



MITSUBISHI ELECTRIC

三菱电机工控产品
培训教材

Changes for the Better

AC 伺服教程

目 录

1. AC 伺服系统的基础	1
1.1 何谓 AC 伺服机构	1
1.2 AC 伺服系统的评价与性能	2
1.3 AC 伺服系统的结构	6
1.3.1 伺服放大器的方框图与原理	6
1.3.2 AC 伺服马达的特性与动作原理	12
1.3.3 编码器的功能与动作原理	15
2. AC 伺服系统定位控制	17
2.1 定位方法与停止精度	17
2.1.1 定位种类	17
2.1.2 关于定位控制与停止精度——速度控制模式时	17
2.1.3 位置控制方式的种类	20
2.2 AC 伺服系统定位控制的基本内容	21
2.2.1 位置检测与马达每转的脉冲数	21
2.2.2 位置伺服系统的设想方案	21
2.3 定位精度	23
2.3.1 每个脉冲的机械进给量	23
2.3.2 关于机械综合精度与电气方面精度	24
2.4 马达对应机械最高速度时的转速	25
2.5 指令脉冲	26
2.5.1 电子齿轮功能	26
2.5.2 最大脉冲频率	31
2.6 速度特性曲线与停止调整时间	32
2.6.1 速度特性曲线与滞留脉冲动作	32
2.6.2 停止调整时间 t_s	34
2.7 负荷惯性矩与位置环路增益 (KP) 的关系	36
2.7.1 负荷惯性矩 J	36
2.7.2 位置环路增益 K_p	36
2.8 伺服系统功能与定位指令设备的分工	37
2.8.1 定位指令设备的功能	37
2.8.2 AC 伺服系统的功能	37
2.9 伺服马达、伺服放大器各系列的规格	37
3. MELSERVO-J 的性能与功能	38
3.1 基本性能与功能	38

3.2 输入输出端子的功能	42
3.3 参数	44
3.4 显示·诊断功能	52
3.5 由安装到运转	58
3.5.1 从安装到运转的作业流程	58
3.5.2 安装	59
3.5.3 配线系统与顺控程序	62
3.5.4 标准接线图	66
3.5.5 接通电源	74
3.5.6 设定参数	76
3.5.7 检查输入输出信号	78
3.5.8 手动运转	79
3.5.9 原点复位	80
3.5.10 自动运转	80
3.5.11 试运转	80
3.5.12 再启动、诊断方面的方便功能	80
3.5.13 运行状态的调整与参数	81
4. MELSERVO - H 的性能与功能	85
4.1 基本性能与功能	85
4.2 规格对比	89
4.3 输入输出端子功能	90
4.4 参数功能	92
4.5 显示·诊断功能	98
4.5.1 参数单元 MR - PRU01A	98
4.5.2 监视	99
4.6 从安装到运转	102
4.6.1 从安装到运转作业流程	102
4.6.2 安装	103
4.6.3 配线系统与顺序	103
4.6.4 标准连接图	107
4.6.5 设定 H/W	111
4.6.6 电源接通	111
4.6.7 参数设定	111
4.6.8 输入输出信号检测	114

5. 内置放大器的单轴控制器的性能和功能	116
5.1 规格分类	117
5.2 E 型机的基本性能和功能	118
5.2.1 输出端子功能	118
5.2.2 特点	119
5.3 MR-H-AC 的基本性能和功能	123
5.3.1 输入输出端子功能	123
5.3.2 特点	124
6. 选定	126
6.1 马达容器的暂时选定	126
6.1.1 负荷惯性矩 J_L	126
6.1.2 负荷力矩 T_L	126
6.1.3 负荷惯性矩·负荷力矩的计算式	127
6.2 减速比	130
6.3 运转特性曲线与马达所需力矩	131
6.3.1 加速力矩 T_a	131
6.3.2 减速力矩 T_b	131
6.3.3 运转特性曲线	132
6.3.4 马达容量的决定	133
6.3.5 特性计算式小结	134
6.4 容量选定的流量图	140
6.5 容量选定事例	143
6.6 容量选定时的注意事项	148
6.6.1 上下方向驱动时	148
6.7 外围设备和任选件	149
6.7.1 再生选择电阻 (MR-RB 型)	149
6.7.2 制动单元 (FR-BU 型)	150
6.7.3 电源再生转换器	151
6.7.4 无线电噪声滤波器 (FR-BIF)输入端专用	151
6.7.5 线性噪声滤波器 (FR-BLF、FR-BSF01)	152
6.7.6 改善功率因数电抗器 (FR-BAL)	153
7. 定位指令装置	154
7.1 定位指令装置的分类和主要辅助功能	154
7.1.1 种类和比较	154

7.1.2 主要辅助功能	159
7.2 利用定位指令装置控制定位的基本操作	161
7.2.1 每个指令脉冲的机械进给量	162
7.2.2 机械的移动方向与伺服马达的旋转方向	162
7.2.3 间隙补偿	163
7.2.4 行程末端	165
7.2.5 原点复归	165
8. 噪声对策、漏电流、高次谐波	186
8.1 噪声对策	176
8.2 漏电流	178
8.3 高次谐波	179
8.4 整流回路和产生高次谐波的特性	180
9. 保养·检修	181
9.1 保养·检修	181
9.1.1 保养检修时的注意事项	181
9.1.2 检修项目	181
9.1.3 元器件更换	184
9.1.4 主回路电压·电流和电功率测定法	185
9.1.5 故障分析	187
9.1.6 产生错位时的原因调查方法	192
附录 1 诸元素符号	193
附录 2 驱动系统	194
附录 3 应用事例	198
附录 4 定位指令装置的功能比较	202
附录 5 用语表	204

1.AC 伺服机构的基础

1.1 何谓 AC 伺服机构

伺服机构在日本工业标准 JIS 中被定义为“以物体的位置、方位、姿势等为控制量,组成能跟踪目标的任意变化的控制系统”。伺服机构在由指令部输入目标值(位置、速度等)时,就能检测当前值(位置、速度等),并与目标值相比较,经常进行着使其差值变小的控制。

构成伺服机构的元件叫伺服元件。由驱动放大器(AC 伺服放大器)、驱动马达(AC 伺服驱动马达)和检测器组成。其组成例如图 1.1 所示。

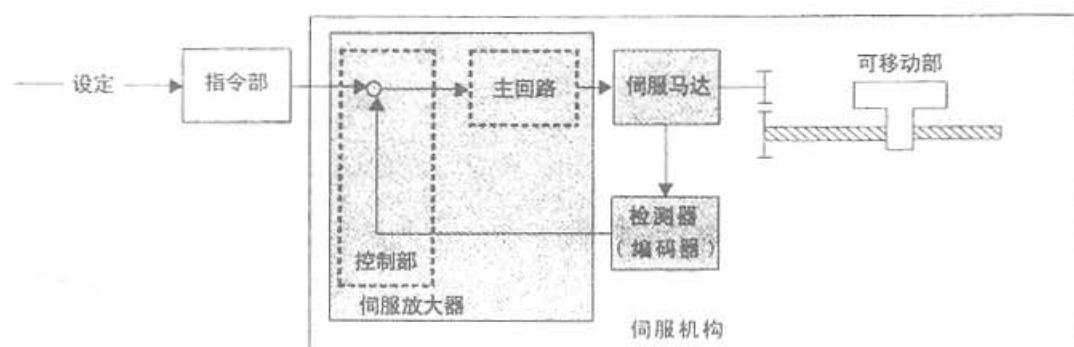


图 1.1 伺服机构的组成图

1.2 AC 伺服机构的评价与性能

伺服马达在设计上较一般马达更注重转子的惯性力矩(也称 J 或 CD^2)和电气的响应性,以便能响应来自伺服放大器的电压、电流的急剧变化。另外,在组成上,驱动伺服马达的伺服放大器也能准确、快速地将速度、位置控制指令传输给伺服马达。

从上述观点出发,对伺服马达(与伺服放大器组合的综合系统)在使用上的典型特性,与采用一般的通用变频器(可变速装置)驱动的马达的不同点,进行比较和说明:

(1) 通用伺服机构的特点与各种控制装置的比较

表示马达特性的一般方法有速度——转矩特性。图 1.2 是伺服马达与使用通用变频器的通用马达的特性比较。

由该图可归纳伺服马达具有以下三个特点:

- ① 速度控制范围广
- ② 转矩特性在高速运转和低速运转时恒定
- ③ 最大转矩大

注:最大转矩大,马达惯性力矩小,因而能迅速进行加减速。

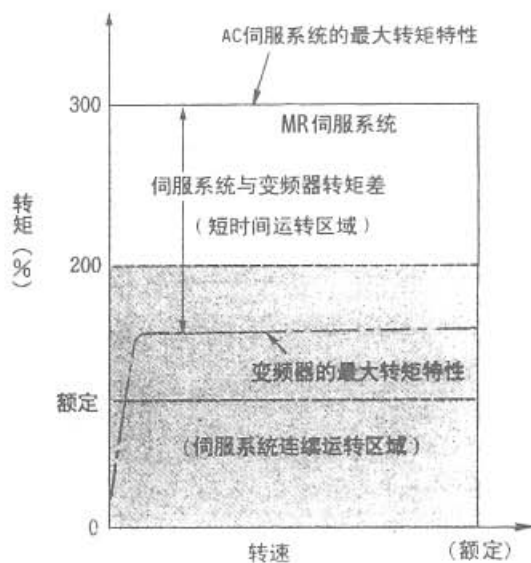


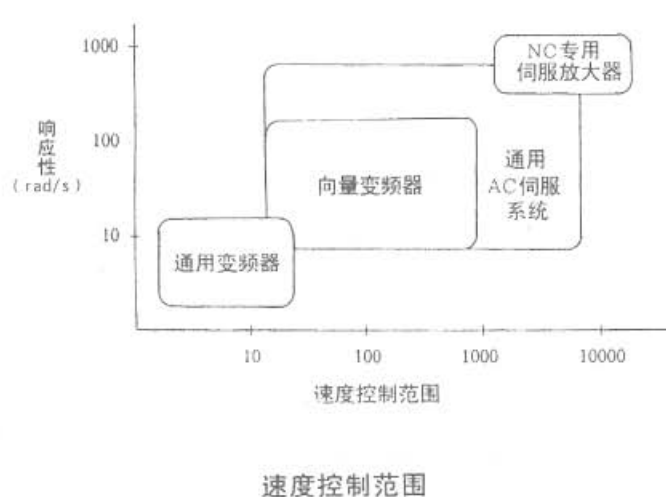
图 1.2 伺服系统与变频器的特性比较

表 1.1 伺服马达的主要性能

项 目	规 格	内 容
速度控制范围	1 : 1000 ~ 5000 (1:10)	额定速度达到 1/1000 时,使用过程中感觉不到旋转稳定性和转矩下降。
转 矩 特 性	低速运转时 转矩不降低	连续运转转矩和最大转矩在速度控制区域内都可以得到恒定的输出转矩。 因而,即使是恒转矩负荷也可以在整个速度区放心使用。
最 大 转 矩	约 300% (150%)	可获得瞬间最大转矩约为额定转矩的 300%,因此,能适应迅速加速/减速可用于高频度定位。

注:规格栏的()内数值为通用变频马达的一般规格。

作为表示马达可变速控制性的基本性能,除了上述速度控制范围之外,还有响应性。对 AC 伺服马达和通用变频马达的控制性能评价如图 1.3 所示。此外,有关使用上的各种性能、功能比较标准如图 1.4 所示。



※响应性

表示对指令、干扰变化的跟踪速度。成为表示对于何种程度的急剧的负荷变动,能不随速度变动而跟踪指令的标准。

例如,具有 600rad/s 响应性的伺服马达,即使遇到约 100Hz 的负荷变动,其速度几乎不受影响。

图 1.3 AC 伺服系统的性能评价



图 1.4 各种控制马达的性能比较

(2) AC 伺服系统的用途

伺服马达的特点如前项所述,进而与伺服放大器组合,便具备其他可变速装置所没有的定位功能。

关于定位功能的详细内容在第 2 章介绍。这里从伺服系统所特有的定位功能和前(1)项所介绍的特点,说明伺服马达的代表性用途。

① 需要定位的机械

AC 伺服系统若和专用定位指令装置(参阅第 7 章)组合使用,就能进行高精度定位。

一般的三菱 AC 伺服系统,可在马达轴分割 16384 ~ 4000 份定位,这非常适用于 24m/分 ~ 8m/分机械的 $1\mu\text{m}$ 的定位。

(适用例:机床、木工机械、包装机械、插件、固定件、各种送料器、各种刀具和专用机。)

② 需要变速范围广的机械

由于 AC 伺服系统具有速度控制范围是 1:1000,速度变动率不超过 0.03% 的高精度速度控制性能,而且还具有其他变速马达所欠缺的输出转矩恒定的特性,所以可作为以控制各种生产线为代表的高精度可变速驱动使用。

(适用例:印刷机、纸工机械、胶片生产线、拉线机、绕线机、各种专用机的进给、各种输送装置、卷绕拉伸和木工机械的主轴。)

③ 高频度定位

关于定位,如①所述。AC 伺服系统具有的最大转矩是额定转矩的 300%,马达单体时,从停止到额定速度区间,可进行数十毫秒(ms)的急剧加速和减速,也能适应 1 分钟内 100 次以上的高频度定位。此外,使用 AC 伺服系统定位与其他的定位方式(离合器·制动器、DC 马达等)相比,具有无机械接触不需要维修、受环境温度影响小等显著优点。

(适用例:冲压进给装置、制袋机、薄板切割机、装料、卸料机、充填机、包装机、各种输送装置)

④ 转矩控制

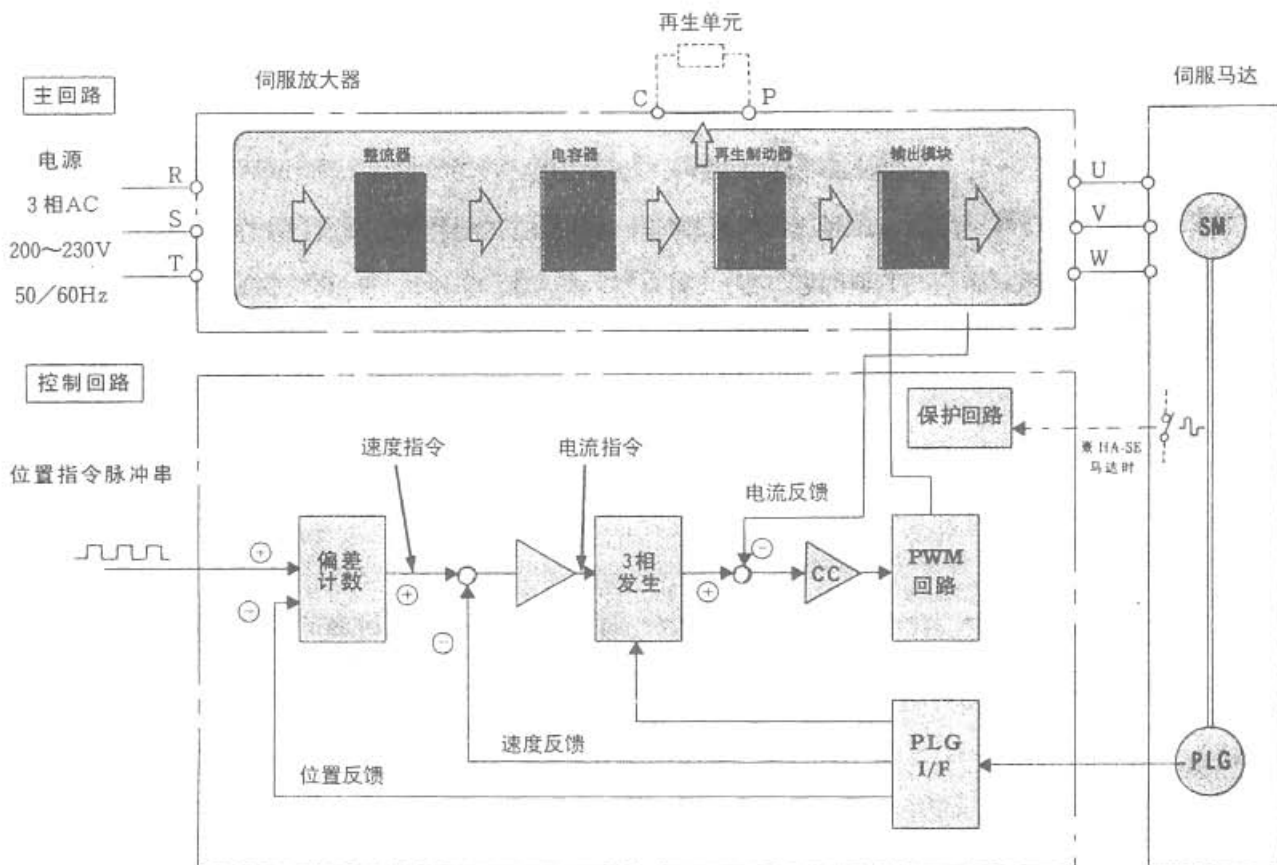
最近的数字伺服系统,在原来的速度控制、位置控制功能的基础上,又增添了可控制转矩的机型,因而,也能适用于各种卷绕、开卷设备之类的张力控制领域。

1.3 AC 伺服系统的结构

1.3.1 伺服放大器的框图和动作原理

下面用框图表示伺服放大器的基本功能和动作原理。

该框图是以三菱 AC 伺服系统 MR-J 系列为例,在主回路方面,也有与其他系列部分装备不同的机型,但基本动作是相同的。



1.5 AC 伺服系统框图

(1) 主回路部分

主回路的基本功能是利用整流器(二极管电桥、电容器)对商用电源(3相 AC200~230V、50/60Hz)整流、平滑,由输出模块(IGBT)将受正弦波 PWM 控制的任意电压·频率的 3 相电流供给马达,控制马达的速度和转矩。

〈MELSERVO-H〉型放大器还内装其他的再生制动器和动态制动器。

① 整流器、平滑电容器

用二极管电桥整流商用电源,再用平滑电容器将其变成脉动少的直流电源。

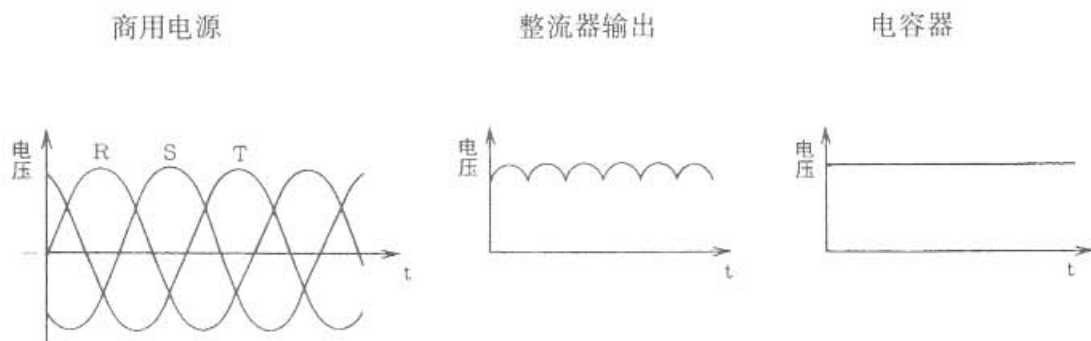


图 1.6 伺服放大器各部分的电压

② 输出模块

输出模块是从整流器、平滑电容器作用而成的直流电源,生成适合马达转速的频率、适合负荷转矩大小的电流,供给马达。

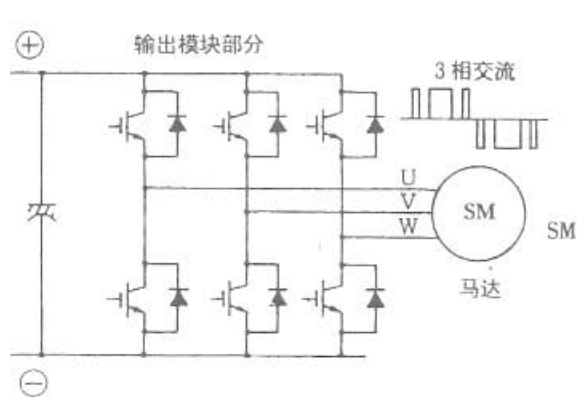


图 1.7 输出模块部分的组成

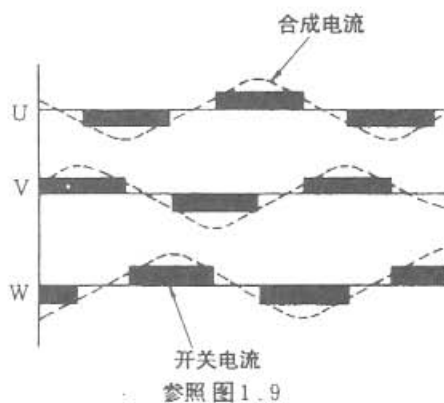


图 1.8 输出模块的输出电流

如图 1.9 所示,马达的旋转方向、转速(频率)是通过输出模块的晶体管的 ON - OFF 切换,由电流的方向和通电宽度控制。

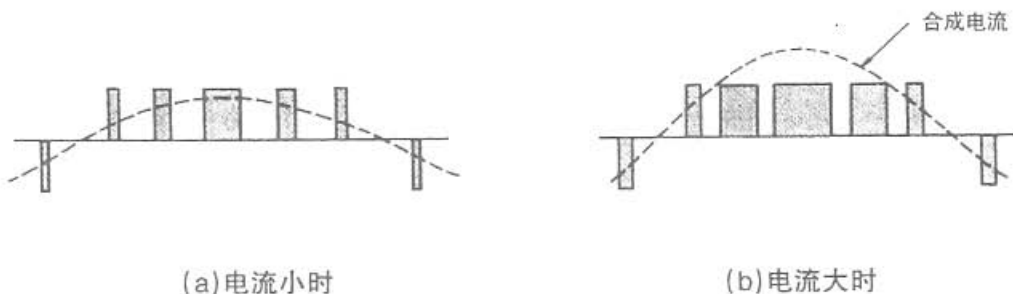


图 1.9 用 PWM 的电流控制

③ 再生制动

1) 再生制动回路

再生制动器是在马达的实际转速高于指令速度时,即减速时、上下轴下降时,或给卷绕轴加制动时动作。通过将马达或负荷的旋转能量消耗于伺服放大器测的再生电阻,获得制动力。

这样的运转状态叫再生运转。通常,伺服放大器里设有再生回路。在这种状况下,再生回路对于马达来说,是作为负荷而工作的。因而回路的能量消耗率不同,再生制动力也就不同。另外,运转条件也影响再生能量。需要消耗大量的再生能量时,在伺服放大器的外部设置回路,使之消耗能量。

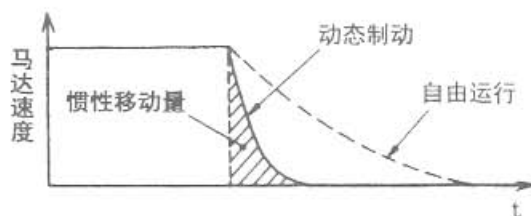
2) 再生制动回路的种类

- 小容量的,再生能量小时,对前面介绍过平滑电容器进行临时的能量充电,称之为电容器再生方式。在 0.4KW 以下使用。
- 中等容量的,采取电阻器通电消耗热能的方式,叫做电阻再生方式。但是,存在再生能量变大电阻器也得变大,对环境构成发热影响的问题。
- 大容量的,为弥补上述电阻再生方式的缺欠,最近出现将再生能量反馈回电网的方式,称之为电源再生方式。用于 11KW 以上的回路。

④ 动态制动器……外加选用件

当电源断路、报警等情况发生时,输出模块的输出停止(基极断路)时,马达变为自由运行,直至停转需要很长时间,惯性移动量变大,出现碰撞行程末端等不正常现象。

动态制动器是在基极断路时,在伺服马达端子间加适当的电阻器进行短路,具有消耗旋转能,使之迅速停转的功能。通常动态制动器与马达、放大器是分开配置的,但也有象 MR-H 型那样内置于伺服放大器内的机型。由于动态制动器没有停止时的保持力,所以纵向进给时需要在制动的同时加机械制动,使其具有停止保持力。

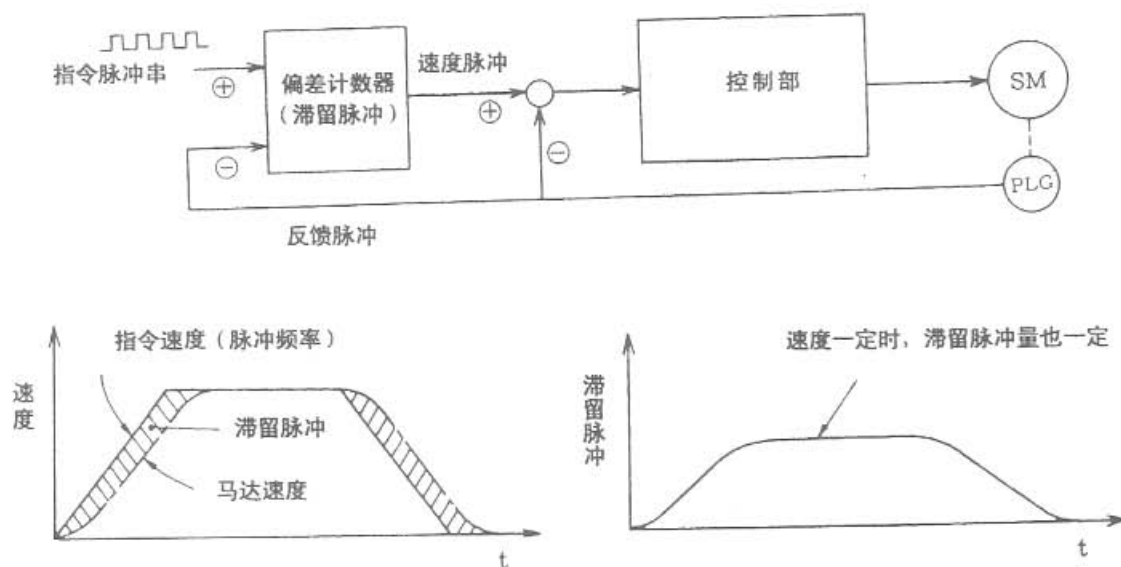


(2) 控制回路部分

利用 16 位微机,根据指令值(目标值)和当前值高速高精度地计算控制量(位置、速度和电流),实现快速响应和高精度的伺服控制,同时,实行对控制内容监视和单元保护。下面介绍控制内容的大致情况。

① 位置控制

用高速脉冲串(正转脉冲串·反转脉冲串、HA - FE/HA - SE 系列马达最大 200kpps)实施马达的转速·方向控制和高精度的定位(200kpps 时,马达轴 0.09 度)。



在位置控制部分,即使输入指令脉冲,由于控制回路延时,马达在指令下达后多少会延迟一些才动作。因此,偏差计数器将延迟部分的脉冲进行累加保持,称之为滞留脉冲。该滞留脉冲作为速度指令输出给速度控制部。

② 速度控制

位置控制部分的偏差计数输出与指令速度成比例,这便为速度指令。速度指令部分是将速度指令和马达速度的偏差作为电流指令输出。

以速度控制模式运转时,作为速度指令由外部输入模拟电压($0 \sim \pm 10V$)。

③ 电流控制

电流控制部控制主回路的输出模块,使马达按照位置指令或速度指令动作而控制马达的电流。

为此,要确定符合马达磁场(由转子的永久磁铁的磁极位置决定)的3相交流电的相位,和流通适应速度偏差的电流。

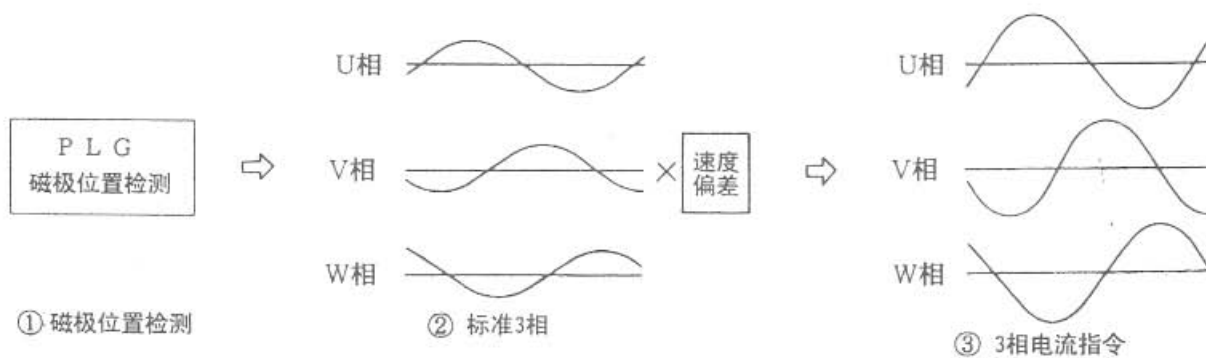
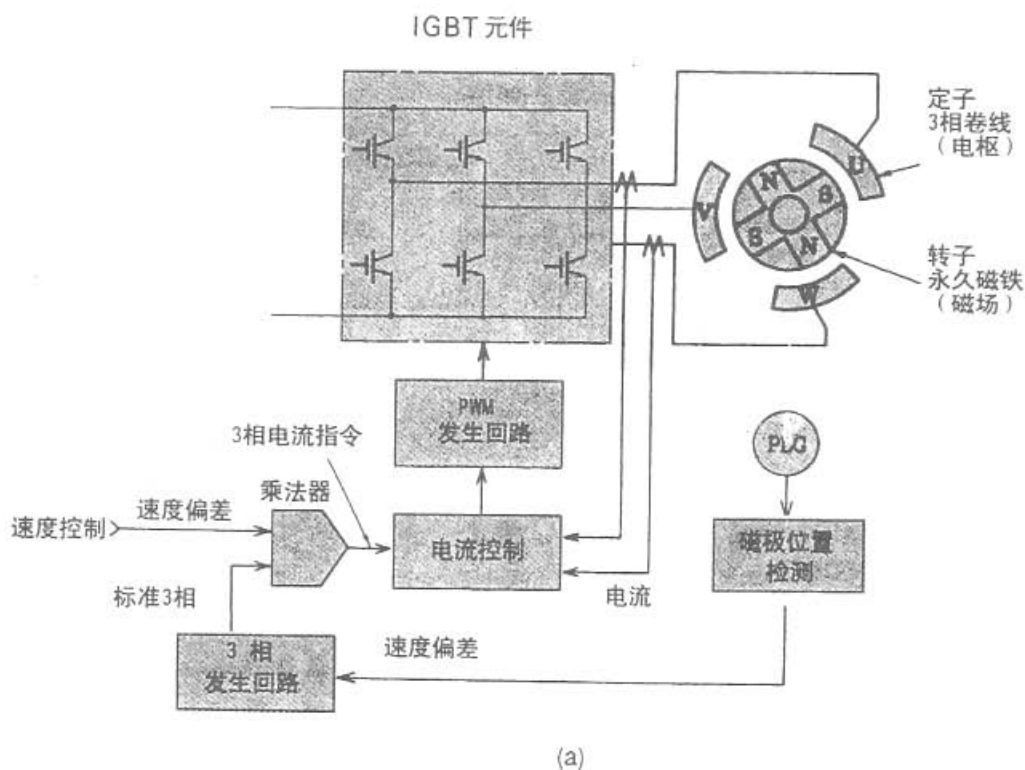


图 1.10 电流控制原理

非低噪音模式时

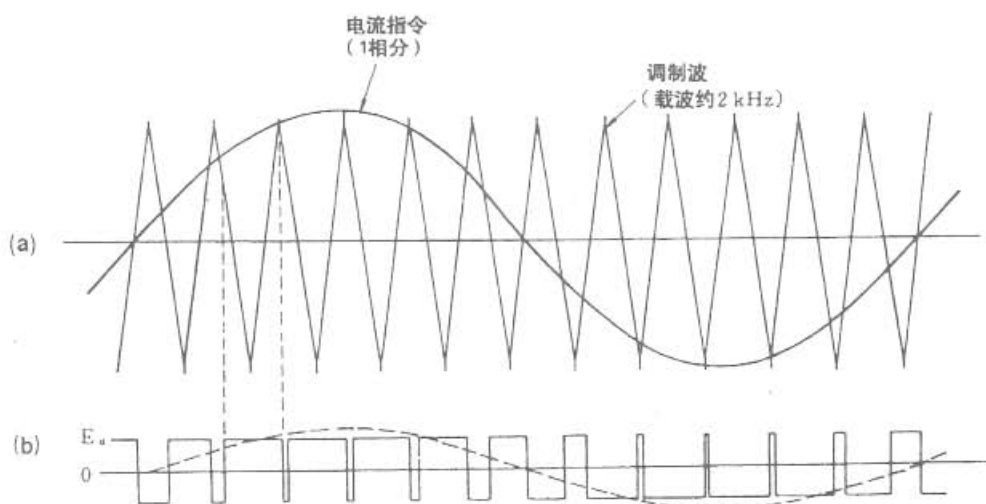


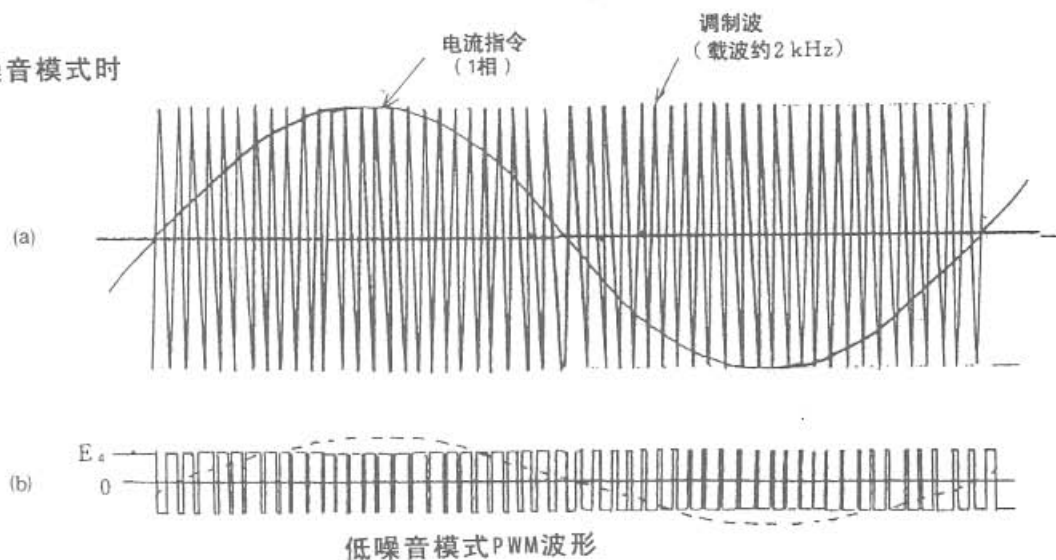
图 1.11 PWM 控制原理

同步马达时, 马达电流要和磁场位置(磁极位置)、相位相符。

为此, 马达的检测器上保持有关磁极位置检测信号, 不断地将其位置反馈给伺服放大器。伺服放大器根据其信号, 在 3 相发生回路产生标准 3 相电流。电流控制部是用标准 3 相电流乘以速度偏差, 生成了 3 相电流指令, 控制 PWM 回路。

注) 感应型伺服马达, 没有独立磁场, 因此, 不需要检测磁极位置。

低噪音模式时



低噪音模式时, 调制波为 2KHz~8KHz 以上, 所以 1 相的调制波变为 4 倍, 波形变密。

1.3.2 AC 伺服马达的特性与动作原理

(1) 特性

伺服马达的输出转矩与流通马达的电流成正比。(参阅(3)项)

伺服放大器随时检测马达速度,控制流通电流适应速度偏差。因此,伺服马达从低速到高速都可以以恒定的转矩运转。

和伺服放大器组合的伺服马达的转矩特性如右图所示。

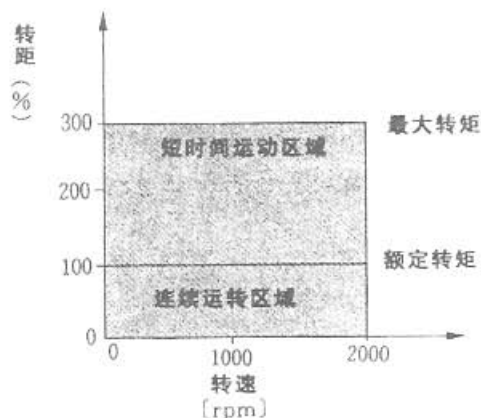
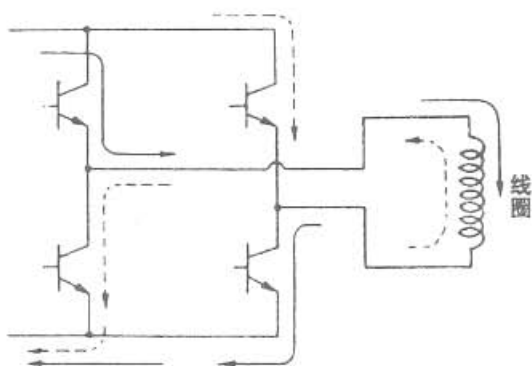


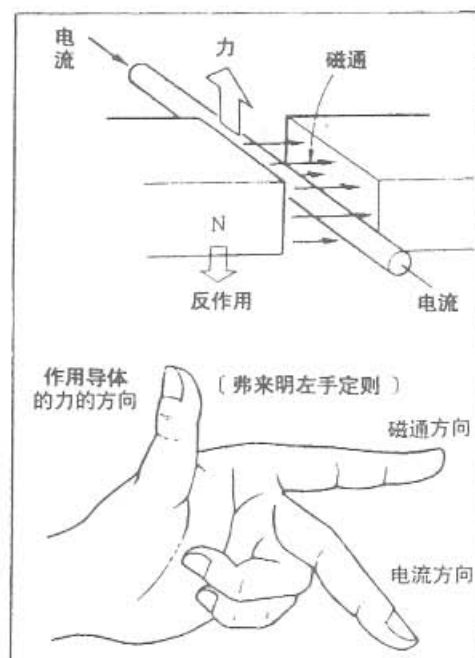
图 1.12 伺服马达的转矩特性
(MELSERVO-J 系列)

(2) 动作原理

小型·大型所有马达的动作原理均相同。按照“弗来明左手定则”，给磁场中的导体通电,力就会作用于导体,就会产生转矩。SM 型(同步型)AC 伺服马达,在转子上配置永久磁铁、定子上配置通电线圈,在定子线圈上流过对应转子动作(转速、方向、输出转矩)的电流。



SM 型 AC 伺服马达的动作原理



马达转矩产生的原理

马达线圈,是通过放大器的晶体管 ON - OFF,给垂直于转子磁铁的磁通的线圈通电。外加电压可在数 KHz 转换,流动电流被线圈的电抗平滑为正弦波。线圈电压的正负区间是根据接在马达轴上的检测器指示的磁极位置检测信号进行判断。由于磁通和电流被控制成垂直状态,所以不存在象普通同步马达那样的失步现象。

产生转矩 T 为

$$T = K_1 \cdot \Phi \cdot I_a \quad \cdots \cdots (1-1)$$

与线圈电流成正比,转速为

$$N = \frac{V - I_a \cdot Z}{K_2 \cdot \Phi} \quad \cdots \cdots (1-2)$$

与外加电压 V 成正比。

符号说明:	T: 转矩 I_a : 电流 N: 转速		
	K_1, K_2 : 常数 V: 外加电压		
	Φ : 磁通 Z: 线圈电阻		

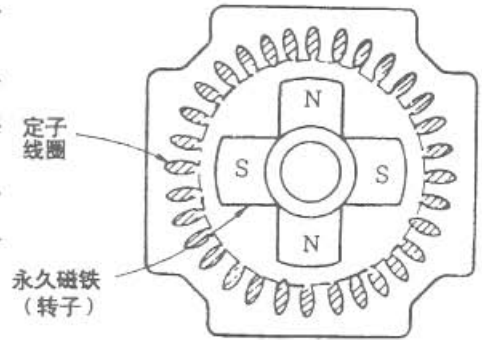


图 1.13 SM 型 AC 伺服马达截面

(3) IM 型(感应型)马达(向量控制变频器)的原理

感应马达的转矩产生原理与同步马达相同。可是,从右侧的剖面图可以看出,转子没配置磁铁,不能逐个地供给(1-1)式和(1-2)式中的电流 I_a 和磁通 Φ 。因此,通过定子线圈电流流动、电磁感应作用,通过转子槽的电流和定子线圈的电流生成的磁通而产生转矩。

这样,定子线圈中流动着转矩电流和磁通电流。其关系如(1-3)式所示:

$$\dot{I}_1 = \dot{I}_a + \dot{I}_b \quad \cdots \cdots (1-3)$$

I_1 : 定子线圈电流	I_a : 转矩电流	I_b : 磁通电流
注: 上式是向量和,而不是算术和。		

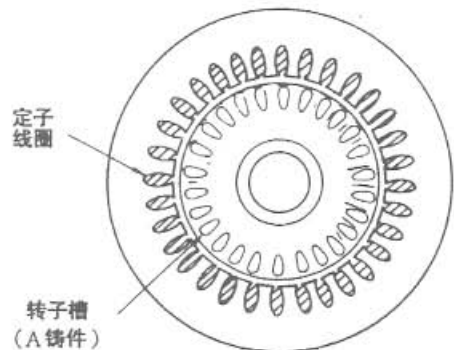


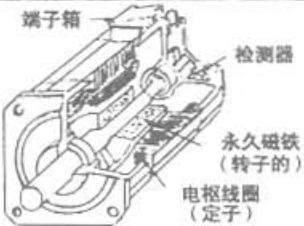
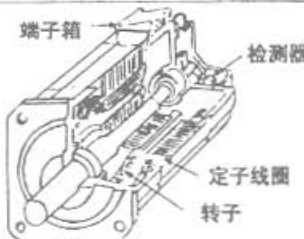
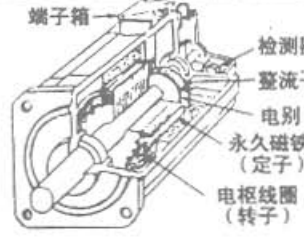
图 1.14 IM 型马达截面

也就是说,IM 型马达需要分别控制 2 个电流,称之为向量控制。通过向量控制,IM 型马达和 SM 型伺服马达有相同的转矩特性。

(4) 伺服马达的种类和特征

伺服马达有 AC 伺服马达和 DC 伺服马达两种类型。AC 伺服马达又可以细分为 SM 型(同步马达)和 IM 型(感应马达)。各种伺服马达的结构和特征如表 1.2 所示。

表 1.2

机型	构造	特 征	
		优点	缺点
SM 型 AC 伺服 马 达		·不需维修 ·环境适应性好 ·可得到大转矩 ·可实行停电时的发电制动 ·小型、轻量 ·高功效比	·所用伺服放大器比 DC 马达稍复杂一些 ·马达和伺服放大器的配置需 1:1 ·磁铁可能退磁
IM 型 马 达		·不需维修 ·环境适应性好 ·可得到高速、大转矩 ·大容量功效好 ·结构坚固	·所用伺服放大器比 DC 马达复杂 ·不能进行停电时发电制动 ·特性因温度而变化 ·马达和放大器的配置需 1:1
DC 伺 服马达		·伺服放大器的结构简单 ·可实行停电时的发电制动 ·小容量价格便宜 ·高功效比	·需要进行整流子周边的保养和定期检修 ·产生电刷磨损粉末, 清洁度要求高的场所不便采用 ·因为整流刷的关系, 不能高速大转矩使用。 ·磁铁可能退磁

伺服马达是从容易控制的 DC 伺服马达发展起来的。然而, 随着以微处理器为代表的电子器件发展, 复杂的控制实现了高速且廉价, 伺服马达向不需维修、马达生产率高的 AC 伺服马达发展。现在, 50W 以上的马达基本都置换成 SM 型 AC 伺服马达。因为 IM 型马达结构坚固, 容易适应大型化高速化, 变为大容量, 功效也随之提高。所以 IM 型主要用于 7.5KW 以上的马达。过去, 为实现以 DC 马达为主流的大型线性控制和进一步提高精度, 而推广使用 IM 型马达。但是, 近年来, 向量控制的变频式马达将会取代这种 IM 型马达。

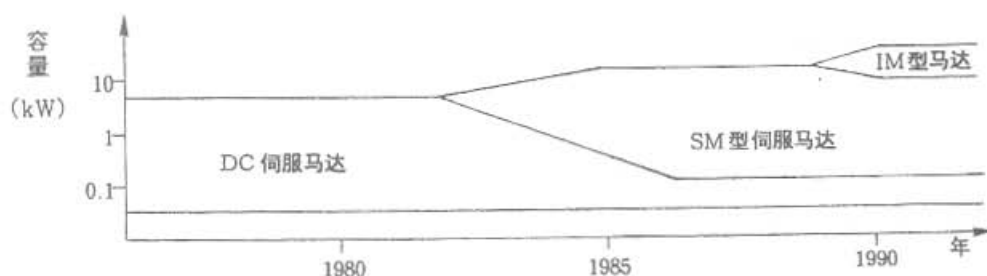


图 1.15 伺服马达的发展

1.3.3 编码器的功能和动作原理

如上所述,伺服系统是反馈对应于指令值的实际值(马达速度、位置),为减少其偏差而进行控制。因此,检测器是伺服系统中不可缺少的要素。

(1) 编码器的结构

下图所示的主要作为检测器用的编码器的结构。

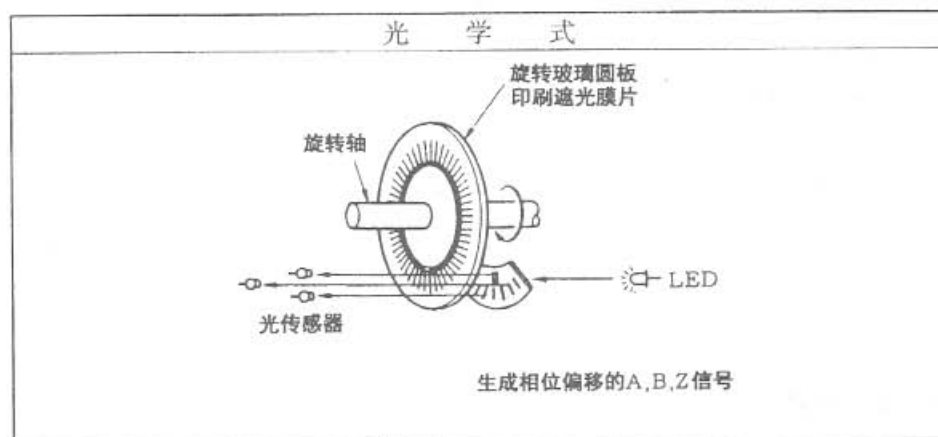


图 1.16 编码器的结构

(2) 编码器的功能与信号种类

安装于伺服马达的编码器的功能分类大致分为以下三类：

- 1) 马达位置检测
- 2) 马达速度检测
- 3) 马达磁极位置检测(IM 型马达和 DC 伺服马达不需要)

其中 1)、2) 使用马达旋转时,增量输出的 2 相脉冲。

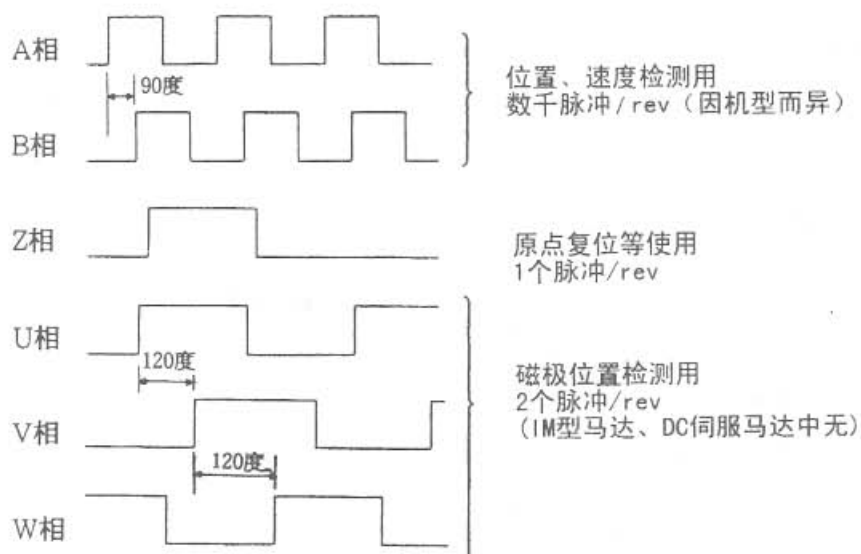


图 1.17 编码器的信号

(3) 编码器信号的接口

作为编码器的信号接口有两种。最近信号传递是以可靠的差动驱动方式为主流。其详细情况,请参阅 7.1.1 项中的(7)。

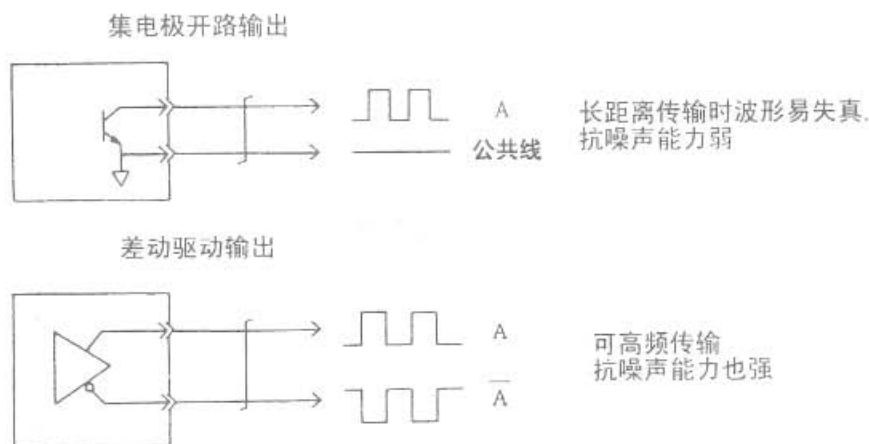


图 1.18 接口种类

(4) 绝对位置编码器

最近,从谋求提高生产效率出发,为研制成停电后不用原点复位的绝对位置检测系统,将绝对值编码器接在马达上的事例是越来越多了。

在绝对位置检测系统,由于需要判断电源接通时的旋转位置,所以将图 1.19 所示的绝对位置信号(该图中为 7bit)迭加在上述(2)项的增量信号(A、B)上输出。

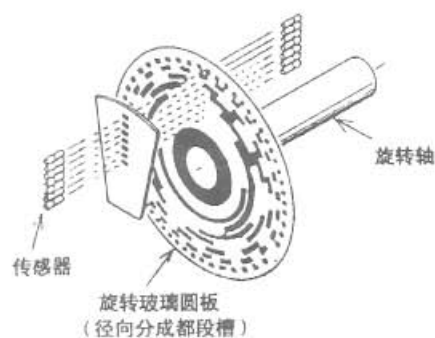


图 1.19 绝对位置编码器的结构示例

绝对位置检测系统框图如下图所示。

注:绝对位置检测器中,除了上述增量信号(A、B相)外,还有马达转一周的绝对位置检测、从原点开始的马达转数计数。由于能反馈给存储器,所以若一次用原点复位定位,即使电源 OFF,伺服放大器、控制器也能知道马达的位置。

因此,二次以上的电源接通时,即使不进行原点复位,也能照样实行位置、速度控制。

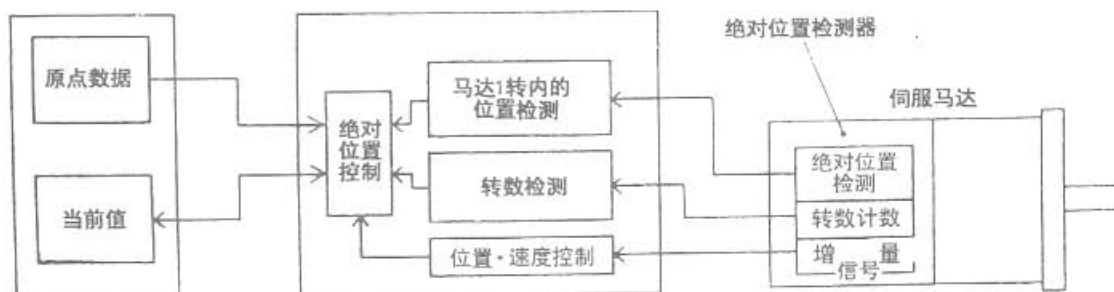


图 1.20 绝对位置系统框图

2.AC 伺服系统定位控制

2.1 定位方法与停止精度

2.1.1 定位的种类

使运动物体在指定精度范围内停止于指定的位置的方法,有机械式和电气式。机械式一般有碰撞挡块式(采取撞到挡块时使用变频器控制停止碰撞和限制 AC 伺服马达转矩)和用油缸等夹住强制定位的方式,但停止位置受限制。相对来说,电气式利用设置位置传感器能容易对多个任意位置定位。电气式定位也因位置检测的方式和控制方式而有种种方法,大致分为速度控制方式和位置控制方式:

- (1) 马达上无定位所需的位置信号输出装置、机械上有信号反馈用的限位 SW 等装置——速度控制方式。
- (2) 机械上无位置检测装置,用伺服马达的检测器可进行更高精度的位置控制——位置控制方式。

将其归纳为表 2.1。

2.1.2 关于定位控制与停止精度——速度控制方式时

(1) 限位开关方式

使利用马达运转的运动体自动停止移动时,一般是用限位开关等检测位置,通过其检测信号使马达停转(同时开动制动器的也很多)图 2.1 表示的是移动体的速度与时间的关系,以横轴为时间(Sec)、纵轴为速度(mm/sec),那么,速度曲线所包围的面积便是移动距离(mm)。

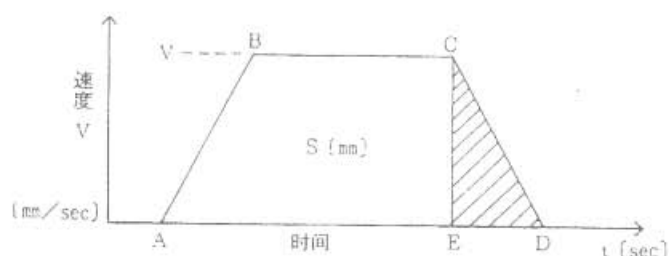


图 2.1 运转(速度)特性曲线

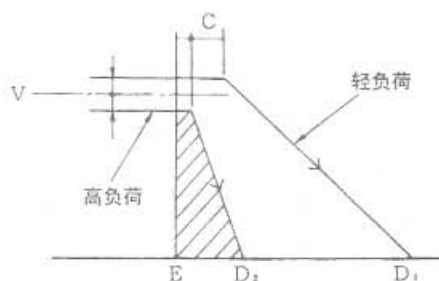


图 2.2 惯性移动距离误差

限位开关工作后的惯性移动距离相当于 CDE 面积,停止精度为该面积 CDE 的误差。这里,作为影响精度的因素(面积 CDE 变动的主要原因),如图 2.2 所示,有停止时间(DE)的变化(负荷转矩的变动或制动器转矩的变动),C 点移动物体的速度变动,C 点传感器动作位置误差,以及从传感器工作到实际上马达开始减速的延时误差。尽量缩小这些特性误差,无疑是必要的。而最有效的方法是缩小速度 V。因此,从通常的速度开始的停止不能满足停止精度时,一般采取表 2.1 所示的设置低速切换限位开关,转为低速运转后再使其停止的方式。该方式因简便且提高精度而被广泛采用。作为其缺点是,低速运行时的恒速时间(称蠕变速度)设置不充分,那么因负荷变动等,通过止动限位开关时的速度就不稳

表 2.1 定位方式比较表

分类方式	内 容	概要说明图
速度控制方式	限位开关方式 在移动物体通过处设置限位开关,移动物体使该开关工作,利用其信号使移动体停止移动的方式。 一般采用两个开关。用第一个开关降速、第二个开关使马达 OFF,开动制动器使移动体停止移动。特别应指出的是,不需要定位装置就可以组成控制简单,价格低廉的装置。	IM : 感应电动机 B : 制动器 INV : 变频器
	(停止精度标准…… $\pm 0.5 \sim 5.0\text{mm}$)(注)	
脉冲控制方式	脉冲计数方式 在驱动物体的马达旋转轴上设置检测位置的脉冲发生器(脉冲编码器等),用高速计数器计算发出脉冲数。由于脉冲是和移动距离成正比,当脉冲计数达到预定值时发出信号,使移动体停止移动。 该方式可以省略限位开关,位置变更容易,可以使用(MELSEC - A 系列 AD61(高速计数单元等)	IM : 感应电动机 PLG : 脉冲发生器 INV : 变频器 PC : 编程器
	(停止精度标准…… $\pm 0.5 \sim 5.0\text{mm}$)(注)	高速计数单元
位置控制方式	脉冲指令方式 驱动马达,使用与输入脉冲数成正比旋转的 AC 伺服马达。 通过向 AC 伺服马达的伺服放大器输入和移动距离相应数量的脉冲,可实施与脉冲数成比例的高速定位。 (可以使用 MELSEC - A 系列的双轴定位单元 AD71 等)	SM : 伺服马达 PLG : 脉冲发生器 PC : 编程器
	停止精度标准…… $\pm 0.001 \sim 0.05\text{mm}$)	定位单元

(注)停止精度表示低速速度为 $10[\text{mm/sec}] \sim 100[\text{mm/sec}]$ 时。

定,定位费时。另外的缺点是,当停止位置多时,传感器的需要量也多。

(2) 脉冲计数方式

作为改进限位开关方式有脉冲计数方式。利用这种方式,停止位置可以任选,减速点可以取多段,因而可以缩短时间。停止精度与限位开关式的一样。但因为随时检测运动物体的当前位置,出现越过停止位置等情况时,容量修正。

然而,由于影响精度的因素与限位开关的相同,不能指望改进停止精度。

(3) 脉冲指令方式

是使用伺服马达的定位方式,改进了上述缺点。与脉冲计数方式相同,在随时检测运动物体的位置的同时,停止时无需设置低速蠕变速度,可以直接从高速向停止目标位置连续进行速度控制,使其停止于要求精度内的方式。相对于速度控制方式可称其为位置控制方式。

2.1.3 位置控制方式的种类

伺服位置控制是采取随时反馈位置检测的方式。该检测方式还分为表 2.2 所示的那些种类。(开环方式不是伺服的,但为便于和闭环方式相比较而列入)

表 2.2 位置控制方式种类

环路方式	组成	特征
开环		· 无反馈,不叫伺服机构。 · 过载失控(停转) · 只有小容量。
半闭环	马达轴检测	· 组成简单 · 响应最快 · 控制系统稳定,可放心使用。 · 减速机的间隙需修正
	进给丝杆端部检测	· 组成稍复杂(需另设检测器) · 受减速机、进给丝杆影响容易不稳定 · 减速机的间隙不需修正
闭环		· 需要高价的位置检测器。 · 受齿轮、进给丝杆的影响,容易不稳定,响应性不能提高。 · 减速机的间隙不需修正。

AC 伺服马达 MELSERVO 系列重视控制系统的稳定性和用户的可操作性,采用半闭环方式中的马达轴检测。

2.2 AC 伺服系统定位控制的基本内容

下面对脉冲指令定位控制加以说明。

2.2.1 位置检测与马达每转的脉冲数

AC 伺服马达 MELSEVO 系列正如在 2.1.3 项中说明的那样,是采取半闭环方式,通过和马达轴直接连接的编码器(检测器)检测马达的旋转位置即机械位置。

由编码器产生对应于马达旋转角的脉冲信号,该脉冲信号读入伺服放大器进行定位控制(编码器的详细情况,请参阅 1.3.3 项)

该反馈脉冲便成为决定连接于马达的机械移动节距(分辨率)的基准。马达每转的脉冲数越多,越能进行高精度定位控制。HA-FE/HA-SE/ME 型伺服马达为 1000 个脉冲(表为:1000p/rev)(参阅表 2.3)

该编码器脉冲中有相互为 90° 相位差的 A 相脉冲和 B 相脉冲,以及检测马达轴基准位置的 Z 相脉冲(马达每转 1 个脉冲)。在伺服放大器内,由于该 A 相脉冲和 B 相脉冲的组合,通常变为 4 倍频的脉冲。即 1000p/rev 的编码器脉冲,到伺服放大器里可作 4000pulse/rev 使用。

2.2.2 位置伺服系统的设想方案

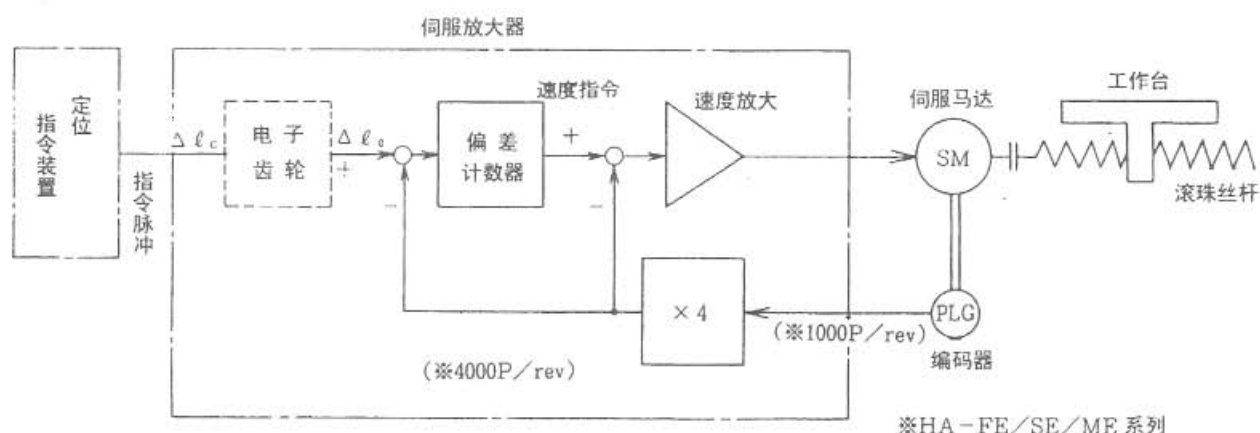


图 2.3 位置伺服系统的组成

所谓利用伺服马达的定位,就是当输入定位指令装置发出的指令脉冲时,伺服放大器将指令脉冲和适应转数的反馈脉冲读入偏差计数器,进行偏差为零的控制。

因此,伺服马达可以通过指令脉冲进行精确的定位。

成为伺服马达定位控制的基本内容,是输给伺服放大器的每个指令脉冲的马达轴(机械)动作:

①机械进给量与总指令脉冲数成正比

②机械速度与指令脉冲串的速度(脉冲频率)成正比。

③在最后 ± 1 个脉冲的范围内完成定位,以后,只要没有位置指令,在伺服马达锁定状态保持其位置。

(1) 偏差计数器与马达的旋转量

在偏差计数器中,加法计算定位指令装置输入的指令脉冲的同时,反馈脉冲反馈时,将计数器的值进行减法运算。偏差计数器的值(滞留脉冲)大时,速度指令也变大,马达高速旋转;当接近目标停止位置时,指令脉冲减少;当为零时,偏差计数器的输出减少,速度也随之下降。偏差计数器的值(滞留脉冲)为零时,速度指令也为零,马达停止转动。所以,偏差计数器的输出具有反馈脉冲数自动控制功能,使马达的旋转量和指令脉冲数相同。

例如,使反馈脉冲为4000p/rev的MELSERVO-J系列的HA-FE马达转1/2转,就需要由定位指令装置输入2000个脉冲。

(2) 马达转速

通过偏差计数器的控制,马达的旋转角度与指令脉冲数成正比。因此,马达的转速与指令脉冲串的速度成正比。

例如,使HA-FE系列马达以3000r/min运转,那么就需要由定位指令装置输入:每分钟的指令脉冲数:3000转 $\times$ 4000脉冲 $=10 \times 10^6$ 脉冲;每秒钟的脉冲数: $10 \times 10^6/60 = 200 \times 10^3$ 脉冲(表达式: $200 \times 10^3 \text{pps} = 200 \text{kps}$)。

(3) 定位完毕与伺服锁定

当偏差计数器的输出(滞留脉冲)为零时,即指令脉冲数和反馈脉冲数相同时,定位完毕。其后,如果有什么外力使伺服马达转动,由编码器将反馈脉冲输入偏差计数器,偏差计数器发出速度指令,旋转修正马达使之经常在滞留脉冲为零的方向上,停留于固定位置的功能,称其为锁定。

2.3 定位精度

2.3.1 每个脉冲的机械进给量

每个脉冲的机械进给量为机械移动的最小单位。如图 2.4(1)所示,机械系统为滚珠丝杆且没有减速机时,每个脉冲的机械进给量 Δl_0 如(2-1)式所示。机械系统为滚珠丝杆以外的其他部件时,或带有减速机时,计算每个脉冲的机械进给量是以马达每转的机械进给量 ΔS 为基准考虑。如果将图 2.4 马达的每转进给量代入(2-1)式中的 ΔS ,可求每个脉冲进给量 Δl_0 。

$$\Delta l_0 = \frac{\Delta S}{P_0} = \frac{\Delta S}{4000} [\text{min/pulse}] \dots\dots\dots (2-1)$$

但是, P_0 : 马达每转的反馈脉冲数

P_0 的值: HA - FE/SE/ME 型马达为 4000[pulse/rev], HA - FH/MH 型马达为 8192[pulse/rev], HA - SH/UH/LH 型马达为 16384[pulse/rev]。

图 2.4 中表示的是机械系统的例子和 ΔS 的计算式。

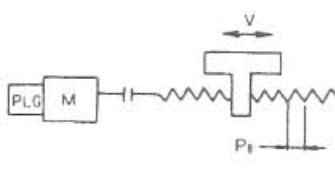
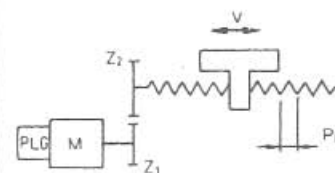
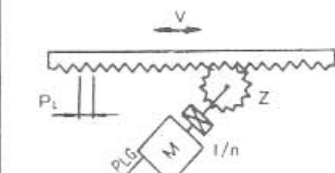
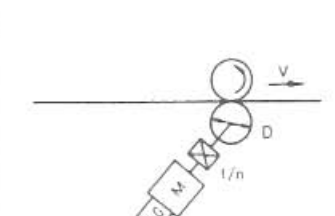
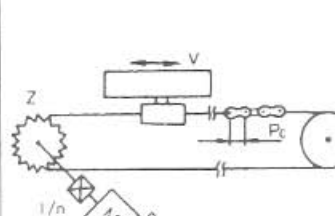
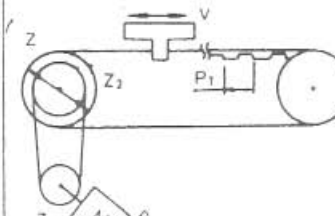
驱动方式	(1) 滚珠丝杆(直接连接)	(2) 滚珠丝杆(齿轮连接)	(3) 齿条和人字齿轮
			
马达每转进给量	$\Delta S = P_B$	$\Delta S = P_B \cdot \frac{Z_1}{Z_2} = P_B \cdot \frac{1}{n}$	$\Delta S = P_L \cdot Z \cdot \frac{1}{n}$ Z: 齿条的齿数
驱动方式	(4) 滚子进给	(5) 用链条驱动(直接连接)	(6) 链、同步带驱动
			
马达每转的进给量	$\Delta S = \pi \cdot D \cdot \frac{1}{n}$	$\Delta S = P_C \cdot Z \cdot \frac{1}{n}$ Z: 链轮齿数	$\Delta S = P_T \cdot Z \cdot \frac{Z_1}{Z_2} = P_T \cdot Z \cdot \frac{1}{n}$ Z: 带轮的齿数

图 2.4 各种机械系统马达每转进给量(ΔS)

2.3.2 关于机械的综合精度和电气方面的精度

机械的综合精度 $\Delta\epsilon$ = 机械方面精度 + 电气方面精度。

机械方面精度由机械制造厂研讨。

电气方面的精度依赖机械轴上每个脉冲的进给量 Δl_0 [mm/pulse]。如果使用三菱 MELSERVO 系列,最后停止于电子齿轮输出脉冲 ± 1 个脉冲(机械轴换算 $\pm \Delta l_0$)范围内,进入伺服马达锁定状态。在伺服马达锁定状态,只要下个指令脉冲没来,就保持这种锁定状态。因此,为了使电气方面的精度 Δl_0 不影响机械的综合精度 $\Delta\epsilon$,一般作满足下式的设定:

$$\Delta l_0 \leq (1/5 \sim 1/10) \times \Delta\epsilon \quad (2-2)$$

〈参考〉机械的综合精度 $\Delta\epsilon$ 和每个脉冲进给量 Δl_0

考虑机械的综合精度 $\Delta\epsilon$, 就能求出每个脉冲的进给量 Δl_0 。

2.4 对应于机械最高速度的马达转速

如图 2.5 所示, 当机械系统用齿轮变速, 用滚珠丝杆驱动时, 对应于机械速度 $V[\text{mm/min}]$ 的马达转速 $N[\text{r/min}]$, 成为(2-3)式所示关系。

$$\text{马达转速} = \frac{\text{机械速度}}{\text{滚珠丝杆导程}} \times \frac{1}{\text{减速比}} \quad (2-3)$$

因此, 设滚珠丝杆导程为 $P_B[\text{mm}]$, 减速比为 $1/n$ 时, (2-3)式便成为:

$$N = \frac{V}{\Delta S} = \frac{V}{P_B} \cdot N[\text{r/min}] \quad (2-4)$$

若机械最高速度 V_0 已确定, 对应于 V_0 的马达转速尽可能选择不超过且接近额定转速 $N_r[\text{r/min}]$ 的值, 这样就能提高定位精度, 有效利用马达的功率。

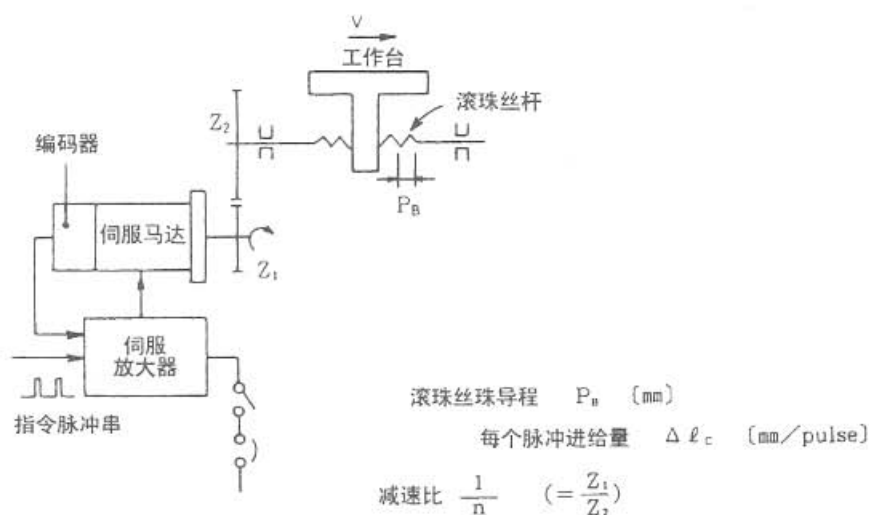


图 2.5 机械速度与马达速度的关系

2.5 指令脉冲

位置伺服马达中有和定位指令装置输入脉冲数相同的反馈脉冲数的移动。恒速运转时,马达以指令脉冲和反馈脉冲相平衡的速度运转。因而需要确认:定位的最小指令单位和每个脉冲的机械进给量(2.3.1项)是否取得了一致性;机械最高转速时的脉冲频率是否相互满足定位指令装置和伺服放大器。

2.5.1 电子齿轮功能

AC 伺服马达 MELSERVO-J 系列,因为有电子齿轮功能和机械系统相配合,不需选择检测器就能柔性定位。其功能说明如下:

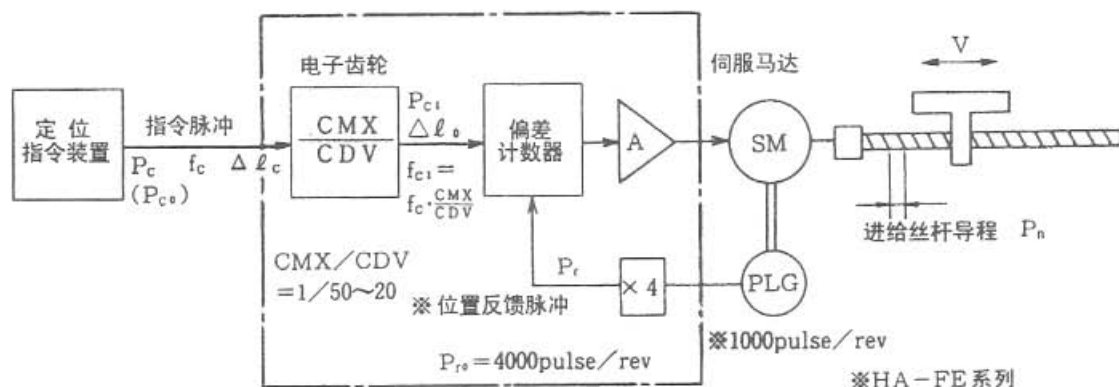


图 2.6 电子齿轮功能说明

用框图表示电子齿轮的功能,见图 2.6。下面归纳其功能和关系式。

图中:

P_c : 指令脉冲数[pulse]

P_{c1} : 偏差计数器输入脉冲数[pulse]

P_r : 反馈脉冲数[pulse]

P_0 : 马达每转的反馈脉冲数[pulse/rev]

P_{c0} : 马达每转的输入脉冲数[pulse/rev]

f_c : 指令脉冲频率[pps]

f_{c1} : 偏差计数器输入指令脉冲频率[pps]

Δl_0 : 每个反馈脉冲的机械移动量[mm/pulse]

Δl_c : 每个指令脉冲的机械移动量[mm/pulse]

CMX : 指令脉冲倍率分子

CDV : 指令脉冲倍率分母

〈参考〉

MELSERVO-H 系列,因马达的关系, $P_0 = 8192$ 或 16384 pulse/rev ,但关系式相同。

(1) 电子齿轮设定与指令脉冲的关系

① 指令脉冲乘以电子齿轮比为偏差计数器的输入脉冲。

$$P_{cl} = P_c \cdot \frac{CMX}{CDV} \dots\dots\dots (2-5)$$

其中: P_c : 指令脉冲数[pulse]

P_{cl} : 偏差计数器输入脉冲数[pulse]

CMX: 指令脉冲倍率分子

CDV: 指令脉冲倍率分母

图 2.7 表示的是电子齿轮比 $CMX/CDV = 8$ 时的 P_c 和 P_{cl} 的关系。

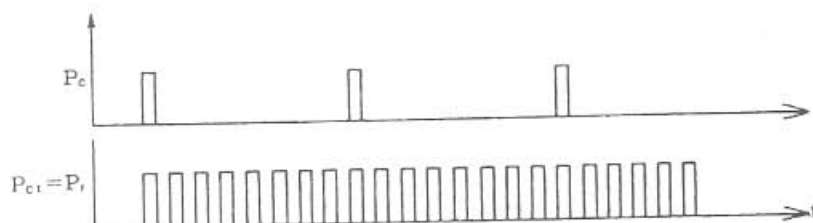


图 2.7 电子齿轮比为 8 时电子齿轮设定部的输入输出关系

② 脉冲频率也同样

$$f_{cl} = f_c \cdot \frac{CMX}{CDV} \dots\dots\dots (2-6)$$

其中: f_{cl} : 指令脉冲数[pps]

f_{cl} : 偏差计数器输入脉冲频率[pps]

③ 由于电子齿轮是在位置控制环路之外组成, 所以不论怎样设定指令脉冲的倍率值, 都能确保马达轴上的分辨率(Δl_0)为 0.09 度。

④ 若设定电子齿轮比在 1 以下, 那么指令脉冲输入为 1 时, 就不能输出给偏差计数器。放大倍数后的值为 1 时, 可以输出。

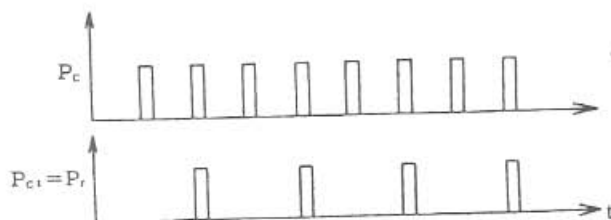


图 2.8 电子齿轮比为 1/2 时的电子齿轮设定部的输入输出关系

⑤ 电子齿轮比及分母、分子的设定范围如下：

$$\frac{1}{50} < \frac{CMX}{CDV} < 20 \quad \dots\dots\dots (2-7)$$

CMX: 1 ~ 9999 的整数

CDV: 1 ~ 9999 的整数

〈参考〉

MELSERVO-H 系列为 $\frac{1}{50} < \frac{CMX}{CDV} < 50$

(2) 电子齿轮比的设定和机械系统的关系如下：

① 马达轴的旋转角度以反馈脉冲的 1 个脉冲(马达轴上为 0.09 度 = 360 度/4000)为移动单位。

$$\Delta l_0 = \frac{P_B}{P_0} = \frac{P_B}{4000} \quad \dots\dots\dots (2-8)$$

其中 P_0 : 马达每转的反馈脉冲数[pulse/rev]

注: 有减速比时为 $\Delta l_0 = \frac{P_B}{40000} \cdot \frac{1}{n}$ 。

(3) 由于向偏差计数器输入 1 个脉冲等于位置反馈 1 个脉冲的马达旋转角度, 所以用指令脉冲乘以电子齿轮, 可以设定每个指令脉冲的马达旋转角 = 机械移动量为任意值, 可设为无小数的值(1 μ m、10 μ m 等)

从指令方面看马达每转的脉冲数 P_{c0} 与反馈方面的马达每转脉冲数 P_0 之间, 有和(2-5)式一样的关系:

$$P_{c0} \cdot \frac{CMX}{CDV} = P_0 \quad \dots\dots\dots (2-5)'$$

若是从指令方面看每个脉冲的移动量表示(2-8)式, 则为:

$$\Delta l_c = \frac{P_B}{P_{c0}} \quad \dots\dots\dots (2-8)'$$

从(2-5)'的关系看:

$$\Delta l_c = \frac{P_B}{P_{c0}} = \frac{P_B}{P_0} \cdot \frac{CMX}{CDV} = \Delta l_0 \cdot \frac{CMX}{CDV} \quad \dots\dots\dots (2-9)$$

如果设定电子齿轮比为:

$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{\Delta l_c}{\Delta l_0} = \Delta l_c \cdot \frac{P_0}{P_B} \quad \dots\dots\dots (2-10)$$

那么可将每个指令脉冲的移动量 Δl_c 定为不受机械系统(P_0, P_B)制约的任意值。

- (4) 由于马达速度是由输入指令脉冲给电子齿轮比扩大后的偏差计数器的脉冲串频率 f_{cl} 决定(200kpps 时, 3000r/min), 所以即使在定位装置输出的脉冲数 f_c 小的情况下, 也能使 f_{cl} 变大, 高速旋转。

马达速度恒定时, 由于偏差计数器的输入脉冲频率(f_{cl})和反馈脉冲频率 f_f 持平, 所以马达速度和电子齿轮的关系, 可由(2-11)式表示:

$$f_{cl} = f_c \cdot \frac{CMX}{CDV} = P_0 \cdot \frac{N}{60} \quad \dots\dots\dots (2-11)$$

其中, f_c : 指令脉冲频率[pps]

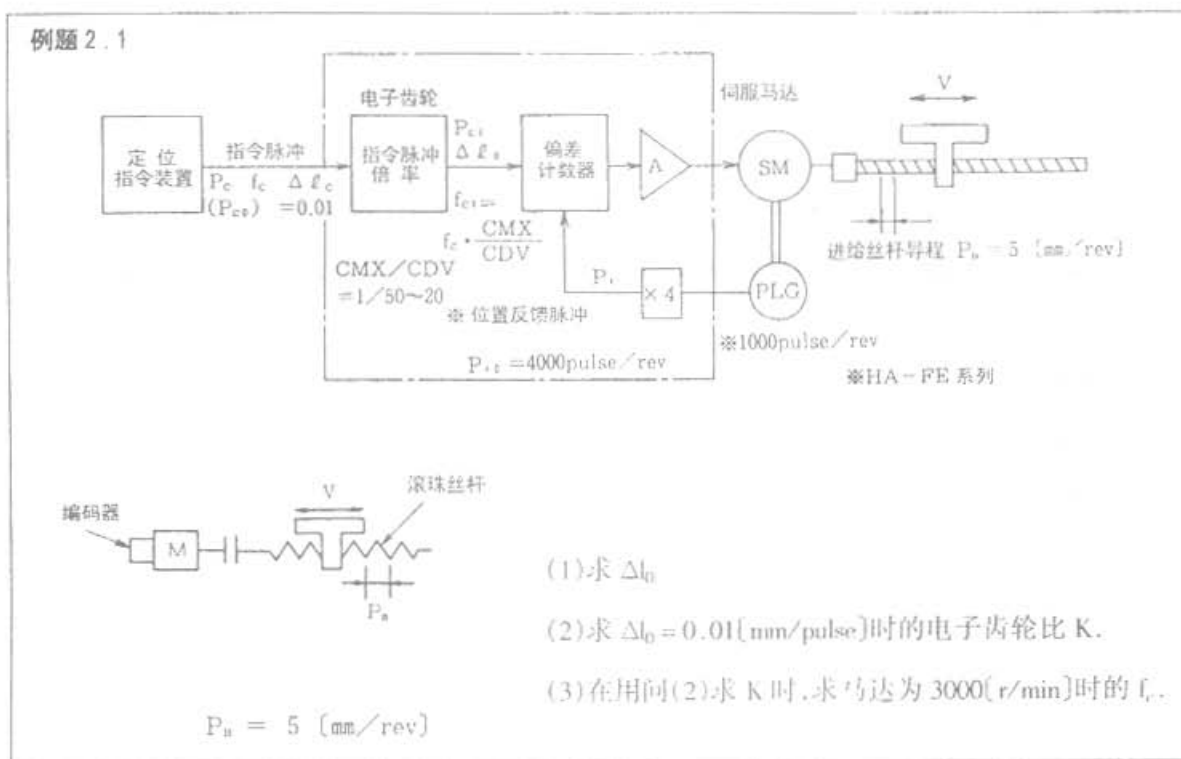
f_{cl} : 偏差计数器输入脉冲频率[pps]

N : 马达转速[r/min]

因此, 以指令脉冲频率 f_c 、转速 N 使马达运转时的电子齿轮比为:

$$\frac{CMX}{CDV} = \frac{f_{cl}}{f_c} = \frac{1}{f_c} \cdot P_0 \cdot \frac{N}{60} \quad \dots\dots\dots (2-12)$$

例题 2.1



(1) 求 Δl_0

(2) 求 $\Delta l_0 = 0.01 \text{ [mm/pulse]}$ 时的电子齿轮比 K

(3) 在用 (2) 求 K 时, 求马达为 3000 (r/min) 时的 f_{cl}

(1) 由 (2-8) 式求出

$$\Delta l_0 = \frac{5}{4000} = 1.25 \times 10^{-3} \text{ [mm/pulse]}$$

(2) 由 (2-10) 式求出

$$K = \frac{CMX}{CDV} = \Delta l_0 \cdot \frac{4000}{P_B} \times 0.01 \times \frac{4000}{5} = 8$$

$$(3) f_{cl} = \frac{3000}{60} \cdot 4000 = 200000 \text{ [pps]},$$

由 (2-6) 式求出

$$f_c = \frac{CDV}{CMX} \times f_{cl} = \frac{1}{8} \times 200000 = 25000 \text{ [pps]} = 25 \text{ [kpps]}$$

〈参考〉电子齿轮的功能

(1) 可以分开设定位精度 Δl_0 和设定分辨率 Δl , Δl 可以通过电子齿轮调整成没有小数的值。

(2) 以额定速度使马达运转时, 偏差计数器输入脉冲频率是固定的 (2-11) 式, 但能以比其低的指令脉冲频率运转。

2.5.2 最大脉冲频率

伺服放大器的最大脉冲频率是由下列条件决定的。

- (1) MR-J 系列由(2-11)式、(2-12)式选择电子齿轮值,使伺服马达能以最大频率 200Kpps 达到额定转速。

包括指令装置在内的总体最大频率为能够满足上述伺服放大器和指令装置双方的最大频率。

例题 2.2

- (1)MR-J(3000r/min)系列的开路集电极输入的最大脉冲频率是多少 Kpps?
- (2)在最大脉冲频率以下使用 MR-J 的额定转速时,求 MR-J 的电子齿轮 K 的范围。
- (3)MR-J 和 AD71 作为整体,最大脉冲频率是多少 pps?

(1)是 200Kpps。

(2)由(2-11)、(2-12)式求电子齿轮值 K 的范围是

$$f_{cl} = P_0 \times \frac{3000}{60} = 4000 \times \frac{3000}{60} = 200 \times 10^3 \times \text{pps} \quad 50 > K \geq \frac{f_{cl}}{f_c} = \frac{200}{200} = 1$$

(3)MR-J 和 AD71 两方都满足的最大频率是 200Kpps。

〈参考〉

MR-H 系列的最大频率是依指令脉冲输入端子的接口条件而定,差动驱动方式的为 400Kpps,开路集电极方式的为 200Kpps。这一点请予以注意。

- (1) MR-H/HA-SH 的 2000r/min 系列的开路集电极输入最大脉冲频率是 200Kpps。
- (2) AD71 定位单元的脉冲串输出端接口是开路集电极方式,最大脉冲频率是 200Kpps。此时,MR-H、AD71 组合为一体时的最大脉冲频率也是 200Kpps。
- (3) 在上述最大脉冲频率以下使用时,MR-H 的电子齿轮 K 的范围为:

$$50 > K \geq \frac{f_{cl}}{f_c} = \frac{1}{200 \times 10^3} \cdot P_0 \cdot \frac{N}{60} = \frac{1}{200 \times 10^3} \cdot 16384 \cdot \frac{2000}{60} = \frac{1024}{375}$$

2.6 速度特性曲线与停止调整时间

2.6.1 速度特性曲线与滞留脉冲的动作

所谓滞留脉冲,就是伺服放大器的偏差计数器内的指令脉冲和反馈脉冲相减的结果,称为滞留于偏差计数器的脉冲。其动作如图 2.9 所示:

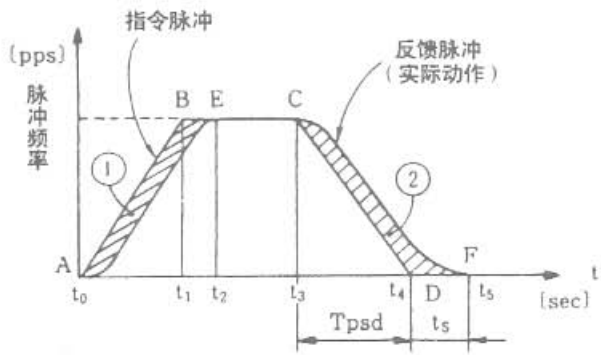


图 2.9 速度特性曲线和滞留脉冲

(1) $t_0 \rightarrow t_2$ 间的动作

对于指令脉冲,由于伺服马达加速滞后,编码器传出的反馈脉冲滞后,而产生滞留脉冲 ϵ 。

$$\epsilon = \frac{f_{cl}}{K_p} = \frac{K \cdot f_c}{K_p} [\text{pulse}] \quad \dots\dots\dots (2-13)$$

K_p : 位置环路增益

(2) $t_2 \rightarrow t_3$ 间的动作

指令脉冲和伺服马达的转速同步, (2-13) 式的滞留脉冲产生位置滞后的同时运转。

(3) $t_3 \rightarrow t_4$ 间的动作

为改变 (2-13) 式的位置滞后而动作。既使在 t_4 (没有指令脉冲时) 仍有滞留脉冲, 即使没有指令脉冲, 马达还是照样运转。

(4) $t_4 \rightarrow t_5$ 间的动作

为使残留的滞留脉冲全部输出而动作。将 t_4 和 t_5 的时间称为到达 ± 1 个脉冲范围的停止调整时间 t_s 。

(5) 马达的动作

实际动作, 不论是马达的转速, 还是滞留脉冲, 都是作指数函数的运动。

最后, 当滞留脉冲减至 ± 1 个脉冲以下之后, 进入伺服马达的锁定状态。

其结果是:

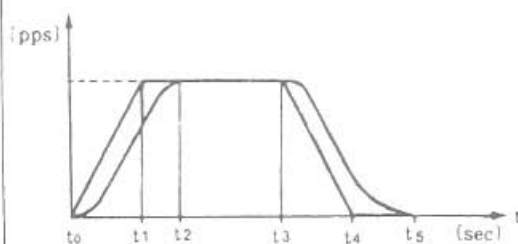
$$\text{指令脉冲的指令量 (面积 ABCD)} \pm 1 = \text{实际进给量 (面积 AECF)}$$

还有,

$$\text{加速时滞留增加的部分 ① (面积 ABEA)} = \text{减速时减少的部分 ② (面积 CFDC)}。$$

2.6.2 停止调整时间 t_s

例题 2.3



在左图中, $K_p = 25 [\text{sec}^{-1}]$ 求下述条件下的滞留脉冲 ϵ

$$f_{cl} = K \cdot f_c = 200k, 20k, 1k, 80 [\text{pps}]$$

当 $\Delta l_0 = 0.01 [\text{mm/pulse}]$ 时,

将滞留脉冲换算成进给长度。

由 $\epsilon = Kf_c/k_p [\text{pulse}]$ 得出如下各值:

$$K \cdot f_c = 200k \text{pps 时 (3000r/min)}$$

$$\epsilon = \frac{200000}{25} = 8000 [\text{pulse}], \text{进给长度换算值 } 8000 \times 0.01 = 80 [\text{mm}]$$

$$K \cdot f_c = 20k \text{pps 时 (300r/min)}$$

$$\epsilon = \frac{20000}{25} = 800 [\text{pulse}], \text{进给长度换算值 } 800 \times 0.01 = 8 [\text{mm}]$$

$$K \cdot f_c = 1k \text{pps 时 (15r/min)}$$

$$\epsilon = \frac{1000}{25} = 40 [\text{pulse}], \text{进给长度换算值 } 40 \times 0.01 = 0.4 [\text{mm}]$$

$$K \cdot f_c = 80 \text{pps 时 (1.2r/min)}$$

$$\epsilon = \frac{80}{25} = 3.2 [\text{pulse}], \text{进给长度换算值 } 4 \times 0.01 = 0.04 [\text{mm}]$$

2.6.2 停止调整时间 t_s

停止调整时间 t_s 在下述情况时缩短

- (1) 位置环路增益 K_p 大时,
- (2) 输入脉冲频率小时
- (3) 指令减速时间 T_{psd} 长时

以滞留脉冲 ϵ 到达 ± 1 个脉冲之内的停止调整时间 t_s 为例:

$K_p = 25[\text{sec}^{-1}]$ 、 $f_c = 200[\text{kpps}]$ 的条件下

$$T_{psd} = 0.1[\text{sec}] \text{ 时 } \text{约} \frac{8}{K_p} = 0.32[\text{sec}]$$

$$T_{psd} = 0.5[\text{sec}] \text{ 时 } \text{约} \frac{7}{K_p} = 0.26[\text{sec}]$$

(参阅图 2.10)

从实用方面看停止调整时间 t_s 如下:

(a) 精度

指令脉冲发射后到达目标位置 ± 1 个脉冲之内, 所需时间最多约 $0.32[\text{sec}]$ 。($T_{psd} = 0.1[\text{sec}]$ 时)

(b) 定位完毕信号(PF 端子)

当滞留脉冲进入参数设定值以内时, 定位完毕信号(PF 端子)输出。

通常, 停止调整时间是考虑直到定位完毕信号输出之前的时间, 所以, 请加进停止精度设定参数。马
达进给到滞留脉冲达到 ± 1 个脉冲以内。

(c) 周期

因为停止调整时间 t_s 也需要包括在定位时间里, 所以影响到高频度定位时的周期时间极限。

停止调整时间对滞留脉冲的特性

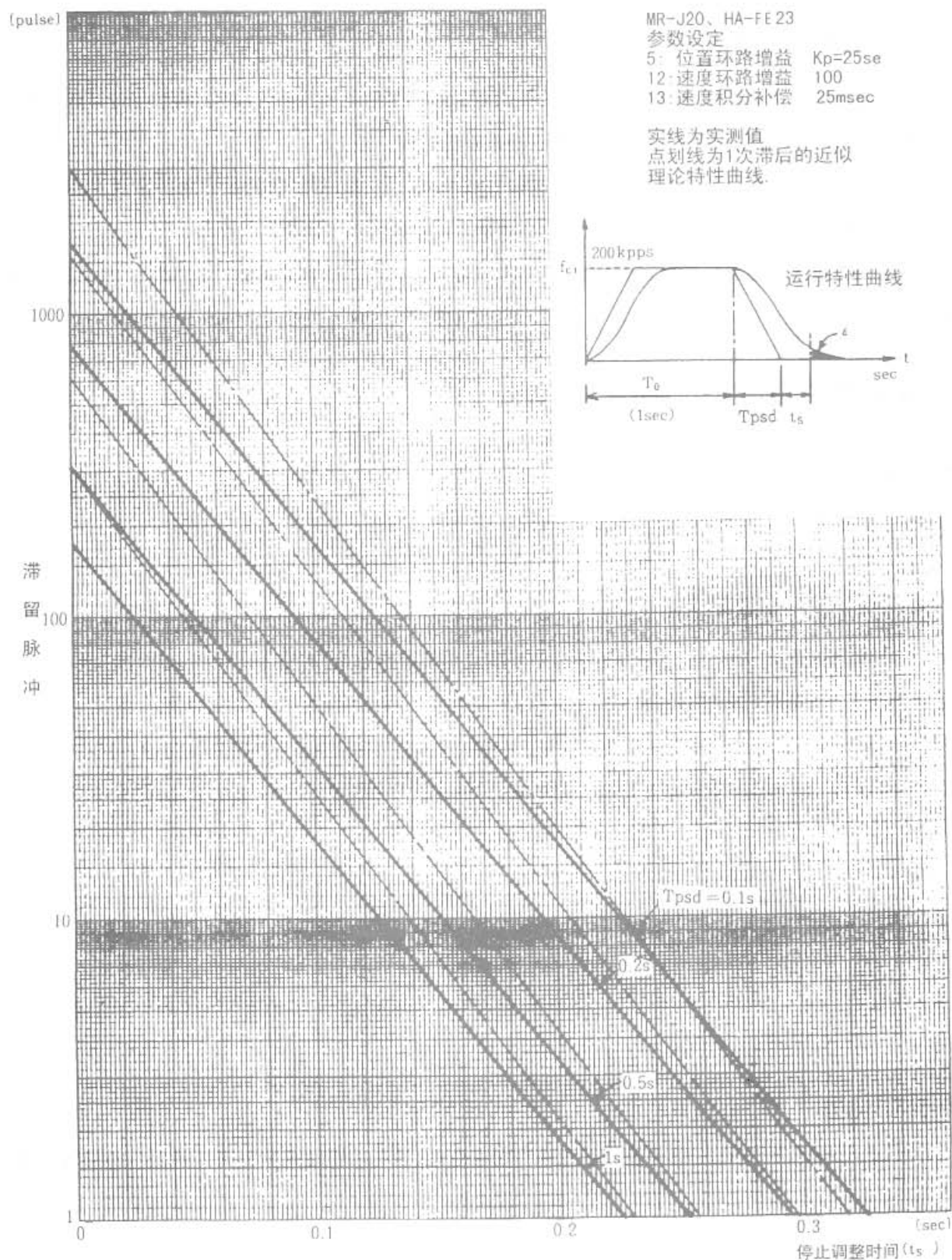


图 2.10 停止调整时间对滞留脉冲的特性

2.7 负荷惯性力矩与位置路增益(KP)的关系

2.7.1 负荷惯性矩 J

负荷惯性矩是决定马达加速、减速时所需要的马达力矩的物理量之一。负荷惯性矩越大,需要的加减速转矩就越大。因此,进行高频度定位时,负荷惯性矩越小越有利。

还因为负荷惯性矩对于马达自身的惯性矩变为极大时,响应性变差,不能得到良好的伺服马达性能。所以,通常马达轴的负荷惯性矩需要在马达自身惯性矩的 5-10 倍的范围内使用。

马达和机械之间加入减速机构时,需要用马达轴换算值进行研究。若将该减速比定为 $1/n$ 时,马达轴换算值则为 $J_{LO} \cdot (\frac{1}{n})^2$ 。

马达轴换算负荷惯性矩 J_L 与马达惯性矩 J_M 的关系:

$$\text{惯性矩相比: } m = \frac{J_L}{J_M} \dots\dots\dots (2-14)$$

$$J_L < (5 \sim 10) \times J_M \dots\dots\dots (2-15)$$

2.7.2 位置环路增益 K_p

当(2-15)式不能满足 $10 \times J_M < J_L \leq 30J_M$ 时,如下面介绍的那样改变“参数 No.5”的位置环路增益 K_p 的值,并且用与 K_p 值相应的调整时间研究定位时间(周期时间)。 K_p 的值由(2-17)式确定。

在以 MELSERVO-J 马达单体速度环路增益 K_{v0} 为基础再加上负荷惯性矩的情况下,由(2-16)式求此时的速度环路增益 K_v ,将技术资料中介绍的“参数 No.6”的速度环路定为 $VGN = 100$ 时,马达单体则相当于 $K_{v0} = 400 [\text{sec}^{-1}]$

$$K_v = \frac{K_{v0}}{m+1} = \frac{400}{m+1} [\text{sec}^{-1}] \dots\dots\dots (2-16)$$

位置环路增益 K_p 在下述范围内确定

$$7 \leq K_p \leq \frac{K_v}{3} \dots\dots\dots (2-17)$$

〈参考〉马达容量

伺服马达,当负荷惯性矩大时,即使对转矩条件留有余地,也有用惯性矩比的条件确定马达容量的事例。

2.8 伺服马达的功能与定位指令装置分担的功能

利用 AC 伺服马达的定位控制,是由产生指令脉冲串的定位指令装置和 AC 伺服马达分担以下的功能。

2.8.1 定位指令装置方面的功能

- (1) 相当于机械进给量的指令脉冲输出
- (2) 决定机械速度(指令脉冲频率)
- (3) 决定运转特性曲线(加速减速时间常数)
- (4) 记忆理论上的机械位置

2.8.2 AC 伺服马达方面的功能

- (1) 按照定位指令装置输出的脉冲串,对指令位置进行定位控制。
- (2) 伺服马达锁定功能
- (3) 进行适合机械负荷的位置环路增益和速度环路增益的调整。

2.9 伺服马达、伺服放大器各个系列的规格

AC 伺服马达 MELSVO 系列规格如下:

表 2.3 三菱 AC 伺服系统的规格

马达方式	SM(同步电动机)式							
伺服马达型号	HA - ME	HA - FE	HA - SE	HA - FH	HA - SH	HA - LH	HA - UH	HA - RH
额定输出(kW)	0.05 ~ 0.75	0.05 ~ 0.6	0.5 ~ 3.5	0.05 ~ 0.6	0.85 ~ 3/ 0.5 ~ 7/0.5 ~ 3.5	0.5 ~ 7	0.3 ~ 2.2/ 3.5 ~ 4.5	1.0 ~ 2.2
额定转速 (r/min)	3000	3000	1000/2000/3000	3000	1000/2000/3000	2000	2000	3000
最大转速 (r/min)	4500	4000	1000/2000/3000	4000	注 1 1200/2500/3000	2000	3000/2500	4000
马达检测器分辨率 (pulse/rev)	1000	1000	1000	8192	16384	16384	16384	16384
适用伺服 放大器型号	MR - J			MR - H				
定位分辨率 (pulse/rev)	4000	4000	4000	8192	16384	16384	16384	16384

注:HA - SH 2000r/min 系列 2.0kW 以上的最大转速为 2300r/min。

3. MELSERVO - J 的性质与功能

3.1 基本性能与功能

(1) 特 长

AC 伺服马达 MELSERVO - J 系列使用高速的 16 位微机,使位置控制、速度控制和电流控制,成为全部软件化的全数字化伺服系统,体积小且具有原来的模拟伺服系统所不具备的优越性能和功能。

① 用同一硬件可选择运行速度控制或位置控制。

可用下表所示参数选择:

参数 No.	参数数据下 1 位	控制方式	指令形态	内容
1	0	位置	正转、反转脉冲串	高速高精度定位。Max.200kpps
	1	速度	模拟	高精度平稳速度控制。1:1000

② 标准装备有自动调谐、试运转、马达不转动的原因等显示功能,再启动顺利。

③ 伺服增益的调整可用参数单独设定。另外,因为是数字设定,没有人为误差。

④ 可以显示马达速度、负荷率等等状态。

⑤ 报警内容详细化,并且能保留前 4 次的报警信息。

⑥ 不受温度变化的影响,使获得可靠再现性和性能稳定。

(2) MELSERVO - J 的控制模式

① 位置控制

以最大 200kpps 的高速脉冲串(正转脉冲串、反转脉冲串)实行马达的转速、方向控制和高精度定位(马达轴的分辨率 0.09 度)。由于马达跟踪指令位置,马达流动电流要根据需要的转矩而定。由于急剧地加速或减速会产生过电流,为了保护主回路的功率晶体管,利用伺服放大器内部箝位电路限制转矩。内部箝位值由机型固定,但利用外部转矩限制指令也可以将箝位值降到期望值使用。

图 3.1 表示位置控制指令与马达转速及转矩之间的关系。

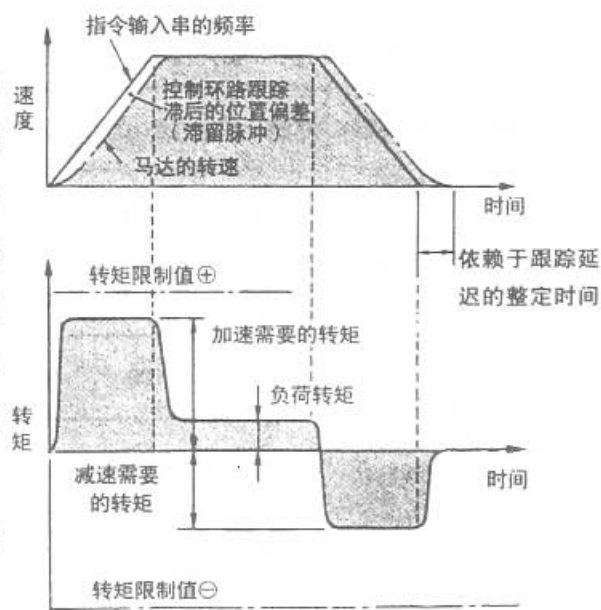


图 3.1 位置控制时的马达动作

〈位置控制模式的主要功能〉

功 能	备 注
电子齿轮	参数 No.2,3
设定输出定位完毕信号的滞留脉冲范围	参数 No.4

② 速度控制

利用外部模拟指令(DC0 ~ $\pm 10V$)或内部设定速度(3速),高精度平稳地控制马达的转速和方向。此外,还具有对速度指令加速减速的时间常数,设定回路、停止时的伺服锁定功能、对于外部模拟指令的偏置调整功能等。

关于马达内部箝位、外部转矩限制,与位置控制时的相同。

〈速度控制模式的主要功能〉

功 能	备 注
内部3速设定	参数 No.2,3,4
加减速时间、常数设定	参数 No.5,6
伺服锁定	也可以使伺服锁定无效 注1
变更模拟速度指令值	参数 No.9
模拟指令偏置	参数 No.16 注2

注1. 在输入启动信号的状态,使模拟指令为0时,就不进行伺服锁定。

2. 也装备有自动偏置功能。

(3) 组成与功能

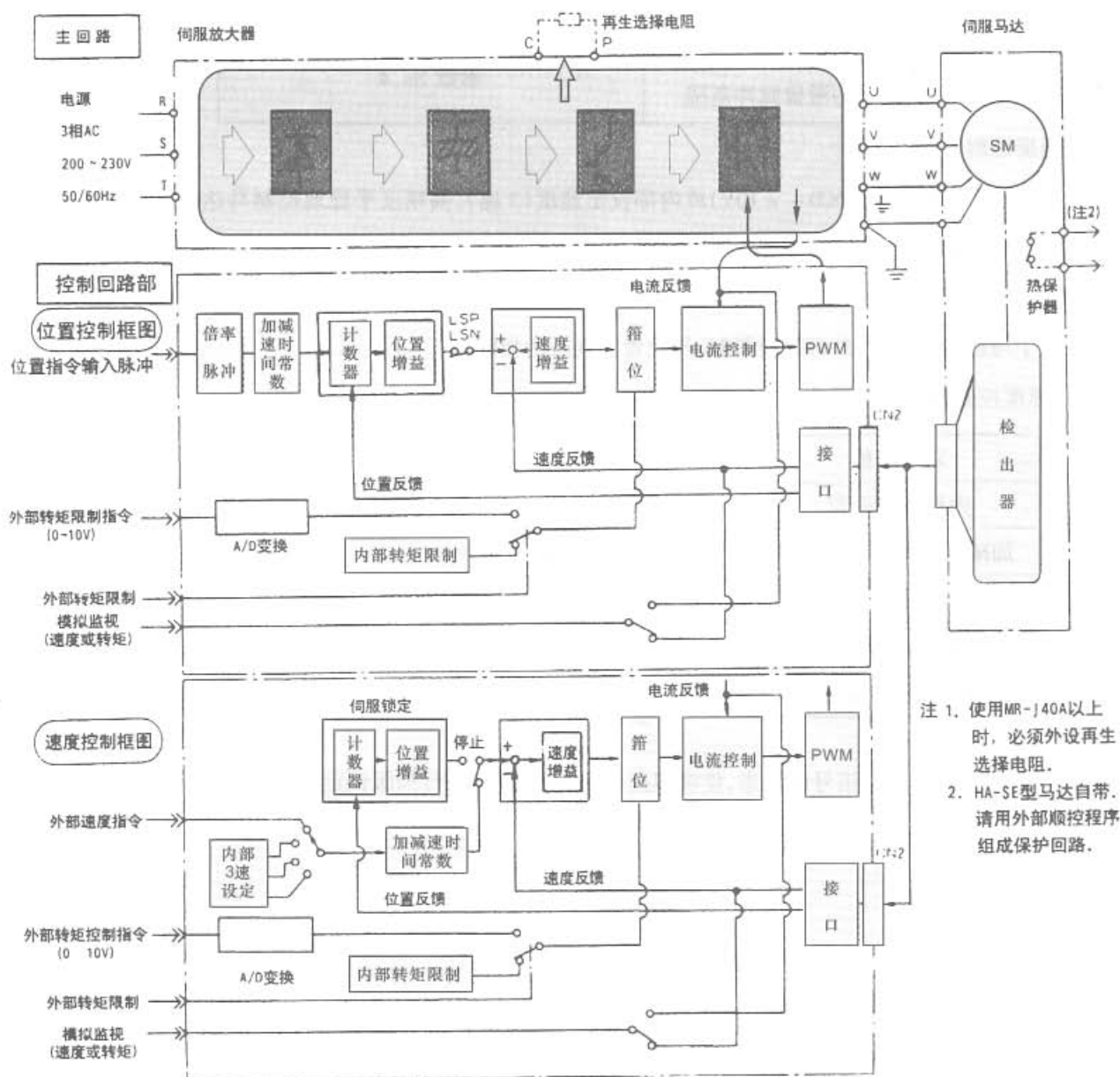


图 3.2 AC 伺服机构(MELSERVO-J)框图

AC 伺服系统的功能大致分类如下：

1. 输入输出端子功能

指运转加速、停止以及由操作盘的开关等外部设备直接控制伺服系统的运转,输出伺服系统的运转状态,驱动指示灯、继电器等功能,也包括脉冲串指令、模拟速度指令的输入信号功能。

2. 参数功能

是预先设定运行条件的功能。相当于在运行前设定使用的马达种类、选择控制模式(位置、速度、转矩)和伺服增益等事项。也有能改变单项输入输出功能的参数。

3. 显示、监视功能

是监视运行过程中的各种状态量、显示报警的内容及原因的功能。

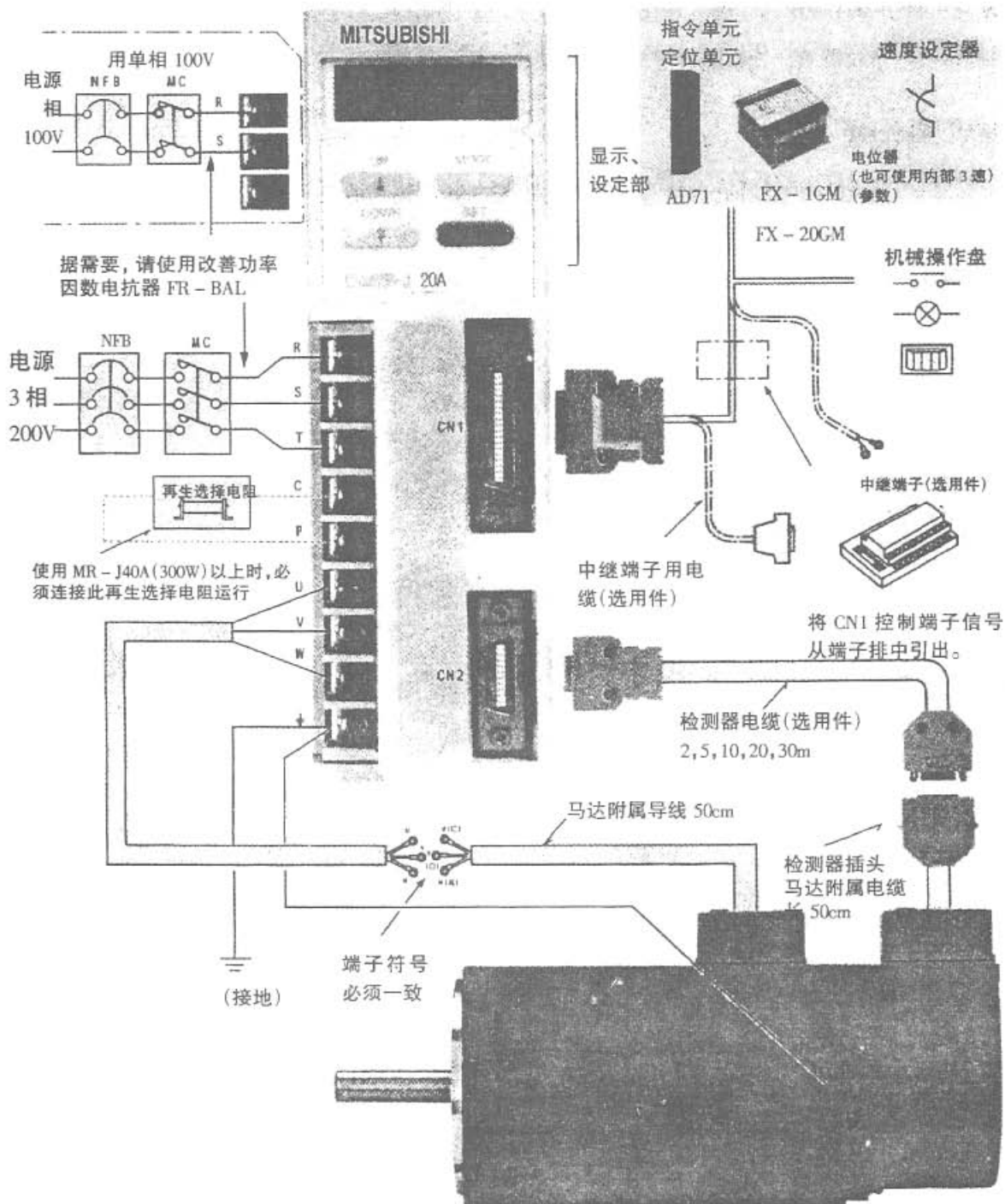
用于试运转、保养检修、故障分析等很方便。

下面 3.2 ~ 3.4 项对上述各个内容加以说明。

3.2 输入输出端子功能

MR-J 系列伺服放大器如下图所示, 可以从放大器各个面进行与外部设备的连接、监视·诊断和参数设定等全部操作, 因此, 即使是安装于操作盘内也能容易地进行这些作业。

下页的表 3.1 是 CN1 连接器的输入输出端子功能一览。



伺服放大器控制用的输入输出信号由连接器 CN1 分配。功能上分类:①一般控制用数字式输入输出②脉冲串输入③模拟输入输出。此外,CN1 的各个针号分配功能根据参数设定的控制模式具有下表的意义。

表 3.1 控制用输入输出信号的标准分配

分 类	CN1 针 No.	控制模式				备 注
		位置控制		速度控制		
数字输入 DI-1	28	SON	伺服系统 ON	←	←	※1. DI-1 信号需用接口电源。 连接 VIN 和 VDD。
	29	RES	复位	←	←	
	30	LSP	正转行程末端	ST1	正转启动	
	31	LSN	反转行程末端	ST2	反转启动	
	32	CR	清除	DI1	选择速度 I	[选择功能]
	33	TL	限制转矩	DI2	选择速度 II	用参数 No.19 可以改变功能
脉冲串输入 DI-2	20	PP	正转脉冲串	-	-	※2. DI-2 信号需用接口电源。 连接 OPC 和 VDD。
	22	NP	反转脉冲串	-	-	
数字输出 DO-1	24	RD	准备完毕	←	←	※3. DO-1 信号需用接口电源,(参照※1)
	25	PF	定位完毕	←	达到速度	[选择功能]用参数 No.19 可以 改变功能
	26	ZSP	零速度	←	←	
	27	ALM	故障	←	←	
脉冲串输出 DO-2	10	FPA	A 相	←	←	输出编码器反馈脉冲 ·开路集电极输出 ·用参数 No.20 可以进行 1/1 ~ 1/32 的分频。
	11	FPB	B 相	←	←	
	12	OP	Z 相	←	←	
模拟输入	2	—	—	VC	速度指令	
	3	TLA	转矩限制指令	←	←	
模拟输出	4	MO	监视	←	←	选择速度或转矩

数字输入端子的 32 针、33 针,数字输出端子的 25 针、26 针,都可以用参数 No.19 分配其他的功能。可分配的功能如下表:

	位置控制	速度控制
数字输入 32,33	清除(CR)、转矩控制(TL)比例控制(PC)	选择速度I(DI1)、选择速度II(DI2)、转矩限制(TL)、比例控制(PC)
数字输出 25,26	定位完毕(PF)、零速度(ZSP)、在限制转矩(TLC)	速度达到(PF)、零速度(ZSP)、正在限制转矩(TLC)

此外,数字输出端子的 24、25 和 26 针也可以用 3 位二进制编码输出 15 种报警码。其设定,仍是用参数 No.19 选择。

3.3 参数

数字伺服系统是将原来模拟伺服系统的增益调整、模拟输入输出信号的偏置调整等,利用参数进行数字设定。除了位置/速度控制模式选择之外,还能进行功能切换。下表是 MR-J 型伺服放大器的参数一览表。

表 3.2、表 3.3 分别为位置控制时的参数和速度控制时的参数。控制内容由参数 No.1 选择。

参数 No.	名 称	简称	内 容
0	马达型号	MTY	选择使用马达型号。
1	控制模式	STY	选择位置或速度的控制模式。

位置控制参数
No.2 ~ 6:基本参数
No.7 ~ 20:特殊参数

速度控制参数
No.2 ~ 6:基本参数
No.7 ~ 20:特殊参数

(1) 参数一览表

表 3.2 位置控制参数一览表

分类	Pr.	简称	名称	初始值	单位	范 围
基 本 参 数	0	* MTT	马达型号	#####		
	1	* STY	伺服环路 (1)位置/速度伺服 (2)再生电阻选择 (3)有无自动调谐	0000		0 ~ 7395h
	2	CMX	指令脉冲倍率分子(电子齿轮)	1		1 ~ 9999
	3	CDV	指令脉冲倍率分母(电子齿轮)	1		1 ~ 9999
	4	INP	到达位置对应脉冲范围	100		0 ~ 9999
	5	PGN	位置循环增益	25	pulse rad/s	5 ~ 150
	6	—	预备	0		
特 殊 参 数	7	* OPS	选择功能 ①指令脉冲输入形态 ②指令脉冲输入信号逻辑 ③速度比例控制有效	0000		0 ~ 111Fh
	8	FFC	前馈增益	0	%	0 ~ 100
	9	—	预备	0		
	10	PST	位置指令加减速时常数(平滑) 零速度	0	10ms (1ms)	0 ~ 999 (-99 ~ 0)
	11	ZSP	速度环路增益	5	10r/min	1 ~ 500
	12	VGN	速度积分补偿	100		70 ~ 999
	13	VIC	速度比例控制增益	25	ms	1 ~ 999
	14	VDC	转矩限制值	98	%	0 ~ 100
	15	TLL	前馈指令滤波	100	%	0 ~ 100
	16	FST	模拟监视、位置	0		0 ~ 7
	17	MOO	预备	0	mV	-20 ~ 100
	18	—	输入输出信号选择	0		
	19	* IPO	监视切换	042		0 ~ 1AFh
	20	* DMD	①电源 ON 时的状态显示 ②编码器输出分频比 ③模拟监视输出选择	000		0 ~ DFBh

#####:因放大器的容量不同,初始值(出厂时的值)有所不同。

*:改变参数设定后,电源 OFF/ON 后变为有效。

表 3.3 速度控制参数一览表

分类	Pr.	简称	名 称	初始值	单 位	范 围
基本参数	0	* MTY	马达型号	#####		
	1	* STY	伺服环路 (1)位置/速度伺服 (注)出厂时为位置伺服。 速度伺服请改为“0001”。 (2)再生电阻选择 (3)有无自动调谐	0000		0 ~ 7395h
	2	SC1	内部速度指令(1)	100	r/min	0 ~ max 速度
	3	SC2	内部速度指令(2)	1000	r/min	0 ~ max 速度
	4	SC3	内部速度指令(3)	2000	r/min	0 ~ max 速度
	5	STC	加速时间常数	20	10ms	0 ~ 5000
	6	STB	减速时间常数	20	10ms	0 ~ 5000
特殊参数	7	* OPC	特殊功能选择 (1)速度 S 字加减速 (2)速度选择 I · II 信号 OFF 时有 无伺服锁定	0		0 ~ 113h
	8	SCH	S 字加减速·拐点速度	50	r/min	50 ~ 5000
	9	VCM	10V 指令时旋转速度	额定	r/min	0 ~ 6000
	10	ZSP	零速度	5	10r/min	1 ~ 500
	11	PGN	位置环路增益	25	rad/s	5 ~ 150
	12	VGN	速度环路增益	100		70 ~ 999
	13	VIC	速度积分补偿	25	ms	1 ~ 999
	14	VDC	速度比例控制增益	98	%	0 ~ 100
	15	TLL	转矩限制值	100	%	0 ~ 100
	16	VCO	VC 偏置	注) 出厂设定	mV	- 99 ~ 99
	17	MOO	模拟监视偏置	0	mV	- 20 ~ 100
	18		预备	0		
	19	* IPO	输入信号选择	04E		0 ~ 1AFh
	20	* DMD	监视切换 (1)电源 ON 时的状态显示 (2)编码器输出分频比 (3)模拟监视输出选择	002		0 ~ DF7h

#####:因放大器容量不同,初始值(出厂时的值)有所不同。

*:改变参数设定后电源 OFF/ON 后变为有效。

注:出厂时设定速度指令电压 0V,马达转速在 $\pm 6\text{r/min}$ 以下。

(2) 运转前必须设定的参数

这里说明的参数,如果设定出错马达就不会运转,同时出现报警。所以,运转前一定要进行确认,发现与初始值不同时请改变设定。

(2-1) 通用参数

① No. (* MTY; 马达型号)

设定运转马达的系列及额定值。

[设定值]

马达系列和马达的额定输出、额定转速用4位数设定如下:

□ □ □ □

			马达额定值(参数设定值)											
放大器	MR - J	—	10A 10A1	20A 20A1	40A 40A1	60A	70A	100A	200A	350A	10MA 10MA1	20MA 20MA1	40MA 40MA1	70MA
马达	HA - FE	0	053	23	33	63	—	—	—	—	—	—	—	—
			13	—	43	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	HA - SE	1	—	—	—	—	52	102	152	352	—	—	—	—
			—	—	—	—	53	103	202	353	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	81	153	301	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	121	203	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	201	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	HA - ME	3	—	—	—	—	—	—	—	—	053	23	43	73
			—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—	—

② No.1(*STY)伺服环路)

设定运转伺服环路(控制模式)和有无使用再生选择电阻,选择自动调谐有效或无效。

[设定值]

0			0
---	--	--	---

- 0:标准模式、位置伺服(脉冲串)
- 1:标准模式、速度伺服(模拟、内部3速)
- 4:低噪声模式、位置伺服(脉冲串)
- 5:低噪声模式、速度伺服(模拟、内部3速)

- 0:无再生选择电阻
- 1:再生选择电阻(MR-RB013)
- 2:再生选择电阻(MR-RB033)
- 3:再生选择电阻(MR-RB064×2个串联)
- 4:再生选择电阻(MR-RB064)
- 5:再生选择电阻(MR-RB10×2个串联)
- 6:再生选择电阻(MR-RB30×2个串联)
- 7:再生选择电阻(MR-RB10)
- 8:再生选择电阻(MR-RB30)
- 9:再生选择电阻(MR-RB50)

再生选择电阻与伺服放大器的组合是有限制的,参照下述各项:

- 0:自动调谐有效(中响应)
- 1:自动调谐有效(高响应)
- 2:自动调谐有效(低响应)
- 3:自动调谐无效

注:再生选择电阻的应用范围

由下表选择与各伺服放大器相匹配的再生选择电阻,设定参数。

采用MR-J40A以上型号时,必须外接再生选择电阻。

采用MR-J20A以下型号时,不必外接再生选择电阻。

伺服放大器型号	再生选择电阻规格			
	型号	个数	电阻值	容许功率(W)
MR-J10A~100A	MR-RB 013	1	52Ω	10
MR-J10A1~40A1	MR-RB 035	1	52Ω	30
MR-J10MA~70MA	MR-RB 064	2	52Ω	100(2个串联)
MR-J10MA1~40MA1	MR-RB 064	2	26Ω	60
MR-J200A	MR-RB 10	2	26Ω	150(2个串联)
	MR-RB 30	2	26Ω	500(2个串联)
	MR-RB 10	1	13Ω	100
MR-J350A	MR-RB 30	1	13Ω	300
	MR-RB 50	1	13Ω	500

(3)按照机械规格、运转特性曲线必须设定的参数

这里说的参数,如果设定出错,移动量就不能按设计值实现,所以,请一定要结合规格设定。

(3-1)位置控制运转时的参数

① No.2(CMX、CDV:电子齿轮)

以参数 No.2 为分子、No.3 为分母,设定比率。

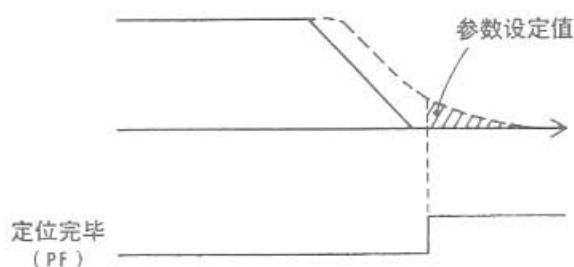
关于机械规格和比率的关系,请参阅 2.5.1 项的详细记载。

(制约条件)

- 1) No.2、No.3 分别设定 1 ~ 9999 的整数。
- 2) 比率设定在 1/50 ~ 20 的范围。

② No.4(INP:到达位置范围)

设定输出定位完毕信号(PF)滞留脉冲范围。



注:如果参数设定值过小,因马达停止时有微振动,所以担心定位完毕信号输出振荡。请使用 5 以上参数设定值。

(3-2) 速度控制运转时的参数

① No.2、No.3、No.4(SC1、SC2、SC3:参数速度)

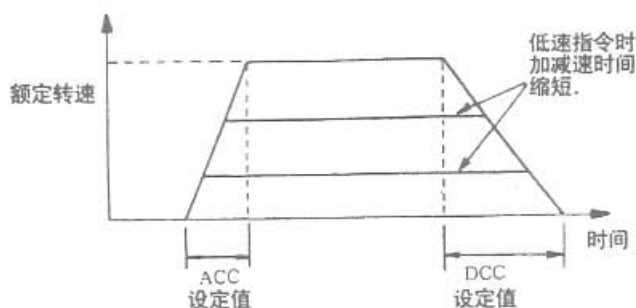
设定参数速度。外部模拟设定时,不用设定参数速度。

② No.5、No.6(ACC、DCC:加速减速时间常数)

按照运转特性曲线设定加速时间和减速时间。对外部模拟指令亦有效。

[内 容]

对速度指令(外部、内部 3 速)设定达到额定速度的加速时间或从额定速度到停止的减速时间。



(4) 其他通用参数

这些参数,在运转时不一定需要设定。通常是按初始值运转的。但是,在要求适合各个机械的微调、使用上的特殊功能时,请结合规格设定。

(4-1) 控制增益

因负荷惯性矩大而不能稳定工作时,想尽可能缩短停止调整时间时,要结合机械进行设定。

通过自动调谐功能,能适合负荷自动调整。进行了自动调谐,设定值就会自动改写。

[参数种类]

No.	简称	名称与功能	初始值	设定范围
5	PGN	位置环路增益: 设定位置环路增益。 根据机械条件,但要按下述标准设定。 自行调谐后,设定值能自动转换。	25rad/s	5 ~ 150
注: 速度控制时 为 No.11				
12	VGN	速度环路增益: 设定速度环路增益。 若变大,响应性也提高,从而产生振动和噪声。 按下述标准设定。 进行自动调谐后,设定值自动变换	100	70 ~ 999
13	VIC	速度积分补偿: 设定积分补偿时间常数。 自动调谐后设定值自动变换。	20	1 ~ 999
14	VDC	速度比例控制增益: 设定速度环路上的停止区的比例增益。用 100%通常的比例积分,变小时比例控制区域变 宽。通常只用 98%。	98%	0 ~ 1001

(4-2)参数 No. 19

用于改变连接器 CN1 的数字输入输出信号用的针(25,26,32,33)的功能之时。

另外,想要用二进制编码从数字输出信号用针输出报警码时使用。

No.	简称	名称与功能	初始值	设定范围																																																																																								
19	IPO	输入输出信号选择: 进行连接器 CN1 的 32,33 针的输入信号功能和 25、26 针的输出信号功能的选择。 输入针功能选择 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">位置控制</th> <th colspan="3">速度控制</th> </tr> <tr> <th>设定</th> <th>32 针</th> <th>33 针</th> <th>设定</th> <th>32 针</th> <th>33 针</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>PC</td> <td>TL</td> <td>1</td> <td>PC</td> <td>TL</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>CR</td> <td>TL</td> <td>2</td> <td>DI1</td> <td>TL</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>CR</td> <td>PC</td> <td>3</td> <td>DI2</td> <td>TL</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>6</td> <td>DI1</td> <td>PC</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7</td> <td>DI2</td> <td>PC</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>B</td> <td>DI2</td> <td>DI1</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>E</td> <td>DI1</td> <td>DI2</td> </tr> </tbody> </table> 输出针功能选择 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">位置控制</th> <th colspan="3">速度控制</th> </tr> <tr> <th>设定</th> <th>25 针</th> <th>26 针</th> <th>设定</th> <th>25 针</th> <th>26 针</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>ZSP</td> <td>PF</td> <td>1</td> <td>ZSP</td> <td>PF</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>TLC</td> <td>PF</td> <td>2</td> <td>TLC</td> <td>PF</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>PF</td> <td>ZSP</td> <td>4</td> <td>PF</td> <td>ZSP</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>TLC</td> <td>ZSP</td> <td>6</td> <td>TLC</td> <td>ZSP</td> </tr> </tbody> </table> 报警码输出 0:无效	位置控制			速度控制			设定	32 针	33 针	设定	32 针	33 针	1	PC	TL	1	PC	TL	2	CR	TL	2	DI1	TL	6	CR	PC	3	DI2	TL				6	DI1	PC				7	DI2	PC				B	DI2	DI1				E	DI1	DI2	位置控制			速度控制			设定	25 针	26 针	设定	25 针	26 针	1	ZSP	PF	1	ZSP	PF	2	TLC	PF	2	TLC	PF	4	PF	ZSP	4	PF	ZSP	6	TLC	ZSP	6	TLC	ZSP
位置控制			速度控制																																																																																									
设定	32 针	33 针	设定	32 针	33 针																																																																																							
1	PC	TL	1	PC	TL																																																																																							
2	CR	TL	2	DI1	TL																																																																																							
6	CR	PC	3	DI2	TL																																																																																							
			6	DI1	PC																																																																																							
			7	DI2	PC																																																																																							
			B	DI2	DI1																																																																																							
			E	DI1	DI2																																																																																							
位置控制			速度控制																																																																																									
设定	25 针	26 针	设定	25 针	26 针																																																																																							
1	ZSP	PF	1	ZSP	PF																																																																																							
2	TLC	PF	2	TLC	PF																																																																																							
4	PF	ZSP	4	PF	ZSP																																																																																							
6	TLC	ZSP	6	TLC	ZSP																																																																																							

(4-3)参数 No.20

设定电源接通时的显示。选择编码器输出分频比、模拟监视输出方式。

No.	简称	名称和功能	初始值	设定范围																																																																																																																				
20	DMD	监视切换: 设定显示、输出和编码器输出分频比。 00 01 02 ↓ 选择电源 ON 时的状态显示。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th colspan="2">位置控制</th> <th colspan="2">速度控制</th> </tr> <tr> <th>设定值</th> <th>显示</th> <th>设定值</th> <th>显示</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>反馈脉冲累加(下 4 位)</td> <td>0</td> <td>反馈脉冲累加(下 4 位)</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>反馈脉冲累加(上 3 位)</td> <td>1</td> <td>反馈脉冲累加(上 3 位)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>旋转速度</td> <td>2</td> <td>旋转速度</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>滞留脉冲(下 4 位)</td> <td>3</td> <td>速度指令电压</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>滞留脉冲(上 3 位)</td> <td>4</td> <td>转矩限制指令电压</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>指令脉冲累加(下 4 位)</td> <td>5</td> <td>再生负荷率</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>指令脉冲累加(上 3 位)</td> <td>6</td> <td>有效负荷率</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>指令脉冲频率</td> <td>7</td> <td>最大负荷率</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>转矩限制指令电压</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>再生负荷率</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>有效负荷率</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>最大负荷率</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> * 编码器输出分频比和模拟监视输出选择 该参数通过电源 OFF/ON 后变为有效。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <th>设定</th> <th>编码器输出 (FPA, FPB) 的分频比设定</th> <th>模拟监视 输出选择</th> </tr> <tr><td>0 0</td><td>1/0</td><td></td></tr> <tr><td>0 1</td><td>1/2</td><td></td></tr> <tr><td>0 2</td><td>1/3</td><td></td></tr> <tr><td>0 3</td><td>1/4</td><td></td></tr> <tr><td>：</td><td>：</td><td></td></tr> <tr><td>0 F</td><td>1/16</td><td></td></tr> <tr><td>0 1</td><td>1/17</td><td></td></tr> <tr><td>：</td><td>：</td><td></td></tr> <tr><td>1 F</td><td>1/32</td><td></td></tr> <tr><td>4 0</td><td>1/2</td><td></td></tr> <tr><td>4 1</td><td>1/2</td><td></td></tr> <tr><td>4 2</td><td>1/3</td><td></td></tr> <tr><td>：</td><td>：</td><td></td></tr> <tr><td>5 F</td><td>1/32</td><td></td></tr> <tr><td>8 0</td><td>1/1</td><td>速度监视(5V 为中心双向 摆动;5V±4V)</td></tr> <tr><td>9 F</td><td>1/32</td><td></td></tr> <tr><td>C 0</td><td>1/1</td><td>转矩监视(5V 为中心双向 摆动满刻度 ;5V±4V)</td></tr> <tr><td>：</td><td>：</td><td></td></tr> <tr><td>D F</td><td>1/32</td><td></td></tr> </table>	位置控制		速度控制		设定值	显示	设定值	显示	0	反馈脉冲累加(下 4 位)	0	反馈脉冲累加(下 4 位)	1	反馈脉冲累加(上 3 位)	1	反馈脉冲累加(上 3 位)	2	旋转速度	2	旋转速度	3	滞留脉冲(下 4 位)	3	速度指令电压	4	滞留脉冲(上 3 位)	4	转矩限制指令电压	5	指令脉冲累加(下 4 位)	5	再生负荷率	6	指令脉冲累加(上 3 位)	6	有效负荷率	7	指令脉冲频率	7	最大负荷率	8	转矩限制指令电压			9	再生负荷率			A	有效负荷率			B	最大负荷率			设定	编码器输出 (FPA, FPB) 的分频比设定	模拟监视 输出选择	0 0	1/0		0 1	1/2		0 2	1/3		0 3	1/4		：	：		0 F	1/16		0 1	1/17		：	：		1 F	1/32		4 0	1/2		4 1	1/2		4 2	1/3		：	：		5 F	1/32		8 0	1/1	速度监视(5V 为中心双向 摆动;5V±4V)	9 F	1/32		C 0	1/1	转矩监视(5V 为中心双向 摆动满刻度 ;5V±4V)	：	：		D F	1/32		000 (位置控制) 002 (速度控制)	000 ~ DFbH (位置控制) 000 ~ DF7H
位置控制		速度控制																																																																																																																						
设定值	显示	设定值	显示																																																																																																																					
0	反馈脉冲累加(下 4 位)	0	反馈脉冲累加(下 4 位)																																																																																																																					
1	反馈脉冲累加(上 3 位)	1	反馈脉冲累加(上 3 位)																																																																																																																					
2	旋转速度	2	旋转速度																																																																																																																					
3	滞留脉冲(下 4 位)	3	速度指令电压																																																																																																																					
4	滞留脉冲(上 3 位)	4	转矩限制指令电压																																																																																																																					
5	指令脉冲累加(下 4 位)	5	再生负荷率																																																																																																																					
6	指令脉冲累加(上 3 位)	6	有效负荷率																																																																																																																					
7	指令脉冲频率	7	最大负荷率																																																																																																																					
8	转矩限制指令电压																																																																																																																							
9	再生负荷率																																																																																																																							
A	有效负荷率																																																																																																																							
B	最大负荷率																																																																																																																							
设定	编码器输出 (FPA, FPB) 的分频比设定	模拟监视 输出选择																																																																																																																						
0 0	1/0																																																																																																																							
0 1	1/2																																																																																																																							
0 2	1/3																																																																																																																							
0 3	1/4																																																																																																																							
：	：																																																																																																																							
0 F	1/16																																																																																																																							
0 1	1/17																																																																																																																							
：	：																																																																																																																							
1 F	1/32																																																																																																																							
4 0	1/2																																																																																																																							
4 1	1/2																																																																																																																							
4 2	1/3																																																																																																																							
：	：																																																																																																																							
5 F	1/32																																																																																																																							
8 0	1/1	速度监视(5V 为中心双向 摆动;5V±4V)																																																																																																																						
9 F	1/32																																																																																																																							
C 0	1/1	转矩监视(5V 为中心双向 摆动满刻度 ;5V±4V)																																																																																																																						
：	：																																																																																																																							
D F	1/32																																																																																																																							

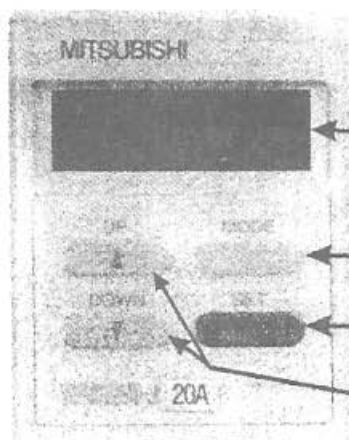
[设定例]

- 在位置控制方面,电源 ON 时的状态显示是旋转速度。模拟监视是速度监视,单向摆动。编码器输出 1/4 分频时为 0 0 3 2。
- 在速度控制方面,电源 ON 时的状态显示是有效负荷率。模拟监视是转矩监视、单向摆动。编码器输出 1/2 分频时为 0 4 1 6。

3.4 显示、诊断功能

MR-J型放大器,由于伺服的全部控制数字化,所以可以随时提取各种控制量和状态显示。

(1) 显示流程图



由伺服放大器前面的显示部(5位7段显示器)进行状态显示、参数设定等。请进行运转前的参数设定,异常时的故障诊断、外部顺控程序确认。运转中的状态确认等。

图 3.3 是显示转移图

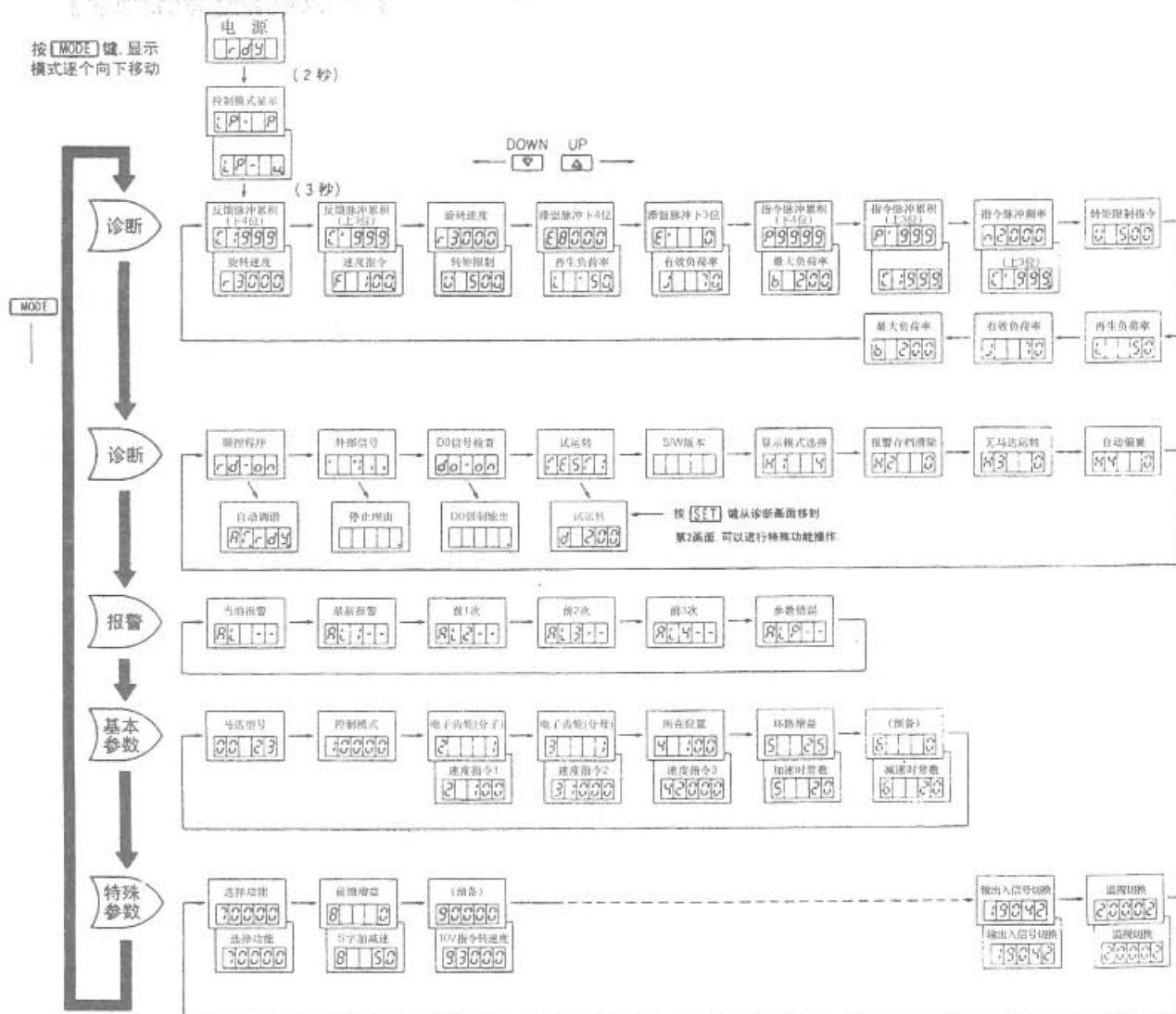


图 3.3 显示流程图

(2) 状态显示模式

运行中进行下述状态显示。显示的转换,即使是在运转中也可以用 $\boxed{\text{UP}}$ $\boxed{\text{DOWN}}$ 键随意进行。选择显示模式时,显示顺序如表 3.4 所示由上至下进行。用参数 No.20(参照 3.3 项的(4)、(4-3))可以改变显示顺序。

表 3.4 状态显示一览表(位置控制模式)

名 称	符号	表示范围·单位	内 容
反馈脉冲累积 (下 4 位)	$\boxed{C}$	- 9999999	计数显示反馈脉冲(4 倍增)。 若溢出,则从零开始。
反馈脉冲 (上 3 位)	$\boxed{C'}$	~ 9999999 脉冲	反转脉冲(负数),下第 2、3、4 位小数点亮灯。 按“SET”键,显示归“0”。 C 9. 9. 9. 9 C 9 9 9 9 (反 转) (正 转)
旋转速度	$\boxed{r}$	- 3000 ~ 3000r/min	显示马达的转速。 反转时,下第 2、3、4 位小数点亮灯。 r 3. 0. 0. 0 r 3 3 3 0 (反 转) (正 转)
滞留脉冲累积 (下 4 位)	$\boxed{E}$	- 65535	显示位置偏差计数的内容
滞留脉冲累积 (上 4 位)	$\boxed{E'}$	- 65535 脉冲	反转脉冲(负数)下第 2、3、4 位的小数点亮灯。 E 5. 5. 3. 5 E 5 5 3 5 (反 转) (正 转)
指令脉冲累积 (下 4 位)	$\boxed{P}$	- 9999999	计数显示用电子齿轮进行倍数放大前的指令脉冲。
指令脉冲累积 (3 位)	$\boxed{P'}$	~ 9999999 脉冲	反转脉冲(负数),下第 2、3、4 位的小数点亮灯 按“SET”键,显示归“0”。 C 9. 9. 9. 9 C 9 9 9 9 (反 转) (正 转)
指令脉冲频率	$\boxed{F}$	- 200.0 ~ 200.0kpps	显示用电子齿轮进行倍数放大前的指令脉冲频率。反转时,下第 3、4 位的小数点亮灯,下第 2 小数点熄灯。 F 1. 0. 0. 0 F 1 0. 0 0 (反 转) (正 转)
速度指令电压	$\boxed{F}$	$\pm 10.00\text{V}$	显示速度指令电压。负电压时,下第 2、4 位小数点亮灯,下第 3 位的小数点熄灯。 P 1. 0 0. 0 F 1 0. 0 0 (反 转) (正 转)
转矩限制指令	$\boxed{U}$	0 ~ 10.00V	显示转矩限制指令电压。
再生负荷率	$\boxed{L}$	0 ~ 100%	显示对 Pr.1 所选择的再生选择电阻容许值的再生负荷率%。 达到饱和需要一些时间(标准:30 ~ 40 分)
实际负荷率(注)	$\boxed{J}$	0 ~ 300%	显示额定转矩的负荷率%。因马达温度是推测的,所以实际转矩和显示值不是线性。达到饱和需要一些时间(标准 10 ~ 20 分)
最大负荷率	$\boxed{b}$	0 ~ 300%	显示以负荷率为额定转矩的%。

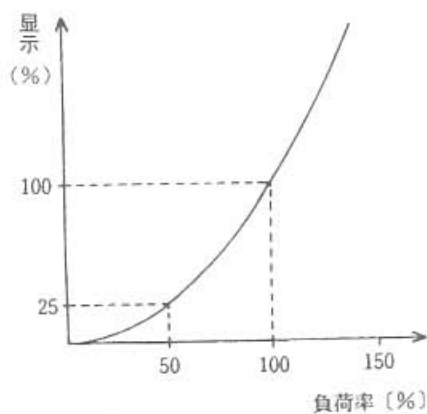
(注)关于实际负荷率的显示内容,参照下页的(注)。

速度控制模式运行时,最下位数的小数点亮灯,以区别于位置控制模式。

表 3.5 状态显示一览表(速度控制模式)

名 称	符号	表示范围·单位	内 容
旋转速度		- 3000 ~ 3000r/min	显示马达的转速。 反转时,下第 2、3、4 位小数点亮灯。 (反 转) (正 转)
速度指令电压		± 10.00V	显示速度指令电压。负电压时,下第 2、4 位小数点亮灯,下第 3 位小数点熄灯。 (反 转) (正 转)
转矩限制指令		0 ~ 10.00V	显示转矩限制指令电压。
再生负荷率		0 ~ 100%	显示用 Pr.1 选择再生选择电阻器容许值的再生负荷率%。 达到饱和还需要一些时间(标准 30 ~ 40 分)。
有效负荷率(注)		0 ~ 300%	显示额定转矩负荷率的%。 因马达的温度值是推测的,所以有效转矩和显示值不是线性的。 达到饱和还需要一些时间(标准 10 ~ 20 分)
最大负荷率		0 ~ 300%	显示额定转矩负荷率的%。
反馈脉冲累积 (下 4 位)		- 9999999	计数显示反馈脉冲(4 倍增)。 若溢出,则从“0”开始。
反馈脉冲累积 (上 3 位)		- 9999999 脉冲	反转脉冲(负数),下第 2、3、4 位小数点亮灯。 按<SET>键,归“0”。 (反 转) (正 转)

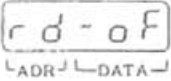
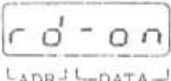
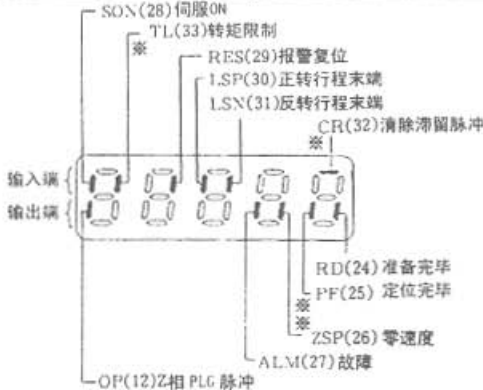
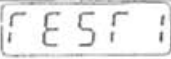
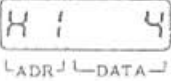
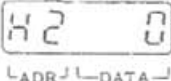
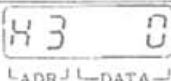
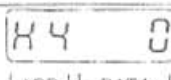
(注) 有效负荷率(J)在进行从负荷率推测马达温度的显示。实际负荷率和显示的关系如下图所示:



(3) 显示模式

确认外部顺控程序状态等情况时使用。

表 3.6 诊断显示一览表

名 称	显 示	内 容
顺控程序 (自动调谐)		未准备好 伺服 ON 后, 在进行初始化或发生报警时, 可由该画面自动调谐。
		准备完毕。 伺服 ON 后, 完成初始化后, 进入可运行状态。 可由该画面自动调谐。
外部输入输出信号	 注: 1. 各段输入输出都是 ON 时亮灯, OFF 时熄灯。 2. () 内表示连接器 CN1 的针号	显示外部输入输出程序的 ON - OFF 状态。 输入输出都是 ON 亮灯, OFF 熄灯。 5 位数显示盘, 纵线上都是对应输入信号, 下部对应输出信号。 左图的显示是表示全部输入输出信号为 ON 的状态。 各段纵线和输入输出信号的关系如下: 注: 输入输出信号标有※的针号, 为出厂时设定状态的功能。 (用参数 NO.19 可以改变功能)
DO 信号检查		按 [SET] 键 ON2 秒钟以上, 变为  DO 信号检查显示, 使连接器 CN1 的 24, 25, 26, 27 针的输出, 由伺服放大器强制地变为 ON/OFF。 请务必在伺服 OFF 状态下操作。
试验模式运行		按 [SET] 键, ON 2 秒以上, 变为  (200r/min) 的转速显示, 进入可试运行状态。请务必在伺服 OFF 状态下操作。
S/W 版本		厂家管理用
厂家用		厂家管理用
清除报警存档		使 DATA(数据)变更为 0→1, 按“SET”键, 清除报警存档。
无马达运转设定		变更 DATA 为 53, 按“SET”可进行无马达运转。
VC 输入·自动偏置		用“13”、“SET”进行速度指令输入电压的偏置自动调谐。

(4) 报警显示模式

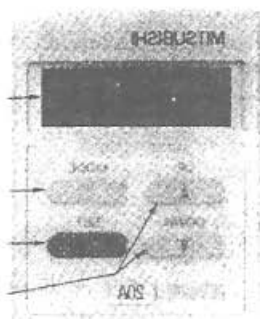
显示下表所示的报警存档或参数出错。不论是哪种显示模式,在报警时都是最上位数的小数点闪烁。

表 3.7 报警显示一览表

名 称	显 示	内 容
报 警		当前的报警到前4次的报警存档用报警码 No. 显示。左图表示前一次的报警是 50(过电压异常)。现在是正在报警,最上位数(A)的小数点闪烁。没报警时不闪烁。

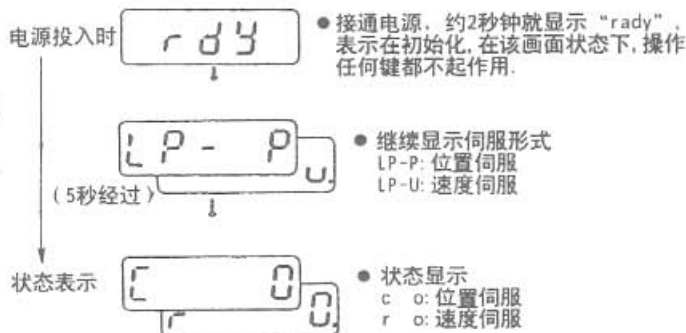
(5) 显示部分的操作

显示及参数设定是用放大器前面的 LED 显示器和按键(见下图)进行的。下面对其操作顺序予以说明。



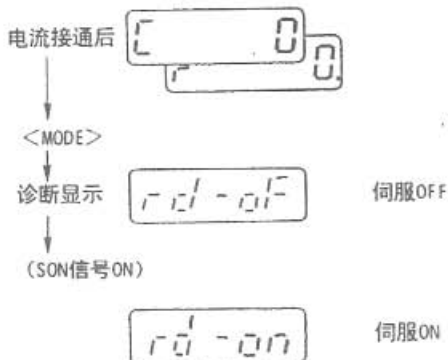
(5-1) 接通电源

在 SON 信号为 OFF 状态下,接通电源。显示为 rady,在进行控制模式显示,5 秒钟后转为状态模式显示。



(5-2) SON 信号 ON

SON 信号 ON,转入可运行状态。
确认 SON 状态,按右图进行。



(5-3) 状态显示

状态显示的内容因控制模式不同而不同。在位置控制模式,最初显示的状态是“反馈脉冲累加”,按<UP>键,图 3.3 的显示内容从左至右移动。按<DOWN>键返回左边。

当希望将最初的显示设定为任意内容时,可用参数 No.20 选择。参阅 3、2、3 项(4)(4-3)。

(5-4) 诊断显示

从状态显示模式开始,按<MODE>键,就转换为诊断显示模式。用<UP><DOWN>键调到想看的内容。

(5-5) 报警显示

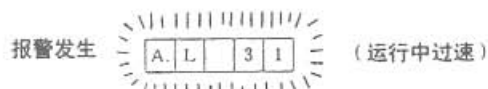
想看报警的内容及存档时,从诊断显示模式开始,再度按<MODE>键,就显示当前报警码。在当前设有发生报警时便显示为 A L □ □ □ □。

按<UP>键,便显示前一次报警码。最多能看到前 4 次的存档。报警存档在电源 OFF 后,仍然保存。



(5-6) 在运行中发生报警时

在运行中发生报警时,不论从任何显示画面开始,都显示的是当前的报警。



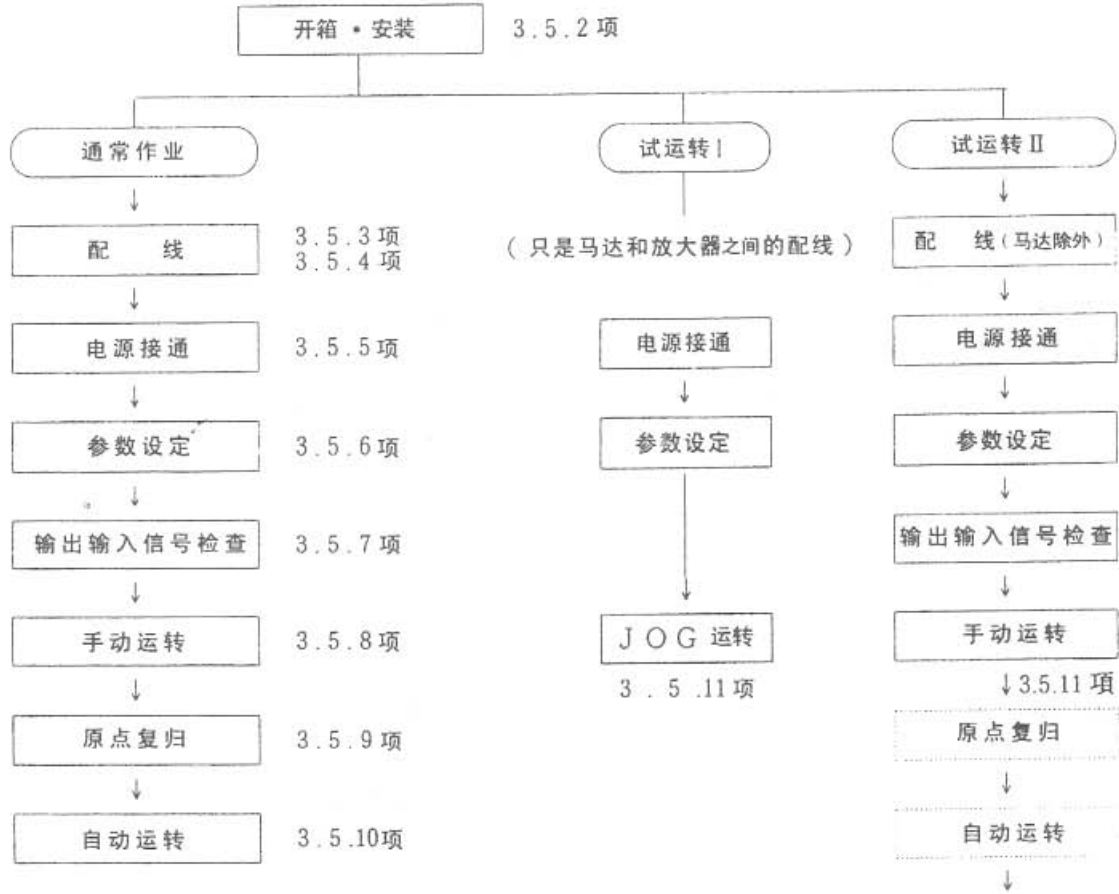
注:即使正在报警时,其他的显示也能看到。但不论是在哪种显示模式下,最上位数的小数点闪烁。
例如:报警中看有效负荷率时,



3.5 从安装到运转

购买产品后,将伺服马达,伺服放大器和机械、控制盘组合在一起进行运转。这些作业需按产品附带的“操作说明书”进行。按照作业顺序,3.5.1项对全部作业流程予以说明,3.5.2项以后依次就各作业重点予以说明。

3.5.1 从安装到运转的作业流程



这是通常的作业顺序。
3.5.2项以后,解说其重点。

无外部配线,马达单体或装配马
达的机械可以简单运转。

配线前,只想进行机械动作确认
时,从操作盘开始不能很好地运
转,只想确认伺服时比较方便。

无马达可确认带指令的电气环路
动作。
因进行原点复归、自动运转,需要
设定电气的假想原点。

3. MELSERVO - J 的性质与功能

3.5.2 安装

伺服放大器

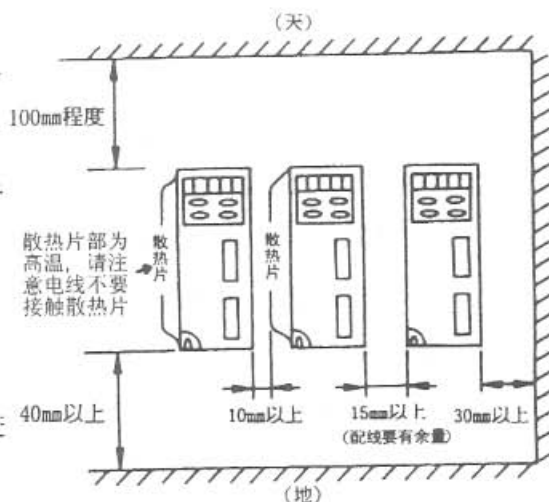
(1) 使用环境条件

环境温度	0 ~ 55℃ (不结冻) (注)
环境湿度	90% RH 以下 (不结露)
振动	5.9m/s ² {0.6G} 以下

注:为了确保放大器的寿命和可靠性,请设计成尽可能地降低盘内温度。

(2) 安装方向和间隔。

- MELSERVO - J 安装正面朝前(能看到正面)。
- 放大器设置在密闭箱内时,放大器之间的空隙留有 10mm 以上,上下方向留 40mm 以上。
特别是多台并列设置时,上方需留 100mm 空隙或者装散热片,将热气散发出去。
- 再生选择电阻等发热体,请离开放置。



(3) 防止异物进入

- 组装控制盘作业时,请注意不能让钻头的粉末等进入放大器。
- 请注意不让油、水、金属粉末等从控制盘的空隙从天棚的风扇进入放大器。
- 用于有害气体或尘埃多的场所时,请采取空气清洗(使箱内气压高于外部气压、由外部压入清洁空气,防止有害气体和尘埃进入)保护放大器。

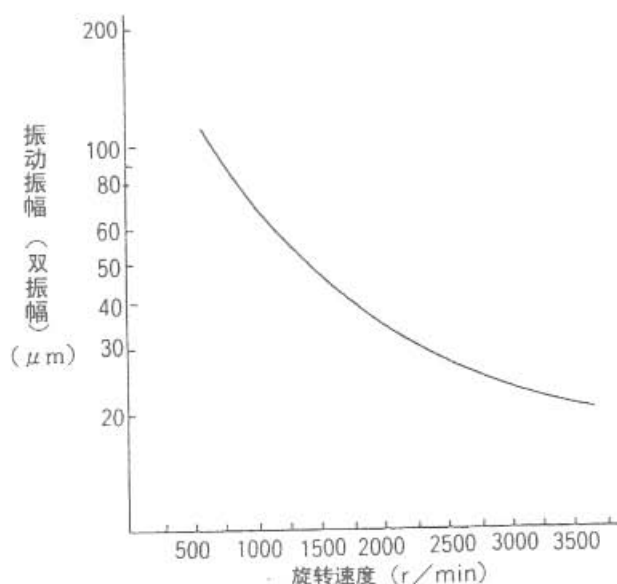
【伺服马达的安装】

(1) 使用环境条件

环境温度		0 ~ 40℃ (不结冻)
环境湿度		80% RH 以下 (不结露)
振动	HA - FE HA - ME	X, Y: 19.6m/s ² {2G}
	HA - SE1.5KW 以下	X: 9.8m/s ² {1G} Y: 24.5m/s ² {2.5G}
	HA - SE2, 3.5KW	X: 19.6m/s ² {2G} Y: 49m/s ² {5G}

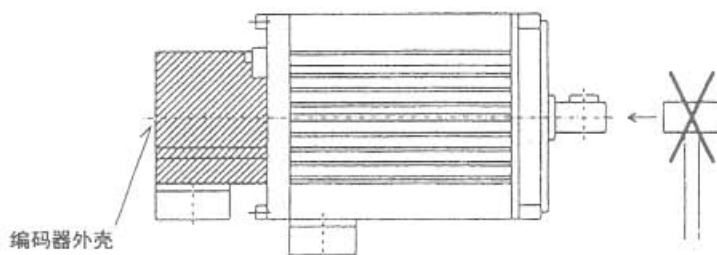


各种条件下的振幅如下:



(2) 装负荷时的注意事项(防止向轴冲击)

- 装皮带轮,请利用轴前端的螺孔(只对应 HA - FE 马达)。
 - 拆卸皮带轮时,请用皮带轮拆卸工具。
 - 搬运时,手或绳索绝对不能触及编码器外壳。
 - 在组装等场合,绝对不能用锤子等工具敲击轴端。
- (因为可能会引发编码器故障)



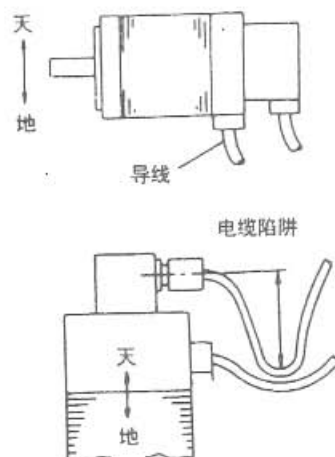
- 编码器安装于伺服马达的方向不能改变。

(3) 安装方向

- 可以水平向:轴端向上或向下安装。
- 从马达拉出的电缆,请向下设置。
- 垂直安装时,要设电缆陷阱,以防油水浸入马达。

(4) 电缆断线

- 请注意,不要给电缆增加应力或使之受伤。
- 对于机动马达,请从所需的弯曲寿命和电缆种类来确定电缆的弯曲半径。



(5) 轴的容许负载

- 使用挠性连接器,使轴心偏差超过轴的容许径向负载。
- 使用皮带轮、链轮、同步皮带时,请选定在容许径向负载能承受的范围。

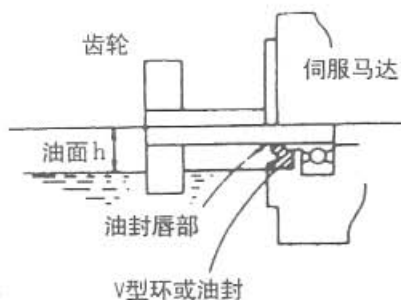
HA - ME053, 13	88 {9kgf} L = 30	59 {6kgf}
HA - ME23, 43	245 {25kgf} L = 30	98 {10kgf}
HA - ME73	392 {40kgf} L = 30	147 {15kgf}
HA - FE053	108 {11kgf} L = 30	98 {10kgf}
HA - FE13	118 {12kgf} L = 30	98 {10kgf}
HA - FE23, 33	176 {18kgf} L = 30	147 {15kgf}
HA - FE43, 63	323 {33kgf} L = 30	284 {29kgf}
HA - SE52 ~ 152	980 {100kgf} L = 55	490 {50kgf}
HA - SE52 ~ 153		
HA - SE81		
HA - SE202, 352	2058 {210kgf} L = 79	980 {100kgf}
HASE203, 353		
HA - SE121 ~ 301		



(6) 油水对策

- 伺服马达不是防水结构。(JP44)
- 请不要将油、水滴落到马达上。
- 安装齿轮箱时,距离马达轴的 V 形环油封的油面高度要确保下表所示数据。
- 此外,齿轮箱内要设通风孔,以免内压增高。

马达	油面高度 h(mm)
HA - FE053 13	8
HA - FE23, 33	12
HA - FE43, 63	14
HA - SE52 ~ 152	20
HA - SE53 ~ 153	
HA - SE81	
HA - SE202, 352	25
HA - SE203, 353	
HA - SE121 ~ 321	



- HA - FE 马达带的油封,请作为特殊品处理。
- HA - ME 马达不带油封。请不要让润滑油等浸入马达,齿轮箱要密封。

3.5.3 配线系统与顺控程序

(1) 配线系统

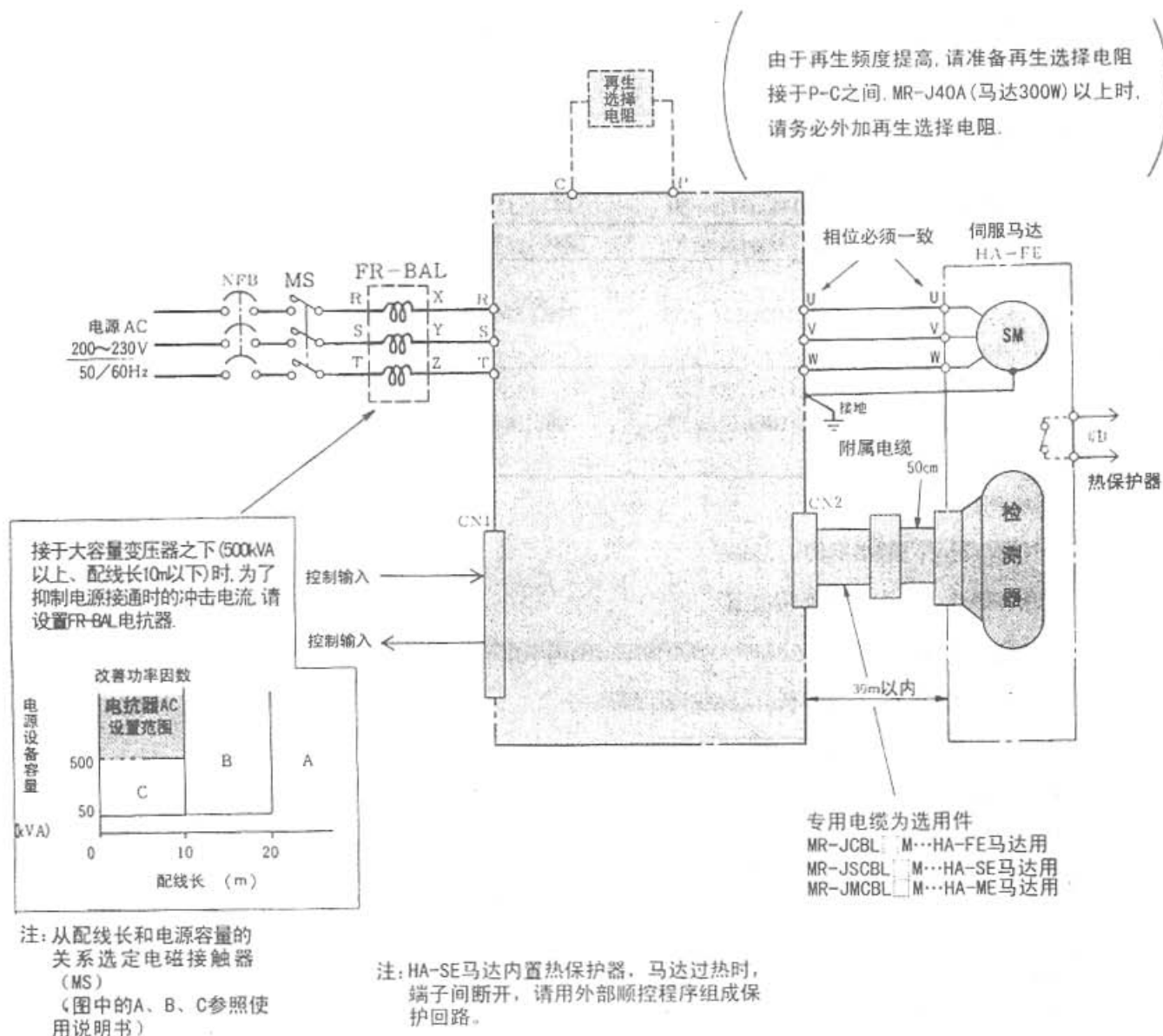


图 3.4 主回路组成

(2) 主回路的连接与电源接入程序

① 将 3 相电源加在 R、S、T 上,就产生控制回路电源。

伺服放大器内部初始化最多需要 1 秒(通常 0.3 秒)钟。

② 初始化以后,伺服 ON(SON)信号为 ON 时,主回路接通可以运行。

③ 复位(RES)信号为 ON 时,基极断路,马达自由运转。

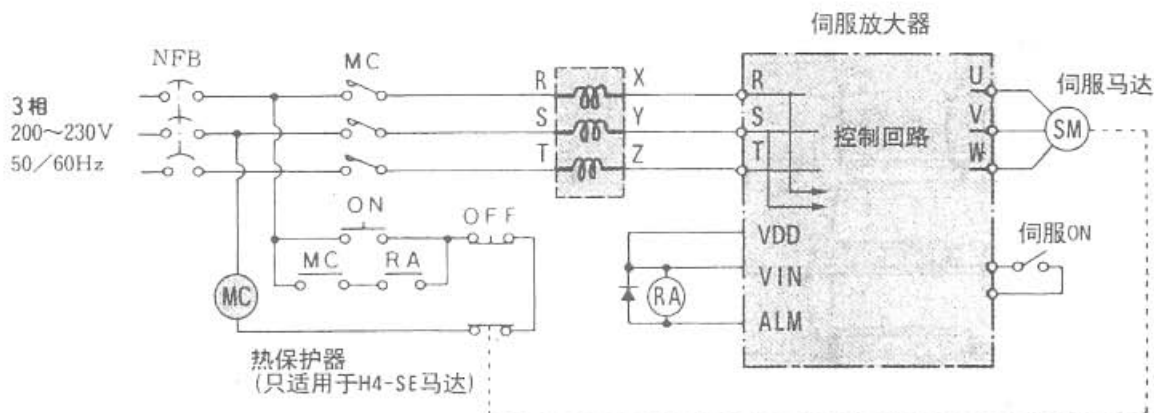
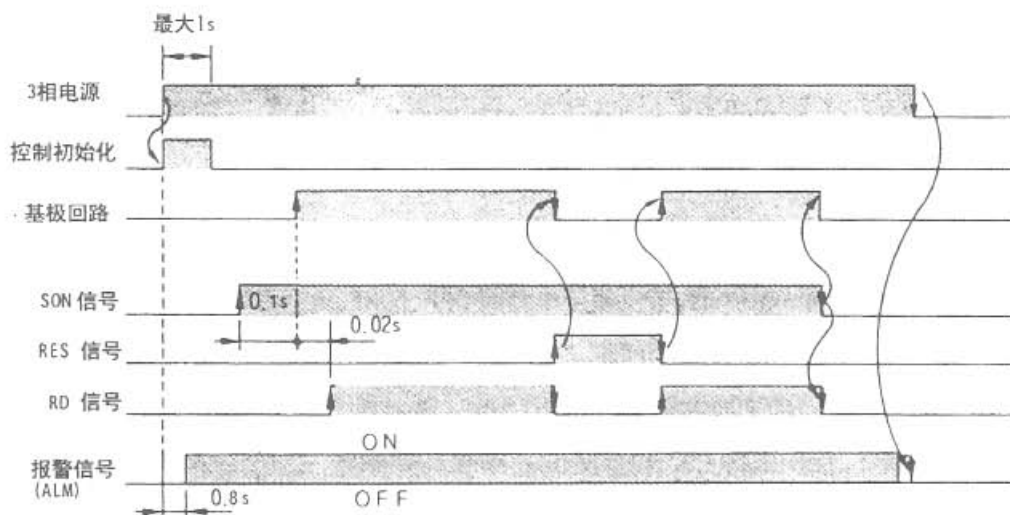


图 3.5 主回路外部接线图



注:1. 电源接通时约有 0.8S 的故障信号输出(ALM-SG 间 OFF)。

2. 电源接通和伺服 ON 信号即使同时为 ON,也无防。

图 3.6 电源接通的时间图

重要 请不要频繁地 ON-OFF 电源,会引发故障。累计开关频度寿命为 10 万次(标准:20 次/日以下),“启动”、“停止”请用专用的外部输入信号。

(3) 报警发生时的时序图

伺服放大器发生报警时基极断路,马达停止自由运转。解除警报是用 RES 信号或使电源 OFF→ON(过负荷的报警用 RES 信号不能解除)

※ 伺服 OFF 状态下报警不能复位。

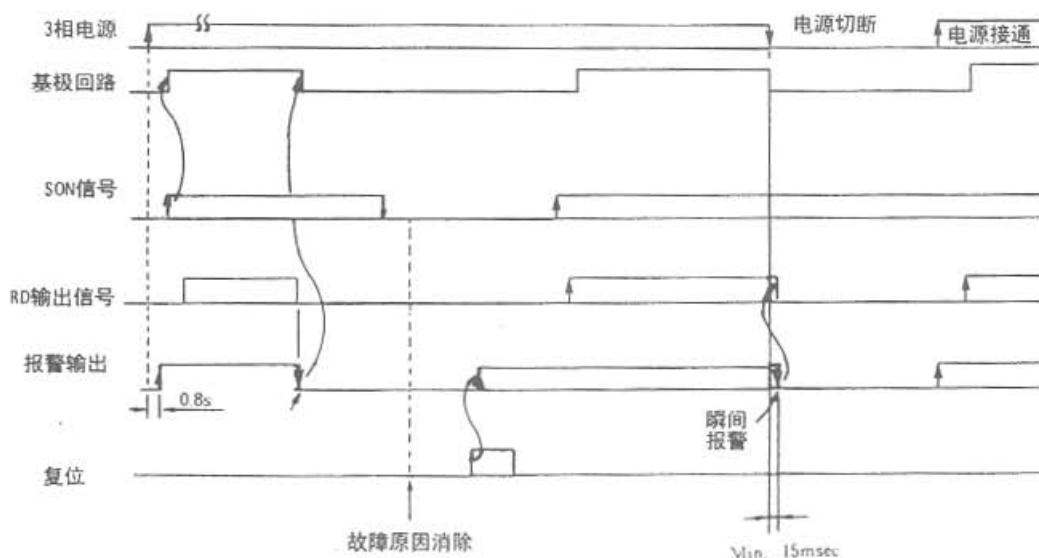


图 3.7 异常时的时间图

重要

1. 发生过电流、过负荷有关的报警时,不消除故障发生的原因,一味地反复操作电源 OFF→ON,反复运转会导致温度升高,致使元件受损。
要真正消除故障原因,同时,请冷却 30 分钟后再运转。
2. 发生再生异常(AL30)时,若反复操作电源 OFF→ON 进行运转,就会导致再生电阻发热,有引发事故的危险。所以,请特别注意。
3. 超过 15msec 的时间暂停时,保护电路工作。其后超过数十 msec(20~30msec)持续停电,内部电压下降了,保护电路复位,电源复位时,恢复初始状态,为了防止危险请在报警时一定切断伺服 ON(SON)。
4. 发生报警时,由于内部计数器复位,所以指令位置不能保持。再启动时,请进行原点复归。

(4) 公共线

马达的速度和位置的控制,全部是根据由连接器 CN1 输入的信号进行的。CN1 还输出表明伺服状态的各种信号。按照各种机械规格,与操作盘,上位控制器等连接。

正如 3.2 项所说明的,取决于控制模式,即使是同一针号,也有功能不同的时候。所以,请在充分确从控制模式的前提下配线。

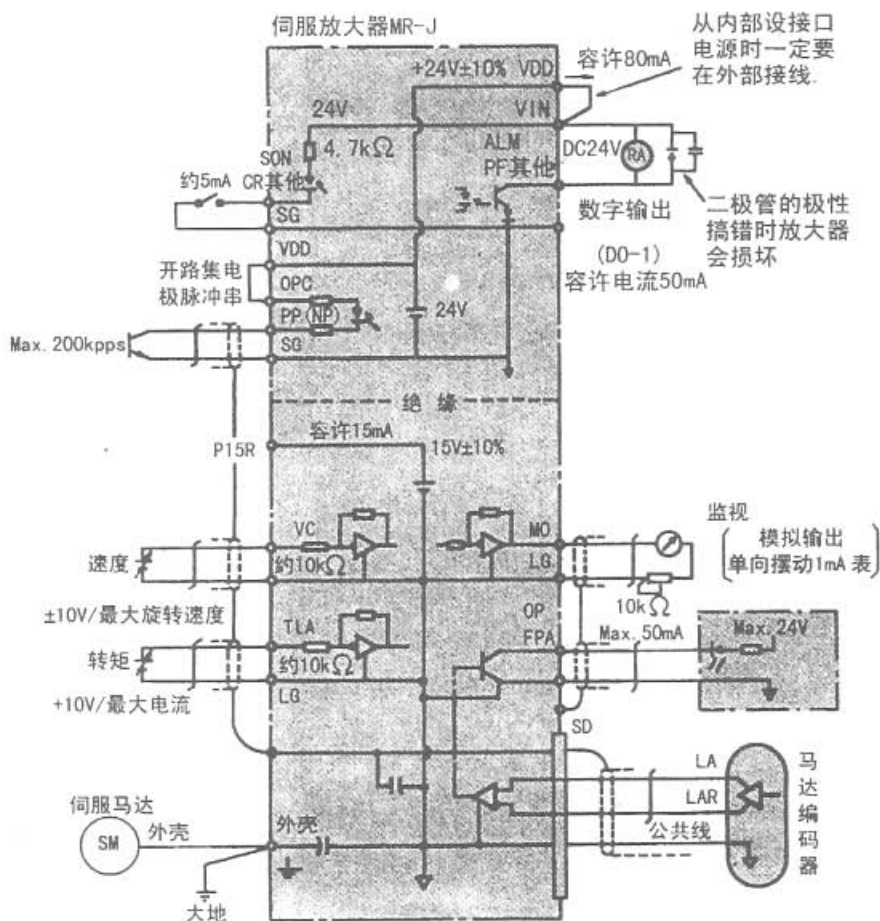
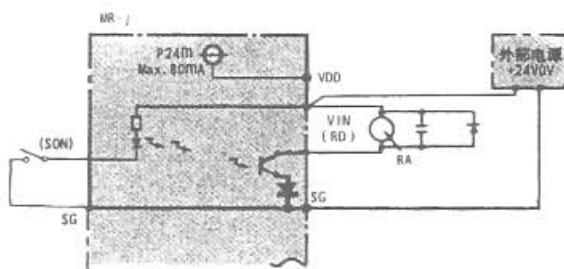


图 3.8 MR-J 放大器的公共线

(5) 接口电源

数字输入输出信号电源使用的是 DC24V。但使用放大器内置电源 VDD 时,需外接 VIN - VDD,电源不足时可使用外部电源。



3.5.4 标准连接图

(1) 位置控制

① 全部输入输出信号的连接

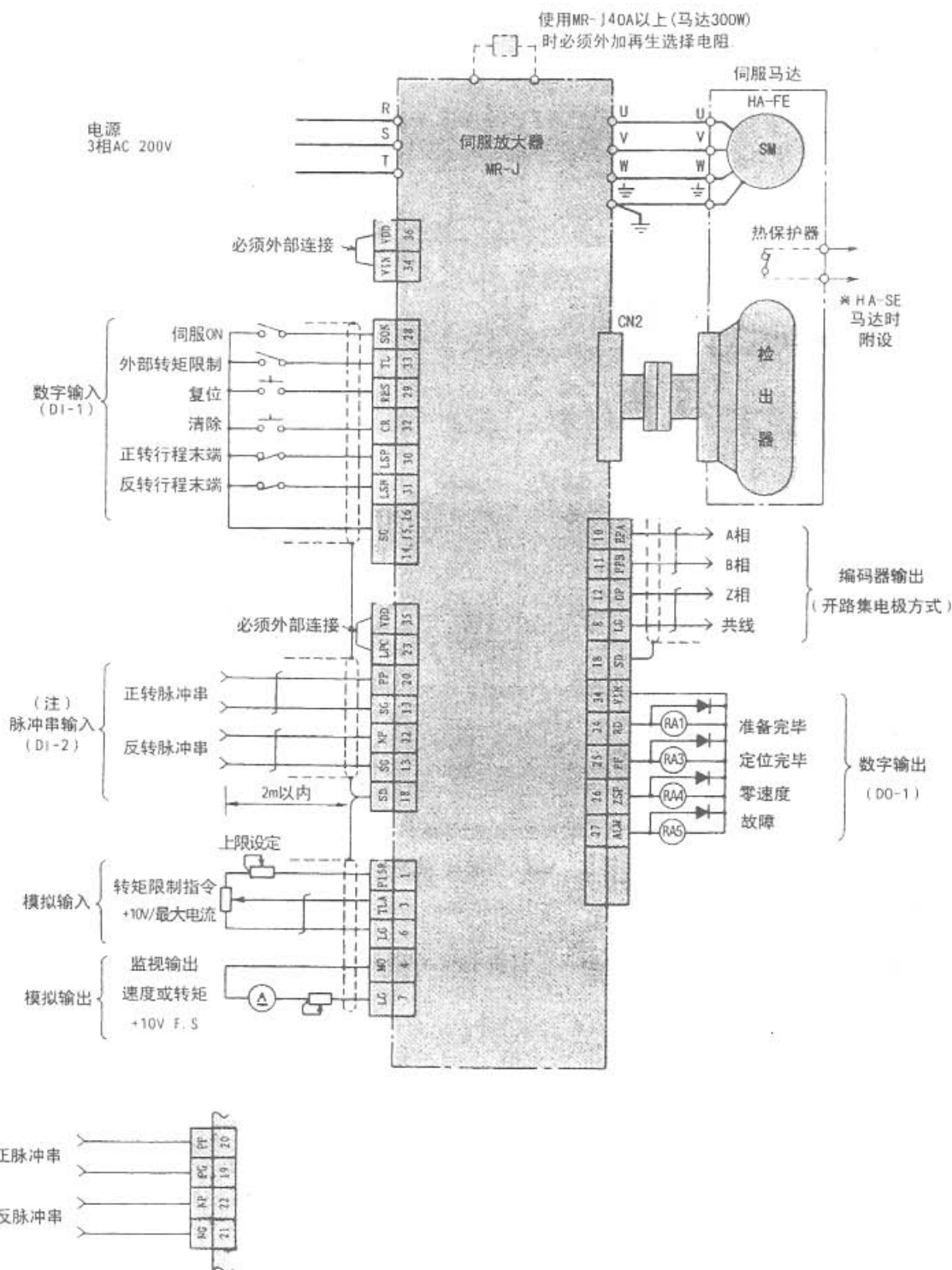


图 3.9 位置控制时的连接 I

② 需要最低限的输入输出信号的连接

为了使马达运转,需要最低限以下的连接。输出信号不需连接。

- 1) 伺服 ON……因为是接通主回路的信号,所以在运行前一定要置于 ON。ON 时,就转入运行状态。
- 2) 正、反转行程末端……与普通机械端 LS 连接,OFF 时不向该向运动,而向反向运动。象滚子进给之类的机械不存在机械端 LS 时,请将 SG 间处于断路。
- 3) 正、反转脉冲串……输入脉冲串后,马达就根据脉冲的频率和数量运转。没有输入时,就停止运转进入伺服锁定。
- 4) 复位……用于解除报警。解除报警用关闭主回路电源也可以。所以不是绝对需要的信号。

此外,复位信号为 ON 时,伺服锁定被解除,马达自由运转。

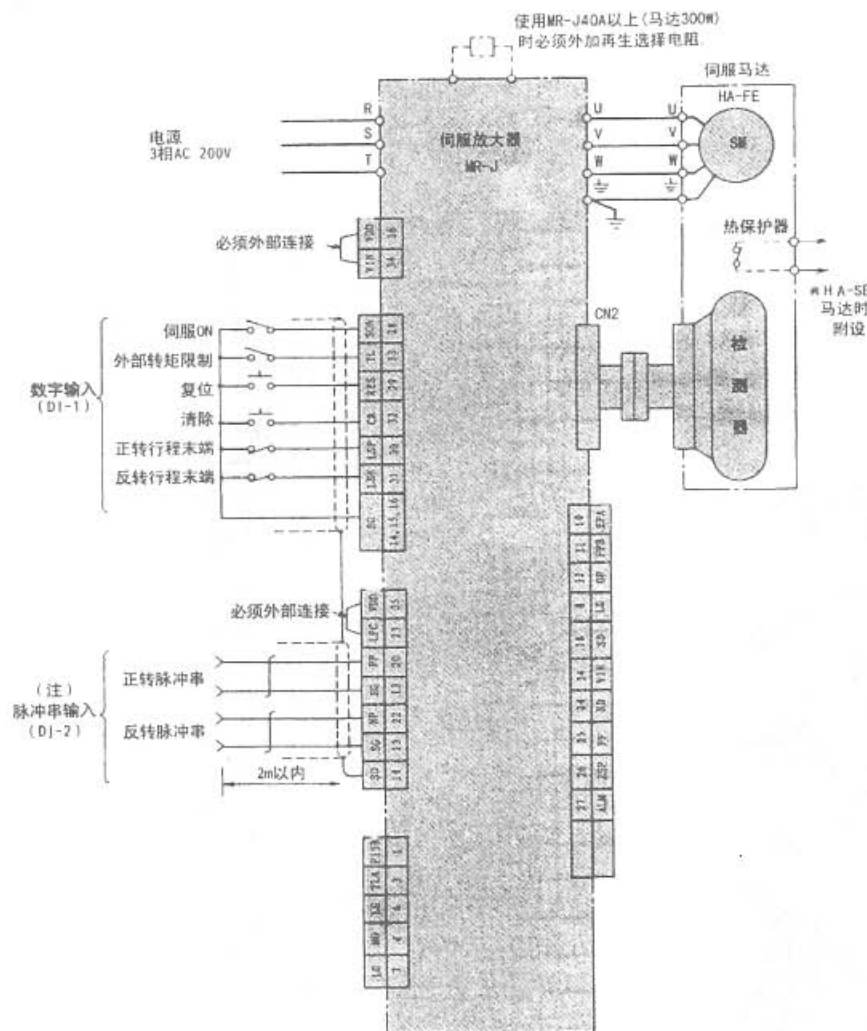
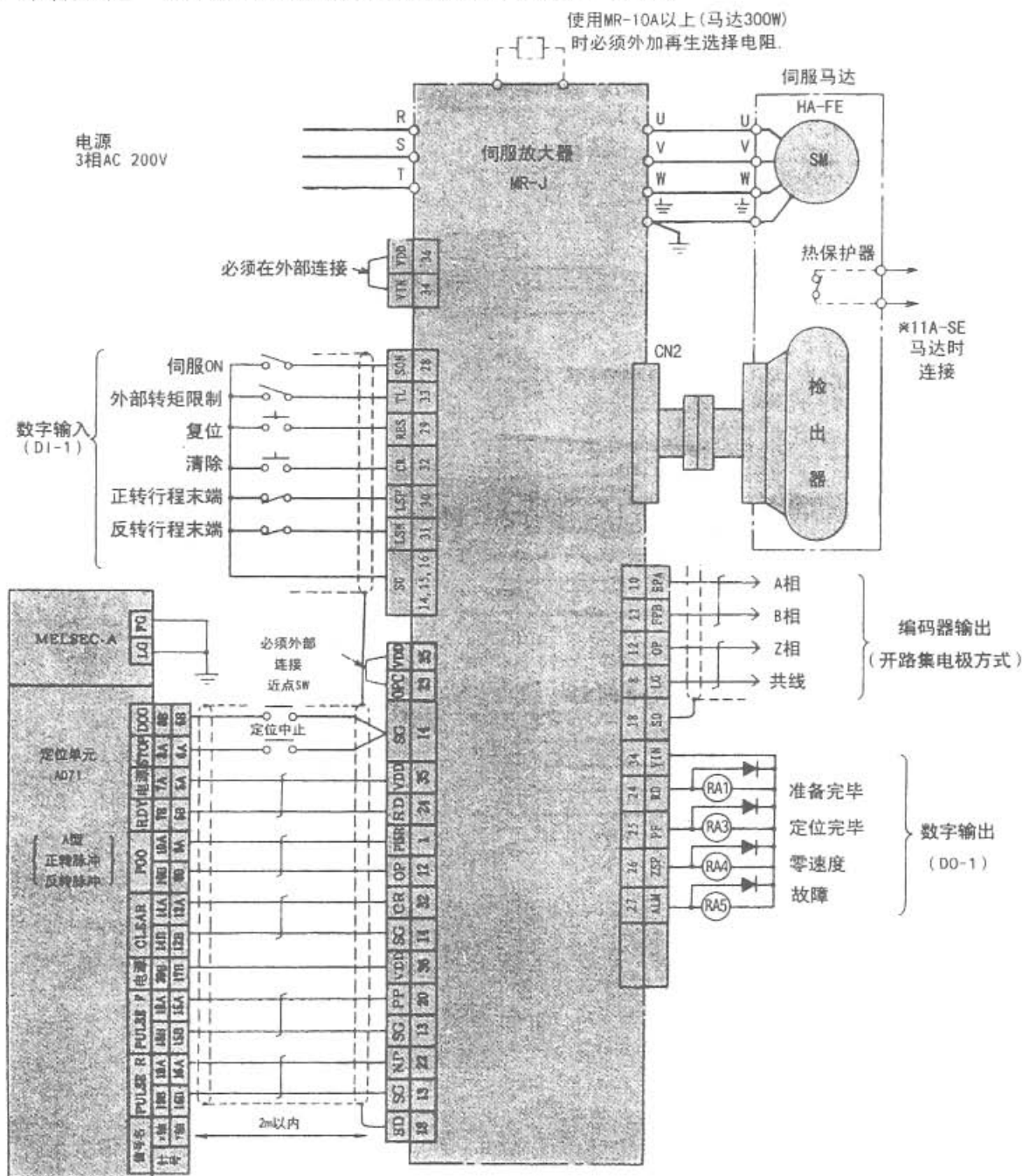


图 3.10 位置控制时的连接 II

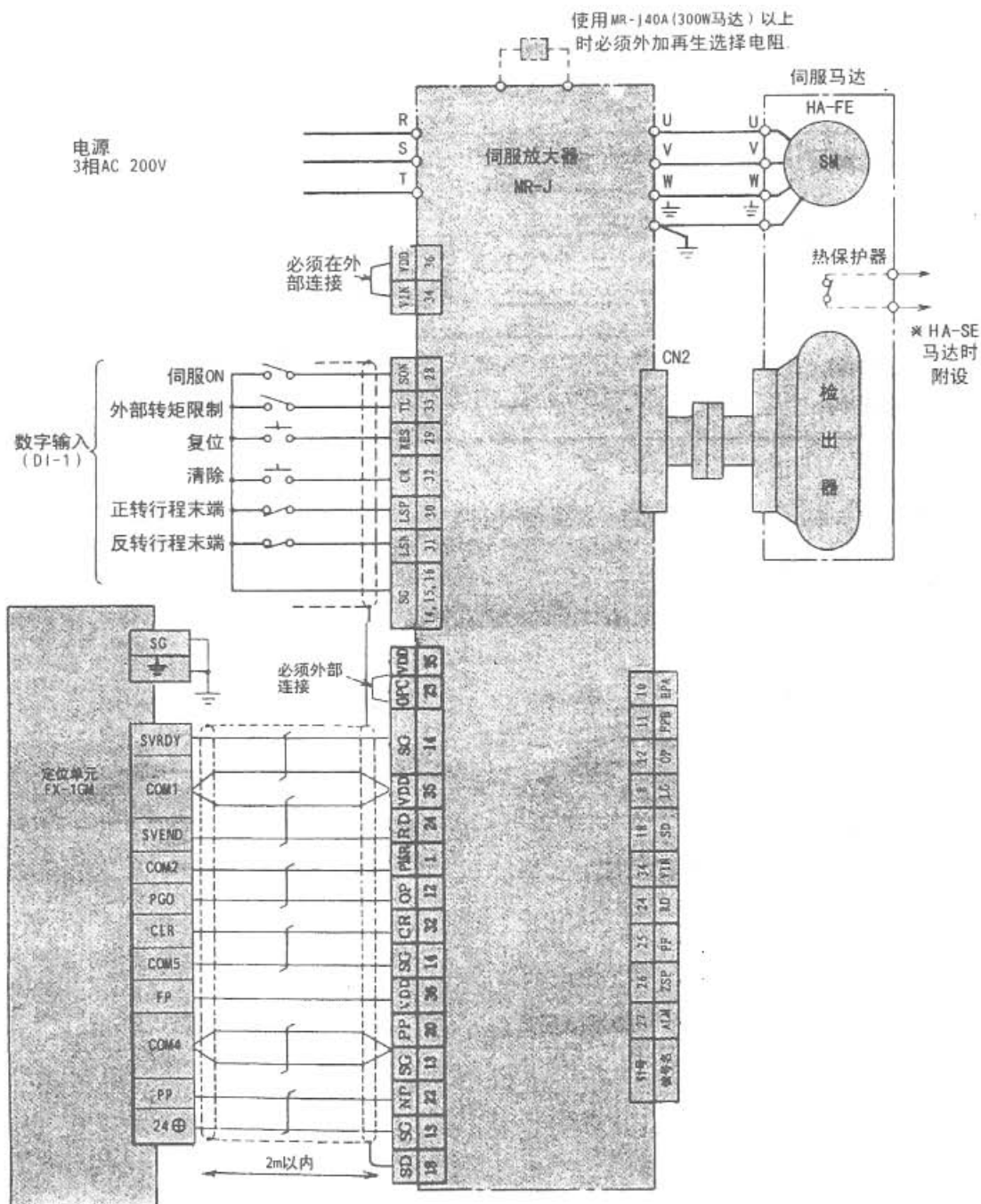
③ 用 AD71/AISD71 运转时需要的最低限输入、输出信号的连接

- 1) 伺服 ON
- 2) 正、反转行程末端
- 3) 正、反转脉冲串……与 AD71/AISD71 的端子连接如下图所示。
- 4) 复位
- 5) 清除……为原点复归时的计数清除用
- 6) 零脉冲……作为原点复归时的原点信号使用。
- 7) 准备完毕……将伺服 ON 状态输出给 AD71, 作为联锁信号使用



④ 用 FX-1GM 运转时需要最低限输入, 输出信号的连接

- 1) 伺服 ON
- 2) 正、反转行程末端
- 3) 正、反转脉冲串……与 FX-1GM 的端子连接如下图反示。
- 4) 复位
- 5) 清除……为原点复归时计数清除用。
- 6) 零脉冲……作为原点复归时的原点信号使用。
- 7) 准备完毕……将伺服 ON 状态输出给 FX-1GM 作为联锁信号使用。



⑤ 脉冲串输入种类

指令脉冲利用开路集电极方式输入正转/反转脉冲串较为普遍。AD71/A1SD71 也相当于这一类。

MR-J 系列放大器能适应除此之外的其他各种指令单元的脉冲串,以下脉冲串也能适应于参数切换。

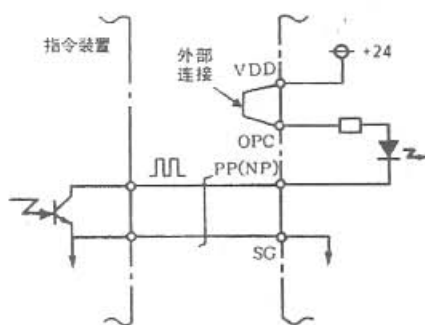
1) 脉冲串的形态种类

指令脉冲串形态	正转时	反转时	Pr.7 的设定	备 考
负逻辑	正转脉冲串 反转脉冲串	PP NP	(出厂时设定值) 0 0 0 0	AD71(A 型)/A1SD71 注)A·B 型型错时,不单向转动
	脉冲串+符号	PP NP	0 0 0 1	AD71(B 型)/A1SD71
	A 相脉冲串 B 相脉冲串	PP NP	×1 倍增 0 0 0 2 ×2 倍增 0 0 0 3 ×4 倍增 0 0 0 4	倍增后的脉冲串频率为 200kpps 以下。
	正转脉冲串 反转脉冲串	PP NP	0 0 0 8	
正逻辑	脉冲串-符号	PP NP	0 0 0 9	
	A 相脉冲串 B 相脉冲串	PP NP	×1 倍增 0 0 0 A ×2 倍增 0 0 0 B ×4 倍增 0 0 0 C	倍增后的脉冲频率为 200kpps 以下。

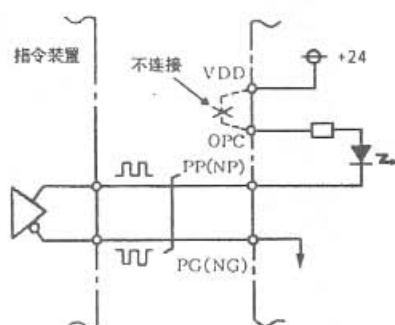
(注) 和 表示输入指令脉冲的时间。

2) 硬件的种类

配合指令单元的硬件,可以有如下的组成选择:

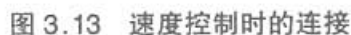


(a)开路集电极方式



(b)差动方式

① 全部输入输出信号的连接



② 需要最低限的输入输出信号的连接

为了马达的转动,需要最低限的以下连接。输出信号不需连接。

- 1) 伺服 ON……因为是接通主回路的信号,所以需要在运转前一定置于“ON”,随之就进入伺服锁定状态。
- 2) 速度 I、II……确定参数设定值或外部模拟设定值选择速度指令。下图是用参数设定的情形。
- 3) 正转、反转启动……作为启动信号使用。
- 4) 复位……报警解除时使用。因为关闭主回路电源也能解除报警,所以不是绝对需要的信号。另外,当复位信号为 ON 时,伺服锁定被解除,马达转为自由运转。

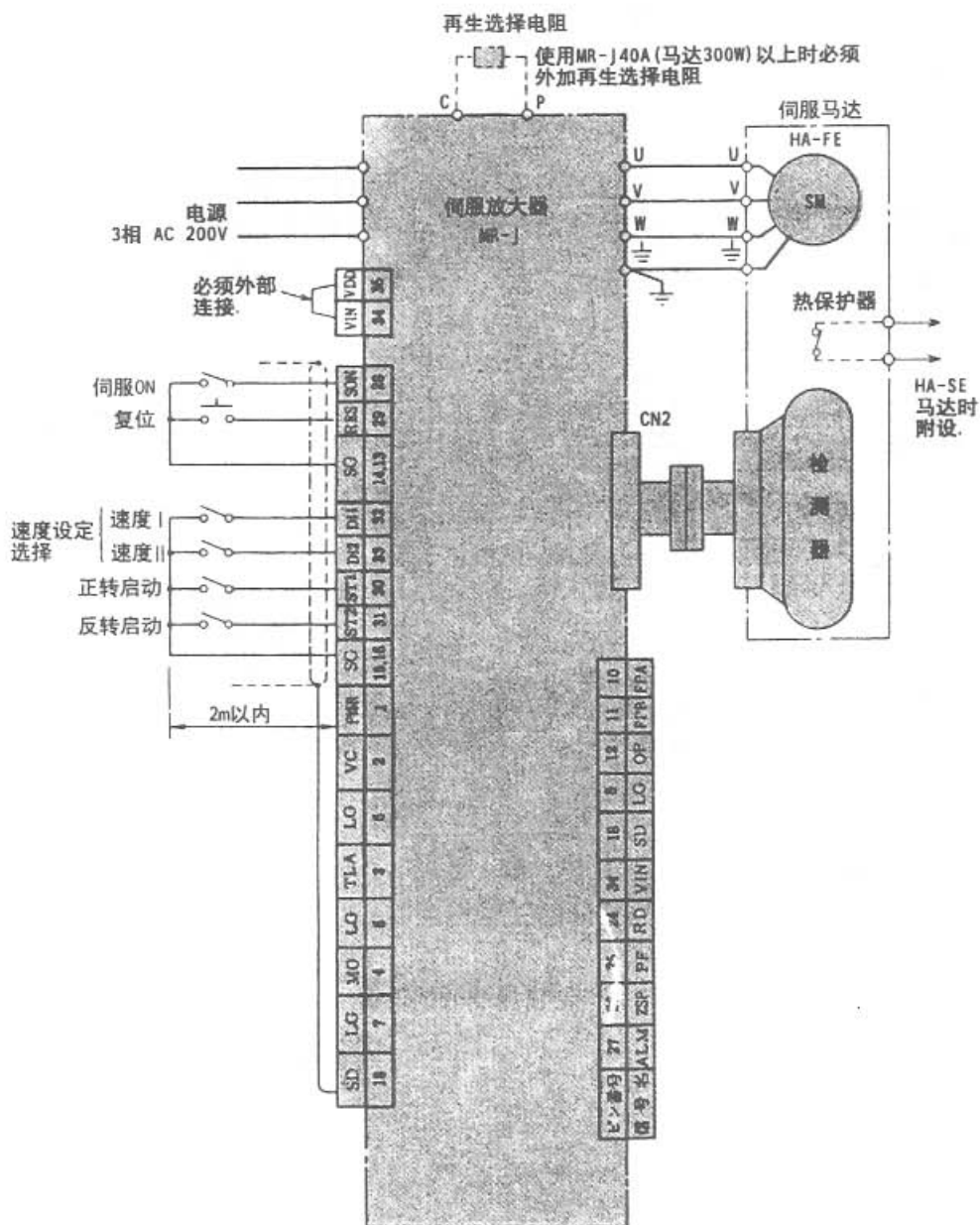


图 3.14 速度控制时的连接 II

[补充说明] 速度指令回路的组成

(1) 速度设定选择(D11、D12)

马达速度是由参数(SC1、SC2、SC3)的设定值或外部模拟值决定,通过速度设定选择信号的切换进行选择。

速度指令		D11	D12
参数 设定速度	第 1 速(SC1)	ON	OFF
	第 2 速(SC2)	OFF	ON
	第 3 速(SC3)	ON	ON
外部模拟指令(VC)		OFF	OFF

(2) 启动信号(ST₁、ST₂)

用正反转启动信号(ST₁、ST₂)控制马达的启动和停止。当 ST₁ 和 ST₂ 两者同时为 OFF 或 ON 时,转为减速、停止,处于伺服锁定状态。

用外部模拟电压进行速度设定时,马达的旋转方向与电压的极性、启动信号之间的关系如下表:

模拟电压 VC 极性	正转启动 ST ₁ ON	反转启动 ST ₂ ON
⊕	正转	反转
⊖	反转	正转

(3) 外部配线示例

表示的是外部模拟电压决定的速度指令回路组成。

①模拟电压的极性只为⊕时的正、反转情形

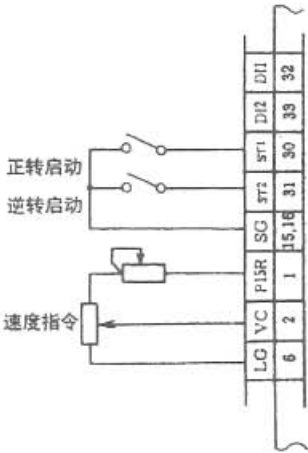


图 3.15 速度指令回路的组成 I

3.5.5 电源接入

(1) 确 认

在电源接入前,再次充分确认 3.5.2 项和 3.5.3 项进行的安装和配线。

1-1) 安装……根据 3.5.2 项确认安装状态。尤其要检查盘内发热体对放大器环境温度的影响,发热体与电缆类的接触,伺服马达的防水防油措施。

1-2) 配线……根据 3.5.3 项确认配线。尤其是主回路,若是出现接线错误就会损坏放大器单元,所以需要认真检查确认。

下面记述的是主要项目。此外,还存在各个机型的固有问题,请详细阅读各个使用说明书和技术资料。

主回路

① 电源端子(R、S、T)要接

200V 级的电源。电源为 400V 级以上时,要用绝缘变压器降压至 200V 级。但,用 AC100V 放大器 MR-J-A1 或 MA1 时,请输入 AC100V。

伺服放大器损坏

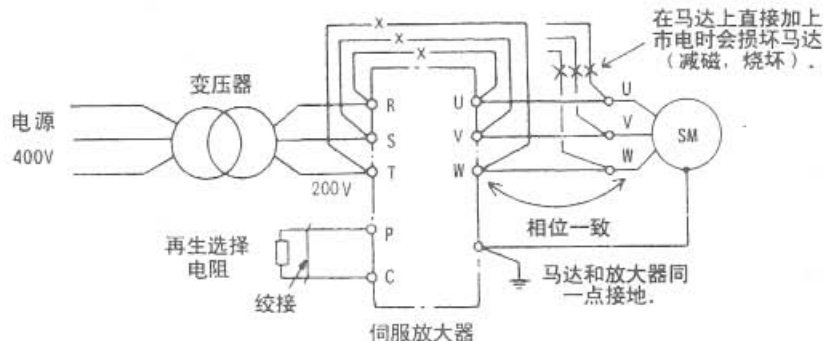
② 马达的输出端子(U、V、W)不接电源引入线(R、S、T)。

伺服放大器损坏

③ 输出端子(U、V、W)与马达端子(U、V、W)的相应必须一致

不能转动

④ 伺服放大器为 MR-J40A 以上(马达 300W)时,一定要外加再生选择电阻。



电源为 400V 时的情形

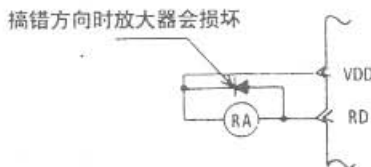
控制回路

① 控制端子(CN1)的外加电压不要超过 DC24V, 不要与伺服放大器的输出回路(U、V、W)及再生选择端子(P、C、D)连接。

伺服放大器损坏

② 接在数字输出信号用继电器上的浪涌吸收二极管极性要正确。

伺服放大器损坏



③ 机械的连接……确认机械的连接状态。看看有无偏斜、松弛,推荐尽量在试动转之前卸掉机械,单独检查确认马达状况。

(2) 电源接入。

运转前的确认结束之后,按下述顺序接入电源。

① SON 信号置于 OFF



② 使电源断路开关 ON



③ 按运行准备按钮使输入方面的 MC 为 ON



④ 使指令方面的电源 ON



⑤ 参数设定 3、5、6 项



⑥ 输入输出信号检查 3、5、7 项



⑦ 使 SON 信号 ON。

* 此时,须确认指令方面发出的速度、位置指令为“0”之后,使其 ON。



⑧ 手动运转 3、5、8 项

} 在定位单元等指令方面的电
源之前或者同时使伺服电源
ON

3.5.6 参数设定

电源接入后,预置对应于运转条件的参数值。因为有 3.3 项所述的参数,请基于设计规格进行设定。尤其要对 3.3 项(2)所述参数一定要进行确认。

[操作]

从报警模式开始,继续按(MODE)键,就显示参数模式。

按<UP>键,显示部的最高位数 No. 从图 3.3 的“0”开始依次移动到“6”。若按<DOWN>键,就反向移动。

想要改变参数的内容时,请进行下述操作:

- ① 用<MODE>键调显示模式为参数模式。



- ② 用<UP><DOWN>键调到要改变参数 NO. 的位置



- ③ 按<SET>键,显示部闪烁。



- ④ 用<UP><DOWN>键给数据部写入数值。



- ⑤ 按<SET>键。



- ⑥ 使电源 OFF→ON。……改变参数 No.01 设定时肯定是要的。参阅 3.3 项,表 3.3。

[设定例 1]把伺服环路形式(参数 No.1)设定为速度伺服

- ①按<UP>或<DOWN>键,使参数 NO. 为 1,接着按<SET>键。

·使参数 NO. 为 1,初始值显示为“0”。

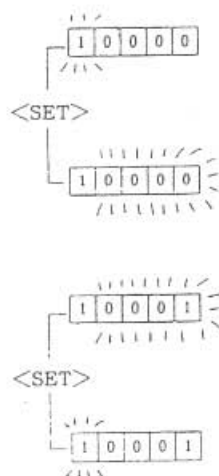
·按<SET>键数据部(下 4 位)闪烁。

- ②按<UP>键使「DATA」为 0001,按<SET>键。

·用<UP><DOWN>键使 DATA 为 0001

- ③使电源 OFF,显示部闪烁消失后,再接通电源,设定完成。

·按<SET>键,设定完成



[设定例 2] 设定特殊参数

编码器输出分频比(参数 No.20)为 1/5,将电源 ON 时的状态显示设定为“速度”。

注:关于参数 No.20 的内容,请参阅 3.3(4)(4-3)项。

- ① 按照[设定例 1]按〈MODE〉键,使显示内容
对准特殊参数模式。

7 0 0 0 0

- ② 按〈UP〉键,使参数 No. 对准 20,接着按
〈SET〉键,数据部(下 3 位)闪烁。

·使参数 No., 为 20,
显示初始值 000。

·按〈SET〉键,数据部
(下 3 位)闪烁。

2 0 0 0 0
2 0 0 0 0

- ③ 按〈UP〉键,使“数据”对准 042,如果按过头
了,用〈DOWN〉键,找回到 042。

2 0 0 4 2

- ④按〈SET〉键,设定完成,闪烁光返回到参数
No. 部。

·按〈SET〉键,设定完
成。

2 0 0 4 2

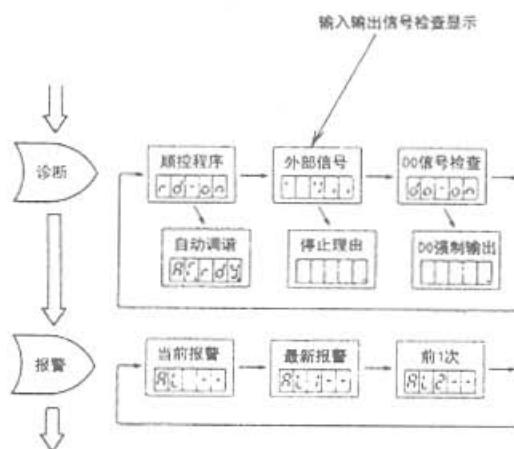
3.5.7 输入输出信号检查

在开始运转之前,检查操作盘,外围继电器等与伺服放大器的输入输出信号是否按配线图连接。
在这里对能用伺服放大器显示部检查的伺服放大器输入输出信号的 ON/OFF 诊断方法加以说明。

[操作顺序、内容]	[键操作]	[显示]
① 按 MODE 键,显示诊断模式 ↓	按 MODE 键	[表示] r d - o n
② 调出 DIO 诊断功能 ↓	按 Δ 键	"
③ 由操作盘使 DIO 信号 ON/OFF,用显示部检查。		' " ' "

〈参考〉

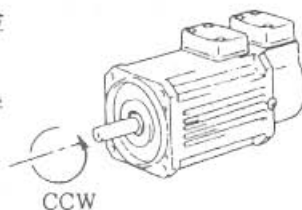
检查输入输出信号,按下述显示(图 33“显示流程图”节选)进行。显示段与输入输出信号的关系,请参阅表 3.6。



3.5.8 手动运转

用机械操作盘先进行手动运转,进行机械检查,行程末端等机械信号的检查,如果需要,进行原因调查方面的调整。特别要进行下述检查。

- 1) 首先给马达单体低速运转指令,确认马达的转动方向,有无异常声音和异常振动。
- 2) 机械运动是否平稳,运动方向是否正确,是否晃动有异常声音产生。
- 3) 马达是否发出异常声音。
- 4) 机械速度和设定速度是否一致。
- 5) 机械端的行程末端信号工作是否正常,是否发生碰撞。
- 6) 机械操作盘上的各输入输出信号和动作关系是否正常。
- 7) 固定部分是否松弛。
- 8) 机械电缆是否备有移动时所需的余量,是否过于松弛。



〈参考〉

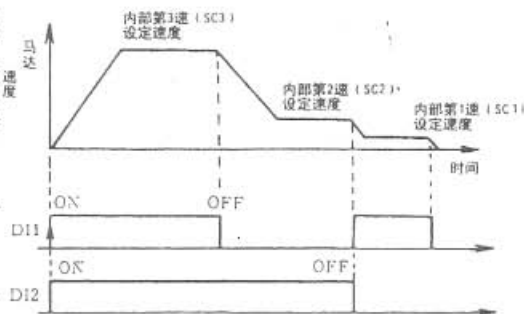
各运转模式的操作顺序

① 位置控制模式

- 1) 请设定参数 No.1 为位置控制模式。(初始值)
- 2) 请设定参数 No.2、参数 No.3 符合机械系统和指令单元的规格。
- 3) 请输入指令单元的脉冲串。输入正转脉冲或反转脉冲后,仅靠相当于脉冲数的量就可以使马达旋转、定位。
- 4) 请确认显示部显示的反馈脉冲、指令脉冲等内容。

② 速度控制模式运行

- 1) 请设定参数 No.1 为速度控制模式。
- 2) 在用内部设定速度运转时,请适当设定参数 No.2、3、4。
- 3) 请用参数 No.5、6 设定加速减速的时间常数。最初运转时,为安全起见,建议尽量设定的时间长一些。
- 4) 在伺服 ON 状态接入正转、反转指令(ST_1 、 ST_2)中的任何一个时,速度指令为零,马达慢慢转动,这不是异常,但出现转动快等情况时,请用参数 No.16 调整。
- 5) 给速度指令时,用参数 No.5 设定的时间常数,使马达加速运转。切断速度指令时,用参数 No.6 设定的时间常数,使马达减速、停止。最初运转时,为安全起见,请尽量用慢速。
- 6) 想在停止状态伺服锁定时,请将正、反转指令(ST_1 、 ST_2)同时为 ON 或 OFF。
- 7) 在运转中切换速度信号(D11、D12)时,用参数 No.5、6 设定的时间常数进行加速减速。



3.5.9 原点复位

用手动运转确认机械的动作之后,进行原点复位,使定位单元的原点与机械的基准位置(原点)相对正。

3.5.10 自动运转

利用另外编制的定位程序进行手动运转。确认是否按程序运转及最终的动作。动作确认完了以后进行负荷率的确认、机械的确认等等。

①再生负荷率

显示

L			5	0
---	--	--	---	---

②有效负荷率

显示

J			7	0
---	--	--	---	---

③最大负荷率

显示

b		2	0	0
---	--	---	---	---

3.5.11 试运转

可以用伺服放大器前面的显示部进行不与指令方面接线的马达运转,或者无马达的指令方面和放大器的模拟运转。

试运转Ⅰ:无指令的马达运转,确认简单的机械动作。

试运转Ⅱ:无马达,指令输入放大器后,因为进行的是和马达运转相

同的监视,所以可以只对电气系统的动作、程序进行检查。

3.5.12 再启动、诊断方面的方便功能

除了3.5.7项“输入输出信号检查”、3.5.11项“试运转”以外,MR-J伺服放大器还具有启用、诊断方面的方便功能。现将该功能的主要项记述如下:

- (1) 自动调谐……配合负荷的惯性力矩自动调整伺服增益。根据机械条件可选择高、中、低。
- (2) 自动偏置……自动修正速度指令等模拟信号的偏置。
- (3) 显示停止理由……马达停止时,显示部段显其原因,便于故障检修。
- (4) DO强制输出……强制输出放大器的输出信号。因为外部继电器、指示灯等都可检查,所以启用方便。

3.5.13 运转状态的调整与参数

伺服放大器具有调整运转状态的各种参数。通常用自动调谐设定就能得到非常稳定的运转。但是,在大负荷运动时有振动、噪声等讨厌现象出现时,或者要发挥适合机械的最好性能时,请参照下述各项,用参数调整。

运转时产生振动、噪声时

基本上都是发生在没有设定适合负荷的伺服增益的情况下。请按下述要领设定参数。

(1) 调整参数及其功能

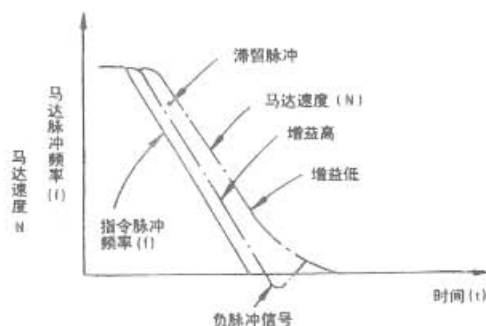
表示有关参数的种类和设定值的标准,当初始设定值为 J_L/J_M 时最佳。负荷变大产生振动、噪声时,在利用下述调整方法确认的基础设定。

①位置环路增益(PGN)

位置环路增益规定运转中的位置偏差计数器的滞留脉冲数。PGN 值大,滞留脉冲数变小,停止时的调整时间可以变短。PGN 值过大,停止时就会产生负脉冲信号,停止时就会有振动感觉。

负荷惯性矩比大时,如果仅仅 PGN 变大,那么,控制系统就变得不稳定,产生振动。因此,须在调整速度环路增益之后设定。

一般机械使用 $PGN = 35$ 。然而,负荷惯性矩大的机械要缩小 PGN 值。另外,使定位调整时间值变小时,就要使 PGN 值变大。以停止时出现负脉冲信号的设定值为极限。



(参考) 位置环路增益和滞留脉冲

运行中的滞留脉冲用速度(指令脉冲频率)和位置环路增益表达为下式:

$$\epsilon = \frac{f}{K_p} \dots\dots\dots (3-1)$$

其中 ϵ :滞留脉冲数(pulse)

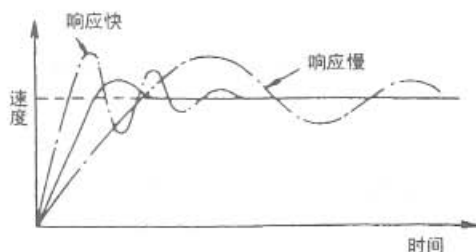
f :指令脉冲频率(PPS)

K_p :位置环路增益(rad/s)

K_p 过高,就有振动; K_p 过低,滞留脉冲就增加。高速运转时出现报警(AL52 误差过大)。

②速度环路增益(VGN)

负荷惯性矩比(J_L/J_M)变大,控制系统的速度响应下降,变得不稳定。一般是速度环路增益向增大的方向调整。这时 VGN 过高,在运行和停止过程中就产生振动(马达声异常),该值是 VGN 的临界值。考虑到机械误差及老化等因素,决定取小于上述临界值 50~80 的值。对于 1V 的速度指令阶跃输入的马达速度和波形,可以用监视器输出观测,其情形如下:



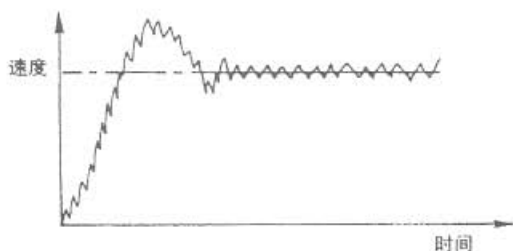
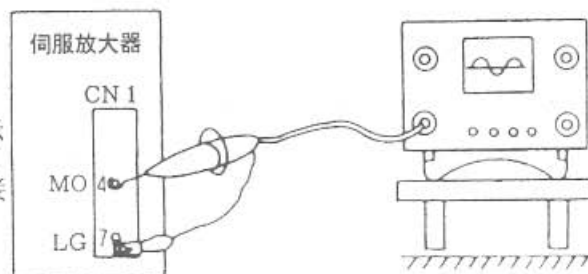
③速度积分补偿(VIC)

用于提高速度控制系统的频率响应和改善过渡特性时使用。例如用 VGN 设定,加减速时的超调不能变小时,提高 VIC 的设定就会有效。此外,严重旋转不稳时,减小 VIC 也会有效。

(2) 信号观测

使用示波器等观测马达速度。

速度反馈信号,请用检测针速度监视器观测。示波器置于此地面上,请注意探针不要与其他的连接器针接触。



(注)用示波器观测速度监视器,就有观测到左图所示的短周期脉动的时候。

这是为表达监视输出取 PWM 方式。

(3) 调整要领

①一般性调整

a. 使速度环路增益 VGN(Pr.12)慢慢变大,对机械振动(齿轮声音变大的点)设定小于此临界值 50 ~ 80 的值。

b. 位置环路增益 PGN(Pr.5 或 Pr.11),一般是初始值原样不动,不需要调整。

但是,负荷惯性矩大,即使按上述 a 项进行了设定,停止时的负脉冲信号不消除时,位置环路增益应变小。

②减少、低速马达转动不匀时

a. 将速度积分补偿 VIC(Pr.13)慢慢变小,对机械振动(齿轮声音变大的点)设定大于此临界值 5 的值。

b. 按上述①项调整。

③伺服 ON 马达出现目视可见的低频(4~6/S)左右向振动时

(负荷惯性矩与马达惯性矩之比非常大时)

a. 将位置环路增益 PGN(Pr.5 或 Pr.11)设定为 7。

b. 按上述①a 项调整。

c. 慢慢加大位置环路增益,设定的值要小于停止时产生负脉冲信号点的值。

④想要缩短定位调整时间提高停止性能时(负荷惯性矩与马达惯性矩之比不太大是实行该调整的条件)

(参考) 根据机械条件以下列值为各参数的标准进行设定。

①速度环路增益(VGN)

J_L/J_M	0	1	3	5
设定值	100	100	200	300

②速度积分补偿(VIC)

J_L/J_M	0	1	3	5
设定值	20	20	30	40

③位置环路增益(PGN)

J_L/J_M		0	1	3	5
设定值	标准	35	25	25	15
	最大	100	80	40	25

2.6.2 停止调整时间 t_s

停止调整时间 t_s 在下述情况时缩短

- (1) 位置环路增益 K_p 大时,
- (2) 输入脉冲频率小时
- (3) 指令减速时间 T_{psd} 长时

以滞留脉冲 ϵ 到达 ± 1 个脉冲之内的停止调整时间 t_s 为例:

$K_p = 25[\text{sec}^{-1}]$ 、 $f_c = 200[\text{kpps}]$ 在的条件下

$$T_{psd} = 0.1[\text{sec}] \text{ 时 } \text{约} \frac{8}{K_p} = 0.32[\text{sec}]$$

$$T_{psd} = 0.5[\text{sec}] \text{ 时 } \text{约} \frac{7}{K_p} = 0.26[\text{sec}]$$

(参阅图 2.10)

从实用方面看停止调整时间 t_s 如下:

(a) 精度

指令脉冲发射后到达目标位置 ± 1 个脉冲之内, 所需时间最多约 $0.32[\text{sec}]$ 。($T_{psd} = 0.1[\text{sec}]$ 时)

(b) 定位完毕信号(PF 端子)

当滞留脉冲进入参数设定值以内时, 定位完毕信号(PF 端子)输出。

通常, 停止调整时间是考虑直到定位完毕信号输出之前的时间, 所以, 请加进停止精度设定参数。马达进给到滞留脉冲达到 ± 1 个脉冲以内。

(c) 周期

因为停止调整时间 t_s 也需要包括在定位时间里, 所以影响到高频度定位时的周期时间极限。

4. MELSERVO - H 的性能与功能

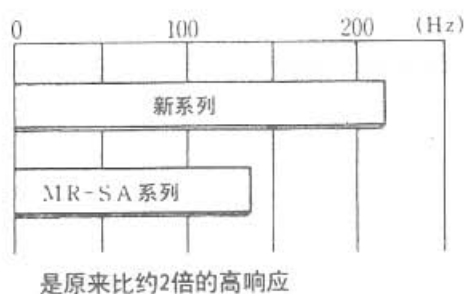
4.1 基本性能与功能

AC 伺服 MELSERVO - H 系列装配了 32 位 RISC 计算机。作为控制算法,新采用模型适应控制理论,达到老系列无法实现的各种性能的提高和功能完善。

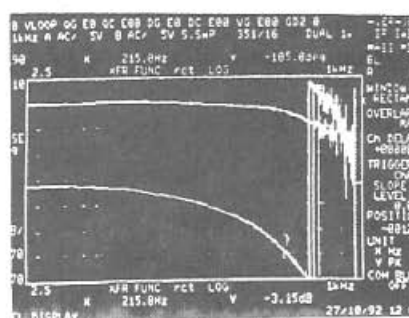
(1) 性能提高

① 频率响应约提高到 2 倍。

伺服的基本性能提高到 2 倍,这就是说,适用于超低速运转,可以抑制大负荷变动时的速度变动量。

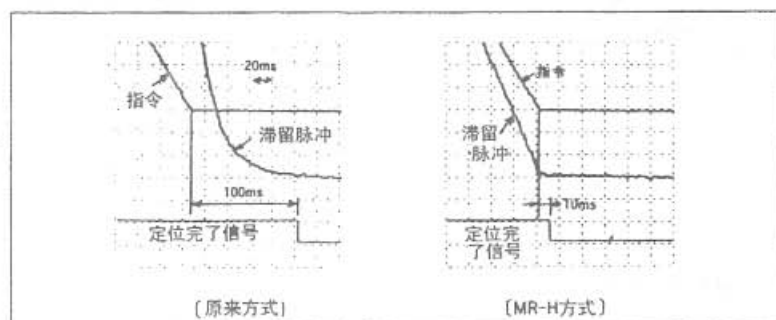
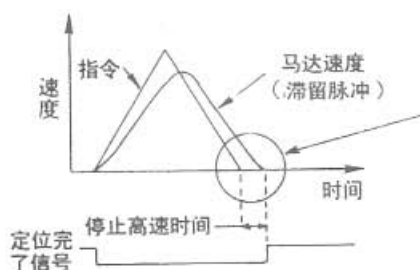


(参考数据 [HA-SH102])



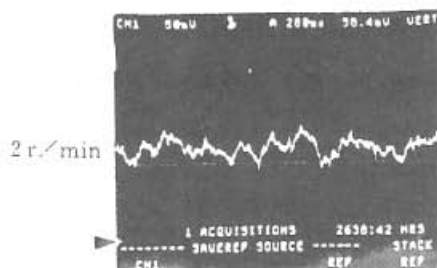
② 停止调整时间约缩短到 1/10,在 10ms 以内进行调整。

也能用于插入件、固定件等超高速定位所需的机械。

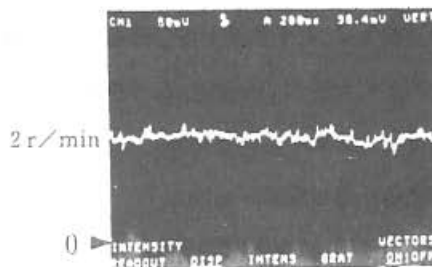


③ 超低速时的速度稳定性得到提高。

可用于速度控制范围 1:5000。也适用于机床等超低速进给。



[原来方式]

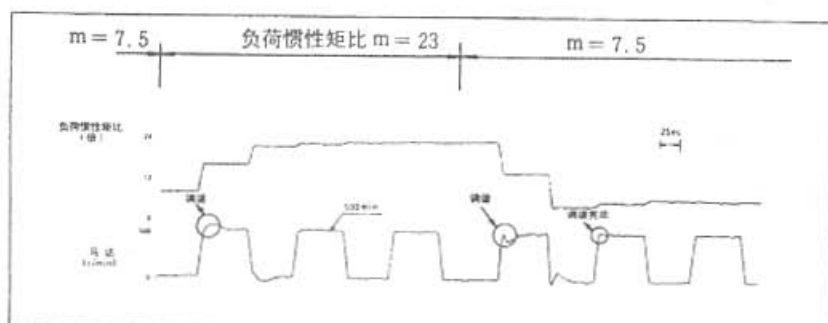


[MR-H方式]

④ 可以实时自动调谐

因为能恒定的自动调谐,所以,即使搬运机、升降机等负荷变动大的机械,也能经常保持稳定运转。

■对负荷的惯性矩在运转中变化时的速度响应的测定例

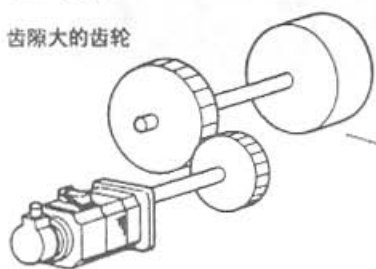


⑤ 即使是低刚性负荷也能加大增益运转,即使是齿轮联轴节、链等齿隙大的机械也能加大增益设定,可以快速定位。

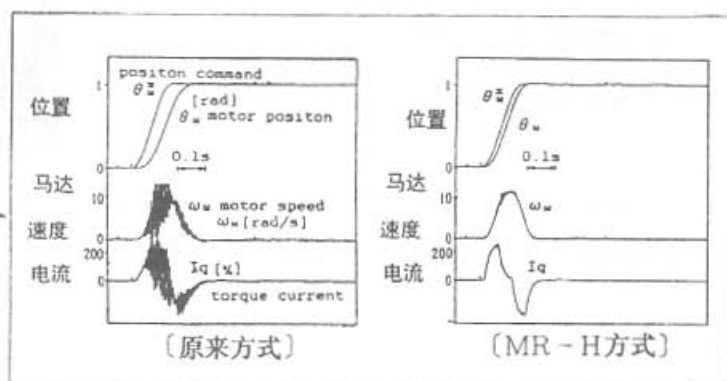
(原来方式)

(MR-H方式)

齿隙大的齿轮



惯性矩



〈参考〉

〔模型适应控制〕

模型适应控制由两部分组成:①不含实际机械的理想的伺服模型(刚性无限大,控制增益可设定为最大)②含实际机械的伺服控制系统。并且,如果使之分担对①的指令响应对②的机械指令偏差的修正,那么就可以组成对指令响应度高、对负荷变动也能充分响应的控制系统。

原来的控制方式,由于只有上述②的系统,响应度过高就引发机械系统的振动,只能获得不振动范围内的响应度。而模型适应控制则由①和②分别组成,可获得比原来控制系统更高的响应度。因此,可获得以下显著优点:

- 1) 能大幅度缩短停止调整时间
- 2) 即使超低速也能稳定运转
- 3) 提高了速度、转矩等控制精度。

[RISC]

RISC 是“Reduced Instruction Set Computer”的缩写,叫简化指令设置计算机。与老式的微处理机(为与 RISC)相比较,是简化了命令、命令格式的新型计算机。因而可以进一步提高处理速度,实时进行模型适应控制(前述)之类的庞大的计算处理。

(2) 大幅度提高再启动·诊断的伺服功能

- ① 备有专用多功能参数单元 MR - PRU01A。因为液晶画面是 13 字符 × 4 行,大幅度地提高了监视、诊断内容的信息量(参阅 4.5)
- ② 利用帮助功能可以查阅监视、参数一览表。可免去人工操作。
- ③ 因为显示报警原因,可以无人自动诊断故障。
- ④ 更容易地看马达不转动的原因,DIO 诊断,还可以显示临近报警时的数据、通电累积时间。
- ⑤ 试运转功能也能确认充实、简单的定位量。
- ⑥ 参数单元标准装备有参数复制功能、日、英(文)显示功能。

(3) 绝对位置检测系统(ABS)

绝对位置检测系统可由通用的可编程控制器和 AC 伺服 MELSERVO - H 系列构成。出现掉电或紧急停机等情况时,不需要断电后原点归位,现场再启动恢复作业很简单。

绝对位置检测系统如下表所示:

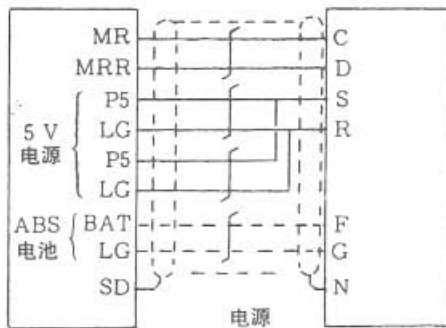
项 目	注 意 点
①对应标准伺服放大器 MR - H□□A	·请把 MR - BAT 电池(选择件)插入放大器。 ·请将参数 No.3 设定为 0000→10000,以便具有绝对位置输出功能。
②伺服马达配置 (HA·□H□□ - Y 型)	·使用带绝对位置检测器的 H 系列 Y 型马达。
③检测器电缆的接线	·请在增量检测器电缆的接线上追加电池电源的连接(BAT、LG 信号)。 (补充)选择电缆接线可适用于增量检测器及绝对值检测器。
④对应通用的可编程控制器	·AD71, AD71S2, A1SD71, A1SD71S2, A1SD71S7, FX - 1PG, FX - 1GM, FX - 20GM

在下述条件下不能构成绝对位置检测系统:

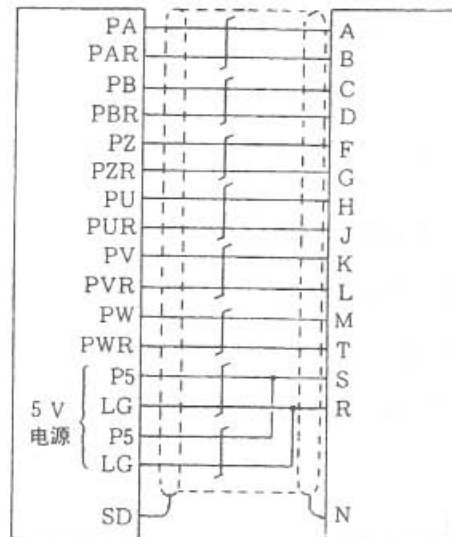
- ① 速度控制,转矩控制运转时
- ② 控制群切换(位置控制 $\leftrightarrow$ 速度控制、位置控制 $\leftrightarrow$ 转矩控制)时
- ③ 旋转轴、无限长定位等无行程的座标系统时
- ④ 掉电再启动功能有效运转时
- ⑤ 使用电子齿轮切换功能(选择)时
- ⑥ 使用报警码输出时

(4) 采用节省配线、高分辨率编码器

适用新开发的串行通信方式,用1对电缆传送全部信号(原来的是6对)。因此可以使用细电缆、弯曲强度高的电缆,提高可靠性。



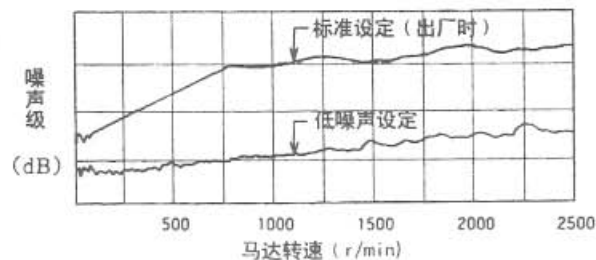
〔MR-H方式〕



〔原来方式〕

(5) 全部机型都标准装备有低噪声功能

由于主回路元件采用 IPM(Intelligent Power Module)智能电源组件,所以在 7.0KW 的范围内,全部机型可以标准的低噪音运转(设定参数),实现清洁安静工厂。



4.2 规格比较

表 4.1 规格比较表

项目		MELSERVO - J	MELSERVO - H
适用马达容量(W)		50 ~ 3500	50 ~ 22000
带制动器、减速机		带制动器:有 带减速机:有	带制动器:有 带减速机:有
编码器配线数		8 对	3 对
旋转速度 (r/min)	额定转速	1000/2000/3000	1000/2000/3000
	最大转速	1200/2000/4000	1200/2500/4000
最大转矩(%) (额定转矩比)		300	300
定位分辨率		4000P/R	8192P/R(HA - FH, MH) 16384P/R(HA - SH, LH, UH, RH)
自动调谐功能		○	实时
试验模式运转	无外部输入 运转	○(JOG)	○(JOG, 位置)
	无马达运转	○	○
控制模式的切换		利用参数进行 速度/位置切换	利用参数进行 速度/位置/转矩切换
频率特性(Hz)		90	200
速度 控制 规格	速度控制范围	1:1000	1:5000
	指令方式	内部参数:3 速 外部模拟:1 速	内部参数:7 速 外部模拟:1 速
	外部模拟指令输入	0 ~ ±10V	0 ~ ±10V
位置 控制 规格	脉冲串 I/F		开路集电极:200kpps 差动驱动器:200kpps
	脉冲串 方式	正·反脉冲	○
		脉冲 + 符号	○
		A, B 相	○
模拟监视		1ch 速度或电流	2ch 利用参数选择
数字 I/O		输入:6 点 输出:4 点	输入:12 输出:5 点
脉冲输出方式		开路集电极(也有差动方式)	差动, 开路集电极
低噪声		○	○
放大器 体积比	600W	0.5	1
	3.5kW	0.7	1

4.3 输入输出端子功能

MR-H 系列伺服放大器如下图所示,由放大器就可以全面做到外部设备的连接和监测,即使在盘内安装状态,也能容易进行这些作业。

与操作盘等连接的输入输出信号集约到端子台及连接器 CN₁、CN₃ (监视输出专用)

下页 4.2 表列出了 CN₁、CN₃ 的功能。

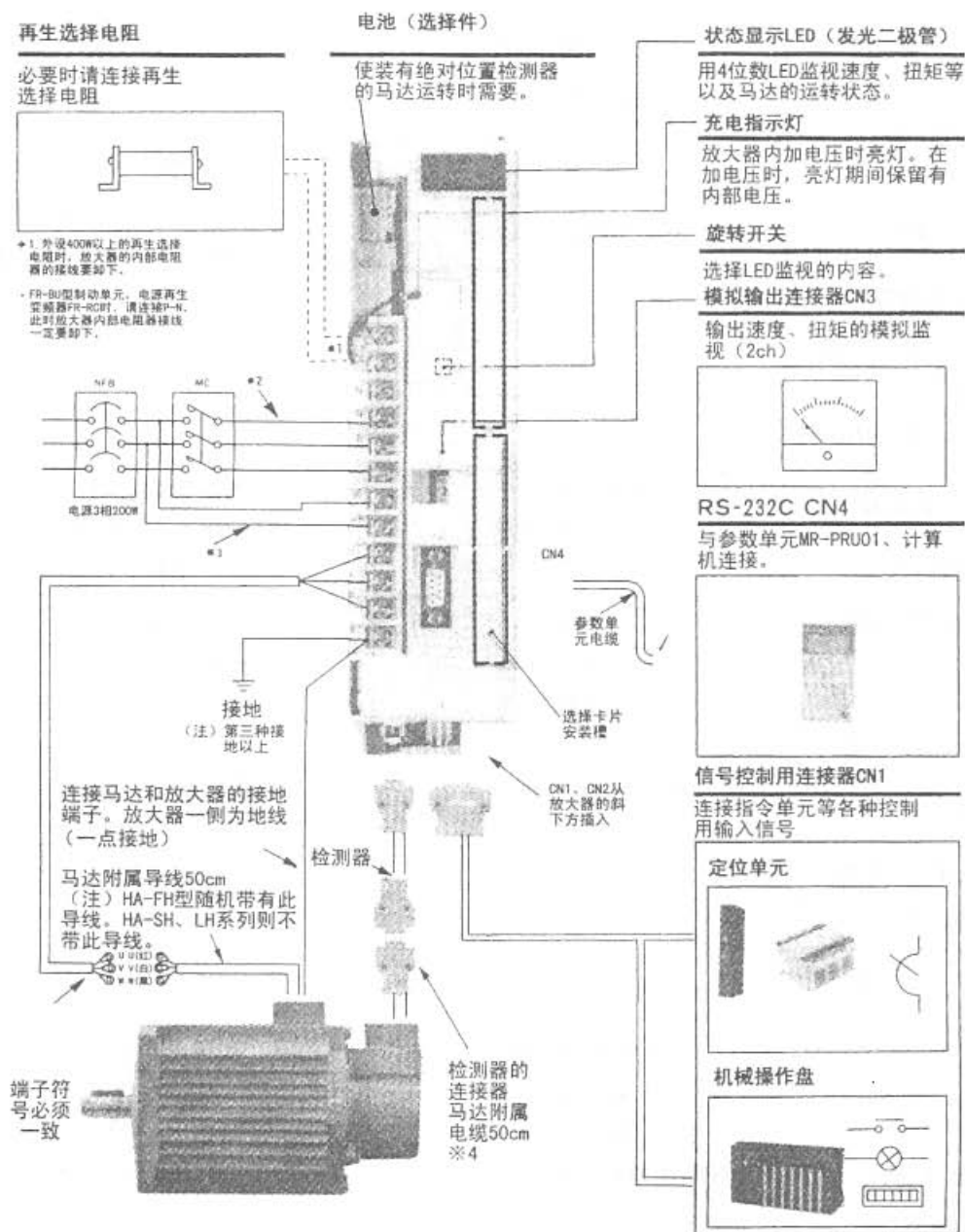


表 4.2 表示的是 CN₁、CN₃ 的输入输出信号端子功能,正如表中所示,即使是同一针,但因控制模式不同 CN₁ 的功能也有所不同。

另外,通过参数设定,还有能用表以外的其他功能的输入输出信号端子。(参阅参数 No.3、41、44)

表 4.2 输入输出信号功能

分 类	CNI 针 No.	信号 简称	内 容						参 考
			位置控制 模式	位置/速度 切换模式	速度控制 模式	速度/转矩 切换模式	转矩控制 模式	转矩/位置 切换模式	
数字输入 DI-1	12	SON	伺服 ON	←	←	←	←	←	可用 SG 间关闭 控制
	13	TL	外部转矩限制	←	←	←/-	←	-/-外部转矩 限制	
	14	PC	比例控制	←	←	←/-	←	-/-比例控制	
	15	RES	复位	←	←	←	←	←	SG 间开放,不 产生转矩
	38	LSP	正转行程末端	←	←	←/-	-	-/-正转行程 末端	
	39	LSN	反转行程末端	←	←	←/-	-	-/-反转行程 末端	
	37	CR	清除	←/(注2)	(注2)	(注2)/-	-	-/-清除	双方同时为 ON 时,选择内 部速度Ⅲ。同 时为 OFF 时 选择外部速 度。
	41	D10	速度控制选择	←	←	←	←	位置控制选择	
	42	D11	-/-速度Ⅰ 选择	←	速度Ⅰ选择	←/速度 限制Ⅰ选择	速度限制 Ⅰ选Ⅱ	←/-	
	43	D12	-/-速度Ⅱ 选择	←	速度Ⅱ选择	←/速度 限制Ⅱ选择	速度限制Ⅱ 选择	←/-	作为正,反转 的启动信号使 用。
	44	D13	-/-正转启动	←	←	←	←	←/-	
	45	D14	-/-反转启动	←	←	←	←	←/-	
脉冲串输入 DI-2	46	EMG	紧急停止	←	←	←	←	←	开路集电 极输入
	18	PRO	正转脉冲串	←/-	←	←	←	-/-正转脉 冲串	
	19	NPO	反转脉冲串	←/-	←	←	←	-/-反转脉 冲串	
	10	PP	差动正转脉 冲串	←/-	←	←	←	-/-差动正 转脉冲串	差动输出
	11	PPR	同上差动	←/-	←	←	←	-/-同上	
	35	NP	差动反转脉 冲串	←/-	←	←	←	-/-差动反 转脉冲串	
数字输出 DO-1	36	NPR	同上差动	←/-	←	←	←	-/-同上	开路集电 极输出
	49	RD	准备完了	←	←	←	←	←	
	48	ALM	故障	←	←	←	←	←	
	24	PF	定位完	定位完了/ 速度达到	速度达到	←/-	-	-/-定位完了	
	25	TLC	转矩限制中	←	←	←/速度 限制中	速度限制中	←/转矩 限制中	
数字输出 DO-2	23	ZSP	零速度	←	←	←	←	←	差动输出
	31	FPA	A 相	←	←	←	←	←	
	32	FPB	B 相	←	←	←	←	←	
	33	P	O 相	←	←	←	←	←	
	4	LA	差动 A 相	←	←	←	←	←	
	5	LAR	同上	←	←	←	←	←	
	6	LB	差动 B 相	←	←	←	←	←	
	7	LBR	同上	←	←	←	←	←	
	8	LZ	差动 Z 相	←	←	←	←	←	
模拟输入	9	LZR	同上	←	←	←	←	←	用模拟电压 0 ~ ±8V 监视马 达的速度和转 矩
	2	VC	-/-速度指令	←	速度指令	←/速度 限制指令	速度限制指令	←/-	
	27	TLAP	转矩限制 指令⊕	←	←	←/转矩 控制指令	转矩控制指令	←/转矩限制 指令⊕	
CN3	29	TLAN	转矩限制 指令⊖	←	←	←	←	←/转矩限制 指令⊖	
	4	MO1	监视输出 1						
	3	MO2	监视输出 2						
	1	MOC	公共线						

4.4 参数功能

参数功能正如 3.3 项中所述,是提前规定伺服运转条件的功能。对于 MR-H 系列来说,是由用户参数(No.00 ~ No.19)和扩展参数(No.20 ~ No.64)组成。表 4.3 是参数一览表。但就其重要性的级别来说,可分类为:(1)运转前必须设定的项目(2)配合机械、运转条件设定的项目(3)根据条件希望设定的项目(4)在特殊运转上需要设定的项目。

关于用户参数、扩展参数,请参阅 MR-H 说明书

(1) 参数一览

表 4.3 用户参数一览表

分类	No.	简称	名称	内容	初始值	单位	设定范围
用户参数	00	※MSR	马达系列	选择马达系列	---		0 ~ 5
	01	※MTY	马达型号	选择马达型号	---		023 ~ 3002
	02	※STY	伺服型 1	选择伺服型式(位置、速度、转矩)和再生选择	0000		000 ~ 050D h
	03	※STO	功能选择 1	设定伺服型式(位置脉冲 H/W 等)	0000		0000 ~ 0111 h
	03	CMX	电子齿轮分子	设定对指令脉冲输入的乘数	1		1 ~ 50000
	05	CDV	电子齿轮分母	设定对指令脉冲输入的除数	1		1 ~ 50000
	06	INP	定位完毕信号的滞留脉冲范围	设定输出定位完毕信号的滞留脉冲范围	100	pulse	0 ~ 50000
	07	PG1	位置控制增益 1	设定模型位置环路的增益	70	rad/sec	10 ~ 500
	08	PST	位置加减速时间常数	设定对于位置指令一阶滞后滤波的时间常数	3	msec	0 ~ 50000
	09	SC1	速度指令 1	设定内部指令速度的第一速度	100.0	0.1r/min	0.0 ~ 容许转速
	10	SC2	速度指令 2	设定内部指令速度的第二速度	500.0	0.1r/min	0.0 ~ 容许转速
	11	SC3	速度指令 3	设定内部指令速度的第三速度	1000.0	0.1r/min	0.0 ~ 容许转速
	12	STA	速度加速时间常数	对于速度指令(VC,参数)和速度限制指令,设定达到额定转速的加速时间。	0	msec	0 ~ 50000
	13	STB	速度减速时间常数	对于速度指令(VC,参数)和速度限制指令,设定达到额定转速的关系速时间。	0	msec	0 ~ 50000
	14	STC	S 字时间常数	对速度指令(VC,参数)设定 S 字加减速的时间常数	0	msec	0 ~ 50000
	15	TQC	转矩指令时间常数	设定对转矩指令一阶滞后滤波的时间常数	0	msec	0 ~ 50000
	16	TLC	转矩限制时间常数	设定对转矩限制指令一阶滞后滤波的时间常数	0	msec	0 ~ 50000
	17	MOD	监视输出模式选择	选择模拟监视输出的内容	0001		0000 ~ 0909 h
	18	DMD	显示模式选择	选择电源接入时使其显示的内容	0000		0000 ~ 1F1F h
	19	※BLK	参数模块	禁止写入参数(可以读出)	0000		0000 ~ FFFF h

(2) 运转前必须设定的参数

这里说明的参数是,如果设定出错,马达就不运转,就报警。运转前一定要进行确认,与初始值不一致时,请改变设定。

① No.00(M * MSR;马达系列)

由下表可知,运转的马达系列设定值为0、1和3。

设定值	马达系列
0	HA - SH
1	HA - LH(低惯性)
2	HA - UH
3	HA - FH
4	HA - RH(超低惯性)

② No.01(* MTY;马达型号)

设定运转的马达的额定值。

[设定]

由下表可知,马达的额定输出和额定转速用4位数设定

--	--	--	--

			伺 服 放 大 器 型 号											
	马达	容量 (W)	H10A	H20A	H40A	H60A	H100A	H200A	H350A	H500A	H700A	H11KA	H15KA	H22KA
小容量	HA - FH053	50	053											
	HA - FH13	100	13											
	HA - FH23	200		23										
	HA - FH33	300			33									
	HA - FH43	400			43									
	HA - FH63	600				63								
1000 /min	HA - SH81	850					81							
	HA - SH121	1200						121						
	HA - SH201	2000						201						
	HA - SH301	3000							301					
	HA - SH52	500				52								
	HA - SH102	1000					102							
2000 /min	HA - SH152	1500						152						
	HA - SH202	2000						202						
	HA - SH352	3500							352					
	HA - SH502	5000								502				
	HA - SH702	7000									702			
	HA - SH53	500				53								
3000 /min	HA - SH103	1000					103							
	HA - SH153	1500						153						
	HA - SH203	2000						203						
	HA - SH353	3500							353					
	HA - LH52	500				52								
	HA - LH102	1000						102						
低惯性	HA - LH152	1500						152						
	HA - LH202	2000							202					
	HA - LH302	3000								302				
	HA - LH502	5000								502				
	HA - LH702	7000									702			
	HA - LH11K2	11000										1102		
大容量	HA - LH15K2	15000											1502	
	HA - LH22K2	22000												2202
	HA - UH32	300			32									
	HA - UH52	500				52								
	HA - UH102	1000						102						
	HA - UH152	1500						152						
平滑	HA - UH222	2200							222					
	HA - UH352	3500								352				
	HA - UH452	4500								452				
	HA - RH103	1000						103						
	HA - RH153C	1500						153						
	HA - RH223C	2200							223					
超低惯性														

部分是出厂值。

③ No.02(*STY;伺服型)

设定运转的伺服环路(控制模式)和使用的再生选择电阻。

[设定值]

0	0	
---	---	--

选择伺服环路

0:位置

1:切换位置和速度

2:速度

3:切换速度和转矩

4:转矩

5:切换转矩和速度

位置:脉冲串

速度:模拟·内部3速·内部7速

转矩:模拟

选择再生选择电阻

0:不使用外接再生选择电阻时,或使用11KW以上的附属再生电阻器时。

1:FR-RC,FR-BU型制动单元

2:MR-RB013

3:MR-RB033

5:MR-RB32

6:MR-RB34

7:MR-RB54

8:MR-RB30

9:MR-RB50

B:MR-RB31

C:MR-RB51

E:用风扇冷却11KW

以上的附属再生电阻器提高能力时

注:再生选择电阻的适用对象

请根据下表选定各伺服放大器所对应的再生选择电阻,设定参数。

伺服放大器型号	内置 制动器	外接再 生电阻器 (附属品)	再 生 选 择									(注2) 特殊 选择
			MR-RB013	MR-RB033	MR-RB30	MR-RB31	MR-RB32	MR-RB34	(注1) MR-RB50	(注1) MR-RB51	(注1) MR-RB54	
MR-H10A,MR-H20A	-	-	10	30	-	-	-	-	-	-	-	-
MR-H40A,MR-H60A	50	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-
MR-H100A	80	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-	-
MR-H200A	80	-	-	-	-	-	-	300	-	-	500	-
MR-H350A,MR-H500A	130	-	-	-	300	-	-	-	500	-	-	-
MR-H700A	170	-	-	-	-	300	-	-	-	500	-	-
MR-H11KA	-	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800
MR-H15KA,MR-H22KA	-	600	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1300

注1.请设置冷却风扇。

2.参数No.2改变时,要相应地设置电阻器冷却风扇。

④ No.03(*STO;功能选择1)

设定位置伺服运转时的脉冲串输入 I/F。另外,在采取电磁制动动作和顺控程序时进行选择。

[设定]

0 0

选择脉冲串输入方式

0:开路集电极方式

1:差动接收方式

※1:由于输入连接器的针不同,请注意。(参阅下图)

2:MELSEC-A 的各种定位单元(AD71 除外)、

FX-1GM 为开路集电极方式。

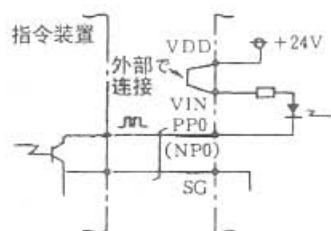
电磁制动器的顺控程序信号有效·无效(改变 CN1 的 No.23 针功能)

0:无效……CN1 的 No.23 针为零速度检测信号。

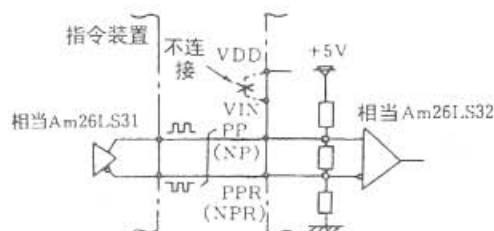
1:有效……CN1 的 No.23 针为电磁制动器 ON 输出信号。

※当选择“1”时,CN1 的 No.23 针于伺服 ON 时 ON,伺服 OFF 时 OFF,因此用伺服 ON 信号可以控制电磁制动器的 ON/OFF。参阅(3)项⑤。

· 采用开路集电极方式还是差动驱动方式,其配线不同。请按下图进行配线。



(a) 开路集电极方式



(b) 差动方式

⑤ No.21(*OP2;功能选择3)

设定位置伺服运转时的脉冲串输入 I/F。另外,还选择低噪声功能。

0

选择低噪声

0:非低噪声

3:低噪声

选择脉冲串形态

0:正转、反转脉冲串

1:带符号脉冲串

2:AB 相脉冲串

指令脉冲输入信号

逻辑

0:正逻辑

1:负逻辑

※1.关于脉冲串输入 I/F 的内容,请参阅 3.5.4 项(1)的⑤。

2. MELSEC-A 的各种定位单元(AD71 等),FX-1GM 为负逻辑的正、反转脉冲串。

(3) 必须按照机械规格,运转特性曲线设定的参数

这里说明的参数是当设定出错时,移动量和设计值不一致,所以请务必按规格设定。

- ① No.4,5(CMX,CDV;电子齿轮)……仅在位置伺服时需要。

以参数 No.4 为分子、参数 No.5 为分母,设定其比率。

关于机械规格的比率的关系,在 2.5.1 项有详细记载,请参阅之。

(制约条件)

1) No.4、No.5 分别设定 1 ~ 50000 的整数。

2) 比率设定范围:1/50 ~ 50

- ② No.6(INP;到达位置范围)……仅位置伺服时需要。

设定输出定位完毕信号(PF)的滞留脉冲的范围。参阅 3.3 项(3)(3-1)。

- ③ No.9 ~ 11(SC1,SC2,SC3;参数速度 1 ~ 3)……仅速度、转矩伺服时需要。

设定内部参数速度。

外部模拟设定时不需要。

- ④ No.12,13(STA,STB;加速、减速的时间常数)……仅速度伺服时需要

按照运转特性曲线设定加速时间和减速时间,对于外部模拟指令也有效。

[内 容]

对速度指令(外部、内部 3 速)设定达到额定速度的加速时间,或设定从额定速度降至停止所需要的减速时间。参阅 3.3 项(3)(3-2)②。

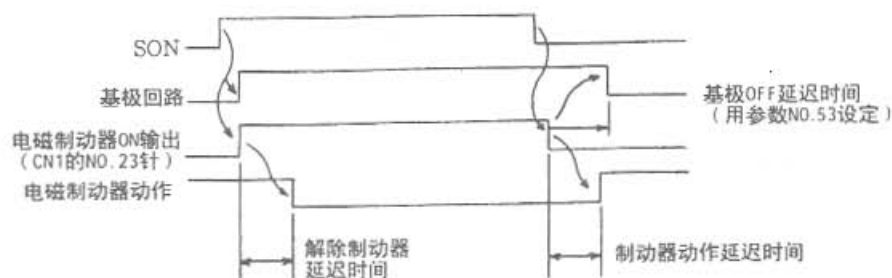
- ⑤ No.03,53(*STY,MBR;电磁制动器顺控程序)……仅在上下轴等部位使用电磁制动器时需要。

用电磁制动器等将机械方面进行机械性固定时,伺服方面必须要置于伺服 OFF。因而在上下轴时有发生因制动器和伺服 OFF 的定时偏移导致负荷坠落等事故。针对这种情况,用参数 No.3,53 编制防坠落顺控程序。

- 1) 参数 No.3……参阅上面的(1)项④

若设定下数第二位为“1”时,就输出和伺服 ON 连动的电磁制动器 ON 信号。

- 2) 使 SON 信号 OFF,电磁制动器信号 OFF 之后,用参数 No.53 设定实际上直至切断基极回路的延迟时间。因此,使用安全制动器时,以制动延迟时间为基准进行设定。



(4) 希望根据条件设定的参数

① No.19(※BLK;参数模块)

限制参数参考范围和写入范围

调整结束后开动参数模块可以防止误操作。

出厂时可只写入基本参数(No.00 ~ No.19),因而,需要扩展参数设定时,还要进行设定。

设定值	可 参 考 参 数	可 写 入 参 数
0000	基本参数	基本参数
000A	参数 No.19	参数 No.19
000C	基本参数 + 扩展参数	基本参数
000E	基本参数 + 扩展参数	基本参数 + 扩展参数

② No.42(※IP2;输入信号选择 2)

可以强制 LSP/LSN、SON 信号为 ON 状态。速度控制运转时无行程末端的机器可以省略外部配线。

此外,有切换转矩限制值功能。

[设 定]

0

转矩限制值(下图参照)

设定值	TL 信号 OFF 时	TL 信号 ON 时
0	内部转矩限制值(No.40) 有效	外部转矩限制值有效
1	最大转矩(300%) 有效	内部转矩限制值(No.40) 有效

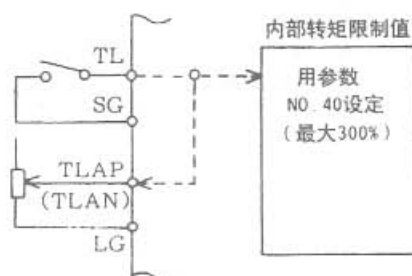
SON 信号强制 ON
LSP 信号强制 ON
LSN 信号强制 ON

设定为“1”时,无外部配线,强制保持 ON 状态。
设定为“0”时,用外部配线 ON 之后转为 ON 状态。

※:转矩限制值切换

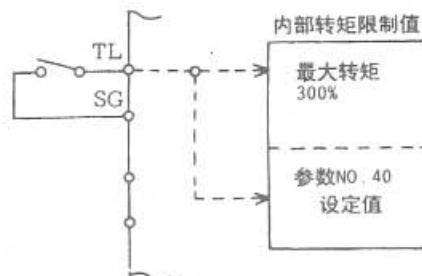
① 下第 1 位为“0”

[内部转矩限制值/外部转矩限制值切换]



② 下第 1 位数为“1”

[最大转矩/内部转矩限制值切换]



4.5 显示·诊断功能

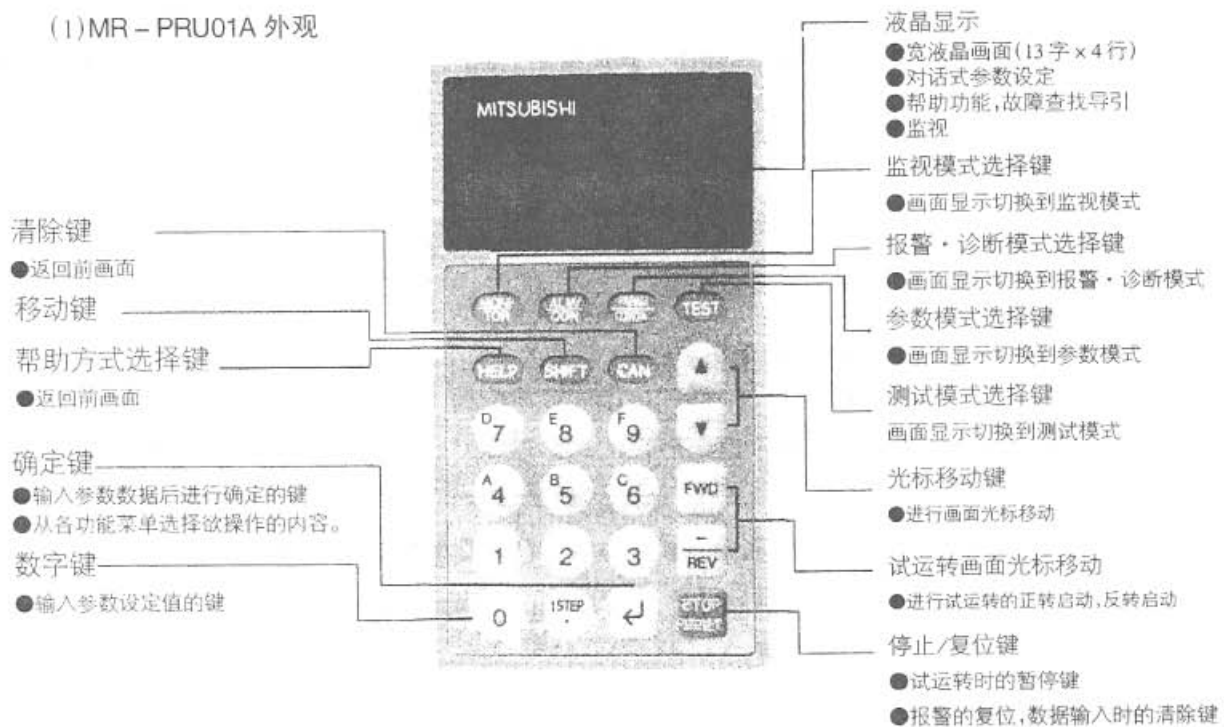
MR-H 伺服放大器与 MR-J 伺服放大器相比较,显示·诊断功能也得到大幅度的扩充。

这些功能可以通过专用参数单元 MR-PRU01A(选择件),很容易调出。

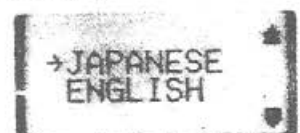
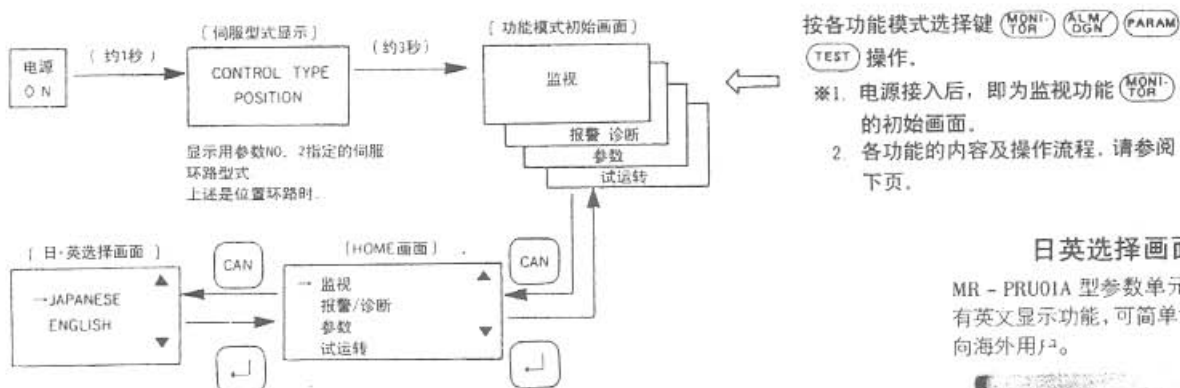
4.5.1 参数单元 MR-PRU01A

用 13 个字符×4 行的液晶画面进行运行状态的监视和报警诊断。除此之外,MR-PRU01A 还可以进行参数设定、启动时的试运转。

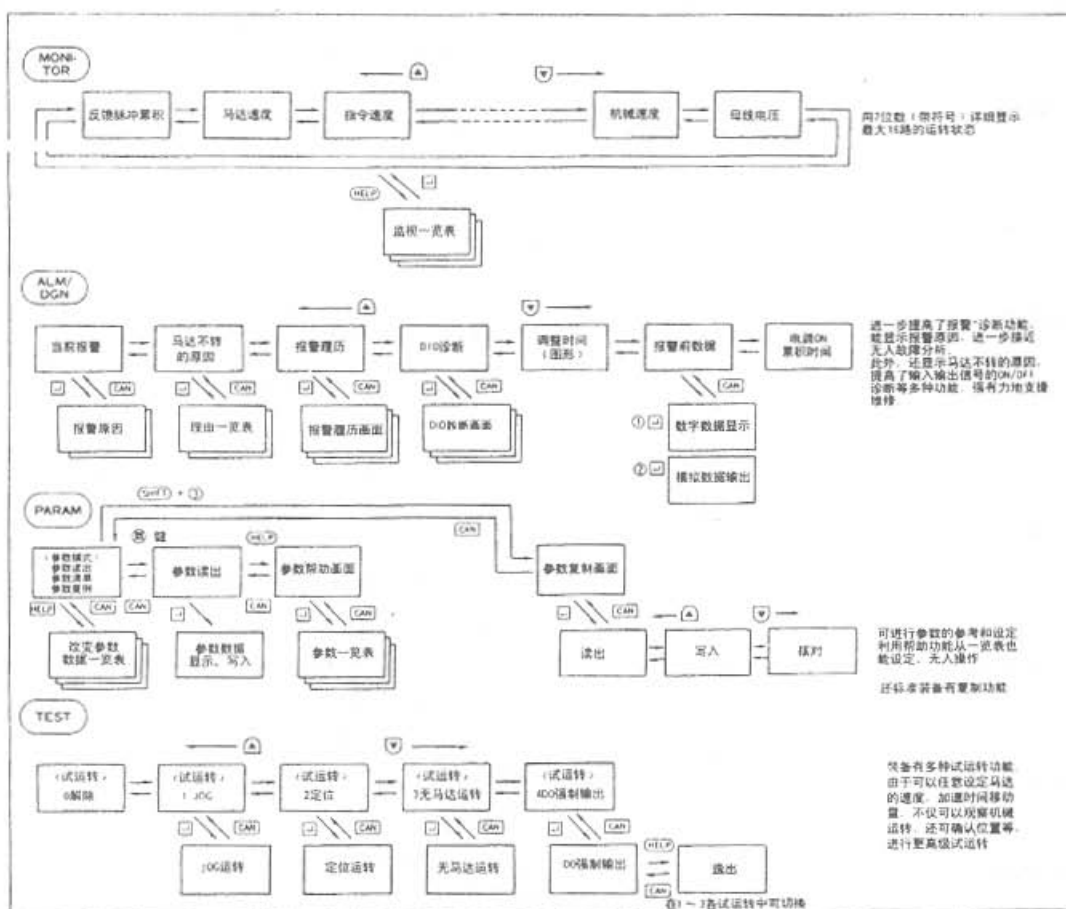
(1)MR-PRU01A 外观



(2)MR-PRU01A 的功能与流程



(3) 功能一览



4.5.2 监视

(1) 采用 MR-PRU01A 参数单元的监视

监视表 4.5 所示最大 16 种运转状态。因为参数单元的画面是 13 字符 × 4 行, 所以内容、单位也能同时显示。

表 4.5 参数设备 MR-PRU01A 的监视显示

名 称	日文表示	表示范围	单位	内 容	位置	速度	转矩
反馈脉冲累积		- 999999 ~ 999999	脉冲	准备结束之后,计数、马达的移动量。超过 999999 时,从 0 开始。 按“RESET”时复位为“0”显示,反转时带有一符号。	○	○	-
马达旋转速度		- 4600.0 ~ 4600.0	r/min	表示马达的旋转速度。反转时带有一符号。	○	○	○
指令旋转速度		- 4600.0 ~ 4600.0	r/min	表示输入到伺服放大器的指令速度(内部速度指令时为参数设定值)。	○	○	○
滞留脉冲		- 999999 ~ 999999	脉冲	表示偏差计数量的滞留脉冲数。反转侧脉冲带有一符号。	○	-	-
指令脉冲累积		- 999999 ~ 999999	脉冲	计量、显示位置指令输入脉冲。脉冲倍率(CM/CDX)之前的值,有时与反馈脉冲累积不一致。按“RESET”时,复位为“0”显示。反转侧脉冲带有一符号。	○	-	-
指令脉冲频率		- 400 ~ 400	kpps	表示位置指令输入脉冲的频率,单位是小数点显示位置为 kpps。脉冲倍率之前的值。反转脉冲带有一符号。	-	-	-
速度指令电压		0.00 ~ ± 10.00	Volt	表示速度指令(速度限制指令)电压。全量程 10V。用参数进行全刻度切换,用 10V 表示。	-	○	○
反转转矩限制 指令电压		0.00 ~ - 10.00	Volt	表示反转侧转矩限制(转矩控制)指令电压。转矩控制指令时为 0 ~ ± 8V。	○	○	○
正转转矩限制 指令电压		0.00 ~ 10.00	Volt	表示正转侧转矩限制指令电压。	○	○	-
再生负荷率		0 ~ 100	%	表示对再生电力的再生容许的%,根据再生任选件的有无,再生容许值有所不同,请正确设定参数 No.2	○	○	○
实际负荷率		0 ~ 300	%	表示连续实际负荷转矩。额定转矩时为 100% 显示。	○	○	○
最大负荷率		0 ~ 300	%	用%表示加减速时的最大转矩。马达额定转矩为 100%	○	○	○
转一周的位置		0 ~ 16383	脉冲	将转一周的位置用检测器的脉冲单位表示	○	○	○
ABS 计数器		0 ~ 65535	rev	将 ABS 检测器的多次旋转计量器的值,作为原点 0 表示。	○	○	○
机械速度		0 ~ 999.00	m/min	表示旋转速度乘以用参数 45 设定的机械速度常数的值。	○	○	○
母线电压		0 ~ 400	Volt	表示电路变换器的母线电压。	○	○	○

(2) 采用伺服放大器主机的监视

运转状态的监视(表 4.5)除用参数设备之外,也可用伺服放大器主机的 4 倍数 LED。监视内容的选择可以用主机的旋转开关进行(0~C),它独立于用 MR-PRU01 选择的内容。

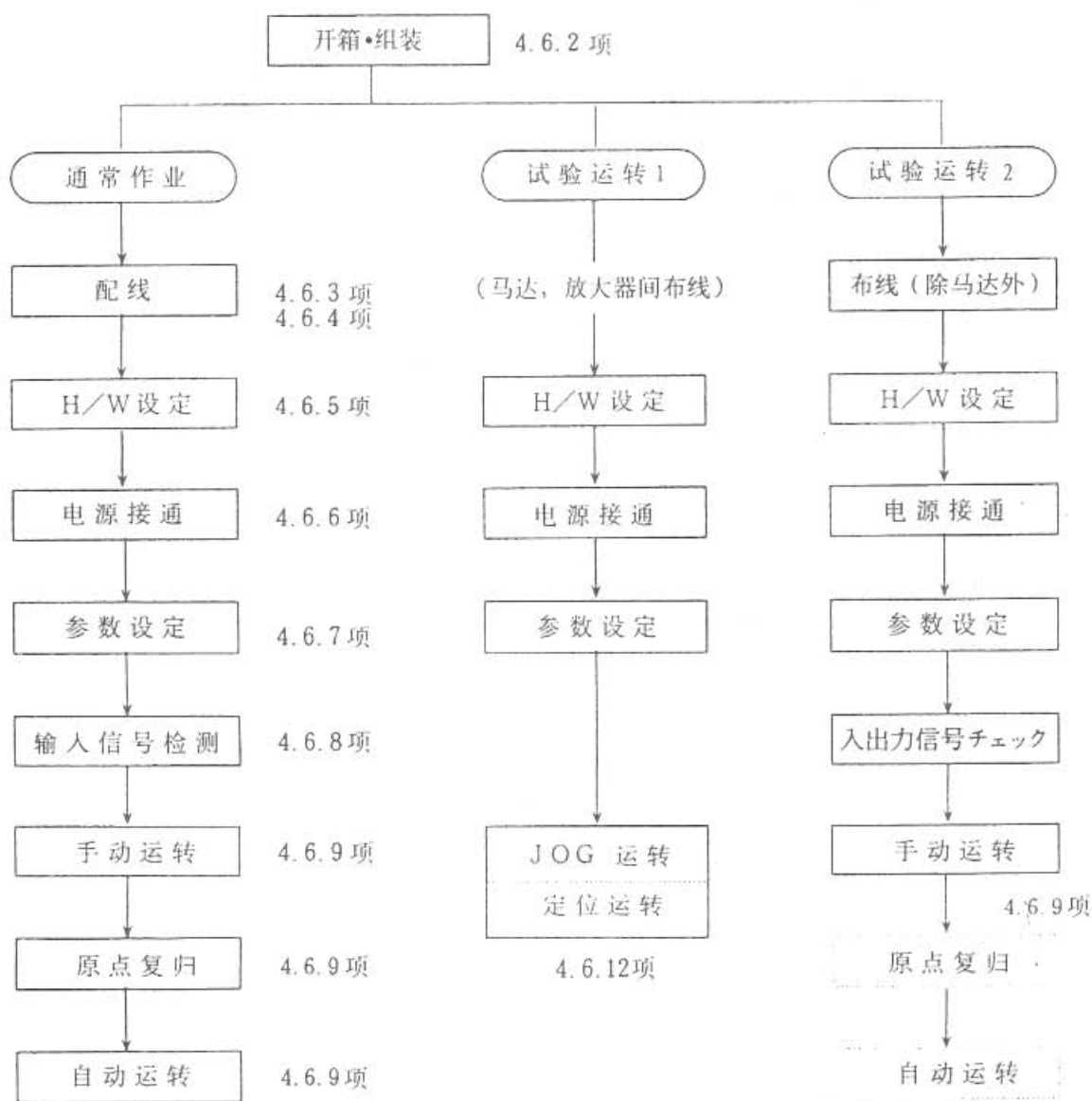
表 4.6 监视内容与旋转开关的设定

旋转开关 位置设定	简称	显 示 内 容		
		位置	速度	转矩
0		用参数选择的电源投入后的显示内容		
1	Fr	马达 F/B 旋转速度	马达 F/B 旋转速度	马达 F/B 旋转速度
2	Cr	—————	马达指令旋转速度	—————
3	E	滞留脉冲	—————	—————
4	P	指令脉冲累积	—————	—————
5	PA	指令频率	—————	—————
	F	—————	速度指令电压	速度限制指令电压
6	UP	- 转矩限制指令电压	- 转矩限制指令电压	转矩指令
7	Vn	+ 转矩限制指令电压	+ 转矩限制指令电压	—————
8	Ld	再生负荷率	再生负荷率	再生负荷率
9	JA	执行负荷率	执行负荷率	执行负荷率
A	Jb	最大贡荷率	最大贡荷率	最大贡荷率
B	Cy	马达转一周内位置	马达转一周内位置	马达转一周内位置
C	SP	机械速度	机械速度	机械速度

4.6 从安装到运转

购入本产品之后,请将伺服马达,伺服放大器组装在机器和控制盘上进行运转。这些作业都要按产品附带的“使用说明书”进行。按照作业顺序,4.6.1项介绍了整体作业的流程,4.6.2项以后按顺序说明了各作业的要点。

4.6.1 从装配到运转的作业流程。



通常作业顺序。在 4.6.2 项以后介绍其要点。

无外部配线时马达单机或装有马达的机械能简单运转。配线前,想只确认机械的动作时,由操作盘不能顺利运转,只用伺服系统确认是很方便的。

无马达时,只能确认包括指令的电气部分的动作。为进行原点复归、自动运转,必须设置电气的假设原点。

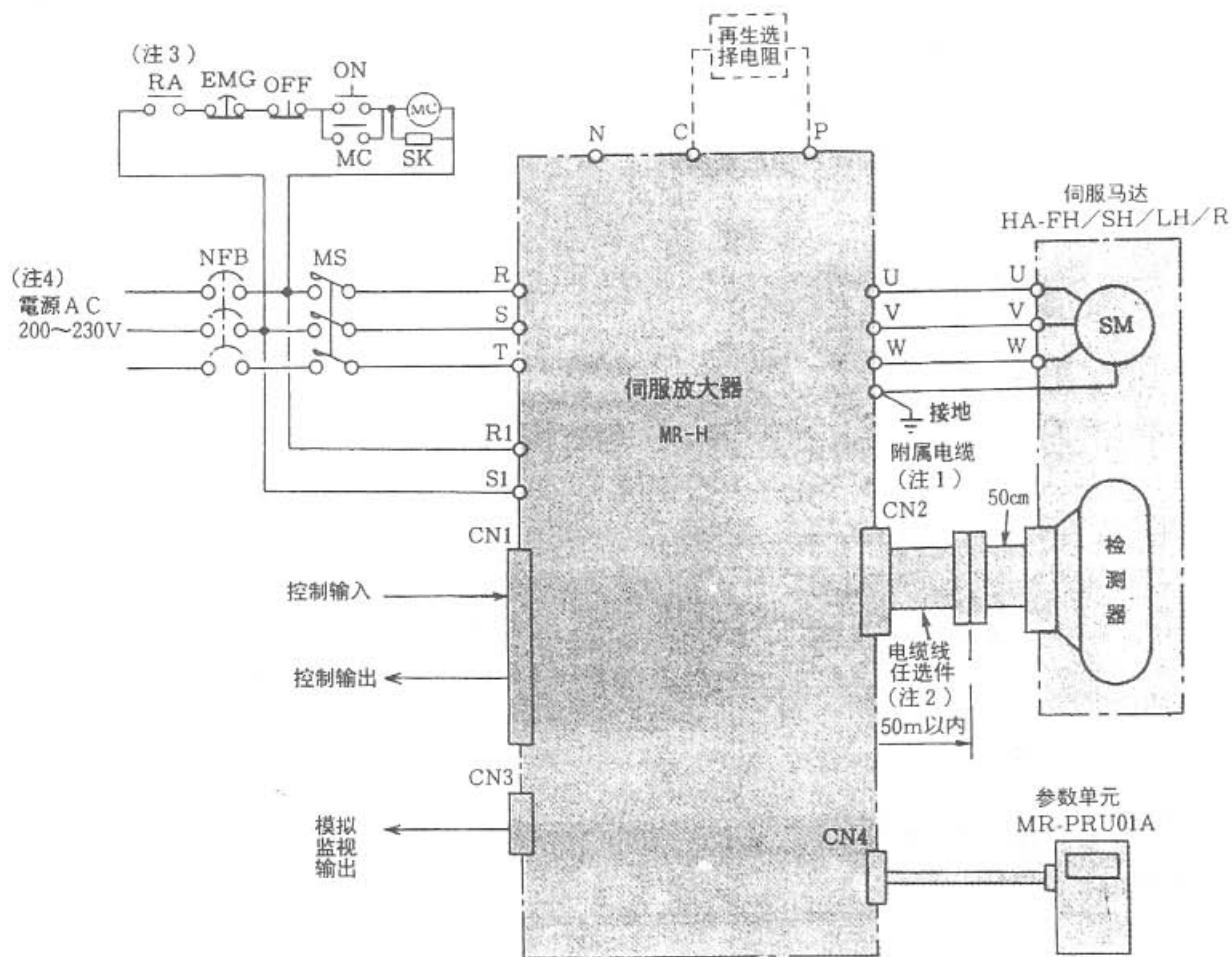
4.6.2 安装

开箱之后按操作说明书,装配在机器和控制盘上。

请参考 3.5.2 节, 内容与 MR-J 相同。

4.6.3 配线系统和顺序

(1) 配线系统



注1. 附帶電纜用于 HA-FH 系列馬達。

2.备用的专用电缆为任选件。

·MR-HCBL M·····HA-FH 马达用

·MR-HSCBL M-HA-SH/HA-LH/UH/RH 马达用

3. 伺服放大器有故障输出时为 OFF。

4.7KW 到 22KW 在 50Hz 时为 200~220V。

5KW 以下在 50.60HZ 时,可使用 200-230V。

图 4.1 配线系统图

(2) 主回路的连接和电源接通顺序

- ① 如下图所示,电源配线一定要在 R,S,T 上接上电磁接触器。根据外部程序,报警时电磁接触器要处于 OFF 状态。
- ② 在控制电路 R1,S1 上连接上电源之后,在伺服放大器内部执行初始处理(最大 1 秒)。当没有连接主回路电源 R,S,T 时,主机 LED 显示不停地发出报警,当主回路 R,S,T 上连接上电源之后,报警就解除,恢复正常动作。
- ③ 初始处理后经过 110ms 后,能连接接收伺服 ON(SON)信号。当已输入伺服 ON 信号时经 80ms 之后,输出 RD 信号,就可运转了。
- ④ 打开复位(RES)信号时,基极切断,马达轴为自由状态。
- ⑤ 控制回路构成请参考 4.6.4 节的连接例。

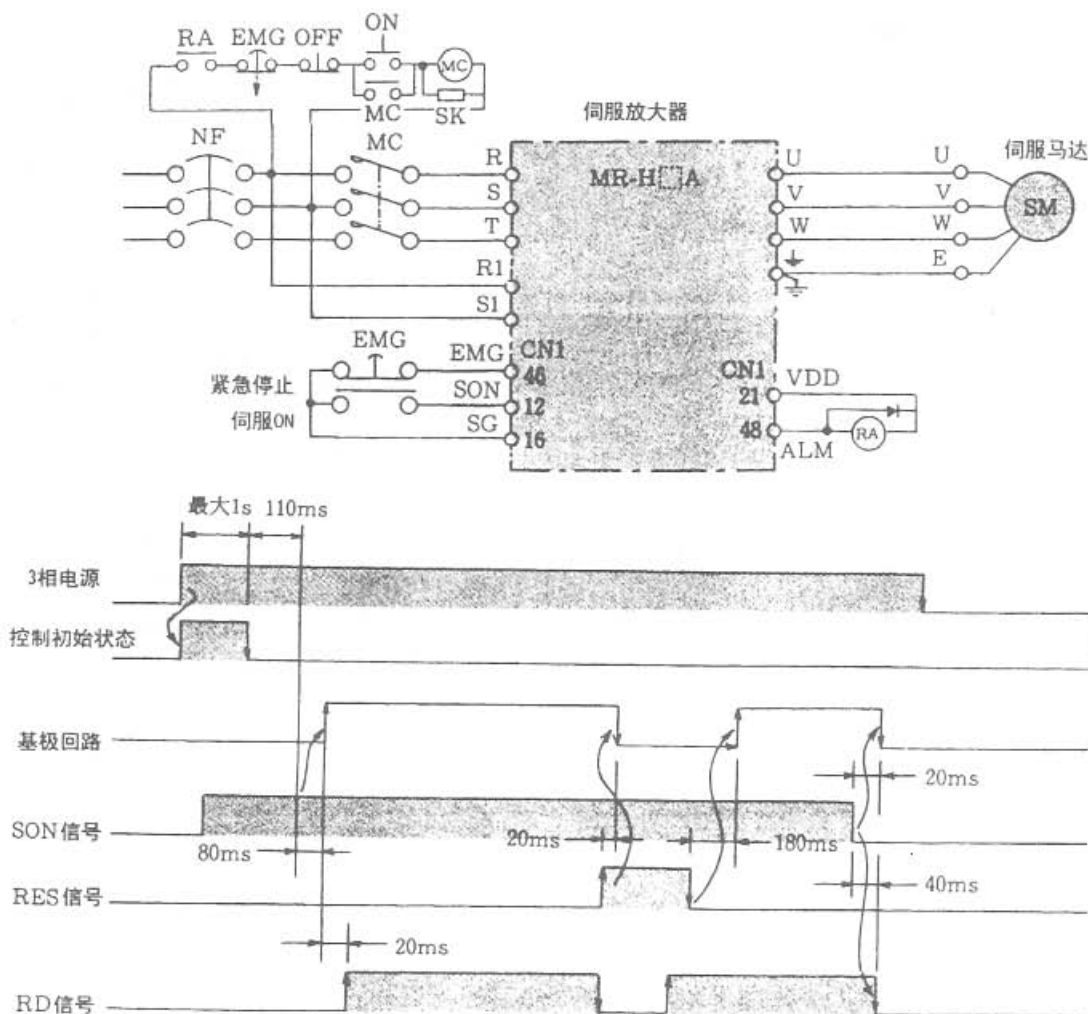


图 4.2 电源接通的时间图

(3) 紧急停止回路

紧急停止钮与伺服放大器的外部连接。一按紧急停止钮,发电制动器就工作,马达紧急停止。这时报警 AL55 灯亮, RD 输出信号切断。

注1. 紧急停止钮要避免高频度的开关操作,只有在紧急时才能使用。

2. 发电制动器只能在马达旋转中才能产生制动力。

由于没有停止时的保持力,为防止在上下轴停电时落下,请使用电磁制动器。

(4) 发生报警时的时间图

伺服放大器发生报警,则基极回路切断,同时发电制动器工作,马达紧急停止。报警的解除用 RES 信号或电源开—关来实现。有关过负荷的警报在 RES 信号时可以解除。

※伺服 OFF 时报警不能复位。

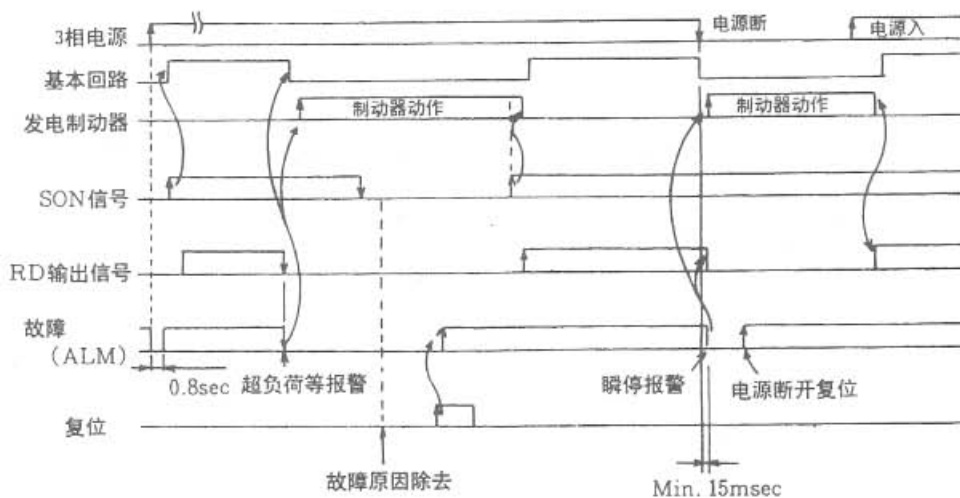


图 4.3 图 异常时的时间图

- 要点**
1. 因过电流、超负荷而发生报警时,若在不消除报警产生原因而重复运转,有时会因升温而引起元件破损。因此,要在消除产生原因的同时,冷却约 30 分钟后再运转。
 2. 发生再生异常时(AL30),用电源的开关重复运转,会因再生电阻器的发热而引起事故,是很危险的。请务必注意。
 3. 当瞬停 15msec 以上时,保护电路起动。之后持续停电数 10msec(20—30msec)以上时,电源切断,保护电路也复位,电源复归时,返回初始状态。为防止危险,一定要在报警时切断 SON。
 4. 发生报警时,指令位置不能保持。再起动时,请执行原点复归。

(5) 公共线

下图表示伺服放大器的内部电源(24V, 15V)及其公共线。

电源为两系统分离, 请正确配线。

在受到外部噪声影响时, 请使用屏蔽线, 并牢固接地。

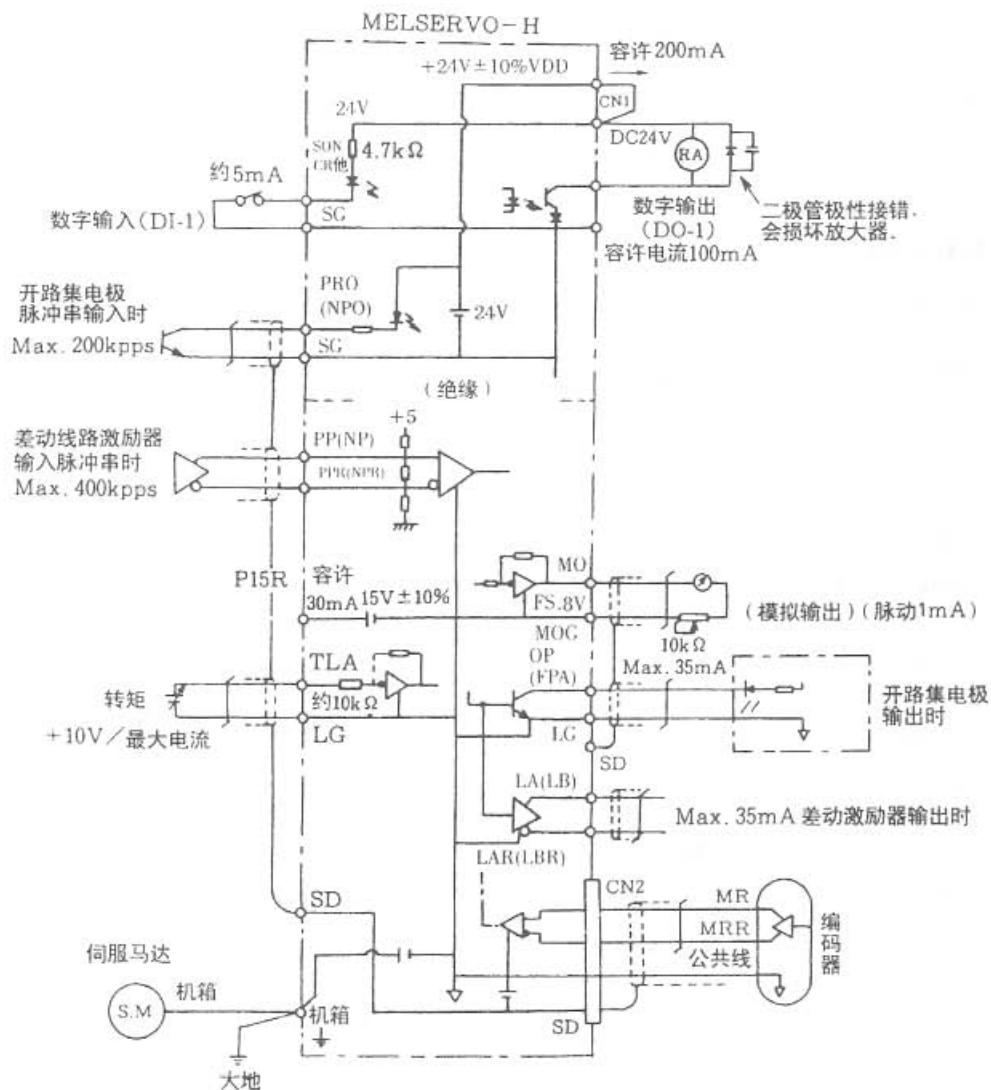


图 4.4 MR-H 放大器的公共线

(2) 速度控制时连接最小限度所必需的输入输出信号。

为使马达运转,需要以下最低限度的连接。不需连接输出信号。

- 1) 伺服 ON……由于是接通主回路的信号,所以运转前必须开着(ON)伺服系统。ON 时,为伺服锁定状态,用参数 No.42 能强制打开(ON)。
- 2) 速度 I、II……速度指令可选择参数设定值或外部模拟设定值。下图是用参数设定的。
- 3) 正转、反转启动……作为启动信号使用。
- 4) 正、反转行程末端……没有机械端 LS 时,可用参数 No.42 强制 ON。
- 5) 复位……用于报警的解除。解除报警使用主回路电源 OFF 也可实现,所以不是绝对需要的信号。
另外,将复位信号为 ON 时,解除伺服锁定,马达自由运转。
- 6) 紧急停止……b 点必须连接。

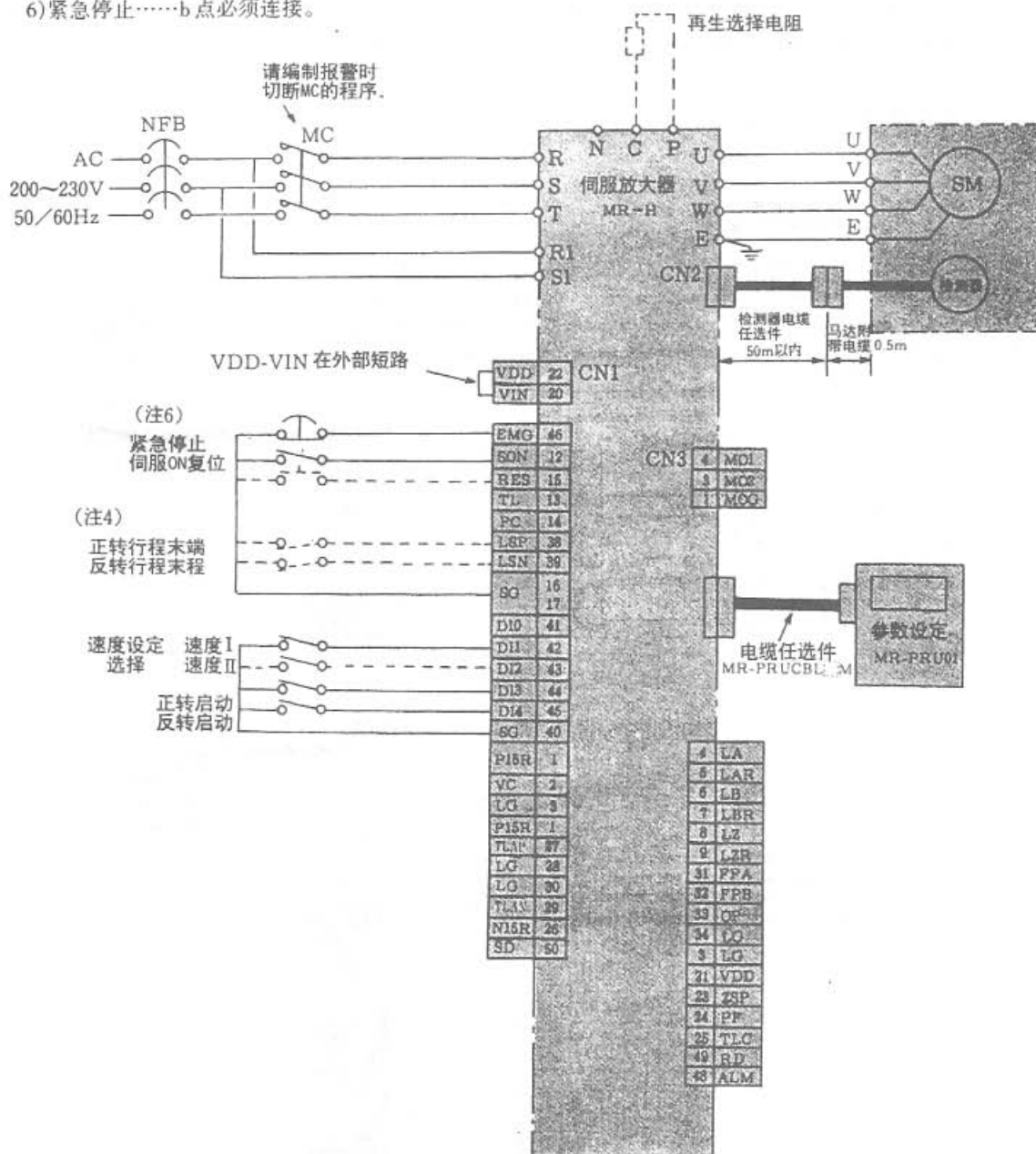


图 4.6 速度控制时的连接

〔补充说明〕 速度指令回路的构成

(1) 速度设定的选择(D11,D12)

马达速度由参数(SC1,SC2,SC3)的设定值或外部的模拟值决定,用速度设定选择信号的切换来选择其速度。

速度指令		D11	D12
参数设定速度	第一速	ON	OFF
	第2速	OFF	ON
	第3速	ON	ON
外部模拟指令(VC)		OFF	OFF

(2) 启动信号(ST1,ST2)

用正、反转启动信号(ST1,ST2)实现马达的启动和停止。ST1,ST2 同时为 OFF 或 ON 时减速,停止到伺服锁定状态。

用外部模拟电压进行速度设定时,马达的转向与电压极性、启动信号的关系如下表所示。

模拟电压(VC)的极性	正转启动 ST1ON	反转启动 ST2ON
⊕	正转	反转
⊖	反转	正转

(3) 外部配线例

使用外部模拟回路的速度指令回路的构成。

模拟电压的极性只有为⊕时,可以正、反转。

(4) 设定参数7速……扩展功能

利用参数 No.41 的设定,可以使用 7 种参数速度。其参数速度和速度选择信号的关系如下所示。

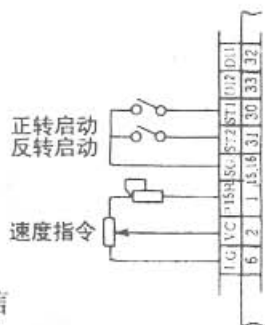
① 参数 No.41

将设定“□□1□”时,参数7速(No.9~11,30~33)是有效的。

②速度选择信号(DI0,DI1,DI2)

增加 DI0 作为速度选择信号,利用 ON/OFF 的组合,包括外部模拟指令,最多共有 8 种速度可供选择。

速度指令		DI0	DI1	DI2
参数设定速度	第1速(No.9)	ON	OFF	OFF
	第2速(No.10)	OFF	ON	OFF
	第3速(No.11)	ON	ON	OFF
	第4速(No.30)	OFF	OFF	ON
	第5速(No.31)	ON	OFF	ON
	第6速(No.32)	OFF	ON	ON
	第7速(No.33)	ON	ON	ON
外部模拟指令(VC)		OFF	OFF	OFF



(3) 转矩控制时最低限所需的输入输出信号的连接。

- 1) 伺服 ON……由于连接主回路的信号,运转前伺服系统必须置于 ON。用参数 No.42 可强制其为 ON。
- 2) 转矩控制指令……设定输出转矩。
- 3) 速度 I、II……速度控制指令可选择为参数设定值或外部模拟设定值。下图是用参数设定的。
- 4) 反转、正转选择……用于启动信号。
- 5) 复位……用于解除报警。也可用主回路电源解除报警,所以不是绝对需要的信号。

另外,复位信号为 ON 时,解除伺服锁定,马达自由运转。

- 6) 紧急停止……一定要连接 b 接点。

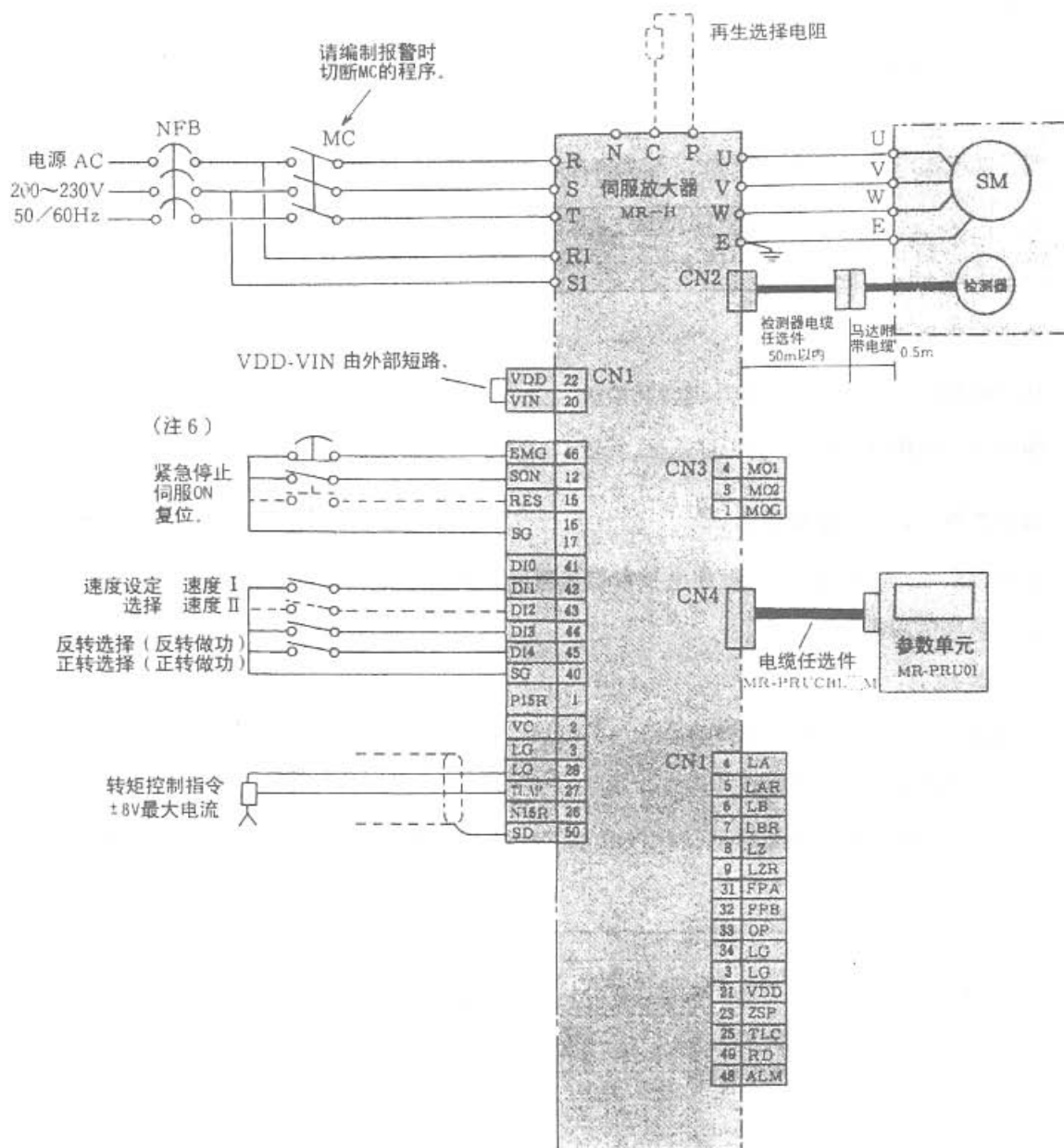


图 4.7 转矩控制时的连接

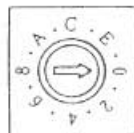
4.6.5 H/W 设定

(1) 旋转开关的设定

放大器的旋转开关根据刻度盘 0 ~ C 的刻度调整之后再接上电源。

在 D、E、F 位置上接入电源,会产生显示出错,务必注意确认位置。

刻度为 0 ~ C 位置时请选择放大器前面的 LED 监视内容(参考表 4.6)。



旋转开关 CS1

(2) 电池的安装

使用带绝对位置检测器的马达时,请在放大器中安装存储专用选择电池(MR - BAT)。

4.6.6 电源接通

按照与 MR - J 情形(参考 3.5.5 项)相同的检查和顺序,接通电源。

4.6.7 参数设定

连通电源之后,初始设定适合运转条件的参数值。

由于有 4.4 项介绍的参数,所以请根据设计规格进行设定。特别对 4.4 项的(2)、(3)所介绍的参数,务必进行确认。

(1) 参数设定的操作



在设定扩展参数(No.20 以下)时必须解除参数模块

为防止误操作引起的参数重写,设定结束后,请执行参数模块

参数设定之后,电源一旦为 OFF→ON,有时是有效的。设定后,请把电源 OFF→ON 作为基本参数。

(2) 参数模块的解除

出厂时,参数的参考、设定范围只限于基本参数(No.00 ~ No.19)。当变更扩展参数时,请解除参数模块。参数模块的解除根据参数 No.19 的设定。

设定值	可参考参数	可设定参数
0000(出厂时)	基本参数	基本参数
000A	参数 NO.19	参数 NO.19
000C	基本参数 + 扩展参数	基本参数
000E	基本参数 + 扩展参数	基本参数 + 扩展参数

(3) 设定参数的操作

使用专用参数单元 MR - PRU01 进行参数的设定和调用。

参数设定后立即有反应,设定后,使用一次主电源 OFF/ON,它也有反应。作为基本操作设定后,应注意,使用一次电源 OFF/ON。

〔操作顺序和内容〕

- ① 选择 MR - PRU01 的参数模式



- ② 键入欲设定的参数 No.



- ③ 键入设定数据



- ④ 键入下一个参数 No.



〔反复地设定参数清单的全部数据〕



〔主电源 OFF〕



〔主电源 ON〕

〔键 操 作〕

按 **PARAM** 键

键入 **0**

键入 **↓**

键入 **3**

键入 **↓**

键入 **1**

〔画面显示〕

```

<パラメータモード>
Pr.No.          : No.
プリスト       : HELP
コト           : SFT+3
    
```

```

<セッテイモード>
Pr.No.          : 0
ヨミダシ       : 4
    
```

```

0 モータリース
0 ~ 5
    
```

```

0 モータリース
Pr.No.          : 1
    
```

```

<セッテイモード>
Pr.No.          : 1
ヨミダシ       : 4
    
```

4.6.8 输入输出信号检测

使用参数单元 MR-PRU01 还能监视控制信号用连接器 CN1 的输入输出信号的 ON/OFF 状态。

在输入运转指令之前,请检查操作盘、机械上的开关的连接状态。

[操作顺序和内容]

- ① 选择 MR-PRU01 的报警诊断模式

[键 操 作]

按 ALM/DGN 键

[画面显示]

```
1 1st AL--
アラーム
```

- ② 调用 DIO 诊断功能

按 3 次 ▽ 键

```
4 DIO診断
ON
OFF
確認
```

- ③ 在 DIO 诊断画面上检查 ON/OFF 状态

按 ✓ 键

按 ▽ 键

按 ▽ 键

(1画面目)

```
DI SON TL
PC RESO
LSP LSN
CR DIO
```

(2画面目)

```
DI DI1 DI20
DI30 DI40
EMG
```

(3画面目)

```
DO RD FF
ZSP TL
ALM OP
```

注1. 画面的 表示 ON 状态, 表示 OFF 状态。

2. DIO 信号数、名称因伺服环路形式的不同而异。

~~~~~ MEMO ~~~~~

## 5.1 轴放大器内置的控制器性能和功能

---

简易定位(Point-to-Point)的用途有如下要求。

- (1) 单纯的 Point-to-Point 定位以及一般产业机械、机床的辅助轴用。
- (2) 作为高速、高频度的用途,可用一定距离的重复定位。

适合于上述要求的产品就是内置 1 轴放大器的控制器。

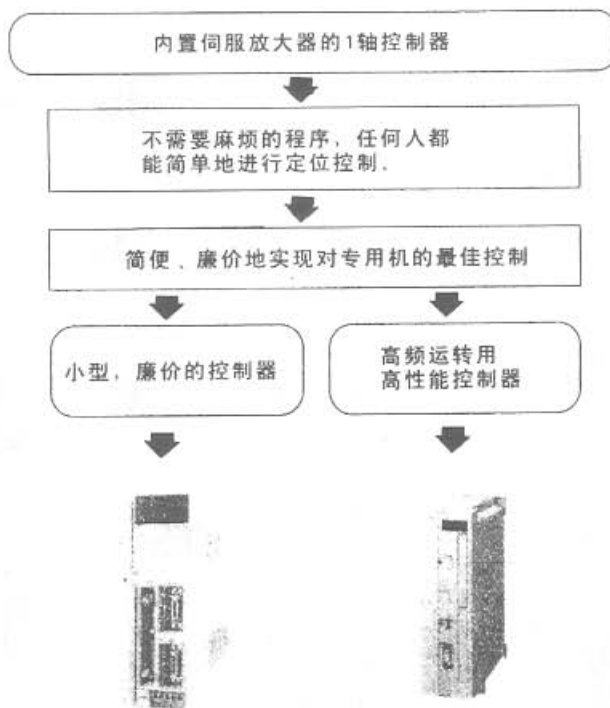
该控制器不需要定位用的程序,只事先设定点的开/关(ON/OFF)信号,就可以定位。而且定位点有示教功能,能够简单地设定,定位控制器和伺服放大器为一体的小型机,可以节省配线。

该产品有二种机型,请见照片 1,2。

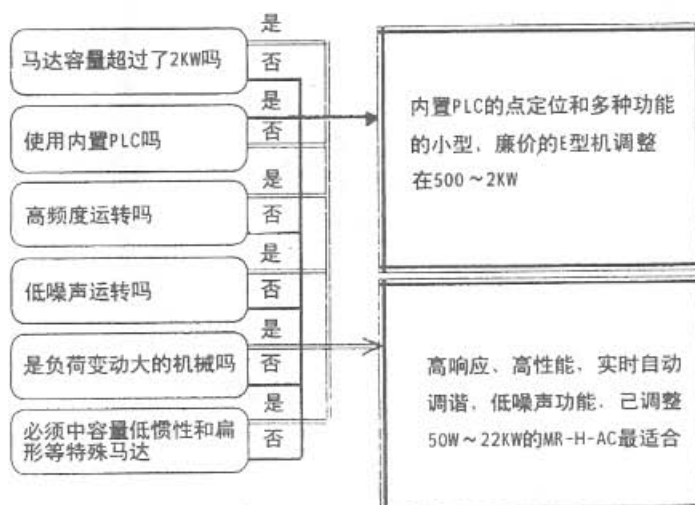
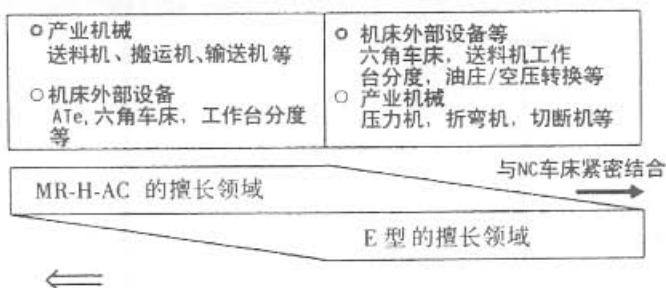
一种是以 MR-J 系列为基础的通用普及型产品,内置顺控功能的 E 型机。另一种是以 MR-H 系列为基础的高速、高频度机型,为高性能 MR-H-AC。

## 5.1 规格上的分类

### (1) E型和MR-H-AC



MR-H-AC



## 5.2 E型机的基本性能和功能

### 5.2.1 输入输出端功能

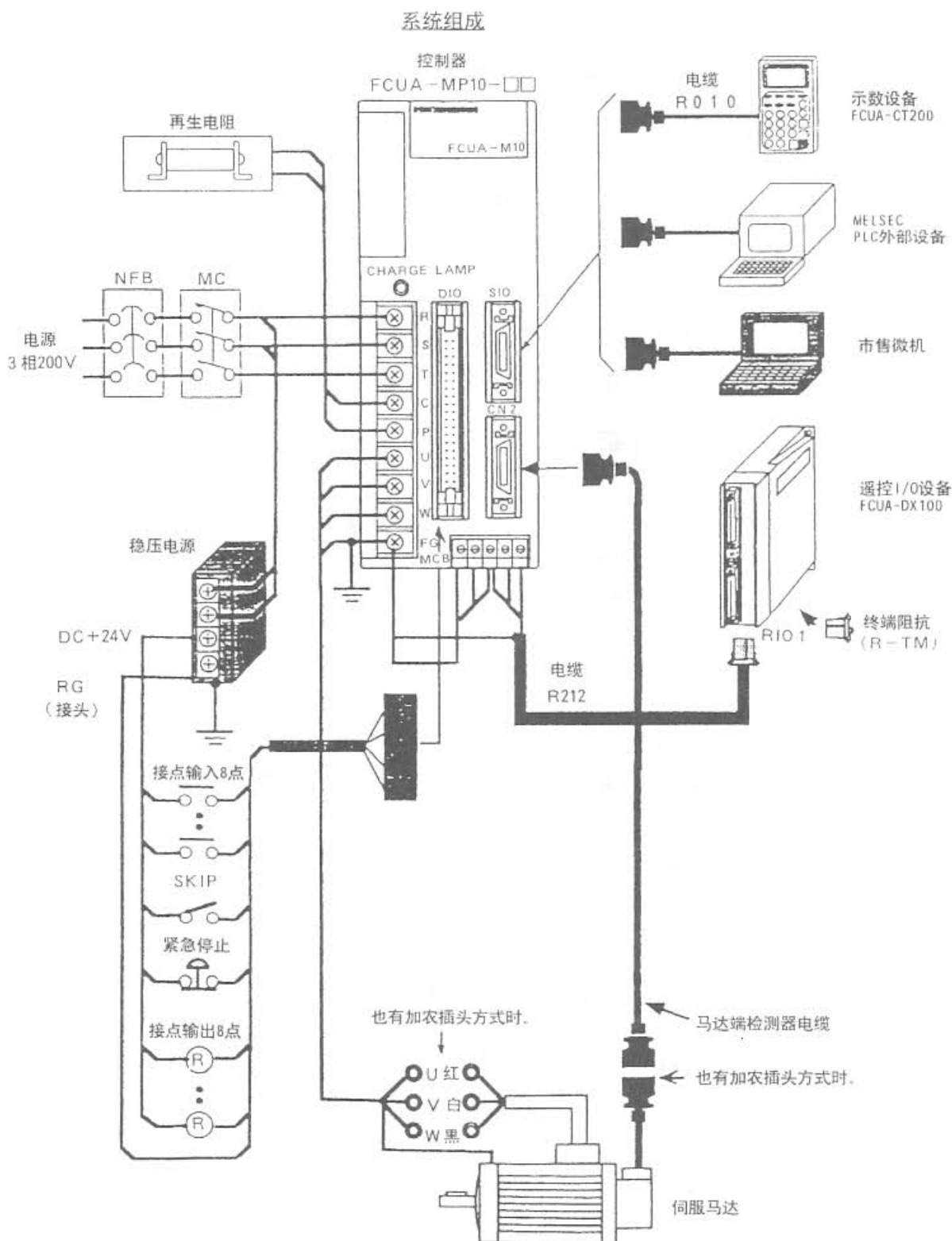
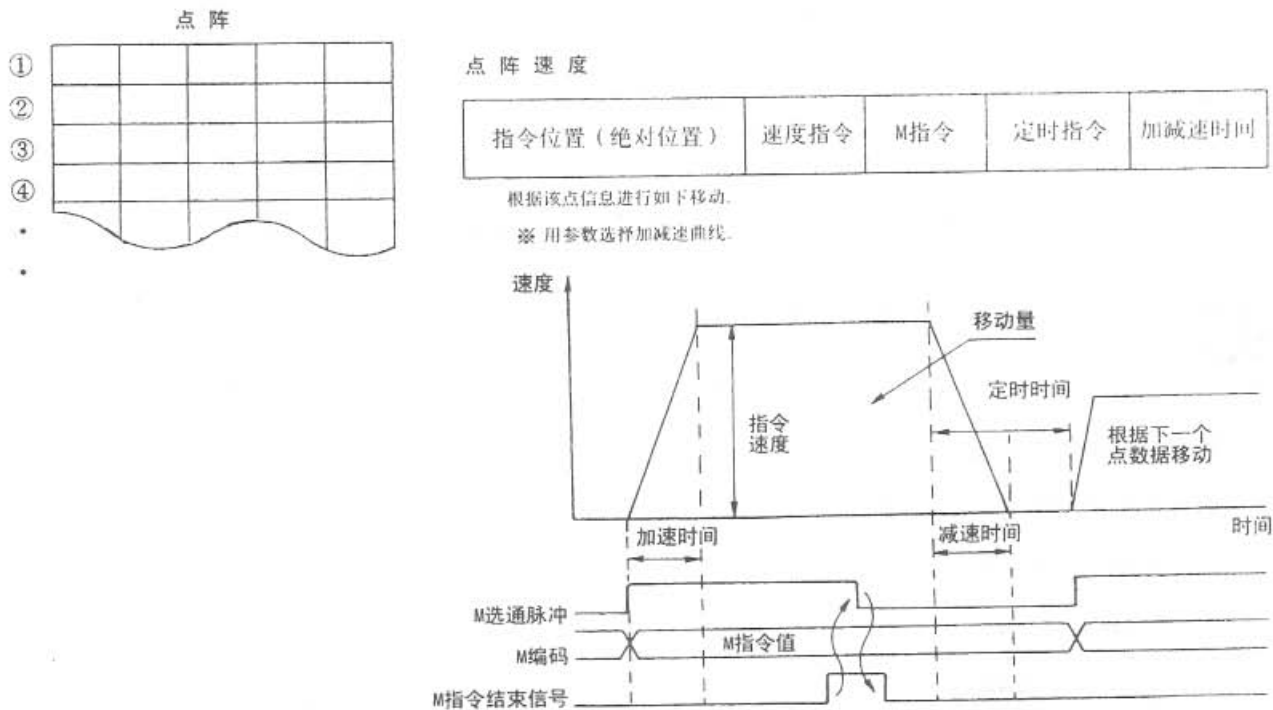


图 5.1 E 型机的组成图

### 5.2.2 特点

#### (1) 定位指令不要编程,而用简单的点阵方式

点阵方式就是将向某一位置定位动作作为 1 个单位,它所需要的数据作为点数据处理。将该点数据按执行顺序排列,作为点串,就成为一个程序。

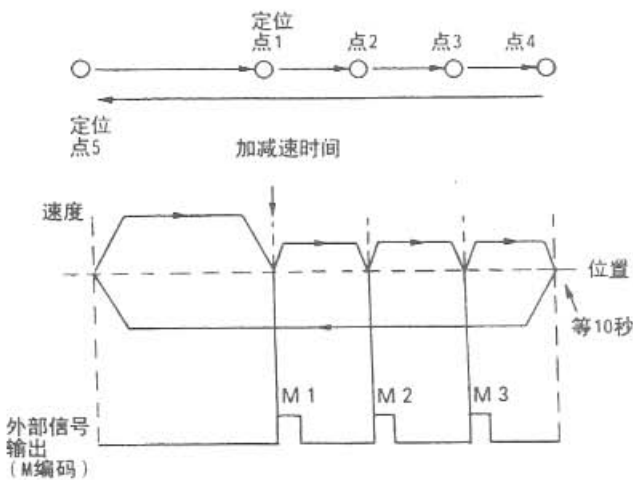


| 项 目     |       | 规 格                                                                       |
|---------|-------|---------------------------------------------------------------------------|
| 程序数     |       | 采用点阵的程序一个,另外还有采用内置 PLC 的点阵。                                               |
| 点数      |       | 标准:8 点、最大:64 点(遥控 I/O 连接时)。                                               |
| 点 阵 数 据 | 位置指令  | 指令位置以机械座标系统原点为位置数据 0,用绝对位置指令。                                             |
|         | 速度指令  | 指定移动速度。速度数据有直接指定和参数速度编号指定两种。                                              |
|         | M 指令  | 标准:M 编码 0~7(用内置 PLC 可任意变更)。<br>指令开始时就输出 M 编码和选通脉冲信号。<br>用 M 指令结信号,则指令就结束。 |
|         | 定时指令  | 定位结束后,设定到下一个点的等待时间。连续定位的减速校验:指令减速(0),到位减速(-1),不减速(-2)。                    |
|         | 加减速时间 | 指定加减速时间。※加减速曲线的选择用参数设定。                                                   |

表 5.1 点程序规格

### 利用点阵方式的定位指令

将定位动作所需的信息(位置、速度、M 指令、定时值、加减速时间)设定在点阵里,根据外部信号,可进行一个点的定位或连续点串的定位。



点阵的设定

|     | 位置数据 | M 指令 | 定时指令 | 速度指令   | 加减速时间 |
|-----|------|------|------|--------|-------|
| 点 1 | 500  |      | - 1  | F10000 | 200   |
| 点 2 | 600  | 1    | - 1  | F200   | 50    |
| 点 3 | 700  | 2    | - 1  | F200   | 50    |
| 点 4 | 800  | 3    | 10   | F200   | 50    |
| 点 5 | 0    |      |      | F10000 | 200   |
| 点 6 |      |      |      |        |       |
| 点 7 |      |      |      |        |       |
| 点 8 |      |      |      |        |       |

- \* 定时指令 - 1 在后, 移到下一个点
- \* M 指令需要结束信号

#### 定位例

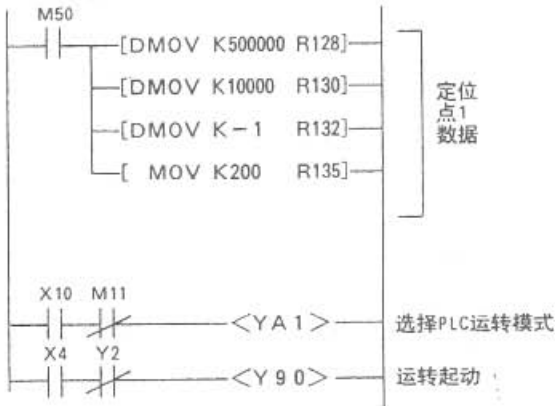
- ①从基点向点 1 高速定位 (位置 500mm 速度 10m/min 特定数 200ms)
- ②以低速向点 2 定位的同时 (位置 600mm 速度 200m/min 特定数 50ms) 向外输出 M1 信号
- ③以低速向点 3 定位的同时 (位置 700mm 速度 200m/min 特定数 50ms) 向外输出 M2 信号
- ④以低速向点 4 定位的同时 (位置 800mm 速度 200m/min 特定数 50ms) 向外输出 M3 信号
- ⑤10 秒之后以高速向点 5 基 (位置 0mm 速度 10m/min 特定数 200ms) 点复归

### 内置 PLC 的点定位指令

内置 PLC 的文件寄存器(R 寄存器)为点阵。用指针将数据写入点阵,则可进行点定位。

该点阵是 PLC 运转用的,与上述的点阵是独立的。

| 内置 PLC 点阵接口 |          |
|-------------|----------|
| 文件寄存器       | 数据       |
| R 128       | 点 1 位置数据 |
| R 129       |          |
| R 130       | 速度指令     |
| R 131       |          |
| R 132       | 定时指令     |
| R 133       |          |
| R 134       | M 指令     |
| R 135       | 加减速时间    |
| R 136       |          |
| R 137       |          |
| R 138       | 点 2 位置数据 |
| R 139       |          |



### 点定位的运转模式

| 点阵运转      | 根据预定的点阵数据运转            | 单点运转模式 | 定位于设定的点编号的指令位置。             |
|-----------|------------------------|--------|-----------------------------|
|           |                        | 多点运转模式 | 从设定的点编号直到设定在点阵上的最后的点编号连续定位。 |
| 内置 PLC 运转 | 根据内置 PLC 的文件寄存器的数据进行运转 | 单点运转模式 | 与点阵运转一样。                    |
|           |                        | 多点运转模式 |                             |

表 5.2 点定位的运转模式

点阵的设定可用示教逻辑单元简单设定

点阵的设定用示教逻辑单元的(TEACH)功能,有以下2种方法。

### ■点数据示教

选择点阵示教画面之后,利用试运转画面,用手动运转(微动进给或分级进给)将机械移动到任意点,使之存储机械位置。关于速度等数据利用画面进行对话式设定。

|          |        |
|----------|--------|
| ティーチング   | AUT    |
| P1 イチデーク |        |
|          | 10.000 |
| ( )      |        |

点程序示教画面在( )上设定 Pn,调出点编号。

|          |         |
|----------|---------|
| ティーチング   | AUT     |
| P1 イチデーク |         |
|          | 10.000  |
| ( )      | -12.777 |

点程序示教画面用试运转将机械移动到 point 点之后,确认机械位置,按  键

|        |      |
|--------|------|
| ティーチング | AUT  |
| P1 ソクド |      |
|        | 1000 |
| ( )    |      |

点程序示教画面在( )设定指令速度。

|         |     |
|---------|-----|
| テストモード0 | JOG |
| #0 ユウコウ | 1   |
| #( )    |     |

试运转画面 # (1)  
用 # (1) 为有效试验模式

|         |      |
|---------|------|
| テストモード1 | JOG  |
| 0:モード   | JOG  |
| 1:ソクド   | 2000 |

试运转画面选择 JOG 模式  
选择进给速度用

|     |     |
|-----|-----|
| JOG | JOG |
| +   | -   |

键做轴移动

|         |      |
|---------|------|
| テストモード1 | STP  |
| 0:モード   | STP  |
| 1:バイリツ  | 100  |
| 2:ソクド   | 2000 |

试运转画面  
选择分级进给模式

选择进给倍率用

|     |
|-----|
| JOG |
| +   |

|     |
|-----|
| JOG |
| -   |

键进行微调进给

### ■点数据编辑功能

选择点阵的编辑画面,对话式设定“位置数据”、“速度数据”、“M 指令”、“定时值”和“加减速时间”。

|                |        |
|----------------|--------|
| ヘンツコウ          | AUT    |
| P1 イチデーク(位置数据) |        |
|                | 10.000 |
| ( )            |        |

点阵编辑画面在( )上设定 Pn,调出点编号。

接着在( )上设定指令位置。用  键选择下一个

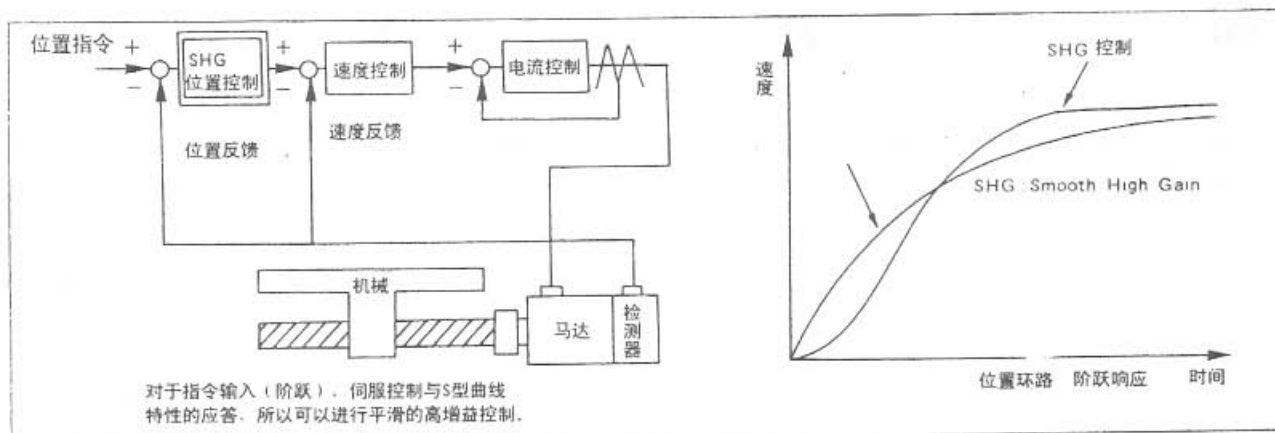
画面,顺次设定所需的数据。

## (2) 高速、平滑地定位

- 加减速时机械振动绝对变小。
- 利用稳安的加减速功能,可得到冲击小的平滑加减速。
- 紧急停止、断电时,能平缓地减速控制。
- 待定位时间(到达所定位置的时间)大大缩短
- 平滑的高增益伺服系统(SHG 控制)

由于开发了响应性优异、稳定地环路控制方式,实现了高增益化。

高速进给  
高速定位  
平滑运转

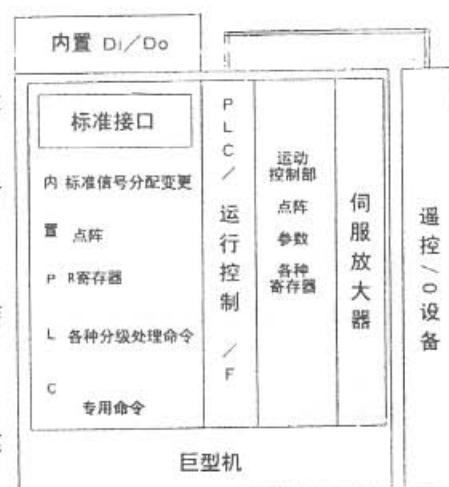


## (3) 内置 PTC 扩大了控制

- 在系统中组装了标准 PTC 器件。

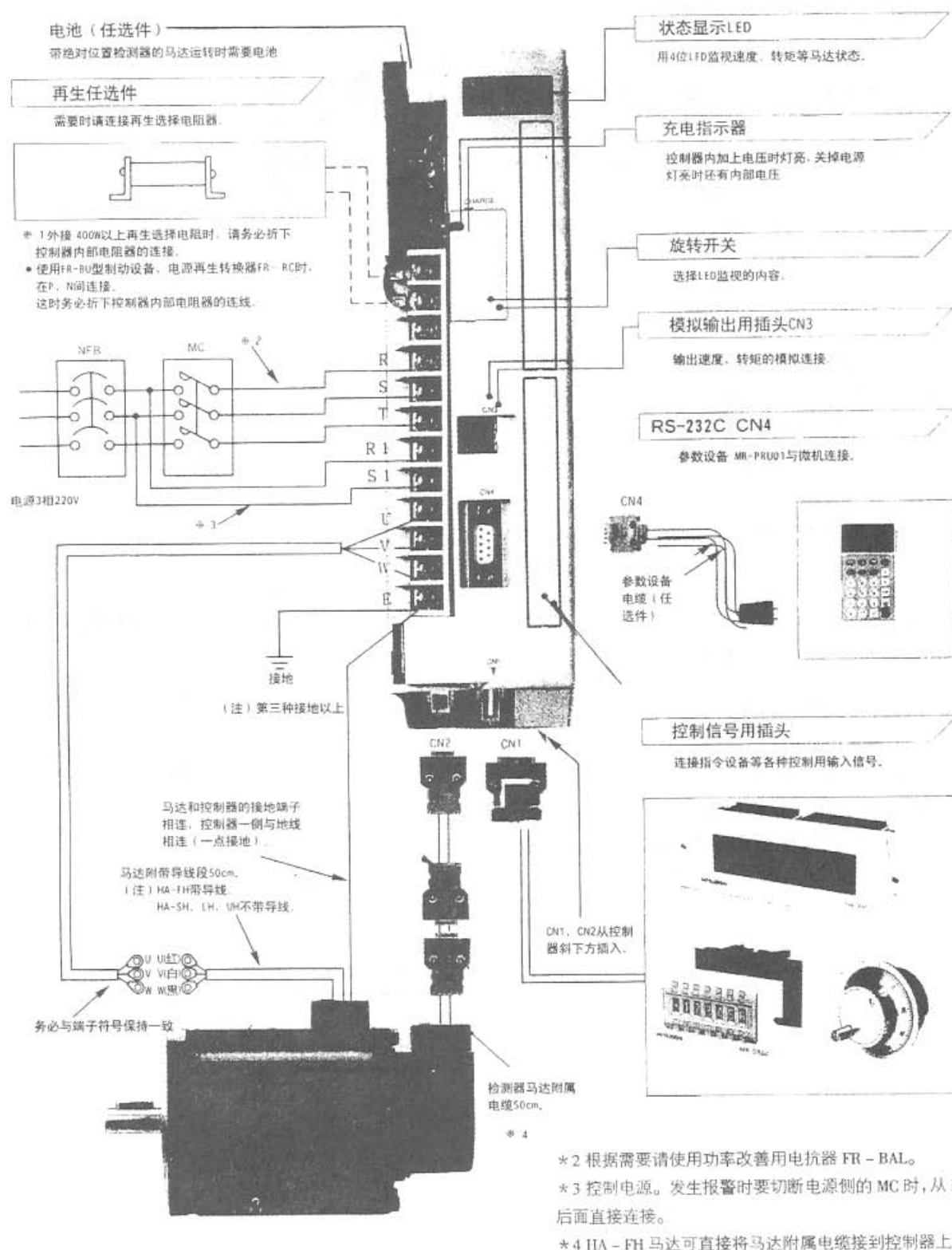
在内置 DIO8/8 点(标准)上分配所需的信号,若连接机械操作盘,则能够运转。

- 运转模式:单点运转,多点运转,原点复归、微动进给、分级进给。
- 指定点编号:1~8 点
- 输出信号:M 码 0~7, M 选通脉冲,伺服准备结束,移动结束。
- 将 PLC 接口信号分配变更为任意信号,以扩大控制性能。
- 用内置 PLC 可以设定 PLC 专用的点阵数据。(PLC 运转)。
- 根据 DDB 接口性能(Direct Data Bus)内置 PLC 可直接读写 E 型机的各种数据。



## 5.3 MR-H-AC 的基本性能和功能

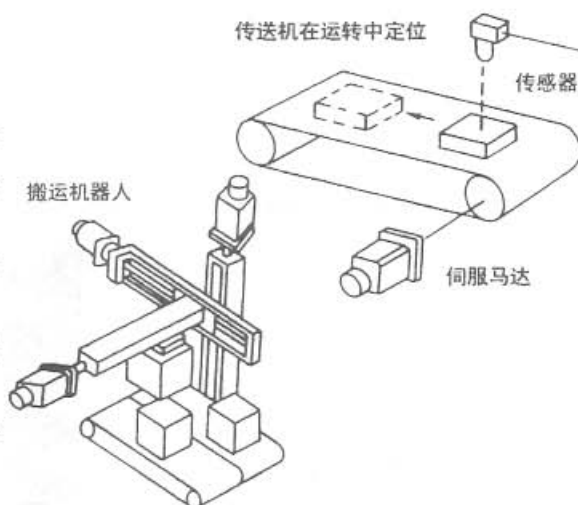
### 5.3.1 输入输出端子功能



## 5.3.2 特点

### (1) 按用途定位的设定

- 定位控制
- 将定位点数据预先存储为标准 8 点, 最大为 256 点(带有 MR-H-D01), 根据指定点的编号, 进行任意定位的方式。
- 用顺控编程器可从外部输入点数据和速度数据编号。
- 点数据编号由外部用顺控编程器等输入 3 位二进制(256 位点时 8 位二进制)。
- 只有追加带绝对位置检测器的马达和电池(任选件)时, 才能实现简单的绝对位置方式。



#### ① 点阵方式

在内部存储器里存储着定位点, 马达转速、加减速时间等数据, 依次指定该数据编号, 则可进行定位。定位点数据为 8 点, 带有任选件 MR-H-D01 时可达 256 点。速度数据可指定为 8 种, 在定位数据中用速度数据编号指定。



| 位置数据   | 编码 | 速度编号 |
|--------|----|------|
| 120000 |    | 1    |
| 485690 | 11 | 3    |
| 120000 | 19 | 8    |
| 986723 | 55 | 2    |

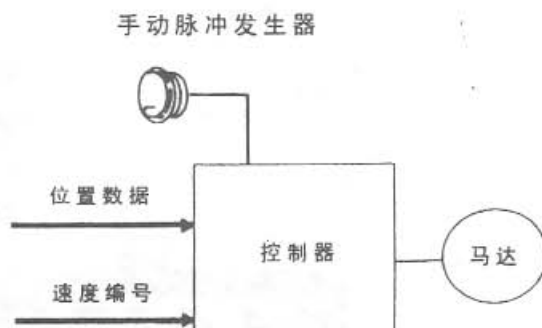
位置 位置模式

速度模块

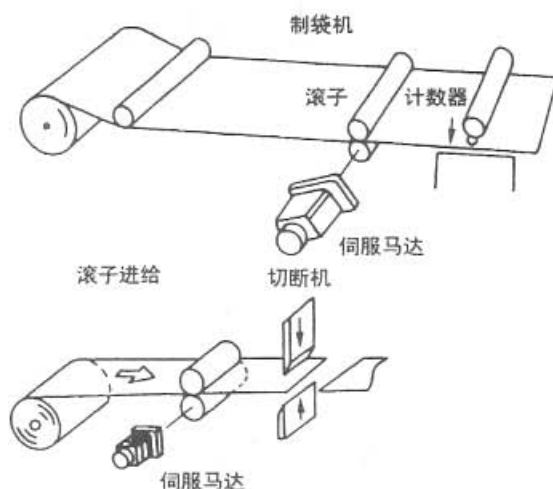
| 速度模块 | 速度     | 加速时间 | 减速时间 |
|------|--------|------|------|
| 1    | 500.0  | 220  | 220  |
| 2    | 1200.0 | 46   | 50   |
| 3    | 1750.0 | 65   | 80   |
| 4    | 1892.6 | 66   | 76   |
| 5    | 48.3   | 23   | 23   |
| 6    | 3000.0 | 72   | 72   |
| 7    | 123.4  | 125  | 298  |
| 8    | 2396.9 | 99   | 333  |

#### ② 外部位置数据指定方式

在外部连接 6 位的数据开关和可编程控制器, 由外部指定定位数据的方法。速度数据可指定为 8 种, 由外部用 3 位速度数据编号指定。外部位置数据指定方式只能用于追加 MR-H-D01 任选件时使用。



- 滚子进给控制
- 由于有高性能的停止调整时间为 10ms。启动滞后时间为 3ms 的内置伺服放大器,可实现高频重复定位运转。
- 发挥了对滚子进给的控制能力。
- 在参数中设定了 2 种进给量,可在外部接点等外部进行切换。
- 可用外部数字开关、可编程控制器等进行进给量的外部指定(BCD6 位)。
- 任意指定 8 种速度、加速/减速时间。



#### ① 内部存储方式

在存储器中存储着进给量、移动速度、加减速时间等数据以及执行方式。移动量、速度等数据可进行 2 种存储,可从外部用开关选择。



|     | 位置模块 | 移动量    |
|-----|------|--------|
| OFF | 0    | 120000 |
| ON  | 1    | 485690 |

#### ② 外部指定方式

在外部与 6 位数字开关和可编程控制器相连接,可从外部指定其移动量的方式。速度数据可指定 8 种,从外部由 3 位速度数据编号指定。外部指定方式只有在追加 MR-H-DO1 任选件时才能使用。



| 模 块 | 速 度    | 加速时间 | 减速时间 |
|-----|--------|------|------|
| 0   | 500.0  | 220  | 220  |
| 1   | 2200.0 | 46   | 50   |

### (2) 高性能定位

完全具备 MR-H 的功能,可实现高性能定位。

- 对于运转中的负荷变动也能使其稳定。
- 停止调整时间为以往本公司机型的约 1/10 (10msec)。

· 超低速时的速度稳定性。  
等各种性能。



## 6. 选定

### 6.1 马达容量的暂时选定

对机械驱动机构,选定 AC 伺服系统的容量的概略标准如下:

(1) 控制环路稳定性的大致标准

$$\text{负荷惯性矩 } J_L \leq (5 \sim 10) \times \text{马达转子惯性矩 } J_M$$

(2) 对于负荷转矩的余量

$$\text{负荷转矩 } T_L \leq (0.5 \sim 0.8) \times \text{马达额定转矩 } T_M$$

#### 6.1.1 负荷惯性矩 $J_L$

作为马达的负荷,是指与马达输出轴联结的基本连接机构、联轴节以后的驱动系统的惯性矩,也包括马达的电磁制动器和减速机的惯性矩。

AC 伺服系统中,负荷惯性矩  $J_L$  的单位使用  $[\text{kg} \cdot \text{cm}^2]$ ,负荷惯性矩的计算公式用表 4.1 表示。

注:惯性矩以前常用  $GD^2$  表示。

$GD^2$  作为表示物体质量的重量单位曾使用  $[\text{kgf}]$ ,因此,  $GD^2$  的单位一般用  $[\text{kgf} \cdot \text{cm}^2]$  表示。

如上所述,虽然,  $GD^2$  和  $J$  的单位有所不同,但在数值上,旋转体的大小或用直径表示,或用半径表示的差异其间有如下的关系。

$$GD^2 = 4 \cdot J$$

#### 6.1.2 负荷转矩 $T_L$

马达负荷是指机械可动部分的工作推动力、摩擦力和不平衡转矩等。

负荷转矩  $T_L$  的单位使用  $[\text{N} \cdot \text{M}]$ ,与以往的单位一并表示负荷转矩的计算式于表 4.2 之中。

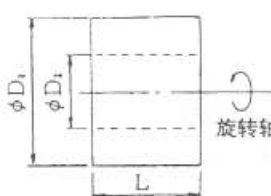
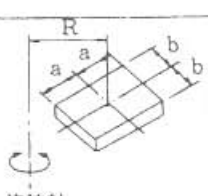
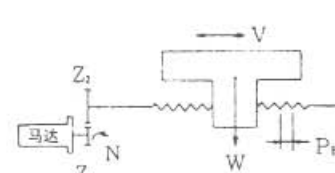
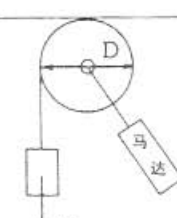
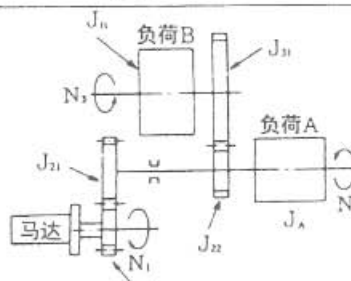
备考:计算式的各种符号用附录 1 表示。

### 6.1.3 负荷惯性力矩、负荷转矩的计算式

#### (1) 负荷惯性力矩的计算式

典型惯性力矩的计算式在 6.1 表中表示。

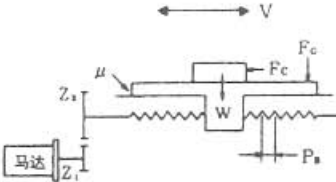
表 6.1 负荷惯性力矩的计算

| 种 类           | 机 构                                                                                 | 计 算 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 圆柱体        |    | $J_L = \frac{\pi \cdot \rho \cdot L}{32} \cdot (D_1^4 - D_2^4) = \frac{W}{8} \cdot (D_1^4 - D_2^4) \dots\dots\dots (6-1)$ <p> <math>J_L</math> : 负荷惯性矩 [kg·cm<sup>2</sup>]<br/> <math>\rho</math> : 圆柱体材料的密度 [kg/cm<sup>3</sup>]<br/> <math>L</math> : 圆柱体的长度 [cm]<br/> <math>D_1</math> : 圆柱体的外径 [cm]<br/> <math>D_2</math> : 圆柱体的内径 [cm]<br/> <math>W</math> : 圆柱体的质量 [kg] </p> <p>参考数据: 材料的密度 铁.....<math>7.8 \cdot 10^{-3}</math> [kg·cm<sup>3</sup>]<br/>           铝.....<math>2.7 \cdot 10^{-3}</math> [kg·cm<sup>3</sup>]<br/>           铜.....<math>8.96 \cdot 10^{-3}</math> [kg·cm<sup>3</sup>]</p> <p>用 <math>GD^2</math> 表示时, 为 <math>J_L</math> 的 4 倍。</p> $GD_L^2 = 4 \cdot J_L = \frac{W}{2} \cdot (D_1^4 - D_2^4)$ |
| 2. 角柱体        |   | $J_L = W \left( \frac{a^2 + b^2}{3} + R^2 \right) \dots\dots\dots (6-2)$ <p> <math>a, b, R</math>: 左图 [cm] </p> <p>用 <math>GD_L^2</math> 表示时为 <math>J_L</math> 的 4 倍。</p> $GD_L^2 = 4 \cdot J_L = 4W \left( \frac{a^2 + b^2}{3} + R^2 \right)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3. 直线运动的物体    |  | $J_L = W \cdot \left( \frac{V}{600\omega} \right)^2 = W \cdot \left( \frac{1}{2\pi N} \cdot \frac{V}{10} \right)^2 = W \cdot \left( \frac{\Delta S}{20\pi} \right)^2 \dots\dots\dots (6-3)$ <p> <math>J_L</math>: 马达轴换算负荷惯性矩 [kg·cm<sup>2</sup>]<br/> <math>V</math>: 直线运动的物体的速度 [mm/min]<br/> <math>N</math>: 马达旋转的速度 [r/min] </p> <p> <math>\Delta S = P_B \cdot \frac{Z_1}{Z_2}</math>    <math>Z_1, Z_2</math>: 齿轮的齿数 </p> <p>用 <math>GD^2</math> 表示时, 为 <math>J_L</math> 的 4 倍。</p> $GD_L^2 = 4 \cdot J_L = 4W \cdot \left( \frac{\Delta S}{20\pi} \right)^2$                                                                                                                                                                  |
| 4. 悬挂式物体      |  | $J_L = \frac{W}{4} \cdot D^2 + J_P \dots\dots\dots (6-4)$ <p> <math>J_P</math>: 滑轮惯性矩 [kg·cm<sup>2</sup>]<br/> <math>D</math>: 滑轮直径 [cm] </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5. 马达轴换算负荷惯性矩 |  | $J_L = J_{11} + (J_{21} + J_{22} + J_A) \cdot \left( \frac{N_2}{N_1} \right)^2 + (J_{31} + J_B) \cdot \left( \frac{N_3}{N_1} \right)^2 \dots\dots\dots (6-5)$ <p> <math>J_A, J_B</math> : 负荷 A, B 的惯性矩 [kg·cm<sup>2</sup>]<br/> <math>J_{11}</math> : 齿轮惯性力矩 [kg·cm<sup>2</sup>]<br/> <math>N_1 \sim N_3</math> : 各轴的旋转速度 [r/min] </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## (2) 负荷转矩的计算式

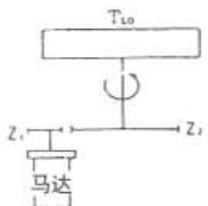
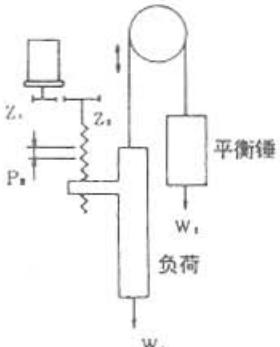
典型负荷转矩的计算式如表 6.2 所示。

表 6.2

| 种 类        | 机 构                                                                                | 计 算 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 直 线 运<br>动 |  | $J_L = \frac{F}{2 \times 10^3 \pi \eta} \cdot \frac{V}{N} = \frac{F \cdot \Delta S}{2 \times 10^3 \pi \eta} \quad (6-6)$ <p> <math>F</math> : 直线运动的机械的轴向力(推力)[N]<br/> <math>\eta</math> : 驱动系统的效率         </p> <p>例如左图所示,使工作台运动的力 <math>F</math> 可按下述方法求得。</p> $F = F_C + \mu(W \cdot g + F_C) \quad (6-7)$ <p> <math>F_C</math> : 对可动部分的轴向力推力[N]<br/> <math>F_G</math> : 工作台导向的夹紧力[N]<br/> <math>\mu</math> : 摩擦系数<br/> <math>V</math> : 直线运动的物体的速度[mm/min]<br/> <math>N</math> : 马达的旋转程度[r/min]<br/> <math>W</math> : 物体的质量[kg]<br/> <math>g</math> : 重力加速度[9.8m/S<sup>2</sup>]<br/> <math>\Delta S</math> : 相当于马达每转一周的运动物体的进给量[mm]         </p> |
|            |                                                                                    | <p>用以往的单位[kgf·cm]制表示时,下式则成立。</p> $J_L = \frac{F \cdot \Delta S}{20 \pi \eta} \text{ [kgf·cm]} \quad (6-8)$ <p>其中, <math>F = F_C + \mu(W + F_C)</math> ..... (6-9)</p> <p><math>F_C, F_G</math> 用[kgf]表示。</p> <p>[参考]质量为 <math>W</math> 的物体以速度 <math>V</math> 移动时,所需的动力可用下式求得。</p> $P = \frac{F \cdot V}{6120 \cdot \eta} \text{ [W]}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

(转下页)

表 6.2(接上页)

| 种 类     | 机 构                                                                                | 计 算 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 旋 转 运 动 |   | $T_L = \frac{Z_1}{Z_2} \cdot \frac{1}{\eta} \cdot T_{L0} + T_F \quad \dots\dots\dots (6-10)$ <p> <math>T_{L0}</math>: 负荷轴上的负荷转矩[N·m]<br/> <math>T_L</math>: 马达轴换算的摩擦负荷转矩[N·m] </p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 上 下 运 动 |  | <p>上升时</p> $T_L = T_U + T_F \quad \dots\dots\dots (6-11)$ <p>下降时</p> $T_L = -\eta^2 \cdot T_U + T_F \quad \dots\dots\dots (6-12)$ <p> <math>T_U</math>: 不平衡力矩[N·m]<br/> <math>T_F</math>: 可动部的摩擦力矩[N·m] </p> $T_U = \frac{(W_1 - W_2) \cdot g \cdot \left(\frac{V}{N}\right)}{2 \times 10^3 \pi \eta} = \frac{(W_1 - W_2) \cdot g \cdot \Delta S}{2 \times 10^3 \pi \eta} \quad \dots\dots\dots (6-13)$ $T_F = \frac{\mu \cdot (W_1 + W_2) \cdot g \cdot \Delta S}{2 \times 10^3 \pi \eta} \quad \dots\dots\dots (6-14)$ <p> <math>W_1</math>: 负荷的质量[kg]<br/> <math>W_2</math>: 平衡锤的质量[kg]<br/> <math>\eta</math>: 驱动部效率<br/> <math>\mu</math>: 摩擦系数(滑轮部分) </p> <p>用以往的单位(kgfm)制表示时, <math>T_U</math>、<math>T_F</math> 则变为下式。</p> $T_U = \frac{(W_1 - W_2) \cdot \Delta S}{20 \pi \eta} \quad \dots\dots\dots (6-15)$ $T_F = \frac{\mu \cdot (W_1 + W_2) \cdot \Delta S}{20 \pi \eta} \quad \dots\dots\dots (6-16)$ |

## 6.2 减速比

为了充分发挥伺服马达的能力,最重要的是高效地利用伺服马达的功率,稳定而高响应性地使用包括机器在内的伺服系统。

对此点,介于伺服马达和机械之间的减速比是重要因素。

下面介绍一下正确选定减速比的有关条件。

(1) 为最大地使用马达输出(功率),在机械最高速时,要选定马达的额定旋转速度运行。

① 伺服马达在额定转速时为最大输出(额定输出)。

② 减速比越大,机械的马达轴换算负荷转矩和马达轴换算负荷惯性矩就越小。也就是说,若为额定转速运转时,选择减速比对马达的负荷则为最轻。

(2) 为了使伺服系统稳定并提高其应答性,负荷惯性矩比应在 5~10 倍以下的比例来选定减速比和马达容量。

$$\text{负荷惯性矩比 } M = \frac{\text{马达轴换算负荷 } J_L}{\text{马达 } J_M} < (5 \sim 10)$$

负荷惯性矩比越小越能提高应答性。因此,特别是在高频进给时,应尽量选择得小一些( $m < 2$ )。

(3) 为确保定位精度,每一个脉冲的进给量 $\Delta l_0$ 越小越好。

$\Delta \epsilon$  和  $\Delta l_0$  的关系通常标准大致如下。

$$\text{机械精度 } \Delta l_0 < \Delta \epsilon \times \left( \frac{1}{5} \sim \frac{1}{10} \right)$$

注: $\Delta l_0$  与减速比的关系请参阅 2.5.1 项。

### 〈参考〉

1. 加速时功率在  $m=1$  时为最小。即减速比设为  $1/n = \sqrt{J_M/J_L}$ , 一般称此减速比为最佳减速比。
2. 用正齿轮、皮带轮减速时,为增大减速比而增加机械系统的皮带直径进行减速时,相反,有时会增大负荷惯性矩,这点应注意。

## 6.3 运转特性曲线车马达所需转矩

运转特性曲线一般分为加速时间  $T_{psa}$ 、定速运转时间  $t_c$ 、减速时间  $T_{psd}$ 、停止稳定时间  $t_s$  和停止时间  $t_{st}$  来讨论的。

使具有惯性矩的物体(负荷惯性力矩  $J_L$ )加速时所需能量称为加速转矩  $T_a$ 、同样,在减速时称为减速转矩  $T_d$ 。

由定速运转进行减速到停止稳定时间  $T_S$  之间,与定速运转时一样,存在摩擦负荷转矩  $T_L$  的作用。

### 6.3.1 加速转矩 $T_a$

加速转矩  $T_a$  的计算式如(6-17)式

$$T_a = \frac{(J_L + J_M) \cdot NO}{9.55 \times 10^4 \cdot T_{psa}} \cdot (1 - e^{-\frac{T_{psa}}{T_p}}) [N \cdot M] \quad (6-17)$$

简化计算时可用(6-18)式

$$T_a \approx \frac{(J_L + J_M) \cdot NO}{9.55 \times 10^4 \cdot T_{psa}} [N \cdot M] \quad (6-18)$$

(用以前的单位计算式)

将转矩用以前的单位制[kgf·cm]表示,将惯性矩用  $GD^2$  时,计算式则为(6-19)式

$$T_a = \frac{(GD_L^2 + GD_M^2) \cdot No}{37500 \cdot T_{psa}} (kgf \cdot cm) \quad (6-19)$$

### 6.3.2 减速转矩 $T_d$

减速转矩  $T_d$  计算式如(6-20)所示

$$T_d = \frac{(J_L + T_M) \cdot No}{9.55 \times 10^4 \cdot T_{psd}} \cdot (1 - e^{-\frac{T_{psd}}{T_p}}) [N \cdot M] \quad (6-20)$$

简化计算式如下式(6-21)所示

$$T_d = \frac{(J_L + J_M) \cdot No}{9.55 \times 10^4 \cdot T_{psd}} [N \cdot M] \quad (6-21)$$

(用以前的单位制计算式如下)

将转矩用以往的单位制[kgf·cm]表示,惯性矩用  $GD^2$  表示时,计算式如(6-22)所示。

$$T_d = \frac{(GD_L^2 + GD_M^2) \cdot No}{37500 \cdot T_{psd}} [kgf \cdot cm] \quad (6-22)$$

当  $T_{psa} = T_{psd}$  时,加速转矩和减速转矩皆为同一值  $T_a = -(T_d)$ 。

### 6.3.3 运转特性曲线

将上述介绍过的内容,整理为运转特性曲线,则为:

- ① 定速时所需马达转矩等于马达轴换算负荷转矩  $T_L$ 。
- ② 马达轴换算负荷转矩  $T_L$  在升降时,根据条件,可为负转矩。
- ③ 加减速时所需马达转矩为:  
加速时所需马达转矩  $T_{Ma} = \text{负荷转矩 } T_L + \text{加速转矩 } T_a$   
减速时所需马达转矩  $T_{Md} = \text{负荷转矩 } T_L - \text{减速转矩 } T_d$
- ④  $T_{Md} = T_L - T_d > 0$  时,为做功减速,马达继续供给机械能量进行减速。
- ⑤  $T_{Md} = T_L - T_d < 0$  时,为再生制动(再生模式),马达对机械加以制动进行减速。再生电力从马达流向放大器。
- ⑥ 整理减速特性曲线和转矩特性曲线,由图 6.1 表示:

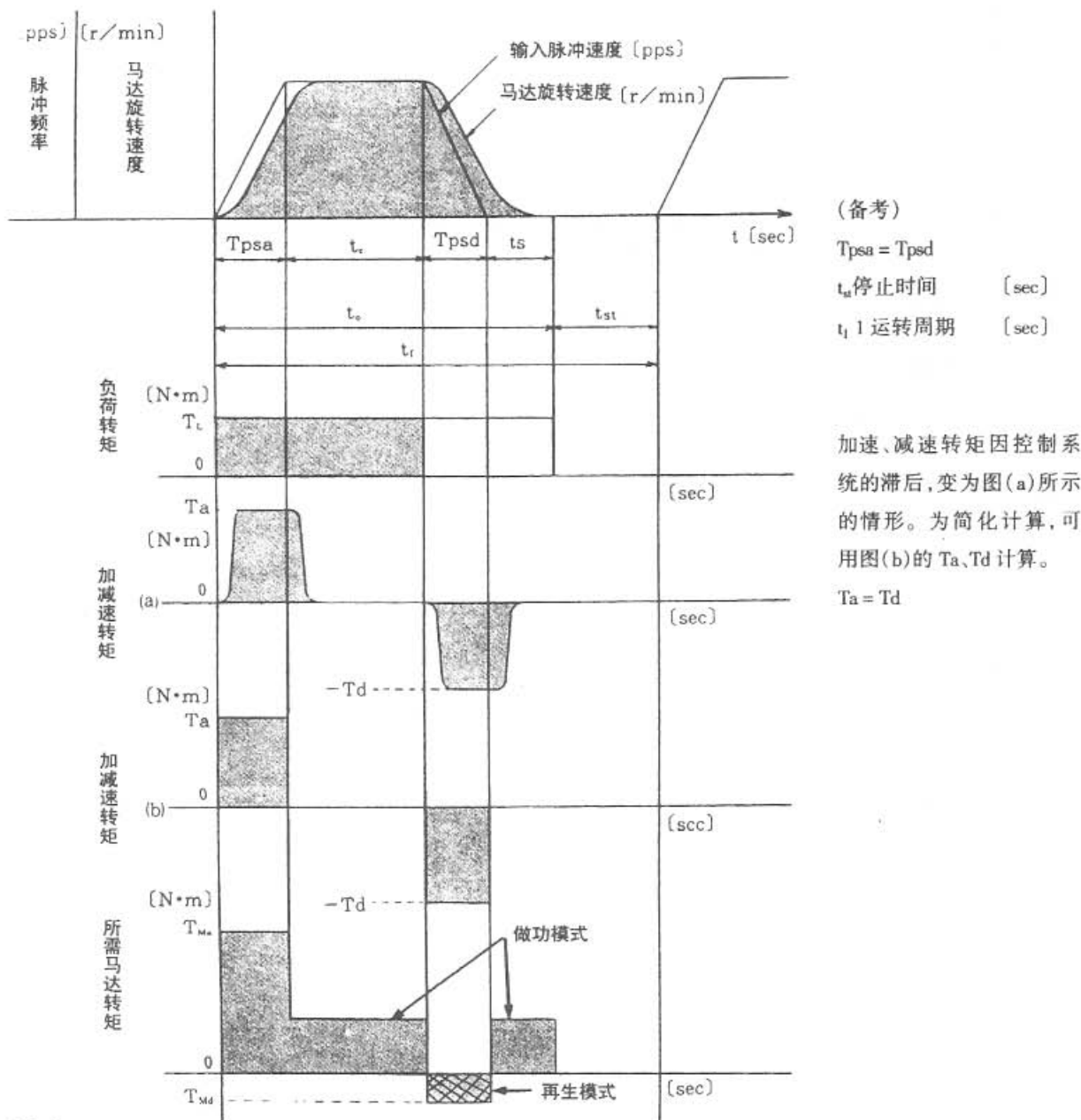


图 6.1 运行特性回线和各区间转矩特性曲线

### 6.3.4 马达容量的决定

马达是否可用首先要判断它是否在图 6.1 所示的必需的马达转矩范围之内。除此之外,还必须研究在反复使用过程中,马达温度上升和再生制动器的热容量。

暂时选定的马达若能满足下述 3 个条件,则可以使用。

- ① 如图 6.1 所示加速时所需的马达转矩  $T_{Ma}$

$$T_{Ma} = T_L + T_a < \text{马达最大转矩 } T_{Mmax} \quad (6-23)$$

- ② 如图 6.1 所示减速时所需的马达转矩  $T_{Md}$

$$T_{Md} = T_L - T_a < \text{马达最大转矩 } T_{Mmax} \quad (6-24)$$

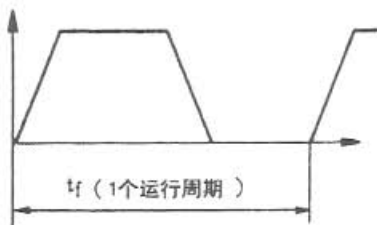
- ③ 连续有效负荷转矩  $T_{rms}$

$$T_{rms} \leq \text{马达额定转矩 } T_M \quad (6-25)$$

连续有效负荷转矩  $T_{rms}$  表示在间歇周期时间运转的马达的温升与在连续运转时完全相等的负荷转矩。因而若  $T_{rms} \leq T_M$  时,温度就不成为问题。

图 6.1 时的  $T_{rms}$  由下式求得。

$$T_{rms} = \sqrt{\frac{T_{Ma}^2 \cdot T_{psa} + T_L^2 \cdot (t_0 - T_{psa} - T_{psd}) + T_{Md}^2 \cdot T_{psd}}{t_t}} [N \cdot m] \quad (6-26)$$



当不能满足上述①②③中的任一个条件时,请修正机械的条件、运行曲线、马达容量等,用相同的顺序再次进行研究。

当能全部满足上述①②③的条件时,用暂时选定的马达,按计划速度特性曲线,周期时间进行运转时,转矩、温升都不会有任何问题。

但是,在转矩特性曲线图中,当产生负(一)转矩时,必须要研究伺服放大器的再生制动能力。请参考 6.3.5 项的 7.9 节。

### 6.3.5 特殊计算式小结

(1)

| 项 目                | 计 算 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 进给速度和马达旋转速度     | $N_o = \frac{V_o}{\Delta S}$ ..... (6-27)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. 每个脉冲的进给量和伺服参数   | <p>①MR-J</p> $\Delta l_e = \frac{\Delta S}{4000} \cdot \frac{CMS}{CDV}$ ..... (6-28)<br>注:MR-J放大器在使用HA-SC型马达时,与(3)MR-SC一样,分母为8000。<br>②MR-H(HA-MH, FH)<br>$\Delta l_e = \frac{\Delta S}{8192} \cdot \frac{CMX}{CDV}$ ..... (6-29)<br>③MR-H(HA-SH, LH, UH)<br>$\Delta l_e = \frac{\Delta S}{16384} \cdot \frac{CMS}{CDV}$ ..... (6-30)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3. 每个脉冲的进给量和指令脉冲频率 | $f_o = \frac{V_o}{60 \cdot \Delta l_e}$ ..... (6-32)<br>$= \frac{N_o \cdot \Delta S}{60 \cdot \Delta l_e}$ ..... (6-33)<br><div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">(参考):指令脉冲频率 <math>f_o</math> 不能超过伺服放大器和定位单元的最大脉冲频率</div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 4. 运行特性曲线<br>注)    | <p>(注)一次进给长度 <math>l</math> 短、达不到最高机械速度 <math>V_o</math> 时的加减速时间不能使用(5-35)式计算。<br/>运行线图如下所示。</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;"> <p>指令脉冲频率</p> <p>机械速度 <math>V_o</math></p> <p>滞留脉冲</p> <p><math>Tpsa</math>, <math>Tpsd</math>, <math>t_o</math>, <math>t_s</math></p> </div> <div style="flex: 1;"> <p><math>V_o</math></p> <p><math>V</math></p> <p><math>Tpsa'</math>, <math>Tpsd'</math></p> <p><math>t</math> (sec)</p> </div> <div style="flex: 1; padding-left: 20px;"> <p>加减速时间 <math>Tpsa'</math> 由比例计算得出</p> <math display="block">\frac{V_o}{Tpsa} = \frac{V}{Tpsa'}</math> <math display="block">V = \frac{V_o}{Tpsa} \cdot Tpsa'</math> <p>由一次进给长度 <math>l</math></p> <math display="block">l = \frac{1}{2} \cdot \left( \frac{V_o}{60} \cdot Tpsa' \right) \cdot (Tpsa' + Tpsd')</math> <p>设 <math>Tpsa = Tpsd</math> 时</p> </div> </div> <p>则 <math>Tpsa = \frac{V_o}{60 \cdot l} \cdot (Tpsa')^2</math></p> $l = \frac{1}{2} (Tpsa + Tpsd) \cdot \frac{V_o}{60} + (t_o - t_s - Tpsa - Tpsd) \cdot \frac{V_o}{60}$ ..... (6-34) $(Tpsa + Tpsd) = 2 \cdot (t_o - t_s) - 2 \cdot \frac{1}{V_o} \cdot 60$ $Tpsa = Tpsd \text{ 时 } Tpsa = Tpsd = t_o - t_s - \frac{1}{V_o} \cdot 60$ ..... (6-35) |
| 5. 偏差计数器滞留脉冲       | $\epsilon = \frac{f_o}{K_p}$ ..... (6-36)<br>(例) $f_o = 200\text{kpps}$ , $K_p = 25$ (标准设定、位置循环增益)<br>$\epsilon = \frac{200 \cdot 10^3}{25} = 8000 \text{ 脉冲}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## (2) 马达所需转矩的计算式

| 项 目         | 特 性 曲 线                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 计 算 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. 水平驱动时的转矩 | <p>马达旋转速度</p> <p>转矩</p> <p>0</p> <p>时间</p> <p><math>t</math> [sec]</p> <p><math>T_{psa}</math> <math>t_c</math> <math>T_{psd}</math> <math>t_s</math></p> <p><math>t_0</math></p> <p><math>T_{psa}</math> <math>T_a</math> <math>T_d</math> <math>T_L</math></p> <p><math>t_f</math></p> | <p>加速·减速转矩</p> $T_a = \frac{(J_L + J_M) \cdot \omega_0}{9.55 \times 10^4 \cdot T_{psa}} \quad (6-18)$ $T_d = \frac{(J_L + J_M) \cdot \omega_0}{9.55 \times 10^4 \cdot T_{psd}} \quad (6-21)$ <p>〔参考〕: <math>T_{psa} = T_{psd}</math> 时, 转矩的绝对值为 <math>T_a = T_d</math>。</p> <p>加减速时所需转矩</p> $T_{Ma} = T_a + T_L \quad (6-23)$ $T_{Md} = -T_d + T_L \quad (6-24)$ <p>连续有效负荷转矩</p> $T_{rms} = \sqrt{\frac{T_{Ma}^2 \cdot T_{psa} + T_L^2 \cdot (t_0 - T_{psa} - T_{psd}) + T_{Md}^2 \cdot T_{psd}}{t_f}} \quad (6-26)$ <p>〔用以前的单位制的计算式〕</p> <p>用以前的单位 [kgf·cm] 表示, 惯性矩用 <math>GD^2</math> 时, 加速、减速转矩分别为:</p> $T_a = \frac{(GD_L^2 + GD_M^2) \cdot \omega_0}{37500 \cdot T_{psa}} \quad (6-19)$ $T_d = \frac{(GD_L^2 + GD_M^2) \cdot \omega_0}{37500 \cdot T_{psd}} \quad (6-22)$ <p>加减速时所需转矩、连续有效负荷转矩也可用相同单位表示。</p> |

(接下页)

(接上页)

| 项 目           | 特 性 曲 线                                                                                             | 计 算 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|-----------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---|-------------------|----------------------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----|-------------|---------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---|--------------------|----------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------|--|-----------------|------|--------|----------------------|---|-------------------------|--------------------------------------------------------------|---|-------------------|--------------------------------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------------------------------|----|-------------|-------------------|---|-------------------------|--------------------------------------------------------------|---|--------------------|--------------------------------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|--|-----------------|
| 7. 上下驱动时的转矩   | <p>上下驱动轴的运行线图例</p>                                                                                  | <p>各运行区间的转矩 <math>T</math> 和能量 <math>E</math> 的计算式</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>运转区间</th><th>马达所需转矩 <math>T(N \cdot m)</math></th><th>能量 <math>E(J)</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td><td><math>T_1 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psa1}} + T_U + T_f</math></td><td><math>E_1 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_1 \cdot T_{psa1}</math></td></tr> <tr> <td>②</td><td><math>T_2 = T_U + T_f</math></td><td><math>E_2 = 0.1047 \cdot N_0 \cdot T_2 \cdot t_1</math></td></tr> <tr> <td>③</td><td><math>T_3 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot P \cdot \frac{1}{T_{psd1}} - T_U + T_f</math></td><td><math>E_3 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_3 \cdot T_{psd1}</math></td></tr> <tr> <td>④⑤</td><td><math>T_4 = T_U</math></td><td><math>E_4 \geq 0</math> (不能再生)</td></tr> <tr> <td>⑤</td><td><math>T_5 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psd2}} - T_U + T_f</math></td><td><math>E_5 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_5 \cdot T_{psd2}</math></td></tr> <tr> <td>⑥</td><td><math>T_6 = -T_U + T_f</math></td><td><math>E_6 = 0.1047 \cdot N_0 \cdot T_6 \cdot t_3</math></td></tr> <tr> <td>⑦</td><td><math>T_7 = -\frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psa2}} - T_U + T_f</math></td><td><math>E_7 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_7 \cdot T_{psa2}</math></td></tr> <tr> <td colspan="2">再生能量的总和 <math>E_r</math></td><td>①~③的负能量总和 <math>E_r</math></td></tr> </tbody> </table> <p>..... (6-37)</p> <p>〔用以前单位制的计算式〕</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>运转区间</th><th>马达所需转矩</th><th>能量 <math>E(\text{joule})</math></th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td><td><math>T_1 = T_a + T_u + T_f</math></td><td><math>E_1 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_1 \cdot T_{psa1}</math></td></tr> <tr> <td>②</td><td><math>T_2 = T_u + T_f</math></td><td><math>E_2 = 0.01027 \cdot N_0 \cdot T_2 \cdot T_{u1}</math></td></tr> <tr> <td>③</td><td><math>T_3 = -T_a + T_u + T_f</math></td><td><math>E_3 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_3 \cdot T_{psd1}</math></td></tr> <tr> <td>④⑤</td><td><math>T_4 = T_u</math></td><td><math>E_4 \geq 0</math> (回生)</td></tr> <tr> <td>⑤</td><td><math>T_5 = T_a - T_u + T_f</math></td><td><math>E_5 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_5 \cdot T_{psd2}</math></td></tr> <tr> <td>⑥</td><td><math>T_6 = -T_u + T_f</math></td><td><math>E_6 = 0.01027 \cdot N_0 \cdot T_6 \cdot T_{u2}</math></td></tr> <tr> <td>⑦</td><td><math>T_7 = -T_a - T_u + T_f</math></td><td><math>E_7 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_7 \cdot T_{psa2}</math></td></tr> <tr> <td colspan="2">再生能量 <math>E_r</math></td><td>①~③的负能量总和 <math>E_r</math></td></tr> </tbody> </table> <p>..... (6-38)</p> <p>注：用(6-40)式计算1个运用周期 <math>t_f</math> 的再生功率 <math>Pr</math>。</p> | 运转区间 | 马达所需转矩 $T(N \cdot m)$ | 能量 $E(J)$ | ① | $T_1 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psa1}} + T_U + T_f$ | $E_1 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_1 \cdot T_{psa1}$ | ② | $T_2 = T_U + T_f$ | $E_2 = 0.1047 \cdot N_0 \cdot T_2 \cdot t_1$ | ③ | $T_3 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot P \cdot \frac{1}{T_{psd1}} - T_U + T_f$ | $E_3 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_3 \cdot T_{psd1}$ | ④⑤ | $T_4 = T_U$ | $E_4 \geq 0$ (不能再生) | ⑤ | $T_5 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psd2}} - T_U + T_f$ | $E_5 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_5 \cdot T_{psd2}$ | ⑥ | $T_6 = -T_U + T_f$ | $E_6 = 0.1047 \cdot N_0 \cdot T_6 \cdot t_3$ | ⑦ | $T_7 = -\frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psa2}} - T_U + T_f$ | $E_7 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_7 \cdot T_{psa2}$ | 再生能量的总和 $E_r$ |  | ①~③的负能量总和 $E_r$ | 运转区间 | 马达所需转矩 | 能量 $E(\text{joule})$ | ① | $T_1 = T_a + T_u + T_f$ | $E_1 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_1 \cdot T_{psa1}$ | ② | $T_2 = T_u + T_f$ | $E_2 = 0.01027 \cdot N_0 \cdot T_2 \cdot T_{u1}$ | ③ | $T_3 = -T_a + T_u + T_f$ | $E_3 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_3 \cdot T_{psd1}$ | ④⑤ | $T_4 = T_u$ | $E_4 \geq 0$ (回生) | ⑤ | $T_5 = T_a - T_u + T_f$ | $E_5 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_5 \cdot T_{psd2}$ | ⑥ | $T_6 = -T_u + T_f$ | $E_6 = 0.01027 \cdot N_0 \cdot T_6 \cdot T_{u2}$ | ⑦ | $T_7 = -T_a - T_u + T_f$ | $E_7 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_7 \cdot T_{psa2}$ | 再生能量 $E_r$ |  | ①~③的负能量总和 $E_r$ |
| 运转区间          | 马达所需转矩 $T(N \cdot m)$                                                                               | 能量 $E(J)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ①             | $T_1 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psa1}} + T_U + T_f$         | $E_1 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_1 \cdot T_{psa1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ②             | $T_2 = T_U + T_f$                                                                                   | $E_2 = 0.1047 \cdot N_0 \cdot T_2 \cdot t_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ③             | $T_3 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot P \cdot \frac{1}{T_{psd1}} - T_U + T_f$ | $E_3 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_3 \cdot T_{psd1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ④⑤            | $T_4 = T_U$                                                                                         | $E_4 \geq 0$ (不能再生)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ⑤             | $T_5 = \frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psd2}} - T_U + T_f$         | $E_5 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_5 \cdot T_{psd2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ⑥             | $T_6 = -T_U + T_f$                                                                                  | $E_6 = 0.1047 \cdot N_0 \cdot T_6 \cdot t_3$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ⑦             | $T_7 = -\frac{(J_L + J_M) \cdot N_0}{9.55 \times 10^4} \cdot \frac{1}{T_{psa2}} - T_U + T_f$        | $E_7 = \frac{0.1047}{2} \cdot N_0 \cdot T_7 \cdot T_{psa2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| 再生能量的总和 $E_r$ |                                                                                                     | ①~③的负能量总和 $E_r$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| 运转区间          | 马达所需转矩                                                                                              | 能量 $E(\text{joule})$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ①             | $T_1 = T_a + T_u + T_f$                                                                             | $E_1 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_1 \cdot T_{psa1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ②             | $T_2 = T_u + T_f$                                                                                   | $E_2 = 0.01027 \cdot N_0 \cdot T_2 \cdot T_{u1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ③             | $T_3 = -T_a + T_u + T_f$                                                                            | $E_3 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_3 \cdot T_{psd1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ④⑤            | $T_4 = T_u$                                                                                         | $E_4 \geq 0$ (回生)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ⑤             | $T_5 = T_a - T_u + T_f$                                                                             | $E_5 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_5 \cdot T_{psd2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ⑥             | $T_6 = -T_u + T_f$                                                                                  | $E_6 = 0.01027 \cdot N_0 \cdot T_6 \cdot T_{u2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| ⑦             | $T_7 = -T_a - T_u + T_f$                                                                            | $E_7 = \frac{0.01027}{2} \cdot N_0 \cdot T_7 \cdot T_{psa2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |
| 再生能量 $E_r$    |                                                                                                     | ①~③的负能量总和 $E_r$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                       |           |   |                                                                                             |                                                             |   |                   |                                              |   |                                                                                                     |                                                             |    |             |                     |   |                                                                                             |                                                             |   |                    |                                              |   |                                                                                              |                                                             |               |  |                 |      |        |                      |   |                         |                                                              |   |                   |                                                  |   |                          |                                                              |    |             |                   |   |                         |                                                              |   |                    |                                                  |   |                          |                                                              |            |  |                 |

## (3) 再生选择电阻的计算式

| 项 目       | 计 算 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8. 简易能率计算 | <p>每分钟的容许能率 = <math>\frac{(\text{下表的值})}{m+1} \cdot \left(\frac{N_r}{N_0}\right)^2</math> [次/min].....(6-39)</p> <p>m: 惯性矩比 = <math>J_L/J_M</math></p> <p><math>N_r</math>: 马达额定转速[r/min]</p> <p><math>N_0</math>: 最高机械速度时的马达转速[r/min]</p> <p>相当于从马达额定转速减速到停止时的每分钟的容许能率。</p> <p>[注意]再生能率很高时,有时超过马达有效转矩,所以一定要进行检查。</p> |

表 6.3 MR-J 系列马达每分钟的容许再生能率[其一] (单位:次/分)

| 规格号                                  | 型 | HA - ME 系列       |  |          |   |         |      | HA - FE 系列 |   |         |   |         |      |         |      |         |  |
|--------------------------------------|---|------------------|--|----------|---|---------|------|------------|---|---------|---|---------|------|---------|------|---------|--|
|                                      |   | 伺服马达系列           |  | 伺服马达型号   |   |         |      | HA-ME053   |   | HA-FE23 |   | HA-FE33 |      | HA-FE43 |      | HA-FE53 |  |
|                                      |   | 伺服放大装置型号         |  | MR-J10MA |   | MR-J10A |      | MR-J10A    |   | MR-J10A |   | MR-J10A |      | MR-J10A |      | MR-J10A |  |
| 再生制动能率(注1)(次/份)                      |   | MR-RB013 有       |  | △        | △ | △       | 803  | 197        | △ | △       | △ | △       | 315  | 145     | 120  |         |  |
| △在 200W 以下时,有效转矩在额定转矩以下的话,对再生频率没有制约。 |   | MR-RB013 有       |  | △        | △ | △       | 2410 | 592        | △ | △       | △ | △       | 954  | 440     | 360  |         |  |
| ×不能使用的组合                             |   | MR-RB064 串联 2 根有 |  | △        | △ | △       | 1250 | 1200       | △ | △       | △ | △       | 1818 | 1250    | 1200 |         |  |
|                                      |   | MR-RB064 有       |  | ×        | × | ×       | ×    | ×          | × | ×       | × | ×       | ×    | ×       | ×    | ×       |  |
|                                      |   | MR-RB10 串联 2 根有  |  | ×        | × | ×       | ×    | ×          | × | ×       | × | ×       | ×    | ×       | ×    | ×       |  |
|                                      |   | MR-RB10 串联 2 根有  |  | ×        | × | ×       | ×    | ×          | × | ×       | × | ×       | ×    | ×       | ×    | ×       |  |
|                                      |   | MR-RB10 有        |  | ×        | × | ×       | ×    | ×          | × | ×       | × | ×       | ×    | ×       | ×    | ×       |  |
|                                      |   | MR-RB30 有        |  | ×        | × | ×       | ×    | ×          | × | ×       | × | ×       | ×    | ×       | ×    | ×       |  |
|                                      |   | MR-RB50 有        |  | ×        | × | ×       | ×    | ×          | × | ×       | × | ×       | ×    | ×       | ×    | ×       |  |

| 伺服马达系列           | HA-SE 1000r/min 系列 |          |          |          |         | HA-SE 2000r/min 系列 |          |          |          |         | HA-SE 3000r/min 系列 |          |          |          |  |
|------------------|--------------------|----------|----------|----------|---------|--------------------|----------|----------|----------|---------|--------------------|----------|----------|----------|--|
| 伺服马达型号           | HA-SE01            | HA-SE121 | HA-SE201 | HA-SE301 | HA-SE52 | HA-SE102           | HA-SE152 | HA-SE202 | HA-SE352 | HA-SE53 | HA-SE103           | HA-SE153 | HA-SE203 | HA-SE353 |  |
| 伺服放大器型号          | RM-J100A           |          | RM-J200A | RM-J350A | RM-J70A | RM-J100A           | RM-J200A |          | RM-J350A | RM-J70A | RM-J100A           | RM-J200A |          | RM-J350A |  |
| MR-RB013 有       | 43                 | 18       | ×        | ×        | 33      | 16                 | ×        | ×        | ×        | 14      | 7                  | ×        | ×        | ×        |  |
| MR-RB033 有       | 130                | 55       | ×        | ×        | 100     | 48                 | ×        | ×        | ×        | 44      | 22                 | ×        | ×        | ×        |  |
| MR-RB064 串联 2 根有 | 438                | 188      | ×        | ×        | 330     | 160                | ×        | ×        | ×        | 147     | 73                 | ×        |          |          |  |
| MR-RB064 有       | ×                  | ×        | 55       | ×        | ×       | ×                  | 67       | 29       | ×        | ×       | ×                  | 27       | 11       | ×        |  |
| MR-RB 串联 2 根有    | ×                  | ×        | 139      | ×        | ×       | ×                  | 159      | 69       | ×        | ×       | ×                  | 69       | 29       | ×        |  |
| MR-RB 串联 2 根有    | ×                  | ×        | 417      | ×        | ×       | ×                  | 348      | 199      | ×        | ×       | ×                  | 154      | 88       | ×        |  |
| MR-RB10 有        | ×                  | ×        | ×        | 60       | ×       | ×                  | ×        | ×        | 23       | ×       | ×                  | ×        | ×        | 9        |  |
| MR-RB30 有        | ×                  | ×        | ×        | 18       | ×       | ×                  | ×        | 110      | 67       | ×       | ×                  | ×        | ×        | 29       |  |
| MR-RB50 有        | ×                  | ×        | ×        | 300      | ×       | ×                  | ×        | ×        | 110      | ×       | ×                  | ×        | ×        | 48       |  |

(注)1. 再生制动能率表示在马达单机时,由额定转速开始减速到停止时的容许频率。在 200W 以下时,若有效转矩为额定转矩时,对再生频率没有限制。加上负荷时,则为表的值  $1/(m+1)$ 。而且,  $m$  = 负荷惯性矩/马达惯性矩。超过额定转速时,容许次数与(转速/额定速度)的平方成反比。当转速频繁改变时,或为常时再生状态(如上下进给)时,必须要求出运转时的再生发热量,不得超过容许值。

表 6.4MR-H 系列马达每分钟的容许再生能率 (单位:次/分)

| 马达系列        |             | HA-FH 系列(小容量) |      |      |      |      |      | HA-SH1000r/min 系列(中容量) |      |      |      | HA-SH2000r/min 系列 |      |      |      |
|-------------|-------------|---------------|------|------|------|------|------|------------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
| 规格          | 伺服马达型号 HA-□ | FH03          | FH13 | FH23 | FH33 | FH43 | FH63 | SH01                   | SH11 | SH21 | SH31 | SH02              | SH12 | SH22 | SH32 |
|             |             | H10A          |      |      |      |      |      | H20A                   |      |      |      | H30A              |      |      |      |
| 再生制动能率(次/分) | 内置再生电阻器     | (注3)          | (注3) | (注3) | 1500 | 750  | 600  | 350                    | 150  | 120  | 80   | 190               | 150  | 90   |      |
|             | 有外置再生选择电阻   | -             | -    | -    | (注4) | (注4) | (注4) | (注4)                   | 560  | 280  | 185  | (注6)              | (注6) | 340  |      |

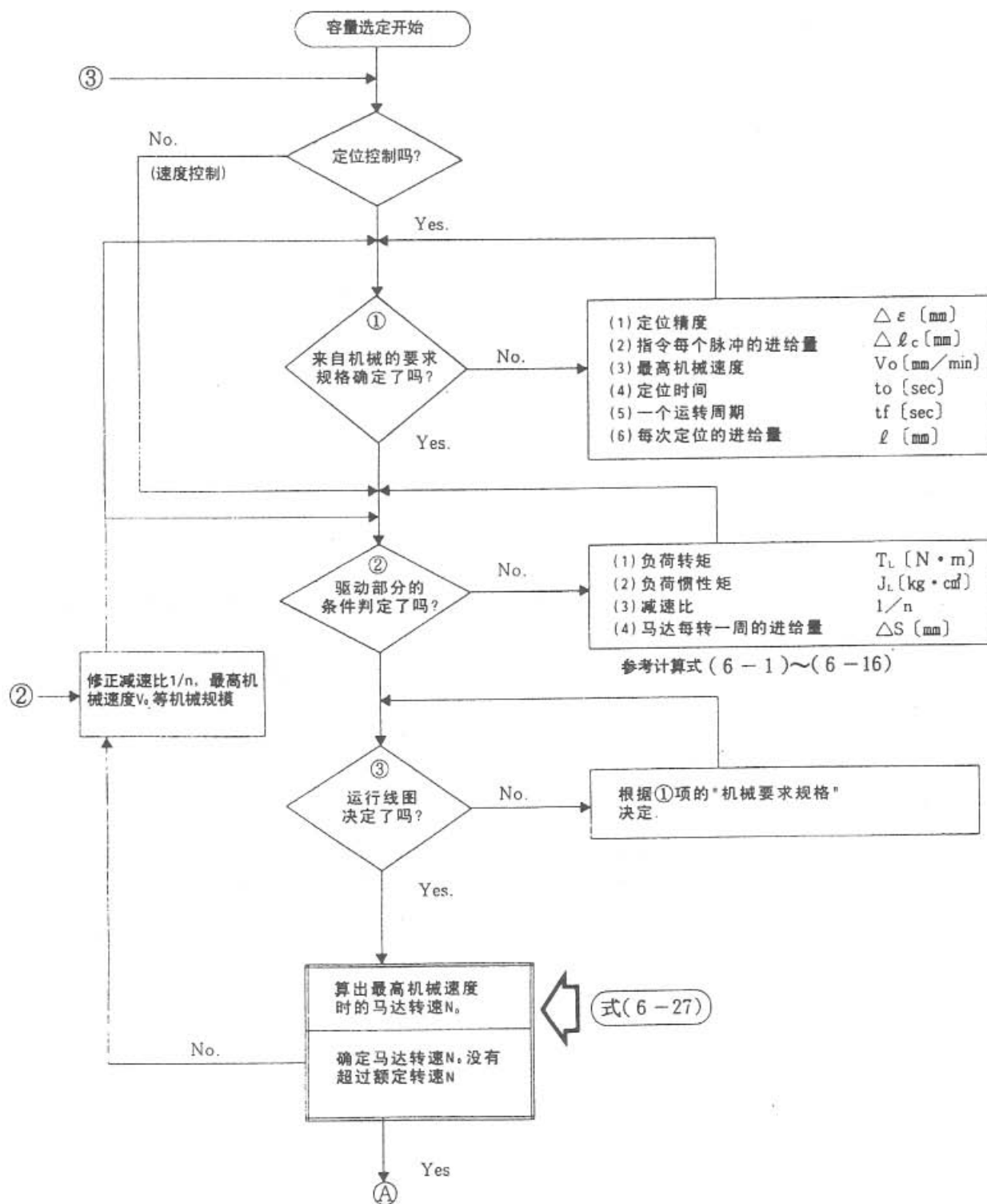
  

| 马达系列        |             | HA-SH2000r/min 系列 |       |       |       |       |       |       |       | HA-LH2000r/min 系列 |       |       |       |       |       |
|-------------|-------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 规格          | 伺服马达型号 HA-□ | SH02              | SH12  | SH22  | SH32  | SH103 | SH153 | SH203 | SH353 | LH02              | LH102 | LH152 | LH202 | LH302 | LH402 |
|             |             | H200A             | H350A | H500A | H700A | H80A  | H100A | H200A | H350A | H50A              | H60A  | H200A | H350A | H500A | H700A |
| 再生制动能率(次/分) | 内置再生电阻器     | 65                | 30    | 19    | 19    | 73    | 60    | 36    | 24    | 12                | 800   | 990   | 720   | 230   | 150   |
|             | 有外置再生选择电阻   | 150               | 70    | 44    | 44    | (注4)  | 180   | 135   | 55    | 28                | (注4)  | (注4)  | (注4)  | 530   | 350   |

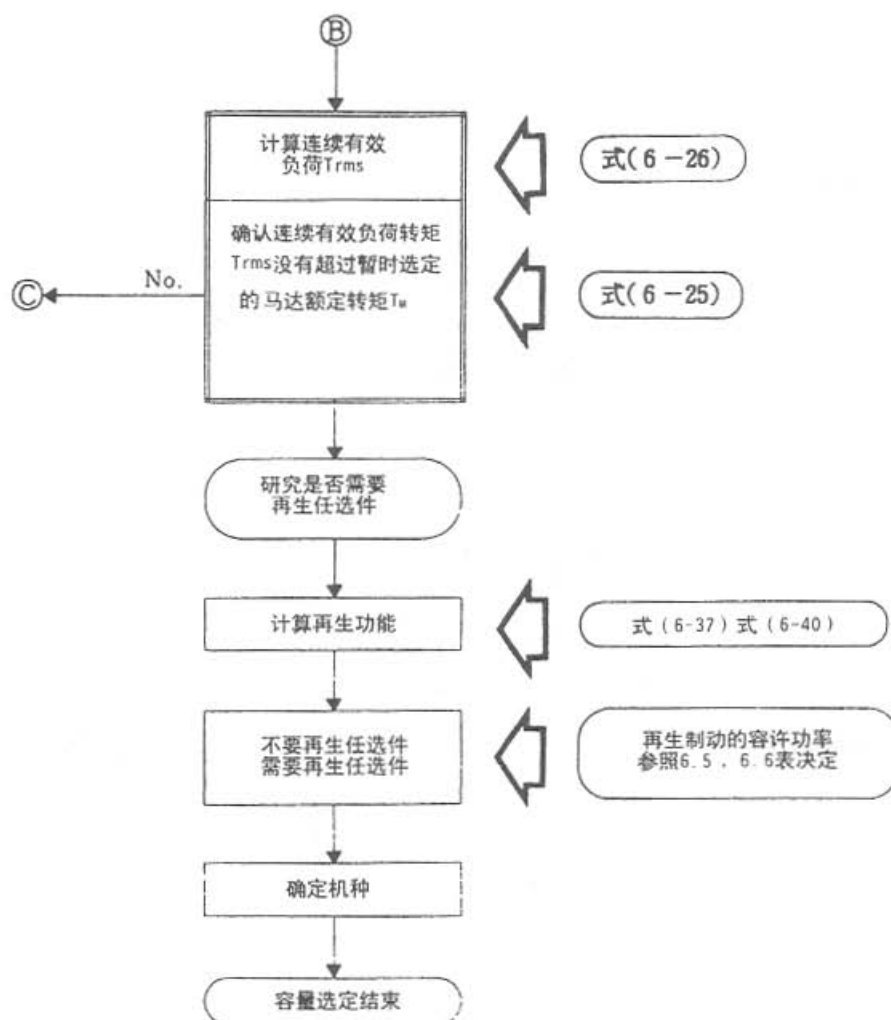
| 项 目 |  | 计 算 式 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----|--|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|     |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| </  |  |       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

| 项目              | 计算式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |           |         |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|---------|--|----|----|---------|---------|----------|---|----|---|----------|---|----|----------|----------|---|-----|----------|----------|---|----|---------|---|-----|---------|---|-----|----------|---------|---|-----|---------|---|-----|---------|---|-----|---------|--------------|-----------|--|--|----|------|---------|---------|---|---------|---|----|---------|---------|---|----|-----------------|----|---------|---|-----|----------|----|----------|-----|---------|---|-----|--|---------|---|-----|----------|---------|---|-----|----------|---------|---|-----|----------|-----|---------|---|-----|---------|---|-----|
| 9. 再生能量的计算      | <p>运行特性曲线为不定值时,算出各再生时的能量 E,再从每个运转周期中的再生能量总和中计算再生功率 Pr,与再生制动电阻器的容许功率(表 6.5)做比较,来选择所需的任选项。</p> <p>再生效率 <math>Pr = \frac{-Er}{t_r}(W)</math>..... (6-40)</p> <p>Er:由(6-37)式求得的 1 个运转周期中再生能量 E 的总和[Joule]</p> <p>tr:1 个运转周期[sec]</p> <p>表 6.5 MR-J 系列再生选择电阻的容许功率和适用一览表</p> <table><tr><th rowspan="2">伺服放大器型号</th><th colspan="3">再生任选项规格</th></tr><tr><th>型号</th><th>个数</th><th>容许功率(W)</th></tr><tr><td>MR-J40A</td><td>MR-RB013</td><td>1</td><td>10</td></tr><tr><td>~</td><td>MR-RB033</td><td>1</td><td>30</td></tr><tr><td>MR-J100A</td><td>MR-RB064</td><td>2</td><td>100</td></tr><tr><td rowspan="3">MR-J200A</td><td>MR-RB064</td><td>1</td><td>60</td></tr><tr><td>MR-RB10</td><td>2</td><td>150</td></tr><tr><td>MR-RB30</td><td>2</td><td>500</td></tr><tr><td rowspan="3">MR-J350A</td><td>MR-RB10</td><td>1</td><td>100</td></tr><tr><td>MR-RB30</td><td>1</td><td>300</td></tr><tr><td>MR-RB50</td><td>1</td><td>500</td></tr></table> <p>表 6.6 MR-H 系列再生选择电阻的容许功率和适用一览表</p> <table><tr><th rowspan="2">伺服放大器型号</th><th rowspan="2">内置电阻器容许功率(W)</th><th colspan="3">再生任选项电阻规格</th></tr><tr><th>型号</th><th>连接个数</th><th>容许功率(W)</th></tr><tr><td>MR-H40A</td><td rowspan="2">0</td><td>MR-RB13</td><td>1</td><td>10</td></tr><tr><td>MR-H60A</td><td>MR-RB33</td><td>1</td><td>30</td></tr><tr><td>MR-H40A,MR-H60A</td><td>50</td><td rowspan="2">MR-RB32</td><td rowspan="2">1</td><td rowspan="2">300</td></tr><tr><td>MR-H100A</td><td>80</td></tr><tr><td>MR-H200A</td><td rowspan="4">110</td><td>MR-RB34</td><td>1</td><td>300</td></tr><tr><td></td><td>MR-RB54</td><td>1</td><td>500</td></tr><tr><td>MR-H350A</td><td>MR-RB30</td><td>1</td><td>300</td></tr><tr><td>MR-H500A</td><td>MR-RB50</td><td>1</td><td>500</td></tr><tr><td rowspan="2">MR-H700A</td><td rowspan="2">130</td><td>MR-RB31</td><td>1</td><td>300</td></tr><tr><td>MR-RB51</td><td>1</td><td>500</td></tr></table> | 伺服放大器型号   | 再生任选项规格 |         |  | 型号 | 个数 | 容许功率(W) | MR-J40A | MR-RB013 | 1 | 10 | ~ | MR-RB033 | 1 | 30 | MR-J100A | MR-RB064 | 2 | 100 | MR-J200A | MR-RB064 | 1 | 60 | MR-RB10 | 2 | 150 | MR-RB30 | 2 | 500 | MR-J350A | MR-RB10 | 1 | 100 | MR-RB30 | 1 | 300 | MR-RB50 | 1 | 500 | 伺服放大器型号 | 内置电阻器容许功率(W) | 再生任选项电阻规格 |  |  | 型号 | 连接个数 | 容许功率(W) | MR-H40A | 0 | MR-RB13 | 1 | 10 | MR-H60A | MR-RB33 | 1 | 30 | MR-H40A,MR-H60A | 50 | MR-RB32 | 1 | 300 | MR-H100A | 80 | MR-H200A | 110 | MR-RB34 | 1 | 300 |  | MR-RB54 | 1 | 500 | MR-H350A | MR-RB30 | 1 | 300 | MR-H500A | MR-RB50 | 1 | 500 | MR-H700A | 130 | MR-RB31 | 1 | 300 | MR-RB51 | 1 | 500 |
| 伺服放大器型号         | 再生任选项规格                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |           |         |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|                 | 型号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 个数        | 容许功率(W) |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-J40A         | MR-RB013                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1         | 10      |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| ~               | MR-RB033                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1         | 30      |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-J100A        | MR-RB064                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2         | 100     |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-J200A        | MR-RB064                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1         | 60      |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|                 | MR-RB10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2         | 150     |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|                 | MR-RB30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2         | 500     |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-J350A        | MR-RB10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1         | 100     |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|                 | MR-RB30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1         | 300     |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|                 | MR-RB50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1         | 500     |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| 伺服放大器型号         | 内置电阻器容许功率(W)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 再生任选项电阻规格 |         |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 型号        | 连接个数    | 容许功率(W) |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-H40A         | 0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | MR-RB13   | 1       | 10      |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-H60A         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MR-RB33   | 1       | 30      |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-H40A,MR-H60A | 50                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | MR-RB32   | 1       | 300     |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-H100A        | 80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |           |         |         |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-H200A        | 110                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MR-RB34   | 1       | 300     |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MR-RB54   | 1       | 500     |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-H350A        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MR-RB30   | 1       | 300     |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-H500A        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MR-RB50   | 1       | 500     |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
| MR-H700A        | 130                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | MR-RB31   | 1       | 300     |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |
|                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MR-RB51   | 1       | 500     |  |    |    |         |         |          |   |    |   |          |   |    |          |          |   |     |          |          |   |    |         |   |     |         |   |     |          |         |   |     |         |   |     |         |   |     |         |              |           |  |  |    |      |         |         |   |         |   |    |         |         |   |    |                 |    |         |   |     |          |    |          |     |         |   |     |  |         |   |     |          |         |   |     |          |         |   |     |          |     |         |   |     |         |   |     |

## 6.4 容量选定流程图



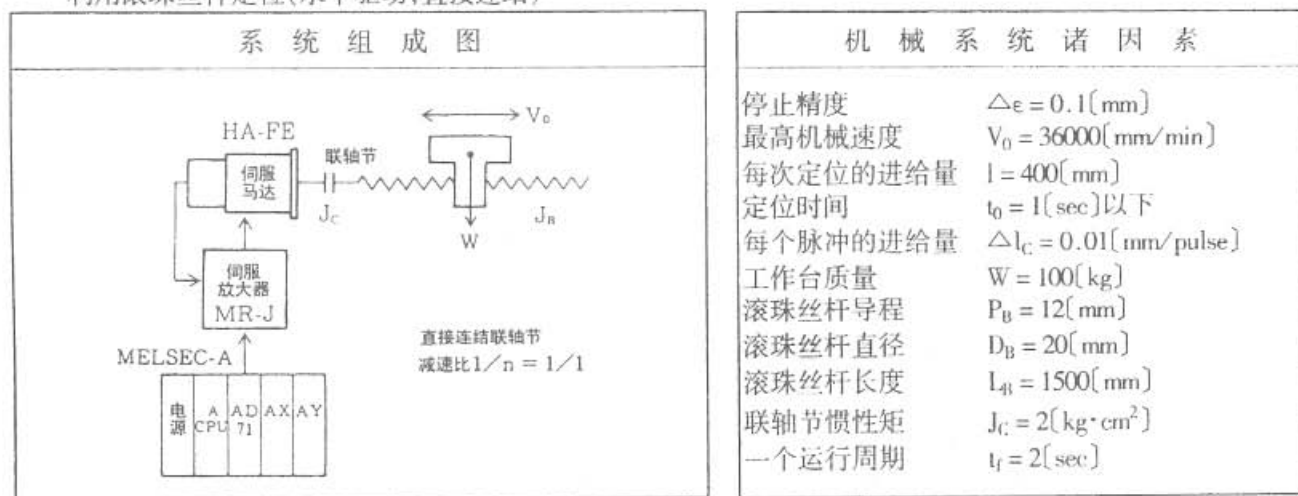




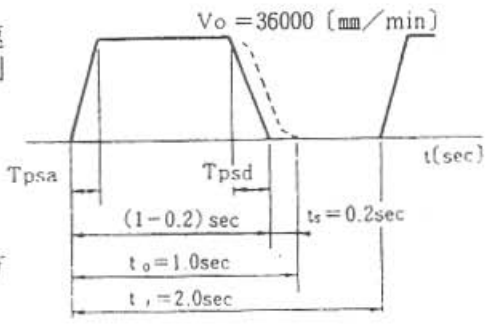
## 6.5 容量选定事例

工作台进给

利用滚珠丝杆定位(水平驱动,直接连结)



| 项 目         | 计 算                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 参 考                         |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 1. 负荷转矩的计算  | <p>负荷转矩虽可从机械厂家得到数值,但在本驱动系统中,可按下述方法自行算出。计算负荷转矩时,必须在最后换算成马达轴的值。</p> <p>马达轴换算负荷转矩 <math>T_L</math></p> $T_L = \frac{\mu W g \cdot \Delta S}{2 \times 10^3 \pi \eta}$ $= \frac{(0.2 \times 100 \times 9.8) \times 12}{2 \times 10^3 \times \pi \times 0.8} = 0.5 [\text{N} \cdot \text{m}]$ <p>※1. 滚珠丝杆和导轨的摩擦系数通常约为 0.01 ~ 0.05, 这里留有余量, 设 <math>\mu = 0.2</math>。</p> <p>2. 这时机械系统的传递效率为 <math>\eta = 0.8</math>。</p> <p>3. 转矩(6-7)式的 <math>F_c, F_g</math> 均为 0。</p> <p>(参考): 马达容量的选定原则上要选额定转矩 <math>T_M</math> 为求得的负荷转矩 <math>T_L</math> 以上的机种。(为留有余量, 通常约为额定转矩 <math>T_M</math> 的 50% ~ 80%)。</p>                                                                              | 式(6-6)                      |
| 2. 负荷惯性矩的计算 | <p>负荷惯性矩虽然可从机械厂家得到的数值,但是本驱动系统时也可自己算出。在计算负荷惯性矩时,最后必须变为马达轴换算值。</p> <p>① 工作台 <math>J_T = W \times \left( \frac{\Delta S}{20\pi} \right)^2 = 100 \times \left( \frac{12}{20\pi} \right)^2 = 3.6 [\text{kg} \cdot \text{cm}^2]</math></p> <p>② 滚珠丝杆 <math>J_B = \frac{1}{32} \times \pi \times D_B^4 \times \rho \times l_{B1} \times 10^{-8} = \frac{1}{32} \times 20^4 \times 7.8 \times 1500 \times 10^{-8} = 1.8 [\text{kg} \cdot \text{cm}^2]</math></p> <p>③ 联轴节 <math>J_c = 2 [\text{kg} \cdot \text{cm}^2]</math></p> <p>④ 马达轴换算全负荷惯性矩</p> $\Sigma J_L = J_T + J_B + J_c = 3.6 + 1.8 + 2 = 7.4 [\text{kg} \cdot \text{cm}^2]$ <p>(参考): 惯性矩是以马达驱动的全部物体为对象, 因此就考虑其全部的惯性矩。</p> | <p>式(6-3)</p> <p>式(6-1)</p> |

| 项 目                | 计 算                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 备 考     |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 3. 运转特性曲线          | <p>由机械规格的定位时间,定位速度(最高机械速度)来求伺服马达的加减速时间。</p> <p>一般情况下,马达为直线加减速时,加速、减速时间相等。本例也以此为前提求运转特性曲线。</p>  <p>加减速时间根据上图,按以下方法求得</p> $T_{psa} = T_{psd} = t_0 - t_s - \frac{V_0}{60} \times 60$ $= 1.0 - 0.2 - \frac{36000}{36000} \times 60$ $= 0.13[\text{sec}]$ <p>设定: <math>T_{psa} = T_{psd} = 0.1[\text{sec}]</math></p> <p>〔参考〕设停止调整时间 <math>t_s = 0.2(\text{sec})</math>。要使其在 1 脉冲以内完全定位,则需要上述的 1.5 ~ 2 倍的时间。对于规格的定位精度,伺服马达的分辨率若充分小时(通常在 1/5 ~ 1/10 以下),估计上述调整时间 <math>t_s</math> 已很充分了。</p> | 式(6-35) |
| 4. 最高机械速度时的马达转速    | <p>求出作为最高机械速度 <math>V_0 = 36000(\text{mm/min})</math> 的马达转速。</p> $N_0 = \frac{V_0}{\Delta} = \frac{36000}{12} = 3000[\text{r/min}]$ <p>〔参考〕:因为求得 <math>N_0</math> 超过马达额定转速时,就不能运行,所以,必须将最高机械速度 <math>V_0</math> 调小,或将马达每转一周的进给量 <math>\Delta S</math> 增大。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 式(6-28) |
| 5. 参数的设定<br>(电子齿轮) | <p>为使每个指令的一个脉冲中的进给量为 <math>\Delta l_c = 0.01[\text{mm}]</math>,需设定 MR-J 伺服放大器的参数(指令脉冲倍率,分母 CDV、分子 CMX)。</p> $\left(\frac{\text{CMS}}{\text{CDV}}\right) = \frac{P_{fo}}{\Delta S} \cdot \Delta l = \frac{4000}{12} \times 0.01 = \frac{10}{3}$ <p>设定:指令脉冲倍率分母 CDV = 3(参数 NO.3)<br/>指令脉冲倍率分子 CMX = 10(参数 NO.2)</p>                                                                                                                                                                                                                                                         | 式(6-29) |
| 6. 马达的暂时选定         | <p>求得负荷转矩、负荷惯性力矩,就能大致选定马达容量。选定的大致标准为:①马达额定转矩应大于负荷转矩。②马达自身的惯性矩应在负荷惯性矩 <math>J_L</math> 的 1/10 以上。</p> <p>本例中: <math>T_L = 0.5[\text{N} \cdot \text{m}]</math> <math>J_L = 7.4[\text{kg} \cdot \text{cm}^2]</math></p> <p>所以暂时选定 HA-FE43(额定转矩 <math>T_M = 1.3(\text{N} \cdot \text{m})</math>, 马达惯性矩 <math>J_M = 0.98[\text{kg} \cdot \text{cm}^2]</math>)。</p>                                                                                                                                                                                                             |         |

| 项 目             | 计 算                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 备 考                                                         |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 7. 加速、减速转矩的计算   | <p>以上已求出了负荷转矩、负荷惯性矩以及马达运转特性曲线。因此,使用前项已选定的马达,要确认一下,加速、减速时所需转矩要在暂时选定马达的最大转矩以下。若超过最大转矩,马达就不能跟踪在前项中求得加减速时间,会构成伺服机产生异常的原因。</p> $T_a = T_d \frac{(J_L + J_M) \times N_0}{9.55 \times 10^4 \times T_{psa}} = \frac{(7.4 + 0.98) \times 3000}{9.55 \times 10^4 \times 0.1} = 2.6 [N \cdot m]$ <p>加减速时需要的马达转矩</p> $T_{Ma} = T_a + T_l = 2.6 + 0.5 = 3.1 [N \cdot m]$ $T_{Md} = -T_d + T_l = -2.6 + 0.5 = -2.1 [N \cdot m]$ <p>因求得的加、减速转矩在暂时选定的马达的最大转矩[3.8N·m]以下,可认为合适。</p>                                                                                                  | <p>式(6-18)</p> <p>式(6-21)</p> <p>式(6-23)</p> <p>式(6-24)</p> |
| 8. 连续有效负荷转矩的计算  | <p>从3.7项求得的运转特性曲线和马达需要的转矩来求出连续有效负荷转矩,并确认该值没有超过暂时选定的马达额定转矩。</p> $T_{rms} = \sqrt{\frac{T_{Ma}^2 \cdot T_{psa} + T_l^2 \cdot (t_o - T_{psa} - T_{psd}) + T_{Md}^2 \cdot T_{psd}}{t_f}}$ $= \sqrt{\frac{3.1^2 \times 0.1 + 0.5^2 \times 0.8 + (-2.1)^2 \times 0.1}{2.0}} = 0.89 [N \cdot m]$ <p>求得的连续有效负荷转矩在暂时选定的马达的额定转矩[13N·]以下就可认为合适。</p>                                                                                                                                                                                                                           | 式(6-26)                                                     |
| 9. 再生制动任选项是否需要。 | <p>根据制动能率,研究是否需要再生任选项。</p> <p>惯性矩比 <math>m = \frac{J_L}{J_M} = \frac{7.4}{0.98} = 7.6</math></p> <p>每分钟定位次数 <math>= 60/t_f = \frac{60}{2} = 30 [\text{回}/\text{min}]</math></p> <p>暂时选定的 HA - FE43 用放大器 MR - J40A 必须有外置再生任选项。作为再生选择电阻应暂时选定 MR - RB033。(MR - RB013 的能力不足……计算过程从略)。再生选择电阻 MR - RB033 每分钟的容许能率由(5-39)式得出:</p> $\frac{440}{m+1} \times \left(\frac{N_r}{N_n}\right)^2 = \frac{440}{7.6+1} \times \left(\frac{3000}{3000}\right)^2 \text{ 平方} = 51 [\text{次}/\text{min}] > 30 [\text{min}]$ <p>可以确保机械规格的定位次数为 30[次/min]</p> <p>使用再生制动任选项 MR - RB033</p> | 式(6-39)                                                     |

| 项 目             | 计 算                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 备 考 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 10. 定位单元的<br>研讨 | <p>上面已经研究过伺服马达的容量。这里对所用的定位单元是否可以设定选定的运转特性曲线？在与伺服机的组合中应确认以下项目。</p> <p>①加减速时间的设定,因为 AD71 的加减速时间设定范围为 64 ~ 4999 [Msec],所以中 3 项选择的加减速时间 0.1[sec]是能够设定的。</p> <p>〈参考〉:加减速时间比 AD71 的设定范围小时,可采用提高速度限制值的措施。</p> <p>②最大指令脉冲频率</p> <p>AD71 的最大输出脉冲频率为 200Kpps。</p> <p>用在 5 项中求得的电子齿轮来求马达旋转速度为 2500r/min 的指令脉冲频率。</p> $f_c = \frac{2500}{60} \times 4000 \times \frac{CDV}{CMX} = \frac{2500}{60} \times 4000 \times \frac{3}{10} = 50 \times 10^3$ <p>〈参考〉:对于 1 轴控制,要根据规格、控制内容,也可以使用 1 轴用定位单元(FX-1GM, AD70D, MR-H-AC)。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |
| 11. 停止精度的<br>研讨 | <p>研讨对于停止精度<math>\Delta\epsilon</math>的反馈脉冲<math>\Delta l_0</math>的输出定位完毕信号的滞留脉冲范围(参数 NO.4)。</p> <p>根据马达每转一周的进给量<math>\Delta S</math>和 MR-J 伺服放大器的批反馈脉冲数 <math>P_{f0}</math></p> $\Delta l_0 = \frac{\Delta S}{P_{f0}} = \frac{12}{4000} = 0.003[\text{mm/pulse}]$ <p>输出定位完毕信号的滞留脉冲范围 = <math>\frac{1\Delta\epsilon}{\Delta l_0} = \frac{0.1}{0.003} = 30[\text{pulse}]</math></p> <p>(比停止调整时间 <math>T_s = 0.2[\text{sec}]</math> 后的滞留脉冲量 <math>\epsilon = 20[\text{脉冲}]</math> 大,因此认为合适。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>根据停止调整时间滞留脉冲特性图 2.10, <math>T_{pad} = 0.1[\text{sec}]</math>, 在停止调整时间 <math>T_s = 0.2[\text{sec}]</math> 时的滞留脉冲量约为 <math>\epsilon = 20[\text{pulse}]</math>, 所以停止调整时间 <math>T_s</math> 后的滞留脉冲量 <math>\epsilon</math> 适合机械规格。</p> </div> |     |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |      |               |    |               |   |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|---------------|----|---------------|---|
| <p>选定结果</p>   | <p>根据上述研究,由于加减速转矩为马达的最大转矩以下,连续有效负荷转矩为马达额定转矩以下,因此可以使用暂时选定的马达。</p> <p>[选定结果] 伺服马达      HA - FE43<br/>         伺服放大器      MR - J40A<br/>         再生选择电阻      MR - RB033<br/>         参数设定值</p> <table border="1" data-bbox="962 487 1406 623"> <tr> <td>伺服环路形式(STY)</td><td>0020</td></tr> <tr> <td>指令脉冲倍率分子(CMX)</td><td>10</td></tr> <tr> <td>指令脉冲倍率分母(CDV)</td><td>3</td></tr> </table> <p>最高机械速度时的马达转速 3000[r/min]<br/>         加减速时间 0.1[sec]<br/>         加速时所需马达转矩 3.1[N·m]<br/>         减速时所需马达转矩 -2.1[N·m]<br/>         连续有效负荷转矩 1.3[N·m]<br/>         定位单元 AD71<br/>         最高机械速度时指令脉冲频率 60[kpps]<br/>         加减速时间 0.1[sec](设速度限制值为 60[kpps])</p> | 伺服环路形式(STY) | 0020 | 指令脉冲倍率分子(CMX) | 10 | 指令脉冲倍率分母(CDV) | 3 |
| 伺服环路形式(STY)   | 0020                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |      |               |    |               |   |
| 指令脉冲倍率分子(CMX) | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |             |      |               |    |               |   |
| 指令脉冲倍率分母(CDV) | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |             |      |               |    |               |   |

## 6.6 容量选定时的注意事项

### 6.6.1 上下方向驱动时

运动方向为上下方向时,大致可按以上介绍的方法选型。但上下运动、升降装置时请注意如下几点。

- (1)在负荷转矩内,不平衡转矩都与摩擦系数无关,而与重量成正比,因此,不论有无平衡锤,都对马达容量有极大地影响。
- (2)上升时和下降时,因为所需转矩模式(做功模式,再生模式)不同,要分为四种特性曲线进行充分的研讨。
  - ①上升加速时      ②下降加速时
  - ③上升减速时      ④下降减速时
- (3)减速或加速时因条件不同,有时再生能量变大。这时,要检查制动能力(在发热方面)。
- (4)上下轴停电时,因失掉了伺服锁定能力,有负荷跌落的危险,因此要用带机械制动的马达。
- (5)连续长时间处于伺服锁定状态时,要确认伺服锁定转矩(不平衡转矩)在额定转矩以内。

#### 〈参考〉感应电动机型伺服系统和矢量转换器的场合。

在感应电动机用于马达,即使定位停止(处于伺服锁定状态)时,还持续流过感应电动机特有的无负荷电流(马达激磁电流)。

与同步电动机型伺服系统(SM 伺服系统)相比,存在如下几点不同,请注意。

①停电时,因没有动态制动功能,自由运行停止,所以为防止停电时失控,请使用带有机械制动的马达。

②由于存在空载电流,转矩 = 电流的关系不成立,因此,检查马达负荷(热)时,要计算连续有效电流  $I_{rms}$ 。

连续有效电流  $I_{rms}$  的计算式为(6-41)式。

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{I_0^2 T_{psa} \cdot (t_u - T_{psa} - T_{psd}) + I_{pd}^2 \cdot T_{psd} \cdot I_u^2 \cdot t_{sl}}{t_f}} [A] \dots\dots\dots (6-41)$$

$I_0$ :空载电流      [A]……参考 1M 伺服技术资料

$I_{pa}$ :加速时所需电流 [A]……对应于加速时所需转矩  $T_{Ma}$

$I_{pd}$ :减速时所需电流 [A]……对应于减速时所需转矩  $T_{Md}$

$I_L$ :定速时负荷电流 [A]……对应于负荷转矩  $T_L$

## 6.7 外围设备和任选件

### 6.7 再生选择电阻(MR-RB型)

MR-J型伺服放大器没有内置再生用电阻器,所以需要时请按下表使用。

表 6.7 再生选择电阻规格(MR-J伺服放大器适用)

| 伺服放大器型号                                                        | 再生选择电阻规格 |    |             |           |
|----------------------------------------------------------------|----------|----|-------------|-----------|
|                                                                | 型号       | 个数 | 电阻器         | 再生功率(W)   |
| MR-J10A~100A<br>MR-J10A-40A<br>MR-J10MA-70MA<br>MR-J10M1-40MA1 | MR-RB013 | 1  | 52 $\Omega$ | 10        |
|                                                                | MR-RB033 | 1  | 52 $\Omega$ | 30        |
|                                                                | MR-RB064 | 2  | 52 $\Omega$ | 100(2根串联) |
| MR-J200A                                                       | MR-RB064 | 1  | 26 $\Omega$ | 60        |
|                                                                | MR-RB10  | 2  | 26 $\Omega$ | 150(2根串联) |
|                                                                | MR-RB30  | 2  | 26 $\Omega$ | 500(2根串联) |
| MR-J350A                                                       | MR-RB10  | 1  | 13 $\Omega$ | 100       |
|                                                                | MR-RB30  | 1  | 13 $\Omega$ | 300       |
|                                                                | MR-RB50  | 1  | 13 $\Omega$ | 500       |

伺服放大器内置有再生电阻器(0.3kw以上),因此,通常运行时不必外置再生选择电阻。但是当高频运行和升降运行等再生能力不足时,请外接再生选择电阻。使用MR-RB型再生选择电阻仍然能力不足时,本公司还备有FR-BU型制动单元,FR-RC型电源再生单元,请采用。

选定再生选择电阻时,务必要为求得再生时的再生发热量再生功率。

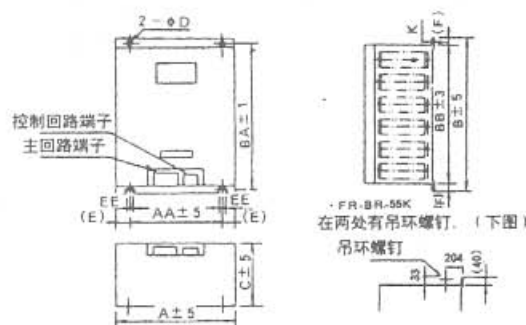
表 6.8 再生选择电阻规格(MR-H伺服放大器适用)

| 伺服放大器型号                    | 伺服放大器规格  |         |                 |
|----------------------------|----------|---------|-----------------|
|                            | 型号       | 再生功率(W) | 电阻器( $\Omega$ ) |
| MR-H10A<br>-H20A           | MR-RB013 | 10      | 52              |
|                            | MR-RB033 | 30      | 52              |
| MR-H40A<br>-H60A<br>-H100A | MR-RB32  | 300     | 40              |
| MR-H200A                   | MR-RB34  | 300     | 26              |
|                            | MR-RB54  | 500     | 26              |
| MR-H350A<br>-H500A         | MR-RB30  | 300     | 13              |
|                            | MR-RB50  | 500     | 13              |
| MR-H700A                   | MR-RB31  | 300     | 20              |
|                            | MR-RB51  | 500     | 20              |

## 6.7.2 制动器单元(FR-BU 型)

本单元是将再生控制和电阻器一体化的设备,与伺服放大器的母线(P-N 间)连接使用。与 MR-RB 型再生选择电阻相比,可产生大功率的再生制动。因此可替代在升降运动时用 MR-RB 型再生能力不足时使用。

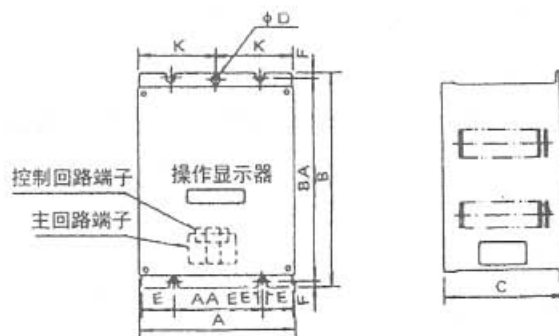
### ·制动器单元(FR-BU)



(单位:mm)

| 制动器单元型号   | A   | AA  | B   | BA  | C   | D | E    | EE | K    | F   | 概略质量 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|---|------|----|------|-----|------|
| FR-BU-15K | 100 | 60  | 240 | 225 | 128 | 6 | 18.5 | 6  | 48.5 | 7.5 | 2.4  |
| FR-BU-30K | 160 | 90  | 240 | 225 | 128 | 6 | 33.5 | 6  | 78.5 | 7.5 | 3.2  |
| FR-BU-55K | 265 | 145 | 240 | 225 | 128 | — | 58.5 | 6  | —    | 7.5 | 5.8  |

\* 左右侧面和上面设换气器,下面为开放构造。



(单位:mm)

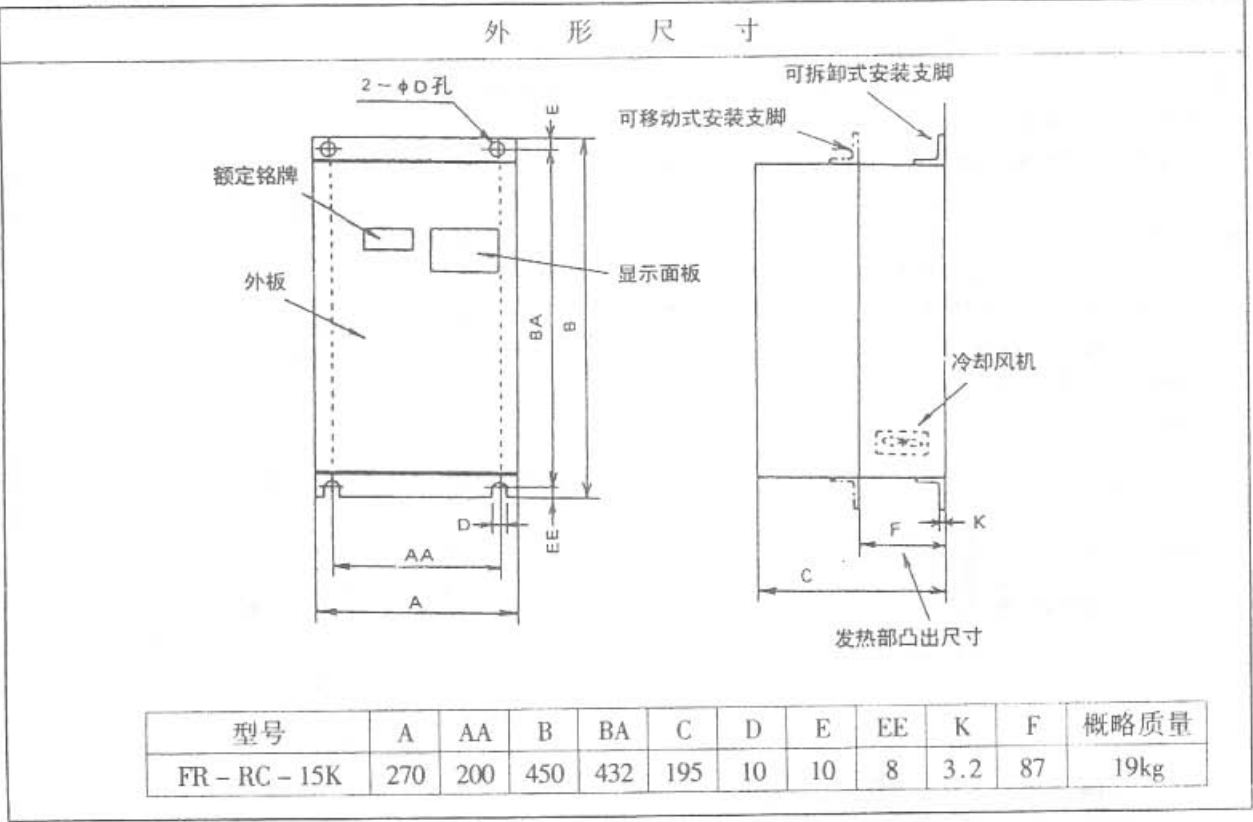
| 制动器型号     | A   | AA  | B   | BA  | BB  | C   | D  | E  | EE | K   | F  | 概略质量 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|-----|----|------|
| FR-BU-15K | 170 | 100 | 450 | 432 | 410 | 220 | 6  | 35 | 6  | 1.6 | 20 | 15   |
| FR-BU-30K | 340 | 270 | 600 | 582 | 560 | 220 | 10 | 35 | 10 | 2   | 20 | 30   |
| FR-BU-55K | 480 | 410 | 700 | 670 | 620 | 450 | 12 | 35 | 12 | 3.2 | 40 | 70   |

\* 左右侧面和上面设换气器,下面为开放构造。

- 注意:1.除 200V 级以外的制动器单元、电阻器单元不适合使用于 AC 伺服系统。上述型号、尺寸全都是 200V 级的单元。
- 2.制动器单元、电阻器单元必须由相等容量的器件组合使用。若用不同容量的单元时,将会破损而不能使用。
- 3.适用于 1.5kW 以下的伺服放大器,但通常用 MR-RB 型再生选择电阻已足够了。
- 4.安装制动器单元、电阻器单元时,若横向和水平方向安装时,散热效果会很差,所以必须在垂直面上垂直方向安装。
- 5.电阻器在机箱内温度可达 100℃ 以上,所以请注意电线和可燃物不能靠近。

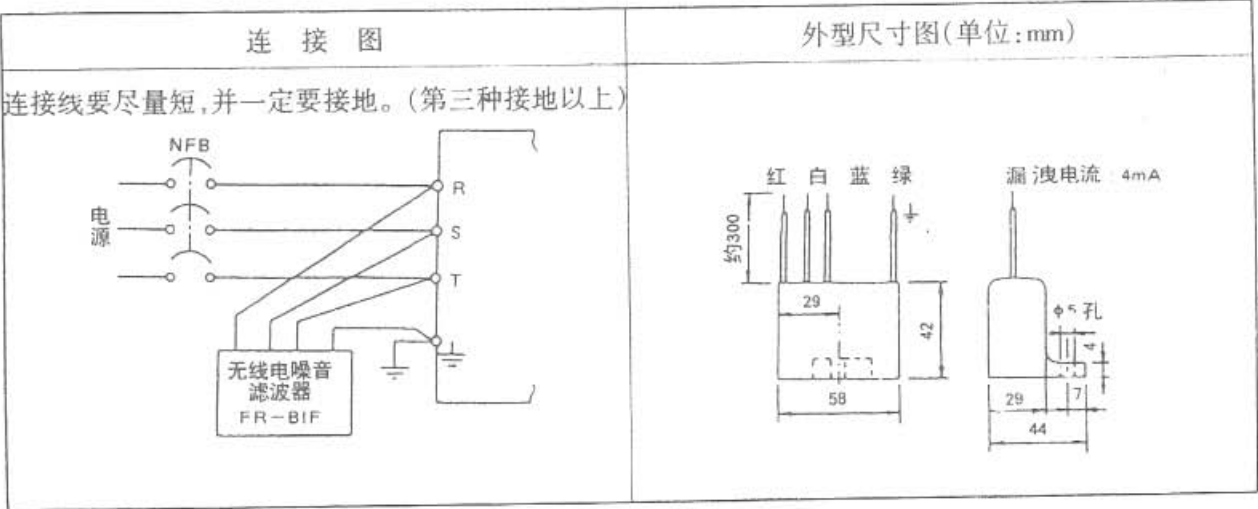
### 6.7.3 电源再生单元

使用电源再生单元,是将旋转能量再生成电源,所以伺服放大器的发热量很少,有节省安装空间、节能的效果。



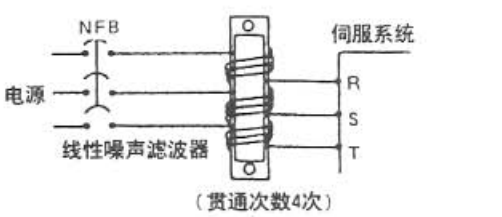
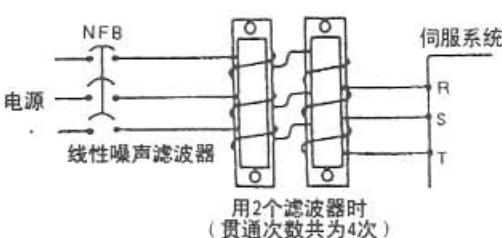
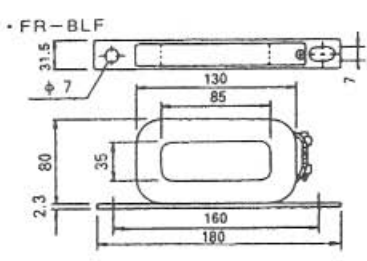
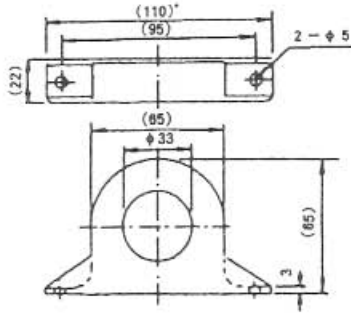
### 6.7.4 无线电噪声滤波器(FR-B1F)……输入端专用

有抑制来自伺服放大器电源的辐射噪声的效果。特别是对 10MHz 以下的无线电频带有效。适用于输入端、伺服放大器所有机种使用。



## 6.7.5 线性噪声滤波器(FR-BLF、FR-BSF01)

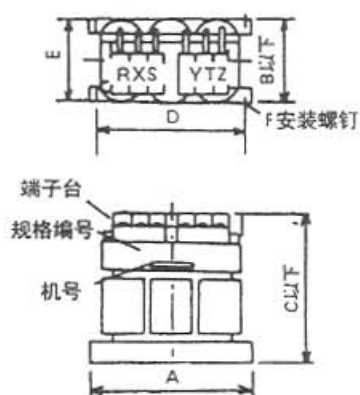
有抑制伺服放大器电源或输出端产生的辐射噪声的效果,也能抑制高次谐波的混电漏电流(零相电流)对  $0.5\text{MHz} \sim 5\text{MHz}$  有特别好的效果。

| 连接图                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 外型尺寸图(单位:mm)                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>• 将3相电流全都在同一方向绕相同次数,插入伺服放大器的电源和输出端</p> <p>• 在电源绕线次数越多效果越好,但通常贯通次数为4次。</p> <p>输出端贯通次数要在4次以内。</p> <p>注1. 接地线不要将3相电线绕在一起。这样会降低滤波效果的,在用4芯电缆时要特别注意此点。接地可用别的电线。</p> <p>注2. 电线太粗不好绕时,可用2个以上滤波器,贯通次数合计等于上述的次数。</p>   | <p>FR-BLF(MR-H350A 以上用)</p>  <p>FR-BSF01(MR-H200A 以下用)</p>  |

## 6.7.6 改善功率因数电抗器(FR-BAL)

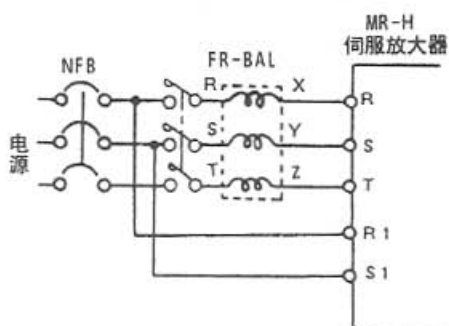
改善伺服放大器的功率因数,可以减少电源容量。

外 型 尺 寸



| 型号           | 尺 寸 |     |     |     |     |    | 质量(kg) |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|--------|
|              | A   | B   | C   | D   | E   | F  |        |
| FR-BAL-0.4K  | 135 | 64  | 120 | 120 | 45  | M4 | 2      |
| FR-BAL-0.75K | 135 | 74  | 120 | 120 | 57  | M4 | 2      |
| FR-BAL-1.5K  | 160 | 76  | 145 | 145 | 55  | M4 | 4      |
| FR-BAL-2.2K  | 160 | 96  | 145 | 145 | 75  | M4 | 6      |
| FR-BAL-3.7K  | 220 | 95  | 200 | 200 | 70  | M5 | 8.5    |
| FR-BAL-7.5K  | 220 | 125 | 205 | 200 | 100 | M5 | 14.5   |
| FR-BAL-11K   | 280 | 140 | 245 | 255 | 100 | M6 | 19     |
| FR-BAL-15K   | 295 | 156 | 280 | 270 | 110 | M6 | 27     |

外 部 连 接 图



## 7. 定位指令装置

### 7.1 定位指令装置的分类和主要辅助功能

伺服马达的用途是多种多样的,与上位控制器之间的系统化正在不断发展,关于伺服马达用定位设备,也有很多方案已被商品化。

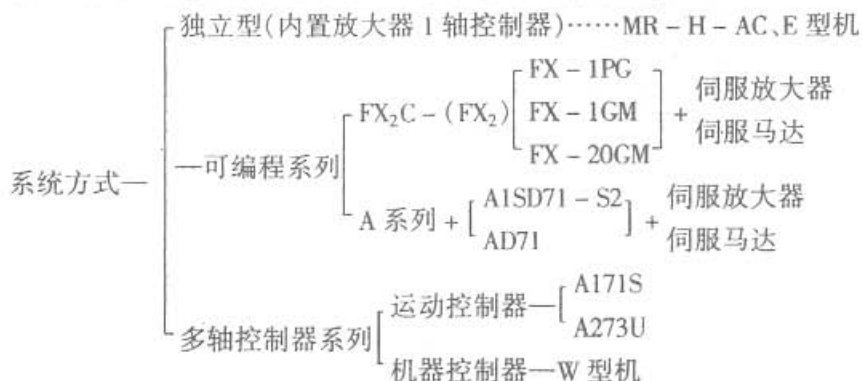
因此,选择符合用途的定位指令装置,对于实现伺服系统的高效率、高的性能价格比来说,也和伺服马达的选型一样,是极其重要的因素。

以上述观点出发,对各种定位控制器的分类、功能做一说明。

#### 7.1.1 种类和比较

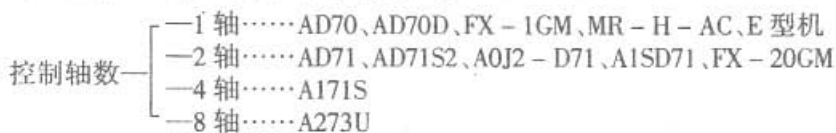
##### (1) 系统方式

伺服系统方式包括定位指令装置和伺服放大器,其组成如下。



##### (2) 控制轴数

控制轴数是指通常用一台定位指令装置可同时控制几台伺服马达或伺服放大器。而有多控制轴数时,又分为同步控制方式或独立控制方式。



##### (3) 同步控制和独立控制

①同步控制……是指在有 2 轴以上的控制轴数的定位指令装置中,可同步控制多个轴的功能。

即用一个程序进行多个轴的控制,同步进行运行方式(自动、手动、原点复归等)、起动、停止。而且这种场合,最近采用插补控制的方式日益增多。

②独立控制……在有 2 轴以上的控制轴数的定位指令装置上,对各轴进行独立控制的功能。

即,对各轴的控制分别用各自不同的程序。运行方式(自动、手动、原点复归等)、起动、停止都分别进行控制。

#### (4) 插补控制

是使多条轴的控制相互连接的功能,通常有直线插补和圆弧插补。

①直线插补……从起点到终点(目标位置)以最短的方式连接,用以控制多条轴。这时的轨迹为直线,故称为直线插补,通常有 2 轴直线插补,3 轴直线插补。

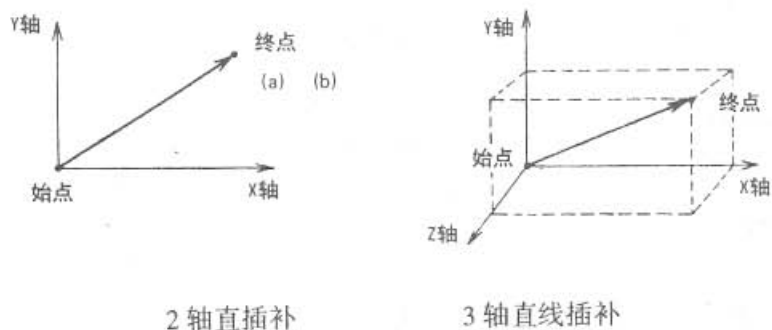


图 7.1 直线插补的动作

适用机种 ———— 2 轴直线插补 ……AD71, AD71S2, AOJ2 - D71, A1SD71, A273U, A171S  
                     ———— 3 轴直线插补 ……A273U, A171S(也可以 2 轴直线插补)

②圆弧插补……从起点到终点(目标位置)用圆弧连结,使其控制多条轴。连结 2 点间的圆弧的轨迹,有无数个。因此,在程序中在指定 2 点位置的同时,还要指定圆弧的半径,中心位置,方向等。

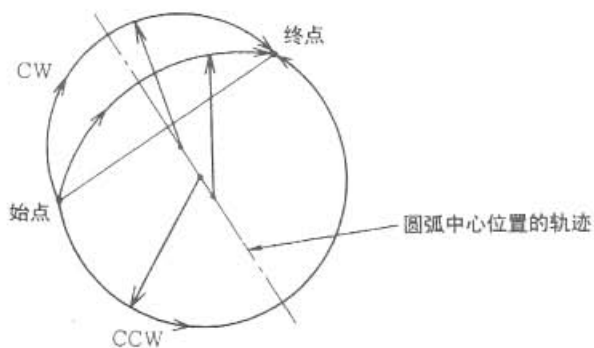


图 7.2 圆弧插补的动作

适用机种……A273U, A171S

### (5) 绝对位置检测

绝对位置检测器装于伺服马达上时,即使断开电源后不实行原点复归,定位指令装置也能记忆机械位置,可以从该位置自行运行的系统。

为组成绝对位置检测系统,需要有带绝对位置检测器的马达,对应的伺服放大器,定位指令装置等。

| 定位指令装置 | 伺服放大器                         | 马 达                           |
|--------|-------------------------------|-------------------------------|
| A273U  | 内置式伺服放大器或 MR-J-B 系列,MR-H-B 系列 | HA-SH-Y<br>HA-LH-Y<br>HA-UH-Y |
| A171S  | MR-J-B 系列,或 MR-H-B 系列         | HA-FH-Y<br>HA-RH-Y            |

注:各种定位指令装置可与任何一台伺服放大器连接。

### (6) 定位程序的种类

将程序种类与机种对应比较如下:

|       |                |                                   |
|-------|----------------|-----------------------------------|
| 定位程序— | —顺控程序……        | AD71,AK71S2,AQJ2-D71,AD70D,A1SD71 |
|       | —定位专用指令……      | FX-1GM,FX-20GM                    |
|       | —运动指令……        | A273U,A171S(NC 语言,G 代码)           |
|       | —接点(BCD,二进制)…… | MR-H-AC                           |

## (7) 位置指令接口

以前,从定位指令装置向伺服放大器输入的位置指令一般都是用脉冲串。但是最近,随各单元用微处理器(CPU)实现了软件化、数字化,作为最新的趋势,出现了将定位指令装置和伺服放大器的 CPU 之间的总线连接起来的方式,这就形成了更高精度的高级系统。

作为脉冲串方式,其接口也有几个种类。

对各机种及其特征归纳如下:

|         |                  |                                                                                  |
|---------|------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 位置指令接口— | 总线连接方式           | …… (定位指令装置)<br>A273U, A171S<br>(伺服放大器)<br>MR—J—B, MR—H—B                         |
|         | 脉冲串方式<br>(通用接口)  | …… 定位指令装置<br>AD70, FX—1GM, AD71, AD71S2,<br>AOJ2—D71, A1SD71 等<br>MR—J, MR—伺服放大器 |
|         | 接点方式<br>(放大器一体化) | …… [内置定位功能的伺服放大器]<br>MR—H—AC 模式 E                                                |

〔脉冲串接口的种类〕

①正反转脉冲串方式和脉冲串、方向判别信号方式

对脉冲串而言,作为指定马达的旋转方向的方向有二种,一种是根据旋转方法从各个端子输入的方式,另一种是根据旋转方向判别信号进行切换的方式。

而由同步编码器直接输入脉冲的时候称为 2 相脉冲串方式

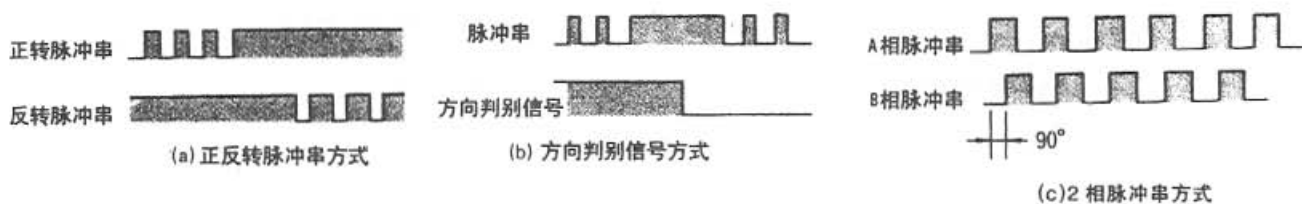


图 7.3 旋转方向的指令方式

## ② 集电极开路方式和差动驱动方法

接口硬件有二种。一种是以前使用的简单的集电极开路方式。另一种是由于脉冲串的高速化、抗噪声性能的提高,最近差动驱动方式日益增多起来。

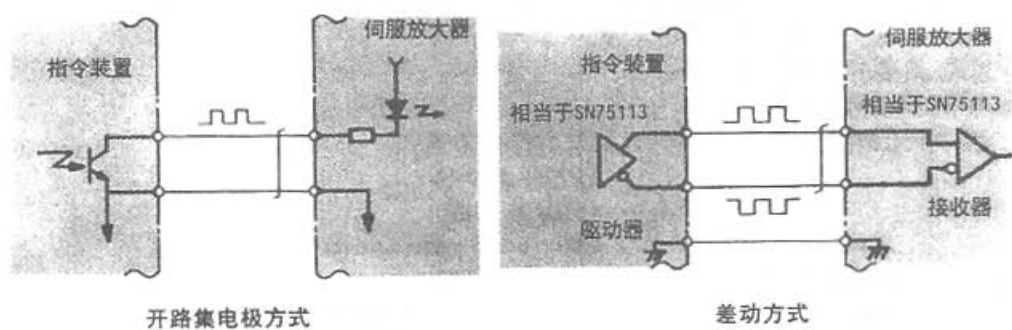


图 7.4 脉冲串的硬件示例



图 7.5 脉冲串示例

### 7.1.2 主要辅助功能

本节介绍定位指令装置,一般配备的辅助功能。  
其规格因装置不同而异,有关详细的功能和规格请参考各定位指令装置的说明书。

#### (1) M 代码

与定位连动,例如,使其有钻头更换,夹紧,松开,焊接电极的下、上,各种显示等辅助功能的信号,使用运动控制器等程序。

#### (2) 跳跃(中断功能 1)

自动运行中能根据来自外部的中断停止信号,中断执行中的动作,再转移到下一个动作的功能。

#### (3) 中断定位(中断功能 2)

从外部输入中断信号的時刻开始,定位指定的移动量的功能。这时,若没有中断信号时,一直移到行程末端,若没有行程末端时,则无限进给。

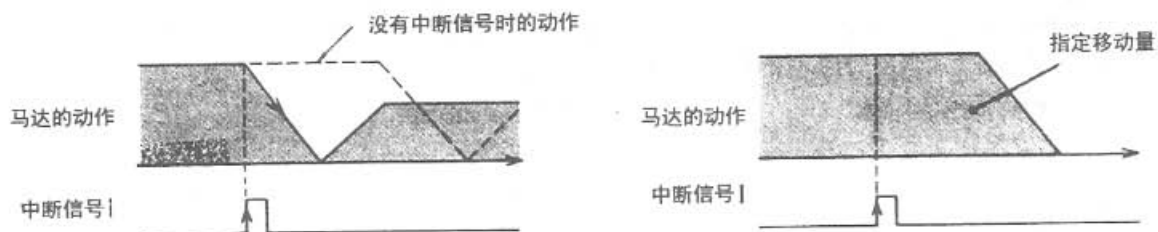


图 7.6 中断功能

#### (4) 大体一致

移动中的当前位置接近目标位置,当残量处于指定区域内时,向外部输出大体一致的信号,用参数设定与目标位置大体一致的量。

#### (5) 定位结束

当偏差计数器的滞留脉冲量处于指定范围内时,向外部输出定位结束信号。用参数设定该滞留脉冲量。

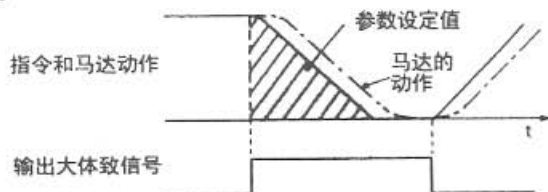


图 7.7 大体一致信号

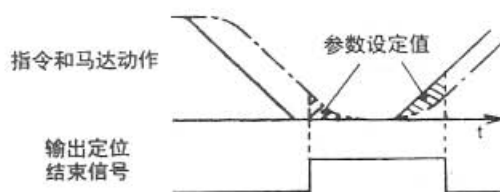
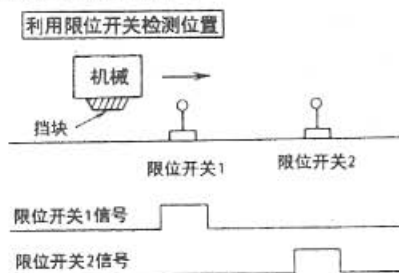
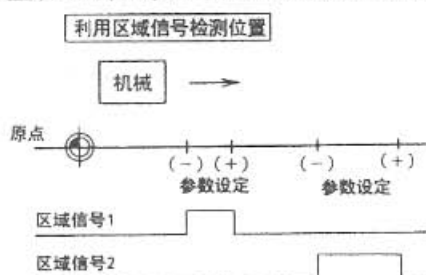


图 7.8 定位结束信号

#### (6) 区域信号

当机械处于用参数设定的座标内时,输出区域信号,可用于取代用机械压板和限位开关的方式。可用参数自由设定区域宽度,该宽度相当于机械的压板宽度。可自由变更相当于限位开关位置的动作位置,因此,不仅不需设置压板和限位开关,而且操作很简单。



#### (7) 速度超调

利用外部输入将自动运行或手动运行的速度,变更为预先设定的速度,形成一定比率(例如:1%,25%,50%,100%)的速度,而进行运行。

## 7.2 利用定位指令装置控制定位的基本操作

利用伺服马达进行定位控制时,除伺服马达,伺服放大器之外,还需要有可向伺服放大器输出脉冲串信号的定位指令装置。

下面对定位指令装置使用上的注意事项做一介绍。

首先为使定位指令装置的指令上的座标与机械座标一致,对定位指令装置要做如下设定和操作。

- ①每一个指令脉冲的机械进给量的设定
- ②使机械移动方向和伺服马达旋转方向一致的旋转方向的设定
- ③间隙补偿量的设定
- ④机械可移动范围的行程末端的设定
- ⑤使指令的原点与机械位置的原点一致的原点复归操作

若在定位指令装置上执行定位数据程序时,运算目标位置和定位速度,变为脉冲串信号输出。而在伺服系统,使机械移动到输入脉冲数的位置,所以停止时,指令的位置和机械位置是一致的。

另外,也有用定位指令数据通信的总线连接型的定位指令装置,伺服放大器。

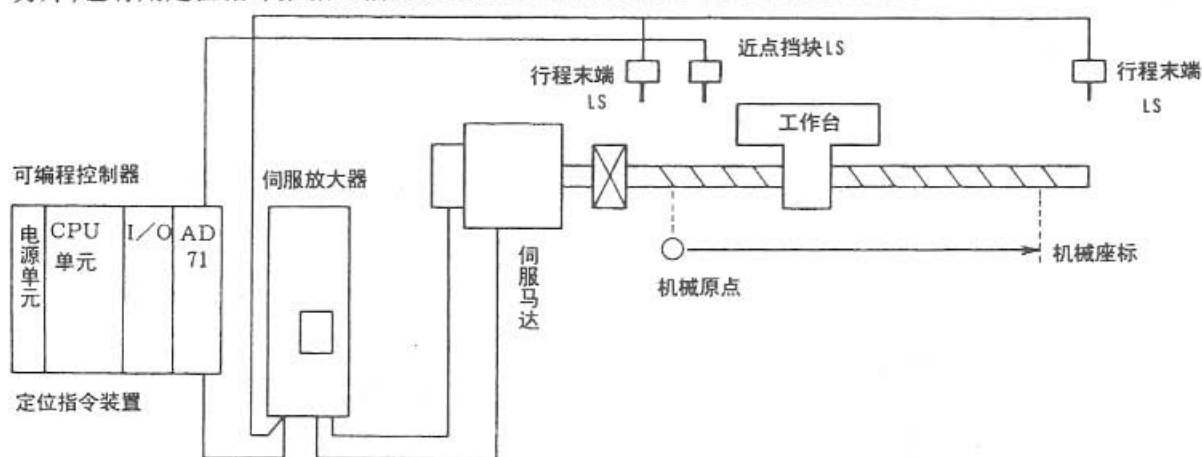


图 7.9 位置系统的组成图

### 7.2.1 每个指令脉冲的机械进给量

每个指令脉冲的机械进给量是指输入到伺服放大器的每个脉冲信号时的机械移动的量。第2章介绍的每个脉冲的机械进给量( $\Delta l_c$ )就是该值,将此设定为定位指令装置的参数。

另外,也有将马达每转的脉冲数和马达每转的移动量设定为参数,兼为电子齿轮的功能,作为每个指令脉冲的机械进给量的机型。

计算式为(7-1)式。

$$\Delta l_c = \Delta S \cdot \frac{1}{P_0} \cdot \frac{CMX}{CDV} [\text{mm/pulse}] \quad \dots\dots\dots (7-1)$$

### 7.2.2 机械的移动方向与伺服马达的旋转方向

从负荷来看,伺服马达的转向将反时针方向定为正转。机构移动的正方向一般称为坐标增加方向。

为使机械移动方向和伺服马达的旋转方向一致,当需要变更伺服马达的旋转方向时,可以用定位指令装置的参数来设定和改变转向。利用改变伺服马达相序来变更转向的方法,因不能正常工作,故不要采用这种方法。

即使定位指令装置的种类不同,但改变转向的方法是相同的,旋转方向请用 JOG 运转模式等功能进行确认。

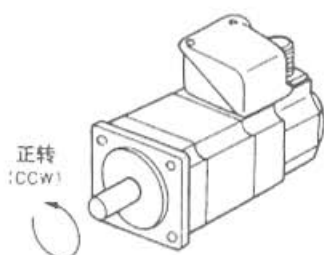


图 7.10 伺服马达的转向

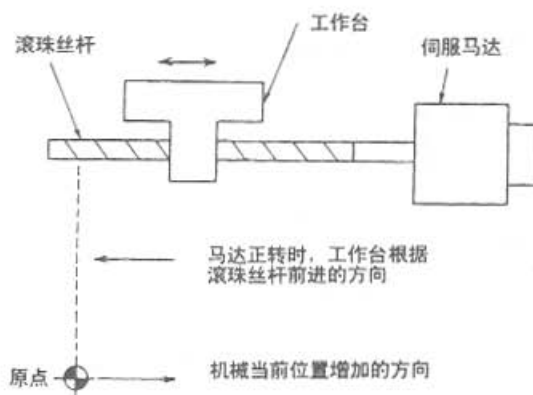


图 7.11 旋转方向的设定例

图 7.11 所示的机械时,伺服马达正转时,机械向坐标减少的方向(负方向)前进,但这时,伺服马达的转向在定位指令装置上设定为反转。

---

使伺服马达正转或反转的指令脉冲有 2 种脉冲输出模式。详细介绍请参考 7.1.1 项(7)

### 7.2.3 间隙补偿

机械系统几乎都有不灵敏区(间隙),将该不灵敏区称为间隙。当有间隙时,即使伺服马达旋转,其机械部分也不旋转。因此,定位指令装置的当前位置和机械位置就会产生间隙部分的误差。但是,该误差不会累积。

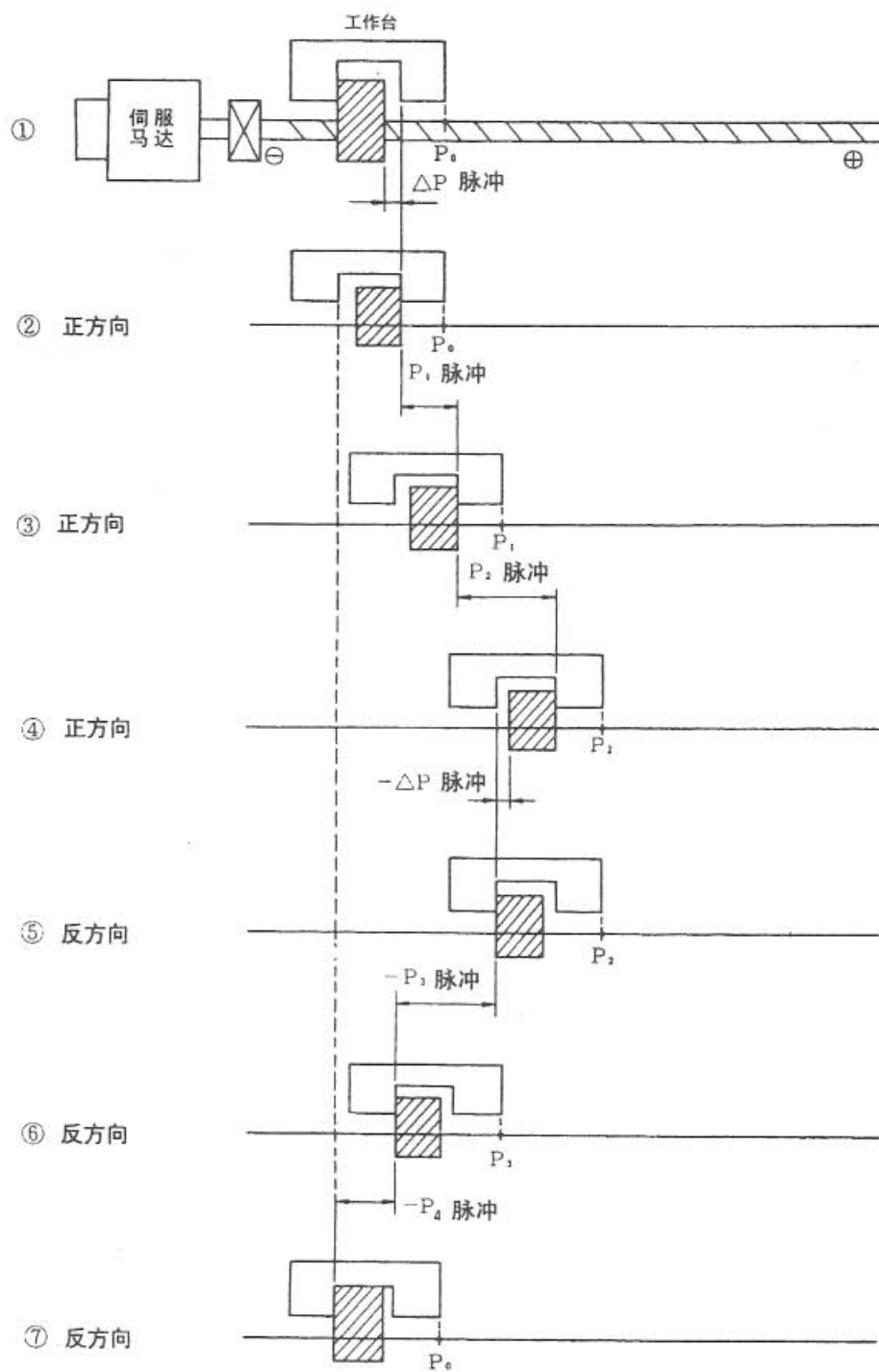
为补偿误差,有下述间隙补偿功能。

在定位指令装置的参数上设定间隙量,只有在伺服马达的旋转方向变化时,才将相当于间隙部分的脉冲串信号作为多部分输出。这时,马达转动,而机械不动。而且定位指令装置不把该脉冲串信号计数为当前位置。

这样就使机械位置和定位指令装置的当前位置一致,补偿了由间隙产生的误差。图 7.12 表示间隙补偿。

下面介绍的原点复归的有关项目,有如下 2 点:

- (1) 在原点复归执行之后,间隙补偿有效。
- (2) 进行间隙设定变更时,必须要执行原点复归。



当前状态,从反方向(右侧)进行定位的状态。

开始向正方向移动,补偿间隙输出脉冲  $P_0$ ,工作台不动。

向  $P_1$  定位

- 输出脉冲  $P_1$
- 计数脉冲  $P_1$
- 工作台移动量  $P_1 - P_0$

向  $P_2$  定位

- 输出脉冲  $P_2 - P_1$
- 计数脉冲  $P_2 - P_1$
- 工作台移动量  $P_2 - P_1$

开始向反方向移动补偿间隙  
· 输出脉冲  $\Delta P$  工作台不动。

向  $P_3$  定位

- 输出脉冲  $P_2 - P_3$
- 计数脉冲  $P_2 - P_3$
- 工作台移动量  $P_2 - P_3$

向  $P_0$  定位

- 输出脉冲  $P_0 - P_3$
- 计数脉冲  $P_0 - P_3$
- 工作台移动量  $P_0 - P_3$

## 7.2.4 行程末端

机械有一定的可移动范围(行程),位置控制只能在该范围内进行。当机械出错,超出该范围时,为保护机械,必须强制停机。行程末端的设定有下述二种方法。

① 在机械的两端安装限位开关,并与定位指令装置或伺服放大器的行程末端端子连接,当该限制开关工作时,就会使伺服马达立刻停止。

② 在定位指令装置的参数上设定可移动范围。也可称作软限位,定位启动时,进行范围检测,若产生错误,伺服马达就不能起动。

机械的移动范围受到(1)机械限位(2)软限位两种限制。若超过限位就停止,所以向相反方向启动就会脱离这种状态。首次运行时,必须首先确认行程末端限位的动作。

另一方面,象旋转工作台一样,有的机械因为装上了行程末端而运行不正常。这时,定位指令装置或伺服放大器的行程末端端子要短路。而对定位指令装置,要根据机种,将其参数设定为“不使用”,和在适当的位置必须进行如下介绍的当前位置变更。

## 7.2.5 原点复归

原点复归是使定位指令装置的指令座标与机械座标一致的必须操作之一。伺服马达的编码器有增量检测方式和绝对位置检测方式(绝对)两种。原点复归有如下不同。

增量检测方式在电源关闭时不保持当前位置,因而每次电源接通时必须进行原点复归。

绝对位置检测方式在安装时若进行过原点复归,即使关闭电源也可保持当前位置。在瞬停、报警、电源关闭之后的电源接通时,则不需要实行原点复归。将此称为绝对位置检测系统。

(增量检测方式时,在下述情况下要进行原点复归)

① 停电和电源关闭时不能保持当前位置,所以电源复位或电源接通时需要进行原点复归。

② 伺服放大器或指令装置发生异常时,因指令的当前位置和机械位置发生偏移时,需要进行原点复归。

③ 由机械冲击,使伺服马达和机械的连接位置偏移时,需要进行原点复归。

原点复归方法有许多种,现对典型的挡块式原点复归做如下介绍。

## (1) 原点复归的动作

图 7.13 说明了原点复归中常用的挡块式原点复归的动作情况。

若按定位指令装置的原点复归模式起动原点复归时,机械以原点复归速度向原点复归方向移动。由于近点挡块信号为 ON,减速为蠕变速度继续移动。在近点挡块信号为 OFF 之后,根据伺服放大器的零点信号,在停止输出脉冲的同时,向伺服放大器输出清零信号。根据清零信号,使偏差计数器的滞留脉冲为零,停止在(上述说过的)零点信号的位置上,即一定的机械位置上,到此结束原点复归。

原点复归时所需要的原点复归方向、原点复归速度、蠕变速度值都是事前设定在定位指令装置的参数中或原点复归数据中。

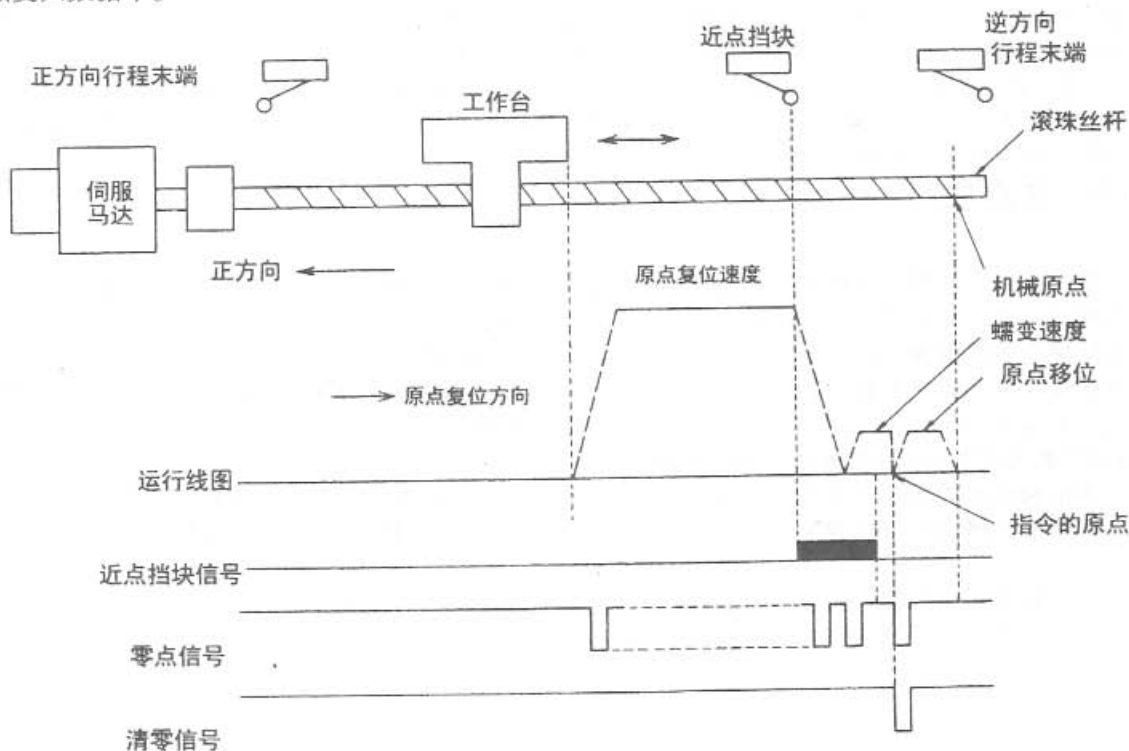


图 7.13 原点复归

### 〈参考〉原点复归的次数

原点复归不能持续进行。要进行一次别的动作(如 JOG 运行等)使其脱离之后,再进行原点复归。也有能自动脱离,连续实行原点复归的机型。

## (2) 原点与近点挡块信号的关系

如图 7.13 所示,机械和伺服马达结合时,就能确定对应于各零点信号的机械位置。零点信号是由伺服马达的编码器向马达每转一周发送的一个脉冲信号。在这种多数的零点信号中,将一个零点信号与机械位置设定为指令的原点。

近点挡块具有根据其安装位置,将原点特定为零点信号的作用。所以,近点挡块信号一旦为 OFF 时,接着与 ON 之后的首次零点信号相对应的机械位置设定为指令的原点

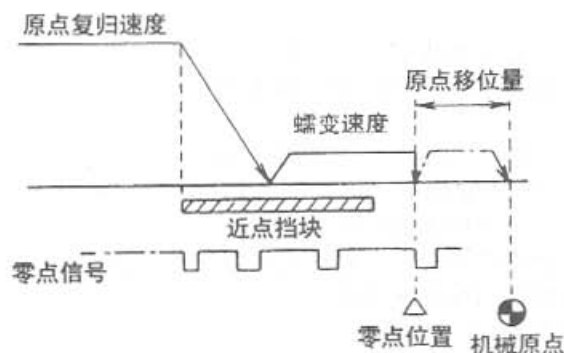
因此,只要以下几项不变,原点信号就不变。

- (1) 伺服马达与机械的结合
- (2) 近点挡块的位置
- (3) 原点复归方向
- (4) 原点移动的设定值

〈参考〉原点移动(只限特定机种)

设定原点移位量,进行原点复归动作,到达零点信号的位置之后,再只是移动原点移位量,定为机械原点。(参考右图)

原点移位量可用手动(JOG)运行模式等测定机械原点和指令原点的差,设定在定位指令装置的参数中。



### (3) 原点复归的方向

原点复归动作一定要构成向设定的方向移动,要将原点复归的方向设定在定位指令装置的参数中或原点复归数据中。

原点复归必须是近点挡块动作,直至原点的位置都必须启动。

如果从近点挡块不动作的位置开始启动原点复归时,则由行程末端强制停止,不能进行复点复归。

这时需要用手动(JOG)运行,使之移动到近点挡块动作的位置。

根据机种不同,有的(如 A73CPU 等)机种是这样的。当停止在近点挡块动作范围时,启动原点复归,则可自动移动到近点挡块的外侧,实行原点复归动作。

也有用外部端子选择原点复归方向的机种。上述的近点挡块不动作时,即机械停在近点挡块到原点一侧的位置上时,可用外部端子选择原点复归的方向,这样可实现原点复归。

#### (4) 原点坐标

通常原点坐标作为零来使用的,但根据定位指令装置的机种,在参数和原点复归数据中可设定任意原点坐标。

机械坐标的零点在假设位置的机械,即移动起点从任意坐标开始的机械上,可以将原点坐标设定为任意值,这是很方便的。

#### (5) 近点挡块

##### ①近点挡块信号的动作

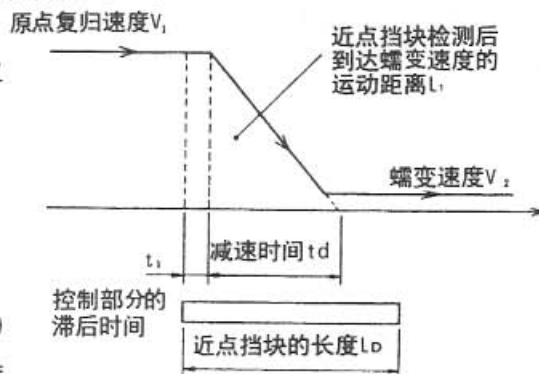
近点挡块信号的 ON、OFF 动作根据定位指令装置的机种,可分为二类。按技术资料要求,必须正确连接。

·平时为 ON。处于 OFF 时减速开始,通过近点挡块后,再次变为 ON。

·平时为 OFF。处于 ON 时减速开始,通过近点挡块后,再次变为 OFF。

##### ②近点挡块的长度

近点挡块的长度要考虑控制部分的滞后时间、减速时间,确保能达到蠕变速度的充分长度。进行图 7.14 的动作时,可用近似式(7-2)计算。



$$L_1 = \frac{1}{60} \cdot V_1 \cdot t_1 + \frac{1}{120} \cdot V_1 \cdot t_d \cdot \left(1 - \frac{V_2^2}{V_1^2}\right) \quad [\text{mm}] \quad \dots\dots (7-2)$$

式中  $V_1$ : 原点复归速度 [mm/min]  $V_2$ : 蠕变速度 [mm/min]

$t_1$ : 滞后时间

$L_1$ : 移动距离

近点挡块长度  $L_0$  要比用(6-2)式求得的  $L_1$  长

$$L_0 > L_1 \quad \dots\dots (7-3)$$

图 7.14 近点挡块的长度

### ③ 近点挡块的终端

近点挡块的终端(OFF 位置)的配置应使其距前后零点信号的距离相等。若过于靠近任一方时,都会引起零点信号的检测错误。这时原点位置会产生马达移位一周的误差。

零点信号输出位置在伺服放大器的显示器上用外部输入输出信号模式显示。

### (6) 原点复归速度、蠕变速度

原点复归速度设定在最高机械速度(伺服马达额定旋转速度)以内。

蠕变速度设定在停止时对机械没有冲击的充分低的速度(约 100r/min)。在零点信号检测的同时给伺服马达发出清除信号,所以一瞬间停止运行。

### (7) 原点种类

原点有如下 2 种:

①机械原点(第 1 原点),

在(2)项说明的原点就是机械原点。

②程序原点(第 2 原点)

主要用于待机位置。用参数等等设定距离机械原点的位置。

决定于定位指令装置的机种,有的有机械原点和程序原点 2 个原点,有的只有一个机械原点。程序原点可以编在定位程序之中。平时只说原点时,是指机械原点的意思。

### (8) 原点复归的种类

原点复归有手动运行模式或自动运行模式进行的。也有用挡块式原点复归、高速原点复归、程序原点复归的方法进行的。还有用机械原点、程序原点的方法复归的。如下图所述。



要进行高速原点复归和程序原点复归,必须事前结束挡块式原点复归。  
挡块式原点复归、高速原点复归、程序原点复归的动作如图 7.15 所示

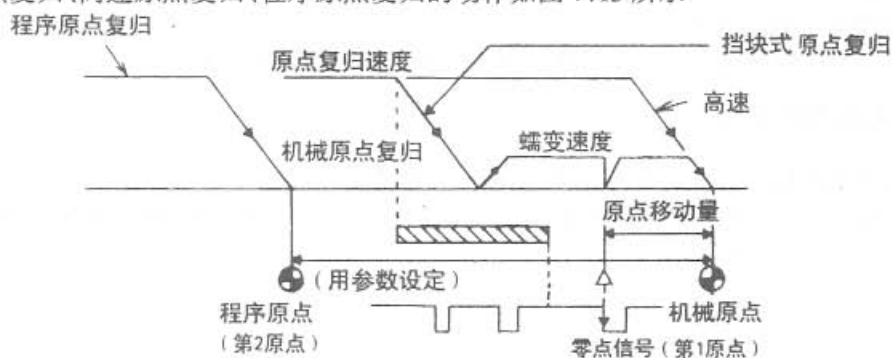


图 7.15 挡块式原点复归、高速原点复归、程序原点复归

#### ① 手动原点复归

是指手动模式进行的原点复归。有挡块式原点复归和高速原点复归两种。

#### ② 自动原点复归

是指用自动模式进行的原点复归。有挡块式原点复归,高速原点复归,程序原点复归 3 种。

#### ③ 挡块式原点复归

挡块式原点复归请见(1)~(7)的说明

#### ④ 高速原点复归

不使用蠕变速度,只用原点复归速度(高速)复归机械原点的原点复归。首次需要用挡块式原点复归确定机械原点。

#### ⑤ 程序原点复归

用原点复归速度向由参数设定的程序原点复归的原点复归,称作程序原点复归。

### (9) 原点复归方法的种类

原点复归方法有如下 4 种。

#### ① 挡块式原点复归方法

应用最多的是(1)~(7)项介绍过的原点复归方式,需要充分注意挡块的长度和安装位置的选定,但有原点复归的重复精度好,对机械没有不良影响等优点。

#### ② 计数式原点复归方法

计数式原点复归方法有如下三种方法。

##### a) 计数式原点复归①

挡块信号 OFF $\Rightarrow$ ON 之后,按设定计数数目的零点信号的位置为原点。

·动作

挡块信号为 ON 时,由原点复归速度减速到蠕变速度的同时,开始计数零点信号。零点信号达到设定次数时,立即停止脉冲串信号的输出,由清除信号输出给伺服放大器,使伺服马达停止,设为原点。

·特征

不需要很注意挡块长度和安装位置的选定。但是由于用于挡块的检测开关等重复动作的精度和原点复归速度,在开始计数时出现偏差。所以,原点复归的重复精度变差。这点要注意。

[例]下图表示零点信号计数(设定值为 4)时情况

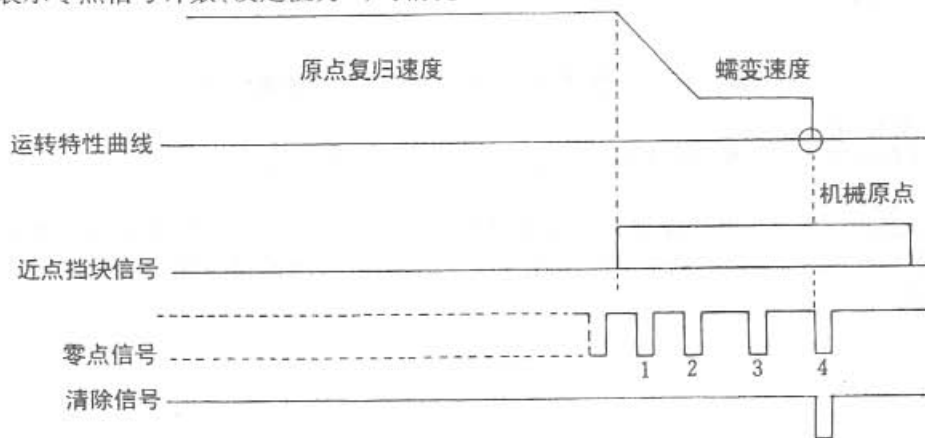


图 7.16 计数式原点复归①的动作特性曲线

### b) 计数式原点复归②

由挡块信号 ON→OFF 之后,设定计数数目的零点信号位置为原点。

#### ·动作

挡块信号为 ON 时,由原点复归速度减速到蠕变速度。而以蠕变速度移动后挡块信号为 OFF 时,开始计数零点信号。零点信号达到设定次数时,立即停止输出脉冲串信号,将清除信号输出到伺服放大器,停止伺服马达,设为原点。

#### ·特征

设定计数数(=1)与挡块式原点复归相同的动作。因此注意事项也与挡块式原点复归相同。

根据设定零点信号的计数数,也简单地用 S/W 使之与机械原点一致。

[例]下图表示零点信号计数数(设定值=3)时的动作特性曲线图。

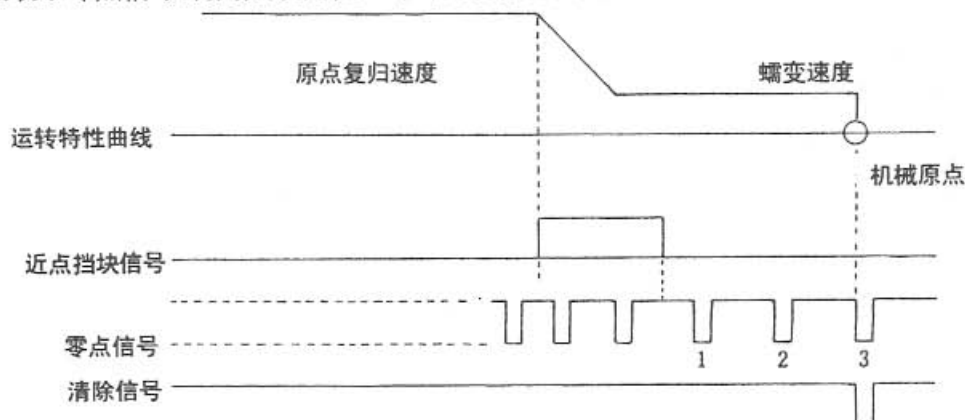


图 7.17 计数式原点复归②的动作特性曲线图。

### c) 计数式原点复归

挡块信号 OFF→ON 之后,按设定量移动之后,初次的零点信号位置为原点。

#### ·动作

挡块信号为 ON 时,从原点复归速度开始减速到蠕变速度的同时,开始计数移动量。移动量达到设定移动量之后,检测到初次的零点信号,就立即停止脉冲信号的输出,将清除信号输出给伺服放大器。并且停止伺服马达,设为原点。

•特征

存在与计数式原点复归相同的注意事项

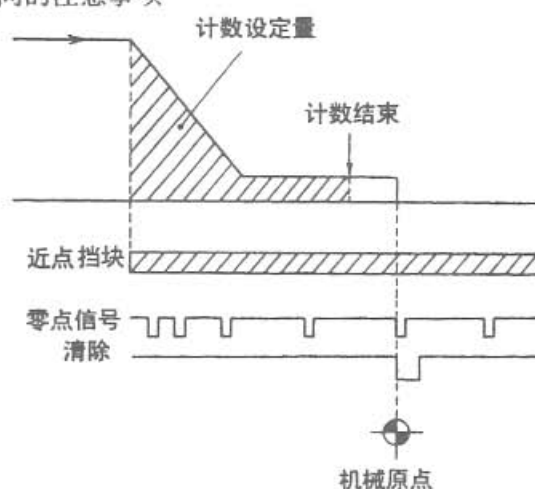


图 7.18 计数式原点复归③的动作线图

③ 滑块式原点复归方法

滑块式原点复归方法有下述二种

a) 滑块式原点复归①

挡块信号 OFF→ON 之后,经设定时间之后的制动位置为原点。

•动作

挡块信号为 ON 时,由原点复归速度减速为蠕变速度的同时,开始经过时间的计数。使机械与滑块碰撞停止。经过设定时间后;停止脉冲串信号输出,将清除信号输出到伺服放大器。并使伺服马达停止,设为原点。

在中途挡块信号既使为 OFF,但不是经过设定时间之后,仍然没有结束原点复归。

•特征

需要十分注意挡块长度和蠕变速度及设定时间的选定。

为减少对滑块碰撞时的冲击要尽力降低蠕变速度,需要充分考虑滑块和机械的强度。

设定时间应设定为,机械到达滑块的时间再加上伺服放大器的过负荷保护的工作时间。

但应注意:机械与滑块碰撞而产生变形,原点复归的重复精度变差。

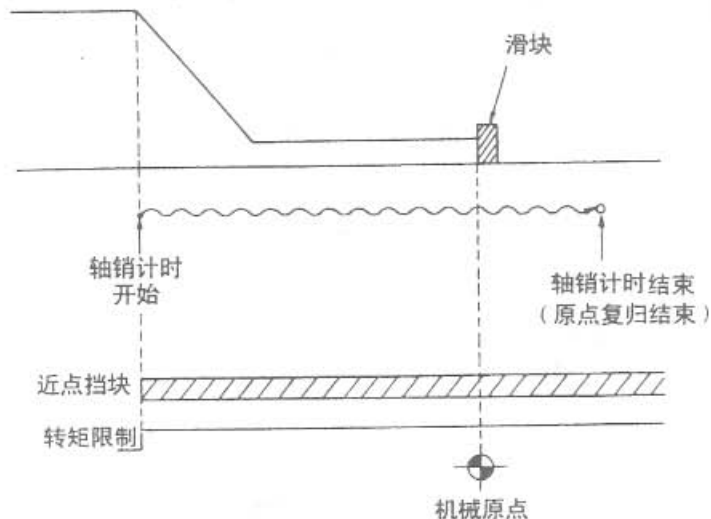


图 7.19 滑块式停止原点复归①的动用特性曲线。

#### b) 滑块式停止原点复归②

挡块信号 OFF→ON 之后,从伺服放大器开始,到转矩限制信号输入时滑块停止位置作为原点

##### ·动作

挡块信号为 ON 时,由原点复归速度减速到蠕变速度,再移动。使机械与滑块碰撞停止,伺服放大器开始达到设定转矩限制值,根据确认停止状态的信号(转矩限制中),停止脉冲串信号输出,将清除信号输出给伺服放大器,并停止伺服马达,设为原点。

##### ·特征

注意事项与滑块原点复归①相同

在中途即使挡块信号为 OFF,若没有输入上述转矩限制信号的话,原点复归就没结束。

施加转矩限制的方法是用 AD71 设定,有下述两种情况下使用,一是使用 D/A 变换器时,另一是对伺服放大器用线性模拟指令时使用。

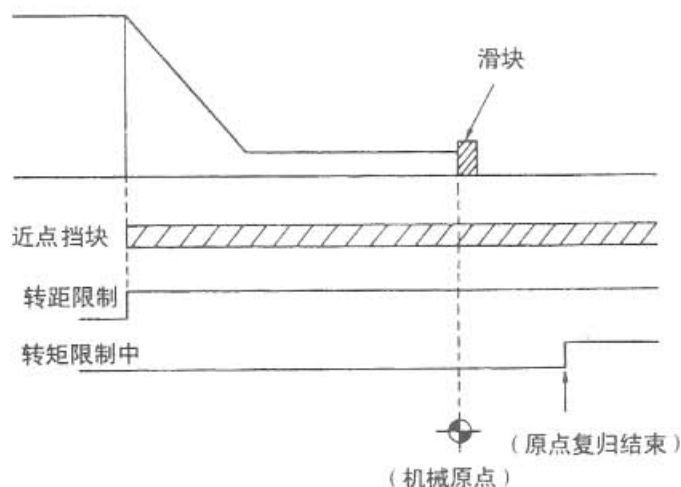


图 7.20 滑块式停止原点复归②的动作线图

#### ④ 数据设置式原点复归方法(只用于绝对位置检测系统时)

是用于绝对位置检测系统时的原点复归方法。

在 JOG 运行时,使机械移动到任意位置,实行原点复归,其位置设为原点(马达不运转)。

进行数据设置式原点复归请注意如下事项。

a) 电源接通后,直到实行原点复归,必须预先通过零点。如果一次也没有通过零点而实行原点复归,就等于是零点未通过出错。

b) 电源为 OFF 时的当前值显示和电源为 ON 时的当前值显示,在马达旋转时会出现最大约为 1% 的误差。该误差可在第一次零点通过时修正。

c) 用于原点复归的原点复归数据只是原点复归方法的选择和原点地址的设定。其它的原点复归数据请设定属于设定范围内的任意值。

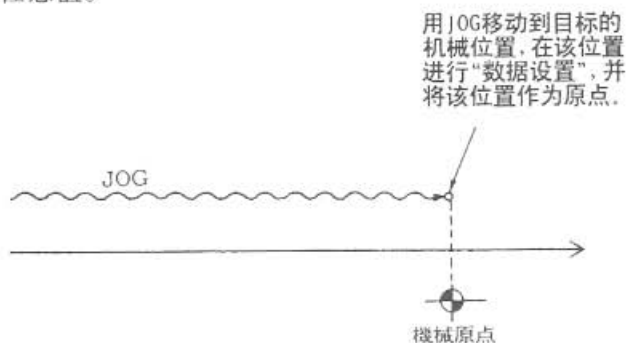


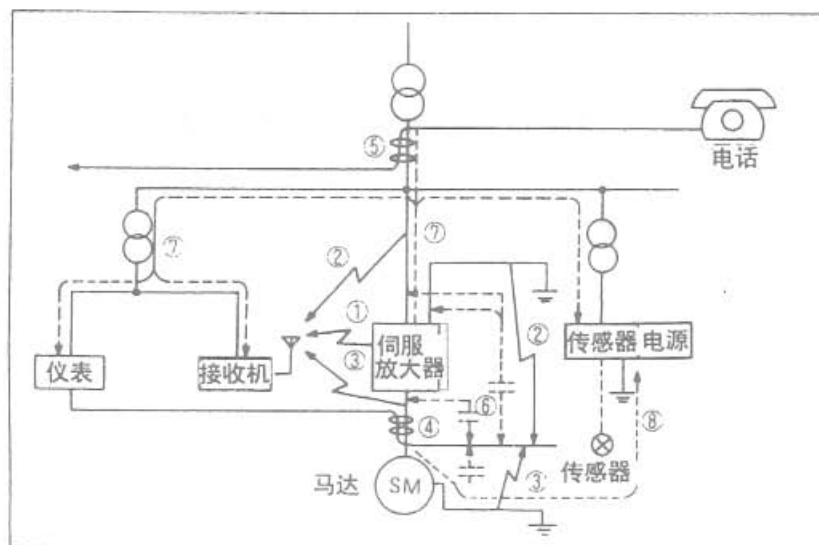
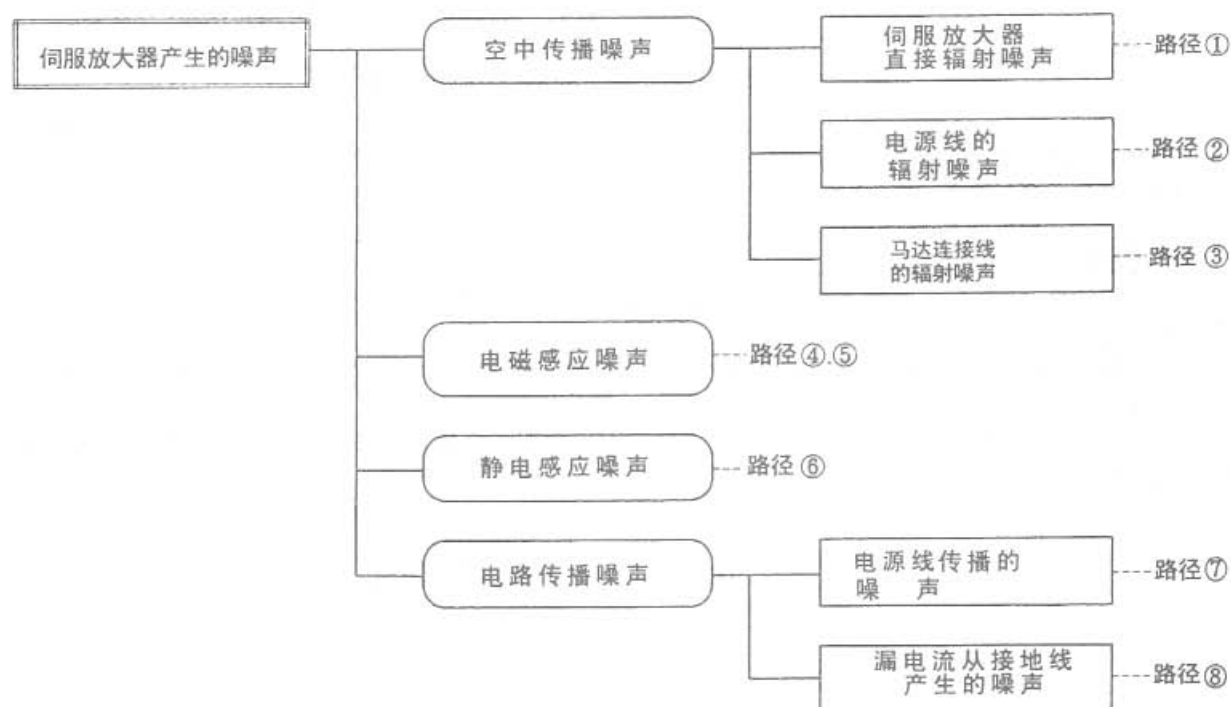
图 7.21 数据设置式原点复归方法

## 8. 噪声对策、漏电流、高次谐波

### 8.1 伺服对策

伺服放大器是把商用电源整流、平滑为约 300V 的直流电源,通过对它的开关来控制伺服马达。但伺服放大器对外围设备却是噪声源,由于伺服放大器,伺服马达之间的动力线的布线条件、接地方法和伺服外围设备的抗噪声剂量不同,有时会因噪声引起故障。

伺服放大器产生的噪声大致可分为:其一是与伺服放大器主机和伺服放大器主电路(输入输出)连接的电线辐射所产生的噪声。其二是靠近主电路电线的外围设备的信号线,由于电磁和静电感应产生的噪声。其三是电源电路线传播时产生的噪声。



| 噪声传播路径 | 降噪措施                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ①②③    | <p>接收测量仪、接收仪、传感器等弱信号,易于受到噪声影响而产生误动作的机器,以及其信号线与伺服放大器装在同一机内,或接近配线时,由于噪声在空中传播,机器有时产生误动作,必须采取下述措施。</p> <p>(1)易受影响的仪器要远离伺服放大器设置。</p> <p>(2)易受影响的信号线要远离伺服放大器输入输出线配线。</p> <p>(3)要避免信号线和动力线(伺服放大器输入输出线)平行配线或捆扎在一起配线。</p> <p>(4)在输入输出线上插入线性噪声滤波器,在输入线上插入无线电噪声滤波器时,可以控制电线的辐射噪声。</p> <p>(5)信号线和动力线用屏蔽线,或者分别装入金属管子中,效果更好。</p> |
| ④⑤⑥    | <p>信号线与动力线平行配线,或与动力线一起捆扎时,由于产生电磁感应噪声,静电感应噪声,有时噪声传播到信号线上会引起误动作。所以采取下述措施。</p> <p>(1)易受影响的仪器要远离伺服放大器设置。</p> <p>(2)易受影响的信号线要远离伺服放大器的输入输出线配线。</p> <p>(3)避免将信号线和动力线(伺服马达的输入输出线)平行配线和捆扎配线。</p> <p>(4)信号线和动力线请用屏蔽线,或者分别插入金属管中,屏蔽效果更好。</p> <p>(5)在信号线上安装数据线性滤波器效果更好。</p>                                                   |
| ⑦      | <p>外部设备电源与伺服放大器同一系统的电源连接时,伺服放大器产生的噪声比电源线逆流的噪声会使机器产生误动作。所以,有必要采取下述措施。</p> <p>(1)在伺服放大器的动力线(输入输出线)上设置无线电噪声滤波器(FR-BIF)。</p> <p>(2)在伺服放大器的动力线上设置线性噪声滤波器(FR-BLF,FR-BSF01)。</p> <p>(3)在外围设备的电源线上设置数据线性滤波器。</p>                                                                                                          |
| ⑧      | <p>外围设备的配线通过伺服放大器的配线构成闭环电路时,从伺服放大器的接地线有漏电流流入,有时会引起机器的误动作。</p> <p>这时若卸下机器的接地线,就能消除机器的误动作。</p>                                                                                                                                                                                                                      |

## 8.2 漏电流

AC 伺服系统使用的是由 PWM 控制的高次谐波斩波电流。含有高次谐波的漏电流比用商用电源运行的马达相比,要大得多。而且漏电流在低噪声运行时比非低噪声运行时要大。

漏电断路器的选择请参考以下介绍。放大器,伺服马达等要牢固接地,为减少漏电流,输入输出电线的布线距离要尽量缩短,尽量远离地线(30cm 左右)布线。

### (1) 漏电断路器

漏电流因各电线的长度、伺服马达的容量、低噪声、非低噪声的不同而异。漏电断路器请参考下述内容选择。

·从漏电断路器到伺服放大器输入端的电路的

漏电流:  $I_{g1}$  (mA) (由表 8-1 求出)。

·从伺服放大器输出端到马达的电路的漏电流:

$I_{g2}$  (mA) (由表 8-1 求出)。

·连接输入端滤波器等时的漏电流:  $I_{ga}$  (mA) (FR

- BIF 时每一个为 4mA)。

·伺服放大器的漏电流:  $I_{ga}$  (mA) (由表 8-3 求出)。

·伺服马达的漏电流:  $I_{gm}$  (mA) (由表 8-2 求出)。

额定感应电流  $\geq 10 \times \{I_{g1} + I_{gn} + I_{ga} + K \times (I_{g2} + I_{gm})\}$  mA

K: 加上高次谐波部分的定数(因漏电断路器的频率特性不同而异)。

高次谐波、电涌产品(相当于本公司产品 NV-SF, CF 型)时  $K = 1$

一般产品(相当于本公司 NV-CA, CS, SS 型)时  $K = 3$

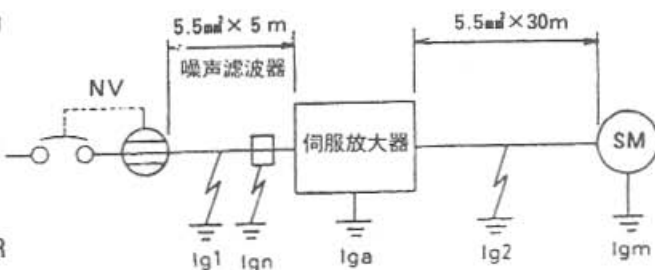


表 8-1 将 CV 电缆通过金属配管时漏电流例 ( $I_{g1}$ ,  $I_{g2}$ )

| 电线尺寸 | 每 1kw 的漏电流 (mA) |
|------|-----------------|
| 2    | 13              |
| 3.5  | 17              |
| 5.5  | 33              |

表 8-2 伺服马达的漏电流例

| 伺服马达           | 漏电流 (mA)      |
|----------------|---------------|
| HA-ME<br>HA-FE | 0.03 以下       |
| HA-SF          | 1kw 以下 0.1    |
|                | 1.2 ~ 2kw 0.2 |
|                | 3, 3.5kw 0.3  |

表 8-3 伺服放大器的漏电流

| 伺服放大器容量 (KW) | 漏电流 (mA) |
|--------------|----------|
| 0.1 ~ 0.6    | 0.1      |
| 0.7 ~ 3.5    | 0.15     |

表 8-4 漏电断路器选定例

| 机种     | 漏电断路器额定灵敏度 |
|--------|------------|
| 全伺服放大器 | 15mA       |

注: 布线距离为 5m 时的值。

### 8.3 高次谐波

将具有基波(一般为电源频率)的整数倍频率的波定义为高次谐波。将一个基波和多个高次谐波合成的波称为失真波。(参考图 8.2)

失真波一般包括高频领域的高次谐波(kHz ~ MHz 级),作为配电系统可处理的高次谐波通常为 40 ~ 50 次(~3kHz),一般作为随机性的高频领域问题,其性质有所不同。例如,微机产生的电波障碍和噪声(参考 8 章)等问题与机器硬件有密切的联系。作为电力网为对象的高次谐波,其影响和对付方法都有所不同。这一点必须先搞明确。

$$i = i_0 + \sum_{n=1}^{\infty} i_n \cdot \sin(2\pi f n t + \phi_n) \quad \dots\dots\dots (8.1)$$

$n = 1, 2, 3, \dots\dots\dots$   
 $f =$  基频

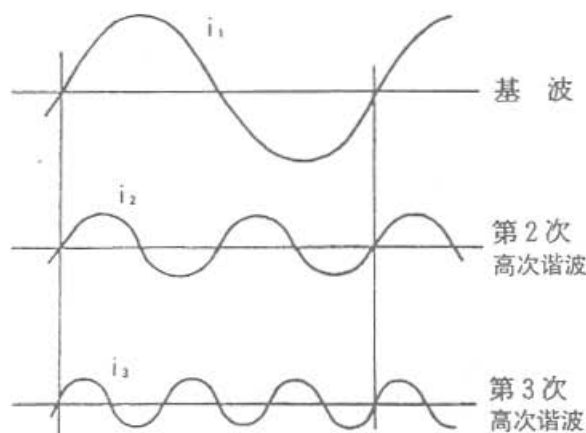


图 8.1 基波和高次谐波

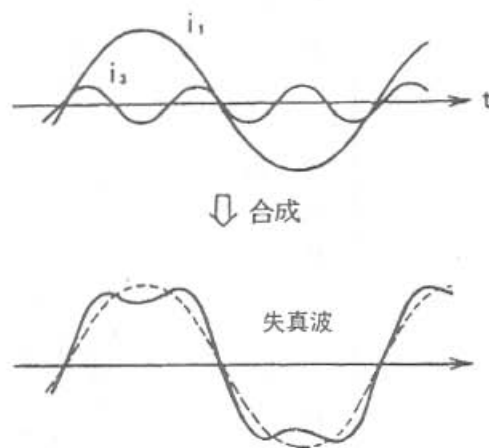


图 8.2 失真波

表 8-5 高次谐波和噪声的

| 项 目       | 高次谐波                 | 噪 声                   |
|-----------|----------------------|-----------------------|
| 频率        | 通常 40 ~ 50 次、3kHz 以下 | 高次谐波(数 10kHz ~ MHz 级) |
| 环境        | 对线路、电源阻抗             | 对空间、距离、布线路径           |
| 定量掌握      | 理论上可以计算              | 随机产生,难以定量掌握           |
| 产生量       | 与负荷容量几乎成正比           | 根据电流变化(随高次谐波增大)       |
| 受影响机器原耐受量 | 每台机器规格上有规定           | 各厂家机器不同而异             |
| 对抗措施      | 增加电抗器                | 增大距离( $\ell$ )        |

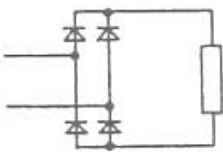
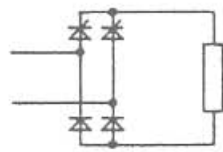
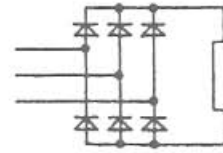
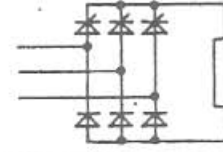
### 8.4 整流电路和产生高次谐波的特性

高次谐波的产生源有整流器、交流功率调整器等。通用伺服系统的变换器由整流器电路构成,产生大量的高次谐波。

整流器电路如表 6-6 所示,根据主电路方式有许多种。通用伺服系统中,采用最多的是 3 相桥式电路。

高次谐波的产生次数  $n$  在理论上为  $n = pk \pm 1$  ( $p =$  脉冲数,  $K=1,2,3,\dots$ )。3 相桥式通用伺服系统中,产生的高次谐波为 5,7,11,13 次……。高次谐波的大小(高次谐波含有率)为  $1/n$ 。随着高次谐波增大,产生量减少。在单相电源输入的伺服系统中,产生的高次谐波为  $4K \pm 1$  次(3,5,7,9 次……)。

表 8-6 整流器回路方式和高次谐波

| 回路名    | 基本回路图                                                                               | 高次谐波次数                              | 高次谐波含有率          |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|
| 单相桥式   |    | $n = 4K \pm 1$<br>$K = 1, 2, \dots$ | $K_n \times 1/n$ |
| 单相混合桥式 |   | $n = 2K \pm 1$<br>$K = 1, 2, \dots$ | $K_n \times 1/n$ |
| 3相桥式   |  | $n = 6K \pm 1$<br>$K = 1, 2, \dots$ | $K_n \times 1/n$ |
| 3相混合桥式 |  | $n = 3K \pm 1$<br>$K = 1, 2, \dots$ | $K_n \times 1/n$ |

$K_n$ :根据控制滞后角,换流重叠角等决定的系数。

## 9. 保养检修

---

### 9.1 保养检修

AC 伺服放大器是以半导体元件为主构成的静止机器,为防止温度、湿度、尘埃、振动等使用环境的影响以及其部件的老化、寿命等引起的故障。必须进行日常保养检修。

#### 9.1.1 保养检修时的注意事项

进行 AC 伺服放大器内部检修时,在切断电源之后,因平滑电容器瞬间还处于高电压状态,等充电指示灯熄灭后,用万用表测示电路端子 P-N 间的电压为 0V 时,再进行检修。

#### 9.1.2 检修项目

##### (1) 日常检修

- 检查在运转中有无下述异常。
  - (1) 马达是否按设定规格运转的。
  - (2) 设置场所的环境有无异常。
  - (3) 冷却系统有无异常。
  - (4) 有无异常振动,异常声音。
  - (5) 有无异常过热,变色。
- 运转中要常用万用表检测 AC 伺服系统的输入电压。

##### (2) 定期检修

- 定期检修时要检查不停止运转就没法检修的地方和需要定期检修的地方。
  - (1) 冷却系统有无异常……清扫空气过滤器等。
  - (2) 检查螺栓的夹紧状况……由于振动、温度变化等影响、螺钉、螺栓等夹紧部分有时松动,要仔细检查,需要时要拧紧。
  - (3) 导体,绝缘体有无腐蚀和破损。
  - (4) 测定绝缘阻抗。
  - (5) 检查和更换冷却风机,平滑电容器,继电器。

表 9.1 日常检查和定期检查

| 检修点  | 检修项目   | 检修事项                                        | 检修周期 |             | 检 修 方 法                                 | 判断标准                                                                                                                                                                           | 仪 器         |
|------|--------|---------------------------------------------|------|-------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|      |        |                                             | 日常   | 定期          |                                         |                                                                                                                                                                                |             |
| 全面检查 | 周围环境   | 确认周围温度、湿度、尘埃等                               | ○    |             |                                         |                                                                                                                                                                                | 温度计、湿度计、记录计 |
|      | 保持环境   | 确认周围温度、湿度、尘埃等                               | ○    |             | 用温度、湿度计等测定                              | (1)马达: $-10^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$<br>(没有冻结)<br>90% RH 以下<br>(没有结露)<br>放大器: $-20^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$<br>(没有冻结)<br>90% RH 以下<br>(没有结露) | 温度计、湿度计、记录计 |
|      | 装置全部   | 异常振动、异常声音                                   | ○    |             | 根据目视、听觉                                 | 无异常                                                                                                                                                                            | -           |
|      | 电源电压   | 主回路电压是否正常                                   | ○    |             | 测定伺服放大器端子台 R、S、T 相间电压                   | 参考 10-2 标准规格                                                                                                                                                                   | 万用表、数字多用表   |
| 主回路  | 全 部    | (1)螺钉夹紧部有无松动<br>(2)各部位有无过热痕迹<br>(3)清扫       |      | ○<br>○      | (1)拧紧螺丝<br>(2)目视                        | (1)(2)无异常                                                                                                                                                                      |             |
|      | 连接导体电线 | (1)导体有无歪斜<br>(2)电线类外层有无破损                   |      | ○           | (1)(2)目视                                | (1)(2)无异常                                                                                                                                                                      |             |
|      | 端子台    | 有无损伤                                        |      | ○           | 目视                                      | 无异常                                                                                                                                                                            |             |
| 主回路  | 平滑电容器  | (1)有无漏液。<br>(2)安全阀是否凸出, 是否膨胀。<br>(3)静电容量的测定 |      | ○<br>○      | (1)(2)目视<br>(3)用容量测定器测定                 | (1)(2)没有异常<br>(3)额定容量的 85% 以上                                                                                                                                                  | 容量计         |
|      | 继电器    | (1)工作时有无响声<br>(2)确认定时器的工作时间<br>(3)接点有无损坏    |      | ○<br>○<br>○ | (1)听觉<br>(2)从打开电源到继电器吸引的时间<br>(3)目视     | (1)无异常<br>(2)0.1 ~ 0.15 秒之间工作<br>(3)无异常                                                                                                                                        | 万用表, 数字多用表  |
|      | 电阻器    | (1)电阻器绝缘物有无裂纹<br>(2)确认有无断线                  |      | ○<br>○      | (1)目视。电阻、线圈型电阻等。<br>(2)拆下一侧的接头, 用万用表测定。 | (1)无异常<br>(2)表示电阻值的 $\pm 10\%$ 以内的误差                                                                                                                                           | 万用表, 数字多用表  |

| 检修点          | 检修项目 | 检修事项                                                 | 检修周期 |    | 检修方法                                              | 判断标准                               | 仪器             |
|--------------|------|------------------------------------------------------|------|----|---------------------------------------------------|------------------------------------|----------------|
|              |      |                                                      | 日常   | 定期 |                                                   |                                    |                |
| 控制回路<br>保护回路 | 动作检修 | (1)伺服系统无负荷运转时,确认各相间输出电压是否平衡。<br>(2)进行指令保护,保护显示电路没有异常 | ○    | ○  | (1)测定伺服放大器输出端 U、V、W 相间电压<br>(2)将伺服放大器的保护电路输出做模拟短路 | (1)相间电压平衡在 4V 以内<br>(2)在指令程序上有异常动作 | 数字多用表<br>整流电压计 |
|              |      |                                                      |      |    |                                                   |                                    |                |
| 冷却系统         | 冷却风机 | (1)有无异常振动,异常声音<br>(2)连接部有无松动                         | ○    | ○  | (1)不通电状态下用手转动<br>(2)拧紧                            | (1)转动灵活<br>(2)无异常                  |                |
| 显示           | 显示   | 充电指示器和 7 段 LED 显示是否切断                                | ○    |    | 放大器的灯和显示器有无显示                                     | 确认灯亮                               |                |
| 伺服马达         | 全部   | (1)有无异常振动、异常声音<br>(2)有无异臭                            | ○    | ○  | (1)耳闻目睹体感<br>(2)确认由过热、损伤引起的异臭                     | (1)(2)无异常                          |                |
|              | 检测器  | 有无异常振动,异常声音                                          | ○    |    | 耳闻体感                                              | 无异常                                |                |
|              | 冷却风机 | (1)有无异常振动,异常声音<br>(2)是否附着有灰尘,异物                      | ○    |    | (1)不通电状态下用手转动<br>(2)目视                            | (1)转动灵活<br>(2)无异常                  |                |
|              | 轴承   | 有无异常振动,异常声音                                          | ○    |    | 耳闻体感                                              | 无异常                                |                |

### 9.1.3 元器件更换

下述元器件由于机械磨损及物理性质的变化,老化等原因,有时元器件性能降低,易发生故障。故为预防故障的产生,在进行定期检修的同时,需要定期更换部件。

① 平滑电容器:由于波动电流等的影响,性能会随之降低。电容器的寿命取决于周围温度和使用条件,但在空调的正常环境条件下连续运转时,其寿命大致为 10 年。

电容器用到一定时间,其性能会急速劣化。检修时间最低应为一年(快达到寿命时应半年以内)检修一次。检修时的外观判断标准为:

a、外壳的状态:外壳的侧面、底面变形。

b、封口板的状态:明显的弯曲,严重的皲裂。

c、防爆阀的状态:阀门变形明显,曾爆裂过的阀门。另外,外观、铠装皲裂,变色,漏液等,定期地判断电容器的额定容量小于 85%时为已达到寿命。

② 继电器:由于开关电流的接点磨损,会产生接触不良。但取决于电源容量。其寿命在累积开关次数(开关寿命)为 10 万次。(适用于 MR-J200A, J350A)。

③ 马达轴承:以额定速度,额定负荷运转时,使用 2-3 小时更换轴承,在检查时,发现异常声音,异常振动时请及时更换轴承。

④ 冷却风机:轴承寿命为 1-3.5 万小时。但连续运转时,通常更换时间为 2-3 年。在检查时,若发现异常声音、异常振动时,请更换轴承。(适用于 MR-J200A, J350A)

表 9.2 元器件的标准更换年限

| 元器件       | 标准更换年限 | 更换方法及其它      |
|-----------|--------|--------------|
| 冷却风机(注 1) | 2-3 年  | 更换新件(调查后确定)  |
| 平滑电容器     | 10 年   | 更换备份板(调查后确定) |
| 继电器(注 1)  | ——     | 同上           |
| 马达轴承      | ——     | 调查后确定        |

(注 1)适用于 MR-J200A, J350。

### 9.1.4 主回路的电压、电流和电功率测定法

伺服放大器的电源和输出端的电压、电流都有高次谐波,所以数据因测定器和测定电路不同而异。

用商用频率用的测定器测定时,请用图 9-1 电路,使用图 9-1 的测定器测定。

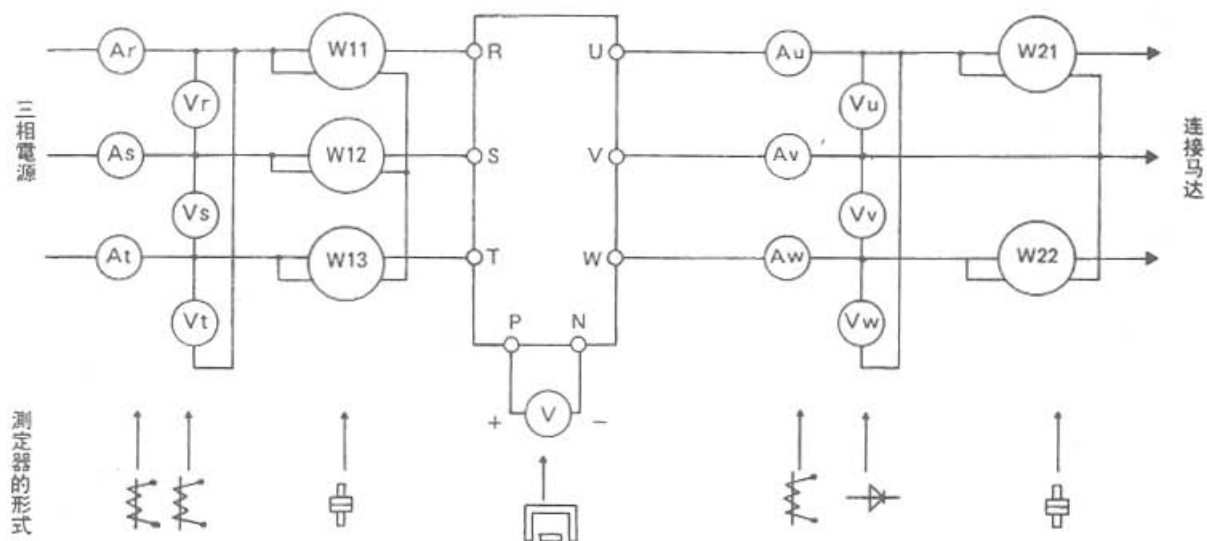


图 9-1 测定点和测定器的事例

| 测定项目                         | 测定点                     | 测定器                                  | 备考(测定值标准)                                    |
|------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|
| 电源电压 $V_1$                   | R-S、S-T、T-R             | 动铁式                                  | 商用电源                                         |
| 电源侧电流 $I_1$                  | R、S、T 线电流               | 动铁式                                  |                                              |
| 电源侧功率 $P_1$                  | R、S、T 和 R-S、<br>S-T、T-R | 电动式仪表                                | $P_1 = W_{11} + W_{12} + W_{13}$<br>(3 功率表法) |
| 输出端电压 $V_2$                  | U-V、V-W、W-U 间           | 整流计<br>(非动铁式)                        | 各相间的差为最高输出电压的 $\pm 1\%$ 以下                   |
| 输出端电流 $I_2$                  | U、V、W 线电流               | 动铁式                                  | 伺服放大器额定电流以下<br>各相的差为 10% 以下                  |
| 输出端功率 $P_2$                  | U、V、W 或 U-V、V-W         | 电动式仪表                                | $P_2 = W_{21} + W_{22}$ 2 功率表法<br>(或三功率表法)   |
| 整流桥输出                        | P-N                     | 动圈式(万用表等)                            | 主机 LED 显示灯亮 $1.35 \times V_1$ 再生中最大 400V     |
| 外部速度指令                       | VC-LG 间                 | 动圈式(或用万用表)<br>(内部阻抗 50k $\Omega$ 以上) | DC0 ~ $\pm 10V$<br>LG 为公用                    |
| 转矩限制指令 $\oplus$<br>或转矩控制指令   | TLAP-LG 间               | 同上                                   | DC0 ~ $\pm 10V$<br>LG 为公用                    |
| 转矩限制指令 $\ominus$             | TLAN-LG 间               | 同上                                   | DC0 ~ -10V<br>LG 为公用                         |
| DC 电源                        | P15R-LG 间               | 同上                                   | DC + 15V<br>LG 为公用                           |
|                              | N15R-LG 间               | 同上                                   | DC - 15V<br>LG 为公用                           |
| 其它控制输入信号<br>(- I/O 区分: DI/1) | SOM-SG 间、TL-SG 间        | 同上                                   | DC24V<br>SG 为公用                              |
| 驱动器电源                        | VDD-SG 间                | 同上                                   | DC + 24V<br>SG 为公用                           |
| 监视器                          | MO1-MOG 间               | 同上                                   | DC0 ~ $\pm 8V$                               |
|                              | MO2-MOG 间               |                                      | MOG 为公用                                      |

### 9.1.5 故障分析

发生报警时,伺服放大器关闭故障信号(ALM)。因此,设置在电源输入(R、S、T)端子前段的电磁接触器(MC)OFF,伺服放大器的电流被切断,报警器显示几秒钟之后就消除了。要想弄清是报警器的内容,就需要再次接通电源,查阅报警存储信息。或者用参数 Pr·19 设定报警编码的输出,在发生报警的同时,将 DC 输出的报警编码读入上位控制器。

| LED<br>显示<br>报警<br>编码 | DO 输出<br>报警编码 |    |    | 报警名称           | 报警内容                                              | 报 警<br>发生时期                                                     | 根据复位<br>信号,报<br>警是否可<br>复位 | 产生原因                            | 调 查 事 项                                                                                | 处 置  |
|-----------------------|---------------|----|----|----------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
|                       | CNI 引线 NO     |    |    |                |                                                   |                                                                 |                            |                                 |                                                                                        |      |
|                       | 26            | 25 | 24 |                |                                                   |                                                                 |                            |                                 |                                                                                        |      |
| 12                    | 0             | 0  | 0  | 存储器异常 1        | RAM,ROM 存储器异常                                     | 电源接通<br>时                                                       | 可否                         | 单元内的元器件异常                       |                                                                                        | 更换部件 |
| 15                    |               |    |    | 存储器异常 2        | E <sup>2</sup> PROM                               |                                                                 |                            |                                 |                                                                                        |      |
| 17                    |               |    |    | 基板异常           | CPU,元件异常                                          |                                                                 |                            | 重写参数                            |                                                                                        |      |
| 37                    |               |    |    | 参数异常           | 参数值异常                                             |                                                                 |                            |                                 |                                                                                        |      |
| 10                    | 0             | 0  | 0  | 不足电压           | 电源电压降低<br>(200V 电平:165V<br>以下,100V 电平:<br>83V 以下) | 电源接通<br>后立刻报警                                                   | 可                          | 1.电源电压低<br>2.电源切断后,又立刻接<br>通电源  | 用万用表,示波器检查输入<br>端(R、S、T)的电压                                                            | 变更电源 |
|                       |               |    |    |                | 加速时或<br>加载负荷<br>时报警                               | 电源容量不足                                                          |                            |                                 |                                                                                        |      |
|                       |               |    |    |                | 运 转 中                                             | 瞬停发生(10ms 以上)                                                   |                            | 与同一电源连接的其它机<br>器是否也受瞬间停止的影<br>响 |                                                                                        |      |
| 16                    | 0             | 1  | 1  | 磁极检测异<br>常(RD) | 不能正常地检测马<br>达的磁极                                  | 电源接通<br>时立刻报警                                                   | 可                          | 检测器接头脱落                         | 检查(目视)接头是否脱落。                                                                          | 正确连接 |
|                       |               |    |    |                |                                                   |                                                                 |                            | 检测器电缆不良连接出错                     | 检查检测器信号(PU,PUR,<br>PV,PVR,PW,PWR)连接是<br>否对。                                            |      |
|                       |               |    |    |                |                                                   | 电源接通<br>时立刻报警                                                   | 可                          | 检测器不良或伺服放大器<br>不良               | 1.若另外还有马达,放大器<br>时。可互换一下,试一<br>试,就可发现不良之处。<br>2.用接头检查信号;PU,PV,<br>PW 是否同时为“H”或<br>“L”。 | 更换部件 |
|                       |               |    |    |                |                                                   | 由于马达<br>的 旋 转,<br>电 缆 有 时<br>产 生 弯<br>曲,在 特<br>定 位 置 发<br>出 报 警 |                            | 电缆线是否有断线                        | 边弯曲电缆,边导通检查                                                                            |      |

| LED<br>显示<br>报警<br>编码 | DO 输出报警<br>编码 |    |    | 报 警 名 称        | 报 警 内 容             | 报警发生<br>时期                        | 根据复位<br>信号报警<br>复位可否                                                      | 产 生 原 因                                                                                | 调 查 事 项                                                                               | 处 置                                                          |
|-----------------------|---------------|----|----|----------------|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
|                       | CN 引线 NO      |    |    |                |                     |                                   |                                                                           |                                                                                        |                                                                                       |                                                              |
|                       | 26            | 25 | 24 |                |                     |                                   |                                                                           |                                                                                        |                                                                                       |                                                              |
| 30                    | 1             | 0  | 0  | 过再生(OR)<br>(注) | 再生晶体管连续为<br>ON      | 电源接通<br>时,立刻<br>报警                | 可以复位<br>但立刻报<br>警                                                         | 再生晶体管损坏                                                                                | 接通电源时立刻发出报警<br>时,用万用表测电压,若在<br>AC260V 以下,则是再生晶<br>体管破损,以后禁止接通电<br>源(再生电阻异常过热是危<br>险的) | 更换部件                                                         |
|                       |               |    |    |                | 超过再生电阻的容<br>许损失     | 运 转 中<br>( 状 态 表<br>示 L90%<br>以上) | 可放置 3<br>- 5 分钟,<br>状态显示<br>L 约为<br>50% 以下<br>时,根据<br>复位信号<br>的输入报<br>警复位 | 参数设定出错<br><br>定位(再生)频度过大                                                               | 确认参数设定值(Pr.1)(参<br>照参数表)<br><br>再生频度,再生电阻抗损失<br>的修正                                   | 正确设定<br><br>1.定位频<br>度降低 2.<br>增加再生<br>选用件的<br>容量 3.降<br>低负荷 |
| 31                    | 1             | 0  | 1  | 过速度            | 马达旋转速度在容<br>许旋转速度以上 | 除加速以<br>外报警                       | 可                                                                         | 检测器信号异常或伺服放<br>大器异常                                                                    | 1.检查电缆配线(PA, PAR,<br>PB, PBR, PZ, PZR 信号)。<br>2.试交换马达,放大器。                            | 更 换 电<br>缆,更 换<br>马 达,更<br>换放大器                              |
|                       |               |    |    |                |                     | 加速时报<br>警                         |                                                                           | 位置伺服系统时<br>1. HA - SE 马达:脉冲串指<br>令在 150KPPS 以上(电子<br>齿轮 1/1)<br>2.电子齿轮比过大(Pr. 2/<br>3) | 1.检查参数 Pr. 2. 3 的设定<br>和指令频率。<br>2. 检查状态显示(r, n)                                      | 要正确设<br>定                                                    |
|                       |               |    |    |                |                     |                                   |                                                                           | 速度伺服系统时速度指令<br>过大                                                                      | 参数 Pr9(10V 指令时旋转速<br>度)的设定和模拟速度指令<br>电压不符                                             | 要正确设<br>定                                                    |
|                       |               |    |    |                |                     |                                   |                                                                           | 过调节太大                                                                                  | 位置伺服系统中,加减速时<br>常数太小,加速时产生过调<br>节<br>检查状态语句(b)                                        | 更改加减速<br>时的常数                                                |
|                       |               |    |    |                |                     |                                   |                                                                           | 伺服系统不稳定,超调量<br>过大                                                                      | 1.实施自动调节<br>2.调整伺服系统的增益<br>VGN:提高<br>VIC:提高<br>PGN:降低<br>3. 检查在降低速度时,是否<br>发生报警       | 正确调整<br>增益                                                   |

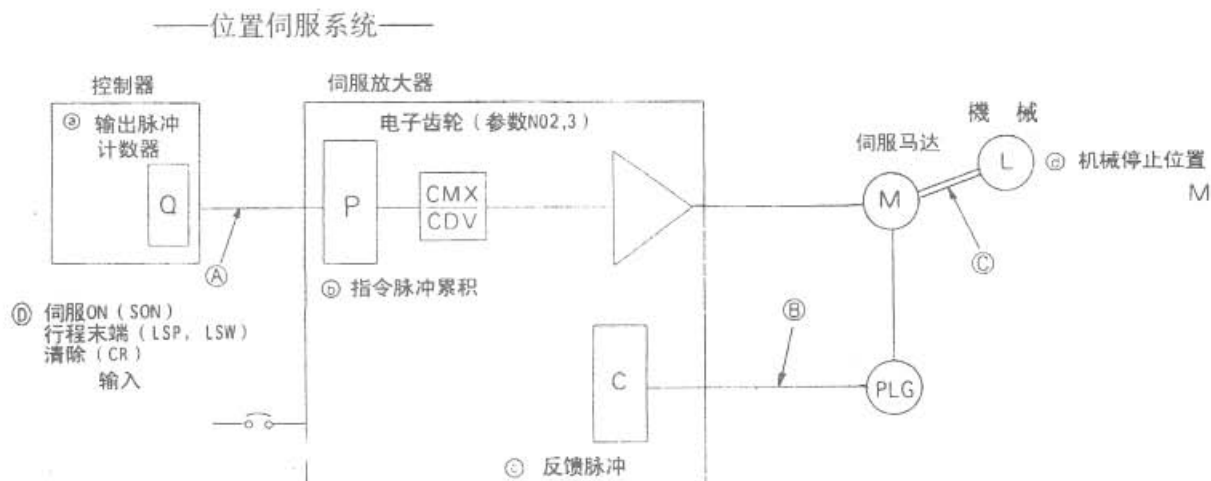
| LED<br>显示<br>报警<br>编码 | DO 输出报警<br>编码 |    |    | 报警名称    | 报警内容                                      | 报警发生<br>时间                   | 根据复位<br>信号报警<br>复位可否                                                                                                      | 产生原因                    | 调查事项                                   | 处 置                         |                                               |
|-----------------------|---------------|----|----|---------|-------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|
|                       | CN 引线 NO      |    |    |         |                                           |                              |                                                                                                                           |                         |                                        |                             |                                               |
|                       | 26            | 25 | 24 |         |                                           |                              |                                                                                                                           |                         |                                        |                             |                                               |
| 32                    | 0             | 0  | 1  | 过电流     | 流过了超过伺服放<br>大器容许的电流                       | 伺服打开<br>立刻报警                 | 可                                                                                                                         | 伺服放大器输出端(U、V、<br>W)短路   | 检查输出端之间是否有短<br>路                       | 修改接线                        |                                               |
|                       |               |    |    |         |                                           | 运转中定<br>时或伺服<br>打开时报<br>警    |                                                                                                                           | 伺服放大器输出端(U、V、<br>W)对地短路 | 用万用表检查输出端和机<br>箱之间                     | 修改接线                        |                                               |
|                       |               |    |    |         |                                           |                              |                                                                                                                           | 外 部 噪 声                 | 检查外部设备。<br>(继电器、阀门是否与 AL -<br>32 同时动作) | 实施防噪<br>措施                  |                                               |
|                       |               |    |    |         | 伺 服 ON<br>时立刻报<br>警                       | 伺服放大器 IPM 不良                 | 拆下输出端(U、V、W)试一<br>试处于伺服 ON                                                                                                | 更换部件                    |                                        |                             |                                               |
| 33                    | 1             | 0  | 0  | 过电压(OV) | 制动器 TR 流过了<br>容许值以上的电流<br>(MR - J100A 以上) | 马达减 速<br>时报警                 | 可                                                                                                                         | 再生任选件安装出错               | 检查再生任选件的电阻是<br>否符合单元                   | 更换再生<br>任选件                 |                                               |
|                       |               |    |    |         |                                           |                              |                                                                                                                           | 除 马 达 减<br>速 之 外 报<br>警 | 电源电压过大                                 | 用万用表检查电源电压                  | 变更电源                                          |
|                       |               |    |    |         |                                           |                              |                                                                                                                           |                         | 电源电压失真过大<br>(无再生任选件时)                  | 用示波器测定电源电压波<br>形,检查电源电压是否失真 | (1) 接 上<br>FR - BAL<br>(2) 更 换<br>产生失真<br>的电源 |
|                       |               |    |    |         | 马 达 减 速<br>时报警                            | 再生能量过大(没有再生<br>任选件时)         | 改变再生能量                                                                                                                    | 安装再生<br>任选件             |                                        |                             |                                               |
|                       |               |    |    |         |                                           | 再生电阻断线                       | 用万用表检查再生电阻的<br>阻抗值<br><br>MR - RB00  | 更换再生<br>任选件             |                                        |                             |                                               |
|                       |               |    |    |         |                                           | 再生电阻错误<br>(特别是 MR - 200A 以上) | 检查现用的再生任选件与<br>单元件是否对应                                                                                                    |                         |                                        |                             |                                               |

| LED<br>显示<br>报警<br>编码 | DO 输出报警<br>编码 |    |    | 报警名称         | 报警内容                                | 报警发生<br>时间                  | 根据复位<br>信号报警<br>复位可否                              | 产生原因                                                                                          | 调查事项                                                                                                                   | 处 置                                            |
|-----------------------|---------------|----|----|--------------|-------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
|                       | CN 引线 NO      |    |    |              |                                     |                             |                                                   |                                                                                               |                                                                                                                        |                                                |
|                       | 26            | 25 | 24 |              |                                     |                             |                                                   |                                                                                               |                                                                                                                        |                                                |
| 35                    | 1             | 0  | 1  | 指令频率异常       | 脉冲串指令的频率在 220kpps 以上<br>(只有位置伺服)    | 除高速旋转以外报警<br><br>高速旋转或高速时报警 | 可                                                 | 伺服放大器异常<br><br>脉冲串指令在 220kpps 以上                                                              | <br><br>1. 检查脉冲串指令频率。<br>2. 检查是否报警时, 将脉冲串指令频率调为 1/2。电子齿轮调为 2/1。<br>3. 检查状态显示(n)。                                       | 更换部件<br><br>改变脉冲串指令频率                          |
| 45                    | 1             | 1  | 0  | 主回路元件过热      | 伺服放大器的主电路元件 (IPM) 的过热 (100℃ ~ 120℃) | 处于伺服 ON 运行中以外的时期            | 可<br>(主电路湿度下降之后输入复位报警复位)                          | 放大器异常<br><br>冷却不良                                                                             | <br><br>1. 检查放大器的风机是否停止了。<br>(MR - J200A 以上)<br>2. 检查通风是否畅顺。<br>3. 机内温度是否过高。<br>mm × 5℃<br>4. 检查状态显示(J)                | 更换部件<br>改善冷却条件                                 |
|                       |               |    |    |              |                                     |                             |                                                   | 使 AL - 50 不动作的运转 (重复开、关电源)                                                                    | 试开、关电源, 看马达是否运转。                                                                                                       | 改变运转方法                                         |
| 50                    | 1             | 1  | 0  | 过 负 荷<br>(注) | 流过了超过电子热继电器特性曲线的电流                  | 伺 服 ON 报警                   | 可发出报警 3-5 分钟之后, 状态显示值 J 达到 50% 以下, 因复位信号的输入, 报警复位 | 放大器输出端(U、V、W)和马达(U、V、W)不匹配<br><br>伺服系统不稳定, 有波动<br><br>检测器信号不良<br><br>机械受过冲击<br>超过伺服系统容量的超负荷运转 | 1. 检查 U、V、W 的连接状态。<br>2. 检查状态显示<br><br>与报警编码 AL - 31 一致<br><br>与报警编码 AL - 16、31 一致<br><br>与报警编码 AL - 52 一致<br>检查状态显示 J | 正确连接<br><br><br><br><br>1. 改变容量<br>2. 改变运行特性曲线 |

| LED<br>显示<br>报警<br>编码 | DO 输出报警<br>编码 |    |    | 报 警 名 称         | 报 警 内 容                           | 报警发生<br>时间    | 根据复位<br>信号报警<br>复位可否 | 动 作 原 因                    | 调 查 事 项                                                                             | 处 置                     |
|-----------------------|---------------|----|----|-----------------|-----------------------------------|---------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|                       | CN1 引线 No.    |    |    |                 |                                   |               |                      |                            |                                                                                     |                         |
|                       | 26            | 25 | 24 |                 |                                   |               |                      |                            |                                                                                     |                         |
| 52                    | 1             | 0  | 1  | 误差过大            |                                   |               |                      |                            |                                                                                     |                         |
|                       |               |    |    |                 | 位置伺服系统加速时                         |               |                      | 位置环路增益 (Pr. 5) 太小, 高速时超调太大 | 1. 检查参数 (Pr. 5)<br>2. 检查加速时常数<br>3. 检查增益<br>4. 实施自动调节                               | 更改参数                    |
|                       |               |    |    |                 | 偏差计数器的滞留脉冲达到 65K 脉冲以上             | 伺服系统 ON 马达停止时 | 可                    | 用外力使马达转动                   | 1. 检查状态显示 (E, L) 马达停止时, 状态显示 (E, L) 不变<br>2. 检查转矩限制值是否用外力将伺服系统转矩设定得很小<br>3. 再检查马达容量 | 1. 变更转矩限制值<br>2. 变更马达容量 |
|                       |               |    |    |                 |                                   | 给出位置伺服指令时     |                      | 马达冲击机械                     | 检查冲击机械了没有 (在状态显示中, P 变化了, 而 L 没有变化)                                                 | 更改运行特性曲线                |
|                       |               |    |    |                 |                                   |               |                      | 输出端 (U, V, W) 连接不对         | 马达和放大器的 (U, V, W) 端子是否对应                                                            | 修正布线                    |
|                       |               |    |    |                 |                                   |               |                      | 检测器信号不良                    | 与报警编码 AL-16 一致                                                                      |                         |
| 90                    | 1             | 1  | 1  | 正在伺服 ON 时切换检测表示 | 无马达的运转设定是在伺服 ON 信号为 ON 的状态下设定的    | ——            | 可                    | 伺服 ON 信号为 ON 状态            | 检查伺服 ON 信号输入了吗?                                                                     | 关闭伺服 ON 信号再设定           |
|                       | 没有报警编码        |    |    |                 | 试验模式运转画面切换时, 将伺服 ON 信号为 ON 状态下设定的 |               | 可                    | 同上                         | 同上                                                                                  | 同上                      |
| CPU                   | 不 定           |    |    | CPU 出错          | CPU 出错                            | ——            | 不可                   | CPU 出错                     | 试一电源复位                                                                              | 更换单元                    |
| CO                    | 没有报警编码        |    |    | 通信出错            | 伺服系统主机 CPU 和显示用 CPU 间的通信出错        | ——            | 不可                   | 伺服放大器不良                    | 1. 即使电源复位仍然没有正常, 单元异常                                                               | 更换单元                    |
|                       |               |    |    |                 |                                   |               |                      | 外部噪声                       | 2. 与报警编码 AL-32 一致                                                                   |                         |

(注) AL-30 和 AL-50 一旦发生报警时, 报警状态存储在 E<sup>2</sup>PROM 中。因而, 即使电源复位, 到下一次报警的时间变短。发出报警后, 电源复位的状态显示 J 和 L 值约为 80%。报警状态存储的复位在伺服 ON 信号变为 OFF 或无负荷状态下, 在 3~5min 内设置, 状态显示 J 和 L 约为 40% 以下。

### 9.1.6 产生错位时的原因调查方法



在上图中,产生错位时确认点有③输出脉冲计数器,⑤指令脉冲累积 P 显示,⑥反馈脉冲累积 C 显示,④机械停止位置。

另外③④⑤⑥ 表示错位的原因。例如:③表示控制器和伺服放大器的布线上混入噪声,对脉冲的计数产生错误。

没有产生错位的正常状态时,下述关系成立。

①  $Q = P$  (控制器的输出计数 = 伺服放大器指令脉冲累积)

②  $P \times \frac{CMX(Pr.2)}{CDV(Pr.3)} = C$  (指令脉冲累积  $\times$  电子齿轮 = 反馈脉冲累积)

③  $C \times \Delta p = M$  (反馈脉冲累积  $\times$  每个脉冲的移动量 = 机械位置)

④  $Q \neq P$  时

控制器和伺服放大器的脉冲串信号的布线由于受噪声影响,产生脉冲计数的错误(原因③)

⑤  $P \times \frac{CMX}{CDV} \neq C$  时

工作中伺服 ON(SON)信号,正、反转行程末端(LAP、LSN)信号关闭(OFF),清除(CR)信号打开(ON)。(原因④)。

⑥  $C \times \Delta p \neq M$  时

由于编码器电缆布线噪声的影响,计数出错。伺服马达和机械之间,产生机械的滑动。

## 附录 1 诸元符号

附表 1 诸元符号一览表

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $T_a$ : 加速转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_d$ : 减速转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_{ma}$ : 加速时必须的马达转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_{md}$ : 减速时必须的马达转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_L$ : 马达轴换算负载转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_u$ : 不平衡转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_f$ : 负载摩擦转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_{LO}$ : 负载轴上的负载转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_{ms}$ : 马达轴换算的连续有效负载转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_M$ : 马达额定转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kgf \cdot cm$ }<br>$T_{Mmax}$ : 马达最大转矩 [ $N \cdot m$ ] { $kg \cdot cm^2$ }<br>$J_L$ : 马达轴换算负载惯性矩 [ $kg \cdot cm^2$ ]<br>$J_{LO}$ : 负载轴上的负载惯性矩 [ $kg \cdot cm^2$ ]<br>$J_M$ : 马达的转子惯性矩 [ $kg \cdot cm^2$ ]<br>$N_r$ : 马达额定转速 [ $r/min$ ]<br>$N_o$ : 最高机械速度时的马达转速 [ $r/min$ ]<br>$N$ : 马达转速 [ $r/min$ ]<br>$V_o$ : 最高机械速度 [ $mm/min$ ]<br>$V$ : 机械速度 [ $mm/min$ ]<br>$P_B$ : 滚珠丝杆的导程 [ $mm$ ]<br>$Z_1$ : 马达轴侧的齿轮齿数<br>$Z_2$ : 负载轴侧的齿轮齿数<br>减速比 $1/n = \frac{Z_1}{Z_2}$<br>$1/n < 1$ 时, 减速, $1/n > 1$ 时, 增速 | $P_f$ : 反馈脉冲数 [ $pulse/rev$ ]<br>$f_{cl}$ : 电子齿轮输出脉冲数 [ $pps$ ]<br>$f_c$ : 电子齿轮输入脉冲数 [ $pps$ ]<br>$f_0$ : 最高机械速时输入脉冲数 [ $pps$ ]<br>$T_{psa}$ : 指令脉冲频率的加速时间 [ $sec$ ]<br>$T_{psd}$ : 指令脉冲频率的减速时间 [ $sec$ ]<br>$K_p$ : 位置环路增益 [ $sec^{-1}$ ]<br>$T_p$ : 位置环路时间常数 ( $T_p = 1/K_p$ ) [ $sec$ ]<br>$\Delta \ell_o$ : 电子齿轮输出每个脉冲的进给量 [ $mm/pulse$ ]<br>$\Delta \ell_c$ : 电子齿轮输入每个脉冲的进给量 [ $mm/pulse$ ]<br>$\ell$ : 每次进给量 [ $mm$ ]<br>$P$ : 指令输入脉冲数 [ $pulse$ ]<br>$t_f$ : 1 个运行周期 [ $sec$ ]<br>$t_o$ : 定位时间 [ $sec$ ]<br>$t_{st}$ : 停止时间 [ $sec$ ]<br>$t_c$ : 额定运行时间 [ $sec$ ]<br>$T_s$ : 停止调整时间 [ $sec$ ]<br>$m$ : 惯量比 ( $m = J_l/J_M$ )<br>$\epsilon$ : 滞留脉冲数 [ $pulse$ ]<br>$\Delta \epsilon$ : 定位精度 [ $mm$ ]<br>$\Delta S$ : 马达每转的进给量 [ $mm$ ]<br>例: 滚珠丝杆 [ $mm$ ]<br>直接连接时 $\Delta S = P_B$<br>减速比 $1/n$ 时 $\Delta S = P_B \cdot 1/n$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

备注 1. 单位符号一栏中, 有同时用 [ ] 和 { } 的, [ ] 表示国际单位 (SI 单位), { } 表示原来的单位。

2. 用  $GD^2$  表示惯性矩时,  $GD^2 = 4 \times J$

3. 单位:  $1kg \cdot m^2 = 10000kg \cdot cm^2$

4. 本代码是以伺服放大器为主, 记述了输入与输出的关系。

从定位指令设备方面考虑时,

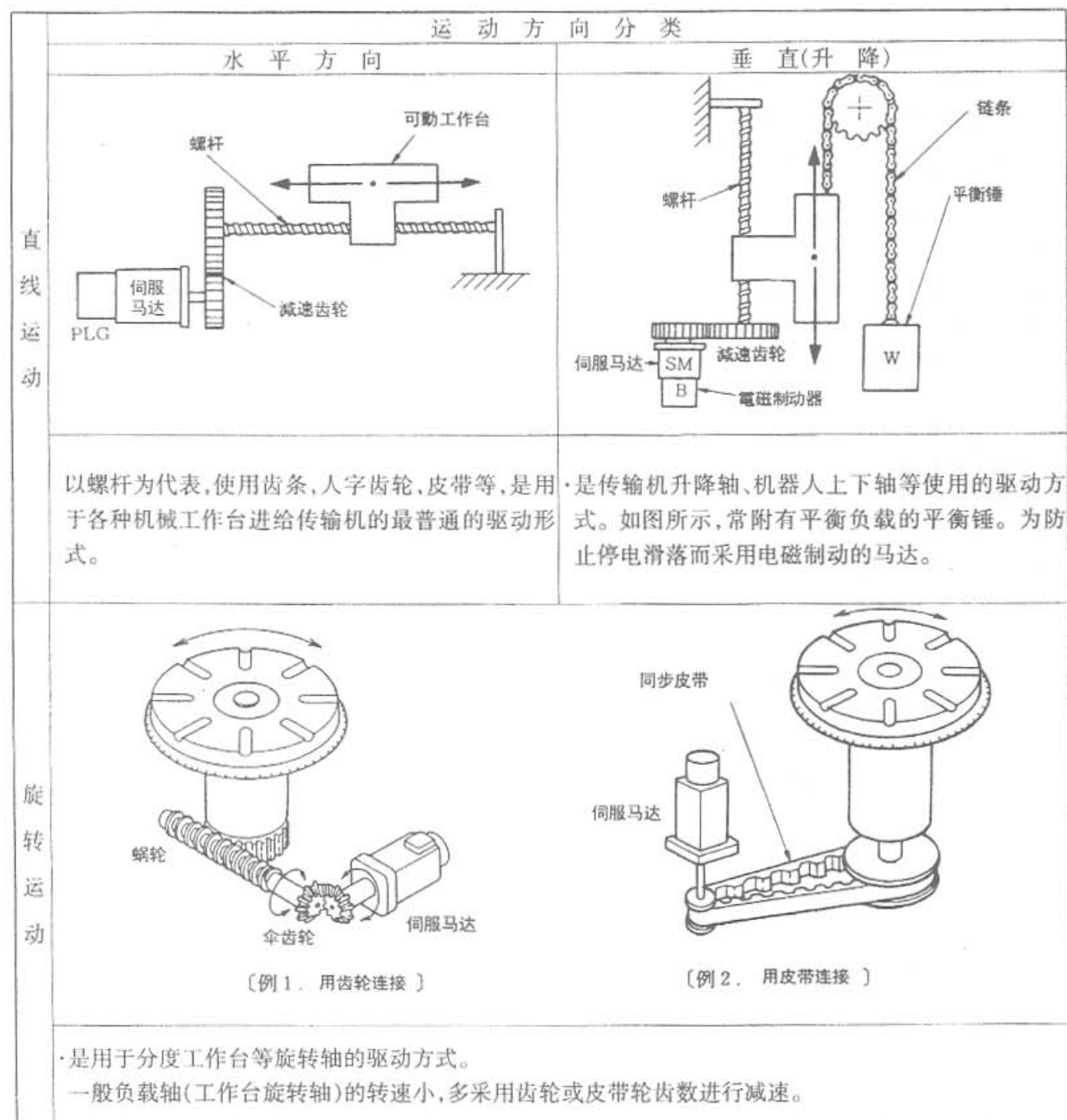
例如, 电子齿轮输入脉冲频率  $f_c \Rightarrow$  指令输出脉冲频率

电子齿轮的每个输入脉冲的进给量  $\Delta \ell_c \Rightarrow$  每个指令输出脉冲进给量 (指令最小进给单位)

## 附录 2 驱动系统的种类

### (1) 运动方向的种类

用伺服马达驱动的机械,驱动方式有多种,根据目的(要求精度、进给精度、行程距离和作业时的机械动作内容等)分别使用。将这些驱动系统结构部分分类,在考虑与伺服马达的关联性方面,首先,机械运动方向的分类如下。直线运动时的指令单位为 mm,旋转运动时使用角度或分度数,垂直方向运动时,因为会产生负转矩,所以需要注意容量审核。

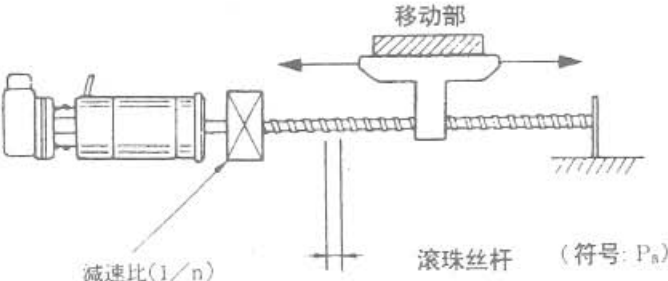
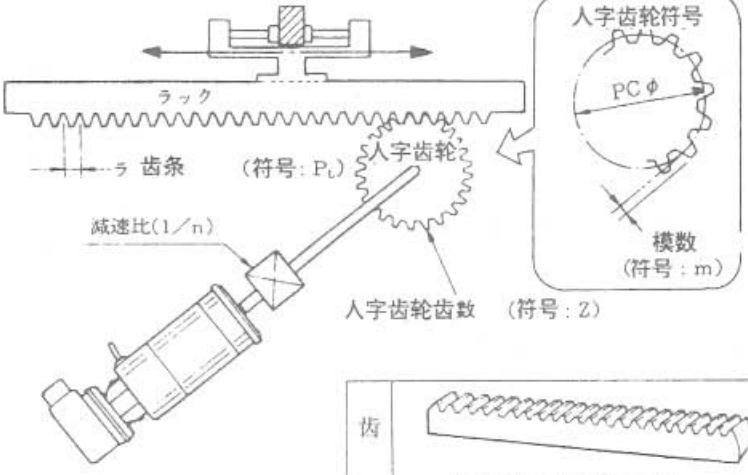


附图 1 运动方向的种类

## (2) 驱动方式实例

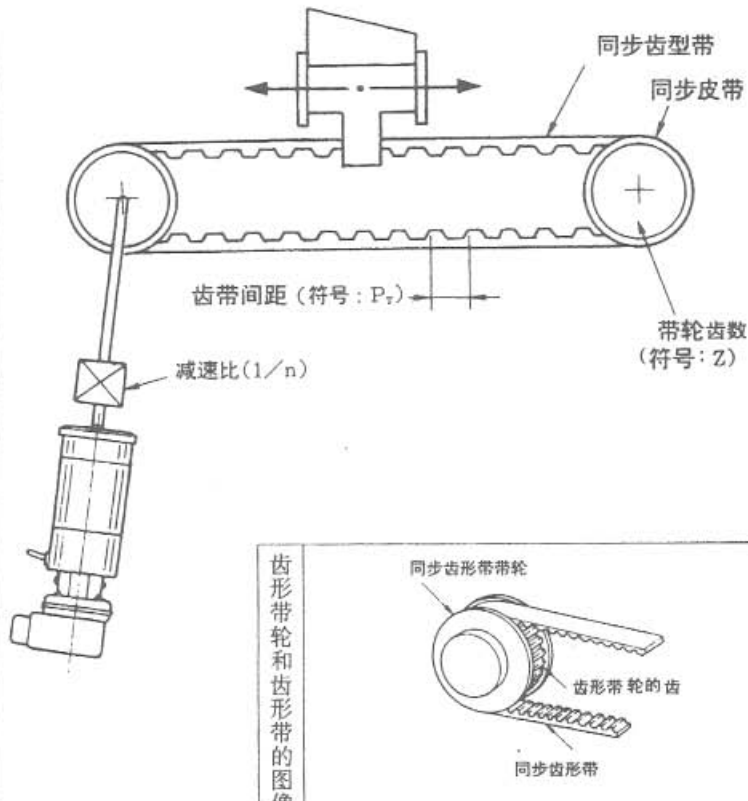
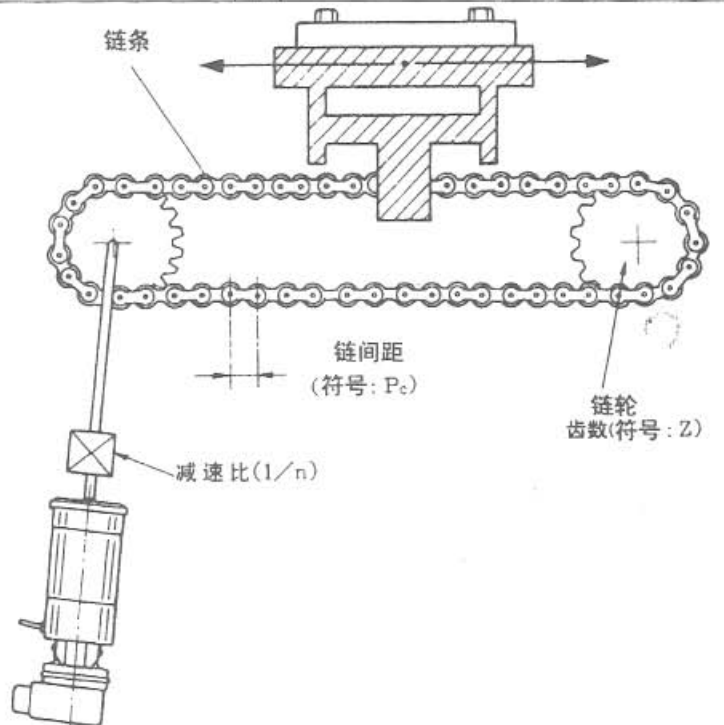
采用伺服定位控制时,是以每个脉冲的机械移动量为基准;计算时,需要确定马达每转的机械移动量(符号: $\Delta S$ 、单位:mm)。

对(1)中所示的直线运动的各种驱动系统的概要,用图示并对有关公式说明如下:

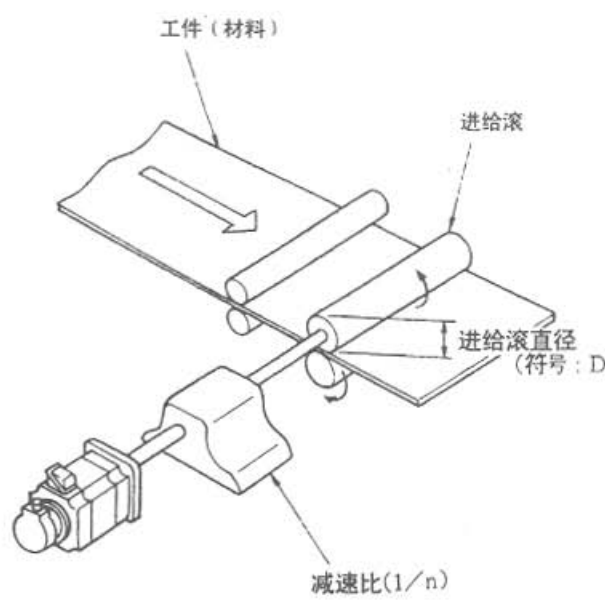
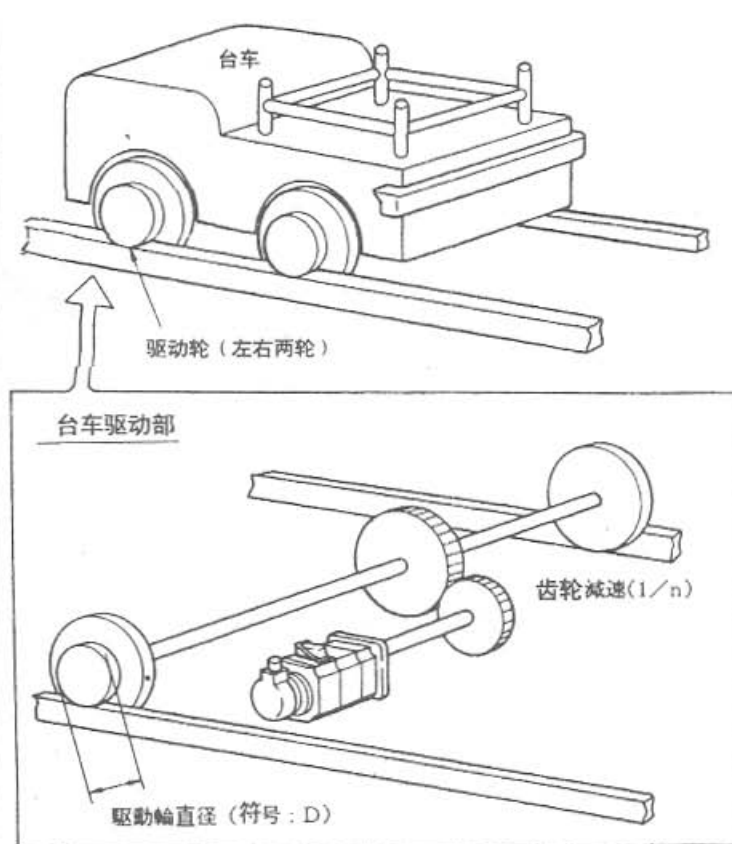
|           | 驱动方式的种类                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 特点和基本公式                                                                                                                                                                                                   |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ① 滚珠丝杆    |  <p>减速比(1/n)</p> <p>滚珠丝杆 (符号: <math>P_B</math>)</p>                                                                                                                                                                                                                | <p>·是进行较短移动距离、高精度定位时的有代表性的驱动方式。</p> <p>·如左图所示滚珠丝杆导程越小,精度就越高,进给速度变低。(驱动伺服相同时)</p> <p><b>基本公式</b></p> <p>马达每转移动量</p> $\Delta S(\text{mm}) = P_B(\text{mm}) \cdot 1/n$ <p>无减速机直接和联轴节连接时</p> $\Delta S = P_B$ |
| ② 齿条与人字齿轮 |  <p>ラック</p> <p>ラ 齿条 (符号: <math>P_L</math>)</p> <p>减速比(1/n)</p> <p>人字齿轮 (符号: <math>Z</math>)</p> <p>人字齿轮符号</p> <p>PCφ</p> <p>模数 (符号: <math>m</math>)</p> <div data-bbox="619 1526 1034 1828"> <p>齿条</p> <p>在直条材上等间距刻齿</p> <p>人字齿轮</p> <p>在圆周上等间距刻齿的齿轮</p> </div> | <p>·是用于较长移动距离定位的驱动方式。</p> <p>·通常,多为人字齿轮被固定、齿条移动的方式。但也有齿条固定,人字齿轮含马达移动的时候。</p> <p><b>基本公式</b></p> $\Delta S(\text{mm}) = P_L(\text{mm}) \cdot Z \cdot 1/n$ <p>或</p> $\Delta S = PC\phi \cdot \pi \cdot 1/n$ |

附图2 驱动方式(之一)

## 附录 2 驱动系统的种类

| 驱动方式的种类                                                                                                                                             | 特 和 基 本 方 式                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div data-bbox="159 646 199 862" data-label="Text">③ 同步齿形带</div>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 是用于大型输送机到精密机械的广阔领域的驱动方式。</li> <li>• 与一般马达常用的 V 型带及平型带不同, 因为皮带轮和皮带齿啮合进给, 所以不会出现滑动误差。但是, 由于皮带的材料、磨损、及老化等会使精度下降, 所以, 需要注意维修。此外, 皮带间距用英制, 在考虑指令脉冲和进给量的设定时, 需注意 mm 换算会产生小数。</li> </ul> <div data-bbox="1109 743 1236 776" data-label="Text">基本公式</div> $\Delta S(\text{mm}) = P_T(\text{mm}) \cdot Z \cdot 1/n$ |
| <div data-bbox="159 1509 199 1595" data-label="Text">④ 链条</div>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 主要是大型输送机系统常用的驱动方式。</li> <li>• 适用于长距离高速传输场合。</li> <li>• 链条间距, 与同皮带一样也是英制尺寸, 设定进给量时需注意这一点。此外, 初始会发生伸长, 影响精度, 需要考虑预防措施。</li> </ul> <div data-bbox="989 1455 1117 1487" data-label="Text">基本公式</div> $\Delta S(\text{mm}) = P_c(\text{mm}) \cdot Z \cdot 1/n$                                                  |

附图 2 驱动方式(之二)

| 驱动方式的种类                                                                                          | 特 和 基 本 方 式                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>⑤ 滚子式进给</p>  | <p>·使辊子旋转,利用摩擦力进给工件的方式。·常用于印刷机的辊式送料机为代表的定尺寸进给、胶片、纸张等(拉出控制、切刀等)进给。·为提高定位精度,需防止滚子与工件之间的滑动,将滚子加工成准确的圆形。·因为<math>\pi</math>是无理数,指令脉冲和进给量的换算不可避免会有小数,需要加以修正。</p> <p><b>基本公式</b></p> $\Delta S(\text{mm}) = \pi \cdot D(\text{mm}) \cdot 1/n$ |
| <p>⑥ 台车移动</p>  | <p>·是在移动式台车上装伺服马达作为移动的驱动源而采用的方式。·如左图所示,伺服马达使驱动轮旋转的方式是最普遍的。但要充分注意使车轮的导轨之间不产生滑动。·除左图所示方式以外,还有采用齿条和人字齿轮的方式。多采用固定齿条使人字齿轮部分运转的机构。</p> <p><b>基本公式</b>(左图场合)</p> $\Delta S(\text{mm}) = \pi \cdot D(\text{mm}) \cdot 1/n$                      |

附图2 驱动方式(之三)

## 附录 3 应用事例

应用伺服马达的有代表性事例如下：

### (1) X-Y 工作台

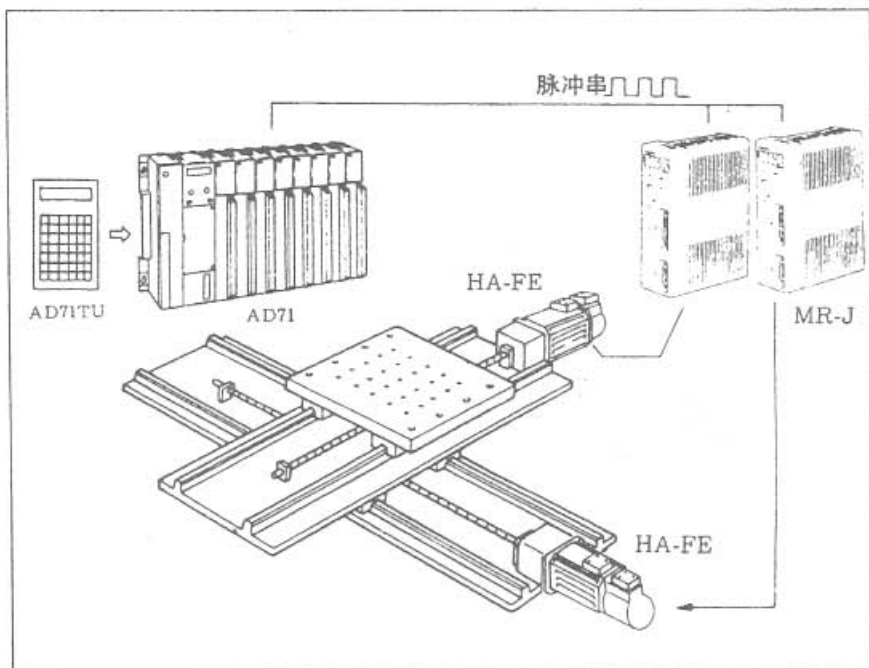
□用 MELSEC - A 可编程控制器系统,可任意编制程序,通过 AC 伺服机构使 X-Y 专用工作台连续高速高精度定位。

#### ■使用设备

HA - FE 型伺服马达

MR - J 型伺服放大器

AD71 型双轴定位单元



### (2) 输送机(垂直)

□通过 FX - 1GM 定位单元程序进行升降机的升降定位。为防止停电脱落而使用带电磁制动器的伺服马达。

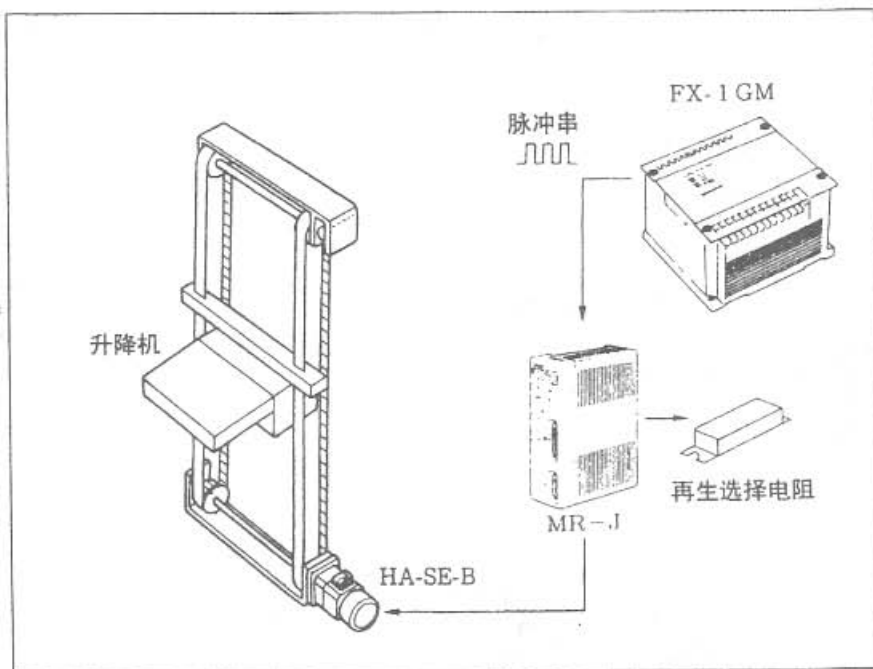
#### ■使用设备

HA - SE - B 型伺服马达(带制动器)

MR - J 型数字伺服放大器

MR - RBD 型再生选择电阻

FX - 1GM 型定位单元



### (3)同步进给(喷漆生产线)

□由传感器检测出产品的位置,利用编码器信号同步进给。当进给所定距离后返回原位,等待下一个产品到来。

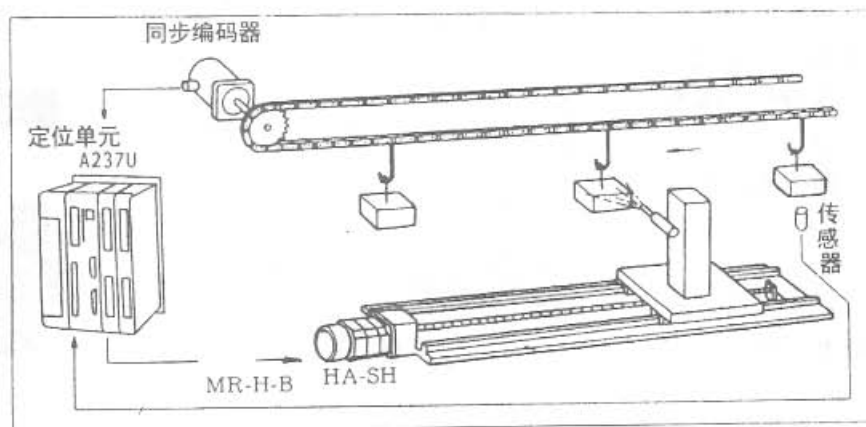
#### ■使用设备

HA-SH 型伺服马达

MR-H-B 型伺服放大器

A273U 型动作控制器

同步编码器



### (4)冲床、滚子进给

□用 AC 伺服马达驱动进给滚,定尺寸长度供料。

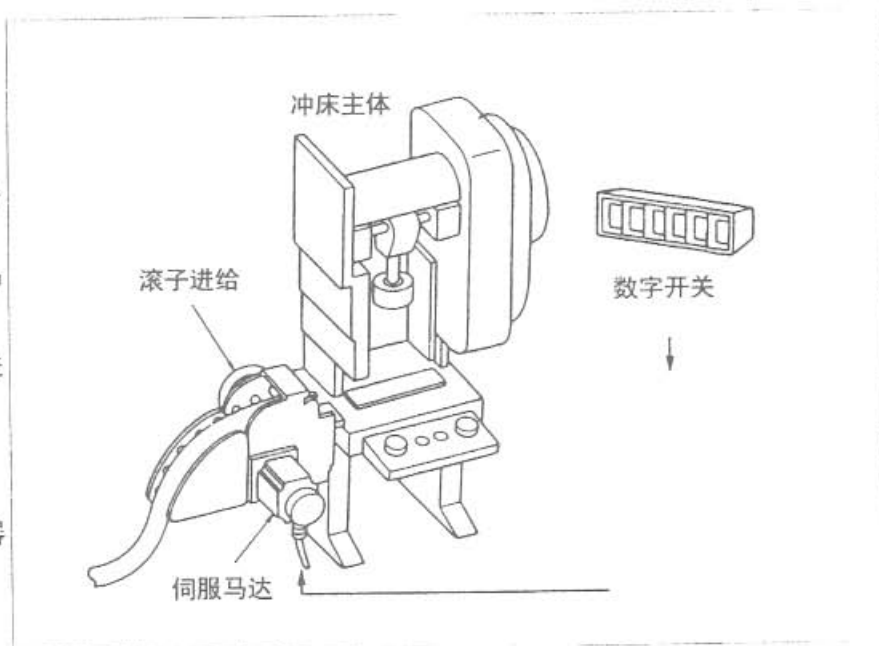
材料是在冲头上升时供给冲床,定位完成后冲切。

■进给量是由外部数字开关给伺服放大器指令。

#### ■使用设备

HA-SH 型伺服马达

MR-H-AC 型单轴放大器  
内置控制器



### (5)分度控制(分度工作台)

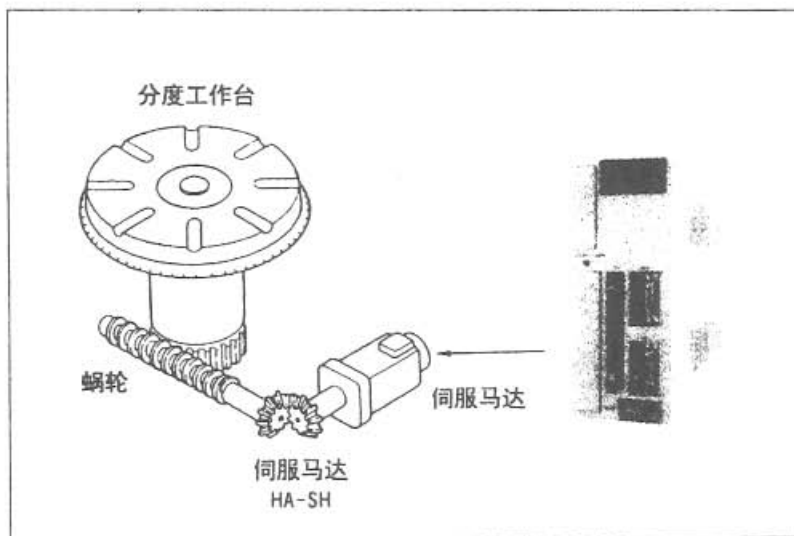
#### ■刻划出圆形工作台的角 度

角度刻划可以  
从外部(NC 装置)  
和内部(程序)两方  
面设定。

#### ■使用设备

HA - SH 型伺  
服马达

FCUA - MP 型  
伺服放大器



### (6)转矩控制(张力控制)

□将转矩控制模式的数字伺服系统和张力控制检测器、张力控制装置相组合,进行薄型板材的卷绕张力控制。

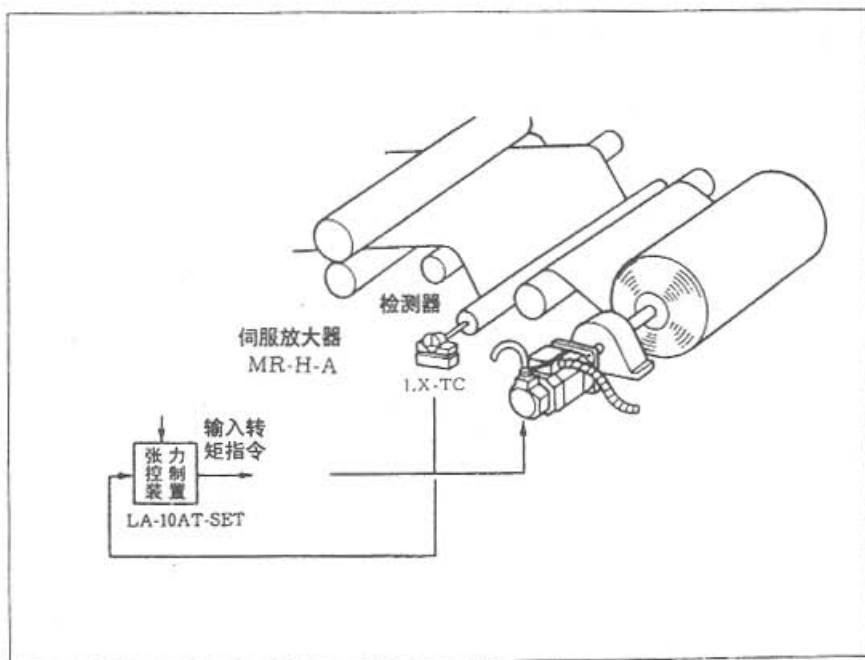
#### ■使用设备

HA-SH型伺服马达

MR-HA型伺服放大器

LX-TC型张力检测器

LA-10AT-SET型张力控制装置



## 附 4 定位指令装置的功能比较

| 机种名         | 内置单轴放大器的控制器     |                  | 脉冲输出型定位指令装置                |                          |
|-------------|-----------------|------------------|----------------------------|--------------------------|
|             | E 型             | MR-H-AC          | FX-1GM                     | AD71/A0J2-D71            |
| 控制轴数        | 1 轴             | 1 轴              | 1 轴                        | 最大 2 轴                   |
| 适用伺服放大器     | 指令部·放大器一体化      | —                | MR-SC, MR-SA, MR-VC, MR-VA |                          |
| 最大输出脉冲串频率   | —               | —                | 100kpps                    | 200kpps                  |
| 最大输出脉冲数     | —               | —                | ± 2, 147, 483, 647 脉冲      | 16, 252, 928 脉冲          |
| 顺控功能        | 输出输入控制          | —                | 固定                         | MELSEC-A                 |
|             | 与编程器(MELSEC)的连接 | I/O 转换           | MELSEC-F2(F1)              | MELSEC-A CPU             |
| 定位程序        | 语言              | 点阵·接点输入          | 专用命令                       | 顺控程序                     |
|             | 程序容量            | 标准 8 点 Max. 64 点 | 2000 步                     | 各轴 400 点                 |
|             | 示教功能            | 有                | 有                          | 有                        |
|             | 编程工具            | 教学逻辑单元、通用电脑      | F2-30TP                    | A6CPP/A6PHP              |
| 指令方式        | MELSEC 外围设备/绝对  | 增量/绝对            | 增量/绝对                      | 增量/绝对                    |
| 指令单位        | mm, deg         | mm, inch         | mm, inch, deg, pulse       | mm, inch, deg, pulse     |
| 绝对位置检测      | 有               | 有                | 无                          | 无                        |
| 电子齿轮功能      | 有               | 有                | 无(用伺服放大器设定)                | 无(用伺服放大器设定)              |
| 外部位置数据设定    | 无               | 有                | 有                          | 有                        |
| 自动加减速       | 有(加·减速时间相同)     | 有(加·减速时间可个别设定)   | 有(加·减速时间相同)                | 有(加·减速时间相同)              |
| 定位功能        | 直线插值            | 无                | 无                          | 有                        |
|             | 圆弧插值            | 无                | 无                          | 无                        |
|             | 中断功能 I (跳跃)     | 有                | 无                          | 无                        |
|             | 中断功能 II (中断定位)  | 无                | 有                          | 无                        |
|             | 暂停              | 有                | 有                          | 有                        |
|             | 连续进给            | 有                | 有                          | 无                        |
|             | 改变当前位置          | 无                | 有                          | 有                        |
|             | 速度超越            | 0~300%           | 无                          | 无                        |
|             | 行程末端            | 有(H/W)<br>(S/W)  | 有(H/W)                     | 有(S/W)与<br>伺服放大器的 H/W 并用 |
| 近转功能        | 有               | 无                | 有                          | 无                        |
|             | 间隙修正            | 有                | 有                          | 有                        |
|             | M 码功能           | 有                | 有                          | 有                        |
| 状态输出        | 定位完毕            | 有                | 无                          | 有                        |
|             | 基本一致            | 若是位置到达信号, 有      | 无                          | 无                        |
|             | 区域信号            | 有                | 无                          | 无                        |
| 原点复归        | 原点复归方式          | 挡块式/压接式/任意基准点式   | 挡块式/计数式                    | 挡块式/锁挡式                  |
|             | 第 2 原点复归        | 无                | 无(可利用程序)                   | 无                        |
|             | 原点复归方向          | 可选择              | 座标值减少方向                    | 可选择                      |
|             | 原点座标指定          | 不可(0 固定)         | 不可(0 固定)                   | 可                        |
|             | 原点位移            | 有                | 有                          | 无                        |
| 手动脉冲发生器运行   | 无               | 有                | 无                          | 无                        |
| 同步(同步编码器)运行 | 无               | 无                | 无                          | 无                        |

| 脉冲串输出型定位指令装置                       | 瞬时短脉冲群结合型定位指令装置  |                        |                         |
|------------------------------------|------------------|------------------------|-------------------------|
| AD71(S2)                           | AD70D            | A171S                  | A273U                   |
| 最大 2 轴                             | 1 轴              | 最大 4 轴                 | 最大 8 轴                  |
| MR - SC, MR - SA, MR - VC, MR - VA | MR - SD, MR - SB | MR - J - B, MR - H - B |                         |
| 200kpps                            | —                | —                      | —                       |
| 16, 252, 928 脉冲                    | —                | —                      | —                       |
| MELSEC - A                         | MELSEC - A       | MELSEC - A             | MAISEC - A              |
| MELSEC - A CPU                     | MELSEC - A CPU   | MELSEC - A CPU         | MELSEC - A CPU          |
| 顺控程序                               | 顺控程序             | 专用命令                   | 专用命令                    |
| 各轴 400 点                           | 1 点              | 13K 步                  | 13K 步                   |
| 有                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| A6GPP/A6PHP                        | A6GPP/A6PHP      | A7PHP, PC9800          | IBMPC(DOS - V 对应品)A30TU |
| 增量/绝对                              | 增量/绝对            | 增量/绝对                  | 增量/绝对                   |
| mm, inch, deg, pulse               | pulse            | mm, inch, deg, pulse   | mm, inch, deg, pulse    |
| 无                                  | 有                | 有                      | 有                       |
| 无(伺服放大器设定)                         | 有                | 有                      | 有                       |
| 有                                  | 有                | 有                      | 有                       |
| 有(加·减速时间相同)                        | 有(加·减速时间可个别设定)   | 有(加·减速时间可个别设定)         | 有(加·减速时间可个别设定)          |
| 有                                  | 无                | 有                      | 有(最大 4 轴)               |
| 无                                  | 无                | 有(2 轴)                 | 有(2 轴)                  |
| 无                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| 有                                  | 有                | 有                      | 有                       |
| 有                                  | 有                | 有                      | 有                       |
| 有                                  | 有                | 有                      | 有                       |
| 有                                  | 有                | 有                      | 有                       |
| 无                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| 有(S/W)与伺服放大器 H/W 并用                | 有(H/W, S/W)      | 有(H/W, S/W)            | 有(H/W, S/W)             |
| 无                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| 有                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| 有                                  | 有                | 有                      | 有                       |
| 有                                  | 有                | 有                      | 有                       |
| 无                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| 无                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| 挡块式/锁档式                            | 挡块式/计数式/数据设置式    | 挡块式/计数式/数据设置式          | 挡块式/计数式/数据设置式           |
| 无                                  | 无                | 无                      | 无                       |
| 可选择                                | 座标值减少方向          | 可选择                    | 可选择                     |
| 可                                  | 可                | 可                      | 可                       |
| 无                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| 无                                  | 无                | 有                      | 有                       |
| 无                                  | 无                | 有                      | 有                       |

## 附录 5 用语集

### 模拟控制〈反;数字控制〉

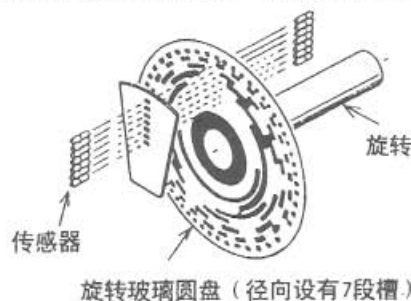
由运算放大器等模拟元件构成的控制回路而实现控制的方式。

### 绝对值(绝对位置)检测器〈反;增量位置检测器〉

是能将检测器 1 转内的角度数据输出到外部的检测器,一般使用是在 8~12 位数据中调出 360°。

如果作伺服马达的检测器用,是在为判断马达 1 转内的位置而与旋转量计数器相组合,构成绝对位置系统时使用。

下图是一般的绝对位置检测器的构造,该检测器输出 7 位绝对位置信号。

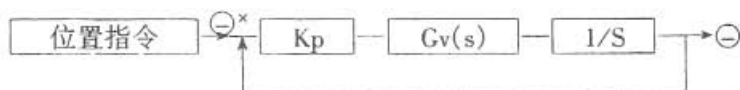


绝对位置编码器的构造示例

### 位置回路增益

表现位置控制中的对指令的响应性。将速度控制系统为  $G_v(s)$ , 归纳位置控制方框图如下:

在这里,位置回路增益 =  $K_p \cdot G_v(s)$   
=  $K_p (1/\text{sec})$



由于有反馈,所以速度回路增益约为 1。在这里,位置回路增益是作为位置的响应性,表示为:

$K_p = \omega_{pc} (\text{rad/sec})$

### 一次滞后时间常数

指数函数的时间常数,是达到最终值的 63% 的时间。(参阅「加速时间常数」项的图)

### 惯量(惯性矩)。

请参阅惯性矩项。冲击固定偏差

作为表示对反馈控制的输入指令的输出变动宽度的值,为表示其时间上的响应特性,采用使负荷阶梯形变化时的暂时变动量的大小和持续时间来表示。

尤其是含有积分动作时有效。

### 响应性

伺服系统中有位置、速度和电流回路。响应性表示其对各个指令的跟踪性。一般是指速度响应性。

## 全数字控制(数字控制)

是由微机及其外围 LSI、逻辑 IC 组成的回路进行控制的方式。

## 自动调谐(实时自动调谐)

伺服马达驱动机械的性能(尤其是响应性和稳定性)是由机械特性(惯性矩和刚性)所左右。于是,为使机械性能达到最高而需要调整操作。将该操作称之为调谐。

所谓自动调谐,是指自动进行上述调谐的功能。通常是指自动调整伺服放大器设定的速度环路增益,位置环路增益的功能。

所谓实时自动调谐,是指即使机械特性在运转中发生了变化,调谐也能不间断地自动跟踪的功能。

## 再生制动

通常用马达驱动负荷时,是由放大器供给马达电力,这种状态称为动力运行。而与此相反,在马达减速或驱动负荷下降等场合,使负荷速度减慢时,马达和负荷拥有的旋转能量注入放大器。这种状态称为再生。

伺服放大器是由电容器和电阻消耗再生能量,获得再生制动转矩。再生制动转矩按照减速特性曲线可以自动调整。但再生频度高时需使用再生选择电阻。

## 频率颤动

对于指令的瞬间转速变化误差,一般是低速时稍大,高速时变小。

## 角频率 $\omega$

是表示连续正弦波的单位,用 Hz(赫兹)表示每秒钟的循环数。用角度表达之就是角频率。当频率  $f$  Hz 时,可换算为  $2\pi \text{ rad/sec}$ 。

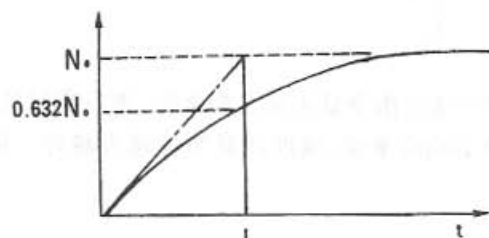
## 加速时间

使马达的速度变化时,由当前转动速度达到下个转速的时间。

## 加速时间常数

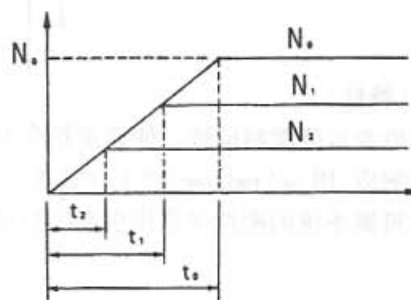
从马达的停止状态加速到特定的旋转速度(额定旋转速度、参数的限制速度等)时,从加速开始到完成的时间。

\* 对于一次延迟函数的加速特性曲线,实际速度称为达到目标速度 63.5% 时的时间。



一次延迟时间常数

具有一次延迟时间常数的加速特性曲线  
加速时间与加速时间常数



$t_0$ : 达到基准速度的加速时间 = 加速时间常数

$t_1$ : 达到旋转速度  $N_1$  的加速时间

$t_2$ : 达到旋转速度  $N_2$  的加速时间

## 加速度

用加速时间比率表示旋转速度的变化,成为对旋转速度变化时间的倾斜度。一般谈到加速度时指直线运动,用 $[m/s^2]$ 表示。

## 惯性矩(惯量)

表示旋转体的旋转重量的量。相当于直线运动的质量。

定义式  $J = m \cdot r^2$

其中  $J$ : 惯性矩 $[kg/cm^2]$

$m$ : 质量 $[kg]$

$r$ : 旋转半径 $[cm]$

过去  $GD^2$  表示惯生力矩的量,它是将上式样中的  $r$ (半径)换作  $2r$ (直径)表达,有以下的关系:

$$GD^2 = m \cdot (2r)^2 = 4J$$

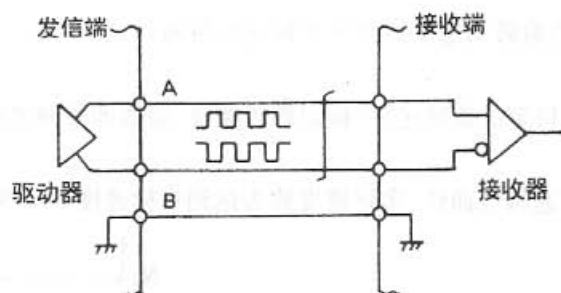
## 电容再生

将再生能量给主回路电容充电,进行再生运转的方法。

因为不发热,如果再生能量小于电容充电能量可以反复使用。但是,由于可给电容器充电的能量小,所以只适用于小容量机型。

## 差动传输方式

传输一个信号时,是以同时成对传输信号和极性反转信号的方式。由于信号接收端可以装定信号逻辑进行判断,抗噪性能好,可用传输脉冲串的输入输出等高速信号。一般发信端称为驱动器,接收端称为接收器,使用专用 IC。

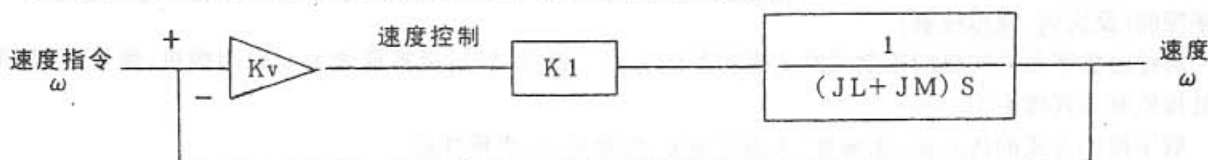


## 频率响应(特性)

定量地表示速度响应性。使速度指令为  $10r/min$  的微小速度指令呈正弦波变化时,表示实际马达到什么频率时能响应,用  $\omega_c [rad/sec]$  或  $f_c [Hz]$  表示。从提高该频率响应来说,速度环路增益越大越好。但是过大,容易出现机械系统的刚性等原因引起的振动和不稳定。

### 速度环路增益

在速度控制上表示对指令的响应性。根据马达确定时,常数为  $K1$ :



速度环路增益表达式为:

$$\text{速度环路增益} = \frac{K1 \cdot KV}{JM + JL}$$

$KV$ : 速度放大器增益     $JL$ : 负荷惯量     $JM$ : 马达惯量

### 速度变动率

作为对于速度控制方面的输入指令的输出速度变动幅度的表示值。一般是以额定负荷时的转速为基准,称作无负荷或反向额定负荷值时的旋转速度变动量的比率。

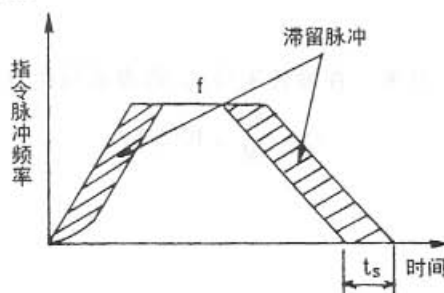
以前用与放大率有关的偏置表示,纳入积分动作时,其他因素影响较多,冲击落下特性值得注意。

### 发电制动

停电时,伺服放大器发生故障时,紧急停机时使用的制动功能,比电磁制动可以获较大的制动转矩。但是,没有停止时的保持转矩。MR-H 伺服放大器内置该制动功能。采用感应电机的 IM 伺服系统就没有该功能。

### 滞留脉冲

是指在位置伺服运转时,伺服放大器内滞留的位置偏差(脉冲数),低速时总是和指令脉冲频率成正比。定位完成后的误差为  $\pm 1$  个脉冲之内。



### 接地

称伺服放大器主电源回路线(二极管整流后的 P、N)、马达的动力线(U、V、W)中的任何一线要与大地保持短路状态。

### 停止调整时间

伺服马达时对位置指令以一定的偏差运转,因此,停止时间指令完了之后到伺服马达停转有延时。

该延时为停止调整时间。上述滞留脉冲图的  $t_s$  时间中概略估计内含  $3T_p$ 。

( $T_p$ : 位置环路时间常数)

研究伺服马达运转特性曲线时,有必要考虑该停止调整时间。

## 电阻再生

使再生能量流向和放大器母线相接的电阻器,消耗热量,获得制动转矩的方式。

## 数字控制(反义词:模拟控制)

通过由数字元件构成的控制回路实现控制的方式。近来,针对运算量增大而采用微机、微处理器,用软件处理控制方式增多了。

数字控制方式的优点是,无偏置、无温度偏差,性能稳定,再现性高。

## 电子齿轮

称改变对指令脉冲的反馈脉冲的比率为电子齿轮。但是,位置分辨率由编码器决定,是不变的。比率变动可利用参数进行分数设定。

电子齿轮与机械齿轮不同,即使是提高减速比,马达的转矩也不增加。

## 电源再生

使再生能量通过放大器母线返回电源的方式。需要返回电源的专用单元。该方式与电阻再生方式相比,其优点是发热少,再生能量大时也能设置成小尺寸的。所以主要是用于大容量机型、升降轴等连续再生运转。

## 电磁制动器

电磁制动器马达装备的电磁制动器,是用于上下轴驱动等部位,防止停电或伺服放大器故障时滑落,也可以说是停机保护用的无激励动作型制动器。

## 转矩直线性

表示转矩指令与马达产生的转矩的关系。尤其是用在转矩控制时,转矩0的附近存在死区。另外,马达上用的磁铁的磁力也随温度变化而变化,对转矩的线性有影响。铁淦氧磁铁为 $-0.2/^{\circ}\text{C}$ 、稀土类磁铁为 $-0.33/^{\circ}\text{C}$ 。

## 功率比率

表示马达可发出的输出功率上升率。在恒转矩马达,则表示马达自身加速时的速度,定义如下:

$$Q = \frac{TR^2}{JM} \times 10 [\text{kW/s}]$$

TR: 马达输出转矩 $[\text{N}\cdot\text{m}]$

JM: 马达的惯性力矩 $[\text{kg}\cdot\text{cm}^2]$

## 比例控制

比例控制也叫P控制。操作量Y与偏差值 $\epsilon$ 成正比,可表达为 $Y = \epsilon K_p$ 。定位完成后,机械性闭锁的马达即使有1个脉冲溢出,马达上就会有较大的电流流动,需要进行位置偏差修正。为了避免这点,在定位完成的同时采取比例控制,就可以降低转矩增益,抑制电流。通过比例控制还可以抑制伺服闭锁的振动。在这里,比例控制对于突发性干扰能立即消除,而对于连续性的干扰则不能完全消除偏差。这是因为对连续性干扰控制系统要继续在修正方向上继续动作,为此,有某种程度的偏差是必要的。

### 模型适应控制

是 MR-H 系列伺服放大器采用的方式。以理想的伺服放大器和理想的负荷(有充分强度的刚性,无间隙等)为理想模型,运用到软件控制上,使实际动作保持相适应、同时在实际负荷上能够发挥最高性能的控制方式。

### 反馈控制

在闭环环路检测指令与实际速度的差,为减少该差,对指令值进行修正控制。

### 前馈控制

位置环路控制时,控制速度指令在脉冲指令输入后、滞留脉冲增加之前发出。

### 母线电压

电源于整流器部整流,一旦转换为直流电压在整流器部再度转换为交流,驱动 AC 马达。把该直流部的电压称为母线电压。

### RISC

RISC 是“Reduced Instruction Set Computer”的缩写。和过去的微处理机(为了和 RISC 相对应而称 CISC)相比较,简化了命令和命令格式,是新型计算机。因而可以提高处理速度,可以实时进行伺服的模型适应控制之类的庞大运算处理。

 **三菱电机自动化(上海)有限公司**  
**三菱电机上海 FA中心**

地址:上海市黄浦区新昌路80号智富广场4楼

邮编:200003

电话:(021)6120 0808 传真:(021)6121 2444

网址:<http://www.mitsubishielectric-automation.cn>

内容如有改动,恕不另行通知