

# 交流伺服进阶课程

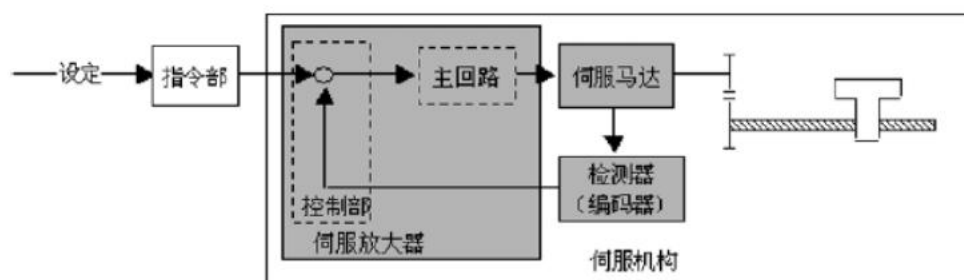
## —MR-J3-A系列伺服放大器

## 主要内容

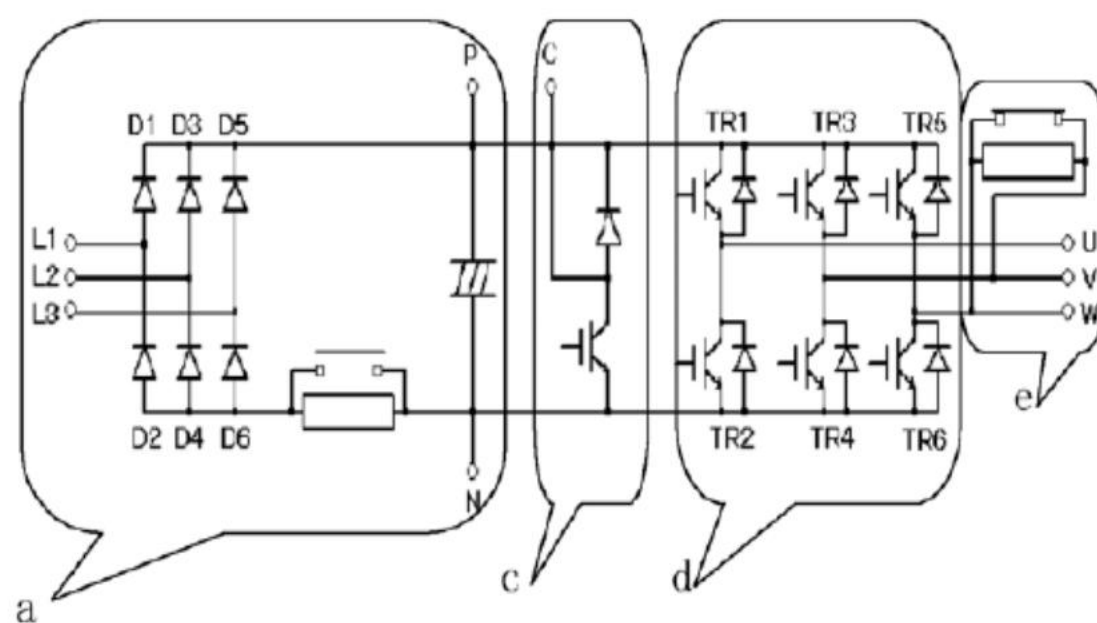
- 伺服放大器基本原理（主回路和控制回路）
- 伺服的作用
- 三菱伺服介绍（包括产品分类及软件的使用）
- AC 伺服在传送带上的应用——速度控制
- AC 伺服在收放卷设备上的应用——转矩控制
- AC伺服在机床设备上的应用——位置控制
- 伺服产品的安装维护及相关报警
- 绝对位置控制系统原理简介

## 1.1 AC伺服原理

构成伺服机构的元件叫伺服元件。由驱动放大器（AC放大器），驱动电机（AC伺服驱动电机）和检测器组成。



## 1.2.1 伺服放大器主回路



### 1.2.1 伺服放大器主回路

- a 整流回路:

将交流转变成直流，可分为单相和三相整流桥。

平滑电容：对整流电源进行平滑，减少其脉动成分。

- c再生制动:

所谓再生制动就是指马达的实际转速高于指令速度时，

产生能量回馈的现象。

再生制动回路就是用来消耗这些回馈能源的装置。

## 1.2.1 伺服放大器主回路

- 按照再生制动回路的种类，可以分为：

(1) 小容量 (0.4kw以下) ————— 电容再生方式

(2) 中容量 (0.4kw至11kw) ————— 电阻再生制动方式  
其中又

可分为：内置电阻方式

外接电阻方式

外接制动单元方式

(3) 大容量 (11kw以上) ————— 电源再生方式

- d 逆变回路：

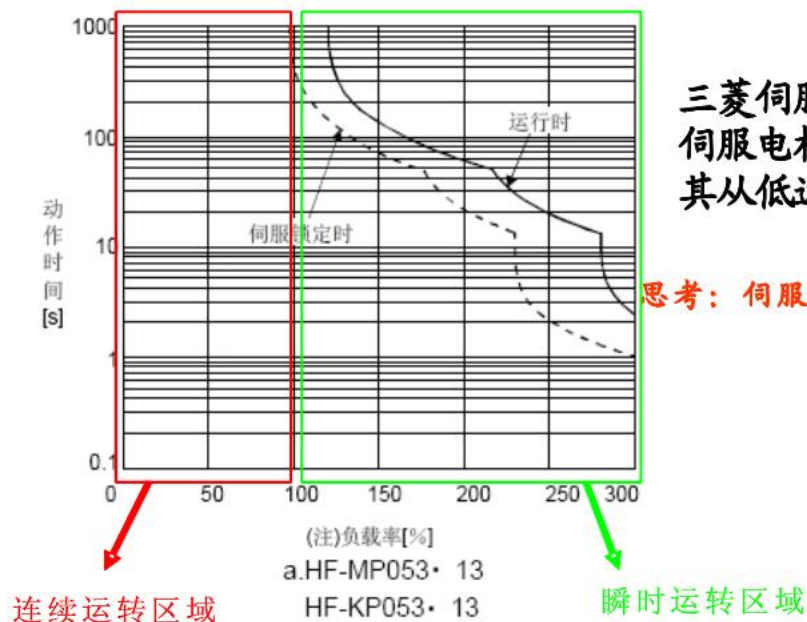
生成适合马达转速的频率、适合负载转矩大小的电流，驱动马达。  
逆变模块采用IGBT开关元件。

- e 动态制动器：

具有在基极断路时，在伺服马达端子间加上适当的电阻器进行短路消耗旋转能，使之迅速停转的功能。<sup>6</sup>

## 1.2.2 伺服电机

### • 转矩特性

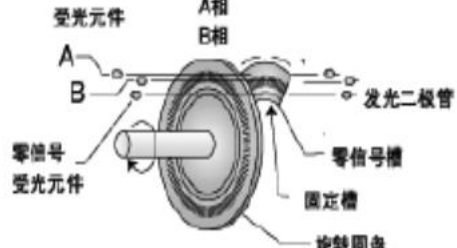
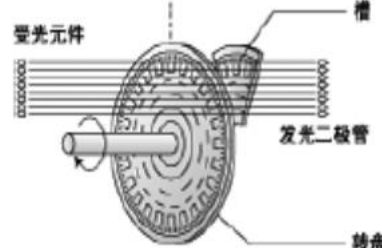


三菱伺服电机属于永磁同步电机。  
伺服电机的输出转矩与电流成正比  
其从低速到高速都可以以恒定转矩运转

思考：伺服电机与普通三相异步电机的区别？

## 1.2.2 伺服电机

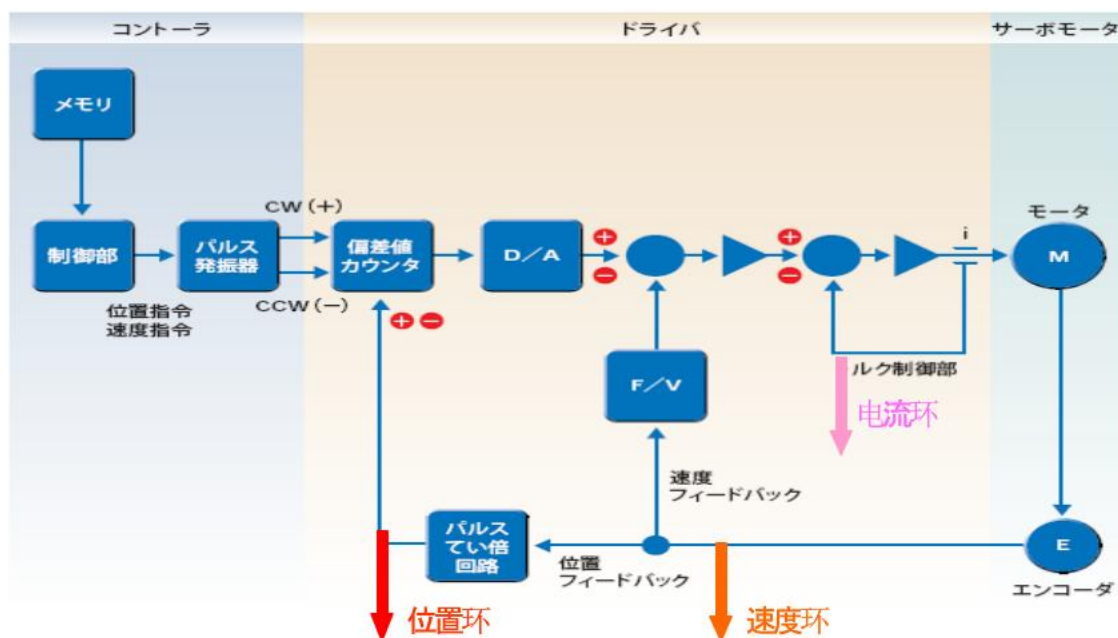
### • 编码器种类和结构

| 项目     | 增量编码器 (Incremental Encoder)                                                       | 绝对编码器 (Absolute Encoder)                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 输出内容   | 输出相对值。<br>针对旋转角的变化量输出脉冲。                                                          | 输出绝对值。<br>输出旋转角度的绝对值。                                                              |
| 停止时的应对 | 接通电源时需要原点复归动作。                                                                    | 接通电源时无需原点复归动作。                                                                     |
| 价格     | 结构较简单，价格低。                                                                        | 结构较复杂，价格高。                                                                         |
| 结构     |  |  |
| 补充说明   | 该装置的旋转圆盘上设有很多光学槽，使发光二极管管的光通过固定槽，再利用光电二极管检测该光束，并将槽的位置转换为电信号。                       | 在电机轴上安装绝对编码器，即可随时检测电机轴的固定位置。由于不需要脉冲计数，故接通电源时无需原点复归动作。                              |



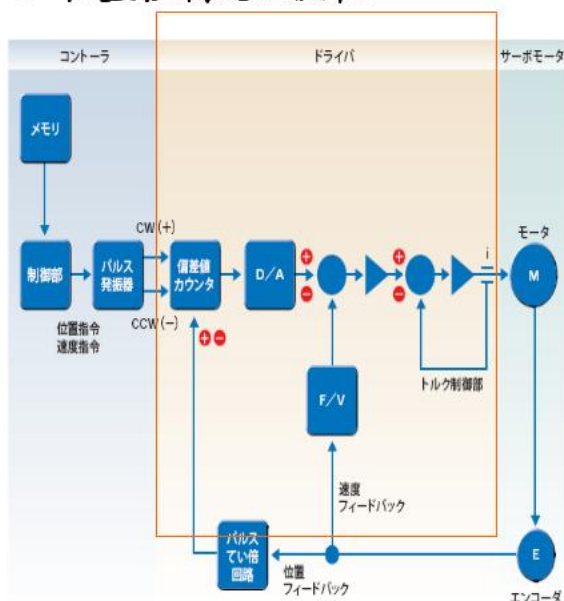
## 1.3.1 伺服放大器控制回路

- 伺服控制回路



## 1.3.1 伺服放大器控制回路

### ● 位置控制处理流程

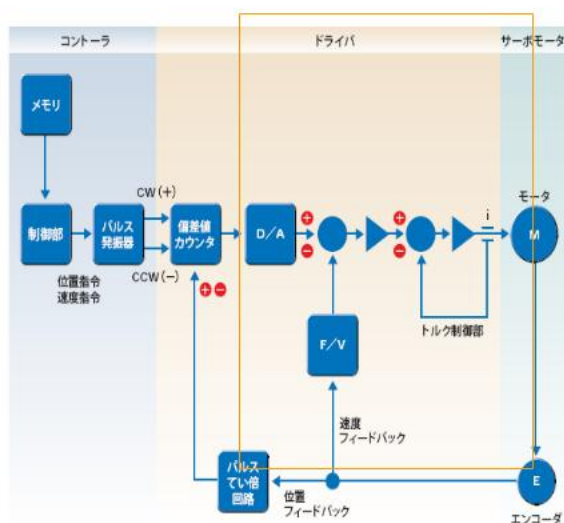


假设脉冲指令为1个脉冲，输入时动作为：

- ① 偏差计数器成为+1
- ② 转变为1个脉冲对应的电压进入放大器
- ③ 放大器产生SPWM波驱动马达旋转
- ④ 编码器也相应旋转，发出1脉冲的震荡
- ⑤ 1脉冲的震荡再次输入到偏差计数器中，从原来的指令+1减去1脉冲的震荡，计数器值成为0
- ⑥ 结果使DA转换输出0V到放大器，放大器使马达停止
- ⑦ 完成1脉冲的定位

## 1.3.1 伺服放大器控制回路

### ● 速度控制处理流程



- ① 模拟量形式的速度指令进入速度运算器，使电机开始运行
- ② 电机运行后使用编码器旋转，发出脉冲反馈
- ③ 脉冲反馈经过FV转化为相应的模拟量进入伺服驱动器
- ④ 反馈值与给定值相比较，如果有偏差通过电流环输出控制电流使用差值改为零

### 1.3.1 伺服放大器控制回路

- 伺服放大器三种控制方式

- 1 转矩控制： 通过外部模拟量的输入或直接的地址的赋值来设定电机轴对外的输出转矩的大小，主要应用于需要严格控制转矩的场合。

—— 电流环控制

- 2 速度控制： 通过模拟量的输入或脉冲的频率对转动速度的控制。

—— 速度环控制

- 3 位置控制： 伺服中最常用的控制，位置控制模式一般是通过外部输入的脉冲的频率来确定转动速度的大小，通过脉冲的个数来确定转动的角度，所以一般应用于定位装置。

—— 三环控制

思考：三环中哪个环的响应性最快？

### 1.3.1 伺服放大器控制回路

●变频器与伺服放大器在主回路与控制回路上的区别：

|      |                                                                           |
|------|---------------------------------------------------------------------------|
| 主回路  | 变频器与伺服的构成基本相同。<br>两者的区别在于伺服中增加了称为动态制动器的部件。停止时该部件能吸收伺服电机积蓄的惯性能量，对伺服电机进行制动。 |
| 控制回路 | 与变频器相比，伺服的构成相当复杂。为了实现伺服机构，需要复杂的反馈、控制模式切换、限制（电流/速度/转矩）等功能。                 |

●由变频器变更为伺服时，需考虑：

- (1) 机械的刚性
- (2) 换算到电机轴的负载惯量
- (3) 电机轴的振动
- (4) 减速机构的打滑

## 2.2 伺服的作用

- 按照定位指令装置输出的脉冲串，对工件进行定位控制。
- 伺服电机锁定功能  
当偏差计数器的输出为零时，如果有外力使伺服电机转动，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，旋转修正电机使之停止在滞留脉冲为零的位置上，该停留于固定位置的功能，称为伺服锁定。
- 进行适合机械负荷的位置环路增益和速度环路增益调整。

## 3.1 三菱伺服产品介绍

- MR-J3交流伺服系统

**丰富的产品线**





### 3.1 三菱伺服产品介绍

- MR-J3系列放大器型号构成

MR-J3-□□□-□



RJ004 兼容直线伺服电机  
RJ006 兼容全闭环系统

无 单相/3相200-230VAC  
1 单相100-120VAC  
4 三相400VAC

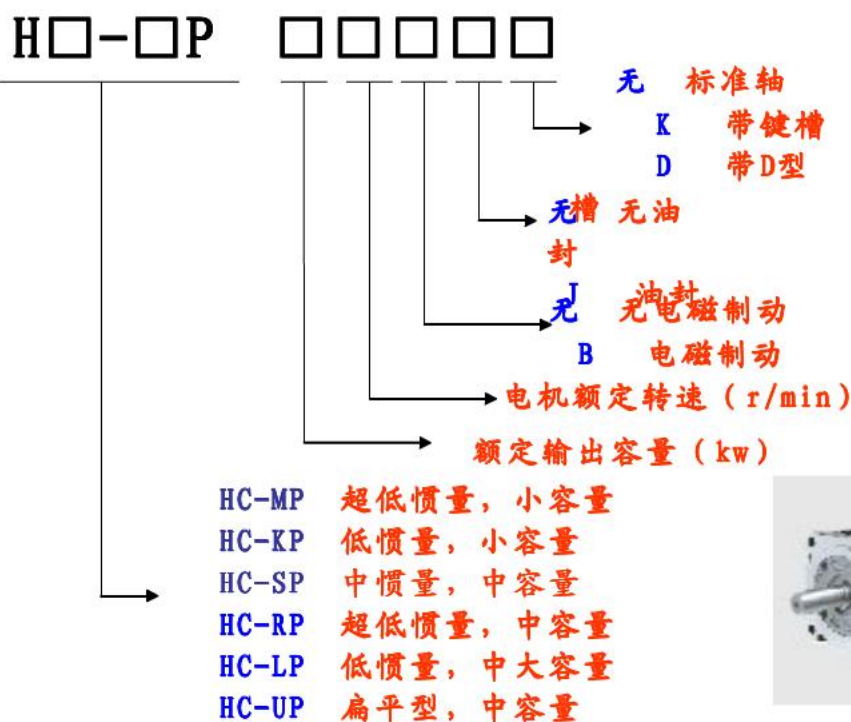
A 通用脉冲串接口  
B 兼容SSCNET III, 高速串行总线  
T CC LINK连接内置定位控制

放大器容量 (如10为100w)



### 3.1 三菱伺服产品介绍

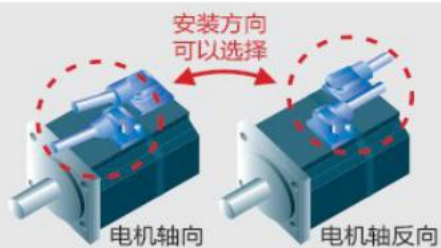
- MR-J3系列伺服电机型号构成



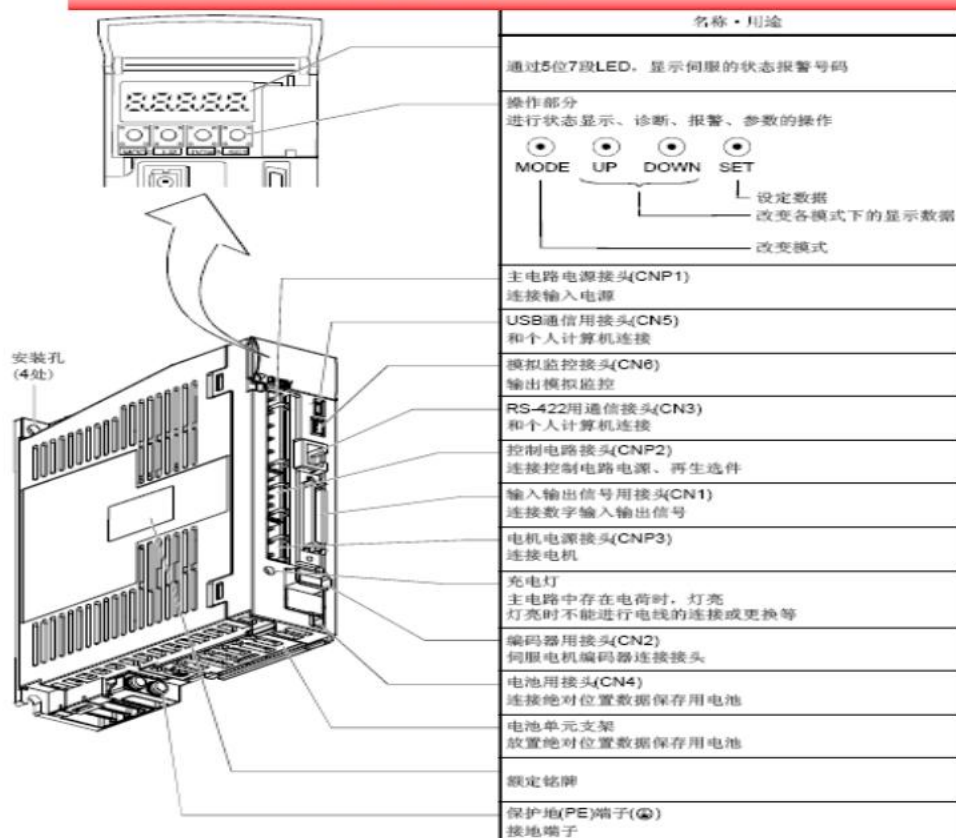
## 3.2 选件

- 其他选件：  
线缆，接头，再生制动选件，电池单元，功率改善电抗器，  
EMC滤波器，抗干扰产品。

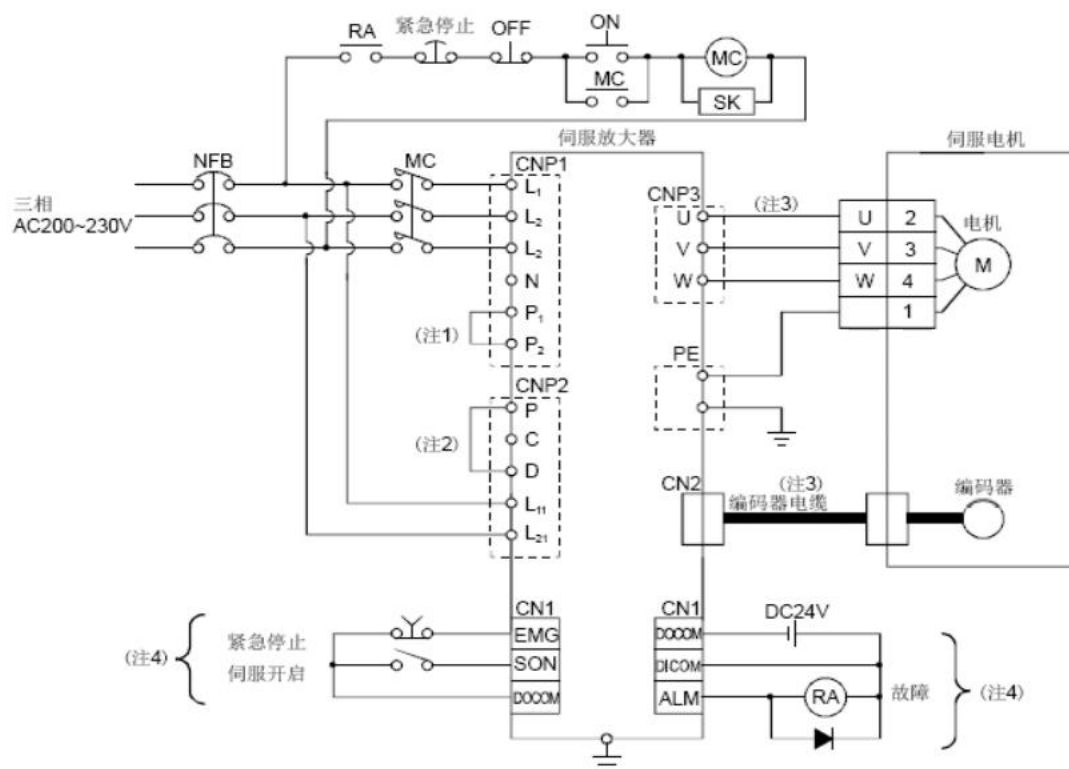
●安装在电机的电缆可根据需要  
从电机轴向或电机轴反向引出。  
(HF-MP/HF-KP系列)



## 伺服放大器各部分构造



## 伺服放大器输入电源电路



## 显示和操作

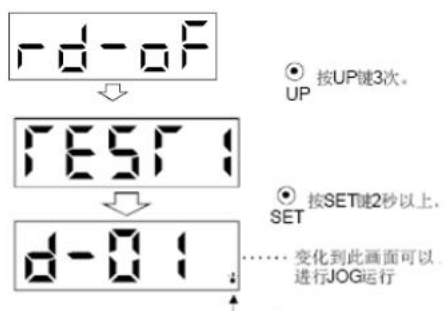
| 显示模式的移动                                                                                                                                                                       | 初始画面                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 功能                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <div> <div>按钮<br/>MODE</div> <div> <div>状态显示</div> <div>诊断</div> <div>报警</div> <div>基本设定参数</div> <div>增益・滤波器<br/>参数</div> <div>扩展设定参数</div> <div>输入输出设定参数</div> </div> </div> | <div> <div>  </div> <div>  </div> <div>  </div> <div>  </div> <div>  </div> <div>  </div> <div>  </div> </div> | <div> <div>伺服的状态显示。<br/>电源导通时，显示 。<br/>(注)</div> <div>顺序显示・外部信号显示・输出信号(D0)强制输出・试运行・软件版本显示・VC自动偏置・电机系列ID显示・电机类型ID显示・电机编码器ID显示・外部编码器ID显示・参数禁止写入一次解除显示。</div> <div>现在报警显示・报警记录显示・参数错误No显示。</div> <div>基本设定参数的显示和设定。</div> <div>增益・滤波器参数的显示和设定。</div> <div>扩展设定参数的显示和设定。</div> <div>输入输出设定参数的显示和设定。</div> </div> |

## 实验

### ● 试运行——点动

通过试运行模式中的点动运行确认电机是否可以正常动作

操作方法：



按住up和down键可使伺服电机旋转  
松开，电机停止。

| 项目          | 初始设定值 | 设定范围     |
|-------------|-------|----------|
| 转速[r/min]   | 200   | 0~瞬时允许转速 |
| 加减速时间常数[ms] | 1000  | 0~50000  |

通过伺服设置软件可以修改转速和加减速时间常数。

### 3.3 伺服设置软件介绍

软件系统



### 3.3 伺服设置软件介绍

设置软件 **MR-Configurator setup221E**

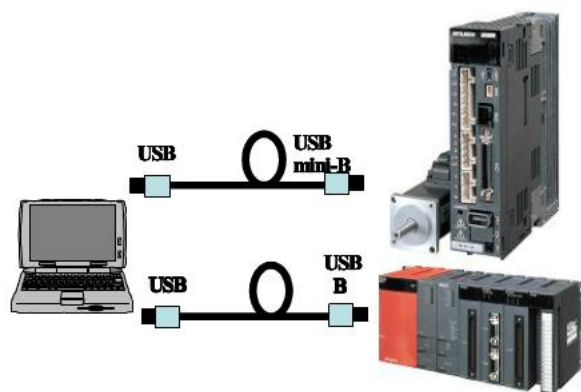
#### 通讯连接

#### ● U S B 1.1 通用接口

**MR-J3-A 和 B系列**

更快的响应速度

实时数据采集提高了**20**倍以上



#### ● 与运动控制器的连接

**MR-J3-B**

只需一根线就可以连接所有伺服





### 3.3 伺服设置软件介绍

相关操作：

- 通讯设置



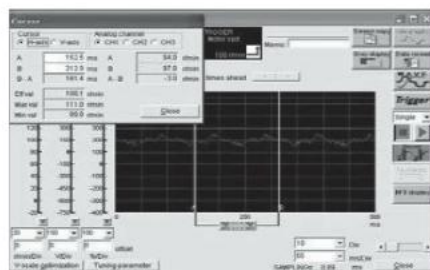
- 读写保存参数



- 报警监控 状态监控



- 趋势图采集

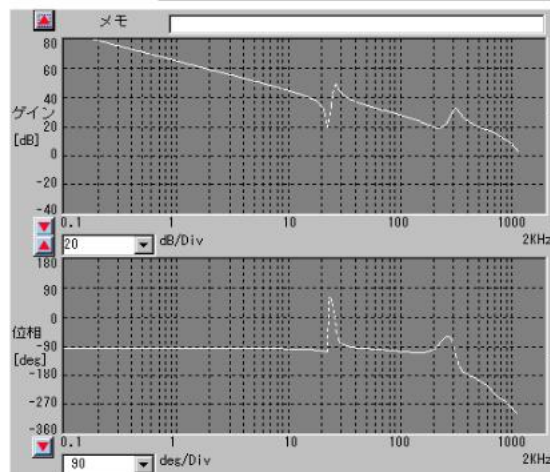


### 3.3 伺服设置软件介绍

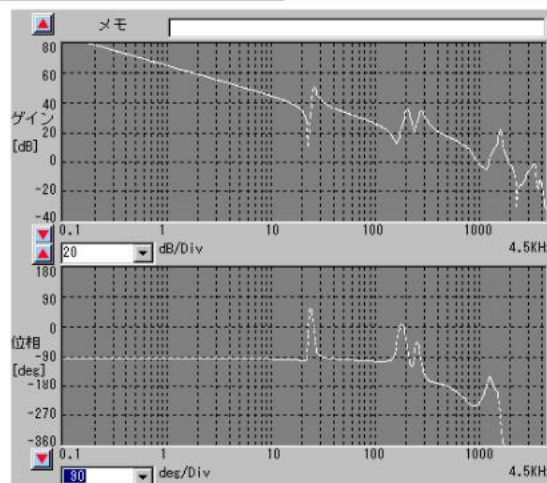
## 机械分析器 II

更精确的机械性能

- 频率范围 ... 10HZ~1KHz → **3HZ~4.5KHz**
- 检测能力得到很大提高



**J2—Super**



**J3**

### 3.3 伺服设置软件介绍

#### 趋势图功能

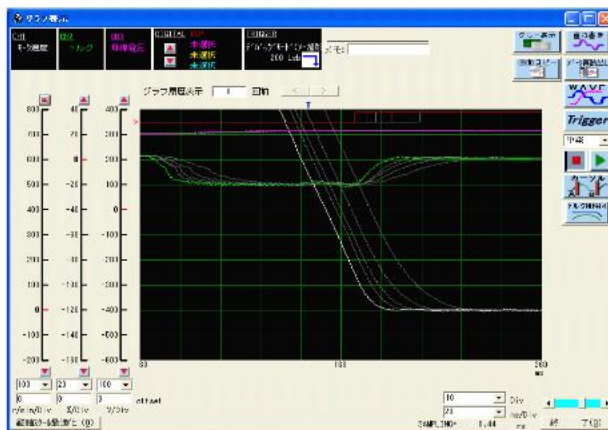
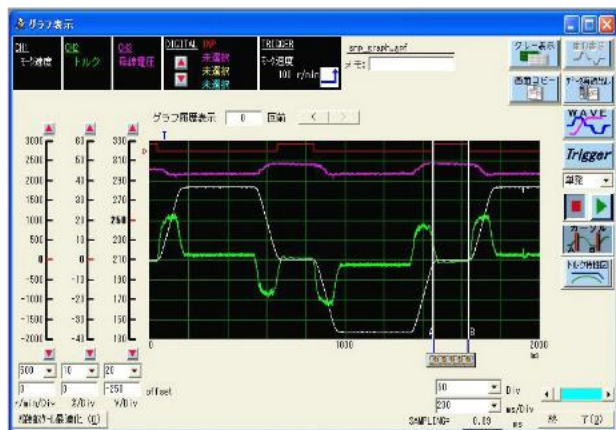
**3通道 示波器**

同时监控指令/滞留脉冲/力矩  
曲线图

采集数据 :  $0.4\text{ms} \times 30000\text{点} = 12\text{sec}$  (J2S :  $0.8\text{ms} \times 1024\text{点}$ )

**历史查看功能  
(历史数据重写功能)**

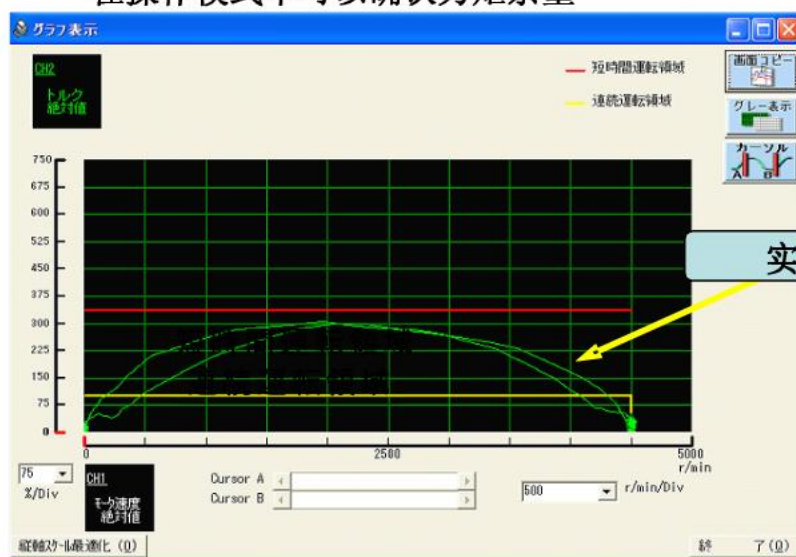
整定/机械特性确认



### 3.3 伺服设置软件介绍

#### 速度 - 力矩 曲线监控功能

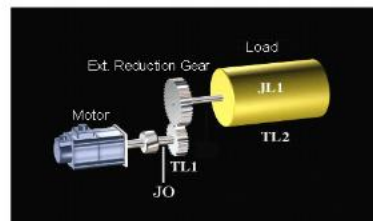
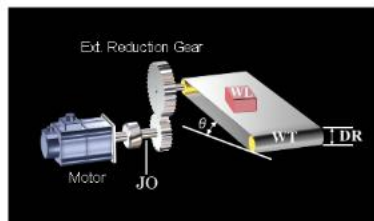
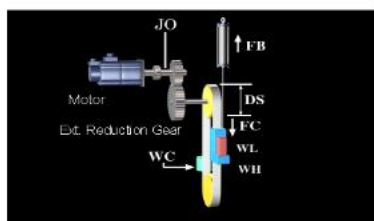
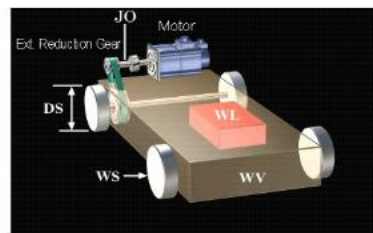
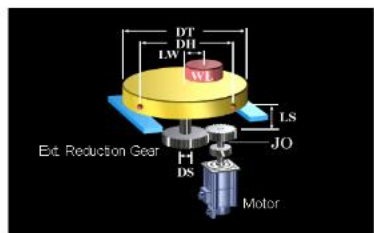
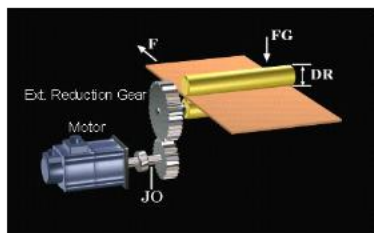
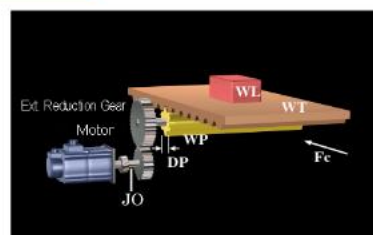
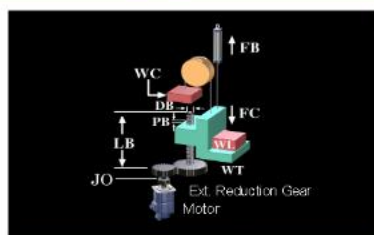
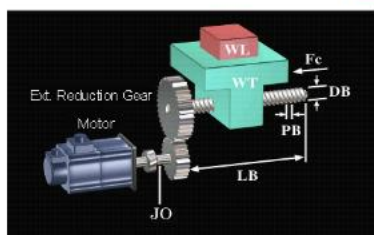
速度 / 力矩曲线数据监控  
在操作模式中可以确认力矩余量



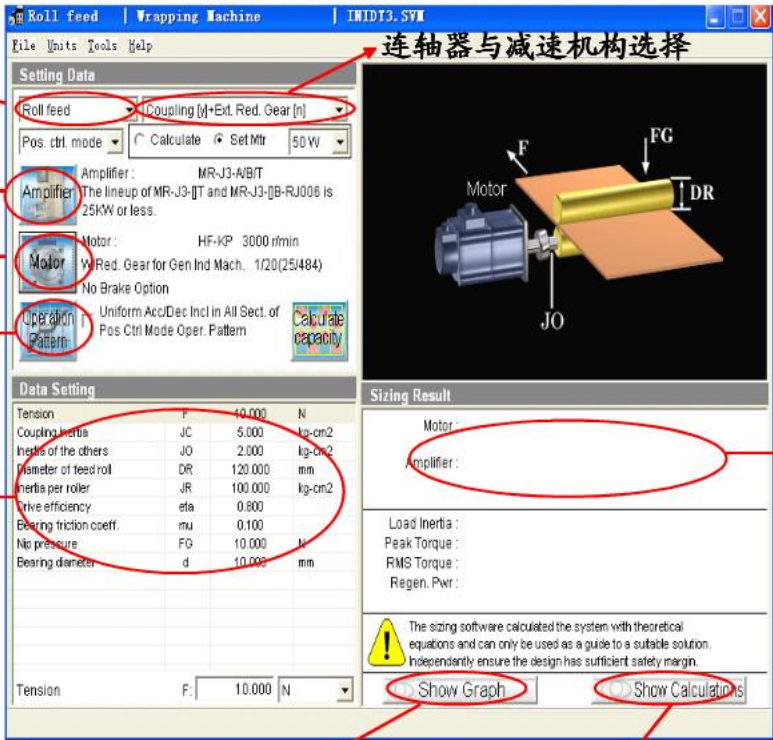
实际运行曲线

### 3.4 容量选型软件介绍

#### 选型软件MOTSZ111E



### 3.4 容量选型软件介绍



The screenshot shows the 'Roll feed' window of the 'Wrapping Machine' software. The interface is divided into several sections:

- Setting Data:** Includes dropdowns for 'Roll feed' (selected as 'Coupling [d]+Ext. Red. Gear [n]'), 'Pos. ctrl. mode', 'Amplifier' (MR-J3-A/B/T), 'Motor' (HF-KP 3000 r/min), and 'Operation Pattern' (Uniform Acc/Dec Incl in All Sect. of Pos Ctrl Mode Oper. Pattern). A 'Calculate capacity' button is also present.
- Data Setting:** A table of mechanical parameters:
 

|                         |     |         |                    |
|-------------------------|-----|---------|--------------------|
| Tension                 | F   | 10.000  | N                  |
| Coupling inertia        | JC  | 5.000   | kg-cm <sup>2</sup> |
| Inertia of the others   | JO  | 2.000   | kg-cm <sup>2</sup> |
| Diameter of feed roll   | DR  | 120.000 | mm                 |
| Inertia per roller      | JR  | 100.000 | kg-cm <sup>2</sup> |
| Drive efficiency        | eta | 0.800   |                    |
| Bearing friction coeff. | mu  | 0.100   |                    |
| No pressure             | FG  | 10.000  | N                  |
| Bearing diameter        | d   | 10.000  | mm                 |
- Sizing Result:** Displays the selected 'Motor' and 'Amplifier'. Below this, it lists 'Load Inertia', 'Peak Torque', 'RMS Torque', and 'Regen. Pwr.'. A warning icon and text state: 'The sizing software calculated the system with theoretical equations and can only be used as a guide to a suitable solution. Independently ensure the design has sufficient safety margin.' At the bottom, there are buttons for 'Show Graph' and 'Show Calculations'.
- Diagram:** A 3D schematic of the motor and coupling assembly is shown in the top right, with labels for Motor, FG, DR, and JO.

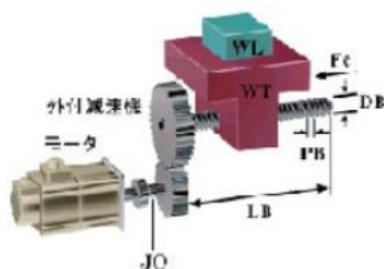
Annotations in Chinese point to specific features:

- 机械设备传动结构选择** (Mechanical equipment transmission structure selection) points to the 'Roll feed' dropdown.
- 放大器系列选择** (Amplifier series selection) points to the 'Amplifier' dropdown.
- 伺服电机系列选择** (Servo motor series selection) points to the 'Motor' dropdown.
- 运行曲线** (Operation curve) points to the 'Operation Pattern' dropdown.
- 机械参数** (Mechanical parameters) points to the 'Data Setting' table.
- 连轴器与减速机构选择** (Coupling and speed reduction mechanism selection) points to the 'Coupling [d]+Ext. Red. Gear [n]' dropdown.
- 选型结果** (Selection result) points to the 'Sizing Result' section.
- 显示计算结果曲线** (Display calculation result curve) points to the 'Show Graph' button.
- 显示计算过程** (Display calculation process) points to the 'Show Calculations' button.



### 3.4 容量选型软件介绍

机械构成图



机械参数

|        |     |       |                    |
|--------|-----|-------|--------------------|
| 工作台质量  | WT  | 200   | Kg                 |
| 负载重量   | WL  | 50    | Kg                 |
| 负载推力   | Fc  | 0.01  | N                  |
| 减速比    | 1/n | 1     |                    |
| 负载惯量   | JL  | 10.47 | kg·cm <sup>2</sup> |
| 丝杠导程   | PB  | 10    | mm                 |
| 丝杠直径   | DB  | 20    | mm                 |
| 丝杠长度   | LB  | 1500  | mm                 |
| 最大运行速度 | V0  | 20000 | mm/min             |
| 定位长度/回 | L   | 400   | mm                 |
| 加减速时间  | ta  | 0.157 | s                  |
| 定位完成时间 | t0  | 1.5   | s                  |
| 一次循环时间 | tf  | 2.3   | s                  |

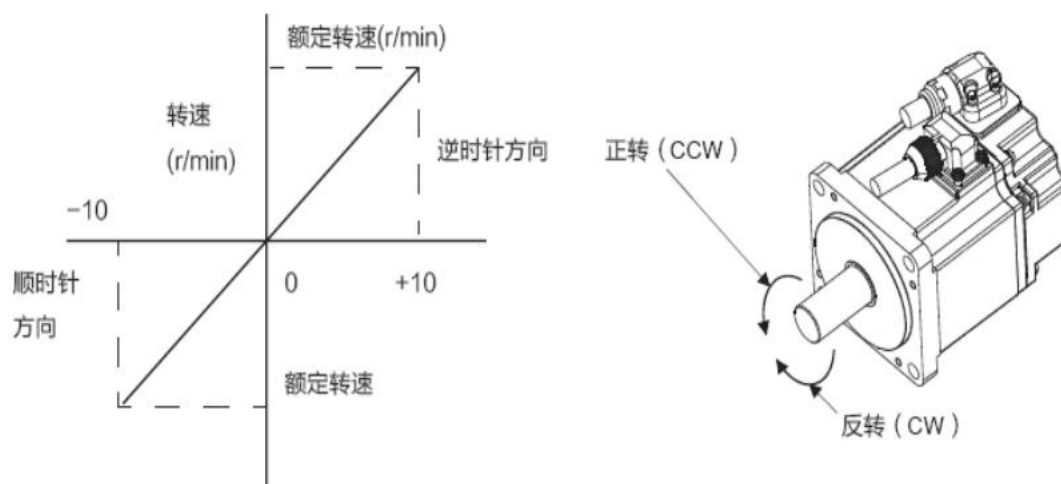
如选用 **MR-J3** 系列伺服，电机容量应选择多少？

## 4.1 AC伺服在传送带上的应用

控制方式：速度控制模式

控制特点：让电机以参数中或者外部模拟量速度指令设定的转动速度高精度地平稳的运行。

**精细    速度范围宽    速度波动小**

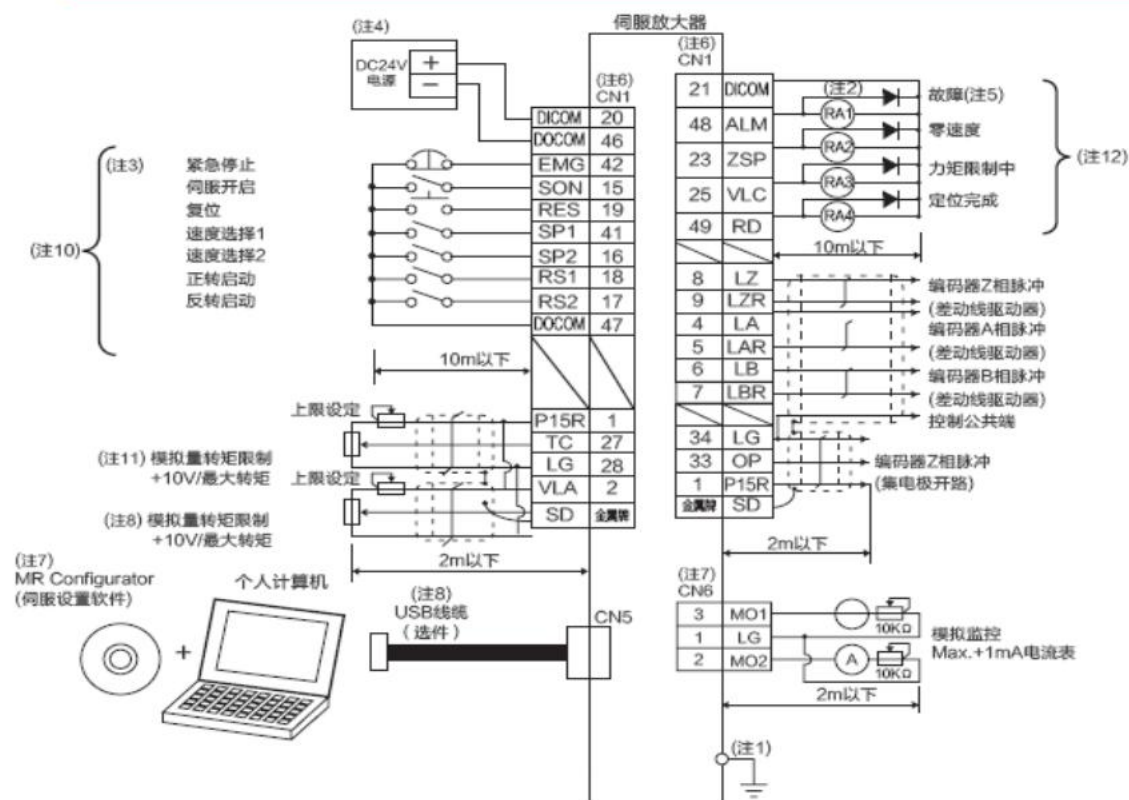




## 4.1 AC伺服在传送带上的应用

| 比较项目                | (通用)变频器                 | (通用)伺服                     |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|
| 控制用途                | 控制对象为比较缓和的稳定状态。         | 要求进行过渡性的高速、高精度控制的用途。       |
| 控制功能                | 基本上以速度控制模式为对象。          | 适用于位置控制、速度控制和转矩控制的各种模式。    |
| 使用电机                | 使用通用(感应)电机。             | 基本上根据与伺服放大器的关系有专用的固定的几种类型。 |
| 多台电机的运行             | 1台变频器可驱动多台电机。           | 原则上1台伺服放大器驱动1台电机。          |
| 价格                  | (比较)低。                  | (比较)高。                     |
| 响应性能(越高越好)          | 低。30rad/s以下。            | 高。200~1500rad/s左右。         |
| 停止精度                | 最高可达100 $\mu$ m左右。      | 最高可达1 $\mu$ m左右。           |
| 起动/停止频率(可起动/停止的次数)  | 20次/分钟以下。               | 20~600次/分钟左右。              |
| 速度变化率               | 大。由于没有速度反馈,会受到负载变化等的影响。 | 小。由于有速度反馈,可排除负载变化等的影响。     |
| 连续运行范围(100%负载下连续运行) | 小。1:10左右。               | 大。1:5000左右。                |
| 最大转矩(额定转矩比)         | 150%左右。                 | 300%左右。                    |
| 输出功率                | 100W~300KW左右。           | 10W~60KW左右。                |

## 4.3 速度控制使用时的接线



## 4.4 实验一：多段速

相关参数：PA01

控制模式（必需设定）

|           |                    |
|-----------|--------------------|
| PC01      | 加速时间常数（根据需要设定）     |
| PC02      | 减速时间常数（根据需要设定）     |
| PC03      | S型加减速时间常数（根据需要设定）  |
| PC05~PC11 | 内部速度指令，设定内部7段速（必须） |
| PC37      | 模拟量速度指令偏置          |
| PC12      | 模拟速度指令最大转动速度       |

|       |           |
|-------|-----------|
| 加速时间  | 1s        |
| 减速时间  | 0s        |
| 第一段速度 | 500r/min  |
| 第二段速度 | 800r/min  |
| 第三段速度 | 1200r/min |

问题：

1. 使用软件的趋势图功能监控速度与转矩曲线
2. 外部模拟量和多段速同时有效时，哪个优先？
3. 如果需要设置三段以上的速度，如何定义SP3端子？
4. 外部电压0v输入时，监测仍存在50mv的电压，应如何设置参数使电机保持停止？

多段速端子与速度关系表

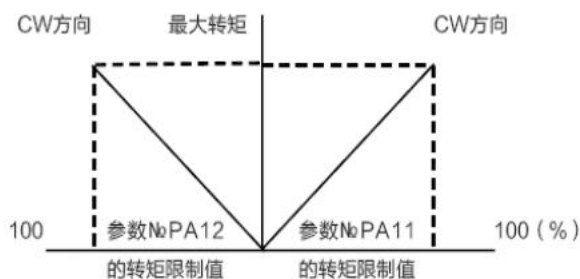
| (注) 外部输入信号 |     |     | 速度指令值              |
|------------|-----|-----|--------------------|
| SP3        | SP2 | SP1 |                    |
| 0          | 0   | 0   | 模拟量速度指令 (VC)       |
| 0          | 0   | 1   | 内部速度指令1 (参数NoPC05) |
| 0          | 1   | 0   | 内部速度指令2 (参数NoPC06) |
| 0          | 1   | 1   | 内部速度指令3 (参数NoPC07) |
| 1          | 0   | 0   | 内部速度指令4 (参数NoPC08) |
| 1          | 0   | 1   | 内部速度指令5 (参数NoPC09) |
| 1          | 1   | 0   | 内部速度指令6 (参数NoPC10) |
| 1          | 1   | 1   | 内部速度指令7 (参数NoPC11) |

如何设置？

## 4.4 实验二：速度模式下的转矩限制

作用：限制电机在运转时的最大转矩

方法一：内部参数设定

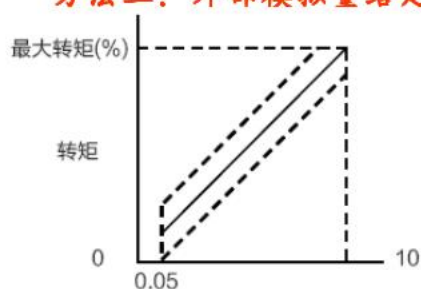


相关参数：

**PA11**——正转转矩限制，  
设定最大转矩限制=100%

**PA12**——反转转矩限制，  
设定最大转矩限制=100%

方法二：外部模拟量给定



问题：1. 通过趋势图功能监控对输出转矩进行限制后  
转矩速度曲线的变化？

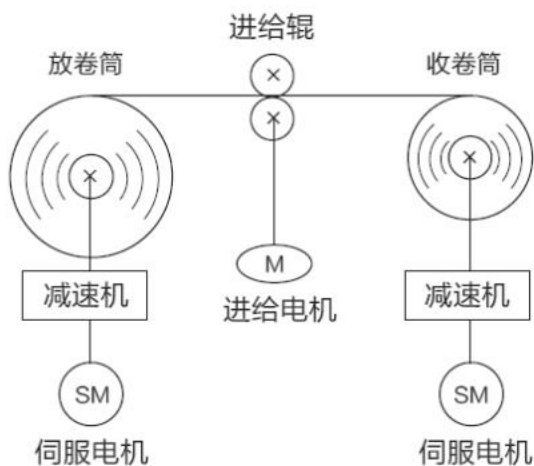
2. 当外部模拟量转矩限制和PA11/PA12  
都有给定时，哪种方式有效？

## 5.1 AC 伺服在收放卷设备上的应用

- 收放卷中张力控制的目的：

稳定传送材料，防止变形，确保尺寸精度等

- 张力控制基本结构：



进给机构：将长尺寸的材料从左向右传送

放卷机构：为了保持一定的张力，需要随着卷径的减少相应的减少制

收卷机构：为了保持一定的张力，需要随着卷径的增加相应的增加制

$$F=T/R$$

其中F为张力，T为电机输出扭矩  
R为卷径。

## 5.1 AC 伺服在收放卷设备上的应用

- 伺服系统张力控制原理：

张力控制即转矩控制，当电机的输出转矩和负荷取得平衡时，电机转速为平衡

速度。因此转矩控制时的速度由负荷决定。如电机的输出转矩比电机负荷大，

电机将会加速。为了防止出现过速度，应设置速度限制值。

伺服系统中转矩控制主要由电流控制环完成。

产生转矩T为

$$T=K1*\phi*la$$

符号说明：T：转矩 K1：常数  $\phi$ ：磁通 la：电流

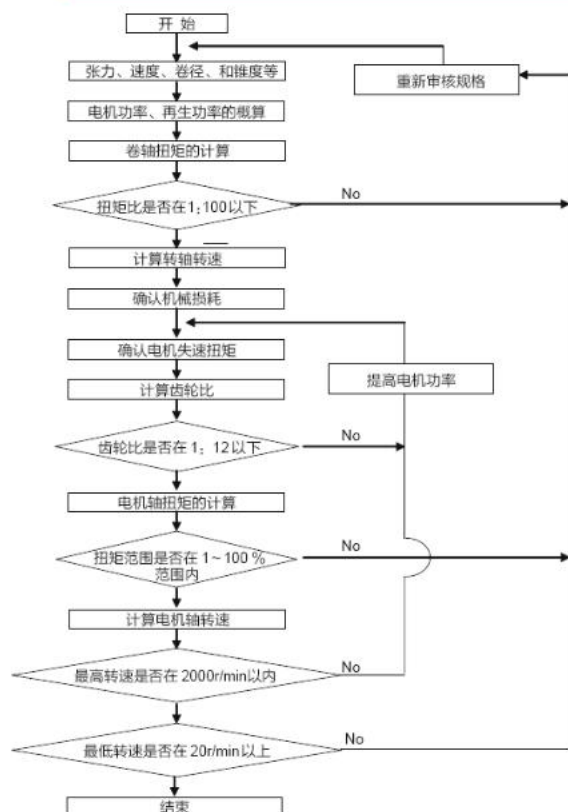
- 伺服系统在张力控制中的应用：

张力控制时，电机扭矩的选定是根据**连续运转扭矩**，而非短时间最大扭矩。

在收卷和放卷中，最大卷径时需要较大扭矩，而在最小卷径时则高速旋转，所以卷轴比（最大/最小卷径的比率）变大时，需要相应大功率的电机。



## 5.2 AC 伺服的选型

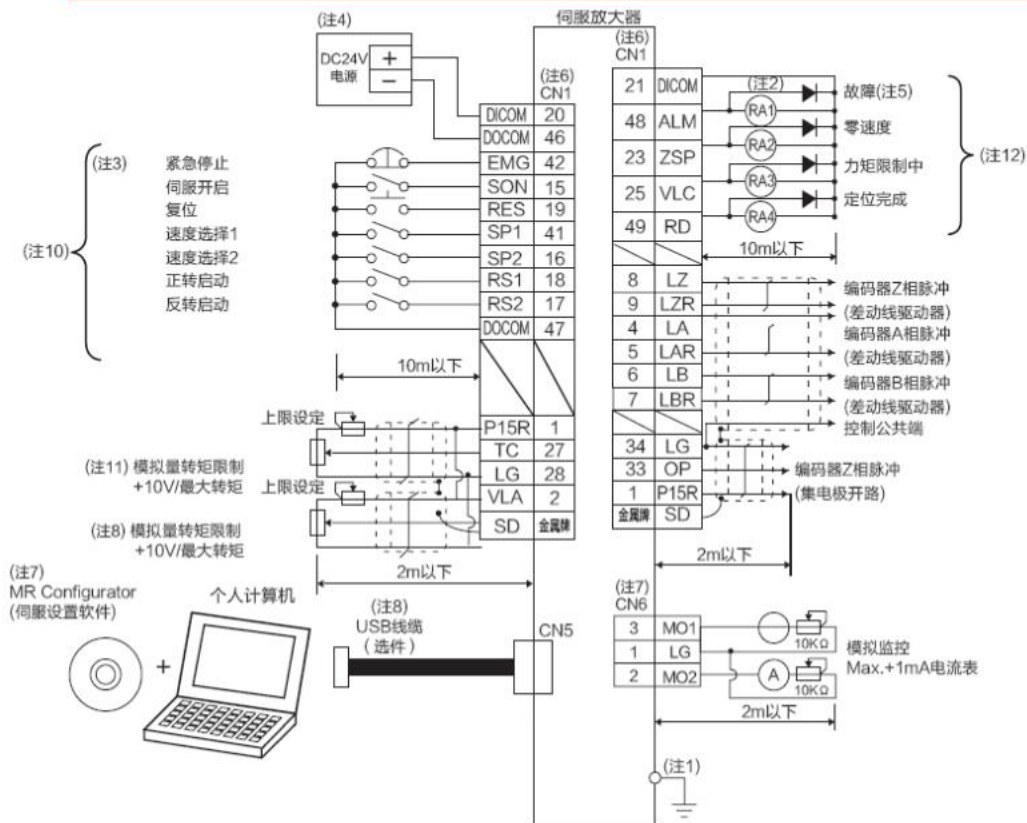


**注：**

扭矩及转速的允许使用范围因各机种而不同，一般按照最低扭矩为额定扭矩1%以上，最低转速为额定转速1/100以上选取



## 5.3 使用时的接线

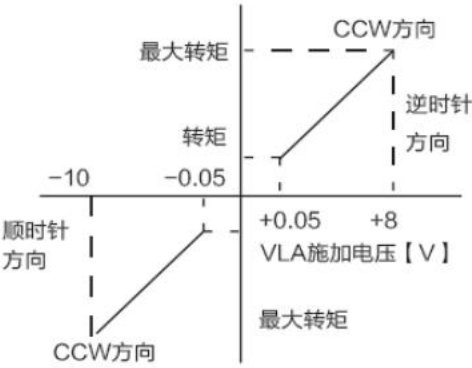


5.41 实验一：缺省参数下转矩模式实验

● 要求：

电机输出扭矩为0.032N·M，使用外部模拟量控制电机输出转矩，并监控电机

当前转矩和速度曲线。



TC为转矩模拟量给定端口  
± 8V对应最大转矩

正转启动RS1和

| (注)外部输入信号 |     | 转动方向               |       |                    |
|-----------|-----|--------------------|-------|--------------------|
| RS2       | RS1 | 模拟转矩指令(TC)         |       |                    |
|           |     | 正 (+)              | OV    | 负 (-)              |
| 0         | 0   | 不输出转矩              | 不输出转矩 | 不输出转矩              |
| 0         | 1   | 逆时针<br>(正转驱动·反转再生) |       | 顺时针<br>(反转驱动·正转再生) |
| 1         | 0   | 顺时针<br>(反转驱动·正转再生) |       | 逆时针<br>(正转驱动·反转再生) |
| 1         | 1   | 不输出转矩              |       | 不输出转矩              |

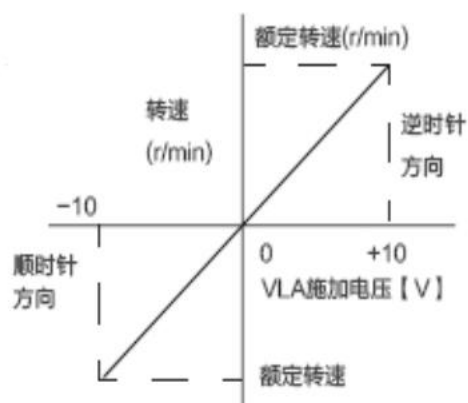
注 0: OFF  
1: ON

相关参数：

- PA01: 控制模式
- PC01: 加速时间常数
- PC02: 减速时间常数

## 5.42 实验二：转矩模式下速度限制的应用

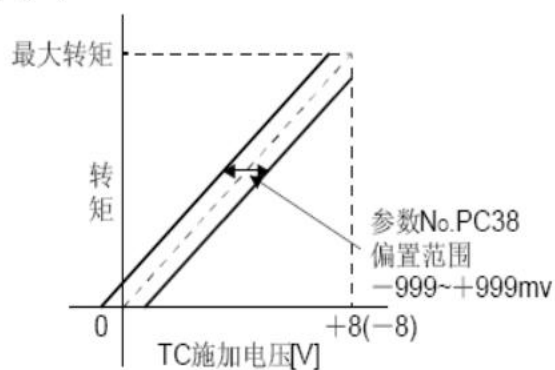
- 第一种方式：  
内部速度指令进行速度限制  
相关参数：PC05（内部速度1），PC06（内部速度2），PC07（内部速度3）  
观察并记录SP1和SP2的不同通断下组合下电机的转速。
- 第二种方式：  
外部模拟量进行速度限制



|       |           |
|-------|-----------|
| 第一段速度 | 800r/min  |
| 第二段速度 | 1200r/min |
| 第三段速度 | 1600r/min |

## 5.43 实验三：转矩指令偏置和增益设置实验

- 增益调整：模拟转矩指令最大输出  
 相关参数：PC13 (TLC)  
 要求模拟量信号8v对应为最大输出转矩的50%时，应如何设定参数？
- 偏置调整：  
 相关指令：PC38 (TP0) 模拟转矩指令偏置  
 如TC上施加0v电压的状态下，有0.03v的电压，PC38的值应设置为正值还是负值，设为多少？



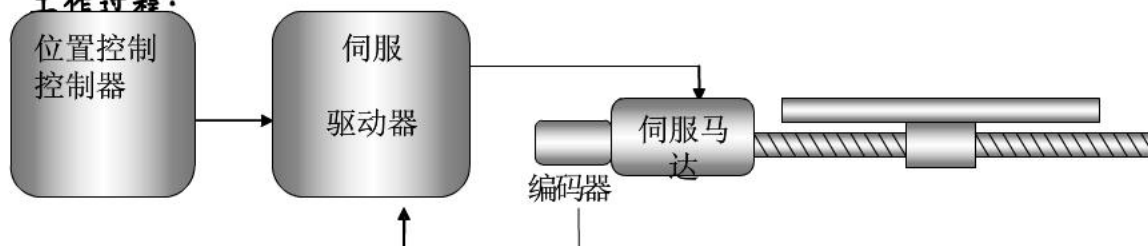
## 6.1 AC 伺服在机床设备上的应用

### ● 系统组成:

伺服驱动器，伺服驱动装置（伺服电机），位置检测装置（编码器），机械传动

机构，以及执行部件等。

### ● 工作过程:



### ● 控制特点:

调速范围宽，精度高，稳定性好，动态响应快，能频繁启停和正反转运行。

## 6.2 AC伺服选型

- 选型条件:

伺服电机在选型时需满足以下:

电机最大转速 > 系统所需之最高移动转速

电机的转子惯量与负载惯量相匹配

电机的额定扭矩 ≥ 连续负载工作扭矩

电机最大输出扭矩 > 系统所需最大扭矩 (指加速时扭矩)

- 选型所需计算数据

惯量匹配计算 (JL/JM)

运行速度计算

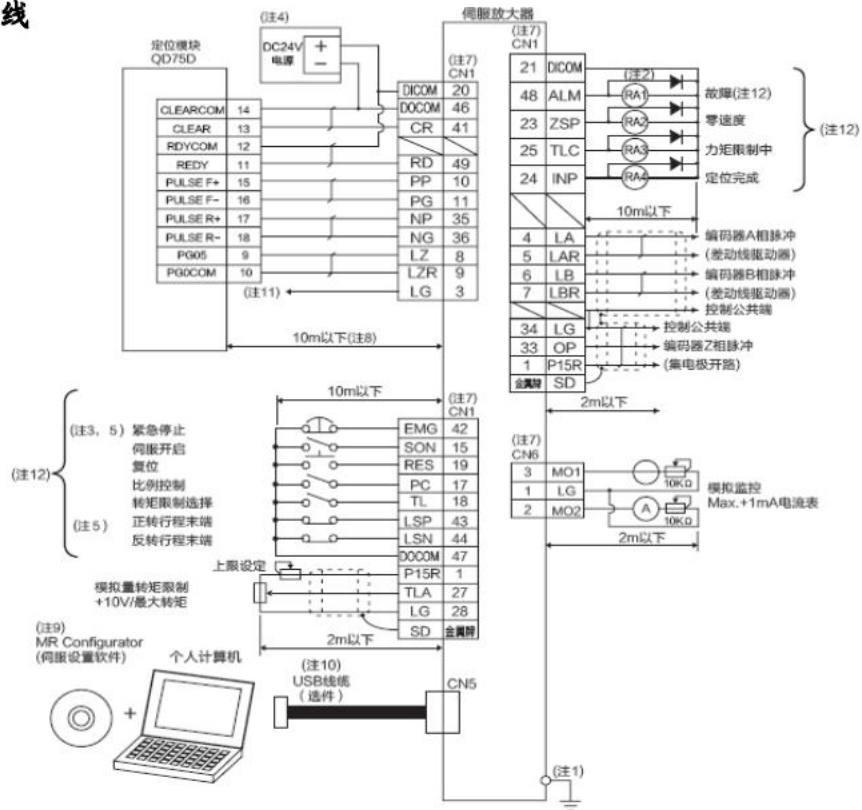
电机转速  $N = f_p * (CMX/CDV) * 60 / P_t$

其中  $f_p$  为指令脉冲频率,  $CMX/CDV$  为电子齿轮比,  $P_t$  为编码器分辨率

负载扭矩计算

## 6.3 使用时的接线

### 输入输出接线



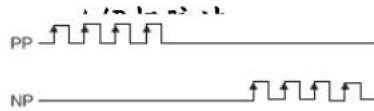


## 6.3 使用时的接线

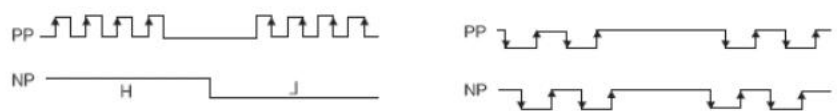
### ● 输入脉冲串选择 (参数PA13)

三种输入波形:

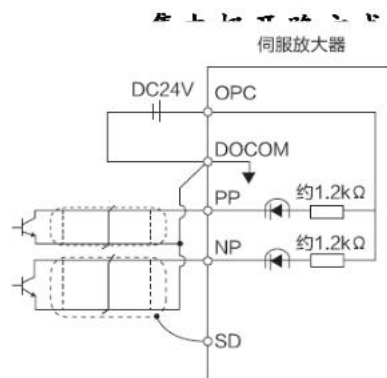
正反转脉冲串



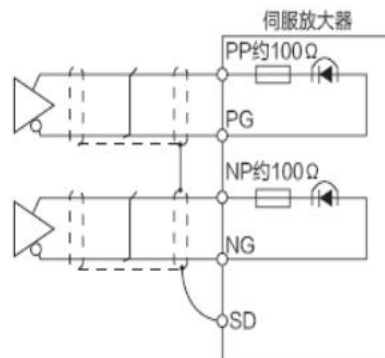
脉冲串+符号



### ● 连接:



差动驱动方式

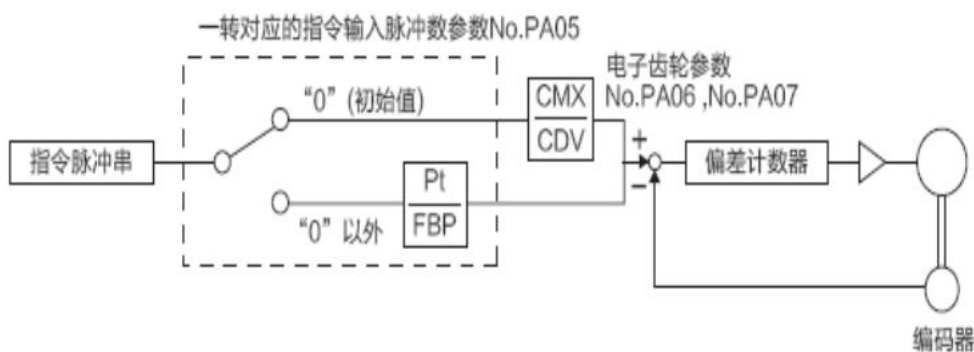


## 6.4.2 电子齿轮比的概念

- 齿轮比：

两个直径不同的齿轮结合在一起转动，直径大的齿轮转速自然会比直径小的齿轮转慢一些，它们的转速比例和齿轮直径大小成反比，这个比例称为齿轮比。

电子齿轮比的作用也是用于对指令脉冲的指令调节，实现机械可以以任意倍率的输入脉冲进行移动。



## 6.42 电子齿轮比的概念

- 电子齿轮比与指令脉冲的关系

$$Pc1 = Pc * (CMX/CDV)$$

- 电子齿轮比与脉冲频率的关系

$$fc1 = fc * (CMX/CDV)$$

- 电子齿轮比的设定和机械系统的关系

$$\Delta l_0 = Pb / Pf_0$$

$$\text{又因为 } Pc_0 * (CMX/CDV) = Pf_0$$

$$\Delta l_c = Pb / Pc_0 = Pb / Pf_0 * (CMX/CDV) = \Delta l_0 * (CMX/CDV)$$

$$\text{即 } \Delta l_c = \Delta l_0 * (CMX/CDV)$$

- 马达速度与电子齿轮比的关系

$$CMX/CDV = fc1 / fc = Pf_0 * N / fc * 60$$

其中：

Pc: 指令脉冲数 (pulse)

fc: 指令脉冲频率 (pps)

Pc1: 偏差计数器输入脉冲数 (pulse)

fc1: 偏差计数器输入指令脉冲频率

Pf: 反馈脉冲数 (pulse)

$\Delta l_0$ : 每个反馈脉冲的机械移动量 (mm/pulse)

机械移动量 (mm/pulse)

Pf<sub>0</sub>: 马达每转的反馈脉冲数 (pulse/rev)  $\Delta l_c$ : 每个指令脉冲的机械位移量 (mm/pulse)

49

Pc<sub>0</sub>: 马达每转的输入脉冲数 (pulse/rev) CMX: 指令脉冲倍率分子

## 6.42 电子齿轮比的概念

- 练习1:

已知伺服电机的编码器分辨率是131072p/r, 额定转速为3000r/min, 上位机发送脉冲最大输出频率为200kHz, 要求达到额定转速, 那么电子齿轮比应设为多少?

- 练习2:

已知伺服电机编码器分辨率为262144p/r, 滚珠丝杆的进给量为8mm

(1) 计算反馈脉冲当量 $\Delta l_0$ =?

(2) 要求指令脉冲当量为2 $\mu$ m/p, 电子齿轮比应设为多少?

(3) 要求电机的转速为3000r/min, 指令脉冲频率应设为多少? 是否适用于FX2N-10GM的定位模块 (其最大脉冲输出频率为200kHz)

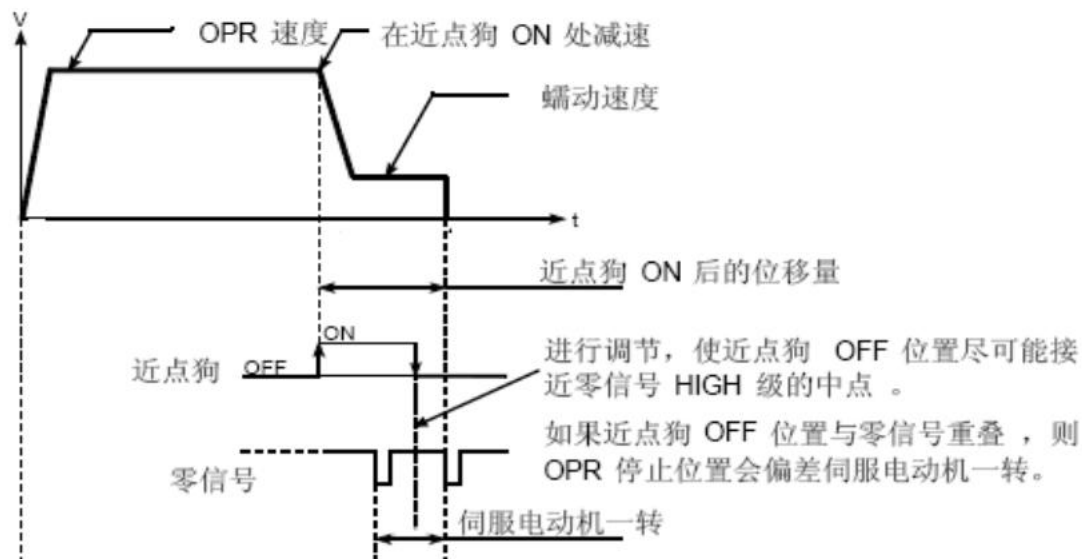
## 6.43 原点回归

- 使定位指令装置的指令坐标与机械坐标一致的必须操作之一
- 增量型系统和绝对型系统原点回归的不同：
  - 增量型系统：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回归。
  - 绝对型系统：在安装时若进行过原点回归，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，则不需要进行原点回归。
- 绝对型定位指令和增量型定位指令
  - 绝对型指令：由以 **原点** 为基准的当前停止地址开始  
移动方向，取决于当前停止地址与指定地址
  - 增量型指令：由 **当前停止位置** 地址为基准  
移动方向取决于移动量的符号（+/-符号）

## 6.43 原点回归

### ● 原点回归方法

典型的近点档快式原点回归：



## 6.44 位置/速度模式切换

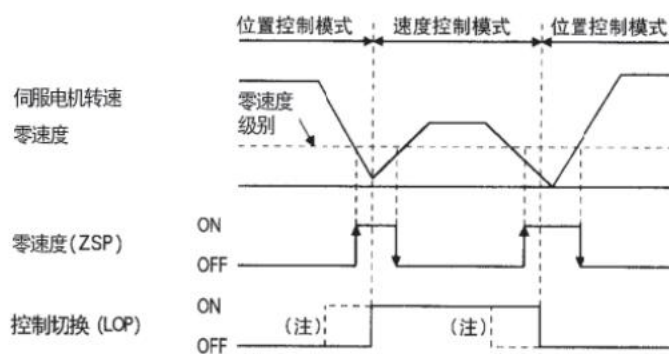
- 使用控制切换（LOP）进行位置模式和速度模式的切换

LOP和控制模式的关系如下：

| LOP | 控制模式   |
|-----|--------|
| 0   | 位置控制模式 |
| 1   | 速度控制模式 |

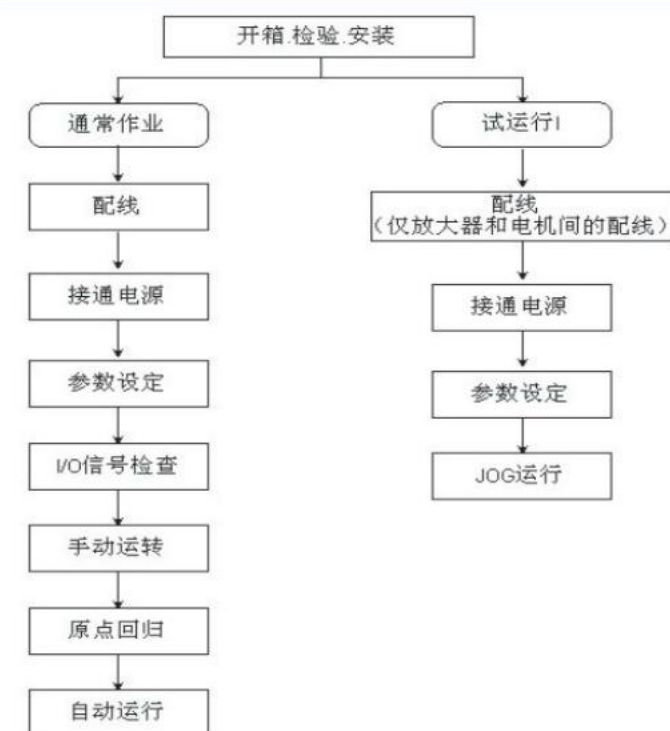
注：0—OFF，1—ON

**切换要求：零速度下进行切换**





## 7.11 从安装到运转的作业流程



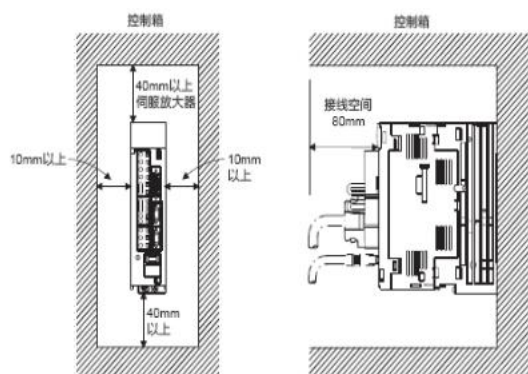
以上为通常的作业顺序

这是试运行，可以进行  
调试前的状态确认

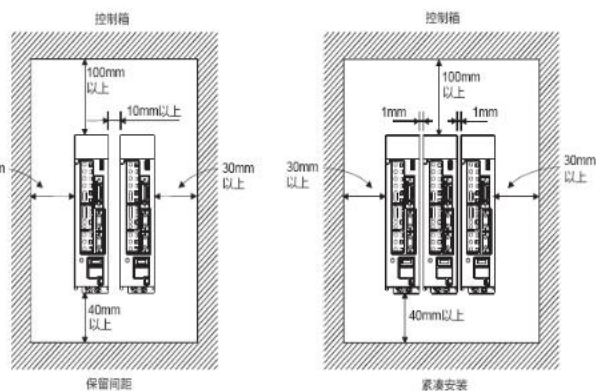
## 7.12 伺服放大器及电机安装

### ● 放大器的安装

安装一台时



安装两台以上时



**注：3.5kw以下的放大器可以密集安装，5kw以上的放大器不可以紧凑安装  
环境温度0-45度，实际负载率在75%下使用。**

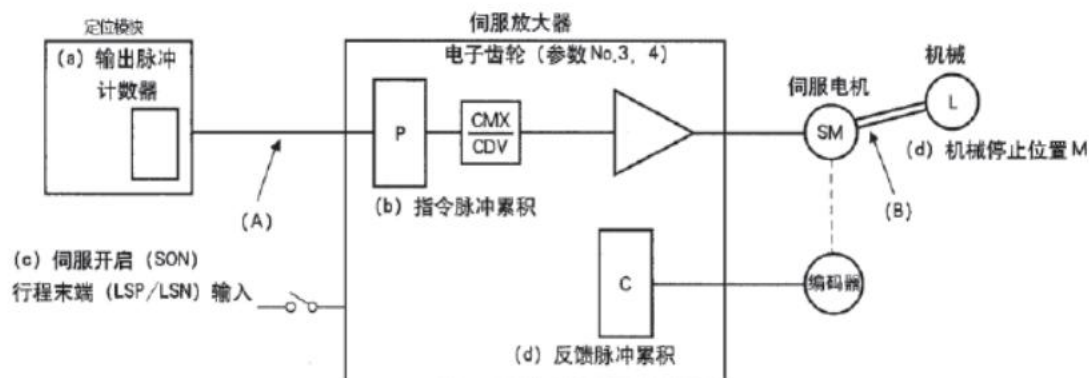
### ● 电机的安装

应避免安装在振动较大的地方，避免对电机轴进行敲击，以免造成编码器故障

## 7.2 常见错误和报警

### ● 位置控制模式下

#### 产生位置偏差的检测方法



产生位置偏差时，需检查图中的

- (a) 输出脉冲计数器 Q
- (b) 指令脉冲累积 P
- (c) 反馈脉冲累积 C
- (d) 机械停止位置 M

当  $Q \neq P$  或者  $P * CMX/CDV \neq C$  时，可能的原因有哪些？

## 7.2 常见错误和报警

- 速度/转矩控制模式下

正转启动或反转启动信号置**on**后，电机不旋转

可能的原因如下：模拟量速度/转矩指令为**0v**

**LSP/LSN** 信号为**OFF**

内部速度指令参数设置为**0**

正转/反转转矩限制大大低于负载水平或为**0**

## 7.3 惯量对于伺服调试的影响

- 牛顿第二定律:

$$T = J * \theta$$

其中 **T** 为进给系统所需力矩，**J** 为系统传动惯量， $\theta$  为角加速度。

而

## 7.4 伺服产品的维护

- 检修项目

电机是否按规定规格运转

场所环境有无异常

冷却系统有无异常

有无异常振动和声音

螺栓的夹紧情况

导体绝缘体有无腐蚀和破损

- 元器件更换及寿命

平滑电容器：取决于周围温度和使用条件，大致为**10年**

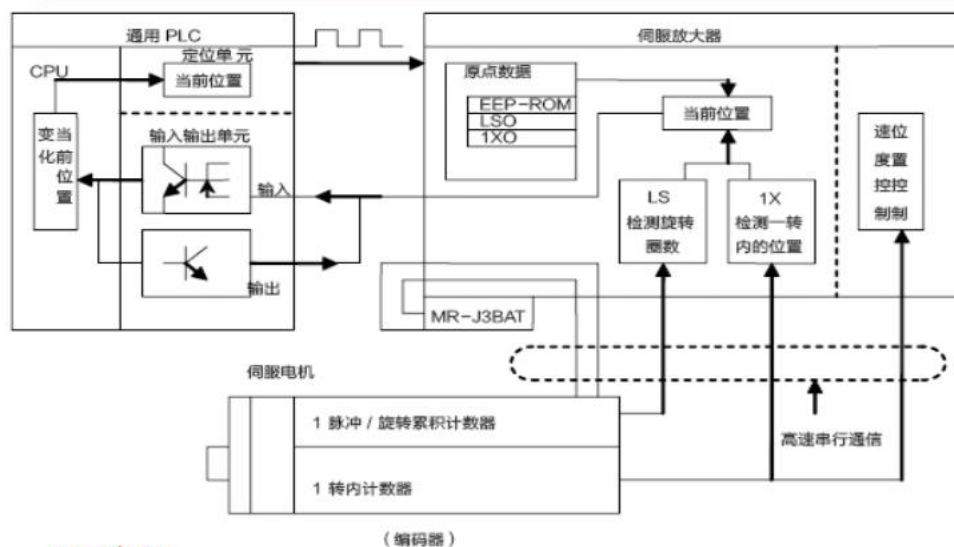
继电器：累积开关寿命为**10万次**

电机轴承：**2-3万小时**（在额定转速，额定负载下运转）

冷却风扇：**2-3年**

**注：伺服放大器及电机的硬件维修工作由三菱公司及指定代理实施，请勿私自拆解维修**

## 8.1 绝对位置系统原理 特点



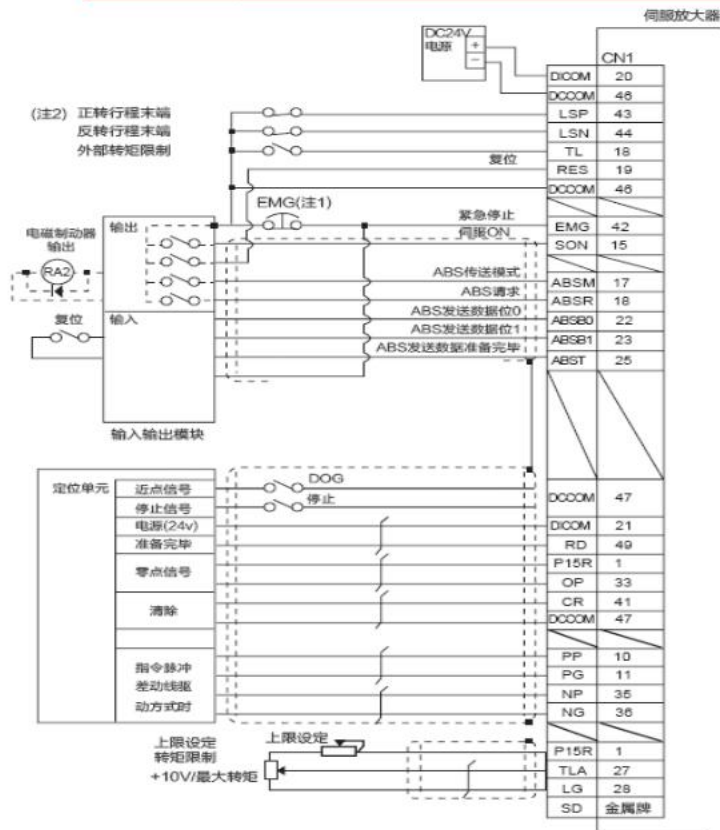
### 限制事项:

以下条件下无法构建绝对位置系统:

- 速度/转矩控制模式
- 切换控制模式
- 无限长等无行程坐标系统
- 原点回归后需要改变电子齿轮比
- 使用报警代码输出

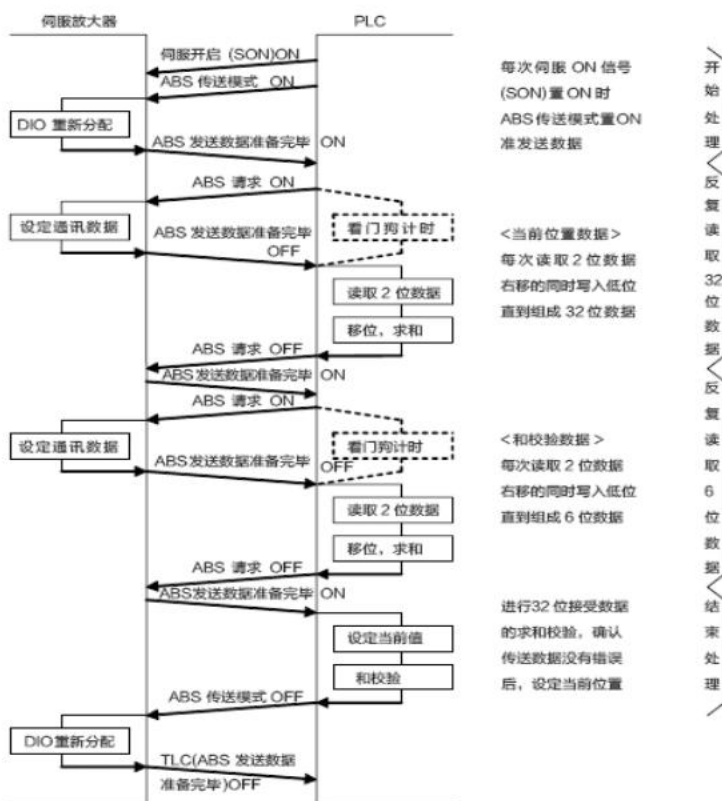


## 8.2 绝对位置系统 标准接线



| 信号名称             | 简称    | CN1<br>针脚号 | 功能用途                                                         | I/O 分类 | 控制模式      |
|------------------|-------|------------|--------------------------------------------------------------|--------|-----------|
| ABS 传送模式         | ABSM  | 17         | ABSM 为 ON 时, 伺服放大器处于 ABS 传送模式, CN22,23,25 的功能如本表所示           | DI-1   | P<br>位置控制 |
| ABS 请求           | ABSR  | 18         | ABS 传送模式中 ABS 请求数据时, 将 ABSR 置 ON                             | DI-1   |           |
| ABS 发送数据<br>bit0 | ABSB0 | 22         | 表示 ABS 传送模式中伺服放大器传向 PLC 的 ABS 数据 2bit 中的低位, 有信号时 ABSB0 变为 ON | DO-1   |           |
| ABS 发送数据<br>bit1 | ABSB1 | 23         | 表示 ABS 传送模式中伺服放大器传向 PLC 的 ABS 数据 2bit 中的高位, 有信号时 ABSB1 变为 ON | DO-1   |           |
| ABS 发送数据<br>准备完毕 | ABST  | 25         | ABS 传送模式中, 表示 ABS 发送数据准备完毕, 准备完毕时 ABST 变为 ON                 | DO-1   |           |
| 原点回归             | CR    | 41         | CR 如果置 ON 位置控制计数器被清零, 原点数据被保存在 EEPROM (备份存储器) 中              | DI-1   |           |

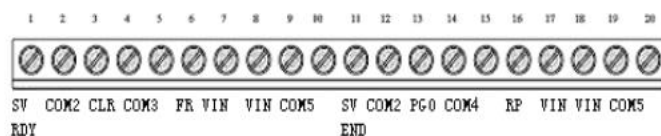
## 8.3 绝对位置传输协议



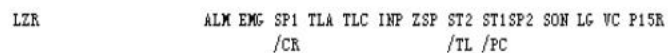
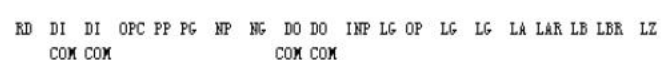
电源接通时，每当伺服开启 (son) 信号置 on 时，PLC 就会读取伺服放大器内部的当前位置数据。

## 样机端子排列图

此排端子底部连接10GM的MOTOR信号

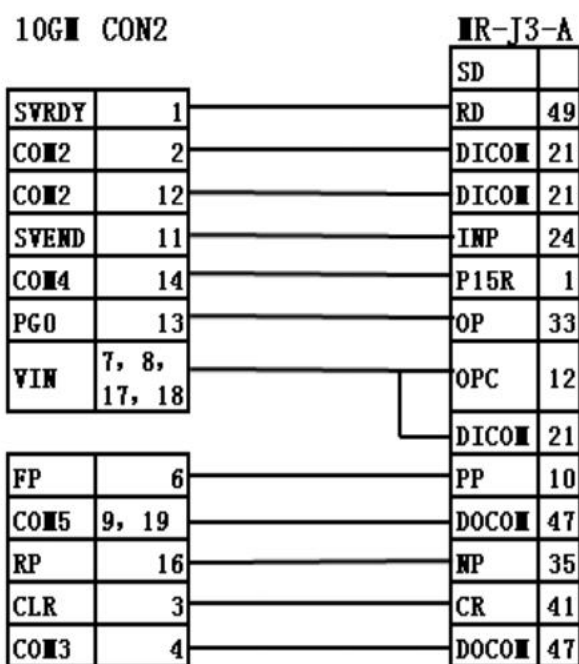


此排端子底部连接面板的开关信号



此排端子底部连接MR-TB50

## 相关接线图





谢谢!