

## 内 容 简 介

本书为高职高专机电、数控类专业教材。全书采用任务驱动、项目导向的教学方法，从数控机床的组成结构出发，首先介绍了日常维护与国家职业标准，然后针对数控机床主要部件进行认识，通过典型的真实故障案例进行相关知识和维修技能的阐述。本书由主轴传动系统的故障维修与保养、进给传动系统的故障维修与保养、刀架及刀库的故障维修与保养、数控系统的故障维修与保养、数控机床电气控制故障维修与保养、数控机床的安装与调试这八个项目组成。



机电类

主编：	张洪强 白宝成 魏彦波
定价：	¥23元
印张：	8.125
书号：	978-7-5605-7531-5
出版社：	西安交通大学出版社

## 目 录

项目一数控机床日常维护与国家职业标准

任务一数控机床维护与保养

任务二数控机床中级维修工国家职业标准

项目二数控机床主要部件认识

任务一数控机床主要零部件认识

任务二数控维修实训设备认识

项目三主轴传动系统的故障维修与保养

任务一变频主轴常见故障维修及保养

任务二伺服主轴常见故障维修及保养

项目四进给传动系统的故障维修与保养

任务一超程故障维修

任务二进给系统电气故障维修

项目五刀架及刀库的故障维修与保养

任务一数控车床四工位刀架常见故障维修及保养

任务二数控铣床换刀系统常见故障维修及保养

项目六数控系统的故障维修与保养

任务一数据传输与备份

任务二机床无法回参考点故障维修

任务三系统参数的修调与保护

项目七数控机床电气控制故障维修与保养

任务一数控车床电气故障排除及保养

任务二数控铣床电气故障排除及保养

项目八数控机床的安装与调试

任务一滚珠丝杠的安装与调试

任务二编码器的安装

任务三数控机床性能调试

参考文献

## 项目三 主轴传动系统的故障维修与保养



### 学习目标

#### 1. 专业能力目标

- (1) 清楚变频主轴的组成；
- (2) 清楚主轴的机械结构及变频器的接线、主要参数意义及设置方法；
- (3) 能进行变频主轴常见故障维修。

#### 2. 社会能力目标

- (1) 具有良好的职业道德和敬业精神；
- (2) 具有较强的责任感；
- (3) 具有团结协作精神；
- (4) 具有良好的心理素质和身体素质。

#### 3. 方法能力目标

- (1) 具有通过电教片、网络等现代途径学习和图书查询等自学能力；
- (2) 具有综合运用知识与技术从事程度较复杂的技术工作的能力。



### 相关知识

## 任务一 变频主轴常见故障维修及保养

### 一、主轴常识

数控机床主轴驱动系统是数控机床的大功率执行机构。主轴部件是影响机床加工精度的主要部件，回转精度影响工件的加工精度，功率与回转速度影响加工效率，自动变速、准停和换刀等影响机床的自动化程序。主轴的功能是接受数控系统（CNC）的 S 码速度指令及 M 码辅助功能指令，驱动主轴进行切削加工。

对主轴驱动的要求：足够的转速范围；足够的功率和扭矩；各零部件应具有足够的精度、强度、刚度和抗振性；噪声低、运行平稳；与进给同步功能：为了使数控车床具有螺纹切削功能，要求主轴能与进给驱动实行同步控制；准停功能：在加工中心上，为了自动换刀，还要求主轴具有高精度的准停功能。

主轴驱动系统包括主轴驱动装置、主轴电动机、主轴位置检测装置、传动机构及主轴。通常主轴驱动被加工工件旋转的是车削加工，所对应的机床是车床类；主轴驱

动切削刀具旋转的是铣削加工，所对应的机床是铣床类。

数控机床的主传动系统大多采用无级变速。目前，无级变速系统根据控制方式的不同，主要有变频主轴系统和伺服主轴系统两种。一般采用交流主轴电机，通过带传动带动主轴旋转，或通过带传动和主轴箱内的减速齿轮（以获得更大的转矩）带动主轴旋转。新兴的电主轴（一体化主轴）最高转速可达 150 000 r/min，额定功率可达 100 kW，可实现恒转矩调速和恒功率调速。

根据主轴速度控制信号的不同，可分为模拟量控制的主轴驱动装置和串行数字控制的主轴驱动装置两类。模拟量控制的的主轴驱动装置采用变频器实现主轴电动机控制，有通用变频器控制通用电机和专用变频器控制专用电机两种形式。目前，大部分的经济型机床均采用数控系统模拟量输出+变频器+感应（异步）电机的形式，性价比很高，这时也可以将模拟主轴称为变频主轴。串行主轴驱动装置一般由各数控公司自行研制并生产，如西门子公司的 611 系列，日本发那科公司的  $\alpha$  系列等，如图 3-1 所示。



图 3-1 主轴驱动装置

控制关系：电机驱动主轴；变频器控制电机正反转和转速；变频器受数控系统控制，包括用模拟直流电压（0~10V）控制变频器的频率，用 I/O 口输出的开关信号控制变频器输出三相交流电的相序；数控系统根据操作者或程序 s 或 m 要求，以及由主轴速度传感器反馈信号确定主轴的控制输出。

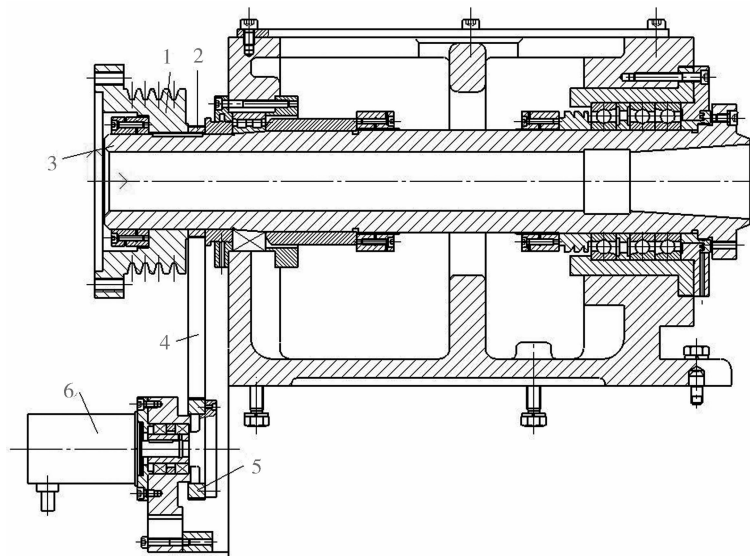
## 二、CK6136 主轴传动系统

图 3-2 所示为单轴无级调速主轴箱结构图。

CK6136 数控车床主轴驱动系统采用通用变频器控制普通三相交流异步电动机，实现主轴的变频无级调速，利用编码器实现主轴位置（速度）检测。

图 3-2 是单轴无级调速主轴箱结构图。图 3-3 是手动两挡变频调速主轴箱传动示意图。主轴电机通过皮带传动使轴 I 获得旋转运动，经过轴 I 上的齿轮  $z_1$  与轴 II 的齿轮

$z_2$  的齿轮传动，轴 II 转动，同时轴 II 上的齿轮双联滑移齿轮  $z_3$  和  $z_4$  开始旋转。滑移齿轮在左边位置时，轴 II 的运动经  $z_3/z_5$  齿轮副传到主轴 III，获得高档区转速 215~2500 r/min；滑移齿轮在右边位置时，轴 II 的运动经  $z_4/z_6$  齿轮副传到主轴 III，获得低挡区转速 34~400 r/min。同时，主轴尾部的同步带轮 IV 转动，通过同步带，把主轴的转动传递给编码器，检测主轴的转速。



1—主轴带轮；2—同步带轮；3—主轴；4—同步带；5—编码器支架；6—编码器

图 3-2 单轴无级调速主轴箱结构图

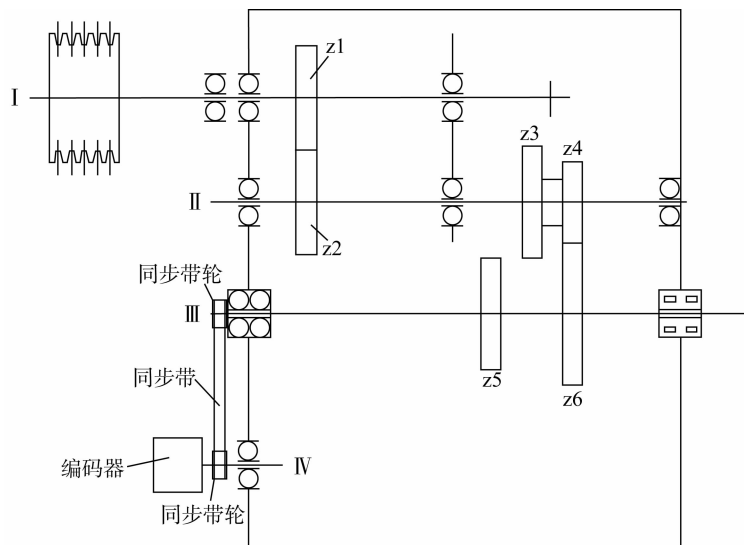


图 3-3 手动两挡变频调速主轴箱

主轴箱变速手柄用来控制轴 II 滑移齿轮位置，位于机床前侧防护门内。按住门上的按钮并旋转 90°可打开防护门。操作变速手柄，当手柄手把指向“L”时，主轴在低

挡转速区；指向“H”时，主轴在高挡转速区。

### 三、三相交流感应异步电动机

三相交流感应异步电动机主要由定子和转子组成，如图 3-4 所示。

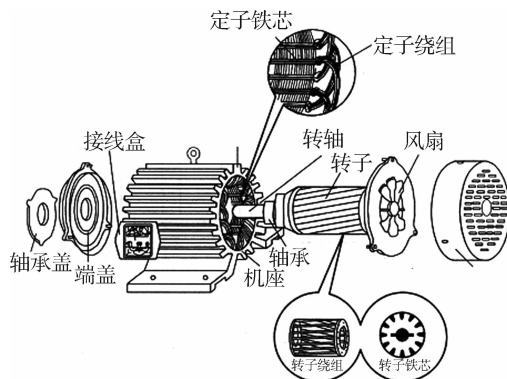


图 3-4 三相交流异步电动机的结构

定子绕组是三个匝数相同、节距相同、空间互差 120 电角度的对称绕组。转子绕组（鼠笼）闭合。

在三相对称绕组中通入三相对称交流电，就产生沿定子轴线旋转的旋转磁场，转子中的导体（导条）切割磁力线产生感应电动势，感应电动势在闭合的转子回路产生感应电流，感应电流和旋转磁场作用，产生电磁力，产生电磁转矩，该转矩如大于负载转矩，转子就转起来。

转子的转向和旋转磁场的转向相同，可通过改变相序改变。

转子的转速

$$n = (1-s) n_s = (1-s) 60f/p$$

式中： $n_s$ ——旋转磁场的转速，也称为同步转速， $n_s = 60f/p$ ；

$f$ ——交流电的频率；

$p$ ——电动机的磁极对数，只和电机结构有关；

$s$ ——转差率，正常运转时， $s$  很小，为 0.02~0.05。

结论：

(1) 主轴有正反转，可通过改变驱动交流电机的相序（调换三相电源接线中的任意两根线）实现。

(2) 实现主轴调速：三相交流电机调速比较困难，调速性能不好。通常有两个实用调速方法：变极调速和变频调速。变极调速改变电机的磁极对数  $p$ ，该方法只能实现有级调速，数控机床一般不采用；变频调速改变供电电源的频率  $f$ ，能实现无级调速，变频主轴采用的就是这种方法，代价是必须在电机之外再增加一个价格不菲的变频器。

## 四、变频器

### 1. 变频器常识

变频器是将输入的 50 Hz 交流电源（三相或单相），转换成可调频率的三相交流电的大功率电源。驱动电动机时，在实现变频调速的同时，能根据负载要求得到理想的机械特性（转速和转矩的关系）；变频器本身具有过压、过流、过载、短路、过热保护及报警；频率改变时，输出电压同时调节，频率越低，输出电压越低，配合变频调速时供给电机电压的调节，能克服普通交流电机转速低时转矩太小的缺点；提供理想的启动性能、调速性能，可实现制动、反转、点动控制功能；能实现操作模式、参数设置、显示设置。

启动性能好是指启动时电流不大，而转矩较大。调速性能好是指无级调速，调速范围宽，能实现恒速、低速大转矩，驱动车床时实现恒线速度切削。

变频器可实现电机的分段速度控制和无级变速控制。实现方法：

- (1) 模拟电压实现在模拟控制输入端改变 0~10 V（或 0~5 V）直流电压，线性改变输出电源的频率。
- (2) 开关选段速，段速频率由参数设置。
- (3) 通信实现。大多数变频器都提供与其他设备（计算机、PLC 等）的通信功能，通信可实现对变频器的多种操作，调速是其中的一种。

### 2. 变频器主电路

变频器由主电路和控制电路组成。最易出现的故障部位是主电路。主电路由整流电路、直流回路、逆变电路组成，如图 3-5 所示。整流电路一般用整流桥将输入的交流电源转换成脉动直流电源。直流回路主要由电阻和滤波电容组成，把脉动直流变换成稳恒直流。逆变电路由大功率开关管组成，把直流电变换成交流电，改变开关管的开关频率，即可改变输出交流电的频率。

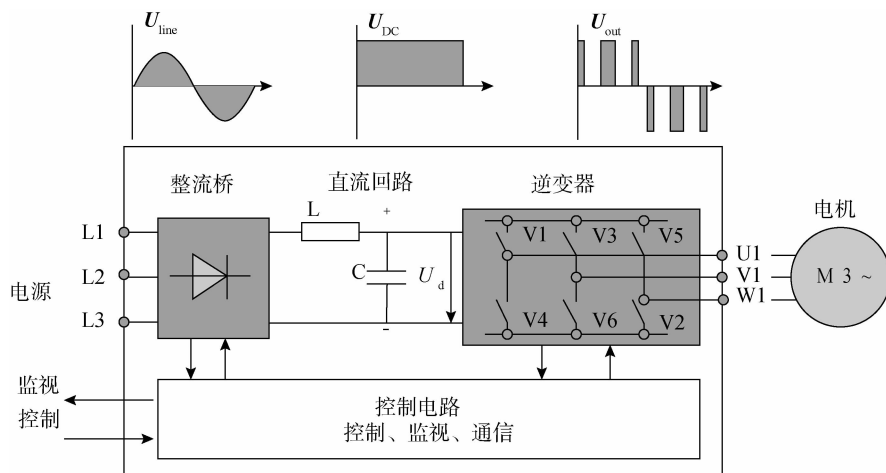


图 3-5 变频器主电路

### 3. 逆变器的接线

变频器维修中主要是对其正确接线和设置参数。

CK6136 数控车床使用富士变频器驱动主轴电机。变频器接线如图 3-6 所示。

接线端如图 3-7 所示。

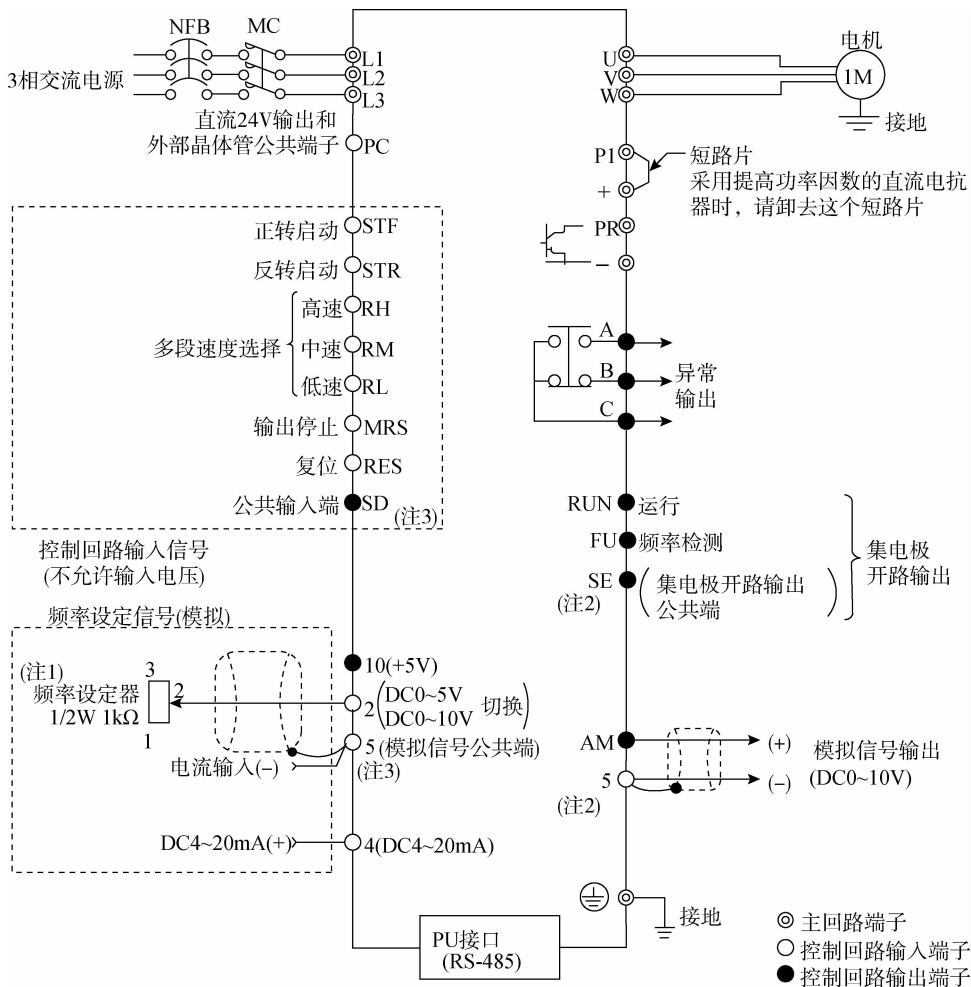


图 3-6 三菱变频器接线图

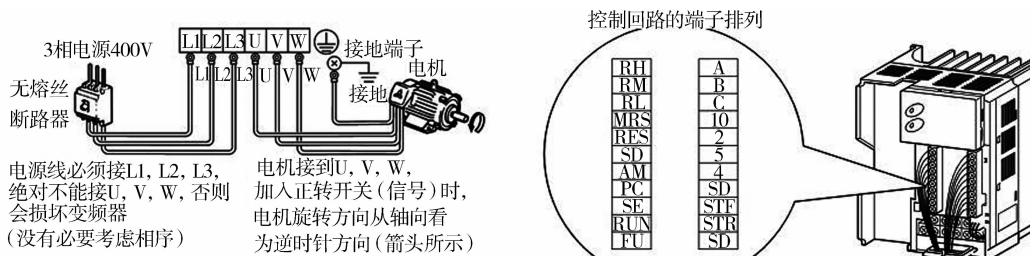


图 3-7 变频器的接线端

机床实际接线图如图 3-8 所示。

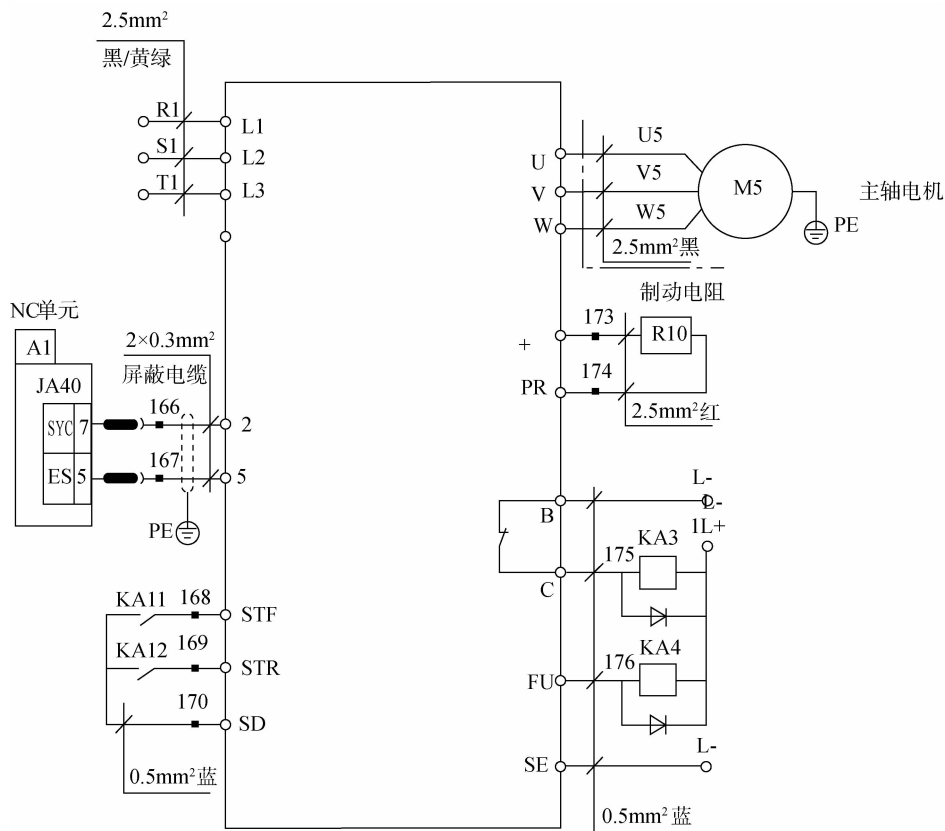


图 3-8 三菱变频器接线图

#### 4. 逆变器的参数设定

各型号的逆变器都必须进行参数设置，需仔细阅读说明书，按说明书正确设置。下面以三菱变频器为例说明参数设置方法。

1) 操作面板 (FR-DU04) 的名称和功能 (见图 3-9 和表 3-1)

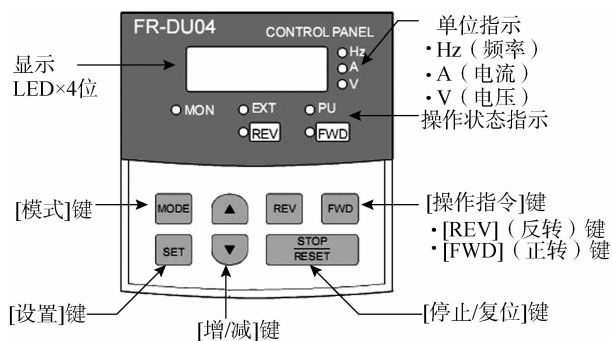


图 3-9 FR-DU04 操作面板



表 3-1 按键说明

按键	说明
[MODE] 键	可用于选择模式或设定模式
[SET] 键	用于确定频率和参数的设定
[UP/DOWN] 键 (▲ ▼ 键)	用于连续增加或降低运行频率，按下该键可改变频率 在设定模式中按下该键，则可连续设定参数
[FWD] 键	用于给出正转指令
[REV] 键	用于给出反转指令
[STOP/RESET] 键	用于停止运行 用于保护功能动作输出停止时复位变频器（用于主要故障）

2) 按 [MODE] 键改变监示显示 (见图 3-10)

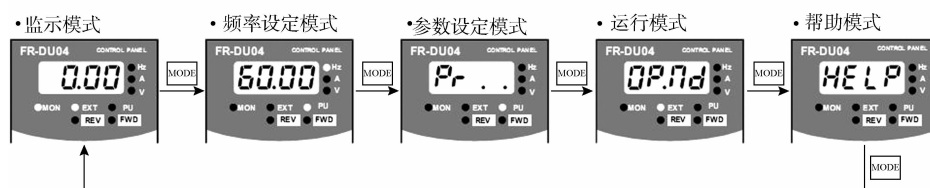


图 3-10 改变监示显示

注：频率设定模式仅当操作模式为 PU 操作模式时显示。

3) 参数设定模式 (见图 3-11)

一个参数值的设定既可以用数字键设定，也可以用 [UP/DOWN] 键增减。

按下 [SET] 键 1.5 s 写入设定值并更新。

请把 Pr. 79 “操作模式选择” 设定为 “1”，或操作模式设定为 PU 操作模式。

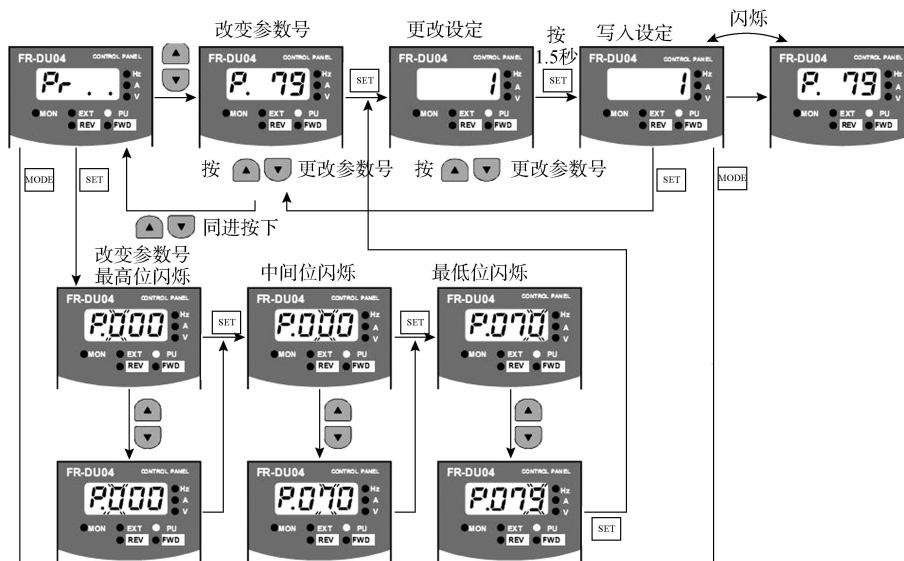


图 3-11 参数设定模式

4) 操作模式 (见图 3-12)

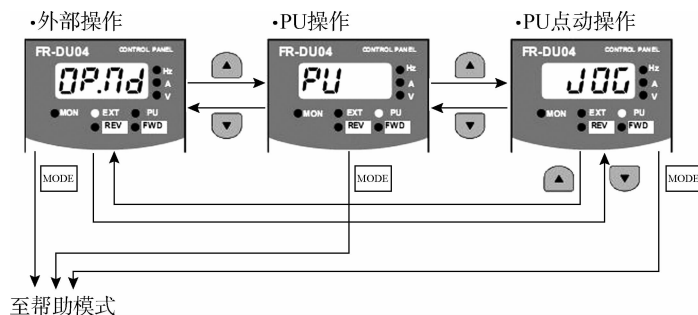


图 3-12 操作模式

5) 帮助模式 (见图 3-13)

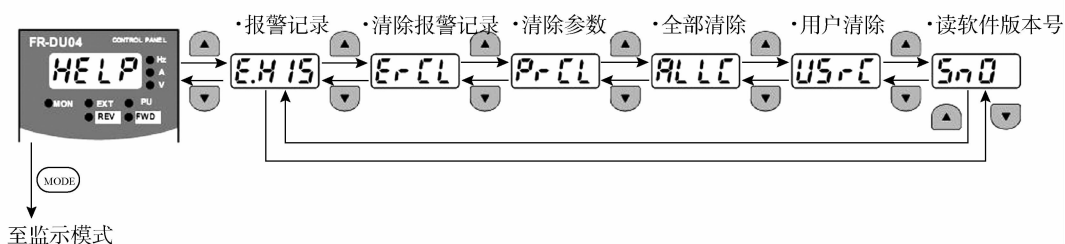


图 3-13 帮助模式

(1) 报警记录 (见图 3-14)。用 [UP/DOWN] 键能显示最近的 4 次报警 (带有“.” 的表示最近的报警)。当没有报警存在时, 显示 E. \_\_\_0

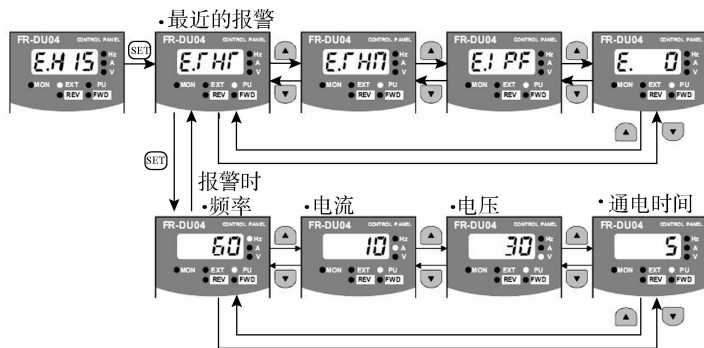


图 3-14 报警记录

(2) 报警记录清除 (见图 3-15)。清除所有报警记录。

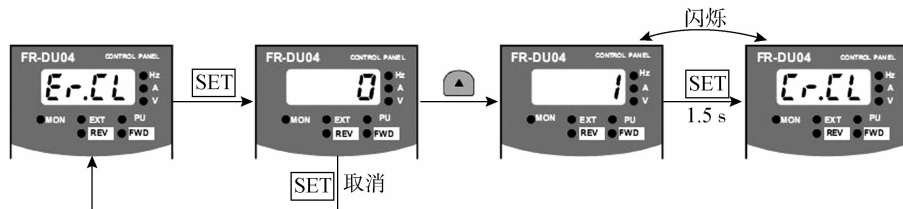


图 3-15 报警记录清除

(3) 参数清除 (见图 3-16)。将参数值初始化到出厂设定值, 校准值不被初始化 (Pr. 77 设定为“1”时 (即选择参数写入禁止), 参数值不能被清除)。

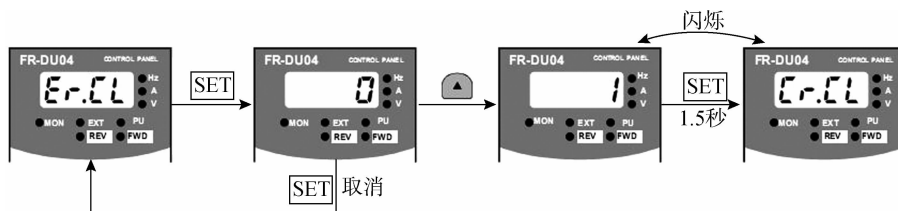


图 3-16 参数清除

### 6) 参数一览

Pr. 160 = “9999” 时可以读出、写入的基本参数如表 3-2 所示。

表 3-2 基本参数

参数值	名称	用途
0	转矩提升	可以对低频区域的电压降进行补正, 低速区域的电机转矩进行改善
1	上限频率	设定输出频率的上、下限
2	下限频率	
3	基波频率	按照电机的额定值, 调整变频器的输出 (电压、频率)
4	三速设定 (高速)	事先设定运行速度, 用端子切换到该速度时设定
5	三速设定 (中速)	
6	三速设定 (低速)	
7	加速时间	可以设定加、减速时间
8	减速时间	
9	电子过流保护	可以设定电子过流保护的电流值, 对电机进行过热保护
10	直流制动动作频率	可以根据负荷要求, 调整停止精度
11	直流制动动作时间	
12	直流制动电压	
13	启动频率	
14	使用负荷选择	可以根据用途、负荷特性选择最佳输出特性
19	基波频率电压	设定基波电压 (电机的额定电压等)
52	DU/PU 主显示 数据选择	可以选择监视器、输出信号
53	PU 水平显示 数据选择	
54	FM 端子功能选择	
55	频率显示基准	可以设定水平仪表基准的频率、电流值
56	电流显示基准	

续表

参数值	名称	用途
57	再启动惯性运行时间	进行瞬停、工频切换时的再启动运行
58	再启动完成时间	
60	智能模式选择	变频器可以自动设定合适的参数进行运行
65	再试选择	可以选择报警发生时，变频器自动复位的报警对象
66	防止失速	防止频率降低而引起的转速丢失
67	报警发生时再试次数	可以设定报警发生的再试次数
68	再试实验等待时间	可以设定再试实验次数及等待时间
69	清除再试实验次数显示	
71	适用电机	根据适应的电机，设定电子过流保护的热特性
72	PWM 频率选择	可以改变电机在低速时“吱吱”的声音
73	0.5V, 0~10V 选择	用输入电压信号操作时，请设定端子 2~5 间的输入频率设定信号的规格
74	滤波时间常数	可以用外部的电压或电流的频率设定信号，设定输入部分的滤波时间常数
75	复位选择/PU 脱落检测/PU 停止选择	可以选择复位选择、PU 脱落检测、PU 停止选择的功能
76	报警代码输出选择	异常发生时，可以用集电极开路输出端子，将异常内容用 4 位数字信号输出
77	参数写入禁止选择	可以选择各种参数的写入可否，以防止因误操作造成的参数更改
78	反转防止选择	可以防止因启动信号误输入造成的反转事故
79	操作模式选择	选择变频器的操作模式
160	用户组读出选择	可以设定基本参数或全部参数的读出
180	R 端子功能选择	安排、选择输入端子功能
181	RM 端子功能选择	
182	RH 端子功能选择	
183	RT 端子功能选择	
184	AU 端子功能选择	
185	JOG 端子功能选择	
186	CS 端子功能选择	

续表

参数值	名称	用途
190	RUN 端子功能选择	安排、选择输入端子功能
191	SU 端子功能选择	
192	IPF 端子功能选择	
193	OL 端子功能选择	
194	FU 端子功能选择	
195	ABC 端子功能选择	
240	柔性 PWM 设定	可以变更电机的音色
244	冷却风扇动作选择	控制变频器内藏冷却风扇的动作
900	FM 端子校准	可以校准接于端子 FM-SD, AM-5 的显示计
901	AM 端子校准	
902	频率设定电压偏置	可以任意设定频率信号 (DC0~5V, 0~10V 或 4~20mA) 与输出频率大小 (倾斜) 的关系
903	频率设定电压增益	
904	频率设定电流偏置	
905	频率设定电流增益	
990	蜂鸣器声音控制	用操作面板及参数单元的键操作时, 可选择操作音的有无

大多数参数可以采用默认值。



本节阐述了变频主轴系统的常见故障维修及保养知识。主轴的功能是接受数控系统 (CNC) 的 S 码速度指令及 M 码辅助功能指令, 驱动主轴进行切削加工。主轴驱动系统包括主轴驱动装置、主轴电动机、主轴位置检测装置、传动机构及主轴。通常主轴驱动被加工工件旋转的是车削加工, 所对应的机床是车床类; 主轴驱动切削刀具旋转的是铣削加工, 所对应的机床是铣床类。目前, 大部分的经济型机床均采用数控系统模拟量输出+变频器+感应 (异步) 电机的形式, 性价比很高, 这时也可以将模拟主轴称为变频主轴。变频器是将输入的 50 Hz 交流电源 (三相或单相), 变换成可调频率的三相交流电的大功率电源, 驱动电动机时, 在实现变频调速的同时, 能根据负载要求得到理想的机械特性。变频器由主电路和控制电路组成, 主电路由整流电路、直流回路、逆变电路组成。整流电路一般用整流桥将输入的交流电源变换成脉动直流电源; 直流回路主要由电阻和滤波电容组成, 把脉动直流变换成稳恒直流。



- (1) 变频主轴主要用变频器的哪几个接线端?
- (2) 查找其他型号的变频器及说明书进行练习。
- (3) 判断正误:
  - ①变频器主轴比伺服主轴性能更好。( )
  - ②变频器的输入电源都是单相交流电。( )
  - ③变频器产生的干扰较大。( )
  - ④断电后可立即打开变频器维修。( )
  - ⑤变频器的电源输入端标记为 U、V、W。( )
  - ⑥变频器内部主电路由整流、直流、逆变组成。( )
  - ⑦逆变器只变频, 输出电压保持不变。( )
  - ⑧变频器和电机成对使用。( )
  - ⑨变频器主电路接线端子和控制电路接线端子尺寸不一, 容易区别。( )
  - ⑩数控机床变频主轴是一个开环控制系统。( )
  - ⑪变频器完成输出所有控制, 与数控系统无关。( )
  - ⑫一般数控系统输出到变频器的控制信号有方向控制和转速控制。( )
  - ⑬变频器模拟控制电压为 0~24 V。( )
  - ⑭模拟控制电压和方向控制电压都是模拟直流电压。( )
  - ⑮主轴速度/位置传感器和主轴电机同轴做成一体。( )
  - ⑯变频器驱动的电机是交流伺服电机。( )
  - ⑰变频器正确接线后, 通电即可正常工作。( )
  - ⑱变频器包含负载电机的参数。( )
  - ⑲数控机床转速控制模拟电压的改变, 是通过电位器分压实现的。( )
  - ⑳变频主轴电机的速度/位置传感器的输出应接至变频器。( )

## 任务二 伺服主轴常见故障维修及保养

### 一、系统组成

宝鸡机床厂生产的 VMC650 数控铣床, 配置 FANUC 0i-Mate-Mc 数控系统, 主轴驱动系统配置  $\beta 8/8000i$  交流伺服电动机。主轴放大器采用 SVPM3-15i, 主轴驱动、进给伺服驱动做成一体。主轴系统组成包括 NC、PMC、串行主轴放大器、伺服电机、位置编码器、机械部分等。如图 3-17 所示, 图中:

NC: 数控系统;

PMC: FANUC 开发的数控机床专用可编程控制器;

PC: 位置编码器;

- \* ESP: 紧急停止信号;
- MRDY: 机床准备结束信号;
- SFR: 主轴正转信号;
- SRV: 主轴反转信号;
- ORCM: 主轴定向信号;
- SST: 速度 0 信号;

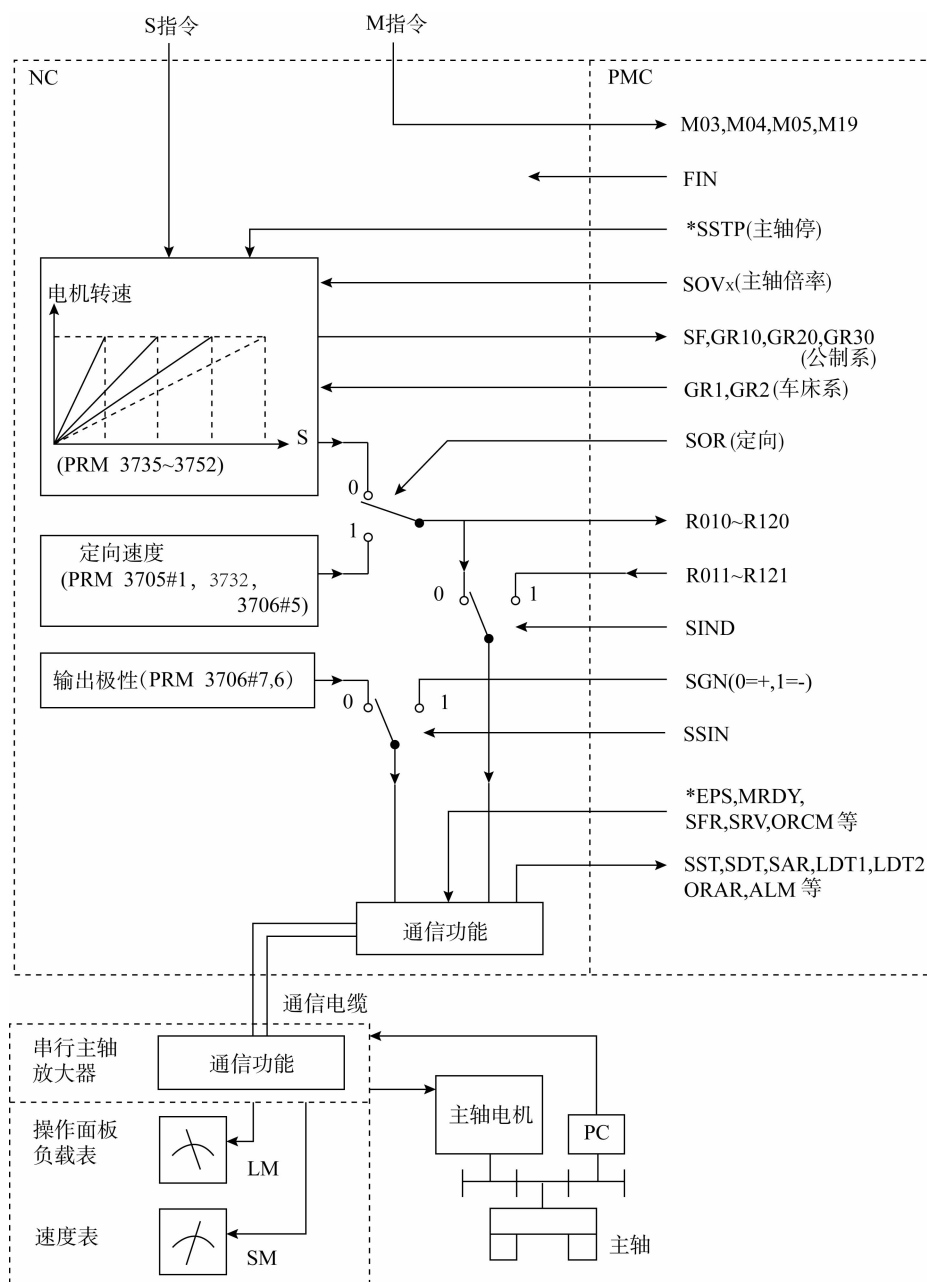


图 3-17 FANUC 交流伺服主轴系统

- SDT：速度检测信号；
- SAR：速度到达信号；
- LDT1：负载检测信号 1；
- LDT2：负载检测信号 2；
- ORAR：定向结束信号；
- ALM：串行主轴报警信号；
- SSIN：主轴电机指令极性选择信号；
- SGN：主轴电机指令极性选择信号；
- SIND：主轴电机速度选择信号；
- FIN：完成信号；
- SF：主轴速度选通信号；
- GR10，GR20，GR30：齿轮选择输出信号；
- R011~R121：主轴电机速度指令信号；
- R010~R120，S12：位代码信号。

NC 到串行主轴放大器采用 FSSB (FANUC Serial Servo Bus)，即 FANUC 高速串行总线。

## 二、硬件连接

### 1. 总体连接

总体连接如图 3-18 所示。FANUC 伺服控制系统的连接，在外围连接电路具有很多类似的地方，大致分为 FSSB 连接、控制电源连接、主电源连接、急停信号连接、MCC 连接、主轴指令连接（指串行主轴，模拟主轴接在变频器中）、伺服电机主电源连接、伺服电机编码器连接等。

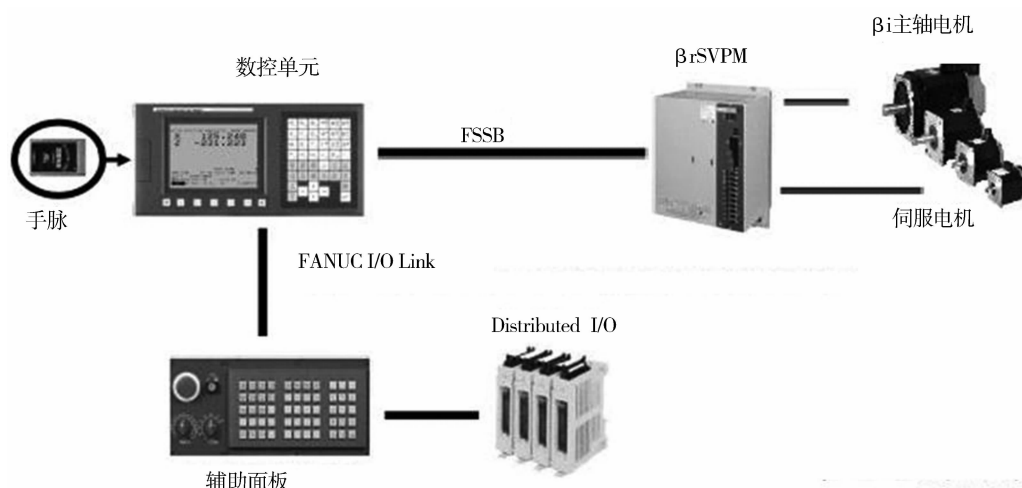


图 3-18 硬件总体连接



## 2. 数控单元接线插座/接口

数控单元接线插座/接口如图 3-19 所示。

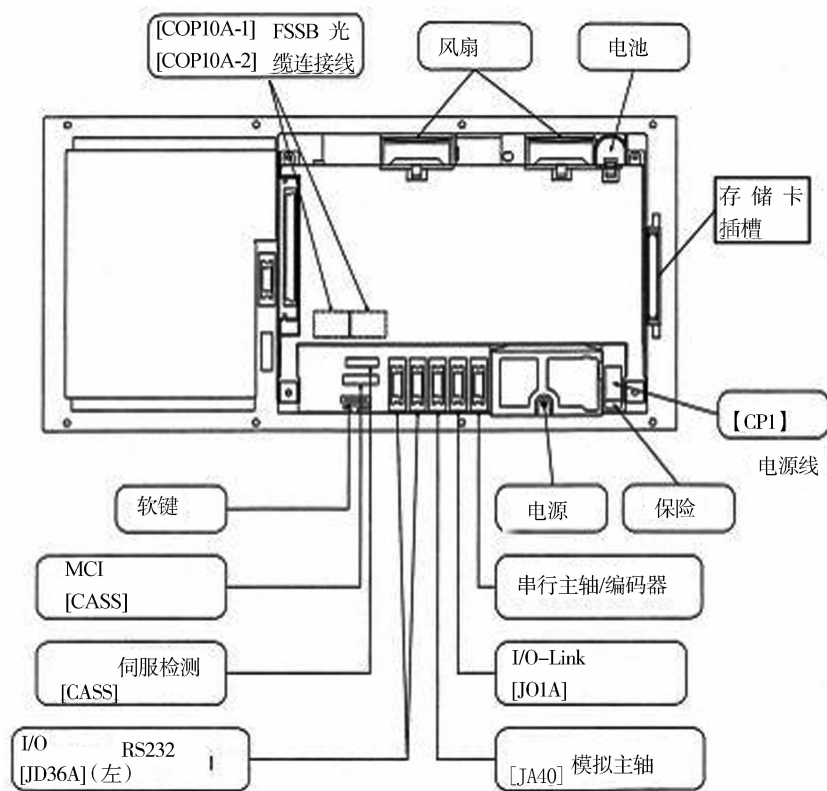


图 3-19 数控单元接线插座/接口

- (1) FSSB 光缆一般接左边插口。
- (2) 风扇、电池、软键、MDI 等一般都已经连接好，不要改动。
- (3) 伺服检测 [CA69] 不需要连接。
- (4) 电源线可能有两个插头，一个为 +24 V 输入（左），另一个为 +24 V 输出（右）。具体接线为 1—24 V，2—0 V，3—地线。
- (5) RS232 接口是和电脑接口的连接线，一般接左边（如果不和电脑连接，不接此线）。
- (6) 串行主轴/编码器的连接，如果使用 FANUC 的主轴放大器，这个接口是连接放大器的指令线。如果主轴使用的是变频器（指令线由 JA40 模拟主轴接口连接），则这里连接主轴位置编码器（车床一般都要接编码器，如果是 FANUC 的主轴放大器，则编码器连接到主轴放大器的 JYA3）。
- (7) 对于 I/O-Link [JD1A] 是连接到 I/O 模块或机床操作面板的，必须连接。
- (8) 存储卡插槽（在系统的正面）用于连接存储卡，可对参数、程序、梯形图等数据进行输入/输出操作，也可以进行 DNC 加工。

### 3. 伺服/主轴放大器的连接

每种伺服电动机要用配套的伺服驱动器驱动, 以实现电机的速度控制或位置控制、正反转、制动、加减速、准停及要求的机械特性。FANUC 主轴电机主要有  $\alpha$  和  $\beta$  两大系列。FANAUC  $\alpha$  电机放大器有 SVM (伺服放大器), SPM (主轴放大器) 和 PSM (带再生放电电阻型) 三种型号。FANUC  $\beta$  电机放大器有 SVM (伺服放大器) 和 SVPM (伺服主轴一体型放大器) 两种。本机采用 SVPM3-15i 一体型放大器, 外形如图 3-20 所示。



图 3-20 SVPM 一体型放大器

### 4. FANUC 数控系统的 I/O Link 连接

发那科系统的 PMC 是通过专用的 I/O Link 与系统进行通信的, PMC 在进行 I/O 信号控制的同时, 还可以实现手轮与 I/O Link 轴的控制, 但外围的连接却很简单, 且很有规律。同样是从 A 到 B, 系统侧的 JD51A (0iC 系统为 JD1A) 接到 I/O 模块的 JD1B, JA3 或者 JA58 可以连接手轮。FANUC 的 PMC 地址分配大致如下:

X——MT 输入到 PMC 的信号, 如接近开关、急停信号等。

Y——PMC 输出到 MT 的信号。

F——CNC 输入到 PMC 的信号, 是固定的地址。

G——PMC 输出到 CNC 的信号, 是固定的地址。

0i 用 I/O 模块是配置 FANUC 系统的数控机床使用最为广泛的 I/O 模块, 采用 4 个 50 芯插座连接的方式, 分别是 CB104, CB105, CB106 和 CB107。输入点有 96 位, 每个 50 芯插座中包含 24 位的输入点, 这些输入点被分为 3 个字节; 输出点有 64 位, 每个 50 芯插座中包含 16 位的输出点, 这些输出点被分为 2 个字节。

### 三、常用参数及说明

常用参数及说明见表 3-3。

表 3-3 常用参数及说明

参数含义	FS-OIMA/MB FS-OI-Mate-MB FS-16/18/21M FS-16I/18I/21IM	FS-OITA/TB FS-OI-Mate-TB FS-16/18/21T FS-16I/18I/21IT PM-O	备注 (一般设定值)
程序输出格式为 ISO 代码	0000 # 1	0000 # 11	1
数据传输波特率	103, 113	103, 113	10
I/O 通道	20	20	0 为 232 口, 4 为存储卡
用存储卡 DNC	138 # 7	138	1 可选 DNC 文件
未回零执行自动运行	1005 # 0	1005 # 0	调试时为 1
直线轴/旋转轴	1006 # 0	1006 # 0	旋转轴 1
半径编程/直径编程		1006 # 3	车床的 X 轴
参考点返回方向	1006 # 5	1006 # 5	0: +, 1: -
轴名称	1020	1020	88 (X) 89 (Y) 90 (Z) 65 (A) 66 (B) 67 (C)
轴属性	1022	1022	1, 2, 3
轴连接顺序	1023	1023	1, 2, 3
存储行程限位正极限	1320	1320	调试为 99999999
存储行程限位负极限	1321	1321	调试为 -99999999
未回零执行手动快速	1401 # 0	1401 # 0	调试为 1
空运行速度	1410	1410	1000 左右
各轴快移速度	1420	1420	8000 左右
最大切削进给速度	1422	1422	8000 左右
各轴手动速度	1423	1423	4000 左右
各轴手动快移速度	1424	1424	可为 0, 同 1420
各轴返回参考点 FL 速度	1425	1425	300~400
快移时间常数	1620	1620	50~200
切削时间常数	1622	1622	50~200
JOG 时间常数	1624	1624	50~200
分离型位置检测器	1815 # 1	1815 # 1	全闭环 1

(续表)

参数含义	FS-OIMA/MB FS-OI-Mate-MB FS-16/18/21M FS-16I/18I/21IM	FS-OITA/TB FS-OI-Mate-TB FS-16/18/21T FS-16I/18I/21IT PM-O	备注 (一般设定值)
电机绝对编码器	1815#5	1815#5	伺服带电池 1
各轴位置环增益	1825	1825	3000
各轴到位宽度	1826	1826	20~100
各轴移动位置偏差极限	1828	1828	调试 10000
各轴停止位置偏差极限	1829	1829	200
各轴反向间隙	1851	1851	测量
P-I 控制方式	2003#3	2003#3	1
单脉冲消除功能	2003#4	2003#4	停止时微小震动设 1
虚拟串行反馈功能	2009#0	2009#0	如果不带电机 1
电机代码	2020	2020	查表
负载惯量比	2021	2021	200 左右
电机旋转方向	2022	2022	111 或 -111
速度反馈脉冲数	2023	2023	8192
位置反馈脉冲数	2024	2024	半 12500, 全 (电机每 转 1 转时走的微米数)
柔性进给传动比 (分 子) N	2084, 2085	2084, 2085	转动比, 计算
互锁信号无效	3003#0	3003#0	* IT (G8.0)
各轴互锁信号无效	3003#2	3003#2	* ITX~* IT4 (G130)
各轴方向互锁信号 无效	3003#3	3003#2	* ITX ~ * IT4 (G132, G134)
减速信号极性	3003#5	3003#5	行程 (常闭) 开关 0 接近 (常开) 开关 1
超程信号无效	3004#5	3004#5	出现 506, 507 报警时 设定 1
显示器类型	3100#7	3100#7	0 单色, 1 彩色
中文显示	3102#3	3102# (3190#6	1
实际进给速度显示	3105#0	3105#0	1

(续表)

参数含义	FS-OIMA/MB FS-OI-Mate-MB FS-16/18/21M FS-16I/18I/21IM	FS-OITA/TB FS-OI-Mate-TB FS-16/18/21T FS-16I/18I/21IT PM-O	备注 (一般设定值)
主轴速度和 T 代码显示	3105 # 2	3105 # 2	1
主轴倍率显示	3106 # 5	3106 # 5	1
实际手动速度显示指令	3108 # 7	3108 # 7	1
伺服调整画面显示	3111 # 0	3111 # 0	1
主轴监控画面显示	3111 # 1	3111 # 1	1
操作监控画面显示	3111 # 5	3111 # 5	1
伺服波形画面显示	3112 # 0	3112 # 0	需要时 1, 最后要为 0
指令数值单位	3401 # 0	3401 # 0	0: 微米, 1: 毫米
各轴参考点螺补号	3620	3620	实测
各轴正极限螺补号	3621	3621	
各轴负极限螺补号	3622	3622	
螺补数据放大倍数	3623	3623	
螺补间隔	3624	3624	
是否使用串行主轴	3701 # 1	3701 # 1	0 带, 1 不带
检测主轴速度到达信号	3708 # 0	3708 # 0	1 检测
主轴电机最高钳制速度	3736		限制值/最大值 * 4095
主轴各挡最高转速	3741/2/3	3741/2/3/4	电机最大值/减速比
是否使用位置编码器	4002 # 1	4002 # 1	使用 1
主轴电机参数初始位	4019 # 7	4019 # 7	
主轴电机代码	4133	4133	
CNC 控制轴数	8130 (OD)	8130 (OD)	
CNC 控制轴数	1010	1010	8130-PMC 轴数
手轮是否有效	8131 # 0 (OD)	8131 # 0 (OD)	设 0 为步进方式
串行主轴有效	3701 # 1	3701 # 1	
直径编程		1006 # 3	同时 CMR=1

#### 四、交流伺服电动机

主轴传动经历了从普通三相异步电动机传动到直流主轴传动, 而随着微处理器技

术和大功率晶体管技术的进展，现在又进入了交流主轴伺服系统的时代。交流主轴电动机在基本速度以下时为恒转矩区域，而在基本速度以上时为恒功率区域。

FANUC 数控系统配套的控制电机，包括伺服电机、主轴电机、放大器和编码器。由于这些电机是作为运动控制，特别是轮廓控制的执行对象，因此，具有高速度、高精度、高效率、体积小、工作可靠等特点，非常适合高精、高速和紧凑型的数控机床。

FANUC 伺服电机型号的意义：

$\beta 8/8000$ ，其意义为：系列名称额定堵转转矩/最高转速。

### 1. 交流主轴伺服电动机的结构

交流主轴伺服电动机一般为同步电机，电机主要由定子和转子构成。其中定子与普通的交流感应电机基本相同，主要由定子冲片、三相绕组线圈、支撑转子前后端盖和轴承等组成。一般交流主轴电动机是专门设计的，为了增加输出功率，缩小电动机的体积，都采用定子铁芯在空气中直接冷却的方法，没有机壳，而且在定子铁芯上有轴向孔以利通风等。伺服电机的转子主要由多对极的磁钢、转子冲片和电机轴构成。

### 2. 交流伺服电机的工作原理

交流伺服电机的工作原理实际上与电磁式的同步电机类似，只不过磁场不是由转子中的激磁绕组产生，而是由作为转子的永久磁铁产生的。当定子三相绕组通上交流电源后，电机中就会产生一个旋转的磁场，该磁场将以同步转速  $N_s = 60f/p$  旋转。根据磁场的特性，定子的旋转磁极总是要和转子的旋转磁极相互吸引，并带着转子一同转动，使定子磁场的轴心线与转子磁场的轴心线保持一致，形成电机的旋转扭矩。一旦负载的扭矩发生变化，就会造成磁场的轴线和转子的轴线发生变化，但总是不超过一定的限度，所以电机的速度就会以同步转速旋转。

作为同步电机，由于电机的转子惯量、定子和转子之间的转速差等因素的影响，经常会造成电机启动时的失步。为了保证定子和转子之间总是处于一定的同步状态，在电机的后面的编码器都增加了确定转子位置的位置编码器。



本节主要阐述了伺服主轴的常见故障维修及保养知识。硬件在外围连接电路中大致分为 FSSB 连接、控制电源连接、主电源连接、急停信号连接、MCC 连接、主轴指令连接、伺服电机主电源连接、伺服电机编码器连接等。每种伺服电动机要用配套的伺服驱动器驱动，以实现电机的速度控制或位置控制、正反转、制动、加减速、准停及要求的机械特性。本书还列出了常用参数的意义及调试方法。FANUC 数控系统配套的控制电机是作为运动控制，特别是轮廓控制的执行对象，因此，具有高速度、高精度、高效率、体积小、工作可靠等特点，非常适合高精、高速和紧凑型的数控机床。



选择 FANUC 系统数控机床，按照下面的要求调试主轴参数，观察调试后主轴的运行状况：

### 1. 参数的显示操作

(1) 按 MDI 面板上的功能键“SYSTEM”数次后，或者按功能键“SYSTEM”一次后再按软键 [PARAM] 选择参数画面，如图 3-21 所示。

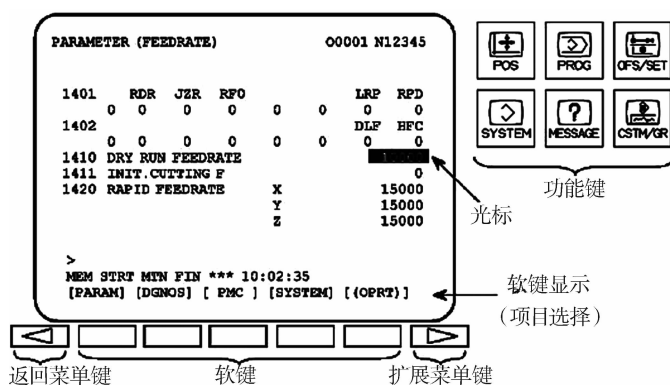


图 3-21 参数画面

(2) 参数画面由多页组成。通过下面 (a) (b) 两种方法选择需要显示的参数所在的页面。

(a) 用翻页键或光标移动键，显示需要的页面。

(b) 从键盘输入想显示的参数号，然后按软键 [NO. SRH]。这样可显示包括指定参数所在的页面，光标同时处于指定参数位置（数据部分变成反转文字显示）。

### 2. 参数设定步骤

(1) 将 NC 置于 MDI 方式或急停状态。

(2) 用以下步骤使参数处于可写状态。

(a) 按功能键“OFS/SET”数次后，或按功能键“OFS/SET”一次后再按软键 [SETTING]，可显示 SETTING 画面的第一页。

(b) 将光标移至“PARAMETERWRITE”处。

(c) 按 [(OPRT)] 软键显示操作选择软键。

(d) 按软键 [ON: 1] 或输入 1，再按软键 [INPUT]，使“PARAMETERWRITE”=1。这样参数处于可写入状态，同时 CNC 发生 P/S 报警 100（允许参数写入）。

(3) 按功能键“SYSTEM”数次后，或者按功能键“SYSTEM”一次后再按软键 [PARAM]，显示参数画面。

(4) 显示包含需要设定的参数的画面，将光标置于需要设定的参数位置上。

(5) 输入数据，然后按 [INPUT] 软键。输入的数据将被设定到光标指定的参

数中。

(6) 若需要，则重复步骤 (4) 和 (5)。

(7) 参数设定完毕。需将设定画面的“PARAMETERWRITE=”设定为 0，禁止参数设定。

(8) 复位 CNC，解除 P/S 报警 100。但在设定参数时，有时会出现 P/S 报警 000 (需切断电源)，此时请关掉电源再开机。

### 3. 主轴参数设定

首先在 4133 # 参数中输入电机代码，把 4019 # 7 设定为 1，进行自动初始化。断电再上电后，系统会自动加载部分电机参数，初始化后根据主轴电机参数说明书的参数表对照一下，有不同的部分加以修改。修改后主轴初始化结束。设定相关的电机速度 (3741, 3742, 3743 等) 参数，在 MDI 画面输入“M03S100”检查电机的运行情况是否正常。

### 4. 根据机床特性需要进行调整的参数 (见表 3-4)

表 3-4 调整的参数

参数号	调整开始设定值	含义	调整方法
2021	128	负载惯量比 (速度增益)	在轴移动过程中如果出现振动，减小此值
1825	5000	位置增益	如果 NO. 2021 号参数设定为 0 时也不能消除振动，则所有轴上适当减小设定值
2048	100	背隙加速度	在轴的移动方向翻转处出现突起时，以 50 为刻度调大设定值。如果出现过切，则以 50 为刻度减小此值