

高职高专“十二五”规划教材

数控机床 维修技能实训

SHUKONG JICHUANG WEIXIU JINENG SHIXUN

主编◎贺应和 傅子霞



合肥工业大学出版社

高职高专“十二五”规划教材

数控机床维修技能实训

主 编 贺应和 傅子霞
副主编 陈育新 刘桂兰 田长青
参 编 刘炳良 黄泽峰

合肥工业大学出版社

内容简介

本书根据高职高专机电设备类等专业的教学要求,结合当前数控机床加工行业高素质、高技能型人才培养的需要,着重介绍数控机床故障诊断与维修的基本内容。

全书包括 FANUC Oi 数控系统维修实训和华中世纪星数控系统维修实训两个项目,每个项目都以数控系统的组成和应用为主线,分成多个大的实训任务进行编写,内容力求少而精,突出基本知识和基本技能的培养,条理清晰,便于学习。

本书可作为高职高专数控类、机电类、模具类、工业自动化类专业中数控机床故障诊断与维修实训教材,也可供有关教师作为相关课程的参考资料或培训用书,还可作为各类数控维修技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床维修技能实训 / 贺应和,傅子霞主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2014. 6
ISBN 978 - 7 - 5650 - 1840 - 4

I. ①数… II. ①贺…②傅… III. ①数控机床—维修—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 107044 号

数控机床维修技能实训

主 编 贺应和 傅子霞

责任编辑 武理静 马成勋

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路 193 号
邮 编 230009
电 话 总 编 室:0551-62903038
市场营销部:0551-62903198
网 址 www.hfutpress.com.cn
E-mail hfutpress@163.com

版 次 2014 年 6 月第 1 版
印 次 2014 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 14
字 数 332 千字
印 刷 安徽江淮印务有限责任公司
发 行 全国新华书店

ISBN 978 - 7 - 5650 - 1840 - 4

定价: 30.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。



前 言

随着数控机床数量的迅速增加,数控机床维修技能人才的培养成了现代制造技术发展新的需求。本书根据数控机床加工行业高素质、高技能型人才培养的需要,着重介绍数控机床故障诊断与维修实训的基本内容。

本书以培养学生分析问题、解决问题以及动手能力为主线,融理论学习、实践操作、项目训练为一体。在内容选择上,突出了普遍性、实用性、综合性和先进性的特点,主要围绕 FANUC Oi 和华中世纪星数控系统综合实训台,在掌握其结构原理的基础上,让学生亲自动手进行系统安装、调试,并通过故障设置与诊断,学会数控机床的故障分析与排除方法。全书共有两个项目、23 个实训任务,每个实训任务都包括了相应的学习目标、相关知识、实训内容、实训步骤、技能考核和思考与练习。通过讲练结合、项目驱动、工学结合的教学模式,使学生对数控机床的使用及故障维修有更进一步的理解和掌握。

本书由贺应和、傅子霞担任主编,具体参与编写工作的有贺应和(项目二和附录),陈育新(任务 1-1 和任务 1-2),刘桂兰(任务 1-3 和任务 1-4),田长青(任务 1-5 和任务 1-6),傅子霞(任务 1-7、任务 1-8 和任务 1-12),刘炳良(任务 1-9 和任务 1-10),黄泽峰(任务 1-11)。全书由贺应和负责统稿和定稿。

本书在编写过程中参阅了有关院校、工厂、科研单位的教材、资料与文献,并得到了许多同行专家、教授的支持和帮助,在此谨致谢意。

由于编者水平有限,经验不足,书中难免有不少缺点或错误之处,恳请读者和各位同仁批评指正。



目 录

项目一 FANUC Oi 数控系统实训	(1)
任务 1-1 FANUC Oi 数控系统的认知	(1)
任务 1-2 数控系统硬件的基本连接	(10)
任务 1-3 数控系统参数的设置与调整	(16)
任务 1-4 数控系统数据的传输与保护	(24)
任务 1-5 伺服驱动单元的调试与故障诊断	(32)
任务 1-6 主轴变频单元的调试与故障诊断	(37)
任务 1-7 机床主轴及主轴编码器的安装与故障诊断	(45)
任务 1-8 PLC 编程与调试	(51)
任务 1-9 机床参考点的设置及调试	(59)
任务 1-10 丝杆螺距误差和反向间隙的补偿	(68)
任务 1-11 外围机床故障模拟与诊断	(76)
任务 1-12 数控机床的故障诊断与维修	(78)
项目二 华中数控系统实训	(90)
任务 2-1 华中数控系统综合实训台的认知	(90)
任务 2-2 数控系统硬件的基本连接与调试	(101)
任务 2-3 数控系统参数的设定	(120)
任务 2-4 步进电动机驱动系统的调试与检修	(132)
任务 2-5 交流伺服系统的调整与检修	(142)
任务 2-6 全闭环数控系统的实现	(151)
任务 2-7 换刀控制系统的调试与检修 (车床)	(155)



任务 2-8 主轴变频调速系统的调试与检修	(161)
任务 2-9 PLC 系统的调试与检修	(171)
任务 2-10 PLC 编程与调试	(180)
任务 2-11 数控机床几何精度检验	(191)
附 录	(202)
附录 A FANUC Oi 系统参数	(202)
附录 B 华中 HNC-21 型数控系统常用参数	(209)
参考文献	(217)



项目一 FANUC Oi 数控系统实训

任务 1-1 FANUC Oi 数控系统的认知

【学习目标】

- (1) 了解 FANUC Oi 数控系统的特点。
- (2) 掌握 FANUC Oi 数控系统的组成及各部件的作用。
- (3) 熟悉数控系统的基本操作及功能。

相关知识

一、FANUC Oi 数控系统的特点

- (1) FANUC Oi 系统与 FANUC16/18/21 等系统的结构相似,采用模块化结构,其集成度较 FANUC O 系统的集成度更高。因此,Oi 控制单元的体积更小,便于安装、排布。
- (2) 采用全字符键盘,可用 B 类宏程序编程,使用方便。
- (3) 用户程序区容量大,系统可预读 12 个程序段,有利于较大程序的零件加工。
- (4) 使用编辑卡编写或修改梯形图,携带与操作都很方便。
- (5) 使用存储卡存储或输入机床参数、PMC 程序以及加工程序,操作简单、方便。
- (6) 系统具有 HRV(高速矢量响应)功能,伺服增益设定比 OMD 系统高一倍,理论上可使轮廓加工误差减少一半。
- (7) 系统提供丰富的 PMC 信号和 PMC 功能指令,PMC 程序基本指令执行周期短、容量大,使用很方便。
- (8) 系统有较完善的保护措施。
- (9) 系统具有很强的抵抗恶劣环境影响的能力。
- (10) 系统具有很强的 DNC 功能。
- (11) 系统提供丰富的维修报警和诊断功能。

二、FANUC Oi 数控系统的基本构成

FANUC Oi 系列数控系统有很多种,其中,FANUC Oi C 系统最多可控制四个进给轴和一个伺服主轴(或变频主轴),配 α i 系列的放大器和 α i/ α is 系列的电动机;FANUC Oi Mate C 系统最多可控制三个进给轴和一个伺服主轴(或变频主轴),配 β i 系列的放大器和



β i/ β is 系列的电动机。

FANUC Oi 数控系统的主要部件有显示器和 MDI 键盘、数控主板、伺服放大器和伺服电动机、主轴放大器及主轴电动机、数控系统 I/O Link 等。

1. 显示器和 MDI 键盘

液晶显示器和 MDI 键盘如图 1-1-1 所示。

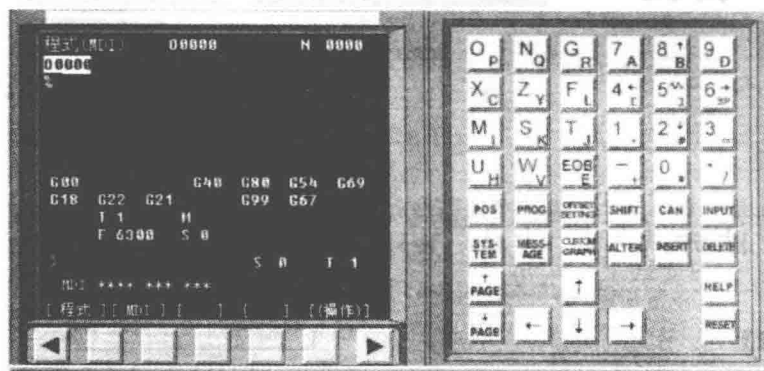


图 1-1-1 液晶显示器和 MDI 键盘

显示器目前多为液晶显示器,可配置 8.4in、10.4in 等多种规格。MDI 键盘用于加工程序的输入与编辑、工作方式或显示方式的选择、参数设置等,各按键功能如图 1-1-2 所示。

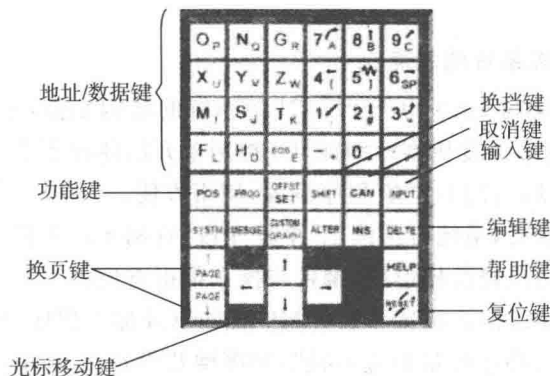


图 1-1-2 FANUC 数控系统 MDI 键盘布局及按键功能

2. 数控主板

数控系统主板上的元器件主要有:

(1)中央处理单元(CPU)。负责整个系统的运行与管理,通常由多个 CPU 作为功能模块构成多微处理器数控系统,提高数控系统的运行速度。

(2)轴控制卡。FANUC 数控系统目前主要采用全数字伺服控制,由伺服控制软件及其支撑伺服软件工作的硬件结构完成全数字伺服控制,该硬件结构及其相关电路称为轴控制卡。

(3)显示控制卡。

(4)存储器。FANUC 数控系统的存储器包括用于存放系统软件及最终用户 PMC 程序的 FROM 存储器,用于存放加工程序和数据的 SRAM 存储器以及工作存储器 DRAM。



(5)电源模块。模块包括 DC 24V 主板工作电源,DC 3V 存储器后备电池等。

(6)各种接口。接口包括电源接口、主轴接口、伺服接口、通信接口、MDI 键盘接口、软键接口、I/O 接口等。

数控系统主板的基本配置如图 1-1-3 所示,主板上元器件布局如图 1-1-4 所示。数控系统的选项配置通过扩展方式实现。

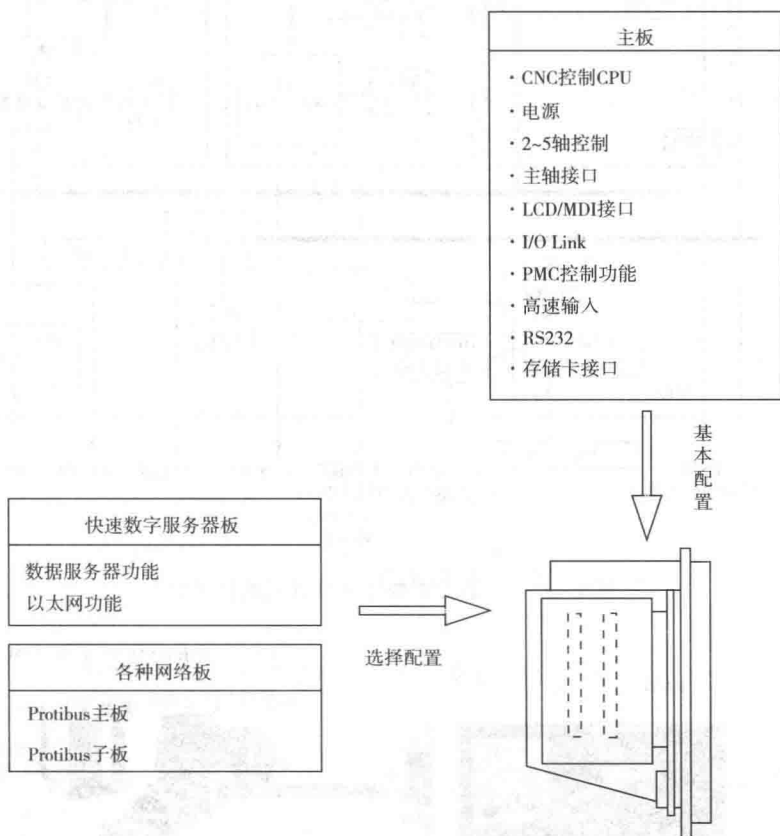


图 1-1-3 主板基本配置及选择配置

根据主板与显示器的相对安装位置不同,数控系统有紧凑式和分离式两种结构。紧凑式数控系统中主板及其元器件安装在显示器背面,数控系统与液晶显示器是一体的;而分离式数控系统中主板与显示器是分开的。

3. 伺服放大器及伺服电动机

数控机床的进给运动是由数控系统根据用户程序进行插补运算和位置控制,将运算结果通过伺服放大器放大,驱动伺服电动机运转,实现机床各坐标轴的运动。伺服放大器与数控系统之间通过光缆 FSSB 连接。根据使用伺服电动机的不同,伺服放大器有 α i 系列伺服放大器、 β i 系列伺服放大器等;根据伺服放大器驱动轴的数目不同,伺服放大器有两轴驱动伺服放大器、单轴驱动伺服放大器等。系统配置如图 1-1-5 和图 1-1-6 所示。

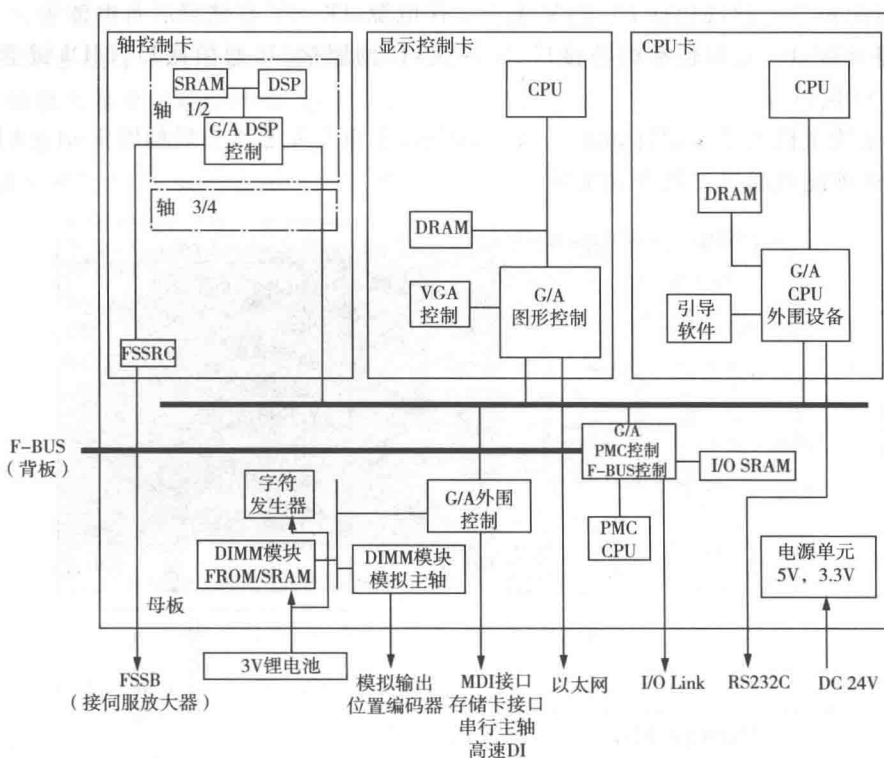


图 1-1-4 数控系统主板及其元器件布局

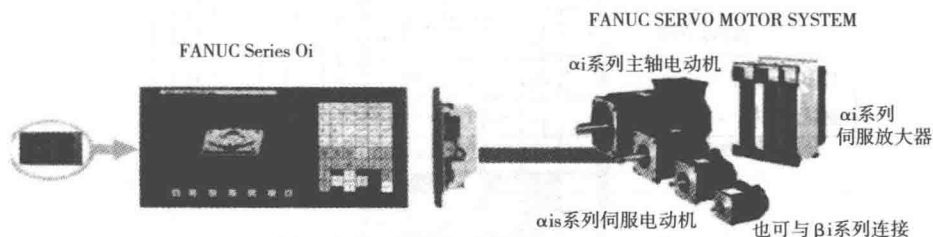


图 1-1-5 FANUC Oi C 系统配 α i 系列伺服放大器及其伺服电动机

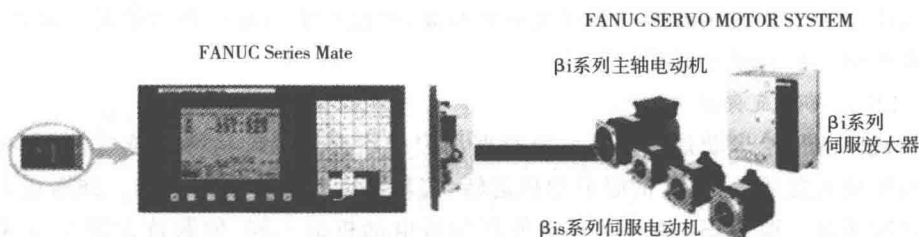


图 1-1-6 FANUC Oi Mate C 系统配 β i 系列伺服放大器及其伺服电动机

4. 主轴放大器及主轴电动机

数控机床的主运动通常采用交流电动机驱动。数控机床主运动的控制方式有两种：一种方式是数控系统将主运动指令通过串行主轴接口传递给主轴伺服驱动装置进而驱动主轴电动机；另



一种方式是数控系统将主运动指令通过主轴模拟接口传递给主轴变频器,从而驱动主轴电动机。

5. 数控系统 I/O Link

数控机床的操作面板、刀具选择与更换、液压及润滑系统的启动与停止等都是通过 PMC 来控制的,数控系统与外围设备之间是通过 I/O Link 联系起来的。

6. 数控系统通信

为了便于计算机远程控制(如 DNC 数据传送)数控系统配置有通信接口,如 RS232 接口、以太网接口等。

三、FANUC Oi 数控系统的操作及功能

(1)图形显示功能。在 CNC 显示器上可显示加工程序的刀具路径图形,这样可以在加工前预先模拟刀具轨迹,如图 1-1-7 所示。

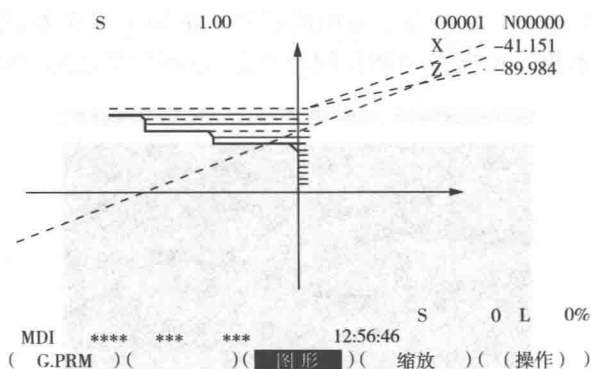


图 1-1-7 图形显示功能

(2)报警履历和操作履历。报警和运行状态被自动地记录在 CNC 存储器中,大大方便了故障诊断,如图 1-1-8 所示。

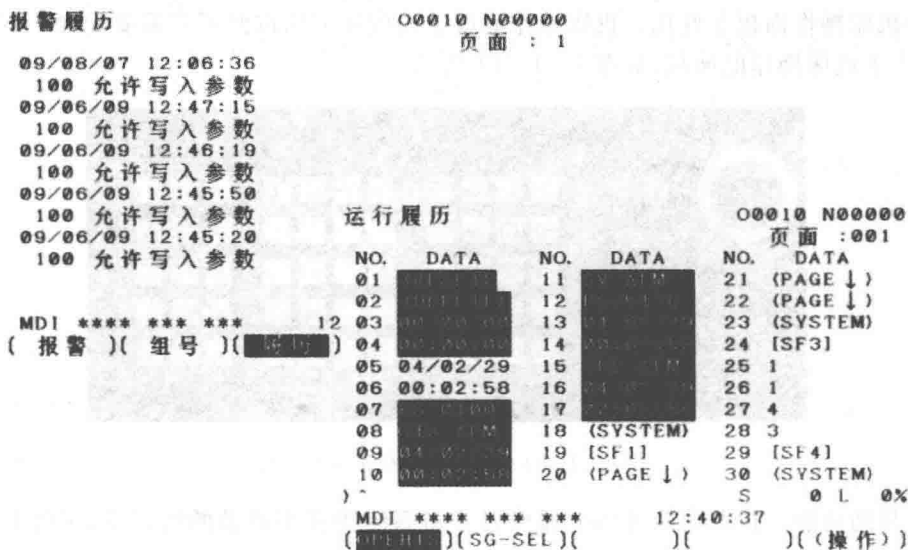


图 1-1-8 报警履历和操作履历



帮助(操作方法)

O0010 N00000

1. 程序编辑
2. 检索
3. 复位
4. MDI 输入
5. 纸带输入
6. 输出
7. 用 FANUC CASSETTE 输入
8. 用 FANUC CASSETTE 输出
9. 清除存储器

) ^ S 0 L 0%
MDI ***** 12:45:14
(报警)(操作)(参数)(操作)

图 1-1-12 帮助功能显示界面

技能实训

一、实训器材

- (1)FANUC Oi 数控系统机床综合实训台。
- (2)配置 FANUC 数控系统的数控机床。

二、实训内容

- (1)认识 FANUC 数控系统的基本配置。
- (2)收集、查阅、整理 FANUC 数控系统的相关资料。

三、实训步骤

1. 认识 FANUC 数控系统的基本配置

仔细查看 FANUC Oi 数控系统机床综合实训台的结构,绘制 FANUC 数控系统的基本构成简图,在图中标明各模块的名称和型号规格,并填写表 1-1-1。

表 1-1-1 数控系统的配置

所用元器件名称		规格	功能
系统模块			
I/O 模块			
电器模块			



(续表)

所用元器件名称		规格	功能
主轴模块			
进给模块			

2. 收集、查阅、整理 FANUC 系统的相关资料

根据学校实训车间现有的配置 FANUC 数控系统的数控机床,通过现场收集资料、查阅产品说明书,按照实训表 1-1-2 要求整理出数控系统配置清单。

表 1-1-2 数控系统配置清单

序号	功能要求	数控系统配置	附注
1	可控制路径		
2	最大控制轴数		
3	联动轴数		
4	可控制主轴数		
5	实际控制主轴数		
6	所连接伺服电动机的型号规格		
7	显示单元规格		
8	数控系统脉冲当量		
9	PMC 程序存储器容量		
10	PMC I/O 点数		
11	PMC 配置 I/O 模块数量		

四、技能考核

技能考核评价标准与评分细则见表 1-1-3。

表 1-1-3 FANUC Oi 数控系统的认知实训评价标准与评分细则

评价内容	配分	考核点	评分细则	得分
实训准备	10	清点实训器材、工具,并摆放整齐	少一项实训器材扣 3 分,工具摆放不整齐扣 5 分	



(续表)

评价内容	配分	考核点	评分细则	得分
操作规范	10	(1)行为文明,有良好的职业操守。 (2)实训完后清理、清扫工作现场	(1)迟到、做其他事酌情扣10分以内。 (2)未清理、清扫工作现场扣5分	
实训内容	80	(1)系统基本配置的认识。 (2)相关资料的收集、查阅、整理	(1)基本配置认识错误,每处扣20分。 (2)资料收集、查阅错误,每处扣20分	
工时	120分钟			

思考题

- (1) FANUC Oi 数控系统有什么特点?
- (2) 数控系统由哪几部分组成? 各有什么作用?
- (3) 填写实训过程中的表 1-1-1 和表 1-1-2。



任务 1-2 数控系统硬件的基本连接

【学习目标】

(1) 熟悉 FANUC Oi 数控系统的典型部件控制对象及接口定义。

(1) 掌握 FANUC Oi 数控系统的硬件连接。

相关知识

一、FANUC Oi 系统的模块结构

FANUC Oi 数控系统的典型模块结构如图 1-2-1 所示。

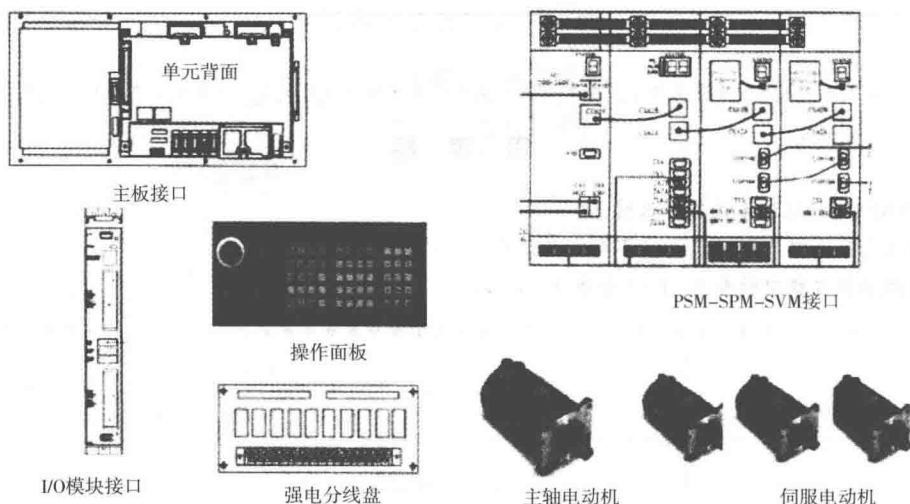


图 1-2-1 FANUC Oi 数控系统模块结构示意图

二、FANUC Oi 系统间的部件连接

(1) FANUC Oi C/Oi mate C 整个系统的部件连接如图 1-2-2 所示。

(2) FANUC Oi C/Oi mate C 控制单元接口如图 1-2-3 所示。连接时注意以下几点：

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+24V 输入(左)，另一个为+24V 输出(右)。具体接线为：1、2、3 分别接 24V、0V、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，可不接此线)。

⑥ 对于串行主轴/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

Figure 1 is a detailed connection diagram for the main board. It shows the following components and connections:

- Power Supply:** 24V-IN (CP1A) and DC24V-IN (CN2) are connected to the main board. A DC24V power source is also shown.
- Communication:** MDI (CA55) is connected to CK1. RS232C (JD36A) and RS232C (JD36B) are connected to RS232C I/O units.
- Positioning:** A-OUT&HDT (JA40) is connected to the main board. I/O Link (JD1A) is connected to the main board. SPDL&POS (JA7A) is connected to the main board.
- Motor Interface:** FSSB (COP10A-1) is connected to the main board. The main board is connected to a series motor (串行主轴电动机) and a 1-axis servo motor (第1轴伺服电动机).
- Position Encoder:** The main board is connected to a position encoder (位置编码器) via CX1A, CX1B, CX2A, CX2B, JX1A, and JX1B.
- Other Connections:** The main board is connected to a 24V-IN (CP1A) and a DC24V power source. It also has connections for a 24V-IN (CP1A) and a DC24V power source.

图 1-2-2 FANUC Oi C/Oi mate C 系统总连图