

国家示范院校工学结合系列教材

GUOJIA SHIFAN YUANXIAO GONGXUE JIEHE XILIE JIAOCAI

数控机床 维修技术

SHUKONG JICHUANG Weixiu Jishu

王端义 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

学结合系列教材

数控机床维修技术

主 编 王端义

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书采用项目教学方法,结合企业一线案例资料,借鉴国内外先进教学资源及江苏建筑职业技术学院机电工程学院数控加工车间与数控机床故障维修实训室所拥有的 FANUC、SIEMENS 系统实训设备编写而成。

本书内容编排从数控机床故障诊断的理论、诊断方法入手,并收集大量 FANUC、SIEMENS 系统的实物连线彩图、原理图,讲解数控机床故障诊断维修的实例,是一本从理论到技能实践应用的机床故障诊断书。

本书可作为职业技术学院机电工程专业学生进行项目工程教育和任务工程训练的指导教材,也可供数控机床专业维修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床维修技术/王端义主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2013.8

ISBN 978-7-5646-1937-4

I. ①数… II. ①王… 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(2013)159679 号

书 名 数控机床维修技术

主 编 王端义

责任编辑 孙建波 付继娟

出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)

营销热线 (0516)83885307 83884995

出版服务 (0516)83885767 83884920

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

开 本 787×1092 1/16 印张 12 字数 300 千字

版次印次 2013 年 8 月第 1 版 2013 年 8 月第 1 次印刷

定 价 26.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

本书的编写以高等职业教育人才培养目标为依据,注重教材的基础性、实践性、通用性。本书融理论教学、实践操作、项目为一体,是职业院校机电一体化、机械制造、数控技术等同类专业的实用教材。

本书是由编者总结多年理论与实践教学经验,深入企业一线采集案例资料,借鉴国内外先进教学资源,结合国内数控企业主流数控设备及江苏建筑职业技术学院机电工程学院数控加工车间与数控机床故障维修实训室所有拥有的 FANUC、SIEMENS 系统实训设备编写而成的。本书采用项目教学方法,内容编排从数控机床故障诊断的理论、诊断方法入手,并收集大量 FANUC、SIEMENS 系统的实物连线彩图、原理图,讲解数控机床故障诊断维修的实例,是一本从理论到技能实践应用的机床故障诊断书。

本书的特色是:理论与实践紧密结合,编程理论阐述力求简单明了,机床操作结合典型设备,突出实践教学特色;大量引用设备企业维修案例及操作流程,将企业维修技术渗透于专业教学。

在此对在本书编写过程中给予大力支持的数控企业技术人员、高职院校理论教学及实训指导老师表示衷心的感谢!由于时间有限,书中难免会有错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 11 月

目 录

项目一 数控机床维修基础	1
任务一 数控机床的结构构成	1
任务二 数控机床硬件连接	7
任务三 可靠性	23
任务四 确定数控机床故障诊断的条件和内容	27
任务五 数控机床故障诊断的流程	31
任务六 数控机床常见故障分析	36
项目二 常用数控系统功能操作	41
任务一 数控机床开机调试 28 步	41
任务二 西门子 802 系列机床操作	43
任务三 FANUC 0i 系统数控机床的操作	53
项目三 数控机床机械设备维修	60
任务一 数控机床的安装与调试	60
任务二 数控机床机械组件的装配与调试	62
项目四 FANUC 数控系统设备维修	88
任务一 FANUC 数控设备系统参数设置	88
任务二 FANUC 系统连接	91
任务三 FANUC—0C/0D 系统报警号及维修	105
任务四 数控机床主轴驱动装置维修	107
任务五 FANUC 系统进给伺服装置维修	116
任务六 FANUC 设备 PMC 程序的维修应用	129
任务七 FANUC 传输软件及故障分析	134
任务八 FANUC 系统参数调试	137
任务九 FANUC 交流伺服驱动系统故障维修举例	142
项目五 SINUMERIK 802CBL、802D 系统维修	154
任务一 SINUMERIK 802CBL 系统的数据设定	154
任务二 SINUMERIK 802CBL 系统的数据保护	156

任务三	SIMODRIVE 611U 伺服单元的维修	161
任务四	主轴编码器的安装与诊断	164
任务五	SINUMERIK 802D 硬件系统组成	166
任务六	SINUMERIK 802D 进给轴参数设置	177
任务七	X 轴的点动控制检修	181
附录一	FANUC—0 系统报警代码表	182
附录二	目前国内主流数控系统参数表	185
参考文献		186

项目一 数控机床维修基础

任务一 数控机床的结构构成

一、数控机床的整体结构

典型的数控机床控制系统如图 1-1 所示。

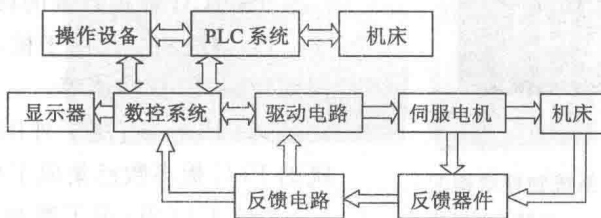


图 1-1 数控机床的控制系统

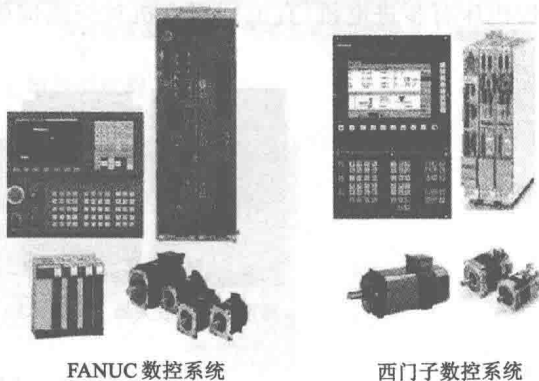
其中：

- (1) 数控系统:包括 CPU、存储器、输入输出接口电路,是机床的控制中心。
- (2) PLC 系统:又称可编程序控制器,用于机床各部件的整体动作逻辑组织和控制。
- (3) 驱动电路:将数控系统的控制指令放大和转化为电动机的激励信号,控制电机旋转。
- (4) 伺服电机:专用于数控设备轴的驱动电机,具有良好的可控性和精度。
- (5) 反馈器件:用于测量工作台的位移量或旋转角度。
- (6) 反馈电路:负责反馈器件测量信号的处理转换,最终回送给数控系统和驱动电路进行位置和速度计算。
- (7) 操作设备:操作者向控制系统发送指令的工具,如键盘、手轮。
- (8) 显示器:数控系统通过屏幕显示方式向操作者反馈信息的工具。

二、数控系统构成

数控系统的种类非常多,国内常用的进口数控系统有日本 FANUC 系统(如图 1-2 所示)、三菱和安川系统,德国 SIEMENS、HEIDEBHIN 系统,西班牙有 FAGOR 系统,法国有 Num 系统,美国 GE—FANUC 系统等。国产数控系统有广数、华中、航天及南京数控系统。

数控系统(如图 1-3 所示)是数控机床的控制核心,包括 CPU、存储器、输入输出接口电路,是数控机床的控制中心。它主要完成以下控制任务:



FANUC 数控系统

西门子数控系统

图 1-2 国内常用的进口数控系统

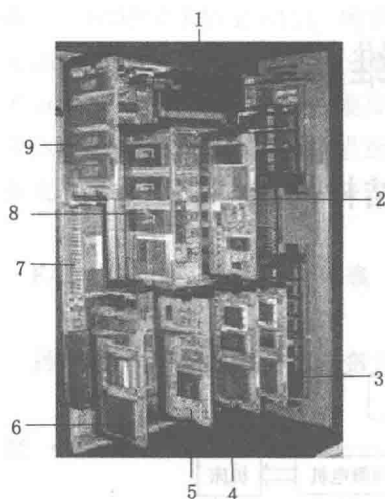


图 1-3 FANUC 系统物理结构图

- 1——系统主 CPU; 2——主轴控制模块;
 3——1/2 轴控制模块; 4——3/4 轴控制模块;
 5——显示控制模块; 6——PMC 控制模块;
 7——系统 ROM; 8——FROM/SRAM 模块;
 9——动态存储 DRAM 模块

(1) 存储系统管理程序、数控功能管理程序、用户应用软件环境、零件加工程序、各类参数及工艺数据等。

(2) 按照操作人员的指令控制执行机构完成零件加工和调整等操作。

(3) 控制外部设备,完成人机的相互交流。

(4) 通过外部接口或网络,和其他计算机系统进行数据交换。

FANUC 数控系统的典型构成如下:

(1) 数控主板:用于核心控制、运算、存储、伺服控制、PLC 功能等。

(2) PLC 板:用于外围动作控制。目前系统的 PLC 板多数已集成于数控主板。

(3) I/O 板:用于数控系统和外部的开关信号交换、显示接口、键盘接口、手轮接口、操作面板接口及 RS 232 接口等。

(4) CRT 接口板:用于显示器接口,目前集成到 I/O 板上。

SIEMENS 系统的典型构成,以 SIEMENS 840C 为例,包括:

(1) 中央服务板:用于系统的综合控制。

(2) NC-CPU 板:用于加工的数字控制。

(3) PLC-CPU 板:用于代替传统的 PLC 系统,控制外围动作。

(4) MMC-CPU 板:用于和外部设备通讯。

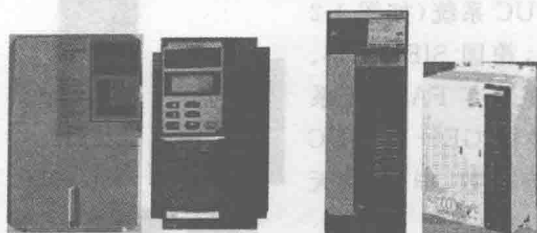
(5) A/D、D/A 板:用于模/数、数/模转换。

(一) 执行机构

执行机构是指把数控系统的加工命令转换为实际加工的中间机构,它包括:

(1) 驱动电路:将数控指令放大并转化为电动机的激励信号,控制电机的旋转。

(2) 伺服电机:用于数控设备轴的驱动(如图 1-4、图 1-5、图 1-6、图 1-7 所示)。常用的数控机床有步进电机、直流伺服电机和交流伺服电机三种。



模拟量主轴放大器 (变频器)

串行主轴放大器

图 1-4 主轴放大器

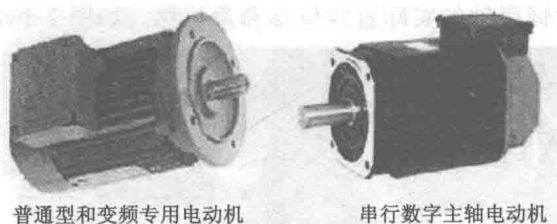


图 1-5 主轴电动机

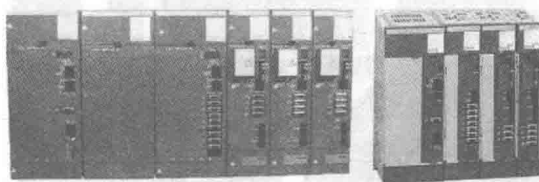


图 1-6 α 系列伺服放大器

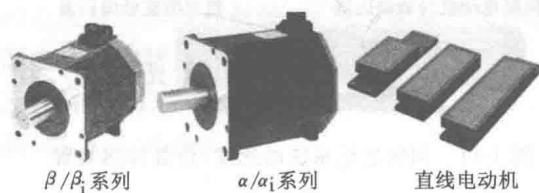
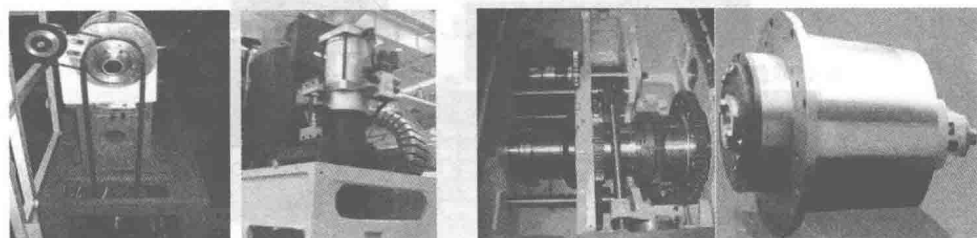


图 1-7 进给伺服电动机

(3) 由伺服电机驱动的机械机构:如工作台、刀架、主轴及其传动系统等。如图 1-8、图 1-9 所示。



带传动 (经过一级减速) 经过一级齿轮的带传动 多级减速齿轮传动 内装式电机主轴单元 (电主轴)

图 1-8 主轴传动机构

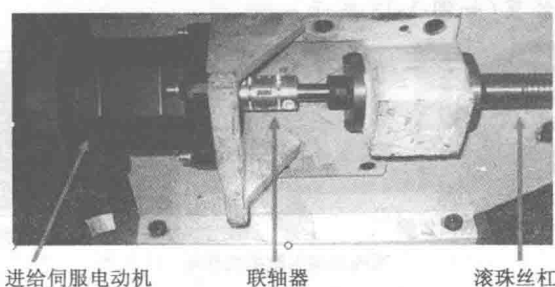
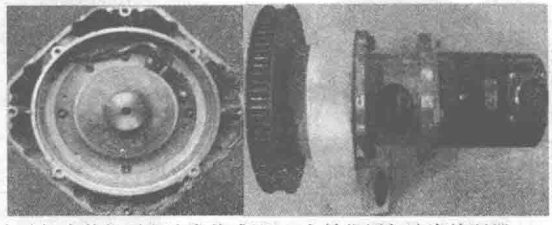


图 1-9 进给伺服电动机及传动机构

(4) 测量系统:测量伺服轴的实际直线位移和角位移。如图 1-10、图 1-11 所示。



电动机内装位置和速度传感器 主轴位置与速度编码器

图 1-10 主轴位置和速度检测装置



伺服电动机内装编码器 独立型旋转编码器

光栅尺

图 1-11 伺服进给系统的速度/位置检测装置

(二) 数控机床 CRT 与 MDI(如图 1-12 所示)

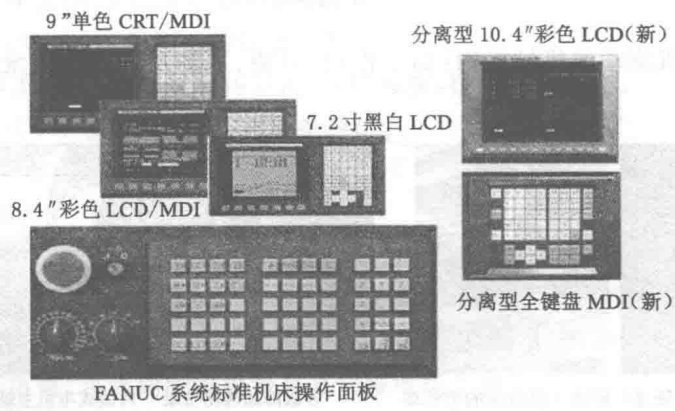


图 1-12 系统显示装置与 MDI 键盘

(三) 数控机床通信装置(如图 1-13 所示)



图 1-13 数控机床通信装置

(四) 数控机床辅助装置(如图 1-14 所示)



图 1-14 数控机床辅助装置

三、数控机床的基本功能与用途

(一) 基本功能

- (1) 控制加工过程的刀架移动速度和轨迹,实现多象限联动控制或单独控制。
- (2) 关联或独立控制坐标轴的转速和位置。
- (3) 实现对刀架、刀具库的加工控制。
- (4) 外围动作的控制(M、S、T 功能)。
- (5) PLC 功能。
- (6) 系统自诊断功能。
- (7) 良好的人机界面(图形用户接口 GUI)。
- (8) 计算机系统联网,互换数据信息和获取帮助。

(二) 用途分类

- (1) 金属切削类:数控车床、数控铣床、数控磨床、加工中心等(如图 1-15~图 1-19 所示)。

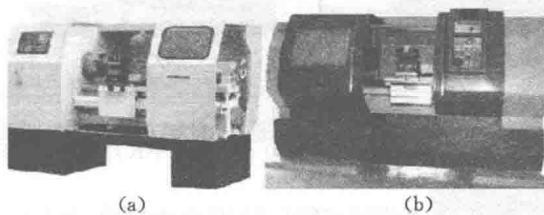


图 1-15 普通型数控车床

(a) 半封闭数控车床;(b) 全封闭数控车床



图 1-16 普及型和多功能数控车床

(a) 普及型数控车床;(b) 多功能数控车床

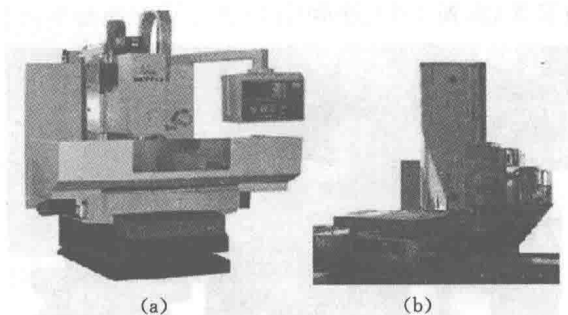


图 1-17 数控铣床

(a) 立式数控铣床;(b) 卧式数控镗铣床

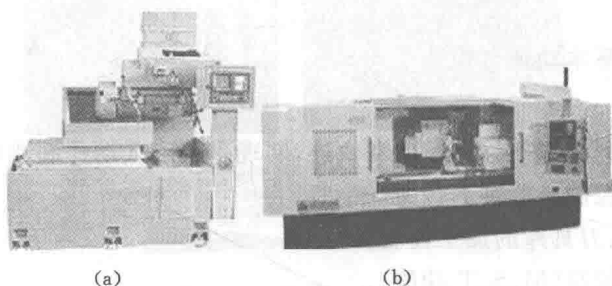


图 1-18 数控磨床

(a) 数控平面磨床;(b) 数控万能外圆磨床

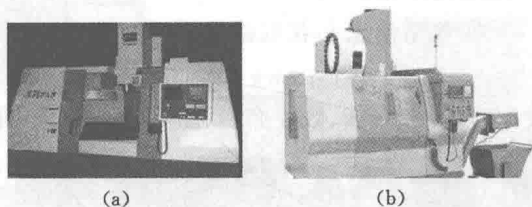


图 1-19 加工中心

(a) 斗笠式自动换刀立式加工中心;(b) 凸轮机械手式自动立式加工中心

(2) 金属成型类:数控压力机、数控弯管机、数控旋压机等(如图 1-20 所示)。

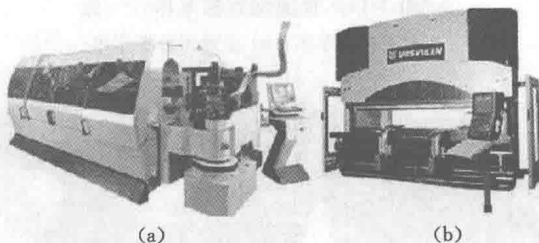


图 1-20 金属成型类数控机床

(a) 数控弯管机;(b) 数控压力机

(3) 特种加工类:电火花线切割机、数控激光加工机等(如图 1-21 所示)。

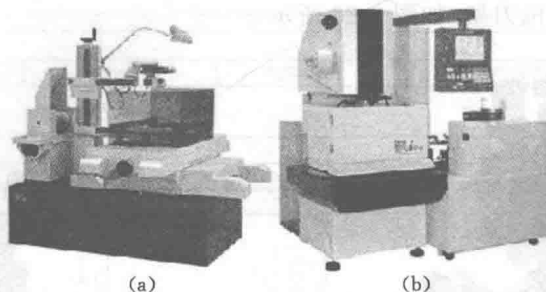


图 1-21 特种加工类数控机床
(a) 线切割机床;(b) 电火花数控机床

(4) 测量、绘图类:三坐标测量仪、数控绘图仪等(如图 1-22 所示)。

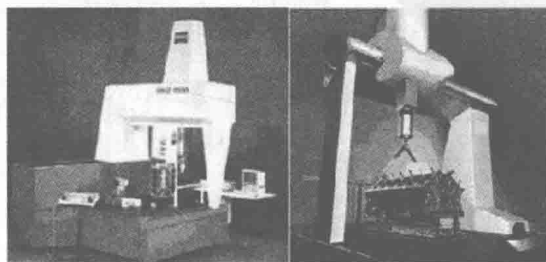


图 1-22 三坐标测量仪

任务二 数控机床硬件连接

一、机械部分连接

(一) 数控机床机械床身

(1) 水平车床身机械部分,如图 1-23 所示。

(2) 数控铣床、立式加工中心机械床身部分,如图 1-24、图 1-25 所示。

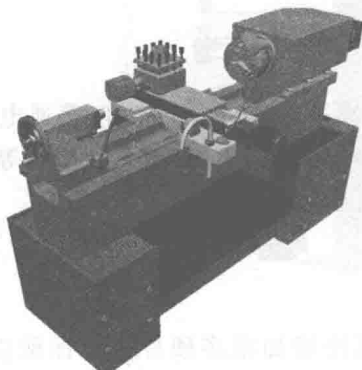


图 1-23 水平车床机械床身

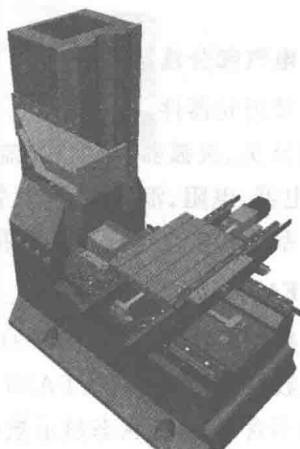


图 1-24 数控铣床机械床身

(二) 数控机床刀架刀库

(1) 数控车床四方位刀架,如图 1-26 所示。

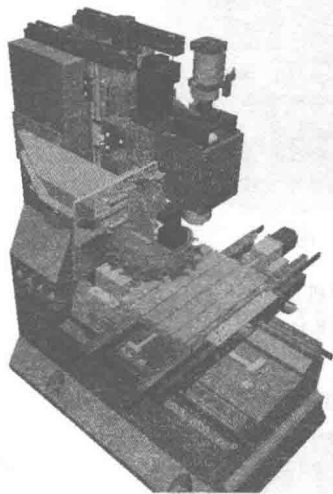


图 1-25 立式加工中心机械床身

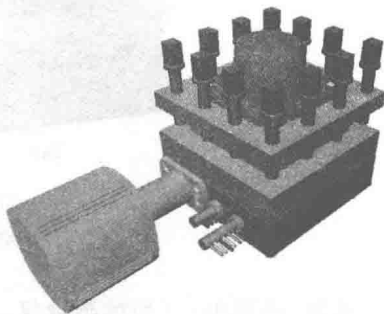


图 1-26 车床四方位刀架

(2) 加工中心刀库机械结构,如图 1-27 所示。

(三) 机床主轴传动连接(如图 1-28 所示)

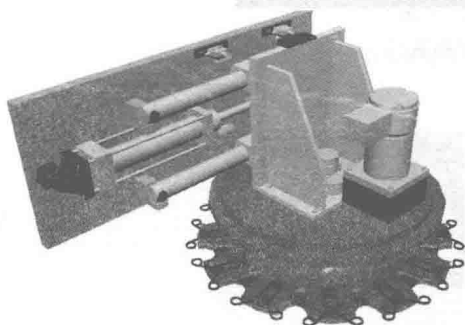


图 1-27 加工中心刀库机械结构

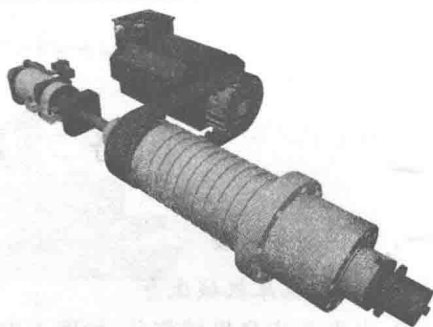


图 1-28 机床主轴传动连接

二、电气部分连接

(1) 常用元器件

行程开关、灭弧器、按钮、交流接触器、风扇、接地端子、端子排、机床灯、普通电机、电源开关、继电器、电阻、浪涌接收器、钥匙开关、变压器、串口、电磁阀、变频器、保险丝等。

(2) 系统的电气接线及实物接线图,如图 1-29、图 1-30 所示。

三、FANUC 数控系统连接

(1) 数控系统连接,如图 1-31 所示。

(2) 数控系统的接口:FANUC 0i MODEL D 系统增加很多硬件。如标配以太网口(mate 的不含)、系统状态显示数码管等。图 1-32 为 FANUC 0i D/0i mate D 系统接口图,表 1-1 为端口。

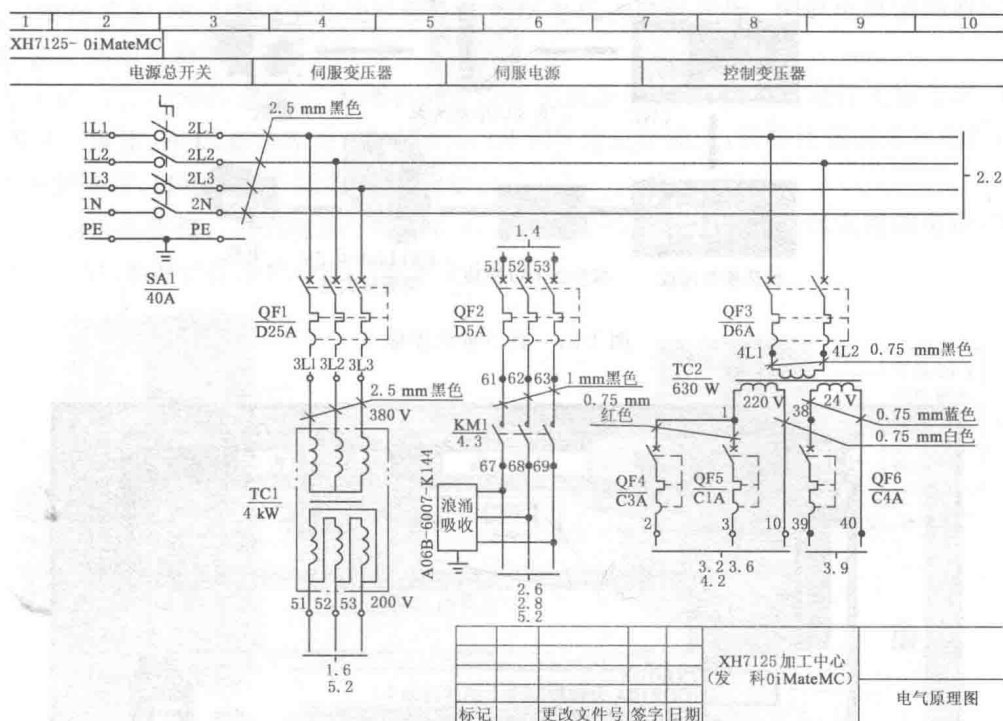


图 1-29 系统电气接线图

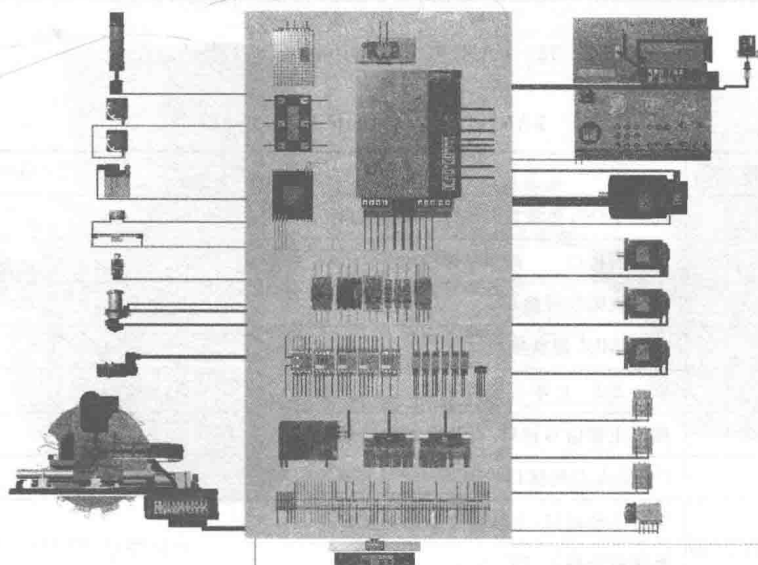


图 1-30 电气系统实物接线图

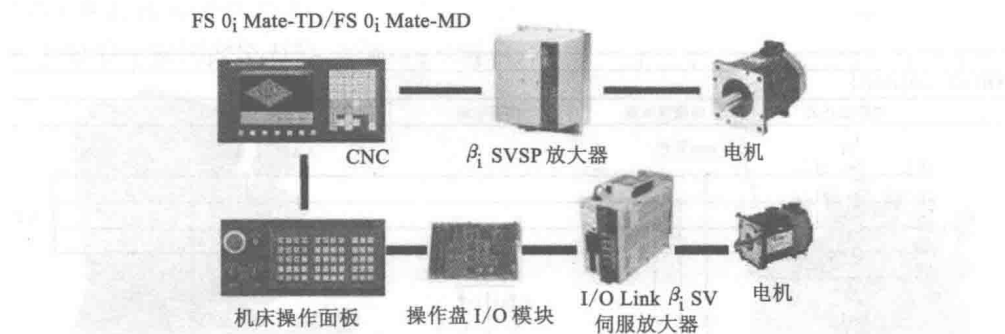


图 1-31 数控系统连接

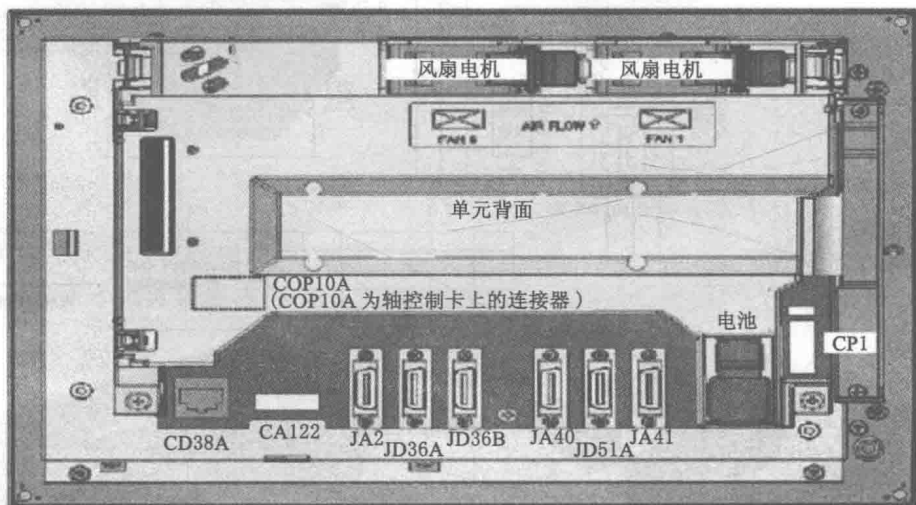


图 1-32 FANUC 0i D/0i mate D 系统接口图

表 1-1

FANUC 0i D/0i mate D 系统接口

系统各端口号	用途
COP10A	伺服 FSSB 总线接口,此口为光缆口
CD38A	以太网接口
CA122	系统软键信号接口
JA2	系统 MDI 键盘接口
JD36A/JD36B	RS-232-C 串行接口 1/2
JA40	模拟主轴信号接口/高速跳转信号接口
JD51A	I/O link 总线接口
JA41	串行主轴接口/主轴独立编码器接口
CP1	系统电源输入(DC 24 V)

(3) FANUC 数控系统的 FSSB 总线的构成与连接方法

FANUC 伺服控制系统的连接,无论是 α_i 或 β_i 的伺服,在外围连接电路具有很多类似的

地方,大致分为光缆连接、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。以 β 多轴驱动器为例来说明。

① 光缆连接(FSSB 总线)。发那科的 FSSB 总线采用光缆通讯,在硬件连接方面,遵循从 A 到 B 的规律,即 COP10A 为总线输出,COP10B 为总线输入,需要注意的是光缆在任何情况下不能硬折,以免损坏。如图 1-33 所示。

② 控制电源连接。控制电源采用 DC 24 V 电源,主要用于伺服控制电路的电源供电。在上电顺序中,推荐优先系统通电。如图 1-34 所示。

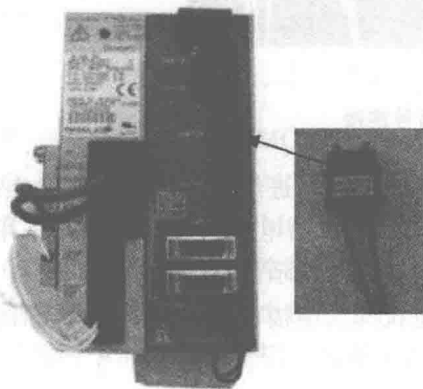


图 1-33 光缆(FSSB 总线)连接

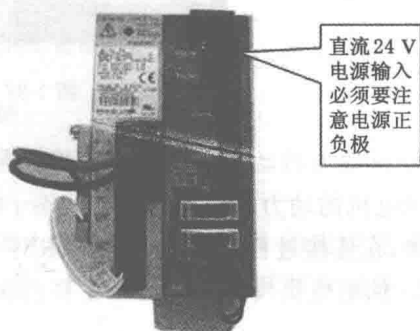


图 1-34 控制电源连接

③ 主电源连接。主电源是用于伺服电机动力电源的变换。如图 1-35 所示。

④ 急停与 MCC 连接。该部分主要用于对伺服主电源的控制与伺服放大器的保护,如发生报警、急停等情况下能够切断伺服放大器主电源。如图 1-36 所示。



图 1-35 主电源连接

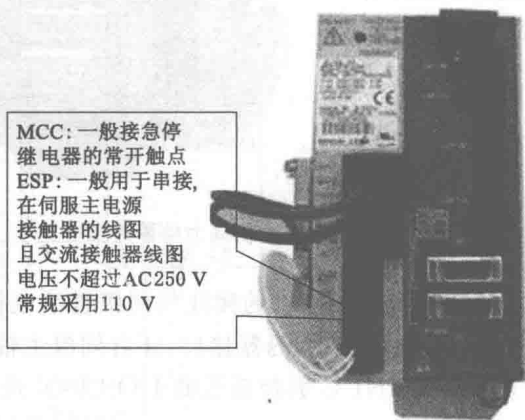


图 1-36 急停与 MCC 连接

⑤ 主轴指令信号连接。发那科的主轴控制采用两种类型,分别是模拟主轴与串行主轴,模拟主轴的控制对象是系统 JA40 口输出 0~110 V 的电压给变频器,从而控制主轴电