



21世纪高等职业技术教育 机电一体化专业规划教材
数控技术

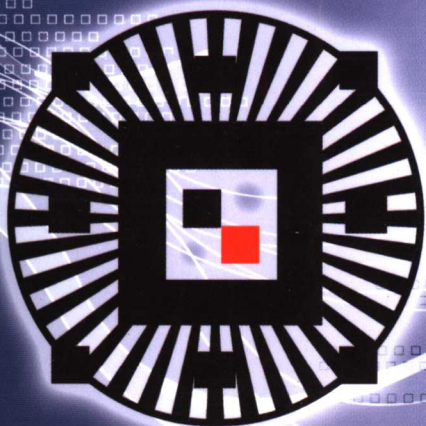
机床数控系统

技能实训

■ 主 编 邵泽强 黄 娟

■ 副主编 陆 江

Jichuang shukong xitong
jिनeng shixun



 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等职业技术教育机电一体化·数控技术专业规划教材

机床数控系统技能实训

主 编 邵泽强 黄 娟
副主编 陆 江

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书借鉴德国“双元制”职业教育相关教材的先进理念,针对高等职业教育机电一体化、数控技术专业教学对象的实际情况进行编写。以目前广泛使用的 SINUMERIK 802S、SINUMERIK 802D 为例,以数控系统的组成、应用为主线,编写课题。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。

本书可作为机电一体化、数控技术等专业的通用教材,也可作为职业培训教材或相关技术人员的参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

机床数控系统技能实训 / 邵泽强, 黄娟主编. —北京: 北京理工大学出版社, 2006. 8

ISBN 7-5640-0761-3

I. 机… II. ①邵… ②黄… III. 数控机床-高等学校: 技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 087995 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (办公室) 68944990 (批销中心) 68911084 (读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京国马印刷厂

开 本 / 787 毫米 × 960 毫米 1/16

印 张 / 15.75

字 数 / 313 千字

版 次 / 2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1~4000 册

定 价 / 23.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 吴皓云

图书出现印装质量问题, 本社负责调换

出版说明

当前,高度发达的制造业和先进的制造技术已经成为衡量一个国家综合经济实力和科技水平的重要标志之一,成为一个国家在竞争激烈的国际市场上获胜的关键因素。

如今,中国已成为制造业大国,但还不是制造业强国。我们要从制造业大国走向制造业强国,必须大力发展以数控技术为主的先进制造技术,提高计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)的技术水平。

制造业要发展,人才是关键。尽快培养一批高技能人才和高素质劳动者,是先进制造业实现技术创新和技术升级的迫切要求。高等职业教育既担负着培养高技能人才的任务,也为自身的发展提供了难得的机遇。

为适应制造业的深层次发展和数控技术的广泛应用,根据高等职业教育发展与改革的新形势,北京理工大学出版社组织知名专家、学者,与生产制造企业的技术人员反复研讨,以教育部《关于加强高职高专人才培养工作的若干意见》等文件对高职高专人才培养的要求为指导思想,确立了“满足制造业对人才培养的需求,适应行业技术改革,紧跟前沿技术发展”的思路,编写了这套高职高专教材。本套教材力图实现:以培养综合素质为基础,以能力为本位,把提高学生的职业能力放在突出位置,加强实践性教学环节,使学生成为企业生产服务一线迫切需要的高素质劳动者;以企业需求为基本依据,以就业为导向,增强针对性,又兼顾适应性;课程设置和教学内容适应技术发展,突出机电一体化、数控技术应用专业领域的新知识、新技术、新工艺和新方法;教学组织以学生为主体,提供选择和创新的空間,构建开放、富有弹性、充满活力的课程体系,适应学生个性化发展的需要。

本套教材的主要特色有：

1. 借鉴国内外职业教育先进教学模式，顺应现代职业教育教学制度的改革趋势；
2. 以就业为导向，进行了整体优化；
3. 理论与实践一体化，强化了知识性和实践性的统一。

本套教材适合于作为高职高专院校机电一体化、数控技术、机械制造及自动化、模具设计与制造等专业的课程教学和技能培训用书。

北京理工大学出版社

前 言

本书是根据国家教育部数控技术应用专业技能紧缺型人才培养方案与劳动和社会保障部制定的有关国家职业标准及相关的职业技能鉴定规范,结合编者多年的教学实践经验,以及借鉴了德国“双元制”职业教育相关教材的先进理念,并针对高职高专机电一体化、数控技术专业教学对象的实际情况编写而成。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,数控技术在现代企业中大量应用,使制造业朝着数字化的方向迈进。同时经济发展对高素质技能人才的需求不断上升,当前急需一大批能够熟练掌握数控技术基本知识和能力的数控应用型高素质人才。

本书以目前广泛使用的 SINUMERIK 802S、SINUMERIK 802D 为例,以数控系统的组成、应用为主线,编写课题。本书力求少而精,突出基本知识和基本技能的培养,条理清晰,便于学习。其主要特色为:

1. 本书由 SINUMERIK 802S 系统实训、SINUMERIK 802D 系统实训两大部分构成。
2. 课题涵盖了数控系统的各个组成部分,既考虑每个课题的独立性又考虑系统的完整性。每个课题作为一个完整的实训单元,所有课题的完成就构成了一个完整的系统。
3. 每个课题按照实训目的、实训设备、基础知识、实训内容、实训步骤、思考题的顺序编排。
4. 本书图文并茂,简洁易懂,易于学习。
5. 本书适合在实训现场教学。

本书从简到繁,层层递进,针对制造业中广泛使用的机床数控系统技能进行了有条不紊

素、言简意赅的系统性阐述。本书语言平实，通俗易懂，使得读者容易理解复杂的理论知识；同时讲解生动、图文并茂，读者可以通过不同形式的渠道理解书中所阐释的理论。此外，还加进大量的实训内容，理论联系实际，通过实际的问题解释理论知识，更有利于读者在学习之余对实际操作有一个感性的认识，加深了读者对基本知识的理解和领悟。本书受众面广，适合各种层次的读者阅读和学习，起到了普及的作用。本书编写的目的在于普及与提高机床数控系统技能，培养操作数控车床的技术人才，使其具备一定的机床数控系统技能，同时也以这种形式加强了职业技术教育，为培养跨世纪的中高级人才铺垫了道路。本书可作为机电一体化、数控技术等专业通用教材，也可作为职业培训教材或相关技术人员的参考书。

本书主编为江苏联合职业技术学院无锡机电分院邵泽强、南京航空航天大学工程训练中心黄娟，副主编为南京日上自动化设备有限责任公司陆江，参加编写的还有江苏联合职业技术学院无锡机电分院蒋红平、王晓忠等。全书由邵泽强统稿。在本书的编写过程中，得到了江苏联合职业技术学院无锡机电分院领导及南京日上自动化设备有限责任公司的大力支持和帮助，在此致以衷心感谢！

由于编者学识和经验有限，书中难免有错漏之处，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 RS - SY (802S) 实训系统简介	(1)
第 2 章 SINUMERIK 802S 实训课题	(17)
课题一 SINUMERIK 802S 系统的基本连接	(17)
课题二 SINUMERIK 802S 系统的数据保护	(22)
课题三 SINUMERIK 802S 系统的基本数据设定	(34)
课题四 PLC 编程	(37)
课题五 机床数据对 PLC 信号的影响	(56)
课题六 步进驱动单元的调试及故障诊断	(61)
课题七 主轴变频单元的调试及故障诊断	(73)
课题八 机床主轴及主轴编码器的安装与故障诊断	(100)
课题九 外围故障模拟及诊断	(105)
课题十 机床的参考点	(116)
课题十一 丝杠螺距误差的补偿	(123)
第 3 章 RS - SY (802D) 实训系统简介	(128)
第 4 章 SINUMERIK 802D 实训课题	(136)
课题一 SINUMERIK 802D 系统的基本连接	(136)
课题二 SINUMERIK 802D 系统的数据保护	(139)
课题三 PROFIBUS 组件的连接及数据设置	(155)

课题四	SINUMERIK 802D 系统的基本数据设定	(157)
课题五	PLC 编程	(160)
课题六	机床数据对 PLC 信号的影响	(184)
课题七	SIMODRIVE 611U 伺服驱动的设置及优化	(190)
课题八	主轴变频单元的调试及故障诊断	(210)
课题九	外围故障模拟及诊断	(223)
课题十	机床的参考点	(232)
课题十一	丝杠螺距误差的补偿	(237)
参考文献		(241)

第 1 章

RS - SY (802S) 实训系统简介

RS - SY 实训系统主要由一台控制演示台和一台 CK0625 数控车床组成, 如图 1 - 1 所示。

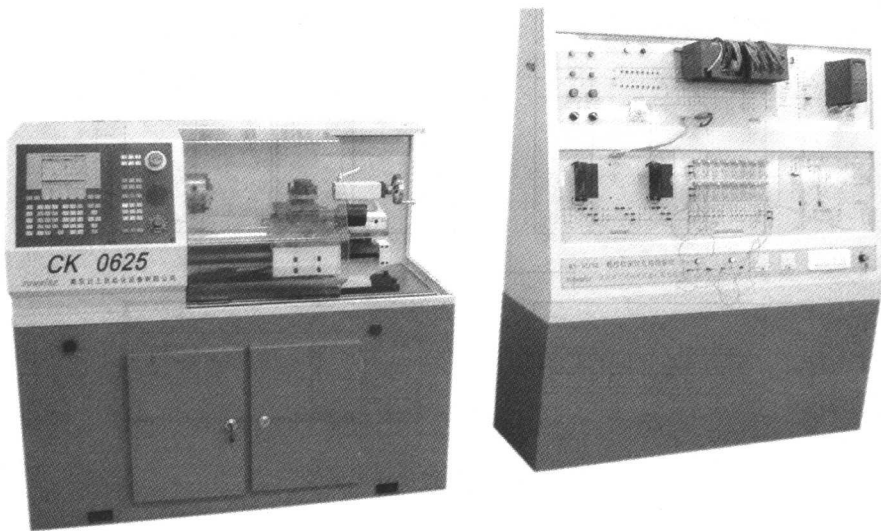


图 1 - 1 CK0625 数控车床结构外形

实训台的总体布置如图 1 - 2 所示, 其组成部分有显示与控制模块、数控系统 ECU&DI/O 模块、主轴变频器模块、步进驱动模块、I/O 输入输出模块、802C 伺服模拟模块、电源输出模块, 如图 1 - 3 所示。

CK0625 数控车床的主要参数如下。

- | | |
|---------------------|--------------|
| (1) 床身上最大加工直径 | 250 mm |
| (2) 最大加工长度 | 350 mm |
| (3) X 、 Z 轴丝杠螺距 | 4 mm |
| (4) 快进速度 X 轴 | 1 000 mm/min |
| (5) 快进速度 Z 轴 | 2 000 mm/min |

(6) 主轴转速 (无级)

80 ~ 1 500 r/min

(7) 电动刀架工位

4 工位

(8) 主电机功率

750 W

(9) 主机外形

900 mm × 600 mm × 480 mm

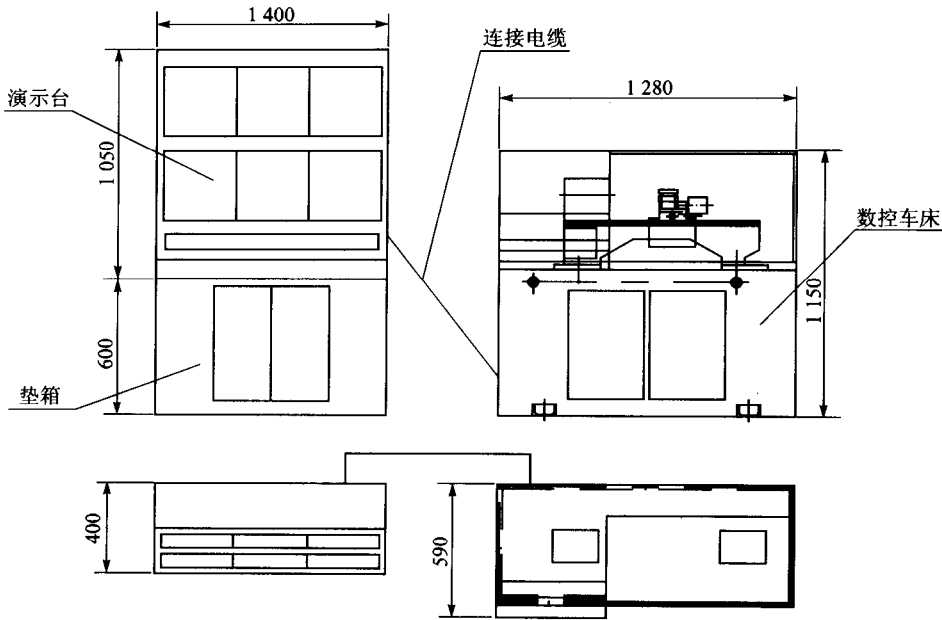


图 1-2 实训台总体布置图

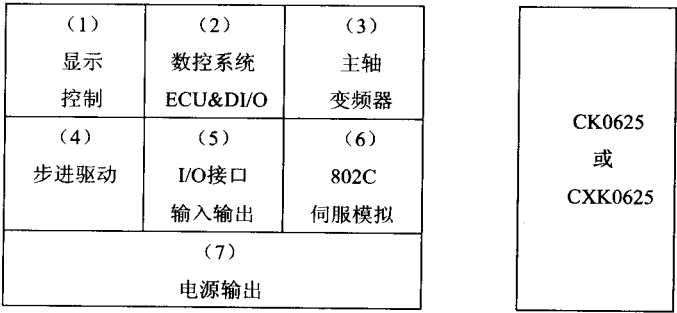


图 1-3 实训台的组成

1. 电源强电模块及电源输出模块

(1) 电源强电模块。

电源经接线端子 L、N、PE 接入，过漏电保护开关 (QF1) 后接入各电源回路中。在漏电保护开关后的线路中，装有 4 个空气开关 (QF2、QF3、QF4、QF5)、3 个接触器 (KM1、KM2、KM3)、1 个 DC24V/5A 开关电源、1 个 250W 变压器及 10A/1kV 硅整流。该实验装置使用单相交流 220V 电源进线，所有强电都安装在电控柜内。AC220V 单相电源通过漏电保护开关和接触器 KM1，供主轴变频器之用；AC220V 单相电源通过空气开关 QF3、接触器 KM1、变压器和整流滤波器转换成 DC60V 电源，供步进驱动器作电源用；AC220V 单相电源通过空气开关 QF4 经开关电源提供 DC24V，给系统供电用；AC220V 单相电源通过空气开关 QF5 和接触器 KM1、KM2、KM3，使刀架换位电机正转（换位）、反转（锁紧）。

(2) 电源输出模块。

电源输出模块在综合实验台的下方，如图 1-4 所示。

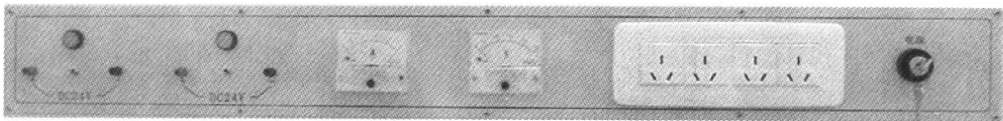


图 1-4 电源输出模块

① 当将外部电源总开关合上后，AC220V 电源进入实验台，电压表和电流表将有显示，并且电源插座上有电源输出，可提供一些设备的 AC220V 电源（如电脑、示波器等），插座的电源容量为 AC220V/6A。

② DI/O 接口模块演示板上的三组 DC24V 接线柱都没有提供电源，需由用户从电源输出模块左侧的两组 DC24V 接线柱上连接。每组 DC24V 都设有开关及电源输出指示灯，其内部直流开关电源容量为 DC24V/5A，数控系统需 3A，外部电源可提供 2A 容量供用户使用。图 1-5 为电源输出模块上的 DC24V 接线柱。

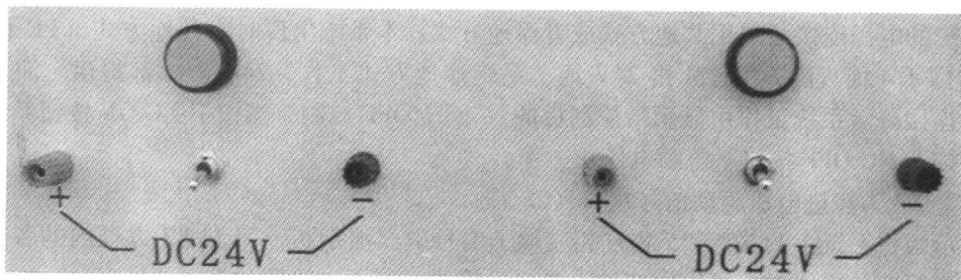


图 1-5 电源输出模块上的 DC24V 接线柱

③ 电源输出模块的右侧为一电源钥匙开关，其开关控制实验台的强电控制回路，只有开关打开实验台才能操作。

2. 802S 系统（ECU 和 DI/O）模块

为方便学习与维修，在实验系统演示板上，将 802S NC 单元中的步进电机驱动信号接口 X2、主轴控制输出信号接口 X3、主轴编码器输入信号接口 X4、电子手轮输入信号接口 X10 以及高速输入接口 X20 的相应端子引至演示板下方的 X2、X3、X4、X10、X20 方框内，此外在最下方还设置了故障区。

802S 系统模块主要包括操作面板（OP020）、机床控制面板（MCP）、NC 单元（ECU）、输入输出模块（DI/O），其中操作面板（OP020）和机床控制面板（MCP）安装在机床上（见图 1-6），NC 单元（ECU）和输入输出模块（DI/O）安装在演示板上（见图 1-7）。图 1-8 为 802S 系统模块的组成框图；图 1-9 为 ECU 模块及 DI/O 模块接口。



图 1-6 操作面板（OP020）和机床控制面板（MCP）在机床上的安装位置

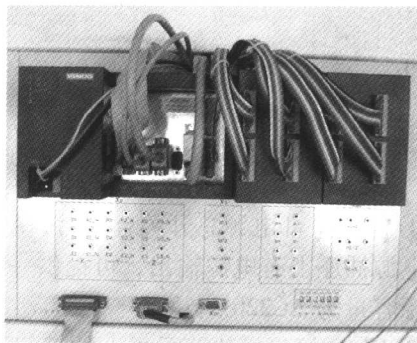


图 1-7 NC 单元（ECU）和输入输出模块（DI/O）在演示板上的安装位置

（1）X1 为数控系统工作电源。

系统的电源连接可采用共地方式或者浮地方式。本系统出厂时为共地方式（PE 和 M 端子短接）。L+ 接直流 24V，M 接 24V 地，系统浮地方式工作，24V 由外部提供。演示板上电源已连接好。系统工作由显示与控制板的 NC ON/OFF 控制，当按下 NC ON 按钮系统得电工作，按下 NC OFF 按钮系统断电停止工作。

（2）X2 为步进电机驱动信号接口（25 芯）。

演示板将系统上的 X2（25 芯）相应端子信号引至演示板左下方 X2 方框内的各接线插座上。进行安装接线时，可以由实验人员自己连线，接至进给驱动演示板。

在演示板上同时将系统上的 X2 端子信号引至演示板下方的 25 芯针插座上，可以用电缆直接连接至进给演示板上方的 25 芯针插座上，此时就不用再从面板上连线了。

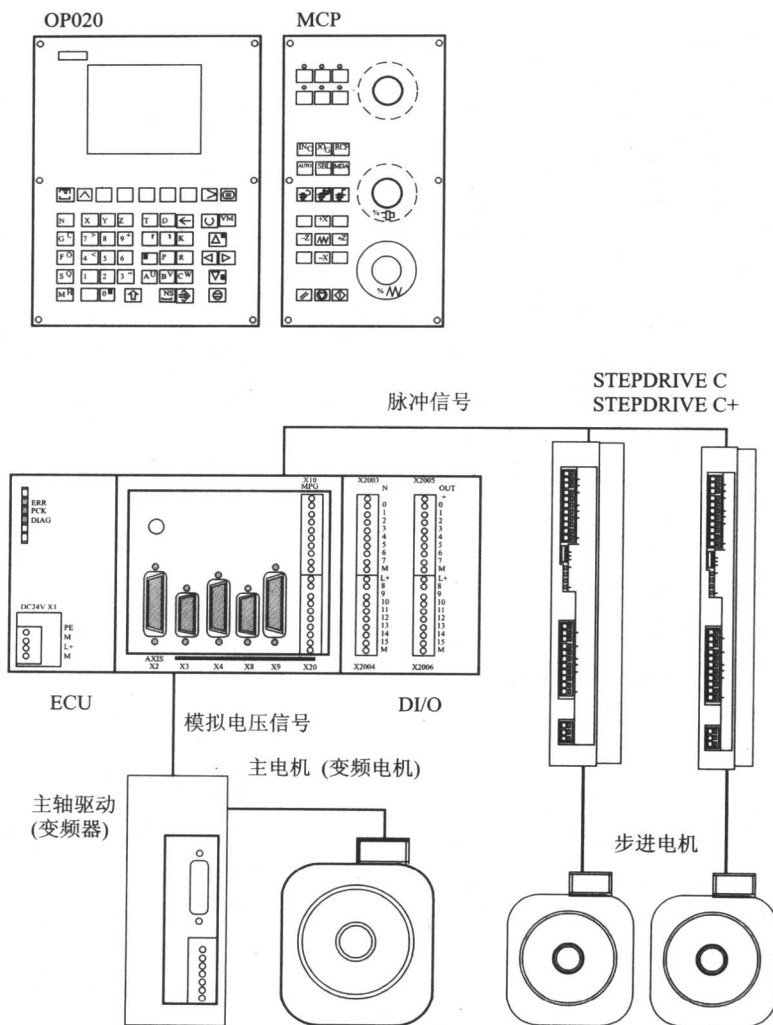


图 1-8 802S 系统模块组成框图

(3) X3 为模拟主轴控制输出 (9 芯)。

主轴使能后, 内部使能继电器触点闭合, 即使能 1.1 和使能 1.2 导通。

演示板将系统上的 X3 (9 芯针) 相应端子信号引至演示板下方 X3 方框内的 RF1、RF2、 $\pm 10V$ 、G 接线插座上。由学员将其与主轴模块演示板上相应接线座相连接。

(4) 来自主轴编码器的信号接入演示板下方的 15 芯针插座 X4 上, 经故障设置接至 X4 框中的相应检测端子, 再接入系统。

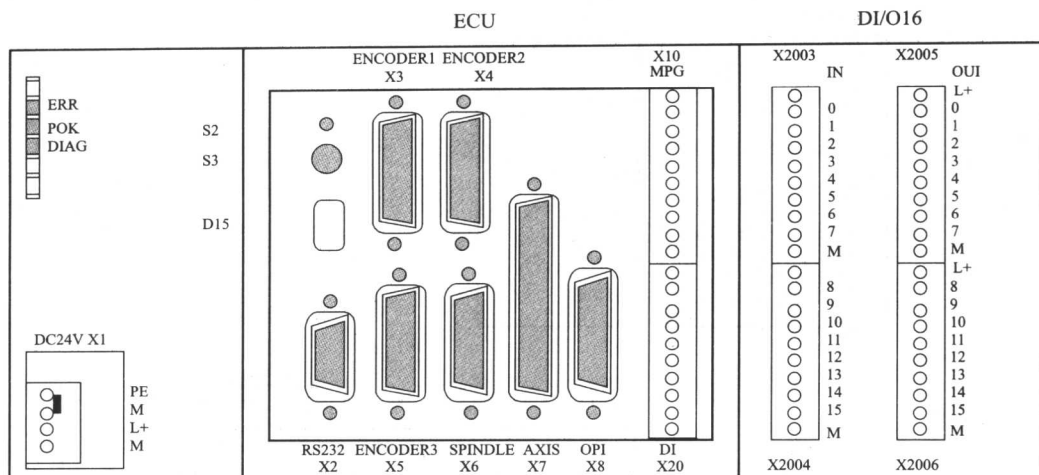


图 1-9 ECU 模块及 DI/O 模块接口

(5) X8 为 RS232 通讯接口。

需要强调的是，电缆两端插头的壳体必须通过屏蔽网相互连通，确保 PC 机与 ECU 共地；电缆与 ECU 或 PC 机的连接和断开必须在断电状态下进行。

(6) X9 为操作面板连接接口。

(7) X10 为电子手轮输入接口。

演示板将系统上的 X10 相应端子信号引至演示板下方 X10 方框内的信号接线插座上，由学员将电子手摇脉冲发生器（电子手轮）与模块演示板上相应接线座相连接。

(8) X20 为高速输入接口。

参考点脉冲来自接近开关（PNP 型），有效电平为 24V 直流。NC Ready 准备好后，内部使能继电器触点闭合，系统准备 1 和系统准备 2 导通。来自接近开关的参考点脉冲信号接入演示板上，它经故障设置接至 X20 框中的相应接线端子，再接入系统 X20。

(9) DI/O 输入/输出模块。

X2003 数字信号输入（I0.0 ~ I0.7）与 X2004 数字信号输入（I1.0 ~ I1.7）高电平：15 ~ 30 V 直流，耗电流：2 ~ 15 mA；低电平：-3 ~ 5 V 直流。X2005 数字信号输出（Q0.0 ~ Q0.7）和 X2006 数字信号输出（Q1.0 ~ Q1.7）高电平：24 V 直流，0.5 A；漏电流：<2 mA；同时系数：0.5。DI/O 模块接线原理如图 1-10 所示。

(10) 故障设置。

故障设置由拨码开关完成。拨码开关有 0 ~ 9 位，其中只有二位是正常状态，每个拨码开关是随机设定的，需查阅出厂时的拨码开关设置表。

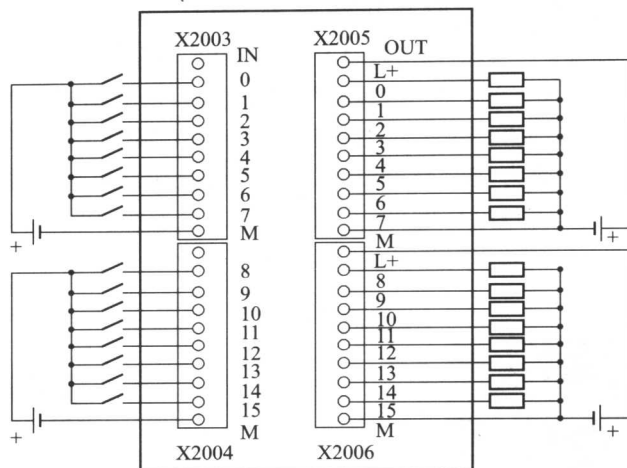


图 1-10 DL/O 模块接线原理

3. 主轴变频器模块

实训系统配备西门子 MM420 系列 0.75 kW 变频器，如图 1-11 所示。图中左边是 A 型结构、中间是 B 型结构、右边是 C 型结构，实验系统采用的是左边 A 型结构。

(1) MM420 变频器的性能特点。

① 调试简单。

② 模块化的结构，因而组态具有最大的灵活性。

③ 具有三个完全可编程的隔离的数字输入。

④ 具有一个可标定的模拟输入 (0 ~ 10V)，它也可以作为第 4 个数字输入来使用；一个可编程的模拟输出 (0 ~ 20 mA)；一个完全可编程的继电器输出 (30V，直流/5A，电阻负载或 250V，交流/2A，感性负载)。

⑤ 采用较高的开关频率时，电动机运行的噪声很小。

⑥ 具有完善的变频器和电动机保护功能。

(2) MM420 变频器的接线端子及接线方框图。

MM420 变频器的接线端子如图 1-12、1-13 所示。变频器电源接线位于变频器的左

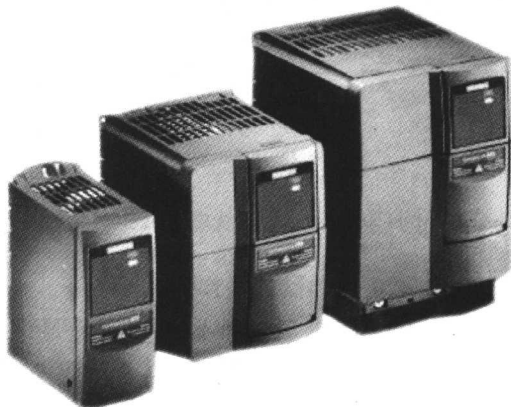


图 1-11 西门子 MM420 系列 0.75kW 变频器

下侧,单相交流电 AC220V 供电时接接线端子 L/L1、N/L2 及接地 PE,三相交流电 AC380V 供电时接接线端子 L/L1、N/L2、L3 及接地 PE。变频器至电机的接线端子位于变频器的右下侧,接线端子 U、V、W 及接地 PE 引线接三相电动机。当供电为单相交流电 AC220V 时,三相电机为 220V;当供电为三相交流电 AC380V 时,三相电机为 380V。注意,电源进线及电机接线均为交流高电压,请在接通电源之前或在通电工作中,确信变频器的盖子已经盖好,以防触电!此外,即使变频器没有处于运行状态,以上端子仍然可能带有危险电压。

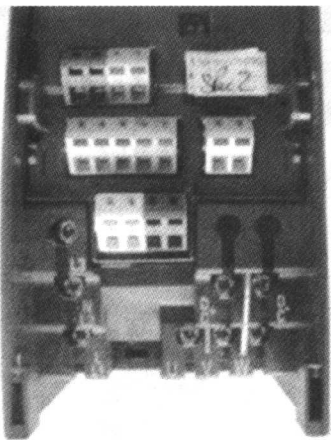


图 1-12 MM420 变频器的接线端子 (电气柜)

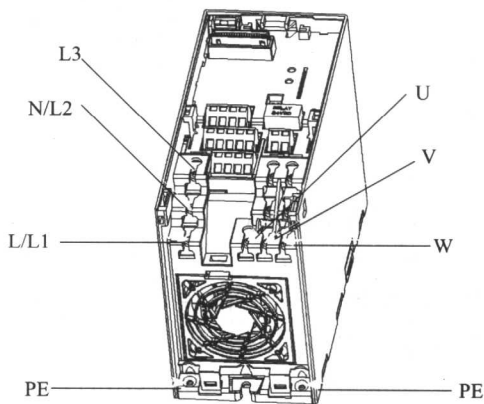


图 1-13 MM420 变频器的接线端子

(3) MM420 变频器的操作。

RS-SY-802S 实验系统采用西门子 MM420 变频器,并将各控制电路的控制端子引至演示板,其中控制端子 3、4、5、6 通过故障设置。

数控系统接到运行主轴指令时,从模拟输出口 X3 输出与之相对应的模拟电压至变频器的给定值输入端(3、4),并同时由 PLC 输出正反转信号至变频器的端子 5(正转)和端子 6(反转)。如此时变频器设置成外部控制方式,电机将按要求转动。

变频器的标准配置操作面板为状态显示板 SDP(标准件),在 SDP 面板上有两个 LED 指示灯,显示变频器的运行状态,如图 1-14 所示。

如果要访问变频器的各个参数,并能够对变频器进行参数设置,需选配基本操作面板 BOP(可选件),在 BOP 面板上有一液晶显示屏及八个操作按键,见图 1-15。