



数控机床维修高级应用人才培养规划教材

# 华中数控系统 调试与维护 (第2版)

HUAZHONG SHUKONG XITONG  
TIAOSHI YU WEIHU

主编 石秀敏      副主编 张晓光 蒋丽



国防工业出版社

National Defense Industry Press

数控机床维修高级应用人才培养规划教材

# 华中数控系统调试与维护

## (第2版)

主 编 石秀敏

副主编 张晓光 蒋丽

国防工业出版社

· 北京 ·

## 内 容 简 介

本书以项目驱动式模式展开,共讲述了11个项目,前10个项目属分项训练,内容包括华中数控系统认知、华中数控系统操作及编程、刀架与换刀系统控制及维护、华中数控系统急停与回参考点控制及维护、华中数控系统参数调整及在故障中的应用、华中数控系统主轴驱动系统调整与维护、华中数控系统步进驱动系统调整与维护、华中数控系统伺服驱动系统调整与维护、华中数控系统PLC配置与编程、华中数控系统位置精度测量与补偿,最后一个项目是综合性项目,即华中数控系统组装数控车床。

全书以项目为引导,辅以思考题,注重培养学生的主动性、自主思考能力,所有项目都是经过实际教学和培训不断完善的项目,实用性很强。

本书可作为机电一体化专业、数控编程与操作专业、数控机床故障诊断与维修相关专业的教材;也可作为各类数控培训班的培训教材;还可作为从事数控专业技术人员、维修与调整人员、数控机床维护人员的自学用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

华中数控系统调试与维护 / 石秀敏主编. —2版

—北京:国防工业出版社,2014.8

数控机床维修高级应用人才培养规划教材

ISBN 978-7-118-09481-7

I. ①华... II. ①石... III. ①数控机床—数字控制系统—调试方法—教材②数控机床—数字控制系统—维修—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第135254号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

涿中印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 16 $\frac{3}{4}$  字数 384 千字

2014年8月第2版第1次印刷 印数 1—3000册 定价 48.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

# 数控机床维修高级应用人才培养规划教材

## 编审委员会

**主任委员** 孟庆国(天津职业技术师范大学校长 教授)  
王先逵(清华大学教授 博导)  
徐小力(全国设备监测与诊断技术委员会主任 博导)

**副主任委员** 阎 兵 王金敏 章 青 邓三鹏

|            |     |                |
|------------|-----|----------------|
| <b>委 员</b> | 方 沂 | 天津职业技术师范大学     |
|            | 蒋 丽 | 天津职业技术师范大学     |
|            | 戴 怡 | 天津职业技术师范大学     |
|            | 刘朝华 | 天津职业技术师范大学     |
|            | 杨雪翠 | 天津职业技术师范大学     |
|            | 石秀敏 | 天津职业技术师范大学     |
|            | 李 康 | 天津职业技术师范大学附属技校 |
|            | 许宝杰 | 北京信息科技大学       |
|            | 宋春林 | 天津机电工艺学院       |
|            | 卜学军 | 天津机电工艺学院       |
|            | 何四平 | 天津职业大学         |
|            | 徐保国 | 天津现代职业技术学院     |
|            | 王少铁 | 天津中德职业技术学院     |

# 《华中数控系统调试与维护》(第2版)

## 编写委员会

主 编 石秀敏

副主编 张晓光 蒋 丽

参 编 李世文 李丽霞

## 序

2008年,我国连续第七年成为世界机床第一消费国、第一进口国、第三生产国,机床出口跃居世界第六。我国已成为机床消费和制造大国,机床行业产品门类齐全,为国民经济建设和国防建设提供了大量基础工艺装备,为我国企业装备现代化做出了重要贡献。在国民经济平稳快速增长的大背景下,我国机床行业将持续快速发展。

数控机床在制造领域的应用越来越普遍,数量也越来越多,已是机械制造业的主流装备。但是,由于数控系统的多样性、数控机床结构和机械加工工艺的复杂性,以及当前从事数控机床故障诊断与维修的技术人员非常短缺,数控机床一旦发生故障,维修难的问题就变得尤为突出,导致数控机床因得不到及时维修而开机率不足。要改变这种现状,一方面,要在引进国外数控系统的同时注意消化与吸收,在自主开发的基础上注重提高数控系统的稳定性与可靠性;另一方面,要加大力度培养从事数控机床故障诊断与维修的专业技术人员。

本书参编人员在数控机床故障诊断与维修高级应用人才的培养上进行了有益的探索,天津职业技术师范大学于2003年在国内首先建立“机械维修与检测技术教育”本科专业,并确定其培养方向为数控机床故障诊断与维修,秉承学校“动手动脑,全面发展”的办学理念,坚持机电融合,进行了多项教学改革,建成多功能实验、实训基地,并开展了对外培训和数控机床装调维修工的鉴定工作。该专业是国家级高等学校特色专业建设点,教学成果“创建机械维修与检测技术教育专业,培养高层次数控机床故障诊断与维修人才”获2009年天津市教学成果二等奖。

这套规划教材的特色是结合数控机床故障诊断与维修专业特点,坚持“理论先进,注重实践,操作性强,学以致用”的原则精选内容,依据在数控机床管理、维修、改造和培训方面的丰富经验编写而成。丛书中有些书已经出版,具有较高的质量,如《数控机床结构与维修》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,《数控机床编程与操作》已经发行6万余册,未出版的讲义在教学和培训中经过多轮的使用和修改,亦收到了很好的效果。

我们深信,这套丛书的出版发行和广泛使用,不仅有利于加强各兄弟院校在教学改革方面的交流与合作,而且对数控机床故障诊断与维修专业人才培养质量的提高也会起到积极的促进作用。

当然,由于数控机床现代技术发展非常迅速,编者编纂时间和掌握材料所限,丛书还需要在今后的改革实践中进一步检验、修改、锤炼和完善,殷切期望同行专家及读者们不吝赐教,多加指正和建议。

中国机械工程学会设备与维修工程分会副主任

全国设备监测与诊断技术学术委员会主任

中国设备管理协会安全生产技术委员会副主任

现代测控技术教育部重点实验室主任

北京理工大学博导

北京信息科技大学教授

2009年5月25日

徐小力



## 再版前言

本书主要以华中数控股份有限公司生产的世纪星系列数控系统为代表,对数控机床的操作、调试与维修维护等内容进行讲述。主要对《华中数控系统调试与维护》一书进行重新编撰、再版,同时将书中的许多内容进行校正。在内容和结构安排上都进行了比较大的删减和改动,将整个内容分成了11个项目,每个项目分成若干个任务进行逐层深入的展开。主要增加了刀架系统调试及维护、急停与回参考点控制及维护、螺距误差补偿技术等内容,对上一版中许多难度较大的理论知识进行了适当的调整,以增加可读性。在整体内容的编排形式上更加注重实用性和可操作性,引进项目驱动思想,通过课程的学习和实践,能更好地调动学生的主动性、积极性,很好地锻炼学生的实践动手能力和独立学习与设计的能力。

本书由天津职业技术师范大学石秀敏担任主编,天津职业技术师范大学张晓光、蒋丽担任副主编。石秀敏编写项目六、项目七、项目八,张晓光编写项目三、项目四、项目五,李世文编写项目二,蒋丽编写项目十一,李丽霞编写项目一、项目九、项目十。参与本书插图、实训开发工作的有刘朝华、孙宏昌、蒋永祥等。全书由石秀敏统稿。

在编写过程中,我们参阅了华中数控股份有限公司大量的文献、培训资料以及其他许多专家的教材、著作,并且得到了天津职业技术师范大学机械工程学院领导和老师的支持。在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,书中难免误漏,敬请广大读者批评指正。

编者

2014年4月



# 目 录

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 项目一 华中数控系统认知 .....             | 1   |
| 任务一 华中数控系统的组成 .....            | 1   |
| 任务二 华中数控系统电气调试 .....           | 7   |
| 项目二 华中数控系统操作及编程 .....          | 9   |
| 任务一 数控机床基本操作及操作面板的熟悉 .....     | 9   |
| 任务二 数控车简单零件加工 .....            | 21  |
| 任务三 数控加工中心简单零件加工 .....         | 37  |
| 任务四 数控机床的保养与维护 .....           | 43  |
| 项目三 刀架与换刀系统控制及维护 .....         | 48  |
| 任务一 立式四工位刀架机械机构认知及拆装 .....     | 48  |
| 任务二 数控车床刀架电气控制线路 .....         | 55  |
| 任务三 华中数控系统 PLC 有关刀架参数 .....    | 62  |
| 任务四 刀架的故障诊断与维修 .....           | 64  |
| 项目四 华中数控系统急停与回参考点控制及维护 .....   | 68  |
| 任务一 认知数控车床急停回路 .....           | 68  |
| 任务二 华中数控系统中有关急停回路的参数 .....     | 74  |
| 任务三 急停回路故障诊断和检测 .....          | 79  |
| 项目五 华中数控系统参数调整及在故障中的应用 .....   | 81  |
| 任务一 认知机床数控系统参数 .....           | 81  |
| 任务二 关于华中参数在数控车床中的应用 .....      | 87  |
| 项目六 华中数控系统主轴驱动系统调整与维护 .....    | 105 |
| 任务一 数控机床主轴变频器操作及调试 .....       | 106 |
| 任务二 数控机床主轴变频器的连接及智能端子的使用 ..... | 111 |
| 任务三 数控机床主轴变频器的参数配置 .....       | 118 |
| 任务四 数控机床主轴变频器的故障诊断与维护 .....    | 122 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 项目七 华中数控系统步进驱动系统调整与维护 .....    | 127 |
| 任务一 步进驱动系统的连接 .....            | 128 |
| 任务二 数控系统参数设置与步进驱动系统的性能测试 ..... | 134 |
| 任务三 步进驱动系统的故障诊断与维护 .....       | 141 |
| 项目八 华中数控系统伺服驱动系统调整与维护 .....    | 144 |
| 任务一 伺服驱动系统的连接与调试 .....         | 145 |
| 任务二 伺服驱动系统的参数配置 .....          | 158 |
| 任务三 伺服驱动系统的故障诊断与维护 .....       | 166 |
| 项目九 华中数控系统 PLC 配置与编程 .....     | 172 |
| 任务一 标准(PLC)的修改与调试 .....        | 172 |
| 任务二 华中数控系统 PLC 定义点修改及应用 .....  | 178 |
| 任务三 华中数控机床 PLC 程序编写 .....      | 185 |
| 项目十 华中数控系统位置精度测量与补偿 .....      | 194 |
| 项目十一 华中数控系统综合项目——组装数控车床 .....  | 204 |
| 任务一 电气柜设计 .....                | 205 |
| 任务二 电气图设计 .....                | 224 |
| 任务三 选线、配线技术 .....              | 233 |
| 任务四 数控车床安装与整机调试 .....          | 237 |
| 附录 1 磁粉制动器的电流与扭矩对应曲线 .....     | 251 |
| 附录 2 变频器参数说明 .....             | 252 |
| 参考文献 .....                     | 258 |

## 项目一 华中数控系统认知

### 【项目引入】

华中数控系统是国内为数不多的具有自主版权的高性能数控系统之一,它以通用的工业 PC 机(IPC)和 DOS、Windows 操作系统为基础,采用开放式的体系结构,使华中数控系统的可靠性和质量得到了保证。它适用于数控机床(如数控磨床、数控车床等),也能增加相应的软件模块后,匹配多坐标(2~5)数控镗铣床和加工中心以及特种加工机床(如激光加工机、线切割机)。

### 【项目内容】

- 任务一 华中数控系统的组成
- 任务二 华中数控系统电气调试

### 【教学目标】

1. 掌握数控车床工作原理。
2. 熟悉各个端口的定义。
3. 掌握数控机床的基本操作。
4. 熟悉数控机床刀架的日常保养和维护的方法。
5. 养成良好的劳动纪律观念与安全文明生产的意识。
6. 养成与他人团结协作的精神。

### 任务一 华中数控系统的组成

#### 【任务描述】

通过老师讲解数控机床原理和自己在机床上的基本操作,熟悉 HED-21TD 数控系统综合实验台构成,熟悉各个组成部件的接口的定义,读懂电气原理图,通过电气原理图独立进行数控系统各部件之间的连接。

#### 【需解决的问题】

1. 数控机床的组成。
2. 在华中世纪星 HNC-21 型数控机床上,操作面板后各个端口的定义。
3. 数控综合实验台所使用的数控系统型号是\_\_\_\_\_。该数控系统

可以驱动的伺服系统类型有\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。

4. 对照实物,找出数控系统的各个功能接口,并对其功能进行简单描述(表 1-1)。

表 1-1 数控系统各功能接口

| 接口代号        | 接口名称            | 接口功能说明 |
|-------------|-----------------|--------|
| XS1         | 电源接口            |        |
| XS2         | 外接 PC 键盘接口      |        |
| XS3         | 以太网接口           |        |
| XS4         | 软驱接口            |        |
| XS5         | RS-232 接口       |        |
| XS6         | 远程 I/O 板接口      |        |
| XS8         | 手持单元接口          |        |
| XS9         | 主轴控制接口          |        |
| XS10、XS11   | 输入开关量接口         |        |
| XS20、XS21   | 输出开关量接口         |        |
| XS30 ~ XS33 | 模拟、脉冲式进给轴控制接口   |        |
| XS40 ~ XS43 | HSV-11 型伺服轴控制接口 |        |

【任务实施】

一、华中数控机床的发展

华中数控系统是基于通用 PC 的数控装置,是武汉华中数控股份有限公司在国家“八五”、“九五”科技攻关的重大科技成果。华中数控系统发展为三大系列:世纪星系列、小博士系列、华中 I 型系列。而华中 I 型系列为高档高性能数控装置,所以为满足市场要求,又开发了世纪星系列、小博士系列高性能经济型数控装置。世纪星系列采用通用原装进口嵌入式工业 PC 机、彩色 LCD 液晶显示器、内置式 PLC,可与多种伺服驱动单元配套使用;小博士系列为外配通用 PC 机的经济型数控装置,具有开放性好、结构紧凑、集成度高、可靠性好、性能价格比高、操作维护方便的特点,华中世纪星数控系统如图 1-1 所示。

华中数控系统是我国为数不多的具有自主知识产权的高性能数控系统之一。它以通用的工业 PC 机(IPC)和 DOS、Windows 操作系统为基础,采用开放式的体系结构,使华中数控系统的可靠性和质量得到了保证。它适合多坐标(2~5)数控镗铣床和加工中心,在增加相应的软件模块后,也能适应于其他类型的数控机床(如数控磨床、数控车床等)以及特种加工机床(如激光加工机、线切割机)等。

二、华中数控装置的硬件基本结构

华中数控装置的硬件基本结构如图 1-2 所示。系统的硬件由工业 PC(IPC)、主轴驱动单元和交流伺服单元等几个部分组成,各组成部分介绍如下:

(1) 图 1-2 中的虚线框为一台 IPC 的基本配置,其中 ALL-IN-ONE CPU 卡的配置

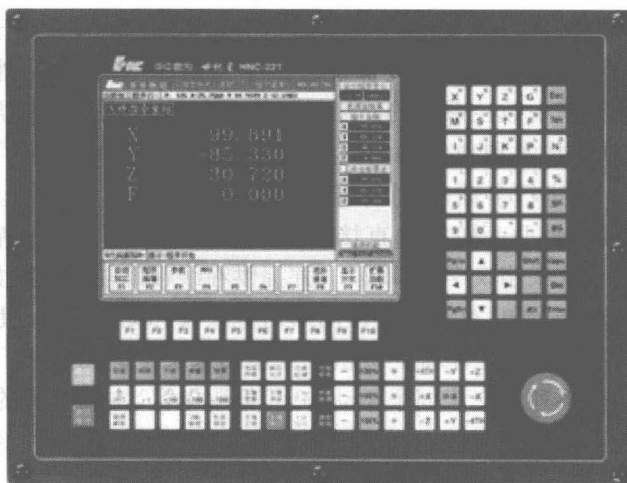


图 1-1 华中世纪星数控系统

是 CPU80386 以上、内存 2MB 以上、cache128KB 以上、软硬驱接口、键盘接口、二串一并通信接口、DMA 控制器、中断控制器和定时器；外存是包括软驱、硬驱和电子盘在内的存储器件。

(2) 系统总线是一块由四层印制电路板制成的无源母板。

(3) 图 1-2 中的单点画线部分是数控系统的操作面板,其中数控键盘通过 COM2 口直接写入标准键盘的缓冲区。

(4) 图 1-2 中的“定制功能接口”表示可根据用户特殊要求而定制的功能模块。

(5) 位置单元接口根据伺服单元的不同而有不同的具体实施方案；当伺服单元为数字交流伺服单元时,位置单元接口可采用标准 RS-232C 串口；当伺服单元为模拟式交/直流伺服单元时,位置单元接口采用位置环板；当用步进电机为驱动元件时(教学数控机床),位置单元接口采用多功能数控接口板。

(6) 光隔 I/O 板主要处理控制面板上以及机床测量的开关量信号。

(7) 多功能板主要处理主轴单元的模拟或数字控制信号,并回收来自主轴编码器、手摇脉冲发生器的脉冲信号。

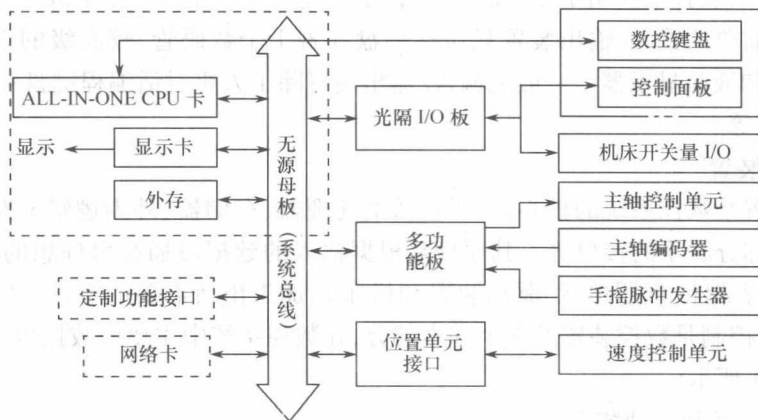


图 1-2 单机或主从结构的 CNC 装置硬件结构

华中数控的技术特点是基于通用工业微机的开放式体系结构,由于采用工业微机作为硬件平台,使得系统硬件可靠性得到保证。由于与通用微机兼容,能充分利用 PC 软、硬件的丰富资源,使得华中数控系统的使用、维护、升级和二次开发非常方便。华中系统提供了先进的控制软件技术和独创的曲面插补算法,用单 CPU 实现了国外多 CPU 结构的高档系统的功能。可进行多轴多通道控制,其联动轴数可达到 9 轴。国际首创的多轴曲面插补技术能完成多轴曲面轮廓的直接插补控制,可实现高速、高精和高效的曲面加工。此外,华中数控系统采用汉字菜单操作,并提供在线帮助功能和良好的用户界面。系统提供宏程序功能,具有形象、直观的三维图形仿真校验和动态跟踪,使用操作十分方便。作为一个完整的数控系统,华中系统还提供了完整的系统配套功能,除了自主研发的各类数控系统外,还具有全系列的交流伺服驱动单元、伺服电机、主轴电机的生产与研发能力。综上所述,华中数控系统具有高性能、低价位、易使用、高质量、多品种、易开发的特点。

## 【相关知识】

### 一、华中数控机床组成机构

数控系统的基本组成结构如图 1-3 所示。

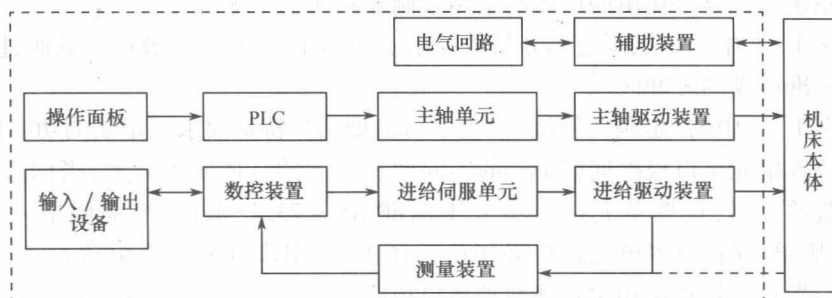


图 1-3 华中数控系统组成结构

#### 1. 输入/输出装置

输入/输出装置主要用于零件加工程序的编制、存储、打印和显示或是机床加工信息的显示等。简单的输入/输出装置只包括键盘和若干个数码管,较高级的系统一般配有 CRT 显示器和液晶显示器。一般的输入/输出装置除了人机对话编程键盘和 CRT 显示器外,还有磁盘等。

#### 2. 数控装置

数控装置是数控系统的核心,主要包括微处理器、存储器、外围逻辑电路及与数控系统其他组成部分联系的接口等。其原理是根据输入的数据段插补出理想的运动轨迹,然后输出到执行部件(伺服单元、驱动装置和机床),加工出所需要的零件。因此,输入、轨迹插补、位置控制是数控装置的三个基本部分,在数控系统中主要由数控板来完成硬件功能,如图 1-4 所示。

#### 3. 伺服单元和驱动装置

伺服单元接收来自数控装置的进给指令,经变换和放大后通过驱动装置转变成机床

工作台的位移和速度。因此伺服单元是数控装置和机床本体的联系环节,它把来自数控装置的微弱指令信号放大成控制驱动装置的大功率信号。根据接收指令的不同,伺服单元有脉冲式和模拟式之分,而模拟式伺服单元按电源种类又分为直流伺服单元和交流伺服单元。

驱动装置把放大的指令信号变成机械运动,通过机械连接部件驱动机床工作台,使工作台精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动,最后加工出符合图纸要求的零件。华中伺服单元如图 1-5 所示。将电源模块和驱动模块集成为一体,具有结构小巧、使用方便、可靠性高等特点。HSV-16 采用最新运动控制专用数字信号处理器(DSP)、大规模现场可编程逻辑阵列(FPGA)和智能化功率块(IPM)等当今最新技术设计。它可以通过修改伺服驱动单元参数对伺服驱动系统的工作方式、内部参数进行设置,以适应不同应用环境的要求。HSV-16 伺服驱动单元的最高转速可设置为 3000r/min,最低转速为 0.5r/min;调速比为 1:6000。HSV-16D 全数字交流伺服电机驱动单元拥有以下四种控制方式:

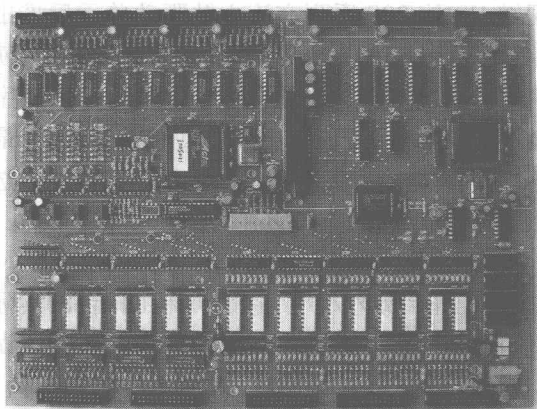


图 1-4 华中数控系统板

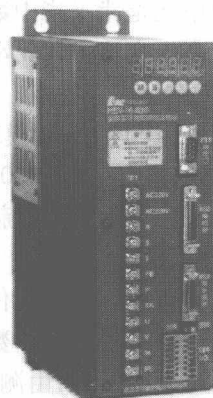


图 1-5 HSV-16D 全数字交流  
伺服驱动单元

(1) 位置控制方式(脉冲量接口):HSV-16 系列伺服驱动单元可以通过内部参数设置接收三种形式的脉冲指令(正交脉冲;脉冲+方向;正、负脉冲)。

(2) 速度控制方式(模拟量接口):HSV-16 系列伺服驱动单元可以通过内部参数设置为速度控制方式,接收幅值不超过 10V 的(如 -10 ~ +10V)模拟量。

(3) JOG 控制方式:此种方式是 HSV-16 系列伺服驱动单元通过按键(而无需外部指令)操作使驱动单元驱动电机运动,给用户提供的测试伺服驱动系统安装、连接是否正确的运行方式。

(4) 内部速度控制方式:HSV-16 系列伺服驱动单元在内部速度控制的方式下,可根据伺服驱动单元内部设定的速度运行。

#### 4. 可编程控制器

可编程控制器(Programmable Controller, PC)是一种以微处理器为基础的通用型自动控制装置,专为工业环境下应用而设计。由于最初研究这种装置的目的是为了解决生产设备的逻辑及开关量控制,故也称为可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)。当 PLC 用于控制机床顺序动作时,也可称为可编程机床控制器(Programmable Machine Controller, PMC)。



PLC 主要完成与逻辑运算有关的一些动作,没有轨迹上的具体要求,它接收数控装置的控制代码 M(辅助功能)、S(主轴转速)、T(选刀、换刀)等顺序动作信息,对其进行译码,转换成对应的控制信号,控制辅助装置完成机床相应的开关动作,如工件的装夹、刀具的更换、冷却液的开关等一些辅助动作;它还接收机床操作面板的指令,一方面直接控制机床动作,另一方面将指令送往数控装置用于加工过程的控制。华中数控系统使用的是嵌入在数控系统内部的内嵌式 PLC,也称 PMC。

## 5. 主轴驱动系统

主轴驱动系统和进给伺服驱动系统有很大的差别,主轴驱动系统主要是回转运动。现代数控机床对主轴驱动系统提出了更高的要求,这包括有很高的主轴转速和很宽的无级调速范围等,为满足上述要求,现在绝大多数数控机床均采用鼠笼式感应交流异步电动机配矢量变换变频调速的主轴驱动系统,驱动器如图 1-6 所示。HSV-18S 全数字交流主轴驱动单元是武汉华中数控股份有限公司继 HSV-20S 系列交流主轴驱动单元后推出的新一代高压交流主轴驱动产品。该驱动单元采用 AC380V 电源输入,具有结构紧凑、使用方便、可靠性高等特点。HSV-18S 全数字交流主轴驱动单元采用专用运动控制数字信号处理器(DSP)、大规模现场可编程逻辑阵列(FPGA)和智能化功率模块(IPM)等当今最新技术设计,具有 025A、050A、075A 多种规格,具有很宽的功率选择范围。可以根据要求选配不同规格驱动单元和交流伺服主轴电机,形成高可靠、高性能的交流伺服主轴驱动系统。

## 6. 测量装置

测量装置也称反馈元件,通常安装在机床的工作台或丝杠上,它把机床工作台的实际位移转变成电信号反馈给数控装置,与指令值比较产生误差信号以控制机床向消除该误差的方向移动。此外,由测量装置和数显环节构成数显装置,可以在线显示机床坐标值,可以大大提高工作效率和工件的加工精度。常见测量装置有光电编码器、光栅尺、旋转变压器等。华中数控系统可以与以上介绍的多种检测元件进行配合使用。

# 二、华中数控系统的端口定义

下面以华中 HNC-21TD 数控系统为例说明整个数控与其他装置、单元连接的基本连线,如图 1-7 所示。

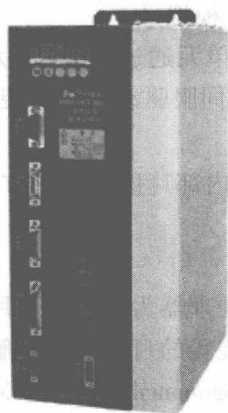


图 1-6 HSV-18S 全数字交流  
伺服主轴驱动单元

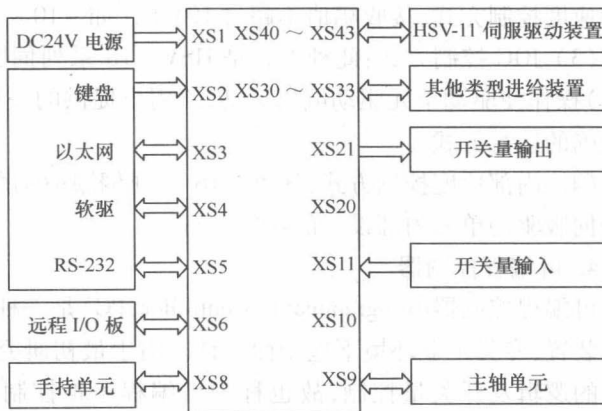


图 1-7 系统连接框图

## 任务二 华中数控系统电气调试

### 【任务描述】

通过学生们亲自操作机床进行启动机床和断电、回零操作,换刀操作,移动 X、Z 轴,熟悉华中数控车床系统的启动、停止及面板操作步骤,了解数控系统原理。

### 【需解决的问题】

1. 四个空气开关分别控制什么?
2. 在数控车床中急停按钮的作用是什么?
3. 对照实验台,指出输入输出装置中的输入端子板和输出继电器板有\_\_\_\_位开关量输入端子,找出输出继电器板,每块输出继电器板集成\_\_\_\_个单刀单投的继电器和\_\_\_\_个双刀双投的继电器。继电器 KA1 ~ KA8 由系统的输出信号\_\_\_\_分别进行控制。

继电器 KA9 有\_\_\_\_个常开触点、\_\_\_\_个常闭触点。

对照实验台实物,分别指出下面各个部件,并对其功能和作用进行简单的描述(表 1-2)。

表 1-2 华中数控系统各部件的功能

| 名称     | 型号 | 功能描述 |
|--------|----|------|
| 变频器    |    |      |
| 伺服驱动   |    |      |
| 步进驱动   |    |      |
| 光栅尺    |    |      |
| 脉冲编码器  |    |      |
| 断路器    |    |      |
| 接触器    |    |      |
| 继电器    |    |      |
| 行程开关   |    |      |
| 变压器    |    |      |
| 直流稳压电源 |    |      |
| 工作台    |    |      |
| 电动刀架   |    |      |
| 磁粉制动器  |    |      |

### 【任务实施】

#### 一、通电

- (1) 在按下急停按钮,断开系统中所有空气开关之后,接通 380V 电源线。