



工业和信息化部职业教育指导委员会“十二五”规划教材

SHUKONGJICHUANGDEDIANQIWEIHUYUJIANCHA

数控机床的电气维护与检查



陈亭志 孙海亮 主 编

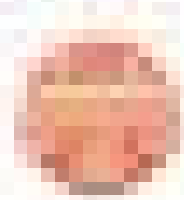
余 敏 副主编



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



中国机械工程学会机床数控分会 中国机械工业教育协会 数控机床专业委员会 推荐教材

数控机床电气控制与PLC应用案例教程 第2版

数控机床的电气控制与PLC应用案例教程



第2版

机械工业出版社

数控机床电气控制与PLC应用案例教程

工业和信息产业职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材

数控机床的电气维护与检查

陈亭志 孙海亮 主编
余 敏 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

编写本书的指导思想是使读者通过学习,掌握机床电气控制常用的低压电气元器件结构、原理;掌握基本电路的控制原理;学会典型数控机床的电路分析方法;具备分析控制电路图的能力;掌握华中数控系统的功能和接口;掌握系统参数对数控机床的影响;熟练运用电气原理图、元器件布置图、端子排图进行机床电气控制的安装、调试、维修。在生产性实习中,养成良好的职业素养,提高运用知识解决问题和分析问题的能力。

全书共分三个情境项目,内容包括:数控机床的电气结构和功能、华中数控车床的电气控制与安装调试、华中数控车床的参数和 PLC 修改。

本书可供高等职业技术学院、中等专业学校的数控、机电一体化、机制及其他相关专业使用,可作为数控机床电气故障排查的实训教材,或是数控系统的实训教材,可以根据实训时间的长短(两周或四周)灵活选用教材内容是前两个情境或是全部情境,使用面广,内容丰富。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床的电气维护与检查/陈亭志,孙海亮主编. —北京:电子工业出版社,2011.10

工业和信息化部职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材

ISBN 978-7-121-14635-0

I. ①数… II. ①陈…②孙… III. ①数控机床—电气设备—维修—高等教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 190526 号

责任编辑:郭乃明 特约编辑:范 丽

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司
装 订:

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:787×1 092 1/16 印张:20 字数:508 千字

印 次:2011 年 10 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:33.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

近年来,随着数控技术的不断发展,数控机床的应用范围越来越广,数控机床的维修、维护人员越来越紧缺,掌握一定的数控机床电气控制方面知识,对机床的维修及操作都有益处。数控机床电气控制是继电器—接触器控制、可编程序控制器控制、数控系统控制、伺服控制、传感器控制的综合应用。它包含的内容广,其知识和技术随数控技术的发展而需不断地更新。

数控系统是数控技术的基础和核心内容,本书根据高等职业技术学院教学实际,按照示范性专业建设方案要求,以工学结合课程教学模式来编写。本书主要以华中数控系统为载体,比较全面、系统地讲解了数控系统的基本组成,重点讲解了数控机床的电气连接和故障排查。通过对华中数控试验台的学习,能够提高学生的动手能力和分析解决问题的能力,使学生掌握数控机床系统控制原理、电气设计方法、元器件的选择、机床电气安装与调试、故障诊断与维修、机床 PLC 控制等多项实验内容,达到工业生产现场实习效果。在结构安排方面,以故障排除为主线,将复杂的数控系统知识分解成三个情境十二个单元,在单元的教学安排上又分为 5 个部分:资讯、计划、实施、实验报告和自我总结。资讯是完成该情境学习应具备的基础知识;计划列出该情境学习应达到的知识点和技能点,让学生有目的地进行学习;实施是教师引导学生学习的过程,包括重点知识的讲解、试验的设置、故障的演示、疑问的解决等;实验报告是教师针对本情境的重点、难点精心设计的问题,也是数控系统常见故障的提炼和总结,让学生通过这些问题的解决巩固本情境的重点知识;自我总结是通过学生之间的交流和自我消化进一步加强重点知识的理解,将理论知识转换为自己的技能知识。

本书由武汉职业技术学院的陈亭志编写学习情境一和学习情境二,华中数控股份有限公司的孙海亮编写学习情境三,中船重工 709 研究所的余敏编写附录,全书由陈亭志统稿。

由于作者水平有限,在编写的过程中难免存在一定的不足,望各位读者在阅读过程中提出宝贵的意见,指正本书存在的不足。

编者

2011 年 3 月

目 录

学习情境一 数控机床的电气结构和功能	1
情境学习总述	1
单元一 数控机床电气控制基础及其维护的基本方法	4
单元二 华中数控系统特点及其接口功能解读	31
单元三 华中数控系统接口应用及数控机床电气结构解析	42
单元四 典型数控机床电气结构和组成识读	66
学习情境二 华中数控车床的电气控制与安装调试	74
情境学习总述	74
单元一 急停与超程解除电路的电气控制与安装调试	77
单元二 刀架电动机控制线路的电气控制与安装调试	89
单元三 步进电动机控制线路的电气控制与安装调试	110
单元四 交流伺服电动机控制线路的电气控制与安装调试	126
单元五 主轴电动机的变频电气控制与安装调试	142
学习情境三 华中数控车床的参数和 PLC 修改	165
情境学习总述	165
单元一 数控系统的参数查看及修改	167
单元二 数控车床标准 PLC 的查看和修改	191
单元三 数控车床简单功能程序的编译与编写	204
附录 A 课业工作页	218
附录 B 数控综合试验台原理图	248
附录 C CJK6032 数控车床电气原理图	259
附录 D ZJK7532 数控铣床电气原理图	274
附录 E 常用 DOS 命令简介	290
附录 F 华中世纪星系统文件说明	292
附录 G 三洋交流驱动器 (Q 系列) 参数说明	294
附录 H 伺服单元的端子说明	301
附录 I 日立变频器端子排的定义及说明	302
附录 J 变频器常见功能参数	303
附录 K 标准铣床 PLC 输入/输出开关量的定义	306
附录 L 梯形图 F 和 G 寄存器说明	309
参考文献	312



学习情境一 数控机床的电气结构和功能

情境学习总述

一、本情境学习目标与任务单元组成

建议学时	30	开课学期	4
学习目标： 熟悉数控机床的电气组成结构； 了解常用的电工仪器仪表工具的使用； 初步认识在数控机床上常用电气元件； 初步了解工厂用电基本常识； 了解数控技术的发展历程及发展方向； 了解数控机床常用的检测元件类型，掌握开环、半闭环和全闭环进给系统的特点和区别； 掌握数控系统的接口类型和作用； 能够灵活应用数控系统的各类接口； 掌握数控系统、PLC 接口和机床侧信号三者之间的关系，理解输入/输出接口板的作用		掌握华中数控系统 PLC 地址的分配方法，以及如何查看 PLC 信号是否到达 CNC 系统； 了解数控机床上常用的电气元件的文字符号和电气符号，为以后的识图打下基础； 了解数控机床上常用的电动机类型和铭牌数据的含义； 了解数控机床上常用的驱动器功能，学会上网查阅这些驱动器的说明书，试着理解其用法； 掌握数控机床电源模块电路的分析方法； 能够独立分析实际机床的电气结构，正确画出机床电气元件位置分布图； 了解数控机床配套资料的种类并能正确查看和使用这些资料	
学习内容： 数控机床的技术规格参数； 数控系统接口的含义和应用； 数控机床电气柜元件的布局方法； 数控机床常用元器件的图形和文字符号； 常用电工仪器仪表的功能和使用方法； 机床电气维修常用工具的正确使用； 数控机床配套各类说明书的正确使用； 数控机床 PLC 模块的作用； 数控机床 PLC 输入输出接口电路的设计； 数控机床常用各种电动机的型号和铭牌参数含义； 数控机床的组成结构及其各部分功能		数控系统串行接口、脉冲接口和模拟接口的区别，及各自的应用实例； 华中数控系统 PLC 地址的分配和查看方法； 数控机床开环、半闭环、全闭环进给系统的特点和差异； 数控机床电源模块的电路分析； CJK6032 型数控车床的电气结构和组成； ZJK7352 型数控铣床的电气结构和组成； 绘制 CJK6032 型数控车床电气柜元件布置图； 绘制 ZJK7352 型数控铣床电气柜元件布置图； 工作现场电器元器件的记录； 熟悉数控机床维护的基本内容	
企业工作情境描述： 了解数控机床的电气结构和功能是数控机床电气调试和维护人员必须掌握的基础知识，无论什么复杂的机床电气基本都是由电源模块、各个电动机模块及 PLC 模块组成。在这一单元里主要学习机床电气维修时应关注的切入点，让学生掌握如何去学习。另外，要掌握电气维修用到的仪器仪表和工具的使用方法，认识数控机床常用元器件的电气符号、文字符号和外形，为后续的电气图的理解和动手检查电路打下坚实的基础！另外还要了解数控机床维护的基本内容，在实际工作中养成良好习惯，将故障防患于未然			
使用工具： 电工工具：试电笔、尖嘴钳、电烙铁、斜口钳、剥线钳、压线钳、各种规格的一字形和十字形螺丝刀、电工刀、校验灯、手电钻、各种尺寸的内六角扳手等。 仪表：数字万用表、兆欧表、数字转速表、示波器、相序表、常用的长度测量工具等。 器材：各种规格电线和紧固件、针形和叉形轧头、金属软管、号码管、线套等。 化学用品：松香、纯酒精、润滑油等			



续表

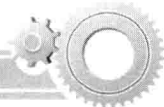
建议学时	30	开课学期	4
教学资源： 教材、教学课件、动画视频文件、PPT 演示文档、各类手册、各种电气元件等； 数控原理实训室、机电一体化实训室，电动机控制实训室，数控加工实训室			
教学方法： 考察调研、讲授与演示、引导文及讨论、角色扮演、传帮带现场学练做、展示与讲评等			
考核与评价： 技能考核：1. 技术水平 2. 操作规程 3. 操作过程及结果 方法能力考核：1. 制订计划 2. 实训报告 职业素养：根据工作过程情况综合评价团队合作精神：根据团队成员的平均成绩 总成绩比例分配：项目功能评价 40%，工作单 20%，期末 40%			

二、本情境的教学设计和组织

情境 1	数控机床的电气结构和功能		
重点	华中数控系统接口的功能和应用； 以华中数控车床试验台为载体分析数控机床电气的结构和组成； 认识数控机床常用的电气元件，包括外形、电气符号和文字符号； 熟练使用各种电工工具和仪器仪表		
难点	数控系统、PLC 接口和机床侧信号三者之间的关系； 数控机床 PLC 输入/输出接口电路的设计； 独立分析 CJK6032 型数控车床的电气结构和组成； 独立分析 ZJK7352 型数控铣床的电气结构和组成； 正确绘制 CJK6032 型数控车床电气柜元件布置图； 正确绘制 ZJK7352 型数控铣床电气柜元件布置图		
学习任务单元			
单元一	单元二	单元三	单元四
数控机床电气控制基础及其维护的基本方法	华中数控系统特点及其接口功能解读	华中数控系统接口应用及数控机床电气结构解析	典型数控机床电气结构和组成识读

三、基于工作过程的教学设计和组织

学习情境	情境 1 数控机床的电气结构和功能		
学习目标	通过本学习情境的学习，要求达到以下目标： 掌握华中数控系统接口的功能和应用；认识数控机床常用的电气元件，包括外形、电气符号和文字符号；具备以华中数控车床试验台为载体分析数控机床电气的结构和组成的能力；具备独立分析 CJK6032 型数控车床和 ZJK7352 型数控铣床的电气结构和组成的能力；具备正确绘制 CJK6032 型数控车床和 ZJK7352 型数控铣床电气柜元件布置图的能力		
教学方法	采用以工作过程为导向的六步教学法，融“教、学、做”为一体		
教学手段	多媒体辅助教学，分组讨论，现场教学、角色扮演等		
教学实施	工作过程	工作内容	教学组织
	资讯	学生获取任务要求；获取与任务相关联的知识：数控系统接口的功能和应用、常用电气控制元件的使用、电动机的种类和铭牌数据等	教师采用多媒体教学手段，向学生介绍情境的任务和关联的基础知识，并为学生提供获取资讯的一些方法



续表

	工作过程	工作内容	教学组织
教学实施	计划/决策	根据每个单元列出的引导性问题,提出实施计划方案,并与教师讨论,确定实施方案	学生分组讨论形成初步方案,教师听取学生的实施计划安排,审核实施计划,并根据其计划安排,制定进度检查计划
	实施	根据已确定的方案,认真查看数控机床电气柜,并记录其使用的电气元件和各种电动机型号等,完成课业文本页设计的各项试验	组织学生领取相关的工具、导线、仪表等,指导学生在实训室进行机床电气柜的查看,及时解答学生疑问,正确完成各项试验
	检查	学生通过自查互查,理解数控机床的电气结构组成,教师再做系统功能和规范检查	组织学生认真查看电路,考查学生对常用元器件功能的理解,并考察其安全意识和质量意识,做好记录
	评价	完成课业文本页各项练习和试验后,写出实训报告,并进行项目功能和规范的评价	根据学生完成的实训报告,并结合其所完成任务的技术要求和规范,以及在工作过程中的表现进行综合评价

四、课业学习及工作页的内容组成与要求

本情境学习过程中的学生工作页是以工作学习小结的形式,独立成册(见本教材附册)。课业学习及工作页的内容与要求如下:

- ① 在各单元学习的同时寻求本情境各任务单元给定的引导性问题的答案。
- ② 按给定的课业工作页要求,整理编写本课业的工作学习小结。

课业工作页主要包括以下内容:

- ① 绘制电气控制原理图,并分析电路的控制过程。
- ② 根据原理图分析电气元件的功能。包括电气元件的文字符号、电气符号、代号和规格、数量等。
- ③ 绘制电气元件布置图。
- ④ 绘制电气元件接线图。
- ⑤ 线路的安装与调试。
- ⑥ 线路故障的排查。
- ⑦ 学习感受及疑难问题等。



单元一 数控机床电气控制基础及其维护的基本方法

► 一、学习任务

1. 通过讲授,了解本课程的性质和作用,对课程的定位有比较清晰的认识。
2. 通过观看教学设计与组织表,了解本课程的教学模式和教学方法。
3. 通过演示,掌握本课程将要用到的电工仪器、仪表和工具的使用。
4. 通过现场考察,初步了解数控机床的电气组成和功能。
5. 通过现场调研,了解数控机床维护的基本常识和方法。

► 二、学习目标

1. 知道数控机床的基本组成、系统型号及技术指标。
2. 知道数控机床零件加工的过程和步骤。
3. 知道数控机床的面板操作和显示屏各区域的功能。
4. 初步知道数控机床的电气组成结构。
5. 初步知道数控机床用到的检测元件,知道开环和闭环的区别。
6. 知道常用的电工仪器、仪表和工具的使用。
7. 初步认识数控机床上常用电气元件。
8. 熟悉数控机床维护的基本内容。

► 三、着重关注的引导性问题

1. 车间现场的数控车床有哪些型号?涉及哪些数控系统型号?记录其规格及技术指标。
2. 数控系统的发展经历了哪些阶段?每个阶段的特点是什么?
3. 数控加工过程中数据转换有哪两类?分别用什么代码表示。
4. 举例说明数控机床维修的各种资料,了解每种资料的功能。
5. 数控机床由哪六大部分组成?简述各部分的功能。
6. 检测元件在数控机床上的作用是什么,说说你知道的常用检测元件。
7. 简叙什么是 FMS 和 CIMS,并谈谈未来数控技术的发展方向。
8. 比较经济型、普及型和高档型数控机床的差异。
9. 打开某一数控机床电气柜,指出不少于 3 种的电气元件名称。
10. 列举三种电工仪器、仪表和工具,并演示其使用方法。
11. 了解数控机床维护的基本内容,并以加工中心为例介绍维护的具体事项。

► 四、任务学习知识基础

进入本单元学习之前,要求学习者应具有一定的电工电子基础知识,具有数字电路知识基础和计算机技术基础,具有普通车床电气连接的经验,熟知数控零件编程与操作,勤于思



考，能在阅读下述基础知识时善于发现及归纳问题，并敢于提出自己的见解。

(一) 数控加工原理与特点

采用数控机床加工零件时，只需要将零件图形和工艺参数、加工步骤等以数字信息的形式，编成程序代码输入到机床控制系统中，经过数控系统的处理、运算，按各坐标轴的分量送到各轴的驱动电路，经过转换、放大进行伺服电动机的驱动，带动各轴运行，并进行反馈控制，使刀具与工具及其他辅助装置严格地按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数有条不紊地工作，从而加工出零件的全部轮廓。当更换加工对象时，只需要重新编写程序代码，输入给机床，即可由数控装置代替人的大脑和双手的大部分功能，控制加工的全过程，制造出任意复杂的零件。数控加工原理图如图 1-1 所示：

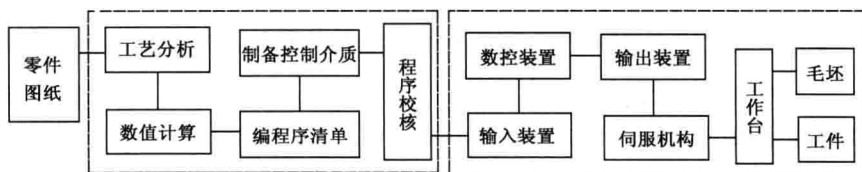


图 1-1 数控加工原理图

数控程序输入数控系统后，数控系统会对程序进行编译，输出两类数据，一类是零件的加工轨迹路线数据，也就是进给轴的电动机控制，程序里的 G 代码；另一类是开关量数据，通过 PLC 控制机床电气上的各类开关量的开启和关闭，程序里的 M 代码，数控加工数据转换的过程如图 1-2 所示：

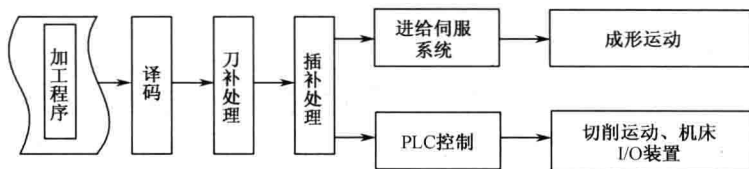


图 1-2 数控加工数据转换的过程图

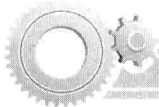
(二) 数控机床维修的各种技术资料

技术资料是维修的指南，它在维修工作中起着至关重要的作用，借助于技术资料可以大大提高维修工作的工作效率与维修的准确性。对于重大的数控机床故障维修，在理想状态下，应具备以下技术资料。

1. 数控机床使用说明书

它是由机床生产厂家编制并随机床提供的随机资料。机床使用说明书通常包括以下与维修有关的内容。

- ① 机床的操作过程和步骤。
- ② 机床主要机械传动系统及主要部件的结构原理示意图。
- ③ 机床的液压、气动、润滑系统图。



- ④ 机床安装和调整的方法与步骤。
- ⑤ 机床电气控制原理图。
- ⑥ 机床使用的特殊功能及其说明等。

2. 数控系统的操作、编程说明书（或使用手册）

它是由数控系统生产厂家编制的数控系统使用手册，通常包括以下内容。

- ① 数控系统的面板说明。
- ② 数控系统的具体操作步骤（包括手动自动、试运行等方式的操作步骤，以及程序、参数等的输入、编辑、设置和显示方法）。
- ③ 加工程序及输入格式，程序的编制方法，各指令的基本格式及所代表的意义等。

在部分系统中，它还可能包括系统调试、维修用的大量信息，如“机床参数”的说明、报警的显示及处理方法、系统的连接图等。它是维修数控系统与操作机床中必须参考的技术资料之一。

3. PLC 程序清单

它是机床厂根据机床的具体控制要求设计、编制的机床控制软件。PLC 程序中包含了机床动作的执行过程，以及执行动作所需的条件，它表明了指令信号、检测元件与执行元件之间的全部逻辑关系。借助 PLC 程序，维修人员可以迅速找到故障原因，它是数控机床维修过程中使用最多、最重要的资料。

在某些系统（如 FANUC 系统、SIEMENS802D 等）中，利用数控系统的显示器可以直接对 PLC 程序进行动态检测和观察，它为维修提供了极大的便利，因此，在维修中一定要熟练掌握这方面的操作和使用技能。

4. 机床参数清单

它是由机床生产厂家根据机床的实际情况，对数控系统进行的设置与调整。机床参数是系统与机床之间的“桥梁”，它不仅直接决定了系统的配置和功能，而且也关系到机床的动、静态性能和精度，因此也是维修机床的重要依据与参考。在维修时，应随时参考系统“机床参数”的设置情况来调整、维修机床；特别是在更换数控系统模块时，一定要记录机床的原始设置参数，以便机床功能的恢复。

5. 数控系统的连接说明、功能说明

该资料由数控系统生产厂家编制，通常只提供给机床生产厂家作为设计资料。维修人员可以从机床生产厂家或系统生产、销售部门获得。

系统的连接说明、功能说明书不仅包含了比电气原理图更为详细的系统各部分之间连接要求与说明，而且还包括了原理图中未反映的信号功能描述，是维修数控系统、尤其是检查电气接线的重要参考资料。

6. 伺服驱动系统、主轴驱动系统的使用说明书

它是伺服系统及主轴驱动系统的原理与连接说明书，主要包括伺服、主轴的状态显示与报警显示、驱动器的调试、设定要点，信号、电压、电流的测试点，驱动器设置的参数及意



义等方面的内容，可供伺服驱动系统、主轴驱动系统进行维修时参考。

7. PLC 使用与编程说明

它是机床中所使用的外置或内置式 PLC 的使用、编程说明书。通过 PLC 的说明书，维修人员可以通过 PLC 的功能与指令说明，分析、理解 PLC 程序，并由此详细了解、分析机床的动作过程、动作条件、动作顺序及各信号之间的逻辑关系，必要时还可以对 PLC 程序进行部分修改。

8. 机床主要配套功能部件的说明书与资料

在数控机床上往往会使用较多功能部件，如数控转台、自动换刀装置、润滑与冷却系统、排屑器等。这些功能部件，其生产厂家一般都提供了较完整的使用说明书，机床生产厂家应将其提供给用户，以便功能部件发生故障时进行参考。

以上都是在理想情况下应具备的技术资料，但是实际维修时往往难以做到这一点。因此在必要时，维修人员应通过现场测绘、平时积累等方法完善、整理有关技术资料。

9. 维修记录

这是维修人员对机床维修过程的记录与维修的总结。最理想的情况是：维修人员应对自己所进行的每一步维修都进行详细的记录，无论当时的判断是否正确，这样不仅有助于今后进一步维修，而且也有助于维修人员总结经验与提高水平。

（三）数控机床的基本组成

数控机床一般由输入/输出设备、计算机数控系统、伺服驱动单元、可编程控制器（PLC）、电气控制装置、位置检测装置（步进电动机驱动的开环机床无）和机床本体（组成机床本体的各机械部件）等组成。数控系统的组成示意图如图 1-3 所示。

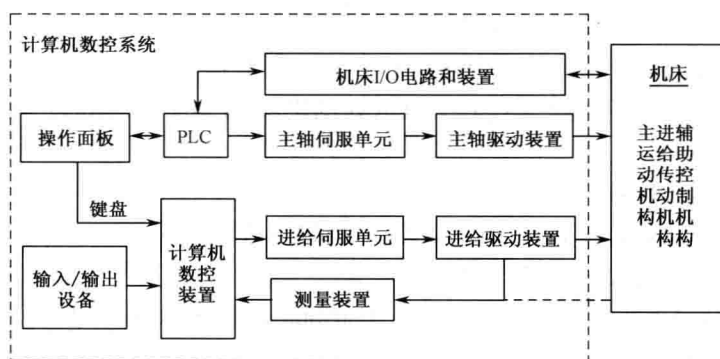


图 1-3 数控机床组成示意图

1. 输入/输出装置

① 操作面板：它是操作人员与数控装置进行信息交流的工具组成：MDI 键盘/机床操作面板/功能键/显示器等。如图 1-4 所示为华中数控系统的操作面板。

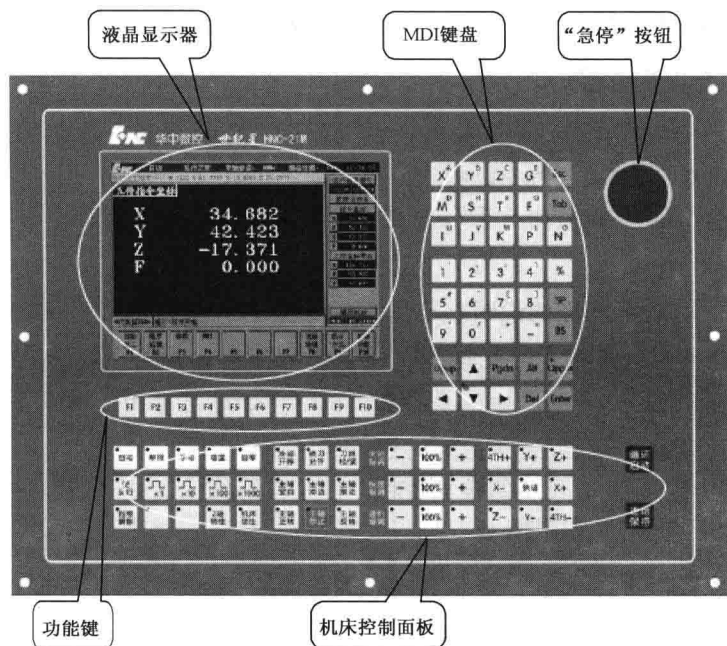
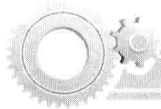


图 1-4 华中数控系统操作面板

② 控制介质：人与数控机床之间建立某种联系的中间媒介物就是控制介质，又称为信息载体。常用的控制介质有穿孔带、穿孔卡、磁盘和磁带。

③ 人机交互设备：数控机床在加工运行时，通常都需要操作人员对数控系统进行状态干预，对输入的加工程序进行编辑、修改和调试，对数控机床运行状态进行显示等，也就是数控机床要具有人机联系的功能。具有人机联系功能的设备统称为人机交互设备。常用的人机交互设备有键盘、显示器、光电阅读机等。

④ 通信：现代的数控系统除采用输入/输出设备进行信息交换外，一般都具有用通信方式进行信息交换的能力。它们是实现 CAD/CAM 的集成、FMS 和 CIMS 的基本技术。采用方式有：

- ◆ 串口通信（RS-232 等串口）；
- ◆ 自动控制专用接口和规范（DNC 方式，MAP 协议等）；
- ◆ 网络技术（Internet，LAN 等）。
- ◆ DNC 是 Direct Numerical Control 或 Distributed Numerical Control 的缩写，意为直接数字控制或分布数字控制。
- ◆ FMS 是 Flexible Manufacturing Systems 的缩写，意为柔性制造系统。
- ◆ CIMS 是 Computer Integrated Manufacturing Systems 的缩写，意为计算机集成制造系统。

2. 计算机数控（CNC）装置

数控装置是数控机床的中枢，CNC 装置主要由计算机系统、位置控制板、PLC 接口板、通信接口板、特殊功能模块及相应的控制软件组成，CNC 装置结构图如图 1-5 所示。数控装



置根据输入的零件加工程序进行相应的处理（如运动轨迹处理、机床输入/输出处理等），然后将控制命令输出到相应的执行部件（伺服单元、驱动装置和 PLC 等），所有这些工作是由 CNC 装置内的硬件和软件协调配合、合理组织，使整个系统有条不紊地进行工作的。

国内常用的车削数控系统主要有日本 FANUC-0T/0iT 系列、德国 SIEMENS 8T/802/810/840 系列、国产华中数控 HCNC-21T、广州数控 GSK980T 等系统。

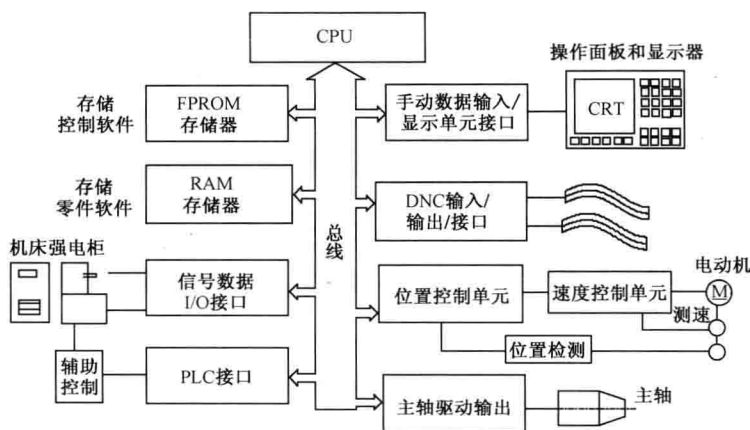


图 1-5 CNC 装置结构图

3. 伺服驱动单元

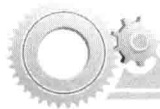
伺服驱动系统由伺服驱动器（伺服控制电路、功率放大电路）和伺服电动机组成。伺服驱动的作用是将来自数控装置的位置控制移动指令转变成机床工作部件的运动，使工作台按规定轨迹移动或精确定位，加工出符合图样要求的工件，即将数控装置送来的微弱指令信号，放大成驱动伺服电动机的大功率信号。

常用的伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。根据接收指令的不同，伺服驱动有脉冲式和模拟式，而模拟式伺服驱动方式按驱动电动机的电源种类，可分为直流伺服驱动和交流伺服驱动。步进电动机采用脉冲驱动方式，交、直流伺服电动机采用模拟式驱动方式。

根据功能又分为主轴单元和进给轴单元。

① 伺服/变频调速主轴单元：现代数控机床的主轴大多采用矢量控制的变频器配三相异步电动机的变频无级调速或直接将主轴作为电动机转子的“电主轴”形式，此类机床通常采用 Sxxxx 指令直接指定主轴转速大小。经济型数控机床的主轴变速还保留用传统的齿轮减速箱的手动换挡变速形式，这类机床通常不接收 S 指令功能。也有些机床采用机械—液压的自动换挡结构，此时若用 Sxx 指令，其功能仅在于控制吸合电液阀的序号。数控车床的主轴转速由脉冲编码器进行实时检测，车螺纹时系统将根据螺纹车削时转速与进给的关系实施螺纹进给控制，由此取代了螺纹加工时复杂的挂轮装置。

② 进给轴伺服驱动单元：数控车床刀架拖板的横、纵向进给电动机的驱动，对经济型机床而言，通常采用步进电动机及步进驱动模块作开环控制。由于没有检测和反馈系统，故



称之为开环。这类机床控制结构简单，维护方便，成本低，但加工控制精度不高。对全功能数控车床而言，通常采用交直流伺服电动机及伺服驱动的半闭环控制，通过伺服电动机上带的脉冲编码器进行角位移检测和反馈，半闭环控制的数控机床能在一定范围内消除误差，再加上丝杠螺距误差补偿和传动间隙补偿等措施，可以获得较高的加工控制精度。数控系统将程序中的坐标位置指令与进给速度 F 指令结合起来进行位置速度的综合控制，经插补运算移动后的位置与检测装置测得的实际位置值进行比较、放大后调整速度控制指令，通过速度控制单元，驱动伺服电动机实现进给控制。

4. 可编程控制器 (PLC) 及电气控制装置

用来代替传统机床强电部分的继电器控制，利用逻辑运算实现各种开关量的顺序控制和连锁控制，并提供故障诊断维护的反馈等。机床电气控制包括两个方面，PLC（可编程的逻辑控制器）用于完成与逻辑运算有关顺序动作的 I/O 控制，而机床 I/O 电路和装置则是用来实现 I/O 控制的执行部件，由继电器、电磁阀、行程开关、接触器等组成的逻辑电路。

5. 测量装置

如图 1-6 所示显示了数控机床中的反馈系统的作用，反馈系统的作用是通过测量装置将机床移动的实际位置、速度参数检测出来，转换成电信号，并反馈到 CNC 装置中，使 CNC 能随时判断机床的实际位置、速度是否与指令一致，并发出相应指令，纠正所产生的误差。在其他的控制领域，测量装置也有其应用，如图 1-7 所示的机械手就是其一种应用。



图 1-6 机床反馈装置

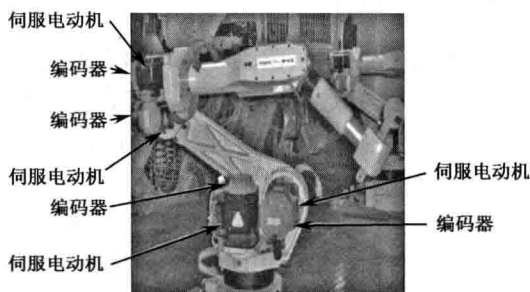


图 1-7 机械手上的反馈装置

测量装置安装在数控机床的工作台或丝杠上，按有无检测装置，CNC 系统可分为开环和闭环系统，而按测量装置安装的位置不同可分为闭环与半闭环数控系统。开环数控系统无测量装置，其控制精度取决于步进电动机和丝杠的精度，闭环数控系统的精度取决于测量装置的精度。因此，检测装置是高性能数控机床的重要组成部分。

6. 机床本体

数控机床的机械部件包括：主运动部件，进给运行执行部件（如工作台、拖板及其传动部件），床身、立柱等支撑部件；此外，还有冷却、润滑、转位和夹紧等辅助装置。对于加工中心类的数控机床，还有存放刀具的刀库，交换刀具的机械手等部件。数控机床是高精度和高生产率的自动化加工机床，与普通机床相比，应具有更好的抗振性和刚度，要求相对运



动面的摩擦因数要小, 进给传动部分之间的间隙要小。所以其设计要求比通用机床更严格, 加工制造要求精度更高, 常采用加强刚性、减少热变形、提高精度的设计措施。辅助控制装置包括转位换刀、液压泵、冷却泵等控制接口电路。

(四) 数控机床的分类

1. 按运动方式分类

(1) 点位控制系统

点位控制系统是指数控系统只控制刀具或机床工作台, 从一点准确地移动到另一点, 而点与点之间运动的轨迹不需要严格控制的系统。为了减少移动部件的运动与定位时间, 一般先以快速移动到终点附近位置, 然后以低速准确移动到终点位置, 以保证良好的定位精度。移动过程中刀具不进行切削。使用这类控制系统的主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床等。如图 1-8 所示为点位控制加工示意图。

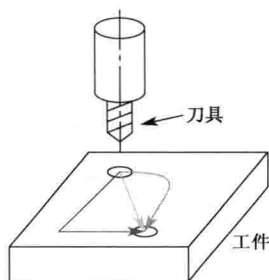


图 1-8 点位控制加工示意图

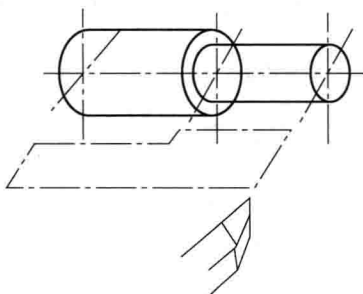


图 1-9 直线控制切削加工示意图

(3) 轮廓控制系统

轮廓控制系统也称连续切削控制系统, 是指数控系统能够对两个或两个以上的坐标轴同时进行严格连续控制的系统。它不仅能控制移动部件从一个点准确地移动到另一个点, 而且还能控制整个加工过程每一点的速度与位移量, 将零件加工成一定的轮廓形状。应用这类控制系统的有数控铣床、数控车床、数控齿轮加工机床和加工中心等。如图 1-10 所示为轮廓控制加工示意图。

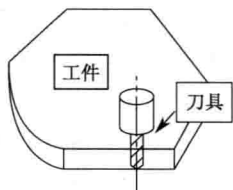


图 1-10 轮廓控制加工示意图

2. 按控制方式分类

(1) 开环控制数控机床

开环控制系统的特征是系统中没有检测反馈装置, 指令信息单方向传送, 并且指令发出后, 不再反馈回来, 故称开环控制。