

21世纪高职高专规划教材

数控技术系列

数控机床实用教程

张平亮 主编

清华大学出版社



第 2 章 数控机床的组成与分类

第 3 章 数控机床的坐标系

数控机床实用教程

王树凯 主编

机械工业出版社

21世纪高职高专规划教材

数控技术系列

数控机床实用教程

张平亮 主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本教材是以培养应用型、技能型人才为目的,根据目前企业单位数控机床操作、维护和维修岗位能力要求编写的。全书共分 10 章,重点介绍数控机床概述、机床数控系统、数控机床的主体结构、数控机床的传动系统、数控机床的辅助装置、数控机床液压与气压系统、典型的数控机床、数控机床的应用、普通机床数控化改造及实训项目。

本教材适用于高等院校数控技术、机电一体化、模具设计与制造、机械制造及自动化等专业教学和技能考核培训用书,也可作为各院校教学参考用书以及工厂数控机床操作、维护与维修等技术工人职业技能的培训参考教程和自学参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控机床实用教程/张平亮主编. —北京:清华大学出版社,2013.1

(21 世纪高职高专规划教材·数控技术系列)

ISBN 978-7-302-27688-3

I. ①数… II. ①张… III. ①数控机床—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 268185 号

责任编辑:田 梅

封面设计:傅瑞学

责任校对:李 梅

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.25 字 数:442 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版 印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:39.00 元

产品编号:035873-01

数控技术是先进制造技术的基础技术和共性技术,已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一。而采用数控技术的典型产品——数控机床是集机、电、液、微机和自动控制及测试技术于一身的现代机电一体化的典型设备,是机电工业的重要基础装备,是汽车、石油、电子等支柱产业及重矿产业生产现代化的最主要手段。目前,随着国内数控机床用量的剧增,急需培养一大批数控机床应用型高级技术人才。为了更好地适应我国高等职业技术教育发展及数控技术应用型、操作技能型人才培养的需要,根据目前数控技术教学的特点及编者多年来数控机床研发、制造和教学的经验,吸取数控机床岗位从事操作人员的经验,编写了本教材。

本教材在编写过程中力求做到“理论先进,内容实用、可操作,理论与实践紧密结合”,把教学改革实践的最新成果在教材中体现出来。本教材的主要特色有:

(1) 以应用为目标,以必需、够用为度,以讲清概念、强化应用为重点,注重培养学生岗位应用能力,使本教材具有较强的针对性和实用性。

(2) 每章开头介绍应用实例,由浅入深、循序渐进、图文并茂、形象生动,理论联系实际,特别着重于应用,理论部分突出简明性、系统性、实用性和先进性。每一部分都列举大量实用、可操作实例,突出解决实际问题的具体方法,强调学以致用。

(3) 始终保持理论与实践结合紧密的特点,每章都安排大量技能训练习题,并开发出实训项目,通过理论讲解—实例分析—实训的过程,以锻炼学生实际动手能力及学习解决实际问题的能力。

本教材定位明确、简明扼要、图文并茂、内容丰富、层次清楚、重点突出。从应用实例导入,深入浅出,紧密联系目前数控机床应用的实际情况,紧扣数控机床的岗位(群)需求,将技能证书考核内容融入课程体系中,通过每章大量典型数控机床结构、维修实例的介绍,以培养学生的职业应用技能。章内附有思考与练习题、实训项目,作为学生期末考试和技能证书考核的参考,又供教学参考。

本书由无锡科技职业学院张平亮任主编,无锡科技职业学院何永华、无锡职业技术学院邹晔、无锡阳恒化工有限公司谢祖君任副主编,无锡机械工业学校陈立可、无锡科技职业学院唐霞、杨进民和颜科红参加了编写。其中,第1、3、5、9章由张平亮编写;第2章由谢祖君、唐霞、杨进民编写;第4章由颜科红、何永华编写;第6、7章由何永华编写;第8、10章由邹晔、陈立可、谢祖君编写,最后由张平亮统稿。限于编者的水平和经验,书中欠妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

2012年9月

第 1 章 数控机床概述	1
【学习实例导入】 五轴加工中心	1
1.1 概述	2
1.1.1 数控机床的产生	2
1.1.2 数控机床的定义	3
1.1.3 数控机床的特点及应用范围	3
1.2 数控机床的组成、分类和主要技术指标	4
1.2.1 数控机床的组成	4
1.2.2 数控机床的分类	7
1.2.3 数控机床的主要技术指标	10
1.3 数控机床的功能和先进的自动化生产系统	11
1.3.1 数控机床的主要功能	11
1.3.2 直接数字控制系统	12
1.3.3 柔性制造系统及计算机集成制造系统	12
1.4 数控技术的国内外现状和发展趋势	16
学习小结	21
思考与练习题	21
第 2 章 机床数控系统	24
【学习实例导入】 TND360 数控车床主要技术规格	24
2.1 机床数控系统的组成	25
2.2 机床数控系统的基本原理	27
2.3 CNC 装置的功能特点	29
2.3.1 CNC 装置硬件结构	29
2.3.2 CNC 装置软件结构	33
2.3.3 辅助控制接口	36
2.3.4 数控系统的 PLC	37
2.3.5 位置控制(伺服驱动)	43
2.3.6 功能接口	45
【实例 2-1】 FANUC 0i 系列数控系统	45

【实例 2-2】 SIEMENS 数控系统	49
2.4 数控系统的日常维护	52
学习小结	52
思考与练习题	53
第 3 章 数控机床的主体结构	55
【学习实例导入】 车削中心的典型结构布局	55
3.1 数控机床总体结构的基本要求	56
3.2 数控机床的总体布局	57
【实例 3-1】 卧式加工中心主要布局形式	61
【实例 3-2】 各种不同床身结构的数控车床布局实例	64
【实例 3-3】 自动换刀数控卧式镗铣床(加工中心)的总布局	66
3.3 数控机床支承件	69
3.3.1 支承件的基本要求	69
【实例 3-4】 补偿构件变形的结构措施	71
3.3.2 床身	71
【实例 3-5】 V400 加工中心的整体 T 形床身结构	72
3.3.3 立柱	78
【实例 3-6】 JCS-018A 型加工中心立柱、工作台与床身结构	81
学习小结	82
思考与练习题	82
第 4 章 数控机床的传动系统	84
【学习实例导入】 TND360 数控车床的主传动系统	84
4.1 数控机床的主轴系统	89
4.1.1 对主传动系统的要求及主传动变速的方式	89
4.1.2 主轴组件	93
【实例 4-1】 数控机床主轴轴承配置形式	98
4.1.3 主轴部件的润滑与密封	100
【实例 4-2】 典型的润滑方式	101
4.1.4 自动换刀数控铣床的主轴部件	103
【实例 4-3】 THK6380 加工中心主轴部件结构	103
4.1.5 主轴的准停	105
4.1.6 主轴部件的装配及调整	106
【实例 4-4】 数控铣床主轴部件的结构与调整	106
4.1.7 主传动系统维护	108
4.2 数控机床的进给传动系统	109
4.2.1 数控机床对进给传动系统的要求	109

4.2.2 齿轮传动副	109
4.2.3 联轴器	112
4.3 数控机床用丝杠螺母副	114
4.3.1 滚珠丝杠螺母副	114
【实例 4-5】 滚珠丝杠副的标注示例	118
【实例 4-6】 滚珠丝杠安装示例	121
4.3.2 静压丝杠	123
4.4 直线电动机传动	125
【实例 4-7】 HVM800 型卧式加工中心直线电动机传动	126
4.5 数控机床导轨	127
4.5.1 对数控导轨的要求	127
4.5.2 导轨的技术要求	127
4.5.3 数控机床上常用的导轨及其特点	128
【实例 4-8】 THK 系列 LM 导轨的类型及特点	133
4.5.4 导轨间隙的调整、润滑与防护	133
学习小结	137
思考与练习题	139
第 5 章 数控机床的辅助装置	141
【学习实例导入】 TND360 数控车床转塔刀架和尾座	141
5.1 分度工作台	143
5.1.1 定位销式分度工作台	143
5.1.2 齿盘定位的分度工作台	145
【实例 5-1】 THK6370 型数控卧式镗铣床齿盘定位的分度工作台	145
【实例 5-2】 ZHS-K630 型卧式加工中心带有交换托盘的分度工作台	147
5.2 数控回转工作台	148
5.2.1 开环数控回转工作台	148
5.2.2 闭环数控回转工作台	150
【实例 5-3】 JCS-013 型自动换刀数控镗铣床的数控回转工作台	150
5.3 自动换刀装置	152
5.3.1 自动换刀装置的形式	152
5.3.2 回转刀架换刀装置	152
【实例 5-4】 CK7815 型数控车床盘形自动回转刀架	155
5.3.3 转塔头式自动换刀装置	156
5.4 刀库式自动换刀装置	157
5.4.1 刀库	157
5.4.2 刀具的选择方式	158
5.4.3 刀具交换机构	160

【实例 5-5】 SOLON3-1 加工中心的机械手	162
5.4.4 几种典型换刀过程	166
【实例 5-6】 JCS-018A 加工中心的自动换刀装置	169
5.5 高速动力卡盘、尾座与分度头	171
5.5.1 高速动力卡盘	171
5.5.2 尾座	172
5.5.3 分度头	173
5.6 过载保护、超程限位和回机床参考点装置	174
5.7 排屑装置	175
学习小结	176
思考与练习题	177
第 6 章 数控机床液压与气压系统	179
【学习实例导入】 TND360 型数控车床液压系统	179
6.1 液压与气压传动系统的概述	181
6.1.1 液压与气压传动系统在数控机床中的功能	181
6.1.2 液压和气压传动的工作原理	182
6.2 液压与气压传动的组成	183
6.3 数控机床上典型的液压回路分析	185
【实例 6-1】 CK3225 数控车床液压系统	185
【实例 6-2】 TH6350 卧式加工中心液压系统	187
6.4 数控机床上典型气压回路分析	190
【实例 6-3】 H400 型卧式加工中心气压系统	190
【实例 6-4】 HT6350 卧式加工中心气压系统	193
6.5 数控机床上液压和气压系统的维护	193
6.5.1 液压系统的维护要点	194
【实例 6-5】 液压设备点检	195
6.5.2 气压系统维护的要点	198
【实例 6-6】 气动元件的点检与定检	199
学习小结	200
思考与练习题	200
第 7 章 典型的数控机床	202
7.1 数控车床	202
7.1.1 数控车床的主要功能及加工对象	202
7.1.2 数控车床的特点与发展	204
7.1.3 数控车床的分类	204
【实例 7-1】 HM-077 数控车床	205

7.2 数控铣床	212
7.2.1 数控铣床的主要功能及加工对象	212
7.2.2 数控铣床的分类	213
【实例 7-2】 XKA5750 数控立式铣床	214
7.3 加工中心	219
7.3.1 加工中心的基本功能与特点	219
7.3.2 加工中心的基本组成	220
7.3.3 加工中心的分类	221
【实例 7-3】 VMC-15 加工中心	222
学习小结	227
思考与练习题	228
第 8 章 数控机床的应用	230
8.1 数控机床的选用	230
8.1.1 数控机床的选择	230
8.1.2 数控系统的选择	231
8.1.3 数控机床驱动电动机的选择	232
8.1.4 自动换刀装置(ATC)、托盘自动交换装置(APC)和刀柄的选择 配置	233
8.1.5 数控机床附件的选择和技术服务	234
8.2 数控机床的安装、调试	234
8.2.1 数控机床的安装	234
8.2.2 数控机床的调试	235
8.3 数控机床的验收	236
8.3.1 数控机床外观的检查	237
8.3.2 数控机床精度的验收	237
【实例 8-1】 数控立式车床的部分几何精度检验	238
8.4 数控机床的生产管理	239
8.5 数控机床的维修管理	243
8.5.1 数控机床使用要点	243
8.5.2 数控机床安全生产要求	244
8.5.3 数控机床维修计划管理	244
8.6 数控机床的维护保养	246
【实例 8-2】 数控机床的日常维护与保养	246
8.7 数控机床常见故障分类、诊断与维修	248
8.7.1 数控机床的故障诊断	249
8.7.2 数控机床故障的排除	252
【实例 8-3】 主传动部件常见故障、产生原因及排除方法	252

【实例 8-4】 TH5840 立式加工中心松刀动作缓慢的故障维修	253
【实例 8-5】 进给传动系统常见故障、故障原因及维修方法	254
【实例 8-6】 自动换刀装置常见故障、产生原因及排除方法	255
【实例 8-7】 刀架转位不正常的故障分析和处理	256
【实例 8-8】 液压与气压系统常见故障、产生原因及排除方法	257
【实例 8-9】 五轴联动数控叶片铣床空气静压单元故障处理	258
学习小结	261
思考与练习题	262
第 9 章 普通机床数控化改造	266
项目 1 C616 型卧式普通车床的数控化改造	266
任务 1 总体方案设计	266
任务 2 主要技术方案的选择	267
任务 3 机械部分改造设计与计算	271
任务 4 绘制机床改装零件图和完成机床数控改造的所有技术资料	274
任务 5 制造、安装、调试	274
项目 2 加工双人字槽经济型数控铣床改造	274
任务 1 数控系统类型的选择	275
任务 2 主轴驱动及进给驱动的选择及校核	275
任务 3 机床机械部分改造	276
任务 4 加工双人字槽程序设计	278
任务 5 加工工艺及技巧	279
学习小结	280
思考与练习题	281
第 10 章 实训项目	282
实训项目 1 认识数控机床	282
实训项目 2 HED-21S 数控机床综合实验台数控系统原理及组成	283
实训项目 3 认识(或拆装)与调整 THK6380 加工中心主轴部件	286
实训项目 4 认识(或拆装)数控机床机械传动部件和支承部件	287
实训项目 5 认识转位刀架和数控回转工作台的结构及相关零部件	289
实训项目 6 数控机床齿轮泵的拆装	290
实训项目 7 数控车床几何精度检测	291
实训项目 8 数控机床维护	293
实训项目 9 加工中心换刀装置故障维修	294
实训项目 10 CA6140 普通机床数控化改造	296
参考文献	298

数控机床概述

学习目标

- (1) 了解数控机床的产生和定义。
- (2) 了解数控机床的特点及适用范围。
- (3) 掌握数控机床的组成、分类和主要技术指标。
- (4) 了解数控机床的功能和先进的自动化生产系统。
- (5) 了解数控技术的国内外现状和发展趋势。

【学习实例导入】 五轴加工中心

五轴加工中心具有立式和卧式加工中心的功能,在工件一次装夹后能完成除安装面外的所有五个面的加工,这种加工方式可以使工件的形状误差降到最低;省去二次装夹工件,从而提高生产效率,降低加工成本。

常见的五轴加工中心有两种形式,一种是主轴可作 90° 旋转,既可像卧式加工中心那样切削,也可像立式加工中心那样切削;另一种是工作台可带着工件作 90° 旋转(图 1-1),而主轴不改变方向来完成五面加工。但是,这类加工中心由于加工方式转换时,受机械结

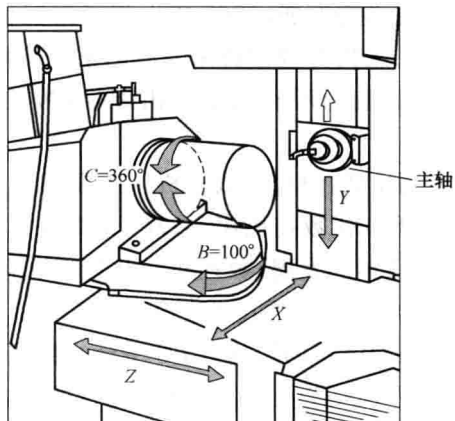


图 1-1 五轴加工中心示意图

构的限制,使可加工空间受到一定程度的限制,故其加工范围比同规格的加工中心要小,而机床的占地面积却大。五轴加工中心主要应用于螺旋锥齿轮、叶轮、叶片、船用螺旋桨、重型发电机转子、汽轮机转子、大型柴油机曲轴等的加工。

1.1 概述

随着科学技术和社会生产力的不断发展,人们对机械产品的质量和生产效率提出了越来越高的要求,同时多品种、单件、小批量生产(批量为 10~100 件)仍约占机械加工总量的 80% 以上,尤其是在造船、航天、航空、机床、重型机械以及国防等部门,如果采用普通机床自动化程度低,生产效率和加工精度都难以提高,尤其是一些复杂曲面,甚至无法加工,而采用专用自动化加工设备,则投资大、时间长、转型难,显然不能满足竞争日益激烈的市场需要。因此,为了解决这个问题,满足多品种、单件、小批量、高精度、高效率的自动化生产,迫切需要一种灵活、通用的,能适应产品频繁变化、结构复杂、加工精度要求较高的柔性自动化机床。正是在这种需求下,在 20 世纪中期,随着计算机技术、微电子技术和自动化技术的高速发展,数字控制机床(Numerical Control,简称 NC 或数控)便诞生了,并迅速发展起来,为单件、小批量生产的精密复杂零件提供了自动化加工手段。

1.1.1 数控机床的产生

1949 年美国 Parsons 公司接受美国空军的委托,研制一种计算装置,用于实现日益复杂的飞机零部件的自动加工。1952 年美国麻省理工学院研制出了基于电子管和继电器的机床数字控制装置,用于控制铣床系统。它标志着第一代数控机床——电子管数控机床的诞生。20 世纪 50 年代末,完全由固定布线的晶体管元器件电路所组成的第二代数控机床——晶体管数控机床研制成功,从而取代了昂贵的、易坏的、难以推广的电子管数控机床。随着集成电路技术的发展,1965 年出现了第三代数控机床——小规模集成电路数控机床后,以上第二、三代为数控机床发展的第一阶段,称为 NC 阶段,即逻辑数字控制阶段,其特点是数控系统的所有功能均由硬件(数控装置)来实现,故又称为硬件数控。

1970 年小型计算机开始用于数控机床,数控机床的发展由此进入第二阶段,即 CNC(计算机数字控制)阶段,这是第四代数控机床。1974 年微处理器开始用于数控机床,数控机床发展到了第五代,经过几年的发展,数控机床从性能到可靠性均得到了很大的提高。自 20 世纪 70 年代末到 80 年代,数控技术在全世界得到了大规模的发展和应用。从 20 世纪 90 年代开始,PC 的发展日新月异,基于 PC 平台的数控系统(称为 PC 数控系统)应运而生,使数控机床发展到了第六代。现在市场上流行的和企业普遍使用的仍然是第五代数控机床,其典型代表是日本的 FANUC-0 系列和德国的 Sinumerik 810 系列数控机床。国产数控机床厂家主要有华中数控、北京航天机床数控集团、北京凯恩帝、北京凯奇、沈阳艺天、广州数控、南京新方达、成都广泰等。

1.1.2 数控机床的定义

数控机床是以数控技术为代表的新技术对传统制造产业和新兴制造业的渗透而形成的机电一体化产品,即数字化装备。国际信息处理联盟第五技术委员会对数控机床作了如下定义:数控机床(NC Machine)是一种装有程序控制系统(数控系统)的机床,该系统能逻辑地处理具有特定代码、编码指令规定的程序。

与普通机床相比,数控机床是一种自动化加工设备。采用普通机床进行加工时,操作人员操纵机床手轮使刀具沿着工件表面移动,进行工件加工;而用数控机床进行加工时,不需要人工参与,数控系统能控制机床在加工程序指令下自动完成零件的加工。具体来讲,把数字化的刀具移动轨迹信息输入数控装置,经过译码、运算,从而实现控制刀具与工件的相对运动,加工出所需要的零件的机床,即为数控机床。

1.1.3 数控机床的特点及应用范围

1. 数控机床的特点

现代数控机床具有许多普通机床无法实现的特殊功能,其特点如下。

(1) 加工零件适应性强,灵活性好。数控机床是一种高度自动化和高效适应不同品种与不同尺寸规格工件的自动加工的数字化装备,能完成很多普通机床难以加工甚至不可能加工出来的复杂型面的零件。当加工工件改变时,只需要重新编制新工件的加工程序,更换新的穿孔带或用手动方式输入工件程序,就能实现新工件加工。特别适用于复杂结构的单件、小批量生产以及试制新产品的工件加工,如复杂曲面的模具加工、螺旋桨加工等。

(2) 加工精度高,产品质量稳定。数控机床按照预定的程序自动加工,加工同批零件尺寸的一致性,其加工精度由机床来保证,还可利用补偿误差,加工精度高,质量稳定,产品合格率高。因此,能获得比普通机床高的加工精度及重复精度(中、小型数控机床的定位精度可达 0.005mm),重复定位精度高。

(3) 综合功能强,生产效率高。数控机床的生产效率较普通机床提高 $2\sim 3$ 倍。尤其是某些复杂零件的加工,生产效率可提高十几倍甚至几十倍。这是因为数控机床具有良好的结构刚性,可进行大切削用量的强力切削,能有效地节省机动时间,还具有自动变速、自动换刀、自动交换工件和其他辅助操作自动化等功能,使辅助时间缩短,而且无须工序间的检测和测量。对壳体零件采用加工中心进行加工,利用转台自动换位、自动换刀,几乎可以实现在一次装夹的情况下完成零件的全部加工,节约了工序之间的运输、测量、装夹等辅助时间。

(4) 自动化程度高,工人劳动强度减轻。数控机床主要是自动加工,能自动换刀、启停切削液、自动变速等,其大部分操作不需人工完成,可大大减轻操作者的劳动强度和紧张程度,改善劳动条件。

(5) 生产成本降低,经济效益好。数控机床自动化程度高,减少了操作人员的人数,同时加工精度稳定,降低了废品、次品率,使生产成本下降。在单件、小批量生产情况下,使用数控机床加工,可节省画线工时,减少调整、加工和检验时间,节省直接生产费用和工艺装备费用。此外,数控机床可实现一机多用,节省厂房面积和建厂投资。因此,使用数控机床仍可获得良好的经济效益。

(6) 数字化生产,管理水平提高。在数控机床上加,能准确地计算零件加工时间,加强了零件的计时性,便于实现生产计划调度,简化和减少了检验、工具与夹具准备、半成品调度等管理工作。数控机床具有的通信接口,可实现计算机之间的连接,组成工业局部网络(LAN),采用制造自动化协议(MAP)规范,实现生产过程的计算机管理与控制。

2. 数控机床的应用范围

在机械加工业中,大批量零件的生产宜采用专用机床或自动线。对于小批量产品的生产,由于产品品种变换频繁、批量小、加工方法的区别大,宜采用数控机床。数控机床的适用范围如图 1-2 所示,从图 1-2 中可看出随零件复杂程序和零件批量的变化通用机床和专用机床的运用情况。当零件不太复杂,生产批量较小时,宜采用通用机床;当生产零件批量较大时,宜采用专用机床;而当零件复杂程序较高时,宜采用数控机床。

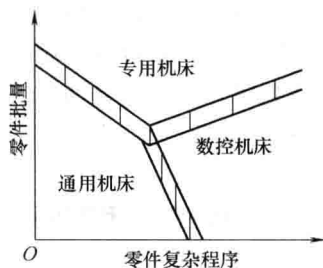


图 1-2 数控机床的适用范围

1.2 数控机床的组成、分类和主要技术指标

1.2.1 数控机床的组成

由零件的加工过程可知,数控机床的基本组成应包括:控制介质(输入/输出设备)、数控装置、伺服系统和测量反馈装置、辅助控制装置以及工作本体等部分,如图1-3所示。

1. 控制介质

数控机床工作时,不需人参与直接操作,但人的意图又必须体现出来,所以人和数控机床之间必须建立某种联系,这种联系的媒介质称为控制介质或输入介质。控制介质上存储着加工零件所需要的全部操作信息和刀具相对于工件的位移信息。常用的信息载体有标准穿孔带、磁带和磁盘等。信息载体上记载的加工信息由按一定规则排列的文字、数字和代码所组成。目前国际上通常使用 EIA (Electronic Industries Association) 代码以及 ISO (International Organization for Standardization) 代码,这些代码经输入装置送给数控装置。常用的输入装置有光电纸带输入机、磁带录音机和磁盘驱动器。

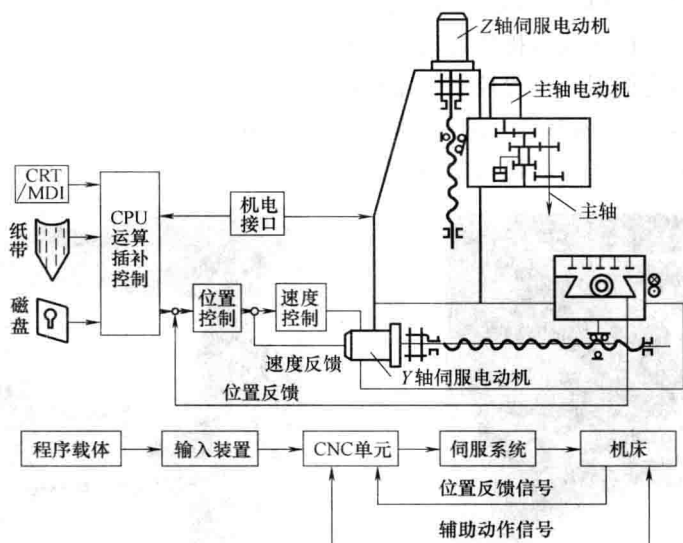


图 1-3 数控机床的组成及框图

除了上述几种控制介质以外，还有一部分数控机床采用数码拨盘、数码插销或利用键盘直接将程序及数据输入。另外，随着 CAD/CAM 技术的发展，有些数控设备利用 CAD/CAM 软件在其他计算机上编程，然后通过计算机与数控系统通信，将程序和数据直接传送给数控装置。

2. 数控装置

数控装置(CNC 单元)是数控机床的核心，也是区别于普通机床最重要的特征之一。数控装置的功能是用来接收并处理控制介质的信息，并将代码加以识别、存储、运算，输出相应的命令脉冲，经过功率放大驱动伺服系统，使机床按规定要求动作。它能完成加工程序的输入、编辑及修改，实现信息存储、数据交换、代码转换、插补运算以及各种控制功能。数控装置由输入装置、控制运算器(CPU)和输出装置等构成。数控机床配置的数控装置不同，其功能和性能也有很大差异。就目前应用来看，FANUC(日本)、SIEMENS(德国)、FAGOR(西班牙)、HEIDENHAIN(德国)、MITSUBISHI(日本)等公司的数控装置及相关产品，在数控机床行业占据主导地位。我国数控产品以华中数控、航天数控为代表，也已将高性能数控系统产业化。常见数控装置如图 1-4 和图 1-5 所示。

目前均采用微型计算机作为数控装置。微型计算机的中央处理单元(CPU)又称为微处理器，是一种大规模集成电路，它将运算器、控制器集成在一块集成电路芯片中。在微型计算机中，输入与输出电路也采用大规模集成电路，即 I/O 接口。微型计算机拥有较大容量的寄存器，并采用高密度的存储介质，如半导体存储器和磁盘存储器等。

3. 伺服系统

机床伺服系统是数控装置与机床的连接环节，它是以机床移动部件(工作台)的位置

和速度作为控制量的自动控制系统,用来接收数控装置(或计算机)插补生成的进给脉冲或进给位移量,驱动机床执行机构运动。它包括主轴驱动单元(主要是速度控制)、进给驱动单元(主要是速度控制和位置控制)、主轴电动机和进给电动机等。一般来说,数控机床的伺服系统在较大范围内有良好的工作稳定性。现在常用的是直流伺服系统和交流伺服系统,且交流伺服系统正在取代直流伺服系统。



图 1-4 FANUC 数控装置



图 1-5 SIEMENS 数控装置

当前数控机床的伺服系统常用的位移执行机构有功率步进电动机、直流伺服电动机和交流伺服电动机。后两者都带有光电编码器等位置测量元件,可用来精确控制工作台的实际位移量和移动速度。

测量反馈装置可以包括在伺服系统中。它由检测元件和相应的电路组成,其作用主要是检测速度和位移,并将信息反馈回控制系统,构成闭环控制。无测量反馈装置的系统称为开环系统。常用的测量元件有脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅、磁尺及激光位移检测系统等。

4. 机床本体

数控机床的本体是指其机械结构实体,是实现加工零件的执行部件。它主要由主运动部件(主轴、主运动传动机构)、进给运动部件(工作台、溜板及相应的传动机构)、支承件(立柱、床身等),以及特殊装置、自动工件交换系统、自动刀具交换(ATC)系统和辅助装置(如冷却、润滑、排屑、转位和夹紧装置等)组成。它与普通机床相比较有所改进,具有以下特点。

(1) 采用了高性能的主轴及进给伺服驱动装置,简化了数控机床的机械传动结构,传动链较短。

(2) 数控机床的机械结构具有较高的动态特性、动态刚度、阻尼精度、耐磨性。

(3) 更多地采用高效传动部件,如滚珠丝杠副、直线滚动导轨等。

与普通机床相比,数控机床的外部造型、整体布局、传动系统与刀具系统的部件结构