



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

数控设备与编程

(数控技术应用专业)

主编 杨仲冈



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

数控设备与编程

(数控技术应用专业)

主 编 杨仲冈
责任主审 张世昌
审 稿 朱梦周 刘治平

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部 2001 年颁发的中等职业学校数控技术应用专业教学指导方案,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要包括数控设备基本知识,数控车床及其程序编制,数控铣床、加工中心及其程序编制,特种加工数控设备及其程序编制,工业机器人,自动编程及数控加工设备的应用和维护等,并附有相关实验(另外编写成册,与本教材配套出版),以培养学生的综合应用能力。

本书的编写适应了教改的需要,突出了中等职业教育特色,符合数控技术应用专业对高素质劳动者和中初级专门人才的要求。可作为中等职业学校数控技术应用专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控设备与编程/杨仲冈主编. —北京:高等教育出版社,2002.1 (2007 重印)

ISBN978-7-04-010271-0

I. 数... II. 杨... III. 数控机床-程序设计-专业学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第 088948 号

责任编辑 席东梅 封面设计 王 唯 责任绘图 尹 莉
版式设计 周顺银 责任校对 俞声佳 责任印制 陈伟光

数控设备与编程
杨仲冈 主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市鑫霸印务有限公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 15.75
字 数 380 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landraco.com>
<http://www.landraco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002 年 1 月第 1 版
印 次 2007 年 5 月第 16 次印刷
定 价 19.20 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 10271-00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

随着微电子技术的飞速发展,由微机控制的数控设备应用日益广泛,因而需要一批既熟悉数控设备编程与操作,同时又懂得设备维护与保养的中、初级技术人才,为此我们编写了这本教材。

本教材是以教育部最新颁发的数控技术应用专业的“数控设备与编程教学基本要求”为主线,以有关行业职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准为基点,本着必需、够用的原则对教材中涉及的各知识点重新进行了筛选和补充,在编排上注重对学生数控设备的基本操作能力、编程能力及对设备的维护保养能力的培养,并注重体现新技术、新工艺、新方法。编写中以数控技术及设备发展方向为准,深入浅出,与以往同类型的教材相比具有以下特点:

1. 针对岗位目标的需求,在教材中加强了数控设备操作与保养方面的内容。
2. 适应数控铣削与电火花加工发展的需要,教材中以铣削加工编程与加工中心操作为重点,同时还增加了数控电火花线切割与电火花成形加工机床的编程与操作的内容。
3. 教材中选用目前国内较为先进且普遍应用的数控设备为典型实例,并配有来自生产现场的实例分析。
4. 除了介绍数控加工设备外,还对现代制造技术中应用日趋广泛的工业机器人作了介绍,以扩大学生的知识面。
5. 近年来,由于 CAD/CAM(计算机辅助设计与制造)技术的迅速发展,该技术正逐渐成为机械制造业的主导技术。本书对美国 CNC 软件公司的 Mastercam8 软件的使用方法进行了介绍,使学生基本了解该软件的功能及用法,并在具备该软件的条件下基本学会该软件的使用。
6. 突出了中等职业教育的特色,教材中选用的图表直观、形象,便于教学。

此外,教材中各章均附有复习思考题,书末常用数控技术名词中英文对照等附录,具有一定的参考价值。

本教材设置了选学内容(以*注明),以适应不同学制、不同地区和学校的教学需要,各章节内容在编排上具有相对独立性,各学校可根据实际情况按模块方式组织教学。为便于教师教学及学生选用,本书相关实验单独编写成册,与本书配套出版。

本课程教学共需 80~98 课时,各章参考课时见下表:

章 次	课 时	课 时 分 配	
		讲 课	实 验
第一章 数控设备的基本知识	4	4	
第二章 数控加工设备的典型机械结构	10	8	2(参观)
第三章 数控加工程序编制的基本知识	8	8	
第四章 数控车床的编程与操作	14	10	4
第五章 数控铣床的编程与操作	16	10	6

续表

章 次	课 时	课 时 分 配	
		讲 课	实 验
第六章 加工中心编程与操作	10	8	2
第七章 数控电火花加工设备编程与操作	4~8	2~6	2
*第八章 工业机器人	0~6	0~6	
第九章 自动编程	6~12	6~12	
第十章 数控加工设备的应用与维护	4~6	4~6	
机 动	4	4	
合 计	80~98	64~82	16
实验专用周	2 周		

参加本书编写工作的有:胡荣全(第一、二、八章)、杨仲冈(第三、十章)、倪厚滨(第四、七章)、严建红(第五、六章)、刘靖华(第九章),全书由杨仲冈担任主编,高等教育出版社聘请张颖熙副教授审阅了全稿。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定。由天津大学张世昌教授担任责任主审,朱梦周教授、刘治平副教授审稿。他们对书稿提出了宝贵意见,在此,表示衷心感谢。

限于篇幅及编者水平,书中难免存在疏漏与错误,敬请读者予以批评指正。

编者

2001 年 4 月

目 录

第一章 数控设备的基本知识	1	第二节 加工中心编程	128
第一节 概述	1	第三节 加工中心的基本操作	135
第二节 数控设备的组成及工作原理	2	第四节 加工中心编程实例	154
第三节 数控加工设备的分类	6	复习思考题	158
复习思考题	9	第七章 数控电火花加工设备编程与	
第二章 数控加工设备的典型机械结构	10	操作	160
第一节 概述	10	第一节 数控电火花线切割加工机床	160
第二节 数控机床的主传动系统	10	* 第二节 数控电火花成形加工机床	176
第三节 数控机床的进给传动系统	15	复习思考题	185
第四节 自动换刀装置	27	*第八章 工业机器人	187
第五节 排屑装置	37	第一节 工业机器人的特点及组成	187
复习思考题	38	第二节 工业机器人的主要结构与功能	189
第三章 数控加工程序编制的基本知识	39	第三节 工业机器人的分类及应用	195
第一节 程序编制的基本内容与方法	39	第四节 工业机器人的编程	199
第二节 程序编制中常用的术语	41	复习思考题	201
第三节 编程时常用的工艺指令	46	第九章 自动编程	202
第四节 编制程序时的工艺处理	53	第一节 自动编程概述	202
第五节 程序编制中的数值计算	56	* 第二节 Mastercam8 软件介绍	206
复习思考题	59	复习思考题	222
第四章 数控车床的编程与操作	61	第十章 数控加工设备的应用与维护	224
第一节 数控车床的主要功能及参数	61	第一节 数控加工设备的安装、调试	
第二节 数控车床加工程序的编制	66	与验收	224
第三节 数控车床的基本操作	79	第二节 数控加工设备的使用与维护	228
第四节 车削加工编程实例	85	* 第三节 数控加工设备故障的简易	
复习思考题	89	诊断与处理	230
第五章 数控铣床的编程与操作	91	复习思考题	236
第一节 数控铣床的主要功能及参数	91	附录一 G 功能代码及其意义	237
第二节 数控铣床加工程序的编制	95	附录二 M 功能代码及其意义	239
第三节 数控铣床的基本操作	113	附录三 常用数控技术名词中英	
第四节 铣削加工编程实例	120	对照	240
复习思考题	124	参考文献	244
第六章 加工中心编程与操作	126		
第一节 加工中心概述	126		

第一章 数控设备的基本知识

第一节 概 述

一、数控技术与数控设备

数控技术是指采用数字信号构成的控制程序对某一对象进行控制的一门技术,简称 NC (Numerical Control)。它不仅可以控制位移、角度、速度等机械量,还可以控制温度、压力、流量、颜色等其他量。

数控设备是指采用了数控技术的机械设备,是用数字信号控制设备的工作过程。数控设备种类繁多,如数控机床、数控绘图机、数控测量机、数控绣花机、数控衣料开片机、数控编织机、机器人等。数控机床是其中应用较为广泛的一种典型的数控设备。

现代数控设备综合应用了微电子、计算机、自动控制、精密检测、伺服驱动、机械设计与制造等多方面的成果,是一种典型的机电一体化产品。

二、数控设备的特点

数控设备在各行业中得以日益广泛应用和迅速发展的主要原因,是数控设备具有如下特点:

1. 适应性强

数控设备在生产过程中是按照数控指令进行工作的,当生产对象改变时,只需改变数控设备的工作程序及配备所需的生产工具,而不需改变机械部分和控制部分的硬件。这一特点不仅满足了当前产品更新快的市场竞争需要,而且解决了单件、小批量及新产品试制的自动化生产问题。适应性强是数控设备最突出的优点。

2. 能实现复杂的运动

数控设备几乎可以实现任意轨迹的运动和任何形状的空间曲面的加工,如用普通机床难以加工的螺旋桨、汽轮机叶片等空间曲面,采用数控机床则能完成这些曲面的加工。

3. 精度高,质量稳定

数控设备是按照预定的程序自动工作的,消除了操作者人为产生的误差,因而产品的生产质量十分稳定;而且数控设备的机械部分具有较高的动态精度,数控装置的脉冲当量(分辨率)可达到 0.001 mm,还可通过实时检测反馈修正误差或补偿获得更高的精度。因此,数控设备可以获得比设备自身精度还高的加工精度。

4. 生产率高

产品的生产时间主要包括工艺时间和辅助时间,数控设备可有效地减少这两部分时间。就数控机床而言,可采用大功率高速切削,缩短工艺时间;还可配备自动换刀装置、检测装置及交换工作台,减少了工件的装卸次数和其他辅助时间,从而明显地提高了生产效率。

5. 减轻劳动强度,改善劳动条件

数控设备在生产过程中不需要人工干预,又可在恶劣的环境下自动进行工作,从而降低了工人的劳动强度,并极大地改善了劳动条件。

6. 有利于生产管理

数控设备使用数字信息与标准代码处理、传递信息,有利于与计算机连接,构成由计算机控制、管理的生产系统,为产品的设计、制造及管理一体化奠定了基础。

第二节 数控设备的组成及工作原理

一、数控设备的组成

数控设备是根据所输入的工作程序,由数控装置控制设备的执行机构完成生产过程。不同的数控设备,其生产对象、执行机构的运动形式、设备的结构形式等有所不同,但数控设备的主要组成和工作原理却是基本相同的。以数控机床为例,其主要工作过程如图 1-1 所示。

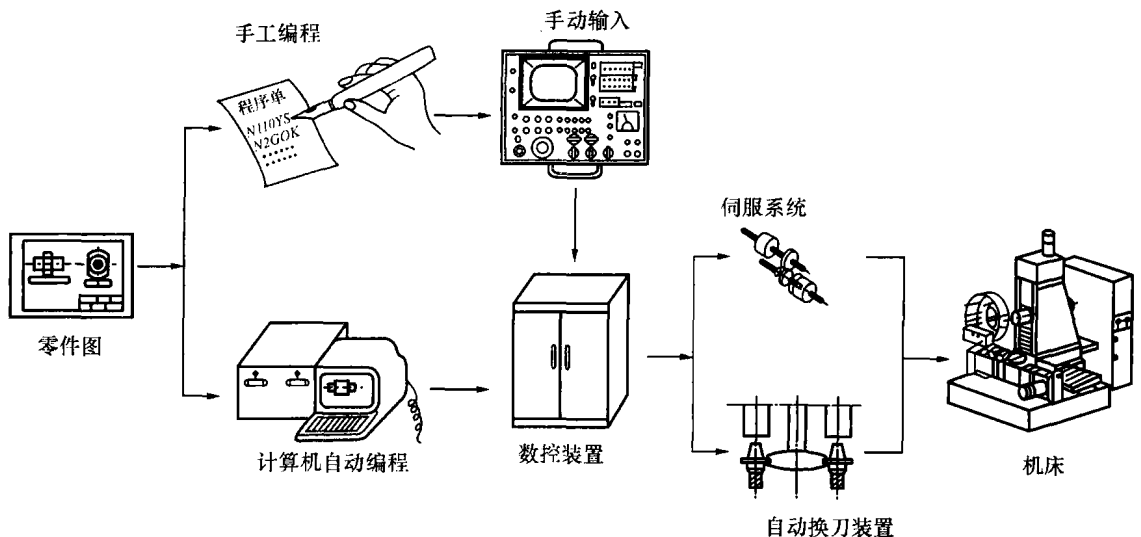


图 1-1 数控机床工作过程

(1) 根据零件的要求编制相应的加工程序(可由人工或计算机编程),存储在软盘、磁带等介质中;

(2) 将加工程序输入机床的数控装置中;

(3) 由数控装置按加工程序控制伺服驱动系统和其他驱动系统;

(4) 由伺服驱动系统和其他驱动系统驱动机床的工作台、主轴、自动换刀装置等,从而完成零件的加工。

(5) 将自动检测结果、工件工时、机床负荷等信息输出到管理系统。

通过对数控机床工作过程的分析,可知数控设备主要是由信息的输入输出装置、数控装置、伺服系统和受控设备等部分组成,其基本结构框图如图 1-2 所示。

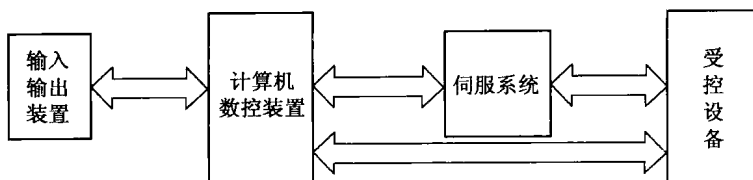


图 1-2 数控设备基本结构框图

二、数控设备的主要装置及其功能

1. 输入输出装置

输入输出装置的主要功能是:编制程序、存储程序、输入程序和数据、打印和显示等。在数控机床中大多具有编程操作键盘和 CRT 显示器,用以编制和显示加工程序,有些数控机床还具有自动编程机或 CAD/CAM 系统。程序的存储介质由穿孔纸带到磁带,目前已采用 3.5 in(英寸)软盘或计算机硬盘,也有用光盘(CD)存储大型数控加工程序。随着计算机技术和现代制造技术的发展,数控加工程序的传输越来越多地在网络上进行,数控加工程序可以存储在服务器或工作站的硬盘上。

2. 数控装置

数控装置是数控设备的控制核心。初期的数控(NC)装置是由各种记忆元件、逻辑元件等组成的分立元件逻辑电路,采用固定接线的硬件结构,系统由硬件来接收、处理信息。随着科学技术的发展,数控装置开始采用微处理器和小型计算机,并由软件来实现部分或全部的数控功能,因而称其为计算机数控装置(CNC),其结构功能如图 1-3 所示。

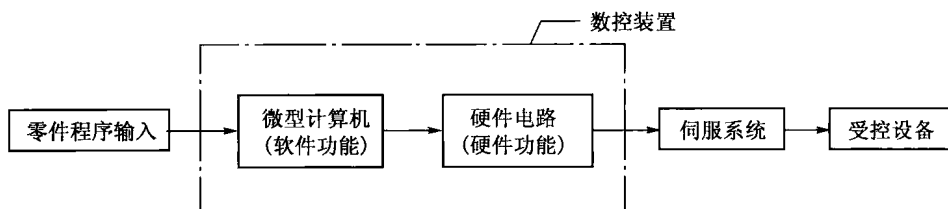


图 1-3 数控装置组成框图

CNC 装置与 NC 装置相比有以下主要优点:

- (1) 通过改变软件就可以很容易地改变或扩展数控功能;
- (2) 较易实现多轴联动的插补以及高精度的插补方法,提高了数控设备的工作精度;
- (3) 简化了结构硬件、简化了用户编制的工作程序并可将用户工作程序一次输入存储器;
- (4) 易于放置各种诊断程序,进行故障预检和自动查找等。

CNC 装置不仅柔性增强,更为灵活与经济,而且提高了工作的可靠性,其高性能价格比促进了数控设备的迅速发展。

3. 伺服系统

伺服系统是数控设备的重要组成部分,它是数控装置和受控设备的联系环节。数控装置发出的控制信息经伺服系统中的控制电路、功率放大电路和伺服电动机驱动受控设备工作,并可对

其位置、速度等进行控制。其结构框图如图 1-4 所示。伺服系统一般可根据有无检测反馈环节,分为开环系统、闭环系统和半闭环系统。

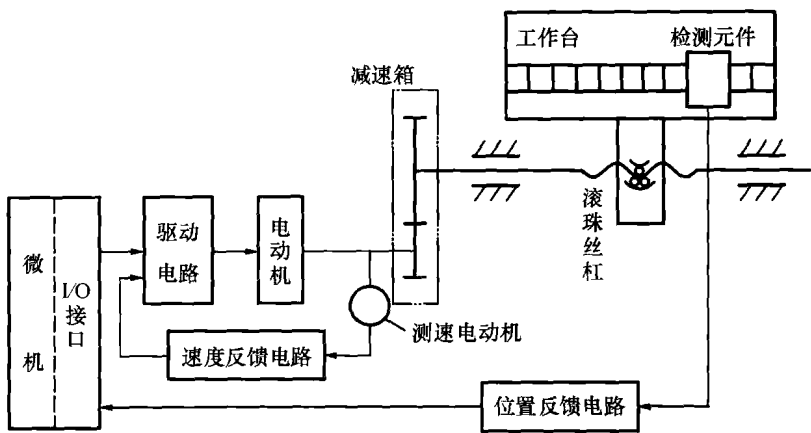


图 1-4 伺服系统结构框图

(1) 开环控制系统 开环控制系统中没有位置、速度等检测装置,如图 1-5 所示,伺服驱动部件通常为反应式步进电动机或混合式伺服步进电动机。数控装置每发出一个进给指令脉冲,经驱动电路功率放大后,驱动步进电动机旋转一个角度,再经传动机构带动执行件移动。这类系统信息流是单向的,即进给脉冲发出去后,实际移动值不再反馈回来,所以称为开环控制。

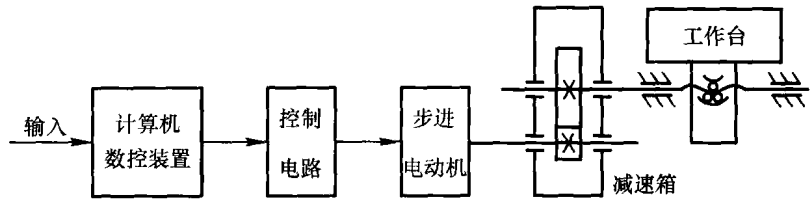


图 1-5 开环控制系统框图

(2) 闭环控制系统 闭环控制系统中带有位置、速度等检测装置,直接对执行件的实际位移量进行检测,如图 1-6 所示。伺服驱动部件通常采用直流或交流伺服电动机。这种控制系统可将执行件的位移量反馈至比较电路,并与指令值进行比较。当检测值与指令值存在差值时,经控制电路可控制伺服驱动电动机作补偿旋转,直至差值消除为止。这种控制系统因其可将最终执行部件的位移量进行反馈、比较和补偿,因而称为闭环控制。

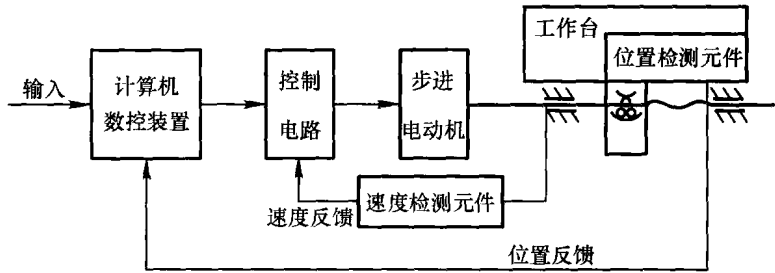


图 1-6 闭环控制系统框图

(3) 半闭环控制系统 半闭环控制系统如图 1-7 所示,其位移检测装置不直接测量执行件的位移,而是检测与伺服驱动电动机联系的传动元件(如电动机轴或滚珠丝杠)的角位移。从而计算出执行件的位移量,再将该值与指令值进行比较,若存在误差值,则控制伺服驱动电动机朝消除该误差值的方向转动,直至误差值消除为止。这种控制系统因其在检测装置之后的传动件及执行件不在反馈环路之内,故称为半闭环控制。

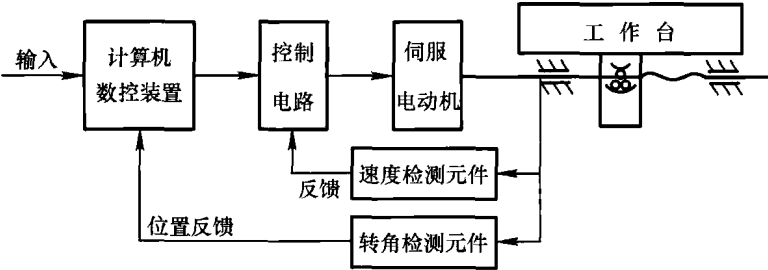


图 1-7 半闭环控制系统框图

(4) 位置检测装置 位置检测装置是闭环和半闭环控制系统中的重要环节,它可将检测元件所测得的位移值进行模拟转换。然后,作为反馈信号输入比较电路,经与指令值相比较后控制伺服驱动系统正确运转。因此检测元件的性能对伺服系统有很大的影响。在闭环控制系统中常用的位置检测元件有:

- ① 光栅传感器 光栅传感器是数控机床和数字显示系统常用的检测元件。它具有精度高、响应速度比较快等优点,是一种非接触式测量器件。
- ② 脉冲发生器 脉冲发生器又称角度数字编码器。具有精度高、结构紧凑、工作可靠等优点,是精密数字控制和伺服系统中常用的角位移数字式检测器件。
- ③ 感应同步器 感应同步器可测量直线位移和角位移,并能转换成数字显示。感应同步器对环境要求低、抗干扰能力强、维护简单、寿命较长、价格低廉,同时具有一定精度,所以应用较广。
- ④ 旋转变压器 旋转变压器常用于角位移的检测。具有结构简单、牢固、对工作环境要求不高、信号输出幅度大,抗干扰能力强等优点。
- ⑤ 磁栅 磁栅是测量直线位移的一种数字式传感器。其加工工艺比较简单,需要时还可将原来的磁信号抹去,重新录制,或安装在机床上后再录制磁化信号。这对消除安装误差和机床本身的几何误差,提高测量精度都是十分有利的,但磁化信号容易受周围强磁场的影响。

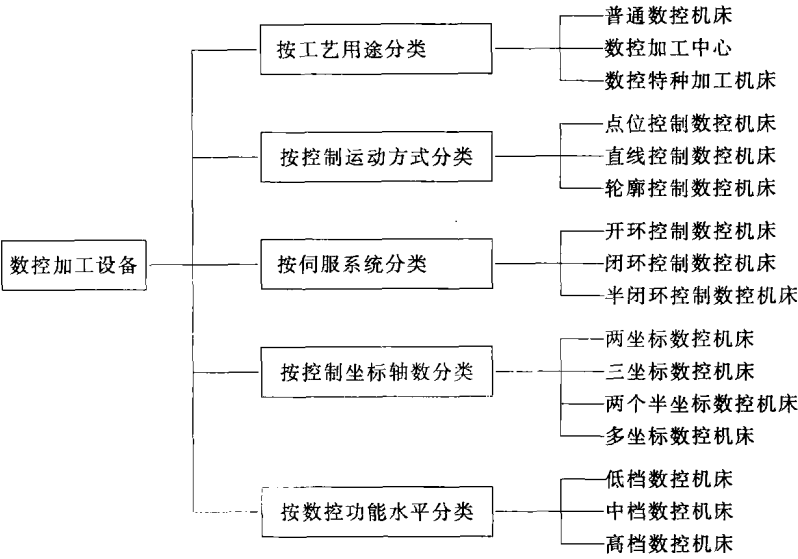
常用检测元件的分类见表 1-1。

表 1-1 位置检测元件

	数 字 式(D)		模 拟 式(A)	
	增量式	绝对式	增量式	绝对式
回转型	圆光栅	编码盘	旋转变压器圆形磁栅	多级旋转变压器
直线型	长光栅激光干涉仪	编码尺	直线感应同步器磁栅,容栅	绝对值式磁尺

第三节 数控加工设备的分类

数控设备五花八门,品种繁多,各行业都有自己的数控设备和分类方法。本节以数控加工设备为例分类介绍。数控加工设备的品种已多达 500 多种,通常从以下不同角度进行分类。



一、按工艺用途分类

1. 普通数控机床

普通数控机床根据不同的工艺需要,与通用机床一样,可分为数控车、铣、镗、磨、钻床等,这类机床的工艺性能与通用机床相似,所不同的是它能按数控指令自动进行加工。

2. 数控加工中心

数控加工中心是带有刀库和自动换刀装置的数控机床。在加工中心上,零件一次装夹后可进行多种工艺、多道工序的集中加工,减少了零件装卸次数、更换刀具等辅助时间,机床的生产效率较高。

3. 数控特种加工机床

数控特种加工机床主要指非切削加工的数控机床,如数控电火花加工机床、数控线切割机床、数控激光切割机床等。

二、按控制运动的方式分类

1. 点位控制数控机床

这类机床只控制运动部件从一点移动到另一点时的准确定位,如图 1-8a 所示。这类机床在移动过程中不进行加工,对两点间的移动速度、轨迹没有严格要求。采用点位控制的有数控钻床、数控坐标镗床、数控冲床和数控测量机等。

2. 直线控制数控机床

这类机床不仅要控制点的准确定位,而且要保证两点之间的轨迹为一条直线,并在运动过程

中进行加工,如图 1-8b 所示。这类数控机床有数控车床、数控铣床、数控钻床等。

3. 轮廓控制数控机床

轮廓控制也称连续控制。它能对两个或两个以上的坐标方向的运动同时进行严格的连续控制,不仅要控制每个坐标的行程位置,还要控制每个坐标的运动速度,这样相互配合形成所需的斜线、曲线、曲面,如图 1-8c 所示。采用这类控制的机床有数控铣床、车床、磨床、齿轮加工机床及加工中心等。

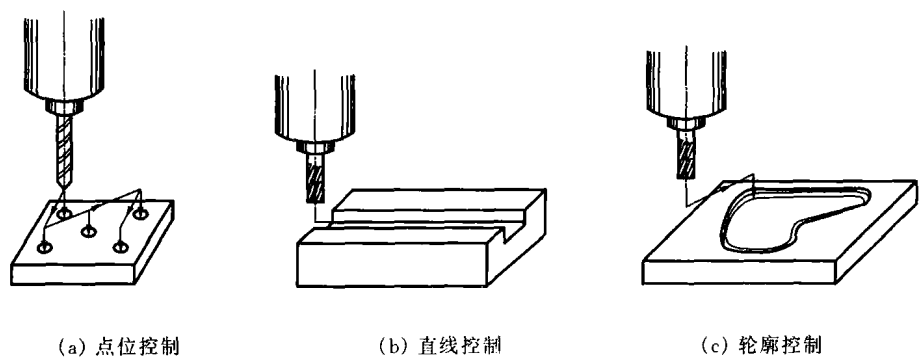


图 1-8 控制运动的方式

三、按伺服系统类型分类

1. 开环控制数控机床

开环控制系统中没有检测装置,指令信号单方向传送,不反馈回来。开环控制的特点是结构简单、调试方便、容易维修、成本较低,但控制精度不高。开环控制系统常用于经济型数控机床。

2. 闭环控制数控机床

闭环控制系统中具有检测装置,可将执行件的位移值反馈,并与指令值比较,用比较差值进行控制,直至差值消除为止。闭环控制数控机床具有加工精度高、定位准确、移动速度快等优点,但其控制电路较复杂、检测元件价格高、调试维修复杂,常用于对加工精度要求较高的精密数控机床。

3. 半闭环控制数控机床

半闭环控制系统不直接检测执行件的位移值,而是检测与伺服驱动电动机相联系的传动件的角位移作为反馈值,检测元件之后的传动件不在反馈环路之内,因此传动系统的传动误差仍会影响机床的加工精度。但该系统调整方便、稳定性好、性能介于开环和闭环之间,因而在数控机床床上广泛应用。

四、按控制坐标轴数分类

数控机床的移动部件较多,现多按直角坐标系对机床移动部件的运动进行分类和数字控制。数控机床的坐标数目或轴数是指数控装置控制机床移动部件的联动坐标数目。

1. 两坐标数控机床

两坐标数控机床是指同时控制两个坐标联动的数控机床。如数控车床中的数控装置可同时控制车床切深方向的 X 和主轴回转中心线 Z 方向的运动,实现两坐标联动,可用于加工各种曲

线轮廓的回转体类零件。数控铣床本身虽有 X 、 Y 、 Z 三个方向的运动,但数控装置如果同时只控制两个坐标,实现两坐标联动,则可以在加工中用 X 、 Y 、 X 、 Z 或 Y 、 Z 实现坐标平面转换,用于加工如图 1-9 所示形状的零件顶面和沟槽。

2. 三坐标数控机床
三坐标数控机床的数控装置可同时控制三个坐标,实现三坐标联动。如三坐标数控铣床可加工图 1-10 所示的曲面零件。

3. 两个半坐标数控机床
这种数控机床本身有三个坐标,能作三个方向的运动,但其数控装置只能同时控制两个坐标,第三个坐标仅能作等距离的周期移动。如用两个半坐标数控机床加工如图 1-11 所示的空间曲面形状的零件时,在 ZOX 坐标平面内控制 X 、 Z 两坐标联动,以加工竖截面内的轮廓表面,而控制 Y 坐标作等距离周期移动,即能将零件的空间曲面加工出来。

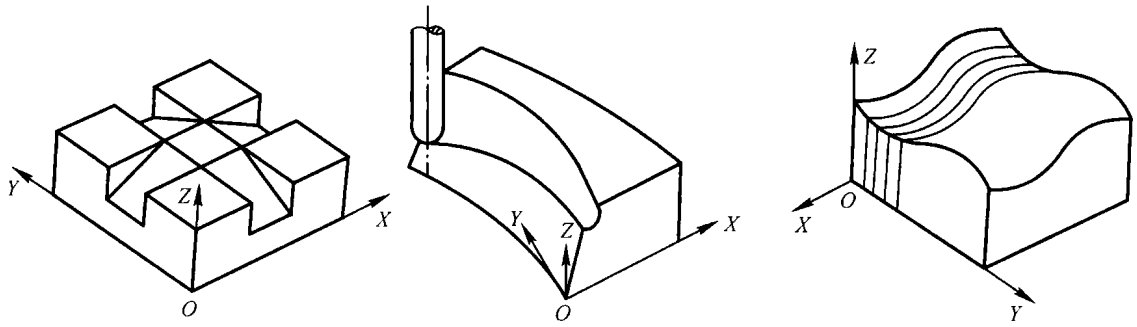


图 1-9 两坐标联动加工沟槽 图 1-10 三坐标联动加工曲面 图 1-11 两个半坐标联动加工曲面

4. 多坐标数控机床
四坐标以上的数控机床称为多坐标数控机床。多坐标数控机床结构复杂,机床精度高,加工程序设计复杂,主要用于加工形状复杂的零件。

五、按数控装置功能水平分类

按数控装置的功能水平通常把数控机床分为低、中、高三档。就目前的发展水平来看,可根据表 1-2 的一些功能及指标将其分为三类。其中高、中档一般称为全功能数控或标准型数控,而把低档的称之为经济型数控。经济型数控是指由单板机、单片机和步进电动机组成的数控系统和其他功能简单、价格低的数控系统,主要用于车床、线切割机床以及其他普通机床的数控改造。

表 1-2 不同档次数控功能及指标

功 能	低 档	中 档	高 档
系统分辨率	10 μm	1 μm	0.1 μm
进给速度	8~15 m/min	15~24 m/min	24~100 m/min
伺服进给类型	开环及步进电动机系统	半闭环及直、交流伺服	闭环及直、交流伺服
联动轴数	2~3 轴	2~4 轴	5 轴或 5 轴以上

续表

功 能	低 档	中 档	高 档
通信功能	无	RS-232C 或 DNC	RS-232C、DNC、MAP
显示功能	数码管显示	CRT:图形、人机对话	CRT:三维图形、自诊断
内装 PLC	无	有	强功能内装 PLC
主 CPU	8 位 CPU	16 位、32 位 CPU	32 位、64 位 CPU

随着微电子技术、计算机技术、自动控制技术、传感器与检测技术以及精密机械加工技术的发展,数控加工设备已经有了较快的发展。机械制造业中的自动化技术目前已经进入了 FMS(柔性制造系统 Flexible Manufacturing System)和 CIMS(计算机集成制造系统 Computer Integrated Manufacturing System)的发展进程,数控机床正是这一进程中的重要角色。

现代数控机床的 CNC 系统采用了 32 位 CPU 或多 CPU 技术、高速存储技术等计算机技术,以及交流伺服系统、高速响应检测系统、现代控制理论等,实现了数控机床的高速进给性能和高精度加工性能。

新型的数控系统还具有自动编程的功能,不仅有在线编程能力,而且可以在编程过程中,根据加工要求自动选择最佳刀具和切削用量等。

数控加工设备将依靠科学技术的进步向着更高的速度、更高的精度、更高的可靠性和功能更加完善的方向发展。

复习思考题

- 1-1 数控设备的含义是什么?
- 1-2 数控设备有什么特点?
- 1-3 数控设备主要由哪些部分组成?
- 1-4 数控装置的功能是什么?
- 1-5 数控设备的伺服系统分为几类?各有什么特点?
- 1-6 数控加工设备分为哪几类?什么是经济型数控机床?
- 1-7 三坐标联动与两个半坐标联动控制有什么区别?
- 1-8 数控加工设备的发展方向主要有哪几个方面?

第二章 数控加工设备的典型机械结构

在诸多的数控加工设备中,数控机床是应用最为广泛的一种典型加工设备,所以本章将以数控机床为例进行阐述。

第一节 概 述

数控机床的机械结构包括主传动装置、进给传动装置、工作台、床身等主要部件及刀库、自动换刀装置、润滑装置、冷却装置、排屑装置等辅助装置。由于数控机床是一种高精度和高生产率的自动化机床,其机械结构形式和性能与普通机床相比有很大改变和提高,这些变化和提高主要体现在以下几个方面:

(1) 主传动装置大多采用调速电动机驱动,可实现无级变速,变速迅速方便,简化了变速机构的结构。主传动功率大、转速高,可满足机床高速强力切削的要求。

(2) 进给传动装置广泛采用无间隙丝杠传动、无间隙齿轮传动,以及摩擦阻力小的滚动导轨、贴塑导轨、静压导轨等,使进给传动的精度和灵敏度有了很大的提高。

(3) 工作台除了能实现直线进给运动外,还能实现圆周进给运动和分度运动,可满足零件的曲面加工和分度要求。有些数控机床还设置了两个或两个以上的工作台,交替地进行工作,缩短了装卸工件的辅助时间。

(4) 配备了刀库和自动换刀装置,可进行多工序连续加工,减少换刀时间和工件装卸次数,扩大了数控机床的工艺范围,提高了生产率。

(5) 增设了排屑、冷却、润滑等其他辅助装置,有效地减少了机床的热变形、磨损及切屑对加工质量的影响。

(6) 机械结构的刚性、抗振性都有很大提高,可保证机床在大功率切削时的加工精度要求。

第二节 数控机床的主传动系统

一、主传动系统的组成及特点

数控机床的主传动系统主要由主轴电动机、变速机构及主轴等部分组成。主传动系统的主要特点为:

1. 采用调速电动机驱动主轴

数控机床的主轴电动机大多采用直流或交流调速电动机,使主轴能根据数控指令自动进行无级变速。

2. 变速机构结构简单

由于主轴电动机采用了调速电动机,主轴的多种转速可通过调速电动机的变速直接获得,或