



高职高专规划教材

数控加工实训

主编 来建良 主审 徐晓风

SHUKONG JIAGONG SHIXUN

浙江大學出版社

高职高专规划教材

数控加工实训

主 编 来建良

主 审 徐晓风

浙江大學出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控加工实训 / 来建良主编. —杭州: 浙江大学出版社, 2004. 6

高职高专机电类规划教材

ISBN 7-308-03732-0

I. 数... II. 来... III. 数控机床—加工—高等学校: 技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 060371 号

丛书策划 樊晓燕

封面设计 刘依群

责任编辑 樊晓燕

出版发行 浙江大学出版社

(杭州浙大路 38 号 邮政编码 310027)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

(E-mail: zupress@mail.hz.zj.cn)

排 版 浙江大学出版社电脑排版中心

印 刷 浙江大学印刷厂

开 本 787mm×960mm 1/16

印 张 13.5

字 数 279 千

版 次 2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

印 数 0001—3000

书 号 ISBN 7-308-03732-0/TG·024

定 价 20.00 元

内容提要

本书从培养数控技能应用型人才的目的出发,力求实际和实用。重点介绍了在数控实训过程中所涉及的各种类型的数控机床常见数控系统的技能训练,强调接近于生产实际的实训方式,内容包括数控加工的基本知识,数控车床、数控铣床和加工中心的实训知识。本书的内容来自多年的数控实训教学和培训的积累,实用性强,举例丰富,可作为各类职业院校数控实训用指导教材,也可用于面向社会的各类数控技术培训。

高职高专机电类规划教材

参编学校(排名不分先后)

浙江机电职业技术学院

杭州职业技术学院

宁波高等专科学校

宁波职业技术学院

嘉兴职业技术学院

金华职业技术学院

温州职业技术学院

浙江工贸职业技术学院

台州职业技术学院

浙江水利水电高等专科学校

浙江轻纺职业技术学院

浙江工业职业技术学院

丽水职业技术学院

湖州职业技术学院

前 言

在全国高等职业教育产学研结合第二次经验交流会上有关人士指出,随着我国加入世贸组织及经济全球化的日益深化,中国经济正快速向新型工业化道路发展,中国有希望成为全球制造业中心。在此过程中,产业结构的调整、高新技术的应用,将需要大量高层次的专业技能人才。制造业中数控技术的广泛使用,已使数控应用型人才严重短缺,“高薪难聘高素质的数控技工”,成为全社会普遍关注的热点问题。培养大批高素质的数控专门人才,特别是大批具有较高素质的数控技能应用型人才,成了打造先进制造业基地的当务之急。

本书从培养数控技能应用型人才的出发,力求实际和实用。主要介绍数控实训过程中的有关知识,包括数控加工基本知识,数控车床加工,数控铣床加工和加工中心加工,共四章。

第一章“基本知识”,主要讲解数控加工实习的性质和任务,数控加工实习的内容,数控加工工艺及特点,数控机床的组成和分类以及数控刀具系统。

第二章“数控车工”,主要讲解数控车床的特点,数控车床控制面板,数控车床的编程及操作,数控车床加工的综合应用。

第三章“数控铣工”,主要讲解数控铣床的分类和用途,数控铣床的编程及操作,数控铣床编程实例,自动编程与 DNC 加工。

第四章“加工中心”,主要讲解加工中心的分类,加工中心的操作与维护,加工中心编程基础,加工中心编程及综合实例。

本书由来建康、任峰、顾其俊、郭伟强等编写,徐晓风主审。在此要感谢在本书成稿过程中给予过帮助的人们。

因水平有限,经验不足,不足之处在所难免,望请不吝指教。

编 者
于 2004 年春

目 录

第 1 章 基本知识	1
1.1 绪 论	1
1.2 数控加工工艺及特点	2
1.3 数控机床	7
1.4 数控刀具系统	13
1.5 数控机床附件	36
1.6 坐标系与原点	38
练习与思考题	40
第 2 章 数控车工	41
2.1 入门指导	41
2.2 数控车床控制面板	46
2.3 数控车床的编程及操作	50
2.4 数控车床加工的综合实例	76
练习与思考题	84
第 3 章 数控铣工	87
3.1 入门指导	87
3.2 数控铣床的操作、维护和安全	101
3.3 数控铣床编程基础	107
3.4 数控铣床编程实例	143
3.5 自动编程与 DNC 加工	155
练习与思考题	161

第 4 章 加工中心	163
4.1 入门指导	163
4.2 加工中心的操作与维护	171
4.3 加工中心编程基础	176
4.4 加工中心编程及加工综合实例	195
练习与思考题.....	207
参考文献	208

第 1 章

基本 知 识

1.1 绪 论

1.1.1 数控加工实习的性质和任务

数控加工实习是学生学习“数控加工技术”和“数控机床编程”等课程不可缺少的必修环节。通过本课程的学习和操作技能的训练,能使获得数控加工的基本知识和较强的动手能力。

数控加工实习是机电类和数控技术类专业学习过程中一项重要的实践环节。学生在数控加工实习过程中,通过独立的操作实践,可以将有关数控加工技术的基本理论、基本知识、基本方法与实践有机地结合在一起,并不断地提高自己的综合职业能力。

数控加工实习的主要任务是,让学生接触和了解数控生产实践,了解数控加工在机械加工中的地位和作用,进一步加深对专业知识的理解,培养对专业的学习兴趣。通过实习,既能培养学生将理论知识与实践知识有机结合的能力,综合锻炼数控编程和操作的能力,还能培养学生严谨认真、一丝不苟的工作作风和解决实际问题的能力,从而使学生的综合素质不断得到提高。通过本课程的学习和操作训练,使学生能够掌握数控车床、铣床或加工中心的操作技能,能够正确地调整和使用数控加工的一般设备、常用附件和刀具、量具,能够根据零件图样和工艺文件进行独立编程和加工,为技能等级考证打下良好基础。经过进一步强化训练后,学生应该能够至少获得一个工种(数控车工或数控铣工)的技能等级证书。此外,还应该初步了解其他工种的基本操作技能,以提高学生的综合职业素养和社会适应能力。

1.1.2 数控加工实习的主要内容

1. 基本知识

熟悉数控加工工艺的特点;了解数控机床的组成和分类、主要装置;熟悉数控刀具系统及选择;了解数控加工时常用的附件及使用方法。

2. 数控车削加工

了解数控车床的型号、结构、操作系统和应用,以及数控车工安全操作规程及数控车床的维护和保养;熟悉数控车床的编程及操作方法,能按图样要求独立加工零件,并能正确使用数控车工常用的刀具、量具。

3. 数控铣削加工

了解数控铣床的型号、结构、操作系统和应用,以及数控铣工安全操作规程及数控铣床的维护和保养;熟悉数控铣床的编程及操作方法,熟悉刀具补偿的设置和铣削用量的选择,能按图样要求独立加工典型零件,并能正确使用数控铣工常用的刀具、量具。

4. 加工中心

了解加工中心的种类、型号、结构、操作系统及加工工艺范围以及加工中心的维护保养及操作规程;熟悉加工中心对刀具的使用、加工中心基本编程以及常见典型零件的程序编制及加工方法;了解三维零件的加工方法。

1.1.3 数控加工实习的特点和学习方法

数控加工实习的特点是理论联系实际,尤其是结合实际使用的数控系统。本教材以培养学生的实践能力为重点,突出各种数控机床的编程方法与实际操作技能的论述。学生通过学习本教材,在教师的指导下,将进行多种数控机床的操作技能训练。

在实习过程中,学生在课前和实习前应该根据实习的安排对本教材进行预习,同时复习相关数控机床的编程知识,了解基本的编程方法和机床的操作要领。要遵循“示范、模仿、练习”的步骤来学习。特别要注意指导教师的操作示范,应该特别注意与以前学习过的编程指令和实际操作的机床数控系统的编程指令的不同之处。

1.2 数控加工工艺及特点

1.2.1 数控加工工艺的主要内容

数控加工工艺,就是指用数控机床加工零件的一种工艺方法。

数控加工与通用机床加工在方法和内容上的不同之处主要表现在机床运动的控制方式。以机械加工中小批零件为例,如果是在通用机床上加工,就某道工序而言,其工步的安

排,机床运动的先后次序、走刀路线、位移量、切削参数的选择等,往往是由操作者自行考虑和确定的,而且是用手工方式进行控制的。如果是在自动机床、仿型车床或铣床上加工,虽然也能达到对加工过程实现自动控制的目的,但其控制方式是通过配置的凸轮、挡块或靠模来实现的。而在数控机床上加工时,描述加工过程所需的全部工艺信息,如工步的划分与顺序、走刀路线、位移量及切削参数等,要按规定的数码形式编成程序,以数字信息的形式输入数控机床的数控装置。数控装置对输入信息进行运算和控制,并不断地向伺服机构发送脉冲信号。伺服机构对脉冲信号进行转换与放大处理,然后由传动机构驱动机床按所编程序进行运动,便可加工出所需要的零件。

数控加工工艺主要包括以下几个方面:

- (1)选择并确定需要进行数控加工的零件及加工内容;
- (2)对零件图样进行数控加工的工艺分析;
- (3)数控加工的工艺设计;
- (4)对零件图形的数学处理;
- (5)编写加工程序;
- (6)按程序单制作控制介质;
- (7)程序的校验与修改;
- (8)首件试加工与现场问题处理;
- (9)数控加工工艺技术文件的定型与归档。

1.2.2 数控加工工艺的特点

数控加工与通用机床加工相比,在许多方面所遵循的原则基本一致,在使用方法上也有很多相似之处。但由于数控机床本身自动化程度高,设备费用较高,设备功能较强,使数控加工相应形成了以下特点:

1. 数控加工的工艺内容十分具体

进行数控加工时,数控机床接收数控系统的指令,完成各种运动,实现加工。因此,在编制加工程序之前,编程人员需要对影响加工过程的各种工艺因素,如切削用量、进给路线、刀具的几何形状,甚至工步的划分与安排等都做好具体设计和安排,而不能像在通用机床上加工时那样。在通用机床上进行加工时,这些工艺因素在很大程度上由操作工人在操作加工中灵活掌握,并可通过适时调整来处理。

2. 数控加工的工艺工作相当准确且严密

数控加工不能像通用机床加工时那样可以根据加工过程中出现的问题由操作者自由地进行人为调整,即使现代数控机床在自适应调整方面作出了不少努力与改进,但自由度也不大。例如,对于加工内螺纹而言,在通用机床上加工时,操作者可以随时根据孔中切屑的情况而决定是否需要退刀或先清理切屑再加工,而在数控机床上加工时则无法调整。因

此,在数控加工的工艺设计中必须注意加工过程中的每一个细节。同时,在对图形进行数学处理、计算和编程时,都要力求准确无误。在实际工作中,一个小数点、一个字符或一个逗号的差错就有可能酿成重大的机床事故或质量事故。而且数控机床比同类的通用机床价格高,加工的零件比较复杂,万一损坏机床或工件报废将造成重大损失。

根据大量的加工实例分析,数控工艺考虑不周和计算与编程时粗心大意是造成数控加工失误的主要原因。因此,要求编程人员除必须具备较扎实的工艺基本知识和较丰富的实际工作经验外,还必须具有耐心和严谨的工作作风。

3. 数控加工的工序相对集中

一般来说,在通用机床上加工是根据机床的种类进行单工序加工。而在数控机床上加工往往是在工件的一次装夹中完成工件的钻、扩、铰、铣、镗、攻螺纹等多工序加工。在一台加工中心上可以完成这种“工序集中”工件的全部加工内容。

由于数控加工的特点和数控机床本身的性能与功能,使数控加工体现出以下优点:

1. 柔性加工程度高

在数控机床上加工工件,主要取决于加工程序。它与通用机床不同,不必制造、更换许多工具、夹具等,一般不需要很复杂的工艺装备,也不需要经常重新调整机床,通过编程就可以把形状复杂和精度要求较高的工件加工出来。因此能大大缩短产品研制周期,给产品的改型、改进和新产品的研制开发提供了捷径。

2. 自动化程度高,改善了劳动条件

数控加工过程是按输入程序自动完成的,一般情况下,操作者主要是进行程序的输入和编辑、工件的装卸、刀具的准备、加工状态的监测等工作,而不需要进行繁重的重复性的机床操作,体力劳动强度和紧张程度可大为减轻,相应地改善了劳动条件。

3. 加工精度高

数控机床是高度综合的机电一体化产品,是由精密机械和自动化控制系统组成的。数控机床本身具有很高的定位精度,机床的传动系统与机床的结构具有很高的刚度和热稳定性。在设计传动机构时采取了减少误差的措施,并由数控进行补偿,所以数控机床有较高的精度。而且数控加工精度不受工件形状及复杂程度的影响,这一点是通用机床无法与之相比的。

4. 加工质量稳定可靠

由于数控机床本身具有很高的重复定位精度,又是按所编程序自动完成加工的,消除了操作者的各种人为误差,所以提高了同批工件加工尺寸的一致性,使加工质量稳定,产品合格率高。一般来说,只要工艺设计和程序正确合理,并按操作规程精心操作,就可以实现长期稳定生产。

5. 生产效率高

由于数控机床具有良好的刚性,允许进行强力切削,主轴转速和进给量范围都较大,

可以更合理地选择切削用量,而且空行程采用快速进给,从而节省了机动和空行程时间。数控机床加工时能在一次装夹中加工出很多待加工面,既省去了通用机床加工时原有的不少辅助工序,也大大缩短了生产准备时间。由于数控加工一致性好,整批工件一般只进行首件检验即可,节省了测量和检测时间。因此,其综合效率比通用机床加工会有明显提高。如果采用加工中心,实现自动换刀,工作台自动换位,一台机床上完成多工序加工,缩短半成品周转时间,生产效率的提高更加明显。

6. 良好的经济效益

改变数控机床加工对象时,只需要重新编写加工程序,不需要制造、更换许多工具、夹具和模具,更不需要更新机床。节省了大量工艺装备费用,又因为加工精度高,质量稳定,减少了废品率,使生产成本下降,生产率又高,所以能够获得良好的经济效益。

7. 有利于生产管理的现代化

利用数控机床加工,可预先准确计算加工工时,所使用的工具、夹具、刀具可进行规范化、现代化管理。数控机床将数字信号和标准代码作为控制信息,易于实现加工信息的标准化管理。数控机床易于构成柔性制造系统(FMS),目前已与计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)有机地相结合。数控机床及其加工技术是现代集成制造技术的基础。

数控加工虽然具有上述优点,但同时也在某些方面存在不足之处,主要表现在以下几个方面:

1. 加工成本较高

数控加工设备费用高,首次加工准备周期较长。数控机床的价格一般是相同规格的同类型通用机床的几倍。此外,其零配件价格及维修成本也较高。再加上其配套的程序设施、计算机及其外部设备等,使产品加工成本大大高于通用机床。

2. 适宜中、小批量生产

由于数控加工对象一般为较复杂零件,又往往采用工序相对集中的工艺方法,在一次定位安装中加工出许多待加工面,势必增加工序时间。虽然目前在数控机床的设计制造方面作出了很大努力(如多轴化、自动交换工作台与柔性加工单元等),但与专用多工位组合机床或自动机床形成的生产线相比,在生产规模与生产效率方面仍有很大差距。大约占机械加工 20%~30% 的大批量生产类型,数控机床是适应不了的,数控机床只适宜于占机械加工总量 70%~80% 的多品种、小批量生产或中批量生产。

3. 加工中难以调整

由于数控机床是按程序运行自动加工的,一般很难在加工过程中进行适时的人工调整,即使可以作局部调整,其调整范围也不大。

4. 维修困难

数控机床是技术密集型的机电一体化产品,增加了维修方面的困难,一般均需配备技术素质较高的维修人员与较好的维修装备。

1.2.3 数控加工的适应性

根据数控机床加工的优缺点以及国内外大量应用实践,一般可按适应程度将零件分为下列三类:

1. 最适于数控加工的零件类

(1) 形状复杂,加工精度要求高,通用机床很难加工或虽然能加工但很难保证加工质量的零件,如图 1-1 所示。

(2) 用数学模型描述的复杂曲线或曲面轮廓零件,如图 1-2 所示。

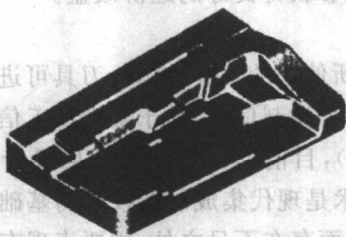


图 1-1 覆盖件模具



图 1-2 发动机叶片

(3) 具有难测量、难控制进给、难控制尺寸的不开敞内腔的壳体或盒型零件。

(4) 在一次装夹中合并完成铣、镗、铰、钻或攻丝等多工序的零件。

2. 较适于数控加工的零件类

(1) 在通用机床加工时极易受人为因素干扰,价值又高,一旦质量失控将造成重大经济损失的零件。

(2) 在通用机床上加工时必须制造复杂的专用工装的零件。

(3) 需要多次更改设计后才能定型的零件。

(4) 在通用机床上加工需要做长时间调整的零件。

(5) 用通用机床加工时,生产率很低或体力劳动强度很大的零件。

3. 不适宜数控加工的零件类

下列零件一般不太适宜数控加工:

(1) 生产批量大的零件(个别工序可用数控机床加工)。

(2) 装夹困难或完全靠找正定位来保证加工精度的零件。

(3) 加工余量很不稳定的零件,且在数控机床上无在线检测系统用于自动调整零件坐标位置的。

(4) 必须用特定的工艺装备协调加工的零件。

综上所述,对于多品种、小批量零件,结构比较复杂、精度要求较高的零件,需要频繁

改型的零件,价格昂贵、不允许报废的关键零件和需要最小生产周期的急需零件可采用数控加工。

1.3 数控机床

1.3.1 数控机床的组成

数控机床是数字控制的工作母机的总称。数控机床的种类很多,但任何一种数控机床都主要是由输入设备、数控装置、伺服系统、测量反馈装置和机床本体组成,如图 1-3 所示。

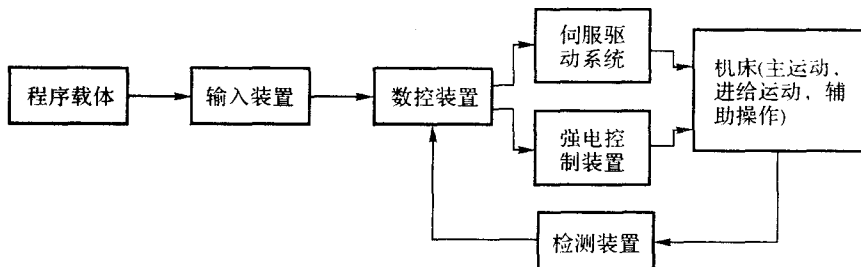


图 1-3 数控机床的组成框图

1. 输入输出设备

输入输出设备主要实现程序编制、程序和数据的输入以及显示、存储和打印。这一部分的硬件配置视需要而定,功能简单的机床可能只配有键盘和发光二极管(LED)显示器;功能普通的机床则可能加上与计算机连接接口、磁盘读入器、人机对话编程操作键盘和视频信号显示器(CRT)或液晶显示器;功能较高的可能还包括含有一套自动编程机或计算机辅助设计/计算机辅助制造(CAM/CAM)系统。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的核心。它接受来自输入设备的程序和数据,并按输入信息的要求完成数值计算、逻辑判断和输入输出控制功能。数控装置通常是指一台专用计算机或通用计算机与输入输出接口板以及机床控制器(可编程序控制器)等所组成的控制装置。机床控制器的主要作用是实现对机床辅助功能 M、主轴转速功能 S 和换刀功能 T 的控制。

数控装置的主要功能如下:

- (1)多坐标控制(多轴联动)。
- (2)插补功能(如直线、圆弧插补等)。
- (3)程序输入、编辑和修改功能。
- (4)故障自诊断功能。由于数控系统是一个十分复杂的系统,为使系统故障停机时间

减少至最少,数控装置中设有各种诊断软件,对系统运转情况进行监视,及时发现故障,并在故障出现后迅速查明故障类型和部位,发出警报,把故障源隔离到最小范围。

(5)补偿功能。补偿功能主要包括刀具半径补偿、刀具长度补偿、传动间隙补偿和螺距误差补偿等。

(6)信息转换功能。它主要包括 EIA/ISO 代码转换、英制/公制转换、坐标转换和绝对值/增量值转换等。

(7)多种加工方式选择。可以实现多种加工方式循环、重复加工、凹凸模加工和镜像加工等。

(8)辅助功能。辅助功能也称 M 功能,用来规定主轴的起停和转向,冷却液的接通和断开,刀具的更换等。

(9)显示功能。用 CRT 或液晶屏显示程序、参数、各种补偿量、坐标位置、故障源以及图形等。

(10)通信和联网功能。

3. 伺服系统

伺服系统是接受数控装置的指令,以驱动机床执行机构运动的驱动部件。它包括伺服控制电路、功率放大电路和伺服电机等。伺服电机常用的有步进电动机、电液马达、直流伺服电动机和交流伺服电动机。

4. 测量反馈装置

该装置由测量部件和相应的测量电路组成,其作用是检测速度和位移,并将信息反馈给数控装置,构成闭环或半闭环控制系统。没有测量反馈装置的系统称为开环控制系统。常用的测量部件有脉冲编码器、旋转变压器、感应同步器、光栅和磁尺等。

5. 机床本体

机床本体是数控机床的主体,是用于完成各种切削加工的机械部分,包括床身、立柱、主轴、进给机构等机械部件。机床是被控制的对象,其运动的位移和速度以及各种开关量是被控制的。数控机床采用高性能的主轴及进给伺服驱动装置,其机械传动结构得到了简化。

为了保证数控机床功能的充分发挥,还有一些如冷却、排屑、防护、润滑、照明、储运等配套部件和编程机、对刀仪等辅助装置。

1.3.2 数控机床的基本结构特征

由上述数控机床的组成可知,数控机床与通用机床的最主要的差别:一是数控机床具有“指挥系统”——数控系统;二是数控机床具有执行运动的驱动系统——伺服系统。

其次,数控机床的本体也与通用机床大不相同,从外观上看,数控机床虽然也有通用机床都有的主轴、床身、立柱、工作台、刀架等机械部件,但在设计上已发生了重大变化,主

要体现在:

1. 机床刚性大大提高,抗振性能大大改善

采用加宽机床导轨面、改变立柱和床身内部布肋方式、进行动平衡等措施。

2. 机床热变形降低

一些重要部件采用强制冷却措施,如有的机床采取切削液通过主轴外套筒的办法保证主轴处于良好的散热状态。

3. 机床传动结构简化,中间传动环节减少

如用一、二级齿轮传动或“无隙”齿轮传动代替多级齿轮传动,有些结构甚至取消齿轮传动。

4. 机床各运动副的摩擦系数较小

如用精密滚珠丝杠代替通用机床上常见的滑动丝杠,用塑料导轨或滚动导轨代替一般滑动导轨。

5. 机床功能增多

如用多刀架、复合刀具或多刀位装置代替单刀架,增加了自动换刀装置,实现自动换刀工作台、自动上下料、自动检测等。

1.3.3 数控机床的分类

数控机床的种类很多,功能各异,可以按不同的方式分类。

1. 按控制系统的特点分类

(1) 点位控制数控机床

点位控制是指刀具从某一位置移到下一个位置的过程中,不考虑其运动轨迹,只要求刀具能最终准确到达目标位置。刀具在移动过程中不切削,一般采用快速运动。其移动过程可以是先沿一个坐标方向移动,再沿另一个坐标方向移动到目标位置,也可沿两个坐标同时移动。为保证定位精度和减少时间,一般采用先高速运行,当接近目标位置时,再分级降速、慢速趋近目标位置。例如,数控钻床、某些数控镗床和数控冲床等。

(2) 直线控制数控机床

直线控制数控机床不仅要保证点与点之间的准确定位,而且要控制两相关点之间的位移速度和路线。其路线一般由与各坐标轴平行的直线段或与坐标轴成 45° 的斜线组成。由于刀具在移动过程中要切削,所以对于不同的刀具和工件,需要选用不同的切削用量。这类数控机床通常具备刀具半径和长度补偿功能,以及主轴转速控制功能,以便在刀具磨损或换刀后能得到合格的零件。例如,简易数控车床和简易数控铣床等,这些数控机床在一般情况下有两到三个可控轴,但同时可控制的只有一个轴。

(3) 轮廓控制数控机床

轮廓控制数控机床的数控装置能够同时控制两轴或两个以上的轴,对位置和速度进

行严格的不间断控制。它不仅要控制机床移动部件的起点和终点坐标,而且要控制加工过程中每一点的速度、方向和位移量,即必须控制加工的轨迹,加工出要求的轮廓。大多数数控机床具有轮廓控制功能,例如,数控车床、数控铣床、加工中心等。图 1-4 所示为轮廓控制系统工作示意图。

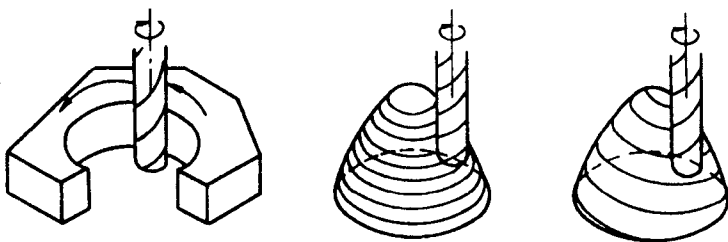


图 1-4 轮廓控制系统工作示意图

2. 按执行机构的控制方式分类

(1) 开环控制的数控机床

开环数控机床一般采用由功率步进电机驱动的开环进给伺服系统,即不带反馈装置的控制系统。其执行机构通常采用功率步进电机或液压马达。受步进电机的步距精度和工作频率以及传动机构的传动精度的影响,开环控制的数控机床的速度和精度都较低。由于其结构简单、成本较低、调试维修方便,因此,仍被广泛应用于经济型、中小型数控机床。

(2) 闭环控制的数控机床

闭环数控机床的进给伺服系统是按闭环原理工作的。图 1-5 所示为典型闭环进给系统。将位置检测装置安装于机床运动部件上,加工中将测量到的实际位置值反馈。数控装置将反馈信号与位移指令随时进行比较,根据其差值与指令进给速度的要求,按一定规律转换后,得到进给伺服系统的速度指令。另外,通过与伺服电动机刚性联接的测速元件,随时实测驱动电动机的转速,得到速度反馈信号,将其与速度指令信号相比较,以其比较的差值对伺服电动机的转速随时进行校正,直至实现部件工作台的最终精确定位。利用上述位置与速度控制两个回路,可获得比开环进给系统精度更高、速度更快等特性指标。

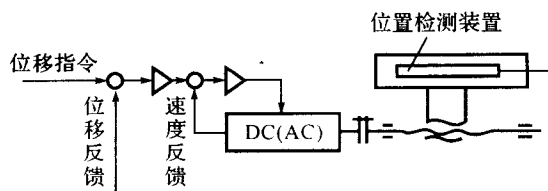


图 1-5 闭环控制系统框图

(3) 半闭环控制的数控机床

半闭环数控机床,是将位置检测装置安装于驱动电动机轴端或安装于传动丝杠端部,