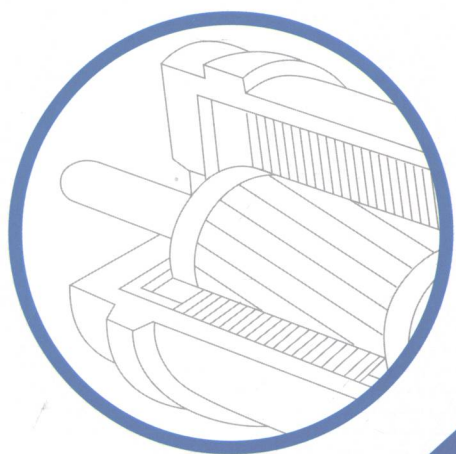




高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

数控机床与 编程



主编◎吴明友 程国标

SHUKONG JICHUANG YU BIANCHENG



高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

顾问 ● 张 策 张福润 赵敖生

数控机床与编程

主 编 吴明友 程国标
副主编 卢桂萍 保金凤 刘民杰
王卉军
参 编 刘 虎



SHUKONG JICHUANG YU BIANCHENG



华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

中国·武汉

内 容 简 介

全书内容共分 10 章,主要介绍了三部分内容:数控机床,包含数控系统、数控伺服系统、数控机床机械结构、数控机床编程基础等;数控机床手工编程,含有数控加工工艺,包括配有华中数控系统、FANUC 数控系统、西门子系统的数控车床和数控铣床的手工编程;数控机床自动编程,包括基于 UG NX 7.0 的数控车床和数控铣床的自动编程。尽量通过大量实例来说明问题,突出了实用性和可操作性。本书配有大量的例题,每章后附有习题,便于教和学。

本书适合作为应用型本科相关专业的数控类课程的教材,也可作为大中专院校相关专业和社会相关培训班的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床与编程/吴明友 程国标 主编. —武汉:华中科技大学出版社,2013.1
ISBN 978-7-5609-8491-9

I. 数… II. ①吴… ②程… III. 数控机床-程序设计-高等学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 276220 号

数控机床与编程

吴明友 程国标 主编

策划编辑:俞道凯

责任编辑:吴 晗

封面设计:陈 静

责任校对:朱 玢

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社(中国·武汉)

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)81321915

录 排:武汉佳年华科技有限公司

印 刷:仙桃市新华印务有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:26.75

字 数:680 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

定 价:48.00 元



本书若有印装质量问题,请向出版社营销中心调换
全国免费服务热线:400-6679-118 竭诚为您服务
版权所有 侵权必究

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

顾问： 张 策 天津大学仁爱学院
张福润 华中科技大学文华学院
赵敖生 三江学院

主任： 吴昌林 华中科技大学

副主任：（排名不分先后）

潘毓学	长春大学光华学院	李杞仪	华南理工大学广州学院
王宏甫	北京理工大学珠海学院	王龙山	浙江大学宁波理工学院
魏生民	西北工业大学明德学院		

编 委：（排名不分先后）

陈秉均	华南理工大学广州学院	邓 乐	河南理工大学万方科技学院
王进野	山东科技大学泰山科技学院	卢文雄	贵州大学明德学院
石宝山	北京理工大学珠海学院	王连弟	华中科技大学出版社
孙立鹏	华中科技大学武昌分校	刘跃峰	桂林电子科技大学信息科技学院
宋小春	湖北工业大学工程技术学院	孙树礼	浙江大学城市学院
陈凤英	大连装备制造职业技术学院	吴小平	南京理工大学紫金学院
沈萌红	浙江大学宁波理工学院	张胜利	湖北工业大学商贸学院
邹景超	黄河科技学院工学院	陈富林	南京航空航天大学金城学院
郑 文	温州大学瓯江学院	张景耀	沈阳理工大学应用技术学院
陆 爽	浙江师范大学行知学院	范孝良	华北电力大学科技学院
顾晓勤	电子科技大学中山学院	胡夏夏	浙江工业大学之江学院
黄华养	广东工业大学华立学院	盛光英	烟台南山学院
诸文俊	西安交通大学城市学院	黄健求	东莞理工学院城市学院
侯志刚	烟台大学文经学院	曲尔光	运城学院
神会存	中原工学院信息商务学院	范扬波	福州大学至诚学院
林育兹	厦门大学嘉庚学院	胡国军	绍兴文理学院元培学院
睦满仓	长江大学工程技术学院	容一鸣	武汉理工大学华夏学院
刘向阳	吉林大学珠海学院	宋继良	黑龙江东方学院
吕海霆	大连科技学院	李家伟	武昌工学院
于慧力	哈尔滨石油学院	张万奎	湖南理工学院南湖学院
殷劲松	南京理工大学泰州科技学院	李连进	北京交通大学海滨学院
胡义华	广西工学院鹿山学院	张洪兴	上海师范大学天华学院

秘 书 俞道凯 华中科技大学出版社

总 序

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020)颁布以来,胡锦涛总书记指出:教育是民族振兴、社会进步的基石,是提高国民素质、促进人的全面发展的根本途径。温家宝总理在2010年全国教育工作会议上的讲话中指出:民办教育是我国教育的重要组成部分。发展民办教育,是满足人民群众多样化教育需求、增强教育发展活力的必然要求。目前,我国高等教育发展正进入一个以注重质量、优化结构、深化改革为特征的新时期,从1998年到2010年,我国民办高校从21所发展到了676所,在校生从1.2万人增长为477万人。独立学院和民办本科院校在拓展高等教育资源,扩大高校办学规模,尤其是在培养应用型人才等方面发挥了积极作用。

当前我国机械行业发展迅猛,急需大量的机械类应用型人才。全国应用型高校中设有机械专业的学校众多,但这些学校使用的教材中,既符合当前改革形势又适用于目前教学形式的优秀教材却很少。针对这种现状,急需推出一系列切合当前教育改革需要的高质量优秀专业教材,以推动应用型本科教育办学体制和运行机制的改革,提高教育的整体水平,加快改进应用型本科的办学模式、课程体系和教学方式,形成具有多元化特色的教育体系。现阶段,组织应用型本科教材的编写是独立学院和民办普通本科院校内涵提升的需要,是独立学院和民办普通本科院校教学建设的需要,也是市场的需要。

为了贯彻落实教育规划纲要,满足各高校的高素质应用型人才培养要求,2011年7月,华中科技大学出版社在教育部高等学校机械学科教学指导委员会的指导下,召开了高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材编写会议。本套教材以“符合人才培养需求,体现教育改革成果,确保教材质量,形式新颖创新”为指导思想,内容上体现思想性、科学性、先进性和实用性,把握行业岗位要求,突出应用型本科院校教育特色。在独立学院、民办普通本科院校教育改革逐步推进的大背景下,本套教材特色鲜明,教材编写参与面广泛,具有代表性,适合独立学院、民办普通本科院校等机械类专业教学的需要。

本套教材邀请有省级以上精品课程建设经验的教学团队引领教材的建设,邀请本专业领域内德高望重的教授张策、张福润、赵敖生等担任学术顾问,邀请国家级教学名师、教育部机械基础学科教学指导委员会副主任委员、华中科技大学机械学院博士生导师吴昌林教授担任总主编,并成立编审委员会对教材质量进行把关。

我们希望本套教材的出版,能有助于培养适应社会发展需要的、素质全面的新型机械工程建设人才,我们也相信本套教材能达到这个目标,从形式到内容都成为精品,真正成为高等院校机械类应用型本科教材中的全国性品牌。

高等院校机械类应用型本科“十二五”创新规划系列教材

编审委员会

2012-5-1

前 言

目前适合应用型本科相关专业数控类课程的教材比较少,在华中科技大学出版社的组织下,我们几所独立学院的老师进行了这方面的尝试。应用型本科教育不同于职业教育,既要有理论,又要有一定的实践技能,这个度较难掌握。我们在这里抛砖引玉,希望将来有更多适合应用型本科的数控类教材出版。

全书共分 10 章,主要介绍了三部分内容。

第 1 篇为数控机床,包含数控机床概述、数控系统、数控伺服系统、数控机床机械结构、数控机床编程基础等。这部分是与数控机床有关的基础知识,各个学校可根据所教学的专业需要选择合适的教学内容。

第 2 篇为数控机床手工编程,含有数控加工工艺,包括配有华中数控系统、FANUC 数控系统、西门子系统的数控车床和数控铣床的手工编程;这部分是本书的重点内容,有 3 种不同的数控系统,各个学校可根据自己的数控机床设备情况,或者学生就业去向所涉及的设备情况,选择合适的数控系统作为教学内容,不一定全部讲授,其他的数控系统可以作为学生自学内容。因为后面有数控机床自动编程,所以这部分的指令没有全部详细讲解,尽量通过例题来掌握相关数控指令,适合案例式或者项目驱动式教学,也是教学改革的一点尝试。把有关的准备功能 G 代码和辅助功能 M 代码放在附录中,供参考。

第 3 篇为数控机床自动编程,包括基于 UG NX 7.0 数控车床和数控铣床的自动编程。本部分内容只能通过老师和学生在 UG NX 7.0 软件上对实例进行实际操作才能掌握,本书给出较详细的操作过程和步骤,限于篇幅,省略了很多插图,这些插图打开软件都能看到,所以并不影响教和学,仅仅通过看书是没有效果的。希望通过实例来进行相关内容的教学,通过案例来掌握方法和技能。

本书第 1、第 2 篇限于篇幅,省略很多内容和插图,可以通过课件来进行弥补;第 5 章的 AutoCAD 电子模型,第 3 篇的例题和习题涉及的 CAM 电子模型,为了减少学生和读者的费用,本书不配光盘,老师或读者可以通过以下邮箱免费索取:279771046@qq.com 或者 1154208121@qq.com。各个学校的学生可通过任课老师获得有关内容。

本书适合作为应用型本科相关专业的数控类课程的教材,也可作为大中专院校相关专业和社会相关培训班的教材或参考书。

本书由分别地处华北、华东、华南、华中的四所独立学院的 7 名专业任课老师合作编写而成,由吴明友牵头和各位老师商讨确定编写提纲,全书由吴明友统稿。具体分工如下:浙江工业大学之江学院程国标老师编写第 1 章、第 2 章和 7.3 节;北京理工大学珠海学院吴明友老师编写第 9 章和 10.1、10.2、10.3 节;卢桂萍老师编写第 4 章和第 6 章;保金凤老师编写 7.1、8.1 节;天津大学仁爱学院刘民杰老师编写 7.2、8.2、10.4、10.5 节;武昌工学院王卉军老师编写第 5 章和 8.3 节;刘虎老师编写第 3 章。

在本书编写过程中,引用了参考文献中的部分资料,在此对这些作者表示诚挚的感谢。

本书虽经反复推敲、校对,但因编者水平有限,书中难免存在不妥之处,敬请广大老师和读者原谅,并提出宝贵意见,以便以后不断改进。

编 者

2012年7月

目 录

第1篇 数控机床

第1章 数控机床概述	(1)
1.1 数控系统的组成及工作原理	(1)
1.2 数控机床的特点及分类	(6)
1.3 数控机床的发展	(12)
习题	(15)
第2章 数控系统	(16)
2.1 数控系统的总体结构及各部分功能	(16)
2.2 数控系统的硬件	(19)
2.3 数控系统的软件	(22)
2.4 数控系统的插补原理	(26)
习题	(40)
第3章 数控伺服系统	(41)
3.1 概述	(41)
3.2 进给伺服系统的驱动元件	(45)
3.3 进给伺服系统的检测元件	(57)
3.4 主轴驱动	(65)
3.5 位置控制	(68)
3.6 直线电动机进给系统简介	(70)
习题	(72)
第4章 数控机床机械结构	(73)
4.1 数控机床结构的组成、特点及要求	(73)
4.2 数控机床的进给运动及传动机构	(76)
4.3 数控机床的主传动及主轴部件	(84)
4.4 自动换刀机构	(93)
习题	(101)
第5章 数控机床编程基础	(103)
5.1 数控机床坐标系	(103)
5.2 数控编程中的数学处理	(106)
5.3 数控加工编程内容与方法简介	(113)
习题	(115)

第2篇 数控机床的手工编程

第6章 数控加工工艺	(116)
6.1 数控加工工艺概述	(116)
6.2 数控车削(车削中心)加工工艺	(117)
6.3 数控铣削(镗铣削中心)加工工艺	(138)
习题	(151)
第7章 数控车床手工编程	(153)
7.1 华中数控系统的数控车床手工编程	(153)
7.2 FANUC 数控系统数控车床手工编程	(173)
7.3 西门子数控系统的数控车床手工编程	(200)
习题	(212)
第8章 数控铣床手工编程	(215)
8.1 华中数控系统的数控铣床手工编程	(215)
8.2 FANUC 系统数控铣床(加工中心)的手工编程	(236)
8.3 西门子数控系统的数控铣床手工编程	(263)
习题	(289)

第3篇 数控机床的自动编程

第9章 UG NX 7.0 数控车削自动编程	(293)
9.1 数控车削加工概述	(293)
9.2 基于 UG NX 7.0 创建车削加工刀具	(295)
9.3 创建车削加工几何体	(295)
9.4 粗加工	(296)
9.5 端面加工	(307)
9.6 精加工	(307)
9.7 槽加工	(308)
9.8 螺纹加工	(310)
9.9 车削加工数控编程综合实例	(314)
习题	(332)
第10章 UG NX 7.0 数控铣床(加工中心)自动编程	(335)
10.1 平面铣数控编程	(335)
10.2 钻孔加工数控编程	(351)
10.3 型腔铣数控编程	(366)
10.4 固定轴曲面轮廓铣加工	(382)
10.5 铣削数控编程综合实例	(395)
习题	(402)

附录 A 数控车床数控系统指令	(404)
A.1 华中世纪星 HNC-21T 数控系统 G 功能指令表	(404)
A.2 华中世纪星 HNC-21T 数控系统 M 指令功能	(405)
A.3 西门子数控系统主要 G 功能指令表	(406)
A.4 西门子数控系统主要 M 代码及功能指令表	(407)
附录 B 数控铣床数控系统指令	(408)
B.1 华中世纪星 HNC-21M 数控系统 G 指令功能表	(408)
B.2 华中世纪星 HNC-21M 数控装置 M 指令功能一览表	(409)
B.3 FANUC 数控系统准备功能 G 代码表	(409)
B.4 FANUC 数控系统辅助功能 M 代码表	(411)
B.5 SINUMERIK 802D G 指令功能表	(413)
B.6 SINUMERIK 802D M 指令功能表	(415)
参考文献	(416)

第1篇 数控机床

第1章 数控机床概述

1.1 数控系统的组成及工作原理

1.1.1 数字控制技术

数字控制技术,即数控技术,简称数控(NC),是指用数字、字符或者其他符号组成的指令来实现对一台或多台机械设备动作进行编程控制的技术。它所控制的通常是位置、角度、速度等机械量和与机械能量流向有关的开关量。

采用计算机实现数字程序控制,称为计算机数控(CNC)。计算机按事先存储的控制程序来执行对设备的控制功能。采用计算机替代原先用硬件逻辑电路组成的数控装置,使输入数据的存储、处理、运算、逻辑判断等各种控制功能的实现,均可以通过计算机软件来完成。

1. 计算机数控的优点

(1) 程序控制,易于修改 要改变控制规律不需修改硬件,只需修改控制子程序,就可以满足不同的控制要求。因此相对于连续控制系统更具有灵活性。

(2) 精度高 模拟控制器的精度由硬件决定,同一批次的元器件可能具有不同的性能,例如,电阻、电容的标称值和实际测量值会有不同,达到高精度很不容易,元器件的价格随精度不同变化很大;而数字控制器的精度与计算机的控制算法和字长有关,在系统设计时就已经决定了,在加工中不会有什么变化。

(3) 稳定性好 数控计算机只有“0”、“1”状态,抗干扰能力强,不像电阻、电容等受外界环境影响较大。

(4) 软件复用 数控系统的硬件不能复用,但子程序却可以复用,所以具有可重复性,而且计算机系统和软件都可以更新换代。

(5) 分时控制 可同时控制多系统、多通道。

2. 数控技术的应用领域

(1) 制造行业 制造行业是最早应用数控技术的行业,它担负着为国民经济各行业提供先进装备的重任。图 1-1、图 1-2、图 1-3 所示为常用的几种数控机床。现代化生产中很多重要设备都是数控设备,如:高性能三轴和五轴高速立式加工中心,五坐标加工中心,大型五坐标龙门铣床等;汽车行业发动机、变速箱、曲轴柔性加工生产线上用的数控机床和高速加

工中心,以及焊接设备、装配设备、喷漆机器人、板件激光焊接机和激光切割机;航空、船舶、发电行业加工螺旋桨、发动机、发电机和水轮机叶片零件用的高速五坐标加工中心、重型车铣复合加工中心等。

(2) 信息行业 在信息产业中,从计算机到网络、移动通信、遥测、遥控等设备,都需要采用基于超精技术、纳米技术的制造装备,如芯片制造的引线键合机、晶片键合机和光刻机等,这些装备的控制都需要采用数控技术。

(3) 医疗设备行业 在医疗行业中,许多现代化的医疗诊断、治疗设备都采用了数控技术,如CT诊断仪、全身刀治疗机以及基于视觉引导的微创手术机器人等。

(4) 军事装备 现代的许多军事装备,都大量采用伺服运动控制技术,如火炮的自动瞄准控制、雷达的跟踪控制和导弹的自动跟踪控制等。

(5) 其他行业 采用多轴伺服控制(最多可达几十个运动轴)的印刷机械、纺织机械、包装机械以及木工机械等;用于石材加工的数控水刀切割机;用于玻璃加工的数控玻璃雕花机;用于床垫加工的数控绗缝机和用于服装加工的数控绣花机等。

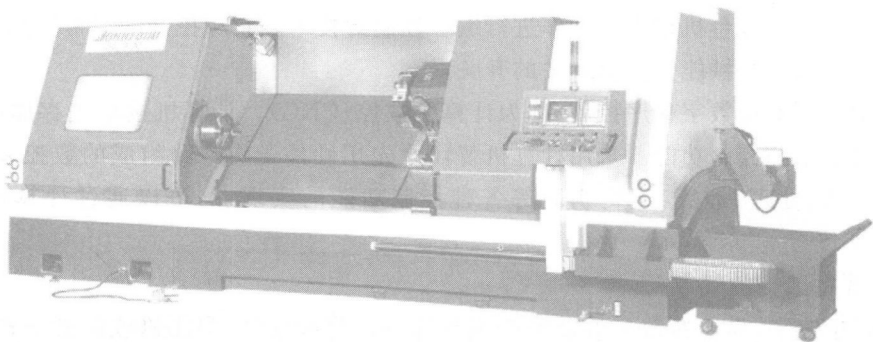


图 1-1 数控车床

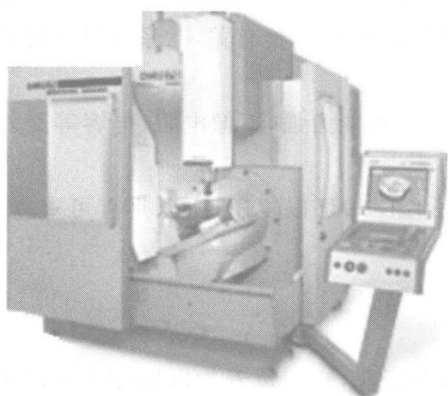


图 1-2 数控铣床

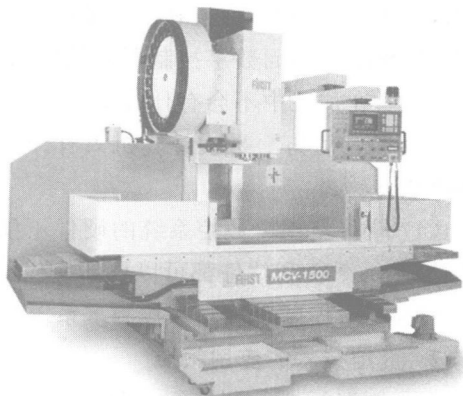


图 1-3 立式加工中心

1.1.2 数控机床的组成及工作原理

1. 数控机床的组成

数控机床是用数控技术实施加工控制的机床,是机电一体化的典型产品,是集机床、计算机、电动机及其拖动、运动控制、检测等技术为一体的自动化设备。数控机床一般由输入/输出(I/O)装置、数控装置、伺服系统、测量反馈装置和机床本体等组成,如图 1-4 所示。数控机床的结构如图 1-5 所示。

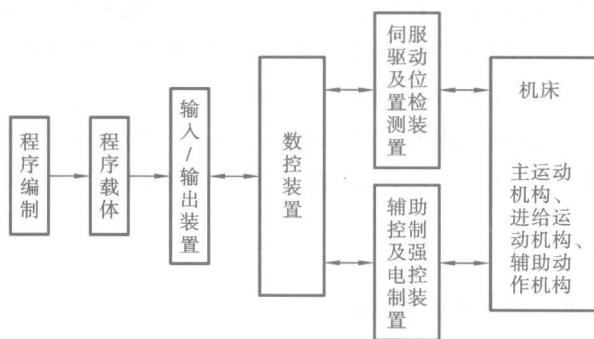


图 1-4 数控机床的组成

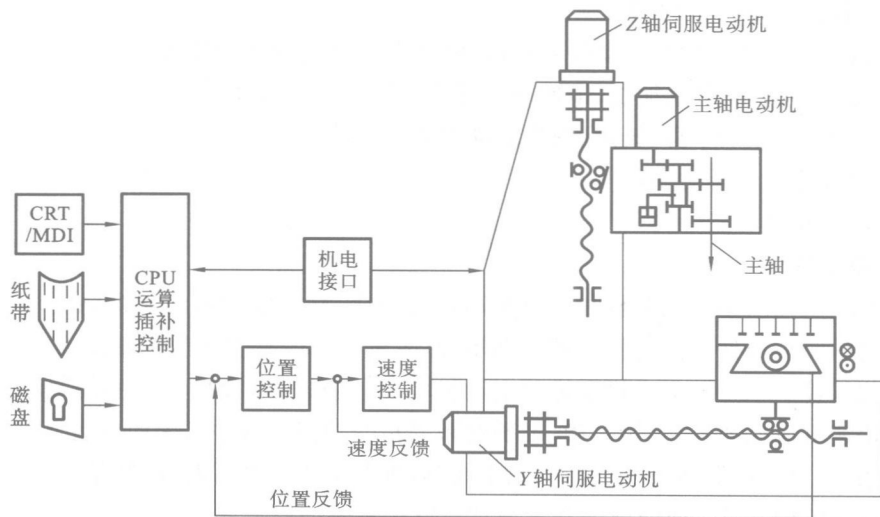


图 1-5 数控机床的结构

1) I/O 装置

数控机床工作时,不需要人去直接操作机床,但又要执行人的意图,这就必须在人和数控机床之间建立某种联系,这种联系的中间媒介物即为程序载体,常称为控制介质。在普通机床上加工零件时,工人按图样和工艺要求操纵机床进行加工。在数控机床加工时,控制介质是存储数控加工所需要的全部动作和刀具相对于工件位置等信息的信息载体,它记载着零件的加工工序。数控机床中,常用的控制介质有:穿孔纸带、盒式磁带、软盘、磁盘、U 盘、

网络及其他可存储代码的载体。至于采用哪一种,则取决于数控系统的类型。早期使用的是8单位(8孔)穿孔纸带,并规定了标准信息代码ISO(国际标准化组织制定)和EIA(美国电子工业协会制定)两种代码。随着技术的不断发展,控制介质也在不断改进。不同的控制介质有相应的输入装置:穿孔纸带,要配用光电阅读机;盒式磁带,要配用录放机;软磁盘,要配用软盘驱动器和驱动卡;现代数控机床,还可以通过手动方式(MDI方式)、DNC网络通信、RS-232C串口通信等方式输入程序。

2) 数控装置

数控装置是数控机床的核心。它接收输入装置输入的数控程序中的加工信息,经过译码、运算和逻辑处理后,发出相应的指令给伺服系统,伺服系统带动机床的各个运动部件按数控程序预定要求动作。数控装置是由中央处理单元(CPU)、存储器、总线和相应的软件构成的专用计算机。整个数控机床的功能强弱主要由这一部分决定。数控装置作为数控机床的“指挥系统”,能完成信息的输入、存储、变换、插补运算以及实现各种控制功能。它具备的主要功能如下:

- ① 多轴联动控制;
- ② 直线、圆弧、抛物线等多种函数的插补;
- ③ 输入、编辑和修改数控程序功能;
- ④ 数控加工信息的转换功能,包括ISO/EIA代码转换、公英制转换、坐标转换、绝对值和相对值的转换、计数制转换等;
- ⑤ 刀具半径、长度补偿,传动间隙补偿,螺距误差补偿等补偿功能;
- ⑥ 具有固定循环、重复加工、镜像加工等多种加工方式选择;
- ⑦ 在CRT上显示字符、轨迹、图形和动态演示等功能;
- ⑧ 具有故障自诊断功能;
- ⑨ 通信和联网功能。

3) 伺服系统

伺服系统由伺服驱动电动机和伺服驱动装置组成,是接收数控装置的指令驱动机床执行机构运动的驱动部件。它包括主轴驱动单元(主要是速度控制)、进给驱动单元(主要有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,数控机床的伺服驱动系统要求有好的快速响应性能,以及能灵敏、准确地跟踪指令功能。数控机床的伺服系统有步进电动机伺服系统、直流伺服系统和交流伺服系统等,现在常用的是后两者,都带有感应同步器、编码器等位置检测元件,而交流伺服系统正在取代直流伺服系统。

机床上的执行部件和机械传动部件组成数控机床的进给系统,它根据数控装置发来的速度和位移指令控制执行部件的进给速度、方向和位移量。每个进给运动的执行部件都配有一套伺服系统。伺服系统的作用是把来自数控装置的脉冲信号转换为机床移动部件的运动,它相当于手工操作人员的手,使工作台(或溜板)精确定位或按规定的轨迹作严格的相对运动,最后加工出符合图样要求的零件。

4) 反馈装置

反馈装置是闭环(半闭环)数控机床的检测环节,该装置由检测元件和相应的电路组成,

其作用是检测数控机床坐标轴的实际移动速度和位移,并将信息反馈到数控装置或伺服驱动装置中,构成闭环控制系统。检测装置的安装、检测信号反馈的位置,取决于数控系统的结构形式。无测量反馈装置的系统称为开环系统。由于先进的伺服系统都采用了数字式伺服驱动技术(称为数字伺服),伺服驱动装置和数控装置间一般都采用总线进行连接。反馈信号在大多数场合都是与伺服驱动装置进行连接,并通过总线传送到数控装置的,只有在少数场合或采用模拟量控制的伺服驱动装置(称为模拟伺服装置)时,反馈装置才需要直接与数控装置进行连接。伺服电动机中的内装式脉冲编码器和感应同步器、光栅及磁尺等都是数控机床常用的检测器件。

伺服系统及检测反馈装置是数控机床的关键环节。

5) 机床本体

机床本体是数控机床的主体,它包括机床的主运动部件、进给运动部件、执行部件和基础部件,如底座、立柱、工作台、滑鞍、导轨等。数控机床的主运动和进给运动都由单独的伺服电动机驱动,因此它的传动链短,结构比较简单。为了保证数控机床的高精度、高效率和高自动化加工要求,数控机床的机械机构应具有较高的动态特性、动态刚度、耐磨性以及抗热变形等性能。为了保证数控机床功能的充分发挥,还有一些配套部件(如冷却、排屑、防护、润滑、照明等一系列装置)和辅助装置(如对刀仪、编程机等)。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。数控机床的机床本体,在其诞生之初沿用的是普通机床结构,只是在自动变速、刀架或工作台自动转位和手柄等方面作些改变。随着数控技术的发展,对机床结构的技术性能要求更高,在总体布局、外观造型、传动系统结构、刀具系统以及操作性能方面都已经发生很大的变化。因为数控机床除切削用量大、连续加工发热量大等会影响工件精度外,其加工是自动控制的,不能由人工来进行补偿,所以其设计要比通用机床更完善,其制造要比通用机床更精密。

2. 数控机床工作过程

数控机床加工零件时,首先必须将工件的几何数据和工艺数据等加工信息按规定的代码和格式编制成零件的数控加工程序,这是数控机床的工作指令。将加工程序用适当的方法输入到数控系统,数控系统对输入的加工程序进行数据处理,输出各种信息和指令,控制机床主运动的变速、启停和进给的方向、速度和位移量,以及其他如刀具选择交换、工件的夹紧松开、冷却润滑的开关等动作,使刀具与工件及其他辅助装置严格地按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数进行工作。数控机床的运行处于不断地计算、输出、反馈等控制过程中,以保证刀具和工件之间相对位置的准确性,从而加工出符合要求的零件。

数控机床的工作过程如图 1-6 所示,首先要将被加工零件图样上的几何信息和工艺信息用规定的代码和格式编写成加工程序,然后将加工程序输入数控装置,按照程序的要求,数控系统对信息进行处理、分配,使各坐标移动若干个最小位移量,实现刀具与工件的相对运动,完成零件的加工。

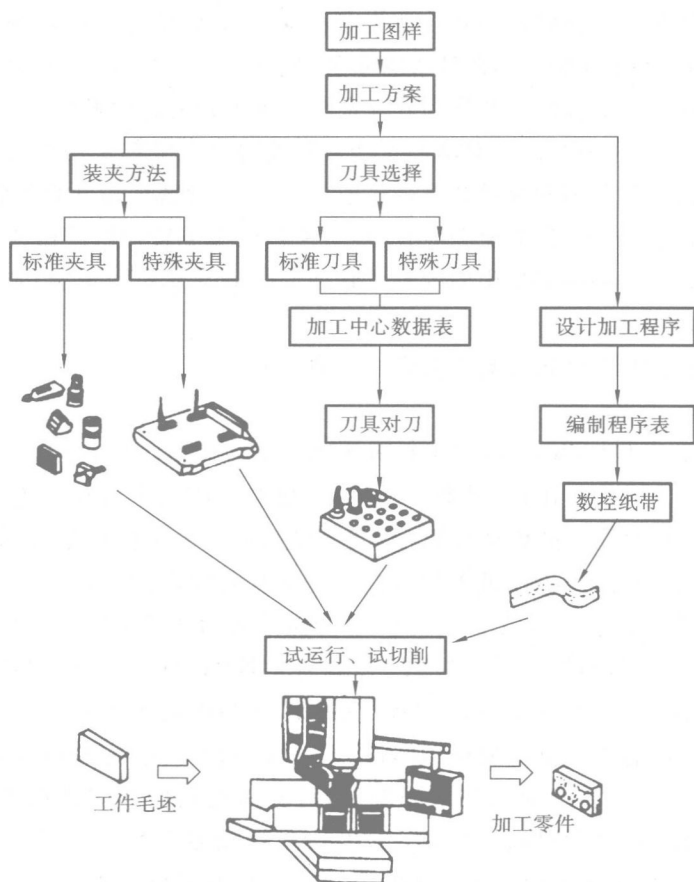


图 1-6 数控加工过程

1.2 数控机床的特点及分类

1.2.1 数控机床的特点

数控机床是以电子控制为主的机电一体化机床,充分发挥了微电子、计算机技术特有的优点,易于实现信息化、智能化和网络化,可较易地组成各种先进制造系统,如柔性制造系统(FMS)和计算机集成制造系统(CIMS)等,能最大限度地提高工业生产效率。硬件和软件相组合,能实现信息反馈、补偿、自动加减速等功能,可进一步提高机床的加工精度、效率和自动化程度。

数控机床对零件的加工过程,是严格按照加工程序所规定的参数及动作执行的。它是一种高效能自动或半自动机床。数控机床加工过程可任意编程,主轴及进给速度可按加工工艺需要变化,且能实现多坐标联动,易加工复杂曲面。在加工时具有“易变、多变、善变”的特点,换批调整方便,可实现复杂零件的多品种中小批柔性生产,适应社会对产品多样化的需求。

与普通加工设备相比,数控机床有如下特点。

1. 数控机床有广泛的适应性和较大的灵活性

数控机床具有多轴联动功能,可按零件的加工要求变换加工程序,可解决单件、小批量生产的自动化问题。数控机床能完成很多普通机床难以胜任的零件加工工作,如叶轮等复杂的曲面加工。由于数控机床能实现多个坐标的联动,所以数控机床能完成复杂型面的加工,特别是对于可用数学方程式和坐标点表示的形状复杂的零件,其加工非常方便。当改变加工零件时,数控机床只需更换零件加工程序,且可采用成组技术的成套夹具,因此,生产准备周期短,有利于机械产品迅速更新换代。

2. 数控机床的加工精度高,产品质量稳定

数控机床按照预先编制的程序自动加工,加工过程不需要人工干预,加工零件的重复精度高,零件的一致性好。同一批零件,由于使用同一数控机床和刀具及同一加工程序,刀具的运动轨迹完全相同,并且数控机床是根据数控程序由计算机控制自动进行加工的,所以避免了人为的误差,保证了零件加工的一致性,质量稳定可靠。

另外,数控机床本身的精度高,刚度好,精度的保持性好,能长期保持加工精度。数控机床有硬件和软件的误差补偿能力,因此能获得比机床本身精度还高的零件加工精度。

3. 自动化程度高,生产率高

数控机床本身的精度高、刚度高,可以采用较大的切削用量,停机检测次数少,加工准备时间短,有效地节省了机动工时。它还有自动换速、自动换刀和其他辅助操作自动化等功能,使辅助时间大为缩短,而且无需工序间的检验与测量,所以比普通机床的生产效率高3~4倍,对于某些复杂零件的加工,其生产效率可以提高十几倍甚至几十倍。数控机床的主轴转速及进给范围都比普通机床的大。

4. 工序集中,一机多用

数控机床在更换加工零件时,可以方便地保存原来的加工程序及相关的工艺参数,不需要更换凸轮、靠模等工艺装备,也就没有这类工艺装备需要保存,因此可缩短生产准备时间,大大节省了占用厂房面积。加工中心等采用多主轴、车铣复合、分度工作台或数控回转工作台等复合工艺,可实现一机多能功能,实现在一次零件定位装夹中完成多工位、多面、多刀加工,省去工序间工件运输、传递的过程,减少了工件装夹和测量的次数和时间,既提高了加工精度,又节省了厂房面积,提高了生产效率。

5. 有利于生产管理的现代化

数控机床加工零件时,能准确地计算零件的加工工时,并有效地简化了检验、工装和半成品的管理工作;数控机床具有通信接口,可连接计算机,也可以连接到局域网上。这些都有利于向计算机控制与管理方面发展,为实现生产过程自动化创造了条件。

数控机床是一种高度自动化机床,整个加工过程采用程序控制,数控加工前需要做好详尽的加工工艺、程序编制等,前期准备工作较为复杂。机床加工精度因受切削用量大、连续加工发热量大等因素的影响,其设计要求比普通机床的更加严格,制造要求更精密,因此数控机床的制造成本比较高。此外,数控机床属于典型的机电一体化产品,控制系统比较复杂、技术含量高,一些元器件、部件精密度较高,所以对数控机床的调试和维修比较困难。