

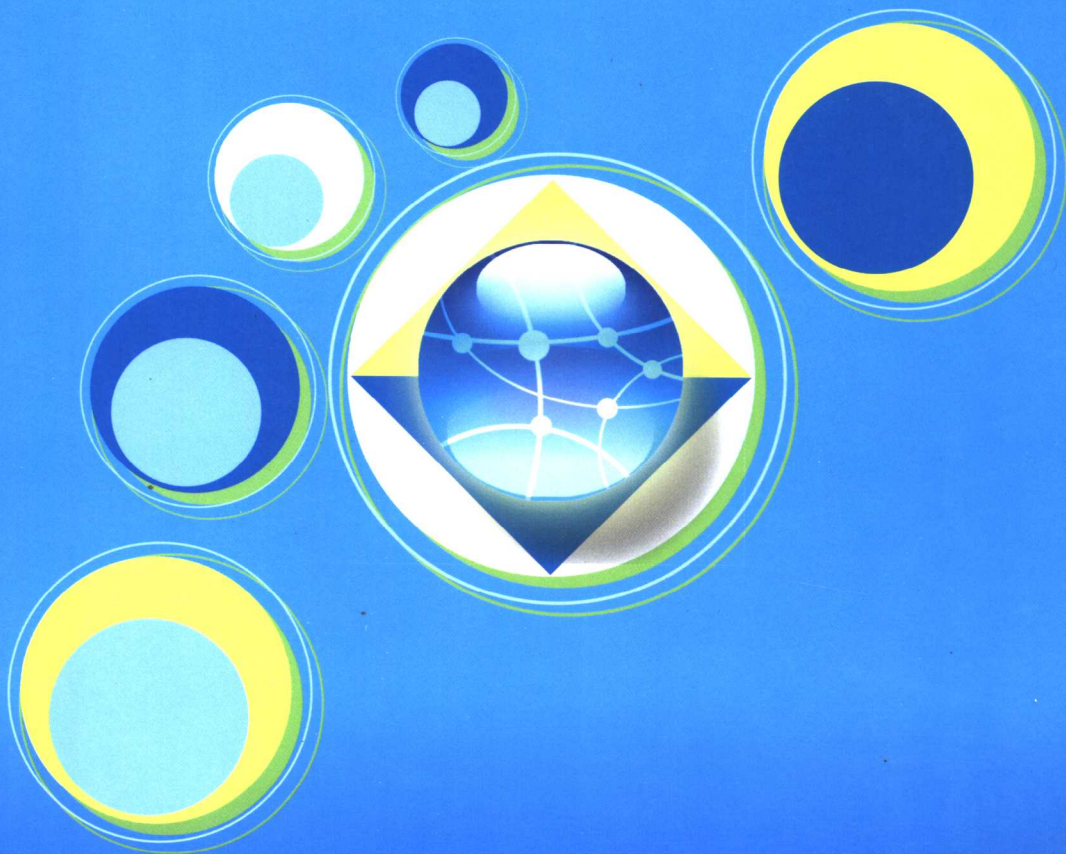


21st CENTURY
规划教材

全国高职高专数控模具规划教材

数控机床与数控编程技术

廖建刚 倪祥明 主编



科学出版社

www.sciencep.com



全国高职高专数控模具规划教材

数控机床与数控编程技术

廖建刚 倪祥明 主 编
曹明顺 匡 炎 副主编
周金元 戴小光

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书结合当前数控机床的实际应用水平,及高职高专对数控技术人才的培养目标,从应用的角度系统地介绍了数控机床、数控编程及相关知识。书中首先介绍了数控机床应用的基本知识,然后介绍了数控机床的各个组成部分,包括数控机床的机械结构,伺服系统及位置检测装置;围绕数控机床的应用,介绍数控机床编程的基本知识与方法,重点介绍数控车床、数控铣床、数控加工中心的编程知识及方法。为了加强学生的实际应用能力,结合实际讲述了若干个应用实例;针对数控机床应用中的常见问题,介绍了数控机床的使用与维护的基本常识。

在编写过程中,考虑到各个学校的办学条件、设备、生源有所不同,本书在内容的组织上采用了模块式的结构,每一章基本是一个独立的模块,教学中可根据具体需要进行组合或取舍。因此本书既可以作为高等职业技术教育数控、模具、机电、电气等机械类专业的主干课教材,也可以作为近机类专业的教材,还可以作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床与数控编程技术/廖建刚,倪祥明主编. —北京:科学出版社, 2005

(全国高职高专数控模具规划教材)

ISBN 7-03-015885-7

I. 数… II. ①廖…②倪… III. 数控机床-程序设计-高等学校:技术学校-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 076787 号

责任编辑:李昱颖 丁波 / 责任校对:柏连海

责任印制:吕春珉/封面设计:飞天创意

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

http://www.sciencep.com

三河市铭浩彩色印装有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2005年8月第一版 开本:787×1092 1/16

2005年8月第一次印刷 印张:12 1/2

印数:1 300 字数:300 000

定价:17.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

销售部电话 010-62138978 编辑部电话 010-62138978-8208 (VT04)

全国高职高专数控模具规划教材

编委会

主任 李振格

副主任 (按姓氏笔画排序)

王贤涛 余小燕 张红英 陈志雄 柳舟通

委员 (按姓氏笔画排序)

丁晚景 王利荣 王希华 邓德清 刘美玲

李年芬 李昱颀 李雪早 何伟 余冬蓉

陆全龙 周金元 徐江林 黄卫红 龚洪浪

程燕军 雷才洪 廖建刚 熊南峰

本书编写人员

主 编 廖建刚 倪祥明

副主编 曹明顺 匡 炎

撰稿人 (按姓氏笔画排序)

匡 炎 周金元 倪祥明

曹明顺 廖建刚 戴小光

出版说明

进入 21 世纪, 国际竞争日趋激烈, 竞争的焦点是人才的竞争, 是全民素质的竞争。人力资源在国家综合国力的增强方面发挥着越来越重要的作用, 而人力资源的状况归根结底取决于教育发展的整体水平。

教育部在《2003~2007 年教育振兴行动计划》中明确了今后 5 年将进行六大重点工程建设: 一是“新世纪素质教育工程”, 以进一步全面推进素质教育; 二是“就业为导向的职业教育与培训工程”, 以增强学生的就业、创业能力; 三是“高等学校教学质量与教学改革工程”, 以进一步深化高等学校的教学改革; 四是“教育信息化建设工程”, 以加快教育信息化基础设施、教育信息资源建设和人才培养; 五是“高校毕业生就业工程”, 以建立更加完善的高校毕业生就业信息网络和指导、服务体系; 六是“高素质教师和管理队伍建设工程”, 以完善教师教育和终身学习体系, 进一步深化人事制度改革。

职业教育事业在改革中加速发展, 使我国的经济建设和社会发展服务能力显著增强。各地和各级职业院校坚持以服务为宗旨、以就业为导向, 正大力实施“制造业与现代服务业技能型紧缺人才培养培训计划”和“农村劳动力转移培训计划”, 并密切与企业、人才、劳务市场的合作, 进一步优化资源配置和布局结构, 深化管理体制和办学体制改革, 使这一事业发展势头良好。

为配合教育部职业教育与成人教育司 2004~2007 年推荐教材的出版计划, 科学出版社本着“高水平、高质量、高层次”的“三高”精神和“严肃、严密、严格”的“三严”作风, 集中相关行业专家、各职业院校双优型教师, 编写了高职高专层次的基础课、公共课教材, 各类紧缺专业、热门专业教材, 实训教材, 以及引进的特色教材, 其中包括如下三个部分:

1. 高职高专基础课、公共课教材系列
 - (1) 基础课教材系列
 - (2) 公共课教材系列
2. 高职高专专业课教材系列, 又分
 - (1) 紧缺专业
 - 软件类专业系列教材
 - 数控技术专业系列教材
 - 护理类专业系列教材
 - (2) 热门专业教材
 - 电子信息类专业系列教材
 - 交通运输类专业系列教材

- 财经类专业系列教材
- 旅游类专业系列教材
- 生物技术类专业系列教材
- 食品类专业系列教材
- 精细化工类专业系列教材
- 艺术设计类专业系列教材
- 建筑专业系列教材

3. 高职高专特色教材系列，又分

(1) 高职高专实训教材系列教材

(2) 国外职业教育优秀系列教材

本套教材建设的宗旨是以学校的选择为依据，以方便教师授课为标准，以理论知识为主体，以应用型职业岗位需求为中心，以素质教育、创新教育为基础，以学生能力培养为本位，力求突出以下特色：

1. 理念创新：秉承“教学改革与学科创新引路，科技进步与教材创新同步”的理念，根据新时代对高等职业教育人才的需求，出版一系列体现教学改革最新理念、内容领先、思路创新、突出实训、成系配套的高职高专教材。

2. 方法创新：摒弃“借用教材、压缩内容”的滞后方法，专门开发符合高职特点的“对口教材”。在对职业岗位所需求的专业知识和专项能力进行科学分析的基础上，引进国外先进的教材，以确保符合职业教育的特色。

3. 特色创新：加大实训教材的开发力度，填补空白，突出热点，积极开发紧缺专业、热门专业的教材。对于部分教材，提供“课件”、“教学资源支持库”等立体化的教学支持，以方便教师教学与学生学习。对于部分专业，组织编写“双证教材”，注意将教材内容与职业资格、技能证书进行衔接。

4. 内容创新：在教材的编写过程中，力求反映知识更新和科技发展的最新动态，新知识、新技术、新内容、新工艺、新案例及时反映到教材中，体现了高职教育专业紧密联系生产、建设、服务、管理一线的实际要求。

欢迎广大教师、学生在使用本系列教材时提出宝贵意见，以便我们进一步做好修订工作，出版更多的精品教材。

科学出版社

前 言

本书是为适应高等职业技术教育的发展,满足培养技能型紧缺人才的需要,针对数控、模具、机电等各专业对数控机床知识的要求,并结合专业的知识结构特点,以及学生的基础和接受能力而编写的高职高专数控模具规划教材之一。

本书以“讲清概念,强调应用”为目的,遵循“理论知识够用”的原则,以数控机床机械结构、伺服系统、位置检测、数控铣床及加工中心操作与编程、数控机床日常维护与维修等基本知识为主线,突出了知识的简洁性、实用性和系统性。

全书共分为8章。第1章主要介绍了数控机床的组成、结构原理、分类、工作特点及数控机床的发展趋势;第2、3章主要介绍了数控机床的主传动、进给运动系统,自动换刀装置及导轨;第4章主要介绍伺服驱动系统及位置检测装置;第5章介绍了数控加工技术基础及数控加工工艺特点;第6、7章主要介绍数控车床、数控铣床、加工中心的编程知识及实例;第8章介绍了数控机床的维护与保养。为便于读者加深和巩固所学知识,大部分章节附有习题。

本书具有如下特点:

- (1) 内容涵盖面宽。
- (2) 讲述简洁明了,易于理解。
- (3) 贴近实际生产,实用性强。
- (4) 适用专业面广,可作为数控、模具、机电、电气等机械类和近机类专业的通用教材,也可作为工程技术人员的参考学习资料。

由于编者的水平有限和时间仓促,不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

目 录

第 1 章 数控机床简介	1
1.1 数控机床概述	1
1.2 数控机床的基本概念	2
1.2.1 数控机床的概念	2
1.2.2 数控机床的特点	2
1.2.3 数控机床的组成	3
1.3 数控机床的分类及应用范围	7
1.3.1 按加工工艺方法分类	7
1.3.2 按控制运动的方式分类	8
1.3.3 按所用进给伺服系统的类型分类	8
1.3.4 按数控装置分类	10
1.3.5 按数控装置的功能水平分类	10
1.3.6 数控机床的应用范围	11
1.4 数控机床的发展及发展趋势	11
习题	14
第 2 章 数控机床的机械传动结构	15
2.1 数控机床的机械结构特点	15
2.2 数控机床的主传动系统	16
2.2.1 主传动系统的要求	16
2.2.2 主轴传动的配置方式	17
2.2.3 主轴结构	18
2.2.4 加工中心主轴部件	22
2.3 数控机床的进给运动系统	23
2.3.1 对进给运动的要求	23
2.3.2 电动机与丝杠间的连接	24
2.3.3 传动间隙补偿机构	25
2.3.4 滚珠丝杠螺母副	27
习题	31
第 3 章 自动换刀装置及导轨	32
3.1 数控车床刀架	32
3.2 加工中心自动换刀装置	35
3.3 回转工作台	41
3.3.1 分度工作台	41
3.3.2 数控回转工作台	44
3.4 数控机床导轨	46
习题	52

第 4 章 伺服驱动系统及位置检测装置	53
4.1 概述	53
4.1.1 伺服驱动系统概念	53
4.1.2 伺服系统的组成和工作原理	54
4.2 步进电机开环伺服系统	55
4.2.1 步进电机	55
4.2.2 步进电机开环控制	58
4.3 位置检测装置	63
4.3.1 旋转变压器	63
4.3.2 光电盘	65
4.3.3 光电编码器	65
4.3.4 光栅测量装置	66
4.3.5 磁尺测量装置	68
4.3.6 感应同步器	69
4.4 闭环伺服驱动系统	70
4.4.1 直流电动机伺服系统	71
4.4.2 交流伺服电机驱动系统	74
习题	75
第 5 章 数控加工技术基础	76
5.1 数控加工基础知识	76
5.2 数控加工程序	79
5.2.1 数控加工程序的结构与格式	79
5.2.2 数控加工常用的功能指令及其代码	80
5.3 数控加工中的工艺处理	89
5.3.1 零件装夹方法及对刀点的确定	89
5.3.2 工步的划分与走刀路线的确定	91
5.3.3 刀具及切削用量的选择	95
第 6 章 数控车床编程	100
6.1 数控车床编程基础	100
6.1.1 数控车床的机床坐标系	100
6.1.2 数控车床编程指令体系介绍	102
6.2 数控车床编程基本指令	105
6.2.1 数控车床尺寸系统编程指令	105
6.2.2 数控车床进给控制指令	107
6.3 数控车床循环加工程序	111
6.3.1 数控车床简单循环程序	111
6.3.2 数控车床复合循环程序	113
6.4 数控车床螺纹加工程序	120
6.4.1 单行程螺纹切削 G32、G33	120
6.4.2 螺纹切削循环 G82	124
6.4.3 螺纹切削复合循环 G76	126

6.5 数控车床子程序编程	127
6.6 数控车床编程实例	128
习题	131
第7章 数控铣床及加工中心编程	133
7.1 数控铣床及加工中心编程基础	133
7.1.1 数控编程概述	133
7.1.2 机床坐标轴	133
7.1.3 机床坐标系	134
7.1.4 工件坐标系	135
7.1.5 程序的结构	135
7.1.6 指令字的格式	136
7.1.7 程序段的格式	136
7.2 基本编程指令	137
7.2.1 辅助功能 M 代码	137
7.2.2 主轴功能 S、进给功能 F 和刀具功能 T	138
7.2.3 准备功能 G 指令	138
7.3 刀具补偿功能指令	152
7.3.1 刀具半径补偿	152
7.3.2 刀具长度补偿	154
7.4 子程序	157
7.5 简化编程指令	158
7.5.1 镜像功能 G24、G25	158
7.5.2 缩放功能 G50、G51	159
7.5.3 旋转变换功能	159
7.6 固定循环	160
7.7 刀具的选择与交换	166
7.7.1 刀具的选择	166
7.7.2 刀具的交换	167
7.8 铣床及加工中心实例	167
习题	171
第8章 数控机床的维护与保养	174
8.1 机床维护保养、故障诊断与维护的特点	174
8.2 机床维护保养、故障诊断与维修的内容	175
8.2.1 每日应当进行的维护保养工作	175
8.2.2 定期应当进行的维护保养工作	177
8.2.3 油料物品的使用方法	178
8.3 数控机床常见故障的判断方法及维修	181
8.3.1 机械部分故障	181
8.3.2 硬件故障的检查与分析	182
8.3.3 CNC 装置故障	184
参考文献	187

第 1 章 数控机床简介

1.1 数控机床概述

现代数控机床在我国使用始于 20 世纪 60 年代,至今也只有近 50 年的历史。近 20 年来,数控机床得到了迅速的发展,随着 21 世纪的到来,机械制造技术有了更深刻的变化和长足的进步,社会对数控机床的需求日益增加,加工零件产品也呈现多样化和高精密的趋势;多品种、中小批量生产的比重明显增加,采用传统的普通加工设备已难以适应高效率、高精度、多样化的加工要求。这些变化一方面促使加工的大量前期准备工作与机械加工过程连为一体;另一方面,促使机械加工的全过程与柔性自动化水平不断提高,即提高制造系统适应生产条件变化的能力。数控技术同时又是柔性制造系统 (flexible manufacturing system FMS)、计算机集成制造系统 (computer integrated manufacturing system CIMS) 的技术基础之一,是机电一体化的重要组成部分。

数控加工是制造行业的新的发展方向。对于现代模具制造业,市场要求必须在最短时间内完成新产品的开发和投产,为用户提供高精度模具。为了适应用户的这一要求,新的加工理念正在逐渐改变传统模具制造的工艺方式;高速、高效的铣削加工提高了模具制造的精度和效率。利用数控加工及计算机辅助制造等新技术,从而使模具加工技术进入以数控加工和模具计算机辅助制造为主的新阶段。

模具零件制造属于单件小批量生产方式,型腔、型芯往往比较复杂,难以在短时间内自动完成,制造质量也不易保证。在数控技术出现以前,各种零件的制造基本上由手动操作完成。此时零件一般由直线、圆弧等简单的几何元素构成。数控技术的生产和发展,为复杂曲线、曲面模具零件的单件小批量自动加工提供了有效的手段。

电子技术的飞速发展促进了数控技术由硬件数控到计算机数控的发展,而计算机又更为有效地使数控技术发挥了巨大的作用。由于采用数控机床,模具零件的形状加工过程发生了很大的变化。例如,模板的加工,过去采用手工画线、钻床钻孔、立铣加工型孔、手工攻螺纹等几道工序。改用数控机床后,则由数控定位钻孔,减少了手工画线的工序,而且孔位精度有了提高。如果使用加工中心,则一次装夹可完成所有的加工内容。由于减少了装夹和工序转移的等待时间,大幅度缩短了加工周期,同时也减少了多次定位带来的孔位误差,提高了加工精度。

由于模具加工引入了 CAD/CAM 等计算机系统,实施自动化加工,在加工过程中减少了人为干预。但是这些自动化设备的运转还是由人来设定加工条件和加工过程。因此在设定这些条件和过程时,不仅仅要求能完成零件加工,还应从加工质量、生产效率及生产成本等多方面因素来考虑。设定加工条件和加工过程的人员,必须不断获得加工过程中的各种反馈信息,对加工条件和加工过程加以优化,才能得到质量、效率和成本均满意的结果。这将对数控技术人员提出了更高的要求。

1.2 数控机床的基本概念

1.2.1 数控机床的概念

1. 数控

数控是数字控制 (numerical control) 的简称, 通常称为 NC, 是用数字化信号对机床的运动及加工过程进行控制的一种方法。数控系统中的译码、处理、计算公式和控制的步骤一般都是预先设计好的, 是通过数控的专用微型计算机来实现的, 所以 NC 也称为硬件数控, 反之采用小型通用计算机或微型计算机来实现控制的称为软件数控, 简称为 CNC (computer numerical control)。

目前, 我们所用到的数控系统大多是采用由专用微型计算机构成的数控装置来实现控制的。其 CPU 用来实现控制和运算, 在内部存储器中的, 只读存储器 (ROM) 用于存放系统控制程序, 随机存储器 (RAM) 用于存放零件加工程序和系统运行时所需使用的参数。I/O 接口实现输入/输出的功能, 用计算机实现数据传输或远程的单机或机群的控制。数控机床功能的强弱主要由数控功能来确定, 所以它是数控机的核心部分。

2. 数控机床

按加工要求预先编制的程序, 由控制系统发出数字信息命令进行工作的机床称为数控机床。数控机床是将传统的机床通过数控系统的控制实现机床运动, 包括控制刀具和工件之间的相对位置、机床电机的启动和停止、主轴变速、刀具的松开和夹紧、冷却系统的启停等各种动作。由于具有数控系统与机床的这种紧密联系, 通常人们还形象地将数控机床称为“机电一体化”产品。其技术范围覆盖的领域有机械制造技术, 微电子技术, 信息处理、加工、传输技术, 自动控制技术, 伺服驱动技术, 检测监控技术, 传感器技术, 软件技术等。数控技术及装备是发展新兴高新技术产业和尖端工业的关键技术和最基本的装备。在提高生产率、降低成本、保证加工质量及改善工人劳动强度等方面, 都有突出的优点; 特别是在适应产品快速更新换代、小批量、多品种生产方面, 各类数控装备是实现先进制造技术的关键。

数控机床是采用了数控技术的机床, 或者说是装备了数控系统的机床。国际信息处联盟 (International Federation of Information Processing, IFIP) 第五技术委员会对数控机床作了如下定义: 数控机床是一种装了程序控制系统的机床。该系统能逻辑地处理具有使用数码或其他符号编码指令规定的程序。

1.2.2 数控机床的特点

数控机床的特点如下。

1. 加工精度高

数控机床是精密机械和自动化技术的综合, 是集机械、电气、光学、计算机及测量技术等为一体的精密加工设备, 机床的数控装置可以对机床运动中产生的位移、热变形

等导致的误差通过测量系统进行有效补偿,可以获得很高和稳定的加工精度。另外,由于数控机床是受数字信息指令控制,并且自动进行加工的,所以减少了操作人员因技术的高低差别而产生的人为误差,提高同批零件加工尺寸的一致性,使加工质量稳定,产品合格率提高。所以加工精度的高低体现在设备上就与机床采用的测量及反馈元件的分辨率和测量精度有直接的关系,因此加工不同的零件应采用高于零件精度的数控机床。

2. 生产效率高

就生产效率而言,相对于普通机床,数控机床的效率一般能提高两三倍,甚至十几倍都有可能,主要体现在如下几个方面。

1) 一次装夹完成多工序加工。数控机床能完成多种动作,可进行钻、铣、攻、镗等加工,同时粗加工、精加工也是一次装夹完成,这些功能只要更换一次刀具即可实现。这些工序对于普通机床而言,要多次变换工种和加工设备,工序间的转件需要大量的辅助时间和相关人员,数控机床除节省上述时间外,还可减少和简化工序,如划线、钳工等。

2) 简化夹具及专用工装。相对于普通机床,在数控机床上加工可以简化夹具的结构和减少夹具的套数,一般只需要简单的通用夹具即可满足要求,即使偶尔必须用到专用夹具,由于数控所具有的超强的功能,往往结构也不会太复杂。

3. 减轻劳动强度

操作数控机床要依靠工人更多的智力劳动,在机床工作中特别是大批量加工中,机床是自动加工,一般工人只需要做装夹及测量工件等工作,由于劳动强度不大,工人不一定必须一对一地操作机床,可以一人同时操作多台机床,减轻工人的劳动强度。

4. 改善劳动条件

操作数控机床,大多数时间是操作控制键盘、观察机床加工中的机床运行状态,机床大多配有全封闭护罩,机床不会有水、油和铁屑溅出,可以保持工作环境的整洁,劳动条件随之得到了改善。

5. 有利于生产管理

1) 更换品种便利。数控机床在加工方面具有很高的柔性,更换不同的零件程序就可以实现更换品种的目的,因此大大缩短了产品换型的周期,这一特点更适合新产品的开发及研制,可以加快新产品的开发速度、降低研发成本。

2) 由于数控机床具有一机加工多工序的特点,简化了生产管理,工序之间的周转次数可以减少,同时还简化了包括工件检验、工、夹、检具等在内的环节,还可以减少管理人员。

3) 可实现无人化生产。数控机床由于是数字信息的标准代码输入,有利于与计算机连接并构成计算机管理系统,柔性制造系统 FMS (flexible manufacturing system) 就是计算机参与管理,使数控机床能发挥自动化的优势,同时也使生产管理达到最佳水平。

1.2.3 数控机床的组成

数控机床通常由以下几个部分组成:控制介质(或数据传输接口)、数控装置、伺服系统、机床主机和测量及反馈系统,如图 1.1 所示。

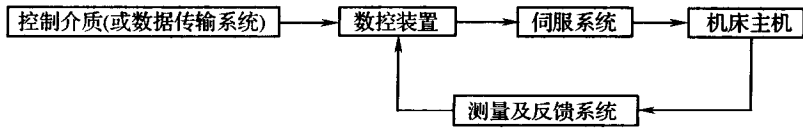


图 1.1 数控机床的组成

1. 控制介质

数控机床加工时，所需的各种控制信息要靠某种中间载体携带和传输，这种载体称为控制介质，在控制介质上保存着加工零件所必需的全部操作信息和刀具及工件移动的信息，它记载着零件的加工程序。

控制介质有多种，可以是穿孔纸带、磁带或磁盘，从更广的意义上理解，也可以是计算机直接控制（DNC）。早期使用的穿孔纸带由于信息容量小、易损坏、使用不方便等原因，现已逐渐被淘汰。

1) 穿孔纸带或磁盘作为信息载体，这种保存和传送方式已基本被淘汰，在此读者只作为一般了解即可。

编制程序就是用机器可以识别的二进制码，用助记符代码来编写，然后再由编译程序翻译成目标程序，使机器能予以识别。穿孔纸带一般有五单位（五列孔，宽 17.5mm）纸带和八单位（八列孔，宽 25.4mm）纸带两种。现在所说的穿孔纸带大多是指八单位穿孔纸带，八单位穿孔纸带规格标准及解释如图 1.2 所示，主要分为信息孔和同步孔两部分。信息孔比同步孔略大，从基准边起依次编出孔道序号 1~8，孔道 3、4 之间是由同步孔组成的同步孔道。每行 8 个信息孔的不同组合可以表示各种信息代码。目前，国际上使用的是八单位代码制，制定有两套代码标准，一套是国际标准化组织制定的 ISO（international standardization organization）代码；另一套是美国电子工业协会制定的 EIA（electronic industries association）代码。穿孔纸带就是按照这样的规则进行穿孔后由机器识别的。IOS 编码是偶数孔，第 8 列是补偶列。EIA 是每行为奇数孔，其第 5 列补奇孔。我国制定的 GB 8870—88 的代码标准与 ISO 标准等效。表 1.1 为 EIA 代码和 ISO 代码的穿孔纸带编码形式。

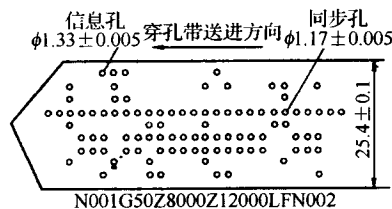


图 1.2 八单位穿孔纸带规格标准及解释

表 1.1 EIA 代码和 IOS 代码的穿孔纸带编码形式

IOS 代码				EIA 代码				数字代码	含 义	
8	7	6	5 4	3 2 1	8	7	6 5 4			3 2 1
		○	○	○			○	○	0	数字 0
○	○	○	○	○				○	1	数字 1
○	○	○	○	○				○	2	数字 2
	○	○	○	○			○	○	3	数字 3

IOS 代码								EIA 代码								数字代码	含 义
8	7	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3	2	1		
○	○	○	○	○	○	○	○									4	数字 4
		○	○	○	○	○	○									5	数字 5
		○	○	○	○	○	○									6	数字 6
○	○	○	○	○	○	○	○									7	数字 7
○	○	○	○	○	○	○	○									8	数字 8
		○	○	○	○	○	○									9	数字 9
		○						○	○							A	绕着 X 轴的角度
		○						○	○							B	绕着 Y 轴的角度
○	○							○	○	○						C	绕着 Z 轴的角度
		○						○	○							D	第三进给速度功能
○	○							○	○	○						E	第二进给速度功能
○	○							○	○	○						F	进给速度功能
		○						○	○							G	准备功能
		○	○					○	○							H	IOS 永不指定 (可作特殊用途), EIA 输入
○	○							○	○	○						I	IOS 沿 X 轴圆弧起点对圆心值, EIA 不用
○	○							○	○							J	IOS 沿 Y 轴圆弧起点对圆心值, EIA 未指定
		○						○	○							K	IOS 沿 Z 轴圆弧起点对圆心值, EIA 未指定
○	○							○								L	IOS 永不指定, EIA 不用
		○						○	○							M	辅助功能
		○						○								N	序号
○	○							○								O	不用
		○						○	○							P	平行于 X 轴的第三坐标轴
○	○							○	○							Q	平行于 Y 轴的第三坐标轴
○	○							○								R	平行于 Z 轴的第三坐标轴
		○						○	○							S	主轴转速功能
○	○							○								T	刀具功能
		○						○	○							U	平行于 X 轴的第二坐标轴
		○						○								V	平行于 Y 轴的第二坐标轴
○	○							○								W	平行于 Z 轴的第二坐标轴
○	○							○	○							X	X 轴方向的主运动
		○						○	○							Y	Y 轴方向的主运动
		○						○	○							Z	Z 轴方向的主运动
		○						○	○							.	小数点
		○						○	○							+	加、正
		○						○								-	减、负
○	○							○								*	乘/星号
○	○							○	○							/	省略/除
○	○							○	○							,	逗号
○	○							○	○							=	等号
		○						○	○							(左圆括号/控制暂停
○	○							○	○)	右圆括号/控制恢复
○	○							○	○							\$	单元符号
		○						○	○							:	选择 (或计划) 倒带停止对准功能
		○						○								LF 或 CR	程序段结束
		○						○	○							Tab 或 HT	制表 (或分隔符号)
○	○							○	○							%/stop	IOS 程序开始/ENA 纸带倒带停止
○	○							○	○							Delete	注销
○	○							○	○							Space	空格
		○														NUL	空白报带
		○														BS	反绕退格
○	○															EM	载体终了

2) 相对于穿孔带, 使用磁盘作为信息载体的优点很明显, 它不但存储数据的信息量大, 而且使用起来也比较方便、快捷, 磁盘上的数据可以通过磁盘驱动器或计算机直接进行传送, 通常磁盘驱动器是直接安装在数控装置上的。

2. 数控装置

数控装置是数控机床的中心环节, 是高技术的密集型产品。它集成了微电子技术、信息技术、自动控制技术、驱动技术、监控检测技术、软件工程技术和机械加工工艺的知识。数控机床在它的控制下, 按照给定的程序自动对机械零件进行加工。自 20 世纪 50 年代数控机床问世以来, 数控装置由 NC 发展到 CNC, 特别是微处理机在数控装置上成功地应用后, 使计算机装置的性能和可靠性不断提高, 成本不断降低, 其高性能价格比促进了数控机床的迅速发展。

数控装置接受控制介质输入的信息, 经过处理与运算控制机床的动作。数控装置由输入装置 (包括键盘、软盘驱动器、行程开关等)、存储器、控制器 (包括一台专用计算机及一整套专为处理数控加工管理的相关软件)、运算器和输出装置等部分组成, 图 1.3 所示为数控装置的组成。

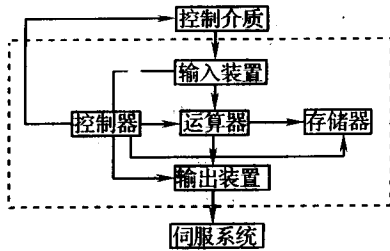


图 1.3 数控装置的组成

1) 输入装置。数控装置接受由控制介质送入的代码信息, 并将其信息代码加以识别, 经过译码后送入相应的存储器, 在存储器中的代码或数据就是控制和运算的原始依据。

2) 控制器。控制器根据输入的指令控制运算和输入装置, 实现对机床各种操作的执行。例如, 控制主轴转速和启动、控制工作台移动等。

3) 运算器。在控制机床整个工作循环中, 运算器主要是对输入的数据进行某种运算, 按运算结果不断地由输出接口输出运算结果, 驱动伺服系统按规定执行相应的动作。

4) 输出装置。输出根据控制器的指令, 将运算器送入的结果输送到伺服系统。整个数控装置从启动到工作结束要完成如下程序: 开机初始化、数控程序的输入、数控程序的编译、启动机床、进行刀具轨迹的计算、插补计算、将计算结果送入每个坐标轴。

3. 伺服系统

伺服系统是英文 servo 的音译, 可以把伺服理解为“伺候”, 就是非常听话, 计算到哪, 就走到哪。因此伺服系统是数控装置与机床的连接环节, 是把来自数控装置的运动指令转变为机床移动部件的运动, 使工作台和主轴按规定的轨迹运动, 以加工出符合要求的产品。

伺服系统是位置控制系统, 是数控装置与机床本体间的联系环节。伺服装置主要由驱动装置和执行装置两大部分组成, 驱动装置由伺服单元和伺服电动机组成, 常用的伺服电动机有步进电动机、直流伺服电动机、交流伺服电动机、直线电动机等。一