

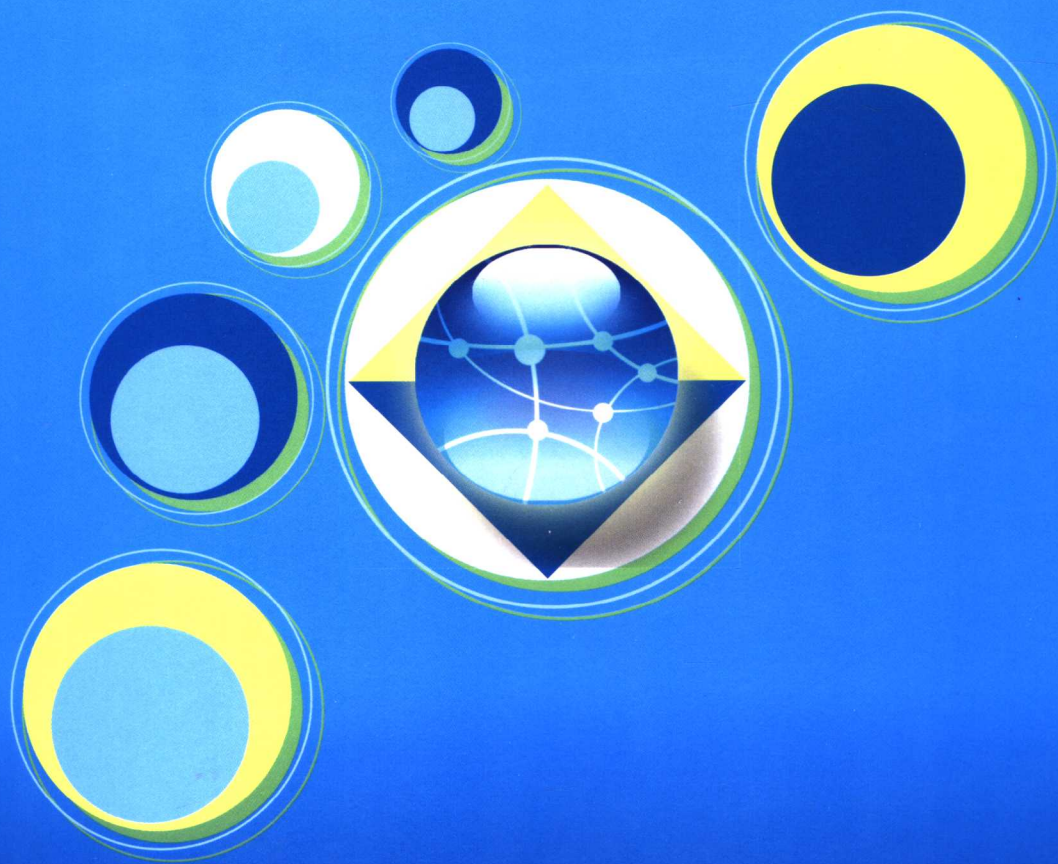


21st CENTURY
规划教材

全国高职高专数控模具规划教材

数控加工工艺学

龚洪浪 王贤涛 主编



科学出版社
www.sciencep.com



全国高职高专数控模具规划教材

数控加工工艺学

龚洪浪 王贤涛 主 编

丁群燕 吴 鉴 张松华 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要讲述了数控加工工艺,共5章,包括数控加工工艺规程的制定和工艺尺寸链、机械加工质量、数控加工刀具、数控车削与镗铣削加工工艺、现代制造技术等。为使学生加深理解,每章配有习题。

本书主要作为高职高专院校数控技术及模具设计与制造等专业的教材,也可作为数控技术专业工程技术人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺学/龚洪浪,王贤涛主编. —北京:科学出版社,2005
(全国高职高专数控模具规划教材)

ISBN 7-03-016119-X

I.数… II.①龚…②王… III.数控机床—加工工艺—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090732号

责任编辑:李昱颖 马琳/责任校对:柏连海

责任印制:吕春珉/封面设计:万千广告公司

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>

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: 11 3/4
印数: 1—3 000	字数: 256 000

定价: 16.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换<路通>)

销售部电话 010-62136131 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 龚洪浪 王贤涛

副主编 丁群燕 吴 鉴 张松华

撰稿人 (按姓氏笔画排序)

丁群燕 王贤涛 张松华 吴 鉴 龚洪浪

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

——数控技术类专业系列教材

——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

本书是根据高等职业技术学校“数控技术”专业指导性教学计划和数控加工工艺学教学大纲编写，由本书编审委员会审定的全国高职高专数控模具规划教材之一。

本书分为5章：第1章介绍了数控加工工艺规程的制定和工艺尺寸链，侧重于机械制造工艺的基本理论；第2章介绍了机械加工质量，包括机械加工精度与表面质量两部分；第3章介绍了数控加工刀具，包括数控车床用刀和数控铣床用刀；第4章介绍了数控车削与镗铣削加工工艺，主要介绍了数控加工中具体的工艺处理问题；第5章介绍了现代制造技术，重点介绍了数控电火花线切割、电火花加工、电子束加工等技术。

根据教学大纲的要求，为突出高等职业技术学校的特点，本书强调应用性和能力的培养。在基本理论的论述中，对基本概念和原理的论述简明扼要，并注重实际应用；紧紧围绕质量、生产率和经济性三者的辩证关系分析工艺问题。在具体的加工工艺的介绍中，注重工艺分析和能力的培养，以适应数控技术专业和模具设计与制造专业的教学及国内外机械制造的发展动向，还对现代机械制造技术进行了介绍。

由于编者水平有限，加之编写时间紧迫，书中难免有差错，恳请读者批评指正。

目 录

第 1 章 数控加工工艺规程的制定和工艺尺寸链	1
1.1 数控加工概述	1
1.1.1 数控加工概念	1
1.1.2 数控机床的组成及分类	3
1.1.3 数控机床控制系统简介	5
1.2 机械加工的基本概念	5
1.2.1 生产过程	5
1.2.2 工艺过程及其组成	6
1.2.3 生产纲领、生产类型及其工艺特征	8
1.2.4 获得加工精度的方法	11
1.2.5 工艺规程的概念、作用、类型及格式	12
1.3 制定工艺规程的原则、原始资料及步骤	14
1.3.1 制定工艺规程的原则	14
1.3.2 制定工艺规程的原始资料	14
1.3.3 制定工艺规程的步骤	15
1.4 零件的结构工艺性分析	15
1.4.1 零件结构工艺性的概念	15
1.4.2 合理标注零件的尺寸、公差及表面粗糙度	16
1.4.3 零件要素的工艺性	17
1.4.4 零件整体结构的工艺性	18
1.4.5 零件的技术要求分析	19
1.5 毛坯选择	19
1.5.1 毛坯的种类	20
1.5.2 毛坯的选择原则	20
1.5.3 毛坯形状和尺寸的确定	21
1.6 定位基准的选择	22
1.6.1 基准及其分类	22
1.6.2 工件定位的概念及定位方法	23
1.6.3 六点定位原理	23
1.6.4 定位基准的选择	25
1.7 工艺路线的拟定	28
1.7.1 表面加工方法和加工方案的选择	28
1.7.2 加工顺序的安排	30
1.7.3 确定工序集中与分散的程度	33

1.7.4 设备与工艺装备的选择	34
1.8 加工余量的确定	34
1.8.1 加工余量的基本概念	34
1.8.2 加工余量的影响因素	36
1.8.3 确定加工余量的方法	36
1.9 工序尺寸及其公差确定	37
1.9.1 工艺尺寸链	37
1.9.2 工序尺寸及其公差确定	39
1.10 数控加工切削要素的选择	42
1.10.1 切削要素的选择顺序	42
1.10.2 背吃刀量的选择	42
1.10.3 进给速度的确定	43
1.10.4 切削速度的确定	43
1.10.5 切削用量选择实例	44
1.11 时间定额和提高劳动生产率的工艺途径	45
1.11.1 时间定额	45
1.11.2 提高劳动生产率的工艺途径	47
本章小结	50
习题	50
第2章 机械加工质量	51
2.1 机械加工精度	51
2.1.1 基本概念	51
2.1.2 工艺系统的几何误差	52
2.1.3 工艺系统的受力变形	57
2.1.4 工艺系统的热变形	59
2.1.5 工件残余应力引起的误差	61
2.1.6 提高和保证加工精度的途径	62
2.2 机械加工表面质量	64
2.2.1 机械加工表面质量的含义	64
2.2.2 表面质量对零件使用性能的影响	65
2.2.3 影响表面粗糙度的因素及其改善措施	66
本章小结	68
习题	68
第3章 数控加工刀具	69
3.1 车刀切削部分的材料	69
3.1.1 对车刀切削部分材料性能的要求	69
3.1.2 常用车刀材料	69

3.2 数控车刀的类型与刀片选择	70
3.2.1 数控车刀的常见类型	70
3.2.2 数控车刀刀片的选择	71
3.3 车刀角度的初步选择	73
3.3.1 前角的选择	73
3.3.2 后角的选择	73
3.3.3 主偏角的选择	74
3.3.4 副偏角的选择	74
3.3.5 刃倾角的选择	74
3.4 车刀的刃磨	75
3.4.1 车刀刃磨的重要性	75
3.4.2 车刀的磨损形式及其重磨部位	76
3.4.3 车刀重磨时刻的标志	80
3.4.4 粗车刀的刃磨	83
3.4.5 精车刀的刃磨	86
3.5 车刀断屑槽的形式及其刃磨	90
3.5.1 断屑槽的结构形状	90
3.5.2 断屑槽的断屑机理	91
3.5.3 全圆弧断屑槽的刃磨	92
3.6 铣削刀具	93
3.6.1 铣刀的种类、材料及用途	93
3.6.2 铣刀的选择	98
本章小结	99
习题	99
第4章 数控车削与镗铣削加工工艺	101
4.1 数控车削加工概述	101
4.1.1 数控车削加工对象	101
4.1.2 数控车床的配置与加工能力	102
4.2 数控车削加工的工艺分析	104
4.2.1 数控车削加工刀具及其选择	104
4.2.2 数控车削加工的切削用量选择	105
4.2.3 数控车削加工的装夹与定位	106
4.2.4 数控车削加工中的装刀与对刀	108
4.3 数控镗铣削加工概述	110
4.3.1 数控镗铣削加工对象	110
4.3.2 加工中心的加工对象	111
4.4 数控镗铣削加工工艺分析	113
4.4.1 工艺分析	113

4.4.2 零件结构工艺性	113
4.4.3 定位和装夹	116
4.5 数控镗铣削加工工艺路线的确定	118
4.5.1 加工方法选择	118
4.5.2 加工顺序的安排	121
4.5.3 加工路线的确定	121
4.6 典型零件的铣削加工工艺分析	123
4.6.1 平面凸轮的加工工艺分析	123
4.6.2 五角星加工工艺实例	126
4.6.3 油盘导动加工工艺实例	139
本章小结	150
习题	150
第5章 现代制造技术	152
5.1 概述	152
5.1.1 制造技术的发展过程	152
5.1.2 现代制造技术的产生及其特点	153
5.1.3 特种加工	154
5.2 电火花加工	156
5.2.1 加工原理	156
5.2.2 电火花加工中的一些基本规律	156
5.2.3 电火花加工的特点及应用	159
5.3 电火花线切割加工	160
5.3.1 加工原理	160
5.3.2 线切割加工的特点	160
5.3.3 线切割加工的应用	161
5.3.4 数控线切割编程简介	161
5.4 电解加工	164
5.4.1 电解加工的原理	164
5.4.2 电解加工的工艺特点及应用	165
5.5 其他特种加工方法	165
5.5.1 激光加工	165
5.5.2 电子束加工	167
5.5.3 离子束加工	169
5.5.4 超声波加工	170
本章小结	172
习题	172
主要参考文献	174

第 1 章 数控加工工艺规程的制定和工艺尺寸链

【内容提要】 本章主要介绍数控加工的概念；机械加工的基本概念；工艺规程制定的基本原则、原始资料和步骤；零件的结构工艺性分析；毛坯及定位基准的选择；工艺路线的拟定；加工余量的概念；工序尺寸及其公差的确定；数控加工切削要素的选择；时间定额和提高劳动生产率的途径。

1.1 数控加工概述

1.1.1 数控加工概念

数控技术是 20 世纪 40 年代后期发展起来的一种自动化加工技术，它是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物，目前在机械制造业中已得到了广泛应用。

数控（numerical control, NC）是以数字化信号对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。数控机床是指应用数控技术对加工过程进行控制的机床。

数控加工就是用数控机床加工零件的方法，是伴随着数控机床的产生、发展而逐步完善起来的一种应用技术，它是人们长期从事数控加工实践的经验总结。

数控加工的内容主要包括：

- ① 确定零件上需要数控加工的表面。
- ② 对零件图纸进行数控加工的工艺分析。
- ③ 数控加工的工艺设计。
- ④ 编制加工程序。
- ⑤ 输入加工程序。
- ⑥ 对加工程序进行校验和修改。
- ⑦ 运行加工程序对零件进行加工。

数控加工与普通机床加工相比具有以下特点。

（1）可以加工有复杂型面的工件

数控机床的刀具运动轨迹是由加工程序决定的，因此只要能编制出程序，多么复杂的型面工件都能加工。如用数控车床加工复杂的回转表面，采用五轴联动的数控机床能加工螺旋桨的复杂空间曲面。

（2）加工精度高，尺寸一致性好

数控机床本身的精度都比较高。数控机床在整体设计中考虑了整机刚度和零件的制造精度，又采用高精度的滚珠丝杠传动副，机床的定位精度和重复定位精度都很高，一般数控机床的定位精度为 $\pm 0.01\text{mm}$ ，重复定位精度为 $\pm 0.005\text{mm}$ ，在加工过程中操作人员

不参与操作, 工件的加工精度全部由机床保证, 消除了操作者的人为误差。因此, 加工出来的工件精度高、尺寸一致性好、质量稳定。

(3) 生产效率高

数控机床的主轴转速、进给速度和快速定位速度高, 可以合理地选择高的切削参数, 充分发挥刀具的切削性能, 减少切削时间, 另外在加工中零件的装夹次数少, 一次装夹可加工出很多表面, 省去了划线找正和检测等许多中间环节, 因此数控机床的生产效率高。据统计, 普通机床的净切削时间一般占总切削时间的 15%~20%, 而数控机床可达 65%~70%, 可实现自动换刀的带刀库数控机床甚至可达 75%~80%。加工复杂工件时, 效率可提高 5~10 倍。

(4) 可以减轻工人劳动强度, 实现一人多机操作

一般数控机床加工出第一个合格工件后, 操作者只需要进行工件的装卸和启动机床, 减轻了工人的劳动强度。现在的数控机床可靠性高, 保护功能齐全, 并且数控系统有自诊断和自停机功能, 当一个工件的加工时间超出工件的装卸时间时, 就能实现一人多机操作。

(5) 有利于实现计算机辅助制造

目前在机械制造业中, CAD/CAM 已经被广泛应用, 数控机床及其加工技术正是计算机辅助制造系统的基础。

(6) 初期投资大, 但经济效益明显

数控机床的价格一般是普通机床的若干倍, 机床备件的价格高, 加工首件需要进行编程、调试程序和试加工, 时间较长, 使数控机床一次投资及日常维护保养费用较普通机床高很多, 但是如能充分地发挥数控机床的能力, 将会带来很高的经济效益。这些效益不仅表现在生产效率高、加工质量好、废品少等, 而且还有减少工装和量刀具、缩短生产周期、减少在制品数量、缩短新产品试制周期等优势, 从而为企业带来明显的经济效益。

(7) 可以精确地计算成本和安排生产进度

利用数控机床加工零件, 可以预计所需要的时间, 因而工时和工时费用可以估计得更精确。这有利于精确编制生产进度表, 有利于均衡生产和取得更高的预计产量。

从数控机床加工的特点可以看出, 最适合数控机床加工的零件的特点是:

- ① 几何形状复杂的零件。
- ② 批量小而又多次生产的零件。
- ③ 在加工过程中必须进行多种加工的零件。
- ④ 切削余量大的零件。
- ⑤ 必须严格控制公差的零件。
- ⑥ 工艺设计会变化的零件。
- ⑦ 需全部检验的零件。
- ⑧ 加工过程中如果发生错误将会造成浪费严重的零件。

1.1.2 数控机床的组成及分类

1. 数控机床的组成

数控机床由控制系统、伺服系统和机床主体三个基本部分组成。

控制系统是数控机床的核心，其主要作用是对输入的加工程序进行数字运算和逻辑运算，然后向伺服系统发出控制信号。它由输入/输出接口线路、控制器、运算器和存储器四大部分组成，这种由专用电路组成的专用计算机数控系统俗称为硬件数控（简称为 NC）。现在一般采用通用小型计算机或微型计算机作为数控装置，这种数控系统称为计算机数控系统（简称为 CNC），又称软件数控。有些数控机床的控制系统就是将 PC 机配以控制系统软件而构成的。

伺服系统的主要作用是接受来自数控装置的指令信息，经功率放大后，严格按照指令信息的要求驱动机床的移动部件，以加工出符合图样要求的零件。伺服系统由驱动装置和执行元件组成。常用的执行元件有步进电机、直流伺服电机和交流伺服电机三种。

机床主体由主传动装置、进给传动装置、床身及工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等组成。有些数控机床还配备了特殊的部件，如刀库、自动换刀装置等。数控机床本体的结构与传统的机床相比，其整体布局、外观造型、传动系统、刀具系统的结构以及操作机构等方面都已发生了很大的变化，传动效率更高，传动系统更为简单。

2. 数控机床的分类

数控机床品种规格繁多，分类方法有多种。归纳起来可用以下几种方法来分类。

（1）按加工工艺方法分类

数控机床按加工工艺方法分类分为一般数控机床和加工中心。与传统的机械加工车、铣、钻、磨、镗、齿轮加工相适应的数控机床有数控车床、铣床、钻床、磨床、镗床、齿轮加工机床等，它们都具有很好的精度一致性，较高的生产率和自动化程度。加工中心是在普通数控机床上加装一个刀库和自动换刀装置而形成的高自动化程度和高生产效率的数控机床，它可以有效地避免由于工件多次安装造成的定位误差，减少了机床的台数和占地面积，缩短了辅助时间，大大提高了生产效率和加工质量。

（2）按伺服系统的特点分类

按伺服系统的特点分类，数控机床分为开环控制数控机床、半闭环控制数控机床和闭环控制数控机床。开环控制数控机床的特点是其控制系统不带反馈装置，通常使用功率步进电机为伺服执行机构。图 1.1 所示为开环数控机床工作原理。开环控制系统结构简单，成本较低，但是，系统对移动部件的实际位移量不进行检测，也不能进行误差校正，仅适应加工精度要求不很高的中小型数控机床，特别是简易经济型数控机床。半闭环控制数控机床的特点是在开环控制数控机床的传动丝杠上装有角位移检测装置，通过检测丝杠的转角间接地检测移动部件的位移，然后反馈到数控装置中去，系统的调试比较方便并且具有良好的稳定性。图 1.2 所示为半闭环控制数控机床的工作原理。闭环控

制数控机床的特点是在机床移动部件上直接安装直线位移检测装置,将测量到的实际位移值反馈到数控装置中,与输入的指令位移值进行比较,用差值对机床进行控制,使移动部件按照实际需要的位移量运动,最终实现移动部件的精确运动和定位,进一步提高了机床的加工精度。图 1.3 所示为闭环控制数控机床的工作原理。

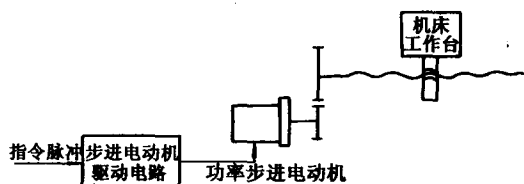


图 1.1 开环数控机床工作原理

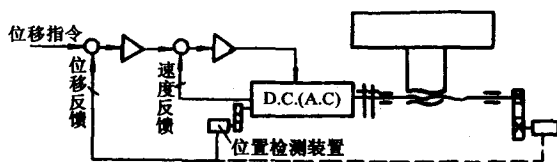


图 1.2 半闭环控制数控机床的工作原理

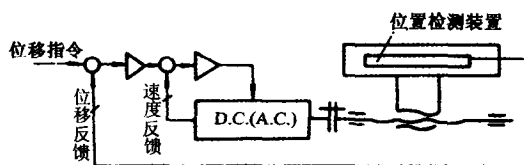


图 1.3 闭环控制数控机床工作原理

(3) 按控制系统功能特点分类

数控机床按控制系统的功能特点分为点位控制数控机床、点位直线控制数控机床和轮廓控制数控机床。点位控制数控机床的特点是机床移动部件只能实现由一个位置到另一个位置的精确定位,在移动和定位过程中不能进行任何加工,其控制系统比较简单,这类数控机床主要有数控坐标镗床、数控钻床、数控冲床、数控点焊机以及数控弯管机等。点位直线控制数控机床的特点是机床移动部件不仅要实现由一个位置到另一个位置的精确移动定位,而且能够实现平行坐标轴方向的直线切削加工运动,这类数控机床主要有简易数控车床、数控铣镗床等。轮廓控制数控机床的特点是能够对两个或两个以上坐标轴同时进行切削加工控制,控制刀具移动轨迹,将工件加工成一定的轮廓形状,常用的数控车床、数控铣床、数控磨床是典型的轮廓控制数控机床,其系统的结构要比点位直线控制系统更为复杂,在加工过程中要不断进行插补运算,然后进行相应的速度与位移控制。图 1.4 所示为两坐标轮廓控制系统的工作原理。

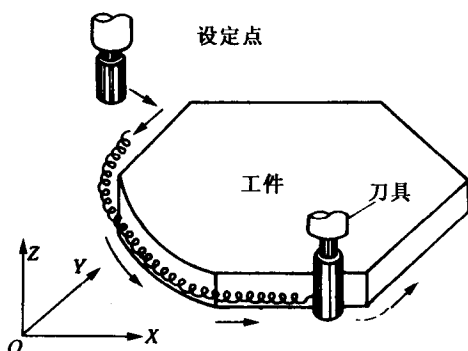


图 1.4 两坐标轮廓控制系统的工作原理

(4) 按控制系统的功能水平分类

数控机床按控制系统的功能水平分为高、中、低档(经济型)三种,这种分类由于没有一个确切的定义,所以涵义不明确。在我国,把由单板机、单片机和步进电机组成的数控系统和其他功能简单、价格低的系统称为经济型数控机床,而把功能比较齐全的数控系统称为全功能数控机床,或称标准型数控机床。

1.1.3 数控机床控制系统简介

1. 数控机床控制系统硬件的组成及功能

目前,数控机床的控制系统基本采用了 CNC 系统,它由硬件和软件两部分组成。控制系统的硬件主要包括微机基本系统、通信接口、人机界面接口、进给轴位置控制接口、主轴控制接口以及辅助功能控制接口等部分。微机基本系统与一般计算机结构类似,主要用于将加工程序编译成计算机可识别的信息进行处理和存储。通信接口为标准的 R232 串行接口,用于与外部计算机或其他外设进行通信联系。人机界面接口包括键盘、显示器、操作面板和手摇脉冲发生器,用于编辑程序、显示程序和状态信息、手动或自动方式的操作控制。进给轴位置控制接口主要控制机床在 X、Y、Z 等方向的进给运动。主轴控制接口主要控制主轴的转速。辅助功能控制接口主要控制主轴的启停和转向,切削液的接通和断开,刀库的启停,刀具的更换,工件的加紧或松开等。

2. 数控系统软件的基本组成和功能

数控系统的软件由许多功能模块组成,其中加工程序译码、插补运算、预处理计算和位置伺服四个功能模块主要实现位置控制。另外还有加工程序输入与存储模块, S、T、M 功能处理与数据输入/输出模块,手动自动模块,手动数据输入功能模块等。

1.2 机械加工的基本概念

1.2.1 生产过程

生产过程是指产品由原材料到成品之间的各个相互联系的劳动过程的总和。对机械

制造而言, 生产过程如下:

- ① 原材料、半成品和成品的运输和保管。
- ② 生产和技术的准备工作, 如产品的开发和设计、工艺设计、各种生产资料的准备以及生产组织等方面的准备工作。
- ③ 毛坯的制造, 如铸造、锻造和焊接等。
- ④ 零件的机械加工、热处理和其他表面处理等。
- ⑤ 部件和产品的装配、调整、检验、试验、油漆和包装等。

由上述过程可以看出, 机械产品的生产过程相当复杂。为了便于组织生产, 现代机械工业的发展趋势是组织专业化生产, 专业化生产有利于零部件的标准化、通用化和产品的系列化, 从而能在保证质量的前提下, 降低成本和提高劳动生产率。

1.2.2 工艺过程及其组成

1. 工艺过程的概念

工艺过程是指改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等, 使其成为成品或半成品的过程, 它是生产过程中的主要部分。采用机械加工的方法, 直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量等, 使其成为零件的过程称为机械加工工艺过程。利用数控机床进行加工的工艺过程称为数控加工工艺过程。

2. 工艺过程的组成

机械加工工艺过程由一个或若干个顺序排列的工序组成, 而工序又可分为安装、工位、工步和行程。毛坯依次通过这些工序逐步成为成品。

(1) 工序

一个(或一组)工人, 在一个工作地(或在一台机床及其他设备)上对一个(或同时对几个工件)所连续完成的那部分工艺过程, 称为工序。划分工序的主要依据是工作地是否变动和工作是否连续。图 1.5 所示为阶梯轴, 当单件小批生产时, 其加工工艺及工序划分如表 1.1 所示; 当中批生产时, 其工序划分如表 1.2 所示。

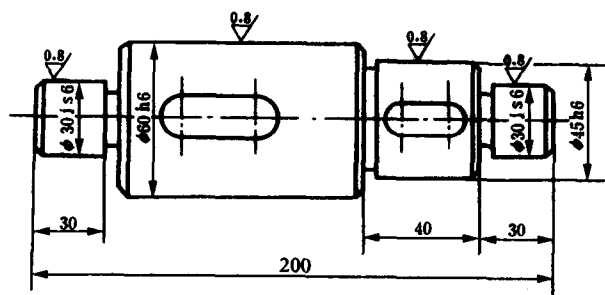


图 1.5 阶梯轴简图