



21世纪高职高专规划教材·机电系列

数控加工技术与编程

范进桢 主 编
陈宇晓
秦贵林 副主编
魏效玲



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

数控加工技术与编程

范进桢 主 编

陈宇晓 秦贵林 魏效玲 副主编

清华大学出版社

北京交通大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是为高等职业院校机电类专业编写的教材。全书分为6章,第1章介绍了数控加工的工艺基础;第2章介绍了数控机床的基本知识;第3章介绍了数控编程基础;第4章重点介绍了数控车床的编程方法及其实例;第5章重点介绍了数控铣床的编程方法及其实例;第6章针对目前PowerMILL软件的粗、精加工操作方法,用实例加以说明。

本书取材新颖,具有系统性、新颖性、实用性及可读性等特点,便于教学和自学。本书具有很强的实践性,可以采用实训、讲课相结合的教学方法,以达到更好的教学效果。本书除了用做高职院校教材外,还可供从事CAD/CAM技术应用和模具设计与制造的工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工技术与编程/范进桢主编. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社, 2005.9

(21世纪高职高专规划教材·机电系列)

ISBN 7-81082-564-X

I. 数… II. 范… 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070146号

责任编辑:韩 乐 特邀编辑:朱 宇

出版者:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北方交通大学印刷厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:12 字数:300千字

版 次:2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

书 号:ISBN 7-81082-564-X/TG·1

印 数:1~5000册 定价:18.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@center.bjtu.edu.cn。

21 世纪高职高专规划教材·机电系列

编审委员会成员名单

主任委员 李兰友 边奠英

副主任委员 周学毛 崔世钢 王学彬 丁桂芝 赵伟
韩瑞功 汪志达

委 员 (按姓名笔画排序)

马春荣	马辉	万志平	万振凯	王一曙
王永平	王建明	尤晓晔	丰继林	尹绍宏
左文忠	叶华	叶伟	叶建波	付晓光
付慧生	冯平安	江中	佟立本	刘炜
刘建民	刘晶	刘颖	曲建民	孙培民
邢素萍	华铨平	吕新平	陈国震	陈小东
陈月波	陈跃安	李长明	李可	李志奎
李琳	李源生	李群明	李静东	邱希春
沈才梁	宋维堂	汪繁	吴学毅	张文明
张宝忠	张家超	张琦	金忠伟	林长春
林文信	罗春红	苗长云	竺士蒙	周智仁
孟德欣	柏万里	宫国顺	柳炜	钮静
胡敬佩	姚策	赵英杰	高福成	贾建军
徐建俊	殷兆麟	唐健	黄斌	章春军
曹豫莪	程琪	韩广峰	韩其睿	韩劼
裘旭光	童爱红	谢婷	曾瑶辉	管致锦
熊锡义	潘玫玫	薛永三	操静涛	鞠洪尧

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型专门人才,所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上,应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能,因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要,在教育部的指导下,我们在全国范围内组织并成立了“21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”(以下简称“教材研究与编审委员会”)。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院,其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量,“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21 世纪高职高专规划教材编审委员会”(以下简称“教材编审委员会”)成员和征集教材,并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选,对列选教材进行审定。

目前,“教材研究与编审委员会”计划用 2~3 年的时间出版各类高职高专教材 200 种,范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写,其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材编写按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构,力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向;反映当前教学的新内容,突出基础理论知识的应用和实践技能的培养;适应“实践的要求和岗位的需要”,不依照“学科”体系,即贴近岗位,淡化学科;在兼顾理论和实践内容的同时,避免“全”而“深”的面面俱到,基础理论以应用为目的,以必要、够用为度;尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法,以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外,为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性,我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来,推荐“教材编审委员会”成员和有特色、有创新的教材。同时,希望将教学实践中的意见与建议及时反馈给我们,以便对已出版的教材不断修订、完善,不断提高教材质量,完善教材体系,为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版,适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会

2005 年 1 月

前 言

制造自动化是先进制造技术的重要组成部分,其核心技术是数控技术。随着数控技术的发展,我国的机械制造行业发生了日新月异的变化,国内数控机床的用量迅速增加。因此,亟需培养一大批熟悉并掌握数控加工工艺、数控机床编程、操作和维护的应用型高级技术人才。为深化高等职业教育改革,推动高职、高专的发展,培养与我国现代化建设相适应的、在制造领域中从事技术的应用型人才,我们在总结高职、高专机械类专业人才培养模式的基础上编写了本教材。

本书的特点是,以培养生产第一线的高等技术应用型人才为目标,注重实际应用;合理安排工艺制定和编程,针对性较强;通俗易懂,易于自学;针对常用的数控系统和机床进行了实例讲解。

本书具有很强的实践性,可以采用实训、讲课相结合的教学方法,以达到更好的教学效果。

本书的读者对象为高等职业教育机电类专业中从事数控技术应用、CAD/CAM 技术应用和模具设计与制造专业的学生,也可供数控加工技术人员参考。

本书由范进桢主编且编写前言、第 1 章第 1 节,陈宇晓编写第 4 章第 3~5 节、第 5 章,秦贵林编写第 3 章第 2 节,娄用够编写第 6 章,冯桂香编写第 1 章、第 2 章、第 3 章。河北工程学院魏效玲编写第 4 章第 1、2 节,邵龙斌进行了绘图和录入工作。本书由范进桢负责统稿和定稿,由浙江科技学院宋德玉教授主审。

本教材在编写过程中得到了有关专家和兄弟院校的大力支持和指导,在此一并表示感谢。在编写的过程中参考并引用了有关文献资料和插图等,对上述作者也表示由衷的感谢。

由于编者水平有限,书中不足之处在所难免,敬请读者和各位同仁提出宝贵意见并批评指正。

编 者
2005 年 8 月

目 录

第 1 章 数控加工基础	1
1.1 机械加工工艺规程设计	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 工艺规程的制定	4
1.1.3 零件工艺性分析和毛坯确定	6
1.1.4 定位基准的选择	7
1.1.5 工艺路线的拟定	13
1.2 确定加工余量、工序尺寸和公差	17
1.2.1 确定加工余量	17
1.2.2 加工余量的影响因素	19
1.2.3 确定加工余量的方法	20
1.2.4 确定工序尺寸及其公差	20
1.2.5 工艺尺寸链	21
1.2.6 尺寸链的基本计算公式	22
1.2.7 工艺尺寸链的应用和计算方法	23
1.3 数控加工工艺设计	28
1.3.1 数控加工工艺分析	28
1.3.2 数控加工工艺路线设计	31
1.3.3 数控加工工序设计	33
1.4 成组工艺和 CAPP 简介	35
1.4.1 成组技术	35
1.4.2 成组生产的组织形式	37
1.4.3 CAPP 概述	38
1.5 习题	40
第 2 章 数控机床基本知识	41
2.1 数控机床的发展	41
2.2 数控机床的组成和工作原理	43
2.2.1 组成	43
2.2.2 工作原理	44
2.2.3 加工特点	45
2.2.4 数控机床与普通机床的区别	46
2.3 数控加工过程控制	46
2.3.1 加工零件的控制原理	46
2.3.2 数控加工过程中的控制信息流程	47

2.4	数控机床分类	47
2.4.1	按控制运动方式分类	47
2.4.2	按伺服系统分类	49
2.4.3	按工艺用途分类	50
2.4.4	按数控装置的功能水平分类	51
2.4.5	数控机床型号编制	52
2.4.6	常用数控系统简介	52
2.5	习题	53
第3章	数控机床的编程基础	54
3.1	数控机床的坐标系	54
3.2	数控编程的方法和内容	55
3.2.1	数控编程方法	55
3.2.2	程序代码	56
3.2.3	程序结构	60
3.2.4	常用指令含义	62
3.2.5	数控机床编程步骤	73
3.3	数控车床的操作	74
3.4	习题	91
第4章	数控车床编程	92
4.1	数控车床概述	92
4.1.1	组成	92
4.1.2	特点	94
4.1.3	分类	95
4.1.4	CJK6153 的主要技术规格	95
4.1.5	CJK6153 的润滑和冷却	95
4.2	数控车床的编程方法	96
4.2.1	坐标系和运动方向	96
4.2.2	设定机床坐标系	98
4.2.3	设定工件坐标系	98
4.2.4	确定基准刀在工件坐标系中的位置	99
4.2.5	确定其他刀在工件坐标系中的位置	99
4.2.6	直径或半径尺寸编程	100
4.2.7	编程基本知识	100
4.2.8	一般编程方法	102
4.3	典型零件的数控车床编程实例	116
4.3.1	实例1	116
4.3.2	实例2	117
4.3.3	实例3	119
4.3.4	实例4	120

4.3.5 实例 5	121
4.3.6 实例 6	124
4.3.7 实例 7	126
4.4 习题	128
第 5 章 数控铣床编程	130
5.1 数控铣床概述	130
5.1.1 组成	130
5.1.2 主要技术规格	131
5.2 编程方法	131
5.2.1 设定机床坐标系	131
5.2.2 设定工件坐标系	132
5.2.3 坐标轴方向	132
5.2.4 绝对坐标和增量坐标	132
5.2.5 一般编程方法	132
5.2.6 循环	133
5.2.7 刀具补偿	133
5.2.8 子程序	133
5.2.9 与编程有关的操作方法	134
5.3 典型零件的数控铣床编程实例	135
5.3.1 实例 1	135
5.3.2 实例 2	136
5.3.3 实例 3	137
5.3.4 实例 4	138
5.3.5 实例 5	139
5.4 习题	141
第 6 章 PowerMILL 软件及其应用	143
6.1 软件概述	143
6.2 工作环境	143
6.3 基本设定	149
6.4 量测	155
6.5 作平面与模型介绍	160
6.6 粗加工	166
6.7 2D 特征加工	170
6.8 精加工	177
参考文献	182

第 1 章 数控加工基础

1.1 机械加工工艺规程设计

1.1.1 基本概念

1. 生产过程和工艺过程

(1) 生产过程

机械的生产过程是指从原材料(或半成品)开始到制成机械成品的各个相互关联的劳动过程的总和。如图 1-1 所示。

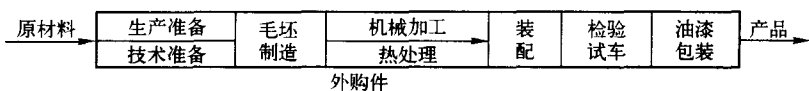


图 1-1 机械产品的生产过程

由图 1-1 可知,机械的生产过程包括:原材料的运输和保管,生产准备工作,毛坯制造,工件的机械加工与热处理,产品的装配、检验、油漆和包装等。这些加工过程都将使加工对象的尺寸、形状、性能等产生一定的变化,一般称为直接生产过程。机械的生产过程还包括:工具、量具、夹具的制造过程,工件的输送存储过程,设备的维修过程,以及动力供应过程等。这些不使加工对象生产直接变化的过程称为辅助生产过程。因此,机械的生产过程是由直接生产过程和辅助生产过程等组成。

一个工厂的生产过程可细分为各个车间的生产过程。一个车间生产的成品,常常又是其他车间的原材料。例如,铸造和锻造车间的成品(铸件或锻件)就是机械加工车间的“毛坯”,机械加工车间的成品又是装配车间的“原材料”。

为了便于组织生产,降低成本,提高劳动生产率和有利于生产技术的发展,现代机械工业往往将一种机械产品的生产由许多工厂联合完成。这样做有利于零部件的标准化和组织专业化生产。

(2) 工艺过程

在机器整个生产过程中,直接改变生产对象的形状、尺寸、性能及位置的过程称为工艺过程。它包括:铸、锻、焊、冲压、电镀、热处理、机械加工、装配等。其中,采用机械加工的方法,按一定的顺序,逐步改变毛坯形状、尺寸和表面质量的过程称为机械加工工艺过程。

(3) 机械加工工艺过程的组成

零件的机械加工工艺过程往往是比较复杂的。其中,零件的结构和技术是影响工艺过程

的决定要素,在不同的生产批量和生产条件下,有不同的工艺过程。

机械加工工艺过程是由一个或若干个按一定顺序的工序组成的,而工序又包括安装、工位、工步和走刀。毛坯依次通过这些工序成为成品。为了细致地分析工艺过程,必须研究机械加工工艺过程的组成。

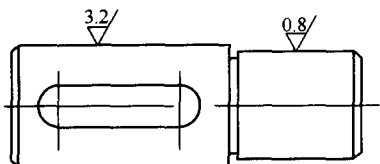


图 1-2 阶梯轴

① 工序

由一个或一组工人,在一个工作地点对一个或几个工件同时进行加工并连续完成的那一部分工艺过程,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。例如图 1-2 所示的阶梯轴,当加工数量少时,其工序划分如表 1-1 所示;当加工数量大时,其工序划分如表 1-2 所示。其中,连续工作是指在该工序内的全部工作不间断地连续完成。例如,表 1-1 中外圆表面的粗车与精车连续完成则为一道工序;而表 1-2 中外圆表面的粗车与精车分开,即先完成这批零件的粗车,然后再对这批零件进行精车,虽然其他条件不变,但已变为两道工序。

工序是工艺过程的基本单元,也是制定工时定额、配备工人和机床设备、安排作业计划和进行质量检验的基本单元。

② 安装

工件在加工时,放在机床或夹具中占据一个正确的位置,并且采用一定的措施将工件夹紧的过程称为安装。在一道工序中,工件可能被安装一次或多次才能完成该工序的全部加工。例如,表 1-1 中的工序 1 要安装两次;表 1-2 中的工序 1 只需安装一次。

表 1-1 阶梯轴小批量生产工艺过程

工序号	工序名称	设备
1	车端面、钻中心孔	车床
2	车外圆、切槽、倒角	车床
3	铣键槽、去毛刺	铣床
4	磨外圆	磨床

表 1-2 阶梯轴大批量生产工艺过程

工序号	工序名称	设备
1	两边同时铣端面、钻中心孔	钻中心孔机床
2	粗车外圆	车床
3	精车外圆、倒角、切退刀槽	车床
4	铣键槽	铣床
5	去毛刺	钳工台
6	磨外圆	磨床

③ 工位

在某些工序中,为了减少工件的安装次数,常采用回转工作台、回转夹具或移动夹具,或在多轴机床上加工。工件在机床或夹具中一次安装后,依次经过各个位置进行加工,这样工件在机床所占据的每一个位置上完成的那一部分工艺过程称为一个工位。图 1-3 表示在多工位机床上加工 H7 级精度的孔。在该工序中,工件在工位 1 安装,利用工作台的回转依次经过各个位置完成钻、扩、铰的加工。

④ 工步

在一次安装或工位中,加工表面、切削工具、切削用量(仅指转速和进给量)都不变的条件

下,所连续完成的那一部分工艺过程称为一个工步。

划分工步的要点是三不变,只要变化其中一项就是另一个工步。例如表 1-2 中,在工序 3 中包括 3 个工步,分为 3 个工步的原因是加工表面和切削工具发生了变化。

为了提高生产率,用数把刀具或复合刀具同时加工若干个不同的表面,也可看做一个工步,称为复合工步。如图 1-4 所示,在六角车床上用前刀架进行横向走刀切端面 2 和 4,用六角刀架车外圆 1、3 和镗孔 5,各工步同时进行,即为复合工步。

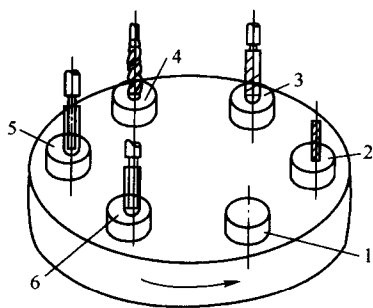


图 1-3 多工位加工

1—装卸工件 2—装钻头 3—钻孔
4—扩孔 5—粗铰 6—精铰

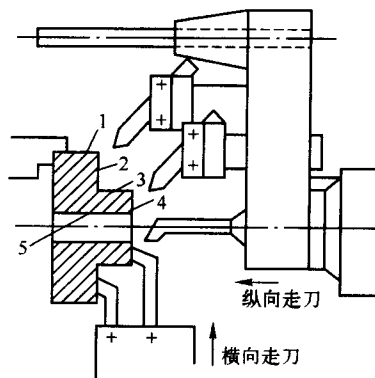


图 1-4 复合工步

1—外圆 2—端面 3—外圆
4—端面 5—孔

⑤ 走刀

在工步中,刀具相对被加工表面移动一次,切去一层金属的过程称为一次走刀。由于被切削掉的金属厚度不同,一次工步中可以包括一次或数次走刀。

2. 生产纲领、生产类型及其工艺特征

(1) 生产纲领

产品的生产纲领就是产品的年生产量。某零件的生产纲领是包括备品率、废品率在内的该零件的年产量。根据产品的生产纲领可以确定零件的生产纲领。计算公式为

$$N = Qn(1 + \alpha)(1 + \beta)$$

式中, N 为零件的年产量(件/年), Q 为产品的年产量(台/年), n 为每台产品中该零件的数量(件/台), α 为备品的百分率, β 为废品的百分率。

(2) 生产类型

根据产品的生产纲领、产品的尺寸,以及结构的复杂程度,机械产品的生产可划分为以下 3 种不同的生产类型。

① 单件生产。指单个制造不同结构和尺寸的产品,很少重复。例如重型机器、专用设备的制造,新产品的试制等。

② 成批生产。指一年中分批制造相同的产品,生产过程周期性地重复。每批制造相同产品的数量称为批量。批量是根据产品的生产纲领及一年中所分成的批数而计算出来的。批数是根据生产纲领及生产车间的具体情况而确定的。按照产品的批量及特征,成批生产又可以

分为小批生产、中批生产和大批生产。

③ 大量生产。产品的生产纲领很大,大多数工作地点只进行某一零件或某一工序的加工。例如汽车、轴承、自行车等的生产通常都属于大量生产。

产品的生产类型与生产纲领的关系参见表 1-3。

表 1-3 生产类型与生产纲领的关系

生产类型	生产纲领(台/年或件/年)			工作地每月担负的工序数(工序数/月)
	小型机械或轻型零件	中型机械或中型零件	重型机械或重型零件	
单件生产	≤100	≤10	≤5	不作规定
小批生产	>100~500	>10~150	>5~100	>20~40
中批生产	>500~5000	>150~500	>100~300	>10~20
大批生产	>5000~50000	>500~5000	>300~1000	>1~10
大量生产	>50000	>5000	>1000	1

因此,在编制零件机械加工工艺过程时,必须明确零件的生产类型,再根据生产类型及本厂具体情况进行工艺规程的制定。例如图 1-2 所示的阶梯轴零件,其单件小批量生产的工艺过程如表 1-1 所示;大批大量生产的工艺过程如表 1-2 所示。比较两表可以看出,对于同一零件,由于生产类型不同,其工艺过程差别很大。

1.1.2 工艺规程的制定

1. 工艺规程的概念、作用、类型及格式

(1) 工艺规程的概念

零件的机械加工工艺过程就是根据零件的结构特点和技术要求,以及所用的毛坯、生产批量、现有生产条件、技术进步等原始数据和资料加以综合分析研究,采用相应的加工方法和设备,并按照规定加工步骤,直接改变毛坯形状、尺寸、表面质量和材质,使毛坯逐步成为符合图纸要求的合格零件的过程。把工艺过程 and 操作方法等按一定的格式,用一定的文件形式规定下来,经审批后用于指导和组织生产的工作规范称为工艺规程。

(2) 工艺规程的作用

工艺规程是指在总结实践经验的基础上,依据科学的理论和计算,以及必要的工艺试验而制定的工艺文件。它反映了加工中的客观规律,合理的工艺规程具有如下作用。

① 工艺规程是指导生产的主要技术文件。生产过程中有了工艺规程,便于计划、组织和指导车间的生产工作,从而保证良好的生产秩序和产品质量,较高的生产率和经济效益。

但是,工艺规程不是一成不变的,工艺人员应总结工人的革新创造,及时吸收国内外的先进工艺技术,对现场工艺不断地改进和完善,以便更好地指导生产。

② 工艺规程是新产品投产前进行技术准备和生产准备的主要依据。在新产品投产前,例如刀具、夹具、量具的设计、制造和采购,原材料、半成品、外购件的供应,机床负荷的调整,作业计划的编排,人员的配备,生产成本的核算等,都是以工艺规程为基本依据的。

③ 工艺规程是新建、扩建工厂(或车间)的原始资料。在新建、扩建工厂(或车间)时,只有

根据工艺规程和生产纲领才能正确地确定生产所需要的机床和其他设备的种类、规格及数量,车间的面积、机床的布置,生产人员的工种等级、数量及投资额等。

此外,工艺规程便于积累、交流和推广先进的生产经验。在以后制定相似零件的工艺规程时,也可得以参考。

(3) 工艺规程的类型和格式

为了适应工业发展的需要,加强科学管理且便于交流,机械工业部制定了指导性技术文件 JB/Z 338.5—88《工艺管理导则 工艺规程设计》和 JB/Z 187.3—88《工艺规程格式》,要求各机械制造企业按照统一规定的格式填写。

其中,属于机械加工工艺规程的有:机械加工工艺过程卡片、机械加工程序卡片、标准零件或典型零件工艺过程卡片、单轴自动车床调整卡片、多轴自动车床调整卡片、机械加工程序指导卡片和检验卡片。

属于装配工艺规程的有工艺过程卡片和工序卡片。

2. 制定工艺规程的原则和原始资料

(1) 制定工艺规程的原则

制定工艺规程的原则是:在一定的生产条件下,以最少的劳动消耗和最低的费用,按计划规定的速度,可靠地加工出符合图样及技术要求的產品(或零件)。工艺规程要求保证产品的质量和最好的经济效益。在制定工艺规程时,应该注意以下几个方面。

① 技术上的先进性。在制定工艺规程时,应先了解国内外本行业工艺技术的发展,通过必要的试验,积极采取适用的先进工艺和工艺装备。

② 经济上的合理性。在一定的生产条件下,可能会有若干个满足工件技术要求的工艺方案,通过对不同工艺方案的经济比较,确定使产品的能源、物资消耗和成本最低的工艺方案。

③ 有良好的劳动条件。工艺规程制定时,应注意保障工人具有良好而安全的劳动条件。

此外,由于工艺规程是直接指导生产和操作的主要技术文件,所以工艺规程还应做到正确、完整、统一和清晰,所用术语、符号、计量单位、编号都应符合相应的标准。

(2) 制定工艺规程的原始资料

在编制零件工艺规程之前先进行调查研究,了解国内外同类产品的有关工艺情况,收集必要的资料,作为编制时的主要依据和条件。包括的主要内容如下。

① 产品的整套装配图和零件的工作图。

② 产品的验收质量标准。

③ 产品的生产纲领和生产类型。

④ 了解车间或工厂生产能力与技术水平,各种钢材、型材的规格;仔细研究毛坯图,并从机械加工工艺角度对毛坯生产提出要求。

⑤ 本厂的生产条件,主要包括现有设备的规格、性能及所能达到的加工精度,现有刀具、夹具及辅具的规格及其使用情况,操作工人的技术水平及辅助车间制造专用设备、工艺装备及改良设备的能力。

⑥ 有关手册、标准和指导性文件。

(3) 制定工艺规程的步骤

在获得上述原始资料的基础上,可按下述程序进行工艺规程的编制。

① 熟悉和分析制定工艺规程的主要依据,确定零件的生产纲领和生产类型,对零件进行结构工艺分析。

② 确定毛坯,包括选择毛坯类型及其制造方法。

③ 拟定工艺路线。

④ 确定各工序的加工余量、计算工序尺寸和公差。

⑤ 确定各工序所采用的工艺设备和工艺装备。

⑥ 确定各主要工序的切削用量和工时定额。

⑦ 确定各主要工序的技术要求和检验方法。

⑧ 工艺方案的技术经济分析。

⑨ 填写工艺文件。

拟定零件的机械加工工艺路线主要包括:选择定位基准,确定各表面加工方法、安排各表面加工顺序等。这是制定工艺规程的关键步骤,应该提出多个方案,择优选取。

1.1.3 零件工艺性分析和毛坯确定

制定工艺规程时,在不影响零件原设计性能和作用的前提下,可以对零件的结构、形状、尺寸、技术条件进行部分修改,以改善其工艺性。但必须征得设计人员的同意,并经过一定的实验和批准手续。零件的工艺分析主要包括如下内容。

1. 零件技术要求审核

零件的技术要求一般包括:被加工表面的尺寸精度、形状精度、各表面间的相互位置精度、机械加工表面质量、热处理及其他要求(例如动平衡等)。必须在充分了解机器工作性能基础上,审查所规定的技术要求是否合理。过高的技术要求会使工艺过程复杂且加工困难,影响加工的生产率 and 经济性。此外,应该通过零件技术要求分析找出主要技术要求和关键技术问题,以便在制定工艺规程时抓住主要问题并加以解决。

2. 零件结构工艺性审查

零件结构工艺性,是指所设计的零件在满足使用要求的前提下制造的可行性和经济性。它包括零件的各个制造过程中的工艺性,例如零件结构的铸造、锻造、冲压、焊接、热处理和切削加工工艺性等。

由此可见,零件结构工艺性的涉及面很广,具有综合性,必须全面综合地分析。在制定机械加工工艺时,主要进行切削加工工艺分析。

在审查零件结构工艺性时的注意事项如下。

(1) 根据具体的生产类型和生产条件分析。在不同的生产类型和生产条件下,同样结构制造的可行性和经济性可能不同。

(2) 必须从毛坯制造、机械加工、热处理和装配等方面全面地综合评价零件的结构工艺性。所以,只有熟悉制造工艺,有一定的实践知识,而且掌握工艺理论才能分析零件结构工艺性。

零件结构工艺性既要满足设计要求,又要便于加工。

3. 零件结构要素的工艺性

零件结构要素是指组成零件的各个表面。显然,结构要素的工艺性会直接影响零件的工艺性。零件的各切削加工表面工艺性的主要要求如下。

- (1) 结构要素的形状应尽量简单,面积应尽量小,规格应尽量标准和统一。
- (2) 能采用普通和标准刀具进行加工,且刀具易进入、退出和顺利加工表面。
- (3) 加工面与非加工面应明显分开,加工面之间也应明显分开。

4. 零件整体结构的工艺性

零件是各要素、各尺寸组成的一个整体,所以更应考虑零件整体结构的工艺性,具体要求如下。

- (1) 尽量采用标准件、通用件、借用件和相似件。
- (2) 有便于装夹的基准。
- (3) 有位置要求或同方向的表面能在一次装夹中加工出来。
- (4) 零件要有足够的刚性,便于采用高速和多刀切削。
- (5) 省材料,减轻质量。

5. 确定毛坯

在制定零件机械加工工艺规程前,还要确定毛坯,包括选择毛坯的类型和制造方法,确定毛坯的精度。零件机械加工的工序数量、材料消耗和劳动量,在很大程度上与毛坯有关。例如,毛坯的形状和尺寸越接近成品零件,即毛坯精度越高,则零件的机械加工劳动量越少,材料消耗也越少,机械加工的生产率提高且成本降低,但毛坯的制造费用提高了。因此,确定毛坯要从机械加工和毛坯制造两个方面综合考虑,以求得最佳效果。

毛坯类型可分为铸、锻、压制、冲压、焊接、型材和板材等。各类毛坯的特点和制造方法可以参阅《机械制造基础》、《金属工艺学》或各种工艺手册。确定毛坯时需要考虑的因素如下。

- (1) 零件的材料及其力学性能。当零件的材料选定后,毛坯的类型就大致确定了。
- (2) 零件的形状和尺寸。形状复杂的毛坯,常采用铸造的方法;薄壁零件不可用砂型铸造,尺寸大的铸件宜用铸造,中、小型零件可采用较先进的铸造方法。
- (3) 生产类型。大量生产应采选精度和生产率都比较高的毛坯制造方法,用于毛坯制造的昂贵费用可由材料消耗的减少和机械加工费用的降低来补偿。
- (4) 具体生产条件。确定毛坯必须结合具体生产条件,例如现场毛坯制造的实际水平和能力、外协的可能性等。有条件时,应积极组织地区专业化生产,统一供应毛坯。
- (5) 充分考虑利用新工艺、新技术和新材料的可能性。为节约材料和能源,随着毛坯制造向专业化生产发展,目前毛坯制造方面的新工艺、新技术和新材料也得到迅速发展。

1.1.4 定位基准的选择

制定机械加工工艺规程时,正确选择定位基准对保证零件表面间的位置要求(位置尺寸和位置精度)和安排加工顺序都有很大的影响。用夹具装夹时,定位基准的选择还会影响到夹具

的结构。因此,定位基准的选择是一个很重要的工艺问题。

1. 基准的概念和分类

(1) 基准的概念

基准是用来确定生产对象上几何要素间的几何关系所依据的点、线或面。

(2) 基准的分类

依据基准作用的不同,可分为设计基准和工艺基准两大类。

① 设计基准

设计基准是设计图样上所采用的基准(国内仅指零件图样上所采用的基准,不包括装配图样上所采用的基准)。例如图 1-5 所示的 3 个零件图样,图(a)中对尺寸 20 mm 而言, B 面是 A 面的设计基准,或者说 A 面是 B 面的设计基准,它们互为基准。一般来说,设计基准是可逆的。图(b)中对同轴度而言, $\phi 50$ mm 的轴线是 $\phi 30$ mm 轴线的基准;而 $\phi 50$ mm 圆柱面的设计基准是 $\phi 50$ mm 的轴线, $\phi 30$ mm 圆柱面的设计基准是 $\phi 30$ mm 的轴线。注意,不能笼统地说轴的中心线是它们的设计基准。图(c)中对尺寸 45 mm 而言,圆柱面的下素线 D 是槽底面 C 的设计基准。

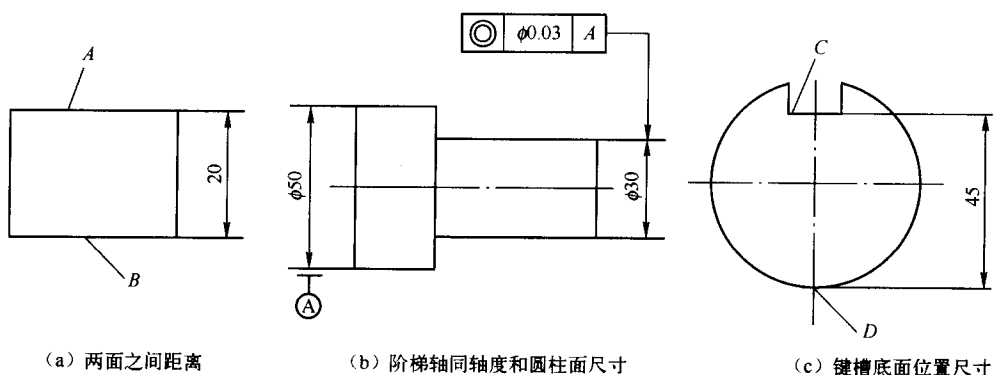


图 1-5 设计基准实例

② 工艺基准

工艺基准是在工艺过程中所采用的基准。它包括工序基准、定位基准、测量基准和装配基准。

(a) 工序基准。在工序图上用来确定本工序所加工表面加工后的尺寸、形状、位置的基准。它是工序图上的基准。

(b) 定位基准。在加工中用做定位的基准。使用夹具装夹时,定位基准就是工件上直接与夹具的定位元件相接触的点、线或面。

(c) 测量基准。测量时采用的基准。

(d) 装配基准。装配时用来确定零件或部件在产品中的相对位置所采用的基准。图 1-6 中主轴箱箱体的 D 面和 E 面是确定箱体在机床床身上的相对位置的平面,它们就是装配基准。