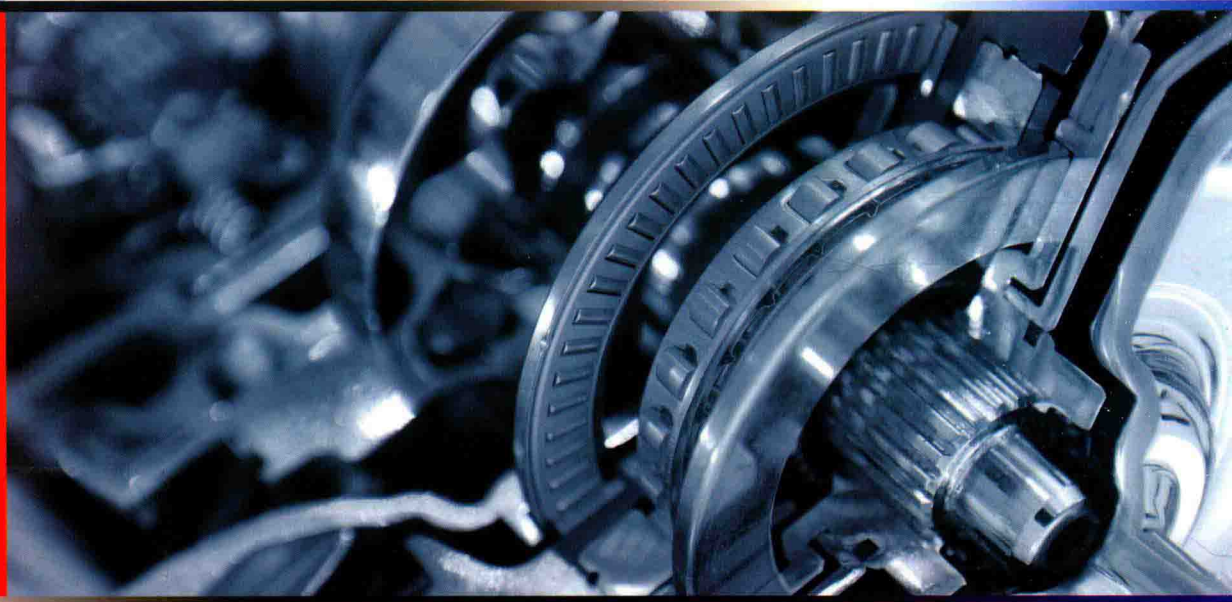


机电专业“十三五”规划教材

机械加工技术

主编◎朱祖武 赖武军 沈艳军



 吉林大学出版社

机电专业“十三五”规划教材

机械加工技术

主 编 朱祖武 赖武军 沈艳军
副主编 王翠芳 曾小虎 史洪松
李景魁 高 威 王秀丽

 吉林大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械加工技术 / 朱祖武, 赖武军, 沈艳军 主编. -- 长春:
吉林大学出版社, 2017.1

ISBN 978-7-5677-9002-5

①机… II. ①朱… ②赖… ③沈… III. ①金属切
削—高等教育—教材 IV. ①TG506

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 045239 号

书 名 机械加工技术

JIXIE JIAGONG JISHU

作 者 朱祖武 赖武军 沈艳军 主编

策划编辑 黄国彬

责任编辑 张洪亮

装帧设计 赵俊红

出版发行 吉林大学出版社

社 址 长春市朝阳区明德路 501 号

邮政编码 130021

发行电话 0431-89580028/29/21

网 址 <http://www.jlup.com.cn>

电子邮箱 jlup@mail.jlu.edu.cn

印 刷 廊坊市广阳区九洲印刷厂

开 本 787×1092 1/16

印 张 14.875

字 数 330 千字

版 次 2017 年 1 月 第 1 版

印 次 2017 年 1 月 第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5677-9002-5

定 价 38.00 元

版权所有 翻印必究

印 数 3000

前言

应用型人才的教育是面向生产、管理第一线的技术型人才的培养,因此其基础课程的教学应以必需、够用为原则,以掌握概念、强化应用为教学重点,注重岗位能力的培养。在本书编写过程中,本着以培养学生综合职业能力为宗旨,努力贯彻以职业实践活动为导向,以项目教学为主线,以操作技能为主体的编写方针,突出职业教育的特点,结合提高学生就业竞争力和发展潜力的培养目标,对理论知识和生产实践进行了有机整合,着重培养学生机械加工工艺编制能力、专业知识综合应用能力及解决生产实际问题的能力。

根据行业企业发展需要和完成职业实践活动所需要的知识、能力和素质要求,本书制选理论知识内容力求贴近零件制造和产品装配的生产实际,突出知识的实用性、综合性和先进性,以职业能力培养为核心,不断提高学生专业知识的综合应用能力,促进学生职业素质的养成,使学生具有较强就业竞争力和发展潜力。

本书围绕应用型本科、职业教育机电类专业教学改革实践的基础性、操作性的培养目标进行编写的,内容以机械制造为基础,重点讲述机械制造中常用的车削加工、铣削加工、刨削加工、磨削加工及钳工加工等实践操作规程和方法。完全改变了过去重理论轻实践的编写内容。教材教学内容共分七个项目:机械加工工艺规程、车削加工技术、铣削加工技术、刨削加工技术、磨削加工技术、钳工加工技术、其他机械加工技术。本书突出校企合作、工学交替培养技术技能的原则,突破传统课程与课程之间相对独立、相互割裂的局限,将机械加工的基本知识、基本技能进行了重新组合,具有很强的实用性和可操作性。

本书由江西工业贸易职业技术学院的朱祖武、江西环境工程职业学院的赖武军和沈阳特种设备检测研究院的沈艳军担任主编,由江西旅游商贸职业学院的王翠芳、江西生物科技职业学院的曾小虎、江西工程学院的史洪松、无锡商业职业技术学院的李景魁、商丘工学院的高威和郑州航空工业管理学院的王秀丽担任副主编。南昌江铃集团车架有限责任公司的支崇敬高级工程师参与了技术指导。

本书适用于应用型本科院校、职业院校机电类专业用书,同时也可作机械工程人员参考资料或机械工程培训教材。本书的相关资料和售后服务可扫本书封底的微信二维码或与QQ(2436472462)联系获得。

本书在编写过程中,难免有疏漏和不当之处,敬请各位专家及读者不吝赐教。

编者

2017年1月

目 录

第一章 机械加工工艺规程	1
【学习目标】	1
第一节 机械加工工艺规程的基本知识	2
一、生产过程和工艺过程	2
二、机械加工工艺过程的组成	2
三、生产纲领和生产类型	5
四、机械加工工艺规程	7
五、工艺规程的类型	8
第二节 工件的安装、基准和定位	10
一、工件的安装	10
二、工件的定位	12
三、基准及其分类	13
四、定位基准的选择	15
第三节 工艺路线的拟定	17
一、表面加工方法的选择	18
二、工艺阶段的划分	19
三、工序的划分	20
四、加工顺序的安排	21
第四节 加工余量的确定	22
一、加工余量的几个概念	22
二、影响加工余量的因素	25
三、确定加工余量的方法	26
第五节 工序尺寸及其公差确定	26
一、工艺基准与设计基准重合时工序尺寸及其公差确定	26
二、工艺基准与设计基准不重合时工序尺寸及其公差确定	27
第六节 机械加工质量分析	39
一、机械加工精度	39
二、机械加工的表面质量	46



【本章小结】	55
【练习题】	56
第二章 车削加工技术	57
【学习目标】	57
第一节 车削加工技术基本知识	58
一、车削特点及加工范围	58
二、切削用量	59
第二节 卧式车床	60
一、卧式车床的型号	60
二、卧式车床的组成部分及作用	61
三、卧式车床的传动	62
第三节 车 刀	64
一、车刀的种类和用途	64
二、车刀的组成	64
三、车刀的几何角度及其作用	65
四、车刀的材料	66
五、实习操作	67
第四节 车削中的物理现象	69
一、切屑	69
二、积屑瘤	71
三、切削力和切削热	71
四、刀具磨损与刀具耐用度	74
第五节 车削加工技术的实际应用	75
一、车外圆、端面和台阶	75
二、切槽和切断	81
三、钻孔和车内圆	84
四、车圆锥	87
五、车螺纹	91
六、车成形面与滚花	96
【本章小结】	99
【练习题】	99

第三章 铣削加工技术	100
【学习目标】	100
第一节 铣削加工技术基本知识	101
一、铣削运动与铣削用量	101
二、铣削特点及加工范围	102
第二节 铣床及附件	103
一、铣床的种类和型号	103
二、X6132 万能升降台铣床	103
三、立式升降台铣床	105
四、铣床主要附件	105
第三节 铣刀	108
一、铣刀的种类和用途	108
二、铣刀的安装	109
第四节 铣削加工技术的实际应用	110
一、铣平面、斜面和台阶面	110
二、铣沟槽	114
三、铣等分零件	116
【本章小结】	121
【练习题】	121
第四章 刨削加工技术	122
【学习目标】	122
第一节 刨削加工技术基本知识	122
一、刨削运动与刨削用量	122
二、刨削特点及加工范围	123
第二节 刨床	124
一、牛头刨床	124
二、龙门刨床	128
三、插床	128
第三节 刨刀	130
一、刨刀的特点	130
二、刨刀的种类及其用途	130
三、刨刀的安装	131
第四节 刨削加工技术的实际应用	132



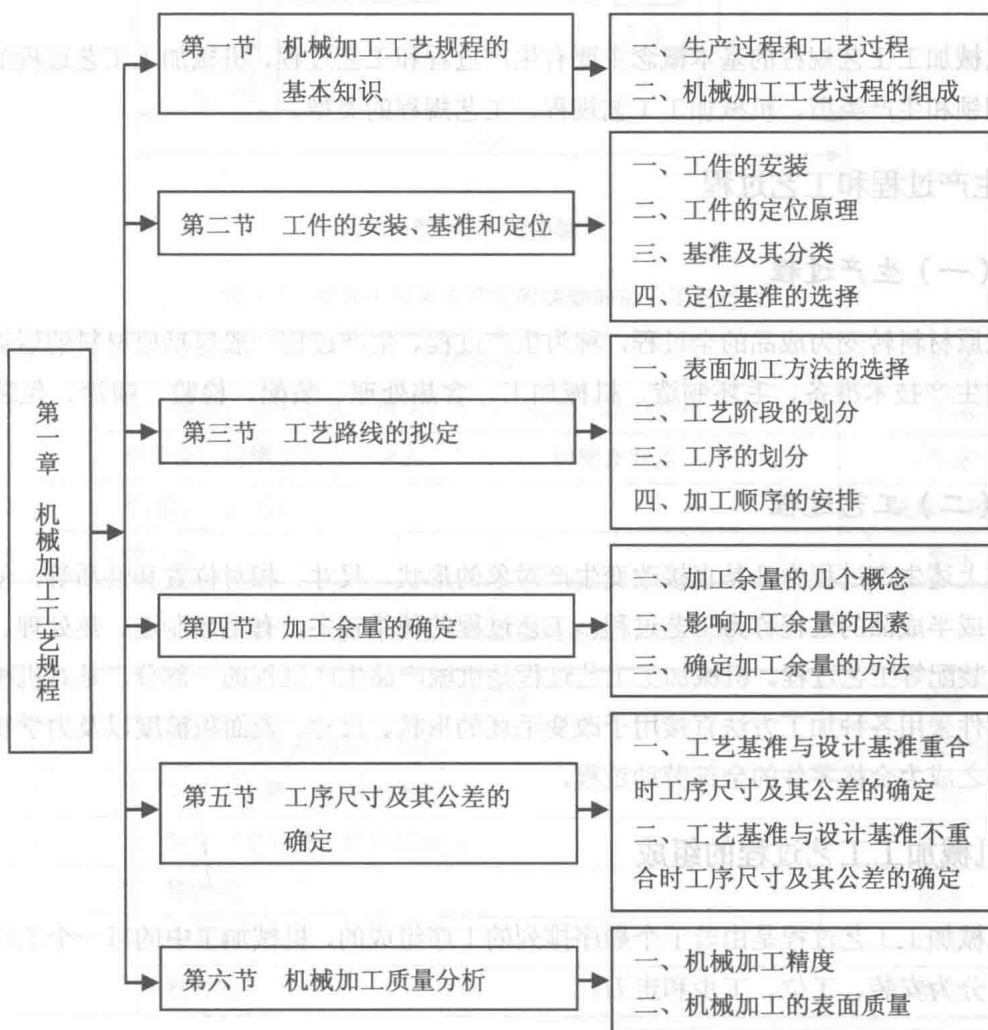
一、刨平面及沟槽	132
二、刨 T 形槽	133
【本章小结】	134
【练习题】	134
第五章 磨削加工技术	135
【学习目标】	135
第一节 磨削加工技术基本知识	135
一、磨削运动与磨削用量	136
二、磨削加工的应用范围	136
三、磨削的特点	137
第二节 砂 轮	138
一、砂轮的特性	138
二、砂轮的检查、安装、平衡和修整	140
第三节 磨 床	141
一、外圆磨床	142
二、平面磨床	144
第四节 磨削加工技术的实际应用	145
一、磨平面	145
二、磨外圆	147
三、磨内圆	149
四、磨圆锥面	150
【本章小结】	150
【练习题】	151
第六章 钳工加工技术	152
【学习目标】	153
第一节 钳工加工技术基本知识	153
一、钳工工作	153
二、钳工工作台和台虎钳	153
第二节 划 线	155
一、划线工具	155
二、划线基准	160
三、划线方法	161

第三节 銑 削.....	162
一、銑削工具.....	162
二、銑削操作.....	164
三、銑削应用实例.....	168
四、銑削质量问题.....	170
第四节 锯 削.....	170
一、手锯.....	170
二、锯削操作.....	172
三、锯削应用实例.....	174
四、锯削质量与质量检查.....	175
第五节 锉 削.....	176
一、锉刀.....	176
二、锉削操作.....	178
三、锉削方法.....	180
四、锉削质量与质量检查.....	182
第六节 刮 削.....	183
一、刮削用工具.....	183
二、刮削质量的检验.....	185
三、平面刮削.....	186
四、曲面刮削.....	188
第七节 钳工加工技术的实际应用.....	188
一、钻孔.....	188
二、扩孔.....	195
三、铰孔.....	196
四、铰孔.....	197
五、攻螺纹.....	197
六、套螺纹.....	199
【本章小结】.....	201
【练习题】.....	201
第七章 其他机械加工技术.....	202
【学习目标】.....	202
第一节 镗 削 加 工.....	202
一、镗床.....	202



二、镗刀	203
三、镗削的工艺特点和应用	205
第二节 拉 削	205
一、拉床与拉刀	205
二、拉削加工	207
三、拉削的工艺特点与应用	207
第三节 螺纹与齿轮齿形加工	208
一、螺纹加工	208
二、齿轮齿形加工	213
三、圆柱齿轮齿形加工	217
四、圆柱齿轮精整加工	222
【本章小结】	223
【练习题】	223
附 录	224
参考文献	228

第一章 机械加工工艺规程



本章结构图

【学习目标】

- 了解机械加工工艺规程的基本概念;
- 掌握工件的安装、基准和定位;
- 掌握机械加工工艺路线的拟定;
- 掌握加工余量的确定;

- 掌握工序尺寸及其公差确定;
- 掌握机械加工质量分析。

第一节 机械加工工艺规程的基本知识

机械加工工艺规程的基本概念主要有生产过程和工艺过程、机械加工工艺过程的组成、生产纲领和生产类型、机械加工工艺规程、工艺规程的类型。

一、生产过程和工艺过程

(一) 生产过程

把原材料转变为成品的全过程,称为生产过程。生产过程一般包括原材料的运输仓储保管、生产技术准备、毛坯制造、机械加工、热处理、装配、检验、喷涂、包装和入库等。

(二) 工艺过程

在上述生产过程中凡是直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等,使之成为成品或半成品的过程称为工艺过程。工艺过程的种类较多,有毛坯制造、热处理、机械加工、装配等工艺过程。机械加工工艺过程是机械产品生产过程的一部分,是对机械产品中的零件采用各种加工方法直接用于改变毛坯的形状、尺寸、表面粗糙度以及力学物理性能,使之成为合格零件的全部劳动过程。

二、机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由若干个顺序排列的工序组成的,机械加工中的每一个工序又可依次细分为安装、工位、工步和走刀。

(一) 工序

机械加工工艺过程的工序是指一个(或一组)工人在一个工作地点对一个(或同时对几个)工件连续完成的那一部分工艺过程。只要工人、工作地点及工作对象之一发生变化或不是连续完成,则应成为另一工序,因此同一个零件同样的加工内容可以有不同的工序安排,此外,零件的生产类型不同,为了提高生产率和加工的经济性,加工过程中的工序划分也不同。如图 1-1 所示的阶梯轴,当加工数量较少时,工艺过程和工序的划分如表 1-1 所示,共有四道工序。在加工数量较多时如表 1-2 所示,可分为六道工序。

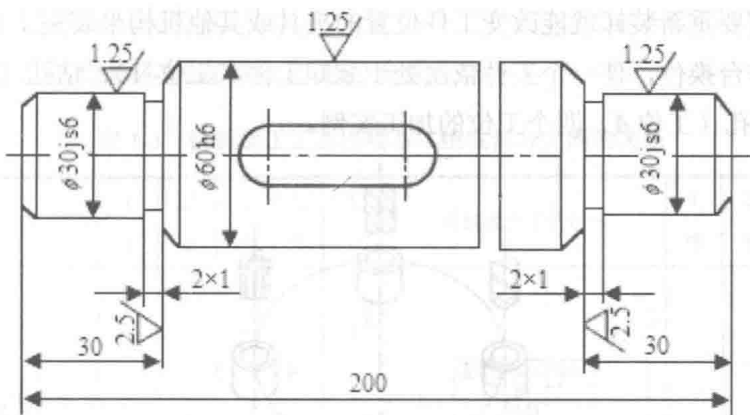


图 1-1 阶梯轴

表 1-1 单件小批量生产时阶梯轴的加工工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	车一端面，钻中心孔；调头，车另一端面，钻中心孔	车床
2	车外圆、切槽及倒角；调头，车外圆、切槽及倒角	车床
3	铣键槽、去毛刺	铣床、钳工
4	磨外圆	磨床

表 1-2 大批量生产时阶梯轴的加工工艺过程

工序号	工序内容	设备
1	两端同时铣端面钻中心孔	专用机床
2	车一端外圆、切槽和倒角	车床
3	车另一端外圆、切槽和倒角	车床
4	铣键槽	铣床
5	去毛刺	钳工
6	磨外圆	磨床

(二) 安装

工件经一次装夹后所完成的那一部分工序内容称为安装。在一道工序中工件可能只需要安装一次，也可能需要安装几次，表 1-2 的工序 4 中只需一次安装即可铣出键槽，表 1-1 工序 2 中至少两次安装才能完成全部工艺内容。

(三) 工位

为了完成一定的工序部分，一次装夹工件后，工件与夹具或设备的可动部分一起，相对于刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。为了实现工位的转换，在生产



中常用一些不需要重新装卸就能改变工件位置的夹具或其他机构来装夹工件。图 1-2 所示是利用回转工作台换位，使一个工件依次处于装卸工件（工位 1）、钻孔（工位 2）、扩孔（工位 3）和铰孔（工位 4）四个工位的加工实例。

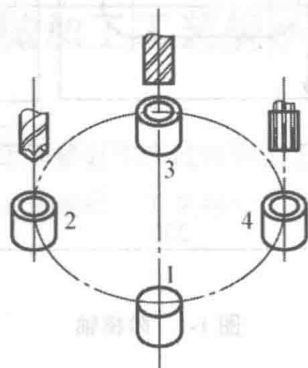


图 1-2 多工位加工

1-装卸工件；2-钻孔；3-扩孔；4-铰孔

（四）工步

在加工表面、切削刀具、切削速度和进给量不变的条件下，连续完成的那一部分工序内容称为工步。为了提高生产率，用几把刀具同时加工几个加工表面的工步，称为复合工步，也可以看作一个工步。例如，带回转刀架的机床（转塔车床或加工中心）其回转刀架的一次转位所完成的工位内容应属一个工步，此时若几把刀具同时参与切削，该工步称为复合工步，如图 1-3 所示。

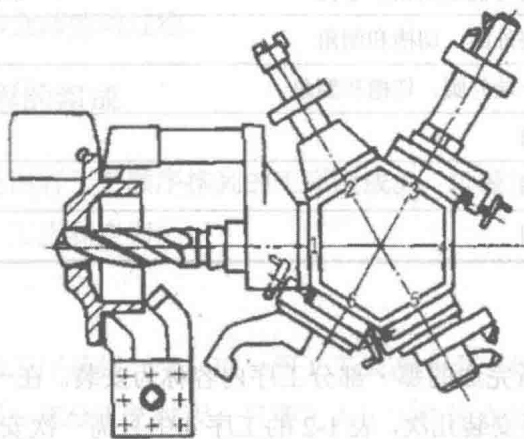


图 1-3 复合工步

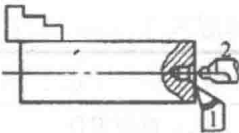
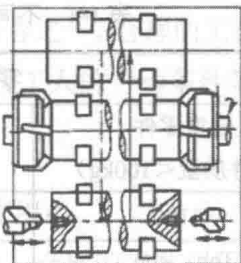
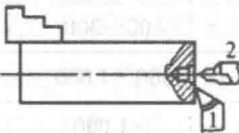
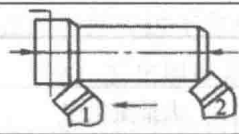
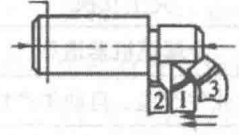
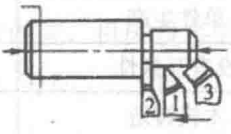
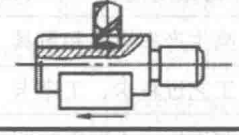
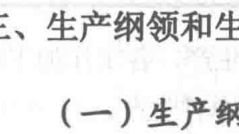
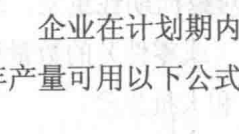
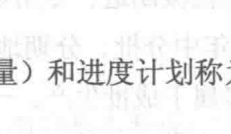
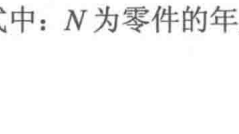
（五）走刀

切削刀具在加工表面上切削一次所完成的工步内容，称为一次走刀。走刀是构成工艺过程的最小单元。一个工步可包括一次或数次走刀。当需要切去的金属层很厚，不能在一

次走刀下切完，则需分几次走刀。

机械加工工艺过程基本组成部分之间的关系见表 1-3。

表 1-3 机械加工工艺过程基本组成部分之间的关系

单件工艺生产过程	工序	安装	工位	工步	走刀	成批成产工艺过程	工序	安装	工位	工步	走刀
	1	1	1	1	1	 三工位铣端面钻 中心孔专用机床	1	铣 端 打 中 心 孔	1	装 卸	1
				2	1				2	铣 端 面	1
				2	1				3	钻 中 心 孔	1
	3	1	1	1	2		2	车	1	1	1
				2	1				1	2	2
				1	2				2	1	1
	4	1	1	2	1		3	车	1	1	1
				3	1				3	1	1
				1	1				4	铣 槽	1

三、生产纲领和生产类型

(一) 生产纲领

企业在计划期内应生产的产品产量（年产量）和进度计划称为生产纲领。某种零件的年产量可用以下公式计算：

$$N=Q_n(1+\alpha\%)(1+\beta\%)$$

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）； $\alpha\%$ 为零件的备品率； $\beta\%$ 为零件的平均废品率。

生产纲领的大小一定程度上决定了零件或产品的生产类型，不同的生产类型的工艺特征各不相同，制定工艺规程时必须和生产类型相适应。因此，生产纲领是制定和修改工艺规程的重要依据。

(二) 生产类型

根据生产纲领的大小，机械制造企业的生产可分为 3 种类型，见表 1-4 和表 1-5。

表 1-4 不同生产类型和生产纲领

生产类型		零件的年生产纲领（件/年）		
		轻型零件 （零件质量<100kg）	中型零件 （零件质量 100~2 000kg）	重型零件 （零件质量>2 000kg）
单件生产		<100	<10	<5
成批生产	小批	100~500	10~200	5~100
	中批	500~5 000	200~500	100~300
	大批	5 000~50 000	5100~5 000	300~1 000
大量生产		>50 000	>5 000	>1 000

表 1-5 各种生产类型的工艺特征

工艺特征	生产类型		
	单件生产	成批生产	大批量生产
工件的互换性	没有互换性	部分互换	完全互换
毛坯和加工余量	木模铸造	金属模铸造	金属模机器造型
机床设备	通用机床；数据机床	加工中心或柔性制造单元	专业生产线、自动生产线
夹具	多用标准附件	广泛采用家居和组合夹具	广泛采用高生产率夹具
刀具与量具	采用通用道具和万能量具	专业刀具及专业量具	高生产率道具和量具
工艺规程	工艺过程卡	工艺卡、重要工序详细	工艺过程卡、工序卡
对工人的要求	需要技术熟练的工人	需要一定熟练程度的工人	对操作工人要求较低

(1) 单件生产。产品品种很多，同一产品产量很少，很少重复生产，各工作加工对象经常改变。例如：重型机械制造、专用设备制造和新产品试制均属单件生产。

(2) 成批生产。一年中分批、分期地制造同一产品，工作加工对象周期性重复。如机床制造、机车制造等多属于成批生产。一次投入或生产的同一产品（或零件）的数量称为生产批量。按照批量的大小，成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产。

(3) 小批生产。生产的特点与单件生产基本相同。

(4) 中批生产。生产的特点介于小批生产和大批生产之间。



(5) 大批生产。生产的特点与大量生产基本相同。

(6) 大量生产。产品产量很大,大多数工作长期重复进行某一工件某一道工序的生产。如汽车、自行车、缝纫机和轴承制造等产品制造多属大量生产。

四、机械加工工艺规程

规定产品或零部件制造工艺过程和操作方法的工艺文件称为工艺规程。机械加工工艺规程一般应规定工序的加工内容、检验方法、切削用量、时间定额及所采用机床和工艺装备等。编制工艺规程是生产准备工作的重要内容之一。合理的工艺规程对保证产品质量、提高劳动生产率、降低原材料及动力消耗、改善工人的劳动条件等都有十分重要的意义。

(一) 工艺规程的作用

在生产过程中,工艺规程有如下几方面的作用:

(1) 工艺规程是指导生产的重要技术文件。合理的工艺规程是在总结广大工人和技术人员长期实践经验的基础上,结合工厂具体生产条件,根据工艺理论和必要的工艺试验而制定的。按照它进行生产,可以保证产品质量、较高的生产效率和经济性。经批准生效的工艺规程在生产中应严格执行,否则,往往会使产品质量下降,生产效率降低。但是,工艺规程也不应是固定不变的,工艺人员应注意及时总结广大工人的革新创造经验,及时吸收国内外先进工艺技术,对现行规程不断地予以改进和完善,使其能更好地指导生产。

(2) 工艺规程是生产组织和生产管理工作的基本依据。有了工艺规程,在产品投产之前,就可以根据它进行原材料、毛坯的准备和供应,机床设备的准备和负荷的调整,专用工艺装备的设计和制造,生产作业计划的编排,劳动力的组织以及生产成本的核算等等,便整个生产有计划地进行。

(3) 工艺规程是新建或扩建工厂或车间的基本资料。在新建或扩建工厂、车间的工作中,根据产品零件的工艺规程及其他资料,可以统计出所建车间应配备机床设备的种类和数量,算出车间所需面积和各类人员数量,确定车间的平面布置和厂房基建的具体要求,从而提出有根据的筹建或扩建计划。

制定工艺规程的基本原则:保证以最低的生产成本和最高的生产效率,可靠地加工出符合设计图样要求的产品。因此在制定工艺规程时,应从工厂的实际条件出发,充分利用现有设备,尽可能采用国内外的先进技术和经验。

(二) 工艺规程的基本要求

一个产品合理的工艺规程要体现出以下几方面的基本要求:

(1) 产品质量的可靠性。工艺规程要充分考虑和采取一切确保产品质量的必要措施,以期能全面、可靠和稳定地达到设计图样上所要求的精度、表面质量和其他技术要求。