

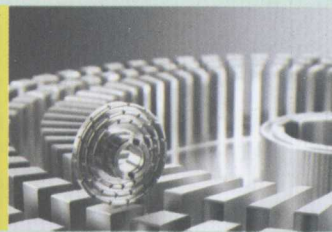


全国高等院校“十二五”特色精品课程建设成果

机械制造基础

(第2版)

◎主 编 涂序斌 高宗华 蔡天作
◎主 审 周晓邑



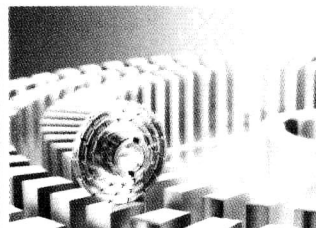
JIXIE ZHIZAO JICHU



全国高等院校“十二五”特色精品课程建设成果

机械制造基础

(第2版)



◎主 编 涂序斌 高宗华 蔡天作
◎副主编 朱祖武 平 莉 邱方亮
◎主 审 周晓邑

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造基础/涂序斌, 高宗华, 蔡天作主编. —2 版. —北京: 北京理工大学出版社, 2012. 8

ISBN 978-7-5640-6640-6

I. ①机… II. ①涂…②高…③蔡… III. ①机械制造-教材
IV. ①TH

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 192661 号

329607

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / [http:// www. bitpress. com. cn](http://www.bitpress.com.cn)

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京市通州富达印刷厂

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 18.75

字 数 / 435 千字

版 次 / 2012 年 8 月第 2 版 2012 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1~1 500 册

责任校对 / 周瑞红

定 价 / 46.00 元

责任印制 / 王美丽

出版说明

出版说明 >>>>>

北京理工大学出版社为了顺应国家对机电专业技术人才的培养要求，满足企业对毕业生的技能需求，以服务教学、立足岗位、面向就业为方向，经过多年的大力发展，开发了30多个系列500多个品种的高等教育机电类产品，覆盖了机械设计与制造、材料成型与控制技术、数控技术、模具设计与制造、机电一体化技术、焊接技术及自动化等30多个制造类专业。

为了进一步服务全国机电类高等教育的发展，北京理工大学出版社特邀请一批国内知名行业专业、高等院校骨干教师、企业专家和相关作者，根据高等教育教材改革的发展趋势，从业已出版的机电类教材中，精心挑选一批质量高、销量好、院校覆盖面广的作品，集中研讨、分别针对每本书提出修改意见，修订出版了该高等院校“十二五”特色精品课程建设成果系列教材。

本系列教材立足于完整的专业课程体系，结构严整，同时又不失灵活性，配有大量的插图、表格和案例资料。作者结合已出版教材在各个院校的实际使用情况，本着“实用、适用、先进”的修订原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格，力求提高学生的实际操作能力，使学生更好地适应社会需求。

本系列教材在开发过程中，为了更适宜于教学，特开发配套立体资源包，包括如下内容：

- 教材使用说明；
- 电子教案，并附有课程说明、教学大纲、教学重难点及课时安排等；
- 教学课件，包括：PPT课件及教学实训演示视频等；
- 教学拓展资源，包括：教学素材、教学案例及网络资源等；

- 教学题库及答案，包括：同步测试题及答案、阶段测试题及答案等；
- 教材交流支持平台。

北京理工大学出版社



Qianyan

前言 >>>>>>

本教材按照教育部颁布的高等院校机械类专业机械制造课程教学大纲进行编写。在理论上以够用、必需为度，强调对学生应用性、操作性的培养，内容以机械制造为基础，重点讲述机械制造中常用的铸造、锻压、焊接、钳工、机械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方式。

本教材共由九章组成，分别是机械加工基础、铸造加工、锻压加工、焊接加工、钳工加工、车削加工、铣削加工、磨削加工、其他机械加工。本教材内容是编者根据多年从事机械制造的经验，并结合目前高等院校学生的学习现状以及在本课程教学过程中出现的一些新情况、新特点编写的。

本书由涂序斌、高宗华、蔡天作任主编，朱祖武、平莉、邱方亮任副主编，周晓邑教授任主审。

本教材适合高等院校机械类专业学生使用，如机械制造、模具制造、数控技术、机电一体化等专业，同时也可作为机械工程人员的参考资料或机械工程培训教材。

由于编者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳切希望广大读者批评指正。

编者

目 录

035	工时定额	第 8 章
035	定额	1.8
335	未查	5.8
335	斜切	8.8
335	面平切	4.8
040	面斜切及圆内、圆外切	5.8
315	区斜切区	5.8

第 9 章 机械加工工艺 1.15

概述 1

第 1 章 机械加工基础 3

1.1 基本概念 3

1.2 零件的工艺分析 9

1.3 毛坯的选择 12

1.4 定位基准的选择 14

1.5 工艺路线的拟定 21

1.6 加工余量的确定 31

1.7 工序尺寸及其公差确定 34

1.8 工艺文件 44

1.9 机械加工质量分析 48

1.10 习题练习 62

第 2 章 铸造加工 65

2.1 概述 65

2.2 型砂和芯砂 68

2.3 整模造型及造芯 70

2.4 分模造型 76

2.5 其他手工造型方法 77

2.6 铸造的熔炼与浇注 80

2.7 铸件的落砂、清理及缺陷分析
..... 84

2.8 机器造型简介 87

2.9 习题练习 88

第 3 章 锻压加工 93

3.1 概述 93

150	1.8
181	4.8
181	5.8
195	6.8
195	7.8
195	8.8
195	9.8
195	10.8
195	11.8
195	12.8
195	13.8
195	14.8
195	15.8
195	16.8
195	17.8
195	18.8
195	19.8
195	20.8
195	21.8
195	22.8
195	23.8
195	24.8
195	25.8
195	26.8
195	27.8
195	28.8
195	29.8
195	30.8
195	31.8
195	32.8
195	33.8
195	34.8
195	35.8
195	36.8
195	37.8
195	38.8
195	39.8
195	40.8
195	41.8
195	42.8
195	43.8
195	44.8
195	45.8
195	46.8
195	47.8
195	48.8
195	49.8
195	50.8
195	51.8
195	52.8
195	53.8
195	54.8
195	55.8
195	56.8
195	57.8
195	58.8
195	59.8
195	60.8
195	61.8
195	62.8
195	63.8
195	64.8
195	65.8
195	66.8
195	67.8
195	68.8
195	69.8
195	70.8
195	71.8
195	72.8
195	73.8
195	74.8
195	75.8
195	76.8
195	77.8
195	78.8
195	79.8
195	80.8
195	81.8
195	82.8
195	83.8
195	84.8
195	85.8
195	86.8
195	87.8
195	88.8
195	89.8
195	90.8
195	91.8
195	92.8
195	93.8
195	94.8
195	95.8
195	96.8
195	97.8
195	98.8
195	99.8
195	100.8

3.2 坯料的加热和锻件的冷却 93

3.3 手工自由锻 97

3.4 机器自由锻 104

3.5 胎模锻 107

3.6 冲压 109

3.7 习题练习 111

第 4 章 焊接加工 114

4.1 概述 114

4.2 焊条电弧焊 115

4.3 气焊与气割 120

4.4 常见焊接缺陷及焊接变形 125

4.5 习题练习 127

第 5 章 钳工加工 130

5.1 概述 130

5.2 划线 132

5.3 錾削 137

5.4 锯削 143

5.5 锉削 148

5.6 钻孔、扩孔、铰孔和铰孔 155

5.7 攻螺纹和套螺纹 162

5.8 刮削 165

5.9 习题练习 169

第 6 章 车削加工 171

6.1 概述 171

6.2 卧式车床 172

6.3	车刀	176
6.4	车削中的物理现象	181
6.5	车外圆、端面和台阶	185
6.6	切槽和切断	192
6.7	钻孔和车内圆	195
6.8	车圆锥	198
6.9	车螺纹	201
6.10	车成形面与滚花	205
6.11	习题练习	208

第7章	铣削加工	211
7.1	概述	211
7.2	铣床及附件	214
7.3	铣刀	217
7.4	铣平面、斜面、台阶面	219
7.5	铣沟槽	223
7.6	铣等分零件	224
7.7	习题练习	228

第8章	磨削加工	230
8.1	概述	230
8.2	磨床	232
8.3	砂轮	236
8.4	磨平面	239
8.5	磨外圆、内圆及圆锥面	240
8.6	习题练习	243

第9章	其他机械加工	244
9.1	刨削加工	244
9.2	镗削加工	253
9.3	拉削	256
9.4	螺纹与齿轮齿形加工	259
9.5	习题练习	270

习题练习答案	272
---------------	-----

参考文献	291
-------------	-----

概 述

随着国民经济的不断发展,各行各业都需要大量的机器、设备和交通运输工具等机械产品,这些产品都是由很多零件、部件装配而成。要想装配出合格的产品,必须先加工出合格的零件。零件的加工方法很多,一般分为热加工和冷加工两大类。热加工包括铸造、锻造、焊接和热处理等;冷加工通常指金属的切削加工。现代精密铸造、精密锻造和粉末冶金技术,已能够使一些零件在热加工后,不需再用切削加工方法进行加工就可达到较高的质量,但是,目前它们的应用范围还不大,一般铸造、锻造、焊接只能得到形状、尺寸比较粗糙的成品或半成品。机械中的大部分零件,特别是质量要求高的,还需要经过切削加工。因此,正确地进行切削加工,对保证零件质量、提高生产率和降低成本有着重要意义。

金属切削加工是使用切削刀具或磨具从工件上去除多余的材料,以获得几何形状、尺寸精度和表面粗糙度等都符合要求的零件的加工方法。切削加工是在工件处于室温状态下进行的加工,属于冷加工。金属切削加工分为钳工加工和机械切削加工两大类。

钳工一般是人工手持工具进行切削加工的方法。为减轻劳动强度和提高生产率,目前钳工中的某些工作已逐渐被机械切削加工所代替,同时钳工工作也逐渐向机械化方向发展。钳工的主要优点是操作灵活方便,适应性强,所用工具、设备简单,所以在装配、修理等部门仍经常使用,在生产中(特别是在单件小批生产中)仍占有一定的地位。

机械切削加工是利用机械外力进行切削加工的方法。机械切削加工的方法很多,主要有车削、钻削、刨削、铣削、镗削、磨削和齿轮齿形加工等。在这些加工中所用的工艺技术和设备可分为常规的(传统的)和现代的两大类。从目前我国经济实力和 development 情况看,常规工艺技术和设备在我国的应用仍然要持续一个相当长的时期,它们在制造业中仍将发挥相当重要的作用。因此,在逐步引入新技术、新工艺和新设备的同时,要设法用好、改造好现有的常规设备,使其充分发挥作用。

此外,常规技术也是现代技术的基础,现代制造业中技术含量高的设备,基本上都是由常规技术和新技术两部分构成的。从总体上看,现代设备并未脱离传统设备的结构和成形原理,主要是控制系统、传动技术和测量技术变化较大。将常规技术与一种或多种新技术合理地进行组合,就可能构成另一种新技术。

本课程是在长期生产实践中发展起来的一门学科,是加工工艺经验的积累与结晶。我国的金属切削加工工艺发展史,可远溯至史前。我国是世界上应用铜、铁最早的国家,早在4 000多年前就已开始使用铜。青铜器时代已经出现了金属切削加工的萌芽,在湖南衡阳出土的相当精致的东汉人字齿轮,说明在汉朝就有了金属机件。到了明朝已经出现了很多简单的切削加工设备。1668年曾使用直径近2丈(约6.6 m)的嵌片铣刀,由牲畜带动旋转,用

来铣削天文仪上的铜环,为提高精度,可将铣刀换下装上磨石,对大铜环进行磨削加工。

明朝宋应星所著《天工开物》一书,内有冶铁、锻铁、淬火等各种金属加工方法,它是世界上有关金属加工工艺最早的科学著作之一,这充分反映了我国人民在金属加工工艺方面的卓越成就。

上述事实说明,我国古代在金属加工工艺方面的科学技术曾远远超过同时代的欧洲,曾在世界上处于遥遥领先的地位,对世界文明和人类进步作出过巨大贡献。但是,由于封建制度的长期统治,自清朝末期以来我国的科学技术和生产水平长期处于落后状态。只是到了20世纪50年代以后,我国的工农业生产才得到了迅速发展,建立了机械制造、矿山冶金、交通运输、石油化工、电子仪表、航空航天等许多现代化工业,为国民经济高速发展奠定了牢固基础。经过几十年建设,我国机械工业无论在生产规模方面,还是在产品的品种、数量、质量方面,都有了很大发展,生产出一批具有世界先进水平的产品。机械产品不仅供应了国内各个部门,而且进入了国际市场。

在取得上述成绩的同时,也应看到当前我国在机械产品的质量、技术水平、劳动生产率、经济效益和管理水平等方面与西方发达国家相比,尚有较大差距,还不能适应国民经济发展的需要。通过长期生产实践后,现已认识到不重视工艺教育,不发展先进工艺技术,要实现工业现代化是不可能的。工艺技术教育是发展我国现代机械制造业的重要基础。因此,我们必须重视并加速培养出大批基础厚、专业宽、能力强、素质高的高级应用型机械工程技术人才,为机械工业自身科学技术的发展和建立世界制造强国作出积极贡献。

本课程是机械工程技术人员接受系统的机械加工技术教育所必修的一门以工艺为主的综合性技术基础课。

本课程的教学目的和任务是使学生获得机械制造方法和工艺技术的基础知识,受到制造工艺实践的基本训练,为学习其他有关课程和将来从事生产技术工作打好必要的基础。学完本课程后,应达到以下基本要求:

- (1) 掌握机械加工工艺和机械热加工工艺的基础知识,主要加工方法的基本原理、特点和应用范围。
- (2) 熟悉机械加工工艺规程的基本知识。具有确定零件加工方法和加工工艺尺寸的初步能力。
- (3) 具有综合运用工艺知识,分析零件切削加工与装配结构工艺性的初步能力。
- (4) 建立产品质量与经济观念。
- (5) 了解与本课程有关的新技术、新工艺及其发展趋势。

实训是培养学生独立工作能力和获得一定实验技能的重要教学环节。学生必须在教师 and 实训员指导下自己动手做好实训,写出实训报告。

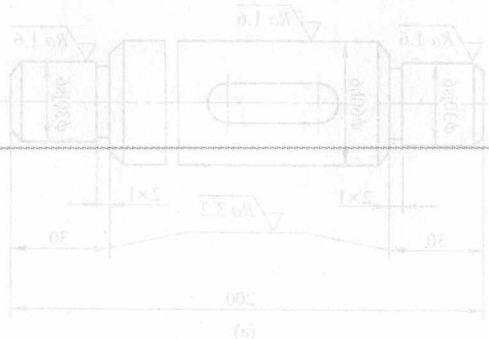
本课程的实践性、应用性和针对性都很强,为保证课程顺利进行,本课程应配置金工实习教学。通过金工实习,了解金属材料主要加工方法及其所用设备、附件、工具、刀具,并对主要切削加工工种进行基本操作。将金工实习中所获得的比较零散的、片面的知识进行归纳、总结、拓宽、加深和应用,从而达到本课程预期的教学目的和要求。

在教学过程中应加强电化教学、现场教学和厂外参观,以扩展工艺知识面。课程中有些工艺知识,例如零件加工工艺规程的制订、结构工艺性等,尚需在有关后续课程、课程设计、毕业实习和毕业设计中反复练习,才能较好地掌握和应用。

第1章 机械加工基础

学习完本章内容，应该掌握如下内容：

- ◆ 掌握机械零件生产基本概念
- ◆ 掌握机械零件生产前期准备与工艺制定
- ◆ 掌握机械零件加工余量及工序尺寸的计算
- ◆ 了解机械加工质量组成及影响因素



1.1 基本概念

1.1.1 生产过程

将原材料转变为成品的全过程称为生产过程。它主要包括：

1. 产品投产前的生产技术准备工作

包括产品的试验研究和设计、工艺设计和专用工艺装备的设计及制造、各种生产资料和生产组织等方面的准备工作。

2. 毛坯制造

如毛坯的锻造、铸造和冲压等。

3. 零件的加工过程

如机械加工、特种加工、焊接、热处理和表面处理等。

4. 产品的装配过程

包括部件装配、总装配、检验和调试等。

5. 各种生产服务活动

包括原材料、半成品、工具的供应、运输、保管以及产品的油漆和包装等。

在现代生产中，为了便于组织专业化生产和提高劳动生产率。一种产品的生产往往由许多工厂联合起来共同完成，所以一个工厂的生产过程往往是整个产品生产过程的一部分。一个工厂的生产过程又分散在若干个车间中进行，各车间的生产过程都具有不同的特点，同时又互相联系。某一车间所用的毛坯（半成品），可能是另一个车间的成品，而它的成品又可能是供其他车间进行加工用的生产对象。例如，机械加工车间的毛坯是铸造车间或锻造车间的成品，而机械加工车间的成品又是装配车间进行产品装配的原材料。



图1-1 (d)：图件零件 (a)

零件名称	数量
1. 产品投产前的生产技术准备工作	1
2. 毛坯制造	2
3. 零件的加工过程	1
4. 产品的装配过程	1
5. 各种生产服务活动	1

1.1.2 工艺过程及其组成

生产过程中为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称为工艺过程。若采用机械加工方法来完成上述过程，则被称为机械加工工艺过程。

机械加工工艺过程是由一个或若干个按顺序排列的工序所组成，毛坯依次经过这些工序而变为成品。

1. 工序

工序是一个或一组工人，在一个工作地点对同一个或同时对几个工件进行加工，所连续

完成的那一部分工艺过程。它是组成工艺过程的基本单元，又是生产计划和经济核算的基本单元。划分工序的依据是工作地（设备）、加工对象（工件）是否变动以及加工是否连续完成。如果其中之一有变动或者加工不是连续完成，则应另外划分一道工序。

如何判断一个工件在一个工作地点的加工过程是否连续呢？现以一批工件上某孔的钻、铰加工为例说明。如果每一个工件在同一台机床上钻孔后就接着铰孔，则该孔的钻、铰加工过程是连续的，应算作一道工序。若在该机床上将这批工件都钻完孔后再逐个铰孔，对一个工件的钻铰加工过程就不连续了，钻、铰加工应该划分成两道工序。

图 1-1 所示的阶梯轴，其机械加工工艺过程划分为五道工序，见表 1-1。

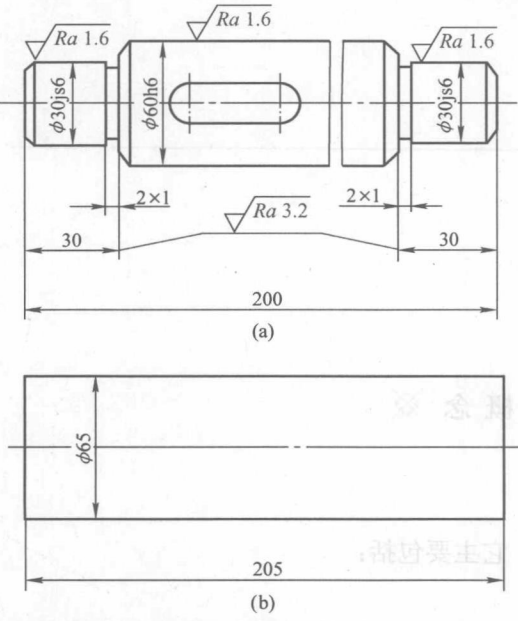


图 1-1 阶梯轴
(a) 零件图；(b) 毛坯图

表 1-1 阶梯轴的工艺过程

工序编号	工序内容	工作地点
1	车两端面加打中心孔	车床
2	车外圆、切槽并倒角	车床
3	铣键槽	铣床
4	去毛刺	钳工台
5	磨外圆	外圆磨床

2. 安装

工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在一道工序中，有时工件需要进行多次装夹；如表 1-1 中的工序 1，当车削第一个端面、打中心孔时要进行一次装夹；调头车另一端面、打中心孔又需要重新装夹工件。所以为了完成该工序，工件要进行两次装夹。而多一次装夹，不单增加了装卸工件的辅助时间，同时还会产生装夹误差。因此，在工序中应尽量减少装夹次数。

3. 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 I）、钻孔（工位 II）、扩孔（工位 III）和铰孔（工位 IV）四个工位的加工实例。

4. 工步

为了便于分析和描述工序内容，有必要把工序划分为工步。工步是在加工表面和加工工具不变的情况下，所连续完成的那一部分工序。一个工序可以包含几个工步，也可能只有一个工步。如表 1-1 中工序 1 可划分成四个工步（车端面、打中心孔、车另一端面、打中心孔）。

决定工步的两个因素（加工表面、加工工具）之一发生变化，或者这两个因素虽然没有变化，但加工过程不是连续完成，一般应划分为另一工步。当工件在一次装夹后连续进行若干个相同的工步时。为了简化工序内容的叙述，在工艺文件上常将其填写为一个工步。如图 1-3 所示零件，对四个 $\phi 10$ mm 的孔连续进行钻削加工，在工序中可以写成一个工步，钻 $4 \times \phi 10$ mm 孔。

为了提高生产率，用几件刀具或者用复合刀具同时加工同一工件上的几个表面，称为复合工步。在工艺文件上，复合工步应视为一个工步。如图 1-4 所示是用一把钻头和三把车刀同时加工内孔和外圆的复合工步。如图 1-5 所示是用复合刀具钻孔、铰锥面的复合工步。

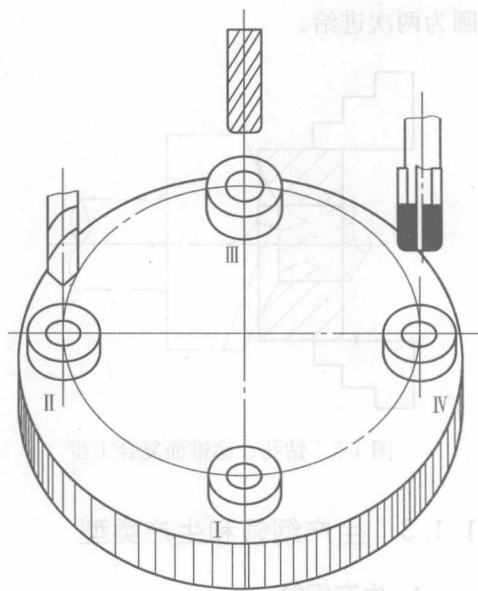


图 1-2 多工位加工

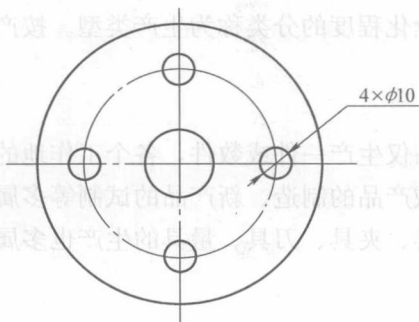


图 1-3 具有四个相同孔的工件

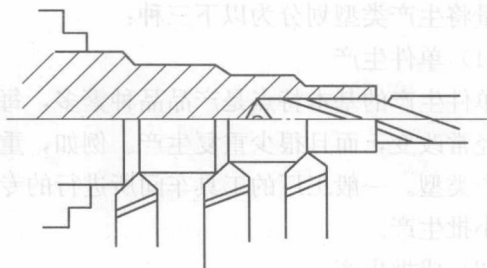


图 1-4 阶梯轴的多刀加工

5. 进给

有些工步，由于需要切除的余量较大或其他原因，需要对同一表面进行多次切削，刀具从被加工表面上每切下一层金属层即称为一次进给。如图 1-6 所示为车削两个不同直径的外圆柱面时应划分为两个工步，第一工步车 $\phi 80$ mm 外圆仅一次进给，第二工步车 $\phi 60$ mm 外

圆为两次进给。

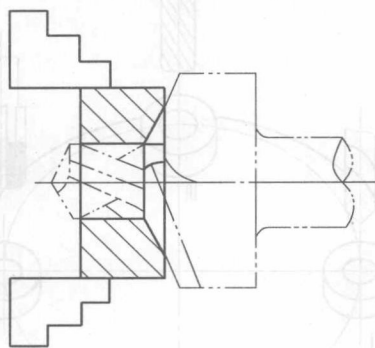


图 1-5 钻孔、铰锥面复合工步

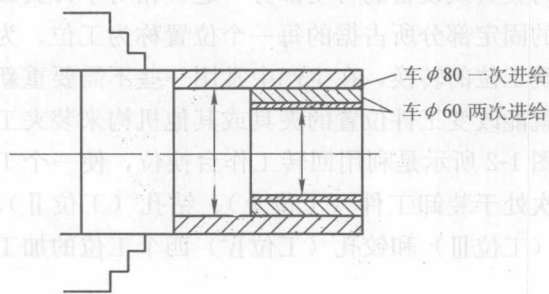


图 1-6 车削不同直径

1.1.3 生产纲领和生产类型

1. 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：

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

式中 N ——零件的年产量，单位为件/年；

Q ——产品的年产量，单位为件/年；

n ——每台产品中该零件的数量，单位为件/台；

$\alpha\%$ ——零件的备品率；

$\beta\%$ ——零件的平均废品率。

年产量的大小对于工厂的生产过程和生产组织起决定性的作用。不同的生产纲领对于各工作地的专业化程度、所用工艺方法、机床设备和工艺装备也各不相同。

2. 生产类型的确定

企业（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的分类称为生产类型。按产品的年产量将生产类型划分为以下三种：

(1) 单件生产

单件生产的基本特点是产品品种繁多，每种产品仅生产一件或数件，各个工作地的加工对象经常改变，而且很少重复生产。例如，重型机械产品的制造、新产品的试制等多属于这种生产类型。一般工厂的工具车间所进行的专用模具、夹具、刀具、量具的生产也多属于单件或小批生产。

(2) 成批生产

成批生产的基本特点是产品品种多，同一产品有一定的数量，能够成批进行生产，或者在一段时间之后又重复某种产品的生产。例如机床制造、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。按照批量大小，成批生产又分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产在工艺方面接近单件生产，二者常常相提并论。中批生产的工艺特点介于单件生产和大量生产之间。大批生产在工艺方面接近大量生产。

(3) 大量生产

大量生产的基本特点是产品品种单一而固定,同一产品产量很大。大多数工作地长期进行一个零件某道工序的加工,生产具有严格的节奏性。例如,汽车、自行车、缝纫机、轴承的制造等,常常以大量生产的方式进行的。

生产类型不同,产品制造的工艺方法、所采用的设备和工艺装备以及生产的组织形式等均不相同。各种生产类型的工艺特征见表 1-2。

表 1-2 各种生产类型的工艺特征

生产类型	单件生产	成批生产	大量生产
加工对象	经常改变	周期性改变	固定不变
毛坯的制造方法及加工余量	铸件用木模,手工造型;锻件用自由锻。毛坯精度低,加工余量大	部分铸件用金属模,部分锻件采用模锻。毛坯精度中等,加工余量中等	铸件广泛采用金属模机器造型。锻件广泛采用模锻以及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备及其布置形式	采用通用机床。机床按类别和规格大小采用“机群式”排列布置	采用部分通用机床和部分高生产率的专用机床。机床设备按加工零件类别分“工段”排列布置	广泛采用高生产率的专用机床及自动机床。按流水线形式排列布置
夹具	多用标准夹具,很少采用专用夹具,靠划线及试切法达到尺寸精度	广泛采用专用夹具,部分靠划线进行加工	广泛采用先进高效夹具,靠夹具及调整法达到加工要求
刀具和量具	采用通用刀具与万能量具	较多采用专用刀具和专用量具	广泛采用高生产率的刀具和量具
对操作工人的要求	需要技术熟练的操作工人	操作工人需要达到一定的技术熟练程度	对操作工人的技术要求较低,对调整工人的技术水平要求较高
工艺文件	有简单的工艺过程卡片	有较详细的工艺规程,对重要零件需编制工序卡片	有详细编制的工艺文件
零件的互换性	广泛采用钳工修配	零件大部分有互换性,少数用钳工修配	零件全部有互换性,某些配合要求很高的零件采用分组互换
生产率	低	中等	高
单件加工成本	高	中等	低

表 1-3 所列是按产品年产量划分的生产类型,供确定生产类型时参考。

表 1-3 年产量与生产类型的关系

生产类型		同类零件的年产量/件		
		轻型零件 (零件质量<100 kg)	中型零件 (零件质量 100~2 000 kg)	重型零件 (零件质量>2 000 kg)
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	5 100~5 000	300~1 000
大量生产		>50 000	>5 000	>1 000

1.1.4 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、时间定额以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。

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，对现行工艺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，便于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。在新建成扩建工厂、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成扩建计划。

制定工艺规程的基本原则是：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。

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。

(2) 工艺技术的先进性。工艺规程的先进性指的是在工厂现有条件下，除了采用本厂成

熟的工艺方法外,尽可能地吸收适合工厂情况的国内外同行的先进工艺技术和工艺装备。以提高工艺技术水平。

(3) 经济性。在一定的生产条件下,要采用劳动量、物资和能源消耗最少的工艺方案,从而使生产成本最低,使企业获得良好的经济效益。

(4) 有良好的劳动条件。制定的工艺规程必须保证工人具有良好而安全的劳动条件。尽可能采用机械化或自动化的措施,以减轻某些笨重的体力劳动。

制定工艺规程时应具有相关的原始资料。主要有产品的零件图和装配图;产品的生产纲领;有关手册、图册、标准、类似产品的工艺资料和生产经验;工厂的生产条件(机床设备、工艺设备、工人技术水平等)以及国内外有关工艺技术的发展情况等。这些原始资料是编制工艺规程的出发点和依据。

编制工艺规程的大致步骤如下:

(1) 研究产品的装配图和零件图进行工艺分析。分析产品零件图和装配图,熟悉产品用途、性能和工作条件。了解零件的装配关系及其作用,分析制定各项技术要求的依据,判断其要求是否合理。零件结构工艺性是否良好。通过分析找出主要的技术要求和关键技术问题,以便在加工中采取相应的技术措施。如有问题,应与有关设计人员共同研究,按规定的手续对图样进行修改和补充。

(2) 确定毛坯。在确定毛坯时,要熟悉本厂毛坯车间(或专业毛坯厂)的技术水平和生产能力,各种钢材、型材的品种规格。应根据产品零件图和加工时的工艺要求(如定位、夹紧、加工余量和结构工艺性),确定毛坯的种类、技术要求及制造方法。在必要时,应和毛坯车间技术人员一起共同确定毛坯图。

(3) 拟定工艺路线。工艺路线是指产品或零部件在生产过程中,由毛坯准备到成品包装入库,经过企业各有关部门或工序的先后顺序。拟定工艺路线是制定工艺规程十分关键的一步,需要提出几个不同的方案进行分析对比,寻求一个最佳的工艺路线。

(4) 确定各工序的加工余量,计算工序尺寸及其公差。

(5) 选择各工序使用的机床设备及刀具、夹具、量具和辅助工具。

(6) 确定切削用量及时间定额。

(7) 填写工艺文件。生产中常见的工艺文件的格式有机械加工工艺过程卡片、机械加工工艺卡片、机械加工程序卡片,它们分别适合于在不同生产情况下采用。

下面分别对上述主要问题进行讨论。

1.2 零件的工艺分析

制定零件的机械加工工艺规程,首先要对零件进行工艺分析,以便从加工制造的角度出发分析零件图样是否完整正确、技术要求是否恰当、零件结构的工艺性是否良好。必要时可以对产品图样提出修改意见。

1.2.1 零件的技术要求分析

零件的技术要求包括以下几个方面:

(1) 主要加工表面的尺寸精度;