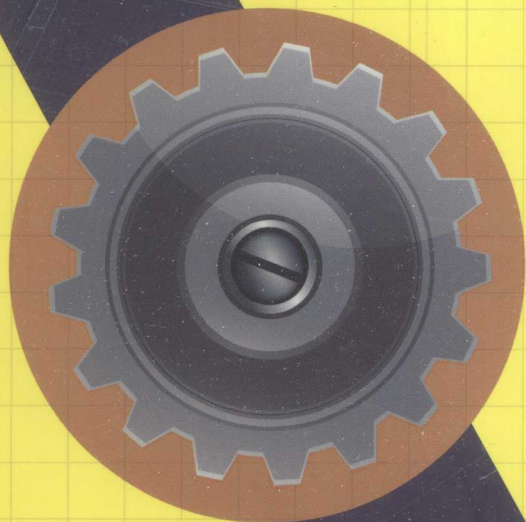




全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械制造工艺 与设备

主 编 张洪涛 陈锡渠




高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械制造工艺与设备

Jixie Zhizao Gongyi yu Shebei

主 编 张洪涛 陈锡渠

副主编 贺 艺 云介平



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果。本书将机械制造工艺、夹具设计与机床的相关内容有机地结合在一起,较全面地阐述了当今机械制造工艺知识及相应的设备。

本书共分13章,内容包括绪论、生产过程的基本概念、制定工艺规程的基本知识、机床夹具设计基础、典型零件加工工艺、机械装配工艺基础、机械加工精度、机械加工表面质量、零件精密加工与特种加工方法、金属切削机床基本知识、车床、铣床、齿轮加工机床等。

本书可作为普通高等工科院校机械类和近机械类专业学生的教材,也可供高职高专、成人教育学院和职大、电大、函大等的相关专业选用,还可供有关的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺与设备 / 张洪涛, 陈锡渠主编. —北京: 高等教育出版社, 2011.8

ISBN 978-7-04-032668-0

I. ①机… II. ①张…②陈… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材②机械制造—设备—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第140998号

策划编辑 宋 晓

责任编辑 宋 晓

封面设计 赵 阳

版式设计 范晓红

插图绘制 尹 莉

责任校对 金 辉

责任印制 刘思涵

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街4号

邮政编码 100120

印 刷 北京明月印务有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 23.75

字 数 580千字

购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

网上订购 <http://www.landaco.com>

<http://www.landaco.com.cn>

版 次 2011年8月第1版

印 次 2011年8月第1次印刷

定 价 37.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物 料 号 32668-00

前 言

随着科学技术和现代制造工业的飞速发展,为生产第一线培养高级技术应用型人才已成为应用型本科和高等职业教育第一要务。为配合应用型本科和高职高专机械类专业课程改革及专业设置改革,将课程改革方面所做的探索和实践较好地融入教材中,我们编写了本书,以供高等学校机械类和近机械类专业师生选用。

本书从培养学生对制造工艺的应用能力出发,以“简明、实用、够用”为原则,将机械加工工艺过程基本原则和理论与典型零件工艺分析、机床夹具、设备有关内容有机结合起来,突出实用内容。本书的主要内容包括制订机械加工工艺规程的原则和方法,典型零件加工工艺分析,各类机床专用夹具结构、应用及设计方法,装配工艺基础,机械加工精度和表面质量,尺寸链建立及解算,精密加工及特种加工,常用金属切削机床介绍等。

全书力求取材新颖,详略得当,突出专业综合性、科学性和实用性。教学内容符合现代经济发展的需要,正确处理了理论与技能的关系。全书在体系、内容等方面具有以下特点:

1. 突出制造技术知识的应用及更新,保证基本内容,删减过细的理论内容,着眼于制造过程中基本技能和岗位技能的训练,以适应生产发展的需要。
2. 突出工程实践的实用性,增加取之于生产现场的典型零件工艺和典型工装的分析内容,以介绍典型机床夹具结构,应用为主,设计为辅,将制造工艺分析与夹具应用和设计内容有机结合,以帮助学生扩充实践知识,提升其综合分析能力,使本书具有更强的实用性。
3. 将机床的内容融入机械制造工艺中,既压缩了原有学时,又不降低要求,较好地解决了以前采用两本教材时出现的重复、矛盾等问题。
4. 注重课程与实践教学规律的运用。本书有针对性地考虑了教学过程中的难点和重点,知识涵盖面广、容量大,各章内容均配加实例分析并附有适当思考题与习题,实践性及直观性强,便于学生结合实际生产理解和掌握,也便于自学使用。
5. 书中名词、术语等全部以国家标准为准,单位为法定计量单位。

本书由洛阳理工学院张洪涛、河南科技学院陈锡渠任主编,洛阳理工学院贺艺、常州工学院云介平任副主编。具体编写分工如下:前言、第2、3章由洛阳理工学院张洪涛编写,第1、4章由河南科技学院陈锡渠编写,第5章由南阳理工学院郑胜利编写,第6章由河南理工大学李瑜编写,第7章由洛阳理工学院贺艺编写,第8、9、10章由新乡学院姬清华编写,第11、12、13章由常州工学院云介平编写。全书由洛阳理工学院曹学民教授审阅。编写过程中邹武、邹灵昊、李军、许艺萍、杨海军等提出了很多宝贵意见。在此一并表示衷心感谢。

由于水平有限,书中难免有欠妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2010年12月

目 录

第1章 绪论	1	5.3 箱体零件加工工艺	158
1.1 机械制造业的重要地位与 作用	1	5.4 圆柱齿轮加工	166
1.2 机械制造业的发展	1	思考题与习题	177
1.3 本课程的性质任务	2	第6章 机械装配工艺基础	180
第2章 生产过程的基本概念	3	6.1 概述	180
2.1 生产过程和工艺过程	3	6.2 装配工艺规程的制定方法	186
2.2 生产纲领、生产类型及加工的 经济精度	7	6.3 装配尺寸链	191
思考题与习题	10	6.4 保证产品装配精度的工艺 方法	199
第3章 制定工艺规程的基本 知识	12	思考题与习题	209
3.1 概述	12	第7章 机械加工精度	210
3.2 毛坯选择	17	7.1 概述	210
3.3 零件的结构工艺性	20	7.2 工艺系统的制造及磨损误差	211
3.4 工件装夹	24	7.3 工艺系统的受力变形	219
3.5 定位基准的选择	27	7.4 工艺系统的热变形	228
3.6 工艺路线的拟定	36	7.5 工艺系统其他变形	235
3.7 工序内容的拟定	43	7.6 加工误差的统计分析法	238
3.8 工艺尺寸链的建立及解算	49	7.7 提高加工精度的工艺措施	250
3.9 机械加工工艺规程实例	58	思考题与习题	254
思考题与习题	62	第8章 机械加工表面质量	257
第4章 机床夹具设计基础	69	8.1 基本概念	257
4.1 概述	69	8.2 表面粗糙度的形成及其影响 因素	259
4.2 工件在夹具中的定位	72	8.3 加工表面力学物理性能的变化 及其影响因素	262
4.3 工件的夹紧	96	8.4 机械加工中的振动	269
4.4 各类机床典型夹具应用	108	思考题与习题	278
4.5 专用夹具的设计方法	131	第9章 零件精密加工与特种加工 方法	279
思考题与习题	133	9.1 概述	279
第5章 典型零件加工工艺	137	9.2 精密加工方法	284
5.1 轴类零件加工工艺	137	9.3 电火花加工及线切割	293
5.2 套筒类零件加工工艺	154		

9.4 超声加工	297	思考题与习题	340
思考题与习题	298	第 12 章 铣床	341
第 10 章 金属切削机床基本知识 ..	299	12.1 铣床的用途、运动和分类	341
10.1 机床的分类和型号编制	299	12.2 X6132 型铣床的工艺范围及其	
10.2 机床的运动	303	主要组成部件	343
思考题与习题	307	12.3 铣床辅件	346
第 11 章 车床	308	思考题与习题	349
11.1 车床的用途、运动和分类	308	第 13 章 齿轮加工机床	351
11.2 CA6140 型卧式车床的工艺		13.1 概述	351
范围及其主要组成部件	310	13.2 Y3150E 型滚齿机	353
11.3 CA6140 型卧式车床的传动		13.3 其他齿轮加工机床	361
系统	327	思考题与习题	368
11.4 其他类型的车床	336	参考文献	370

第1章 绪 论

1.1 机械制造业的重要地位与作用

在国民经济的建设和发展中,广泛使用着大量的机床、工具、仪器、仪表等工艺装备。这些工艺装备制造过程的总称为机械制造,生产这些工艺装备的工业即是机械制造业。机械制造业的主要任务就是围绕各种工程材料的加工技术,研究其工艺,并设计和制造各种工艺装备。机械制造业担负着为各个经济部门提供各种各样的装备和技术的任务。如果没有机械制造业提供质量优良、技术先进的技术装备,那么运输技术、信息技术、新材料技术、海洋工程技术、生物工程技术以及空间技术等新技术群的发展将会受到严重的制约。因此,机械制造业的技术水平和规模是衡量一个国家工业化程度、国民经济综合实力及科学技术水平的标志。

为使我国社会主义现代化建设事业飞速发展,必须将国民经济各部门的生产转移到广泛采用新技术、新工艺、新材料、新设备上来,转移到依靠科学技术进步上来。国民经济各部门的技术进步,一般是通过先进的技术装备来实现的。很明显,机械工业能否以实用的先进技术装备武装国民经济各部门,将直接影响国民经济的技术改造和技术进步,进而影响整个国家的经济振兴和“四化”建设的实现,因此,机械制造业在我国的社会主义现代化建设中居于十分重要的地位。

1.2 机械制造业的发展

机械制造业是一个历史悠久的产业,经历了漫长的发展过程。经过蒸汽机、电力的两次工业革命使机械制造业发生了巨大的变革,特别是以自动化、最优化、柔性化、集成化、智能化和精密化制造技术为代表的先进制造技术的出现,使得机械制造业在生产组织、制造精度、制造工艺方法、加工自动化等方面产生了巨大的变化。

建国六十多年来,我国的机械制造业有了飞速的发展,一个比较完整的机械工业体系基本形成。改革开放以来,我国制造业充分利用国内外两方面的技术资源,有计划地进行企业技术改造,引导企业走依靠科技进步的道路,使制造技术、产品质量和水平以及经济水平有了很大提高。我国机械产品的生产已具有相当的规模,基本上满足了国内各部门的需要,在技术上由仿制走向自行设计,从生产普通机械发展到制造精密和大型机械,从生产单机发展到制造数控机床、加工中心、自动线和提供大型成套设备。机械工业产品不仅装备了国内各个生产部门,而且已经进入国际市场,且份额逐年加大。

我国的机械制造业经过六十多年的发展,从经营规模上来看,已成为制造业大国,制造技术已进入发展最迅速、实力增强最快的新阶段。但同工业发达国家相比,在生产能力、技术水平、经

济效益和管理水平等方面,我国的机械制造业仍然存在一定的差距,还不能完全适应国民经济发展的需要。例如,在机械工业方面,由于许多产品的精度、自动化程度及综合使用性能不高,使得我国的机械产品的国际市场竞争力明显偏弱,高技术附加值产品的国内市场也大量被国外产品占领。随着经济全球化、贸易自由化程度的不断加深,国际市场的竞争更加激烈,我国的机械制造业面临着极大的挑战。因此,我国的机械制造工业必须坚决贯彻“以科技为先导,以质量为主体”的方针,加快自身科学技术的发展,通过技术改造,提高产品的设计水平、制造工艺水平和管理水平,使机电产品的质量和品种逐步达到并超越工业发达国家的水平。

1.3 本课程的性质任务

在发展机械科学技术过程中,应十分重视机械制造工艺技术和设备的研究,其中机械制造设备是基础,机械制造工艺是核心。机械制造工艺与设备就是以机械制造中的工艺技术和设备问题为研究对象的一门技术科学。由于生产中的机械制造问题涉及面很广,本课程仅讨论机械加工(冷加工)和装配方面的工艺问题及设备问题。

本书内容主要包括机械制造工艺原理及装配方法、机械加工质量分析、机床夹具设计基础、零件的精密加工与特种加工方法及机械制造设备等内容。通过课堂教学、实验实习和课程设计等教学环节的培训学习,要求学生达到如下目标:

- (1) 了解机械制造业现状及发展,了解机械制造工艺及工装课程的内容、特点及基本要求。
- (2) 掌握编制机械加工工艺规程的基本知识,熟悉制定工艺规程的原则、步骤、方法和典型零件的加工过程,能根据机械加工过程中的技术要求和现场加工条件,正确编制出中等复杂程度零件的工艺技术文件。
- (3) 了解零件加工过程中的质量构成,掌握影响机械加工质量的因素及影响规律,并掌握其分析方法,正确解决加工质量和相关技术经济问题。
- (4) 了解机床夹具的工作原理、基本结构和使用要点,能正确选用通用夹具,具有按照零件加工工艺要求设计制造不太复杂的机床夹具的能力。
- (5) 掌握各种装配方法的实质、特点及其应用场合,能根据装配对象及其技术要求正确选择装配方法,并制定相应装配工艺文件。
- (6) 了解精密加工和特种加工的类型、内容、特点及应用范围,了解机械制造技术发展的趋势。
- (7) 了解金属切削机床的基本知识,掌握各类机床的工作原理、工艺范围、典型结构及附件等,能根据加工对象的技术要求正确选择加工方法和机床。

通过本课程的学习,可使学生获得机械加工工艺和设备的基本理论和实践知识,掌握选择加工方法与设备、制定工艺规程和设计一般夹具的基本方法,具有分析和解决生产现场中一般工艺问题的能力,为今后从事本专业工作打下基础。

本课程具有很强的实践性和综合性,涉及的基本原理和基本知识既来源于实践,又服务于实践,在长期的机械加工实践中已经得到了反复验证和广泛应用。因此,在进行各部分内容教学时均应注意同生产实习、课程设计及实验等实践环节紧密结合,深入机械加工现场观察了解和实际操作,这是学好本课程的一个关键环节。

第2章 生产过程的基本概念

2.1 生产过程和工艺过程

2.1.1 生产系统和生产过程

1. 生产系统

生产系统是以机械制造企业为依托,根据市场调查和生产条件等客观因素,决定产品的种类和产量,制订生产计划,进而进行产品的设计开发与制造的有机集成系统。它包括生产线技术准备、原材料的运输及保管、毛坯制造、机械加工及热处理、零部件的装配、调试检验及试车、油漆和包装等所有生产制造活动;还包括市场动态调查、政策决策、劳动力及能源资源调配、相关环境保护等各种生产经营管理活动。

图2-1所示为一典型的生产系统框图:虚线框内为一生产系统,框外为系统的外部环境。可以看出,整个系统可分为决策层、计划管理层、生产技术层三个层次。以生产技术层为主体的生产过程称为制造系统,而制造系统又可分为以生产对象及工艺装备为主体的“物质流”、以生产技术管理及工艺指导信息为主体的“信息流”及保证正常进行生产活动须提供的动力源的“能量流”的“三流”组成。

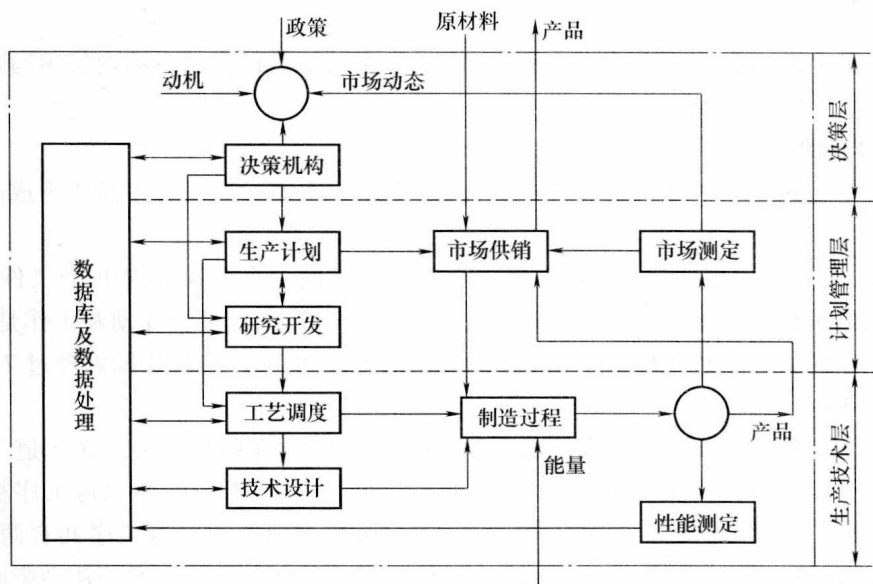


图2-1 生产系统框图

制造系统中,机械加工所涉及的机床、刀具、夹具辅具和工件的相对独立统一体称为工艺系统。工艺系统各环节间的相互依赖、关联和配合而实现机械加工功能。工艺系统自身的状态及性能对工件加工质量影响极大,是本课程研究的主要对象。

2. 生产过程

在上述生产系统中,生产技术准备、原材料、毛坯制造、机械加工、零部件装配、调试检验到成品之间各个相互关联的生产制造活动的总和称为生产过程。

一台机器往往由几十个甚至上千个零件组成,其生产过程相当复杂。根据机器用途、复杂程度、生产数量的不同,整台机器的生产过程是多种多样的。为了便于组织生产和提高劳动生产率,现代机械工业的发展趋势是组织专业化生产,通常将一台比较复杂机器的生产过程,按各部分的功能及工艺,专业化分类分散在若干个工厂中进行,最后集中到一个工厂里制造出完整的机械产品,这样有利于零部件的标准化和通用化,同时降低了成本,提高了生产率。这就要求某些企业负责零部件制造,另一些企业负责完成零部件组装,因此生产过程的观念可以是针对企业和生产单位的零件、部件或整机的制造过程。

生产过程可以分为主要过程和辅助过程两部分。主要过程是与原材料或半成品直接有关的过程,这些直接有关的过程称为工艺过程,可分为铸造、锻压、焊接、切削加工、热处理和装配等。辅助过程是与原材料改变为成品间接有关的过程,如工艺装备的制造、原材料的供应、工件的运输和储存、设备的维修及动力供应等。

2.1.2 生产过程的组成

1. 工艺过程

在生产过程中,利用设备、工具,按照一定的方法、顺序,改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和表面质量等,使之成为符合技术要求的零件的过程称为机械加工工艺过程。把零件装配成部件或机器并达到装配要求的过程称为装配工艺过程。本章仅介绍机械加工工艺过程。

任何零件的工艺过程可以是多种多样的,将最优化的工艺过程的各项内容编写成工艺文件,用于指导生产,称为工艺规程。

2. 工艺过程的组成

机械加工工艺过程由一系列的工序组合而成,毛坯依次通过这些工序而成为成品。因此,机械加工最基本的单元是工序。工序又分为安装、工步、走刀等。

(1) 工序。由一个(或一组)工人在一个工作地点对同一个或同时对几个工件所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点是否变动和工作是否连续。一个零件的加工往往分若干道工序。例如,图2-2所示的成批生产的阶梯轴需经过7道工序加工完成(见表2-1)。

(2) 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,工件在加工位置上可能只装夹一次,也可能装夹若干次。例如表2-1中的第二道工序粗车中,用三爪卡盘装夹后加工完一端,调头,再装夹加工另一端,因此该轴的第二道工序共有两次安装。如果装夹次数多,花费辅助工时长,会增加成本,而且多次装夹存在的装夹误差还会影响加工精度,所以加工时应尽量减少装夹次数。

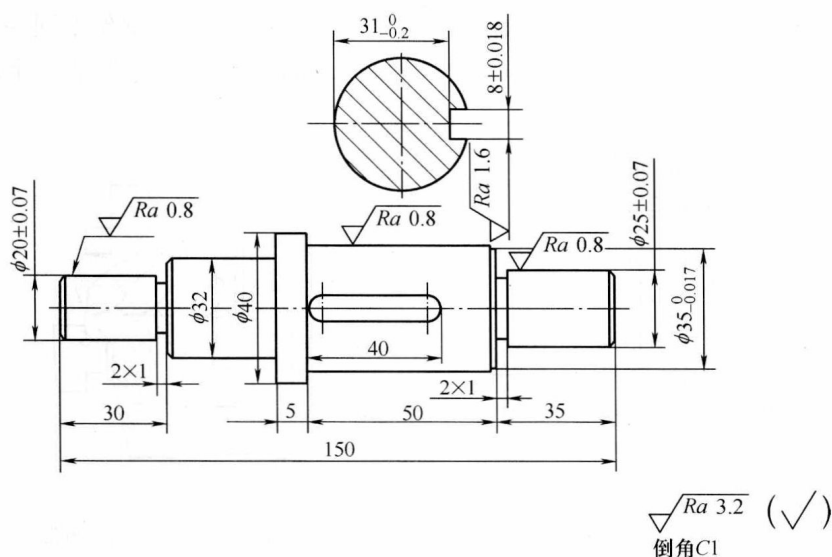


图 2-2 阶梯轴

表 2-1 阶梯轴加工工艺流程

工序号	工序名称	工序内容	设备
1	打中心孔	平两头端面, 打中心顶尖孔	普通车床
2	粗车	粗车各外圆及端面, 切槽, 倒角	普通车床
3	热处理	调质	
4	精车	精车 $\phi 20$ 、 $\phi 35$ 、 $\phi 25$ 外圆, 留余量, 其余按图样车削	普通车床
5	磨削	磨 $\phi 20$ 、 $\phi 35$ 、 $\phi 25$ 外圆到尺寸	外圆磨床
6	划线	划键槽加工线	平台
7	铣削	铣键槽	立式铣床

(3) 工位。在一个工序内一次装夹工件后, 工件(或装配单元)与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置。

如图 2-3 所示的衬套, 用立式三轴组合钻床在回转夹具上一次装夹后经“钻—扩—铰”完成加工, 共有四个工位。需要注意的是, 除加工工位外, 装卸位置也是一个工位。无转位或移位功能时, 就不存在多工位。

(4) 工步。在加工表面、刀具、进给量、转速不变的条件, 所连续完成的那部分工序内容称为工步。例如表 2-1 中的工序 2 车外圆 $\phi 20$ 、 $\phi 35$ 、 $\phi 25$ 和倒角包括多个工步, 为简化工艺文件、避免相同内容的工步多次重复, 习惯上将连续进行的若干个相同的工步和多刀同时

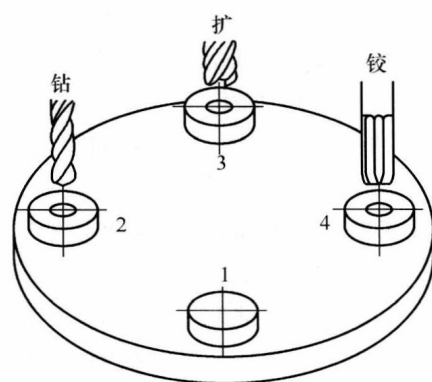


图 2-3 多工位加工

工位 1—装卸工件; 工位 2—钻孔;
工位 3—扩孔; 工位 4—铰孔

进行的不同工步看做是一个复合工步。如图2-4a所示法兰盘零件在立钻上同一工序中连续钻4个 $\phi 8$ 孔,图2-4b所示转塔车床多刀同时加工外圆、端面 and 孔,均可以写成一个复合工步。

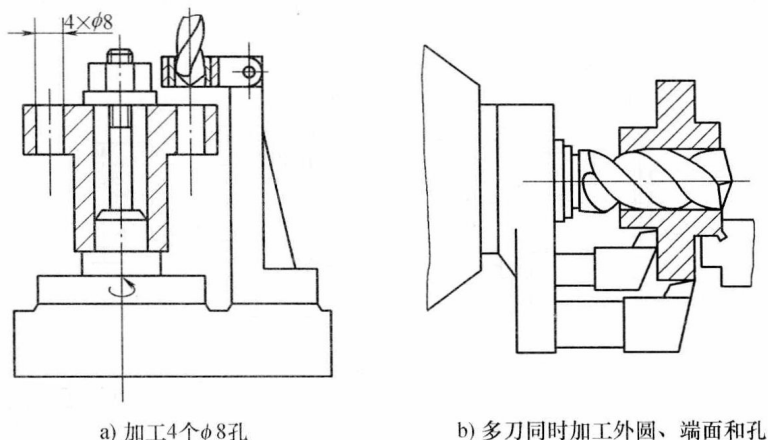


图2-4 复合工步加工

(5) 走刀。在一个工步之内被加工表面分几次加工(a_p 变化),每次切削称一次走刀(也称工作行程)。一般走刀次数与选择的切削用量及加工的精度有关,要求高则 a_p 要小些。

综上所述,在工序内详细划分工步,只在组织大批量流水线生产的情况才有必要,主要便于设计制造工装。单件小批生产可不必划分工步,通常只把加工工序内容简要地填入工艺卡片的工序内容一栏中。

2.1.3 工艺规程及其形式

为保证产品质量,提高生产效率和经济效益,须根据具体生产条件拟定最优化合理的工艺过程,用图表(或文字)形式编写成工艺文件称为工艺规程。它是直接指导生产准备、生产计划、生产组织、实际加工及技术检验等重要技术文件,是组织和管理生产的基本依据,也是进行生产活动的基础资料。

生产上用来说明工艺规程的工艺文件视生产类型而定,通常有以下三种形式。

1. 机械加工工艺过程卡片

其主要作用是说明零件的整个工艺过程应如何进行。卡片上一般应注明产品的名称与型号,零件的名称与图号;毛坯的种类与材料,工序序号、名称及内容,完成各工序的车间,所用机床和工艺装备,工时定额等。实际生产中,工艺过程卡片内容的繁简程度也不一样,简单工件只列出各工序的名称和顺序,复杂工件有较详细的工序过程,主要工序还附有工步及加工简图等。

2. 机械加工工序卡片

主要用于大批大量生产中,要求工艺文件更加完整和详细,零件的各加工工序都要有工序卡片。它是针对某一工序编制的,要画出该工序的工序图,表明本工序完成后工件的形状、尺寸及其技术要求;还要表明装夹方式、刀具的形状及其位置等。

3. 机械加工工艺(综合)卡片

主要用于成批生产中,它比工艺过程卡片详细,比工序卡片简单且较灵活,是介于两者之间

的一种形式。工艺卡片既要说明工艺路线,又要说明各工序的主要内容。

4. 制定机械加工工艺规程的步骤

- (1) 分析研究部件装配图,审查零件图,包括分析零件的结构特点、零件的各项技术要求,审查零件的结构工艺性。
- (2) 选择毛坯。
- (3) 拟定工艺路线。
- (4) 确定各工序采用的设备和工装。
- (5) 确定各工序的加工余量,计算工序尺寸、公差。
- (6) 确定各工序切削用量和时间定额。
- (7) 确定各主要工序的技术检验要求及检验方法。
- (8) 填写工艺文件。

2.2 生产纲领、生产类型及加工的经济精度

2.2.1 生产纲领及生产类型

1. 生产纲领

生产纲领是指企业在计划期内应当生产产品的产量,通常包括零件备品和废品在内的年产量,可按式(2-1)计算:

$$N = Qn(1 + a\%)(1 + b\%) \quad (2-1)$$

式中: N ——零件的年生产纲领,件/年;

Q ——产品的年产量,台/年;

n ——每台产品中该零件的数量,件/台;

$a\%$ ——备品率;

$b\%$ ——废品率。

在制定零件的工艺规程时,必须知道产品的生产纲领及该零件的生产纲领。

2. 生产类型

生产类型是指某生产单位(企业、车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。根据生产纲领大小的不同可以将生产类型分为以下三种。

(1) 单件生产。单个地生产不同结构和不同尺寸的产品,并且很少重复。例如,重型机械、大型船舶制造及新产品试制、机修配件生产等就属于单件生产。

(2) 成批生产。一年中分批地制造相同的产品,制造过程有一定的重复性。例如,普通机床、食品机械、纺织机械等的制造就属于成批生产。按批量大小,成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产三种。其中小批生产接近单件生产,大批生产则接近大量生产。

(3) 大量生产。同一产品数量很大,结构和规格比较固定,大多数工作地是按一定的节拍重复地进行一种零件的某一道工序的加工。例如,汽车、自行车、轴承、电冰箱等的生产就属于大量生产。

生产类型的划分主要取决于生产纲领、产品尺寸和结构复杂程度等。目前,按产品的年产量

划分生产类型尚无十分严格的标准,表 2-2 仅供参考。

表 2-2 生产纲领与生产类型的关系

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

2.2.2 生产类型的工艺特征

生产类型不同,在生产组织、车间布置、毛坯、设备、工具、加工方法和工人的熟练程度等各方面的要求也会不同,采取的技术措施、达到的经济效益均有不同。例如,大量生产时,由于每个工作地点固定完成某一工序,因此采用高效率专用机床、专用工装夹具,生产效率可以大幅提高,产品的成本也会相对降低;而单件小批生产时,则应采用通用机床和工装夹具。如果仍使用高效率专用机床和夹具,由于加工对象常改变,机床调整频繁又复杂,不但不能提高生产率,反而会增加成本,经济上不合理。因此,制定零件工艺过程时必须与生产类型相适应,以取得较好的经济效益。各种不同生产类型的工艺特征见表 2-3。

表 2-3 各种生产类型的工艺特征

序号	项目	单件生产	成批生产	大量生产
1	零件生产形式	事先不决定是否重复生产	周期地成批生产	长时间连续生产
2	毛坯制造方法	木模砂型铸造和自由锻造	部分采用金属模造型及模锻	多采用金属模、机器造型、模锻等高效率生产方法
3	机床设备	通用机床、数控机床	部分通用、专用及数控机床	广泛采用高效率专用机床和自动机床
4	工件的装夹方法	通用夹具或划线找正	广泛采用专用夹具装夹,少数采用划线找正	全部采用专用夹具装夹
5	装配方法	广泛采用修配法	大多采用互换法	互换法

续表

序号	项目	单件生产	成批生产	大量生产
6	工装夹具	采用通用夹具、一般刀具、通用量具	广泛采用夹具、专用刀具(不复杂)和专用量具	采用高效率专用夹具、专用刀具和量具
7	操作工人的平均技术水平	高	一般	较低
8	机床布置方式	按照机床类型的不同,用机群式布置	按照零件的组别进行机床布置	按照零件的工艺过程,将机床布置成流水生产线
9	工艺文件形式	编制简单的工艺过程卡片	编制较详细的工艺卡片	采用工艺过程卡片及工序卡片
10	生产率	低	一般	高
11	成本	高	一般	低

随着产品市场需求的发展,生产类型的划分正在发生深刻的变化,多品种的中小批量生产以其良好的市场适应性,所占比重在迅速上升。数控等先进制造技术的应用,也使各种生产类型的工艺特征发生了相应的变化。

2.2.3 机械加工的经济精度

1. 机械加工精度的概念

机械加工精度是指工件在加工后的实际尺寸、形状和位置等几何参数的数值与理想的理论参数的符合程度。

在实际操作中,由于存在人为因素、机器本身制造误差、刀具安装调整误差等,不可能把零件加工得绝对准确,总存在有偏差,这种偏差就是加工误差。从满足零件使用要求出发,也无须将每个零件的每个部位都做得绝对准确,而只需将加工误差限制在一定范围内,此范围即是加工允差(也称公差)。加工误差越小,则加工精度越高,所需劳动量越大,成本也越高。

要保证零件的加工精度,就要限制被加工零件在尺寸、形状及各加工表面相对位置等三方面的加工误差。因此,零件的加工精度包括尺寸精度、几何精度和表面位置精度三种:尺寸精度包括直径、长度和角度公差等;几何精度包括圆度及圆柱度、轴线直线度、平面的平面度及轮廓度等;表面位置精度包括各种表面间的同轴度、平行度、垂直度、倾斜度及位置度等。

如图2-5所示的齿轮坯零件,其内孔、外圆和端面尺寸精度分别按 $\phi 45_{-0}^{+0.027}$ mm、 $\phi 100_{-0.025}^0$ mm及 $40_{-0.05}^0$ mm来制造;外圆圆度属于几何精度,不超过0.004 mm;两端面的平行度及外圆柱面对内孔B的同轴度(径向跳动)属于相互位置精度,分别不超过0.01 mm和0.015 mm。

2. 经济精度和经济粗糙度

影响零件加工质量及成本的因素很多,除了管理水平、生产类型、材料和毛坯选择等原因外,

在选择加工方法时,通常应根据零件具体加工要求,按各种方法所达经济精度考虑。

加工过程中,各种切削加工方法所用设备和加工条件不同,它们所能达到的精度也不一样。各种机床的平均台时成本(每台机床加工1h的成本)也有很大的差别。在相同机床上用同一种加工方法进行加工,操作精细、选择较低的进给量和背吃刀量,就能获得较高的加工精度和较细的表面粗糙度,即较高的加工精度往往是靠降低生产率和提高加工成本获得的。

反之,生产率高则成本低,加工误差增大则加工精度就会降低。加工方法的成本-精度曲线如图2-6所示。从图中可以看出,某一种加工方法所能达到的精度有一定的极限值,成本也有一定的极限值,只在一定的敏感范围内精度与成本大致成正比关系,在此范围内才可能经济。

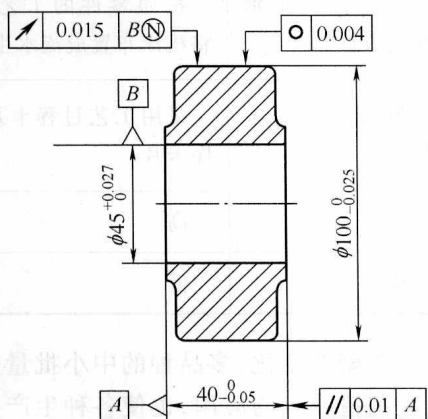


图2-5 零件的三种精度

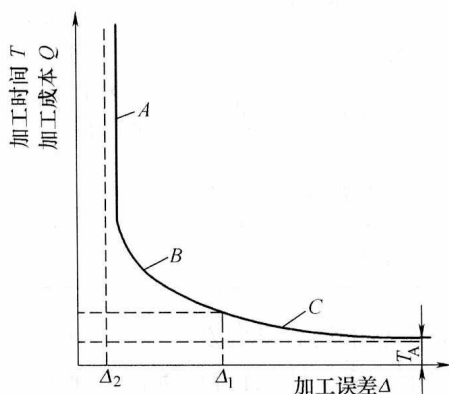


图2-6 精度与成本的关系

加工经济精度是指在正常的加工条件(采用符合质量的标准设备、工艺装备和标准技术等级的工人,不延长加工时间)所能保证的加工精度范围。经济粗糙度的概念类同经济精度。

各种典型的加工方法所能达到的经济精度和经济粗糙度等级都已制成表格,在各种机械加工手册中可以查到。同样,也有相应的各种加工方法所能达到的经济几何精度。

要特别注意,在设计零件时不是选用公差等级越高越好,而是在保证技术要求的前提下选用较低的公差等级,以求较高的经济效益。

思考题与习题

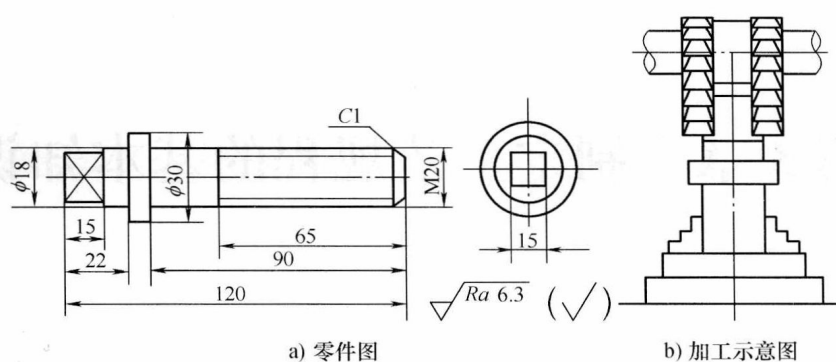
2.1 什么是生产过程、工艺过程和工艺规程?

2.2 划分工序的主要依据是什么?如何划分工步?试举例说明。

2.3 什么是生产纲领?生产类型有哪几种?试说明各种生产类型的工艺特征。

2.4 什么叫加工经济精度?它与机械加工工艺规程的制定有什么关系?

2.5 题图2-1所示零件毛坯为 $\phi 35$ mm棒料,其机械工艺过程为:在锯床上下料;上车床车端面钻中心孔;在另一台车床上车外圆至 $\phi 30$ mm和 $\phi 18$ mm;在第三台机床上车 $\phi 20$ mm外圆、车螺纹、倒角;在铣床回转工作台上用两把刀铣四方。试将其工艺过程按照工序、安装、工位和工步进行划分。



题图 2-1