



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

机械制造技术

(机械制造与控制专业)

主编 王明耀 张兆隆



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

机械制造技术

(机械制造与控制专业)

主 编	王明耀	张兆隆
责任主审	罗圣国	
审 稿	韩蕴秋	张世荣

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据机械制造与控制专业教学指导方案中主干课程机械制造技术教学基本要求编写的。

本书以能力为本位、以培养学生的创新精神和实践能力为核心、以综合职业能力为基点将金属切削机床、金属切削原理与刀具、机床夹具设计、机械制造工艺学等有机地结合起来,形成了新的教学内容体系。本书内容包括机械制造工艺的基本知识、轴类零件的加工、箱体类零件的加工、圆柱齿轮的加工、机械制造质量分析、机械装配工艺基础、机械零件的精密加工方法、机械零件的特种加工方法以及先进制造方法简介等。

本书作为机械制造与控制专业及相关专业用的教材,也可供从事机械制造的工程技术有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/王明耀,张兆隆主编. —北京:高等教育出版社,2002.9(2007重印)

适用于中职机械制造与控制专业

ISBN 978-7-04-010262-8

I.机... II.①王...②张... III.机械制造工艺—专业学校—教材 IV.TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第005970号

责任编辑	王瑞丽	封面设计	王 隼	责任绘图	李维平
版式设计	周顺银	责任校对	杨雪莲	责任印制	张泽业

机械制造技术

主编 王明耀 张兆隆

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 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 中国农业出版社印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 20
字 数 480 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
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>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002年3月第1版
印 次 2007年5月第12次印刷
定 价 24.30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 10262-00

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从2001年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前言

随着科学技术的迅速发展,21 世纪中等职业教育培养的人才是面向基层、生产和服务第一线的既懂技术又能操作的高素质劳动者,因此,中等职业教育教材模式必须进行改革,克服学科性的课程体系,建立新型的综合课程模式,这对全面提高劳动者的综合素质,具有深远的意义。中等职业教育的课程目标要从侧重理论知识、以知识为本位向培养综合职业能力、以能本为本位的方向转变。培养具有综合素质人才就要通过课程的综合化来实现,实践证明,课程综合化是使人材全面发展的有效途径

本书依据 21 世纪对中等职业教育的知识和能力要求,以能力为本位、以培养学生创新精神和实践能力为核心、以综合职业能力为基点融会了机械制造专业的“金属切削机床”、“金属切削原理与刀具”、“机床夹具设计”、“机械制造工艺学”等课程为一体,建立了机械制造专业教材的新体系。本书的编写本着“实际、实用、实效”的原则,突出基本概念、基本原理、基本方法和基本训练,力求做到结构合理、内容充实、文字精炼、深入浅出。

本书的主要特点有:

(1) 突出应用。本书不强调理论的系统性与完整性,避开有关的公式推导,重视理论的实际应用,使学生所学的知识和技能与职业岗位贴近。

(2) 注重时代性。本书注重了新工艺、新技术、新标准的应用,介绍了先进制造技术、特种加工、精密和超精密加工等。

(3) 综合性强。本书注重提高学生的综合素质,以典型零件加工工艺为主线将机床、刀具、夹具、工件等有关知识进行了有机的综合。

(4) 注重学生创新能力的培养。本书在第二章至第六章都编写了综合训练课题,课题灵活,其目的之一就是通过训练潜移默化地培养学生创新意识和创新能力,并使学生对所学的知识 and 能力得到全面训练。

(5) 适应性强。本书特别重视不同层次中等职业教育培养目标的需要,教材内容综合性强、伸缩性大,3 年制、4 年制和短期培训等都可使用。

(6) 直观性强。本书图文并茂,简洁明了。

本书共分九章:第一章主要介绍机械制造工艺的基本知识、基本理论;第二、三、四章主要介绍机械制造的基本方法和技术;第五、六章主要介绍机械制造质量分析和装配工艺;第七、八、九章主要介绍机械制造的新技术等。

本教材适用于 3、4 年制,教学时数为 160~180 学时,各章学时分配见下表(供参考)。

目 录

绪论	1	复习思考题	219
第一章 机械制造工艺的基本知识	3	第五章 机械制造质量分析	221
第一节 基本概念	3	第一节 概述	221
第二节 零件的工艺分析	10	第二节 机械加工精度	223
第三节 毛坯的选择	13	第三节 机械加工表面质量	246
第四节 工件的装夹及定位基准的选择	14	第四节 机械制造质量分析综合训练	250
第五节 工艺路线的制定	43	复习思考题	251
第六节 加工余量的确定	47	第六章 机械装配工艺基础	253
第七节 工序尺寸及其公差确定	51	第一节 概述	253
第八节 机械加工的生产率及技术经济 分析	57	第二节 装配尺寸链	256
复习思考题	62	第三节 保证产品装配精度的方法	258
第二章 轴类零件的加工	65	第四节 产品装配工艺规程的制定	263
第一节 概述	65	第五节 装配工艺基础综合训练	270
第二节 金属切削基础知识	70	复习思考题	271
第三节 金属切削机床的基础知识	83	第七章 机械零件的精密加工方法	273
第四节 车削加工	92	第一节 概述	273
第五节 车床	99	第二节 精密加工和超精密加工方法	273
第六节 磨削加工	119	第三节 精密加工和超精密加工的特点及 发展	279
第七节 轴类零件加工综合训练	129	复习思考题	281
复习思考题	132	第八章 机械零件的特种加工方法	282
第三章 箱体类零件的加工	134	第一节 概述	282
第一节 概述	134	第二节 电火花加工	283
第二节 孔的加工	137	第三节 电解加工和电解磨削	287
第三节 平面加工	150	第四节 超声加工	289
第四节 专用夹具	171	第五节 激光加工	291
第五节 箱体类零件加工综合训练	191	第六节 其他特种加工	293
复习思考题	193	复习思考题	295
第四章 圆柱齿轮的加工	195	第九章 先进制造方法简介	297
第一节 概述	195	第一节 成组工艺和计算机辅助工艺规程 设计	297
第二节 滚齿	200	第二节 柔性自动化加工	304
第三节 插齿	209	复习思考题	309
第四节 其他齿轮加工方法	212	参考文献	310
第五节 圆柱齿轮加工综合训练	215		

绪 论

一、本课程的性质和任务

“机械制造技术”是机械制造与控制专业的一门主干课程，它以机械制造工艺为主线，将“金属切削机床”、“金属切削原理与刀具”、“机床夹具设计”、“机械制造工艺学”等几门机械制造专业传统的课程有机地融为一体，注重技术应用能力的培养，构建了新型课程体系。

机械加工的生产实际是以工艺过程为基础的，而其他的内容都是为了保证工艺过程的实现。旧的课程体系分门独立，各门课程分别讲述，并未完全按照生产实践中的设备、工装是服务于工艺的实现去实施教学。这既浪费了时间，又与生产实践相脱节，也不利于学生综合能力的培养，导致学生只能单独运用各门知识，编制工艺时不能兼顾设备、工装；设计工装时又忽略了工艺，综合运用到生产实践中的能力较差。本课程在内容体系上，克服了学科性课程体系的弊端，通过轴类、箱体类、齿轮等典型零件的加工，将工艺、机床、夹具、刀具有机地结合在一起，从而加强了综合职业能力的培养。

二、课程的特点和教学方法

1. 具有很强实践性、综合性

实践性、综合性强，灵活性大是本课程的重要特点。这就要求在学习本课程时，不仅要重视金工实习、生产实习等实践教学环节，还要对综合训练、课程设计等实践性教学环节给予足够重视。生产中的实际问题是千差万别的，生产的产品不同，生产类型不同，现场条件不同，其加工方法也不一样，学习本课程的关键，是熟练掌握本课程的基本知识和基本理论，并能够灵活运用，在生产实际中处理优质、高效、低消耗三者的关系。

2. 注重综合性训练

综合训练是以学生自主学习为目的、直接体验的、研究探索的学习基本方式。其指导思想是注意引导学生热爱学习，参与社会，走进科学，让学生在自主活动中、在实践中综合地运用所学的知识和自己的经验，学会和掌握发现问题、解决问题的基本技能，培养学生的创新精神及与他人合作、为他人服务的意识。本教材在轴类零件加工、箱体类零件加工、齿轮加工、机械制造质量分析、机械装配工艺基础等章节编写了综合训练课题(各学校可根据本校实际自行命题)，教师在实施中给予学生具体的指导并逐渐放手，让学生自主地完成课题任务(有条件的学生可以将训练中的文字、图形以及工艺卡片等在计算机上完成)。

3. 实施综合考核

考核是教学过程中的一个重要的环节。它不仅是评定学习成绩的一种手段，更重要的是通过考核来巩固知识，同时还起到引导学生的学习积极性和主动性，特别是引导学生向创新型和开拓型发展的活动。综合考核是课程综合化的主要环节，它突破了单纯对掌握理论知识的多少或对单一学科知识进行测试的模式，重在对能力的综合测试和考核，其中包括获取知识的能

力、综合运用知识的能力、创新能力及各种技能的测试,在考核的过程中锻炼和培养学生分析问题和解决问题的能力。因此本课程要求采用综合考核(口试+笔试+实践能力)的方法给予学生综合评估。

三、机械制造技术的发展趋势

制造技术是当代科学技术发展最为重要的领域之一,是产品更新、生产发展、市场竞争的重要手段,各发达国家纷纷把先进制造技术列为国家的高新关键技术和优先发展项目,给予了极大的关注。机械制造业是国民经济的支柱产业,也是其他各种产业的基础和支柱,各种产业的发展都有赖于制造业提供高水平的专用和通用设备。在国际国内的激烈竞争中,具有适应市场要求的快速响应能力并能为市场提供优质的产品,对于增强市场竞争能力是非常重要的因素,而快速响应能力和产品质量的提高,主要是取决于制造水平。

1. 向高柔性化和自动化方向发展

随着国际市场竞争越来越激烈,机电产品的更新周期越来越短,多品种的中小批生产将成为今后生产的一种主要类型。如何解决中小批生产的自动化问题是摆在我们面前的一个突出问题。因此,以解决中小批生产的自动化为主要目标的柔性制造技术越来越受到重视,如 CNC(计算机数控)、CAD/CAM(计算机辅助设计/计算机辅助制造)、FMS(柔性制造系统)的应用越来越广泛,目前,正在大力发展 CIMS(计算机集成制造系统),使整个生产过程在计算机控制下,不仅实现了自动化,而且实现了柔性化、智能化、集成化,使产品质量和生产率大大提高,生产周期缩短,产生了很好的经济效益。

2. 向精密加工和超精密加工方向发展

在现代高科技领域中,产品的精度越来越高,有的尖端产品其加工精度达到 $0.001\ \mu\text{m}$,即纳米(nm)级,促使加工精度由微米级向亚微米级和纳米级发展。精密、超精密以及纳米级加工技术涉及加工设备、工艺、刀具、检测计量等手段,是机械加工的系统工程。

3. 向高速切削、强力切削方向发展

目前数控车床主轴转速已达 $5\ 000\ \text{r/min}$,加工中心主轴转速已达 $20\ 000\ \text{r/min}$ 以上,磨削速度普遍已达 $40\sim 60\ \text{m/s}$,高的已达 $80\sim 120\ \text{m/s}$ 。

四、学习本课程的目的和要求

本课程的学习使学生具备高素质劳动者和中初级专门人才所必需的机械制造技术的基本知识和基本技能,为提高全面素质和综合职业能力,创新精神与实践能力和实践能力,增强适应职业变化能力和继续学习打下一定的基础。为实现这一目的,本课程的学习要求主要有以下几方面:

(1) 掌握金属切削原理与刀具、机械加工工艺、机床夹具及金属切削机床传动、结构、原理、特点及应用范围等基本知识。

(2) 具有编制、实施一般零件机械加工工艺规程的能力,初步具有分析、解决机械制造中质量问题的能力。

(3) 具有选择、使用、调试、维护一般机床和工艺装备的能力。

(4) 具有设计简单工艺装备的能力。

第一章 机械制造工艺的基本知识

第一节 基本概念

一、生产过程和工艺过程

1. 生产过程

工业产品的生产过程是指把原材料转变为成品的各互相关联的劳动过程的总和。它包括：

(1) 生产技术准备过程 包括产品投产前的市场调查、预测、新产品开发鉴定、产品设计、标准化审查等。

(2) 生产工艺过程 是指产品的毛坯成形和零件的切削加工、热处理、检验以及装配、调试、油漆等基本生产活动。

(3) 辅助生产过程 为了保证基本生产过程的正常进行所必需的辅助生产活动，如工艺装备的制造、能源供应、设备维修等。

(4) 生产服务过程 是指原材料的采购、运输、保管、储存、供应及产品包装、销售等过程。

为了便于组织生产和提高劳动生产率，取得更好的经济效益，现代工业趋向于专业化协作，即将一种产品的若干个零部件分散到若干专业化厂家进行生产，总装厂只生产主要零部件及进行总装调试，如汽车、摩托车行业大都采用这种模式进行生产。

2. 工艺过程

工艺过程是指生产过程中直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使之成为半成品或成品的过程，如毛坯制造、切削加工、热处理、表面处理及装配等，它是生产过程的主体。

二、工艺过程的组成

机械加工工艺过程是由一个或若干个顺序排列的工序组成的，而工序又可分为安装、工位、工步和走刀。

1. 工序

一个或一组工人，在一个工作地或一台机床上对同一个或同时对几个工件连续完成的那一部分工艺过程称为工序。划分工序的依据是工作地点是否变化和工作是否连续。如图 1-1 所示的阶梯轴，当加工数量较少时，其工序划分见表 1-1；当加工数量较大时，其工序划分见表 1-2。

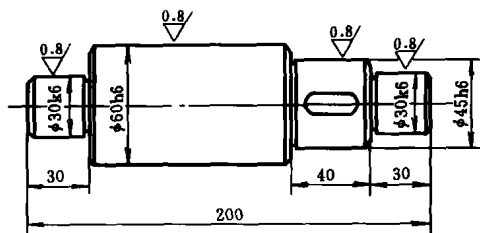


图 1-1 阶梯轴简图

表 1-1 阶梯轴工艺过程(生产批量较小时)

工 序 号	工 序 内 容	设 备
1	车端面，钻中心孔	车 床
2	车外圆，车槽和倒角	车 床
3	铣键槽，去毛刺	铣 床
4	磨外圆	磨 床

表 1-2 阶梯轴工艺过程(生产批量较大时)

工 序 号	工 序 内 容	设 备
1	两端同时铣端面，钻中心孔	铣端面、钻中心孔机床
2	车一端外圆，车槽和倒角	车 床
3	车另一端外圆，车槽和倒角	车 床
4	铣键槽	铣 床
5	去毛刺	钳工台
6	磨外圆	磨 床

在表 1-1 的工序 2 中，先车一个工件的一端，然后调头装夹，再车另一端。如果先车好一批工件的一端，然后调头再车这批工件的另一端，这时对每个工件来说，两端的加工已不连续，所以即使在同一台车床加工也应算作两道工序。

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，工件可能被装夹一次或多次，才能完成加工。如表 1-1 所示的工序 1 要进行两次装夹：先装夹工件的一端，车端面、钻中心孔，称为安装 1；再调头装夹，车另一端面、钻中心孔，称为安装 2。

3. 工位

为了减少工件的装夹次数，常采用各种回转工作台、回转夹具或移动夹具，使工件在一次装夹中，先后处于几个不同的位置进行加工。工件相对于机床或刀具每占据一个加工位置所完成的那部分工艺过程，称为工位。如表 1-2 中工序 1 铣端面、钻中心孔，就有如图 1-2 所示的两个工位。工件装夹后，先在工位 I 铣端面，然后移动到工位 II 钻中心孔。

4. 工步

在加工表面、加工工具和切削用量(不包括背吃刀量)都不变的情况下，所连续完成的那一

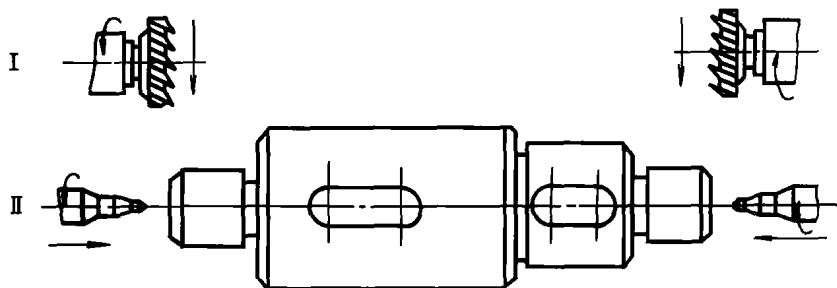


图 1-2 铣端面钻中心孔

部分工序内容称为工步。如图 1-3 所示，在工件上钻 4 个 $\phi 15 \text{ mm}$ 的孔，用一个钻头顺次进行加工，可算作一个工步。

为了提高生产率，用几把刀具同时加工几个表面的工步，称为复合工步，也可看作一个工步，如图 1-4 所示。

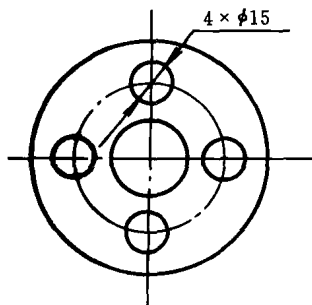


图 1-3 钻四个相同孔的工步

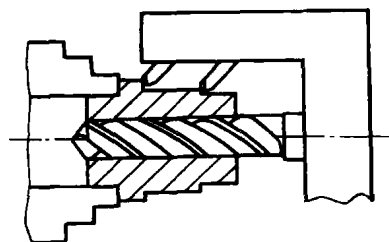


图 1-4 复合工步

5. 走刀

有些工步由于加工余量较大或其他原因，需要同一把刀具及同一切削用量对同一表面进行多次切削。这样，刀具对工件的每一次切削就称为一次走刀。

三、生产类型及工艺特征

1. 生产纲领

生产纲领是企业在计划期内应生产的产品产量。零件生产纲领是指企业根据产品生产量在计划期内生产的零件数量，其计算公式为

$$N = Q n (1 + \alpha)(1 + \beta)$$

式中 N ——零件的生产纲领；

Q ——产品的生产纲领；

n ——每台产品中该零件的数量；

α ——备品的百分率；

β ——废品的百分率。

2. 生产类型

生产类型是企业(或车间、工段等)生产专业化程度的分类。企业的生产类型取决于生产纲领。生产类型对工艺过程的规划与制定有较大的影响。根据生产的特点,企业的生产可分为三种基本类型:大量生产、成批生产和单件生产。

(1) 大量生产 大量生产是指产品数量很大,大多数工作地点长期地按一定节律进行某一个零件的某一个工序的加工,如汽车、轴承及标准件等的生产。

(2) 成批生产 成批生产是指一年中分批轮流地制造几种不同的产品,每种产品都有一定的数量,工作地点的加工对象周期性地重复,如机床、电动机等生产。成批生产在产量较大时接近于大量生产;在产量较小时接近于单件生产。

(3) 单件生产 单件生产是指产品品种多,而每一品种的结构、尺寸不同且产量很少,各个工作地的加工对象经常改变且很少重复的生产类型。各种试制产品、机修零件、专用工夹具等均属于这一生产类型。

在一个企业中,生产纲领决定了生产类型。但不同的产品大小和结构复杂程度对划分生产类型也有影响。表 1-3 是不同类型产品的生产类型与生产纲领的关系;表 1-4 是不同机械产品的零件质量型别。

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)或生产纲领/(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	不作规定
中批生产	500 ~ 5 000	150 ~ 500	100 ~ 300	20 ~ 40
大批生产	5 000 ~ 50 000	500 ~ 5 000	300 ~ 1 000	10 ~ 20
大量生产	50 000	5 000	1 000	1

注:小型机械、中型机械和重型机械可分别以缝纫机、机床和轧钢机为代表。

表 1-4 不同机械产品的零件质量型别

机械产品类型	零件的质量/kg		
	轻型零件	中型零件	重型零件
小型机械	≤4	4 ~ 30	> 30
中型机械	≤15	15 ~ 50	> 50
重型机械	≤100	100 ~ 2 000	> 2 000

3. 工艺特征

生产类型不同,产品和零件的制造工艺、所用设备及工艺装备、采取的技术措施、达到的技术经济效果也不一样。各种生产类型的工艺特征如表 1-5 所示。工艺过程的制定必须结合现有生产条件、生产类型等各方面的因素全面考虑,才能在保证产品质量的前提下,制定出技

术上先进、经济上合理的工艺方案。

表 1-5 各种生产类型的工艺特征

工艺特征	生 产 类 型		
	单件、小批生产	中批生产	大批、大量生产
零件的互换性	用修配法，钳工修配，缺乏互换性	大部分具有互换性。装配精度要求高时，灵活应用分组装配法和调整法，同时还保留某些修配法	具有广泛的互换性。少数装配精度较高处，采用分组装配和调整法
毛坯的制造方法与加工余量	木模手工造型及自由锻造。毛坯精度低，加工余量大	部分采用机器造型及模锻。毛坯精度和加工余量中等	广泛采用机器造型、模锻或其他高效方法。毛坯精度高，加工余量小
机床设备及其布置形式	通用机床。按机床类别采用机群式布置	部分通用机床和高效机床。按工件类别分工段排列设备	广泛采用高效专用机床及自动机床。按流水线和自动线排列设备
工艺装备	大多采用通用工具、标准附件、通用刀具和万能量具。靠划线和试切达到精度要求	部分采用专用夹具，部分靠找正装夹达到精度要求。较多采用专用刀具和量具	广泛采用专用夹具、复合刀具、专用量具或自动检验装置。靠调整法达到精度要求
对工人技术要求	需技术水平较高的工人	需一定技术水平的工人	对调整工人的技术水平要求高，对操作工人水平要求较低
工艺文件	有工艺过程卡，关键工序要求有工序卡	有工艺过程卡，关键零件要求有工序卡	有工艺过程卡和工序卡，关键工序要有调整卡和检验卡
成本	较高	中等	较低

随着科学技术的发展和生产技术的进步，产品更新换代周期越来越短，品种规格不断增多，多品种小批量的生产类型将会越来越多。

四、机械加工工艺规程

1. 机械加工工艺规程的作用

机械加工工艺规程简称工艺规程，是规定零件加工工艺过程和操作方法等的工艺文件。它是在具体的生产条件下，将最合理或较合理的工艺过程和操作方法，按规定的形式制成工艺文本，用来指导生产的技术文件。工艺规程一般包括以下内容：工件加工工艺路线及所经过的车间和工段；各个工序的内容及采用的机床和工艺装备；工件的检验项目及检验方法；切削用量；工时定额及工人的技术等级等。

工艺规程有以下几方面的作用：

(1) 是指导生产的主要技术文件 合理的工艺规程是在总结生产实践的基础上，依据工艺理论和工艺实验制定的。它体现了一个企业或部门的集体智慧。因此，严格按工艺规程组织生产是保证产品质量、提高生产效率的前提。实践证明，不按科学的工艺进行生产，往往会引起产品质量的严重下降，生产效率显著降低，甚至使生产陷入混乱。

表 1-7 机械加工工艺卡片

厂名						产品型号				零(部)件图号				共 页						
						产品名称				零(部)件名称				第 页						
材料牌号					毛坯种类				毛坯外形尺寸				每台毛坯件数		每台件数				备注	
工序	装夹	工步	工序内容	同时加工零件数	切削用量				设备名称及编号	工艺装备名称及编号			技术等级	工时定额						
					背吃刀量/mm	切削速度/min	转速或往复次数/(r/min)	进给量/(mm/r)		夹具	刀具	量具		准终	单件					
标记	处记	更改文件号	签字	日期	标记	更改文件号	签字	日期												

(3) 机械加工工序卡片 机械加工工序卡片的格式与内容见表 1-8。它是在工艺过程卡片的基础上，按每道工序所编制的一种工艺文件。它用于大批大量生产中所有的零件，中批生产中复杂产品的关键零件以及单件小批生产中的关键工序。

表 1-8 机械加工工序卡片

厂名						产品型号				零(部)件图号				共 页					
						产品名称				零(部)件名称				第 页					
材料牌号				毛坯种类				毛坯外形尺寸				每台毛坯件数		每台件数				备注	
										车间		工序号		工序名称		材料牌号			
										毛坯种类		毛坯外形尺寸		每台件数		每台件数			
										设备名称		设备型号		设备编号		同时加工件数			
										夹具编号		夹具名称				切削液			
																工序工时			
																准终		单件	
工序号		工步内容		工艺装备		主轴转速/(r/min)		切削速度/min		进给量/(mm/r)		背吃刀量/mm		进给次数		工时定额			
																机动 辅助			
标记	处记	更改文件号	签字	日期	标记	处记	更改文件号	签字	日期										

五、制定工艺规程的原则、原始资料及步骤

1. 制定工艺规程的原则

制定工艺规程的原则是：在保证产品质量的前提下，尽可能提高生产率和降低成本。同时，还应在充分利用本企业现有生产条件的基础上，尽可能采用国内外先进工艺技术和检测技术，并保证有良好的劳动条件。

由于工艺规程是直接指导生产和操作的重要文件，因此工艺规程要求正确、完整、统一、清晰，所用的术语、符号、计量单位、编号都需要符合相应的标准。

2. 制定工艺规程的原始资料

- (1) 产品装配图和零件图。
- (2) 零件的生产纲领及投产批量、生产类型。
- (3) 毛坯和半成品的资料、毛坯制造方法、生产能力及供货状态等。
- (4) 现场的生产条件。
- (5) 国内外同类产品的有关工艺资料等。

3. 制定工艺规程的步骤

制定工艺规程的主要步骤如下：

- (1) 图样分析。
- (2) 选择毛坯。
- (3) 拟定工艺路线。
- (4) 确定各工序所用机床及工艺装备。
- (5) 确定各工序的加工余量及工序尺寸。
- (6) 确定各工序的切削用量和工时定额。
- (7) 填写工艺文件。

第二节 零件的工艺分析

零件图是制定工艺规程最基本的原始资料之一。对零件图的分析是否透彻，将直接影响所制定工艺规程的科学性、合理性和经济性。分析零件图，主要从以下两个方面进行。

一、零件的结构及其工艺性分析

1. 零件的表面组成分析

零件的结构千差万别，但都是由一些基本表面和特形表面所组成。基本表面主要有内外圆柱面、平面等；特形表面主要指成形表面。首先分析组成零件的基本表面和特形表面，然后可针对每一种基本表面和特形表面，选择出相应的加工方法。如对于平面，可以选择刨削、铣削、拉削或磨削等方法进行加工；对于孔，可以选择钻削、铰削、车削、镗削、拉削或磨削等方法进行加工。

2. 零件各表面的组合情况分析

对于零件结构分析的另一面是分析零件表面的组合情况和尺寸大小。组合情况和尺寸大

小的不同，形成了各种零件在结构特点上和加工方案选择上的差别。在机械制造业中，通常按零件的结构特点和工艺过程的相似性，将零件大体上分为轴类、箱体类、齿轮类零件等。

3. 零件的结构工艺性分析

零件的结构工艺性是指零件的结构在保证使用要求的前提下，是否能以较高的生产率和最低的成本而方便地制造出来的特性。许多功能相同而结构不相同的零件，它们的加工方法与制造成本往往差别很大，所以应仔细分析零件的结构工艺性。

表 1-9 列出了零件机械加工工艺性对比的示例。

二、零件的技术要求分析

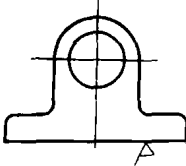
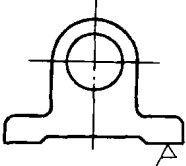
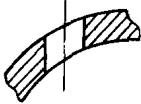
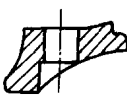
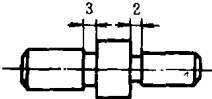
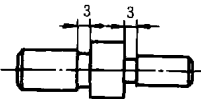
分析零件的技术要求是制定工艺规程的重要环节。只有认真地分析零件的技术要求，分清主次后，才能合理地选择每一加工表面应采用的加工方法和加工方案，以及整个零件的加工路线。零件技术要求分析主要有以下几方面的内容：

- (1) 精度分析。主要包括被加工表面的尺寸精度、形状精度和相互位置精度的分析。
- (2) 表面粗糙度及其他表面质量要求的分析。
- (3) 热处理要求和其他方面要求(如动平衡、去磁等)的分析。

在认真分析了零件的技术要求后，结合零件的结构特点，对零件的加工工艺过程便有了一个初步轮廓。加工表面的尺寸精度、表面粗糙度和有无热处理要求，决定了该表面的最终加工方法，进而得出中间工序和粗加工工序所采用的加工方法。

分析零件的技术要求时，还要结合零件在产品中的作用，审查技术要求规定得是否合理，有无遗漏和错误，发现不妥之处，应与设计人员协商解决。

表 1-9 机械加工结构工艺性示例

工艺性内容	不合理的结构	合理的结构	说明
1. 加工面积应尽量小			1. 减少加工量 2. 减少刀具及材料的消耗量
2. 钻孔的入端和出端应避免斜面			1. 避免钻头折断 2. 提高生产率 3. 保证精度
3. 槽宽尺寸一致			1. 减少换刀次数 2. 提高生产率