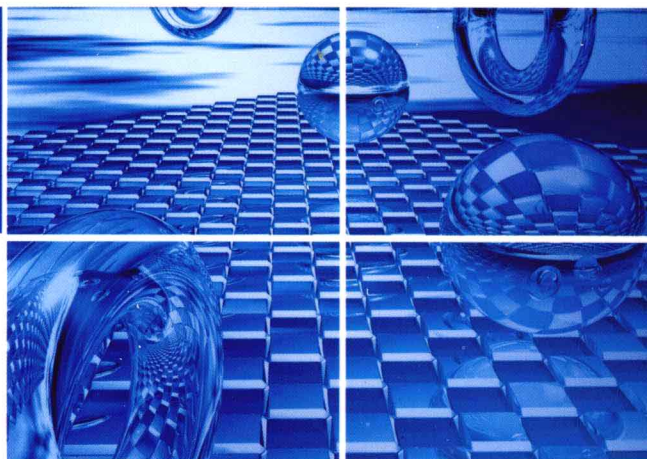




普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
21世纪高校机电类规划教材



# 机械制造工艺学

陈明 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
21世纪高校机电类规划教材

# 机械制造工艺学

主 编 陈 明  
副主编 张 茂 李子琼 李淑娟  
参 编 詹友基 郑广花 汪永明 严晓光  
主 审 王先逵 赵先仲



机械工业出版社

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

本书以加工工艺为主线,将制造工艺、机床夹具、装配工艺和加工对象等加以有机统一,体系完整,简明精炼。本书强调对基本概念和基本知识的理解和掌握,突出典型机械结构、典型工艺及其典型应用,并融入计算机应用技术,注重现场加工实际问题的分析和解决方案,具有一定的科学性和先进性。

本书内容包括:绪论,机械制造工艺过程基本概念,机械加工工艺规程的设计,机械加工质量分析及控制,典型零件的加工工艺,夹具设计的基本原理,典型夹具的设计,机器装配工艺基础,先进制造技术,附录,共十部分。

本书除可作为普通本科院校教材之外,还可作为高职高专教学用书;面向机械设计制造及自动化、材料成形及控制工程、过程装备与控制工程等本科专业,以及机械设计制造、机械制造与自动化、数控技术、模具设计与制造、材料成形与控制技术、机电一体化技术、检测技术及应用、汽车制造与装配技术、汽车检测与维修技术、精密机械技术等高职高专专业;也可供从事机械制造行业工程技术人员学习参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺学/陈明主编. —北京:机械工业出版社,2012.1

普通高等教育“十一五”国家级规划教材 21世纪高校机电类规划教材

ISBN 978-7-111-36755-0

I. ①机… II. ①陈… III. ①机械制造工艺-高等学校-教材

IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第257275号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:刘小慧 责任编辑:刘小慧 章承林

版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉

封面设计:张静 责任印制:乔宇

三河市国英印务有限公司印刷

2012年3月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张·391千字

标准书号:ISBN 978-7-111-36755-0

ISBN 978-7-89433-317-9(光盘)

定价:39.80元(含1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

## 21 世纪高校机电类规划教材 编 审 委 员 会

- 顾 问：李培根 华中科技大学
- 主 任：左健民 南京工程学院
- 副主任：童幸生 江汉大学
- 徐格宁 太原科技大学
- 党新安 陕西科技大学
- 刘全良 浙江海洋学院
- 张世亮 湛江海洋大学
- 高文龙 机械工业出版社
- 郑 堤 宁波大学
- 陈 明 北华航天工业学院
- 胡 琳 深圳大学
- 马 光 温州大学
- 方庆瑄 安徽工业大学
- 邓海平 机械工业出版社
- 委 员：(按姓氏笔画排序)
- 王卫平 东莞理工学院
- 仝基斌 安徽工业大学
- 刘小慧 机械工业出版社
- 刘镇昌 山东大学
- 李子琼 厦门理工学院
- 李洪智 黑龙江工程学院
- 赵先仲 北华航天工业学院
- 王 华 长春工程学院
- 朱志宏 福建工程学院
- 刘申全 华北工学院分院
- 张 茂 西南石油学院
- 李建华 中原工学院
- 陈廉清 宁波工程学院
- 夏凤芳 上海电机技术高等专科学校
- 顾晓勤 电子科技大学(中山) 倪少秋 机械工业出版社

# 序

为了适应我国制造业迅速发展的需要，培养大批素质高、应用能力与实践能力强的应用综合型人才已成为当务之急。这同时对高等教育的办学理念、体制、模式、机制和人才培养等方面提出了全新的要求。

为了打通新形势下高等教育和社会需求之间的瓶颈，中国机械工业教育协会机电类学科教学委员会和机械工业出版社联合成立了 21 世纪高校机电类规划教材编审委员会，本着“重基本理论、基本概念，淡化过程推导，突出工程应用”的原则，组织教材编写工作，并力求使本套教材突出以下特点：

(1) 科学定位 本套教材主要面向应用综合型人才的培养，既不同于培养研究型人才的教材，也不同于一般应用型本科的教材；在保持高学术水准的基础上，突出工程应用，强调创新思维。

(2) 品种齐全 这套教材设有“力学”、“制图”、“设计”、“数控”、“控制”、“实训”、“材料”、“双语”等模块，方便学校选用。

(3) 立体化程度高 本套教材均要求配备 CAI 课件和相关的教辅材料，并在网站上为本套教材开设研讨专栏。

机械工业出版社是我国成立最早、规模最大的科技出版社之一，是国家级优秀出版社，是国家高等教育的教材出版基地之一，在机电类教材出版领域具有很高的地位。相信这套教材在中国机械工业教育协会机电类学科委员会和机械工业出版社的精心组织下，通过全国几十所学校的老师仔细认真的编写，一定能够为我国高等教育应用综合型人才的培养提供更好用、更实用的教材。

教育部·机械工程及自动化专业分教学指导委员会·主任  
中国机械工业教育协会·高等学校机械工程及自动化学科教学委员会·主任  
李培根 院士  
于华中科技大学

# 前 言

随着科技的进步和生产的发展,机械产品和机械制造技术的内涵正在不断地发生变化,工程技术人员不仅要学习和掌握计算机技术等多方面的新知识、新技术,而且要对机械制造工艺和机床夹具等必备的理论和知识,运用全新观念重新优化组合。这就要求学校在教学安排上,要形成新的课程体系与结构,以适应社会发展和经济建设的需求。

本书正是为适应机械制造业发展和 21 世纪高校应用型技术人才培养目标的需求,在总结多年来专业教学实践的基础上编写而成的。本书的主要特点是:

## 1. 优化组合,完整充实

将制造工艺、机床夹具、装配工艺和加工对象等各方面理论和知识加以有机统一,形成完整的机械制造工艺学知识体系,奠定现代制造技术基础,体现一定的科学性、系统性、完整性、充实性,满足企业生产第一线所必需的基本理论和专业知识。

## 2. 合理取材,简明精炼

教材内容覆盖面广,综合性强;注意对传统内容削枝强干、合理取舍,减少繁琐理论推导,较多采用图、表描述,图文并茂,以“必须够用”为度,避免不必要的重复,简明精炼。

## 3. 围绕主线,强调先进

以加工工艺为主线,在现代制造技术的大背景下,阐述机械制造工艺学基本理论和专业知识。各章渗透新的制造工艺和加工技术内容,如现代设计技术、现代制造工艺技术、制造自动化技术等,反映新理论、新思想、新材料、新技术、新工艺,体现一定的先进性和现代化。

## 4. 突出典型,注重实用

强调对基本概念和基本知识的理解和掌握,突出原理的结论是什么以及如何应用,突出典型机械结构、典型工艺及其典型应用,注重现场加工实际问题的分析和解决方案,贴近生产,实用为先,学以致用。

## 5. 融入计算机应用技术

融入计算机辅助工艺过程设计(CAPP)、计算机辅助检测与统计分析、数控加工技术(NC)、计算机辅助制造(CAM)、计算机辅助夹具设计(CAFD)、计算机有限元辅助夹具精度分析、计算机辅助装配工艺(CAAP)等,反映计算机新技术在机械制造领域的应用。

## 6. 贯彻标准,科学规范

在名词术语、代号符号、单位量纲等方面,贯彻执行新的国家标准,规范描述,科学统一,满足行业与社会需要。

另外,各章后均附有习题和思考题,利于教学需求,便于读者更好地对有关理论和知识充分理解和掌握;书后附赠开目 CAD 和开目 CAPP 应用软件,便于读者应用计算机技术在机械制造领域的实际训练。

本书内容丰富，深入浅出，通俗易懂，适应性强，机械类各专业可根据专业方向需要做不同取舍。

本书由陈明主编，张茂、李子琼、李淑娟副主编，清华大学王先逵教授、北华航天工业学院赵先仲教授主审。

本书编写分工为：绪论、第一章、第七章、附录 B 由北华航天工业学院陈明编写；第二章（除第四节）、附录 A 由太原科技大学李淑娟编写；第三章由西南石油学院张茂编写；第四章由北华航天工业学院郑广花编写；第五章由安徽工业大学汪永明编写；第六章由厦门理工学院李子琼编写；第八章由福建工程学院詹友基编写；第二章第四节、附录 C、附录 D 由武汉开目信息技术有限责任公司严晓光编写；此外，北华航天工业学院陈明、王春海和马秋生、武汉开目信息技术有限责任公司陈万领和马艳丽还参加了第四章、第五章和附录 D 部分内容的编写工作；全书由北华航天工业学院陈明总体规划、统稿和校稿。

本书编写过程中得到了北华航天工业学院刘向东教授、山东大学刘镇昌教授、武汉开目信息技术有限责任公司曹少方教授的悉心指导和大力支持，也得到了有关高校教师的诚挚关心和热情帮助，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中缺点和错误在所难免，恳请广大读者不吝指正。

编 者

# 目 录

序

前言

绪论	1
<b>第一章 机械制造工艺过程基本概念</b>	<b>5</b>
第一节 生产过程与工艺过程	5
第二节 生产纲领与生产类型	6
第三节 工件的定位和基准	8
第四节 机器的装配	15
习题与思考题	17
<b>第二章 机械加工工艺规程的设计</b>	<b>20</b>
第一节 概述	20
第二节 机械加工的工艺过程设计	25
第三节 机械加工的工序设计	34
第四节 计算机辅助工艺过程设计	43
第五节 工艺过程的生产率和经济性	49
习题与思考题	53
<b>第三章 机械加工质量分析及控制</b>	<b>58</b>
第一节 概述	58
第二节 影响加工精度的主要因素及其控制	61
第三节 加工误差的综合分析	81
第四节 影响表面质量的因素及其控制	88
第五节 机械加工中振动的基本知识	93
习题与思考题	97
<b>第四章 典型零件的加工工艺</b>	<b>98</b>
第一节 轴类零件的加工	98
第二节 箱体零件的加工	107
第三节 其他典型零件的加工	116
习题与思考题	120
<b>第五章 夹具设计的基本原理</b>	<b>121</b>
第一节 概述	121



第二节 工件在夹具中的定位·····	123
第三节 工件在夹具中的夹紧·····	134
第四节 专用夹具的设计方法·····	143
第五节 计算机辅助夹具设计·····	145
习题与思考题·····	149
<b>第六章 典型夹具的设计·····</b>	<b>151</b>
第一节 钻床夹具·····	151
第二节 镗床夹具·····	162
第三节 铣床夹具·····	167
第四节 车床夹具·····	173
第五节 其他机床夹具简介·····	181
习题与思考题·····	185
<b>第七章 机器装配工艺基础·····</b>	<b>187</b>
第一节 概述·····	187
第二节 装配尺寸链·····	190
第三节 保证装配精度的方法·····	193
第四节 装配工艺规程的编制·····	198
第五节 装配自动化及计算机辅助装配工艺设计·····	201
习题与思考题·····	205
<b>第八章 先进制造技术·····</b>	<b>206</b>
第一节 概述·····	206
第二节 现代制造工艺技术·····	208
第三节 自动化加工技术·····	214
第四节 先进制造生产模式·····	219
习题与思考题·····	224
<b>附录·····</b>	<b>225</b>
附录 A 机械加工工艺基本数据·····	225
附录 B 机床夹具设计基本数据·····	229
附录 C 汽车行业 ISO/TS 16949 技术规范·····	236
附录 D 附赠开目软件(光盘)使用说明·····	239
<b>参考文献·····</b>	<b>249</b>
<b>读者信息反馈表</b>	

# 绪 论

## 一、机械制造业及其现状与发展

### (一) 机械制造业的重要地位与作用

在国民经济的各条战线上，广泛使用着大量的机械、机床、工具、仪器、仪表等工艺装备。这些工艺装备的制造过程总称为机械制造，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。

机械制造业是国民经济的基础和支柱产业，是向其他部门提供工具、仪器和各种机械设备的技術装备部。据西方工业国家统计，机械制造业创造了 60% 的社会财富，完成了 45% 的国民经济收入。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，一个国家的经济竞争归根到底是机械制造业的竞争，机械制造业的发展水平是衡量一个国家经济实力和科学技术水平的重要标志之一。

21 世纪是科学技术和综合国力竞争的年代，必须大力发展机械制造业及机械制造技术。

### (二) 机械制造业的现状与发展

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。蒸汽机和电力的两次工业革命使机械制造业发生了巨大变革，世界各国都逐渐充分重视、发展和应用机械制造技术。

机械制造可分为热加工和冷加工两大部分。热加工系指铸造、塑性加工、焊接、表面处理等；冷加工一般是指零件的机械加工工艺过程和装配工艺过程，目前还可包括特种加工技术等。一般机械制造多指研究各种机械制造冷加工的过程和方法。

当前，随着科学技术的进步，特别是微电子技术和计算机技术的发展，使机械制造这个传统工业焕发了新的活力，增加了新的内涵，无论在加工自动化方面，还是在生产组织、制造精度、制造工艺方法方面，都发生了令人瞩目的变化。机械制造业正经历着由传统制造技术向自动化、最优化、柔性化、集成化、智能化和精密化方向发展的根本变革。一个以先进制造技术（有关先进制造技术内容，参见本书第八章）为重点的工业革命已经到来，这就是第三次工业革命。

我国的机械制造业已得到长足的发展，一个自立的机械工业体系已基本形成。但与发达国家相比，我国工业水平还存在阶段性差距。我们的机械制造工业任重而道远，必须不断开拓进取，努力提高先进制造技术水平。

随着机械制造业的发展和科学技术的进步，机械制造工艺的内涵和面貌正不断发生变化，近一二十年来的技术进展和发展趋势主要有以下几个方面：

#### 1. 常规工艺的不断优化

常规工艺优化的方向是实现高效化、精密化、强韧化、轻量化，以形成优质、高效、

低耗、少（无）污染的先进实用工艺为主要目标，同时实现工艺设备、辅助工艺、工艺材料、检测控制系统的成套工艺服务，使优化工艺易于为企业所采用。

### 2. 新型加工方法的不断出现和发展

新型加工方法包括精密加工和超精密加工、微细加工、特种加工及高密度能加工、新硬材料加工技术、表面功能性覆盖技术和复合加工，以适应机械产品更新换代对制造工艺提出的更高的要求 and 更新的制造模式。

### 3. 自动化等高新技术与工艺的紧密结合

微电子、计算机和自动化技术与工艺及设备相结合，使传统工艺面貌产生显著、本质的变化，如生产线自动控制、在线检测自适应控制、计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助夹具设计、计算机辅助装配工艺设计和智能制造系统等。

## 二、机械制造过程与机械制造系统

### （一）机械制造过程

在现代化的制造工业中，机械产品的生产过程是一个系统工程，可分为决策、设计与研究、制造三个阶段，如图 0-1 所示。

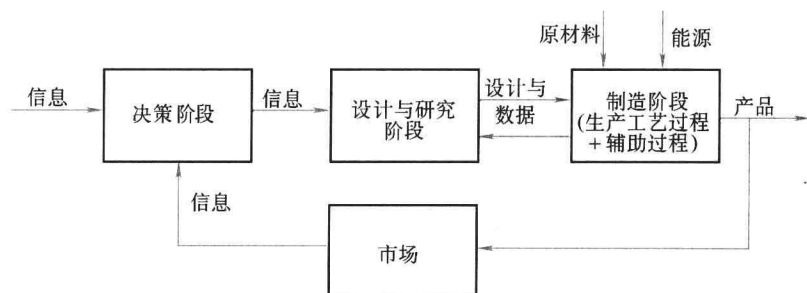


图 0-1 机械产品的生产过程

产品的制造阶段是将原材料转变为成品的过程，包括原材料的运输和保管、生产准备、毛坯准备、机械加工、装配与调试、质量检验、成品包装等工作。其中，毛坯制造、机械加工、热处理、装配等直接改变毛坯或零件的形状尺寸或材料性能的过程称为生产工艺过程或工艺过程。

工艺过程中的机械加工、装配与调试等称为机械制造工艺过程。这一过程的工作就是将已通过铸造、焊接、锻造等方法得到的毛坯进行机械切削等加工，并装配成能实现一定功能的完整机器。

### （二）机械制造工艺与流程

如图 0-2 所示，机械制造工艺与流程由原材料和能源供应、毛坯和零件成形、零件机械加工、材料改性与处理、装配与包装、搬运与储存、检测与质量监控等环节组成。

### （三）机械加工工艺系统和机械制造系统

一个典型的机械制造企业可看成是由不同大小规模、不同复杂程度的三个层次的系统组成的，即机械加工工艺系统、机械制造系统和企业生产系统。

#### 1. 机械加工工艺系统

机械加工工艺系统是制造企业中处于最基层的一个加工单元，往往由机床、刀具、夹具和工件 4 要素组成，如车床加工系统、铣床加工系统、磨床加工系统等。不同的工艺方

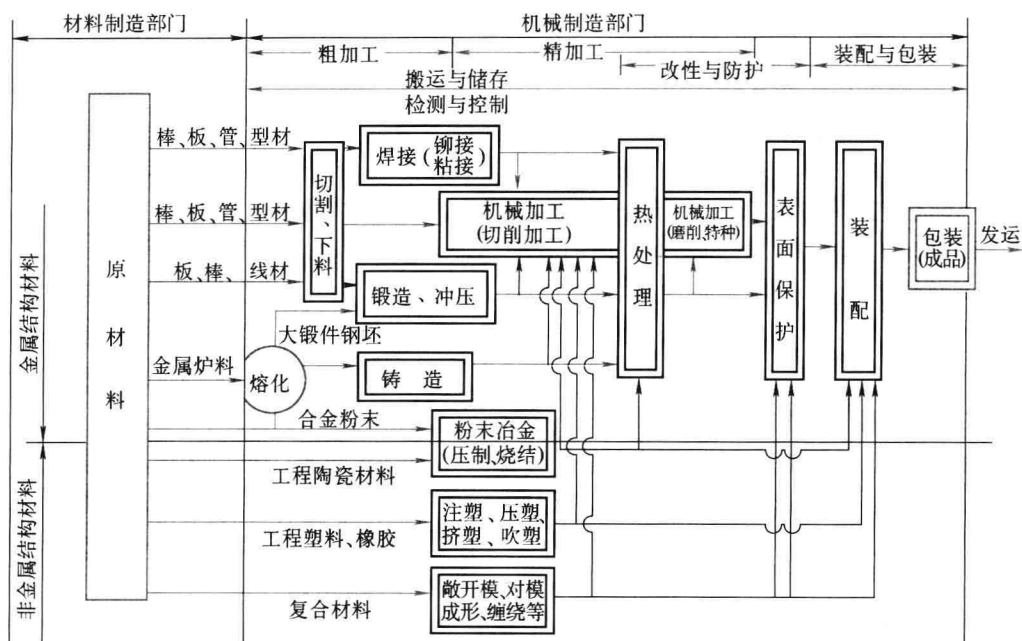


图 0-2 机械制造工艺与流程

法将要求有不同的加工单元，选择不同的加工工艺系统。对于一个机械制造工厂来说，除了有切削加工工艺系统之外，还应有铸造、锻压、热处理和装配等工艺系统。

## 2. 机械制造系统

机械制造系统是将毛坯、刀具、夹具、量具和其他辅助物料作为原材料输入，经过存储、运输、加工、检验等环节，最后输出机械加工的成品或半成品的系统。机械制造系统接受上级系统下达的生产计划和技术要求，通过自身的计划调度系统合理分配各个加工单元的任务，适时地调整和调度各加工单元的负荷，使各个加工工艺系统和辅助系统能够协调有序地工作，以取得整个系统最佳的生产率。

机械制造系统既可以是一台单独的加工设备，如各种机床、焊接机、数控线切割机，也可以是包括多台加工设备、工具和辅助系统（如搬运设备、工业机器人、自动检测机等）的工段或制造单元。

## 三、本课程的研究对象与任务

任何一种机械产品都是由零件所组成的。轴、齿轮、活塞、连杆、套、箱体和凸轮等机械零件，可由不同的材料先经热加工制成毛坯，再经机械加工达到图样规定的结构形状和质量要求，最后经组件、部件和整机装配而满足产品的性能要求。虽然各种机械产品的性能和结构差别很大，但其制造工艺却有共同之处。

机械制造工艺学的研究对象就是机械零件的冷加工和装配工艺中具有共同性的规律。其目标可概括为“TQCS”——“Time、Quality、Cost、Service”，即以最少的经济投入、最短的生产周期，生产出优质的零件和产品，以满足市场需求，服务于市场发展。

本课程的研究重点是工艺过程，包括机械零件加工工艺过程和装配工艺过程两部分。工艺是使各种原材料、半成品变为产品的方法和过程。工艺是生产中最活跃的因素，既是

构思和想法，又是实在的方法和手段。机械制造工艺就是各种机械制造方法和制造过程的总称。

本课程的主要任务有以下几点：

- 1) 理解和掌握机械制造工艺过程的基本理论和基本知识。
- 2) 了解影响机械加工质量的各种因素，学会分析和控制加工质量的方法。
- 3) 学会制订机械加工工艺规程，理解和掌握典型零件的加工工艺。
- 4) 掌握机床夹具设计的基本原理和方法，理解和掌握典型夹具的设计。
- 5) 理解和掌握机器装配工艺基础知识，充分认识先进制造技术的内涵、工艺和发展。
- 6) 了解计算机技术在机械制造领域的应用，能够结合相关软件进行初步应用。

### 四、本课程的性质和学习要求

机械制造工艺学是一门综合性和实践性都很强的专业课程。通过学习，应掌握机械制造工艺和机床夹具设计的基本理论，具有编制中等复杂程度的机械制造工艺规程和装配工艺规程的能力，具有设计机床夹具的能力，具有分析和解决生产现场中一般工艺问题的能力。

由于与其他技术基础课程和专业课程衔接紧密，在本课程学习时要具备一定的金属工艺学、金工实习、互换性与技术测量、机械设计（机械原理和机械零件）、工程力学（理论力学和材料力学）、金属切削原理、金属切削刀具、金属切削机床等课程的基本理论和知识。课程涉及的内容较多，学习过程中应特别注意及时归纳总结、融会贯通。

在应用本教材时，不同专业及方向可根据需要合理取舍，部分章节可采用课堂以外的方式教学。课程教学务必理论联系实际，结合金工实习、课程习题、生产实习、课程实验、现场教学和课程设计等多种实践教学环节，并努力运用多媒体等现代化教学方法和教学手段，进行工艺问题的具体分析，从工程应用的角度理解和掌握工程问题，以获得较为理想的教学效果。

# 第一章 机械制造工艺过程基本概念

本章提要：机械制造工艺是各种机械制造方法和制造过程的总称。本章研究机械制造工艺过程的基本问题，主要包括生产过程与工艺过程、生产纲领与生产类型、工件的定位与基准、机器的装配等内容，阐述机械制造工艺过程中最基本的概念和内涵。这些概念和内涵是本课程的基础和支柱。

## 第一节 生产过程与工艺过程

### 一、生产过程

生产过程是指从原材料变为成品的劳动过程的总和。它包括原材料的采购和保管，生产准备工作，毛坯制造，零件机械加工和热处理，产品的装配、调试、油封、包装和发运等工作。

根据机械产品复杂程度的不同，其生产过程可以由一个车间或一个工厂完成，也可以由多个车间或多个工厂联合完成。

需要说明的是，原材料和成品是一个相对概念。一个工厂（或车间）的成品可以是另一个工厂的原材料或半成品，或者是本厂内另一个车间的原材料或半成品。例如，铸造车间、锻造车间的成品——铸件、锻件，就是机械加工车间的原材料，而机械加工车间的成品，又是装配车间的原材料。这种生产上的分工，可以使生产趋于专业化、标准化、通用化、系列化，便于组织管理，利于保证质量、提高生产率和降低成本。

### 二、工艺过程

从绪论中可知，生产过程中凡属直接改变生产对象的形状、尺寸、性能和相对位置关系的过程，称为工艺过程。工艺过程是生产过程中的主体。当然，将工艺过程从生产过程中划分出来，只能有条件地划分到一定程度，如在机床上加工一个零件后进行尺寸测量的工作，虽然不直接改变零件的形状、尺寸、性能和相对位置关系，但与加工过程密切相关，因此也应将其列在工艺过程的范畴之内。

工艺过程又可具体分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、特种加工、热处理、表面处理和装配等工艺过程。

结构相同的机器或要求相同的零件，可采用不同的工艺过程完成，但其中总有一种在某一具体条件下是较为合理的。在具体的生产条件下，以最合理或较合理的工艺过程，用文字按规定的表格形式书写成的工艺文件，称为机械加工工艺规程，简称工艺规程。

工艺规程是在总结实践经验的基础上，根据科学的理论和必要的工艺试验制订的，用于规定产品或零部件的制造工艺过程 and 操作方法，是组织生产和进行技术准备的根本依据。当然，工艺规程也不是一成不变的，随着科学技术的进步，一定会有新的更为合理的工艺规程代替旧的相对不合理的工艺规程。但工艺规程的修订必须经过充分的试验论证，

并须严格履行一定的审批手续。

一个零件的机械加工工艺过程往往是比较复杂的。为了便于组织和管理生产，以保证零件的加工质量，生产中常针对零件的结构特点和技术要求，采用不同的加工方法和装备，将机械加工工艺过程分为若干工序，即毛坯到零件的转变过程是由一个或若干个工序所组成的，并按照一定的顺序依次完成所有加工内容。

在我国各机械制造厂使用的工艺规程表格的形式不尽一致，但其基本内容相同。在单件小批生产中，一般只编写简单的机械加工工艺过程卡；在中批生产中，多采用机械加工工艺卡；在大批大量生产中，要有详细完整的机械加工工序卡；对半自动和自动机床，则要求有机床调整卡和检验卡等。

有关工艺文件卡片内容和工序、工步、安装等概念详见第二章。

## 第二节 生产纲领与生产类型

### 一、生产纲领

生产纲领是指企业在计划期内应生产的产品产量和进度计划。企业应根据市场需求和自身的生产能力决定其生产计划，零件的生产纲领还包括一定的备品和废品数量。计划期为一年的生产纲领称为年生产纲领，可按下式计算：

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

式中  $N$ ——零件的年产量（件/年）；

$Q$ ——产品年产量（台/年）；

$n$ ——每台产品中该零件数量（件/台）；

$\alpha$ ——备品百分率；

$\beta$ ——废品百分率。

年生产纲领是设计或修改工艺规程的重要依据，是车间（或工段）设计的基本文件。

年生产纲领确定之后，还应该根据车间（或工段）的具体情况，确定在计划期内一次投入或产出的同一产品（或零件）的数量，即生产批量。零件生产批量的计算公式如下：

$$n = \frac{NA}{F} \quad (1-2)$$

式中  $n$ ——每批的零件数量；

$N$ ——年生产纲领规定的零件数量；

$A$ ——零件应该储备的天数；

$F$ ——一年工作日天数。

### 二、生产类型

生产类型是企业（或车间、工段、班组、工作地）生产专业化程度的分类。一般将其分为单件生产、成批生产和大量生产3种类型。

#### 1. 单件生产

在这种生产中，产品的品种很多，同一产品的产量很少，工作地点经常变换，加工对象很少重复。例如，重型机械、专用设备的制造及新产品的试制就是单件生产。

## 2. 成批生产

在这种生产中,各工作地点分批轮流制造几种不同的产品,加工对象周期性重复。一批零件加工完以后,调整加工设备和工艺装备,再加工另一批零件。例如,机床、电机和汽轮机的生产就是成批生产。

## 3. 大量生产

在这种生产中,产品的产量很大,大多数工作地点按照一定的生产节拍重复进行某种零件的某一个加工内容,设备专业化程度很高。例如,汽车、拖拉机、轴承和洗衣机等生产就是大量生产。

根据生产批量大小和产品特征,成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产3种。

表 1-1 所示为各种生产类型的划分依据。

表 1-1 各种生产类型的划分依据

生产类型	生产纲领/(台/年)或(件/年)		
	重型零件(30kg以上)	中型零件(4~30kg)	轻型零件(4kg以下)
单件生产	≤5	≤10	≤100
成批生产	小批生产	>5~100	>10~150
	中批生产	>100~300	>150~500
	大批生产	>300~1000	>500~5000
大量生产	>1000	>5000	>50000

小批生产接近单件生产,习惯上合称为单件小批生产;大批生产接近大量生产习惯上合称为大批大量生产;中批生产介于单件生产和大量生产之间,习惯上成批生产就是指中批生产。生产类型不同,则无论是生产组织、生产管理、车间机床布置,还是在选用毛坯制造方法、机床种类、工具、加工或装配方法以及工人技术要求等方面均有所不同。因此,在制订机器零件的机械加工工艺过程和机器产品的装配工艺过程时,都必须考虑不同生产类型的特点,以取得最大的经济效益。表 1-2 所示为各种生产类型的特点和要求。

表 1-2 各种生产类型的特点和要求

工艺特征	单件小批生产	成批生产	大批大量生产
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	部分铸件用金属模造型,部分锻件用模锻。毛坯精度及加工余量中等	广泛采用金属模造型,锻件广泛采用模锻,以及其他高效方法。毛坯精度高,加工余量小
机床设备及其布置	通用机床、数控机床。按机床类别采用机群式布置	部分通用机床、数控机床及高效机床。按工件类别分工段排列	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
工艺装备	多采用通用夹具、刀具和量具。靠划线和试切法达到精度要求	广泛采用夹具,部分靠找正装夹达到精度要求,较多采用专用刀具和量具	广泛采用高效率的夹具、刀具和量具。用调整法达到精度要求
工人技术水平	需技术熟练的工人	需技术比较熟练的工人	对操作工人的技术要求较低,对调整工人的技术要求较高



(续)

工艺特征	单件小批生产	成批生产	大批大量生产
工艺文件	有工艺过程卡,关键工序要有工序卡。数控加工工序要有详细工序和程序单等文件	有工艺过程卡,关键零件要有工序卡,数控加工工序要有详细的工序卡和程序单等文件	有工艺过程卡和工序卡,关键工序要有调整卡和检验卡
生产率	低	中	高
成本	高	中	低

需要说明的是,随着科技的进步和市场需求的变化,生产类型的划分正在发生深刻的变化。传统的大批大量生产往往不能适应产品及时更新换代的需要,而单件小批生产的生产能力又跟不上市场的急需。因此,各种生产类型都朝着生产过程柔性化的方向发展,多品种中小(变)批量的生产方式已成为当今社会的主流。

### 第三节 工件的定位和基准

#### 一、基准

基准是指用以确定生产对象几何要素间的几何关系所依据的点、线、面。对一个机械零件而言,基准就是确定该零件上其他点、线、面位置所依据的那些点、线、面。

在机器零件的设计和加工过程中,按照不同要求选择哪些点、线、面作为基准,是直接影响零件加工工艺性和表面间尺寸、位置精度的主要因素之一。

根据功能和应用场合的不同,基准可分为设计基准和工艺基准两大类。

##### (一) 设计基准

设计基准是指在零件图上标注设计尺寸所采用的基准。

在一个机器零件图上,可以有一个也可以有多个设计基准。在图 1-1a 中, A 面与 B 面互为设计基准;在图 1-1b 中,  $\phi 40\text{mm}$  外圆是  $\phi 60\text{mm}$  外圆的设计基准;在图 1-1c 中,平面 1 是平面 2 与孔 3 的设计基准,孔 3 是孔 4 和孔 5 的设计基准;在图 1-1d 中,中心线是  $\phi 30\text{H}7$  内孔、 $\phi 48\text{mm}$  齿轮分度圆和  $\phi 50\text{h}8$  齿顶圆的设计基准。

##### (二) 工艺基准

工艺基准是指在零件的工艺过程中所采用的基准。按照用途的不同,工艺基准又可分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准。

##### 1. 工序基准

在工序图中,用以确定本工序被加工表面加工后的尺寸、形状、位置所采用的基准,称为工序基准。

如图 1-2 所示的工件,加工表面为  $\phi D$  孔,要求其中心线与 A 面垂直,并与 C 面和 B 面保持距离尺寸  $L_1$  和  $L_2$ ,则 A 面、B 面、C 面均为本工序的工序基准。

##### 2. 定位基准

在加工时,用以确定工件在机床上或夹具中正确位置所采用的基准,称为定位基准。

在图 1-3 中,工件被夹持在自定心卡盘上车外圆,则尺寸的定位基准为外圆中心线。