



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

机械制造技术基础

第2版

Fundamentals of Manufacturing Technology

吉林大学 于骏一 邹青 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

机械制造技术基础

第2版

主 编 于骏一 邹 青
参 编 祝佩兴 贾庆祥 曲兴田
主 审 王先逵 王龙山



机械工业出版社

本书是根据机械工程类专业教学指导委员会推荐的指导性教学计划,并结合这几年高校“机械制造技术基础”课教学工作的实际情况修订编写的。

这是一本以机械制造工艺和金属切削原理的基本理论和基本知识为主线,并将与之有关的机床、刀具、夹具等有关内容进行优化整合组建的技术基础课教材。

全书分七章,内容包括绪论、金属切削过程、加工方法及装备、机械加工质量及其控制、工艺规程设计、机床夹具设计和机械制造技术的新发展。

本书取材精炼,说理深入浅出,教材内容与相关实践性教学环节联系紧密、配合默契。

为便于教学和学生自学,本教材配有相应的 CAI 课件。

本书可供高等工业院校机械设计制造及其自动化、机械工程及自动化、工业工程、热能与动力工程、材料成形及控制工程、农业机械化工程等本科专业师生使用;也可供工厂企业、科研院所从事机械制造、机械设计工作的工程技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制造技术基础/于骏一, 邹青主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2009.2

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-111-13114-4

I. 机... II. ①于...②邹... III. 机械制... —高等学校—教材
IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 010404 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: 周璐婷

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

北京双青印刷厂印刷

2009 年 5 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 21.75 印张 · 456 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-13114-4

ISBN 978-7-89482-028-7 (光盘)

定价: 39.00 元 (含 1 DVD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379715

封面防伪标均为盗版

第2版前言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材，它是普通高等教育“十五”国家级规划教材《机械制造技术基础》的修订本。教材修订工作是在总结这几年吉林大学与国内兄弟院校“机械制造技术基础”课教学实践经验的基础上进行的，修订要点为：

1. 根据国务院下发的“振兴装备制造业的几点意见”，修订了第一章第一节的内容。

2. 第三章增设了“圆柱齿轮齿面加工”一节，主要介绍滚齿、插齿、剃齿和磨齿的加工原理和加工方法；此外，第三章还新增了外圆表面车拉工艺和点磨工艺等新工艺内容。

3. 将第1版教材分别在第四章和第六章介绍的“装夹误差”、“定位误差计算”内容，合并到第四章集中介绍。

4. 针对当前制造行业资源消耗大、环境污染严重的情况，根据可持续发展的要求，第七章增设了“绿色制造技术”一节。

5. 受教材篇幅的限制，第二章删去了“单颗磨粒的切屑厚度计算”的内容，第四章删去了“振型耦合型颤振激振条件推导”的内容，第三章删去了“CA6140型车床主轴箱变速操纵机构”的内容。

本书由于骏一、邹青任主编。第一章、第五章和第七章由于骏一编写，第二章由祝佩兴编写，第三章由贾庆祥编写，第四章由邹青和曲兴田编写，第六章由邹青编写，CAI课件由曲兴田编写制作。全书由清华大学王先逵教授和吉林大学王龙山教授主审，他们对教材书稿提出了许多宝贵意见，谨向他们表示衷心感谢。

限于编者的水平，书中错误或不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

第1版前言

“机械制造技术基础”是1998年机械工程类专业教学指导委员会推荐设置的一门新的主干技术基础课。通过学习这门课程，要求学生掌握机械制造技术的基本知识和基本理论，为学习后续专业课和做毕业设计或毕业论文打下基础，也为学生毕业后从事机械设计制造工作打下基础。

本书是普通高等教育“十五”国家级规划教材。这是一本以机械制造工艺和切削原理的基本理论和基本知识为主线，将与之有关的机床、刀具、夹具等有关内容进行优化整合组建的技术基础课教材。本书按70学时编写。

“优质、高产、低成本”是指导机械制造技术工作的基本原则。机械制造人员的任务就是要在给定的生产条件下，按照预定的供货日期要求，最经济地制造出具有规定质量要求的机器。本教材将着力论述并自始至终贯彻这些原则。

“机械制造技术基础”是一门实践性很强的课程，须有相应的实践性教学环节与之配合。学习本课程前，学生须经“金工实习”环节的培训；学习本课程后，学生要到校外机器制造工厂进行生产实习。为帮助学生消化吸收“机械制造技术基础”课程的基本内容，本课程设有课程设计环节，旨在培养学生设计工艺规程和机床夹具的基本能力。为与生产实习、课程设计等实践性教学环节相配合，本书采用加工方法与常用制造装备相融合的方法，适当充实了加工方法与常用制造装备的内容，并将机床夹具专设一章介绍。

为便于教师教学和学生自学，本教材配有相应的CAI课件。

本书由于骏一、邹青任主编。第一章、第五章和第七章由于骏一编写，第二章由祝佩兴编写，第三章由贾庆祥编写，第四章和第六章由邹青编写。全书由清华大学王先逵教授主审；吉林大学王龙山教授、长春理工大学刘薇娜教授、长春工业大学王世龙教授、长春大学曲守平教授、长春工程学院孙伟副教授参加了审稿会，他们对教材书稿提出了许多宝贵意见，在此，谨向他们表示衷心感谢。

限于编者的水平，书中错误或不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第 2 版前言

第 1 版前言

第一章 绪论	1
第一节 机械制造工业在发展我国国民经济中的地位与作用	1
第二节 机械制造厂的生产过程和工艺过程	3
第三节 生产类型及其工艺特征	7
第四节 基准	9
第五节 工件的装夹与定位	10
学习本章内容的基本要求	16
思考题与习题	16
第二章 金属切削过程	18
第一节 金属切削刀具基础	18
第二节 金属切削过程中的变形	28
第三节 切屑的类型及控制	34
第四节 切削力	37
第五节 切削热和切削温度	42
第六节 刀具磨损、刀具寿命和切削用量的选择	46
第七节 刀具几何参数的选择	57
第八节 磨削原理	59
学习本章内容的基本要求	65
思考题与习题	65
第三章 机械制造中的加工方法及装备	67
第一节 概述	67
第二节 外圆表面加工	75
第三节 孔加工	93
第四节 平面及复杂表面加工	104
第五节 数控机床与数控加工	111
第六节 圆柱齿轮齿面加工	129
第七节 特种加工	138
学习本章内容的基本要求	145
思考题与习题	146
第四章 机械加工质量及其控制	148
第一节 机械加工精度概述	148
第二节 影响机械加工精度的因素	150
第三节 加工误差的统计分析	179
第四节 机械加工表面质量	190
第五节 机械加工过程中的振动	198

学习本章内容的基本要求	205
思考题与习题	205
第五章 工艺规程设计	210
第一节 概述	210
第二节 机械加工工艺规程设计	211
第三节 成组加工工艺规程设计	247
第四节 计算机辅助机械加工工艺规程设计	254
第五节 机器装配工艺规程设计	259
第六节 机械产品设计的工艺性评价	274
学习本章内容的基本要求	280
思考题与习题	281
第六章 机床夹具设计	287
第一节 概述	287
第二节 工件在夹具中的定位	289
第三节 工件在夹具中的夹紧	294
第四节 典型机床夹具	303
第五节 机床夹具设计方法	314
学习本章内容的基本要求	318
思考题与习题	318
第七章 机械制造技术的新发展	321
第一节 超精密加工与纳米加工技术	321
第二节 机械制造自动化技术	327
第三节 快速响应制造技术	332
第四节 绿色制造技术	335
学习本章内容的基本要求	337
思考题与习题	337
参考文献	338
读者信息反馈表	



第一节 机械制造业在发展我国国民经济中的地位与作用

制造业是国民经济的支柱产业，是国家创造力、竞争力和综合国力的重要体现。它不仅为现代工业社会提供物质基础，为信息与知识社会提供先进装备和技术平台，也是实现军事变革和国防安全的基础^[1]。据统计，2005年制造业增加值约占中国GDP的33.3%，工业制成品出口总额占中国出口贸易总额的94%，我国财政收入的三分之一来自制造业，制造业从业人员占全国工业从业人员总数的90%^[1-3]。

机械装备制造业是制造业中最重要的组成部分之一，它担负着向国民经济和国防建设的各个部门提供机械装备的任务。我国现代化建设的发展速度在很大程度上要取决于机械装备制造业的发展水平，从这个意义上说，加快振兴机械装备制造业是至关重要的。

我国是世界上文化、科学发展最早的国家之一。随着农业和手工业的发展，我国最先应用各种机械作为生产工具。早在公元前2000年左右，我国就制成了纺织机械；公元260年左右，我们的祖先就创造了木制齿轮，并应用轮系原理制成了水力驱动的谷物加工机械；在明代创造了和现在的铣削加工相类似的机械加工方法。然而后来我们落后了，从资本主义生产方式在欧洲大陆开始发展的14世纪起一直到1949年中华人民共和国成立这漫长的几百年间，由于封建主义的压迫和帝国主义的侵略，我国的机械制造业长期处于停滞状态。

旧中国的机械制造业基础十分薄弱，从1865年清朝政府在上海创办江南机械制造局起到1949年这80多年的时间里，全国只有屈指可数的少数城市有一些机械厂。新中国建立50多年来，我国已经建立了一个比较完整的机械工业体系。建国初期，以万吨水压机等为代表的各种重型装备的研制成功，标志着国民经济有了自己的脊梁^[4]；“两弹一星”和千万吨级露天矿采掘设备、大秦铁路重载列车、宝钢工程设备、30万kW及60万kW火电机组、三峡发电机组、秦山核电站机组、30万t乙烯成套设备、秦皇岛煤码头设备、正负电

子对撞机、500kV 交流输变电设备等重大装备的研制成功, 解决了 20 世纪后 20 年我国经济建设中的许多难题, 有力地促进了国家重大工程建设, 也为以后重大技术装备的研制打下了坚实的基础^[5]。目前, 全国电力、钢铁、石油、交通、矿山等基础工业部门所拥有的机电装备总量中, 约有三分之二是我国自己制造的^[5], 其中 12000m 特深井陆地石油钻机、五轴联动数控机床、70 万 kW 水轮发电机组等为代表的一批重大技术装备已达到或接近国际先进水平^[1]。2007 年我国生产汽车约 888 万辆, 生产金属切削机床约 58 万台 (其中数控机床约 12 万台), 许多与人民生活密切相关的主要耐用消费机械产品, 如电冰箱、家用空调机、摩托车的产量均位居世界前列, 我国已崛起成为全球第三制造大国。

新中国用了近 60 年时间走过了工业发达国家 200 年的历程, 成就举世瞩目, 但与世界先进水平相比, 我国机械装备制造业的整体技术水平和国际竞争能力仍有较大差距。我国国民经济建设和高新技术产业所需重大装备的国内自给率目前尚不到 50%^[5], 高档制造装备和科学仪器的 90% 要依赖进口^[1]; 其次, 制造业的人均劳动生产率比较低, 仅为工业发达国家的十几 ~ 二十几分之一^[4]; 第三, 企业对市场需求的快速响应能力不高, 我国新产品开发周期平均为 18 个多月, 工业发达国家新产品开发周期平均为 4 ~ 6 个月^[4]; 第四, 我国制造业仍存在着能源资源消耗高、污染排放严重、自主创新能力薄弱、区域产业结构趋同、服务增值率低、高水平人才短缺等亟待解决的问题^[1]。

为加快振兴我国装备制造业 (为国民经济各部门简单再生产和扩大再生产提供技术装备的各制造工业的总称, 其产业范围包括机械工业和电子工业中的投资类产品), 国务院于 2006 年 6 月 19 日在西安市召开了振兴装备制造业工作会议, 并以国发 [2006] 8 号文件下发了《国务院关于加快振兴装备制造业的若干意见》。“十一五”以至今后十年振兴机械装备制造业的主要任务是^[6]:

1) 发展大型清洁高效发电装备, 包括百万千瓦级核电机组、燃气—蒸汽联合循环机组、整体煤气化燃气—蒸汽联合循环机组、大型水电机组及抽水蓄能水电站机组、大型空冷电站机组及大功率风力发电机等新型能源装备, 满足电力建设需要。

2) 开展 1000kV 高压交流和 ± 800 kV 直流输变电成套设备的研制, 全面掌握 500kV 交直流和 750kV 交流输变电关键设备制造技术。

3) 以一批大型乙烯项目为国产化依托工程, 通过引进先进技术经过再创新以及自主开发, 实现百万吨级大型乙烯成套设备和对二甲苯 (PX)、对苯二甲酸 (PTA)、聚酯成套设备国产化。

4) 进行大型煤化工成套设备的研制开发, 满足我国能源结构调整的需要。

5) 研制大型薄板冷热连轧成套设备及涂镀层加工成套设备, 实现成套设备国产化, 满足汽车工业和家电等行业的发展需要。

6) 发展大型煤炭井下综合采掘、提升和洗选设备以及大型露天矿设备, 实现大型综合采掘、提升和洗选设备国产化。

7) 开发大型海洋石油工程装备、30 万 t 矿石和原油运输船、海上浮动生

产储油轮（FPSO）、10000 箱以上集装箱船、液化天然气运输船等大型高技术、高附加值船舶及大功率柴油机等配套装备。

8) 以铁路客运专线、城市轨道交通等项目为依托，通过引进消化吸收先进技术和自主创新相结合，掌握时速 200km 以上高速列车、新型地铁车辆等装备核心技术，使我国轨道交通装备制造业在较短时间内达到世界先进水平。

9) 发展大气治理、城市及工业污水处理、固体废弃物处理等大型环保装备，以及海水淡化、报废汽车处理等资源综合利用设备，提高环保设备研发制造水平。

10) 满足铁路、水利工程、城市轨道交通等建设项目的需要，加快大断面岩石掘进机等大型施工机械的研制，尽快掌握关键设备制造技术。

11) 发展重大工程自动化控制系统和关键精密测试仪器，满足重点建设工程及其他重大（成套）技术装备高度自动化和智能化的需要。

12) 发展大型、精密、高速数控装备和数控系统及功能部件，改变大型、高精度数控机床大部分依赖进口的现状，满足机械、航空航天等工业发展的需要。

13) 发展新型纺织机械，重点对日产 200t 以上涤纶短纤维成套设备、高速粘胶长丝连续纺丝机、高效现代化成套棉纺设备、机电一体化剑杆织机和喷气织机等新型成套关键设备进行技术攻关和产业化，促进纺织行业技术升级。

14) 发展新型、大马力农业装备，提高大马力拖拉机、半喂入水稻联合收割机、玉米联合收割机、采棉机等国产化水平和技术档次，改变目前新型农业装备主要依赖进口的状况。

15) 发展集成电路关键设备、新型平板显示器件生产设备、电子元器件生产设备、无铅工艺的整机装联设备、数字化医疗影像设备、生物工程和医药生产专用设备，促进装备制造业全面升级。

16) 发展民用飞机及发动机、机载设备。

机械制造技术是机械制造企业实现产品设计、完成产品生产、保证产品质量、提高经济效益的共性技术和基础技术。在全球范围内，机械制造技术正朝着精密化、自动化、敏捷化和可持续发展方向发展。

同学们在学习“机械制造技术基础”这门课时，都要认真地想一想，在振兴我国机械装备制造业的宏伟事业中我们自己所肩负的历史重任。

第二节 机械制造厂的生产过程和工艺过程

一、生产过程和工艺过程

1. 生产过程

将自然界的物质作成对人们有用的机械装备，需要经历一系列的过程。例如，从矿井里开采矿石，把矿石运到原材料制造厂，经过熔炼变成各种原材料，将原材料送到机械制造厂，采用各种加工方法把它们作成机器零件，再将

机器零件装成具有规定性能的机械装备。

机械制造厂一般都从其他工厂取得制造机械装备所需要的原材料或半成品。从原材料（或半成品）进厂，一直到把成品制造出来的各有关劳动过程的总和统称为工厂的生产过程，它包括原材料的运输保管、把原材料作成毛坯、把毛坯作成机器零件、把机器零件装配成机械装备、检验、试车、油漆、包装等。

工厂的生产过程又可按车间分为若干车间的生产过程。甲车间所用的原材料（或半成品），可能是乙车间的成品；而乙车间的成品，又可能是其他车间的原材料（或半成品）。例如，铸造车间或锻造车间的成品是机械加工车间的原材料（或半成品），而机械加工车间的成品又是装配车间的原材料（或半成品）等等。

2. 工艺过程

在生产过程中，凡属直接改变生产对象的尺寸、形状、物理化学性能以及相对位置关系的过程，统称为工艺过程。其他过程则称为辅助过程。例如统计报表、动力供应、运输、保管、工具的制造、修理等。当然，把工艺过程从生产过程中划分出来，只能有条件地分到一定程度。例如，在机床上加工一个零件，加工前要把工件装夹到机床上去，加工后要测量它的尺寸等，这些工作虽然不直接改变加工件的尺寸、形状、物理化学性能和相对位置关系，但还是把它们列在工艺过程的范畴之内，因为它们与加工过程密切相关，很难分割。

工艺过程又可分为铸造、锻造、冲压、焊接、机械加工、热处理、装配等工艺过程。“机械制造技术基础”课只讨论机械加工工艺过程和装配工艺过程。铸造、锻造、冲压、焊接等工艺过程在“材料成形技术基础”课程中讨论；热处理工艺过程在“工程材料”课程中讨论。

一个同样要求的零件，可以采用几种不同的工艺过程来加工，但其中总有一种工艺过程在给定的条件下是最合理的，人们把该工艺过程的有关内容用文件的形式固定下来，用以指导生产，这个文件称为工艺规程。

二、工艺过程的组成

1. 工序

一个工人或一组工人，在一个工作地对同一工件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。

机械零件的机械加工工艺过程由若干工序组成，毛坯依次通过这些工序，就被加工成合乎图样规定要求的零件。加工图 1-1 所示零件，其工艺过程可由表 1-1 所示的五个工序组成。

在同一工序内所完成的工作必须是连续的，例如，磨图 1-1 所示零件 $\phi 30h6$ 、 $\phi 28h6$ 的圆柱面时，如果粗磨之后，把工件从磨床上卸下来，到高频淬火机上作表面淬火处理，然后再拿到磨床上进行精磨，即使所用磨床还是同一台磨床，粗磨工作和精磨工作都被分别看作是一个独立的工序，如表 1-1 所示。为什么？因为粗磨工作和精磨工作不是连续完成的。如果粗磨之后不进行

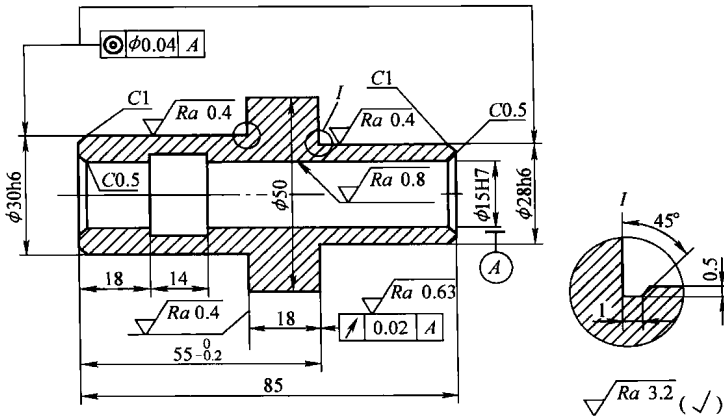


图 1-1 零件图

热处理，也不把工件从磨床上卸下来，而是紧接着就做精磨加工，那么，粗磨和精磨就被看作是一个工序。

表 1-1 工艺过程

工 序 号	工 序 名 称	工 作 地
1	车外圆、端面并加工孔	转塔车床
2	粗磨外圆及端面	外圆磨床
3	热处理	高频淬火机
4	精磨外圆及端面	外圆磨床
5	钳修	钳工台

工序是工艺过程的基本组成部分，工序是制订生产计划和进行成本核算的基本单元。

2. 安装

在同一工序中，工件在工作位置可能只装夹一次，也可能要装夹几次。安装是工件经一次装夹后所完成的那一部分工艺过程。如表 1-1 所列工艺过程的第一道工序，一般都要进行两次装夹，才能把工件上所有的内外表面加工出来。

从减小装夹误差及减少装夹工件所花费的时间考虑，应尽量减少安装次数。

3. 工位

在同一工序中，有时为了减少由于多次装夹而带来的误差及时间损失，往往采用转位工作台或转位夹具来改变工件相对于机床（或刀具）的位置关系。工位是在工件的一次安装中，工件相对于机床（或刀具）每占据一个确切位置所完成的那一部分工艺过程。图 1-2 就是表 1-1 所列工艺过程中第一道工序的第二次安装的加工示意图。它利用转塔车床的转塔刀架、前后方刀架，依次对工件进行粗车外圆、钻中心孔、钻孔、挖槽、倒内孔角、扩孔、精车外圆、铰孔、车端面、倒角等工作。此安装由 9 个工位组成。

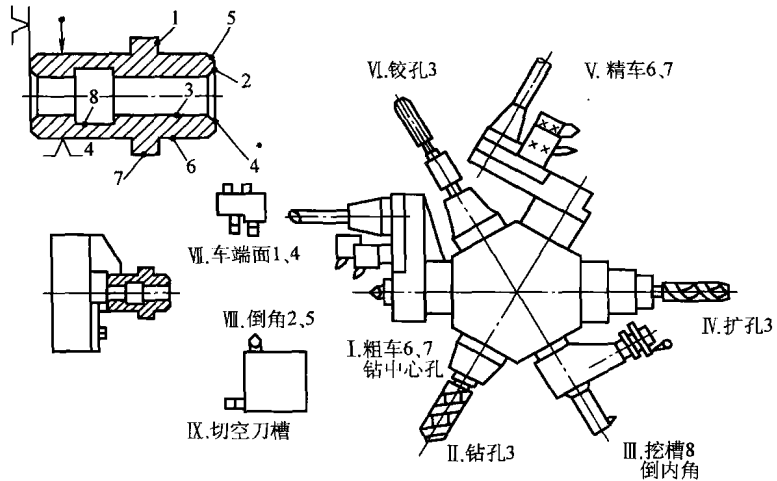


图 1-2 多工位加工

4. 工步

一个工序（或一次安装，或一个工位）中可能需要加工若干个表面，也可能只加工一个表面，但却要用若干把不同的刀具轮流加工，或只用一把刀具，但却要在加工表面上切多次，而每次切削所选用的切削用量不完全相同。工步是在加工表面、切削刀具和切削用量（仅指机床主轴转速和进给量）都不变的情况下所完成的那一部分工艺过程。上述三个要素中（指加工表面、切削刀具和切削用量），只要有一个要素改变了，就不能认为是同一个工步。

为了提高生产效率，机械加工中有时用几把刀具同时加工几个表面，这也被看作是一个工步，称为复合工步。图 1-2 中工位 I、V、VII 的加工情况都是复合工步的加工实例。

为简化工艺文件，工艺上把在同一工件上依次钻若干相同直径的孔看作是一个工步。例如，在尼龙喷丝头上钻几百个直径相同的小孔，如果照套工步的定义，势必认为这个钻孔工序包含有几百个工步，在工艺文件工步内容一栏中就要写上数百个相同的工步名称，这是极为繁琐的。从简化工艺文件考虑，可以把它们看作是一个工步。此种概念在生产中沿用至今，已经成为一种习惯。

5. 走刀

在一个工步中，如果要切掉的金属层很厚，可分为几次切削。每切削一次，就称为一次走刀。图 1-3 所示表面分两次切削就是两次走刀。

综上分析可知，工艺过程的组成是很复杂的。工艺过程由许多工序组成，一个工序可能有几个安装，一个安装可能有几个工位，一个工位可能有几个工步，如此等等。

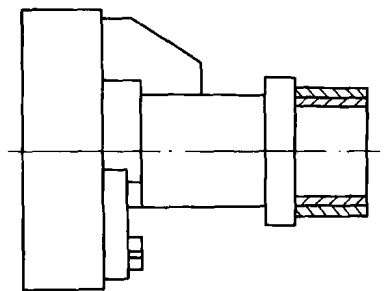


图 1-3 走刀示例

第三节 生产类型及其工艺特征

社会对于机械产品的需求是多种多样的,有些产品结构复杂,有些简单;有些产品技术要求高,比较精密,有些就不那么精密;有些产品社会需求量大,有些则需求量小。根据加工零件的年生产纲领和零件本身的特性(轻重、大小、结构复杂程度、精密程度等),可以参照表 1-2、表 1-3 所列数据,将零件的生产类型划分为单件生产、成批生产和大量生产三种。产品种类很多,同一种产品的数量不多,生产很少重复,此种生产称为单件生产。产品的品种较少,数量很大,每台设备经常重复地进行某一工件的某一工序的生产,此种生产称为大量生产。成批地制造相同零件的生产,称为成批生产。每批制造的相同零件的数量,称为批量。批量可根据零件的年产量及一年中的生产批数计算确定。一年中的生产批数,需根据零件的特征、流动资金的周转速度、仓库容量等具体情况确定。按照批量多少和被加工零件自身的特性,成批生产又可进一步划分为小批生产、中批生产和大批生产。小批生产接近单件生产,大批生产接近大量生产,中批生产介于单件生产和大量生产之间。

表 1-2 加工零件的生产类型

生产类型		同种零件的年生产纲领/(件/年)		
		重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产		< 5	< 20	< 100
成批生产	小批	5 ~ 100	20 ~ 200	100 ~ 500
	中批	100 ~ 300	200 ~ 500	500 ~ 5000
	大批	300 ~ 1000	500 ~ 5000	5000 ~ 50000
大量生产		> 1000	> 5000	> 50000

表 1-2 中的重型零件、中型零件、轻型零件,可参考表 1-3 所列数据确定。

表 1-3 不同机械产品各种类型零件的质量范围

机械产品类别	加工零件的质量/kg		
	轻型零件	中型零件	重型零件
电子工业机械	< 4	4 ~ 30	> 30
机床	< 15	15 ~ 50	> 50
重型机械	< 100	100 ~ 2000	> 2000

加工零件的年生产纲领 N 可按下式计算

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

式中 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。

各种生产类型的工艺特征详见表 1-4。

表 1-4 各种生产类型的工艺特征

名 称	大量生产	成批生产	单件生产
生产对象	品种较少, 数量很大	品种较多, 数量较多	品种很多, 数量少
零件互换性	具有广泛的互换性, 某些高精度配合件用分组选择法装配, 不允许用钳工修配	大部分零件具有互换性, 同时还保留某些钳工修配工作	广泛采用钳工修配
毛坯制造	广泛采用金属模机器造型、模锻等 毛坯精度高, 加工余量小	部分采用金属模造型、模锻等, 部分采用木模手工造型、自由锻造 毛坯精度中等	广泛采用木模手工造型、自由锻造 毛坯精度低, 加工余量大
机床设备及其布置	采用高效专用机床、组合机床、可换主轴箱(刀架)机床、可重组机床 采用流水线或自动线进行生产	部分采用通用机床, 部分采用数控机床、加工中心、柔性制造单元、柔性制造系统 机床按零件类别分工段排列	广泛采用通用机床, 重要零件采用数控机床或加工中心, 机床按机群布置
获得规定加工精度的方法	在调整好的机床上加工	一般是在调整好的机床上加工, 有时也用试切法	试切法
装夹方法	高效专用夹具装夹	夹具装夹	通用夹具装夹, 找正装夹
工艺装备	广泛采用高效率夹具、量具或自动检测装置, 高效复合刀具	广泛采用夹具、通用刀具、万能量具, 部分采用专用刀具、专用量具	广泛采用通用夹具、量具和刀具
对工人要求	调整工技术水平要求高, 操作工技术水平要求不高	对工人技术水平要求较高	对工人技术水平要求高
工艺文件	工艺过程卡片, 工序卡片, 检验卡片	一般有工艺过程卡片, 重要工序有工序卡片	只有工艺过程卡片

由表 1-4 可知, 不同的生产类型具有不同的工艺特征。在制订零件机械加工工艺规程时, 必须首先确定生产类型, 生产类型确定之后, 工艺过程的总体轮廓就勾画出来了。

在同一个工厂中, 可能同时存在几种不同生产类型的生产, 例如, 长春第一汽车集团公司是一个大量生产性质的企业, 但是它的工具分厂却是成批生产性质的分厂。即使是在同一个分厂中, 也可能同时存在着不同生产类型的生产, 例如, 长春第一汽车集团公司的发动机分厂是大量生产性质的分厂, 可是它的杂件车间却是成批生产性质的车间。判断一个工厂(或一个车间)的生产类型应根据该厂(或车间)的主要工艺过程的性质来确定。

一般说,生产同样一个产品,大量生产要比成批生产、单件生产的生产效率高,成本便宜,性能稳定,质量可靠。但是社会对不同机械产品的需求量有多有少,有没有可能对那些社会需求量不多的产品按照规模生产的方式组织生产呢?可能性是有的,出路在于产品结构的标准化、系列化,如果产品结构的标准化、系列化系数能达到70%~80%以上,即使在各类产品生产数量不大的条件下也能组织区域性的(例如东北地区、华东地区等)、专业化的大批量生产,可以取得很高的经济效益。此外,推行成组技术,组织成组加工,也可使在大批量生产中被广泛采用的高效率加工方法和设备应用到中小批量生产中。

第四节 基 准

用来确定生产对象几何要素间几何关系所依据的那些点、线、面,称为基准。基准可分为设计基准和工艺基准两大类。

一、设计基准

设计图样上标注设计尺寸所依据的基准,称为设计基准。图1-4a中, A 与 B 互为设计基准;图1-4b中, $\phi 40\text{mm}$ 外圆是 $\phi 60\text{mm}$ 外圆的设计基准;图1-4c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;图1-4d中,内孔 $\phi 30\text{H}7$ 的中心线是内孔 $\phi 30\text{H}7$ 、齿轮分度圆 $\phi 48\text{mm}$ 和顶圆 $\phi 50\text{h}8$ 的设计基准。

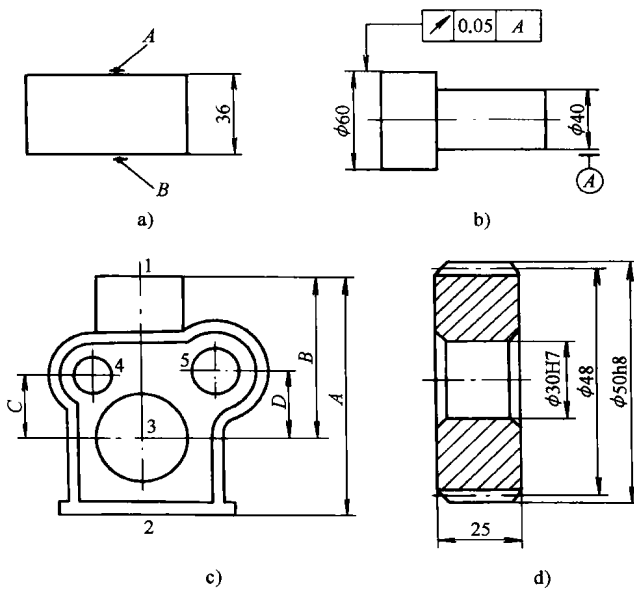


图 1-4 设计基提示例

二、工艺基准

工艺过程中所使用的基准，称为工艺基准。按其用途不同，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

在工序图上用来确定本工序加工表面尺寸、形状和位置所依据的基准，称为工序基准（又称原始基准）。图 1-5 是一个工序简图，图中端面 C 是端面 T 的工序基准，端面 T 是端面 A 、 B 的工序基准，孔中心线为外圆 D 和内孔 d 的工序基准。为减少基准转换误差，应尽量使工序基准和设计基准重合。

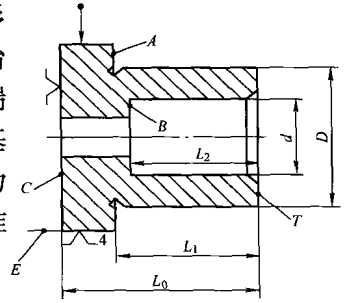


图 1-5 工序简图

2. 定位基准

在加工中用作定位的基准，称为定位基准。作为定位基准的点、线、面，在工件上有时不一定具体存在（例如，孔的中心线、轴的中心线、平面的对称中心面等），而常由某些具体的定位表面来体现，这些定位表面就称为定位基面。例如，在图 1-5 中，工件被夹持在三爪自定心卡盘上，车外圆 D 和镗内孔 d ，此时被加工尺寸 D 和 d 的设计基准和定位基准皆为中心线，定位基面为外圆面 E 。

3. 测量基准

工件在加工中或加工后，测量尺寸和形位误差所依据的基准，称为测量基准。在图 1-5 中，尺寸 L_1 和 L_2 可用深度卡尺来测量，端面 T 就是端面 A 、 B 的测量基准。

4. 装配基准

装配时用来确定零件或部件在产品中相对位置所依据的基准，称为装配基准。图 1-4d 所示齿轮的内孔 $\phi 30H7$ 就是齿轮的装配基准。

上述各种基准应尽可能使之重合。在设计机器零件时，应尽量选用装配基准作为设计基准；在编制零件的加工工艺规程时，应尽量选用设计基准作为工序基准；在加工及测量工件时，应尽量选用工序基准作为定位基准及测量基准；以消除由于基准不重合引起的误差（基准不重合误差的计算参见第四章第二节）。

第五节 工件的装夹与定位

一、工件的装夹

在机床上加工工件时，为使工件在该工序所加工表面能达到规定的尺寸与形位公差要求，在开动机床进行加工之前，必须使工件在夹紧之前就相对于机