



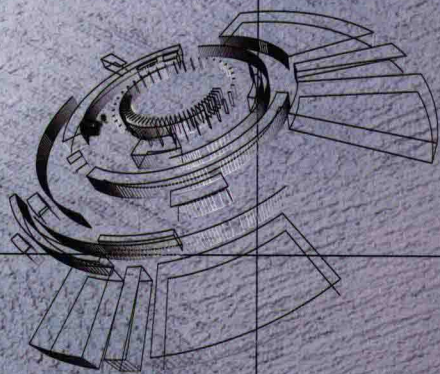
新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材

机械制造工艺学

JIXIE ZHIZAO GONGYIXUE

主 编 王天煜 吕海鸥

主 审 于英华



大连理工大学出版社



新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材

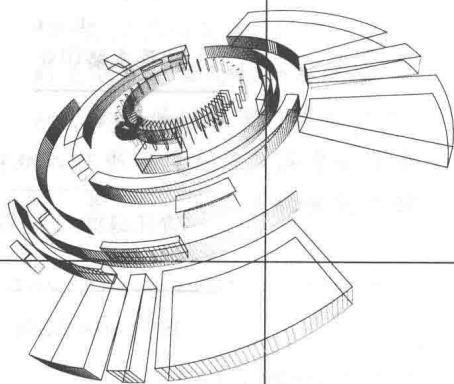
机械制造工艺学

JIXIE ZHIZAO GONGYIXUE

主 编 王天煜 吕海鸥

副主编 冷岳峰 王海飞 齐鹏远

主 审 于英华



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺学 / 王天煜, 吕海鸥主编. — 大连 :
大连理工大学出版社, 2016.10
新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材
ISBN 978-7-5685-0418-8

I. ①机… II. ①王… ②吕… 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(2016)第 141672 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail: dulp@dulp.cn URL: <http://www.dulp.cn>

大连永盛印业有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm

印张:15.5

字数:377 千字

2016 年 10 月第 1 版

2016 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑:王晓历

责任校对:韩春蓉

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5685-0418-8

定 价:34.80 元

前 言

《机械制造工艺学》是新世纪应用型高等教育教材编审委员会组编的机械类课程规划教材之一。

21 世纪的到来对专门人才的培养提出了新的要求,特别是 21 世纪机械产品的国际竞争愈来愈激烈,这就要求机械产品不断创新,努力提高产品质量,完善机械性能,这些必将需要更多的具有创新精神和创造能力的高素质人才。

依据《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010—2020),为适应地方院校转型,培养机械类应用技术型人才,优化教学内容,对机械制造工艺、机床、夹具及刀具等基础知识,结合工程实际进行整合,形成新的课程体系与结构,满足应用技术型人才培养目标的要求。

本教材的内容除绪论外分为 8 章,包括机械制造基本知识、典型表面的机械加工方法与加工设备、机械加工质量分析与控制、机床夹具设计、机械加工工艺规程的设计、典型零件的加工工艺、机器装配工艺基础、精密加工。本教材力求理论联系实际,通过对工程案例的分析引出相关理论知识,并通过图表以较少的篇幅传递较多的信息,便于读者理解和掌握。

编写过程中力求贯彻以下基本思想:

(1)轻理论重实践,以工程实例引出相关知识点,并注重典型实例的分析,以便牢固掌握基本内容。

(2)与企业技术人员、管理人员合作编写教材,突出工程实例的分析和讲解,教材内容的选取注重实用性和实践性。

(3)贯彻名词术语、代(符)号、量和单位等现行国家标准。

本教材可作为普通高等院校机械设计制造及其自动化专业和其他相关专业的教材或参考书,也可供从事机械制造的工程技术人员参考。

本教材建议学时为 64 学时,课程应配有实验、习题、生产实习、课程设计及项目训练等教学环节。

本教材由沈阳工程学院王天煜、吕海鸥任主编;辽宁工程技术大学冷岳峰、沈阳工程学院王海飞、营口理工学院齐鹏远任副主编;阜新德尔汽车部件股份有限公司韩颖、徐小东参与了编写。具体编写分工如下:绪论、第 1 章、第 4 章由王天煜编写;第 5 章、第 6 章、附录由吕海鸥编写;第 2 章、第 3 章由



冷岳峰编写;第7章由王海飞编写;第8章由齐鹏远编写;韩颖、徐小东负责提供企业案例。此外,沈阳工程学院尹晓伟、谭越参与资料整理及部分章节的编写,赫景龙、赵志富、张旭参与部分插图的绘制工作。辽宁工程技术大学于英华教授审阅了书稿,并提出了改进意见,在此谨致谢忱。

尽管我们在教材特色的建设方面做了许多努力,但由于编者水平有限,教材中仍可能存在一些疏漏和不妥之处,恳请各教学单位和读者在使用本教材时多提宝贵意见,以便下次修订时改进。

编者
2016年10月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84708445 84708462

目 录

第0章 绪 论	1
0.1 机械制造技术的发展	1
0.2 广义制造	2
0.3 本课程的研究对象及任务	4
0.4 本课程的特点和学习要求	4
思考与练习	5
第1章 机械制造基本知识	6
工程案例	6
1.1 机械制造工艺过程	7
1.2 生产纲领与生产类型	8
1.3 工件的基准与定位	10
思考与练习	19
第2章 典型表面的机械加工方法与加工设备	21
工程案例	21
2.1 外圆表面	21
2.2 内圆表面	29
2.3 平 面	37
2.4 齿 形	44
2.5 螺 纹	46
思考与练习	48
第3章 机械加工质量分析与控制	50
工程案例	50
3.1 机械加工质量的概念	51
3.2 影响加工精度的主要因素	53
3.3 加工精度的综合分析	64
3.4 提高加工精度的工艺措施	74
3.5 影响表面质量的主要因素	76
3.6 提高表面质量的途径	78
3.7 机械加工中振动的产生与控制	81
思考与练习	84
第4章 机床夹具设计	86
工程案例	86
4.1 夹具的组成	87

4.2 工件在夹具中的定位	89
4.3 工件在夹具中的夹紧	97
4.4 常用夹紧机构	101
4.5 典型机床夹具	107
4.6 专用夹具的设计方法	129
思考与练习	133
第5章 机械加工工艺规程的设计	136
工程案例	136
5.1 机械加工工艺规程的功用及制定程序	137
5.2 机械加工的工艺过程设计	141
5.3 机械加工的工序设计	149
5.4 计算机辅助工艺过程设计	158
5.5 工艺过程的生产率和经济性	163
思考与练习	167
第6章 典型零件的加工工艺	171
工程案例	171
6.1 轴类零件	172
6.2 箱体零件	180
6.3 其他典型零件	189
思考与练习	193
第7章 机器装配工艺基础	194
工程案例	194
7.1 装配的概念、生产类型及特点	195
7.2 装配工艺规程	198
7.3 装配尺寸链	201
7.4 保证装配精度的方法	204
7.5 装配自动化及计算机辅助装配工艺设计	209
思考与练习	212
第8章 精密加工	214
工程案例	214
8.1 精密加工的概念	215
8.2 珩磨	217
8.3 研磨抛光	222
8.4 超精密加工	231
思考与练习	237
附 录	238
附录 A 机械加工工艺基本数据	238
附录 B 机床夹具设计基本数据	240
参考文献	242

第0章

绪 论

0.1 机械制造技术的发展

机械制造技术的发展伴随着工业革命的进程。第一次工业革命始于 18 世纪 60 年代,是由英国发起的技术革命,蒸汽机作为动力机被广泛使用。它开创了以机器代替手工的先河,从而达到提高产品质量和生产率的目的;同时,为了解放劳动力和减轻繁重的体力劳动,机械制造技术应运而生。第二次工业革命始于 19 世纪 70 年代,以电力的广泛应用(电气时代)为标志。随着科学技术发展的突飞猛进,各种新技术、新发明层出不穷,并被迅速应用于工业生产,从而在制造方法上有了很大发展,除了用机械方法加工外,还出现了电加工、光学加工、电子加工、化学加工等非机械加工方法,因此,人们把机械制造技术简称为制造技术。第三次工业科技革命是以原子能、电子计算机和空间技术的广泛应用为主要标志,涉及信息技术、新能源技术、新材料技术、生物技术、空间技术和海洋技术等诸多领域的一场信息控制技术革命。第三次科技革命是迄今为止人类历史上规模最大、影响最为深远的一次科技革命。这个时代的制造技术称为先进制造技术,它将机械、电子、信息、材料、能源和管理等方面的技术进行交叉、融合和集成,综合应用于产品全生命周期的制造全过程,包括市场需求、产品设计、工艺设计、加工装配、检测、销售、使用、维修、报废处理等,以实现优质、敏捷、高效、低耗、清洁生产,快速响应市场的需求。

制造技术是一个永恒的主题,是设想、概念、科学技术物化的基础和手段,是国民经济与国防实力的体现,是国家工业化的关键,在国民经济中占有十分重要的地位。为了提高制造业的竞争力,德国政府提出“工业 4.0”战略,并在 2013 年 4 月的汉诺威工业博览会上正式推出。“工业 4.0”概念即以智能制造为主导的第四次工业革命,将制造业向智能化转型。“工业 4.0”项目主要分为两大主题:一是“智能工厂”,重点研究智能化生产系统与过程以及网络化分布式生产设施的实现;二是“智能生产”,主要涉及整个企业的生产物流管理、人机互动以及 3D 技术在工业生产过程中的应用等。借鉴德国版“工业 4.0”计划,中国提出了制造业顶层设计“中国制造 2025”的既定方略,以打造具有国际竞争力的制造业,提升综合国力,建设世界强国。

0.2 广义制造

广义制造是 20 世纪制造技术的重要发展,是在机械制造技术的基础上发展起来的。随着社会发展和科学进步,需要综合、融合和复合多种技术去研究和解决问题,特别是集成制造技术的问世,提出了广义制造的概念,亦称“大制造”的概念。按照这样理解,制造应包括从市场分析、经营决策、工程设计、加工装配、质量控制、销售运输、售后服务直至产品报废处理的全过程。

广义制造概念的形成过程主要有以下几方面的原因:

1.工艺与设计一体化

制造技术大体分为三个阶段:

(1)手工生产阶段 制造主要靠工匠的手艺完成,使用简单机械,如凿、劈、锯、碾和磨等,为个体及小作坊生产方式;有简单的图样,设计与工艺一体,技术水平取决于制造经验。

(2)大工业生产阶段 生产与社会进步使制造产生了大分工,设计与工艺分开。加工方法除传统加工方法,如车、钻、刨、铣和磨等外,非传统加工方法,如电子束加工、超声波加工、激光加工等均有很大发展。同时出现了以零件为对象的加工流水线和自动化生产线、以部件及产品为对象的装配流水线和自动装配线。

(3)虚拟现实工业生产阶段 为快速适应市场需求,进行高效的单件小批生产,可借助于信息、计算机技术、网络技术,采用集成制造、并行工程、计算机仿真、虚拟制造、动态联盟、协同制造、电子商务等举措,将设计与工艺高度结合,进行计算辅助设计、计算辅助工艺设计和数控加工。虚拟现实工业生产阶段采用强有力的软件,在计算机上进行系统完整的仿真,避免在生产加工中才能发现的一些问题及其造成的损失。因此,它既是虚拟的,又是现实的。

2.材料成形方法

从加工成形机理来分类,加工工艺分为去除加工、结合加工和变形加工,材料成形机理及加工方法见表 0-1。

表 0-1 材料成形机理及加工方法

分类	成形机理	加工方法
去除加工	力学加工	切削加工、磨削加工、磨粒流加工、磨料喷射加工
	电物理加工	电火花加工、电火花线切割加工、等离子体加工、电子束加工、离子束加工
	电化学加工	电解加工
	物理加工	超声波加工、激光加工
	化学加工	化学铣削、光刻加工
	复合加工	电解磨削、超声电解磨削、超声电火花电解磨削、化学机械抛光
结合加工	附着加工	离子镀、蒸镀、电镀、化学镀
	注入加工	离子束注入、渗碳、烧结、渗氮、氧化、阳极氧化
	连接加工	激光焊接、化学粘接、快速成形制造、卷绕成形制造
变形加工	冷、热流动加工	锻造、辗锻、轧制、辊压、液态模锻、粉末冶金
	黏滞流动加工	金属型铸造、压力铸造、离心铸造、熔模铸造、壳型铸造、低压铸造、负压铸造
	分子定向加工	液晶定向

(1)去除加工 去除加工是指从工件上去除一部分材料而成形的加工方法。

(2)结合加工 结合加工利用物理和化学方法将相同材料或不同材料结合在一起而成形,是一种堆积成形、分层制造方法。按照结合机理及结合强弱又可分为附着、注入和连接三种。

①附着 又称为沉积,是在工件表面上覆盖一层材料,是一种弱结合,典型的加工方法是镀。

②注入 又称为渗入,是在工件表层上渗入某些元素,与基体材料产生物化反应,以改变工件表层材料的力学性质,是一种强结合,典型的加工方法有渗碳、氧化等。

③连接 又称为结合,是将两种相同或不同材料通过物化方法连接在一起,可以是强结合,也可以是弱结合,如激光焊接、快速成形等。

(3)变形加工 变形加工又称为流动加工,是利用力、热、分子运动等手段使工件产生变形,改变其尺寸、形状和性能,如锻造、铸造等。

3. 制造模式的发展

计算机集成制造技术最早被称为计算机综合制造技术,强调技术的综合性,认为一个制造系统至少应由设计、工艺和管理三部分组成,是制造技术与计算机技术结合的产物,将计算机辅助设计、计算机辅助制造和计算机辅助管理集成,从互相联系的角度解决问题。其后在计算机集成制造技术发展的基础上出现了柔性制造、敏捷制造、虚拟制造、网络制造、智能制造和协同制造等概念以及技术和方法,强调在产品全生命周期中能并行有序地协同解决某一环节所发生的问题,强调局部与整体的关系,力求局部与整体协同解决。

4. 产品的全生命周期

制造的范畴发展成为产品的全生命周期,包括需求分析、设计、加工、销售、使用和报废等,如图 0-1 所示。

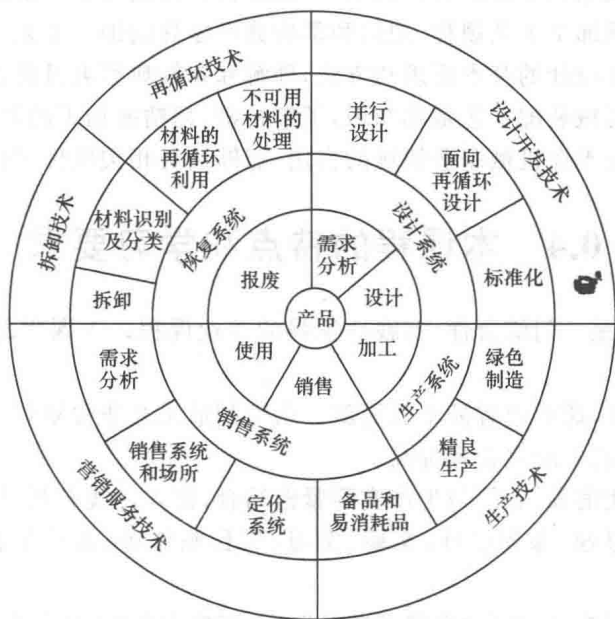


图 0-1 产品的全生命周期

0.3 本课程的研究对象及任务

在机械制造中,与产品生成直接有关的生产过程常被称为机械制造工艺过程,包括毛坯制造、零件加工、热处理、表面保护、装配等。

1. 毛坯和零件成形

金属材料毛坯和零件的成形方法通常有铸造、锻压、冲压、焊接和轧材下料等;粉末材料、工程陶瓷等通常采用压制和烧结的方法成形;工程材料常采用注塑、压塑、挤塑、吹塑等成形方法;复合材料则可采用敞开模成形、对模成形、缠绕成形等。

2. 机械加工

零件机械加工指采用切削、磨削和特种加工等方法,逐步改变毛坯的形态(形状、尺寸和表面质量),使其成为合格零件的过程。

3. 材料改性与处理

材料改性与处理通常指零件热处理及电镀、氧化膜、涂装、热喷涂等表面保护工艺。这些工艺过程的功用是改变零件的整体、局部或表面的金相组织及物理力学性能,使其具有符合要求的强韧性、耐蚀性及其他特种性能。

4. 机械装配

机械装配是把零件按一定关系和要求连接在一起,组合成部件和整台机械产品的过程。它通常包括零件固定、连接、调整、平衡、检验和试验等工作。

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。

本课程的主要任务如下:

- (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)学会制定机械加工工艺规程,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)理解和掌握机械装配工艺基础知识,了解精密、超精密加工的基本知识。
- (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。

0.4 本课程的特点和学习要求

机械制造工艺学是一门综合性、实践性很强的专业课程。本课程的特点可以归纳为以下几点:

(1)随着科技进步,课程内容需不断更新。由于制造工艺非常复杂,影响因素很多,课程在理论上和体系上正在不断完善和提高。

(2)课程的实践性很强,必须与生产实际紧密结合,深入一线有利于本课程的学习。

(3)课程内容有习题、课程设计、实验、实习、项目制作等,各环节相互配合,形成一个整体。

(4)在学习本课程前,应具备“金属工艺学”、“金工实习”、“互换性与技术测量基础”、“金属切削原理与刀具”等相关知识。在学习过程中注意总结并与前面相关知识融会贯通。

学习要求如下:

(1) 注意掌握基本概念,如工件在加工时的定位、尺寸链的产生,加工精度和加工表面质量等。

(2) 注意学习一些基本方法,如工艺尺寸链和装配尺寸链的方法、制定零件加工工艺过程和装配工艺过程的方法、夹具设计与方法等,通过项目、课程设计等环节加深理解。

(3) 注意和实际相结合,重视实践环节的学习,提高知识的应用能力和解决实际问题的能力。

(4) 注意学习的灵活性。对同一个零件,在工艺设计上可能有多种方案,生产过程必须根据具体条件灵活运用理论知识,选择最佳方案。

(5) 不断学习先进的科学技术,更新知识积累。

本课程仅涉及工艺理论中最基本内容,不管工艺水平发展到何种程度,都与这些基本内容有着密切的关系,掌握机械制造工艺的基本知识方法,为今后的工作实践中不断提高分析和解决工程实际问题的能力打好基础。

思考与练习

0-1 试论述机械制造技术的发展过程。

0-2 试简述广义制造的含义。

0-3 什么是机械制造工艺过程? 机械制造工艺过程主要包含哪些内容?

0-4 从材料成形机理来分析,加工工艺方法可分为哪几类?

第1章

机械制造基本知识

工程案例

如图 1-0 所示阶梯轴零件,材料为 45 钢,单件小批生产,淬火硬度为 40~45HRC,根据零件设计及技术要求应如何合理安排该零件的工艺过程? 制定工艺过程应依据哪些因素? 通过本章学习掌握机械加工的基础知识和基本理论,找到解决问题的途径。

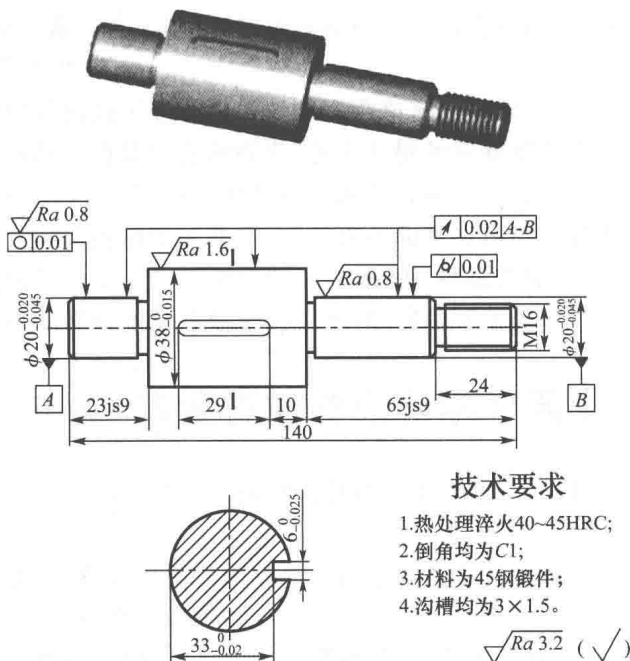


图 1-0 阶梯轴

【学习目标】

1. 掌握机械加工工艺过程的概念及组成。
2. 掌握基准与装夹的概念、定位原理与定位方法。

1.1 机械制造工艺过程

1.1.1 机械加工工艺过程及组成

工艺是指制造产品的技巧、方法和程序。机械制造过程中,凡是直接改变零件形状、尺寸、相对位置和性能等,使其成为成品或半成品的过程,均称为机械制造工艺过程。机械加工系统由机床、夹具、刀具和工件组成。

表 1-1 所示为图 1-0 所示阶梯轴单件小批加工工艺过程。由表 1-1 可以看出,机械加工工艺过程由按一定顺序排列的若干工序组成,每道工序又可细分为安装、工位、工步及走刀等。

表 1-1 阶梯轴单件生产工艺过程

工序号	工序名称及内容	设备
1	车端面,打中心孔,车外圆,切退刀槽,倒角,车螺纹	车床
2	铣键槽	铣床
3	磨外圆	磨床
4	去毛刺	钳工台

1. 工序

工序是加工工艺过程的基本单元,是指一个(或一组)工人在一个工作地点对一个(或几个)工件连续完成的那一部分工艺过程。工作地点、工人、工件与连续作业构成了工序的四个要素,若其中任何一个要素发生变化,则构成另一道工序。

一个工艺过程需要包含哪些工序,是由被加工零件的结构复杂程度、加工精度要求及生产类型所决定的,图 1-0 所示的阶梯轴因不同生产批量,就有不同的工艺过程及工序,见表 1-1 及表 1-2。

表 1-2 阶梯轴大批量生产工艺过程

工序号	工序名称及内容	设备
1	铣端面,打中心孔	铣钻联合机床
2	粗车外圆	车床
3	精车外圆,切退刀槽,倒角,车螺纹	车床
4	铣键槽	铣床
5	磨外圆	磨床
6	去毛刺	钳工台

2. 安装

在一道工序中,工件在加工位置上至少要装夹一次,但有的工件也可能会装夹多次。工件每经一次装夹后所完成的那部分工序称为安装。例如,表 1-1 的第 1 道工序,需经过两次安装才能完成其全部内容。工件在加工过程中应尽可能减少装夹次数,多一次装夹就多产生一次安装误差,且增加了装夹辅助时间。

3. 工位

为减少装夹次数,常采用多工位夹具或多轴(多工位)机床,使工件在一次安装中先后经过若干不同位置顺次进行加工。工件在机床上占据每一个位置所完成的那部分工序称为工位。图 1-1 所示工件在 1 次安装中具有 4 个工位,即装卸、钻孔、扩孔和铰孔工位,通过回转工作台使工件变换加工位置。

4. 工步

工步是工序的组成部分,指在加工表面、切削刀具和切削用量(指切削速度和进给量)均保持不变的情况下所完成的那部分工序。表 1-2 中的工序 1,需要车削 2 个端面、2 个中心孔,共 2 个工步。

批量生产中,为了提高生产率,常采用多刀多刃刀具或复合刀具同时加工零件的多个表面,这样的工步称为复合工步(图 1-2)。

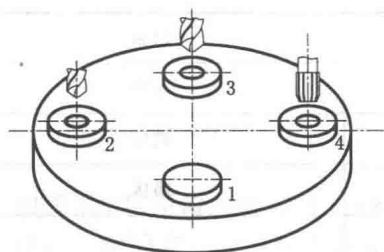
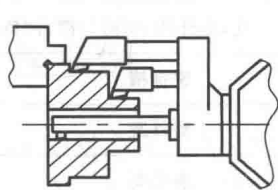
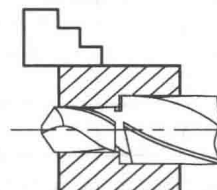


图 1-1 多工位加工

1—装卸工件;2—钻孔;3—扩孔;4—铰孔



(a) 立轴转塔车床的一个复合工步



(b) 钻孔、扩孔复合工步

图 1-2 复合工步

5. 走刀

在同一加工表面因加工余量较大,可分几次工作进给,每次工作进给所完成的工步称为一次走刀。

1.2 生产纲领与生产类型

1.2.1 生产纲领

生产量是根据市场需求量与本企业的生产能力而定的,它包括备品率和废品率,产品的年产量称为产品的生产纲领。计划期通常为一年,零件的年生产纲领 N 的计算公式为

$$N = Qn(1 + A + B) \quad (1-1)$$

式中 Q ——产品年产量,件/年;

N ——每台产品中该零件的数量,件/台;

A ——备品率,%;

B ——废品率,%。

1.2.2 生产类型

生产类型是指企业(或车间)生产专业化程度的分类。目前,生产类型分为单件生产、成批生产、大量生产三种类型,划分生产类型的参考数据见表 1-3。不同的生产类型有不同的工艺特点,需要采用不同的加工工艺、工艺装备及生产组织形式,各生产类型的工艺特点见表 1-4。

表 1-3 生产类型的划分依据

生产类型		零件年产量/件		
		重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产		≤5	≤10	≤100
成批生产	小批	5~100	10~200	100~500
	中批	100~300	200~500	500~5 000
	大批	300~1 000	500~5 000	5 000~50 000
大量生产		>1 000	>5 000	>50 000

表 1-4 各生产类型的工艺特点

工艺过程特点	单件小批生产	成批生产	大量生产
零件互换性	一般配对制造； 广泛应用调整法或修配法	大部分有互换性； 少数用钳工修配	全部有互换性； 某些精度较高的配合件采用分 组装配法
毛坯制造方法及加工余量	型材锯床、热切割下料； 手工木模砂型铸造； 自由锻造； 弧焊； 冷作； 毛坯精度低，加工余量大	型材下料； 砂型铸造； 模锻； 弧焊； 冲压； 毛坯精度中等，加工余量中等	型材剪切； 金属模机器造型； 模锻生产线； 压焊、弧焊生产线； 多工位冲压、冲压生产线； 毛坯精度高，加工余量小
机床设备	通用机床	部分通用机床和部分专用 机床	广泛采用高生产率的专用机床 及自动机床
工艺装备	通用夹具、刀具及量具，靠划 线及试切法达到精度要求	较多采用夹具、专用刀具及专 用量具，部分靠找正装夹达到 精度要求	广泛采用高生产率的专用夹具、 刀具和量具，用调整法达到精度 要求
对工人的要求	高	一般	对操作工人要求较低，对调整工 人要求较高
工艺规程	有简单的加工工艺过程卡	有详细的工艺过程卡及部分 关键工序的工艺卡	有详细的工艺过程卡和工艺卡

随着技术的进步和市场需求的变换，生产类型的划分正在发生深刻的变化，传统大批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不能跟上市场需求，因此各种生产类型都朝着柔性化的方向发展，多品种中小批量的生产方式成为当今社会主流。随着“工业 4.0”时代的到来，未来将趋于个性化生产，人人都是创客。

1.3 工件的基准与定位

1.3.1 基 准

基准是指用来确定工件几何要素间的几何关系所依据的点、线、面。它是几何要素之间位置尺寸标注、计算和测量的起点。根据基准的用途不同,可分为设计基准和工艺基准两大类。

1.设计基准

设计图样上所采用的基准称为设计基准。图 1-3(a)中,中心线是 $\phi 30H7$ 内孔、 $\phi 48$ mm 齿轮分度圆和 $\phi 50h8$ 齿顶圆的设计基准。图 1-3(b)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。

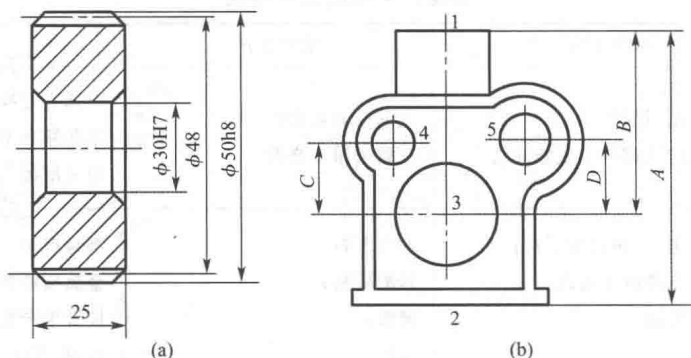


图 1-3 设计基准示例

2.工艺基准

工艺过程中所采用的基准称为工艺基准。工艺基准按照用途不同分为工序基准、定位基准、测量基准和装配基准。

(1) 工序基准 在工序图上用来标注被加工表面尺寸和相互位置的基准称为工序基准。图 1-4 所示的工件,加工表面为 ϕD 孔,要求中心线与 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 加工过程中用来确定工件在机床或夹具中正确位置的基准称为定位基准。定位基准分为粗基准和精基准。

以定位支座零件加以说明,定位支座零件如图 1-5 所示。

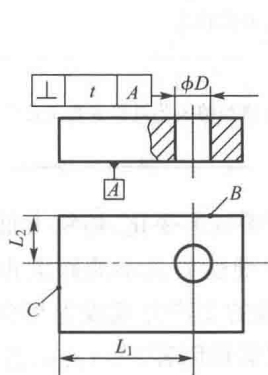


图 1-4 工序基准示例

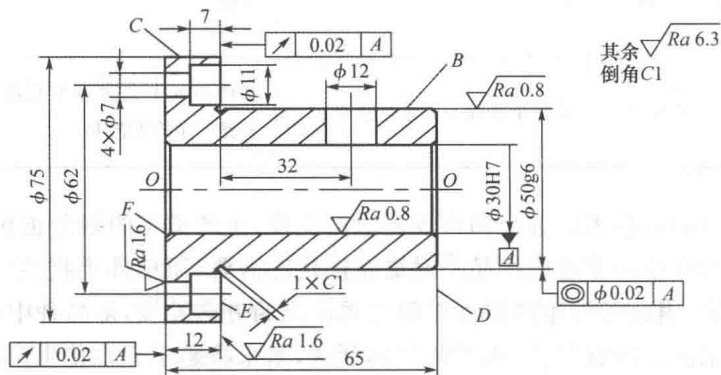


图 1-5 定位支座零件