

机械类“3+4”贯通培养规划教材

机械制造工艺与夹具

主 编 李长河 王玉玲

主 审 刘贵杰



科学出版社

机械类“3+4”贯通培养规划教材

机械制造工艺与夹具

主 编 李长河 王玉玲

副主编 韩志光 纪合聚

刁玉臣 柳先知

主 审 刘贵杰



科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是按照高等学校机械类“3+4”贯通培养本科专业规范、培养方案和课程教学大纲的要求,结合山东省本科教学质量与教学改革工程项目(项目名称:以工程素质培养和创新能力提升为核心的“3+4”中职-本科对口贯通分段培养模式的探索与实践;“三三三”卓越工程人才培养模式构建与实施)、山东省高水平应用型立项建设专业(群)项目以及编者所在学校的教育教学改革、课程改革经验编写而成的。全书主要内容包括绪论、机械加工工艺规程设计、机床夹具设计原理、典型零件的加工过程分析、机械加工精度及其控制、机械加工表面质量及其控制、机器装配工艺规程设计等内容。每章后面附有习题与思考题。

本书在教学内容上可针对不同的专业进行取舍,理顺了与前导课程、后续课程之间相互支撑的关系,整合了课程体系内容重叠的部分,落实了知识盲点的讲解。本书十分重视学生获取知识、分析问题及解决工程技术问题能力的培养,特别注重学生工程素质与创新能力的提高。为此在本书的编写内容上既注重理论密切联系生产实际,又介绍了机械制造的新技术、新工艺。

本书可作为高等学校机械类、近机类各专业的教材和参考书,也可作为高职类工科院校及机械工程技术人员的学习参考书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造工艺与夹具/李长河,王玉玲主编. —北京:科学出版社,2019.5
机械类“3+4”贯通培养规划教材
ISBN 978-7-03-061025-6

I. ①机… II. ①李… ②王… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 ②机床夹具—高等学校—教材 IV. ①TH16 ②TG75

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第069020号

责任编辑:邓 静 张丽花 王晓丽 / 责任校对:王 瑞
责任印制:张 伟 / 封面设计:迷底书装

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年5月第一版 开本:787×1092 1/16

2019年5月第一次印刷 印张:15 1/4

字数:362 000

定价:59.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



机械类“3+4”贯通培养规划教材

编 委 会

主 任：李长河

副主任：赵玉刚 刘贵杰 许崇海 曹树坤

韩加增 韩宝坤 郭建章

委 员 (按姓名拼音排序)：

安美莉 陈成军 崔金磊 高婷婷

贾东洲 江京亮 栗心明 刘晓玲

彭子龙 滕美茹 王 进 王海涛

王廷和 王玉玲 闫正花 杨 勇

杨发展 杨建军 杨月英 张翠香

张效伟

前 言

“机械制造工艺与夹具”课程是机械工程专业的一门综合性很强的专业必修课程。为学生从事机械产品的设计、制造、运用、维修和管理打下良好基础，本课程重点培养学生了解和运用机械工程基本知识的能力、机械加工技术应用能力、工艺实施应用能力。课程的主要任务是向学生讲授零件从毛坯到合格产品的主要过程、方法等知识，加强学生工艺理论研究、工装设计开发、先进制造工艺探讨和应用等方面的能力，并培养学生分析问题和解决问题的能力。

本书是根据高等学校机械类“3+4”贯通培养“机械制造工艺与夹具”课程教学大纲要求，按照近几年来全国高等学校教学改革的有关精神，结合编者多年教学实践并参照国内外有关资料和书籍编写而成的。全书突出体现了以下特点。

(1)紧密结合教学大纲，在内容上注重加强基础、突出能力的培养，做到系统性强、内容少而精。

(2)体现了机械制造理论与实践相结合，以零件和机器装配工艺设计为主线，全面讲述了生产过程和工艺过程等基本概念、机械加工工艺规程设计、机床夹具设计原理、典型零件的加工过程分析、机械加工精度及其控制、机械加工表面质量及其控制、机器装配工艺规程设计等内容。能综合运用已学过的知识进行加工方法的选择，保证加工精度和表面质量的要求，既有传统机械制造的基础知识，又有新技术、新工艺在机械制造领域的应用和发展，特色明显。

(3)为适应机械制造学科的进步和发展形势需要，各章内容贯穿了制造系统的思想，同时考虑到扩大知识面，适当加入了制造业发展的历程、制造业对国民经济发展的贡献、制造业的变革及挑战等反映国内外新成果、新技术的内容。

(4)全书采用最新国家标准及法定计量单位。

(5)为方便学生自学和进一步理解课程的主要内容，在各章后均编入了一定数量的习题，做到理论联系实际，学以致用。

本书由青岛理工大学李长河、王玉玲主编，山东欧泰隆重工有限公司韩志光、青岛东佳纺机(集团)有限公司纪合聚、青岛华瑞汽车零部件股份有限公司刁玉臣、青岛海科佳电子设备制造有限公司柳先知任副主编。本书第1章由李长河编写，第2章由纪合聚编写，第3章由李长河、柳先知编写，第4章由柳先知编写，第5章由王玉玲编写，第6章由刁玉臣编写，第7章由韩志光编写。全书由李长河统稿和定稿。

本书承蒙中国海洋大学刘贵杰教授主审。刘贵杰教授提出了许多宝贵的建议，在此表示衷心的感谢。

在本书编写过程中得到了许多专家、同仁的大力支持和帮助，参考了许多教授、专家的有关文献，在此也一并向他们表示衷心的感谢。

本书的出版得到了科学出版社和青岛理工大学的大力支持，在此表示衷心感谢！

由于编者的水平和时间有限，书中难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2019年1月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 机械产品生产过程和工艺过程	1
1.1.1 制造的相关概念	1
1.1.2 生产过程和工艺过程	2
1.1.3 工艺过程的组成	3
1.1.4 生产类型及其对工艺过程的影响	5
1.2 零件获得方法	7
1.2.1 零件成型方法分类	7
1.2.2 零件加工方法分类	8
1.3 机械制造装备与工艺系统	10
1.4 制造业发展的历程	10
1.4.1 制造业的三个发展阶段	10
1.4.2 工业革命的演化进程	11
1.4.3 中国制造 2025	13
1.5 制造业对国民经济发展的贡献	15
1.6 制造业的变革及挑战	17
1.7 机械制造工艺的主要任务	19
1.8 机械制造工艺与夹具课程的主要内容	20
习题与思考题	21
第 2 章 机械加工工艺规程设计	22
2.1 机械加工工艺规程基本概念	22
2.2 加工工艺分析及毛坯选择	25
2.2.1 工艺分析	25
2.2.2 毛坯选择	30
2.3 工件加工时的定位和基准的选择	31
2.3.1 基准的概念	31
2.3.2 基准的选择	31
2.4 加工经济精度与加工方法的选择	34
2.4.1 加工经济精度	34
2.4.2 加工方法的选择	35
2.5 典型表面的加工路线	37
2.5.1 外圆表面的加工路线	37
2.5.2 孔的加工路线	39

2.5.3 平面的加工路线	42
2.6 加工阶段的划分及工序的集中与分散	43
2.6.1 加工阶段的划分	43
2.6.2 工序的集中与分散	44
2.7 工序顺序的安排与工艺装备的选择	45
2.8 加工余量、工序尺寸及公差确定	47
2.8.1 加工余量概述	47
2.8.2 影响加工余量的因素	48
2.8.3 加工余量的确定方法	49
2.8.4 工序尺寸与公差确定	49
2.9 时间定额和劳动生产率	50
2.9.1 时间定额	50
2.9.2 提高劳动生产率的工艺途径	51
2.10 工艺方案的技术经济分析	52
2.10.1 工艺成本组成	52
2.10.2 工艺方案的经济评比	53
2.11 工序尺寸和工艺尺寸链计算	54
2.11.1 尺寸链的概念和组成	54
2.11.2 尺寸链极值法计算基本公式	56
2.11.3 工艺尺寸链问题的解题步骤	57
2.11.4 工艺尺寸链的应用	57
2.12 计算机辅助工艺规程设计	59
2.12.1 概述	59
2.12.2 CAPP 的组成及基本技术	60
2.12.3 CAPP 的类型及基本原理	61
2.12.4 CAPP 的发展方向和特点	64
2.13 其他计算机辅助提高劳动生产率的加工方法	65
2.13.1 计算机辅助制造	65
2.13.2 计算机集成制造系统	67
2.13.3 柔性制造系统	73
习题与思考题	75
第 3 章 机床夹具设计原理	78
3.1 机床夹具概述	78
3.2 工件在夹具中的定位	81
3.2.1 工件在夹具中定位的目的	81
3.2.2 工件定位基本原理	81
3.2.3 工件定位时的几种情况	84
3.2.4 定位方式及定位元件	86

3.3 定位误差的分析与计算	91
3.3.1 定位误差分析	91
3.3.2 典型定位方式的定位误差计算	92
3.4 工件在夹具中的夹紧	97
3.4.1 对工件夹紧装置的基本要求	97
3.4.2 夹紧力的确定	97
3.4.3 典型夹紧机构	99
3.4.4 夹紧的动力装置	102
3.5 各类机床夹具	103
3.5.1 钻床夹具	103
3.5.2 镗床夹具	107
3.5.3 铣床夹具	108
3.5.4 车床夹具	109
3.5.5 组合夹具	110
3.5.6 数控机床夹具	111
3.6 机床夹具的设计步骤与方法	112
习题与思考题	115
第4章 典型零件的加工过程分析	117
4.1 轴类零件的加工过程分析	117
4.1.1 轴类零件的材料、热处理与毛坯	117
4.1.2 轴类零件的精度和表面粗糙度	118
4.1.3 轴类零件加工的主要工艺问题	118
4.1.4 轴类零件的加工过程案例分析	120
4.2 箱体类零件的加工过程分析	123
4.2.1 箱体类零件的材料及毛坯	123
4.2.2 箱体类零件加工的主要工艺问题	123
4.2.3 箱体类零件的加工过程案例分析	124
4.3 盘套类零件的加工过程分析	127
4.3.1 盘套类零件的材料及毛坯制造	127
4.3.2 圆柱齿轮加工的主要工艺问题	128
4.3.3 圆柱齿轮的加工过程案例分析	130
习题与思考题	131
第5章 机械加工精度及其控制	132
5.1 概述	132
5.1.1 机械加工精度	132
5.1.2 影响机械加工精度的机械加工误差	134
5.1.3 研究加工精度的目的与方法	136

5.2	加工原理误差	137
5.3	工艺系统的几何误差对加工精度的影响	138
5.3.1	机床误差	138
5.3.2	夹具的制造误差及磨损	147
5.3.3	刀具的制造误差及磨损	147
5.3.4	调整误差	148
5.4	工艺系统的受力变形对加工精度的影响	149
5.4.1	工艺系统刚度的概念	149
5.4.2	工艺系统刚度计算	150
5.4.3	工艺系统刚度对加工精度的影响	150
5.4.4	机床部件刚度	156
5.4.5	减少工艺系统受力变形对加工精度的影响	159
5.4.6	残余应力对工件变形的影响	160
5.5	工艺系统热变形对加工精度的影响	162
5.5.1	概述	162
5.5.2	工件热变形对加工精度的影响	164
5.5.3	刀具热变形对加工精度的影响	165
5.5.4	机床热变形对加工精度的影响	166
5.5.5	减少工艺系统热变形对加工精度影响措施	168
5.6	加工误差的统计分析	169
5.6.1	加工误差的性质	170
5.6.2	分布图分析法	170
5.6.3	点图分析法	179
5.7	保证和提高加工精度的主要途径	181
5.7.1	误差预防技术	182
5.7.2	误差补偿技术	184
	习题与思考题	186
第 6 章	机械加工表面质量及其控制	188
6.1	表面质量对零件使用性能的影响	188
6.2	表面粗糙度的影响因素及其控制	190
6.2.1	影响切削加工表面粗糙度的主要因素及其控制	190
6.2.2	影响磨削加工表面粗糙度的主要因素及其控制	191
6.2.3	减小表面粗糙度值的加工方法	193
6.3	影响表面物理力学性能的因素及其控制	194
6.3.1	表面层的加工硬化	195
6.3.2	加工表面金相组织变化和磨削烧伤	196
6.3.3	表面层的残余应力	198
6.3.4	提高和改善零件表面层物理力学性能的措施	199

6.4	机械加工中的振动	200
6.4.1	工艺系统的振动简介	200
6.4.2	强迫振动及其控制	200
6.4.3	自激振动及其控制	201
	习题与思考题	206
第7章	机器装配工艺规程设计	207
7.1	装配过程概述	207
7.2	装配尺寸链的分析与计算	209
7.3	保证装配精度的装配方法	214
7.3.1	互换装配法	214
7.3.2	选择装配法	217
7.3.3	修配装配法	218
7.3.4	调整装配法	220
7.4	装配工艺规程的制定	223
7.5	机器结构的装配工艺性评价	226
	习题与思考题	228
	参考文献	230

第1章 绪 论

本章知识要点

通过本章的讲授,使学习者了解机械制造工程学科的发展,掌握生产过程、生产类型、工艺过程、工艺系统及工艺特点的内涵。了解零件获得方法,制造业的变革及挑战,制造业对国民经济发展的贡献以及制造业发展的历程等内容。

本章主要内容

- (1) 机械产品生产过程和工艺过程。
- (2) 零件获得方法。
- (3) 机械制造装备与工艺系统。
- (4) 制造业的变革及挑战。
- (5) 制造业对国民经济发展的贡献。
- (6) 制造业发展的历程。
- (7) 机械制造工艺的主要任务。

探索思考

生产类型不同,工件的装夹方法和对操作工人平均技术水平要求有何不同?请举例说明。

1.1 机械产品生产过程和工艺过程

1.1.1 制造的相关概念

1. 制造

制造是人类所有经济活动的基石,是人类历史发展和文明进步的动力。

狭义的定义:制造是机电产品的机械加工工艺过程。

广义的定义:制造是涉及制造工业中产品设计、物料选择、生产计划、生产过程、质量保证、经营管理、市场销售和服务的一系列相关活动与工作的总称。

2. 制造技术

制造技术是指按照人们所需的目的,运用知识和技能,利用客观物资工具,将原材料物化为人类所需产品的工程技术,即使原材料成为产品而使用的一系列技术的总称。

3. 制造过程

制造过程是指产品设计、生产、使用、维修、报废、回收等的全过程，也称为产品生命周期。

4. 制造业

制造业是指将制造资源(物料、能源、设备、工具、资金、技术、信息和人力等)利用制造技术，通过制造过程，转化为供人们使用或利用的工业品或生活消费品的行业。

5. 机械制造系统

机械制造系统是制造业的基本组成实体，由完成机械制造过程所涉及的硬件(物料、设备、工具、能源等)、软件(制造理论、工艺、技术、信息和管理等)和人员(技术人员、操作工人、管理人员等)组成，是通过制造过程将制造资源(原材料、能源等)转变为产品(包括半成品)的有机整体。

机械制造系统的功能是将输入制造系统的资源(原材料、能源、信息、人力等)通过制造过程输出产品，其结构由硬件、软件和人员组成，并包括了市场分析、产品策划、开发设计、生产组织准备、原材料准备及储存、毛坯制造、零件加工、机器装配、质量检验以及许多其他与之相关的各个环节的生产全过程。机械制造系统如图 1-1 所示，系统中的物料流、信息流和能量流之间是相互联系、相互影响的，是一个不可分割的整体。

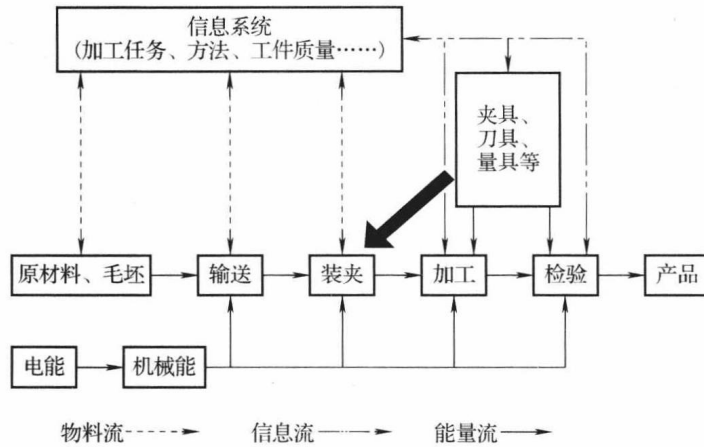


图 1-1 机械制造系统图

根据考察研究的对象不同，一个工厂、一个车间、一条生产线甚至一台机床，都可以看作不同层次的机械制造系统。包括一台机床的机械制造系统是单级制造系统，包括多台机床的机械制造系统是多级制造系统。

1.1.2 生产过程和工艺过程

从原材料(或半成品)进厂到把成品制造出来的一系列相互关联的劳动过程的总和统称为生产过程，它包括原材料的运输保管、把原材料做成毛坯、把毛坯做成机器零件、把机器零件装配成机器、检验、试车、油漆、包装等。生产过程和狭义的制造概念一致。

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，包括毛坯制造、零件加工、热处理、质量检验和机器装配等。而为保证工艺过程正常进行所需要的刀具、夹具制造，机床调整维修等则属于辅助过程。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。在工艺过程中，以机械加工方法按一定顺序逐步地改变毛坯形状、尺寸、表面性质，直至成为合格零件的过程称为机械加工工艺过程。生产过程、工艺过程、辅助过程和机械加工工艺过程的关系如图 1-2 所示。

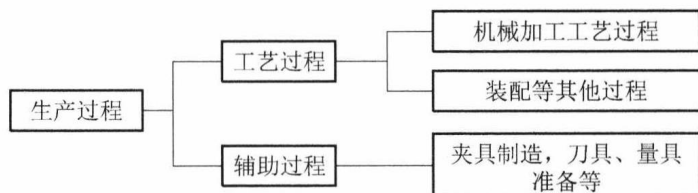


图 1-2 生产过程的组成

1.1.3 工艺过程的组成

机械加工工艺过程由若干个工序组成，每一个工序又可分为安装、工位、工步和走刀。

1. 工序

一个工人(或一组工人)在一个工作地点对同一工件(或同时对几个工件)所连续完成的工艺过程，称为工序。工序是工艺过程的基本组成部分，工序是制定生产计划和进行成本核算的基本单元。

在工序的定义中，强调工人、工作地点和被加工工件三者都不能改变，且连续完成，若有其一变化或不是连续完成，则应成为另一个工序。例如，图 1-3 所示的阶梯轴筒图，如果各个表面都需要进行机械加工，则根据生产类型的不同，采用不同的工艺方案进行加工。对于单件小批生产类型，可按表 1-1 方案进行加工；如果属于大批大量生产，则应用表 1-2 方案加工。因此，同一个零件，同样的加工内容可以有不同的工序安排。

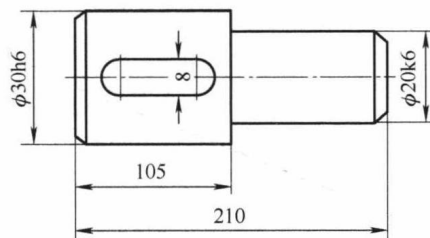


图 1-3 阶梯轴

表 1-1 单件小批生产的工艺过程

工序	内容	设备
10	车小端面，钻中心孔，车小外圆及倒角；调头车大端面，钻中心孔，车大外圆及倒角	车床
20	铣键槽，去毛刺	铣床

表 1-2 大批大量生产的工艺过程

工序	内容	设备
10	车小端面，钻中心孔，车小外圆及倒角	车床
20	车大端面，钻中心孔，车大外圆及倒角	车床
30	铣键槽	铣床
40	去毛刺	钳工台

在零件加工工艺过程中通常还包括检验、打标记等一些虽然不改变零件形状、尺寸和表面性质，但却对工艺过程的完成有直接影响的工序，这些工序一般称为辅助工序。

2. 安装

在机械加工的工艺过程中，使工件在机床或夹具中占据某一正确位置并被夹紧的过程，称为安装。在一道工序中，可能只需一次安装，也可能进行多次安装。例如，表 1-1 中的工序 10 进行两次装夹才能完成全部工序内容，而表 1-2 中的工序 20 则需一次装夹就能完成所加工的工序内容。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，有时为了减少由多次装夹带来的误差及时间损失，往往采用转位工作台或转位夹具。在工件的一次安装中，工件相对于机床(或刀具)每占据一个确切加工位置称为工位。图 1-4 为利用转塔车床的转塔刀架、前后刀架依次进行粗车外圆、钻中心孔、钻孔、挖槽、内孔倒角、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。采用多工位加工可以减少工件的安装次数，从而缩短工时，提高工作效率。

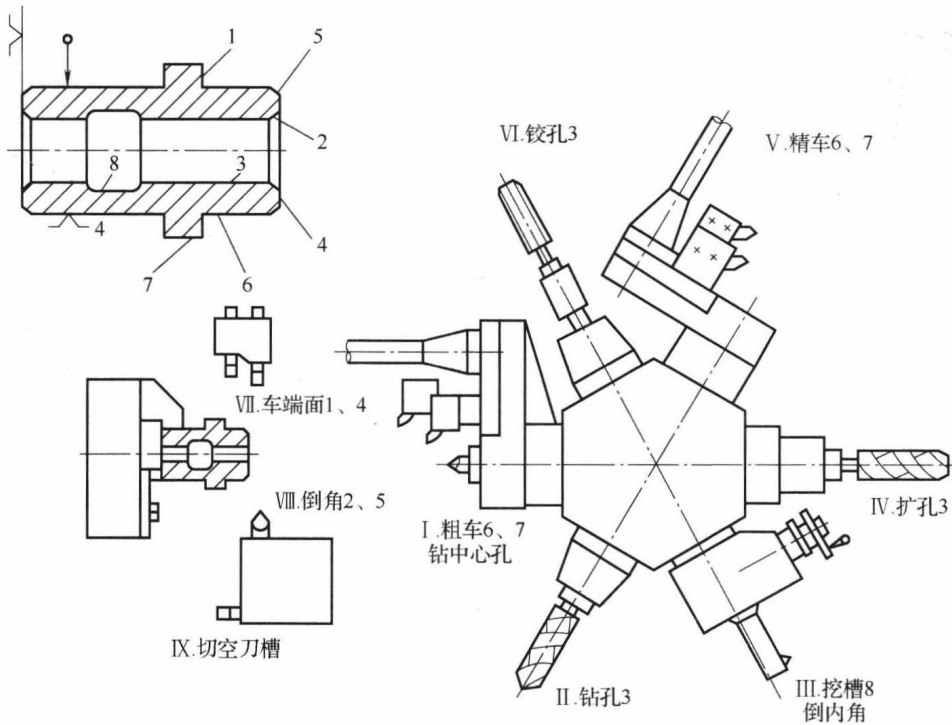


图 1-4 多工位加工

4. 工步

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工艺过程，称为一个工步。在一个工序(或一次安装或一个工位)中可以完成一个或几个工步。例如，图 1-5 为底座零件的孔加工工序，在一个工序(一次安装或一个工位)完成钻孔、扩孔和铰孔三个工步。因此，若在加工表面、切削刀具和切削用量中只要有一个要素改变，就不能认为是同一个工步。转塔自动车床转塔每转换一个加工位置，切削刀具、加工表面及车床转速和进给量一般都发生变化，这样就构成了不同的工步，如图 1-4 所示。

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待加工表面，这也可看作一个工步，并称为复合工步，图 1-6 中为复合工步的加工实例。

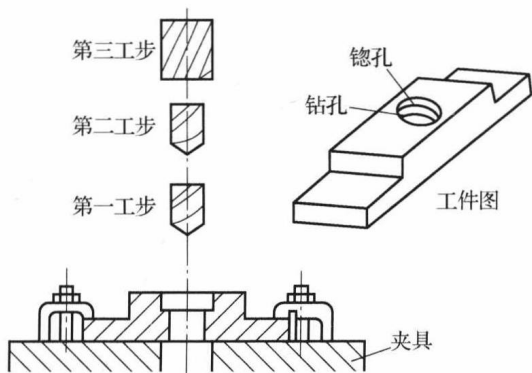


图 1-5 底座孔的多工步加工

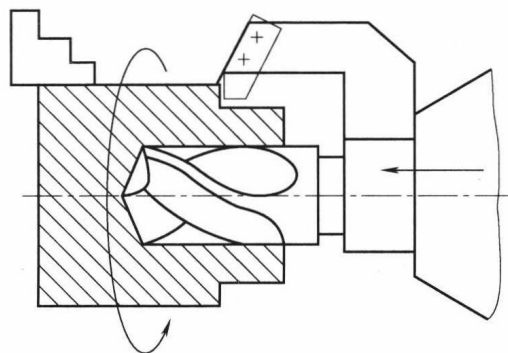


图 1-6 复合工步加工

5. 走刀

在一个工步中，由于加工余量较大，需要用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。图 1-7 所示表面分两次切削就是两次走刀。

综上所述，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，一个工步可能有几次走刀。

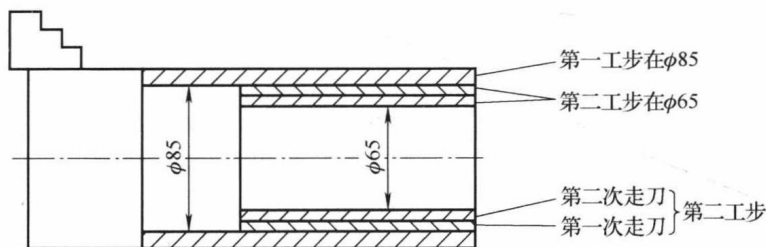


图 1-7 棒料多次走刀加工

1.1.4 生产类型及其对工艺过程的影响

机械加工工艺受到生产类型的影响。各种机械产品的结构、技术要求等差异很大，但它们的制造工艺则存在着很多共同的特征。这些共同的特征取决于企业的生产类型，而企业的生产类型又由企业的生产纲领决定。

1. 生产纲领

生产纲领是指企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划。计划期常定为一年，所以年生产纲领也称年产量。

零件的生产纲领要计入备品和废品的数量，可按式(1-1)计算：

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

式中， N 为生产纲领，件/年； Q 为产品的年产量，台/年； n 为每台产品中该零件的数量，件/台； α 为备品的百分率； β 为废品的百分率。

2. 生产类型

生产类型是指企业(或车间、工段、班组、工作地)生产专业化程度的分类。根据零件的生产纲领或生产批量可以划分出不同的生产类型：单件小批生产、成批生产、大量生产。

(1)单件生产。基本特点是生产的产品品种繁多，每种产品仅制造一个或少数几个，少重复生产。重型机械制造、专用设备制造、新产品试制等都属于单件生产。

(2)成批生产。基本特点是一年中分批次生产相同的零件,生产呈周期性重复。机床、工程机械、液压传动装置等许多标准通用产品的生产都属于成批生产。

(3)大量生产。基本特征是同一产品的生产数量很大,通常是同一工作地长期进行同一种零件的某一道工序的加工。汽车、拖拉机、轴承等的生产都属于大量生产。

对于成批生产而言,每一次投入或产出的同一产品(或零件)的数量简称批量。批量可根据年产量及一年中的生产批数计算确定。一年的生产批数根据用户的需要、零件的特征、流动资金的周转、仓库容量等具体情况确定。在一定的范围内,各种生产类型之间并没有十分严格的界限。按批量的多少,成批生产又可分为小批、中批和大批生产三种。在工艺上,小批生产和单件生产相似,常合称为单件小批生产;大批生产和大量生产相似,常合称为大批大量生产。生产类型的具体划分,可根据生产纲领和产品及零件的特征或工作地每月担负的工序数确定,如表 1-3 所示。

在生产过程中,习惯性地将生产类型称为单件小批生产、成批生产、大批大量生产三种。

表 1-3 生产类型和生产纲领的关系

生产类型	生产纲领/(件/年或台/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	20~40
中批生产	500~5000	150~500	100~300	10~20
大批生产	5000~50000	500~5000	300~1000	1~10
大量生产	>50000	>5000	>1000	1

表 1-3 中的轻型、中型和重型零件可参考表 1-4 所列数据确定。

表 1-4 不同机械产品的零件质量型别

机械产品类别	零件的质量/kg		
	轻型零件	中型零件	重型零件
电子机械	≤4	4~30	>30
机床	≤15	15~50	>50
重型机械	≤100	100~2000	>2000

根据上述划分生产类型的方法可以发现,同一企业或车间可能同时存在几种生产类型的生产。判断企业或车间的生产类型,应根据企业或车间中占主导地位的工艺过程的性质来确定。随着科学技术的发展和市场需求的变化及竞争的加剧,产品更新换代的周期越来越短、产品向多样化、个性化发展,制造业中单件或多品种、小批量生产占多数并有逐渐增加的趋势。

3. 各种生产类型的工艺特征

生产批量不同时,采用的工艺过程也有所不同。一般对于单件小批量生产,只需制定一个简单的工艺路线;对于大批量生产,则应制定一个详细的工艺规程,对每个工序、工步和工作过程都要进行设计和优化,并在生产中严格遵照执行。详细的工艺规程,是工艺装备设计制造的依据。

为了获得最佳的经济效益,对于不同的生产类型,其生产组织、生产管理、车间管理、毛坯选择、设备工装、加工方法和操作者的技术等级要求均有所不同,具有不同的工艺特点,各种生产类型的工艺特征见表 1-5。

表 1-5 中一些项目的结论都是在传统的生产条件下归纳的。由于大批大量生产采用专用高效设备及工艺装备,因而产品成本低,但往往不能适应多品种生产的要求;而单件小批生产由于采用通用设备及工艺装备,因而容易适应品种的变化,但产品成本高,有时还跟不上市场的需求。因此,目前各种生产类型的企业既要适应多品种生产的要求,又要提高经济效益,它们的发展趋势是既要朝着生产过程柔性化的方向发展,又要上规模、扩大批量,以提高经济效益。成组技术为这种发展趋势提供了重要的基础,随着成组技术的应用和数控机床的普及,各种生产类型下的工艺特征也在发生着相应的变化,各种现代先进制造技术也都是在这种要求下应运而生的。

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	成批	大批大量
零件的互换性	配对制造,互换性低,多采用钳工修配	多数互换,部分试配或修配	全部互换,高精度偶件采用分组装配、配磨
毛坯的制造方法及加工余量	自由锻造,木模手工造型;毛坯精度低,余量大	部分采用模锻、金属模造型;毛坯精度及余量中等	广泛采用模锻、机器造型等高效方法;毛坯精度高,加工余量小
机床设备及布置形式	通用机床按机群式排列;部分采用数控机床及柔性制造单元	通用机床和部分专用机床及高效自动机床,机床按零件类别分工段排列	广泛采用自动机床、专用机床,采用自动线或专用机床流水线排列
夹具及尺寸保证	通用夹具、标准附件或组合夹具;画线试切保证尺寸	通用夹具,专用或成组夹具;定程法保证尺寸	高效专用夹具;定程及自动测量控制尺寸
刀具与量具	通用刀具,标准量具	专用或标准刀具、量具	专用刀具、量具,自动测量
对工人的要求	需要技术熟练的工人	需要一定熟练程度的技术工人	对操作工人的技术要求较低,对调整工人的技术要求较高
工艺规程	编制简单的工艺过程卡片	编制详细的工艺规程及关键工序的工序卡片	编制详细的工艺规程、工序卡片、调整卡片
生产率	用传统加工方法,生产率低,用数控机床可提高生产率	中等	高
成本	较高	中等	低
发展趋势	采用成组工艺、数控机床、加工中心及柔性制造单元	采用成组工艺、柔性制造系统或柔性自动线	用计算机控制的自动化制造系统、车间无人工厂,实现自适应控制

1.2 零件获得方法

1.2.1 零件成型方法分类

任何机械产品都是由许多单个零件装配而成的,零件制造是机械制造的基础。根据加工方法的机理和特点,零件成型方法可分为去除成型、结合成型和受迫成型三大类。

(1) 去除成型。去除成型又称为分离成型,是从工件上去除多余材料而成型的方法。车、铣、刨等切削加工方法,磨削、珩磨、研磨等磨粒加工方法,电火花加工、激光加工、超声波振动加工等特种加工方法,都是常见的零件去除成型方法。这一方法在机械加工中获得广泛应用。