



21世纪高职高专规划教材·机电系列

模具制造技术 ——基于工作过程

林承全 编著



清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>

内 容 简 介

本书借鉴北美 DACUM 课程开发形式和德国基于工作过程导向的课程开发方法,结合多年来课程改革的经验,综合各种因素,创新了一套可操作的,适合充分体现以学生学习为主、教师教学为辅的“学、教、做”一体化的教学模式和“行动导向”的教学方案设计,体现了“以就业为导向”的职业院校办学宗旨。

本书系统地叙述了模具制造工艺规程制定、模具零件的各种普通机械加工方法、模具零件的数控加工、模具零件的电火花成形加工和电火花线切割加工、电解加工、电铸加工、超声加工、冷挤压加工、模具装配技术、快速制模技术和模具调试与维修技术等内容。

本书可作为高等工科院校、高职高专、成人院校及民办高校模具设计与制造专业和材料成型及控制工程专业的教材,也可作为机械、机电、数控等专业的选修课教材或供从事模具设计制造的技术人员参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

模具制造技术/林承全编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2009.12
(21世纪高职高专规划教材·机电系列)

ISBN 978-7-81123-962-1

I. 模… II. 林… III. 模具-制造-高等学校? 技术学校-教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 214621 号

责任编辑:黎丹

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969

北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414

印刷者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:16 字数:400千字

版 次:2010年1月第1版 2010年1月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-962-1/TG·14

印 数:1~4 000册 定价:26.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。
投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

出版说明

高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分，它的根本任务是培养生产、建设、管理和服务第一线需要的德、智、体、美全面发展的高等技术应用型专门人才，所培养的学生在掌握必要的基础理论和专业知识的基础上，应重点掌握从事本专业领域实际工作的基本知识和职业技能，因而与其对应的教材也必须有自己的体系和特色。

为了适应我国高职高专教育发展及其对教学改革和教材建设的需要，在教育部的指导下，我们在全中国范围内组织并成立了“21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会”（以下简称“教材研究与编审委员会”）。“教材研究与编审委员会”的成员单位皆为教学改革成效较大、办学特色鲜明、办学实力强的高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院，其中一些学校是国家重点建设的示范性职业技术学院。

为了保证规划教材的出版质量，“教材研究与编审委员会”在全国范围内选聘“21 世纪高职高专规划教材编审委员会”（以下简称“教材编审委员会”）成员和征集教材，并要求“教材编审委员会”成员和规划教材的编著者必须是从事高职高专教学第一线的优秀教师或生产第一线的专家。“教材编审委员会”组织各专业的专家、教授对所征集的教材进行评选，对所列选教材进行审定。

目前，“教材研究与编审委员会”计划用 2~3 年的时间出版各类高职高专教材 200 种，范围覆盖计算机应用、电子电气、财会与管理、商务英语等专业的主要课程。此次规划教材全部按教育部制定的“高职高专教育基础课程教学基本要求”编写，其中部分教材是教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》的研究成果。此次规划教材按照突出应用性、实践性和针对性的原则编写并重组系列课程教材结构，力求反映高职高专课程和教学内容体系改革方向；反映当前教学的新内容，突出基础理论知识的应用和实践技能的培养；适应“实践的要求和岗位的需要”，不依照“学科”体系，即贴近岗位，淡化学科；在兼顾理论和实践内容的同时，避免“全”而“深”的面面俱到，基础理论以应用为目的，以必要、够用为度；尽量体现新知识、新技术、新工艺、新方法，以利于学生综合素质的形成和科学思维方式与创新能力的培养。

此外，为了使规划教材更具广泛性、科学性、先进性和代表性，我们希望全国从事高职高专教育的院校能够积极加入到“教材研究与编审委员会”中来，推荐“教材编审委员会”成员和有特色的、有创新的教材。同时，希望将教学实践中的意见与建议，及时反馈给我们，以便对已出版的教材不断修订、完善，不断提高教材质量，完善教材体系，为社会奉献更多更新的与高职高专教育配套的高质量教材。

此次所有规划教材由全国重点大学出版社——清华大学出版社与北京交通大学出版社联合出版，适合于各类高等专科学校、高等职业学校、成人高等学校及高等院校主办的二级职业技术学院使用。

21 世纪高职高专教育教材研究与编审委员会

2009 年 12 月

前 言

本书是根据教育部《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》的指示精神，结合多所院校多年的教改经验编写而成的。“职业教育的课程开发有两个重要的因素，一是课程内容选择的标准，二是课程内容排序的标准”（姜大源）。

本书主要适用于模具设计与制造专业和材料成型及控制工程专业等机械类、近机械类高等工科院校、高等职业学校、高等专科学校、成人院校各专业两年制和三年制学生的教学。主要特色如下。

1. 本教材借鉴北美 DACUM 课程开发形式和德国基于工作过程导向的课程开发方法，结合多年来课程改革的经验，综合各种因素，创新了一套可操作的，适合充分体现以学生学习为主，教师教学为辅的“学、教、做”一体化的教学模式和“行动导向”的教学方案设计，体现“就业为导向”的职业院校办学宗旨。

2. 在课程内容的选择和课程内容的排序上采用了一次脱胎换骨、颠覆性的改革，以通俗易懂的文字和丰富的图表，采用六个学习情境按基于工作过程来编写模具制造技术的全部教学内容。情境学习指南和学习工作单都是课程改革的创新之作。系统地叙述了模具制造工艺规程制定、模具零件各种普通机械加工方法、模具零件的数控加工、模具零件的电火花成形加工和电火花线切割加工、电解加工、电铸加工、超声加工、冷挤压加工、模具装配工艺、快速制模技术和模具调试与维修技术等内容。

3. 力求反映模具制造技术的基础知识、核心技术和最新成就，培养学生实际的工艺分析能力，保证模具零件的制造质量，兼顾对学生的工程实践能力的培养，在内容上注重先进性、科学性和实用性，在文字叙述上力求通俗易懂、逻辑严谨、便于教学。

4. 运用“能力分担法”，划分学习领域的内容，构成学习领域框架内的“小型”主题学习单元——学习情境。学习情境以完成工作中的某一任务为基本单位，以行动导向为教学的出发点进行教学设计，按照资讯、计划、决策、实施、检查和评价六个步骤予以实施。“能力分担法”实现知识的重构，体现了学习的均衡性、完整性和系统性。

5. 学习目标以专业对应的典型职业活动的工作能力为导向，教学过程以专业对应的典型职业活动的工作过程为导向，教学行动以“学习工作单”对应的任务资讯导向，按照这一思路来完成模具制造技术基于工作过程系统化的课程教学。

本书吸取了我们多年的教学和使用教材的经验，编写时力求教师和学生使用方便，减轻学生负担而又能保证有利于培养学生模具制造能力。

本书由林承全编著。在本书的编写过程中得到了北京交通大学出版社和编者所在单位领导的大力帮助与支持，也参考了许多国内、国外先进教材的模具制造技术的经验，在书后参考文献中列举出来，在此深表谢意。由于编者水平所限，书中可能存在错误和欠妥之

处，诚请广大读者提出宝贵意见。

本书编者的联系 E-mail: linchengquan@msn.com。

林承全

2009 年 12 月

目 录

情境 1 冲模导柱加工	1
情境学习指南 1 学会模具轴类零件加工	1
学习工作单 1.1 模具制造工艺过程	3
任务资讯 1.1 认识模具加工工艺过程	4
任务资讯 1.1.1 模具制造的生产过程	4
任务资讯 1.1.2 模具机械加工工艺过程	5
学习工作单 1.2 制定导柱加工工艺规程	8
任务资讯 1.2 模具零件加工工艺规程的制定	9
任务资讯 1.2.1 零件工艺性分析	10
任务资讯 1.2.2 毛坯的选择	13
任务资讯 1.2.3 定位基准的选择	15
任务资讯 1.2.4 零件工艺路线的拟定	18
任务资讯 1.2.5 工序设计	21
学习工作单 1.3 学会外圆的加工	27
任务资讯 1.3 外圆的加工方法及加工路线	28
任务资讯 1.3.1 车削	28
任务资讯 1.3.2 外圆的磨削	29
任务资讯 1.3.3 外圆研磨	30
任务资讯 1.3.4 外圆的加工工艺路线	31
学习工作单 1.4 掌握冲模导柱的加工	33
任务资讯 1.4 冲模导柱的加工	34
任务资讯 1.4.1 零件图的工艺分析	34
任务资讯 1.4.2 毛坯种类选择	34
任务资讯 1.4.3 切削用量、设备及夹具	36
情境 2 冲模导套加工	37
情境学习指南 2 学会模具套类零件加工及精度分析	37
学习工作单 2.1 掌握孔的加工方法	39
任务资讯 2.1 孔的加工方法及加工路线	40
任务资讯 2.1.1 孔的加工方法	40
任务资讯 2.1.2 孔加工典型设备	49
学习工作单 2.2 学会加工冲模导套	52

任务资讯 2.2 冲模导套的加工	53
任务资讯 2.2.1 导套的结构特点及技术分析	53
任务资讯 2.2.2 导套的加工方案选择和加工工艺分析	53
学习工作单 2.3 模具零件制造精度	57
任务资讯 2.3 模具零件制造精度	58
任务资讯 2.3.1 模具制造精度分析	58
任务资讯 2.3.2 影响模具零件制造精度的因素	59
任务资讯 2.3.3 工艺系统的热变形对加工精度的影响	62
任务资讯 2.3.4 提高零件加工精度的途径	63
学习工作单 2.4 模具零件机械加工表面质量	65
任务资讯 2.4 模具零件机械加工表面质量	66
任务资讯 2.4.1 加工表面质量含义	66
任务资讯 2.4.2 零件表面质量对零件使用性能的影响	66
任务资讯 2.4.3 影响表面质量的因素	68
任务资讯 2.4.4 表面加工工艺因素及其改进措施	72
情境 3 冲模模座加工	74
情境学习指南 3 学会模具箱体类零件加工	74
学习工作单 3.1 平面的加工方法	76
任务资讯 3.1 平面的加工	77
任务资讯 3.1.1 铣削加工	78
任务资讯 3.1.2 刨削加工	79
任务资讯 3.1.3 磨削加工	80
学习工作单 3.2 认识孔系的加工	83
任务资讯 3.2 孔系的加工	84
任务资讯 3.2.1 单件孔系的加工	84
任务资讯 3.2.2 相关孔系的加工	89
学习工作单 3.3 学会冲模模座加工实作	92
任务资讯 3.3 冲模模座加工实作	93
任务资讯 3.3.1 模座零件加工方法	93
任务资讯 3.3.2 模座零件加工要点	95
情境 4 塑料模型腔加工	97
情境学习指南 4 学会塑料模型腔的加工	97
学习工作单 4.1 塑料模型腔的机械加工	99
任务资讯 4.1 塑料模型腔的机械加工	100
任务资讯 4.1.1 塑料模型腔的机械加工	100
任务资讯 4.1.2 非回转曲面型腔的铣削	106

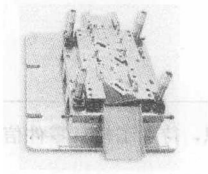
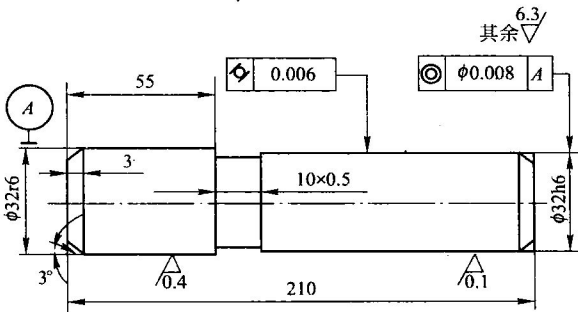
任务资讯 4.1.3 仿形加工	113
学习工作单 4.2 成形磨削方法	115
任务资讯 4.2 成形磨削	116
任务资讯 4.2.1 成形砂轮磨削法	117
任务资讯 4.2.2 夹具磨削法	121
任务资讯 4.2.3 数控成形磨削	131
学习工作单 4.3 塑料模型腔的加工实作	133
任务资讯 4.3 塑料模型腔加工案例	134
任务资讯 4.3.1 型腔加工案例分析	134
任务资讯 4.3.2 不同形状的类型腔加工	136
任务资讯 4.3.3 典型型腔、型孔加工工艺方案	137
情境 5 凸、凹模特种加工	140
情境学习指南 5 学会凸、凹模的特种加工	140
学习工作单 5.1 电火花成形加工技术	142
任务资讯 5.1 电火花成形加工	143
任务资讯 5.1.1 电火花成形加工的原理	143
任务资讯 5.1.2 电火花成形加工机床	145
任务资讯 5.1.3 电火花成形加工在模具制造中的应用	146
学习工作单 5.2 电火花线切割加工技术	155
任务资讯 5.2 电火花线切割加工	156
任务资讯 5.2.1 线切割加工的原理、特点、分类及应用	156
任务资讯 5.2.2 电火花线切割加工机床	158
任务资讯 5.2.3 电火花线切割数控程序编制	160
任务资讯 5.2.4 电火花线切割加工工艺	174
任务资讯 5.2.5 电火花线切割加工实例	177
学习工作单 5.3 模具电解磨削加工技术	179
任务资讯 5.3 模具电解磨削加工	180
任务资讯 5.3.1 电解磨削原理	180
任务资讯 5.3.2 电解磨削机床	181
任务资讯 5.3.3 导电磨轮	181
任务资讯 5.3.4 电解磨削的应用	184
学习工作单 5.4 模具电铸成形加工技术	187
任务资讯 5.4 模具电铸成形加工	188
任务资讯 5.4.1 电铸成形加工原理与特点	188
任务资讯 5.4.2 电铸成形加工的一般工艺过程	189
任务资讯 5.4.3 电铸设备	189
学习工作单 5.5 超声加工技术	191

任务资讯 5.5	超声加工	192
任务资讯 5.5.1	超声加工的原理和特点	192
任务资讯 5.5.2	超声加工设备简介	193
任务资讯 5.5.3	影响超声加工速度和质量的因素	194
任务资讯 5.5.4	超声加工工具设计	195
学习工作单 5.6	冷挤压成形技术	197
任务资讯 5.6	冷挤压成形	198
任务资讯 5.6.1	冷挤压的基本原理和特点	198
任务资讯 5.6.2	冷挤压加工的分类、工艺过程和应用	198
学习工作单 5.7	了解快速制模技术	200
任务资讯 5.7	快速制模技术	201
任务资讯 5.7.1	快速成形与快速模具制造	201
任务资讯 5.7.2	快速成形技术与快速制模前景	201
情境 6	模具装配技术	206
情境学习指南 6	掌握模具装配技术	206
学习工作单 6.1	认识模具装配工艺	208
任务资讯 6.1	模具装配工艺及方法	209
任务资讯 6.1.1	认识模具装配工艺	209
任务资讯 6.1.2	模具装配及技术要求	210
任务资讯 6.1.3	模具装配方法	211
学习工作单 6.2	模具零件的安装及调整	214
任务资讯 6.2	模具零件安装及调整	215
任务资讯 6.2.1	冲裁间隙的调整	215
任务资讯 6.2.2	冲模零件的装配	217
任务资讯 6.2.3	低熔点合金和粘接技术	219
学习工作单 6.3	冲模装配实作	222
任务资讯 6.3	冲模装配案例	223
任务资讯 6.3.1	组件装配	223
任务资讯 6.3.2	冲裁模总装配要点	225
任务资讯 6.3.3	冲模总装范例	225
学习工作单 6.4	塑料模装配技术	228
任务资讯 6.4	塑料模装配	229
任务资讯 6.4.1	型芯的装配	229
任务资讯 6.4.2	型腔的装配	230
任务资讯 6.4.3	抽芯机构的装配	231
任务资讯 6.4.4	推出机构的装配	232
任务资讯 6.4.5	塑料模总装范例	233

学习工作单 6.5 模具调试与维修技术	235
任务资讯 6.5 模具调试与故障排除	236
任务资讯 6.5.1 模具连接件的调试与修整	236
任务资讯 6.5.2 塑料模故障排除	237
任务资讯 6.5.3 冲模故障排除	239
参考文献	243

情境 1 冲模导柱加工

情境学习指南 1 学会模具轴类零件加工

	情境 1：冲模导柱加工												
	起草人员		起草时间										
	教学学期	第 4 学期	参考课时	16 学时									
教学条件： 教室带有操作机床，6140 型车床、万能磨床、卧式镗床及有关的工具和量具。例如： <table><tr><th>主要仪器设备名称</th><th>型号</th><th>数量</th></tr><tr><td>车床</td><td>CA6140</td><td>6</td></tr><tr><td>万能外圆磨床</td><td>M1432A</td><td>3</td></tr></table>					主要仪器设备名称	型号	数量	车床	CA6140	6	万能外圆磨床	M1432A	3
主要仪器设备名称	型号	数量											
车床	CA6140	6											
万能外圆磨床	M1432A	3											
学习过程计划													
学习情境描述	受恒隆汽车零部件制造有限公司委托制造 50 套冲模后侧导柱模架，要求为相关零件编制机械加工工艺过程卡片，并完成加工												
具体任务的设置	 任务图 1-1 编写冲模导柱零件机械加工工艺规程												
能力目标	① 掌握工艺规程的概念及工艺规程制定的方法、原则、步骤 ② 能正确选用外圆的加工方法 ③ 能完成外圆加工工艺与路线设计 ④ 能正确选择外圆加工刀具和切削用量 ⑤ 填写机械加工工艺过程卡片												

续表

专业技术内容	① 模具加工工艺过程的组成及划分 ② 毛坯的种类 ③ 定位基准的选择原则 ④ 加工方案的选择 ⑤ 机械加工顺序的安排原则 ⑥ 热处理的安排 ⑦ 工艺路线的拟定 ⑧ 外圆的加工方法与加工路线	
教学论与方法建议	① 项目导向教学法 ② 学生分组讨论 ③ 多媒体教学 ④ 现场实作	
学习小组行动阶段	1. 资讯	学生从工作任务中分析完成工作的必要信息（包括相关专业知识，待加工模具零件信息等），完成冲模导柱零件的加工工艺规程的制定及加工
	2. 计划	学生制定学习计划，建立工作小组
	3. 决策	确定工作方案，工作任务分配到个人，并记录到工作记录表中
	4. 实施	学生以小组的形式，在学习工作单的引导下完成专业知识学习和技能训练，撰写工艺设计说明书，制定机械加工工艺过程卡片，并完成导柱实际的加工操作及实作质量检验工作
	5. 检查	① 工艺是否正确 ② 实操方法是否正确 ③ 产品是否合格 ④ 生产情况是否安全
	6. 评价	① 能否加工出合格的产品 ② 是否为最合适的加工方案 ③ 学习目的是否达到，按照成绩评定标准给予评价（成绩评定标准教师事先制订），填写反馈表
方法媒介和环境	1. 分析	课堂对话、四步法 讲解、演示、模仿、练习 教师指导、讲解、示范、学生实作
	2. 计划	课堂对话、课堂分组、教师监督、小组长负责
	3. 决策	师生互动 老师只进行评估
	4. 实施	① 在教师指导下分组工作，工业中心实操实作产品 ② 合理编程并试运行，小组完成零件加工。分组讨论，课堂对话，教师监督
	5. 总结	答疑，任务对话，学生评价，教师评价，企业评价，专家评价
	6. 成绩	工作文件 20%，操作过程 40%，工作结果 20%，汇报效果 10%，团队 10%

学习工作单 1.1 模具制造工艺过程

情景 1 冲模导柱的加工 任务 1.1 认识模具加工工艺过程		姓名：_____	班级：_____
		日期：_____	共_____页
1. 模具的生产过程包括哪些内容？ 2. 划分工序的依据是什么？ 3. 如何划分安装、工步及工位？ 4. 模具零件的生产类型一般属于_____生产。 5. 试为任务图 1-1 所示的冲模导柱零件（小批生产）划分工序、工位、工步。			
检查情况		教师签名	完成时间

任务资讯 1.1 认识模具加工工艺过程

模具制造工艺过程是模具设计过程的延续,是使设计图样转变为具有使用功能、使用价值的模具实体的制造过程。因此,根据设计要求,正确、合理地确定其工艺内容、工艺性质和方法,尤其是正确地制定成型件型面加工的工艺组合,对优化模具制造工艺过程,提高工艺过程技术先进性和经济性,并能高精度、高效率地完成任务,达到模具设计的要求具有非常重要的作用。

任务资讯 1.1.1 模具制造的生产过程

模具的生产过程,是指将用户提供的产品信息和制件的技术信息通过结构分析、工艺性分析,设计成模具;并基于此将原材料经过加工、装配,转变为具有使用性能的成型工具的全过程。整个生产过程可用图 1-1 表示。

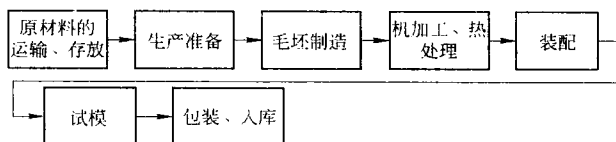


图 1-1 模具的生产过程

具体地说,模具生产过程分以下 6 个阶段。

- ① 模具方案确定。分析产品零件结构、尺寸精度、表面质量要求及成型工艺。
- ② 模具结构设计。进行成型件造型、结构设计;系统结构(包括定位、导向、卸料以及相关参数设定等)设计,即总成设计。
- ③ 生产准备。成型件材料、模板、模座等坯料加工;标准零、部件配购;根据造型设计,编制 NC、CNC 加工代码组成的加工程序;刀具、工装准备等。
- ④ 模具成型零件加工。根据加工工艺规程,采用 NC、CNC 加工程序进行成型加工、孔系加工;或采用电火花、成型磨削等先进工艺进行加工,以及相应的热处理工艺。
- ⑤ 装配与试模。根据模具设计要求,检查标准零、部件和成型零件的尺寸精度、位置精度,以及表面粗糙度等要求,按装配工艺规程进行装配、试模。
- ⑥ 验收与试用。根据各类模具的验收技术条件标准和合同规定,对模具试模制件(冲件、塑件等)、模具性能和工作参数等进行检查、试用,合格后验收。

由上述生产过程可知,模具的标准零、部件,通用标准零件(如螺钉、销钉),以及冷却、加热系统中的标准、通用元件,都是其他工厂生产的,模具厂只是依据模具设计要求,按一定顺序,将其与本厂加工完成的成型件等装配成模具厂的产品,此生产过程之总和,也可定义为模具生产过程。

模具的种类很多,按照 GB 7635-1987 规定,包括冲压模(简称冲模)、塑料模、锻造模、铸造模、粉末冶金模、橡胶模、无机材料成型模(玻璃成型模、陶瓷成型模)、拉丝模等。每种模具结构、要求和用途不同,都有特定的生产过程。但是同属模具类的生产过程具有共性的特点。

在模具生产过程中，直接改变生产对象的形状、尺寸、相互位置及性能，将其转变为成品或半成品的过程就是模具的制造工艺过程。它是模具生产过程的主要部分，即从生产准备到验收、试模合格之前，属于制造工艺过程。

模具制造工艺过程主要包括机械加工工艺过程和装配工艺过程两部分。

① 机械加工工艺过程。机械加工工艺过程是用机械加工方法直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使之成为成品或半成品的过程。

② 装配工艺过程。装配工艺过程是按规定的技术要求，将零件或部件进行配合和连接，使之成为半成品或成品的工艺过程。

任务资讯 1.1.2 模具机械加工工艺过程

1. 机械加工工艺过程的组成

机械加工工艺过程按一定顺序由若干个工序组成，每一个工序又可依次细分为安装、工位和工步等。

(1) 工序

一个或一组工人在一个工作地对同一个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。它是工艺过程的基本组成部分，又是生产计划、经济核算的基本单元，也是确定设备负荷、配备工人、安排作业及工具数量等的依据。

判断是否为同一个工序的主要依据是工作地点（设备）、加工对象（工件）是否改变和加工是否连续完成。如果其中之一有变动，则应划为另一道工序。例如，图 1-2 所示零件在单件小批量生产时，其工艺过程共包括两个工序，如表 1-1 所示。此方案中车端面、钻中心孔、车外圆、倒角及切槽为一个工序，说明所有车削工作是在一台车床上连续完成的。如果车削工作分别在两台车床上顺序完成，或者虽然在一台车床上加工，但先将一批工件的一端全部车好，再车另外一端，此时对于一个工件来说两端的的车削是不连续的，车削加工就分为两个工序了。当该零件大批量生产时工艺过程如表 1-2 所示。生产规模不同，工序的划分也不一样。

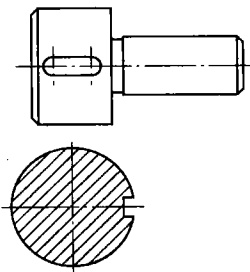


图 1-2 轴的零件图

表 1-1 单件小批生产的工艺过程

工序号	工序内容	设 备
1	车端面、钻中心孔、车外圆、倒角、切槽	车 床
2	铣键槽、去毛刺	铣 床

表 1-2 大批量生产的工艺过程

工序号	工序内容	设 备
1	铣两端面、钻中心孔	铣端面钻中心孔机床
2	车大外圆、倒角	车床 I
3	车小外圆、切槽、倒角	车床 II
4	铣键槽	专用铣床
5	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，有时也可能装夹几次。工件（或装配单元）经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。工件在加工过程中应尽可能减少装夹次数，因为多一次装夹就多一次安装误差，同时增加了装卸工件的时间。因此在生产中常采用不需重新装夹工件而又能改变工件在机床上的位置以加工不同表面的分度夹具或机床回转工作台。

(3) 工位

为了完成一定的工序部分，一次装夹工件后，工件（或装配单元）与夹具或设备的可动部分一起相对刀具或设备的固定部分所占据的每一个位置称为工位。如图 1-3 所示，在普通立式钻床上钻法兰盘的四个等分轴向辅助孔，当钻完一个孔后，工件连同夹具的回转部分一起转过 90 度，然后钻另一孔。此工序包括 1 个安装，4 个工位。

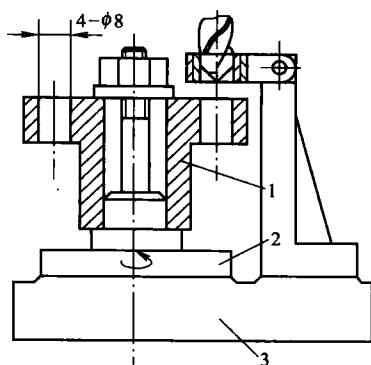


图 1-3 在四个工位上钻孔

1—工件；2—夹具回转部分；3—夹具固定部分

(4) 工步

在一个工序内，往往需要采用不同的刀具来加工不同的表面。为了便于分析和描述较复杂的工序，可将工序再划分为若干工步。在加工表面和加工工具不变的情况下所连续完成的那一部分工序称为工步。在一个工序内，加工表面与加工工具只要其中一个发生改变，就应算作另一工步。例如对同一个孔进行钻孔、扩孔、铰孔，由于所采用的刀具改变，应视为 3 个工步。在工艺卡片中，按工序写出各加工工步，就规定了一个工序的具体操作方法及次序。

(5) 工作行程（走刀）

切削工具在加工表面上切削，每切去一层材料称为一个工作行程，一个工步里可以有一个工作行程，也可以有多个工作行程。如外圆的余量较多，在粗车工步中可以有多个工作行程。

2. 生产纲领与生产类型

1) 生产纲领

工厂制造产品（或零件）的年产量为生产纲领。在制定工艺规程时一般要按产品（或零件）的生产纲领来确定生产类型。零件的生产纲领可按下式计算。

$$N = Qn(1 + a + b) \quad (1-1)$$

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；

a——该零件的备品率；

b——该零件的废品率。

2) 生产类型

根据产品生产纲领的大小和品种的多少，模具制造业的生产类型主要可分为单件生产和成批生产两种（模具制造业很少出现特大批量生产的情况）。

(1) 单件生产

生产的产品品种较多，每种产品的产量很少，同一个工作地点的加工对象经常改变，且很少重复生产。如新产品试制用的各种模具和大型模具等的生产都属于单件生产。

(2) 成批生产

生产的产品品种很多，每种产品均有一定数量，工作地点的加工对象周期性地更换。例如模具中常用的标准模板、模座、导柱、导套等零件及标准模架等的生产多属于成批生产。

生产纲领与生产类型的关系如表 1-3 所示。

表 1-3 生产纲领与生产类型的关系

生产类型	零件年生产纲领/(件/年)		
	重型零件	中型零件	小型零件
单件生产	<5	<10	<100
批量生产	5~300	10~500	100~5 000
大批量生产	>300	>500	>5 000