



中等职业教育国家规划教材

机械制造技术

马振福 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

中等职业教育国家规划教材

机 械 制 造 技 术

主 编	马振福	
副主编	李延红	郭 鹏
参 编	马晓燕	黄桂芸
主 审	范叔钟	



机 械 工 业 出 版 社

本书是根据中等职业学校重点建设专业“光机电专业”的教学基本要求编写的。本书以培养学生综合职业能力为出发点,打破原有学科体系,将金属切削机床、金属切削原理与刀具、机床夹具设计、机械制造工艺学及常用量具等相关科学知识有机地融合起来,形成了新的教材体系。其内容突出综合性与实用性、实现项目教学,以培养学生的职业岗位能力为重点。

本书主要包括:机械制造基础知识、轴类零件加工、套筒类零件加工、箱体类零件加工、圆柱齿轮加工、机械制造质量分析、特种加工、现代制造技术简介、机械装配工艺基础等。

本书可作为光机电类、机械类及相关专业用教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术/马振福主编. —北京:机械工业出版社, 2005.8

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-111-17081-4

I. 机... II. 马... III. 机械制造工艺—专业学校—教材 IV. TH16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 086559 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:王海峰 责任编辑:王海峰 版式设计:冉晓华

责任校对:樊钟英 封面设计:陈 沛 责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷

2005 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm 1/16 · 19.25 印张 · 473 千字

定价:27.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着经济的发展、产业结构的调整和优化、科学技术的进步,社会对生产、建设、服务、管理等岗位的从业人员的业务规格要求发生了变化。21世纪中职人才的培养目标就是面向基层、面向生产和服务第一线的、既有岗位群所需要的专业技术知识又能实际操作的高素质劳动者。职业学校要达到这样的人才培养目标,就必须深化教学、教材改革,打破传统的课程体系和课程内容结构,采用先进的教学方法,充分体现职业教育的特点。

本书是按项目教学法进行编写的,在编写中,打破原有学科体系,将金属切削机床、金属切削原理与刀具、机床夹具设计及机械制造工艺学等相关的学科知识有机地融合为一体,用实际工程中的几种典型零件的加工过程来阐述各知识点的内容,从而形成了机械制造技术新的教材体系。

本书在编写内容的取舍及深度的把握上,以中职人才职业岗位技能要求为出发点,强调以应用能力为主线,基础理论知识以“够用”为度,精化基础知识,增添与岗位群能力有关的新技术、新知识。突出知识的综合性和实用性,具有鲜明的职业教育特点。

本书主要特点:

1) 采用“以点带面”的编写方法,以工程实际中的几个典型零件的加工过程为例,展开相关知识点的阐述及相关技能的训练,进行项目教学,培养学生理论联系实际及实际操作能力。

2) 教材内容“项目化”,打破传统的学科界限和教材结构顺序,将机床、刀具、夹具、量具及工艺等相关的知识融合在每一个项目中,书中几个项目之间既具有相对独立性,又具有基本知识和技能的互通性。

3) 综合化,实施化。综合化即打破以学科为中心,以知识为本位的传统体系;删除一些陈旧的内容,增添了岗位群能力所需的新技术、新知识。实施化即将课程内容按培养工艺实施运行人员的职业能力编写,将必要的知识支承点溶于能力培养的过程中。

4) 实用性强。编写中遵循“少而精”的原则,通俗易懂,图文并茂,从而具有教师易教、学生易学的特点。

本书由马振福任主编,李延红、郭鹏任副主编。项目一、项目二(一、二、三、四、六、七、八、九单元)、项目三(五单元)、项目六、项目九(五单元)由马振福编写;项目三(一、二、三、四单元)、项目九(一、二、三、四单元)由郭鹏编写;项目四由李延红编写;项目五由马晓燕编写;项目二(五单元)、项目七、项目八由黄桂芸编写。全书由北京工业大学教授范叔钟主审。

本书在编写过程中,得到了北京市汽车工业学校和河南机电学校有关同志的热情支持,在此表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中难免存在缺点和错误,敬请广大读者批评指正。

编 者

2005年3月

目 录

前言

项目一 机械制造基础知识	1
一单元 机械的生产过程和工艺过程	1
二单元 零件的工艺分析	8
三单元 毛坯的选择	10
四单元 工件装夹和定位基准的选择	11
五单元 定位误差的分析与计算	26
六单元 工件的夹紧	30
七单元 工艺路线的拟定	37
八单元 工序尺寸及其公差确定	44
九单元 机械加工生产率	49
思考题与习题	52
项目二 轴类零件加工	58
一单元 轴类零件的功用及结构特点	58
二单元 轴类零件的工艺分析	58
三单元 轴类零件加工工艺分析	59
四单元 金属切削基础知识	63
五单元 轴类零件加工常用的机床	74
六单元 车削加工刀具及切削用量选择	102
七单元 车削加工方法	110
八单元 轴类零件加工中常用的量具	121
九单元 轴类零件加工实际训练	127
思考题与习题	128
项目三 套筒类零件加工	131
一单元 套筒类零件的功用及结构特点	131
二单元 套筒类零件的工艺分析	131
三单元 套筒类零件加工工艺分析	132
四单元 孔的精密加工	142
五单元 套类零件加工实际训练	145
思考题与习题	146

项目四 箱体类零件加工	147
一单元 箱体类零件的功用及结构特点	147
二单元 箱体类零件的工艺分析	148
三单元 箱体类零件加工工艺分析	151
四单元 箱体的检验及常用的量具	162
五单元 箱体类零件加工常用的机床	166
六单元 箱体类零件加工刀具及切削用量选择	181
七单元 工件在铣、钻、镗床夹具中的安装	194
八单元 箱体类零件加工实际训练	205
思考题与习题	207
项目五 圆柱齿轮加工	208
一单元 齿轮的技术要求及结构工艺分析	208
二单元 圆柱齿轮加工工艺分析	209
三单元 齿坯加工	214
四单元 齿形加工及常用的机床	217
五单元 圆柱齿轮加工实际训练	233
思考题与习题	234
项目六 机械制造质量分析	236
一单元 基本概念	236
二单元 机械加工精度	237
三单元 加工误差综合分析	248
四单元 提高加工精度的工艺措施	252
五单元 机械加工表面质量	253
思考题与习题	256
项目七 特种加工	258
一单元 特种加工概述	258
二单元 电火花加工	259
三单元 电解加工	261
四单元 超声波加工	263
五单元 激光加工	264
六单元 其他特种加工	265
思考题与习题	268
项目八 现代制造技术简介	269
一单元 数控加工技术	269
二单元 柔性制造技术	277

项目九 机械装配工艺基础	281
一单元 装配的基本概念	281
二单元 装配尺寸链	283
三单元 保证装配精度的工艺方法	287
四单元 装配工艺规程的制定	292
五单元 装配工艺基础实际训练	297
思考题与习题	297
参考文献	299

项目一 机械制造基础知识

一单元 机械的生产过程和工艺过程

任务一 生产过程

机械产品的生产过程是指将原材料转变为成品的全过程。对机械制造而言，全过程包括：

- 1) 原材料、半成品和成品的运输和保管。
- 2) 生产技术准备工作，如产品的开发和设计、工艺设计、专用工艺装备的设计和制造，各种生产资料的准备和生产组织等方面的工作。
- 3) 毛坯制造，如铸造、锻造、冲压和焊接等。
- 4) 零件的机械加工、热处理和其他表面处理。
- 5) 部件和产品的装配、调试、检验、试验、涂装和包装等。

在现代工业生产组织中，一种产品的生产往往是由若干个专业化工厂合作完成的。例如，机床的制造就是利用轴承厂、电机厂、液压与气动元件厂等许多专业厂的产品，最后由机床厂完成关键零部件的生产，并装配成完整的机床。采用专业化生产有利于零部件的标准化、通用化和系列化，便于科学地生产管理，从而能有效地保证质量，提高生产率和降低成本。

任务二 工艺过程及其组成

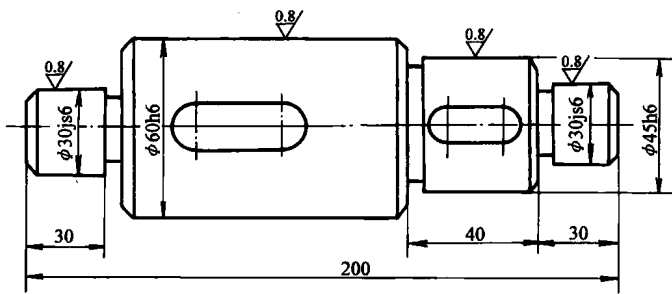
1. 工艺过程

在生产过程中，改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性质等，使其成为成品或半成品的过程称为工艺过程。工艺过程是生产过程中的主要部分，其中，采用机械加工的方法，直接改变毛坯的形状、尺寸和表面质量使其成为零件的过程，称为机械加工工艺过程(以下简称工艺过程)。

2. 工艺过程的组成

在工艺过程中，根据被加工零件的结构特点和技术要求，要采用不同的加工方法和装备，按照一定的顺序依次进行加工才能完成由毛坯到零件的过程。因此，工艺过程是由一系列顺序排列的加工方法即工序组成的。而工序又可分为安装、工位、工步和走刀。

(1) 工序 工序是工艺过程的基本单元。工序是指一个(或一组)工人，在一个工作地点(或一台设备上)对同一个(或同时对几个)工件所连续完成的那部分工艺过程。划分是否为同一道工序的依据是工作地点(或设备)是否变化，该工序的工艺过程是否连续完成。如图 1-1 所示的阶梯轴，当加工批量较小时，其工序的划分如表 1-1 所示；当加工批量较大时，其工序的划分如表 1-2 所示。



高频淬火55HRC

图 1-1 阶梯轴

表 1-1 阶梯轴加工工艺过程(生产批量较小时)

序号	工序内容	设 备	序号	工序内容	设 备
1	车端面，钻中心孔；车全部外圆，车槽与倒角	车床	3	粗磨各外圆	外圆磨床
			4	热处理	高频淬火机
2	铣键槽，去毛刺	铣床	5	精磨外圆	外圆磨床

表 1-2 阶梯轴加工工艺过程(成批生产时)

序号	工序内容	设 备	序号	工序内容	设 备
1	铣端面、钻中心孔	铣端面钻中心孔机床	5	去毛刺	钳工台
2	车一端外圆，车槽与倒角	车床	6	粗磨外圆	外圆磨床
3	车另一端外圆，车槽与倒角	车床	7	热处理	高频淬火机
4	铣键槽	铣床	8	精磨外圆	外圆磨床

(2) 安装 工件在加工前，首先要把工件位置放准，确定工件在机床上或夹具中占有正确位置的过程称为定位。工件定位后将其固定，使其在加工过程中保持定位位置不变的操作称为夹紧。将工件在机床上或夹具中定位、夹紧的过程称为安装。

在一道工序中，工件可能安装一次或多次才能完成加工，如表 1-1 所示的工序 2，一次安装即可铣出键槽，而工序 1 中，为了车出全部外圆则最少需要两次安装。工件在加工过程中，应尽量减少安装次数，因为安装次数越多，安装误差就越大，而且安装工件的辅助时间也要增加。

(3) 工位 为了减少工件的安装次数，常采用回转工作台、回转夹具或移动夹具，使工件在一次安装中，先后处于几个不同的位置进行加工。工件在机床上所占据的每一个位置称为工位。如图 1-2 所示，利用回转工作台在一次安装中依次完成装卸工件、钻孔、扩孔和铰孔四个工位加工。采用多工位加工可减少工件安装次数，缩短辅助时间，提高加工精度和生产率。

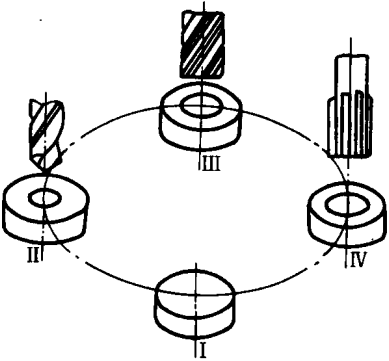


图 1-2 多工位加工

工位 I—装卸工件 工位 II—钻孔
工位 III—扩孔 工位 IV—铰孔

(4) 工步 工步是指加工表面不变、切削工具不变、切削用量中的进给量和切削速度不变的条件下,所完成的那部分工艺过程。一个工序可包括几个工步,也可以只包括一个工步。例如,在表 1-2 的工序 3 中,包括车各外圆表面及车槽等工步;而工序 4 中,只有铣键槽一个工步。

为了提高生产率,用几把刀具同时加工工件的几个表面时,也看作一个工步,称为复合工步,如图 1-3 所示。

另外,为简化工序内容的叙述,对于那些在一次安装中连续进行的若干相同的工步,通常也看作一个工步。如图 1-4 所示,在一次安装中,用一把钻头连续钻削四个 $\phi 15$ mm 的孔,可写成一个工步——钻 $4 \times \phi 15$ mm 孔。

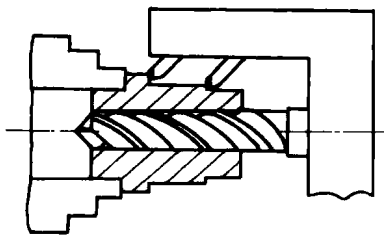


图 1-3 复合工步

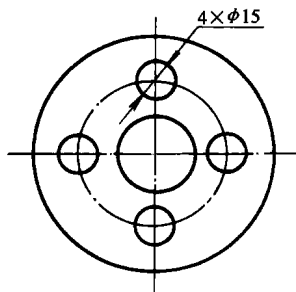


图 1-4 加工四个相同表面的工步

(5) 走刀 在一个工步内,若被加工表面需切除的余量较大,需要分多次切削,则每进行一次切削就称为一次走刀。一个工步可包括一次或多次走刀。

任务三 生产纲领与生产类型

1. 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。零件的生产纲领包括备品和废品在内的年产量,可用下式计算

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

式中 N ——零件的生产纲领(件/年);

Q ——产品的生产纲领(台/年);

n ——每台产品中该零件的数量(件/台);

a ——备品的百分率;

b ——废品的百分率。

2. 生产类型

生产类型是指企业(或车间、工段、班组等)生产专业化程度的分类。生产类型的划分可按照年生产纲领划分,分为单件生产,成批生产和大量生产三种类型。

(1) 单件生产 是生产的产品品种繁多,每种产品仅制造一个或少数几个,而且很少再重复生产。例如,重型机械产品和新产品试制等均属于单件生产。

(2) 成批生产 是指一年中分批轮流地制造几种不同的产品,生产成周期性重复。例如,机床、电动机和机车等的制造多属于成批生产。

成批生产中,每批投入生产的同一产品(或零件)的数量称为批量。根据产品的特征和批

量的大小，成批生产又可分为小批生产、中批生产和大批生产。

(3) 大量生产 是指产品的产量大、品种少，大多数工作地长期重复地进行某一零件的某一道工序的加工。例如，汽车、拖拉机、轴承、自行车等的制造多属于大量生产。

小批生产的工艺特征与单件生产相似，常称为单件小批生产。大批生产与大量生产相似，常称为大批大量生产。中批生产的工艺特征则介于以上两者之间。

在企业中，生产类型的划分主要取决于产品的复杂程度和生产纲领的大小。表 1-3 为生产类型与生产纲领的关系。

生产类型不同，产品制造的工艺方法、所用的设备和工艺装备以及生产组织均不相同。表 1-4 列出各种生产类型工艺过程的主要特点。

表 1-3 生产类型与生产纲领的关系

生产类型	生产纲领/(台/年 或 件/年)		
	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
小批生产	> 100 ~ 500	> 10 ~ 150	> 5 ~ 100
中批生产	> 500 ~ 5000	> 150 ~ 500	> 100 ~ 300
大批生产	> 5000 ~ 50000	> 500 ~ 5000	> 300 ~ 1000
大量生产	> 50000	> 5000	> 1000

表 1-4 各种生产类型工艺过程的主要特点

生产类型 工艺特征	单 件 生 产	成 批 生 产	大批量生产
工件的互换性	一般是配对制造，没有互换性，广泛用钳工修配	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用分组选择装配法
毛坯的制造方法及加工余量	铸造用木模手工造型；锻件用自由锻。毛坯精度低，加工余量大	部分铸件用金属模；部分锻件用模锻。毛坯精度中等，加工余量中等	铸件广泛采用金属模机器造型；锻件广泛采用模锻及其他高生产率的毛坯制造方法。毛坯精度高，加工余量小
机床设备	通用机床或数控机床或加工中心	数控机床、加工中心或柔性制造单元。设备条件不够时，也采用部分通用机床、部分专用机床	专用生产线、自动生产线、柔制造生产线或数控机床
夹具	多采用标准附件，很少采用夹具，靠划线及试切法达到精度要求	广泛采用夹具或组合夹具，部分靠加工中心一次安装	广泛采用高生产率夹具，靠夹具及调整法达到精度要求
刀具与量具	采用通用刀具和万能量具	可以采用专用刀具及专用量具或三坐标测量机	广泛采用高生产率刀具和量具，或采用统计分析法保证质量
对工人的要求	需要熟练的技术工人	需要一定熟练程度的工人和编程技术人员	对操作工人的技术要求较低，对生产线维护人员要求有高的素质
工艺规程	有简单的工艺路线卡	有工艺规程，对关键零件有详细的工艺规程	有详细的工艺规程

任务四 机械加工工艺规程

用图表、卡片和文字材料的形式将机械加工工艺过程的内容填写出来，成为指导性技术文件，称为机械加工工艺规程。它是在具体的生产条件下，以较合理的工艺过程 and 操作方法，并按规定的形式制成工艺文件，用以指导生产。工艺规程内容主要包括：零件加工工序内容、所经车间和工段、所用机床和工艺装备的名称、切削用量、工时定额等。

1. 工艺规程的作用

(1) 工艺规程是指导生产的主要技术文件 合理的工艺规程是在总结生产实践经验的基础上，依据工艺理论和必要的工艺实验而制定的。因此，按工艺规程组织生产，才能保证合格的产品质量、较高的生产率和较好的经济效果。

但是工艺规程也不应当是固定不变的，工艺人员应注意总结工人的革新创造，及时地吸取国内外的先进工艺技术，对现行工艺不断予以改进和完善，以便更好地指导生产。

(2) 工艺规程是组织和管理生产的基本依据 在产品投产前要根据工艺规程进行有关的技术准备和生产准备工作，如原材料的供应、通用工艺装备、专用工艺装备的设计与制造、生产计划的编排、劳动力的组织以及生产成本的核算等，都是以工艺规程作为依据的。

(3) 工艺规程是新建或扩建工厂的基本资料 新建或扩建工厂或车间时，只有根据工艺规程和生产纲领，才能正确地确定生产所需要的机床和其他设备的种类、规格和数量，车间的面积，机床的布置，生产工人的工种、等级及数量，辅助部门的安排等。

2. 机械加工工艺规程的格式

生产类型不同，所用的工艺规程的格式和内容也不相同。通常将工艺规程的内容填入一定格式的卡片中，即成为生产准备和生产过程所依据的工艺文件。目前工艺文件还没有统一的格式，各厂根据零件的复杂程度和生产类型自行确定，常见的有以下几种格式：

(1) 机械加工工艺过程卡片 工艺过程卡主要列出了零件加工所经过的整个工艺路线，以及工装设备和工时等内容。由于各工序的说明不够具体，一般不能直接指导工人操作，而作为生产管理方面使用。在单件小批生产中，通常不编制其他较详细的工艺文件，而是以这种卡片指导生产。工艺过程卡片的格式见表 1-5 所示。

表 1-5 机械加工工艺过程卡片

厂名						产品型号				零(部)件图号				共 页	
						产品名称				零(部)件名称				第 页	
材料牌号		毛坯种类		毛坯外形尺寸				每台毛坯数		每台件数		备注			
工 序 号	工 序 名 称	工 序 内 容						车 间	工 段	设 备	工 艺 装 备		工 时 定 额		
													准 备 终 结	单 件	

(续)

工 序 号	工 序 名 称	工序内容							车 间	工 段	设 备	工艺装备			工时定额	
															准备 终结	单 件

厂名								产品型号				零(部)件图号				共 页			
								产品名称				零(部)件名称				第 页			
材料牌号			毛坯种类			毛坯外形尺寸			每台毛坯件数			每台件数			备注				
(工序简图)									车间		工序号		工序名称		材料牌号				
									毛坯种类		毛坯外形尺寸		每坯件数		每台件数				
									设备名称		设备型号		设备编号		同时加工件数				
									夹具编号		夹具名称				切削液				
																工序工时			
																准备终结		单件	
工序号		工步内容				工艺装备		主轴转速 /(r/min)		切削速度 /(m/min)		进给量 /(mm/r)		背吃刀量 /mm		进给次数		工时定额	
																机动		辅助	
										编制(日期)		审核(日期)		会签(日期)					
标记		处记		更改文件号		签字		日期		标记		处记		更改文件号		签字		日期	

制定工艺规程应遵循以下原则：

- 1) 应能保证产品的加工质量, 达到设计图样上规定的各项技术要求。
- 2) 尽可能提高生产率, 降低制造成本, 使产品尽快投放市场。
- 3) 在充分利用本企业现有生产条件的基础上, 尽可能采用国内外先进工艺技术和经验。
- 4) 注意减轻工人的劳动强度, 保证生产安全。

由于工艺规程是直接指导生产和操作的重要文件，因此，工艺规程应做到正确、完整、统一和清晰，所用术语、符号、计量单位和编号都要符合相应的标准。

1) 产品装配图和零件图。

- 2) 产品验收质量标准。
- 3) 产品的生产纲领。
- 4) 产品零件毛坯材料及毛坯生产条件。

5) 工厂现有生产条件, 包括机床设备和工艺装备的规格与性能、工人的技术水平、专用设备的制造和工艺装备的制造能力等资料。

- 6) 有关的工艺手册和有关标准。
- 7) 国内外同类产品的有关工艺技术资料。
5. 制定工艺规程的步骤
 - 1) 分析零件图和装配图。
 - 2) 选择毛坯。
 - 3) 拟定工艺路线。
 - 4) 确定各工序所用机床及工艺装备。
 - 5) 确定各工序的加工余量及加工尺寸。
 - 6) 确定各工序的技术要求及检验方法。
 - 7) 确定各工序的切削用量和工时定额。
 - 8) 填写工艺文件。

二单元 零件的工艺分析

零件图是制定工艺规程最主要的原始资料之一，在制定工艺规程时，首先要分析零件在产品中的功能，从中了解对零件的结构要求和主要技术要求。这是制定工艺规程的依据。对零件图的工艺分析，主要有以下几方面内容。

任务一 零件图的完整性和正确性

检查零件的视图、尺寸、公差和技术要求是否齐全、合理、符合国家标准，若有错误或遗漏，应提出修改措施。

任务二 零件的技术要求分析

零件的技术要求包括下列几个方面：

- 1) 加工表面的尺寸精度。
- 2) 主要加工表面的形状精度。
- 3) 主要加工表面之间的相互位置精度。
- 4) 加工表面的粗糙度以及表面质量方面的其他要求。
- 5) 热处理要求。
- 6) 其他要求(如动平衡、未注圆角或倒角、去毛刺、毛坯要求等)。

分析这些技术要求是否经济合理，在现有生产条件下能否实现，以便采取适当的措施。

任务三 零件的结构工艺性分析

零件的结构由于使用要求不同，而具有各种形状和尺寸。但是各种零件都是由一些基本表面和特形表面组成的。在分析零件结构时，应根据组成该零件各种表面的尺寸、精度、组成情况选择适当的加工方法和加工路线。

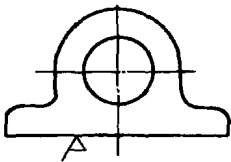
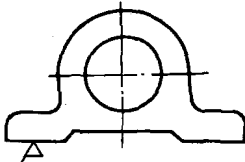
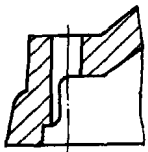
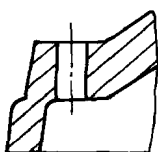
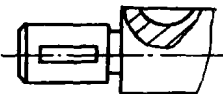
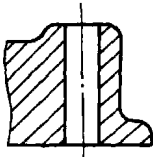
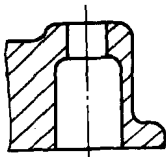
零件的结构工艺性对其工艺过程的影响很大。不同结构的两个零件尽管都能满足使用性能要求，但它们的加工方法和制造成本却可能有很大的差别。良好的结构工艺性是指在满足使用性能的前提下，能以较高的生产率和最低的成本制造出来。表 1-8 列出了一些零件结构

工艺性示例。

表 1-8 零件结构工艺性示例

序号	结构工艺性差	结构工艺性好
1	孔离箱壁太近, 钻头在圆角处易引偏; 箱壁高度尺寸大, 需加长钻头方能钻孔	加长箱耳, 不需加长钻头(见图 a); 只要使用上允许将箱耳设计在某一端, 则不需加长箱耳, 即可方便加工(见图 b)
2	车螺纹时, 螺纹根部易打刀, 且不能清根	留有退刀槽, 可使螺纹清根, 避免打刀
3	插齿无退刀空间, 小齿轮无法加工	大齿轮可进行滚齿或插齿, 小齿轮可进行插齿加工
4	两端轴颈需磨削加工, 因砂轮圆角而不能清根	留有砂轮越程槽, 磨削时可以清根
5	斜面钻孔, 钻头易引偏	只要结构允许留出平台, 可直接钻孔
6	锥面加工时, 易碰伤圆柱面, 且不能清根	可方便地对锥面进行加工
7	加工面高度不同, 需两次调整刀具加工, 影响生产率	加工面在同一高度, 一次调整刀具可加工两个平面
8	三个退刀槽的宽度有三种尺寸, 需用三把不同尺寸的刀具加工	同一宽度尺寸的退刀槽, 使用一把刀具即可加工

(续)

序号	结构工艺性差		结构工艺性好	
9	加工面大, 加工时间长, 平面度误差大			加工面减小, 节省工时, 减少刀具损耗且易保证平面度要求
10	内壁孔出口处有阶梯面, 钻孔时易钻偏或钻头折断			内壁孔出口处平整, 钻孔方便, 易保证孔中心位置
11	键槽设置在阶梯轴 90° 方向上, 需两次装夹加工			将阶梯轴的两个键槽设计在同一方向上, 一次装夹即可对两个键槽加工
12	钻孔过深, 加工时间长, 钻头损耗大, 而且钻头易偏斜			钻孔的一端留空刀, 钻孔时间短, 钻头寿命长, 且不易偏斜

三单元 毛坯的选择

选择毛坯的基本任务是选定毛坯的制造方法及其制造精度。毛坯的选择不仅影响毛坯的制造工艺和费用, 而且对零件的加工质量、加工方法、生产率及生产成本都有很大的影响。因此, 选择毛坯要从毛坯的制造和机械加工两方面综合考虑, 以求得最佳的技术经济效益。

任务一 毛坯的种类

1. 铸件

形状较复杂的零件毛坯, 宜采用铸造方法制造。目前生产中的铸件大多数是砂型铸造, 少数尺寸较小的优质铸件可采用特种铸造, 如金属型铸造、熔模铸造和压力铸造等。

2. 锻件

锻件适用于强度要求高, 形状比较简单的零件毛坯。锻造方法有自由锻和模锻两种。自由锻的加工余量大, 锻件精度低, 生产率不高, 适用于单件小批生产以及大型零件毛坯制造。

模锻加工余量小, 锻件精度高, 生产率高, 适用于中小型零件毛坯的大批大量生产。

3. 型材

型材有热轧和冷拉两种。热轧型材的精度较低, 适用于一般零件的毛坯。冷拉型材的精度较高, 适用于对毛坯精度要求较高的中小型零件的毛坯制造。