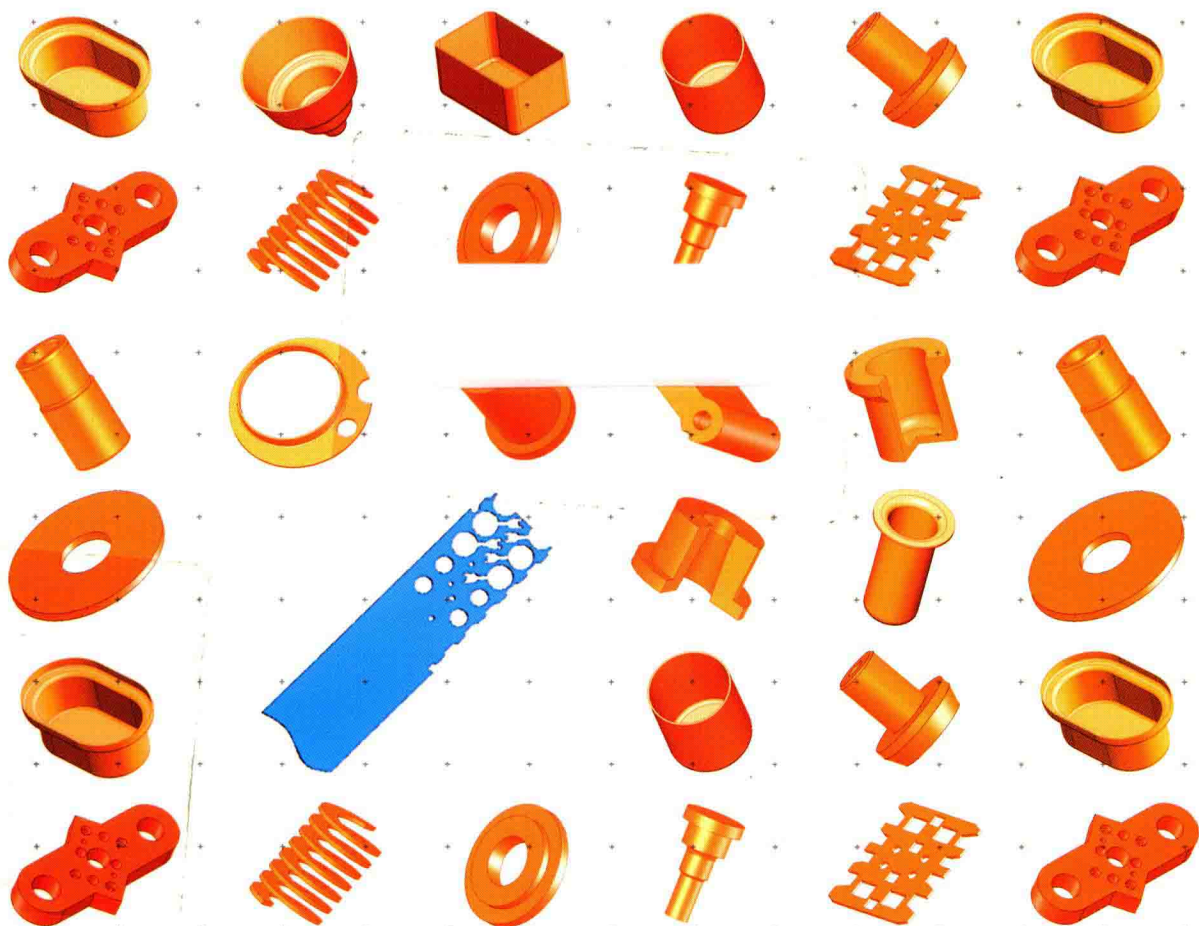




全国职业技术学院
模具制造/模具设计专业教材

模具制造工艺 (第二版)

配电子课件



全国职业技术学院模具制造/模具设计专业教材

模具制造工艺 (第二版)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

简介

本书主要内容包括模具零件机械加工工艺规程及制造技术要求、模具零件的机械加工、模具零件的机械加工质量、模具零件的特种加工工艺、模具制造的其他方法、模具装配工艺和模具加工技术的发展。

本书由汤忠义编写，赵志臻、陈锐彬参加编写，刘超审稿。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工艺/人力资源和社会保障部教材办公室组织编写. —2版. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2016

全国职业技术学院模具制造/模具设计专业教材

ISBN 978-7-5167-2680-8

I. ①模… II. ①人… III. ①模具-制造-生产工艺-职业教育-教材 IV. ①TG760.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 205795 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

*

北京北苑印刷有限责任公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 10.75 印张 221 千字

2016 年 8 月第 2 版 2016 年 8 月第 1 次印刷

定价: 19.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84626437

营销部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

<http://zyjy.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 50948191

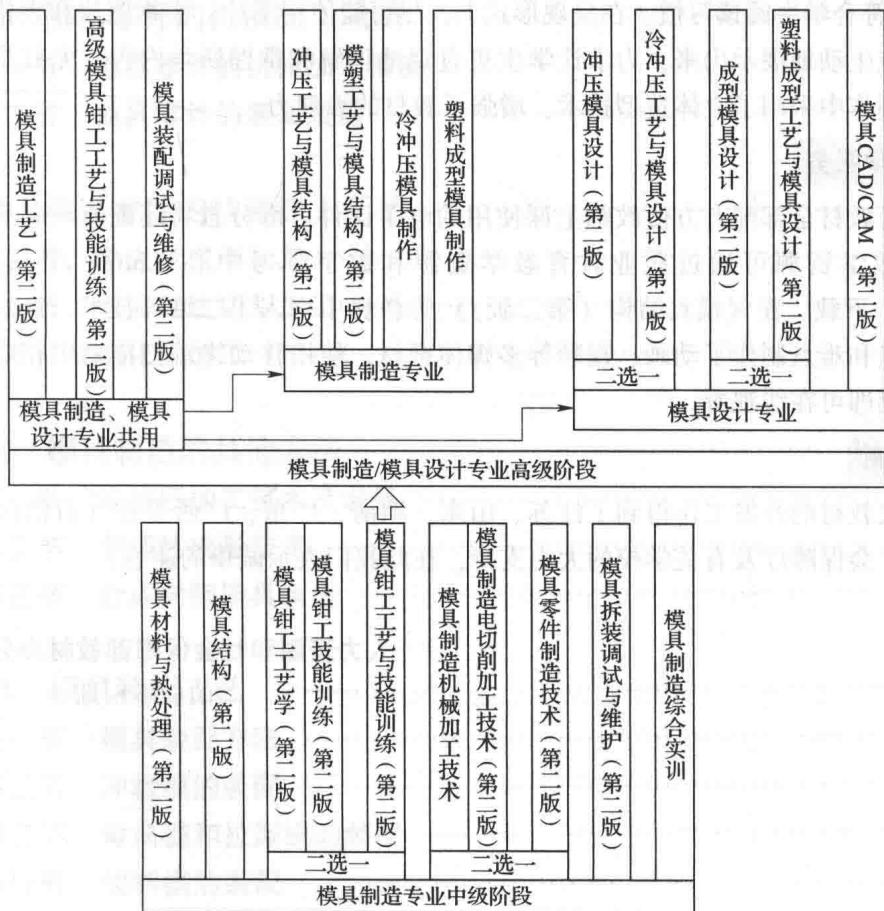
我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652

前言

为了更好地适应全国职业技术学院模具类专业的教学要求，全面提升教学质量，人力资源和社会保障部教材办公室组织有关学校的骨干教师和行业、企业专家，对全国中等职业技术学校 and 高等职业技术学院模具类专业教材进行了修订和补充开发。教材的修订和开发以人力资源和社会保障部颁布的《技工院校模具制造专业教学计划和教学大纲（2016）》与《技工院校模具设计专业教学计划和教学大纲（2016）》为依据，充分调研了企业生产和学校教学情况，广泛听取了教师对现行教材使用情况的反馈意见，吸收和借鉴了各地职业技术学院教学改革的成功经验。

教材体系





适用对象

模具制造/模具设计专业中级、高级两个层次和以下3种学制:

- 初中毕业生3年学制培养中级工
- 高中毕业生3年学制培养高级工
- 初中毕业生5年学制培养高级工

编写特色

◆ **紧贴国家职业标准** 紧密贴合《中华人民共和国职业分类大典(2015年版)》中对模具工等职业的职业能力要求,同时参照了模具工、工具钳工等国家职业技能标准。

◆ **体现行业技术发展** 根据模具行业的最新发展,在教材中充实模具制造、设计方面的新技术,如模具CAD/CAM/CAE技术、快速成型技术、多轴数控加工技术、微细加工技术等,体现教材的先进性。

◆ **更新国家技术标准** 采用最新的国家技术标准,如《工模具钢》(GB/T 1299—2014)、《冲压件尺寸公差》(GB/T 13914—2013)、《冲压件角度公差》(GB/T 13915—2013)等,使教材内容更加科学和规范。

◆ **符合学生阅读习惯** 在呈现形式上,尽可能使用图片、实物照片和表格等形式将知识点生动地展示出来,力求让学生更直观地理解和掌握所学内容。尤其是在教材插图的制作中采用了立体造型技术,增强了教材的表现力。

教学服务

本套教材全部配有方便教师上课使用的电子课件,部分教材还配有习题册,电子课件等教学资源可通过职业教育教学资源 and 数字学习中心(<http://zyjy.class.com.cn>)下载。在《模具结构(第二版)》等教材中引入了二维码技术,针对书中的教学重点和难点制作了动画、视频等多媒体素材,使用移动终端扫描书中相应位置处的二维码即可在线观看。

致谢

本次教材的开发工作得到了江苏、山东、湖南、广东、广西等省(自治区)人力资源和社会保障厅及有关学校的大力支持,在此我们表示诚挚的谢意。

人力资源和社会保障部教材办公室

2016年6月

目 录 Contents

绪论	(1)
第一章 模具零件机械加工工艺规程及制造技术要求	(3)
第一节 模具零件机械加工工艺规程的编制	(3)
第二节 模具制造技术要求	(9)
第二章 模具零件的机械加工	(18)
第一节 模具结构零件的机械加工	(18)
第二节 凸模和型芯的机械加工	(39)
第三节 型孔的加工	(51)
第四节 型腔的加工	(57)
第三章 模具零件的机械加工质量	(70)
第一节 模具零件的机械加工精度	(70)
第二节 模具零件的表面质量	(75)
第四章 模具零件的特种加工工艺	(80)
第一节 电火花成形加工	(80)
第二节 电火花线切割加工	(95)
第三节 电化学加工	(102)
第五章 模具制造的其他方法	(108)
第一节 冷挤压加工技术及设备	(108)
第二节 超塑性成形技术	(117)
第三节 合成树脂模具制造	(122)
第六章 模具装配工艺	(125)
第一节 模具装配方法	(125)
第二节 冲裁模的装配	(128)
第三节 弯曲模和拉深模的装配	(139)
第四节 塑料模的装配	(142)



第五节 模具总装配示例	(147)
-------------------	-------

第七章 模具加工技术的发展	(151)
---------------------	-------

第一节 高效精密机床	(151)
------------------	-------

第二节 模具计算机辅助设计和制造技术	(154)
--------------------------	-------

第三节 模具表面硬化处理	(156)
--------------------	-------

第四节 新型模具材料	(160)
------------------	-------

绪论

模具制造工艺课程所研究的是将模具设计转化为模具产品的工作流程和加工方法，是模具设计和制造专业的主要专业课之一。其主要内容包括模具零件机械加工工艺规程及制造技术要求、模具零件的机械加工、模具零件的机械加工质量、模具零件的特种加工工艺、模具制造的其他方法、模具装配工艺以及模具加工技术的发展。

一、模具制造工艺对模具的影响

模具制造工艺水平的高低是衡量一个国家机械制造水平的重要标志之一，发展及提高模具制造工艺水平对国民经济的发展有着非常重要的作用。

1. 模具制造工艺影响模具的使用寿命和生产成本

例如，采用新型的材料、先进的加工技术、标准模具零件等都能延长模具的使用寿命及降低成本。

2. 模具制造工艺影响模具的生产周期

模具制造周期是模具生产的重要经济性指标之一，市场瞬息万变，尽快地将产品推向市场是生产商抢占市场的关键。利用反向制造工程制模技术、先进的数控加工技术、标准模架等都能大大地缩短模具的制造周期。

3. 模具制造工艺影响模具的制造精度

先进的模具制造工艺，如电加工、精密数控加工等都能显著地提高模具的制造精度。

二、模具制造工艺与其他技术的关系

1. 与新材料及其热处理技术的关系

影响模具使用寿命、质量、生产周期和成本的重要因素之一是模具材料及其热处理。高强度、高耐磨性、易切削的新型模具材料和先进的热处理技术有利于降低模具的制造成本，延长使用寿命，提高质量，缩短制造周期。

2. 与标准化技术的关系

模具的结构和形式多种多样，以前普遍认为其难以标准化。目前，模具部件的标



准化已经较为成熟,并紧跟模具创新的步伐不断完善。标准的出现促进了模具零部件的标准化、批量化生产,使模具生产的成本降低,生产周期缩短。

3. 与 CAD/CAM 技术的关系

计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)技术的飞速发展以及模具设计和制造的各类软件,使设计和制造的周期大为缩短。

三、我国模具制造水平

过去,我国的模具工业与发达国家有很大的差距,近几十年模具制造工艺迅速发展,主要表现在以下几个方面:

1. 标准化工作较为成熟

我国已经制定了冲压模、塑料模、压铸模和模具基础技术等 50 多个标准,300 余个标准号。出现了许多模具标准件生产企业,模架及其相关的零件都有标准件供应。

2. 能制造先进的生产设备

现在,某些精密、高自动化的模具加工和检测设备,如高速铣床、数控加工中心、精密坐标镗床、数控坐标磨床、数控高精度低损耗电火花机床、慢走丝电火花线切割机床、精密电解加工机床、三坐标测量仪、挤压研磨机等在国内都能制造。这些生产设备大大提高了模具的制造水平和效率。

3. 模具 CAD/CAM 发展紧跟世界水平

计算机辅助模具设计与制造,简称模具 CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)。模具 CAD/CAM 技术能显著缩短模具设计与制造周期,降低生产成本,提高产品质量。我国模具 CAD/CAM 技术的发展已有 20 多年历史,在标准化、集成化技术、智能化技术、网络技术应用、快速成形技术等方面取得了很大的进步,紧跟世界水平。

4. 新材料的研发及其处理技术发展迅速

模具工业要上水平,材料应用是关键。选材和用材不当是导致模具过早失效的重要因素。目前,我国研发了几十种模具新钢种和硬质合金,以及发展了热处理技术和表面处理技术,延长了模具的使用寿命。

第一章

模具零件机械加工工艺 规程及制造技术要求

模具的生产过程是指将原材料转变为模具成品的全过程。它主要包括技术准备(模具设计、工艺方案设计等)、毛坯准备、零件加工、装配调整、安装试模和相关工作(供应、运输、保管、涂漆、包装等)。其中,零件加工、装配调整是模具生产过程的重点。

第一节 模具零件机械加工工艺规程的编制

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的重要组成部分,包括毛坯制造工艺过程、零件的机械加工工艺过程、装配工艺过程等。

一、模具零件机械加工工艺过程的组成

一个模具零件的机械加工工艺过程由若干工序组成。工序是指由一个或一组工人,在一个工作地点对同一个或同时对多个零件进行加工,所连续完成的那一部分工艺过程。如果工作地点、加工对象发生改变及加工过程不是连续完成的,都不能算作同一工序。

例如,在一批工件上钻孔、铰孔,若每个孔是在同一台机床上钻完后不动接着铰孔,则钻孔、铰孔是连续的,应划分为一道工序;若在一台机床上将这批工件的孔全部钻完后再逐个铰孔,则钻孔、铰孔是不连续的,就应当划分为钻孔、铰孔两道工序。

如图 1—1 所示的台阶轴,由图 1—1b 所示的毛坯加工成图 1—1a 所示的成品,可划分为表 1—1 所列的五道工序。

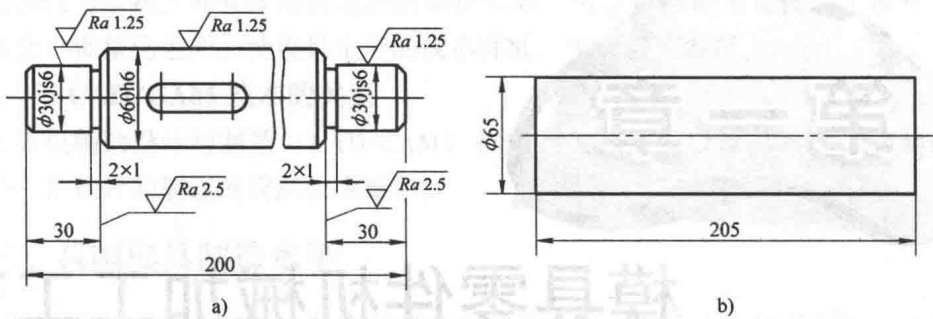


图 1—1 台阶轴

表 1—1 台阶轴加工工序内容

工序编号	工序内容	工作地点
1	车两端面、钻中心孔	车床
2	车外圆、车槽并倒角	车床
3	铣键槽	铣床
4	去毛刺	钳台
5	磨外圆	外圆磨床

每一道工序又可细分为安装、工位、工步和走刀。

1. 安装

工件经一次装夹后所完成的那一部分工序称为安装。在同一道工序中，有时工件需要进行多次装夹。例如，表 1—1 中，工序 1，车削左端面，打左端中心孔，安装时是夹持右端；左端面车削完成后，需掉头夹持左端，车削右端面及打右端中心孔，是两次安装。

安装次数越多，所需辅助工时越多，还会产生装夹误差。

2. 工位

一次装夹中，工件与夹具或设备的可动部分一起，相对于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—2 所示为在圆盘形夹具上钻孔和铰孔，在位置Ⅰ安装工件后，夹具回转部分带动工件逆时针转动 120°到位置Ⅱ钻孔，再到位置Ⅲ铰孔。所以，一个工件在夹具中要从位置Ⅰ转到位置Ⅱ，再转到位置Ⅲ才能完成孔的钻、铰加工，即三个工位。

3. 工步

工步是指在加工表面、加工工具和切削用量不变的情况下所连续完成的一部分工序。一个工序可能分为几个工步，也可能只有一个工步。表 1—1 中工序 2 可划分为三个车外圆工步、两个车槽工步和四个倒角工步。

但当工件在一次装夹后连续进行若干个相同的工步时，为简化工艺文件，常将其

作为一个工步填写。

如图 1—3 所示为钻 8 个 $\phi 12$ mm 的孔，虽然是 8 个工步，但在工序卡中可写成一个工步：钻 8 个 $\phi 12$ mm 的孔。

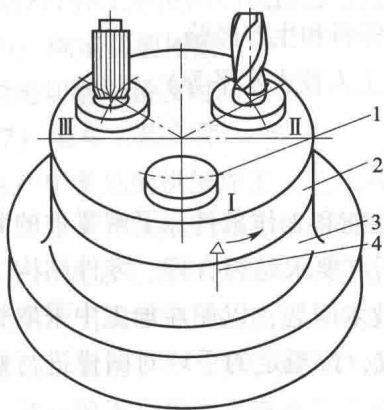


图 1—2 在圆盘形夹具上钻孔和铰孔

1—工件 2—夹具回转部分
3—夹具座 4—分度标记

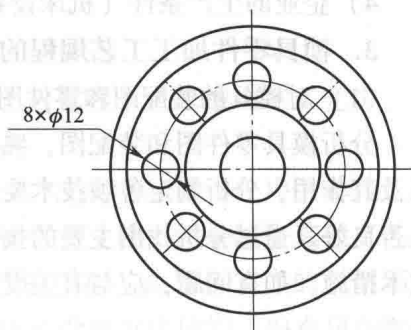


图 1—3 钻 8 个 $\phi 12$ 的孔

4. 走刀

有些工步，由于要去除的余量较大或为了保证精度，需对同一表面进行多次切削。刀具从被加工表面上每切下一层金属就称为一次走刀。

二、模具零件机械加工工艺规程及其编制

1. 模具零件机械加工工艺规程的内容

模具零件机械加工工艺规程的内容包括各工序的加工内容、质量检验方法及精度要求、切削用量、时间定额、所采用的机械设备及工艺装备。这些内容将在工艺过程卡、工艺卡和工序卡中得以体现。

2. 编制模具零件机械加工工艺规程时应考虑的因素及相关资料

(1) 编制模具零件机械加工工艺规程时应考虑的因素

1) 产品质量的可靠性。编制时要充分考虑及采取一切确保产品质量的必要措施，以期能全面、可靠和稳定地达到设计图样上所要求的精度、表面质量和其他技术要求。

2) 工艺技术的先进性。工艺技术的先进性是指在企业现有条件下，除了采用本企业成熟的工艺方法外，尽可能地吸收适合企业情况的国内外同行业先进工艺技术和工艺装备，以便提高模具零件的加工工艺技术水平。

3) 经济性。在一定的生产条件下，采用劳动量、物资和能源消耗最少的工艺方案，从而达到生产成本最低的目的，使企业获得良好的经济效益。

4) 有良好的劳动条件。制定的工艺规程必须保证工人具有良好而安全的劳动条



件。尽可能采用机械化或自动化的措施,以减轻某些笨重的体力劳动。

(2) 制定工艺规程时应具备的相关资料

- 1) 模具的零件图和装配图。
- 2) 产品的生产纲领。
- 3) 有关手册、图册、标准、相似模具的工艺资料和生产经验。
- 4) 企业的生产条件(机床设备、工艺装备、工人技术水平等)。

3. 模具零件加工工艺规程的编制步骤

(1) 对模具的装配图和零件图进行工艺分析

分析模具零件图和装配图,熟悉模具用途、性能和工作条件。了解零件的装配关系及其作用,分析制定各项技术要求的依据,判断其要求是否合理、零件结构工艺性是否良好。通过分析找出主要的技术要求和关键技术问题,以便在加工中采取相应的技术措施。如有问题,应与有关设计人员共同研究,按规定的手续对图样进行修改和补充。

(2) 确定毛坯

在确定毛坯时,要熟悉本企业毛坯车间(或专业毛坯企业)的技术水平和生产能力,各种型材的品种规格。应根据产品零件图和加工时的工艺要求(如定位、夹紧、加工余量和结构工艺性),确定毛坯的种类、技术要求和制造方法。必要时,应与毛坯车间技术人员共同确定毛坯图。

(3) 拟定工艺路线

工艺路线是指产品或零部件在生产过程中,由毛坯准备到成品包装入库,经过企业各有关部门或工序的先后顺序。拟定工艺路线是制定工艺规程十分关键的一步,需要提出几个不同的方案进行对比分析,寻求一个最佳的工艺路线。如图1—4所示为某模具零件的线切割加工工艺路线。

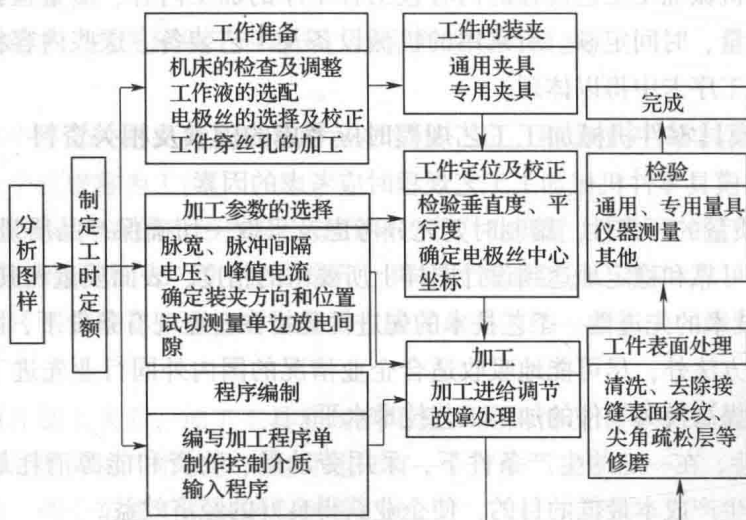


图1—4 线切割加工工艺路线

(4) 确定加工余量

确定各工序的加工余量，计算工序尺寸及其公差。

(5) 选择设备

选择好各工序使用的机床设备及刀具、夹具、量具和辅助工具。

(6) 确定切削用量

确定切削用量及时间定额。

(7) 填写工艺文件

生产中常见的机械加工工艺文件包括机械加工工艺过程卡、机械加工工艺卡、机械加工程序卡，其格式都有相应的标准规定。

1) 机械加工工艺过程卡（见表 1—2）。机械加工工艺过程卡是以工序为单位，简要地说明产品或零部件的加工（或装配）过程的一种工艺文件。它是制定其他工艺文件的基础，也是生产准备、编排作业计划和组织生产的依据。由于各工序的说明不够具体，故一般不直接用于指导工人操作，而多作为生产管理方面使用。但在单件、小批量生产中，由于通常不编制其他较详细的工艺文件，往往以这种卡片指导生产。

表 1—2 机械加工工艺过程卡

单位名称		机械加工工艺过程卡			零件图号				共 页	
					零件名称				第 页	
材料 牌号		毛坯种类		毛坯外 形尺寸		每件毛坯 可制件数			每台 件数	
工序 号	工序内容				车间	工段	设备	工艺 装备	工时	
									准终	单件
00										
05										
10										
编 制					校 对					
审 核					日 期					

2) 机械加工工艺卡（见表 1—3）。是指按产品或零部件的某一工艺阶段编制的一种工艺文件。它以工序为单元，详细说明产品或零部件在某一工艺阶段中的工序号、工序名称、工序内容、工艺参数、操作要求以及采用的设备和工艺装备等。它是用来指导工人生产及帮助车间管理人员和技术人员掌握整个零件加工过程的一种主要技术文件，广泛用于成批生产的零件和重要零件的小批量生产中。



表 1—3 机械加工工艺卡

加工工艺卡				产品名称	零件名称	材料	零件图号
毛坯种类		毛坯外形尺寸		每件毛坯可制件数		备注	
工序号	工 种	工 序 内 容			夹 具	使用设备	备 注
10							
20							
30							
编 制		检 验					
审 核		日 期				共 页	第 页

3) 机械加工程序卡 (见表 1—4)。是指在机械加工工艺过程卡或机械加工工艺卡的基础上, 按每道工序所编制的一种工艺文件。一般具有工序简图, 并详细说明该工序每个工步的加工 (或装配) 内容、工艺参数、操作要求以及所用设备和工艺装备等。它是用来具体指导工人操作的工艺文件, 一般用于大批大量生产中。

表 1—4 机械加工程序卡

单位名称	机械加工 工序卡	零件图号		共 页			
		零件名称		第 页			
(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	每件毛坯可制件数		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	
		工位器具编号		工位器具名称		工序工时	
						准终	单件

续表

工步号	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)	走刀 次数	工时定额	
								基本	辅助
1									
2									
编 制			检 验						
审 核			日 期						

第二节 模具制造技术要求

模具制造工艺过程应满足的基本要求就是保证模具的质量，即在制造过程中按工艺规程生产出的模具应能达到模具设计图样所规定的全部精度和表面质量。而模具零件的制造要求是保证模具质量的基础。在实际加工中，根据模具的使用情况不同，各零件的加工技术要求也有所不同。本节讨论冷冲压模具和塑料成形模具制造总体上的技术要求。

一、冷冲压模具制造的技术要求

1. 冲裁模制造的技术要求

将一部分材料与另一部分材料分离的模具称为冲裁模，如图 1—5 所示。在冷冲压模具制造过程中，冲裁模的尺寸精度、形状精度、凸模和凹模间隙及其均匀性等方面的要求对冲裁件质量影响很大。

(1) 冲裁模中凸模与凹模的加工要求

1) 落料时，落料零件的尺寸与精度取决于凹模刃口尺寸。因此，在制造落料凹模时，应使凹模尺寸与制品零件最小极限

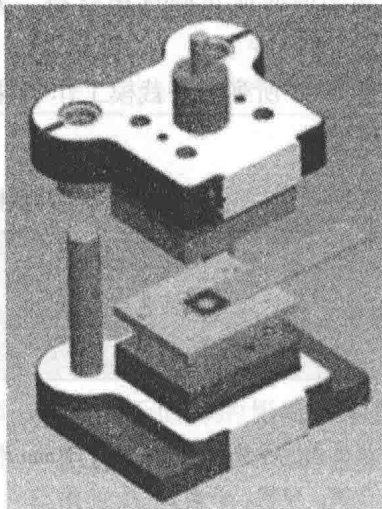


图 1—5 冲裁模



尺寸相近。凸模刃口的基本尺寸则应按凹模刃口的基本尺寸减小一个最小间隙值。

2) 冲孔时，冲孔零件的尺寸与精度取决于凸模尺寸。因此，在制造冲孔凸模时，应使凸模尺寸与孔的最大极限尺寸相近，而凹模基本尺寸则应按凸模刃口尺寸加上一个最小间隙值。

3) 对于单件生产的冲裁模和形状复杂零件的冲裁模，其凸模和凹模应采用配作法加工。即先按图样尺寸加工凸模（或凹模），然后以此为基准，配作凹模（或凸模），并加上间隙值。落料时，先制造凹模，凸模以凹模配作；冲孔时，先制造凸模，凹模则以凸模配作。

4) 由于凸模、凹模长期工作受磨损会使间隙加大，因此，在制造冲裁模时应采用最小合理间隙值。

5) 在制造冲裁模时，同一副模具的凸模和凹模间隙应保证在各个方向上均匀一致。

6) 凸模与凹模的精度应随制品零件的精度而定。一般情况下，圆形凸模与凹模应按 IT6 ~ IT5 级精度加工，而非圆形凸模和凹模可取制品精度的四分之一作为凸模和凹模的加工精度。

(2) 冲裁模中凸模和凹模的热处理

冲裁是指利用冲裁模在压力机上把被冲材料分离的一种冲压工序。冲裁模是一种带刃口的模具。在冲裁时凸模刃口陷进被冲材料之中，并承受着强烈的冲击和材料的剧烈摩擦，使刃口部位严重磨损，由开始的锋利到最后变成圆钝，影响了后续制品的质量。为保证制品零件的质量长期稳定，这就要求冲裁模的凸模有较高的耐磨性，而且还要有一定的抗压强度、抗弯强度和冲击韧性。而对于凹模，除抗弯强度要求略低外，其抗压强度、冲击韧性的要求要比凸模更高。因此，制造冲裁模凸模和凹模时应正确选用材料，并且用合理的热处理工艺来保证其硬度、韧性等要求。

表 1—5 所列为冲裁模工作零件的热处理要求，表 1—6 所列为冲裁模辅助零件的热处理要求。

表 1—5 冲裁模工作零件的热处理要求

工作零件名称	选用材料	热处理硬度 HRC	
		凸模	凹模
形状简单、冲裁材料厚度小于 3 mm 的模具所用凸模、凹模、凸凹模	T8、T8A、T10、T10A	58 ~ 62	60 ~ 64