

模具职业技能培训系列教程

冲压模具制造工

CHONGYA MUJU ZHIZHAOGONG



(高级)

郑展 王秀凤 郭洁民 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

IG3852

模具职业技能培训系列教程

冲压模具制造工

(高级)

郑 展 王秀凤 郭洁民 编著

大字图书馆
藏书章



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准》对高级模具制造工的知识要求和技能要求,按照职业院校和企业岗位培训的需要编写的。本书主要包括:模具制造工艺,模具零件的加工,电火花线切割加工,较复杂冲模的设计与制造,其他成形工序及模具钢。本书通过大量生产实例介绍了模具零件加工和模具装配全过程,并配有操作技能实训。书末附有与之配套的题库和答案,以便于考核鉴定和读者自测自查。

本书可供职业院校、企业培训部门、职业技能鉴定培训机构及再就业和农民工培训机构使用,也可作为中等职业学校、模具培训短训班的教学用书,还可作为相关专业人员的自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具制造工:高级/郑展,王秀凤,郭洁民编著. —北京:机械工业出版社,2009.9

(模具职业技能培训系列教程)

ISBN 978-7-111-28182-5

I. 冲… II. ①郑…②王…③郭… III. 冲模—制模工艺—技术培训—教材 IV. TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第158319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:王英杰 责任编辑:赵磊磊

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:鞠杨 责任印制:洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2010年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·9.5印张·234千字

0001~4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-28182-5

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务 网络服务

社服务中心:(010)88361066

销售一部:(010)68326294 门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 教材网:<http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

模具是制造各种零件和制品的重要工艺装备,模具技术水平反映了一个国家制造业的能力和工业产品的水平。改革开放以来,我国模具工业迅速发展,已成为模具制造大国。模具制造工业的发展,需要高素质的模具制造工,而我国模具制造工的培养远远滞后于市场的需求,致使模具制造工尤其是高级模具制造工和技师、高级技师严重短缺。近几年来,全国各地各企业的岗位培训机构、技工学校、职业院校都为培养模具制造工做了大量的工作。要培养出高素质的模具人才,必须有先进的教材相配套,为此,以国家职业标准为依据,我们编写了模具制造工中级、高级、技师和高级技师培训教材。本书以高级模具制造工为主,以坚持职业院校和企业岗位培训为原则,以满足模具制造工的迫切需要为目标,将企业生产实践和院校教学实践有机地结合起来,使内容实用、够用、通俗易懂,突出内容新,做到“知识新、工艺新、技术新、标准新”。

本书主要包括:模具制造工艺,模具零件的加工,电火花线切割加工,较复杂冲模的设计与制造其他成形工序及模具钢,还有模具制造技能训练实例,所有内容符合企业生产实际,通俗易懂。

本书由郑展、王秀凤、郭洁民编著。在本书的编写过程中,图样绘制方面得到了孟鹏飞、叶春利、周禄兵、李凯、蔡友贵、郭晓丽、杨清凤和刘亚奇的帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前 言

第一章 模具制造工艺	1
第一节 概述	1
一、模具生产过程	1
二、模具制造工艺过程	1
第二节 模具零件制造工艺规程	1
一、工艺规程的形式	1
二、模具零件加工工艺过程的制订	8
三、毛坯余量和工序余量	10
第三节 模具装配工艺	14
一、模具装配技术要求	14
二、模具装配工艺过程	14
三、装配尺寸链	16
四、保证模具装配精度的方法	18
五、模具零件的定位、联接与固定	20
六、模具的装配	24
第二章 模具零件的加工	25
第一节 模具零件的铣削加工	25
一、矩形模板的铣削加工	25
二、模腔的铣削加工	29
三、在铣床上钻孔、铰孔、镗孔	30
第二节 模具零件的磨削加工	32
一、成形磨削	32
二、光学曲线磨床磨削加工	39
三、坐标磨床磨削加工	39
第三节 研磨与抛光	40
一、研磨的目的、原理和研磨余量	40
二、研具材料与研磨剂	40
三、研磨方法	42

四、研磨实例	43
五、抛光	45
第三章 电火花线切割加工	46
一、电火花线切割加工的基本原理	46
二、电火花线切割加工的控制原理	47
三、电火花线切割加工的程序编制	53
四、电火花线切割的加工工艺	64
五、电火花切割模具加工实例	65
第四章 较复杂冲模的设计与制造	70
第一节 较复杂的复合模	70
一、复合模的特点	70
二、复合模设计中应注意的问题	70
三、复合冲裁模制造要点	74
四、落料、拉深、冲孔复合模的设计与制造	76
五、冲模的装配	85
六、试模和调整	88
第二节 较复杂的级进模	89
一、级进模的特点	89
二、级进模的结构类型	90
三、较复杂多工位级进模的制造特点	92
四、较复杂级进模凹模、凸模固定板、弹压卸料板的加工	93
五、级进模的装配	94
六、试模和调整	97
七、多零件级进模的设计与制造	97
八、接线片多工位级进模	101
第五章 其他成形工序	105
第一节 胀形	105
一、胀形变形的特点	105
二、筒形件的胀形	105
三、胀形方法	106
第二节 翻边	106
一、内孔翻边	107
二、内孔翻边的工艺计算	107
三、外缘翻边	108
四、翻边模	108
第三节 缩口	109

一、缩口变形的特点·····	109
二、缩口模·····	110
第四节 校形·····	110
第五节 冷挤压·····	111
一、冷挤压的分类·····	111
二、冷挤压模·····	111
第六章 模具钢·····	113
第一节 冲模模具钢·····	113
一、工作条件及失效形式·····	113
二、对冲模模具钢的性能要求·····	113
三、冲模工作零件常用钢·····	114
四、冲模模具钢的性能·····	114
五、凸模和凹模材料的选用·····	118
六、冲模其他零件材料的选用·····	119
第二节 模具钢热处理基础知识·····	123
一、模具零件热处理的目的·····	123
二、模具零件热处理的主要工序·····	123
第三节 模具工作零件的表面强化处理·····	124
一、化学热处理表面强化·····	124
二、表面气相沉积强化·····	126
三、高能束表面强化·····	127
四、其他表面强化·····	128
试题库·····	129
理论知识试题·····	129
一、判断题 试题（129） 答案（140）	
二、选择题 试题（131） 答案（141）	
三、填空题 试题（136） 答案（141）	
四、问答题 试题（139） 答案（143）	
技能要求试题·····	139
参考文献·····	145

模具制造工艺

培训学习目的 了解模具的生产过程，掌握模具零件加工工艺过程，熟悉模具装配技术要求、装配工艺、装配尺寸链及其应用，熟悉保证模具装配精度的方法。

第一节 概 述

一、模具生产过程

各种模具制造，都是由用户提供的产品信息和零件的技术信息，通过模具设计师的工艺分析，设计成模具。由原材料到模具之间各个关联的劳动过程的总和称为模具生产过程。它包括模具的设计过程、工艺编制过程、原材料和标准件的采购、运输和保管、生产准备工作、毛坯制造、零件的机械加工和特种加工、热处理及表面处理，以及模具的装配、调试、试模和检验、包装等。

二、模具制造工艺过程

所谓“模具制造工艺”就是指制造模具的方法。模具制造工艺过程是生产过程中的主要组成部分，它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，正确合理地制订工艺过程，使工艺过程技术先进、经济合理是非常重要的。

模具制造工艺过程主要包括零件加工工艺过程和模具装配工艺过程两部分，是指在生产过程中直接改变生产对象的形状、尺寸、相对位置和性能等，使其成为模具的过程。

模具零件加工工艺过程包括铸造、锻造、焊接、机械加工、特种加工、热处理及表面处理等。模具装配工艺过程包括装配方法、装配顺序、调整、修配、试模及检验等。

第二节 模具零件制造工艺规程

一、工艺规程的形式

模具零件制造工艺规程包括工艺路线、零件毛坯的选用与加工、各工序的加工内容与要

求、所采用的机床与工艺装备、切削用量及工时定额、零件的检验项目及检验方法等，将上述内容采用表格或卡片的形式规定下来，就是模具零件制造工艺规程。

工艺规程是模具制造的主要技术文件之一，是企业规章制度的主要组成部分。它是指导生产的主要技术文件，也是组织管理生产的基本依据。

工艺规程的形式与模具厂（车间）的规模、技术传统、管理水平以及专业化水平有关，一般有三种形式，即工艺过程卡片、工艺卡片和工序卡片。

1. 模具零件加工工艺过程卡片

工艺过程卡片主要列出了零件加工所经过的工艺路线，包括毛坯准备、机械加工、特种加工、热处理及表面处理等，是编制其他工艺文件的基础，也是生产技术准备、编制作业计划和组织生产的依据，是模具制造中的主要技术文件。

由于这种卡片对各工序的说明不够具体，如对车削加工中的切削速度、进给量、背吃刀量、装夹方法、定位方法、留夹头大小、顶尖孔大小、车削顺序都不作具体规定，一般成批、大量生产中不能直接指导工人操作，但在模具生产中，由于对模具工的技术水平要求高，而且他们在模具零件加工中积累了丰富的实际经验，所以，详细的操作内容都是由模具工自己决定的。通常不编制其他较详细的工艺文件，所以可用它直接指导模具工操作。

工艺过程卡片实例见图 1-1 ~ 图 1-7，见表 1-1 ~ 表 1-7。

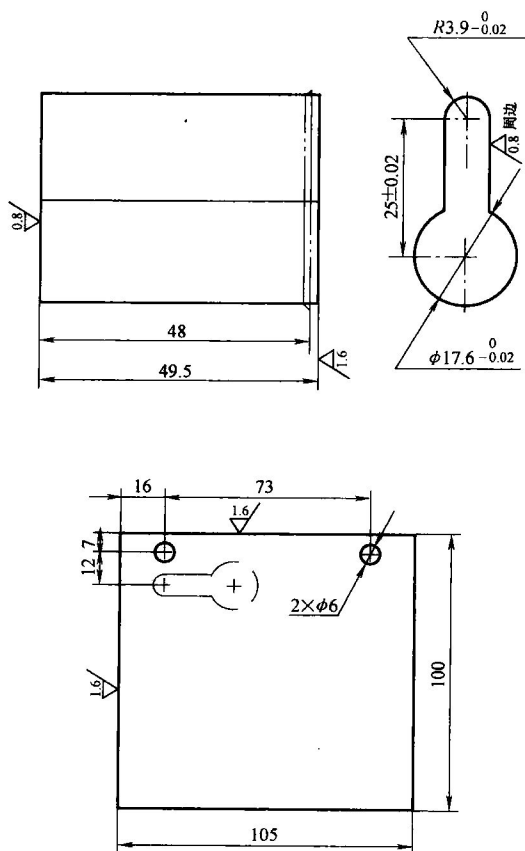


图 1-1 凸模

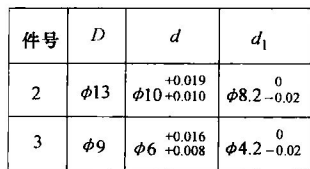


图 1-3 侧刃

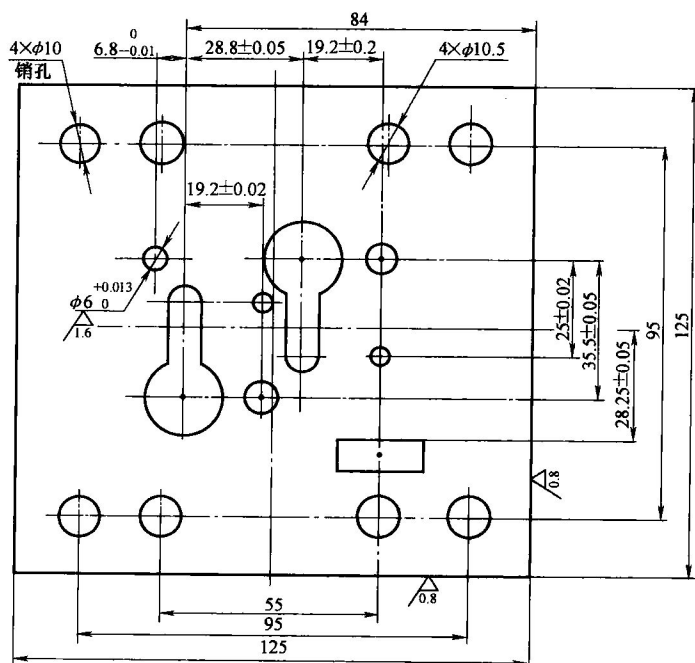
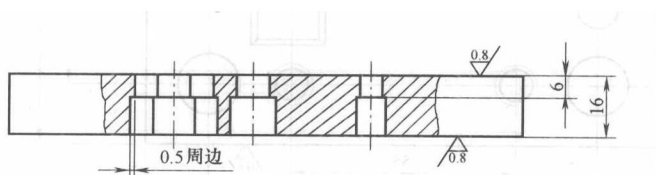


图 1-4 凹模

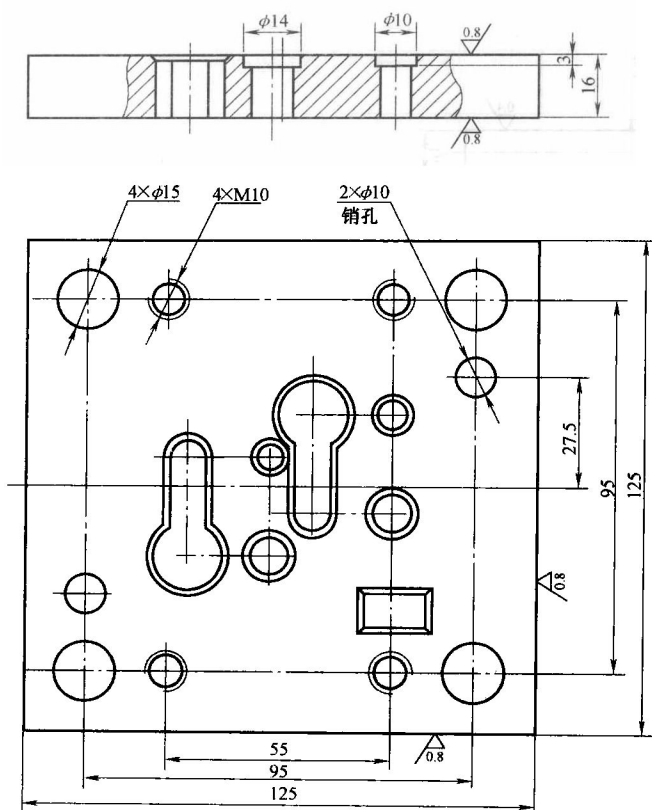


图 1-5 凸模固定板

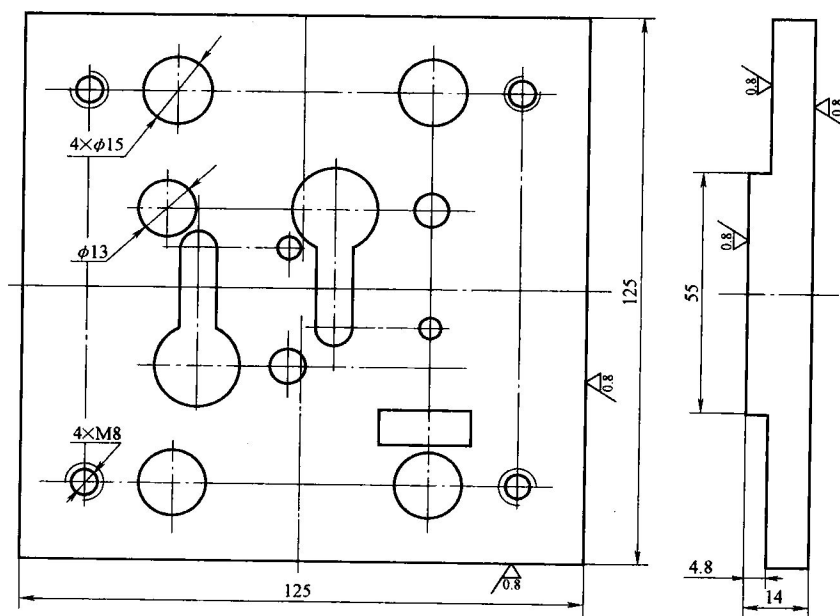


图 1-6 弹压卸料板

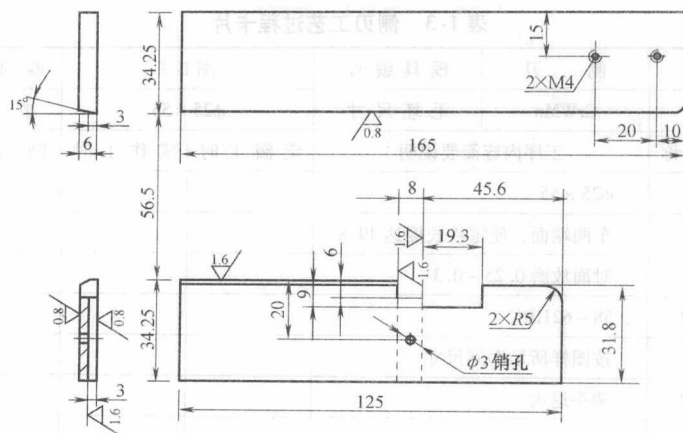


图 1-7 导料板

表 1-1 凸模工艺过程卡片

(单位: mm)

零件名称		凸 模	模具编号	图 1-1		零件号	1
材 料		CrWMn	毛坯尺寸	55 × 105 × 110		数 量	2
序 号	工序名称	工序内容简要说明		定额工时	实作工时	制 造 人	检 验
1	下料	φ80 × 133					
2	锻	55 × 105 × 110					
3	热处理	退火					
4	铣或刨	对面放磨 0.5 ~ 0.6					
5	平磨	预磨上、下平面和基面					
6	钳	钻 2 × φ6 穿丝孔					
7	热处理	58 ~ 62HRC					
8	平磨	上、下平面和基面					
9	线切割	切割成形					
10	热处理	钼头退火					
11	钳						

表 1-2 圆凸模工艺过程卡片

(单位: mm)

零件名称		圆 凸 模	模具编号	图 1-2		零件号	2、3
材 料		CrWMn	毛坯尺寸	φ15 × 145、φ10 × 140		数 量	各 2
序 号	工序名称	工序内容简要说明		定额工时	实作工时	制 造 人	检 验
1	下料	φ15 × 145、φ10 × 140 各一件					
2	车	大端留夹头, 小端留阳顶尖, 外圆放磨 0.25 ~ 0.3					
3	热处理	58 ~ 62HRC					
4	外圆磨	按图样所示磨到尺寸					
5	工具磨	去夹头、阳顶尖					

表 1-3 侧刃工艺过程卡片

(单位: mm)

零件名称		侧 刃	模具编号	图 1-3		零件号	4
材 料		CrWMn	毛坯尺寸	$\phi 25 \times 55$		数 量	1
序 号	工序名称	工序内容简要说明		定额工时	实作工时	制 造 人	检 验
1	下料	$\phi 25 \times 55$					
2	车	车两端面, 使零件长度达 49.8					
3	铣	对面放磨 0.25 ~ 0.3					
4	热处理	58 ~ 62HRC					
5	平磨	按图样所示磨到尺寸					
6	热处理	柳头退火					
7	钳						

表 1-4 凹模工艺过程卡片

(单位: mm)

零件名称		凹 模	模具编号	图 1-4		零件号	5
材 料		CrWMn	毛坯尺寸	21 × 131 × 131		数 量	1
序 号	工序名称	工序内容简要说明		定额工时	实作工时	制 造 人	检 验
1	下料	$\phi 65 \times 114$					
2	锻	21 × 131 × 131					
3	热处理	退火					
4	铣或刨	上、下平面放磨 0.5 ~ 0.6, 基面放磨 0.25 ~ 0.3					
5	平磨	预磨上、下平面和基面					
6	钳	钻螺钉过孔, 钻、铰销钉孔和挡料销孔; 倒角					
7	铣镗	在两小孔中心处镗 $\phi 3$ 孔, 在圆点处镗 $5 \times \phi 5$ 孔					
8	热处理	60 ~ 64HRC					
9	平磨	上、下平面和基面					
10	线切割	切割成形					
11	钳	腐蚀漏料孔					

表 1-5 凸模固定板工艺过程卡片

(单位: mm)

零件名称		凸模固定板	模具编号	图 1-5		零件号	6
材 料		Q235	毛坯尺寸	20 × 131 × 131		数 量	1
序 号	工序名称	工序内容简要说明		定额工时	实作工时	制 造 人	检 验
1	下料	20 × 131 × 131					
2	铣或刨	上、下平面放磨 0.3 ~ 0.4, 基面放磨 0.2 ~ 0.3					
3	平磨	上、下平面及基面					

(续)

序 号	工序名称	工序内容简要说明	定额工时	实作工时	制 造 人	检 验
4	钳	制螺孔、销孔及卸料螺钉过孔, 倒角				
5	铣镗	同凹模位置一致镗 $7 \times \phi 5$ 孔				
6	线切割	切割成形				
7	钳					

表 1-6 弹压卸料板工艺过程卡片

(单位: mm)

零件名称		弹压卸料板	模 具 编 号	图 1-6		零 件 号	7
材 料		Q235	毛 坯 尺 寸	18 × 131 × 131		数 量	1
序 号	工序名称	工序内容简要说明		定额工时	实作工时	制 造 人	检 验
1	下料	18 × 131 × 131					
2	铣或刨	上、下平面放磨 0.3 ~ 0.4, 基面放磨 0.2 ~ 0.3, 台阶放磨 0.15 ~ 0.2					
3	钳	倒角					
4	平磨	上、下平面, 基面及台阶面					
5	铣镗	同凹模位置一致镗 $7 \times \phi 5$ 孔					
6	线切割	切割成形					
7	钳	配作 $4 \times \phi 15$ 螺钉头让开孔和 $\phi 13$ 挡料销让开孔及 $4 \times M8$ 螺纹孔					

表 1-7 导料板工艺过程卡片

(单位: mm)

零件名称		导 料 板	模 具 编 号	图 1-7		零 件 号	8、9
材 料		Q235	毛 坯 尺 寸	10 × 40 × 131, 10 × 40 × 171		数 量	各 1
序 号	工序名称	工序内容简要说明		定额工时	实作工时	制 造 人	检 验
1	下料	10 × 40 × 131, 10 × 40 × 171					
2	铣或刨	上、下平面放磨 0.25 ~ 0.35, 导向面放磨 0.2 ~ 0.25					
3	平磨	上、下平面及导向面					
4	钳	划侧刃挡板及侧刃孔的位置线, 倒角					
5	铣	按侧刃挡板实际尺寸留钳修量 0.04 ~ 0.06, 铣出 15°					
6	钳	修配侧刃挡板及侧刃孔, 再修配螺孔、销孔及 $2 \times M4$ 孔					

2. 模具零件加工工艺卡片

工艺卡片是以工序为单位详细说明整个工艺过程的工艺文件, 如对车削工序的切削速度、进给量、背吃刀量、装夹方法、定位方法、顶尖孔大小、夹头大小、顶尖大小等都作详

细规定。用它来指导模具工操作，并帮助管理人员及技术人员掌握零件加工过程。它广泛用于加工大批量生产的零件及小批量生产的重要复杂的零件，在模具生产中主要用于加工批量生产的标准件及精密、复杂、大型模具中的主要零件。它是用以保证加工质量的重要工艺文件，卡片的格式和内容根据各厂的具体情况而定。

3. 工序卡片

工序卡片是在工艺过程卡片和工艺卡片的基础上，按每道工序所编制的工艺文件。它详细地说明了该工序中每个工步的加工内容、工艺参数、操作要求、所用设备和工艺装备等，一般都有工序简图，注明该工序的加工表面和应达到的尺寸公差、形位公差和表面粗糙度，主要用于大批量生产。最初的模具制造中基本上不制订工序卡片，但由于模具制造工艺技术的进步，模具中的复杂、大型、精密凹模板、模板的粗、精加工及孔加工、槽加工、型面加工工序趋于在一次装夹中完成，从而提高了工艺集成度，所以编制精密、复杂、大型模具零件的 NC、CNC 加工工艺卡片，计算、确定其工艺参数以保证零件的加工精密度，则显得尤为重要。

二、模具零件加工工艺过程的制订

1. 零件工艺性分析

由于使用要求不同，模具零件具有不同的形状和尺寸，如果从外形上加以分析，各种零件都是由一些基本表面和异形表面组成的，基本表面有内、外圆柱表面和圆锥表面、平面等，异形表面主要有螺旋面、渐开线齿形表面、抛物线表面及其他一些不规则曲面等。在研究具体零件的结构特点时，首先要分析该零件是由哪些表面组成的，因为表面形状是选择加工方法的基本因素。例如，外圆表面一般由车削和磨削加工出来，平面由铣削、刨削和磨削加工出来，内孔圆柱面则通过钻、扩、铰、镗、磨削、电火花穿孔和线切割加工出来，非圆外表面和内型孔表面可由铣削、磨削、电火花穿孔和线切割加工出来。经过分析，该零件的结构、尺寸在满足使用要求的前提下，是否便于制造、装配和拆卸，是评价零件结构设计优劣的一个重要指标。

2. 毛坯的选择

正确选择毛坯类型有着重要的技术经济意义，选择不同的毛坯，不仅影响着毛坯本身的制造，而且对零件机械加工和特种加工的工序数目、设备、工具消耗、物流、能耗、工时定额都有很大影响。如图 1-8 所示的凹模，材料为 T10A，可直接选用 $\phi 105\text{mm} \times 22\text{mm}$ 棒料毛坯加工，若材料为 Cr12MoV 则必须采用 $\phi 106\text{mm} \times 23\text{mm}$ 的

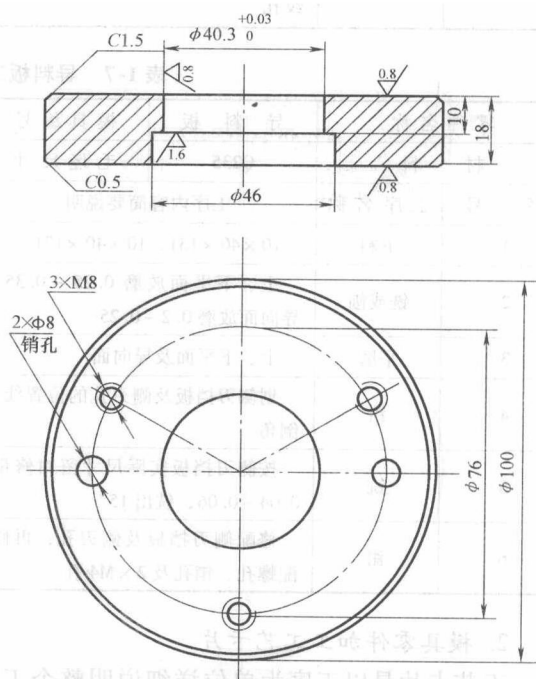


图 1-8 凹模

锻件毛坯加工, 可下料 $\phi 80\text{mm} \times 44\text{mm}$, 锻成 $\phi 106\text{mm} \times 23\text{mm}$ 的毛坯。

在模具零件制造中, 毛坯主要有铸件毛坯、锻件毛坯和型材毛坯三种。铸件毛坯由于具有一定强度, 价格低, 常用于制造冲模中的上、下模座, 材料为灰铸铁 HT200 和 HT250。汽车覆盖件拉延凸模、凹模、压边圈是由钼钒铸铁铸成, 圆角等处可进行表面淬火, 硬度为 50 ~ 55HRC。

锻造是制造中、小型成形件毛坯的主要方法, 锻造有自由锻造和模锻两种, 模锻毛坯精度高, 加工余量小, 生产率高, 但成本也高, 适合批量生产。自由锻造毛坯精度低, 加工余量大, 生产率低, 适合单件生产和模具零件生产。常用的锻件材料有 T8A、T10A、CrWMn、Cr12、Cr12MoV、D2、GM、65Nb、LD、012Al、9Mn2V、5CrMnMo、5CrNiMo、8Cr2S 等。

型材主要有棒料、板材两种, 是制造模具零件的主要毛坯。模具中的矩形零件, 大多可采用板材毛坯, 圆形零件大多可采用棒料毛坯。

3. 加工顺序和加工余量的确定

在安排加工顺序时要注意以下几点:

(1) 基准先行 用作基准的表面要先加工出来, 然后以基准表面定位加工其他表面。

(2) 先粗后精 零件的加工顺序是先进行粗加工后进行精加工。

(3) 先主后次 先安排主要表面的加工, 后安排次要表面的加工。

(4) 先面后孔 先加工平面, 后加工内孔, 因平面所占轮廓尺寸大, 用它定位稳定可靠。然后用平面作为基准, 加工各种型孔, 有利于保证孔与平面的位置精度。

(5) 先切后特 即先进行切削加工后进行特种加工。

加工余量是指加工时从加工表面上切除金属层的总厚度。加工余量可分为工序余量和总余量。工序余量是指某一表面在一道工序中切除金属层的厚度, 即相邻两工序的尺寸之差, 如图 1-9 所示。

对于板料零件

$$Z = H - h$$

对于轴

$$Z = D_1 - D$$

对于孔

$$Z = d - d_1$$

式中 Z ——本工序的加工余量;

H 、 D_1 、 d_1 ——上道工序的工序尺寸;

h 、 D 、 d ——本工序的工序尺寸。

加工总余量是指零件从毛坯变成零件的整个加工过程中, 某一表面所切除金属层的总厚度, 即等于零件上同一表面的毛坯尺寸与零件设计尺寸之差, 也等于各工序加工余量之

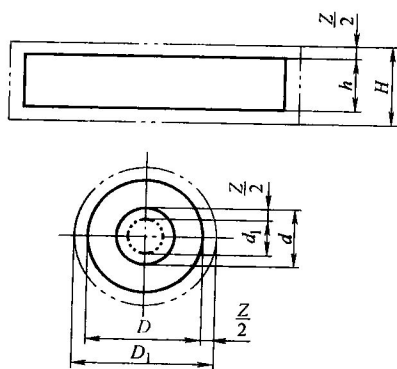


图 1-9 工序余量

和，即

$$Z_{\text{总}} = \sum_{i=1}^n Z_i$$

式中 $Z_{\text{总}}$ ——总加工余量；

Z_i ——第 i 道工序的工序余量；

n ——该表面总共加工的工序数。

加工余量又分为粗加工余量和精加工余量。模具制造中常用经验法和查表修正法确定加工余量的大小。

1) 经验法：即根据工厂所具备的工艺方法，凭借工艺师的经验和知识确定加工余量的大小。由于模具为单件生产，故在确定毛坯加工余量时，常取偏大的余量。

2) 查表修正法：即根据有关手册推荐的余量表，查出毛坯余量和各工序余量，再凭工艺师的经验进行修正，以保证毛坯余量的合理可靠性。

三、毛坯余量和工序余量

毛坯余量和工序余量的推荐值见表 1-8 ~ 表 1-16。

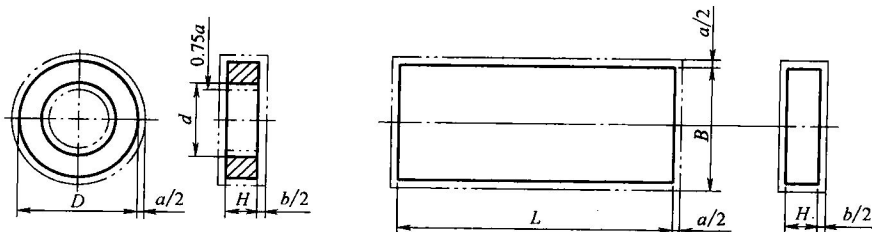
表 1-8 铸件加工余量

(单位: mm)

铸件最大尺寸	≤315	315 ~ 500	500 ~ 800	800 ~ 1250
单面加工余量	3 ~ 5	4 ~ 6	6 ~ 8	7 ~ 9

表 1-9 圆形和长方形锻件加工余量

(单位: mm)



零件厚度 H	D 、 L 、 B							
	≤100		100 ~ 200		200 ~ 300		300 ~ 450	
	a	b	a	b	a	b	a	b
≤25	4	4	6	5	7	6	8	7
25 ~ 50	5	4	6	5	7	6	8	7
50 ~ 75	5	5	7	6	8	7	10	8
75 ~ 100			7	6	9	8	10	8
100 ~ 200			8	8	10	9	12	10

注：1. 加工余量偏差：<7 时取 ±1.5；>7 时取 ±2。

2. 对于合金工具钢的锻件可将表中所列数值增加 20%。