

国家职业技能鉴定培训用书
中等职业教育改革发展示范学校规划教材

模具制造工

MUJU ZHIZAO GONG

乔慧◎主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件

国家职业技能鉴定培训用书
中等职业教育改革发展示范学校规划教材

模具制造工

主 编 乔 慧
副主编 邵守立 李志安
参 编 赵 燕 刘红伟 鹿伦涛 赵俊杰 郭善友
主 审 宋桂云



机械工业出版社

本书依据最新《国家职业标准》对模具制造工的知识要求和技能要求,按照中、高等职业教育院校和企业岗位培训的需要编写而成。本书的主要内容包括:认识模具结构、模具零件加工工艺分析、模具数控加工、模具电加工和模具装配。本书通过贯穿整书的生产实例,分模块和项目介绍了模具工艺分析、零部件加工和模具装配的全过程,每个项目均配有考核标准、相关知识、拓展训练和答案。通过对本书的学习,学生可以达到模具制造工(四级)国家职业技能标准(或更高)要求。为便于教学,本书配备了电子课件,选择本书作为教材的教师可登录 www.cmpedu.com 注册、免费下载,或通过 QQ982557826 索取。

本书适合作为中等职业学校模具相关专业的教材,也可供相关行业培训或技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

模具制造工/乔慧主编. —北京:机械工业出版社, 2012. 11

国家职业技能鉴定培训用书. 中等职业教育改革发展示范学校规划教材
ISBN 978-7-111-40095-0

I. ①模… II. ①乔… III. ①模具—制造—中等专业学校—教材
IV. ①TG760. 6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 246316 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:齐志刚 责任编辑:齐志刚 王海霞

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·11.75 印张·287 千字

0 001—2 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-40095-0

定价:25.00 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 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书依据《国家职业标准》对模具制造工的知识要求和技能要求,按照中、高等职业教育院校和企业岗位培训的需要编写而成。通过对本书的学习,学生能够认识模具结构,绘制模具的装配图和零件图,制订简单模具的加工工艺,运用数控车削加工、数控铣削加工、特种加工制造模具零件,并进行模具装配与调试。

本书采用模块—项目的结构形式,安排了19个模具工作项目,讲述了课程标准规定的全部内容,在一系列项目实施的工作过程中,学习相关的理论知识和工艺、制造方法。另外,本书还充分兼顾了有关职业技能鉴定的理论知识和操作技能。

本书的主要特色有:

1) 根据模具制造工的能力要求,分为五个模块,每个模块又由若干个项目组成,教学过程通过各个项目的实施来完成。此外,与本书配套的电子课件增加了模具机械加工、模具数控车削加工及注射机操作等模块,以满足教学需要。

2) 本书项目内容与模具企业生产实际紧密结合,并注重保证专业技能的系统性,根据知识目标和技能要求来设计训练项目,强调对学生动手能力的培养。

3) 每个项目按工序列出了详细的操作步骤,可操作性强。

4) 插图以实际加工图、实物图为主,图文并茂。

5) 教学内容同时注重培养学生的职业理念、安全意识和合作、交流、协调能力。

使用本书的建议如下:

1) 由具备很强动手能力的双师型教师任教。教学中宜采用练讲结合的教学方法,由学生按照操作步骤完成项目的操作,达到规定的目标。需要的相关理论知识随讲随练。

2) 培训大部分安排在模具车间进行,实行车间实践教学和分小组教学。

学时分配建议如下:

序号	教学内容	学时数
模块一	认识模具结构	20
模块二	模具零件加工工艺分析	20
模块三	模具数控加工	60
模块四	模具电加工	60
模块五	模具装配	40
合 计		200

本书由乔慧任主编,邵守立、李志安任副主编,参加编写的人员还有赵燕、刘红伟、鹿伦涛、赵俊杰和郭善友,由宋桂云任主审。

由于编写者的水平有限,书中缺点和错误之处在所难免,敬请使用本书的教师及广大读者批评指正。

编者

目 录

前言	
模块一 认识模具结构	1
项目一 认识落料冲孔冷冲模的结构	1
项目二 认识塑料盒、盖注射模的结构	22
模块二 模具零件加工工艺分析	30
项目一 落料冲孔冷冲模工艺分析	30
项目二 塑料盒、盖注射模工艺分析	42
模块三 模具数控加工	50
项目一 钻削塑料盒型芯固定板	50
项目二 数控铣削加工塑料盒型芯孔	68
项目三 数控铣削加工塑料盒型腔板	78
项目四 数控铣削加工晾衣架型腔板	87
项目五 数控铣削加工旋转盒型腔板	93
项目六 数控铣削加工旋转盒镶件	102
模块四 模具电加工	109
项目一 线切割加工帆船凸模	109
项目二 线切割加工瓶起子凹模	125
项目三 线切割加工落料冲孔件冲压模具 凹、凸模	131
项目四 制作塑料盒模具型腔电极	139
项目五 电火花加工塑料盒模具型腔	145
模块五 模具装配	157
项目一 塑料模定模部分的装配	157
项目二 塑料模动模部分的装配	160
项目三 塑料模浇口套的装配	164
项目四 注射模推杆机构的装配	168
附录	174
附录 A 模具制造工职业技能鉴定要求	174
附录 B 拓展训练答案	176
参考文献	182

模块一 认识模具结构

项目一 认识落料冲孔冷冲模的结构

【学习目标】

1. 正确认识模具的结构类型。
2. 正确认识模具整体及零部件的结构。
3. 能够正确选用零部件。
4. 能够绘制简单的模具装配图和零件图。

【技能要求】落料冲孔件如图 1-1 所示，其材料为 Q235，厚度 t 为 2mm，大批量生产。要求正确认识该零件所采用的冷冲模具类型，以及模具整体和零部件的结构。

【技能训练】

1. 零件工艺分析

(1) 材料分析 Q235 为普通碳素结构钢，具有较好的冲裁成形性能。

(2) 结构分析 落料冲孔件的结构简单、对称，外形均有圆弧连接过渡，对冲裁加工较为有利。零件上有三个孔，其中最小孔径为 8.2mm，大于冲裁最小孔径 ($d_{\min} \geq 1.0t = 2\text{mm}$) 的要求。另外，直径为 $\phi 8.2\text{mm}$ 的孔与零件外形之间的孔边距为 3.9mm，大于冲裁件最小孔边距 ($l_{\min} \geq 1.5t = 3\text{mm}$) 的要求。所以，该零件的结构满足冲裁要求。

(3) 精度分析 零件上有六个尺寸标注了公差要求，由公差表查得其公差要求都属于 IT11 ~ IT13，所以普通冲裁可以满足零件的精度要求。

由以上分析可知，该零件可以用普通冲裁加工方法制得。

2. 模具结构类型的确定

本项目零件为落料冲孔件，其加工方案如下。

方案一：先落料，后冲孔，采用两套单工序模生产。

方案二：落料-冲孔复合冲压，采用复合模生产。

方案三：冲孔-落料连续冲压，采用级进模生产。

方案一的模具结构简单，但需要两道工序、两副模具。因此，其生产率低，零件精度较差，难以满足零件年产量的要求。

方案二只需要一副模具，冲压件的几何精度和尺寸精度易于保证，且生产率高。尽管其模具结构较方案一复杂，但由于零件的几何形状简单对称，因此模具制造并不困难。

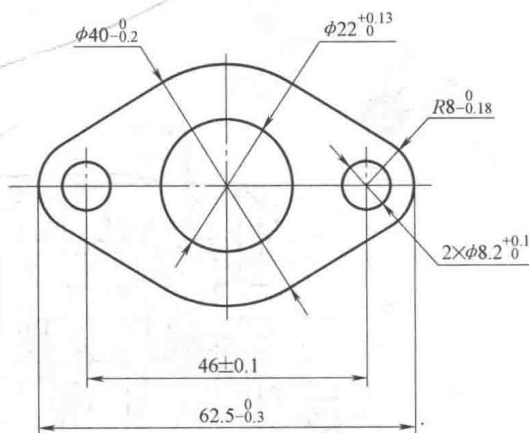


图 1-1 落料冲孔件

方案三也只需要一副模具,生产率也很高,但与方案二相比,其生产的零件精度稍差。为了保证冲压件的几何精度,需要在模具上设置导正销导正,导致其模具的制造、装配较方案二的复合模略复杂。

比较三个方案,采用方案二更为合理。然后对复合模中凸凹模(图 1-2)的壁厚进行校核,查资料得,当材料厚度为 2mm 时,凸凹模的最小壁厚为 4.9mm,而该零件上的孔边距只有 3.9mm,不满足复合模凸凹模最小壁厚的要求。因此,该零件不能采用复合模生产,其最终工艺方案确定为方案三——级进模生产。

3. 认识模具的整体结构

由以上分析可知,该零件的生产应采用级进模,材料厚度为 2mm,可以采用刚性卸料,级进模的定位采用导料板、固定挡料销和导正销共同作用。冷冲模装配图如图 1-3 所示。

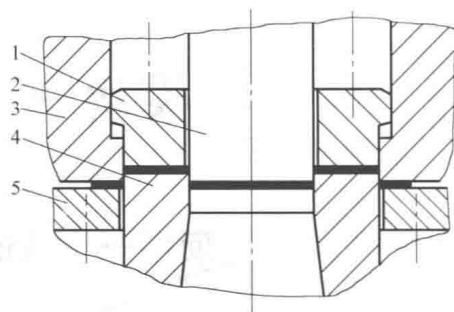


图 1-2 落料冲孔复合模的结构

1—推件块 2—凸模 3—凹模
4—凸凹模 5—卸料板

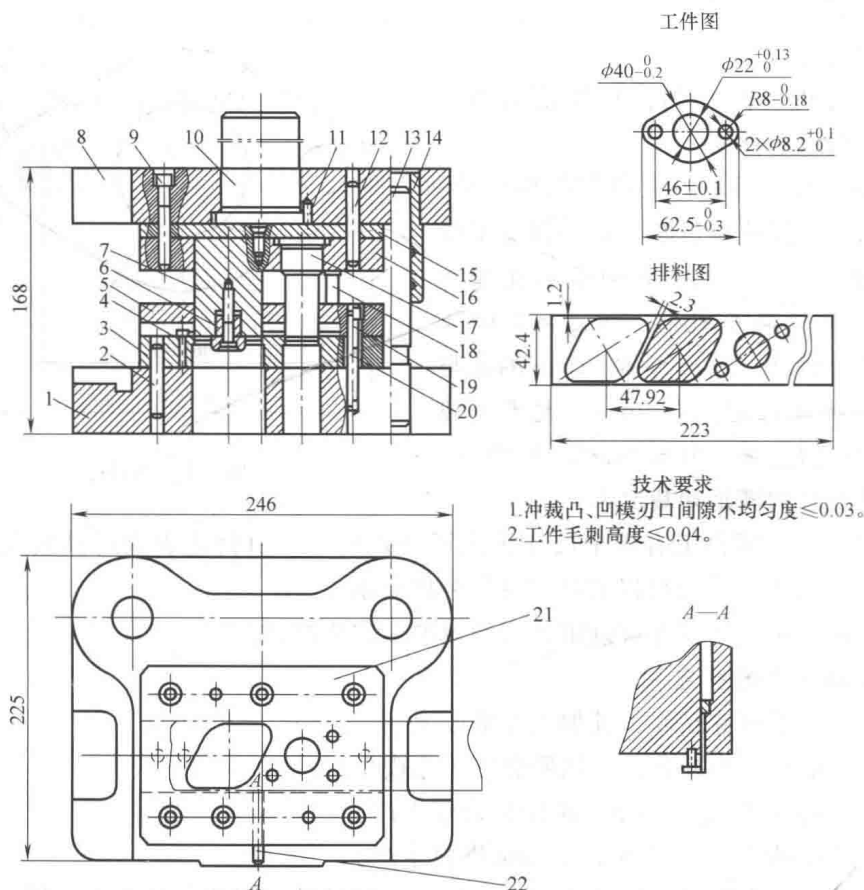


图 1-3 冷冲模装配图

1—下模座 2—销钉 3—凹模 4—固定挡料销 5—卸料板 6—导正销 7—落料凸模 8—上模座
9—螺钉 10—模柄 11—防转销 12、20—销钉 13—导柱 14—导套 15—垫板 16—凸模固定板
17、18—冲孔凸模 19—螺钉 21—导料板 22—始用挡料销

此模具为用导正销精定位的落料冲孔级进模。上、下模座用滑动导柱导向，冲孔凸模 17 与落料凸模 7 之间的距离为送料步距。在条料上冲制首件时，用手推始用挡料销，使它从导料板中伸出来抵住条料的前端即可冲第一件上的三个孔；继续向前送料，由装在落料凸模上的导正销 6 进行精定位。导正销与落料凸模用螺钉联接，保证了修磨凸模时装拆的方便性。导正销头部的形状应有利于其在导正时插入已冲的孔，它与孔的配合应略有间隙。以后各次冲裁时，都由固定挡料销 4 控制送料步距作粗定位。本套模具采用刚性卸料装置，下出件漏料方式。

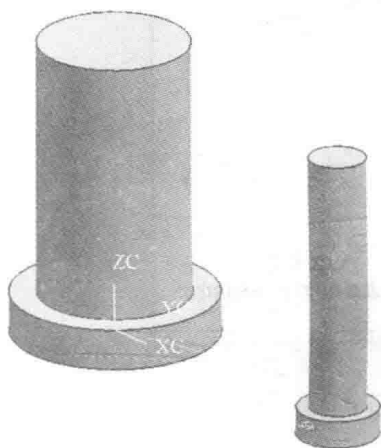


图 1-4 冲孔凸模立体图

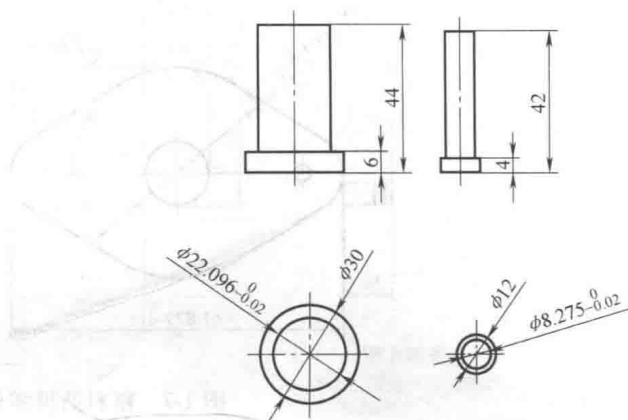


图 1-5 冲孔凸模零件图

4. 认识凸模、凹模的结构

(1) 凸模 凸模包括冲孔凸模和落料凸模。第一工位冲孔凸模的结构简单，采用了常见的圆凸模形式（即轴台式凸模），它与凸模固定板采用过渡配合，并在头部加工出台肩，以防止其在工作过程中拔出，如图 1-4 和图 1-5 所示。第二工位落料凸模的形状略复杂，为了便于加工，采用线切割制造；其为直通式的结构，即同端面式凸模，并在头部加工两个螺纹孔与垫板紧固，在下部加工导正销的安装孔，如图 1-6、图 1-7 所示。

(2) 凹模 凹模采用整体式结构，如图 1-8、图 1-9 所示。第一工位加工圆形型孔和漏料孔，第二工位加工复杂形状型孔和漏料孔，型孔为直刃口、过渡型孔结构，漏料孔比型孔大 0.5mm，尺寸精度和表面精度则要低于型孔。凹模上还加工有固定挡料销孔、连接过孔。

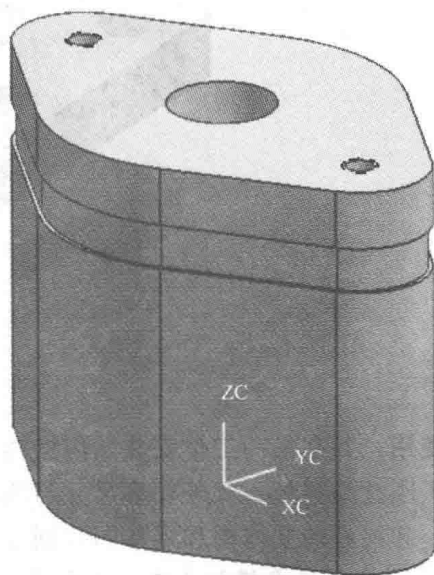


图 1-6 落料凸模立体图

5. 认识定位零件和卸料装置的结构

级进模有两个工位，第一工位冲孔，第二工位落料。定位零件为导料板与固定挡料销配

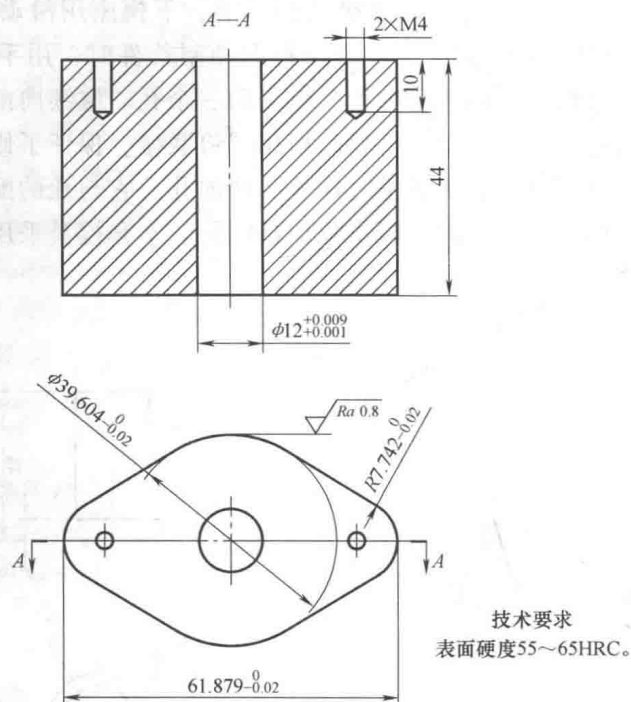


图 1-7 落料凸模零件图

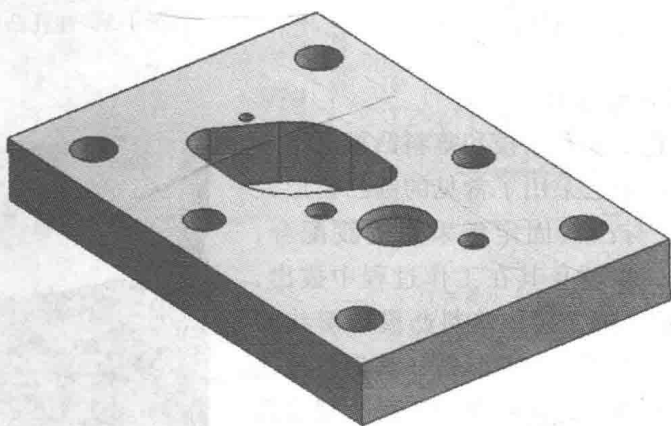


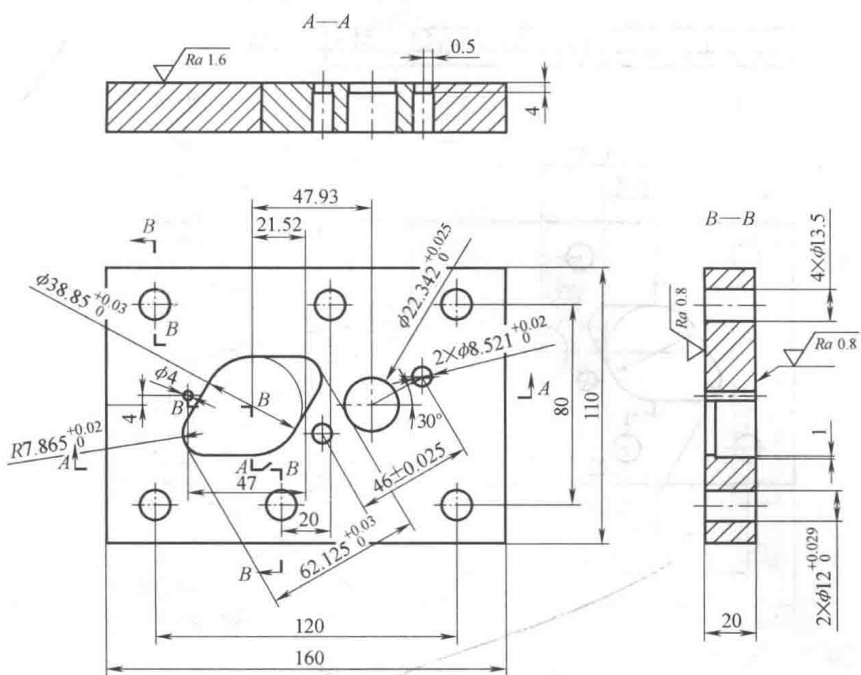
图 1-8 凹模立体图

合使用，并在第一工位安装始用挡料销，在第二工位的落料凸模上安装导正销。卸料装置采用了刚性卸料板，其外轮廓尺寸与凹模大小一致，并略薄于凹模，此处选用 16mm。

卸料板的立体图和零件图分别如图 1-10 和图 1-11 所示。

6. 认识标准模架及连接固定件的结构

结合设计计算，并为了操作方便，本模具应采用后侧式模架；结合冲压力和总压力的计算，初选压力机为 J23-35；模具中模柄采用压入式模柄，根据设备上模柄孔的尺寸，选用规格为 A 50 × 100 的模柄；模具中上模采用垫板以保护上模座，垫板的外形尺寸同凹模周界，



- 技术要求
- 1. 表面淬硬60~63HRC。
 - 2. 边缘倒圆角。

图 1-9 凹模零件图

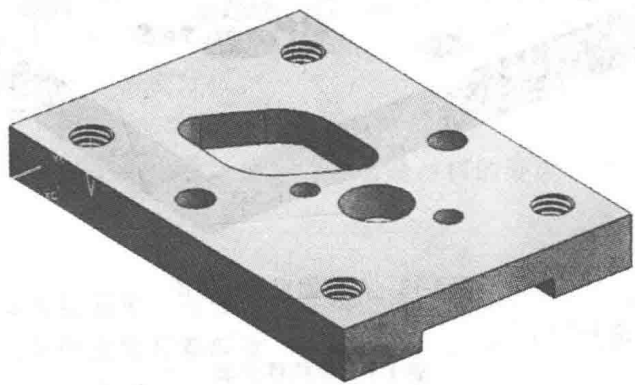


图 1-10 卸料板立体图

厚度取 10mm。

凸模的固定采用了凸模固定板，其外形尺寸也为凹模的周界尺寸，厚度取凹模的厚度或者稍小，本例取 18mm。凸模的制造公差 $\delta_T = 0.02\text{mm}$ ；凸模固定板与凸模间的间隙为 $0 \sim 0.02\text{mm}$ ，为了保证凸模的安装，凸模固定板型孔的尺寸应在凸模基本尺寸的基础上增加 0.02mm ，具体设计见零件图。为了固定台肩，须加工阶梯孔；另外，还有四个联接螺纹孔。

根据模具的尺寸，选用 M8 的螺钉和 $\phi 8\text{mm}$ 的销钉。

凸模固定板的立体图和零件图分别如图 1-12 和图 1-13 所示。

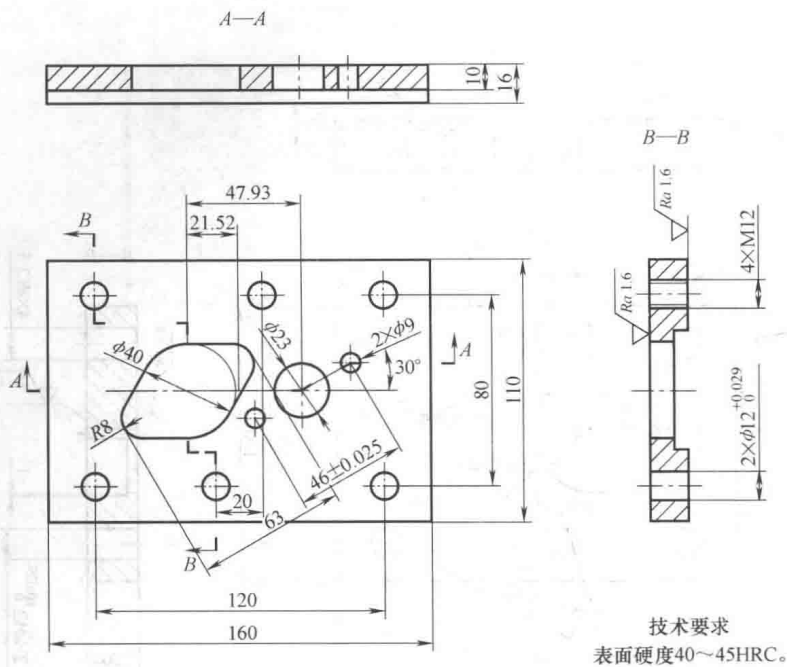


图 1-11 卸料板零件图

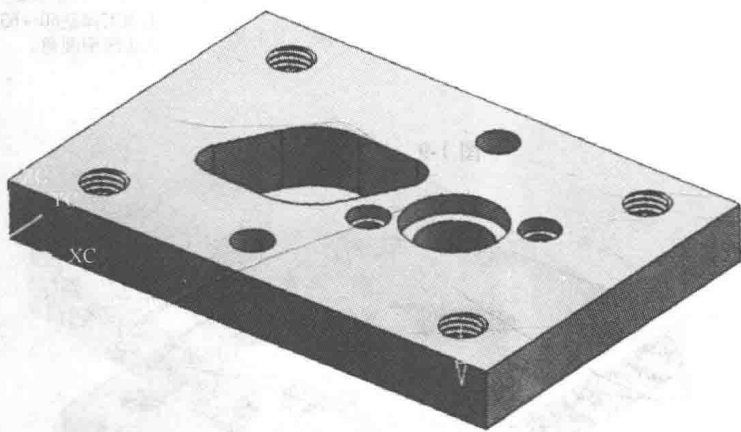


图 1-12 凸模固定板立体图

【考核标准】（见表 1-1）。

表 1-1 考核评分表

编号	考核项目	配 分	扣 分	得 分
1	工艺性分析正确	15		
2	冷冲模整体结构认识正确	20		
3	凸、凹模结构认识正确	20		
4	定位、卸料零部件结构认识正确	10		
5	模架、联接固定件结构认识正确	10		
6	立体图、零件图绘制正确	20		
7	思路表达完整、清晰	5		
备注	合 计	100		
	教师签字			

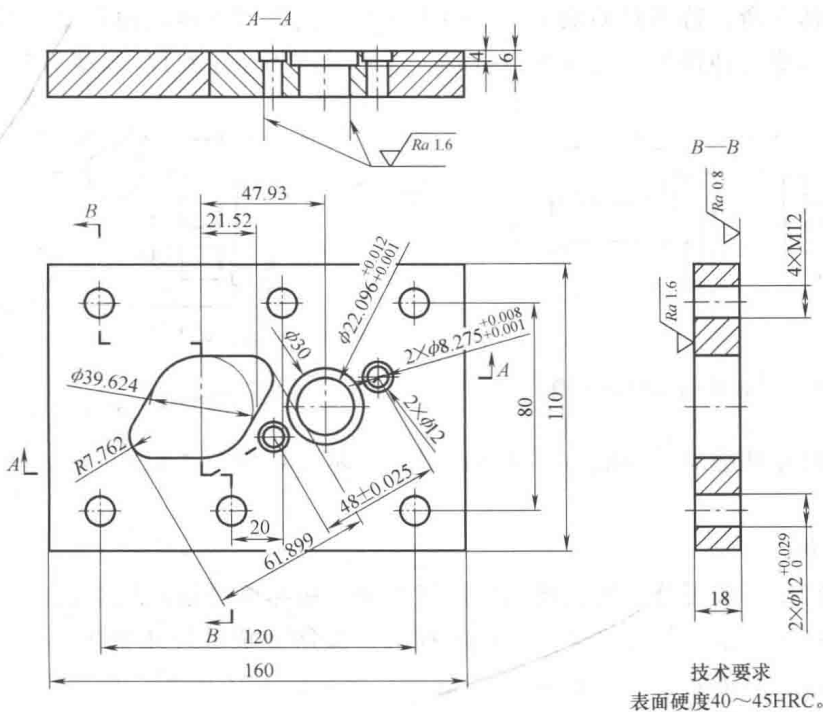


图 1-13 凸模固定板零件图

【相关知识】

一、冲裁工艺性分析

冲裁件的工艺性是指冲裁件进行冲裁加工的难易程度。冲裁工艺性好是指能用普通冲裁方法，在模具寿命和生产率较高、成本较低条件下得到质量合格的冲裁件。冲裁工艺性分析的主要目的是判定冲裁件在冲压加工中“能不能干”和“好不好干”，其主要内容包括冲裁件的材料分析、结构分析和精度分析。

1. 材料分析

冲裁属于分离工序，其在加工中对材料的要求是材料的硬度不能过高，且具有一定的塑性。

2. 结构分析

冲裁件的形状应尽可能简单、对称、有圆角过渡（图 1-14），以便于模具的加工，避免热处理时或冲压时在尖角处发生开裂现象，同时也可以防止尖角部位刃口的过快磨损。

冲裁件局部凸出或凹入部分的宽度或深度不宜太小，应避免窄长的切口和过窄的切槽（图 1-15），否则会降低模具的寿命和冲裁件的质量。一般情况下， $B \geq 1.5t$ ；当冲裁件材料为黄铜、铝、软钢时， $B \geq 1.2t$ ；当冲裁件材料为高碳钢时， $B \geq 1.9t$ ；当材料厚度 $t < 1\text{mm}$ 时，按 $t = 1\text{mm}$ 计算。切口与槽长 $L \leq 5B$ 。

当冲裁件的孔径太小时，凸模易折断或压弯。

冲裁件上的孔与孔、孔与边缘之间的距离不应过小，否则会产生孔与孔间材料的扭曲，或者使边缘材料变形，如图 1-16 所示。复合冲裁时，因模壁过薄而容易破损；分别冲裁时，也会因材料容易被拉入

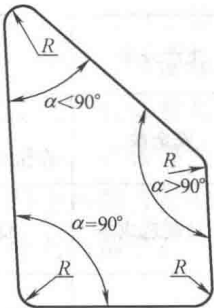


图 1-14 冲裁件的圆角

凹模而影响模具寿命。特别是冲裁小孔距的小孔时，经常发生因凸模弯曲变形而卡住模具的现象。当冲孔边缘与冲件外形边缘不平行时，边距 a 应不小于料厚 t ；平行时 $a \geq 1.5t$ 。

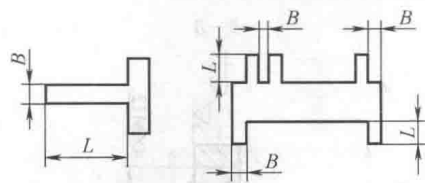


图 1-15 冲裁件的切口与切槽

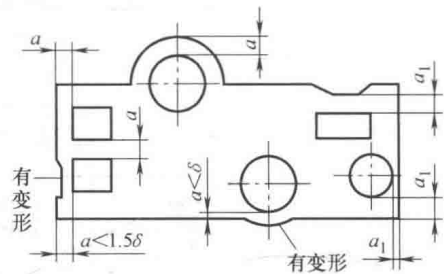


图 1-16 冲裁件的合理孔边距

冲裁件的尺寸基准应尽可能与其冲压时的定位基准重合，并选择冲裁过程中基本上不变动的面或线。

3. 精度分析

冲压件的精度一般可分为精密级与经济级两类。精密级是指冲压工艺在技术上所允许的最高精度；经济级是指模具达到最大许可磨损时，其所完成的冲压加工在技术上可以实现，而在经济上又最合理的精度，即所谓经济精度。为降低冲压成本，获得最佳的技术经济效益，在不影响冲压件使用要求的前提下，应尽量采用经济精度。若冲裁件有较高的尺寸精度和断面质量要求，则宜采用精密冲裁或修整工艺达到。

二、模具整体结构

各类模具结构及其特点的比较见表 1-2。

表 1-2 各类模具结构及其特点的比较

模具种类 比较项目	单工序模		级进模	复合模
	无导向	有导向		
零件公差等级	低	一般	可达到 IT13 ~ IT10 级	可达到 IT10 ~ IT8 级
零件特点	尺寸不受限制，厚度不受限制	中小型尺寸，厚度较厚	小零件厚度为 0.2 ~ 6mm，可加工复杂零件，如宽度极小的异形件	形状与尺寸受模具结构与强度限制，尺寸可以较大，厚度可达到 3mm
零件平面度	低	一般	中小型件不平直，高质量制件须校平	压料冲件的同时得到了校平，制件的平面度误差小，且具有良好的剪切断面
生产效率	低	较低	工序间自动送料，可以自动排除制件，生产效率高	冲件被顶到模具工作表面上，必须手动或机械排除，生产效率较低
安全性	不安全，需要采取安全措施		比较安全	不安全，需要采取安全措施
模具制造成本	低	比无导向的稍高	冲裁简单的零件时，比复合模低	冲裁较复杂的零件时，比级进模低
适用场合	料厚、精度要求低的小批量冲压件的生产		大批量小型冲压件的生产	形状复杂、精度要求较高、平面度要求高的中小型制件的大批量生产

根据作用和功能的不同，冲裁模零件可细分成工作零件，定位零件，压料、卸料及出件零件，导向零件，固定零件，标准件及其他六类。模具具体结构见表 1-3。

表 1-3 冲裁模具零件

零件种类		零件名称	零件作用	
模具结构	工艺零件	工作零件	凸模、凹模	直接对零件进行加工，完成板料的分离
			凸凹模	
			刃口镶块	
		定位零件	定位销	确定冲压加工中坯料在冲模中的正确位置
			导料销、导正销	
			导料板、导料销	
			侧压板、承料板	
			侧刃	
		压料、卸料及出件零件	卸料板	使冲裁件与废料得以出模，保证顺利实现正常的冲压生产
			压料板	
			顶件块	
			推件块	
			废料切刀	
	结构零件	导向零件	导柱	保证上、下模之间的相对位置，从而保证冲压精度
			导套	
			导板	
		固定零件	上、下模座	承装模具零件或将模具紧固在压力机上
			模柄	
			凸、凹模固定板	
			垫板	
		标准件及其他	螺钉、销钉	完成模具零件之间的联接
			弹簧等其他零件	

典型模具的整体结构分析如下。

1. 采用导正销定距的级进模

图 1-17 所示为用导正销定距的落料冲孔级进模，其上、下模用导板导向。冲孔凸模 3 与落料凸模 4 之间的距离为送料步距。送料时，由固定挡料销 6 进行初定位，由两个装在落料凸模上的导正销 5 进行精定位。导正销与落料凸模的配合为 H7/r6，其联接应保证修磨凸模时装拆的方便性，因此，落料凹模安装导正销的孔是通孔。导正销头部的形状应有利于其导正时插入已冲的孔，它与孔的配合应略有间隙。为了保证首件的正确定距，在带导正销的级进模中，常采用始用挡料装置，它安装在导板下的导料板中间。在条料上冲制首件时，用手推始用挡料销 7，使其从导料板中伸出抵住条料的前端，即可冲第一件上的两个孔。以后各次冲裁时，都由固定挡料销 6 控制送料步距作粗定位。

这种定距方式多用于板料较厚、冲件上有孔、精度低于 IT12 级的冲件二工位的冲裁。它不适用于软料或板厚 $t < 0.3\text{mm}$ 的冲件，也不适用于孔径小于 1.5mm 或落料凸模较小的冲件。

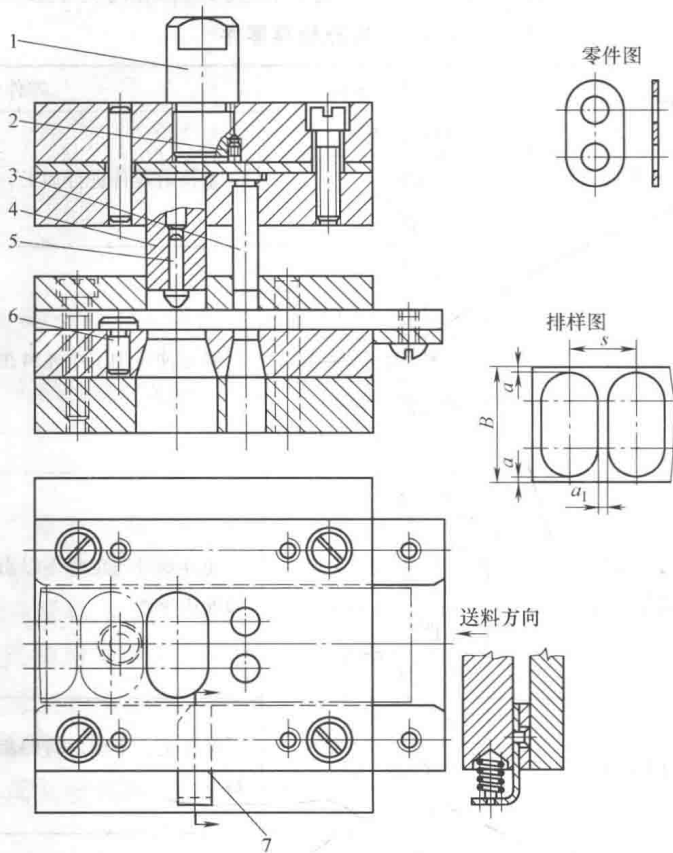


图 1-17 用导正销定距的落料冲孔级进模

1—模柄 2—螺钉 3—冲孔凸模 4—落料凹模 5—导正销 6—固定挡料销 7—始用挡料销

2. 采用侧刃定距的级进模

侧刃是具有特殊功用的凸模，其作用是在压力机的每次冲压行程中，沿条料边缘切下一块长度等于步距的料边。由于在沿送料方向上，侧刃前后两导料板的间距不同，前宽后窄形成一个凸肩，所以条料上只有切去料边的部分才能通过，通过的距离等于步距。图 1-18 所示为一套用侧刃定距的落料冲孔级进模，它用成形侧刃代替了始用挡料销、挡料销和导正销来控制条料送进距离。此外，本套模具采用双侧刃前后对角排列，可使料尾得到充分利用。

3. 落料冲孔模具的另一方案——复合模

落料凹模装在上模时，称为倒装式复合模。图 1-19 所示为倒装式落料冲孔复合模，凸凹模 18 装在下模，落料凹模 17 和冲孔凸模 14、16 装在上模。倒装式复合模一般采用刚性推件装置把卡在凹模中的冲件推出。刚性推件装置由推杆 12、推板 11、推销 10 推动推件块 9，推出冲件。废料直接由凸模从凸、凹模内孔推出。凸、凹模孔口若采用直刃口，则模内会积存废料，胀力较大，当凸、凹模壁厚较薄时，可能导致胀裂。

三、凸模、凹模结构

1. 凸模

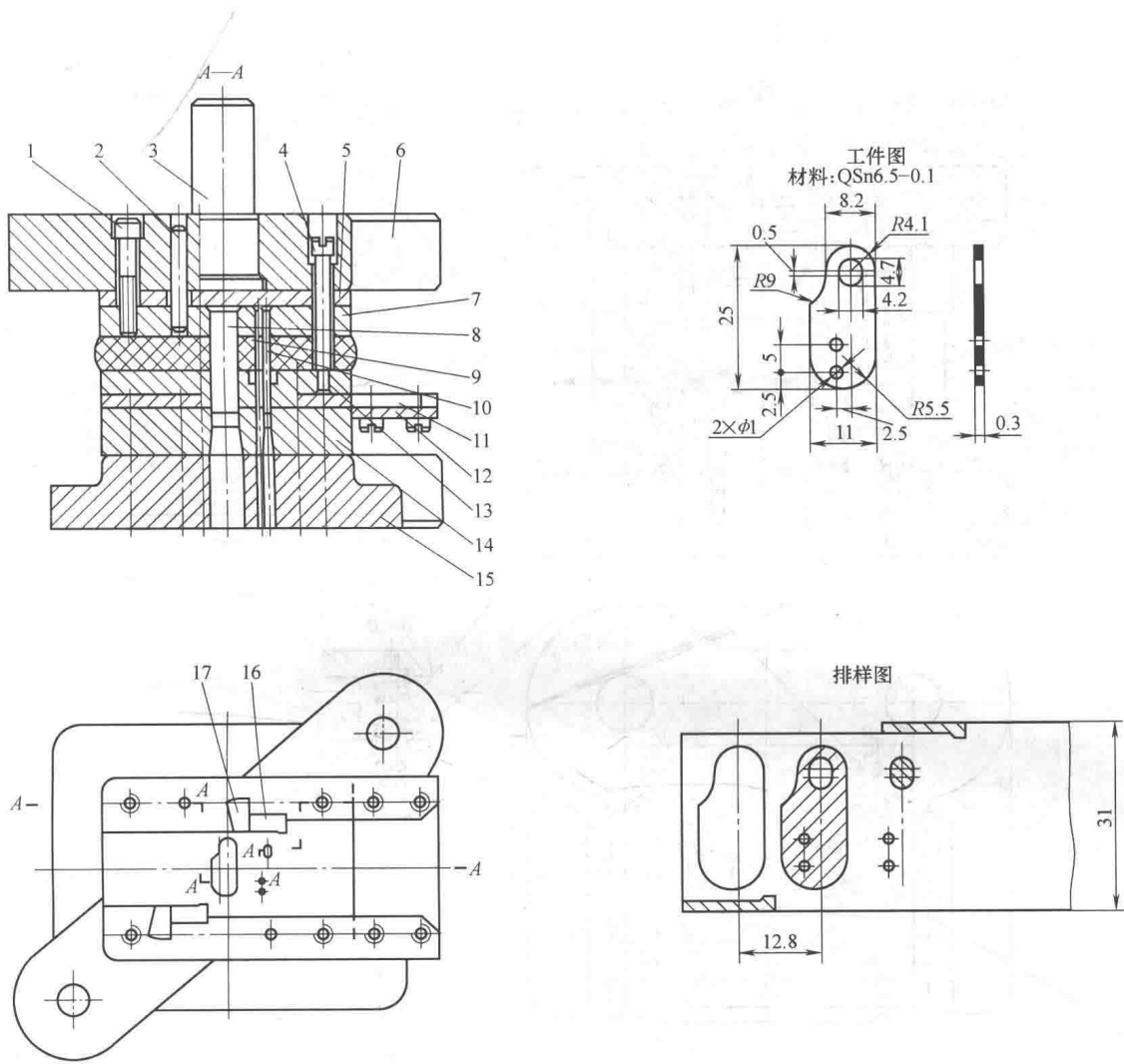


图 1-18 用侧刃定距的落料冲孔级进模

1—内六角螺钉 2—销钉 3—模柄 4—卸料螺钉 5—垫板 6—上模座 7—凸模固定板 8、9、10—凸模 11—导料板 12—承料板 13—卸料板 14—凹模 15—下模座 16—侧刃 17—侧刃挡块

凸模的种类很多，按凸模的工作断面分，有圆形、方形、矩形和异形凸模；按凸模的结构分，有整体式和镶拼式凸模；按凸模的固定方式分，有铆接、台肩固定、螺钉销钉固定、浇铸法固定等多种。此处先介绍整体式凸模。冲模中的凸模不论断面形状如何，其基本结构均包括安装部分和工作部分；冲小孔的凸模从增加强度等角度考虑，在这两部分之间增设了过渡段，如图 1-20 所示。常见凸模的固定方式如图 1-21 所示。

2. 凹模

(1) 凹模的刃口形式与特点 冲裁凹模的刃口形式有直刃口和斜刃口两种。选用刃口形式时，应主要根据冲裁件的形状、厚度、尺寸精度及模具的具体结构来决定，其刃口形式见表 1-4。

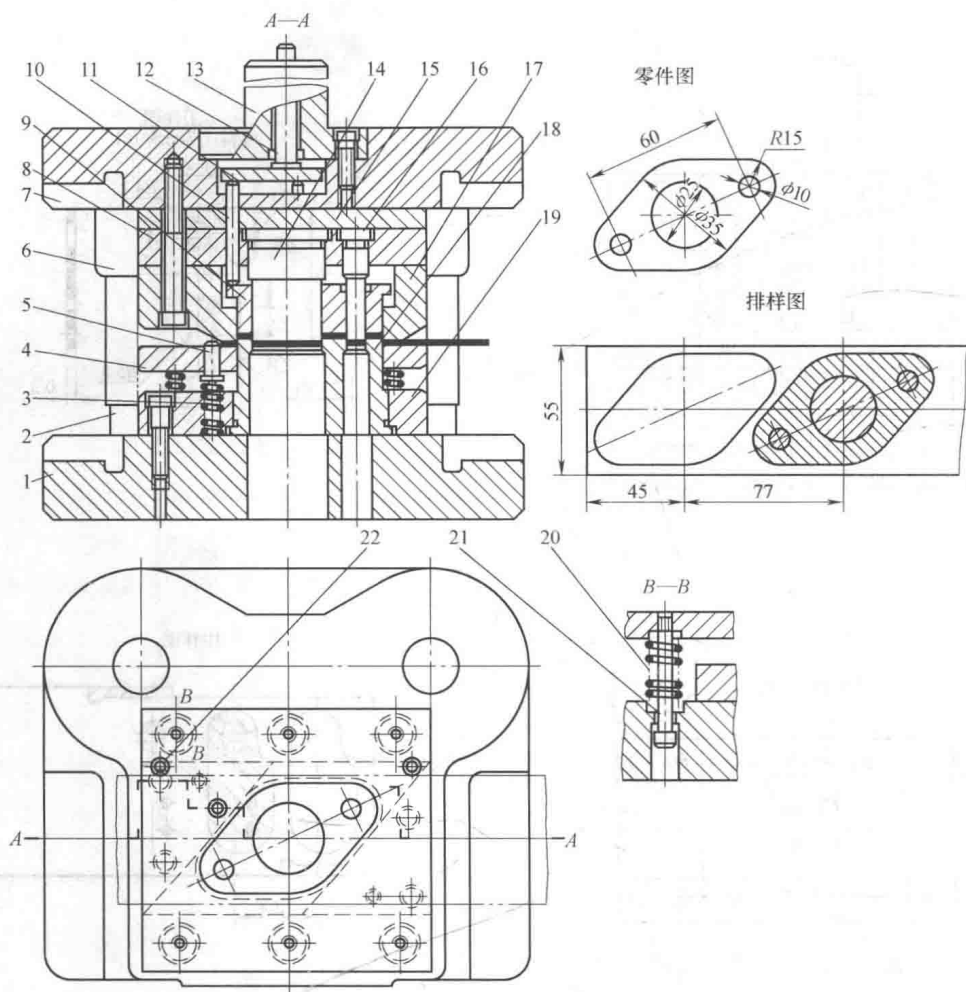


图 1-19 倒装式落料冲孔复合模

1—下模座 2—导柱 3、20—弹簧 4—卸料板 5—活动挡料销 6—导套 7—上模座 8—凸模固定板
9—推件块 10—推销 11—推板 12—推杆 13—模柄 14、16—冲孔凸模 15—垫板 17—落料凹模
18—凸凹模 19—固定板 21—卸料螺钉 22—导料销

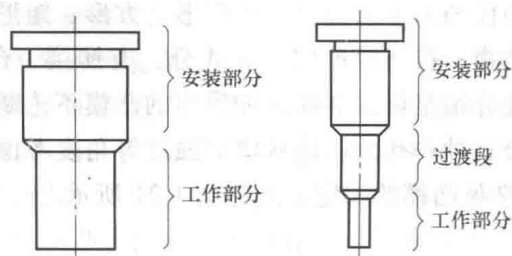


图 1-20 凸模的结构