

C

HONGYA MUJU SHEJI YU ZHIZAO
SHIXUN JIAOCHENG

冲压模具设计与制造 实训教程

孙京杰 编著



化学工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计与制造实训教程 / 孙京杰编著. — 北京: 化学工业出版社, 2008.8
ISBN 978-7-132-07181-3
I. ①冲… II. ①孙… III. ①冲模—设计—教材 IV. ①TG883.3
中国图书馆分类号(TP) 693.781

CHONGYA MUJU SHEJI YU ZHIZAO
SHIXUN JIAOCHENG

冲压模具设计与制造 实训教程

孙京杰 编著

ISBN 978-7-132-07181-3 定价: 28.00元



化学工业出版社

·北京·

责任编辑 曹福源

定价: 28.00元

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压模具设计与制造实训教程/孙京杰编著. —北京:
化学工业出版社, 2009. 8
ISBN 978-7-122-05937-6

I. 冲… II. 孙… III. ①冲模-设计-教材②冲模-制
模工艺-教材 IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 095784 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 吴 静

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司

720mm×1000mm 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 251 千字 2009 年 8 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 29.00 元

版权所有 违者必究

模具是一切工业之母，模具设计与制造专业的人才已经成为社会紧缺人才。随着模具科技含量的不断提高，出口量增大，对模具人才的需求不断增大。为了顺应模具市场的要求，必须提高模具设计与制造的水平。要解决这一问题，模具技能型人才的培训是关键。《模具识图实训教程》、《塑料注塑模具设计与制造实训教程》、《冲压模具设计与制造实训教程》、《模具钳工实训教程》等系列图书就是为适应这一需要而编写的。

本书是《冲压模具设计与制造实训教程》，书中内容以企业模具设计的流程为依据，对典型冲压模具进行分析，讲解设计要点、设计步骤和注意事项，模具理论以实用、够用为原则，以适应模具岗位的技能要求。全书主要特点如下：

1. 结合德国双元制的教学理念，采用任务驱动的方式，以“制件—制件”的编写思路，从模具的典型实例来渗透模具的理论知识。

2. 以模具企业岗位技能要求为本位，以模具专业课程所需的知识和技能为出发点，进一步整合模具专业相关技术知识，突出理论与实践相结合的特点。

3. 模具一线教师与企业一线工程师共同协作编写，图例源于模具企业生产实际，与模具专业培养目标相结合，以达到图书实用性的需求。

4. 书中实例丰富，插图清晰，文字精练。为了帮助读者消化和巩固所学知识，在每个实训任务之后，均有与该任务衔接紧密的思考练习题和实际操作考核题，可作为模具专业教学改革的教材，也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

书中详细讲解了单工序冲裁模、复合模、弯曲模、拉深模和级进模的典型结构与设计步骤，并对设计难点结合理论进行分析，增加了安全操作的内容，加强了知识的专业性和深度。力求理论联系实际，使读者更好地掌握知识点。

本书由孙京杰编著，张景黎统稿。本书编写过程中，得到了北京正中模具有限公司的全力支持，在此特对王春生总经理、胡志丹、陈慧、张勇、金国梁等工程师表示感谢。

由于编者的水平有限，书中难免存在不足之处，敬请读者指正。

编著者

目 录

项目一 认识冲压

1

任务一 冲压基本概念	2
内容一 冲压概念与工艺分类.....	2
内容二 冲压模分类与结构特点.....	3
内容三 模具零件的分类.....	8
任务二 模具材料	9
内容一 模具常用材料.....	9
内容二 当前常用工作零件的材料及其特性	11
任务三 冲裁过程分析	14
内容一 冲裁变形过程	14
内容二 冲裁断面分析	16

项目二 单工序冲裁模设计

19

任务一 设计步骤与实例	20
内容一 设计步骤	20
内容二 设计实例：刃型挡片	20
任务二 制件工艺性分析	21
内容一 制件结构要求	21
内容二 制件精度和表面粗糙度要求	23
内容三 刃型挡片的工艺分析	23
任务三 制定工艺方案	23
内容一 制定冲压方案	23
内容二 确定刃型挡片工艺方案	24
任务四 确定冲压模具结构形式	24
内容一 定位零件	24
内容二 卸料、压料、出件方式	29
内容三 刃型挡片模具结构形式的确定	30
任务五 相关工艺计算	30
内容一 排样与材料利用率	30

内容二	计算冲压力, 选择压力机	34
内容三	压力中心	38
内容四	计算刃口尺寸	40
任务六	模具结构设计	45
内容一	确定凹模尺寸	45
内容二	确定固定板、垫板等尺寸	51
内容三	确定凸模尺寸	53
内容四	导向零件(模架组合)	55
内容五	确定弹性元件	58
内容六	一般冲裁模总体结构尺寸关系	62
内容七	模具结构图	63
内容八	加工与装配	63

项目三 复合冲裁模设计

65

任务一	认识复合模	66
内容一	复合模的概念与分类	66
内容二	正装式复合模和倒装式复合模的性能比较	68
任务二	盾形垫片倒装式复合冲裁模设计	68
内容一	盾形垫片的工艺分析	69
内容二	确定盾形垫片工艺方案	69
内容三	复合模冲压工艺设计与计算	70
内容四	复合模模具结构设计	75
内容五	加工与组装	83
任务三	圆形垫片正装式复合模设计	86
内容一	圆形垫片的工艺分析	87
内容二	确定圆形垫片工艺方案	87
内容三	冲压工艺设计与计算	89
内容四	垫片模具导向零件与模架结构的选择	92
内容五	弹性元件的选择	94
内容六	模具结构图	98
内容七	模具加工与组装	99

项目四 弯曲模设计

101

任务一	认识弯曲工艺	102
内容一	弯曲概念	102
内容二	弯曲变形过程分析	102

内容三 弯曲变形的主要质量问题·····	104
内容四 弯曲回弹·····	107
任务二 单工序弯曲模设计实例 ·····	112
内容一 弯曲工艺·····	112
内容二 弯曲模工艺计算·····	116
内容三 弯曲工序与弯曲模·····	119
内容四 弯曲模工作部分尺寸计算·····	120
内容五 模具组装·····	121
任务三 U形弯曲模设计实例 ·····	121
内容一 零件图及生产要求·····	121
内容二 设计过程·····	122
任务四 二次成形圆筒形制件弯曲模 ·····	130
内容一 零件图及要求·····	130
内容二 设计过程·····	130

项目五 拉深模设计

135

任务一 认识拉深工艺 ·····	136
内容一 拉深及变形过程·····	136
内容二 拉深变形时材料出现的问题·····	137
任务二 拉深模设计 ·····	142
内容一 拉深件结构工艺性分析·····	143
内容二 旋转体拉深模工艺计算·····	144
内容三 拉深力及压力机选择·····	149
内容四 工作部分尺寸计算·····	152
内容五 模具结构设计·····	158

项目六 级进模设计

159

任务一 级进冲裁模设计要点 ·····	160
内容一 级进模设计过程·····	160
内容二 设计实例·····	160
任务二 级进模设计过程 ·····	161
内容一 排样图·····	161
内容二 制件压力中心·····	164
内容三 确定凹模外形尺寸·····	165
内容四 模具常见组成结构·····	167
内容五 刃口尺寸计算·····	177

任务 学习冲压安全技术操作规程·····	180
内容一 模具主要组成零件的安全要求·····	180
内容二 模具设计的安全要点·····	181
内容三 冲压安全通则·····	182
附录一 标准公差数值·····	184
附录二 常用标准模架形式·····	185
附录三 简单几何形状表面积的计算公式·····	187
附录四 常用旋转体拉深件毛坯直径的计算公式·····	188

项目一

认识冲压

任务一 冲压基本概念

任务二 模具材料

任务三 冲裁过程分析

任务一 冲压基本概念

● 内容一 冲压概念与工艺分类

1. 冲压概念

在生产中常见的金属加工方法有铸造、焊接、热处理、金属切削加工、金属塑性加工、特种加工等，冲压加工就是金属塑性加工中的一种主要方法。

冲压又称冷冲压，是在室温下，利用安装在压力机下的模具对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种加工方法；又称为板料冲压。

冲压加工适用于批量生产，主要特点如下：

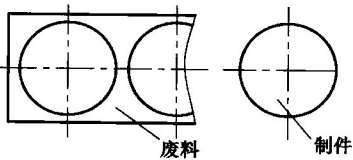
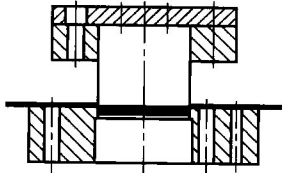
- ① 可以加工形状复杂的制件，制件材料表面质量较好；
- ② 冲压加工节能、无切削，应用广泛；
- ③ 制件尺寸由模具保证，尺寸稳定，互换性好；
- ④ 操作简单，劳动强度低，安全、自动化程度高，生产效率高；
- ⑤ 材料利用率高，由于是批量生产，所以单件成品成本低；
- ⑥ 模具一般为单件生产，需要调试合格才能投入冲压加工，所以模具价格较高。

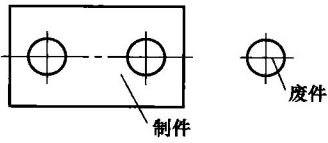
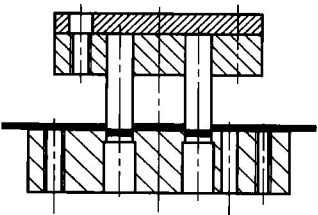

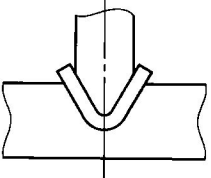

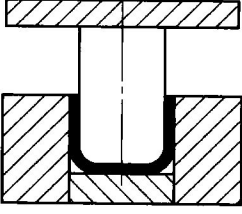
2. 冲压工序

因为冲压件的形状、尺寸、精度、生产批量、原材料等的不同，冲压工序也不同，一般把板料冲压工序分为分离工序和塑性成形工序两大类。

常见类型见表 1-1。

表 1-1 常见冲压工序分类、特点及模具结构

类别	工序名称	工序简图	工序特点	模具结构简图
分离工序	落料		从板料上冲掉的部分是制件	

类别	工序名称	工序简图	工序特点	模具结构简图
分离工序	冲孔		从板料上冲掉的部分是废料	
塑性成形工序	弯曲		利用模具将板料压弯成一定尺寸与角度	
	拉深		利用模具将平板毛坯压延成空心件	

分离工序指的是在冲压过程中，将冲压件与板料沿着一定的轮廓线相互分离，同时冲压件分离断面的质量也要满足一定的要求的工序。主要包括落料、冲孔、切边、切口等工序。

塑性成形工序是指材料在不破裂的条件下产生塑性变形，继而获得一定形状、尺寸、公差和精度要求的零件的工序。主要包括弯曲、卷圆、拉深、变薄拉深、翻孔翻边、胀形、起伏、扩口、缩口、整形等工序。

● 内容二 冲压模分类与结构特点

1. 冲压模具类型

在冷冲压加工中，将材料加工成零件的一种特殊工艺装备，称为（冷）冲压模

具，俗称冷冲模，是冲压过程必不可少的工艺装备。

冲压模具的分类有很多种方法，比较常见的分类方式有两种：一种是按照工序类型分，可以分成冲裁模、弯曲模、拉伸模和成形模等（图 1-1）。如在冲裁工艺中所使用的模具叫冲裁模，在弯曲工艺中使用的模具就是弯曲模。

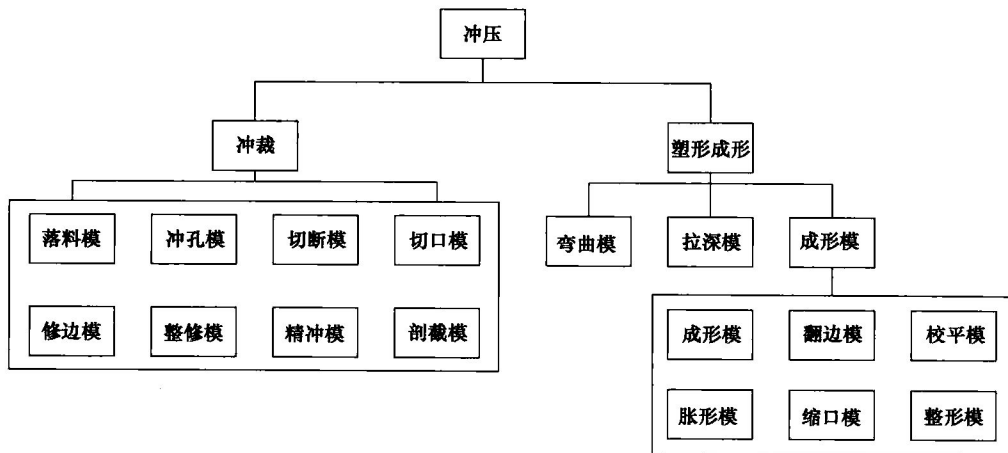


图 1-1 按冲压工艺性质分类的冲模

另一种是以一次冲压行程内完成的冲压工序数和工位数来分类。冷冲模按照一次工作行程完成的工序数分为单工序模、多工序模，而多工序模又分为复合模和级进模两大类。

在冲压的一次行程中，只能完成一个冲压工序的模具称为单工序模具，在同一工位完成两道或两道以上冲压工序的模具称为复合模，在不同工位同时完成两道或两道以上冲压工序的模具称为级进模。

此外，还可以按照有无导向，按送料、出料的自动化程度或者模具体积大小等特征来分类。对于一套模具，这些特征可能都兼有，如导柱导套定向、弹压卸料、小型冲孔落料复合模。

2. 冲压模具结构

(1) 冲裁模

① 单工序模 单工序模（图 1-2）结构简单，一次冲压只能完成一种工序，如落料、冲孔等，加工效率低，成本也较低。单工序模可以有多个凸模，但是完成的工序类型一致，如同时冲三个孔的单工序冲孔模（图 1-3），就有三个凸模，但是完成的都是冲孔一个工序。

② 复合模 复合模（图 1-4）由于在一次冲压中制件材料不需要进给移动，所以能保证制件内外缘同心度，即保证制件内外形相对位置的一致性；结

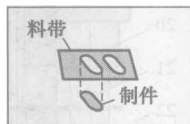
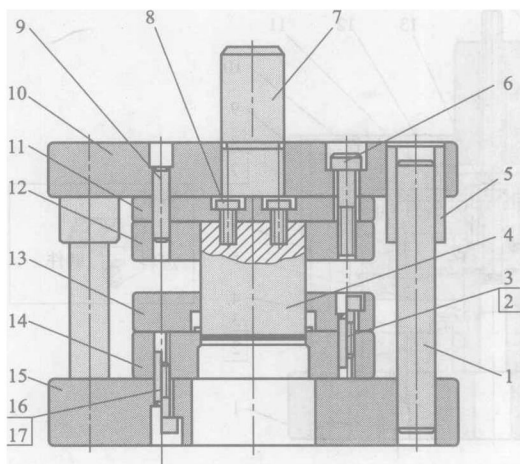


图 1-2 单工序落料模

- 1—导柱；2,9,16—销钉；3,6,8,17—螺钉；4—凸模；5—导套；
7—模柄；10—上模座；11—垫板；12—凸模固定板；
13—固定卸料板；14—凹模；15—下模座

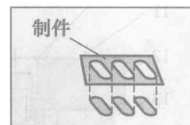
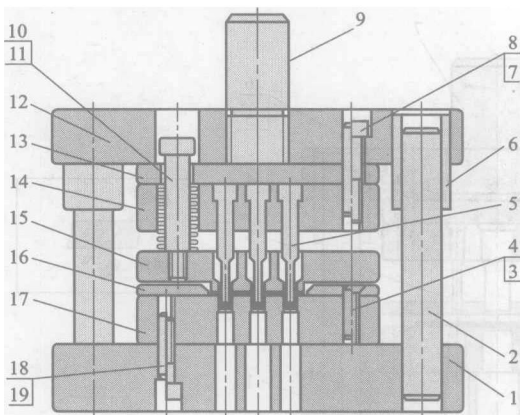


图 1-3 有三个冲孔凸模的单工序模

- 1—下模座；2—导柱；3,7,18—螺钉；4,8,19—销钉；5—凸模；6—导套；
9—模柄；10—卸料螺钉；11—弹簧；12—上模座；13—垫板；
14—凸模固定板；15—卸料板；16—导料板；17—凹模

构紧凑，模具加工难度大，生产效率高，但不适宜用于自动送料等自动化生产。

③ 级进模 级进模（图 1-5）结构复杂，模具成本高，加工效率高，适合自动冲压。而且由于经常采用自动送料、出料，安全性好，适宜在高速压力机上进行工

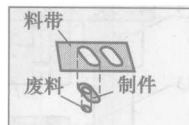
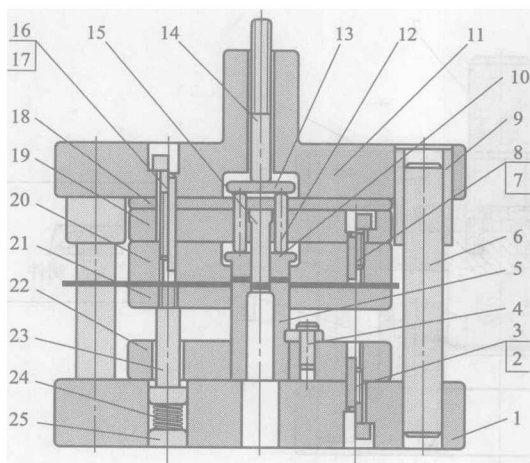


图 1-4 复合模

- 1—下模座；2,7,16—销钉；3,8,17—螺钉；4—压板螺钉；5—凸凹模；6—导柱；
 9—导套；10—卸料块；11—上模座（带模柄）；12—打杆；13—推板；
 14—推杆；15—凸模；18—垫板；19—凸模固定板；20—凹模；21—卸料
 板；22—凸凹模固定板；23—卸料螺钉；24—弹簧；25—柱塞

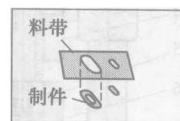
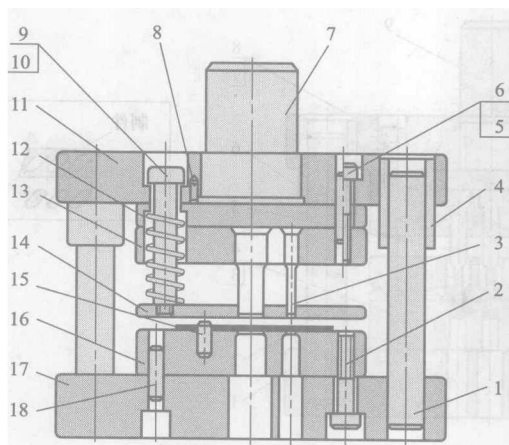


图 1-5 级进模

- 1—导柱；2,5—螺钉；3—凸模；4—导套；6,18—销钉；7—模柄；8—止转销；
 9—卸料螺钉；10—弹簧；11—上模座；12—垫板；13—凸模固
 定板；14—卸料板；15—挡料销；16—凹模；17—下模座

作。级进模由于是在一次冲压过程中在不同工位进行冲压，所以制件的内外形相对位置的一致性不如复合模，而且如何保证制件内外形相对位置的一致性也是级进模设计的一个难点。

(2) 弯曲模 见图 1-6。

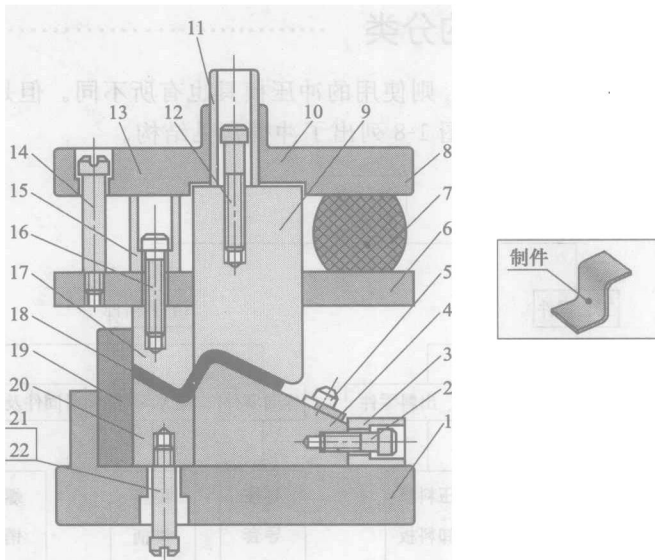


图 1-6 弯曲模

- 1—下模座；2,5,12,14,16,21,22—螺钉；3—固定块；4,19,20—凹模；
6—凸模托板；7—弹性元件；8,13—上模座；9,17—凸模；
10—弹簧；11,15—模柄；18—板料

(3) 拉深模 见图 1-7。

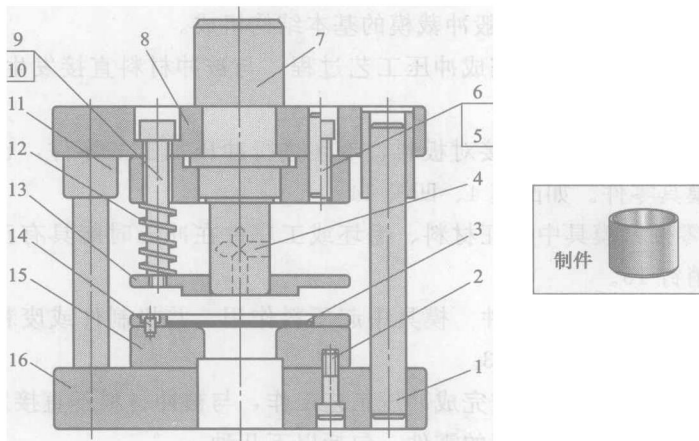


图 1-7 拉深模

- 1—导柱；2,5—螺钉；3—板料；4—凸模；6—销钉；7—模柄；
8—上模座；9—卸料螺钉；10—凸模固定板；11—导套；12—弹簧；
13—卸料板；14—定位板；15—凹模；16—下模座

● 内容三 模具零件的分类

制件不同，冲压工艺不同，则使用的冲压模具也有所不同。但是整体而言，冲压模具的基本结构是相同的。图 1-8 列出了冲模常见结构。

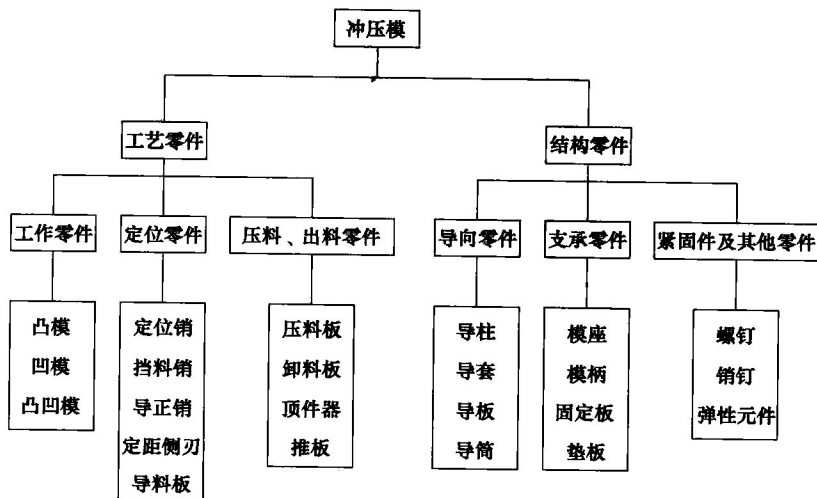


图 1-8 冲模基本结构组成

一般冷冲模模具结构按照作用分为工艺零件和结构零件两大类。下面以单工序冲裁模（图 1-2）为例说明一般冲裁模的基本结构组成。

工艺零件是指直接参与完成冲压工艺过程，与被冲材料直接发生作用的零件，包括以下几种。

① 工作零件 模具中直接对板料、毛坯进行冲压加工的零件，也是直接保证制件成形的模具零件。如凸模 4、凹模 14。

② 定位零件 模具中保证材料、毛坯或工序件在冲压时能具有正确位置的零件。如定位销钉 16。

③ 卸料、压料和出件零件 模具中起压料作用，并将制件或废料从模具中顶出或卸出的零件。如卸料板 13。

结构零件是指不直接参与完成冲压工艺工作，与被冲材料不直接发生作用，只对模具正常工作起到保证作用的零件，包括以下几种。

① 导向零件 用来保证上下模相对位置，确定模具运动导向精度的零件。如导柱 1、导套 5。

② 固定、支承零件 将上述各类零件固定于一定的部位上，如将凸模固定在上模座上，将模具固定在压力机上。如垫板 11、凸模固定板 12、上模座 10、下模

座 15 等。

③ 其他零件 如连接零件，螺钉、销钉等。

另外，冲压模具按照组合位置，还可以分成上模和下模两部分。其中上模通过模柄与压力机连接在一起，与压力机滑块一起上下运动；下模与压力机工作台面用压板固定在一起。

任务二 模具材料

● 内容一 模具常用材料

模具材料的选用，要考虑模具的使用条件，综合材料性能，取其最佳要素满足冲压要求。对于冲裁，主要要求工作零件刃口部分要有高硬度和耐磨性，并且具有较好的抗弯强度和韧性。如级进模，是要求高效、高精度和高寿命的三高模具，对工作零件材料的要求更高。故常选用优质合金工具钢或者硬质合金材料。对于弯曲模和拉深模，主要要求刃口部分具有高耐磨性，尤其是拉深模。其次要求具有良好的抗黏附性和韧性。对于冷镦模和挤压模，主要要求刃口部分具有高强度，其次要求有足够的韧性、表面硬度等，以保证工作时模具不变形、破坏。模具中的结构件，如固定板、垫板等零件，除了强度要求外，还要求热处理变形小，工作时不变形或变形很小。另外，还要综合考虑模具寿命和成本，具体模具零件的材料可以参照表 1-2。

表 1-2 常用模具材料

模具零件	常用零件	常用材料	备 注
工作零件	凸模、凹模、 凸凹模	Cr8、Cr12、 CrWMn 等模具钢	含 12%Cr 的金属材料，耐磨性好，淬火性强，很少产生变形；通过高温回火后，硬度可以达到 60~63HRC，韧性也有所增强；使用广泛
		D2、SKD11	高碳高铬冷作模具钢，热处理后硬度可以达到 60~63HRC
		YG15、ASP-23 SKH9	在高精度的级进模中常用
定位零件	导料销、挡料销	45、合金钢	多为标准件，在高精度、高效率的级进模中常用合金钢等高硬度材料
	导料板	Q235、45、T8A 等	45 钢需要调质处理
	侧刃	模具钢	等同于凸模，性质与工作零件相同