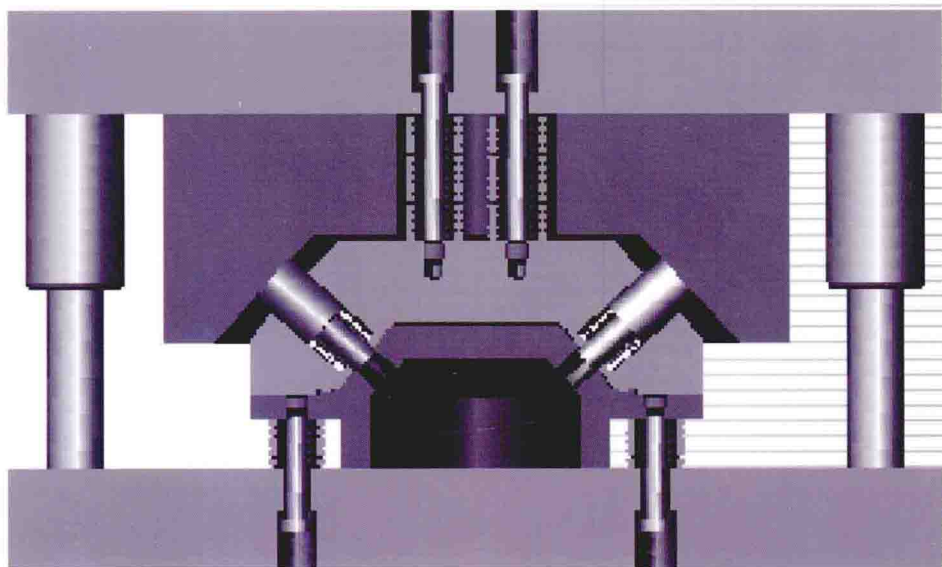


机械工程系列规划教材

Design and Manufacture of Press Tools

# 冲压模具设计与制造

施于庆 祝邦文 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

# 冲压模具设计与制造

施于庆 祝邦文 编著

## 图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计与制造 / 施于庆, 祝邦文编著. —杭州:  
浙江大学出版社, 2014. 12  
ISBN 978-7-308-14127-7

I. ①冲… II. ①施… ②祝… III. ①冲模—设计 ②  
冲模—制模工艺 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 283289 号

### 内容简介

本书是编者在多年的冲压模具设计与制造的教学和科研及企业实践经验的基础上,对模具设计与制造基本知识和共性作了系统的论述。全书共六章,第一章冲压模具设计与制造基本知识,第二章冲裁模设计与制造,第三章弯曲模设计与制造,第四章拉深模设计与制造,第五章其他模具设计与制造,第六章冲压模具设计与制造中的相关问题。本书从模具结构设计角度出发,论述了模具结构与模具制造的关系,以冲压件产品设计及使用要求,说明合理的模具结构设计和模具零件的工艺性对模具的制造精度、制造的难易程度、制造成本、制造周期及装配调试工作等的影响,对国内成熟的科研成果,实际冲压作业经验加以补充,通过具体的实例讲解并配合易于理解的直观的三维图和设计图,清晰地表达出模具零件的形状和在模具装配图中各模具零件的装配关系及设计过程,同时给出了常用模具设计参数表,突出实用性。

本书由浙江科技学院施于庆和祝邦文共同编著,适用于高校机械类各相关专业教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

## 冲压模具设计与制造

施于庆 祝邦文 编著

责任编辑 杜希武

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 浙江云广印业有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 14.25

字 数 355 千

版 次 2014 年 12 月第 1 版 2014 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-14127-7

定 价 29.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcsb.tmall.com>

# 前 言

冲压模具是冲压件生产中不可缺少的工艺装备,如何根据冲压件产品的技术要求进行模具的结构设计,直接影响到模具制造成本和周期及精度等。模具设计人员未必能熟练地制造、装配及调试模具,然而,一个优秀的模具设计工程师却不但要具备精通模具的工作原理和结构要求及设计方法,而且要非常熟悉和了解各种模具加工设备的加工方法及加工过程,了解模具或模具零件是如何制造及装配的,包括模具材料的选择,加工设备所能达到的精度,热处理要求,关键是了解设计什么样的模具零件要采用什么样的加工方法,什么样的加工设备或加工方法是最经济合理的,并且是能满足使用要求的。

本书把模具设计与模具制造技术融合为一个整体,目的在于使两者更好地结合。

在编写风格上,面向模具设计人员,从模具设计者角度出发,在熟悉并掌握制造模具技术的基础上,设计出更加合理的模具结构和具有良好加工工艺性的模具零件,特别指出了一些冲压实际作业中的模具设计要求。

通过本书循序渐进的论述,以冲裁、弯曲、拉深模设计与制造作为全书的重点,并吸收国内成熟的科研成果,实际冲压作业经验,一些国内外模具设计制造相关资料。为便于理解,以文字叙述为主,尽可能多地辅以相应的图或表,以求直观,力求内容丰富,系统性和实用性强,文字表达精炼,通俗易懂,适用于高校机械类各相关专业教材,也可供相关工程技术人员参考使用。

本书由浙江科技学院施于庆和祝邦文共同编著,适用于高校机械类各相关专业教材,也可供相关工程技术人员参考使用。在编写过程中得到多位同行的悉心指导,并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者理论水平和经验有限,书中难免有不当和错误之处,恳请读者批评指正。

作 者  
2014年9月

## 目 录

第一章 冲压模具设计与制造基本知识	1
第一节 冲压加工的特点及应用	1
一、冲压加工特点	1
二、冲压模具与夹具的不同点	2
第二节 冲压加工基本工序	5
第三节 冲压模具零件和冲压件常用材料	7
一、冲压模具零件常用材料及选用原则	7
二、冲压件常用材料及选用原则	7
三、冲压件材料的规格	8
四、新型冲压板材	8
第四节 冲压常用设备与常用模具加工设备	9
一、冲压常用设备	9
二、常用模具加工设备	11
三、模具结构与模具加工设备的关系	11
四、模具装配图和零件图设计的基本要求	17
第二章 冲裁模设计与制造	25
第一节 冲裁模工作原理和工作过程	25
一、冲裁模工作原理	25
二、冲裁模工作过程	25
第二节 冲裁模设计基础	29
一、冲裁时板料的受力分析	29
二、冲裁过程的弹塑性变化	30
三、冲裁断面质量分析	31
四、冲裁间隙	34
五、冲裁模刃口尺寸的计算	38
六、冲裁力和冲裁功	45
七、排样与材料的经济利用	51
八、弹性元件的选取	59
九、冲裁模的压力中心计算	61

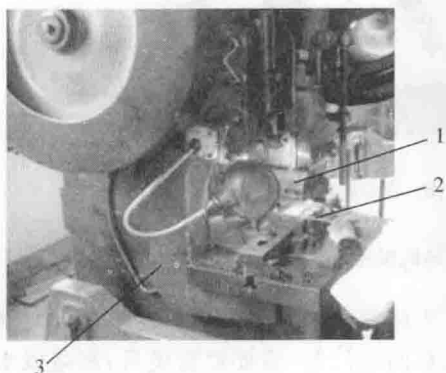
十、冲裁件工艺分析 .....	64
第三节 冲裁模设计与制造 .....	66
一、冲裁模结构设计 .....	66
二、冲裁模设计步骤 .....	70
三、冲裁模主要零部件设计与制造 .....	77
第三章 弯曲模设计与制造 .....	98
第一节 弯曲模的设计基础 .....	98
一、弯曲变形过程及变形特点 .....	98
二、宽板与窄板弯曲变形区的应力和应变分析 .....	100
三、弯曲变形程度及其表示方法 .....	101
四、板料塑性弯曲的变形特点 .....	102
五、最小弯曲半径 .....	103
六、弯曲卸载后的回弹 .....	106
七、弯曲件毛坯尺寸计算 .....	112
八、弯曲力计算 .....	114
九、弯曲件的工艺性 .....	115
十、弯曲模设计的参数 .....	117
第二节 弯曲模设计与制造 .....	120
一、弯曲模结构设计 .....	120
二、弯曲模设计步骤 .....	125
三、弯曲模主要零部件设计与制造 .....	128
第四章 拉深模设计与制造 .....	138
第一节 拉深模的设计基础 .....	138
一、拉深时的变形和应力及应变状态 .....	138
二、拉深过程的力学分析 .....	141
三、圆筒形件的拉深系数和拉深系数的确定 .....	144
四、拉深变形中的缺陷 .....	150
五、圆筒形件的拉深工艺计算 .....	152
六、拉深力和拉深功的计算 .....	155
七、拉深模工作部分尺寸的确定 .....	157
八、其他形状零件的拉深 .....	162
第二节 拉深模设计与制造 .....	172
一、筒形件拉深模设计 .....	173
二、提高板料成形极限性能的拉深模设计 .....	175
三、拉深模主要零件的制造 .....	187

第五章 其他板料成形模具设计与制造	189
第一节 胀形模设计与制造	189
一、胀形变形特点	189
二、平板毛坯的胀形条件及极限变形程度	190
三、胀形成形的冲压力计算	196
四、胀形模具设计与制造	196
第二节 翻边模设计与制造	197
一、圆孔翻边	197
二、外凸外缘翻边	201
三、翻边模设计与制造	202
第三节 缩口模设计与制造	202
一、缩口的变形特点	202
二、缩口的工艺计算	203
三、缩口模设计与制造	205
第四节 非规则成形模设计与制造	205
一、非规则成形件变形特点	206
二、非规则成形件的工艺计算	207
三、非规则成形模设计与制造	207
第六章 冲压模具设计与制造中的相关问题	209
第一节 计算机模拟技术在冲压模具设计与制造中的作用	209
第二节 板料拉深有限元模拟冲模速度的影响	209
一、模拟拉深的主要影响因素	210
二、有限元模型构建	211
三、模拟结果及分析	213
四、工艺试验和结论	214
第三节 冲压模具的价格估算	215
一、冲压模具费用的组成	216
二、模具价格的估算	216
三、模具价格估算实例	217
参考文献	218

# 第一章 冲压模具设计与制造基本知识

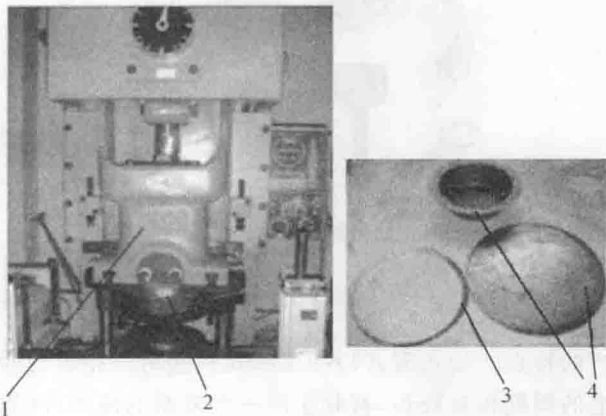
## 第一节 冲压加工的特点及应用

冲压生产过程是采用安装在冲床上的模具,对金属板料进行分离或发生材料转移及变形,来获得所需要形状和尺寸的板料零件或产品的加工方法。金属板材厚度一般 $\leq 13\text{mm}$ ,通常在常温下进行,所以也称为板料冲压或冷冲压。冲压不但可以加工金属板材,而且还可以加工非金属板材。冲压加工被广泛应用于汽车、航空航天、军工、电机、仪表、家用电器等板料零件的生产中,冲压生产中所使用的模具称为冲压模具或简称冲模,是把板料加工成所需要的冲压零件的一种工艺装备。冲模设计与制造水平直接影响到冲压件生产的质量。图 1-1 表示了冲压生产过程;图 1-2 和图 1-3 所示是冲床、模具和冲压零件及废料。



1. 模具 2. 坯料(条料) 3. 冲床

图 1-1 冲压生产过程



1. 冲床 2. 模具 3. 废料 4. 冲压件

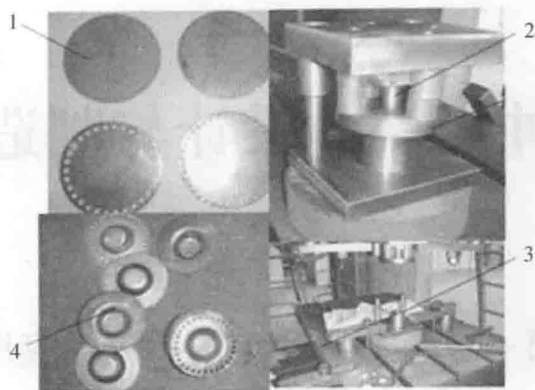
图 1-2 冲床和模具及冲压件

机械或机器零件千差万别,生产或加工的方法也各不相同,其中金属板料制成的零件绝大多数都由冲压加工或生产来完成。与机械加工相比较,机械加工或切削加工,是通过安装在机床上的夹具,完成对块状或棒料金属等进行如切削和铣削及钻削等加工所得到的一定形状和尺寸的机器零件,图 1-4 分别是一些机械加工和冲压加工所得到的机械零件或产品。

### 一、冲压加工特点

冲压加工最主要的特点是生产效率和材料利用率高;其次是冲压零件或产品质量稳定,互换性好,冲压件重量轻、强度高、刚度和表面成形质量好等,并具有其他加工方法所难以生





1. 坯料 2. 模具 3. 冲床 4. 冲压件

图 1-3 冲床和模具及坯料



(a) 机械加工零件

(b) 冲压加工零件

图 1-4 机械加工和冲压加工所得到的机械零件或产品

产的特点。缺点有：(1) 冲压模具只能对应相应的冲压工序使用，专用性很强，冲模设计与制造的周期相对较长，有时生产一个复杂的冲压件（如汽车的车门等）需要数套模具，制造成本和技术要求高，结构比较复杂，不适合小批量、多品种冲压件产品生产，而适合大批量生产，才能并获得较高的经济效益；(2) 冲压件精度取决于模具的结构设计和模具零件制造及安装水平，如果冲压件精度过高，冲压加工就难以实现；(3) 冲压加工虽然对操作者技术要求不高，操作时动作相对简单。但冲压设备如机械式压力机工作时，设备发生振动并且噪声大，手工操作时，尤其是件件操作，冲压作业者时刻都是在随着压力机滑块与安装在压力机滑块上的模具（上模总成）重复着上下往复运动的节奏中，进行放入坯料和取出工件的操作，对操作者显得十分单调，容易引起视觉疲劳，且劳动强度大。

## 二、冲压模具与夹具的不同点

冲压模具与夹具相比较能说明问题。冲压加工所用模具与机械加工采用的夹具都属于工艺装备，而且都有很多可采用的国标或企业的设计与制造标准。然而对夹具而言，虽然

也是不同的工序就有与之不同结构的夹具和与之对应的机床,如钻孔工序,就有钻夹具和钻床;铣平面,有铣夹具和铣床。然而不同工序间的夹具形状是很不相同的,所采用的机床类型及工作方式也完全不同。而对冲压来说,冲压加工工序不同,如冲裁、弯曲、成形等,各种模具从外观看来却很相似(图 1-5)。



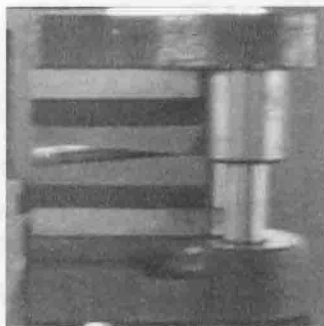
(a) 自行车零件冲孔落料模



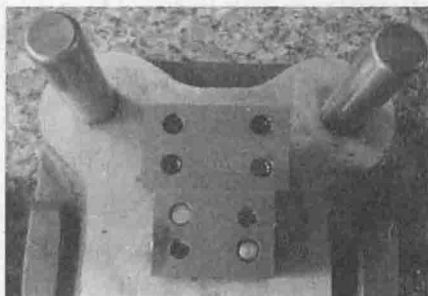
(b) 工艺品成形模



(c) 一字形旋杆成形模



(d) 一字形旋杆冲切模

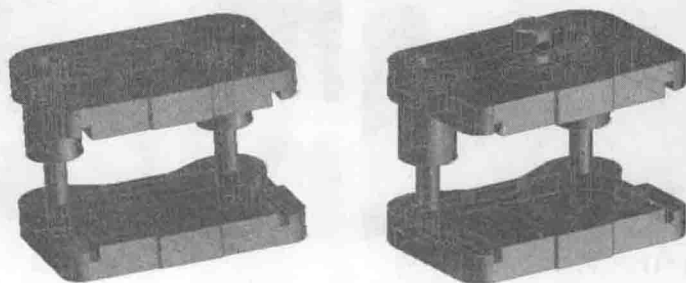


(e) 一字形旋杆成形模的上模和下模总成

图 1-5 冲压生产用模具

模具一般情况下都有上模板和下模板(或称上模座和下模座),导柱和导套。上模板和下模板与导柱和导套合装在一起,称之为模架。或者上模板和下模板与导柱和导套合装在一起且带有模柄的模架。所以模架只有两种形式:没有模柄的模架(图 1-6(a))和带有模柄的模架(图 1-6(b))。冲床也基本上只有机械式压力机和液压机两种类型,而且这两种不同类型的冲床工作方式是一样的,即滑块上下一个来回就完成一个冲压过程(行程)。板料冲压从两个方面来分,就是成形工序(材料转移或变形)和分离工序(板料的分离)。成形工序中又根据变形形状或模具不同,再取不同工序名称,如弯曲、拉深、胀形及翻边等;同样,分离

工序分可分冲孔、落料、切断及剖切等。无论在成形工序或分离工序中如何称呼不同的工序名称,对冲压生产时使用的冲床来说,板料分离基本上采用速度较快的机械式压力机,板料成形及材料转移或变形一般采用速度较慢的液压机。冲压模具设计者的任务就是:无论何种冲压工序,模具结构设计的结果和要求都是要保证在冲床一个上下来回(行程)中完成生产出合格的冲压零件。



(a) 无模柄模架

(b) 有模柄模架

图 1-6 模架

事实上,由于不同的板料件冲压生产或者不同的冲压工序所用模具零件大部分都很相似,同样尺寸的一套模架可能适用于不同的板料件生产的冲压模具或工序。这就给模具设计者带来了许多方便之处,略加修改后的零件图就可作为其他工序的模具零件图使用。又由于现在有很多的专业厂家,专门生产冲模模架,设计时只要写明外购模架规格等,并在相应的模板上标注出螺钉及销钉孔等加工元素,这就极大地减轻了设计者的劳动强度和缩短了模具设计周期。如冲孔工序和落料工序,如果被冲裁的板料直径和板厚及公差等都相同,模具的结构形式和工作原理及外观都是相同的。模具零件如卸料板、弹性元件(弹簧或橡皮)、卸料螺钉、凸模固定板、凹模固定板等零件的材料、形状和尺寸及技术要求也都是相同的,差异仅仅在于凸模与凹模的刃口尺寸有所不同。但是夹具就不同了,同一个零件、不同加工工序的夹具,或者不同零件、不同的工序等,零件几乎都不相同,所以不同夹具相互之间的零件设计图几乎不能相互参考,更难以通用。

对于夹具的结构设计,如果设计者的设计思路正确,制造无误,一般可不经调试或花不多的时间装配及调试,便可迅速地投入生产使用。但是对于模具,即使设计者的设计思路正确,模具的工作原理或过程没有差错,制造也没有问题,但是模具投入实际冲压生产,并不一定能获得合格的冲压零件或产品,往往还要经过比较长的调试时间。如:尺寸比较大的U形弯曲模相对结构比较简单,制造也不难,但弯曲回弹不易控制,还需要花大量的时间调整如同隙、凸模和凹模圆角等;大型复杂的拉深件的拉深模更是如此,复杂拉深件拉深是一个大位移、大变形的过程,尺寸比较难控制,影响的因素很多,很多情况下,计算机仿真结果也不一定与实际结果相吻合。因此,模具从设计到使用,包括了设计和制造,而制造包含了模具制造、安装及调试。调试占了制造中很大的比例,调试中出现不符合产品要求的情况下,还要不断地修改加工。夹具设计一般取决于各个零件的精度要求,零件的精度要求是满足夹具装配后使用的前提;模具中有些零件不完全依赖于单个模具零件的精度,而要依据整体装配及修模来完成达到生产出合格的冲压件产品。因此,夹具和模具还是有很大的区别的。

模具设计与制造有其特殊性,相对来说,模具零件的标准化程度更高,但是一般情况下夹具所能加工零件的精度更高。普通精度的模具加工精度比夹具要略低一些。

就夹具和模具的零件制造而言,材料的选择,加工方式如机械加工,热处理,甚至焊接、铸造,表面处理等都会用到,所以适用于机械零件的加工知识都适用于模具零件的加工。

## 第二节 冲压加工基本工序

冲压中的分离工序是指板料按一定的轮廓线分开,即坯料变形部分的应力达到强度极限以后,坯料发生了断裂而产生了分离,从而获得一定形状、尺寸和切断面质量的冲压件的工序。成形工序是指板料在不破裂的情况下,坯料变形部分的应力达到了屈服极限,但没有达到强度极限,仅使坯料产生塑性变形,并通过塑性变形获得一定形状、尺寸的冲压件的工序。生产中常用分离工序见表 1-1,成形工序见表 1-2。

表 1-1 分离工序

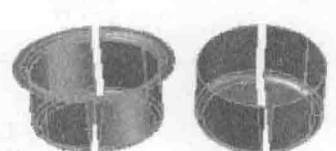


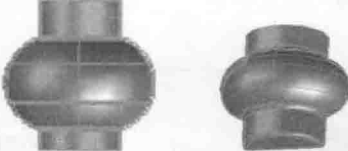


工序名称	工序简图	特点及应用范围
落料		将材料沿封闭轮廓分离,被分离下来的部分大多是平板的零件或工件
冲孔		将废料沿封闭轮廓从材料或工件上分离下来,从而在材料或工件上获得所需要的孔
切舌		将材料沿敞开轮廓分离,被分离的材料成为零件或工序件
切边		利用冲模修切成形工序件的边缘,使之具有一定的形状和尺寸
剖切		用剖切模将成形工序件一分为二,主要用于不对称零件的成双或成组冲压成形之后的分离

表 1-2 成形工序

工序名称	工序简图	特点及应用范围
弯曲		用弯曲模使材料产生塑性变形, 从而弯成一定曲率、一定角度的零件。它可以加工各种复杂的弯曲件
卷边		将工件边缘卷成接近封闭圆形, 用于加工类似铰链的零件
拉弯		在拉力与弯矩共同作用下实现弯曲变形, 使坯料的整个弯曲横断面全部受拉应力作用, 从而提高弯曲件的精度
拉深		将平板形的坯料或工序件变为开口空心件, 或把开口空心工序件进一步改变形状或尺寸成为开口空心件
翻孔		沿内孔周围将材料翻成竖边, 其直径比原内孔大
起伏		依靠材料的伸长变形使工序件形成局部凹陷或凸起
胀形		在双向拉应力作用下, 将空心工序件或管状件沿径向往外扩张, 形成局部直径较大的零件
扩口		将空心工序件或管状件口部向外扩张, 形成口部直径较大的零件
缩口缩径		在空心工序件或管状件的某个部位上使其径向尺寸减小

续表

工序名称	工序简图	特点及应用范围
翻边		沿外形曲线周围翻成侧立短边

### 第三节 冲压模具零件和冲压件常用材料

#### 一、冲压模具零件常用材料及选用原则

冲压模具材料一般主要采用碳钢、合金钢、铸铁、铸钢,其他的有硬质合金、聚氨脂等,快速试制的模具材料有低熔点合金、中熔点合金等。

凸模和凹模是在高强度压力下,连续使用和有很大冲击的条件下工作的,并伴有温度升高、剧烈摩擦。工作条件对凸模和凹模的材料要求有良好的耐磨性、耐冲击性、淬透性和切削性,硬度要求高、热处理变形小,而且价格相对要低廉。决定采用何种模具材料,应根据冲压零件的生产批量大小;对于大批量生产的冲压件,其模具材料应采用质量要求高、耐用度好的材料;对于中小批量的生产用的模具或试验模具,则采用相对价格便宜、耐用度较差的材料。

根据冲压材料的性能、工序种类及冲压模具零件的工作性质和作用来选择模具材料:如冲裁模的凸模和凹模是在高强压力、强烈的应力集中和冲击负荷条件下工作的,因此就要求具有较高强度和硬度及高的耐磨性,一般采用碳素工具钢或硬质合金。如导柱和导套则要求耐磨性和较好的韧性,故一般采用低碳钢表面渗碳淬火。大多数情况下,凸模和凹模的热处理略有不同,一般是凹模的硬度略大于凸模。但一般在企业生产中习惯于将热处理要求相近的模具零件放在一起热处理,以提高生产效率也未尚不可。

根据材料的供应情况和企业的生产现状,一副模具中的材料品种不宜过多,大多数模具常用的钢材就如以下几种材料:45、T10(T10A)、Cr12、Q235、20、65Mn、HT200等。一般情况下,45号钢、T10(T10A)、Cr12用于做凸模和凹模材料;45号钢用于做垫板,定位销,固定板;Q235用于做垫板,上模板或下模板;对于大型模具的上模板和下模板或模座一般采用HT200。20号钢用于做导向零件;弹性元件一般采用橡皮或弹簧,弹簧材料一般采用65Mn。制造模具零件的钢材除了Q235以外,其他基本上都要进行热处理。如果对模具使用要求比较高的,还可采用各方面性能更好的模具材料。

#### 二、冲压件常用材料及选用原则

冲压模具所加工的对象是冲压板材,冲压件所用的材料是冲压生产的基本要素之一。冲压模具设计时,要了解材料的冲压性能,合理地选择材料,才能生产出合格的冲压件,满足产品在强度、刚度等力学性能方面的使用要求。

冲压件一般可分为两类:一类是形状复杂但受力不大,如汽车覆盖件和一些机械产品的外壳,只要求钢板有良好的冲压性能和表面质量,多采用冷轧深冲低碳钢板(如08,08Al)。

另一类形状比较复杂且受力较大,如汽车车架,要求钢板不但要有良好的冲压性能同时又有一定的强度,多选用冲压性能好的热轧低合金钢厚板(如 16MnL)。冲压所用的材料,不仅要满足工件的技术要求,也必须满足冲压工艺的要求。如:冲压结构件的要求;冲压件的用途;材料的厚度公差等。冲压生产中常用的材料是金属材料(黑色金属和有色金属),如 Q235、08、08F、08Al、黄铜板(带)和铝板(圆棒,带)。比如生产自行车闸把零件,先将铝合金圆棒弯成一定的弯曲形状(弯曲模),压制成形(成形模),切边(切边模)即完成了自行车闸把零件的冲压生产。再如一字形旋杆生产过程是:(1)45 号圆钢先用模具拉直,达到一定的平直度,并同时提高了其强度和刚度;(2)采用切边模在冲床上切断,切割成所需长度尺寸;(3)工作端压制;(4)冲切前端面;(5)冲切两侧面。冲压件材料有时可加工非金属材料如塑料、橡胶及木材等。比如纸质快餐盒,落料和成形都是采用模具来完成的。

### 三、冲压件材料的规格

冲压用的原材料大部分是以板料及带料(卷料)形式供货的。板料供货一般尺寸(长和宽)都比较大,可按冲压件或相应冲压工序毛坯制备尺寸的大小及模具的工作方式制备等。通过剪裁设备如剪床裁剪成所需要的尺寸和形状,一般剪床的刀刃是直边,所以只能剪裁直边的条料或块料(图 1-7(a))。小批量生产尺寸比较大,且形状又复杂的拉深件的毛坯下料,按毛坯尺寸大小(长和宽)并放适当的余量,先根据剪床裁剪初始条料或块料,再按毛坯实际尺寸和形状,采用振动剪或者线切割下料。拉深模试压时的非规则形状的毛坯下料一般采用此种方法(图 1-7(b))。大批量生产尺寸不大的冲压零件或毛坯制备,采用落料模具(图 1-7(c))。如果冲压件批量很大,并且冲压件板料较薄,按零件或毛坯尺寸大小选择相应宽度和长度的卷料。卷料较适用于大批量生产的自动送料。冲压生产时可采用专门的卷料和送料机构。

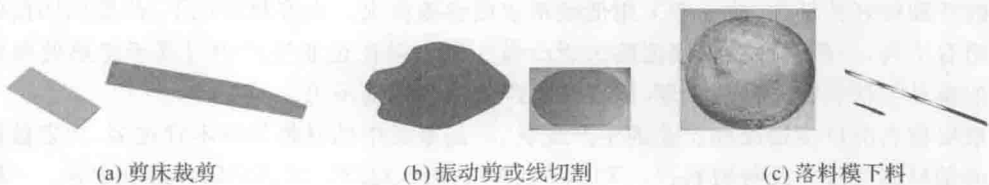


图 1-7 零件或毛坯制取方式

### 四、新型冲压板材

随着汽车等工业的迅速发展,出于安全性、经济性和环保考虑,冲压件轻量化逐渐成为工业产品生产发展的趋势之一,对金属薄板生产及成形技术提出了更高的要求,出现了很多新型的冲压板材。如低合金高强度薄钢板,是用普通钢板通过添加合金成分和热处理工艺来控制板材性质,加以强化处理而得到的钢板,使得高强度钢板的抗拉强度远大于普通冷轧软钢板的抗拉强度。汽车制造中大量采用轻量化材料如铝合金、镁合金等,使汽车(一辆汽车中约有 2 万多个零件,其中 80% 的是冲压件)总重下降,从而降低了燃油的消耗,汽车的废气排放量减少,污染程度相应下降。汽车车身零件板厚由原来的 1.0~1.2mm 减薄到 0.7~0.8mm 甚至更薄,车身重量减轻 20%~40%。但是低合金高强度薄钢板及铝合金、

镁合金成形性能远不如普通的拉延薄钢板,在汽车冲压件生产中产生的起皱和破裂程度远远大于普通的拉延薄钢板,从而对冲压工艺和模具设计提出了更高的要求。因此,就迫切需要研发新的冲压工艺和技术,提高低合金高强度薄钢板及铝合金、镁合金成形性能。

## 第四节 冲压常用设备与常用模具加工设备

### 一、冲压常用设备

冲压工作是在冲压设备上进行的,目前在材料成形(塑性成形)中广泛使用的设备主要有以曲柄压力机为主的机械压力机(图 1-8)和以四柱万能为主的液压压力机(图 1-9)。机械压力机的冲压速度较快,机床滑块每分钟上下来回一个行程 300 次及以上,多用于进行分离工序,也可进行浅拉深等成形工序。而液压压力机的冲压速度较慢,机床滑块工作速度约在  $V=2\sim 9\text{mm/s}$  范围内,一般用于弯曲、拉深、胀形、缩口等成形工序。

模具设计除了要了解冲床工作原理,还要用到以下冲床主要参数,所以要非常熟悉。

#### 1. 冲床的吨位

冲床的吨位指的是公称压力,模具是在冲床提供的压力下完成工作的,所以设计模具中所有的力的合力都要比所选择的压力机吨位要小。一般按如下公式选取压力机吨位。

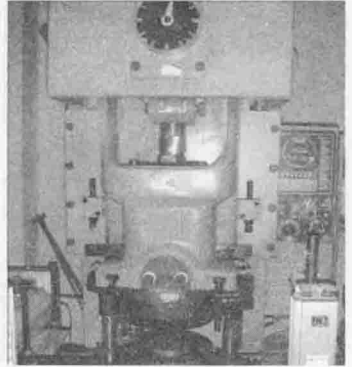
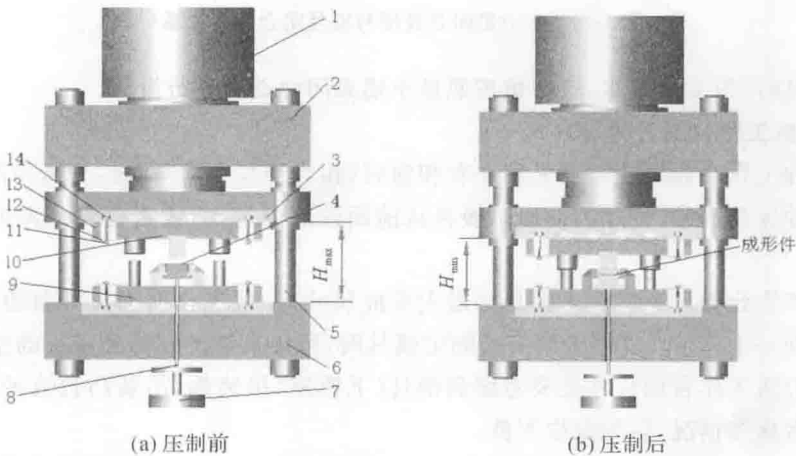


图 1-8 机械式压力机



1. 液压压力机主缸 2. 机床床身 3. 液压压力机滑块 4. 板坯 5. 液压压力机导柱
6. 液压压力机工作台(底座) 7. 液压压力机下顶出缸 8. 顶出杆 9. 下模 10. 上模
11. 紧固螺母 12. 压板 13. 垫块 14. T形紧固螺钉

图 1-9 液压压力机工作原理



$$F_{合} \times 1.2 \leq F_{冲床} \quad \text{或} \quad F_{合} / 0.8 \leq F_{冲床} \quad (1-1)$$

## 2. 闭合高度

压力机的闭合高度是指滑块在下死点位置时,滑块下平面到工作台垫板(厚度  $H_T$ )上平面的距离。机械压力机一般可调节压力机上的连杆的长度  $l$ ,所以可以调节闭合高度的大小,因此压力机闭合高度有最大闭合高度  $H_{max}$ 和最小闭合高度  $H_{min}$ 。模具的闭合高度  $H$ 是指冲模在最低工作位置时,上模座(上模板)上平面至下模座(下模板)下平面之间的距离(这个尺寸必须要在模具装配图中标出)。模具闭合高度与压力机闭合高度的关系,如图 1-10 所示,模具的闭合高度应在压力机的最大与最小闭合高度之间。理论上为:

$$H_{min} - H_T \leq H \leq H_{max} - H_T \quad \text{或可写成:} \quad H_{max} - l - H_T \leq H \leq H_{max} - H_T$$

实际应用:

$$H_{min} - H_T + 10\text{mm} \leq H \leq H_{max} - H_T - 5\text{mm} \quad (1-2)$$

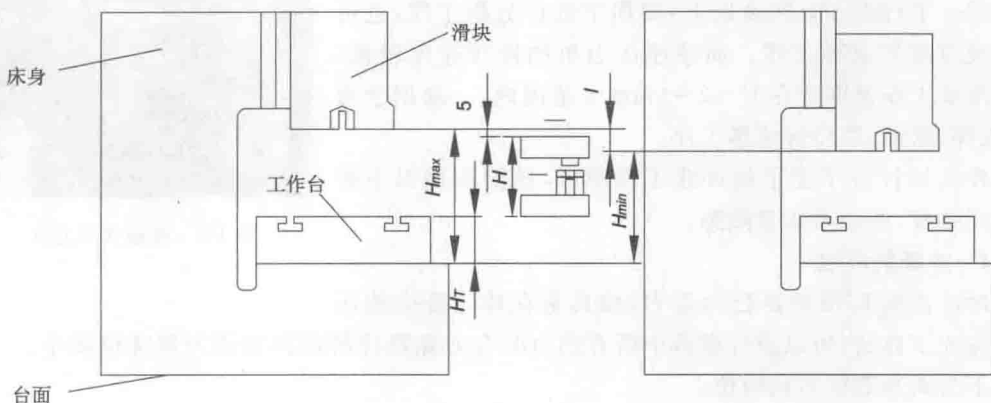


图 1-10 压力机闭合高度与模具闭合高度关系

设计模具时,为节约成本,应尽量按照最小模具闭合高度进行设计。

## 3. 压力机工作台面尺寸

压力机的工作台面尺寸一般采用左右和前后(相当于长和宽)标注,冲压生产时,操作者一般是站在冲床前面的(称之为前面),板料从前面往后面送入,或者材料从左向右(或从右向左)。

压力机工作台面尺寸应大于模具的最大平面尺寸,一般工作台面尺寸每边应大于模具下模座尺寸  $50 \sim 100\text{mm}$ ,以便于给安装固定模具时,留出足够的螺钉和压板的空间位置。

选择压力机工作台面尺寸还要考虑到模具(下模座)吊装钩,吊装凸台或冲压毛坯伸出压力机工作台面等情况,以免发生干涉。

除了上述的主要参数外,还有漏料孔尺寸、模柄孔尺寸及电动机功率等都是要考虑到的问题。详细见有关模具设计手册。一般冲压企业的冲床数量和类型总是有限的,因此选择压力机时,如果所需的冲压力不大,但模具平面尺寸很大,还是要考虑以工作台大小来选择压力机的。例如,冲某汽车覆盖件车门上的钥匙孔,虽然所需的冲孔力不大,模具尺寸也不需要很大,可能只要 16 吨或以下的冲床就足够了,但是汽车覆盖件车门半成品零件很大,远