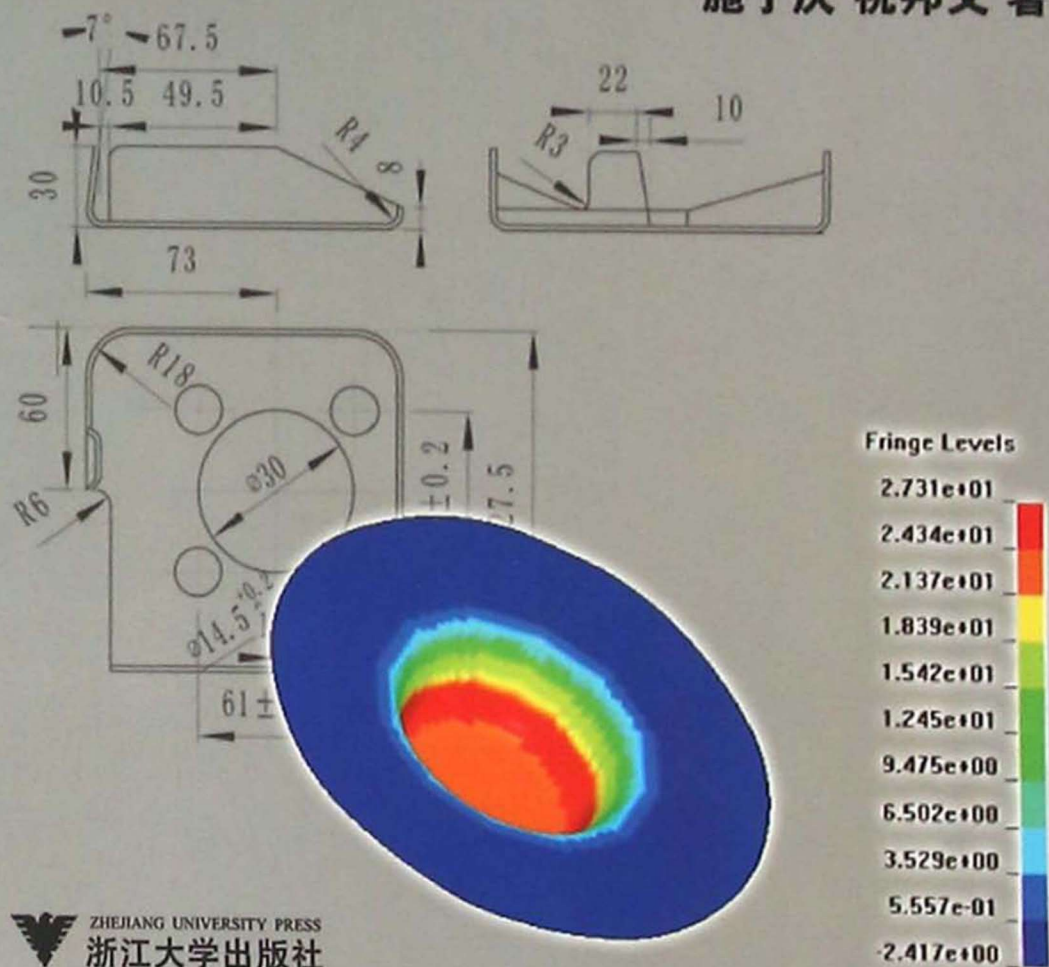


# 板料冲压

## Sheet Metal Stamping

施于庆 祝邦文 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

# 板料冲压

施于庆 祝邦文 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS  
浙江大学出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

板料冲压 / 施于庆, 祝邦文著. — 杭州: 浙江大学出版社, 2015. 12

ISBN 978-7-308-15278-5

I. ①板… II. ①施… ②祝… III. ①板料冲压  
IV. ①TG386.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 252470 号

## 内容提要

本书为板料冲压专著, 主要内容包括: 金属板料冲压作业及基本要求、金属板料成形模拟及冲模的模拟速度、弯曲成形及弯曲回弹的控制、汽车覆盖件拉深工艺分析和拉深缺陷预测、拉深件原始坯料的确定及作用、多加强肋胀形、拉深成形及抑制拉深缺陷的研究等。

本书适合作为从事板料冲压、冲压模具设计与制造等相关领域的研究人员、工程技术人员, 本科高年级学生和研究生等的参考用书。

## 板料冲压

施于庆 祝邦文 著

---

责任编辑 杜希武

责任校对 余梦洁

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 杭州金旭广告有限公司

印 刷 富阳市育才印刷有限公司

开 本 710mm×1000mm 1/16

印 张 9.25

字 数 171 千

版 印 次 2015 年 12 月第 1 版 2015 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-15278-5

定 价 39.00 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中心联系方式: (0571)88925591; <http://zjdxcs.tmall.com>

## 前 言

板料冲压是一门技术科学,它在许多机械产品或零件的制造中具有不可替代的作用,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。由于生产发展的需要和计算机的应用,近年来板料生产技术发展较快,我国学者做了许多贡献。

板料零件的生产包括冲裁、弯曲、拉深等多种工序,或者是多种工序的组合。合理的板料零件的生产工艺或工艺流程,是保证产品生产周期和成本等的前提条件,而板料零件的尺寸、形状及精度等诸多产品品质因素,又取决于模具的结构设计、加工、装配及调试。虽然板料生产技术在不断地提高,但还是有许多问题亟待探讨、分析与解决。例如如何控制板料弯曲零件的回弹,这其中涉及因素较多,包括冲压件材料、弯曲工艺与模具结构等;再如如何抑制板料拉深过程中的拉裂与起皱、复杂拉深件成形的可能性与可靠性,这涉及板料成形的分析、评估及预测,极限成形性能提高,拉深缺陷的抑制或消除等。一般的冲压件生产采用新工艺、新技术的似乎并不多,现有大多数板料零件的生产还是依据传统的设计方法,原因在于有些新工艺或新技术还不够成熟,效果不够明显,或是采用这些技术来解决冲压生产中遇到的技术问题成本过高。例如生产复杂成形件,传统生产过程是:设计制造成形模具;根据经验法大致确定原始坯料形状;在此基础上,采用多次试错直到得到精确毛坯形状和尺寸,再根据精确的毛坯形状和尺寸制造落料模;后续生产流程按先落料后成形的顺序来进行生产。现代生产过程是:先由计算机反向模拟得到初始毛坯,由于反向模拟得到的初始毛坯与真实毛坯还有一定的误差,还要在成形模上进一步试错得到精确毛坯。即反向模拟得到的毛坯与经验丰富的冲压工艺员估计得到的毛坯都要经过试错来确定最终精确的坯料。

本书是根据作者多年来冲压研究及实践,结合在有关专业刊物发表的学术论文,经过补充、修改和整理而写成的,包含作者多年的研究成果。因此,作者在



力求系统地阐述板料冲压的一般方法时,尽量把作者自己的学术成果所反映的新概念穿插进来。例如,在提高板料极限成形能力方面,提出了板料工艺孔和凹模圆角工艺孔拉深方法;深筒形件一次拉深的夹紧凹模的条件;摩擦因素对拉深成形的影响;如此等等,提出比较实用的工艺方法来解决实际生产中的板料冲压问题。

本书由浙江科技学院施于庆和祝邦文撰稿。全书由施于庆统稿,本书的理论部分参考了徐秉业和陆润民等前辈的著作。

在本书的写作和出版过程中,得到许多专家、同行及朋友的悉心指导和帮助,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。

施于庆

2015年9月

## 目 录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| <b>第 1 章 金属板料冲压作业及基本要求</b>    | 1  |
| 1.1 冲压作业特点                    | 1  |
| 1.2 模具特点                      | 6  |
| 1.3 冲压作业基本要求                  | 11 |
| 1.3.1 模具装配图和零件图设计的基本要求        | 11 |
| 1.3.2 冲压作业注意事项                | 14 |
| <b>第 2 章 金属板料成形模拟及冲模的模拟速度</b> | 28 |
| 2.1 引言                        | 28 |
| 2.2 模拟拉深的主要影响因素               | 30 |
| 2.3 有限元模型构建                   | 31 |
| 2.3.1 有限元模型建立                 | 31 |
| 2.3.2 网格划分                    | 32 |
| 2.3.3 计算工艺参数                  | 32 |
| 2.4 成形性能评价标准                  | 33 |
| 2.5 模拟结果与分析                   | 36 |
| 2.5.1 凸模的模拟速度与时间等的关系          | 36 |
| 2.5.2 单元数量与厚度关系               | 40 |
| 2.6 实验情况                      | 41 |
| 2.7 结论                        | 42 |
| <b>第 3 章 弯曲成形及弯曲回弹的控制</b>     | 43 |
| 3.1 引言                        | 43 |
| 3.2 回弹产生的主要原因                 | 44 |



|              |                                 |           |
|--------------|---------------------------------|-----------|
| 3.2.1        | 回弹值的确定 .....                    | 45        |
| 3.2.2        | 影响回弹的因素 .....                   | 46        |
| 3.3          | 回弹的控制 .....                     | 48        |
| 3.4          | 设计实例 .....                      | 50        |
| 3.4.1        | 汽车纵梁与横梁的装配 .....                | 50        |
| 3.4.2        | 汽车纵梁回弹分析 .....                  | 51        |
| 3.4.3        | 带上、下出料机构 U 形弯曲模 .....           | 54        |
| <b>第 4 章</b> | <b>汽车覆盖件拉深工艺分析和拉深缺陷预测 .....</b> | <b>57</b> |
| 4.1          | 引言 .....                        | 57        |
| 4.2          | 汽车覆盖件一次拉深成形的局部分析 .....          | 59        |
| 4.3          | 拉深系数近似计算 .....                  | 63        |
| 4.4          | 试压验证 .....                      | 66        |
| 4.5          | 结论 .....                        | 67        |
| <b>第 5 章</b> | <b>拉深件原始坯料的确定及作用 .....</b>      | <b>68</b> |
| 5.1          | 引言 .....                        | 68        |
| 5.2          | 筒形件的原始坯料确定及作用 .....             | 68        |
| 5.3          | 浅盒形拉深件毛坯形状的确定 .....             | 70        |
| 5.4          | 基于 Bézier 曲线的浅盒形件的毛坯展开 .....    | 72        |
| 5.5          | 非规则成形件毛坯形状的确定 .....             | 74        |
| 5.5.1        | 毛坯展开方法 .....                    | 75        |
| 5.5.2        | 准确性分析 .....                     | 76        |
| 5.6          | 讨论 .....                        | 77        |
| <b>第 6 章</b> | <b>多加强肋胀形 .....</b>             | <b>79</b> |
| 6.1          | 引言 .....                        | 79        |
| 6.2          | 平板毛坯单条加强肋的胀形条件及极限变形程度 .....     | 80        |
| 6.3          | 多条加强肋胀形压制时的可行性补充条件 .....        | 83        |
| 6.3.1        | 多加强肋胀形件的有限元模拟 .....             | 85        |
| 6.3.2        | 数值模拟结果分析 .....                  | 87        |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 第 7 章 拉深成形及抑制拉深缺陷的研究 .....       | 89  |
| 7.1 引言 .....                     | 89  |
| 7.2 拉深时的应力和应变状态 .....            | 91  |
| 7.3 拉深中某时刻凸缘变形区的应力分布 .....       | 92  |
| 7.4 拉深成形过程中发生拉裂和起皱的原因及防止措施 ..... | 93  |
| 7.4.1 拉裂的产生及防止措施 .....           | 93  |
| 7.4.2 浮动凹模主动径向加压的筒形件拉深 .....     | 95  |
| 7.4.3 拉裂产生的主要影响因素 .....          | 98  |
| 7.4.4 凹模上打孔的工艺方法 .....           | 102 |
| 7.4.5 起皱的产生及防止措施 .....           | 104 |
| 7.5 改进的拉深工艺 .....                | 105 |
| 7.5.1 可控压边力拉深 .....              | 105 |
| 7.5.2 可控压边力拉深的特点分析 .....         | 113 |
| 7.5.3 带工艺孔的板坯拉深工艺 .....          | 115 |
| 7.5.4 椭圆角凹模和椭圆角凸模拉深 .....        | 122 |
| 7.5.5 变凸模运动曲线对板料成形极限性能的影响 .....  | 131 |
| 参考文献 .....                       | 137 |
| 索引 .....                         | 139 |

# 第 1 章 金属板料冲压作业及基本要求

## 1.1 冲压作业特点

一个产品由不同的零件组成,有些零件的形状比较相似,而有些则差别很大。机械或机器零件的生产或加工方法同样也有相同或完全不同的。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的如切削、铣削或钻削等加工,得到的一定形状和尺寸的机械或机器零件。冲压加工或冲压生产是通过安装在冲床上的冲压模具,使金属板料及其他少数非金属板料(板料厚度一般 $\leq 13\text{mm}$ )在局部或整体上产生塑性变形,实现分离、形状的变化或材料的转移,来获得所需要形状和尺寸的板料零件或产品的加工方法。图 1.1 所示分别是机械加工和冲压加工所得到的部分机械产品或零件。



图 1.1 机械加工和冲压加工所得到的机械产品或零件



一个冲压件产品或零件从设计到能够安装使用,要经过:①冲压件结构、形状及尺寸设计;②冲压件工艺分析,包括计算机模拟辅助结构分析和工艺分析;③模具设计;④模具制造;⑤模具的调试及修改;⑥试冲冲压件及修改;⑦冲压件生产。冲压件设计主要考虑的是:冲压件的结构、形状、尺寸、强度、刚度、材料、使用性及与之相装配零件的关系等;冲压工艺分析要考虑的是:生产批量、冲压可行性、生产条件、冲压工艺方案及方案的比较、冲压工艺流程等;模具设计要考虑模具结构的工作原理、操作的方便性(如送料和取料)及模具的安全性;模具调试要求模具设计人员、模具制造人员及冲压工艺分析人员等在冲压生产现场共同参与进行,这也是冲压件从设计到试生产的重要的一步。如果冲压件没有达到设计要求,就可能要进行模具结构或模具材料修改,或进行冲压件材料、结构修改,等等。冲压件是否冲压成功,除了冲压件设计人员外,冲压工艺人员和模具调试人员同样起着十分重要的作用。很多情况下,模具设计与制造人员、冲压工艺人员和模具调试人员如果没有丰富的经验,是难以胜任的。如汽车生产制造企业,一辆汽车有2万多个零件,其中约80%是冲压件,因此,最好能使汽车冲压件产品设计人员与模具设计人员或冲压工艺人员相互对换所从事设计工作的一部分内容,使汽车冲压件设计者了解和熟悉产品或零件的冲压工艺,而模具设计人员也同时熟悉汽车冲压件产

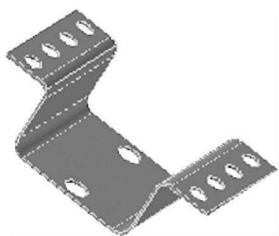
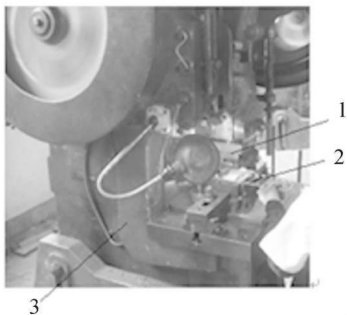


图 1.2 Z形弯曲件

品或零件的结构和装配要求。如Z形弯曲件一类的冲压件(图1.2),若零件底部没有设计工艺孔,冲压时,对弯曲件的压制成形可能会造成左或右偏移。如果设计时增加底部工艺孔,可以用此工艺孔定位压制成形,则成形情况就会改善得多。但定位销与工艺孔的相互关系,会对操作产生一定的影响,如工艺孔比定位销,放入板料时,虽然工艺孔插入对准定位销比较方便,冲压操作容易,但可能会影响Z形弯曲件的形状精度;如定位销与工艺孔间隙过小,如采用了间隙配合,就会使板料上工艺孔放入对准定位销比较困难,给冲压操作带来不便,此时就需要了解Z形弯曲件尺寸精度与冲压操作及安装的相互关系,以更好地确定定位销与工艺孔间隙问题。如果冲压设计人员能够了解冲压工艺要求、模具设计及冲压操作过程,那么所设计的冲压件在后续的制造过程中就会省去很多不必要的修改。

板料冲压所用的冲床或压力机绝大部分是速度比较快的机械式压力机或速度比较慢的液压压力机。快速压力机每分钟可生产几件到几十件冲压件,高速压力机每分钟可生产几百到上千件冲压件。而速度比较慢的液压压力机,其工

作速度约  $2\sim 9\text{mm/s}$ 。图 1.3 所示是机械式压力机,图 1.4 所示是液压压力机。一般分离工序大多采用机械式压力机,而成形工序大多采用液压压力机。对于一个冲压件生产企业来说,冲床设备的数量是有限的,从产品设计到采用模具进行冲压生产一般都要根据现有生产条件或设备来进行。因此,冲床的生产能力如尺寸、吨位等决定了所能生产的冲压件大小和形状规格。理论上来说,所有冲压力包括压料力或卸料力等,要小于压力机给定的名义吨位。但如果冲压件所需冲压力很小,而尺寸很大,一般小吨位压力机没有如此大的工作台尺寸时,还是要选择工作台尺寸和吨位比较大的压力机。



1. 模具 2. 坯料(条料) 3. 冲床

图 1.3 机械式压力机



(a)导柱导向液压压力机



(b)导向块导向液压压力机

图 1.4 液压压力机

虽然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,冲压充分利用了往复加压为主的冲床等加工设备和模具,但为了完成零件不同的设计和装配要求,冲压加工与机械加工都有各自的加工方法,加工方法又各自的工序,如冲压生产中的冲孔、落料、弯曲、拉深等工序;机械加工中的车、铣、刨、磨、钻等工序。表 1.1 和表 1.2 所示分别是冲压生产中常用的分离和成形工序。



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 |

续表

| 工序名称 | 工序简图                                                                                | 特点及应用范围                                          |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| 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           |
| 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 |  | 使空心工序件或管状件的某个部位的径向尺寸减小                           |
| 翻边   |  | 沿外形曲线周围翻成侧立短边                                    |



在冲压工艺或机械加工工艺规程编制中,冲压工艺规程可包含机械加工方法,如板料冲孔工序可用钻孔的方式,内六角螺钉的内六角形状可通过加热、利用冲头在压力机上打击或冲压得到。如果采用机械加工中的铣削或其他如电加工的方法,生产效率较低,生产成本太高。机械加工工艺规程编制中也可包含冲压加工方法,如圆钢切断可采用冲裁工序的切断模具进行切断,螺钉中螺纹一般采用车床车削加工,同样可采用被称之为搓丝模的模具进行螺纹加工。采用何种工序进行零件的生产,关键要视产品产量、成本、质量精度或加工的可行性分析等要求来进行合理的生产工艺安排。如图 1.2 所示的弯曲件,假设产量 $\leq 1$ 万件/年,可考虑钻床钻孔。冲压工艺方案为:(1)钻孔、弯曲;(2)弯曲、钻孔。方案(1)是先在平板上钻孔,但板料弯曲后回弹会影响孔的位置尺寸。设计可微调距离钻套,按回弹情况调整钻套相对位置,则可满足孔的位置尺寸要求。如用冲模冲孔方法,则调整冲头之间的距离极为不便。方案(2)是板料弯曲并产生回弹后钻孔,由于钻套相对位置固定,弯曲件上被钻孔的相对位置尺寸也不变。板料上钻孔加工的方法对于如多品种、少批量的载重车生产企业还是非常合适的,一般的纵梁有 250 多个孔,加工这些孔可以用钻孔的方法,钻孔时,几块长条形展开板料叠加在一起(一般 4 块板料),成本低,加工精度也能保证,生产效率也不低,是企业不错的选择。

### 1.2 模具特点

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。对夹具而言,不同工序,有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。不同工序所设计的夹具结构是很不相同的,所采用的机床类型及工作方式也完全不同,而且对不同的设计人员来说,同一种工序,在夹具能满足实现其工作原理的情况下,结构也可能会完全不同。然而对冲压生产中的模具来说,虽然冲压工序或模具与所加工的零件是一一对应的,专用性很强,但不同冲压加工工序,其模具动作或工作原理基本相同,模具的结构从外观上看也是很相似的(图 1.5)。如同一种冲裁工序,冲圆孔与落圆板坯料,如果直径相同,模具动作或工作原理完全一样。事实上,不同工序间的模具动作也是基本相同的。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。

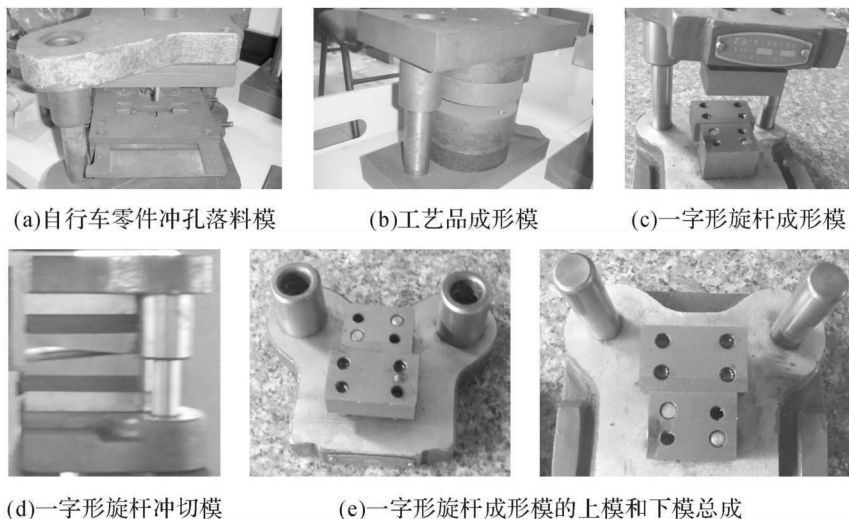


图 1.5 冲压生产模具

还有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)]。选用没有模柄还是带有模柄的模架,要视冲压件尺寸、冲压力大小和冲床有无模柄孔而定。带有模柄孔的冲床大多数是小吨位冲床。

虽然冲压工序不同,生产的冲压件也不相同,但冲床基本上只有机械式压力机和液压压力机两种类型,而且这两种不同类型的冲床工作台和滑块的运动方式是一样的,即滑块上下一个来回就完成一个冲压过程(行程)。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)中完成合格的冲压零件生产。

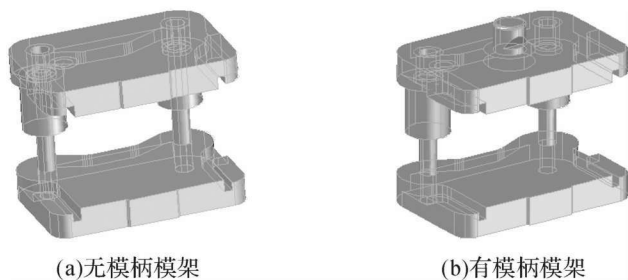


图 1.6 模架



事实上,由于不同的板料件进行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,如载重汽车纵梁的弯曲模和冲孔模可取相同尺寸大小的模架。如此就给模具设计者带来了许多方便之处,零件图略加修改后就可作为其他工序的模具零件图使用。现在有很多的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即完成设计,极大地减轻了设计者的劳动强度和缩短了模具设计周期。如前面所讲的冲孔工序和落料工序,如果被冲裁的板料直径、板厚及公差等都相同,不但模具的结构形式、工作原理及外观是相同的,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,仅仅凸模与凹模的刃口尺寸有所不同。对夹具而言,同一个零件不同加工工序,或者不同零件不同工序等,夹具零件几乎都不相同,所以不同夹具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很少量的时间装配及调试,便可迅速地投入生产使用。而对于模具,即使设计者的设计思路正确,模具的工作原理或制造过程没有差错,但是模具投入实际冲压生产时,并不一定就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间隙、凸模和凹模圆角等。大型复杂的拉深件如汽车覆盖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。虽可借助计算机仿真,但模拟结果还是会与实际拉深情况有差异。因此,模具从设计到使用,中间包括模具制造、修改、安装和调试,调试占了整个周期中的很大比例。调试中出现不符合产品要求的情况时,要不断地再进行修改、加工。很多情况下,一副模具的设计、制造及调试,各占约三分之一周期是很正常的。制造好的模具反复调试与修改也是常有的事。有些看上去设计与制造很复杂的冲裁模具,调试反而花费极少的时间就能生产出合格的冲压件,而一些结构简单的成形模,花费大量时间进行调试修改也并不少见。复杂冲裁模不复杂、简单成形模不简单,这种情况在模具设计和制造中不足为奇。特别要指出的是,生产企业在估算模具价格时,根据模具中的每一个零件计算单件材料费并总计所有材料费后,制造费一般取材料费的3倍左右。这里不但要考虑到模具制造的复杂程度,而且要考虑调试、修改成本。

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

据整体装配及修模才能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。模具制造完成后在试压中出现的不可预见的因素比夹具要多一些;而夹具设计过程中所考虑的工作原理、动作或可行性一般是可预见的。

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,都会用到如机械加工、热处理,甚至焊接、铸造、表面处理等加工方式,所以适用于机械零件的加工方法都适用于模具零件的加工,如车、铣、刨、磨、钻等加工。但是模具毕竟和一般的机械零件还是有所区别的,所以特殊的模具零件还要用到一些特殊的加工设备,如线切割机床。模具设计者要非常了解企业设备的制造能力和模具制造者的加工水平,各企业或专业模具制造厂的模具的加工能力和试模时调整模具的冲床互不相同(有的适合制造小型模具,有的不但能够制造小型模具,也能够制造大型模具)。一般小型模具厂只具备了普通的车、铣、刨、磨、钻及线切割机床等,热处理炉的一次性处理容量也不大。而大型模具工厂不但具备一般车、铣、刨、磨、钻及线切割机床等,热处理炉的一次性处理容量也相对较大,还具备龙门铣、龙门刨等这些大型模具加工设备。制造小型模具和制造大型模具的工艺流程、制造能力和制造水平也是不同的。模具设计时,要根据所掌握企业的设备和人员等情况来进行正确的设计工作。

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有以下几种材料:45 号钢、T10(T10A)、Cr12、Q235、20 号钢、65Mn、HT200 等。一般情况下,45 号钢、T10(T10A)、Cr12 用于做凸模和凹模,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。大型模具的上模板和下模板或模座一般采用 HT200 等。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。模具零件本身就是机械零件。如图 1.7 所示的垫板零件,要冲两个孔,模具如图 1.8 所示。模具零件有:上模板、导套、凸模垫板、凸模、凸模固定板、压料圈、弹簧、卸料螺钉、下模板、导柱、凹模、凹模固定板、凹模垫板、下模垫板及定位销。这些零件的加工都是用机械零件的加工方法完成的。设计模具时要保证每一个模具零件都能发挥其功能。

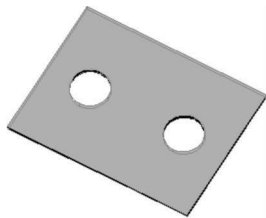


图 1.7 垫板零件