

普通高等专科学校教育机电类规划教材

CHONGYA GONGYI YU MOJU SHEJI

冲压工艺 与模具设计

原红玲◎主编

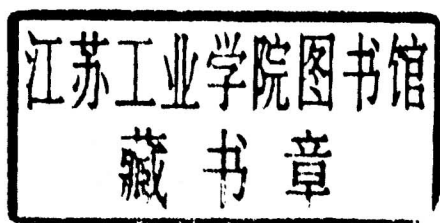


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等专科教育机电类规划教材

冲压工艺与模具设计

主 编 原红玲
副主编 于智宏
参 编 王春香 韩艳艳
王 蕾 刘冰玉
主 审 王雷刚



机械工业出版社

本书是为满足高职院校培养高素质技能型模具专业人才及相关专业拓宽知识面的需要,组织有丰富教学经验和实践经验的双师型教师,从生产实践角度精心组织教材内容编写而成。全书共分10章,主要内容有:冲裁、弯曲、拉深、成形等冲压基本工序的工艺及相关模具设计;多工位级进模具设计;冲压材料、模具材料的选用;冲压设备的选用;模具的装配与调试,以及冲压模具设计实例等。

根据高等职业教育的特点,本书在编写时,以培养学生的职业技术、职业技能和创新能力为主线,理论少而精,重点突出应用能力的培养,精选典型实例,讲解通俗易懂,每章末都配有实训与练习,引导学生将所学知识与企业实践零距离对接。

本书既能满足高等职业院校模具设计与制造专业冲压课程教学及汽车制造、数控技术等相关专业拓宽知识面、增设冲压选修课的需要,又能满足模具领域工程技术人员的工作需要。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计/原红玲主编. —北京:机械工业出版社,2008.8

普通高等专科学校教育机电类规划教材

ISBN 978-7-111-24770-8

I. 冲… II. 原… III. ①冲压—工艺—高等学校:技术学校—教材②冲模—设计—高等学校:技术学校—教材 IV. TG38

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第115902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:郑丹 责任编辑:王德艳 版式设计:霍永明

责任校对:李秋荣 封面设计:马精明 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷(北京樱花印刷厂装订)

2008年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·19印张·465千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-24770-8

定价:30.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68354423

封面无防伪标均为盗版

前 言

进入 21 世纪, 制造技术发展迅猛, 模具技术作为现代制造技术的一个重要组成部分, 对国民经济的发展起着越来越重要的作用。冲压加工具有生产率高、生产成本低、操作简单、适合大批量生产等优点, 在航空、机械、电子、家电等领域得到越来越广泛的应用。

本书是为满足高等职业院校培养高素质技能型模具专业人员的需要, 按照“专业服从于岗位、课程服务于专业”的原则, 以企业需求为基本依据, 以就业为导向, 组织具有丰富教学经验和实践经验的双师型教师, 总结近几年各职业院校的教改经验, 从生产实践角度精心组织、编写而成的。

考虑到职业院校学生在校时间短、就业岗位多在生产一线等特点, 本书在内容上对冲压工艺及其模具知识进行必要的整合, 尽量减少理论分析和复杂的公式推导, 重点介绍结论的实际意义和应用。本书对主要工艺如: 冲裁、弯曲、拉深都安排了设计实例, 对典型模具结构进行了分析, 以加深读者对内容的理解。全书内容由浅入深、文字表述精炼, 符合技能型人才的培养要求。

本书由河南机电高等专科学校原红玲任主编并统稿, 于智宏任副主编, 江苏大学王雷刚教授任主审。本书第 1、2 章由河南机电高等专科学校原红玲编写, 第 3、8 章由河南机电高等专科学校韩艳艳编写, 第 4 章由河南机电高等专科学校于智宏编写, 第 5、7 章由商丘技师学院刘冰玉编写, 第 6 章由台州学院王蕾编写, 第 9、10 章由安徽机电职业技术学院王春香编写。

本书所有参考文献均在书后列出, 在此对相关作者表示感谢!

由于作者水平有限, 书中错误、缺点之处在所难免, 恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 绪论 1

- 1.1 概述 1
- 1.2 塑性变形的基本知识 5
- 1.3 冲压材料及其冲压成形性能 9
- 1.4 冲压模具的分类 12
- 1.5 冲压的现状与发展方向 13
- 实训与练习 14

第 2 章 冲裁工艺及冲裁模具设计 15

- 2.1 冲裁变形分析 15
- 2.2 凸模与凹模刃口尺寸的计算 23
- 2.3 冲裁力和压力中心的计算 29
- 2.4 排样和材料利用率 34
- 2.5 冲裁工艺设计 41
- 2.6 冲裁模具的结构分析 45
- 2.7 冲压模主要零部件的设计与标准
选用 58
- 实训与练习 81

第 3 章 弯曲工艺及弯曲模具设计 82

- 3.1 概述 82
- 3.2 弯曲变形过程及变形分析 83
- 3.3 弯曲件质量分析 86
- 3.4 弯曲件坯料尺寸的计算 97
- 3.5 弯曲力的计算 100
- 3.6 弯曲工艺设计 102
- 3.7 弯曲模具的典型结构 107
- 3.8 弯曲模具的结构设计 118
- 实训与练习 121

第 4 章 拉深工艺及拉深模具设计 123

- 4.1 概述 123
- 4.2 圆筒形件拉深的变形分析 123
- 4.3 拉深件质量分析 127
- 4.4 直壁旋转体拉深件坯料尺寸的

确定 129

- 4.5 圆筒形件拉深的工艺计算 132
- 4.6 拉深力与压边力的确定 137
- 4.7 其他形状零件的拉深 141
- 4.8 拉深件的工艺性 152
- 4.9 拉深模具的典型结构 154
- 4.10 拉深模具工作零件的设计 158
- 4.11 拉深工艺的辅助工序 162
- 实训与练习 163

第 5 章 其他成形工艺及模具设计 165

- 5.1 校形 165
- 5.2 翻边 168
- 5.3 胀形 177
- 5.4 缩口 183
- 实训与练习 185

第 6 章 多工位级进模具设计 187

- 6.1 多工位级进模具的特点和分类 187
- 6.2 多工位级进模具的排样设计 189
- 6.3 多工位级进模具的典型结构 198
- 6.4 多工位级进模具主要零部件的
设计 205
- 6.5 多工位级进模具自动送料和安全检测
装置 220
- 实训与练习 225

第 7 章 冲压设备的选用与操作 226

- 7.1 冲压设备分类、型号和特点 226
- 7.2 冲压设备类型的选用及主要技术
参数 237
- 7.3 曲柄压力机的操作与维护 240
- 实训与练习 243

第 8 章 冲压模具的失效和模具材料的

选用 244

- 8.1 冲压模具的失效 244

8.2 冲压模具材料的选用	248	第 10 章 冲压模具设计和实例	264
实训与练习	252	10.1 冲压模具设计的一般步骤	264
第 9 章 冲压模具的装配与调试	254	10.2 模具零件加工工艺规程的制订	271
9.1 冲压模具装配的基本知识	254	10.3 冲压模具设计实例	276
9.2 冲压模具安装与调试的基本知识	256	实训与练习	293
9.3 冲压模具的装配与试模	258	参考文献	295
实训与练习	262		

1.1 概述

1.1.1 冲压与冲压模具的概念

冲压是塑性加工的基本方法之一。冲压是在室温下，利用安装在压力机上的模具对材料施力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需零件的一种压力加工方法。

由于冲压通常是在室温下进行加工，所以常常称为冷冲压；又由于它的加工材料主要是板料，所以又称为板料加工。冲压不但可以加工金属材料，还可以加工非金属材料。

在冲压加工中，将材料加工成冲压零件（或半成品）的一种特殊工艺装备，称为冲压模具或冷冲模。冲压模具在实现冲压加工中是必不可少的工艺装备，没有符合要求的冲压模具，冲压加工就无法进行；没有先进的冲压模具，先进的冲压工艺就无法实现。在冲压零件的生产中，合理的冲压成形工艺、先进的模具、高效的冲压设备是必不可少的三要素，如图 1.1 所示。

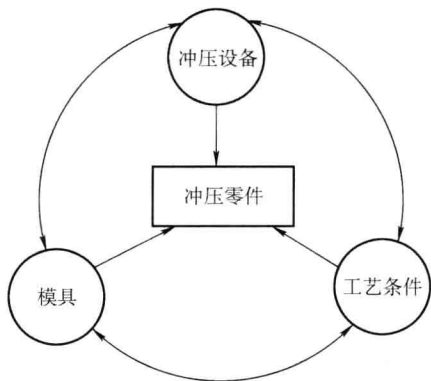


图 1.1 冲压零件质量的影响因素

1.1.2 冲压的特点及应用

1. 冲压生产的特点

与其他加工方法相比，冲压生产无论在技术方面还是经济方面都具有其优点：

(1) 冲压件质量稳定，尺寸精度高 由于冲压生产是利用模具成形，模具制造精度高，故冲压件质量稳定，制件互换性好，尺寸精度高，一般情况下，冲压生产的尺寸精度可达到 IT10 ~ IT14 级，最高可达到 IT16 级，有的制件不需要再进行机械加工，便可满足装配和使用要求。

(2) 生产率高，成本低 冲压生产是利用冲压模具和冲压设备完成加工，其生产率高，操作方便，易于实现机械化、自动化。对于普通压力机，每分钟可生产几件到几十件制件，高速压力机每分钟可生产数百件甚至上千件制件。冲压件质量轻、刚性好、强度高，冲压过程耗能少，中、大批量生产时，成本较低。

(3) 材料利用率高 冲压生产是一种少、无切削加工的方法之一。冲压生产能实现少



废料甚至无废料生产，在某些情况下，边角余料也可以充分利用（冲压小零件），因此，材料的利用率高，一般为 70% ~ 85%。

（4）易得到复杂制件 由于利用模具加工，所以可以获得用其他加工方法所不能或难以制造的形状复杂的零件。

冲压生产的缺点：

（1）模具制造周期长，制造成本高，不适应于小件生产 冲压生产多采用机械压力机，由于滑块往复运动快，手工操作时，劳动强度较大，易发生事故，故必须重视安全生产、安全管理和采取必要的安全技术措施。

（2）冲压加工产生振动和噪音两种公害 这些问题并不完全是冲压工艺本身带来的，主要是由于传统的冲压设备落后造成的，随着科学技术的进步，这两种公害会得到一定程度的解决。

2. 冲压生产的应用

由于冲压生产存在着上述诸多优点，冲压加工的应用十分广泛，在汽车、拖拉机、机电、电器、仪表玩具以及日常生活用品的生产方面，都占十分重要的地位。不少过去用铸造、锻造、切削加工方法制造的零件，现在被刚度好、质量轻的冲压件代替。

根据近年来的统计表明，在机电以及仪器、仪表生产中，有 60% ~ 70% 的零件是采用冲压工艺完成的。在汽车生产中大概有 60% ~ 70% 的零件是采用冲压工艺制成的，冲压生产所占的劳动量是整个汽车行业劳动量的 25% ~ 30%。在电子产品中，冲压件所占的比例也相当大。人们日常生活中的金属制品，冲压件所占的比例更大，如：铝锅、不锈钢餐具等，随处都可看到冲压制品，因此，冲压技术应用非常广泛。学习、研究和发展冲压技术，对发展我国国民经济和加速现代化工业建设具有重要意义。

1.1.3 冲压的基本工序

冲压生产的零件，由于其形状、尺寸、精度要求、生产批量、原材料等各不相同，因此，生产中所采用的冲压工艺方法也多种多样，概括起来，大致可分为分离工序和成形工序两大类，详见表 1.1 和表 1.2。

1) 分离工序：使板料沿一定的轮廓线分离而获得一定形状、尺寸和断面质量的冲压件（俗称冲裁件）的工序。分离工序主要包括：冲孔、落料、切断等工序。

2) 成形工序：材料在不破裂的条件下产生塑性变形而获得的一定形状、尺寸和精度的冲压件的加工工序。成形工序主要包括：弯曲、拉深、翻边、胀形、缩口等。

表 1.1 分离工序

工序名称	工序简图	工序特点及应用范围
落料		利用冲压模具沿着封闭轮廓线冲切，冲下的部分为制件，用于制造各种形状的平板制件

(续)

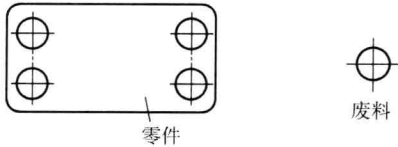
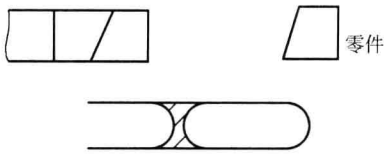
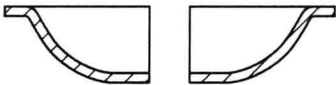
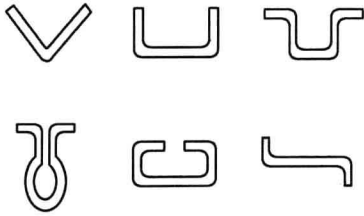
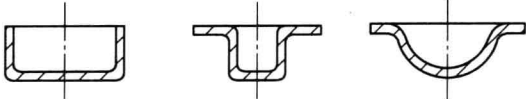
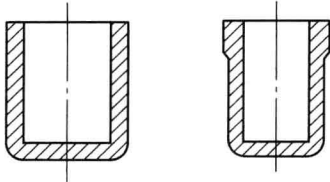
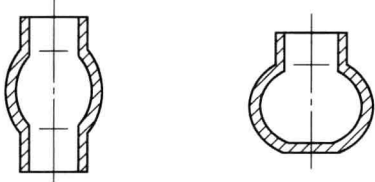
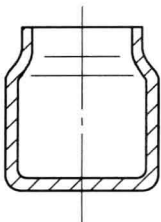
工序名称	工序简图	工序特点及应用范围
冲孔		利用冲压模具沿着封闭轮廓线冲切，冲下的部分为废料，用于制件上去除废料
切断		用剪刀或冲压模具沿不封闭曲线切断，多用于加工形状简单的平板零件
剖切		把冲压加工后的半成品切开成为两个或多个零件，多用于不对称零件的成双或成组冲压成形之后
修边		将成形零件的边缘修切整齐或修切成其他形状

表 1.2 成形工序

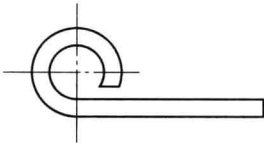
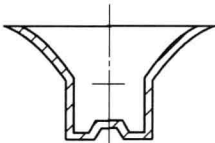
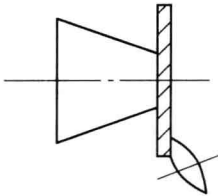
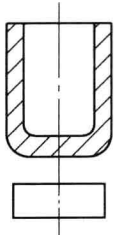
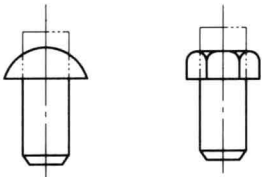
工序名称	工序简图	工序特点及应用范围
弯曲		用弯曲模具将平板毛坯（或丝料、杆件毛坯）压弯成一定尺寸和角度，或将已弯件作进一步弯曲。可以加工各种复杂的弯曲件
拉深		将平板毛坯冲制成空心制件，或将小口径空心零件冲制成大口径空心制件



(续)

工序名称	工序简图	工序特点及应用范围
变薄拉深		把拉深加工后的空心半成品进一步冲制成为底部厚度大于侧壁厚度的制件
翻边		把半成品制件的外缘或内孔冲制成竖立的边缘
胀形		将空心工序件或管状件沿径向向外扩张, 形成局部直径较大的制件
起伏成形		在板料毛坯或制件的表面局部地方压制出各种突起或凹陷的形状
扩口		在空心毛坯或管状毛坯的某个部位施力, 使其径向尺寸扩大
缩口		在空心毛坯或管状毛坯的口部施力, 使其径向尺寸变小

(续)

工序名称	工序简图	工序特点及应用范围
卷圆		把板料端部卷成接近封闭的半圆头，常用于加工类似铰链的零件以及日用品部分制件
整形		将弯曲、拉深或其他成形件校正成最终的正确形状
校平		将毛坯或冲裁件的不平度和挠曲度压平
旋压		用旋轮使旋转状态下的坯料逐步成形为各种旋转体空心件
冷挤压		使金属沿凸凹模间隙或凹模模口流动，从而使原毛坯转变为薄壁空心件或横断面小的半成品
顶镦		将杆状坯料局部镦粗

1.2 塑性变形的基本知识

1.2.1 金属塑性变形的基本概念

1. 塑性

塑性是金属在外力作用下，能稳定地发生永久变形而不破坏其完整性的能力，它反映了



金属的变形能力，是金属的一种重要的加工性能。塑性的大小可以用塑性指标来评定，如：拉伸实验时，塑性指标可以用伸长率 δ 和断面收缩率 φ 来表示。金属的塑性不是固定不变的，它受金属的组织、变形温度、变形速度、制件尺寸等因素的影响。

2. 塑性变形

物体在外力的作用下产生变形，取消外力后，物体不能恢复到原始的形状与尺寸，这样的变形称为塑性变形。冷挤压时，变形体在三向压应力作用下表现出很好的塑性，但冷挤压力同样也很大。

3. 应力

在外力的作用下，物体内部各质点之间会产生相互作用的力，称之为内力。单位面积上的内力叫做应力，应力有正应力和切应力之分，正应力用 σ 表示，切应力用 τ 表示，应力的单位一般用 MPa。

4. 应变

当物体受外力和内力作用时，要发生变形，表示物体变形大小的物理量称为应变。与应力一样，应变也有正应变和切应变之分。正应变用 ε 表示，切应变用 γ 表示。

5. 点的应力状态

材料内每一点的受力情况，通常称为点的应力状态。点的应力状态通过在该点所取的单元体上相互垂直的各个表面上的应力来表示，如图 1.2a 所示。一般可沿坐标方向将这些力分解为九个应力分量，其中，包括三个正应力和六个切应力，如图 1.2b 所示。

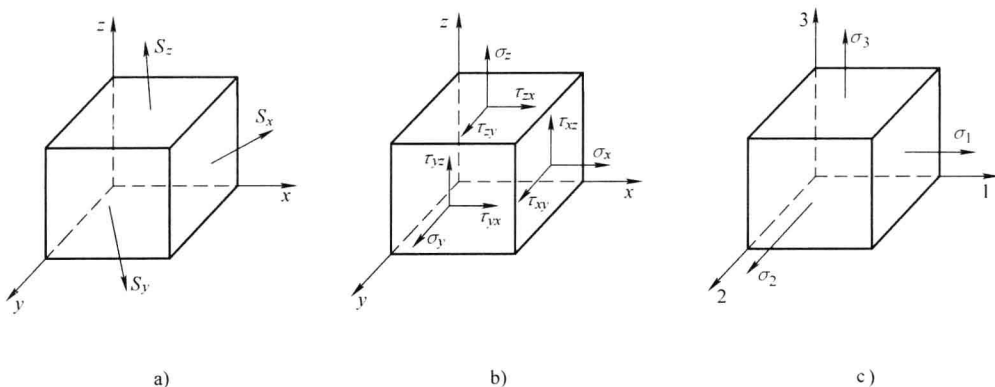


图 1.2 点的应力状态

6. 主应力与主应力图

对任何一种应力状态，总是存在这样一组坐标系，使得单元体各表面只出现正应力，而没有切应力，如图 1.2c 所示。这三个正应力称为主应力，分别用 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 表示。当应力 $\sigma_1 > 0$ 时称为拉应力，当应力 $\sigma_1 < 0$ 时称为压应力。用主应力表示的点的应力状态的图形称为主应力图，其可能的主应力图有九种，如图 1.3 所示，其中，图 1.3a 为三向主应力图；图 1.3b 为平面主应力图；图 1.3c 为单向主应力图。

实验证明，应力状态对金属的塑性影响很大，压应力的数目越多，数值越大，金属的塑性越好，拉应力的数目越多，数值越大，金属的塑性就越差。

7. 主应变与主应变图

变形体内存在应力必定伴随应变，点的应变状态也是通过单元体来表示的。与应力状态

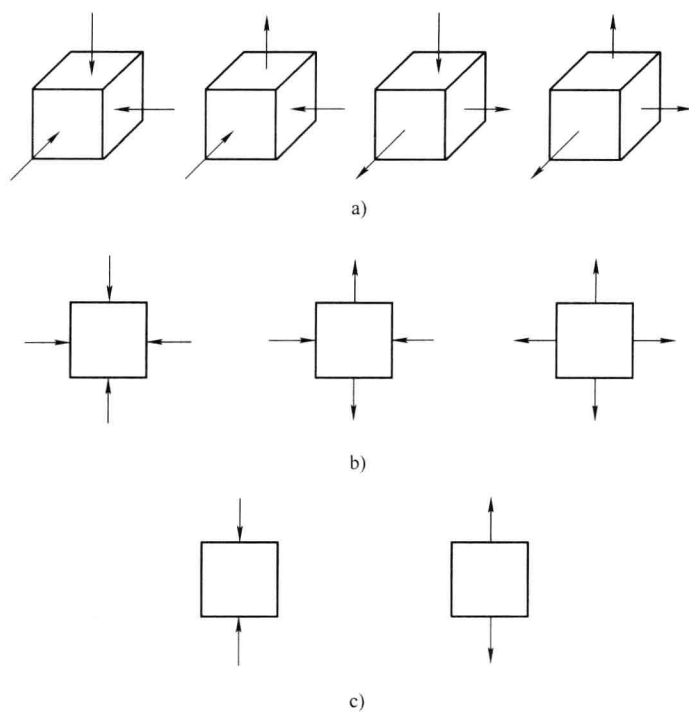


图 1.3 主应力状态图

相似，也可以用应变状态图来表示点应变状态。同样，也可以找到一组坐标系，使得单元体各表面只出现正应变分量 ε_1 、 ε_2 、 ε_3 而没有切应变分量，如图 1.4a 所示；其可能的应变状态仅有三种，如图 1.4b 所示。

应变状态对金属塑性有很大的影响。由实践可知，单向压缩得到的变形程度比单向拉伸大得多，三向压应力状态的挤压比两向压缩一向拉伸的拉压能发挥更大的塑性。应力状态中的压应力个数多、压应力大，则塑性好；反之，压应力个数少、压应力小，甚至存在拉应力，则塑性就差。这是因为材料的裂纹与缺陷在拉应变的方向易于暴露和发展，沿着压应变的方向则不易暴露和发展。

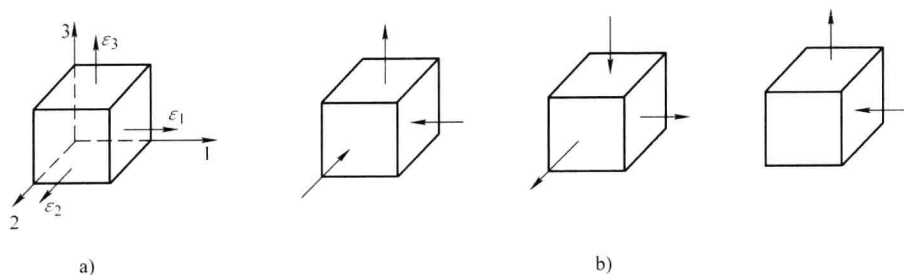


图 1.4 主应变状态图

1.2.2 金属塑性变形的基本规律

1. 塑性变形体积不变定律



应变可以通过物体变形前后形状的变化来比较。实践证明,在物体的塑性变形中,变形前的体积等于变形后的体积,这就是金属塑性变形体积不变定律。它是变形工序中进行毛坯尺寸计算的依据,用公式表示为

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 0 \quad (1.1)$$

2. 塑性条件 (屈服准则)

所谓塑性条件就是在单向应力状态下,如果拉伸或压缩应力达到材料的屈服点 σ_s 便可以屈服,从弹性状态进入塑性状态,但对复杂应力状态就不能仅仅根据一个应力分量来判断一点是否已经屈服,而要同时考虑各应力分量的综合作用。那么,在复杂应力状态下,各应力分量之间符合某种关系时,才能同单向应力状态下确定的屈服点等效,从而使物体从弹性状态进入塑性状态,此时,应力分量之间的这种关系就称为塑性条件,或称为屈服准则。

塑性条件必须经过实验验证。经过实践考验并为大家公认的塑性条件有两种:屈雷斯加 (H. Tresca) 屈服准则和密西斯 (Von Mises) 屈服准则。

(1) 屈雷斯加屈服准则 1864 年法国工程师屈雷斯加 (H. Tresca) 认为:材料中最大切应力达到一定值时开始屈服,即屈雷斯加屈服准则,其数学表达式为

$$\tau_{\max} = \left| \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right| = \frac{\sigma_s}{2} \text{ 或 } |\sigma_1 - \sigma_3| = \sigma_s \quad (1.2)$$

式中 σ_s ——材料的屈服极限。

(2) 密西斯 (Von Mises) 屈服准则 1913 年德国学者密西斯 (Von Mises) 提出:在一定的变形条件下,无论变形物体所处的应力状态如何,只要其三个主应力满足以下条件,材料便开始屈服,即密西斯屈服准则,其数学表达式为

$$(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 = 2\sigma_s^2 \quad (1.3)$$

3. 应力与应变的关系

物体受力产生变形,所以应力与应变之间一定存在某种关系。当物体产生弹性变形时,应力与应变之间的关系是线形的,变形过程是可逆的,其变形可以恢复,与物体的加载过程无关,应力与应变之间的关系可以通过广义胡克定律来表示。但物体进入塑性变形后,其应力与应变的关系就不同了。在单向受拉或受压时,应力与应变关系可以用硬化曲线来表示,然而在受到双向或三向应力作用时,变形区的应力与应变关系相当复杂。研究表明,简单加载(加载过程中只加载不卸载,且应力分量之间按一定比例递增)时,塑性变形的每一瞬间,主应力与主应变之间存在以下关系:

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\varepsilon_2 - \varepsilon_3} = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{\varepsilon_3 - \varepsilon_1} = C \quad (1.4)$$

也可表示为

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_m}{\varepsilon_1} = \frac{\sigma_2 - \sigma_m}{\varepsilon_2} = \frac{\sigma_3 - \sigma_m}{\varepsilon_3} = C \quad (1.5)$$

式中, C 为非负数的比例常数。在一定条件下, C 只与材料性质及变形程度有关,而与物体所处的应力状态无关,故 C 值也可由单向拉伸实验求出; σ_m 为平均应力

上述物理方程又称为塑性变形时的全量理论。

4. 加工硬化现象

常用的金属材料塑性变形时强度和硬度升高,而塑性和韧性降低的现象称为加工硬化或



冷作硬化。加工硬化对许多冲压工艺都有较大的影响,如:由于塑性降低,限制了毛坯进一步变形,往往需要在后续工序之前增加退火工序以消除加工硬化。加工硬化也有有利的一面,如提高局部抗失稳起皱的能力。

5. 反载软化现象

如果在冷塑性变形之后,再给材料反向加载,这时,材料的屈服点有所降低。即反向加载时塑性变形更容易发生,这就是所谓的反载软化现象。反载软化现象对分析某些冲压工艺(如拉弯)很有实际意义。

6. 最小阻力定律

在塑性变形中,破坏了金属的整体平衡而强制金属流动,当变形体的质点有可能沿不同方向移动时,则每个质点沿最小阻力方向移动,这就是最小阻力定律。坯料在模具中变形,其最大变形将沿最小阻力的方向。最小阻力定律在冲压工艺中有十分灵活和广泛的应用,能正确指导冲压工艺及模具设计,解决实际生产中出现的质量问题。

1.3 冲压材料及其冲压成形性能

1.3.1 板料的冲压成形性能

材料的冲压成形性能表明其是否便于冲压加工,一般来说,冲压成形性能包括两个方面:一是成形极限,二是成形质量,这是冲压对材料的基本要求。

材料的冲压成形性能是通过实验来获得的。实验方法主要有两种:间接实验和直接实验。间接实验的方法有拉伸实验、剪切实验和硬度实验等。拉伸实验简单易行,可测得材料的各项力学性能指标,所得结果能从不同角度反映材料的冲压性能,其中重要的几项有:

(1) 均匀伸长率 δ_b 均匀伸长率 δ_b 是在拉伸实验中开始出现拉伸细颈时的伸长率。它表示材料产生均匀变形或稳定变形的能力。一般情况下,冲压成形都是在板料的均匀变形范围内进行的,所以 δ_b 对冲压成形有较为直接的意义。 δ_b 越大,则材料的极限变形程度越大,越有利于冲压成形。

(2) 屈强比 (σ_s/σ_b) 屈强比是一项反映材料冲压性能的综合性指标。屈强比小,屈服点 σ_s 与强度极限 σ_b 之间的差值大,允许的塑性变形区间大,这对所有的冲压变形都是有利的。

(3) 硬化指数 n 硬化指数 n 表示材料在冷塑性变形中材料的硬化程度, n 值越大的材料,硬化效果越大,这对伸长类变形是有利的。由于变形硬化引起的变形抗力的增加,可以补偿因拉伸引起的局部截面积的减小而引起的承载能力的减弱,从而阻止了局部集中变形的进一步发展,具有扩展变形区,使变形区均匀,从而得到增加变形程度的作用。

(4) 板厚方向性系数 γ 板厚方向性系数 γ 是指板料试样在拉伸实验时,宽度应变 ϵ_b 与厚度应变 ϵ_t 的比值,故又称塑性应变比。冲压成形时,一般希望变形发生在板平面方向,而厚度方向则不希望发生太大的变化。当 γ 值大于 1 时,表示宽度方向的变形比厚度方向的变形更大,即 γ 值越大,有利于提高板料冲压成形极限。

冲压加工所用板料,都是经过轧制的材料,由于纤维组织的影响,其各个方向的力学性能并不一致,因此,板厚方向性系数是从各个不同方向的取样,取其平均值作为标准的。



(5) 板平面方向性 $\Delta\gamma$ 当在板料平面内不同方向上裁取实验试样时, 实验中所测得的各种力学性能、物理性能等也不一样。板料这种力学性能、物理性能在板平面方向出现的各向异性, 称为板平面方向性, 用 $\Delta\gamma$ 表示。板平面方向性的大小可以用板厚方向性系数在几个不同方向上的平均差别来衡量。板料的板平面方向性 $\Delta\gamma$ 的存在, 常会使拉深件口部出现凸耳, 凸耳的大小和位置与 $\Delta\gamma$ 有关, 所以 $\Delta\gamma$ 叫做凸耳参数。凸耳影响零件的形状和尺寸精度, 必要时需增加切边工序。

1.3.2 冲压常用材料

1. 冲压工艺对材料的要求

冲压所用的材料, 不仅要满足产品设计的技术要求, 还应当满足冲压工艺的要求和冲压后的加工要求 (如切削加工、电镀、焊接等)。冲压工艺对材料的基本要求是:

(1) 良好的塑性 对于冲压成形工序, 为了有利于冲压变形和制件质量的提高, 材料应该具有良好的塑性。对于分离工序, 塑性好的材料可以得到较好的断面质量。对变形工序, 塑性好, 材料允许的变形程度大, 可以减少冲压工序次数及中间退火次数。

(2) 良好的表面质量 冲压时一般要求冲压材料表面光洁、平整、无氧化皮、裂纹、锈斑、划痕等缺陷。表面质量好的材料, 冲压时工件不易破裂, 废品较少; 模具不易擦伤, 寿命较高, 而且制件的表面质量好。

(3) 符合国家标准的厚度公差 材料的厚度公差应符合国家标准规定, 一定的模具间隙适应于一定厚度的材料, 厚度公差太大, 将影响工件质量, 并可能损伤模具和设备。

2. 冲压常用材料的种类

冲压生产中常用的材料是金属材料, 分为黑色金属和有色金属两种, 有时也用非金属材料。

(1) 黑色金属 普通碳素结构钢、优质碳素钢、合金结构钢、碳素工具钢、不锈钢、电工硅钢等。

对厚度在 4mm 以下的轧制薄钢板, 按国家标准 GB/T 708—2006 规定, 钢板的厚度精度可分为 I (特别高级的精整表面)、II (高级的精整表面)、III (较高的精整表面)、IV (普通的精整表面) 组, 每组按拉深级别又可分为 Z (最深拉深)、S (深拉深)、P (普通拉深) 级。

(2) 有色金属 铜及铜合金、铝及铝合金、镁合金、钛合金等。

(3) 非金属材料 纸板、胶木板、塑料板、纤维板和云母等。

表 1.3 为常用材料的力学性能, 从表中数据可以近似判断材料的冲压性能。

表 1.3 冲压常用金属材料的力学性能

材料名称	牌 号	材料状态 及代号	力学性能			
			屈服点 σ_s /MPa	抗剪强度 τ /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /(%)
普通碳素钢	Q195	未经退火	195	255 ~ 314	315 ~ 390	28 ~ 33
	Q235		235	303 ~ 372	375 ~ 460	26 ~ 31
	Q275		275	392 ~ 490	490 ~ 610	15 ~ 20

(续)

材料名称	牌 号	材料状态 及代号	力学性能			
			屈服点 σ_s /MPa	抗剪强度 τ /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ / (%)
碳素结构钢	08F	已退火	180	230 ~ 310	275 ~ 380	27 ~ 30
	08		200	260 ~ 360	215 ~ 410	27
	10F		690	220 ~ 340	275 ~ 410	27
	10		210	260 ~ 340	295 ~ 430	26
	15		230	270 ~ 380	335 ~ 470	25
	20		250	280 ~ 400	355 ~ 500	24
	35		320	400 ~ 520	490 ~ 635	19
	45		360	440 ~ 560	530 ~ 685	15
	50		380	440 ~ 580	540 ~ 715	13
不锈钢	1Cr13	已退火	120	320 ~ 380	440 ~ 470	20
	1Cr18Ni9Ti	经热处理	200	460 ~ 520	560 ~ 640	40
铝	1060、 1050A、1200	已退火	50 ~ 80	80	70 ~ 110	20 ~ 28
		冷作硬化	—	100	130 ~ 140	3 ~ 4
硬铝	2Al2	已退火	—	105 ~ 125	150 ~ 220	12 ~ 14
		淬硬并经 自然时效	368	280 ~ 310	400 ~ 435	10 ~ 13
		淬硬后冷 作硬化	340	280 ~ 320	400 ~ 465	8 ~ 10
纯铜	T1、T2、T3	软	70	160	210	29 ~ 48
		硬	—	240	300	25 ~ 40
黄铜	H62	软	—	260	294 ~ 300	3
		半硬	200	300	343 ~ 460	20
		硬	—	420	≥ 12	10
	H68	软	100	240	294 ~ 300	40
		半硬	—	280	340 ~ 441	25
		硬	250	400	392 ~ 400	13

3. 冲压常用材料的规格

冲压用材料大部分是各种规格的板料、带料、条料和块料。

板料的尺寸较大，用于大型零件的冲压，主要规格有：500mm × 1500mm、900mm × 1800mm、1000mm × 2000mm 等。

条料是根据冲压件的需要，用板料裁剪而成，用于中小型零件的冲压。

带料又称卷料，有各种不同的宽度和长度。宽度在 300mm 以下，长度可达几十米，成卷状供应，主要是薄料，适用于大批量生产的自动送料。

块料一般用于单件小批量生产和价值昂贵的有色金属冲压，并广泛用于冷挤压。