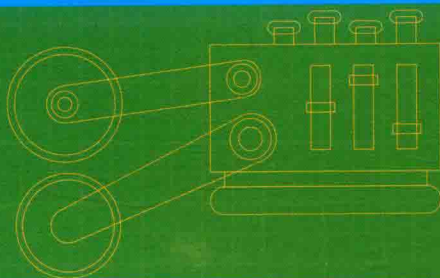


冲压工艺与模具设计

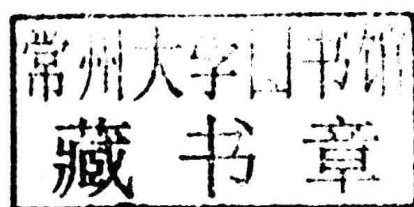


主 编 ◎ 李 雅

 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

冲压工艺与模具设计

主编 李 雅



内 容 简 介

本书将技能训练与理论知识紧密结合,按项目教学模式编写。在提出项目任务之前,明确学生需掌握的知识目标与技能目标,让学生带着任务学习相关理论知识,然后利用所学知识完成项目任务。

全书共分八个项目,内容包括:项目一认识冲压加工;项目二冲压基本原理;项目三冲裁工艺与冲裁模设计;项目四弯曲工艺与弯曲模设计;项目五拉深工艺与拉深模设计;项目六其他成形工艺与模具设计;项目七多工位级进模设计;项目八冲压工艺规程编制。

本书可作为高等院校材料成型及控制工程专业、机械工程专业教材或参考书,也可作为工程技术人员自学用书和参考书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计/李雅主编. —北京:北京理工大学出版社, 2018. 3

ISBN 978 - 7 - 5682 - 5332 - 1

I. ①冲… II. ①李… III. ①冲压 - 生产工艺②冲模 - 设计 IV. ①TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 036701 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 18.5

字 数 / 434 千字

版 次 / 2018 年 3 月第 1 版 2018 年 3 月第 1 次印刷

定 价 / 69.50 元

责任编辑 / 杜春英

文案编辑 / 杜春英

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 施胜娟

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换



前言

Qianyan

冷冲压在工业生产中的应用十分广泛。近 20 年来,我国的冲压工艺、模具设计与制造水平得到迅速提升,相关行业对冲压生产与管理、冲压模具设计与制造从业人员“质”与“量”的需求与日俱增。

本教材遵循“以就业为导向,工学结合”的原则,以实用为基础,根据企业的实际需求进行内容选取,以项目教学模式编写,突出培养机械类应用型人才解决实际问题的能力。

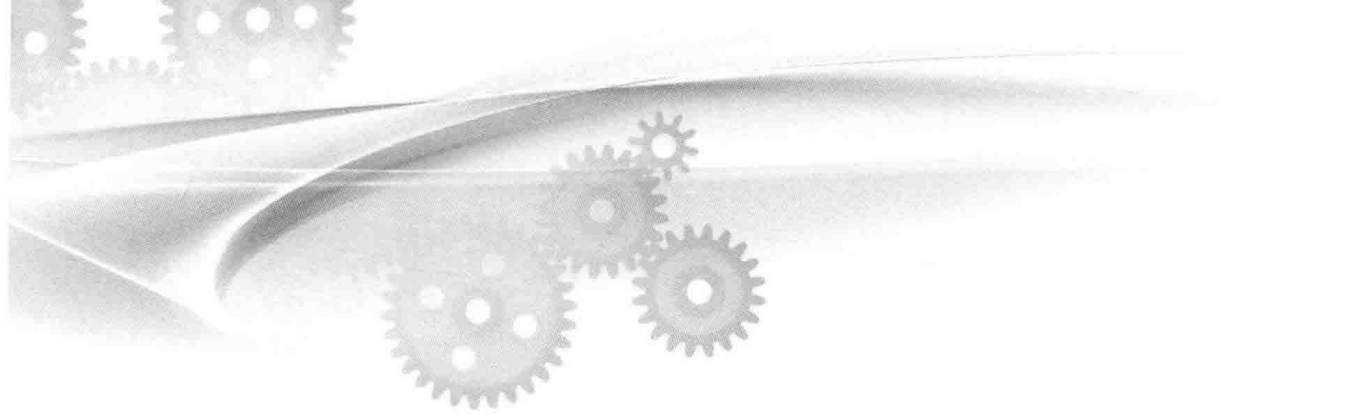
本书共分八个项目,内容包括:认识冲压加工、冲压基本原理、冲裁工艺与冲裁模设计、弯曲工艺与弯曲模设计、拉深工艺与拉深模设计、其他成形工艺与模具设计、多工位级进模设计、冲压工艺规程编制。

本书由李雅任主编,程禹霖、张丽娜、朱宇、周维智参与编写。程禹霖编写项目一、二,李雅编写项目三、四、五,张丽娜编写项目六,朱宇编写项目七,周维智编写项目八。本书由史安娜教授主审。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,诚请广大读者提出宝贵意见。

编者

项目一 认识冲压加工	001
任务1 冲压的特点及应用	001
任务2 冲压加工的分类	003
任务3 常用冲压材料	005
项目二 冲压基本原理	011
任务1 塑性成型的基本概念	011
任务2 塑性成型的基本规律	013
项目三 冲裁工艺与冲裁模设计	021
任务1 冲裁原理	022
任务2 冲裁件工艺性分析	028
任务3 确定工艺方案	032
任务4 模具结构设计	034
任务5 冲裁工艺计算	046
任务6 冲裁模主要零部件的设计与选用	067
任务7 冲压设备的选择与校核	114
项目四 弯曲工艺与弯曲模设计	121
任务1 弯曲变形过程分析	121
任务2 弯曲件质量分析	125
任务3 弯曲工艺设计	133
任务4 弯曲工艺计算	136
任务5 弯曲模设计	140
项目五 拉深工艺与拉深模设计	158
任务1 拉深变形过程分析	158



目 录

Contents

任务 2	无凸缘圆筒形件拉深工艺设计	165
任务 3	有凸缘圆筒形件拉深工艺设计	172
任务 4	非直壁旋转体零件拉深工艺设计	179
任务 5	盒形件拉深工艺设计	183
任务 6	拉深工艺设计	189
任务 7	拉深模设计	196
项目六	其他成形工艺与模具设计	209
任务 1	翻边	210
任务 2	胀形	216
任务 3	缩口	223
项目七	多工位级进模设计	229
任务 1	多工位级进模排样设计	229
任务 2	多工位级进模主要零部件设计	246
任务 3	多工位级进模的典型结构	267
项目八	冲压工艺规程编制	276
参考文献		289

项目一 认识冲压加工

知识目标

- (1) 了解冲压的定义、特点、应用现状及发展趋势。
- (2) 了解冲压工序的分类方法。
- (3) 了解常用冲压材料的牌号、特点、用途及供应状态。
- (4) 熟悉冲床的典型结构、工作过程和技术参数。

技能目标

- (1) 能判断所给冲压件包含的冲压工序。
- (2) 能为冲压件选择合理的材料。

项目描述

本项目以典型冲压件为工作对象，主要介绍冲压加工的特点和分类，以及冲压材料的合理选择。

任务1 冲压的特点及应用

任务描述

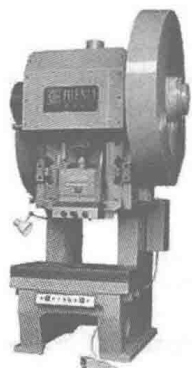
通过教师讲解与自主学习，了解冲压加工与其他加工方法的不同，以及冲压加工的应用领域。

相关知识

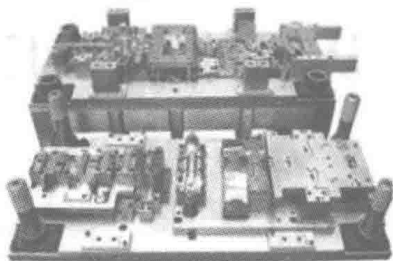
一、冲压的概念

冲压是指利用安装在压力机上的模具对板料、带料、管料和型材等施加外力，使之产生塑性变形或分离，从而获得所需形状和尺寸的工件的加工方法。冲压生产的产品称为冲压件，冲压所用的模具称为冲模。由于冲压加工常在室温下进行，因此称为冷冲压。冲压加工的原材料一般为板料或带料，故也称为板料冲压。

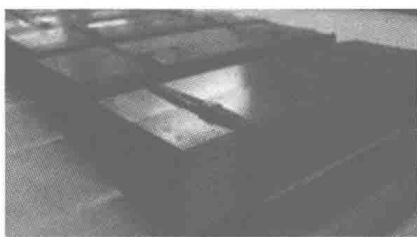
板料、模具和冲压设备是构成冲压加工的三个必备要素，如图 1-1 所示。



(a)



(b)



(c)

图 1-1 冲压加工三要素

(a) 冲压设备; (b) 模具; (c) 板料

二、冲压的特点及应用

与机械加工及塑性加工的其他方法相比, 冲压加工无论是在技术方面还是在经济方面都具有许多独特的优点。主要表现如下:

- (1) 生产率高, 操作简单, 对操作工人几乎没有技术要求, 易于实现机械化和自动化。
- (2) 尺寸精度高, 互换性好。模具与产品有“一模一样”的关系, 同一副模具生产出来的同一批产品尺寸一致性高, 具有较好的互换性。
- (3) 材料利用率高。普通冲压的材料利用率一般可达 70% ~ 85%, 有的高达 95%, 几乎无须进行切削加工即可满足普通的装配和使用要求。
- (4) 可得到其他加工方法难以加工或无法加工的形状复杂的零件, 如壁厚为 0.15 mm 的薄壳拉深件。
- (5) 由于塑性变形和加工硬化的强化作用, 可得到质量小、刚性好且强度大的零件。
- (6) 无须加热, 可以节省能源, 且表面质量好。
- (7) 批量越大, 产品成本越低。

由此可见, 冲压集优质、高效、低能耗、低成本于一身, 这是其他加工方法不能与之媲美的, 因此冲压的应用十分广泛。如汽车、拖拉机行业中, 冲压件的比例占零件总数的 60% ~ 70%; 在电视机、录音机、计算机等产品中占到 80% 以上; 在自行车、手表、洗衣机、电冰箱等日用家电行业占到 85% 以上; 在电子仪表行业中, 冲压件占到 35%; 还有日常生活中诸如各种不锈钢餐具等。从精细的电子元件、仪表指针到重型汽车的覆盖件、大梁以及飞机蒙皮等, 均需进行冲压加工。图 1-2 所示为冲压的应用举例。

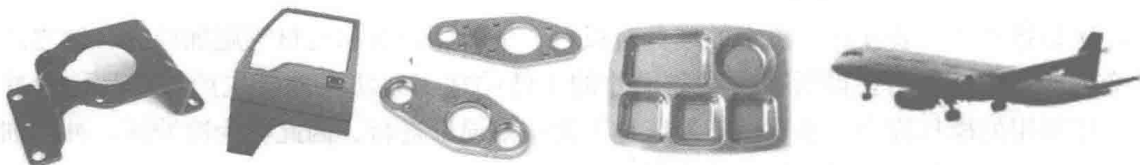


图 1-2 冲压的应用举例

任务2 冲压加工的分类

任务描述

通过对冲压件形状的分析，准确判断各个冲压件所包含的冲压工序。

相关知识

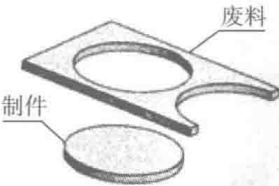
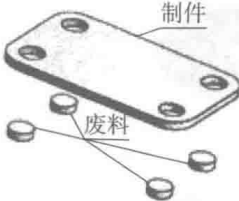
冲压加工几乎应用于国民经济的所有行业，冲压加工出来的产品形状、尺寸、精度、批量、原材料等各不相同，因此冲压加工方法也就多种多样。主要有以下几种分类方式。

一、按变形性质分类

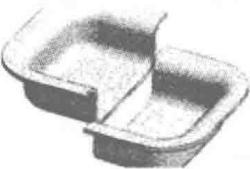
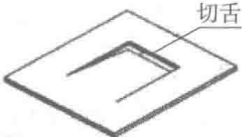
1. 分离工序

板料在受到外力作用之后，应力超过了材料的强度极限，材料的一部分与另一部分沿一定的轮廓线发生断裂而分开，从而获得一定形状和尺寸的产品，此类冲压工序统称为分离工序，如落料、冲孔、切断、切边、剖切和切口等。具体如表1-1所示。

表1-1 分离工序

工序名称	工序简图	工序特征
落料		切断线是封闭的，落下的部分是制件，剩余部分是废料
冲孔		切断线是封闭的，落下的部分是废料，剩余部分是制件
切断		用剪刀或模具切断板料，切断线不是封闭的
切边		将制件边缘处形状不规整的部分冲裁下来

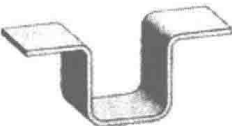
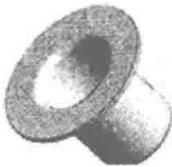
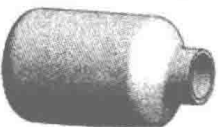
续表

工序名称	工序简图	工序特征
剖切		将对称形状的半成品沿着对称面切开, 成为制件
切口 (舌)		将板料局部切开而不分离, 切口部分材料发生弯曲

2. 成形工序

板料在受到外力作用之后, 应力超过了材料的屈服极限, 在材料不被破坏的前提下, 经过塑性变形, 从而获得一定形状和尺寸的产品, 此类冲压工序统称为成形工序, 如弯曲、拉深和局部成形等。具体如表 1-2 所示。

表 1-2 成形工序

工序名称	工序简图	工序特征
弯曲		将板料弯成一定角度或一定形状
拉深		将毛坯拉成任意形状的空心件
翻边		将板料上的孔或外缘翻成直壁
缩口		使空心件或管状件端部的径向尺寸缩小
胀形		使空心件或管状件的径向尺寸加大

续表

工序名称	工序简图	工序特征
起伏		使板料局部凹陷或凸起
压印		压印是强行局部排挤材料，在工件表面形成浅凹花纹、图案、文字或符号，但在压印表面的背面并无对应于浅凹花纹的凸起

二、按变形区受力性质分类

1. 伸长类成形

变形区最大主应力为拉应力，破坏形式为拉裂，其特征是变形区材料厚度减小，如胀形等。

2. 压缩类成形

变形区最大主应力为压应力，破坏形式为起皱，其特征是变形区材料厚度增大，如拉深等。

三、按基本变形方式分类

1. 冲裁

使材料沿封闭或不封闭的轮廓剪裂而分离的冲压工序称为冲裁，如冲孔和落料等。

2. 弯曲

将材料弯成一定角度或形状的冲压工序称为弯曲，如压弯、卷边和扭曲等。

3. 拉深

将平板毛坯拉成空心件，或将空心件的形状和尺寸用拉深模做进一步改变的冲压工序称为拉深，有不变薄拉深和变薄拉深两种。

4. 成形

使材料产生局部变形，以改变零件或毛坯形状的冲压工序称为成形，如翻边、缩口、胀形、压印和起伏等。

任务3 常用冲压材料

任务描述

通过对冲压件应用领域、冲压材料的分析，实现给定冲压件的合理选材。



相关知识

冲压材料是冲压加工三要素之一，材料选择得合理与否，直接影响到冲压产品的性能、质量和成本，还影响到冲压工艺过程及后续加工的复杂程度，因此合理选材十分重要。

冲压所用的材料，不仅要满足产品设计的性能要求，还应满足冲压工艺要求和冲压后的加工要求（如切削加工、焊接和电镀等）。

一、板料的冲压成形性能

冲压成形性能是指冲压材料对冲压加工的适应能力。材料的冲压成形性能好，是指其便于冲压加工，能用简单的模具、较少的工序、较长的模具寿命得到高质量的工件。因此，冲压成形性能是一个综合性的概念，它涉及的因素很多，主要体现为抗破裂性、贴模性和形状冻结性三个方面。

(1) 抗破裂性是指金属薄板在冲压成形过程中抵抗破裂的能力，反映的是各种冲压成形工艺的成形极限，即板料在冲压成形过程中能达到的最大变形程度，一旦材料的变形超过这个极限就会产生废品。

(2) 贴模性是指板料在冲压成形过程中获得模具形状的能力。影响贴模性的因素有很多，成形过程中发生的内皱、翘曲、塌陷和鼓起等缺陷都会使贴模性降低。

(3) 形状冻结性是指零件脱模后保持其在模内形状的能力。影响形状冻结性的最主要因素是回弹，零件脱模后，常因回弹过大而产生较大的形状误差。

二、板料冲压成形试验方法

冲压成形性能的好坏可以利用板料的力学性能指标衡量，这些性能指标可以通过试验获得。板料的冲压性能试验方法有很多，一般可分为直接试验法和间接试验法两类。

1. 直接试验法

直接试验法是采用专用设备模拟实际冲压工艺过程进行试验。GB/T 15825—2008 规定了金属薄板成形性能和试验方法，共分 8 个部分，分别是：金属薄板成形性能和指标、通用试验规程、拉深与拉深载荷试验、扩孔试验、弯曲试验、锥杯试验、凸耳试验及成形极限图（FLD）测定指南。

图 1-3 所示的锥杯试验就是 GB/T 15825.6—2008 规定的用来在锥杯试验机上测试金属薄板“拉深+胀形”复合成形性能指标的工艺试验。试验时，把圆片试样平放到锥形凹模孔内，通过钢球对试样加压，进行锥杯成形，直到杯底侧壁发生破裂时停机，然后以锥杯口处相对的两个凸耳峰点为基准测量锥杯口在此处的最大外径 $D_{\max}$ ，以锥杯口处相对的两个凸耳谷底为基准测量锥杯口在此处的最小外径 $D_{\min}$ ，并用它们计算平均锥杯值或相对锥杯值，作为“拉深+胀形”复合成形性能指标的衡量依据。

这类试验方法的试样所处的应力状态和变形特点基本上与实际的冲压过程相同，所以能直接可靠地鉴定板料类冲压成形性能，但由于需要专用设备，给实际使用带来不便。

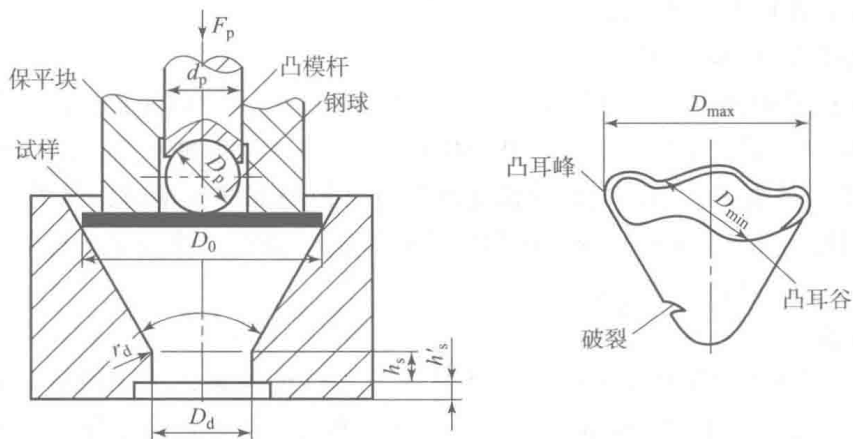


图 1-3 锥杯试验

2. 间接试验法

间接试验法有拉伸试验、剪切试验、硬度试验和金相试验等。由于试验时试件的受力情况与变形特点都与实际冲压时有一定的差别，这些试验所得结果只能间接反映板料的冲压成形性能。但由于这些试验在通用试验设备上即可进行，故常常被采用。下面仅对最常用的间接试验——拉伸试验做介绍。

取图 1-4 所示的拉伸试样，然后在万能材料试验机上进行拉伸。根据试验结果或利用自动记录装置，可得到图 1-5 所示应力与应变之间的关系曲线，即拉伸曲线。

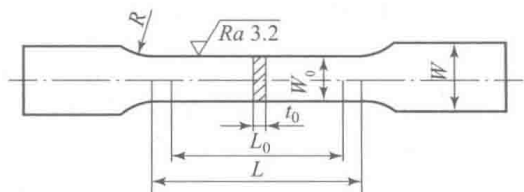


图 1-4 拉伸试样

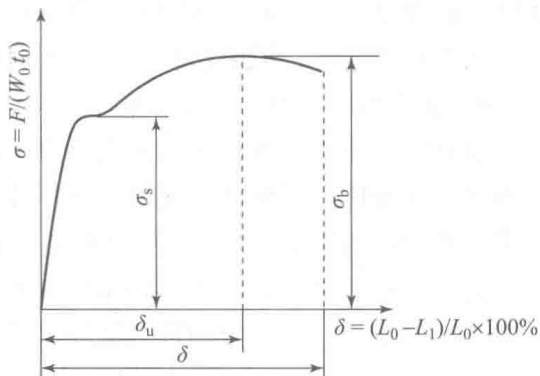


图 1-5 拉伸应力-应变曲线

通过拉伸试验可测得板料的各项力学性能指标。板料的力学性能与冲压成形性能有很紧密的关系，可从不同角度反映板材的冲压成形性能，简要说明如下。

1) 屈服极限 σ_s

屈服极限小，材料容易屈服。同时，变形抗力小，成形后回弹小，贴模性和形状冻结性能好。但在压缩类变形时，易起皱。

2) 屈强比 σ_s/σ_b

屈强比 σ_s/σ_b 对板料冲压成形性能影响较大， σ_s/σ_b 小，板料由屈服到破裂的塑性变形阶段长（变形区间大），有利于冲压成形。一般来讲，较小的屈强比对板料各种成形工艺中的抗破裂性有利，而且成形曲面零件时，容易获得较大的拉应力使成形形状得以稳定（冻



结), 减少回弹。故较小的屈强比, 回弹小, 形状的冻结性较好。

3) 总伸长率 δ 与均匀伸长率 δ_u

δ 是在拉伸试验中试样破坏时的伸长率, 称为总伸长率, 简称伸长率; δ_u 是在拉伸试验开始产生局部集中变形 (刚出现细颈) 时的伸长率, 称为均匀伸长率, 表示材料产生均匀或稳定的塑性变形的能力。当材料的伸长变形超过材料局部伸长率时, 将引起材料的破裂, 所以 δ_u 也是一种衡量伸长变形时变形极限的指标。试验证明, 伸长率或均匀伸长率是影响翻孔、扩孔成形性能的最主要指标。

4) 硬化指数 n

大多数金属板材的硬化规律接近于幂函数 $\sigma = C\varepsilon^n$ 的关系, 可用指数 n 表示其硬化性能。 n 值大, 材料在变形中加工硬化严重, 真实应力增大。在伸长类变形中, n 值大, 变形抗力大, 从而使变形均匀化, 具有扩展变形区、减少毛坯局部变薄和增大极限变形参数等作用。尤其是对于复杂形状的曲面零件的拉深成形工艺, 当毛坯中间部分的胀形成分较大时, n 值的上述作用对冲压性能的影响更为显著。

5) 板厚方向性系数 γ

板厚方向性系数 γ , 也称为 γ 值, 是板料试样拉伸试验中宽度应变 ε_b 与厚度应变 ε_t 之比, 表达式为

$$\gamma = \varepsilon_b / \varepsilon_t \quad (1-1)$$

γ 值的大小, 表明板材在受单向拉应力作用时, 板材平面方向和厚度方向上的变形难易程度的比较。即表明在相同受力条件下, 板材厚度方向上的变形性能和平面方向上的差别。所以叫板厚方向性系数, 也叫塑性应变比。 γ 值越大, 则板材平面方向上越容易变形, 而厚度方向上较难变形, 说明材料不容易变薄和起皱, 这对冲压成形是非常有利的。

6) 板平面各向异性系数 $\Delta\gamma$

板料经轧制后, 在板平面内也出现各向异性, 因此沿不同方向, 其力学性能和物理性能均不同, 冲压成形后使其拉深件口部不齐, 出现“凸耳”。 $\Delta\gamma$ 越大, “凸耳”越高。尤其是在沿轧制 45° 方向与轧制方向形成的差异更为突出。

板平面各向异性系数 $\Delta\gamma$ 可用板厚方向性系数 γ 在沿轧制纹向 0° 方向的 γ_{0° 、 45° 方向的 γ_{45° 和 90° 方向的 γ_{90° (分别取其试样试验) 之平均差别来表示, 即

$$\Delta\gamma = (\gamma_{0^\circ} + \gamma_{90^\circ} - 2\gamma_{45^\circ}) / 2 \quad (1-2)$$

由于 $\Delta\gamma$ 会增加冲压成形工序 (切边工序) 和材料的消耗, 影响冲件质量, 因此生产中应尽量设法降低 $\Delta\gamma$ 值。

三、常用的冲压材料及其性能

1. 常用的冲压材料

常用的冲压材料多为各种规格的板料、带料等, 它们的尺寸规格均可在有关标准中查得。在生产中常把板料切成一定尺寸的条料或片料进行冲压加工。在大批生产中, 可将带料在滚剪机上剪成所需宽度, 用于自动送料的冲压加工。

冷冲压常用材料有:

(1) 黑色金属: 普通碳素钢、优质碳素钢、碳素结构钢、合金结构钢、碳素工具钢、



不锈钢、硅钢、电工用纯铁等。

(2) 有色金属：紫铜、无氧铜、黄铜、青铜、纯铝、硬铝、防锈铝、银及其合金等。

在电子工业中，冲压用的有色金属还有镁合金、钛合金、钨、钼、钽铌合金、康铜、铁镍软磁合金（坡莫合金）等。

(3) 非金属材料：纸板、各种胶合板、塑料、橡胶、纤维板、云母等。

部分常用冲压金属板料的力学性能如表 1-3 所示。

表 1-3 部分常用冲压金属板料的力学性能

材料名称	牌号	材料状态	抗剪强度 τ /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /%	屈服强度 σ_s /MPa
电工用纯铁 $w(C) < 0.025\%$	DT1、DT2、DT3	已退火	180	230	26	—
普通碳素钢	Q195	未退火	260 ~ 320	320 ~ 400	28 ~ 33	200
	Q235		310 ~ 380	380 ~ 470	21 ~ 25	240
	Q275		400 ~ 500	500 ~ 620	15 ~ 19	280
优质碳素 结构钢	08F	已退火	220 ~ 310	280 ~ 390	32	180
	08		260 ~ 360	330 ~ 450	32	200
	10		260 ~ 340	300 ~ 440	29	210
	20		280 ~ 400	360 ~ 510	25	250
	45		440 ~ 560	550 ~ 700	16	360
	65Mn		600	750	12	400
不锈钢	1Cr13	已退火	320 ~ 380	400 ~ 470	21	—
	1Cr18Ni9Ti	热处理退软	430 ~ 550	540 ~ 700	40	200
铝	L2、L3、L5	已退火	80	75 ~ 110	25	50 ~ 80
		冷作硬化	100	120 ~ 150	4	—
铝锰合金	LF21	已退火	70 ~ 110	110 ~ 145	19	50
硬铝	LY21	已退火	105 ~ 150	150 ~ 215	12	—
		淬硬后冷作硬化	280 ~ 320	400 ~ 600	10	340
纯铜	T1、T2、T3	软态	160	200	30	7
		硬态	240	300	3	—
黄铜	H62	软态	260	300	35	—
		半硬态	300	380	20	200
	H68	软态	240	300	40	100
		半硬态	280	350	25	—

2. 冲压用新材料及其性能

随着汽车、电子、家用电器及日用品等工业的迅速发展，对与其相关的金属薄板生产及

成形技术提出了更高的要求，出现了很多新型的冲压用板材，包括高强度钢板、双相钢板、耐蚀钢板、涂层板及复合板材等。表 1-4 所示为新型冲压薄板的发展趋势。

表 1-4 新型冲压薄板的发展趋势

内容	发展趋势	效果与目的
厚度	厚→薄	产品轻型化、节能和降低成本
强度	低→高	
组织	单相→双相 ↘加磷、加钛	提高薄板强度和冲压性能
板层	单相→涂层、叠合 ↘复合层、夹层	耐蚀、外表外观好，提高冲压性能，抗振动，降低噪声
功能	单一→多个 一般→特殊	实现新功能

(1) 高强度钢板是用普通钢板加以强化处理而得到的钢板。日本研制的用于汽车零件的高强度钢板的抗拉强度已达 600 ~ 800 MPa，而普通冷轧软钢板的抗拉强度只有 300 MPa。高强度钢板具有使产品料厚减薄、质量减小、节省能源、降低成本等优点。

(2) 双相钢板也称复合组织钢板，由铁素体相和马氏体相组成，可由低碳钢或低合金钢经临界区处理或控制轧制而得到。这类钢具有高强度和高延性的良好配合，已成为一种强度高、成形性好的新型冲压用钢，已成功应用于汽车产业等。典型的双相钢板屈服强度 σ_s 为 310 MPa，抗拉强度 σ_b 为 655 MPa。

(3) 耐蚀钢板的耐蚀能力强，一般包括两类。一类是加入新元素的耐蚀钢板，如耐大气腐蚀钢板等。我国研制的耐大气腐蚀钢板中，有 10CuPCrNi（冷轧）和 9CuPCrNi（热轧），其耐蚀性是普通碳素钢板的 3 ~ 5 倍。另一类是在表面涂或镀一层耐蚀材料，也为涂层板的一种。

(4) 涂层板是指在耐蚀钢板中镀覆金属层的钢板。在涂层板中，各种涂覆有机膜层的板材具有更好的耐蚀、防表面损伤性能，因此正被大量用作各类结构件。

(5) 复合板材，即在钢板的表面涂覆塑料或将不同金属板叠合在一起（如冷轧叠合）等的板材，后一种也称为叠合复合板。这类复合板材破裂时的变形比单体材料破裂时的变形要大，其基本材料特性值（如硬化指数 n 值）变大。图 1-6 所示为防振复合板材组成示意图。

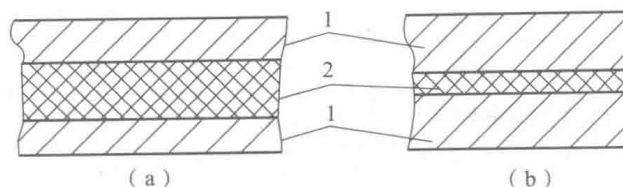


图 1-6 防振复合板材组成示意图

(a) 钢板厚 0.2 ~ 0.3 mm，塑料厚 0.3 ~ 0.5 mm；(b) 钢板厚 0.3 ~ 1.6 mm，塑料厚 0.05 ~ 0.20 mm

1—钢板；2—塑料



项目二 冲压基本原理

知识目标

(1) 了解冲压的受力和应力特点, 各种冲压类型所遵循的应力和应变规律, 冲压加工的成形障碍。

(2) 了解冲压加工的基本规律和基本准则。

技能目标

能利用冲压基本原理解释常见的冲压现象。

项目描述

本项目主要介绍金属塑性变形、变形的实质、物理变化及变形的基本规律, 影响金属塑性及变形抗力的主要因素, 并说明相应的注意点和金属塑性变形的趋向性及冲压成形的控制。

任务1 塑性成形的基本概念

任务描述

理解弹性变形、塑性变形、塑性指标、变形抗力、内力和应力等概念。

相关知识

一、弹性与弹性变形

弹性是指物体在外力作用下发生形状和尺寸的改变, 当外力撤销后即能恢复原有形状和尺寸的性质。这种随外力消失能完全恢复原始形状和尺寸的变形称为弹性变形。

二、塑性与塑性成形

塑性是指金属在外力作用下, 能稳定地发生永久变形而不破坏其完整性的能力, 它是金属加工性能的重要指标。金属材料在外力的作用下, 利用其塑性而使其成形并获得一定力学