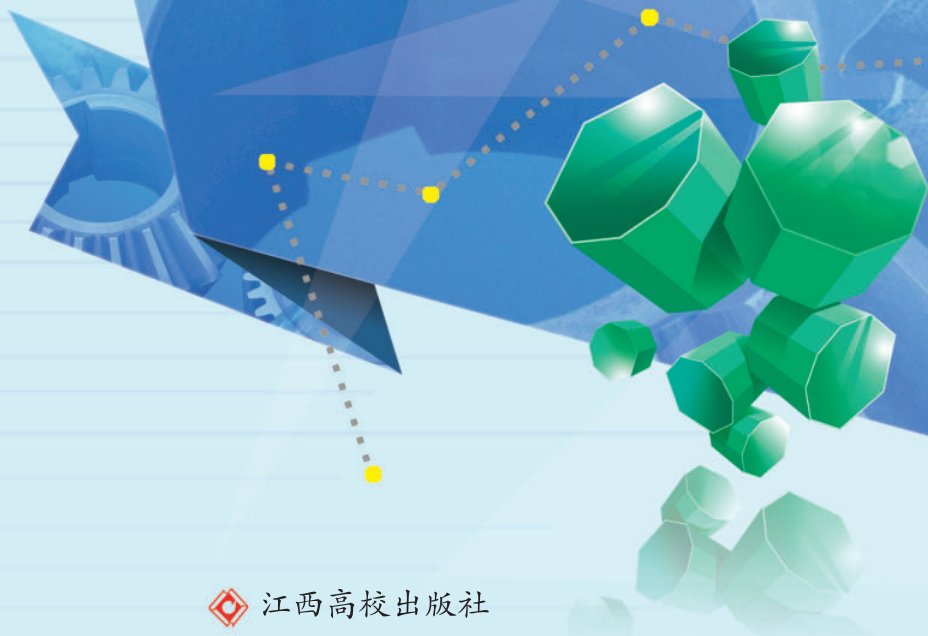



CHONGYA GONGYI YU

..... MUJU SHEJI

冲压工艺与 模具设计

主编 时虹 鲁海斌



 江西高校出版社

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计/时虹,鲁海斌主编.—南昌:江西高校出版社,2017.4

ISBN 978-7-5493-5287-6

I. ①冲… II. ①时… ②鲁… 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(2017)第 075783 号

出版发行	江西高校出版社
社 址	江西省南昌市洪都北大道 96 号
总编室电话	(0791)88504319
销售电话	(0791)88511423
网 址	www.juacp.com
印 刷	南昌市光华印刷有限责任公司
经 销	全国新华书店
开 本	787 mm×1092 mm 1/16
印 张	15.5
字 数	387 千字
版 次	2017 年 4 月第 1 版 2017 年 4 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5493-5287-6
定 价	36.00 元

赣版权登字-07-2017-517

版权所有 侵权必究

图书若有印装问题,请随时向本社印制部(0791-88513257)退换

前 言

为适应当前我国高职教育发展需要,体现高职教育办学特色,我们基于“项目导向、学做一体”的工学结合思想,结合“模具设计师”国家职业资格标准要求,采用项目教学、案例教学的授课方式,在反复论证、多方征求意见的基础上编写了本书。

本书以工作过程系统化为导向,根据基于冲压模设计流程整合相应的知识和技能,重构课程结构和知识序列,精选项目载体,着力培养学生的冲压工艺编制与冲压模设计等能力。

本书的编写以冲压工艺与模具设计工作过程为主线,选择了7个典型载体,按照“项目引入”“相关知识”“项目实施”等模式设计了7个综合性训练项目,分别是冲压加工基础、冲裁工艺与模具设计、弯曲工艺与模具设计、拉深工艺与模具设计、其他冲压工艺与模具设计、多工位级进模具设计、汽车覆盖件冲压成形技术等教学项目。通过学做一体的教学模式完成7个教学项目,强化模具设计综合技能和职业技能的培养;与“模具设计师”职业资格鉴定相结合,以期达到学历证书与职业资格证书双证融通的教学目的。书中冲压件的选用强调典型性,难度适中,尽量做到实用精练,便于教学。

本书由九江职业技术学院时虹、鲁海斌任主编,万曼华、王宏松任副主编,时虹统稿。具体编写分工如下:项目一由鲁海斌编写,项目二由时虹编写,项目三由邓锐编写,项目四由王宏松编写,项目五由彭福官编写,项目六由万曼华编写,项目七和附录由黄坚编写,电子课件由杨珍子制作,具体内容可扫描封底二维码。

本书在编写过程中,参考了不少国内外公开出版的同类书籍并引用了部分图表,在此向这些书的作者表示敬意和谢意!

由于编者水平有限,书中难免有错漏之处,恳请广大读者批评指正。

编 者
2017年2月

目 录

项目一 冲压加工基础	1
学习目的与要求	1
一、项目引入	1
二、相关知识	2
(一) 冲压加工的分类、特点及应用	2
(二) 板料塑性变形及其基本规律	4
(三) 冲压常用材料	7
(四) 冲压模具常用材料	8
三、项目实施	12
项目二 冲裁工艺与模具设计	13
学习目的与要求	13
一、项目引入	13
二、相关知识	13
(一) 冲裁概述	13
(二) 冲裁变形过程及断面特征	14
(三) 冲裁间隙	17
(四) 凸、凹模刃口尺寸的计算	21
(五) 冲裁工艺的计算	27
(六) 工件的排样与搭边	32
(七) 冲裁工艺设计	39
(八) 冲裁模的典型结构	44
(九) 冲裁模零部件设计	51
三、项目实施	69
(一) 设计的前期准备	69
(二) 垫片冲裁工艺计算	71

(三) 垫片冲模结构形式的确定	74
(四) 垫片冲模装配图的设计绘制	79
(五) 垫片冲模零件图的设计绘制	81
(六) 编写、整理技术文件	87
四、拓展知识 冲裁模的试模与调整	87
巩固与练习	89
项目三 弯曲工艺与模具设计	90
学习目的与要求	90
一、项目引入	90
二、相关知识	91
(一) 弯曲变形过程及特点	91
(二) 弯曲件质量分析	93
(三) 弯曲件的工艺计算	99
(四) 弯曲模的设计	103
(五) 弯曲模的典型结构	107
三、项目实施	112
(一) 设计的前期准备	112
(二) 弯曲模总体方案的确定	113
(三) 弯曲件展开长度的计算	114
(四) 弯曲力计算	114
(五) 弯曲模主要零件的设计与选用	115
(六) 弯曲模具装配图的设计绘制	116
(七) 弯曲模具零件图的设计绘制	117
(八) 编写、整理技术文件	120
四、拓展知识 弯曲模的试模与调整	120
(一) 弯曲模的安装与调整方法	120
(二) 弯曲模调试要点	120
巩固与练习	122
项目四 拉深工艺及模具设计	123
学习目的与要求	123
一、项目引入	123
二、相关知识	124

(一)圆筒形零件拉深工艺分析	124
(二)圆筒形零件拉深的工艺计算	125
(三)拉深模工作部分设计	139
(四)拉深模的典型结构	143
(五)带凸缘圆筒形件的拉深	147
(六)阶梯圆筒形件的拉深	149
三、项目实施	151
(一)设计的前期准备	151
(二)拉深模方案的确定	151
(三)拉深模结构形式的确定	152
(四)拉深工艺计算	152
(五)拉深模零件的设计计算	154
(六)压力机的选择	156
(七)拉深模装配图的设计绘制	157
(八)拉深模零件图的设计绘制	158
(九)编写、整理技术文件	161
四、拓展知识 拉深模的试模与调整	161
(一)拉深模调试要点	161
(二)拉深弊病及调整方法	161
(三)调试示例	163
巩固与练习	165
项目五 其他冲压工艺与模具设计	166
学习目的与要求	166
一、项目引入	166
二、相关知识	167
(一)校平与整形	167
(二)翻孔与翻边	169
(三)胀形	177
(四)缩口	181
三、项目实施	184
(一)衬套翻边模设计	184
(二)罩盖胀形模设计	186
巩固与练习	188

项目六 多工位级进模具设计	189
学习目的与要求	189
一、项目引入	189
二、相关知识	190
(一)多工位级进模具的特点和分类	190
(二)多工位级进模具的排样设计	191
(三)多工位级进模的典型结构	200
(四)多工位级进冲压模设计	206
三、项目实施	218
(一)冲压件工艺性分析	218
(二)冲压工艺方案的确定	219
(三)模具结构形式确定	221
(四)主要设计计算	221
(五)模具总体设计	223
(六)模具主要零件设计	224
巩固与练习	228
项目七 汽车覆盖件冲压成形技术	230
学习目的与要求	230
一、项目引入	230
二、相关知识	230
(一)汽车覆盖件冲压成形特点	230
(二)模型	232
(三)汽车覆盖件材料	233
巩固与练习	236
附录 常用冲压公差配合表	237

项目一 冲压加工基础

学习目的与要求

- 掌握冲压加工与冲压模具的概念
- 熟悉冲压加工的基本工序
- 掌握金属塑性变形基本规律,了解常用冲压材料
- 熟悉冲压模具常用材料

一、项目引入

在我们日常生活中,经常遇到如图 1-1 所示的各种制件,它们与我们的生活息息相关。

以下制件是采用什么加工方法生产的?是采用什么材料生产的?要生产这些制件需要什么工具或模具?这些工具或模具是采用什么材料制造的?这些都是我们这门课程所要学习的内容,也是本项目所要告诉大家的知识。



图 1-1 各种常见制品

二、相关知识

(一) 冲压加工的分类、特点及应用

1. 冲压加工与冲压模具的概念

冲压加工是现代机械制造业中先进、高效的加工方法之一,它是在室温下,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。由于冲压加工通常是在室温下进行的,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)的一种专用工艺装备,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。冲压模具设计是实现冷冲压加工的关键,一个冲压零件往往要用几副模具才能加工成形。

2. 冲压加工的特点

和其他的加工方法(如机械加工)相比,冲压加工具有以下一些特点:

第一,可以获得其他加工方法不能或难以加工的形状复杂的零件,如汽车覆盖件、车门等。

第二,由于尺寸精度主要由模具来保证,所以加工出的零件质量稳定,一致性好,具有“一模一样”的特征。

第三,冲压加工是少无切削加工的一种,部分零件直接成形,无须任何再加工,材料利用率高。

第四,可以利用金属材料的塑性变形提高工件的强度、刚度。

第五,生产率高,易于实现自动化。

第六,模具使用寿命长,生产成本相对较低。

第七,冲压加工操作简便,但具有一定的危险性,生产中应注意安全。

基于以上特点,冲压生产被广泛用于汽车、拖拉机、电机、电器、仪器仪表以及国防、日用工业等领域。

3. 冲压加工的基本工序

由于冲压件的形状、尺寸和精度不同,因此,冲压所采用的工序种类各异。根据其变形特点,可以分为以下两大类:

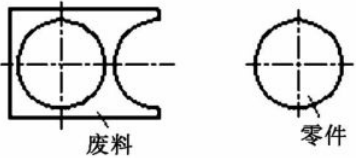
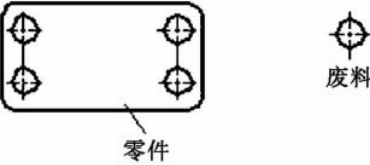

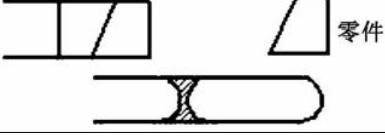
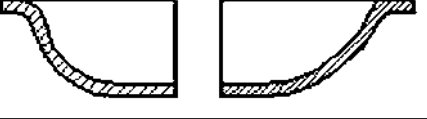
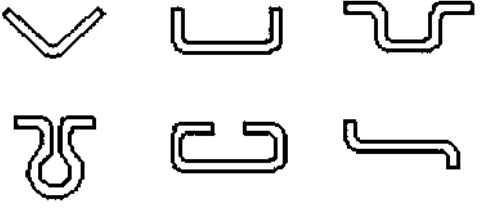


第一类,分离工序。使板料沿一定的轮廓线分离而获得一定形状、尺寸和断面质量的冲压件(俗称冲裁件)的工序。分离工序主要包括冲孔、落料、切边等工序。

第二类,成形工序。材料在不破裂的条件下产生塑性变形而获得一定形状、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。


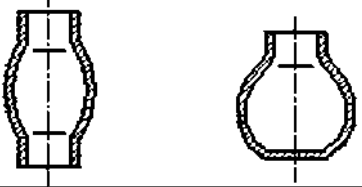

常用的冲压工序见表 1-1。

此外,为了提高劳动生产率,常将两个以上的基本工序合并成一个工序,如落料拉深、切断弯曲、冲孔翻边等,称为复合工序。在生产实际中,批量生产的绝大部分冲压零件是采用复合工序制成的。

表 1-1 常用的冲压工序

工序名称	简图	特点及应用范围
分离工序	落料 	用冲模沿封闭轮廓线冲切, 冲下部分是零件
	冲孔 	用冲模沿封闭轮廓线冲切, 冲下部分是废料
	切边 	将成形零件的边缘修切整齐或切成一定形状
	切断 	用剪刀或冲模沿不封闭线切断, 多用于加工简单的平板零件
	剖切 	将冲压加工成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
成形工序	弯曲 	将板材沿直线弯成各种形状, 可以加工形状复杂的零件
	卷圆 	将板材端部卷成接近封闭的圆头, 用于加工类似铰链的零件
	拉深 	将板材毛坯拉成空心零件, 还可以加工汽车覆盖件

续表

工序名称	简图	特点及应用范围
翻边		将零件的孔边缘或外边缘翻出竖立成一定角度的直边
成形工序		在双向拉应力作用下的变形,可成形各种空间曲面形状的零件
起伏		在板材毛坯或零件的表面上用局部成形的方法制成各种形状的凸起与凹陷

(二) 板料塑性变形及其基本规律

冲压件的冲压形成过程,实质上是板料的塑性变形过程。关于塑性变形的理论,在有关塑性加工力学的著作中已有详尽、系统的论述,这里只对有关理论做简单描述,而不再做细致的讨论。

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。如拉伸试验时塑性指标可以用延伸率 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。

(3) 变形抗力

变形抗力是指金属抵抗形状变化和残余变形的能力。变形抗力反映了材料塑性变形的难易程度。一般来说,塑性好,变形抗力低,对冲压变形是有利的,但不能说某种材料塑性好,变形抗力就一定低。材料进行冷挤压时,在三向压应力作用下表现出很好的塑性,但冷挤压压力同样也很大。

(4) 应力

在外力的作用下,物体各质点之间会产生相互作用的力,称为内力。单位面积上的内力叫作应力。应力有正应力和剪应力,正应力用 σ 表示,剪应力用 τ 表示。应力的单位一般用MPa。

(5) 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,应变也有正应变和剪应变。正应变用 ε 表示,剪应变用 γ 表示。

(6) 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 1-2(a) 所示。一般可沿坐标方向将这些力分解为 9 个应力分量,其中包括 3 个正应力和 6 个剪应力,如图 1-2(b) 所示。

(7) 主应力

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,而没有剪应力,如图 1-2(c) 所示。这 3 个正应力称为主应力,分别用 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ 表示。但 $\sigma_1 > 0$ 时称为拉应力,当应力 $\sigma_1 < 0$ 时称为压应力。

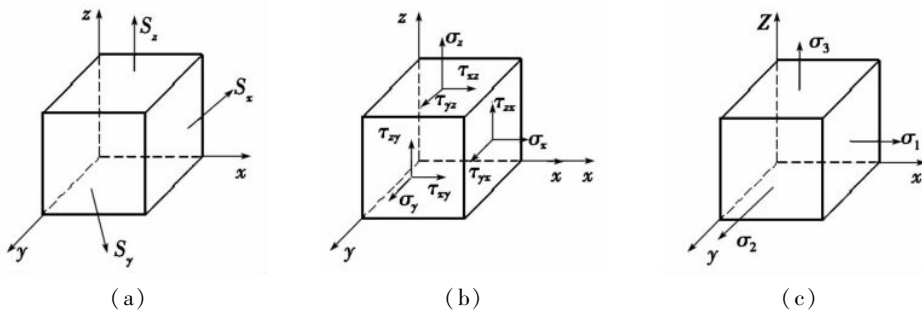


图 1-2 点的应力状态

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,拉应力的数目越大,数值越大,金属的塑性就越差。

(8) 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。与应力状态相似,点的应变状态也可以用应变状态图来表示,同样,也可以找到一组坐标系,使得单元体各表面只出现主应变分量 $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ 而没有切应变分量,如图 1-3(a) 所示。一种应变状态只有一级主应变,其可能的应变状态仅有 3 种,如图 1-3(b) 所示。

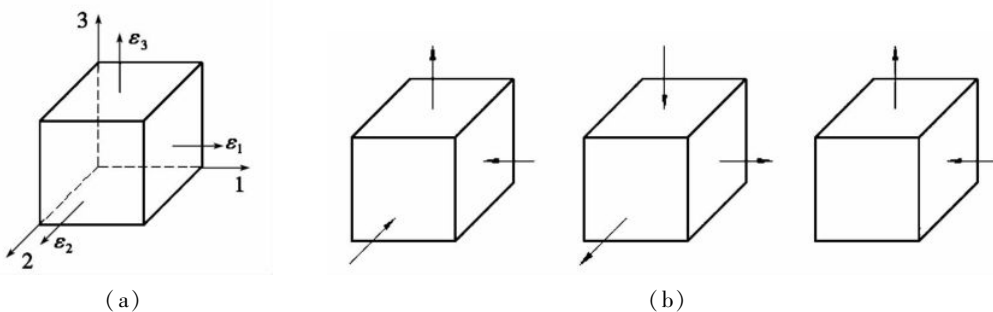


图 1-3 主应变状态图

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二向压缩一向拉伸的拉伸能发挥更大的塑性。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。这是因为在拉应变的方向材料的裂纹与缺陷易于暴露和发展,沿着压应变的方向则不易暴露和发展。

2. 应力-应变曲线

图 1-4 是低碳钢拉伸试验下的应力-应变曲线。从图中可以看出,材料在应力达到初始

屈服极限 σ_0 时开始塑性变形,此时,在应力增加不大的情况下能产生较大的变形,图中出现一个平台,这一现象称为屈服。经过一段屈服平台后,应力就开始随着应变的增大而上升(如图中 cGb 曲线)。如果在变形中途(如图中 G 处)卸载,应力、应变将沿 GH 直线返回,使弹性变形(HJ) 恢复而保留其塑性变形(OH)。若对试件重新加载,这时曲线就由 H 出发沿 HC 直线回升,进行弹性变形,直到 G 点才开始屈服,以后的应力、应变就仍按 GbK 曲线变化。可见 G 点处应力是试样重新加载时的屈服应力。如果重复上述卸载、加载过程,就会发现,重新加载时的屈服应力由于变形的逐次增大而不断地沿 Gb 曲线提高,这表明材料在逐渐硬化。材料的加工硬化对板料的成形影响很大,不仅使变形力增大,而且限制毛料的进一步变形。例如拉深件进行多次拉深时,在后次拉深之前一般要进行退火处理,以消除前次拉深产生的加工硬化。但硬化有时也是有利的,如在伸长类成形工艺中,能减少过大的局部变形,使变形趋向均匀。

为了实际需要,必须把应力-应变曲线用数学式表示出来。但是,由于各种材料的硬化曲线具有不同的特点,用同一个数学式精确地把它们表示出来是不可能的,目前常用的几种硬化曲线的数学表达式都是近似的。例如应力-应变曲线的线性表达式为:

$$\sigma = \sigma_0 + F\varepsilon \quad (1-1)$$

式中: σ_0 ——近似的屈服极限,也是硬化直线在纵坐标上的截距;

F ——硬化直线的斜率,称为硬化模数,它表示材料硬化强度的大小。

3. 塑性变形体积不变定律

实验证明,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。它是以后我们进行变形工序中毛坯尺寸计算的依据。用公式表示为:

$$\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 0 \quad (1-2)$$

4. 塑性变形最小阻力定律

塑性变形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。

5. 塑性条件

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。经过实践考验并被大家公认的塑性条件有两种:屈雷斯加屈服准则和密西斯屈服准则。

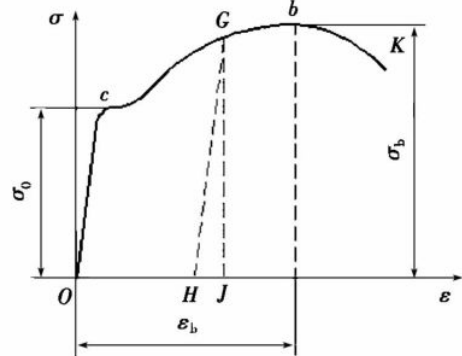


图 1-4 低碳钢拉伸试验下的应力-应变曲线

(1) 屈雷斯加屈服准则

法国工程师屈雷斯加认为:材料中最大剪应力 τ_{\max} 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:

$$\tau_{\max} = \left| \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} \right| = \frac{\sigma_s}{2} \quad (1-3)$$

$$|\sigma_1 - \sigma_3| = \sigma_s \quad (1-4)$$

式中: σ_s ——材料的屈服极限。

(2) 密西斯屈服准则

德国学者密西斯提出: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3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:

$$\sigma_1 - \sigma_2^2 + \sigma_2 - \sigma_3^2 + \sigma_3 - \sigma_1^2 = 2\sigma_s^2 \quad (1-5)$$

6. 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性的,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的关系相当复杂。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:

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\varepsilon_1 - \varepsilon_2} = \frac{\sigma_2 - \sigma_3}{\varepsilon_2 - \varepsilon_3} = \frac{\sigma_3 - \sigma_1}{\varepsilon_3 - \varepsilon_1} = C \quad (1-6)$$

也可表示为:

$$\frac{\sigma_1 - \sigma_m}{\varepsilon_1} = \frac{\sigma_2 - \sigma_m}{\varepsilon_2} = \frac{\sigma_3 - \sigma_m}{\varepsilon_3} = C \quad (1-7)$$

式中, C 为非负数的比例常数, σ_m 为平均应力。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 值也可由单向拉伸试验求出。

上述物理方程又称为塑性变形时的全量理论。

(三) 冲压常用材料

1. 冲压加工对材料的要求

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如下:

第一,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。

第二,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。

第三,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. 冲压加工常用材料及其力学性能

冲压加工常用的材料包括金属材料和非金属材料两类,金属材料又分为黑色金属和有色金属两类。

常用的黑色金属材料有如下几种:

- (1) 普通碳素钢钢板。如 Q195, Q235 等。
- (2) 优质碳素结构钢钢板。如 08, 08F, 10, 20 等。
- (3) 低合金结构钢板。如 Q345(16Mn), 295(09Mn2) 等。
- (4) 电工硅钢板。DT1, DT2 等。
- (5) 不锈钢板。如 1Cr18Ni9Ti, 1Cr13 等。

常用的有色金属有铜及铜合金,牌号有 T1, T2, H62, H68 等,其塑性、导电性与导热性均很好;还有铝及铝合金,常用的牌号有 1060, 1050A, 3A21, 2A12 等,其具有较好的塑性,变形抗力小且质量轻。

非金属材料有胶木板、橡胶、塑料板等。

冲压用材料最常用的是板料,常见规格如 710 mm × 1420 mm 和 1000 mm × 2000 mm 等,大量生产可采用专门规格的带料(卷料),特殊情况可采用块料,它适用于单件小批生产和价值昂贵的有色金属的冲压。

板料按表面质量可分为 I(高质量表面)、II(较高质量表面)、III(一般质量表面)3种。

用于拉深复杂零件的铝镇静钢板,其拉深性能可分为 ZF(最复杂)、HF(很复杂)、F(复杂)3种;一般深拉深低碳薄钢板可分为 Z(最深拉深)、S(深拉深)、P(普通拉深)3种;板料供应状态可分为 M(退火状态)、C(淬火状态)、Y(硬态)、Y2(半硬、1/2硬)等;板料有冷轧和热轧两种轧制状态。

3. 冲压加工常用材料在图纸上的表示

在冲压工艺资料和图纸上,对材料的表示方法有特殊的规定,现举例说明:

钢板:
$$\frac{B-1.0 \times 1000 \times 1500-GB708-1988}{08-II-S-GB13237-1991}$$

上式表示 08 钢板,板料尺寸为 1.0 mm × 1000 mm × 1500 mm,普通精度,较高级的精整表面,深拉深级的冷轧钢板。材料的牌号可查阅相关资料。

(四) 冲压模具常用材料

1. 模具材料在模具工业中的地位

模具材料是模具制造的基础,模具材料和热处理技术对模具的使用寿命、精度和表面粗糙度起着重要的甚至决定性的作用。因此,根据模具的使用条件合理选用材料,采用适当的热处理和表面工程技术以便充分发挥模具材料的潜力,根据模具材料的性能特点选用合理的模具结构,根据模具材料的特性采用相应的维护措施等是十分重要的。只有这样,才能有效地提高模具的使用寿命,防止模具的早期失效。

模具材料使用性能的好坏直接影响模具的质量和使用寿命,模具材料的工艺性能将影响模具加工的难易程度、模具加工的质量和加工成本。因此,在模具设计时,除设计出合理的模具结构外,还应选用合适的模具材料及热处理工艺,才能使模具获得良好的工作性能和较长的使用寿命。

2. 冲模材料的选用原则

制造冲压模具用的材料有灰铸铁、铸钢、钢、钢结硬质合金、硬质合金、低熔点合金、塑料、聚氨酯橡胶等。

模具材料与模具寿命、模具制造成本及模具总成本都有直接关系,在选择模具材料时应充分考虑以下几点:

第一,根据被冲裁零件的性质、工序种类及冲模零件的工作条件和作用来选择模具材料。如冲模工作零件的工作条件,是否有应力集中、冲击载荷等,这就要求所选用的模具材料具有较高的强度和硬度、高耐磨性及足够的韧性,导向零件要求具有耐磨性和较好的韧性,一般常采用低碳钢,表面渗碳淬火。

第二,根据冲压件的尺寸、形状和精度要求来选材。一般来说,对于形状简单、冲压件尺寸不大的模具,其工作零件常用高碳工具钢制造;对于形状较复杂、冲压件尺寸较大的模具,其工作零件选用热处理变形较小的合金工具钢制造;而冲压件精度要求很高的精密冲模的工作零件,常选用耐磨性较好的硬质合金等材料制造。

第三,根据冲压零件的生产批量来选择材料。对于大批量生产的零件,其模具材料应采用质量较好的、能保证模具耐用度的材料;反之,对于小批量生产的零件,则采用较便宜、耐用度较差的材料。

第四,根据我国模具材料的生产与供应情况,兼顾本单位材料状况与热处理条件选材。

3. 冲模常用材料及热处理

表 1-2 和 1-3 给出部分冲压模具的常用材料。由于用于制造凸、凹模的材料均为工具钢,价格较为昂贵,且加工困难,故常根据凸、凹模的工作条件和制件生产批量的大小而选用最适宜的材料。

表 1-2 冲模工作零件常用材料及热处理要求

模具类型	冲件情况及对模具工作零件的要求		选用材料及热处理		热处理硬度(HRC)	
			材料牌号	热处理	凸模	凹模
冲裁模	I	形状简单、精度较低、冲裁材料厚度小于或等于 3 mm、批量中等	T8A, T10A	淬火	56 ~ 60	60 ~ 64
		带台肩的、快换式的凹凸模和形状简单的镶块	9Mn2V		—	
	II	材料厚度小于或等于 3 mm、形状复杂	9CrSi CrWMn	淬火	58 ~ 62	60 ~ 64
		冲裁材料大于 3 mm、形状复杂的镶块	Cr12 Cr12MoV			
	III	要求耐磨、高寿命	Cr12MoV	淬火	56 ~ 62	60 ~ 64
			YG15 YG20	—	—	—
IV	冲薄材料用的凹模	T10A	—	—	—	

续表

模具类型	冲件情况及对模具工作零件的要求		选用材料及热处理		热处理硬度(HRC)	
			材料牌号	热处理	凸模	凹模
弯曲模	I	一般弯曲的凹、凸模及镶块	T8A,T10A	淬火	56 ~ 62	
	II	形状复杂、高度耐磨的凹、凸模及镶块	CrWMn Cr12 Cr12Mo	淬火	60 ~ 64	
		生产批量特别大	YG15	—	—	
	III	加热弯曲	5CrNiMo 5CrNiTi 5CrMnMo	淬火	52 ~ 56	
拉深模	I	一般拉深	T10A	淬火	56 ~ 60	58 ~ 62
	II	形状复杂,高度耐磨	Cr12 Cr12MoV	淬火	58 ~ 62	60 ~ 64
	III	生产批量特别大	Cr12MoV	淬火	58 ~ 62	60 ~ 64
			YG10 YG15	淬火	≥ 86HRA	≥ 84HRA
	IV	变薄拉深凸模	Cr12MoV	淬火	58 ~ 62	—
		变薄拉深凹模	Cr12MoV W18Cr4V YG10 YG15	淬火 —	— —	60 ~ 64 —
V	加热拉深	5CrNiTi 5CrNiMo	淬火 —	52 ~ 56 —	52 ~ 56 —	
大型拉深模	I	中小批量	HT200	—	—	
			QT600 - 2	—	HB197 ~ 269	
	II	大批量	镍铬铸铁 钼铬铸铁 钼钒铸铁	淬火	火焰淬硬 40 ~ 45 火焰淬硬 50 ~ 55 火焰淬硬 50 ~ 55	
冷挤压模	I	挤压铝、锌等有色金属	T10A Cr12 Cr12Mo	淬火	61 或更高	58 ~ 62
	II	挤压黑色金属	Cr12MoV Cr12Mo W18Cr4V	淬火	61 以上	58 ~ 62