

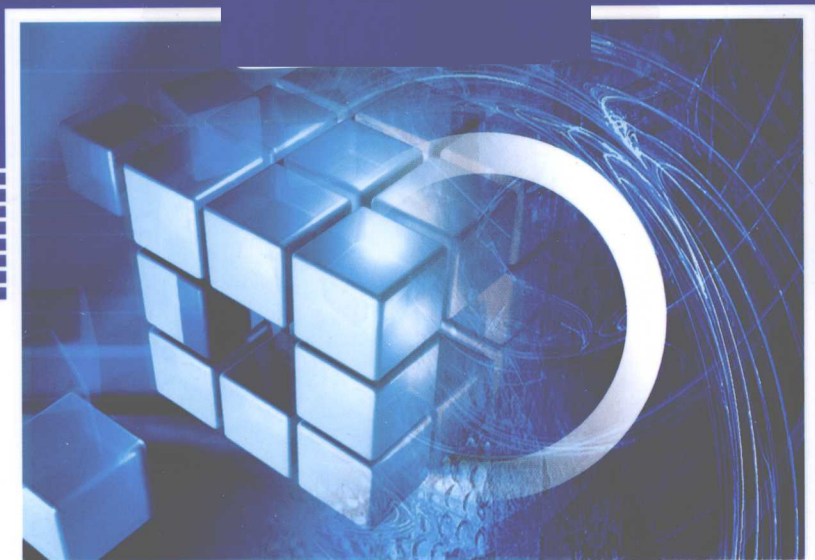


21世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

冲压模具设计与制造

chongya muju sheji yu zhizao

■ 主 编 蒙以嫦 梁艳娟
■ 副主编 李宏军 雷日扬 黄荣学
■ 主 审 韦 林



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

21 世纪全国高等教育应用型精品课规划教材

冲压模具设计与制造

主 编 蒙以嫦 梁艳娟

副主编 李宏军 雷日扬 黄荣学

主 审 韦 林

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

内 容 简 介

本书根据汽配企业的生产实际,选取典型的汽车钣金零件为载体,并按中小型钣金零件加工中最常见、最通用的冲压工艺,设了4个学习情境,每类典型工艺为一个学习情境。主要内容包括:板类零件的冲裁模设计与制造,举升泵固定板弯曲模的设计与制造,罩盖拉深模的设计与制造,其他成形零件的冲模设计与制造等。

本书可作为高等院校模具设计与制造专业教材,也可作为高等院校其他相关专业的选修教材或自学用书。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计与制造/蒙以嫦,梁艳娟主编. —北京:北京理工大学出版社,2010.4

ISBN 978-7-5640-3105-3

I. ①冲… II. ①蒙…②梁… III. ①冲模-设计-高等学校:技术学校-教材②冲模-制模工艺-高等学校:技术学校-教材 IV. ①TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 047056 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 山东临沂新华印刷集团有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 19.25

字 数 / 373 千字

版 次 / 2010 年 4 月第 1 版 2010 年 4 月第 1 次印刷

印 数 / 1~2000 册

定 价 / 37.00 元

责任校对 陈玉梅

责任印制 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代，面临这个难得的机遇和挑战，本着“科教兴国”的基本战略，我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求，满足社会对高校毕业生的技能需要，北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写，以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材贴合实践。作者在编写之际，广泛考察了各校应用型学生的学习实际，本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格，以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点，力求提高学生的实际运用能力，使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向，培养学生的实际运用能力，以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则，以使教材符合课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础，充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心，注重形式的灵活性，以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。为培养应用型人才，本系列教材所列案例均贴合工作实际，以满足广大企业对于应用型人才实际操作能力的需求，增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据专业实践性要求，在完成基础课的前提下，使学生掌握先进的相关操作软件，培养学生的实际动手能力，提高学生迅速适应工作岗位的能力。

三、丛书特色

- ✚ 系统性强。丛书各教材之间联系密切，符合各个学校的课程体系设置，

为学生构建牢固的知识体系。

- ✚ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深，循序渐进的原则，重点、难点突出，以提高学生的学习效率。
- ✚ 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例，使学生对当前专业发展方向有明确的了解，并提高创新能力。
- ✚ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力，以使理论来源于实践，并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

为了使课程内容更加适合行业企业发展的需要，我们秉承“依托地方支柱产业、服务地方”的理念，与地方企业合作，在工作分析会上，归纳出与课程相关的模具钳工、机床操作工、机修钳工、工艺编制员、模具设计员等岗位对职业能力的要求，并根据这些岗位的能力要求以及后续课程知识的需要，本着够用为度的原则编写了本教材。本教材具有以下特点：

(1) 内容上体现“以职业活动为导向，以职业能力为核心”的指导思想，着眼于学生职业能力的培养，包括专业能力、方法能力、社会能力的培养。

(2) 根据地方汽配企业的生产实际，选取典型的汽车钣金零件为载体，并按中小型钣金零件加工中最常见、最通用的冲压工艺，设4个学习情境，每类典型工艺为一个学习情境，主要内容包括：板类零件的冲裁模设计与制造、举升泵固定板弯曲模的设计与制造、罩盖拉深模的设计与制造、其他成形零件的冲模设计与制造等。

(3) 采用任务驱动的设计思路组织相关知识与训练内容，让学生接触真实产品的设计与制造过程，缩短学校教育与企业需要的距离，更好地满足企业的用人需要。以实际案例为切入点，并尽量采用以图代文的编写形式，降低学习难度，提高学生的学习兴趣。

(4) 贯彻先进的教学理念，通过相应载体的模具设计、模型制作、模具制造实训操作为线索来展开，使学生在学中做，做中学，并最终达到能设计、制造各种模具的能力，较好地处理了理论教学与技能训练的关系。

本书为高等院校模具设计与制造专业教材，也可作为高校机械类其他专业的选修教材或自学用书。

本书由蒙以嫦、梁艳娟主编，李宏军、雷日扬、黄荣学副主编，韦林担任主审。本书一共4个学习情境，其中学习情境1.1由李宏军、姚淑梅、李成编写；学习情境1.2由李宏军、蒙以嫦、陈湛军、汤耀

年、覃峰编写；学习情境 2 由蒙以嫦编写；学习情境 3 由王富春、蒙以嫦编写；学习情境 4 由冯艺编写。

在教材的编写过程中，得到了柳州福臻模具有限公司莫济彬、柳州市汽车配件三厂黄柳、柳州恒宏机械有限公司余辉才及相关企业的大力支持，教材的诸位主编、参编、主审做了大量的工作，在此我们表示衷心的感谢！同时敬请广大读者对教材提出宝贵的意见和建议，以便修订时加以完善。

编 者

目 录

学习情境 1 板类零件冲裁模设计与制造	1
学习子情境 1.1 离合器—脚踏板冲裁模设计与制造	2
工作任务 1.1.1 单工序冲裁工艺设计	2
任务引入	2
任务流程	2
知识准备	3
任务实施	22
知识链接	24
工作任务 1.1.2 单工序冲裁模设计	30
任务引入	30
任务流程	30
知识准备	31
任务实施	69
项目训练	78
知识链接	80
工作任务 1.1.3 脚踏板—离合器落料模泡沫模型制作	84
任务引入	84
任务流程	84
知识准备	84
任务实施	85
知识链接	86
学习子情境 1.2 自动变速器换挡固定板冲裁模设计与制造	87
工作任务 1.2.1 复合冲裁工艺设计	87
任务引入	87
任务流程	88
知识准备	88
任务实施	88
项目训练	91
工作任务 1.2.2 复合冲裁模设计	92
任务引入	92

任务流程	92
知识准备	93
任务实施	96
项目训练	105
知识链接	107
工作任务 1.2.3 模具零件加工	111
任务引入	111
任务流程	112
知识准备	112
任务实施	122
项目训练	137
知识链接	139
工作任务 1.2.4 模具的装配	141
任务引入	141
任务流程	141
知识准备	141
任务实施	149
评分项目与标准	153
项目训练	154
知识链接	155
工作任务 1.2.5 冲裁模的安装和调试	157
任务引入	157
任务流程	158
知识准备	158
任务实施	165
评分项目及标准	167
项目训练	168
知识链接	168
思考与练习	172
学习情境 2 举升泵固定板弯曲模的设计与制造	174
工作任务 2.1.1 弯曲工艺的设计	174
任务引入	174
任务流程	175
知识准备	175
任务实施	192

项目训练	196
知识链接	196
工作任务 2.1.2 弯曲模结构设计	197
任务引入	197
任务流程	198
知识准备	198
任务实施	203
项目训练	207
知识链接	208
工作任务 2.1.3 弯曲模泡沫模型制作	214
任务引入	214
任务流程	214
知识准备	214
任务实施	214
知识链接	214
思考与练习	218
学习情境 3 罩盖拉深模设计	221
工作任务 3.1.1 拉深工艺的分析与计算	221
任务引入	221
任务流程	221
知识准备	222
任务实施	239
项目训练	243
知识链接	243
工作任务 3.1.2 拉深模具结构形式的确定	246
任务引入	246
任务流程	247
知识准备	247
任务实施	253
项目训练	257
知识链接	258
工作任务 3.1.3 拉深模泡沫模型制作	263
任务引入	263
任务流程	263
知识准备	263

任务实施	263
知识链接	264
思考与练习	267
学习情境 4 其他成形零件的冲模设计与制造	269
学习子情境 4.1 罩盖胀形模具的设计与制造	269
工作任务 4.1.1 胀形工艺的设计	269
任务引入	269
任务流程	270
知识准备	270
任务实施	275
项目训练	278
工作任务 4.1.2 罩盖胀形模具结构的设计	279
任务引入	279
任务流程	279
知识准备	279
任务实施	281
项目训练	283
工作任务 4.1.3 罩盖胀形模泡沫模型制作	283
学习子情境 4.2 消声器隔板落料、拉深、冲孔、翻孔复合模的设计与制造	283
工作任务 4.2.1 翻边工艺的设计	284
任务引入	284
任务流程	284
知识准备	284
任务实施	289
项目训练	290
工作任务 4.2.2 翻边模具结构设计	291
任务引入	291
任务流程	291
知识准备	291
任务实施	294
项目训练	295
思考与练习	295
附录	296
知识点索引目录	296

学习情境 1 板类零件冲裁模设计与制造

冲压加工是利用安装在压力机上的模具,对模具里的材料施加变形力,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。由于冲压加工一般都在室温下进行,因此也称冷冲压。

模具是以特定的结构形式通过一定方式使材料成型的一种工业产品,同时也是能成批生产出具有一定形状和尺寸要求的工业产品零部件的一种生产工具。在电子、汽车、电机、电器、仪器、仪表、家电和通信等产品中,60%~80%的零部件,都要依靠模具成形。用模具加工生产制件所表现出来的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低消耗,是其他加工制造方法所不能比拟的。模具在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品开发能力。所以模具又有“工业之母”的荣誉称号。

按成形的对象和方式来分,模具可以划分为以下 3 大类:金属板料成形用模具,如冷冲压模具;金属体积成形模具,如热锻模具、粉末冶金模具、压铸模具等;非金属材料成形用模具,如塑料模具、玻璃模具、陶瓷模具等。其中冲压模具约占 50%,塑料模具约占 33%,压铸模具约占 6%,其他各类模具约占 11%。汽车、摩托车、家电行业是模具最大的市场,占整个模具市场的 60%以上。例如,一种车型的轿车共需模具约 4 000 套,价值达 2 亿~3 亿元;单台电冰箱需要模具生产的零件约 150 个,共需模具约 350 套,价值约 400 万元;单台彩电大约有 150 个零件需用模具生产,共需模具约 140 套,价值达 700 万元。其中所用模具大部分为冷冲压模具。随着汽车和家用电器等行业的飞速发展,在工业发达的国家,对发展冷冲压生产给予了高度重视。据统计,美、日等国的模具工业年产值已经超过机床工业年产值的 6%~12%。近年来,我国的模具工业一直以每年 15%左右的增长速度快速发展。

冲压加工因制件的形状、尺寸和精度的不同,所采用的工序也不同。根据材料的变形特点可将冷冲压工序分为分离工序和成形工序两类。

分离工序——是指坯料在冲压力作用下,变形部分的应力达到强度极限 σ_b 以后,使坯料发生断裂而产生分离。分离工序主要有剪裁和冲裁等。

成形工序——是指坯料在冲压力作用下,变形部分的应力达到屈服极限 σ_s ,但未达到强度极限 σ_b ,使坯料产生塑性变形,成为具有一定形状、尺寸与精度的制件的加工工序。成形工序主要有弯曲、拉深、胀形、翻边等。

冲压工艺及冲模设计与制造就是根据冲压零件的形状、尺寸精度及技术要求,制定冲压加工方案,设计冲压模具,并对模具零件进行加工、装配、试模、检验的全部过程。下面我们将通过离合器—脚踏板冲裁模设计与制造、自动变速器换挡固定板冲

裁模设计与制造两个学习子情境来介绍典型板类零件冲裁模的设计与制造过程。

学习子情境 1.1 离合器—脚踏板冲裁模设计与制造

学习目标

- (1) 能够进行单工序冲裁工艺计算；
- (2) 会分析常用的单工序冲裁模结构及其工作原理；
- (3) 能根据不同的冲裁件确定合理的冲裁工艺方案；
- (4) 能设计一般的单工序冲裁模。

工作任务 1.1.1 单工序冲裁工艺设计

任务引入

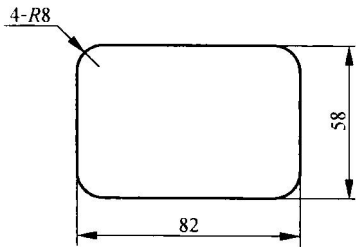
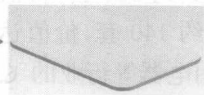
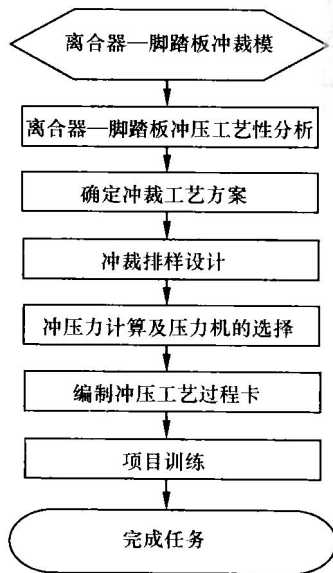


图 1-1 离合器—脚踏板

材料: 16Mn; 料厚: 3mm

图 1-1 为离合器—脚踏板零件图, 年产量 10 万件, 请分析该零件的工艺性, 确定其冲裁工艺方案, 完成必要的工艺计算, 并编制冲压工艺过程卡。通过学习, 学会一般冲裁件的工艺性分析及工艺计算, 并在此基础上学会冲裁工艺方案的合理设计。

任务流程



知识准备

冲裁是利用模具使板料沿着一定的轮廓形状产生分离的一种冲压工序。根据变形机理的差异,冲裁可分为普通冲裁和精密冲裁。通常我们说的冲裁是指普通冲裁,它包括落料、冲孔、切口、剖切、修边等。冲裁所使用的模具称为冲裁模,如落料模、冲孔模、切边模、冲切模等。冲裁工艺与冲裁模在生产中使用广泛,可为弯曲、拉深、成形、冷挤压等工序准备毛坯或作为这些工序的后续工序,也可直接冲制零件,常见的冲裁件如图 1-2 所示。

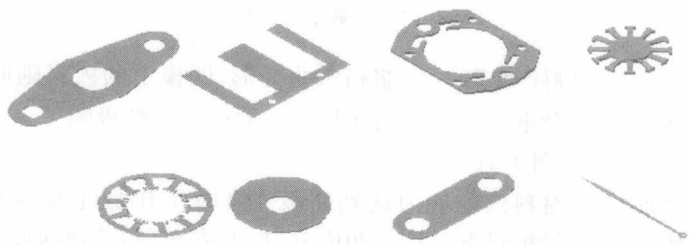


图 1-2 冲裁件

图 1-3 所示为冲裁加工示意图。由图可见,冲裁加工必须使用模具。图中 1 为凸模,2 为凹模,凸模端部及凹模洞口边缘的轮廓形状与工件形状对应,并有锋利的刃口。凸模刃口轮廓尺寸略小于凹模,其差值称为冲裁间隙 δ 。

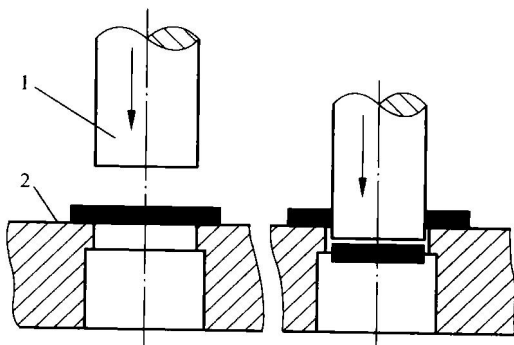


图 1-3 冲裁加工示意图

1—凸模;2—凹模

一、冲裁变形过程分析

为了正确设计冲裁工艺和模具,控制冲裁件质量,必须认真分析冲裁变形过程,了解和掌握冲裁变形规律。

图 1-4 所示为冲裁变形过程。在间隙正常、刃口锋利情况下,冲裁变形过程可分为三个阶段:

1) 弹性变形阶段[图 1-4(a)]

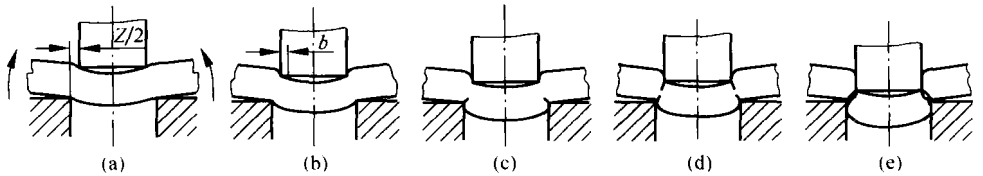


图 1-4 冲裁变形过程

在凸模压力下,材料产生弹性压缩和弯曲变形,凹模上的板料则向上翘曲,间隙越大,弯曲和上翘越严重。变形区内部材料应力小于弹性极限。

2) 塑性变形阶段[图 1-4(b)]

凸模继续加压,当材料内的应力达到屈服强度时便开始进入塑性变形阶段。凸模挤入板料上部,同时板料下部挤入凹模洞口,形成光亮的塑性剪切面。随凸模挤入板料深度的增大,塑性变形程度增大,变形区材料硬化加剧,冲裁变形抗力不断增大,直到刃口附近侧面的材料由于拉应力的作用出现微裂纹时,塑性变形阶段便结束,此时冲裁变形抗力达到最大值。由于凸、凹模间间隙的存在,变形复杂,并非纯塑性剪切变形,还伴随有弯曲、拉伸,凸、凹模有压缩等变形。间隙越大,弯曲和拉伸变形也越大。

3) 断裂分离阶段[图 1-4(c)、(d)、(e)]

变形区内部材料应力大于强度极限,裂纹首先产生在凹模刃口附近的侧面,紧接着凸模刃口附近的侧面也产生裂纹,随着凸模继续压入,上、下裂纹扩展相遇,最后材料分离。

二、冲裁质量分析与控制

冲裁件质量是指尺寸精度、形状误差和断面状况。尺寸精度应该保证在图纸规定的公差范围之内。零件外形应该满足图纸要求;表面尽可能平直,即拱弯小。断面状况尽可能垂直、光洁、毛刺小。影响零件质量的因素有:材料性能、间隙大小及均匀性、刃口锋利程度、模具精度以及模具结构形式等。

1. 冲裁件尺寸精度及其影响因素

冲裁件的尺寸精度,是指冲裁件的实际尺寸与图纸上基本尺寸之差。差值越小,精度越高。这个差值包括两方面的偏差,一是冲裁件相对于凸模或凹模尺寸的偏差,二是模具本身的制造偏差。

冲裁件的尺寸精度与许多因素有关。如冲模的制造精度、材料性质、冲裁间隙等。

(1) 冲模的制造精度。冲模的制造精度对冲裁件尺寸精度有直接影响。冲模的精度愈高,冲裁件的精度亦愈高。

(2) 材料的性质。材料的性质对该材料在冲裁过程中的弹性变形量有很大影响。对于比较软的材料,弹性变形量较小,冲裁后的回弹值亦少,因而零件精度高。而硬的材料,情况正好与此相反。

(3) 冲裁间隙。当间隙适当时,在冲裁过程中,板料的变形区在比较纯的剪切作用下被分离,使落料件的尺寸等于凹模尺寸,冲孔件尺寸等于凸模的尺寸,如图 1-5 所示。

当间隙过大,板料在冲裁过程中除受剪切外还产生较大的拉伸与弯曲变形,冲裁后因材料弹性恢复,将使冲裁件尺寸向实际方向收缩。对于落料件,其尺寸将会小于凹模尺寸,对于冲孔件,其尺寸将会大于凸模尺寸。但因拱弯的弹性恢复方向与以上相反,故偏差值是二者的综合结果。

当间隙过小时,则板料的冲裁过程中除剪切外还会受到较大的挤压作用,冲裁后,材料的弹性恢复使冲裁件尺寸向实体的反方向胀大。对于落料件,其尺寸将会大于凹模尺寸,对于冲孔件,其尺寸将会小于凸模尺寸。

2. 冲裁件形状误差及其影响因素

冲裁件的形状误差是指翘曲、扭曲、变形等缺陷。冲裁件呈曲面不平现象称之为翘曲。它是由于间隙过大、弯矩增大、变形拉伸和弯曲成分增多而造成的,另外材料的各向异性 and 卷料未矫正也会产生翘曲。冲裁件呈歪扭现象称之为扭曲。它是由于材料的不平、间隙不均匀、凹模后角对材料摩擦不均匀等造成的。冲裁件的变形是由于坯料的边缘冲孔或孔距太小等原因,或因胀形而产生的。

预防和减少拱弯的措施是:对于冲孔件在模具结构上增设压料板;对于落料件,则在凹模孔中加顶件板。

3. 冲裁件断面质量及其影响因素

由于冲裁变形的特点,冲裁件的断面明显地分成四个特征区,即圆角带、光亮带、断裂带和毛刺区,下面以普通冲裁时的落料件为例说明各区的分布情况,如图 1-6 所示。

圆角带:该区域的形成是由于模具间隙的存在,当凸模刃口压入材料时,刃口附近的材料产生弯曲和伸长变形,材料被拉入间隙而产生的结果。

光亮带:该区域发生在塑性变形阶段,当刃口切入材料后,材料与凸、凹模切刃的侧表面挤压而形成的光亮垂直的断面。是质量最好的部分,也是制件测量的基准。通常占全断面的 $1/3 \sim 1/2$ 。

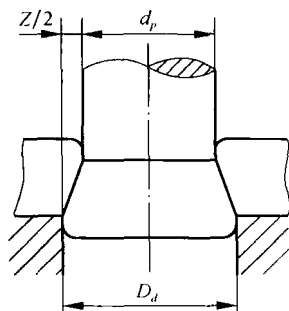


图 1-5 冲裁

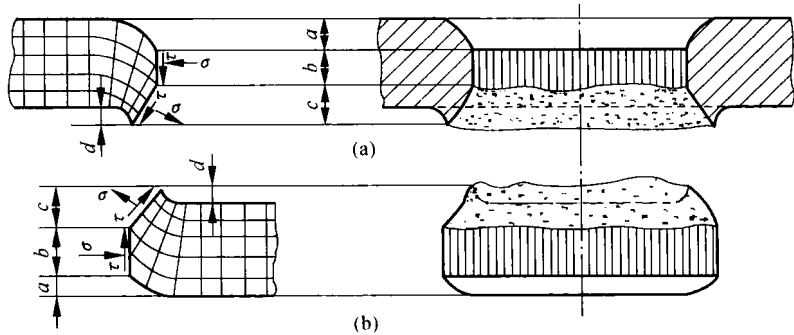


图 1-6 冲裁区应力、变形情况及冲裁断面状况

a —塌角; b —光面; c —毛面; d —毛刺; σ —正应力; τ —剪切应力

断裂带:该区域是在断裂阶段形成。是由刃口附近的微裂纹在拉应力作用下不断扩展而形成的撕裂面,其断面粗糙,具有金属本色,且略带斜度。

毛刺区:在凸模与凹模刃口处首先产生的微裂纹随着凸模的下降而形成毛刺,凸模继续下降,毛刺拉长,最后残留在制件上。一般毛刺的高度应控制在料厚的10%以下为合适,精度要求高的制件应控制在5%以下。落料时各区域的位置与冲孔正好相反。在普通冲裁中毛刺是不可避免的,普通冲裁允许的毛刺高度见表1-1。

表 1-1 普通冲裁毛刺的允许高度

料厚 t/mm	≈ 0.3	$>0.3\sim 0.5$	$>0.5\sim 1.0$	$>1.0\sim 1.5$	$>1.5\sim 2$
生产时	≤ 0.05	≤ 0.08	≤ 0.10	≤ 0.13	≤ 0.15
试模时	≤ 0.015	≤ 0.02	≤ 0.03	≤ 0.04	≤ 0.05

冲裁断面的四个特征区域在断面上所占的比例不是一成不变的,随着材料性质、厚度、模具结构及使用情况的不同而变化。

影响断面质量的因素有:

(1) 材料性能的影响。材料塑性好,冲裁时裂纹出现得较迟,材料被剪切的深度较大,所得断面光亮带所占的比例就大,圆角也大。而塑性差的材料,容易拉断,材料被剪切不久就出现裂纹,使断面光亮带所占的比例小,圆角小,大部分是粗糙的断裂面。

(2) 模具间隙的影响。冲裁时,断裂面上下裂纹是否重合,与凸、凹模间隙值的大小有关。当凸、凹间隙合适时,凸、凹模刃口附近沿最大切应力方向产生的裂纹在冲裁过程中能会合,此时尽管断面与材料表面不垂直,但还是比较平直、光滑、毛刺较小,制件的断面质量较好[图1-7(b)所示]。

当间隙增大时,材料内的拉应力增大,使得拉伸断裂发生早,于是断裂带变宽;光亮带变窄;弯曲变形增大,因而塌角和拱弯也增大。