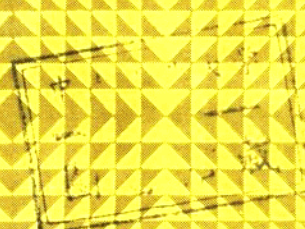


高等学校教材

特种冲压技术

主编 张仲元



75

西北工业大学出版社

高等学校教材

特种冲压技术

主编 张仲元

西北工业大学出版社

1994年12月 西安

(陕)新登字 009 号

【内容简介】 本书介绍了国内外近年来出现的几种特殊的冲压新技术,包括聚氨酯橡胶模、锌基合金模、低熔点合金模、组合模、钢带模的冲压技术,旋压、液压成形、超塑性成形、高能成形以及激光加工技术等。全书注意理论与实践紧密结合,学以致用。本书可供大学相关专业本科和专科学生使用,也可供从事冲压科技和生产工作人员参考。

高等学校教材
特种冲压技术
主编 张仲元
责任编辑 胡梦仙
责任校对 齐随印

*

© 1994 西北工业大学出版社出版
(710072 西安市友谊西路 127 号 5253407)
全国各地新华书店发行
西北工业大学出版社印刷厂印装
ISBN 7-5612-0711-5/TG·27 (课)

*

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 9.5 字数 237 千字
1994 年 12 月第 1 版 1994 年 12 月第 1 次印刷
印数: 1—1 500 册 定价: 5.60 元

购买本社出版的图书,如有缺页、错页的,本社发行部负责调换。

前 言

本书作为对《冲压工艺学》教材的补充和扩展,介绍除常规冲压技术以外的各种特殊的冲压技术和加工方法,其中许多已在生产中应用而且是行之有效的方法。对这些近年来国内外出现的先进冲压技术,介绍了它们的特点和适用范围,模具结构和设计方法,以及工艺参数和工艺规范。希望能在生产中推广和应用和发挥效益。

编写本书时注意到了把理论性与实践性紧密结合,把工艺理论与工艺技术揉合一体。本书各章自成系统,介绍一种冲压新技术,但也注意到了各种冲压新技术的综合应用。

本书可作为大学相关专业本科和专科的选修课教材,也可作为从事冲压科技和生产工作者的参考书。

本书第五章和第六章由南昌航空工业学院孙卫和同志编写,其余各章由西北工业大学张仲元同志编写,并由张仲元同志任主编。在编写过程中得到蒋侠民等同志的帮助,在此表示衷心的感谢。

本书由西安交通大学储家佑教授审稿,提出了许多十分宝贵的意见,在此特表谢意。

由于编者水平所限,书中的错误和缺点在所难免,恳请广大读者提出批评建议,以便改正。

编 者

1993 年 12 月

目 录

绪 论	1
第一章 聚氨酯橡胶模具冲压技术	3
§ 1-1 聚氨酯橡胶模概述	3
一、聚氨酯橡胶的基本性能	3
二、聚氨酯橡胶在冲压各工序中的应用	5
三、冲压零件的工艺性要求	7
§ 1-2 聚氨酯橡胶通用冲裁模的设计与计算	10
一、模具结构型式	10
二、容框设计与计算	12
三、聚氨酯橡胶垫设计	14
四、切割模板设计	15
五、垫板设计	16
六、毛坯尺寸计算	16
七、压力机吨位计算与压力机类型选择	17
八、非金属材料的冲裁	18
§ 1-3 聚氨酯橡胶专用冲裁模的设计与计算	19
一、模具结构型式	20
二、容框设计	20
三、聚氨酯橡胶垫设计	21
四、压板设计	21
五、顶杆设计	22
六、凸凹模设计	23
七、计算冲裁力与压力机选择	23
八、聚氨酯橡胶专用冲裁模示例	24
§ 1-4 聚氨酯橡胶弯曲模及弯曲工艺	27
一、模具结构型式	27
二、弯曲变形特点	30
三、各种形状弯曲件的弯曲工艺	34
四、几种实用的弯曲方法	35
§ 1-5 聚氨酯橡胶拉延模及拉延工艺	36
一、聚氨酯橡胶凸模拉延	36
二、聚氨酯橡胶凹模拉延	38

三、几种实用的拉延方法	40
§ 1-6 聚氨酯橡胶成形模及成形工艺	42
一、聚氨酯橡胶胀形模及胀形工艺	42
二、聚氨酯橡胶局部成形模及成形工艺	45
三、聚氨酯橡胶翻边模及翻边工艺	47
复习思考题	48
第二章 锌基合金及低熔点合金模具冲压技术	50
§ 2-1 锌基合金冲模概述	50
一、锌基合金冲模特点	50
二、模用锌基合金介绍	51
三、模用锌基合金的熔炼	52
§ 2-2 锌基合金冲裁模	53
一、锌基合金冲裁模冲裁机理	53
二、锌基合金冲裁模设计	55
三、锌基合金冲裁模制造工艺	58
四、锌基合金复合模和连续模	59
§ 2-3 锌基合金镶钢刃口冲裁模	60
一、锌基合金镶钢皮冲裁模	60
二、锌基合金镶钢板冲裁模	61
三、锌基合金冲裁模应用示例	62
§ 2-4 锌基合金成形模	63
一、模具结构型式	64
二、锌基合金成形模设计	66
三、锌基合金成形模制造工艺	67
§ 2-5 低熔点合金冲模简介	68
一、低熔点合金材料及熔铸	69
二、低熔点合金成形模	70
三、低熔点合金镶钢冲裁模	70
复习思考题	71
第三章 组合模具冲压技术	72
§ 3-1 分解式组合冲压模具	72
一、分解式组合冲模加工原理	72
二、分解式组合冲模品种和规格的确定	72
三、分解式组合冲模设计	75
四、分解式组合冲模冲压工艺	77
五、分解式组合冲模典型结构	78
§ 3-2 积木式组合冲压模具	83

一、积木式组合冲模元件	83
二、积木式组合冲模结构	83
三、积木式组合冲模的设计和组装	84
四、积木式组合冲模的应用	86
§ 3-3 配套式组合冲压模具	88
一、配套式组合冲模结构	88
二、快速更换通用模架	89
复习思考题	90
第四章 金属超塑性成形技术	91
§ 4-1 金属超塑性特征	91
§ 4-2 金属超塑性分类	92
一、微细晶超塑性	92
二、相变超塑性	93
三、其它超塑性	93
§ 4-3 超塑成形板材零件	94
一、板材超塑成形方法	94
二、板材超塑成形模具	96
三、超塑气胀成形工艺过程	98
§ 4-4 超塑技术制造冲模	98
一、对锌铝合金超塑挤压模具	99
二、对模具钢超塑挤压模具	100
复习思考题	103
第五章 高能高速成形	105
§ 5-1 爆炸成形	105
一、爆炸拉延	105
二、爆炸胀形	108
三、无模爆炸成形	109
§ 5-2 电水成形	111
一、电水成形原理及特点	111
二、电水成形的应用	112
§ 5-3 电磁成形	113
一、电磁成形原理及特点	113
二、电磁成形的基本种类	115
三、电磁成形应注意的问题	117
四、电磁成形技术的发展前景	117
§ 5-4 燃气成形	118
一、燃气成形装置及特点	118

二、可燃混合气的燃烧	118
三、注意事项	119
四、其它气压成形	119
复习思考题	119
第六章 其它冲压技术简介	120
§ 6-1 旋压成形	120
一、普通旋压	120
二、强力旋压	123
§ 6-2 液压成形	125
一、液压拉延	125
二、液压胀形	128
§ 6-3 钢带冲模	130
一、钢带冲模特点	130
二、钢带冲模的结构型式	130
三 钢带冲模的设计与制造	132
§ 6-4 激光加工技术	135
一、激光冲裁	135
二、激光成形	137
三、激光制模	140
复习思考题	140
参考文献	142

绪 论

冲压技术是机械加工领域里的一门古老而又年轻的加工技术。它是将各种金属或非金属的板料,借助一定力的作用,加工成所需要的平面或立体空间零件的工艺方法。

一般常规的冲压技术,必须要有专门的工装——模具,装在压力机上,在压力的作用下完成冲压加工工序。这种技术已发展了相当长的时间。利用这种技术可以生产出强度高、刚性好、重量轻的各种零件或用品;同一产品的尺寸形状稳定,互换性强;操作技术简单;生产效率很高;材料的利用率也很高。这些都反映出具有优质、高产、低消耗的特点。因此,这种加工方法,在各个工业部门,如机械制造、电子仪表和家用电器、汽车和拖拉机、国防和各种民用轻工工业中都得到了广泛的应用,在国民经济中起着十分重要的作用。

随着科学技术的发展和社会对物质文化需要不断提高的要求,冲压技术将在很长的历史时期内,继续得到迅速发展,这是毫无疑问的。科学技术进步本身为冲压技术向深度发展提供了可能性和必然性。适应社会物质文化需要的提高,冲压技术也将在更广阔的天地得到发展和应用。科技发展需要高、精、尖,社会需求选择新、特、廉,这本身就是一个竞争大市场的反映。冲压技术必将在这个社会竞争的大环境中更快发展和更加成熟。

目前,冲压技术正是以科技进步为先导,社会需求为前提,以经济为杠杆,按生产规模的不同情况(表0-1),朝着两个方面发展。

表 0-1 冲压零件的生产批量

冲压件尺寸 (mm)	小批	中批	大批	大量流水线生产
	年产量($\times 1\,000$ 件)			
大型(250~1 000)	<10	10~50	50~500	>500
中型(50~250)	<50	50~500	500~2 000	>2 000
小型(50以下)	<100	100~1 000	1 000~10 000	>10 000

(1)大批量生产中,采用高速压力机、多工位压力机、自动生产线,甚至采用机器人,以实现高速化、部分和全盘自动化,尽量提高单位时间内的生产量,以达到提高生产效率和降低生产成本的目的。

为适应这样的生产需要,模具设计和制造技术也力求采用计算机辅助设计和制造(CAD/CAM),并实现模具CAD/CAM的一体化,千方百计做到模具的高精度、高效率和高寿命。

(2)中小批量和试制生产中,主要朝着简化模具的方向发展,使模具简易化、通用化、万能化,想方设法降低制模难度,减少模具加工量,发展和采用万能压力机以及数控冲压设备,以求缩短生产准备周期,降低生产成本。

为适应市场竞争的需要,必须不断进行新产品的开发研制和老产品的更新换代。据国内外调查统计,在冲压件的生产规模中,80%以上属于中、小批量生产,即使大批量生产也有

新产品的试制问题。因此在保证产品使用质量要求的前提下，如何简化模具和缩短制模周期就显得十分重要。这样做也能使工装设备物尽其用，避免浪费。

面对品种多、批量小、任务急的局面，以及对一些难变形材料、形状复杂零件的冲压，必须根据最新科技成果提供的可能，研究和应用行之有效的冲压新技术新工艺，扩展冲压技术领域，拓宽冲压加工范围，这是时代对我们冲压科技人员的要求。

本书向广大读者介绍除常规冲压技术以外的各种特殊的冲压技术和加工方法，如聚氨酯橡胶模具冲压技术(又称软模技术)，锌基合金及低熔点合金模具冲压技术，组合模具冲压技术，金属超塑性成形技术，高能-脉冲成形技术，以及旋压、液压成形技术，钢带模冲裁技术，还有新发展的激光加工技术。这些冲压技术各有其特点和适用范围，许多已在生产中付诸实施，解决了冲压生产中的许多难题，取得了十分可观的技术经济效益。有的崭露头角就引人注目，正在加速开发和研制。

冲压技术这门已发展千百年的传统加工技术，经过不断创新，更加焕发生机，它必将在国民经济各个领域，发挥越来越重要的作用。

第一章 聚氨酯橡胶模具冲压技术

聚氨酯橡胶模具是近年来发展很快的冲压模具。这种模具工作部分的一方是钢制，另一方是聚氨酯橡胶，这样一硬一软，不存在间隙配合问题，使模具结构大为简化，模具加工量大为减少，还可把多道工序复合在一起，在一个冲程内完成，零件质量又很好。这些显著的技术经济效益，引起了人们的重视，受到了人们的普遍欢迎。这种模具在较薄材料的中小批量和试制生产中，显示了很大的优越性。

§ 1-1 聚氨酯橡胶模概述

聚氨酯橡胶用于冲压技术，除了可作弹性元件以卸料、压边和顶件外，更重要的是用于冲模的工作部分，代替常规冲模的凸模或凹模。由于聚氨酯橡胶具有液体那样各向流动的性质，又具有固体那样有稳定的形状和一定的强度及硬度，被誉为“流体钢”。因此，聚氨酯橡胶模具不仅能够完成冲裁、弯曲、拉延、成形等常规冲模所能完成的冲压工作，而且还能实现常规冲模难于完成和无法完成的冲压工作。

在冲压技术中利用弹性介质，最初是液体和气体介质。一般讲来，这些技术本身并不太经济，而且还存在着诸如密封和污染等问题。后来利用天然橡胶作为介质，在简化模具和扩大冲压技术应用范围方面前进了一大步。但是这种介质的性能不太理想，所能承受的压强较小，寿命短，这就限制了它的应用和发展。

1937年德国首先研究成功聚氨酯这种人造橡胶，并且用于军事工业。美国于1950年，原苏联于1960年都开始研究并用于生产。我国也于70年代初试制成功，并在冲压技术中得到应用。现在这项技术正向着更加完善、更加成熟的方向发展，有待于在更大范围推广应用。

一、聚氨酯橡胶的基本性能

聚氨酯（全称聚氨基甲酸酯）是一种高分子弹性体材料，其性能介于橡胶与塑料之间。应用于冲模的聚氨酯橡胶，是化学合成后的熔融状液体经浇注模压成型而得的制品。国产聚氨酯橡胶的压缩性能曲线如图1-1所示。从图中看出，即使在小的变形量下，也能发出大的单位压力。

聚氨酯橡胶还有如下的优良性质：

1. 硬度范围大

调整不同的配方，可以获得聚氨酯不同的硬度，从邵氏硬度HS 20A一直到80D以上。这就给冲压各工序和各种缓冲弹顶器的不同要求，提供了广泛的选择余地。

2. 耐磨、耐油、耐老化

聚氨酯橡胶的耐磨程度为天然橡胶的5~10倍，有耐磨橡胶之称；耐油性能约为天然橡胶的5~6倍；耐大气老化性能也很好。因此用于冲模材料其寿命远远超过天然橡胶。

3. 强度高

聚氨酯橡胶的强度可达 50~60 MPa，为天然橡胶的 6~8 倍。能够承受 100~1 000 MPa 的高压和超高压的单位压力。因此，用它作冲模的工作元件，若用它作弹性元件，可以大大减小弹性垫的体积和模具的体积。

4. 弹性高而剩余变形小

聚氨酯橡胶的相对伸长率可达 600%，而剩余变形量仅为 2~4%。因此，用它做各种成形模的凹模或凸模以及弹性元件是很合适的材料。

5. 机械加工性能较好

聚氨酯橡胶便于加工成各种形状的模具零件。较硬的聚氨酯橡胶，除了难于刨削以外，可以用一般方法进行车、铣、磨、钻、钳等各种工机械加工。较软的聚氨酯橡胶，机械加工有一定困难，需要选取合适的切削工艺条件。实际应用时，各种尺寸形状的聚氨酯橡胶垫，也可以直接用浇注或压胶成形。

国产（南京橡胶厂）聚氨酯橡胶的基本性能见表 1-1。

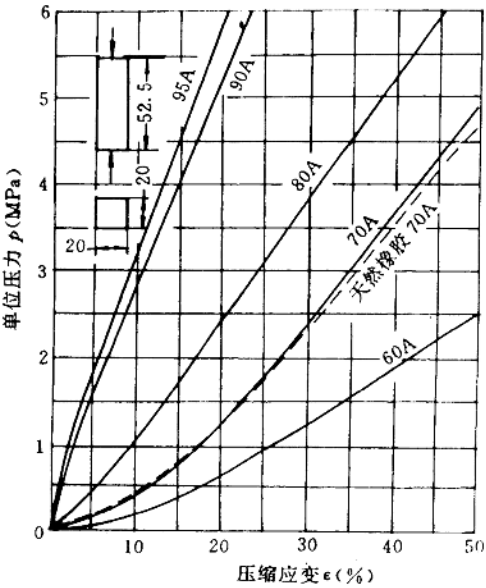


图 1-1 聚氨酯橡胶压缩性能曲线

表 1-1 国产聚氨酯橡胶的基本性能

性能指标 性能	牌号	8295	8290	8280	8270	8260
硬度 (HSA)		95±3	90±3	80±5	70±5	60±5
比重 (g/cm³)		1.05~1.10				
伸长率 (%)		400	450	450	500	550
强度极限 (MPa)		45	45	45	40	30
300%定伸强度 (MPa)		15	13	10	5	2.5
断裂永久变形 (%)		18	15	12	8	8
阿克隆磨耗 (cm³/1.61 km)		0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
抗撕强度 (MPa)		10	9	8	7	5
脆性温度 (°C)		-40	-40	-50	-50	-50
老化系数 (100°C, 72 h)		≥0.9	≥0.9	≥0.9	≥0.9	≥0.9
耐油性 (煤油, 室温, 72 h 的增重率)		≤3	≤3	≤4	≤4	≤4

另外,聚氨酯橡胶有较大的弹性模量 E ,硬度愈高, E 值愈大,致使对缺陷的敏感性很强。故要求工作表面应具有较高的光洁度,不允许有裂纹,若使用中发现裂纹,应及时清除,否则裂纹扩展很快。再者,从压缩试验可知,聚氨酯橡胶有较大的滞后现象,即卸载压力曲线不与加载压力曲线相重合,而是滞后。这是由于加载时所吸收的能量,在卸载过程中并不是全部释放出来,而是一部分能量为聚氨酯橡胶本身所吸收转变为热能,使自身温度升高,这在大变形和高速变形情况下尤为严重。同时,聚氨酯橡胶耐高温性能差,不能在 80°C 以上的条件下工作,故对每次的变形量和压力机速度要予以限制。

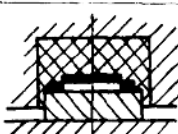
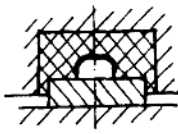
二、聚氨酯橡胶在冲压各工序中的应用

目前国内外所应用的聚氨酯橡胶模具,大体上可分为两类:一类为适应中小批量生产的聚氨酯橡胶专用模,这种模具的功能与常规冲模一样,基本上是专为生产某一种零件,因而叫专用模;另一类为适应小批量及试制生产的聚氨酯橡胶通用模,这样的一副模具可以生产多种冲压零件,而只需更换个别模具元件即可。

将一定尺寸形状的聚氨酯橡胶,封闭于确定的金属容框内,当受到压力机的压力时,聚氨酯橡胶首先变形,并将经压缩而升高的单位压力传递到毛坯上,使毛坯按预定的要求发生分离或成形。不同的冲压工序,所要求的聚氨酯橡胶的性能是不一样的。分离工序(落料、冲孔、剪裁、切口、修边等)要求聚氨酯橡胶应有较高的硬度,一般邵氏硬度应在HS80A以上,以便即使聚氨酯在不大的变形情况下,也能发出很高的单位压力,促使模具刃口处的毛坯在强大的应力下而发生分离。成形工序(弯曲、拉延、胀形、翻边等)则要求聚氨酯橡胶的硬度低一些。而变形性能(工作时允许的最大变形量)要高一些。以上这些使用性能的要求,对聚氨酯橡胶来说都是易于实现的。

根据国内外的实践经验,各种冲压工序对于聚氨酯橡胶性能的要求可参看表1-2、表1-3和表1-4。

表 1-2 冲压各工序对聚氨酯橡胶性能的要求

工序名称	工序图	对聚氨酯橡胶性能要求		
		σ_s (MPa)	δ (%)	硬度 (HS)
切边、落料和冲孔		20~30	≥ 300	80 A~95 A
弯曲成形		≥ 30	≥ 500	> 70 A

续表

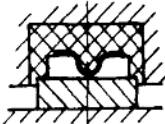
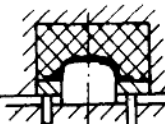
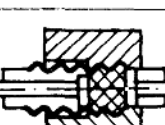
工序名称	工序图	对聚氨酯橡胶性能要求		
		σ_b (MPa)	δ (%)	硬度 (HS)
凹模拉延		≥ 30	≥ 500	< 50 A
凸模拉延 (带活动压边圈)		> 40	~ 700	~ 60 A
凸模拉延 (不带活动压边圈)		> 40	600~650	< 50 A
空间零件成形		> 10	~ 600	~ 50 A
复杂零件的局部连续成形		≥ 30	≥ 500	> 60 A

表 1-3 不同毛坯材料对聚氨酯橡胶硬度的要求

工序名称	毛坯材料		硬度 (HS)
	σ_b (MPa)	l (mm)	
落料、冲孔	≤ 300	≤ 1.5	75 A~85 A
	≤ 450	≤ 0.8	85 A~90 A
简单弯曲	≤ 300	≤ 1.5	80 A~85 A
	≤ 450	≤ 1.0	80 A~85 A
落料、冲孔和成形复合	≤ 300	≤ 1.5	85 A~90 A
	≤ 450	≤ 0.8	85 A~90 A
拉延或胀形	≤ 300	≤ 0.5	40 A~55 A
	≈ 300	0.5~0.8	50 A~70 A
	≈ 300	0.8~1.2	70 A~80 A
	≈ 450	≤ 0.5	70 A~80 A

表 1-4 聚氨酯橡胶冲模元件的硬度

工艺方法	模具元件名称	硬度 (HS)	备 注
冲 裁	凹模	95 A	
	顶件器、卸料器	70 A~90 A	
弯 曲	型腔式凹模	90 A~95 A	
	容框式凹模	80 A	
	顶件器	70 A~80 A	
闸 压	凹模	70 A	
滚 弯	滚弯垫板	70 A~80 A	
	滚轴	70 A~80 A	
拉 延	型腔式凹模	79 D	
	容框式凹模	70 A	深拉延
	凸模	70 A	浅拉延
	压边圈	70 A~80 A	浅拉延
翻 边	衬垫	95 A	浅翻边
		90 A	深翻边
	压边圈	90 A~95 A	
落 压	凹模	90 A~95 A	聚醚型
爆炸成形	凹模	90 A~95 A	聚醚型
胀 形	凸模	80 A	
局部成形	上模	90 A~95 A	

三、冲压零件的工艺性要求

聚氨酯橡胶冲压技术,是通过聚氨酯橡胶的变形来实现零件生产的,这与常规冲模有所不同,故对冲压零件的工艺性亦有自己的特殊要求。

1. 冲裁件的工艺性要求

用聚氨酯橡胶所得的冲裁零件,表面光洁平整,没有像常规冲模那样的刮伤、压痕和穹弯,这对表面有涂层材料的冲裁十分有利。若作为凸凹模的切割模板刃口保持锋利状态,所冲零件一般是没有毛刺的。但材料在刃口边缘是通过弯曲变形到拉伸断裂而分离的,故落料

零件的外形尺寸比相应的模具尺寸稍大一些，而冲孔或槽的尺寸则比相应的模具尺寸要小一些（图 1-2）。其差值 Δl 与毛坯材料的厚度和机械性能有关，而与零件平面尺寸的大小无关。

根据试验的结果，零件上的内外形尺寸与模具尺寸的差值 Δl 和毛坯厚度 t 有如下关系：

对塑性较好材料， Δl 为 $(0.15 \sim 0.20)t$ ；

对塑性较差材料， Δl 为 $(0.10 \sim 0.15)t$ 。

冲裁件的几何尺寸愈大，所得零件尺寸精度愈高；材料愈薄，尺寸精度愈高；塑性低的材料，尺寸精度也高一些。

从图 1-2 上还可以看到，毛坯材料在断裂前被局部拉伸而在零件上残留微小的拖入圆角 r 。对塑性差的材料 r 是十分小的，对塑性很好的材料 r 则较显著，甚至 r 接近于 t 。

零件断口的光洁程度随材料厚度大小而变化。一般对于 $t < 1 \text{ mm}$ 的薄料，粗糙度相当于 R_a 为 $10 \sim 5 \mu\text{m}$ ；对于 $t > 1 \text{ mm}$ 的材料，粗糙度相当于 R_a 为 $40 \sim 20 \mu\text{m}$ 。聚氨酯橡胶的硬度增加，断口表面质量会相应提高。

冲裁件的厚度和几何尺寸的大小，受到聚氨酯橡胶所能承受的单位压力和设备吨位的限制，也受材料的强度和塑性的影响。用这种方法所能得到的冲裁件型面最小允许尺寸见图 1-3 和表 1-5。

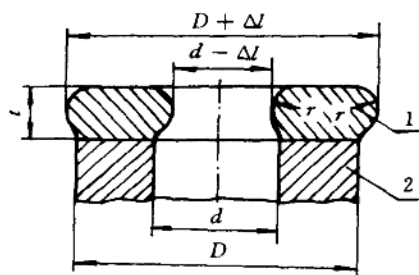


图 1-2 零件与模具尺寸的关系

1—零件；2—模板

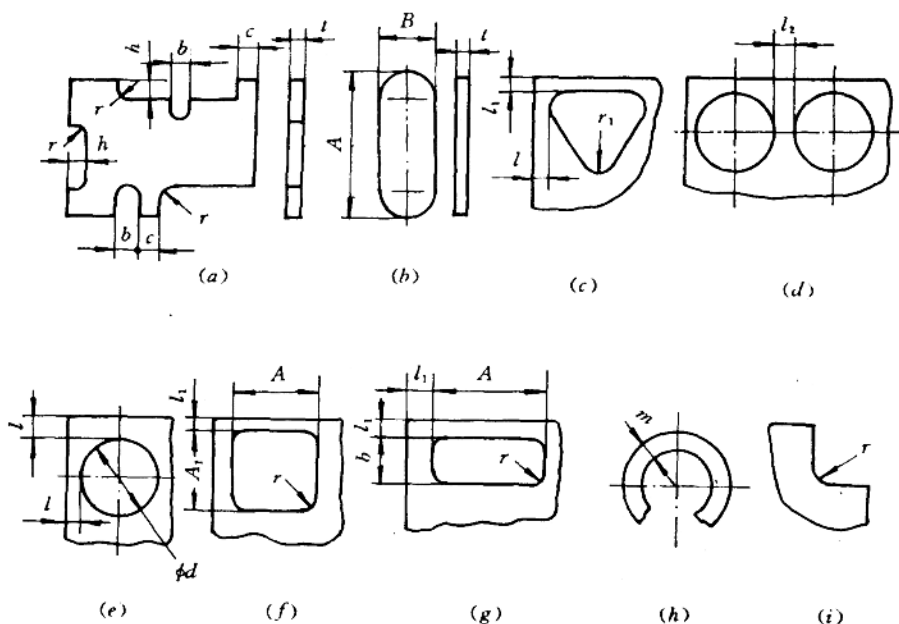


图 1-3 冲裁件的几何形状与最小尺寸

表 1-5 冲裁件型面最小允许尺寸

冲压零件形状	符号	毛坯材料	
		塑性较好	塑性较差
		LY12M、LF21M、T2、T3、T4、A3、10、H62M、1Cr18Ni9Ti	LY12C、TC ₁ 、TC ₂ 及其它
零件宽度 (图 1-3 (b))	B	$5t$	$3t$
零件外形局部宽度 (图 1-3 (a))	c	$(3\sim4)t$	$2t$
从圆孔或三角形边到边缘距离 (图 1-3 (e)、(c))	l	$4t$	$3t$
从孔或正方形槽到边框距离 (图 1-3 (f)、(g))	l_1	$(5\sim6)t$	$4t$
尺寸差别不大的两孔间距 (图 1-3 (d))	l_2	$(4\sim5)t$	$(3\sim4)t$
圆环宽 (图 1-3 (h))	m	$(4\sim5)t$	$(3\sim4)t$
方孔和零件边框过渡处的圆角半径 (图 1-3 (a)、(f)、(g)、(i))	r	$(0.5\sim1.0)t$	$(0.5\sim1.0)t$
三角形孔圆角半径 (图 1-3 (c))	r_j	$(1.0\sim1.5)t$	$(1.0\sim1.5)t$

冲孔最小尺寸与材料的厚度、机械性能和冲裁时聚氨酯橡胶所能发出的单位压力大小有关。实践证明,当材料的厚度一定时,零件上的孔愈小,冲裁所需单位压力愈大,冲裁就愈困难。当零件上的孔径小到一定数值时,就可能冲不出来。图 1-4 是冲孔最小尺寸与单位压力的关系。

2. 弯曲和拉伸等成形零件的工艺性要求

弯曲和拉伸等成形零件的凸模和凹模,一方为钢制,一方为聚氨酯橡胶,不存在凸、凹模之间的间隙配合问题,毛坯材料处处贴模,故尺寸精度一般较常规冲模为高,也不存在刮伤、压痕。所以成形件表面质量高,对表面有涂层的材料效果更好。

聚氨酯橡胶受力后促使毛坯材料发生塑性变形,在变形量较大的区域会造成严重变薄甚至断裂。用聚氨酯橡胶做凹模时此类现

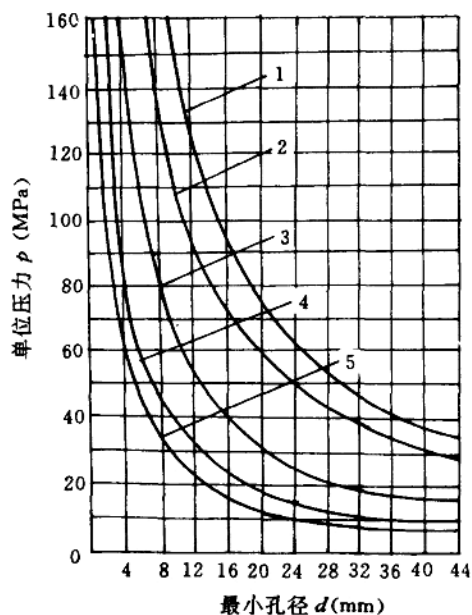


图 1-4 冲孔最小尺寸与单位压力的关系

1—1Cr18Ni10Ti, $t=0.97$; 2—TC₂, $t=0.53$; 3—T₂, $t=0.95$; 4—LF21M, $t=0.95$; 5—LY12M, $t=0.46$