

普通高等学校“十三五”规划教材

金属冲压成形工艺 与模具设计

JINSHU CHONGYA CHENGXING GONGYI YU MOJU SHEJI

曹建国 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

普通高等学校“十三五”规划教材

金属冲压成形工艺与 模具设计

曹建国 主编

主编：曹建国
副主编：曹建国

ISBN 978-7-113-20419-8

定价：45.00元
ISBN 978-7-113-20419-8
定价：45.00元

（号8位）：北京中国铁道出版社（100044）北京市西城区广安门内大街137号

网址：<http://www.cnrrp.com>
邮编：100044
电话：010-51873000
传真：010-51873000
定价：45.00元

内 容 简 介

本书是根据教育部普通高等学校材料成型及控制工程专业的人才培养计划、培养目标和教育部对卓越工程师培养计划的要求编写而成。全书共7章,包含绪论、冲裁工艺与模具设计、弯曲工艺与模具设计、拉深工艺及模具设计、其他成形工艺及模具设计、多工位级进模的成形、汽车覆盖件成形等内容。每章后附有思考题。

本书适合作为普通高等院校材料成型及控制工程专业、机械制造及自动化专业的教材,也可作为从事冲压工作的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

金属冲压成形工艺与模具设计/曹建国主编. —北京:
中国铁道出版社,2015.7

普通高等学校“十三五”规划教材

ISBN 978-7-113-20419-8

I. ①金… II. ①曹… III. ①冲压-生产工艺-高等学校-教材②冲模-设计-高等学校-教材. IV. ①TG38

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第105047号



书 名: 金属冲压成形工艺与模具设计
作 者: 曹建国 主编

策 划: 曾露平

读者热线: 400-668-0820

责任编辑: 潘星泉

编辑助理: 钱 鹏

封面设计: 路 瑶

封面制作: 白 雪

责任校对: 汤淑梅

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址: <http://www.51eds.com>

印 刷: 北京尚品荣华印刷有限公司

版 次: 2015年7月第1版 2015年7月第1次印刷

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16 印张: 16.5 字数: 424 千

书 号: ISBN 978-7-113-20419-8

定 价: 36.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社教材图书营销部联系调换。电话:(010) 63550836

打击盗版举报电话:(010) 51873659

前 言

本书是根据教育部高等学校材料成形及控制工程专业的人才培养教学计划、培养目标和教育部对卓越工程师培养计划的要求，并参照国内同类教材和企业对冲模技术及模具设计人才的要求编写而成。本书力图体现如下特点：

1. 注重培养学生分析问题、解决问题的能力。在阐明各冲压工序基本原理的基础上，介绍各工艺的特点、模具设计的难点和结构设计的要点，着重分析各工艺成形缺陷的产生原因及控制措施。

2. 注重理论联系实际，提高学生的实践能力。本书编写过程中采用了大量的图片、表格和典型实例等，以弥补初学者的经验不足，提高教学的趣味性，增强学生学以致用用的实践能力。

3. 本书还介绍了当今冲压成形的一些新工艺、新方法，如无模多点成形、板料数控渐进成形技术、计算机数值模拟仿真技术等，以拓展学生的视野。

4. 本书各章均配有思考题，以检验学生的学习效果，引导学生及时查漏补缺。

本书共7章，第1章绪论介绍了冲压工艺的特点、冲压工序分类、冲压模具材料和冲压设备；第2章主要介绍了冲裁工艺与模具设计；第3章介绍了弯曲工艺与模具设计；第4章介绍了拉伸工艺与模具设计；第5章介绍了其他成形工艺及模具设计；第6章介绍了多工位级进模工艺及设计要点；第7章介绍了汽车覆盖件成形工艺及模具设计。

本书由曹建国主编及统稿。各章编写分工如下：四川大学曹建国编写第1、2、5章；西南交通大学罗征志编写第3章；西南科技大学薛松编写第4章；重庆理工大学胡建军编写第6章；重庆大学权国正编写第7章。

本书编写得到了四川大学教务处的大力支持和帮助，各兄弟院校同仁们对本书提出了宝贵意见，在此表示真挚的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏、不足之处，恳请读者同行批评指正。

编 者

目 录

第1章 绪论	1
1.1 冲压工艺的特点	1
1.2 冷冲压的应用	1
1.3 冲压技术的现状与发展趋势	2
1.3.1 我国冲压技术的历史与现状	2
1.3.2 冲压技术的发展趋势	2
1.4 冲压工序分类	3
1.5 冲压模具材料和冲压产品的材料	7
1.5.1 冲压模具材料	7
1.5.2 冲压产品的材料	8
1.6 冲压设备简介	9
1.6.1 曲柄压力机	9
1.6.2 液压机	12
1.6.3 伺服压力机	14
1.6.4 高速压力机	14
思考题	15
第2章 冲裁工艺与模具设计	16
2.1 冲裁过程分析	16
2.1.1 冲裁时板料变形区受力情况分析	16
2.1.2 冲裁过程	16
2.1.3 冲裁件质量及其影响因素	17
2.2 影响冲裁件质量的因素	19
2.2.1 冲裁件断面质量影响因素	19
2.2.2 冲裁件尺寸精度及其影响因素	20
2.2.3 冲裁件形状误差及其影响因素	20
2.3 冲裁模间隙	21
2.3.1 冲裁模间隙对冲裁工艺的影响	21
2.3.2 冲裁模间隙值的确定	22
2.4 冲裁模凸模与凹模刃口尺寸的确定	25
2.4.1 冲裁模刃口尺寸的计算原则	25
2.4.2 冲裁模凸、凹模分开加工时刃口尺寸的计算	26
2.4.3 配合加工冲裁模凸、凹模刃口尺寸的计算	28
2.5 冲裁排样设计	29
2.5.1 排样设计	29
2.5.2 材料的合理利用	30

2.5.3 搭边和条料宽度的设计	32
2.6 冲裁力和压力中心的计算	35
2.6.1 冲裁力的计算	35
2.6.2 卸料力及推件力的计算	36
2.6.3 降低冲裁力的方法	37
2.6.4 压力中心的确定	39
2.7 冲裁的工艺设计	40
2.7.1 冲裁件的工艺性分析	40
2.7.2 冲裁工艺方案的确定	43
2.8 冲裁模零部件设计	44
2.8.1 模具零件的分类	44
2.8.2 冲模标准化的意义	45
2.8.3 工作零件的设计与标准的选用	45
2.8.4 定位零件	52
2.8.5 压料及出件零件	57
2.8.6 固定与紧固零件	57
2.8.7 导向零件	58
2.8.8 冲模零件的材料选用	58
2.9 冲裁模的典型结构	59
2.9.1 单工序冲裁模	59
2.9.2 复合冲裁模	65
2.9.3 级进冲裁模	67
2.10 精密冲裁工艺及模具设计	71
2.10.1 精密冲裁的工艺特点	71
2.10.2 精冲工艺	72
2.10.3 精冲模具设计要点	77
2.10.4 精冲模结构及特点	80
2.11 冲裁模设计举例	81
思考题	84
第3章 弯曲工艺与模具设计	86
3.1 概述	86
3.2 弯曲变形分析	86
3.2.1 弯曲变形过程	86
3.2.2 弯曲变形的特点	87
3.2.3 弯曲变形区的应力应变状态	89
3.2.4 弯曲产生的影响	90
3.3 弯曲过程常出现的缺陷及工艺控制措施	91
3.4 弯曲件坯料尺寸的计算	96
3.5 弯曲力的计算	97
3.6 弯曲件的工艺性	99
3.6.1 满足最小相对弯曲半径要求	99

3.6.2	弯曲件的结构工艺性	100
3.7	弯曲件的工序安排	102
3.8	弯曲模工作部分的设计	104
3.9	弯曲模典型结构	105
3.9.1	弯曲模结构设计应注意的问题	105
3.9.2	弯曲模的典型结构	105
3.10	弯曲模设计举例	112
	思考题	113
第4章	拉深工艺及模具设计	114
4.1	概述	114
4.2	圆筒形件拉深变形分析	114
4.2.1	拉深模的特点	114
4.2.2	拉深变形过程	115
4.2.3	拉深变形的特点	115
4.2.4	拉深过程中的应力应变状态	116
4.2.5	拉深过程中的力学分析	117
4.2.6	影响拉深的各种因素	118
4.2.7	起皱与防皱	119
4.2.8	拉裂与防裂	120
4.2.9	硬化	121
4.3	旋转体拉深件坯料尺寸的确定	121
4.4	圆筒形件拉深工艺计算	123
4.4.1	圆筒形件拉深变形程度表示——拉深系数	123
4.4.2	影响极限拉深系数 $m_{\min}$ 的因素	124
4.4.3	极限拉深系数的确定	125
4.4.4	后续各次拉深的特点	126
4.4.5	拉深次数的确定	127
4.4.6	圆筒形件拉深半成品尺寸计算	127
4.4.7	无凸缘圆筒形件拉深工序设计计算步骤	128
4.4.8	压边力、拉深力和拉深功	129
4.5	有凸缘圆筒形件拉深工序设计	132
4.6	阶梯形件的拉深	136
4.7	其他形状零件的拉深	137
4.7.1	曲面形状零件的拉深特点	137
4.7.2	球面零件的拉深	139
4.7.3	抛物面零件的拉深	140
4.7.4	锥形零件的拉深	140
4.7.5	盒形件拉深	142
4.8	拉深工艺设计	145
4.8.1	拉深件的工艺性	145
4.8.2	拉深工序设计	146

4.9 典型拉深模结构	146
4.10 拉深模工作部分的设计计算	150
4.10.1 凸、凹模间隙	150
4.10.2 凸、凹模结构形式	151
4.10.3 凸、凹模工作部分(筒壁)尺寸	154
4.11 拉深工艺的辅助工序	155
4.11.1 润滑	155
4.11.2 热处理	156
4.11.3 酸洗	157
4.12 拉深模设计举例	158
思考题	162
第5章 其他成形工艺及模具设计	164
5.1 胀形	164
5.1.1 胀形成形特点及成形极限	164
5.1.2 起伏成形	165
5.1.3 管形凸肚	168
5.1.4 张拉成形	170
5.2 翻边	171
5.2.1 内孔翻边	172
5.2.2 外缘翻边	176
5.2.3 特殊翻边模结构	178
5.3 缩口与扩口	179
5.3.1 缩口	179
5.3.2 扩口	182
5.4 整形与压印	182
5.5 其他成形工艺	184
5.5.1 旋压	184
5.5.2 爆炸成形	187
5.5.3 电磁成形	188
5.5.4 无模多点成形	189
5.5.5 板料数控渐进成形	190
5.5.6 板料的液压成形	191
5.5.7 超塑性成形	192
思考题	194
第6章 多工位级进模	195
6.1 概述	195
6.2 多工位级进模排样及工艺设计	196
6.2.1 排样设计	196
6.2.2 排样设计的原则	196
6.2.3 载体和搭口的设计	199
6.2.4 定距与导正孔设计	201

6.2.5 条料宽度	203
6.3 多工位级进模零部件的设计	204
6.3.1 凸模	206
6.3.2 凹模	209
6.3.3 带料的导正定位	211
6.3.4 带料的导向和托料装置	212
6.3.5 卸料装置的设计	214
6.3.6 限位装置	216
6.4 多工位级进模设计实例	217
6.4.1 工艺分析	217
6.4.2 排样设计	217
6.4.3 工艺计算	218
6.4.4 模具结构和零件设计	220
思考题	222
第7章 汽车覆盖件成形	223
7.1 概述	223
7.1.1 汽车覆盖件冲模的分类	224
7.1.2 汽车覆盖件特点	225
7.2 覆盖件拉深工艺设计	227
7.2.1 拉深件的冲压方向	228
7.2.2 工艺补充面	229
7.2.3 压料面的设计	231
7.2.4 拉延筋和拉延槛	232
7.2.5 覆盖件的主要成形缺陷及其防止措施	233
7.3 覆盖件拉深模具设计	237
7.3.1 拉深模的设计要点	238
7.3.2 拉深模的典型结构	238
7.3.3 拉深模的凸、凹模结构	239
7.3.4 拉深模的结构尺寸	240
7.3.5 拉深模的导向	242
7.3.6 通气孔	243
7.4 覆盖件模具设计举例	244
7.4.1 零件的工艺分析与工艺设计	244
7.4.2 汽车覆盖件模具结构的设计	246
思考题	251
参考文献	252

第1章 绪 论

冲压工艺应用范围十分广泛,在国民经济各个领域中都几乎都有冲压加工的产品,如:汽车、拖拉机、电器、电动机、仪表、家电、化工、航空航天以及轻工日用品等领域均占有相当大的比重。

1.1 冲压工艺的特点

冲压工艺是塑性加工的基本方法之一。它建立在金属塑性变形的基础上,一般在室温下,利用模具和冲压设备对板料金属施加一定的压力,使之产生分离和塑性变形,从而获得所需要形状和尺寸的零件。它主要用于加工板料零件,所以有时又称板料冲压。冲压不仅可以加工金属板料,而且也可以加工非金属板料。

冲压加工相对于铸造、锻造和切削加工等其他成形方法具有以下特点:

①生产率高、操作简单、节省能源。由于冲压生产坯料一般是比较薄的板料,变形抗力较低,因此一般不需要对坯料进行加热,节省能源。高速冲床每分钟可生产成百上千件零件,操作工艺方便,便于机械化与自动化,特别适合大量生产。

②材料利用率高,批量生产成本较低。由于冲压加工是冷成形,容易实现无切削加工,节约原料,材料的利用率可高达75%~95%,经济效益好。

③产品尺寸精度高,质量稳定。冲压件的尺寸公差由冲模精度来保证,一般精度可达IT8~IT10,最高达IT7。产品尺寸稳定、互换性好。

④冲压产品壁薄、质轻、刚度好,可以加工形状复杂的零件,小到钟表、大到汽车纵梁、覆盖件等。

⑤冲压制模成本高。冲压模具是技术密集型产品,制造复杂、周期长、技术要求高、制造费用高(占产品成本的10%~30%),因而不适用于小批量产品生产。

⑥冷冲压工艺受材料塑性和变形抗力的限制,不适合加工形状复杂的厚壁零件。

⑦冲压加工噪声大,手工操作劳动强度大,安全性较差。

1.2 冷冲压的应用

由于冷冲压具有表面质量好、重量小、成本低的优点,它还是一种经济的加工方法,因而冲压工艺在机械制造业中得到广泛应用。在汽车、拖拉机、电器、电子、仪表、飞机、导弹,以及日用品中随处可见冷冲压产品,如不锈钢饭盒、搪瓷盆、高压锅、汽车覆盖件、冰箱门板、电子电器上的金属零件、枪炮弹壳等。据不完全统计,冲压件在汽车、拖拉机行业中约占60%,在电子工业中约占85%,而在日用五金产品中约占90%。如一辆新型轿车投产需配套2000副以上各类专用模具;一台冰箱投产需配套350副以上各类专用模具;一台洗衣机投产需配套200副以上各类专用模具。

可以说,一个国家模具工业发展的水平能反映出这个国家现代化、工业化的发展程度。对于一个地区来说也是如此。目前世界各主要工业国,其锻压机床的产量和拥有量都已超过机床总数的50%,美国、日本等国的模具产值也已超过机床工业的产值,在我国,近年来锻压机床的增长速

度已超过了金属切削机床的增长速度,板带材的需求也逐年增长,据专家预测,今后各种机器零件中粗加工 75%以上、精加工 50%以上要采用压力加工,其中冷冲压占有相当大的比例。

1.3 冲压技术的现状与发展趋势

1.3.1 我国冲压技术的历史与现状

据考古发现,早在 2000 多年前,我国已有冲压模具被用于制造铜器,证明我国古代冲压成形和冲压模具方面的成就已处于世界领先地位。

1953 年,长春第一汽车制造厂首次建立了冲模车间,于 1958 年开始制造汽车覆盖件模具,20 世纪 60 年代开始生产精冲模具。

在国家产业政策正确引导下(退税),经过多年努力,现在我国冲压模具的设计与制造能力已达到较高水平,已形成了产出达 300 多亿元各类冲压模具的生产能力。大型冲压模具已能生产单套重量达 50 t 的模具;国内也能为中档轿车生产配套的覆盖件模具;国内已有多家企业能够生产寿命 2 亿次左右的多工位级进模,精度可达 $1\sim 2\ \mu\text{m}$ 。

表面粗糙度达到 $Ra\leq 1.5\ \mu\text{m}$ 的精冲模,大尺寸($\phi\geq 300\ \text{mm}$)精冲模及中厚板精冲模的生产在国内也已达到相当高的水平。但是,与发达国家相比,我国模具的设计、制造能力仍有较大差距。

差距主要表现在如下两方面:

①在高档轿车和大中型汽车覆盖件模具及高精度冲模的模具结构与生产周期方面存在一定差距。

②在标志冲模技术先进水平的多工位级进模的制造精度、使用寿命、模具结构和功能方面存在一定差距。

1.3.2 冲压技术的发展趋势

(1) 冲压工艺

为了提高生产率和产品质量,降低成本和扩大冲压工艺的应用范围,研究和推广各种冲压新工艺是冲压技术发展的重要趋势。

近几年来国内外开始采用有限元法对复杂成形件(如汽车覆盖件)的成形过程进行应力、应变分析和计算机模拟,以预测某一工艺方案对零件成形的可能性和可能会出现的问题,将结果显示出来,供设计人员进行修改和选择。这样,不但可以节省模具试制费用,缩短新产品的试制周期,还可以逐步建立一套能结合生产实际的先进设计方法,既促进了冲压工艺的发展,也将使塑性成形理论逐步完善以对生产实际起到切实的指导作用。

目前,国内外涌现并迅速用于生产的冲压先进工艺有:精密冲压、柔性模(软模)成形、超塑性成形、无模多点成形、爆炸和电磁等高能成形、高效精密冲压技术以及冷挤压技术等。

(2) 冲模设计与制造

在冲模设计与制造上,有两种趋向应给予足够的重视。

①冲模结构与精度正朝着两个方向发展。一方面为了适应高速、自动、精密、安全等大批量自动化生产的需要,冲模正向高效、精密、长寿命、多工位、多功能方向发展。另一方面,为适应市场上产品更新换代迅速的要求,各种快速成形方法和简易经济冲模的设计与制造也得到迅速发展。

②模具设计与制造的现代化。计算机技术、信息技术等先进技术在模具技术中得到了广泛的

应用,使得模具设计与制造水平发生了深刻的革命性变化。

为了加快产品的更新换代,缩短模具设计、制造周期,工业先进国家正在大力开展模具计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)的研究,并应用在生产中。现在各种加工中心、高速铣削、精密磨削、电火花铣削加工、慢走丝线切割、现代检测技术等已全面走向数控(NC)或计算机数控化(CNC)。采用这一技术,一般可以使模具设计制造效率提高2~3倍,最终实现模具CAD/CAM一体化。应用这一技术,不仅可以缩短模具设计制造周期,还可以提高模具质量,减少设计和制造人员的重复劳动,使设计者有可能把精力用在创新开发上。

在模具材料及热处理、模具表面处理等方面,国内外都进行了大量的研制工作,并取得了很好的实际效果。冲模材料的发展方向是研制高强韧性冷作模具钢,如65Nb、LD1、LM1、LM2等就是我国研制的性能优良的冲模材料。

模具的标准化和专业化生产,已得到模具行业的广泛重视。

模具标准化是组织模具专业化生产的前提,模具专业化生产是提高模具质量、缩短模具制造周期、降低成本的关键(先进国家模具标准化已达到70%~80%)。

(3) 冲压设备及冲压自动化

性能良好的冲压设备是提高冲压生产技术水平的基本条件。为了满足大批量生产的需要,冲压设备由低速压力机发展到高速自动压力机。国外还加强了由计算机控制的现代化全自动冲压加工系统的应用,使冲压生产达到高度自动化,从而减轻劳动强度、提高生产效率。高效率、高精度、长寿命的冲模需要高精度、高自动化的冲压设备与之相匹配;为了满足新产品小批量生产的需要,冲压设备需要向多功能、数控方向发展;为了提高生产效率并符合安全生产要求,应大量投入各种使用自动化装置,如机械手乃至机器人的冲压自动生产线和高速压力机。

(4) 适应产品更新换代快和生产批量小的特点

为满足产品更新换代和小批量生产的需要,研发了一些新的成形工艺(如高能成形等)、简易模具(如软模和低熔点合金模等)、组合模具、数控冲压设备和冲压柔性制造系统(FMS)等。这样,使得冲压生产既适合大批量生产,也适合小批量生产。

(5) 冲压基本原理和改进板料性能的研究

冲压工艺、冲模设计与制造方面的发展,均与冲压变形基本原理的研究进展密不可分,以此提高其成形能力和使用效果。例如,板料冲压工艺性能的研究,冲压成形过程应力应变分析和计算机模拟,板料变形规律的研究,从坯料变形规律出发进行坯料与冲模之间相互作用的研究,在冲压变形条件下的摩擦、润滑机理方面的研究等,都为建立紧密结合生产实际的先进冲压工艺及模具设计方法打下了基础。

目前,世界各先进工业国不断研制出冲压性能良好的板材,以提高模具的冲压成形能力。例如,研制高强度钢板,用来生产汽车覆盖件,以减轻零件重量和提高其结构强度。

1.4 冲压工序分类

冷冲压加工的零件,由于其形状、尺寸、精度要求、生产批量、原材料性能等各不相同,因此生产中所采用的冷冲压工艺方法也是多种多样的,概括起来可分为两大类,即分离工序(见表1-1)和成形工序(见表1-2)。

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后,使坯料发生断裂而产生分离。分离工序又可分为落料、冲孔、剖切、切边和剪切等,其目的是在冲压过程中使冲压件与板料沿一定的轮廓线相互分离,同时,冲压件分离断面的质量,也要满足一定的要求。

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,但未达到强度极限,使坯料产生塑性变形,成为具有一定形状、尺寸与精度的冲压件的加工工序。成形工序主要有弯曲、拉深、翻边、旋压、胀形、缩口等,其目的是使冲压毛坯在不被破坏的条件下发生塑性变形,成为所要求的成品形状,同时也达到尺寸精度方面的要求。

在实际生产中,当生产批量较大时,往往采用组合工序,即把两个以上的单独工序组成一道工序,构成复合、级进、复合-级进的组合工序。

为了进一步提高劳动生产效率,充分发挥冲压的优点,还可以利用冲压方法进行产品的部分些装配工作,如微型电动机定转子铁芯的冲压与叠装。

表 1-1 分离工序

工序	图 例	特点及应用范围
落料		用模具沿封闭线冲切板料,冲下的部分为工件,其余部分为废料
冲孔		用模具沿封闭线冲板材,冲下的部分为废料
剪切		用剪刀或模具切断板材,切断线不封闭
切口		在坯料上将板材部分切开,切口部分发生弯曲
切边		将拉深或成形后的半成品边缘部分的多余材料切掉
剖切		将半成品切分成两个或几个工件,常用于成双冲压

表1-2 成形工序

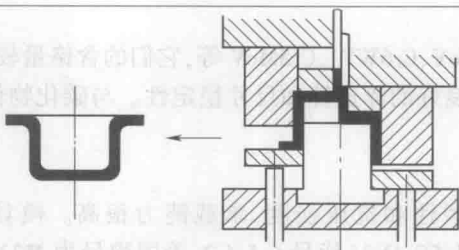
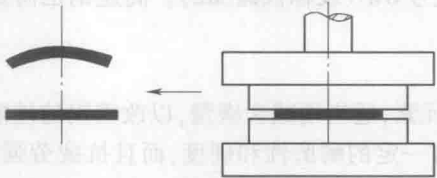
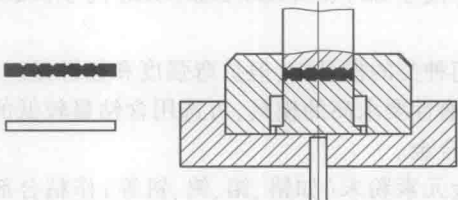
工序	图 例	特点及应用范围
弯曲		用模具使材料弯曲成一定形状
卷圆		将板料端部卷圆
扭曲		将平板毛坯的一部分相对于另一部分扭转一个角度
拉深		用减小壁厚,增加工件高度的方法来改变空心件的尺寸,得到要求的底厚、壁薄的工件
变薄拉深		将板料或工件上有孔的边缘翻成竖立边缘
孔的翻边		将板料或工件上有孔的边缘翻成竖立边缘
翻边		将工件的外缘翻边成圆弧或曲线状的竖立边缘

图 1-1-1 冲压成形工艺

续上表

工序	图 例	特点及应用范围
缩口		将空心件的口部缩小
扩口		将空心件的口部扩大,常用于管
起伏		在板料或工件上压出肋条、花纹或文字,在起伏处的整个厚度上都有变薄
卷边		将空心件的边缘卷边,呈一定的形状
胀形		使空心件(或管料)的一部分沿径向扩张,呈凸肚形
旋压		利用擀棒或滚轮将板料毛坯压成一定形状(分厚度变薄与厚度不变两种)

续上表

工序	图 例	特点及应用范围
整形		把形状不太准确的工件校正成形
校平		将毛坯或工件不平的面或弯曲予以压平
压印		改变工件厚度,在表面上压出文字或花纹

1.5 冲压模具材料和冲压产品的材料

1.5.1 冲压模具材料

冲压模具的材料有钢材、硬质合金、钢结硬质合金、锌基合金、低熔点合金、铝青铜、高分子材料等。目前制造冲压模具的材料绝大部分以钢材为主,常用的模具工作部件材料的种类有碳素工具钢、低合金工具钢、高碳高铬、中铬工具钢、中碳合金钢、高速钢、基体钢、硬质合金和钢结硬质合金等。

(1) 碳素工具钢

在模具中应用较多的碳素工具钢为 T8A、T10A 等,其优点为加工性能好、价格便宜,但淬透性和红硬性差、热处理变形大、承载能力较低。

(2) 低合金工具钢

低合金工具钢是在碳素工具钢的基础上加入了适量的合金元素。与碳素工具钢相比,减少了淬火变形和开裂倾向,提高了钢的淬透性和耐磨性。用于制造模具的低合金钢有 CrWMn、9Mn2V、7CrSiMnMoV(代号 CH-1)、6CrNiSiMnMoV(代号 GD)等。

(3) 高碳高铬工具钢

常用的高碳高铬工具钢有 Cr12、Cr12MoV、Cr12Mo1V1(代号 D2)和 SKD11,它们具有较好的淬透性、淬硬性和耐磨性,热处理变形很小,为高耐磨微变形模具钢,承载能力仅次于高速钢。但碳

化物偏析严重,必须进行反复锻拔(轴向锻、径向拔)改锻,以降低碳化物的不均匀性,提高其使用性能。

(4) 高碳中铬工具钢

用于模具的高碳中铬工具钢有 Cr4W2MoV、Cr6WV、Cr5MoV 等,它们的含铬量较低,共晶碳化物少,碳化物分布均匀,热处理变形小,具有良好的淬透性和尺寸稳定性。与碳化物偏析相对较严重的高碳高铬钢相比,性能有所改善。

(5) 高速钢

高速钢具有模具钢中较高的硬度、耐磨性和抗压强度,承载能力很高。模具中常用的有 W18Cr4V(代号 8-4-1)和含钨量较少的 W6Mo5Cr4V2(代号 6-5-4-2,美国牌号为 M2),以及为提高韧性开发的降碳降钨高速钢 6W6Mo5Cr4V(代号 6W6 或称低碳 M2)。高速钢也需要改锻,以改善其碳化物分布。

(6) 基体钢

在高速钢的基本成分上添加少量的其他元素,适当增减含碳量,以改善钢的性能,这样的钢种统称基体钢。它们不仅有高速钢的特点,具有一定的耐磨性和硬度,而且抗疲劳强度和韧性均优于高速钢,为高强韧性冷作模具钢,其材料成本却比高速钢低。模具中常用的基体钢有 6Cr4W3Mo2VNb(代号 65Nb)、7Cr7Mo2V2Si(代号 LD)、5Cr4Mo3SiMnVAL(代号 012AL)等。

(7) 硬质合金和钢结硬质合金

硬质合金的硬度和耐磨性高于其他任何种类的模具钢,但抗弯强度和韧性差。用作模具的硬质合金是钨钴类硬质合金,对冲击性小而耐磨性要求高的模具,可选用含钴量较低的硬质合金;对冲击性大的模具,可选用含钴量较高的硬质合金。

钢结硬质合金是以铁粉加入少量的合金元素粉末(如铬、钼、钨、钒等)作粘合剂,以碳化钛或碳化钨为硬质相,用粉末冶金方法烧结而成。钢结硬质合金的基体是钢,克服了硬质合金韧性较差、加工困难的缺点,可以切削、焊接、锻造和热处理。钢结硬质合金含有大量的碳化物,虽然硬度和耐磨性低于硬质合金,但仍高于其他钢种,经淬火、回火后硬度可达 68~73HRC。

(8) 新材料

冲压模具使用的材料属于冷作模具钢,是应用量大、使用面广、种类最多的模具钢,其主要性能要求为强度、韧性、耐磨性。目前冷作模具钢的发展趋势是在高合金钢 D2(相当于我国 Cr12MoV)性能基础上,分为两大分支:一种是降低含碳量和合金元素量,提高钢中碳化物分布均匀度,突出提高模具的韧性,如美国钒合金钢公司的 8CrMo2V2Si、日本大同特殊钢公司的 DC53(Cr8Mo2SiV)等;另一种是以提高耐磨性为主要目的,以适应高速、自动化、大批量生产而开发的粉末高速钢,如德国的 320CrVMo13 等。

1.5.2 冲压产品的材料

对冲压所用材料的要求。冲压所用材料不仅要满足制件设计的技术要求,还要满足冲压工艺的要求。工艺要求主要是应具备良好的塑性。在变形工序中,塑性好的材料,其允许的变形程度大,这样可以减少工序及中间退火次数,甚至不需要中间退火。对于分离工序,也要求材料具有一定的塑性,同时应具有光洁整平、无缺陷损伤的表面状态,表面状态好的材料加工时不易破裂,也不易擦伤模具,冲出的制件表面状态也好。材料厚度的公差应符合国家标准规定,因为一定的模具间隙,适应于一定材料厚度的公差,厚度公差太大不仅会影响制件的质量,还可能导致产生废品并损坏模具。

冲压材料的种类:冲压生产最常用的材料是金属板料,有时候也会用非金属板料。金属板料