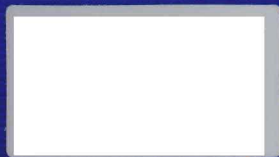


冲压手册

第3版

重庆大学 王孝培◎主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



冲压手册

第 3 版

主编 王孝培
参编 储家佑 何大钧
曾健华 温彤



机械工业出版社

本手册对冲压工艺及模具设计进行了全面系统的论述。手册共有 15 章和附录, 主要内容包括概论、冲裁、弯曲、拉深、成形、连续冲压工艺及模具设计、管材冲压、模具结构及设计、硬质合金模具及简易模具、数字化技术及其在冲压领域中的应用、模具材料及热处理、压力机、冲压生产自动化与安全技术等。对非金属材料冲裁, 精密冲裁方法, 板料冲压性能及试验方法, 冲压用原材料, 特种拉深, 大型覆盖件拉深, 反求工程及快速原型技术在冲压生产中的应用, 氮气弹簧技术的应用以及冲压柔性加工系统、激光成形等方面的内容, 也作了适量的介绍。手册还编入了冲压工艺及冲模设计典型实例、模具标准件以及必要的设计资料。全书内容丰富, 实用性强, 运用面广。

本手册可供从事冲压工艺及模具设计、制造工程的技术人员使用, 亦可供有关的科研人员及大专院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压手册/王孝培主编. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2011. 7
ISBN 978 - 7 - 111 - 35482 - 6

I. ①冲… II. ①王… III. ①冲压 - 技术手册
IV. ①TC38 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 152671 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑: 倪少秋 责任编辑: 倪少秋 版式设计: 霍永明
封面设计: 马精明 责任校对: 胡艳萍 责任印制: 杨曦
刘秀丽
北京京丰印刷厂印刷
2012 年 10 月第 3 版 · 第 1 次印刷
184mm × 260mm · 72.75 印张 · 2 插页 · 2048 千字
标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 35482 - 6
定价: 198.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面防伪标均为盗版

前 言

近年来冲压技术发展迅速，模具成形已成为当今工业生产的重要手段，出现了许多新的研究成果与加工方法，数字化技术在冲压领域中的应用日益广泛，从而大大提高了冲压技术水平。为此，《冲压手册》第3版在第2版的基础上进行了必要的修订，以适应技术发展和社会需求。

此次修订工作，本着尽量反映当今国内外最新冲压技术成果的原则，不仅对近年来国内成熟的研究成果及实际生产经验加以总结、补充，而且还结合我国国情适当介绍了国外的新工艺、新技术，对本手册内容进行了删减、充实和提高。在编写上，注重理论联系实际，突出实用特点，引用理论以能说明冲压成形规律为限；所列各种计算公式、数据、图表资料着重于应用。全书力求内容丰富，重点突出，深入浅出，通俗易懂，并配以实例，便于读者自学、理解和掌握。

本手册共有15章和附录。第一、第二、第三、第七、第八章由重庆大学王孝培编写；第四、第六、第十三、第十五章由西安交通大学储家佑编写；第十二、第十四章及附录由重庆大学何大钧编写；第九章由贵州省机械研究所曾健华编写；第十章由重庆大学温彤编写；第五章由储家佑和王孝培编写；第十一章由何大钧和王孝培编写。全书由王孝培主编，四川省机械设计院谢懿主审。

由于编者水平有限，本次修订工作中还可能存在不少缺点和错误，虽经校对，但疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	
第一章 概论	1
第一节 冲压工序的分类	1
第二节 冲压成形的变形力学特点与分类	5
第三节 板料冲压性能及试验方法	7
一、模拟试验	8
二、板料拉伸试验	11
第四节 成形极限	16
一、成形极限图 (FLD) 的制作	16
二、FLD 在生产中的应用	17
第五节 冲压用原材料	18
一、常用板料的冲压性能	18
(一) 普通钢板	18
(二) 不锈钢板	21
(三) 铝及铝合金板	21
(四) 铜及铜合金板	22
(五) 钛及钛合金板	23
(六) 常用金属材料的力学与成形性能	25
二、冲压常用材料的种类、性能和规格	25
(一) 材料的种类	25
(二) 材料性能	26
(三) 材料规格	26
三、冲压用新材料	26
(一) 高强度钢板	26
(二) 复合板料	27
(三) 涂层板料	29
(四) 镁合金板	29
第二章 冲裁	31
第一节 冲裁过程变形分析	31
一、冲裁过程	31
二、变形过程力学分析	32
第二节 冲裁间隙	33
一、间隙的影响	33
(一) 对冲裁质量的影响	33
(二) 对模具寿命的影响	34
(三) 对冲裁力的影响	35
二、间隙的确定	35
(一) 理论确定法	35
(二) 查表选取法	36
第三节 冲裁力和冲裁功	39
一、冲裁力的计算	39
二、降低冲裁力的方法	39
(一) 材料加热冲裁	39
(二) 阶梯凸模冲裁	39
(三) 用斜刃口模具冲裁	40
三、卸料力、推件力和顶件力	42
四、冲裁功	43
(一) 平刃冲裁功	43
(二) 斜刃冲裁功	44
第四节 排样与材料的经济利用	44
一、材料的利用率	44
二、排样方法	45
三、搭边及条料宽度	47
第五节 冲裁件的工艺性	50
一、冲裁件的形状和尺寸	50
二、冲裁件的精度与表面粗糙度	52
第六节 冲模刃口尺寸的计算	54
一、尺寸计算原则	54
二、尺寸计算方法	54
(一) 凸模与凹模分开加工	54
(二) 凸模与凹模配合加工	57
第七节 非金属材料冲裁	60
一、热塑性塑料板的剪切	60
二、酚醛树脂层压板的剪切	61
三、非金属材料冲裁模	63
第八节 精密冲裁方法	65
一、精密冲裁的几种工艺方法	65
二、精冲 (齿圈压板冲裁)	66
(一) 精冲的主要特点	66
(二) 精冲零件的工艺性	69
(三) 精冲压力	73
(四) 精冲间隙	74
(五) 凸模和凹模尺寸	74
(六) 排样与搭边	75
(七) 齿圈尺寸	75

第三章 弯曲	78	三、凸、凹模间隙	105
第一节 弯曲变形特点	79	四、凸、凹模工作部分尺寸与公差	105
第二节 弯曲件毛坯长度的计算	79	第九节 弯曲件的工序安排	106
一、应变中性层的确定	79	第十节 板料的折弯	108
二、毛坯展开尺寸的计算	80	一、V形弯曲模	108
(一) 圆角半径 $r \geq 0.5t$ 的弯曲件	80	二、L形与U形弯曲模	108
(二) 圆角半径 $r < 0.5t$ 的弯曲件	84	三、卷边模	109
(三) 铰链式弯曲件毛坯尺寸的计算	86	四、卷管模	109
(四) 棒料弯曲件毛坯尺寸的计算	86	五、双折弯曲模	110
第三节 最小弯曲半径	86	六、折叠模	110
一、最小弯曲半径的理论计算	87	七、锁扣模	111
二、最小弯曲半径的影响因素	87	八、箱形弯曲模	111
第四节 弯曲件的回弹	90	九、异形件弯曲模	111
一、相对弯曲半径 r/t 较小的工件	91	第十一节 弯曲件常见缺陷及消除方法	112
二、相对弯曲半径 r/t 较大的工件	93	第四章 拉深	115
第五节 弯曲力的计算	95	第一节 拉深变形分析	115
一、自由弯曲力	95	一、圆筒形件的拉深过程	115
二、校正弯曲力	96	二、起皱与破裂	117
三、顶件力或压料力	97	三、拉深成形极限	117
四、弯曲时压力机压力的确定	97	第二节 拉深件的工艺性	117
第六节 弯曲件的工艺性	97	第三节 圆筒形件的拉深工序计算	121
一、弯曲半径	97	一、修边余量的确定	121
二、弯曲件直边高度	97	二、毛坯尺寸计算	122
三、弯曲件的孔边距	98	(一) 形状简单的旋转体拉深件的毛坯直径	122
四、弯曲件形状和尺寸的对称性	98	(二) 形状复杂的旋转体拉深件的毛坯直径	128
五、部分边缘弯曲	99	三、圆筒形拉深件的拉深系数和拉深次数	137
六、弯曲件的宽度	99	(一) 无凸缘筒形件的拉深系数和拉深次数	139
七、弯曲件的精度	99	(二) 带凸缘筒形件的拉深系数	144
第七节 提高弯曲件质量的工艺措施	100	(三) 带凸缘筒形件的工序计算	146
一、减少回弹的措施	100	第四节 回转体阶梯形零件的拉深	153
(一) 合理设计产品	100	一、阶梯形零件的一次拉深	153
(二) 提高变形程度和校正作用	100	二、阶梯形零件的多次拉深	154
(三) 补偿法	100	第五节 锥形件、球形件、抛物线形件的拉深	156
(四) 纵向加压法	101	一、曲面回转体零件拉深成形的特点	156
(五) 拉弯法	101	二、锥形件的拉深	158
(六) 软模法	101	(一) 概述	158
二、防止弯裂的措施	101	(二) 成形极限	159
三、克服偏移的措施	102	(三) 成形方法	160
第八节 弯曲模工作部分尺寸计算	103	三、球形件的拉深	167
一、凸、凹模的圆角半径	103	(一) 半球形件	167
(一) 凸模圆角半径 r_p	103		
(二) 凹模圆角半径 r_d	104		
二、凹模深度	104		

(二) 浅球形件	170	(一) 大型覆盖件的拉深特点和 分类	217
(三) 椭球形件	171	(二) 大型覆盖件的拉深工艺性	219
四、抛物线形件的拉深	171	(三) 大型覆盖件拉深成形对原 材料的要求	221
(一) 浅抛物线形件 ($h/d \leq 0.5 \sim$ 0.6)	172	(四) 制订大型覆盖件拉深工序 的工艺要素	222
(二) 深抛物线形件 ($h/d > 0.6$)	172	(五) 大型覆盖件拉深模的调试	229
第六节 盒形件的拉深	176	第九节 特种拉深	235
一、盒形件的毛坯计算	176	一、软模拉深	235
(一) 盒形件的修边余量	176	(一) 软凸模拉深	235
(二) 低盒形件的毛坯计算	177	(二) 软凹模拉深	236
(三) 高盒形件的毛坯计算	180	二、对向液压拉深	240
二、盒形件的拉深系数、拉深次数及 工序尺寸的计算	180	(一) 基本原理	241
(一) 低盒形件工序尺寸计算 程序	181	(二) 变形特点	242
(二) 高盒形件工序尺寸计算 程序	182	(三) 工艺要点	245
三、盒形件拉深工序计算的新方法	189	(四) 典型模具结构及工作过程	249
(一) 变形分析	189	(五) 对向液压拉深的复合工艺及 新方法	251
(二) 低盒形件拉深	191	三、差温拉深	253
(三) 椭圆形件的拉深	193	(一) 局部加热并冷却毛坯的 拉深	254
(四) 高盒形件拉深	198	(二) 深冷拉深	254
第七节 其他拉深方法	201	(三) Zn-Al 系超塑性合金的差温 拉深	255
一、反拉深	201	四、流动控制成形	255
(一) 反拉深的分类及用途	201	(一) 流动控制成形技术的特点	257
(二) 反拉深的特点	202	(二) 流动控制成形对模具和毛坯 材料的要求	258
二、锥形压边圈的拉深	202	第十节 拉深模工作部分参数	258
三、变薄拉深	203	一、拉深模的凸凹模间隙确定	258
(一) 变薄拉深工艺的特点	203	二、拉深模工作部分尺寸的确定	259
(二) 变薄拉深形式	204	三、拉深凸模与凹模的圆角半径	261
(三) 变薄拉深变形分析	205	第十一节 压边圈的采用条件及其 类型	263
(四) 变薄拉深工序的计算程序	207	一、采用压边圈的条件	263
(五) 多层凹模变薄拉深	210	二、压边力的计算	264
(六) 变薄拉深模具工作部分形状 与尺寸	212	三、压边装置的类型	264
第八节 大型覆盖件的拉深	213	四、压边圈的形式	266
一、大型覆盖件的结构特点和变形 分析	213	第十二节 拉深力和拉深功的计算	267
(一) 大型覆盖件结构特点 解析	213	一、拉深力	267
(二) 大型覆盖件冲压成形过程中 的变形特点	215	二、压床吨位的选择	270
(三) 大型覆盖件的变形分析 方法	216	三、拉深功	270
二、大型覆盖件的拉深成形工艺	217	第十三节 典型零件拉深工序安排 实例	271

第十四节 拉深辅助工序	277	(三) 工艺参数	325
一、退火	277	(四) 典型零件的液压胀形工艺	325
二、酸洗	278	第七节 激光弯曲成形	328
三、润滑	279	一、激光弯曲成形工艺过程	329
第十五节 拉深件的质量分析与控制	281	二、激光成形机上的成形过程	329
一、拉深件常见废次品形式及预防 措施	281	三、影响板料激光弯曲成形的技术 参数	330
二、拉深件质量控制要点	286	第八节 蠕变成形	331
第五章 成形	290	第九节 多点成形和单点渐近成形	333
第一节 翻边	290	一、板料多点成形技术	334
一、孔的翻边	290	(一) 多点成形原理	334
(一) 圆孔翻边	290	(二) 基本成形方式	334
(二) 非圆孔翻边	292	(三) 多点成形件的质量控制	335
二、外缘翻边	293	(四) 多点成形设备的构成	336
(一) 平面外缘翻边	293	二、板料单点渐近成形技术	337
(二) 曲面外缘翻边	295	(一) 单点渐近成形的基本原理	337
三、变薄翻边	297	(二) 单点渐近成形机床	337
(一) 变形特点	297	(三) 单点渐近成形技术特点	338
(二) 工艺计算	298	第十节 拉力成形与扩展成形	338
第二节 缩口和扩口	299	一、拉力成形	338
一、缩口	299	二、扩展成形	339
二、扩口	301	第六章 连续冲压工艺及模具设计	342
第三节 校平、整形与压印	302	第一节 连续冲压工艺特点与高效、 精密、长寿命多工位级进模的 发展	342
一、校平	302	第二节 精密多工位级进模的排样 设计	343
二、整形	303	一、排样设计应遵循的原则	344
三、校平与整形力	304	二、排样的内容与类型	346
四、压印	304	(一) 工序排样的内容	346
第四节 胀形	305	(二) 工序排样的基本类型	347
一、变形特点	305	三、载体设计	350
二、平板毛坯的局部胀形	306	(一) 无载体	351
三、圆柱形空心坯料的胀形	308	(二) 边料载体	351
四、胀形力	310	(三) 双侧载体	351
第五节 旋压	311	(四) 单侧载体	352
一、普通旋压	311	(五) 中间载体	353
二、变薄旋压	315	(六) 双桥载体	354
第六节 液压成形	317	(七) 其他形式的载体	354
一、板料液压成形	319	四、冲切刃口分段设计	354
(一) 液压成对成形	319	五、空工位及步距设计	357
(二) 球形容器整体无模液压 胀形	319	(一) 空工位	357
(三) 粘性介质压力成形	320	(二) 步距基本尺寸与步距精度	358
(四) 带轮的液压胀形	321	六、定位方式选择与设计	359
二、管材液压成形	324	(一) 定位方式	359
(一) 概述	324		
(二) 管材液压成形特点	324		

(二) 侧刃设计	360	二、管材剖口	412
(三) 导正孔设计	360	三、管材冲孔	415
七、排样图工位设计	361	第二节 管材弯曲	418
(一) 连续冲裁工序设计要点	361	一、管材弯曲变形量及最小弯曲半径	418
(二) 连续弯曲工序设计要点	363	二、管材截面形状畸变及其防止	419
(三) 连续拉深工序设计要点	365	三、弯曲力矩的计算	422
(四) 排样图实例	366	第三节 管材翻卷成形	423
第三节 带料连续拉深工艺设计	369	一、管材外翻卷成形	424
一、带料连续拉深的分类及应用范围	369	二、管材内翻卷成形	427
二、带料连续拉深的料宽和步距的计算	370	三、非常规翻卷成形	428
三、带料连续拉深的拉深系数和拉深相对高度	371	第八章 模具结构及设计	432
(一) 无工艺切口的带料连续拉深系数	371	第一节 冲模分类	432
(二) 有工艺切口的带料连续拉深系数	372	第二节 冲模的典型结构和特点	433
四、带料连续拉深的工序计算程序	373	一、单工序模	433
五、小型空心件带料连续拉深的经验算法	379	(一) 冲裁模	433
第四节 高效、精密、长寿命多工位级进模设计与制造要点	382	(二) 弯曲模	437
一、采用刚性好和精度高的模架	382	(三) 拉深模	439
二、采用浮动导料装置	384	二、复合模	441
三、凸、凹模选材优质, 制造精密, 装配方式新颖	385	(一) 凸凹模的最小壁厚	441
四、合理布置导正销	389	(二) 复合模正装和倒装的比较	442
五、防止工件和废料回升	389	(三) 出件装置	444
六、设置加工方向转换机构	390	(四) 复合模的典型结构	446
七、设置调节机构	392	三、连续模	448
八、采用工件导出管	392	(一) 常见级进模的工序组合方式	449
九、装设灵敏、可靠的自动监测装置	393	(二) 级进模的典型结构	450
十、精密多工位级进模的典型示例	394	第三节 冲模主要零部件的结构及设计	452
(一) 定转子铁心高速冲裁工艺与模具结构	394	一、冲模主要零部件分类	452
(二) 引线框架冲裁、压平自动切断级进模	397	二、冲模零部件设计	453
(三) 接插件端子多工位级进模	400	(一) 工作零件	453
(四) 带料连续拉深多工位级进模	405	(二) 定位装置(零件)	469
第七章 管材冲压	409	(三) 压料、卸料及推(顶)件装置	477
第一节 管材冲切加工	409	(四) 导向零件	489
一、管材切断	409	(五) 固定与紧固零件	492
		第四节 大型覆盖件冲压模具	494
		一、覆盖件拉深模	494
		(一) 单动拉深模结构	494
		(二) 双动拉深模典型结构	494
		(三) 凸模、凹模及压边圈的结构尺寸	495
		(四) 拉深筋(拉深槛)的种类及结构	496
		二、覆盖件修边模	497

(一) 确定修边方式	497	三、锌基合金模具应用实例	534
(二) 确定定位方式	497	第三节 聚氨酯弹性体模具	537
(三) 斜楔机构	498	一、聚氨酯弹性体冲压加工板料的许	
(四) 确定修边模镶件	502	用厚度	537
(五) 修边模镶件材料	504	二、聚氨酯弹性体冲裁模	537
三、覆盖件翻边模	504	(一) 聚氨酯弹性体冲裁模的	
(一) 主要翻边模类型与典型		冲裁机理	537
结构	504	(二) 聚氨酯弹性体冲裁模的设计	538
(二) 翻边凸模的扩张结构	505	(三) 聚氨酯弹性体冲裁模应用	
(三) 凹模镶件	505	实例	541
(四) 翻边模材料	505	三、聚氨酯弹性体弯曲模	541
第五节 冲模设计要点	505	(一) 聚氨酯弹性体弯曲模的特点	541
一、模具总体结构形式的确定	505	(二) 设计聚氨酯弹性体弯曲模应当	
二、冲模压力中心	507	注意的问题	541
(一) 解析法	507	(三) V形及U形零件的弯曲	542
(二) 作图法	512	(四) 弯曲力计算	542
三、冲压设备的选用	513	(五) 聚氨酯弹性体弯曲模举例	543
(一) 冲压设备类型的选择	513	(六) 各种弯曲件所用容框结构与	
(二) 确定设备规格	514	成形方法	543
四、冲模零部件的技术要求	521	(七) 特种弯曲工艺	544
五、冲模设计中的安全措施	521	(八) 聚氨酯弹性体包层辊弯曲工艺	545
六、模具总图绘制及零件图测绘	521	四、聚氨酯弹性体成形模	545
第九章 硬质合金模具及简易模具	523	(一) 胀形工艺及模具结构	545
第一节 硬质合金模具	523	(二) 局部成形	546
一、材质的选择	523	第四节 薄板冲模	547
(一) 硬质合金	523	一、薄板冲模的冲裁原理	547
(二) 钢结硬质合金	524	二、薄板凹模	547
二、硬质合金模具设计注意事项	524	三、薄板冲模设计	547
三、硬质合金模具应用及发展	525	(一) 凸模的设计	547
第二节 锌基合金模具	525	(二) 凸、凹模尺寸计算	548
一、锌基合金冲裁模	526	第五节 钢皮冲模	548
(一) 锌基合金冲裁模的冲裁		一、钢皮冲模的分类	548
机理	526	二、凸、凹模尺寸的决定和间隙	548
(二) 锌基合金冲裁模的设计	527	三、钢皮刀刃的设计	549
(三) 锌基合金冲裁模的制模		四、内外模板的设计	549
工艺	528	五、顶料与卸料	550
(四) 锌基合金冲裁模使用注意		六、钢皮冲模应用实例	550
事项	532	第六节 组合冲模	551
(五) 锌基合金冲裁模的结构及		一、通用可调式组合冲模	551
应用举例	532	(一) 分段冲压的工作原理	551
二、锌基合金成形模和拉深模	533	(二) 各单元冲模的设计原理	551
(一) 锌基合金成形模和拉深模		(三) 单元冲模的选配	551
的设计	533	二、弓形架式组合冲模	551
(二) 锌基合金成形模和拉深模		三、积木式组合冲模	552
的制模工艺	533	(一) 积木式组合冲模基本概念	552

(二) 元件的设计原则	553	(CAM)	573
(三) 模具的组装	554	(三) 生产组织与管理	573
四、分段冲压工艺要求	557	(四) 其他应用	575
(一) 工序顺序安排的基本原则	558	四、冲压 CAD/CAM 系统的功能要求	
(二) 选择定位基准的原则	558	与关键技术	575
五、通用模架式组合冲模	559	(一) 冲压 CAD/CAM 系统的功能	
(一) 通用模架式组合冲模的结构		要求	575
原理	559	(二) 冲压 CAD/CAM 系统的关键	
(二) 通用模架式组合冲模的主要		技术	575
特点	559	五、冲压 CAD/CAM 的发展	577
(三) 元件设计要求	561	第二节 冲裁工艺与模具 CAD	578
(四) 组装与调整	562	一、冲裁模 CAD/CAM 系统	578
六、组合冲模的应用	563	二、冲裁件工艺性判断	580
第七节 低熔点合金模具	564	三、冲裁工艺 CAD	580
一、低熔点合金的分类	564	(一) 冲裁件排样优化设计	580
(一) 铋基合金	564	(二) 冲裁件压力中心和冲裁力的	
(二) 锡基合金	564	计算及压力机选用	583
(三) 铅基合金	564	四、冲模结构 CAD	583
二、低熔点合金成形模的设计原则	564	(一) 凹模周界尺寸的确定	584
三、低熔点合金模具的铸模工艺	565	(二) 冲压零件数据库、图形库的	
四、铋锡合金自铸成形模具应用		建立及其检索	584
示例	566	(三) 推件装置设计	585
(一) 样件的设计及制作	567	(四) 卸料装置设计	585
(二) 熔箱	567	第三节 冲压模具 CAM	586
(三) 应用操作	567	一、CAM 的基本概念	586
第八节 超塑性制模	567	(一) 数控加工与数控机床	586
一、塑性与超塑性	567	(二) 数控加工的工作流程	586
二、超塑性现象的特点	568	(三) 数控加工程序的编制与	
三、Zn-Al22 合金超塑性制模	568	处理	587
(一) Zn-Al22 合金的物理、力学		(四) CAM 的发展	588
性能	568	二、数控加工在模具行业的应用	589
(二) 热挤压型腔	569	(一) 模具制造的特点	589
(三) 制造塑料模型腔	569	(二) 汽车覆盖件冲压模具 CAM	
(四) 超塑性挤压的形式和装置	569	基本流程	590
第十章 数字化技术及其在冲压领		第四节 通用商品化 CAD/CAM 软件	
域中的应用	570	简介	591
第一节 数字化技术概况	570	一、常见 CAD/CAM 软件概况	591
一、基本概念	570	二、AutoCAD 软件简介	593
二、CAD/CAM 系统的组成	571	三、UG 功能模块简介	594
(一) 硬件	571	(一) 界面 (Gateway)	594
(二) 软件	571	(二) 基本模块	594
三、数字化技术在冲压行业的应用	572	(三) CAM 模块	596
(一) 冲压工艺与模具 CAD/CAE/		(四) CAE 模块	597
CAPP	573	(五) 钣金模块 (Sheet Metal)	597
(二) 模具计算机辅助制造		(六) 管道、布线与其他模块	598

第五节 冲压 CAE	598	特性	643
一、板料成形有限元模拟概述	598	第六节 模具钢的热处理	645
二、Dynaform 软件介绍	599	一、冲压模具用钢件的预备热处理	
(一) ETA/Dynaform 简介	599	理工艺	645
(二) 数值模拟基本步骤	601	二、冲压模具用钢的热处理	652
第六节 反求工程及快速原型技术在		(一) 冷作模具钢的热处理	652
冲压生产中的应用	603	(二) 冷作模具钢的强韧化热处	
一、概况	603	理工艺	656
二、反求技术及其在冲压中的应用	603	(三) 冲压热作模具用钢的热	
(一) 反求实施条件及流程	603	处理	658
(二) 微型车发动机油底壳冲压零		(四) 冷处理	660
件进行数字模型反求实例	605	三、钢的真空热处理	660
三、快速原型 (RP) 技术及其在模		(一) 真空热处理炉	660
具行业中的应用	607	(二) 真空热处理工艺	661
(一) RP 技术的发展	607	(三) 模具零件真空热处理注意	
(二) 各种快速原型技术简介	607	事项	662
(三) 快速原型技术在模具行业		四、钢结硬质合金的热处理	663
中应用	609	五、冲压模具的热处理特点	665
第十一章 模具材料及热处理	612	(一) 冷冲裁模的热处理	665
第一节 冲压模具材料的选择原则	612	(二) 拉深模的热处理	667
第二节 模具材料	613	(三) 综合实例	667
一、模具钢的分类	613	六、热处理冷却剂	668
二、常用优选模具钢	614	七、模具热处理常见缺陷及防止	
三、模具钢的化学成分及用途	617	措施	669
四、硬质合金	622	第七节 模具零件的表面强化技术	670
(一) 金属陶瓷硬质合金	622	一、模具工作零件表面强化方法的	
(二) 钢结硬质合金	623	分类及性能	670
五、有色金属及其合金	625	二、改变表面化学成分的表面强化	
(一) 低熔点合金	625	方法	672
(二) 锌基合金	626	(一) 渗碳	672
(三) 铝青铜	628	(二) 渗氮	677
(四) 高温合金	628	(三) 碳氮共渗	680
六、聚氨酯弹性体	628	(四) 渗硼	685
七、环氧树脂	630	(五) 渗铬	690
第三节 冲压模具材料的选用	632	(六) 渗硫及硫氮、硫碳氮共渗	691
一、按模具材料性能选择	632	(七) 硼砂盐浴渗金属	693
二、按模具种类选择模具材料	633	(八) TD 法涂覆碳化物	695
三、按制件产量选择模具材料	635	三、表面形成覆盖层的强化方法	697
四、按制件材料选择模具材料	636	(一) 涂镀技术	697
五、按模具使用寿命选择模具材料	638	(二) 电火花强化技术	699
六、冲模结构零件材料的选择	639	(三) 化学气相沉积 (CVD)	700
第四节 冲压模具材料的许用应力	641	(四) 物理气相沉积 (PVD)	703
第五节 模具钢的锻造工艺	641	(五) 热喷涂	706
一、冲压模具用钢锻造工艺规范	641	四、不改变表面化学成分的强化	
二、新型冲压模具钢的锻造工艺		方法	707

(一) 火焰淬火	707	(五) 冲压自动线的实例	840
(二) 激光表面强化	708	七、冲压柔性加工系统	844
(三) 电子束表面强化	709	(一) 柔性加工系统的发展和特点	844
第八节 工模具钢中、外牌号对照	709	(二) 冲压柔性加工系统的技术经济效果	845
第十二章 压力机	712	(三) 冲压柔性加工系统的类型	845
第一节 压力机的类型及规格	712	(四) 冲压柔性加工系统的组成	848
一、压力机的分类及型号	712	(五) 冲压柔性加工系统实例	855
二、通用压力机	714	第二节 冲压生产安全技术	859
三、拉深压力机	723	一、冲压生产中的声害及防治	859
四、摩擦压力机	728	(一) 噪声产生的原因	859
五、剪板机	730	(二) 噪声的危害及允许标准	861
六、液压机	731	(三) 噪声的控制和消减	862
七、精压机	740	二、冲压生产的安全防护	864
八、机械及液压折弯机	740	(一) 压力机安全装置和用手工具	864
第二节 现代精密压力机	742	(二) 冲压模具安全技术	869
一、精冲压力机	742	第十四章 冲压模具常用标准	878
二、数控冲切及步冲压力机	744	第一节 冲模标准模架及其标准零件	878
三、高速自动压力机	745	一、冲模模架的形式	878
四、多工位自动传递压力机	750	二、冲模标准铸铁模架	879
五、数控回转头压力机	751	(一) 滑动导向模架	879
第十三章 冲压生产自动化与安全	753	(二) 滚动导向模架	899
技术	753	三、冲模铸铁模座	905
第一节 冲压生产自动化	753	(一) 滑动导向模座	905
一、概述	753	(二) 滚动导向模座	927
(一) 冲压自动化的基本方式	753	四、冲模标准钢板模架	933
(二) 冲压自动化系统的组成	753	(一) 滑动导向模架	933
二、卷料、条料和板料送料装置	755	(二) 滚动导向模架	938
(一) 一次加工供料装置	756	五、冲模钢板模座	955
(二) 一次加工送料装置	760	(一) 冲模钢板下模座	956
三、半成品送料装置	788	(二) 滑动导向上模座	961
(一) 二次加工供料装置	788	(三) 滚动导向上模座	967
(二) 二次加工送料装置	796	六、模架导向装置	973
(三) 出件机构	810	(一) 滑动导向导柱	973
(四) 理件机构	812	(二) 滚动导向导柱	976
四、冲压机械手	813	(三) 滑动导向导套	977
(一) 概述	813	(四) 滚动导向导套	979
(二) 冲压机械手的主要结构	815	(五) 钢球保持圈	980
(三) 冲压机械手的典型实例	822	(六) 圆柱螺旋压缩弹簧	984
五、自动保护和检测装置	825	(七) 压板	985
六、冲压自动线	833	七、冲模模架技术条件	985
(一) 冲压自动线的分类	834	(JB/T 8050—2008)	985
(二) 冲压自动线的组成	835	(一) 技术要求	985
(三) 冲压自动线的同步和协调	836		
(四) 冲压自动线的机械化装置	836		

(二) 检验	986	(一) 冲压件的工艺性分析	1067
(三) 标志、包装、运输和贮存	986	(二) 必要的工艺计算	1067
八、冲模模架零件技术条件		(三) 分析比较和确定工艺方案	1067
(JB/T 8070—2008)	986	三、冲模设计的主要内容及步骤	1067
(一) 零件技术要求	986	(一) 选定冲模类型及结构形式	1067
(二) 检验	987	(二) 模具零部件设计	1068
(三) 标志、包装、运输和贮存	987	(三) 模具结构参数计算	1068
第二节 冲模标准零件	988	(四) 选择冲压设备	1068
一、冲模模柄	988	(五) 绘制模具图	1068
二、冲模凸、凹模	997	四、编写工艺文件及设计计算	
(一) 凸模	997	说明书	1068
(二) 凹模	1001	第二节 冲压工艺与模具设计实例	1069
三、冲模导向装置	1002	一、微型电机转子冲片的工艺与	
四、导正销	1009	模具设计	1069
五、冲模挡料装置	1012	(一) 分析零件的冲压工艺性	1069
六、冲模废料切刀	1018	(二) 分析比较和确定工艺方案	1070
七、冲模卸料装置	1019	(三) 模具结构形式的选择	1072
八、冲模模板	1026	(四) 计算压力、选用压力机	1074
(一) 垫板	1026	(五) 模具工作部分尺寸及公差	1075
(二) 固定板	1027	二、侧盖前支承的工艺与模具设计	1079
(三) 凹模板	1029	(一) 分析零件的冲压工艺性	1079
九、冲模零件技术条件		(二) 分析比较和确定工艺方案	1079
(JB/T 7653—2008)	1031	三、玻璃升降器外壳的工艺与模具	
(一) 技术要求	1031	设计	1084
(二) 检验	1032	(一) 分析零件的冲压工艺性	1084
(三) 标志、包装、运输和贮存	1032	(二) 分析比较和确定工艺方案	1085
第三节 通用标准件	1032	(三) 主要工艺参数的计算	1089
一、螺钉、螺母	1032	(四) 编写冲压工艺过程卡片	1093
二、销钉	1037	(五) 模具设计	1093
第四节 弹性元件	1041	附录	1100
一、圆钢丝圆柱螺旋压缩弹簧	1041	附录 A 冲压常用材料的性能	1100
二、矩形截面圆柱弹簧	1048	附录 B 冲压常用板料规格	1105
三、碟形弹簧	1054	附录 C 国外部分冲压板料的性能	
四、橡胶弹性体	1056	及规格	1114
五、聚氨酯弹性体	1057	附录 D 常用非金属材料尺寸及其允许	
第五节 冲压模具常用公差配合	1059	偏差	1121
一、标准公差数值	1059	附录 E 冲压常用金属管材规格	1122
二、配合的选择	1059	附录 F 中外冲压常用金属材料牌号	
第十五章 冲压工艺与模具设计		对照	1128
实例	1067	附录 G 材料硬度及强度的换算	1132
第一节 冲压工艺与模具设计内容		附录 H 常用国际计量单位换算	1140
及步骤	1067	附录 I 各种常用截面重心位置	1143
一、设计的原始资料	1067	附录 J 常用截面形状的面积与最小	
二、冲压工艺设计的主要内容及		截面惯性矩计算公式	1145
步骤	1067	参考文献	1148

第一章 概 论

冲压加工是金属塑性加工的基本方法之一。它主要是利用装在压力机上的模具对毛坯施加外力，使其产生塑性变形或分离，从而得到一定尺寸、形状和性能的制件的一种加工方法。由于这种加工一般以板料为原材料，且多在常温下进行，所以也常称为板料冲压或冷冲压。

冲压加工技术应用范围十分广泛，在国民经济各工业部门中，几乎都有冲压加工或冲压产品的生产。如汽车、飞机、拖拉机、电机、电器、仪表、铁道、电信、化工以及轻工日用产品中均占有相当大的比重。

冲压生产主要是利用冲压设备和模具实现对金属材料（板料）的加工过程，所以冲压加工具有以下特点：

- 1) 生产率高、操作简单、容易实现机械化和自动化，特别适用于成批大量生产。
- 2) 冲压零件表面光洁，尺寸精度稳定，互换性好，成本低廉。
- 3) 在材料消耗不多的情况下，可以获得强度高、刚度大、重量轻的零件。
- 4) 可得到其他加工方法难以加工或无法加工的复杂形状零件。

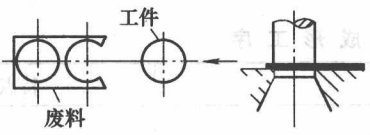
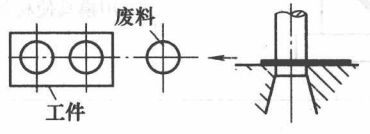
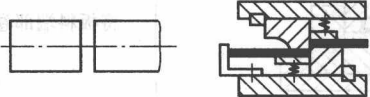
由于冲压加工具有节材、节能和生产率高等突出特点，决定了冲压产品成本低廉，效益较好，因而冲压生产在制造行业中占有重要地位。

随着科学技术的进步和工业生产的迅速发展，模具已成为当代工业生产的重要手段，冲压生产和模具工业得到了世界各国的高度重视。

第一节 冲压工序的分类

根据通用的分类方法，可将冲压的基本工序分为材料的分离和成形两大类，每一类中又包括许多不同工序。其具体的工序分类见表 1-1 和表 1-2。

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		用模具沿封闭线冲切板料，冲下的部分是废料
剪切		用模具切断板料，切断线不封闭

(续)

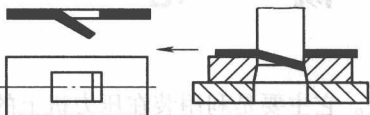
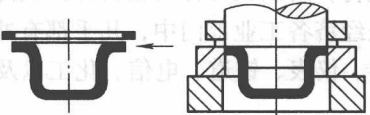
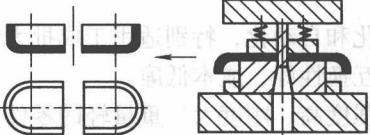
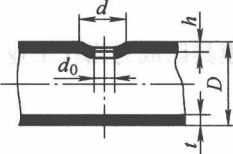
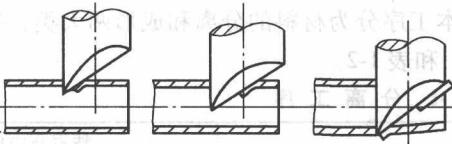
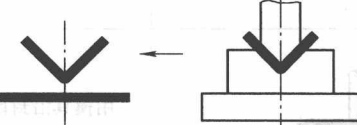

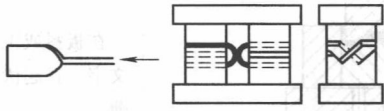
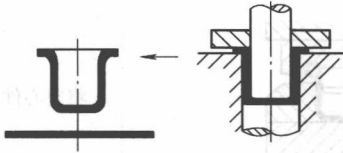
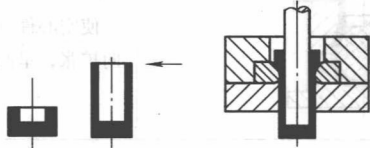
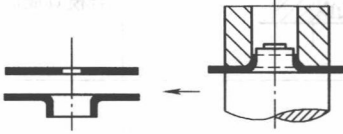
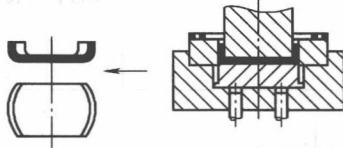
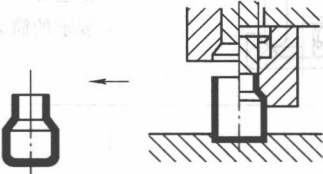

工 序	图 例	特点及应用范围
切口		<p>在坯料上将板料部分切开，切口部分发生弯曲</p>
切边		<p>将拉深或成形后的半成品边缘部分的多余材料切掉</p>
剖切		<p>将半成品切开成两个或几个工件，常用于成双冲压</p>
管件冲孔		<p>管件无凹模冲孔时，因管件内无凹模支撑，在冲孔部位易形成局部塌陷</p>
管件剖口		<p>管件剖口质量的好坏主要取决于剖口凸模的几何形状参数</p>

表 1-2 成形工序

工 序	图 例	特点及应用范围
弯曲		<p>用模具使材料弯曲成一定形状</p>
卷圆		<p>将板料端部卷圆</p>

(续)

工 序	图 例	特点及应用范围
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		将板料毛坯压制空心工件，壁厚基本不变
变薄拉深		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
翻边		将板料或工件上有孔的边缘翻成竖立边缘
		将工件的外缘翻起圆弧或曲线状的竖立边缘
缩口		将空心件的口部缩小
扩口		将空心件的口部扩大，常用于管子