

锻压手册

冲压

中国机械工程学会塑性工程学会 编



第3版
修订本



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



锻 压 手 册

第 2 卷

冲 压

第 3 版 (修订本)

中国机械工程学会塑性工程学会 编



机械工业出版社

为了提高我国机械电子行业的工艺水平,推动企业技术进步,满足科研、生产发展的需要,中国机械工程学会塑性工程(锻压)学会于1993年组织编写并出版了这部综合性工具书,并陆续修订出版了第2版和第3版。最近再次进行了一定量的修订,增补了新内容,删去技术陈旧的部分,并更新了所涉及的各项标准。本手册共分3卷:第1卷锻造、第2卷冲压、第3卷锻压车间设备。

本卷是《锻压手册》第2卷,共11篇43章,内容包括:冲压工艺基础、分离、弯曲、拉深、成形、汽车覆盖件成形、特种冲压工艺、冲模、计算机技术冲压生产中的应用、冲压自动化、安全与环境、冲压工艺过程设计等。

本手册可供从事冲压工艺与模具设计的技术人员使用,也可供有关专业的研究人员及大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

锻压手册.第2卷,冲压/中国机械工程学会塑性工程学会编.—3版(修订本).—北京:机械工业出版社,2013.7

ISBN 978-7-111-43555-6

I. ①锻… II. ①中… III. ①锻压-技术手册②冲压-技术手册
IV. ①TG31-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第177612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:孔劲 责任编辑:孔劲 版式设计:霍永明

责任校对:刘志文 封面设计:姚毅 责任印制:李洋

三河市宏达印刷有限公司印刷

2014年1月第3版第1次印刷

184mm×260mm·62.5印张·14插页·2208千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-43555-6

定价:168.00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

编辑电话:(010) 88379772

教材网:<http://www.cmpedu.com>

社服务中心:(010) 88361066

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

第3版《锻压手册》编委会

主任委员 曹春晓 聂绍珮

副主任委员 王仲仁 李硕本 俞新陆 宋湛莘

周贤宾 张凯峰

委员 (按姓氏笔画排序)

朱伟成 孙友松 宋玉泉 刘彩英

阮雪榆 李志刚 李明哲 杨 合

杨建辉 张士宏 张倩生 陆 辛

钟约先 胡正寰 海锦涛 黄树槐

本卷第3版编写人员

主 编 周贤宾 李硕本

副 主 编 涂光祺 郎利辉 郭 斌

编写人员（按姓氏笔画排列）

于连仲	于海平	王义林	王小松	王志恒
王 强	王新华	卢险峰	孙 进	孙厚彬
刘 钢	李天林	李明哲	李春峰	李顺平
李 娜	李硕本	吴公明	阮南春	张维民
杨玉英	杨 合	陈适先	何亦琦	杜 颂
余德泉	金永平	金朝海	苑世剑	陈 军
周贤宾	柳玉起	赵 军	赵 震	胡伟丽
郎利辉	荣 焯	涂光祺	郭 斌	康达昌
崔令江	储家佑	曾健华	詹 梅	蔡中义

本卷第2版编审人员

主 编 李硕本

副主编 涂光祺 郭 斌

主 审 周贤宾 常志华

编写人员 (按姓氏笔画排列)

于连仲 王志恒 王典均 王新华

卢险峰 孙 进 冯贵荣 李绍林

李硕本 李春峰 李顺平 陈适先

杨玉英 何奕琦 赵 军 胡伟丽

胡福泰 张维民 荣 焯 涂光祺

郭 斌 康达昌 崔令江 储家佑

第1版《锻压手册》编委会

荣誉主任委员 何光远

主任委员 海锦涛

副主任委员 周大隽 王焱山 闵学熊

王仲仁 李硕本 俞新陆

委员 (按姓氏笔画顺序排列)

王祖唐 付沛福 刘才正 刘庚申

刘彩英 朱红海 孙育志 阮雪榆

陈上达 陈适先 陈锡禄 李成功

李社钊 李郁华 李铁生 吴听松

杨志敏 辛宗仁 何绍元 何富源

张承鉴 肖景荣 林秀安 俞云焕

胡世光 胡正寰 皇甫骅 姜奎华

夏天赳 常希如 黄树槐 程瑞全

霍文灿 戴可德

第3版前言

《锻压手册》是机械工程学会塑性工程（锻压）学会组织编写的一部反映行业最新技术发展的大型工具书。其第1版、第2版顺利出版，并受到了广大读者和社会各界的好评，在生产、科研和教学中起到了十分显著的指导和参考作用。它发展到今天，凝结着中国锻压行业几代人的劳动和心血。近年来新技术、新工艺不断出现，塑性加工技术取得了空前的进展，加之相关标准的修订和替换，作为锻压行业的权威工具书，为了跟上技术发展的步伐，继续保持其实用性、先进性、可靠性、综合性的特色，更好地为广大技术人员服务，决定对该手册进行第3版修订，使《锻压手册》这一成果继续发展并传承下去。

《锻压手册》冲压卷出版以来，深受广大读者的欢迎，对我国冲压技术的发展和冲压生产水平的提高起到了重要的作用。在此，对历次编写付出辛勤劳动的各位编委和编写人员表示衷心的感谢。

自第2版编写以来，正值我国大力发展先进制造技术和装备制造业的重要时期。冲压技术和冲压行业得到了迅猛发展，许多新的研究成果不断出现，多种新的成形技术开始进入产业，显示出很大的技术经济优势。尤其是数字化和信息化技术与传统冲压技术相结合，使冲压技术的面貌开始发生很大变化。计算机技术在冲压加工领域中的应用日益广泛，大大地提高了生产效率和产品的质量，降低成本，缩短周期，提升了企业的竞争力。当前，企业对进一步发展精密、高效、节能和环保型的冲压技术，提升技术水平和创新能力的需求更加迫切。为此，本版在第2版的基础上进行了较大幅度的修订，修订的内容主要在以下几方面：

1. 增加了计算机技术在冲压生产中的应用、先进模具制造技术、冲压生产环境及技术经济分析等内容，以适应技术和市场经济发展的需要。
2. 充实加强了某些有发展和推广应用前景的特种成形技术的内容，期望对广大技术工作者开阔思路，掌握冲压技术发展动向和推进新技术的应用有所裨益。
3. 部分内容作了调整、增删或更新，使手册在体系结构和取材上更趋合理。

在修订过程中，我们希望尽量反映国内外最新冲压技术成果，并便于实用，但是，也深切地感到还存在许多需要改进和提高之处，敬请广大读者批评指正，提出宝贵意见。

在此，向所有热心提供资料的人士表示衷心的感谢。

编 者

目 录

第3版前言

第一篇 冲压工艺基础

第一章 概述	1	第二节 板材拉伸试验	29
第一节 冲压生产技术特点	1	第三节 各种工艺试验方法	31
第二节 冲压生产概况	2	第四节 板料冲压成形性能试验国家标准	39
第三节 冲压技术的发展	5	第五节 冲压成形极限与控制	42
参考文献	8	第六节 常用板料冲压成形性能	49
第二章 冲压工艺基础	9	第七节 冲压生产中的合理选材	54
第一节 冲压毛坯的变形分析	9	参考文献	57
第二节 冲压变形的基本形式	10	第四章 冲压用原材料	58
第三节 冲压变形的分类	12	第一节 冲压常用金属板料及标准	58
第四节 冲压变形中的应力	14	第二节 中外材料牌号表示方法对照	73
第五节 冲压变形趋向性规律及其应用	17	第三节 日本常用冲压板材规格	76
第六节 冲压变形的试验研究方法	21	第四节 冲压用非金属材料冲裁特点	82
参考文献	25	第五节 冲压用新材料及其性能	83
第三章 冲压成形性能	26	参考文献	86
第一节 板料冲压性能概述	26		

第二篇 分 离

第一章 剪切	88	第三章 精密冲裁	166
第一节 平刃剪切	88	第一节 精密冲裁工艺过程分析	166
第二节 斜刃剪切	89	第二节 精密冲裁工艺的力能参数	171
第三节 滚剪与振动剪	92	第三节 精密冲裁件结构工艺性	172
第四节 管材与型材的剪切	93	第四节 精密冲裁复合工艺	175
第五节 激光切割	99	第五节 精密冲裁件质量及影响因素	185
参考文献	101	第六节 精密冲裁材料	191
第二章 冲裁	102	第七节 精密冲裁工艺润滑	196
第一节 冲裁过程变形分析	102	第八节 精密冲裁模具	199
第二节 冲裁间隙	106	第九节 在通用压力机上的精密冲裁	204
第三节 冲裁模刃口尺寸的计算	116	第十节 对向凹模精密冲裁和平面压边精密 冲裁	206
第四节 冲裁力和冲裁功	119	参考文献	212
第五节 材料的经济利用	123	第四章 高速冲裁	213
第六节 冲裁件的工艺性	134	第一节 高速冲裁的特点	213
第七节 非金属材料的冲裁	138	第二节 高速精密送料装置	217
第八节 其他冲裁方法	143	第三节 三高模具设计与制造要点	223
第九节 管材与型材的冲裁	149	第四节 典型零件的高速冲裁	232
第十节 提高冲裁件精度的方法	156	参考文献	241
参考文献	164		

第三篇 弯 曲

第一章 板材弯曲	242
第一节 概述	242
第二节 最小弯曲半径	243
第三节 弯曲时的回弹	244
第四节 弯曲毛坯展开长度的计算	248
第五节 弯曲力的计算	258
第六节 弯曲模工作部分尺寸	259
第七节 复杂形状零件的弯曲	261
第八节 弯曲件常见缺陷及提高弯曲件精度的措施	266
第九节 弯曲件的工艺性	269
第十节 滚弯(卷板)	270
第十一节 辊压成形(辊形)	276

参考文献	280
第二章 管材弯曲	281
第一节 管材弯曲变形的特点与成形质量问题	281
第二节 管材弯曲方法	283
第三节 特种弯曲方法	291
参考文献	295
第三章 型材弯曲	296
第一节 型材常用弯曲成形方法	296
第二节 型材特种弯曲成形方法	299
第三节 型材弯曲的主要缺陷及克服方法	301
参考文献	303

第四篇 拉 深

第一章 圆筒形零件的拉深	304
第一节 拉深时的变形特点	304
第二节 拉深系数及拉深次数	308
第三节 带法兰圆筒形零件的拉深	314
第四节 拉深件毛坯尺寸的确定	320
第五节 拉深起皱及防止措施	337
第六节 拉深模工作部分的结构设计	342
第七节 回转体阶梯形零件的拉深	346
第八节 其他拉深方法	349
第九节 拉深力和拉深功	371
第十节 提高拉深变形程度的方法	373
第十一节 拉深件工艺性及质量分析	375
第十二节 拉深过程中的热处理与润滑	379

参考文献	383
第二章 扁圆及椭圆形零件拉深	384
第一节 低扁圆、低椭圆形件的拉深	384
第二节 高扁圆形件的多次拉深	387
第三节 高椭圆形件的多次拉深	393
参考文献	398
第三章 盒形件拉深	399
第一节 低盒形件的拉深	399
第二节 高盒形件的拉深	409
第三节 带法兰盒形件的拉深	413
第四节 模具工作部分形状和尺寸	416
参考文献	417

第五篇 成 形

第一章 胀形	418
第一节 概述	418
第二节 平板坯料的局部胀形	419
第三节 空心坯料胀形	421
参考文献	426
第二章 曲面零件成形	427
第一节 概述	427
第二节 锥形件成形	430
第三节 球形件成形	442
第四节 抛物线形件成形	447
参考文献	450
第三章 翻边	451

第一节 平面翻边	451
第二节 曲面翻边	459
参考文献	465
第四章 缩口、扩口与校形	466
第一节 缩口	466
第二节 扩口	473
第三节 校形	476
参考文献	479
第五章 旋压	480
第一节 普通旋压	480
第二节 变薄旋压	497
参考文献	522

第六章 厚板成形	523	第四节 其他厚板零件的成形及模具设计	533
第一节 概述	523	第五节 二步法旋压封头成形	537
第二节 典型厚板零件的成形	524	第六节 成形缺陷的产生及其防止	538
第三节 厚板热成形模具的设计	528	参考文献	541

第六篇 汽车覆盖件成形

第一章 概述	542	第五节 覆盖件拉深模的调试	577
第一节 汽车覆盖件的结构特点	542	参考文献	580
第二节 汽车覆盖件成形的变形特点	544	第四章 汽车覆盖件 CAD/CAE/	
第三节 汽车覆盖件的变形分析方法	546	CAM	581
参考文献	547	第一节 CAD 技术的应用概况	581
第二章 汽车覆盖件冲压成形工艺	548	第二节 CAE 技术的应用	583
第一节 汽车覆盖件的拉深件设计	548	第三节 CAM 技术的应用	584
第二节 拉深筋及其选用	552	第四节 覆盖件 CAD/CAE/CAM 技术的	
第三节 覆盖件拉深成形	556	发展趋势	586
第四节 拉深件的修边与切断	556	参考文献	586
第五节 修边件的翻边	558	第五章 汽车覆盖件成形中的质量	
参考文献	559	问题	589
第三章 汽车覆盖件冲压模具	560	第一节 破裂	589
第一节 拉深成形模	560	第二节 起皱	590
第二节 斜楔模	568	第三节 尺寸精度与刚度问题	597
第三节 修边模	574	参考文献	597
第四节 翻边模	576		

第七篇 特种冲压工艺

第一章 电磁成形	598	第四节 模具结构和润滑	632
第一节 概述	598	第五节 内高压成形设备	633
第二节 电磁成形工艺特点及应用范围	600	第六节 典型零件内高压成形	635
第三节 电磁成形工艺设计要点	606	参考文献	639
第四节 电磁成形设备	608	第四章 弹性模成形	641
第五节 电磁成形技术展望	610	第一节 成形设备与模具	641
参考文献	611	第二节 弯边成形	643
第二章 板材充液成形	612	第三节 拉深成形	653
第一节 概述	612	第四节 局部成形	654
第二节 充液拉深特点	614	第五节 橡皮囊成形最小圆角半径	655
第三节 破裂的特征及影响因素	616	第六节 板材橡皮压弯与滚弯	658
第四节 充液拉深设备及模具	619	第七节 圆管胀形	658
第五节 充液成形方法的应用	621	第八节 模具设计	659
第六节 充液成形新工艺	623	第九节 典型复杂零件成形实例	662
参考文献	626	参考文献	664
第三章 内高压成形	627	第五章 温热成形	665
第一节 内高压成形的原理、特点和应用	627	第一节 概述	665
第二节 适用材料和管材	629	第二节 刚性模温热成形	666
第三节 失效形式和主要工艺参数的确定	630	第三节 超塑性成形	676

第四节 超塑性成形/扩散连接组合工艺	687	第六章 其他特种成形方法	697
第五节 热校形	690	第一节 多点成形	697
第六节 热辊形	691	第二节 粘性介质压力成形	701
第七节 热介质半模成形	691	第三节 增量成形	704
第八节 时效应力松弛成形与校形	693	第四节 激光成形	706
第九节 加热方法	695	第五节 复合冲压成形技术	715
参考文献	696	参考文献	718
第八篇 冲 模			
第一章 冲模结构	719	第三节 冲模常用材料	778
第一节 冲模分类与基本结构组成	719	参考文献	780
第二节 冲裁模	719	第三章 冲模先进制造技术	781
第三节 成形模	727	第一节 高精度数控电火花加工	781
第四节 组合冲模	740	第二节 高精度电火花线切割加工	785
第五节 多工位级进模	742	第三节 连续轨迹数控坐标磨	790
参考文献	746	第四节 加工中心	791
第二章 冲模设计	747	第五节 快速原型/零件制造 (RPM)	793
第一节 冲模设计总体要求及内容	747	参考文献	795
第二节 冲模零部件的设计	750		
第九篇 计算机技术在冲压生产中的应用			
第一章 冲压成形过程数值模拟技术	796	第三节 冲压工艺 CAPP 系统的功能	827
第一节 冲压成形有限元数值模拟基本		参考文献	835
原理	796	第三章 冲模结构设计 CAD	836
第二节 冲压成形有限元数值模拟软件	811	第一节 冲模结构设计 CAD 的总体框架	836
第三节 有限元数值模拟在冲压成形过程中		第二节 冲模结构设计 CAD 的关键技术	839
的应用	818	参考文献	842
参考文献	824	第四章 板材冲压智能化技术	843
第二章 冲压工艺过程计算机辅助		第一节 概述	843
设计 (CAPP)	825	第二节 V 形弯曲的智能化控制	845
第一节 概述	825	第三节 拉深成形的智能化控制	847
第二节 冲压工艺 CAPP 的发展现状和		参考文献	861
发展趋势	826		
第十篇 冲压自动化、安全与环境			
第一章 冲压生产自动化	863	分析	915
第一节 概述	863	第二节 压力机安全装置	916
第二节 条料、卷料和板料自动送料装置	864	第三节 冲压模具的安全技术	929
第三节 半成品自动送料装置	883	第四节 冲压生产中的手用工具	942
第四节 自动检测装置	900	参考文献	943
第五节 自动化冲压生产线	904	第三章 冲压生产环境	945
参考文献	914	第一节 概述	945
第二章 冲压安全技术	915	第二节 冲压事故与冲压生产环境	945
第一节 冲压生产的特点与不安全因素		第三节 冲压生产中的噪声及其控制	949

第四节 冲压生产中的振动及其控制	957	参考文献	962
------------------------	-----	------------	-----

第十一篇 冲压工艺过程设计

第一章 冲压工艺过程设计基础	963	第二章 冲压技术经济分析	973
第一节 概述	963	第一节 概述	973
第二节 冲压变形工序的确定原则	964	第二节 冲压技术经济分析	975
第三节 冲压设备的选择	969	第三节 冲压模具技术经济分析	983
参考文献	972	参考文献	987

第一篇 冲压工艺基础

第一章 概 述

燕山大学 李硕本

第一节 冲压生产技术特点

冲压加工是金属塑性加工的基本方法之一，它主要用于加工板料零件，所以也常被称为板料冲压。由于这种方法多在常温下进行，所以也叫做冷冲压。虽然上述两种叫法都不能十分确切地把冲压加工的内容充分地表达清楚，但在机械工程领域里已经得到广泛的认可。

冲压加工时，冲压设备给出的力（总体力）作用在模具上，继而通过模具的作用，把这个总体力按一定的顺序，根据冲压成形的要求分散地作用在板料毛坯的不同部位，使其产生必要的应力状态和相应的塑性变形。实际上，不但利用模具的工作部分对板料毛坯的作用使其产生塑性变形，而且也是利用模具工作部分对毛坯的作用，实现对其产生的塑性变形进行控制，达到冲压成形的目的。因此，可以认为冲压设备、模具和板料毛坯是构成冲压加工的三个基本要素（见图1-1-1）。对这三个基本要素的研究，也就是冲压技术的主要内容。

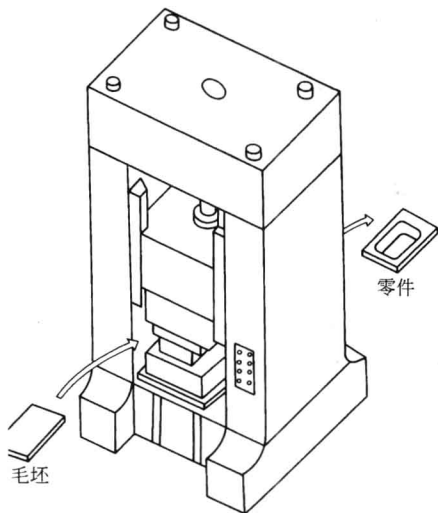


图 1-1-1 冲压加工示意图^[1]

与其他塑性加工方法相比，冲压加工具有许多十分明显的特点。

冲压加工是靠冲压设备和模具实现对板料毛坯的塑性加工过程。它利用冲压设备与模具的简单的运动完成相当复杂形状零件的制造过程，而且不需要操作工人的过多参与，所以冲压加工的生产效率很高，产品质量稳定，一般情况下，冲压加工的生产效率为每分钟数十件。又由于冲压加工中的操作十分简单，为操作过程的机械化与自动化提供了十分有利的条件。因此，对某些工艺技术成熟的冲压件，生产效率可达每分钟数百件，甚至超过一千件（如需要量很大的一些标准件、易拉罐等）。

冲压加工用的原材料多为冷轧板料和冷轧带材。原材料的良好表面质量是用大量生产方式、高效而廉价的方法获得的。在冲压加工中这些良好的表面质量又不致遭到破坏，所以冲压件的表面质量好，而成本都很低廉。这个特点，在汽车覆盖件的生产上表现得十分明显。

利用冲压加工方法，可以制造形状十分复杂的零件，能够把强度好、刚度大、重量轻等相互矛盾的特点融为一体，形成十分合理的结构形式。图 1-1-2 即是这种合理结构形式的零件实例。它是用冲压方法制

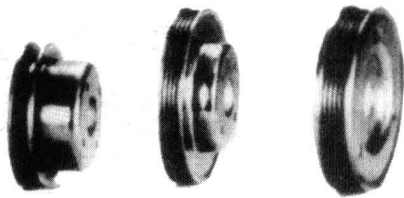


图 1-1-2 冲压加工方法制造的带轮

造的槽形带轮^[1]。

冲压加工时，一般不需要对毛坯加热，而且也不像切削加工那样把一部分金属切成切屑，造成原材料的损耗，所以它是一种节约能源和资源的具有环保意义的加工方法。

冲压产品的质量与尺寸精度都是由冲模保证的，基本上不受操作人员的素质与其他偶然性因素的影响，所

以冲压产品的质量稳定，产品的质量管理工作简单，也容易实现自动化与智能化生产。

冲压件的尺寸精度与表面质量好，通常都不需要后续的加工而直接用于装配或作为成品零件直接使用。

由于冲压加工方法具有前述的许多优点，现在它已经成为金属制品加工中的一种非常重要的制造方法。

第二节 冲压生产概况

在生产中，冲压加工的制品，在原材料种类、板材的厚度、零件的形状与尺寸大小、精度要求、批量大小等方面，在非常大的范围内变化，所以冲压加工方法、所用冲压设备与模具的种类繁多，而且各有特点。例如在航空航天工业、汽车制造业、电动机制造

业、电器与仪表制造业、化工与容器制造业等领域中的冲压加工都各具特点，所用的冲压设备、模具也不相同。但是，概括所有的冲压加工方法，从工艺本质角度出发，仍然可以归纳为两大类：分离工序与成形工序。

分离工序是使冲压件与板料，或者使冲压件与半成品的某个部分，沿一定的轮廓曲线实现相互分离的冲压加工方法。成形工序是使平板毛坯或冲压半成品的某个部分或整体改变形状的冲压加工方法。分离工序与成形工序的概况与特点，分别列于表 1-1-1、表 1-1-2 及表 1-1-3 中。分离工序有：剪切、冲裁、冲孔、修边、剖切、精密冲裁等。成形工序有：弯曲（压弯、滚弯、卷弯、拉弯等）、拉深、胀形、翻边、扩口、缩口、卷边、校形等。

表 1-1-1 分离工序

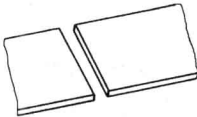
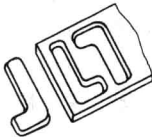
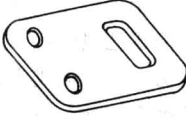
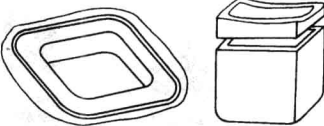
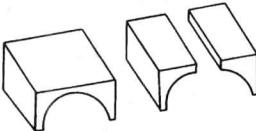
工 序 名 称	简 图	特点及应用范围
剪切(切断)		沿不封闭的直线分离,应用于冲压毛坯的下料、板料剪切成条料或形状简单零件的加工
冲裁(落料)		沿封闭的轮廓曲线实现分离,用以加工各种形状的平板形冲压件
冲孔		在零件上加工各种形状的孔
修边		在冲压半成品的平面或曲面上沿一定的轮廓曲线修切边缘
剖切		把经过整体成形获得的半成品,沿一定的轮廓剖切成两个或更多个冲压件
冲孔-压弯		沿不封闭的轮廓曲线冲孔,同时也完成压弯的复合加工方法

表 1-1-2 弯曲工序

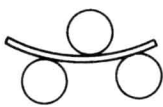
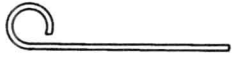
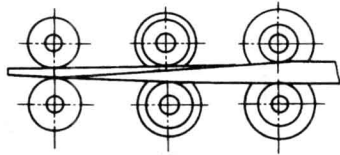
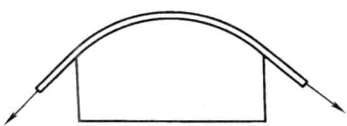
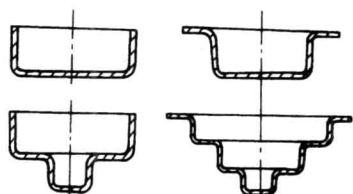
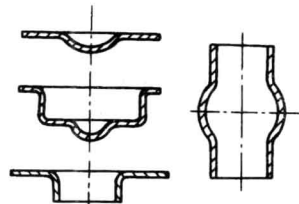
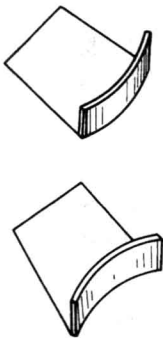
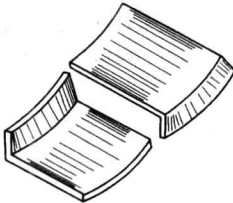
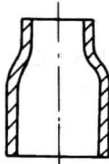
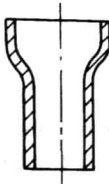
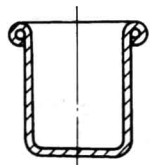
工 序 名 称	简 图	特点及应用范围
压弯		用冲模将板料毛坯沿直线压弯成各种形状,可以制造形状很复杂的零件
滚弯		沿直线用辊子(2~4个)实现板料的逐步弯曲加工,常用于各种容器直筒部分的成形
卷弯		用模具对毛坯的一端施加压力使之弯曲的加工方法,常用于铰链的制造等
辊形		用多对成形辊,沿纵向使带料逐渐弯曲的方法,用于型材、管材和各种异形管的制造
拉弯		在施加拉力的条件下实现弯曲加工,多用于大曲率半径和精度要求高的零件的成形
扭曲		使毛坯的局部变形且扭转成一定的角度,其变形性质不同于一般弯曲

表 1-1-3 成形工序

工 序 名 称	简 图	特点及应用范围
拉深		各种形状的直壁空心零件的冲压成形,可以采用多次拉深工序制造高度很大的空心零件
胀形		使平板毛坯或空心毛坯的局部发生变形,并使板材厚度变薄的成形方法

(续)

工 序 名 称	简 图	特点及应用范围
平面翻边		沿封闭或不封闭的轮廓曲线在毛坯或半成品的平面部分翻成竖直边缘的成形方法
曲面翻边		在毛坯或半成品的曲面部分翻成与曲面垂直(法向)的竖直边缘的成形方法
缩口		在空心毛坯的一端缩小口部直径的成形方法
扩口		在空心毛坯的一端使口部尺寸扩大的成形方法
卷边		在空心毛坯的开口端部或管材的一端把端头卷弯成小曲率的曲面形状,达到增大零件刚度和不使开口处板边缘外露的目的