

普通高等教育“十二五”规划教材



冲压工艺及 冲模设计

第2版

翁其金 徐新成 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十二五”规划教材

冲压工艺及冲模设计

第2版

主 编 翁其金 徐新成
参 编 张丽桃 陈胤 张水忠 翁黎清
主 审 崔令江



机械工业出版社

本书共 12 章, 主要内容包括冷冲压变形基础、冲裁、弯曲、拉深、其他冲压成形、非轴对称曲面零件冲压、自动模与多工位级进模、冷挤压、加热冲压、板料特种成形技术及冲压工艺规程的制订等。

本书是大学本科材料成形及控制工程专业(模具方向)的教学用书, 也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺及冲模设计/翁其金, 徐新成主编. —2 版. —北京: 机械工业出版社, 2012. 1
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-111-37108-3

I. ①冲… II. ①翁…②徐… III. ①冲压-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(2012)第 005179 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: 冯春生 责任编辑: 冯春生 王海霞

版式设计: 石 冉 责任校对: 张 薇

封面设计: 张 静 责任印制: 乔 宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2012 年 4 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 20.5 印张 · 504 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-37108-3

定价: 38.00 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

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部: (010)68326294

销售二部: (010)88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者购书热线: (010)88379203

封面无防伪标均为盗版

普通高等教育“十二五”规划教材 编审委员会

主任委员 李荣德 沈阳工业大学

副主任委员(按姓氏笔画排序)

方洪渊 哈尔滨工业大学

朱世根 东华大学

邢建东 西安交通大学

李永堂 太原科技大学

聂绍珉 燕山大学

王智平 兰州理工大学

许并社 太原理工大学

李大勇 哈尔滨理工大学

周 荣 昆明理工大学

葛继平 大连交通大学

委员(按姓氏笔画排序)

丁雨田 兰州理工大学

王卫卫 哈尔滨工业大学(威海)

邓子玉 沈阳理工大学

刘金合 西北工业大学

毕大森 天津理工大学

闫久春 哈尔滨工业大学

张建勋 西安交通大学

李 桓 天津大学

李亚江 山东大学

周文龙 大连理工大学

侯英玮 大连交通大学

赵 军 燕山大学

黄 放 贵州大学

薛克敏 合肥工业大学

文九巴 河南科技大学

计伟志 上海工程技术大学

刘永长 天津大学

华 林 武汉理工大学

许映秋 东南大学

何国球 同济大学

李 尧 江汉大学

李 强 福州大学

邹家生 江苏科技大学

武晓雷 中国科学院

姜启川 吉林大学

梁 伟 太原理工大学

蒋百灵 西安理工大学

戴 虹 西南交通大学

秘书长 袁晓光 沈阳工业大学

秘 书 冯春生 机械工业出版社

应用型本科材料成形及控制工程专业 教材编委会

主任委员 葛继平 大连交通大学

副主任委员(按姓氏笔画排序)

王卫卫 哈尔滨工业大学(威海)

王高潮 南昌航空大学

邓子玉 沈阳理工大学

毕大森 天津理工大学

李 尧 江汉大学

委 员(按姓氏笔画排序)

马 超 天津大学仁爱学院

王章忠 南京工程学院

邓 明 重庆理工大学

付建军 北华航天工业学院

冯小明 陕西理工学院

史立新 南京农业大学

刘厚才 湖南科技大学

毕凤阳 黑龙江工程学院

张 旭 湖南工程学院

张厚安 厦门理工学院

张德勤 九江学院

李慕勤 佳木斯大学

范有发 福建工程学院

胡成武 湖南工业大学

徐纪平 上海工程技术大学

曾大新 湖北汽车工业学院

秘 书 长 侯英玮 大连交通大学

秘 书 冯春生 机械工业出版社

第 2 版前言

本书是根据普通高等教育本科材料成形及控制工程专业(模具方向)的教学计划及“冲压工艺及冲模设计”课程教学大纲编写的,是大学本科材料成形及控制工程专业的教学用书。

冷冲压在工业生产中应用十分广泛。本书在论述冲压变形基础与冲压工艺的基础上,详细叙述了正确设计冲模结构及确定冲模几何参数的基本方法,叙述了自动模的基本组成及工作原理、多工位级进冲压成形及模具、非轴对称曲面零件的冲压成形及模具。内容力求适应应用型本科教学的要求,注重工程能力的培养。

本书自 2004 年出版以来,已累计印刷了 11 次。由于冲压技术的进步、有关标准的更新,并经材料成形及控制工程专业教材编委会讨论和征求部分读者意见,对本书予以修订再版。本书新增了冷挤压和加热冲压的内容,并根据新标准更新了部分内容。

本书由福建工程学院翁其金和上海工程技术大学徐新成任主编,哈尔滨工业大学(威海)崔令江任主审。参加编写和修订工作的还有张丽桃、陈胤、张水忠、翁黎清。

限于编者水平,本书不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

第 1 版前言

本书是根据普通高等教育本科材料成形及控制工程专业(模具方向)的教学计划及“冲压工艺及冲模设计”课程教学大纲编写的;是大学本科材料成形及控制工程专业的教学用书。

冷冲压在工业生产中应用十分广泛。本书在论述冲压变形基础与冲压工艺的基础上,详细叙述了正确设计冲模结构及确定冲模几何参数的基本方法,叙述了自动模的基本组成及工作原理、多工位级进冲压成形及模具、非轴对称曲面零件的冲压成形及模具。内容力求适应应用型本科教学要求,注重工程能力的培养。

本书由福建工程学院翁其金和上海工程技术大学徐新成任主编,哈尔滨工业大学(威海)崔令江任主审。全书共十章,其中翁其金编写第一、七、八章,徐新成编写第五、六章,华北航天工业学院张丽桃编写第三章,福建工程学院陈胤编写第二、十章,上海工程技术大学张水忠编写第四、九章。

有不足之处,请批评指正。

编 者

目 录

第2版前言	
第1版前言	
第一章 概述	1
第二章 冷冲压变形基础	8
第一节 冷冲压变形的基本原理	
概述	8
第二节 冷冲压材料及其冲压成形	
性能	16
第三章 冲裁	29
第一节 冲裁概述	29
第二节 冲裁过程的分析	29
第三节 冲裁模间隙	31
第四节 凸模与凹模刃口尺寸的	
确定	35
第五节 冲裁件的工艺性	40
第六节 排样	42
第七节 冲裁力和压力中心的	
计算	46
第八节 冲裁模分类及典型冲裁	
模结构分析	49
第九节 冲裁模主要部件和零件的	
设计与选用	57
第十节 精密冲裁	83
第十一节 其他冲裁模	89
第四章 弯曲	96
第一节 弯曲变形过程及变形	
特点	96
第二节 最小弯曲半径	104
第三节 弯曲卸载后的回弹	107
第四节 弯曲件毛坯尺寸的	
计算	112
第五节 弯曲力的计算	113
第六节 弯曲件的工艺性	115
第七节 弯曲件的工序安排	118
第八节 弯曲模设计	119
第五章 拉深	129
第一节 拉深的基本原理	129
第二节 旋转体拉深件毛坯尺寸的	
确定	136
第三节 圆筒形件的拉深系数	139
第四节 圆筒形件的拉深次数及工序	
尺寸的确定	141
第五节 圆筒形件拉深的压边力与	
拉深力	148
第六节 阶梯形零件的拉深	
方法	152
第七节 盒形零件的拉深	153
第八节 轴对称曲面形状零件	
的拉深	159
第九节 拉深件的工艺性	164
第十节 拉深模	166
第十一节 其他拉深方法	170
第六章 其他冲压成形	176
第一节 胀形	176
第二节 翻孔与翻边	180
第三节 缩口	186
第四节 旋压	188
第五节 校形	190



第七章 非轴对称曲面零件冲压	193	第一节 加热冲压的应用场合	284
第一节 非轴对称曲面零件冲压		第二节 加热冲压工艺及模具	284
工艺	193	第十一章 板料特种成形技术	287
第二节 非轴对称曲面零件		第一节 电水成形	287
冲模	196	第二节 电磁成形	288
第八章 自动模与多工位级进模	206	第三节 激光冲击成形	288
第一节 冲压生产的自动化与		第四节 超塑性成形	289
自动模	206	第十二章 冲压工艺规程的制订	291
第二节 自动送料装置	206	第一节 制订冲压工艺过程的	
第三节 自动出件装置	222	基础	291
第四节 自动检测与保护装置	224	第二节 制订冲压工艺规程的	
第五节 自动模设计要点	226	步骤与内容	297
第六节 多工位级进模	227	第三节 冲压工艺规程制订	
第九章 冷挤压	250	实例	304
第一节 冷挤压概述	250	附录	308
第二节 冷挤压的金属变形	255	附录 A 冷冲压工艺卡片	308
第三节 冷挤压的材料与		附录 B 冲压件尺寸公差	
坯料制备	260	(GB/T 13914—2002)	309
第四节 冷挤压压力的确定	263	附录 C 冲压件角度公差	
第五节 冷挤压件的工艺性	264	(GB/T 13915—2002)	312
第六节 冷挤压工艺过程设计	267	附录 D 冲压件形状和位置未注公差	
第七节 冷挤压模具	273	(GB/T 13916—2002)	314
第八节 温热挤压	282	参考文献	317
第十章 加热冲压	284		

第一章 概述

一、冷冲压的特点和应用

冷冲压是利用安装在压力机上的冲模对材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得所需要零件(俗称冲压件或冲件)的一种压力加工方法。因为它通常是在室温下进行加工，所以称为冷冲压。冷冲压不但可以加工金属材料，而且还可以加工非金属材料 and 复合材料。

冲模是将材料加工成所需冲件的一种工艺装备。冲模在冷冲压中至关重要，一般来说，不具备符合要求的冲模，冷冲压就无法进行；先进的冲压工艺也必须依靠相应的冲模来实现。

冷冲压生产过程的主要特征是依靠冲模和冲压设备完成加工，便于实现自动化，生产率很高，操作简便。对于普通压力机，每台每分钟可生产几件到几十件冲压件，而高速压力机每分钟可生产数百件甚至千件以上冲压件。冷冲压所获得的零件一般无需进行切削加工，因而冷冲压是一种节省能源、节省原材料的无(或少)屑加工方法。由于冷冲压所用原材料多是表面质量好的板料或带料，冲件的尺寸公差由冲模来保证，所以产品尺寸稳定、互换性好。冷冲压产品壁厚、质量轻、刚度好，可以加工成形状复杂的零件，小到钟表的秒针，大到汽车纵梁、覆盖件等。

但由于冲模制造一般是单件小批量生产，精度高、技术要求高，是技术密集型产品，制造成本高。因而，冷冲压生产只有在生产批量大的情况下才能获得较高的经济效益。

综上所述，冷冲压与其他加工方法相比具有独到的特点，所以在工业生产中，尤其在大批量生产中应用十分广泛。相当多的工业部门都越来越多地采用冷冲压加工产品零部件，如机械制造、车辆生产、航空航天、电子、电器、轻工、仪表及日用品等行业。在这些工业部门中，冲压件所占的比重都相当大，不少过去用铸造、锻造、切削加工方法制造的零件，现在已被质量轻、刚度好的冲压件所代替。可以说，如果在生产中不广泛采用冲压工艺，许多工业部门的产品要提高生产率、提高质量、降低成本，进行产品的更新换代是难以实现的。

二、冷冲压的现状和发展趋势

随着近代工业的发展，冷冲压技术得到了迅速发展。

1. 冷冲压工艺方面

研究和推广应用旨在提高生产率和产品质量，降低成本和扩大冲压工艺应用范围的各种冲压新工艺是冲压技术发展的重要趋势。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。这些冲压先进技术在 实际生产中已经取得并将进一步取得良好的技术经济效果。



精密冲压(精冲)既是提高冲压件精度的有效方法,又是扩大冲压加工范围的重要途径。目前精密冲裁的精度可达 IT6 ~ IT7,板料厚度可达 25mm。精冲方法不但可以冲裁,还可以成形(精密弯曲、拉深、翻边、冷挤、压印和沉孔等)。柔性模成形能够成形出以普通冲压成形难以成形的材料和复杂形状的零件,并可以大为改善成形条件,提高极限变形程度。我国自主研制的具有国际领先水平的无模多点成形设备与无模多点成形计算机系统,可以根据需要改变变形路径与受力状态,提高材料的成形极限,快速经济地实现三维曲面的自动化成形。各种高能成形方法可以快速生产批量小、形状复杂、强度高的板料件,在航天、国防工业中具有重要的实用价值。利用金属在特定条件下具有的超常的塑性,一次成形能替代多次常规成形工序,在提高生产率和产品精度,解决一些特殊产品的生产方面具有重要意义。冷挤压和温挤压在实现少(无)屑加工,提高生产率和产品质量方面具有显著的技术经济效果。国内外研究并在冲压生产中应用计算机模拟技术,预测、分析和解决板料成形过程中的问题,优化冲压成形工艺,这是冲压成形技术中特别应该注意的发展方向。激光快速成形技术及快速制模技术为新产品开发和快速制模开拓了广阔的发展前景。

2. 冲模设计与制造方面

冲模是实现冲压生产的基本条件。目前在冲模设计与制造上,有两种趋势应给予足够的重视。

(1) 模具结构与精度正朝着两方面发展 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了迅速发展。

高效、精密、多功能、长寿命多工位级进模和汽车覆盖件冲模的设计制造水平代表了现代冲模的技术水平。我国能够设计制造出机电一体化的达到国际先进水平的高效、精密、长寿命多工位级进模,工作零件的制造精度达到 $1\mu\text{m}$,步距精度达到 $2\sim 3\mu\text{m}$,总寿命达到 2 亿冲次以上;我国汽车行业已具备轿车成套覆盖件冲模的生产能力,汽车零件特大型级进冲模重达 20t 左右,包含切口、拉深、弯曲、成形、整形、冲孔等多种工序,在汽车试制和小批量生产中应用高强度树脂浇注成形覆盖件冲模,缩短了试制周期,降低了成本,加速了新车型的开发。但与国外先进水平相比,国内模具的整体水平不高,模具设计制造的专业化水平不够,特种高精尖模具如大型或细小型高精度、超高速冲压、高强度和超薄材料冲压等模具跟不上工业发展的需要。

(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,使模具设计与制造水平发生了革命性的变化。目前最为突出的是模具 CAD/CAE/CAM。在这方面,国际上有许多应用成熟的计算机软件,我国不但能消化、应用国外的有关软件,一些单位已经自行开发或正在开发模具 CAD/CAE/CAM 软件。在一些行业,如汽车行业的主要模具企业,实现了模具 CAD/CAE/CAM 一体化。尽管其总体水平与国际上还有差距,但它代表了我国模具技术的发展成果与发展方向。

模具的加工方法迅速现代化。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(CNC)化。许多加工手段大大突破了传统的技术水平,高速铣削的加工精度可达到 $10\mu\text{m}$,表面粗糙度 $Ra \leq 1\mu\text{m}$,并可实现硬材料(60HRC)的加工,大大提高了模具装配精度,优化了模具加工工艺;电火



花铣削加工是利用高速旋转的简单管状电极进行三维或二维轮廓加工,类似数控铣削加工;现代电火花加工机床还可根据加工程序,自动从电极库更换电极;慢走丝线切割机的功能及自动化程度已相当高,目前切割速度已达 $300\text{mm}^2/\text{min}$,加工精度可达 $\pm 1.5\mu\text{m}$,表面粗糙度 Ra 可达 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$;精密连续轨迹坐标磨床可以磨削任何曲线轨迹,其定位精度可达 $1\sim 2\mu\text{m}$;现代三坐标测量机除了能以高精度测量复杂三维曲面的数据外,其良好的温度补偿、抗振保护和严密的防尘等装置,使得这种精密设备从严加隔离的测量场所走向了在线生产现场检测。但目前我国模具制造的一些关键设备还需要进口,自主研发不够。

在模具材料及热处理、模具表面处理等方面,国内外都进行了不少研制工作,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、O12Al、CG2、LM1、LM2等就是我国研制的性能优良的冲模材料。但目前模具材料、热处理工艺、表面处理技术还跟不上工业发展需要,直接影响了模具寿命的提高。

模具的标准化和专业化生产,已得到模具行业的广泛重视。这是由于模具标准化是组织模具专业化生产的前提,而模具的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。我国已经颁布了锻压术语、冲模零部件的国家标准,冲模的模架等基础零部件已专业化、商品化。但总的来说,我国冲模的标准化和专业化水平还是比较低的,先进国家标准已达标达 $70\%\sim 80\%$ 。

3. 冲压设备及冲压生产自动化方面

性能良好的冲压设备是提高冲压生产技术水平的的基本条件。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;为了适应冲压新工艺的需要,人们研制了许多新型结构的冲压设备;为了满足新产品少批量生产的需要,冲压设备朝多功能、数控方向发展;为提高生产率和实现安全生产,应用各种自动化装置、机械手乃至机器人的冲压自动生产线和高速自动压力机纷纷投入使用。如数控四边折弯机、数控剪板机、数控“冲压加工中心”、激光切割与成形机、高速自动压力机等已经在生产中广泛应用。代表着冲压生产新趋势的冲压柔性制造单元(FMC)和冲压柔性制造系统(FMS)在我国也已开始使用。

4. 冷冲压基本原理的研究

冷冲压工艺及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取得进展是分不开的。例如,板料冲压工艺性能的研究,冲压成形过程中应力应变的分析和计算机模拟,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,为逐步建立起紧密结合生产实际的先进的冲压工艺及冲模设计方法打下了基础。因此,可以说冲压成形基本理论的研究是提高冲压技术的基础。在这方面,国内外的学者进行了不少工作,并取得了许多成果。但总的来说,对冷冲压成形与模具的基础理论和技术的研究还跟不上工业发展的要求。

三、冷冲压基本工序的分类

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,即分离工序和成形工序。分离工序是指使板料按一定的轮廓线分离而获得一定形状、尺寸和切断面质量的冲压件(俗称冲裁件)的工序;成形工序是指使坯料在不破裂的条件下产生塑性变形而获得一定形状和尺寸的冲压件的工序。



上述两类工序，按冲压方式不同又具体分为很多基本工序，见表 1-1、表 1-2 和表 1-3。

表 1-1 分离工序

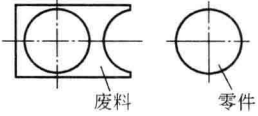
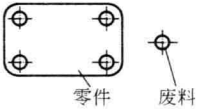
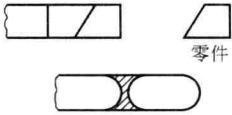
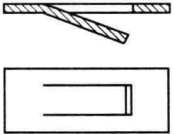
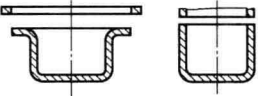
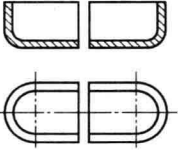
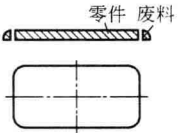

工序名称	工序简图	特点及应用范围
落料		<p>将材料沿封闭轮廓分离，被分离下来的部分大多是平板形的零件或工序件</p>
冲孔		<p>将废料沿封闭轮廓从材料或工序件上分离下来，从而在材料或工序件上获得需要的孔</p>
切断		<p>将材料沿敞开轮廓分离，被分离的材料成为零件或工序件</p>
切舌		<p>将材料局部分离而不是完全分离，并使被局部分离的部分达到工件所要求的形状尺寸，不再位于分离前所处的平面上</p>
切边		<p>利用冲模修切成形工序件的边缘，使之具有一定形状和尺寸</p>
剖切		<p>用剖切模将成形工序件一分为二，主要用于不对称零件的成双或成组冲压成形之后的分离</p>
整修		<p>沿外形或内形轮廓切去少量材料，从而降低断面的表面粗糙度值，提高断面垂直度和零件尺寸精度</p>
精冲		<p>用精冲模冲出尺寸精度高、断面光洁且垂直的零件</p>

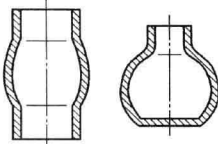
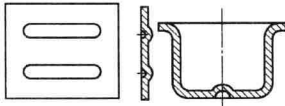
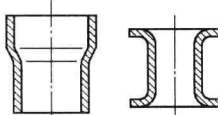
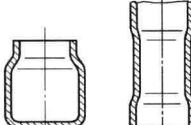
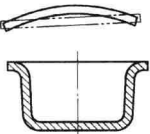
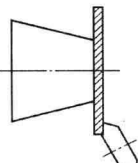


表 1-2 成形工序

工序名称	工序简图	特点及应用范围
弯曲		<p>用弯曲模使材料产生塑性变形, 从而弯成一定曲率、一定角度的零件。它可以加工各种复杂的弯曲件</p>
卷边		<p>将工件边缘卷成接近封闭圆形, 用于加工类似铰链的零件</p>
拉弯		<p>在拉力与弯矩的共同作用下实现弯曲变形, 使坯料的整个弯曲横断面全部受拉应力作用, 从而提高弯曲件精度</p>
扭弯		<p>将平直或局部平直工件的一部分相对另一部分扭转一定角度</p>
拉深		<p>将平板形的坯料或工件变为开口空心件, 或使开口空心工件进一步改变形状和尺寸成为开口空心件</p>
变薄拉深		<p>将拉深后的空心工件进一步拉深, 使其侧壁减薄、高度增大, 以获得底部厚度大于侧壁的零件</p>
翻孔		<p>沿内孔周围将材料翻成竖边, 其直径比原内孔大</p>
翻边		<p>沿外形曲线周围翻成侧立短边</p>
卷缘		<p>将板料或空心件口部边缘卷成接近封闭圆形, 如加工类似牙杯的口部等零件</p>



(续)

工序名称	工序简图	特点及应用范围
胀形		<p>将空心工序件或管状件沿径向往外扩张, 形成局部直径较大的零件</p>
起伏		<p>依靠材料的伸长变形使工序件形成局部凹陷或凸起</p>
扩口		<p>将空心工序件或管状件的口部向外扩张, 形成口部直径较大的零件</p>
缩口缩径		<p>对空心工序件或管状件的口部或中部加压, 使其直径缩小, 形成口部或中部直径较小的零件</p>
校平整形		<p>校平是将有拱弯或翘曲的平板形零件压平以提高其平直度; 整形是依靠材料的局部变形, 少量改变工序件的形状和尺寸, 以保证工件的精度</p>
旋压		<p>用旋轮使旋转状态下的坯料逐步成形为各种旋转体空心件</p>

在实际生产中, 当生产批量大时, 如果仅以表中所列的基本工序组成冲压工艺过程, 则生产率可能很低, 不能满足生产需要。因此, 一般采用组合工序, 即将两个以上的单独工序组成一道工序, 构成所谓复合、级进、复合级进的组合工序。

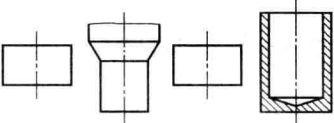

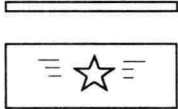
为了进一步提高劳动生产率, 充分发挥冷冲压的优点, 还可应用冷冲压方法进行产品的某些装配工作。视实际需要, 可以安排单独的装配工序, 也可把装配工序组合在级进组合工序中, 如微型电动机定、转子铁心的冲压与叠装。

上述冲压成形的分类方法比较直观, 真实地反映出各类零件的实际成形过程和工艺特点, 便于制订各类零件的冲压工艺并进行冲模设计, 在实际生产中得到了广泛的应用。但是, 冲压成形时, 材料的受力情况和变形性质很复杂, 要分析和解决每一种成形的实际问



题, 应将各种成形按其成形时变形区的应力和应变特点加以归类, 找出每一类成形工艺的共同规律和产生问题及解决问题的办法, 这就是另一种冲压成形的分类方法。按此分类法, 将冷冲压成形方法分为伸长类变形和压缩类变形, 它能充分反映出各类成形变形区的受力与变形特点, 反映出同类成形的共同规律, 对解决问题具有很大的实际意义。

表 1-3 立体冲压

工序名称	工序简图	特点及应用范围
冷挤压		<p>对放在模膛内的冷态金属坯料施加强大压力, 使其产生塑性变形, 并将其从凹模孔或凸、凹模之间的间隙挤出, 以获得空心件或横截面积较小的实心件</p>
冷 镦		<p>用冷镦模使坯料产生轴向压缩, 横截面积增大, 从而获得如螺钉、螺母等零件</p>
压 花		<p>压花是强行局部排挤材料, 在工序件表面形成浅凹花纹、图案、文字或符号, 但在压花表面的背面对应于浅凹的凸起</p>

四、学习要求和学习方法

学生学完冲压工艺及冲模设计之后, 应掌握冷冲压成形的基本原理; 掌握冲压工艺过程设计和冲模设计的基本方法; 具有设计比较复杂程度冲压件的工艺过程和比较复杂程度冲模的能力; 能够运用已学习的基本知识, 分析和创造性地解决生产中常见的产品质量、工艺及模具方面的技术问题; 能够合理选用冲压设备和设计或选用自动送料和自动出件装置; 广泛了解冲压成形新工艺、新模具及其发展动向。

由于冲压工艺及冲模设计是一门实践性和实用性很强的学科, 而且它又是以金属学与热处理、塑性力学等许多工程技术基础学科为基础, 与冲压设备、模具制造工艺学密切联系的, 因而在学时时必须注意理论联系实际, 认真参加实验、实习、设计等重要教学环节, 注意综合运用基础学科和相关学科的基本知识。

第二章 冷冲压变形基础

第一节 冷冲压变形的基本原理概述

一、影响金属塑性和变形抗力的因素

塑性是指金属在外力的作用下，能稳定地发生永久变形而不破坏其完整性的能力。变形抗力是指引起塑性变形的单位变形力。塑性和变形抗力都是金属的重要加工性能。它们不仅是金属的内在性质所决定的性能，还受诸多外部条件的影响，如变形温度、应变速率、变形的力学状态等。

1. 变形温度

对于大多数金属，变形温度对塑性和变形抗力的总的趋势是：随着温度的升高，塑性增加，变形抗力下降。所以在冲压工艺中，有时也采用加热成型的方法提高材料的塑性，增加在一次成形中所能达到的变形程度；降低材料的变形抗力，减轻设备和工装的负担。

温度的升高导致金属内部各种物理—化学状态的变化，使得金属的塑性和变形抗力发生改变。这些变化包括：回复与再结晶；原子动能增加；金属的组织、结构发生变化；扩散蠕变机理起作用；晶间滑移作用增强。

由于金属和合金的种类繁多，温度变化引起的物理—化学状态的变化各不相同，所以温度对各种金属和合金塑性及变形抗力的影响规律也各不相同。

对碳钢而言，在随温度升高塑性增加的总趋势下有几处相反的情况

(图 2-1)：当温度为 200 ~ 400℃ 时，

夹杂物以沉淀的形式在晶界、滑移面

析出，产生沉淀硬化，使变形抗力增加，塑性降低，这一温度范围称为冷脆区(或蓝脆区)；

当温度为 800 ~ 950℃ 时，又会出现热脆区，使塑性降低，这和铁与硫形成的化合物 FeS 几乎不溶于固体铁，在晶界形成低熔点(910℃)的共晶体(FeS—FeO)有关；当温度超过 1250℃ 后，由于发生过热、过烧，塑性又会急剧下降，这个区称为高温脆区。

总之，为了提高材料的变形程度，减小材料的变形抗力，在确定变形温度时，必须根据

不同材料的温度—力学性能曲线、加热对材料可能产生的不利影响(如氢脆、晶间腐蚀、氧化、脱碳等)，以及材料的变形性质做出正确的选择。

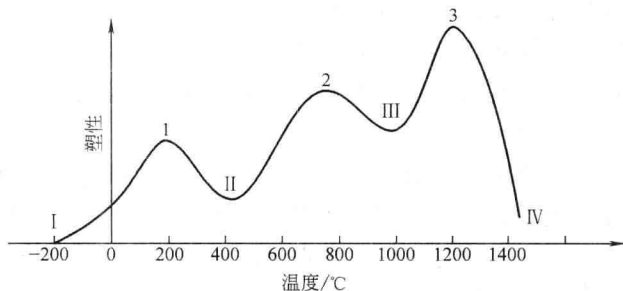


图 2-1 碳钢塑性随温度变化曲线

不同材料的温度—力学性能曲线、加热对材料可能产生的不利影响(如氢脆、晶间腐蚀、氧化、脱碳等)，以及材料的变形性质做出正确的选择。