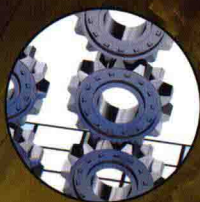


现代冲压工艺 与模具设计技术

XIANDAI CHONGYA GONGYI
YU MUJU SHEJI JISHU

主 编 曾欣 宋宁
副主编 袁永富 刘光虎



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



现代冲压工艺与模具设计技术

主 编 曾 欣 宋 宁
副主编 袁永富 刘光虎
参 编 胡 洋 程艳奎 杨 越
许琼方 刘咸超 陈方周
段彦斌



机械工业出版社

本书根据企业生产实际案例编写,内容包括5个项目,共28个工作任务,分别介绍了冲压成形基本理论、三相异步电动机过渡板冲裁工艺与模具设计、三相异步电动机过渡板弯曲级进模设计、电动机风罩落料拉深复合模设计及汽车覆盖件冲压模具CAE。

本书内容通俗易懂、紧贴生产实际,适合作为高职高专院校模具专业相应课程的教材,也可以作为非模具专业冲压模具课程教材和模具技术工人培训用书,并可供相关工程技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代冲压工艺与模具设计技术/曾欣,宋宁主编. —北京:机械工业出版社,2015.8

ISBN 978-7-111-51093-2

I. ①现… II. ①曾…②宋… III. ①冲压-生产工艺-高等教育-教材②冲模-设计-高等教育-教材 IV. ①TG38

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第184699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:舒雯 责任编辑:舒雯 版式设计:霍永明

责任校对:张玉琴 封面设计:鞠杨 责任印制:李洋

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2015年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm·17.25印张·424千字

0 001—2 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-51093-2

定价:56.00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

服务咨询热线:010-88379833

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-88379649

机工微博:weibo.com/cmp1952

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

项目1 冲压成形基本理论

前言

本书是为配合高职院校改革需求,以模具设计与制造专业的培养目标为依据所编写的。为了更好地贯彻国务院《关于加快发展现代职业教育的决定》通知中“职业教育要实现课程内容与职业标准对接,教学过程与生产过程对接”的要求,为了更好地实现高职院校高素质技术技能人才培养的目标,本书在内容设置上注重技术与技能并重的培养,以企业实际生产过程为主线,将冲压成形工艺与冲压模具设计项目贯彻全书各项目。

本书主要内容由在企业工作多年、具有丰富生产实践经验的工程师提供,收集了近年来我国模具设计、应用的实践经验和成熟的科研成果,同时吸收国外先进的制造技术资料、标准与方法,设置了5个项目,共28个任务,在知识构建上,根据能力为本的思想,在项目中更加注重实际应用,将烦琐的理论推导及复杂计算设置在项目之后的拓展知识中,留给读者在完成项目学习后更深入、成体系地学习。本书详细阐述了冲压成形工艺项目与模具设计的全过程,使其与企业实际生产相吻合,还将冲压模具结构设计的基本方法与步骤以完整的知识体系,独立设置在项目之后作为拓展知识,因此,本书适合作为高职高专院校模具专业相应课程的教材,也可作为非模具专业模具课程教材和模具技术工人培训用书,并可供相关工程技术人员学习参考。

本书参考学时为124学时,建议采用理论实践一体化教学。本书由宜宾职业技术学院曾欣与宋宁主编,袁永富和刘光虎担任副主编。项目1由曾欣、杨越、刘咸超编写,阐述冲压成形基本理论;项目2由宋宁编写,通过三相异步电动机过渡板冲裁工艺与模具设计项目,讲解冲裁工艺与模具设计的相关理论和设计计算细节;项目3由程艳奎编写,通过三相异步电动机过渡板弯曲级进模设计,讲解弯曲工艺与模具设计的相关理论和细节;项目4由曾欣、陈方周、许琼方编写,通过电动机风罩落料拉深复合模设计,讲解拉深工艺与模具设计的相关理论和细节,并介绍胀形、翻边等其他常见的冲压工艺与模具;项目5由刘光虎、胡洋、段彦斌编写,详细讲解如何利用FASTAMP软件模拟冲压成形过程,分析冲压缺陷。

由于冲压技术的飞速发展及其编者学识水平有限,疏漏与错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言	任务 3.4 弯曲模具设计	150
项目 1 冲压成形基本理论	1	
任务 1.1 冲压基础	1	
任务 1.2 冲压材料	23	
任务 1.3 冲压设备与冲压模具安装	31	
任务 1.4 冲压模具基础	37	
项目 2 三相异步电动机过渡板冲裁 工艺与模具设计	43	
任务 2.1 冲裁变形过程分析	43	
任务 2.2 冲裁间隙与模具刃口尺寸 计算	48	
任务 2.3 冲裁工艺力与压力中心	58	
任务 2.4 冲裁排样	64	
任务 2.5 冲裁成形工艺分析与设计	73	
任务 2.6 冲裁模的三种基本类型	79	
任务 2.7 冲裁模成形零部件设计	92	
任务 2.8 冲裁模主要零部件设计	104	
任务 2.9 冲裁模结构零部件设计	115	
项目 3 三相异步电动机过渡板 弯曲级进模设计	120	
任务 3.1 弯曲成形过程	120	
任务 3.2 弯曲成形工艺分析与设计 计算	129	
任务 3.3 典型弯曲模具	141	
任务 3.4 弯曲模具设计	150	
项目 4 电动机风罩落料拉深复合模 设计	162	
任务 4.1 拉深变形过程的分析	162	
任务 4.2 非直壁旋转体零件拉深	170	
任务 4.3 盒形件的拉深	175	
任务 4.4 拉深工艺设计及冲压工艺 规程的编制	181	
任务 4.5 拉深模具设计及定位零件的 设计	199	
任务 4.6 拉深中的辅助工序	212	
任务 4.7 其他冲压成形工艺及模具 设计	216	
项目 5 汽车覆盖件冲压模具 CAE ...	231	
任务 5.1 初识 FASTAMP 软件	231	
任务 5.2 FASTAMP 坯料展开线及缺陷 预测——BEW	234	
任务 5.3 FASTAMP 金属板料成形 分析——FAW	243	
任务 5.4 FASTAMP 修边线展开和翻边 成形——TUW	255	
附录 冲裁模初始双边间隙值	268	
参考文献	270	

项目1 冲压成形基本理论

任务1.1 冲压基础

【任务描述与解析】

1. 任务描述

在日常生活中，经常遇到图 1-1 所示的各种冲压制件，它们与我们的生活息息相关。

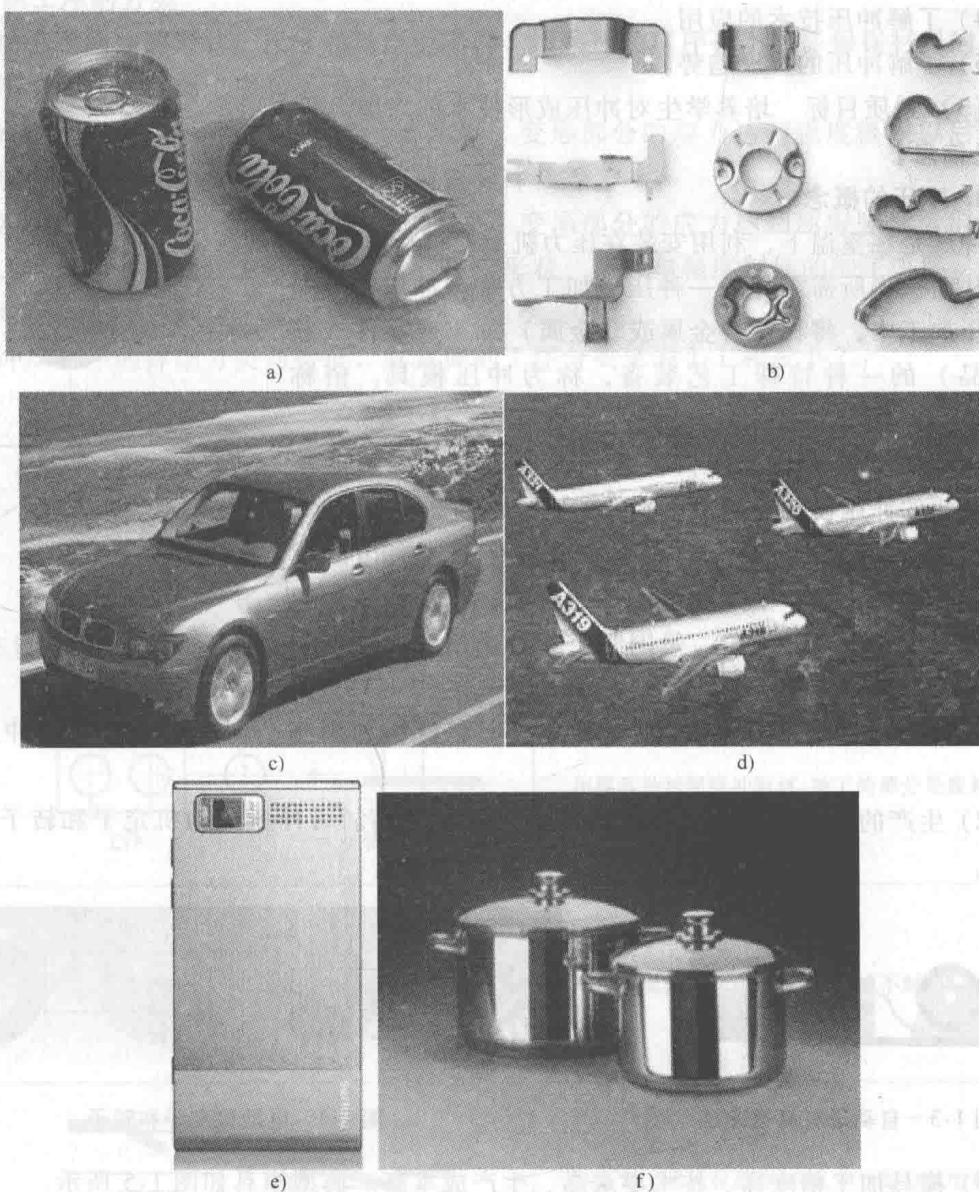


图 1-1 各种冲压制件

a) 易拉罐 b) 五金制件 c) 汽车 d) 飞机 e) 通信工具 f) 厨具

以上制件是采用什么加工方法生产的,这种加工方法的特点是什么,是采用什么材料生产的,要生产这些制件需要什么工具或模具,这些工具或模具是采用什么材料制成的?这正是本课程所要学习的内容,通过这些制件可以对本课程建立初步的认识,培养学习冲压模具的兴趣。

2. 任务解析

(1) 能力目标 能够合理选用冲压技术。

(2) 知识目标

1) 掌握冲压的基本原理。

2) 掌握冲压的基本概念。

3) 了解冲压技术的特点。

4) 了解冲压技术的应用。

5) 了解冲压的发展趋势。

(3) 素质目标 培养学生对冲压成形技术的兴趣。

【任务信息】

1. 冲压的概念

冲压是在室温下,利用安装在压力机上的模具对材料施加压力,使其产生分离或塑性变形,从而获得所需零件的一种压力加工方法。冲压模具是在冲压加工中,将材料(金属或非金属)加工成零件(或半成品)的一种特殊工艺装备,称为冲压模具,俗称冲模。

在冲压零件的生产中,合理的冲压工艺、先进的模具、高效的冲压设备是必不可少的三要素,如图 1-2 所示。

冲压加工的特点是由于冲压加工具有上述突出的优点,因此在批量生产中得到了广泛的应用,在现代工业生产中占有十分重要的地位,是国防工业及民用工业生产中必不可少的加工方法。

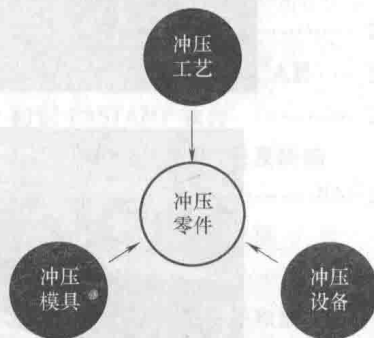


图 1-2 冲压成形三要素

1) 自动送料和高速冲压使冲压生产率和材料利用率高。自动送料高速冲压如图 1-3 所示。

2) 生产的制件精度高、复杂程度高、一致性高。可冲压电动机定子和转子,如图 1-4 所示。

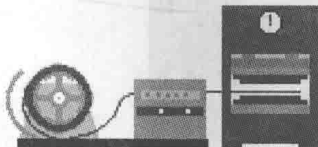


图 1-3 自动送料高速冲压

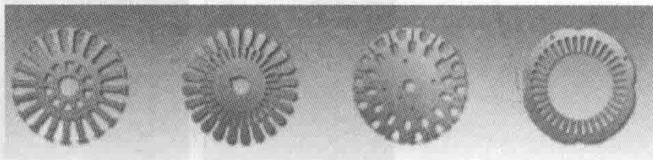


图 1-4 电动机定子和转子

3) 模具加工精度高、技术要求高、生产成本低。典型模具如图 1-5 所示。

冲压加工必须具备相应的模具,而模具是技术密集型产品,其制造属单件小批量生产,具有难加工、精度高、技术要求高、生产成本低(占产品成本的 10% ~ 30%)的特点。所

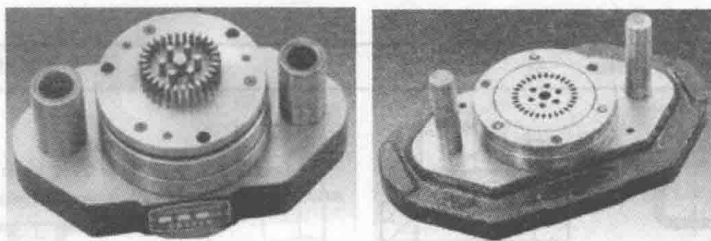


图 1-5 典型模具

以,只有在冲压零件为大批或大量生产的情况下,冲压加工的优点才能充分体现,从而获得好的经济效益。

2. 冲压工序的分类

冲压加工因制件的形状、尺寸和精度的不同,所采用的工序也不同。根据材料的变形特点可将冲压工序分为分离工序和成形工序两类。

1) 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以后,使坯料发生断裂而产生分离。分离工序主要有剪裁和冲裁等。

2) 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强度,但未达到拉伸强度,使坯料产生塑性变形,成为具有一定形状、尺寸与精度制件的加工工序。成形工序主要有弯曲、拉深、翻边、旋压等。

有关冲压工序的详细分类与特征,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		用模具沿封闭线冲板材,冲下的部分是废料
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

(续)

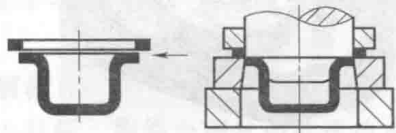
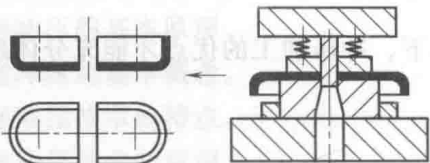
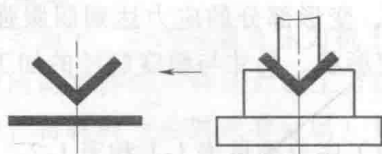
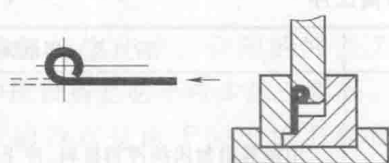
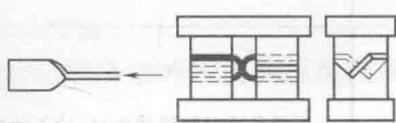
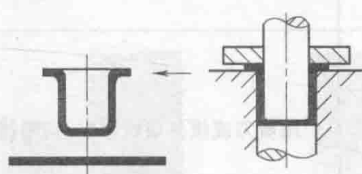
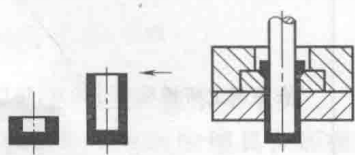
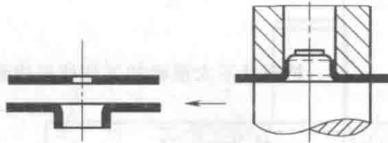
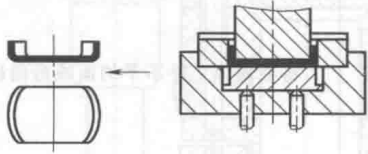
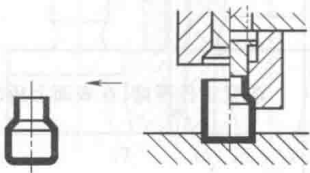
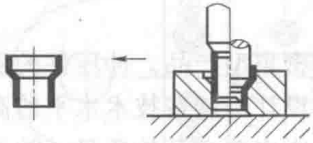
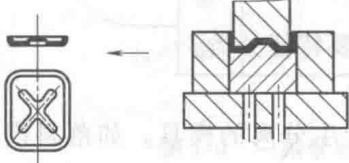
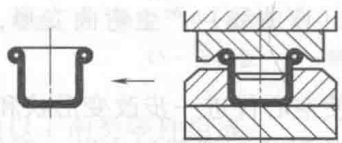
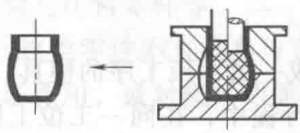
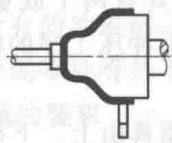
工序	图 例	特点及应用范围
切边		将拉深或成形后的半成品边缘部分的多余材料切掉
剖切		将半成品切开成两个或几个工件,常用于成双冲压

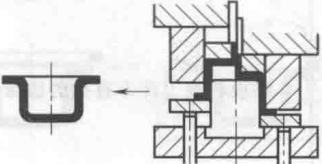
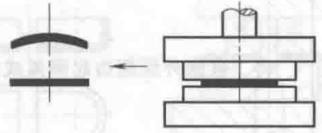
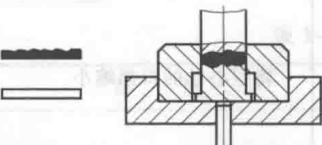
表 1-2 成形工序

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		把平板形坯料制成空心件,而厚度基本不变
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

(续)

工序	图 例	特点及应用范围
翻边		
孔的翻边		将板料或工件上有孔的边缘翻边成竖立边缘
外缘翻边		将工件的外缘翻边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
起伏		在板料或工件上压出肋条、花纹或文字,在起伏处的厚度变薄
卷边		将空心件的边缘卷成一定的形状
胀形		使空心件(或管料)的一部分沿径向扩张,呈凸肚形
旋压		利用辚棒或滚轮将板料毛坯压成一定形状(分变薄与不变薄两种)

(续)

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压平
压印		改变工件厚度,在表面上压出文字或花纹

3. 冲模的分类

冲模是冲压生产必不可少的工艺装备，是技术密集型产品。冲压件的质量、生产效率及生产成本等，与模具设计和制造有直接关系。模具设计与制造技术水平的高低，是衡量一个国家产品制造水平的重要标志之一，在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。

冲压模具的形式很多，一般可按以下几个主要特征分类。

(1) 根据工艺性质分类

- 1) 冲裁模：沿封闭或敞开的轮廓线使材料产生分离的模具。如落料模、冲孔模、切断模、切口模、切边模、剖切模等。
- 2) 弯曲模：使板料毛坯或其他坯料沿着直线（弯曲线）产生弯曲变形，从而获得一定角度和形状的工件的模具。
- 3) 拉深模：把板料毛坯制成开口空心件，或使空心件进一步改变形状和尺寸的模具。
- 4) 成形模：将毛坯或半成品工件按凸、凹模的形状直接复制成形，而材料本身仅产生局部塑性变形的模具。如胀形模、缩口模、扩口模、起伏成形模、翻边模、整形模等。

(2) 根据工序组合程度分类

- 1) 单工序模：在压力机的一次行程中，只完成一道冲压工序的模具。
- 2) 复合模：只有一个工位，在压力机的一次行程中，在同一工位上同时完成两道或两道以上冲压工序的模具。
- 3) 级进模（也称连续模）：在毛坯的送进方向上，具有两个或更多的工位，在压力机的一次行程中，在不同的工位上逐次完成两道或两道以上冲压工序的模具。

4. 模具的典型结构

图 1-6 所示为一副带导柱导套的单工序冲裁模。该模具由上、下模两部分构成，上模由模柄 5、上模座 3、导套 2、凸模 10、垫板 8、凸模固定板 7、卸料板 14 和螺钉、销钉等零

件组成；下模由下模座 17、导柱 1、凹模 11、导料板 15、承料板 18 和螺钉、销钉等零件组成。上模通过模柄 5 被安装在压力机滑块上，随滑块做上下往复运动，因此称为活动部分。下模通过下模座被固定在压力机工作台上，又称为固定部分。

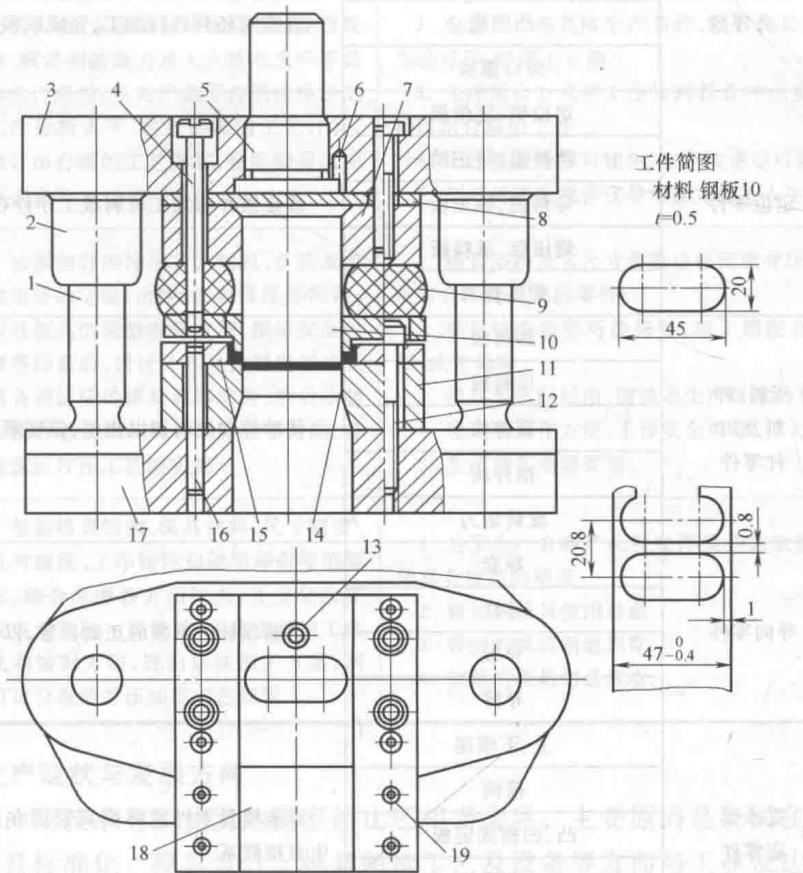


图 1-6 一副带导柱导套的单工序冲裁模

- 1—导柱 2—导套 3—上模座 4—卸料螺钉 5—模柄 6—防转销 7—凸模固定板
8—垫板 9—橡胶 10—凸模 11—凹模 12、19—螺钉 13—挡料销 14—卸料板
15—导料板 16—销钉 17—下模座 18—承料板

通常模具由以下两类零件组成：

- 1) 工艺零件，这类零件直接参与工艺过程的完成，并和坯料有直接接触，包括工作零件、定位零件、卸料与压料零件等。
- 2) 结构零件，这类零件不直接参与完成工艺过程，也不和坯料有直接接触，只对模具完成工艺过程起保证作用，或对模具功能起完善作用，包括导向零件、紧固零件、标准件及其他零件等。

冲模零件的分类与作用见表 1-3。

应该指出，不是所有的冲模都必须具备表 1-3 中所述的六种零件，尤其是单工序模，但是工作零件和必要的紧固零件等是不可缺少的。

5. 冲模设计与制造的要求

通常冲压产品的生产流程如图 1-7 所示。

表 1-3 冲模零件的分类与作用

零件种类		零件名称	零件作用
冲模零件	工作零件	凸模、凹模	直接对坯料进行加工,完成板料分离或成形
		凸凹模	
		刃口镶块	
		定位销、定位板	确定被冲压加工材料或工序件在冲模中正确位置
		挡料销、导正销	
		导料销、导正板	
		侧压板、承料板	
		定距侧刀	
	压料、卸料及出件零件	卸料板	使冲件和废料得以出模,保证顺利实现正常冲压
		压料板	
		顶件块	
		推件块	
		废料切刀	
	结构零件	导套	正确保证上下模的正确位置,以保证冲压精度
		导柱	
		导板	
		导筒	
	支承固定零件	上、下模座	承装模具零件或将模具紧固在压力机上,并与它发生直接联系
		模柄	
		凸、凹模固定板	
		垫板	
		限位器	
	紧固零件及其他通用零件	螺钉	模具零件之间的相互连接或定位
		销钉	
		键	
		弹簧等其他零件	



图 1-7 冲压产品的生产流程

冲压技术工作包括冲压工艺设计、模具设计及冲模制造三方面内容，尽管三者的内容不同，但三者之间都存在着相互关联、相互影响和相互依存的联系。三者的基本内容和基本要求见表 1-4。

应该指出，冲模设计与制造必须根据企业和产品生产批量的实际情况进行全面考虑，在保证产品质量的前提下，寻求最佳的技术经济性。片面追求生产效率、模具精度和使用寿命必然导致成本的增加，只顾降低成本和缩短制造周期而忽视模具精度和使用寿命，必然导致质量下降。

表 1-4 冲压工艺设计、模具设计及冲模制造的基本内容和基本要求

项目名称	基 本 内 容	基 本 要 求
冲压成形工艺要求	针对给定的产品图样,根据其生产批量的大小、企业现有冲压设备的类型规格、模具制造能力及工人技术水平等具体生产条件;从对产品零件图的冲压工艺性分析入手,经过必需的工艺计算,制订出合理的工艺方案,最后编写出冲压工艺卡	1. 冲压原材料利用率高,即材料消耗应尽可能少 2. 根据工厂的具体生产条件,制订的工艺方案应技术上先进可行,经济上合理 3. 工序组合方式和工序排列符合冲压变形规律,能确保冲压出合格的工作 4. 工序数量应尽可能少,生产效率尽可能高 5. 制订的工艺规程应尽可能方便工人生产组织和管理
冲模设计	依据制订的冲压工艺规程,在认真考虑毛坯的定位、出件、废料排除等问题,以及模具的制造维修方便、操作安全可靠等因素后,设计计算并构思出与冲压设备相适应的模具总体结构,然后绘制出模具总装图和所有非标准零件图,要能保证冲压工艺的实施	1. 模具结构及其尺寸参数应保证能冲压出形状、尺寸、精度符合图样要求的零件 2. 模具结构应尽可能简单,加工精度合理,制造维修方便,成本低廉 3. 模具要坚固耐用,能满足生产批量的要求 4. 模具要操作方便,工作安全可靠,工人劳动强度要低 5. 生产准备周期要短
冲模制造	根据模具结构、模具材料、尺寸精度、几何精度、工作特性和使用寿命等项要求,综合考虑各方面特点,并充分发挥现有设备的一切特长,正确选择加工方法和装配方法,选出最佳加工方案,制订出合理的冲压加工工艺规程	1. 为了生产合格产品和发挥模具的效能,制造的模具必须具有较高的精度 2. 较长的模具使用寿命 3. 较短的模具制造周期 4. 较低的模具制造成本

6. 冲压的生产现状与发展方向

目前,我国冲压技术与工业发达国家相比还相当落后,主要原因是我国在冲压基础理论及成形工艺、模具标准化、模具设计、模具制造工艺及设备等方面与工业发达国家尚有相当大的差距,导致我国模具在寿命、效率、加工精度、生产周期等方面与工业发达国家的模具相比差距相当大。

随着工业产品质量的不断提高,冲压产品生产正呈现多品种、少批量,复杂、大型、精密、更新换代速度快的变化特点,冲模正向高效、精密、长寿命、大型化方向发展。为适应市场变化,随着计算机技术和制造技术的迅速发展,冲模设计与制造技术正由手工设计、依靠人工经验和常规机械加工技术向以计算机辅助设计(CAD)、数控切削加工、数控电加工为核心的计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)技术转变。

(1) 冲压成形理论及冲压工艺 加强冲压变形基础理论的研究,以提供更加准确、实用、方便的计算方法,正确地确定冲压工艺参数和模具工作部分的几何形状与尺寸,解决冲压变形中出现的各种实际问题,进一步提高冲压件的质量。

研究和推广采用新工艺,如精密冲裁工艺、软模成形工艺、高能高速成形工艺、超塑性成形工艺及其他高效率、经济成形工艺等,进一步提高冲压技术水平。

值得特别指出的是,随着计算机技术的飞跃发展和塑性变形理论的进一步完善,近年来,国内外已开始应用塑性成形过程的计算机模拟技术,即利用有限元等数值分析方法模拟金属的塑性成形过程,通过分析数值技术结果,帮助设计人员实现优化设计。

(2) 模具先进制造工艺及设备 模具制造技术现代化是模具工业发展的基础。随着科

学技术的发展,计算机技术、信息技术、自动化技术等先进技术正不断向传统制造技术渗透、交叉、融合,对其实施改造,形成先进制造技术。

1) 高速加工。高速加工在模具制造中正得到广泛应用,并逐步替代部分磨削加工和电加工。

2) 电火花铣削加工。电火花铣削加工(又称为电火花创成加工)是电火花加工技术的重大发展,这是一种替代传统用成形电极加工模具型腔的新技术。像数控铣削加工一样,电火花铣削加工采用高速旋转的杆状电极对工件进行二维或三维轮廓加工,无需制造复杂、昂贵的成形电极。日本三菱公司最近推出的 EDSCAN8E 电火花创成加工机床,配置有电极损耗自动补偿系统、CAD/CAM 集成系统、在线自动测量系统和动态仿真系统,体现了当今电火花创成加工机床的水平。

3) 慢走丝线切割技术。目前,数控慢走丝线切割技术发展水平已相当高,功能相当完善,自动化程度已达到无人看管运行的程度。最大切割速度已达 $300\text{mm}^2/\text{min}$,加工精度可达到 $\pm 1.5\mu\text{m}$,加工表面粗糙度 $Ra0.1 \sim 0.2\mu\text{m}$ 。直径 $0.03 \sim 0.10\text{mm}$ 细丝线切割技术的开发,可实现凸凹模的一次切割完成,并可进行 0.04mm 的窄槽及半径 0.02mm 内圆角的切割加工。锥度切割技术已能进行 30° 以上锥度的精密加工。

4) 磨削及抛光加工技术。磨削及抛光加工由于精度高、表面质量好、表面粗糙度值低等特点,在精密模具加工中广泛应用。目前,精密模具制造广泛使用数控成形磨床、数控光学曲线磨床、数控连续轨迹坐标磨床及自动抛光机等先进设备和技术。

5) 数控测量。产品结构的复杂,必然导致模具零件形状的复杂。传统的几何检测手段已无法适应模具的生产。现代模具制造已广泛使用三坐标数控测量机进行模具零件几何量的测量,模具加工过程的检测手段也取得了很大进展。三坐标数控测量机除了能高精度地测量复杂曲面的数据外,其良好的温度补偿装置、可靠的抗振保护能力、严密的除尘措施以及简便的操作步骤,使得现场自动化检测成为可能。

模具先进制造技术的应用改变了传统制模技术模具质量依赖于人为因素、不易控制的状况,使得模具质量依赖于物化因素,整体水平容易控制,模具再现能力强。

(3) 模具新材料及热处理、表面处理 随着产品质量的提高,对模具质量和寿命要求越来越高。而提高模具质量和使用寿命最有效的办法就是开发和应用模具新材料及热处理、表面处理新工艺,不断提高使用性能,改善可加工性。

1) 模具新材料。冲模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高、韧性及耐磨性好。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含量,提高钢中碳化物分布均匀度,突出提高模具的韧性,如美国钎合金钢公司的 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。

2) 热处理、表面处理新工艺。为了提高模具工作表面的耐磨性、硬度和耐蚀性,必须采用热处理、表面处理新技术,尤其是表面处理新技术。除人们熟悉的镀硬铬、渗氮等表面硬化处理方法外,近年来模具表面性能强化技术发展很快,实际应用效果很好。其中,化学气相沉积(CVD)、物理气相沉积(PVD)以及盐浴渗金属(TD)的方法是几种发展较快,

应用最广的表面涂覆硬化处理的新技术。它们对提高模具使用寿命和减少模具昂贵材料的消耗,有着十分重要的意义。

(4) 模具 CAD/CAM 技术 计算机技术、机械设计与制造技术的迅速发展和有机结合,形成了计算机辅助设计与计算机辅助制造 (CAD/CAM) 这一新型技术。

模具 CAD/CAM 技术是改造传统模具生产方式的关键技术,是一项高科技、高效益的系统工程,它以计算机软件的形式为用户提供一种有效的辅助工具,使工程技术人员能借助计算机对产品、模具结构、成形工艺、数控加工及成本等进行设计和优化。模具 CAD/CAM 技术能显著缩短模具设计及制造周期、降低生产成本、提高产品质量已成为人们的共识。

随着功能强大的专业软件和高效集成制造设备的出现,以三维造型为基础、基于并行工程 (CE) 的模具 CAD/CAM 技术正成为发展方向,它能实现面向制造和装配的设计,实现成形过程的模拟和数控加工过程的仿真,使设计、制造一体化。

(5) 快速经济制模技术 为了适应工业生产中多品种、小批量生产的需要,加快模具的制造速度,降低模具生产成本,开发和应用快速经济制模技术越来越受到人们的重视。目前,快速经济制模技术主要有低熔点合金制模技术、锌基合金制模技术、环氧树脂制模技术、喷涂成形制模技术、叠层钢板制模技术等。应用快速经济制模技术制造模具,能简化模具制造工艺、缩短制造周期 (比普通钢模制造周期缩短 70% ~ 90%)、降低模具生产成本 (比普通钢模制造成本降低 60% ~ 80%),在工业生产中取得了显著的经济效益。对提高新产品的开发速度,有着非常重要的作用。

(6) 先进生产管理模式 随着需求的个性化和制造的全球化、信息化,企业内部和外部环境的变化,改变了模具行业的传统生产观念和 production 组织方式。现代系统管理技术在模具企业正得到逐步应用,主要表现在:①应用集成化思想,强调系统集成,实现了资源共享;②实现由金字塔式的多层次生产管理结构向扁平的网络结构转变,由传统的顺序工作方式向并行工作方式的转变;③实现以技术为中心向以人为中心的转变,强调协同和团队精神。先进生产管理模式的应用使得企业生产实现了低成本、高质量和快速度,提高了企业市场竞争能力。

7. 冲压的基本原理

(1) 金属塑性变形的基本概念 在外力作用下,金属产生形状与尺寸的变化称为变形,它分为弹性变形和塑性变形。

1) 塑性变形的物理概念。所有的固体金属都是晶体,原子在晶体所占的空间内有序排列。在没有外力作用时,金属中原子处于稳定的平衡状态,金属物体具有自己的形状与尺寸。施加外力,会破坏原子间原来的平衡状态,造成原子排列畸变,引起金属形状与尺寸的变化 (图 1-8)。若除去外力,金属中原子立即回复到原来稳定平衡的位置,原子排列畸变消失和金属完全恢复了自己的原始形状和尺寸,则这样的变形称为弹性变

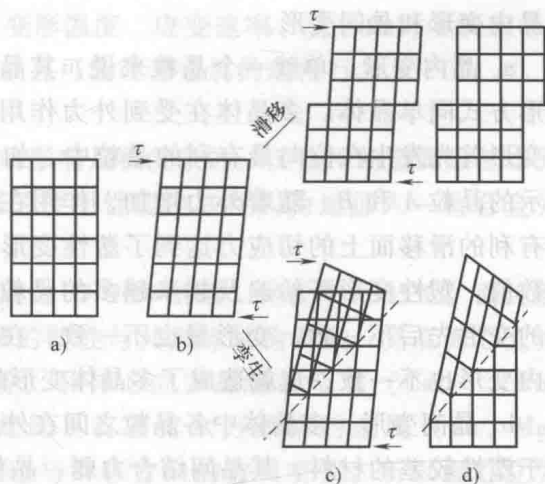


图 1-8 晶体变形

a) 无变形 b) 弹性变形 c) 弹性变形 + 塑性变形 d) 塑性变形

形(图1-8b)。增加外力,原子排列的畸变程度增加,移动距离有可能大于受力前的原子间距离,这时晶体中一部分原子相对于另一部分产生较大的错动(图1-8c)。外力除去以后,原子间的距离虽然仍可恢复原状,但错动了的原子并不能再回到其原始位置(图1-8d),金属的形状和尺寸也都发生了永久改变。这种在外力作用下产生不可回复的永久变形称为塑性变形。受外力作用时,原子总是离开平衡位置而移动。因此,在塑性变形条件下,总变形既包括塑性变形,也包括除去外力后消失的弹性变形。

2) 塑性变形的形式。先了解单晶体的变形规律,单晶体的塑性变形主要通过滑移和孪生方式进行。

① 滑移。滑移是晶体一部分沿一定的晶面(滑移面)和晶向(滑移方向)相对于另一部分做相对移动。由阻力最小定律可知,滑移总是沿原子排列最密的面和最密排的方向进行。一种滑移面及其面上的一个滑移方向组成一个滑移系。晶体的滑移系越多,则可能出现的滑移位向越多,金属的塑性也越好。晶体的滑移是通过位错的移动而产生的,并不需要整个滑移面上的全部原子一齐移动,而只是在位错中心附近的少数原子发生移动,且它们的移动距离小于一个原子间距,故通过位错移动的滑移所需应力要小得多。滑移会在宏观上形成滑移线和滑移带。

② 孪生。孪生是晶体一部分相对另一部分,对应于一定的晶面(孪晶面)沿一定方向发生转动的结果。孪生时,晶体变形部分中所有与孪晶面平行的原子平面均向同一方向移动,移动距离与该原子面距孪晶面的距离成正比。虽然相邻原子间的位移只有一个原子间距的几分之一,但许多层晶面积累起来便可形成比原子间距大许多倍的变形。金属的临界孪生切应力比临界滑移切应力大得多,只有在滑移过程很困难时,晶体才发生孪生。孪生对变形过程的直接贡献不大,但是孪生后由于晶体转至新位向,将有利于滑移,因而使金属的变形能力得到提高。滑移和孪生两者往往交替进行。

③ 多晶体塑性变形。实际使用的金属都是多晶体,由大小、形状、位向都不完全相同的晶粒组成,各晶粒之间由晶界相连接。多晶体塑性变形包括晶内变形和晶间变形。

a. 晶内变形。单就一个晶粒来说,其晶内塑性变形方式同单晶体。多晶体在受到外力作用时,塑性变形首先发生在位向最有利的晶粒中,如图1-9a所示的晶粒A和B。随着外力增加,作用在位向不太有利的滑移面上的切应力达到了塑性变形所需要的数值,塑性变形开始遍及越来越多的晶粒。各晶粒的变形先后不一致,变形量也不一致,在同一晶粒内变形也不一致,这就造成了多晶体变形的不均匀性。

b. 晶间变形。多晶体中各晶粒之间在外力的作用下发生相互移动和转动,即晶间变形。对于塑性较差的材料,其晶间结合力弱,晶粒之间的相对移动会破坏晶界面,降低晶粒之间的机械嵌合,易于导致金属的破裂。

多晶体塑性变形后会引引起下述组织改变:

(a) 纤维组织。晶粒沿最大变形方向伸长,形成纤维状的晶粒组织,即纤维组织。

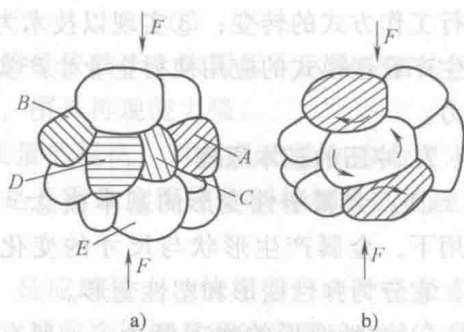


图1-9 多晶体的塑性变形

a) 晶内变形 b) 晶间变形