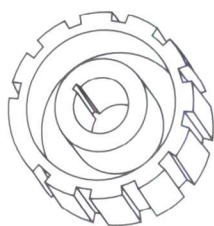


国家高技能紧缺人才培养丛书·模具技术

# 冲压模具设计与制造



## 实训教程

主编 周斌兴



国防工业出版社  
National Defense Industry Press

国家高技能紧缺人才专业培训丛书 模具技术

# 冲压模具设计与制造 实训教程

主编 周斌兴

国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书主要介绍冲压模具设计与制造的基本原理、基本方法和相关知识。全书内容共分六个单元:冲压模具基础知识;冲裁模设计与制造;弯曲模设计与制造;拉深模设计与制造;成形模设计与制造;冷冲模设计与制造实训以及冲模的维护与修理。本书以培养技术应用能力为主线,将冲压成形原理、冲压工艺与模具设计、模具制造工艺学等三门关联课程的内容进行了有机的融合,并选编了较多的生产应用实例,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖,内容详实。

本书不仅可以满足高职高专的模具设计与制造专业、机电一体化专业、机械制造与控制专业的教学要求,同时也可作为工程技术人员的培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计与制造实训教程/周斌兴主编. —北京:  
国防工业出版社, 2006. 4  
(国家高技能紧缺人才培养丛书. 模具技术)  
ISBN 7-118-04432-6

I. 冲... II. 周... III. ①冲模—设计—技术培训—教材②冲模—制模工艺—技术培训—教材  
IV. TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第017602号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100044)

李史山印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787×1092 1/16 印张 17 字数 388千字

2006年4月第1版第1次印刷 印数 1—5000册 定价 34.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《国家高技能紧缺人才培养丛书 模具技术》

编委会

编委会主任

长三角国家高技能人才培训中心主任  
德国职业教育培训中国项目总监

马库斯·卡曼

编委会委员

上海现代模具培训中心

徐峰

江南大学

张能武

江南大学

周斌兴

河海大学

唐亚鸣

南京航空航天大学

刘淑芳

合肥工业大学

周明建

上海第二工业大学

王新华

长三角国家高技能人才培训中心

黄芸

长三角国家高技能人才培训中心

程美玲

苏州工业园区培训中心

邱立功

上海屹丰模具制造有限公司

吴红梅

上海昌美精械有限公司

苏本杰

上海上汽制造有限公司

卢小虎

韩国机床工业协会中国技术服务中心

金友龙

## 丛书序言

改革开放 20 多年来,我国经济保持持续增长的势头。进入 21 世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲动力。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告 2002/2003》,我国制造业增加值占世界制造业的 6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第 4 位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争的事实,这已引起中央领导和社会各界的广泛关注。调查研究表明,目前,我国在制造业领域急需大量数控、模具、汽车维修等专业高技能人才,而且我国技能型人才的培养模式相对落后,迫切需要通过提高职业教育和培训的针对性和适应性。教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合提出优先在数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等专业领域实施“先进制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”。劳动和社会保障部在全国范围内发起实施“国家高技能人才培训工程”,并制定了“三年五十万新技师培养计划”,以缓解高技能人才短缺状况。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,国防工业出版社根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,组织编写了急需开发的汽车应用、模具及数控专业技能实训教材。为做好该套教材的编写准备工作,使之更适合现代职业教育的特点,突出实践性教学,适应中等职业学校和企业培训的需要,特邀请长三角地区知名

企业、行业协会、职业院校及长三角国家高技能人才培训中心的有关专家编写了《国家高技能紧缺人才培训丛书》。本套丛书分数控技术、模具技术、汽车维修3个专业,共18个分册。

本套丛书是为了适应高技能紧缺人才的培养而编写的,为此组建了以职业院校、培训机构与企业界人士相结合的编审委员会,发挥各自优势。丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学生职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

我们真诚希望本套丛书的出版能为我国的职业教育特别是紧缺技能人才的培训有所帮助。由于时间仓促,加上我们的水平和经验有限,丛书中可能存在某些缺点和不足,我们热切期待广大读者提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进和完善!



长三角国家高技能人才培训中心

《国家高技能紧缺人才培训丛书》编委会

2006年1月

# 前 言

模具是一种技术密集、资金密集型的产品,在我国国民经济中的地位非常重要。模具工业已被国家正式确定为**基础产业**,并在“十五”期间列为重点扶持产业。模具生产技术水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,因为模具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。

改革开放 20 多年来,我国(除港台地区外,下同)的模具工业获得了飞速的发展,设计、制造加工能力和水平、产品档次都有了很大的提高。据 1997 年的不完全统计,全国拥有模具专业生产厂、产品厂配套的模具车间(分厂)近 17000 家,约 60 万从业人员,年模具总产值达 200 亿元。到 2002 年,模具年总产值已达到 360 亿元,而 2003 年的总产值则达到 400 亿元,短短几年的时间,我国的模具行业产值就翻了一番。

随着发达国家将制造业纷纷转移到中国,中国塑料模具工业面临空前的发展机遇。到 2005 年,中国塑料模具产值已达到 460 亿元,年均增长速度为 12% 左右。模具自给率提高到 80% 左右,模具及模具标准件出口达 2 亿美元左右,汽车用塑料模具进口大量减少。

在模具工业的总产值中,冲压模具约占 50%,塑料模具约占 33%,压铸模具约占 6%,其他各类模具约占 11%。由于新技术、新材料、新工艺的不断发展,促使模具技术不断进步,对人才的知识、能力、素质的要求也在不断提高。

为加快和推动模具专业技术的发展,国防工业出版社根据教育部“大力推动技能型紧缺人才培养培训工程”的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,组织编写了急需开发的模具专业技能实训教材。为做好该套教材的编写工作,使之更适合现代职业教育的特点,突出实践性教学,适用中等职业学校和企业培训的需要,特邀请长三角地区知名模具制造企业、模具协会、职业院校及长三角国家高技能人才培养中心的有关专家教授编写《国家高技能紧缺人才培养丛书 模具技术》丛书。本套丛书包括:

1. 《模具钳工技能实训教程》
2. 《模具机械加工实训教程》
3. 《模具数控加工实训教程》

4. 《冲压模具设计与制造实训教程》
5. 《塑料模具设计与制造实训教程》
6. 《模具 CAD/CAM 实训教程》

组织编写本套培训丛书的目的 在于提供一套与传统教材编写模式不同、富有时代创新特色、有利于应用型技能人才培养、真正适合就业方向的实训教材,以满足培养工程应用型技能人才的需求。

《冲压模具设计与制造实训教程》主要介绍冲压模具设计与制造的基本原理、基本方法和相关知识。全书内容共分六个单元:冲压模具基础知识;冲裁模设计与制造;弯曲模设计与制造;拉深模设计与制造;成形模设计与制造;冷冲模设计与制造实训以及冲模的维护与修理。本书以培养技术应用能力为主线,将冲压成形原理、冲压工艺与模具设计、模具制造工艺学等三门关联课程的内容进行了有机的融合,并选编了较多的生产应用实例,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖,内容详实。本书不仅可以满足高职、高专的模具设计与制造专业、机电一体化专业、机械制造与控制专业的教学要求,同时也可作为有关工程技术人员的培训教材。

本书由江南大学周斌兴同志主编并统稿,参加编写人员主要有江南大学张能武,长三角国家高技能人才培养中心黄芸、程美玲,苏州工业园区培训中心邱立功,上海屹丰模具制造有限公司吴红梅,上海昌美精械有限公司苏本杰等同志。本书稿由唐继艳、吴娟录入和校对。

本书在编写过程中得到国防工业出版社、上海模具协会、昆山模具协会、江南大学机械学院、常州职业技术学院、上海屹丰模具制造有限公司、长三角国家高技能人才培养中心的大力支持和帮助,并得到众多专家的指导和鼎力相助;同时参考了大量的企业内部培训资料和有关图书,谨此表示衷心的感谢和敬意!

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有缺点和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2006年1月于上海



# 目 录

第一单元 冲压模具基础知识 .....	1	第三单元 弯曲模设计与制造 .....	101
课题一 冲压技术与冲压模具 .....	1	课题一 弯曲模的设计基础 .....	101
一、冲压技术与冲压模具 .....	1	一、弯曲件的工艺性 .....	101
二、冲压的基本工序及模具 .....	5	二、弯曲过程及变形分析 .....	104
课题二 冲压成形理论知识 .....	8	三、弯曲工艺计算 .....	105
一、金属塑性变形概述 .....	8	四、弯曲模设计要点 .....	114
二、塑性变形的应力与应变 .....	14	课题二 弯曲模的典型结构 .....	124
三、金属塑性变形的基本规律 .....	18	一、弯曲模的分类与设计要点 .....	124
四、冲压成形中的变形趋向及其		二、弯曲模的典型结构 .....	124
控制 .....	23	课题三 弯曲模工作零件的设计与	
课题三 冲压工艺与冲压设备 .....	25	制造 .....	133
一、冲压件工艺设计 .....	25	一、弯曲模工作零件的设计 .....	133
二、冲压设备 .....	41	二、弯曲模工作零件的制造 .....	136
课题四 冷冲压模具的成本分析 .....	45	课题四 弯曲模的装配与调试 .....	137
第二单元 冲裁模设计与制造 .....	47	一、弯曲模的装配 .....	137
课题一 冲裁模设计基础 .....	47	二、弯曲模的调试 .....	137
一、冲裁件的工艺性 .....	47	第四单元 拉深模的设计与制造 .....	139
二、冲裁过程的分析 .....	49	课题一 拉深模的设计基础 .....	139
三、冲裁件的工艺计算 .....	51	一、拉深变形特点及分析 .....	139
四、冲裁模设计中的有关计算 .....	58	二、拉深工艺计算 .....	140
课题二 冲裁模的典型结构 .....	68	三、拉深模结构设计要点 .....	166
一、冲裁模的分类 .....	68	四、带料连续拉深 .....	172
二、冲裁模的结构组成 .....	68	课题二 拉深模的典型结构 .....	178
三、冲裁模的典型结构 .....	70	一、单动压力机上使用的拉	
课题三 冲裁模零件的加工制造 .....	83	深模 .....	178
一、工作零件的加工 .....	83	二、双动压力机上使用的拉	
二、卸料板与固定板的加工 .....	90	深模 .....	182
三、模座及导向零件的加工 .....	91	课题三 拉深模工作零件的设计与	
课题四 冲裁模的装配与调试 .....	96	制造 .....	183
一、冲裁模的装配 .....	96	一、拉深模工作零件的设计 .....	183
二、冲裁模的调试 .....	100	二、拉深模工作零件的制造 .....	187

课题四 拉深模的装配与调试 .....	188	三、模具图常见的习惯画法 .....	221
<b>第五单元 成形模的设计与制造 .....</b>	<b>190</b>	<b>课题二 冲压模具设计与制造</b>	
课题一 胀形 .....	190	实训 .....	222
一、概述 .....	190	一、冲压模具设计与制造实训的	
二、胀形工艺方法及模具 .....	191	内容和步骤 .....	222
课题二 翻孔和翻边 .....	199	二、编写设计计算说明书 .....	225
一、翻孔 .....	199	三、级进模设计与制造实训	
二、翻边 .....	203	实例 .....	225
三、翻孔与翻边模具 .....	205	四、弯曲工艺设计实训实例 .....	237
课题三 缩口 .....	206	五、复合模设计实训实例 .....	242
一、概述 .....	206	<b>第七单元 冲模的维护与修理 .....</b>	<b>249</b>
二、缩口的变形程度 .....	208	课题一 冲模使用中的维护 .....	249
三、缩口后材料长度与厚度的		一、冲模的正确使用、维护和	
变化及缩口毛坯的计算 .....	209	保养 .....	249
四、缩口力的计算 .....	210	二、冲模使用中的维护性修理 .....	250
五、缩口模具形式 .....	211	课题二 冲模的修理 .....	251
课题四 校形 .....	213	一、冲压模具的耐用度 .....	251
一、概述 .....	213	二、冲模修理的原因 .....	252
二、校平 .....	213	三、冲模修理要点 .....	255
三、整形 .....	214	四、冲模的修理 .....	256
课题五 压印 .....	216	课题三 冲压模具的保管 .....	260
<b>第六单元 冷冲模设计与制造实训 .....</b>	<b>218</b>	一、冲模的存放管理 .....	260
课题一 模具设计绘图注意事项 .....	218	二、冲模的安全管理 .....	260
一、模具总装配图的绘制要求 .....	218	三、冷冲模的保管 .....	261
二、模具零件图的绘制要求 .....	220	<b>参考文献 .....</b>	<b>262</b>

# 第一单元 冲压模具基础知识

## 课题一 冲压技术与冲压模具

### 一、冲压技术与冲压模具

#### 1. 冲压技术的特点及应用

冲压是利用安装在冲压设备(主要是压力机)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(俗称冲压件或冲件)的一种压力加工方法,冲压通常是在常温下对材料进行冷变形加工,且主要采用板料来加工成所需零件,所以也叫冷冲压或板料冲压。冲压是材料压力加工或塑性加工的主要方法之一,隶属于材料成形工程技术。

冲压所使用的模具称为冲压模具,简称冲模。冲模是将材料(金属或非金属)批量加工成所需冲件的专用工具。冲模在冲压中至关重要,没有符合要求的冲模,批量冲压生产就难以进行;没有先进的冲模,先进的冲压工艺就无法实现。冲压工艺与模具、冲压设备和冲压材料构成冲压加工的三要素,它们之间的相互关系如图1-1所示。

与机械加工及塑性加工的其他方式相比,冲压加工无论在技术方面还是经济方面都具有许多独特的优点。主要表现如下:

- ① 冲压加工的生产效率高,且操作方便,易于实现机械化与自动化。这是因为冲压是依靠冲模和冲压设备来完成加工,普通压力机的行程次数为每分钟几十次,高速压力机每分钟可达数百次甚至千次以上,而且每次冲压行程就可能得到一个冲件。
- ② 冲压时由模具保证了冲压件的尺寸与形状精度,且一般不破坏冲压材料的表面质量,而模具的寿命一般较长,所以冲压件的质量稳定,互换性好,具有“一模一样”的特征。
- ③ 冲压可加工出尺寸范围较大、形状较复杂的零件,如小到钟表的秒针,大到汽车纵梁、覆盖件等,加上冲压时材料的冷变形硬化效应,冲压件的强度和刚度均较高。
- ④ 冲压一般没有切屑碎料生成,材料的消耗较少,且不需其他加热设备,因而是一种省料、节能的加工方法,冲压件的成本较低。

但是,冲压加工所使用的模具一般具有专用性,有时一个复杂零件需要数套模具才能加工成形,且模具制造的精度高,技术要求高,是技术密集形产品。所以,只有在冲

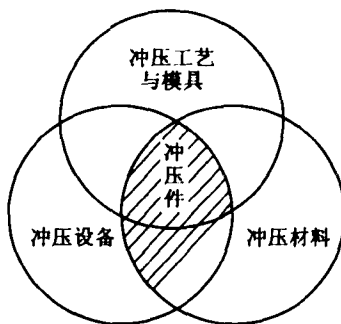


图 1-1 冲压加工的要素

冲压件生产批量较大的情况下,冲压加工的优点才能充分体现,从而获得较好的经济效益。

冲压在现代工业生产中,尤其是大批量生产中应用十分广泛。相当多的工业部门越来越多地采用冲压方法加工产品零部件,如汽车、农机、仪器、仪表、电子、航天、航空、家电及轻工等行业。在这些工业部门中,冲压件所占的比重都相当大,少则60%以上,多则90%以上。不少过去用锻造、铸造和切削加工方法制造的零件,现在大多数也被质量轻、刚度好的冲压件所代替。因此可以说,如果生产中不广泛采用冲压工艺,许多工业部门要提高生产效率和产品质量、降低生产成本、快速进行产品更新换代等都是难以实现的。

## 2. 冲压技术的现状及发展方向

随着科学技术的不断进步和工业生产的迅速发展,许多新技术、新工艺、新设备、新材料不断涌现,因而促进了冲压技术的不断革新和发展。其主要表面和发展方向如下:

(1) 冲压成形理论及冲压工艺方面 冲压成形理论的研究是提高冲压技术的基础。目前,国内外对冲压成形理论的研究非常重视,在材料冲压性能研究、冲压成形过程应力应变分析、板材料变形规律研究及坯料与模具之间的相互作用研究等方面均取得了较大的进展。特别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(FEM)等数值分析方法模拟金属的塑性成形过程,根据分析结果,技术人员可预测某一工艺方案成形的可行性及可能出现的质量问题,并通过在计算机上选择修改相关参数,可实现工艺及模具的优化设计。这样既节省了昂贵的试模费用,也缩短了制模周期。

研究推广提高劳动生产率及产品质量、降低成本和扩大冲压工艺应用范围的各种冲压新工艺,也是冲压技术的发展方向之一。目前国内外相继涌现出了精密冲压工艺、软模成形工艺、高能高速成形工艺、超塑性成形工艺及无模多点成形工艺等精密、高效、经济的冲压新工艺。其中,精密冲裁是提高冲裁件质量的有效方法,它扩大了冲压加工范围,目前精密冲裁件加工零件的厚度可达25mm,精度可达IT6级~IT7级;用液体、橡胶、聚氨酯等作柔性凸模或凹模来代替刚性凸模或凹模的软模成形工艺,能加工出用普通加工方法难以加工的材料和复杂形状的零件,在特定生产条件下具有明显的经济效益;采用爆炸等高能高效成形方法对于加工各种尺寸大、形状复杂、批量小、强度高和精度要求较高的板料零件,具有很重要的实用意义;利用金属材料的超塑性进行超塑性成形,可以用一次成形代替多道普通的冲压成形工序,这对于加工形状复杂和大型板料零件具有突出的优越性;无模多点成形工艺是高度可调的凸模群体代替传统模具进行板料曲面成形的一种先进工艺技术,我国已自主设计制造了具有国际领先水平的无模多点成形设备,解决了多点压机成形法,从而可随意改变变形路径与受力状态,提高了材料的成形极限,同时利用反复成形技术可消除材料内残余应力,实现无回弹成形。无模多点成形系统以CAD/CAM/CAT技术为主要手段,能快速经济地实现三维曲面的自动化成形。

(2) 冲模设计与制造方面 冲模是实现冲压生产的基本条件。在冲模的设计和制造上,目前正朝着以下两方面发展:一方面,为了适应高速、自动、精密、安全等大批量现代生产的需要,冲模正向高效率、高精度、高寿命及多工位、多功能方向发展,与此相适应的新

型模具材料及其热处理技术,各种高效、精密、数控、自动化的模具加工机床和检测设备以及模具 CAD/CAM 技术也正在迅速发展;另一方面,为了适应产品更新换代和试制或小批量生产的需要,锌基合金冲模、聚氨酯橡胶冲模、薄板冲模、钢带冲模、组合冲模等各种简易冲模及其制造技术也得到了迅速发展。

精密、高效的多工位及多功能级进模和大型复杂的汽车覆盖件冲模代表了现代冲模的技术水平。目前,50 个工位以上的级进模进距精度可达  $2\mu\text{m}$ ,多功能级进模不仅可以完成冲压全过程,还可完成焊接、装配等工序。我国已能自行设计制造出达到国际水平的精密多工位级进冲模,如某机电一体化的铁芯精密自动化多功能级进模,其主要零件的制造精度到  $2\mu\text{m} \sim 5\mu\text{m}$ ,进距精度  $2\mu\text{m} \sim 3\mu\text{m}$ ,总寿命达 1 亿次。我国主要汽车模具企业,已能生产成套覆盖件模具,在设计制造方法、手段方面已基本达到了国际水平,模具结构、功能方面也接近国际水平,但在制造质量、精度、制造周期和成本方面与国外相比还存在一定差距。

模具材料及热处理与表面处理工艺对模具加工质量和寿命的影响很大,世界各主要工业国在此方面的研究取得了较大进展,开发了许多的新钢种,其硬度可达 HRC58 ~ HRC70,而变形只为普通工具钢的  $1/2 \sim 1/5$ 。如火焰淬火钢可局部硬化,且无脱碳;我国研制的 65Hb、LD 和 CD 等新钢种,具有热加工性能好、热处理变形小、抗冲击性能佳等特点。与此同时,还发展了一些新的热处理和表面处理工艺,主要有气体软氮化、离子氮化、渗硼、表面涂镀、化学气相沉积(CVD)、物理气相沉积(PVD)、激光表面处理等。这些方法能提高模具工作表面的耐磨性、硬度和耐腐蚀性,使模具寿命大大延长。

模具制造技术现代化是模具工业发展的基础。计算机技术、信息技术、自动化技术等先进技术正在不断向传统制造技术渗透、交叉、融合,形成了现代模具制造技术。其中高速铣削加工、电火花铣削加工、慢走丝线切割加工、精密磨削及抛光技术、数控测量等代表了现代冲模制造的技术水平。高速铣削加工不但具有加工速度快以及良好的加工精度和表面质量(主轴转速一般为  $15\ 000\text{r}/\text{min} \sim 40\ 000\text{r}/\text{min}$ ,加工精度一般可达  $10\mu\text{m}$ ,最好的表面粗糙度  $R_a \leq 1\mu\text{m}$ ),而且与传统切削加工相比具有温升低(工件只升高  $3^\circ\text{C}$ )、切削力小,因而可加工热敏材料和刚性差的零件,合理选择刀具和切削用量还可实现硬材料(HRC60)加工;电火花铣削加工(又称电火花创成加工)是以高速钢旋转的简单管子状电极作三维或二维轮廓加工(像数控铣一样),因此不再需要制造昂贵的成形电极,如日本三菱公司生产的 EDSCAN8E 电火花铣削加工机床,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,体现了当今电火花加工机床的技术水平;慢走丝线切割技术的发展水平已相当高,功能也相当完善,自动化程度已达到无人看管运行的程度,目前切割速度已达  $300\text{mm}^2/\text{min}$ ,加工精度可达  $\pm 1.5\mu\text{m}$ ,表面粗糙度可达  $R_a \leq 0.1\mu\text{m} \sim 0.2\mu\text{m}$ ;精密磨削及抛光已开始使用数控成形磨床、数控光学曲线磨床、数控连续轨迹坐标磨床及自动等先进设备和技术;模具加工过程中的检测技术也取得了很大发展,现代三坐标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、严密的除尘措施及简便的操作步骤,使得现场自动化检测成为可能。此外,激光快速成形技术(RPM)与树脂浇注技术在快速经济制模技术中得到了成功的应用。利用 RPM 技术快速成形三维原型后,通过陶瓷精铸、电弧涂漆、消失模、熔模等技术可快速制造各种成形模。

如清华大学开发研制的“M-RPMS-II型多功能快速原型制造系统”是我国自主知识产权的世界惟一拥有两种快速成形工艺(分层实体制造SSM和熔融挤压成形MEM)的系统,它基于“模块化技术集成”之概念而设计和制造,具有较好的价格性能比。一汽模具制造公司在以CAD/CAM加工的主模型为基础,采用瑞士汽巴精华的高强度树脂浇注成形的树脂冲模应用在国产轿车试制中,具有制造精度较高、周期短、费用低等特点,达到了20世纪90年代国际水平,为我国轿车试制和小批量生产开辟了新的途径。

模具CAD/CAE/CAM技术是改造传统模具生产方式的关键技术,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,从而显著缩短模具设计与制造周期,降低生产成本,提高产品质量。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/CAE/CAM技术正成为发展方向,它能实现制造和装配的设计、成形过程的模拟和数控加工过程的仿真,还可对模具制造性进行评价,使模具设计与制造一体化、智能化。

(3) 冲压设备和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必要条件,高精度、高寿命、高效率的冲模需要高精度、高自动化的冲压设备相匹配。为了满足大批量高速生产的需要,目前冲压设备也由单工位、单功能、低速压力机朝着多工位、多功能、高速和数控方向发展,加之机械手乃至机器人的大量使用,使冲压生产效率得到大幅提高,各式各样的冲压自动线和高速自动压力机纷纷投入使用。如在数控四边折弯机中送入板料毛坯后,在计算机程序控制下便可依次完成四边弯曲,从而大幅度提高精度和生产率;在高速自动压力机上冲压电极定转子冲片时,一分钟可冲几百片,并能自动叠成定、转子铁芯,生产效率比普通压力机提高几十倍,材料利用率高达97%;公称压力为250kN的高速压力机的滑块行程次数已达2000次/min以上。在多能压力机方面,日本会田公司生产的2000kN“冲压中心”采用CAN控制,只需5min时间就可完成自动化换模、换料和调整工艺参数等工作;美国惠特尼(Whitney)公司生产的CNC金属板材加工中心,在相同时间内,加工冲压件的数量为普通压力机的4倍~10倍,并能进行冲孔、分段冲裁、弯曲和拉深等多种作业。

近年来,为了适应市场激烈竞争,对产品质量的要求越来越高,且其更新换代的周期大为缩短。冲压生产为适应这一新的要求,开发了多种适合不同批量生产的工艺、设备和模具。其中,无需设计专用模具、性能先进的转塔数控多工位压力机、激光切割和成形机、CNC万能折弯机等新设备已投入使用。特别是近几年来在国外已经发展起来,国内亦开始使用的冲压柔性制造单元(FMC)和冲压柔性制造系统(FMS)代表了冲压生产新的发展趋势。FMS系统以数控冲压设备为主体,包括板料、模具、冲压件分类存放系统、自动上料与下料系统,生产过程完全由计算机控制,车间实现24小时无人控制生产。同时,根据不同使用要求,可以完成各种冲压工序,甚至焊接、装配等工序,更换新产品方便迅速,冲压件精度也高。

(4) 冲模标准化及专业化生产方面 模具的标准化及专业化生产,已得到模具行业的广泛重视。因为冲模属单件小批量生产,冲模零件既具有一定的复杂性和精密性,又具有一定的结构典型性。因此,只有实现了冲模的标准化,才能使冲模和冲模零件的生产实

现专业化、商品化,从而降低模具成本,提高模具质量和缩短制造周期。目前,国外先进国家模具标准化生产程度已达 70% ~ 80%, 模具厂只需设计制造工作零件, 大部分模具零件均从标准件厂购买, 使生产效率大幅度提高。模具制造厂专业化程度越来越高, 分工越来越细, 如目前有模架厂、顶杆厂、热处理厂等, 甚至某些模具厂仅专业化制造某类产品的冲裁模或弯曲模, 这样更有利于制造水平的提高和制造周期的缩短。我国冲模标准化与专业化生产近年来也有较大进展, 除反映在标准件专业化生产厂家有较多增加外, 标准件品种也有扩展, 精度亦有提高。但总体情况还满足不了模具工业发展的要求, 主要体现在标准化程度不高(一般在 40% 以下), 标准件的品种和规格较少, 大多数标准件厂家未形成规模化生产, 标准件质量还存在较多问题。另外, 标准件生产的销售、供货、服务等还有待于进一步提高。

## 二、冲压的基本工序及模具

由于冲压加工的零件种类繁多, 各类零件的形状、尺寸和精度要求又各不相同, 因而生产中采用的冲压工艺方法也是多种多样的。概括起来, 可分为分离工序和成形工序两大类: 分离工序是指使坯料沿一定的轮廓线分离而获得一定形状、尺寸和断面质量的冲压件(俗称冲裁件)的工序; 成形工序是指坯料在不破裂的条件下产生塑性变形而活动一定形状和尺寸的冲压件的工序。

上述两类工序, 按基本变形方式不同可分为冲裁、弯曲、拉深和成形四种基本工序, 每种基本工序还包括有多种单一工序。冲压工序的具体分类及特点见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 分离工序

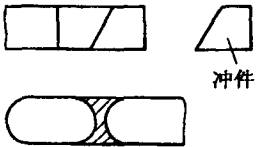
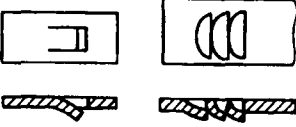
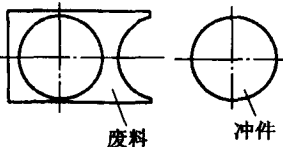
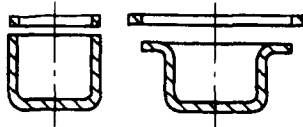
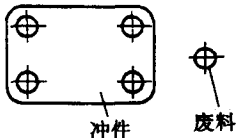

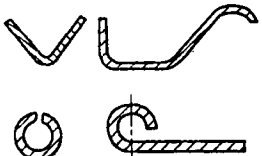
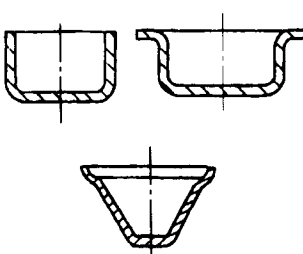


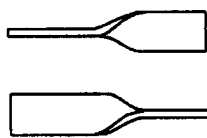
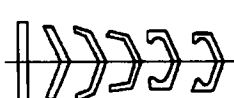
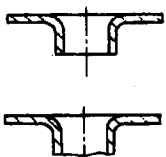
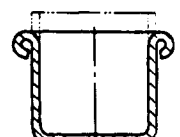
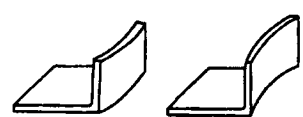
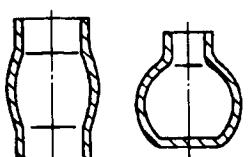
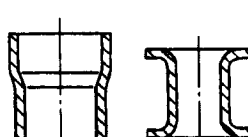
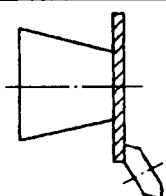
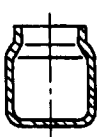
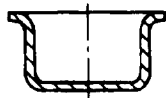
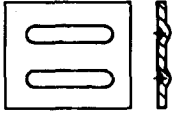

工序名称	简图	特点	工序名称	简图	特点
冲 裁	 <p>冲件</p>	用剪刀或冲模切断板料, 切断线不封闭	冲 裁		在坯料上沿不封闭线冲出缺口, 切口部分发生弯曲
	 <p>废料 冲件</p>	用冲模沿封闭线冲切板料, 冲下来的部分为冲件			将工件的边缘部分切除
冲 孔	 <p>冲件 废料</p>	用冲模沿封闭线冲切半了, 冲下来的部分为废料	剖 切		把工件切开成两个或多个零件

表 1-2 成形工序

工序名称	简图	特点	工序名称	简图	特点	
弯曲		当板料沿直线弯成一定的角度和曲率	拉深		把平板坯料制成开口空心件,壁厚基本不变	
						
	拉弯			在拉力和弯距共同作用下实现弯曲变形		
	扭弯			把工件的一部分相对于另一部分扭转成一定角度		
液弯			通过一系列轧辊把平板卷料辊弯成复杂形状			
成形	翻孔		沿工件上孔的边缘翻出竖立边缘	卷缘		把空心件的口部卷成接近封闭的圆形
	翻边		沿工件上孔的边缘翻起弧形的竖立边缘	胀形		将空心件或管状件沿径向向外扩张,形成局部直径较大的零件
	扩口		把空心件的口部扩大	旋压		用滚轮使旋转状态下的坯料逐步成形为各种旋转体空心件
	缩口		把空心件的口部缩小	整形		依靠材料的局部变形,少量改变工件形状和尺寸,以提高其精度



(续)

工序名称	简图	特点	工序名称	简图	特点
成形起伏		依靠材料的伸长变形使工件形成局部凹陷或凸起	成形校平		将有拱弯或翘曲的平板形件压平,以提高其平面度

在实际生产中,当冲压件的生产批量较大、尺寸较小而公差要求较小时,若用分散的单一工序来冲压是不经济甚至难于达到要求。这时在工艺上多采用工序集中的方案,即把两种或两种以上的单一工序集中在一幅模具内完成,称为组合工序。根据工序组合的方法不同,又可分为复合、级进和复合-级进三重组合方式。

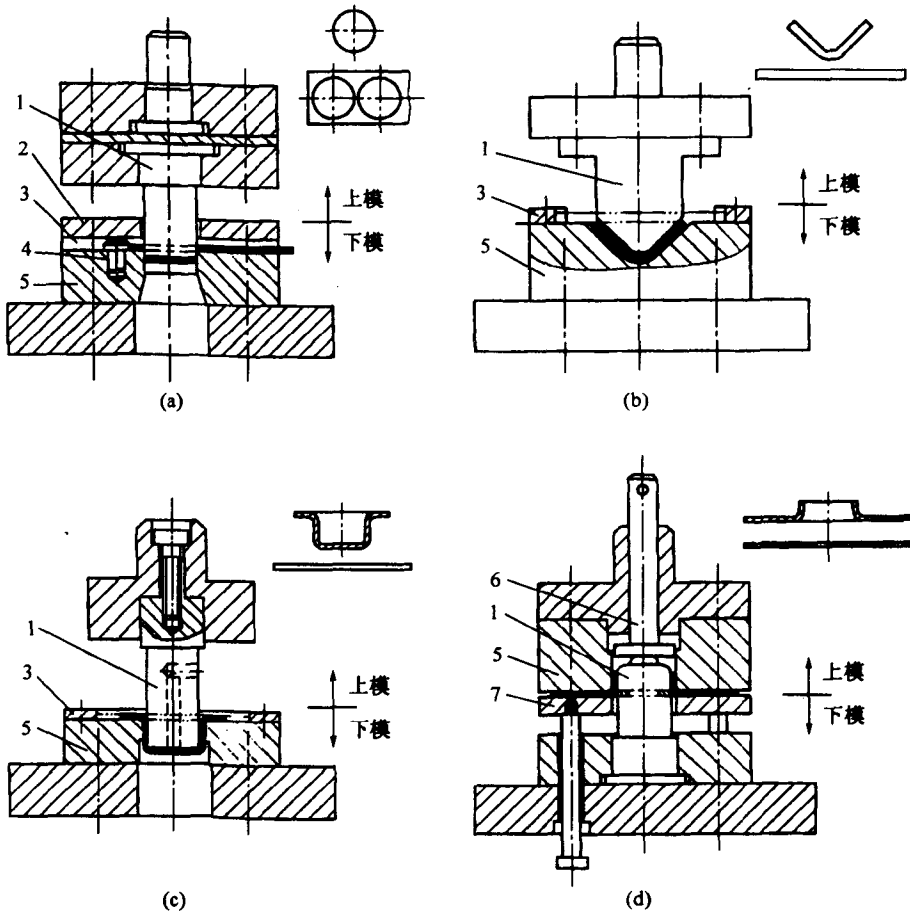


图 1-2 几种常见冲模的结构简图

(a) 冲裁模(落料模); (b) 弯曲模; (c) 拉深模; (d) 成形模(翻孔模)。

1—凸模; 2—卸料板; 3—定位板; 4—挡料销; 5—凹模; 6—推件杆; 7—压料板。