



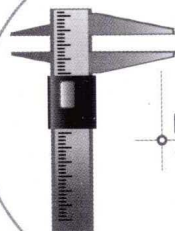
普通高等教育机械类“十二五”规划系列教材

冲压工艺与模具设计

CHONGYA GONGYI YU MUJU SHEJI

主 编 宇海英 刘占军

副主编 王 鑫 李小海



Die
Technology



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育机械类“十二五”规划系列教材

冲压工艺与模具设计

主 编 宇海英 刘占军

副主编 王 鑫 李小海

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书详细介绍了金属冲压成形的基本理论。在此基础上重点讲述了冲裁、弯曲、拉深的冲压工艺及模具设计方法,并对多工位模及自动模进行详细讲解,对几种特种成形的加工方法加以简单介绍,并针对目前汽车的迅猛发展,对汽车覆盖件的常见冲压工艺及模具设计进行了介绍。

本书可作为高等院校机械类、材料工程类专业本科生教材,建议学时数为 48 学时。也可供从事模具设计与制造的工程技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

冲压工艺与模具设计/宇海英,刘占军主编. —北京:电子工业出版社,2011.8

(普通高等教育机械类“十二五”规划系列教材)

ISBN 978-7-121-13506-4

I. ①冲… II. ①宇… ②刘… 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(2011)第 084523 号

策划编辑:李 洁

责任编辑:李 洁 特约编辑:钟永刚

印 刷:北京丰源印刷厂

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:17.25 字数:422 千字

印 次:2011 年 8 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:32.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

前 言

本书是根据教育部颁布的本科专业目录和普通高等教育教学改革与教材建设的需要，为适应日益广泛应用的冷冲压加工技术，培养具有创新创业能力的应用型人才而编写的；是高等学校本科生材料成形及机械设计制造及其自动化专业（模具方向）的教学用书。

“冷冲模设计”是相关专业培养中的重要专业课程，《冲压工艺与模具设计》是这门课程的常用书，为满足人才培养的需求，本书在编写过程中，力争理论与生产实践相联系，强调应用能力的培养；吸收学科的新理论、新技术、新工艺；难度适中，理论以够用为度，内容丰富，文字简明易懂。

全书共分 9 章。首先介绍了冲压成型的基本知识，包括对冲压加工和冲压材料、冲压设备的介绍；其次重点介绍了基本冲压工艺和相应模具设计知识，包括冲裁、弯曲、拉深、局部成形等部分；在此基础上还介绍了汽车覆盖件模具和多工位级进模具的相关内容；最后介绍了特种成形技术和冷冲压工艺规程的制定等内容。

第 1、3、6、8、9 章由金陵科技学院宇海英编写，第 4 章由沈阳航空大学刘占军编写，第 5、7 章由南京工程学院王鑫编写，第 2 章由佳木斯大学李小海编写。

限于编者水平有限，不足之处在所难免，诚请读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第 1 章 冷冲压基础知识	1	2.2 冲裁件的工艺性	41
1.1 基本概念	1	2.3 冲裁间隙	43
1.1.1 冷冲压的特点和应用	1	2.3.1 冲裁间隙	43
1.1.2 冷冲压的基本工序	2	2.3.2 间隙对冲裁的影响	43
1.2 冷冲压行业的现状与发展方向	6	2.3.3 间隙值确定	44
1.3 常用冷冲压模具的类型及材料	9	2.4 冲裁模刃口尺寸计算	46
1.3.1 常用冷冲压模具的类型	9	2.4.1 凸、凹模尺寸计算原则	46
1.3.2 冲压工艺对模具材料的基本 要求	10	2.4.2 凸、凹模分开加工时, 尺寸 与公差计算	46
1.3.3 常用冲压模具材料与性能	11	2.4.3 凸、凹模配合加工时, 尺寸 与公差计算	47
1.4 冷冲压变形的基本原理	13	2.4.4 配合加工计算实例	48
1.4.1 影响金属塑性和变形抗力 的因素	13	2.5 冲裁力和压力中心的确定	49
1.4.2 塑性变形体积不变条件	15	2.5.1 冲裁力 F	49
1.4.3 屈服准则	16	2.5.2 减小冲裁力的方法	49
1.4.4 冷冲压成形中的硬化现象	17	2.5.3 卸料力、推件力、顶件力计算	50
1.4.5 塑性拉深失稳及极限应变	18	2.5.4 压力机吨位选择	51
1.5 冷冲压材料及冷冲压成形性能	22	2.5.5 模具压力中心的确定	51
1.5.1 常用冷冲压材料	22	2.6 排样	52
1.5.2 板料的冲压成形性能	23	2.6.1 排样	52
1.5.3 板料冲压成形性能的测定	24	2.6.2 材料的利用率	54
1.5.4 板料的基本性能与冲压 成形性能的关系	29	2.6.3 搭边和条、带料宽度的确定	54
1.5.5 成形极限图及其应用	32	2.7 冲裁模主要零部件设计	56
1.6 冲压设备	34	2.7.1 凹模设计	56
1.6.1 冲压设备的选用原则	34	2.7.2 凸模设计	60
1.6.2 常用冷冲压设备	35	2.7.3 模架与导向零件	65
1.6.3 模具的安装	36	2.7.4 固定板与固定凸、凹模及 其镶件的板状垫板	68
习题	39	2.7.5 条料导向装置	69
第 2 章 冲裁及冲裁模设计	40	2.7.6 定位零件	69
2.1 冲裁变形过程分析及其断面特征	40	2.7.7 卸料与顶件装置	73

2.7.8 模具的闭合高度	75	4.3 旋转体拉深件毛坯尺寸的确定方法	117
2.8 冲裁模的典型结构	77	4.4 圆筒形件的拉深	119
2.8.1 冲裁模分类	77	4.4.1 圆筒形件的拉深系数	119
2.8.2 冲裁模的典型结构分析	77	4.4.2 圆筒形件拉深次数确定	122
2.8.3 冲裁模典型结构	77	4.4.3 圆筒形件拉深的压边力 与拉深力	122
习题	83	4.5 其他旋转体拉深件的拉深	123
第3章 弯曲与模具设计	85	4.5.1 轴对称曲面形状零件的 拉深方法	123
3.1 弯曲变形过程及变形特点	85	4.5.2 半球形件的拉深尺寸 确定技巧	125
3.1.1 弯曲变形的过程	85	4.5.3 抛物线形件的拉深尺寸 确定技巧	125
3.1.2 弯曲变形的特点	87	4.5.4 锥形件的拉深	127
3.2 弯曲工艺性分析	89	4.6 盒形件的拉深	130
3.2.1 最小弯曲半径的概念及 影响因素	89	4.7 拉深模典型结构	133
3.2.2 最小弯曲半径的值及 提高弯曲极限变形程度方法	90	4.8 拉深成形中常见的问题及 解决措施	136
3.3 弯曲工艺方案的确定	92	习题	138
3.3.1 弯曲件的工艺性	92	第5章 其他冲压成形	140
3.3.2 弯曲工艺方案的确定	96	5.1 胀形	140
3.4 弯曲模具的设计	97	5.1.1 起伏成形	140
3.4.1 模具结构设计要点	97	5.1.2 管形凸肚	141
3.4.2 弯曲件的中性层位置及 毛坯长度计算	98	5.1.3 胀形时产生裂纹的原因及 其预防措施	144
3.4.3 弯曲卸载后的回弹	99	5.2 翻边	145
3.4.4 弯曲模工作部分尺寸 的计算	103	5.2.1 内孔翻边	146
3.4.5 弯曲力计算	106	5.2.2 外缘翻边	149
3.5 弯曲成形中常见的问题及 解决措施	108	5.2.3 特殊翻边模结构	151
习题	112	5.2.4 翻边时边缘产生裂纹的 原因及其预防措施	153
第4章 拉深工艺与模具设计	113	5.3 缩口与扩口	153
4.1 拉深的基本原理	113	5.3.1 缩口变形特点与变形程度	154
4.1.1 拉深变形过程、特点及 拉深分类	113	5.3.2 缩口工艺计算	156
4.1.2 拉深过程中毛坯的应力 和应变状态	115	5.3.3 扩口	157
4.2 拉深件的工艺性	116	5.4 旋压	159

5.5 校形	161	7.6 多工位级进模	215
5.5.1 校平	161	7.6.1 多工位级进模的分类	215
5.5.2 整形	162	7.6.2 多工位级进模设计步骤	216
习题	164	7.6.3 多工位级进模的排样图设计	216
第6章 汽车覆盖件等非轴对称曲面零件冲压	165	7.6.4 多工位级进模结构设计	224
6.1 概述	165	习题	241
6.1.1 覆盖件的分类及特点	165	第8章 板料特种成形技术简介	242
6.1.2 对覆盖件的要求	167	8.1 爆炸成形	242
6.1.3 覆盖件模具的种类	168	8.2 电水成形	244
6.2 覆盖件拉深工艺与拉深模设计	168	8.3 电磁成形	245
6.2.1 覆盖件拉深工艺设计	168	8.4 激光冲击成形	246
6.2.2 覆盖件拉深模设计	171	8.5 超塑性成形	247
6.3 覆盖件修边工艺与修边模设计	178	习题	249
6.3.1 覆盖件修边工艺设计	178	第9章 冲压工艺规程的制定	250
6.3.2 覆盖件修边模设计	180	9.1 制定冲压工艺过程的基础	250
6.4 覆盖件翻边工艺与翻边模的设计	186	9.1.1 各种冲压工序的力学特点与分类	250
6.4.1 覆盖件翻边工艺设计	186	9.1.2 正确设计冲压工艺过程及控制毛坯的变形	253
6.4.2 覆盖件翻边模的设计	187	9.2 冲压工艺规程制定的步骤与内容	256
习题	190	9.2.1 概述	256
第7章 自动模与多工位级进模	192	9.2.2 零件图的分析	256
7.1 冲压生产的自动化与自动模	192	9.2.3 确定冲压件生产的工艺方案	257
7.2 自动送料装置	192	9.2.4 确定模具类型及结构形式	261
7.2.1 自动送料装置	192	9.2.5 选用冲压设备	262
7.2.2 常用自动送料装置	194	9.2.6 编写工艺文件	263
7.2.3 自动上件装置	204	习题	265
7.3 自动出件装置	210	参考文献	266
7.4 自动检测与保护装置	212		
7.5 自动模设计要点	213		

第1章

冷冲压基础知识

1.1 基本概念

1.1.1 冷冲压的特点和应用

冲压是利用安装在冲压设备上的模具对板材、带材、管材和型材等材料施加压力，使其产生分离或塑性变形，从而获得具有一定形状、尺寸和性能的零件的一种加工方法。这种加工通常在室温下进行，又称为冷冲压。冷冲压加工不仅可以加工金属材料，而且还可以加工非金属材料 and 复合材料。

冲压加工所用的工艺装备称为冲模。冲模在冷冲压中非常重要，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。

1. 冷冲压工艺特点

冷冲压工艺与其他加工方法相比，具有以下特点：

- ① 用冷冲压加工方法可以得到形状复杂，用其他加工方法难以加工的工件，如薄壳零件等。冷冲压件的尺寸精度是由模具保证的，因此，尺寸稳定，互换性好。
- ② 材料利用率高，工件质量轻、刚性好、强度高、冲压过程耗能少。
- ③ 操作简单、劳动强度低、易于实现机械化和自动化、生产率高。
- ④ 冲压加工中所用的模具结构一般比较复杂，生产周期较长、成本较高。因此，在单件、小批量生产中冲压工艺受到一定限制。冲压工艺多用于成批及大量生产。近年来，发展起来的简易冲模、组合冲模及锌基合金冲模为单件及小批量生产创造了条件。

2. 冷冲压工艺的应用

由于冷冲压有诸多优点，所以在工业生产中，尤其在大批量生产中应用十分广泛。越来越多的工业部门采用冷冲压工艺加工产品零部件，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。据粗略统计，冷冲压生产所占的劳动量为整个汽车工业劳动量的 25%~30%。在机电及仪器、仪表生产中有 60%~70% 的零件是采用冷冲压工艺来完成的。在电子产品中，冲压件的数量约占零件总数的 85% 以上。在飞机、导弹、各种枪弹与炮弹的生产中冲压件所占的比例也相当大。人们日常生活中用的金属制品，冲压件所占的比例更大，如铝锅、不锈钢餐具、搪瓷盆等都是冷冲压制品。占世界钢产量 60%~70% 的板材、管材及其他

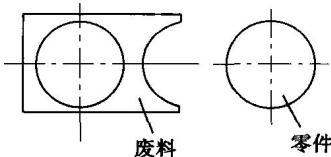
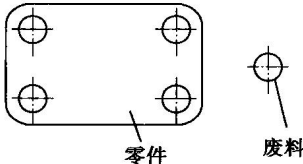
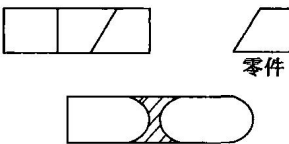
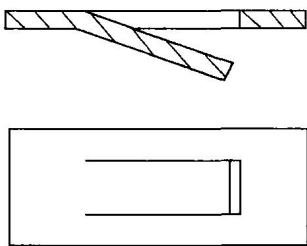
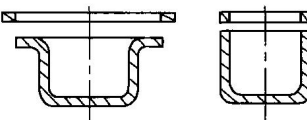
型材,其中大部分是经过冲压加工制成成品的。在许多先进的工业国家里,冲压生产和模具工业得到高度的重视,如美国和日本。模具工业的产值已超过机床工业,成为重要的产业部门,而冲压生产则成为生产优质先进机电产品的重要手段。

1.1.2 冷冲压的基本工序

由于冲压加工的零件形状、尺寸、精度要求、批量大小、原材料性能等不同,其冲压方法也多种多样,但概括起来可分为分离工序和成形工序两大类。分离工序是指使板料按一定的轮廓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;成形工序是指坯料在不产生破坏的前提下发生塑性变形,从而获得具有一定形状和尺寸的冲压件的工序。

以上两类工序,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 及表 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		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
冲孔		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
切断		将材料沿敞开轮廓分离,被分离的材料成为零件或工序件
切舌		将材料局部而不是完全分离,并使被局部分离的部分达到工件所要求的一定位置,不再位于分离前所处的平面上
切边		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

续表

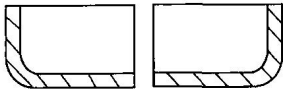
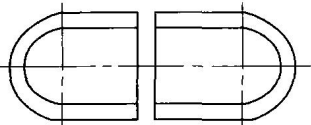
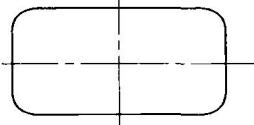
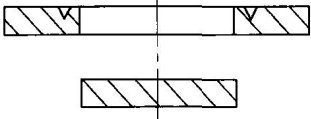
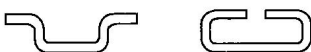
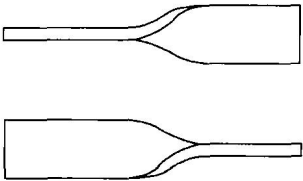
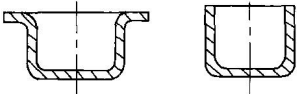
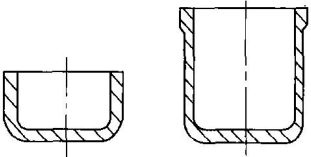
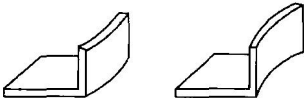
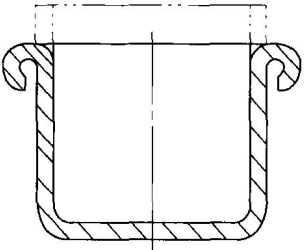
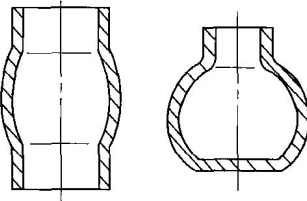
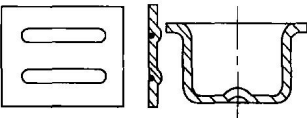
工序名称	工序简图	特点及应用范围
剖切	 	用剖切模将成形工序件一分为二，主要用于不对称零件的成双或成组冲压成形之后的分离
整修	 	沿外形或内形轮廓切去少量材料，从而降低断面粗糙度，提高断面垂直度和零件尺寸精度
精冲		用精冲模冲出尺寸精度高，断面光洁且垂直的零件

表 1-2 成形工序

工序名称	工序简图	特点及应用范围
弯曲	 	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
卷边	 	将工序件边缘卷成接近封闭圆形，用于加工类似铰链的零件
拉弯		在拉力与弯矩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

续表

工序名称	工序简图	特点及应用范围
扭弯		将平直或局部平直工序件的一部分相对另一部分扭转一定角度
拉深		将平板形的坯料或工序件变为开口空心件, 或把开口空心工序件进一步改变形状和尺寸成为开口空心件
变薄拉深		将拉深后的空心工序件进一步拉深, 使其侧壁减薄, 高度增大, 以获得底部厚度大于侧壁的零件
翻孔		沿内孔周围将材料翻成竖边, 其直径比原内孔大
翻边		沿外形曲线周围翻成侧立短边
卷缘		将空心件口部边缘卷成接近封闭圆形, 用于加工类似牙杯的零件
胀形		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
起伏		依靠材料的伸长变形使工序件形成局部凹陷或凸起

续表

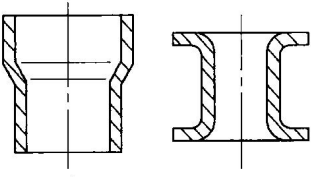
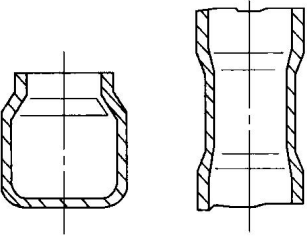
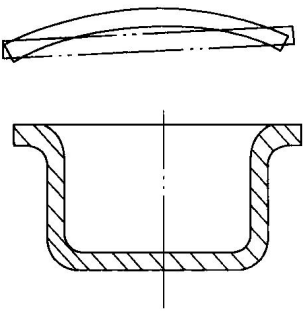
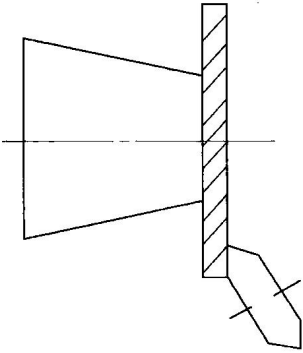
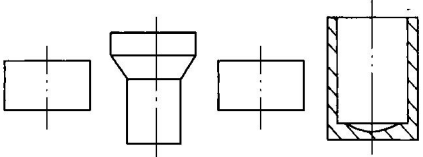
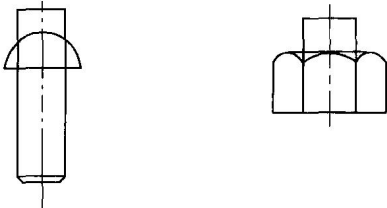
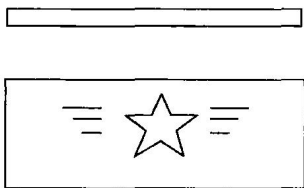
工序名称	工序简图	特点及应用范围
扩口		将空心工序件或管状件口部向外扩张, 形成口部直径较大的零件
缩口缩径		将空心工序件或管状件口部或中部加压使其直径缩小, 形成口部或中部直径较小的零件
校平整形		校平是将有拱弯翘曲的平板形零件压平以提高其平直度; 整形是依靠材料的局部变形, 少量改变工序件形状和尺寸, 以保证工件的精度
旋压		用旋轮使旋转状态下的坯料逐步成形为各种旋转体空心件

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		对放在模腔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、凹模之间间隙挤出, 以获得空心件或横截面积较小的实心件

续表

工序名称	工序简图	特点及应用范围
冷 镦		用冷镦模使坯料产生轴向压缩, 使其横截面积增大, 从而获得如螺钉、螺母等零件
压 花		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无对应于浅凹的凸起

在实际生产中, 当生产批量较大时, 如果以表中所列的基本工序组成冲压工艺过程, 则生产率会很低, 不能满足生产需要。因此, 一般采用组合工序, 即把两个以上的单独工序组成一道工序, 构成复合、级进或复合与级进的组合工序。

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, 如微型电机定、转子铁芯的冲压与叠装。

以上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, 便于制定各类零件的冲压工艺并进行冲模设计, 在实际生产中得到广泛的应用。

为了更好地掌握每一类成形工艺的共同规律, 发现成形时出现的问题和及时解决问题, 可以按材料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。即把冷冲压成形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。

1.2 冷冲压行业的现状与发展方向

1. 冲压行业现状

随着与国际接轨的脚步不断加快, 市场竞争的日益加剧, 人们已经越来越认识到产品质量、成本和新产品的开发能力的重要性。而模具制造是整个链条中最基础的要素之一, 模具制造技术现已成为衡量一个国家产品制造水平的重要标志和发展程度之一。随着与国际接轨的脚步不断加快, 市场竞争的日益加剧, 人们已经越来越认识到产品质量、成本和新产品的开发能力的重要性。

改革开放以来, 随着国民经济的高速发展, 市场对模具的需求量不断增长。近年来, 模具工业一直以 15% 左右的增长速度快速发展, 模具工业企业的所有制成分也发生了巨大变化, 除

了国有专业模具厂外,集体、合资、独资和私营也得到了快速发展。浙江宁波和黄岩地区的“模具之乡”;广东一些大集团公司和迅速崛起的乡镇企业,科龙、美的、康佳等集团纷纷建立了自己的模具制造中心;中外合资和外商独资的模具企业现已有几千家。模具的精密程度和寿命都有很大提高。如主要的汽车模具企业已能生产大型、精密的轿车覆盖件模具;体现高水平制造技术的多工位级进模的覆盖面增加;塑料模热流道技术日渐成熟,气体辅助注射技术开始采用;压铸工艺得到发展。此外,CAD/CAM/CAE 技术得到广泛应用,高速加工、复合加工等先进的加工技术也得到进一步推广;快速原型进展很快;模具的标准化程度也有一定提高。

由于我国的模具行业起步较晚,与国外相比,仍存在不小的差距,主要体现在如下:

① 产需矛盾。随着工业发展水平的不断提高,工业产品更新速度的加快,对模具的需求越来越大。无论是数量还是质量都无法满足国内市场的需要,只达到 70% 左右。造成矛盾突出的原因是模具企业的专业化、标准化程度低、生产周期长。另外,设计和制造工艺水平还不能完全适应发展的需要。

② 企业结构不合理。我国很多模具生产能力集中在各主机厂的模具分厂或车间内,模具的商品化程度低,而国外 70% 以上都是专业模具厂,且走的是“小而精”的道路,因此,生产效率和经济效益俱佳。

③ 产品水平。衡量模具的产品水平,主要有模具加工的制造精度和表面粗糙度,加工模具的复杂程度,以及模具的制造周期和使用寿命。而这几项指标与国外相比的差距都十分明显。

此外,模具工业的整体装备水平也存在相对落后,利用率低的现象。高素质的模具技术人才缺乏,产品的综合开发能力还急需加强。

针对不足和模具市场巨大的潜力,国家早已制定了模具行业的发展规划。一方面要继续推广新技术的应用,提高大型、精密、复杂模具的制造水平;另一方面要针对不同模具市场的需求,有针对性的发展。希望模具企业的整体实力有进一步提升,重点、骨干企业可以达到 50%。

近年,许多模具企业加大了对技术进步的投资力度,将技术进步视为企业发展的重要动力。一些国内模具企业已普及了二维 CAD,并陆续开始使用 UG、Pro/Engineer、Euclid-IS 等国际通用软件,个别厂家还引进了 Moldflow、C-Flow、DYNAFORM、Opttris 和 MAGMASOFT 等 CAE 软件,并成功应用于冲压模的设计中。

以汽车覆盖件模具为代表的大型冲压模具的制造技术已取得很大进步,东风汽车公司模具厂、一汽模具中心等模具厂家已能生产部分轿车覆盖件模具。此外,许多研究机构和大专院校开展模具技术的研究和开发。经过多年的努力,在模具 CAD/CAE/CAM 技术方面取得了显著进步,在提高模具质量和缩短模具设计制造周期等方面做出了贡献。

例如,吉林大学汽车覆盖件成型技术所,独立研制的汽车覆盖件冲压成型分析 KMAS 软件;华中理工大学模具技术国家重点实验室开发的注塑模、汽车覆盖件模具和级进模 CAD/CAE/CAM 软件;上海交通大学模具 CAD 国家工程研究中心开发的冷冲模和精冲研究中心开发的冷冲模和精冲模 CAD 软件等在国内模具行业拥有不少的用户。

虽然中国模具工业在过去十多年中取得了令人瞩目的发展,但许多方面与工业发达国家相比仍有较大的差距。例如,精密加工设备在模具加工设备中的比重比较低;CAD/CAE/CAM 技术的普及率不高;许多先进的模具技术应用不够广泛等,致使相当一部分大型、精密、复杂和长寿命模具依赖进口。

2. 冲压行业发展趋势

模具技术的发展应该为适应模具产品“交货期短”、“精度高”、“质量好”、“价格低”的要求服务。要达到这一要求急需发展如下几个方面。

(1) 全面推广 CAD/CAM/CAE 技术

模具 CAD/CAM/CAE 技术是模具设计制造的发展方向。随着微机软件的发展和进步,普及 CAD/CAM/CAE 技术的条件已基本成熟。各企业将加大 CAD/CAM 技术培训和技術服务的力度,进一步扩大 CAE 技术的应用范围。计算机和网络的发展使 CAD/CAM/CAE 技术跨地区、跨企业、跨院所并在整个行业中推广成为可能,实现技术资源的重新整合,使虚拟制造成为可能。

(2) 高速铣削加工

国外近年来发展的高速铣削加工,大幅度提高了加工效率,并可获得极高的表面光洁度。另外,还可加工高硬度模块,还具有温升高、热变形小等优点。高速铣削加工技术的发展,对汽车、家电行业中大型型腔模具制造注入了新的活力。目前,它已向更高的敏捷化、智能化、集成化方向发展。

(3) 模具扫描及数字化系统

高速扫描机和模具扫描系统提供了从模型或实物扫描到加工出期望的模型所需的诸多功能,大大缩短了模具的在研制造周期。有些快速扫描系统,可快速安装在已有的数控铣床及加工中心上,实现快速数据采集、自动生成各种不同数控系统的加工程序、不同格式的 CAD 数据,用于模具制造业的“逆向工程”。模具扫描系统已在汽车、摩托车、家电等行业得到成功应用。

(4) 电火花铣削加工

电火花铣削加工技术也称电火花创成加工技术。是一种替代传统的用成型电极加工型腔的新技术,它是有高速旋转的简单的管状电极作三维或二维轮廓加工(如数控铣),因此,不再需要制造复杂的成形电极,这显然是电火花成形加工领域的重大发展。国外已有使用这种技术的机床在模具加工中应用。预计这一技术将得到发展。

(5) 提高模具标准化程度

标准化程度正在不断提高,目前,我国模具标准件使用覆盖率估计已达到 30%左右。国外发达国家一般为 80%左右。

(6) 优质材料及先进表面处理技术

选用优质钢材和应用相应的表面处理技术,来提高模具的寿命就显得十分必要。模具热处理和表面处理是能充分发挥模具钢材材料性能的关键环节。模具热处理的发展方向是采用真空热处理。模具表面处理应发展工艺先进的气相沉积(TiN、TiC 等)、等离子喷涂等技术。

(7) 模具研磨抛光将自动化、智能化

模具表面的质量对模具使用寿命、制件外观质量等方面均有较大的影响。研究自动化、智能化的研磨与抛光方法替代现有手工操作,以提高模具表面质量是重要的发展趋势。

(8) 模具自动加工系统的发展

模具自动加工系统的发展是我国长远发展的目标。模具自动加工系统应有多台机床合理组合,配有随行定位夹具或定位盘;完整的机具、刀具数控库;完整的数控柔性同步系统;质量监测控制系统。

3. 冲压新技术新工艺

近十多年来,随着对发展先进制造技术的重要性达成前所未有的共识,冲压成形技术无论在深度或广度上都取得了突飞猛进的发展,其特征是与高科技结合,在方法上和体系上开始发生很大的变化。由于金属板料的成形加工在航天、汽车、船舶及民用工业中占有越来越重的比例。因此,如何提高相应的成形技术和制造水平,如何充分利用和发挥材料的成形性能,发掘新的成形工艺与方法,并借助当今飞速发展的计算机技术优化零件结构及工艺,预测成形缺陷,检测和控制成形过程等是当今板料成形发展的必然趋势。计算机技术,信息技术,现代测控技术等向冲压领域的渗透与交叉融合,推动了先进冲压技术的形成和发展。

冲压新技术新工艺的发展主要有以下几个方面:

① 进入 20 世纪 90 年代,高新技术全面促进了传统成形技术的改造及先进成形技术的形成和发展。21 世纪的冲压技术将以更快的速度持续发展,发展的方向将更加突出“精、省、净”的需求。

② 冲压成形技术将更加科学化、数字化、可控化。科学化主要体现在对成形过程、产品质量、成本、效益的预测和可控程度。成形过程的数值模拟技术将在实用化方面取得很大发展,并与数字化制造系统很好地集成。人工智能技术、智能化控制将从简单形状零件成形发展到覆盖件等复杂形状零件成形,从而真正进入实用阶段。

③ 注重产品制造全过程,最大程度地实现多目标全局综合优化。优化将从传统的单一成形环节向产品制造全过程及全生命期的系统整体发展。

④ 对产品可制造性和成形工艺的快速分析与评估能力将有大的发展。以便从产品初步设计甚至构思时起,就能针对零件的可成形性及所需性能的保证度,做出快速分析评估。

⑤ 冲压技术将具有更大的灵活性或柔性,以适应未来小批量多品种混流生产模式及市场多样化、个性化需求的发展趋势,加强企业对市场变化的快速响应能力。

⑥ 重视复合化成形技术的发展。以复合工艺为基础的先进成形技术,不仅从制造毛坯向直接制造零件方向发展,也正在从制造单个零件向直接制造结构整体的方向发展。

几种典型的冲压新技术如变压边力技术、成对液压成形技术、黏介质成形技术、无模分层成形技术、多点成形技术、冲压智能化技术、成形过程的计算机仿真技术等。

1.3 常用冷冲压模具的类型及材料

1.3.1 常用冷冲压模具的类型

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,从而获得具有一

定角度和形状的工件的模具。

③ 拉深模。是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。是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。

3. 依产品的加工方法分类

依产品加工方法的不同，可将模具分成冲剪模具、曲折模具、抽制模具、成形模具和压缩模具等五大类。

① 冲剪模具。是以剪切作用完成工作的，常用的有剪断冲模、下料冲模、冲孔冲模、修边冲模、整缘冲模、拉孔冲模和冲切模。

② 曲折模。是将平整的毛坯弯成一个角度的外形，视零件的外形、精度及生产量的多少，仍有多种不同的模具。如普通曲折冲模、凸轮曲折冲模、卷边冲模、圆弧曲折冲模、折弯冲缝冲模与扭曲冲模等。

③ 抽制模具。抽制模具是将平面毛坯制成有底无缝容器。

④ 成形模具。指用各种局部变形的方法来转变毛坯的外形，其情势有凸张成形冲模、卷缘成形冲模、颈缩成形冲模、孔凸缘成形冲模、圆缘成形冲模。

⑤ 压缩模具。是利用较大的压力，使金属毛坯运动变形，成为所需的外形，其种类有挤制冲模、压花冲模、压印冲模、端压冲模。

1.3.2 冲压工艺对模具材料的基本要求

模具材料的工艺性能是影响模具成本的一个重要因素，工艺性能好的模具不仅可以使模具生产工艺简单，易于制造，而且可以有效降低模具制造费用。模具材料的工艺性能包括以下几个方面。

（1）可加工性

模具材料的可加工性包括冷加工性能和热加工性能。冷加工性能包括切削、磨削、抛光、冷挤压、冷拉等，热加工性能包括热塑性和热加工温度范围等。模具钢主要属于过共析钢和莱氏体钢，冷加工和热加工性能一般都不太好，必须严格地控制热加工和冷加工的工艺参数，以避免产生产品缺陷和废品，还必须通过提高钢的纯净度，减少有害杂质，来改善钢的工艺性能，降低模具的制造费用。有些模具材料（如高钒高速钢、高钒高合金模具钢），不利于磨削加工。近年来，改用粉末冶金生产，使钢中的碳化物细小、均匀，不但使这类钢的磨削性大为改善，而且改善了钢的塑性、韧性等性能。对表面粗糙度要求很高的模具，应采用抛光性能很好的高纯净度模具材料，这类钢往往要采用电渣重熔或真空电弧重熔等工艺进行精炼。有些制品要求