



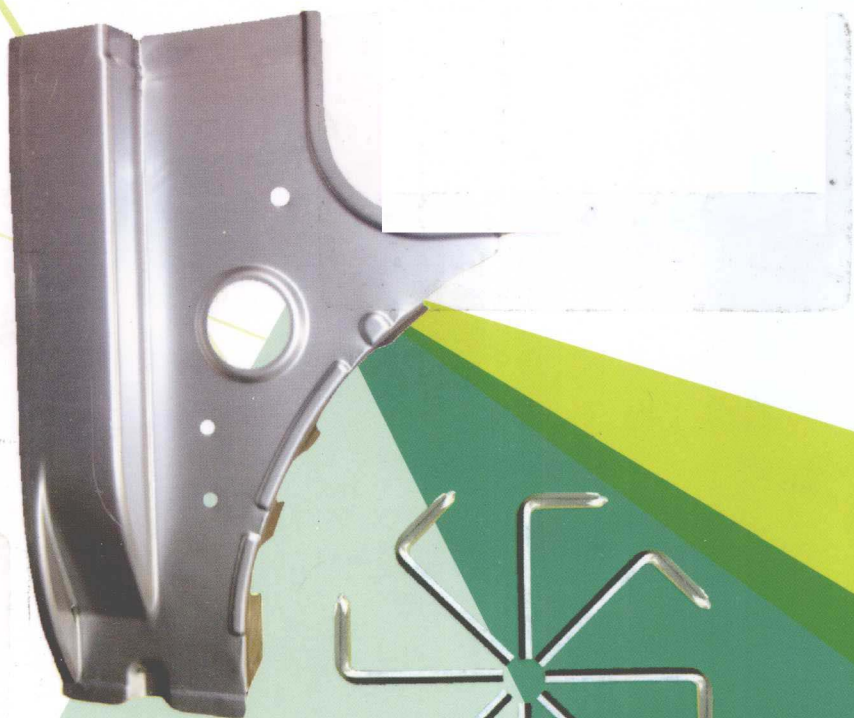
普通高等教育“十一五”国家级规划教材

(高职高专教育)

模具设计与制造系列

冲压模具设计与制造

刘建超 张宝忠 主编



普通高等教育“十一五”国家级规划教材
(高职高专教育)

模具设计与制造系列

冲压模具设计与制造

Chongya Muju Sheji Yu Zhizao

刘建超 张宝忠 主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是根据模具技术应用及发展对技术应用性人才的实际要求,采用系统观点和并行工程的思想编写而成的。以培养学生从事冲模设计与制造工作能力为核心,将冲压成形加工原理、冲压设备、冲压工艺、冲模设计与冲模制造有机融合,实现重组和优化,突出实用性、实践性、综合性和先进性。

全书共八章。以通俗易懂的文字和丰富的图表,系统地分析了各类冲压成形规律、成形工艺设计与模具设计,同时相应介绍各类冲压模具零件的不同加工方法、加工工艺及装配方法,并配以综合实例说明。重点讲述典型冲模(冲裁模、弯曲模、拉深模)设计与制造,并根据冲压模具设计与制造技术的发展,适度介绍多工位级进模设计与制造。

本书主要作为高等职业技术学院、高等专科学校、工程技术学院和部分成人高等学校的模具设计与制造专业以及机械类相关专业的教材,亦可供从事模具设计和制造的工程技术人员和自学者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

冲压模具设计与制造 / 刘建超,张宝忠主编. —北京:
高等教育出版社,2010.1

ISBN 978 - 7 - 04 - 027650 - 3

I. 冲… II. ①刘…②张… III. ①冲模 - 设计 - 高等学校 - 教材②冲模 - 制模工艺 - 高等学校 - 教材 IV. TG385.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 186620 号

策划编辑 王 博 责任编辑 李京平 封面设计 于 涛 责任绘图 尹 莉
版式设计 范晓红 责任校对 金 辉 责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010 - 58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	咨询电话	400 - 810 - 0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010 - 58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	国防工业出版社印刷厂		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787 × 1092 1/16	版 次	2010 年 1 月第 1 版
印 张	22.75	印 次	2010 年 1 月第 1 次印刷
字 数	550 000	定 价	34.60 元(含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 27650 - 00

前 言

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是在新世纪高职高专教改项目成果教材的基础上修订而成的。它是以教育部《关于以就业为导向深化高等职业教育改革的若干意见》、《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》等文件对高职高专教育教学改革的要求为指导思想,根据模具技术应用及发展对技术应用性人才的实际要求,在总结近几年有关院校模具设计与制造专业教育教学改革成功经验的基础上编写的。

本书采用系统化观点和并行工程的思想进行编写,将理论知识的传授与模具设计和制造的实践相结合,基础理论适度,突出专业知识的实用性、实践性、综合性和先进性。以培养学生从事冲模设计与制造工作能力为核心,将冲压成形加工原理、冲压设备、冲压工艺、冲模设计与冲模制造有机融合,实现重组和优化,以通俗易懂的文字和丰富的图表,系统地分析了各类冲压成形规律、成形工艺设计与模具设计,同时相应介绍各类冲压模具零件的不同加工方法、加工工艺及装配方法,并配以综合实例说明。重点讲述典型冲模(冲裁模、弯曲模、拉深模)设计与制造,同时根据冲压模具设计与制造技术的发展,适度介绍多工位级进模设计与制造。建议教学时数为 80 学时,集中性冲压模具设计与制造综合实训时间为 3~4 周。

成都航空职业技术学院刘建超、苏艳红编写第 1、7、8 章,李学锋编写第 6 章,浙江商业职业技术学院张宝忠编写第 3、4、5 章,重庆工学院文珺编写第 2 章。全书由刘建超、张宝忠主编。

华南理工大学夏琴香教授和成都电子机械高等专科学校成虹教授认真审阅了本书。在编写过程中得到了编者所在院校和宝利根精密模塑公司、宝航精密模具有限公司、成都模具工程中心等企业的大力支持和帮助,在此表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,不足之处在所难免,敬希不吝批评指正。

编者

2009 年 10 月

目 录

第 1 章 冲压模具设计与制造基础	1	2.2.3 冲裁件质量及其影响因素	55
1.1 冲压成形与模具技术概述	1	2.3 冲裁模间隙	59
1.1.1 冲压与冷冲模概念	1	2.3.1 间隙的重要性	59
1.1.2 冲压工序的分类	2	2.3.2 冲裁模间隙值的确定	60
1.1.3 冲模的分类	4	2.4 凸模与凹模刃口尺寸的确定	62
1.1.4 冲模设计与制造的要求	6	2.4.1 凸、凹模刃口尺寸计算原则	62
1.1.5 冲压现状与发展方向	7	2.4.2 凸、凹模刃口尺寸的计算方法	63
1.2 冲压设备及选用	10	2.5 冲裁排样设计	67
1.2.1 常见冷冲压设备	10	2.5.1 材料的合理利用	67
1.2.2 冲压设备的选用	11	2.5.2 排样方法	68
1.2.3 模具的安装	14	2.5.3 搭边	71
1.3 冲压变形理论基础	15	2.5.4 条料宽度与导料板间距离的计算	72
1.3.1 塑性变形的概念	15	2.5.5 排样图	74
1.3.2 塑性力学基础	16	2.6 冲裁力和压力中心的计算	75
1.3.3 金属塑性变形的一些基本规律	19	2.6.1 冲裁力的计算	75
1.3.4 冲压材料及其冲压成形性能	23	2.6.2 卸料力、推件力及顶件力的计算	75
1.4 模具材料选用	29	2.6.3 压力机公称压力的确定	76
1.4.1 冲压对模具材料的要求	29	2.6.4 降低冲裁力的方法	76
1.4.2 冲模材料的选用原则	29	2.6.5 冲模压力中心的确定	78
1.4.3 冲模常见材料及热处理要求	30	2.7 冲裁工艺设计	80
1.5 模具加工方法与工艺规程编制	34	2.7.1 冲裁件的工艺性分析	80
1.5.1 模具制造特点	34	2.7.2 冲裁工艺方案的确定	83
1.5.2 模具零件加工方法	36	2.8 冲裁模的典型结构	85
1.5.3 模具零件检测	47	2.8.1 单工序冲裁模	86
1.5.4 模具零件加工工艺规程的编制	49	2.8.2 级进模	92
思考与练习题	51	2.8.3 复合模	98
第 2 章 冲裁工艺与冲裁模设计	52	2.9 冲裁模零部件设计	101
2.1 概述	52	2.9.1 工作零件	102
2.2 冲裁变形过程分析	53	2.9.2 定位零件	113
2.2.1 冲裁变形时板料变形区受力情况 分析	54	2.9.3 卸料装置与推件装置	123
2.2.2 冲裁变形过程	54	2.9.4 模架及组成零件	132
		2.9.5 连接与固定零件	137

II 目录

2.10 冲裁模设计程序	139	3.6.2 弯曲件的材料	167
2.10.1 冲裁模设计的一般步骤	139	3.6.3 弯曲件的结构	167
2.10.2 冲裁件工艺性分析及冲裁工艺 方案的确定	139	3.7 弯曲件的工序安排	169
2.10.3 选择模具的结构形式	139	3.7.1 弯曲件的工序安排原则	169
2.10.4 进行必要的工艺计算	139	3.7.2 典型弯曲件的工序安排	169
2.10.5 模具的主要零部件设计	141	3.8 弯曲模典型结构	170
2.10.6 模具闭合高度及压力机有关 参数	141	3.8.1 单工序弯曲模	170
2.10.7 绘制模具总装图和零件图	141	3.8.2 级进模	176
2.11 其他冲裁概述	143	3.8.3 复合模	176
2.11.1 精密冲裁	143	3.8.4 通用弯曲模	176
2.11.2 硬质合金冲裁模	145	3.9 弯曲模结构设计	178
思考与练习题	147	3.9.1 弯曲模结构设计应注意的问题	178
第3章 弯曲工艺与弯曲模设计	148	3.9.2 弯曲模工作部分尺寸的设计	178
3.1 概述	148	3.9.3 斜楔滑块机构设计	181
3.2 弯曲变形分析及变形特点	149	思考与练习题	182
3.2.1 弯曲变形过程	149	第4章 拉深工艺与拉深模设计	183
3.2.2 塑性弯曲变形区的应力、应变 状态	150	4.1 概述	183
3.2.3 变形程度及其表示方法	152	4.2 圆筒形件拉深变形分析	184
3.2.4 板料弯曲的变形特点	153	4.2.1 拉深变形过程	184
3.2.5 最小弯曲半径	154	4.2.2 拉深过程中坯料内的应力与 应变状态	185
3.3 弯曲卸载后的回弹	156	4.2.3 拉深件的起皱与拉裂	188
3.3.1 回弹现象	156	4.3 旋转体拉深件坯料尺寸的确定	189
3.3.2 影响回弹的因素	157	4.3.1 坯料形状和尺寸确定的依据	189
3.3.3 回弹值的确定	159	4.3.2 简单旋转体拉深件坯料尺寸的 确定	190
3.3.4 减少回弹的措施	160	4.3.3 复杂旋转体拉深件坯料尺寸的 确定	193
3.4 弯曲件坯料尺寸的计算	163	4.4 圆筒形件拉深工艺计算	193
3.4.1 弯曲中性层位置的确定	163	4.4.1 拉深系数与极限拉深系数	193
3.4.2 弯曲件坯料尺寸的计算	163	4.4.2 拉深次数与工序件尺寸	196
3.5 弯曲力的计算	165	4.4.3 圆筒形件拉深的压力力与拉 深力	199
3.5.1 自由弯曲时的弯曲力	165	4.5 其他形状零件的拉深	202
3.5.2 校正弯曲时的弯曲力	165	4.5.1 有凸缘圆筒形件的拉深	202
3.5.3 顶件力或压料力	166	4.5.2 阶梯形件的拉深	205
3.5.4 压力机公称压力的确定	166	4.5.3 曲面形状零件的拉深	207
3.6 弯曲件的工艺性	166	4.5.4 盒形件的拉深	210
3.6.1 弯曲件的精度	166		

4.6 拉深件的工艺性	211	5.6.2 平板零件的校平	247
4.6.1 拉深件的公差等级	211	5.6.3 空间形状零件的整形	248
4.6.2 拉深件的结构工艺性	211	思考与练习题	249
4.6.3 拉深件的材料	212	第6章 多工位级进模的设计	251
4.7 拉深模的典型结构	212	6.1 概述	251
4.7.1 首次拉深模	212	6.2 多工位级进模的排样设计	252
4.7.2 以后各次拉深模	215	6.2.1 排样设计应遵循的原则	252
4.7.3 落料拉深复合模	216	6.2.2 载体和搭口的设计	253
4.8 拉深模工作零件的设计	218	6.2.3 排样图中各冲压工位的设计 要点	257
4.8.1 凸、凹模的圆角半径	218	6.2.4 条料的定位精度	259
4.8.2 拉深模间隙	219	6.2.5 排样设计后的检查	260
4.8.3 凸、凹模的结构	221	6.3 多工位级进模典型结构	262
4.8.4 凸、凹模工作部分尺寸及公差	222	6.3.1 丝架级进弯曲模	262
4.9 拉深工艺的辅助工序	223	6.3.2 双筒制件级进拉深模	264
4.9.1 润滑	223	6.4 多工位级进模主要零部件的 设计	269
4.9.2 热处理	224	6.4.1 凸模	269
4.9.3 酸洗	225	6.4.2 凹模	272
思考与练习题	225	6.4.3 带料的导正定位	276
第5章 其他成形工艺与模具设计	226	6.4.4 带料的导向和托料装置	278
5.1 概述	226	6.4.5 卸料装置的设计	281
5.2 胀形	226	6.4.6 限位装置	283
5.2.1 胀形的变形特点	226	6.4.7 加工方向的转换机构	283
5.2.2 平板坯料的起伏成形	227	6.4.8 成形凸模的微量调节机构	285
5.2.3 空心坯料的胀形	229	6.4.9 级进模模架	285
5.3 翻边	231	6.5 多工位级进模自动送料及安全 检测装置	286
5.3.1 内孔翻边	231	6.5.1 自动送料装置	286
5.3.2 外缘翻边	236	6.5.2 安全检测装置	291
5.3.3 变薄翻边	238	思考与练习题	293
5.3.4 翻边模结构	240	第7章 典型冲压模具零件制造与 装配	294
5.4 缩口	240	7.1 概述	294
5.4.1 缩口变形特点及变形程度	241	7.2 冲裁模零件制造与装配	296
5.4.2 缩口工艺计算	241	7.2.1 冲裁模凸、凹模技术要求及 加工特点	296
5.4.3 缩口模结构	243	7.2.2 凸、凹模加工	296
5.5 旋压	244		
5.5.1 普通旋压工艺	244		
5.5.2 变薄旋压工艺	245		
5.6 校形	247		
5.6.1 校形的特点及应用	247		

IV 目录

7.2.3 其他模具零件的加工	300	8.1.1 冲压工艺设计	312
7.2.4 冲裁模的装配	301	8.1.2 冲模设计	326
7.2.5 冲裁模的调试	303	8.1.3 冲模制造	327
7.3 成形模零件制造与装配特点	305	8.1.4 模具企业生产管理	329
7.3.1 成形模凸、凹模技术要求及加工特点	305	8.2 冲压模具设计与制造实例	332
7.3.2 凸、凹模加工	306	思考与练习题	347
7.3.3 成形模的装配与调试	308	附录	348
7.4 多工位级进模零件制造与装配特点	310	附表1 开式压力机技术规格	348
7.4.1 多工位级进模加工特点	310	附表2 闭式单点压力机技术规格	349
7.4.2 多工位级进模装配特点	311	附表3 四柱万能液压机技术规格	349
思考与练习题	311	附表4 轧制薄钢板的尺寸(GB/T 708—2006、GB/T 709—2006)	350
第8章 冲压模具设计与制造实例	312	参考文献	352
8.1 概述	312		

第 1 章

冲压模具设计与制造基础

学习与训练目标

1. 掌握冲压成形与冲压模具的概念及分类。
2. 了解冲压模具设计与制造的技术要求。
3. 了解常见冲压设备,具备冲压设备选用的基本能力。
4. 掌握金属塑性变形基本规律,了解常用冲压材料及其成形性能。
5. 掌握常用冲压模具材料的特性,具备选用冲压模具材料及热、表面处理方法的基本能力。
6. 掌握模具零件常用加工方法的工艺特点,具备选用模具零件加工方法的基本能力。

1.1 冲压成形与模具技术概述

1.1.1 冲压与冷冲模概念

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。

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)。冲模在实现冲压加工中是必不可少的工艺装备,与冲压件是“一模一样”的关系,若没有符合要求的冲模,就不能生产出合格的冲压件;没有先进的冲模,先进的冲压成形工艺就无法实现。在冲压零件的生产中,合理的冲压成形工艺、先进的模具、高效的冲压设备是必不可少的三要素,如图 1.1.1 所示。冲模在种类繁多的模具中占有十分重要的地位,是工业生产中应用最为广泛的模具,从产量上看,它占了模具总产量的 30% 以上,从产值上看,它占了模具总产值的 50% 左右。

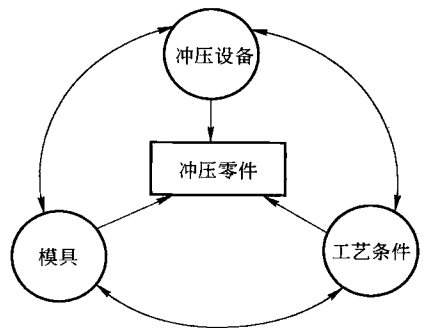


图 1.1.1 冲压零件的影响因素

冲压加工与其他加工方法相比,无论在技术方面,还是在经济方面,都具有许多独特的优点。生产的制件所表现出来的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低消耗,是其他加工制造方法所不能比拟的。但需要指出的是,由于进行冲压成形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

2 第1章 冲压模具设计与制造基础

成本的10%~30%)等特点。所以,只有在冲压零件生产批量大的情况下,冲压成形加工的优点才能充分体现,从而获得好的经济效益。

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。

1.1.2 冲压工序的分类

冲压加工因制件的形状、尺寸和精度不同,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。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 σ_b 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。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极限 σ_s ,但未达到强度极限 σ_b ,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,见表1.1.1和表1.1.2。

表 1.1.1 分离工序分类


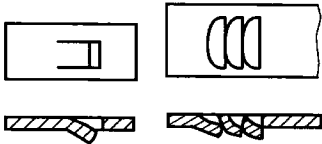
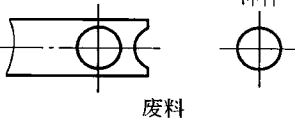
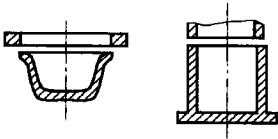
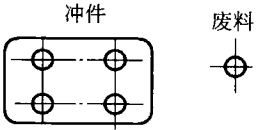

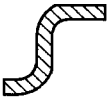

工序名称	简图	特点及常用范围	工序名称	简图	特点及常用范围
切断		用剪刀或冲模切断板材,切断线不封闭	切口		在坯料上沿不封闭线冲出缺口,切口部分发生弯曲,如通风板
落料		用冲模沿封闭线冲切板材,冲下来的部分为冲件	切边		将冲件的边缘部分切掉
冲孔		用冲模沿封闭线冲切板材,冲下来的部分为废料	剖切		把工序件切开成两个或几个冲件,常用于成双冲压

表 1.1.2 成形工序分类

工序名称	简图	特点及常用范围	工序名称	简图	特点及常用范围
弯曲 弯曲		把板料压弯成一定的形状	弯曲 卷圆		把板料端部卷圆,如合页

续表

工序名称	简图	特点及常用范围	工序名称	简图	特点及常用范围
弯		把冲件扭转成一定角度	起		在冲件上压出肋条、花纹或文字,在起伏处的整个厚度上都有变形
拉		把平板坯料制成空心冲件,壁厚基本不变	卷		把空心件的边缘卷成一定形状
变薄拉深		把空心冲件拉深成侧壁比底部薄的工件	胀		使冲件的一部分凸起,呈凸肚形
翻		把冲件上有孔的边缘翻出竖立边缘	成		把平板坯料用小滚轮旋压出一定形状(分变薄与不变薄两种)
翻		把冲件的外缘翻起圆弧或曲线状的竖立边缘	形		把形状不太准确的冲件矫正成形,如获得小的半径 r_1 等
成		把空心件的口部扩大,常用于管子	整		把形状不太准确的冲件矫正成形,如获得小的半径 r_1 等
缩		把空心件的口部缩小	校		压平平板形冲件以提高其平面度
		通过一系列轧辊把平板卷料辊弯成复杂形状	压		在冲件上压出文字或花纹
			花		

1.1.3 冲模的分类

冲压件的质量、生产效率以及生产成本等,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高低的重要标志之一,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。

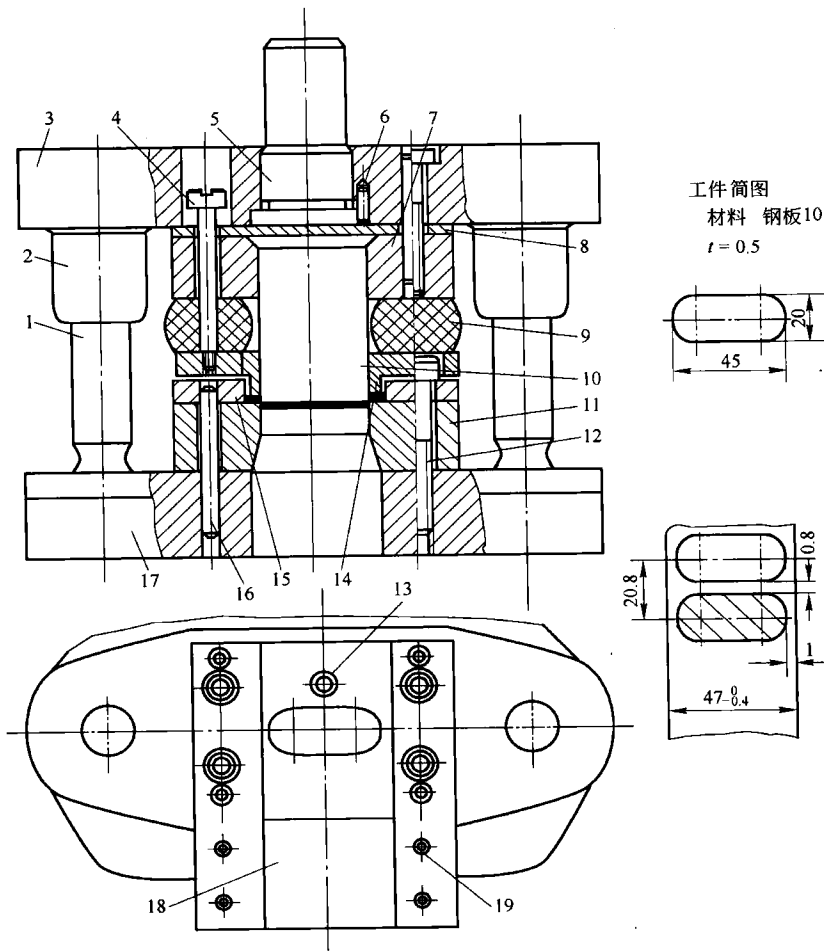


图 1.1.2 单工序冲裁模

- 1—导柱;2—导套;3—上模;4—卸料螺钉;5—模柄;6—防转销;7—固定板;8—垫板;
9—橡胶;10—凸模;11—凹模;12—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;19—螺钉

(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 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。

图 1.1.2 是一副带导柱导套的单工序冲裁模。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、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 安装在压力机滑块上,随滑块作上下往复运动,因此称为活动部分。下模通过下模座固定在压力机工作台上,所以又称为固定部分。

通常模具是由两类零件组成的。一类是工艺零件,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;另一类是结构零件,这类零件不直接参与完成工艺过程,也不和坯料直接接触,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,如表 1.1.3 所示。应该指出,不是所有的冲模都必须具备上述 6 种零件,尤其是单工序模,但是工作零件和必要的固定零件等是不可缺少的。

表 1.1.3 冲模零件的分类及作用

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的零件
		凸凹模	
		刃口镶块	
	定位零件	定位销、定位板	确定被冲压加工材料或工件在冲模中正确位置的零件
		挡料销、导正销	
		导料销、导料板	
		侧压板、承料板	
		定距侧刀	
	压料、卸料及出件零件	卸料板	使冲件与废料得以出模,保证顺利实现正常冲压生产的零件
		压料板	
		顶件块	
		推件块	
		废料切刀	

续表

零件种类		零件名称	零件作用
冲模零部件	导向零件	导套	正确保证上、下模的相对位置,以保证冲压精度
		导柱	
		导板	
		导筒	
	支撑固定零件	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用的零件
		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的零件等
		销钉	
		键	
		弹簧等其他零件	

1.1.4 冲模设计与制造的要求

通常冲压产品的生产流程如图 1.1.3 所示。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。三者基本内容和基本要求见表 1.1.4 所示。

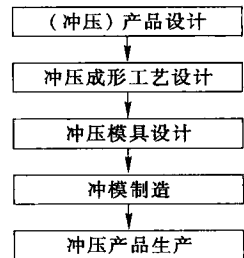


图 1.1.3 冲压产品的生产流程

表 1.1.4 冲压技术工作基本内容和基本要求

项目名称	基本内容	基本要求
冲压成形工艺设计	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;对对产品零件图的冲压工艺性分析入手,经过必要的工艺计算,制订出合理的工艺方案(包括工序性质、数量的确定,工序顺序的安排,工序组合方式及工序定位方式的确定等),最后编写出冲压工艺卡	<p>(1) 冲压原材料利用率高,即材料消耗应尽可能少。</p> <p>(2) 根据工厂的具体生产条件,制定的工艺方案应技术上先进可行,经济上合理。</p> <p>(3) 工序组合方式和工序排列顺序应符合冲压变形规律,能确保冲压出合格的工件。</p> <p>(4) 工序数量应尽可能少,生产效率尽可能高。</p> <p>(5) 制订的工艺规程,应方便工厂的生产组织与管理</p>

续表

项目名称	基本内容	基本要求
冲压模具设计	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能保证冲压出形状、尺寸、精度均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,能满足批量生产的要求。 (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、形位精度、工作特性和使用寿命等要求,综合考虑各方面的特点,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,制订出合理的冲模加工工艺规程	(1) 为了生产合格的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) 一般要求模具应具有较长的使用寿命。 (3) 较短的模具制造周期。 (4) 较低的模具制造成本

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的下降。

1.1.5 冲压现状与发展方向

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,更新换代速度快等变化特点,冲压模具正向高效、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,冲压模具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,如精冲工艺、软模成形工艺、高能高速成形工艺、超塑性成形工艺以及其他高效率、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,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。模具先进制造技术的发展主要体现在如下方面:

(1) 高速铣削加工

普通铣削加工采用低的进给速度和大的切削参数,而高速铣削加工则采用高的进给速度和小的切削参数,高速铣削加工相对于普通铣削加工来说具有如下特点:

① 高效 高速铣削的主轴转速一般为 15 000 ~ 40 000 r/min,最高可达 100 000 r/min。在切削钢时,其切削速度约为 400 m/min,比传统的铣削加工高 5 ~ 10 倍;在加工模具型腔时与传统的加工方法(传统铣削、电火花成形加工等)相比其效率提高 4 ~ 5 倍。

② 高精度 高速铣削加工精度一般为 10 μm ,有的精度还要高。

③ 高的表面质量 由于高速铣削时工件温升小(约为 3 $^{\circ}\text{C}$),故表面没有变质层及微裂纹,热变形也小。最好的表面粗糙度 Ra 小于 1 μm ,减少了后续磨削及抛光的工作量。

④ 可加工高硬材料 可铣削 50 ~ 54HRC 的钢材,铣削的最高硬度可达 60HRC。

鉴于高速加工具备上述优点,所以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 mm^2/min ,加工精度可达到 $\pm 1.5 \mu\text{m}$,加工表面粗糙度 Ra 为 0.1 ~ 0.2 μm 。直径 0.03 ~ 0.1 mm 细丝线切割技术的开发,可实现凹凸模的一次切割完成,并可进行 0.04 mm 的窄槽及半径 0.02 mm 内圆角的切割加工。锥度切割技术已能进行 30 $^{\circ}$ 以上锥度的精密加工。

由于数控慢走丝线切割加工精度高,所以在精密冲模制造中得到广泛应用,并呈现以割代磨的发展趋势。

(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。

(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的几何量的测量,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,改善加工性能。

(1) 模具新材料

冲压模具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。主要性能要求为强度、韧性、耐磨性。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 320CrVMo13,5 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)等方法几种发展较快、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)这一新技术。

CAD/CAM 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 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