

✱ 高等院校材料科学与工程专业规划教材 ✱

金属塑性



成形工艺及模具设计

✧ 主编 高军 副主编 吴向红 赵新海 林淑霞 ✧

JSSX



国防工业出版社

National Defense Industry Press

高等院校材料科学与工程专业规划教材

金属塑性成形工艺及模具设计

主 编 高 军

副主编 吴向红 赵新海 林淑霞

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书包括两部分,第一部分是板料成形工艺及模具设计,涉及冲裁、拉深、弯曲等基本冲压工艺及模具设计方面的内容;第二部分是体积成形工艺及模具设计;涉及毛坯准备、加热规范、锻后处理、自由锻、锤上模锻、压力机模锻等基本锻造工艺及模具设计方面的内容。

本书适合高等院校材料成形及控制工程专业、模具专业的本科生和研究生作教材使用,也可供相关专业的工程人员、科研人员借鉴使用。

图书在版编目(CIP)数据

金属塑性成形工艺及模具设计 / 高军主编. —北京:国防工业出版社, 2007.7

高等院校材料科学与工程规划教材

ISBN 978-7-118-05162-9

I. 金... II. 高... III. ①金属-塑性变形-金属加工-工艺-高等学校-教材②金属压力加工-模具-设计-高等学校-教材 IV. TG3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 063499 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)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 21½ 字数 496 千字

2007 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 38.00 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

前 言

金属塑性加工在国民经济的加工工业中占有重要的地位,广泛应用于航空、航天、汽车、军工、家电、电机、仪表等工业领域。

近年来,很多高校实行重基础、宽口径教育教学改革,专业课的学时呈大幅度减少的趋势,在材料成型及控制专业的塑性成形(模具)方向上,原来的冲压工艺及模具设计和锻造工艺学两门课程常常被合在一起,成为塑性成形工艺及模具。由于目前市场上缺少一本综合两方面知识的合适的教材,因此编写一部有关的图书,很有意义。

本书是在认真学习和总结各种技术资料、手册、国家标准等的基础上编写而成的。其主要特点是以实用为主,以供有关人员学习和参考,同时兼顾前沿技术和最新的研究成果。

本书的第1篇第1章、第2章、第3章由山东大学高军执笔,第4章、第5章由高军、济南大学张清萍执笔,第6章由山东大学李熹平、季廷炜执笔,第7章由山东大学高军、褚兴荣执笔;第2篇第1章由高军、张清萍、中国矿业大学王延庆、山东科技大学王翠香执笔;第2章、第3章由山东大学吴向红、赵新海执笔,第4章由山东大学威海分校林淑霞执笔,第5章由山东建筑工程大学李云江执笔,第6章由济南大学田希杰、崔焕勇执笔,第7章由山东建筑工程大学王忠雷执笔,第8章由林淑霞、赵新海执笔。全书由高军统稿。为本书提供资料并参加本书部分内容校对的还有商光春、高田玉、张伟杰、修大鹏、张磊、牛山廷、王勇、李丽华、张存生等。

本书的编写工作得到了赵国群教授、赵振铎教授、关小军教授的指导与帮助,在此深表感谢。

本书的编写要感谢山东省自然科学基金项目(Z2006F06)、山东省优秀中青年科学家奖励基金项目(2005BS05005)、山东省博士后择优资助科研项目(200603020)的支持。

由于本书涉及的知识面较广,需要收集的各种资料也比较多,恐有多处遗漏,加上我们水平有限,书中难免存在不当和错误之处,请读者批评指正。

作 者

2007年3月于济南

目 录

第 1 篇 金属板料成形工艺及模具设计

第 1 章 板料成形基本概念及基本知识	1	问题	19
1.1 板料成形概述	1	2.2 冲裁工艺设计	19
1.2 冲压工艺设计概述	3	2.2.1 工艺设计的基本内容与一般步骤	20
1.2.1 工艺设计的原始资料	3	2.2.2 凸、凹模刃口尺寸的计算	24
1.2.2 工艺设计的基本内容	4	2.3 冲裁力	28
1.3 冲压模具设计概述	4	2.3.1 冲裁力的计算	28
1.3.1 模具总装图及零件图绘制	5	2.3.2 卸料力及推件力计算	29
1.3.2 模具典型结构	6	2.3.3 降低冲裁力的方法	29
1.4 常用冲模材料	7	2.4 排样与搭边	31
1.4.1 冲压对模具材料的要求	7	2.4.1 排样	31
1.4.2 冲模材料的选用原则	8	2.4.2 搭边	32
1.4.3 冲模材料及热处理要求	8	2.4.3 条料宽度	33
1.5 毛坯材料及其冲压成形性能	11	2.5 冲压模具设计	34
1.5.1 冲压工艺对毛坯材料的要求	11	2.5.1 冲模设计的原则及步骤	34
1.5.2 常用毛坯材料	11	2.5.2 冲模分类	35
1.5.3 材料的冲压成形性能	13	2.5.3 冲模的零部件构成	36
1.6 常用冲压设备及其选用	13	2.5.4 冲模非工作零部件设计	37
1.6.1 常用冲压设备	13	2.5.5 冲裁模工作零件设计	44
1.6.2 冲压设备的选用	14	2.5.6 复合模设计	54
1.7 模具的安装	15	2.5.7 级进模设计	56
第 2 章 冲裁及冲压模具设计	16	第 3 章 弯曲	68
2.1 概述	16	3.1 概述	68
2.1.1 冲裁设计的基本内容	17	3.2 弯曲变形分析	69
2.1.2 冲裁设计的基本要求及一般工作程序	18	3.2.1 弯曲变形过程	69
2.1.3 冲裁设计中必须考虑的若干		3.2.2 变形区应力应变状态	69
		3.2.3 弯曲变形程度及其表示	71
		3.2.4 板料弯曲变形的特点	72
		3.2.5 最小相对弯曲半径	73

3.3 弯曲回弹	74	4.3 旋转体拉深毛坯尺寸的 确定	102
3.3.1 弯曲回弹现象	74	4.3.1 毛坯形状和尺寸确定的 依据	102
3.3.2 影响弯曲回弹的因素	75	4.3.2 简单旋转体拉深件毛坯 尺寸的确定	103
3.3.3 弯曲回弹值的确定	76	4.3.3 复杂旋转体拉深件毛坯 尺寸的确定	105
3.3.4 减少弯曲回弹的措施	78	4.4 无凸缘圆筒形件的拉深工艺 计算	106
3.4 弯曲毛坯尺寸	80	4.4.1 拉深系数与极限拉深 系数	106
3.4.1 弯曲中性层位置的确定	80	4.4.2 拉深次数	108
3.4.2 弯曲毛坯尺寸的计算	80	4.4.3 压边力与拉深力	112
3.5 弯曲力的计算	82	4.5 其它形状零件的拉深	113
3.5.1 自由弯曲时的弯曲力	82	4.5.1 有凸缘圆筒形件的 拉深	113
3.5.2 校正弯曲时的弯曲力	82	4.5.2 阶梯形零件的拉深	117
3.5.3 顶件力或压料力	82	4.5.3 曲面形状零件的拉深	119
3.5.4 压力机公称压力的确定	82	4.5.4 盒形件的拉深	121
3.6 弯曲件的工艺性	83	4.6 拉深件的工艺性	123
3.6.1 弯曲件的精度	83	4.6.1 拉深件的公差等级	123
3.6.2 弯曲毛坯材料	83	4.6.2 拉深件的结构工艺性	123
3.6.3 弯曲件的结构形状	83	4.6.3 拉深件的材料	123
3.7 弯曲工序安排	85	4.7 拉深模的典型结构	123
3.7.1 弯曲工序安排原则	85	4.7.1 首次拉深模	124
3.7.2 典型弯曲工序安排	86	4.7.2 以后各次拉深模	126
3.8 弯曲模典型结构	86	4.7.3 落料、拉深复合模	127
3.8.1 单工序弯曲模	86	4.8 拉深模工作零件的设计	128
3.8.2 级进模	91	4.8.1 凸、凹模圆角半径	128
3.8.3 复合模	91	4.8.2 拉深模间隙	129
3.8.4 通用弯曲模	92	4.8.3 凸、凹模结构	130
3.9 弯曲模结构设计	93	4.8.4 凸、凹模工作部分尺寸及 公差	132
3.9.1 弯曲模结构设计应注意的 问题	93	4.9 辅助工序	133
3.9.2 弯曲模工作部分设计	94	4.9.1 润滑	133
4.9.2 热处理	134		
第4章 拉深	97		
4.1 概述	97		
4.2 圆筒形件拉深的变形分析	98		
4.2.1 拉深变形过程	98		
4.2.2 拉深过程中毛坯各处的 应力应变状态	99		
4.2.3 拉深缺陷及防止措施	101		

4.9.3 酸洗	134
第5章 其它冲压成形工艺	135
5.1 概述	135
5.2 胀形	135
5.2.1 变形特点	135
5.2.2 平板毛坯的局部成形	136
5.2.3 空心毛坯的胀形	137
5.3 翻边	139
5.3.1 内孔翻边	139
5.3.2 外缘翻边	142
5.3.3 变薄翻边	144
5.3.4 翻边模结构	145
5.4 缩口	146
5.4.1 缩口变形程度的计算	146
5.4.2 缩口后材料厚度的变化	147
5.4.3 缩口的毛坯计算	147
第6章 典型冲压工艺及模具设计实例	148
6.1 复合冲裁模	148
6.2 落料、冲孔、弯曲复合模	152

第7章 覆盖件成形	156
7.1 覆盖件概述	156
7.2 覆盖件冲压工艺及模具设计 原则	156
7.2.1 冲压工艺设计原则	156
7.2.2 冲压模具设计原则	159
7.3 覆盖件拉深工艺及模具 设计	160
7.3.1 拉深工艺设计	160
7.3.2 拉深模设计	172
7.4 覆盖件修边、冲孔工艺及模具 设计	178
7.4.1 修边、冲孔工艺设计	178
7.4.2 修边、冲孔模设计	181
7.4.3 斜楔机构	186
7.5 覆盖件翻边工艺及模具 设计	192
7.5.1 翻边工艺设计	192
7.5.2 翻边模设计	193
7.6 压力机的选择	195

第2篇 金属体积成形工艺及模具设计

第1章 锻造基本概念和基本知识	197
1.1 绪论	197
1.1.1 锻造生产的特点及其 作用	197
1.1.2 锻造工艺分类	198
1.1.3 锻造生产现状及发展 趋势	199
1.2 锻造用原材料及下料 方法	200
1.2.1 锻造用原材料	200
1.2.2 下料方法	203
1.3 锻造的热规范	207

1.3.1 金属的锻造加热	207
1.3.2 金属加热时产生的缺陷及 防止措施	209
1.3.3 锻造温度范围的确定	213
1.3.4 加热规范	214
1.3.5 少、无氧化加热	217
1.3.6 锻后冷却	218
1.3.7 锻件热处理	222
第2章 自由锻	224
2.1 概述	224
2.2 自由锻工序特点及锻件 分类	224

2.2.1	自由锻工序	224	3.7	模锻锤吨位计算	255
2.2.2	自由锻件的分类	226	第4章	热模锻压力机上模锻	258
2.3	自由锻基本工序分析	227	4.1	热模锻压力机上模锻的特点 及应用	258
2.3.1	锻粗	227	4.2	锻件图设计特点	260
2.3.2	拔长	229	4.2.1	选择分模面位置的特点	260
2.3.3	冲孔	232	4.2.2	余量和公差	261
2.3.4	扩孔	233	4.2.3	模锻斜度、圆角半径和冲孔 连皮	261
2.3.5	弯曲	234	4.3	变形工步、工步图设计及毛坯 尺寸计算	263
2.3.6	错移	234	4.3.1	变形工步的选择	263
2.3.7	扭转	234	4.3.2	工步设计	265
2.4	自由锻件变形方案的确定	235	4.3.3	确定毛坯尺寸	268
2.5	自由锻工艺规程的制定	236	4.4	变形力的计算与设备吨位 选择	269
2.5.1	锻件图的制定	237	4.4.1	经验公式	269
2.5.2	毛坯重量和尺寸的确定	238	4.4.2	理论-经验公式	269
2.5.3	变形工艺过程的制定	239	4.5	锻模结构	270
2.5.4	锻造比的选择及计算	239	4.5.1	锻模模架	270
2.5.5	选定锻造设备吨位	240	4.5.2	型槽及镶块设计特点	271
2.6	大型自由锻件锻造工艺 特点	240	4.5.3	顶件装置	273
2.6.1	锻造对钢锭组织和性能的 影响	240	4.5.4	导向装置	275
2.6.2	提高大型锻件质量的工艺 措施	242	4.6	热模锻压力机上模锻实例	276
第3章	锤上模锻	244	4.6.1	连接叉锻件在热模锻锻 压机上模锻	276
3.1	锤上模锻特点及应用范围	244	4.6.2	圆锥齿轮的精密模锻	276
3.2	锤上模锻方式与变形特征	244	第5章	平锻机上模锻	278
3.2.1	开式模锻	244	5.1	工艺特点及应用范围	278
3.2.2	闭式模锻	245	5.2	平锻机模锻工步及锻件 分类	279
3.3	模锻件分类	246	5.2.1	模锻基本工步	279
3.4	模锻件图设计	249	5.2.2	模锻件分类	280
3.4.1	锤上模锻锻件图设计	249	5.3	锻件图设计	280
3.4.2	机械加工余量和锻件 公差	250	5.3.1	分模位置	280
3.4.3	模锻斜度	251	5.3.2	机械加工余量和公差	281
3.4.4	圆角半径	251	5.3.3	模锻斜度	281
3.4.5	冲孔连皮	252			
3.5	模锻变形工步的确定	253			
3.6	坯料尺寸的确定	254			

5.3.4 圆角半径	281	6.6 综合举例	303
5.4 顶锻规则及聚集工步计算 ..	282	6.6.1 长杆螺栓的模锻	303
5.4.1 顶锻规则	282	6.6.2 法兰盘的开式模锻	303
5.4.2 聚集工步计算	283	6.6.3 微型车发动机曲轴的 模锻	304
5.5 通孔锻件和盲孔锻件的工步 计算	285	第7章 液压机上模锻	307
5.5.1 通孔锻件热锻件图设计 ..	285	7.1 液压机上模锻成形的特点 ..	307
5.5.2 冲孔次数的确定和冲孔 工步设计	285	7.2 锻件图设计及工艺特点	308
5.5.3 聚集工步与原毛坯尺寸 ..	286	7.2.1 分模面的选择	308
5.6 管类平锻件的工艺特点	287	7.2.2 加工余量的确定	309
5.7 平锻设备吨位的确定	288	7.2.3 结构要素的设计	309
5.7.1 经验-理论公式	288	7.2.4 设计锻件图的其它问题 ..	314
5.7.2 经验公式	288	7.3 设备吨位的计算	315
5.8 平锻机上模锻的锻模结构 ..	289	7.3.1 根据模锻材料及投影面积 确定	315
5.8.1 平锻模的固定及固定 空间	289	7.3.2 经验公式计算	316
5.8.2 平锻模结构设计特点 ..	290	7.4 液压机上锻模设计	317
5.8.3 型槽设计	291	7.4.1 工步设计	317
第6章 螺旋压力机上模锻	295	7.4.2 模膛设计	317
6.1 螺旋压力机工作特点及应用 范围	295	7.4.3 模具结构设计	320
6.2 锻件图设计	296	7.5 液压机锻模材料的选择	322
6.2.1 螺旋压力机模锻件的分类 及模锻特点	296	第8章 模锻后续工序	324
6.2.2 锻件图的制定	296	8.1 切边与冲孔	324
6.3 型槽设计	298	8.1.1 切边力、冲孔力的计算 ..	324
6.4 设备吨位的确定	299	8.1.2 切边、冲孔方式及模具 类型	325
6.4.1 对照锤上模锻和曲柄压力机 模锻时的压力进行换算 ..	299	8.1.3 切边模	326
6.4.2 按锻件投影面积和变形 难易程度计算	299	8.2 精压与校正	331
6.5 锻模结构特点	299	8.2.1 精压	331
6.5.1 锻模结构形式和紧固 方法	299	8.2.2 校正	332
6.5.2 模座设计	301	8.3 锻件表面清理	332
6.5.3 锻模导向部分	302	8.4 锻件质量检验	334
		8.4.1 生产过程检验	334
		8.4.2 成品检验	334
		参考文献	335

第 1 篇

金属板料成形工艺及模具设计

第 1 章 板料成形基本概念及基本知识

1.1 板料成形概述

板料成形通常称为冲压或冷冲,即在室温下,利用安装在压力机上的冲压模具(冷冲模、冲模)对材料(板料、条料或带料)施加压力,使其产生分离或发生塑性变形,从而获得所需形状和尺寸、具有一定力学性能的零件的一种压力加工方法。

冲压模具是指在冷冲压加工中,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。冲压成形加工必须具备相应的模具。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(约占产品成本的 10% ~ 30%)的特点。所以,只有在冲压件生产批量大的情况下,冲压成形加工的优点才能得到充分体现,从而获得好的经济效益。

优秀的设计、制造、组织管理人员,合理的冲压成形工艺方案,先进的模具设计、制造技术,高效率、高精度的冲压和机械制造设备,优化的外部环境是实现冲压件的连续、稳定、优质生产的必要条件。

由于冲压生产具有生产率高,材料利用率高,生产的制件精度高、复杂程度高、一致性高等一系列突出的优点,因此在批量生产中得到了广泛应用,在现代工业生产中占有十分重要的地位,是国防及民用工业生产中必不可少的加工方法。

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冷冲压工序分为分离工序和成形工序两大类。

分离工序是指毛坯在冲压力作用下,变形部分的应力达到强度极限 σ_b 以后,使毛坯发生断裂而产生分离,包括落料、冲孔等。

成形工序是指毛坯在冲压力作用下,变形部分的应力达到屈服极限 σ_s ,但尚未达到强度极限 σ_b ,使毛坯产生塑性变形,成为具有一定形状、尺寸与精度制件的加工工序,主要有弯曲、拉深、翻边等。有关冲压工序的详细分类与特征,见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 分离工序分类

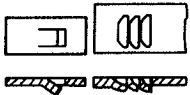
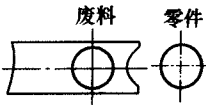
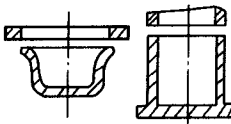
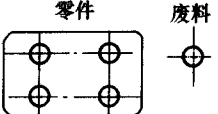
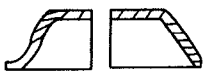
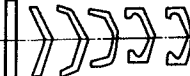
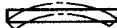
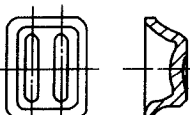
工序名称	简图	特点及常用范围	工序名称	简图	特点及常用范围
切断		用剪刀或冲压模具切断板材,切断线不封闭	切口		在毛坯上沿不封闭线冲出缺口,切口部分发生弯曲
落料		用冲压模具沿封闭线冲切板料,冲下来的部分为冲压件	切边		将冲压件的边缘部分切掉
冲孔		用冲压模具沿封闭线冲切板料,冲下来的部分为废料	剖切		把半成品件一分为二

表 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	把板料弯成一定的形状	拉深	拉深	把平板形毛坯制成空心冲压件,壁厚基本不变
	卷圆	把板料端部卷圆		变薄拉深	把空心冲压件拉深成侧壁比底部薄的工件
	扭曲	把冲压件扭转一定的角度	成形	卷边	把空心件的边缘卷成一定的形状
成形	翻孔	把冲压件上有孔的边缘翻出竖立边缘		胀形	使冲压件的一部分凸起,呈凸肚形
	翻边	把冲压件的外缘翻起圆弧或曲线状的竖立边缘		旋压	把平板形毛坯用小滚轮旋压出一定形状
	扩口	把空心件的口部扩大		整形	把形状不太准确的冲压件校正成形
	缩口	把空心件的口部缩小			

(续)

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
成形	辊弯		用一系列轧辊把平板卷料辊弯成复杂形状	成形	校平		压平平板形冲压件,以提高其平面度
	压加强筋		在冲压件上压出筋条、提高刚度		压字		在冲压件上压出文字或花纹

目前,我国冲压技术与先进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尚有一定的差距。

随着工业产品质量的不断提高,冲压产品的生产正呈现出多品种、少批量、复杂化、大型化、精密化、更新换代快的变化特点,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。

1.2 冲压工艺设计概述

1.2.1 工艺设计的原始资料

冲压工艺设计应在搜集、调查研究并掌握有关设计的原始资料的基础上进行,做到有的放矢,避免工作的盲目性。工艺设计的原始资料主要包括:

(1) 冲压件的产品图纸或产品实体及技术要求:产品图纸或实体是工艺设计的依据。提供的产品图纸应做到视图完备,尺寸标注清晰且无遗漏,并符合国家标准;技术要求应明确、合理。根据产品图纸可以全面了解冲压件的结构形状、尺寸和精度要求以及装配关系和使用性能等。如果仅有产品实体而无图纸,应对实体进行精确测量后绘制出产品图纸,以图纸作为设计依据。

(2) 原材料的尺寸规格、力学性能及供应状态:冲压原材料的选用对工艺设计有重要影响。在冲压生产中,原材料的供货形态一般是条料、卷料或是废料的再利用,不同的供货形态,制定的工艺方案亦有所不同。当用边角余料或结构废料作为冲压原材料时,只能考虑用单工序模或复合模生产,而无法采用级进模。冲压原材料的力学性能和供应状态对冲压工艺也有直接影响。若原材料硬度高、抗拉强度大,其冲压工艺力大,对模具工作零件强度要求较高。由此可见,要制定出合理的工艺方案,充分了解冲压原材料的详细资料非常重要。

(3) 产品的生产批量:产品的生产批量是工艺设计中必须考虑的重要内容。任何一种产品的生产都存在生产批量问题。在工艺设计前,根据产品批量的大小确定加工方法和选择模具类型。一般来说,不同的生产批量采用不同的模具结构、模具材料,这应以满

足生产需要、保证产品质量、降低生产成本为目的。

在冲压生产中,对具有相当批量和大批量生产的产品,在保证产品质量的前提下,工艺设计中应注重提高生产效率,尽可能地减少工序数量,采用复合模、级进模、高寿命的硬质合金模和高效率的多工位自动级进模。对多品种、小批量或试制产品,应采用钢带冲模、板模、锌基合金模、聚氨酯橡胶模等简易模具,以缩短制模周期,降低生产成本。

(4) 供选用的冲压设备的型号、规格、主要技术参数及使用说明书:工厂现有的冲压设备情况,不仅是模具设计时选择设备的重要依据,而且也对工艺方案的制定有直接影响。换言之,不同的冲压设备条件,就相应有不同的工艺方案和模具结构。例如,对厚板采用复合工序冲压时,当冲压工艺力超过工厂现有设备吨位时,该工艺方案就无法实施,而只能采用单工序冲压或在模具结构上采取降低冲压工艺力的措施解决,以满足冲压工艺力与设备吨位的匹配。当然当现有设备无法满足生产要求时,也必须提出增加新设备的方案。

(5) 模具制造条件及技术水平:工厂现有模具制造条件及技术水平,对工艺设计和模具设计均有直接影响,也就是说,冲压工艺设计是应充分考虑工厂的模具制造能力及其习惯的加工方法。如果工厂的制模能力较差,则不宜采用复合冲压或级进冲压的工艺方案,以免复合模或级进模的制造达不到设计要求。反之,如果工厂的制造条件及技术水平较高,且产品生产批量较大时,应采用多工序的复合冲压或多工序的级进冲压工艺方案,以满足大批量生产的要求。

模具制造条件及技术水平主要是指模具加工设备条件,热处理和技术检验的条件,模具材料、规格及标准件的供应状况,模具制造工人加工、装配技术水平等。随着冲压技术的不断进步,模具加工设备的不断发展和更新,各种精密、高效加工设备如数控铣床、电火花线切割机床及加工中心等已逐渐取代常规加工设备。

(6) 其它技术资料:主要包括冲压手册、冲模设计手册、冲模图册、相关国家标准、行业和企业标准和机械设计手册、材料手册等有关的技术参考资料。利用这些资料将有助于设计者设计、计算选材等,故可简化设计过程,缩短设计周期,提高设计工作效率。

1.2.2 工艺设计的基本内容

冲压工艺设计是工件的整个冲压生产过程的重要组成部分。工艺设计主要包括冲压件的工艺性分析和冲压工艺方案制定两方面内容,即对具体的冲压件,首先从其结构形状、尺寸大小、精度要求及原材料选用等方面开始,进行冲压件的工艺性分析,必要时对冲压件提出改进意见,然后根据具体的生产条件,并综合分析研究各方面的影响因素,从而制定出一种技术上先进可行、经济上合理的冲压工艺方案,其中包括工序数量的确定、工序顺序的排列、工序组合方式的确定以及为实现工序内容有关的模具类型、设备规格、工艺定额的确定等。

具体的冲压工艺设计步骤可参考第2章冲裁工艺设计。

1.3 冲压模具设计概述

冲压模具设计是一项技术性很强的工作。合理的模具结构可以为稳定产品质量、降低冲压成本提供技术保证,而且也为生产的组织与管理创造有利的条件。冲压模具设计

是依据制定的冲压工艺规程,仔细考虑毛坯的定位、出件、废料排除诸问题以及模具的制造维修方便、操作安全可靠等因素后,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的零件图的整个设计、绘图过程。模具设计的实质就是完全实现工艺设计的内容,而模具设计的过程则是在考虑具体生产条件并综合分析、研究相应设计要素后,经反复构思和修改,直至绘制出模具图纸的创造性的过程。

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。

冲模种类很多,根据工艺性质可分为冲裁模、弯曲模、拉深模等。

冲裁模是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;弯曲模是使板料毛坯沿着直线(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;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;成形模是将毛坯或半成品件按照凸、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、翻边模、整形模等。

根据工序组合程度,冲模又可分为单工序模、复合模和级进模(连续模、跳步模)。

单工序模是指在压力机的一次行程中,只能完成一道冲压工序的模具;复合模是指模具上只有一个工位,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;级进模是指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。

本章只对模具总装图、零件图的绘制进行介绍,详细的模具零件设计请参考第2章。

1.3.1 模具总装图及零件图绘制

在模具的总体结构及其相应的零部件结构形式确定后,便可绘制模具总装图和零件图。总装图和零件图均应严格按照制图标准绘制。考虑到模具图的特点,允许采用一些常用的习惯画法。

1. 绘制模具总装图

模具总装图是拆绘模具零件图和装配模具的依据,应清楚表达各零件之间的装配关系以及固定连接方式。模具总装图的一般布置情况如图1-1所示,完整的总装图应符合下述要求:

(1) 主视图是模具总装图的主体部分,一般应画上、下模剖视图,上、下模一般画成闭合状态。模具处于闭合状态时,可以直观地反映出模具工作原理,对确定模具零件的相关尺寸及选用压力机的装

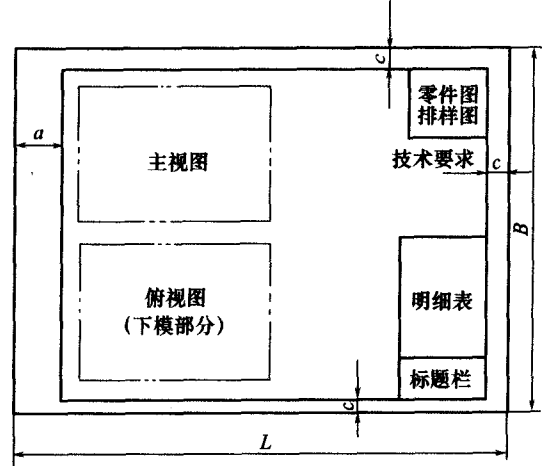


图1-1 模具总装图的布置

模高度都极为方便。主视图中应标注闭合高度尺寸,条料和工件剖面最好涂黑,以使图面更显清晰。

(2) 俯视图一般是反映模具下模的上平面。对于对称零件也可以一半表示上模的上平面,一半表示下模的上平面。非对称零件如果需要,上、下模俯视图可分别画出,只俯视可见部分。有时为了了解模具零件之间的位置关系,未见部分可用虚线表示。俯视图与主视图的中心线重合,并标注前后、左右平面轮廓尺寸。下模俯视图中的排样图轮廓线用双点画线表示。

(3) 侧视图、局部视图和仰视图一般不要求画出。只有当模具结构过于复杂,仅用上述主、俯视图难以表达清楚时,才有必要画出,宜少勿多。

(4) 零件图是经模具冲压后所得零件的形状和尺寸。该图应严格按比例画出,其方向应与冲压方向一致(即与零件在模具总图中的位置一样)。如果不一致,必须用箭头注明冲压方向。同时要注明零件的名称、材料、厚度及有关技术要求。

(5) 排样图:对于落料模、含有落料的复合模及级进模模,必须绘出排样图。

(6) 标题栏和明细表:标题栏和明细表应放在总图的右下角。总装图中的所有零件(含标准件)都要详细填写在明细表中。

(7) 技术要求:技术要求中一般只简要注明对本模具的使用、装配等要求和应注意的事项,例如冲压力大小、所选设备型号、模具标记及相关工具等。当模具有特殊要求时,应详细注明有关内容。

绘制模具总装图时,一般是先按比例勾画出总装草图,经仔细检查认为无误后,再画成正规总装图。应当指出,模具总装图中的内容并非是一成不变的,在实际设计中可根据具体情况(包括企业的设计习惯等),允许做出相应的增减。

2. 绘制模具零件图

模具零件图是模具加工的重要依据,应符合如下要求:

(1) 视图要完整,且宜少勿多,以能将零件结构表达清楚为限。

(2) 尺寸标注要齐全、合理、符合国家标准。设计基准选择应尽可能考虑制造的要求。

(3) 制造公差、形位公差、表面粗糙度选用要适当,既要满足模具加工质量要求,又要考虑尽量降低模具制造成本。

(4) 注明所用材料牌号、热处理要求以及其它技术要求。

模具总装图中的非标准零件,均需分别画出零件图,一般的工作顺序也是先画工作零件图,再依次画其它各部分的零件图。有些标准零件需要补充加工(上、下标准模板上的螺孔、销孔等)时,也需画出零件图,但在此情况下,通常仅画出加工部位,而非加工部位的形状和尺寸则可省去不画,只需在图中注明标准件代号与规格即可。

1.3.2 模具典型结构

图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、上模板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;下模由下模板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,通常称为活动部分。下模通过下模板固定在压力机工作台上,所以又称为固定部分。

1.4.2 冲模材料的选择原则

模具材料的选择,不仅关系到模具的使用寿命,而且也直接影响到模具的制造成本,因此是模具设计中的一项重要工作。在冲压过程中,模具承受冲击负荷且连续工作,使凸、凹模受到强大压力和剧烈摩擦,工作条件极其恶劣,因此选择模具材料应遵循如下原则:

- (1) 根据模具种类及其工作条件,选用材料要满足使用要求,应具有较高的强度、硬度、耐磨性、耐冲击性以及耐疲劳性等;
- (2) 根据冲压材料和冲压件生产批量选用材料;
- (3) 满足加工要求,便于切削加工,淬透性好、热处理变形小;
- (4) 满足经济性要求。

1.4.3 冲模材料及热处理要求

1. 工作部分材料

模具材料的种类很多,应用也极为广泛。冲压模具所用材料主要有碳钢、合金钢、铸铁、铸钢、硬质合金、钢结硬质合金以及锌基合金、低熔点合金、环氧树脂、聚氨酯橡胶等。冲压模具中凸、凹模等工作零件所用的材料属于冷作模具钢,常用的模具钢包括碳素工具钢、合金工具钢、轴承钢、高速工具钢、基体钢、硬质合金和钢结硬质合金等。常用模具钢以及性能比较和应用见表1-4、表1-5。

表1-4 常用模具钢以及性能比较

类别	牌 号	耐磨性	耐冲击性	淬火不变形性	淬硬深度	红硬性	脱碳敏感性	切削加工性
碳素 工具钢	T7、T8	差	较好	较差	浅	差	大	好
	T9 ~ T13	较差	中等	较差	浅	差	大	好
合 金 工 具 钢	Cr12	好	差	好	深	较好	较小	较差
	Cr12MoV	好	差	好	深	较好	较小	较差
	9Mn2V	中等	中等	好	浅	差	较大	较好
	Cr6WV	较好	较差	中等	深	中等	中等	中等
	CrW1Vn	中等	中等	中等	浅	较差	较大	中等
	9CrWMn	中等	中等	中等	浅	较差	较大	中等
	Cr4W2MoV	较好	较差	中等	深	中等	中等	中等
	6W6Mo5Cr4V	较好	较好	中等	深	中等	中等	中等
	5CrMnMo	中等	中等	中等	中	较差	较大	较好
	5CrNiMo	中等	较好	中等	中	较差	较大	较好
高速 工具钢	3Cr2W8V	较好	中等	较好	深	较好	较小	较差
	W18Cr4V	较好	较差	中等	深	好	小	较差
	W6Mo5Cr4V2	较好	中等	中等	深	好	中等	较差
	W6Mo5Cr4V3	好	差	中等	深	好	较小	差