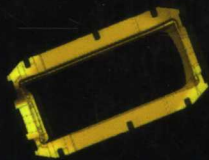


材料成形技术手册



CHONGYA CHENGXING

GONGYI JI MUJU

冲压成形工艺及模具

邓明 吕琳 等编著



化学工业出版社

材料成形技术手册

冲压成形工艺及模具

邓 明 吕 琳 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书分冲裁、弯曲、拉深、局部成形、汽车覆盖件成形和冲压模具设计共6章。分别介绍各工艺的工艺方法的选择、工艺参数的确定、原材料的计算、模具的设计方法、加工中容易出现的问题及解决办法等。第6章给出了冲压模具设计的常用资料。本书的特点在于注重实用性、可查性。

本书适合从事冲压工艺及模具专业的技术人员查阅、参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

冲压成形工艺及模具/邓明, 吕琳等编著. 北京: 化学工业出版社, 2006.7

材料成形技术手册

ISBN 978-7-5025-9152-6

I. 冲… II. ①邓…②吕… III. ①冲压-工艺-技术手册②冲模-设计-技术手册 IV. TG38-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 087223 号

材料成形技术手册 冲压成形工艺及模具

邓 明 吕 琳 等编著

责任编辑: 王苏平

文字编辑: 张燕文

责任校对: 洪雅妹

封面设计: 张 辉

*

化学工业出版社出版发行

(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

购书咨询: (010)64518888

购书传真: (010)64519686

售后服务: (010)64518899

http://www.cip.com.cn

*

新华书店北京发行所经销

北京永鑫印刷有限责任公司印刷

三河市万龙印装有限公司装订

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 10 字数 262 千字

2007 年 1 月第 1 版 2007 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-5025-9152-6

定 价: 26.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

丛书前言

材料、能源、信息和生物技术是 21 世纪中国国民经济的支柱产业，其中，后三个方面的发展，在一定程度上依赖于材料科学的进步。目前，材料成形（加工）领域成为了全世界工业领域发展的热门领域，各种新的材料成形技术不断涌现，经过技术革新和改造，各种传统的材料成形技术焕发了新的活力。《材料成形技术手册》丛书正是在这种背景下与读者见面了。该丛书由许洪斌教授担任主编，邓明教授担任副主编，分《冲压成形工艺及模具》、《塑料注射成型工艺及模具》、《金属体积成形工艺及模具》、《压铸成形工艺及模具》和《模具制造技术》5 部，以各种材料成形工艺设计、模具设计、设备应用及制件质量控制等为主线，分别介绍了各种材料的成形工艺及模具技术。在总结以往各种成形模具手册的基础上，本丛书增加了作者及同行多年来的研究成果和生产实践经验，在每一种工艺中均增加了该工艺生产中常见问题、产品质量控制及解决措施等内容，并且增加了一些有特色的、新的模具结构图。突出了“实用、简明、方便”和“新工艺、新技术、工程化”的特色。为汽车、摩托车、轻工产品、电器、家电、兵器制造等行业的工程技术人员和专业学生提供了一套好的技术参考资料。但愿这套丛书能为我国的材料加工的现代化和发展起到积极的推动作用。

编著者

2006 年 10 月

前 言

冲压工艺及模具技术在现代制造业中，特别是汽车、摩托车、轻工、家电和电器仪表行业应用非常广泛，是目前材料成形及模具技术领域最热门的工艺方法之一。本书分冲裁、弯曲、拉深、局部成形、覆盖件成形和冲模设计资料共6章，总结了作者及同行多年来的研究成果和生产实践经验，注重实用性。本书在每一种工艺中均介绍了该工艺生产中常见问题、产品质量控制、解决措施等内容及一些有特色的、新的模具结构图。作者力图使本书对实际生产有直接指导作用。为了方便冲模设计的需要，在最后一章给出了常用冲模设计资料供查阅。本书适用于冲压工艺及模具专业的工程技术人员查阅，同时也适合有一定专业知识和工作经验的本专业的学生参考。

本书第1章、第3章、第5章由重庆工学院邓明教授编写，第2章、第4章由重庆工学院吕琳副教授编写，第6章由罗静编写，全书由邓明策划和统稿。此外南昌航空工业学院谭险峰老师提供了一些资料，在此表示谢意。

编者

2006.3 于重庆

欢迎加入化学工业出版社读者俱乐部

您可以在我们的网站 (www.cip.com.cn) 查询、购买到数千种化学、化工、机械、电气、材料、环境、生物、医药、安全、轻工等专业图书以及各类专业教材, 并可参与专业论坛讨论, 享受专业资讯服务, 享受购书优惠。欢迎您加入我们的读者俱乐部。

两种入会途径 (免费)

- ◇ 登录化学工业出版社网上书店 (www.cip.com.cn) 注册
- ◇ 填写以下会员申请表寄回 (或传真回) 化学工业出版社

四种会员级别

- ◇ 普通会员 ◇ 银卡会员 ◇ 金卡会员 ◇ VIP会员

化学工业出版社读者俱乐部会员申请表

姓名:	性别:	学历:
邮编:	通讯地址:	
单位名称:		部门:
您从事的专业领域:		职务:
电话:	E-mail:	

◆ 您希望出版社给您寄送哪些专业图书信息? (可多选)

☐ 化学 ☐ 化工 ☐ 生物 ☐ 医药 ☐ 环境 ☐ 材料 ☐ 机械 ☐ 电气 ☐ 安全 ☐ 能源 ☐ 农业
☐ 轻工 (食品/印刷/纺织/造纸) ☐ 建筑 ☐ 培训 ☐ 教材 ☐ 科普 ☐ 其他 ()

◆ 您希望多长时间给您寄一次书目信息?

☐ 每月1次 ☐ 每季度1次 ☐ 半年1次 ☐ 一年1次 ☐ 不用寄

◆ 您希望我们以哪种方式给您寄书目? ☐ 邮寄纸质介质书目 ☐ E-mail电子书目

此表可复印, 请认真填写发传真至 **010-64519686**, 或寄信至: 北京市东城区青年湖南街 13 号化学工业出版社发行部 读者俱乐部收 (邮编 100011)

联系方式:

热线电话: 010-64518888, 64518899 电子信箱: hy64518888@126.com

目 录

第 1 章 冲裁工艺及冲裁模具	1
1.1 冲裁工艺设计	1
1.1.1 冲裁变形过程及断面分析	1
1.1.1.1 冲裁变形过程	1
1.1.1.2 冲裁断面分析	2
1.1.2 冲裁件的工艺性	5
1.1.2.1 冲裁件的形状和尺寸	5
1.1.2.2 冲裁件的精度	6
1.1.2.3 搭边	8
1.1.3 冲裁力的计算与降低冲裁力的方法	8
1.1.3.1 刃口冲裁力	8
1.1.3.2 卸料力、推件力和顶件力	8
1.1.3.3 降低冲裁力的方法	10
1.1.4 冲裁间隙	12
1.1.4.1 冲裁间隙对冲件质量的影响	12
1.1.4.2 间隙大小的确定	13
1.1.5 冲裁模刃口尺寸的确定	14
1.1.5.1 刃口尺寸确定的原则	14
1.1.5.2 刃口尺寸的计算公式	15
1.2 冲裁模具设计	19
1.2.1 冲裁模的分类	19
1.2.2 冲裁模典型结构	19
1.2.2.1 单工序模	19
1.2.2.2 复合模	26
1.2.2.3 级进模	28

1.2.3	冲模闭合高度和压力机的装模高度	31
1.2.4	冲模的压力中心	31
1.2.4.1	确定冲模压力中心的目的	31
1.2.4.2	确定冲模压力中心的方法	32
1.2.5	冲裁模典型零件的结构设计	34
1.2.5.1	凸模	34
1.2.5.2	凹模	35
1.3	精冲工艺及模具	41
1.3.1	精冲概述	41
1.3.2	精冲工艺	43
1.3.2.1	精冲工艺过程	43
1.3.2.2	精冲件的质量及控制	43
1.3.2.3	精冲力的计算	45
1.3.2.4	精冲件的材料	46
1.3.2.5	复合精冲工艺	47
1.3.3	精冲模具	48
1.3.3.1	模具的总体结构	48
1.3.3.2	精冲的模具间隙	49
1.3.3.3	刃口圆角的确定	49
1.3.3.4	齿圈压边装置	51
1.3.3.5	精冲模具的材料及热处理	52
1.3.4	精冲设备	55
1.3.5	经济型精冲技术	56
1.3.5.1	传统弹性元件式精冲模具	56
1.3.5.2	液压式精冲模架	58
1.3.5.3	氮气弹簧式精冲系统	59
1.4	冲裁加工中常见的问题及解决措施	60
1.4.1	冲裁毛刺及其消除方法	60
1.4.1.1	冲裁毛刺的产生及其预防措施	60
1.4.1.2	对冲裁件上已产生的毛刺的去除	61
1.4.2	防止冲裁件断面粗糙的措施	62

1.4.3 落料件产生挠曲及其预防措施	62
1.4.3.1 冲模间隙原因产生的挠曲	63
1.4.3.2 制件形状原因产生的挠曲	63
1.4.3.3 材料内部应力原因产生的挠曲	63
1.4.3.4 油、空气原因产生的挠曲	64
1.4.4 冲孔时应注意的问题	64
1.4.4.1 凸模结构	64
1.4.4.2 凸模寿命	64
1.4.5 获得精密外轮廓件的方法	66
1.4.5.1 冲模结构	66
1.4.5.2 设计复合整修模具应考虑的问题	66
1.4.6 冲细长孔的问题	68
1.4.6.1 冲细长孔出现的问题	68
1.4.6.2 采取的措施	68
1.4.7 冲孔凸模的脱落和折断	70
1.4.7.1 凸模脱落	70
1.4.7.2 凸模折断	71
1.4.8 防止废料上升和堵塞的措施	72
1.4.8.1 废料上升的原因及防止措施	73
1.4.8.2 废料堵塞的原因及防止措施	73
1.4.9 冲制接近边缘孔的方法	74
1.4.9.1 冲制接近弯曲线附近的孔	74
1.4.9.2 先冲外形后冲孔	75
1.4.9.3 先冲孔后冲外形	76
第2章 弯曲变形及弯曲模具	77
2.1 弯曲变形过程的特点	77
2.1.1 中性层的内移	78
2.1.2 变形区内板料的变薄和增长	80
2.1.3 变形区板料剖面的畸变、翘曲和破裂	80
2.2 最小弯曲半径	81
2.2.1 最小弯曲半径的概念及其影响因素	81

2.2.1.1	最小弯曲半径的概念	81
2.2.1.2	最小弯曲半径的影响因素	81
2.2.2	最小弯曲半径的值	82
2.3	弯曲回弹	83
2.3.1	影响弯曲回弹的因素	84
2.3.2	减小弯曲回弹的措施	85
2.3.2.1	改进弯曲件的设计	86
2.3.2.2	采取适当的弯曲工艺	86
2.3.2.3	合理设计弯曲模具	87
2.4	弯曲件坯料长度的计算	89
2.4.1	弯曲角为 90° 的弯曲件	89
2.4.2	圆角半径 $r > 0.5t$ 的弯曲件	90
2.4.3	圆角半径 $r < 0.5t$ 的弯曲件	90
2.4.4	铰链式弯曲	90
2.5	弯曲力的计算	92
2.5.1	自由弯曲力	92
2.5.2	校正弯曲力	92
2.6	弯曲模具的设计	93
2.6.1	工作部分尺寸的确定	93
2.6.2	弯曲模具的主要结构	94
2.6.2.1	单角弯曲模	94
2.6.2.2	双角弯曲模	94
2.6.2.3	卷圆模	96
2.7	弯曲成形中常见的问题及解决措施	99
2.7.1	减小弯曲回弹的方法	99
2.7.2	控制弯曲件精度的方法	101
2.7.2.1	弯曲件高度不够的问题	101
2.7.2.2	弯曲件角度精度的控制	102
2.7.2.3	U 形弯曲时的形状控制	103
2.7.2.4	Z 形弯曲时的形状控制	104
2.7.3	弯曲件孔的位置精度及控制	104

2.7.3.1	弯曲件孔位不精确的形式及原因	104
2.7.3.2	两孔不同轴问题的解决	106
2.7.3.3	弯曲线和两孔中心连线不平行问题的解决	107
2.7.3.4	靠近弯曲线的孔容易产生变形的控制	107
2.7.3.5	保证孔与弯曲侧面位置尺寸的措施	108
2.7.4	弯曲后出现挠度和扭转的控制	108
2.7.4.1	防止措施	109
2.7.4.2	应特别注意的问题	110
2.7.5	弯曲端面不平的问题	110
2.7.6	弯曲件的底部凸起及防止措施	112
2.7.7	弯曲件表面擦伤问题	112
2.7.7.1	弯曲件的因素	113
2.7.7.2	弯曲模的因素	113
2.7.8	弯曲模磨损问题	114
2.7.8.1	弯曲件的因素	114
2.7.8.2	弯曲模的因素	115
2.7.8.3	润滑油	116
第3章	拉深工艺及拉深模具	117
3.1	拉深过程及其力学分析	117
3.1.1	拉深变形过程及变形分析	117
3.1.2	拉深变形的应力、应变状态	118
3.1.3	拉深件起皱与拉裂	121
3.1.3.1	起皱	121
3.1.3.2	拉裂	123
3.1.4	圆筒形件拉深的力学分析	123
3.1.5	拉深力的经验计算公式	125
3.2	圆筒形件拉深毛坯的设计	125
3.2.1	毛坯的计算原则及方法	125
3.2.2	修边余量的确定	126
3.2.3	毛坯直径的计算公式	126
3.3	无凸缘筒形件的拉深	129

3.3.1	拉深系数和极限拉深系数	129
3.3.2	影响极限拉深系数的因素	130
3.3.3	拉深系数和拉深次数的确定	131
3.3.4	首次拉深与以后各次拉深的变形特点	135
3.4	带凸缘筒形件的拉深	135
3.4.1	变形特点	135
3.4.2	拉深极限及拉深次数的确定	136
3.4.2.1	拉深极限	136
3.4.2.2	多次拉深的各次直径及次数	137
3.4.2.3	拉深方法	137
3.5	其他形状零件的拉深	140
3.5.1	阶梯形件拉深	140
3.5.1.1	由大阶梯到小阶梯的拉深	140
3.5.1.2	由小阶梯到大阶梯的拉深	141
3.5.1.3	浅阶梯形件的拉深	141
3.5.1.4	注意事项	141
3.5.2	锥形、球形件的拉深	141
3.5.2.1	锥形件的拉深	141
3.5.2.2	球形件的拉深	145
3.5.2.3	抛物面件的拉深	146
3.5.3	盒形件的拉深	147
3.5.3.1	盒形件的成形特点	147
3.5.3.2	毛坯形状和尺寸的确定	148
3.5.3.3	低盒形件拉深的成形极限	149
3.5.3.4	高盒形件的拉深	150
3.6	拉深工艺设计实例	152
3.6.1	汽车启动电机壳的成形工艺设计	152
3.6.1.1	结构特点	152
3.6.1.2	毛坯尺寸	153
3.6.1.3	主要成形工艺路线	156
3.6.2	升降器外壳冲压工艺设计	156

3.7 拉深模具设计要点	158
3.7.1 拉深模工作部分参数确定	158
3.7.1.1 圆角半径	158
3.7.1.2 拉深模间隙	158
3.7.2 凸、凹模工作部分尺寸的确定	159
3.7.2.1 确定原则	159
3.7.2.2 凸、凹模制造公差	160
3.7.3 不用压边圈的工作模结构	160
3.7.4 用压边圈的工作模结构	160
3.7.4.1 压边圈的应用范围	160
3.7.4.2 压边圈的结构	161
3.7.4.3 压料限位装置	161
3.7.4.4 锥形压边圈	162
3.8 拉深力、压边力和拉深功	162
3.8.1 拉深力	162
3.8.2 压边力	163
3.8.3 拉深功	163
3.8.4 选择压力机的原则	163
3.9 各种典型拉深模具的结构实例	164
3.10 变薄拉深	167
3.10.1 概述	167
3.10.2 变薄拉深工艺计算	168
3.10.2.1 坯料计算	168
3.10.2.2 变形程度和变薄系数	168
3.10.2.3 变薄拉深次数	168
3.10.2.4 各次毛坯的壁厚、直径和高度	168
3.10.3 变薄拉深模具设计要点	169
3.10.3.1 主要工作零件材料	169
3.10.3.2 模具结构	169
3.10.3.3 凹模设计	169
3.10.3.4 凸模设计	169

3.10.3.5 卸件装置	169
3.11 拉深成形中的润滑和退火	170
3.11.1 润滑	170
3.11.2 退火	171
3.12 拉深成形中常见的问题及解决措施	173
3.12.1 拉深裂纹产生的原因及其防止措施	173
3.12.2 防止拉深起皱的方法	173
3.12.3 球形件的拉深皱纹及其防止措施	174
3.12.3.1 产生的原因	174
3.12.3.2 解决方法	175
3.12.4 盒形件拉深时的侧壁回弹	176
3.12.4.1 现象和原因	176
3.12.4.2 解决方法	176
3.12.5 盒形件侧壁凹陷	176
3.12.6 拉深件底部鼓起或塌陷	177
3.12.6.1 底部鼓起	177
3.12.6.2 底部塌陷	177
3.12.7 拉深模的磨损问题	178
3.12.8 拉深时的摩擦高温黏结	179
3.12.9 浅盒形件拉深出现的问题	180
3.12.9.1 浅盒形件底部变形	180
3.12.9.2 浅盒形件壁部松弛	181
3.12.10 不锈钢的拉深问题	181
3.12.10.1 不锈钢的力学性能对拉深成形的影响	181
3.12.10.2 不锈钢拉深过程中常见问题及其原因	182
3.12.10.3 不锈钢常见拉深缺陷的预防措施	183
第4章 局部成形	186
4.1 胀形	186
4.1.1 起伏成形	186
4.1.2 管形凸肚	188
4.1.2.1 胀形变形程度	188

4.1.2.2	坯料尺寸计算	189
4.1.2.3	胀形力	189
4.2	翻边	190
4.2.1	内孔翻边	190
4.2.1.1	圆孔翻边	190
4.2.1.2	变薄翻孔	193
4.2.1.3	非圆孔翻边	194
4.2.2	外缘翻边	194
4.2.2.1	内凹曲线翻边	194
4.2.2.2	外凸曲线翻边	195
4.2.3	翻边模结构	198
4.3	缩口与扩口	200
4.3.1	缩口	200
4.3.2	扩口	201
4.4	整形与压印	203
4.5	局部成形的常见问题	204
4.5.1	胀形时产生裂纹的原因及其预防措施	204
4.5.2	翻边时边缘产生裂纹的原因及其预防措施	204
第5章	汽车覆盖件成形	209
5.1	概述	209
5.1.1	汽车覆盖件的定义	209
5.1.2	覆盖件成形的特点	209
5.1.3	对覆盖件的要求	211
5.1.4	覆盖件冲模的分类	212
5.1.4.1	拉深模	212
5.1.4.2	修边模	212
5.1.4.3	翻边模	213
5.2	覆盖件拉深成形模具设计	213
5.2.1	拉深件的冲压方向	213
5.2.2	工艺补充部分设计	215
5.2.2.1	确定工艺补充部分的原则	215

5.2.2.2	确定工艺补充部分要考虑定位可靠	215
5.2.2.3	确定工艺补充部分要考虑拉深条件	216
5.2.2.4	工艺补充部分的类型	216
5.2.3	压料面的确定	217
5.2.4	工艺孔及工艺切口	219
5.2.5	导向	221
5.2.5.1	压边圈和凹模的导向	221
5.2.5.2	凸模和压边圈的导向	226
5.2.6	拉深筋和拉深槛	226
5.2.6.1	作用	227
5.2.6.2	布置	228
5.2.6.3	结构	230
5.2.7	坯料定位	232
5.2.8	通气孔	233
5.2.8.1	作用	233
5.2.8.2	尺寸及布置	233
5.2.9	到位标志器	234
5.3	覆盖件切边模设计	234
5.3.1	切边模的分类	234
5.3.2	设计切边模应考虑的问题	234
5.3.2.1	拉深件在切边时的定位	234
5.3.2.2	冲压方向及其他要求	235
5.3.2.3	废料的排除	235
5.3.3	切边刃口的结构形式	235
5.3.3.1	整体式	235
5.3.3.2	镶块式	236
5.3.3.3	纵向切边	236
5.3.4	废料切刀	236
5.3.5	典型零件工艺实例	237
5.3.5.1	发动机罩外板	237
5.3.5.2	顶盖	238

5.3.5.3 左、右翼子板	239
5.3.5.4 左、右侧围外板	239
第6章 冲压模具设计常用资料	244
6.1 模具常用公差与配合	244
6.1.1 公差等级的选用	244
6.1.1.1 选用的一般原则	244
6.1.1.2 各公差等级的应用范围	244
6.1.1.3 公差等级与加工方法的关系	244
6.1.2 基孔制与基轴制极限偏差和配合	245
6.2 模具零件表面粗糙度	250
6.3 模具设计常用模架	251
6.3.1 后侧导柱模架	251
6.3.2 中间导柱圆形模架	264
6.3.3 对角导柱模架	280
6.4 常用成形设备	280
6.4.1 压力机的选择	280
6.4.1.1 压力机类型的选择	280
6.4.1.2 初选设备	280
6.4.1.3 设备做功校核	280
6.4.2 常用金属塑性成形设备的分类、型号及规格	281
6.4.2.1 机械压力机	288
6.4.2.2 液压机	288
6.5 冲压模具材料及热处理	288
6.5.1 冲压模具材料的选取原则	288
6.5.2 常用的冲压模具材料及热处理	289
6.5.2.1 碳素工具钢	289
6.5.2.2 高碳低合金冷作模具钢	291
6.5.2.3 冷作模具高速钢	296
参考文献	299