


冷冲模 设计案例剖析

钟翔山 等编著



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



冷冲模设计案例剖析

钟翔山 等编著



机械工业出版社

本书介绍了冲裁模、精冲模、弯曲模、拉深模、成形模及复合模、级进模、自动模等的设计基础知识,进而由浅入深、循序渐进地对各种典型冲模的加工工艺、模具结构进行了分析,对各类冲模的加工案例进行了“工艺方案、主要计算方法和步骤、模具结构及模具设计要点”等内容的全面剖析。本书通过以点串线、以线带面的形式,对整个冷冲模设计知识进行了精心的梳理。对冷冲压各工序的加工技能、技巧进行了系统的归纳和总结。全书内容详尽实用、结构清晰明了,有助于冷冲模设计人员开拓思路,掌握冲模设计的方法,迅速提高冲模设计技能。

本书可供从事冲压工艺及模具设计工作的工程技术人员使用,也可作为大专院校机电专业和模具设计与制造专业师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

冷冲模设计案例剖析/钟翔山等编著. —北京:机械工业出版社, 2009.7

ISBN 978-7-111-27274-8

I. 冷… II. 钟… III. 冷冲压—冲模—设计 IV. TG385.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第083031号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:陈保华 责任编辑:郑 铤 版式设计:霍永明

责任校对:李秋荣 封面设计:姚 毅 责任印制:邓 博

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2009年8月第1版第1次印刷

169mm×239mm·32.75印张·638千字

0 001—4 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-27274-8

定价:68.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)68351729

封面无防伪标均为盗版

前 言

作为工业之母的模具工业随着我国加入 WTO 后获得了迅猛的发展。近年来，大量模具企业及模具工业城不断涌现，从业人员已超百万，模具专业连年出现人才的奇缺，整个行业呈现出前所未有的发展良机。然而，人才市场却屡屡出现这样一种怪现象：大量的模具技术人才需要从各类校门跨入厂门就业，企业也需要大量的模具人才，但模具企业却又常常招不到合适的人才。

对这种困惑，笔者认为是由模具具有的极强实践性、实用性特点所决定的，而这种实用能力往往须经多年生产实践的积累与总结才可获得，为此，笔者特编著了《冷冲模设计应知应会》一书，以期让院校毕业生尽快地适应工作，缩短自身成长周期。

近来，模具协会同行又普遍反应在当今市场经济体制下，模具行业的市场、价格、质量的竞争越来越激烈，企业对工艺方案的制订及模具设计呈现出近乎苛刻的“优质、高产、低耗”要求，对设计技能的要求越来越高，使得具有多年工作经验的“老模具”也倍感压力重重；几年来，笔者通过陆续参观多家不同规模的模具企业及拜访散落于各地的多位模具同事，都不同程度地听到模具生产企业的老总对“模具设计人员的技能不强”，解决问题“妙招稀缺”的埋怨声以及同事、同行对“现在的技术工作难做，既要出好零件还要最经济，而常常不宜承揽的加工件也照接不误”的诉苦声……，可见，这是新时期出现的带有普遍性的问题。

如何应对？如何解决？这便是本书写作的缘由。紧扣工艺方案的分析、突出模具结构的设计，便是本书写作的着眼点，也是笔者苦苦寻觅后的破解良策。因为一个高质量冲压零件的成功加工，主要有两个关键，一是实施正确、实用的工艺方案，这属于整个零件加工成败的战略谋划；二是完美、实用的模具结构设计，这属于零件加工中具体的战术实施。只有在两者都具备的情况下，通过工艺方案与模具结构设计的有效配合，才能在满足零件加工需要的同时呈现“妙”招叠出。

考虑到设计技能提高的渐进性及写作的连贯性，本书按《冷冲模设计应知应会》一书的姊妹篇进行编排，选取的案例依然包含生产中疑难杂症的巧思妙

IV

解，既是《冷冲模设计应知应会》一书的延续、补充与提高，又有自身的特色与侧重，并可独立成册。

全书以典型冲模结构为切入点，以冲压加工工艺为主线，采取“案例剖析”的编写格式，介绍了冲裁模、精冲模、弯曲模、拉深模、成形模及复合模、级进模、自动模等各类冲模的设计知识，在此基础上，由浅入深、循序渐进地对各类冲模的加工工艺、模具结构进行了分析，为突出实用，每个案例都有工艺方案分析、主要计算方法和步骤、模具结构介绍及模具设计要点。通过以点串线、以线带面的形式，对整个冷冲模设计知识进行精心的梳理，对冷冲压各工序的加工技能、技巧进行系统的归纳和总结，以开拓冲模设计人员的思路，掌握冲模设计的方法，培育解决实际问题的能力。全书既按冲压加工工序分门别类进行介绍，又突出各工序的综合运用，力图通过对各种实例的剖析，将冷冲压各加工工序工艺方案及模具设计与制造的具体结构、要点一一加以综合论述。考虑到设计的需要，在书中最后一章编排了冷冲模设计常用的各种设计计算公式、数据资料，供读者在实际工作中参考。

本书由钟翔山策划、主笔，特邀钟礼耀高工、钟翔屿博士、孙东红研究员高工、钟静玲高工、周莲英高级教师、曾冬秀、陈黎娟硕士参与编写和整理资料工作，钟师源、孙雨暄为本书进行了部分文字处理，感谢他们的辛勤努力，共同促成了本书的成书速度。全书由钟翔山整理统稿，钟翔山、钟礼耀校审。

在本书的编写过程中，得到了亚洲富士长林电梯（新余）有限公司领导的支持，感谢他们以“创一流企业，树知名品牌”的企业追求精神对本书进行的热忱指导，同时还要由衷地感谢广大同行及有关专家的热情帮助和鼓励。由于水平有限，经验不足，疏漏错误之处难免，热诚希望读者指正。

钟翔山

目 录

前言

第 1 章 冲裁模设计案例剖析..... 1

1.1 冲裁模设计基础 1

1.1.1 冲裁工序及模具结构简图 ... 1

1.1.2 冲裁加工的经济精度 2

1.1.3 冲裁加工的工艺性 2

1.1.4 冲裁加工工艺与模具设计的关系 5

1.2 落料模案例剖析 9

1.2.1 落料加工工艺及模具结构分析 9

1.2.2 风机侧板落料模 11

1.3 冲孔模案例剖析 12

1.3.1 板料冲孔加工工艺及模具结构分析 12

1.3.2 特小孔边距冲孔模 14

1.3.3 浮动斜滑块冲孔模 15

1.4 钢管冲孔模案例剖析 17

1.4.1 钢管冲孔加工工艺及模具结构分析 17

1.4.2 浮动式凹模钢管冲孔模 20

1.4.3 小口径薄壁管浮式深孔冲模 22

1.4.4 管柱冲孔模改进 23

1.4.5 方管两侧同步冲孔模 25

1.5 冲深孔模案例剖析 27

1.5.1 冲深孔加工工艺及模具结构分析 27

1.5.2 全程导向小孔冲模 33

1.5.3 超短凸模小孔冲模 34

1.5.4 面罩小孔冲模 36

1.5.5 隔板小孔简易冲模 38

1.6 成形件冲孔模案例剖析 39

1.6.1 成形件冲孔加工工艺及模具结构分析 39

1.6.2 旋转式冲侧孔模 41

1.6.3 筒壁上下对冲模 42

1.6.4 倒装式侧孔冲模 43

1.7 切断模案例剖析 45

1.7.1 切断加工工艺及模具结构分析 45

1.7.2 弹性支架切弧模 48

1.7.3 圆钢切断模 49

1.7.4 型材打击式切断模 51

1.7.5 异型材摆动式切断模 53

1.7.6 管料切断模 54

1.7.7 管端平弧口冲切模 56

1.7.8 管端斜弧口冲切模 57

1.8 切口模案例剖析 59

1.8.1 切口加工工艺及模具结构分析 59

1.8.2 联接头冲槽模改进 60

1.8.3 圆筒冲缺口模 62

1.8.4 半圆辐孔槽冲模 63

1.8.5 槽钢冲缺口模 64

1.9 切边模案例剖析 67

1.9.1 切边加工工艺及模具结构分析 67

1.9.2 开合切边模设计 69

1.9.3 薄壁筒形件直接切边模 71

1.9.4 装饰盖内涨式切边模 72

1.10 小批量生产的冲裁模案例剖析 74

1.10.1 小批量生产的冲裁模加工

工艺及模具结构分析	74	3.1.4 弯曲加工工艺与模具设计 的关系	103
1.10.2 聚氨酯橡胶复合冲裁模	75	3.2 板料弯曲模案例剖析	105
1.11 非金属材料的冲裁模案例 剖析	76	3.2.1 板料弯曲加工工艺及模具 结构分析	105
1.11.1 非金属材料的冲裁加工 工艺及模具结构分析	76	3.2.2 U形件通用弯曲模	124
1.11.2 塑料零件冲裁模设计	77	3.2.3 内抽芯式弯牙模	125
第2章 精冲模设计案例剖析	80	3.2.4 弹簧片双斜楔弯曲模	126
2.1 精冲模设计基础	80	3.2.5 对焊圆筒筒易弯圆模	129
2.1.1 精冲工艺及模具结构 简图	80	3.2.6 铰链卷圆模	130
2.1.2 精冲加工的经济精度	82	3.2.7 摆杆成形工艺及模具 设计	131
2.1.3 精冲加工的工艺性	83	3.2.8 双下斜楔弯曲模	134
2.1.4 精冲加工工艺与模具设计 的关系	85	3.2.9 异形弹簧片弯曲模	135
2.2 整修模案例剖析	85	3.2.10 半封闭夹簧弯曲模	136
2.2.1 整修加工工艺及模具结构 分析	85	3.2.11 双凸模弯曲模	138
2.2.2 软磁体铁芯的整修模	87	3.3 板料弯曲模改进案例剖析	140
2.3 光洁冲裁模案例剖析	88	3.3.1 板料弯曲工艺及模具 改进	140
2.3.1 光洁冲裁加工工艺及模具 结构分析	88	3.3.2 折弯机用卷圆模	142
2.3.2 拨动杆高精度异形孔的 整修、挤光加工	89	3.3.3 护板弯曲模设计及改进	143
2.4 强力压板精冲模案例剖析	91	3.3.4 半弧板加工工艺及模具设计 改进	145
2.4.1 强力压板精冲加工工艺及 模具结构分析	91	3.3.5 克服U形件回弹的压 弯模	148
2.4.2 简易精冲模的结构	92	3.3.6 支承板转轴式压弯模设计 及改进	149
2.4.3 精冲模结构参数的确定	96	3.3.7 支座热压模设计及改进	152
2.4.4 精冲复合加工的模具 结构	97	3.4 棒材及线材弯曲模案例 剖析	157
2.4.5 齿圈精冲复合模	99	3.4.1 棒材及线材弯曲加工工艺及 模具结构分析	157
第3章 弯曲模设计案例剖析	101	3.4.2 棒料U形弯曲模	158
3.1 弯曲模设计基础	101	3.4.3 回形卡成形模的改进	159
3.1.1 弯曲工序及模具结构 简图	101	3.4.4 钢丝夹摆动弯曲模	161
3.1.2 弯曲加工的经济精度	101	3.4.5 方环下料圈形一次成 形模	163
3.1.3 弯曲加工的工艺性	102	3.5 管料及型材弯曲模案例 剖析	164

3.5.1	管料及型材的弯曲加工 工艺及模具结构分析	164	工工艺及模具结构分析	216	
3.5.2	在压力机上成形小圆弧半径 的钢管	169	4.4.2	罩壳拉深加工工艺	220
3.5.3	高精度 U 形管推弯模	172	4.4.3	端盖拉深工艺及模具 设计	223
3.5.4	回弹角可调的几种实用弯 管模	173	4.4.4	后壳体的加工工艺及模具 设计	227
3.5.5	铝型材滚动折板弯曲成 形模	176	4.4.5	电动机盖成形工艺及模具 设计	231
第 4 章 拉深模设计案例剖析		178	4.5	矩形件拉深模案例剖析	233
4.1	拉深模设计基础	178	4.5.1	矩形件拉深加工工艺及模具 结构分析	233
4.1.1	拉深工序及模具结构 简图	178	4.5.2	矩形盒拉深加工工艺 分析	238
4.1.2	拉深加工的经济精度	178	4.6	不对称件拉深模案例剖析	239
4.1.3	拉深加工的工艺性	178	4.6.1	不对称件的拉深加工工艺 及模具结构分析	239
4.1.4	拉深加工工艺与模具设计的 关系	179	4.6.2	防尘罩加工工艺及模具 设计	240
4.2	旋转体拉深模案例剖析	181	4.7	复杂形状拉深模案例剖析	242
4.2.1	旋转体拉深加工工艺及模 具结构分析	181	4.7.1	复杂形状拉深加工工艺及 模具结构分析	242
4.2.2	套筒拉深模	193	4.7.2	手轮正反拉深复合模的设计 及改进	243
4.2.3	带凸缘筒体拉深模	196	4.7.3	端盖成形工艺分析及模具 设计	246
4.2.4	抛物面形盖加工工艺及模具 设计	198	4.7.4	辐盘拉深模设计	248
4.2.5	球壳正反拉深复合模	201	第 5 章 成形模设计案例剖析		251
4.2.6	油尺盖的加工工艺改进	203	5.1	成形模设计基础	251
4.3	阶梯形件拉深模案例剖析	205	5.1.1	成形工序及模具结构 简图	251
4.3.1	阶梯形件拉深加工工艺及 模具结构分析	205	5.1.2	成形加工的经济精度	252
4.3.2	阶梯大凸缘零件拉深模 改进	206	5.1.3	成形加工的工艺性	252
4.3.3	轴承保持架工艺分析及模具 设计	207	5.1.4	成形加工工艺与模具设计的 关系	252
4.3.4	阶梯形异形盖的拉深工艺 及模具设计	211	5.2	起伏成形模案例剖析	254
4.4	阶梯直径相差悬殊的拉深模 案例剖析	216	5.2.1	起伏成形加工工艺及模具 结构分析	254
4.4.1	阶梯直径相差悬殊的拉深加		5.2.2	半箱体破裂原因分析及模具	

改进	256	5.9.3 小轴冷镦工艺及模具 改进	303
5.3 翻边模案例剖析	259	5.9.4 锁扣凸台的压凸、冷挤复合 模设计	304
5.3.1 翻边加工工艺及模具结构 分析	259	5.10 旋压模案例剖析	307
5.3.2 油罐支架成形翻边模	263	5.10.1 旋压加工工艺及模具结构 分析	307
5.3.3 翻边模结构的改进	265	5.10.2 封头旋压成形	310
5.4 变薄翻边模案例剖析	266	第6章 复合模设计案例剖析	313
5.4.1 变薄翻边加工工艺及模具 结构分析	266	6.1 复合模设计基础	313
5.4.2 变速拨杆变薄翻边模	267	6.1.1 选择复合模的原则	313
5.5 缩口模案例剖析	268	6.1.2 加工工艺与复合模设计 的关系	313
5.5.1 缩口加工工艺及模具结构 分析	268	6.1.3 常见工序复合的模具结构及 其复合条件	314
5.5.2 齿轮套车用缩口模	270	6.2 冲裁类复合模案例剖析	318
5.5.3 滚槽模具结构设计的 改进	272	6.2.1 冲裁类复合模设计分析	318
5.6 扩口模案例剖析	275	6.2.2 两垫片冲孔、落料复 合模	319
5.6.1 扩口加工工艺及模具结构 分析	275	6.3 成形类复合模案例剖析	320
5.6.2 浮动式凹模扩口模	277	6.3.1 成形类复合模设计分析	320
5.6.3 筒套的冲压工艺方案选择 及模具设计	278	6.3.2 弯曲、扭转复合模	321
5.7 胀形模案例剖析	281	6.3.3 抽屉支架双向浮动成形 模	323
5.7.1 胀形加工工艺及模具结构 分析	281	6.3.4 轴壳扩径、缩口复合模	324
5.7.2 铝合金茶壶橡胶胀形模	286	5.4 冲孔、成形复合模案例剖析	328
5.7.3 球形门锁把手聚氨酯胀 形模	288	6.4.1 冲孔、成形复合模设计 分析	328
5.7.4 壶体聚氨酯胀形模	289	6.4.2 双斜楔压平、冲孔模	328
5.7.5 内套管扩口压环模	290	6.4.3 下底板加工工艺改进及模 具设计	330
5.8 整形模案例剖析	292	5.5 冲孔、挤压复合模案例剖析	331
5.8.1 整形加工工艺及模具结构 分析	292	6.5.1 冲孔、挤压复合模设计 分析	331
5.8.2 小圆角多阶梯轴承盖的拉 深整形模	293	6.5.2 圆形件冲孔、倒角复 合模	332
5.9 冷挤压模案例剖析	296	6.5.3 碟簧加工工艺及模具 设计	333
5.9.1 冷挤压加工工艺及模具结构 分析	296		
5.9.2 夹头冷挤模	299		

6.6 冲孔、落料、翻边复合模	复合模	359
案例剖析		335
6.6.1 冲孔、落料、翻边复合模		
设计分析		335
6.6.2 固定板冲孔、翻边模		
设计		336
6.6.3 冲孔、落料、翻边复合		
模设计		337
6.7 冲孔、落料、弯曲复合模		
案例剖析		338
6.7.1 冲孔、落料、弯曲复合模		
设计分析		338
6.7.2 冲孔、落料、弯曲复合		
模		339
6.7.3 支撑板冲孔、落料、弯曲		
复合模		340
6.8 冲孔、拉深、成形复合模		
案例剖析		344
6.8.1 冲孔、拉深、成形复合模		
设计分析		344
6.8.2 拉深、冲孔、成形		
复合模		344
6.9 落料、拉深两次复合模		
案例剖析		347
6.9.1 落料、拉深两次复合模		
设计分析		347
6.9.2 筒体落料、正反拉深		
复合模		348
6.9.3 套筒落料、两次正拉深		
复合模		351
6.9.4 圆筒落料、拉深两次		
复合模		354
6.10 拉深、切边类复合模案例		
剖析		356
6.10.1 拉深、切边类复合模		
设计分析		356
6.10.2 微电机壳体拉深、挤边		
复合模		356
6.10.3 过滤盒拉深、切边、落料		
复合模		359
6.10.4 锅盖落料、拉深、冲孔、		
切边复合模		360
6.11 落料、冲孔、翻边、成形复合		
模案例剖析		363
6.11.1 落料、冲孔、翻边、成形		
复合模设计分析		363
6.11.2 防尘盖落料、冲孔、翻边、		
成形复合模		363
6.11.3 罩圈落料、拉深、冲孔、		
翻边复合模		364
6.12 复合模设计改进案例剖析		368
6.12.1 复合加工工艺及模具的		
改进		368
6.12.2 无内胎车轮轮辐成形工艺		
改进		369
6.12.3 挂钩冲压工艺及模具		
设计		371
6.12.4 上板冲孔、翻孔工艺改进		
及模具设计		375
6.12.5 底盖工艺分析及模具		
设计		378
第7章 级进模设计案例剖析		382
7.1 级进模设计基础		382
7.1.1 选择级进模的原则		382
7.1.2 加工工艺与级进模设计		
的关系		382
7.1.3 排样图的设计要点		383
7.1.4 排样图设计方案与零件质量		
的关系		386
7.1.5 级进模常用装置		389
7.2 冲裁级进模案例剖析		392
7.2.1 冲裁级进模设计分析		392
7.2.2 双排无搭边定转子硬质合金		
级进模设计		397
7.2.3 定位板冲孔、铤孔、		
落料级进模		401
7.3 冲裁、弯曲级进模案例		

X

剖析	404	要点	456
7.3.1 冲裁、弯曲级进模设计		9.2 汽车覆盖件模具案例剖析	457
分析	404	9.2.1 汽车覆盖件加工工艺及模具	
7.3.2 接线座多工位级进模	408	结构分析	457
7.3.3 机芯连杆冲裁、弯曲级		9.2.2 车门内板切口、拉深复	
进模	410	合模	460
7.4 冲裁、拉深级进模案例		9.2.3 侧围外板切口、拉深	
剖析	413	复合模	461
7.4.1 冲裁、拉深级进模设计		9.2.4 汽车前翼子板整形、翻边、	
分析	413	冲孔复合模	465
7.4.2 电极罩多工位级进模		9.3 汽车一般冲压件模具案例	
设计及制造	417	剖析	467
7.4.3 焊片多工位拉深级进模	423	9.3.1 汽车一般冲压件加工工艺	
7.5 多工序复合级进模案例剖析	428	及模具结构分析	467
7.5.1 多工序复合级进模设计		9.3.2 加强角板的成形工艺方案	
分析	428	选择	468
7.5.2 靠背盖固定架级进模	428	9.3.3 底座冲压工艺及模具设计的	
7.5.3 电极片多工位级进模	431	改进	470
第8章 自动冲模案例剖析	434	第10章 冷冲模设计常用	
8.1 自动冲模设计基础	434	资料	474
8.1.1 自动冲模的选用	434	10.1 冲压力的计算	474
8.1.2 自动冲模常用装置	434	10.1.1 冲裁力的计算	474
8.2 自动冲模案例剖析	441	10.1.2 精冲力的计算	475
8.2.1 自动冲模设计分析	441	10.1.3 弯曲力的计算	476
8.2.2 接线柱自动送料切槽、切断		10.1.4 拉深力的计算	478
级进模	441	10.1.5 起伏成形的变形力	480
8.2.3 弹簧片自动送料级进模	443	10.1.6 翻边力的计算	481
8.2.4 压板成形、冲孔级进模	445	10.1.7 变薄拉深力的计算	481
8.2.5 弹簧盖半自动级进模	447	10.1.8 缩口力的计算	481
8.2.6 精密滚子多工位自动级		10.1.9 扩口力的计算	482
进模	448	10.1.10 胀形力的计算	482
第9章 汽车冲压件模具案例		10.1.11 整形力的计算	483
剖析	454	10.1.12 冷挤压力的计算	483
9.1 汽车冲压件模具设计基础	454	10.2 冲裁排样的搭边值	484
9.1.1 汽车冲压件的特点和		10.3 普通冲裁模的间隙	485
要求	454	10.4 精冲排样的搭边值	487
9.1.2 汽车覆盖件的变形特点	455	10.5 精冲模的间隙	488
9.1.3 汽车覆盖件模具的制造		10.6 凸凹模的最小壁厚	488

10.7	拉深件毛坯的修边余量	489	10.15	斜楔的设计	501
10.8	拉深件毛坯直径的计算	490	10.16	斜楔滑块运动的常用机构 ...	503
10.9	无凸缘筒形件的极限拉深系数 和拉深次数	496	附录	506
10.10	各种金属材料的拉深系数 ...	497	附录 A	标准公差数值	506
10.11	带凸缘的筒形件第一次拉深的 极限拉深系数	498	附录 B	冲压模零件常用公差、配合 及表面粗糙度	506
10.12	带凸缘的筒形件拉深次数 的确定	499	附录 C	常用材料的软化热处理 规范	507
10.13	矩形件的拉深系数	500	附录 D	冷压用主要材料的力学 性能	508
10.14	采用压边圈的范围	501	参考文献	511

第 1 章 冲裁模设计案例剖析

1.1 冲裁模设计基础

1.1.1 冲裁工序及模具结构简图

使板料分离的冲压工序称为冲裁。根据冲裁变形机理的不同，冲裁可以分为普通冲裁和精密冲裁两大类。普通冲裁是由凸、凹模刃口之间产生剪裂缝的形式实现板料分离的。本章主要讨论普通冲裁。

习惯上，冲孔与落料工艺作业统称为冲裁，属于分离类工序。分离类工序是使冲压件与板料沿要求的轮廓线相互分离，并获得一定断面质量的冲压加工方法。

冲孔是切舌（切开）、冲口、冲任意形状孔的通称；落料就是冲压零件的外形整体冲切并与原材料分离。此外，剪切、剪裁、切边、剖切、整修等分离冲切工序均属于分离作业的冲裁工序。各工序主要特点如下：

(1) 落料 用模具沿封闭轮廓线冲切板料，切下部分是工件，其工序及模具简图见图 1-1a。

(2) 冲孔 用模具沿封闭轮廓线冲切板料，切下部分是废料，其工序及模具简图见图 1-1b。

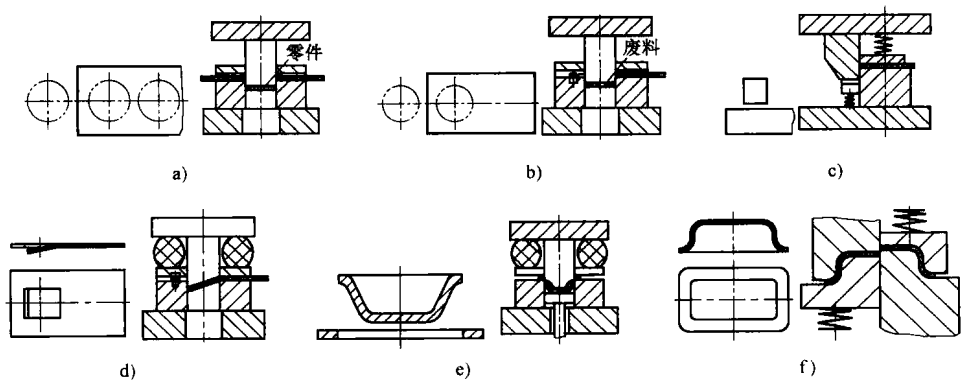


图 1-1 分离类工序及模具简图

- a) 落料工序及模具简图 b) 冲孔工序及模具简图 c) 切断工序及模具简图
d) 切口工序及模具简图 e) 切边工序及模具简图 f) 剖切工序及模具简图

(3) 切断 用剪刀或模具将板料沿不封闭轮廓线分离, 其工序及模具简图见图 1-1c。

(4) 切口 用模具沿不封闭轮廓将部分板料切开并使其下弯, 其工序及模具简图见图 1-1d。

(5) 切边 用模具将工件边缘的多余材料冲切下来, 其工序及模具简图见图 1-1e。

(6) 剖切 用模具将冲压成形的半成品切开成为两个或数个工件, 其工序及模具简图见图 1-1f。

1.1.2 冲裁加工的经济精度

对普通冲裁模来说, 冲模的制造精度对冲裁件的尺寸精度有直接的影响。冲模的精度愈高, 冲裁件的精度也愈高。表 1-1 为当冲模具有合理间隙与锋利刃口时, 其制造精度与冲裁件精度的关系。

表 1-1 冲模制造精度与冲裁件精度的关系

冲模制造精度	材料厚度 t/mm											
	0.5	0.8	1	1.6	2	3	4	5	6	8	10	12
IT6 ~ IT7	IT8	IT8	IT9	IT10	IT10	—	—	—	—	—	—	—
IT7 ~ IT8	—	IT9	IT10	IT10	IT12	IT12	IT12	—	—	—	—	—
IT9	—	—	—	IT12	IT12	IT12	IT12	IT12	IT14	IT14	IT14	IT14

一般来说, 金属冲裁件内外形的经济精度为 IT12 ~ IT14 级, 一般要求落料件精度最好低于 IT10, 冲孔件最好低于 IT9 级。

一般适用于普通冲压的常用材料主要有: 碳素结构钢板、优质碳素结构钢板、低合金结构钢板、电工硅钢板、不锈钢板等黑色金属板材以及纯铜板、黄铜板、铝板、钛合金板、镍铜合金板等有色金属板材和绝缘胶木板、纸板、纤维板、塑料板等非金属材料。

冲裁件的断面表面粗糙度值 R_a 一般在 $12.5\mu\text{m}$ 以下, 表 1-2 为一般冲裁件剪切断面粗糙度的近似值。

表 1-2 一般冲裁件剪断面粗糙度的近似值

材料厚度 s/mm	≤ 1	> 12	> 23	> 34	> 45
表面粗糙度值 $R_a/\mu\text{m}$	3.2	6.3	12.5	25	50

1.1.3 冲裁加工的工艺性

对冲裁加工件应判断其在冲压加工中的难易程度, 即进行冲裁件的工艺性分析, 主要考虑如下因素:

冲裁件的外形或内孔设计应力求简单、对称，避免尖锐的尖角，一般应有 $R > 0.5t$ (t 为料厚) 以上的圆角。冲裁件的凸出悬壁和凹槽不宜过长，其宽度 b 要大于料厚 t 的两倍，即 $b > 2t$ 。冲孔尺寸不宜过小，否则凸模强度不够，一般对低碳钢冲孔，许可的最小冲孔尺寸约等于料厚。用自由凸模或带护套凸模冲孔的最小尺寸见表 1-3 及表 1-4。冲裁件的孔与孔之间和孔与边缘之间的距离 a 不能过小，否则凹模强度不够，容易破裂，且工件边缘容易产生膨胀或歪扭变形。最小距离数值应取 $a \geq t$ (对圆孔)，或 $a \geq 1.5t$ (对矩形孔)。

表 1-3 用自由凸模冲孔的最小尺寸

材 料	冲孔最小直径或最小边长	
	圆孔	矩形孔
硬钢	$1.3t$	t
软钢及黄铜	t	$0.7t$
铝	$0.8t$	$0.6t$
夹布胶木及夹纸胶木	$0.4t$	$0.35t$

表 1-4 用带护套凸模冲孔的最小尺寸

材 料	冲孔最小直径或最小边长	
	圆孔	矩形孔
硬钢	$0.5t$	$0.4t$
软钢及黄铜	$0.35t$	$0.3t$
铝及锌	$0.3t$	$0.28t$

对冲裁件中未注公差尺寸的极限偏差按 GB/T 15055—2007《冲压件未注公差尺寸极限偏差》选取，具体参见表 1-5、表 1-6、表 1-7。

表 1-5 未注公差尺寸的极限偏差

(单位: mm)

基本尺寸		材料厚度		公差等级			
大于	至	大于	至	f	m	c	v
0.5	3	—	1	± 0.05	± 0.10	± 0.15	± 0.20
		1	3	± 0.15	± 0.20	± 0.30	± 0.40
3	6	—	1	± 0.10	± 0.15	± 0.20	± 0.30
		1	4	± 0.20	± 0.30	± 0.40	± 0.55
		4	—	± 0.30	± 0.40	± 0.60	± 0.80
6	30	—	1	± 0.15	± 0.20	± 0.30	± 0.40
		1	4	± 0.30	± 0.40	± 0.55	± 0.75
		4	—	± 0.45	± 0.60	± 0.80	± 1.20

(续)

基本尺寸		材料厚度		公差等级			
大于	至	大于	至	f	m	c	v
30	120	—	1	± 0.20	± 0.30	± 0.40	± 0.55
		1	4	± 0.40	± 0.55	± 0.75	± 1.05
		4	—	± 0.60	± 0.80	± 1.10	± 1.50
120	400	—	1	± 0.25	± 0.35	± 0.50	± 0.70
		1	4	± 0.50	± 0.70	± 1.00	± 1.40
		4	—	± 0.75	± 1.05	± 1.45	± 2.10
400	1000	—	1	± 0.35	± 0.50	± 0.70	± 1.00
		1	4	± 0.70	± 1.00	± 1.40	± 2.00
		4	—	± 1.05	± 1.45	± 2.10	± 2.90
1000	2000	—	1	± 0.45	± 0.65	± 0.90	± 1.30
		1	4	± 0.90	± 1.30	± 1.80	± 2.50
		4	—	± 1.40	± 2.00	± 2.80	± 3.90
2000	4000	—	1	± 0.70	± 1.00	± 1.40	± 2.00
		1	4	± 1.40	± 2.00	± 2.80	± 3.90
		4	—	± 1.80	± 2.60	± 3.60	± 5.00

注：对于0.5及0.5mm以下的尺寸应标公差。

表 1-6 未注公差冲裁圆角半径线性尺寸的极限偏差 (单位: mm)

基本尺寸		材料厚度		公差等级			
大于	至	大于	至	f	m	c	v
0.5	3	—	1	± 0.15		± 0.20	
		1	4	± 0.30		± 0.40	
3	6	—	4	± 0.40		± 0.60	
		4	—	± 0.60		± 1.00	
6	30	—	4	± 0.60		± 0.80	
		4	—	± 1.00		± 1.40	
30	120	—	4	± 1.00		± 1.20	
		4	—	± 2.00		± 2.40	
120	400	—	4	± 1.20		± 1.50	
		4	—	± 2.40		± 3.00	
400	—	—	4	± 2.00		± 2.40	
		4	—	± 3.00		± 3.50	

表 1-7 未注公差冲裁角度尺寸的极限偏差

(单位: mm)

公差等级	短边长度/mm						
	≤10	>10~25	>25~63	>63~160	>160~400	>400~1000	>1000~2500
f	±1°00′	±0°40′	±0°30′	±0°20′	±0°15′	±0°10′	±0°06′
m	±1°30′	±1°00′	±0°45′	±0°30′	±0°20′	±0°15′	±0°10′
c	±2°00′	±1°30′	±1°00′	±0°40′	±0°30′	±0°20′	±0°15′
v							

1.1.4 冲裁加工工艺与模具设计的关系

当通过工艺性分析确定零件为冲裁加工方案后,在制订冲裁件的加工工艺时,首先应根据冲裁件的形状、尺寸、精度要求、材料性能考虑冲裁工艺性,以确定选择采用普通冲裁还是精密冲裁,在此基础上,根据生产批量、冲压设备、模具加工条件等多方面的因素作综合的分析,以制订经济、合理的工艺方案。

根据确定的工艺方案设计零件的排样方式,计算冲裁力并选定设备,便可进行模具的总体设计,同时计算模具各工作部件的受力,最后进行零件的设计。

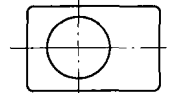


图 1-2 零件结构简图

1) 小批量生产图 1-2 所示的产品零件,若精度要求不高,外形尺寸不大,则采用的加工工艺方案为:剪成零件外形 → 模具冲孔。

设计的模具结构如图 1-3 所示。

该模具为无导向的开式简单冲孔模,剪切好的坯料由安装在凹模 5 上的 3 个定位销定位,上模 1 与凹模 5 共同冲出圆孔,由压缩后的聚氨酯块 2 提供动力给卸料板 4 将夹在上模 1 冲头上的零件推出。

由于该类模具结构简单、制造容易、成本低,尽管使用时模具间隙调整麻烦,冲件质量差,操作也不够安全,但能满足精度要求不高、形状简单、批量小的冲裁件的生产需要,且有利于企业经济效益的提高。

无导向单工序冲裁模通常在以下场合使用:

- ① 冲裁件尺寸精度不高,一般低于 IT12 级。
- ② 冲裁料厚较大,通常 $t \geq 1\text{mm}$ 。
- ③ 冲裁线形状为圆、方、矩形、长圆或多角以及类似或接近的、规则而简单的几何形状,冲裁线圆

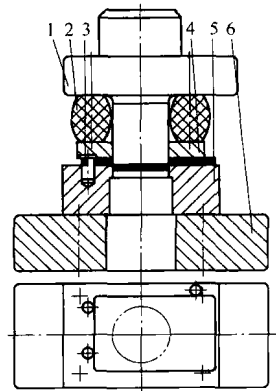


图 1-3 模具结构简图

1—上模 2—聚氨酯块 3—定位销
4—卸料板 5—凹模 6—下模板