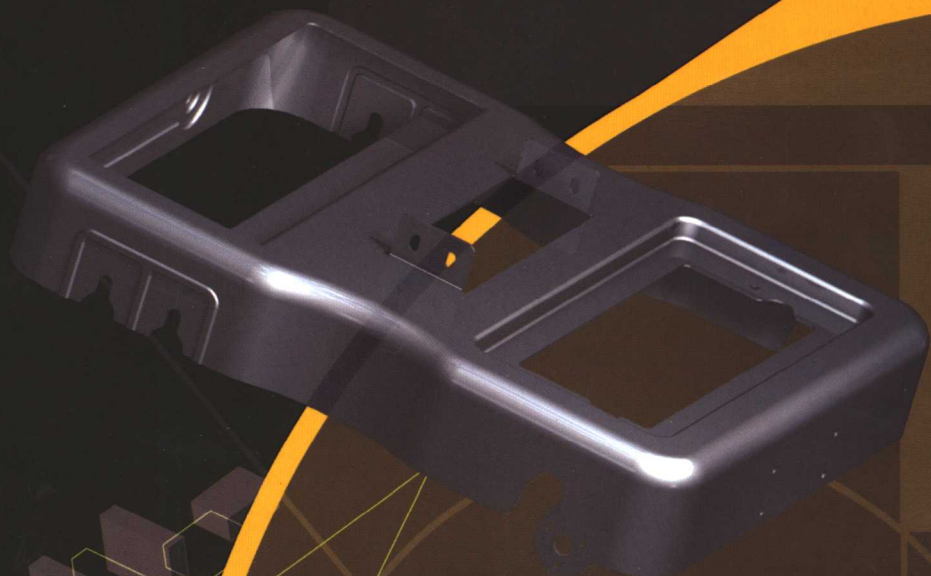
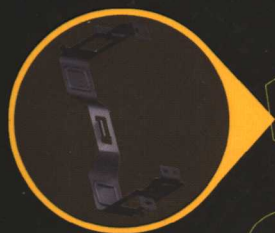
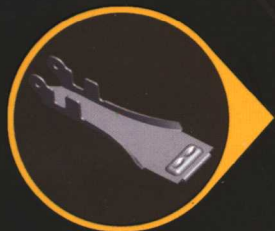


经验 源自实例累积
博观而约取 厚积而薄发

Pro/ENGINEER

中文野火版钣金件 设计专家实例精讲

恒盛杰资讯/编著



本书适用于Pro/ENGINEER中文野火2.0、3.0版本

- 由一线资深工程师精心编著，融汇多年设计工作实践经验与设计技巧
- 提供钣金材料特性、工艺常识、设计规范与建模方法，供读者参考
- 详细剖析设计流程、思路和方法，力求培养读者独立的钣金件设计能力
- 保证工程实用性、专业指导性和良好的可操作性，让读者一学就上手
- 是帮助读者成为“符合老板需要”和“企业香饽饽”的钣金设计高手的精华本

随书附赠光盘

内含**92**个书中实例所涉及的钣金件初始模型等素材文件，引领读者高效学习Pro/ENGINEER软件，并应用于实际工程。



中国青年出版社
中国青年电子出版社

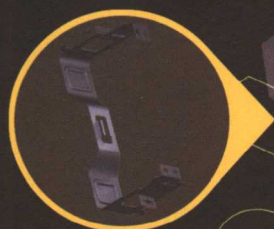
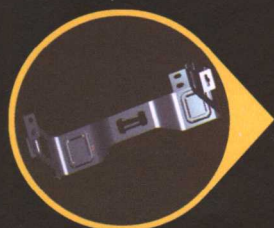
<http://www.21books.com> <http://www.cgchina.com>

Pro/ENGINEER

中文野火版钣金件

设计专家实例精讲

恒盛杰资讯 / 编著



中国青年出版社

中国青年电子出版社

<http://www.21books.com> <http://www.cgchina.com>

本书由中国青年出版社独家出版。未经出版者书面许可,任何单位和个人不得以任何形式复制或传播本书的部分或全部内容。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 中文野火版钣金件设计专家实例精讲 / 恒盛杰资讯编著. —北京: 中国青年出版社, 2006.11

ISBN 978-7-5006-7106-0

I.P... II.恒... III.钣金工—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER IV. TG382-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 140931 号

书 名: Pro/ENGINEER 中文野火版钣金件设计专家实例精讲

编 著: 恒盛杰资讯

出版发行: 中国青年出版社

地址: 北京市东四十二条 21 号 邮政编码: 100708

电话: (010) 84015588 传真: (010) 64053266

印 刷: 中国农业出版社印刷厂

开 本: 787 × 1092 1/16 **印 张:** 26.5

版 次: 2007 年 1 月北京第 1 版

印 次: 2007 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5006-7106-0

定 价: 39.00 元 (附赠 1CD)

Pro/ENGINEER 软件简介

Pro/ENGINEER (简称 Pro/E) 是美国参数技术公司 (PTC) 于 1988 年首家推出的使用参数化特征造型技术的大型 CAD/CAM/CAE 集成化软件。该软件具有造型设计、零件设计、装配设计、结构分析、运动仿真、模具设计、钣金设计、NC 加工等功能。

关于钣金件设计

钣金件是一种常用的结构零件,在通信、电子、汽车、农业机械等行业有着广泛的应用。其常用加工形式有弯曲、成型、冲压等,形状和尺寸精度互换性较好,可以满足一般的装配及使用要求。Pro/E 软件中的钣金件模块专门用于钣金的设计工作。通过该模块,用户能够设计出极其复杂的钣金结构,其中包括工业设计上的艺术曲面和精密仪器上的异型覆盖面。有了这一钣金设计方面的利器,再通过对该模块的学习和实际操作,将使每一位使用该模块的用户成为钣金设计方面的专家。

本书特色

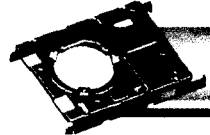
- (1) 本书是介绍 Pro/E 钣金件设计模块运用在产品设计中的高级教程。
- (2) 由国内从事 Pro/E 专业设计工作的一线资深工程师精心编著,融汇了作者多年在设计工作中积累的实践经验和设计技巧。
- (3) 严格从专业角度入手,提供 Pro/E 应用设计的产品材料特性、工艺常识、设计规范与建模方法等专业资料,供读者参考。
- (4) 精心安排实用经典、结构复杂、代表性强、技术层面和工程价值均高的钣金件设计实例,保证工程实用性、专业指导性和良好的可操作性,让读者一学就上手。
- (5) 不是市场上大多数仅停留在软件操作与使用上的 Pro/E “扫盲书”,而是帮助读者成为一名“符合老板需要”和“企业香饽饽”的钣金件设计高手的精华本。

本书内容

本书以 Pro/ENGINEER 中文野火版为平台,以实际操作为主导,涵盖的内容包括:钣金入门、钣金特征、特征操作、展平的应用、钣金成型、实体辅助成型、实体的钣金转换、钣金分析等内容,使读者能够最快、最有效地掌握在该软件中进行钣金设计的方法和技能。本书从简单的单结构件讲到复杂的组合装配件的设计,适合于希望从基础钣金设计到复杂钣金设计,进行系统学习的读者使用。

讲解重点

- (1) 整书侧重于 Pro/E 钣金件设计模块与现实钣金件实战设计的结合。
- (2) 运用真实的钣金件设计经验,并按照现实的设计步骤一步一步地介绍 Pro/E 钣金件设计模块在一套钣金设计流程中的细节运用。
- (3) 充分考虑到初级读者软件基础差的特点,对模具设计中将应用到的特征操作等软件知识进行了专门讲解。



- (4) 实例中穿插了许多软件操作技巧和钣金件设计的方案、原理、注意事项等，帮助读者解决钣金件设计中的种种实际问题。

附赠光盘

- (1) 光盘内容超值丰富，包括书中实例涉及的起始文件及模型等实用文件。
(2) 引领读者高效学习或温习 Pro/E 软件的重要操作，方便读者学习使用。

适用读者群

- (1) 大专院校相关专业的学生
(2) 参加相关钣金设计培训的学员
(3) 从事相关行业的工程技术人员
(4) 所有想走进钣金设计的读者朋友
(5) 也可作为大中专院校学生以及社会培训班学员的设计实习教材

本书已力求严谨细致，但限于作者水平有限，加之时间仓促，书中难免出现疏漏与不妥之处，敬请广大读者批评指正。

作 者
2006 年 11 月

目录

Pro/ENGINEER中文野火版
钣金件设计专家实例精讲

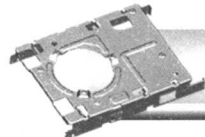
第1章 钣金成型基础

1.1 钣金件冲裁	2
1.1.1 冲裁的概念	2
1.1.2 冲裁模具	2
1.1.3 冲裁过程中材料的变形过程	2
1.1.4 冲裁件断面分析	3
1.1.5 提高冲裁件质量的途径	3
1.1.6 冲裁件的工艺性	3
1.1.7 降低冲压件成本的途径	5
1.2 钣金件弯曲	5
1.2.1 弯曲的概念	5
1.2.2 弯曲模具	6
1.2.3 弯曲时板料的变形过程	6
1.2.4 弯曲后板料的应力状态	6
1.2.5 弯曲后材料的畸变	6
1.2.6 弯曲卸载后的回弹	7
1.2.7 弯曲件的工艺性	8
1.2.8 弯曲件的工序安排	9
1.3 钣金件拉深	10
1.3.1 拉深的概念	10
1.3.2 拉深模具	10
1.3.3 拉深时材料的变形过程	10
1.3.4 拉深件的起皱与拉裂	11
1.3.5 旋转体拉深件坯料尺寸的确定	11
1.3.6 拉深件的结构工艺性	12
1.3.7 拉深件工艺的辅助工序	12
1.4 其他冲压成型方法	13
1.4.1 胀形	13
1.4.2 翻边	14
1.4.3 缩口	16
1.4.4 旋压	16
1.4.5 校形	18

第2章 Pro/E中的钣金设计方法

2.1 钣金设计模式	22
2.1.1 钣金件模式	22
2.1.2 转换模式	22
2.1.3 组件模式	23
2.2 钣金设计环境	23
2.2.1 标题栏	24

2.2.2 菜单栏	24
2.2.3 模型树/层树窗口	24
2.2.4 信息提示区	25
2.2.5 菜单管理器	25
2.2.6 钣金件工具栏	25
2.2.7 图形窗口	25
2.2.8 选择过滤器	25
2.2.9 钣金件的显示	26
2.3 壁的基本创建方法	26
2.3.1 平整壁特征	26
2.3.2 拉伸壁特征	28
2.3.3 旋转壁特征	30
2.3.4 混合壁特征	32
2.3.5 偏距壁特征	36
2.4 壁的高级创建方法	37
2.4.1 可变截面扫描壁特征	38
2.4.2 扫描混合壁特征	40
2.4.3 其他高级特征	42
2.5 次要壁的创建方法	45
2.5.1 创建次要平整壁	46
2.5.2 快速创建平整壁	46
2.5.3 创建法兰壁	47
2.5.4 创建次要扫描壁	49
2.5.5 创建次要拉伸壁	49
2.5.6 创建扭转壁	50
2.5.7 壁的延伸	51
2.5.8 壁的合并	52
2.6 钣金件的基本处理	52
2.6.1 折弯	52
2.6.2 展平	55
2.6.3 折弯回去	56
2.6.4 平整形态	56
2.6.5 切割(SMT类)	57
2.6.6 边折弯	58
2.7 钣金件的高级处理	58
2.7.1 切口与冲孔	58
2.7.2 印贴	61
2.7.3 平整印贴	64
2.7.4 缝处理	64
2.7.5 变形区域	65
2.7.6 钣金转换	65



2.7.7 顶角止裂槽	65	5.8 创建矩形平整壁	104
第3章 台灯罩		5.9 切割螺纹底孔	105
3.1 分析设计任务	68	5.10 创建UDF库	106
3.1.1 设计项目	68	5.11 使用UDF冲第二个孔	109
3.1.2 设计分析	68	5.12 创建螺纹修饰	110
3.1.3 建模方法	68	5.13 创建倒角	111
3.2 新建文件	68	第6章 热水器外壳	
3.3 创建主体旋转壁	69	6.1 分析设计任务	114
3.4 切割散热孔	71	6.1.1 设计项目	114
3.5 切割安装孔	73	6.1.2 设计分析	114
3.6 创建安装卡片	74	6.1.3 建模方法	114
3.7 创建折边	76	6.2 钣金转换	115
第4章 刀片卡板		6.3 创建变形区域	116
4.1 分析设计任务	80	6.4 创建旋钮孔	117
4.1.1 设计项目	80	6.5 创建裙边	118
4.1.2 设计分析	80	6.6 创建水管过槽	120
4.1.3 建模方案分析	80	6.7 创建顶部散热孔	121
4.2 创建文件	80	6.8 创建旋转壁	124
4.3 创建基本平整壁	81	6.9 合并壁	126
4.4 将零件两端折弯	82	6.10 切割固定孔	128
4.5 创建展平特征	85	第7章 稳压器后盖	
4.6 切割两端卡孔	86	7.1 分析设计任务	132
4.7 折弯回去的应用	87	7.1.1 设计项目	132
4.8 创建两边的护条	88	7.1.2 设计分析	132
4.9 创建拉伸壁特征	89	7.1.3 建模方法	132
4.10 创建组特征	91	7.2 新建文件	133
4.11 切割内部孔	92	7.3 创建主体壁	133
4.12 创建法兰壁	93	7.4 创建展平特征	135
4.13 创建倒角	94	7.5 钣金切割	136
第5章 网卡固定架		7.6 折弯回去的应用	137
5.1 分析设计任务	96	7.7 创建平整壁特征	138
5.1.1 设计项目	96	7.8 创建延伸壁	139
5.1.2 设计要求	96	7.9 创建拉伸壁	140
5.1.3 建模方法	96	7.10 创建法兰壁	142
5.2 新建文件	96	7.11 创建安装孔	144
5.3 创建基本平整壁	97	7.12 切割散热孔	147
5.4 拉伸出侧壁	98	第8章 电器支撑板	
5.5 应用平整形态	100	8.1 分析设计任务	152
5.6 切割侧壁上的挂口	101	8.1.1 设计项目	152
5.7 切割出通讯方孔	102	8.1.2 设计分析	152

8.1.3 建模方法	152
8.2 新建文件	153
8.3 创建第一壁	153
8.4 镜像第一壁	155
8.5 拉伸出过渡壁	156
8.6 创建过渡曲线	157
8.7 创建过渡壁	159
8.8 合并过渡壁	160
8.9 切割中间方孔	161
8.10 创建支撑壁	162
8.11 创建两侧的孔	164
8.12 创建平整壁	165
8.13 切割两侧挂槽	166
8.14 创建两侧挂耳	168
8.15 合并两侧挂耳	170
8.16 切割两侧的让位口	170
8.17 创建加强槽	171
8.18 创建安装板	173
8.19 折弯安装板	174
8.20 切割安装孔	177
8.21 创建加强筋	178
8.22 创建倒角	179
8.23 钣金件信息	180
8.23.1 概述	180
8.23.2 折弯报告	180
8.23.3 半径报告	181
8.23.4 设计检查	181

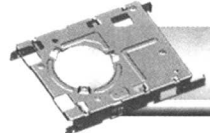
第9章 仪器防护盖

9.1 分析设计任务	184
9.1.1 设计项目	184
9.1.2 设计分析	184
9.1.3 建模方法	184
9.2 新建文件	185
9.3 创建基本平整壁	185
9.4 创建第二个平整壁	186
9.5 创建左侧法兰壁	187
9.6 创建右侧的连接壁	190
9.7 创建中间连接壁	193
9.8 创建安装孔	195
9.9 切割通气孔	197
9.10 创建让位槽	199

9.11 创建第一壁上的侧壁	201
9.12 创建第二壁上的侧壁	202
9.13 创建顶角止裂槽	203
9.14 创建扭转固定片	205
9.15 创建散热孔	208
9.16 创建侧壁折边	211
9.17 创建挂钩	213
9.18 创建挂钩处的折边	216
9.19 对尖角倒角	216

第10章 钉书机的主体结构

10.1 分析设计任务	220
10.1.1 设计项目	220
10.1.2 设计分析	220
10.1.3 建模方法	220
10.2 设计底座	221
10.2.1 新建文件	221
10.2.2 创建第一壁	222
10.2.3 创建前端平整壁	224
10.2.4 创建后端平整壁	226
10.2.5 切割定位槽	227
10.2.6 创建扫描壁	228
10.2.7 创建法兰壁	231
10.2.8 切割安装壁	232
10.2.9 印贴出凸台	233
10.2.10 切割卷钉槽	235
10.2.11 创建固定塑胶壁	238
10.3 设计装钉槽	239
10.3.1 新建文件	239
10.3.2 创建第一壁	240
10.3.3 切割让位孔	242
10.3.4 切割轮廓壁	244
10.3.5 创建后端弹簧固定壁	246
10.3.6 创建前端定位壁	247
10.3.7 创建前端弹簧固定壁	248
10.3.8 切割弹簧杆安装孔	249
10.3.9 创建限位凸台	251
10.3.10 创建滑块限位壁	253
10.4 设计上盖	255
10.4.1 新建文件	255
10.4.2 创建第一壁	255
10.4.3 切割出轮廓	257
10.4.4 创建定位凸台	258
10.4.5 切割安装弹簧片的孔	261



10.5 设计弹簧片	262
10.5.1 新建文件	262
10.5.2 创建第一壁	263
10.5.3 切割弹簧片轮廓	264
10.5.4 创建压钉壁	265
10.5.5 切割弹簧片孔	268
10.6 钣金装配	269

第11章 软驱外壳

11.1 分析设计任务	276
11.1.1 设计项目	276
11.1.2 产品设计分析	276
11.1.3 建模方法	276
11.2 设计底盖	277
11.2.1 新建文件	277
11.2.2 创建主体壁	277
11.2.3 创建展平特征	278
11.2.4 切割转角部位	279
11.2.5 折弯回去的应用	280
11.2.6 创建后侧平整壁	281
11.2.7 切割后侧让位槽	282
11.2.8 切割安装缺口	283
11.2.9 创建安装壁	284
11.2.10 切割螺钉过孔	286
11.2.11 切割两侧缺口	287
11.2.12 切割左侧让位缺口	288
11.2.13 创建两侧安装孔	288
11.2.14 切割上表面让位孔	297
11.2.15 创建前端定位壁	298
11.2.16 创建前端塑胶卡扣	300
11.2.17 对轮廓尖角倒圆角	303
11.3 设计上盖	303
11.3.1 新建文件	303
11.3.2 创建主体壁	304
11.3.3 拉伸出后侧壁	305
11.3.4 创建顶角止裂槽	306
11.3.5 切割让位孔和安装孔	307
11.3.6 创建两侧让位凸台	307
11.3.7 创建前侧定位壁	309
11.3.8 切割后侧的让位槽	311
11.3.9 创建背部加强槽和加强筋	312
11.3.10 平整印贴	313
11.3.11 对轮廓尖角倒圆角	314
11.4 钣金装配	314

第12章 糖果盒

12.1 分析设计任务	320
12.1.1 设计项目	320
12.1.2 设计分析	320
12.1.3 建模方法	320
12.2 设计箱体	321
12.2.1 新建文件	321
12.2.2 创建第一壁	321
12.2.3 印贴出箱体	323
12.2.4 切割箱体轮廓边	324
12.2.5 创建折边	325
12.2.6 切割让位孔	326
12.2.7 创建定位壁	328
12.2.8 创建开盖凸台	330
12.3 设计盒盖	331
12.3.1 打开文件并保存副本	332
12.3.2 钣金转换	332
12.3.3 创建折边	333
12.3.4 切割安装孔	334
12.3.5 创建盒盖凸台	335
12.4 钣金装配	337
12.5 钣金件的几何分析	339
12.5.1 测量	340
12.5.2 模型分析	341
12.5.3 几何	342

第13章 微电机安装架

13.1 分析设计任务	348
13.1.1 设计项目	348
13.1.2 产品设计分析	348
13.1.3 建模方法	348
13.2 新建文件	349
13.3 创建基本平整壁	349
13.4 创建扫描壁	350
13.5 创建两侧平整壁	352
13.6 切割两侧的让位孔	353
13.7 创建侧壁护边	355
13.8 创建两侧滑轨壁	356
13.9 创建两侧限位凸台	357
13.10 切割左侧的让位孔	360
13.11 创建后侧平整壁	361
13.12 切割后侧电机安装孔	362
13.13 创建前侧平整壁	363

13.14 切割前侧壁让位孔	364	14.4 印贴出基础形体	381
13.15 创建加强筋	365	14.5 切割出主体轮廓	382
13.16 切割主体壁的让位孔和安装孔	367	14.6 创建安装孔	384
13.17 创建安装电机凸台	368	14.7 印贴出观察窗位置	386
13.18 切割电机安装孔和工艺孔	369	14.8 切割出观察窗	387
13.19 拉伸出中间支撑壁	371	14.9 创建让位窗	389
13.20 创建让位凹槽	374	14.10 创建仪表安装壁	390
13.21 对轮廓尖角倒圆角	376	14.11 切割出仪表安装条孔	392
第14章 控制器盖板		14.12 创建支撑壁	393
14.1 分析设计任务	378	14.13 创建局部折边	396
14.1.1 设计项目	378	14.14 切割出管路过孔	397
14.1.2 产品设计分析	378	14.15 切割出让位缺口	399
14.1.3 建模方法	378	14.16 创建加强筋	401
14.2 新建文件	379	14.17 创建手柄安装部位	403
14.3 创建第一壁	379	14.18 创建铭牌安装孔	405

第1章 钣金成型基础

钣金成型主要是利用安装在压力机上的模具对材料施加压力,使其产生分离或产生塑性变形,从而获得所需零件。钣金在工业生产中是不可缺少的重要部分,在汽车、家电、设备、航空等行业,都会大量使用钣金件,典型的如汽车外壳、计算机机箱、钉书机和设备仪器等。

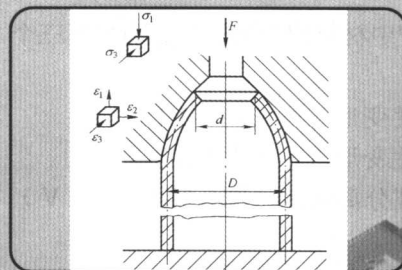
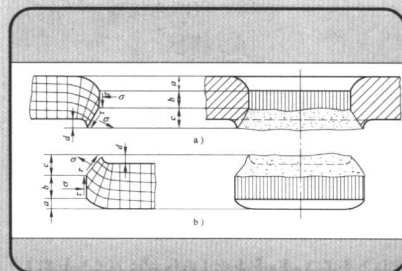
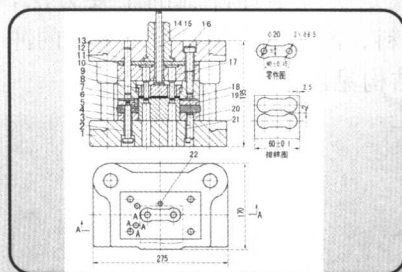
本章学习要点

钣金件冲裁

钣金件弯曲

钣金件拉深

其他冲压成型方法



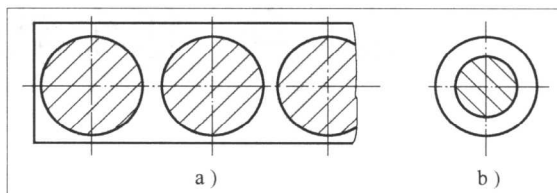
1.1 钣金件冲裁

下面介绍冲裁的概念、冲裁模具、冲裁过程中材料的变形过程等。

1.1.1 冲裁的概念

从广义上来说, 利用冲模使材料相互分离的工序叫冲裁。但一般来说, 冲裁工艺主要是指落料和冲孔工序, 如图 1-1 所示, 图中剖面线部分为所需的零件部分。

冲裁应用广泛, 它既可直接冲制出成品零件, 又可以为其他成型工序制备坯料。根据变形机理的不同, 冲裁可分为普通冲裁和精密冲裁。



a: 落料
b: 冲孔

图 1-1 落料与冲孔

1.1.2 冲裁模具

使用冲模是实现零件冲裁的主要方法, 图 1-2 中的落料、冲孔复合模是一个典型的冲裁模。具体结构见图中的文字说明。

- | | |
|----------|-----------|
| 1: 下模板 | 2: 卸料螺钉 |
| 3: 导柱 | 4: 固定板 |
| 5: 橡胶 | 6: 导料销 |
| 7: 落料凹模 | 8: 推件块 |
| 9: 固定板 | 10: 导套 |
| 11: 垫板 | 12、20: 销钉 |
| 13: 上模板 | 14: 模柄 |
| 15: 顶杆 | 16、21: 螺钉 |
| 17: 冲孔凸模 | 18: 凸凹模 |
| 19: 卸料板 | 22: 挡料销 |

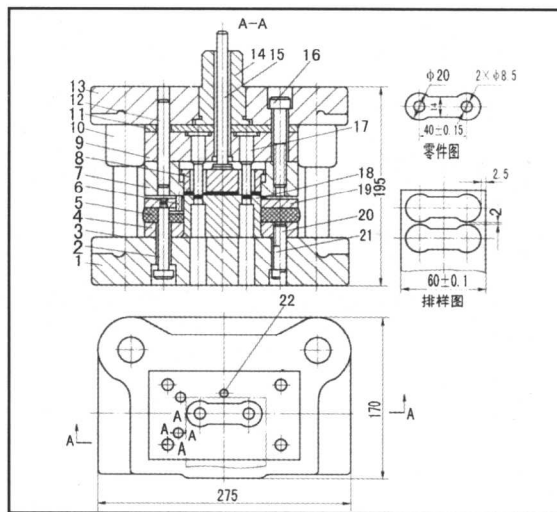


图 1-2 落料冲孔复合模

1.1.3 冲裁过程中材料的变形过程

冲裁过程中材料的变形过程分为如下三个阶段。

- (1) 弹性变形阶段 (图 1-3 I)
- (2) 塑性变形阶段 (图 1-3 II)
- (3) 断裂分离阶段 (图 1-3 III、IV、V)

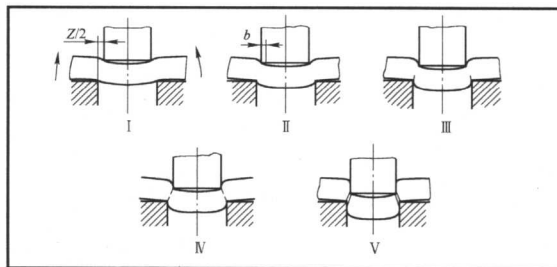


图 1-3 材料的变形情况

1.1.4 冲裁件断面分析

冲裁变形区的应力与变形情况和冲裁断面状况如图 1-4 所示。冲裁件的切断面具有明显的区域性特征，由塌角 (a)、光面 (b)、毛面 (c)、毛刺 (d) 四部分组成，图中 σ 表示正应力， τ 表示切应力。

塑性差的材料，断面倾向严重，毛面增宽，光面和塌角小，毛刺也小。塑性较好的材料，光面所占比例大，塌角和毛刺也大，而毛面较小。

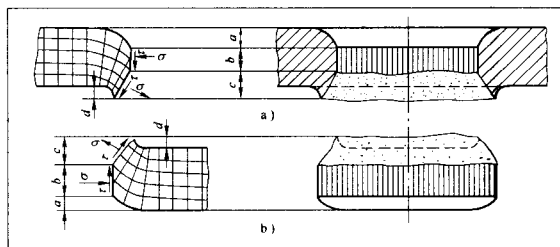


图 1-4 材料的断面情况

1.1.5 提高冲裁件质量的途径

要提高冲裁件的质量，就要增大光面的宽度，缩小塌角和毛刺高度，并且减小冲裁件的翘曲。

增加光面的主要途径是减小冲模间隙，用压料板压紧凹模上面的材料，对凸模下面的材料用顶板施加反向压力。此外，还要合理选择拉边，注意润滑等。

减小塌角、毛刺和翘曲的主要方法是尽量采用合理间隙的下限值，保持模具刃口锋利，合理选择搭边值，采用压料板和顶板等措施。

1.1.6 冲裁件的工艺性

冲裁件的工艺性是指冲裁件对冲压工艺的适应性，即冲裁件的结构、形状、尺寸及公差等技术要求是否符合冲裁加工的工艺要求。工艺性是否合理，对冲裁件的质量、模具寿命和生产率有很大的影响。

1. 冲裁件的形状设计

冲裁件形状应尽可能简单、对称、排样废料少，如图 1-5 所示。在满足质量要求的条件下，把冲裁件设计成少、无废料的排样形状。如图 1-6 (a) 所示零件，若外形无关紧要，只是三孔位置有较高要求，改为图 (b) 所示形状，可用无废料排样，材料利用率提高 40%。

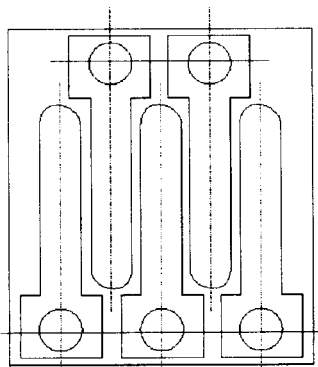


图 1-5 形状尽量简单

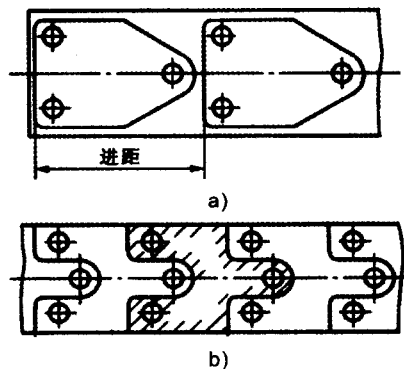


图 1-6 改进结构

除在少、无废料排样或采用镶拼模结构时,允许工件有尖锐的清角外,冲裁件的外形或内孔交角处应采用圆角过渡,避免清角,如图 1-7 所示。

连接角度	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$	$\alpha \geq 90^\circ$	$\alpha < 90^\circ$
简图				
低碳钢	$0.30t$	$0.50t$	$0.35t$	$0.60t$
黄铜、铝	$0.24t$	$0.35t$	$0.20t$	$0.45t$
高碳钢、合金钢	$0.45t$	$0.70t$	$0.50t$	$0.90t$

图 1-7 圆角过渡

2. 冲裁件的最小孔边距

为避免工件变形,孔边距不能过小,其许可值如图 1-8 所示。若在弯曲或拉深件上冲孔,孔边与直壁之间应保持一定的距离,以避免冲孔时凸模受水平推力而折断,其要求如图 1-9 所示。

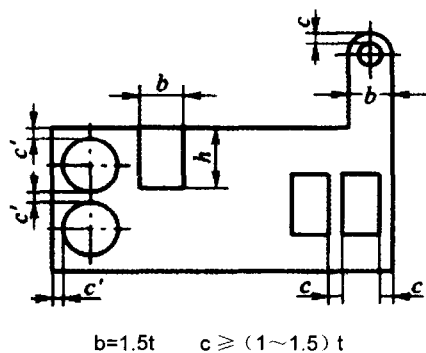


图 1-8 平板的孔边距

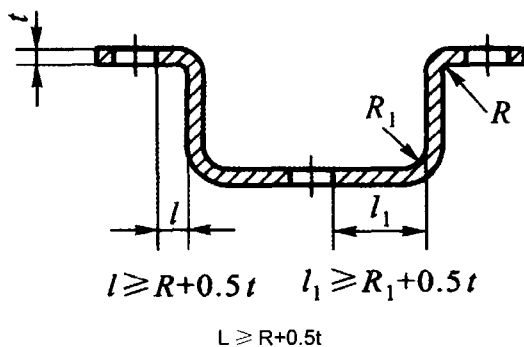


图 1-9 拉深件的孔边距

3. 冲裁件的尺寸基准

冲裁件的尺寸基准应尽可能和制模时的定位基准重合,以避免产生基准重合误差。孔位尺寸基准应尽量选择冲裁过程中始终不参加变形的面或线上,且不要与参加变形的部位联系起来。

如图 1-10 所示,原设计尺寸的标注(图 a),对冲裁图样是不合理的,因为这样标注尺寸 L_1 、 L_2 必须考虑到模具的磨损而相应给以较宽的公差,造成孔心距的不稳定,孔心距公差会随着模具磨损而增大。改用(图 b)的标注,两孔的孔心距才不受模具磨损的影响,比较合理。

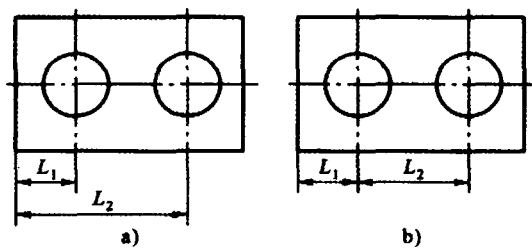


图 1-10 尺寸基准选择

1.1.7 降低冲压件成本的途径

1. 多件同时冲压

产量较大时,采用多件同时冲压,产品成型后再分开。可使模具费、材料费和加工费降低,对成型工艺来说也有利于材料应力、应变对称均匀,如图 1-11 所示。

2. 工艺合理化

冲压生产中,合理的工艺是降低成本的可靠保证。新产品投产前应通过试生产,对工艺可行性进行验证,然后再正式投入生产。对于板料冲压件,通常是大批量生产情况下,应当尽量采取工序集中的方案,采用复合模或级进模进行冲压,这样既可提高生产率,又能做到安全生产。生产数量与成本关系如图 1-12 所示。

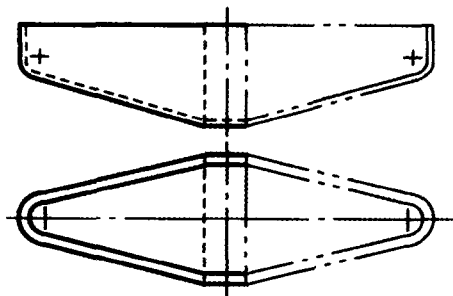


图 1-11 产品成型后再分开

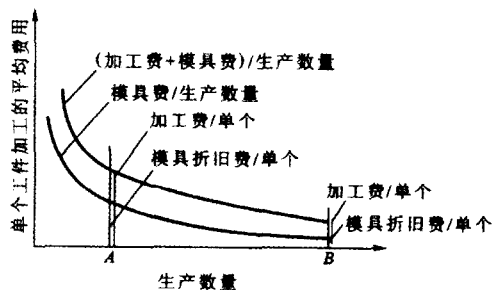


图 1-12 生产数量与成本关系

3. 提高材料利用率

降低材料费,特别是材料价格较高时,必须认真地考虑此问题。降低材料费主要可从材料的经济利用入手。方法已在前述排样设计中进行了研究。

1.2 钣金件弯曲

下面介绍弯曲的概念、弯曲模具、弯曲时板料的变形过程等。

1.2.1 弯曲的概念

将板料、型材、管材或棒料等按设计要求弯成一定的角度和一定的曲率,形成所需形状零件的冲压工序,如图 1-13 中的零件为较典型的弯曲件。弯曲方法可分为在压力机上利用模具进行的压弯以及在专用弯曲设备上进行的折弯、滚弯、拉弯等,如图 1-14 所示。在这里我们主要讨论用模具对板料进行弯曲。

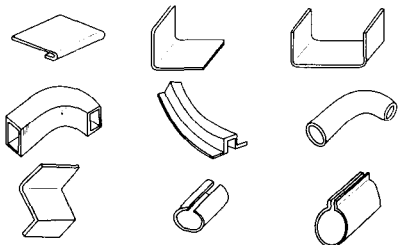


图 1-13 典型的弯曲件

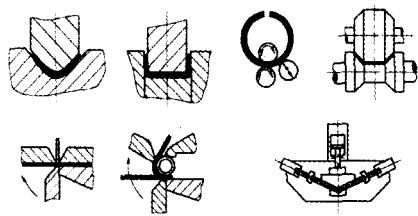


图 1-14 弯曲方法

1.2.2 弯曲模具

图 1-15 中的模具是简单的弯曲模，当弯曲凸模向下运动时，板料按照凸模的形状发生变形，当到达一定深度后凸模抬起，零件成型完成。

- | | |
|---------|----------|
| 1: 下模板 | 2、5: 圆柱销 |
| 3: 弯曲凹模 | 4: 弯曲凸模 |
| 6: 模柄 | 7: 顶杆 |
| 8、9: 螺钉 | 10: 定位板 |

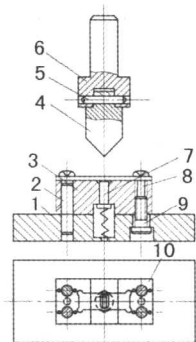


图 1-15 简易弯曲模

1.2.3 弯曲时板料的变形过程

弯曲时板料的变形过程如下。

- (1) 受弯矩的作用发生弹性变形，如图 1-16 (a) 所示。
- (2) 塑性变形开始，如图 1-16 (b) 所示。
- (3) 板料曲率半径继续减小，如图 1-16 (c) 所示。
- (4) 板料与凸、凹模全部靠紧，如图 1-16 (d) 所示。

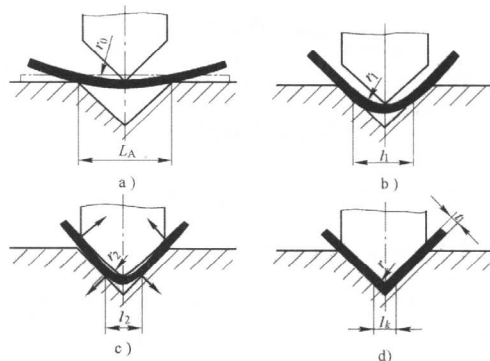


图 1-16 弯曲变形过程

1.2.4 弯曲后板料的应力状态

弯曲时板料内部的晶格发生畸变，产生内应力。弯曲内区为压缩应变，弯曲外区为拉深应变。图 1-17 表示了变形区的切向应力分布。

- | |
|-----------|
| a: 弹性弯曲 |
| b: 弹-塑性弯曲 |
| c: 纯塑性弯曲 |

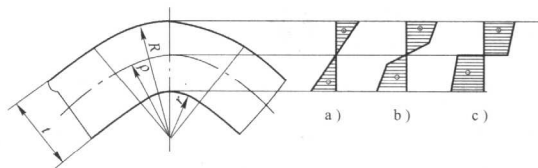


图 1-17 变形区的切向应力分布

1.2.5 弯曲后材料的畸变

细长的板料弯曲后纵向产生翘曲变形，原因是塑性弯曲时，外区宽度方向的压应力和内区的拉应力得以实现，结果使折弯线翘曲。当板料短而粗时，沿工件纵向刚度大，宽应变被抑制，翘曲则不明显。

对于管材、型材弯曲后剖面畸变如图 1-18 所示, 这种现象是因为径向压力所引起的。另外, 在薄壁管的弯曲中, 还会出现内侧面因受压应力的作用而失稳起皱的现象。因此弯曲时管子中应加填料或芯棒。

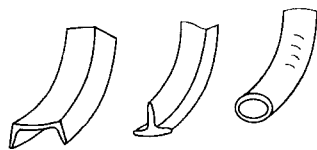


图 1-18 型材的弯曲畸变

1.2.6 弯曲卸载后的回弹

1. 回弹现象

塑性弯曲时伴随有弹性变形, 当外载荷去除后, 塑性变形保留下来, 而弹性变形会完全消失, 使弯曲件的形状和尺寸发生变化而与模具尺寸不一致, 这种现象叫回弹, 如图 1-19 所示。

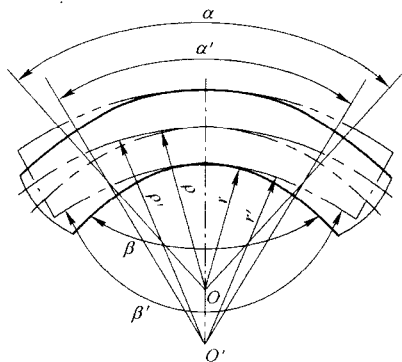


图 1-19 弯曲变形的回弹

2. 影响回弹的因素

- 材料的力学性能
- 相对弯曲半径 r/t
- 弯曲中心角 α
- 弯曲方式及弯曲模
- 工件的形状

3. 减小回弹的一些措施

- 尽量避免选用过大的 r/t 。如有可能, 在弯曲区压制加强筋, 以提高零件的刚度, 抑制回弹, 如图 1-20 所示。
- 尽量选用力学性能稳定和板料厚度波动小的材料。
- 对冷作硬化的材料须先退火, 使其屈服点降低。对回弹较大的材料, 必要时可采用加热弯曲。
- 对于 U 形件弯曲当 r/t 较小时, 可采取增加背压的方法, 当材料厚度负偏差较大时, 可设计成凸、凹模间隙可调的弯曲模, 如图 1-21 所示。
- 对于软材料, 其回弹角小于 5° 时, 可在模具上作出补偿角并取较小的凸、凹模间隙。对于较硬材料, 可根据回弹值对模具工作部分的形状和尺寸进行修正。

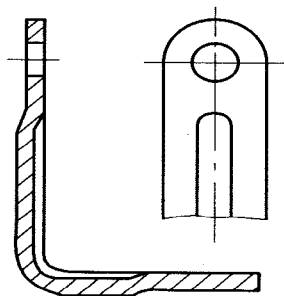


图 1-20 更改设计来减小回弹

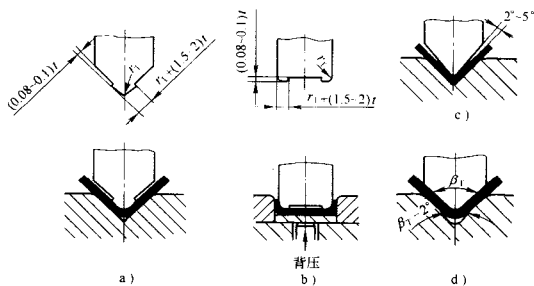


图 1-21 减小回弹的其他措施