

UG 冲压模具设计与制造

李文超 马利杰 袁 进 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

UG 冲压模具设计与制造 / 李文超等编著. —北京: 化学工业出版社, 2008.1

ISBN 978-7-122-01902-8

I. U… II. 李… III. 冲模-计算机辅助设计-应用软件, UG IV. TG385.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 002225 号

责任编辑: 李军亮

责任校对: 边 涛

装帧设计: 尹琳琳

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京云浩印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 25 字数 661 千字 2008 年 4 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: [http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 52.00 元 (附光盘)

版权所有 违者必究

前 言

为了提高模具的制造速度，模具工业广泛使用 CAD/CAM 软件进行模具的设计与加工，而 UG NX5.0 就是一款优秀的 CAD/CAM 软件，利用该软件中的模具设计模块和数控加工系统，熟练的技术人员可以在较短的时间内完成模具产品的设计与制造，极大地提高了工作效率。

PDW (Progressive Die Wizard) 是 UG 的一个软件模块，主要用于设计冲压级进模。使用 PDW 可以极大地提高冲压级进模设计效率。利用 PDW 可以进行条带布局、冲头创建、模架创建、让位槽设计、BOM、工程图，以及模具组件的放置和修改。PDW 能自动执行级进模的设计和细化工作，从而加快投入生产的速度；在 PDW 中包含大型的模具组件和紧固件库，从而加快详细设计的速度。

UG CAM 模块向用户提供了当今世界上最好的数控自动编程技术，利用它可根据加工的任务生成实用且经过优化的刀具路径轨迹，通过后置处理生成数控程序，将程序输入到数控机床即可加工各种零件，特别适合生成复杂曲面零件的 NC 程序。UG CAM 所支持的加工方法有点位加工、平面铣、型腔铣、线切割、车削和高速加工等。此外，其强大的后置处理工具可实现与任何数控机床结合，是一个高效率、高质量的制造解决方案。

本书以冲压模具设计与制造的实际应用为目的，力求简明系统地介绍冲压模设计与制造的原则及关键问题的处理对策。本书详细地介绍了冲压模设计的基础知识、UG 冲压级进模设计模块的各项功能以及 UG 冲模数控加工。本书主要特点如下。

① 内容广泛，涉及冲压模设计基础理论、UG 级进模设计、PDW 模架设计和模具零件的数控加工。读者学习本书后可以全面掌握 UG 冲压模设计和制造方面的知识。

② 实例丰富，具有深度，大部分实例来自于工程应用。

③ 技术讲解深入透彻，本书对每个知识点均进行深入讲解。详细讲解了 PDW 特征识别、特征预处理、废料设计、条带布局、冲孔零件创建、折弯零件创建和成形零件创建等方面的知识。对每一个重要的知识点均从理论和实践两个方面进行细致的讲解，每一个知识点均配一到多个实例，力求使读者能更好地掌握各个知识点。

④ 书中详细讲解了 UG 数控加工，讲解了各种加工方法，例如平面铣削、固定轴轮廓铣、雕刻、车削、孔加工等方法在冲压模具加工中的典型应用。

⑤ 语言叙述简洁明了，本书摒弃使用冗长文字来表达操作过程的方式，而是以图文并茂的方式来完成操作过程的叙述，并且在随书光盘中附有所讲实例的视频操作文件，方便读者学习。

本书可供从事冲压模具设计与生产制造人员、大中专院校学生以及自学者学习使用。

本书由李文超、马利杰、袁进等编写。参加编写的人员还有肖爱民、毛卫平、潘海彬、刘珍、戴亚春、任国栋、沈春根、赵峰、杨德勇、郭子刚、吴莹、顾红霞、李娟、陈建华、邹俊红、陈敏、孙国辉、陆繁、刘中华、章再俊、付永忠、朱江、李秀明、王文军、丁华。

由于作者水平有限，书中难免会有不妥之处，恳请读者批评指正。

编著者

目 录

第1篇 冲模设计基础

第1章 绪论	1	4.3 圆筒形件的拉深系数	22
1.1 分离工序	1	4.4 盒形件拉深	22
1.2 塑性变形工序	2	4.5 拉深模工作部分的尺寸计算	24
第2章 冲裁工艺及模具设计	4	4.5.1 凸、凹模工作部件尺寸的确定	24
2.1 冲裁变形过程分析	4	4.5.2 拉伸力和压料力	25
2.2 冲裁间隙的选择	5	4.6 压边装置	25
2.3 凸、凹模刃口尺寸计算	6	4.7 拉深模典型结构	26
2.3.1 间隙方向确定	6	第5章 成形工艺及模具设计	28
2.3.2 凸、凹模刃口尺寸计算	6	5.1 胀形	28
2.4 排样设计	8	5.1.1 胀形方法	28
2.5 冲裁力的确定	10	5.1.2 胀形模具	29
2.6 凸、凹模的结构设计	10	5.2 翻边	30
2.6.1 凸模	10	5.2.1 圆孔翻边	30
2.6.2 凹模	11	5.2.2 外圆翻边	32
2.6.3 凸模与凹模的镶拼结构	12	5.2.3 非圆孔翻边	32
第3章 弯曲工艺及模具设计	13	5.2.4 翻孔翻边模结构	33
3.1 弯曲变形过程分析	13	5.3 缩口	33
3.2 弯曲力的计算	13	第6章 多工位精密级进模设计	35
3.3 弯曲件毛坯长度的计算	14	6.1 概述	35
3.4 弯曲件工序的安排	14	6.2 级进模的排样设计	36
3.5 弯曲模工作部分尺寸的设计	15	6.2.1 载体设计	36
3.5.1 凸、凹模间隙	15	6.2.2 搭边	37
3.5.2 凸模、凹模尺寸的确定	15	6.3 级进模零部件设计	38
3.5.3 凸模、凹模圆角半径的确定	16	6.3.1 模板组成	39
3.6 弯曲模的典型结构	17	6.3.2 凸模	39
第4章 拉深工艺及模具设计	19	6.3.3 凹模	40
4.1 拉深变形过程分析	19	6.6.4 卸料装置	42
4.2 旋转体拉深毛坯尺寸计算	20	6.6.5 定位装置	43
4.2.1 圆筒形拉深件毛坯尺寸计算	20	6.6.6 托料装置	44
4.2.2 盒形件毛坯计算	21	6.4 防止制件或废料回升装置	45

第2篇 UG 冲模设计

第7章 UG 级进模 (PDW) 设计基础	48	7.1.3 特征处理	58
7.1 项目初始化和特征预处理	48	7.2 毛坯	60
7.1.1 创建项目	48	7.2.1 新建毛坯	60
7.1.2 特征识别	50	7.2.2 毛坯创建实例	61

7.2.3 毛坯布局	64	8.2 级进模设计	131
7.2.4 毛坯布局实例 1	65	8.2.1 特征识别	131
7.2.5 毛坯布局实例 2	66	8.2.2 初始化项目和特征前处理	133
7.3 废料设计和条料排样	68	8.2.3 创建毛坯	134
7.3.1 废料设计	68	8.2.4 毛坯布局	134
7.3.2 废料创建实例	71	8.2.5 草绘废料曲线	135
7.3.3 工序排样	74	8.2.6 创建废料	136
7.3.4 条料排样实例	76	8.2.7 创建条带布局	138
7.4 冲压力计算	80	8.2.8 创建模架	142
7.5 模架创建	82	8.2.9 创建冲头	143
7.5.1 创建模架	82	8.2.10 创建螺钉	157
7.5.2 模架创建实例	83	8.2.11 创建让位槽	159
7.6 冲模设计设置	85	8.2.12 创建浮升销	162
7.7 创建冲孔特征	86	8.2.13 创建导正销	163
7.7.1 冲头组件创建	86	8.2.14 创建切减特征	165
7.7.2 冲孔组件创建实例	89	8.3 创建图纸和 BOM	166
7.7.3 创建冲头阵列	94	第 9 章 充电器外壳级进模设计实例	172
7.8 PDW 组件设计	100	9.1 零件设计	172
7.8.1 创建折弯特征	100	9.2 设计冲压模	178
7.8.2 导正销创建	104	9.2.1 项目初始化	178
7.8.3 创建浮升销	105	9.2.2 特征前处理和创建毛坯	179
7.8.4 创建成形冲头	110	9.2.3 废料设计	180
7.9 让位槽设计	113	9.2.4 创建模架	185
7.10 标准件	116	9.2.5 创建冲头	186
7.10.1 标准件概述	116	9.2.6 创建导柱销和浮升销	193
7.10.2 添加螺钉	117	9.2.7 创建螺钉	196
7.11 型腔设计	120	9.2.8 创建让位槽	198
第 8 章 打印机零件级进模设计实例	122	9.2.9 设计型腔	200
8.1 钣金件设计	122	9.2.10 创建 BOM	200

第 3 篇 UG 冲模数控加工

第 10 章 UG 数控编程基础知识	202	10.4.3 机床控制	220
10.1 CAM 数控加工工艺	202	10.4.4 刀具路径	222
10.1.1 基准选择	202	10.4.5 确认刀具路径	223
10.1.2 工序安排	203	10.5 铣削操作公共选项	223
10.2 刀具创建	203	10.5.1 切削模式	223
10.2.1 数控车床刀具	204	10.5.2 步进	225
10.2.2 数控铣刀	207	10.5.3 进给量	227
10.3 创建几何体	207	10.5.4 切削参数	227
10.3.1 边界介绍	207	10.5.5 非切削运动	230
10.3.2 创建永久边界	213	第 11 章 平面铣	233
10.3.3 创建临时边界	215	11.1 平面铣介绍	233
10.4 公有操作选项	218	11.2 创建平面铣操作的步骤	234
10.4.1 避让几何体	218	11.3 创建平面铣操作的几何体	240
10.4.2 角控制	219	11.4 平面铣操作的参数设置	241

11.5 拉深模凹模加工实例·····	243	14.6.1 创建加工几何体·····	298
第 12 章 型腔铣 ·····	254	14.6.2 加工半径为 27.5 的孔·····	300
12.1 创建型腔铣操作的步骤·····	254	14.6.3 加工沉孔·····	303
12.2 型腔铣操作的一些基本概念·····	256	第 15 章 线切割加工 ·····	309
12.3 型腔铣选项·····	257	15.1 设置线切割几何体·····	309
12.4 定模板型腔加工实例·····	259	15.2 创建操作·····	311
12.4.1 铣削平面·····	259	15.3 异形垫圈凹模加工实例·····	321
12.4.2 铣凹槽·····	263	第 16 章 车削加工 ·····	329
12.4.3 创建钻孔操作·····	269	16.1 创建车削几何·····	329
第 13 章 固定轴曲面轮廓铣 ·····	273	16.1.1 几何概述·····	329
13.1 创建固定轴曲面轮廓铣操作·····	273	16.1.2 创建部件边界·····	329
13.2 固定轴曲面轮廓铣的共同选项·····	274	16.1.3 选择和编辑毛坯·····	331
13.2.1 加工几何·····	274	16.2 轴加工实例·····	332
13.2.2 投射矢量·····	275	16.2.1 车端面·····	332
13.2.3 刀轴·····	276	16.2.2 粗车外圆·····	339
13.3 固定轴曲面轮廓铣常用的驱动方式·····	276	16.2.3 创建精车操作·····	344
13.3.1 各种驱动方式·····	276	16.2.4 车槽·····	351
13.3.2 固定轴铣削驱动方式参数设置·····	279	第 17 章 UG 冲压模数控加工综合实例 ·····	359
13.4 支架凸模曲面轮廓铣操作实例·····	282	17.1 工艺分析·····	359
13.4.1 零件粗加工·····	282	17.2 精铣定位面·····	359
13.4.2 使用固定轴轮廓铣精加工零件·····	286	17.3 精铣顶面·····	366
第 14 章 点位加工 ·····	290	17.4 钻 $f18$ 孔·····	371
14.1 孔加工固定循环基本概念·····	290	17.4.1 钻导向孔·····	372
14.2 创建点位加工操作·····	291	17.4.2 钻孔·····	375
14.3 设置点位加工几何·····	292	17.4.3 铰孔·····	379
14.4 循环控制·····	297	17.5 线切割异形孔·····	382
14.5 钻孔参数设置·····	298	17.6 精铣异形孔侧壁·····	386
14.6 冲压模模板孔加工实例·····	298	17.7 加工凹槽·····	389
参考文献 ·····	392		

第 1 篇 冲模设计基础

第 1 章 绪 论

冲压是利用冲模在压力机上对板料施加压力使其变形或分离，从而获得具有一定形状和尺寸的零件的一种压力加工方法。

冲压主要用于加工板料制件，所以有时也叫板料冲压。常温下进行的板料冲压叫冷冲压。在汽车、拖拉机、电机、电器和仪表等行业中，大多数为冷冲压，因此本书讲述的内容，仅限于冷冲压。

由于冲压加工制件的形状、尺寸和精度要求不同，各行各业的生产规模和生产条件各异，因此，冲压的方法是多种多样的。根据材料的变形特点及工厂现行的习惯，冲压的基本工序可分为分离与塑性变形两类。

分离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。塑性变形工序是使冲压毛坯在不破坏的条件下发生塑性变形（通常又分为弯曲、拉深、成形三类），以获得要求的制件形状和尺寸精度的冲压加工方法。

1.1 分离工序

(1) 切断 用冲模切断板料，切断线不封闭，如图 1-1 所示。

(2) 落料 用冲模沿封闭线冲切板料，冲下来的部分为制件，如图 1-2 所示。

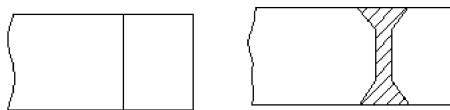


图 1-1 切断

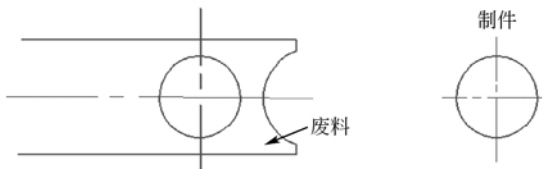


图 1-2 落料

(3) 冲孔 用冲模沿封闭线冲切板料，冲下来的部分为废料，如图 1-3 所示。

(4) 切口 在毛坯或半成品上，沿不封闭线冲出缺口，切口部分发生弯曲，如通风板，如图 1-4 所示。

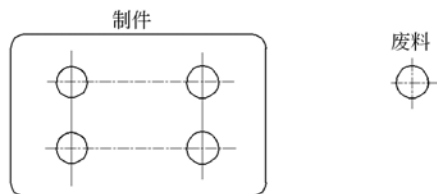


图 1-3 冲孔

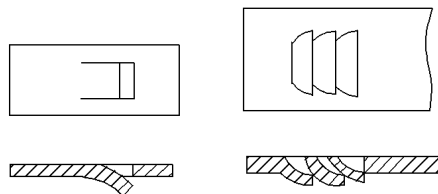


图 1-4 切口

(5) 修边 将制件边缘部分切掉,如图 1-5 所示。

(6) 剖切 把半成品切成两个或几个制件。常用于成双冲压,如图 1-6 所示。

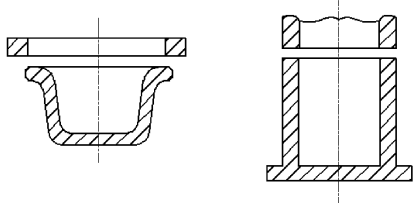


图 1-5 修边

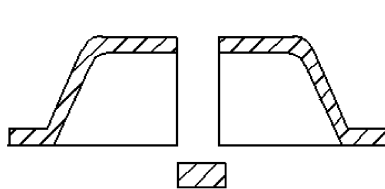


图 1-6 剖切

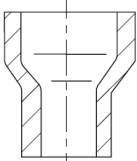
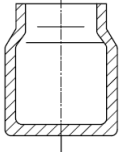
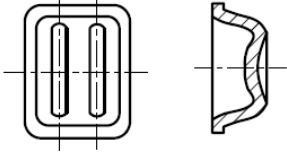
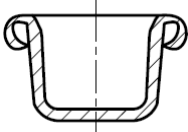
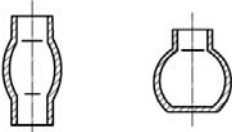
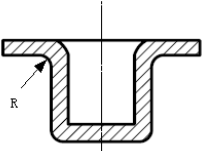
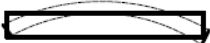
1.2 塑性变形工序

塑性变形工序如表 1-1 所示。

表 1-1 塑性变形工序

工 序 名 称	简 图	特 点
压弯		把板料弯成一定角度和形状
弯卷		把板料端部卷圆,如合页
扭曲		把制件扭转成一定角度
拉深		拉深是把平板形毛坯或半成品件制成空心制件,壁部厚度基本不变
变薄拉深		变薄拉深是把空心制件拉深成侧壁比底部薄的制件
翻孔		把制件上孔的边缘翻出竖立的边缘
翻边		把已成形的制件外缘,翻出圆弧或曲线状的竖立边缘

续表

工 序 名 称	简 图	特 点
扩口		把空心制件的口部扩大。常用于管件
缩口		把空心制件的口部缩小
成形		毛坯或制件局部产生拉伸或压缩变形, 形成凸出或凹入的形状
卷边		把空心件的边缘卷成一定形状
胀形		把制件的中部胀起, 呈凸肚形
整形		把形状不大准确的制件校正成形, 如获得小的圆角半径等
校平		校正制件的平面度

第 2 章 冲裁工艺及模具设计

冲裁是利用冲模使材料分离的一种冲压工艺方法，它是切断、落料、冲孔、修边、剖切、切口等工序的总称。根据材料分离形式的不同，冲裁工序可分为两大类：以破坏形式实现分离的一般冲裁，简称冲裁，以变形形式实现分离的称精密冲裁。汽车、农业机械上的冲压件多属一般冲裁。

通过本章的学习，读者将学习到以下内容：

- 冲裁过程分析
- 冲压模设计相关知识，包括冲裁间隙、排样和模具结构等
- 凸、凹模设计

2.1 冲裁变形过程分析

冲裁时，板料的分离过程如图 2-1 所示，按其变形的特点，可分为三个阶段。

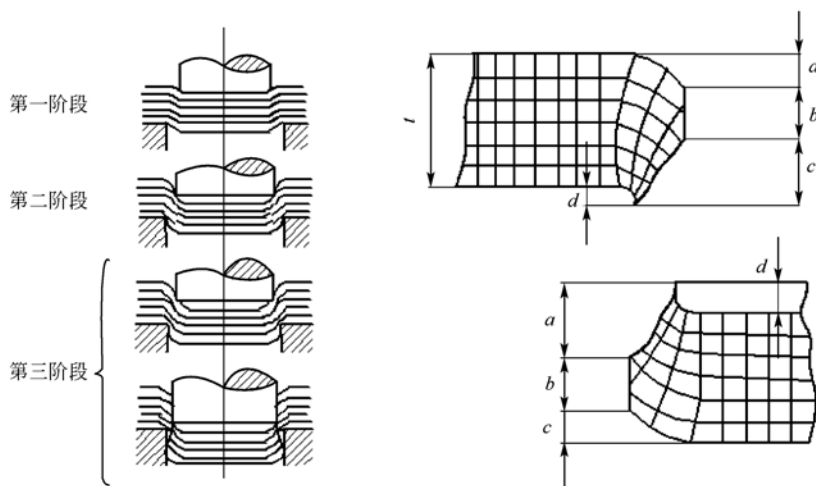


图 2-1 冲裁过程及断面分析

第一阶段：毛坯在凸模作用下，表面承受弹性压缩和弯曲；并略有挤入凹模洞口的情况。板料与凸模、凹模接触处形成很小的圆角，见图 2-1 中的 a 部分，此时材料内应力没有超过材料的屈服极限，所以这一阶段叫弹性变形阶段。

第二阶段：凸模继续下降，材料内应力达到屈服极限；部分金属被挤入凹模洞口，产生塑性变形，形成光亮带（图 2-1 中 b 部分）。由于凸模与凹模之间存在着间隙，毛坯发生弯曲和轻微拉伸，材料在凸模和凹模刃口部分产生应力集中，一直到开始出现细微裂纹。这一阶段叫塑性变形阶段。

第三阶段：随着凸模继续下行，已形成的上、下两面微裂纹将扩大，并向材料内部延伸。

当上下两条裂纹相遇重合,材料便剪断分离,形成粗糙的断裂带(图2-1中的 c 部分),留在冲裁制件上,以后再向下行,可使已经开始形成的毛刺做不同程度的拉长(图2-1中 d 部分),最后也留在冲裁件上。这一阶段叫剪断阶段。

2.2 冲裁间隙的选择

凸、凹模之间的间隙值对冲裁件质量、冲裁力和模具寿命均有很大的影响,是冲裁工艺与模具设计中的一个极其重要的工艺参数。冲裁间隙用符号 c 表示,如图2-2所示。

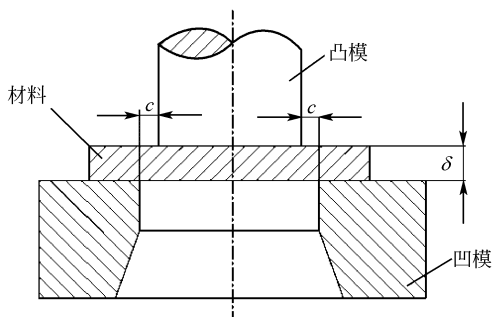


图 2-2 冲裁间隙示意图

在设计模具时,一定要选择一个合理的间隙。但是分别以断面质量、尺寸精度、冲裁力等方面的要求自确定的合理间隙并不是同一数值。同时,要考虑模具的制造偏差及磨损。所以设计制造时通常是选择一个适当的范围作为合理间隙,只要间隙在这个范围内就可冲出良好的制件。这个范围的最小值称最小的合理间隙 $Z_{\min}$,最大值称最大合理间隙 $Z_{\max}$,考虑到模具在使用过程中的磨损,制造模具时,主要采用最小合理间隙值 $Z_{\min}$ 。确定合理间隙的方法有理论法、经验确定法。也可以直接查表来确定间隙。现仅介绍经验确定法和查表法。

(1) 经验确定法 经验确定法是根据材料性质和厚度,按下式确定凸、凹模的最小(双向)间隙值。

$$Z_{\min} = Kt$$

式中 K ——与材料性质有关的系数;

t ——材料厚度。

软材料:如 08、10、黄铜、紫铜等, $K=0.08\sim 0.14$ 。

中硬材料:如 Q235、Q255、20、25 钢等 $K=0.1\sim 0.16$ 。

硬材料:如 50 钢等, $K=0.12\sim 0.18$ 。

其中薄料取下限。

(2) 查表法 表 2-1 所列的冲裁间隙,适用于汽车、农业机械上尺寸公差范围较大的零件。

表 2-1 冲裁间隙 (双面)

mm

材料厚度	材 料 牌 号					
	08, 10, 35, 09Mn, Q235, B3		16M		40, 50	
	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大
小于 0.5	无间隙	无间隙	无间隙	无间隙	无间隙	无间隙
0.5	0.04	0.06	0.04	0.06	0.04	0.06
0.6	0.048	0.072	0.048	0.072	0.048	0.072
0.7	0.063	0.091	0.063	0.091	0.068	0.091
0.8	0.072	0.104	0.072	0.104	0.072	0.104
0.9	0.90	0.126	0.090	0.126	0.090	0.126
1.0	0.10	0.14	0.10	0.14	0.10	0.14
1.2	0.13	0.18	0.13	0.18	0.13	0.18
1.5	0.18	0.24	0.18	0.24	0.18	0.24
1.75	0.21	0.30	0.21	0.30	0.21	0.30
2.0	0.24	0.36	0.26	0.38	0.26	0.38
2.1	0.27	0.40	0.29	0.42	0.29	0.42
2.5	0.35	0.50	0.38	0.53	0.38	0.53
2.75	0.41	0.58	0.44	0.61	0.44	0.61
3.0	0.48	0.66	0.48	0.69	0.48	0.69
3.5	0.56	0.77	0.60	0.80	0.60	0.80
4.0	0.64	0.88	0.68	0.92	0.68	0.92
4.5	0.72	0.99	0.68	0.94	0.77	1.04
5	0.85	1.15	0.75	1.05	0.90	1.20
5.5	0.94	1.27	0.77	1.10	0.99	1.32
6	1.08	1.44	0.84	1.20	1.14	1.50
6.5			0.91	1.30		
8			1.20	1.68		

2.3 凸、凹模刃口尺寸计算

2.3.1 间隙方向确定

间隙的方向是根据制件的要求和工序的性质来决定的。落料时, 制件尺寸决定于凹模尺寸, 故应以凹模为基准, 间隙取在凸模上, 如图 2-3 (b) 所示, 由于凹模在使用过程中会磨损, 使落料尺寸增大, 因此凹模公称尺寸应取制件尺寸公差范围内的较小尺寸, 即取接近下偏差尺寸。

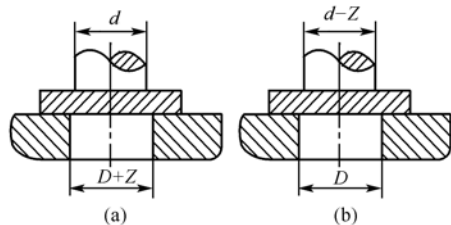


图 2-3 冲孔和落料

冲孔时, 制件孔的尺寸决定于凸模尺寸, 间隙取在凹模上, 见图 2-3 (a)。考虑使用过程中的磨损, 凸模公称尺寸应取制件孔的尺寸公差范围内较大尺寸, 即取接近上偏差尺寸。

2.3.2 凸、凹模刃口尺寸计算

冲孔和落料的计算公式如下。

冲孔:

$$D_{\text{凸}} = [D + (0.4 \sim 0.8)\Delta]^{+\delta_{\text{凸}}}$$

$$D_{\text{凹}} = (D_{\text{凸}} + Z_{\text{min}})^{+\delta_{\text{凹}}}$$

落料:

$$D_{\text{凹}} = [D - (0.4 \sim 0.8)\Delta]^{+\delta_{\text{凹}}}$$

$$D_{\text{凸}} = (D_{\text{凹}} - Z_{\min})^{-\delta_{\text{凸}}}$$

式中, D 为制件公称尺寸; $D_{\text{凸}}$ 为凸模公称尺寸; $D_{\text{凹}}$ 为凹模公称尺寸; Δ 为制件公差; $\delta_{\text{凸}}$ 为凸模制造公差; $\delta_{\text{凹}}$ 为凹模制造公差; $Z_{\min}$ 为最小合理间隙。

凸、凹模刃口部分尺寸按加工方法的不同, 通常有两种标注方法。

(1) 凸模与凹模分注尺寸法 ($\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \leq Z_{\max} - Z_{\min}$) 这种刃口简单, 可用磨床磨削, 好测量。

【例】如图 2-4 所示的零件, 材料 08; 料厚 4mm。

冲孔:

由表 2-1 和表 2-2 可以查出

$$Z_{\min} = 0.27, \quad Z_{\max} = 0.4, \quad \delta_{\text{凸}} = 0.02, \quad \delta_{\text{凹}} = 0.02$$

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 0.4 - 0.27 = 0.13$$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} = 0.04$$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \leq Z_{\max} - Z_{\min}$$

$$D_{\text{凸}} = (2.07 + 0.5 \times 0.43)^{-0.02} = 2.285^{-0.02}$$

$$D_{\text{凹}} = (2.285 + 0.27)^{+0.02} = 2.555^{+0.02}$$

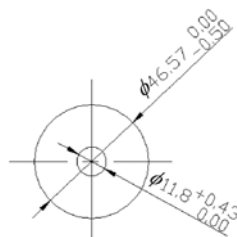


图 2-4 零件

表 2-2 规则形状 (圆形、方形) 凸模和凹模的制造公差

mm

公称尺寸	凸模偏差 $\delta_{\text{凸}}$	凹模偏差 $\delta_{\text{凹}}$
≤ 18	-0.02	+0.02
>18~30		+0.025
>30~80		+0.03
>80~120	-0.025	+0.035
>120~180	-0.03	+0.040
>180~260		+0.045
>260~360	-0.035	+0.05
>360~500	-0.04	+0.06
>500	-0.05	+0.07

落料:

查表 2-2 得:

$$\delta_{\text{凸}} = 0.02, \quad \delta_{\text{凹}} = 0.03$$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} = 0.05$$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \leq Z_{\max} - Z_{\min}$$

$$D_{\text{凹}} = (46.57 - 0.7 \times 0.5)^{+0.03} = 46.22^{+0.03}$$

$$D_{\text{凸}} = (46.22 - 0.27)^{-0.02} = 45.95^{-0.02}$$

(2) 凸模与凹模配注尺寸法 ($\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \geq Z_{\max} - Z_{\min}$) 刃口形状简单, 好测量, 可用磨

床磨削, 冲孔凸模和落料凹模标注刃口尺寸和制造公差, 而冲孔凹模和落料凸模配作无间隙或留间隙。

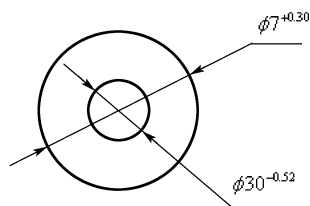


图 2-5 零件图

故配注刃口尺寸:

$$D_{\text{凸}} = (7 + 0.5 \times 0.36)^{-0.02} = 7.18^{-0.02}$$

$D_{\text{凹}}$ 按凸模配作, 留直径间隙 0.1mm。

落料:

查表 2-2 得

$$\delta_{\text{凸}} = 0.02, \quad \delta_{\text{凹}} = 0.025$$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} = 0.02 + 0.025 = 0.045$$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \geq Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}$$

故配注刃口尺寸:

$$D_{\text{凹}} = (30 - 0.6 \times 0.52)^{+0.025} = 29.69^{+0.025}$$

$D_{\text{凸}}$ 按凹模配作, 留直径间隙 0.1mm。

【例】如图 2-5 所示, 材料 Q235, 料厚 1mm。

冲孔:

由表 2-1 和表 2-2 可以查出

$$Z_{\text{max}} = 0.14, \quad Z_{\text{min}} = 0.1, \quad \delta_{\text{凸}} = 0.02, \quad \delta_{\text{凹}} = 0.02$$

$$Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}} = 0.14 - 0.1 = 0.04$$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} = 0.02 + 0.02 = 0.04$$

$$\delta_{\text{凸}} + \delta_{\text{凹}} \geq Z_{\text{max}} - Z_{\text{min}}$$

2.4 排样设计

在条料上排样时会产生结构废料和工艺废料两种, 如图 2-6 所示。

① 结构废料是由制件结构形状的特点所引起的废料, 如冲孔形成的废料属于结构废料。

② 工艺废料是有搭边, 使用条料或带料冲裁时出现的料头、料尾和剪裁时剩下的余料, 以及为拉深或成形形状复杂的制件而增加的工艺补充部分等。

排样时, 应设法降低工艺废料, 应尽量采用少废料或无废料的排样以提高材料利用率。

如图 2-7 (a) 所示的排样方式, 材料利用率只有 53%; 若采用图 2-7 (b) 的排样方式, 材料利用率可提高到 68.5%。材料利用率与排样方式有着直接的关系。

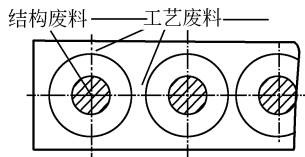
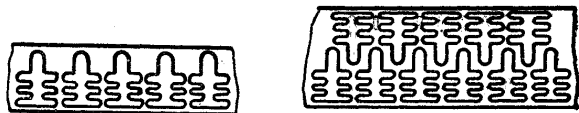


图 2-6 条料上的排样时产生的废料



(a) 单排直排法材料利用率 53% (b) 直对排排样法材料利用率 68.5%

图 2-7 排样方式比较

根据排样形成搭边的多少, 生产中采用在条料上排样的方法分有工艺废料排样和无废料排样。有工艺废料的排样见表 2-3; 少或无工艺废料的排样见表 2-4。

表 2-3 有工艺废料的排样形式

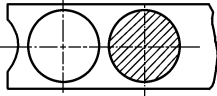
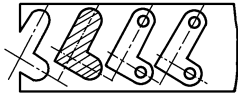
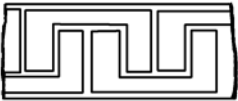
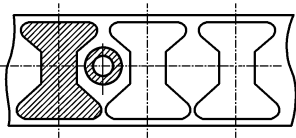
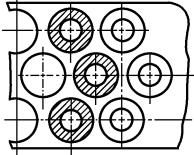
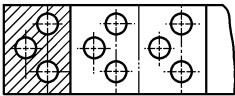
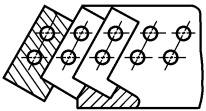
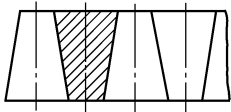
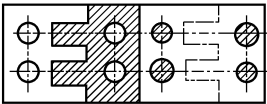
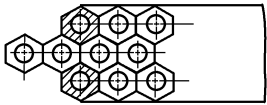
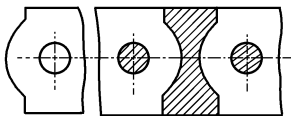
形 式	简 图	用 途
直排		用于几何形状简单的制件
斜排		用于 T 形或其他复杂外形制件, 这些制件在直排时有较多废料
对排		用于 T、II、III形制件, 这些制件在直排或斜排中有较多废料
混合排		用于两个材料及厚度相同的不同制件, 适于大批生产
多排		在大批生产中用于尺寸较小的制件

表 2-4 少或无工艺废料排样形式

形 式	简 图	用 途
直排		用于短形制件
斜排		用于 L 形或其他形状制件, 在外形上允许有不大的缺陷
对排		用于梯形制件
混合排		用于两外形互相嵌入的不同制件
多排		大批量生产中用于尺寸较小的矩形、方形及六角形制件
冲裁搭边		适于用宽度均匀的条料或卷料制造的长形件

2.5 冲裁力的确定

计算冲裁力的目的是为了合理地选用压机和设计模具。压机的公称压力必须大于所计算的冲裁力，以适应冲裁的要求。

影响冲裁力的因素很多，主要有材料力学性能与厚度，冲裁件周边长度，模具间隙大小及刃口锋利程度等。

一般平刃口模具冲裁时，其冲裁力 P_0 可按下式计算：

$$P_0 = F\tau = Lt\tau$$

式中 F ——剪切端面面积；

t ——材料厚度；

L ——冲裁周长；

τ ——材料抗剪强度。

考虑到模具刃口的磨损，凸、凹模间隙的波动，材料力学性能的变化，材料厚度偏差等因素，实际所需冲裁力还需增加 30%。

2.6 凸、凹模的结构设计

2.6.1 凸模

国家标准有三种圆形标准凸模，如图 2-8 所示。选用时由工作部分的尺寸 d 决定。A 型圆凸模用于 $d=1.1\sim 30.2\text{mm}$ ，B 型圆凸模用于 $d=3.0\sim 30.2\text{mm}$ ，快换圆凸模用于 $d=5\sim 29\text{mm}$ 。在凸模固定板中，A、B 型圆凸模采用基孔制过渡配合 m6，快换圆凸模采用基孔间隙配合 h6 固定。

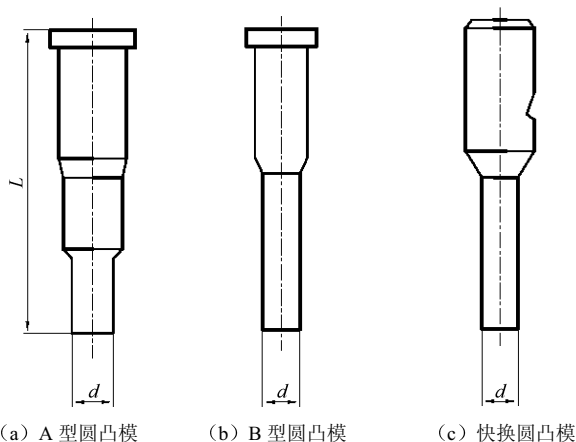


图 2-8 标准凸模

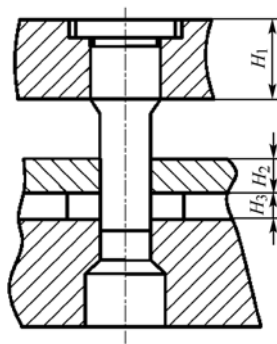


图 2-9 凸模长度的决定

凸模长度 L 应根据模具的结构确定，采用固定卸料板和导料板时，如图 2-9 所示，凸模长度应该为：

$$L = H_1 + H_2 + H_3 + H$$

式中 H_1 ——固定板厚度;

H_1 ——卸料板厚度;

H_3 ——导料板厚度;

H ——附加长度, 主要考虑凸模进入凹模的深度(0.5~1mm), 总修磨量(10~15mm)及模具闭合状态下卸料板到凸模固定板间的安全距离(15~20mm)等因素确定。

非标准凸模及其固定形式见图 2-10。当凸模之间相距很近时, 圆形凸模可采用铆接结构[图 2-10 (a)]。冲孔的凸模, 常用带护套的结构形式[图 2-10 (b)]。易损坏的小凸模, 可做成快换形式[图 2-10 (c)]。非圆形凸模, 在尺寸较大时可用螺钉、销钉或螺钉与定位槽直接固定到模座上, 而不用固定板[图 2-10 (d)]。如果凸模工作部分为非圆形, 固定部分采用圆形的台肩结构, 必须加止动装置[图 2-10 (e)]。

小凸模的固定方法, 还可用低熔点合金、无机胶黏剂及环氧树脂等粘接在固定板上。

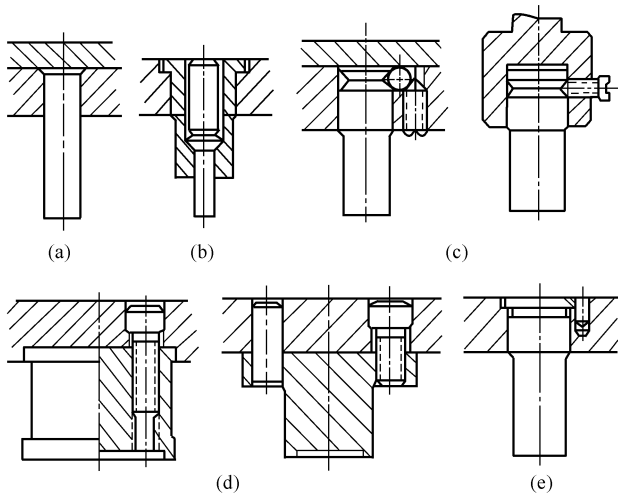


图 2-10 非标准凸模及其固定形式

2.6.2 凹模

凹模刃口孔型如图 2-11 所示。图 (a)、(b) 为直壁刃口凹模, 刃口强度较高, 刃口修磨后工作部分尺寸不变, 制造方便, 适用于冲裁形状复杂或公差等级要求较高的工件。但是在刃口孔内易于聚集废料或工件, 增大了凹模的胀裂力、推件力和孔壁的磨损。磨损后刃口形成倒锥形状, 可能使冲成的工件从孔口反跳到凹模表面上造成操作困难。图 (a) 所示一般适用于非圆形工件。图 (b) 所示适用于圆形工件, 需将工件或废料顶出的模具或复合冲裁模。

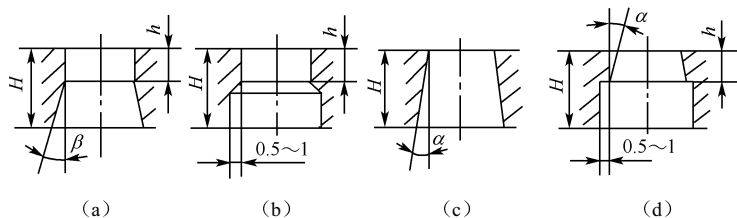


图 2-11 凹模刃口形状