



冷 压 冲 模 设 计

第四机械工业部标准化研究所

冷压冲模设计

第四机械工业部标准化研究所

冷 压 冲 模 设 计

出版发行：第四机械工业部标准化研究所

印 刷：二 二 〇 七 工 厂

1981年3月第五版 1981年3月第1次印刷

开本 787×1092 1/16 印张：41 字数：1026 千字

印数：70000 册 定价：4.60元

前 言

本书自一九六五年发行以来，先后以第四机械工业部第四研究所、京字一八四部队、一九〇四所印刷了四次，总计几万余册。深受广大工装设计与工艺人员的欢迎。在实际工作中起到了一定的指导作用。同时也为大、专院校有关专业提供了教学参考资料。

为了适应工装设计、制造跟上新形势的需要，以加速我国四个现代化的步伐，我所于一九七七年十二月开始组织进行修编。通过广泛地调查研究、搜集资料，总结和学习我部有关厂、所在冷冲模设计、制造和技术革新中的先进经验，参照、对比国外的有关书籍、资料，对此书进行了全面修编和补充。特别是对公式、表格逐个进行了验算、校核，消除了原书中的错误。

本书共分十章，即冲裁、弯曲、引伸、冷挤、成形、导向装置、自动送料、工艺、机床及附录。与原书比较充实了不少新内容，篇幅也有较大的增加。此书在文字上力求简明扼要、通俗易懂。对计算公式、图表数据力求准确可靠。

参加本书修编工作的有：南京无线电厂、建平工具厂、建阳工具厂、北京有线电厂、北京电子管厂、宏明无线电器材厂、一〇一四所、天津实验工厂、江西有线电厂、大众机械厂、红声器材厂、长江有线电厂、中原机械厂、天津无线电厂、常州无线电厂。

参加本书审校、统编的有：华中工学院锻压教研室、无锡无线电工业学校工模具教研室、北京有线电厂、四机部标准化研究所等单位的同志。

在修编过程中，还得到许多有关单位同志们们的热情帮助，在此表示致谢。

由于我们水平有限，难免有错误及不妥之处，敬请读者批评、指正。

第四机械工业部标准化研究所
一九七九年十一月 于北京

目 录

第一章 冲 裁

第一节 冲裁工件的工艺性	1
一 冲裁工件的形状与尺寸要求	1
二 冲裁工件能达到的精度与光洁度	3
第二节 排样的选择	6
一 工件在条料上的排样	6
二 搭边与侧搭边的数值	9
第三节 冲裁力与压力中心	11
一 冲裁力的计算	11
二 推件力及脱件力的计算	18
三 冲裁时压力中心的确定	18
第四节 凸模和凹模的设计	21
一 凸模和凹模之间的间隙	21
二 凸模和凹模的尺寸计算	24
三 凹模的设计	29
四 凸模的设计	31
五 带斜刃的凸模和凹模	35
六 镶拼式凸模和凹模的设计	36
第五节 主要零件的设计	38
一 卸料与压料装置的设计	38
二 定位装置的设计	42
三 底座的设计	47
第六节 一般冲裁模结构设计	50
一 复合模	50
二 跳步模	54
三 导板模	57
第七节 无废料或少废料的冲裁	61
一 工件所能达到的精度	61
二 无废料或少废料冲模的设计要点	64
三 无废料或少废料冲裁的排样示例	66
第八节 非金属材料冲裁模的设计	66
一 云母片复合模	66
二 纸(布)胶板工件的冲裁	71
三 其它非金属材料冲裁模的设计	73
第九节 光洁冲裁与整修模的设计	74

一 常用的光洁冲裁·····	74
二 整修模的设计·····	76
第十节 精冲模具的设计·····	80
一 精冲·····	80
二 精冲件的工艺性·····	84
三 精冲模具设计参数的确定·····	89
四 精冲模具结构·····	95
第十一节 硬质合金模具·····	101
一 对模具结构的要求·····	101
二 硬质合金模具的工作部分固定方法·····	101
三 硬质合金凹模的形式·····	103
四 硬质合金模具对排样的要求·····	103
第十二节 聚氨脂橡胶模具的设计·····	104
一 冲裁原理·····	104
二 冲裁的工艺性·····	104
三 常用模具结构·····	105
四 主要零件的设计·····	105
五 冲裁力的计算·····	108
六 聚氨脂橡胶冲裁模优缺点·····	109
第十三节 其它模具结构设计·····	109
一 厚料冲小孔模具设计·····	109
二 小孔冲裁模·····	112
三 管子端口及型材冲模的设计·····	115
四 矩形引伸件切边模的设计·····	117
五 薄材料冲模的设计·····	125
六 薄板冲模的设计·····	126
七 板模的设计·····	128
八 分解式冲模·····	129
九 组合冲模·····	130
十 镁、钛合金及不锈钢的冲裁·····	133
第十四节 冲裁件质量分析和防止措施·····	139

第二章 弯 曲

第一节 弯曲件的工艺性·····	140
一 弯曲圆角半径·····	140
二 弯曲件孔边距离·····	141
三 弯曲件的直边高度·····	142
四 预冲工艺孔、槽或缺口·····	143
五 弯曲方向·····	144
六 切口弯曲件的形状·····	144

七 板料的纤维方向与弯曲线夹角	144
八 弯曲件的尺寸公差	146
第二节 弯曲件展开尺寸的计算	146
一 中性层的位置	146
二 各种弯曲角度展开长度计算	147
三 铰链展开长度的计算	148
四 杆件(线材)弯曲的中性层系数	149
五 弯曲 90° 角的简化计算方法	152
六 各种弯曲形状展开尺寸的计算公式	153
第三节 回跳角度	159
一 回跳角度	159
二 回跳角度的确定	159
三 减少回跳的措施	165
第四节 弯曲力的计算	168
一 对一般形状的弯曲件进行大略计算	168
二 弯曲力快速图测法	171
三 弯曲力及校正力的计算公式	172
第五节 弯曲模工作部分尺寸的计算	173
一 凸模圆角半径的确定	173
二 凹模工作部分的几何尺寸	173
三 弯曲或成形时凸模与凹模的尺寸差	173
四 弯曲时凸模与凹模间的间隙	175
五 凸模与凹模工作部分尺寸计算	176
六 斜楔计算	177
第六节 弯曲件的工序安排及典型工件弯曲模结构设计	180
一 弯曲件工序安排和模具结构设计应遵循的原则	180
二 各种弯曲件工序安排示例	180
三 典型工件弯曲模结构设计	182
第七节 管子弯曲	194
一 管子弯曲变形过程	194
二 管子最小弯曲圆角半径	195
三 带填料和衬芯的管子弯曲	196
四 无芯的管子弯曲	197
五 管子弯曲形式	198
六 矩形截面管件的弯曲	199
第八节 杆形件的螺旋弯曲	201
一 旋弯工作原理	201
二 凹模与凸模工作部分的尺寸	202
三 凹模螺旋面的加工	203
四 凹模加工精度及材料选用	204

五 螺旋弯曲模的典型结构·····	205
第九节 聚氨酯橡胶弯曲模设计·····	207
一 橡胶垫的设计·····	207
二 回跳角及减少回跳的方法·····	211
三 弯曲模结构·····	212
第十节 板料折弯·····	218
一 板料折弯压力机典型弯曲示例·····	219
二 折板弯曲模·····	221
三 定位装置·····	221
第十一节 弯曲机弯曲·····	221
一 弯曲机的工作范围·····	221
二 弯曲机的构造特点和技术规范·····	225
三 弯曲机上的工具设计·····	227
四 关于凸轮设计·····	237
第十二节 弯曲件质量分析和防止措施·····	242

第三章 引 伸

第一节 一般引伸件的工艺性·····	245
第二节 筒形件毛坯直径的计算·····	247
一 修边余量的确定·····	247
二 毛坯直径的计算·····	247
第三节 筒形件的工艺计算·····	267
一 无凸缘筒形件的工艺计算·····	267
二 带凸缘筒形件的工艺计算·····	271
第四节 矩形(或正方形)件毛坯尺寸的确定·····	279
一 一次引伸的正方形和矩形件的毛坯尺寸的确定·····	280
二 多次引伸的矩形(或正方形)件的毛坯尺寸的确定·····	283
第五节 矩形(或正方形)件的工艺计算·····	285
一 低矩形(或正方形)件的工艺计算·····	285
二 高矩形(或正方形)件的工艺计算·····	286
三 简易毛坯计算与工序次数的确定·····	299
第六节 带料连续引伸·····	300
一 工艺过程的拟订·····	302
二 连续引伸模具结构设计原理·····	312
第七节 带锥形压边圈的引伸·····	318
一 带锥形压边圈的首次引伸·····	318
二 带锥形压边圈的第二次引伸·····	319
三 压锥——引伸方法·····	320
四 带锥形压边圈的引伸模的设计·····	321
第八节 变薄引伸·····	322

第九节 其它类型引伸	329
一 反向引伸.....	329
二 阶梯形件的引伸.....	330
三 锥形件的引伸.....	331
四 半球形和抛物线形工件引伸.....	337
五 三角锥形件的引伸.....	338
六 复杂形状的引伸.....	341
第十节 引伸模的凸、凹模工作部分尺寸计算	343
一 引伸模的凸模和凹模间隙的确定.....	343
二 引伸模凸模与凹模工作部分尺寸的计算.....	344
三 引伸模凸模与凹模工作部分圆角半径的确定.....	345
第十一节 引伸时的压边力与引伸力	348
一 压边圈的应用范围及其类型.....	348
二 引伸力与压边力的计算.....	350
第十二节 引伸过程中的润滑与热处理	352
一 引伸时的润滑剂.....	352
二 引伸工序间的坯件热处理.....	355
第十三节 引伸件质量分析和防止措施	357

第四章 冷挤、冷镦和温挤

第一节 冷挤压方法	359
第二节 冷挤压件的工艺性	359
一 冷挤压件的工艺要求.....	359
二 冷挤压件的尺寸和精度.....	359
三 适用于冷挤压的材料.....	363
第三节 冷挤压的毛坯制备	366
一 毛坯形状和尺寸计算.....	366
二 毛坯下料.....	367
三 毛坯预成形.....	368
四 毛坯的软化热处理.....	372
五 黑色金属冷挤压毛坯表面处理及润滑.....	372
六 有色金属毛坯表面处理及润滑.....	377
第四节 冷挤压的许用变形程度和挤压力	378
一 冷挤压的许用变形程度.....	378
二 挤压力计算.....	380
第五节 冷挤压凸模和凹模的设计	387
一 凸模和凹模.....	387
二 冷挤压凸模和凹模工作部分计算.....	391
第六节 组合凹模设计	391
一 组合凹模的应用.....	391

二 组合凹模的设计	393
三 组合凹模的压合工艺	394
四 组合凹模的应用举例	395
第七节 冷挤模具的卸件与顶件装置	396
第八节 冷挤压模具材料	396
第九节 冷挤压设备的选择	396
一 对设备的基本要求	396
二 冷挤压设备的分类、比较和选用	400
三 选用普通压力机用于冷挤压的问题	401
第十节 冷挤压工件质量分析和防止措施	401
第十一节 温热挤压	401
一 温热选择	407
二 变形力的计算	407
三 润滑剂的选择	408
四 模具结构特点	413
第十二节 冷镦压	413
一 变形程度	414
二 冷镦力的计算	416
第十三节 顶镦	418
一 顶镦头部毛坯长度的计算	419
二 顶镦次数的确定	419
三 顶镦模腔形状的确定	419
四 多次顶镦的工艺方案	421
第十四节 立体成形	423
一 毛坯尺寸的决定	423
二 立体成形的压力计算	424
三 立体成形模具	424
第十五节 金属超塑性挤压	424
一 金属超塑性加工方法	425
二 金属超塑性挤压的特点及工艺装备	427

第五章 成形与翻边

第一节 起伏成形	430
一 加强筋和凸苞的成形	430
二 百页窗工件的成形	433
三 波浪形膜片的成形	434
四 滚压成形	436
第二节 孔的翻边	437
一 圆孔翻边的工艺性	437
二 底孔尺寸的确定	438

三 翻边系数·····	439
四 翻边凸模和凹模之间的间隙·····	440
五 翻边力的计算·····	441
六 非圆孔的翻边·····	441
七 矩形孔和方形孔带底的翻边·····	442
八 变薄翻边·····	444
九 翻边模的结构形式·····	448
第三节 外缘翻边 ·····	449
一 外缘翻边的形式·····	449
二 外缘翻边的极限变形程度·····	440
三 毛料形状的确定和翻边系数·····	451
第四节 胀形 ·····	453
一 胀形变形程度的计算·····	453
二 胀形工件的毛坯计算·····	454
三 胀形模的结构形式·····	454
第五节 缩口 ·····	456
一 缩口变形程度的计算·····	457
二 缩口毛坯高度的计算·····	458
三 缩口压力的计算·····	458
四 缩口模·····	459
五 工频加热缩口·····	460
六 管子缩口与扩口的复合工序·····	461
第六节 校平(整形) ·····	462
第七节 压印与压花 ·····	464
一 压印·····	464
二 压花·····	464
第八节 液压成形 ·····	465
一 液压成形的的基本方法·····	465
二 液压胀形模·····	465
三 对向液压引伸模·····	466
四 波纹管液压成形·····	466
五 方形或矩形管的液压成形·····	467
六 液压或气压成形·····	468
第九节 爆炸成形 ·····	468
一 爆炸成形的特点·····	468
二 爆炸成形所用的炸药·····	469
三 冲击波峰压力、冲量和能量的计算·····	470
四 爆炸成形的若干工艺问题·····	470
五 爆炸成形的模具结构·····	472
第十节 旋压成形 ·····	473

一 旋压·····	473
二 强力旋压·····	476

第六章 导向、弹顶装置

第一节 导向装置的选用·····	484
一 光滑圆柱导向装置·····	484
二 滚珠导向装置·····	484
第二节 导柱导套的装配方式·····	485
第三节 弹顶器·····	485
一 弹顶器的作用·····	486
二 弹顶器的压力特性及其结构·····	487
第四节 弹簧和橡皮的设计·····	490
一 圆筒形压缩弹簧的计算·····	490
二 圆筒形弹簧计算示例·····	492
三 蝶形弹簧的设计与选用·····	494
四 环形弹簧的设计·····	495

第七章 冷冲压自动送料装置

第一节 概述·····	499
第二节 滚轴式自动送料装置·····	499
第三节 夹持式自动送料装置·····	506
第四节 钩式自动送料装置·····	516
第五节 半自动送料装置·····	517
第六节 多工位自动送料机构·····	522

第八章 常用的模具制造工艺简介

第一节 电火花加工在模具制造上的应用·····	527
一 概述·····	527
二 电火花加工机床·····	527
三 电极的设计与制造·····	528
第二节 数控线切割的应用·····	533
一 概述·····	533
二 数控线切割机的组成·····	533
三 数控线切割机的控制原理·····	533
四 数控线切割的程序编制·····	538
五 采用线切割工艺时应注意的问题·····	544
第三节 成型磨削工艺的应用·····	545
一 成型磨削的优点·····	545
二 成型磨削对模具结构的要求·····	545
三 成型磨削工艺步骤的编制原理·····	546

四 成型磨削工艺实例	546
五 成型磨削工艺尺寸	548
第四节 低熔点合金浇注在模具上的应用	553
一 使用低熔点合金的优点	553
二 低熔点合金的配方和性能	553
三 模具浇固部分的结构形式	553
四 低熔点合金的配制方法与浇注工艺	555
第五节 环氧树脂浇注在模具上的应用	556
一 使用环氧树脂的优点	556
二 环氧树脂粘接剂的几种配方方法	556
三 环氧树脂浇固部分的结构形式	556
四 环氧树脂的配制方法与浇注工艺	558
第六节 无机粘接在冷冲模中的应用	559
一 无机粘接的特点	559
二 无机粘接剂的配方和性能	559
三 无机粘接剂的粘接工艺	560
四 进行无机粘接时应注意的问题	561
五 无机粘接的应用举例	561

第九章 冷压冲模的使用及安全措施

第一节 压力机的选用	562
一 压力机的编列、代号及意义	562
二 压力机的选用	
第二节 技术安全措施	573
一 冲压技术安全对模具结构设计的要求	573
二 手工具	575
三 压力机上冲模的安装	575
第三节 提高模具寿命的措施	577
一 模具的正确使用、保养与维护	577
二 提高模具寿命的措施	578
三 模具的概略耐用度	582

第十章 附 录

一 一般数据	584
1 常用数学公式	584
2 弦、弧长度计算表	585
3 三角函数	588
4 平方数(n^2)	594
5 平方根($\sqrt{n}$)	596
6 立方数(n^3)	600

7	直径 d 的圆周长(πd)	605
8	直径 d 的圆面积($\frac{\pi d^2}{4}$)	607
9	各种常用截面形状的面积(F)与其最小轴惯矩(J)的计算公式	610
10	各种常用截面的重心位置	611
二	常用材料规格及性能	613
1	冲压常用材料规格	613
2	黑色金属的机械性能	621
3	钢在加热状态下的抗剪强度	622
4	有色金属的机械性能	623
5	非金属材料的极限抗剪强度	625
6	凸模和凹模的材料选用	626
7	冷冲模用主要零件的材料选用	627
8	冷压冲模常用材料的最大许用应力	628
9	弹簧钢丝的许用应力	629
10	铸铁底座用弹顶器安装螺孔的承受力	629
11	螺钉的许用截荷	629
12	硬度对照表	629
13	钢的硬度值和极限抗拉强度的对照图	631
14	常用材料比重	632
三	其它	632
1	攻螺纹前底孔孔径表	632
2	连接用螺杆及其参考尺寸数值	633
3	螺钉旋进最小深度表	634
4	容纳螺钉、螺栓用的埋头孔的直径及尺寸	635
5	装配卸料螺杆用有关孔的尺寸	635
6	冷压冲模零件的加工精度	636
7	产品公差标准化建议	637

第一章 冲 裁

第一节 冲裁工件的工艺性

冲裁工件的工艺性,是指冲裁工件对冲压工艺的适应性,即冲裁件的形状结构、尺寸大小、尺寸偏差、形位公差与尺寸基准等是否符合冲裁加工的工艺要求。因此,冲裁工件的工艺性是否合理,它对冲裁工件的质量、模具寿命和生产效率影响很大。

一、冲裁工件的形状与尺寸要求

1. 冲裁工件的形状尽可能对称、简单和便于实现无废料与少废料排样,见图 1-1。

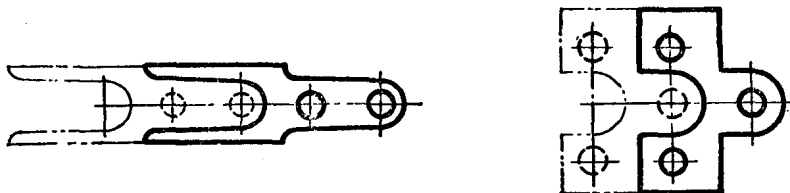


图 1-1 无废料冲裁的工作形状

2. 冲裁工件的外形,除无废料冲裁或镶拼结构外,应避免尖锐的清角,在各直线或曲线的连接处,应具有适宜的圆角相连,见图 1-2 和图 1-3。

落料时

当 $\alpha \geq 90^\circ$	$R \geq 0.25 t$	但 $R \leq 0.25$ (毫米)
当 $\alpha < 90^\circ$	$R \geq 0.5 t$	但 $R \leq 0.5$ (毫米)

冲孔时

当 $\alpha \geq 90^\circ$	$R \geq 0.3 t$	但 $R \leq 0.3$ (毫米)
当 $\alpha < 90^\circ$	$R \geq 0.6 t$	但 $R \leq 0.6$ (毫米)

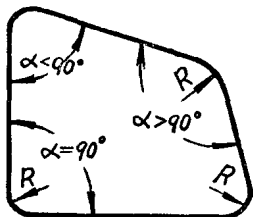


图 1-2 落料外形的要求

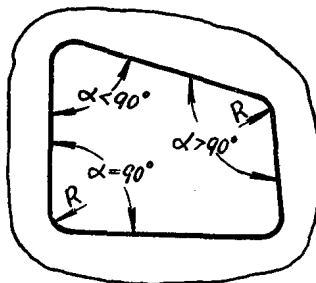


图 1-3 冲孔孔形的要求

3. 工件的凸出或凹入部份的宽度和深度,一般情况下,应不小于 $1.5 t$, 同时应避免有窄长的切口和过窄的切槽,见图 1-4。

当材料厚度小于 1 毫米时,均以 $t = 1$ 毫米计算,如果冲制高碳钢或合金钢等硬材料时,

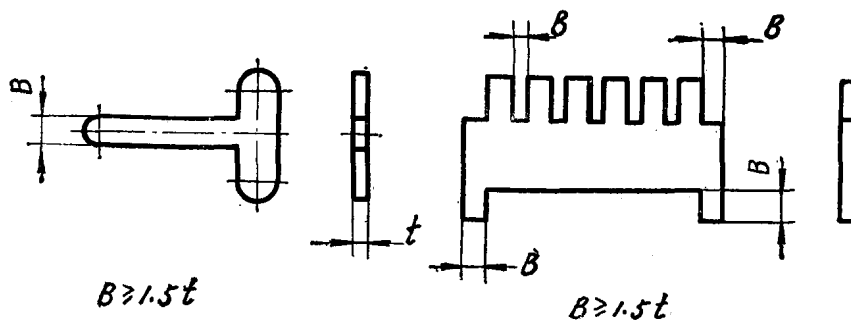


图 1-4 工件外形尺寸最小值

B 值应再乘以系数 1.3~1.5；如果冲制铜、铝等软材料时，则应乘以系数 0.75~0.8。

4. 如果用条料切裁两端带圆弧的工件时，其圆弧半径 R 应大于条料宽度的一半，否则会产生凸肩，见图 1-5。

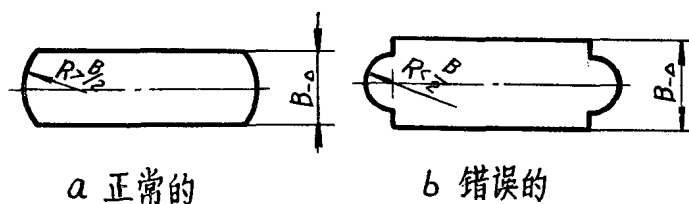
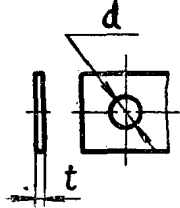
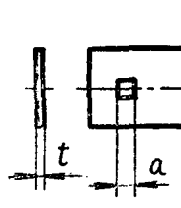
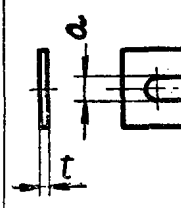
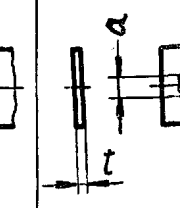


图 1-5 工件外形圆弧的要求
a——正确的；b——不正确的。

5. 冲孔时，孔的最小尺寸与孔的形状，材料的机械性能和材料的厚度有关，各种材料的最小冲孔尺寸见表 1-1。

表 1-1 用自由凸模冲孔的最小尺寸

材 料				
钢 $\sigma_b > 70$ 公斤/毫米 ²	$d \geq 1.5t$	$a \geq 1.35t$	$a \geq 1.1t$	$a \geq 1.2t$
钢 $\sigma_b > 40 \sim 70$ 公斤/毫米 ²	$d \geq 1.3t$	$a \geq 1.2t$	$a \geq 0.9t$	$a \geq 1.0t$
钢 $\sigma_b = 40$ 公斤/毫米 ²	$d \geq 1.0t$	$a \geq 0.9t$	$a \geq 0.7t$	$a \geq 0.8t$
铜、黄铜	$d \geq 0.9t$	$a \geq 0.8t$	$a \geq 0.6t$	$a \geq 0.7t$
铝、锌	$d \geq 0.8t$	$a \geq 0.7t$	$a \geq 0.5t$	$a \geq 0.6t$
纸胶板、布胶板	$d \geq 0.7t$	$a \geq 0.6t$	$a \geq 0.4t$	$a \geq 0.5t$
纸	$d \geq 0.6t$	$a \geq 0.5t$	$a \geq 0.3t$	$a \geq 0.4t$

注： d 一般不小于 0.3 毫米。

如采用凸模护套情况下进行冲孔，可达到的最小尺寸见表 1-2。

6. 尽可能避免冲裁宽度小于三倍材料厚度的窄长工件，必要时可用金属丝压扁来代替，

表 1-2 采用凸模护套冲孔的最小尺寸

材 料	圆 形 (d)	矩 形 (a)
硬钢	$0.5t$	$0.4t$
软钢、黄铜	$0.35t$	$0.3t$
铝、锌	$0.3t$	$0.28t$

注： d 一般不小于0.3毫米。

但两边允许有自然圆弧。

7. 工件的冲孔边缘离外形的最小距离，随工件与孔的形状不同有一定限制，见图 1-6。当冲孔边缘与工件外形边缘不平时时应不小于 t ；平行时应不小于 $1.5t$ 。

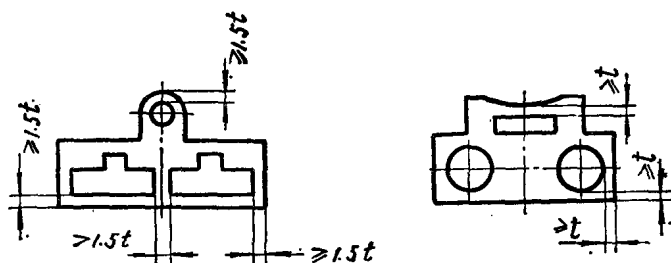


图 1-6 孔边距的最小数值

8. 在弯曲或引伸工件上冲孔时，孔的尺寸除应符合上述的原则外，其孔壁与工件直壁之间应保持一定的距离，见图 1-7，距离太小时，在冲孔时会使凸模受水平推力而折断。

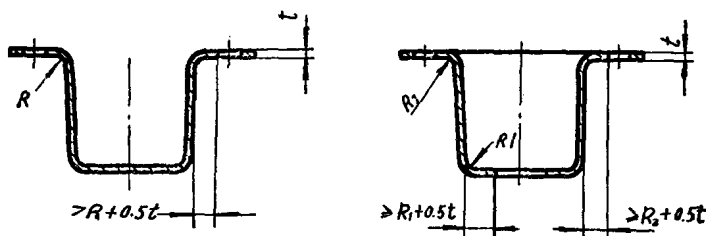


图 1-7 弯曲或引伸工件上冲孔的合适位置

引伸工件底部的孔可在引伸过程结束时冲出，也可用单独的工序冲出，但凸缘上的孔只能在引伸后的单独工序中冲出。

二、冲裁工件能达到的精度与光洁度

1. 冲裁金属工件内外形所能达到的经济精度见表 1-3。
2. 冲裁金属工件两孔中心距离允许公差见表 1-4。
3. 冲裁件的角度公差见表 1-5。
4. 冲裁非金属材料时其尺寸公差。
 - 1) 对于云母材料和金属相同。
 - 2) 对于酚醛层压纸板，酚醛层压布板、环氧酚醛层压玻璃布板、硬纸板等材料。