

# 模具设计 与制造简明手册

上海科学技术出版社

冯炳尧 韩泰荣 殷振海 蒋文森 编

# 模具设计与制造简明手册

冯炳尧 韩泰荣 殷振海 蒋文森 编

上海科学技术出版社

**(沪)新登字 108 号**

### **内 容 提 要**

本手册共四章。前三章分别叙述冲压挤压模设计、塑料模设计和金属压铸模设计,末章综述模具制造,附录中列出与模具设计制造有关的数据表。文字简明,重点在图表,阐明模具设计的一般原则及制造工艺要点。

本书可供模具专业中专学生课程设计和毕业设计查阅,亦可供从事模具设计及压力加工的技术人员参考。

### **模具设计与制造简明手册**

冯炳尧 韩泰荣 殷振海 蒋文森 编

上海科学技术出版社出版  
(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 商务印书馆上海印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 45.5 插页 4 字数 1,092,000

1985 年 6 月第 1 版 1992 年 4 月第 7 次印刷

印数: 71,701-86,700

ISBN 7-5323-2008-1/TG·70

定价: 19.60 元

## 重 印 说 明

《模具设计与制造简明手册》一书自1985年出版以来,深受模具专业学生、模具设计人员和压力加工技术人员的欢迎,已经重印了多次。现为更好地满足广大读者的需求,决定再次重印,并由平装本改为精装本。

本手册共四章,分为模具设计和模具制造两部分。即第一、二、三章分别叙述冲压与挤压模设计、塑料模设计、金属压铸模设计。第四章叙述模具制造的常用工艺和设备,包括常规的铣、镗、磨加工和特种的电火花、数控线切割等加工,还包括模具装配和模具材料热处理。在模具设计中,先阐明工件的工艺性,为设计提供依据。尔后阐述模具的总体设计和主要零部件设计及其典型组合。此外,附录中列出了与模具设计密切相关的标准和资料等。

本书第一章由冯炳尧编写,第二章由韩泰荣编写,第三章由韩泰荣和冯炳尧合编,第四章由殷振海和蒋文森合编;冯炳尧为主编人。全稿经丁战生审阅。

## 前 言

本手册系由《电子机械类专业》编审委员会工模具专业编审小组审定并推荐出版。

本手册由无锡无线电工业学校冯炳尧担任主编，无锡模具厂模具研究所丁战生担任主审。编审者均依据工模具专业编审小组审定的编写大纲进行编写和审阅的。

本手册第一、二、三章分别介绍了几类主要的冲压与挤压模具、塑料模具及金属压铸模具设计中常用的材料和设备、设计计算公式和数据、主要零部件的结构型式及典型组合。第四章对常用的模具加工方法和典型模具的装配作了扼要说明。附录中列出了模具设计部分通用资料。鉴于手册篇幅有限，手册对成形原理等工艺问题不作论述。为了使手册简明扼要和便于查阅，尽量采用图表说明。有关数据以现行国家标准和部标准为依据，并注明相应标准代号。

本手册第一章由冯炳尧编写，第二章由韩泰荣编写，第三章由韩泰荣、冯炳尧合编，第四章由殷振海、蒋文森合编。冯炳尧统编全稿。参加审阅工作的还有刘榴、李钟猛、陆茂盛、毕惠中、于滨等同志，给本书提出许多宝贵意见，这里表示诚挚的感谢。由于编者水平有限，书中难免还存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编者 1984年12月

# 目 录

## 第一章 冲压与挤压模设计

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 第一节 冲压件与挤压件的工艺性                             | 1  |
| 一、冲裁件                                       | 1  |
| (一)最小冲孔尺寸                                   | 1  |
| (二)孔边距                                      | 2  |
| (三)孔间距和孔壁距                                  | 2  |
| (四)圆角半径                                     | 3  |
| (五)凸凹部分和齿形的尺寸                               | 3  |
| (六)精度等级和尺寸公差                                | 5  |
| 二、弯曲件                                       | 6  |
| (一)最小弯曲半径                                   | 6  |
| (二)弯边高度                                     | 7  |
| (三)孔边距                                      | 7  |
| (四)工艺切口(槽)                                  | 7  |
| (五)形状                                       | 7  |
| (六)角度偏差                                     | 7  |
| 三、引伸件                                       | 8  |
| (一)圆角半径                                     | 8  |
| (二)形状                                       | 8  |
| (三)精度等级和尺寸公差                                | 10 |
| 四、挤压件                                       | 11 |
| (一)形状                                       | 11 |
| (二)尺寸与精度                                    | 11 |
| (三)材料                                       | 12 |
| 第二节 冲压与挤压材料的规格和性能                           | 12 |
| 一、黑色金属                                      | 12 |
| (一)板材                                       | 12 |
| 1. 规格(12) 2. 性能(12)                         |    |
| (二)带材                                       | 12 |
| 1. 规格(12) 2. 性能(12)                         |    |
| (三)型材                                       | 12 |
| 二、有色金属                                      | 25 |
| (一)板材                                       | 25 |
| 1. 规格(25) 2. 性能(25)                         |    |
| (二)带材                                       | 25 |
| 1. 规格(25) 2. 性能(25)                         |    |
| (三)型材                                       | 25 |
| 三、非金属材料                                     | 35 |
| 第三节 冲压与挤压设备                                 | 35 |
| 一、冲压与挤压设备的规格                                | 35 |
| 二、设备的选用                                     | 43 |
| (一)设备的特点及应用范围                               | 43 |
| (二)曲柄压力机规格选择                                | 45 |
| 1. 吨位(45) 2. 能量(45) 3. 安装尺寸(45) 4. 其他参数(45) |    |
| 第四节 常用公式与数据                                 | 45 |
| 一、毛坯尺寸计算                                    | 45 |
| (一)冲裁                                       | 45 |
| (二)弯曲                                       | 47 |
| (三)引伸                                       | 50 |
| (四)翻边和缩口                                    | 53 |
| (五)膜片成形和旋压                                  | 53 |
| (六)挤压                                       | 53 |
| 二、变形程度计算                                    | 53 |
| 三、模具工作部分尺寸计算和凸、凹模间隙                         | 53 |
| (一)冲裁模                                      | 53 |
| (二)弯曲模、引伸模和翻边模                              | 63 |
| (三)冷挤模和温挤模                                  | 64 |
| 四、压力计算和压力中心                                 | 65 |
| (一)成形工艺力计算                                  | 65 |
| (二)辅助工艺力计算                                  | 78 |
| (三)压力中心                                     | 79 |
| 五、凸、凹模强度校核                                  | 80 |
| 第五节 模具设计要点及零部件设计                            | 81 |
| 一、模具总体设计                                    | 81 |
| (一)模具基本类型                                   | 81 |

|                                                                                                                                                |                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (二)凸模、凹模的结构型式·····82                                                                                                                           | 三、弯曲模设计·····113                                                                                                       |
| (三)凸模、凹模紧固定位的基本方式<br>·····82                                                                                                                   | (一)单工序弯曲模设计要点·····113                                                                                                 |
| (四)坯件定位·····82                                                                                                                                 | 1. 毛坯制备和工序安排(113) 2. 毛坯<br>的压紧和定位(113) 3. 回弹计算(113)                                                                   |
| (五)模架类型和应用特点·····84                                                                                                                            | 4. 减小回弹措施(117)                                                                                                        |
| (六)制模材料性能·····85                                                                                                                               | (二)多工序连续弯曲模设计要点<br>·····118                                                                                           |
| (七)模具安全设计·····85                                                                                                                               | 1. 送料方式(118) 2. 工步安排(118)                                                                                             |
| 二、冲裁模设计·····87                                                                                                                                 | 3. 弯曲方向(118) 4. 托料装置结构型<br>式(118) 5. 定距、定位的方式(118) 6.<br>卸料板设计(118) 7. 凸模紧固型式和凸<br>模长度(120) 8. 凹模组合设计和活动弯<br>曲凹模(120) |
| (一)普通冲裁模的通用结构设计·····87                                                                                                                         | 四、引伸模设计·····123                                                                                                       |
| 1. 凸、凹模刃口型式(87) 2. 凸、凹模<br>紧固(88) 3. 卸料板结构型式(91)                                                                                               | (一)单工序引伸模设计要点·····123                                                                                                 |
| 4. 挡料、定位装置结构型式(92) 5. 导<br>正销结构型式(93) 6. 弹簧侧压装<br>置(94) 7. 漏料孔和排出槽设计(95)                                                                       | 1. 引伸工艺计算(123) 2. 压边圈(133)                                                                                            |
| 8. 螺钉、销钉与刃口间距(95)                                                                                                                              | 3. 卸件装置(134) 4. 排气孔(135)                                                                                              |
| (二)落料、冲孔单工序模设计要点·····95                                                                                                                        | (二)连续引伸模设计要点·····135                                                                                                  |
| 1. 斜刃和阶梯凸模冲裁(95) 2. 小凸<br>模保护(95) 3. 斜面冲孔(96) 4. 镶<br>拼凸、凹模设计                                                                                  | 1. 分类及应用范围(135) 2. 料宽、进距<br>计算(136) 3. 引伸工艺计算(137) 4.<br>压边圈(139) 5. 空步(139) 6. 凸模高<br>度差(139)                        |
| (三)落料-冲孔复合模设计要点·····96                                                                                                                         | 五、冷挤压模设计·····139                                                                                                      |
| 1. 复合模结构型式的选择(96) 2. 凹<br>模结构型式和凸凹模最小壁厚(98)                                                                                                    | (一)许用变形程度·····139                                                                                                     |
| 3. 推件装置结构型式(99)                                                                                                                                | (二)凹模结构型式和预应力组合凹模<br>·····140                                                                                         |
| (四)连续模设计要点·····100                                                                                                                             | (三)凸模固定方式·····143                                                                                                     |
| 1. 定距方式(100) 2. 导正(101) 3. 工<br>步安排(102) 4. 步距和侧刃数(102)                                                                                        | (四)卸(顶)件装置结构型式·····144                                                                                                |
| (五)精冲模设计要点·····102                                                                                                                             | 六、典型组合和主要零部件设计·····144                                                                                                |
| 1. 精冲模结构型式(102) 2. 齿圈分布<br>和齿形尺寸(103) 3. 凸、凹模结构设<br>计(105) 4. 推件板、推件杆结构设计<br>(107) 5. 顶杆的分布和尺寸(107) 6.<br>滞后装置和弹簧组装结构(107) 7. 排气<br>孔和排气槽(111) | (一)典型组合·····144                                                                                                       |
| (六)硬质合金模设计要点·····111                                                                                                                           | (二)主要零部件·····194                                                                                                      |
| 1. 材料厚度和冲裁间隙(111) 2. 模具<br>材料选用(111) 3. 排样设计(111)                                                                                              | 1. 成形零件(194) 2. 定位(定距)零<br>件(199) 3. 卸料和弹顶零件(209) 4.<br>导向零件(213) 5. 支承零件(218)                                        |
| 4. 凸、凹模紧固(111) 5. 弹压卸料板设<br>计(112) 6. 垫板设计(112) 7. 模架选<br>择(112)                                                                               | 第六节 模架、模座、模板及模具钢的选用<br>·····229                                                                                       |
| (七)聚氨酯橡胶模·····112                                                                                                                              | 一、模架·····229                                                                                                          |
| 1. 聚氨酯橡胶垫(112) 2. 容框(112)                                                                                                                      | (一)模架规格·····229                                                                                                       |
| 3. 压料板结构型式(112) 4. 顶芯形<br>状(112)                                                                                                               | (二)模架技术条件·····243                                                                                                     |
|                                                                                                                                                | 二、通用模座·····243                                                                                                        |
|                                                                                                                                                | 三、模板、垫板·····246                                                                                                       |
|                                                                                                                                                | 四、模具常用钢·····249                                                                                                       |

## 第二章 塑料模设计

|                       |     |                             |     |
|-----------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 第一节 塑件结构工艺性 .....     | 251 | (二)分浇道 .....                | 299 |
| 一、尺寸精度和表面光洁度 .....    | 251 | (三)浇口 .....                 | 299 |
| 二、脱模斜度 .....          | 252 | 1. 普通浇口(299) 2. 点浇口(302)    |     |
| 三、壁厚 .....            | 253 | 3. 潜伏式浇口(302) 4. 直接浇口(302)  |     |
| 四、加强筋 .....           | 253 | 5. 环形浇口(302) 6. 平缝式浇口(302)  |     |
| 五、支承面 .....           | 253 | 7. 扇形浇口(303) 8. 隙浇口(303) 9. |     |
| 六、圆角 .....            | 253 | 轮辐式浇口(303) 10. 爪形浇口(303)    |     |
| 七、孔 .....             | 254 | 11. 护耳式浇口(304)              |     |
| (一)孔的极限尺寸 .....       | 254 | (四)反料槽和冷料穴 .....            | 307 |
| (二)孔的成型方法 .....       | 256 | (五)排气槽和溢料槽 .....            | 307 |
| 八、自攻螺钉和紧固支座 .....     | 256 | 三、无流道浇注系统 .....             | 307 |
| 九、螺纹 .....            | 256 | (一)井式喷嘴 .....               | 307 |
| 十、齿轮 .....            | 257 | (二)延伸式喷嘴 .....              | 308 |
| 十一、嵌件 .....           | 257 | (三)绝热流道 .....               | 309 |
| 十二、文字、符号和凸凹纹 .....    | 257 | (四)热流道 .....                | 310 |
| 第二节 常用塑料及性能 .....     | 262 | 第五节 侧向分型与抽芯机构 .....         | 312 |
| 一、热固性塑料 .....         | 262 | 一、常用抽芯机构的特点及应用 .....        | 312 |
| (一)酚醛塑料粉的型号和命名 .....  | 262 | 二、斜导柱侧向分型与抽芯机构 .....        | 313 |
| 1. 型号(262) 2. 命名(263) |     | (一)结构型式 .....               | 313 |
| (二)酚醛塑料粉型号对照 .....    | 263 | (二)设计要点 .....               | 315 |
| (三)常用热固性塑料性能 .....    | 265 | 三、斜滑块侧向分型与抽芯机构 .....        | 318 |
| 二、热塑性塑料 .....         | 270 | (一)结构型式 .....               | 318 |
| (一)热塑性塑料和树脂缩写代号 ..... | 270 | (二)设计要点 .....               | 319 |
| (二)常用热塑性塑料性能 .....    | 271 | 四、其他抽芯形式 .....              | 322 |
| 第三节 模塑成型工艺及设备 .....   | 279 | 第六节 顶出机构 .....              | 323 |
| 一、模塑成型工艺参数 .....      | 279 | 一、一次顶出机构 .....              | 323 |
| 二、模塑成型设备技术规格 .....    | 283 | (一)顶杆顶出 .....               | 323 |
| (一)液压机 .....          | 283 | 1. 结构型式(323) 2. 设计要点(324)   |     |
| (二)注射机 .....          | 289 | (二)顶管顶出 .....               | 324 |
| 三、设备选择 .....          | 289 | 1. 结构型式(325) 2. 设计要点(325)   |     |
| (一)液压机选择 .....        | 289 | (三)顶板顶出 .....               | 325 |
| (二)注射机选择 .....        | 294 | 1. 结构型式(325) 2. 设计要点(326)   |     |
| 第四节 分型面与浇注系统 .....    | 296 | (四)顶块顶出 .....               | 326 |
| 一、分型面 .....           | 296 | 1. 结构型式(326) 2. 设计要点(326)   |     |
| (一)分型面型式 .....        | 296 | (五)气压顶出 .....               | 326 |
| (二)分型面选择 .....        | 296 | 1. 结构型式(326) 2. 设计要点(326)   |     |
| 二、普通浇注系统 .....        | 298 | (六)成型镶件和型腔顶出 .....          | 327 |
| (一)主浇道 .....          | 299 | (七)多元件联合顶出 .....            | 327 |
|                       |     | 二、二次顶出机构 .....              | 332 |



|                             |     |                             |     |
|-----------------------------|-----|-----------------------------|-----|
| 三、双顶出机构 .....               | 332 | (七)定位零件 .....               | 397 |
| 四、辅助顶出机构 .....              | 332 | 1. 定位圈(397) 2. 定距螺钉(398) 3. |     |
| 五、其他顶出机构 .....              | 336 | 挡钉(398) 4. 圆锥定位件(399)       |     |
| (一)螺纹塑件脱出机构 .....           | 336 | (八)支承零件 .....               | 400 |
| (二)点浇口、潜伏式浇口的自动切断           |     | 1. 支承柱(400) 2. 垫块(401)      |     |
| 和脱落机构 .....                 | 338 | (九)型腔、型芯冷却 .....            | 402 |
| 六、先复位机构 .....               | 339 | 1. 冷却水孔开设原则(402) 2. 型腔、型    |     |
|                             |     | 芯的冷却形式(403)                 |     |
| <b>第七节 零件设计</b> .....       | 341 | (十)其他零件 .....               | 404 |
| 一、结构设计 .....                | 341 | 1. 压圈(404) 2. 加料圈(405) 3.   |     |
| (一)模体及其零件 .....             | 341 | 压柱(406) 4. 手柄及套筒(407)       |     |
| (二)成型零件 .....               | 362 | 5. 水嘴和喷流冷却管(408) 6. 吊       |     |
| 1. 凹模(362) 2. 型芯(367) 3. 螺纹 |     | 钩(409)                      |     |
| 型芯和型环(368)                  |     | 二、常用计算 .....                | 410 |
| (三)浇注系统零件 .....             | 372 | (一)型腔、型芯成型尺寸计算 .....        | 410 |
| 1. 浇口套(372) 2. 拉料杆和拉料       |     | (二)成型螺纹计算 .....             | 410 |
| 套(372)                      |     | (三)凹模侧壁和底板厚度计算 .....        | 416 |
| (四)导向零件 .....               | 376 | (四)压塑模加料腔高度计算 .....         | 417 |
| 1. 导柱和导套(376) 2. 限位导柱(381)  |     | (五)抽芯距和抽拔力计算 .....          | 418 |
| 3. 导钉(385)                  |     | (六)斜导柱计算 .....              | 420 |
| (五)抽芯机构零件 .....             | 386 | 1. 斜导柱倾斜角选择(420) 2. 斜导      |     |
| 1. 斜导柱(386) 2. 滑块(387) 3. 锁 |     | 柱断面尺寸确定(420) 3. 斜导柱长度确      |     |
| 紧楔(387) 4. 滑块定位零件(388) 5.   |     | 定(424) 4. 斜导柱延时抽芯有关参数计      |     |
| 斜滑块(388)                    |     | 算(426)                      |     |
| (六)顶出机构零件 .....             | 389 | (七)锁紧楔计算 .....              | 427 |
| 1. 顶杆(389) 2. 顶管(392) 3. 卸模 |     | (八)卸模杆长度计算 .....            | 429 |
| 杆(393) 4. 推板导柱和导套(394) 5.   |     | (九)塑件顶出距离确定 .....           | 430 |
| 尾轴(395) 6. 顶板顶杆(396) 7. 复位  |     | (十)加热元件和加热量计算 .....         | 430 |
| 杆(396)                      |     | 三、模具零件常用材料 .....            | 432 |

### 第三章 金属压铸模设计

|                              |     |                       |     |
|------------------------------|-----|-----------------------|-----|
| <b>第一节 压铸件结构工艺性</b> .....    | 435 | 二、锌合金 .....           | 442 |
| 一、壁厚 .....                   | 435 | 三、铝合金 .....           | 442 |
| 二、铸孔 .....                   | 435 | 四、镁合金 .....           | 443 |
| 三、槽隙 .....                   | 436 | 五、铜合金 .....           | 444 |
| 四、铸造圆角半径和出模斜度 .....          | 436 | 六、铸造合金物理性能 .....      | 444 |
| 五、螺纹、齿轮和铆钉头 .....            | 437 | <b>第三节 压铸设备</b> ..... | 445 |
| 六、凸纹、直纹和网纹 .....             | 439 | 一、压铸机分类和应用特点 .....    | 445 |
| 七、文字和标志 .....                | 440 | 二、压铸机规格 .....         | 446 |
| 八、压铸件精度及机械加工余量 .....         | 440 | 三、液压抽芯器规格 .....       | 454 |
| <b>第二节 常用压铸合金成分和性能</b> ..... | 441 | 四、压铸机选择 .....         | 454 |
| 一、铅合金和锡合金 .....              | 441 | (一)锁模力 .....          | 454 |

|                         |     |                            |     |
|-------------------------|-----|----------------------------|-----|
| (二)压室容量 .....           | 454 | 方式(478) 3. 弯销厚度(478) 4. 弯销 |     |
| (三)开模力和推件力 .....        | 454 | 延时抽芯行程的确定(478) 5. 滑块定      |     |
| (四)装模尺寸 .....           | 454 | 位、锁紧和配合(478) 6. 变角弯销工作     |     |
| (四)装模尺寸 .....           | 454 | 段尺寸(479)                   |     |
| 第四节 分型面 .....           | 459 | (三)斜滑块抽芯机构 .....           | 479 |
| 一、分型面类型 .....           | 459 | (四)液压抽芯机构 .....            | 479 |
| 二、分型面选择 .....           | 460 | 1. 液压抽芯器型式(479) 2. 液压抽芯    |     |
| 第五节 浇注系统 .....          | 461 | 器安装方式(481) 3. 抽芯行程调整       |     |
| 一、直浇道 .....             | 461 | (482) 4. 抽芯机构设计要点(483)     |     |
| (一)直浇道结构型式和尺寸 .....     | 461 | 二、顶出机构 .....               | 484 |
| (二)浇口套型式 .....          | 463 | (一)基本传动方式和类型 .....         | 484 |
| 二、横浇道 .....             | 465 | (二)一次顶出机构 .....            | 485 |
| (一)截面形状 .....           | 465 | (三)两次顶出机构 .....            | 485 |
| (二)横浇道、内浇口与铸件的连接方       |     | 三、多次分型辅助机构 .....           | 487 |
| 式 .....                 | 466 | 四、先复位机构 .....              | 489 |
| (三)横浇道长度和布置 .....       | 466 | 第七节 主要零件设计 .....           | 491 |
| 三、内浇口 .....             | 467 | 一、结构设计 .....               | 491 |
| (一)型式 .....             | 467 | (一)模体零件 .....              | 491 |
| (二)尺寸 .....             | 469 | (二)成型零件 .....              | 496 |
| (三)位置选择 .....           | 470 | 1. 镶块(496) 2. 型芯(496)      |     |
| 四、溢流槽 .....             | 471 | (三)浇注系统零件 .....            | 496 |
| (一)型式 .....             | 471 | (四)导向零件 .....              | 503 |
| (二)尺寸 .....             | 472 | (五)抽芯零件 .....              | 507 |
| (三)位置选择 .....           | 472 | (六)顶出零件 .....              | 510 |
| 五、排气槽 .....             | 474 | (七)支承和限位零件 .....           | 512 |
| (一)型式 .....             | 474 | 二、常用计算 .....               | 516 |
| (二)尺寸 .....             | 475 | (一)成型尺寸计算 .....            | 516 |
| 第六节 常用机构设计 .....        | 476 | (二)动、定模套板边框厚度计算 .....      | 516 |
| 一、抽芯机构 .....            | 476 | (三)抽芯力、抽芯距离和顶出距离计          |     |
| (一)斜销抽芯机构 .....         | 476 | 算 .....                    | 517 |
| (二)弯销抽芯机构 .....         | 476 | (四)液压抽芯计算 .....            | 519 |
| 1. 机构特点(476) 2. 弯销型式及固定 |     | 三、模具零件材料 .....             | 520 |
| 二、顶出机构 .....            | 484 | 四、模具零件配合关系和光洁度 .....       | 520 |
| (一)基本传动方式和类型 .....      | 484 | 第四章 模具制造                   |     |
| (二)一次顶出机构 .....         | 485 | 第一节 毛坯制备 .....             | 526 |
| (三)两次顶出机构 .....         | 485 | 一、毛坯(半成品)余量 .....          | 526 |
| 三、多次分型辅助机构 .....        | 487 | (一)锻件余量 .....              | 526 |
| 四、先复位机构 .....           | 489 | (二)型材加工余量 .....            | 527 |
| 第七节 主要零件设计 .....        | 491 | (三)气割毛坯机械加工余量 .....        | 527 |
| 一、结构设计 .....            | 491 | (四)模具零件工序余量 .....          | 527 |
| (一)模体零件 .....           | 491 | 二、毛坯锻造 .....               | 529 |
| (二)成型零件 .....           | 496 | (一)锻件下料尺寸计算 .....          | 529 |
| 1. 镶块(496) 2. 型芯(496)   |     | (二)锻造温度 .....              | 529 |
| (三)浇注系统零件 .....         | 496 | (三)锻造方法 .....              | 529 |
| (四)导向零件 .....           | 503 | (四)锻件退火 .....              | 531 |
| (五)抽芯零件 .....           | 507 | (五)自由锻锤吨位选择 .....          | 531 |
| (六)顶出零件 .....           | 510 | 第二节 坐标镗床加工 .....           | 532 |
| (七)支承和限位零件 .....        | 512 |                            |     |
| 二、常用计算 .....            | 516 |                            |     |
| (一)成型尺寸计算 .....         | 516 |                            |     |
| (二)动、定模套板边框厚度计算 .....   | 516 |                            |     |
| (三)抽芯力、抽芯距离和顶出距离计       |     |                            |     |
| 算 .....                 | 517 |                            |     |
| (四)液压抽芯计算 .....         | 519 |                            |     |
| 三、模具零件材料 .....          | 520 |                            |     |
| 四、模具零件配合关系和光洁度 .....    | 520 |                            |     |

|                            |     |                           |     |
|----------------------------|-----|---------------------------|-----|
| 一、坐标镗床主要技术规格 .....         | 532 | (二)磨削方法 .....             | 572 |
| 二、加工工艺 .....               | 534 | (三)工件定位找正 .....           | 573 |
| (一)基准找正 .....              | 534 | 七、硬质合金磨削 .....            | 573 |
| (二)孔系加工 .....              | 534 | (一)间断磨削 .....             | 573 |
| (三)划线和冲中心孔 .....           | 538 | (二)金刚石砂轮磨削 .....          | 573 |
| 第三节 铣床加工 .....             | 538 | 第五节 电火花加工 .....           | 578 |
| 一、铣床主要技术规格 .....           | 538 | 一、电火花加工机床主要技术规格 .....     | 578 |
| 二、加工工艺 .....               | 538 | 二、电火花加工工艺规律 .....         | 579 |
| (一)立铣加工 .....              | 538 | (一)电规准 .....              | 579 |
| 1. 平面加工(540) 2. 圆弧面加工(540) |     | (二)电极损耗 .....             | 579 |
| 3. 孔系加工(540) 4. 复杂型面加工     |     | (三)极性 .....               | 580 |
| (540)                      |     | 三、加工工艺 .....              | 583 |
| (二)仿形铣加工 .....             | 542 | (一)穿孔加工 .....             | 583 |
| 1. 仿形加工基本机能(542) 2. 加工方    |     | (二)型腔加工 .....             | 584 |
| 法(542) 3. 周进量和周进方式(544)    |     | 四、电极 .....                | 585 |
| 4. 靠模指(544)                |     | (一)电极设计 .....             | 585 |
| 三、铣刀 .....                 | 546 | 1. 穿孔加工用电极(585) 2. 型腔加工   |     |
| 第四节 磨削加工 .....             | 547 | 用电极(587)                  |     |
| 一、平面磨削 .....               | 547 | (二)电极制造 .....             | 588 |
| (一)平面磨床主要技术规格 .....        | 547 | (三)电极装夹和定位 .....          | 590 |
| (二)平面磨削夹具 .....            | 547 | 五、常用排屑方法 .....            | 592 |
| (三)平面磨削工艺 .....            | 547 | 第六节 数控线切割加工 .....         | 593 |
| 二、外圆磨削 .....               | 547 | 一、数控线切割机床主要技术规格 .....     | 593 |
| (一)外圆磨床主要技术规格 .....        | 547 | 二、线切割加工工艺规律 .....         | 593 |
| (二)外圆磨削工艺 .....            | 547 | (一)提高生产率的主要途径 .....       | 593 |
| 三、内圆磨削 .....               | 547 | (二)影响加工表面光洁度的因素 .....     | 593 |
| (一)内圆磨床主要技术规格 .....        | 547 | (三)影响线切割加工精度的因素 .....     | 594 |
| (二)内圆磨削工艺 .....            | 547 | 三、编程方法 .....              | 594 |
| 四、成形磨削 .....               | 557 | (一)基本规则 .....             | 594 |
| (一)工具曲线磨床主要技术规格 .....      | 557 | 1. 加工指令(594) 2. 计数方向(594) |     |
| (二)成形磨削方法 .....            | 557 | 3. 计数长度(594) 4. 间隙补偿(595) |     |
| 1. 成形砂轮磨削法(557) 2. 利用夹具    |     | 5. 程序格式和纸带编码(596)         |     |
| 的成形磨削法(562) 3. 在 M9025 型工  |     | (二)坐标计算方法 .....           | 597 |
| 具曲线磨床上成形磨削(566)            |     | (三)非圆曲线编程 .....           | 601 |
| 五、光学曲线磨削 .....             | 570 | (四)计算举例 .....             | 607 |
| (一)光学曲线磨床主要技术规格 .....      | 570 | 第七节 型腔冷挤压加工 .....         | 610 |
| (二)磨削工艺要点 .....            | 570 | 一、型腔冷挤压设备 .....           | 610 |
| 1. 放大图绘制(570) 2. 工件装夹和定    |     | 二、加工工艺 .....              | 611 |
| 位(572) 3. 磨削方法(572)        |     | (一)型腔冷挤压形式 .....          | 611 |
| 六、坐标孔和型孔磨削 .....           | 572 | (二)坯料 .....               | 611 |
| (一)坐标磨床主要技术规格 .....        | 572 |                           |     |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| (三) 润滑处理 .....           | 613        |
| (四) 挤压凸模和套圈 .....        | 613        |
| (五) 脱模和冷挤压型腔精度 .....     | 615        |
| (六) 实例和废品分析 .....        | 615        |
| <b>第八节 其他加工 .....</b>    | <b>616</b> |
| 一、仿削和压印加工 .....          | 616        |
| (一) 仿削加工 .....           | 616        |
| (二) 压印加工 .....           | 617        |
| 二、电铸 .....               | 619        |
| (一) 电铸工艺过程 .....         | 619        |
| (二) 母模制备 .....           | 619        |
| (三) 电铸方法 .....           | 622        |
| (四) 加固和脱模 .....          | 623        |
| 三、电解成形 .....             | 624        |
| (一) 加工原理和方式 .....        | 624        |
| (二) 加工间隙、加工精度和表面质量 ..... | 624        |
| (三) 电解液和工艺参数 .....       | 625        |
| (四) 阴极和气液混合装置 .....      | 628        |
| 四、照相腐蚀 .....             | 628        |
| (一) 画稿 .....             | 629        |
| (二) 制版 .....             | 629        |
| (三) 照相腐蚀操作工艺过程 .....     | 630        |
| 五、冲模电火花强化工艺 .....        | 631        |
| (一) 电火花强化机主要技术规格 .....   | 631        |
| (二) 电火花强化工艺 .....        | 631        |
| (三) 冷冲模刃口强化 .....        | 632        |
| 六、氧-乙炔火焰合金粉末喷熔工艺 .....   | 632        |
| (一) 自熔合金粉末牌号 .....       | 632        |
| (二) 喷熔操作方法 .....         | 632        |
| (三) 喷熔工艺过程 .....         | 633        |
| (四) 塑料模型腔喷熔修复工艺顺序 .....  | 634        |
| 七、模具研抛 .....             | 634        |
| (一) 研磨剂 .....            | 634        |
| (二) 研抛工艺 .....           | 635        |
| (三) 研抛工具和研具材料 .....      | 636        |

## 附

|                         |            |
|-------------------------|------------|
| <b>一、公差和配合 .....</b>    | <b>685</b> |
| 表 1 标准公差数值 .....        | 685        |
| 表 2 新国标与旧国标公差等级对照 ..... | 686        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>八、镀铬 .....</b>            | <b>638</b> |
| (一) 模具镀铬件的镀前准备 .....         | 638        |
| (二) 阳极、辅助阳极和阴极挂具、辅助阴极 .....  | 639        |
| (三) 镀铬液的配方、配制及维护 .....       | 640        |
| (四) 镀铬工艺过程 .....             | 641        |
| <b>第九节 模具材料热处理 .....</b>     | <b>641</b> |
| 一、模具热处理常用设备 .....            | 641        |
| (一) 高温箱式加热电阻炉 .....          | 641        |
| (二) 中温箱式加热电阻炉 .....          | 642        |
| (三) 井式气体渗碳炉 .....            | 642        |
| (四) 埋入式电极盐浴炉 .....           | 642        |
| (五) 外热式坩埚盐浴炉 .....           | 642        |
| (六) 外热式油浴电阻炉 .....           | 643        |
| 二、模具常用钢基本特性 .....            | 643        |
| 三、模具零件热处理方法和规范 .....         | 644        |
| 四、热处理工序安排 .....              | 653        |
| 五、热处理常见缺陷及防止措施 .....         | 653        |
| 六、模具零件化学热处理 .....            | 658        |
| (一) 渗碳 .....                 | 658        |
| (二) 碳氮共渗 .....               | 659        |
| (三) 盐浴渗硼 .....               | 663        |
| (四) 碳氮硼三元共渗 .....            | 663        |
| (五) 化学热处理疵病及其防止措施和补救方法 ..... | 665        |
| <b>第十节 模具装配工艺 .....</b>      | <b>667</b> |
| 一、冷冲模装配 .....                | 667        |
| (一) 凸模、凹模和凸凹模等固定组装工艺 .....   | 667        |
| (二) 冷冲模间隙控制方法 .....          | 675        |
| (三) 冷冲模装配要点 .....            | 675        |
| 二、塑料模装配 .....                | 676        |
| (一) 塑料模零件组装工艺要点 .....        | 676        |
| (二) 塑料模装配实例 .....            | 682        |

## 录

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| 表 3 未注公差尺寸的极限偏差 .....     | 687 |
| 表 4 基孔制配合的轴新旧国家标准对照 ..... | 689 |
| 表 5 基轴制配合的孔新旧国家标准 .....   |     |

|                                  |     |                                 |     |
|----------------------------------|-----|---------------------------------|-----|
| 对照.....                          | 689 | 表 16 聚氨酯弹性体的尺寸.....             | 707 |
| 表 6 常用优先孔的极限偏差 .....             | 690 | 表 17 聚氨酯弹性体压缩量与工作<br>负荷的关系..... | 708 |
| 表 7 常用优先轴的极限偏差 .....             | 694 | 四、紧固连接件 .....                   | 708 |
| 二、形状和位置公差 .....                  | 699 | 表 18 螺钉的主要结构尺寸.....             | 708 |
| 表 8 直线度、平面度公差值 .....             | 699 | 表 19 螺栓的主要结构尺寸.....             | 710 |
| 表 9 圆度、圆柱度公差值 .....              | 699 | 表 20 圆柱销的尺寸.....                | 711 |
| 表 10 平行度、垂直度、倾斜度公差<br>值.....     | 700 | 表 21 螺母的尺寸.....                 | 712 |
| 表 11 同轴度、对称度、圆跳动、全跳<br>动公差值..... | 701 | 表 22 吊环螺钉的承载能力.....             | 712 |
| 三、弹簧和聚氨酯弹性体 .....                | 702 | 五、螺钉(螺栓)安装尺寸和连接尺寸 .....         | 713 |
| 表 12 圆柱螺旋压缩弹簧的尺寸系<br>列.....      | 702 | 表 23 螺钉、螺栓沉头孔尺寸 .....           | 713 |
| 表 13 圆柱螺旋压缩弹簧计算 .....            | 702 | 表 24 螺钉连接尺寸 .....               | 713 |
| 表 14 碟形弹簧的尺寸和参数 .....            | 706 | 六、螺纹底孔尺寸 .....                  | 714 |
| 表 15 碟形弹簧的组合方式和计算<br>公式.....     | 707 | 表 25 攻螺纹前底孔孔径 .....             | 714 |
|                                  |     | 表 26 螺孔翻边数据 .....               | 714 |
|                                  |     | 参考文献 .....                      | 715 |

# 第一章 冲压与挤压模设计

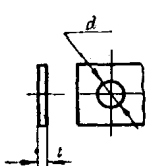
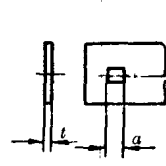
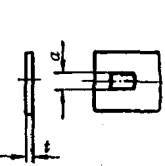
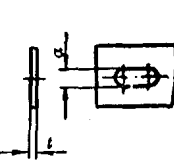
## 第一节 冲压件与挤压件的工艺性

### 一、冲裁件

#### (一) 最小冲孔尺寸

最小冲孔尺寸与孔的形状、材料的厚度、材料的机械性能及冲孔方式有关，见表 1-1~1-5。

表 1-1 自由凸模冲孔的最小尺寸

| 冲孔材料                                    | 孔 的 形 状                                                                           |                                                                                   |                                                                                    |                                                                                     |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                         |  |  |  |  |
| 钢 $\sigma_b > 70 \times 10^7$ 帕         | $d \geq 1.5t$                                                                     | $a \geq 1.35t$                                                                    | $a \geq 1.1t$                                                                      | $a \geq 1.2t$                                                                       |
| 钢 $\sigma_b (40 \sim 70) \times 10^7$ 帕 | $d \geq 1.3t$                                                                     | $a \geq 1.2t$                                                                     | $a \geq 0.9t$                                                                      | $a \geq 1.0t$                                                                       |
| 钢 $\sigma_b < 40 \times 10^7$ 帕         | $d \geq 1.0t$                                                                     | $a \geq 0.9t$                                                                     | $a \geq 0.7t$                                                                      | $a \geq 0.8t$                                                                       |
| 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                                 | $d \geq 0.7t$                                                                     | $a \geq 0.6t$                                                                     | $a \geq 0.4t$                                                                      | $a \geq 0.5t$                                                                       |
| 硬纸                                      | $d \geq 0.6t$                                                                     | $a \geq 0.5t$                                                                     | $a \geq 0.3t$                                                                      | $a \geq 0.4t$                                                                       |

注:  $t$  为材料厚度。冲孔最小尺寸一般不小于 0.3 毫米。

表 1-2 护套凸模冲孔的最小尺寸

| 冲孔材料    | 圆形孔直径 $d$    | 矩形孔短边宽 $a$   |
|---------|--------------|--------------|
| 硬钢      | $\geq 0.5t$  | $\geq 0.4t$  |
| 黄铜、软钢   | $\geq 0.35t$ | $\geq 0.3t$  |
| 铜、铝、锌   | $\geq 0.3t$  | $\geq 0.28t$ |
| 纸胶板、布胶板 | $\geq 0.3t$  | $\geq 0.25t$ |

注: 冲孔最小尺寸一般不小于 0.3 毫米。

表 1-3 精冲圆孔的最小孔径

| 冲孔材料 $\sigma_b (10^7 \text{帕})$ | 最小孔径          |
|---------------------------------|---------------|
| 15                              | 0.3~0.4 $t$   |
| 30                              | 0.45~0.55 $t$ |
| 45                              | 0.65~0.7 $t$  |
| 60                              | 0.85~0.9 $t$  |

注: 薄料取上限, 厚料取下限。

表 1-4 精冲腰形孔的  $e_{min}/t$  值

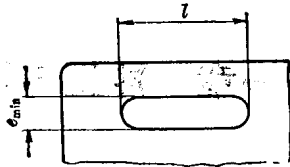
| 材料厚度<br>$t$<br>(毫米) |  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                     | $l$ (毫米)                                                                          |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                     | 2                                                                                 | 4    | 6    | 8    | 10   | 15   | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  | 150  | 200  |
| 1                   | 0.69                                                                              | 0.78 | 0.82 | 0.84 | 0.88 | 0.94 | 0.97 |      |      |      |      |      |      |
| 1.5                 | 0.62                                                                              | 0.72 | 0.75 | 0.78 | 0.82 | 0.87 | 0.9  |      |      |      |      |      |      |
| 2                   | 0.58                                                                              | 0.67 | 0.7  | 0.73 | 0.77 | 0.83 | 0.86 | 1    |      |      |      |      |      |
| 3                   |                                                                                   | 0.62 | 0.65 | 0.68 | 0.71 | 0.76 | 0.79 | 0.92 | 0.98 |      |      |      |      |
| 4                   |                                                                                   | 0.6  | 0.63 | 0.65 | 0.68 | 0.74 | 0.76 | 0.88 | 0.94 | 0.97 | 1    |      |      |
| 5                   |                                                                                   |      | 0.62 | 0.64 | 0.67 | 0.73 | 0.75 | 0.86 | 0.92 | 0.95 | 0.97 |      |      |
| 8                   |                                                                                   |      |      | 0.63 | 0.66 | 0.71 | 0.73 | 0.85 | 0.9  | 0.93 | 0.95 | 1    |      |
| 10                  |                                                                                   |      |      |      |      | 0.68 | 0.71 | 0.8  | 0.85 | 0.87 | 0.88 | 0.93 | 0.96 |
| 12                  |                                                                                   |      |      |      |      |      | 0.7  | 0.79 | 0.84 | 0.86 | 0.87 | 0.92 | 0.95 |
| 15                  |                                                                                   |      |      |      |      |      | 0.69 | 0.78 | 0.83 | 0.85 | 0.86 | 0.9  | 0.93 |

表 1-5 聚氨酯模冲孔的最小孔径(毫米)

| 材料厚度  | 材 料    |       |          |       |         |
|-------|--------|-------|----------|-------|---------|
|       | 黄铜 H62 | 铜     | 软铝 L1、L2 | 锡磷青铜  | 10~20 钢 |
| <0.05 | 1~1.4  | 0.8~1 | 0.8~1    | 1.3~2 | 1~1.4   |
| <0.1  | 2~3    | 1.2~2 | 1~1.6    | 2.4~4 | 2~3     |
| <0.2  | 4~6    | 2.4~4 | 2~3      | 4.8~8 | 4~6     |
| <0.5  | 10~15  | 6~10  | 5~10     | 12~20 | 10~15   |
| <1    | 20~30  | 12~20 | 10~15    | 24~40 | 20~30   |

注：聚氨酯单位压力为  $(6\sim10) \times 10^7$  帕。材料厚度小选小值，厚度大选大值。

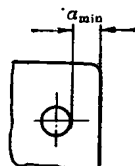
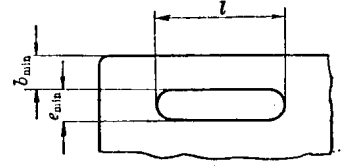
(二) 孔边距

冲孔边缘离外形的距离(孔边距)过小时,会影响冲件的质量甚至模具寿命,最小孔边距见表 1-6。

(三) 孔间距和孔壁距

冲裁件的孔间距在复合模中直接影响凹模刃口强度和凸模的紧固型式(参见第五节)。在弯曲件和引伸件上冲孔时,孔边缘与工件直壁之间应保持一定的距离,见图 1-1。

表1-6 最小孔边距

| 冲孔类别   |                               | 孔的形状特点                                                                            |                                                                                    |
|--------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|        |                               | 边缘与外形不平行、不相似 $a_{min}$                                                            | 边缘与外形平行或相似 $b_{min}$                                                               |
|        |                               |  |  |
| 普通冲裁   |                               | $> t$                                                                             | $> 1.5t$                                                                           |
| 聚氨酯模冲裁 | LY12M、LF21、T2、T3、T4、A3、10钢    | $> 4t$                                                                            | $> (5\sim 6t)$                                                                     |
|        | LY12C、TC2、TC1                 | $> 3t$                                                                            | $> 4t$                                                                             |
| 精冲     | $\sigma_b = 15 \times 10^7$ 帕 | $0.25 \sim 0.35t$                                                                 | $1.1 \sim 1.2e_{min}$                                                              |
|        | $\sigma_b = 30 \times 10^7$ 帕 | $0.35 \sim 0.45t$                                                                 |                                                                                    |
|        | $\sigma_b = 45 \times 10^7$ 帕 | $0.5 \sim 0.55t$                                                                  |                                                                                    |
|        | $\sigma_b = 60 \times 10^7$ 帕 | $0.7 \sim 0.75t$                                                                  |                                                                                    |

注：精冲时薄料取上限，厚料取下限。

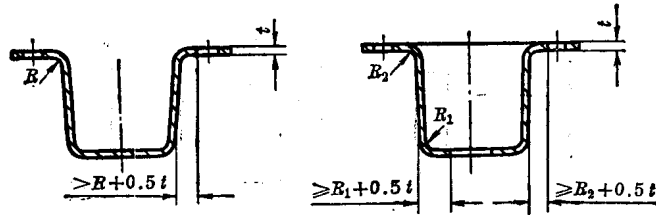


图1-1 弯曲件和引伸件冲孔时的孔壁距

(四) 圆角半径

普通冲裁件和精冲件转角处的最小圆角半径分别见表1-7、1-8和1-9。

(五) 凸凹部分和齿形的尺寸

普通冲裁件凸出和凹入部分的尺寸见表1-10。精冲时凸出部分的最小宽度与其长度及材料厚度有关，可按图1-2确定。精冲齿形的最小齿宽与材料厚度及机械性能有关，见表1-11。

表1-7 普通冲裁件的最小圆角半径

| 工件邻边间的最小夹角 |                 | 工件材料    |         |         |
|------------|-----------------|---------|---------|---------|
|            |                 | 黄铜、铝    | 软钢      | 合金钢     |
| 落料         | $\geq 90^\circ$ | $0.18t$ | $0.25t$ | $0.35t$ |
|            | $< 90^\circ$    | $0.35t$ | $0.5t$  | $0.7t$  |
| 冲孔         | $\geq 90^\circ$ | $0.2t$  | $0.3t$  | $0.45t$ |
|            | $< 90^\circ$    | $0.4t$  | $0.6t$  | $0.9t$  |

注：当  $t < 1$  毫米时，均以  $t = 1$  毫米计算。



表 1-8 聚氨酯模冲裁件的最小圆角半径

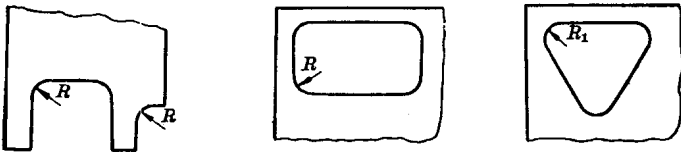
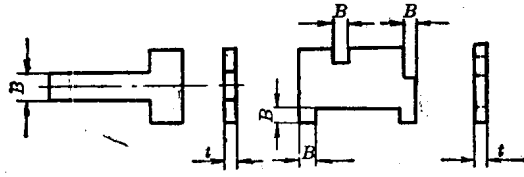
|  |               |               |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|
| 材 料                                                                                | $R$           | $R_1$         |
| LY12M、LY12C、LF21、T2、T3、T4、TC1、TC2、A3、10 钢                                          | $0.5 \sim 1t$ | $1 \sim 1.5t$ |

表 1-9 精冲件的最小圆角半径(毫米)

| 工件邻边间的最小夹角 | 材 料 厚 度 |      |      |      |     |      |     |     |     |     |    |
|------------|---------|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|----|
|            | 1       | 2    | 3    | 4    | 5   | 6    | 8   | 10  | 12  | 14  | 15 |
| 30°        | 0.4     | 0.9  | 1.5  | 2    | 2.6 | 3.2  | 4.6 | 7   | 10  | 15  | 18 |
| 60°        | 0.2     | 0.45 | 0.75 | 1    | 1.3 | 1.6  | 2.5 | 4   | 6   | 9   | 11 |
| 90°        | 0.1     | 0.23 | 0.35 | 0.5  | 0.7 | 0.85 | 1.3 | 2   | 3   | 4.5 | 6  |
| 120°       | 0.05    | 0.15 | 0.25 | 0.35 | 0.5 | 0.65 | 1   | 1.5 | 2.2 | 3   | 4  |

表 1-10 普通冲裁件凸出和凹入部分的尺寸

|  |                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| 冲 件 材 料                                                                            | $B$             |
| 硬钢                                                                                 | $2 \sim 2.3t$   |
| 黄铜、软钢                                                                              | $1.4 \sim 1.5t$ |
| 铜、铝、锌                                                                              | $1.1 \sim 1.2t$ |
| 纸胶板、布胶板                                                                            | $0.9 \sim 1t$   |

注：聚氨酯模冲裁件的局部凸、凹宽度一般大于  $2 \sim 4t$ 。

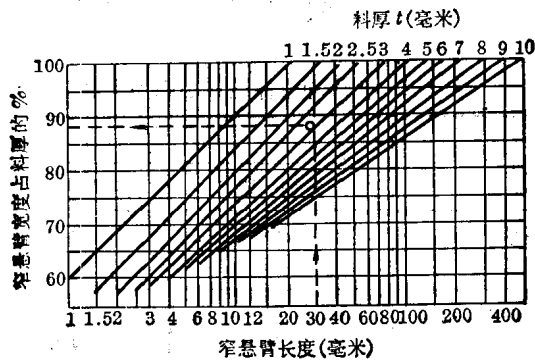


图 1-2 确定精冲件凸出部分尺寸的线图