

冲模

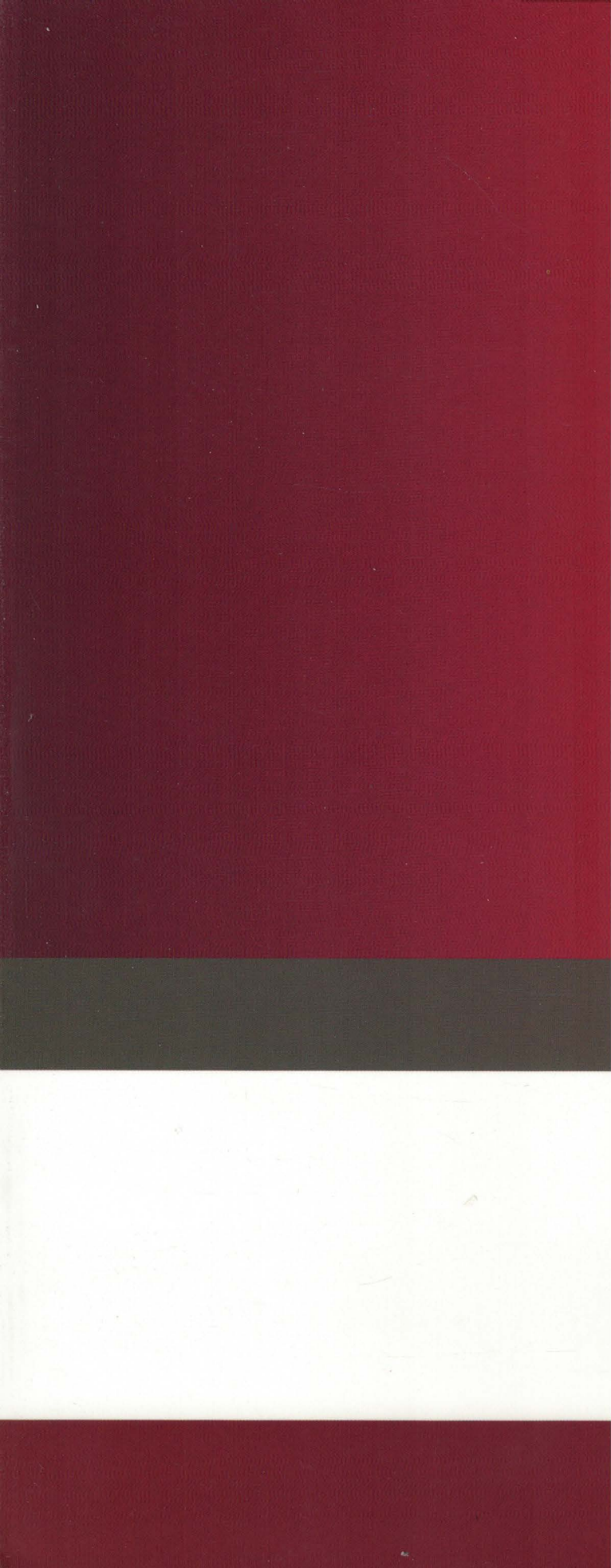
设计手册

◎ 郑展 主编

Stamping Die
Design Manual



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



冲模设计手册

郑展主编



机械工业出版社

本手册吸收近年来国内外模具设计与制造的先进实用技术，面向生产实际，是一本以科学性、先进性、实用性为特点的工具书，本手册详细介绍了冲模设计与冲压工艺常用的实用知识，并以中、小型冲模为主，用较大篇幅介绍了各种冲模设计示例

本手册可作为冲模设计师和冲压工艺师的工具书，也可供冲模设计、制造技师及技术工人使用。还可供有关专业的工程技术人员及大专院校、职业院校的师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

冲模设计手册/郑展主编. —北京: 机械工业出版社, 2013. 6
ISBN 978-7-111-42712-4

I. ①冲… II. ①郑… III. ①冲模—计算—手册 IV. ①TG385.2—62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 115361 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 邓振飞 责任编辑: 邓振飞

版式设计: 霍永明 责任校对: 张 媛

责任印制: 乔 宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2013 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 26 印张 · 706 千字

0 001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-42712-4

定价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066 教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294 机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649 机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

序

郑展高级工程师从事模具设计和模具教育工作近 60 年，积累了丰富的实践经验和专业知识，是名副其实的模具专家。这次，他在总结、归纳和研究的基础上完成的本手册，为我国模具行业的发展和模具教学的进步做出了新的贡献。

冲模是金属、非金属板件冲压成形所专用的工具，可分为单工序冲模、复合冲模、级进冲模、精冲模、组合冲模与经济性冲模等几大类。

冲模设计、冲压机械的性能和冲压工艺参数三者的优化组合，是冲件冲压成形精度和质量的保证。其中，针对冲件的结构要素、冲床性能和冲压成形工艺参数进行冲模的优化设计，既是构成冲压成形工艺系统的条件和基础，也是冲模制造过程的首要阶段。可以说，冲模的设计质量决定着产品的成形性能。

为促进冲模制造过程的智能化、数字化，改变模具单体制造模式，本手册通过总结、归纳、分析、研究，并辅以相应规范、标准，为建立冲模设计、数字化加工所必须的三大数据库提供依据与基础，这三大数据库为：

- 冲模通用、标准零、部件的三维、参数化的工程图数据库。
- 定型冲模结构的三维、参数化冲模产品系列工程图数据库。
- 冲模的三维原型结构设计系列图库。

为此，本手册系统地阐述了各类冲模的应用与特征，结构及其要素的设计与计算方法；介绍了冲模与冲压工艺的关系与优化组合；列出了各类各种冲模的典型结构及相应的规范和标准。书中包含有大量的图例及相关计算实例，内容丰富、实用便查，为推动智能化、数字化设计，以及零件的成形加工提供了技术基础，也是进行冲模制造技术教育、培训的实用参考书。

中国模协顾问、教授
许发樾

前 言

冲压工艺在电子、电器、仪器、仪表、汽车、航天、航空、军工及日用工用品中应用广泛，而冲模是推行冲压工艺必不可少的工艺装备。电子信息产业的迅速发展，使冲模的设计与制造发生了根本的变革，更对冲压工艺师与冲模设计师提出了新的要求，本手册正是在这种背景下编写的。

本手册第一章从冲模设计入手，介绍了冲裁、弯曲、拉深、冷挤压的结构和零件设计过程，其余章节围绕其内容提供了理论和经验数据。着重介绍了中、小型冲压件的工艺及冲模设计，以及冲模标准的应用。

本手册既介绍了国内的先进实践经验和科研成果，又借鉴了国外的先进知识，力求先进、简明、实用、便查。全文以图表为主，具有技术方法先进、典型结构图例新颖、标准数据资料新、实用性强等特点。本手册可作为冲模设计师和冲压工艺师的工具书，也可供冲模设计制造技师及技术工人使用，还可供有关专业的工程技术人员及大专院校、职业院校的师生参考。

本手册由郑展主编，参加编写的有郑小红、江东、任惠贤、孙邦超、刘宏霞、赵颖倩、付小欧、李四友。

由于编者水平有限，难免有不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

| | |
|------------------------|-----|
| 序 | |
| 前言 | |
| 第一章 冲模设计 | 1 |
| 第一节 冲裁模设计 | 1 |
| 一、落料模 | 1 |
| 二、冲孔模 | 5 |
| 三、切断模 | 11 |
| 四、修边模 | 12 |
| 五、剖切模 | 21 |
| 六、复合模 | 26 |
| 七、级进模 | 31 |
| 第二节 弯曲模设计 | 48 |
| 一、V形件弯曲模 | 48 |
| 二、L形件弯曲模 | 49 |
| 三、U形件弯曲模 | 49 |
| 四、圆形件弯曲模 | 53 |
| 五、其他形状弯曲模 | 56 |
| 六、冲裁、弯曲级进模 | 58 |
| 第三节 拉深模设计 | 100 |
| 一、单工序拉深模 | 101 |
| 二、复合工序拉深模 | 103 |
| 三、圆筒形件拉深模 | 104 |
| 四、宽凸缘筒形拉深件模 | 117 |
| 五、变薄拉深模 | 119 |
| 六、带料连续拉深级进模 | 121 |
| 第四节 冷挤压模设计 | 140 |
| 一、非铁金属冷挤压模 | 141 |
| 二、钢铁材料冷挤压模 | 149 |
| 第二章 冲模机构及零件 | 154 |
| 一、冲模 | 154 |
| 二、工作零件 | 155 |
| 三、定位零件 | 166 |
| 四、卸料装置 | 183 |
| 第三章 冲裁 | 212 |
| 第一节 冲裁模间隙 | 212 |
| 一、间隙对冲裁件断面质量的影响 | 212 |
| 二、间隙对冲裁件尺寸精度的影响 | 212 |
| 三、间隙对冲裁力及卸料力的影响 | 213 |
| 四、间隙对模具寿命的影响 | 213 |
| 五、确定间隙的原则 | 213 |
| 第二节 排样和搭边 | 216 |
| 一、制件在条料或卷料上的排样 | 216 |
| 二、搭边和侧搭边 | 218 |
| 第三节 凸模与凹模工作部分尺寸计算 | 219 |
| 一、凸模与凹模工作部分尺寸计算的 原则 | 219 |
| 二、凸模与凹模工作部分尺寸计算的 方法 | 220 |
| 第四节 冲裁力和压力中心 | 223 |
| 一、冲裁力的计算 | 223 |
| 二、卸料力、推件力和顶件力的计算 | 223 |
| 三、压力机公称压力的确定 | 224 |
| 四、降低冲裁力的方法 | 224 |
| 五、冲模压力中心的确定 | 225 |
| 第五节 无废料或少废料冲裁 | 228 |
| 一、优缺点 | 228 |
| 二、制件所能达到的精度 | 228 |
| 三、无废料或少废料冲模设计要点 | 230 |
| 四、无废料或少废料冲裁排样示例 | 231 |
| 第六节 非金属材料冲裁 | 232 |
| 一、层压板的冲裁 | 232 |
| 二、其他非金属材料的冲裁 | 233 |
| 第七节 光洁冲裁与整修 | 234 |
| 一、常用光洁冲裁方法 | 234 |
| 二、整修 | 235 |
| 第四章 弯曲 | 239 |
| 第一节 弯曲件毛坯展开长度的计算 | 239 |
| 一、中性层位置的确定 | 239 |
| 二、弯曲件毛坯展开长度的计算 | 239 |
| 第二节 弯曲件的回弹 | 241 |
| 一、影响回弹的因素 | 241 |
| 二、回弹值的确定 | 241 |
| 三、减少回弹的措施 | 246 |
| 第三节 弯曲件的工序安排 | 247 |
| 一、分工序弯曲的弯曲件 | 247 |
| 二、级进模中弯曲件的工序安排 | 248 |

| | | | |
|-------------------------|-----|--------------------|-----|
| 第四节 冲裁弯曲成形级进模的弯曲方法 | 260 | 二、变薄拉深工序计算程序 | 332 |
| 一、弯曲件向下弯曲成形 | 260 | 三、变薄拉深模设计要点 | 334 |
| 二、弯曲件向上弯曲成形 | 262 | 第六节 其他类型制件的拉深 | 336 |
| 三、侧向成形机构 | 263 | 一、阶梯形制件的拉深 | 336 |
| 四、倒冲机构 | 271 | 二、锥形制件的拉深 | 337 |
| 第五节 冲裁弯曲成形级进模的安全检测保护装置 | 272 | 三、球形制件的拉深 | 339 |
| 一、自动检测保护装置 | 272 | 四、抛物线形制件的拉深 | 340 |
| 二、防止废料或制件的回升与堵塞 | 274 | 五、复杂形状制件的拉深 | 341 |
| 第六节 弯曲模工作零件的设计 | 276 | 第七节 拉深模工作部分尺寸的确定 | 343 |
| 一、弯曲模凸、凹模圆角半径 | 276 | 一、凸模和凹模圆角半径 | 343 |
| 二、弯曲模凹模外形尺寸的确定 | 277 | 二、凸模与凹模之间的间隙 | 343 |
| 三、凸模与凹模之间的间隙 | 278 | 三、凸模与凹模工作部分尺寸的计算 | 345 |
| 四、U形件弯曲模凸、凹模工作部分尺寸及公差 | 279 | 第八节 压料力与拉深力 | 346 |
| 五、钝角U形弯曲件凸、凹模尺寸差 | 279 | 一、压料力的确定 | 346 |
| 第七节 弯曲成形相关力的计算 | 280 | 二、拉深力的确定 | 348 |
| 一、弯曲力的计算 | 280 | 三、压力机公称压力的确定 | 349 |
| 二、压力机公称压力的确定 | 283 | 四、拉深功的计算 | 349 |
| 第五章 拉深 | 284 | 第六章 成形 | 351 |
| 第一节 圆筒形件拉深毛坯直径的计算 | 284 | 第一节 起伏成形 | 351 |
| 一、修边余量的确定 | 284 | 一、加强肋、凸包和凹坑的成形 | 351 |
| 二、毛坯直径的计算 | 284 | 二、百页窗制件的成形 | 352 |
| 第二节 圆筒形件的拉深系数和拉深次数的确定 | 302 | 三、起伏成形的压力计算 | 352 |
| 一、拉深系数 | 302 | 第二节 翻边 | 353 |
| 二、影响拉深系数的因素 | 302 | 一、内孔翻边 | 353 |
| 三、无凸缘圆筒形件的拉深系数及工序件尺寸的确定 | 303 | 二、外缘翻边 | 357 |
| 四、带凸缘圆筒形件的拉深系数及工序件尺寸的确定 | 306 | 三、翻边时凸模与凹模工作部分尺寸计算 | 358 |
| 第三节 矩形件的拉伸 | 310 | 四、翻边模 | 360 |
| 一、矩形件拉深毛坯尺寸的确定 | 311 | 第三节 胀形 | 361 |
| 二、矩形件拉深系数、拉深次数及工序件尺寸的确定 | 313 | 一、胀形的变形程度 | 361 |
| 第四节 带料连续拉深 | 323 | 二、毛坯尺寸计算 | 362 |
| 一、连续拉深工艺和应用 | 323 | 三、胀形方法 | 362 |
| 二、整带料拉深 | 327 | 四、胀形模 | 362 |
| 三、有工艺切口带料连续拉深 | 330 | 第四节 缩口 | 367 |
| 四、带料连续拉深级进模设计要点 | 331 | 一、缩口变形特点及变形程度 | 367 |
| 第五节 变薄拉深 | 332 | 二、缩口工艺计算 | 367 |
| 一、变薄拉深的特点 | 332 | 三、缩口模 | 368 |
| | | 第五节 校形 | 370 |
| | | 一、校平 | 370 |
| | | 二、整形 | 371 |
| | | 第七章 冷挤压 | 372 |
| | | 第一节 冷挤压分类 | 372 |
| | | 第二节 冷挤压件毛坯的确定 | 375 |

| | | | |
|--------------------------|-----|-----------------------|-----|
| 一、适用于冷挤压的材料 | 375 | 一、冷挤压极限变形程度 | 384 |
| 二、毛坯的形状和尺寸的确定 | 375 | 二、冷挤压力 | 386 |
| 三、毛坯的制造 | 376 | 三、冷挤压压力机的选用 | 395 |
| 四、毛坯的软化处理 | 377 | 第四节 冷挤压凸模与凹模设计 | 397 |
| 五、非铁金属毛坯表面处理及润滑 | 380 | 一、凸模与凹模 | 397 |
| 六、钢铁材料毛坯表面处理及润滑 | 382 | 二、凸模与凹模工作部分尺寸计算 | 401 |
| 第三节 冷挤压的极限变形程度和挤压力 | 384 | 三、组合凹模 | 401 |
| | | 参考文献 | 404 |

第一章 冲模设计

在工业生产中，用各种压力成形机械（如压力机、塑料注塑机、压铸机等）和装在其上的专用工艺装备，把金属或非金属材料制成所需形状的零件或制品，这种专用工艺装备称为模具。

冲模是冲压加工中所用的工艺装备，即通过压力机加压将金属或非金属材料分离，成形或接合而得到制件的工艺装备叫冲模。

第一节 冲裁模设计

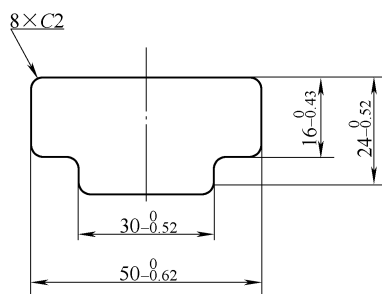
使板料分离，得到所需形状和尺寸的平片毛坯或制件的冲模叫冲裁模。

一、落料模

沿封闭的轮廓将制件或毛坯与板料分离的冲模叫落料模。

1. 导柱式弹压卸料下出件落料模

设计落料模时，当卸料力较小，制件没有特殊几何形状要求时，一般采用导柱式弹压卸料下出件落料模。由于弹压卸料工作面外露，便于观察使用情况，使用维修方便。制件直接从凹模洞口落下，安全可靠，生产率高。此外，采用导柱、导套导向，使冲模间隙容易得到保证。设计落料模时，只要凸模强度和刚度足够高，应采用直通式凸模，以便于线切割加工。图 1-1 所示为垫片制件图，图 1-2 所示为垫片排样图，图 1-3 所示为垫片导柱式弹压卸料下出件落料模装配图，图 1-4 ~ 图 1-10 所示为其主要零件图，设计时应尽量采用标准件和标准模架。本模具采用非标准模架设计方法。由于冲模装配采用配加工，所以凹模、卸料板、凸模固定板型孔的形状尺寸可不标注，只在凹模上标注位置尺寸，螺钉、销钉孔的下模标在凹模上，上模标在凸模固定板上，其他板件可不标出。



材料：Q195，厚 1.2mm。

图 1-1 垫片制件图

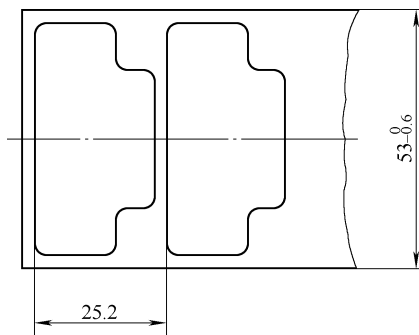


图 1-2 排样图

2. 导柱式固定卸料下出件落料模

在冲裁材料厚度大于 1.5mm，且冲裁力和卸料力较大，可采用固定卸料板下出件落料模，如图 1-11 所示，由于冲裁力和卸料力较大，凸模可采用如图 1-12 所示结构形式，仍可采用线切割加工成形。

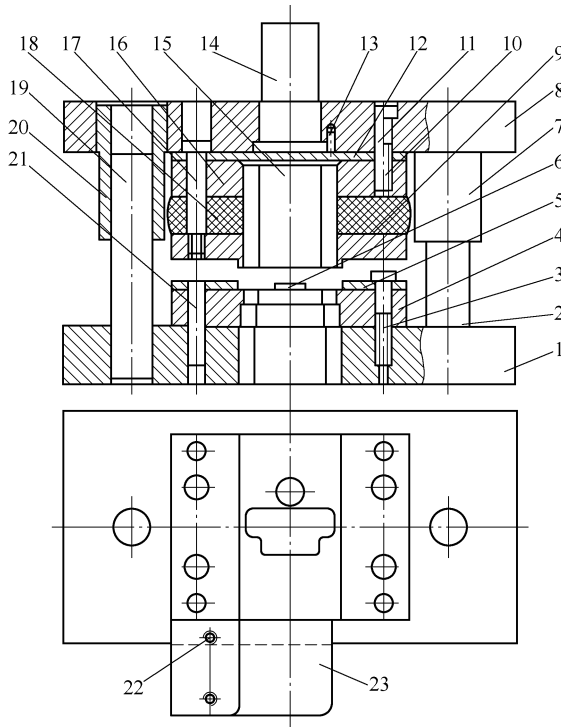
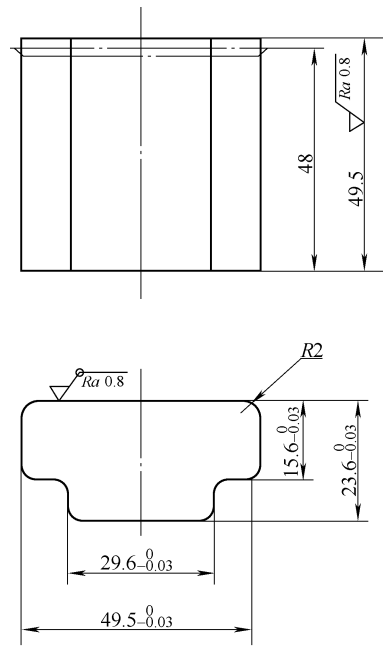


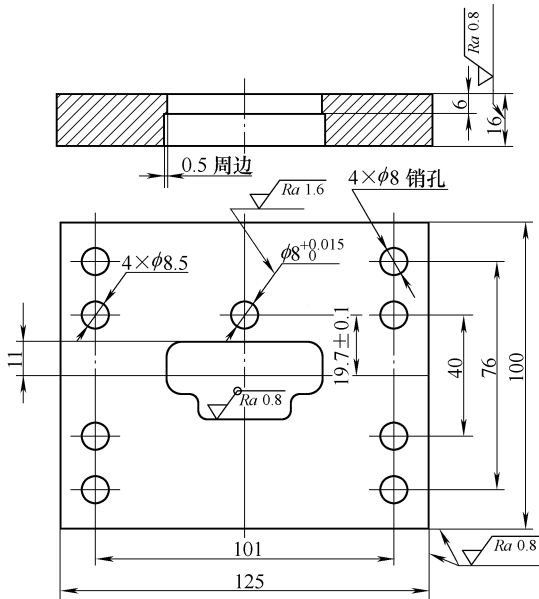
图 1-3 垫片落料模

- 1—下模座 2、19—导柱 3、10、22—螺钉 4—凹模
 5—导料板 6—挡料销 7、20—导套 8—上模座
 9—卸料板 11、13、21—销 12—垫板 14—模柄
 15—凸模 16—凸模固定板 17—卸料螺钉
 18—橡胶 23—承料板



材料:CrWMn, 硬度为
58 ~ 62HRC。

图 1-4 凸模

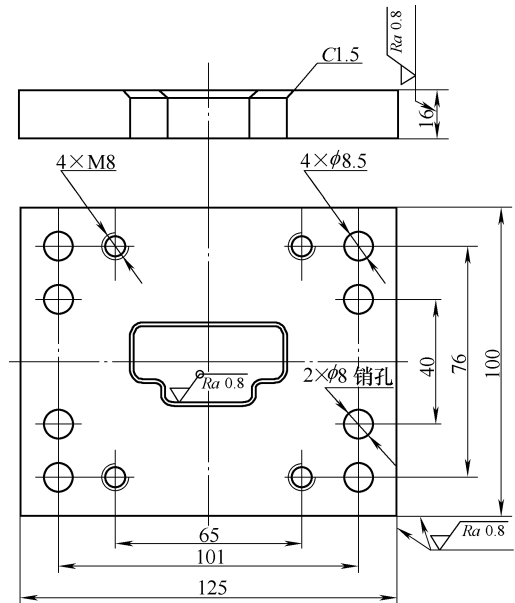


材料:CrWMn, 硬度为 60 ~ 64HRC。

技术要求

型孔按凸模配作, 双面间隙达 0.18mm。

图 1-5 凹模

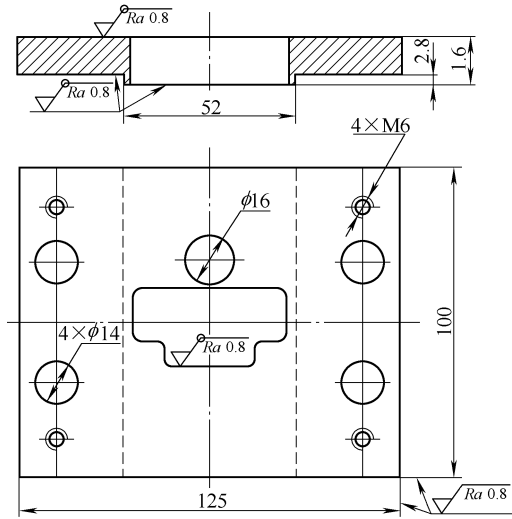


材料:Q235。

技术要求

型孔按凸模配作, 过盈量小于 0.01mm。

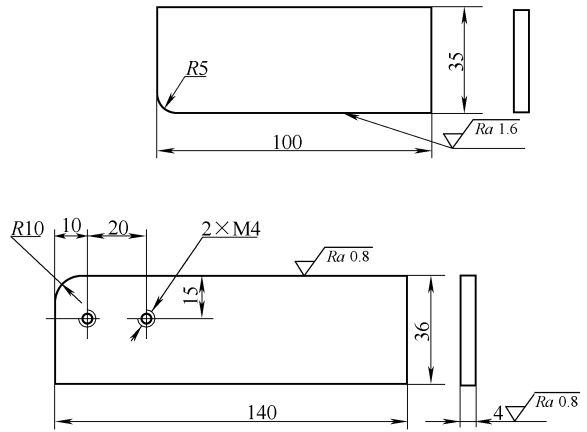
图 1-6 凸模固定板



材料:Q235。

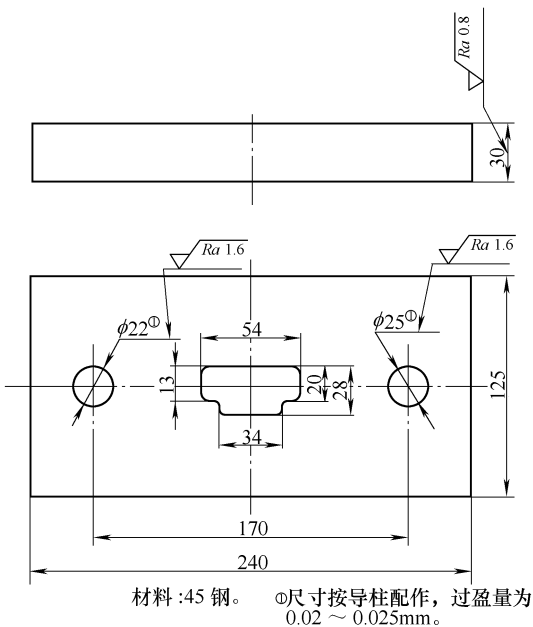
技术要求
型孔按凸模配作,
双面间隙小于0.3mm。

图 1-7 弹压卸料板



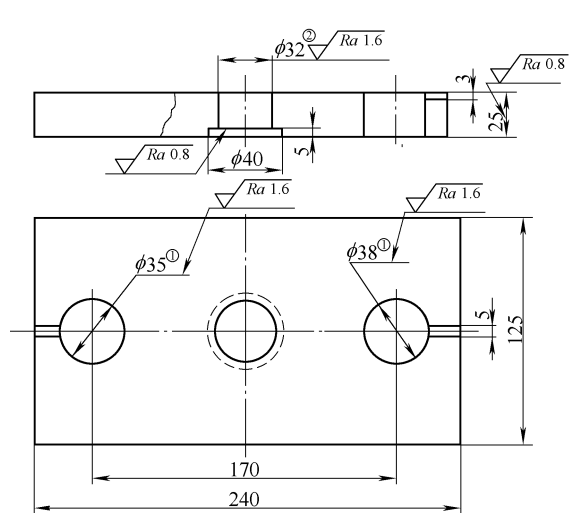
材料:Q235。

图 1-8 导料板



材料:45 钢。φ尺寸按导柱配作,过盈量为
0.02~0.025mm。

图 1-9 下模座



材料:45 钢。φ尺寸按导套配作,过盈量为
0.02~0.025mm。

φ尺寸按模柄配作,过盈量小于
0.015mm。

图 1-10 上模座

3. 导柱式弹压卸料上出件落料模

在冲裁材料厚度小于 2mm,且冲裁力和卸料力不太大,当制件直线度和平面度要求较高时,应采用弹压卸料上出件落料模,如图 1-13 所示,由于冲模采用导柱、导套导向,且冲裁时凸模 15 和顶件块 21 将材料压紧完成冲裁分离,所以,制件变形小,直线度和平面度误差小。

4. 导板式落料模

当工厂有偏心压力机时,可采用导板式落料模,如图 1-14 所示为摩擦片制件图和排样图,采用图 1-15 所示导板式落料模,凸模依靠导板导向,导板的精度直接影响模具的使用寿命,所以,导板和凸模采用 H7/h6 配合。使用导板模时,凸模不能离开导板,因为只有偏心压力机行程可调能达到要求,而曲轴压力机是不能使用导板模的,曲轴压力机行程较大,使用时凸模必然会离开导板再重新进入导板,这时,凸模的锋利刃口会被碰伤或者啃坏导板导向孔,甚至产生冲压事故。

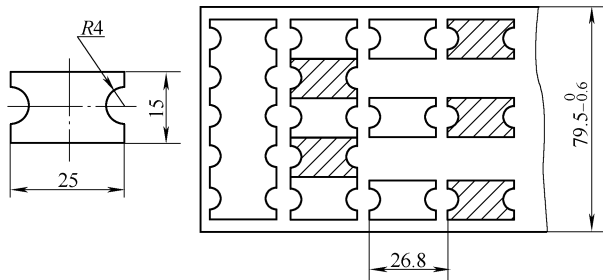


图 1-14 摩擦片制件图和排样图

为了便于拆卸维修,上模部分小于下模部分,以方便拆下下模螺钉、销钉,为方便拆卸螺钉,也可从下向上连接。

导板式落料模和导柱模比较,它具有体积小、质量轻、制造成本低等优点,所以导板模不但可用于落料模,也可用于级进模。

二、冲孔模

在毛坯或板料上,沿封闭的轮廓分离出废料得到带孔制件的冲模叫冲孔模。

1. 拉深件口部向下冲孔模

当拉深件底部有孔,且孔边距侧壁距离较大时,应采用拉深件口部向下冲孔模,利用凹模外形定位,这样可缩短凸模长度,提高其强度和刚性及稳定性,显著提高模具寿命。图 1-16 所示为拉深件口部向下冲孔模,图 1-17 ~ 图 1-25 所示为主要零件图。由于圆形零件卸料板和凸模固定板型孔可直接由车削加工成形,卸料板型孔可直接标注极限偏差车出,凸模和凸模固定板配合为 H7/m6,若凸模固定板按 H7 公差制造,单件生产很难达到要求,因而将凸模固定板制造偏差放大,可采用相应尺寸的 IT8 级精度的数值,凸模按固定板配作,过盈量小于 0.01mm。

2. 拉深件口部向上冲孔模

当拉深件孔边距侧壁距离较小时,应采用口部向上冲孔模,如图 1-26 所示,这样凹模外形尺寸不受拉深件直径限制,凹模强度大为提高,但增加了凸模长度,造成凸模强度和刚性较差。

3. 悬臂式冲孔模

图 1-27 所示为拉深件或筒形件壁部冲孔的悬臂式冲孔模,凹模 10 固定在支架 19 上,支架 19 固定在支座 16 上,支座 16 固定在下模座 1 上。凸模 7 用螺钉 8 固定在模柄 9 上,导板 6 起导向兼卸料作用。

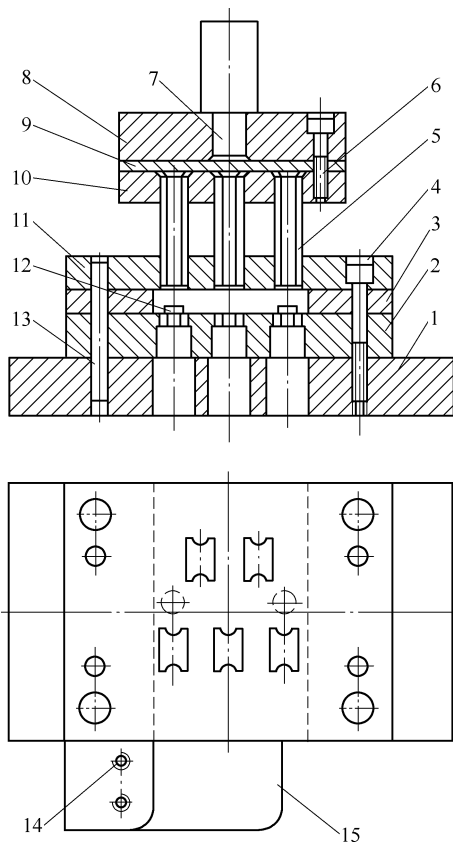
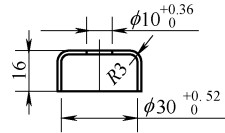
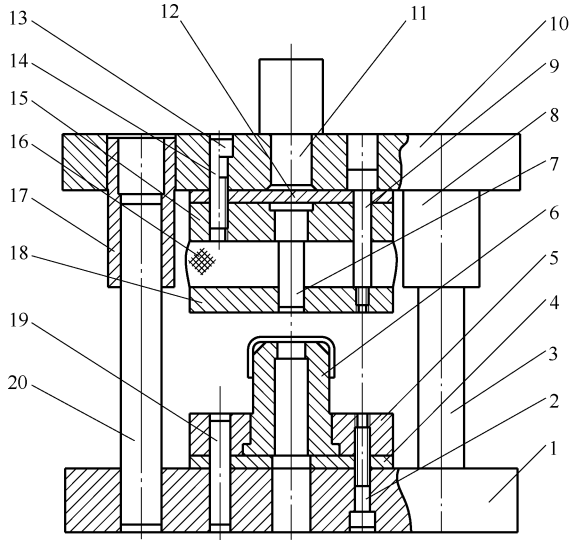


图 1-15 导板式落料模

- 1—下模座 2—凹模 3—导料板 4、6、14—螺钉
5—凸模 7—模柄 8—上模座 9—垫板
10—凸模固定板 11—导板 12—挡料销
13—销 15—承料板

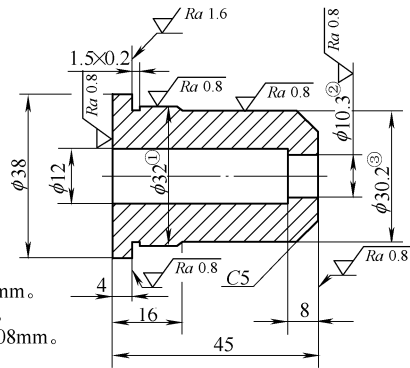


零件图 Q235

技术要求: 1. 导向精度保证达到 1 级精度模架要求。
2. 试冲时冲件毛刺不大于 0.03mm。
3. 试冲件数不少于 300 件。

图 1-16 拉深件口部向下冲孔模

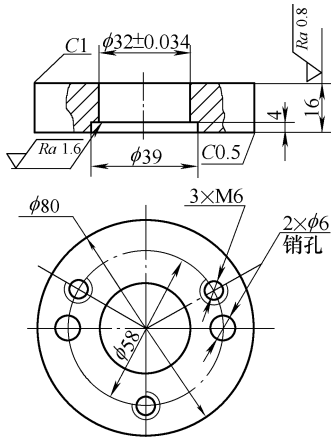
1—下模座 2、13—螺钉 3、20—导柱 4、12—垫板 5—凹模固定板 6—凹模
7—凸模 8、17—导套 9—卸料螺钉 10—上模座 11—模柄 14、19—销
15—凸模固定板 16—橡胶 18—弹压卸料板



① 尺寸按固定板配作, 过盈量小于 0.015mm。
② 尺寸按凸模配作, 双面间隙达 0.12mm。
③ 尺寸按拉件配作, 双面间隙为 0.04~0.08mm。

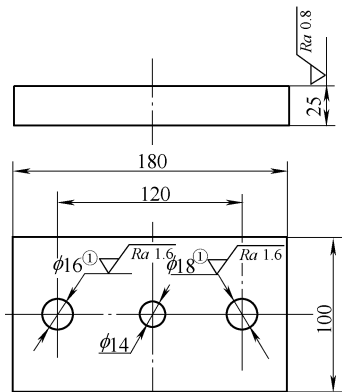
材料: CrWMn, 60~64HRC

图 1-17 凹模



材料: Q235

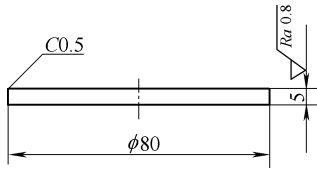
图 1-18 凹模固定板



材料: Q235。

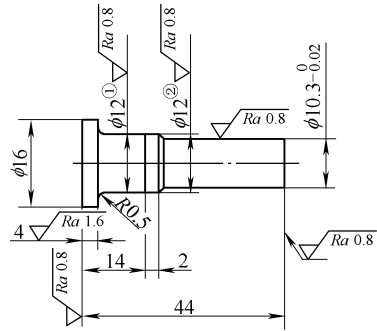
① 尺寸按导柱配作, 过盈量为 0.015~0.02mm。

图 1-19 下模座



材料: 45 43~48HRC

图 1-20 垫板

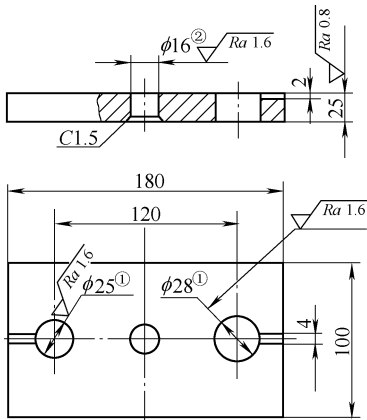


材料: CrMn, 硬度为 58~62HRC。

①尺寸按凸模固定板配作, 过盈量小于 0.01mm。

②尺寸比①尺寸小 0.02mm。

图 1-21 凸模

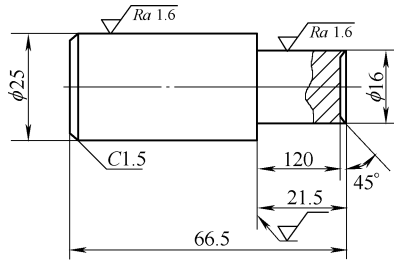


材料: Q235。

①尺寸按导套配件, 过盈量为 0.015~0.02mm。

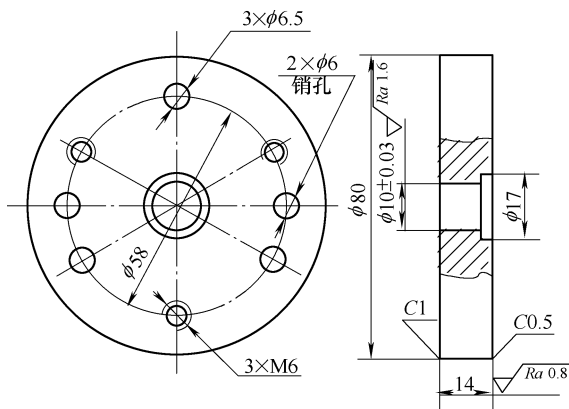
②尺寸按模柄配作, 过盈量为 0.006~0.015mm。

图 1-22 上模座



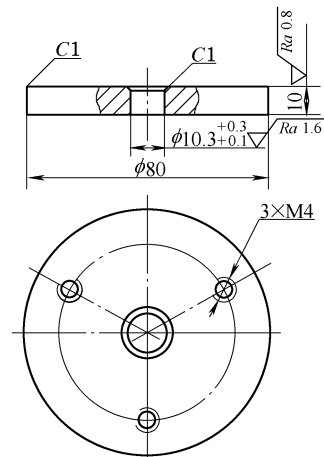
材料: Q235

图 1-23 模柄



材料: Q235。

图 1-24 凸模固定板



材料: Q235。

图 1-25 弹压卸料板