

普通高等学校职业教育教材

冷冲压工艺与模具设计

刘靖岩 主 编
宋柏艳 主 审

图书在版编目 (CIP) 数据

冷冲压工艺与模具设计/刘靖岩主编. —北京: 中国
轻工业出版社, 2006. 3
普通高等学校职业教育教材
ISBN 7-5019-5253-1

I. 冷... II. 刘.. III. ①冷冲压—工艺—高等学
校: 技术学校—教材②冷冲模—设计—高等学校: 技术
学校—教材 IV. TG38

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 004810 号

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 邱亦刚

版式设计: 马金路 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 印刷厂 (, 邮编:)

经 销: 各地新华书店

版 次: 2006 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 21

字 数: 462 千字

书 号: ISBN 7-5019-5253-1/TG·007 定价: 29.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010—65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010—85119817 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

51173J4X101ZBW

前 言

根据高职高专人才培养目标和两年学制改革的要求,从生产实际要求出发,依据“以能力为本,培养实用型技术人才”的原则,我们编写了此教材。

本教材内容是根据冷冲压工艺与模具设计工作的需要,在阐明了金属塑性变形理论的基础上,系统地介绍了冲裁、弯曲、拉深工艺与模具设计知识,还就成型工艺与模具设计、冷挤压、级进模作了较详细的讲解,使学生能掌握冷冲压工艺与模具设计方面的基本知识。本教材突出理论与实际的联系,强调综合运用。采用设计示例的形式进行编写,用较大篇幅介绍典型模具的设计示例,在每个示例里都安排了工艺分析、主要设计方法和步骤、模具结构分析和主要零部件设计等,从而在此教材里体现出高等职业教育的实用性、灵活性、快捷性、适应性等特点。为了让学生在学习中抓住重点以及培养学生思考问题的能力,我们在每章结束后均有“本章小结”和“思考与练习题”,并在书末附有各章思考题参考答案。

全书共分9章。由辽宁信息职业技术学院刘靖岩编写,辽阳职业技术学院宋柏艳负责对全书的审稿。

由于编写时间仓促,书中难免会有不妥或出现编校错误,恳请各位读者和使用本教材的教师批评指正以便及时调整和改进。感谢为此书出版提出各种建议和帮助的老师:王德滨、王恭堂、王瑞、诸葛晓舟、汤国龙、张安全、李真、吕思科、徐兵、黄冬梅、李锋、葛飞、毛海青。此外,本教材参阅了多种同类教材和著作,在此特向参考文献中的著者致谢。

编 者

2005年11月

目 录

| | |
|----------------------|---------|
| 第 1 章 冷冲压成型工艺概论 | (1) |
| 1.1 冷冲压加工的特点及在生产中的地位 | (1) |
| 1.2 冷冲压工序的分类 | (2) |
| 1.3 冷冲压材料 | (4) |
| 1.4 冷冲压设备 | (7) |
| 本章小结 | (12) |
| 思考与练习题 | (12) |
| 第 2 章 冲压变形基本理论 | (13) |
| 2.1 金属的塑性与塑性变形 | (13) |
| 2.2 冲压成型的应力和应变 | (15) |
| 2.3 冷冲压成型中的硬化现象 | (21) |
| 本章小结 | (23) |
| 思考与练习题 | (23) |
| 第 3 章 冲裁工艺及冲裁模具设计 | (24) |
| 3.1 冲裁过程分析 | (24) |
| 3.2 冲裁模间隙 | (27) |
| 3.3 冲裁件的工艺性 | (36) |
| 3.4 排样设计 | (39) |
| 3.5 冲压力和压力中心计算 | (43) |
| 3.6 冲裁模的典型结构 | (48) |
| 3.7 冲裁模主要零部件设计 | (51) |
| 3.8 精密冲裁 | (75) |
| 3.9 硬质合金模 | (83) |
| 3.10 非金属材料冲裁 | (84) |
| 3.11 冲裁模的设计步骤及实例 | (87) |
| 本章小结 | (90) |
| 思考与练习题 | (90) |
| 第 4 章 弯 曲 | (92) |
| 4.1 弯曲过程分析 | (92) |
| 4.2 弯曲件的质量分析 | (94) |
| 4.3 弯曲件毛坯尺寸计算 | (101) |
| 4.4 弯曲力的计算 | (102) |
| 4.5 弯曲件的工艺性及工艺安排 | (103) |
| 4.6 弯曲模的结构 | (107) |
| 4.7 弯曲模工作部分设计 | (110) |

| | | |
|------------|--------------------|-------|
| 4.8 | 弯曲模设计实例 | (113) |
| | 本章小结 | (116) |
| | 思考与练习题 | (116) |
| 第5章 | 拉 深 | (117) |
| 5.1 | 拉深过程分析 | (117) |
| 5.2 | 拉深件的工艺性 | (121) |
| 5.3 | 毛坯尺寸的确定 | (122) |
| 5.4 | 圆筒形件的拉深工艺计算 | (131) |
| 5.5 | 有凸缘圆筒件的拉深 | (138) |
| 5.6 | 其它旋转件零件的拉深 | (144) |
| 5.7 | 矩形件的拉深 | (150) |
| 5.8 | 压边力、拉深力的计算 | (163) |
| 5.9 | 拉深模典型结构 | (168) |
| 5.10 | 拉深模工作部分设计 | (169) |
| 5.11 | 其它拉深方法 | (175) |
| 5.12 | 拉深过程的润滑和热处理 | (188) |
| | 本章小结 | (192) |
| | 思考与练习题 | (192) |
| 第6章 | 成型工艺 | (193) |
| 6.1 | 翻边 | (193) |
| 6.2 | 胀形 | (205) |
| 6.3 | 缩口 | (212) |
| 6.4 | 校形 | (216) |
| 6.5 | 旋压 | (221) |
| 6.6 | 成型模设计综合实例 | (225) |
| | 本章小结 | (228) |
| | 思考与练习题 | (228) |
| 第7章 | 冷挤压 | (229) |
| 7.1 | 概述 | (229) |
| 7.2 | 冷挤压的金属变形 | (234) |
| 7.3 | 冷挤压件的工艺性 | (240) |
| 7.4 | 冷挤压毛坯 | (243) |
| 7.5 | 冷挤压力计算 | (245) |
| 7.6 | 冷挤压工艺过程设计 | (252) |
| 7.7 | 冷挤压模具结构 | (259) |
| 7.8 | 冷挤压凸、凹模的结构设计 | (263) |
| 7.9 | 冷挤压模的卸件和顶出装置 | (272) |
| 7.10 | 温热挤压 | (273) |
| | 本章小结 | (274) |
| | 思考与练习题 | (274) |

| | |
|--------------------|-------|
| 第 8 章 多工位级进模设计 | (275) |
| 8.1 概述 | (275) |
| 8.2 多工位级进模的分类 | (276) |
| 8.3 多工位级进模排样设计 | (276) |
| 8.4 多工位级进模结构设计 | (285) |
| 8.5 多工位级进模自动送料装置 | (294) |
| 8.6 安全检测装置 | (299) |
| 8.7 级进模设计实例 | (300) |
| 本章小结 | (304) |
| 思考与练习题 | (304) |
| 第 9 章 冲压工艺规程的制订 | (305) |
| 9.1 冲压工艺规程制订的步骤和内容 | (305) |
| 9.2 制订工艺方案的原则 | (307) |
| 9.3 冲压工艺规程编制实例 | (309) |
| 本章小结 | (318) |
| 思考与练习题 | (318) |
| 附 录 | (319) |
| 各章思考与练习题参考答案 | (324) |
| 参考文献 | (330) |

第 1 章 冷冲压成型工艺概论

冷冲压是塑性加工的基本方法之一，它是利用安装在压力机上的模具，在室温下对材料施加压力使其产生变形或分离，从而获得具有一定形状、尺寸和精度的制件的一种压力加工方法。因为它主要用于加工板料制件，所以也称板料冲压。在机械制造中属于一种高效率的加工方式。

在冷冲压加工中，将材料（金属或非金属）加工成零件（或半成品）的一种特殊工艺装备，称为冷冲压模具（简称冷冲模）。冷冲模在实现冷冲压加工中是必不可少的工艺装备，没有先进的模具技术，先进的冲压工艺就无法实现。

1.1 冷冲压加工的特点及在生产中的地位

1.1.1 冷冲压加工的特点

1) 能冲压出其它加工方法难以加工或无法加工的形状复杂的零件。例如，从仪器仪表小型零件到汽车覆盖件、纵梁等大型零件，均由冲压加工完成。

2) 冲压件质量稳定，尺寸精度高。由于冲压加工是靠模具成型，模具制造精度高、使用寿命长，故冲压件质量稳定，制件互换性好。尺寸精度一般可达到 IT10~IT14 级，最高可达到 IT6 级，有的制件不需再机械加工，便可满足装配和使用要求。

3) 冲压件具有重量轻、强度高、刚性好和表面粗糙度小等特点。

4) 冷冲压加工生产率极高，没有其它任何一种机械加工方法能与之相比。例如，汽车覆盖件这样的大型冲压件的生产效率，可达每分钟数件；高速冲压小型制件，每分钟可达到上千件。

5) 材料利用率高，一般为 70%~85%。因此冲压加工能实现少废料，甚至无废料生产。在某些情况下，边角余料也可充分利用。

6) 操作简单，便于组织生产，易于实现机械化与自动化生产。对操作工人的技术素质要求不高，新工人经短时培训便能上岗操作。

7) 冷冲压的缺点是模具制造周期长、制造成本高，故不适于单件小批量生产。另外，冷冲压生产多采用机械压力机，由于滑块往复运动快，手工操作时，劳动强度较大，易发生事故，故必须特别重视安全生产、安全管理以及采取必要的安全技术措施。

8) 冷冲模设计需要很强的想像力和创造力，对于模具的设计者和制造者无论在理论、经验、创造力方面都有很高的要求。

1.1.2 冷冲压加工在生产中的地位

由于冷冲压技术有许多明显优点，所以在机械制造、信息产业等行业中，都得到了广泛应用。如大到汽车覆盖件，小到钟表及仪器仪表元件，大多是由冷冲压方法制造的。目前，采用冷冲压工艺获得的冲压制品，在汽车、拖拉机、电机、电器、仪表、玩具以及日常生活

用品的生产方面，都占有十分重要的地位。另外，在国防工业生产中，如飞机、导弹、各种枪弹与炮弹的生产，冲压加工也占有很大比例。在现代汽车制造业中，有60%左右的零件是采用冲压工艺制成的；在电机及仪器仪表生产中，60%~70%的零件是采用冲压工艺来完成的。在信息产业中，冷冲压件的数量占零件总数的85%以上。人们日常生活中用的金属制品，冲压件所占的比例更大，如铝制品（锅、盆等）、不锈钢餐具等，随处都可看到冷冲压制品。因此，冷冲压在机械制造中是不可缺少的工艺方法。

随着汽车和家用电器等行业的飞速发展，在工业发达国家，对发展冷冲压生产给予了高度重视。据近年来的统计表明，美、日等国的模具工业年产值已经超过机床工业年产值的6%~12%。冷冲压模具历史悠久、用途广、技术成熟，在各种模具中所占比例最大。汽车、摩托车、家电行业是模具最大的市场，占整个模具市场的60%以上。因此冷冲压加工在我国现代化建设中有着非常广阔的发展前景。

1.2 冷冲压工序的分类

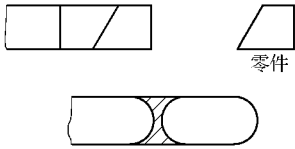
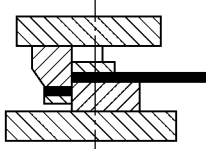
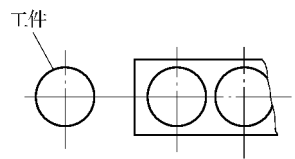
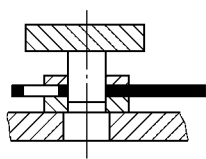
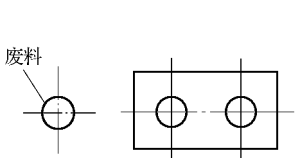
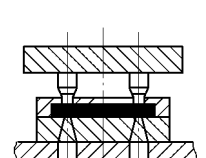
由于冲压件的形状、尺寸和精度要求不同，因此，冷冲压加工的方法是多种多样的。根据材料的变形特点及企业现行的习惯，冷冲压的基本工序可分为分离工序与塑性变形工序两大类。

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。分离工序主要包括落料、冲孔、切口、剖切等工序。

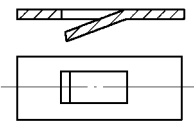
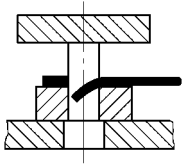
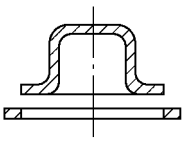
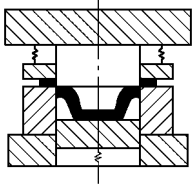
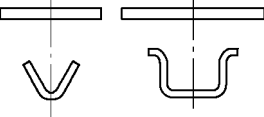
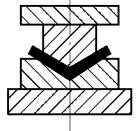
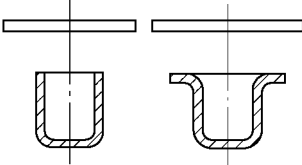
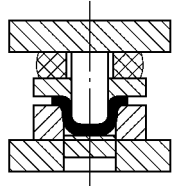
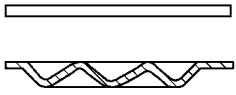
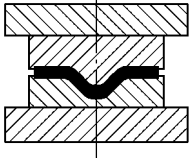
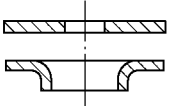
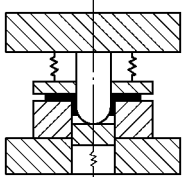
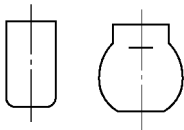
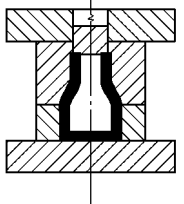
变形工序是使冲压毛坯在不破裂的条件下发生塑性变形，以获得所要求的形状、尺寸的零件的冲压加工方法。变形工序主要包括弯曲、拉深、翻边、胀形等工序。

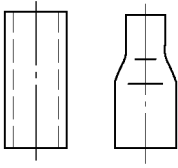
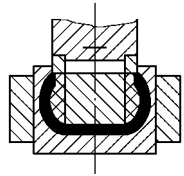
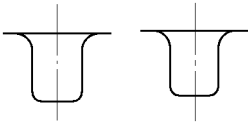
为了提高劳动生产率，常将两个以上的基本工序合并成一个工序，称为复合工序。主要冲压工序的分类见表1-1。

表 1-1 主要冲压工序的分类

| 类别 | 工序名称 | 工序简图 | 工序特征 | 模具简图 |
|------|------|---|----------------------|--|
| | 切断 |  | 用剪刀或模具切断板料，切断线不是封闭的 |  |
| 分离工序 | 冲落料 |  | 用模具沿封闭线冲切板料，冲下的部分为工件 |  |
| | 冲孔 |  | 用模具沿封闭线冲切板料，冲下的部分为废料 |  |

续表

| 类别 | 工序名称 | 工序简图 | 工序特征 | 模具简图 | |
|------|------|---|---|--|--|
| 分离工序 | 切口 |  | 用模具将板料局部切开而不完全分离，切口部分材料发生弯曲 |  | |
| | 切边 |  | 用模具将工件边缘多余的材料冲切下来 |  | |
| 变形工序 | 弯曲 |  | 用模具使板料弯成一定角度或一定形状 |  | |
| | 拉深 |  | 用模具将板料压成任意形状的空心件 |  | |
| | 成形 | 起伏(压肋) |  | 用模具将板料局部拉伸成凸起和凹进形状 |  |
| | | 翻边 |  | 用模具将板料上的孔或外缘翻成直壁 |  |
| | | 缩口 |  | 用模具对空心件口部施加由外向内的径向压力，使局部直径缩小 |  |

| 类别 | 工序名称 | 工序简图 | 工序特征 | 模具简图 |
|------|------|---|----------------------------|--|
| 变形工序 | 胀形 |  | 用模具对空心件加向外的径向力，使局部直径扩张 |  |
| | 整形 |  | 将工件不平的表面压平；将原先弯曲或拉深件压成正确形状 | 同拉深模具 |

1.3 冷冲压材料

1.3.1 对冷冲压材料的基本要求

冲压所用的材料，不仅要满足产品设计的技术要求，还应当满足冲压工艺的要求和冲压后的加工要求（如切削加工、电镀、焊接等）。冲压工艺对材料的基本要求主要有以下三点。

(1) 对冲压成型性能的要求

对于成型工序，为了有利于冲压变形和制件质量的提高，材料应具有良好的塑性（均匀伸长率 δ_b 高），屈强比（ σ_s/σ_b ）小，板厚方向性系数大，板平面方向性系数小，材料的屈服强度与弹性模量的比值（ σ_s/E ）小。不同冲压工序对板材性能的具体要求如表 1-2 所示。

表 1-2 不同冲压工序对板材性能的具体要求

| 工序名称 | 性能要求 |
|------|---|
| 冲裁 | 具有足够的塑性，在进行冲裁时板料不开裂；材料的硬度一般应低于冲模工作部分的硬度 |
| 弯曲 | 具有足够的塑性、较低的屈服极限和较高的弹性模量 |
| 拉深 | 高塑性、屈服极限低和板厚方向性系数大，板料的屈强比（ σ_s/σ_b ）小，板平面方向性系数小 |

对于分离工序，并不需要材料有很好的塑性，但应具有一定的塑性。塑性越好的材料，越不易分离。

(2) 对材料厚度公差的要求

材料的厚度公差应符合国家规定标准。因为一定的模具间隙适用于一定厚度的材料，材料厚度公差太大，不仅直接影响制件的质量，还可能导致模具或者压力机的损坏。

(3) 对表面质量的要求

材料的表面应光洁平整，无分层和机械性质的损伤，无锈斑、氧化皮及其它附着物。表面质量好的材料，冲压时不易破裂，不易擦伤模具，工件表面质量也好。

选择材料时要认真考虑材料供应情况以及经济因素，应最大限度地利用材料的冲压性能。必要时，应修改一些过高的设计要求和工艺要求，或采用代用材料。

1.3.2 常用冷冲压材料

冷冲压用材料大部分是各种规格的板料、带料和块料。板料的尺寸较大，一般用于大型零件的冲压。对于中小型零件，多数是将板料剪裁成条料后使用。带料（又称卷料）有各种规格的宽度，展开长度可达几十米，适用于大批量生产的自动送料，材料厚度很小时也可做成带料供应。块料只用于少数钢号和价钱昂贵的有色金属的冲压。

冷冲压常用材料有：

1) 黑色金属 普通碳素结构钢、优质碳素结构钢、合金结构钢、碳素工具钢、不锈钢、电工硅钢等。

对冷轧钢板，根据国家标准 GB 708—1988 规定，按轧制精度（钢板厚度精度）可分为 A、B 级：

A——较高精度；

B——普通精度。

对厚度 4mm 以下的优质碳素结构钢冷轧薄钢板，根据 GB 13237—1991 规定，按钢板表面质量可分为 I、II、III 三组，按拉深级别又分为 Z、S、P 三级：

I——高级的精整表面； Z——最深拉深级；

II——较高级的精整表面； S——深拉深级；

III——普通的精整表面。 P——普通拉深级。

2) 有色金属 纯铜、黄铜、青铜、铝等。

3) 非金属材料 纸板、胶木板、橡胶板、塑料板、纤维板和云母等。

在冲压工艺资料和图样上，对材料的表示方法有特殊的规定。现以优质碳素结构钢冷轧薄板标记为例。

例如，08 钢、尺寸 1.0mm×1000mm×1500mm、普通精度、较高级的精整表面、深拉级的冷轧钢板表示为：钢板

$$\frac{B-1.0 \times 1000 \times 1500 - GB 708 - 1988}{08 - II - S - GB 13237 - 1991}$$

关于材料的牌号、规格和性能，可查阅有关设计资料 and 标准。

1.3.3 冷冲压成型模具常用材料

(1) 对模具工作零件材料的基本要求

1) 足够的使用性能 对冷冲模具钢使用性能的基本要求是具有硬度 ($\geq 58 \sim 64HRC$) 和强度，具有高耐磨性，有足够的韧度，热处理变形小，有一定的热硬性。

不同的冷冲模对模具钢的性能要求是有区别的。冲裁模要求高硬、高耐磨性和一定的韧度；拉深等成型模要求高耐磨、抗黏合能力。

2) 良好的工艺性能 由于冷冲模工作零件一般要经过较复杂的制造过程，因而必须具有对各种加工工艺的适应性。对冷冲模具材料的工艺性要求包括可锻性、脱碳与氧化的敏感性、淬硬性、淬透性、淬火裂纹敏感性、磨削加工性等。

3) 合理的经济性能 根据生产批量不同，模具工作零件材料也应有所不同，生产批量大的模具选材要好些，生产批量小的模具应选一些较便宜的材料，这样投入的成本相对较低，符合经济性。

(2) 选择模具材料应考虑的因素

1) 模具的工作状态 冲模在较大冲击、温升、磨损的情况下工作,凸模、凹模的工作条件更差,所以凸模、凹模的材料要求有好的耐冲击性、耐磨性、耐腐蚀性。

2) 模具结构 模具结构的大小、形状、各零部件的作用、使用性质等影响模具的选材。

3) 冲压件的工艺分析 根据对冲压件的工艺分析决定采用单工序模还是复合模或级进模,从而模具的选材也不一样。

4) 模具的加工手段及热处理要求 模具选材要考虑其淬透性以及是否具备优良的机加工性能。

5) 经济性 根据冲压件的使用要求和生产批量,尽量选择质优价廉、采购方便的材料。

(3) 常用模具材料

模具材料种类很多,同时,冲压工序和被冲材料种类也很多,实际生产条件又不尽相同,因此,要做到合理选择模具材料,提出恰当的热处理要求,必须根据模具的工作条件、生产量、模具材料市场供应情况及各模具材料的可加工性,进行认真的分析比较。

常用模具材料及其热处理要求见表 1-3 和表 1-4。

表 1-3 模具工作零件常用材料及热处理要求

| 模具类型 | 零件名称及工作要求 | 常用材料 | 热处理硬度/HRC |
|-----------|--------------------|--------------------------|------------------------|
| 冲裁模 | 形状简单、批量小的凸、凹模 | T8A、T10A、9Mn2V | 凸模: 56~60 凹模: 58~62 |
| | 形状复杂、批量大的凸、凹模 | Cr12、Cr12MoV、Cr6WV、GCr15 | 58~62 |
| | | YG15 | 86 |
| 弯曲模 | 一般弯曲的凸、凹模及其镶块 | T8A、T10A | 58~60 |
| | 形状复杂、要求耐磨的凸、凹模及其镶块 | CrWMn、Cr12、Cr12MoV | 58~62 |
| | 热弯曲时的凸、凹模 | 5CrNiMo、5CrMnMo | 52~56 |
| 拉深模 | 一般拉深的凸、凹模 | T8A、T10A | 58~62 |
| | 连续拉深的凸、凹模 | T10A、CrWMn | |
| | 变薄拉深及高耐磨的凸、凹模 | Cr12、Cr12MoV | |
| | | YG8、YG15 | |
| 双动拉深的凸、凹模 | 钼钒铸铁 | (火焰表面淬火) 60~64 | |

注: 碳素工具钢在 200~300℃ 范围内回火时, 产生回火脆性, 导致韧性降低, 对于有一定要求的碳素工具钢零件, 应避开此回火温度。

表 1-4 模具辅助零件的材料及热处理要求

| 零件名称 | 常用材料牌号 | 热处理 | 硬度/HRC |
|------|------------|-----|--------|
| 废料切刀 | T10A、9Mn2V | 淬硬 | 56~60 |
| 定距侧刃 | T10A、Cr6WV | 淬硬 | 56~60 |
| | 9Mn2V、Cr12 | | 58~62 |
| 侧刃挡块 | T8A | 淬硬 | 56~60 |
| 导正销 | T8A、T10A | 淬硬 | 50~54 |
| | 9Mn2V、Cr12 | | 52~56 |

续表

| 零件名称 | | 常用材料牌号 | 热处理 | 硬度/HRC |
|-------------|------|------------|--------|--------|
| 垫板 | | 45 | 淬火 | 43~48 |
| | | T7 | 淬硬 | 48~52 |
| 压边圈 | 一般拉深 | T10A、9Mn2V | 淬硬 | 54~58 |
| | 双动拉深 | 钼钒铸铁 | 火焰表面淬硬 | |
| 滑动导柱、导套 | | 20 | 渗碳、淬火 | 58~62 |
| 滚动导柱、导套 | | GCr15 | 淬硬 | 62~66 |
| 钢球保持架 | | LY11、H62 | | |
| 导料板、侧压板、挡料销 | | 45 | | 43~48 |
| 卸料板、固定板、凹模框 | | A3、45 | | |
| 顶板、顶杆、推杆 | | 45 | | 43~48 |
| 齿圈压板 | | Cr12MoV | | 58~60 |
| 通用模柄 | | A3、A5 | | |
| 浮动模柄 | | 45 | | 43~48 |

1.4 冷冲压设备

用来完成冲压件各种冲压工艺的机床通称为冲压设备或冲床。冲压设备与其它机械加工设备相比有以下几个特点：一是在冲压生产中，制件的成型主要是由模具完成的，因此冲压设备的工作机构运动仅为简单的往复运动，这样机床的传动结构大为简单，且制造容易，操作简便，并具有很大的万能性；二是冲压设备工作部分有良好的导向，故所冲压成的制件精度高，互换性较好；三是冲压设备的传动系统灵敏可靠，具有规律的往复运动，因而易于实现机械化和自动化生产。

冲压设备种类很多，主要有以下几种。

1) 机械压力机类 包括曲柄压力机、偏心压力机、拉深压力机、摩擦压力机、粉末制品压力机、模锻精压机、挤压用压力机和专用压力机等。

2) 液压机类 有冲压液压机、一般用途液压机、弯曲校正压紧用液压机、打包压块用液压机和专门化液压机。

3) 自动锻压机 如板料自动压力机。

4) 弯曲校正机、校正弯曲机和板料凸缘折压机等。

1.4.1 常用冷冲压设备

(1) 曲柄压力机

曲柄压力机是主要的冲压设备。它能进行冲裁、弯曲、拉深和挤压等冲压工艺。曲柄压力机又有曲轴压力机和偏心压力机两种。各种曲柄压力机虽然吨位大小和形状不同，但是它们的基本结构都由下面三个部分组成，如图 1-1 所示。

1) 传动系统 由皮带轮、皮带、齿轮及传动轴组成。它的作用是将电动机的能量和运动传递给工作机构。

2) 工作机构 主要由曲轴、连杆和滑块组成。它的作用是将曲轴的旋转运动变为滑块的往复运动，从而带动上模完成冲压工作。

3) 床身 是机床传动系统、工作机构等部件安装的基体。床身把压力机所有部分连接成一个整体。

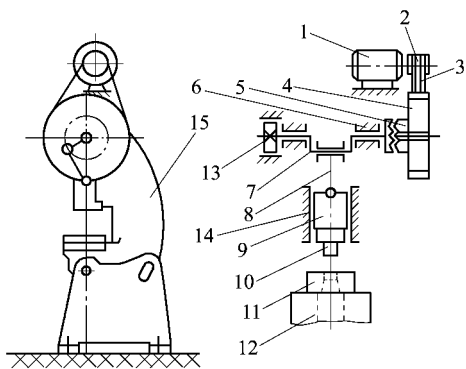


图 1-1 曲柄压力机结构

- 1—电动机 2—皮带轮 3—皮带 4—飞轮
5—离合器 6—轴承 7—曲轴 8—连杆
9—滑块 10—上模 11—下模 12—工作台
13—制动器 14—导块 15—床身

此外，传动系统中还装有离合器和制动器。为了保护人身和机器的安全，压力机还设有人身安全装置和过载保护装置。

压力机的工作过程为：电动机 1 启动后，通过皮带轮、皮带和传动轴带动飞轮 4 不停地旋转。当踏下脚踏板时，制动器 13 松开，随即离合器 5 接合，将传动系统与工作机构连接起来，曲轴的旋转运动经过连杆 8 带动滑块 9 上下往复运动。松开脚踏板时，离合器 5 脱开，飞轮空转，曲轴被制动器刹住在最高点，滑块即停在上死点位置。

通用曲柄压力机通常只有一个滑块。根据其床身结构不同，可分为开式冲床和闭式冲床。开式冲床的床身前面、左面和右面三个方向是敞开的，因此模具的安装、调整和操作等都很方便。开式冲床吨位较小，压力大都在 100t 之下，如图 1-2 所示。

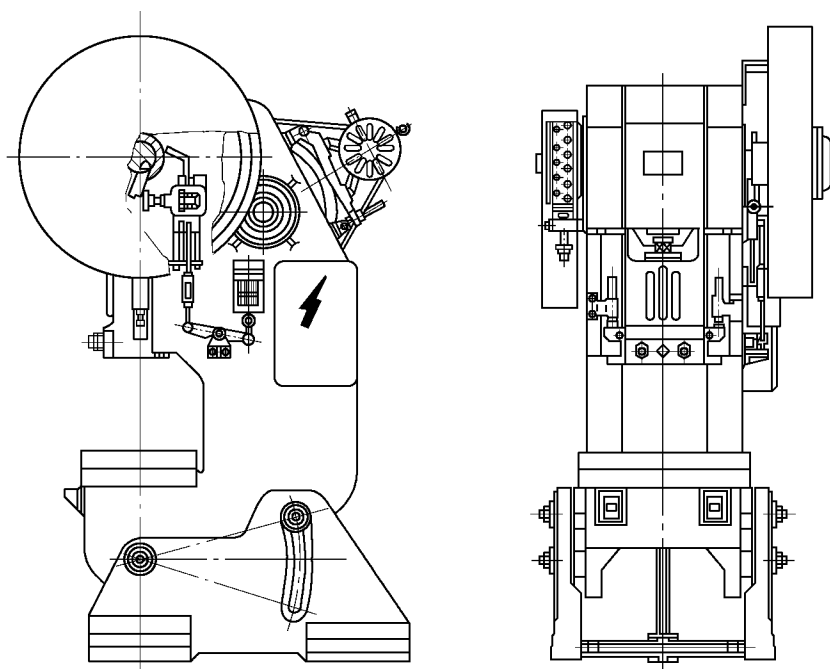


图 1-2 JB23-63 型开式双柱可倾压力机总图

闭式冲床亦称龙门冲床。这种冲床床身为龙门式，刚度大、精度高，一般吨位较大，属于大、中型压力机。

(2) 摩擦压力机

摩擦压力机是一种螺旋压力机，通过螺杆相对于螺母旋转带动滑块沿导轨作上下往复运动。螺杆的旋转力矩是靠飞轮与摩擦盘之间的摩擦力获得的。摩擦压力机有单盘式、双盘式、三盘式等几种，其中双盘式压力机应用最广泛。图 1-3 所示为双盘摩擦压力机总图，它由四部分组成。

- 1) 传动部分 由皮带、皮带轮、左、右摩擦盘和传动轴组成。
- 2) 工作部分 包括飞轮、螺杆、螺母和滑块等。
- 3) 床身部件 是由床身、上横梁、拉紧螺栓和左右支臂等组成。
- 4) 附属装置 有制动装置、缓冲装置、顶料装置和安全装置等。

双盘摩擦压力机的工作过程为：电机启动后，带动传动轴和摩擦盘空转，当按下操纵手柄通过杠杆系统将传动轴 9 水平向右拖动，这时左摩擦盘侧面与飞轮 7 外缘接触而产生一摩擦力矩，使螺杆顺时针转动，带动滑块往下运动；拉起操纵杆时，则滑块便向上运动。

摩擦压力机特点是：构造简单，价格较便宜，滑块的行程不固定，当工作中超负荷时，仅仅只会引起飞轮与摩擦盘之间滑动，而不会折断机件。摩擦压力机既可进行冲裁、弯曲、校平等冲压工艺，还可用来进行锻造工艺，如热模锻和挤压等。摩擦压力机的缺点是：飞轮轮缘的磨损甚大，滑块行程速度低，故生产效率不高。

(3) 液压机

液压机是进行拉深、弯曲、成型和挤压等工艺的重要设备。液压机虽有多种规格，但其工作原理是一致的。

液压机的基本工作原理是液体静压力传递原理。图 1-4 所示为液压机原理图，图中一端有一个面积为 A_1 的小柱塞，另一端为面积为 A_2 的大柱塞，两个柱塞之间以连通管相连，且设有密封装置，使连通管内形成一个密闭的空间，不使液体外泄。这样，若小柱塞上施加一个外力 F_1 时，作用在液体上的单位压力为 $p = F_1/A_1$ ；按照液体静压力传递原理，这个单位压力 p 将传递到液体的全部，其数值不变，而方向为垂直物体的表面，故大柱塞上产生的推力 $F_2 = pA_2$ 。

各种液压机都由三部分组成：

- 1) 本体部分 包括立柱、下横梁、活动横梁、工作缸、顶出器。
- 2) 动力部分 为工作缸和顶出缸提供高压油的高压泵。
- 3) 操纵部分 包括操纵箱和一些操纵阀。通过这些操纵阀来控制 and 分配给各工作油缸高压液体

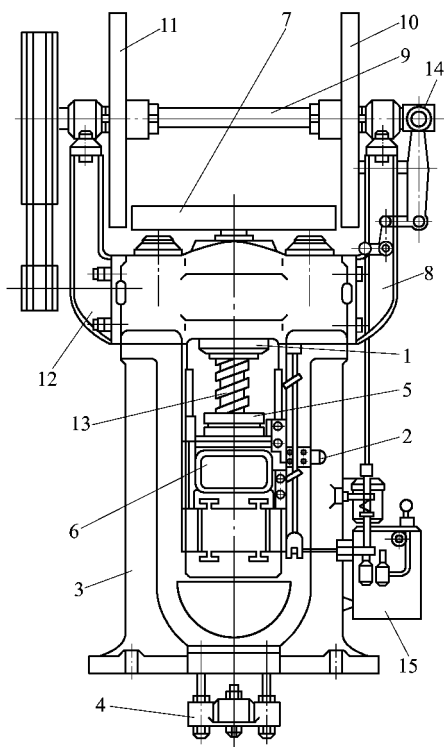


图 1-3 双盘摩擦压力机总图

- 1—缓冲装置 2—安全装置 3—床身
 4—顶料装置 5—制动装置 6—滑块 7—飞轮
 8—右支臂 9—传动轴 10—右摩擦盘
 11—左摩擦盘 12—左支臂 13—螺杆
 14—杠杆系统 15—液压装置

的流量和流动方向，以实现液压机的活动横梁快速下行，并加压、保压、卸压、快速回程、顶出缸活塞顶出和回程等动作。

液压机的结构如图 1-5 所示。液压机的特点为：在全行程内都能实现全压和长时间保压；工作速度可调节，如空行程和回程时可快速，合模时慢速，既利于操作，又可提高生产效率；此外，还具有工作平稳、撞击和振动轻、噪声小等优点。

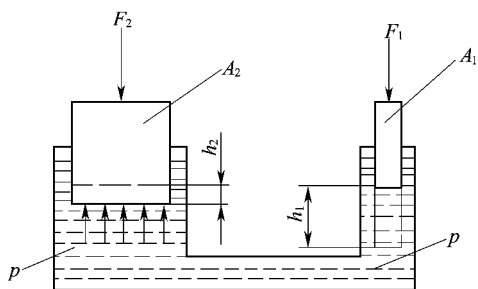


图 1-4 液压机原理图

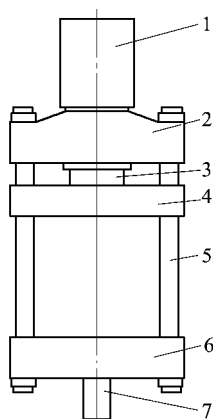


图 1-5 液压机结构图

- 1—充液罐 2—上梁 3—主缸及活塞
4—活动横梁 5—立柱 6—下梁 7—顶出缸

1.4.2 冷冲压设备的选用

1.4.2.1 冲压设备类型的选择

根据所要完成的冲压工艺的性质，生产批量的大小，冲压件的几何尺寸和精度要求来选择设备的类型。

对于中小型的冲裁件、弯曲件或拉深件的生产，主要应采用开式机械压力机。虽然开式冲床的刚度差，在冲击力的作用下床身的变形能够破坏冲裁模的间隙分布，降低模具的寿命或冲裁件的表面质量。可是，由于它提供了极为方便的操作条件和非常容易安装机械化附属装置的特点，使它成为目前中、小型冲压设备的主要形式。

对于大中型冲压件的生产，多采用闭式结构形式的机械压力机，其中有一般用途的通用压力机，也有台面较小而刚度大的专用挤压压力机、精压机等。在大型拉深件的生产中，应尽量选用双动拉深压力机，因其可使所用模具结构简单，调整方便。

在小批量生产中，尤其是大型厚板冲压件的生产多采用液压机。液压机没有固定的行程，不会因为板料厚度变化而超载，而且在需要很大的施力行程加工时，与机械压力机相比具有明显的优点。但是，液压机速度小，生产效率低，而且零件的尺寸精度有时因受到操作因素的影响而不十分稳定。

摩擦压力机具有结构简单、造价低廉、不易发生超负荷损坏等特点，所以在小批量生产中常用来完成弯曲、成型等冲压工作。但是，摩擦压力机的行程次数较少，生产率低，而且操作也不太方便。

在大批量生产或形状复杂零件的大量生产中，应尽量选用高速压力机或多工位自动压力机。

1.4.2.2 冲压设备规格的确定

在冲压设备的类型选定之后,应该进一步根据冲压件的尺寸、模具的尺寸和冲压力来确定设备的规格。

(1) 公称压力

所选压力机的公称压力必须大于冲压所需的总冲压力,即:

$$F_{\text{压力}} > F_{\text{总}}$$

公称压力(额定压力)是指滑块离下止点前某一特定距离 S_p (此距离称为公称压力行程或额定压力行程)或曲柄旋转到离下止点前某一特定角度 α_p (此角度称为公称压力角或额定压力角)时,滑块上所允许承受的最大作用力。压力机的承载能力受压力机本身各主要构件强度的限制,其滑块上所能承受的压力(许用载荷),在曲柄旋转一周中不是定值,而是曲柄转角 α 的函数。所以,“公称压力”只有与“公称压力行程”或“公称压力角”联系在一起才有完整的实用意义。因此,我国现已规定给出公称压力行程作为压力机的基本参数之一(使用中它比公称压力角更方便)。例如JG 23-40型开式双柱可倾压力机,其公称压力为 $40 \times 10^4 \text{N}$ (40t),它仅表示滑块在离下止点前7mm起至下止点前的一段行程内(即公称压力行程)压力机滑块上允许承受的最大作用力。

在选择压力机吨位时,对于施力行程小于压力机公称压力行程的冲压工序(如冷挤压、浅拉深等),只要使冲压所需总冲压力不超过公称压力即可。但是,目前国内各厂家给定的标准不同,世界各国对公称压力行程的规定亦不相同。因此,在使用中最好查阅产品说明书的滑块许用压力曲线图。图1-6所示为国产J 23-40型开式双柱可倾压力机的许用压力曲线图,从图中可知,曲线1所示的冲裁和曲线2所示的弯曲是允许的,而曲线3所示的拉深则不能选用该压力机进行。由此可知,在选择压力机时,必须使冲压工艺力曲线不超过压力机的许用压力曲线。

对于冲孔、落料等施力行程很小的冲压工序,可直接选用公称压力大于冲压所需总冲压力的压力机。对于深拉深、深弯曲等施力行程较大的冲压工序,应按冲压所需总冲压力小于或等于压力机公称压力50%~60%的条件来选择压力机。

(2) 压力机(滑块)行程

如图1-6所示的压力机(滑块)行程是指曲柄旋转一周,下止点至止点的距离,其值等于曲柄半径 R 的2倍,即 $S=2R$ 。由于压力机的行程影响到模具的开模高度,因此对于冲裁、弯曲等模具,其行程不宜过大,以免发生凸模与导板分离(导板模)或滚珠导向装置脱开的不良后果。行程大小的选择依据是:应保证方便地放入毛坯和取出零件。对于上出件的拉深等冲压工序,压力机的行程至少应大于成品零件高度的两倍以上。

(3) 行程次数

行程次数是指滑块每分钟往复运动的次数。它主要根据所需生产率、操作的可能性和允许的变形速度等来确定。

(4) 工作台面尺寸

工作台面(或工作垫板)尺寸一般应大于模具底座50~70mm,其孔径尺寸应大于工件或废料尺寸,以便漏料。但在过大的工作台面上安装过小尺寸的冲模时,对工作台的受力条件也是不利的。对于有弹顶装置的模具,工作台孔径尺寸还应大于下弹顶器的外形尺寸。