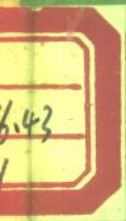


中等专业学校试用教材

板料冲压与冲模设计

佳木斯农机学院 主编



机械工业出版社

中等专业学校试用教材

板料冲压与冲模设计

佳木斯农机学院 主编



机械工业出版社

板料冲压与冲模设计

佳木斯农机学院 主编

*

机械工业出版社出版 (北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ · 印张 $10 \frac{1}{4}$ · 字数 251 千字

1979 年 9 月北京第一版 · 1979 年 9 月北京第一次印刷

印数 00,001—34,000 · 定价 0.78 元

*

统一书号: 15033 · 4827

编 者 的 话

本书是根据一九七七年十二月在北京召开的一机部中等专业学校教材会议精神和农机制造专业教学大纲而编写的。可作为农机制造专业的教材，也可供其它有关专业的学员和从事冷冲压工作的技术人员参考。

板料冲压是一种先进的加工方法，在农机制造中占有显著的地位。冲压件在农机主要产品中占有相当大的比重，而且有越来越多的发展趋势。为此，作为从事农机制造的技术人员应了解和掌握这门工艺知识。基于专业的需要和学时所限，本书着重阐述了板料冲压中的冲裁、弯曲和拉延等基本工艺，对于其它冲压方法仅作了概括的介绍。本书在讲述板料冲压基本知识的基础上，较为详细的提供了冲压工艺的基本计算方法、典型模具结构和工艺分析过程，试图使读者获得具有进行模具设计的初步能力。

本书由佳木斯农机学院申明谟同志编写，并经广西农机校、山东农机校、无锡农机校、甘肃农机校、安徽农机校、贵州农机校、佳木斯联合收割机厂和佳木斯收获机械厂等单位的有关老师和技术人员审定。

在编写过程中，得到了许多单位和个人的大力支持和协助。参加审稿的各厂校代表，对本书提出了许多宝贵意见，佳木斯联合收割机厂提供了有关图纸和资料，佳木斯农机学院陈伊文等同志为本书图稿的绘制作了大量工作。在此，对上述有关单位和个人表示感谢！

在编写过程中，尽管注意到了“少而精”、“理论联系实际”、“反映先进技术”等原则，但由于编者水平所限而力不从心。加之时间仓促、调查研究不够，书中欠妥之处在所难免，热切希望读者提出批评指正。

编 者

一九七九年一月

目 录

第一章 板料冲压的基本知识	1
§ 1-1 板料冲压的特点	1
§ 1-2 冲压工艺在农机制造中的应用	1
§ 1-3 板料冲压的基本工序	1
§ 1-4 冲压所用材料	4
§ 1-5 板料的剪裁	5
§ 1-6 冲压设备	6
第二章 冲裁工艺	11
§ 2-1 冲裁工艺分析	11
§ 2-2 冲裁间隙	15
§ 2-3 凸模和凹模刃口尺寸及公差	16
§ 2-4 冲裁力	21
§ 2-5 排样与搭边	24
第三章 冲裁模的结构与设计	29
§ 3-1 冲裁模的分类	29
§ 3-2 典型冲裁模结构分析	29
§ 3-3 冲裁模的零部件	34
§ 3-4 冲裁模设计	46
第四章 弯曲工艺及弯曲模	51
§ 4-1 弯曲变形分析	51
§ 4-2 弯曲件质量分析	52
§ 4-3 弯曲件的结构工艺性	57
§ 4-4 弯曲力的计算	58
§ 4-5 弯曲件毛料长度的确定	59
§ 4-6 弯曲模的典型结构	62
§ 4-7 弯曲模工作部分尺寸的确定	64
§ 4-8 折边机上的弯曲模	68
第五章 拉延工艺及拉延模	71
§ 5-1 拉延工艺分析	71
§ 5-2 拉延件毛料尺寸的确定	75
§ 5-3 筒形件拉延的工艺计算	82
§ 5-4 有凸缘筒形件拉延的工艺计算	89
§ 5-5 拉延力和压边力的计算	94
§ 5-6 拉延模的典型结构	96
§ 5-7 拉延模工作部分尺寸的确定	99
第六章 成形工艺	102

IV

§ 6-1	校平与整形	102
§ 6-2	翻边	103
§ 6-3	起伏	108
第七章	其它冲压方法和模具	110
§ 7-1	橡皮冲裁法	110
§ 7-2	拉弯与滚弯	112
§ 7-3	软模拉延	113
§ 7-4	带料连续冲压法	115
§ 7-5	冷挤压简介	116
§ 7-6	拼嵌模	119
§ 7-7	通用模	121
§ 7-8	低熔点合金模	123
§ 7-9	冲压工艺的发展趋势	126
第八章	工艺方案的制定	127
§ 8-1	制定工艺方案的内容	127
§ 8-2	制定工艺方案的原则	127
§ 8-3	制定工艺方案的实例	129
附录 I	冲压常用材料的机械性能	138
附录 II	常用冲压设备的技术参数	141
附录 III	金属冲压件的自由尺寸公差	143
附录 IV	冲模常用材料及热处理要求	144
附录 V	冲模主要零件的公差配合与光洁度	146
附录 VI	部分冲模零件的参考资料	147

第一章 板料冲压的基本知识

板料冲压是机械制造中先进的加工方法之一，它是利用冲模在压力机上对板料施加压力，使其分离或变形，从而得到所需零件的一种压力加工方法。

板料冲压工作多在常温下进行，所以又叫冷冲压，简称冲压。

在近代机械制造中，板料冲压技术得到广泛的应用，很多机器中的冲压件占有相当大的比例。冲压工艺已成为汽车、拖拉机、农业机械、无线电、仪器、国防工业等部门中的主要工艺之一。

§ 1-1 板料冲压的特点

板料冲压与其他加工方法相比较，不论在技术方面，还是在经济方面，都有很多突出的优点。这些优点是：

1. 在压力机简单冲击下，能够获得其他加工方法难以加工或无法加工的、形状复杂的零件；
2. 加工的零件精度较高，尺寸稳定，互换性好；
3. 在材料消耗不大的情况下，可以得到强度大、刚性高和重量轻的零件；
4. 生产率高，生产过程易于实现机械化和自动化；
5. 操作简单，便于组织生产；
6. 在大批量生产的条件下，冲压件成本较低。

板料冲压的主要缺点是模具制造周期长，费用高，因此在小批生产中受到一定限制。

§ 1-2 冲压工艺在农机制造中的应用

为了减轻机器重量和降低成本，农机产品中的许多零件是采用冲压方法制成的(图 1-1)。

据统计，在农机产品中，按零件的品种计算，冲压件占据首位。以佳木斯农业机械厂生产的丰收-3.0 联合收割机为例，该机自制的零件为 1613 种，其中冲压件为 1023 种，约占 63%。

农机产品中的冲压件，其厚度从零点儿毫米到十几毫米；其尺寸则可从几毫米到 2 米以上，其中冲裁件、弯曲件和浅拉延件较多，大部分用黑色金属板料制成。一般地说，精度要求不太高。

§ 1-3 板料冲压的基本工序

由于板料冲压时，零件的形状、尺寸和精度不同，因此，在冲压生产中所采用的工序很多。概括起来可分为两大类：

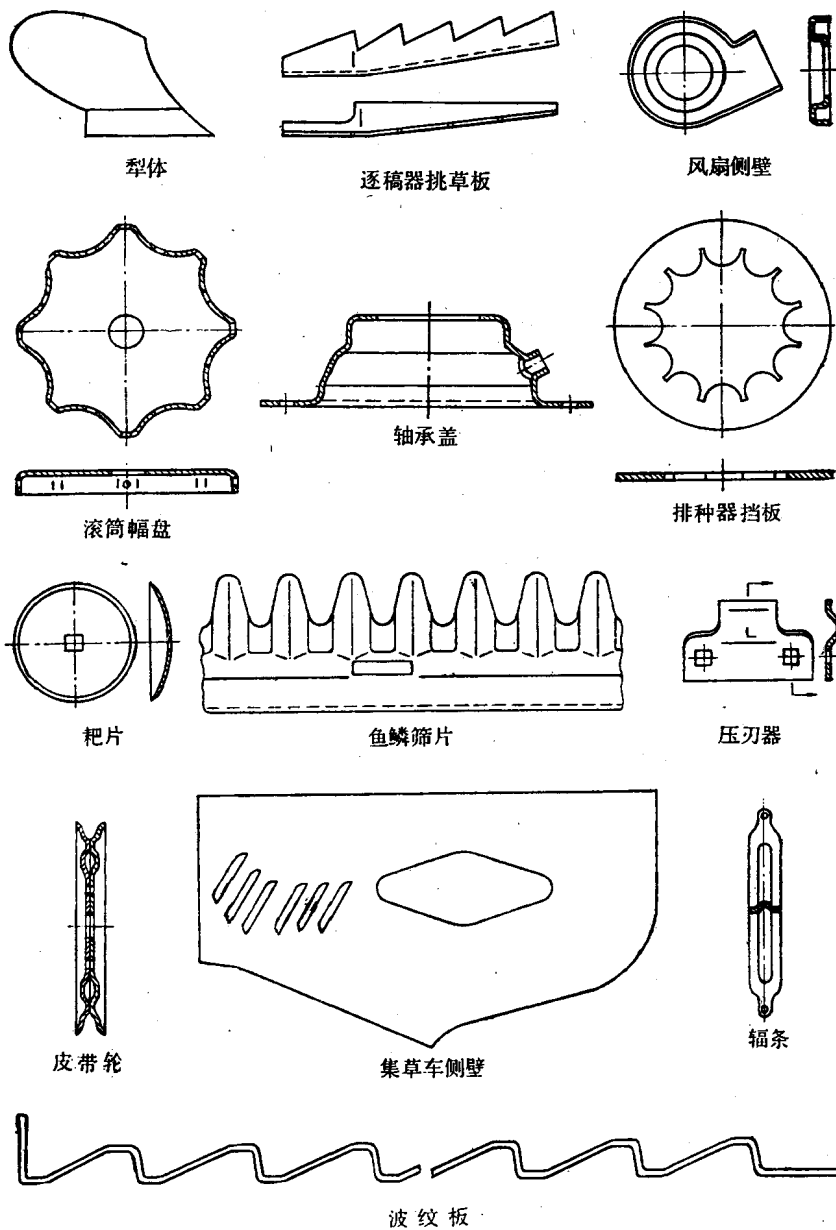


图1-1 农机产品中的冲压件

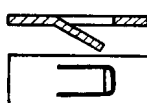
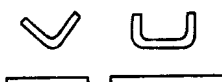
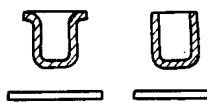
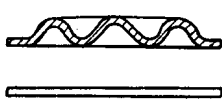
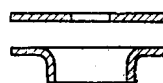
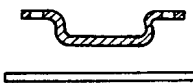
一类是分离工序，主要包括剪裁、冲裁等。其特点是板料受外力后，应力超过强度极限 σ_b ，使得板料发生剪裂而分离。

另一类是变形工序，主要包括弯曲、拉延及成形等。其特点是板料受外力后，应力超过屈服极限 σ_s ，但低于强度极限 σ_b ，经塑性变形后成一定形状。

此外，为了提高劳动生产率，常常将两个以上的基本工序合并成一个工序，称为复合工序。

板料冲压工序到目前为止，已发展到几十种之多。表 1-1 中列出了部分基本工序的名称和定义。

表1-1 板料冲压的基本工序

工序性质	工序名称		工 序 简 图	工 序 定 义
分 离 工 序	剪 裁			将板料的一部分与另一部分沿敞开轮廓分离
	冲 裁	落 料		将板料沿一定封闭曲线分离，封闭曲线以内部分为制件
		冲 孔		将板料沿一定封闭曲线分离，封闭曲线以外部分为制件
	切 口			将板料沿不封闭曲线冲出缺口，缺口部分发生弯曲
	修 整			将件外缘预留的加工余量去掉，求得准确的尺寸和光滑垂直的剪裂面
变 形 工 序	弯 曲			将板料弯成一定角度或一定形状
	拉 延			将平板料变成任意形状的空心件
	成 形	起 伏		将板料局部拉伸形成凸起和凹进部分
		翻 边		将板料上的孔或外缘翻成一定角度的直壁，或将空心件翻成凸缘
复 合 工 序				把几道不同的工序合为一道，在一个模具上完成

§ 1-4 冲压所用材料

一、对冲压所用材料的要求

冲压所用的材料，不仅要满足设计的技术要求，还应当满足冲压工艺要求。冲压的工艺要求主要是：

1. 应具有良好的塑性：在变形工序中，塑性好的材料，其允许的变形程度大，这样可以减少工序以及中间退火的次数，或者不要中间退火。对于分离工序，也要求材料具有一定的塑性。

2. 应具有光洁平整无缺陷损伤的表面状态：表面状态好的材料，加工时不易破裂，也不容易擦伤模具，制成的零件表面状态也好。

3. 材料厚度的公差应符合国家规定标准：因为一定的模具间隙，适应于一定厚度的材料，材料厚度的公差太大，不仅会影响制件的质量，还可能导致产生废品和损坏模具。

二、材料的种类和规格

冲压生产最常用的材料是金属板料，有时也用非金属板料。

金属板料分黑色金属和有色金属两种。

1. 黑色金属板料按性质可分为：

1) 普通碳素钢钢板

这类钢板按机械性能供应的有：A1、A2、A3、A4、A5等牌号。按化学成分供应的有：B1、B2、B3、B4、B5等牌号。

2) 优质碳素结构钢板

这类钢板的化学成分和机械性能都要保证，主要用于复杂变形的弯曲件和拉伸件，有08、10、15、20、35、45、50及15Mn、16Mn、20Mn、25Mn……45Mn等牌号。用于拉伸的钢板，按表面质量分为四类：Ⅰ——特别高级的精整表面；Ⅱ——高级的精整表面；Ⅲ——较高的精整表面；Ⅳ——普通的精整表面。每类表面质量按拉伸级别又分为三组：Z最深拉伸的；S深拉伸的；P普通拉伸的。

2. 有色金属板料主要有：

1) 黄铜板（带）：铜锌合金称黄铜，其特点是有很好的塑性和较高的强度及抗腐蚀性，焊接性能优良。常用的有H68、H62，前者用于深拉伸，后者用于冲裁、弯曲和浅拉伸。

2) 铝板（带）：比重小，导电、导热性良好，塑性很好。用于制造测量仪表的面板及各种罩壳，支架等零件。常用的有L2、L3、L5等。

非金属材料有纸板、胶木板、橡胶、塑料板和纤维板等。

冲压常用材料的机械性能见附录 I。

冲压用材料大部分都是各种规格的板料、带料、条料和块料。

板料的尺寸较大，用于大型零件的冲压。主要规格有：500×1500、900×1800、1000×2000等，可在国家标准（GB708-65）中查得。

条料是根据冲压件的需要，由板料剪裁而成。用于中小型零件的冲压。

带料（又称卷料）有各种不同的宽度和长度。宽度在300毫米以下。长度可达几十米。适用于大批量生产的自动送料。

块料仅适用于单件小批生产和价值昂贵的有色金属的冲压。

§ 1-5 板 料 的 剪 裁

板料剪裁是冲压的主要工序之一，几乎所有板料零件的制造都从剪裁开始。利用剪裁可以直接获得平板制件，但精度和效率较低，仅用于单件小批生产。剪裁工序主要用于下料工作。

根据生产批量的大小、所剪毛料的几何形状和尺寸的不同，剪裁工作可分别采用平刃剪床、斜刃剪床、圆盘剪床和振动剪床等设备来完成。

一、平刃剪床上的剪裁

平刃剪床（图 1-2）有两把刀片，下刀片 3 固定在剪床的工作台沿 4 上，上刀片 1 固定在剪床的滑块 5 上。滑块在曲柄连杆机构的带动下，作上下运动。被剪切的板料 2 放在工作台上，置于上下刀片之间，由上剪刀的运动而将板料分离。因为上下剪刀互相平行，故称为平刃剪床。这种剪床的特点是：上剪刀与被剪裁的板料在整个宽度方向同时接触，板料的整个宽度同时被切断，因此所需的剪裁力较大。

平刃剪床适用于剪裁宽度小而厚度较大的板料，这种剪床仅能沿直线剪裁板料。

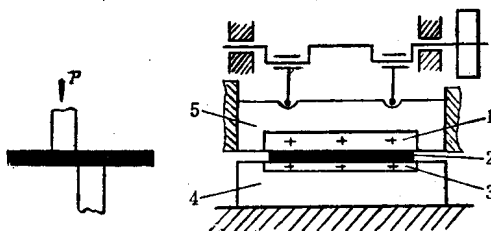


图1-2 平刃剪床剪裁示意图

1—上刀片 2—板料 3—下刀片 4—工作台 5—滑块

二、斜刃剪床上的剪裁

斜刃剪床的结构型式和工作原理与平刃剪床相同，只是上刀刃呈倾斜状态，与下刀刃成一个夹角 φ （图 1-3）。

与平刃剪床比较，斜刃剪床剪裁时，并非沿板料的整个宽度方向同时剪裂，而只是某一部分材料受剪，随着剪刀的下降，板料的两部分连续地沿宽度方向逐渐分离。因此在剪裁过程中，所需力小，其值近似为一个常数。由于上剪刀的下降将拨开已剪部分材料，并使其向下弯扭而变形，故被剪板料有弯扭现象（图 1-4）。

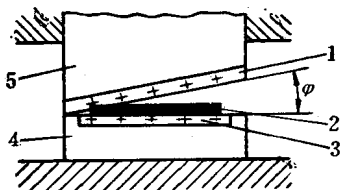


图1-3 斜刃剪床剪裁示意图

1—上刀片 2—板料 3—下刀片
4—工作台 5—滑块

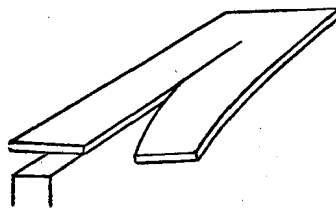


图1-4 斜刃剪裁时板料的弯扭现象

三、圆盘剪床上的剪裁

圆盘剪床上的上下剪刀皆为圆盘状。剪裁时上下圆盘刀以相同的速度和不同的方向旋转，被剪裁的板料靠本身与刀片之间的摩擦力而进入刀片中，完成剪裁工作（图 1-5）。

圆盘剪床剪裁是连续剪切，生产率较高，能剪裁各种曲线轮廓，但所剪板料的弯曲现象

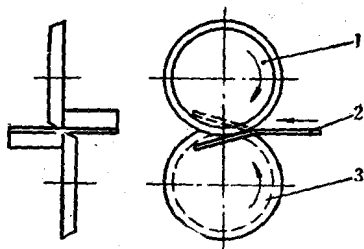


图1-5 圆盘剪床工作简图
1—上圆盘刀 2—板料 3—下圆盘刀

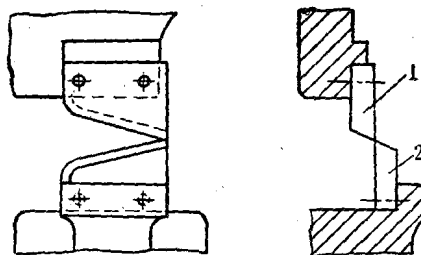


图1-6 振动剪床工作部分简图
1—上剪刀 2—下剪刀

严重，边缘有毛刺，一般适合于长板料裁成条料或剪裁曲线轮廓。

四、振动剪床上的剪裁

振动剪床的工作原理与斜刃剪床相同，但上下刃口窄而尖，上剪刀通过连杆与曲柄连接，偏心轴直接由电动机带动，使上剪刀紧靠固定的下剪刀作快速的往复运动，往复次数每分钟可达 1200~2000 次。其工作部分简图如图 1-6 所示。

振动剪床能剪各种曲线和内孔（封闭型曲线），适用于复杂形状毛料的下料。振动剪的刃口容易磨损，剪断面有毛刺，生产率很低，仅用于单件小批生产。

五、剪裁力

在一般的情况下，不需要计算剪裁力，因为在剪床的规格中，已给出了最大剪板厚度，只要被剪板厚不超过最大剪板厚度就可以了。剪床的最大剪板厚度是以 25~30 号钢板的强度极限为依据计算出来的。如果被剪板料的强度极限大于 25~30 号钢板材料的强度极限时，就需要计算其剪裁力大小。

剪裁力大小可按下面公式计算：

1. 平刃剪裁时

$$P_{\text{平}} = K B t \tau_0 \quad (\text{牛顿})$$

式中 B ——板料宽度（米）；

t ——板料厚度（米）；

τ_0 ——材料的抗剪强度（帕斯卡）（见附录 I）；

K ——系数。考虑到剪刀的变钝，剪刀间隙大小的变化，材料厚度和性能的波动等因素可能使剪裁力增加，一般取 $K = 1.3$ 。

2. 斜刃剪裁时

$$P_{\text{斜}} = K \frac{0.5 t^2 \tau_0}{\tan \alpha} \quad (\text{牛顿})$$

式中 α ——斜刃的倾斜角；

K ——修正系数，一般取 $K = 1.3$ 。

§ 1-6 冲压设备

冲压工作是在冲压设备上进行的。目前应用比较多的冲压设备是曲柄压力机和摩擦压力机。下面简单介绍一下它们的工作原理和主要参数。

一、压力机的工作原理

1. 曲柄压力机

曲柄压力机包括各种结构的偏心冲床和曲轴冲床，是冲压生产中最普遍的一种设备。它们的基本工作机构都是曲柄连杆机构。

图 1-7 所示为偏心冲床工作简图。电动机 5 通过小齿轮 6 和大齿轮（飞轮）7 及离合器 8 将动力传给偏心轴 1，偏心轴 1 在轴承中做回转运动。连杆 2 将曲柄回转运动变为滑块 3 的直线运动，滑块 3 在床身的导轨 *a* 中作往复运动。模具的上模 *b* 固定在滑块 3 上，下模 *c* 固定在床身的工作台 *d* 上。

离合器在电动机和飞轮不停的运转情况下，可使曲柄连杆机构开动或停止。

制动器的动作与离合器的动作密切配合，在离合器脱开以后，制动器同时将曲柄连杆机构停止在一定的位上。

床身 4 是所有运动部分的支承体，并且将压力机的全部机构联接成一整体。

工作时，踩下脚踏板 10，离合器接合，曲柄回转并通过连杆带动滑块作上下往复运动，将被加工的板料放在上下模中间，可进行冲压。

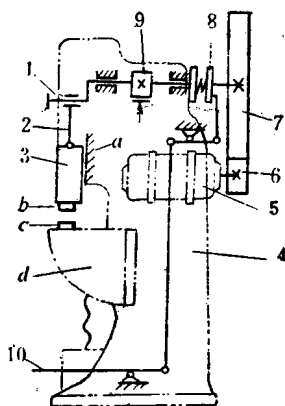


图 1-7 偏心冲床机构简图

- 1—偏心轴 2—连杆 3—滑块 4—床身
5—电动机 6—小齿轮 7—大齿轮（飞轮）
8—离合器 9—制动器 10—脚踏板

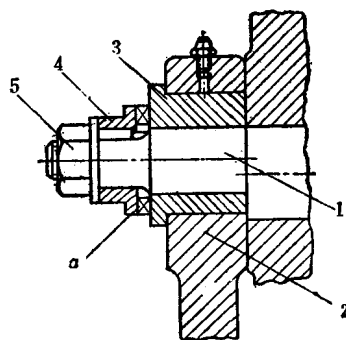


图 1-8 偏心冲床行程调节机构

- 1—偏心轴销 2—连杆 3—偏心套
4—结合套 5—螺母

偏心冲床的行程可在一定范围内调整。其调整机构如图 1-8 所示。在偏心轴销 1 上套有一个偏心套 3，偏心套 3 上的嵌牙与固定在轴端的结合套 4 上的嵌牙相结合（如图 1-8 *a* 处所示）。连杆 2 自由地套在偏心套 3 上。这样，轴销的圆周运动便通过偏心套而变成连杆的上下运动，其运动距离（即行程）是偏心套中心与主轴中心之间距离的两倍。当松开螺钉 5，使结合套的嵌牙与偏心套嵌牙脱开，转动偏心套便可改变偏心套中心与主轴中心的距离，因而可使滑块行程在一定范围内进行调整。

图 1-9 所示为偏心冲床行程调节示意图。图中 *a* 为任意行程，*b* 为最小行程，*c* 为最大行程。

曲轴冲床的结构和工作原理与偏心冲床基本相同（图 1-10）。其区别主要是所用主轴不同，偏心冲床的主轴为偏心轴或曲柄轴，而曲轴冲床的主轴为曲轴。

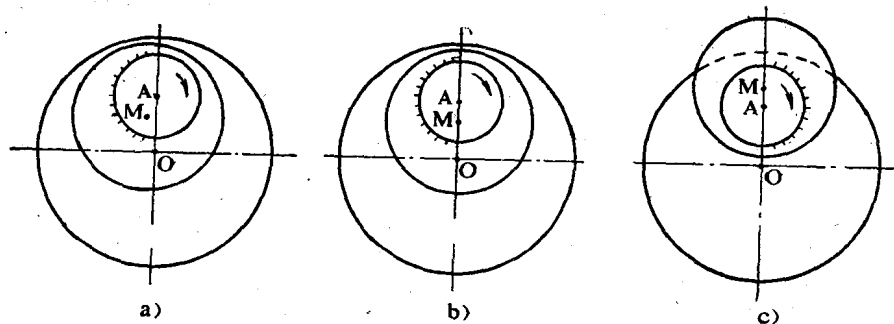


图1-9 行程调节示意图

O—主轴中心 A—偏心轴销中心 M—偏心套中心

曲轴冲床行程较大，它的行程等于曲轴偏心距的两倍，不能调整。由于曲轴在床身上由多个对称轴承支持着，冲床所受负荷较均匀，故能承受大吨位的冲压工作。

曲柄压力机的传动机构——曲柄连杆机构属于刚性结构，滑块运动为强制性的，因此在超负荷时，往往容易造成冲床损坏。

为适应安装不同闭合高度的模具，一般用途的曲柄压力机上的连杆长度是可以调节的。其调节方法是：对于200吨以下小型曲柄压力机，在调节螺杆上有一段六方部分，当松开紧固套后，可直接用搬手旋转调节螺杆进行调节（图1-11）；对于中型或重型曲柄压力机，则由一个单独的电机，通过齿轮或蜗轮机构来旋转调节螺杆。

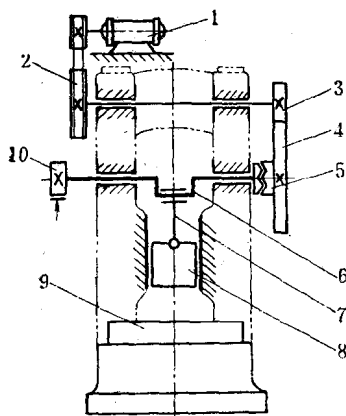


图1-10 曲轴冲床机构简图

1—电动机 2—皮带轮 3—小齿轮
4—大齿轮(飞轮) 5—离合器 6—曲轴
7—连杆 8—滑块 9—工作台
10—制动器

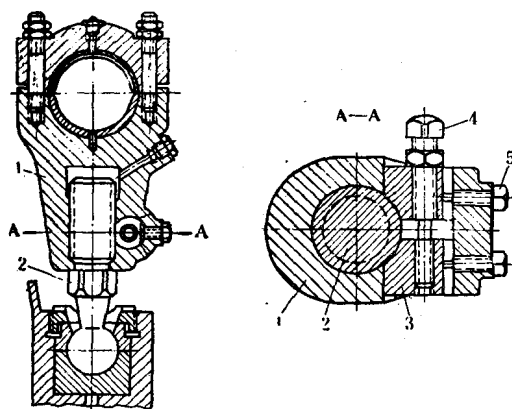


图1-11 可调节长度的连杆

1—连杆套 2—调节螺杆 3—紧固套
4—紧固螺钉 5—顶丝

此外，有些冲床工作台是可以升降的，也可以调节闭合高度。

在冲压工作中，为从上模中顶出制件或废料，冲床上装有顶件装置。顶件装置如图1-12所示。在滑块中部有一个矩形横向孔，其中横放有顶杆1，模具的模柄内装有顶杆2，在滑块回程中顶杆与床身上制动销3相碰时，则通过顶杆将制件（或废料）4顶出。

为了从下模中顶出制件，在一些冲床上装有气垫。图1-13为气垫工作简图。气垫由气

缸1、活塞2、心轴3、托板4和顶杆等组成，由螺栓悬挂在工作台下面。工作时，压缩空气进入气缸，推动活塞，活塞与心轴和托板一起上升。托板尺寸小于工作台孔径，可以自由进入冲床工作台孔内。托板上固定有顶杆（图中未画出），顶杆穿过垫板5，将制件（或废料）从模具中顶出。

气垫在拉延中可作为压边装置。

2. 摩擦压力机

摩擦压力机是根据螺杆与螺母相对运动的原理而工作的，其结构如图1-14所示。压力机床身1与工作台2铸成一个整体，床身上部的横梁3上固定着带有螺纹的套筒4，螺杆5穿过螺纹套筒，下端与滑块6相连，上端紧固着飞轮7，滑块6可沿床身的导轨作直线往复运动。在床身向上伸出的两个支架8上，由轴承支持着可沿轴向移动的转轴9，轴上安装着一对摩擦盘10和11，两摩擦盘之间的距离较飞轮直径略大。当操纵手柄15向下（或向上）时，通过杠杆系统13和14使转动轴9上的左摩擦盘11（或右摩擦盘10）与飞轮边缘接触，从而使飞轮和丝杠顺时针（或逆时针）旋转，带动滑块下降（或上升）。动力是由电动机通过皮带轮12传给转轴9的。

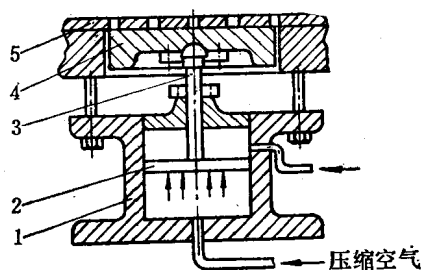


图1-13 气垫工作简图

1—气缸 2—活塞 3—心轴
4—托板 5—垫板

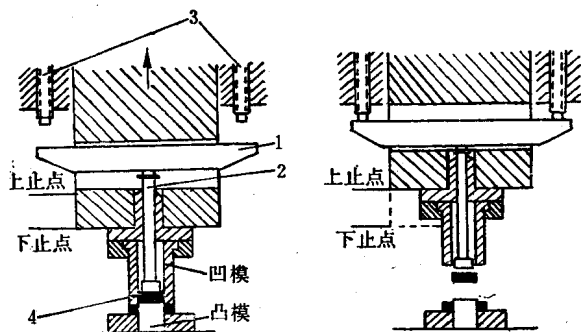


图1-12 顶件装置

1—挺杆 2—顶杆 3—制件(或废料) 4—制件(或废料)

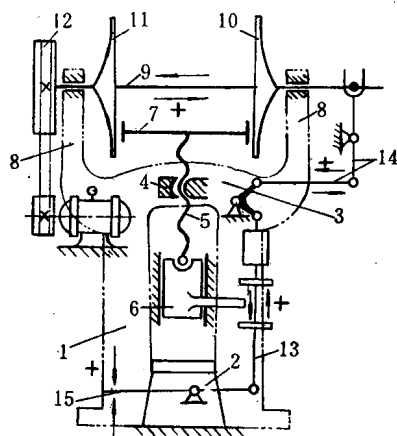


图1-14 摩擦压力机机构简图

1—床身 2—工作台 3—横梁 4—螺纹套筒
5—螺杆 6—滑块 7—飞轮 8—支架 9—转轴
10、11—摩擦盘 12—皮带轮 13、14—杠杆系统
15—操纵手柄

摩擦压力机的特点是构造简单，价格较廉。当超负荷时，由于飞轮和摩擦盘之间产生滑动，不致于损坏机件。其缺点是飞轮轮缘的磨损大，生产率比曲轴冲床和偏心冲床低。

二、压力机的选用

选用压力机的根据，主要是冲压工艺的性质、生产批量的大小、模具的外形尺寸以及工厂现有设备等情况。压力机的选用包括选择压力机类型和确定压力机规格两项内容。

各种类型的压力机，其刚度、精度、速度、行程大小和行程是否固定以及是否带有辅助

装置（气垫）等各不相同，应根据冲压工艺的要求，分别不同情况进行选择。

压力机的规格包括如下技术参数：

1. 公称压力（吨位）：压力机滑块的压力在全行程中不是一个常数，而是随曲轴转角的变化而不断地变化。图 1-15 所示为压力机的许可压力曲线。

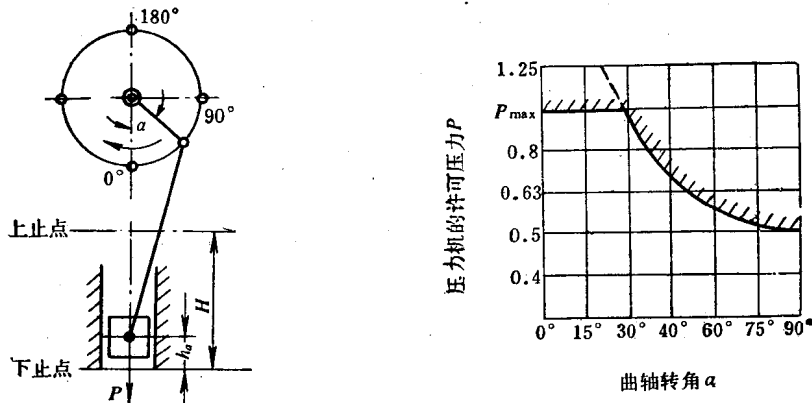


图1-15 曲轴压力机的许可压力曲线

公称压力是指压力机在下止点前的某一位置时（曲轴离下止点转角约等于 30° 处）滑块的压力。

2. 滑块行程：指滑块在曲轴旋转一次，从上止点到下止点所经过的距离。其数值一般是曲柄半径的两倍。

3. 闭合高度：是指滑块在下止点时，其底面至垫板的距离。

4. 滑块每分钟冲击次数。

5. 工作台台面尺寸。

6. 电动机功率。

确定压力机规格时应遵循下列一些原则：

1. 压力机的公称压力应等于或稍大于冲压工序所需的压力。当进行弯曲或拉延时，应注意所选用的压力机的许可压力曲线在曲轴全部转角内高于冲压变形力曲线。

2. 压力机滑块行程应满足制件在高度上能获得所需尺寸，并在冲压后能顺利地从模具上取出来，这对于弯曲、拉延工艺尤其重要。

3. 压力机的闭合高度、工作台台面尺寸和滑块尺寸等应能满足模具的正确安装。

4. 滑块每分钟的冲击次数，应符合生产率和材料变形速度的要求。

5. 在一般的情况下，可不必考虑功率，即在保证冲压力的情况下，功率是足够的。但在另外的情况下（如斜刃冲裁），将会发生压力足够而功率超载的现象，这时必须使电动机的功率大于冲压时所需的功率。

常用冲压设备的技术参数见附录 II。

第二章 冲裁工艺

利用冲模使板料相互分离的工序，叫做冲裁。落料和冲孔是冲裁的两种形式，其特点是将板料沿一定封闭曲线进行分离。冲裁后，若封闭曲线以内的部分作为制件时，称为落料；反之，封闭曲线以外的部分作为制件时，称为冲孔。例如冲制一个平板垫圈，冲其外形称为落料，冲其内孔称为冲孔。落料和冲孔的变形性质完全相同，但在进行模具工作部分设计时，要分开加以考虑。

冲裁是冲压生产中的主要工艺方法之一。冲裁后所得制件，可以作为成品零件，也可以作为弯曲、拉延和成形等其它工序的坯料。

§ 2-1 冲裁工艺分析

一、冲裁时板料的分离过程

图 2-1 所示为简单冲裁模。这付模具由模柄 1、凸模 2、凹模 3 和下模座 4 等组成，分上下两部分。上模部分（包括模柄和凸模），通过模柄安装在冲床的滑块上，随滑块作上下运动；下模部分（包括凹模和下模座），通过下模座固定在工作台上。模具的工作部分是凸模和凹模，它们都具有锋利的刃口。凹模的直径比凸模的直径略大，两者之间存在一定间隙。工作时，板料放在下模上。当开动冲床，滑块随即向下运动，凸模便穿过板料进入凹模，使板料互相分离而完成冲裁工作。

板料的分离过程是在瞬间完成的。其变形过程可分为三个阶段（图 2-2）。

1. 弹性变形阶段：在凸模压力作用下，板料首先产生弹性压缩和弯曲，并略有挤入凹模洞口的情况。板料与凸、凹模接触处形成很小的圆角。这时板料内应力尚未超过材料的弹性限度。

2. 塑性变形阶段：凸模继续下压，板料内应力超过了屈服极限，部分金属被挤入凹模洞口，产生塑剪变形，形成光亮的剪切断面。由于凸模与凹模之间存在间隙，因而金属纤维也发生了弯曲和拉伸。此阶段直到凸、凹模刃口处由于应力集中出现细微裂纹为止。

3. 剪裂阶段：随着凸模继续下压，凸、凹模刃口处出现的微小裂纹不断向材料内部扩展，当上下裂纹重合时（在合理间隙的情况下），板料随即被拉断分离。

分析冲裁件的断面，发现其断面不很光滑，并带有一定锥度。在断面上可以分出三个比较明显的区域（图 2-3）：在断面的下部具有很小的圆角，称为圆角带，它是在冲裁过程中塑性变形开始时，由于金属纤维的弯曲和拉伸而形成的；接着圆角带的是与底面垂直的光亮

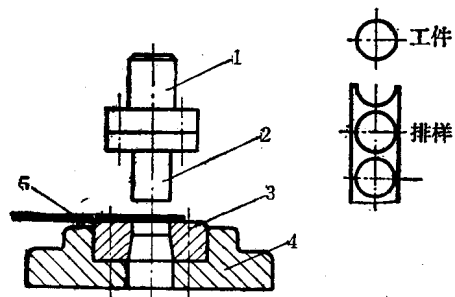


图 2-1 简单冲裁模

1—模柄 2—凸模 3—凹模
4—下模座 5—一条料