

板料冲模设计

(美) Cyril Donaldson
George H. LeCain
V. C. Goold

35.2

李南央译



板料冲模设计

〔美〕Cyril Donaldson

George H. leCain

V. C. Goold

李南央译

责任编辑：李遂平

*

湖南科学技术出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷二厂印刷

*

1983年8月第1版第1次印刷

开本：787×1092毫米 1/32 印张：5.375 字数：120,000

印数：1—9,800

统一书号：15204·95 定价：0.58元

内 容 提 要

本书译自美国《工具设计》(一九七三年版)一书中与模具设计有关的章节(该书九、十两章),内容为各种冲模(包括落料、冲孔、压弯、压形和拉延)的设计,浅显易懂。出版的目的是为了介绍美国在冲模设计方面的一般经验、数据和资料,使有关人员从中得到某些启示和借鉴。本书可供冲模设计人员和冲压工人参考。

译 者 的 话

本书译自美国出版的《工具设计》(Tool Design)(一九七三年版)一书中与模具设计有关的部分(即该书的九、十两章),内容浅显易懂。原书主要供初学冲模设计的人员作参考之用。但是因为国内冲模设计人员对美国在冲模设计方面的经验、数据及资料尚是生疏的,译者感到这本小册子中的一些内容,如:钢嵌模的结构,将冲裁断面形状与模具间隙有机联系在一起的取间隙值的方法,拉延凸、凹模圆角半径值的确定及多步拉延时凸、凹模圆角中心的确定方法,拉延次数的确定方法,人造橡胶退料标准件,以及许多计算公式、表格、图例、润滑油成分,特别是不改变弹簧沉孔及退料板螺栓长度便可得到不同退料力的标准弹簧系列等,一定会引起我国冲模设计人员和冲压工人的兴趣,并从中得到某些启示和借鉴。另外,读者也能通过本书对美国冲模设计的一般水准有个基本了解,开阔眼界。

书后附有本书出现的冲压专业部分辞汇的中英对照,中文含意多是译者根据我国冲压专业的术语确定的,难免不甚确切,仅供读者翻阅英文资料时参考。

为使读者阅读方便,译者还将全书正文中的英制尺寸换算成公制尺寸,用圆括号括在后面。

在本书翻译过程中,曾得到程学敏同志的悉心指教和诚恳帮助,谨在此表示由衷的谢意。

目 录

第一章 板料落料、冲孔模具的设计……………(1)

一、绪言……………(1)

冲切模具入门……………(2)

二、冲切模具的基本类型……………(2)

三、压力机类型……………(4)

四、压力机一般参数……………(10)

五、送料装置……………(11)

六、凸、凹模的冲切作用……………(15)

七、模具间隙……………(17)

八、模具结构类型……………(38)

模具设计的基本知识……………(49)

九、落料、冲孔模的制作……………(49)

十、导正销……………(64)

十一、退料板和压边圈……………(67)

十二、冲压制件的材料……………(91)

十三、排样……………(91)

十四、用于小批量生产的冲孔模……………(96)

第二章 板料压弯、成形和拉延模的设计…………… (99)

一、绪言……………(99)

二、压弯模……………(100)

三、成形模.....	(111)
四、拉延.....	(126)
五、拉延中影响材料流动的因素.....	(130)
六、如何确定坯料尺寸.....	(147)
七、拉延力.....	(149)
八、单动和双动拉延模.....	(153)
附录 本书部分冲压专业辞汇(英汉对照)	(157)

第一章 板料落料、冲孔模具的设计

一、绪 言

一般人在参观现代化的工厂时，都不大注意参观冲压车间，往往觉得冲压车间不过是通过许多发着噪声的庞大机器的组合体，从成卷的钢带上生产出一个个零件而已。他们更感兴趣的是那些常常被称为“自动化”的比较新的加工方法和生产工艺。

数控是一个突出的例子。它的问世，一直被看成是使小批量生产得以自动化的重要因素。在技术杂志上，数控技术也得到比其它制造工艺更广泛的介绍。如果某一个地方公司敞开它的大门，让人们参观它的新的数控加工中心，那末当地的居民都会即兴前往的。那些从事金属加工和制造的人，至少要对数控具备一定的对话的知识，方可得到同行的承认。然而，数控对于现代化制造业的贡献及其应用的广泛程度，与低级的冲压技术相比，却是微不足道的。无论是在洗衣房还是在厨房，冲压零件无处不在。如果没有冲床及其有关的设备，如果没有压印金属零件的技术，汽车就会贵得使普通人根本买不起，罐头起子也不会象现在这样便宜。

参观者实在应该好好看一下冲压车间，看看一个个完整的零件是怎样在冲床冲头的每一次伴有噪声的冲击下生产出来的。更了不起的是，板料冲压技术比自动化生产工艺的历史要长得多，板料冲压工艺是随着钢铁工业的发展而出现的。我们

现在所达到的生活标准,在很大程度上应归功于金属冲压制品。数控车床固然是重要的,但是冲压技术及工厂里与其有关的设备,仍然是我们的面包和黄油,是不可缺少的。

本章向学生和初学工具设计的人员,介绍板料落料、冲孔和有关工序知识。对于落料和冲孔模具的设计,将作一些较详细的讨论。

冲切模具入门

二、冲切模具的基本类型

尽管有许多种冲切模具,并且其中有一些非常复杂,但是它们都可以归纳为下列几种简单的基本类型:

简单落料 图1—1所示为典型的简单落料模。所用材料称

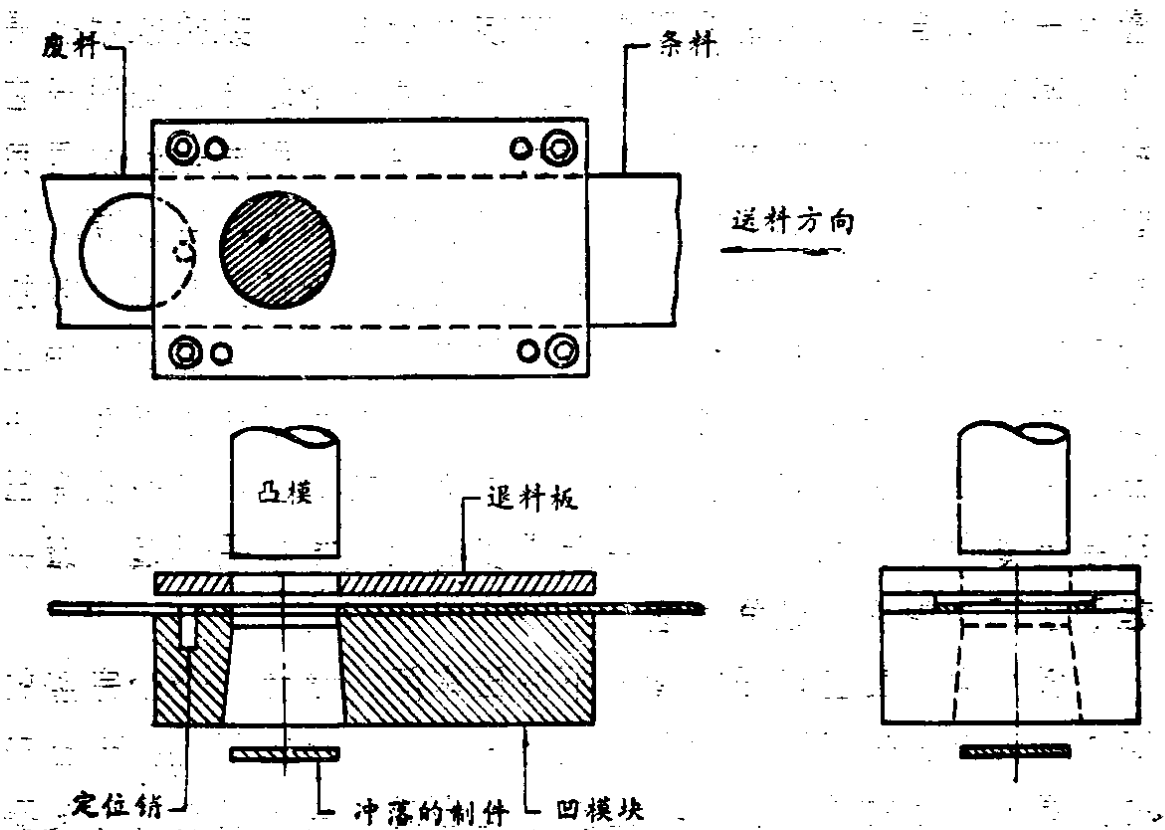


图1—1 简单落料

为“坯料”，一般用铁的或非铁的条料。在冲床的工作行程，凸模冲透材料；在返回行程，材料离开凸模被退料板退下。定位销是为操作者定料用的。操作时，工人用手送料，将已冲出的孔放置在如图所示位置。在落料工序中，从条料上冲落下来的部分为所需工件，通常为半成品，在它上面可继续进行其他的冲压工序。

冲孔 这种工序由一个简单的冲孔凸模完成。它与落料正好相反，凸模冲下来的是废料，而条料是工件。冲孔工序几乎总伴有落料工序，或者在前，或者在后，或者两者同时进行。图1—2a为一典型落料、冲孔制件。

穿口 这是沿直线方向，在工件上将压弯和冲切结合在一起的一种工序。在这种工序中，材料没有被完全切离。凸模的二边或三边为刃口，而沿第四边压弯。图1—2b所示为穿口工序的原理。

剪切和分离 剪切工序是将材料沿直线单方向切断。当材料沿直线被双向切断时，则称为分离。剪切和分离常用来从条料上分离制件，常用在级进模的最后一道工序上。在废条料离开模具时，也常用剪切工序将其空框切断，使废料更容易取除。图1—2c和d表示剪切和分离的基本原理。

切口 这种工序是将材料沿条料的一侧或双侧切除。切口工序用来在级进模中形成制件的外部轮廓；或者在级进模中，在拉延或成形工序之前将多余的材料切除，使材料在流动或成形过程中不受多余材料的影响。图1—2e为一切口的典型例子。

齐边 齐边是一种辅助工序，一般总尾随在其它冲压工序之后。在此工序中，前步工序所得制件边缘被进一步齐整成平整的表面，以达到精确的尺寸要求。多余金属的切除，和金属切削时切屑的形成很相似。齐边模凸、凹模间的间隙极小（几

乎等于零),从制件边缘切下的余料是极其微小的。图1—2f所示即为齐边工序。

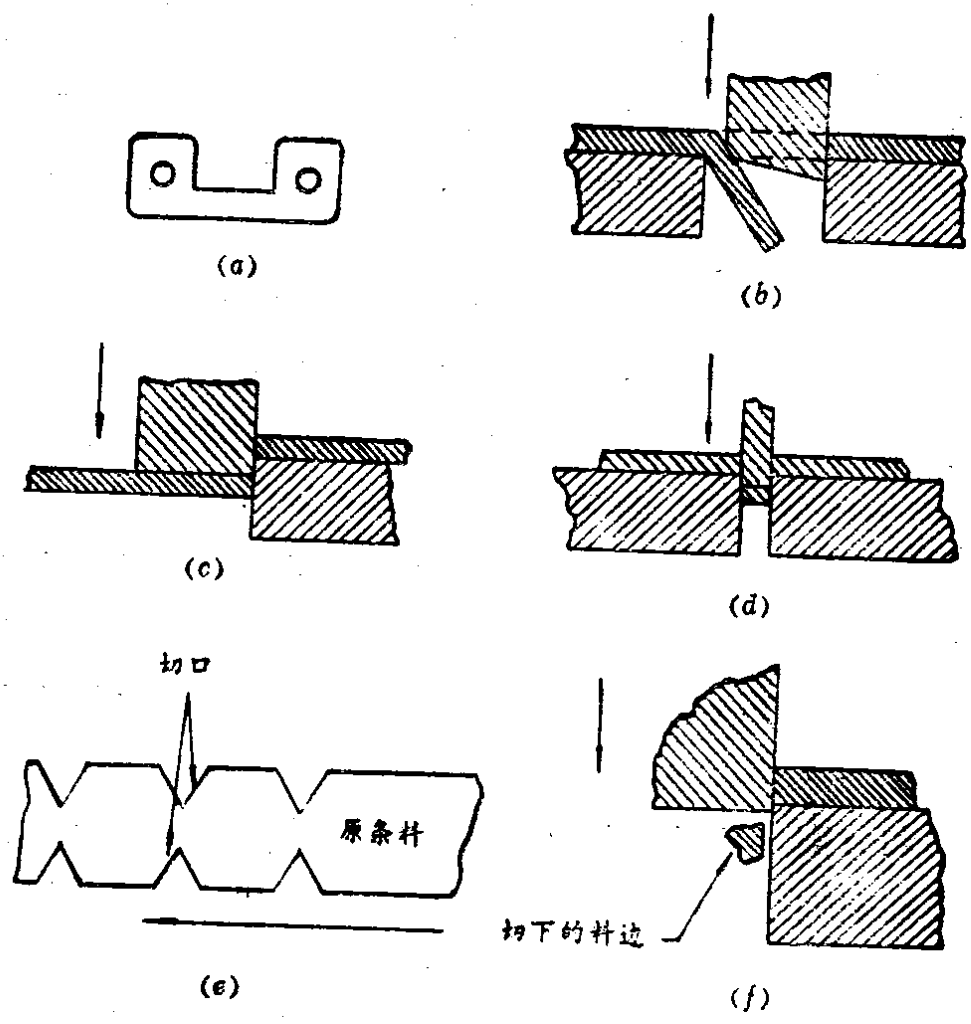


图1—2 冲切模具基本类型

- (a) 落料、冲孔 (b) 穿孔 (c) 剪切
(d) 分离 (e) 切口 (f) 齐边

修边 这种工序用来修整拉延所形成的不规则的多余料边,使制件得到整齐的外形。修边将在第二章作进一步详细讨论。

三、压力机类型

用于冲裁和成形的压力机的类型是多样的,不同的工况要

选用不同的压力机。由于篇幅所限，不准备对所有类型的压力机进行叙述，只讲几种基本的压力机类型，使初学设计者掌握一些冲模设计所必需的基本知识。

压力机可以按下述几方面进行分类：(1) 框架结构形式，(2) 动力来源，(3) 滑块传动方式，(4) 滑块数量，(5) 用途。大多数压力机不是根据一个方面来分类的。例如：双柱压力机可以是机械式的，也可以是液压式的；可以是单动的，也可以是双动的。

按框架结构分类 压力机框架有铸造结构，也有厚板焊接结构。铸造结构稳定性好，刚性高，但是造价也高。铸造结构还有一个优点，就是在最必需处可浇注大量的材料。焊接结构一般比较便宜，而且因为钢板有较高的韧性，所以抗冲击负载性能好。

一般的框架结构形式分为C形单柱式和双柱式两种。C形单柱式冲床在冲头下方形成字母C的形状，这种结构可以将条料从侧面送入模具。有些C形单柱式冲床的机身后部是敞开的，条料可以从前向后送进，也可以将冲出的零件从机身后部排出。C形单柱式冲床是整体结构，可固定于竖直位置，也可固定于倾斜位置。有些则作成分装结构，固定在一个基底上，框架可以在三个不同的位置上倾斜成一定的角度。

将冲床倾斜放置，是为了使零件在本身重力的作用下，从冲床敞开的后部落下去。三位倾斜冲床一般称为敞开式可倾(OBI)压力机。整体结构的C形框架冲床因基座刚性好，结构坚固，可以达到较高的冲压吨位。

OBI冲床是现在最常用的压力机，它的系列从一吨台式冲床一直到一百五十吨落地式压力机。它主要用于较小制件的落料和冲孔，也可以进行压弯、压形和压延。

图1—3所示的OBI 冲床的主要部件如下：

1. 矩形工作台，是冲床整体的一部分，水平放置，用来固定垫板。

2. 垫板，为2~5英寸(5cm~12.7cm)厚的平整钢板，固定在冲床上，用来固定并支撑下模座。

3. 冲头，有时称为滑块，它在冲床框架内往复运动，用于固定凸模或上模座。

4. 打料装置，通过穿过冲头长方形口内的横杆接触冲模上的打料杆，将制件打出。

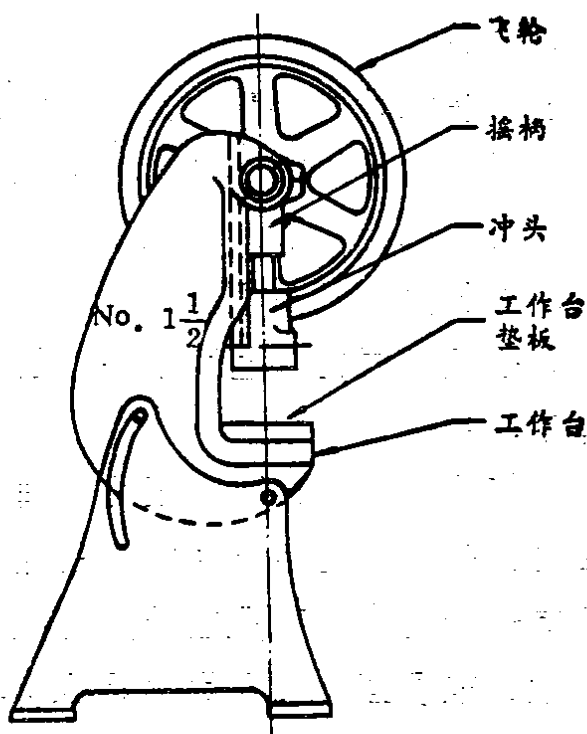


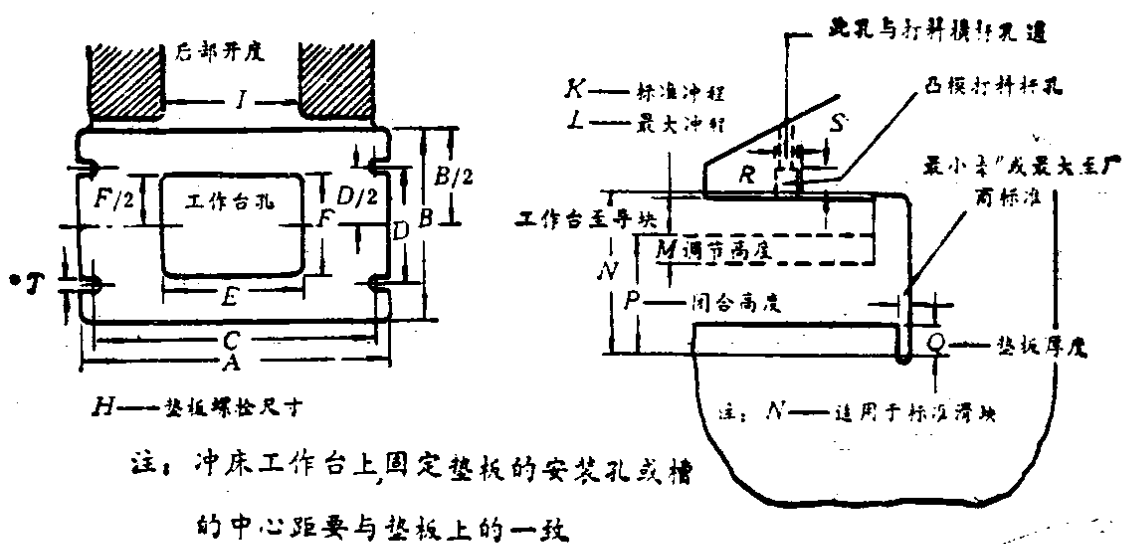
图1—3 OBI冲床主要部件

5. 飞轮，从马达不断地吸取能量，并断续地将储存的能量释放给制件，使压力机只需较小的电机就可工作。

6. 摇柄，通过连杆将来自主轴或偏心轮的运动及压力传递给压力机的滑块。

图1—4所示为OBI 冲床的标准规格，是经压机使用及制造者联合工业协会审定的。

双柱压力机，其滑块或冲头在两柱间往复运动，较常用于大型、重型冲压工作。这种压床因为有柱子，使得工作范围缩小了。但是，这种结构的压床所允许的工作台面积和床子的行程都较大。虽然动力机械装置也有设置在工作台下面的，但是一般都设置在工作台的上方。双柱式压力机可以是单、双或四点悬挂式，这主要取决于滑块和主传动轴间的连杆数目。



吨位	A	B	C	D	E	F	H	I	K	L	M	N	P	Q	R	S
22	20	12	18	$7\frac{1}{2}$	8	5	$\frac{3}{4}$	9	$2\frac{1}{2}$	4	2	$11\frac{1}{4}$	$8\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{4}$
32	24	15	22	9	11	8	$\frac{3}{4}$	11	3	5	$2\frac{1}{4}$	$12\frac{3}{4}$	$9\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{1}{4}$
45	28	18	$25\frac{1}{2}$	$10\frac{1}{2}$	14	8	1	13	3	6	$2\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{4}$	11	3	$2\frac{1}{8}$	3
60	32	21	$29\frac{1}{2}$	12	16	11	1	15	$3\frac{1}{2}$	7	$2\frac{3}{4}$	$16\frac{3}{4}$	13	3	$2\frac{5}{8}$	3
75	36	24	33	18	18	14	$1\frac{1}{4}$	18	4	8	3	$19\frac{1}{4}$	15	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{8}$	3
110	42	27	39	18	21	15	$1\frac{1}{4}$	21	5	10	$3\frac{1}{2}$	$23\frac{1}{4}$	18	4	$3\frac{1}{8}$	3
150	50	30	47	18	21	17	$1\frac{1}{4}$	24	6	12	4	$28\frac{1}{4}$	22	$4\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{8}$	3
200	58	34	55	18	27	21	$1\frac{1}{4}$	27	8	12	$4\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{4}$	24	5	$3\frac{1}{8}$	3

图1—4 OBI冲床机架标准规格

按动力来源分类 大多数压机的动力来自机械或者液体压力。少数冲床是通过杠杆或者螺杆用手操作的，但是这类冲床很难适用于大批量生产。

机械式压力机是通过飞轮系统使冲头运动的。沉重的飞轮从电动机中不断地吸取能量，并向制件间断地释放出所储存的能量。电动机使飞轮转动，控制冲程间的速度。在工作周期，非齿轮传动压机，飞轮速度允许降低7%~10%，齿轮传动压机

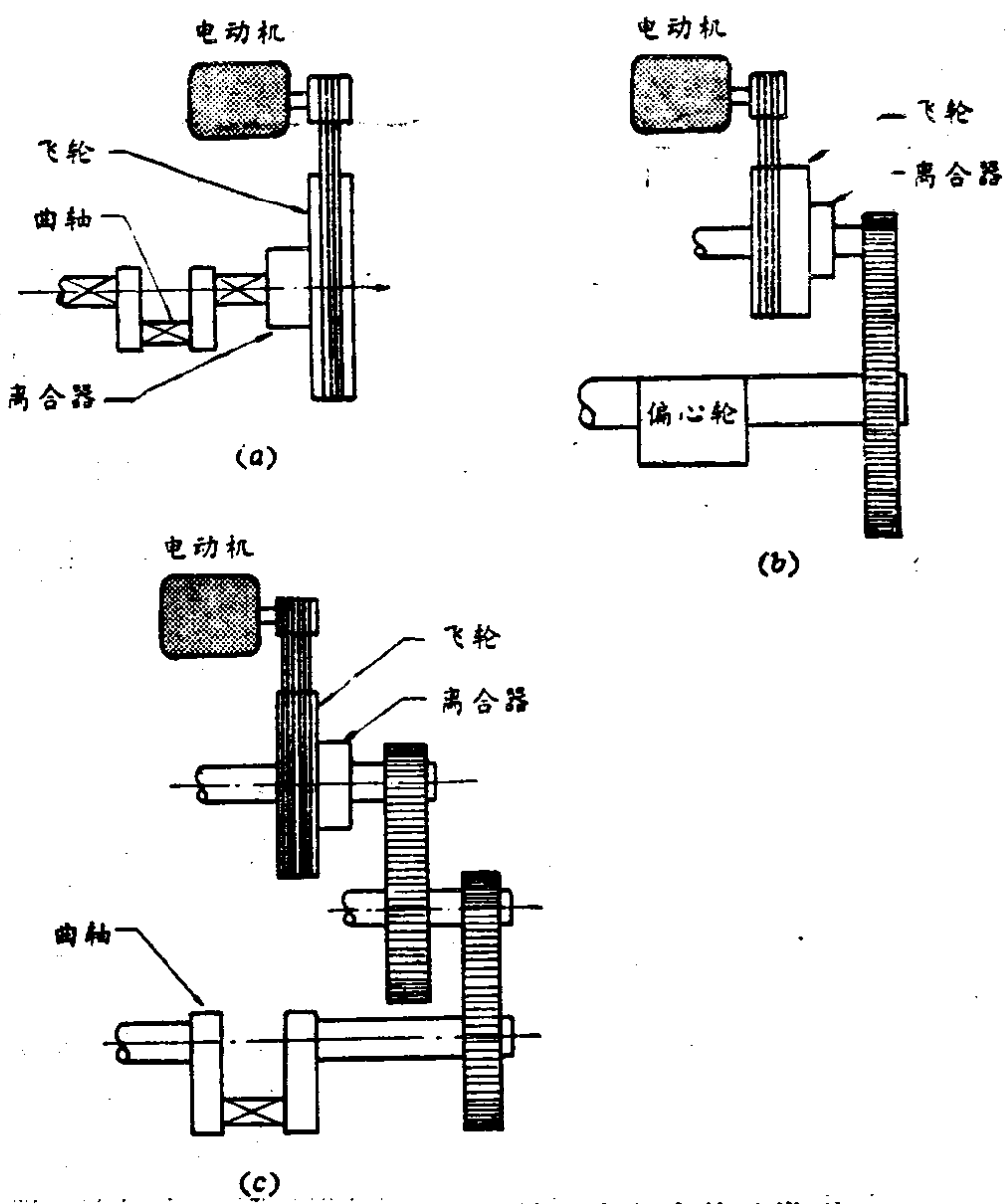


图1—5 机械压床基本传动类型

(a)非齿轮传动 (b) 单级减速齿轮传动 (c) 两级减速齿轮传动

允许降低10%~20%。飞轮直接与主轴联在一起(非齿轮传动),或者通过齿轮传动系与主轴联系在一起。非齿轮传动常用于低吨位、短冲程的冲床,这类传动结构每分钟的行程次数一般都相当高。

齿轮传动压力机通过一级或两级减速齿轮传递飞轮的能量。单级减速齿轮传动适用于较高吨位的落料及浅拉延操作。双级齿轮传动则适用于大吨位重型压力机,进行低速大批量生产。双级齿轮减速传动大大地降低了每分钟的冲程次数,但是飞轮的转速没有减低。图1—5为机械式压力机的基本传动类型。

液压式压力机有一个与液压泵相联的很大的液压缸和活塞。活塞和压力机的滑块是联为一体的。压机的吨位取决于活塞的横截面面积及液压泵的输出压力。为了使滑块能上下运动,液压缸是双向的。液压机的优点是滑块无论处于任何位置,都可以充分发挥压机的吨位效能。此外,在液压缸行程的许可范围内,压机的冲程可以任意变动,在整个行程过程中,滑块的速度和压力始终保持不变。

按滑块传动方式分类 压力机的飞轮驱动主传动轴,主传动轴再将飞轮的旋转运动转换成滑块的直线运动。这一过程一般都通过将曲柄或偏心轮与主传动轴联接在一起来完成,如图1—5所示,主传动轴上曲柄或偏心轮的数目取决于滑块上悬挂点的数目。通过这些滑块上的悬挂点,连接机构将压力传递给滑块。压力机的这种连接机构称作连杆或摇柄,而它们的长度通常是可以调节的,这样,压力机的闭合高度就可以变化了。

虽然一些较新式的压力机采用偏心轮机构,但是曲轴还是最常用的传动方式。偏心轮的主要优点是摇柄的轴承的支承面较大,而它的主要不利之处是行程高度有限。使用曲轴的压力机的行程一般则较大。

除了偏心轮和曲轴之外，滑块还可以通过凸轮、肘节、齿条、齿杆以及螺杆或万向节来驱动。由于篇幅所限，这些就不在此一一讨论了，读者可以自己参阅各种有关的冲模设计资料及冲压手册。

按滑块数量分类 压力机按滑块的数量多少分为单动、双动和三动。单动压力机有一个滑块。双动压力机有两个滑块，一个内滑块，一个外滑块。这种压力机一般用于拉延操作，外滑块安装压边圈而内滑块安装凸模。外滑块通常比内滑块行程要短，当内滑块继续向下运行时，外滑块静止不动将料压住，内滑块带着凸模进行拉延。

三动压力机与双动压力机类似，不过还有第三个滑块。这个滑块位于压力机的工作台内。当其余两个滑块向下运动后不久，它就从工作台内向上运动。所有这三个滑块被适当地协调起来，以进行拉延、再拉深及成型这三个动作。

四、压力机一般参数

冲床工具的设计人员要想成功地进行设计工作，必先掌握一定的压力机基本知识。

压机吨位 压力机的吨位是压力机的滑块所能安全提供的力量。考虑到安全因素，压机的额定吨位要略低于压力机的滑块实际产生的力量，但这并不意味着允许超负荷。

液压机的吨位是活塞的面积乘上打入液压缸的油压。液压机的吨位是随着油压的变化而改变的。

机械压力机的吨位取决于曲轴或偏心轮支承的尺寸，大约等于曲轴材料的剪切强度乘以曲轴支承的截面积。机械压力机的吨位是按照滑块接近于冲程下死点时给出的，因为这一点吨位最大。

冲程 压力机的冲程是指压机滑块的往复运动行程，通常专指运动上下端点间的距离。机械压力机的冲程是固定的，而液压机的冲程是可调的。

闭合高度 压力机的闭合高度指的是滑块位于冲程的下死点，滑块本身调整至上限位置时，工作台面到滑块底部的距离。当确定模具的最大高度时，还必须考虑到工作台垫板的厚度。冲模的闭合高度必须等于或小于压机的闭合高度。

压力机的闭合高度一般指的是滑块调整至最上限时的闭合高度。向下调整滑块，可以得到低一些的闭合高度，若要增加闭合高度则是不可能的。这就是为什么冲模的闭合高度不得大于压机的闭合高度的道理。冲模的闭合高度可以小于压机的闭合高度，因为滑块可以向下调整，使闭合高度降低。

冲模空间 是压机上可供安装模具的平面及其上方空间。

五、送料装置

压力机可以采用人工送料。图1—1中的简单模具就是按人工送料方式设计的。凹模块上设有一个定位销，用落料后形成的孔进行定位。当凸模处于返回行程时，将条料抬起越过定位销到达下一工位。操作人员只需要在送料的方向上向条料施加一个推力即可。为了易于用手送进，条料一般都不太长。

人工送料适用于低速生产或每分钟冲程次数较低的冲床。现代化冲床一般每分钟冲程可达到200~300次，有的甚至可达每分钟500次或更高。在这种速度下，人是不可能跟上冲床的运转的。自动化送料装置解决了高速冲压生产的问题。冲压机可以使用带钢卷，带钢连续地送入冲模，使产量获得提高。压力机采用自动送料装置时，也可使用厚板带料。下面仅举几个商品化的送料装置为例，通过这几例可对自动化送料装置有个大