

第15章 曲柄压力机的修理

黄云生 朱淑惠 任希平

曲柄压力机是冲压生产中的主要设备。曲柄压力机的类型和品种都很多，主要包括：开式压力机、闭式压力机、拉伸压力机、高速自动机、精压机、多工位压力机、数控冲模回头压力机等。

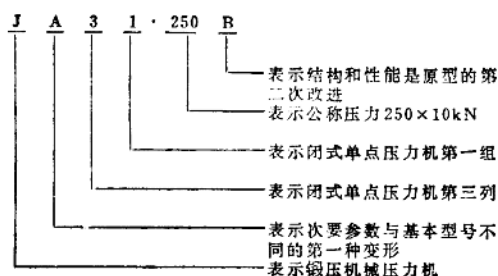
第1节 概 述

（一）曲柄压力机的分类和型号

（1）曲柄压力机的分类 冲压设备的种类很多，在锻压机械八大类中冲压设备占了四大类。我国锻压机械的类别列于表 15-1-1。其中机械压力机、剪切机、部分液压机和弯曲校正机都属于冲压设备。

机械压力机的分类见表 15-1-2，除摩擦压力机外都是曲柄压力机。

（2）曲柄压力机的型号 曲柄压力机的型号用汉语拼音字母和数字表示。例如：



型号的表示方法叙述如下：

根据我国锻压机械的分类，拼音字母 J 表示机械压力机。

主要参数与基本型号相同，只是次要参数与基本型号不同的称为变型，在原型号的分类字母后面加一个拼音字母 A、B、C……依次表示第一、第二、第三……种变形。

在八类锻压机械中每类又分十列，每列又分十组，字母后的第一位数字和第二位数字分别代表列和组，闭式单点压力机属于第三列第一组，所以写

表15-1-1 锻压机械类别代号

序 号	类 别 名 称	名称汉语简称及其拼音	名称拼音代号及其近似读音
1	机械压力机	机 Ji	J 街
2	液压机	液 Ye	Y 呀
3	自动锻压机	自 Zi	Z 再
4	锤	锤 Chui	C 猜
5	锻机	锻 Duan	D 歹
6	剪切机	切 Qie	Q 丘
7	弯曲校正机	弯 Wan	W 娃
8	其它	它 Ta	T 忒

表15-1-2 机械压力机的分类

[illegible]

成“31”。

对型号已确定的锻压机械,若在结构上和性能上有所改进,则在原型号末端加上一个字母A、B、C……依次表示第一、第二、第三……次改进。

(二) 曲柄压力机的技术参数

曲柄压力机的技术参数很多,下面介绍与工艺有直接关系的主要技术参数。

(1) 公称压力 曲柄压力机的公称压力(或称额定压力或名义压力)是指滑块距离下死点上某一特定距离(此特定距离称为公称压力行程或额定压力行程、名义压力行程),或曲柄旋转到距下死点前某一特定角度(此特定角度称为公称压力角、额定压力角或名义压力角),滑块上所允许承受的最大作用力,单位为kN(千牛)。

公称压力已经标准化,我国曲柄压力机的公称压力采用R5和R10系列。

R5系列的公比为 $\sqrt[5]{10}=1.58$,主要用于小型压力机,如63、100、160、250、400、630、800、1000、1600(kN)。

R10系列的公比 $\sqrt[10]{10}=1.26$,主要用于中、大型压力机,如1600、2000、2500、3150、4000、5000、6300、8000、10000、12500、15000、20000、25000、31500、40000(kN)。

这个系列标准既可以满足冲压生产的需要,又不致使压力机的规格过多,给制造带来困难。闭式单、双点压力机的公称压力范围见表15-1-3。

表15-1-3 闭式单、双点压力机
公称压力范围

型 式	公称压力范围(kN)	
闭式单点压力机	I 型	1600~2000
	II 型	1600~4000
闭式双点压力机	1600~25000	

图15-1-1所示为压力机的压力曲线,在选用压力机时一般应使冲压件的最大变形力小于公称压力的20%~30%,这样可以保证床身变形小、模具寿命长、制件质量高。

(2) 滑块行程 曲柄压力机的行程是指滑块上死点到下死点所经过的距离。行程等于曲柄半径

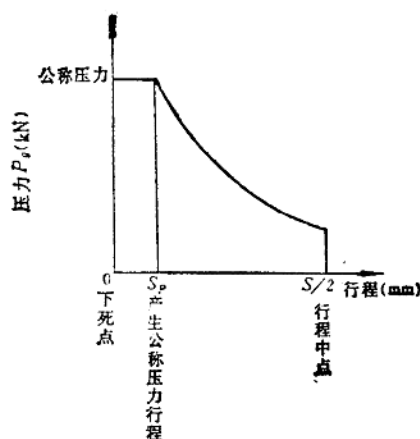


图15-1-1 曲柄压力机的压力曲线

的两倍,单位为mm。

行程的大小随工艺用途和公称压力的不同而不同。例如用于冲裁和精压的压力机行程较小,拉深的压力机为能较容易地取出制件,行程的长度需要大一些,通常取拉深深度的2.5~3倍,带送料和取料自动装置时,行程长度应取拉深深度的4倍以上。

(3) 行程次数 行程次数是指滑块每分钟运行的行程次数(滑块从上死点到下死点,然后再回到上死点称为一次行程),单位为次/min。

行程次数是指压力机连续运转时的每分钟行程的次数,也就是曲柄每分钟的转数。小型压力机和用于冲裁的压力机行程次数较多,大型压力机和用于拉深的压力机行程次数较少。有自动上、下料装置的压力机行程次数较多,生产率就高。手工操作一般只能用单次行程规范进行生产,当用单次行程进行生产时,由于离合器和制动器性能的限制,一般只能使用连续行程次数的60%~70%。

(4) 最大闭合高度 最大闭合高度是指闭合高度调节装置把滑块调整至最上位置且滑块位于下死点时,滑块下平面距离工作台上平面的高度,单位为mm。

通用压力机的闭合高度一般为行程长度的2~3倍。

(5) 最大装模高度 最大装模高度是指闭合高度调节装置把滑块调整至最上位置,且滑块位于下死点时,滑块下平面距离工作台板(主垫板)上平面的高度,单位为mm。

表15-1-4 开式压力机的技术参数 (JB1395—74)

名 称			代号	单位	量 值															
公 称 压 力			P	kN	40	63	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
发生公称压力时滑块离下死点距离			S _p	mm	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10	10	11	12	13	13	15	
滑块行程	固定行程	S	40		50	60	70	80	100	120	130	140	140	160	160	200	200	250		
	调节行程	S ₁	40		50	60	70	80	100	120	130	140	140	160	—	—	—	—		
		S ₂	6		6	8	8	10	10	12	12	16	16	20	—	—	—	—		
标准行程次数 (不小于)			n	次/min	200	160	135	115	100	80	70	60	60	50	40	40	30	30	25	
快速型	发生公称压力时滑块离下死点距离		S' _p	mm	1	1	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	3	—	—	—	—	—	—	
	滑块行程		S'		20	20	30	30	40	40	50	50	60	—	—	—	—	—		
	行程次数 (不小于)			n'	次/min	400	350	300	250	200	200	150	150	120	—	—	—	—	—	
最大封闭高度	固定台和可倾		H	mm	160	170	180	220	250	300	360	380	400	430	450	450	500	500	550	
	活动台位置	最低	H ₂		—	—	—	300	360	400	460	480	500	—	—	—	—	—	—	
		最高	H ₁		—	—	—	160	180	200	220	240	260	—	—	—	—	—	—	
封闭高度调节量			ΔH		35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	130	150	150	170	
标准型	滑块中心到机身距离 (喉深)		C	mm	100	110	130	160	190	220	260	290	320	350	380	380	425	425	480	
	工作台尺寸	左右	L		280	315	360	450	560	630	710	800	900	970	1120	1120	1250	1250	1400	
		前后	B		180	200	240	300	360	420	480	540	600	650	710	710	800	800	900	
	工作台孔尺寸	左右	L ₁		130	150	180	220	260	300	340	380	420	460	530	530	650	650	700	
		前后	B ₁		60	70	90	110	130	150	180	210	230	250	300	300	350	350	400	
		直径	D		100	110	130	160	180	200	230	260	300	340	400	400	460	460	530	
	立柱间距离 (不小于)				A	130	150	180	220	260	300	340	380	420	460	530	530	650	650	700
加大型	滑块中心到机身距离 (喉深)		C	mm	—	—	—	—	290	—	350	—	425	—	480	—	—	—	—	
	工作台尺寸	左右	L		—	—	—	—	800	—	970	—	1250	—	1400	—	—	—	—	
		前后	B		—	—	—	—	540	—	650	—	800	—	900	—	—	—	—	
	工作台孔尺寸	左右	L ₁		—	—	—	—	380	—	460	—	650	—	700	—	—	—	—	
		前后	B ₁		—	—	—	—	210	—	250	—	350	—	400	—	—	—	—	
		直径	D		—	—	—	—	260	—	340	—	460	—	530	—	—	—	—	
	立柱间距离 (不小于)				A	—	—	—	—	380	—	460	—	650	—	700	—	—	—	—
模柄孔尺寸 (直径×深度)			d × l	φ 30 × 50				φ 50 × 70				φ 60 × 75				φ 70 × 80				T 型槽
工作台板厚度			t		35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	130	150	150	170	

(6) 闭合高度调节量 闭合高度调节量是闭合高度从最大到最小可以调节的范围, 单位为 mm。

(7) 工作台尺寸和滑块尺寸 分别指工作台和滑块前后乘上左右尺寸的大小, 单位为 mm。

(8) 公称压力行程 压力机产生公称压力时, 滑块距下死点的距离为公称压力行程, 单位为 mm。现在我国生产的一般用途的压力机, 一般取 $S_p = 13\text{mm}$ 。

(9) 拉伸垫压紧力 拉伸垫压紧力是指板料拉伸时, 用来压住毛坯边缘、防止起皱或作工件顶

料、底部成形的力, 单位为 kN。

(10) 拉伸垫行程 拉伸垫行程是指拉伸垫从零位运行到工作台板(主垫板)下平面的距离, 单位为 mm。

图15-1-2是与工艺有关的工艺参数图, 是冲模设计时的必要资料。

除了上述主要技术参数外, 尚有其他参数。表15-1-4为开式压力机的技术参数, 表15-1-5和表15-1-6分别为闭式单点和双点压力机的技术参数。表15-1-7和表15-1-8分别为闭式单、双点压力机的附件拉伸垫系列参数表。

表15-1-5 闭式单点压力机的技术参数

公称压力 P_g (kN)	公称压力行程 S_p (mm)	滑块行程 S (mm)		滑块行程次数 n (次/min)		最大装模高度 ΔH_1 (mm)	装模高度调节量 ΔH_1 (mm)	导轨间距离 A (mm)	滑块底面尺寸 B_1 (mm)	工作台板尺寸 (mm)	
		I	II	I	II					$L \geq$	B
1600	13	250	200	20	32	450	200	880	700	800	800
2000	13	250	200	20	32	450	200	980	800	900	900
2500	13	315	250	20	28	500	250	1080	900	1000	1000
3150	13	400	250	16	28	500	250	1200	1000	1120	1120
4000	13	400	315	16	25	550	250	1330	1150	1250	1250
5000	13	400	—	12	—	550	250	1480	1300	1400	1400
6300	13	500	—	12	—	700	315	1580	1400	1500	1500
8000	13	500	—	10	—	700	315	1680	1500	1600	1600
10000	13	500	—	10	—	850	400	1680	1500	1600	1600
12500	13	500	—	8	—	850	400	1880	1700	1800	1800
16000	13	500	—	8	—	950	400	1880	1700	1800	1800
20000	13	500	—	8	—	950	400	1880	1700	1800	1800

注: I型压力为1600~20000kN, II型压力为1600~4000kN。

表15-1-6 闭式双点压力机的技术参数

公称压力 P_g (kN)	公称压力行程 S_p (mm)	滑块行程 S (mm)	滑块行程次数 n (次/min)	最大装模高度 H_1 (mm)	装模高度调节量 ΔH_1 (mm)	导轨间距离 A (mm)	滑块底面尺寸 B_1 (mm)	工作台板尺寸 (mm)	
								$L \geq$	B
1600	13	400	18	600	250	1980	1020	1900	1120
2000	13	400	18	600	250	2430	1150	2350	1250
2500	13	400	18	700	315	2430	1150	2350	1250
3150	13	500	14	700	315	2880	1400	2800	1500
4000	13	500	14	800	400	2880	1400	2800	1500
5000	13	500	12	800	400	3230	1500	3150	1600
6300	13	500	12	950	500	3230	1500	3150	1600
8000	13	630	10	1250	600	3230 4080	1700	3150 4000	1800
10000	13	630	10	1250	600	3230 4080	1700	3150 4000	1800
12500	13	500	10	950	400	3230 4080	1700	3150 4000	1800
16000	13	500	10	950	400	5080 6080	1700	5000 6000	1800
20000	13	500	8	950	400	5080 7580	1700	5000 7500	1800
25000	13	500	8	950	400	7580	1700	7500	1800

表15-1-7 闭式单点压力机附件拉伸垫的系列参数

压力机的公称压力 P_g (kN)	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000
拉伸垫压紧力 P_y (kN)	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
拉伸垫行程 S_s (mm)	I	125	125	160	200	200	200	250	250	250	250	250
	II	100	100	125	125	160	—	—	—	—	—	—

表15-1-8 闭式双点压力机附件拉伸垫的系列参数

压力机的公称压力 P_g (kN)	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000	12500	16000	20000	25000
拉伸垫压紧力 P_y (kN)	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
拉伸垫行程 S_s (mm)	200	200	200	250	250	250	250	315	315	①			

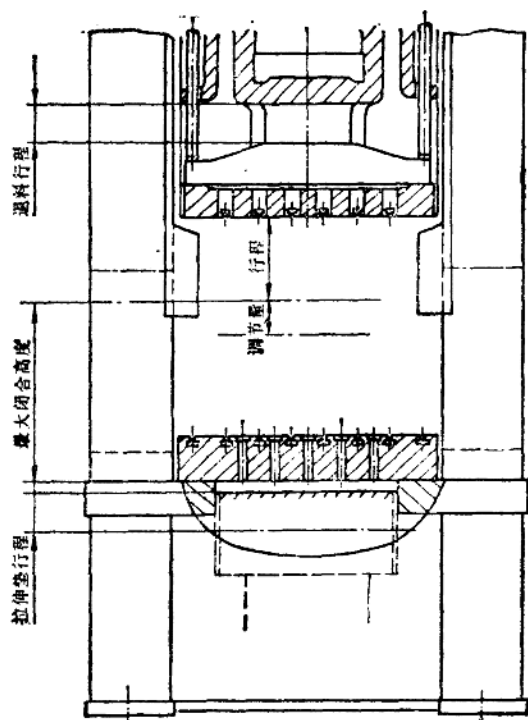
① S_s 值由使用单位与设计制造单位协商确定。

图15-1-2 曲柄压力机的工艺参数

(三) 曲柄压力机的传动原理

曲柄压力机的传动原理，是将主电机和飞轮里贮存的回转能经离合器和减速齿轮传递给曲轴（或

偏心齿轮），再经过连杆机构把回转运动变为滑块的往复直线运动，并产生加压力。

图15-1-3是一台压力机的传动示意图。电动机1起动后，动力经小皮带轮2通过三角皮带

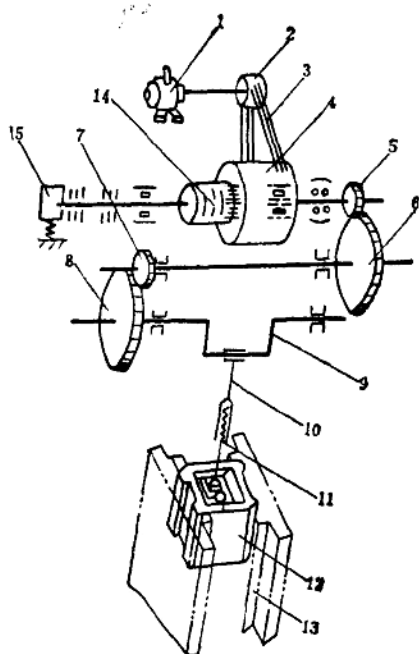


图15-1-3 曲柄压力机的传动原理

1—电动机 2—小皮带轮 3—V带 4—飞轮 5、7—小齿轮
6、8—大齿轮 9—曲轴 10—连杆 11—螺栓 12—滑块
13—立柱导轨 14—离合器 15—制动器

3 带动大皮带轮(飞轮)4。经过两级齿轮5、6、7、8,驱动曲轴(或偏心轴轮)9回转。曲轴9的回转运动通过连杆机构10、11带动滑块12在机身导轨13内做上下往复的直线运动,于此同时产生加压力。冲压制件用的上模固定在下模的平面上。下模固定在工作台的上平面上。因此,滑块每上下运动一次就完成一次冲压动作。由于生产工艺需要,滑块有时运动,有时停止,压力机装有离合器14和制动器15。

压力机以曲柄连杆机构为基本工作机构,不同于锻锤和摩擦压力机。曲柄连杆机构是刚性连接的,使滑块具有强制运动的性质,因此,滑块的行程次数和运动曲线是固定不变的。

(四) 曲柄压力机的构造

压力机的工作机构一般都采用连杆机构,因此,习惯称曲柄压力机(通用压力机)。曲柄压力机一般由以下几个部分组成:

(1) 工作机构 一般为曲柄连杆机构,由曲柄、连杆、滑块等主要零件组成;

(2) 传动系统 包括电动机、飞轮、皮带传动、齿轮传动;

(3) 操纵系统 包括空气分配系统、离合器、制动器、电气控制箱等;

(4) 支承部件 包括床身、工作台、拉紧螺栓等;

(5) 辅助系统 包括润滑系统、安全保护装置以及气垫、机械手等。

下面介绍四种压力机的构造。

1. 通用压力机的构造

图15-1-4是闭式双点压力机的构造示意图。电动机1的动力由V带2传递给飞轮4,飞轮的能量通过一对人字齿轮和其它齿轮驱动偏心齿轮5。连杆6把旋转运动转变成直线运动,通过柱塞8而带动滑块上、下运动。平衡气缸7是为平衡滑块和上冲模的重量而设置的。

压力机闭合高度的调节是由调节电动机13通过圆锥齿轮12驱动蜗轮副10完成的。蜗轮内镶有螺母。螺母转动,可使滑块在两根调节螺杆上作上、下移动而改变压力机的闭合高度。拉伸垫11用于冲压工作的顶料和压边。

2. 双动压力机的构造

(1) 滑块 双动压力机有内外两个滑块,内

滑块用于拉深,外滑块用于压料。

内、外滑块的传动都是由主电动机、传动皮带、传动齿轮经过曲柄轴而驱动的。图15-1-5为双动压力机的外观图。

小吨位的压力机可以采用凸轮传动,在轻工业生产的工厂中,也广泛采用下传动的双动压力机。

外滑块在床身立柱上的导轨内作上、下运动;内滑块在外滑块内侧的导轨内作上、下运动。还有一种类型是内滑块也是在床身立柱上的导轨内作上、下运动(图15-1-6)称为独立导向的双动压力机。这种压力机的精度高,内、外滑块运行和工作中都不相互干扰,可以提高模具的寿命和冲压件的质量。

(2) 工作台 双动压力机为了加快换模的速度,提高生产率,一般都装有活动工作台,或移动式工作台。如图15-1-7所示,活动工作台的形式有三种。图15-1-7b所示为左、右移出式,工作台有两个,可以分别向压力机的左、右两侧移出。一个在压力机内工作,另一个在压力机一侧可以预先安装好模具,待一批冲压件完毕后,把压力机内的工作台移出,另一侧已装好模具的工作台开入压力机内,快速夹紧后,压力机可以立即工作。这种形式有利于自动上、下料装置的布置,但占地面积较大。图15-1-7a所示为向前开的形式。这种形式占地面积小,工作台开进压力机后,前面工人可以站在压力机前工作,装卸冲模方便,但装模和拆模不能在工作的同时,所用时间要长一些,也不利于自动上料。因此冲压自动线一般不用这种形式。图15-1-7c所示为一侧移动式。工作台向一侧移出压力机后再向前或向后移动,兼有前两种的优点,面积又不大。

压力机采用活动工作台,安装模具非常方便和安全,也大大缩短了换模的时间。压力机的利用率可以提高,冲压件也可以实行小批量多批次生产,减少了半成品的积压和仓库面积的占用,提高了流动资金的利用率。但是,由于采用活动工作台,却增加了压力机的高度和前、后尺寸,压力机的价格也相应增加10%~15%。

(3) 上模夹紧装置 采用活动工作台的压力机,滑块上也相应地配有上模的快速夹紧装置。图15-1-8所示是上模夹紧装置的原理图。

(4) 压力机的过载保护装置 引起压力机过载的原因很多,如压力机吨位选择不足,将冲压件

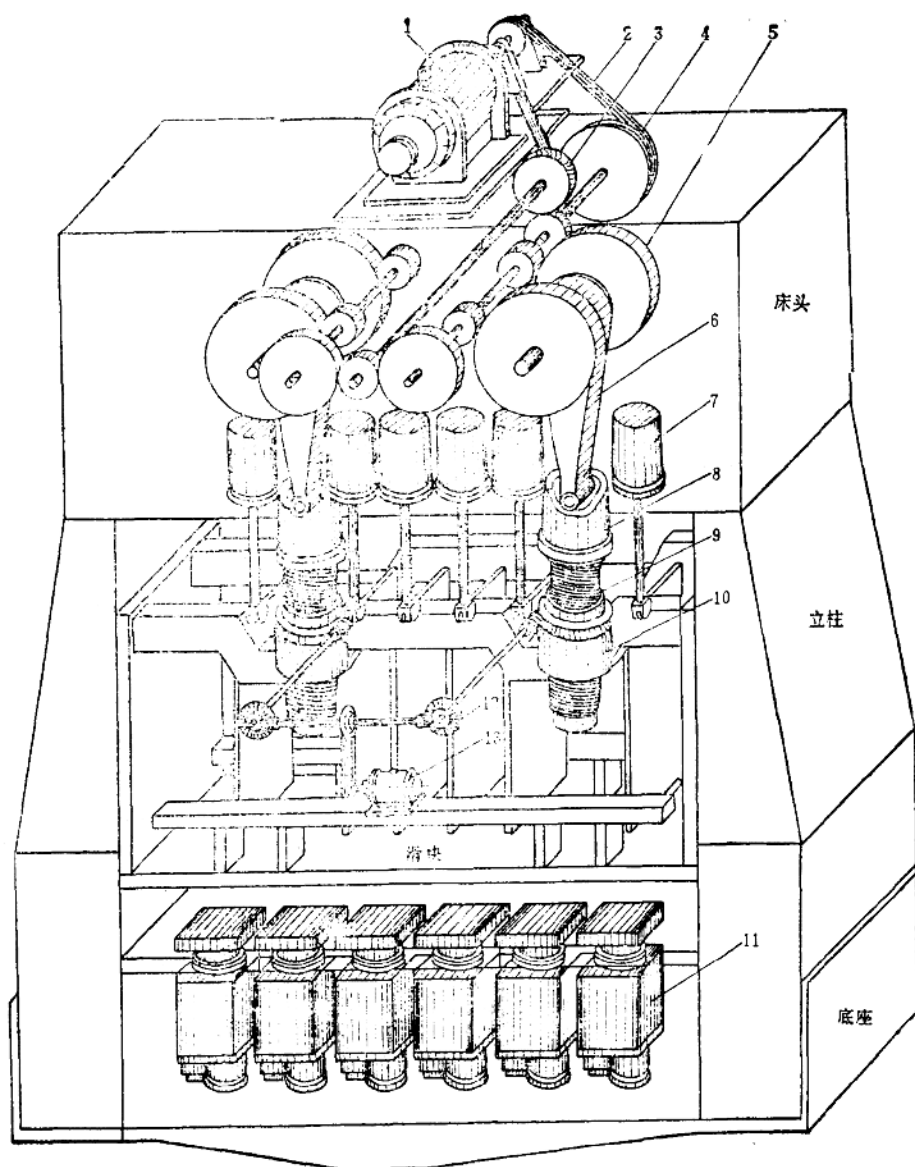


图15-1-4 闭式双点压力机

1—电动机 2—V带 3—人字齿轮 4—飞轮 5—偏心齿轮 6—连杆 7—平衡气缸 8—柱塞 9—调节螺杆 10—蜗轮 11—拉伸垫 12—圆锥齿轮 13—调节电动机

变形所产生的工艺力估计过小, 实际工作中超过了压力机的公称压力; 模具调整不当, 将压力机的装模高度调得小于模具的闭合高度; 送进双料, 材料的厚度、硬度超差太多; 模具刀口过钝; 上、下模之间掉入异物等, 都可能发生过载而造成压力机的

破坏。如连杆螺纹损坏, 螺栓弯曲、曲轴弯曲或断裂, 齿轮轮齿断裂, 床身变形或断裂等。为防止压力机超载, 现代压力机都安装了过载保护装置。常用的过载保护装置有压塌式或液压式两种。

1) 压塌式过载保护装置见图 15-1-9。当压

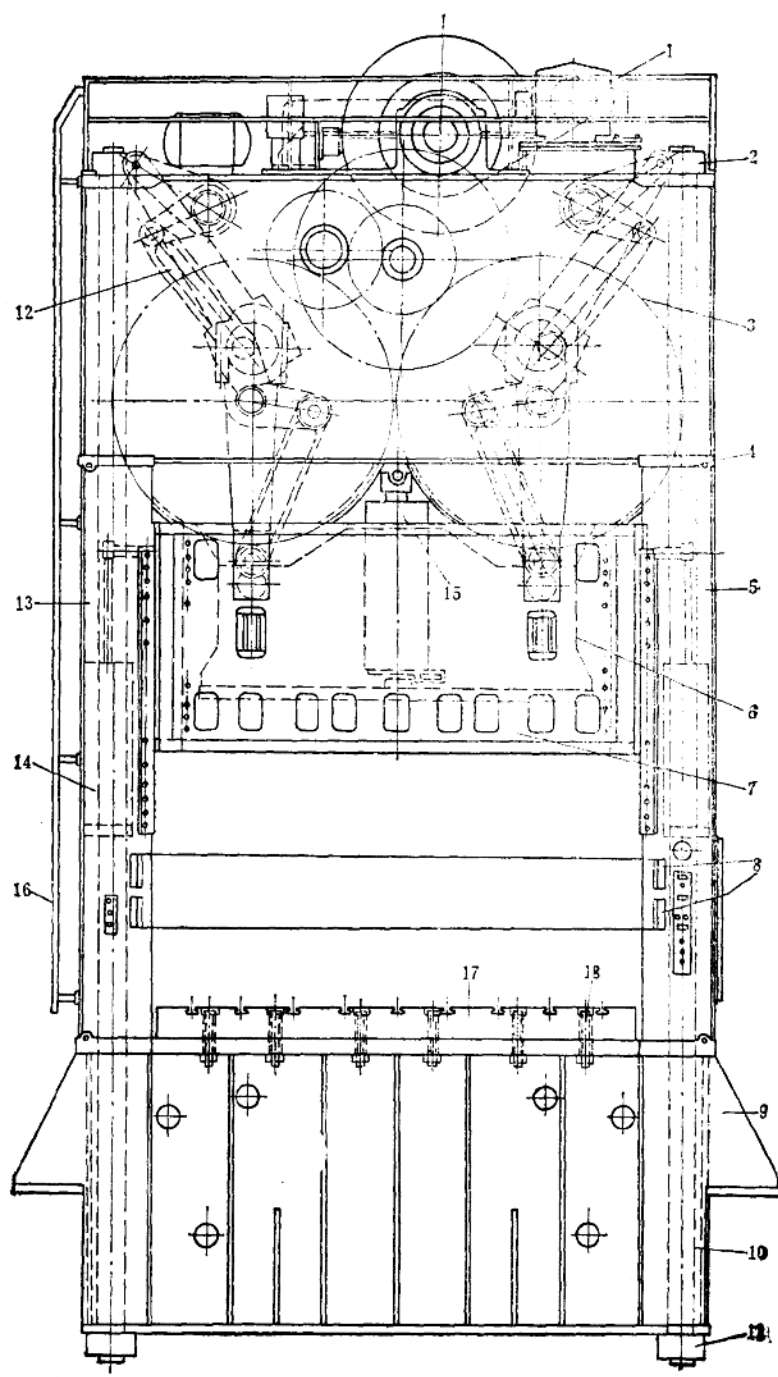


图15-1-5 双动压力机

- 1—主电机 2、11—螺母 3—主传动机构 4—床头 5—右立柱 6—内滑块 7—外滑块 8—光电保护装置 9—底座 10—拉紧螺杆 12—外滑块传动机构 13—左立柱 14—外滑块平衡气缸 15—内滑块平衡气缸 16—梯子 17—工作台板 18—螺栓

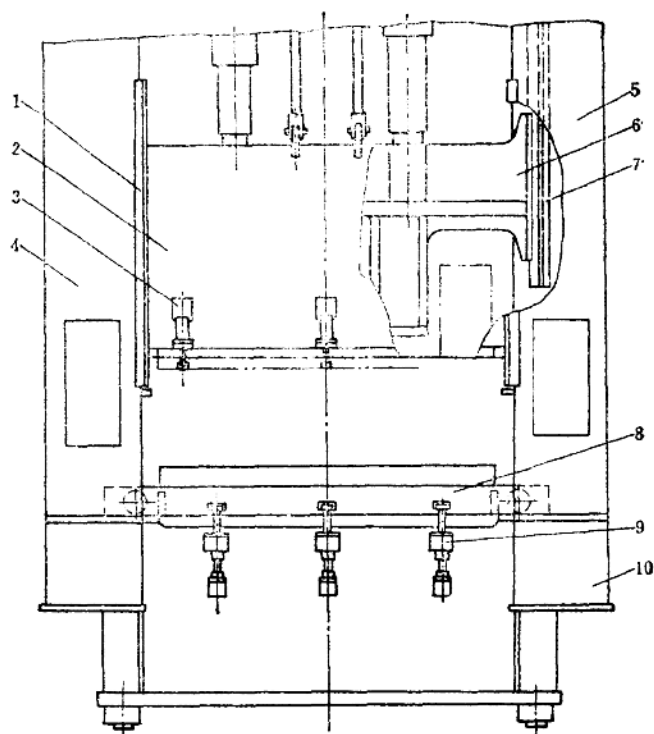


图15-1-6 内外滑块独立导向的压力机

1—外滑块导轨 2—外滑块 3—上模夹紧缸 4—左立柱 5—右立柱 6—内滑块 7—内滑块导轨 8—活动工作台 9—夹紧缸 10—底座

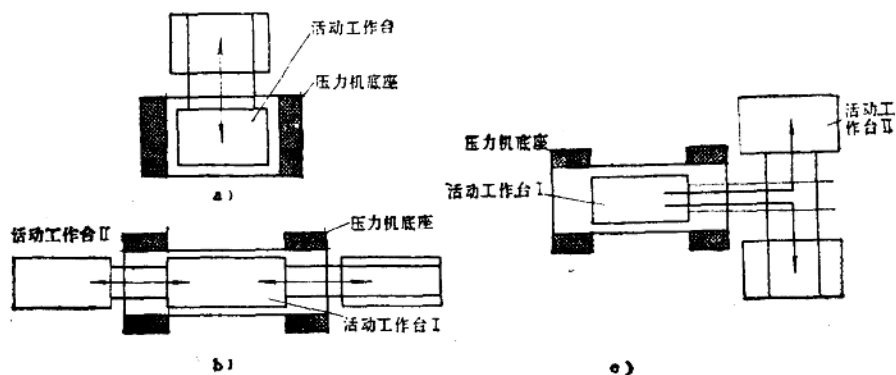


图15-1-7 活动工作台

a) 向前移出式 b) 左、右移出式 c) 一侧移出式

力机过载时，压塌块被剪断，压塌块1破坏后，连杆上球盖2随同连杆3下移，这时在弹簧6的作用下，杆7也相应下移。装在杆7上的碰块4在随7下移时，使微动开关5动作，切断电路，使压力机停车，并发出过载信号。更换压塌块后，应重新检

查压力机的闭合高度。

压塌式过载保护装置结构简单，制造方便。但由于压塌块的破坏实际上不仅与滑块上压力的大小有关，而且还与冲压工作的行程次数有关。因此这种装置不可能准确的限制过载力，有时载荷尚未越

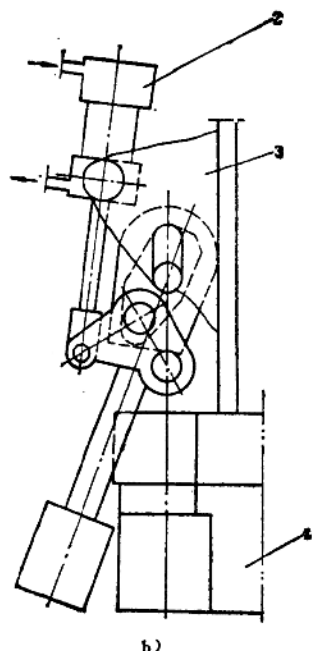
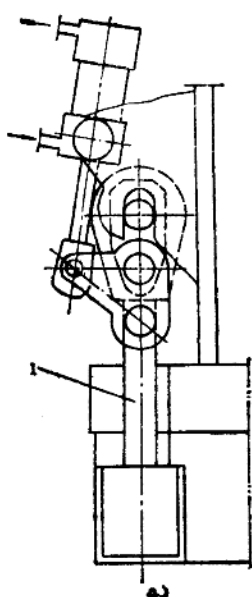


图15-1-8 上模快速夹紧装置的原理

a) 夹紧位置 b) 松开位置

1—夹紧杆 2—夹紧气缸 3—滑块 4—上冲模

过公称压力，压塌块已因疲劳强度而被破坏，以致不能充分发挥压力机的工作能力，并影响生产效率。这种装置也不适用于双点或四点压力机，因为超载时不能保证两个或四个连杆下面的压塌块同时断

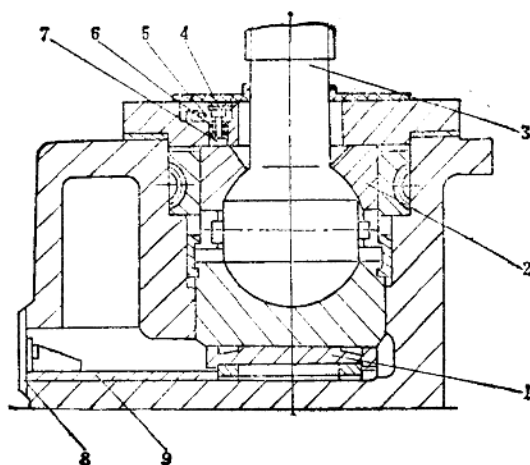


图15-1-9 压塌式过载保护装置

1—压塌块 2—上球盖 3—连杆 4—碰块 5—微动开关 6—弹簧 7—杆 8—盖板 9—托板

裂。若不同时断裂，滑块将会倾斜，并可能造成滑块在导轨里卡死的现象。由于压塌块保护装置有上述缺点，所以，近年来采用液压保护装置的压力机越来越多。

2) 液压过载保护装置的原理见图 15-1-10。

由气动泵 9 打出的油通过单向阀 8，经过气动卸荷阀 5 进入连杆下面的液压缸 4。液压缸习惯称为液压垫，其高度一般为 13~20mm。当压力机发生超载时，液压缸 4 的油压升高，使气动卸荷阀 5 的活塞向右移动，卸荷阀开启，液压缸 4 的油通过卸荷阀 5 流回油箱 10。连杆可以下移一点而不致于发生事故，同时压力继电器 3 在高压油的作用下，发出停止压力机运行的信号。当超载的因素排除后，气动泵 9 重新打油送入液压缸，使其恢复原来高度后，压力机即可开始工作。

图 15-1-11 是压力机液压缸的结构示意图。压力机的压力由螺杆 5，经调整螺母 1 传到液压缸 4，最后压力作用到滑块 2 上。当因压力机超载液压缸排油时，螺杆 5、调整螺母 1 随同下移，而不致发生事故。

(5) 外滑块传动机构 外滑块传动机构常见的有凸轮式和多连杆式两种。

1) 凸轮式传动 图 15-1-12 是一台小型下传动压力机的外滑块传动机构示意图。大齿轮 6 由压力机的主传动机构（图中未示出）驱动，凸轮 4 随

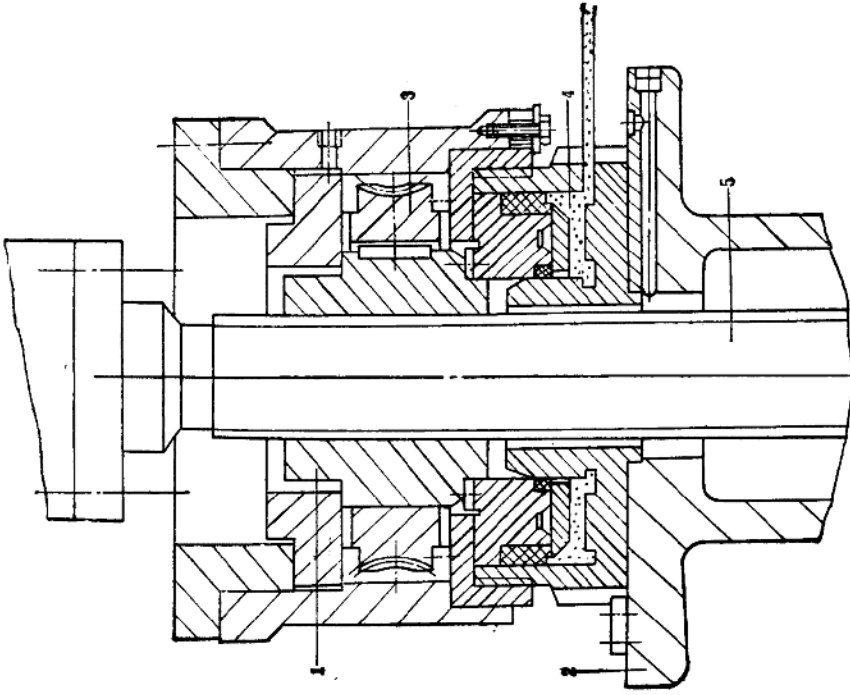


图15-1-11 液压过载保护装置的构造
1—调整螺母 2—吊块 3—蜗轮 4—液压垫
5—调整螺钉

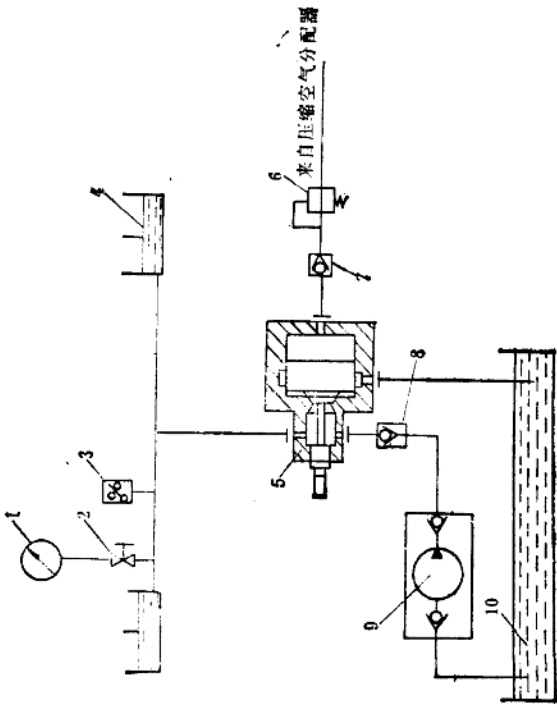


图15-1-10 液压过载保护装置的原理
1—油箱 2—压力表 3—压力继电器 4—液压缸 5—气动
卸荷阀 6—调压阀 7、8—单向阀 9—气动泵 10—油箱

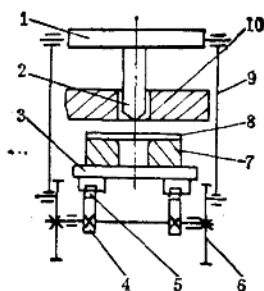


图15-1-12 凸轮式下传动小型双动压力机的传动

- 1—内滑块 2—凸模 3—外滑块 4—凸轮
5—滚子 6—大齿轮 7—凹模 8—板料毛
坯 9—连杆 10—固定料圈

同大齿轮 6 作同步转动，凸轮 4 通过滚子 5 推动外滑块 3、凹模 7 和板料毛坯 8 向上运动，直到毛坯 8 与固定于压力机上横梁压料圈 10 接触。此后一段时间内，外滑块 3 和凹模 7 停止不动，毛坯 8 的边缘一直被压紧。与此同时，大齿轮 6 又通过连杆 9 带动内滑块 1 及凸模 2 向下运动，对毛坯 8 进行拉深。拉深完成后，内滑块 1 向上回程，随后，外

滑块 3 向下回程，松开制件。

外滑块具有的上升、停留和下降的运动规律，完全是依靠凸轮的适当轮廓来实现的。在这里作为主动件的凸轮以等速回转，而作为从动件的外滑块，则按一定的运动规律沿床身上的导轨作直线往复运动。

凸轮式的外滑块传动机构，结构比较简单，但外滑块的行程不能太大，凸轮与滚子间的接触应力大，磨损快，不传递太大的动力。所以在新型的双动压力机和大中型双动压力机上已不采用。

2) 多连杆外滑块传动机构 图 15-1-13 是一台大型四点双动压力机的连杆传动和行程曲线图。

这套连杆机构可以在拉深时实现外滑块先快速下降压紧毛坯的边缘，且“停留”一段时间（实际上有微小的波动，这是工艺所允许的），此时内滑块才开始拉深成形工作。拉深完后，内滑块先向上回程，稍后外滑块也向上回程。

3. 精压机的构造

精压机的动力和传动机构与通用曲柄压力机相同，执行机构和调整机构与通用曲柄压力机不同。

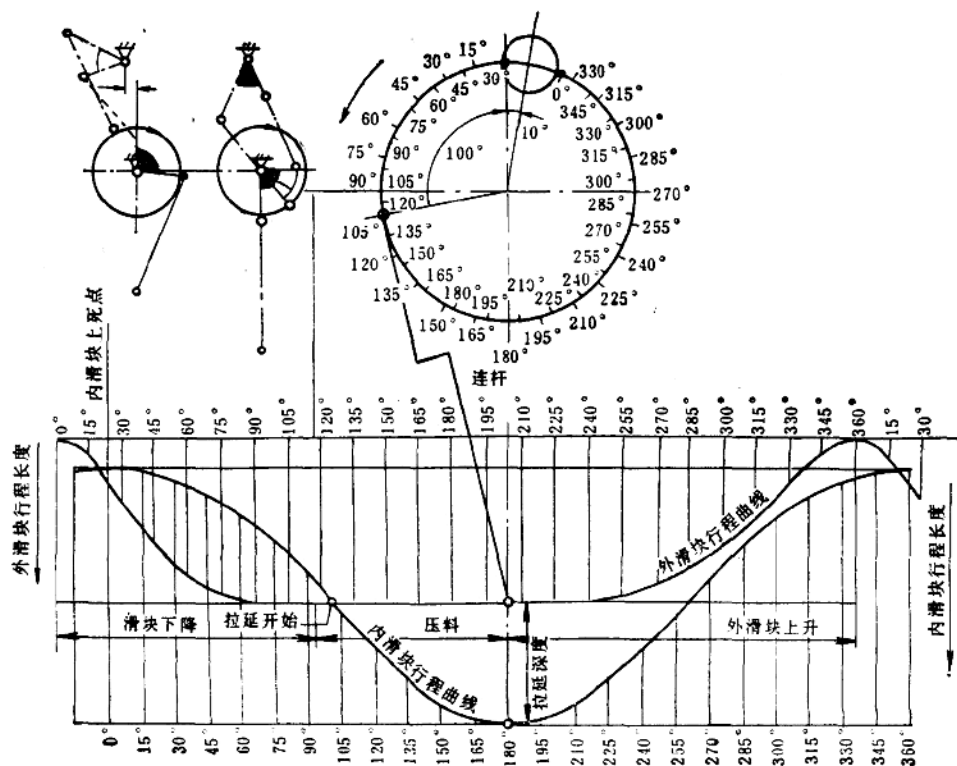


图15-1-13 内、外滑块行程曲线

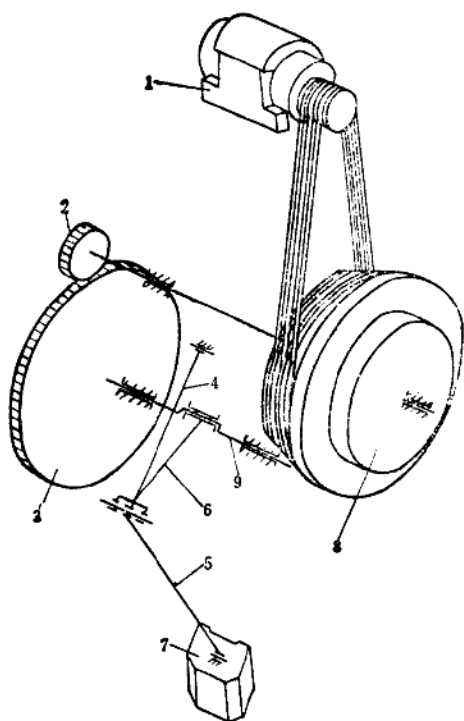


图15-1-14 曲柄连杆式精压机的工作原理
1—电动机 2—小齿轮 3—大齿轮 4、5—肘杆
6—连杆 7—滑块 8—飞轮 9—曲轴

执行机构的工作原理和构造分别见图 15-1-14 和图 15-1-15。

执行机构的肘杆 4 与床身上的固定垫块 1 连接，另一个肘杆 5 与滑块相连接，并带动滑块 7 在床身的导轨间作上、下往复运动。曲轴 9 和连杆 6 位于床身的后方。当曲轴 9 从 0° 转到 180° 时，滑块 7 就由下死点上移到上死点；当曲轴 9 从 180° 转到 360° 时，滑块 7 就由上死点下移到下死点。这套机构称为曲柄肘杆机构，特点是滑块行程小，适合精压工作。制件的大部分变形力由两肘杆承受，连杆受力很小。如 10000kN 精压机在其行程末端可以发出 10000kN 的压力，而它的连杆受力状态只相当于 2000kN 的通用曲柄压力机，所以它的传动系统的零件尺寸可以大大缩小。肘杆可以设计得较大的断面尺寸，也可以很短，采用铰链式连接，因此，精压机的刚度比通用压力机的刚度大得多。精压机的另一个特点是速度低，在同样的曲柄转速下，滑块接近下死点时的速度只有通用曲柄压力机滑块速度的 10% 左右。因此，采用这种机

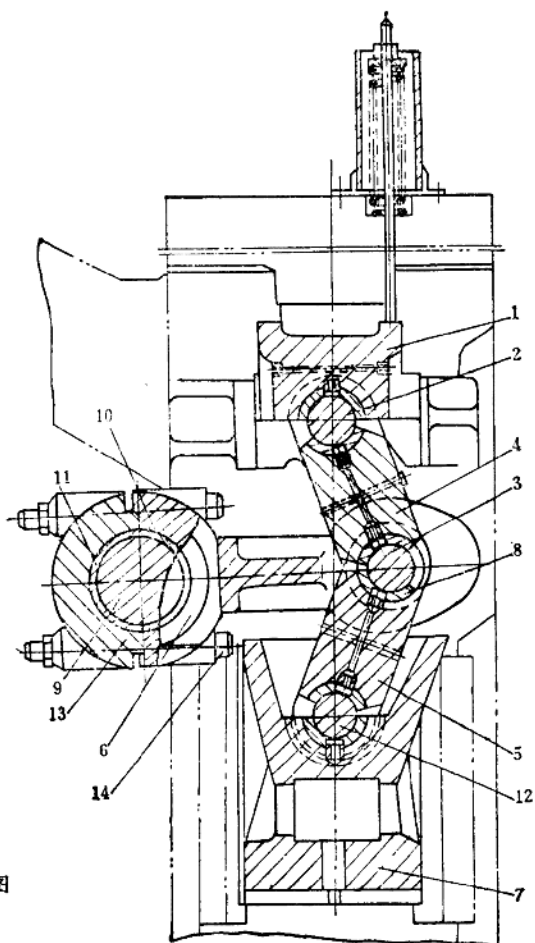


图15-1-15 精压机的执行机构

1—固定垫块 2、3、12—心轴 4、5—肘杆
6—连杆 7—滑块 8、10、11—轴瓦 9—曲轴
13—连杆盖 14—螺栓

构既可适应精压工艺工作行程很小的需要，又能减小工作机构的弹性变形，达到提高精压件精度的目的。

4. 多工位压力机的构造

图 15-1-16 是一台三点三柱式的多工位压力机，其主要构造和通用压力机基本相似。由于多工位压力机台面比较宽，双点双柱式不能保证滑块的刚度，所以，一般大型多工位压力机可以采用三点三柱式或四点四柱式。

为了适应多品种冲压件的需要，大型多工位压力机多采用无级变速，无级变速最常用的是主电机变速，也可以采用机械式无级变速器。

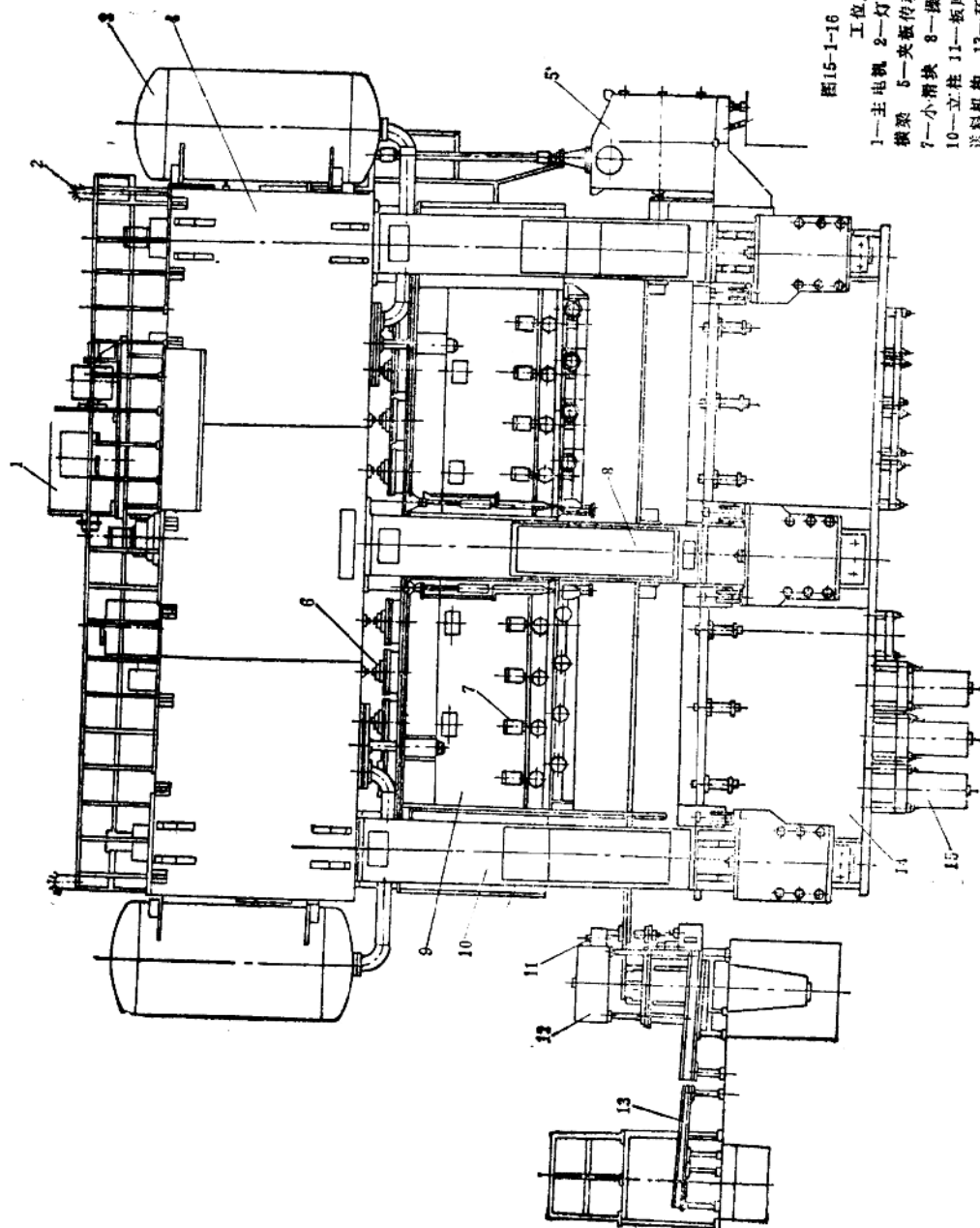


图15-1-16 三点三柱式多

工位压力机

- 1—主电机 2—灯 3—储气包 4—上
横梁 5—夹板传动箱 6—打料装置
7—小滑块 8—换模盘 9—主滑块
10—立柱 11—板厚检测仪 12—自动
送料机构 13—环形轨道 14—底座
15—气垫

多工位压力机除具有主滑块之外，每一个工位还具有相应的小滑块。小滑块可以单独进行装模高度的调节（冲模装在小滑块上），并具有独立的打料机构和过载保护装置。

为了缩短换模时间，大型多工位压力机还具有活动工作台和快速夹模装置。

多工位压力机的附属装置比较多，如有料厚检测器，双向交错落料机构及拉伸垫等。

多工位压力机的送料装置一般有两坐标和三坐标两种形式。两坐标式是送料夹钳在一个送料平面上，有纵横两个方向的移动；三向送料机构是夹钳在具有纵横两个方向运动之外还有一个使制件升起

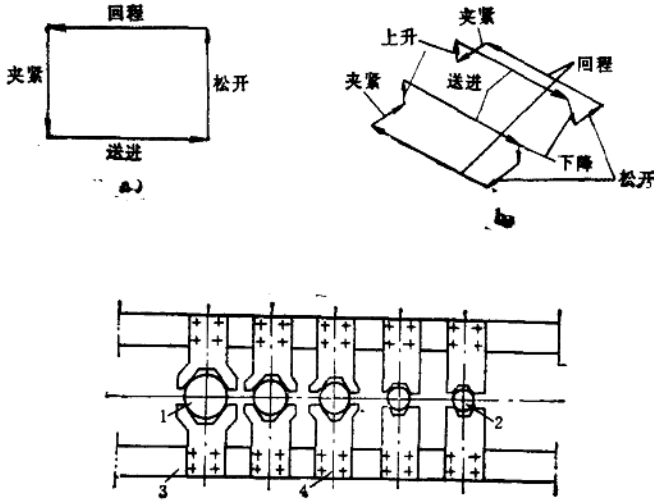


图15-1-17 送料夹钳机构的动作示意图
a) 两坐标运动夹钳 b) 三坐标运动夹钳
1—毛坯 2—制件 3—长夹板 4—夹钳

两坐标运动夹钳的动作（图 15-1-17）是夹紧→送进→松开→回程。

三坐标运动夹钳的动作是夹紧→上升→送进→下降→松开→回程。

一个工位装一对夹钳，所有的夹钳都相应的安装在两个长夹板上。两个夹板的纵向即送进和回程运动机构常用的有凸轮传动和行星齿轮传动两种形式。后者工作较平稳，没有冲击，可以较长期保持传动精度。两个夹板的横向运动即夹紧和松开，一般是靠装在滑块上的凸轮板再通过一套杠杆或齿条齿轮机构来实现的。

（五）曲柄压力机的滑块行程

（1）滑块行程 曲柄压力机都是在下死点以上的一个小区段内（一般相当于曲柄转角 30° 以下）完成冲压工作的。因此，通常是取滑块的最低位置，即相当于滑块的下死点作为滑块行程计算的起点，来研究滑块的行程与曲线转角之间的关系（图 15-1-18）

图 15-1-18 中 A 点代表曲柄轴径与连杆上端的连接点，B 点表示连杆下端与滑块的连接点，它的运动规律即代表滑块的运动规律。若以滑块的下死点 B_1 作为计算起点，则在任意位置时滑块的行程（位移）为

$$S = \overline{OB_1} - \overline{OB}$$

$$S = (R + L) - (R \cos \alpha + L \cos \beta)$$

$$(15-1-1)$$

式中 R——曲柄半径；
L——连杆长度，对于长度可调整的连杆取最短的长度；
 α ——曲柄转角，是由曲柄轴径最低位置沿该曲柄旋转的相反方向算起的；
 β ——连杆与中心线 $\overline{OB_1}$ 的夹角，数值可以从 $\triangle DAB$ 中求得

$$\sin \beta = \frac{\overline{AD}}{L} = \frac{R \sin \alpha}{L}$$

令 $\frac{R}{L} = \lambda$ ，比值 λ 称为连杆

系数，代入上式得： $\sin \beta = \lambda \sin \alpha$ 。

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}$$

将 $\cos \beta = \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}$ 代入式(15-1-1)整理后得

$$S = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{1}{\lambda} (1 - \sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}) \right]$$

$$(15-1-2)$$

上式示出了行程 S 与曲柄转角 α 两者之间精确的数学关系。

按二项式定理把 $\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}$ 根式展开成级数得

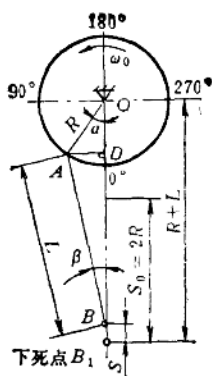


图15-1-18 滑块的行程与曲柄转角之间的关系
 S_0 —滑块的行程, $S_0 = 2R$

$$\sqrt{1 - \lambda^2 \sin^2 \alpha}$$

$$= 1 - \frac{1}{2}(\lambda \sin \alpha)^2 - \frac{1}{8}(\lambda \sin \alpha)^4$$

只要取级数的前两项, 对实际计算就是够精确的了。通常在曲柄压力机中 $\lambda = \frac{R}{L}$ 的比值一般不超过 0.3。

因此可把行程 S 近似写为

$$S = R \left\{ (1 - \cos \alpha) + \frac{1}{\lambda} \left[1 - \left(1 - \frac{1}{2}(\lambda \sin \alpha)^2 \right) \right] \right\}$$

$$= R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{1}{2} \lambda \sin^2 \alpha \right]$$

又因 $\sin^2 \alpha = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\alpha)$, 代入式 (15-1-2) 得

$$S = R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{1}{4} \lambda (1 - \cos 2\alpha) \right] \quad (15-1-3)$$

为了计算方便, 把上式括号部分 $\left[(1 - \cos \alpha) + \frac{1}{4} \lambda (1 - \cos 2\alpha) \right]$ 的值列于表 15-1-9。根据不同的 λ 和 α 的数值查出表中的数值, 再乘以曲柄半径 R 即可得出不同的 S 值。

把计算出的不同的 S 值, 用曲柄转角 α 为横坐标, 滑块行程 S 为纵坐标, 绘出滑块的行程曲线图。图 15-1-19 是 JA31-315 B 型曲柄压力机滑块行程 S 与曲柄转角 α 的曲线图。

(2) 滑块速度 滑块的往复直线运动是由曲轴的回转运动促成的, 尽管曲轴是匀速的转动, 但

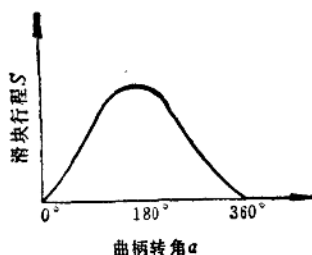


图15-1-19 压力机滑块行程 S 与曲柄转角 α 的曲线

滑块在其行程各点的速度是不一样的。在滑块向下行程时, 滑块在上死点的速度等于零。随后滑块的速度就增加到某一个最大值, 到达下死点时, 其速度又重新降到零。在向上行程和向下行程时一样, 滑块的运动速度重复在零—最大—零的范围内变化。

有了滑块行程 S 的计算公式, 可以进一步求出滑块运动的速度 v 随曲柄转角 α 的变化规律。

任何物体的运动速度 v 都是距离 S 对时间 t 的微分, 即 $\frac{dS}{dt}$ 。因此, 若要求出滑块的运动速度, 只需将公式 S 对时间 t 进行微分即可,

$$v = \frac{dS}{dt} = \frac{dS}{d\alpha} \frac{d\alpha}{dt}$$

$$= \frac{d}{d\alpha} \left\{ R \left[(1 - \cos \alpha) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\alpha) \right] \right\} \frac{d\alpha}{dt}$$

$$= R \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right) \frac{d\alpha}{dt}$$

按照运动学定义, $\frac{d\alpha}{dt}$ 为曲柄的角速度 ω , 即

$$\frac{d\alpha}{dt} = \omega$$

$$\therefore v = \omega R \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right)$$

$$\text{而 } \omega = \frac{2\pi n}{60} = 0.105 n$$

式中 v ——滑块速度;

ω ——曲柄角速度;

n ——曲柄转速 (r/min), 等于滑块的每分钟行程次数, 所以滑块速度 v 可写成

$$v = 0.105 n R \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin 2\alpha \right) \quad (15-1-4)$$

从上式可以看出, 滑块速度 v 是随曲柄转角 α 变化的。在 $\alpha = 0^\circ$ 时 $v = 0$, α 角增大 v 也增大。在 $\alpha = 75^\circ \sim 90^\circ$ 之间, v 的变化很小而数值最大。例如 JA31-315 压力机, $\alpha = 70^\circ$, $v = 312 \text{ mm/s}$ 。