

# 曲柄压力机

清华大学锻压教研组

1978年修订

## 再 版 前 言

本书从 1972 年冬开始编写，于 1974 年秋初版出版。当时编写本书有如下宗旨：

1. 按照周总理在实践的基础上提高理论水平的指示，尽量提高教材质量。我们曾先后对四种压力机进行试验研究，对我国生产压力机的主要企业进行调查统计，并收集兄弟单位和国外文献的有关资料，在这些实际工作的基础上，提出一些比较符合实际的理论公式，制订了一些比较合理的设计规范。

2. 力求反映国内外先进水平，尽量介绍一些比较先进的结构，摒弃过时的落后的结构。并采用国内制造的设备作为例子，阐述压力机的运动原理和结构特点，使读者对国内生产压力机的状况有所了解，看到我们的成绩和差距。

3. 力求做到简明扼要，通俗易懂，便于学员自学和有关单位使用。某些公式的推导和资料表格放在附录里面，以适应不同读者的需要。

4. 以通用压力机作为典型，介绍压力机的结构和设计计算。

从 72 年冬到 73 年秋，工作进行比较顺利。但到 73 年底迟谢一伙策划一场矛头指向周总理的所谓“三个月运动”。这本教材几经摧残，几乎被扼杀，连讲述上述几条宗旨的初版前言也被删掉。

本书出版后，许多单位和同志纷纷来信，对本书非常关心，提出了很多宝贵意见。去年年初，全国 22 所高等院校的锻压专业召开了教材会议，决定分工编写教材，互相通用。因此，从去年年底开始，对本书进行修改再版工作。有关专用压力机的部分由其他院校编写，另行出版。我们在再版中，除增加第十一章外，对其他各章进行了必要的修改。增添了一些新内容，对某些设计规范进行修订，并对初版中的错误，进行了改正。

由于时间匆促，水平不够，错误和不妥之处，希批评指正。

对在初版和再版过程中，对我们提供资料和宝贵意见的单位和同志表示深切的谢意。

编写小组

1977 年 11 月

2

# 目 录

第一章	曲柄压力机一般介绍	1
§1	曲柄压力机的工作原理及结构介绍	1
§2	曲柄压力机的主要技术参数及型号	4
第二章	曲柄连杆结构	14
§1	曲柄连杆机构结构介绍	14
§2	曲柄连杆机构的运动规律	17
§3	曲柄连杆机构的受力分析	23
§4	曲轴设计计算	31
§5	芯轴设计计算	47
§6	连杆及封闭高度调节机构	53
§7	曲柄连杆机构中的滑动轴承	61
§8	滑块、导轨、平衡器和推料装置	64
§9	调节电动机容量选择	71
第三章	传动系统	90
§1	齿轮	90
§2	传动轴	102
§3	连接键	103
§4	滚动轴承	104
§5	三角皮带	106
第四章	离合器和制动器	110
§1	刚性离合器	110
§2	摩擦离合器和摩擦制动器的结构	114
§3	摩擦材料的选用	119
§4	摩擦离合器的计算	123
§5	摩擦制动器的计算	135
§6	离合器和制动器的核算	144
§7	带式制动器	150
§8	闸瓦式制动器	154
第五章	电动机选择和飞轮设计	159
§1	曲柄压力机采用飞轮后功能变化情况	159
§2	电动机功率计算	161
§3	曲柄压力机一工作周期所消耗的能量	162
§4	飞轮转动惯量计算	170

§5	飞轮尺寸的确定	174
§6	采用高滑差率电动机和绕线式电动机时应注意问题	175
§7	电动机功率和飞轮转动惯量的简化计算方法	176
§8	电动机容量经验估计	179
§9	飞轮起动时间核算	180
第六章	机身	193
§1	机身类型	193
§2	机身结构设计	194
§3	开式机身强度计算	195
§4	开式机身刚度计算	200
§5	闭式组合机身强度计算	208
§6	闭式机身刚度计算	221
第七章	过载保护装置	228
第八章	拉伸垫	235
第九章	辅助系统	244
§1	气路系统	244
§2	润滑	256
第十章	总体设计	261
§1	确定主要技术参数和总体结构	261
§2	设计布置传动系统	263
§3	确定主要零部件的结构形式及其主要参数, 绘制总图	272
§4	计算或核算主要零件的参数及尺寸, 绘制另部件图	273
第十一章	大型通用压力机	274
§1	大型通用压力机概述	274
§2	传动系统和多点压力机的同步问题	276
§3	离合器制动器	279
§4	滑块微调装置	281
§5	活动工作台	282
§6	快速夹紧装置	286
§7	冲压自动线	287
	参考资料	288

## 第一章 曲柄压力机一般介绍

曲柄压力机能进行冲压及锻造工艺，类型很多。为了便于学习，我们现以用得较多的通用压力机作为典型来介绍曲柄压力机的工作原理、结构组成以及设计计算。

### § 1 曲柄压力机的工作原理及结构介绍

图 1—1 是 JB23—63 型曲柄压力机的外形图。图 1—2 是它的结构图。图 1—3 是它的运动原理图。

JB23—63 压力机的工作原理如下：电动机 1 通过三角皮带把能量传给大皮带轮 3，再经小齿轮 4、大齿轮 5 传给曲轴 7。连杆 9 上端装在曲轴上，下端与滑块连接，把曲轴的旋转运动变为滑块的往复运动。上模 11 装在滑块上，下模 12 装在垫板 13 上。因此，材料放在上下模之间时，即能进行冲裁或其它变形工序，制成零件。由于生产工艺的需要，滑块有时工作，有时停在一定的位置上，所以装有离合器 6 和制动器 8。压力机在整个工作周期里进行工艺操作的时间很短，也就是说，有负荷的工作时间很短，大部分时间为没有负荷的空程时间。为了使负荷均匀，能量利用经济，因而装有飞轮。皮带轮 3 即起飞轮作用。

从上述的工作原理并参看

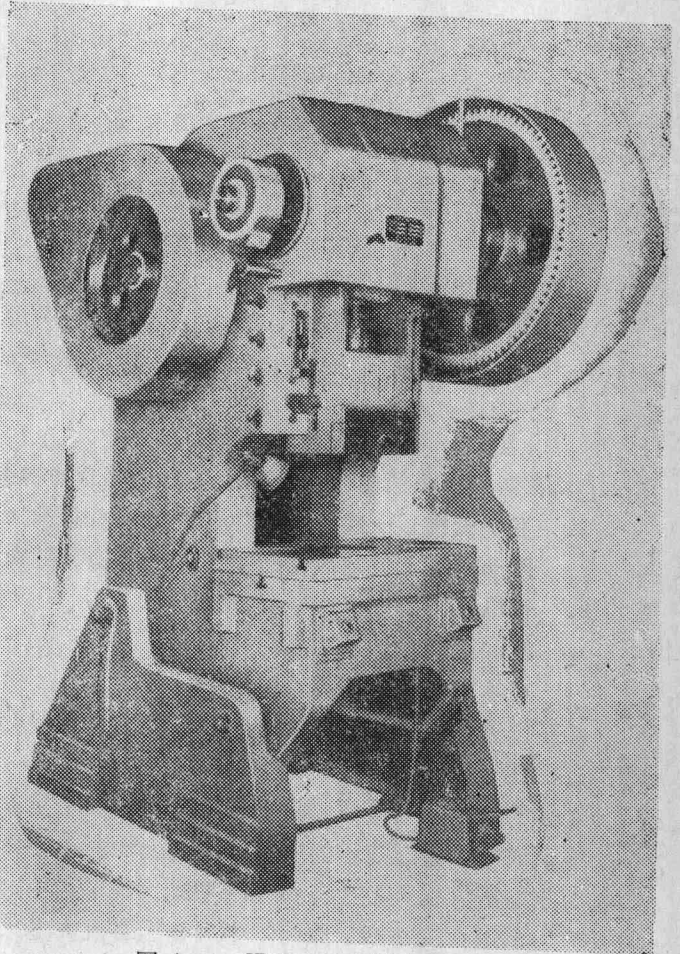


图 1—1 JB23—63 压力机外形图

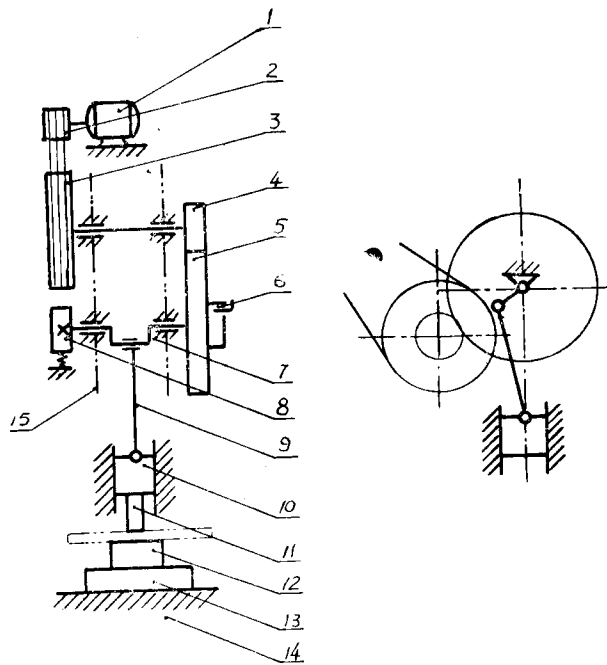


图 1—3 JB23—63 压力机运动原理图

- 1—电动机； 2—小皮带轮； 3—大皮带轮； 4—小齿轮； 5—大齿轮；  
 6—离合器； 7—曲轴； 8—制动器； 9—连杆； 10—滑块；  
 11—上模； 12—下模； 13—垫板； 14—工作台； 15—机身。

图 1—2 的结构，曲柄压力机一般由下面几部分结构组成：

1. 工作机构。一般为曲柄连杆机构。由曲轴、连杆、滑块等零件组成。
2. 传动系统。包括齿轮传动、皮带传动等机构。
3. 操纵系统。如离合器、制动器。
4. 能源系统。如电动机、飞轮。
5. 支承部件。如机身。

除了上述的基本部分以外，还有多种辅助装置，如润滑系统、保险装置以及气垫等。

上述的 JB23—63 压力机有一个特点，就是操作空间三面敞开，能够从压力机的前面、左面或右面接近操作的模具，因而操作比较方便。我们通常叫这种压力机为开式压力机。小型压力机大多数采用这种型式。但这种压力机由于机身是悬臂结构，因而变形较大，影响压力机精度。因此，中大型压力机大多采用另一种型式，即闭式压力机的型式。图 1—4 就是闭式压力机。此种压力机其操作空间只从前后两方向敞开，操作空间

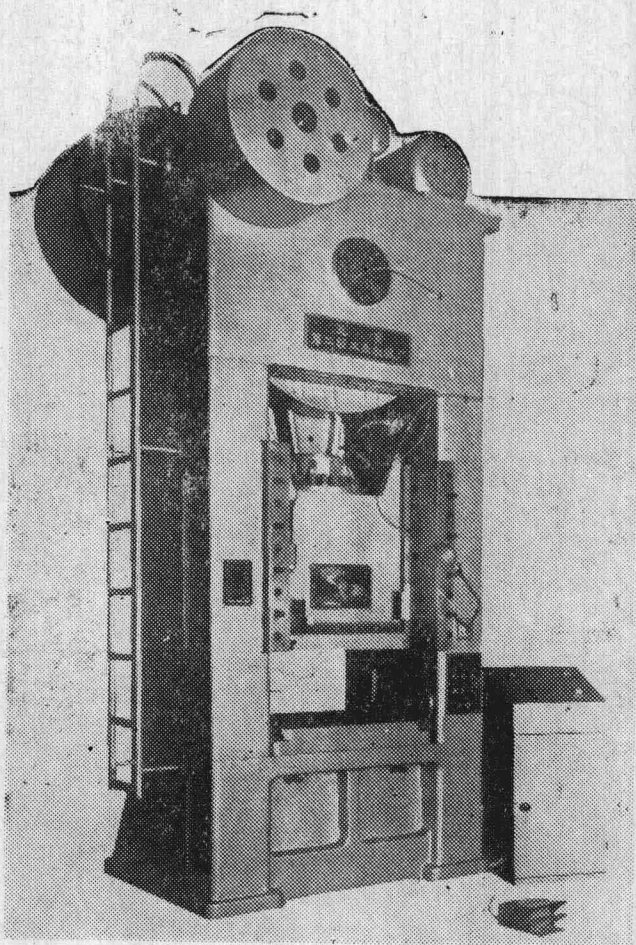


图 1—4 闭式压力机外形图

小一些，但机身变形较小，精度较高。图 1—5 是 J31—315 闭式压力机的结构图。图 1—6 是其运动原理图。

从图 1—5、图 1—6 可以看出，J31—315 压力机的工作原理与前述的 JB23—63 相同。只是它的工作机构采用了偏心齿轮式的曲柄连杆机构，即在最末一级齿轮上铸有偏心，构成偏心齿轮 9。连杆 12 套在偏心上。偏心齿轮可以在芯轴 10 上旋转。芯轴两端固定在机身 11 上。因此，当小齿轮 8 带动偏心齿轮旋转时，连杆即可以摆动，带动滑块 13 上下运动。

此外，此压力机尚装有液压气垫 18，可作为拉延时压边及工作时顶出工件用。

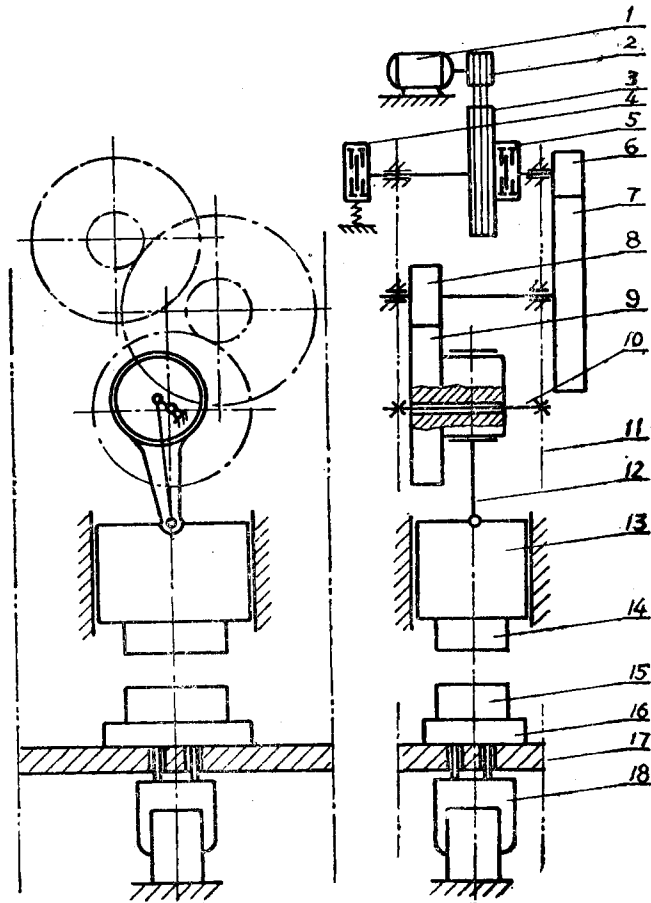


图 1—6 J31—315 压力机运动原理图

- 1—电动机； 2—小皮带轮； 3—大皮带轮； 4—制动器； 5—离合器；  
 6—小齿轮； 7—大齿轮； 8—小齿轮； 9—偏心齿轮； 10—芯轴；  
 11—机身； 12—连杆； 13—滑块； 14—上模； 15—下模；  
 16—垫板； 17—工作台； 18—液压气垫。

## § 2 曲柄压力机的主要技术参数及型号

### 一、主要技术参数

1. 额定压力。曲柄压力机的额定压力（或叫公称压力、名义压力）是指滑块离下死点前某一特定距离，（此特定距离称为额定压力行程、公称压力行程或名义压力行程）或曲柄旋转到离下死点前某一特定角度（此特定角度称为额定压力角、公称压力角或名义压力角）时，滑块上所容许的最大作用力（详见第二章 §4）。例如 J31—315 压力机的额定压力为 315 吨，它是指滑块离下死点前 10.5 毫米（相当于额定压力角



为  $20^\circ$ ) 时滑块上所容许的最大作用力。

额定压力已经系列化。例如 63、100、160、250、315、400、630 吨……。这个系列是从生产实践中归纳整理后制订的，既能满足生产需要，又不致使曲柄压力机的规格过多，给制造带来困难。

2. 滑块行程。曲柄压力机滑块的行程，是指滑块从上死点到下死点所经过的距离，它的大小随工艺用途和额定压力不同而不同。例如 J31—315 压力机的滑动行程为 315 毫米。

3. 滑块每分钟行程次数。它是指滑块每分钟走过的行程次数，（滑块从上死点到下死点，然后再回到上死点称为一次）。例如 J31—315 压力机滑块每分钟行程次数为 20 次/分。

4. 封闭高度。它是指滑块在下死点时，滑块下表面到工作台上表面的高度。当封闭高度调节装置将滑块调整到最上位置时，封闭高度达到最大值，这个最大值称为最大封闭高度。模具的闭合高度应小于曲柄压力机的最大封闭高度。封闭高度调节装置所能调节的距离，称为封闭高度调节量。例如 J31—315 压力机的最大封闭高度为 630 毫米，封闭高度调节量为 200 毫米。

5. 装模高度。它是指滑块在下孔点时，滑块下表面到垫板上表面的距离。

除了上述的主要参数以外，尚有工作台尺寸，滑块底面尺寸等，这里就不详述。

下面，列出 J31—315 及 JB23—63 两台压力机的技术参数，以供参考。

表 1—1. J31—315 压力机技术参数

序号	名 称		单 位	数 值	备 注
1	额定压力		吨	315	当滑块距离下死点前10.5毫米时
2	滑块行程长度		毫米	315	
3	滑块行程次数		次/分	20	
4	最大封闭高度		毫米	630	
5	封闭高度调节量		毫米	200	
6	垫板台面尺寸	左右	毫米	1100	
		前后	毫米	1100	
7	滑块底面尺寸	左右	毫米	1070	
		前后	毫米	960	
8	垫板厚度		毫米	140	

曲 柄 压 力 机

续表 1-1

序号	名 称	单 位	数 值	备 注	
9	液压气垫	压紧力	吨	50	
		行程	毫米	160	
10	主电动机	功率	千瓦	30	型号为 JR <sub>2</sub> -72-4
		转数	转/分	1460	
11	封闭高度调节电动机	功率	千瓦	2.2	型号为 JO <sub>2</sub> -41-8
		转数	转/分	720	
12	压力机地面上高度	毫米	5610		
13	压力机平面尺寸	左右	毫米	2000	
		前后	毫米	2250	

表 1-2 JB23-63 压力机技术参数

序号	名 称	单 位	数 值	备 注	
1	额定压力	吨	63	当曲柄转角为 30° 时	
2	滑块行程	毫米	100		
3	滑块行程次数	次/分	40		
4	最大封闭高度	毫米	400		
5	封闭高度调节量	毫米	80		
6	滑块中心线至机身距离	毫米	315	即喉口深度	
7	工作台尺寸	左右	毫米	860	
		前后	毫米	570	
8	滑块底面尺寸	左右	毫米	400	
		前后	毫米	360	
9	垫板厚度	毫米	80		

续表 1-2

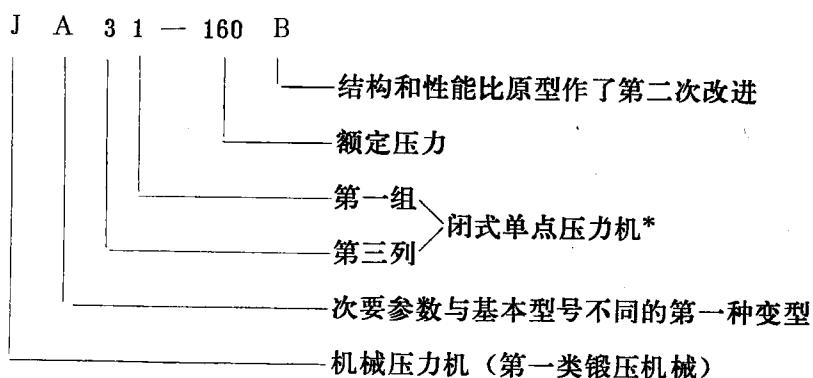
序号	名 称	单 位	数 值	备 注	
10	机身最大可倾角度	度	30		
11	电动机	功率	千瓦	7.5	型号为 JO <sub>2</sub> 51-4
		转数	转/分	1450	
12	压力机地面上高度	毫米	2850		
13	压力机平面尺寸	左右	毫米	1502	
		前后	毫米	1940	

在设计压力机时，制定技术参数的工作很重要，必须进行充分的调查研究，全面考虑。如果选择不恰当，将给压力机使用厂或制造厂带来不必要的困难和浪费。例如工作台尺寸、喉口深度等参数选择大了，使用厂使用时固然方便一些，但整个机器的尺寸就增大了，重量就增加了，成本就提高了。反之，如果这些参数选择小了，制造固然有利，但使用就不方便了。详见第十章总体设计。

我国已制定了通用压力机的参数标准，列于本章附录 1-1、1-2、1-3，以供设计时参考。

## 二、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 JA31-160B 型曲柄压力机型号的意义是：



现将型号的代表方法叙述如下。

按照我国锻压机器分类方法，锻压机器共分为机械压力机、液压机等八类，拼音字

注：单点压力机指单连杆压力机，即曲轴（或偏心齿轮）与滑块的连接只有一根连杆。

母 *J* 表示机械压力机（第一类锻压机器）。这一类包括主要类型的曲柄压力机。此外，在第三、第五、第六和第七类中也都包括有曲柄压力机。

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* 或 *C*…，依次表示第一、第二、或第三……种变型。

在八类锻压机器中每类又分十列，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，所以写成“31”。

对型号已确定的锻压机器，若在结构上和性能上有所改进，则在原型号末端加一个字母 *A*、*B* 或 *C*……，依次表示第一、第二、第三……次改进。

为了便于学习，现将通用压力机的分类及型号列于本章附录 1—4 及附录 1—5。

# 附 录

附录 1-1 开式压力机基本参数 (一机部标准 JB1395-74)

名 称	符号	单 位	量 值															
			4	6.3	10	16	25	40	63	80	100	125	160	200	250	315	400	
公 称 压 力	P	吨	4	6.3	10	16	25	40	63	80	100	125	160	200	250	315	400	
发生公称压力时滑块离下死点距离	Sp	毫米	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10	10	12	12	13	13	15	
滑 块 行 程	S	毫米	40	50	60	70	80	100	120	130	140	140	160	160	200	200	250	
	S <sub>1</sub>	毫米	40	50	60	70	80	100	120	130	140	140	160	—	—	—	—	
	S <sub>2</sub>	毫米	6	6	8	8	10	10	12	12	16	16	20	—	—	—	—	
标准行程次数 (不小于)	n	次/分	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	Sp'	毫米	1	1	1.5	1.5	2	2	2.5	2.5	3	—	—	—	—	—	
	滑 块 行 程	S'	毫米	20	20	30	30	40	40	50	50	60	—	—	—	—	—	
		n'	次/分	400	350	300	250	200	200	150	150	120	—	—	—	—	—	—
最大封闭高度	固定台和可倾	H	毫米	160	170	180	220	250	300	360	380	400	430	450	500	500	550	
	活动台	H <sub>2</sub>	毫米	—	—	—	300	360	400	460	480	500	—	—	—	—	—	
	位置	H <sub>1</sub>	毫米	—	—	—	160	180	200	220	240	260	—	—	—	—	—	
封闭高度调节量	△H	毫米	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	150	150	170		

曲柄压力机

续表 1-1

滑块中心到机身距离 (喉深)		C	100	110	130	160	190	220	260	290	320	350	380	380	425	425	480
工作台 尺寸	左	L	280	315	360	450	560	630	710	800	900	970	1120	1120	1250	1250	1400
	右	B	180	200	240	300	360	420	480	540	600	650	710	710	800	800	900
工作台 孔尺寸	左	L <sub>1</sub>	130	150	180	220	260	300	340	380	420	460	530	530	650	650	700
	右	B <sub>1</sub>	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
滑块中心到机身距离 (喉深)		C	毫米	—	—	—	290	—	350	—	425	—	480	—	—	—	—
工作台 尺寸	左	L	毫米	—	—	—	800	—	970	—	1250	—	1400	—	—	—	—
	右	B	毫米	—	—	—	540	—	650	—	800	—	900	—	—	—	—
工作台 孔尺寸	左	L <sub>1</sub>	毫米	—	—	—	380	—	460	—	650	—	700	—	—	—	—
	右	B <sub>1</sub>	毫米	—	—	—	210	—	250	—	350	—	400	—	—	—	—
直径		D	毫米	—	—	—	260	—	340	—	460	—	530	—	—	—	—
立柱间距离 (不小于)		A	毫米	—	—	—	380	—	460	—	650	—	700	—	—	—	—
模柄孔尺寸 (直径 × 深度)		d × l	毫米	φ30 × 50			φ50 × 70			φ60 × 75			φ70 × 80			T 型槽	
工作台板厚度		t	毫米	35	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	130	150	170

附录 1-2 闭式单点压力机基本参数 (根据 1975 年报部批准稿)

名 称	符号	单位	量 值											
			160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
公 称 压 力	Pg	吨	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000
公称压力行程	Sp	毫米	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
滑块行程	I 型	毫米	250	250	315	400	400	400	500	500	500	500	500	500
	II 型	毫米	200	200	250	250	315	—	—	—	—	—	—	—
滑块行程 次数	I 型	次/分	20	20	20	16	16	12	12	10	10	8	8	8
	II 型	次/分	32	32	28	28	25	—	—	—	—	—	—	—
最大装模高度 *	H <sub>1</sub>	毫米	450	450	500	500	550	550	700	700	850	850	950	950
装模高度调节量	ΔH <sub>1</sub>	毫米	200	200	250	250	250	250	315	315	400	400	400	400
导轨间距离	A	毫米	880	980	1080	1200	1330	1480	1580	1680	1680	1880	1880	1880
滑块底面前后尺寸	B <sub>1</sub>	毫米	700	800	900	1020	1150	1300	1400	1500	1500	1700	1700	1700
工作台板 尺寸	左右 ≥	毫米	800	900	1000	1120	1250	1400	1500	1600	1600	1800	1800	1800
	前后	毫米	800	900	1000	1120	1250	1400	1500	1600	1600	1800	1800	1800

注：装模高度系指滑块在下死点时滑块底平面与工作台板间距离

附录 1—3 闭式双点压力机基本参数 (根据 1975 年报部批准稿)

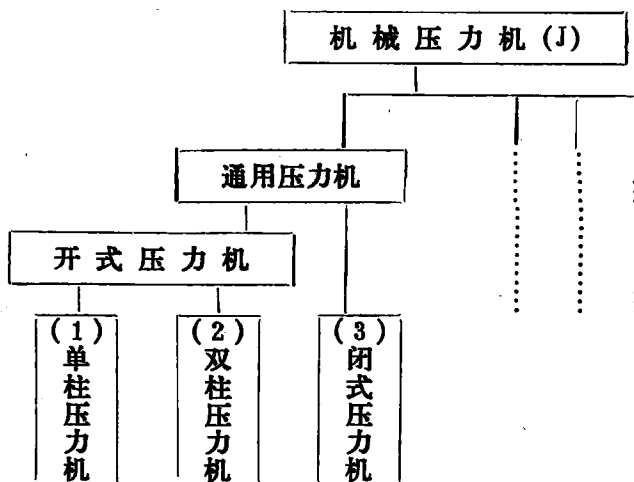
名称	符号	单位	量 值															
			160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
公称压力	P <sub>g</sub>	吨	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	
公称压力行程	S <sub>p</sub>	毫米	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
滑块行程	S	毫米	400	400	400	500	500	500	500	630	630	500	500	500	500	500	500	
滑块行程次数	N	次/分	18	18	18	14	14	12	12	10	10	10	10	8	8	8	8	
最大装模高度 *	H <sub>1</sub>	毫米	600	600	700	700	800	800	950	1250	1250	950	950	950	950	950	950	
装模高度调节量	△H <sub>1</sub>	毫米	250	250	315	315	400	400	500	600	600	400	400	400	400	400	400	
导轨间距离 **		毫米	1980	2430	2430	2880	2880	3230	3230	3230	3230	3230	3230	3230	5080	5080	10080	
滑块底面前后尺寸	B <sub>1</sub>	毫米	1020	1150	1150	1400	1400	1500	1500	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1900	1900	
工作台板 尺寸	左右**≥	L	1900	2350	2350	2800	2800	3150	3150	3150	3150	3150	3150	5000	5000	7500	10000	
																		前后

注: \* 装模高度系指滑块在下死点时滑块底平面与工作台板间距离

\*\* 分母数为大规格尺寸



附录 1-4 通用压力机分类



附录 1-5 通用压力机型号 (常用的)

列 别	组 别	名 称
1	开 式 单 柱	1 单柱固定台压力机
		2 单柱活动台压力机
		3
		4
		5
		6
		7
		8
		9
2	开 式 双 柱	1 开式双柱固定台压力机
		2 开式双柱活动台压力机
		3 开式双柱可倾压力机
		4
		5 开式双柱双点压力机
		6
		7
		8
		9 底传动开式压力机
3	闭 式	1 闭式单点压力机
		2
		3
		4
		5
		6 闭式双点压力机
		7
		8
		9 闭式四点压力机