

化工与通用机械参考资料

# 容积式压缩机

通用机械研究所

一九七四年十一月

# 毛主席语录

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们一定会建设一个具有现代工业、现代农业和现代科学文化的社会主义国家。

对于外国文化，排外主义的方针是错误的，应当尽量吸收进步的外国文化，以为发展中国新文化的借镜；盲目搬用的方针也是错误的，应当以中国人民的实际需要为基础，批判地吸收外国文化。

## 目 录

### 综 述

- 国外压缩机气阀评述 .....( 1 )  
国外容积式动力用空气压缩机.....( 10 )

### 译 文

- 往复式压缩机的噪音和防振对策 .....( 33 )  
噪声与防噪 .....( 42 )  
微型往复式空气压缩机(日本工业标准 JIS B □ 8321—1972).....( 77 )  
无油螺杆压缩机 .....( 92 )  
螺杆压缩机设计的新发展 .....(102)  
螺杆压缩机的展望 .....(110)  
回转滑片式压缩机的压 - 容图.....(116)  
判断和防止气阀破坏, 以提高往复式压缩机的利用率 .....(124)  
往复式空气压缩机自动气阀的理论分析与试验研究 .....(133)  
日本两起压缩机事故 .....(145)

# 国外压缩机气阀评述

通用机械研究所 张超武

活塞式压缩机中，气阀是一个关键的部件，它对使用的可靠性影响较大，所以各国都在不断地研究改进。现仅将各种结构型式气阀的使用情况、制造、维修方面的问题，以及国外气阀主要生产厂家的概况，作某些评述。

## 一、气阀使用概况

在压缩机中，环状阀、网状阀、槽状阀、条状阀都用得比较成熟，而前两种结构的气阀，约占气阀生产量的80%。

### (一) 环状阀

环状阀如图 1 所示。

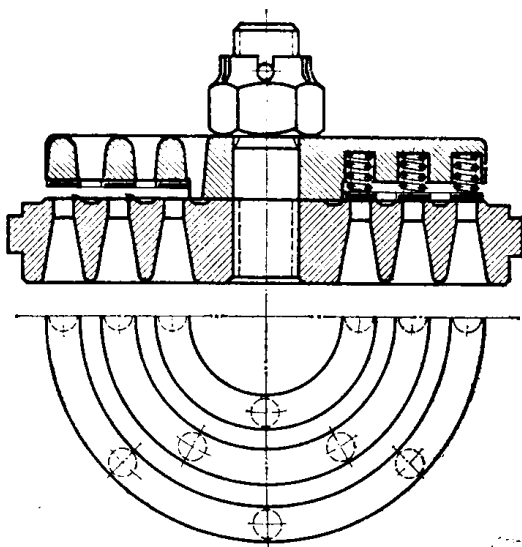


图 1 环状阀

环状阀的阀片结构简单，易于制造，热处理也较容易，所以在日本、美国的克拉克、瑞典的阿特拉斯等企业均得到应用。但是，环状阀的阀片要经常与导向块摩擦，所以很难用于无润滑压缩机。环状阀的阀片，因为每片面积大小不一，受力不相同。由于外圈大，内圈小，尽管外圈弹簧个数多，内圈个数少，但弹簧力不易配得各圈受力一样。而且各圈之间是没有联系的，因此，在运动过程中，各环的关闭和开启时间不同，使气体在阀中容易产生涡流，增大损失。另外，各环阀片运动时，不易保持在一个平面上，会发生倾斜，从而使阀片和阀座密封面的损失增大。

### (二) 网状阀

网状阀如图 2 所示。

网状阀的阀片整个连成一体，在从中心计算的第二环处铣薄，形成一个弹力臂，所以不需导向部份。网状阀在西德及欧洲的大多数制造厂均普遍采用，美国的英格索尔—兰德、渥星顿等公司在高压级亦采用此种型式的气阀。这种气阀能避免环状阀的一些缺点，特别适用于无润滑压缩机。当然，网状阀片的制造比较复杂，而且往往易从弹力臂处折断。

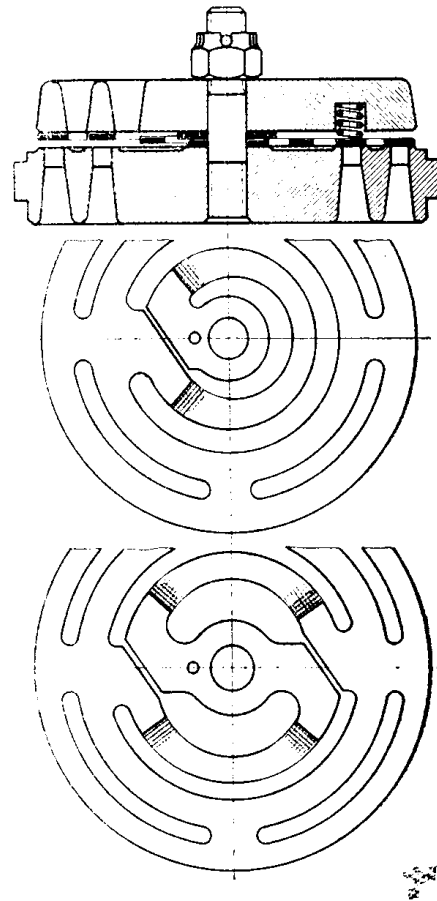


图 2 网状阀

图 3 所示为奥地利黑尔比格阀门厂 (Hoerbiger Ventilwerke AG) 生产的一种双重缓冲阀。该厂自称代表其七十年代水平。图 3 为排气阀，阀片 3 在关闭位置时，阀片只受到关闭弹簧 4 的作用，此弹簧穿过缓冲片 5 上的孔而压在阀片上。缓冲片上设有缓冲弹簧 6，当阀片关闭时，因有阶梯形的导向环 2，缓冲片不与阀片接触而停在导向环的台阶上。因此，整个升程被分为两部分：在升程  $h_1$  时，阀片开启时只受到较弱的关闭弹簧的作用，当阀片碰上缓冲片时，使得整个上升的质量加大，同时，较强的缓冲弹簧开始起作用，因此延缓了上升运动，大大减少了阀片组的动能，使得开启的冲击很小。当关闭时，关闭弹簧和缓冲弹簧一起作用在阀片组上，直到与导向环的台阶接触为止，缓冲弹簧不再起作用，只有较弱的关闭弹簧关闭阀

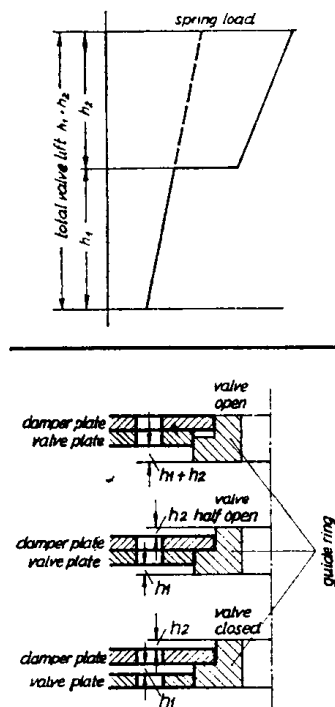
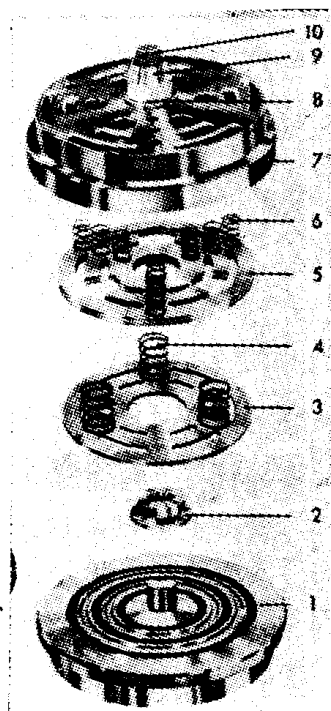


图 3 具有双重缓冲的网状阀

片，所以阀片的关闭动作是轻柔的。由于缓冲片在升程中点附近浮动，对阀片的运动起着有益的缓冲作用。

这种双重缓冲阀，适用于中高压的气体压缩机，而且只适于在750转/分以下的压缩机上使用。

### (三) 槽状阀

槽状阀如图4所示。这种气阀，美国英格索尔—兰德公司在三十年代就已采用，后来又有所改进，在阀座上加一片密封面（薄的平板），磨损后只要更换密封片即可，不必更换整个阀座。如果把气阀的升程限制器的槽加厚，改变弹簧片，可改变弹簧力。这种气阀可用在压力80公斤/厘米<sup>2</sup>以下。槽状阀片是用钢板冲压成槽形，在直角处存在应力，容易在此断裂。

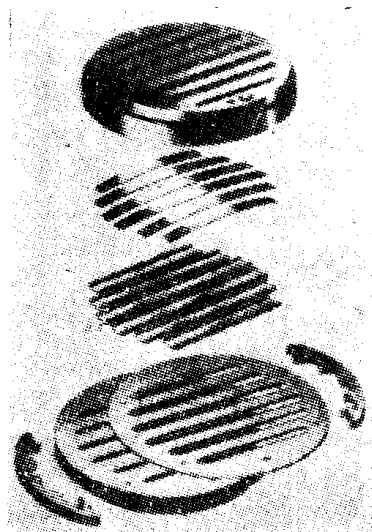


图4 槽状阀

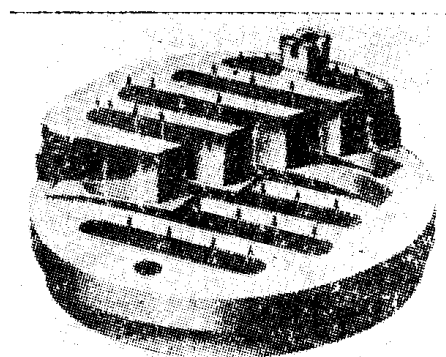


图5 条状阀

### (四) 条状阀

条状阀如图5所示。这种气阀的金属条起到阀片与弹簧片的双重作用。美国渥星顿公司使用这种气阀已有四十多年的历史，使用压力在50公斤/厘米<sup>2</sup>以下，用于不干净气体时，阀片易断。而且升程的改变是极为困难的，并且对弹性条片的制造要求极高，该公司在高压时仍采用网状阀。

### (五) 其它

塑料阀片从国外来看，认为在制冷压缩机中使用效果较好。其它情况下，由于温度高，易变形，效果不好。最近，美国正在试用一种名为米卡塔（MICARTA）的材料，是一种织物加树脂的夹层材料，能耐温在200°C以下，但强度较低，多在压力2公斤/厘米<sup>2</sup>以下的煤气输送压缩机上有所应用。

## 二、气阀的制造与维修

气阀阀片，国外多用镍铬钢或镍铬钼钢制造，对氧气压缩机或无润滑压缩机网状阀片的材料是含13%Cr的不锈钢（H<sub>2</sub>S含量为3~5%的场合亦适用）或Cr18%，Ni9%的不锈钢（当H<sub>2</sub>S含量大于5%时使用）。阀片材料用一般冶炼方法已能满足。国外也曾试验过用真空冶炼的材料制成的阀片，试验结果表明对寿命影响不大。

阀片用冲制成型法，网状阀片也是一次冲压成型，沟槽部分也不再进行机械加工，为了避免冲制时槽边可能产生微痕和咬边，冲模必须有较高的精度并应经常磨锐冲头，在冲出的

网槽边缘要仔细倒圆。黑尔比格厂网状阀片的热处理情况：直径 300 毫米以下，用夹具成叠处理，直径300毫米以上，单片处理，处理后硬度为 HRC37~42。

对低压阀座采用灰铸铁，压力在80公斤/厘米<sup>2</sup>以下时，用强度为50~60公斤/毫米<sup>2</sup>的钢制造，压力大于80公斤/毫米<sup>2</sup>时，用强度为90~100公斤/毫米<sup>2</sup>的钢制造。阀座密封面经磨或精车加工，直径在200毫米以下的阀座，磨后还得进行研磨。

气阀出厂时，还要逐个进行气密性检查，根据气阀直径不同，用不同容积的试验气罐，将气阀置于其上，观测气体经阀泄漏的情况，压力从 6 公斤/厘米<sup>2</sup>降至 4 公斤/厘米<sup>2</sup>的时间作为检查气阀气密性的标准。

国外气阀制造厂对使用维护方面是特别强调的，预防性检查在压缩机跑合阶段推荐如下的周期：

单级压缩机（高压力比时）	600小时以后
多级压缩机（中等压力比时）	1000小时以后
制冷压缩机	每个冷季以后
连续运转的压缩机	至少每月一次

跑合阶段以后，预防性停车检查的间隔时间可以逐步拉长。

阀片或缓冲片有明显磨损时即应更换。阀片或缓冲片的最大磨损为厚度的10%时即应更换。且发现一面严重磨损时，不应翻面使用。如果发现一个弹簧失效，应将阀内全部弹簧更换新的。弹簧在使用 5,000 小时后应全部更换新的弹簧。为了保护在腐蚀性介质中工作的弹簧，可涂以耐热防腐漆。

气阀在拆装时应使用专门的夹具(图 6)，并用测力搬手进行拧紧，对于不同直径的螺栓推荐表 1 中的扭矩值。

表1 气阀中心螺栓拧紧力矩值

螺 纹	碳钢，最低抗拉强度51吨/吋 <sup>2</sup>		奥氏体不锈钢** (En58)	
	马氏体不锈钢* (En56) 最低抗拉强度47吨/吋 <sup>2</sup>		最低抗拉强度35吨/吋 <sup>2</sup>	
	力 矩		力 矩	
mm	米—公斤		米—公斤	
	最 小	最 大	最 小	最 大
4	0.12	0.15	0.10	0.12
5	0.24	0.29	0.18	0.22
6	0.41	0.50	0.32	0.38
8	1.00	1.20	0.75	0.90
10	2.00	2.45	1.55	1.85
12	3.6	4.40	2.80	3.30
14	5.70	6.90	4.30	5.20
16	9.00	11.00	7.00	8.50
20	17.80	21.50	13.50	16.00
22	24.50	29.50	18.50	22.00
24	30.50	37.00	23.00	28.00
27	33.00	40.00	33.00	40.00
30	45.00	54.00	45.00	54.00

\*) 马氏体不锈钢（磁性）用于轻度腐蚀性气体。

\*\*) 奥氏体不锈钢（非磁性）用于高腐蚀性气体。



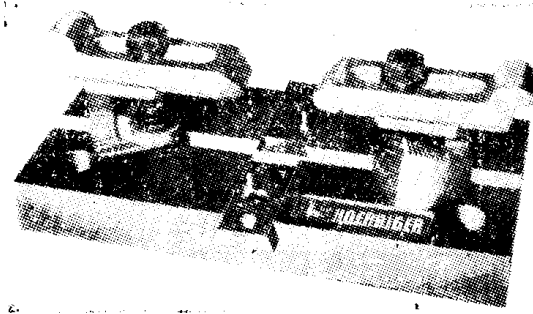


图6 装拆气阀的夹具

### 三、国外气阀专业生产厂概况

国外气阀专业性生产厂不多，欧洲有奥地利黑尔比格阀门厂，日本有特殊精工株式会社，美国的克拉克、英格索尔—兰德等压缩机厂的阀片是自己制造的。

#### (一) 黑尔比格阀门厂

全厂有2,000多人，总厂设在维也纳，在西德、意大利、英国、美国、法国设有分厂。制造适用于转速3,000转/分和压力1,000公斤/厘米<sup>2</sup>以下的各种气阀。基本品种规格有240多种，气阀年产量200万组(其中60万是小阀)，圆柱弹簧向外厂订购。设计研究部设在维也纳，有30多人，对气阀的运动规律及压力损失，以及各种因素对气阀工作的影响等进行试验研究，可以通过电子计算机的计算，得到较好的参数。

该厂主要生产网状阀，环状阀只供应阀片。黑尔比格生产的部分高压气阀系列如下：

1. 有导向块的开式高压气阀(图7、表2)；

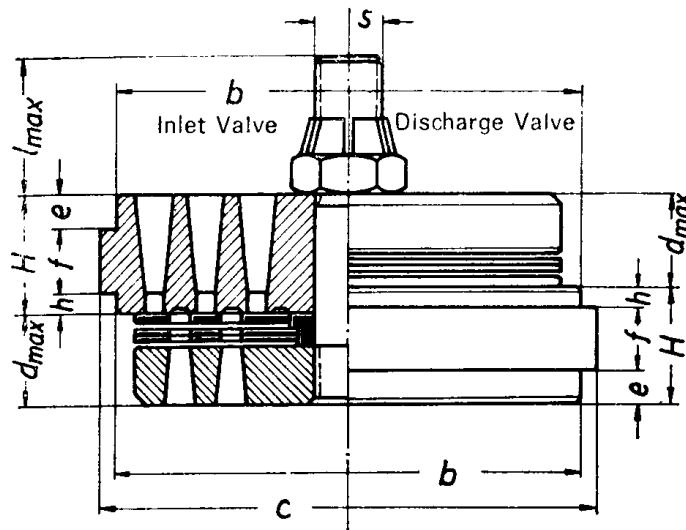


图7 有导向块的开式高压气阀

阀座凸台尺寸适用于所有型号 mm

H	15	20	25	30	35	40	45	50	60
e	4	6	6	8	10	12	12	15	15
f	7	10	13	16	19	22	25	27	37
h	4	4	6	6	6	6	8	8	8



表2 有导向块的开式高压气阀

型号	通道数	升程 h mm	通道面积 cm <sup>2</sup>	d 最大 mm	安 装 尺 寸				余 隙 (cm <sup>3</sup> )											
					b mm	c mm	S mm	l 最大 mm	排 出 阀											
									阀 座 高 度 H (mm)											
									15	20	25	30	35	40	45	50	60			
52CEd	2	1.8	7.0	21.8	63	71	M10	26		12	17	22	27		36					
65CEd	2	1.8	8.7	24.8	80	88	M12	32	60	14	20	24		32		40				
80CEd	2	2.2	15.9	25.2	95	105	M14×1.5	34	90	22	30	40	50		63		78			
87CFd	3	1.8	17.5	26.8	100	110	M16×1.5	36	95		40	46	54		70		87			
106CFd	3	2.2	26.6	27.2	125	135	M20×1.5	39	165		60	80	102		123		154	185		
126CFd	3	2.6	37.6	27.6	140	150	M20×1.5	39	180		85	110	140	170		200		260		
154CFd	3	3.0	59.4	30.0	170	180	M20×1.5	39	315			160		240		240		310		
88CGd	4	1.8	23.4	23.8	100	110	M14×1.5	34	80		52		78		105		160			
109CGd	4	1.8	29.0	26.8	125	135	M20×1.5	39	150		65		90		118		175			
124CGd	4	2.2	39.7	27.2	140	150	M20×1.5	39	195			120	150	150		185	240			
143CGd	4	2.8	59.3	29.8	160	170	M20×1.5	39	270			160		245		280	365			
157CGd	4	3.0	71.0	30.0	170	180	M20×1.5	39	300			175		270		325	430			
184CGd	4	3.0	97.0	30.0	200	210	M24×1.5	46	405			230		350		400	530			
217CGd	4	3.8	133	35.8	236	246	M24×1.5	46	680				460		670		710			

2. 有导向块的闭式高压气阀(图8、表3);
3. 用于无润滑并具有无摩擦导向片的开式气阀(图9、表4);
4. 用于无润滑并具有无摩擦导向片的闭式气阀(图10、表5)。

(二) 日本特殊精工株式会社

该厂建立于1948年, 职工约380名, 设备约250台, 主要生产阀片、弹簧片、离合器片等。压缩机气阀(高压阀、止回阀等)及阀片的生产能力约占65%。阀片的月生产能力为100万片。

该厂用于各种压缩机阀片钢的化学成分见表6, 制造的某些要求见表7。

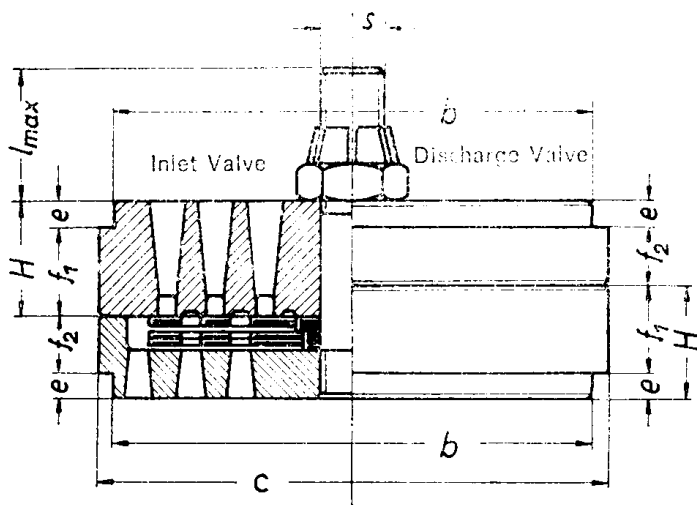


图8 有导向块的闭式高压气阀

表3 有导向块的闭式高压气阀

型 号	通 道 数	升 程 h mm	通 道 面 积 cm <sup>2</sup>	安 装 尺 寸						余 隙 (cm <sup>3</sup> )										
				b	c	e	f <sub>2</sub>	S	l 最大 mm	吸 入 阀	排 出 阀									
											阀 座 高 度 H (mm)									
15	20	25	30	35	40	45	50	60												
52CEd	2	1.8	7.0	71	79	8	14	M10	26	29	12	17	22	27	36					
65CEd	2	1.8	8.7	85	93	8	16	M12	32	50	14	20	24	32	40					
80CEd	2	2.2	15.9	100	110	8	16	M14×1.5	34	78	22	30	40	50	63			78		
87CFd	3	1.8	17.5	106	116	10	14	M16×1.5	36	72		40	46	54	70			87		
106CFd	3	2.2	26.6	132	142	10	16	M20×1.5	39	120		60	80	102	123			154	185	
126CFd	3	2.6	37.6	150	160	12	14	M20×1.5	39	175			110	140	170			200	260	
154CFd	3	3.0	59.4	180	190	12	15	M20×1.5	39	280			160		240			240	310	
88CGd	4	1.8	23.4	106	116	10	12	M14×1.5	34	78		52		78			105	160		
109CGd	4	1.8	29.0	132	142	10	16	M20×1.5	39	130		65		90			118	175		
124CGd	4	2.2	39.7	150	160	12	14	M20×1.5	39	160			120	150	150			185	240	
143CGd	4	2.8	59.3	170	180	12	15	M20×1.5	39	220			160		240			280	365	
157CGd	4	3.0	71.0	180	190	12	15	M20×1.5	39	285			175		220			325	430	
184CGd	4	3.0	97.0	212	222	12	15	M24×1.5	46	350			230		350			400	530	
217CGd	4	3.8	133	250	260	15	21	M24×1.5	46	720					460			670	710	

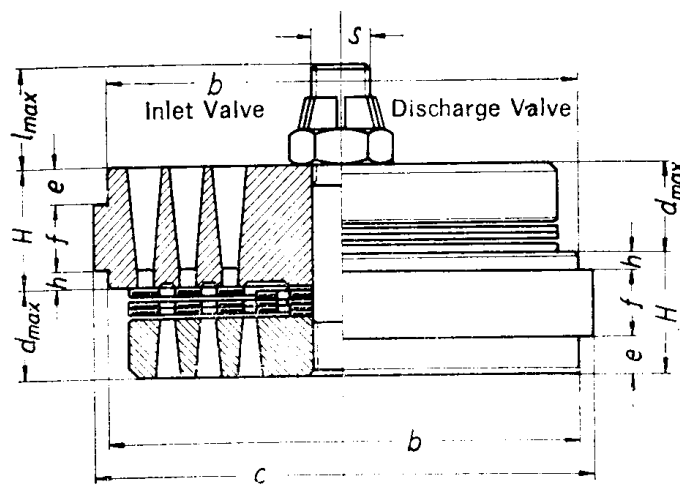


图9 用于无润滑并具有无摩擦导向的开式气阀

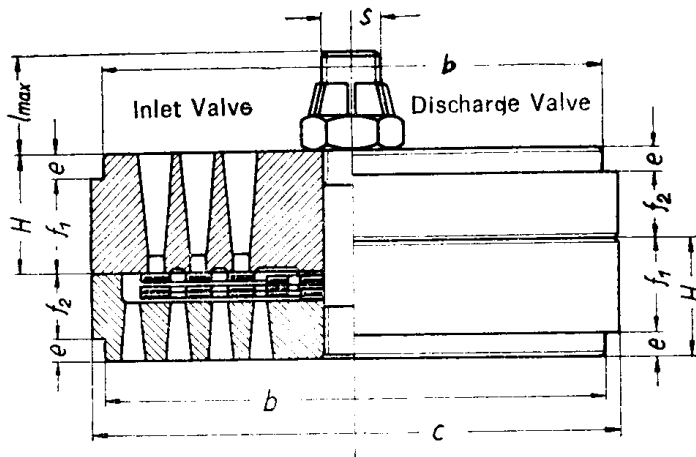


图10 用于无润滑并具有无摩擦导向板的闭式气阀

表4 用于无油并具有无摩擦导向板的闭式气阀

型号	通道数	升程 h mm	通道面积 cm <sup>2</sup>	d 最大 mm	安 装 尺 寸				l 最大 mm	吸 入 阀	余 隙 (cm <sup>3</sup> )									
					b mm	c mm	S	排 出 阀												
								阀 座 高 度 H (mm)												
								15			20	25	30	35	40	45	50	60		
70Ed	2	1.4	9.0	19.4	80	88	M12	32	44	15	22	28	33		43					
88Eh <sub>3</sub>	2	1.8	15.2	23.8	100	110	M14×1.5	34	84	24	34	43	52		70					
100Eh <sub>3</sub>	2	2.2	21.4	24.2	112	122	M16×1.5	36	103	33	46		75		100					
113Eh <sub>3</sub>	2	2.8	30.8	25.8	125	135	M16×1.5	36	143		62	80		125		160				
124F <sub>3</sub> d	3	2.2	36.7	27.2	140	150	M16×1.5	36	190		79	105	132	145		185				
132F <sub>3</sub> d	3	2.8	49.3	27.8	150	160	M16×1.5	36	225		98	127		195		250				
143F <sub>3</sub> d	3	2.8	54.7	29.8	160	170	M20×1.5	39	270		108	140		215		270				
154F <sub>3</sub> d	3	2.8	60.0	29.8	170	180	M20×1.5	39	290			155		240		300				
172G <sub>3</sub> d	4	2.6	77.0	29.6	190	200	M20×1.5	39	380			210	270	320			410			
197G <sub>3</sub> d	4	2.8	99.0	29.8	212	222	M24×1.5	46	450				315			545			610	

表5 用于无油并具有无摩擦导向板的闭式气阀

型号	通道数	升程 h mm	通道面积 cm <sup>2</sup>	安 装 尺 寸						l 最大 mm	吸 入 阀	余 隙 (cm <sup>3</sup> )									
				b mm	c mm	e mm	f <sub>2</sub> mm	S	排 出 阀												
									阀 座 高 度 H (mm)												
									15			20	25	30	35	40	45	50	60		
70Ed	2	1.4	9.0	90	98	8	11.5	M12	32	42	15	22	28	33		43					
88Eh <sub>3</sub>	2	1.8	15.2	112	122	10	14	M14×1.5	34	80	24	34	43	52		20					
100Eh <sub>3</sub>	2	2.2	21.4	125	135	10	14	M16×1.5	36	100		46		75		100					
113Eh <sub>3</sub>	2	2.8	30.8	140	150	10	16	M16×1.5	36	147		62	80		125		160				
124F <sub>3</sub> d	3	2.2	36.7	150	160	12	15	M16×1.5	36	160		79	105	132	145		185				
132F <sub>3</sub> d	3	2.8	49.3	160	170	12	16	M16×1.5	36	180			127		195		250				
143F <sub>3</sub> d	3	2.8	54.7	170	180	12	18	M20×1.5	39	220			140		215		270				
154F <sub>3</sub> d	3	2.8	60.0	180	190	12	18	M20×1.5	39	250			155		240		300				
172G <sub>3</sub> d	4	2.6	77.0	200	210	12	17	M20×1.5	39	320			210	270	320			410			
197G <sub>3</sub> d	4	2.8	99.0	224	234	12	18	M24×1.5	46	405				315			545			610	

表6 特殊精工株式会社制造阀片用钢的化学成分

JIS	名称	牌号	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Al	用 途
G4105	铬钼钢	SCM-2	0.28 ~0.33	0.15 ~0.35	0.60 ~0.85	<0.03	<0.03		0.90 ~1.20	0.15 ~0.30		广泛用于一般的压缩机 阀片材料
G4103	镍铬钼钢	SNCM-2	0.20 ~0.36	0.15 ~0.35	0.35 ~0.60	<0.03	<0.03	3.00 ~3.50	1.00 ~1.50	0.15 ~0.30		制作阀片的高级材料
G4305	不 锈 钢	SUS-22	0.12 ~0.18	<0.60	<1.00	<0.04	<0.03		11.5 ~13.5			耐腐蚀、耐热、等速等 情况下特殊使用的阀片
G4305		SUS-23	0.25 ~0.40	<0.75	<1.00	<0.04	<0.03		12:00 ~14:00			"
		SUS-27	<0.08	<1.00	<2.00	<0.04	<0.03	8.00 ~11.0	18.0 ~20.0			"
		SUS-32	<0.08	<1.00	<2.00	<0.04	<0.03	10.0 ~14.0	16.0 ~18.0	2.00 ~3.00		"
		SUS-37	<0.08	<0.60	<1.00	<0.04	<0.03		11.5 ~14.0	0.30 ~0.60		"
ARMCO	17-7pH		0.09	1.00	1.00	0.04	0.03	6.50 ~7.75	16.0 ~18.0		0.75 ~1.50	硬化型的不锈钢，经过特 殊的热处理、用作阀片

表7 特殊精工株式会社制造阀片的某些要求

压缩机类别	主要材质	内外径公差	倒角	硬度	表面光洁度	厚度	其他
小型高速空气压缩机	SNCM SUS22 瑞典钢	±0.1	厚度为1毫米时 R为0.1	Hs = 55~65°	0.5~1μ	0.8~3.0	
空气压缩机 中型 大型	SCM2 SNCM2 SUS22	±0.10 ±0.05	厚度为2毫米时 R为0.2	"	0.6~1μ	1.0~2.0	
氧压机	SUS22 SUS27 SUS32 17-7pH	"	"	"	"	1.0~3.0	
混合气压缩机	SUS22 SUS37 17-7pH	± { 0.10 0.05	厚度为3毫米时 R为0.3	Hs = 55~65°	1~1.5μ	1.0~3.0	
压缩机使用的滑阀	瑞士钢			Hs = 55~65°	0.6~1μ	0.5~2.0	

(上接 115 页)

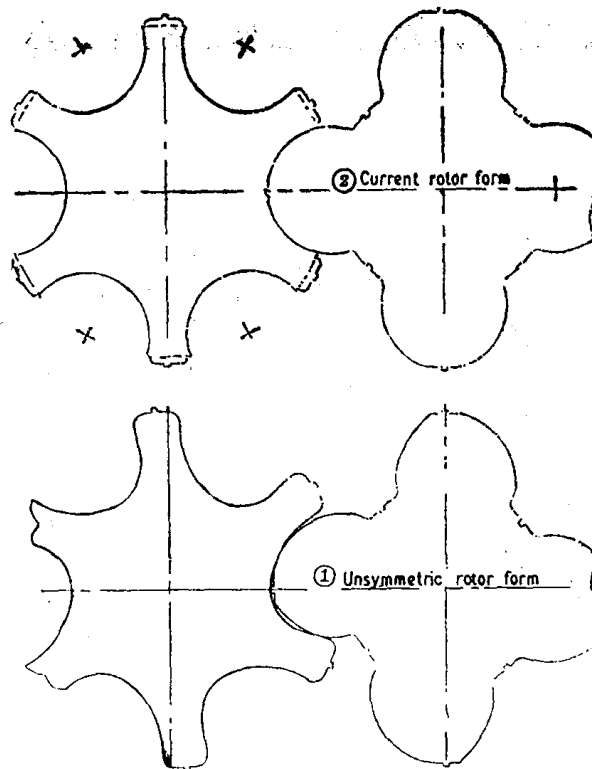


图4 转子形状

①不对称转子形状；②对称转子形状。

### 参 考 文 献

- [1] Lysholm, A. A. J. R. "New rotary compressor", Proc. Inst mech. Engrs 1943 150.
- [2] Pneurop-C. A. G. I. test code for the measurement of sound from pneumatic equipment 1969,

天津大学化机教研室 译自The Institution of Mechanical Engineers Proceedings1969—70, V.184, Part 3R, Industrial Reciprocating and Rotary Compressors; Design and Operational Problems 通用机械研究所孙开滨、陈康平校

# 国外容积式动力用空气压缩机

通用机械研究所 赵长胜

动力用空气压缩机是量大面广的通用机械产品，其技术经济指标和各种性能的改善，具有重要意义。为了给发展国产动力用空压机提供点滴参考资料，本文简介了现代国外容积式动力用空压机（主要是固定的往复式）典型系列和产品，它们所达到的主要技术经济指标及其技术发展趋势。文中不确切或谬误之处，请批评指正。

## 一、空压机的重要性与系列的更迭

### (一) 重要性

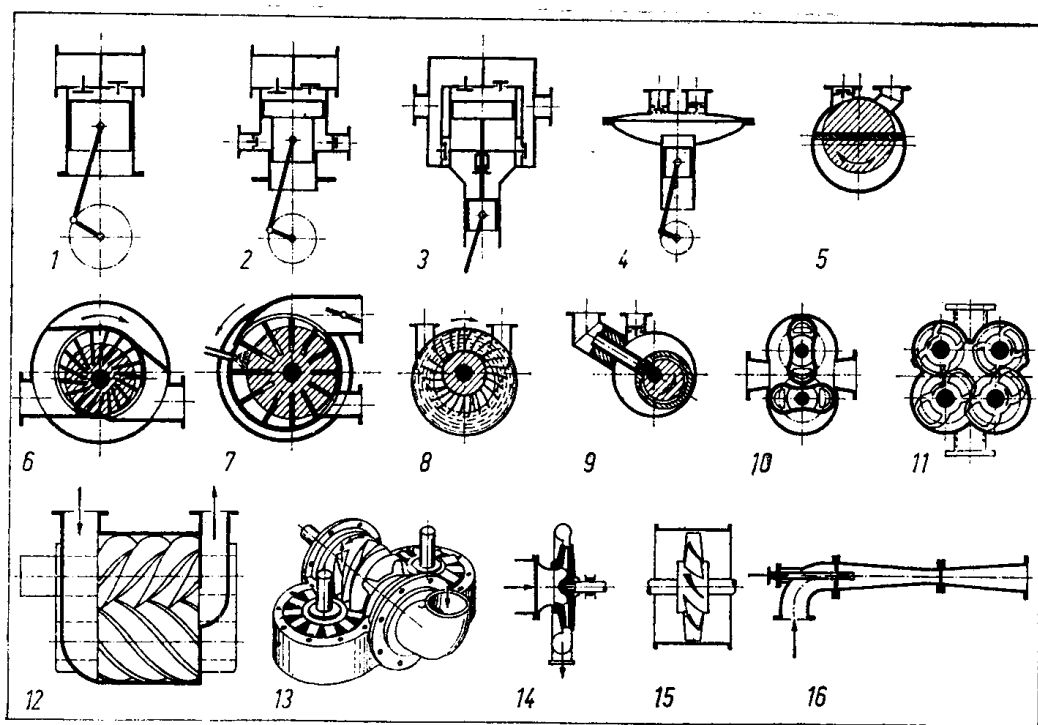


图1 压缩机的基本型式  
(1~13为容积式, 14~16为动力式)

1—单作用往复式压缩机 2—一级差式、双作用往复式压缩机 3—具有盘形活塞和十字头的双作用往复式压缩机 4—机械——液力驱动的薄膜式压缩机 5—滑片式真空泵（用于真空获得的仅具有两片滑片的多室压缩机） 6—滑片式压缩机（具有薄的钢滑片的多室压缩机） 7—滑片式压缩机（具有干转子或喷冷却液的多室压缩机） 8—液环式压缩机（叶轮形转子和液环组成工作室的多室压缩机） 9—旋转活塞式压缩机 10—罗茨压缩机（定容式鼓风机，最高排气压力0.5巴\*） 11—罗茨压缩机（定容式鼓风机，最高排气压力1.8巴\*） 12—双轴螺杆式压缩机 13—单轴螺杆式压缩机 14—离心式压缩机 15—轴流式压缩机 16—喷射式压缩机（主要用于真空获得）

\* 1巴 = 1.02公斤/厘米<sup>2</sup>

国外主要工业国家里，动力用空压机在压缩机生产中占有重要地位。如：据统计，美国1972年生产各类容积式及透平式压缩机共805,059台（产值368,509千美元），扣除功率15马力以下的固定式及排气量 $2.12\text{米}^3/\text{分}$ 以下的移动式等微型空压机后，则为28,995台（产值224,460千美元）。这28,995台“工业压缩机”中，空压机为26,421台（产值117,456千美元），占91.5%（产值占52.3%）。

## （二）系列的更迭

十年来，国外容积式动力用空压机技术有了新的发展，系列（产品）也有所更新。如：

1. 西德德马格压缩空气技术公司的动力用往复式空压机系列产品（固定式及移动式）已全部更新，同时自1970年新发展了低噪音型动力用不对称齿形喷油螺杆式空压机组。

2. 瑞典阿特拉斯公司动力用固定式L型空压机ER系列逐步取代了AR系列（ER6—ER8—ER9—ER5—ER7），低噪音型动力用不对称齿形无油螺杆式空压机组Z系列取代了对称齿形的SR（无油）系列，性能参数范围并有所扩大。

3. 美国英格索尔—兰德公司发展了动力用固定式L型压空机组LLE系列、低噪音型动力用不对称齿形喷油螺杆式空压机组PAC—AIR系列、小型往复式空压机组DELTA—AIR（缸套油冷，中间及后冷却器水冷）。

4. 民德茨维考厂动力用“新型双活塞空压机”的出现。

不过，迄今为止，国外容积式动力用空压机的最主要型式，仍为图1中的1、3、7、12这四种。

## 二、固定式空压机

### （一）往复式

#### 1. 技术发展趋势

国外动力用固定的往复式空气压缩机技术发展趋势，大致可以归纳为以下几点：

（1）在注意运转可靠性的基础上，努力改进比功率、比重量这两项主要技术经济指标。

（2）尽量消除机械振动。

为消除有害的机械振动现象，除了力求往复和旋转运动部件轻量化外，并使其惯性力平衡良好。在此基础上做到排气量小于约 $30\text{米}^3/\text{分}$ 的空压机无专门的基础即可运行，或仅以防振胶皮垫作支承，实现“三点式”、“四点式”支承。

机械振动的减弱，还有助于减轻噪声。

（3）结构型式中，角度式、对称平衡型居主导地位。

与改进比功率、比重量指标和消除机械振动的目标相配合，在结构型式方面：

排气量 $10\text{米}^3/\text{分}$ 以下的空压机，普遍为风冷、无十字头的V型、W型；

排气量 $10\sim 100\text{米}^3/\text{分}$ 者，多为水冷、有十字头的L型、V型、对称平衡型；

其它结构型式已基本被淘汰。

（4）结构参数方面，高转速、短行程的趋向继续发展。

结构参数继续向适当高的转速和适当短的行程演化（行程与一级缸径之比 $\psi_1$ 也随之减小），而活塞平均速度则变化不大，这有助于空压机取得较优的综合技术经济指标。

同样是有十字头的空压机，六十年代初，行程为100毫米的DT4型 $\psi_1=0.27$ ；而七十年代初，行程为120毫米的ZL330型 $\psi_1=0.22$ 。

(5) 在“机组化”、“自动化”流行的同时，有一定程度的“露天化”的倾向。

便于用户快速安装并大幅度减少基础造价的，外观紧凑、整齐，配有原动机、附属设备、启动设备和自动控制装置的空压机组，日益增多（排气量小于40米<sup>3</sup>/分时，基础中无倾复力矩、由法兰电动机驱动的空压机组增多了）。与此同时，出现了一些露天安装的空压机组。

(6) 控制噪声

目前，不少空压机（组）已将噪声控制在85分贝（相距1米）以下，符合ISO（国际标准化组织）的规定。

作为改进比功率指标，减小气流压力脉动、管道振动和改善气阀工作状况以及防止噪声公害的措施，多采用在空压机吸气口设置空气滤清——缓冲——消音器，设计宽敞的阀室，配以级间缓冲器和排气缓冲器等。

为了降低噪声，气缸带散热片的风冷式空压机，采用了专门的导风罩壳（同时改善中间冷却器和气缸的冷却条件），或进而配以覆有吸音、隔音材料的罩壳。

某些企业用滑动轴承代替滚动轴承，也起到降低噪声的作用。

(7) 风冷式的最大容量有所增加

适用于高寒或缺水地区的，气缸无散热片的固定式风冷空压机，其单机最大容量已由六十年代的30米<sup>3</sup>/分增至七十年代的39米<sup>3</sup>/分。

2. 主要技术经济指标

对国外动力用固定的往复式空压机而言，目前较先进的主要技术经济指标大体如表1所示（根据书面资料综合）。

表1 国外动力用固定的往复式空压机先进指标

排气量约(米 <sup>3</sup> /分)		3	6	10	17	20	25	30	40	60	100
冷却方式		风冷	风冷	水冷	水冷	水冷	水冷	水冷	水冷	水冷	水冷
比功率约 (千瓦/米 <sup>3</sup> /分)	排气压力 (公斤/厘米 <sup>2</sup> )	7	6.1	5.8	5.2	5.1	5.1	4.9	4.9	4.9	4.7
		8	6.5	6.1	5.6		5.4	5.2	5.2		5.2
主机比重量约(公斤/米 <sup>3</sup> /分)		70	95	75	100	110	115	110	100	95	95

注：①与排气量、主机比重量值相应的排气压力均为7~8公斤/厘米<sup>2</sup>。

②表中比功率与主机比重量值是相对应的。

3. 主要典型系列（产品）

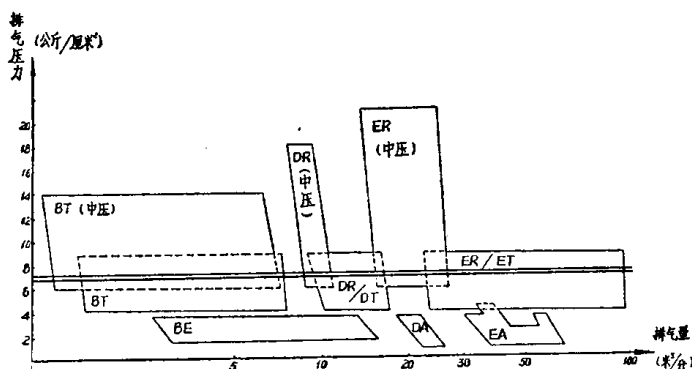


图2 瑞典阿特拉斯公司往复式空压机系列（固定式）



### (1) 瑞典阿特拉斯公司的中小型系列

由图2可以看出,该公司以风冷的BT、DT和水冷的DR(由DT变型)、ER四个基本系列,构成了排气量为2~99米<sup>3</sup>/分(相应排气压力7公斤/厘米<sup>2</sup>)的若干固定式空压机品种。另外,自BT、DR、ER系列派生了单级、低压(3公斤/厘米<sup>2</sup>)的BE、DA、EA和两级、中压(16公斤/厘米<sup>2</sup>左右)的空压机,满足了较广泛的需要。

由ER变型而得之ET系列,与DT、BT系列共同构成了排气量39~2米<sup>3</sup>/分(相应排气压力7公斤/厘米<sup>2</sup>)的一些风冷式空压机品种。

该公司的空压机基本系列参数见表2,派生系列和产品参数见表3,ER系列空压机的结构见图3。

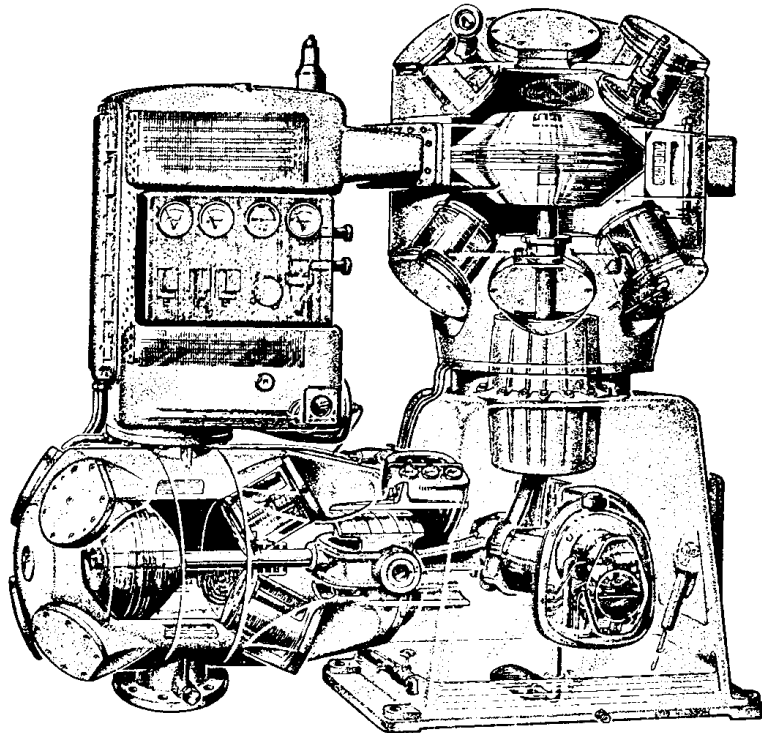


图3 瑞典阿特拉斯公司ER系列空压机剖视

资料\*报导:该公司在1973年汉诺威博览会上,首次供应带吸音罩的小型空压机组(BT系列,排气压力为7巴时,排气量为1.5~8米<sup>3</sup>/分),其消音效果较好,相应于两种消音结构的消音效果分别为85及75分贝;而该公司在会上展出的L型ER6型空压机,其比功率较低,当排气压力为7巴时,排气量为31米<sup>3</sup>/分,比功率为4.4千瓦/米<sup>3</sup>/分。

### (2) 西德德马格压缩空气技术公司的中小型系列

a. 风冷、无十字头的小型系列(V型、W型,排气压力7公斤/厘米<sup>2</sup>时,排气量1.3~9.9米<sup>3</sup>/分,参看表4)。

b. 水冷、无十字头、V型、级差式的“海神牌”(Neptun)系列(排气压力7公斤/厘米<sup>2</sup>时,排气量5.1~17米<sup>3</sup>/分,参看表5)。

c. 水冷、有十字头、L型的ZL空压机组系列(排气压力7公斤/厘米<sup>2</sup>时,排气量25~63米<sup>3</sup>/分),其机组构成参看图4,空压机结构如图5所示,系列参数参看表6。

\* 《KONSTRUKTION》,第25卷,第8期(1973.8),第295页。

表2 瑞典阿特拉斯公司动力用固定式空压机BT、DT、ET系列参数

序号	型号	排气压力 (公斤/厘米 <sup>2</sup> )		额定转速 (转/分)	行程容积 (米 <sup>3</sup> /分)	额定 排气量 (米 <sup>3</sup> /分)	额定轴功率		净重 (公斤)	外形尺寸 (长×宽×高) 毫米	比功率 (千瓦/米 <sup>3</sup> /分)	比重量 (公斤/米 <sup>3</sup> /分)	注
		最高	额定				(马力)	(千瓦)					
1	BT2	8.8	7	1,460	2.75	2.04	18.9	13.9	340 (机组)	(法兰电机机组) 967×720×980	6.81	166.7 (机组)	2缸
2	BT3	8.8	7	1,460	4.33	3.00	24.8	18.23	510 (机组)	(法兰电机机组) 1,268×955×955	6.08	170 (机组)	2缸
		8	8										
3	BT4	8.8	7	1,460	5.55	4.00	33.6	24.71	535 (机组)	(法兰电机机组) 1,268×955×955	6.18	134 (机组)	2缸
		8	8										
4	BT5	8.8	7	1,460	8.66	6.00	47.4	34.82	710 (机组)	(法兰电机机组) 1,758×955×955	5.80	118.3 (机组)	4缸
		8	8										
5	BT6	8.8	7	1,460	11.10	8.00	65.6	48.4	785 (机组)	(法兰电机机组) 1,758×955×955	6.05	98.1 (机组)	4缸
		8	8										
6	DT2	8.8	7	970	14.6	10.8	79	58.1	1,600 (机组)	(法兰电机机组) 1,762×1,495×1,170	5.38	148.1 (机组)	
7	DR2	8.8	7	970	14.6	11.1	78	57.35	1,700 (机组)	(法兰电机机组) 1,762×1,495×1,170	5.12	153.0 (机组)	水耗0.6米 <sup>3</sup> /时
8	DT4	8.8	7	970	21.3	16.0	113	83.1	1,920 (机组)	(法兰电机机组) 1,812×1,525×1,165	5.2	120.0 (机组)	
9	DR4	8.8	7	970	21.3	16.3	111	81.61	1,980 (机组)	(法兰电机机组) 1,812×1,525×1,165	5.006	121.5 (机组)	水耗1.0米 <sup>3</sup> /时