

化工与通用机械参考资料

全封闭活塞式 压缩机

一九七五年十二月

化工与通用机械参考资料

全封闭活塞式 压缩机

1975年12月

编辑

出版：合肥通用机械研究所

发行

制版：北京市制版厂

印刷：北京印刷二厂

工本费：0.80 元

目 录

一、东京三洋全封闭压缩机.....	(1)
二、新型氟利昂全封闭高速压缩机.....	(44)
三、封闭型电动机绝缘组织的评价法	(50)
四、全封闭冷冻压缩机悬挂弹簧的应力	(58)
五、关于降低空调器用5.5KW2级全封闭压缩机噪音的研究	(69)
六、全封闭压缩机的流体噪音与消音器特点	(79)
七、降低全封闭压缩机的噪音	(86)
八、氟利昂 502 制冷剂	(92)
九、苏联国家标准—小型全封闭氟利昂活塞式 制冷压缩机技术要求	(102)
十、苏联国家标准—小型全封闭氟利昂活塞式 制冷压缩机基本参数	(105)
十一、苏联国家标准—小型全封闭氟利昂活塞式 压缩机试验方法	(108)

TQ051.21
6.8

东京三洋全封闭压缩机

本文是根据1973年日本来华技术座谈会时，“东京三洋电机株式会社”带来的技术资料之一，“冷冻·空调机用密闭形压缩机技术资料”及座谈时的发言内容等编译而成。对原文作了一定的取舍，对文中明显的错误作了更正。

一、东京三洋压缩机概况

生产 $\frac{1}{20}$ HP (40W) ~ 100HP (75KW) 的压缩机。根据使用需要，生产230个机种，型式为半封闭和全封闭式：往复式和回转式。根据使用温度范围分为高温蒸发用；中温蒸发用；低温蒸发用；极低温蒸发用。

每年生产量超过100万台。压缩机配用的电机由本公司自行设计制造。压缩机使用铝铸件，设计了回转式压缩机以及2极电机的采用，使之小型轻量化。

按压缩机使用温度范围可分为：

高温用 + 5°C附近蒸发

中温用 - 10°C附近蒸发

低温用 - 25°C附近蒸发

极低温用 - 40°C附近蒸发

此外，还有 - 60°C， - 80°C， - 100°C必要时也需使用。

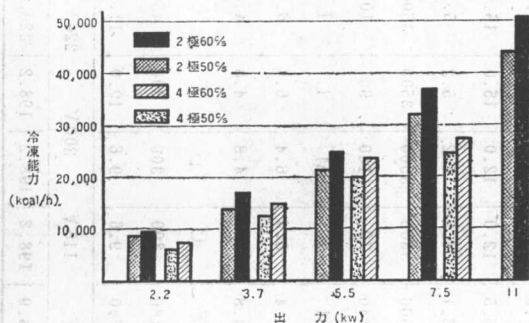


图1 2极、4极压缩机的性能比较

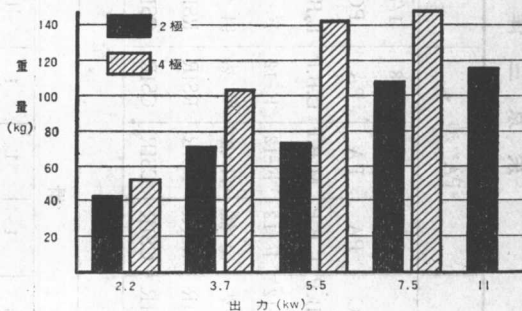


图2 2极、4极压缩机的重量比较

二、三洋压缩机的结构和特点

1. AC型

压缩机轻小，性能好，可靠性高，据有专利。采用在冷藏车、食品陈列橱、冷藏库等方面。平衡性能好，振动，噪音小。结构上采用了纵向弹簧悬置方式。

2. P型 (A~E型)

采用2极电机，尺寸小，重量轻，性能好。用于食品陈列橱、冷藏车、冷藏库等方面。

表1

东京三洋全封闭压缩机系列参数

“AC”型				“PA”型				“PC”型				“PD”型				“PE”型			
驱动功率 型 号 使用工况 制 冷 剂 压缩机的冷却 马 达 类 型	1/20	1/15		1/10		1/8	1/7	1/6		1/4		1/3		1/2	2/3	3/4			
	AC	AC	AC	PA	PA	PA	PC	PC	PC	PD	PD	PD	PD	PD	PD	PD			
	L.B.P	L.B.P	M.B.P	L.B.P	M.B.P	L.B.P	L.B.P	L.B.P	M.B.P	L.B.P	M.B.P	L.B.P	M.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P			
	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-22	F-22	F-22			
	自然	自然	自然	自然	自然	自然	自然	自然	油冷却	风 冷	油冷却	风 冷	风 冷	风 冷	风 冷	风 冷			
	RSIR	RSIR	RSIR	RSIR	RSIR	RSIR	RSIR	RSIR	RSIR	CSIR	CSIR	CSIR	CSIR	PSC	PSC	PSC			
	CSIR	CSIR	CSIR	CSIR	CSIR	CSIR	CSIR	CSIR	CSIR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR			
全 封 闭																			
滑 块 式 结 构																			
压缩机结构																			
汽 缸 数 目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
缸 径 mm	16.0	16.0	16.0	21.0	21.0	21.0	21.0	22.0	22.0	21.0	26.0	26.0	30.0	30.0	27.5	30.0			
行 程 mm	12.0	15.5	15.5	12.0	12.0	12.0	15.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0			
单缸排量 c.c	2.4	3.1	3.1	4.2	4.2	4.2	5.2	6.1	6.1	6.1	8.5	8.5	11.3	11.3	9.5	11.3			
转 速 RPM	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500			
制 冷 量 Kcal/hr	30	48	140	70	180	90	105	130	130	220	150	350	180	450	1300	1500			
考 核 条 件	L	M	M	L	M	L	L	L	L	M	L	M	L	M	H	H			
吸入管径 mm	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	8.0	8.0	8.0	9.6	9.6			
排出管径 mm	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	6.4	6.4	6.4	6.4	8.0	8.0			
油 冷 却	无	无	无	无	无	无	无	无	有	无	有	有	无	无	无	无			
油 充 装 量 c.c	180	180	180	300	300	300	450	450	450	450	450	450	450	450	500	500			
重 量 kg	6.2	6.6	7.0	9.6	9.6	10.0	11.5	11.5	11.5	11.5	13.0	13.0	13.5	13.5	14.0	15.0			
电 气 参 数	单 相 100 V 115 V 200 V 220 V 230 V 240 V 250 V																		
压缩机高度 mm	163.9	163.9	163.9	198.2	198.2	198.2	220.4	220.4	220.4	220.4	235.2	235.2	235.2	235.2	268.7	268.7			

续表 1

驱动功率 型 号 使用工况 制 冷 剂 压缩机的冷却 马达类型	“DL”型				“DH”型				“RA”型				“KC”型			“KD”型			“KE”型	
	1/3	1/2	3/4	1	1	1.2	1.5	1.5	2	3/5	3/4	1	2.5	3	5	7.5	10	15		
HP	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	DL	RA	KC	KC	KD	KD	KE	KE		
L.B.P	L.B.P	L.B.P	L.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P	H.B.P		
F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-12	F-22	F-12	F-22	F-22	F-22	F-22	F-22	F-22	F-22	F-22	F-22	F-22	F-22		
风 冷	风 冷	风 冷	风、冷	风 冷	风 冷	风 冷	风、冷	风 冷	风 冷	风 冷	风 冷	冷却管	冷却管	冷却管	冷却管	冷却管	冷却管	冷却管		
CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	CSR	PSC	PSC	PSC	PSC	PSC	PSC	PSC		
三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相	三相		
全	封 闭																			
压缩机类型	活 塞 连 杆 结 构																			
压缩机结构	转 子 式																			
汽缸数目	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
缸 径 mm	35.0	37.0	41.0	45.0	45.0	41.0	50.0	50.0	41.0	45.0	41.0	45.0	41.0	45.0	41.0	45.0	41.0	45.0		
行 程 mm	17.5	17.5	20.0	24.0	24.0	17.5	24.0	24.0	20.0	24.0	20.0	24.0	20.0	24.0	20.0	24.0	20.0	24.0		
单缸排量 c.c	16.9	18.9	26.4	38.2	38.2	23.1	47.1	47.1	26.4	38.2	26.4	38.2	26.4	38.2	26.4	38.2	26.4	38.2		
转 速 RPM	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500		
制 冷 量 Kcal/hr	350	390	540	860	860	2400	2700	2700	3500	4700	3500	4700	3500	4700	3500	4700	3500	4700		
考 核 条 件	L	L	L	L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H		
吸入管 径 mm	带喇叭口9.6	带喇叭口9.6	带喇叭口12.7	带喇叭口15.9	带喇叭口15.9	9.6	9.6	9.6	9.6	12.7	9.6	12.7	9.6	12.7	9.6	12.7	9.6	12.7		
排出管 径 mm	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0		
油 冷	无	无	有	有	有	无	有	有	无	无	有	无	无	无	无	无	无	无		
油 充 装 量 c.c	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000		
重 量 kg	21.0	22.0	23.0	24.5	24.5	23.5	25.0	25.0	24.0	27.0	24.0	27.0	24.0	27.0	24.0	27.0	24.0	27.0		
电 气 参 数	单相	100V	115V	200V	200V	230V	240V	240V	250V	三相	200V	230V	230V	200V	220V	230V	380V	440V		
压缩机高 mm	251.0	251.0	251.0	279.0	279.0	274.0	279.0	279.0	274.0	298.0	274.0	298.0	274.0	298.0	274.0	298.0	274.0	298.0		
压缩机重 mm	425.0	425.0	425.0	477.0	477.0	425.0	477.0	477.0	425.0	477.0	425.0	477.0	425.0	477.0	425.0	477.0	425.0	477.0		

是小型压缩机的主要机型，产量大，每年生产约60万台。结构为纵向弹簧悬置式。采用了特殊设计的吸气和排气消音器，噪音较小。

3. D 型 (L—H 型)

采用 2 极电机。该型使用温度范围宽广，在 +10℃～-40℃ 范围内。应用于冷藏库、食品陈列橱、制冰机、空调等方面。功率范围为 $\frac{1}{3}$ ～2HP。可使用 F 12, F-22 和 F-502 三种制冷剂。压缩机为纵向弹簧悬置方式。该型的产量大。

4. UC 型

改进 KC 型而得 UC 型，使用 2 极电机全封闭式。采用铝模铸。功率范围为 2.5～20HP，现正在研制 25HP 的机器，对于全封闭而言，功率 25HP 在目前是最大的。

由于部件的通用化，生产性好，吸入气流经过电动机定子与转子间隙，电机冷却效果好，温度低。由于特殊的设计，使振动、噪音小。10HP 以下为纵向方式，15HP 以上为横向方式。20HP～25HP 是 4 缸的。

5. RA 型

采用了滑片回转式压缩机，部件少，使用 2 极电动机，效率高，电耗少。重量轻，与往复活塞式比较，重量为 50%，活塞式 25 公斤/HP，回转式为 12 公斤/HP，部件数为 70%，故障为几分之一。由于是回转方式，噪音和振动小，不设减振弹簧。最适宜用于空调，用途也广。

6. L 型 (C,D 型)

最适于用作超级食品陈列橱用压缩机。采用 4 极电机，可承受液体压缩，使用 F-12, F-22, F-502 三种制冷剂。特别是采用 F 502 时，设计可达 -40℃ 的低温。因为是半封闭式的，可现场修理。电机和气缸的冷却良好，设计成耐高压压缩比情况下的使用。具有水套水冷式和气缸及本体部加装散热片的风冷式。电机线圈作浸漆处理，能够经受反复的启动、停车的冲击。

7. HC 型 (高速多缸式)

采用 4 极电机，半封闭式，功率为 20HP-100HP，100HP 为 8 缸，重量 750 公斤，没有能量调节和卸载装置。电机采用吸气冷却，防止运转中温度升高，没有曲轴箱油加热器、油压开关、安全阀、超负荷继电器等安全装置。部件通用化。最适宜用于大型冷水机组，也可用作总装空调装置。卧式结构，用油泵润滑。

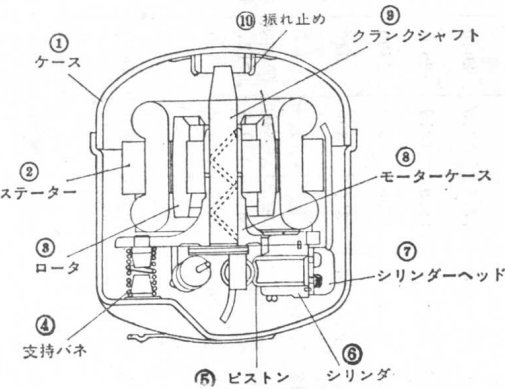


图 3 AC 型结构图

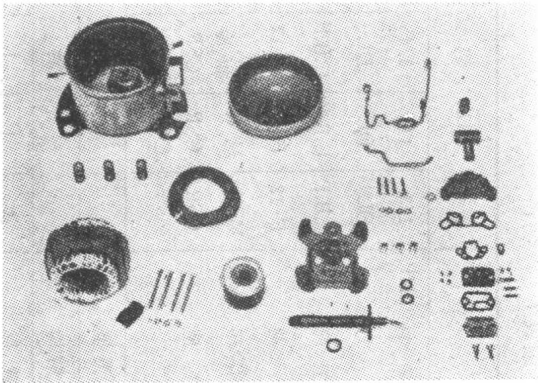


图 4 AC 型零件图

①外壳；②定子；③转子；④弹簧；⑤活塞；⑥气缸；⑦气缸头；⑧电机机身；⑨曲轴；⑩防振装置

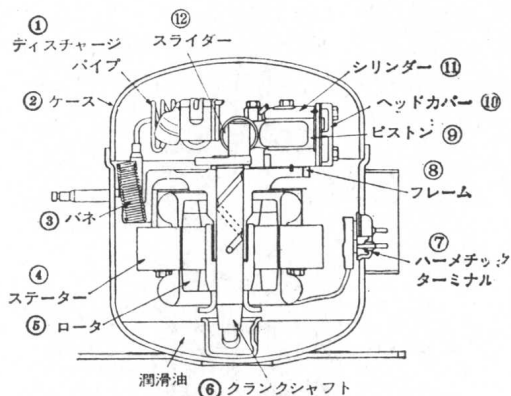


图5 P型结构图

①排气管；②外壳；③弹簧；④定子⑤转子；⑥曲轴；⑦接线柱；⑧机身；⑨活塞；⑩气缸盖；⑪气缸⑫滑轨

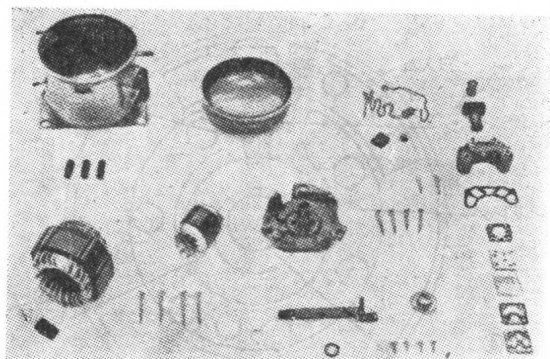


图6 P型零件图

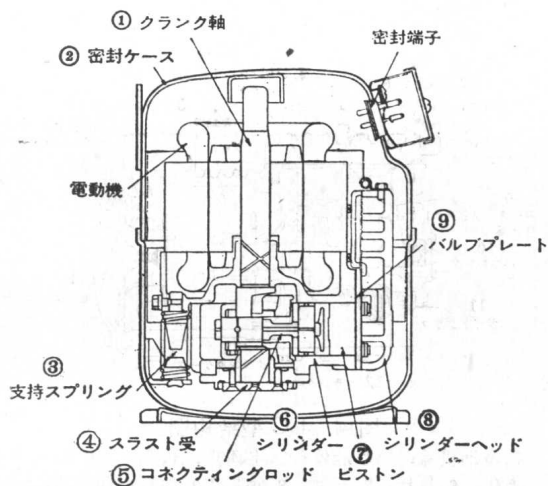


图7 DL、DH型结构图

1.曲轴；2.密封外壳；3.弹簧；4.推力轴承；5.连杆；6.气缸；7.活塞；8.气缸头；9.阀板；10.接线柱

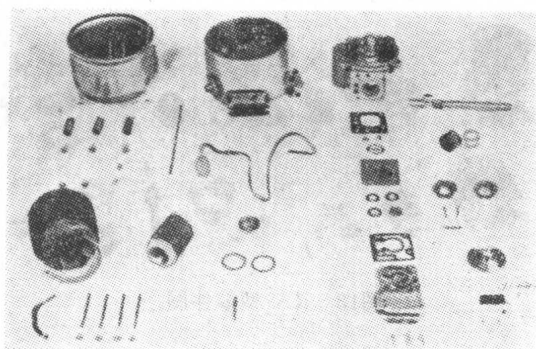


图8 D型零件图

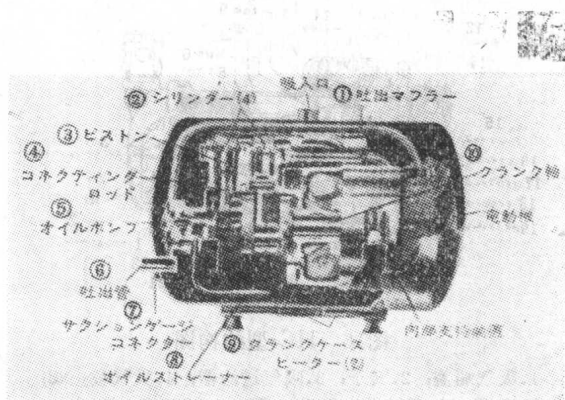


图9 KE型结构图

1.排气消音器；2.气缸；3.活塞；4.连杆；5.油泵；6.排出管；7.吸入压力表接头；8.滤油器9.曲轴箱加热器；10.曲轴

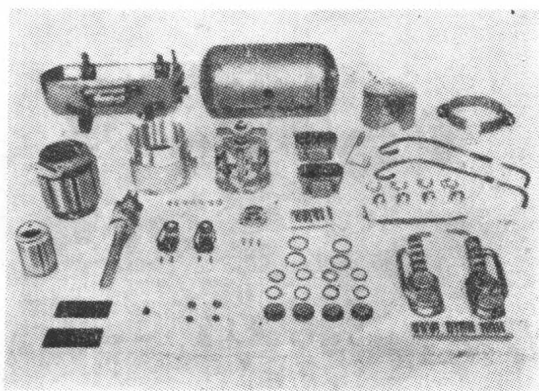


图10 U型零件图

RWT1/789/06

230618

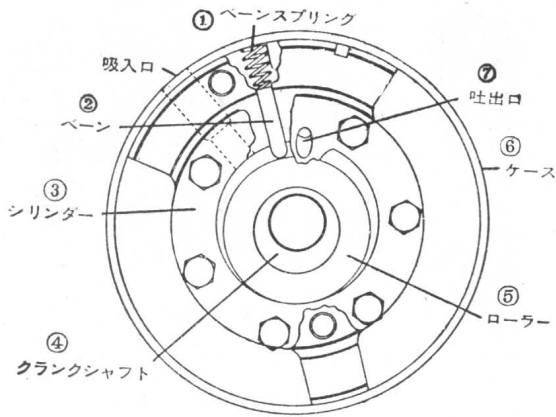


图11 回转式压缩机的运动机构

- 1.滑片弹簧; 2.滑片; 3.气缸; 4.曲轴; 5.转子;
6.外壳; 7.排气口

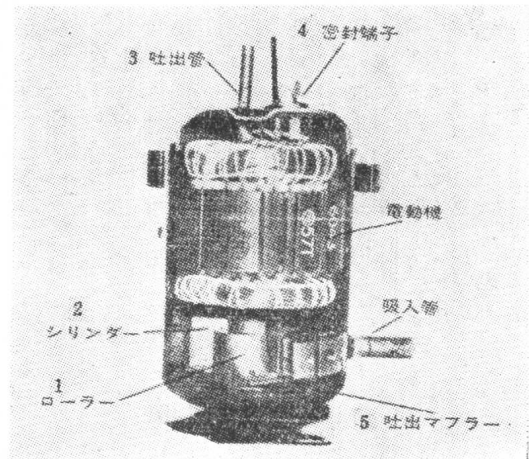


图12 RA 型结构图

- 1.转子; 2.气缸; 3.排出管; 4.密封端子; 5.排气
消音器

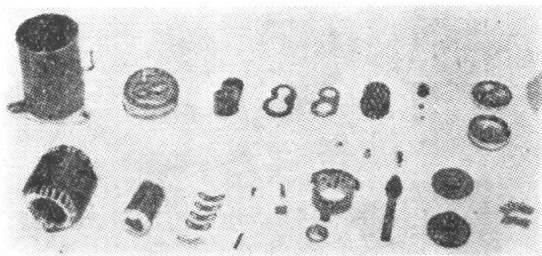


图13 RA 型零件图

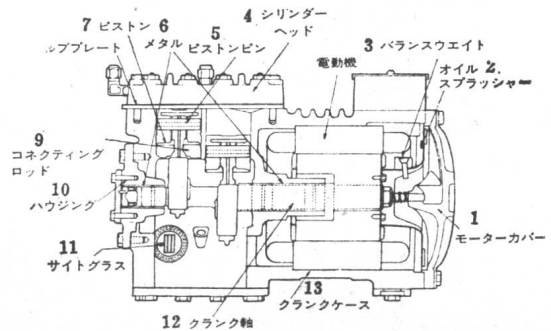


图14 LC 型结构图

- 1.电动机盖; 2.喷油器; 3.平衡重; 4.气缸头; 5.活
塞销; 6.垫片; 7.活塞; 8.阀板; 9.连杆; 10.机体;
11.观察孔; 12.曲轴; 13.曲轴箱

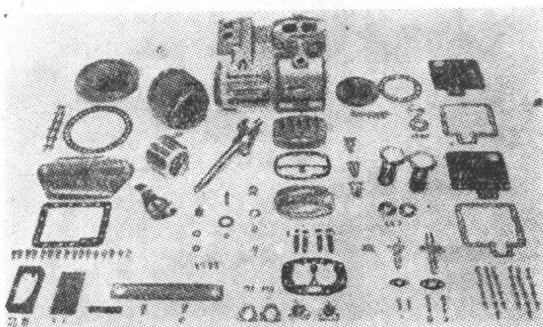


图15 L 型零件图

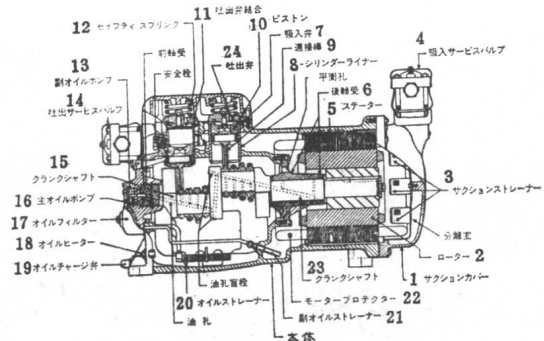


图16 HC 型结构图

- 1.吸气端盖; 2.转子; 3.吸气过滤器; 4.吸气截止阀;
5.定子; 6.后轴承; 7.吸入阀; 8.气缸套; 9.连杆;
10.活塞; 11.排出阀结合部; 12.安全弹簧; 13.付油
泵; 14.排气截止阀; 15.曲轴; 16.主油泵; 17.油过
滤器; 18.油加热器; 19.加油阀; 20.油过滤器; 21.付油
过滤器; 22.电动机保护器; 23.曲轴; 24.排出阀

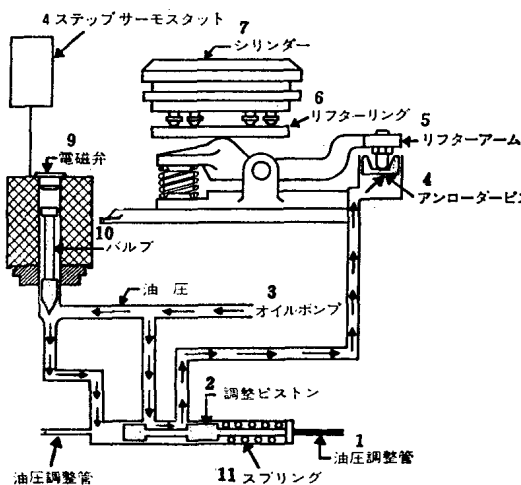


图17 HC 型能量调节驱动机构

1. 油压调节阀, 2. 调整活塞, 3. 油泵来油, 4. 卸载活塞, 5. 举升杠杆, 6. 举升环, 7. 气缸, 8. 4 位温度控制器, 9. 电磁阀, 10. 阀芯, 11. 弹簧

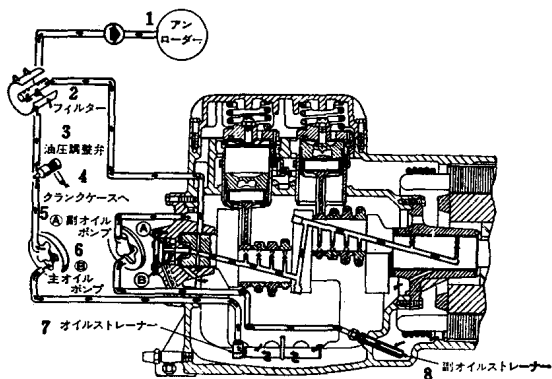


图18 HC 型油压回路

1. 卸荷器, 2. 滤器, 3. 油压调节阀, 4. 去曲油箱, 5. 副油泵, 6. 主油泵, 7. 油滤器, 8. 付油滤器

三、压缩机 的设计

1. 压缩机的设计总则

尺寸小, 重量轻, 性能好, 效率高, 工艺性好, 耐久性, 可靠性好, 噪音, 振动小, 启动、停车性好, 电机能承受电压变动, 润滑性优越, 耐高温使用, 压缩机能耐高负荷使用, 价格便宜。

(1) 尺寸小, 重量轻

采用 2 极电机, 促使其小型化。用轻合金代替铸铁件减轻重量。充分利用壳体内部空间, 用多缸数使之小型化。从开启式向半封闭、全封闭过渡, 也是达到小型轻量的途径。合理地设计消音器, 使之小型化。轴承材料和绝缘材料的进步, 对小型化也起作用。由往复式改成回转式以及多工质的选用, 安装方式的改进, 都会使机器向着小型轻量的方向提高。

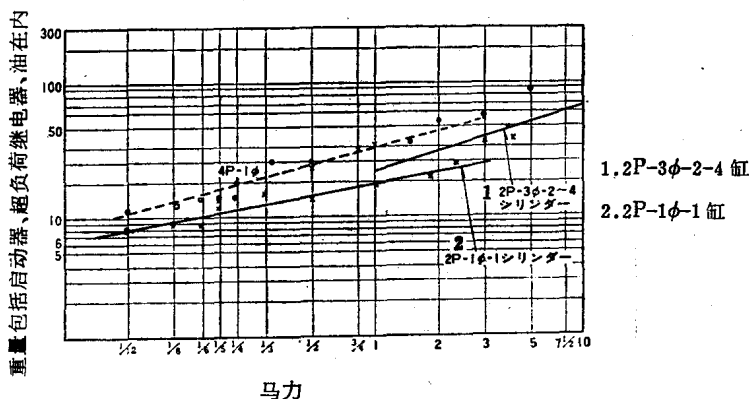


图19 封闭式压缩机的重量

表 2

2 极、4 极的综合比较（2 HP 高温用）

		2 极	4 极
机 种 名		C—1532H	C—1530H
电 压		50/60Hz 3φ200V	50/60Hz 3φ200V
冷 剂		F—22	F—22
缸 数		1	2
缸 径 (mm)		45	41
冲 程 (mm)		24	28.6
气 缸 容 积 (cc/rev)		38.2	37.7×2
外 形	直 径 (mm)	216φ	288φ
	高 (mm)	298	377
重 量 (公斤)		27(1)	40.5(1.5)
冷 冻 能 力 (kcal/hr)		4700	4600
输 入 功 率 (W)		2400	2450
转 数 (rpm)		2900/3500	1400/1700
润 滑 油 (cc)		1000	1800
电 动 机 参 数	安 子 外 径 D ₀ (mm)	147φ	178.5φ
	转 子 外 径 D (mm)	73φ	107φ
	厚 度 L (mm)	90	90
	D ² L (cm ³)	480(1)	1030(2.15)
	D ₀ ² L (cm ³)	1945(1)	2870(1.48)
	重 量 (公斤)	10.9(1)	16.5(1.51)
电 动 机 特 性	额 定 电 流 (A)	6.7/6.0	7.23/6.93
	额 定 转 数 (rpm)	2890/3470	1390/1690
	制 动 扭 矩 (公斤-米)	2.40/1.50	3.62/2.95
	启 动 扭 矩 (公斤-米)	2.50/1.80	2.41/2.05
	启 动 电 流	50/49	40/38

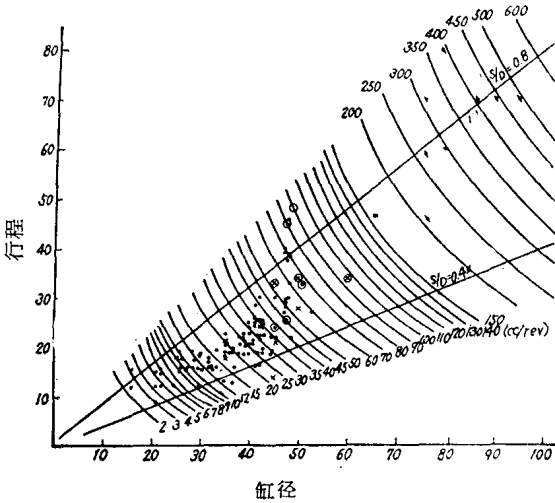


图20 行程—缸径关系曲线

(2) 高性能, 高效率

吸气和排气通道采用合适的形状和截面积。吸气和排气阀采用相应的形状和尺寸。

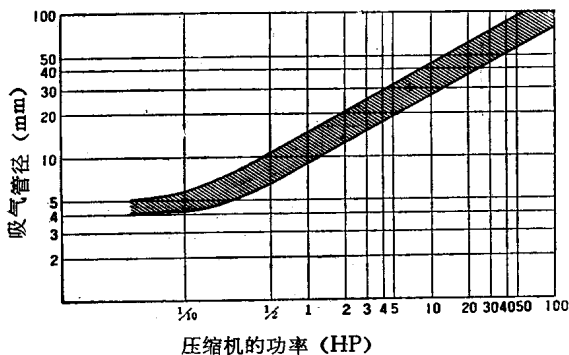


图21 压缩机的功率与吸气管径

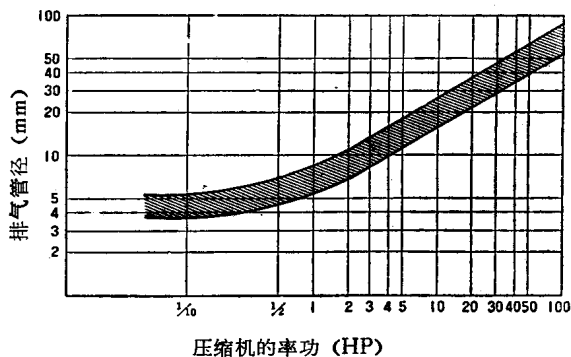


图22 压缩机的功率与排气管径

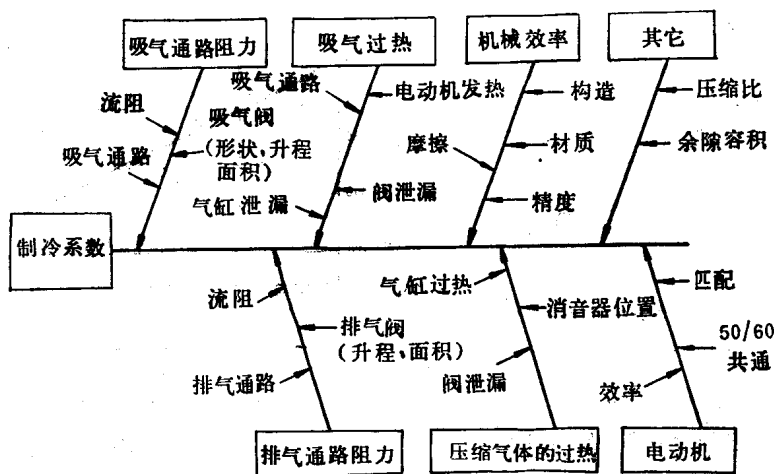


图23 影响制冷系数的各因素

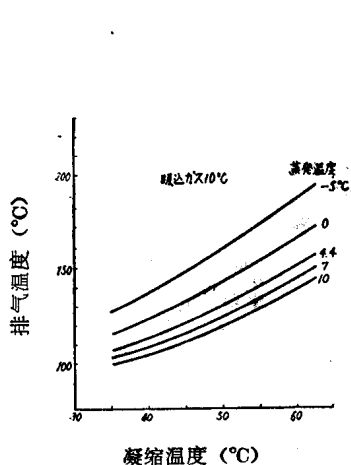


图24 排气温度 (2 极, 7.5KW 压缩机, F-22)

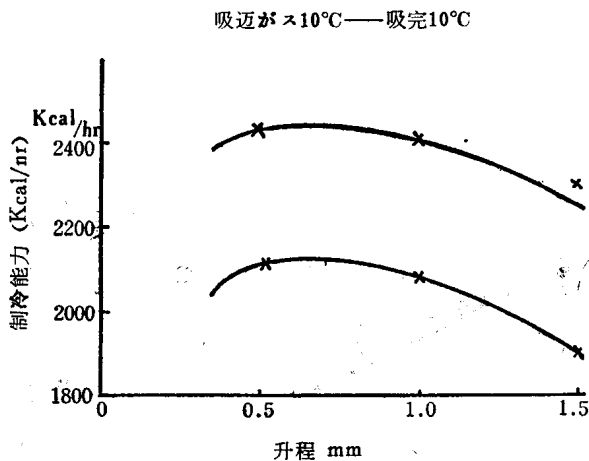


图25 环片排气阀的升程与制冷能力的关系

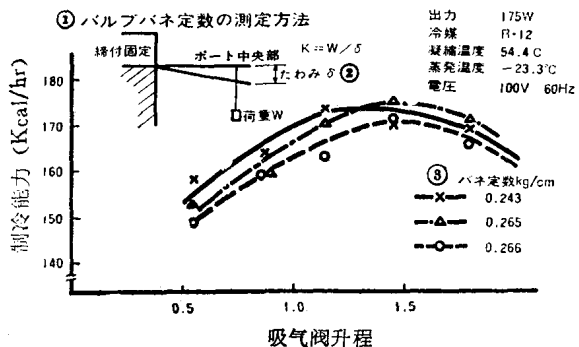


图26 吸气阀的挠度和升程与制冷能力的关系

① 阀弹性常数的测定方法；② 挠度；③ 弹性常数

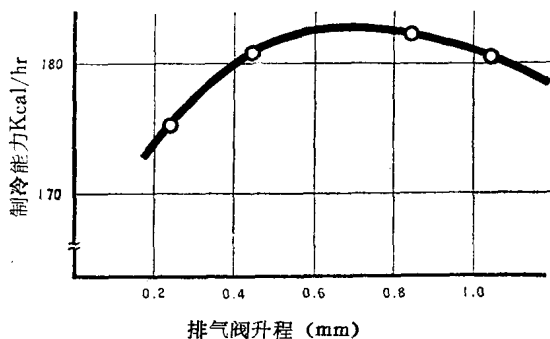


图27 排气阀升程与制冷能力 (功率175W)

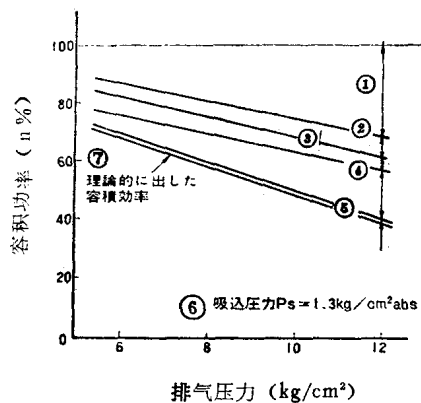


图28 容积效率降低的各因素

① 因余隙容积而降低；② 因侧向容积而降低；③ 因吸气阀迟关而降低；④ 因排气阀迟关而降低；⑤ 因压力损失而降低；⑥ 吸气压力；⑦ 理论容积效率

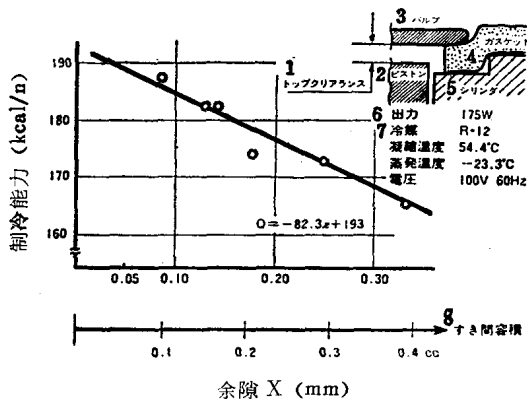


图29 余隙与制冷能力

1. 余隙；2. 活塞；3. 阀；4. 气缸垫；5. 气缸；
6. 功率；7. 制冷剂

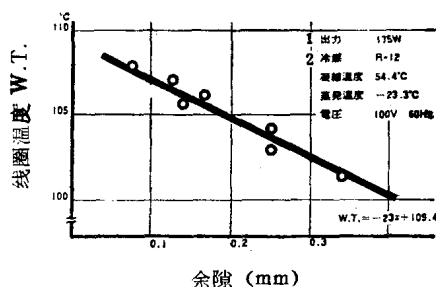


图30 余隙与线圈温度

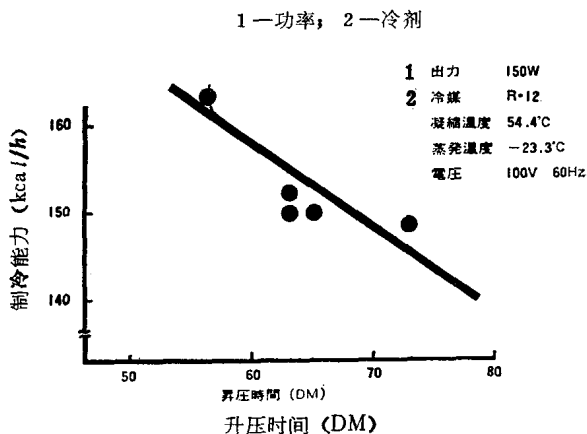


图31 升压时间与制冷能力

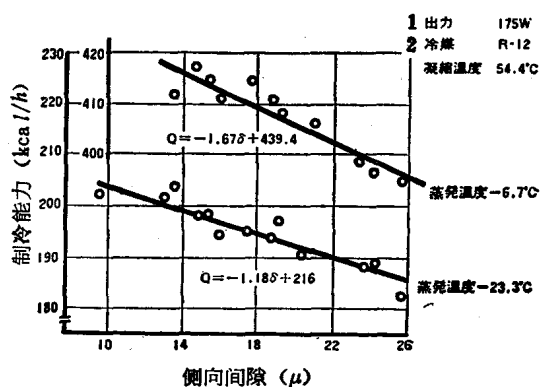


图32 側向間隙与制冷能力

1—功率, 2—冷剂

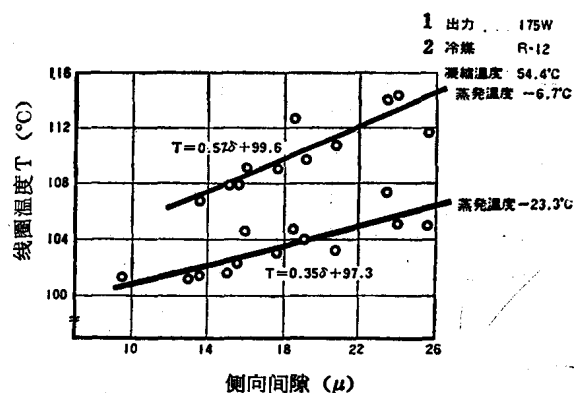


图33 側向間隙与线圈温度

1—功率, 2—冷剂

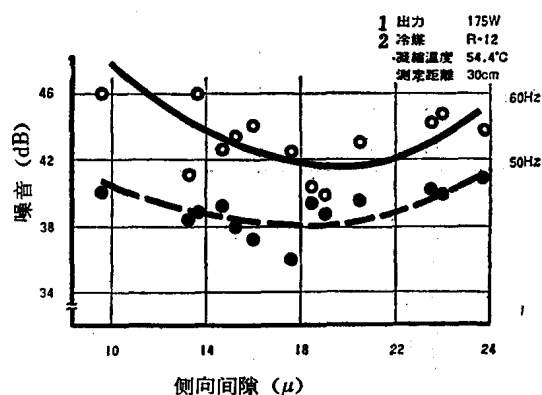


图34 側向間隙与噪音

1—功率, 2—冷剂

表 3

D 型 压 缩 机 活 塞、气 缸 配 合 表

机 种	尺 寸	序 号	气 缸 公 差	活 塞 公 差
804 700 43 (CP-825 H)	37 φ	1	+ 0.003 0	- 0.014 - 0.017
		2	+ 0.006 + 0.003	- 0.011 - 0.014
		3	+ 0.009 + 0.006	- 0.008 - 0.011
		4	+ 0.012 + 0.009	- 0.005 - 0.008
		5	+ 0.015 + 0.012	- 0.002 - 0.005
804 170 43 (C-1124H)	41 φ	1	+ 0.003 0	- 0.016 - 0.019
		2	+ 0.006 + 0.003	- 0.013 - 0.016
		3	+ 0.009 + 0.006	- 0.010 - 0.013
		4	+ 0.012 + 0.009	- 0.007 - 0.010
		5	+ 0.015 + 0.012	- 0.004 - 0.007

续上表

机 种	尺 寸	序 号	气 缸 公 差	活 塞 公 差
804 270 43 (C-1522H)	45 ϕ	1	+ 0.003 0	- 0.016 - 0.019
		2	+ 0.006 + 0.003	- 0.013 - 0.016
		3	+ 0.009 + 0.006	- 0.010 - 0.013
		4	+ 0.012 + 0.009	- 0.007 - 0.010
		5	+ 0.015 + 0.012	- 0.004 - 0.007

表 4 D 型压缩机活塞气缸配合间隙

机 种	间 隙 (μ)
804 700 43	14~20
804 170 43	16~22
804 270 43	

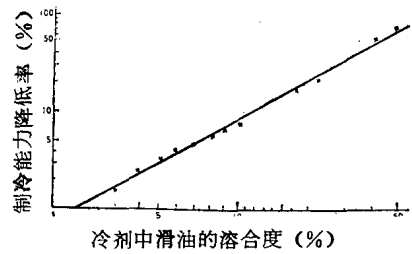


图35 F-12中润滑油溶解度与制冷能力的下降

活塞与气缸的配合间隙，润滑油的质和量，另件的加工精度，轴承的大小，结构，电机的效率，蒸发温度与各部温度等，都对性能和效率以影响，均要予以重视。

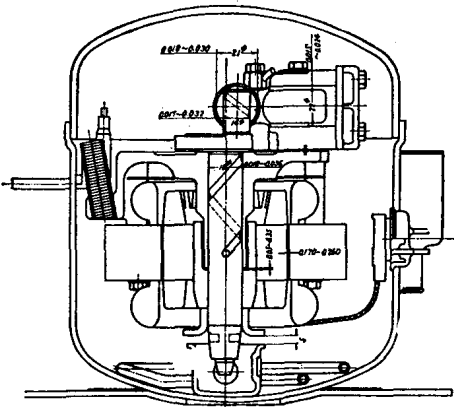


图36 P型压缩机的装配示例

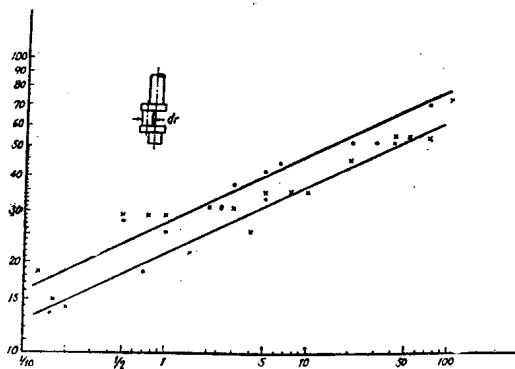


图40 功率与曲柄销直径关系

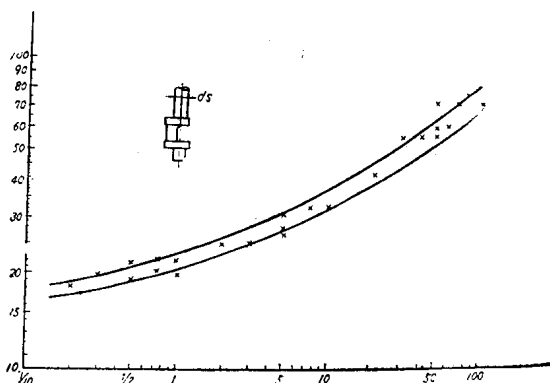


图41 功率与主轴径关系

表 4

	C 点				E 点
	(公斤/厘米)	剪 切 应 力 (公斤/厘米)	弯 曲 应 力 (公斤/厘米)	最 大 应 力 (公斤/厘米)	最 大 应 力 (公斤/厘米)
DH-1HP	195	97.4	417	438	547
DH-1.2HP	240	120	512	539	672
DH-1.5HP	277	122	448	479	376
DH-2HP	376	165	642	682	530
DL-1/3HP	61.4	30.7	239	243	313
DL-1/2HP	68.6	34.3	267	271	350
DL-3/4HP	96.8	42.5	287	293	241
DL-1HP	140	61.5	411	420	339
DL-1.5HP	173	76.0	508	519	419

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 (P_d - p_s)$$

$$\delta_c = \left\{ \frac{l - l_0}{l} F \cdot l_c \right\} / \left(\frac{\pi}{32} c_a^2 c_b \right)$$

$$\tau_c = T / \left(\frac{\pi}{16} \cdot c_a^2 c_b \right)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{1}{2} \sigma_c + \frac{1}{2} \sqrt{\sigma_c^2 + 4 \tau_c^2}$$

$$\sigma_e = \left\{ l_0 \cdot F (l - l_e) \right\} / \frac{\pi}{32} E_a^2 \cdot E_b$$

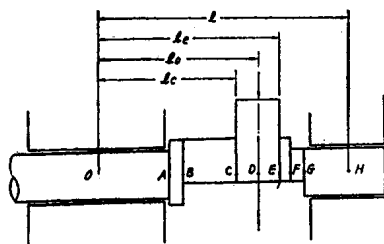


图42 曲轴强度计算 (在C. E点是最大应力)