

# 冰箱压缩机外冷冻油循环量的分析及控制

杨任平 陈永安 孙士杰 尹小兵 何四发 盛正堂 崔磊  
(华意压缩机股份有限公司 江西景德镇 333001)

**摘要:** 本文通过分析冰箱压缩机外冷冻油循环量, 寻找到比较合理的评价压缩机外冷冻油循环率方法, 将压缩机外冷冻油循环量对冰箱制冷系统中耗电量的影响做了初步对比分析, 同时对冰箱压缩机的排油提出了比较全面的控制方法。

**关键词:** 冷冻油; 排油; 压缩机外冷冻油循环量; 制冷系统

家用冰箱是家庭耗电“大户”, 因而在市场上, 人们挑选冰箱时最关注的指标之一就是节能。而压缩机可以说是冰箱的“心脏”, 直接关系到冰箱的制冷效果, 最终体现在能耗上。冰箱压缩机由于活塞和汽缸之间存在间隙, 导致在压缩的过程中, 冷冻油从间隙中进入汽缸; 同时在压缩机运行的时候, 冷冻油和制冷剂混合, 特别是压缩机启动的瞬间, 冷冻油随制冷剂及“雾化”的冷冻油经吸气消音器吸入汽缸; 这些进入汽缸的冷冻油经压缩排出压缩机, 又在压缩机进行制冷过程时, 流经制冷管道, 最终绝大部分冷冻油又随制冷剂回到压缩机中。我们将冷冻油如此循环往复参与制冷循环的过程, 称为压缩机外冷冻油循环, 冷冻油循环量的多少往往对压缩机性能和制冷系统有很大的影响, 为降低能耗, 需要控制压缩机外冷冻油的循环量, 使其在一个合理的范围内。

## 1 压缩机冷冻油合理的灌注量

压缩机需要灌注合适的冷冻油, 冷冻油太少会不足以润滑, 会使摩擦副出现边界摩擦, 甚至半干摩擦或半流体摩擦。我们设计压缩机时, 有时凭经验估算需要的灌注量, 往往造成压缩

机外循环的油量偏大。而当冰箱系统回油性不佳时, 冰箱系统换热性能会变差, 使制冷效果不理想, 最终导致压缩机缺油卡死的致命故障。因此, 合理的冷冻油的灌注量显得尤其重要。应注意的是, 压缩机壳体中的最低油位要高于吸油口一定高度, 并且转子不能浸在油中, 否则会增大旋转阻力。

为得到压缩机冷冻油正确的灌注量, 首先要确定压缩机在运行时壳体内存留的油量。将油泵的吸油口始终浸在壳体底部的油池中(如图1), 壳体中的冷冻油量为第1部分; 第2部分的冷冻油量是压缩机循环过程中的油量, 即是被离心油泵输送到各个摩擦副及未落回壳体底部的冷冻油量; 第3部分冷冻油是被压缩机排到制冷系统中的冷冻油循环的油量, 即我们称之为压缩机外冷冻油循环量, 总的注油量就是上述三者之和。壳体内存留油量通常用第3部分按照循环率最大值的0.6%计算。设计一款新型压缩机时, 通常可以在压缩机中充灌最高油位, 并在压缩机壳体的两面上装视液镜, 将压缩机安装在制冷系统中, 运行一段时间, 定期观察油位的变化, 最终可以检验灌注量是否合理。

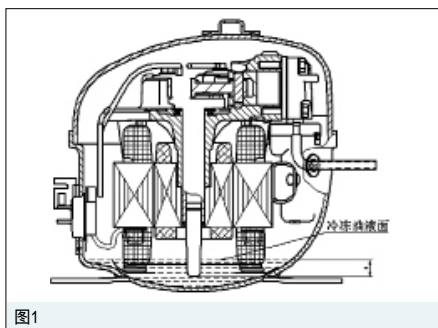


图1

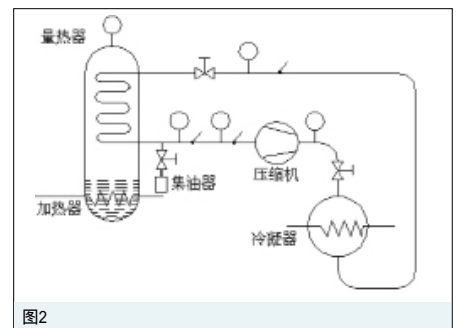


图2

## 2 压缩机外冷冻油循环率分析

所有往复式冰箱压缩机在排气过程中都会排出一定量的冷冻油,这属于正常现象。在系统设计回油性能良好的前提下,从压缩机汽缸排出的冷冻油流经冰箱系统管路后,会最终随制冷剂返回到压缩机中。通过在量热测试装置中加上油分离收集装置(如图2),在测试过程中收集循环冷冻油量,我们将循环的冷冻油量转换成当量制冷量,当量制冷量与压缩机的制冷量之比,我们称之为压缩机外冷冻油循环率。计算方法如下所示:

$$L = \left( \frac{\rho^* V^* d_0}{h^* 3600} \right) / Q$$

其中:

L—压缩机外冷冻油循环率;  $\rho$ —冷冻油密度; V—压缩机外冷冻油循环量;  $q$ —单位质量制冷量; h—压缩机量热时间; Q—压缩机制冷量

考虑到不同的系统设计下的回油难易不同,我们对压缩机外冷冻油循环量进行控制,根据以往的开发经验数据,压缩机外冷冻油循环率应该在0.6%以下。表1所示为我公司某压缩机测试压缩机外冷冻油循环率。

## 3 压缩机外排油率冰箱匹配实例分析

针对我公司上述某款压缩机所匹配的某公司BCD-207BRA冰箱,其中箱体2011092505装配4#压缩机,箱体2011092506装配8#压缩机(注:4#、8#压缩机已将排出的油量补灌相同的油量),从试验结果表2中我们可以看出,相同性能的同类压缩机,外冷冻油循环率大的在匹配过程比循环率小的能耗多4.8%。通过测试我们知道,压缩机外冷冻油循环率大的压缩机对能耗影响较大,看似相同COP值的压缩机在匹配过程中由于排油量的影响导致压缩机耗电量。

## 4 设计及使用过程中注意控制压缩机排油量

压缩机排油是因为制冷剂同冷冻油的溶解性极好,一部分冷冻油参与系统的循环是正常的,不会影响冰箱的制冷性能,但过多的油在换热器管壁上会影响传热效率,导致冰箱制冷效果不好。在压缩机设计及使用过程中特别需要注意以下几点:

表1 某R600a压缩机外冷冻油循环率测试结果

名称	单位			测试条件	
蒸发温度				-23.3	
冷凝温度				54.4	
试验环境温度				32.2	
压缩机吸气温度				32.2	
冷冻油密度	g/cm <sup>3</sup>			0.87	
单位质量制冷量q	kJ/kg			336	
压缩机型号	循环油量V(ml)	制冷量Q(W)	COP(W/W)	量热时间h(h)	压缩机外油循环率%
1#	18	108.5	1.76	3.0	0.45%
2#	18	105.3	1.73	3.0	0.46%
3#	20	102.8	1.75	3.0	0.53%
4#	32	104.6	1.75	3.0	0.83%
5#	20	108.1	1.76	2.8	0.43%
6#	11	102.4	1.72	3.3	0.26%
7#	16	102.7	1.71	3.5	0.36%
8#	12	106.8	1.75	3.0	0.30%

表2 冰箱耗电量测试

标称能耗(×110% kW·h/24h)	0.38(0.418)	
BCD-207BRA	箱体编号:2011092505	箱体编号:2011092506
冷藏平均温度	3.75	3.75
冷冻最大温度	-18.07	-18.08
回气温度	31.42	31.28
开机时间/停机时间	min/min	26.1/51.5
开停比	%	22.2/48.2
耗电量	(kW·h/24h)	33.6
		0.406
		0.387

(1)合理控制活塞与汽缸的选配间隙。间隙过大导致排出的冷冻油增加;同时也需要控制零件加工精度,如活塞、缸孔的圆度,以及在压缩机装配过程中由于零件的变形导致间隙变化;

(2)曲轴箱不加工连杆让位槽。尽量使用分体连杆,增加气缸与活塞的配合长度,这样就不会使过多的油甩到连杆让位槽缺口,导致冷冻油经过活塞缸孔间隙被不断的排出压缩机;

(3)使用抗泡性能较好的冷冻油。由于压缩机在启动的瞬间,壳体中的(低压端)压力下降,引起溶解于润滑油中的制冷剂沸腾,产生大量泡沫,甚至将大量的泡沫从吸气消音器带入气缸,轻则会影响排油,严重时会产生液击,损坏阀片。使用抗泡性能好的冷冻油可降低油品泡沫的表面张力,阻止泡沫形成,可有效的减少压缩机外冷冻油循环量。

(4)正确使用压缩机。因压缩机倾倒使油进入吸气消音器腔体,在压缩机运行时系统管路进入过量冷冻油,导致制冷效果差。

(5)系统设计需要充分考虑系统回油。以确保持冷冻油能随同制冷剂一起回到压缩机,从而避免诸如油堵等现象的发生。

## 5 结论

压缩机外冷冻油循环率超过一定的值时,气阀处流动阻力会增加,实际吸气压力降低,使实际吸气比容增加;制冷剂含油影响气阀的开启,改变制冷剂热力性质等,此外压缩机排气管道中的润滑油内会溶解一定量制冷剂,使压缩机的实际排气量减少,从而导致压缩机的制冷量和性能系数下降;压缩机外冷冻油循环率的多少直接影响到冰箱系统的传热效率,最终体现在压缩机的匹配性上,这就要求我们在压缩机的设计过程中考虑控制压缩机外冷冻油循环量,同时要求冰箱厂家在设计冰箱系统时也要充分考虑回油。

### 参考文献

- [1] 秦朝晖,刘航,陈忠华,沈海波.冰箱压缩机喷油量控制方法及实验研究[J].家电科技.2008年11期.
- [2] 杨传波,张薇,郭漪,李连生.制冷系统含油量对制冷压缩机工作性能影响的理论分析和实验研究[J].制冷学报.2005年02期.
- [3] 陈建文,宋锦春,张志伟等.关于油雾润滑油中油雾浓度的影响因素分析[J].东北大学学报.2007.28(4):566-568.