

文章编号: 1671-6612 (2020) 06-756-04

# 浅析冷水机组之冷冻机油的监测和注意事项

胡毅威

(湖北国际物流机场有限公司 鄂州 436001)

**【摘要】** 随着离心式冷水制冷机组在各建筑群中央空调的广泛认可与应用, 维护保养不当带来的各种问题也日益突出, 本以采用定频油泵型的离心式冷水制冷机组为例, 着重介绍了如何通过对冷冻机油的监测和注意事项的分析与判断来为机组提供“预防性保养”, 为保障机组安全、高效、节能的运行提供了更多参考依据。

**【关键词】** 离心式冷水制冷机组; 维护保养; 冷冻机油

中图分类号 TU831.4 文献标识码 B

## A Brief Analysis on the Monitoring and Matters Needing Attention of Refrigeration Oil for Water Chiller

Hu Yiwei

(Hubei International Logistics Airport Co., Ltd, Ezhou, 436001)

**【Abstract】** With the centrifugal chiller were widely used in various buildings central air-conditioning, all sorts of problems resulting from improper maintenance were increasingly prominent. In this paper, in order to adopt the fixed frequency refrigerator oil pump type centrifugal chiller as an example, introduced how to through to the refrigeration oil monitoring and the analysis of the matters needing attention for the chiller to provide “preventive maintenance”, for the protection of the safety, efficiency, energy saving running of the chiller to provide a reference.

**【Keywords】** Centrifugal Chiller; Maintenance; Refrigerator Oil

作者(通讯作者)简介: 胡毅威(1990.10-), 男, 本科, 助理工程师, E-mail: yiwei\_h@hotmail.com

收稿日期: 2020-03-12

## 0 引言

随着大型离心式冷水制冷机组在国内的认可度提升, 其单机制冷量大、能效比高、故障率低、操作简捷等优于其他制冷机型的特点赢得了广大业主的青睐, 其普遍被应用于各类建筑群中央空调之中; 尽管该机型有如此的优点, 但却频频因主管人员对机组操作与维护的忽视, 导致各类故障的发生, 致使机组制冷效率下降甚至损坏机组, 使得维护成本增加, 影响业主正常使用。只有科学、合理的维护保养才能保障机组安全、高效、节能的运行; 其中机组的油路系统又关系到离心式冷水制冷机组最为关键的“心脏”部位——压缩机(压缩机叶轮及轴承), 由此油路系统的监测和维护又显得

格外重要。下面以采用定频油泵型的离心式冷水制冷机组为例, 浅析其冷冻机油的监测和注意事项。

## 1 离心式冷水制冷机组的维护和保养

商用离心式冷水制冷机组达到一个制冷运行年后, 或累计工作时间达到 3000 小时(按我国气候地理条件而定), 就应对该机组进行维护和保养工作。为了确保机组安全、节能、高效的运行, 以及延长该机组使用周期寿命, 对机组进行必要的维护和保养工作, 是必不可少的一个环节。我们通常的做法是, 当机组在运行过程中所出现的各种偏离正常运行状态的故障和问题发生时, 故障保护机之后, 再对应机组所报故障点进行检修, 严格地说,

这应属于“被动”的维护和保养。反观之，我们更应变“被动”为“主动”，就是重视对机组运行过程中的日常巡视、定期检查、保养和维护，即：预防性的维护和保养。对应这种预防性的维护保养，必须根据机组系统结构特征（满液式或降膜式蒸发器、是否有电动热气旁通辅助装置等）和所处运行

环境（机组安装地气候条件，机房清洁度等）及运行要求（冷冻水介质种类及冷冻水出水水温要求等），针对性的制定机组年、月、周、日的巡检、维护、保养计划或规程（详见表 1）才能杜绝较大故障的发生。

表 1 离心式（正压）冷水制冷机组保养表

Table 1 Centrifugal(positive pressure)water chiller maintenance table

项目	每日	每周	每月	每半年	每年
压缩机	油压、油位、油温， 震动、噪音	进气口导叶控制 马达及其连杆装置			更换冷冻机油 检查进气口导流叶片动作 检查调整各调节阀
蒸发器	冷冻水、冷却水流量 冷冻水、冷却水流量 制冷剂饱和温度	在水质不明的首次开 机 前，检查铜管与管板；	冷却水 的水质 情况检 查		清理、检查铜管及管板水室 检查浮球室（若有）情况 检查可变节流孔板（若有） 检查制冷剂 如有必要需做气密性试验
冷凝器	蒸发压力 冷凝压力 制冷剂液位	在首次开机前，检查 蒸 发器管板积污情况			
电动机	机壳温度 震动电流				绝缘阻值试验 检查端子接头是否松动
控制安全开 关				校正各安全保 护整定值，确 认动作正确	
辅助设备					更换或清理制冷剂过滤器回 油过滤器、油滤等，检查油 加热器、油泵电机 清扫灰尘、检查断路器和接触器，进行绝缘试验，检查接地，校准各传感器整定值，检查各插件、接头是否牢固
配电柜 控制中心					

## 2 冷冻机油的维护和保养

任何制冷设备的日常性保养工作，其首要的一条就是严格要求冷冻机油的质量，随时监测冷冻机油的运行情况，离心机组也不例外。由于离心机组运转速度大大超过螺杆机组、活塞机组，因此，对冷冻机油的要求也特别高，下面就单独谈一谈冷冻机油的维护和保养。

### 2.1 严格监视油槽油位

当机组处于正常运行工况时，油槽的油位必须处于油室油位视镜中央（如为上下两个圆视镜时，

油位必须在上圆视镜中二分之一处）。对于定期检修保养的机组更换冷冻机油时，从油槽底端角阀排出油时，一定要关闭油加热器电源，防止油槽无油“干烧”从而使油加热器损坏，同时注意再次加注冷冻机油时，必须使用同一型号冷冻机油，且加注量与排出量要基本相同（开机运行时注意观察油位是否达标），要注意的是，待加注油位浸没油加热器管后需启动油加热器电源，以防止制冷剂与冷冻油混合。油位过高可能会使压缩机小齿轮（高速齿轮）浸于油中，运行时使得油在系统中四处飞溅，

油温急剧上升,油压波动剧烈,从而导致压缩机轴承温度过高无法正常工作而故障停机,更甚者损坏压缩机轴承及叶轮。若油槽油位过低,则油系统中循环油量不足,油泵失油,供油压力过低且油压压力不稳,压力波动过大,压缩机轴承油膜被破坏无法建立,导致故障停机甚至压缩机损坏。值得注意的是机组启动中油视镜油位与机组运行约3~4小时后油视镜油位的可能区别。机组启动过程中,即使油槽油温一直维持在50℃左右,系统中可能任溶有大量未回到油槽的油,油槽中也溶有少量的制冷剂;机组启动中油槽油室负压区未完全建立,润滑油系统尚未完全正常工作,仍然不能较大幅度地从系统中回油和排出油槽油室油中混合的制冷剂。因此,当机组运行时,油槽油室上部可能会产生大量的泡沫与油雾,但随着溶入油中的制冷剂因油温升高不断地汽化、挥发、逸出,它将会通过压缩机顶部的进气平衡管与进气室相通进入压缩机吸气流道。当机组运行约3~4小时后,油槽油位会趋于平衡在某一油位上。

这时,机组运行中的油中制冷剂含量降至较低值,约占18%左右。停机时,油中的制冷剂含量约占38%左右。

机组运行过程中,若发现油槽油位已达到至最低标准线以下时,应在油泵和机组不停机的情况下,立即使用手动油泵(或外置电动油泵)通过油槽底部的加油角阀向油槽内加注相同型号且合格的冷冻机油。若油槽油位一直有逐步下降趋势未见回油情况好转,则应立即停机具体分析,检查缺油的原因。

## 2.2 严格监视供油压力

压缩机的供油压力(控制中心显示屏读数,为表压),其正常状况应该包括:

- (1) 可调节性(即通过对供油调节阀的调整,油压与之成线性对应关系)。
- (2) 油压(控制中心显示屏读数)在运行过程中无较大波动(启动过程中油压会偏大)。
- (3) 油压不能呈持续下降趋势(当进口导叶开启度加大,即对机组加载时,油压读数会有一定的下降趋势,但这种油压的下降趋势在导叶开启度稳定后,会立即恢复正常。)

调整预旋转导流叶片开启度大小,其与供油压力之间也存在一定的实际关系。通过机组现场运行

实测可以发现,当机组启动后,压缩机预旋转导流叶片开启度由0%开至60%时,供油压差下降约0.7bar~0.8bar(表压)(此数据仅供参考)。预旋转导流叶片由关闭逐渐开启这一动态过程,造成供油压力产生一定的压降,这一事实告诉我们,当机组正常启动后、导流叶片开启前,油泵运行的总供油压力值中应该考虑这一油压压降值。综上所述,油泵的总供油压力(压差)一般应调至约4bar~5bar(表压)范围之内。

## 2.3 严格监视油槽油温和压缩机各轴承温度

运行实际数据表明,油槽油温、油槽上部空间压力与制冷剂在油中的溶解量比例,在有电加热器情况下关系(见表2)。

表2 油槽上部空间压力、油槽温度、制冷剂含量与油加热器状态的关系

Table 2 The relationship between the space pressure on the upper part of the oil tank, the temperature of oil tank, the refrigerant concentration and the state of the oil heater				
机组状态	油槽参数	停机时	启动时	运行时
	油槽上部空间压力(R134a)	4.62bar	3.87bar	2.49bar
	油槽温度	50℃	45℃	55℃
	制冷剂含量	38%	38%→18%	18%
	油加热器状态	开	关	关

严格控制油槽油温的主要作用有:

- (1) 保持油质一定的粘度,以确保压缩机前后轴承的润滑和形成油膜(对开启式机组而言,也可以确保轴封油膜的质量);
- (2) 保证混入油中的制冷剂具有一定的溶解饱和度和尽可能大的挥发度。

油槽油温应控制在45~65℃之间为宜,并与压缩机各轴承温度相参照对比;机组正常待机时油温应该保持在比冷凝饱和温度高27.8℃的目标值范围,如果油温低于22℃,机组则无法正常开机。在机组实际运行中表明,油槽油温与最高压缩机轴承温度的温差一般在2℃~3℃之间。各压缩机轴承温度要高于油槽油温。机组正常运行中,冷冻机油将轴承发热量带回油槽,故而油槽油温与轴承温度成相应的线性关系。若个别轴承温度(一般是主轴承上的主推力轴承温度)急剧上升,虽未达到报警停车值(≤82.2℃),但与油槽油温之差值已大

于  $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$  范围, 则应检查油冷却器的冷却水水流量(水冷降温式)或油冷膨胀阀(制冷剂降温式)开启度, 是否影响了轴承温度、油槽油温的降低。若轴承温度、油槽油温之差值仍然远远超出(或小于)  $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$  时, 应具体分析, 是否有停机检查的必要, 如检查压缩机内油路是否畅通, 并及时更换冷冻油、油过滤器, 避免扩大故障, 减少经济损失。

#### 2.4 严格控制冷冻机油的质量和油路系统的维护

从油的颜色来看, 颜色由微黄透明变为红褐色且透明度变暗, 这是由于油中悬浮着有机酸、聚合物、酯和金属盐等腐蚀产物的原因。如果这样, 则冷冻机油的表面张力下降, 腐蚀性增加, 油质变坏, 应必须更换新油。

如何进行定量的判断, 将冷冻机油的分析试验数据作为基础来判断油的变质条件就显的尤为重要了(见表 3)。

表 3 冷冻机油变质的判断标准

Table 3 Criteria for refrigerating oil deterioration

杂质名称	变质的判断标准	处理方法
水分 (ppm)	5-10	全部更换新油
酸值 (mgKOH/g)	新油时的 2 倍	全部更换新油
游离子 (ppm)	50	全部更换新油

由于水分和酸均沉淀于油槽底部, 故对冷冻机油应从底部加注(维修)角阀处取样。根据油的使用时间和油质的实际周期, 一般是对推荐每个制冷运行年结束后全部更新一次冷冻机油。此时, (若条件允许)应该用新油将残存于机内的旧油全部洗净(或用氮气吹尽)。型号及成分不同的冷冻机油, 绝对不允许混合使用。混合后会使混合后的油产生化学反应和变质速度, 更甚着损坏压缩机轴承。更不允许更改冷冻机油型号使用。

对冷冻机油, 油路系统的维护管理归纳起来要注意以下几点:

(1) 正常情况下, 冷冻机油在每一个制冷运行年应全部更换一次。同时在有条件的情况下应注意油槽的清洁度, 换油时, 彻底清除沉积的污渣和铁锈等脏物, 不得留下纤维残物及空气。

(2) 必须按厂商推荐油质标准的冷冻机油。切忌混用和换用其它型号冷冻机油代替使用。

(3) 机组每次年度首次启动时, 必须先手动启动油泵并检查油压参数及油系统是否处于正常

状态, 参数正常后方可再连锁启动机组(对开启式机组而言, 还可预润滑轴封, 防止损坏轴封油膜)。

(4) 根据油过滤器前后的压力(油压差)值, 来判断油过滤器内部堵塞程度, 应随时更换干净的油过滤器。对新机组而言, 更要注意油压差值, 一旦超过压差值, 立即更换(一般而言, 更换冷冻机油就应同时更换油过滤器芯)。

(5) 随时检查监测传感器等元件, 如果损坏或读数不稳定或偏差较大时, 则不许启动机组, 待检查维修相关部件确保证供油压力显示正确后, 方可启动机组。

(6) 油槽内油加热器使用注意事项:

机组启动过程中和停机时, 必须接通;

机组换季停机时, 油槽中油加热器必须采用不间断电源供电加热;

任何情况下, 必须保证油槽油温保持在  $45^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$  范围区间内, 过高过低都应立即停机及时检查原因。

(7) 防止和消除油槽内泡沫现象的方法:

选用空调机组厂商或空调机组厂商认可的冷冻机油;

区别机组启动时正常起泡的不同。激烈起泡时, 油中混有大量制冷剂, 油压下降或无法稳定, 应将机组限流在 70%, 运行 30 分钟以上, 待回油正常后使机组油压逐步运行正常。

### 3 结论

诚然, 解决了油路系统的相关问题, 并不等于空调机组其它的保养工作就可忽视, 在表 1 中所列事项的日常工作保养的工作也同样非常重要。定期标准的保养工作, 不仅能使机组在最佳运行状态下运行, 从而最大限度的节省运行电耗、降低零件的损耗率、减少大额配件的更换费用; 而且还能延长机组使用寿命、降低机组折旧费、降低机组故障率、保障业主的正常办公、营业、生产等, 因此, 做好预防性保养工作, 才能真正做到防患于未然, 真正体现出“预防性保养=节省投资”的优越性。

本文结合“预防性保养”这一科学理念, 针对离心式冷水制冷机组维护保养问题中的冷冻机油这一大项, 通过对油槽油位、供油压力、油槽油温、油品质量等四大方面做出了一定的分析与介绍, 为离心式冷水制冷机组的维护保养提供了更好的参

---

考依据。

(下转第 764 页)