



《空调工程施工与运行管理》课程电子教材

项目 2.2 中央空调系统的操作及维护保养

任务 1 中央空调冷水机组的操作及维护保养

学时数: 6 学时

冷水机组的运行管理对目前常用的离心式、螺杆式和活塞式冷水机组来说,均包括:1.运行前的检查与准备、2.机组及其水系统的启动与停机操作、3.运行调节、4.停机时的维护保养、5.常见问题和故障的早期发现与处理等工作内容。

一. 冷水机组运行前的检查与准备工作

◆日常运行前的检查与准备工作:一天当中,一般情况下,保证舒适性的中央空调只是部分时间运行,所以每天需要一次或几次开机,为保证经济地安全地运行,需要进行“日常运行前的检查与准备工作”;

◆年度停机(季节性停机)运行前的检查与准备工作:季节性使用的机组,不运行的时间较长,虽然进行了停机保养维护,但是开机前设备状态是否达到技术要求,需要进行技术检查。为保证经济地安全地运行,需要进行“年度停机(季节性停机)运行前的检查与准备工作”;

◆两者侧重点不同;

1. 离心式机组开机前的检查与准备工作

(1) 日常开机前的检查与准备工作

以特灵CV HE 型三级压缩离心式冷水机组为例:

- ① 检查油位和油温: 油箱中的油位必须达到或超过低位视镜,油温为 $60^{\circ}\text{C}\sim 63^{\circ}\text{C}$;
- ② 检查导叶控制位: 确认导叶的控制旋钮是在“自动”位置上,而导叶的指示是关闭的;
- ③ 检查油泵开关: 确认油泵开关是在“自动”位置上,如果是在“开”的位置,机组将不能启动;
- ④ 检查抽气回收开关: 确认抽气回收开关设置在“定时”上;
- ⑤ 检查各阀门: 机组各有关阀门的开、关或阀位应在规定位置;
- ⑥ 检查冷冻水供水温度设定值: 冷冻水供水温度设定值通常为 7°C ,不符合要



求可以进行调节,但不是特别需要最好不要随意改变该值;

- ⑦ 检查制冷剂压力: 制冷剂的高低压显示值应在正常停机范围内;
- ⑧ 检查主电机电流限制设定值: 通常主电机(即压缩机电机)最大负荷的电流限制应设定在100%位置,除特殊情况下要求以低百分比电流限制机组运行外,不得任意改变设定值;
- ⑨ 检查电压和供电状态: 三相电压均在380V±10V 范围内,冷水机组、水泵、冷却塔的电源开关、隔离开关、控制开关均在正常供电状态;
- ⑩ 如果是因为故障原因而停机维修的,在故障排除后要将因维修需要而关闭的阀门打开。

(2) 年度开机前的检查与准备工作

◆离心式机组年度开机前要做好以下检查与准备工作:

- ① 检查电路中的随机熔断管是否完好无损,对主电机的相电压进行测定,其相平均不稳定电压应不超过额定电压的2% ;
- ② 检查主电机旋转方向是否正确,各继电器的整定值是否在说明书规定的范围内;
- ③ 检查油泵旋转方向是否正确,油压差是否符合说明书的规定要求;
- ④ 检查制冷系统内的制冷剂是否达到规定的液面要求,是否有泄漏情况;
- ⑤ 因冬季防冻而排空了水的冷凝器和蒸发器及相关管道要重新排除空气,充满水;
- ⑥ 润滑导叶调节装置外部的叶片控制联接装置;
- ⑦ 检查冷冻水泵、冷却水泵、冷却塔;
- ⑧ 检查机组和水系统中的所有阀门是否操作灵活,无泄漏或卡死现象;各阀门的开、关位置是否符合系统的运行要求。

◆完成上述各项检查与准备工作后, **紧接着做日常开机前的检查与准备工作**。当全部检查与准备工作完成后,合上所有的隔离开关即可进入冷水机组及其水系统的启动操作阶段。

2. 螺杆式机组开机前的检查与准备工作

因其压缩机类型不同,而部分内容有别于离心式冷水机组,年度开机前的检查与准备工作则基本相同。

(1) 日常开机前的检查与准备工作



螺杆式冷水机组日常开机前的检查与准备工作以“特灵RT HD型双螺杆冷水机组”为例介绍如下:

- ① 启动冷冻水泵;
- ② 把冷水机组的三位开关拨到“等待/复位”的位置,此时,如果冷冻水通过蒸发器的流量符合要求,则冷冻水流量的状态指示灯亮;
- ③ 确认滑阀控制开关是设在“自动”的位置上;
- ④ 检查冷冻水供水温度的设定值,如有需要可改变此设定值;
- ⑤ 检查主电机电流极限设定值,如有需要可改变此设定值。

(2) 年度开机前的检查与准备工作

螺杆式机组年度开机前的检查与准备工作的主要内容与离心式机组相同;

要注意的是:在螺杆式机组运转前必须给油加热器先通电12h,对润滑油进行加热。

3. 活塞式机组开机前的检查与准备工作

(1) 日常开机前的检查与准备工作

目前广泛使用的活塞式冷水机组均为多台(最多可达8台)半封闭压缩机组合的机型,俗称多机头机型,其日常开机前的检查与准备工作以“开利30HK/HR型活塞式冷水机组”为例介绍如下:

- 1) 检查每台压缩机的油位和油温
 - ① 油面在 $1/8 \sim 3/8$;
 - ② 油温在 $40^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$,手摸加热器须发烫。
- 2) 检查主电源电压和电流
 - ① 电源电压在 $340\text{V} \sim 440\text{V}$ 范围内;
 - ② 三相电压不平衡值 $< 2\%$ ($> 2\%$ 绝对不能开机,否则视为违规操作,不予保修);
 - ③ 三相电流不平衡值 $< 10\%$ 。
- 3) 启动冷冻水泵和冷却水泵,两个水系统的循环建立起来以后,调节蒸发器和冷凝器进出口阀门的开度,使两器的进出口压差均在 0.05MPa (0.5 kg/cm^2)左右。
- 4) 检查冷冻水供水温度的设定值是否合适,不合适可改设。

(2) 年度开机前的检查与准备工作

活塞式机组年度开机前的检查与准备工作的主要内容与离心式机组相同;

◆需要引起注意的是:活塞式机组正式启动前必须打开吸排气阀门,并接



通电加热器对曲轴箱的润滑油预加热24h 以上。

二. 冷水机组及其水系统的启动

◆冷冻水系统和冷却水系统的启动

制冷机组目前绝大多数采用的是水冷方式，因此不论是离心式还是螺杆式、活塞式机组，在启动前先要完成两个水系统，即冷冻水系统和冷却水系统的启动，其启动顺序一般为空气处理装置→冷冻水泵→冷却塔→冷却水泵。两个水系统启动完成，水循环建立以后经再次检查，设备与管道等无异常情况后即可进入冷水机组(或称主机)的启动阶段，以此来保证冷水机组启动时，其部件不会因缺水或少水而损坏。

◆避免多台大功率设备同时启动

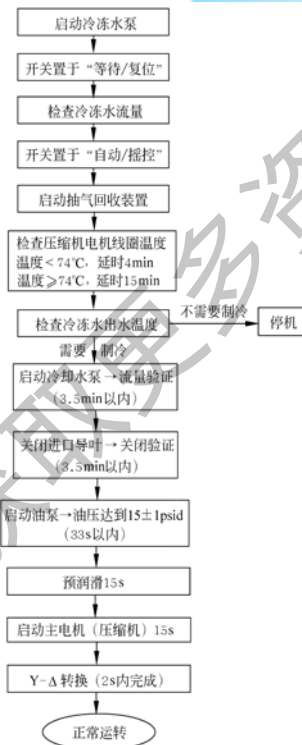
每种设备，如冷冻水泵，冷却塔等，需多台同时运行时，避免同时启动同种设备；

原因：多台同时启动，造成启动电流很大，线路欠压；导致1.每台设备启动困难；2.影响其它设备使用；3.电流过大，线路过流保护，线路故障；

1. 离心式机组及其水系统的启动

(1) 启动

以特灵CVHE 型三级压缩式冷水机组为例：



在冷水机组启动过程中，机组微处理器会自动检查和控制每一个参数与步骤，达不到要求就会停止机组的启动。如果有故障，则故障不排除，机组就不能启动。

(2) 正常运行标志

表 3-1 特灵 CVHE 型三级压缩式冷水机组的正常运行参数 (R11、R123)

运行参数	正常范围	备注
蒸发器压力	0.04~0.06MPa(12~18inHg)	真空度
冷凝器压力	0.01~0.08MPa(2~12psig)表压力	标准冷凝器
油箱温度	46~66℃(115~150℉)	
净油压	0.12~0.14MPa(18~20psid)压差	R11
	0.08~0.12MPa(12~18psid)压差	R123

2. 螺杆式机组及其水系统的启动

(1) 启动



以特灵RTHD机组为例：其启动步骤 如下：

- 1、确认冷冻/却水系统内的水质符合机组运行要求；
- 2、确认主机已经送电，供电电压正常，CH530显示屏亮起；
- 3、确认机组在启动之前油箱中的油温已加热超过100° F或比饱和蒸发冷媒温度高30° F（16.7℃），一般为24小时；
- 4、确认冷冻水、冷却水管路阀门已开；
- 5、由压力表确认水系统中水已注满，无残留空气；
- 6、查阅CH530面板中的历史故障记录，确认机组无故障存在；
- 7、务必确保冷冻水温度比冷却水温度低！
- 8、通过CH530面板检查机组的水流开关状态：
 - a、闭合/流动（水流开关误动作）→检查，修复
 - b、断开/未流动（正常）
- 9、检查CH530面板中的油位指示器，“湿”-OK，“干”-NO；
- 10、开启冷冻/却水泵，检查水泵的运行电流、噪音等是否正常；
- 11、检查冷冻水、冷却水进出水压是否正常；
(进出压力由系统决定，进出压差由机组设计参数决定。)
- 12、监视冷却水进/出水温度
当出水温度 $<25^{\circ}\text{C}$ 时，要对冷却水流量进行修正，以避免低冷媒温度停机并在一段时间中保证蒸发器和冷凝器之间的压差。
方法：
 - a、冷却塔风扇不开；
 - b、旁通冷却水，减少冷却水流量；
 - c、关小管路阀门，减少冷却水流量；
 - d、机组的冷却水做自动控制，根据机组的压差自动控制这个阀门的开度；
 - e、从机组的设定中选择软加载控制（有效 $\geq 40\%$ ），一般都是设定好的；
- 13、检查设定出水温度设定并调整（根据机组设计参数），可以根据需要适当的调整设定温度；
- 14、通过CH530面板检查电流限制设定值并根据需要进行适当调整（一般为95%）；



- 15、从CH530面板上按“自动”开机；
- 16、机组会自动检测有关项目并随后启动机组。在启动期间如有问题发生，机组会自动停机并报警；
- 17、机组启动运行正常后，监视水温、油压、冷媒压力/温度及噪音等，以便确认机组运行是否正常；
- 18、机组运行中注意观察蒸发器和冷凝器的趋近温度，正常情况下是小于3℃，如果超过机组可能需要清洗；
- 19、机组运行后处于自动控制状态，会根据预先设定的启停温差自动启停机组。

(2) 正常运行标志

表28 满负荷时运行条件

类型	条件
蒸发器压力	40–55psig
冷凝器压力	85–120psig
排气过热度	17° F
过冷度	5–10° F
电子膨胀阀开度	自动模式下为40–55%

上面提到的所有工况都是基于机组的ARI工况全负荷运行。

- 如果不能满足全负荷工况运行。参考下面的注释调整制冷剂充注量

注：最小工况必须是：冷凝器进口水温：85° F，蒸发器进口水温：55° F。

表29 最小负荷时运行条件

类型	条件
蒸发器趋近温度	*小于7° F (无乙二醇应用)
冷凝器趋近温度	*小于7° F
过冷度	2–3° F
电子膨胀阀开度	开10–20%

对于新机组约等于1.0° F

3. 活塞式机组及其水系统的启动

(1) 启动：



以开利30HK/HR活塞机组为例：其步骤为

①接通主电源。

②把机组的总开关“ON — OFF”开关扳到“ON”。

a.30HK — 036、065、115

第一台启动时间：5min58s，每台间隔1min。

b.30HR — 161、195、225

第一台启动时间：1.5~3min，每台间隔0.5min。

(2) 开机后的检查

①油面稳定情况。

②吸、排气压力是否正常。

③观察冷媒显示情况。

(3) 正常运行标志

正常运行参数

运行参数	正常范围	运行参数	正常范围
冷凝压力	一般 < 1.6MP a	油色	正常为淡蓝色
			很清纯
蒸发压力	0.4~0.55MP a	冷却水压差	0.05~0.10MPa
排气温度	110~135℃	冷却水温差	4~5℃
吸气温度	+ (5~10)℃	冷冻水压差	0.05MPa
	过热度		
油温	< 74℃	冷冻水出水温度	5~9℃
油压差	0.05~0.08MPa	电动机外壳温度	< 51℃

4.运行记录

不同类型的和同类型但不同型式的机组，由于其自身的工作原理和使用的制冷剂不同，在运行参数和运行特征方面都或多或少有些差异，不论何种冷水机组，在运行时主要需关注以下情况：

- ① 蒸发器冷冻水进、出口的温度和压力；
- ② 冷凝器冷却水进、出口的温度和压力；
- ③ 蒸发器中制冷剂的压力和温度；
- ④ 冷凝器中制冷剂的压力和温度；
- ⑤ 主电机的电流和电压；



- ⑥ 润滑油的压力和温度;
- ⑦ 压缩机组运转是否平稳, 有否异常的响声;
- ⑧ 机组的各阀门有无泄漏;
- ⑨ 与各水管的接头是否严密。

同时, 对冷水机组的主要运行参数做记录, 作为原始数据记录在案, 以便与正常运行参数进行比较, 借以判断机组的工作状态。(运行记录表见附件)

三. 冷水机组的运行调节

1. 离心式机组的正常运行参数与制冷量调节

(1) 进口可转导叶调节法(动画)

(2) 变频调节法

2. 螺杆式机组的正常运行参数与制冷量调节

过滑阀控制: 实现15%-100%无级调节;

3. 活塞式机组的正常运行参数与制冷量调节:

上载减载气缸, 或者上载减载压缩机实现:

开利30HK/HR型活塞式冷水机组的制冷量调节是通过制冷量调节装置自动完成的。制冷量调节装置由冷冻水温度控制器、分级控制器和一些由电磁阀控制的气缸卸载机构组成, 通过感受冷冻水的回水温度来控制压缩机的工作台数和一台特定压缩机若干个工作气缸的上载或卸载来实现制冷量的梯级调节。

四. 冷水机组及其水系统的停机操作

◆空调用水冷冷水机组及其水系统的停机操作顺序:

启动操作顺序的逆过程, 即冷水机组→冷却水泵→冷却塔→冷冻水泵→空气处理装置。

◆注意: 1. 压缩机与冷却水泵的停机间隔时间: 保证进入冷凝器内的高温高压气体制冷剂全部冷凝为液体, 且最好全部进入贮液器;

2. 压缩机与冷冻水泵的停机间隔时间: 应能保证蒸发器内的液态制冷剂全部气化且变成过热气体, 以防冻管事故发生。

1. 离心式机组及其水系统的停机操作

以“特灵CVHE型三级压缩式冷水机组”为例:



(1) 手动停机

- ① 将导叶控制开关的旋钮转向“减负荷”(或“关”)的位置,则导叶关闭,然后将冷水机组的位置开关从“自动/遥控”转换为“等待/复位”(或按下主电机的停止按钮),使主电机断电;
- ② 停止冷却水泵和冷却塔风机的运转;
- ③ 压缩机停机15min后,停止冷冻水泵的运转;
- ④ 除了控制电源开关外,断开所有的隔离开关。

(2) 自动停机

- ① 当蒸发器的出水温度低于设定的冷冻水供水温度时,主电机和冷却水泵立刻自动停止运转,但冷冻水系统仍保持运行状态。
- ② 冷水机组因发生故障而由安全保护装置动作引起的自动停机,一般均有报警信号出现或相应故障指示灯亮(代码显示),对于特灵CVHE型三级压缩式冷水机组来说,显示器窗口显示的故障诊断代码分为“自锁型”和“非自锁型”两类,前者在诊断的故障状态消除后需要手动再启动,而后者只要诊断的故障状态消除就可以自动地再启动。

2. 螺杆式机组及其水系统的停机操作

(1) 手动停机

- ① 将开关转换到“等待/复位”位置;
- ② 如果需要的话,一般15min后停水泵。

(2) 故障停机

螺杆式机组设有众多自动保护装置,当高压过高、低压过低、油压偏低、油温过高、冷冻水供水温度过低时,均能使机组自动停止运转,同时发出报警信号,显示故障情况。

3. 活塞式机组及其水系统的停机操作 (P109)

(1) 手动停机

- ① 常规停机
- ② 长期停机

(2) 自动停机

① 故障停机

② 故障停机的处理



4. 冷水机组的紧急停机操作(p109)

一般程序为:

- ① 停压缩机;
- ② 关闭贮液器或冷凝器出口的供液阀及节流阀;
- ③ 停油泵;
- ④ 停冷却水泵、冷却塔风机和冷冻水泵;
- ⑤ 切断电源

五. 冷水机组的维护保养

一般情况下,冷水机组的运行间歇可分为日常停机和年度停机,在不同性质的停机期间,维护保养的范围、内容及深度要求各不相同。现以离心式冷水机组为例介绍,其他类型的冷水机组可供参考。

1. 日常停机时的维护保养

日常停机时,离心式冷水机组应做好以下维护保养工作:

- ① 给导叶控制联动装置轴承、导叶操作轴、球连接和支点加润滑油;
- ② 检查机组内的油位高度,油量不足时应立即补充;
- ③ 检查油加热器是否处于“自动”加热状态,油箱内的油温是否控制在规定温度范围,如果达不到要求,应立即查明原因,进行处理;
- ④ 检查制冷剂液位高度,结合机组运行时的情况,如果表明系统内制冷剂不足,应及时予以补充;
- ⑤ 检查判断系统内是否有空气,如果有,要及时排放;
- ⑥ 检查电线是否发热,接头是否有松动。

2. 年度停机时的维护保养(p111)

3. 润滑油的管理 (p112)

润滑油的管理包括润滑油在制冷系统中应用时的监控、品质判别、更换与贮存管理。

- (1) 制冷系统内的润滑油管理
- (2) 润滑油品质变化的判别
- (3) 润滑油的贮存管理

4. 制冷剂的管理



六. 风冷冷水/冷热水机组的运行管理

风冷冷水/冷热水(热泵)机组日常维护保养的重点是空气盘管和轴流风机,在冬季热泵状态运行时要注意结霜(冰)和化霜(冰)问题。

练习思考题:

1. 冷水机组开机前主要要做好哪些方面的检查与准备工作?
2. 冷水机组及其水系统的启动顺序一般如何?
3. 离心式、螺杆式、活塞式冷水机组通常各采用什么样的能量调节方式??
4. 冷水机组的日常维护保养与年度维护保养的工作内容主要有哪些方面的不同?
5. 润滑油的管理主要是做好哪几方面的工作?
6. 在日常运行中,要综合应用哪些方法来及时发现冷水机组的故障隐患?
7. 使用同类型压缩机的风冷冷水/冷热水机组的运行管理与水冷冷水机组的运行管理有什么主要不同之处?