



任务 3.2 离心式冷水机组的维护维修



知识目标

- (1) 认知常见冷水机组的典型结构与工作原理；
- (2) 认知离心式冷水机组的运行参数特点；
- (3) 掌握离心式冷水机组的正确操作方法；
- (4) 掌握离心式冷水机组维护保养技术；
- (5) 掌握离心式冷水机组常见故障的分析和维修方法。



能力目标

- (1) 能进行冷水机组的运行参数简单分析和处理；
- (2) 能制订冷水机组的维护计划；
- (3) 能进行冷水机组的维护保养；
- (4) 能进行机组简单故障维修的逻辑分析；
- (5) 能进行机组的简单故障维修处理；
- (6) 能协调厂商对冷水机组进行全面维修。

引入思考

- (1) 离心式冷水机组是大冷量的空调机组，技术含量高，机组自动化程度较高，你知道机组是怎么进行温度控制的吗？
- (2) 离心式冷水机组的节流装置是什么，它是如何工作的？
- (3) 你知道离心式冷水机组的能量调节机构是如何工作的吗？
- (4) 当你遇到机组简单故障时，你知道该怎样开展维修工作吗？

离心式冷水机组是利用电能作为动力源，制冷剂氟利昂在蒸发器内蒸发吸收载冷剂水的热量进行制冷，蒸发吸热后的氟利昂湿蒸汽被压缩机压缩成高温高压



气体,经水冷冷凝器冷凝后变成液体,经膨胀阀节流进入蒸发器再循环。从而制取 7℃-12℃ 冷冻水供空调末端进行空气调节使用。

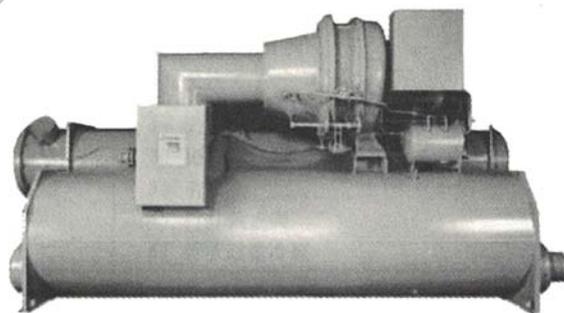
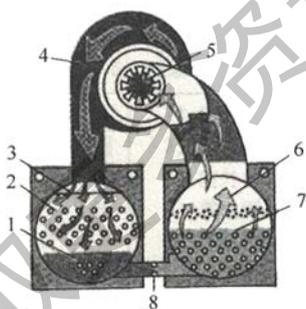


任务描述

1. 掌握离心式冷水机组的构成及工作原理。
2. 熟悉离心式冷水机组的典型机组特点。
3. 掌握离心式冷水机组的维修维护保养工作方法。

3.2.1 离心式冷水机组的基础知识

离心式冷水机组属于大冷量的冷水机组,大多用于大型空调或制取 5℃ 以上的冷水或略低于 0℃ 盐水的工业过程中,其蒸发温度在 -5℃ 以上。它主要由离心式制冷压缩机、主电动机、蒸发器(满液式卧式壳管式)、冷凝器(满液式卧式壳管式)、节流装置、能量调节机构、抽气回收装置、润滑油系统、安全保护装置、主电动机喷液蒸发冷却系统、油回收装置及微电脑控制系统等组成。机组的冷凝器设置在蒸发器上部,二者之间设有浮球阀室。压缩机、增速齿轮箱和电动机密封于一个机壳之中组成半封闭式离心式冷水机组外形如图 3-2 所示。



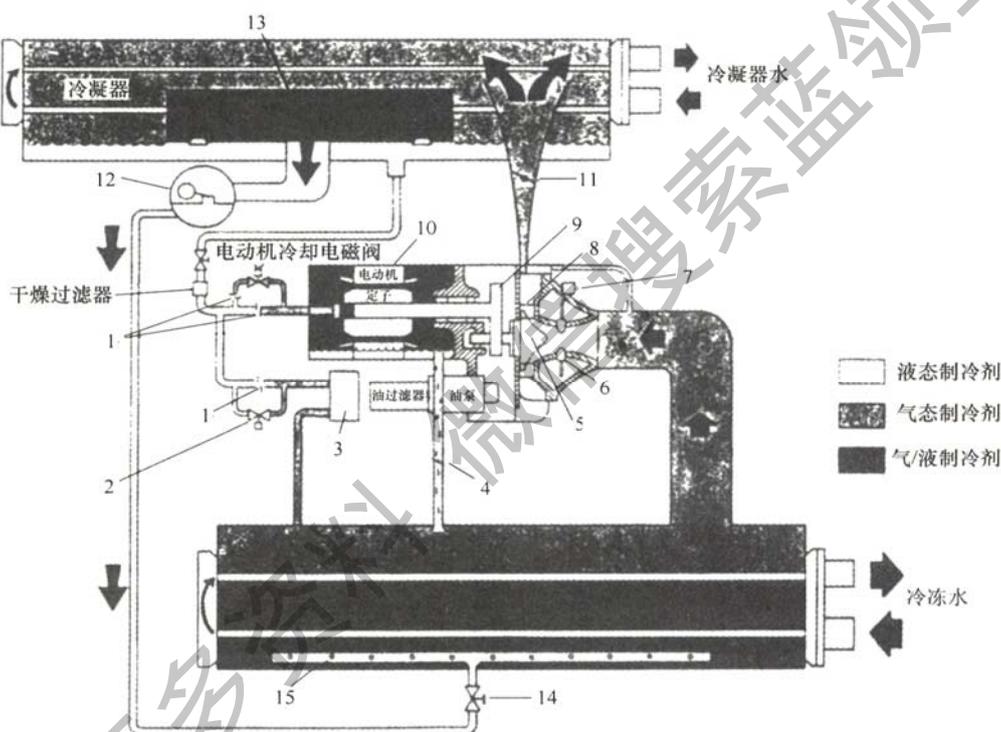
1-过滤器 2-冷凝器 3-缓冲板 4-离心机 5-导流叶片 6-挡液板-蒸发器 8-节流阀

图 3-2 离心式冷水机组外形图

以开利 19XL 离心冷水机组为例,如图 3-3 所示,冷凝器出来的高压液态制冷剂流过节流装置时由于节流作用而被降低了压力,从而使制冷剂的蒸发温度达到相对低的温度(一般为 3~6℃),然后进入蒸发器沸腾蒸发。制冷剂汽化吸取传热管内循环水的热量使之降温,得到空调或工业处理所需的冷水。吸取循环水中的热量之后,制冷剂蒸气被压缩机吸入并压缩,气流量由导叶的开启度而定。



压缩后制冷剂温度和压力升高,进入冷凝器进行冷凝。温度相对较低的冷却水流进冷凝器铜管,带走气态制冷剂的热量,使之冷凝成液态,液态制冷剂由限流孔进入闪蒸过冷室(FLASC)。由于闪蒸过冷室压力较低,部分液态制冷剂闪蒸为气体,吸取热量后使剩余的液态制冷剂进一步冷却。闪蒸制冷剂气体在进入冷凝器的冷却水铜管外再凝结成液体,流至过冷室和蒸发器之间的浮阀室。在浮阀室中一只线性浮动阀形成一道液体密封,防止过冷室的蒸气进入蒸发器。液体制冷剂流过此浮阀时节流,其中一部分由于蒸发器侧压力较低而闪蒸成气体,在闪蒸过程中带走剩余液体的热量,制冷剂回到低温低压状态进行蒸发,又开始制冷循环。



1-孔板 2-热力膨胀阀 3-油冷却 4-压缩机背压阀 5-叶轮 6-导叶阀
7-导叶阀电动机 8-扩散器 9-转动 10-定子 11-冷凝器隔离阀
12-厚球阀小室 13-FLASC小室 14-蒸发器隔离阀 15-分布管

图 3-3 制冷剂、电动机冷却和油冷却循环

电动机和润滑油由来自冷凝器筒身底部的过冷液态制冷剂冷却。由于压缩机运行保持了冷凝压力与蒸发压力之间的压力差,使制冷剂不断流动。制冷剂流过隔离阀、过滤器、视镜之后,分流至电动机冷却和油冷却系统。

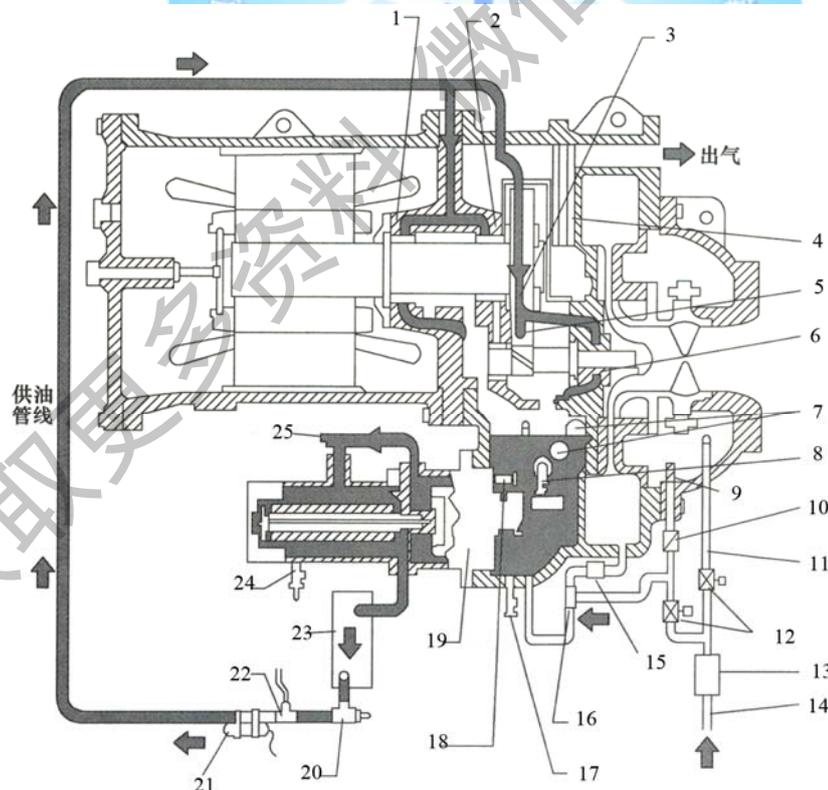
流至电动机的这一路制冷剂,经过一个节流孔流进电动机。电动机冷却管路的支路上还有一个节流孔和一个电磁阀,电动机需要进一步冷却时,电磁阀就会



开启。流过带流孔的制冷剂流到喷淋嘴上，喷淋整个电动机。制冷剂集中到电动机室的底部排回到蒸发器。回气管路上的一个节流孔使电动机室内的压力高于蒸发器 / 油箱的压力。电动机温度由埋在定子绕组内的温度传感器测取。电动机绕组温度高于 51°C 时，就会接通电磁阀，增加电动机冷却用制冷剂供液量。如果温度进一步升高到比设定点高 5.5°C ，就会使进气导叶关闭。如果温度高于安全极限，压缩机就会关机。

另一路流经油冷却系统的制冷剂由一个热力膨胀阀调节。旁通通过热力膨胀阀的制冷剂，经一个节流孔始终保持最小流量。膨胀阀上的感温包感应冷却后流进压缩机到轴承的油温。流进板式油冷却器的制冷剂量由膨胀阀调节。制冷剂汽化离开油冷却器后回到蒸发器。

图 3-4 所示为润滑系统，它由油泵、油过滤器和油冷却器构成，位于压缩机电动机组件齿轮传动箱铸件一端。润滑油经油泵进入过滤器组件，去除杂质，送至油冷却器冷却到适当的温度，然后分两路：一部分油流至齿轮和高速轴承，余下的流至电动机轴承。最终，油进入齿轮箱下方的油箱，完成润滑循环。



1-后电动机轴承 2-前电动机轴承 3-后小齿轮轴承 4-去雾器 5-喷油器
6-高速推力轴承 7-视镜玻璃 8-油加热器 9-滤网 10-单向阀 11-导叶回油管



12-电磁阀 13-过滤器 14-蒸发器回油管线 15-滤网 16-引射器 17-油充注阀
18-油压释放阀 19-油泵和电动机 20-油过滤器隔离阀 21-热力膨胀阀温包
22-油压变送器 23-油冷却器 24-油过滤器放空阀 25-油过滤器隔离阀

图 3-4 润滑系统

通过一个手动阀门，将油注入润滑系统，油箱上有两只视镜可以观察油位。通常在压缩机关机时，油位处于上视镜中部和下视镜顶部之间。在运行中，至少有一个视镜可以看到油位。油压释放阀使油泵排出油系统内的压差保持在 $103\sim 172\text{kPa}$ 。油泵将油排至油过滤器，该过滤器可用截止阀隔离。在更换过滤器芯时，不必将系统中的油全部放掉。油经过管路到达油冷却器，制冷剂使油温降到 $43\sim 49^\circ\text{C}$ 。

润滑油离开油冷却器，经过油压传感器和热力膨胀阀温包，然后分开。一部分润滑油流至推力轴承和齿轮喷嘴，余下的油润滑电动机轴承和后小齿轮轴承。在润滑油离开推力轴承时测量轴承腔中的油温，并将其作为轴承温度，然后把润滑油排放到压缩机底座的油箱里。机组集中控制 PIC 测量油箱中的油温，并使关机时油保持一定温度。

机组起动时，在压缩机开启之前，首先接通油泵，油压差建立之后，使轴承有 15s 的预润滑。在关机时，油泵会在压缩机关机后继续运行 60s，作为关机后润滑。在控制测试中，油泵还可接通进行测试，检查油压能否建立。

对所加负载进行控制能减慢导叶的开启速度，以减少开机时润滑油起泡现象。如果导叶开启速度很快，吸气压力突然降低，会引起润滑油中的制冷剂闪蒸，产生的油泡沫使油泵不能有效地运行，油压下跌造成润滑状态恶劣。如果油压跌至 90kPa 以下，PIC 会使压缩机停机。

润滑油回油系统主要回收两个区域的润滑油，使之返回到油箱。其主要回收区域是导叶罩壳，此外还从蒸发器中回收。

在机组满负荷运行过程中，制冷剂中夹带有油。制冷剂通过导叶被吸入压缩机进行压缩，油往往在此处滴出，落到罩壳底部积累起来。引射器利用排气压力将罩壳中的油抽回到油箱。另外，从蒸发器制冷剂液位上部将油回收到导叶罩壳后，由引射器回收入油箱。

在负载较轻的情况下，吸入压缩机的制冷剂气体没有足够的速度使油回收，而且引射器也没有足够的压差把导叶罩壳里的油抽回到油箱。回油管路上的两只



电磁阀在负载变化时转换,这样引射器就能直接从蒸发器里抽出油和制冷剂,再把混合液抽回进油箱。当装在导叶执行机构上的辅助接触器动作转换时,油回收电磁阀也都动作转换。当导叶开启度超出闭合位置 30°C 时就会转换。进入油箱及传动箱的制冷剂闪蒸成气体,经压缩机罩壳顶部的油去雾器,将制冷剂排回压缩机的吸气口,再抽入压缩机。制冷剂中的油由去雾器过滤器清除。



思考

1. 你了解其他典型离心式冷水机组的结构特点吗?
2. 前面学过的一般机组维护保养流程,在该机组上能套用吗?
3. 离心式冷水机组的维护维修有什么需要特别注意的操作吗?试举例说明。

3.2.2 离心式冷水机组运行维护与维修案例

实例 1: 特灵三级压缩离心式水冷冷水机组

1. 机组简介

CVHE/G 三级压缩离心式冷水机组如图 3-5 所示,其特点如下:



图 3-5 CVHE/G 三级压缩式冷水机组

1) 运行稳定,可靠性高。由于该机组采用三级压缩的离心压缩机,直接传动叶轮,取消了增速齿轮装置,转速较低,延长了轴承的使用寿命,并提高了运转的可靠性。压缩机运行稳定、噪声低,使用寿命也较长。

2) 三级压缩、效率高。由于该机组采用三级压缩的离心压缩机,可以在较为广阔的范围内有效地运行,避免了热气旁通阀进行冷量调节时的能量损失,并较为有效地避免了喘振的发生。



3) 采用三级进气导流叶片。机组的每级进气都装有可变导流叶片，叶片由装在外面的步进电动机操纵控制。它既可调节气体流量来满足部分负荷的要求，也可预先转动制冷剂气流方向，使其以最佳角度进入叶轮。因此，压缩机部分负荷性能得到进一步改善。

4) 可靠的电动机冷却系统。该机组的电动机转子和定子都沉浸在液态制冷剂中，在各种负荷条件下能提供有效和完全地冷却。制冷剂从冷凝器经一固定孔板装置进入电动机内部，然后流回两级节能器，这是一个可靠的运行系统。

5) 三级压缩之间的两级经济器可使机组效率提高 7%。制冷剂在蒸发器和冷凝器之间的两个中间压力下闪蒸，闪蒸气体可冷却压缩机级间气体，使冷水机组的效率大大提高，这在单级压缩式冷水机组是不可能实现的。

2. 三级压缩两级节能器制冷原理

三级压缩两级节能器制冷原理如图 3-6 所示，三级压缩两级节能器制冷循环压-焓(p-h)图如图 3-7 所示。

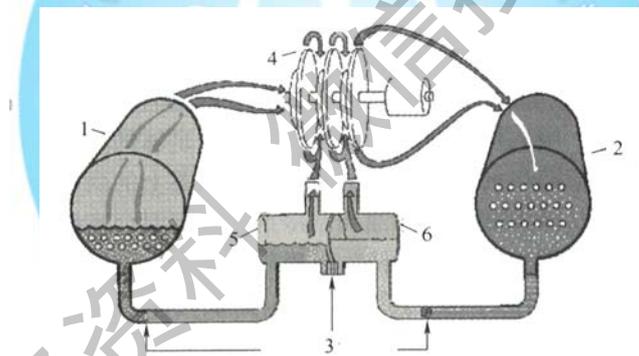


图 3-6 三级压缩两级节能器制冷原理

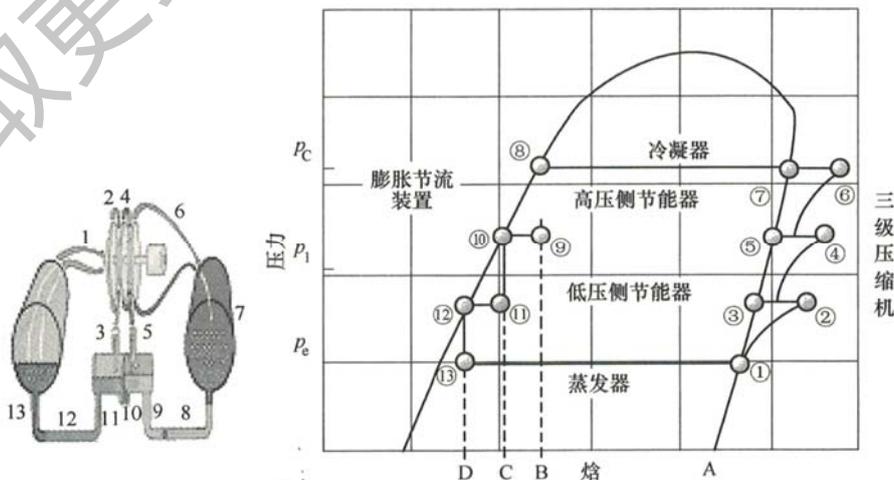




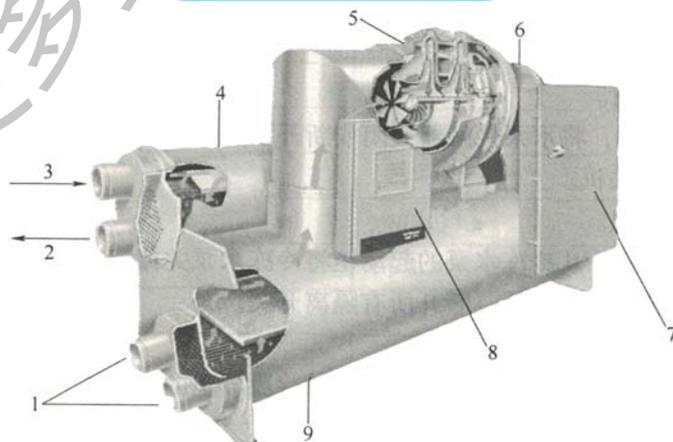
图 3-7 三级压缩两级节能器制冷循环 p/h 图

第一级压缩：气态制冷剂①从蒸发器被吸到第一级压缩，第一级的叶轮使气体加速，提高其温度和压力达到过热气体状态点②排出。

第二级压缩：从第一级压缩机出来的气态制冷剂②和来自两级节能器低压级一侧的较冷的制冷剂气体③混合后，进入第二级压缩。第二级的叶轮将气体加速，进一步提高其温度和压力达到过热气体状态点④。

第三级压缩：从第二级压缩机出来的气态制冷剂④和来自两级经济器高压级一侧的较冷的制冷剂饱和气体⑤混合后，进入第三级压缩，第三级的叶轮使气体加速，进一步提高其温度和压力达到过热气体状态点⑥，然后排入冷凝器。制冷剂过热气体进入冷凝器，在冷凝器中将压缩热传给冷凝器的循环水。热量排走后，使气态制冷剂冷却、冷凝成饱和液体到状态点⑧。离开冷凝器的液体制冷剂⑧流经第一个孔板节流后降压降温为湿蒸气状态⑨，并进入节能器的高压级一侧。状态⑨的湿蒸气在节能器的高压级一侧吸收部分二级压缩排气热量，分离为饱和液体⑩和饱和气体⑤。状态⑩的饱和液体经节能器下面第二个孔板节流后为状态⑩低压湿蒸气，并进入节能器的低压侧，吸收部分一级排气气体的热量，分离为饱和液体状态⑩和饱和气体状态③。处于状态⑩的液体经第三孔板节流后变为温度更低、压力更低的湿蒸气状态⑩，进入蒸发器制冷。

CVHE/C 三级压缩冷水机组是由特灵空调（江苏）有限公司生产的，采用 R123 作为制冷剂。机组内部结构如图 3-8 所示。



1-进/出水口 2-进水口 3-出水口 4-冷凝器 5-离心式压缩机 6-压缩机电动机 7-启动 8-控制盘 9-蒸发器

图 3-8 CVHE/G 三级压缩冷水机组内部结构图



3. 机组的操作保养流程

(1) 机组开机程序

1) 每日机组起动。

①检查冷冻、冷却水泵的起动器是否处于“运转”或“自动”状态。

②检查冷却水塔是否处于“运转”或“自动”状态。

③检查油箱油位，油位必须在低位视镜上可见或超过标位线。另外，必须检查油罐油温。通常在机组起动之前的油温为 60~63℃。

注意：压缩机停机时，油加热器是一直在运行的；在机组运行过程中，油箱加热器的电源应断开。

④检查冷冻水出水温度设定，若有必要，可在操作员设定目录内重新调整。

⑤若有必要，可在操作员设定目录内重新调整电流限制设定值。

⑥按“自动”（Auto）按钮。

2) 季节性的机组起动。

①关闭所有排水阀门，并将蒸发器及冷凝器水箱上的堵头拧上。

②根据辅助设备生产厂家的起动/保养的说明起动和操作相应设备。

③将冷却水塔及相应冷凝系统管道内的空气排放出去并充满水，然后将冷凝器水箱排气阀门关紧。

④将蒸发器水系统的所有阀门打开。

⑤如果早先已经将蒸发器的水放出，则必须将蒸发器及冷冻系统的空气排放出去，并充满水，将蒸发器水箱排气阀门关紧。

⑥在进口导叶外部的连杆动作传动节点处加上润滑油。

⑦检查调整并试验每一个安全及操作控制点。

⑧合上所有隔离开关。

⑨操作参见“每日机组起动”内容。

(2) 机组关机程序

1) 每日机组的关机

①按“停机”按钮。



②在压缩机停机后，将水泵接触器关闭或断开水泵的隔离开关。

2) 季节性机组的关机。

①按“停机”按钮。

②在压缩机停机后，从冷冻水泵的起动柜将冷冻水泵关掉。

③除了控制电源隔离开关外，断开所有隔离开关。

④放掉冷凝管道和冷却塔里的水。

⑤打开冷凝器水箱的排气和放水堵头，放掉冷凝器里的水。

(3) 机组保养

1) 每周保养。机组至少已经运转 30min 后，检查下列各项内容：

①冷冻水和冷却水的进、出水温。

②压缩机运行的电流。

③油池中的油位，在玻璃液位计中应能看到油位。

④冷凝器、蒸发器和油泵的压力表读数。

⑤不正常的声音和振动等。

将机组的读数和观察结果记录在每周记录表上。

2) 每三个月保养。

①完成所有“每周保养”工作。

②清洗水管系统所有的过滤器。

3) 停机季节保养。在冷水机组停机季节，需要确保控制面板通电。这是为了使排气装置维持排气状态，避免空气等不凝性气体进入冷水机组；同时，可以使油加热器保持通电状态。

4) 年度保养。每年度的保养工作应由专业维修人员来完成。

①检查所有控制器和安全装置的设定和工作情况。

②对整台机组进行冷媒泄漏试验。

③检查起动机接触器磨损情况，如有需要，则应更换。

④检查电动机线圈的绝缘状况。

⑤检查电动机的电流。

⑥进行油分析。



- ⑦进行振动分析。
- ⑧检查和调整水流量。
- ⑨检查和调整联动装置。
- ⑩清洗冷凝器。

5) CVHE/G 三级压缩离心式冷水机组正常运行参数见表 2-1。

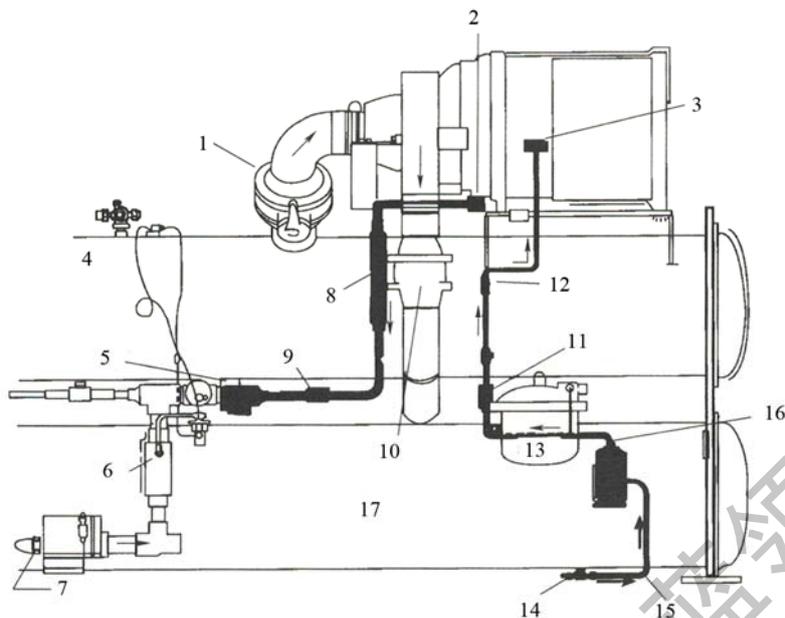
表 3-2 CVHE/G 三级压缩离心式冷水机组正常运行参数

项 目	正 常 范 围
冷冻水出水设定温度	7~9℃
电流限制设定 (%)	90~95%
蒸发器进水温度	10~12℃
蒸发器出水温度	设定值+/-2.7℃
冷凝器进水温度	25~32℃
冷凝器出水温度	30~37℃
蒸发器制冷剂压力	-8.84~-5.89Psig
冷凝器制冷剂压力	2~12Psig
蒸发器制冷剂温度	4~14℃
冷凝器制冷剂温度	32~46℃
油箱内油温	47~66℃
油压差	124~153kPa
压缩机电动机线圈温度	<130℃

实例 2：麦克维尔 PEH/PFG 型离心式冷水机组

1. 机组简介

PEH/PFG 型齿轮驱动的单级离心冷水机组结构如图 3-9 所示。该机组采用半封闭式离心压缩机作为主机，采用 R134a 作为制冷剂，机组主要包含以下几个部分：



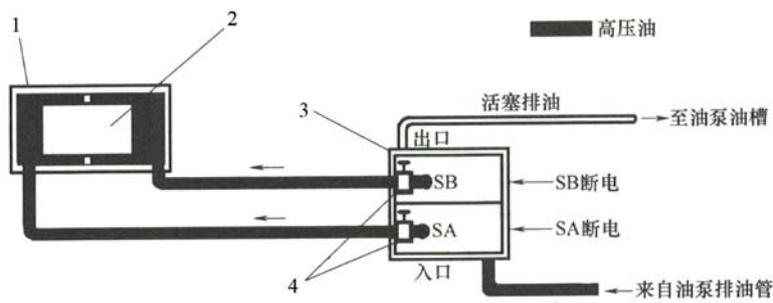
1-压缩机吸气截止阀 2-气体制冷剂出口 3-液态制冷剂进入电动机腔 4-蒸发器
5-已过滤电动机冷却剂再进入主系统 6-前导操作热力膨胀阀 7-冷凝器主截止阀
8-电动机冷却剂过滤器 9-维修截止阀 10-排气单向阀 11-电磁阀 12-单向阀
13-油泵 14-维修截止阀 15-电动机冷却剂导管 16-液态制冷剂过滤器 17-冷凝器

图 3-9 麦克维尔单级离心冷水机组

(1) 微机控制系统 该机组控制系统以微处理器为基础，可完成离心式压缩机的起动、监控、能量调节、保护、减载、顺序停机、定时运行。双压缩机组配有两台控制器，它们内部互连，完成领先-滞后、负载平衡功能。

(2) 热力膨胀阀 在整个冷量范围内控制制冷剂流量，节约运行能耗费用。导向操作热力膨胀阀直接根据吸气过热度控制制冷剂的流量，在整个运行范围内综合利用压缩机、蒸发器和冷凝器的效率。同时，没有孔板和浮球阀所存在的制冷剂间隙回流和过热的缺点。

(3) 能量控制系统（装在压缩机的内部） 压缩机的能量控制由导叶的转动完成，如图 3-10 和图 3-11 所示。操纵导叶的油活塞装在压缩机的内部，为内部驱动，消除了外联机构的泄漏和密封问题。电磁阀 SA、SB 随控制信息动作后，液压推动导叶旋转。



1-压缩机卸载油缸 2-与入口导叶相连的浮动活塞 3-油箱中的四通电磁阀
4-开启可调节针阀（与四通阀成积分关系）

图 3-10 导叶控制能量时电磁阀动作（保持）

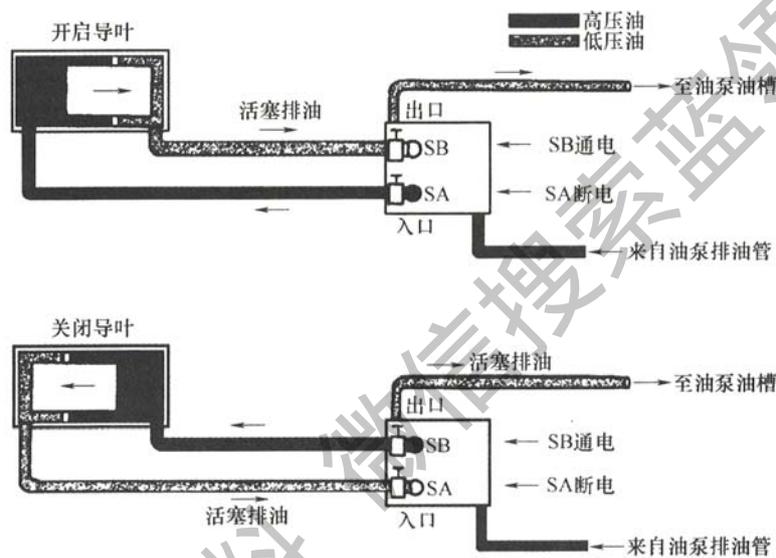


图 3-11 导叶控制能量时电磁阀动作

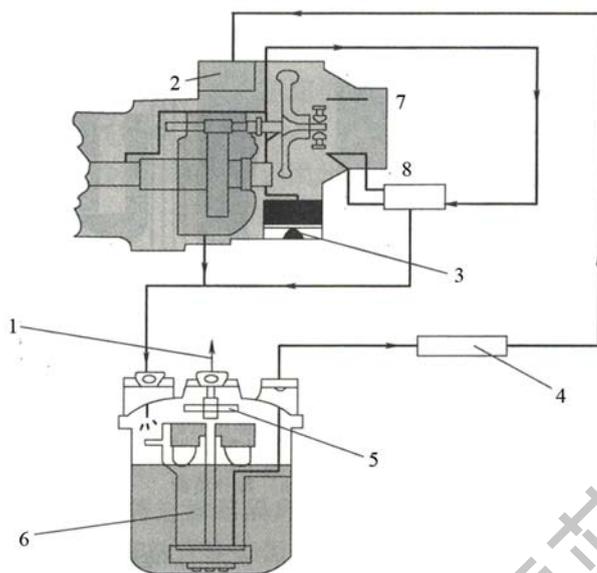
当电磁阀 SA、SB 都断电时，油通过 SA、SB 口流向活塞两边，导叶保持原来的位置。进气导叶能量控制的液压系统由位于油管理控制盘内的四通电磁阀组成。控制信号的加载、保持决定四通阀的状态。

开启导叶（压缩机加载），电磁阀 SA 断电、SB 通电，油从 SA 口流向活塞一边，通过 SB 口排出。关闭导叶（压缩机卸载），电磁阀 SB 断电、SA 通电，移动活塞，导叶处于减载位置。

(4)油路系统 油路系统为压缩机部件、轴承提供润滑和带走热量，利用油压和卸载活塞移动导叶控制负荷。供油温度取决于油冷却效果。温度控制阀控制的油温一般为 $32\sim 38^{\circ}\text{C}$ 。为减少突发停车而造成故障和损坏轴承，在 CE126 压缩机润滑油系统中，装有以重力为动力的紧急供油箱，以防止设备突然断电而带来



的损坏。图 3-12 所示为机组的油流程示意图。

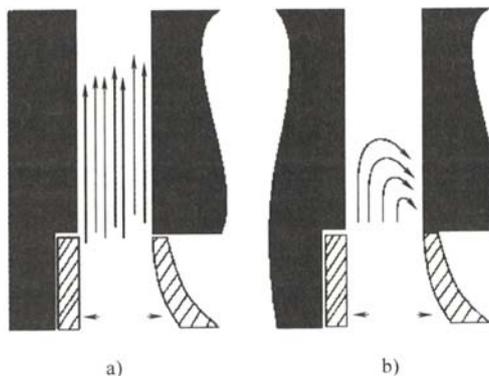


1-制冷剂返回压缩机 2-油过滤器 3-紧急供油系统 4-油冷却器
5-油分离器 6-油泵 7-叶轮 8-导叶控制

图 3-12 机组的油流程示意图

(5) 离心机可移动滑块装置

1) 固定散流器。当制冷量减少时，制冷剂的流量也减小。普通机组压缩机在满负荷时，大量的气体以相当大的速率在同一方向被排出，如图 3-13 中的箭头所示。图 3-13b 所示为在低负荷下运行时的压缩机排气情况，此时排气速率下降，气体的压力无法克服冷凝压力，气体又倒流回叶轮，压缩机不稳定运行发生喘振，并产生很大的噪声和振动。



a) 满负荷 b) 部分负荷（发生喘振）

图 3-13 固定散流器

2) 可移动散流器（移动滑块）。图 3-14 所示是麦克维尔独特的可移动式排气



散流滑块设计。当机组处于满负荷时，滑块完全打开，排气通道最大，气体以均匀的流速排出叶轮。当制冷量减少时，可移动式散流滑块逐渐往内侧运动，以保持制冷剂的排气速率，避免喘振的发生，使机组的制冷量在 10% 时仍然能够平稳高效地运行。

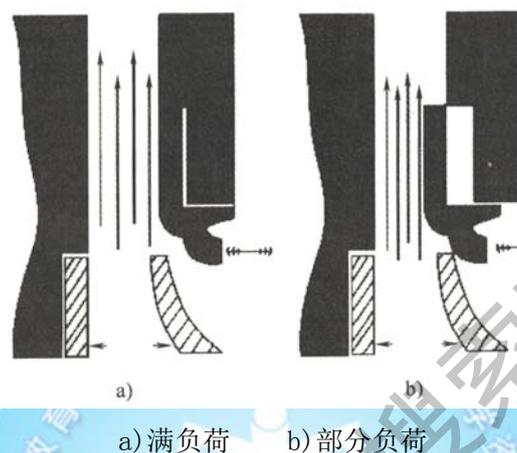
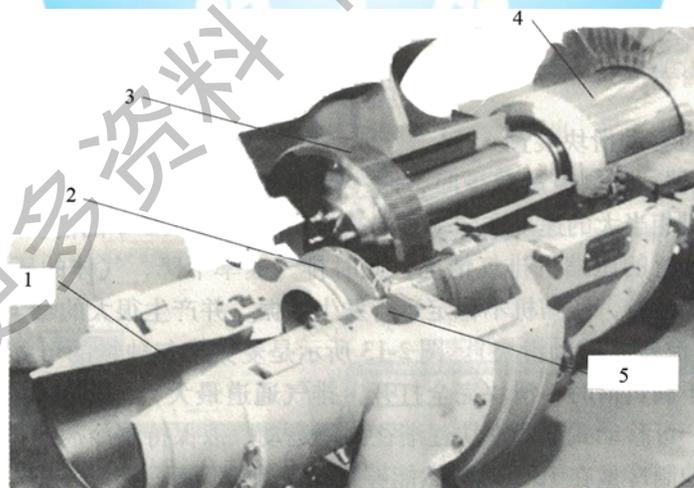


图 3-14 可移动散流器

(6) 压缩机结构 麦克维尔离心压缩机的内部结构如图 3-15 所示。



1-进气口 2-叶轮 3-增速齿轮 4-电动机 5-排气口

图 3-15 麦克维尔离心压缩机的内部结构

(7) 压缩机排气侧冷媒喷液降噪 所有离心式压缩机内的大部分噪声都是由排气管里高速气体流动造成的。麦克维尔冷媒喷射系统通过压缩机排气腔上的一系列径向排列喷口（见图 3-16）把少量的液态制冷剂喷至排气侧，形成雾状制



冷剂，吸收声能，降低压缩机的整体噪声。另外，闪发的气体能降低压缩机排气过热度，增加冷凝器效率。

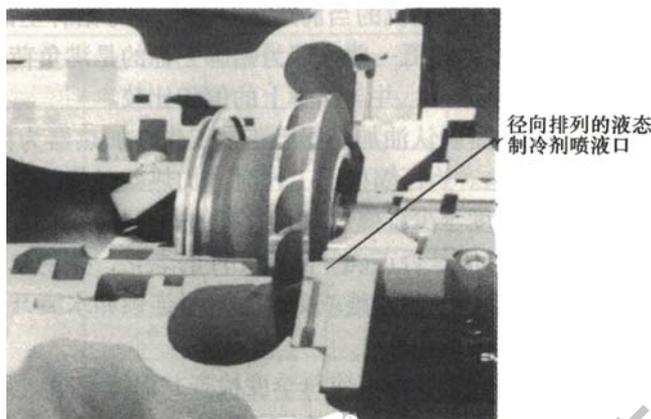


图 3-16 麦克维尔离心压缩机的径向喷液口

2. 机组的运行维护

(1) 润滑油 机组一旦投入运行以后，一般不需要另外加油，除非油泵需要维护或润滑油大量泄漏。如果机组必须在带压的情况下加润滑油，采用一个手动泵将排出口与油泵底部的维修阀扣连（CE050 压缩机带内部油泵，压缩机上有一个油维修阀）。适用于 R134a 的合成油是亲水的，注意不要与水气接触。

麦克维尔冷水机组在任何时候都是正压的，因此泄漏不会使潮湿的空气进入制冷剂回路中，不需要每年更换润滑油。

对于 CE050 压缩机，如果机组带有吸气维修阀（双机头机组中作为标准配置），关闭这个阀门和电动机冷却进液管上的阀门，使压缩机与其他部分隔离开来。按正确的程序移去压缩机内的制冷剂，移除过滤器外壳和旧的过滤器；安装新的过滤器，露出两端；更抉过滤器外壳的垫片，重新打开吸气管和液管上的阀门。

如果机组不带吸气维修阀，在移去外壳和更换过滤器前，机组必须停机以降低压缩机内的压力。

对于 CE063 和更大的压缩机，将过滤器隔离开来就可以更换。关闭油泵排油管上的维修阀，移去过滤器外壳，会有一些泡沫产生，但止回阀会限制从其他压



压缩机腔来的泄漏。移去过滤器，更换新元件和外壳，采用新垫片，重新打开油泵排气管上的阀。

当机器重新工作时，必须检查油位以决定是否有必要加油。

(2) 制冷回路的维护包括保留对运行情况的记录，确保机组油量和制冷剂量。

每一次检查，油压、吸气压力和排气压力都需仔细观察并记录下来，还有冷凝器和蒸发器的进、出水温度也需如此。

一个月最少要记录一次压缩机吸气温度。从吸气温度以及吸气压力对应的饱和温度可得到过热度，一段时间后，如果过热度显著增大则制冷剂泄漏或膨胀阀可能损坏，满负荷下正确的过热度为 $1.5 \sim 2^{\circ}\text{F}$ (1°C)，这样一个微小的温度很难准确测量出来。另一个方法是测量压缩机排气过热度，它是实际温度和排气压力对应的饱和温度的差值，满负荷下过热度为 $14 \sim 16^{\circ}\text{F}$ ($8 \sim 9^{\circ}\text{C}$)。测量排气温度时，喷液将停止，过热度随负荷线性变化，在 10% 负荷下过热度增加至 55°F (30°C)。200 系列 MicroTech 控制器能同时显示过热器和过冷度。

(3) 电气系统维修包括一般的要求，如保持触点清洁、连接牢固等，还有一些特殊要求如下：

1) 必须检查压缩机的当前运行电流，并与铭牌上的额定电流相比较。通常实际电流会比铭牌上的额定电流低一些，因为铭牌上标的是满负荷情况下的电流。同样，检查所有的泵和风机电动机电流值，并与铭牌上的值相比较。

2) 检查时需确认油加热器已正常工作，加热器为插入型，可根据电流读数检查，不论控制屏是否上电。当压缩机不工作时，加热器必须带电；当压缩机启动时，加热器应断电。

3) 一个季度至少维修一次，所有的安全控制（除了压缩机过载）都必须动作一次，并检查它们的设定值是否正确。随着元件的老化，控制点会发生漂移，必须对这种情况进行检测以便对控制器作一些调整或更换。水泵连锁和水流开关必须检查，以确保触发时能断开控制回路。

4) 电动机起动器触点应每季度检查并保持干净，紧固所有的接线端子。



5) 压缩机电动机的对地绝缘电阻应半年检查一次并做好记录。记录指示了绝缘破坏情况。如果读数为 $5\text{M}\Omega$ 或以下, 表明绝缘层可能失效, 必须作进一步检查。

6) 离心压缩机必须按照靠近视镜的机体上的箭头指示方向旋转。如果操作者怀疑电源接线有改动(如反相), 检查压缩机的转向。

(4) 清洁和维护机组发生故障经常是由于系统太脏, 而日常维护可防止这种情况的发生, 日常维护有两方面:

1) 空气处理机中的永久性可清洗过滤器必须根据工厂手册进行清洗; 一次性过滤器必须予以更换, 清洁频率随机器的具体情况而变化。

2) 每次检查时, 应清洗冷冻水系统、油冷却器管道和冷却水系统中的过滤器。

(5) 季节维护在长时间停机和再起动之前, 下列维护必须完成。

1) 一年一次的停机。

① 在气温低于 0°C 的情况下, 冷却水和冷冻水管须与系统脱开, 并放净所有的水, 往冷凝器里面吹进干燥的空气以助于排出里面的水。可以移开冷凝器水盖, 冷凝器和蒸发器不能自动排水, 如果水留在管道或容器中, 在低温下会使管道或容器破裂。当然, 避免上述麻烦的唯一办法是强制水循环, 防止结冰。

② 采取措施防止供水管上的关闭阀不小心被打开。

③ 卸去冷却塔排水塞, 确保无残留水。

④ 卸掉压缩机电路的保险, 以防意外起动。

⑤ 去锈涂漆。

⑥ 冷凝换热管每年应进行检查。

2) 一年一次的开机。对机器设备不熟悉的人切忌开机。长期停机后, 在开机前有必要对电动机进行检测, 必要时, 还需拆开设备进行检修。

① 开机前必须通电加热, 使油与制冷剂分离。

② 紧固电气接头。

③ 更换冷却塔水泵排水塞。

④ 安上主开关保险。

⑤ 冷凝器供水检漏。



⑥给压缩机送电之前，重温操作手册。

机组维护耐间表见表 3-3。

表 3-3 机组维护时间表

项 目		月	季	半 年	年	操作需要
压 缩 机	A. 操作评价（记录和分析）	○				
	B. 电动机			○		
	线圈（绝缘电阻大于 5MΩ）		○			
	安培秤（在 10% 以内）				○	
	最后检验（紧密结合瓷面应干净）		○			
	电动机冷却（检查温度）		○			
	C. 润滑系统	○				
	油路温度	○				
	冷水（制冷剂）温度				○	
	油冷过滤器（水）		○			
	油冷电磁操作				○	
	油分折				○	
	油外观（颜色、质量）	○				
	更换油过滤器					○
	D. 叶片操作		○			
压缩机装载		○				
操作手动开关		○				
记录电动机电流		○				
压缩机卸载		○				
操作手动开关		○				
记录电动机电流		○				
叶片同步（将手动开关置于同步）						
观察水温或记载电流						
E. 压缩机内部检查						○
运 行 控 制	A. 检查 LRT 安装和操作			○		
	检查叶片控制安装和操作			○		
	检查电动机限制安装和操作			○		
	检查电动机限制载荷控制			○		
	检查负载平衡操作			○		
	检查油泵触点			○		
	B. 保护控制		○			
	调试的操作		○			
	警报延迟		○			
	泵联锁		○			
	冷热油温度开关		○			
	喘振保护延迟		○			
	高、低压开关		○			
	高吸气温度开关		○			
	高排气温度开关		○			
低压增量开关		○				
油泵分压开关		○				
油泵安全计时器		○				
油泵延时开关		○				
控系统		○				
叶片关闭开关		○				

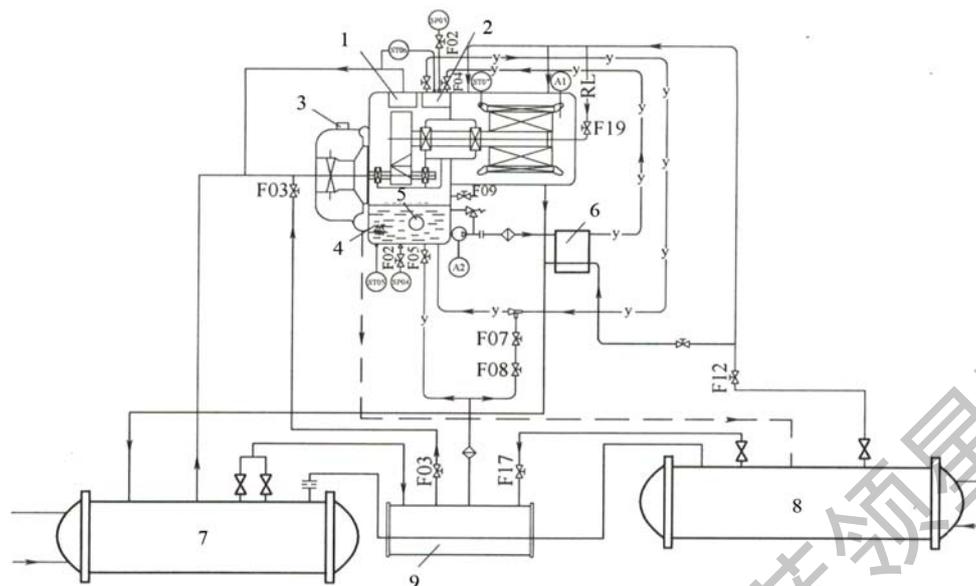


项 目		月	季	半 年	年	操作需要
冷凝器	A. 操作评价	○				
	B. 测试水质		○			
	C. 清洁冷凝器管道				○	
	D. 涡流测试管壁厚					
	E. 季节性保护					○
蒸发器	A. 操作评价（记录和分析）	○				
	B. 测试水质		○			
	C. 清洁蒸发器管道（按要求）				○	
	D. 涡流测试管壁厚（按要求）					○
	E. 季节性保护					○
膨胀阀	操作评价（过热度控制）		○			
冷水机组	A. 操作评价	○				
	B. 泄漏测试		○			
	压缩机管道及终端		○			
	管道安装		○			
	油泵接头和管道		○			
	容器安全阀		○			
	C. 震动隔离测试		○			
	D. 外观					
油漆				○		
保护层				○		
起动装置	A. 检查触点（金属构体和操作）		○			
	B. 检查过载保护装置		○			
	C. 检查电连接器		○			
	D. 控制泵开关（检查操作）		○			
附加控制	A. 热气旁通控制（检查操作）		○			
	B. 液体喷射控制（检查操作）		○			
	C. 控制泵关闭（检查操作）		○			

实例 3：美的容星系列离心式冷水机组

1. 机组简介

美的睿星离心式冷水机组工作流程如图 3-17 所示。美的离心压缩机具有以下特点：



1-去雾器 2-高位油箱 3-电动执行器 4-电加热器 5-视液镜 6-油冷器
7-蒸发器 8-冷凝器 9-冷媒提纯装置

图 3-17 美的睿星系列离心式冷水机组工作流程

1) 离心压缩机的气动性能和运行可靠性高。根据制冷工质采用不同的三元流高效叶轮与相适应的机壳流道匹配,使压缩机效率高,耗功低。叶轮与主轴采用先进的无键连接,不仅使结构紧凑,而且避免了键联接产生的局部应力集中和转子附加不平衡。采用进口可调导叶调节机构和可调扩压器的双重调节方式,扩大了机组冷量调节范围,在冷却水进水温度 32°C 不变的情况下,制冷机组冷量调节范围达 $10\% \sim 100\%$ 。

2) 特殊设计的高速齿轮传动装置采用渗碳淬火磨齿的高精度修形齿轮,使齿轮传动平稳,噪声低,使用寿命长。专门设计的密闭式制冷剂冷却的电动机与压缩机组装成一体,免去了开式电动机必须有的电动机与压缩机之间的连接和密封装置,减少了易损件,同时减小了电动机外形尺寸,降低了电动机噪声。

3) 制冷机组蒸发器、冷凝器里的传热管是分别根据沸腾和凝结机理,特殊研制的高效传热管,不仅传热系数高且可实现小温差传热,从而能有效地降低耗功并使机组的外形尺寸缩小。

4) 润滑油系统确保了机组安全可靠地运行。沉浸在油中的闭式油泵能把压力油送达各高速轴承表面。采用制冷剂冷却的板式冷油器能确保油泵泵出的润滑油冷却到合适的温度。高精度的过滤器能将油中的杂质滤去,保证高速轴承形成动压油膜。压缩机顶部设有高位油箱,确保紧急停电时机器轴承的用油,避免轴承



损坏。

5) 采用微电脑控制系统, 确保机组安全可靠运行。彩色图像显示, 控制界面美观大方。可直接在屏幕上对机组进行控制和设置各种运行参数, 操作简便直观。屏幕上可用中文或英文显示机组运行的各项参数并实现随时监控。固化的启停和自动能调控制程序, 只需要按一下按钮, 即可实现机组安全、可靠地起动、停止和自动能调运行。方便的自动、手动控制方式切换。32 种保护措施能确保机组安全运行, 并能记录最近 10 次故障时的运行参数。机组发生故障时, 电脑能自动诊断, 显示故障原因。

2. 机组的运行维护

(1) 起动前的检查 按下列项目进行制冷机起动前的操作确认:

1) 油箱内油位正确 (最高油位在视液镜中部附近)。

2) 油温正确 (机组初次安装投运前, 或机组长期断电、停机后, 应先将油加热到 $45 \sim 55^{\circ}\text{C}$; 起动前最好先起动油泵运行 $2 \sim 3\text{min}$, 使油箱内及油管路中油温均匀达到上述值)。

3) 蒸发器内制冷剂的液位正确。

4) 机内压力正常。

5) 压缩机进口导叶全闭 (若接线或机器内无异常时, 上次停车后导叶自动回复到全闭位置)。

6) 检查微机控制柜和起动柜。

7) 蒸发器和冷凝器已通水, 由排气阀将水室和水管中的空气排尽。

8) 起动油泵, 油压应正常 (制冷机上的油压表在油泵起动后应指示为 $0.2 \sim 0.3\text{MPa}$)。

9) 确认冷水泵、冷却水泵和冷却塔运行正常, 水量符合额定值。注意冷却水进口温度应为 $20 \sim 34^{\circ}\text{C}$ 。

10) 确认安全阀下的球形截止阀处于开启状态。

(2) 系统起动 美的睿星系列离心制冷机的各电动机必须按照一定的顺序起停, 因此控制系统设置为全自动程序起停方式。

机组自动起动程序为: 系统起动 → 关导叶至零度 → 起动油泵 → 起动主电动机 → 开导叶至 10%。



特殊情况下,可手动起动油泵,起动程序为:起动油泵→系统起动→关导叶至零度→开主电动机→开导叶至10%。

注意:当手动起动油泵后,只有在油泵运行15s且达到规定油压后,再确认起动,系统才会自动起动。

(3)系统停止 在冷负荷非常低的情况下,当冷冻水出口温度低于设定值 2°C 时,将自设停机。这时主电动机虽然停了,但仍处于自动运行状态,待冷冻水出口温度回升至系统再起动温度设定值(一般比冷冻水出温设定值高 8°C)时,制冷机将自动地投入运行。此过程称为系统暂停。在系统暂停过程中可按键终止再起动,使机组停机。

当机组处于系统起动、系统运行、系统暂停等状态时,在显示屏上按主机图形将出现系统停止确认对话框。按“确认”键,系统将按停止程序及各设备;按“放弃”键,将关闭该对话框。

机组停止程序为:系统停止→关导叶至10%→关主电动机→关导叶至零→关油泵。

系统停止时,保证电加热器处于运行状态,使油温处于 $45\sim 55^{\circ}\text{C}$ 。

(4)报警保护 本控制系统有32种故障报警、保护功能,详见表3-4。

表3-4 美的睿星系列离心式冷水机组控制系统故障

故障名称	系统判定条件	处理方法	原因分析
供油压差低	油泵起动后15s供油压差小于 220kPa ,或主电动机起动后供油压差小于 120kPa	1) 不停机 2) 关小调压阀	1) 油压调节阀开度过大 2) 油过滤器堵塞 3) 油面太低 4) 油管漏油 5) 轴承间隙过大(磨损)
供油压差过低	开油泵15s后供油压差持续120s小于 200kPa ,或主电动机起动后供油压差小于 100kPa	停机	同上
油箱温度过低	主电动机起动前油箱温度低于 45°C	不起动	1) 电加热器电阻丝断 2) 控制柜通电时间太短



故障名称	系统判定条件	处理方法	原因分析
供油温度高	主机运行后供油温度高于 57℃	1) 不停机 2) 开大油冷器供液阀	1) 油冷却器冷却能力不足 2) 冷媒过滤器滤网堵塞 3) 轴承磨损
供油温度过高	主机运行后供油温度高于 65℃	停机	同上
油泵过载	油泵热继电器动作	停机	1) 油泵电动机损坏 2) 油泵电源缺相 3) 油泵接触器坏 4) 油泵热继电器坏
冷冻水断水	水流开关断开	停机	1) 冷冻水泵坏 2) 冷冻水回路故障 3) 水流开关故障
冷冻水过冷	冷冻水出水温度小于设定值 (标准设定值为 3℃)	停机	1) 传感器故障 2) 冷冻水出水温度设定错误 3) 冷冻水流量不足
主电动机电流过低	主电动机电流小于额定电流的 20%	1) 不停机 2) 取消导叶自动开大作用	1) 主电动机启动柜电流开关坏 2) 主电动机启动柜电流互感器坏, 电流变送器坏
主电动机电流高	主电动机电流大于额定电流的 110%	1) 不停机 2) 关小进口导叶	1) 导叶电动执行器坏 2) 冷冻水进/出口温度太高 3) 冷却水温度高 4) 压缩机吸入气体带液 5) 电源相电压不平衡
主电动机电流过高	主电动机电流大于额定电流的 115%	停机	同上
启动时间太长	主电动机启动 30s 内未完成	停机	1) 进口导叶未关到零 2) 压缩机内有碰撞 3) 检查主电动机
主电动机绕组过热	主电动机绕组热敏电阻阻值变大	停机	1) 主电动机绕组有短路现象 2) 压缩机吸入气体带液 3) 电源相电压不平衡 4) 冷却水与冷冻水温差小 5) 主电动机冷却供液过滤器堵塞
启动柜故障	启动柜故障信号闭合	停机	1) 主电动机启动柜坏 2) 主接触器辅助触头在运行期间断开
蒸发压力低	蒸发压力 ≤ 设定值 (标准设定值为 326kPa, 绝压)	1) 不停机 2) 限制导叶开大	1) 蒸发器传热管污垢严重 2) 冷媒量不足 3) 冷冻水流量不足
蒸发压力过低	蒸发压力 ≤ 设定值 (标准设定值为 315kPa, 绝压)	自动停机	同上
冷凝压力高	冷凝压力 ≥ 设定值 (标准设定值为 1044kPa, 绝压)	1) 不停机 2) 限制导叶开大	1) 冷却水量不足 2) 冷却水进水温度过高 3) 有空气混入 4) 冷凝器传热管污垢严重



故障名称	系统判定条件	处理方法	原因分析
冷凝压力过高	冷凝压力 \geq 设定值(标准设定值为1072kPa, 绝压)	自动停机	同上
导叶故障	导叶开闭动作时40s内开度变化小于2%	不停机, 改用手动	导叶电动执行器坏
CPU 电池电压低	CPU 上 ERR 指示灯闪烁	停机后及时更换电池, 更换时间小于5min	PLC 锂电池电压低
导叶开度断线	变送器电流小于3.8mA	取消能调自动控制	
主电动机电流显示断线	变送器电流小于3.8mA	取消导叶自动开大	主电动机电流信号线脱落或松动
冷冻水进温断线	变送器电流小于3.8mA	不停机检修	
冷冻水出温断线	变送器电流小于3.8mA	停机	
冷却水进温断线	变送器电流小于3.8mA	不停机检修	
冷却水出温断线	变送器电流小于3.8mA	不停机检修	
油箱温度断线	变送器电流小于3.8mA	停止油加热器工作	
供油温度断线	变送器电流小于3.8mA	停机	
冷凝压力断线	变送器电流小于3.8mA	停机	
蒸发压力断线	变送器电流小于3.8mA	停机	
供油压力断线	变送器电流小于3.8mA	停机	
油箱压力断线	变送器电流小于3.8mA	1) 不停机 2) 油箱压力显示为蒸发压力值	

(5) 机组常见异常现象分析与处理制冷机组在运行中发现有与正常状态不同的运行状态时, 可参照表 3-5 找出原因并进行处理, 以使机器尽快恢复正常运行。

表 3-5 美的睿星系列离心式冷水机组常见故障及维修方法

故障	原因分析	维修方法
压缩机不能运转	1) 无电源(电源中断) 2) 开关动作(电流超载) 3) 起动开关故障 4) 控制回路电源熔丝烧毁 5) 起动连锁条件未满足 6) 制冷剂高低压开关动作	1) 检查后送电 2) 检查电流超载原因。如果是开关容量太小, 应及时更换; 如果是电压过低, 应设法改善 3) 检修或更换 4) 更换 5) 检查起动连锁的各环节, 使之符合起动条件 6) 查明设定压力并调整



故 障	原因分析	维修方法
蒸发压力过低	<ol style="list-style-type: none"> 1) 冷冻水量不足 2) 冷负荷小 3) 蒸发器的传热管因水垢等污染而使传热恶化 4) 冷媒量不足 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查冷冻水回路, 使冷冻水量达到额定水量 2) 检查自动起停装置的整定温度 3) 清扫传热管 4) 补充冷媒至所需量
冷凝压力过高	<ol style="list-style-type: none"> 1) 冷却水量不足 2) 冷却塔的能力降低 3) 热负荷太大, 冷冻水回水温度太高, 使冷凝器负荷加大 4) 有空气存在 5) 冷凝器管子有水垢等污染, 传热恶化 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查冷却水回路, 调整至额定流量 2) 检查冷却塔 3) 让机组满负荷运行, 使冷冻水温度尽快接近额定温度 4) 排除冷凝器上部的空气 5) 清扫冷凝管
油压差过低	<ol style="list-style-type: none"> 1) 油过滤器堵塞 2) 油压调节阀(泄油阀)开度过大 3) 油泵的输出油量减少 4) 轴承磨损 5) 油压表(或传感器)失灵 6) 润滑油中混入的制冷剂过多(由于启动时油起泡而使油压过低) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 更换油过滤器滤芯 2) 关小油压调节阀, 使油压升至额定油压 3) 停机解体检查油泵 4) 停机解体后更换轴承 5) 检查油压表, 重新标定压力传感器, 必要时更换 6) 制冷机停机后, 务必将油加热器投入, 保持给定油温(检查油加热器有无断线, 油加热器温度控制的整定值是否正确)
油温过高	<ol style="list-style-type: none"> 1) 油冷却器冷却能力不足 2) 因冷媒过滤器滤网堵塞而使油冷却器冷却用冷媒的供给量不足 3) 轴承磨损 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 调整油温调节阀的冷媒供给量 2) 清扫冷媒过滤器滤网 3) 停机解体后修理或更换轴承
冷冻水断水	<ol style="list-style-type: none"> 1) 冷冻水量不足 2) 流量控制器故障 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查冷冻水泵及冷冻水回路, 调至正常流量 2) 检查流量控制器
主电动机过负荷	<ol style="list-style-type: none"> 1) 电源相电压不平衡 2) 电源线路电压降大 3) 压缩机吸入气体带液 4) 冷却水温度过高或冷却水量不足 5) 热负荷过大致冷冻水温度过高 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 采取措施使电源相电压平衡 2) 采取措施减小电源线路电压降 3) 从蒸发器中放出部分制冷剂 4) 检查冷却水系统 5) 合理降低热负荷
蒸发压力过高	因负荷异常增加而使冷冻水温度升高	不是异常
冷凝压力过低	<ol style="list-style-type: none"> 1) 冷却水进口温度过低 2) 冷却水量过多 3) 因蒸发器的制冷剂量不足而使制冷量不足 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 不是故障, 但应注意冷却水出口温度与冷冻水出口温度之差 2) 检查冷却水进出口的压差 Δp 并调整至额定值 3) 补充制冷剂至额定值
停机中制冷机内部压力降低(或升高)	因室温的影响致制冷剂的温度降低(或升高)	不是异常



故障	原因分析	维修方法
运行中油箱内的油位减少	<ol style="list-style-type: none"> 1) 因制冷剂溶入油内, 启动时制冷剂蒸发起泡而被压缩机吸走 2) 油加入量过多, 从齿轮箱体上部的平衡管被压缩机吸走 3) 文丘里喷管、单向阀被异物堵塞, 从冷媒提纯装置分离出的油不能回到油箱 4) 运行中油压调得太高 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 停机中请将油加热器投入, 使油温升高 2) 运行中确认油位在规定范围内, 将多余的油排出 3) 解体文丘里喷管和单向阀, 清扫干净 4) 运行中保持供油压差在 0.20 ~ 0.25MPa
运行中油箱的油位升高	油温低, 制冷剂混入油中	确认运行中的油温, 用油温调节阀调至必要值
停机中油箱内的油位升高	因油温低使制冷剂溶入油中	确认油加热器电路无断线
油压波动	<ol style="list-style-type: none"> 1) 压缩机喘振 2) 油压调节阀不稳定 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 参见“压缩机喘振”项 2) 调整油压调节阀
启动时和运转中供油压力都高	<ol style="list-style-type: none"> 1) 油压调节阀开度不够 2) 所使用的润滑油的粘度过高 3) 油温过低 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 开大油压调节阀, 并调整至规定油压 2) 应使用本机规定使用的油品 3) 调整油温调节阀 4) 确认油加热器电路无断线
压缩机本体有异常声响	<ol style="list-style-type: none"> 1) 回转部与固定元件有接触 2) 轴承磨损、烧坏 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 立即停机, 解体修理 2) 立即停机, 解体更换
振动增加	<ol style="list-style-type: none"> 1) 减振橡胶老化 2) 转子的平衡被破坏 3) 轴承磨损 4) 基础被破坏 5) 主电动机异常 6) 压缩机喘振 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 更换底座的减振橡胶 2) 解体后清扫, 检查转子、重新做动平衡 3) 解体后更换轴承 4) 修补基础 5) 调整主电动机, 必要时解体检查 6) 见“压缩机喘振”项
压缩机喘振	<ol style="list-style-type: none"> 1) 冷凝压力过高 2) 蒸发压力过低 3) 同时发生 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 参照“冷凝压力过高”项 2) 参照“蒸发压力过低”项 3) 同上
手动运行时产生喘振	在规定以外的导叶开度下运行	能调控制加载至规定开度

知识链接——喘振现象

喘振是离心式压缩机的固有特性。当压缩机吸气口压力或流量突然降低, 低过最低允许工况点时, 压缩机内的气体会出现严重的旋转脱离, 形成突变失速(指气体在叶道进口的流动方向和叶片进口角出现很大偏差), 这时叶轮不能有效提高气体的压力, 导致压缩机出口压力降低。但是系统管网的压力没有瞬间相应地降下来, 从而发生气体从系统管网向压缩机倒流, 当系统管网压力降至低于压缩机出口压力时, 气体又向系统管网流动。如此反复, 使机组与管网发生周期性的轴向低频大振幅的气流振荡现象。离心冷水机组在低负荷运行时, 压缩机导叶开度减小, 参与循环的制冷剂流量减少。压缩机排量减小, 叶轮达到压头的能



也减小，此时就会发生喘振现象。

操作者应具备标注喘振线的压缩机性能曲线，随时了解压缩机工况点处在性能曲线图上的位置。为便于运行安全，可在比喘振线的流量大出 5%~10% 的地方加注一条防喘振线，以提醒操作者注意。

降低运行转速，可使流量减少而不致进入喘振状态，但出口压力随之降低。在首级或各级设置导叶转动机构以调节导叶角度，使流量减少时的进气冲角不致太大，从而避免发生喘振。

在压缩机出口设置旁通管道，如生产中必须减少压缩机的输送流量时，让多余的气体放空，或经降压后仍回进气管，宁肯多消耗流量与功率，也要让压缩机通过足够的流量，以防进入喘振状态。

在压缩机进口安置温度、流量监视仪表，出口安置压力监视仪表，一旦出现异常或喘振及时报警，最好还能与防喘振控制操作联动与紧急停车联动。

运行操作人员应了解压缩机的工作原理，随时注意机器所在的工况位置，熟悉各种监测系统 and 调节控制系统的操作，尽量使机器不致进入喘振状态。一旦进入喘振应立即加大流量退出喘振或立即停机。停机后，应经开缸检查确无隐患，方可再开动机器。