



任务 3.5 水源热泵机组的维护维修



知识目标

- (1) 认知水源热泵机组的典型结构与工作原理；
- (2) 认知水源热泵机组的运行参数特点；
- (3) 掌握水源热泵机组的正确操作方法；
- (4) 掌握水源热泵机组维护保养技术；
- (5) 掌握水源热泵机组常见故障的分析和维修方法。



能力目标

- (1) 能进行热泵机组的运行参数简单分析和处理；
- (2) 能进行热泵机组的日常运行管理；
- (3) 能进行热泵机组的日常简单维护保养；
- (4) 能进行热泵机组简单故障维修的逻辑分析；
- (5) 能进行热泵机组的简单故障维修处理；
- (6) 能协调厂商对机组进行全面维修。

引入思考

- (1) “热泵”是一种能从自然界的空气、水或土壤中获取低位热能，经过电力做功，提供可被人们所用的高位热能的装置，你知道水源热泵机组的工作原理吗？
- (2) 热泵机组的节能原理，你可以阐述出来吗？
- (3) 当机组采用水源热泵系统工作时，为什么需要要进行水源回灌工作？
- (4) 水源热泵机组自动化程度较高，除了要掌握一定的专业英语知识外，还要掌握一定的计算机知识和控制原理，试以温度控制为例说明其工作原理？
- (5) 当你遇到机组简单故障时，你知道该怎样开展维修工作吗？



地源热泵系统是利用浅层地能进行供热制冷的新型能源利用技术的环保能源利用系统。地源热泵系统通常是转移地下土壤中热量或者冷量到所需要的地方，还利用了地下土壤巨大的蓄热蓄冷能力，冬季地源把热量从地下土壤中转移到建筑物内，夏季再把地下的冷量转移到建筑物内，一个年度形成一个冷热循环系统，实现节能减排的功能。

地源热泵系统是以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、地热交换系统、建筑物内系统组成的供热空调系统。根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

地源热泵机组是一种采用循环流动于公共管路中的水、从水井、湖泊或河流中抽取的水或在地下盘管中循环流动的水为冷（热）源，制取冷（热）风或冷（热）水的设备；包括一个使用侧换热设备、压缩机、热源侧换热设备，具有单制冷或制冷和制热功能。地源热泵机组按使用侧换热设备的形式分为冷热风型水源热泵机组和冷热水型水源热泵机组；按冷（热）源类型分为水环式水源热泵机组、地下水式水源热泵机组和地下环路式水源热泵机组。人们习惯上把使用前者的空调系统称为水环热泵空调系统，而把使用后两者的空调系统称为地源热泵空调系统。



任务描述

1. 掌握地源热泵机组的各种形式及其应用。
2. 熟悉水源热泵机组日常开、停机的步骤。
3. 熟悉水源热泵机组维护保养得方法。
3. 掌握热泵机组的维修维护保养工作流程。

3.5.1 地源热泵机组的基础知识

地源热泵技术包含了抽地下水方式、埋管方式、抽取湖水或江河水方式等，如图 3-40 所示。

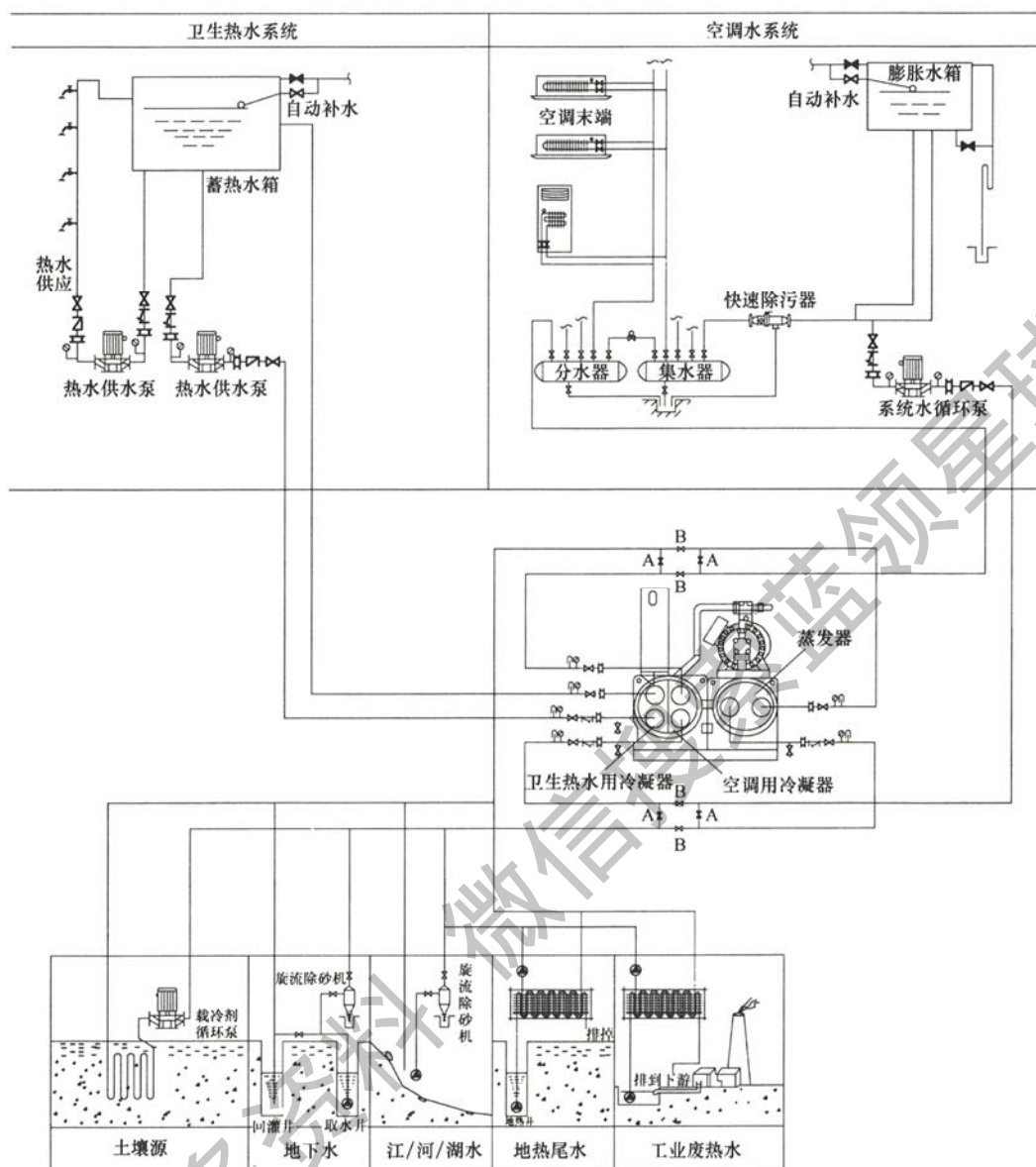


图 3-40 地源热泵系统图

地源热泵热源广泛，既可利用地下水、工业废热、生活及洗浴废水，又可利用取之不尽的海水等。机组在制冷、采暖的同时，可供应工业卫生热水，将空调制冷、采暖及供生活热水巧妙结合，具有高效节能、经济环保、安全稳定等特性，被誉为以节能环保为特性的 21 世纪的“绿色”技术。

地源热泵利用水与地能（地下水、土壤或地表水）进行冷热交换来作为水源热泵的冷热源，冬季把地能中的热量“取”出来，供给室内采暖，此时地能为“热源”；夏季把室内热量取出来，释放到地下水、土壤或地表水中，此时地能为“冷源”。

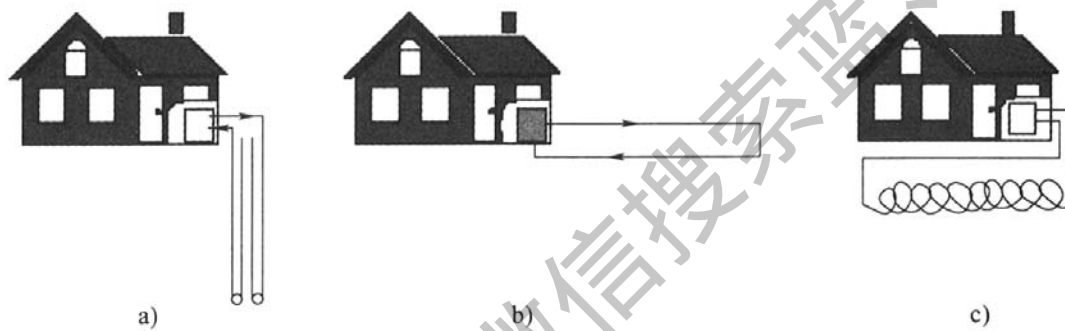
地源热泵供暖空调系统主要分三部分：室外地能换热系统、水源热泵机组和



室内采暖空调末端系统。水源热泵机组主要有两种形式：水-水式或水-空气式。三个系统之间靠水或空气换热介质进行热量的传递，水源热泵与地能之间换热介质为水，与建筑物采暖空调末端换热介质可以是水或室气。

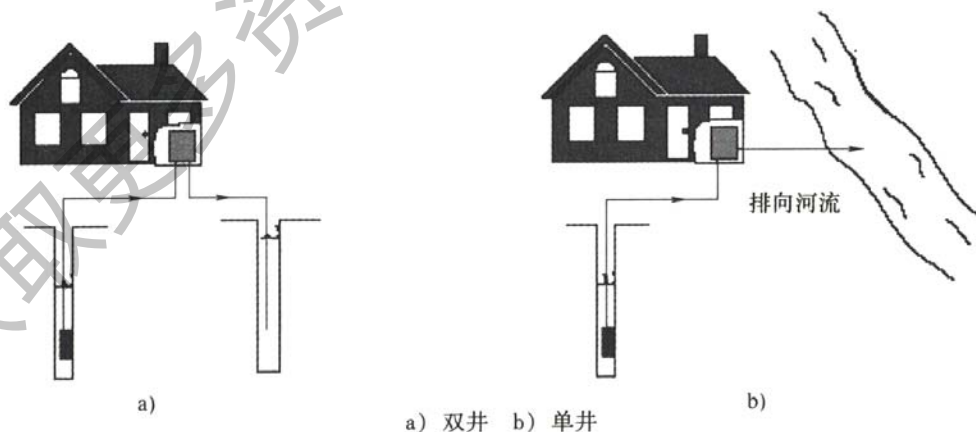
1. 地源热泵系统

以岩土体、地下水或地表水为低温热源，由水源热泵机组、地热能交换系统、建筑物内系统组成供热空调系统。根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统，如图 3-41、图 3-42 和图 3-43 所示。



a) 垂直埋管 b) 水平埋管 c) 蛇形埋管

图 3-41 土壤源（地埋管闭式系统）



a) 双井 b) 单井

图 3-42 地下水源（开式系统）

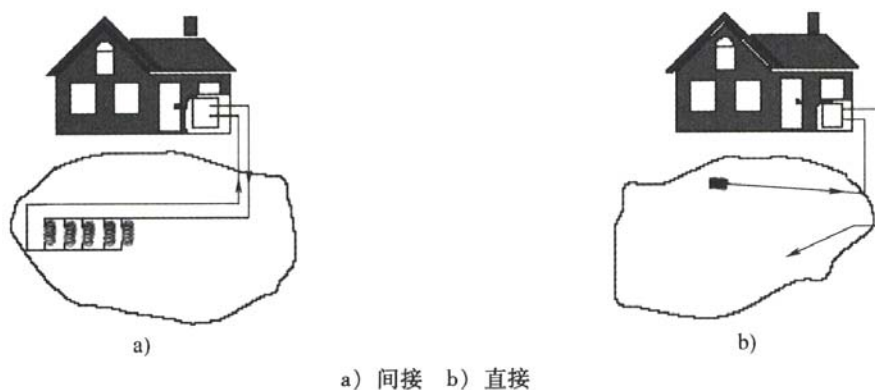


图 3-43 地表水源

对于制冷来说，地源热泵与常规冷水机组最大的区别是：空调系统的冷却水冷却变为地下水或土壤冷却。

地下水或土壤冷却有若干种方式，包括地埋管换热系统或地下水换热系统。地下水换热系统又分为直接换热和间接换热等。



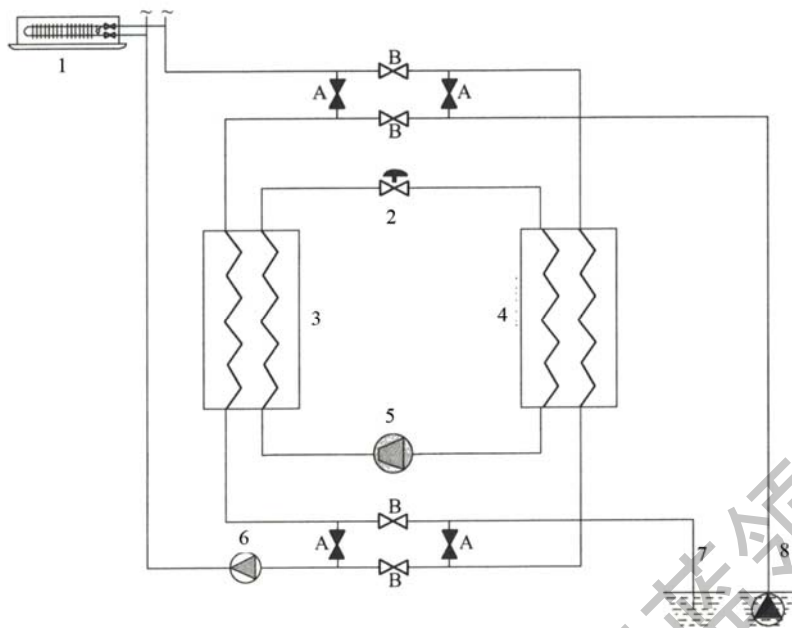
特别提示

水源热泵技术通过把存在与地球表面浅层地热能，例如地表水、地下水等所吸收的太阳能进行转化实现夏天向建筑物供冷、冬天向建筑物供热。根据其工作原理，在机组运行过程中必须要考虑水源使用的问题。

而且，在水源热泵系统工作的过程中不仅要重视其抽水的情况，还要注意水源回灌的情况。在水源回灌的过程中，除了要考虑回灌的水源的质量、温度、以及水量等基本问题外，还要考虑进行水源回灌时对地下水所造成的影响，要考虑回灌是否会破坏地下水水位的相对平衡，还要考虑是否会造成地面开裂或者沉降的现象。如果不进行水源回灌工作，则会造成局部地陷等自然灾害，更有甚者会破坏地球表面浅层地热能的平衡状态，带来严重环境问题。

2. 水源热泵机组

1) 以水或添加防冻剂的水溶液为低温热源的热泵，通常有水 / 水热泵、水 / 空气热泵等形式。我们国家常用的是水 / 水热泵机组。水源热泵的工作原理如图 3-44 所示。



1-末端装置 2-膨胀阀 3-冷凝器 4-蒸发器 5-压缩机
6-循环泵 7-热源水回水 8-热源水进水

图 3-44 水源热泵的工作原理

根据机组的工作原理图，在不同的运行季节，采取相应阀门的切换，实现末端管线的共用，这也是空调工程中普遍采用的方法。

①冬季制热时，阀门 A 开启、阀门 B 关闭，热源水被输送至机组蒸发器，将热源水中所含的热量传递给蒸发器另一侧的制冷剂。制冷剂在蒸发器中吸收热源水的热量由液态变为气态，进入压缩机被压缩成高温高压的气体后进入冷凝器，在冷凝器中由气态变为液态，将热量释放给冷凝器另一侧的空调水。空调水在冷凝器中吸收制冷剂释放的热量，温度升高后被输送到房间，通过空调末端系统释放热量进行供暖。

②夏季制冷时，阀门 B 开启、阀门 A 关闭，空调水吸收房间的热量后被输送至机组蒸发器，将此热量传递给蒸发器另一侧的制冷剂。制冷剂在蒸发器中吸收空调水的热量由液态变为气态，进入压缩机被压缩成高温高压的气体后进入冷凝器，在冷凝器中由气态变为液态并将热量释放给冷凝器另一侧的热源水。热源水进入冷凝器中带走制冷剂释放的热量。

1) 双冷凝器全热回收水源热泵机组。对于酒店、宾馆、餐饮等场所，主要以夏季制冷为主，同时还要求 24h 提供卫生热水。对照这种情况可以采用双冷凝器全热回收水源热泵机组，其外形如图 3-45 所示。

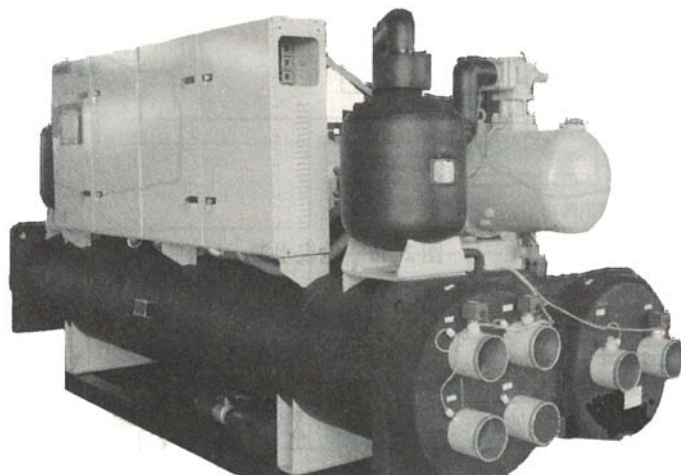
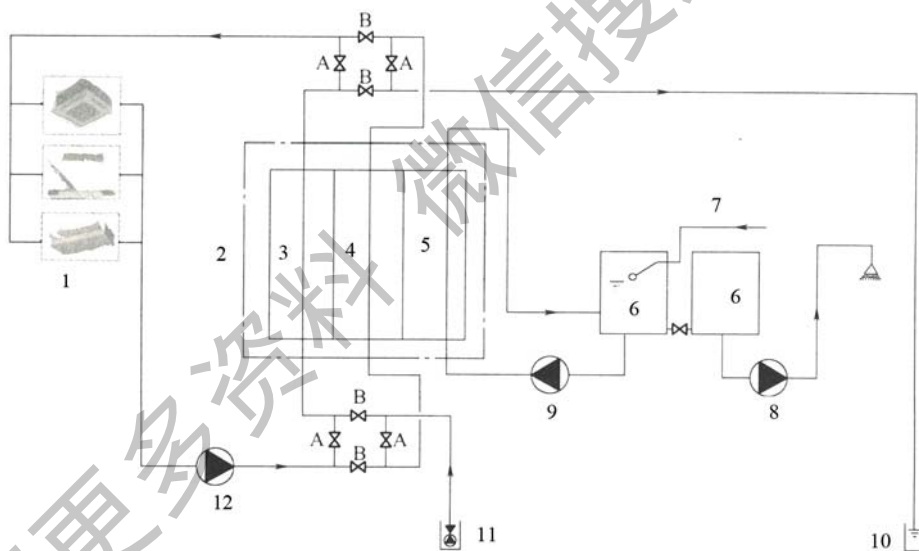


图 3-45 双冷凝器全热回收水源热泵机组外形

2) 双冷凝器全热回收水源热泵机组系统原理如图 3-46 所示, 该机组在制冷和制热的同时提供卫生热水。制冷时, 阀门 A 开、阀门 B 关; 制热和单制卫生热水时, 阀门 B 开、阀门 A 关。



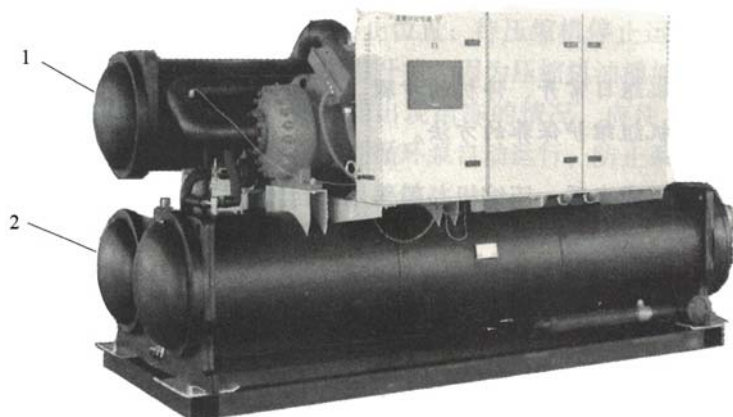
1-风机盘管 2-双冷凝器水源热泵机组 3-蒸发器 4-空调用冷凝器
5-卫生热水用冷凝器 6-蓄热水箱 7-自来水补水 8-热水供应泵
9-热水循环泵 10-回灌井 11-取水井 12-系统水循环泵

图 3-46 双冷凝器全热回收水源热泵机组系统原理图

3) 双蒸发器蓄冰水源热泵机组。双蒸发器蓄冰水源热泵机组外形如图 3-47 所示, 采用两个完全独立的蒸发器, 分别实现制冷与蓄冰, 一个蒸发器在夜间谷价电期间, 制取低温 (采用乙二醇冷媒), 完成蓄冰; 另一个蒸发器在白天参与制冷期间直接对系统水进行制冷。改变了传统蓄冰机组制冷期间必须先对乙二醇水溶液进行制冷, 再通过板式换热器与系统水进行热交换而导致运行费用较高的



缺点。



1-空调蒸发器 2-蓄冰蒸发器

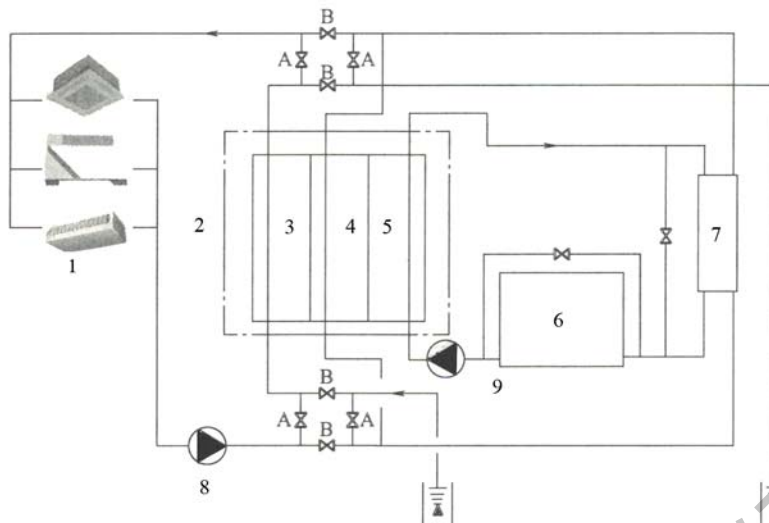
图 3-47 双蒸发器蓄冰水源热泵机组外形图

冰蓄冷主要用于电力负荷很低的夜间，采用机组制冷，利用蓄冷介质的显热或潜热特性，用一定方式将冷量存储起来。在电力负荷较高的白天，也就是用电高峰期，把存储的冷量释放出来，以满足空调或生产过程的需要。冰蓄冷的优点是：

- ①转移制冷机组用电时间，即转移电力高峰用电负荷。
- ②降低空调系统的运行费用（谷时电价比峰时电价低很多）。
- ③机组投资和耗电量减少（冰蓄冷空调系统的制冷设备和装设功率小于常规空调系统，一般小 30%~50%）。

热泵+冰蓄冷系统除了上述优势外，还解决了二者单独使用时的缺陷（冰蓄冷只能用于夏季制冷）。

双蒸发器蓄冰水源热泵机组系统原理如图 3-48 所示。制冷时，阀门 B 开、阀门 A 关；制热时，阀门 B 关、阀门 A 开。



1-风机盘管 2-双蒸发器水源热泵机组 3-冷凝器 4-空调用蒸发器
5-蓄冰用蒸发器 6-蓄冰槽 7-换热器 8-系统水循环泵 9-乙二醇循环泵

图 3-48 双蒸发器蓄冰水源热泵机组系统原理图



知识链接——地源热泵系统优点

1、高效节能，稳定可靠

地能或地表浅层地热资源的温度一年四季相对稳定，土壤与空气温差一般为 17 度，冬季比环境空气温度高，夏季比环境空气温度低，是很好的热泵热源和空调冷源，这种温度特性使得地源热泵比传统空调系统运行效率要高 40%~60%，因此要节能和节省运行费用 40%—50%左右。通常地源热泵消耗 1KW 的能量，用户可以得到 5KW 以上的热量或 4KW 以上冷量，所以我们将其称为节能型空调系统。

2、无环境污染

地源热泵的污染物排放，与空气源热泵相比，相当于减少 40%以上，与电供暖相比，相当于减少 70%以上，真正的实现了节能减排。

3、一机多用

地源热泵系统可供暖、制冷，还可供生活热水，一机多用，一套系统可以替换原来的锅炉加空调的两套装置或系统。

4、维护费用低

地源热泵系统运动部件要比常规系统少，因而减少维护，系统安装在室内，不暴露在风雨中，也可免遭损坏，更加可靠，延长寿命。

5、使用寿命长



地源热泵的地下埋管选用聚乙烯和聚丙烯塑料管，寿命可达 50 年。

要比普通空调高 35 年使用寿命。

6、节省空间

没有冷却塔、锅炉房和其它设备，省去了锅炉房，冷却塔占用的宝贵面积，产生附加经济效益，并改善了环境外部形象。

地源热泵系统的能量来源于自然能源。它不向外界排放任何废气、废水、废渣、是一种理想的“绿色空调”。被认为是目前可使用的对环境最友好和最有效的供热、供冷系统。该系统无论严寒地区或热带地区均可应用。可广阔应用在办公楼、宾馆、学校、宿舍、医院、饭店、商场、别墅、住宅等领域。

7、实现了水资源的循环利用

地源热泵热源的形式多样化，无论是干净清澈的地下水，资源量大而无法高效利用的海水，还是生活和工业生产废水，抑或者地表水，都可以高效的加以利用，实现太阳能量的转移。提高了水资源的循环利用率，一度解决了我国污水处理困难和淡水资源匮乏难题。同时避免了可再生资源的消耗，实现可持续绿色环保的发展战略。

3.5.2 水源热泵机组的运行操作与维护

水源热泵机组从组成来看，压缩机一般采用半封闭螺杆式压缩机，采用的各种设备和螺杆式冷水机组相同。

1. 螺杆式水源热泵机组正常运行参数

螺杆式水源热泵机组正常运行参数见表 3-16。

表 3-16 螺杆式水源热泵机组正常运行参数表

项 目	默 认 值	设 定 范 围
夏季出水温度	7.0℃	5.0~17.0℃
冬季出水温度	45.0℃	40.0~58.0℃
动作范围	1.0℃	0.5~5.0℃
压缩机预加热时间	240min	
夏季出水温度过低	2.0℃	
冬季出水温度过高	60.0℃	
压缩机再次启动间隔	300s	
温控周期	180s	30~250s
水流开关	10s	
排气温度过高保护	110.0℃	90.0~120.0℃



2. 日常开机步骤

- 1) 确认机房空气流通良好，环境温度不要过高。
- 2) 确认供电电压在 $(380 \pm 5\%)V$ 范围内，确认油温不低于 38°C 。
- 3) 开启井水管路阀门，启动井水泵，从除沙器的排污口排沙，至水清为止；开启供暖系统管路阀门，启动供暖系统循环泵，打开容器水侧排气阀，排出夹在水循环系统中的空气。检查水系统过滤器前、后压差，确认水流开关由断开转为闭合。
- 4) 合上断路器，将压缩机开关置于运行位置，触摸屏调至操作控制界面，置于运行位置；机组开始延时启动。
- 5) 机组启动后应检查蒸发压力与冷凝压力之差，若供暖系统水温过低，应手动调整供暖系统循环水量，使蒸发压力与冷凝压力之差在最短时间内达到 $4.5 \times 10^5\text{Pa}$ 以上（制冷剂为 R22）。
- 6) 对于双压缩机和四压缩机机组，有油平衡管路。故在机组运行过程中应仔细观察压缩机的油位，并有可能需要微量调节回油阀和出油阀，但每次调节量都应以 $1/8 \sim 1/4$ 圈为限。
- 7) 按机组运行纪录表进行记录，30min 记录一次，机组运行稳定时，可适当延长时间间隔，但出现异常时均需有详实的记录。

3. 日常停机步骤

- 1) 触摸屏调至操作控制界面，置于停止位置；待压缩机停止运行后，将压缩机开关置于停止位置；断开断路器，不要断开系统刀开关，因为压缩机油槽加热器需要保持通电。
- 2) 如果环境温度低，停机期间有可能出现结冻的情况，应使水系统处于自动运行状态。在空调水系统温度低于设定值时，空调循环泵自动运行，防止系统结冰；在水源水温度低于设定值时，潜水泵将自动运行，防止系统结冰。

4. 季节性开机的步骤

- 1) 检查线路的连接情况，查看压缩机接线盒、机组电控箱、机组配电柜、水系统控制柜内各个接点是否连接牢固，观察是否有掉线、烧毁的触点、老化的导线和损坏的元器件等。
- 2) 在启动前至少让压缩机加热器通电 24h，以便压缩机能够正常启动。



3) 打开压缩机排气管路上的手动排气截止阀; 关闭油平衡管路上的旁通截止阀。

4) 按日常开机步骤进行操作。

5. 季节性关机的步骤

1) 参照日常停机步骤。

2) 打开油平衡管路上的旁通截止阀。

3) 关闭压缩机的出油阀和压缩机吸排气管路上的手动截止阀。

4) 如果在季节性关机期间, 环境温度不会达到 0°C 以下时, 供暖系统水可以留在系统之中, 也可以放水; 如果环境温度可能会低于 0°C 时, 应将容器内所有的水排出。为避免余下的水腐蚀金属, 还要用高压空气将水吹干净, 同时要将系统循环泵断电。

5) 机组有潜水泵防锈死功能, 如果需要该功能, 打开地下水旁通阀门, 关闭地下水进入机组的阀门, 并且使机组控制回路和潜水泵处于供电状态。机组将按设定周期启动潜水泵, 短时间运行后自动关闭。

6. 机组的维护保养

1) 每月的检查。关闭机组, 打开主电控柜, 查看控制面板。观察是否有掉线、烧毁的触点、老化的导线等。重新启动机组并且检查各个控制参数, 查看制冷剂视液镜和制冷剂的充注量是否满足要求。由于振动和压力等原因, 机组使用一段时间之后, 可能在部分接头和螺栓处会出现少量油迹, 参照表 3-17 转矩设定值检查处理。

表 3-17 转矩设定值

连接部位	转矩设定值/ (N·m)	连接部位	转矩设定值/ (N·m)
压缩机地脚螺栓	200	机油过滤器接头	110
压缩机吸、排气阀	200	接线头螺栓	110
阀帽	200	针阀	80
压缩机清洁孔盖	110	加氟接口	110

2) 换热器的维护。蒸发器和冷凝器的表面热交换的效率是机组热效率的基础。水侧表面结垢主要来自水和地下水系统。对水进行处理可以减缓对表面热交



换的影响，但不能完全消除影响。

换热器表面结垢对热交换的影响可以通过记录在表中的满负荷性能数据来反映。从触摸屏上读取蒸发温度、蒸发器出水温度和冷凝温度、冷凝器出水温度。蒸发器传热温差=蒸发器出水温度-蒸发温度，冷凝器传热温差=冷凝温度-冷凝器出水温度。如果用这种方法得出的传热温差比机组初始运行记录的温差高 2°C 以上，则表明需要清洗换热器了。一般情况下，建议最久一年清洗一次换热器。如果水质较差的话，还要清洗得更频繁一些。

①制冷剂的充注。在机组运行期间，可以通过查看冷凝器的过冷度来判断制冷剂充注量是否合适。在所有运行条件下，冷凝器的过冷度都应为 $3\sim 8^{\circ}\text{C}$ ，蒸发器内应刚好见到液面（满液式）。

必须注意，制冷剂的充注不能过量。充注过量将会造成冷凝器的液体量过大，从而使冷凝压力增大。要添加制冷剂时，连接制冷剂罐和充注口之间的带有制冷剂充注量指示表的管道要先抽真空。在机组运行期间充注时，要慢慢地放出制冷剂罐内的气体。如果制冷剂罐内的温度高于蒸发器的温度，这就更有利于制冷剂罐内的制冷剂进入蒸发器。

②润滑油。润滑油的酸化会直接影响压缩机电机的使用寿命，故应定期检查润滑油的酸度是否合格。一般润滑油的pH值低于6时必须更换。若无法检查pH值，则应定期更换系统的干燥过滤器芯，使系统保持干燥。同时，定期更换压缩机油，可根据表2-25执行（运转期间，以每天运转16h计算）。

表 3-18 压缩机润滑油

压缩机排气温度	75℃以下	75~85℃	85~95℃	95~105℃	105℃以上
更换时间/h	10000	8000	4000	1500	500
更换周期（运转月数）	20	16	8	3	1

注意：使用机组标定的润滑油，不能加注不同型号的润滑油。

7. 水源热泵机组常见故障及解决方法

水源热泵机组常见故障及解决方法见表3-19。

表 3-19 水源热泵机组常见故障及解决方法



常见故障	可能产生的原因	解决方法
机组无法启动	<ol style="list-style-type: none"> 1) 断电 2) 无控制电压 3) 压缩机回路断路器断开 4) 低压继电器断电 5) 水流开关断开 6) 微电脑关机未复位 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查主刀开关和主电路断路器 2) 检查控制变压器熔丝 3) 闭合断路器, 如果跳闸, 检查压缩机 4) 检查供电 (电压过低, 相电压不平衡), 当问题解决后复位 5) 开启水泵, 检查水流开关 6) 复位
压缩机发出嗡嗡的声响, 但不能运转	<ol style="list-style-type: none"> 1) 电压低 2) 电源缺相 3) 起动机或接触器故障 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查主进线电压和机组电压。如果进线电压低, 应与电力公司联系; 如果进线电压正常, 增大电源线的线径。电压的波动不能超过压缩机铭牌所示电压的 10% 2) 检查熔丝和接线 3) 采用部分绕组启动方式时, 检查触点和延时是否正常
按复位键后压缩机仍不能启动	<ol style="list-style-type: none"> 1) 不需要制冷 (制热) 2) 计算机正在延时过程中 3) 电源保护器断开 4) 水流开关断开 5) 压缩机电闸开关未开 6) 接线有问题 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 供给负荷 2) 最多等 3min 3) 检查供电 (电压过低, 相电压不平衡), 当问题解决后复位 4) 开启水泵, 检查水流开关 5) 复位 6) 检查接线
压缩机过载	压缩机运行电流过高	检查电动机绝缘电阻, 复位过载保护继电器。检测压缩机运行电流, 不要超过 1.25RLA
油 (排气) 温过高	<ol style="list-style-type: none"> 1) 电动机线圈有问题 2) 电动机冷却不足 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查绝缘电阻 2) 慢慢地打开液体喷注阀
电动机温度过高	电动机线圈有问题	检查绝缘电阻, 先关闭压缩机开关, 再打开
吸气压力过低	<ol style="list-style-type: none"> 1) 蒸发器供液量不足 2) 制冷剂充注量不足 3) 蒸发器水侧结垢严重 4) 冷冻水流量不足 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 查看电子膨胀阀的开启度 2) 查看有关制冷剂充注的信息 3) 在满载或接近满载时, 检查蒸发器温差, 如果此时温差比水路清洁时高出 1℃, 则可能是由于污垢引起的, 应清洁管路 4) 测试冷冻水通过蒸发器后的压力降, 求出水流量。如果水流量太小, 检查冷冻水泵、阀门和过滤器
排气压力过高	<ol style="list-style-type: none"> 1) 冷却水流量不足 2) 冷却水进水温度过高 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 测试冷却水通过冷凝器后的压力降, 求出水流量。如果水流量太小, 检查冷却水泵、阀门和过滤器 2) 检查冷却塔
油槽中油位太低	压缩机油位太低	充注, 不报警即可
油位低关机	压缩机缺油	检查并充注
冰点报警	<ol style="list-style-type: none"> 1) 水温设置点设置得太低 2) 负荷波动太大 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 检查微电脑中出水温度的设置 2) 为了能够自动控制, 正常工作, 机组负载的增加必须降低到一个合理的速度
容量控制异常	压缩机加载/卸载	加载/卸载电磁阀阻塞



案例分析：电磁四通换向阀不换向故障维修

电磁四通换向阀不换向是个常见故障，其故障多表现为不制冷或不制热，分



析其发生原因大致如下：

1. 电磁阀电磁线圈烧毁。

切断电源，用万用表 R*1 档测量电磁线圈的直流电阻值和通断情况。用万用表测量四通阀线圈的电阻值。当电压为 220V 时，电磁阀的电磁线圈的电阻值约 700Ω(环境温度为 20 度)。若线圈电阻为零，说明线圈短路；若线圈电阻为无穷大，说明线圈已断路。

当测量的直流电阻值远小于规定值时，说明电磁线圈内部有局部短路。应更换同型号的电磁线圈。在更换时，应注意在没有将线圈套入中心磁芯前，不能做通电检查，否则易烧毁线圈。

2. 换向阀的活塞上泄孔被堵。

换向阀活塞上泄气孔直径只有 0.3mm.，孔前虽有滤网，如果制冷系统不清洁，很容易被堵，造成不能换向的故障。

对于这种故障先可进行如下处理：

反复多次接通，切断电磁线圈的电路，使换向阀连续换向，以便冲除污物。如仍冲不通，可拆下换向阀进行冲洗或更换电磁四通换向阀。

3. 换向阀活塞碗泄露。

将正在制冷的空调器的温度控制旋钮时针旋到底，使空调器停止工作，待 3min 后高、低压力趋于平衡，换向阀再通电。如此反复几次，如仍无效，只能更换新的电磁四通换向阀。

4. 换向阀右气孔关不严密。

电磁四通换向阀正常换向后，空调器运行处于制热状态。此时，换向阀右侧毛细管应该较冷，左侧高压毛细管应该较热。若左、右 2 根毛细管均变热，说明是换向阀的右气孔关不严密。处理办法是使电磁四通阀多次通电，如右气孔仍关不严密，只得更换新的电磁四通换向阀。

5. 制冷剂泄漏。

先导阀动作正常，主阀体不动作，说明四通阀换向所需的最低动作压力差没有建立起来，判断为制冷剂泄漏，使高、低压差减少，使得换向阀换向困难。对这一故障应进行查漏、补焊、抽真空和加注制冷剂等一系列处理。

6. 电磁四通换向阀上的毛细管堵塞。对于这种故障也可反复多次接通、切



断电磁线圈的电路，使换向阀连续换向，冲除污物。如仍冲不通，可以拆下冲洗或更换毛细管。

7. 压缩机故障。如冷凝器出风温度低，电磁四通换向阀上高压毛细管不烫，说明压缩机有故障，应视其压缩机故障情况，予以修理排除。

拓展专题

热泵用压缩机的特点和要求

在蒸气压缩式热泵系统中采用着各种类型的压缩机，其功能和工作原理与蒸气压缩式制冷系统中的同类压缩机是一样的。但是，热泵用压缩机往往严冬酷暑都要使用，每年累计的运行时间长，工况变化范围大，运行条件要比通常空调制冷用压缩机恶劣。所以，热泵用压缩机在结构、工艺上还必须满足用于热泵循环时的一些特殊要求。

1. 热泵用压缩机的工作温度范围更宽

热泵用压缩机的工作温度范围与空调制冷用压缩机的工作温度范围不同。以空气源热泵为例，其压缩机至少要在蒸发温度 $-15\sim+15^{\circ}\text{C}$ ，冷凝温度 $\leq 65^{\circ}\text{C}$ 下正常工作。其结果是压缩机工作的压比高，排气温度高，吸气密度小，质量流量下降。因此，热泵用压缩机必须根据其运行工况和条件作专门的设计，以保证其经济性和可靠性。

由于压比高，为提高容积效率，热泵压缩机应选用较小的相对余隙容积。由于压差大，在机械结构方面要加大轴承的支承面积和改进轴承材料，保护轴承中的承载油膜，减低磨损程度。还有，热泵要在十分宽广的温度范围工作，这必然会在某些工况下系统中出现过多的制冷剂。为此，必须要将此多余制冷剂贮存在适当的容器中。

封闭式压缩机中排气温度高容易引起内置电动机和压缩机过热的现象。必须在电机绕组内设置温度传感器或继电器，以达到可靠地保护电动机的目的。绕组也应该选用改进的高强度绝缘线和环氧浸渍工艺，以提高电动机的在高温时耐制冷剂—润滑油混合物的能力。有的热泵用全封闭式压缩机在其运行蒸发温度低



于约-4℃时，可以将一定控制量的液体制冷剂注入压缩机，以达到冷却内置电动机的目的。对于电动机靠吸气冷却的半闭式压缩机，由于吸入蒸气经过电动机后会有很大的过热，在大压比工况下采用一种被称为“按需冷却”的方法。当排气温度超过 143℃设定点后，可以向气缸周围吸气腔喷入一定量经精确控制的液体制冷剂，以冷却吸入蒸气使排气温度降低下来。当排气温度降到约 137℃时则喷液停止。

2. 热泵用压缩机的抗液击能力更强

在空气源热泵机组中，压缩机的工作方式往往供热、制冷交替使用。例如除霜过程的开始和结束时，系统要反向运行。在原冷凝一侧中所积聚的液体工质由于其中压力突然降低为吸气压力而会大量涌向压缩机的机壳，与其中的润滑油相混合后剧烈沸腾，导致过多的液体进入气缸，出现压缩机的液击现象。这会导致气阀、连杆的损坏和压缩机的不正常振动和响声。为此，必须要防止工质不受控制地进入压缩机，将此多余制冷剂贮存在适当的容器中。所以，在压缩机的吸气管和换向阀之间装设的气液分离器成为系统中必不可少的部件。

由于冬天装在户外的热泵用压缩机所处的环境温度较室内低，制冷剂将不断冷凝在压缩机的曲轴箱或机壳中，与润滑油混和在一起。压缩机所处的环境温度愈低，停机的时间愈长，则凝聚在曲轴箱或机壳中的制冷剂愈多，这就是所谓制冷剂在系统中迁移的现象。当热泵重新起动，曲轴箱中压力骤然下降，制冷剂—润滑油混合物沸腾发泡，容易引发压缩机液击和曲轴箱中失油的严重情况。为此，在热泵用压缩机的曲轴箱或机壳中必须装设适当功率的润滑油电加热器，并要求在压缩机开机前必须对润滑油进行充分长时间的加温，这样才能使液体制冷剂在润滑油中的溶解度维持在正常的范围内。

在热泵压缩机工作中，吸气流中可能带液滴的几率往往会大于制冷空调用压缩机。因此，要对活塞式压缩机舌簧阀中的阀片强度、吸气孔大小作专门设计，以确保承受一定液击的能力。

目前，在热泵机组中选用的压缩机类型有活塞式、滚动转子式、滑片式、涡旋式、螺杆式、离心式等，其中抗液击能力强的涡旋式压缩机和螺杆式压缩机应用越来越广泛。