

地源热泵技术(上)

地源热泵是一种利用地球表面浅层水源（地下水、海水、河水和湖水等）或地下水源（或地下土壤的热源）中的低品位热源，通过热泵、制冷循环，制取冷量供夏天空调使用，制取热量供冬天取暖使用的热泵机组。地源热泵制热要比常规的电制热或燃油、燃气制热经济，通常制取相同的热量，地源热泵的耗电量只有电热耗电量的 1/4 到 1/5。因此，地源热泵是一种节能的供热设备。

与常规的制冷、制热方式相比，地源热泵有很多优点：首先，它是一种可再生能源，对环境无污染。其次，地下水温比较稳定，不会由于环境气候变化而造成制冷、制热能力的下降。再有，机组效率高，换热器不存在冬天结霜、化霜的问题。目前，地源热泵空调已被认为是最具发展潜力的节能、环保空调技术。在国内许多建筑项目中得到应用。如国家大剧院、北京友谊医院、大连星海湾酒店、中关村华夏科技大厦、当代万国城、奥运村、北京龙熙顺景、北京爱家国际城购物中心、南京国际商城、重庆喜来顿酒店、北京大学奥运乒乓球馆等。

一、地源热泵的种类

地源热泵属于水源热泵的一种。按照国家标准 GB/T19409-2003 中的定义，水源热泵是一种用循环流动于共用管路中的水、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）水的装置。

地源热泵是使用地球表面及地下水层的水以及土壤为冷（热）源的热泵机组。按照冷（热）源类型的不同，它可分为下列几种：

1)、地表水热泵

地表水包括江水、河水、湖水、海水、水库水等。热泵与地表水的换热方式有开路循环和闭路循环两种。开路循环是用水泵抽取地表水在换热器中与热泵的循环液进行热交换，然后再排入水体。其优点是系统简单，造价低，缺点是水质较差时在换热器中易产生污垢，影响传热，甚至影响系统的正常运行。在寒冷地区，开路系统并不适用，只能采用闭路系统。闭路循环是把多组塑料盘管沉入水体中，热泵的循环液通过盘管与水体进行热交换。

这样，可以避免水质不良引起的污垢和腐蚀问题。但这种系统也受到自然条件的限制。此外，由于地表水温度受气候的影响较大，当环境温度越低时，热泵的供热量越小，而且热泵的性能系数也越低。一定的地表水体能够承担的冷热负荷与其面积、深度和温度等多种因素有关，需要根据具体情况进行计算。这种热泵的换热也需要考虑对水体中生态环境的影响。深水湖在夏季会产生温度的分层，湖底保持较低的温度，冬季湖面结冰后会限制湖水温度的下降。与其他型式的地源热泵相比，地表水热泵系统具有相对造价低廉、泵耗能低、维修率低以及运行费用少等优点。但是，在公共用的河道中使用时，管道或水中的其他设备容易受到损害。另外，如果湖泊过小或过浅，湖泊的温度会随着室外气候发生较大的变化，这就会产生制冷、供热能力及 COP 的降低。图 1 所示是闭路循环的地表水热泵系统。

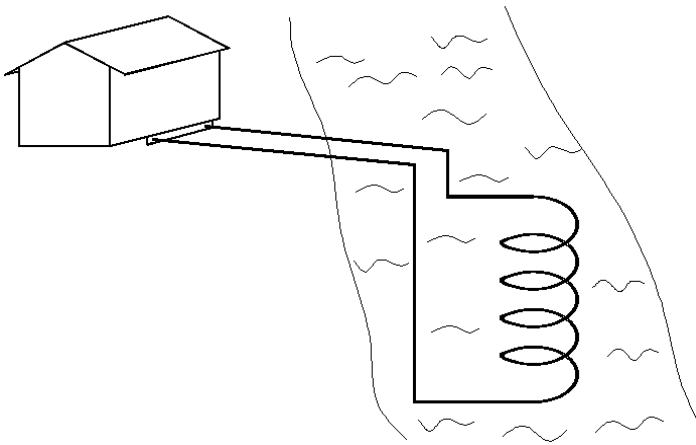


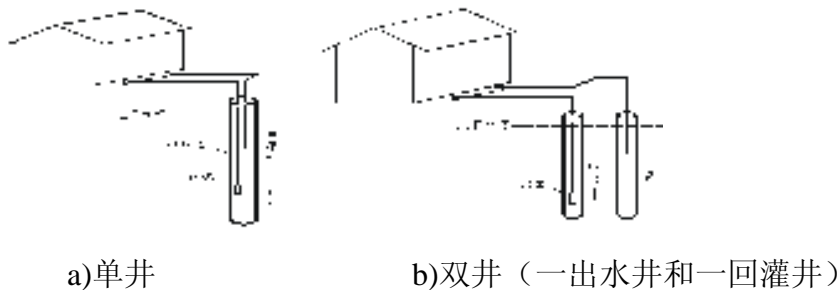
图 1 地表水热泵的闭式系统

2)、地下水热泵

地下水热泵系统的热源是从抽水井中抽取的地下水，经过二次换热或直接送至热泵机组换热，换热后的地下水可以排入地表水系统，但通常要求从回灌井把地下水回灌到原来的地下水层。水质良好的地下水可直接进入热泵换热，这样的系统称为开式环路。实际工程中更多采用的是闭式环路的热泵循环水系统，即采用板式换热器把地下水和通过热泵的循环水分隔开，以防止地下水中的泥沙和腐蚀性杂质对热泵的影响。由于地下水温常年基本恒定，夏季比室外空气温度低，冬季比室外空气温度高，且具有较大的热容量，因此地下水热泵系统的效率比空气源热泵高，COP 值一般在 4~4.5，并且不存在结霜等问题。最近几年地下水源热泵系统在我国得到了迅速发展。

地下水热泵系统的应用也受到许多条件的限制。首先，这种系统需要有丰富和稳定的地下水资源作为先决条件。通常 10,000 m² 的空调面积需要约 120 m³/hr 的地下水量。其次，地下水热泵系统的经济性还与地下水层的深度有关。如果地下水位较低，不仅成井的费用增加，运行中水泵的耗电量也增大，使系统的效率降低。此外，如过设计、施工不当，从地下抽出来的水经过换热器后很难再全部回灌到含水层内，造成地下水资源的流失。再者，如何保证地下水层不受污染也是一个难题。

常用的有单井和多井两种。单井系统在地下水位以上用钢套作为护套，直径和孔径一致。地下水位以下为自然孔洞，不加任何固井设施。典型孔径为 150mm，孔深 450m。多井系统是分别设抽水井和回灌井，两井之间保持一定的距离，抽水井和回灌井可定期交换使用。图 2 表示了两种地下水井的热泵系统。



a)单井

b)双井（一出水井和一回灌井）

图 2 地下水热泵系统

3)、土壤源热泵

土壤源热泵也称为地下耦合热泵。是利用地下岩土中热量的闭路循环地源热泵系统。它通过循环液（水或以水为主要成分的防冻液）在封闭地下埋管中的流动，实现系统与土壤之间的换热。地下耦合热泵系统有一个地下埋管换热器，其设置形式有水平埋管、竖直埋管和沟渠集水器式螺旋埋管三种。

a) 水平埋管

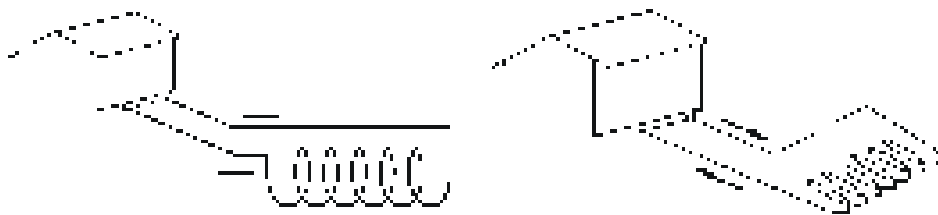
水平埋管主要有单沟单管、单沟双管、单沟二层双管、单沟二层四管、单沟二层六管等形式，由于多层埋管的下层管处于一个较稳定的温度场，换热效率好于单层，而且占地面积较少，因此多层管比较常用。单层管最佳深度 1.2~2.0m，双层管为 1.6~2.4m。

当室内负荷比较小,土壤换热器长度比较短时,可以把与单回路管子随开挖土方施工直接埋入地下.

当室内负荷比较大,土壤换热器长度比较长时,就有 1) 串联式水平埋管和 2) 并联式水平埋管和 3) 螺旋式(扁平曲线状和螺旋状)水平埋管等多种布置方式。如图 3 和图 4 所示。



图 3 水平埋管



(未完待续) 周子成