

生态住宅水源热泵空调系统技术经济分析

于璐

北京创新动能管理咨询有限公司

DOI:10.12238/jpm.v4i7.6128

[摘要] 为使建筑行业更好肩负起推动地区可持续发展的重要社会职责,在住宅建筑设计过程中应融入更多生态理念,配合使用水源热泵空调系统,最大限度节约建筑建设及运营期间的各类能源。针对以上背景,本文着重分析当下生态住宅水源热泵空调系统技术的经济效益。首先提出水源热泵空调系统概念,结合具体案例工程,阐述水源热泵空调系统设计方案以及各方案的经济性,以期充分发挥出水源热泵空调系统应用积极作用。

[关键词] 生态住宅;水源热泵空调系统;经济分析

Technical and economic analysis of ecological residential water source heat pump air conditioning system

Yu Lu

Beijing Innovation Kinetic Energy Management Consulting Co., LTD

[Abstract] In order to make the construction industry better shoulder the important social responsibility of promoting the sustainable development of the region, more ecological concepts should be integrated into the process of residential architectural design, combined with the use of water source heat pump air conditioning system, to maximize the saving of all kinds of energy during the construction and operation. In view of the above background, this paper focuses on analyzing the economic benefits of the current ecological residential water source heat pump air conditioning system technology. First of all, the concept of water source heat pump air conditioning system is put forward, combined with specific case engineering, the design scheme of water source heat pump air conditioning system and the economy of each scheme, in order to give full play to the positive role of the application of water source heat pump air conditioning system.

[Key words] ecological housing; water source heat pump air conditioning system; economic analysis

前言:

现阶段住宅小区设计工作多数以绿色、环保、节能为目标,通过在小区施工过程中使用绿色节能施工技术手段,选择节能性较强的水源热泵空调系统,最大限度节约工程实施全过程资源。传统空调系统冷热源主要由燃气锅炉与水冷电池冷机组组成,与水源热泵空调系统相比,虽然传统空调系统建设初期的投资成本低,但运行费用高、运行期间会浪费大量的电力资源,因此水源热泵空调系统的经济性更强,未来应用前景更为广阔。

1、概述水源热泵空调系统

1.1 水源热泵空调系统概念

水源热泵空调系统主要就是利用地下浅层地热资源,如地下水、土壤、表水等,设计出能够满足供热及制冷要求的高效节能空气系统。

水源热泵空调系统可通过输入少量电能,将低温位热能朝

向高温位热能转变。地热能可在冬季作为热泵供暖,在夏季作为空调冷源。经过实际测算发现,水源热泵消耗 1kw 热量,能够为建筑用户获得 4kw 以上的热量或者能冷量。

1.2 水源热泵空调系统工作原理

热量具有从高温端流向低温端的基本性能。热泵技术可将热量从低温端吸至高温端,具有热量提升功能,使环境介质存储的能量充分利用,在提高温位的同时,消耗的功率仅为直接供热量的 1/3 左右^[1]。水源热泵空调机组运行期间,可以使用地球浅表地热能中吸收的太阳能、地热能形成低位热能源,借助热泵原理输入少量高位电,在夏季利用制冷器蒸发将空调中的热量取出,放热给循环闭流的水中。在冬季借助制冷剂蒸发吸收封闭环流水内热量,将水中热量在冷凝器中放热给空调空间。

1.3 水源热泵空调系统基本结构

水源热泵空调系统主要包括室外地热换热系统、水源热泵

机组、室内采暖空调末端系统^[2]。水源热泵机在运行过程中主要采用水与水循环或空气与水循环方式,依靠水或空气中的换热装置进行热量传递。水源热泵及地热之间的换热介质为水,建筑物采暖空调末端换热装置可以是水或者是空气。

1.4 水源热泵空调系统应用优缺点

1.4.1 水源热泵空调系统应用优点

水源热泵主要就是地球水体存储的太阳能作为冷热源进行能量转换。地球表面土壤及水体是一个巨大的太阳能集热装置,吸收了近47%的太阳能辐射量。地表中的土壤及水能够使接收及发散的能量更为均衡,使清洁性可再生能源能够得到充分利用。

水源热泵机组的水体温度冬季可达到12~22℃,水体温度高于空气温度,热泵循环的蒸发热量提高,能效比就越高。夏季水体温度为18~35℃,水体温度低于空气温度,制冷下的冷凝温度降低,冷却效果会优于传统风冷式与冷却塔式空调机组,能源消耗量更少。

由于水体温度在一年中的波动较小,将其作为热泵空调系统的运行能源,能够使热泵机组月性更加稳定可靠,进一步提高了系统运行期间的效率与经济性^[3]。

水源热泵空调系统主要使用能源为电能,电能也属于一种清洁性能源,使用过程中不会产生对生态环境造成严重不利影响的污染物。同时,水源热泵空调机组的电力消耗量比空气源热泵空调技术的电力消耗量更少,生态效益更加显著。

不仅如此,水源热泵空调系统能够按需控温,系统运行期间的灵活性更强。建筑用户可以按照自身需求灵活控制室内温度以及风机转速,能够更好满足不同独立式的住宅建筑。水源热泵全部能源为电能,空调排热后会进入到地下用于冬季供暖,不会对周边小环境造成严重污染。水源热泵系统更便于热量计算,物业公司可以根据实际消耗用电量,向用户收取费用,更好解决了采暖及空调收费等问题。

1.4.2 水源热泵空调系统应用缺点

水源热泵空调机组虽然能够充分利用水资源,但在工程建设过程中,不同水资源的应用成本巨大,需要在不同地区找寻出适宜的水源。水源热泵空调机组在建设过程中也会受到水从地理结构限制,在下水回抽使用过程中需要着重考虑地质结构属性,确保后尾水的回灌能够实现。

由于不同地区的能源政策、燃料价格存在一定差距,水源基本条件不同。向投资及运行费用也会随用户的需求发生更改,因此在建设水源热泵空调系统过程中,还需要注重分析不同建筑工程的水源热泵空调经济效益。

2、工程概况

本文以某生态住宅建筑工程为例,该工程设计理念主要为探索健康、生态、舒适及节能的住宅小区,实现节能、节水、节地、节材、污染治理目标^[4]。工程总面积约95,000平方米,住宅面积48,500平方米,住户数480户。

水源热泵系统在冬季运行过程中,主要借助板式换热装置

河中吸收能量,借助热泵系统的冷凝装置加热空调系统循环水,向用户供给热量;在夏季运行过程中,主要借助板式换热装置向盆中排出热量,借助热泵系统的蒸发装置吸收空调系统内循环水热量,维持室内环境温度。

由于冬季靠近小区建筑周边的水体温度低,为进一步提高换热效率,直接使用自然水体与板式换热器换热。为获得更低蒸发器温度值,在水源热泵空调系统中还使用了乙二醇溶液。

3、生态住宅水源热泵空调系统可行性分析

案例生态住宅小区紧靠丰富资源,水资源表面开阔。结合最低与最高水位实际情况,引水管的取水口位置不会对航道造成影响,为水源热泵空调系统带来了丰富的动力资源。住宅小区周边还有一条通向自然水源的排水明渠,可以利用明渠直接向自然水体中排水,系统建设期间的后资料能够进一步减少。

结合工程所在区域气候条件、水文环境,夏季自然水体的最高温度为8月,平均温度为27.6~28.0℃。换热器在运行过程中具有5℃的温度差,因此热泵基础的出水温度值不得超过38℃。结合热泵机组技术需求,冷却水供水温度可直接影响到夏季热泵机组的制冷效果^[5];冬季自然水体的低温度为2月,平均温度仅为5.6~6.7℃。结合换热器2℃,温差要求,热泵机组冬季的进水温度不得超过3.6℃。结合冬季热泵冷冻水的进口温差,热水泵机组的出水温度在少于-1.4℃情况下,需要在循环水中增加防冻液。

由于周边自然水体中的泥沙、水藻等杂质含量较多,水面与空气直接接触。水中的含氧量高、腐蚀性更强。将地表水直接输入到热泵机中进行换热处理,水中的杂质极有可能堵塞热泵机,导致热泵机极易出现故障问题,运行寿命缩短,后续维护成本提升。换热器在结构的情况下也会堵塞管路,造成巨大安全隐患。为保障换热器换热效果,在设置水源热泵空调系统过程中,将自然水与冷凝器或蒸发器的水管水使用热交换器分隔。换热器借助小温差换热方式运行,确保水源热泵机组能够始终处于安全稳定运行状态。

由此可见,通过分析工程所在区域地理位置、水文条件特征发现,工程所处周边的水资源优越,将大型水源热泵机组作为生态住宅小区中的水源热泵空调冷热源,具有一定的技术可行性。

4、生态住宅水源热泵空调系统经济性分析

结合住宅小区建设特征,冬季及夏季的水源热泵机组需要承担起空调负荷量。夏季水源热泵空调系统的末端会提供7~12℃的冷冻水;冬季水源热泵空调系统的末端会提供40~50℃的热水。水源热泵空调系统经济性分析主要就是系统的初期成本及运行费用与常规空调系统的投资及运行费用进行比较。其中,常规空调系统主要由电制冷与燃气锅炉组成。

4.1 生态住宅水源热泵空调系统的设计参数

因住宅小区建筑设计以生态性为主要理念,单位建筑面积的热负荷量设定为每平方米40W,冷负荷量设定为每平方米45W。经过计算后的水源热泵空调系统设计冷负荷量为2624.4

kW, 设计热负荷量为 2332.8kW。

4.2 设备选型与初投资计算

水源热泵空调系统。在该工程水源热泵空调系统内部配备了两台水源热泵机组。单台使用热泵机组的制冷量为 1312kW, 制热量为 1257kW^[6]。热泵空调系统进行缓解, 配备了水源热泵机组、复合循环用板式换热器、河水用板式换热器、乙二醇泵、板换一次与二次侧负荷循环泵、河水泵、钠离子交换装置、软化水箱、膨胀水箱与自动反冲洗过滤器。在水源热泵机组中还涉及工程建设, 包括河水构筑物、引水管道、安装费用、自控费用等, 总合计成本约 531.22 万元。

燃气锅炉加冷水电制冷机组系统。常规空调系统内配备了 2 台螺旋式冷水机组用于夏季供电; 2 台燃气锅炉用于冬季供暖。为满足空调运行需求, 系统内还有冷却水泵、冷却塔、热水循环泵、钠离子交换器、软化水箱、膨胀水箱。系统运行还需配备燃气管道及其相关设施, 投入费用约 416.62 万元。

4.3 系统运行费用分析

水源热泵空调系统与常规空调系统的运行费用都需要按照冬季及夏季两个季节分别计算。夏季空调系统每日约运行 18 小时, 共运行 150 天; 冬季空调系统每日运行 18 个小时, 共运行 90 天。设备共同使用系数为 0.8。

通过分析当地电价政策, 不同时间段的用电费用不同, 天然气为每立方米 2.2 元。每年空调热泵机组夏季运行及冬季运行费用相加共 123.84 万元, 每年常规空调机组夏季运行及冬季运行费用相加共 152.38 万元。

4.4 不同空调系统经济比较

从初投资角度分析, 水源热泵空调系统建设初期的投入费用比常规空调系统建设初期的投入费用高约 114.6 万元; 从单位建筑面积初投资角度分析, 水源热泵空调系统单位建筑面积初投资费用比常规空调系统高约 19.68 万元; 从年运行费用角度分析, 水源热泵系统与常规空调系统的年运行费用低 28.54 万元, 单位建筑面积年平均费用低 4.91 万元。

水源热泵空调机组的期为 4 年, 在水源热泵空调方案投资回收期过后, 每年可为业主节省的运行费用为净利润。结合系统 15 年运行寿命, 水源热泵空调系统共产生的利润为 334 万元。且水源热泵系统运行稳定性强, 实际运行期间所需使用到的设备维护及更新费用较少, 维护成本更低。

5、生态住宅水源热泵空调机组系统建设要点

5.1 水源热泵空调系统对环境的影响

通过分析水源热泵空调系统运行原理以及运行优势, 发现在空调系统运行主要就是对自然水体的热量进行提取与转化, 在实际运行过程中应当严格禁止对自然水体进行任何化学处理。去除自然水体中的杂质, 应当使用过滤、沉淀与加热冷却等物理处理手段, 避免水源热泵空调系统运行对自然水体造成严重污染。

5.2 水源热泵空调系统建设要点

水源热泵空调系统运行期间的效率高、生态节能性强。现阶段水源热泵空调系统的技术更加成熟, 逐步趋向于产业化方向发展。在案例中的生态小区集中空调系统冷热源周边具有丰富的自然水资源, 技术可行性及经济效益能够得到根本上保障。

在水源热泵系统运行过程中, 水源的水体积仅能够使用过滤、沉降或者加热冷却等物理处理方式, 避免对自然水体造成污染。在条件允许的情况下可以配备过滤与除氧防腐设施, 进一步延长水源热泵及空调系统的运行寿命。

要求在自然水体中修建引水管或者其他构筑物应当征得相关部门同意, 在设计构筑物过程中, 也应当尽量使构筑物的风格与周边景观相互协调。

通过分析现有水源热泵空调机组运行情况, 发现机组夏季制冷的运行工况良好, 但冬季供热过程中经常会存在大流量小温差问题。由于冬季自然水体温度较低, 技术性能有待提升, 在未来水源热泵空调机组运行过程中还需要严格遵循节水节能原则, 积极使用大温差、小流量施工技术, 进一步提高冬季空调系统的热热水出水温度值, 确保空调机组能够在改善用户生活环境中发挥出重要作用。

总结:

总而言之, 现阶段水源热泵空调系统已然成为生态住宅建筑行业发展重要趋势。通过高效运行水源热泵空调系统, 能够有效减少高品位电能资源, 确保低温热位稳步朝向高温热位方向转移, 为住宅建筑用户提供更加舒适的居住环境。为进一步提升水源热泵空调系统的推广度及普及率, 还应当保障系统运行稳定性的前提下节约前期建设成本, 制定出专项可行的水源热泵空调系统安装及运维方案, 确保水源热泵空调系统能够在推动我国建筑行业可持续发展过程中发挥出重要作用。

[参考文献]

- [1]王天任,李瑞霞,李骥飞,李蕾.基于层次分析法的长江水源热泵空调系统适宜性研究[J].云南化工,2023,50(01):90-94.
- [2]王海强.浅析某酒店水源热泵空调系统水资源论证要点[J].地下水,2022,44(06):53-56+154.
- [3]胡建新,邓俊敏,刘煜,齐月松.某办公楼水源热泵空调系统诊断调试及改造分析[J].房地产世界,2022(07):128-130.
- [4]任玉成,黄星智,李靖,汪秋刚,额热艾汗,王蒙.水源热泵在水面光伏升压站中的应用及经济性分析[J].资源信息与工程,2020,35(05):145-147+152.
- [5]苟文诗.成都市某商业建筑污水源热泵空调系统能耗模拟与节能分析[J].科学技术创新,2019(27):128-129.
- [6]冯小平,熊占野.生态住宅水源热泵空调系统技术经济分析[J].住宅产业,2010(10):72-74.