

# 智慧建筑中地源热泵供暖系统的应用研究

## The Application of Ground Source Heat Pump Heating System in Intelligent Building

陈淑静

CHEN Shu-jing

(郑州商学院建筑工程学院)

(School of Civil Engineering Zhengzhou Business University)

**【摘要】** 文章研究智慧建筑中地源热泵供暖系统的应用。通过安装供暖输配系统控制器,克服系统环路中的压力损失,选择零压差控制点,控制所有热用户的节流阻力损失,在智慧建筑中开启供暖系统机组,实现智慧建筑中地源热泵供暖系统的应用。通过3次实验检测,本系统在24h应用中最高耗能15.35kW·h,最低耗能12.91kW·h,平均耗能14.34kW·h,在智慧建筑应用中能源消耗程度较为稳定,耗能低,实用性好。

**【Abstract】** This paper studies the application of ground source heat pump heating system in smart building. Through the installation of heating transmission and distribution system controller, the pressure loss in the system loop can be overcome, the zero pressure difference control point can be selected to control the throttling resistance loss of all heat users, and the heating system unit can be turned on in the smart building to realize the application of ground source heat pump heating system in the smart building. Through three times of experimental detection, the highest energy consumption of the system in 24-hour application is 15.35/kw. h, the lowest energy consumption is 12.91/kw. h, and the average energy consumption is 14.34/kw. h. In the application of intelligent building, the energy consumption is relatively stable, low energy consumption and good practicability.

**【关键词】** 智慧建筑;地源热泵;应用研究

**【Keywords】** intelligent building; ground source heat pump; application research

**【基金项目】** 郑州商学院2020年度校级科研基金项目:基于地源热泵取暖系统的高校绿色节能建筑研究,项目编号:2020-XJYB-068

中图分类号:TU83;TU855

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2021.10.056

## 1 引言

由于当今社会经济发展迅速,智慧建筑已经走进人们的生活中,许多办公楼、学校、医院和住宅等都已经成为智慧型建筑。智慧建筑是一种计算机技术、生物识别技术、多媒体技术等多种现代技术与现代建筑相结合的新型建筑,通过对建筑的监测与管理,优化建筑环境,满足人们对建筑安全、舒适、便捷的现代化要求。因北方冬季较为寒冷,北方城市在冬季对于供暖的需求与日俱增。北方以燃煤、燃气为主要的供暖方式,通过煤炭燃烧和天然气燃烧加热冷水,然后输送至各房间暖气片中,在燃烧过程中会产生一氧化碳、二氧化碳和二氧化硫等污染物,这些污染物的排放导致北方空气污染日益严重。于是,地源热泵供暖系统走进了人们的视线。

## 2 智慧建筑中地源热泵供暖系统的应用

### 2.1 地源热泵供暖系统工作原理

地源热泵供暖系统作为一种新型的供暖系统,在使用过程中产生的污染物极少,具有能量利用率高、使用方便等性能,对环境保护有重要意义。

地源热泵系统也称为地下水源热泵系统,其原理是将含有地下温度的水通过循环泵进行抽取作业,通过输入少量的能源实现低温向高温的转移。但是大量的地下水减少将会导致地下水位出现不平衡现象,进而对地上的建筑物产生危害<sup>[1]</sup>。若想避免这一问题的出现,并且保持常年稳定的运行,则需要冬季从地下温度场提出的热量,与夏季向地下温度场回灌的热量保持平衡状态。

### 2.2 安装供暖输配系统控制器

集中供热系统热力管网是连接热源和热用户的重要结构<sup>[2]</sup>,管道中管径和摩擦比与阻力泵的大小决定了循环水泵扬程的选择。循环水泵提供使系统循环的动力,克服系统环路中的压力损失,通过板式换热器进行热交换。供热系统的水电计算如下:

$$H = \frac{Q_n}{o(l_i - l_h)} \times 3600 = \frac{0.72Q_n}{(l_i - l_h)} \quad (1)$$

公式(1)中: $H$ 为管网中各管段的流量参数,单位t/h; $Q_n$ 为根据热用户设计的热负荷,单位W; $o$ 为供暖热水管路系统中水的比热,单位 $^{\circ}\text{C}$ ;  $l_i - l_h$ 为管路系统中的供回水温度差,单位 $^{\circ}\text{C}$ 。

### 2.3 选择零压差控制点

在传统的分布式变频供暖系统中,一

般将供回水压力相等的点定义为零压差控制点。选择最优的零压差控制点,使系统以最小的输配电能耗达到最理想的供热效果。零压差临界点是指当系统的给水以及回水压力管路在供热总管的某一特定点相交时,水泵提供的功率可以克服支管的阻力损失<sup>[3]</sup>。供热输配电系统运行消耗的能源最少,可满足供热需求。但实际工程中很难找到零压差的临界点,临界点的大致位置只能通过水力图的分析来确定。具体的零压差控制点位于用户处的水泵参数,如下表1所示。

表1 零压差控制点位于用户处的水泵参数

项目	主循环泵	热用户支路5泵	热用户支路6泵
扬程/m	15	3.6	7
流量/t/h	365	84	65
功率/kW	27	0.6	1

智能建筑的系统架构基于物联网感知层、网络层、应用层本身的需求进行定制。物联网识别层由各种传感器、二维码标签组成<sup>[4]</sup>。为了使系统最大限度地减少输配电能耗,选择一个最优的零压差控制点,无节流阻力损失<sup>[5]</sup>。

#### 2.4 智慧建筑中开启供暖系统机组

供暖系统机组开启前,首先检查各种安全装置和继电器的额定值是否符合设计规定并正常运行。在间接太阳能热水系统中,考虑到流动阻力和传热效率,这种换热器需要与储热水罐组合,所以我们决定选择盘管换热器,应当选择铜管。太阳能供热系统换热面积,如公式(2)所示:

$$R_{si} = \frac{Q_z}{\varepsilon M_{si} t_o} \quad (2)$$

公式(2)中: $R_{si}$ 为集供热系统换热器面积,单位为 $m^2$ ;  $Q_z$ 为即热系统与水箱换热参数值; $\varepsilon$ 为换热器结垢修正参数值; $M_{si}$ 为水箱热损失,单位为 $kWh$ ;  $t_o$ 为换热器盘管压力损失,单位为 $MPa$ 。运行后,首先测试各设备是否有噪音,现场控制器能否实现自动控制,各设备的启停延时是否可以实现自动化。根据天气影响,设计蓄热系统必须考虑蓄热问题。通过水温的升降来储存和释放热量。水具有良好的流动性和传热性,并且价格低廉,有相对较低的热膨胀系数和粘度。因此,本项目采用水作为蓄热介质。

### 3 采暖效果数据分析

#### 3.1 实例分析

选择郊区正在施工的某智慧建筑作为本次采暖试验效果分析的对象。该建筑面积 $1615.94m^2$ ,南北朝向,共四层,地上三层,层高 $3m$ 。在智慧建筑的每一层地面铺设供热管道。如图1所示。

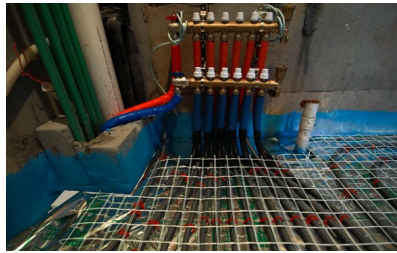


图1 智慧建筑地源热泵供暖系统施工现场

施工前先检验地埋管换热器的防冻液、埋管长度位置、水温差是否符合工程的合格鉴定,出具鉴定报告。

具体试验台水泵参数,如表2所示。

表2 试验台水泵参数

水泵的位置	流量/ $m^3/h$	扬程/m	功率/w
主循环泵	8	25	750
热用户泵	0.065	7	80

#### 3.2 采暖效果

各种供热系统的能效主要是指加热系统热效率,这是供暖系统是否节能的重要指标。使用文中地源热泵供暖系统后,实际供暖面积为 $1255m^2$ 。建筑外墙传热系数为 $0.63W/(m^2K)$ ,外墙采用 $65mm$ 泡沫聚苯乙烯板进行隔热。方案根据建筑的应用特点和周边环境进行了针对性的优化,供暖系统节能分析中最直观的指标是系统综合能耗,为了检测地源热泵供暖系统的综合能耗,设置每次测试系统分别运行 $24h$ ,统计实验数据并分析实验结果,如表3所示。

表3 地源热泵供暖系统能耗  $kW \cdot h$

水泵位置	第1次测试	第2次测试	第3次测试
主循环泵	2.5	2.6	2.4
用户1	1.15	1.21	1.03
用户2	1.18	1.25	1.01
用户3	1.26	1.28	1.04
用户4	1.32	1.36	1.06

续表

水泵位置	第1次测试	第2次测试	第3次测试
用户5	1.27	1.32	1.10
用户6	1.06	1.13	1.09
用户7	1.49	1.57	1.16
用户8	1.04	1.18	0.93
用户9	1.23	1.36	1.07
用户10	1.27	1.09	1.02
总计	14.77	15.35	12.91

通过观察表2数据可知,文中系统第一次测试, $24h$ 总计耗能 $14.77kW \cdot h$ ;第二次测试,总计耗能 $15.35kW \cdot h$ ;第三次测试总计耗能 $12.91kW \cdot h$ 。可以看出本文设计的地源热泵供暖系统综合能耗较低,为智慧建筑中地源热泵供暖系统,提供参考依据。

### 4 结语

以地源热泵供暖系统为研究对象,重点研究地源热泵供暖系统在智慧建筑中的应用。本文设计的地源热泵供暖系统在冬季采用先进的通过板式换热器进行热交换,以垂直埋管地下换热器来传输热泵单元热交换到室内。通过实验数据分析,系统在实际应用中 $24h$ 的总计耗能大约 $14.34kW \cdot h$ ,综合能耗较低,实用性强,体现了智慧建筑的绿色节能的特点。

### 参考文献

- [1] 李金华. 地源热泵系统助力碳中和——以北京地区为例[J]. 节能与环保, 2021(5):30-31.
- [2] 郑煜鑫, 赵帅, 李洁. 太阳能与空气源热泵复合式供暖系统在西安地区的应用特性分析及评价[J]. 太阳能, 2021(2): 36-43.
- [3] 王文涛, 李先庭, 胡平放. 空气与土壤复合源热泵在北方地区的匹配设计模拟分析[J]. 制冷学报, 2021, 42(2):61-68.
- [4] 李婷, 惠芳芳, 石娟玲. 浅谈空气源热泵在既有建筑供暖系统改造中的应用[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(1):82-83.
- [5] 戴春祥, 夏焱, 韩伟, 等. 空气源热泵双末端系统冬季供暖性能试验研究[J]. 南京师范大学学报(工程技术版), 2020, 20(4):10-15.