

某公共建筑冷热源方案比选及优化设计

高媛, 崔萍, 苑文会, 李蕾

(山东建筑大学热能工程学院, 济南 250101)

[摘要] 针对济南某公共建筑, 将纯地源热泵系统与有辅助冷热源的复合式地源热泵系统进行初投资和运行费用的分析与比较, 最终发现采用有辅助冷热源的复合式地源热泵系统不仅可解决地下冷热不平衡的问题, 还可减少运行费用, 更具经济性。并在确定冷热源方案后对该系统冷热源机房及室外地埋管布置进行优化设计。

[关键词] 地源热泵系统; 复合系统; 运行费用; 优化设计

[中图分类号] TU 831

[文献标志码] A

[文章编号] 1001-523X (2017) 03-0153-02

Comparison and Optimal Design of Cold and Heat Source Plan for a Public Building

Gao Yuan, Cui Ping, Yuan Wen-hui, Li Lei

[Abstract] Through analysis and comparison of the single ground source heat pump system and the hybrid ground source heat pump system coupled with cold and heat source for a public building in Ji'nan, we found that the hybrid ground source heat pump system with auxiliary cold and heat source is a better choice finally. The hybrid system not only can solve the problem of the imbalance of the underground, but also can reduce the operating costs. The hybrid system is more economical and with better effects compared with the single ground source heat pump system. After determining the cold and heat source plan of the building, the cooling and heat source machine room of the system and the layout of the outdoor underground pipe are optimized designed.

[Keywords] ground source heat pump; hybrid system; operating cost; optimal design

建筑节能和环保是贯彻可持续发展战略的重要组成部分, 而建筑能耗又以暖通空调能耗为主, 其占建筑总能耗的30%~50%, 在采暖和制冷过程中, 同时伴随着大量的有害气体和热污染排入大气, 使环境恶化^[1]。地源热泵是一种利用地下浅层地热资源其高效节能环保型空调系统既能供热又能制

冷, 地源热泵空调系统的应用, 不仅有助于改善居民的室内热环境, 也有利于节约住宅建筑能耗, 进一步提高人们的居住品质^[2]。地源热泵虽有高效节能、稳定可靠、污染物排放少、维护费用低、使用寿命长及节省空间等优势, 但其在应用中也有一些突出问题, 如地下冷热不平衡, 地埋管占地面积大, 初投资高等, 这些问题限制了地源热泵系统的应用与发展。为使土壤温度能保持一个基本稳定的状态, 维持地源热泵系统的优势, 复合式地源热泵系统的使用已日益普及。复合式地源热泵系统即把地源热泵系统与其他形式的加热或散

收稿日期: 2016-09-12

作者简介: 高媛 (1991—), 女, 山东泰安人, 主要研究方向为建筑节能与能源优化利用技术方向的研究。

3.2 制订地基基础检测的安防措施

地基基础检测过程中, 危险要素多, 降低了地基基础检测的安全性、合理性。为此需要加强安全防护工作的全面落实, 保证检测工作的顺利进展。(1) 加强安全检测规范制度的建设, 建立管理权限、安全管理责任制, 将对应各项工作内容落实到个人, 加强部门间的配合处理, 保证安全检测体系的强化, 起到有效预防地基基础检测隐患的目的。(2) 对检测人员进行严格的教育培训管理, 增加其安全理念、防范技能措施等要素。(3) 地基基础检测操作中, 需要加强安全验收制度的执行, 对检测现场进行严格的检测分析。地基基础检测中, 加强安全、巡查员的管理, 避免检测操作不规范引起的危害, 对重点防护区域的作业环境需要加强控制管理, 保证安全效果满足检测要求。

3.3 技术规范强化处理

如借助 JGJ 106—2014《建筑基桩检测技术规范》的内容进行检测方法的优化, 对检测范围、检测方法进行规范处理, 对该方法的适用范围、相互关系进行明确分析。工程经验表明, 桩身质量一般与承载作用相关度较大, 承载能力强, 对应桩基的稳定性会相应快速提高, 若承载强度不足, 对应桩基的稳定性将会明显降低。

3.4 检测人员作业能力的提升

地基基础检测人员中, 需加强职业道德、专业能力的提升。必要时需要将相关检测人员的业务能力当做考核对象, 定期进行考核培训处理。在岗人员需要进行定期专业培训操作, 一

般包括两个方面内容: (1) 检测人员技术水平的培训中, 加强对相关法律法规、指导性文件的处理, 通过对国家标准、行业规范的学习, 借助先进仪器设备、检测技术进行专业能力的提升; (2) 检测人员的思想教育, 提高检测人员的安全意识、责任意识, 从思想上增强检测人员的工作态度, 保证检测报告数据的合理性、精确性、真实性。

4 结束语

综合分析, 地基基础检测是工程项目的重点环节, 需加强检测质量的优化, 从相关影响因素考虑, 提高评价结果的精确度, 进而实现对工程质量的优化、安全管理的优化。现代工程项目一般规模大、综合性强、复杂度高, 为提高工程项目质量的合理性, 需要充分加强地基基础质量检测的全面控制, 提高检测市场的规范化操作, 借助行业监督管理机构实现科学可靠的防治处理操作。

参考文献

- [1] 刘冲, 张亮. 探讨地基基础检测中常见的问题及解决办法 [J]. 中国建材科技, 2016 (2): 14-15, 17.
- [2] 汤阳光. 地基基础检测中的常见问题及解决对策 [J]. 现代装饰 (理论), 2011 (5): 102.
- [3] 王伟锋. 论地基基础检测中的常见问题及解决对策 [J]. 科技创新与应用, 2015 (23): 262.
- [4] 何金武, 曹皓, 余飞, 等. 螺旋板载荷-静力触探联合试验仪的研制与工程应用 [J]. 建筑技术, 2016, 47 (3): 257-260.

热系统结合使用的系统形式，此方法可有效的改善地源热泵系统的运行性能，减少地埋管数量及占地面积，解决土壤的热积聚问题，使地源热泵系统的优越性能得到充分发挥。在我国南方地区，因夏季冷负荷高于冬季热负荷，采用冷却塔复合地源热泵系统的形式；而在北方地区，因为冬季热负荷高于夏季冷负荷，采用太阳能或锅炉复合地源热泵系统的形式^[1]。本文以实际工程为例，探讨地源热泵系统和有冷热源辅助的复合式地源热泵系统在济南地区公共建筑中的应用及费用（初投资、运行费用）比较，并进行该建筑物的冷热源系统设计。

1 工程概况

该工程位于山东济南，其建筑总面积120775.45m²，其中地下面积为27388.22m²，地上面积为92823.33m²。A座1~5层为餐厅和娱乐场所，6~16层为客房，17~24层为办公建筑；B座1~24层为办公建筑。建筑总高度为96.08m，地下总高度为9.30m，空调总面积90607m²。

该酒店夏季室内设计温度为26℃，冬季室内设计温度为20℃，酒店新风量20m³/（h·p），客房新风量40m³/（h·p），办公新风量30m³/（h·p），酒店灯光密度为13W/m²，客房灯光密度13W/m²，办公灯光密度20W/m²。

2 该项目冷热源方案可行性对比分析

（1）方案一：冷水机组和市政集中供热辅助的复合式地源热泵系统。优点为性能系数高、节能；减少CO₂排放，环保且可节省一定的埋管空间，具有良好的经济性。缺点为需要埋管空间，计算热泵和冷水机组负荷较复杂。

（2）方案二：地源热泵系统。优点为性能系数高、节能环保、没有室外机、换热器在地下敷设，且冷暖兼用、节省建筑面积；控制灵活方便能分区分段或按房间供冷暖，可靠性高。缺点为需要地下埋管空间，地下埋管性能较复杂。

两方案的初投资及运行费用比较如表1、2所示。

表1 酒店空调负荷

楼编号	功能区	空调总计算冷负荷/kW	空调总计算热负荷/kW
A座	酒店功能区	1775	1250
	办公区	872	427
B座	办公区	2414	1446
总计		5061	3174

表2 冷热源系统初投资比较

冷热源方案	方案一	方案二
	地源热泵+冷水机组+市政集中供热复合系统	地源热泵系统
热泵机组/（元/kW）	500	500
冷水机组/（元/kW）	500	无
冷却塔/（元/（m ³ /h））	340	无
城市热网/（元/m ² ）	无	无
地下钻孔及埋管/（元/kW）	1500	1500
机房水泵、管道、控制/（元/m ² ）	40	40
建筑物空调末端/（元/m ² ）	110	110

通过比较初投资概算，方案一为216元/m²，方案二为238元/m²，若以方案一的比例为1，则方案二投资比例为1.03。

经过对比，发现地源热泵系统+冷水机组+市政集中供热复合系统和地源热泵系统相比，有以下几个优点：（1）系统综合运行效率高；（2）解决了地下热不平衡问题；（3）有较低的初投资和运行费用，经济性高。

3 建筑的冷热源机房及地埋管设计

经过上述分析比较可知，若该项目全部采用地源热泵系统则存在如下问题：初投资大，占地多，土壤温度逐年升高，

地下换热效果逐年降低，系统运行可靠性降低。故本项目采用方案一，即地源热泵系统+冷水机组+市政集中供热复合系统作为本建筑的冷热源系统。地埋管承担约70%的夏季冷负荷，剩余部分由冷水机组承担，因此夏季地埋管出力不足的部分由冷水机组辅助，冷水机组主要用于峰值调峰；冬季热负荷由地埋管全部承担，应建设方要求，冬季接市政集中供热加板式换热器作为应急备用热源。其冷热源机房设备的选型如表3所示。

表3 冷热源机房设备选型

设备名称	性能参数	台数
螺杆式地源热泵机组	额定制冷量1468kW，额定制热量1633kW	2
螺杆式冷水机组	额定制冷量2165kW	1
板式换热器	额定制热量3000kW	1
冷水机组空调侧循环水泵	Q=410m ³ /h，H=34mH ₂ O，P=75kW	1
冷水机组冷却侧循环水泵	Q=490m ³ /h，H=32mH ₂ O，P=75kW	1
热泵空调侧循环水泵	Q=280m ³ /h，H=34mH ₂ O，P=55kW	1
地埋管侧循环水泵	Q=420m ³ /h，H=32mH ₂ O，P=75kW	1
市政侧循环水泵	Q=517m ³ /h，H=34mH ₂ O，P=75kW	1
方形横流开式冷却塔	Q=450m ³ /h	1

地埋管布置如图1所示，室外地埋管换热器布置在本工程建筑物南侧，A塔楼和B塔楼中间，裙楼及地下车库地板下，避开主楼基础。共设503个钻孔，钻孔间的设计间距为4.0m，钻孔的直径为150mm。钻孔内设置双U型地埋管换热器，换热器设计长度为120m，公称外径为De32。设计钻孔总长度约60360m。每6个孔为一环路，U形管支管直接与联箱连接，PE管管径为De32，联箱与分集水器间的PE管管径为De63。

在做过热物性测试后结果表明：埋管区域平均综合导热系数为1.872W/（m·℃）；平均容积比热容1920kJ/（m·℃）岩土体的平均初始温度为16.9℃，数值中等，有利于单位孔深地埋管冬夏季与地下换热量的平衡。地埋管换热器设计结果也根据现场热物性测试结果进行了适当调整。

4 结束语

本文根据济南地区某实际工程，将地源热泵系统与有冷热源辅助的复合式地源热泵系统进行方案比选，通过列表分析两者的初投资及运行费用得出更适合本项目的冷热源系统，结果表明。

（1）对本项目而言，因冷负荷远大于热负荷，即夏季向地下释放的热量远大于冬季从土壤中提取的热量，长年累月会导致地埋管周围土壤温度的持续升高；且采用纯地源热泵系统时钻孔所需的面积过大，该项目占地不能满足需求。因此选用有冷热源辅助的复合式地源热泵系统来解决地下冷热不平衡的问题。

（2）为使该复合式地源热泵系统充分发挥其节能特性，要做到以下几条。1）地源热泵系统长期、高效运行，调控地下换热平衡，保持地埋管换热系统较高的换热效率。2）变流量系统，采用变频循环泵，各户设置与热泵机组联动的开关阀。3）合理的运行策略，水冷冷水机组运行时段，及控制策略的优化，合理适时的启停冷却塔。

参考文献

[1] 崔恩富, 陈妍, 于晓. 某公共建筑地源热泵空调系统设计与应用[J]. 供热制冷, 2015(12): 66-66.
[2] 郭燕波. 地源热泵空调系统在住宅中的应用[J]. 住宅与房地产, 2016(12).
[3] 许世雄. 冷却塔复合式地源热泵系统控制策略研究及实现[D]. 上海: 东华大学, 2014.
[4] 胡秋明, 王景刚, 鲍玲玲, 等. 自然通风条件下的建筑节能核算方法研究[J]. 建筑技术, 2016, 47(3): 277-279.