

绿色建筑理念下暖通系统设计与工程应用实践

张志勇¹, 王仪翔²

1. 中化学土木工程有限公司, 江苏 南京 210000

2. 山西工程科技职业大学, 山西 晋中 030619

DOI: 10.61369/ME.2026040034

摘 要 : 在建筑领域向可持续发展的趋势之下, 绿色建筑成为了主要的发展模式, 暖通系统能效的高低直接决定了建筑的整体性能以及环保效益。本文在绿色建筑理论基础上, 从系统设计思想、系统核心技术以及工程应用实例这三个方面入手, 对暖通系统在节能降耗、节能减排、改善室内环境等方面存在的问题进行研究, 并通过实际项目的实例对设计方案和执行效果进行分析, 为暖通系统的设计与优化提供参考。

关 键 词 : 绿色建筑; 暖通系统; 节能设计; 工程应用

Design and Engineering Application Practice of HVAC Systems under the Concept of Green Buildings

Zhang Zhiyong¹, Wang Yixiang²

1. China National Chemical Civil Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu 210000

2. Shanxi Vocational University of Engineering Science and Technology, Jinzhong, Shanxi 030619

Abstract : Under the trend of sustainable development in the construction field, green buildings have become the main development model. The efficiency of the HVAC system directly determines the overall performance and environmental benefits of the building. Based on the theory of green buildings, this paper starts from the system design concept, system core technology, and engineering application examples, studies the problems existing in the energy conservation and consumption reduction, energy saving and emission reduction, and improvement of indoor environment of the HVAC system, and analyzes the implementation effect of the design scheme through actual project examples, providing a reference for the design and optimization of the HVAC system.

Keywords : green buildings; HVAC system; energy-saving design; engineering application

引言

在全球“双碳”目标引领下, 建筑业正在由原来的主要依靠投入来实现经济发展的模式, 转变为以节能减排为主导的绿色发展模式。建筑能耗的首要承担者为暖通系统, 在总能耗中占比超四成的暖通系统的优化设计和高效运行, 会决定绿色建筑总体的表现好坏。如何在保证室内环境舒适度的前提下达到能源节约和碳排放降低的目的, 成了暖通领域技术突破的重点问题。基于绿色建筑理论框架, 联系实际工程项目的实践经验, 对暖通系统设计的主要因素及具体的实施途径展开系统的探究。

一、绿色建筑理念下暖通系统的设计原则

(一) 全生命周期视角

暖通工程设计要冲破单方面的成本管控范围, 以建筑全生命周期理论为根基, 创建起全方位综合的评价架构。设备选型、系统架构规划和运维策略的制定都应该把能效指标作为主要决策依据, 把监测单元和调控组件提前嵌入进去, 给节能优化工作给予技术支撑和技术储备。

(二) 被动优先、主动优化

绿色建筑设计的把自然资源结合起来, 改善室内环境质量的一种综合研究的方法。在暖通空调(HVAC)系统的建设中, 应

首先采用建筑朝向布置、遮阳措施安排、自然通风道的设计、高效的围护结构等被动手段以降低系统运行能耗, 并根据上述因素来决定合适的 HVAC 主动部分。如果被动技术的应用得到充分的利用, 那么主动系统的设备投入以及维护能耗就会大大降低^[1]。

(三) 系统集成与协同

暖通工程是综合性很强的系统性工程项目, 它的运行效果受到建筑、结构、电气和给排水等各方面因素的影响。冷热源布置、末端设备布置、风管走向等关键环节的设计要根据建筑功能分区、层高要求、使用周期特点来确定。各个专业的协同水平决定系统实现的效果以及系统的性能。

二、绿色暖通系统的关键技术

（一）高效冷热源系统

冷热源是暖通空调系统能耗控制的重要因素，它的合理设计对达成绿色建筑的目标有着重大意义。地源热泵、空气源热泵、水源热泵由于具有较高的能源利用率，因此越来越受到人们的重视，在可再生能源的应用中占据着重要的位置。地源热泵利用浅层地热资源，制热性能系数 (COP) 比传统热泵高，制冷效率也比较高；冰蓄冷空调依靠峰谷电价来实现室内舒适和运行成本的双重降低，并且可以起到对电网负荷的调节作用^[9]。

（二）温湿度独立控制技术

传统空调系统使用联合调节方式的时候，会造成能耗过高。而温度湿度单独控制技术是用分离的显热负荷和潜热负荷来达到准确调节的目的，用高温冷水消除显热需要，用溶液除湿或者独立新风系统去除潜热。该方案可以将冷水机组的蒸发温度提高5到8摄氏度，使制冷系统性能系数 (COP) 得到很大提高，而且还可以有效地防止由于过制冷而造成的二次加热能耗增加。

（三）变风量与变流量系统

将变风量技术引入到全空气空调系统当中，可以借助动态调节送风参数来应对外部负荷的变化，进而很好地克服传统恒定风量系统由于存在冗余供风而造成的能量浪费状况。水系统采用一次泵变流量的方式，并且结合变频器进行精确的控制，从而达到供水流量和末端负载需求高度匹配的目的，大大提高了能源利用率，一般可以达到20%到40%的节能效果。该创新性技术不但可以改善建筑机电系统整体的运行性能，而且在低负荷工作时有明显的优势以及发展前途。

（四）智能控制与建筑信息模型

现代暖通空调系统也由原来的依赖人工的控制向智能、自动的控制转变。依靠物联网技术建立起来的传感器网络可以即时采集到室内外温度、湿度、二氧化碳含量及人员聚集状况等各种数据，然后借助数据分析的方法来改进设备的工作方式。建筑信息模型 (BIM) 技术在项目全生命周期的应用，一方面可以提高管线布置的合理性、准确性，另一方面可以减少由于缺少碰撞检测而造成的变更、浪费等问题^[9]。

三、工程应用实践

（一）工程概况

该综合办公园区工程总面积为86000余平方米，地上有三层办公楼和一座裙楼商住楼组成。按照国家绿色建筑二星级标准要求，暖通空调系统研发工作要集中在节能性改善、室内环境品质改进、碳排放控制这三个主要方面。

（二）设计策略

本研究所处地区属于典型的夏热冬冷气候类型，夏季制冷量大，冬季采暖量高。经过多个方案的比较和综合评价之后，地源热泵系统有着明显的、突出的技术经济性以及可持续的发展潜能。设计使用了大约1200组垂直埋管式的地热换热器（深度均达

到100米），配合使用了高性能节能型地源热泵设备，制冷能力约为5.2，制热能力约为4.5。与传统的冷水机组加燃气锅炉采暖方式相比，本方案一年可以节约28%的运行维护费。

本设计方案把风机盘管和独立新风系统结合起来，使用一体化运行方式。其中新风机组设置全热回收模块，热回收性能指标要达到65%以上，从而实现夏季降温除湿和冬季升温加湿的功能要求。在办公空间的新风调节系统里，依靠设置二氧化碳浓度监测器并配合智能控制算法，依照室内人数的变化情况来调节送风量，从而杜绝出现能量浪费的情况。

在输配系统结构设计时，空调水循环网络采取的是两台泵串联的工作方式。首级水泵用固定的转速工作来保证冷热源侧的流量一直不变；次级水泵采用变频调速功能来应对末端设备需求的变化。各个风机盘管单元上安装有电动两通阀、温度湿度传感器等部件，以达到对室内环境参数进行准确控制的目的。

（三）施工与调试

施工期间使用BIM技术进行多专业管线协同设计，共解决了320个以上的管线碰撞问题，有效减少了传统工程中因为管线矛盾造成的返工情况。对于地源热泵系统埋管施工，通过改良回填方法和准确的热响应检测来达成换热性能目的，保证了设备运转安全可靠。

系统调试是完成设计目标的重要过程，在项目中起着非常重要的作用。经过大约45天的调试工作，对所有的末端设备进行了风量、水量的校准，误差都在设计值的±10%以内。利用近五千个检测点的数据进行对比分析，得到一个依靠负荷预测机制的智能调控方案，可以利用次日气象数据提前对冷热源系统的运行参数进行调整。

（四）运行效果

根据项目正式投入运行后能耗监测数据，对首年能源消耗做全方位的评价。统计结果表明空调系统单位建筑面积的能耗值为32.6千瓦时每平方米，比同类建筑的平均能耗低约31%左右，节能效果非常明显。室内环境质量调查结果说明夏季室内温度在24℃~26℃之间，冬季室内温度为20℃~22℃，并且二氧化碳浓度一般小于800ppm，各项技术指标都符合绿色建筑设计规范要求。

四、存在的问题与发展方向

虽然绿色暖通技术飞速发展，但是它在工程中所存在的各种问题还没有得到完全解决。设计环节与施工实施之间衔接不畅的问题比较普遍，由于低价竞标而造成设备配置降低、工艺质量不好等现象。运营维护能力较弱，多数竣工建筑物没有专业运维人员的支持，自动化控制系统一直处在手动模式下运作，不能充分达到节能减排的目的。对于既有建筑来说，由于存在空间受限以及技术经济因素的影响，造成暖通系统绿色转型速度较慢的现象出现。

未来的研究可以从以下几方面开展工作，推进“设计—施工—运营”全生命周期一体化管理模式在实际操作中的运用，加大

对绿色建筑理念的融合力度，加大智慧技术集成创新力度，对电气化的转型和可以再生能源相互作用的路径进行深入探究，以探究光伏供电空调系统、储能装置和电网之间互动的整合性研究为案例展开探究。

五、结语

绿色建筑理念主导之下，暖通系统设计范式发生改变，由以前重视单个设备能效改进慢慢发展成以系统整体改善为主、主动

干涉居先以及全生命周期管理为重点的一种综合办法。通过科学选型冷热源装置、温湿度独立控制和变频驱动技术和强化施工验收、运维精细化管理等手段，可以取得较大的节能效果。以中化学土木工程有限公司为代表，企业在多个绿色建筑项目中检验出上面所述理念的可行性和经济性。伴随着技术不断的发展和管理体系的不断健全，暖通系统在创建可持续发展的绿色建筑方面的作用也会越来越大。

参考文献

-
- [1] 宋峻腾. 基于绿色建筑理念的公共建筑暖通系统设计 [J]. 陶瓷, 2025(05): 226–227. DOI: 10.19397/j.cnki.ceramics.2025.05.067.
- [2] 蔡福东. 绿色建筑理念下的暖通系统优化设计研究 [J]. 新城建科技, 2024, 33(07): 58–60.
- [3] 赵頔. 基于绿色建筑理念的公共建筑暖通系统设计 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2023(10): 111–113. DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2023.10.034.