

# 低碳建筑暖通空调的节能减排技术应用研究

尹全

青岛北洋建筑设计有限公司烟台分公司 山东烟台 264003

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13223

**[摘要]** 为了降低暖通空调系统的能源消耗并增强其节能减排的优化设计,本文探讨了在节能减排理念指导下的绿色建筑暖通空调节能优化设计方法。文章分析了绿色建筑暖通空调在节能减排理念下的节能优化目标,并提出了包括冷热同源技术、蓄能技术、变频控制技术、热回收装置和智能化控制技术在内的技术手段。以某剧院建筑为例,本文对绿色建筑暖通空调节能优化设计进行了具体分析,通过优化空调水系统、建筑通风散热以及空调出水温度的节能设计,实现了预期的节能减排目标,满足了绿色建筑标准的要求,旨在为相关项目提供参考。

**[关键词]** 节能减排理念;绿色建筑;暖通空调;节能设计

随着建筑能效标准的提升,建筑环保问题受到了广泛关注。暖通空调作为建筑工程的关键部分,对建筑的运行和使用有着直接的影响。然而,暖通空调节能系统的能耗也相对较高。为了实现建筑工程的可持续发展目标,必须贯彻节能减排理念,解决暖通空调的高能耗问题,并提升其节能水平。本文深入研究了绿色建筑暖通空调节能优化设计方法,并以剧院建筑案例为基础,提出了具体的设计方法。

## 1. 节能减排理念下的绿色建筑暖通空调节能优化目标

### 1.1 节能减排目标

针对暖通空调设备能耗较高的问题,应制定针对性的节能方案,并将其作为建筑节能设计的通用原则,以提高资源利用效率,并确保节能减排目标与可持续发展理念的实现。建筑空调系统由温控器、传感器、补偿器等组成,在运行期间能耗较大,因此有必要在满足供暖和制冷需求的基础上优化节能设计。同时,在进行节能设计时,还应加强建筑墙体保温性能的考量,并采用地热、太阳能等可再生绿色资源替代传统能源,以实现预期的节能减排目标。

### 1.2 舒适性目标

绿色建筑暖通空调节能优化设计不仅包括内环境的温湿度和通风情况,还应加强对建筑舒适度的考量,以提供健康、宜居的建筑使用环境。因此,在进行节能设计时,可以通过使用绿色环保材料代替传统制冷剂,减少空调运行对人体及环境的影响。此外,还应考虑室内空气质量的改善,例如通过安装高效空气过滤器和定期维护空调系统,以确保室内空气的清新和健康。同时,智能化控制系统可以实时监测室内环境参数,自动调节空调设备的运行状态,以达到最佳的舒适度和能效比。

### 1.3 环境友好目标

在追求节能减排和舒适性的同时,绿色建筑暖通空调系统的设计还应注重环境友好性。这意味着在设计 and 运行过程中,应尽量减少对环境的负面影响。例如,采用低噪音设备和优化系统布局,减少噪音污染;使用无害或低害的制冷剂,避免对臭氧层的破坏;以及在设计阶段考虑建筑的全生命周期,选择可回收和可降解的材料,减少建筑废弃物的产生。

## 2. 应用绿色建筑暖通空调节能优化技术

### 2.1 冷热同源技术的应用

冷热同源技术是一种创新的空调技术,它通过利用同一套系统同时提供冷热两种功能,从而优化空调机的运行效率。这种技术的应用不仅可以显著降低能源消耗,还能有效减少运行成本。通过精确调整空调机压缩机的参数,确保功率稳定在标准范围内,从而提高设备的运行稳定性和可靠性。此外,冷热同源技术有助于提升空调设备的能源输出效率,提高运行效率和能源利用率。针对不同用户需求,冷热同源技术能够灵活调整运行方案,有效减少资源浪费,实现节能减排的目标,对环境保护和可持续发展具有重要意义。

### 2.2 蓄能技术的应用

在暖通空调领域,蓄能技术的应用是解决能源高耗问题的有效手段。尤其在设备集中运行时,对区域用电造成的影响不容忽视。为缓解用电压力,可以为暖通空调配备蓄能系统。蓄能系统在空调运行期间进行智能化充电,并在电压不稳定时释放电能,实现热能转化,确保空调设备稳定运行,同时稳定区域用电。蓄能系统的应用还能为暖通空调提供良好的使用环境,有效延长空调使用寿命,减少设备的维护和更换频率,从而降低长期运营成本。

### 2.3 变频控制技术的应用

变频控制在暖通空调领域得到广泛应用,其主要功能是自动调节空调运行温度,保持稳定,减少电能消耗,满足节能减排的要求。通过精确控制压缩机的运行速度,变频技术能够根据室内外温度变化和用户设定的温度要求,实时调整输出功率,从而达到节能降耗的目的。这种技术的应用不仅提高了空调的舒适度,还有效延长了设备的使用寿命,对推动绿色建筑和可持续发展具有积极作用。

### 2.4 热回收装置的应用

随着节能减排理念的深入人心,暖通空调设备在各类建筑中广泛应用的同时,也产生了大量余热。为了充分利用这些余热,提高能源利用效率,热回收装置的应用变得尤为重要。在系统设计时引入热回收装置,可以收集余热,提高空调设备运行效率,减少能耗。热回收装置具有良好的适应性,能够满足不同热交换形式的运行要求,加强对空调系统冷热能源消耗的控制,实现节能降耗的设计目标。通过这种方式,不仅能够降低能源消耗,还能减少对环境的影响,促进绿色建筑的发展。

### 2.5 智能化控制技术的应用

在绿色建筑标准下,应加强对暖通空调能耗的控制,并展现更完善的运行效果。引入智能化控制技术,可以实时监测机组工况,并根据建筑环境需求进行智能调整。智能化控制技术可以合理控制空调设备参数,实现差异化控制,根据不同的场合和需求条件调整温度、湿度参数。此外,智能化控制系统可以对空调运行状态进行精细化、动态调整,采取有效的检查和维护措施,保证设备运行的安全性和稳定性。智能化控制技术还有利于实现数据收集与分析,根据绿色建筑需求调整暖通空调运行方式,降低系统运行成本,延长设备使用寿命,为用户提供更加舒适健康的室内环境。

## 3. 基于节能减排理念的绿色建筑暖通空调节能设计——以某剧院建筑为例

### 3.1 工程概况

某剧院建筑位于山西省太原市,定位为绿色建筑,地下两层分别设置变电所及柴油发电机房。作为高能耗公共建筑,其暖通空调系统能耗占比超过建筑总能耗的40%,显著高于绿色建筑评估标准阈值,亟需通过系统性节能改造实现能耗优化目标。

### 3.2 暖通空调节能优化设计方法

### 3.2.1 空调水系统节能设计

为了实现空调水系统的节能设计,采用了创新的一级泵双管制设计方案。这种设计通过自控装置,能够实现供水温度(45~50℃)与回水温度(7~12℃)的动态调节。通过这种方式优化了管网阻力分布与热力平衡,有效减少了无效能耗的占比,从而达到节能的目的。在冷热泵机组的匹配上,选择了高效水泵源(具体技术参数见表1),并引入了变频调速装置。这使得空调热水泵、空调循环水泵以及空调冷却水泵的运行更加高效:

表1 空调水系统水泵源技术参数

| 水泵类别   | 流量 (m <sup>3</sup> /h) | 扬程 (m) | 效率   |
|--------|------------------------|--------|------|
| 空调热水泵  | 120                    | 32     | ≥82% |
| 空调循环水泵 | 140                    | 28     | ≥82% |
| 空调冷却水泵 | 250                    | 28     | ≥84% |

通过变频技术实时匹配负荷需求,能够降低部分负荷工况下的水泵功率损耗,进一步提升系统的能效比。为了实现节能减排的目标,我们建立了包含多个约束条件的方程。

$$F = \min Y(x_i) \quad (3-1)$$

$$s. t. G_i(x) = 0 \quad (i=1, 2) \quad (3-2)$$

在这个方程中,  $x_i$  代表能耗经济性指标,而  $G_i(x)$  则表征了碳排放的约束条件。通过求解这个目标函数的极值,我们能够平衡节能效益与改造成本,实现最佳的经济效益和环境效益。此外,我们还考虑了系统的长期运行成本和维护成本,确保所采用的技术和设备在全生命周期内都能保持高效节能的性能。

### 3.2.2 建筑通风散热节能设计

在完成暖通空调水系统设计之后,还需要对剧院内部环境的通风散热效果进行优化。鉴于剧院屋顶采用大面积玻璃设计,虽然具有隔热、吸音和遮阳的功能,但也会导致热量的显著聚集。根据剧院相关参数的测算结果,可以依据建筑顶部累积温度情况安装传感器。当温度聚集达到70至80℃时,按照5至10米的间距安装传感器。通风散热的标准根据传感器数值来确定,通常情况下,当温度传感器检测数值超过50℃或辐射热量传感器检测数值超过1kW/m<sup>2</sup>时,应进行通风散热以降低剧院内部环境温度;当温度传感器检测数值降至40℃以下时,可以关闭排气扇并开启电动天窗进行通风,以实现暖通节能;当温度传感器检测数值降至30℃以下时,应关闭电动天窗以减少能源消耗。

### 3.2.3 空调出水温度节能设计

空调出水温度节能设计根据季节变化来确定温度标准。夏季温度波动较大且温度较高时,暖通空调出水温度范围控制在6至8℃;温度较低时,控制在9至11℃;过渡季节则控制在11至13℃。夏季供冷需求较大,机组节能效果会随着蒸发器供水温度的提升而优化,每提升1℃,机组能耗可节约3%。对于冬季而言,绿色建筑标准对暖通空调出水温度调节提出了更高的要求。为了优化剧院出水温度控制水平,可以引入PID控制模式。

PID控制系统通过公式运算,得到负荷动态变化过程中任一时刻的最佳供水温度以及对应的水泵循环流量。PID控制系统运行期间,可以将温度、压力、流量等关键参数传送到智能控制终端,计算得到最佳运行参数,并对比计算值与测量值。在PID运算的控制下,可以对水泵频率等控制变量进行参数优化,实时监控温度及流量情况,最大限度地保证机组运行的稳定性与安全性,达到节能减排的目标。

剧院建筑基于PID控制结构进行空调出水温度节能设计,其控制算法公式表示为:

$$x(t) = f(x(t)) + a_1 * \int x(t) dt + a_2 * \frac{dx(t)}{dt} \quad (3-3)$$

其中,  $a_1$  表示的是积分系数;  $a_2$  表示的是微分系数;  $x(t)$  表示的是  $t$  时刻温度;  $f(x(t))$  表示的是  $t$  时刻温度

的误差函数;  $y(x(t))$  表示的是  $t$  时刻的最终温度输出。

将PID控制结构设置为主测量变送器,并辅以副测量变送器以提升绿色建筑暖通空调出水温度节能控制效果。主测量变送器完成数值设定后,可以根据实际的温度测定偏差进行PID控制输出,对比设定值与实际温度得到温度偏差,从而实现对建筑暖通空调出水温度的控制。综合来看,PID控制器对温度偏差有着良好的控制效果,尽可能将出水温度偏差控制在较小范围内,有效消除系统静态误差;而在PID系统控制下,蒸发器供水温度可进一步提高,有效降低机组能耗,满足绿色建筑暖通空调节能减排的要求。

### 3.3 应用效果分析

为了实现暖通空调系统全维度运行参数的动态采集,采用了五类高精度传感器构建了一个精细的能耗监测网络。部署了电磁流量计来实时追踪循环水系统的水量。这种流量计具有±0.5%的误差范围,确保了水流量数据的准确性,同时使用了铂电阻温度传感器来同步检测水温的变化。为了监测空气参数,安装了风速传感器和温湿度传感器。风速传感器的精度为±0.3%,能够准确测量空气流动的速度,这对于评估通风系统的性能非常有帮助。而温湿度传感器的能够联动分析室内外的热环境,为调节室内温度和湿度提供科学依据类型与数据见表2。

表2 传感器监测技术参数

| 传感器类型 | 测量参数 | 量程范围                  | 精度误差     |
|-------|------|-----------------------|----------|
| 电磁流量计 | 水流量  | 0-30m <sup>3</sup> /h | ≤0.50%   |
| 风速传感器 | 风速   | 0-10m/s               | ≤0.30%   |
| 铂电阻   | 水温   | 0-50℃                 | ≤0.25℃   |
| 温度传感器 | 空气温度 | -20℃~+80℃             | ≤0.20℃   |
| 湿度传感器 | 空气湿度 | 0-100%RH              | ≤0.20%RH |

在节能效果的量化分析方面,有显著的改进。首先,通过对比能耗指标,发现总能耗显著下降,年能耗从493,554kWh降低至415,372kWh,实现了15.8%的降幅。此外,能源结构也得到了优化,成功实现了天然气的零消耗,使得电能成为我们唯一的供能形式。在碳减排方面,成效同样显著。年碳排放量从259.47吨降低至145.86吨,减少了43.7%。同时,能效等级也得到了提升,单位面积能耗指标已经优于《绿色建筑评价标准》(GB/T50378)二级要求。

### 结束语

综上所述,通过采用冷热同源技术、蓄能技术、变频控制技术、热回收装置和智能化控制技术等节能减排技术,本文所提出的暖通空调节能优化设计方法在实际应用中取得了显著的成效。以某剧院建筑为例,不仅实现了能源消耗的大幅降低,而且提高了能效等级,满足了绿色建筑标准的要求。这些技术的应用不仅有助于减少建筑能耗,降低碳排放,而且提升了室内环境的舒适度,体现了环境友好和可持续发展的理念。随着技术的不断进步和绿色建筑标准的进一步提高,暖通空调系统的设计和优化将更加注重节能减排和环境效益。智能化控制技术的进一步发展将使得系统更加高效、灵活和智能,为用户提供更加舒适和健康的室内环境,进一步减少对传统能源的依赖,推动建筑行业向低碳、绿色、可持续发展的方向发展。

### [参考文献]

- [1] 张宗禹, 李少朋. 节能减排理念在建筑暖通空调设计中的应用探析[J]. 新材料·新装饰, 2025, 7(2): 98-101.
- [2] 张钰, 钱霄. 节能减排理念在建筑暖通空调设计中的应用分析[J]. 建筑与装饰, 2024(5): 7-9.
- [3] 孟瑞平. 节能减排理念下绿色建筑暖通空调节能优化设计方法研究[J]. 建材发展导向, 2024, 22(11): 126-128.
- [4] 王刚. 低碳政策下居住建筑设计中暖通新技术的应用研究[J]. 新材料·新装饰, 2024, 6(5): 80-83.