

绿色建筑中暖通空调设备的节能技术应用研究

张纪军

汉中职业技术学院, 中国·陕西 汉中 723002

摘要: 本研究聚焦绿色建筑领域, 深入探究其中暖通空调设备的节能技术应用情况。当前, 传统暖通空调技术致使建筑能耗居高不下, 与绿色建筑的可持续发展目标相悖。鉴于此, 剖析地源热泵、太阳能空调、变频调速以及智能控制等节能技术的原理、优势与应用方式意义重大。通过实际案例对比分析, 展现这些节能技术在降低能耗、削减运营成本与减少环境影响等方面的显著成效, 旨在为绿色建筑暖通空调系统的节能优化提供理论支撑与实践指导, 推动建筑行业迈向绿色低碳新征程。

关键词: 绿色建筑; 节能技术; 地源热泵; 太阳能空调; 智能控制

Research on Energy Saving Technology Application of HVAC Equipment in Green Buildings

Jijun Zhang

Hanzhong Vocational and Technical College, Hanzhong, Shaanxi, 723002, China

Abstract: This study focuses on the field of green buildings and explores in depth the application of energy-saving technologies in HVAC equipment. Currently, traditional HVAC technology leads to high building energy consumption, which contradicts the sustainable development goals of green buildings. Given this, it is of great significance to analyze the principles, advantages, and application methods of energy-saving technologies such as ground source heat pumps, solar air conditioners, variable frequency speed regulation, and intelligent control. By comparing and analyzing practical cases, we aim to demonstrate the significant achievements of these energy-saving technologies in reducing energy consumption, operating costs, and environmental impact. Our goal is to provide theoretical support and practical guidance for the energy-saving optimization of HVAC systems in green buildings, and to promote the construction industry towards a new journey of green and low-carbon development.

Keywords: green building; energy saving technology; ground source heat pump; solar powered air conditioning; intelligent control

0 前言

在全球可持续发展的宏大叙事中, 绿色建筑已然成为时代的关键音符, 奏响了人与自然和谐共生的旋律。随着环境恶化与能源危机的双重压力日益凸显, 建筑行业作为能源消耗的巨擘, 不得不开启深度变革之旅。暖通空调系统, 作为建筑的“呼吸器官”, 肩负着调节室内热湿环境、保障空气质量的重任, 却也在能源消耗榜单上名列前茅。据权威统计, 在商业建筑领域, 暖通空调能耗常常毫不客气地鲸吞掉总能耗的 40%~60%, 这一惊人比例, 不仅让建筑运营者眉头紧皱, 也为全球节能减排目标敲响了警钟。

传统暖通空调技术, 诞生于能源相对充裕、环保意识尚显淡薄的时代, 其粗放式的运行逻辑与当下绿色建筑的严苛标准格格不入。在追求精细化、智能化、低碳化的今天, 深挖暖通空调设备的节能潜力, 研发与推广前沿节能技术, 已不再是锦上添花的选项, 而是关乎绿色建筑能否真正落地生根、茁壮成长的核心理念。这不仅涉及能源的高效利用, 更是对建筑全生命周期环境效益、经济效益以及社会效益的深度考量, 其意义深远而重大。

1 暖通空调设备能耗现状与传统技术局限

1.1 能耗现状

现代建筑的发展轨迹, 正朝着超高层、大体量、多功能综合体的方向疾驰。这类建筑内部空间复杂多样, 功能分区细致入微, 从人员密集的办公区、热闹非凡的商业卖场, 到对温湿度要求严苛的精密实验室、数据机房, 不同区域对暖通空调的需求千差万别。为了满足最严苛的峰值负荷需求, 暖通空调系统往往选型偏大, 设备容量冗余。

在一些商业办公建筑、大型商场, 甚至能达到总能耗的 50%~60%。这一高能耗现象, 一方面源于人们对室内温湿度、空气品质愈发严苛的要求, 空调系统需长时间大功率运行; 另一方面, 传统暖通空调设备自身能效较低, 制冷、制热过程能量损失大, 部分老旧设备还存在运行工况不合理、维护不及时等问题, 进一步加剧了能源浪费。

在实际运行中, 大部分时间系统都处于部分负荷工况。以写字楼为例, 朝九晚五的工作时间内, 人员密度在早晚高峰与午休时段波动明显, 空调负荷随之起伏; 而下班后, 整栋楼近乎空载, 但空调系统若维持全天满负荷运行, 无疑是对能源的极大浪费。这种因设计与实际运行脱节导致的能耗

虚高，在各类大型公共建筑中屡见不鲜，成为能源消耗的巨大黑洞。

不仅如此，随着人们对室内环境品质要求的不断攀升，暖通空调全年运行时长也在稳步增长。无论是酷热难耐的盛夏，还是寒风凛冽的严冬，抑或是春秋过渡季中偶尔的极端天气，空调系统都需时刻待命，持续消耗着电力、燃气等宝贵能源资源，给城市能源供应网络带来沉重负担。

1.2 传统技术局限

传统暖通空调技术犹如一位墨守成规的“老匠人”，依赖固定不变的运行模式，难以灵活应对复杂多变的室内外环境与人员需求。定频压缩机堪称这一模式的典型代表，它如同一个刻板的节拍器，电机转速恒定不变，只能通过频繁启停来调节制冷或制热输出。每次启动瞬间，压缩机需克服较大的静摩擦力与惯性力，这使得启动电流远超正常运行电流，能耗瞬间飙升，犹如短跑运动员全力冲刺，体力消耗极大。

空气处理机组同样存在短板，其风量与冷热量调节手段粗放，多依靠风阀、水阀的简单开度变化，无法精准适配实际负荷。在部分负荷工况下，室内冷热不均现象频发，有些区域温度过低，让人瑟瑟发抖；有些地方却燥热难耐，逼得人们自行增添或减少衣物。为了照顾最“挑剔”的区域，操作人员往往不得不加大整体供冷供热力度，造成大量能源无端消耗。

传统的温控系统更是反应迟缓，犹如一位迟暮老人，感知与决策能力严重滞后。它通常基于单点温度传感器反馈，难以及时捕捉室内温度场的整体变化，更无法预判人员活动、太阳辐射等动态因素对室内环境的影响。当室内温度已经偏离舒适区间，温控系统才如梦初醒，发出调节指令，此时能耗早已悄然攀升，进一步加剧了能源浪费的局面。

2 绿色建筑中暖通空调节能技术

2.1 地源热泵技术

地源热泵技术恰似一位深谙大地能量密码的“隐士”，巧妙利用浅层地热能这一蕴藏于地球表层的可再生清洁能源。地球浅层土壤就像是一个天然的巨大蓄热池，温度常年相对稳定，不受外界气候剧烈波动的影响。冬季来临，地源热泵系统启动制热模式，通过埋设在地下的闭合循环管路——地下埋管换热器，将一种特殊的传热介质（通常为防冻液与水的混合液）输送至地下。此时，土壤作为稳定的热源，源源不断地向传热介质释放热量，被加热的介质带着这份温暖回到热泵机组，经热泵的压缩、冷凝等一系列热力过程，温度大幅提升，最终变成温暖宜人的热水或热风，输送至室内各个角落，驱散冬日严寒。

而当炎炎夏日炙烤大地时，系统则逆向运行，摇身一变成为制冷利器。室内的热量被收集起来，随着传热介质流入地下埋管换热器，在地下这片凉爽的“怀抱”中，热量被

土壤悄然吸收，介质温度降低后再回到热泵机组，经蒸发、膨胀等过程，制备出清凉的冷风或冷水，为室内带来丝丝凉意。相较于传统空调依赖化石能源驱动的制冷制热方式，地源热泵借助大地的自然能量，能源利用效率显著提升，节能幅度可达 30%~60%。同时，由于其运行部件多位于地下或室内，噪声水平极低，运行稳定性极佳，宛如一位默默守护室内舒适环境的忠诚卫士。

2.2 太阳能空调技术

太阳能空调技术宛如一把双刃剑，集太阳能采集与制冷制热双重功能于一身，为绿色建筑能源利用勾勒出一幅清洁、高效的崭新图景。在阳光充沛的白昼，太阳能集热器如同一片片蓝色的“能量魔板”，高效捕捉太阳辐射能，并将其转化为热能。这些收集到的热能，依据不同的制冷技术路径，驱动吸收式或吸附式制冷机运转起来。

在吸收式制冷系统中，以溴化锂—水为常见工质对，太阳能产生的热能促使浓溴化锂溶液中的水分蒸发，形成水蒸气，水蒸气在冷凝器中液化放热，实现制冷效果；吸附式制冷则利用固体吸附剂（如沸石、活性炭等）对制冷剂（如水、氨等）的吸附与吸解特性，太阳能提供解吸所需热量，从而驱动制冷循环。而到了冬季，系统稍作切换，便可利用太阳能产生的热量直接为室内供暖。

在光照资源丰富的地区，太阳能可谓取之不尽、用之不竭的“免费午餐”，大规模应用太阳能空调技术，能够极大程度削减建筑对传统能源的依赖，从源头上降低碳排放。尽管前期购置、安装太阳能集热器与制冷设备需投入一笔不菲资金，但从建筑漫长的运营周期来看，随着能源成本的逐年攀升，其长期运行成本优势将愈发凸显，宛如一颗种子初期需悉心呵护，日后却能结出累累硕果的希望之树。

2.3 变频调速技术

变频调速技术犹如给暖通空调设备注入了灵动的“变速基因”，使其挣脱了定频时代的枷锁，焕发出全新活力。传统定频设备的电机，宛如一位不知变通的执行者，始终维持固定转速，仅能凭借简单粗暴的启停操作来应对负荷变化。这就好比一辆没有挡位调节的汽车，要么全力狂奔，要么戛然而止，能源损耗巨大。

变频技术的横空出世，彻底改写了这一局面。它借助先进的电力电子器件与智能控制算法，能够实时监测室内外环境参数、空调系统运行状态以及用户设定需求，依据实际冷热负荷，精准调控电机转速。以变频空调的压缩机为例，当室内温度逐渐接近设定值，负荷降低时，压缩机转速随之减慢，制冷剂流量相应减少，制冷量或制热量也随之细腻调整，完美匹配当下室内需求，避免了频繁启停带来的能耗尖峰。经大量实践验证，应用变频调速技术的暖通空调设备，节能效果可达 20%~30%。同时，由于减少了启动冲击与磨损，设备使用寿命得以显著延长，维护成本降低，为用户带来更持久、舒适的使用体验。

2.4 智能控制技术

智能控制技术无疑是暖通空调系统的“智慧大脑”，借助物联网、大数据、人工智能等前沿技术手段，让空调系统从机械的“执行者”跃升为聪慧的“决策者”。遍布室内外的温湿度传感器，如同敏锐的环境“触角”，时刻感知着空气的细微变化；人员活动探测器则像一双双隐形的眼睛，精准捕捉人员的流动轨迹与分布密度；光纤传感器、空气质量监测仪等设备协同作战，全方位收集与室内环境品质息息相关的信息。

这些海量数据如潮水般汇聚至智能控制系统的“数据中枢”，经深度机器学习算法与智能优化模型分析处理，系统瞬间洞察当下室内环境状态与人员需求。当监测到会议室即将举办大型会议，人员密集，智能控制系统提前预判，精准调高空调制冷量，确保会议开始时室内凉爽宜人；而当夜晚无人办公时，系统自动将空调切换至节能模式，降低温度设定值、减少风量输出，在保障基本环境维持的前提下，最大限度节省能源。不仅如此，智能控制系统还具备自学习、自适应能力，随着时间推移，它愈发熟悉建筑的“脾气秉性”与用户习惯，不断优化调节策略，实现真正意义上的按需供冷供热，杜绝能源浪费，将暖通空调系统的智能化运维水平提升至全新高度。

3 节能技术应用案例分析

3.1 案例介绍

A 绿色办公建筑，作为城市新兴商务区的地标性建筑，在建设初期由于时间紧迫与预算考量，采用了较为传统的暖通空调系统。投入运营后，能耗居高不下的问题逐渐暴露无遗，高昂的能源费用让运营方叫苦不迭。痛定思痛，运营团队决定对暖通空调系统进行大刀阔斧的节能改造。此次改造精心引入地源热泵技术，在建筑周边空地深挖地下埋管换热器，构建起稳定高效的地热能采集与转换系统；全面升级空调机组电机，换装先进的变频调速装置，赋予设备灵动变速能力；同时，搭建一套智能控制网络，将室内外温湿度、人员活动等数据尽收囊中，实现精细化调控。此外，还增设太阳能辅助加热系统，在阳光充足时锦上添花，进一步削减能耗。

3.2 能耗对比

改造前，这座建筑的暖通空调系统宛如一头贪婪的“能源巨兽”，年能耗高达约 300 万千瓦时，犹如沉重枷锁，拖累着运营成本一路飙升。经过节能改造的精心雕琢，首年成效显著，能耗直线下降至 180 万千瓦时，节能率高达 40%，宛如给建筑注入一针节能“强心剂”。后续年份，随着系统持续磨合优化，运维团队依据智能控制系统反馈数

据，不断微调设备参数与运行策略，能耗持续稳中有降，犹如节节败退的敌军，让运营成本得以大幅削减。

3.3 效益分析

从经济效益视角审视，节能改造虽前期投入不菲，涉及设备采购、安装调试以及人员培训等多项开支，但随着能耗逐年降低，能源开支大幅缩减，投资回收期逐渐缩短，长远来看，无疑是一本万利的明智之举。以每年节约的能源费用计算，数年之内便可收回初始投资成本，后续岁月更是持续为运营方创造丰厚利润。

环境效益更是斐然可观，能耗的显著降低，直接转化为二氧化碳等温室气体排放量的大幅减少。这座建筑摇身一变成为城市中的绿色标杆，不仅契合国家与地方日益严苛的环保政策要求，更在绿色建筑评级体系中一路高歌猛进，斩获更高星级评定，提升了市场竞争力与品牌形象。租户被其绿色环保理念与舒适节能环境吸引，租金收益也随之水涨船高，实现经济效益与环境效益的完美双赢。

4 结语

绿色建筑中暖通空调设备节能技术的应用，绝非一时兴起的潮流之举，而是建筑行业顺应时代发展、迈向可持续未来的必由之路。地源热泵、太阳能空调、变频调速、智能控制等一系列节能技术，犹如八仙过海，各显神通，从能源来源的清洁替代、运行过程的灵活调节，再到运维管理的智慧升级，全方位、多层次地挖掘节能潜力，提升能源利用效率。

实际案例更是有力佐证了这些节能技术的巨大魅力与实战效能，它们不仅能为建筑运营者卸下沉重的能耗负担，更能为地球家园的生态环境披上一层绿色防护衣。展望未来，随着材料科学、信息技术、能源技术等前沿领域的持续突破与交叉融合，节能技术的成本将愈发亲民，性能将愈发卓越，其在绿色建筑中的应用也将更加深入、广泛。我们有理由相信，通过持续不懈地深化节能技术融合应用，绿色建筑的暖通空调系统必将迈向更绿色、高效、智能的全新境界，为全球低碳发展宏伟蓝图添上浓墨重彩的一笔，引领人类建筑文明走向人与自然和谐共生的美好明天。

参考文献：

- [1] 陆耀庆.实用供热空调设计手册[M].北京:中国建筑工业出版社,2018.
- [2] 贺平,孙刚.供热工程[M].北京:中国建筑工业出版社,2020.
- [3] 赵荣义,范存养,薛殿华.空气调节[M].北京:中国建筑工业出版社,2019.
- [4] 许钟麟.空气洁净技术原理[M].北京:科学出版社,2020.
- [5] 黄翔.空调工程[M].保定:机械工业出版社,2022.