

建筑工程领域节能降耗技术的实践与应用

彭再兵

中城投（贵安新区）工程建设有限公司，贵州省贵阳市，550003；

摘要：建筑工程作为国民经济的重要组成部分，其能耗问题日益凸显。本研究基于当前建筑工程节能降耗的技术发展现状，系统分析了节能降耗技术在建筑工程中的理论基础、关键技术及实践应用。通过对围护结构节能技术、建筑设备系统优化、可再生能源利用等关键技术的深入研究，提出了节能降耗技术应用的优化策略。研究结果表明，通过合理的技术集成和系统优化，建筑工程节能降耗技术能够实现显著的节能效果，为建筑行业的可持续发展提供了重要的技术支持。

关键词：建筑工程；施工建设；节能降耗技术；应用

DOI：10.69979/3060-8767.25.04.061

引言

随着城市化进程加速，建筑能耗占全社会总能耗比重持续上升，已超过 30%，发达国家甚至达 40%以上，建筑节能降耗问题日益突出。

欧美等发达国家在建筑节能技术方面起步较早，已形成完善的技术体系和标准规范。然而，由于气候条件、建筑特点、技术水平等差异，国外技术难以直接适用于我国。尽管近年来我国建筑节能技术研发和应用取得显著进展，但与国外先进水平仍存在差距。

本研究通过系统分析建筑工程节能降耗技术的理论基础和实践应用，探索适合我国国情的节能降耗技术路径，为建筑工程节能减排提供理论指导和技术支撑。

1 建筑工程节能降耗技术理论基础

1.1 节能降耗技术的基本概念与分类

建筑工程节能降耗技术是指在建筑工程的设计、施工和运营过程中，通过采用先进的技术手段和管理措施，减少建筑能源消耗，提高能源利用效率的技术总称^[1]。按技术实施方式，可分为被动式节能技术、主动式节能技术和综合节能技术三大类。

被动式节能技术主要是通过建筑自身的设计优化和构造改进来实现节能效果。它不需要额外的能源输入，而是通过改善建筑围护结构的热工性能、优化建筑朝向和布局、利用自然通风和采光等方式，减少建筑的供暖、制冷和照明能耗。典型的被动式节能技术包括高效保温材料的应用、节能门窗的使用、建筑遮阳设计等^[2]。

主动式节能技术则是通过引入高效的设备系统和

智能化控制技术，在满足建筑使用功能的前提下，最大限度地提高能源利用效率。这类技术需要一定的能源投入，但通过系统优化和智能控制，能够实现更高的节能效果。主要包括高效暖通空调系统、智能照明系统、可再生能源利用系统等。

综合节能技术体系是将被动式和主动式节能技术有机结合，形成系统化的节能技术解决方案。这种技术体系充分发挥各种技术的协同效应，实现建筑能耗的最大化降低^[3]。

1.2 建筑工程节能降耗的技术原理

建筑工程节能降耗的技术原理主要基于热工性能优化、能源转换效率提升和建筑围护结构节能机理三个方面。

热工性能优化原理是建筑节能的基础理论。建筑的热工性能主要由围护结构的传热性能决定，包括传热系数、蓄热系数、热惰性指标等参数。通过优化这些参数，可以有效减少建筑的传热损失，降低供暖和制冷能耗。建筑围护结构的传热过程是一个复杂的非稳态传热过程，涉及导热、对流和辐射等多种传热方式。

能源转换效率提升机制是指通过改进建筑设备系统，提高能源的转换和利用效率。传统的建筑设备系统往往存在效率低、能耗高的问题，而新型的高效设备系统能够显著提高能源利用效率。高效热泵系统的能效比可达到 4.0 以上，相比传统供暖系统可节能 50%以上。

建筑围护结构节能机理主要涉及建筑外墙、屋面、门窗等围护结构部件的热工性能优化。通过采用高效保温材料、优化构造设计、消除热桥等措施，可以显著改

善围护结构的热工性能,减少建筑的传热损失。

2 建筑工程节能降耗技术的关键技术分析

2.1 建筑围护结构节能技术

围护结构作为建筑节能的关键部位,其技术应用直接决定建筑整体节能效果。该技术体系主要涵盖墙体保温、门窗系统和屋面节能三大核心技术^[4]。

墙体保温技术是围护结构节能的基础。外保温技术具有保温效果好、不占用室内空间的优势,内保温技术则施工简便但易产生结露问题。新型保温材料如聚氨酯、酚醛泡沫等导热系数普遍低于 $0.030\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,相比传统材料具有显著优势,但成本较高需综合考虑经济性。

门窗系统技术创新主要体现在玻璃和窗框材料的突破。Low-E玻璃、三玻两腔中空玻璃等新型玻璃技术显著提升隔热性能,断桥铝合金、塑钢等新型窗框材料有效解决热桥问题。屋面节能技术通过保温层设置和绿化技术应用,减少传热损失并利用植被蒸发散热降低制冷负荷。

2.2 建筑设备系统节能技术

设备系统作为建筑能耗的主要构成,其节能技术应用对整体节能效果至关重要。技术体系涵盖暖通空调、照明和给排水三大系统^[5]。

暖通空调系统节能通过系统配置优化和设备效率提升实现。变风量空调、变制冷剂流量系统等新型配置方式可根据负荷变化动态调节,实现精确控制。高效热泵、磁悬浮离心机等高效设备的应用显著提高了系统能效比。

照明系统节能依托高效光源和智能控制技术。LED照明光效已达 $150\text{lm}/\text{W}$ 以上,相比传统照明节能80%以上。智能控制系统通过感应器配合实现按需照明,进一步提升节能效果。

给排水系统节能主要通过高效水泵、变频调速和热回收技术实现。高效水泵显著降低系统能耗,变频技术根据需求动态调节运行状态,热回收技术实现废热循环利用。

2.3 可再生能源利用技术

可再生能源技术作为建筑节能的重要补充,主要包括太阳能、地源热泵和风能利用技术。

太阳能技术在建筑中的应用形式多样,包括热水系统、光伏发电和采暖系统。太阳能热水系统应用最为广

泛,通过集热器将太阳能转换为热能;光伏发电系统直接转换为电能提供清洁电力;采暖系统结合辅助热源提供供暖服务。

地源热泵技术利用土壤温度稳定特性,通过热泵系统实现供暖制冷。该技术节能效果显著、运行稳定,但初投资较高且对地质条件有要求,需结合项目具体情况的技术经济比较。

风能利用技术主要应用小型风力发电系统。由于城市建筑环境风资源有限,应用受到一定限制,但在高层建筑、海岸建筑等特定类型中仍具应用潜力。

3 节能降耗技术在建筑工程中的实践应用

3.1 住宅建筑节能降耗技术应用

住宅建筑是建筑节能的重要领域,其节能降耗技术的应用主要体现在围护结构优化、设备系统配置和可再生能源利用等方面。

高效保温材料的应用是住宅建筑节能的基础。通过采用石墨聚苯板、挤塑聚苯板等高效保温材料,可以显著改善建筑围护结构的热工性能。外墙保温系统的应用能够将外墙传热系数控制在 $0.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 以下,相比传统砖混结构外墙可实现50%以上的节能效果。同时,采用高性能门窗系统,如三玻两腔Low-E中空玻璃,可以有效减少门窗的传热损失。

智能化控制系统的集成应用也是住宅建筑节能的重要手段。通过部署智能家居系统,对照明、空调、热水等设备实现智能控制,可以实现能源的精确管理。智能控制系统能够根据使用需求和环境条件自动调节设备运行状态,显著提高能源利用效率。

在可再生能源利用方面,太阳能技术在住宅建筑中得到了广泛应用。太阳能热水系统、太阳能光伏发电系统的应用能够为住宅提供清洁的热水和电力供应,减少对常规能源的依赖。

3.2 公共建筑节能降耗技术应用

公共建筑由于其规模大、使用人员多、运行时间长等特点,是建筑节能的重点领域。公共建筑节能降耗技术的应用主要集中在大型公建的节能改造和绿色建筑技术的集成应用。

大型公建节能改造是公共建筑节能的重要途径。通过实施围护结构节能改造、空调系统升级、照明系统改造等综合节能措施,可以显著降低建筑能耗。围护结构

改造通过增设外保温系统,能够大幅提升建筑的保温性能;空调系统升级采用变频多联机系统等高效设备,能够显著提高系统能效比;照明系统改造全部采用 LED 灯具,能够大幅降低照明能耗。

绿色建筑技术的集成应用是公共建筑节能的发展方向。绿色建筑技术体系包括地源热泵系统、雨水收集系统、屋顶绿化、自然通风系统等多项技术的集成应用。这些技术的协同配合能够实现建筑能耗的最大化降低,并获得绿色建筑认证。

运行效果评估是公共建筑节能技术应用的重要环节。通过建立建筑能耗监测系统,实时监控建筑的能耗状况,为节能技术的优化提供数据支持。能耗监测系统能够实现对建筑各子系统能耗的精确计量和分析,为后续的节能改造提供科学依据。

3.3 工业建筑节能降耗技术应用

工业建筑的节能降耗技术应用需要充分考虑生产工艺的特点和要求。工业建筑节能技术的应用主要体现在工业厂房的节能设计、生产工艺与建筑节能的协同优化以及能耗监测与管理系统的建设。

工业厂房节能设计是工业建筑节能的基础。通过采用大跨度钢结构体系,可以减少结构材料的使用量;围护结构采用高效保温材料,能够显著提升厂房保温性能;屋面设计自然采光系统,可以减少人工照明的使用。这些设计措施能够有效降低工业建筑的能耗水平。

生产工艺与建筑节能的协同优化是工业建筑节能的关键。通过优化生产工艺布局,将高温工艺设备集中布置,利用工艺废热为建筑供暖,可以实现能源的梯级利用。同时,建设余热回收系统,将生产过程中的余热用于生活热水的制备,能够显著提高能源利用效率。

能耗监测与管理系统的建设是工业建筑节能管理的重要手段。通过建立完善的能耗监测系统,实现对生产过程和建筑运行的全过程能耗监控,可以及时发现能耗浪费点,为节能改造提供数据支持。

4 节能降耗技术应用效果评价与优化策略

4.1 节能效果评价指标体系

建筑工程节能降耗技术应用效果的评价需要建立科学完善的指标体系,涵盖能耗指标、经济指标和环境指标三个层面。

能耗指标是评价节能效果的基础,主要包括建筑能

耗强度、各分项能耗占比和能源利用效率。建筑能耗强度用单位建筑面积年能耗表示,是衡量建筑节能水平的核心指标。各分项能耗占比有助于识别节能潜力较大的系统。

经济指标是评价节能技术经济可行性的重要依据,主要包括投资回收期、净现值和内部收益率。投资回收期是投资者最关注的指标,净现值和内部收益率从投资收益角度评价节能技术的经济效益。

环境指标反映节能技术的环境效益,主要包括二氧化碳减排量、其他污染物减排量和资源节约量等。

4.2 技术应用中的问题与挑战

在建筑工程节能降耗技术的实际应用过程中,存在几个关键问题。

技术集成难点是当前面临的主要问题。建筑节能涉及多个专业领域,各种技术之间的集成应用需要统筹考虑。在实际项目中,往往出现各专业之间缺乏有效沟通,导致技术集成效果不理想。例如,围护结构节能技术与暖通空调系统的匹配问题,如果处理不当,可能导致系统配置不合理,影响节能效果。

成本控制问题是影响节能技术推广应用的重要因素。许多先进的节能技术虽然具有良好的节能效果,但初投资相对较高,在项目实施过程中面临成本压力。特别是对于一些经济效益不显著的节能技术,业主往往缺乏投资动力。

运维管理挑战是影响节能技术长期效果的关键因素。建筑投入使用后,如果缺乏专业的运维管理,节能技术的效果可能会逐步衰减。智能控制系统需要定期维护和参数调整,如果管理不当,可能导致系统运行效率下降。

4.3 优化策略与改进措施

针对建筑工程节能降耗技术应用中存在的问题,需要采取相应的优化策略和改进措施。

技术路径优化是提高节能技术应用效果的重要途径。在技术选择上,应根据项目的具体情况,选择技术成熟、经济合理的节能技术;在技术集成上,应建立跨专业的协调机制,确保各种技术之间的有效配合;在技术实施上,应加强施工过程的质量控制,确保节能技术的实施效果。

管理体系完善是保障节能技术长期效果的重要措

施。应建立从设计、施工到运营的全过程管理体系,明确各阶段的管理责任和要求。在设计阶段,应加强节能技术的系统性设计;在施工阶段,应加强施工质量的监督检查;在运营阶段,应建立专业的运维管理团队。

政策支持机制是推动节能技术推广应用的重要保障。政府应出台相应的激励政策,鼓励企业和个人采用先进的节能技术。同时,应完善相关的技术标准和规范,为节能技术的应用提供技术依据。此外,还应加强节能技术的宣传推广,提高社会对节能技术的认识和接受度。

5 总结与展望

本研究系统分析了建筑工程节能降耗技术的理论基础与实践应用,构建了被动式、主动式和综合节能的技术体系。围护结构优化、设备系统增效和可再生能源集成三大关键技术已成为建筑节能的核心支撑,在多类型建筑应用中展现了良好的适用性和有效性。尽管如此,技术集成难点、成本控制和运维管理仍是制约其广泛推广的关键因素。

面向未来,建筑节能技术将朝着智能化、绿色化和

系统化方向发展。人工智能与物联网技术的深度融合将推动节能系统向精准控制转型;新型绿色建材和零碳技术的应用将加速建筑领域的环保升级;而BIM技术与节能设计的有机结合将实现全生命周期的系统优化。

参考文献

- [1] 黄南杰. 绿色节能施工技术在高层建筑施工中的应用[J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(12): 82-84. DOI: 10.20080/j.cnki.ISSN1671-3362. 2025. 12. 028.
- [2] 李扬. 新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2025, (18): 88-90. DOI: 10.19569/j.cnki.cn119313/tu. 202518030.
- [3] 吴丽娜. 绿色节能技术在住宅建筑施工中的应用[J]. 居舍, 2025, (14): 61-64+80.
- [4] 邢建文. 新型绿色节能技术在建筑工程施工中的应用[J]. 建材发展导向, 2025, 23(07): 130-132. DOI: 10.16673/j.cnki.jcfzdx. 2025. 0288.
- [5] 周佳琪. 绿色节能施工技术在住宅建筑中的应用实践分析[J]. 居舍, 2023, (04): 41-44.