

Analysis of energy saving design and material application in modern construction engineering

Xueqin Tan

Guhe Street Office of Laixi Municipal People's Government, Laixi, Shandong, 266600, China

Abstract

The energy-saving development of modern construction projects has become a crucial component in the construction of a green and low-carbon society. Energy-saving design not only involves the rational optimization of building spatial layout and structural form but also integrates advanced technological approaches and the application of new materials. As building energy consumption continues to rise, effectively utilizing passive and active energy-saving strategies, enhancing thermal insulation and heat isolation performance, and improving the responsiveness of energy efficiency systems are key to achieving building energy savings. Moreover, new energy-saving materials offer significant advantages in thermal performance, environmental friendliness, and sustainability, providing technical support for building energy conservation practices. By integrating design concepts, construction technologies, and material applications, it is possible to significantly reduce the energy consumption throughout the building's lifecycle, promote the achievement of energy-saving goals, and drive the modern construction industry towards greater intelligence and sustainability.

Keywords

energy saving design; green building; thermal insulation materials; building energy consumption; construction integration

现代建筑工程中节能设计与材料应用分析

谭学勤

莱西市人民政府沽河街道办事处, 中国 · 山东 莱西 266600

摘要

现代建筑工程的节能化发展已成为推动绿色低碳社会建设的重要组成部分。节能设计不仅涉及建筑空间布局与构造形态的合理优化,更融合了多种先进技术路径与新型材料的协同应用。在建筑能耗持续增长的背景下,合理运用被动式与主动式节能策略,强化保温隔热性能,提升能效系统响应能力,是实现建筑节能目标的关键。与此同时,新型节能材料在热性能、环保性和可持续性方面展现出显著优势,为建筑节能实践提供了技术支持。通过设计理念、施工技术与材料应用的多维度融合,可有效降低建筑全生命周期能耗水平,促进节能目标的达成,推动现代建筑行业向智能化、绿色化方向持续演进。

关键词

节能设计; 绿色建筑; 保温材料; 建筑能耗; 施工集成

1 引言

随着城市化进程加快与生态文明建设理念的深化,建筑行业面临前所未有的节能减排压力。据统计,建筑能耗占我国总能源消耗的比重已超过 30%,其中运行阶段的能源浪费最为突出。传统建筑设计模式已难以满足新时期低碳、环保的建设要求,因此节能设计理念的系统引入势在必行。现代建筑节能不仅依赖设计阶段对自然通风、采光、隔热等因素的精准掌控,还要求在施工环节配合高性能材料和技术集成实现能耗控制。同时,节能材料的不断迭代更新,为建筑行业实现低碳目标提供了物质基础。本文围绕节能设计与材料应用两大核心议题展开探讨,分析其在实际工程中的技

术路径与优化机制,旨在为现代建筑节能体系的构建提供理论支持与技术指导。

2 现代建筑节能设计的基本内涵与发展动因

2.1 节能设计在建筑工程中的定义与技术边界

建筑节能设计是一种以降低建筑全生命周期能耗为核心目标的系统性设计理念,涵盖建筑平面布局、结构构造、围护系统、能源系统等多个方面。在实际工程中,节能设计不再局限于简单的能效控制,而是通过气候适应性、技术适配性与材料科学相融合的方式构建综合解决方案。其技术边界涵盖了被动式建筑设计策略、主动式能源调控系统以及智能化管控平台等内容。设计过程中需综合考虑建筑朝向、体型系数、门窗比例、保温性能及通风条件,形成协同优化的节能策略体系,以实现建筑使用舒适性与能源利用效率的同步提升。

【作者简介】谭学勤(1996-),男,中国山东莱西人,本科,助理工程师,从事镇村建设与文化服务研究。

2.2 建筑节能设计发展的政策背景与行业需求

我国在“双碳”目标引导下加快了绿色建筑发展的顶层设计，建筑节能作为实现能源结构优化与碳排放控制的重要环节，得到政策的持续倾斜和行业的高度关注。《绿色建筑评价标准》《建筑节能与可再生能源利用通用规范》等系列文件不断出台，为节能设计提供制度保障。建筑市场对节能设计的关注已从形式审查转向实际能效评估，开发商与使用者对建筑的节能性能提出更高要求。公共建筑、新建住宅及旧城改造项目中节能设计的应用频次显著上升，成为体现项目品质、响应政策导向、增强市场竞争力的重要手段^[1]。

2.3 现代城市化进程对节能建筑提出的综合要求

随着城市人口密度上升与城市空间功能复合化趋势加剧，建筑节能设计面临更加复杂的适应性要求。高层建筑密集化、城市热岛效应增强、交通能源结构转型等问题，推动节能设计从单体节能向区域综合节能过渡。在城市设计层面，需要将自然资源利用效率与建筑性能进行整体统筹，在土地利用、建筑形态与环境协调中实现能耗降低。在用户行为与能源响应关联度增强的背景下，节能设计还需融入智慧感知与调节机制，通过数据驱动的动态响应系统实现建筑运行阶段能耗的最优化管理，从而构建更加高效、绿色、可持续的城市建筑体系。

3 建筑节能设计的核心技术路径分析

3.1 被动式节能技术在建筑形体与结构设计中的融合

被动式节能技术强调建筑与环境之间的自然调节关系，通过合理规划建筑朝向、开窗形式、遮阳结构与围护构造，提升建筑自身对气候条件的适应能力。被动策略设计注重热环境调节的自然过程，如太阳辐射的导入或阻隔、自然通风路径引导、建筑外壳隔热性能提升等手段，构建无需额外能耗的舒适空间环境。建筑形体紧凑程度与体形系数控制直接影响外壳传热效率，结构材料的导热性能与热容储热能力亦对被动节能效果产生决定性影响。通过设计参数优化与场地条件协调，形成适宜区域气候特点的个性化建筑构型，是实现低能耗建筑的核心。

3.2 主动式节能系统在能耗调控中的应用效果

主动式节能系统依托技术手段对建筑能耗进行动态调控，主要包括空调系统、照明系统、可再生能源系统及其控制集成装置等。节能空调系统通过变频控制、热回收与区域调节等机制有效降低运行负荷，LED照明与智能感应控制结合可实现照度需求下的最小能耗。建筑中常集成光伏发电、地源热泵等可再生能源系统实现能源自给与外网互动。各类主动系统在能源效率提升中发挥直接作用，其性能依赖于设备选型、系统集成程度与运行策略配置。系统化的节能设计强调功能协同与响应逻辑构建，提升建筑整体运行效率，缩短能耗回收周期，形成闭环能效控制路径^[2]。

3.3 建筑智能化系统在节能控制中的协同机制

建筑智能化系统通过集成传感、控制、执行与分析功能，对建筑内部环境与设备运行状态进行实时监测与智能响应，构建基于大数据与算法优化的节能平台。系统主要由能耗监测子系统、环境感知子系统、执行控制子系统与数据管理平台组成，实现能源供需动态匹配。智能系统通过采集温湿度、照度、人员分布等信息，优化空调、照明、遮阳等设备的启停逻辑与运行参数，从而在保证舒适度前提下降低能耗。节能控制机制的协同性体现在不同子系统间的联动调节能力，如温控与遮阳系统同步响应，照明与人员感知互为触发，实现多因素驱动下的能耗最小化控制。

4 节能设计与材料协同集成的工程实践模式

4.1 建筑外围护系统中设计优化与材料匹配的结合

建筑外围护系统是节能设计的关键构成部分，其热工性能直接决定建筑与外部环境之间的能量交换效率。通过对墙体结构、门窗系统、屋面构造等部位进行系统化优化设计，结合具有优异导热系数和热惰性的保温材料，可显著降低建筑的传热系数。采用高性能中空玻璃、低辐射镀膜、复合保温板材等材料构建外维护结构，能够有效控制冷热损失，提升围护系统整体的隔热与保温性能。设计中重视热桥处理、密封性能及构造节点细节，配合材料性能参数，实现热阻连续性、与结构稳定性的统一，形成建筑外壳与材料之间的协同作用，提高能效表现。

4.2 光环境、热环境与通风系统的耦合设计机制

建筑节能设计不仅关注单一环境参数的控制，还要求光照、温度与空气流通三者之间的综合调和。在建筑布局与空间组织阶段，通过合理设置采光面、遮阳装置及风道路径，引导自然光入射与空气对流形成，减少人工照明与机械通风系统的负荷。热环境控制中考虑日照路径与热质量分布，在采光与隔热之间取得平衡，使用可调光遮阳系统协调光热输入。通风系统的设计通过风压差与温差驱动形成自然通风机制，结合智能窗控与风口布设增强室内换气效率。各要素协同作用，构建了稳定、节能、舒适的复合环境控制体系，提升建筑运行阶段的能效水平和环境质量^[3]。

4.3 绿色施工管理中节能材料与设计方案协同落地

绿色施工管理注重在施工阶段实现节能设计目标与材料技术效能的有效转化。施工组织需根据节能设计参数编制专项施工方案，对关键节点、热桥部位及材料接口进行过程管控。节能材料的储存、运输、加工与安装环节严格执行规范，避免性能损耗和资源浪费。施工现场配置能耗监测与反馈机制，实现对能源、水资源及施工废弃物的全过程管理，提升建设阶段的资源利用效率。在设计交底与样板引路基础上，建立设计人员、施工团队与材料供应商的协同工作机制，强化设计图纸与材料技术性能之间的一致性，确保节能设计

意图在施工环节高质量落地。

5 建筑节能技术与材料应用的效能评估与优化路径

5.1 建筑能耗模拟与节能效果定量评估指标体系

建筑能耗模拟作为节能设计与材料应用的重要技术手段，可在设计阶段通过虚拟建模与运行仿真预测建筑能效表现。借助 BIM、EnergyPlus、DeST 等能耗分析平台，构建包含围护结构、通风系统、采暖空调设备与照明系统的综合模型，评估全年或典型季节下的能源消耗量与能效等级。模拟结果依据单位面积能耗、峰值负荷、系统效率、运行时长等参数进行量化评价，并结合实际项目地理气候数据校正结果偏差。评估体系应覆盖热工性能、采光效率、风环境适应性等多维指标，建立从设计到运行的闭环能耗验证机制。通过模拟对比分析，可为节能设计优化与材料选型提供可靠依据，提升建筑整体节能性能的可控性与科学性^[4]。

5.2 节能设计与材料选型在生命周期中的经济性分析

建筑节能系统与材料应用的经济性不仅体现在初始投资阶段，更取决于其在全生命周期内对能耗成本的削减能力。经济性分析应综合初期投入、运行维护费用、能源节约收益与残值回收等因素，通过净现值（NPV）、投资回收期（PBP）、内部收益率（IRR）等经济评价指标衡量不同节能设计与材料组合的长期价值。在高性能材料单价较高的前提下，通过节能效益累计抵消成本差异，实现经济与环境效益双赢。系统设计需关注运行稳定性与维护便利性，降低后期能耗波动与维修频次，避免能源系统因功能冗余或调控不当导致运行效率下降，从而在建筑生命周期内形成可持续的经济节能路径，图 1 为一种超低能耗公共建筑节能技术方案的评价方法。

5.3 推动节能建筑推广的标准化体系与工程管理机制

节能建筑推广需依托完善的标准化技术体系与高效的工程管理机制，形成从政策引导、技术规范、产品认证到项目实施的全流程管控。标准化体系包括设计导则、施工规范、验收标准及材料性能评定方法，确保不同项目间节能指

标具备一致性与可比性。工程管理机制通过全过程项目控制体系，落实节能目标分解、节能审查制度与绩效考核指标。在建设环节引入第三方节能评估与绿色建筑标识制度，提升公众认可度与市场导向能力。政策层面应推动财政补贴、税收优惠与金融支持手段配套实施，激励开发企业采用高性能节能技术与材料，全面提升建筑行业的绿色发展水平。

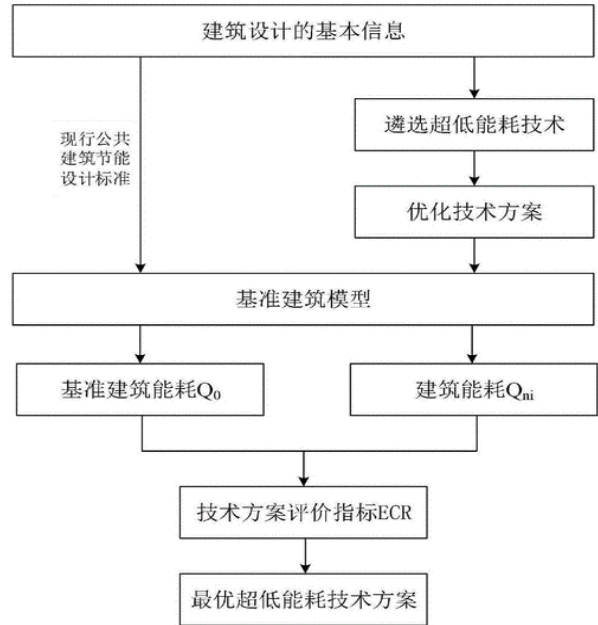


图 1 一种超低能耗公共建筑节能技术方案的评价方法

参考文献

- [1] 贺莉芸.节能设计在现代建筑工程中的应用研究[J].住宅与房地产,2025,(05):89-91.
- [2] 于银,褚学琳.传统建筑技术在现代建筑节能设计中的应用策略[J].住宅产业,2021,(11):42-44.
- [3] 杜俊芳,籍仙荣.探究现代绿色建筑节能设计的发展及运用——评《绿色建筑节能工程设计》[J].电镀与精饰,2020,42(05):49.
- [4] 刘方.现代建筑电气工程节能设计技术措施分析[J].建材与装饰,2017,(38):87-88.