

绿色建筑设计对能源利用效率的影响研究

李 浩

亚瑞建筑设计有限公司石家庄分公司, 河北 石家庄 050011

[摘要]绿色建筑依靠被动式设计、高性能围护结构、可再生能源利用和智慧能源管理等方式来提高建筑的能源利用率。从研究结果可以看出,被动式设计可使建筑能耗降低 15%~30%,数字化协同设计可使节能率提高到 20%以上,智慧能源管理可使年能耗费用降低 15%以上。但是目前绿色建筑实践当中还存在着节能理念落实不到位、技术应用不均衡、初期成本较高、智能化程度不高等状况。文中从完善设计体系、推广节能材料、加强智能化建设、提高可再生能源利用水平、强化运行能耗管理五个方面提出优化策略,给绿色建筑节能设计提供参考。

[关键词]绿色建筑设计;能源利用效率;节能策略;可再生能源

DOI: 10.33142/sca.v9i6.19799

中图分类号: TU201.5

文献标识码: A

Research on the Impact of Green Building Design on Energy Efficiency

LI Hao

Shijiazhuang Branch of Yarui Architectural Design Co., Ltd., Shijiazhuang, Hebei, 050011, China

Abstract: Green buildings rely on passive design, high-performance enclosure structures, renewable energy utilization, and smart energy management to improve the energy efficiency of buildings. From the research results, it can be seen that passive design can reduce building energy consumption by 15% - 30%, digital collaborative design can increase energy efficiency to over 20%, and smart energy management can reduce annual energy consumption costs by over 15%. However, there are still issues in the current practice of green building, such as inadequate implementation of energy-saving concepts, uneven application of technology, high initial costs, and low level of intelligence. The article proposes optimization strategies from five aspects: improving the design system, promoting energy-saving materials, strengthening intelligent construction, improving the utilization level of renewable energy, and enhancing operational energy management, providing reference for energy-saving design of green buildings.

Keywords: green building design; energy utilization efficiency; energy-saving strategy; renewable energy

引言

在全球气候变化、资源短缺的情况下,建筑行业是能源消耗和碳排放的大户,建筑行业的绿色转型已经成了可持续发展的一种必然选择。建筑运行能耗占全社会总能耗的四分之一,加上建材生产、施工过程的碳排放,总碳排放超过 40%。绿色建筑是全生命周期内节约资源、保护环境、减少污染、提供健康适用空间的建筑。相关研究显示,被动式设计可以降低建筑能耗 15%~30%,通过减少空调负荷、改善自然采光来达到目的。夏季可以降低室内温度 3~5℃,冬季用被动式设计减少供暖需求。由此可以看出,绿色建筑设计可以有效地提高能源的利用率。但是中国绿色建筑还存在着设计理念落实不深、技术应用不均、运行管理智能化不足等问题,影响了节能潜力的充分

发挥。本文系统分析了绿色建筑设计对能源利用效率的影响,整理出存在的问题并提出相应的优化策略,为建筑节能设计提供一定的借鉴。

1 绿色建筑设计对能源利用效率的影响分析

绿色建筑设计对能源利用效率的提高在技术上体现出来。被动式设计中,改善建筑朝向、形体属于降低能耗的第一步。以某夏热冬冷地区高层办公楼为研究对象,利用建筑信息模型和能耗模拟软件联合分析之后发现,朝南办公区域平均自然采光系数达到标准值的 85%,会议室区域提高到 92%。在围护结构上降低外墙传热系数 56%、降低外窗太阳得热系数 43%和提高屋顶热阻 150%,空调系统冷负荷降低 25.3%、热负荷降低 23.6%。使用高效非透明的外围护结构外保温系统,采用保温和结构一体化的设计,

表 1 不同绿色建筑设计策略对建筑能耗的影响对比

设计策略	关键参数变化	节能效果
围护结构优化	传热系数降低 56%	冷负荷降低 25.3%
综合绿色改造	多系统协同优化	总能耗降低 25%
被动式设计	自然采光、通风、遮阳	建筑能耗降低 15%~30%
近零能耗技术	被动加主动加可再生能源	综合节能率 62.33%
数字化协同设计	建筑信息模型加性能模拟	整体节能率超过 20%
智慧能源管理	人工智能预测加智能调控	能耗费用降低 15.6%

保证良好的建筑气密性,可以避免由于非预期的气流渗透造成的不必要的通风热损失,也可以避免冷气渗入引起的室内局部温度下降。从主动式技术上来说,经由研究证明,绿色建筑改造之后,办公楼总能耗下降了 25%,供暖能耗减少了 30%、制冷能耗减少了 20%,可再生能源利用率达到 15%。数字协同设计可以达到建筑整体节能率超过 20%的效果,给绿色建筑性能的提高提供了一个可以复制的技术途径。研究结果表明,在该夏热冬冷地区近零能耗公共建筑和参照建筑之间,本体节能率为 24.66%,综合节能率为 62.33%,可再生能源利用率为 57.65%,均符合近零能耗建筑技术标准的要求。随着光伏建筑一体化技术的发展,光伏组件由原来单纯的功能性产品向建筑新材料转变,光伏与建筑的融合应该从设计阶段统筹考虑,实现电为建筑所用、建筑为电而生。虽然绿色建筑的初期投入大,但是长期的运行成本较低,有较好的综合效益。

2 绿色建筑设计中存在的问题

2.1 节能设计理念落实不足

虽然中国新建建筑节能设计标准和绿色建筑要求在政策上已经基本落实,但是节能设计理念的真正贯彻还存在着较大的差距。部分项目存在绿色建筑设计和建筑节能设计相脱离的情况,建设单位没有组织好设计交底工作,现场缺少相应的绿色建筑技术资料,造成各个单位对于绿色建筑的具体要求不清楚。在新建项目交付验收过程中,对建筑节能施工质量验收强制性规定理解、执行出现偏差,质量不高,不能对源头进行有效的控制,持续保持建筑节能指标的质量。需要注意的是,有些绿色建筑项目前期设计更像是一个技术选拔赛,具体的应用只考虑使用者的习惯,后期的绿色运营维护几乎是零,因此这些项目就变成了新的技术在缺乏有效运营维护中被低效使用。设计阶段的节能理念没有很好地传递到建造和运行阶段,造成设计、施工、运维之间存在断层。

2.2 绿色建筑技术应用不均衡

绿色建筑技术应用不均衡现象在中国比较明显。从地

域分布来看,城镇住宅建筑电气化率以南高北低、东高西低为特点,西北、东北地区绿色建筑综合发展水平低,梯度差异大。即使是在夏热冬冷地区绿色建筑实践当中,虽然地方标准已经完成了国标本地化的优化工作,但是仍然存在着被动设计措施单一等状况,技术系统的性、综合性还需进一步提高。目前绿色建筑评价标准条数计数法容易使申报方为了达到要求而数数目,造成绿色技术的堆砌而不是真正的集成。一些建筑为了获得绿色认证而盲目地引进昂贵的技术,却忽略了和项目所在地气候条件的匹配性,造成技术的应用只是表层的,不能起到实际的节能作用。

2.3 初期投资成本较高

绿色建筑的初期投资成本比传统建筑要高,这是绿色建筑大规模推广的主要障碍。可持续建筑的建造费用比传统建筑高 20%左右。绿色建筑在项目前期由于采用一系列建筑节能技术,产生增量成本占总造价比例高、投资回收期长,与传统建筑相比,房地产开发商和消费者对其积极性不高。装配式建筑初期成本比传统模式高出 20%~30%,在经济欠发达地区更加明显。以超低能耗建筑为例,该项目的单位面积增量成本为 700~900 元/m²,虽然在建筑全生命周期内可以通过节能收益来收回,但是较高的前期投入仍然使得很多开发商望而却步,造成许多项目只达到最低评价标准,没有充分发挥节能潜力。

2.4 智能化管理水平有待提高

绿色建筑的能源利用效率不单是设计阶段优化的结果,也是运行阶段智能化管理的结果。但是目前大部分建筑的空调、照明等能源设施没有得到有效控制,节能靠经验、降费靠关机的粗放状态依然存在。即使已经部署了数字化的装备,但是管理平台却常常是“有骨无脑”,大量的设备处在只监不控的状态中,造成用电成本反而上升。绿色建筑评价体系还存在着智能指标覆盖面小、主观赋权偏颇大、动态适应性差等状况。从技术上来说,建筑智能化所用的核心技术国产化率较低,融合技术集成度高;从用户认知上来说,大部分用户对产品的效益存有疑虑,建

筑开发商重交房、轻环保,相关人才匮乏。设计阶段系统节能效果同实际运行数据之间存在的较大差异,就是由于运行管理智能化水平不高而产生的主要矛盾。

3 提升绿色建筑能源利用效率的优化策略

3.1 完善绿色建筑设计体系

完善绿色建筑设计体系要从技术方法、评价机制两方面共同推动。从技术角度来讲,应该促使建筑信息模型技术和性能模拟软件深度整合起来使用。数字协同设计可以使建筑整体节能率提高到 20%以上,给绿色建筑性能的提升提供可以复制、推广的技术途径。利用建筑信息模型和能耗模拟软件进行协同分析,可以达到自然采光模拟、能耗负荷计算、通风环境优化等多目标一体化的设计效果,在设计阶段就可以对建筑性能进行预测和优化。就评价机制而言,绿色建筑评价应该由原来的条数计数向能效导向转变。绿色建筑的本质就是资源的最大化利用,而不是简单的各项指标的计数达标。建议参照近零能耗建筑标准中的本体节能率、综合节能率等定量化指标,创建起以实际节能效果为重心的绿色建筑评价体系,促使设计者由看重认证分数转向重视实际节能。

3.2 推广节能环保材料应用

节能环保材料的使用是提高建筑围护结构热工性能、减少建筑能耗的基本保证。应该大力推广使用高性能保温隔热材料以及节能型围护结构产品。改性硬硅钙石板材料凭借其导热系数低、典型值小于等于 $0.05\text{w/m}\cdot\text{k}$ 、耐高温、轻质高强以及无甲醛、无放射性的环保特性,正在绿色建筑保温领域加速替代传统有机保温材料。屋面岩棉导热系数小于 $0.040\text{w/m}\cdot\text{k}$,可使建筑的散热损失减少,达到节能降耗的目的。玻纤增强聚氨酯型材导热系数为 0.32,由该材质制成的门窗幕墙已经列入热工物理参数目录,是节能产品的一级节能产品。在推广策略上要创建绿色建材认证和采购激励机制,依靠规模化应用来降低材料成本,从而塑造起市场推动和政策引领相融合的良好局面。

3.3 加强智能化能源管理建设

智能化能源管理属于提高绿色建筑运行阶段能源利用率的重要支撑。应大力引进智慧能源管理系统,对建筑能耗实施实时监测、智能分析和优化控制。设计院自主研发的智慧能源管理系统通过边缘计算网关对建筑能耗数据进行采集,按照建筑碳排放计算标准计算出碳排放量,用机器学习预测高能耗节点并调整能源策略,从而使得能耗年总费用降低 15.6%。智慧能源管理平台将高质量的数据集和多模态的大模型结合在一起,可以实现建筑全生命

周期的智慧管理,数字孪生技术使建模效率比传统的高约 3.8 倍,设计和管理效率提高约 30%,后期运营成本和能耗降低约 20%。智慧建筑团队介入改造之后,该大楼系统能效比由原来的 3.49 提高到了 4.45,能效提高了 27%。采用远程可视化监测和智能运维管理系统的手段,可以使得节能效率提高 10%以上。建议把智能化管理水平纳入绿色建筑运行评价指标体系,使建筑由“设计绿”走向“运行绿”。

3.4 提升可再生能源利用水平

提高可再生能源利用水平是建筑能源系统绿色转型的有效途径,其中光伏建筑一体化技术最为突出。光伏建筑一体化技术不同于把太阳能电池板简单地粘贴在建筑表面,而是把光伏组件直接嵌入到建筑结构中,使建筑本身能够依靠太阳能发电,具有“会呼吸”的特点。将光伏技术融入建筑本体的设计规划当中,在设计规划之初就融入光伏的理念,可以达到建筑美学、结构安全和发电功能三者之间的平衡。研发项目在高层住宅、商业综合体等场景中实现了规模化应用,光伏建材透光率达 81.2%,发电效率高于 17.3%,系统预测误差 $\leq 4.5\%$,光伏发电消纳率 $>93\%$ 。在太阳能资源丰富的地方,可以在屋面上安装光伏发电系统,实现自发自用、余量上网。应根据当地条件选择可再生能源的技术路线,不能盲目采用高成本的方案。

3.5 强化建筑运行阶段能耗管理

建筑运行阶段的能耗管理,是保证绿色建筑设计节能效果真正落实的最后一环。要创建起覆盖建筑全部生命周期的能耗监测和反馈体系。一方面实行能耗分项计量及公示制度,对空调、照明、电梯等主要用能系统进行分类监测、定额控制。经过节能改造后智能管控平台综合能效达到 5.0 以上,冷却水泵、冷冻水泵能耗分别降低 35%、28%,运维成本降低 25%。该商务中心的绿色实践已经由原来的单个建筑运行能耗的重视,发展到涵盖建筑全生命周期的综合性管理,即项目前期土地获取、设计规划和后期智慧运营等各个环节均包含减碳因素。另一方面,创建运行效果的定期评定和反馈体系,把运行数据反向传达到设计阶段,塑造起设计、建造、运行、反馈的闭环改良体系。可以识别出 92%的绿色建筑难以达到设计绿的原因,并且可以利用在线指标对能耗、水耗、室内环境、碳排放等进行实时监测预警,该种数字化运行评价方式值得在更广泛的范围内推广。

4 结语

绿色建筑设计对于提高建筑的能源利用效率有明显的作用,在大量的研究与实践当中也得到了证实。从被动

式设计优化、主动式技术集成、高性能围护结构、智慧能源管理等各方面技术手段的综合应用可以使得建筑能耗大幅度降低,可再生能源利用率大大提高。但是,在目前的绿色建筑实践中还存在着理念落实不到位、技术应用不均衡、初期成本较高、智能化管理水平有待提高等问题,从而限制了节能潜力的充分发挥。未来要依靠健全设计体系、推广节能材料、加强智能化建设、提高可再生能源利用水平、加强运行阶段能耗管理等综合手段,促使绿色建筑由重视设计认证转变为重视实际节能。只有达到设计、建造、运行全过程的协同优化,绿色建筑才成为建筑领域节能减排的重要力量,给实现碳达峰、碳中和目标赋予坚实的保障。

[参考文献]

- [1]金韬.绿色建筑设计对能源利用效率的影响研究[J].居业,2025(1):225-227.
- [2]赵悦雯.绿色建筑能源循环利用优化设计方法管窥[J].四川水泥,2018(7):78.
- [3]张宝刚,刘鸣.绿色建筑设计及运行关键技术[M].北京:化学工业出版社,2018.
- [4]付鹏.绿色建筑技术在现代建筑设计中的应用与实践研究[J].居舍,2026(10):88-91.

作者简介:李浩(1996—),男,汉族,河北石家庄人,工程师,石家庄铁道大学毕业,现就职于亚瑞建筑设计有限公司石家庄分公司,从事建筑设计工作。