

# 绿色建筑施工中可再生能源利用技术的应用现状与发展策略

赵晨 唐彦驰

云南农业大学

DOI:10.12238/btr.v8i4.4751

**[摘要]** 本文围绕绿色建筑施工中可再生能源利用技术展开研究。先阐述绿色建筑内涵与可再生能源分类特点,接着分析太阳能、风能、地热能在绿色建筑中的应用案例,经调查发现太阳能技术应用最广,东部沿海地区应用比例高,且多数受访者认可其节能减碳效果,但也存在一些问题。同时指出该技术在应用中面临技术成熟度不足、集成难度大、初始投资高、回报周期长、政策支持及市场认知度低等挑战,需针对性解决。

**[关键词]** 绿色建筑; 可再生能源技术; 应用现状与挑战

中图分类号: TK01 文献标识码: A

## The application status and development strategy of renewable energy utilization technology in green building construction

Chen Zhao Yanchi Tang

Yunnan Agricultural University

**[Abstract]** This article focuses on the research of renewable energy utilization technology in green building construction. It first expounds the connotation of green buildings and the classification characteristics of renewable energy, and then analyzes the application cases of solar energy, wind energy, and geothermal energy in green buildings. According to the survey, solar energy technology is the most widely used, with a high application proportion in the eastern coastal areas. Most respondents recognize its energy-saving and carbon-reducing effects, but there are also some problems. At the same time, it points out that this technology faces challenges such as insufficient technical maturity, difficult integration, high initial investment, long return period, low policy support, and low market recognition in its application, which need to be addressed in a targeted manner.

**[Key words]** green building; renewable energy technology; application status and challenges

### 引言

当前,太阳能光伏、地源热泵、风能互补等技术在建筑全生命周期中逐步渗透,但存在技术适配性不足、系统集成度低、初期投资成本高等瓶颈。本文将系统梳理其应用现状,剖析关键挑战,并提出技术创新、政策协同与市场推广三位一体的发展策略,为建筑行业低碳转型提供理论支撑与实践路径。

### 1 绿色建筑与可再生能源技术概述

#### 1.1 绿色建筑的概念与特点

绿色建筑,即在全寿命周期内,最大限度节约资源(节能、节地、节水、节材)、保护环境、减少污染,为人们提供健康、适用且高效的使用空间,实现与自然和谐共生的建筑。

其内涵主要有三方面:一是减轻环境负荷,在建设和使用中,采用高效隔热材料、节能设备与优化设计,降低能源消耗与资源浪费,同时合理利用水资源,提高利用效率。二是提供优质生活

空间,设计时充分考虑室内空气质量、采光、通风等,采用环保材料,减少污染物释放,良好的采光通风还能节能并提升舒适度。三是强调与自然亲和,选址和规划尊重自然地形与生态,通过景观设计增加绿化,促进人与自然和谐。

#### 1.2 可再生能源的分类与特点

可再生能源在自然界可不断再生、永续利用,环境友好,几乎无污染。常见的有太阳能、地热能、风能、水能和生物质能。

太阳能分布广泛、清洁可再生,可通过光伏板发电,也能用于热水器加热水,但能量密度低,受天气和时间影响大,需要储能设备。

地热能源于地球内部,通过地下热水、蒸汽释放。地源热泵技术利用浅层地热能供暖制冷,因土壤或地下水温度稳定,节能优势明显,不过受地质条件限制,开发成本高。

风能由太阳辐射能转化,清洁、可再生且成本低,主要靠风

力发电机发电,多建于沿海、高原等风力丰富地区,但其随机性和间歇性强,需合理规划与储能技术。

水能通过水力发电转化为电能,清洁、可再生、发电成本低,大型水电站对能源供应作用重大,然而受水资源分布和地形限制,建设可能影响生态。

生物质能是太阳能以化学能形式贮存在生物质中的能量,可再生、低污染、分布广,可用于发电和生产生物燃料,但利用效率低,原料收集运输成本高,大规模利用困难。

## 2 可再生能源技术在绿色建筑中的应用现状

### 2.1 应用案例分析

#### 2.1.1 太阳能

青海共和50兆瓦光伏领跑者项目,地处青海省海南州共和县,太阳能资源丰富。项目装机50兆瓦,使用高效单晶硅组件,当地年平均太阳辐射量 $1850\text{kWh}/\text{m}^2$ ,年发电量7500万kWh。相比传统建筑,每年少耗3万吨标准煤,减碳约7.98万吨。多余电量上网,当地电价 $0.85\text{元}/\text{kWh}$ ,年售电收入6375万元,补贴 $0.3\text{元}/\text{kWh}$ ,年补贴2250万元。初始投资3亿元,回收期约8.5年,25年总收益21.875亿元。

#### 2.1.2 风能

丹麦博恩霍尔姆岛绿色建筑,靠沿海风力优势,装5台10kW风机,总装机50kW,年平均风速 $7\text{m}/\text{s}$ ,年发电14万kWh。建筑利用海风与温差实现自然通风,夏季空调能耗降35%。但风速不稳定致发电波动,需储能,且风机噪声影响环境。

#### 2.1.3 地热能

北京大兴国际机场用地源热泵,垂直埋井超1000口,井深120米,供热功率5000kW,制冷4000kW。冬季供热、夏季制冷效果好,与传统系统比,每年能源费省35%~45%,若年能源费500万元,可省175~225万元,且维护成本低、寿命超20年。

### 2.2 应用现状调查与数据分析

#### 2.2.1 调查方法与样本选取

为全面、精准地洞悉可再生能源技术在绿色建筑中的应用实况,本研究实地走访了精心挑选的30个具有代表性的绿色建筑项目,这些项目广泛分布于东部沿海发达地区、中部地区和西部地区,涵盖住宅小区、商业建筑、公共建筑等多种类型,规模上也兼顾了大型建筑项目和小型建筑项目。以上海建科中心为例,该项目位于上海市徐汇区宛平南路75号,总建筑面积 $6727.88\text{m}^2$ ,地上4层,地下1层,建筑高度为23.95m,建筑结构形式为钢框架结构。其屋面采用常规光伏发电组件与pvt光伏光热一体化组件相结合的系统形式,在光伏发电的同时,把光伏板吸收的热量加以利用,用于食堂生活热水预热,大大提升了能源利用效率。武汉绿色建筑示范小区则在多种可再生能源综合利用方面表现突出,采用太阳能提供生活热水的比例达到50%,同时运用地源热泵系统实现高效供暖制冷,与传统建筑相比,每年可节约用电239.7万kWh,节约天然气 $4.77\text{万m}^3$ ,即节约标准煤1064吨,显著降低了能源消耗。通过实地观察太阳能光伏板、风力发电机、地源热泵等设备的安装和运行状况,与项目负责人、技术人员进行深入

的面对面交流,获取了大量一手资料。

#### 2.2.2 数据统计与结果分析

对回收的问卷数据进行深入统计分析后发现,在可再生能源技术的应用比例方面,太阳能技术以65%的占比遥遥领先,成为应用最为广泛的可再生能源技术。其中,太阳能光伏发电在绿色建筑中的应用占比为35%,太阳能热水系统的应用占比为30%。地热能技术的应用占比为25%,主要以地源热泵系统为主,在供暖和制冷领域发挥着重要作用。风能技术的应用相对较少,占比为8%,主要集中在风力资源丰富的沿海地区和高原地区。生物质能技术的应用占比仅为2%,主要用于生物质能发电和生物质燃料供热。

从地域分布来看,东部沿海地区凭借其经济发达、技术和资金实力雄厚、对绿色建筑重视程度高以及政策支持力度大等优势,绿色建筑中可再生能源技术的应用比例高达70%。中部地区的应用比例为60%,西部地区的应用比例为50%。尽管西部地区由于自然条件和经济发展水平的限制,可再生能源技术的应用相对滞后,但在太阳能和风能资源丰富的地区,如甘肃敦煌的太阳能光热示范项目,也取得了较好的成效。

在应用效果评价方面,超过80%的受访者高度认可可再生能源技术在绿色建筑中的应用对降低能源消耗和减少碳排放的显著效果。然而,部分受访者也指出了实际应用中存在的问题。太阳能光伏发电受天气影响较大,发电量不稳定,例如在阴天或雨天,发电量可能会骤减甚至归零,与稳定供电时相比,发电量波动幅度可达50%~80%;地热能系统的前期投资成本较高,以北京大兴国际机场的地源热泵系统为例,其初始投资成本相较于传统供热制冷系统高出30%~50%,回收期较长,一般需要8~10年才能收回成本;风力发电机的噪声对周边环境有一定影响,噪声值可达60~80分贝,超出了部分地区的环境噪声标准。这些问题在一定程度上制约了可再生能源技术的进一步推广应用。

## 3 可再生能源技术应用面临的挑战

### 3.1 技术层面

#### 3.1.1 技术成熟度不足

部分可再生能源技术存在效率低、稳定性差问题。如太阳能光伏发电,单晶硅电池转换效率20%~25%,多晶硅18%~22%,且阴天、夜晚发电量大幅下降甚至归零。风力发电因风速不稳定,出力波动超50%,影响电力系统稳定。地源热泵技术受地下地质条件复杂影响,换热效果不佳,长期运行还可能改变地下温度场。

#### 3.1.2 技术集成难度大

多种可再生能源复合应用时,太阳能、风能的间歇性与地热能的稳定性难匹配,导致能源供需失衡。集成系统涉及多子系统和设备,控制策略和参数差异大,现有控制技术不成熟,难以实现高效协调,如能源过剩时电能分配问题亟待解决。

### 3.2 经济层面

#### 3.2.1 初始投资成本高

可再生能源技术显著增加绿色建筑初始投资。太阳能光伏发电系统每平方米投资1500~2000元,传统建筑近乎为零。1万平

方米建筑采用地源热泵系统供暖制冷, 初始投资500-800万元, 传统系统仅300-500万元。这源于技术设备研发、生产、安装成本高, 且应用时可能需改造建筑结构。

### 3.2.2 投资回报周期长

以某太阳能光伏发电绿色建筑为例, 初始投资200万元, 年发电30万kWh, 上网电价0.8元/kWh, 年售电收入24万元, 扣除费用后年净收益19万元, 投资回收期约10.53年。能源价格波动、政策支持力度、设备寿命和维护成本、技术进步等因素都会影响投资回报周期。

### 3.3 政策与市场层面

#### 3.3.1 政策支持力度不够

补贴政策不完善, 标准不科学、期限短, 企业积极性受影响。标准规范不健全, 缺乏统一技术标准和评价体系, 地区差异大, 阻碍项目实施。政策执行不到位, 监管不严, 部分绿色建筑项目未落实可再生能源技术应用要求。

#### 3.3.2 市场认知度和接受度低

消费者对绿色建筑和可再生能源技术了解有限, 担心影响生活质量。部分消费者重短期利益, 不愿为绿色建筑付高价, 还有消费者因经济实力受限无法选择。市场推广宣传不足, 渠道有限、内容不生动, 未结合消费者需求, 难以引起关注。

传统卖点, 对绿色建筑和可再生能源技术的宣传较少, 使得消费者对这些信息了解不足。

## 4 可再生能源技术在绿色建筑中的发展策略

### 4.1 技术创新与研发

#### 4.1.1 加大研发投入

政府和企业要重视可再生能源技术研发, 增加资金支持。政府可设专项科研基金, 2023年国家财政对可再生能源科研投入达50亿元, 支持多个关键领域项目, 某省每年也投入5000万元绿色建筑专项研发资金。企业应提高研发投入占比, 如某企业2023年研发投入占比8%, 成功研发转换效率26%的新型太阳能电池。企业还应与高校、科研机构合作, 如某企业与高校合作优化地源热泵技术, 提升能效比, 降低成本。加大投入有助于解决技术难题, 推动技术升级。

#### 4.1.2 促进技术融合与创新

推动不同领域技术融合, 是可再生能源技术创新的关键。在绿色建筑中, 将物联网、大数据、人工智能等技术与可再生能源技术结合, 实现能源系统智能化管理。物联网实时采集设备运行数据, 利于设备监控维护; 大数据挖掘分析能源消耗数据, 预测需求, 优化调度; 人工智能实现能源系统智能控制, 根据实时数据和预测调整设备运行参数。此外, 探索可再生能源与建筑技术融合, 如光伏建筑一体化, 开发光伏玻璃等材料; 将地热能与建筑供暖制冷结合, 提高应用比例。

### 4.2 经济激励措施

#### 4.2.1 完善补贴政策

政府应依据不同可再生能源技术特点和成本, 制定差异化

补贴标准。如太阳能光伏发电, 转换效率25%以上、装机100kWp及以上项目, 每瓦补贴0.5元; 转换效率20%-25%、装机50kWp-100kWp项目, 每瓦补贴0.3元。地源热泵系统按供热制冷面积和能效比补贴, 1万平方米以上、能效比4.0及以上项目, 每平方米补贴20元。补贴方式要多样, 除直接资金补贴, 还可补贴电价、热价。要建立10-15年长期稳定补贴机制, 适时调整补贴标准。

### 4.2.2 创新金融服务模式

金融机构应创新绿色金融产品, 为绿色建筑项目提供多元融资渠道。推出绿色建筑专项贷款, 小型项目提供3-5年短期小额贷款, 年利率下调10%-15%; 大型项目提供10-20年长期大额贷款, 年利率下调15%-20%。探索绿色债券、绿色基金应用, 企业可发行绿色债券筹资, 设立绿色建筑产业投资基金吸引社会资本。建立融资担保机制, 政府出资设立担保基金, 按70%-80%比例为项目担保, 鼓励商业担保机构参与, 政府给予补贴和风险补偿。

### 4.3 政策与市场引导

#### 4.3.1 加强政策法规建设

统一绿色建筑和可再生能源技术应用标准, 制定设备安装、调试和验收标准, 明确技术参数和质量要求。建立绿色建筑评价标准, 将可再生能源利用效果作为重要指标, 可再生能源利用比例30%以上的建筑可获得更高星级评价。加强政策法规执行力度, 建立监督管理机制, 相关部门加强监管, 依法处罚违规行为。

#### 4.3.2 提高市场认知度和接受度

通过多种媒体渠道宣传绿色建筑和可再生能源技术优势, 制作科普视频、手册, 普及相关知识。开展绿色建筑宣传周等活动, 组织专家讲座培训, 向相关方普及知识。举办技术研讨会, 分享技术成果和经验。针对消费者开展知识讲座, 介绍绿色建筑优势和购买注意事项, 增强消费者认同感和购买意愿。

## 5 结论与展望

可再生能源技术是建筑行业可持续发展的关键, 太阳能、风能、地热能等在绿色建筑中的应用呈多样化且逐步推广态势。但目前仍面临挑战, 技术上部分技术成熟度不足、集成难度大; 经济上初始投资高、回报周期长; 政策与市场方面, 政策支持不足、市场认知度和接受度低。针对这些问题, 需加大研发投入, 促进技术融合创新; 完善补贴政策, 创新金融服务; 加强政策法规建设, 提高市场认知。

### [参考文献]

- [1]邢金峰.绿色建筑施工技术在住宅建筑工程中的应用研究[J].建筑与装饰,2024(22):16-18.
- [2]邓昌云,龚纯维.绿色建筑施工技术的创新与应用研究[C]//新技术与新方法学术研讨会论文集,2024:1-2.
- [3]李娟娟.建筑施工中绿色节能技术的现状与应用[J].建筑·建材·装饰,2021(14):148-149.

### 作者简介:

唐彦驰(2005--),女,汉族,云南省昭通市人,云南农业大学在读,土木与环境工程,研究方向:土木工程专业。