

电力土建施工中绿色建材应用降低环境影响

陈晓忠

国网山西省电力有限公司大同供电分公司，山西 大同 037000

DOI:10.61369/ERA.2026010029

摘要： 电力土建施工在材料投入和环境影响方面具有显著特征，绿色建材的应用成为推动行业低碳化与可持续化的重要方向。结合电力工程结构复杂、耐久性要求高的特点，对绿色建材的行业发展态势、推广受限因素、体系优化路径以及工程实践成效进行了系统分析。研究指出，绿色建材在环境负荷降低、结构性能提升及施工组织优化方面展现出重要价值，同时面临技术标准不完善、成本结构偏高、供应链不稳定及施工适配性不足等问题。通过构建材料全生命周期评价体系、完善数字化选材机制、强化供应链协同与标准制度建设，可为绿色建材在电力土建领域的深化应用提供可行路径。绿色建材将推动电力建设向更高水平的绿色化与高质量方向发展。

关键词： 绿色建材；电力土建施工；环境影响；可持续发展；低碳工程

Application of Green Building Materials in Electric Power Civil Engineering Construction to Reduce Environmental Impact

Chen Xiaozhong

State Grid Shanxi Electric Power Company Datong Power Supply Branch, Datong, Shanxi 037000

Abstract: Power infrastructure construction exhibits distinct characteristics in material input and environmental impact, making green building materials a crucial driver for industry decarbonization and sustainability. This study systematically analyzes the development trends, implementation constraints, optimization pathways, and practical effectiveness of green building materials in power engineering, given the sector's structural complexity and stringent durability requirements. The research highlights their significant value in reducing environmental burdens, enhancing structural performance, and optimizing construction processes, while addressing challenges including incomplete technical standards, high cost structures, supply chain instability, and inadequate construction compatibility. By establishing a full life cycle assessment system, improving digital material selection mechanisms, and strengthening supply chain coordination with standardized institutional frameworks, feasible pathways can be developed for deeper application of green building materials in power infrastructure. These materials will propel power construction toward higher levels of green development and quality enhancement.

Keywords: green building materials; power civil construction; environmental impact; sustainable development; low-carbon engineering

引言

电力土建工程作为能源基础设施建设的重要组成部分，其施工过程往往伴随大量材料投入和环境干扰，推动行业绿色化已成为当前发展的必然趋势。随着“双碳”目标提出，绿色建材逐渐成为提升工程环境绩效和降低生命周期排放的关键因素。绿色建材在生产与应用阶段具有能耗低、污染少及资源利用率高等优势，契合电力工程对安全性、耐久性和环境友好性的综合要求。本研究聚焦绿色建材在电力土建施工中的应用实践，通过分析其环保效益与工程适配性，明确其在降低环境影响方面的作用，并提出适用于工程建设的材料选择与推广思路，以为电力建设领域实现可持续发展提供参考。

一、绿色建材融入电力土建施工的行业发展格局

电力土建施工正处于由传统高耗能模式向绿色低碳模式加速

转型的阶段，绿色建材的介入推动了行业材料体系与施工逻辑的重构。在工程实践中，材料占据了碳排放和环境负荷的主要来源，混凝土、砂石、外加剂、保温材料等在生产与运输过程中会

作者简介：陈晓忠（1977.08-），男，山西大同人，本科，工程师，研究方向：电力土建。

造成能源消耗和污染排放。随着电力工程规模持续扩大，工程全生命周期环境绩效逐渐成为行业评价体系中的关键指标，绿色建材由补充性材料转向基础性配置，成为工程项目获取绿色施工与低碳建设认定的重要条件。

电力土建工程具有场地分散、结构类型复杂、耐久性要求高的特点，对材料的性能稳定性、安全性和环境属性提出了复合要求。绿色建材的发展使行业具备了更多低碳材料选择，包括高矿物掺合料混凝土、低碳水泥、新型透水材料、高性能保温隔热材料以及再生骨料材料等。这些材料在电力基础设施建设中逐步形成体系化应用模式，例如变电站结构工程中的低碳砼配置方案、输电线路基础中的再生材料基层设计、站区道路的透水铺装结构等，为行业提供了可验证的材料替代路线。

在政策推动、行业标准体系完善和企业绿色建设需求增长的共同作用下，绿色建材在电力土建施工中的应用正从单点示范迈向整体集成。绿色建材技术指标、耐久性评价方法及其在工程中的适配性研究不断深化，推动了材料选型由经验型向数据化、性能化方向发展。与此同时，绿色建材的供应链也在与电力工程需求形成协同机制，通过区域化供应、低碳生产工艺和可追溯管理模式提升材料投入的环境透明度，使电力土建施工具备了更完善的绿色材料保障能力。行业正逐渐形成以绿色建材为支撑的建设模式，为电力工程在低碳、安全与长期性能之间找到新的平衡点。

二、电力工程中绿色建材应用的限制因素与矛盾点

电力工程中绿色建材的应用虽具备明显的环境效益，但在实际推进过程中受到多重制约因素的影响，表现出技术、经济与管理之间的矛盾关系。绿色建材类型多样，但性能评估体系和适配性标准尚未完全覆盖电力土建的特殊结构需求，例如耐久性指标、抗裂性能、长期荷载作用下的力学衰减规律等未形成统一验证方法，使部分材料难以在关键结构部位实现工程化应用。电力工程对结构安全和使用年限具有严格要求，任何材料替代都需通过反复试验与工程验证，周期较长，导致绿色材料推广速度偏缓。

成本结构也是制约推广的重要来源。部分绿色建材受制于生产规模、原料来源和工艺限制，价格水平较传统材料更高，而电力工程项目在预算控制和招标模式下对成本敏感度较强，使绿色材料在竞争中处于不利位置。同时，部分企业在材料选择上仍以传统经验为主，对于绿色材料的长期经济性、生命周期效益和环境价值缺乏系统认知，导致绿色材料应用缺乏动力。此外，施工单位普遍存在对新型材料施工工艺不熟悉的问题，如绿色混凝土的拌和时间、保温材料与构筑物的粘结工艺、透水材料的铺装压实参数等在施工质量控制上存在不确定性，这直接限制了其在复杂电力土建场景中的应用深度。

供应链体系的不成熟也带来了不稳定因素。部分绿色建材生产企业区域集中度较高，运输半径过大时不仅提高成本，也削弱了材料的低碳属性；同时，不同批次材料的性能一致性和可追溯

性管理仍未完全形成规范化体系，使项目方对材料质量稳定性存在顾虑。此外，行业内建设单位、设计单位与施工单位之间在绿色建材选型、性能评价和应用策略上沟通不足，信息不对称导致设计端与施工端无法形成有效衔接，制约绿色建材在电力土建工程中的系统化应用。这些矛盾点的存在说明绿色建材的推广仍处于过渡阶段，需要技术体系、成本结构和管理机制的协同改进。^[1-5]

三、电力土建领域绿色材料体系的优化路径设计

电力土建领域绿色材料体系的优化需要在技术、管理和工程实践之间形成协同结构，使材料选择、应用模式与施工流程实现一体化提升。绿色建材的性能评价应从单一材料属性拓展为基于全寿命周期的综合评估体系，通过对碳排放系数、耐久性指标、服役环境适应性及材料再生利用潜力的量化分析，提高材料选型的科学性。针对电力工程结构类型多、受力条件复杂的特点，应建立适用于高载荷基础、长跨度构筑物及户外暴露结构的绿色材料数据库，通过性能分级机制明确不同材料的应用边界与最优使用场景，使绿色材料体系具备可操作性和工程针对性。^[6]

绿色材料体系的优化还需要与电力工程的设计方法深度融合，使材料替代不再依赖经验判断，而是基于参数化设计与力学模拟的结果进行决策。通过引入结构仿真技术与环境绩效模拟模型，可在设计阶段对不同材料组合的力学稳定性、碳排放量和维护成本进行综合对比，实现材料优化路径的数字化实现。同时，应推动绿色材料在施工工艺层面的适配性调整，例如改进绿色混凝土的拌和工艺、提升再生骨料的筛分与处理工艺、调整透水结构的铺设标准等，使材料性能能够在现场条件下稳定释放，为大规模应用奠定过程控制基础。^[7-10]

管理体系的优化对于构建完整的绿色材料体系具有关键作用。通过建立材料准入制度、质量追溯机制和绿色采购标准，可提升供应链稳定性，使材料选择过程透明化、可控化。建设单位与设计、监理、施工单位的协同机制也应得到完善，通过在项目启动阶段形成统一的绿色材料应用计划，减少方案调整带来的资源浪费。区域化绿色材料供应网络的建设能够减少运输能耗，提高材料可获得性，并推动地方材料企业在工艺和质量控制方面持续迭代。绿色材料体系的优化路径需要在政策支持、技术研发和行业协同中不断深化，使电力土建工程在环境友好性、经济性和结构安全性之间形成新的平衡结构，推动绿色建材成为工程建设中的主导性选择。

四、绿色建材应用成效的工程实践示例

绿色建材在电力土建工程中的应用正通过多种工程实践展现出显著成效，具体表现为环境负荷降低、结构性能提升以及施工组织优化等方面。在变电站土建工程中，低碳混凝土体系的应用已成为典型示例，通过采用高掺量矿物掺合料和优化级配的再生骨料，可在保持抗压强度、抗裂性能和耐久性指标满足规范要求的前提下，使材料的单位碳排放显著下降。部分站区基础和构筑

物在实际使用过程中表现出较低的碳化速率和良好的抗渗性能，说明绿色混凝土在长期服役条件下具备可控性和可靠性，适合电力工程对耐久性和安全性的高要求。绿色材料的介入不仅改善了结构环境属性，还减少了传统外加剂的用量，使材料体系更加稳定。

输变电线路的基础施工同样展示了绿色建材的落地效果。在塔基基层和道路铺设环节采用再生材料与透水结构，可降低天然砂石的消耗，缓解资源占用压力。透水结构在站区内部道路和场坪建设中表现出良好的雨水渗透与排散能力，减少了地表径流量，对改善施工区域的微环境具有积极作用。道路结构在承载能力、抗冻性能和抗车辙性能方面通过工程实测验证，说明绿色材料在非结构性与半结构性部位具有较高应用潜力。

部分工程项目还将绿色保温与隔热材料应用于电力建筑物的围护结构中，通过提高热工性能降低运行阶段的能源消耗。在控制室、设备房等内部环境要求稳定的区域，新型保温材料的合理配置使建筑物的能耗指标明显下降，为绿色建材在电力工程运营阶段的节能价值提供了可验证的依据。工程实践的不断积累为绿色材料体系的参数优化、施工工艺改进及应用范围拓展提供了支撑，使绿色建材不再局限于试点工程，而是逐步向常规化应用迈进。工程示例展示出绿色建材在环境效益、结构性能和运行节能方面的多重价值，为电力土建行业的绿色转型提供了现实基础。

五、绿色建材推动电力建设绿色转型的未来趋势

绿色建材推动电力建设绿色转型的趋势正向体系化、智能化与深层次融合方向演进。随着电力基础设施建设持续扩大，行业对环境属性、服役性能和长期运行成本的关注度不断提升，绿色建材不再被视为附加选项，而是作为工程方案构成中的关键要素。未来绿色建材的研发方向将更加注重材料结构的微观调控，通过优化胶凝体系、提高再生骨料处理水平、开发低碳固废基材料等途径，使材料在降低碳排放的同时具备更高的力学性

能与环境耐受能力。这类材料的技术成熟度提升，将促进其在电力工程关键结构部位的广泛应用，使电力土建施工工具备更为稳定的绿色材料支撑体系。

数字化技术的介入将推动绿色材料应用模式发生根本性改变。通过构建材料碳排放数据库、全过程环境绩效评估模型及智能选材系统，设计单位能够在方案形成阶段直接量化不同材料组合的碳足迹与性能差异，使材料优化过程更加透明。智能监测技术将被引入材料使用与结构服役状态评估中，通过传感数据采集、环境响应分析和耐久性预测，为绿色建材在实际工程中的表现提供实时反馈，使材料选型与施工参数能够动态调整。未来电力工程将形成以数字化验证、性能化评估与环境指标约束为核心的新型材料决策体系。

绿色建材在供应链、标准体系和政策层面的支撑力度也将不断增强。区域化绿色建材生产布局和原料循环利用体系的完善，使材料供应更加稳定，运输环节的碳排放进一步减少。行业标准将更加关注材料适配性、碳排放核算、施工工艺要求等内容，为绿色建材进入电力工程提供制度保障。随着绿色招标、低碳评价体系及工程碳排放限值等政策工具逐步强化，绿色建材将在电力工程建设中形成更高的市场占比。绿色建材推动电力建设绿色转型的未来趋势体现为技术创新、管理协同和政策驱动的多重叠加，使电力土建行业逐步迈向更高水平的低碳化与可持续发展。

六、结语

绿色建材在电力土建施工中的推广正在形成由技术进步、工程实践与管理创新共同驱动的发展格局。随着材料体系不断完善、应用路径逐渐清晰以及环境绩效要求持续提升，电力建设领域正呈现出更具低碳性与可持续性的转型趋势。未来在标准体系深化、数字化支撑加强和供应链协同提升的背景下，绿色建材将在更广范围内发挥结构优化和环境减负作用，为电力工程实现高质量与绿色化并行的发展目标提供坚实支撑。

参考文献

- [1] 周庆祥. 绿色建材在基础设施建设中的环境效益研究 [J]. 建筑科技, 2021, 42(6): 112-118.
- [2] 陆雨桐. 电力工程土建施工管理中节能材料的应用探索 [J]. 电力建设, 2022, 43(4): 57-63.
- [3] 阮志浩. 新型绿色混凝土在工程建设中的推广价值 [J]. 土木工程学报, 2020, 53(12): 89-96.
- [4] 崔嘉宁. 可持续建材体系在能源工程中的适配性研究 [J]. 能源工程, 2023, 45(3): 74-81.
- [5] 韩毅峰. 再生骨料材料在工程结构中的环境表现与应用前景 [J]. 建筑材料学报, 2022, 25(5): 33-40.
- [6] 薛立晨. 电力建设施工阶段的低碳化路径探讨 [J]. 华电技术, 2021, 39(8): 122-128.
- [7] 邢雯洁. 建筑领域绿色施工技术的综合效益分析 [J]. 工程管理学报, 2020, 37(9): 95-102.
- [8] 梁宏哲. 生态型建材在基础设施工程中的工程性能研究 [J]. 建筑科学, 2023, 39(2): 51-58.
- [9] 宫泽皓. 绿色低碳理念在大型能源工程中的应用趋势 [J]. 中国能源, 2022, 44(10): 66-72.
- [10] 程文钰. 建筑材料环境影响评价方法在工程中的应用研究 [J]. 建筑环保, 2021, 30(7): 18-24.