

电力工程绿色施工技术创新与低碳化实践路径探索

王晓军

摘要:在“双碳”目标引领下,电力工程绿色转型势在必行,但绿色施工技术应用仍面临多重挑战:技术标准缺失导致施工规范混乱,创新成果转化滞后;绿色资源与设备存在成本高、应用难等瓶颈;专业人才匮乏与管理体系不完善制约发展。针对上述问题,本文提出对应实践路径:构建分层分类标准体系,搭建“产学研用”转化通道;优化绿色资源配置,通过模式创新突破设备应用障碍;强化“内培外引”的人才建设,健全全流程绿色管理机制,为电力工程低碳发展提供支撑。

关键词:电力工程;绿色施工;技术创新;低碳化实践

引言

“双碳”目标下,电力行业作为能源转型核心载体,其工程施工的绿色低碳化成为必然要求。然而当前电力工程施工中,高能耗、高排放问题仍较突出,绿色技术应用受标准缺失、资源瓶颈等多重制约。推动施工技术创新与低碳实践,是电力行业实现可持续发展的关键。本文聚焦电力工程绿色施工技术面临的挑战,探索针对性实践路径,为行业绿色转型提供理论参考与实践指引,助力能源领域“双碳”目标落地。

一、电力工程绿色施工技术面临的挑战

(一) 技术标准缺失与创新转化滞后

绿技术标准缺失与创新转化滞后,已成为制约电力工程绿色施工技术规模化应用的关键瓶颈,二者相互交织,严重影响行业绿色转型进程。在绿色施工技术快速迭代的当下,标准体系的建设速度远跟不上技术发展步伐,形成了明显的“标准真空”地带。现有电力施工标准体系存在显著的结构性缺陷,大多以传统火电工程为核心制定,侧重施工扬尘、噪声等基础环保指标控制,对新能源及智能施工场景的适配性严重不足。在光伏电站支架安装、风电基站山地施工等新能源场景中,缺乏针对生态保护、能耗控制的专项量化标准;在无人机线路巡检、带电作业机器人操作等智能施工领域,设备操作规范、数据安全边界、施工质量评判等关键标准尚未

明确。这种标准空白直接导致不同企业、不同地区的施工行为缺乏统一约束,部分企业为降低成本简化绿色施工流程,不仅造成工程质量参差不齐,更阻碍了先进技术在跨区域项目中的推广应用,形成“技术孤岛”现象。与此同时,技术创新与工程实践之间存在明显的“断层”,创新成果转化效率低下。高校和科研机构的技术研发多聚焦实验室环境,往往忽视电力工程户外作业、复杂地质、高负荷运行等实际场景需求,导致新技术缺乏场景适应性改造。许多新型节能技术、低碳施工工艺虽在理论层面具备显著优势,但因未形成贴合工程实际的操作流程、安全规范及配套技术方案,企业出于施工风险和成本控制考虑,不敢贸然采用。这种“产学研用”衔接不畅的问题,使得大量创新成果停留在实验室阶段,无法转化为推动工程低碳化的实际生产力,进一步加剧了技术供给与施工需求之间的矛盾。

(二) 绿色资源与设备应用瓶颈突出

电力工程施工对材料、设备的需求量大且专业性强,绿色资源的供给与应用面临多重障碍。在材料方面,新型绿色建材(如竹缠绕复合管、环保混凝土)虽具备低碳、可降解等优势,但普遍存在成本偏高、采购渠道分散的问题。以竹缠绕复合管为例,其价格比传统钢管高出20%-30%,且仅少数地区有规模化生产基地,导致偏远地区电力工程的采购成本和运输成本进一步增加,企业使用意愿受限。在设备方面,节能型施工机械(如电动挖掘机、智能吊装设备)的初始投入成本高,回收周期长,加之部分设备存在技术不成熟的问题,如电动机械的续航能力难以满足长周期户外施工需求,智能设备的操作复杂度高,进一步制约了应用推广。同

作者简介:王晓军(1974年03月-)男,汉族,新疆博尔塔拉蒙古自治州,大学本科,中级职称,就职于新疆国网博尔塔拉供电公司,研究方向:企业管理。

时，现有施工设备的绿色改造难度大，大量传统燃油机械因使用年限较长，改造费用接近购置新设备，企业缺乏改造动力。

（三）专业人才匮乏与管理体系不完善

绿色施工技术的落地离不开专业人才的支撑和科学管理体系的保障，而这两方面正是当前电力工程领域的短板。在人才方面，既懂电力工程施工技术、又掌握绿色低碳知识的复合型人才严重不足。现有施工人员多为传统施工模式培养，对绿色施工技术的原理、操作规范理解不深，容易出现操作失误，影响技术应用效果；管理人员则缺乏绿色施工的统筹规划能力，难以制定科学的施工方案和成本控制策略。例如，某光伏电站施工中，因施工人员对预制化组件的安装工艺掌握不熟练，导致组件损耗率比规范标准高出5%，增加了施工成本。在管理方面，多数电力施工企业未建立专门的绿色施工管理部门，也未形成完善的考核与激励机制，绿色施工成效未与员工绩效、项目评优直接挂钩，导致施工人员缺乏践行绿色施工的主动性。此外，部分企业的绿色施工管理仍停留在“事后整改”阶段，缺乏施工前的规划、施工中的实时监控，难以从源头控制能耗和污染。

二、电力工程绿色施工技术创新与低碳化实践路径

（一）构建完善标准体系，打通技术转化通道

标准体系是绿色施工技术规范应用的“导航图”，更是保障技术落地成效的“压舱石”，必须在兼顾行业统一性与场景针对性的基础上，搭建起创新成果从实验室走向工程现场的“转化桥梁”。当前电力工程领域，传统施工标准与新能源、新技术场景的适配性不足问题突出，以风电基站建设为例，部分地区仅参考传统土建标准，未针对山地施工的生态保护、设备吊装的能耗控制制定专项要求，导致同类工程环保成效差异达30%以上，亟需构建分层分类的标准化体系。

一方面，应由国家能源局、住建部等行业主管部门牵头，组建由电力央企、地方施工企业、高校及科研院所组成的标准编制联盟，分领域推进标准细化。在新能源工程领域，针对光伏电站的支架安装、风电基础的混凝土浇筑等关键环节，明确单位面积能耗、扬尘控制等量化指标；在智能施工领域，聚焦无人机线路巡检、带电作业机器人等新技术，细化设备操作流程、数据传输安全规范及施工质量评价标准，彻底消除“地域壁垒”和“企业标准差”。同时建立标准动态更新机制，每两年结合技术发展和政策导向修订一次，确保标准的前瞻性。

另一方面，破解“产学研用”脱节难题，建立从技术研发到工程应用的全链条转化机制。鼓励科研机构与施工企业共建技术中试基地，对实验室阶段的节能技术进行电力工程场景化改造，比如针对新型稀土永磁节能电机技术，在中试阶段模拟变电站高温、高湿的运行环境，优化电机散热结构，形成适配电力场景的成熟产品。构建“研发—中试—示范—推广”的闭环体系，选取典型工程作为示范项目，如在特高压输电工程中试点应用新型节能导线技术，联合国家电网、南方电网等企业同步制定安装工艺、运维流程及故障处理规范，形成可复制的实践经验。此外，搭建全国性电力绿色施工技术共享平台，整合创新技术目录、示范案例及标准文本，为中小企业提供免费查询服务，大幅降低技术采用成本，加速创新成果的普及应用。

（二）优化绿色资源配置，突破设备应用瓶颈

绿色材料与施工设备是电力工程低碳化的核心载体，当前其供给断层、应用成本高、适配性不足等问题，已成为制约绿色施工的关键瓶颈。为此，需围绕“供给—应用—升级”全链条构建保障体系，通过资源整合、模式创新与政策扶持，全面提升绿色资源的利用效率与应用广度。

在绿色材料领域，核心是破解“价高、难买、不敢用”的困境。一方面，由省级住建部门联合电力行业协会牵头，搭建区域性绿色建材集中采购平台，将竹缠绕复合管、低碳钢筋、环保型电缆等纳入采购目录，整合全国200余家绿色建材生产企业资源，实现“统一询价、集中采购、定点配送”。以竹缠绕复合管为例，通过平台集中采购可使采购价格降低15%—20%，某±800千伏换流站项目应用后，不仅施工周期缩短12天，还减少了传统钢管生产带来的碳排放。另一方面，建立绿色建材强制应用制度，明确35千伏及以上电力工程中，绿色建材使用比例不低于30%，将其纳入工程验收核心指标；同时针对偏远地区施工，设立绿色建材运输补贴基金，对运输距离超过200公里的材料给予每吨50元的补贴，解决采购成本叠加运输成本的难题。此外，搭建绿色建材性能检测与认证平台，由第三方机构出具权威检测报告，消除企业对新型材料性能的顾虑。在施工设备领域，需双管齐下破解“投入高、续航差、改造难”的问题。对于新增设备，推行“以租代购+服务配套”模式，联合设备租赁龙头企业推出电动挖掘机、智能吊装设备等低碳装备租赁套餐，企业只需支付设备总价20%的押金即

可租用，租金可按施工进度按月结算，大幅降低初始投入压力。针对电动设备户外施工续航难题，与光伏企业合作在施工营地建设分布式光伏电站，配套储能设备与移动充电车，形成“自发自用、余电上网”的能源供给模式，某风电基站施工项目应用后，电动设备续航保障率提升至95%。对于存量传统设备，实施差异化改造补贴政策：对使用年限5年以内、改造潜力大的燃油机械，按改造费用的40%给予补贴，最高补贴不超过50万元；对使用年限超过10年的老旧设备，引导其进入淘汰流程，同时给予设备更新补贴。例如，某电力施工企业对12台燃油起重机进行节能改造，补贴后实际投入减少68万元，改造后单台设备年均能耗降低22吨标准煤。

（三）强化人才培养引进，健全绿色管理机制

人才是绿色施工技术落地的核心动能，管理机制是低碳实践的制度保障，二者相辅相成，共同构建起适配电力工程绿色转型的支撑体系。当前电力施工领域，复合型人才缺口达30%以上，部分项目因施工人员操作不当导致智能设备损耗率超15%，凸显了人才培养与管理机制优化的紧迫性。

在人才建设上，需构建“内培外引、岗课赛证”融合的培养体系。内部培训聚焦实用性，联合电力职业技术学院打造定制化课程体系，将新型节能导线安装、无人机巡检数据解读、碳排放量核算等核心内容纳入必修课，采用“理论授课+VR模拟+现场实操”的教学模式，确保施工人员掌握关键技能。建立“季度技能竞赛+年度认证考核”机制，竞赛设置智能吊装操作、绿色施工方案设计等实操项目，对考核合格者颁发专项技能证书，并与岗位晋升直接挂钩。某电力施工企业通过该模式，使施工人员绿色技术实操合格率从62%提升至91%。外部引才突出精准性，实施“绿色人才专项计划”，面向清华大学、华北电力大学等高校，招聘能源与动力工程、电气工程等专业的应届毕业生，提供安家补贴、科研启动资金等福利；同时通过行业峰会、产学研合作平台，引进具备10年以上电力工程经验且熟悉低碳技术的资深专家，担任项目技术顾问，弥补管理团队的专业短板。在管理机制上，打造“专责部门+全流程管控+多元激励”的闭环体系。建立独立的绿色施工

管理部，配备碳排放核算、绿色技术指导等专业岗位，从项目投标阶段便介入规划，制定针对性的低碳施工方案；施工过程中联合技术部门开展日常巡查，利用物联网设备实时采集施工人员操作数据与设备能耗数据，发现违规操作立即整改。完善激励约束机制，将绿色施工指标细化为碳排放降低率、节能设备使用率等可量化指标，占项目绩效考核权重的40%；对超额完成节能目标的团队，按节约成本的20%发放专项奖金，个人表现突出者可优先参与国家级示范工程建设。某光伏电站项目中，施工团队因碳排放较标准降低25%，获得120万元专项奖励，有效激发了全员积极性。同时推行“施工后低碳评估”制度，结合项目全周期碳排放数据，形成绿色施工成效报告，为后续项目提供经验参考，实现管理能力的持续提升。

结语

电力工程绿色施工技术创新与低碳化实践，是行业响应“双碳”目标的核心举措，更是实现可持续发展的必由之路。当前电力工程绿色施工面临标准缺失、资源瓶颈、人才匮乏等多重挑战，而完善标准体系、优化资源配置、强化人才管理的实践路径，为破解难题提供了明确方向。三者相互支撑、形成合力，可有效推动绿色技术落地与低碳理念扎根。未来，需持续深化产学研协同创新，推动技术、机制与政策的深度融合，助力电力工程施工全面迈入低碳化新阶段，为能源行业绿色转型注入持久动力，加速“双碳”目标的实现进程。

参考文献

- [1] 黄棉立. 电力工程绿色节能施工管理技术的应用分析[J]. 电力设备管理, 2024, (16): 256-258.
- [2] 马玮. 绿色施工在电力工程项目管理中的应用与效益分析[J]. 流体测量与控制, 2024, 5(04): 88-90+98.
- [3] 王晨晓. 电力工程施工绿色节能管理模式[J]. 装备维修技术, 2024, (03): 55-57.
- [4] 姜佳伟, 许小良. 电力工程绿色节能施工管理技术的应用分析[J]. 中国高新科技, 2024, (02): 146-147+157.