

低碳理念融入市政工程建设研究

姚汝雪

天津市久益集团有限公司 天津 300300

摘要：本文围绕低碳理念融入市政工程建设展开系统研究。首先阐述了低碳建设在降低资源损耗、改善施工生态环境、提升工程长效品质三方面的核心价值，分析了当前存在的低碳认知不足、绿色建材与低碳工艺应用率偏低、施工过程低碳管控体系不完善等突出问题。在此基础上，从优化低碳工程设计、推广绿色低碳建材、革新低碳施工工艺三条路径提出实施方案，并从强化前期筹备管控、细化施工现场管理、完善全周期低碳考核三个维度构建管控措施。研究表明，市政工程低碳建设需建立“策划—实施—监督—优化”闭环管控模式，实现工程全周期节能降碳。

关键词：低碳理念；市政工程；工程建设；绿色施工

引言：在双碳目标与绿色发展战略背景下，市政工程作为城市基础设施建设的核心载体，其建设过程中的高能耗、高排放问题日益受到关注。市政工程具有露天施工、工序繁杂、材料品类多、机械作业量大、场地覆盖范围广等特点，建设全过程碳排放总量大、环节多、分散性强，传统粗放式建设模式已难以满足绿色低碳发展要求。将低碳理念系统融入市政工程建设全流程，不仅是降低资源损耗、改善施工环境的现实需要，更是提升工程长效品质、实现全周期低碳化的关键举措。本文围绕低碳理念在市政工程中的应用，分析现存问题，提出核心实施路径与全过程管控措施，为市政工程绿色低碳建设提供系统性参考。

1 低碳理念融入市政工程建设的核心价值

市政工程属于露天、开放式的大型基础设施工程，建设周期长、涉及材料品类多、机械作业量大、场地覆盖范围广，其建设全过程的碳排放与资源消耗具有总量大、环节多、分散性强的特点。将低碳理念融入市政工程建设，并非单纯降低建设成本，而是实现工程建设质量、生态效益、资源效益的多重提升，具备极强的实操价值与现实意义。（1）能够有效降低工程建设资源损耗。传统市政工程建设存在大量一次性资源消耗，土石方开挖、建材使用、场地硬化等环节均存在粗放式作业问题。低碳理念指导下的工程建设，以资源高效利用、循环利用为核心，可大幅减少砂石、水泥、水资源、电力等各类资源的无效消耗，提升各类建设资源的利用效率。（2）可显著改善施工现场生态环境。市政工程露天施工易产生扬尘、噪音、建筑垃圾、施工废水等污染问题，低碳建设通过精细化管控施工环节，能够最大限度减少施工污染，保护城市原有生态地貌与人居环境。（3）能够提升市政工程长效使用品质。融入低碳理念的

市政工程，在设计与施工阶段兼顾节能性、环保性与耐久性，通过优化工程结构、选用绿色建材、采用节能施工工艺，可延长工程使用寿命，减少后期运维改造的资源投入，实现工程全周期低碳化^[1]。

2 市政工程建设中低碳理念应用现存问题

2.1 低碳建设认知不足，建设思维较为传统

目前多数市政工程建设团队的核心工作重心仍集中于工程进度、施工安全与建设质量，对低碳建设的重视程度不足。（1）建设、设计、施工等各环节人员普遍存在认知偏差，片面认为低碳建设会增加施工成本、延缓施工进度，将低碳措施视为额外工作，缺乏主动践行低碳理念的意识。（2）在工程策划与设计阶段，未结合场地特点、工程类型规划低碳建设方案；在施工阶段，依旧沿用传统粗放式施工模式，优先保障施工效率，忽视能耗管控与资源节约，导致低碳理念无法有效落地。同时，部分团队对低碳建设的认知较为片面，仅将低碳等同于扬尘治理、垃圾清理，忽略建材选型、工艺优化、能源管控等核心低碳环节，造成低碳建设流于形式^[2]。

2.2 绿色建材与低碳工艺应用普及率偏低

建材与施工工艺是决定市政工程碳排放总量的核心因素，但当前市政工程建设中，传统高能耗建材、老旧施工工艺仍占据主导地位。（1）在建材选用方面，为控制采购成本、保障施工适配性，多数工程仍大量使用普通水泥、高碳混凝土、一次性铺装材料等传统建材，再生骨料、环保透水材料、节能型材、可循环建材等绿色低碳建材的应用比例极低。同时，建材运输、存储环节缺乏低碳管控，远距离运输、露天堆放造成的建材损耗与能源消耗问题普遍存在。（2）在施工工艺方面，传统高能耗、高损耗的施工方式仍被广泛使用。例如道路施工中采用传统整体浇筑工艺，易造成材料浪费与返工

损耗；管网施工采用大范围开挖模式，破坏原有场地植被与地貌，增加生态修复能耗；土方作业缺乏精细化管控，土石方回填、转运损耗量大。新型低碳施工工艺、机械化节能施工技术、装配式施工模式的应用范围狭窄，无法有效发挥工艺降碳的作用。

2.3 施工过程低碳管控体系不完善

市政工程施工环节工序繁杂、作业分散、人员流动性大，对精细化管控要求较高，但目前多数工程项目尚未建立完善的低碳施工管控体系。（1）施工现场能源管控粗放，施工机械、照明设备、抽水设备等存在长时间空转、无效运行的问题，电力、燃油等能源消耗量大，无针对性的节能管控措施。（2）建筑垃圾、施工废水、废弃土方等废弃物处理不规范，大部分施工废弃物未进行分类回收与循环利用，直接外运丢弃，既造成资源浪费，又增加了运输环节的碳排放。此外，施工现场低碳管理责任划分不清晰，无专门的低碳管控岗位与考核标准，各施工班组缺乏低碳作业约束，导致各类低碳措施无法有效落实。

3 低碳理念融入市政工程建设的核心实施路径

3.1 优化低碳工程设计，从源头控制碳消耗

工程设计是决定市政工程全周期碳排放的关键环节，优化低碳设计是实现工程降碳的核心源头举措。

（1）在工程方案设计阶段，设计人员需摒弃传统重功能、轻环保的设计思维，结合工程场地地形、地貌、原有植被、水文条件开展针对性设计，最大限度利用原有场地资源，减少场地开挖、植被破坏、土方改造等工程量，从源头减少施工能耗与生态扰动。（2）在结构设计方面，优化市政道路、管网、景观设施等工程的结构参数，在保障工程安全与使用功能的前提下，精简冗余结构，减少建材用量。同时，优先采用模块化、装配式设计思路，提升工程构件的标准化程度，减少现场浇筑作业带来的材料浪费与能耗消耗。在生态配套设计方面，结合海绵城市建设思路，优化道路透水设计、场地排水设计、绿化布局设计，采用透水铺装、下沉式绿地、生态沟渠等低碳设计形式，减少硬质铺装比例，提升雨水资源化利用效率，降低后期运维的能源与资源投入^[3]。

3.2 推广绿色低碳建材，提升资源利用效率

建材生产与使用是市政工程碳排放的主要来源，推广应用绿色低碳建材、优化建材管控模式，是落实低碳理念的重要路径。（1）在建材选型环节，优先选用低能耗、低污染、可循环、耐久性强的绿色建材，以再生骨料混凝土、环保透水砖、改性节能沥青、可回收围挡、生态护坡材料等替代传统高碳建材，大幅降低建材本身

的碳排放量。同时，结合工程施工需求精准计算建材用量，按需采购、按需领用，避免建材过量采购造成的积压、损耗与浪费。（2）在建材管控环节，优化建材运输与存储方案，优先选择近距离建材供应商，缩短运输距离，减少运输过程中的燃油消耗与碳排放。针对砂石、水泥等易损耗建材，采用封闭存储、防雨防潮存储方式，降低建材损耗率。同时，全面推进建材循环利用，对施工产生的废弃混凝土、碎石、土方等建筑垃圾进行分类筛分、破碎处理，将再生资源重新用于路基回填、场地平整、基层铺装等施工环节，实现建筑垃圾资源化循环利用，最大限度减少资源浪费。

3.3 革新低碳施工工艺，降低施工环节能耗

施工工艺的革新是降低施工过程碳排放的关键手段，需摒弃传统粗放式施工工艺，推广精细化、节能化、高效化的低碳施工技术。（1）在土方作业环节，采用精准测量、分层开挖、按需回填的精细化施工工艺，减少土方超挖、重复转运等作业，降低机械作业能耗与土方损耗。在道路施工环节，推广节能沥青摊铺、一次性碾压成型等低碳工艺，减少施工返工次数，降低机械重复作业的能源消耗。（2）在管网施工环节，优先采用非开挖顶管、微型盾构等微创施工工艺，替代传统大范围开挖施工模式，减少场地破坏与土石方工程量，大幅降低施工能耗与生态修复成本。（3）优化施工现场机械配置，根据施工工程量匹配适配功率的施工机械，避免大型机械小型作业造成的能源浪费，优先选用电动、节能型施工设备，替代传统燃油高能耗设备，降低施工现场燃油消耗与废气排放。合理规划机械作业流程，优化施工工序衔接，减少设备空转、待机时间，全面提升施工机械作业效率，实现施工环节节能降碳。

4 市政工程低碳建设的全过程管控措施

4.1 强化前期筹备低碳管控

工程开工前期筹备阶段是低碳建设的源头管控环节，需在施工组织设计中同步编制专项低碳施工方案，结合工程规模、施工内容、场地条件及周边环境特征，明确各施工环节的碳排放控制目标、低碳实施措施与作业标准，将低碳管控要求逐项分解至每一道施工工序、每一个作业岗位，形成可执行、可考核的低碳施工指导文件。同时，系统开展全员低碳施工专项培训，针对项目管理人员、技术人员、施工班组长及一线作业人员，分层级讲解低碳施工工艺要点、绿色建材选用规范、节能型作业操作要求、施工废弃物分类处理标准等内容，提升全体施工人员的低碳作业意识与实际操作能力，从人员层面保障低碳建设工作有序推进。此外，科学优化

施工现场平面布局,合理规划材料堆放区、机械作业区、办公生活区及临时设施的空间位置,最大限度缩短材料二次搬运距离与机械场内行驶路线,有效降低场内运输能耗与碳排放强度,为后续施工阶段的低碳管控奠定基础^[4]。

4.2 细化施工现场低碳管理

施工现场是低碳管控的核心场景,须落实精细化、常态化的低碳管理措施,从能源、污染、废弃物、噪音等多维度系统推进。(1)在能源管控方面,建立施工现场用电、用油量化管控机制,严格杜绝设备空转、长明灯、长流水等无效能耗问题,优先利用太阳能路灯、风能发电等清洁能源满足现场照明及办公用电需求,降低化石能源消耗与碳排放强度。(2)在污染管控方面,施工现场采用标准化封闭围挡、高压喷淋降尘、裸土密目网覆盖等措施控制扬尘污染,施工废水经三级沉淀处理后循环用于场地洒水降尘及绿化浇灌,实现水资源高效循环利用,减少新鲜水取用量。(3)在废弃物管理方面,设置专项垃圾分类堆放区,严格落实建筑垃圾分类存放、统一回收、循环利用制度,安排专人负责施工现场废弃物分类管控与转运记录,杜绝随意丢弃、违规填埋等问题,提升建筑垃圾资源化利用率。同时,合理规划施工作业时间,优化大型机械作业安排,避开居民休息时段集中施工,降低施工噪音对周边环境的影响,实现节能、环保、低碳的施工现场综合管理。

4.3 完善工程全周期低碳考核

建立健全低碳施工考核机制,是保障各项低碳措施落地见效的关键制度保障。(1)工程项目需结合各施工环节特点,制定针对性的低碳考核标准,将建材损耗率、能源消耗量、建筑垃圾循环利用率、施工污染管控效果等核心量化指标纳入日常考核范围,明确各考核周期的达标要求。(2)明确各岗位、各班组的低碳管理责任,将考核结果与岗位绩效、班组评优直接挂钩,形成

正向激励与反向约束相结合的管理机制,倒逼施工人员严格落实低碳作业要求。(3)安排专人开展常态化巡查监督,定期排查施工现场高能耗、高浪费、不环保的作业问题,及时整改违规施工行为,并根据巡查结果持续优化低碳施工方案,形成"策划—实施—监督—优化"的闭环低碳管控模式,全面提升市政工程低碳建设质量^[5]。

结束语

低碳理念融入市政工程建设是实现城市基础设施绿色可持续发展的必然路径。本文系统梳理了低碳建设的核心价值、现存问题、实施路径及全过程管控措施,从设计源头控碳、绿色建材推广、施工工艺革新、现场精细化管理、全周期考核等维度构建了完整的低碳管控框架。市政工程因其开放性强、工序繁杂、资源消耗量大等特性,低碳建设面临认知不足、绿色建材普及率低、管控体系不完善等现实挑战,需各参建单位协同推进,将低碳要求贯穿工程策划、设计、施工、验收全周期。未来,随着低碳施工技术持续进步与考核机制不断完善,市政工程建设将逐步实现从粗放式向精细化、绿色化转型,为城市高质量发展与双碳目标实现提供有力支撑。

参考文献

- [1]乔攀举,魏书剑.低碳城市发展视角下市政项目的碳排放管理探讨[J].资源节约与环保,2024,(11):19-23+38.
- [2]李程,孙武.市政工程质量信得过班组建设探索与实践[J].工程质量,2025,43(S1):179-183.
- [3]鞠大勇.基于低碳理念在城市综合交通工程规划设计[J].科技与企业,2024,(11):158.
- [4]陈志建.论低碳理念在城市综合交通工程规划设计中的体现[J].科技创新与应用,2021,(22):93+95.
- [5]吴颖.基于低碳理念的社区公共空间景观微改造创新设计研究[J].佳木斯职业学院学报,2023,39(08):91-93.