

市政道桥施工中的绿色建造技术与可持续发展策略

吴 晓

(安徽水安建设集团股份有限公司, 安徽 合肥 230000)

摘 要 城市基础设施作为城市发展的基石, 对城市经济的繁荣与城市形象的塑造具有深远的影响。本研究聚焦市政道路桥梁施工领域, 深入探讨绿色技术体系的实践发展, 通过优化设计、改进施工工艺及创新材料应用, 构建了低碳化施工技术体系, 并从设计、施工等多个维度提出智能监控、资源循环利用及绿色施工标准体系等管理策略, 旨在为项目的全面实施及行业的低碳转型提供有益参考。

关键词 市政道桥; 绿色建造技术; 低碳材料; 智慧施工管理

中图分类号: U415; U445

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.24.025

0 引言

市政道桥工程作为城市基础设施的关键组成部分, 其特点包括庞大的工程规模、紧迫的工期以及复杂的施工环境。为了确保市政道桥工程的高质量完成, 项目建设过程中必须投入大量的资源和能源^[1]。然而, 传统粗放式施工模式导致的资源消耗与环境负荷问题日益凸显。在“双碳”战略目标的政策驱动下, 绿色建造技术在工程实践中的应用日益广泛。该技术将绿色性和节能性融入工程建设的全过程, 充分发挥绿色建造技术的积极作用, 促进基础设施建设的可持续发展, 为市政道桥工程的建设提供技术赋能^[2]。

1 绿色建造技术体系概述

1.1 低碳材料与资源循环技术

科技进步显著推动了现代能源技术的发展, 并催生了众多绿色施工技术。其中, 再生骨料混凝土技术尤为突出, 其节能环保特性得益于在建筑项目中有效回收建筑废弃物作为再生骨料, 替代了传统天然砂石资源^[3]。这一做法不仅降低了建设成本, 也减少了对自然资源的依赖。再生骨料混凝土技术的运用, 减少了对天然砂石的需求, 从而减轻了砂石开采对环境的破坏, 并缓解了资源紧张的局部问题。以北京某高架桥项目为例, 采用再生骨料混凝土技术, 30% 的材料替代率可实现 12% 的碳排放降低, 充分展现了现代技术在低碳环保方面的优势。此外, 温拌沥青技术作为一种创新应用, 通过向沥青混合料中添加有机降黏剂, 实现了拌合温度的降低, 减少了项目建设过程中燃料能源的消耗。

1.2 节能施工工艺

装配式桥梁技术充分利用了现代技术的优势, 其施工过程涉及的各类构件均能在工厂内完成预制, 随后根据施工需求运至工程现场进行拼装。该技术有效简化了现场施工步骤, 显著降低了施工环节产生的扬尘污染, 从而大幅提升了整体工程效率。在实施上海 S7 公路项目时, 根据工期进度要求, 采用了全预装拼装工艺。该工艺的应用使得工期缩短了 40%, 建筑垃圾减少了 60%, 为工程现场建设提供了有力支持^[4]。随着现代技术的持续进步, BIM 与 3D 打印技术的结合引起了广泛关注。该方法通过将 BIM 模型与 3D 打印技术相结合, 不仅能够利用模型优势优化施工方案, 还能利用 3D 打印技术完成局部复杂构件的制作。这不仅满足了构件制作的精度要求, 而且将绿色施工理念贯穿于工程建设的全过程, 显著提升了桥梁施工的效率。

1.3 环境友好型施工管理

物联网传感器具备实时监测现场环境的能力, 能够精确掌握空气 PM2.5 浓度及施工现场噪声水平的动态变化。在项目施工前, 通过在施工现场部署物联网传感器, 当监测到的环境指标超出预定阈值时, 系统将自动触发喷淋装置, 通过喷洒水雾的方式降低空气中的颗粒物浓度, 有效抑制扬尘污染, 从而保护施工现场的环境质量。以深圳某跨海大桥施工项目为例, 通过设置物联网传感器并运用智能监控系统, 根据现场实际情况采取相应的环境管控措施, 实现了 PM10 浓度降低 35% 的显著效果^[5]。在项目施工过程中, 不可避免地会产生大量废水排放, 这些废水若未经处理直

接排放，将对水环境造成严重污染。为提升水资源的利用效率，本项目在建设过程中构建了分级沉淀池和膜处理系统。在重力作用下，废水中的悬浮物逐渐沉淀，而膜处理系统则能有效去除其中的微小颗粒物。经过两级处理后，废水的总体水质得到显著提升，回收利用率达到了 80% 以上。该监测系统不仅减少了废水排放量，降低了对周边环境的污染风险，同时也减少了水资源的消耗。

2 全生命周期可持续发展策略

为了解全生命周期可持续发展战略在实践中的运用情况，下面将从海绵城市理念融合与全生命周期碳排放核算两个角度进行优化设计。

2.1 绿色设计优化

全生命周期可持续发展策略的核心在于绿色设计优化，将环保理念融入设计阶段，从源头入手减少对环境的负面影响。桥梁设计伴随着大量的基础设施，例如雨水花园，将海绵城市理念融入了绿色设计优化环节。这些举措既是对桥梁设计方案的美化，同时也能利用不同的措施提高地表径流渗透率，对缓解城市内涝、提高水资源利用率作用明显。河北省雄安新区市政道路建设时，将海绵城市理念融入绿色设计环节，使得年径流控制率高达 85%。桥梁和道路的优化设计需要充分利用不同的设备设施，既能发挥雨水花园等设施在雨水收集、储存方面的作用，也能通过水资源的再次利用推进城市的生态环保建设。绿色设计优化的另一重点则是 LCA（生命周期评价）模型，该模型能够从项目生命周期角度对其进行全面评估，掌握温室气体排放量的变化，该模型为设计的低碳化处理提供了帮助。

2.2 智慧施工管理

在绿色供应链管理中，严格控制运输半径，通过优先采购本地环保材料，显著降低了物流过程中的碳排放量。在现代建筑项目中，智慧施工管理的应用主要体现在两个核心领域：数字孪生平台与绿色供应链管理。数字孪生平台能够构建三维可视化模型，实时监控项目施工进度、资源消耗以及环境影响的变化，为现场管理和项目决策提供了坚实的数据支持。而绿色供应链管理则专注于环保材料的采购，严格控制供应链环节的能源消耗，确保了项目施工过程中资源的合理配置。在杭州亚运配套道路项目的建设过程中，数字孪生平台的理念得到了充分利用，不仅加强了成本控制，还提升了资源利用效率，材料浪费率降低了 15%。

2.3 运维阶段低碳化

光伏声屏障一体化技术作为现代科技进步与理念创新的结晶，通过在桥梁声屏障上集成光伏发电组件，实现了隔音与发电的双重功能。例如：在广某快速路的试点项目中，光伏声屏障的应用不仅为周边环境提供了清洁能源，而且在环境保护方面发挥了显著作用。在桥梁建设过程中，通过引入智能监测与预防性养护技术，实现了对桥梁结构的实时监控，确保了桥梁结构的健康状态。该技术能够实时识别结构问题，并迅速采取修复措施，有效防止了小问题的扩大，从而延长了桥梁的使用寿命。传感器的实时监控功能为桥梁结构提供了客观的预警信息，有助于项目管理的决策。随着人工智能与大数据技术的不断进步，这些技术在桥梁结构健康状态评估中的应用日益广泛，能够及时掌握桥梁结构的变化，并为后期维护计划提供有力支持。

3 案例分析

3.1 工程概况

本研究对象为一城市次干路，其全长为 0.72 公里。通过对该项目资料的深入分析，该路段的设计速度被确定为每小时 40 公里，路宽为 32 米，为周边区域的经济发展与交通流动提供了有力支撑。该道路沿线将与四条其他道路交汇，形成一个全新的交通网络。为了确保交通动线的流畅性，该道路被设计为连接现有道路与九顶山路，从而为城市经济建设提供了坚实的基础。基于此，本文将对绿色建造技术在工程实践中的应用进行深入探讨。

3.2 绿色技术应用

再生骨料混凝土作为一种新型混凝土材料，是通过将废弃混凝土进行再利用而制备的。在绿色施工技术的广泛应用背景下，再生骨料混凝土在特定案例中的应用比例已达到 40%。该比例的实现，不仅体现了废弃混凝土资源的有效再利用，而且显著降低了混凝土施工过程中对天然骨料的依赖。此外，该技术的应用减少了对骨料开采和运输的需求，从而节约了时间和人力成本。更重要的是，该技术的实施有助于减少碳排放，对环境保护产生了积极影响。在市政道桥施工中，再生骨料混凝土的应用不仅提高了废弃物的利用率，还促进了资源的循环使用。与传统混凝土相比，再生骨料混凝土在生产过程中减少了原材料的消耗，从而降低了对自然环境的影响。此外，再生骨料混凝土的使用还有助于减轻城市建筑垃圾的处理压力，减少了对垃圾填埋场和焚烧厂的依赖。在案例项目中，通过对再生骨料混凝土的应用比例进行科学规划，确保了

施工过程的顺利进行,同时也满足了工程质量要求。这一成功案例为其他市政道桥项目提供了宝贵的经验和借鉴,推动了绿色建造技术在更多领域的应用和发展。预制装配式路缘石通过工厂预制与现场组装相结合的施工技术,相较于传统施工方法,显著提升了施工效率,降低了成本,并且在项目施工过程中实现了更为精确的控制。该技术的应用减少了对天然石材及预制混凝土的开采需求,有效减轻了开采活动对环境的潜在负面影响。此外,装配式路缘石还具有高度的可定制性,能够根据具体项目的需求进行设计和生产,满足了不同道路环境和景观要求。这种灵活性和适应性使得装配式路缘石在市政道桥施工中得到了广泛应用,不仅提升了道路的美观性和实用性,还进一步推动了绿色建造技术的发展。同时,装配式路缘石的使用寿命长,维护成本低,为市政道桥项目的长期运营提供了可靠保障。太阳能作为一种典型的清洁能源,其利用光伏电路实现太阳能向电能的转换,进而通过电池储存电能,为路灯提供照明支持。与传统路灯相比,光伏路灯无需复杂的布线作业,从而降低了建设项目的成本。此外,光伏路灯发出的光线更为柔和,有助于塑造城市独特的夜间景观,并传递出城市致力于绿色节能的积极形象。光伏路灯还具备显著的环保效益。由于完全依赖太阳能发电,光伏路灯在使用过程中不会排放任何有害物质,对空气质量和环境没有负面影响。这一特点使得光伏路灯成为城市绿色建造的重要组成部分,有助于改善城市环境,推动可持续发展。

3.3 成效分析

在市政道路工程中,采用再生骨料混凝土及预制路缘石技术,不仅有效降低了对天然资源的依赖,而且显著提升了废弃材料的循环利用率。光伏路灯的应用,因其较低的能源消耗特性,减少了传统路灯布线作业所需的时间与人力成本,进而导致了项目建设过程中碳排放量的显著下降。在该市政道路工程中,通过综合实施上述措施,实现了碳排放量降低 18% 的成效,这不仅减少了资源的消耗,而且为环境保护提供了有力支持。在建筑项目的施工阶段,伴随着显著的能源消耗,同时产生大量建筑废弃物。通过在施工过程中应用再生骨料混凝土和装配式路缘石技术,不仅提升了现场废弃物处理的效率,而且有效减少了废弃物的排放量。据现场数据统计分析,上述措施使得施工现场的建筑废弃物减少了 55%,从而显著提高了资源利用的整体效率。此外,这些技术的应用还促进了施工现场环境的改善,减少了因废弃物堆积而造成的环境污

染问题。再生骨料混凝土的使用,不仅减少了对新骨料的需求,而且使得原本可能成为环境负担的废弃物得以循环利用,转化为有价值的建筑材料。装配式路缘石技术的应用,则通过工厂预制、现场组装的方式,减少了现场切割、加工等环节,进一步降低了废弃物的产生。这些举措共同作用下,不仅提升了项目的环保效益,而且为推动市政道桥施工的绿色化发展提供了有力支撑。照明设施在夜间行人及车辆行驶的安全性方面发挥着至关重要的作用。光伏路灯作为一种创新的照明技术,利用太阳能作为其光源,有效降低了传统照明方式所导致的电能消耗。据相关统计数据显示,在某市政道路工程项目中应用光伏路灯后,每年可实现约 30 万度电能的节约,此举为城市的可持续发展奠定了坚实的基础。

4 结束语

绿色建造技术与可持续发展战略的应用领域不断拓展。该技术不仅能够降低项目建设过程中对生态环境产生的负担,而且能够为项目带来长期的经济利益。随着科学技术的持续进步,绿色建造技术正处于不断更新与发展的阶段,为建筑工程项目指明了未来的发展路径。首先,技术创新是实现可持续发展的核心要素,因此必须在科技研发领域增加资源与能源的投入,持续开发先进技术,以减少施工过程中能源与材料的浪费,并将环保理念贯穿于工程建设的各个阶段。其次,政府应积极发挥引导作用,实现政策的协同效应,不断完善碳交易市场机制,激发市场活力,引导企业探索更为环保的施工方法,营造积极的绿色施工环境,推动行业的健康持续发展。最后,公众参与亦是不可或缺的一环,项目建设过程中应建立绿色施工公众监督平台,鼓励公众参与项目监督,行使监督权,以促进绿色建造技术与可持续发展策略的有效实施。

参考文献:

- [1] 项银聪. 市政道路桥梁施工中绿色施工技术的应用研究[J]. 砖瓦世界, 2020(06):248.
- [2] 任冬亮. 绿色施工技术在道路桥梁施工中的运用探究[J]. 中华建设, 2023(33):137-139.
- [3] 王康. 探究绿色施工技术在道路桥梁施工中的运用[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(07):88-91.
- [4] 李华峰. 绿色环保理念下路桥工程施工技术应用分析[J]. 运输经理世界, 2020(16):87-88.
- [5] 王惠. 绿色施工技术在道路桥梁施工中的应用[J]. 工程技术研究, 2020,05(06):82-83.