

# 绿色施工背景下的公路桥梁工程应用技术研究

马 琴

新疆生产建设兵团交通建设有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**【摘要】**：近年来，交通基础设施建设规模不断扩大，公路桥梁工程项目日益增多。传统的施工方式往往伴随着能源消耗、环境污染、资源浪费等问题，不仅加剧了生态环境的破坏，也制约了行业的可持续发展。面对日益突出的资源环境挑战，绿色施工理念应运而生。绿色施工是指在工程建设全过程中，采用先进适用的技术，遵循节能、环保、低碳的原则，最大限度地节约资源、保护环境，为人们营造健康舒适的生产生活空间。将绿色施工理念引入公路桥梁工程领域，有助于推动交通运输业的绿色转型、实现经济社会与生态环境的协调发展。

**【关键词】**：绿色施工；公路桥梁工程；应用技术；现存问题；优化路径

DOI:10.12417/3083-5526.25.07.016

在“双碳”目标深入开展与生态环境保护力度不断加大的背景下，交通运输业作为能源消耗和碳排放的重点领域，开展绿色转型已成为必然趋势。公路桥梁工程作为交通基础设施的关键组成部分，建设规模一年比一年大，但传统施工模式当中高能耗、高污染、资源利用率不高的弊端日益显现，还造成生态环境出现破坏，也和行业可持续发展的需求不相容。绿色施工理念普及和推广，为公路桥梁工程实现高质量发展提供了新路径。本文基于绿色施工核心的相关要求，系统梳理公路桥梁工程中的核心应用技术体系，结合实际应用的案例分析存在的问题，提出针对性优化路径，为推动公路桥梁工程绿色低碳发展提供理论方面的参考和实践上的支撑，助力交通运输行业达成生态效益和经济效益共同发展。

## 1 绿色施工背景下公路桥梁工程核心应用技术体系

### 1.1 绿色材料应用技术

绿色材料应用是公路桥梁工程绿色施工的基础，主要是选用节能、环保、可循环、低排放的材料，代替传统高能耗、造成高污染的建筑材料，从根源降低工程对生态环境所造成的影响。主体材料方面，优先采用再生骨料混凝土以及低碳混凝土等绿色混凝土，利用建筑废弃物破碎筛分后的骨料取代天然骨料，减少资源开采以及废弃物污染，同时把水泥用量降低，减少碳排放；采用高性能耐候钢以及FRP纤维复合材料，可以达到结构的轻量化，提高耐用性，缩减后期维护的耗材以及能耗。辅助材料选取无氯低碱环保外加剂以及水性防腐涂料，取代传统的高污染的材料，减少施工过程当中的污染物排放，大力强化废旧钢材、沥青等材料的回收再利用。此外，搭建资源循环利用架构，进一步加大材料的利用效率，达成节能降本与环保双效果，切合绿色施工核心规定<sup>[1]</sup>。

### 1.2 绿色施工工艺技术

绿色施工工艺技术着眼于施工过程的节能、环保、高效，通过优化施工流程、采用先进工艺，减少能耗以及污染物排放。主体结构施工中，装配式施工技术应用广泛，构件工厂预制、

现场拼装，缩短施工工期，减少现场作业造成的粉尘、噪声污染，同时使施工精度与质量得到提升，减少材料的消耗。在环保管控相关方面，采用喷淋降尘系统以及隔音围挡等设备，很好地控制施工扬尘和噪声，达到施工现场环保达标的标准；开展跨河、山区桥梁施工工作，使用生态护岸、雨污分流、污水处理设备等工艺，减少施工对水体、植被所造成的破坏，落实水土保持要求。在节能以及减少消耗方面，开展电驱动施工设备和太阳能供电设备的推广，对施工设备调度加以优化，减少燃油的用量，同时采用智慧蒸养等智能化工艺，加大能源利用效率，使施工过程达成绿色化和集约化。

### 1.3 绿色施工管理技术

绿色施工管理技术是保障绿色施工顺利落地的要点，要点是通过科学管理、数字化管控，做到施工全流程的绿色管控。施工组织管理中，创作专项绿色施工方案，规定节能、环保目标，搭建分级管理框架，执行落实各岗位职责，加强对施工人员绿色理念和技术的培训，加强绿色施工执行效力。核心的发展方向是数字化、智能化管理，BIM技术用于施工模拟、进度方面的管控和能耗核算，做到施工全环节的数字化管控；智慧工地平台运用物联网、大数据技术，对施工能耗、污染物排放和施工质量开展实时的监测，及时发现问题并做好整改<sup>[2]</sup>。建立绿色施工评价体系，对节能、降耗、环保所取得的成效量化，把评价结果与项目考核联系起来，强化过程监管，保证绿色施工技术规范应用到位。

### 1.4 绿色运维技术

绿色运维技术着重公路桥梁工程施工之后的全生命周期，利用高效、节能、环保的运维手段，延长桥梁使用寿命，减少运维阶段的能耗与环境影响。核心就是结构健康监测技术，采用智能化监测设备，对桥梁结构应力、变形、耐久性等指标做实时监测，及时查出安全隐患，降低盲目维护造成的资源浪费和环境污染。在运维材料和工艺方面，采用低能耗、环保型的维护材料，采用有着高效节能效果的维护工艺，取代传统高能耗、高污染的运维方式，降低运维工作中的能源消耗以及污染

物排放。建立全生命周期运维的优化体系，按照桥梁使用的情况，把运维方案加以优化，科学规划维护的周期及内容，达成运维资源的有效利用，兼顾生态环保以及运维成本把控，推动公路桥梁工程全生命周期绿色发展。

## 2 绿色施工技术在公路桥梁工程中的应用案例分析

选取某山区公路桥梁项目（全长 860m，含 3 跨连续箱梁），综合应用绿色材料、工艺、管理及运维技术，针对性解决山区施工生态破坏、能耗偏高问题。项目采用低碳混凝土、再生骨料、FRP 复合材料，搭配装配式施工、智慧喷淋降尘、BIM 协同管控技术，同步落实水土保持措施，其核心应用数据如下表所示，全面体现技术应用成效：案例证明，多维度绿色技术协同应用，可实现节能、环保、高效共赢，为山区公路桥梁绿色施工提供可靠参考<sup>[3]</sup>。

表 1：核心应用数据统计表

技术类别	具体应用技术	基础指标	应用成效	同比传统施工提升/降低
绿色材料	再生骨料混凝土	骨料利用率	42%	节约天然骨料 380m <sup>3</sup>
	低碳混凝土	水泥用量	320kg/m <sup>3</sup>	降低 18%
绿色工艺	装配式施工	现场作业时长	45 天	缩短 30%
	智慧喷淋降尘	PM2.5 浓度	≤50 μg/m <sup>3</sup>	降低 82%
绿色管理	BIM 协同管控	施工能耗	12800kWh	降低 25%

## 3 绿色施工背景下公路桥梁工程应用技术现存问题

### 3.1 技术层面问题

绿色施工技术于公路桥梁工程的应用仍有诸多短板，核心技术成熟度不足。部分绿色材料，如高端 FRP 复合材料、自修复混凝土等，性能稳定性还有待提升，在极端环境下易出现老化、破损等现象，无法满足工程长期使用需求。技术适配性较差，不同地域、不同桥梁类型所需要的针对性技术缺失，如严寒地区装配式构件抗冻技术、沿海地区防腐绿色技术不健全，让技术应用效果受到很大影响。绿色技术集成度低，智能化施工和绿色施工融合程度不够，BIM 技术、物联网等数字化手段仅用于基础管控，未实现能耗、排放、质量全流程的精准管控。

技术标准有空缺，细分领域当中材料性能、工艺规范不一致，有部分企业滥用“绿色标识”，缺少科学的技术评估依据，给绿色施工技术的规范推广造成制约。

### 3.2 管理层面问题

管理体系有缺陷是限制绿色施工技术落地的关键因素。部分施工企业绿色观念薄弱，重工期、重成本、轻环保，没有把绿色施工纳入项目核心管理层面，甚至为了让工期变短、降低成本，违规放弃绿色施工技术应用。绿色施工管理机制有缺失，缺乏专属的管理团队以及岗位职责划分，施工过程中缺乏有效的过程监管，较难及时发现并整治违规施工情况<sup>[4]</sup>。人才短缺问题突出，既精通公路桥梁方面施工技术，还具备绿色低碳、生态保护知识的复合型人才较少，施工人员专业素养有所不足，对于新型绿色技术操作不熟练，致使技术应用效果不佳。绿色施工评价和考核机制不完善，未把节能降耗、环保成效和项目评审、企业考核深度联系，没有切实可行的激励和约束，很难让企业产生推行绿色施工的积极性。

### 3.3 经济层面问题

绿色施工技术推广的主要障碍是经济成本造成的压力。绿色施工相关的材料、工艺和设备，在初期投入上比较高，如再生骨料混凝土和环保涂料等绿色材料，价格比传统材料贵 15%—25%，装配式施工设备和智能化监测设备的采购、维护成本不菲，大幅度提高了项目初始的投资成本，使大量施工企业望而却步。全生命周期成本核算体系不健全，大部分企业只看重初期建设成本，忽视了绿色施工在后期运维中的节能、减少消耗、环保效益，导致绿色施工的长期经济价值没有得到充分展现。欠缺完善的成本控制技术和方案，施工过程中绿色材料浪费、设备能耗管控不到位等问题，造成施工成本进一步上升，降低企业开展绿色施工的经济动力不够，导致绿色施工技术难以广泛应用。

## 4 绿色施工背景下公路桥梁工程应用技术优化路径

### 4.1 技术层面优化

针对技术成熟度不足、适配性差等问题，着重开展技术研发及推广优化。增大核心技术研发投入的规模，与科研机构联合攻关高端绿色材料、智能化集成技术，提升 FRP 复合材料和自修复混凝土等材料性能稳定性，适配极端环境使用的需求。结合不同地域以及桥梁类型，研发具有针对性的技术解决办法，如严寒地区装配式构件抗冻技术、沿海地区绿色防腐技术，加强技术适配程度。推动数字化与绿色施工深度整合，拓宽 BIM 技术、物联网的应用领域，做到施工阶段能耗、污染物排放、工程质量全流程精准把控。完善技术标准体系，明确绿色材料性能、施工工艺等细分范围的规范，确立科学的技术评价体系，杜绝“绿色标签”滥用现象，同时搭建技术交流平台，推广典型应用相关的经验，开展施工技术培训，增进技术应用

的规范性与熟练度<sup>[5]</sup>。

#### 4.2 管理层面优化

围绕管理体系不完善、人才短缺等问题，搭建全方位的绿色管理体系。加强绿色施工理念的推广，通过宣传培训，带动施工企业转变发展思路，把绿色施工添加到项目核心管理范畴，一同开展专项绿色施工方案编制。健全管理条例，搭建专门的绿色施工管理团队，确定岗位的工作责任，加强施工全过程监督，确立违规施工的整改机制，保障绿色施工技术落地开展。加大复合型人才培养的力度，高校增加相关专业，企业进行岗前培训以及继续教育，吸纳拥有桥梁施工和绿色低碳知识的专业人才，提高施工人员技术操作素养。完善评价和考核机制，把节能降耗、环保成效纳入项目评审、企业考核范畴，建立绿色施工相关的奖励基金，建立约束与激励并重的管理机制，大力激发企业推行绿色施工的主动性。

#### 4.3 经济层面优化

聚焦成本压力大、经济动力不足等问题，多措并举优化成本管控。加大政策扶持力度，推动政府出台财政补贴、税收优惠政策，让企业绿色材料、设备的采购成本下降，缓解初期投

资压力。建成全生命周期成本核算体系，引导企业形成长期效益理念，量化绿色施工在后期运维中的节能、降耗、环保效益，体现绿色施工的长期经济成效。优化成本控制方案，加强绿色材料采购、储备、使用全流程管理，减少材料浪费，合理调度施工设备，降低设备能耗以及维护成本<sup>[6]</sup>。开辟融资渠道，成立绿色交通专门基金，鼓励社会资本投入公路桥梁绿色施工项目，同时推动绿色建材、绿色技术开展规模化发展，通过批量生产降低材料及技术的应用成本，提升企业开展绿色施工的经济可行性。

### 5 结语

综上所述，绿色施工是公路桥梁工程实现可持续发展的必由之路，其核心应用技术体系涵盖材料、工艺、管理、运维等多个维度，在实际工程中的应用已取得一定成效，但仍面临技术不成熟、管理不到位、经济成本偏高的问题。通过技术研发升级、管理体系完善、成本优化管控等路径，可有效摆脱现存困境，推动绿色施工技术在公路桥梁工程中广泛落地。未来，需持续深化绿色施工理念，推动技术创新与实践融合，助力交通运输业实现绿色转型与高质量发展。

#### 参考文献：

- [1] 张艺兰.绿色施工技术在道路桥梁工程中的应用[J].四川水泥,2025,(08):223-225.
- [2] 方绍龙.道路桥梁工程中绿色施工技术的应用探讨[J].汽车周刊,2025,(06):123-125.
- [3] 任远帅.绿色施工技术在道路与桥梁工程中的应用研究[J].绿色中国,2025,(09):166-168.
- [4] 高黎霞.绿色施工理念下的公路桥梁工程技术应用和管理体系构建[J].汽车画刊,2025,(04):107-109.
- [5] 路定中.绿色节能背景下公路桥梁工程中现浇箱梁的施工技术研究[J].智能建筑与智慧城市,2024,(07):122-124.
- [6] 张艳玲,卞成娜,丁春鹏,等.绿色施工背景下公路桥梁工程施工技术研究[J].运输经理世界,2024,(14):87-89.