

道路桥梁工程中绿色施工技术的应用意义

周爽爽 王林溪 孙云生

济南金日公路工程有限公司

摘要：随着全球对可持续发展的重视不断增加，绿色施工技术在道路桥梁工程中的应用变得尤为重要。这些技术能有效地减少施工过程中对环境的影响，优化资源使用，提升工程的经济和环境绩效。通过实施绿色施工技术，不仅可以降低能源消耗和减少废物产生，还能够提高建筑的功能性和延长其使用寿命。本文旨在探讨绿色施工技术在道路桥梁工程中的应用及其带来的综合效益。

关键词：道路桥梁工程；绿色施工技术；应用意义

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.23.058

引言

在当前环境压力不断加大的背景下，工程建设行业面临着减少环境影响的紧迫任务。道路桥梁工程作为基础设施建设的重要组成部分，其建设和维护过程中的环境保护措施尤为关键。绿色施工技术的应用，通过采用环保材料、优化设计和施工方法，为降低这些工程对自然环境的影响提供了有效途径。

一、绿色施工技术概述

（一）绿色施工技术的基本概念

绿色施工技术，通常指在建筑与工程项目的设计、施工、维护及拆除过程中，应用旨在降低对环境的影响、减少能源消耗和材料浪费的技术与方法。这种技术秉承可持续发展的理念，重视生态保护、节约资源和保障人类健康的多维度目标。具体实践中，绿色施工技术强调全生命周期的环境影响评估，从而实现工程项目在经济、社会、环境三方面的和谐发展。此外，绿色施工技术也涵盖了对施工过程中产生的废弃物进行有效管理和回收利用，推广使用低碳、环保的建筑材料，以及优化施工方案和工艺流程以最大限度地减少能源消耗和环境破坏。

（二）绿色施工技术的分类与特点

绿色施工技术可以分为几类：低碳施工技术、节能减排技术、资源再利用技术和环境保护技术。每种技术都具有其特定的应用领域和目标。低碳施工技术主要关注碳排放的减少，通过采用高效能设备和优化施工方案减少化石燃料的消耗。节能减排技术着重在施工过程中实施能效管理，如使用节能型建筑材料和施工机械，改善施工布局以减少能源消耗。资源再利用技术强调建筑废料的回收和再利用，如将废旧混凝土破碎后用于新的建筑基础。环境保护技术则包括采用无污染或低污染的施工方法，如使用水性涂料和粉尘控制系统以减少对环境的直接污染。这些技术的共同特点是都旨在通过创新

和优化施工过程，实现对环境积极保护和资源的合理利用，以支撑可持续发展的工程实践^[1]。

二、绿色施工技术在道路桥梁工程中的具体应用

（一）设计阶段的绿色施工技术

1. 绿色设计原则与方法

在道路桥梁工程的设计阶段，采用绿色设计原则和方法是实现工程可持续性的关键步骤。绿色设计原则强调整合生态、经济和社会三方面的考量，确保工程设计在满足使用功能的同时，最大限度地降低环境影响。具体方法包括采用生命周期评估（LCA）来预测和评价材料和结构方案对环境的长期影响，如温室气体排放、资源消耗和生态破坏。此外，绿色设计还涉及选择可持续获取且环境友好的建筑材料，如再生混凝土和本地采购的天然石材，以减少运输过程中的碳足迹。在工程布局上，优化设计以减少对自然地形的干扰和对周边生态系统的影响，例如通过改善桥梁的对地形适应性和使用较少侵入性的施工技术。同时，设计阶段还需考虑桥梁的能源效率，如结构和材料的选择应有利于减少未来维护和运营阶段的能耗。

2. 生态选址与环保设计

生态选址与环保设计在道路桥梁工程中扮演着关键角色，目的是确保建设活动与自然环境之间的和谐共存。在选址阶段，通过详细的环境影响评估（EIA）来选择对生态影响最小的位置，同时考虑到生物多样性和自然资源的可持续利用。环保设计则侧重于整合自然环境的特点，比如通过优化桥梁的走向和结构布局减少对水流的阻碍和对河床的破坏。具体实施时，设计师采用生态敏感区域避让策略，如避开敏感的湿地和野生动物栖息地。此外，环保设计还包括水资源的保护措施，例如设置沉淀池和过滤系统以控制施工期间的径流，确保不对附近的水体造成污染^[2]。

3. 绿色材料的选择与应用

绿色材料的选择与应用是实现道路桥梁工程可持续发展的另一关键因素。绿色建筑材料指的是那些在生产、使用和废弃过程中对环境的影响最小的材料。这包括使用高再生内容的材料，如再生钢铁和再生混凝土，以及采用本地材料以减少运输过程中的碳排放。例如，再生混凝土可以通过使用建筑废料中的碎石和水泥替代品制成，从而降低生产过程中CO₂的排放量，研究表明，使用再生材料可以减少约20%至30%的碳排放。此外，绿色材料通常具有更好的耐久性和维护要求较低的特性，长远来看，可以显著降低工程的维护和修复成本。在选择材料时，还需考虑材料的全生命周期能耗和排放，选择

那些具有较低环境综合指数（EI）的产品，从而实现建筑项目从源头到废弃的整体环境友好性。

（二）施工阶段的绿色施工技术

1. 施工组织与管理的绿色化

施工组织与管理的绿色化是道路桥梁工程中实现环境可持续性的关键环节。这一过程涉及使用高效的项目管理方法和技术，以确保施工活动对环境的负面影响最小化。具体做法包括实施精益施工管理，优化物料的存储和运输，减少现场浪费，同时，采用数字化工具，如建筑信息模型（BIM）技术，提高设计与施工的精准度，从而降低资源浪费和提高施工效率。此外，绿色施工管理还强调采用环境管理系统（EMS）来监控施工现场的环境表现，确保所有活动均符合相关环保法规。例如，通过实时监控施工现场的粉尘和噪音水平，及时调整操作以符合环保标准。通过这些措施，施工组织不仅能够有效地管理资源和能源的使用，还能够减少对生态环境的干扰，最终达到提高施工项目的环境、社会和经济效益的目的。

2. 施工过程中的污染控制措施

施工过程中的污染控制是实现绿色施工的核心要素，要求对施工活动产生的各种污染进行严格监控和管理。在道路桥梁工程中，这包括采取有效措施以减少空气、水和土壤污染。针对空气污染，应用尘埃抑制系统如喷雾降尘技术和密封尘源，可以显著减少施工现场的颗粒物排放。例如，使用水幕系统可以减少高达70%的可吸入颗粒物。对于水污染控制，设置沉淀池和过滤装置是必要的，它们帮助拦截和净化流入周边水体的含泥水，有效控制水质污染。此外，施工场地应配备紧急溢油响应设备，以应对可能的化学品泄漏事故。在土壤污染方面，通过铺设地膜和建立污染防控区域来防止有害物质与土壤的直接接触。同时，施工现场还应实施严格的废弃物分类与回收政策，以减少建筑废物对环境的影响。

3. 能源与资源的高效利用

在道路桥梁工程的施工过程中，能源与资源的高效利用是关键环节，直接影响工程的环境绩效和经济效益。通过采用高效的机械设备和节能技术，可以显著减少能源消耗和运营成本。例如，使用电动而非柴油驱动的施工设备不仅能减少化石燃料的使用，而且能降低二氧化碳排放，这些设备的能效通常比传统设备高出20%以上。此外，通过精细化的物流和供应链管理，优化材料的运输和存储流程，减少不必要的往返运输，有助于降低能源消耗和减少温室气体排放。在施工现场，实施严格的材料管理策略，如使用预制构件，不仅能缩短施工周期，还能减少现场加工材料所需的能量投入。为了进一步提高资源利用效率，实施资源回收和再利用策略也是不可或缺的，如将建筑废料经处理后用于其他建筑或基础设施项目。

4. 建筑废弃物的处理与再利用

建筑废弃物的处理与再利用是实现道路桥梁工程绿色施工的重要组成部分，关键在于将废弃物转变为资源，从而降低环境影响并促进可持续发展。在建筑项目中，通过预先规划和设计，可以最大限度地减少废弃物的产生。例如，采用模块化和标准化的设计可以确保材料的最大化利用，减少剩余废料。对于不可避免产生的废弃物，实施分类回收策略，对金属、木材、混凝土和塑料等材料进行分离回收，其中混凝土废料经过破碎可用作填料或再次用于建筑基础材料。此外，引入先进的再生设备和技术，如移动破碎机和筛分设备，可以在施工现场直接对废弃物进行处理，提高回收效率。据统计，通过这些方法实施废弃物管理和再利用，可减少约30%~50%的废物填埋量。同时，这种做法还能显著降低项目的材料成本和处理费用，增强工程项目的环境绩效和经济效益^[3]。

（三）运营维护阶段的绿色施工技术

1. 绿色养护技术

绿色养护技术在道路桥梁工程的运营维护阶段发挥着至关重要的作用，其核心在于采用环保且效率高的维护方法，延长工程寿命同时减少环境负荷。这种技术包括使用长效和低毒性的材料来进行结构修补和保护，如采用环氧树脂或水性聚氨酯涂层，这些材料不仅具有优良的防腐性能，还能有效抵抗紫外线和化学侵蚀，减少常规维护的频率和维护所用的化学品数量。此外，绿色养护技术还强调运用智能监测系统，如安装应变计和位移传感器来实时监测结构的健康状态，及早发现潜在缺陷，从而实施有针对性的维护措施，避免大规模修复。据研究显示，采用这些高科技监测工具可以减少约20%的维护成本，因为能提供准确的数据支持决策，从而优化资源分配和维护计划。通过这些措施，绿色养护技术不仅能提升桥梁的运营效率和安全性，同时也符合可持续发展的要求，能减少对环境的影响，为现代道路桥梁管理提供了一种经济高效且环境友好的解决方案。

2. 道路桥梁结构的耐久性与可持续性

提升道路桥梁结构的耐久性与可持续性是现代工程设计的核心目标之一，关键在于通过优化设计和材料选择来实现结构的长期性能和环境适应性。首先，耐久性的提升可以通过使用高性能混凝土（HPC）和耐腐蚀钢材来实现，这些材料具有更好的抗压强度和抗化学侵蚀能力，可以显著延长桥梁的使用寿命。例如，HPC不仅能提高结构的抗裂性和抗渗性，还能承受更大的荷载，从而减少因维修和更换部件导致的资源消耗。此外，结构设计中采用节能减排技术，如使用风力或太阳能集成系统，不仅可以为桥梁结构的照明和监控提供能源，还能减少对外部电力资源的依赖。进一步地，结合生命周期评估（LCA）工具，评估结构从建设到拆除全过程中的环境影响，确保所有设计决策支持可持续发展目

标^[4]。

三、绿色施工技术应用效益分析

(一) 环境效益分析

绿色施工技术的应用对于环境的积极影响是显著的，其环境效益主要体现在减少污染、降低资源消耗以及增强生态保护方面。通过采用环保材料和节能技术，道路桥梁工程能够在施工与运营过程中大量减少碳排放与能源消耗。例如，使用再生材料如再生混凝土和钢材，可降低自然资源的提取，减少生态环境破坏和能源消耗。统计数据显示，采用再生材料可以节省约20%~30%的能源，并降低相应的碳足迹。此外，实施有效的施工场地污染控制措施，如粉尘抑制和废水处理技术，能显著降低对周边环境的影响，保护水质和空气质量。同时，绿色施工管理策略，如精益施工和资源循环利用，不仅能提高材料利用率，还能减少废弃物填埋量，进一步降低工程对环境的负面影响。

(二) 经济效益分析

绿色施工技术的经济效益主要体现在成本节约和长期投资回报上。首先，通过采用高效的能源管理和资源回收技术，绿色施工减少了能源消耗和原材料需求，直接降低了项目的运行成本。例如，使用节能的施工设备和优化的施工技术可以减少约15%~25%的能源费用。此外，通过应用高耐久性材料和先进的维护技术，绿色施工技术能显著延长建筑物和基础设施的使用寿命，减少长期的维护和修复成本。具体数据显示，采用绿色建筑材料和技术可以延长建筑物的寿命20%，从而减少周期性维修的频率和成本。同时，政府和相关机构往往提供税收优惠、补贴和财政支持等激励措施，进一步提高绿色项目的经济吸引力。

(三) 社会效益分析

绿色施工技术的社会效益同样显著，通过提升建筑质量、保护环境和促进公共健康，加强了社会的整体福祉。首先，绿色施工项目由于其对健康环境的重视，提供了更好的空气质量、更优的自然光利用和改善的室内环境质量，能直接提高使用者的健康和生活质量。例如，绿色建筑内部空气质量的改善，已被证实可以减少呼吸系统疾病的发病率和提高居住者的工作效率。此外，绿色施工技术的推广和实施还促进了新技术和新行业的发展，如可持续材料生产和环保技术服务，这些行业的发展为社会创造了新的就业机会，促进了经济多元化。同时，通过减少对自然资源的依赖和环境影响，绿色施工能增强项目所在地区的环境质量，为居民提供更宜居的环境，增强社区的吸引力和地区的可持续发展能力^[5]。

四、绿色施工技术应用面临的挑战与对策

(一) 绿色施工技术应用面临的挑战

绿色施工技术在实施过程中面临多种挑战，这些挑战主要源于技术成熟度、成本问题、市场接受度及法规

标准的不完善。首先，尽管绿色施工技术能够带来长远的经济和环境效益，但其初期投资通常较高，这对许多建筑企业和投资者来说是一个重要的财务负担。此外，一些高效的绿色技术和材料还没有广泛普及，缺乏足够的供应链支持和技术服务，这限制了它们的应用范围。同时，市场上对绿色建筑的认识和需求仍有限，缺乏足够的消费者认知和政策激励，使得绿色施工项目的市场推广受阻。此外，绿色施工标准和法规在不同地区尚不统一，缺乏全面和明确的执行标准，使得项目的规划和实施过程中面临法律和技术的多重不确定性。

(二) 绿色施工技术应用对策与建议

针对绿色施工技术应用中的挑战，可采取多项对策与建议来推动其广泛实施。首先，政府和相关机构应增强政策支持，制定具体的激励措施如税收优惠、补贴或资金支持，以降低企业的初期投资负担和风险。此外，建立和完善绿色施工的标准与认证体系，提供明确的技术和操作指南，是确保技术应用质量和效果的关键。为加强供应链的建设，应通过技术推广活动和专业培训，提高行业内外对绿色施工技术的认知度和操作能力，同时促进绿色材料和技术的研发与创新，确保其适应市场需求和施工实际。在法规方面，推动制定国际和国内的统一标准，以便于跨区域的技术应用和监管。此外，加强跨行业合作，通过与环境科技、金融和教育等领域的合作，形成一种多方参与的绿色施工推广机制，不仅能够扩大技术的应用范围，还可以促进社会各界对绿色施工价值的共识。

五、结语

总而言之，道路桥梁工程中绿色施工技术的应用具有深远的意义。这些技术不仅能减轻建设活动对环境的影响，而且能优化能源和资源的使用，从而支持可持续发展的目标。通过实施这些技术，可以显著提高工程的经济效益，延长基础设施的寿命，并减少对环境的责任。此外，绿色施工技术还能加强社会对环保建筑的认识和接受度，促进技术创新和行业标准的提升。这些集成的方法和技术展示了现代工程项目如何在确保结构安全和功能的同时，也致力于保护和改善环境。

参考文献

- [1] 韩丹. 道路桥梁工程中绿色施工技术的应用意义及方法思考[J]. 工程建设与设计, 2024, (09): 188-190.
- [2] 姜晓煜. 道路桥梁工程中绿色施工技术的应用探讨[J]. 大众科技, 2023, 25(12): 61-63.
- [3] 薛风莲. 绿色施工技术在道路桥梁工程中的应用[J]. 运输经理世界, 2023, (28): 85-87.
- [4] 朱蕊. 道路桥梁工程中绿色施工技术的应用[J]. 中华建设, 2023, (02): 143-145.
- [5] 彭锐. 道路桥梁工程中绿色施工技术的应用探讨[J]. 技术与市场, 2022, 29(08): 134-136.