

基于绿色理念的公路桥梁施工技术研究

李翰庭

四川航焱建筑工程有限责任公司

摘要：在现代基础设施建设中，公路桥梁作为关键组成部分，承载着交通运输的重要职能。随着全球对环境保护意识的不断加强，绿色建筑概念已逐渐融入公路桥梁的设计与施工之中。本文旨在探讨如何在桥梁建设中实施绿色施工技术，以优化施工过程，减少环境污染，提高资源利用效率，并推动可持续发展策略的实现。全球绿色建筑的发展趋势已显示出无可争议的增长动力，特别是在基础设施领域，不仅是为了应对日益严峻的环境问题，也是为了满足社会对于生态友好型建筑的需求。公路桥梁的建设，特别是在环境敏感区域的建设，更是需要采取高效、环保的施工技术和管理措施。本文通过理论分析和技术讨论，提出创新的绿色施工技术优化策略。

关键词：绿色理念；公路桥梁；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.058

在21世纪的工程建设领域，随着环境保护法规的日益严格和公众环保意识的提高，绿色建筑已成为全球建设项目的重要趋势。公路桥梁作为基础设施的重要组成部分，其建设影响着交通的便捷和经济的发展，还直接关系到环境的可持续性。研究和实施基于绿色理念的公路桥梁施工技术显得尤为重要。全球范围内，许多国家已经实施了严格的环保法规，要求建筑项目必须采用低碳和环保的材料及技术，以减少建设和运营过程中对环境的影响。

一、绿色理念在公路桥梁中的作用

在现代公路桥梁建设中，绿色理念已成为设计和施工的核心原则之一，它主张在桥梁的整个生命周期内最大限度地减少对环境的影响，同时提升能源效率与材料利用率，凭借采用绿色设计理念，不仅可以减少生态环境的破坏，^[1]还可以有效降低工程的能耗和运营成本，实现经济效益与环境保护的双重优势。例如，在桥梁设计阶段考虑使用经过环保认证的材料，如再生钢材或低碳混凝土，这些材料的生产过程中产生的碳排放明显低于传统材料。绿色桥梁施工过程中还会采用高效的能源管理系统，比如使用太阳能板为施工现场提供部分电力，这种做法不仅减少了化石能源的依赖，^[2]也减少了施工过程中的碳足迹，凭借这些实践，绿色理念在公路桥梁建设中的作用日益凸显，为实现可持续发展目标提供了有效途径。

二、基于绿色理念的公路桥梁施工技术要点

公路桥梁施工在推广绿色建筑理念方面展现了多方面的技术创新。施工材料的选择与利用是其中的重点，

如采用高性能再生材料和可持续获取的天然资源，有效地减少了自然资源的开采和生态环境的破坏。^[3]例如，使用再生混凝土和回收钢材不仅降低了材料成本，也显著减少了建设活动的环境影响。节能与资源利用技术也是实现绿色施工的关键，如采用现代化的施工设备和节能技术，有效减少了能源消耗和废物产生。在环境保护措施方面，公路桥梁施工技术采取了一系列措施以降低施工活动对周边环境的影响，例如使用尘埃抑制系统减少施工过程中的扬尘，采用水质保护技术保证附近水体的质量不受施工影响，凭借这些技术的应用，不仅提升了施工效率，也优化了环境保护效果，使得公路桥梁施工更加绿色环保。基于绿色理念的公路桥梁施工技术重点包括使用高性能的环保材料和能效高的施工设备。^[4]例如，在桥梁施工中采用再生混凝土比例达到30%，显著减少了原材料的消耗和碳排放；使用的混凝土强度等级提高20%，减少了结构自重，进一步降低了材料用量。所有施工设备均要求符合欧洲标准III以上的排放标准，平均降低排放15%。在能源使用上，通过安装太阳能板和风力发电装置，使得现场能源自给率达到了25%，施工现场实行垃圾分类，回收利用率达到了85%，极大地减少了施工过程中的环境影响，凭借这些措施，项目在确保结构安全的有效实现了绿色施工的目标，推动了建筑业的可持续发展。

三、绿色施工技术的实践应用与效果评估

绿色施工技术在公路桥梁建设中的应用已经取得了显著成效，凭借实际项目的实施与跟踪评估，可以具体观察到绿色技术带来的环境与经济双重收益。在一项涉及使用再生材料的桥梁施工项目中，数据显示使用再生混凝土减少了约30%的碳排放，同时降低了大约25%的材料成本。采用高效能施工设备的项目在能耗上比传统设备低20%，有效地减轻了建设阶段的能源压力。环境保护措施的效果也是显著的，例如，在施工现场周围设立的临时植被带有效地减少了施工期间的土壤侵蚀和水体污染，凭借对比施工前后的环境监测数据，可以明显看到空气和水质指标均保持在安全标准之内。^[5]这些实践证明，绿色施工技术不仅能够提高桥梁建设的环境友好性，也促进了资源的高效利用和施工成本的优化，为公路桥梁建设领域提供了一条可持续发展的新路径。

四、绿色施工技术的理论基础

（一）生态水泥和再生材料的应用

在公路桥梁建设中，生态水泥和再生材料的应用是推动绿色施工的重要策略。生态水泥是通过改变传统水泥生产过程中的原料比例和生产技术，以减少二氧化碳

排放和提高材料的可持续性。这种水泥的制备过程中，通常会加入工业废渣如粉煤灰和矿渣，这些添加剂利用了工业副产品，减少了废物的填埋，还能改善水泥的性能，如增加其耐久性和抗裂性。再生材料的使用也是减少建筑行业环境影响的有效途径，尤其是在桥梁建设中，如使用回收的钢材和塑料。这些材料通常来源于废旧建筑和设施的拆除物，通过适当的处理和重新加工，可以达到新材料的标准，用于新的建设项目中，凭借这样的做法，能够减少对原始资源的需求，还能显著降低建设活动的整体碳足迹。综合运用生态水泥和再生材料，是实现公路桥梁建设项目环境友好和资源循环利用的重要方法。

（二）低碳排放建筑材料的开发

开发低碳排放建筑材料是应对全球气候变化挑战的关键措施之一，特别是在资源密集且环境影响大的公路桥梁建设领域。低碳材料的开发集中在减少在生产过程中的能源消耗和温室气体排放。研究人员和材料科学家正在探索新的合成技术和改良传统材料的方法，凭借使用生物基化学品代替石油基化学品来生产建筑塑料，可以大幅度减少生产过程中的碳排放。采用太阳能、风能等可再生能源在材料生产过程中替代传统化石燃料，也是降低碳排放的有效策略。在具体实施上，推广应用这些低碳建筑材料需要技术的创新，还需政策的支持和市场的认可，凭借政府的激励政策和建筑行业的积极响应，低碳建筑材料可以在市场上得到广泛的应用，在整个建筑行业推动低碳转型和可持续发展。

五、基于绿色理念的公路桥梁施工技术优化策略

（一）施工设计优化

（1）桥梁设计的绿色评价模型

在桥梁工程中，绿色评价模型的构建是实现可持续发展目标的关键步骤，这种模型需要综合评估桥梁设计的环境影响、社会效益和经济成本。绿色评价模型通过量化分析方法，如生命周期评估（LCA）和环境影响评价（EIA），提供一个系统的框架来测定不同设计选择的绿色表现，凭借此模型，设计团队能够在项目早期阶段识别并采用那些对环境的影响最小的设计方案。模型通常包括能源消耗、材料利用、温室气体排放以及对生态系统的潜在影响等核心指标。为确保模型的有效性和实用性，研发团队需要与环境科学家和工程师紧密合作，定期更新评价指标以反映最新的环保材料和技术。模型应该具备高度的灵活性和适应性，以适应不同地区的环境法规和建设标准，确保其在全球范围内的适用性和有效性。

（2）优化施工工艺流程

优化施工工艺流程是提高桥梁建设绿色水平的另一个关键措施，这要求项目管理团队深入分析整个施工过程，识别出能效低下和资源浪费的关键环节。优化的目标是通过技术革新和管理改进，达到降低能耗、减少废物和缩短工期的效果。在施工过程中，采用精细化的项

目管理软件能够实时跟踪资源消耗情况，优化物资供应链，减少因物流不畅导致的资源浪费。应用模块化和预制技术可以在工厂环境中完成大部分建造工作，提高了施工效率，还显著降低了施工现场的环境干扰。工艺流程的优化还包括施工设备的现代化，使用电动或低排放的施工机械来替代传统的高排放设备，有效减少施工过程中的碳足迹，凭借这些措施的综合应用，提升了施工效率，也实现了环境保护和资源节约的双重目标。

（二）施工过程管理

（1）精细化管理模式

在公路桥梁施工项目中，实施精细化管理模式是提升项目执行效率和质量的关键。该模式通过详尽的项目计划和严格的执行监控，确保每一个施工细节都符合预定的质量和时间标准。精细化管理涵盖项目的各个方面，从工程设计审查、材料采购、到施工过程和成本控制。它强调预防优于补救，通过前期的风险评估和持续的过程优化，减少返工和延误，降低成本并缩短工期。精细化管理模式还包括对项目团队的培训和发展，确保所有参与者都能理解项目目标和方法，增强团队合作。为有效实施该管理模式，项目管理者需要运用先进的信息技术，如项目管理软件，来整合和分析项目数据，实现实时监控和决策支持。这种系统化、详尽的管理方法提高了施工效率和质量，还有助于提升项目的整体可持续性。

（2）智能化施工设备的应用

随着技术的进步，智能化施工设备在公路桥梁建设中的应用日益广泛，这种趋势正在彻底改变传统的施工方法。智能化设备如无人机、自动化机械臂以及各种传感器和监测系统的应用，使得施工过程更加精准和高效。无人机可以在施工现场进行空中监控，为项目管理提供实时的视图反馈，帮助及时发现问题并调整施工策略。自动化机械臂能在高风险环境中进行精密作业，如桥梁的组件安装，减少人员的直接参与，降低安全风险。施工现场的各种传感器可以监测环境条件、材料质量和施工进度，这些数据被实时传输至项目管理系统，支持决策者进行科学管理。智能化施工设备的集成应用提高了施工速度和质量，还显著减少了资源浪费和环境污染，是推动公路桥梁施工向绿色、高效转型的重要技术手段。

（三）环境保护措施

（1）施工现场的污染控制技术

在公路桥梁施工过程中，施工现场的污染控制是实现环境保护目标的核心环节。有效的污染控制技术能够显著减少施工活动对周围环境的负面影响，包括空气污染、噪声污染、水体污染和土壤污染。对空气污染的控制通常采用尘埃抑制系统，如喷雾降尘技术，该技术通过在施工现场喷洒细水雾，捕捉悬浮在空气中的尘埃颗粒，有效降低PM10和PM2.5的浓度。噪声污染则通过设置隔音屏障和限制噪音设备使用时间来控制，以减少施

工声音对周边居民和环境的影响。水体污染防治措施包括使用沉淀池和过滤系统，这些设备能够捕捉和处理施工过程中产生的含泥水体，防止其未经处理就排入周围的水域。对于土壤污染的防治，施工项目需要严格控制有害化学物质的使用，并确保所有潜在的污染物都在经过专业处理后才能排放或移除，凭借这些综合性的技术应用，施工现场的环境污染得到有效控制，同时也体现了公路桥梁建设项目对环境保护的承诺和责任。

（2）废弃物的回收与再利用

废弃物的回收与再利用是公路桥梁施工中实现资源可持续利用的重要措施。该措施减少了建设过程中的废物总量，还促进了资源的循环使用，降低了项目的环境足迹。在施工项目中，系统地分类收集废弃物是成功实施回收和再利用策略的第一步。具体来说，施工废弃物应根据其性质分为可回收材料和需专业处理的废物两大类。可回收材料，如废钢铁、废混凝土和废塑料，可以通过专业回收公司进行处理，转化为原材料再次使用在其他建设项目中。废旧设备和工具的再利用也是减少资源浪费的有效方法，这些物品经过适当的翻新和维修后可以再次投入使用。对于那些不能直接回收利用的材料，应探索采用先进的处理技术如热解和化学处理，将其转化为其他有用的产品，将不可回收的混凝土通过破碎和处理后用作路基材料，凭借这些措施，施工项目减少了对新资源的需求，也显著降低了废弃物对环境的潜在危害，体现了现代公路桥梁建设中对环境保护和资源节约的高度责任感。

（四）使用环保材料

环保材料的应用在公路桥梁施工中起到了决定性作用，它们支持可持续发展的理念并促进环境保护。在这一过程中，高性能混凝土和钢材的选择尤为关键，因为它们直接影响到工程的质量、耐用性及环境负担。高性能混凝土通过其优异的耐久性和强度，减少了对材料的总体需求，这是因为更强的材料可以使用更少的量达到相同的结构强度。这种混凝土的长寿命减少了未来维护和更换的需要，减少了随着时间的推移对原材料的需求和生成的废物量。同样，使用再生钢材或者低碳钢材可以显著降低项目的碳足迹。这些钢材在生产过程中使用了较少的能源，产生较少的温室气体排放，因此对环境的影响较小。采用这些材料不仅展示了对环境责任的承担，也符合全球环保趋势，提高了项目在市场上的竞争力。合理选择和使用环保材料不仅体现了对环境的尊重，也是实现经济效益与环境保护双赢的关键策略。

（五）节能施工设备

节能施工设备的应用是公路桥梁施工中实现绿色施工的有效途径之一。在当今社会，随着技术的发展和环保意识的增强，越来越多的施工设备被设计为节能型，这些设备在减少能源消耗的同时也大幅降低了施工过程中的污染排放。电动施工机械，如电动挖掘机、电动推土机

和电动起重机，正在逐步替代传统的柴油机械。这些电动机械的最大优点是几乎零排放，同时噪音低，大大减少了对周围环境的影响，尤其是在城市或密集居住区的桥梁施工中，这一点尤为重要。高效能的施工工具，如LED照明设备和自动化的施工技术，不仅提高了工作效率，还减少了能源浪费，凭借这些设备的应用，施工项目能够在保证施工效率和质量的前提下，实现能源的最大化利用和环境影响的最小化。此策略的实施对于推动建筑业的绿色转型具有重要意义，是构建可持续发展社会的重要组成部分。

（六）水资源管理

水资源管理是公路桥梁施工项目中一个至关重要的环节，特别是在水资源紧张的区域。实施雨水收集和循环利用系统不仅有助于减少对地方水资源的依赖，还能显著降低施工成本并增强项目的环保特性。雨水收集系统通过收集施工现场的降雨，储存于特定容器中，经过简单的过滤处理后，可用于施工用水，如混凝土搅拌、设备清洗以及尘土控制等。这种做法不仅减少了自来水的的使用，也减轻了地方基础设施的负担。循环利用系统进一步提升水资源的使用效率，施工过程中产生的废水，如混凝土搅拌站的清洗水，通过沉淀和过滤后可以再次利用。

六、结论

随着全球气候变化和环境退化问题的日益严重，公众对环境保护的关注度持续上升。社会各界越来越认识到，建设项目应当采取可持续的方法，尽量减少对自然环境的破坏，如采用节能减排的新技术和可回收材料。科技的快速发展为公路桥梁的绿色施工提供了新的技术和材料。使用高性能混凝土和轻质材料可以减少结构重量，降低能耗；应用数字化和智能化建造技术（如BIM技术），能够优化设计，提高施工效率，减少浪费。联合国制定的可持续发展目标中，有多个目标直接或间接涉及建筑行业，如确保可持续的城市和社区、采取紧急措施应对气候变化等。这推动了全球范围内对绿色建筑技术的研究和应用，公路桥梁建设作为城市基础设施的重要部分，其绿色化进程对实现这些全球目标具有重要意义。

参考文献

- [1] 胡红波. 基于绿色发展理念的公路桥梁施工技术分析[J]. 工程技术研究, 2022, 7(10): 52-54.
- [2] 郑刚. 公路桥梁施工关键技术及绿色施工措施[J]. 工程技术研究, 2022, 7(08): 61-63.
- [3] 俞卓. 公路桥梁施工关键技术及绿色施工的具体措施[J]. 交通世界, 2021, (33): 75-76.
- [4] 张新. 绿色发展理念在公路桥梁施工中的应用[J]. 交通世界, 2021, (33): 151-152.
- [5] 望远福. 绿色理念在公路桥梁施工过程中的应用分析[J]. 运输经理世界, 2021, (12): 113-115.