

公路路基工程绿色建造技术优化路径

孙良 张忠冉

赤峰市中交公路勘察设计有限责任公司 内蒙古 赤峰 024000

摘要: 公路路基工程作为公路建设的核心基础,其绿色建造是践行低碳环保、循环发展理念的关键举措。本文界定路基绿色建造核心概念与理论基础,分析当前技术应用现状及存在的技术碎片化、固废利用不充分、管控不到位等问题,结合可持续发展与循环经济理论,从填料、施工工艺、环保防护及管理体系四个维度,提出针对性优化路径,为推动路基工程绿色转型、实现生态与工程效益双赢提供理论与实践参考。

关键词: 公路路基工程;绿色建造技术;优化路径

引言:随着交通建设高质量发展与“双碳”目标推进,传统路基建造工艺粗放、污染严重、资源浪费等问题日益突出,与生态环境保护需求相悖。路基工程作为公路建设的基础环节,其施工质量与环保水平直接影响公路全生命周期效益。基于此,本文立足路基绿色建造核心内涵,剖析当前技术应用痛点及根源,探索科学可行的优化路径,助力公路建设向绿色化、低碳化、可持续发展转型,推动交通领域生态保护与工程建设协同发展。

1 公路路基工程绿色建造相关理论与核心内涵

1.1 核心概念界定

(1)公路路基工程建造技术,是依托岩土工程施工工艺,结合道路设计标准,开展路基开挖、填筑、压实、加固及防护等一系列系统化施工技术体系,保障路基结构强度、稳定性与耐久性,是公路工程建设的核心环节。(2)绿色建造技术以生态保护为导向,在全施工周期内统筹资源节约、污染管控与生态修复,通过工艺优化、清洁能源利用、废料资源化处理等方式,降低工程建设对自然环境的负面影响。(3)路基绿色建造具备低能耗、低排放、资源循环利用、生态协同保护的 特征,兼顾工程建设质量、生态效益与长期发展需求,实现施工活动与自然环境的协调共生^[1]。

1.2 公路路基绿色建造的理论基础

(1)可持续发展理论,要求路基建设兼顾当下工程建设需求与区域生态长远发展,平衡工程建设、资源利用与生态保护三者关系,避免过度开发造成环境破坏。

(2)低碳环保理论聚焦施工全过程碳排放管控,优化建材选用、施工设备及施工工艺,减少扬尘、废水、固体废弃物等污染物排放,践行低碳建设发展模式。(3)循环经济理论遵循减量化、再利用、资源化原则,对路基施工产生弃土、废料、废旧建材进行回收再加工,降低原生资源消耗,提升资源综合利用效率。

1.3 公路路基绿色建造的核心目标与原则

(1)核心目标为在保障路基工程施工质量与安全的前提下,压缩资源消耗、控制生态破坏、减少环境污染,构建绿色低碳的路基施工模式。(2)基本原则包含因地制宜、生态优先、经济适配、技术适配,结合区域地形、气候与生态条件,合理选用绿色施工方案,兼顾实用性与环保性。

1.4 路基绿色建造与传统建造的差异分析

(1)技术层面:传统建造工艺粗放、技术单一;绿色建造融合环保工艺、智能管控与资源化处理技术,施工技术体系更为完善多元。(2)环保层面:传统建造忽视生态防护,污染问题突出;绿色建造全程落实环保管控,同步开展生态防护与环境修复工作。(3)效益层面:传统建造侧重短期建设效益;绿色建造兼顾生态效益、经济效益与社会效益,有效降低工程后期环境治理成本。

2 公路路基工程绿色建造技术应用现状及存在的问题

2.1 公路路基工程绿色建造技术应用现状

(1)路基填料绿色化应用现状:目前路基填料绿色化已初步推广,部分地区采用粉煤灰、矿渣等工业废渣替代传统填料,减少原生土开采对生态的破坏;同时,改良土技术广泛应用,通过添加环保改良剂优化填料性能,降低填料损耗。但应用范围不均衡,偏远地区仍以传统填料为主,废渣填料的适配性优化不足。(2)路基施工工艺绿色化现状:绿色施工工艺逐步普及,路基开挖采用分层开挖、动态防护模式,减少水土流失;压实工艺引入智能压实设备,提升施工效率的同时降低能耗;扬尘、废水管控采用喷淋降尘、废水回收处理等措施,有效减少施工污染,但工艺应用标准不统一,部分施工单位仍沿用粗放式施工方式。(3)路基环保防护技术应用现状:生态防护技术得到一定应用,边坡防护

采用植草、喷播植生等绿色方式,替代传统浆砌片石防护,提升生态兼容性;路基排水采用生态型排水设施,减少对周边水系的干扰,但防护技术针对性不足,复杂地形下的防护效果不佳,后期养护力度不足。

2.2 路基绿色建造技术应用中存在的核心问题

(1) 绿色技术应用碎片化,协同性不足:各类绿色技术多单独应用,缺乏系统性整合,如填料绿色化与施工工艺绿色化脱节,环保防护与低碳管控不同步,未能形成全周期、一体化的绿色建造体系,导致技术应用效果大打折扣。(2) 低碳建材替代率低,固废利用不充分:低碳环保建材因成本较高、供应不足,替代传统建材的比例偏低;路基施工产生的弃土、弃渣等固体废弃物,多采用填埋、堆放方式处理,回收再利用技术不成熟,资源浪费严重,未能实现循环利用目标。(3) 绿色施工管控不到位,污染治理不彻底:部分施工单位环保意识薄弱,绿色施工管控流于形式,扬尘、废水、噪声等污染治理措施落实不严格;缺乏完善的管控机制和监测手段,对施工全过程的污染排放难以实现精准管控,部分区域施工后生态修复不及时^[2]。(4) 技术创新不足,适配性有待提升:现有绿色技术多借鉴成熟案例,针对不同地形、地质条件的个性化创新不足,在复杂山区、生态敏感区的适配性较差;核心技术研发投入不足,新型绿色工艺、设备的推广应用滞后,难以满足多样化的绿色建造需求。

2.3 问题产生的根源分析

(1) 技术层面根源:绿色建造核心技术研发力度不足,关键技术存在瓶颈,固废资源化、低碳建材等技术的成熟度不高;技术推广机制不完善,先进绿色技术与施工实际结合不紧密,缺乏针对性的技术指导和培训。

(2) 管理层面根源:施工单位缺乏完善的绿色施工管理制度,环保责任落实不到位,重进度、轻环保的理念仍普遍存在;现场管控人员专业能力不足,对绿色技术的应用和污染治理的监管不够精准,缺乏有效的考核与约束机制。(3) 政策与市场层面根源:相关政策支持力度不足,缺乏明确的绿色建造标准和激励机制,企业应用绿色技术的成本压力较大;市场导向作用不明显,绿色建材、绿色施工的市场认可度不高,企业推广绿色技术的积极性不足,缺乏长效发展动力。

3 公路路基工程绿色建造技术优化路径

3.1 路基填料绿色化优化路径

(1) 低碳环保填料研发与推广应用:加大低碳环保填料研发投入,结合不同区域地质条件,研发适配性强、能耗低、污染小的新型填料,重点突破填料低碳改

性技术,降低填料生产与使用过程中的碳排放。建立低碳填料推广机制,出台相应扶持政策,鼓励施工单位优先选用环保填料,明确填料环保性能标准,规范填料进场检验流程,逐步扩大低碳填料应用范围,替代传统高能耗、高污染填料。(2) 工业固废基填料替代技术优化:针对工业固废资源化利用不足的问题,优化固废基填料改性工艺,通过添加环保改良剂,提升固废填料的强度、稳定性和耐久性,适配不同等级公路路基的使用要求。建立固废回收、加工、运输一体化体系,实现煤矸石、粉煤灰、矿渣等工业固废的规模化利用,明确固废填料的应用技术规范,降低固废堆放、填埋带来的环境压力,实现资源循环利用^[3]。(3) 填料用量精准控制技术优化:引入智能化监测与计算技术,结合路基设计参数、地形地质条件,精准计算填料用量,避免过度开采和浪费。推广填料分层摊铺、精准压实技术,提升填料利用率,减少填料损耗;建立填料用量动态管控机制,实时监测填料使用情况,及时调整施工方案,实现填料用量的精细化管控,兼顾工程质量与资源节约。

3.2 路基施工工艺绿色化优化路径

(1) 路基开挖与填筑绿色工艺优化:优化路基开挖方案,采用分层开挖、分段施工模式,减少开挖过程中的水土流失和植被破坏,对开挖坡面及时采取临时防护措施。推行路基填筑分层压实、动态检测工艺,提升填筑质量,减少后期返工带来的资源浪费;采用平衡开挖与回填技术,将开挖弃土合理用于路基回填,减少弃土堆放,实现土方资源循环利用。(2) 节能型施工设备与工艺应用优化:推广使用节能型施工设备,替代传统高能耗、高排放设备,配备节能动力系统,降低设备运行过程中的能耗和污染物排放。优化施工工艺,引入智能化施工技术,实现路基压实、摊铺等工序的自动化管控,提升施工效率,减少人力和资源消耗;推行集中拌合、模块化施工模式,减少施工过程中的扬尘和噪声污染,实现施工过程的绿色化、精细化。(3) 施工扬尘与废水治理技术优化:完善扬尘治理体系,在施工场地出入口设置喷淋装置、洗车台,对施工道路进行硬化处理,定期洒水降尘;对易产生扬尘的材料实行密闭存储、覆盖运输,采用雾炮机等设备强化现场扬尘管控,实现扬尘排放达标。优化废水处理工艺,建立施工废水回收处理系统,对基坑排水、冲洗废水进行过滤、沉淀处理后循环利用,严禁未经处理的废水直接排放,减少对周边水系的污染^[4]。

3.3 路基环境保护技术优化路径

(1) 路基边坡生态防护技术优化:结合区域气候、

地形和植被生长条件,优化边坡生态防护方案,推广植草、喷播植生、客土喷播等绿色防护技术,替代传统硬质防护,提升边坡生态兼容性和稳定性。选用乡土植物品种,构建多元化边坡植被体系,增强植被固土保水能力,减少水土流失;建立边坡防护后期养护机制,定期开展植被修剪、补种,确保防护效果长效稳定。(2)施工区域生态修复技术优化:施工前开展生态现状调查,制定针对性的生态修复方案,施工过程中同步实施植被恢复、土壤改良等措施,减少施工对周边生态环境的破坏。施工结束后,对临时施工场地、弃土场等区域进行全面生态修复,清理施工垃圾,改良土壤质量,补种乡土植被,恢复区域生态功能,实现工程建设与生态保护的协同发展。(3)碳汇提升技术在路基防护中的应用优化:将碳汇提升理念融入路基防护设计,推广植被碳汇技术,优化边坡植被配置,选择固碳能力强的植物品种,提升路基区域的碳汇量。探索新型碳汇防护材料的应用,研发兼具防护功能和固碳效果的环保材料,结合生态修复措施,构建路基碳汇体系,助力实现“双碳”目标,提升路基绿色建造的生态效益。

3.4 路基绿色建造管理体系优化路径

(1)绿色施工管控流程优化:建立健全绿色施工管理制度,明确施工各环节的环保要求和管控标准,优化管控流程,实现施工全过程的规范化、标准化管控。引入智能化监测技术,对施工过程中的能耗、污染物排放、生态破坏等情况进行实时监测,建立监测数据台账,及时发现并整改问题;完善考核评价机制,将绿色施工指标纳入施工单位绩效考核,强化环保责任落实。

(2)技术创新与推广机制优化:加大绿色建造技术研发投入,鼓励企业与科研院所合作,聚焦核心技术瓶颈,研发适配不同场景的绿色施工技术和设备。建立技术推广平台,开展技术交流、培训活动,普及绿色建造

技术知识,推动先进技术的规模化应用;完善技术激励机制,对技术创新和推广成效显著的企业给予政策扶持和资金奖励,激发企业技术创新积极性^[5]。(3)从业人员绿色技术素养提升路径:建立分层分类培训体系,针对管理人员、技术人员和一线施工人员,开展绿色建造技术、环保法规等相关培训,提升从业人员的绿色环保意识和专业技术水平。推行从业人员持证上岗制度,规范施工操作流程,确保绿色技术和环保措施落到实处;加强行业交流,组织从业人员学习先进案例和技术经验,提升绿色建造实践能力,为路基绿色建造提供人才支撑。

结束语

公路路基工程绿色建造技术优化是一项系统性工程,需统筹技术创新、工艺改进与管理升级,破解当前应用中的各类瓶颈。本文提出的填料绿色化、工艺精细化、防护生态化及管理规范化路径,可有效提升路基建造的环保性与经济性。未来需持续加大核心技术研发力度,完善政策激励与管控机制,推动绿色技术落地普及,实现路基工程建设与生态环境协调共生,为绿色交通发展注入持久动力。

参考文献

- [1]吴炳健.公路拓宽工程路基拼接施工技术研究[J].交通世界,2021,13(7):99-100.
- [2]姚帮先.高速公路拓宽工程路基拼接施工技术思路分析[J].工程建设与设计,2020,30(19):143-145.
- [3]张愿来.公路工程中加筋土挡土墙施工技术分析[J].江西建材,2021,23(11):142-145.
- [4]李翠果.公路工程路基挡土墙施工技术要点分析[J].交通世界,2023,7(15):41-43.
- [5]张超,李伟.基于高速公路路面拓宽施工关键技术探究[J].价值工程,2022,39(19):109-112.