

“双碳”目标下公路桥梁绿色养护技术路径分析

秦元军

荆门市掇刀区公路管理局 湖北荆门 448000

摘要: 随着“双碳”目标的提出,公路桥梁养护领域面临着向绿色低碳转型的迫切需求。本文深入分析了“双碳”目标对公路桥梁养护的意义及当前公路桥梁养护的现状与挑战。详细阐述了公路桥梁绿色养护技术路径,包括推广绿色养护材料、采用低碳养护工艺、实施预防性养护策略、运用智能化养护手段、加强废弃物循环利用以及构建绿色养护管理体系等方面,旨在为推动公路桥梁养护行业的绿色发展,实现“双碳”目标提供理论支持与实践指导。

关键词: 双碳目标;公路桥梁;绿色养护技术;可持续发展

引言

在全球气候变化的背景下,“双碳”目标,即碳达峰与碳中和,已成为世界各国应对气候变化、推动可持续发展的重要战略举措。交通运输行业作为碳排放的重点领域之一,其绿色低碳转型至关重要。公路桥梁作为交通运输基础设施的重要组成部分,在其全生命周期中,养护阶段占据着较长的时间跨度,且消耗大量的资源与能源,同时产生一定的碳排放。因此,在“双碳”目标的指引下,探索公路桥梁绿色养护技术路径,对于降低交通运输行业碳排放、实现可持续发展具有重要的现实意义。

一、“双碳”目标对公路桥梁养护的意义

(一) 助力国家碳减排战略实施

公路桥梁养护过程中涉及到材料生产、运输、施工以及设备使用等多个环节,这些环节均会产生碳排放。通过采用绿色养护技术,如使用再生材料、优化养护工艺、提高能源利用效率等,可以显著降低公路桥梁养护阶段的碳排放量,从而为国家整体碳减排目标的实现做出贡献。

(二) 推动公路桥梁养护行业可持续发展

绿色养护技术强调资源的高效利用和环境的保护,这促使公路桥梁养护行业从传统的高能耗、高污染模式向低碳、环保、可持续的方向转变。可持续发展的养护

模式不仅能够降低养护成本,还能提高公路桥梁的耐久性和安全性,延长其使用寿命,为公路桥梁养护行业的长期稳定发展奠定坚实基础^[1]。

(三) 提升社会环境效益

公路桥梁绿色养护技术的应用有助于减少废弃物的产生和对周边环境的污染,保护生态平衡。例如,采用环保型养护材料可降低有害化学物质的排放,减少对土壤、水体和空气的污染;加强废弃物的循环利用可节约自然资源,减少垃圾填埋和焚烧带来的环境问题,从而提升社会的整体环境效益,为人们创造更加宜居的生活环境。

二、公路桥梁养护现状与挑战

(一) 传统养护材料能耗高、污染大

目前,公路桥梁养护中仍广泛使用传统的沥青、水泥等材料。这些材料在生产过程中需要消耗大量的能源,如水泥生产过程中高温煅烧石灰石会排放大量的二氧化碳。同时,传统材料在使用过程中可能会释放有害气体和粉尘,对环境造成污染。此外,部分传统材料的耐久性不足,导致公路桥梁需要频繁维修,进一步增加了资源消耗和碳排放^[2]。

(二) 养护工艺碳排放量大

传统的公路桥梁养护工艺,如铣刨重铺、拆除重建等,往往需要使用大型机械设备,这些设备在运行过程中消耗大量燃油,产生较高的碳排放。而且,传统工艺在施工过程中对交通的干扰较大,导致交通拥堵,增加了车辆的怠速时间,间接加大了碳排放。

(三) 预防性养护意识不足

许多公路桥梁管理部门对预防性养护的重视程度不

作者简介: 秦元军,性别:男,出生日期:1977.5-,民族:汉,籍贯:湖北荆门,职称:工程师(路桥),学历:本科,研究方向:公路桥梁建设养护与管理,所在省市:湖北省荆门市。

够,习惯于采用事后维修的方式。事后维修往往在病害已经较为严重时才进行,此时需要投入更多的人力、物力和财力,且维修过程中的资源消耗和碳排放也更高。相比之下,预防性养护能够在病害初期及时采取措施,有效延缓病害发展,降低养护成本和碳排放,但目前其应用比例相对较低。

(四) 养护管理信息化程度低

当前,部分公路桥梁养护管理部门的信息化水平有限,缺乏有效的数据采集、分析和管理系统。难以实时掌握公路桥梁的结构状况、病害发展趋势以及养护资源的使用情况等信息。这导致养护决策缺乏科学性和精准性,容易造成养护资源的浪费,不利于实现绿色养护和“双碳”目标。

三、公路桥梁绿色养护技术路径

(一) 推广绿色养护材料

1. 再生沥青材料

通过厂拌热再生、就地热再生等技术,将废旧沥青路面材料(RAP)进行循环利用。再生沥青材料不仅能够减少对新沥青和石料的需求,降低资源消耗,还能显著减少废旧材料对环境的污染。例如,在一些高速公路的养护工程中,应用泡沫沥青冷再生技术,实现了沥青路面材料100%利用,节省新矿料80%以上,降低了大量的碳排放^[3]。

2. 纳米复合材料

利用纳米技术提升材料性能,如纳米复合路面新材料(NCPN)可增强路面的耐磨性和抗滑性,从而延长路面使用寿命,减少维修次数。同时,纳米复合材料还可用于桥梁结构的防护,提高桥梁的耐久性。例如,在部分桥梁的防护涂层中添加纳米材料,能够有效提高涂层的防腐性能,延长桥梁的维护周期。

3. 生态友好材料

结合植物种子和废旧材料制成的绿色生态路面新材料(ECPN),兼具透水性和生态效益。在一些农村公路或城市道路的养护中,采用生态透水路面,不仅能够改善路面的排水性能,减少城市内涝,还能为植物生长提供条件,提升道路周边的生态环境质量。此外,生态友好材料在使用过程中对环境的负面影响较小,符合绿色养护的要求。

(二) 采用低碳养护工艺

1. 温拌沥青技术

通过添加温拌剂降低沥青混合料生产温度,减少燃

料消耗和二氧化碳排放。与传统的热拌沥青工艺相比,温拌沥青技术可使能耗降低30%左右。在新疆等地的公路养护实施方案中,积极推广温拌沥青技术,取得了良好的节能减排效果。该技术在降低碳排放的同时,还能改善沥青混合料的施工性能,提高路面质量^[4]。

2. 冷再生技术

泡沫沥青冷再生技术无需高温加热,直接利用旧路面材料进行再生。例如,宁夏在国省干线首次应用就地热再生技术,回收旧料1422吨,成本降低30%。冷再生技术不仅能降低能耗50%,废气排放减少80%,还能减少对新材料的需求,降低运输过程中的碳排放,是一种低碳环保的养护工艺^[5]。

(三) 实施预防性养护策略

1. 定期检测与评估

建立完善的公路桥梁定期检测制度,采用先进的检测技术和设备,如无损检测技术、自动化检测设备等,对公路桥梁的结构状况、病害情况进行全面检测。通过定期检测,及时发现潜在的病害问题,并运用科学的评估方法对桥梁的安全性和耐久性进行评估,为制定合理的养护计划提供依据。

2. 早期病害处置

在检测和评估的基础上,一旦发现早期病害,如微小裂缝、表面剥落等,及时采取相应的处置措施。例如,对于桥梁结构表面的微小裂缝,可采用表面封闭处理技术;对于路面的早期病害,可采用微表处、灌缝等预防性养护技术。早期病害处置能够有效阻止病害的进一步发展,避免后期大规模维修带来的高成本和高碳排放。

(四) 运用智能化养护手段

1. 物联网监测技术

在公路桥梁的关键部位,如桥墩、桥台、桥面等部署传感器,实时监测桥梁的应力、变形、温度、振动等数据。通过物联网技术将这些数据传输至监控中心,实现对公路桥梁运行状态的实时监控。例如,江西高速公路应用光纤传感器,病害预警准确率提升40%。物联网监测技术能够及时发现桥梁的异常情况,为养护决策提供准确的数据支持,实现预防性养护,减少突发病害造成的损失和碳排放。

2. 大数据分析技术

结合公路桥梁的历史检测数据、养护记录、交通流量、气象条件等多源数据,运用大数据分析技术预测路面性能退化趋势和桥梁病害发展规律。通过大数据分析,

优化养护决策,合理安排养护资源,提高养护效率。例如,天津项目通过长期性能观测和大数据分析,科学预测再生路面寿命达30年。大数据分析技术有助于实现精准养护,避免过度养护和养护不足,降低全生命周期成本和碳排放。

(五) 加强废弃物循环利用

1. 工业固废应用

在公路桥梁养护中,积极探索工业固废的资源化利用途径。例如,突破磷石膏大掺量($\geq 98\%$)路基填筑工艺瓶颈,将磷石膏用于路基填筑,不仅解决了工业固废堆存问题,减少了对环境的污染,还能降低碳排放。在河北衡水至德州公路的建设中,应用磷石膏路基填筑技术,减少占地15.4万平方米。此外,利用锂辉石尾矿渣改良路基,替代部分红黏土,可提升路基稳定性,减少矿产资源消耗。

2. 建筑废弃物再生

对公路桥梁养护过程中产生的建筑废弃物,如废弃混凝土、钢材等进行回收再生利用。例如,将废弃混凝土破碎后制成再生骨料,用于制备再生混凝土或其他建筑材料;将废弃钢材回炉重炼,重新加工成所需的钢材制品。在一些桥梁维修工程中,利用桩基静载试验遗留的混凝土配重块构筑防护结构,盘活了闲置资源,减少了新材料调运成本。

(六) 构建绿色养护管理体系

1. 制定绿色养护标准与规范

相关部门应制定完善的公路桥梁绿色养护标准与规范,明确绿色养护的技术要求、施工流程、质量控制指标以及验收标准等内容。通过标准与规范的制定,引导养护企业采用绿色养护技术和工艺,确保绿色养护工作的规范化和标准化开展。

2. 加强人员培训与教育

对公路桥梁养护管理人员和施工人员进行绿色养护知识和技能培训,提高其对“双碳”目标的认识和理解,增强绿色养护意识。培训内容包括绿色养护材料的使用、低碳养护工艺的操作、智能化养护设备的应用以及废弃物循环利用方法等,使养护人员能够熟练掌握绿色养护技术,提高养护工作的质量和效率。

3. 引入激励与约束机制

建立健全绿色养护激励与约束机制,对积极采用绿

色养护技术、在降低碳排放和资源节约方面表现突出的养护企业和项目给予政策支持、资金奖励等激励措施;对不符合绿色养护要求的企业和项目进行约束和处罚,如限制其参与养护项目投标等。通过激励与约束机制,促使养护行业积极践行绿色养护理念,推动公路桥梁绿色养护技术的广泛应用。

结论

在“双碳”目标的时代背景下,公路桥梁绿色养护技术路径的探索与实践具有不可忽视的重要性与紧迫性。从推广绿色养护材料、采用低碳养护工艺,到实施预防性养护策略、运用智能化养护手段,再到加强废弃物循环利用以及构建绿色养护管理体系,这些技术路径相互关联、相辅相成,共同构成了公路桥梁绿色养护的完整体系。通过全面推行这些绿色养护技术路径,能够有效降低公路桥梁养护过程中的能源消耗与碳排放,提高资源利用效率,减少对环境的负面影响,实现公路桥梁养护行业的绿色低碳转型与可持续发展。这不仅有助于我国交通运输行业更好地应对气候变化挑战,履行碳减排责任,还能为社会经济的高质量发展提供坚实的交通基础设施保障。未来,随着科技的不断进步与创新,应持续加大对公路桥梁绿色养护技术的研发与应用力度,不断完善绿色养护管理体系,推动公路桥梁绿色养护事业迈向新的高度,为实现“双碳”目标和美丽中国建设贡献力量。

参考文献

- [1] 刘新杰,马洪福,潘大民,等. “津心养护” 绿色引领——天津市国道205线绿色养护示范工程在行动[J]. 中国公路, 2024, (22): 70-73.
- [2] 王海峰. 基于绿色施工理念的公路桥梁施工技术研究[J]. 运输经理世界, 2024, (28): 83-85.
- [3] 冯昭,郝天之: 用反向思维探索创新的“桥梁医生”[J]. 科技创新与品牌, 2024, (09): 56-58.
- [4] 刘鑫,李潇,邓峰,等. 高速公路桥梁预防性养护与绿色环保[J]. 交通节能与环保, 2024, 20(03): 185-188.
- [5] 胡海洋,王家进,杨军. 贵州公路桥隧综合养护技术创新思考[J]. 中国公路, 2021, (19): 68-71.