

绿色公路建设中环保材料的应用研究

綦国巍

本溪市交通事业发展服务中心 辽宁 本溪 117000

摘要：环保材料在绿色公路建设中的应用，对于减少环境污染、节约资源、提升公路使用寿命和性能意义重大。本文深入剖析绿色公路建设中环保材料的应用现状、优势，详细阐述常见类型及其在公路各建设环节的具体应用，剖析应用过程中存在的问题，并提出针对性解决策略，旨在为绿色公路建设中环保材料的进一步推广应用提供理论支撑与实践指导。

关键词：绿色公路建设；环保材料；应用研究

1 引言

公路作为国家重要基础设施，在促进经济发展中作用显著，但传统建设方式资源消耗大、环境污染重。例如，每公里高速公路平均耗用砂石料5-10万吨、水泥1-2万吨，并产生扬尘、噪声和施工废水。为实现公路建设与环保协调发展，绿色公路理念应运而生，强调全生命周期内的资源节约、环保与生态修复。环保材料作为核心组成部分，可减少资源依赖，降低能耗与排放，同时提升公路性能与寿命。因此，研究其应用具有重要意义。

2 绿色公路建设中环保材料应用的优势

绿色公路建设中应用环保材料具有显著优势。资源节约方面，再生沥青混合料和竹纤维复合材料有效减少了新资源需求，保护不可再生矿产。环境保护上，环保材料通过清洁生产技术减少排放，低噪声和透水路面材料分别改善声环境和缓解城市内涝，补充地下水。性能提升方面，环保材料如高性能沥青添加剂和新型环保混凝土增强抗车辙、疲劳、老化能力及强度耐久性，降低养护成本。从可持续发展角度看，这些材料推动了行业的转型升级，实现经济效益、社会效益与环境效益的统一，降低了全生命周期成本，改善居民生活环境，保护自然资源，为后代创造更好生存空间。

3 绿色公路建设中常见的环保材料类型

3.1 再生材料

3.1.1 再生沥青混合料

根据再生工艺不同，可分为厂拌热再生、厂拌冷再生、就地热再生和就地冷再生等类型。厂拌热再生是将废旧沥青路面材料运至拌和厂，经过破碎、筛分后，与新沥青、新集料等按一定比例重新拌和，其再生沥青混合料的质量较为稳定，性能可达到新沥青混合料的80%-90%。厂拌冷再生则是在常温下将废旧沥青路面材料与乳化沥青或泡沫沥青等结合料拌和，适用于低等级公路或

基层施工。就地热再生是在现场对废旧沥青路面进行加热、翻松、添加再生剂和新沥青等材料后重新压实，可快速恢复路面性能，施工效率高。就地冷再生是采用冷再生设备对废旧沥青路面进行破碎、添加结合料和添加剂后重新压实，成本较低，但对原路面材料的性能要求较高。

3.1.2 再生混凝土

再生混凝土是利用废弃混凝土经过破碎、清洗、分级等处理后，部分或全部代替天然骨料配制而成的新混凝土。再生骨料的表观密度一般为2400-2600kg/m³，比天然骨料低5%-10%；吸水率一般为5%-10%，比天然骨料高2-3倍。通过合理的配合比设计和施工工艺，再生混凝土能够满足公路工程对强度、耐久性等性能的要求。例如，采用再生骨料替代30%-50%的天然骨料配制的混凝土，其28天抗压强度可达30-40MPa，可用于公路的路基、路面基层等部位。

3.2 新型环保建筑材料

3.2.1 高性能混凝土

高性能混凝土具有高强度、高耐久性、高工作性等特点。其水胶比一般控制在0.25-0.40之间，通过添加矿物掺合料（如粉煤灰、矿渣粉等）和高效减水剂等外加剂，优化混凝土的微观结构。高性能混凝土的28天抗压强度可达60-100MPa，抗渗等级可达P12以上，抗氯离子渗透系数可小于1×10⁻¹²m²/s。

3.2.2 纤维增强复合材料

纤维增强复合材料如玻璃纤维增强塑料（GFRP）、碳纤维增强塑料（CFRP）等，具有轻质、高强、耐腐蚀等优点。GFRP的密度一般为1.8-2.1g/cm³，抗拉强度可达1000-2000MPa；CFRP的密度一般为1.5-1.8g/cm³，抗拉强度可达3000-5000MPa。与传统的钢材相比，纤维增强复合材料不仅重量轻，便于施工，而且耐腐蚀性能好，能

够减少因腐蚀导致的结构损坏和维修成本，同时降低对环境的污染。

3.3 环保型路面材料

3.3.1 低噪声路面材料

低噪声路面材料主要通过改变路面的微观结构来降低车辆行驶时轮胎与路面摩擦产生的噪声。多孔沥青路面具有良好的透水性和吸声性能，其孔隙率一般为15%-25%，能够有效吸收和消散噪声能量^[1]。橡胶沥青路面则是将废旧轮胎橡胶粉掺入沥青中制成，橡胶粉的掺量一般为15%-25%。橡胶沥青路面不仅降低了噪声，还实现了废旧轮胎的资源化利用。研究表明，多孔沥青路面可使车辆行驶噪声降低3-5分贝，橡胶沥青路面可使噪声降低2-4分贝。

3.3.2 透水路面材料

透水路面材料包括透水混凝土、透水沥青等。透水混凝土的孔隙率一般为15%-30%，透水系数可达1-5mm/s；透水沥青的孔隙率一般为18%-25%，透水系数可达2-8mm/s。透水路面能够使雨水迅速渗透到地下，补充地下水，减少地表径流，缓解城市内涝问题。同时，透水路面还可以降低路面温度，改善城市热岛效应，提高行车的舒适性和安全性。例如，在夏季高温时段，透水路面的表面温度可比普通路面低3-5℃。

3.4 生态环保材料

3.4.1 植物纤维材料

植物纤维材料如椰壳纤维、麻纤维等，具有良好的吸水性、透气性和生物降解性。椰壳纤维的长度一般为10-30cm，直径一般为0.1-0.3mm；麻纤维的长度一般为20-100cm，直径一般为0.02-0.05mm。这些材料不仅能够防止水土流失，还能为植物生长提供良好的环境，促进生态系统的恢复。例如，采用生态袋进行边坡防护，可使边坡的水土流失量减少80%-90%，植被覆盖率在1-2年内可达70%-80%。

3.4.2 生态混凝土

生态混凝土是一种具有多孔结构的混凝土，其孔隙中可以填充土壤和植物种子，为植物生长提供空间。生态混凝土的孔隙率一般为20%-35%，抗压强度可达10-20MPa。生态混凝土常用于公路护坡、河道治理等工程中，它不仅能够起到结构支撑的作用，还能实现生态绿化，改善生态环境。

4 环保材料在绿色公路建设各环节的应用

4.1 路基工程

在路基工程中，环保材料的应用主要体现在路基填料和边坡防护方面。对于路基填料，工业废渣如粉煤

灰、矿渣等可作为替代材料。粉煤灰具有一定的活性，能够与石灰、水泥等胶凝材料发生化学反应，形成具有一定强度的稳定土，用于路基填筑。一般粉煤灰的掺量为15%-30%，可使稳定土的7天无侧限抗压强度达到1-3MPa。矿渣经过处理后也可作为路基填料，其具有良好的力学性能和稳定性。在边坡防护方面，植物纤维材料制成的生态袋、植生毯以及生态混凝土等可用于边坡的生态防护。生态袋一般采用高强度、耐腐蚀的土工布制成，内部填充植物纤维、土壤和种子等，可按照一定的排列方式堆砌在边坡上。植生毯则是将植物纤维、种子和肥料等混合后压制而成，直接铺设在边坡表面。这些材料不仅能够防止水土流失，还能促进植被生长，实现边坡的生态修复和美化。

4.2 路面工程

路面工程是环保材料应用的重要领域。在沥青路面中，再生沥青混合料的大量应用可有效节约资源。根据不同的再生工艺和路面状况，再生沥青混合料的掺量一般为20%-50%。为了改善沥青路面的性能，可添加各种环保型沥青添加剂，如温拌沥青添加剂、抗老化添加剂等。温拌沥青添加剂能够在较低的温度（一般比热拌沥青温度低30-60℃）下实现沥青的拌和与施工，降低能源消耗和有害气体排放。例如，采用温拌沥青技术可使沥青拌和过程中的燃料消耗降低20%-30%，二氧化碳排放量降低25%-35%。抗老化添加剂则可以延缓沥青路面的老化过程，延长路面使用寿命。一般添加抗老化添加剂后，沥青路面的老化速率可降低30%-50%。在水泥混凝土路面中，高性能混凝土和再生混凝土的应用可提高路面的强度和耐久性。高性能混凝土的配合比设计应根据工程要求和原材料性能进行优化，一般水胶比控制在0.25-0.35之间，矿物掺合料掺量为20%-40%。再生混凝土在路面基层中的应用较为广泛，其配合比设计应考虑再生骨料的性能特点，一般再生骨料替代天然骨料的比例为30%-50%^[2]。此外，低噪声路面材料和透水路面材料在路面工程中的应用也越来越广泛，能够改善公路的声环境和排水性能。

4.3 桥梁工程

在桥梁工程中，纤维增强复合材料具有很大的应用潜力。对于既有桥梁的加固，可采用碳纤维布或玻璃纤维布对梁体进行粘贴加固。碳纤维布的粘贴厚度一般为0.111-0.167mm，粘贴层数可根据梁体的受力情况和加固要求确定，一般粘贴2-4层。采用碳纤维布加固后，梁体的承载能力可提高30%-50%。在新建桥梁中，纤维增强复合材料可用于制作桥梁的栏杆、拱架等部件，减轻桥

梁自重,提高桥梁的耐久性。例如,采用玻璃纤维增强塑料制作桥梁栏杆,其重量可比传统钢材栏杆减轻50%-70%,且具有良好的耐腐蚀性能。同时,在桥梁的防腐处理方面,可采用环保型的防腐涂料,如水性防腐涂料、无机富锌防腐涂料等,减少对环境的污染。

5 绿色公路建设中环保材料应用存在的问题

绿色公路建设中环保材料的应用面临若干挑战。首先,技术标准不完善,许多新型环保材料如生态混凝土缺乏统一的性能指标和检测方法标准,限制了其推广使用。其次,成本较高,高性能混凝土和纤维增强复合材料等比传统材料贵出不少,导致建设单位因短期成本考量而犹豫采用。再者,市场对环保材料的认知度低,施工和设计单位对其稳定性和应用规范存在疑虑,消费者也未充分认识到其重要性,影响了市场的接受度和支持力度。最后,产业链不完善,原材料供应不稳定、生产工艺落后及销售服务体系不健全等问题,使得环保材料的质量和服务难以满足市场需求。这些问题共同制约了环保材料在绿色公路建设中的广泛应用。

6 解决绿色公路建设中环保材料应用问题的策略

6.1 完善技术标准体系

政府和相关部门应加强对环保材料技术标准的研究和制定工作,完善相关标准体系。针对不同类型的环保材料,制定明确的性能指标、检测方法和应用规范^[1]。例如,对于生态混凝土,应制定统一的强度、孔隙率、透水性等性能指标标准,以及相应的检测方法和应用技术规程。同时,加强对标准执行情况的监督和检查,确保环保材料的质量和應用效果。

6.2 加大政策支持力度

政府可以通过财政补贴、税收优惠、贷款支持等政策手段,降低环保材料的生产成本和使用成本,提高建设单位采用环保材料的积极性。例如,对采用环保材料的公路建设项目给予一定的资金补贴,补贴比例可根据环保材料的应用量和环保效益确定;对生产环保材料的企业给予税收减免等优惠政策,如减免增值税、企业所得税等;对使用环保材料的建设单位提供低息贷款或贷款贴息支持。

6.3 加强宣传推广

加强对绿色公路建设和环保材料的宣传推广工作,提高市场认知度。通过举办研讨会、培训班、展览会等活动,向建设单位、设计单位、施工单位和消费者宣传

环保材料的性能、优势和应用案例,增强他们对环保材料的了解和信任。例如,定期举办绿色公路建设与环保材料应用研讨会,邀请行业专家、企业代表和用户分享经验和技術;开展环保材料应用技術培训班,提高设计单位和施工单位的技术水平;举办环保材料展览会,展示各类环保材料的产品和应用成果。同时,利用媒体、网络等渠道,广泛宣传绿色公路建设的意义和环保材料的重要性,营造良好的社会氛围。

6.4 推动产业链协同发展

加强环保材料产业链上下游企业之间的合作与协同,推动产业链的完善和发展。建立原材料供应保障体系,加强废旧材料的回收和分类处理,确保环保材料生产所需原材料的稳定供应。例如,建立废旧沥青路面材料、废弃混凝土等回收网络,提高回收效率和质量。加强生产企业的技术交流与合作,鼓励企业加大研发投入,提高生产技术水平,保证环保材料的质量^[4]。例如,成立环保材料产业联盟,促进企业之间的技术共享和合作创新。完善销售服务体系,为用户提供优质的产品和售后服务。例如,建立环保材料销售和技术服务平台,为用户提供产品咨询、设计指导、施工培训等一站式服务。

结语

环保材料在绿色公路建设中的应用,是实现公路建设与环境保护协调发展的关键举措。其优势包括资源节约、环境友好、性能优越及促进可持续发展,在路基、路面、桥梁等环节应用广泛。然而仍面临技术标准不全、成本高、认知度低和产业链不完善等问题。需政府、企业和社会协同努力,完善标准、加大政策支持、加强宣传推广,推动产业协同发展。未来,随着科技进步和环保意识提升,环保材料将更广泛应用,助力公路行业绿色发展,为美丽中国建设贡献力量。

参考文献

- [1]端学武.绿色公路建设中的环保材料应用与可持续发展[J].汽车周刊,2024,(12):62-64.
- [2]陈泽宇.环保型沥青材料在绿色公路建设中的实践与探索[J].时代汽车,2025,(04):184-186.
- [3]吴学武.新型公路建设材料的应用与技術[J].上海建材,2025,(01):49-51.
- [4]黄家良,张智慧.新型公路建设材料的应用与技术研究[J].工程建设与设计,2023,(24):115-117.