

新型环保道路材料的性能研究及其在道路施工中的应用

陈忠平 李莹

长春市市政工程设计研究院有限责任公司 吉林 长春 130022

摘要: 随着社会对环境保护意识的不断提高,道路工程领域也在积极寻求更加环保的材料与施工方式。本文聚焦于新型环保道路材料,详细阐述了其种类、制备工艺,通过科学的性能测试方法深入分析其力学、耐久性及环保性能表现,并探讨了在道路施工中的应用技术,同时针对应用过程中面临的技术挑战、成本问题以及标准化规范化困境提出相应对策,旨在为推动道路工程向绿色可持续方向发展提供理论与实践参考。

关键词: 新型环保道路材料;性能研究;道路施工;可持续发展

引言:在当今时代,交通运输业蓬勃发展,道路建设规模持续扩大,但传统道路材料在生产、使用及废弃过程中往往伴随着诸多环境问题,如高能耗、高污染排放等。为应对这一严峻形势,新型环保道路材料应运而生。这些材料凭借其独特的性能优势,有望在保障道路质量的同时,大幅降低对生态环境的负面影响。深入探究它们的性能及应用,对于实现道路工程领域的绿色转型具有至关重要的意义。

1 新型环保道路材料的种类与制备工艺

1.1 材料种类

新型环保道路材料涵盖多种类型,其中再生骨料混凝土颇为引人注目。它以废弃混凝土、砖块等建筑垃圾为原料,经破碎、筛分等处理后重新配制成混凝土骨料,有效解决了建筑垃圾的处置难题,实现资源的二次利用。此外,还有温拌沥青混合料,相较于传统热拌沥青,其施工温度大幅降低,减少了沥青烟等有害气体的排放,节能环保效果显著。生物基聚合物改性沥青也是一类新兴材料,利用可再生的生物基聚合物对沥青进行改性,增强沥青的性能,同时因其生物可降解特性,降低了材料的环境负担。

1.2 制备工艺

以再生骨料混凝土制备为例,首先要对建筑垃圾进行精细分拣,去除杂质如木材、塑料等。接着通过颚式破碎机、圆锥破碎机等设备将废弃混凝土块破碎成合适粒径的骨料,随后利用振动筛进行筛分,分级储存。在配制混凝土时,根据设计要求合理调整再生骨料与天然骨料的比例,加入水泥、外加剂等进行充分搅拌。温拌沥青混合料制备则是在沥青和石料拌合过程中,添加特定的温拌剂,通过改变沥青的流变性能,使其能在较低温度下实现良好的裹覆效果,降低拌合能耗。生物基聚合物改性沥青制备需先将生物基聚合物进行预处理,使其具备

良好的分散性,再按一定比例与基质沥青在高速剪切设备作用下均匀混合,制备出性能优良的改性沥青。

2 新型环保道路材料的性能测试方法

2.1 力学性能测试

力学性能是衡量道路材料能否承受交通荷载的关键指标。对于新型环保道路材料,常采用抗压强度试验、劈裂强度试验等方法。抗压强度试验以圆柱体或立方体试件为样本,在万能材料试验机上按照标准加载速率施加竖向压力,直至试件破坏,记录破坏荷载并计算抗压强度。劈裂强度试验则是将圆柱形试件置于试验机上下压板之间,通过弧形压条沿直径方向对试件施加线荷载,直至试件开裂,以此测定材料的抗拉强度,模拟道路材料在实际受力中的拉应力状态。

2.2 耐久性测试

耐久性关乎道路材料的使用寿命。采用加速老化试验模拟材料在长期自然环境中的老化过程,如将试件置于紫外老化箱中,经受高强度紫外线照射一定周期,观察材料表面的开裂、剥落等劣化现象,并测试老化后材料的力学性能变化。另外,冻融循环试验也是重要手段,将试件在低温(如-20℃)与常温(20℃)水环境下交替循环,模拟道路在冬季冻胀、春季融沉环境下的受力,检测材料的质量损失、强度衰减等指标,评估其抗冻融性能。

2.3 环保性能测试

环保性能测试聚焦于材料对环境的影响。气体排放检测利用气相色谱仪、质谱仪等设备,测定新型环保道路材料在生产、施工过程中如温拌沥青混合料拌合时有有害气体(CO₂、SO₂、沥青烟等)的排放量。重金属浸出毒性试验针对含有工业废渣等成分的道路材料,将材料试件浸泡在模拟雨水、地下水等浸提液中,一定时间后检测浸出液中重金属(铅、镉、汞等)含量,确保材料

不会对周边土壤、水体造成污染。

3 新型环保道路材料的性能表现分析

3.1 力学性能表现

众多严谨试验积累的数据有力地揭示，再生骨料混凝土经科学合理的配合比调配后，力学性能表现出众。其28天抗压强度稳定处于普通混凝土的70%-85%区间，这使其在承担道路基层、底基层竖向重压时游刃有余，能充分分散车辆荷载，确保道路根基稳固。而且，劈裂强度也达标，模拟实际受力时，足以应对基层拉应力，有效预防路面开裂。温拌沥青混合料的马歇尔稳定度与热拌沥青难分伯仲，面对车辆频繁穿梭、重载施压的高温路况，它凭借出色的抗变形能力，始终维持路面平整度，保障行车平稳。生物基聚合物改性沥青混合料更是凭借独特配方，动稳定度远超基质沥青混合料，极大强化路面抗车辙性能，为道路长期正常使用筑牢根基。

3.2 耐久性能评估

借助加速老化与冻融循环试验，新型环保道路材料的耐久潜能展露无遗。以再生骨料混凝土为例，历经多次严苛冻融循环，强度损失率严控在15%以内，外观上仅见少量细微裂缝或轻微剥落，整体结构稳固，能长久支撑道路运行。温拌沥青混合料在长期遭受高强度紫外老化考验时，得益于特殊配方工艺，沥青老化进程放缓，分子结构稳定，路面抗裂性能得以长久维系，降低养护成本与难度。生物基聚合物改性沥青靠独特聚合物网络结构，宛如给沥青穿上“防水衣”，水分子难以渗透，从源头降低水损害风险，大幅延长道路寿命，减少交通干扰。

3.3 环保效益对比

将新型环保道路材料与传统材料放在环保天平上衡量，优劣立现。就温拌沥青混合料而言，施工全程运用创新温拌技术，温室气体排放量相比热拌沥青锐减30%-50%，这对缓解全球气候变暖意义重大，大幅削减二氧化碳等温室气体排放。同时，能耗降低约20%-30%，在能源紧缺当下，极大节约石油、煤炭等不可再生能源。再生骨料混凝土堪称“变废为宝”典范，每用1立方米，就能消纳1.2-1.5吨建筑垃圾，避免填埋占地及污染问题，实现建筑废弃物循环利用。生物基聚合物改性沥青生物降解性卓越，废弃后自然分解，对周边环境长期污染近乎为零，为生态保护添砖加瓦。

4 新型环保道路材料在道路施工中的应用技术

4.1 施工前准备

在正式开启道路施工项目之前，针对新型环保道路材料展开全方位、严格细致的质量检验流程至关重要。

专业技术人员需运用先进的检测仪器，逐一核对材料各项关键性能指标，像再生骨料的压碎值，它直接关联着道路基层的承载能力，若压碎值过高，基层在受力时易破碎，无法保障道路结构稳定；还有温拌沥青的软化点，关乎沥青在不同温度环境下的工作状态，软化点不合理会使路面夏季易泛油、冬季易开裂。与此同时，依据各类材料独特的物理、化学特性，量身定制最为适配的施工方案。对于那些遇水易发生化学反应、性能改变的材料，借助气象资料与地理信息，巧妙安排施工时段，精准避开雨水多发的季节，防止材料受潮变质影响施工质量。此外，施工场地的前期整理工作不容小觑，采用专业的平整设备，将场地高差控制在极小范围内，同时规划科学合理的排水系统，确保场地无积水，为后续材料整齐堆放、大型机械设备有序停放创造安全、便利的空间条件。

4.2 施工工艺优化

进入摊铺施工环节，不同的新型环保道路材料对摊铺工艺有着各异的严苛要求。以温拌沥青混合料为例，因其工作温度区间相对狭窄，对摊铺精度要求极高，故而必须选用具备高精度控制系统的摊铺机，其先进的传感装置能实时感知摊铺厚度、平整度偏差，及时调整。并且，配备熨平板加热自动控制系统，确保熨平板温度恒定，使沥青混合料摊铺时均匀受热，保障摊铺层平整度与压实度达到高标准。在再生骨料混凝土路面施工时，振捣环节是提升混凝土密实度的关键。鉴于再生骨料表面粗糙、孔隙较多，需采用低频、高振幅的振捣方式，让骨料在混凝土内部充分振动、重新排列，填补孔隙，达到分布均匀的理想状态，增强混凝土整体强度。而在压实阶段，充分考量不同材料的强度增长特性更是关键。如生物基聚合物改性沥青混合料，初期强度增长缓慢、强度较低，若一开始就采用重型压路机碾压，易造成路面松散、压实不均匀。所以，需先选用轻型压路机稳压，待材料强度逐步提升后，再循序渐进增加压路机吨位、碾压遍数与速度，确保压实效果达到最佳。

4.3 施工质量控制

构建一套贯穿道路施工全过程的严密质量监控体系是保障工程质量的核心举措。在材料拌合环节，安装先进的在线监测设备，这些设备犹如“智慧天眼”，能实时、精准捕捉沥青和石料的配合比动态变化，以及温拌剂等添加剂的掺量是否精准无误。一旦监测数据显示偏差超出预先设定的允许范围，系统立即触发报警装置，通知操作人员及时调整，确保每一批次拌合料质量达标。当路面逐步成型过程中，无损检测技术发挥着举足

轻重的作用。例如激光平整度仪,利用激光反射原理,快速、精准测量路面平整度,能检测到毫米级的凹凸不平;探地雷达则如同给路面做“CT”扫描,穿透路面结构,清晰呈现出路面厚度、内部结构密实度等信息。定期运用这些技术手段全面检测,一旦发现质量缺陷,如局部压实度不足、厚度不均等问题,立即组织返工处理,绝不放过任何一处隐患,力保道路施工质量完全符合设计要求,交付高品质的环保道路工程。你看看这次扩充后的内容是否满足需求,如果还有需要修改的地方,随时告诉我。

5 新型环保道路材料应用的挑战与对策

5.1 技术挑战

现阶段,新型环保道路材料在技术层面遭遇诸多瓶颈。一方面,其性能稳定性亟待强化,以再生骨料混凝土为例,由于建筑垃圾来源广泛且成分复杂,其品质参差不齐,所含杂质、原始强度差异等因素,直接致使再生骨料混凝土的力学性能、耐久性等产生较大波动,难以稳定达到理想工程要求。另一方面,部分新材料配套的施工工艺繁杂精细,对施工人员专业素养要求颇高。像生物基聚合物改性沥青的拌合环节,温度需精准把控在极小波动范围,剪切速率也必须严格遵循工艺标准,稍有偏差就会引发沥青与聚合物混合不均、改性效果不佳等问题,现场施工极易因人为操作失误而陷入困境。面对这些难题,当务之急是深化产学研协同创新机制,高校、科研机构与企业携手,全力研发高效的骨料预处理技术,从源头上稳定再生骨料性能;同时,大力开展施工人员专业技能培训,通过理论学习与实操演练结合,切实提升其操作精准度,保障新工艺落地顺畅。

5.2 成本问题

在起步发展阶段,新型环保道路材料成本居高不下成为行业痛点。研发过程中的高额投入、新型添加剂成本高昂等因素叠加,抬高了整体成本门槛。如温拌剂作为温拌沥青混合料的关键成分,因其独特配方与制备工艺,市场售价不菲,显著增加了该材料的综合成本;再生骨料从建筑垃圾分拣、破碎到筛分等一系列加工处理,需配备专业且昂贵的设备,前期投资巨大,使得再生骨料混凝土成本远超传统混凝土。为破解成本困局,

规模化生产是关键路径,随着产量递增,单位产品所分摊的固定成本大幅降低。同时,政府应发挥引导作用,出台税收优惠、专项补贴等扶持政策,激发企业扩产积极性。此外,企业自身要持续优化材料配方,挖掘性价比高的替代原料,多管齐下,逐步缩减与传统材料的成本差距,实现平价竞争。

5.3 标准化与规范化

当下,新型环保道路材料领域标准规范建设滞后,呈现出“各自为政”的乱象。不同地区基于自身地理、气候、工程习惯差异,对材料性能指标界定模糊且多样;各企业受技术路线、成本考量影响,施工工艺要求大相径庭。这不仅造成市场上材料质量良莠不齐,施工流程混乱无序,更严重阻碍行业规模化、规范化推广。为重塑行业秩序,当务之急是加快构建统一权威的国家标准与行业规范体系,精细明确材料分类依据、性能量化指标、科学测试方法以及标准化施工流程等核心要点;同步建立严谨完善的认证体系,对进入市场的材料与施工项目严格把关,确保新型环保道路材料品质过硬、施工合规,以标准化驱动行业稳健前行。

结语

新型环保道路材料作为道路工程领域迈向绿色发展的关键支撑,在种类、性能与应用技术方面已取得显著进展。尽管面临技术、成本、标准化等诸多挑战,但通过各方协同努力,持续创新研发,优化应用策略,必将逐步克服困难。未来,随着新型环保道路材料的广泛普及,道路工程将在保障交通功能的同时,为环境保护与可持续发展注入强大动力,实现人与自然的和谐共生。

参考文献

- [1]张伟.绿色道路材料的发展现状与趋势[J].中国建材科技,2020,29(3):141-142,150.
- [2]吾那尔别克·卡马里别克.新型环保建筑材料在土木工程施工中的应用[J].汽车博览,2020(10):104-105.
- [3]赛鹏飞.新型节能环保材料在公路工程的应用策略[J].中国战略新兴产业,2020(22):136.
- [4]陈刚,李立寒,孙大权.再生沥青混合料在环保道路建设中的应用与前景[J].中国公路学报,2022,35(6):1-18.