

道路工程中新材料、新技术的应用与实践

张颐

天津市政工程设计研究总院有限公司, 天津 300051

DOI:10.61369/ERA.2026030034

摘要 : 伴随交通基础设施不断进步, 道路工程在质量与施工效率上被赋予更高要求, 应用新材料、新技术已然成为增强道路工程质量、延长其使用期限、增进施工效率的关键所在。本文着重探究道路工程里新材料、新技术的运用及其实际意义, 剖析新材料和新技术的创新性、可行性以及市场前景, 还结合案例研究探讨其应用成效和对行业产生的影响, 通过对不同类型道路工程展开分析, 给出进一步推广应用的建议, 以推动道路工程的技术革新与行业进步。

关键词 : 新材料; 新技术; 道路工程; 应用实践; 施工效率

Application and Practice of New Materials and Technologies in Road Engineering

Zhang Yi

Tianjin Municipal Engineering Design & Research Institute Co., Ltd., Tianjin 300051

Abstract : With the continuous advancement of transportation infrastructure, road engineering is facing higher demands in terms of quality and construction efficiency. The application of new materials and technologies has become crucial for enhancing the quality of road engineering, extending its service life, and improving construction efficiency. This paper focuses on exploring the application and practical significance of new materials and technologies in road engineering, analyzing their innovation, feasibility, and market prospects. Additionally, it examines their application effectiveness and impact on the industry through case studies. By analyzing different types of road engineering projects, the paper provides recommendations for further promotion and application to drive technological innovation and industry advancement in road engineering.

Keywords : new materials; new technologies; road engineering; application practice; construction efficiency

引言

道路工程身为基础设施的重要构成, 在推动经济社会发展、提高交通运输效率方面起着重要作用, 伴随现代化建设推进, 传统道路工程材料与技术逐渐显现出诸多不足, 像耐用性欠佳、施工周期长、资源浪费严重等问题, 为应对这些挑战, 新的材料和技术不断涌现并应用于道路工程, 这些新技术既能提高施工效率, 又能提升道路性能与可持续性, 本文会深入探究道路工程中新材料和新技术的应用, 分析其在实际项目中的应用状况与效果, 为未来道路工程发展提供借鉴, 助力其在不断变化的环境中实现更好的发展, 满足日益增长的交通需求。

一、新材料在道路工程中的应用

(一) 沥青材料的创新与应用

环保法规日益严格, 传统沥青材料的应用面临着愈发严峻的挑战, 改性沥青作为新型环保材料, 正逐步成为道路工程里的关键选择。常见改性沥青有橡胶沥青、SBS 改性沥青等, 它们可增强沥青的高温稳定性、抗老化能力以及低温柔韧性, 像 SBS 改性沥青, 在高温环境中能维持较好的流动性与粘结性, 低温时具备良好抗裂性, 使用寿命大幅延长, 统计显示其耐久性较普通沥青提升约 30% 至 50%。环保型的橡胶沥青用废旧轮胎橡胶改性, 既能减少资源浪费, 又能减轻沥青使用时的环境污染, 契合现代绿

色交通工程需求, 橡胶沥青回收利用可降低生产成本, 还能降低沥青路面噪音、提升路面舒适性, 依据国家标准《公路沥青路面工程技术规范》GB 50092 - 2013, 使用改性沥青可有效提升道路抗车辙性能与耐久性, 特别适用于高速公路和重载道路, 在高温及高流量路段, 其性能优势更为突出, 能更好地保障道路的长期稳定使用, 为交通出行提供更可靠的基础支撑^[1]。

(二) 高性能水泥与混凝土材料

高性能水泥与混凝土材料在道路工程的应用覆盖面不断拓宽, 是保障道路工程质量和耐久性的核心, 高性能水泥有较高强度、耐久性和抗冻性, 用粉煤灰水泥、硅灰水泥, 可有效增强混凝土的抗渗性与抗压强度, 减少裂缝生成数量, 高性能混凝土在

寒冷区域抗冻性格外出色，可承受150次以上的抗冻融循环，普通混凝土大多在50次左右出现破坏。高性能水泥和混凝土的强度等级多为C50及以上，适配高速公路、桥梁等关键基础设施建设，依照《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010，高性能混凝土的抗压强度可达到C60及以上，服务恶劣气候条件的道路建设，像积满冰雪的高速公路，选用高性能水泥可明显削减混凝土施工时的水化热，削减热裂缝数量，维持道路结构稳固，这类材料可延长道路使用时长，极端环境下仍可维持良好结构性能，压缩维护及修复经费^[2]。

（三）聚合物改性材料的应用

聚合物改性材料用于道路建设，尤其是对沥青和混凝土进行改性，可增强材料抗拉强度、抗老化性与抗压能力。像SBS、PE、EVA等聚合物制成的聚合物改性沥青，在高低温环境性能更佳，能提升路面抗车辙、抗裂与抗老化能力。聚合物改性沥青高温软化点可达80°C，远超普通沥青的45°C上下，适合南方高温区域，其抗老化性强于传统沥青，可减少紫外线、氧化等致老化问题，延长道路使用寿命，极端气候下，聚合物改性材料可提升道路抗冻融能力，寒冷地区改性沥青低温延展性达-20°C，避免路面低温开裂，高速公路、机场跑道、桥梁等承受高负荷且面临高温、寒冷等极端状况的道路建设广泛采用聚合物改性材料，可延长道路使用寿命并保障其安全性，让道路在复杂环境下也能保持良好性能，为交通出行提供更可靠的保障^[3]。

二、新技术在道路工程中的应用

（一）智能化监测技术的应用

智能化监测技术发展让道路工程施工质量管理与后期维护更科学、更实时，在道路结构嵌入传感器、温度计、应力计等设备，可实时监测道路应力、温度、湿度、沉降等物理指标，实现道路状况实时反馈，准确掌握道路运行状况，及早发现潜在安全隐患，采用光纤传感技术能对路面长期监测，精确检测微小应力变化，光纤应变计精度达微米级别，有效预防裂缝和沉降等问题。道路遇极端天气或灾害，智能监测系统可及时预警保障安全，依据《公路工程工程监测技术规范》JTG/T F80-2017，智能监测技术广泛用于高速公路、桥梁等关键基础设施，提高道路养护维修精度，改变人工巡检低效滞后状况，提升道路长期运行安全^[4]。

（二）3D打印技术在道路建设中的应用

3D打印技术用于道路工程推动施工工艺革新，它能依据数字化设计模型直接制造道路构件，像路面板、桥梁构件等，摆脱传统工艺对模具依赖，提升施工精度，3D打印技术提高施工效率，减少材料浪费，优化资源利用率，统计显示，使用该技术可减少约20%至30%材料消耗，缩短施工周期，2017年荷兰成功打印世界首条3D打印公路，采用3D打印混凝土路面，施工周期比传统方式缩短40%，而且3D打印技术可制造更复杂形状构件，增加道路设计灵活性，减少人工干预降低成本，3D打印让道路修复和定制更精细高效，在难度大的环境能提供创新方案，随着技术持续成熟，未来3D打印预计会在更多道路建设项目应用，推动道路工程朝智能化、自动化、高效化迈进^[5]。

（三）BIM技术在道路工程中的应用

建筑信息模型（BIM）技术用于道路工程，让其设计、施工、运维整个过程更具数字化与精细化特征。设计阶段，BIM技术开展三维建模，对道路地形、设计、结构等全方位仿真模拟，提前找出设计问题并优化，施工时，借助数字化管理，BIM技术实时追踪施工进度、材料使用状况与质量控制，保障项目顺利推进，依据《建筑信息模型应用标准》（GB/T 51231-2016），BIM技术可减少设计变更与错误，削减施工成本，有研究显示，运用BIM技术的项目，建设周期能缩短10%-20%，施工成本可降低约5%-10%，而且，BIM技术与智能监测技术结合，凭借实时数据共享与反馈，进一步完善施工方案，减少资源不必要的消耗，这些技术融合起来，BIM提升设计精度与施工效率，还对道路项目全程实施数字化管理，助力工程朝智能化、信息化方向发展，为道路工程的高质量建设提供有力支撑，在提升工程整体效益的同时，也为行业的可持续发展奠定坚实基础。

三、新材料与新技术的综合应用

（一）新材料与新技术的融合设计

新材料与新技术融合设计可提升道路工程整体性能，将BIM（建筑信息模型）技术与新型改性沥青结合，在施工前借助数字化模拟精准预知材料性能变化，进而优化施工方案，设计阶段，BIM能对路面温度、湿度等环境条件仿真，以此挑选适宜材料类型，保障道路长期稳定与安全，借助BIM模型动态分析，可找出材料性能不适应之处，像温度变化对沥青的影响，提前调整设计，防止因材料选择有误引发工程质量问题，依据《公路工程质量检测标准》GB/T 50081-2019，新型改性沥青（如SBS改性沥青）搭配BIM技术，可使道路抗车辙性能提升超40%，降低道路病害发生概率^[6]。

（二）综合应用案例分析

综合多个道路工程应用案例分析新材料和新技术实际效果，某高速公路项目采用聚合物改性沥青与智能监测系统成效显著，聚合物改性沥青增强了路面在高低温条件下的稳定性，智能监测系统对路面沉降、温度、湿度等指标实时监控，项目投入使用三年，路面病害发生率降低30%，道路使用寿命延长约20%，从该项目监测数据看，改性沥青与智能监测系统结合，减少了因路面老化和裂缝产生的维护费用，让道路整体维护成本下降15%，充分体现了新材料与新技术结合在道路工程中的优势，为后续类似工程提供了可借鉴的范例，在保障道路质量的同时，实现了成本控制与效益提升^[7]。如表1所示。

表1 改性沥青与智能监测系统应用前后数据对比

项目	改性沥青应用前	改性沥青应用后	差异
路面病害发生率	25%	17%	-8%
道路使用寿命	15年	18年	+20%
维护费用	100万元/年	85万元/年	-15%

（三）新材料、新技术在实际工程中的挑战与解决方案

新材料和新技术于道路工程有着广泛应用前景，不过推广时却面临不少挑战，技术难度大是其一，众多新技术与新材料需高水平

研发支撑,像聚合物改性沥青生产工艺繁杂,对温控和时间管理要求严苛,这无疑对施工人员技术水平有了更高要求,成本问题同样制约着新技术应用,改性沥青、BIM 技术等新技术虽长期使用可降低维护成本,但初期投入大,在资金紧张项目里全面推广较难,人才缺乏也是一大难题,很多新材料和新技术应用需专业人才操作管理。解决这些问题可加强技术研发投入,推动材料标准化与生产规模化,开展专业培训提升工程人员对新材料和新技术掌握程度,有《沥青路面材料设计规范》JTG/T F40 - 2017 等相关标准支持,加强行业技术交流与经验共享,能降低新技术应用门槛,促进其在更多项目中普及,让道路工程更好地受益于新材料和新技术带来的优势,进一步提升道路建设的质量和效率。

四、新材料与新技术的未来发展趋势

(一) 绿色环保材料的发展趋势

全球环境保护意识不断提升,绿色环保材料于道路工程里的应用势必更为广泛,未来道路建设会重点选用可回收、低碳排放且能高效利用资源的材料,像可降解沥青、再生塑料材料等,这些绿色环保材料能降低道路建设碳足迹,减少资源消耗与环境污染,同时再生沥青使用可削减30%至50%的原材料消耗,其抗车辙和抗裂性能与传统沥青不相上下,此外,依据《绿色建筑材料应用技术规范》GB/T 50884 - 2013标准,未来道路建设所用材料会更契合环境友好要求,预计到2030年超50%的道路建设材料可实现回收利用与低碳环保,伴随绿色技术深入发展,未来道路建设和养护会更关注材料全生命周期管理,涵盖生产、使用到回收全过程,最大程度降低对环境的负面影响^[8]。

(二) 智能化技术的未来前景

智能技术不断进步,在道路工程里的作用愈发关键,未来几年会成为道路工程核心技术之一,为行业发展增添新科技动力。预计到2025年,智能监测技术市场需求从当下15%升至30%,增长约15%,智能修复技术市场需求从5%提高到15%,增长10%,两类技术需求都大幅上扬,智能交通系统(ITS)预计占整体市场20%,较当前增长10%,成为智能道路技术体系重要构成。这些技术可提升施工效率、降低维护成本,增强道路安全与耐久性,全面优化道路工程建设和养护全流程,智能监测技术能实时监测道路健康状况,提前发现潜在危险并修复,延长道路使用寿命、

减少不必要维修开支,使道路养护更具针对性和高效性。到2025年,智能化技术总市场需求预计增长20%,占道路养护市场40%以上,市场占比大幅跃升^[9]。如图1所示。

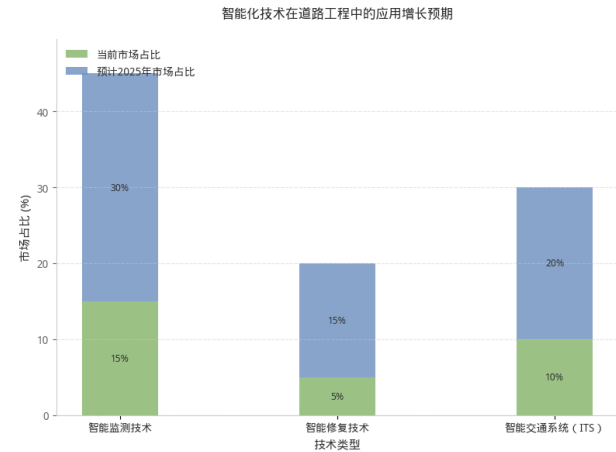


图1 智能化技术在道路工程中的应用增长预期

(三) 道路工程技术的持续创新

未来道路工程势必会更着重于可持续发展和智能化相融合,在提升工程质量、削减资源浪费、达成节能减排等事宜上,技术创新会持续助力行业前行,未来道路建设会启用更高效节能设备与智能施工方案,运用大数据和AI技术优化施工过程,提升资源利用率、减少浪费,低碳环保政策不断趋严,未来道路工程会更多运用可再生能源技术,像太阳能路灯、风能发电系统等,进一步降低道路施工与维护时的碳排放,预估到2035年,全球道路建设资源回收率会提升至70%以上,材料综合利用率达90%以上。未来道路工程不再只关注道路施工与使用,还会重视整个生命周期内环境影响、能耗、排放等多方面可持续性^[10]。

五、结语

新材料和新技术应用给道路工程带来了创新与发展契机,绿色环保材料推广、智能化技术进步以及道路工程技术持续革新,会进一步提高道路建设效率、质量和可持续性,伴随技术不断发展,未来道路工程会更智能、环保,能更好契合现代交通需求,推动新材料、新技术广泛应用,可优化工程质量,还能减少资源浪费和环境影响,为道路工程可持续发展筑牢根基。

参考文献

- [1] 杨隼. 道路工程中路面材料选择与性能评估 [J]. 汽车周刊, 2025, (02): 104-106.
- [2] 李晓丽. 道路桥梁建设中新技术与新材料的应用研究 [J]. 汽车周刊, 2024, (06): 16-18.
- [3] 李朝军. 特殊路段道路施工技术与创新实践 [J]. 工程设计与设计, 2022, (12): 219-221.
- [4] 张洪飞. 浅谈市政道路施工中新材料的应用 [J]. 中国设备工程, 2020, (19): 227-228.
- [5] 郭淑英. 浅谈道路工程试验检测存在的问题及控制措施 [J]. 绿色环保建材, 2020, (09): 96-97.
- [6] 干红钢. 道路工程中智能化施工技术的应用 [J]. 运输经理世界, 2024, (27): 7-9.
- [7] 王浩. 基于 BIM 技术的道路勘测设计实践教学模式思考与实践 [J]. 内江科技, 2024, 45(07): 34-36+39.
- [8] 何小红, 刘凡. BIM 技术在道路工程的应用研究 [J]. 科学技术创新, 2024, (04): 159-162.
- [9] 杨柳, 赵显焦, 聂廷武, 等. 数字孪生在道路工程中的应用综述 [J]. 交通工程, 2023, 23(03): 107-114.
- [10] 代文绍. 信息化技术在道路工程项目管理中的应用探析 [J]. 信息系统工程, 2021, (10): 72-74.