

# 道路机场与桥隧工程的环保与节能技术应用

史利继 张现友

山东省路桥集团有限公司 山东 济南 250013

**摘要:** 道路机场与桥隧工程环保与节能技术以资源高效利用和生态保护为核心, 形成材料革新、工艺优化、能源循环三大技术体系。本文系统阐述其分类、应用原则及发展趋势, 涵盖再生骨料混凝土、太阳能照明、地源热泵等技术实践, 分析现存问题并提出智能监测、跨工程协同等优化路径, 推动工程建设向低碳化、生态化方向演进, 实现生态效益与工程效能双赢。

**关键词:** 道路机场与桥隧工程; 环保技术; 节能技术

**引言:** 随着绿色发展理念深入人心, 道路机场与桥隧工程领域正加速推进环保与节能技术应用。这些工程作为基础设施的重要组成部分, 其建设与运维过程对资源消耗和环境影响显著; 通过材料循环利用、施工工艺革新及能源结构升级, 可有效降低碳排放, 减少生态破坏, 推动基础设施建设与自然环境和谐共生, 为城市可持续发展提供关键支撑。

## 1 道路机场与桥隧工程环保与节能核心技术概述

### 1.1 环保与节能技术核心分类

道路机场与桥隧工程环保与节能技术以资源高效利用与生态保护为核心, 形成多维度技术体系。其核心分类涵盖材料革新、工艺优化及能源循环三大方向, 贯穿设计、施工、运维全周期。(1) 材料革新聚焦低能耗、可回收建材研发, 如再生骨料混凝土、生态型沥青, 减少原生资源消耗。(2) 工艺优化强调施工过程减碳, 采用预制装配技术缩短工期, 降低现场污染排放。(3) 能源循环侧重运营阶段节能, 通过太阳能照明、地源热泵等设施实现能源自给。技术实施需兼顾工程特性与生态平衡, 例如桥隧工程中通风降噪设计、机场跑道透水铺装等, 均体现功能性与环保性的深度融合, 推动工程建设向绿色低碳转型。

### 1.2 技术应用核心原则

道路机场与桥隧工程环保与节能技术以生态优先为基点, 通过技术创新实现资源高效利用。(1) 材料循环利用: 采用再生沥青、建筑废料再生骨料等, 减少天然资源消耗, 降低施工废弃物排放。(2) 能源优化配置: 运用太阳能照明、地源热泵等技术, 降低传统能源依赖, 提升清洁能源占比。(3) 施工工艺革新: 推广低噪声设备、湿法作业等, 减少扬尘与噪声污染, 保护周边环境<sup>[1]</sup>。技术应用需兼顾效率与可持续性, 通过动态监测与智能调控, 实现工程全生命周期的绿色管理, 推动基础设

施向低碳化、生态化方向演进。

### 1.3 技术发展整体趋势

道路机场与桥隧工程环保与节能技术发展呈现多维度协同演进态势。(1) 技术融合创新: 集成物联网、大数据等技术, 实现施工全流程智能监测与动态优化, 提升资源调配效率。(2) 低碳材料研发: 聚焦自修复混凝土、低能耗沥青等新型材料开发, 降低全生命周期碳排放强度。(3) 能源系统升级: 推广太阳能-储能一体化、地源热泵等分布式能源方案, 提高清洁能源占比。技术演进需注重系统性与前瞻性, 通过持续创新推动工程领域向低碳化、智能化方向稳步迈进, 实现生态效益与工程效能的双赢。

## 2 分类型工程环保与节能技术应用

### 2.1 道路工程环保与节能技术应用

道路工程作为基础设施的关键部分, 其环保与节能技术应用对生态保护与资源高效利用具有直接推动作用。当前技术发展聚焦于材料循环、施工优化及能源替代三大方向, 推动工程绿色转型。(1) 材料再生利用: 采用废旧沥青混合料再生技术, 通过精准配比与热再生工艺, 使旧料利用率提升至60%以上, 减少石料开采与沥青消耗, 同时降低路面施工碳排放。(2) 施工过程减碳: 推广低噪音振动压路机与智能温控沥青摊铺设备, 通过优化施工参数减少能源浪费, 配合雾炮抑尘系统控制扬尘扩散, 实现施工期环境影响最小化。(3) 能源结构升级: 在道路附属设施中融入太阳能光伏板与地源热泵系统, 如路灯供电采用光伏-储能一体化装置, 服务区采暖制冷利用浅层地热能, 形成可再生能源供给网络, 降低对传统电网依赖。技术迭代需兼顾经济性与实用性, 通过模块化设计与标准化施工提升推广效率。未来, 随着新材料研发与智能监测技术突破, 道路工程将在环保节能领域实现更高效能转化, 为城市可持续发展提供坚实支撑, 形

成人、路、自然和谐共生的新格局。

## 2.2 机场工程环保与节能技术应用

机场工程环保节能技术应用以降低能耗、减少污染为核心目标，通过技术创新推动绿色航空枢纽建设。当前实践聚焦于材料革新、能源系统优化及环境影响控制三大方向，形成可复制的绿色技术体系。(1) 跑道材料优化：采用环保型沥青混合料，通过添加再生橡胶颗粒提升路面弹性，减少车辆刹车噪声，同时利用废旧轮胎再生材料降低原料消耗，实现资源循环利用。(2) 航站楼能源系统：集成地源热泵与太阳能光伏板，为航站楼提供清洁供暖、制冷及照明电力。智能温控系统根据人流密度动态调节能耗，避免能源浪费，提升能源利用效率。(3) 噪声综合治理：通过优化跑道布局与起降路径，配合设置声屏障与绿化隔离带，有效降低飞机起降噪声对周边区域的影响；同时，采用低噪声涡扇发动机与起降程序优化，从源头减少噪声产生。技术推广需注重经济性与实用性平衡，通过模块化设计与标准化施工降低应用门槛<sup>[2]</sup>。未来，随着智能监测技术与新材料研发突破，机场工程将在环保节能领域实现更精准的能耗控制与生态保护，推动航空运输向绿色低碳方向持续迈进，形成人、机、环境和谐共生的可持续发展模式。

## 2.3 桥隧工程环保与节能技术应用

桥隧工程环保与节能技术应用需聚焦材料革新与工艺优化，推动绿色施工理念落地。在材料选择层面，采用再生骨料混凝土、高耐久性钢材等新型建材，可显著降低资源消耗并延长结构寿命；此类材料通过循环利用工业废弃物，减少天然资源开采压力，同时提升工程耐久性，减少后期维护能耗。(1) 施工工艺优化：引入低噪音振动压路机、湿法作业抑尘装置等设备，有效控制施工扬尘与噪音污染；通过精准控制施工时段与设备参数，减少对周边生态环境的干扰，实现施工过程绿色化。(2) 能源高效利用：在隧道工程中应用地源热泵系统，利用地下恒温特性调节洞内温度，降低空调能耗；桥梁工程采用太阳能光伏板供电系统，为照明、监控等设备提供清洁能源，减少传统电力依赖。(3) 生态修复技术：桥隧工程完成后，通过植被恢复、边坡生态袋等措施修复施工区域生态；采用三维网植草、液压喷播等技术，快速恢复边坡植被，减少水土流失，提升区域生态质量。桥隧工程环保与节能技术应用需贯穿规划、施工、运营全周期，通过技术创新与管理优化，实现工程建设与生态保护的协同发展，推动行业绿色转型进程。

## 2.4 跨工程技术协同应用要点

跨工程技术协同应用需打破传统工程界限，实现多

领域技术融合创新。通过整合道路、机场、桥隧工程的环保与节能技术，可形成优势互补的绿色技术体系，提升整体工程效能。(1) 材料共享机制：建立跨工程材料循环体系，将道路工程中的废旧沥青、机场跑道拆除的混凝土等再生材料，应用于桥隧工程的基层建设，减少原生资源开采，降低材料成本与碳排放。(2) 能源系统联动：在跨工程区域构建智能能源网络，将机场光伏发电、隧道地源热泵与道路照明系统互联，实现能源动态调配与高效利用，减少能源浪费，提升清洁能源占比。(3) 生态修复协同：针对跨工程区域的生态敏感点，统一规划植被恢复、水土保持等措施，采用模块化生态袋、液压喷播等技术，实现生态修复效果最大化，减少重复施工对生态的二次破坏<sup>[1]</sup>。跨工程技术协同应用需注重全周期管理，从规划阶段即考虑多工程联动效应，通过技术整合与流程优化，推动工程建设向绿色、低碳、高效方向发展，实现经济效益与生态效益双赢。

## 3 环保与节能技术应用现存问题及优化方向

### 3.1 技术应用现存核心问题

环保与节能技术在道路机场及桥隧工程中的应用虽取得进展，但现存核心问题仍需关注。技术集成度不足是首要挑战，各环节技术衔接不畅导致整体效能未充分发挥。(1) 材料性能稳定性待提升：部分再生材料如再生骨料混凝土在长期使用中易出现开裂、耐久性下降等问题，影响工程寿命与环保效益，需加强材料改性研究以提高稳定性。(2) 能源管理系统智能化不足：现有能源监控多依赖人工操作，缺乏实时数据反馈与动态调整机制，导致能源浪费现象仍存在，需引入物联网、大数据等技术构建智能能源管理平台。(3) 生态修复标准不统一：不同工程区域生态修复措施差异大，缺乏统一的技术规范与效果评估体系，导致修复效果参差不齐，需建立跨区域生态修复技术标准与长效监测机制。解决上述问题需从技术研发、标准制定、管理优化等多维度入手，通过持续创新与协同合作，推动环保与节能技术在工程领域的深度应用与效能提升。

### 3.2 技术优化升级路径

技术优化升级路径需以技术创新为驱动，系统集成作为支撑，效能提升为目标，构建绿色工程发展新路径。(1) 智能监测系统：通过部署物联网传感器实时采集桥隧结构应力、温度等数据，结合AI算法分析预测潜在风险，实现精准维护，避免过度检修造成的资源浪费，延长设施使用寿命。(2) 节能照明方案：在隧道内应用自适应LED照明系统，根据车流量、自然光照强度自动调节亮度，减少无效照明能耗；同时，采用导光管引入自

然光,降低人工照明依赖,提升节能效果。(3)绿色建材研发:推广使用低碳混凝土、再生骨料等绿色建筑材料,减少水泥生产过程中的碳排放,同时提升材料的耐久性和环保性能,实现工程建设的全生命周期绿色管理。技术升级需兼顾经济性与实用性,通过模块化设计降低应用门槛<sup>[4]</sup>。未来,随着新材料研发与智能算法突破,节能环保技术将在精度控制、能效提升方面实现更大突破,推动工程领域向绿色低碳方向深度转型,形成可持续的技术创新生态,为城市可持续发展注入绿色动能。

### 3.3 技术应用效果提升策略

技术应用效果提升需围绕效率提升、资源优化与生态协同三大核心,构建动态优化机制,推动环保节能技术从单一应用向系统集成升级。(1)施工工艺精细化:通过引入高精度施工设备与数字孪生技术,实现道路、桥隧施工参数的动态调整,减少材料浪费与施工误差,提升工程一次成型率,降低返工造成的资源消耗。(2)能源管理智能化:构建区域能源互联网,将机场、桥隧的太阳能、地热能等可再生能源与电网智能互动,通过储能系统平衡供需,提升清洁能源消纳比例,减少对传统能源依赖。(3)维护策略预测性:基于大数据分析 with AI模型,建立工程设施健康状态预测系统,提前识别潜在故障,实现维护资源精准投放,避免过度维护或维护不足,延长设施全生命周期绿色效能。策略实施需注重技术适配性与成本效益平衡,通过标准化模块降低推广难度。未来,随着5G、物联网技术普及,技术应用效果将实现从局部优化到全局协同的跨越,推动工程领域绿色转型向更深层次迈进,形成高效、低碳、可持续的技术应用新生态。

### 3.4 技术融合应用改进建议

技术融合应用改进需突破单一技术局限,通过跨领域协同实现效能倍增,推动工程环保节能技术向系统化、智能化升级。(1)跨工程类型技术协同:在道路与桥隧工程中推广标准化接口设计,实现太阳能供电系统、智能监测

设备等跨工程兼容,提升设备复用率与系统协同效率,降低重复建设成本。(2)数据驱动决策平台:构建区域级工程数据共享平台,整合道路、机场、桥隧的能耗、应力、环境等实时数据,通过AI算法进行多维度分析,为设备维护、能源调度提供精准决策支持。(3)生态-工程协同设计:在工程规划初期引入生态模拟技术,优化线路走向与结构形式,减少对自然植被、水域的破坏,同时结合本土植物配置方案,实现工程与生态的和谐共生。改进实施需注重技术兼容性与成本效益平衡,通过模块化设计降低应用门槛<sup>[5]</sup>。未来,随着数字孪生与AI算法的深度融合,技术融合应用将实现从被动响应到主动优化的跨越,推动工程领域绿色转型向更高效、更可持续的方向发展,形成跨工程类型的绿色技术生态圈。

结束语:未来,需进一步强化技术融合与跨工程协同,通过智能监测系统动态优化能耗、能源互联网实现跨工程能源互补及生态修复标准化统一技术规范等路径,全面提升技术应用效能。随着纳米改性材料、AI算法优化及5G实时调控等技术的突破,工程建设将从单一环节节能迈向设计-施工-运维全生命周期绿色管理,为构建低碳社会注入持续强劲动能,推动基础设施绿色转型迈向新高度。

### 参考文献:

- [1]云霄,魏昊辰,刘航.市政道路工程施工中节能绿色环保技术的应用[J].绿色中国,2025(4):145-147.
- [2]郑秋实,魏连浩,李柯柯.道路机场与桥隧工程中的环保型沥青材料研发与应用[J].建筑与装饰,2025(15):196-198.
- [3]马二利,王辉,曹开斌.绿色节能环保技术在市政道路工程施工中的应用[J].新材料·新装饰,2025,7(20):77-80.
- [4]张坤.新型材料在道路、机场与桥隧工程中的应用与发展趋势[J].门窗,2025(17):229-231.
- [5]张延冬.新型材料在道路、机场与桥隧工程中的应用与发展趋势[J].运输经理世界,2025(12):151-153.