

绿色施工理念在机场道路与桥隧工程中的应用研究

邰庆双

莒南县交通运输局 山东 临沂 276600

摘要：随着全球可持续发展战略的深入推进，绿色施工已成为现代工程建设的核心议题。机场作为重要交通枢纽，其桥隧工程贯穿机场全周期，是践行绿色施工理念的关键领域。本文探讨绿色施工理念在机场道路与桥隧工程中的具体应用路径：界定绿色施工内涵，剖析机场桥隧工程属性与环境挑战；从规划设计、材料选择等多维度阐述集成化应用策略；构建综合评价体系提供衡量标准；展望BIM、物联网等前沿技术对推动机场绿色施工的作用。研究表明，将绿色施工理念深度融入机场道路与桥隧工程全生命周期，可降低资源消耗与环境污染，提升工程质量、保障施工安全、塑造良好社会形象，实现机场建设与区域生态环境和谐共生与可持续发展。

关键词：绿色施工；机场工程；道路工程；桥隧工程；可持续发展

引言

21世纪，人类愈发重视经济增长与环境保护的矛盾，“绿水青山就是金山银山”理念深入人心。建筑行业资源消耗与碳排放量大，正经历绿色变革，绿色施工以节约资源、保护环境等为核心目标，是建筑业转型升级、高质量发展的必由之路。民用机场是国家综合交通网关键节点，能促进区域经济发展、展示国家形象。当下航空运输需求增长，全球机场建设与改扩建热潮兴起。但机场工程投资大、周期长、技术集成度高，道路、桥隧等基础设施建设，会大规模占用土地、高强度消耗能源、产生巨量建筑垃圾，还带来噪声、粉尘和水体污染，既违背生态文明建设目标，又可能引发周边社区抵触，影响项目推进。故而在机场道路与桥隧工程中引入并深化绿色施工理念意义重大，可削减生态扰动、节约资源，提升效率与质量、降低成本，还能彰显社会责任，为构建现代化基础设施体系提供支撑。

1 绿色施工理念与机场桥隧工程特点分析

1.1 绿色施工的核心内涵

绿色施工并非单一技术的堆砌，而是一种贯穿工程项目全生命周期的系统性思维和综合性实践。其核心内涵可概括为“四节一环保”，即节能、节地、节水、节材和环境保护。更深层次地理解，绿色施工追求的是在保证工程质量和安全的前提下，通过科学管理和技术创新，实现以下目标：（1）资源利用最优化：最大限度地提高资源（包括能源、水资源、土地、材料）的使用效率，减少浪费。（2）环境影响最小化：有效控制施工过程中的各类污染（如大气、水、噪声、固体废弃物），保护和修复周边生态环境。（3）人文关怀最大化：改善作业人员的工作环境，保障职业健康与安全，同时减少对周边社

区居民生活的干扰，履行企业社会责任。（4）经济效益合理化：虽然初期投入可能增加，但通过降低能耗、减少罚款、提升效率和延长设施寿命等方式，在全生命周期内实现综合成本的优化。

1.2 机场道路与桥隧工程的特点

机场内部的道路与桥隧系统是连接航站楼、货运区、机坪、工作区及对外交通网络的血脉，其功能性和安全性要求极高。该类工程具有以下鲜明特点：（1）系统性强：与跑道、滑行道、航站楼等主体工程紧密相连，任何一个环节的延误或质量问题都可能影响整个机场的投运。（2）技术标准严苛：为满足飞机、特种车辆的安全通行，对道路的平整度、承载力、抗滑性以及桥隧的结构稳定性、耐久性有极高的要求。（3）空间布局受限：受机场净空、地下管线（如油料、通信、电力）密集等因素制约，施工空间往往十分局促，增加了组织协调的难度。（4）工期压力巨大：机场建设通常服务于重大战略或区域发展需求，工期目标明确且刚性，对施工组织的科学性和高效性提出挑战。（5）环境敏感度高：机场多位于城市边缘或生态敏感区，周边可能存在湿地、林地或居民区，施工活动极易对生态环境和社区生活造成显著影响。

1.3 面临的主要环境挑战

基于上述特点，机场道路与桥隧工程施工过程中面临的主要环境挑战包括：（1）土地资源占用与生态破坏：大规模土方开挖和填筑会改变原有地貌，破坏地表植被和土壤结构，影响区域水文循环和生物栖息地。（2）资源消耗巨大：混凝土、钢材、沥青等大宗建材用量惊人，生产过程伴随着高能耗和高碳排放。（3）污染排放集中：施工机械尾气、道路扬尘、混凝土搅拌废水、基坑降水、施

工噪声等污染源集中,若控制不当,将对空气、水体和声环境造成严重影响。(4) 建筑垃圾处理难题:旧路改造、隧道掘进会产生大量弃渣和建筑废弃物,传统填埋方式占用土地且存在二次污染风险^[1]。(5) 水土流失风险:在雨季或大风天气,裸露的施工面极易发生水土流失,泥沙进入排水系统甚至周边水体,造成淤塞和水质恶化。

2 绿色施工理念在机场桥隧工程中的应用策略

2.1 规划设计阶段的源头控制

绿色施工的成功,始于高瞻远瞩的规划设计。(1) 生态选线与避让:在线路规划阶段,应充分利用地理信息系统(GIS)和遥感技术,对沿线生态敏感区(如湿地、水源保护区、珍稀物种栖息地)进行精准识别,优先选择对环境影响最小的路线方案,尽可能避让或绕行。(2) 永临结合设计:将施工期间的临时道路、便桥、排水沟等设施,按照永久工程的标准进行设计和建造。例如,施工便道可直接作为未来机场内部的巡场路或服务车道,从而避免重复建设,节约土地和材料。(3) 模块化与标准化设计:推广桥梁上部结构、隧道管片等构件的标准化、工厂化预制。这不仅能提高构件质量,还能大幅减少现场湿作业,降低噪声和粉尘污染。

2.2 绿色建材与资源循环利用

材料是构成工程实体的基础,也是资源消耗和环境影响的主要来源。(1) 推广高性能、低碳建材:积极采用高强钢筋、高性能混凝土,通过提高材料强度来减少用量。探索使用固废基胶凝材料(如粉煤灰、矿渣微粉替代部分水泥)、再生骨料(由建筑垃圾破碎筛分而成)等,降低建材生产的碳足迹。(2) 废旧路面材料再生利用:对于机场改扩建工程中的旧水泥混凝土或沥青路面,应采用就地冷再生或热再生技术。将旧料破碎后,按一定比例掺入新混合料中,用于基层或底基层,实现“变废为宝”,减少新材料开采和废弃料处置压力^[2]。(3) 隧道渣土资源化:对隧道掘进产生的石质渣土,经过清洗、破碎、筛分后,可作为路基填料、混凝土骨料或用于生产机制砂,实现渣土的“零废弃”目标。

2.3 创新施工工艺与技术

先进的施工工艺是实现绿色目标的关键抓手。(1) 低扰动施工技术:在邻近既有跑道、滑行道或重要设施区域施工时,采用静压植桩、微型顶管等低振动、低噪声的工法,最大限度减少对机场正常运行的干扰。(2) 智能压实与摊铺技术:在道路基层和面层施工中,应用配备GPS和传感器的智能压路机和摊铺机,可实时监控压实遍数、温度、厚度等参数,确保一次成型,避免返工,节约燃油和时间。(3) 绿色隧道施工:推广新奥法

(NATM)等信息化、动态化设计施工方法,根据围岩监测数据及时调整支护参数,做到“恰到好处”,避免过度支护造成的材料浪费。同时,采用湿喷混凝土技术替代干喷,能有效抑制粉尘,改善洞内作业环境。

2.4 资源节约与能源管理

精细化的资源管理是绿色施工的日常体现。(1) 水资源循环利用:建立完善的施工现场雨水、基坑降水和生产废水收集处理系统。处理后的中水可用于道路洒水降尘、车辆冲洗、绿化灌溉等,实现水资源的梯级利用。(2) 能源精细化管理:对施工机械、临时照明等主要能耗设备进行台账管理,推广使用电动或混合动力工程机械。利用太阳能路灯、移动式光伏充电站等可再生能源设施,降低对传统电网的依赖。(3) 精益化物料管理:通过BIM(建筑信息模型)技术进行精确算量和虚拟建造,优化物料采购计划,减少现场库存和材料损耗。实施限额领料制度,从源头控制浪费。

2.5 生态保护与污染防治

这是绿色施工最直观的社会承诺。(1) 全过程扬尘控制:采取“六个百分百”措施,即工地周边100%围挡、物料堆放100%覆盖、出入车辆100%冲洗、施工现场地面100%硬化、拆迁工地100%湿法作业、渣土车辆100%密闭运输。辅以雾炮、喷淋等主动降尘手段。(2) 噪声与光污染防治:合理安排高噪声工序的作业时间,尽量避开居民休息时段。在靠近敏感点的区域设置隔声屏障。夜间施工时,采用定向照明灯具,避免强光外泄干扰周边^[3]。(3) 水土保持与生态修复:施工前先行建设临时排水和沉砂池系统。施工结束后,立即对边坡、取弃土场等区域进行复绿,选用乡土植物,重建植被群落,恢复生态功能。

2.6 智慧化赋能绿色施工

数字化、智能化技术为绿色施工提供了强大的工具。(1) BIM+GIS协同平台:构建融合BIM(工程信息)与GIS(地理信息)的协同管理平台,可进行施工模拟、碰撞检查、进度推演、资源调度和环境影响预测,实现事前规划、事中监控、事后追溯的全过程可视化管理。(2) 物联网(IoT)实时监测:在施工现场布设各类传感器,对PM2.5/PM10、噪声、水质、能耗等关键环境指标进行7x24小时自动监测,并将数据实时上传至管理平台,一旦超标即自动报警,便于快速响应。(3) 无人机(UAV)巡检:利用无人机定期对工地进行航拍,高效获取土方量、植被覆盖、扬尘范围等信息,为资源管理和环保决策提供精准数据支持。

3 绿色施工综合评价体系构建

为了客观衡量绿色施工的成效,避免“为绿而绿”的形式主义,必须建立一套科学、公正、可操作的综合评价体系。

3.1 评价原则

该体系应遵循以下原则:(1)全面性:覆盖“四节一环保”的所有方面,并兼顾安全、质量、成本等传统要素。(2)可量化:尽可能采用定量指标,减少主观判断,确保评价结果的客观性。(3)全过程性:评价应贯穿项目策划、实施到竣工验收的各个阶段。(4)因地制宜:指标权重和基准值应根据项目所在地的气候、地质、生态等条件进行适当调整。

3.2 评价指标体系

一个典型的评价指标体系可包含以下层级:(1)环境保护:包括扬尘控制达标率、噪声控制达标率、污水排放达标率、危险废物合规处置率、生态保护措施落实率等。(2)资源节约:包括单位产值能耗、单位产值水耗、建筑垃圾回收利用率、废旧材料再利用率、临时设施重复利用率等。(3)节地与土地资源保护:包括施工用地面积节约率、临时用地复垦率、表土剥离与回用率等。(4)施工管理:包括绿色施工方案完备性、BIM/IoT等技术应用深度、绿色施工培训覆盖率、应急预案完备性等^[4]。(5)综合效益:包括因绿色施工带来的直接经济效益(如材料节约、罚款减少)、间接社会效益(如社区投诉率、企业形象提升)等。通过对各项指标进行打分和加权计算,可以得到项目的绿色施工综合得分,从而对其进行分级(如优秀、良好、合格、不合格),为后续改进和行业标杆树立提供依据。

4 未来发展趋势与展望

绿色施工是持续演进的概念,未来在机场道路与桥隧工程中的应用前景广阔。其将从“减害”迈向“增益”,

不仅减少负面影响,更致力于创造正面生态价值,如把机场内部道路边坡等打造成“绿色基础设施”。随着“双碳”目标提出,全生命周期碳足迹管理成为趋势,低碳乃至负碳建材与施工工艺的选择将成为关键。数字孪生也将深度应用,BIM、IoT、AI等技术融合催生机场工程“数字孪生体”,实现从“建造”到“智造”的跨越,为后期智慧运维提供支持。此外,循环经济模式会进一步深化,建筑废弃物资源化利用向更高附加值拓展,构建起机场建设领域的循环经济产业链。

5 结语

本文通过分析表明,绿色施工在机场桥隧工程中的应用是一项复杂的系统工程,需要从顶层设计入手,通过源头控制、材料革新、工艺创新、精细管理、生态保护和智慧赋能等多维度协同发力。同时,建立科学的综合评价体系,是确保绿色施工实践不偏离轨道、取得实效的重要保障。未来,随着技术的不断进步和理念的持续深化,绿色施工将不再仅仅是应对环境规制的被动选择,而将成为提升工程品质、塑造企业品牌、驱动行业创新的核心竞争力。通过不懈探索与实践,我们有理由相信,未来的机场将不仅是高效便捷的交通枢纽,更是人与自然和谐共生的绿色典范。

参考文献

- [1]郭睿.机场建设中绿色施工技术应用效能提升策略研究[J].新疆钢铁,2025,(04):54-56.
- [2]史佳佳.基于绿色机场视角建筑工程施工技术的运用[N].山西科技报,2025-01-13(A07).
- [3]郭凯.绿色施工理念在道路桥梁工程中的融合应用[J].汽车画刊,2026,(01):239-241.
- [4]陈冬来.绿色施工理念在高速公路隧道工程中的实践路径研究[J].价值工程,2026,45(07):71-73.