

绿色可持续理念融入路桥工程全过程管理的实践探索

文 / 高建秀 深圳市交通公用设施建设中心

摘要：随着生态文明建设不断地深入推进的态势，绿色可持续发展理念已然成为路桥工程建设方面极为重要的导向所在。文章以深圳市南坪快速路三期工程当作研究对象，系统且深入地探讨了绿色可持续理念融入路桥工程从始至终全过程管理的具体实践路径，研究所得结果清晰表明，把绿色可持续理念从头到尾贯穿于路桥工程全过程管理之中，不但能够极为有效地减轻工程建设给环境带来的负面性影响，而且还可以切实提高资源利用方面的效率，进而达成经济、社会以及生态效益三者相统一的良好局面。

关键词：绿色可持续；路桥工程；全过程管理；南坪快速路

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.20.059

引言

伴随我国城市化进程加速推进这般情况，路桥工程建设规模呈现出不断扩大的态势，然而与此同时却也面临着诸如资源消耗量大、环境污染严重等一系列问题。在“绿水青山就是金山银山”这一理念予以指导的情形下，怎样将绿色可持续发展理念融入路桥工程从起始到结束的全过程管理当中，从而实现工程建设与生态环境保护协调发展的目标，已然成为当下路桥工程领域迫切需要解决的重要课题所在。

一、工程概况

深圳市“八横十三纵”高快速路网骨架中，南坪快速路三期工程占据着重要组成部分的位置，其主线有着约 22.2 公里的长度，工程的总投资达到 42.74 亿元。如图 1 所示，自 2011 年起该项目便开展设计工作，直至 2022 年实现全线竣工验收。在工程沿线，铜锣径水库、大山陂水库等水源保护区以及马峦山郊野公园等环境敏感区域被一一穿越，这使得环保方面的要求达到了极高的程度；与此同时，狭窄的走廊带被高压线、油气管道所共用，并且还多次与复杂的路网及水系形成相交的状况。面对这些诸多挑战，秉持着“低碳、环保、生态”建设目标的项目，对多弦杆组合梁桥、无伸缩缝梁桥、大跨隧道爆破控制技术、海绵城市建设等绿色技术进行了创新应用，进而实现了工程建设与生态环境保护协调发展的良好局面，为绿色可持续理念全面融入路桥工程全过程管理提供了极具典型意义的示范。

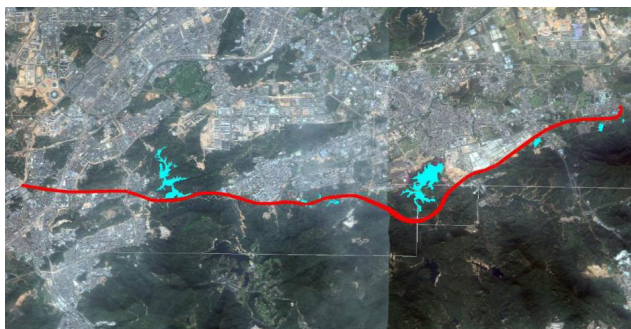


图 1 南坪三期卫星影像图

二、绿色可持续理念融入路桥工程全过程管理的实践意义

（一）推动路桥工程生态环境保护，实现工程建设与自然和谐共生

鉴于路桥工程建设常涉及大规模土地占用及生态环境改变，将绿色可持续理念融入全过程管理有助于最大限度减轻工程建设对生态环境的负面影响，以南坪三期工程为例，其 80% 路段穿越水源保护区、自然保护区、郊野公园等环境敏感区域，通过科学规划线位、优化工程方案、应用环保技术等措施有效保护了沿线生态环境，特别是在基于海绵城市建设的低影响开发技术应用上，通过减轻项目建设对原有水文状态的冲击保障了铜锣径水库、大山陂水库等水源地的水质安全^[1]。

（二）促进资源高效节约利用，降低工程全生命周期能源消耗

路桥工程建设过程会消耗大量能源和资源，把绿色可持续理念融入全过程管理利于提高资源利用效率、降低能源消耗，南坪三期工程在设计阶段充分考虑资源节约因素，经优化结构形式、改进施工工艺、选用绿色材料等措施减少了不必要的资源消耗，比如采用多弦杆组合梁桥技术，既让结构受力性能更佳，又提高了工厂化程度、简化了施工工序且减少了现场施工对环境的干扰与资源消耗，同时无伸缩缝梁桥的应用从源头上解决了传统梁桥在支座、伸缩缝等处的病害问题，极大降低了后期维护成本与资源消耗，这些绿色技术的应用使工程在全生命周期内达成了资源的高效节约利用，体现出可持续发展的理念。

（三）提升工程品质与经济效益，促进行业技术进步与创新

将绿色可持续理念融入路桥工程全过程管理，不但有利于环境保护与资源节约，而且能提升工程品质和经济效益，南坪三期工程通过应用先进的绿色技术如大跨隧道爆破控制技术，在保障管线安全的前提下加快了特大跨隧道爆破开挖施工进度并减少了工程投资，马峦立交主线桥作为国内在快速路上首座全整体式无缝梁桥，

既提高了行车舒适性，又基本消除了后期维护费用，实现了工程品质与经济效益的双赢，绿色可持续理念的应用推动了路桥工程领域技术进步与创新，为行业高质量发展注入了新动能。

三、绿色可持续理念融入路桥工程全过程管理中存在的问题

(一) 绿色设计理念与实践应用脱节，创新技术整合应用不足

虽然绿色可持续理念愈发受重视，可实际工作中绿色设计理念和实践应用存在一定脱节，设计阶段对绿色技术系统性考虑欠缺，常仅关注某一方面绿色特性而缺乏全面统筹，且创新技术整合应用不足致使技术间协同效应未充分发挥，以南坪三期工程为例，其虽应用了多弦杆组合梁桥、无伸缩缝梁桥等创新技术，但这些技术在工程中只是“点状”应用，未形成系统的绿色技术体系^[2]。

(二) 环境保护技术措施不够系统，生态修复与环境影响控制有待加强

路桥工程建设过程中环境保护技术措施不够系统全面且存在顾此失彼问题，对工程沿线生态环境影响评估不够深入，缺乏对生态系统整体功能的系统考量，生态修复措施实施常滞后于工程建设难以及时有效修复受损生态，环境影响控制手段单一且针对性不强，南坪三期工程虽重视环境保护，但实际实施过程中针对不同环境敏感区域的差异化保护措施有待完善，尤其在水源保护区、农业科技园等区域的环境影响控制方面仍有提升空间。

(三) 资源循环利用水平有待提高，绿色材料应用范围较为有限

资源循环利用这一绿色可持续发展的重要内容，其水平有待提高且绿色材料应用范围较为有限，当前路桥工程在该方面实践存在不足，工程建设中产生的废弃物循环利用率不高且再生材料应用比例偏低，同时绿色材料应用范围主要集中在某些局部结构或非关键部位，以南坪三期工程为例，其虽在设计 and 施工过程中考虑了资源节约因素，但对大量土石方、拆除结构等资源的循环利用程度不够且废弃物就地资源化利用的技术措施有待加强，并且在材料选择上对新型环保材料应用不够广泛，传统材料仍占主导地位，绿色材料的创新应用和推广力度不足，难以充分发挥资源循环利用潜力进而影响工程整体绿色水平。

(四) 全生命周期绿色管理机制不完善，评价标准与激励约束不健全

当前管理机制存在不足，首先缺乏统一、科学的全生命周期绿色评价标准难以对工程绿色表现进行客观评估，其次绿色管理的激励约束机制不健全导致对绿色技术应用、环境保护等方面激励不足，再次绿色管理往往侧重于设计施工阶段而对运营维护阶段的绿色管理关注

不够，南坪三期工程虽在建设过程中注重绿色理念应用，但缺乏系统的全生命周期绿色管理规划，尤其在项目竣工后的运营维护阶段绿色管理措施相对薄弱。

四、绿色可持续理念融入路桥工程全过程管理的实践策略

(一) 强化绿色设计引领与技术创新，构建一体化绿色技术应用体系

针对绿色设计理念和实践应用存在脱节这一问题，绿色设计引领作用的强化必不可少，如此方能推动技术创新以及整合应用^[3]。首先，在项目规划阶段，要把绿色可持续理念确立为核心设计理念，借助方案比选、专家论证等途径，对绿色设计的先进性与可行性加以确保。就拿南坪三期工程来说，在前期规划时，线位选择和环境敏感区关系的考虑需更加系统，道路走向要予以优化，从而将对环境的干扰最大限度地降低。其次，绿色技术创新研发以及集成应用的强化工作要做好，一体化的绿色技术应用体系需得以形成。南坪三期工程中的多弦杆组合梁桥、无伸缩缝梁桥等创新技术，其应用范围应进一步扩大，并且要和海绵城市、低碳材料等技术实现有机结合，让技术间的协同效应得以充分发挥，如图2所示。最后，设计-施工-运营一体化的绿色技术应用机制要建立起来，凭借BIM技术等数字化手段，使绿色设计能够精准落地，全过程管控得以实现，进而确保绿色设计理念在实践当中可以得到有效贯彻。



图2 多弦杆组合梁桥效果图

(二) 构建系统化环境保护技术体系，强化生态修复与环境影响精准控制

针对环境保护技术措施缺乏系统性的状况，构建完整环境保护技术体系以加强生态修复与环境影响控制很有必要^[4]。先开展工程沿线生态环境的系统性调查评估，识别关键生态敏感点及环境风险点，从而为精准环保措施提供科学依据，比如以南坪三期工程来说，需对穿越的水源保护区、郊野公园等环境敏感区域详细评估并制定差异化保护方案。接着实施“避让-减缓-恢复-补偿”环境保护策略，借助优化设计、采用先进工艺、加强监测等手段最大限度减少工程建设给环境带来的负面影响，像在大跨隧道爆破施工中进一步优化爆破参数和控制技术来降低对周边环境的振动影响。再者前置生态修复工作，使其与工程建设同步规划、同步实施以实现“边建设、

边修复”。最后加强环境监测和生态监控，建立环境风险预警机制对施工过程中的环境影响进行动态管控以确保环境保护措施落实到位，通过这些系统化环境保护措施达成工程建设与生态环境的和谐共生。

（三）提升资源循环高效利用水平，推广绿色材料创新应用

针对资源循环利用水平不高的问题，需采取有效措施提升其利用效率并扩大绿色材料应用范围，具体如下：强化资源节约和循环利用理念，于工程设计阶段充分考虑材料可回收性与再利用性以优化结构形式及施工工艺从而减少资源消耗；推行工程废弃物资源化利用，建立完善废弃物分类收集、处理及再利用体系，以南坪三期工程为例，对开挖土石方分类处理，优质土石方用于路基填筑，一般土石方用于绿化覆土，不可利用土石方无害化处理，最大限度实现就地资源化利用；扩大绿色材料应用范围，积极采用高性能混凝土、低碳钢材、环保沥青等新型绿色材料以减少传统材料使用量，同时开展其性能评估及应用效果跟踪以为进一步推广应用提供技术支撑；建立健全资源循环利用技术标准及评价体系，借标准引领与示范带动提高行

业资源循环利用水平，促使路桥工程朝资源节约型、环境友好型转变^[5]。

（四）建立健全全生命周期绿色管理机制，完善评价标准与激励约束体系

针对全生命周期绿色管理机制存在不完善的状况，需建立健全覆盖规划、设计、施工、运营全过程的绿色管理体系，其首先要制定涵盖环境影响、资源利用、碳排放等关键指标的科学的全生命周期绿色评价标准，从而为绿色管理提供量化依据，像以南坪三期工程为例就可建立包含设计优化、施工控制、运营维护等阶段的绿色评价指标体系来对工程全过程的绿色表现予以综合评估；其次应完善激励约束机制，借助政策支持、资金倾斜、表彰奖励等方式去鼓励各参与方积极采用绿色技术、实施绿色管理，同时建立责任追究制度对违反绿色管理要求的行为进行严肃处理以形成有效的约束机制；再次要加强各阶段绿色管理的衔接与统筹，尤其强化运营维护阶段的绿色管理，建立长效管理机制确保绿色成效持续发挥；最后推动建立路桥工程全生命周期碳排放核算和管理体系，把碳减排目标纳入工程全过程管理助力实现“双碳”目标，如表1所示。

表1 路桥工程绿色可持续管理实践策略对比表

实践策略分类	核心目标	主要应用阶段	关键措施 / 技术
绿色设计与技术创新一体化	强化绿色设计引领，推动技术协同应用	规划、设计阶段为主，贯穿全过程	<ul style="list-style-type: none"> - 方案比选与专家论证 - 多弦杆组合梁桥、无伸缩缝梁桥等技术创新 - BIM 技术实现全流程管控 - 与海绵城市、低碳材料技术结合
系统化环境保护与生态修复	构建环保技术体系，精准控制环境影响并修复生态	贯穿全过程，施工阶段重点控制	<ul style="list-style-type: none"> - 生态环境系统性调查评估 - “避让-减缓-恢复-补偿”策略 - 优化施工工艺（如隧道爆破参数） - 环境监测与风险预警机制
资源循环利用与绿色材料推广	提升资源利用效率，扩大绿色材料应用范围	设计、施工阶段为主	<ul style="list-style-type: none"> - 工程废弃物分类处理与资源化（如土石方再利用） - 推广高性能混凝土、低碳钢材等绿色材料 - 建立资源循环技术标准
全生命周期绿色管理机制建设	完善全流程管理体系，实现绿色目标量化与长效管控	全生命周期（规划-设计-施工-运营）	<ul style="list-style-type: none"> - 制定全生命周期绿色评价标准（含碳排放等指标） - 完善激励约束机制 - 建立碳排放核算体系

结语

绿色可持续理念融入路桥工程全过程管理这一举措是实现行业高质量发展的必然选择。以南坪快速路三期工程作例，在对其进行绿色可持续理念融入路桥工程全过程管理的实践探索过程中，有效解决工程建设与环境保护矛盾不说，还提升了资源利用效率、降低了全生命周期成本，取得良好经济、社会和生态效益。未来需进一步强化绿色设计引领与技术创新，构建系统化环境保护技术体系，提升资源循环高效利用水平，建立健全全生命周期绿色管理机制，以此推动路桥工程朝着更加绿色、可持续方向发展。

参考文献

[1] 李熙雨. 绿色建筑材料在路桥施工中的应用 [J].

陶瓷, 2025, (07): 96-98.

[2] 杨玉一. 绿色施工技术在道路桥梁工程中的实践研究 [J]. 陶瓷, 2025, (04): 234-236.

[3] 杨天旭. 绿色施工技术在市政路桥施工中的应用探究 [J]. 工程建设与设计, 2024, (20): 187-189.

[4] 李朋飞. 绿色环保理念下的路桥工程施工安全管理 [J]. 四川建材, 2024, 50 (07): 45-46+62.

[5] 江正生. 基于 BIM 的路桥工程全过程造价管理路径分析 [J]. 运输经理世界, 2022, (27): 52-54.

作者简介：高建秀，1989年12月，女，汉族，山西省朔州市人，本科，工程师，研究方向：市政工程项目管理。