

公路工程绿色施工评价指标体系构建与实施路径研究

任广坤

济宁市公路工程总公司 山东 济宁 272007

【摘要】：公路工程建设过程中资源消耗与生态扰动问题日益凸显，绿色施工理念成为行业转型的重要方向。围绕公路工程绿色施工实践需求，构建涵盖资源利用、环境保护、施工管理与技术应用等维度的评价指标体系，形成科学、可操作的评价框架，并进一步提出与工程实施相衔接的推进路径。完善评价指标与实施机制，为提升公路工程绿色施工管理水平与生态协同发展提供系统化支撑。

【关键词】：公路工程；绿色施工；评价指标体系；施工管理；实施路径

DOI:10.12417/2811-0528.26.10.054

引言

公路工程建设规模不断扩大，施工活动对资源利用效率与生态环境质量产生显著影响。绿色施工理念的提出，为推动工程建设方式向节约化、低影响方向转变提供了重要思路。在实际工程管理中，绿色施工评价标准分散、指标体系不完善，难以形成统一、系统的评价依据，制约了绿色施工理念在项目实施中的落地。围绕公路工程施工过程中的资源利用、环境控制与管理协同等关键环节，构建科学合理的绿色施工评价指标体系，并探索相应的实施路径，对推动工程建设模式优化具有重要价值。

1 公路工程绿色施工评价体系构建的关键问题

1.1 施工阶段资源利用效率的评价要素

施工阶段资源利用效率的评价，应围绕材料、能源、机械设备及施工组织四个层面展开。材料利用方面，可将周转材料重复使用率、主材损耗控制率、预制构件应用比例作为核心观察点，以反映施工过程中的节材水平。能源利用方面，应关注单位工程量能耗、施工设备燃油消耗强度及临建设施用电控制情况，体现能源配置的合理性。机械设备运行效率同样是评价重点，设备完好率、利用率及低排放设备投入比例，能够直接反映绿色施工与机械管理的融合程度。若施工组织安排不合理，容易造成运输空载、工序脱节与资源闲置，进而削弱整体绿色施工成效。

评价资源利用效率不能停留在静态指标层面，还应结合公路工程线性分布广、施工点位分散、工序衔接复杂的实际特点，建立动态化考核机制。路基填筑、桥涵施工、沥青路面摊铺等不同作业环节，对原材料调配和设备组织提出差异化要求，评价时应体现分项施工的针对性。对于土石方工程，可考察挖填平衡率与弃方综合处置水平；对于路面工程，可关注拌合站生产匹配度与混合料运输损耗控制。将资源投入、现场消耗与工

程产出进行对比分析，能够更准确识别施工过程中的高耗低效环节，为绿色施工评价指标体系的量化设计提供可靠依据。

1.2 生态环境控制指标的结构设计

生态环境控制指标的结构设计，应以污染防治、生态保护和风险防控为主线，形成层次分明、内容完整的指标框架。污染防治指标主要覆盖扬尘控制、噪声抑制、废水处理和固体废弃物处置等内容，能够体现施工活动对周边环境的影响程度^[1]。生态保护指标则应聚焦表土剥离与回用、边坡防护、植被恢复、水土保持及临时占地恢复率等方面，用于衡量工程建设对区域生态系统的干扰控制水平。风险防控指标需要纳入敏感水体保护、弃渣场稳定性管理及突发环境事件应急处置能力，以保证评价体系关注常态治理，也能覆盖施工过程中的环境安全管理要求。

公路工程通常穿越山地、河谷、村镇和农田等多类空间单元，不同区段的环境承载条件差异明显，指标结构设计必须体现分区分类控制思路。靠近居民区的施工路段，应强化施工噪声昼夜控制值、运输道路保洁频次和围挡封闭水平等指标；邻近水源地或河道的工程区域，应提高泥浆回收率、废水循环利用率和防渗措施落实度等评价权重；生态敏感区则更应突出原生植被保护率和生态修复完成度。

1.3 施工管理与技术协同评价维度

施工管理与技术协同评价维度，关键在于考察管理制度是否能够有效支撑绿色技术落地，并将制度执行力转化为实际施工成效。评价内容可从组织保障、过程控制、技术应用和信息管理四个层面展开。组织保障方面，应关注绿色施工责任分解、岗位配置和考核机制是否健全；过程控制方面，应审视专项施工方案、绿色技术交底、现场巡查和问题闭环整改是否形成完整链条。技术应用层面需要重点衡量节能设备、智能喷淋、再生材料利用、低噪施工工艺及 BIM 辅助管理等措施的应用深

度。

在公路工程建设实践中,单纯依靠制度约束难以实现绿色施工目标,只有将管理流程与技术路径深度耦合,评价体系才具备较强的指导价值。拌合站粉尘治理、隧道施工通风除尘、桥梁下部结构节水养护等环节,都需要管理安排与技术措施同步介入,才能实现污染减量和资源节约。评价时可重点考察绿色技术纳入施工组织设计的完整程度、现场管理人员对技术措施的执行精度,以及监测数据对工序优化的反馈效果。

2 公路工程绿色施工评价指标体系的构建方法

2.1 多维度指标框架的系统整合

公路工程绿色施工评价指标体系的构建,必须突破单一指标拼接的思路,将资源消耗控制、生态环境约束、施工组织管理与技术应用成效纳入统一框架之中,形成逻辑清晰、边界明确、相互衔接的指标体系。指标整合过程中,应依据公路工程施工链条长、作业类型多、空间分布广的特点,按照目标层、准则层与指标层逐步展开,将节材、节能、节水、节地与环境保护要求进行模块化归集,并结合路基、桥梁、隧道、路面等分部工程的施工差异,设置具有针对性的评价单元。只有实现指标内容与施工场景的精准对应,评价体系才能有效反映绿色施工的真实水平,避免出现指标覆盖不全或评价结果失真的问题。

系统整合体现在指标类别的全面性上,还体现在各项指标之间的关联协调上。资源利用效率与环境管控效果并非孤立存在,施工工艺优化、设备配置方式、材料运输组织及现场平面布设都会对多项评价结果产生联动影响,在框架整合中应强化横向耦合关系分析。对于拌合站布局、弃土处置、临时便道设置和施工废水循环利用等关键环节,应将技术指标、管理指标和过程控制指标统一纳入综合判断体系。

2.2 指标权重配置与层级结构设计

指标权重配置直接关系到评价结果的科学性与导向性,公路工程绿色施工评价不能简单采取平均赋值方式,而应依据不同指标对绿色施工目标实现程度的影响强弱进行差异化处理。层级结构设计通常可采用目标层、准则层、要素层和观测层的递进形式,将宏观目标逐步细化到可测量、可核查的具体指标^[2]。准则层可围绕资源节约、污染控制、生态修复和管理保障展开,要素层则进一步分解为材料利用率、单位能耗、水资源循环率、扬尘控制强度、边坡生态恢复质量等内容。清晰划分评价层级,能够使指标体系结构更具条理性,也有利于现场数据采集、指标解释和结果复核。

权重配置应充分体现公路工程不同施工阶段和不同工程

类型的差异特征。桥梁基础施工对泥浆处理和水体保护要求较高,隧道工程更强调通风除尘与弃渣管理,路面施工则对能耗控制、拌合效率和温拌技术应用更为敏感,同一指标在不同项目中的权重不宜完全一致。权重确定过程中,可结合层次分析法、专家评分法与实测数据校验法,对主观判断与客观信息进行综合平衡,避免权重设置脱离工程实际。

2.3 评价模型与实施机制的协同构建

评价模型的构建应建立在指标体系成熟、数据来源稳定和计算逻辑清晰的基础之上,其核心任务在于将复杂的绿色施工表现转化为可量化、可比较、可追踪的评价结果。针对公路工程施工活动多源、多阶段、多工点并行的特点,评价模型宜采用定量分析与定性判断相结合的方式,将指标标准化处理、综合评分、等级划分和偏差识别纳入统一流程。对于资源利用、污染排放、生态恢复等可直接测量的内容,应以实测数据和监测记录为主要依据;对于组织管理、制度执行和技术协同等维度,可引入专家核验、现场检查与资料审查相结合的评价方式。

实施机制的协同构建决定了评价模型能否真正落地应用。若缺乏与项目管理流程相配套的执行路径,再完善的模型也难以转化为管理效能。因此,需将评价工作嵌入施工准备、过程控制、阶段考核和竣工验收等关键节点,形成事前预控、事中监测、事后校核的闭环管理机制。项目部、监理单位和建设单位之间还应建立数据报送、问题反馈和整改复核制度,确保评价结果能够及时作用于施工组织优化、技术措施调整和资源配改进。

3 公路工程绿色施工评价体系的实施路径

3.1 项目管理流程中的评价机制嵌入

公路工程绿色施工评价要真正发挥约束与引导功能,关键在于将评价机制嵌入项目管理全流程,而不是停留在阶段性检查层面。立项策划阶段应将绿色施工目标纳入项目管理指标体系,明确资源控制、环境管控和文明施工要求,并在施工组织设计、专项方案审查及分包管理中同步落实。进入施工准备阶段后,评价内容应进一步细化到材料采购、机械选型、临建设施布设和运输路线规划等具体环节,通过前置管控减少高耗能、高排放作业方式进入现场。只有把评价要求与计划管理、质量管理、安全管理共同纳入统一流程,绿色施工评价才能从附属事项转化为项目管理的刚性组成部分。

施工实施阶段的评价嵌入,更强调过程控制与责任传导的有效结合。项目部应围绕路基开挖、桥涵施工、路面摊铺、排水防护等关键工序设置对应的绿色施工考核节点,将现场检查、监测数据和整改反馈纳入闭环管理。监理单位可结合旁站、巡视和平行检验,对扬尘抑制、废水收集、材料损耗控制和弃

渣处置情况进行动态核查,形成可追溯的评价记录。建设单位则应通过月度考核、节点验收和履约评价,将绿色施工表现与合同执行、信用评价及奖惩措施挂钩,促使参建各方在项目管理链条中形成同向发力的执行机制,从而提升绿色施工评价的落地效率。

3.2 施工技术与绿色管理协同推进方式

施工技术与绿色管理的协同推进,核心在于将技术方案优化与管理措施落实同步部署,使绿色施工目标通过具体工艺和制度安排得到实现。公路工程施工具有工序交叉密集、作业环境复杂、设备投入强度大的特征,单纯依靠现场管理要求难以实现资源节约和污染控制,必须依托低影响施工技术形成支撑^[1]。针对土石方调配,可通过数字化测量与挖填平衡技术降低弃方量和借方量;针对路面施工,可采用温拌技术、精准计量控制和智能摊铺系统降低能耗与材料损耗;针对桥梁与隧道工程,则可通过泥浆循环利用、湿喷工艺改进和通风除尘优化提高环境控制水平。

协同推进方式还体现在管理机制对技术应用全过程的组织保障上。项目部应建立绿色技术交底制度、设备运行台账和环境监测反馈机制,对关键技术措施的实施条件、质量标准和控制参数进行明确约束,避免技术方案停留在纸面。施工现场可依托 BIM、物联网监测和移动巡检系统,对拌合站粉尘排放、施工便道扬尘、水循环利用和机械设备油耗水平进行实时跟踪,将技术运行状态与管理考核直接联通。对于绿色材料替代、再生资源利用和节能设备投用等内容,还需通过成本测算、工序协同和绩效考核增强执行动力,形成“技术导入—过程监管—效果验证”的协同路径,使绿色管理不再局限于制度要求,而是转化为可量化、可执行、可评价的施工控制体系。

参考文献:

- [1] 倪洪磊.新型材料在公路施工中的应用及其效果分析[J].汽车周刊,2026,(03):120-121.
- [2] 黄学文,王凯,黄山倩,等.绿色公路节能降碳技术应用与分析[J].中外公路,2025,45(04):218-225.
- [3] 李伟健.绿色公路交通安全设施评价体系及应用研究[D].广东工业大学,2025.

3.3 持续优化与动态评估机制构建

持续优化与动态评估机制的构建,重点在于打破一次性评价模式,使绿色施工管理能够依据工程进展和现场条件变化进行实时调整。公路工程施工周期长、作业面转换频繁,不同阶段在资源投入、环境敏感性和管理重点上存在明显差异,因此评价体系应具备动态更新能力。施工前期可将临时设施布设、便道规划和设备配置纳入重点评估,中期应突出材料消耗强度、污染防治效果和工序衔接效率,后期则应强化生态恢复质量、场地清理水平和设施拆除后的环境修复情况。构建分阶段、分区域、分工序的动态评价机制,能够更准确地识别绿色施工中的偏差环节,提升评价结果对管理决策的指导价值。

持续优化并不只是对既有问题进行被动修补,更强调基于评估结果形成制度改进和技术迭代机制。项目实施过程中,应建立监测数据分析、问题分级处置、整改复核和经验沉淀相结合的运行链条,将扬尘浓度、废水回收率、材料损耗率、设备能耗等关键指标纳入趋势分析范围。对于连续波动异常的指标,应及时追溯原因,可能涉及施工组织失衡、设备参数不匹配、现场管控缺位等多重因素,需要通过工艺优化、责任重构和资源重配予以修正。

4 结语

本文围绕公路工程绿色施工评价指标体系的构建与实施路径展开系统探讨,从资源利用、环境控制与施工管理等关键环节出发,提出多维度指标框架整合、权重层级配置以及评价模型构建等方法,并结合项目管理流程与施工技术协同推进方式,形成具有操作性的实施路径。相关内容为提升公路工程绿色施工管理水平、规范评价机制和强化过程管控提供了较为系统的参考依据。