

刍议新时期土木工程施工的环保措施

张建享

北京天润建设有限公司 北京 102602

中国二十二冶集团有限公司 河北 唐山 064000

河北京唐工业技术有限公司北京分公司 北京 100061

摘 要：本文系统分析了当前施工环保措施在技术应用、管理体系、成本内化及执行力度等方面存在的现实困境，在此基础上从全过程控制视角提出优化策略，涵盖扬尘智能抑制、低噪声工艺替代、水资源循环利用、建筑垃圾减量资源化、生态修复同步实施及绿色施工管理体系构建等综合性措施体系。研究认为，施工环保措施不应停留在末端治理和“达标应付”层面，而应作为工程管理的有机组成部分嵌入施工全周期；其根本出路在于以标准化管理为基础、以技术创新为驱动、以经济激励为杠杆、以文化培育为保障，推动施工环保从被动约束转向主动内化，最终实现工程建设与生态环境的协调共生。

关键词：土木工程；施工环保；绿色施工；扬尘控制；建筑垃圾资源化

引言

土木工程施工在推动经济发展的同时，带来扬尘、噪声、废水、固废及生态破坏等环境问题。随着“双碳”目标推进及《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国噪声污染防治法》等法规完善，施工环保已由“自选动作”转为“刚性约束”。加之公众环保意识增强，施工扰民投诉频发，环保合规成为企业市场准入和社会认可的关键。然而实践中仍普遍存在“重进度轻环保”倾向，环保投入不足，措施多停留于洒水、覆盖等粗放手段，缺乏系统性与技术深度；新型环保技术应用少，管理未融入施工组织核心流程，导致环保长期陷于“被动应付、事后整改”的低效循环。本文结合政策趋势与技术发展，从技术、管理、制度三方面提出优化路径，旨在提升施工环保实效，推动绿色建造转型。

1 土木工程施工的主要环境影响与问题审视

1.1 大气环境污染：扬尘与尾气排放

施工扬尘是城市大气颗粒物（PM₁₀、PM_{2.5}）的重要来源之一，主要产生于土方开挖、场地平整、物料装卸、混凝土搅拌及运输车辆行驶等环节。细颗粒物不仅降低空气质量、影响能见度，还携带重金属和多环芳烃等有毒物质，对周边居民呼吸系统健康构成直接威胁。此外，施工机械和运输车辆使用柴油发动机，排放的氮氧化物、一氧化碳和碳氢化合物对区域臭氧生成和温室效应均有贡献。当前扬尘控制措施以洒水降尘和围挡封闭为主，但洒水频次和覆盖范围往往达不到有效抑尘需求，遇到干旱大风天气时防控效果急剧下降。

1.2 噪声污染与振动干扰

施工噪声主要来源于桩基施工（尤其是打桩机）、混凝土振捣、钢筋加工、切割打磨及大型运输车辆运行。噪声强度通常在 80~110 分贝之间，远超居民区昼间 60 分贝、夜间 50 分贝的环境标准限值。长期暴露于高噪声环境不仅影响周边居民的正常生活和工作，还可能引发现场作业人员的听力损伤和心血管系统疾病。噪声污染的最大特点是瞬时冲击性强且传播距离远，而现有措施以临时声屏障和限时作业为主，对于低频振动和突发性高强度噪声的隔离效果有限。

1.3 水环境污染与水资源消耗

施工废水包括基坑降水、混凝土养护排水、车辆冲洗废水、泥浆水及生活污水，主要污染物为悬浮物、石油类及碱性物质。未经有效处理的废水直接排入市政管网或周边水体，会造成受纳水体浑浊度升高、pH 值异常和水生生态破坏。另一方面，施工本身就是水资源消耗大户——混凝土搅拌、养护、压降除尘及车辆冲洗等环节用水量大，且大量采用自来水，水资源利用效率偏低，在中西部缺水地区矛盾尤为突出。水循环利用系统在工地上的普及率不高，雨水收集和中水回用仍处于示范阶段。

1.4 固体废弃物与资源浪费

建筑垃圾占城市固体废弃物总量的 30%~40%，其产生量随工程规模持续攀升。大量废弃混凝土、砖瓦、沥青、金属和木材未经分类直接运往填埋场或临时堆

放,既占用宝贵的土地资源,又造成可回收材料的巨大浪费。拆除工程产生的建筑垃圾中,混凝土骨料和砖石材料实际上具备再生利用价值,但因缺乏现场分类分拣设备和下游产业链配套,资源化率偏低^[1]。与此同时,施工过程中的材料浪费现象普遍存在——由于深化设计不足、下料不合理、余料管理松散,钢筋、木材、水泥等主材的损耗率超过合理范围,间接增加了资源消耗和环境负担。

1.5 生态系统扰动与水土流失

大型土木工程(尤其是交通和水利项目)常涉及大面积的土地开挖和植被清除,导致地表裸露、土壤结构破坏和生物栖息地碎片化。在雨季,裸露坡面极易发生水土流失,冲刷的泥沙淤积下游河道。更重要的是,施工对原地貌的改变往往是不可逆的,若生态修复措施跟进不及时,将对区域生态系统的服务功能造成长期影响。

2 新时期施工环保措施的理念更新与体系构建

2.1 从末端治理到全过程控制的理念转变

传统施工环保遵循“先污染后治理”的末端治理逻辑,即在施工活动完成后对环境损害进行补偿或修复。这种做法不仅成本高昂,而且许多生态损害不可逆转。新时期要求将环保思维贯穿于施工全过程——在施工策划阶段进行环境影响预评价和敏感点识别;在施工组织设计阶段将环保措施作为专项内容予以细化;在施工实施阶段实时监测环境指标并及时纠偏;在竣工收尾阶段同步完成生态恢复和环境验收。全过程控制的核心要义是把环保问题前置,以预防替代补救,以主动管理替代被动响应。

2.2 绿色施工的标准框架与认证体系

绿色施工是指在保证质量、安全等基本要求的的前提下,通过科学管理和技术进步,最大限度地节约资源、减少对环境的影响的活动。我国已建立《建筑工程绿色施工评价标准》(GB/T50640)等规范,对施工现场的节水、节能、节材、节地 and 环境保护五个维度设定了评价指标体系。绿色施工等级(合格、良好、优秀)的认证,为施工环保提供了可量化的目标导向^[2]。将绿色施工标准融入日常管理,使环保工作有章可循、有标可达,是推动环保措施从“软约束”向“硬指标”转变的关键机制。

2.3 环保措施与施工进度的集成管理

环保措施与施工进度之间的冲突是实践中常见的矛盾来源。解决之道不是放弃任何一方,而是通过精细化

的施工组织设计实现二者的相容。将环保工序(如洒水降尘时间、噪声敏感时段安排、渣土外运路线规划)嵌入施工进度计划,通过BIM模拟优化作业时序,在土方作业高峰期同步加强扬尘和噪声管控,在降雨来临前提前布设临时排水和沉沙设施。当环保措施被当作施工进度的有机组成部分进行管理时,“要进度还是要环保”的零和博弈便转化为“协调推进”的正和逻辑。

3 施工环境保护的主要技术措施优化

3.1 扬尘综合抑制技术体系

扬尘控制应从单一的洒水降尘升级为多技术联用的综合抑制体系。首先,源头减尘方面,采用湿法作业(如拆除和土方开挖时的喷淋降尘)、密闭化加工(设置封闭式混凝土搅拌站和钢筋加工车间),以及硬化或绿化现场主要通道,从源头减少起尘量。其次,过程抑尘方面,在工地周边及主要作业区域安装智能雾化喷淋系统,与扬尘在线监测仪联动,当颗粒物浓度达到设定阈值时自动启动喷雾,实现精确降尘而非全天候盲目喷淋。第三,围挡阻尘方面,采用不低于2.5米的硬质围挡并加装顶部的抑尘网,特殊地段设置双层围挡,配合洒水车定时湿润路面。此外,运输车辆进出工地必须经过自动冲洗平台,确保轮胎和车身不带泥上路,渣土运输车辆采用密闭式车厢,杜绝撒漏和遗洒。

3.2 施工噪声与振动的防控技术

噪声控制的优先顺序应为“源头降噪—传播隔断—接收保护”。在源头端,推广低噪声施工设备(如液压打桩机替代柴油锤击桩、电动振捣器替代气动振捣器)、对高噪声设备安装消声器和隔音罩、采用静压桩和旋挖钻等低噪声工艺。在传播路径上,合理布置噪声源位置使其远离敏感建筑,设置移动式声屏障和隔音围挡,对强噪声作业采取局部隔声棚封闭作业^[3]。在时间维度上,严格执行夜间施工许可制度,确需连续作业的应提前公示并采取最低噪声方案。对于桩基施工等低频振动污染,可采用隔振沟或减振垫等工程措施,减轻对邻近建筑物的结构影响。

3.3 水资源的节约利用与废水处理

施工用水应实行“分质供应、梯级利用”策略。混凝土搅拌和养护应采用经沉淀处理的中水或收集的雨水,车辆冲洗和场地降尘优先使用基坑降水和循环回用水。工地应设置完善的排水系统,将雨水、施工废水和生活污水分流收集。施工废水经三级沉淀池处理后循环用于车辆冲洗和降尘,沉淀的泥浆经过压滤脱水后作为固体废弃物外运处置。食堂和卫生间生活污水设置隔油

池和化粪池,经预处理后排入市政污水管网。基坑降水宜优先用于施工现场用水和周边绿化灌溉,减少外排造成的资源浪费。

3.4 建筑垃圾减量化与资源化利用

建筑垃圾管理应遵循“减量—分类—再利用”的优先顺序。在设计阶段通过提高结构标准化程度和精确下料优化减少余料产生;在施工阶段实行材料限额领料制度和余料回收制度,钢筋短头、木模板边角料等优先在项目内二次利用。对于产生的建筑垃圾,实行现场分类分拣——废弃混凝土和砖块经破碎筛分后可作为再生骨料用于临时道路垫层和填充工程,废金属回收冶炼,废木材加工为生物质燃料或木塑制品。对于不具备现场处理条件的项目,应与有资质的建筑垃圾资源化处置企业签订处理协议,确保垃圾的规范化处置而非随意倾倒。政府层面可通过税收优惠和绿色建材认证等政策引导市场对再生材料的接纳。

3.5 生态保护与水土保持措施

施工场地内的原有植被应尽可能保留,临时设施占用的土地在施工结束后需进行生态恢复——地表松土、覆土施肥、选择适生乡土植物进行绿化。在土方工程中,坚持“分层开挖、分层堆放、分层回填”的原则,将表土(富含有机质的表层30厘米)单独剥离保存,用于后期绿化覆土。坡面工程应边开挖边支护,布设截水沟、排水沟和沉沙池,防止雨水冲刷造成水土流失^[4]。对于跨越河流或临近水源地的工程,应设置防污帘和应急围堰,防止油品泄漏和泥浆水直排入河。

4 施工环保的管理保障与制度建设

4.1 环保管理体系的标准化运行

施工企业应建立以项目经理为第一责任人的环保管理组织体系,设置专职环保管理员,编制项目环保管理方案和应急预案。环保方案应明确各阶段环保目标、责任分工、资源配置、监测计划和整改流程,并按施工进度分阶段交底。实施“日检查、周汇总、月评价”的常态化巡查制度,环保检查记录与施工日志同步归档。建立环保问题台账和整改闭环机制,对环保违规行为实施内部追责,并与分包单位的信誉评价挂钩。

4.2 环保投入的经济核算与激励约束

一是将环保成本纳入项目总成本预算并在招投标中予以体现,避免“低价中标、环保打折”的恶性竞争;二是完善绿色施工的经济激励——对环保达标良好、获得绿色施工认证的项目给予税收减免或信用加分,对环保违规企业加大处罚力度并纳入建筑市场诚信黑名单。同时,推广环保费用单独列项计量支付制度,确保环保

专项资金不被挤占挪用。

4.3 信息化监管与智慧环保

利用物联网和大数据技术构建“智慧环保工地”监管平台。在施工现场部署扬尘、噪声、风速风向、水质等多参数在线监测设备,监测数据实时上传至管理平台和政府监管部门。系统设定超标预警阈值,一旦超标自动触发整改指令并留存证据,实现“监测—预警—处置—反馈”的全链条数字化管理。视频监控系统对渣土运输、材料覆盖、废水排放等关键环节进行全天候录像,便于事后追溯和责任认定。信息化手段不仅提高了监管效率,更重要的是形成了“数据留痕”的威慑效应,有效遏制环保违规行为。

4.4 环保文化培育与能力建设

技术和管理制度的落地最终依赖人的意识和能力。施工企业应有计划地开展环保法规、绿色施工技术及环保管理技能的培训,将环保考核纳入作业人员和管理人员的绩效评价。通过环保知识竞赛、绿色施工样板观摩和优秀环保班组评选等活动,营造“绿色施工人人有责”的组织氛围。更为根本的是,将环保绩效纳入企业社会责任报告和品牌建设内容,使环保成为企业核心竞争力的有机组成部分,而不仅仅是外部压力的被动响应。

5 结语

新时期土木工程施工环保已从“附加题”变为“必答题”。当前实践存在理念滞后、技术粗放、管理分散和激励不足等问题。本文构建了涵盖扬尘控制、降噪、水资源管理、固废利用、生态保护及管理体系优化的综合框架,强调环保应嵌入施工全过程,而非仅限“洒水盖网”等表面措施。实现深度环保需技术创新、制度设计、经济激励与文化建设协同发力:技术提供支撑,制度划定边界,激励激发动力,文化凝聚共识。未来,随着法规趋严、绿色建材普及、装备升级与数字监管推进,施工环保的可行性与经济性将持续提升,工程与生态关系有望由对立转向协调。

参考文献

- [1] 肖绪文,冯大阔.绿色施工技术体系与评价方法研究[J].施工技术,2021,50(13):1-6.
- [2] 王铁宏,赵宏宇.建筑垃圾减量化与资源化利用路径分析[J].建筑经济,2022,43(8):15-21.
- [3] 刘贵文,徐鹏鹏.施工噪声污染特征与综合防控策略[J].噪声与振动控制,2023,43(3):225-231.
- [4] 陈勇,周建亮.建筑工地水循环利用系统设计与效益评估[J].给水排水,2022,48(9):117-123.