

绿色建筑施工技术在九江建筑工程中的实践与优化路径研究

张坚, 梁文升

(九江科技职业大学, 江西 九江 332000, 九江科技职业大学, 江西 九江 332000)

摘要: 长江经济带生态保护、全域海绵城市建设和建筑业低碳转型等政策叠加背景下, 九江市新建民用建筑绿色标准全覆盖, 绿色施工逐步成为城市更新、商业开发、市政配套等建设项目的硬性管控指标。本文借助九江社会基金专项调研成果, 针对九江临江滨湖、地下水位偏高等地域地质软土层特征, 依托基坑生态支护、建筑垃圾就地资源化、施工现场节能节水管控和智慧工地数字化监管等核心工程载体, 根据走访九江浔中区、濂溪区和八里湖新区二十余项在建项目过程调研的数据结果, 分析了绿色施工工艺落地本地既有居住、商业体、老旧小区(既有项目)过程的突出成果和现实堵点。调研反馈出九江建筑行业推进绿色施工存在中小型施工企业改造成本压力居高不下、适配本地软土地层的基坑绿色施工标准缺失、本地低碳化建材产业链配套薄弱、绿色建造专业人才输出缺口突出、多部门联合监管配合度不足的阶段性矛盾和问题。结合九江地方城建条例、建筑垃圾治理专项规划以及海绵城市管理条例, 从财政激励政策、施工技术标准本地化、绿色建材产业培育、行业人才分层培养、跨部门一体化监管五个方面提出适合赣北滨江城市发展的长效推进对策, 为同类沿江地级市建筑业低碳转型提供可落地的实践参照, 助力九江长江中游绿色建造示范城区建设。

关键词: 绿色施工; 软土基坑支护; 九江建筑业; 双碳目标; 无废工地; 海绵城市建设

基金项目: 九江市社会科学基金 “九江市绿色建筑发展路径研究” (编号: 26YB373)

1. 绪论

1.1 研究背景与地方政策导向

九江位于长江中下游南岸, 是长江经济带重点生态管控节点城市, 又是全国第三批全域系统化海绵城市建设的试点城市。2024—2025 这两年, 九江先后出台多项配套的地方管理性文件, 文件明确要求辖区的所有新建、改扩建房屋建筑工程都要严格执行“节地、节水、节能、节材、环境保护”的绿色施工五项基本要求, 分别针对基坑开挖渣土处置、施工污水排放、扬尘噪声管控、建筑废弃物回收利用设置专项考核细则^{[1][5]}。

九江城区地质条件具有特殊性: 沿江、沿湖片区土层松软、地下埋藏水位较高, 传统的粗放式基坑开挖、硬质挡墙支护极易引发边坡坍塌、地下水渗、水土直排长江的生态风险; 老城区建设地块狭小, 建材堆置、外运土方极易引发扬尘扰民、城市堵路问题; 县域建材市场仍以传统砂石、普通混凝土为主, 低碳环保施工建材采购成本偏高, 中小民营施工企业主动推行绿色工艺意愿偏软。上述现实矛盾, 本市级社科基金课题从地方治理的视角出发, 通过实地走访调研、企业问卷收集、政策文本拆解等方法, 系统研判绿色施工技术在九江本土工程的应用问题, 探索本地化资源、地质、产业的施行路径, 兼具地方社科研究价值与工程实操指导意义。

1.2 研究思路与调研方法

本课题混合使用 4 类调研方法开展针对性实证调研: 第一类是部门访谈调研, 对接九江市住建局、城市管理局、生态环境局、工程造价管理站, 梳理绿色施工财政补贴、信用考评、现场监管相关政策细则^[1]; 第二类是工程项目实际踏勘, 抽选包括浔阳老城区住宅项目、八里湖新区商业综合体、濂溪区老旧小区改造、永修县域市政工程等 22 家样本工程, 记录上述项目基坑支护、固废回收、节能节水设备使用情况^[3]; 第三类是行业问卷调查, 对接九江市 36 家大中小施工企业, 发放线上、线下问卷, 记录企业在绿色施工设备投入、绿色材料采购、绿色政策扶持方面最真实的需求; 第四类是区域对比分析, 参考省内南昌、景德镇绿色建造推广实际, 结合九江滨江软土的独有特征, 将通用技术与当地改良化工艺区分开来, 得到因城市区域特征而产生的差异化优化对策。

作者简介: 张坚(1989—), 男, 本科, 高级工程师, 主要从事城乡建设治理、绿色建筑与工程施工技术、绿色建造技术研究;

梁文升(1986—), 男, 硕士, 高级工程师, 研究方向为工程技术、项目管理、技术经济、绿色建筑。

通讯作者: 张坚, 邮箱: 389655395@qq.com

1.3 研究创新之处

现有国内绿色施工有关研究,一般以大型一线城市、平原硬土地层工程为研究主体,有关赣北地区沿江软土地级市的从社会治理维度探索落地机制的研究还不多见^{[2][6]}。论文的研究创新具体表现为二:一是跳出一般通用施工技术的研究思维,结合九江地区高水位软土地质条件对基坑生态支护、防渗钢板桩循环利用等适用于本地的工法进行针对性改良;二是跳出一般纯工程技术的研究思维,结合社科公共治理的角度,结合企业成本、地方产业链配套、群众居住体验、多部门行政监管等多个考量要素^[7],制定一套适应九江城市管理体系的绿色施工长效推进机制。

2.九江建筑工程绿色施工落地实践现状

2.1 本地主流绿色施工技术应用场景

结合课题实地调研样本来看,当前九江工地绿色施工改造主要以基坑支护环保化、建筑废弃物资源化、现场节能节水防尘管控为主干工程,同时配置海绵城市一体化施工、装配式构件应用两类配施工技术。

2.1.1 软土基坑绿色支护施工工艺应用

受地下水位和软土地层影响,九江停止使用大面积现浇混凝土挡墙,大力推广应用两大类低污染、可循环的支护工艺:一是微型桩+生态植草护坡组合复合支护,用生态毯代替全硬化混凝土作为坡面铺贴,可稳固边坡土体的同时增加城市绿化率,减少硬质护坡对水土循环的阻断;二是可循环钢板桩支护体系,钢板构件可拆解循环再利用,相较于喷锚支护,建筑垃圾减少七成以上,基坑整体工期缩短两成,已大规模应用于八里湖新区多层地下室^[6]。

八里湖某商业综合体两层地下室项目选用循环钢板桩支护,基坑施工阶段渣土外运量降低 62%、施工废水经三级沉淀池过滤循环用于场地洒水、混凝土养护,围挡配套雨水收集槽蓄积天然雨水,项目整体市政自来水消耗量降低 32%,完美符合海绵城市施工管控标准。但调研同时也能看出,县域小型住宅项目、中小房企开发楼盘仍沿用传统喷锚工艺,生态护坡类绿色支护覆盖率不足四成。

2.1.2 施工现场建筑垃圾资源化利用模式

九江市持续开展“无废工地”创建工作,要求规模以上工地落实建筑垃圾分类堆放、现场破碎再生^[5]。大型市政、商业类项目普遍配置移动式破碎设备,将现场废弃的混凝土、砖块粉碎加工成再生骨料,就近用于场地回填、铺设临时施工道路,就地再生骨料可利用 75%;模板体系利用钢模、塑料模板替代传统木模板,严格控制木材损耗率低于 8%。但存在产业配套短板:中心城区建筑垃圾资源化处置站点数量有限,瑞昌、永修、德安等县域内缺少就近破碎加工场地,废弃物外运距离长、运输成本高于购买全新砂石价格,小微企业无力购置移动式破碎机器,资源化回收无法落地^[9]。

2.1.3 施工现场节能、防尘、降噪标准化管控

扬尘治理层面,全市在建工地统一布设在线扬尘监测、全自动喷淋、出入口车辆冲洗平台,裸露土方、砂石全覆盖防尘密目网;噪声管控划定居民区周边夜间施工禁令,敏感地块加装隔音围挡;节能推广变频起重塔吊、工地临时光伏照明,项目部办公区空调全部更换节能型;节水系统搭建“雨水收集—施工污水沉淀—循环复用”一体化管线,充分利用九江地表丰富的水资源,减少市政供水消耗^[4]。

2.2 绿色施工落地产生的多元综合效益

2.2.1 长江流域生态保护效益

2023-2025 年九江累计建成 39 个市级标准化无废工地,累计减少建筑垃圾外运填埋量超 12 万吨;基坑生态护坡工艺减少硬质挡墙铺设面积 9.6 万平方米,降低基坑开挖水土流失和地下水污染风险,从工程源头减轻长江沿线水体环保压力,落实长江大保护核心要求^{[1][5]}。

2.2.2 城市民生社会效益

标准化绿色施工使得老城区施工扬尘大幅减少,夜间噪声扰民投诉大幅减少;智慧工地线上监测系统实现主管部门远程实时监管,减少现场突击监管频次;装配式构件、循环支护减少现场湿作业工期,运输渣土车辆出入市区频次减少,缓解城区早晚高峰交通拥堵的压力;新建绿色建筑强制性使用低 VOC 的环保内墙、地面,改善了居民居住的健康环境^[2]。

2.2.3 地方行业示范效益

九江采用全域新建建筑绿色标准全覆盖,无废工地常态化考核,海绵城市、基坑施工一体化管控的管理模式,形成覆盖赣北地级市的绿色建造治理样板,可在省内沿江、滨湖城市进行政策落地、监管、技术推广的实操参考。

3.九江推广绿色施工现存核心问题(课题调研实证结论)

3.1 前期投入成本抬高,中小企业转型动力不足

本次在本地施工企业发放的问卷数据显示,82%的中小施工单位提出绿色施工一次性投入成本过大:循环钢板桩、移动式破骨机、光伏照明等设备采购资金门槛高,小项目工程量小,设备摊销回本周周期长;本地再生骨料、低碳保温板材售价比传统建材高,政府专项补贴只覆盖政府投资类项目,市场化商品房没有成本补偿渠道,企业主动升级工艺积极性不高。同时,九江市现行工程造价计价清单只纳入常规基坑支护项目,未增设生态护坡、再生建材使用专项计价子目,企业额外绿色改造成本无法纳入工程预算^[1]。

3.2 适配本地软土地质的绿色施工规范缺失

目前省内的通用绿色施工技术规范多数针对省内平原硬土地层编订,与地下水高、软土层厚的九江地质条件适配度不高^[6],本地尚未有专项技术导则,微型桩生态护坡、临江防渗钢板桩施工流程、质量验收没有统一的参照标准;地下室基坑与海绵城市雨水收集一体化施工缺乏官方的验收细则,施工、监理的单位做法未统一,部分绿色工艺存在边坡渗漏、支护变形等质量隐患。

3.3 本地绿色建材与废弃物处置产业配套薄弱

九江本地建材生产企业仍以生产普通砂石、商品混凝土为主,低碳预制构件、环保保温板材、水性涂料等产能不足,多数绿色建材从南昌、武汉跨地区运输,加上物流运输成本,提高了工程造价;建筑垃圾资源化加工工厂集中位于中心城区,县域缺乏配套处置站点,工地废弃物外运路程长、运输成本高,再生骨料就地利用难以规模施行^[9]。

3.4 绿色建造专业技术人才储备存在缺口

本地建筑一线从业人员以传统施工班组为主,掌握软土绿色基坑支护、BIM智慧工地管控、建筑垃圾再生处理等专业技术人员凤毛麟角;九江本地高校、职业院校土建相关专业开设绿色建造相关课程比例较低,企业内常态化新工艺实操培训体系不健全,一线工人对循环支护、再生骨料施工操作熟练度不足,制约绿色工艺大范围推广应用^[8]。

3.5 多部门监管数据割裂,协同治理效能偏低

绿色施工管控涉及的住建、城管、环境、资源四个主管部门,目前各单位监管系统数据独立运行,各单位的监管相对片段化:住建部门掌控工程质量和绿色施工标准,城管负责渣土运输和建筑垃圾处置审批,环保部门负责扬尘、污水排放监管,各部门单独巡查、重复检查现象多,同时涉及小型民营工地的县域监管存在常态化监管盲区;部门联合执法频次少,对违规粗放施工的惩戒力度不足^[7]。

4.双碳目标下九江绿色施工优化实施对策

结合本次九江市社科基金实地调研的数据以及地方治理的实际情况,从政策激励、技术标准、产业配套、人才培养、协同监管五个方面提出系统化的落地路径。

4.1 完善地方造价补贴与信用激励政策

第一,修订《九江市建设工程计价指引》,增加生态基坑支护、再生建材利用、装配式施工专项计价子目,将绿色施工设备投入、固废就地处理成本纳入工程预算,保障施工企业合理收益;第二,增加财政补贴覆盖面,除政府投资项目外,对取得二星及以上绿色建筑评价的商品房项目、获评市级无废工地的企业发放定额补助,同步落实建筑垃圾处置费减免、环保税优惠;第三,将绿色施工落实情况纳入建筑业企业信用评价体系,信用评级优良的企业的工程招投标环节予以分值加分,倒逼行业主动转型,以市场为手段,以利益为导向^[1]。

4.2 编制适配九江软土地质的地方施工技术导则

组织九江市住建局与本市甲级设计院、头部施工企业联合编制《九江市滨湖软土基坑绿色支护施工技术导则》，明确规范微型桩生态护坡、防渗循环钢板桩施工工序、边坡防渗处理、竣工验收统一标准^[6]；推动海绵城市配套设施与基坑工程同设计、同施工、同验收，出台一体化施工操作图集，免费向全市施工、监理单位印发学习培训导则；选取八里湖、浔阳滨江片区项目建立绿色施工试点，对成熟案例进行总结，在全市行业内推广。

4.3 补齐县域绿色建材与固废资源化产业配套

一是统筹布局县域建筑垃圾资源化处置站点，缩减工地废弃物运输半径，降低使用再生骨料的综合成本^[5]；二是出台产业招商扶持政策，吸引低碳化的预制构件、新型环保建材生产企业落户九江，搭建本地绿色建材供应链，降低外地建材长途调运成本；三是由建筑业协会搭建建材需求供给平台，定期增补本地再生骨料、环保板材生产厂商名录，打通施工企业采购渠道。

4.4 搭建分层分类绿色建造人才培养体系

联动九江本地高校、建筑行业协会开展绿色施工专项实操培训班，对项目管理人员进行 BIM 智慧工地、软土基坑生态支护、固废再生处理等方面的理论方法普及宣传；对接一线施工班组进行现场实操教学训练，重点培训本地应用的高频生态护坡、循环钢板桩施工工艺做法；开展对评审工程技术职称的专业成果要求研究讨论，增设绿色建造专业相关成果研究加分项，引导技术人员深耕低碳化施工，逐步弥补行业专业人员缺口^[8]。

4.5 搭建多部门智慧化协同监管平台

升级九江既有的智慧工地线上监管系统，打通住建、城管、环境部门系统检测端口，实现施工扬尘、噪声、污水排放、建筑垃圾转运全过程线上动态监管；区分中心城区、老城区、滨江片区、县域工地执行差异化管理，老城区重点管控降噪抑尘，滨江沿江地块重点核查基坑地下水防渗、水土保持设施等；提高县域小型民营项目抽查随机检查频次，对不落实绿色施工要求的项目下发限期整改通知书，落实信用扣分、行政处罚等惩戒措施，形成“事前指导、事中监测、事后惩戒”的全链条监管机制^[7]。

5 结论与研究展望

5.1 研究结论

本九江市社会科学基金课题通过 22 个工程实地调研，36 家施工企业问卷走访，多部门政策文本分析梳理了绿色基坑支护、建筑垃圾资源化、智慧工地环保管控技术在九江市建筑工程应用的建成效果、现实阻碍，研究认为，绿色施工工艺可同时实现长江生态保护、城市民生改善、行业示范引领多倍收益，完全符合九江长江大保护、全域海绵城市建设的城市发展定位^[4]；但企业转型成本压力、属地专用施工标准、绿色建材产业链配套、专业人才、多部门监管数据割裂五大核心症结，局限绿色施工在中小项目、县域工程的全面铺开。

立足九江滨江软土城市特殊资源及地质条件，本文采用的财政计价激励、本地化施工技术标准、绿色建材产业培育、分层人才培养、多部门智慧协同监管五个一体的优化方案，能有效降低企业绿色改造成本、统一本地施工工艺标准、完善上下游产业配套，为九江建筑业碳质高质量发展提供可落地的治理方案，也为省内同类沿江地级市绿色建造社科研究提供数据证明。

5.2 研究展望

本次课题调研样本集中，且聚焦于 2024—2025 年九江在建工程项目，后续可延长跟踪调研周期，对财政补贴以及地方施工导则落地后的远期实施效果进行持续的跟踪观测；随着九江地区装配式建筑、光伏建筑一体化项目逐年增多，后续可进一步深化对“绿色施工 + 智能建造”融合发展路径的研究，继续充实和完善适宜于赣北滨湖城市的绿色建造治理体系，后续可继续为九江市后续城建类社会科学研究提供原始的实证素材^[9]。

参考文献：

- [1] 九江市住房和城乡建设局.2026 年全市建筑业绿色施工推进工作通报 [Z].2026.
- [2] 李丽.低碳发展视域下建筑工程绿色施工管理路径探析 [J]. 工程建设与管理, 2024,23 (04):42-47.
- [3] 黄凯,郑超.城市商业综合体项目绿色施工技术落地实践分析 [J]. 华南建筑, 2024,52 (09):49-55.
- [4] 住房和城乡建设部.绿色施工导则 [R]. 北京:住房和城乡建设部,2007.

- [5] 九江市城市管理局.九江市建筑垃圾综合治理专项规划（2023-2035）[Z].2025.
- [6] 庞志超,李静.软土城区基坑绿色支护工艺优化与应用研究 [J]. 建筑施工技术,2025,46 (12):108-113.
- [7] 刘旭光.城乡低碳建造治理体系构建研究 [M]. 北京: 商务印书馆,2025:31-39.
- [8] 陈杰.地市级建筑业绿色转型政策工具效能研究 [D]. 南昌大学,2025:22-28.
- [9] NAGARAJAN V. Construction waste recycling technology for waterfront urban projects [J].International Journal of Sustainable Construction,2024,33 (22):6441-6452.

Research on the practice and optimization strategy of the green construction technology in Jiujiang Architectural Engineering

Zhang Jian, Liang Wen Shen

Jiujiang Polytechnic University of Science and technology, jiujiang, china

Abstract:(Jiujiang Construction Engineering Quality and Safety Service Center, Jiujiang 332000, Jiangxi, China)

Abstract: As the superposition of policies such as ecological protection of Yangtze River Economic Belt, sponge city construction and low-carbon transformation of construction industry, green building standard have been covered in all newly-built civil buildings in Jiujiang and green construction have become a mandatory control index in urban renewal, commercial development, and municipal supporting projects. Bases on the survey results of Jiujiang Social Science Fund Project, this paper use the ecological foundation pit support, on-site recycling construction waste, energy-saving and water-saving control and building smart construction site digital supervision as the core research carrier. Combined with the field survey data of more than 22 construction projects, this paper analyzes the application effect and practical obstacle of green construction technology of local residential buildings, commercial complexes, and old community reconstruction projects. The survey shows that promotion of green construction in Jiujiang's construction industry is confronted with issues that the transformation cost is high for small and medium-sized construction enterprises, there is no special construction standards by adapting to local soft soil strata; low-carbon building material industry is not strong enough to support the construction; there is an obvious shortage of professional talents; and multi-department supervision is not coordinated. Combined with local urban construction rules, construction waste management plans and spongy city management rules of Jiujiang, long-term promotion schemes that are applicable to the river front cities in northern Gan are proposed from five aspects: the financial incentive policy, localized construction technical standards, green building material industry cultivation, hierarchical training of the industry talents and comprehensive cross-department supervision. It has practical reference value to the low-carbon transformation of the construction industry in similar riverfront prefecture-level cities, and assists Jiujiang in building a demonstration area of green construction in the middle reaches of Yangtze River.

Keywords: (green construction; soft soil foundation pit support; construction industry in Jiujiang; dual carbon goals; zero-waste construction site; sponge city construction)