

# 绿色施工技术在上海五建办公大楼项目中的集成应用与效益分析

范孝俊

上海建工五建集团有限公司, 上海 200063

[摘要]文中主要以上海五建办公大楼项目绿色施工技术体系为研究对象,对项目整体创新性集成应用情况,如深基坑伺服支撑、水资源梯级利用等多项关键技术进行梳理。项目通过构建“资源循环-智能监测-协同管理”三位一体实施模式,实现节约成本131.7万元,形成了可复制于城区复杂环境下的绿色施工整体实施方案。项目数据表明,该绿色施工技术可使综合建造成本降低4.2%,为其他类似项目提供了重要实践参考。

[关键词]绿色施工;深基坑工程;资源循环;智能监测;经济效益

DOI: 10.33142/ect.v3i5.16478

中图分类号: TU17

文献标识码: A

## Integrated Application and Benefit Analysis of Green Construction Technology in the Shanghai Fifth Construction Office Building Project

FAN Xiaojun

Shanghai Construction No. 5 Construction Group Co., Ltd., Shanghai, 200063, China

**Abstract:** The article mainly takes the green construction technology system of the Shanghai Fifth Construction Office Building project as the research object, and sorts out the overall innovative integrated application of the project, such as deep foundation pit servo support, water resource cascade utilization and other key technologies. The project achieved a cost savings of 1.317 million yuan by constructing a three in one implementation model of "resource recycling-intelligent monitoring-collaborative management", forming a green construction overall implementation plan that can be replicated in complex urban environments. Project data shows that this green construction technology can reduce overall construction costs by 4.2%, providing important practical references for other similar projects.

**Keywords:** green construction; deep foundation pit engineering; resource recycling; intelligent monitoring; economic benefits

### 1 背景绪论

#### 1.1 绿色施工技术的发展现状和重要性

绿色施工技术是指在工程施工过程中,采用环保、节能、减排的技术措施和方法,实现资源高效利用和环境保护的新型施工模式。通过“四节一环保”的核心理念,以科学管理以及新技术应用,最大限度节约资源、减少对环境负面影响。在国际上,发达国家绿色施工起步早,技术成熟,已形成完整体系。在国内,随着可持续发展理念深入人心,绿色施工逐渐受到重视,发展迅速且潜力巨大。它不仅是建筑行业实现低碳转型的关键,也是提升企业竞争力、保障生态环境、促进经济高质量发展的必然要求。

#### 1.2 国家政策对绿色施工技术的支持

国家和地方政府对绿色施工技术大力支持。国务院印发《2030年前碳达峰行动方案的通知》,要求推广绿色低碳建材和绿色建造方式。住建部开展绿色建造试点工作,在国内各地选取项目试点,给予各类补助以及支持。为绿色施工相关技术的应用提供了良好的政策环境。

### 2 工程概况与实施挑战

#### 2.1 项目基本情况

上海五建办公大楼项目位于普陀区大渡河路与金沙江路交叉口,总建筑面积22,960.36m<sup>2</sup>,地下3层(深度

17.04m),地上12层钢框架结构。项目毗邻运营中地铁15号线及220kV高压线,周边环境敏感系数达1级(图1)。基坑采用800/1000mm厚地下连续墙围护,设置四道支撑体系,其中B区采用带轴压伺服系统的钢支撑。项目具有三大典型特征:

(1) 环境敏感:紧邻运营地铁15号线(水平净距1.8m)及220kV高压线(垂直净空19.5m)。

(2) 技术复杂:基坑支撑体系多样,整体工程新技术应用广泛。

(3) 绿色标准:目标获得LEED铂金级、WELL铂金级双认证。



图1 项目区位示意图

表1 项目主要技术参数

项目	参数
基坑面积	4058m <sup>2</sup>
围护结构	800/1000mm 地连墙
钢支撑规格	∅609×16mm
水资源利用率	35.7%

2.2 核心实施难点

(1) 地铁保护要求：基坑东侧与地铁结构共墙，允许变形量≤2mm。

(2) 资源约束：场地利用率仅 72%，传统施工机械受限高压线安全距离（需保持 6m 净空）。

(3) 环境标准：噪声昼间≤65dB（实测峰值 69.8dB），扬尘浓度 PM10<0.5mg/m<sup>3</sup>。

3 绿色施工技术体系构建

3.1 技术框架设计

建立“四节一环保”技术体系，重点突破深基坑支护、资源循环、数字化管控三大领域。



图2 技术体系架构图

3.2 关键技术应用

3.2.1 深基坑绿色支护技术

(1) 分坑施工+伺服钢支撑系统

深基坑伺服支撑系统由智能伺服油缸、支撑轴力监测传感器、控制系统等组成。

智能伺服油缸可根据监测数据自动调整轴力，支撑轴力监测传感器实时反馈支撑轴力数据，控制系统则对数据进行分析处理并发出控制指令。

在上海五建办公大楼项目中，首先根据基坑地质条件和周边环境，对整体支撑方案进行详细设计，确定支撑布置和参数。然后，精准安装伺服支撑系统，确保各部件连接牢固。在施工过程中，实时监测轴力变化，系统自动调整以保持支撑稳定，有效控制了基坑变形，保障了基坑施工的安全与质量。

方案中，通过将基坑划分为A、B两区（A区 3,557m<sup>2</sup>，B区 501m<sup>2</sup>），采用差异化支护策略。B区采用∅609×16钢管支撑（带3000kN油压伺服系统），支撑轴力动态调控精度达±5%。相较传统混凝土支撑：

◎减少混凝土用量 120m<sup>3</sup>（节约率 23.1%）。

◎钢材节约 3.2t（表1）。

◎围护结构最大水平位移控制在 18.3mm（设计限值 25mm）。

表2 支护体系技术经济对比

技术指标	传统支撑	伺服支撑	节约率
混凝土用量(m <sup>3</sup> )	520	400	23.1%
钢材用量(t)	28.5	25.3	11.2%
施工周期(天)	45	32	28.9%
变形控制(mm)	4.2	1.8	57.1%

3.2.2 可回收预应力地连墙技术

在西侧 A2-3 槽段应用可回收无黏结预应力技术，单幅地墙节约钢筋 0.78t。通过预埋 HDPE 套管实现预应力筋 100%回收，材料重复利用率达 85%。



图3 可回收无黏结预应力筋图

3.2.3 资源循环利用系统

(1) 封闭降水循环系统

设置3套100m<sup>3</sup>/h泥水分离设备，建立三级水循环体系：

- A. 施工降水→沉淀池→冲洗用水（利用率 62%）。
  - B. 混凝土养护用水→回收水箱→降尘喷洒（利用率 35%）。
  - C. 生活污水→MBR 处理→绿化灌溉（利用率 18%）。
- 累计节约市政用水 16,231 吨，循环水总量 25,378 吨，综合水耗降至 3.8m<sup>3</sup>/万元产值。

(2) 建筑垃圾再生技术

采用移动式破碎筛分机组（处理能力 50t/h），将拆除混凝土转化为 5~20mm 再生骨料。用于施工便道基层铺设，减少外运费用 12.8 万元。

表3 建筑垃圾资源化统计

材料类型	产生量(t)	再利用量(t)	利用率	替代天然材料(t)
混凝土碎料	412	256	62.1%	189
废旧钢材	50	40	80.0%	36
木质模板	101	65	64.4%	52

3.2.4 数字化管理平台

构建 BIM+IoT 智慧工地系统，实现：

A. 实时监测：部署 32 个应变传感器（采集频率 1 次/10min）。

B. 智能预警: 建立三级报警机制(70%、85%、95%阈值)。

C. 碳排放管控: 施工阶段碳排放强度  $58\text{kgCO}_2/\text{m}^2$  (行业均值  $72\text{kg}$ )。



图4 数字化管理平台图

## 4 实施效果分析

### 4.1 经济效益

通过绿色施工措施累计节约 131.7 万元, 主要来源于:

(1) 直接节约: 材料费 87.2 万元 (占比 66.2%)。

(2) 间接效益: 工期缩短 45 天 (节约管理费 44.5 万元)。

表4 经济效益汇总表

项目	节约量	经济效益(万元)	ROI	投资回收期(年)
节水	41,609 吨	20.5	3.8 : 1	1.1
节能	169,816kWh	38.8	4.2 : 1	0.9
节材	钢材 71.8t	40.4	5.1 : 1	0.8
技术优化	工期缩短 45 天	32.0	/	/

注: ROI=效益/投入成本

上海五建办公大楼项目在绿色施工技术的应用下, 取得了显著的经济效益。

从成本节约角度看, 深基坑伺服支撑技术减少了传统支撑方式的材料消耗和人工费用, 水资源梯级利用系统降低了水费支出, 其他如智能监测技术减少了质量问题的返工成本, 资源循环利用也节省了材料采购成本。

节能, 节材, 节水以及技术优化等措施为项目累计节约的资金约占项目总产值的 0.7%。

### 4.2 环境效益

该项目在环境效益方面也取得了一定的成绩。

在节能减排上, 主要通过各种新技术应用以及相关的技术优化, 减少了能源消耗。部分区域采用了可再生能源供应电力, 进一步降低了碳排放。

水资源的梯级利用大幅减少了新鲜水资源的消耗, 降低了污水排放量。

在环境保护方面, 严格的扬尘控制措施、噪音控制手段等, 有效改善了施工过程中对周边环境造成的不良影响。

施工废弃物的分类处理和资源循环利用, 减少了垃圾填埋量和对土地资源的占用, 对保护城市生态环境起到了积极作用, 为上海市的绿色发展贡献了力量。

(1) 噪声控制: 昼间 64.2dB (标准 70dB), 夜间 52.3dB

(标准 55dB)。

(2) 扬尘浓度: PM10 均值  $0.43\text{mg}/\text{m}^3$  (低于上海市标准 14%)。

(3) 碳减排: 减少碳排放  $1,286\text{tCO}_2$  (相当于种植 7,300 棵乔木)。

表5 典型施工阶段环境监测数据

监测点	施工阶段	PM10 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	噪声 (dB)
东侧围挡	土方开挖	0.68	69.2
南侧道路	结构施工	0.35	63.5
北侧高压线区域	支护施工	0.41	67.8

## 5 技术创新与推广价值

### 5.1 技术突破

(1) 高压线下施工装备改造

研发成槽机截杆技术, 将机械高度从 18m 降至 13.5m, 顶部加装绝缘保护装置, 实现距 220kV 高压线 6m 安全施工。为类似有净空控制要求或者高压线保护需求的项目提供了有效的借鉴。

(2) 深基坑水资源梯级利用

突破传统的基坑降水以及项目用水, 节水模式。围绕着“降水-冲洗-养护-降尘-灌溉”五级用水, 建立了水资源梯级利用系统, 系统设计遵循“按质用能、梯级利用”的原则。

在上海五建办公大楼项目中, 首先对施工现场的水资源进行全面调查, 包括雨水、生活污水、施工废水等不同来源的水。

然后, 根据水质和水量的差异, 将水资源分为高、中、低三个等级。高水质水用于生活饮用和混凝土养护等, 中水质水用于冲洗车辆和道路, 低水质水用于绿化灌溉和降尘等。

通过设置雨水收集池、污水处理设施和水循环管道等, 实现水资源的循环利用。雨水收集池收集雨水, 经简单处理后用于低水质用途; 生活污水和施工废水经污水处理设施净化后, 用于中水质用途, 有效提高了水资源的利用效率, 减少了水资源浪费。

比传统模式节水 40%。

(3) 在定型化设备优化, 加强周转使用率上卓有成效, 获得实用新型专利 2 项(ZL2018 2 1907065.4) (ZL2019 2 2460541.3)

### 5.2 管理模式创新

在上海五建办公大楼项目中, 构建了“资源循环-智能监测-协同管理”三位一体模式。

在资源循环方面, 对施工废弃物分类处理, 可回收材料回收再利用, 不可回收材料无害化处理, 实现资源高效循环。

智能监测上, 利用 BIM 技术和物联网技术, 实时监测施工环境指标、质量指标等, 及时发现并解决问题。

协同管理则是通过整合各方资源, 加强各部门沟通协

作,形成整体合力。通过BIM平台集成设计、施工、运维数据,减少设计变更23次通过该模式,实现了资源利用效率的最大化、施工过程的智能化以及管理的高效协同,为绿色施工提供了有力保障,推动项目绿色施工水平迈向新高度。

### 5.3 行业推广价值

技术成果已应用于我司后续承建的多个项目:

平均节约成本6.2%(最高达9.1%)。

缩短工期8~15天/万 $m^2$ 。

上海五建办公大楼新建工程项目获评2021年度上海市绿色施工样板工程以及中施企协绿色施工评价二星。

项目作为绿色施工的标杆工程,树立了良好的行业示范效应,推动了建筑行业绿色施工技术的应用和普及,促进了建筑行业的可持续发展。提升了企业形象,增强了企业的社会责任感和品牌影响力,为企业在市场上赢得了更多的认可和信任,对提升整个社会的绿色发展意识和环保理念具有重要的推动作用。

### 6 结论与展望

本项目在绿色施工技术应用中积累了宝贵经验。通过集成创新实现:

(1) 构建复杂城区深基坑绿色施工技术体系。

(2) 形成“资源循环-智能监测-协同管理”三位一体实施模式。

(3) 验证绿色技术经济可行性( $ROI>3:1$ )。

绿色施工技术在未来工程中的应用前景广阔。随着政策支持力度不断加大,如“双碳”目标下相关规划与方案的出台,以及新兴技术如基坑气膜技术的涌现,绿色施工技术将更加多样化、智能化。绿色建筑标准全面执行的要求,也将促使绿色施工技术广泛应用。不过,仍需完善相

关标准规范,提高施工单位认知与能力,加强技术研发与成本控制,推动绿色施工技术不断创新与进步,实现建筑行业的可持续发展。

但在项目推进绿色施工过程中,也发现了如绿色施工领域定额损耗现行标准缺项率较高,区域性建筑垃圾再生利用中心较少等问题,是未来有待进一步发展的领域。

#### [参考文献]

[1] 住房和城乡建设部关于发布国家标准. 建筑工程绿色施工评价标准 GB/T50640-2020[S]. 北京: 住房和城乡建设部, 2020: 2-3.

[2] 上海市住房和城乡建设管理委员会. 上海市绿色建筑“十四五”发展规划[S]. 上海: 上海市人民政府, 2021: 3-4.

[3] 王建国. 智慧工地系统在绿色施工中的应用研究[D]. 上海: 同济大学, 2021.

[4] 住建部. 建筑业10项新技术(2017版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.

[5] 张宏伟. 深基坑伺服支撑系统力学特性研究[J]. 岩土工程学报, 2020, 42(2): 1-6.

[6] 陈伟, 赵明, 刘强. 建筑废弃物资源化利用技术路径研究[J]. 环境工程, 2023, 41(2): 78-83.

[7] 王亮, 李娜. 绿色施工经济效益分析模型构建及应用[J]. 建筑经济, 2022, 43(4): 56-61.

[8] 张建平, 李恒, 王勇. BIM技术在绿色施工中的应用研究[J]. 施工技术, 2021, 50(12): 1-5.

作者简介: 范孝俊(1986.1—), 毕业院校: 江南大学, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 上海建工五建集团有限公司第二工程公司, 职务: 总经理, 职称级别: 高级工程师。