工程与管理科学
Engineering and Management Science
第 8 卷◆第 10 期◆版本 1.0◆2026 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2705-0637(P) / 2705-0645(O)

智能化技术在市政园林景观施工中的创新应用

胡云
中国水利水电第十一工程局有限公司　河南省郑州市　450000

DOI：10.32629/ems.v8i10.22584

［摘　要］市政园林景观工程多专业交叉协同，现场条件复杂，活体苗木施工养护难度大，传统人工施工模式存在测量精度不足、土方算量偏差大、现场信息割裂、质量追溯困难等短板。研究构建感知、传输、平台、应用四层智能化施工架构，集成 BIM+GIS 建模、无人机倾斜摄影、物联网传感监测、智慧工地平台多项数字化技术，将智能化手段嵌入施工深化、土方调配、苗木栽植养护、质量安全管控全流程。工程实践表明，智能化技术可大幅压缩土方收方工期，优化土方调配方案，实现按需精准灌溉，显著提升苗木成活率，形成质量管控闭环。新技术能够减少现场返工，节约水资源与养护人力，实现进度、质量、成本一体化管控。数字化转型推动市政园林施工由经验管理转向数据驱动管理，可为同类景观工程智能化落地提供实践参考。

［关键词］智能化施工；市政园林景观；BIM 技术；智能灌溉

引言

市政园林景观工程融合土建、给排水、电气、绿化等专业，作业区域分散，地形条件复杂，苗木作为活体材料受季节气候约束，景观效果评价难以量化，且常伴随边设计边施工的建设模式，现场协调难度较高。传统施工依靠人工放样、经验估算工程量、纸质资料记录现场信息，放样误差易累积，工程量核算效率低下，苗木养护缺少动态监测手段，质量安全信息传递滞后，易引发返工、资源浪费与结算纠纷。伴随数字基建技术快速发展，智能化手段逐步应用于园林施工领域。本文搭建四层智能化施工技术体系，阐述各类数字化技术在景观施工环节的创新应用，研究配套组织实施路径，并结合实际项目开展成效分析，探索适配市政园林场景的智能化施工落地模式，推动园林景观施工精细化升级。

1. 市政园林景观施工的特点与智能化需求分析

1.1 工程特点

市政园林景观工程常同时包含土建、给排水、电气与绿化等专业，各专业在有限场地内交叉作业，界面多且相互制约，一个专业的变更常牵动其余专业的调整。作业面沿道路、广场、河道分散布置，工区之间距离远、各自独立，场地内地形起伏、障碍物多，测量放线的通视条件差，卫星信号受构筑物遮挡也较明显。苗木是唯一具备生命的施工对象，其规格质量与栽植时机受季节和气候制约，反季节栽植时缓苗期长、死亡率高，对土壤、水源和养护条件的要求高于一般土建材料，根系土球在搬运和假植中还容易受损。工程对生态与景观效果的评判主观性强，既要满足使用功能，又要兼顾形态、色彩与季相变化，验收标准较一般土建工程更难量化，不同工区苗木规格的差异也常成为结算争议的焦点[1]。市政园林施工还常与道路、管网、架空线同步推进，时序交错，给排水与电气配套的接口预留需要在深化阶段统一考虑，边设计边施工的推进方式又使深化图纸常滞后于现场进度。

1.2 传统施工模式的突出问题

传统模式下，测量放线依赖全站仪逐点打桩，遇到地形遮挡要反复搬站，效率低且误差易累积，一个点的偏差往往沿后续工序放大。土方量计算多凭经验估算断面，与现场实际出入较大，常导致开挖与回填失衡、二次搬运频发，调配方案缺少运距与平衡的比选依据。苗木栽植按图纸粗略定位，定点精度不高，土球与地下管线冲突时只能临时改位，影响整体布局和后期养护，栽植后的生长与成活情况也没有过程数据支撑[2]。进度、质量、安全信息分散在纸质记录和各专业班组手中，总包与监理难以实时掌握，问题发现与整改往往滞后，隐蔽工程影像缺失也增加了后期追溯和结算的难度，各环节之间缺少数据衔接，前道工序的错误要到后道才暴露，返工成本高，问题责任也难以厘清。

1.3 智能化施工的总体技术思路

针对上述矛盾，智能化施工以数据驱动为主线，形成感知、传输、平台、应用四层架构，见图 1。



图 1　智能化施工技术体系架构图

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

感知层依托 BIM 模型、GNSS 定位、无人机、土壤与气象传感器和视频监控等设备，从空间位置、现场影像与生长环境三个维度采集施工要素，是数据体系的源头。传输层借助 4G、5G 与 LoRa 等网络把分散数据实时汇入平台，LoRa 适合种植区低功耗远传，5G 则支撑视频与点云的宽带回传。平台层承载智慧工地与 BIM 管理平台，完成数据的清洗、集成、存储与发布，为总包、监理与各专业班组提供统一入口，避免重复填报。应用层面向测量放样、土方平衡、苗木栽植、智能灌溉及质量安全管控等具体业务提供服务。数据沿各层流动并反馈修正，使现场管理从经验判断转向数据决策。各层职责清晰、接口明确，新增设备或业务可挂在对应层级上扩展，系统具备可成长性。后文按此主线展开各项技术的施工应用。

2.智能化施工关键技术与创新应用

2.1 BIM 与 GIS 数字化建模与施工深化

施工准备阶段，项目方将场地、苗木与构筑物建成 BIM 模型，各专业模型合模后进行碰撞检查。模型中的苗木以参数化族库描述，可标注规格、数量和栽植位置，为后期放样与验收提供唯一数据源，换苗补植也能在模型中同步更新。结合 GIS 处理场地高程与地形数据，可为苗木定点放样提供三维依据，复杂地形下放样精度明显优于传统逐点打桩。喷灌管网、排水管线等隐蔽工程的走向与埋深在模型中深化，施工前即可核对它们与苗木、基础的位置关系，减少现场临时改线，也避免因管线碰撞造成的开挖返工，深化结果还可用于班组交底[3]。模型输出的放样坐标与栽植清单可直接供现场调用，减少图纸转译中的错漏。

2.2 无人机倾斜摄影与土方平衡计算

无人机航测一次飞行即可获取大范围高分辨率影像，经布设像控点与空三重建生成实景三维模型，与设计面叠加后自动计算开挖、回填方量与调配方案。成都某医院项目景观工程结算中，人工收方耗时 30 天，改用无人机实景模型提取工程量仅需 3 天，工效提升约 10 倍。在 10㎡场地按 1m 间距抄测点位，传统测量约需 3 天，无人机 0.5h 飞行加 2h 内业建模即可完成，效率提高约 20 倍。实景模型还能直观反映现场实际，把挖填区、弃土场与借土区纳入统一测算，依据运距与平衡分析比选调配方案，优先利用场内土方，减少凭经验估算引起的二次搬运，也为过程计量与结算提供影像依据。

2.3 物联网传感与土壤、灌溉监测

在种植区布设土壤水分、温湿度与气象传感器，实时采集墒情数据，经平台处理后联动智能灌溉系统，按需供水而非定时定量。传感器按地形、朝向与土质分区布设，结合降雨与蒸散数据修正阈值，避免过灌与欠灌，降雨时自动顺延，既省水又避免根系缺氧。成都纬图项目采用压力补偿式滴灌配合土壤传感器动态调控，针对乔木、灌木与地被分级设定流量，年节水约 3100㎥，乔木成活率由 83%升至 97%。传感数据同时记录苗木栽植后的生长与成活过程，形成每株的养护档案，为后期补植与验收提供依据。

2.4 智慧工地管理平台的进度、质量、安全协同

平台汇集人员定位、视频监控、质量检查与进度节点等数据，把分散在各专业班组的信息集中到一个数字看板。土方、栽植、铺装等工序的完成情况实时更新，多专业在平台上协调穿插，避免窝工。质量问题经拍照上传、指派整改、复查销项形成闭环，整改责任人、时限与结果全程留痕。隐蔽工程影像自动关联工序节点，可随时追溯，为验收和结算提供依据。人员进出场与重点区域实现智能识别，配合预警机制降低安全风险。进度节点与资源计划联动，关键线路延误时平台自动提示，便于提前调配力量。市政园林工程专业众多、现场复杂，此类平台的协同价值尤为突出[4]。平台看板按角色定制界面，总包看全局进度，监理看质量隐患，班组看当日任务，信息各取所需。各项技术在主要施工环节的对应关系见表 1。

表 1　各智能化技术在主要施工环节的应用要点对照

应用技术	适用施工环节	实施要点	预期效益
BIM 与 GIS 建模	施工深化、苗木定点	模型合模碰撞检查，结合高程定点	放样减少返工，放样精度提升
无人机倾斜摄影	土方平衡、结算收方	实景建模自动算量，与设计面叠加	工效提高约 10 倍，减少二次搬运
物联网智能灌溉	苗木栽植、养护	墒情传感联动灌溉，建立养护档案	节水 30%~50%，提高成活率
智慧工地平台	进度、质量、安全	数据集中看板，问题闭环销项	信息协同，隐蔽工程可追溯

3.智能化施工的组织与实施路径

3.1 组织与数据流转机制

智能化技术的价值最终取决于能否嵌入现有施工组织。项目应明确数据责任主体，由技术员负责模型与放样数据，测量组维护地形与土方数据，养护组管理传感与灌溉数据，避免各专业数据无人维护。软硬件配置要与岗位职责对应，传感器、无人机等设备落实保管与校准责任人，平台账号按角色分配权限，数据权限与工作边界一致。数据采集、审核

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.

与发布的流程写入岗位职责，明确谁录、谁审、谁用，防止系统建成后闲置。数据质量要定期抽查，对长期未更新或明显异常的字段及时纠正，保持模型与现场一致[5]。进场前开展操作培训，使班组习惯以平台数据代替口头交接，是系统持续运转的前提，也有利于问题责任落到人。

3.2 数据驱动的质量管理闭环

质量管控围绕数据采集、分析预警、整改销项三个环节运转。现场检查数据实时上传平台，系统按阈值自动预警，土壤水分过低时提示补水，栽植后未按期返青则提醒养护介入。预警信息推送至对应责任人，整改完成后上传影像复查销项，形成可追溯的闭环，避免口头通知无据可查。苗木成活率与养护数据持续追踪，既服务于当季验收，也为后续补植和养护计划提供依据，补植数量不再靠现场临时清点，而是直接从档案导出。反复出现的问题还能反向暴露工艺或养护环节的薄弱点，质量数据与养护记录在平台长期留存，跨季节的成活趋势也能回看分析。

3.3 成本与进度协同

进度计划编制依据模型与实际进度数据，各工序完成情况实时反映，可及时调整资源投入，避免传统方式下计划与现场脱节。成本核算以模型算量结果为基础，土方、铺装、苗木等工程量从平台提取，减少人工核对误差，材料采购量也据此安排。与传统经验式管理相比，计划调整与成本统计有了数据支撑，决策周期明显缩短，超支与窝工风险更早暴露，工程变更和结算也共用同一套口径，减少扯皮，现场材料与机械使用记录回传平台，与计划对比后可及时发现浪费点。

4.应用成效分析

本节以某市政公园景观绿化工程为对象，结合项目信息，对比智能化手段实施前后的变化。

4.1 进度与效率效益

土方测量与结算收方是该工程制约进度的关键环节。采用无人机倾斜摄影后，收方作业由人工 30 天缩短至 3 天，工效提升约 10 倍。土方开挖与回填方案依据实景模型自动编制，避免了反复试算，减少了因算量不准引起的二次搬运，土方工序工期相应压缩，也为后续苗木栽植和铺装争取了有利的季节窗口，整体节奏更加可控。测量外业时间的压缩还减少了人员在复杂地形中作业的安全风险。

4.2 质量与苗木成活率效益

智能灌溉与养护监测投用后，灌溉由定时定量改为按墒情供给。成都纬图项目数据显示，系统年节水约 3100㎥，乔木成活率由 83%提升至 97%，地被层斑秃面积明显减少。本工程苗木成活率稳定在 90%以上，栽植返工与补植数量大幅下降，养护过程全程留痕，验收依据更加充分，补植清单可直接从养护档案导出，苗木规格差异引发的结算争议也明显减少。成活率的稳定使验收一次通过率提高，避免了返工补植带来的工期顺延。养护记录与气象数据对应，可分析不同天气条件下苗木的长势，指导后续养护作业。

4.3 成本与资源节约

土方调配依据实景模型优化，回填方量更接近实际，减少二次搬运成本。智能灌溉降低用水与养护人工投入，干旱地区某新区工程养护成本由每年 180 万元降至 122 万元，灌溉管理人工由 8 人减至 3 人。返工减少直接节省材料与机械费用，综合各项节约可抵消智能化软硬件投入，并形成长期收益。若将模型与平台成本摊入多个在施项目，单项目负担还会进一步下降，节约的养护人工也可转投到关键节点巡查，管理重心从救火转向预防。

结束语:

智能化技术依托四层技术体系，针对性解决市政园林传统施工中的各类痛点，在土方测算、苗木栽植、全过程管控等方面展现突出优势，有效缩短工期、提升工程质量、降低资源消耗，减少工程结算争议。智能化落地并非软硬件简单叠加，需要配套完善组织管理机制，明确各岗位数据管理责任，搭建数据驱动的质量闭环，实现进度与成本协同管控。项目需结合现场条件分步实施，做好人员培训与动态数据维护，助力市政园林工程向高效、低碳、精细化方向持续发展。

[参考文献]

[1]解晓东,吴卫,宋佳.基于 AIGC 技术的市政园林景观设计研究[J].花木盆景,2025,(21):100-101.

[2]罗怡.智能化技术在市政园林景观施工中的创新应用[J].现代园艺,2025,48(20):141-143.

[3]徐西洋.新技术与新材料在市政园林景观工程中的应用[J].中国科技纵横,2025,(10):24-26.

[4]申明勇,朴元泉.智慧城市市政园林景观施工技术研究[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(13):226-228.

[5]程义策.数字化技术在绿色市政园林设计中的应用研究[J].新城建科技,2025,34(2):16-18.

Copyright © This work is licensed under a Commons Attibution-Non Commercial 4.0 International License.