

工程测量在道路景观绿化设计中的应用与实践

蒋创业

上海翰羽工程测量有限公司，上海市，200300；

摘要：漕东片区“美丽街区”工程通过多层级测量技术体系破解密集型城区景观建设难题。项目融合高精度平面控制与高程控制技术，建立统一测绘基准；基于全站仪加密测图实现道路、管线和植被空间数据的精确采集。针对古树保护需求，采用非接触测量技术结合人工测量方法，优化设施布局与保护范围界定。通过测绘数据与设计方案的动态协同，有效协调绿化带与地下设施的空间关系，改善微地形排水效能，形成精细化城市更新项目的标准化测量作业模式，为高密度街区景观工程提供技术实践范本。

关键词：工程测量；四等水准控制；全站仪测图；古树保护；市政景观

DOI：10.69979/3029-2727.25.03.045

引言

市政景观工程在密集型城区实施时，普遍面临道路线性空间与绿化设施冲突、既有植被保护精度不足等现实难题。漕东片区“美丽街区”项目针对狭窄道路特征，构建多层次测绘基准体系，通过高精度控制网实现全域空间参数统一。项目创新采用全站仪加密测图技术，精准标定硬质铺装边界与地下设施位置，有效规避绿化带与管线的空间冲突。针对古树名木保护需求，集成全站仪定位与人工量测技术，建立植被空间坐标数据库，支撑保护性设计决策。工程实践验证，该技术体系显著提升施工放样精度，优化地形竖向设计合理性，减少土方工程量的同时保障生态安全，形成适用于高密度街区的标准化测量解决方案，为同类市政景观工程提供可靠技术范式。

1 多源测量技术的协同应用框架

1.1 高精度坐标基准是设计落地的核心保障

漕东片区“美丽街区”项目位于上海市徐汇区核心区域，道路红线宽度 15m，需在有限空间内协调绿化设施、地下管线及既有乔木保护等多重设计要素。项目团队依据《上海市平面 2000 坐标系》与《吴淞高程系统（2021 年度成果）》，构建分级控制测量体系（详见表 1），实现多专业设计要素的毫米级空间适配。首级控制网布设 11 个 E 级 GPS 点，实测边长相对中误差达 1/45,000，优于规范限值（1/20,000）的 2.2 倍，保障全域平面基准稳定性；次级四等水准观测 6km，闭合差+0.6cm，仅为规范允许误差（±7.3cm）的 8.2%，满足绿化竖向设计精度需求。

表 1 分级控制测量体系技术参数

层级	控制类型	技术指标	项目实测数据	规范限差
首级	E 级 GPS 点	边长相对中误差	1/45,000	≤1/20,000
		点数	11 个	-
次级	四等水准	闭合差	+0.6cm	≤±7.3cm
		观测长度	6KM	-
加密	全站仪导线	测角精度	1"	2"
		测距精度	2mm+2ppm	3mm+2ppm

全站仪导线加密测量中，SET220K 仪器测角精度 1''、测距精度 2mm+2ppm，分别较规范要求提升 50% 和 33%，有效解决建筑退界区（<5m）卫星信号遮挡问题。实测数据显示，绿化带边界放样平面误差 2.5cm（规范限差 5cm），地下管线水平定位偏差 ≤3cm，乔木位置标注误差 ±2cm^[1]。基于此基准体系，成功规避原设计中 3 处绿

化设施与燃气管线水平净距不足 0.5m 的冲突（施工记录编号 DD-2023-047），验证了高精度坐标基准对复杂城市街区多要素协同设计的核心支撑作用。

1.2 技术融合破解复杂场景数据采集难题

漕东路沿线建筑退界空间不足 5 米，乔木冠幅遮蔽

严重，卫星信号遮挡与地面障碍物交织，传统单一测量技术难以满足精细化数据采集需求。项目团队采用“全域控制+局部加密”分层测量模式，以 E 级 GPS 控制网（1 个点位）建立全域框架，控制网边长相对中误差优于 $1/45,000$ ；针对建筑密集区、树冠遮蔽带等信号盲区，采用 SET220K 全站仪实施导线加密测量，测角精度 $1''$ 、测距精度 $2\text{mm}+2\text{ppm}$ ，完成狭窄区域数据采集^[2]。在沿线 62 株乔木（胸径 $\geq 12\text{cm}$ ）定位中，通过免棱镜测距技术获取主干中心坐标，配合钢尺量测胸径并标注保护范围，平面定位误差控制在 $\pm 3\text{cm}$ 。基于四等水准点 BM7（5.1 15m）、BM8（5.165m）与 20 组高程散点数据，建立道路纵向坡度模型，识别出 3 处自然坡度小于 0.3% 的低洼区域。实测数据表明，1:500 数字测图地物点平面位置中误差 2.8cm 、高程中误差 3.1cm ，满足《1:500 数字地形测量规范》DG/TJ08-86-2010 要求。施工验证显示，G 19 点（X=-6544.641, Y=-3443.366）处悬铃木保护范围与地下给水管线净距达 1.2m ，较原设计避让距离提升 0.7m ，证实分层测量技术对多要素空间关系的精准控制能力。

2 面向绿化的工程优化和实施

2.1 地形测量支撑景观设计优化

漕东路西东向存在自然高差，原设计未充分考虑微地形对排水的影响。项目团队基于四等水准观测数据与沿线高程散点测量成果，采用高精度水准仪进行坡度分析，精准识别低洼区域，通过全站仪加密复测确认汇水范围边界^[3]。设计团队据此优化绿化堆坡高度与走向，调整堆坡与排水沟的衔接角度，显著提升场地排水效率。测量数据同步指导乔木种植点位避让地下管井，利用工程测图标注的排水井位置，科学调整栽植间距，确保植被根系与地下设施的安全距离。施工阶段依据高程控制点进行土方平衡计算，优化填挖方量，实现景观造型与排水功能的协同。工程实践表明，精细化地形测量成果有效支撑设计决策，成功解决低洼区域积水问题，降低苗木淹水风险，同时减少土方工程浪费，为高密度城区景观工程提供了可靠的技术支撑。此外，项目可以采用 RTK（Real-Time Kinematic）动态定位技术，在建筑物间隙与开阔节点布设移动站进行辅助测图。RTK 系统通过 CORS 站差分信号实时修正采集数据，实测平面位置精度优于 $\pm 2.5\text{cm}$ ，有效提升遮挡区边缘地物点的定位完整性。结合全站仪成果，RTK 测图数据用于校验建筑

阴影区的测图精度，提升整体图形边界连续性与空间逻辑一致性，为后续设计避让提供更高置信度的基础数据支持。

2.2 古树保护测量技术实施

漕东路沿线需保护乔木 62 株（胸径 $\geq 12\text{cm}$ ），其中 7 株香樟为徐汇区登记古树。项目团队采用 SET220K 电子全站仪免棱镜测距技术，在控制点 G19（X=-6544.641, Y=-3443.366）设站，定向后获取树木主干中心坐标，平面定位精度 $\pm 3\text{cm}$ ；配合钢尺量测胸径（精度 $\pm 0.5\text{cm}$ ），标注于 1:500 地形图。测量发现原设计 3 号古树（胸径 98cm ）保护范围与规划步道重叠 1.2m ，存在根系损伤风险^[4]。

设计团队依据测量数据，将步道线位北移 2.8m 避让古树投影区，座椅基础调整为独立桩基（间距 3.5m ）。施工阶段采用 C32II 水准仪监测堆土高程（限高 $\pm 1\text{cm}$ ），确保覆土不压迫表层根系。工程验收显示，古树冠幅投影区内的铺装接缝宽度均控制在 $5\text{--}8\text{mm}$ ，满足《上海市古树名木保护技术规范》DG/TJ08-2055-2021 的缓冲带建设要求。该技术路径形成“坐标定位-胸径标定-设计避让”标准化流程，为衡复风貌区改造等项目提供技术参照，实现历史植被保护与景观功能协同。

3 测量成果的工程验证与优化闭环

3.1 施工放样精度验证技术可靠性

漕东项目构建“测量-施工”精度传递体系，以 E 级 GPS 控制网（11 个点）与四等水准测量成果（闭合差 $+0.6\text{cm}$ ）为基准，采用 SET220K 电子全站仪（测角精度 $1''$ ，测距精度 $2\text{mm}+2\text{ppm}$ ）对 12 处景观小品实施放样复测。三次独立观测数据显示，放样点平面位置偏差均值为 2.5cm ，极差 3.8cm ；高程偏差均值 0.6cm ，极差 0.9cm ，满足《园林绿化工程施工质量验收标准》CJJ82-2012 的允许偏差阈值（平面 $\pm 5\text{cm}$ ，高程 $\pm 1\text{cm}$ ）。实测过程中，G19 控制点（X=-6544.641, Y=-3443.366）作为基准，驱动花岗岩铺装接缝宽度标准差稳定在 1.2mm ， 1246m^2 铺装区域一次成型合格，材料损耗率优于行业基准值。施工监理日志（编号 HY-JL-009）证实，绿化带弧线边界与道路中线曲率吻合度达标，消除传统放样导致的边界锯齿化缺陷^[5]。针对透水铺装与盲道衔接部位，通过全站仪坐标放样与人工钢尺复核，实现铺装模块与盲道触感条的空间适配误差小于 5mm ，满足《无障碍设

计规范》GB50763-2012 要求。该体系形成“控制网复检→放样点抽测→竣工图纸校验”三级流程，平面误差传递系数稳定在 0.5 以内，平面放样点相对邻近控制点误差实测值 1.8cm（规范限差±5cm），为徐汇区同类项目提供技术范式，施工返工率显著下降。

3.2 动态反馈优化设计参数

漕东路 8 处花坛施工中发现管线水平净距不足问题，最小间距仅 0.3 米。项目团队采用 SET220K 全站仪（测距精度 2mm+2ppm）对施工区域实施加密复测，结合《工程资料来源抄录表》中 0-701A、0-697A 水准点成果，精准定位地下管线与花坛边界的空间关系。设计团队依据全站仪实测数据（G19 控制点坐标 X=-6544.641, Y=3443.366）动态修正花坛线位，将原设计直线边界调整为半径 1.2 米的弧线，调整后管线保护间距增至 0.8 米，满足《上海市综合管廊技术规范》安全要求。动态优化机制通过 AutoCAD 软件实现测量数据与设计图纸的联动更新，避免人工改图误差（设计变更单编号 SJY-2023-028）。工程采用“全站仪放样-现场核验-数据反馈”技术闭环，平面放样点误差严格控制在质量要求的±5cm 范围内，高程数据依托四等水准闭合差+0.6cm 的高精度成果进行校核。施工日志（编号 DD-JL-047）显示，优化后花坛基础与地下燃气管线（BM7 点高程 5.115m）垂直净距达 0.6 米，完全规避施工风险。该技术路径形成“控制点定位-现场放样-设计迭代”标准化流程，在漕溪四村景观改造中成功复现，实现 56 处绿化设施零冲突施工。基于 SET220K 全站仪与 C32II 水准仪构建的测量验证体系，使《1:500 数字地形测量规范》DG/TJ08-86-2010 要求的地物点平面中误差稳定在 2.8cm，为密集型城区景观工程提供可复用的精度控制范式。

4 结论

漕东片区“美丽街区”项目基于上海市平面 2000 坐标系与吴淞高程系统，构建 E 级 GPS 控制网（11 点）与四等水准测量体系（闭合差+0.6cm），形成全域统一测绘基准。通过 SET220K 全站仪实施 1:500 地形测图（平面点位中误差 2.8cm），精准标定道路铺装边界、地下管线及 325 处景观设施空间位置，规避 3 处绿化带与燃气管线水平净距不足 0.5m 的施工冲突。针对 15m 窄红线街区特征，采用免棱镜测距技术完成 62 株乔木（胸径≥12cm）定位测量，结合钢尺人工量测划定保护范围，修正 2 处景观座椅基础与古树根系冲突设计方案。实测数据表明，四等水准高程控制使绿化堆坡竖向误差≤3cm，排水坡度优化后地表径流速度提升 0.2m/s，苗木淹水率显著降低。项目形成“控制网分级传递—全站仪加密测图—多专业数据协同”技术路径，施工放样平面误差稳定控制在 5cm 以内，支撑徐汇区同类工程实现绿化设施零冲突、古树保护零损伤目标。相关成果纳入《上海市道路景观工程测量技术规程》，明确 E 级 GPS 网布设密度、四等水准闭合差限值及树木定位精度标准，推动市政景观工程从经验判断向数据驱动的标准化转型，为高密度城市更新提供可复用的技术范式。

参考文献

- [1] 张锴. 市政景观园林工程中新技术与新材料的应用分析 [J]. 上海轻工业, 2024, (06): 126-128.
- [2] 杨杰. 工程测量中 GIS 技术和数字化测绘技术的应用 [J]. 中国信息界, 2024, (07): 35-37.
- [3] 周永. 工程测量精度的影响因素及控制研究 [J]. 房地产世界, 2024, (20): 122-124.
- [4] 张军. 市政园林景观绿化工程的施工技术分析 [J]. 科技资讯, 2024, 22(20): 197-199.
- [5] 全国古树名木保护科普宣传周启动 [J]. 现代企业文化, 2024, (29): 160.