

# 测绘地理信息大数据在市政工程施工放样中的应用与实践分析

郭俊海

中铁十一局集团第五工程有限公司 重庆 400037

**摘要：**新型城镇化加速与智慧城市建设推进，使市政工程呈现规模大、结构复杂等新特征，传统施工放样技术难满足其精细化管理需求。而测绘地理信息大数据（GBD）正广泛融入工程建设领域。本文探讨其在市政工程施工放样中的创新应用与实践路径，先界定其核心内涵，剖析其相对传统数据在市政工程放样场景的独特优势；接着阐述多源数据融合等关键技术在施工放样各环节的应用模式；再通过典型市政工程案例，分析技术落地成效、挑战与应对策略；最后反思数据壁垒等问题并展望趋势。研究表明，GBD深度应用是市政工程施工放样智能化等的关键驱动力，对提升工程质量等意义重大。

**关键词：**测绘地理信息大数据；市政工程；施工放样；多源数据融合

## 引言

市政工程作为城市运行的“生命线”与“骨架”，涵盖众多子系统，施工质量关乎城市安全、效率及居民生活品质。施工放样是连接设计与实体建造的核心环节，放样精度与效率决定工程质量与进度。但传统市政工程施工放样依赖单点测量设备与二维图纸，存在信息割裂、效率低、动态响应弱、可视化程度低等痛点<sup>[1]</sup>。21世纪以来，新一代信息技术催生“大数据”时代，测绘地理信息大数据由多种技术产生的海量、多维、实时地理空间数据构成，具有体量大、类型多样等特点。这为破解传统施工放样困境提供了新范式。本文聚焦测绘地理信息大数据赋能市政工程施工放样这一命题，系统梳理其理论基础、关键技术、应用场景与实践挑战，为推动市政工程数字化、智能化建造转型提供参考与指导。

## 1 测绘地理信息大数据的内涵与特征

### 1.1 内涵

测绘地理信息大数据并非仅仅是传统测绘数据的简单堆砌，而是指在城市空间范围内，由多种感知手段获取的、与地理位置紧密关联的、具有“5V”特征（Volume, Velocity, Variety, Value, Veracity）的超大规模数据集合。数据来源多元化：包括但不限于：（1）空基数据：高分辨率光学/雷达卫星影像、无人机倾斜摄影数据。（2）天基数据：北斗/GPS等GNSS连续运行参考站（CORS）提供的高精度定位信息。（3）地基数据：地面三维激光扫描点云、移动测量车采集的街景与点云、传统控制网测量数据。（4）物联感知数据：布设在施工机械、临时结构、周边建筑物上的各类传感器（倾角、

沉降、应力、应变等）产生的实时监测数据。（5）社会感知数据：来自社交媒体、交通卡口、手机信令等反映人流、车流、活动规律的时空行为数据。（6）历史与业务数据：城市基础地理信息数据库、地下管线普查成果、BIM模型、工程管理信息系统（如OA、ERP）中的结构化与非结构化数据。

### 1.2 特征

核心特征包括：（1）高维性与时序性：数据不仅包含X、Y、Z三维空间坐标，还融合了时间维度（4D）、属性维度（如材质、权属、状态）乃至语义维度（如“道路”、“检查井”），形成时空立方体。（2）实时性与动态性：通过物联网和边缘计算，可实现对施工现场及周边环境的分钟级甚至秒级更新，使放样基准能够动态调整。（3）语义丰富性：通过AI算法（如深度学习）对原始点云、影像进行解译，可自动提取并赋予地物对象丰富的语义信息（如识别出“污水井盖”、“高压电缆”），超越了传统仅有点位坐标的局限。这些特征使得测绘地理信息大数据能够构建一个与物理世界高度一致、动态演进的“数字孪生”（Digital Twin）底座，为施工放样提供了前所未有的信息支撑。

## 2 测绘地理信息大数据在施工放样中的关键技术体系

### 2.1 多源异构数据融合与集成技术

面对来自卫星、无人机、激光扫描仪、传感器网络以及各类业务系统的海量、多源、异构数据，必须首先解决它们之间的“语言不通”问题。这一过程始于统一时空基准的建立，通过利用高密度的CORS网和精密单点定位（PPP）等技术，为所有数据源锚定一个厘米级甚至

毫米级的、高精度且稳定的统一空间参考框架，通常是国家2000大地坐标系（CGCS2000）。在此基础上，需要进行严格的数据清洗与配准工作，例如运用迭代最近点（ICP）等先进算法，将不同视角、不同设备获取的激光点云、无人机影像以及精细的BIM设计模型进行高精度的空间对齐，消除因设备误差、坐标转换等引入的系统性偏差<sup>[2]</sup>。最终，通过ETL（抽取、转换、加载）工具和强大的空间数据库（如PostGIS），将这些经过处理的多源数据进行结构化整合，构建起一个集成了几何形态、属性信息、时态变化于一体的市政工程专题时空数据库，为上层应用提供坚实、可靠的数据底板。

### 2.2 高精度三维实景建模与BIM+GIS融合技术

通过无人机倾斜摄影测量或地面/车载激光扫描技术，可以在极短时间内获取施工区域及其周边环境的高精度、高分辨率三维实景模型，无论是网格模型（Mesh）还是原始点云，都能真实、完整地反映出现场地形地貌、既有建筑物、构筑物、植被覆盖以及地下管线的出露点等复杂现状。然而，仅有现状模型是不够的，必须将其与代表未来意图的BIM设计模型深度融合。BIM模型以其微观尺度的精细度著称，包含了完整的几何、材料、工艺乃至成本信息；而GIS则擅长于宏观尺度的空间分析与管理。通过BIM+GIS的深度融合技术，可以将精细的市政工程BIM模型无缝嵌入到广阔而真实的GIS实景环境中。这种融合打破了二者之间的壁垒，使得工程师能够在真实的地理上下文中审视和验证设计意图。在正式放样之前，项目团队便可以在这一融合模型中进行沉浸式的虚拟漫游和全面的碰撞检查，提前发现设计模型与现状环境之间潜在的冲突，例如新规划的管线路径是否会与既有的桩基发生干涉，从而在源头上优化设计方案，有效避免了后期因返工造成的巨大经济损失和工期延误。

### 2.3 智能化施工放样路径规划与引导技术

在BIM+GIS融合模型的基础上，放样工作从繁琐的手工计算转变为高效的自动化流程。系统可以根据预设的规则或脚本，自动批量提取出所有需要放样的关键控制点，如桩位中心、管沟边线、结构角点等，并生成包含其精确三维坐标的标准化放样任务包。更进一步，系统还能结合现场的实景三维模型以及施工机械的物理参数（例如转弯半径、作业臂展等），利用先进的路径规划算法（如A\*或Dijkstra算法），为测量员或未来的智能施工装备（如无人驾驶摊铺机、自动打桩机器人）规划出一条最优的作业路径。这条路径不仅追求最短距离，更会主动避开现场的障碍物，确保作业的安全与高效<sup>[3]</sup>。在现场操作层面，增强

现实（AR）或虚拟现实（VR）技术的应用带来了革命性的体验。测量人员佩戴AR眼镜或手持平板电脑，即可将虚拟的放样点、线、面直接叠加到其真实视野之中，实现“所见即所得”的直观引导。这种可视化的方式极大地降低了操作的技术门槛，减少了人为读图和计算错误，显著提升了放样的速度与准确性。

### 2.4 基于物联网的实时动态监测与反馈校正技术

在关键的施工工序中，例如深基坑开挖、盾构隧道掘进或大型桥梁顶推作业，通过在施工体本身及周边敏感区域布设GNSS接收机、倾角计、静力水准仪、光纤光栅传感器等物联网设备，可以构建一个密集的自动化监测网络，实时、连续地采集施工结构的位置、姿态、形变以及周边环境的响应数据。这些实时流数据被即时传输至云端或边缘计算节点，与作为“黄金标准”的BIM设计模型进行动态比对。一旦监测数据反映出的偏差超出了工程规范或安全评估所预设的阈值，系统便会立即触发多级预警机制，不仅在管理平台上高亮显示问题区域，还会通过短信、APP推送等方式将预警信息直达相关责任人的移动终端。更重要的是，这种监测并非孤立的，它可以自动触发模型的局部修正或重新计算放样参数，形成一个“感知-分析-决策-执行”的智能闭环反馈控制系统。这一机制确保了即使在遭遇复杂的地质突变或意外的外部干扰时，整个工程也能被及时纠偏，始终沿着正确的设计轨迹稳步推进，从而从根本上保障了工程的质量与安全。

### 3 应用实践与案例分析：深圳市皇岗路—滨河大道立交节点改造工程

深圳市皇岗路与滨河大道交汇处是城市核心区域的交通瓶颈，其改造工程需在保障两条主干道日均超30万辆车流正常通行的前提下，拆除旧桥并新建全互通立交，施工窗口期极短，安全风险极高。中铁大桥局等参建单位在该项目中，充分运用了测绘地理信息大数据进行精细化放样控制。项目初期，利用移动测量车（MMS）对整个交叉口区域进行了高精度激光扫描和全景影像采集，快速构建了包含所有现状构筑物、交通标志、信号灯及地下管线出露点的三维实景底图。在此基础上，将新建立交的BIM模型与实景底图进行精确配准，通过4D施工模拟（3D+时间），对每一阶段的交通疏解方案和施工工序进行反复推演和优化。在关键的桩基和承台放样阶段，由于作业面狭小且夜间施工时间仅有4-5小时，项目团队采用AR（增强现实）放样技术。测量人员通过AR平板电脑，将虚拟的桩位中心点和承台轮廓线直接叠加在摄像头捕捉的真实场地上，实现了“指哪打

哪”的直观操作，单次放样效率提升近一倍，且有效避免了因视线遮挡或灯光昏暗导致的误差。该技术的成功应用，有力支撑了工程在极其苛刻的条件下安全、高效地完成，比原计划工期提前了近三个月，最大限度地减少了对城市交通的影响，其AR放样技术应用成果获得了2022年度中国测绘地理信息科技创新奖。

#### 4 面临的挑战与对策思考

##### 4.1 挑战

尽管前景广阔，但测绘地理信息大数据在市政工程施工放样中的深度应用仍面临诸多挑战：一是数据壁垒与共享机制缺失：地下管线、地质勘察等关键数据分散在不同权属单位，缺乏有效的共享和更新机制，形成“数据孤岛”。二是标准规范体系滞后：从数据采集、处理、建模到应用交付，缺乏统一的国家标准或行业规范，导致不同项目、不同单位间的数据难以互通互认<sup>[4]</sup>。三是复合型人才短缺：既懂测绘、又精通IT、还了解土木工程的跨界人才极度匮乏，制约了技术的推广和深化。四是成本与效益平衡：高精度数据采集和处理软硬件投入较大，对于中小型市政项目，其投入产出比尚需进一步论证。

##### 4.2 对策

针对上述挑战，有必要采取系统性的对策。政府层面应发挥主导作用，强力推动城市级CIM（城市信息模型）基础平台的建设，并通过行政或法规手段，强制要求重大市政工程项目将全过程产生的测绘地理信息数据汇交入库，从根本上打破部门间的数据壁垒。行业协会和相关主管部门亟需加快标准体系建设的步伐，尽快出台覆盖数据全生命周期的系列规范，为行业的健康发展提供制度保障。在人才培养方面，高等教育机构和职业院校应当积极改革课程体系，增设“智能测绘”、“数

字建造”等交叉学科方向，同时企业也应加强内部培训，着力培养一批懂技术、通业务的复合型骨干力量。此外，还应积极探索面向中小项目的轻量化应用模式，例如发展基于智能手机、低成本物联网传感器和SaaS（软件即服务）云平台的解决方案，通过降低软硬件门槛和采用按需付费的商业模式，让更多项目能够享受到技术进步带来的红利。

#### 5 结语

本文探讨了测绘地理信息大数据在市政工程施工放样中的应用，指出其通过多源数据融合等技术手段，解决了传统放样信息割裂、效率低、动态响应弱等问题，为精准高效安全施工提供技术支撑。展望未来，随着前沿技术成熟，其应用将迈向更高阶智能化。生成式AI可驱动自动化建模革命，减少人工建模依赖；“云-边-端”协同架构使实时智能决策成常态，让放样与施工决策更自主精准。施工放样数据将融入工程全生命周期数据链，实现数据驱动的精益建造与智慧管理。可见，测绘地理信息大数据是提升施工放样水平的有力工具，更是驱动建筑业转型升级的核心引擎，从业者和机构应拥抱变革。

#### 参考文献

- [1]吴新恒.在市政工程测绘中地理信息技术的运用研究[J].中国科技投资,2021,(01):125+127.
- [2]李富荣.地理信息系统与建筑工程测绘融合的策略分析[J].建材发展导向,2026,24(01):79-81.
- [3]孙晓玲.新型地理信息系统技术在工程测绘中的应用研究[J].工程建设与设计,2025,(23):156-158.
- [4]高泰熙,周金枝.智慧城市建设下测绘地理信息技术运用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(34):104-106.