

# 城市复杂环境下工程勘察的难点与应对策略

刘战峰 王禹函 李 飞

机械工业勘察设计研究院有限公司 陕西西安 710000

**摘要:** 随着城市化进程的快速推进,城市建设规模不断扩大,工程勘察作为工程建设的重要前期工作。在城市复杂环境中,工程勘察面临诸多难点,地下管线探测因分布复杂、资料缺失等难度大;场地狭窄限制设备操作,且受交通影响显著;周边建筑物也会阻碍勘察、受勘察影响并干扰数据。应对策略包括应用综合物探技术探测管线,合理规划勘察方案应对场地与交通问题,加强对周边建筑物的监测与评估,以保障勘察工作进行顺利。

**关键词:** 城市复杂环境;工程勘察;应对策略

随着城市化快速推进,工程建设愈发频繁,工程勘察作为前期关键环节,地位凸显。然而,城市复杂环境给其带来诸多挑战,如地下管线难探、场地交通受限、周边建筑影响大等。这些难点影响勘察质量与效率,关乎后续工程安全。因此,剖析难点并探寻应对策略意义重大。

## 一、城市复杂环境下工程勘察的难点

### (一) 地下管线探测难度大

在城市环境中,地下管线系统呈现出高度密集且错综复杂的分布状态,涵盖了自来水、污水、燃气、电力、通信等多个品类,其空间布局的复杂性随着城市发展不断升级。这种复杂性首先体现在管线资料的缺失与失真上:大量早期建设的管线由于历史原因,原始档案记录不完整,甚至在多次城市改造、道路翻修过程中完全遗失,导致勘察时缺乏可靠的基础数据支撑。即便部分区域保留有管线图纸,也可能因后续维修、扩容时的临时调整未及时更新,使得图纸信息与实际管线走向、埋深存在显著偏差,极大增加了勘察人员判断的难度。其次,管线自身的物理特性差异进一步加剧了探测困境。不同类型的管线在材质上涵盖金属、塑料、混凝土、陶瓷等多种类别,其电磁特性、密度、硬度等物理参数存在明显差异,而埋设深度也从地表下数十厘米到数米不等,部分老旧管线还可能因腐蚀、破损出现结构变形。传统的单一探测方法往往只能针对特定材质或深度的管线发挥作用,难以适应这种多样化的管线特征,容易在探测过程中出现信号干扰、衰减或反射异常等情况,进而导致对管线的识别出现混淆,甚至出现漏探或误探的现象。

### (二) 场地狭窄与交通影响

城市工程建设场地的空间约束在中心城区及老旧街区表现得尤为突出,这类区域往往因历史建设格局固化,可用于勘察作业的场地范围极为有限。这种狭窄性首先对勘察设备的部署与操作构成直接制约:大型钻探设备、物探仪器等因体积和作业半径的要求,难以在局促空间内完成进场、就位与调试,而小型设备虽具备一定灵活性,却可能在探测深度、数据精度等方面无法满足复杂工程的勘察需求。同时,场地内可能存在的既有构筑物、临时堆放物等,进一步压缩了有效作业空间,使得勘察布点难以均匀分布,部分关键区域甚至无法设置探测点位,影响勘察数据的系统性与完整性。城市交通的繁忙态势则与勘察作业形成了相互干扰的复杂关系<sup>[1]</sup>。一方面,勘察作业所需的设备停放、材料堆放等不可避免地会占用部分道路资源,尤其在车流量饱和的主干道周边,极易引发局部交通流线的紊乱,甚至导致区域性通行效率下降。另一方面,持续的交通流会对勘察工作产生多维度影响:车辆行驶产生的振动会通过地表传递至探测仪器,干扰数据采集的稳定性,尤其对高精度物探设备的信号接收造成干扰;而频繁往来的车辆也可能限制勘察人员的作业范围,增加设备搬运与操作过程中的安全风险。

### (三) 周边建筑物影响

城市区域建筑物的密集分布,使得工程勘察场地周边往往被大量既有建筑物环绕,这些建筑物从物理空间到环境影响层面,对勘察工作形成多维度的制约。首先,建筑物的实体结构对勘察作业构成直接阻碍。既有建筑物的基础形式多样,包括桩基、条形基础、筏板基础等,

其埋深和分布范围往往缺乏完整的档案记录,在勘察布点和钻探过程中,极易与基础结构发生空间冲突。部分深入地下的基础构件可能直接阻断钻探路径,迫使勘察点位不得不临时调整,导致勘察点的分布密度和代表性受到影响,难以全面反映场地的地质条件。同时,建筑物之间的狭窄通道或紧贴建筑外墙的区域,也会限制勘察设备的摆放和操作半径,使部分关键区域的勘察工作无法正常开展。其次,勘察作业产生的振动与噪声对周边建筑物及居民构成潜在影响。勘察过程中,钻探机械的运转、物探设备的信号发射等都会产生一定的振动和噪声,这些物理扰动通过地基土传递至周边建筑物,可能对建筑结构的稳定性造成威胁<sup>[2]</sup>。尤其是对于建造年代久远、结构整体性较差的老旧建筑,持续的振动可能加剧墙体开裂、构件松动等问题,而高频噪声则会干扰周边居民的正常生活,引发邻里纠纷和投诉,甚至可能导致作业被迫中断。此外,部分对环境敏感的区域,如医院、学校周边,对振动和噪声的限制更为严格,进一步压缩了勘察作业的可行空间和时间窗口。

## 二、城市复杂环境下工程勘察难点的应对策略

### (一) 综合物探技术应用

针对城市地下管线探测的复杂难题,综合物探技术的系统应用成为突破瓶颈的关键手段,其核心在于通过多种技术的协同配合,实现对地下管线的精准定位与全面识别。

地质雷达作为快速扫描的核心设备,凭借其高频电磁波的穿透与反射特性发挥重要作用。设备通过天线向地下发射宽频带高频电磁波,当电磁波遇到不同介质的分界面(如管线与周围土体的差异)时,会产生反射信号并被接收天线捕获。通过对反射波的传播时间、幅度和波形特征进行分析,可快速判断地下是否存在管线,并大致勾勒出管线的走向、分布范围及埋深区间。尤其在非金属管线(如塑料、混凝土材质)探测中,地质雷达能有效弥补传统金属探测手段的不足,为后续精细化探测提供初步的空间框架<sup>[3]</sup>。对于金属管线的高精度探测,管线探测仪的电磁感应原理展现出独特优势。该设备通过发射线圈向地下发射特定频率的交变电磁场,金属管线在电磁场作用下会产生感应电流,进而形成二次磁场。接收线圈通过捕捉二次磁场的强度、方向和相位变化,可精确计算出管线的埋深、走向和管径。在实际操作中,通过调整发射频率(如低频适用于深埋管线,高频适用于浅埋管线),能适应不同埋深条件下的探测需

求,同时有效减少周边金属构件(如钢筋、井盖)的干扰,提升数据的可靠性。将地质雷达与管线探测仪的数据进行多维度融合分析,是提高管线分布图精度的关键环节。地质雷达提供的管线空间分布轮廓与管线探测仪获取的精确参数相互验证,可消除单一技术的盲区:例如,地质雷达发现的异常区域可通过管线探测仪进一步确认是否为金属管线,而管线探测仪探测到的深埋金属管线,其周边土体情况可通过地质雷达数据补充。通过专业数据处理软件对两类数据进行坐标校准、图层叠加和异常解译,最终形成的管线分布图能清晰呈现各类管线的空间位置关系,为勘察方案设计提供精准的地下空间依据。

### (二) 合理规划勘察方案

为有效应对城市场地狭窄与交通繁忙带来的双重挑战,勘察方案的系统性规划需贯穿于前期准备至现场实施的全过程,核心在于通过精准的空间利用与时间统筹,实现勘察作业与周边环境的协调适配。

勘察前的全面现场踏勘是方案规划的基础环节。需组织专业团队对场地及周边环境进行多维度调研,详细记录场地边界、地形高差、既有障碍物分布等空间特征,同时收集区域交通流量数据、高峰时段分布、周边路网结构等交通信息。通过三维建模技术将场地空间与交通流线进行数字化整合,模拟不同作业场景下的空间占用与交通影响程度,为方案设计提供量化依据。在此基础上,还需评估场地周边的环境敏感点(如学校、医院)分布,明确作业过程中的噪声、振动控制阈值,确保方案合规性<sup>[4]</sup>。针对场地狭窄的制约,设备选型与空间布局设计需遵循集约化原则。优先选用模块化、轻量化的勘察设备,这类设备不仅便于拆解搬运,能适应狭窄通道的进场需求,其紧凑的作业半径还可减少对场地空间的占用。在设备组合上,采用“小型钻探设备+便携式物探仪器”的搭配模式,既能满足不同深度的勘察需求,又可通过设备的交替作业提高空间利用率。同时,对勘察区域进行精细化分区,根据场地形状和障碍物分布划分作业单元,明确各单元的设备停放点、材料堆放区和人员通道,通过动态调度避免设备交叉干扰,确保有限空间内的作业效率。应对交通影响的关键在于建立多部门协同的动态管控机制。在方案制定阶段,需与交通管理部门开展深度对接,基于交通流量分析结果共同确定作业时段、占道范围和临时交通组织方案。通过交通仿真软件模拟不同占道方案对路网通行能力的影响,优化

作业区域的围挡设置与交通导改路线，最大限度降低对主干道通行的干扰。在作业时间安排上，结合交通流量变化规律实行弹性工作制，非关键工序优先选择平峰时段或夜间进行，核心工序则通过精细化的分段作业模式，将连续占道转化为阶段性施工，减少对交通的持续影响。同时，建立交通影响监测系统，实时采集周边路段的交通流量数据，一旦出现拥堵预警可及时调整作业节奏，确保交通与勘察作业的动态平衡。

### （三）加强对周边建筑物的监测与评估

在城市复杂环境中，周边建筑物的安全与稳定是工程勘察工作必须严守的底线，因此需构建“事前评估—事中监测—应急响应”的全流程管控体系，通过精细化管理降低勘察作业对既有建筑的潜在影响。

勘察前的系统性调查与风险评估是防范风险的基础。需组建专业团队对场地周边建筑物开展全面摸底，通过查阅城建档案、现场测绘、结构检测等方式，详细采集建筑物的基础类型（如独立基础、桩基础）、结构形式（框架、砖混等）、建成年限、使用现状及历史修缮记录等核心数据，建立建筑物信息档案库。在此基础上，运用结构力学分析软件对建筑物的抗振性能、基础承载力进行模拟计算，结合勘察方案中的作业类型（如钻探、物探），预判可能产生的振动频率、振幅及噪声分贝对建筑物的影响程度，划分风险等级。对于历史保护建筑、超限高层建筑或结构受损的老旧建筑，需联合结构工程师制定专项评估报告，明确勘察作业的禁区与限制条件<sup>[5]</sup>。勘察过程中的动态监测体系是风险控制的核心环节。针对高风险等级建筑物，需科学布设监测点：在建筑基础承台、主体结构关键部位（如梁柱节点、墙体转角）安装振动传感器、位移计和裂缝观测仪，实时采集振动加速度、沉降变形及裂缝开展宽度等数据。监测数据通过无线传输系统接入中央控制台，形成可视化动态曲线，当数值接近预设预警阈值时，系统自动发出警报。根据监测反馈，同步调整勘察作业参数：如通过降低钻机转速、优化钻进工艺减少振动能量传递；对物探设备采用脉冲式发射模式，缩短持续振动时间；对噪声源加装隔

音罩或设置声屏障，将分贝控制在环境标准范围内。这种“监测—反馈—调整”的闭环机制，能确保影响始终处于可控状态。应急预案与技术保障是应对突发情况的关键。勘察方案中需明确建筑物异常响应的处置流程，包括紧急停机程序、现场警戒范围、联络机制及抢险物资储备（如临时支撑构件、裂缝注浆材料）等。一旦监测到建筑物出现超出允许范围的变形或振动，立即启动应急响应，停止作业并组织专家评估损伤程度，制定针对性加固方案——对轻微裂缝可采用压力注浆修复，对结构位移则通过临时支护限制变形发展。同时，在钻探作业中推广跟管钻进、螺旋钻进等先进工艺，通过套管护壁减少土体扰动范围，从源头上降低对周边建筑物基础的影响，实现勘察作业与建筑安全的双向保障。

### 结语

城市复杂环境下，工程勘察面临地下管线探测难、场地交通受限、周边建筑影响等挑战。而综合物探技术、合理规划方案及加强建筑物监测评估等策略，为解决这些难点提供了有效路径。它们能提升勘察质量与效率，为工程建设筑牢基础。未来，需持续优化策略、创新技术，以更好应对城市发展带来的新挑战，保障城市工程建设安全有序推进，助力城市化高质量发展。

### 参考文献

- [1] 沈磊. 复杂城市环境下的地铁工程物探勘察方法浅析[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (23): 172-174.
- [2] 邵光院. 城市复杂环境下的深基坑监测在实际工程中的应用[J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (15): 158-160.
- [3] 刘祺久煜. 浅谈复杂工程环境下城市轨道交通施工组织与管理[J]. 建筑科技, 2024, 8(07): 19-21+25.
- [4] 郑威, 王海成. 城市复杂环境条件下深基坑工程实践[J]. 土工基础, 2024, 38(01): 57-61.
- [5] 田家川. 城市复杂环境下建筑工程EHS风险评估与控制策略研究[J]. 居舍, 2023, (36): 149-152.