

城市供水管道工程地质勘察策略探究

李冬¹ 毕艳琴² 张永¹

1. 中建七局第四建筑有限公司 陕西 西安 710000

2. 晋城市东焦河水力发电有限公司 山西 晋城 048026

摘要: 随着城市化进程的加速,城市供水管道工程作为城市基础设施的重要组成部分,其安全性和稳定性直接关系到城市居民的生活质量和社会经济的稳定发展。因此,对城市供水管道工程进行详细的工程地质勘察显得尤为重要。本文针对城市供水管道工程地质勘察策略进行了综合探讨,旨在为城市供水基础设施建设提供科学依据和技术指导。

关键词: 城市供水; 管道工程; 地质勘察

引言

城市供水管道是城市基础设施的重要组成部分,直接关系到城市居民的生活质量和城市的可持续发展。随着城市化进程的加快,供水管道系统的规模和复杂性不断增加,如何确保供水管道工程的安全、可靠和高效运行成为亟待解决的问题。地质勘察作为工程建设的前期工作,对于识别和评估潜在的地质风险、指导工程设计和施工具有至关重要的作用^[1]。然而,由于地质环境的多样性和复杂性,传统的地质勘察方法往往难以满足现代城市供水管道工程的需求,因此,研究和发​​展适合城市供水管道工程特点的地质勘察策略显得尤为重要。

1 城市供水管道工程概述

1.1 城市供水管道工程建设现状

城市供水管道工程是城市基础设施的关键组成部分,它直接关联到城市居民的日常生活及工业的正常运行^[2]。随着城市化的快速推进,城市人口密度增加,对供水系统的需求也日益增长。这不仅要求供水系统能够提供稳定和安全的​​水源,还要求其能够适应城市发展和变化的需求。

目前,许多城市的供水管道面临老化、腐蚀和漏水等问题,且在很多发展中城市,由于历史欠账和快速发展的需求,供水系统往往在设计、材料选择和施工质量上存在缺陷。此外,供水管道网络的扩展与维护需要大量的资金投入,而资金的有效配置与利用又成为制约供水系统改善和升级的重要因素。

1.2 城市供水管道工程地质勘察情况概述

城市供水管道工程的地质勘察是工程设计与施工前不可或缺的步骤,其主要目的是获取地下岩土体的物理力学性质、分布规律及其与工程建设相关的地质信息。这些信息对于工程设计、施工方案的制定、工程安全评

估以及后续维护管理都具有决定性作用。

地质勘察的质量直接影响到供水管道工程的安全和稳定性。然而,由于城市地下结构的复杂性,地质勘察面临着诸多挑战。尤其是在老旧城区,地下已存在大量的管线和建筑基础,这对地质勘察提出了更高的要求。而在新建区域,勘察工作需要适应各种不同的地质条件,包括软土层、砂砾层、岩石层等,这些都增加了勘察的难度和复杂性。

通常情况下,地质勘察包括地面调查、钻探取样、地球物理勘探和实验室测试等方法。这些技术手段相互补充,共同构成了工程地质勘察的技术体系。然而,由于技术和设备的限制,以及资金和时间的约束,很多地质勘察可能无法完全覆盖所有风险点,这给供水管道的设计和施工带来了一定的不确定性。

2 A城市供水管道工程项目的​​基本概况

A城市,作为快速发展的现代化都市,随着人口增长和工业化进程加速,原有的供水系统已难以满足日益增长的用水需求。为保障市民生活和工业生产的正常进行,市政府决定启动一项重大供水管道工程项目,旨在提升城市供水能力、优化管网布局、提高水质安全,并确保供水服务的可靠性与可持续性^[3]。

该项目计划新建主干供水管道约50公里,覆盖A城市的主要居住区、商业中心和工业园区,同时对部分老旧管道进行替换或升级,预计总长度达30公里。工程将包括管道设计、采购、施工、安装、调试及后续的维护管理。

3 A城市供水管道工程项目的勘察工作依据

3.1 勘察工作条件

A城市位于河流域附近,地形以平原为主,局部地区存在丘陵。区域内水系发达,地下水位较高。该市属于亚热带季风气候,雨量充沛,季节性强,对工程勘察

和施工可能产生影响。城市交通便利，易于勘察设备的运输和人员的快速部署，但需注意城市交通高峰时段的干扰。城市有较为完整的地质资料和前期勘察数据，可以为本次勘察提供参考。

3.2 勘察地质概况

城市主城区地表多为人工填土，厚度不等，下方为原生土壤和沉积层。由于靠近河流，地下水位普遍较高，局部地区存在上层滞水，需要特别注意对地下水流的调查^[4]。勘察区域普遍存在粘土、砂质粘土和砂砾层，部分地区基岩较浅，主要为石灰岩和砂岩。部分区域存在滑坡和地面沉降的历史记录，需在勘察中给予特别关注。

3.3 勘察任务要求

明确勘察的具体目的，包括确定管道走向、管径大小、埋深以及相关的工程地质条件。勘察工作必须遵守国家 and 地方的相关标准和规范，确保勘察结果的准确性和可靠性。根据地质概况和工程需求，选择合适的勘察技术，如地球物理勘探、钻探和取样等。收集详尽的地下岩土体信息，进行严格的数据分析，提供全面的勘察报告，为设计与施工提供依据。评估和管理勘察过程中的环境影响和潜在风险，制定相应的减缓措施。

4 A城市供水管道工程地质勘察策略要点

4.1 试验目标

利用高密度电法、地震映像等先进地球物理探测技术，结合传统钻探数据，构建管道沿线的三维地质结构模型。此模型需达到厘米级精度，以直观展示地层分层、断层走向、溶洞分布等关键地质要素，为管道路径优化提供直观依据。

部署远程自动监测站，实时收集地下水位、水质等数据，结合历史资料和气候模型，建立地下水动态变化预测系统。该系统需集成GIS和大数据分析技术，准确预测未来几年内的地下水位变化趋势，为管道抗浮设计和长期运营维护提供科学依据。

开发基于机器学习的土壤腐蚀性预测模型，综合分析土壤pH值、电阻率、氧化还原电位等指标，快速评估管道材料在不同地段的腐蚀风险。此模型通过大量现场采样数据训练，能够自适应调整参数，为管道防腐设计提供个性化建议。

针对A城市特定地质条件，如软土层、密集的地下管线网，采用地质雷达和声呐探测技术，评估非开挖施工技术（如水平定向钻进、顶管施工）的可行性。分析需考虑施工难度、成本效益及对周围环境的影响，确保施工方案的最优选择。

推广使用低碳、无污染的勘察技术，如使用环保钻

井液、实施生态钻探技术，最大限度减少对环境影响。同时，集成无人机航拍、卫星遥感等技术进行大范围地形地貌调查，提高勘察效率，减少现场作业量。

4.2 钻探方法

利用高密度电阻率法与钻探技术的结合，能在钻孔过程中同步进行电阻率测量，形成地下电阻率剖面图。这种技术通过多个电极阵列的灵活布置，对目标区域进行高分辨率扫描，有效识别细小的地质构造，如裂隙、溶洞等，为管道设计提供精细的地质分层信息。

采用集钻探、取样、原位测试功能于一体的多功能钻机，可以在单一钻孔中完成多项地质测试，极大提高了工作效率。这类钻机通常配备有CPT（静力触探）、SPT（标准贯入试验）等原位测试工具，能够现场即时分析土层力学性质，为管道设计提供即时反馈^[5]。

通过在钻杆内嵌入无线传感器，实时传输钻孔深度、钻压、钻孔温度等关键参数至地面接收系统，实现远程监控与数据分析。该技术有助于即时调整钻探参数，避免钻探事故，同时也减少了现场人员的直接暴露风险，提升了作业安全性。

针对复杂地下环境，如穿越既有管线、道路或建筑物下部，采用先进的定向钻探技术，结合GPS定位与电子多点测斜仪，精确控制钻孔轨迹。这项技术确保了管道铺设路径的灵活性，减少地面开挖，降低了对城市环境的干扰。

鉴于环境保护的重要性，采用生物可降解、低毒性的环保钻井液，既能保证钻孔过程的顺利进行，又能最大程度减少对地下水及周边土壤的污染。此类钻井液的研发与应用，体现了勘察工作中对可持续发展原则的坚持。

4.3 方案比选

根据A城市的地质特点，分析不同勘察技术的适用性。例如，对于水域丰富的地区，选择能够有效探测水下地质结构的地震反射技术；对于建筑密集的老城区，则优先考虑非破坏性的地质雷达技术。

评估各种勘察方案的成本，包括直接成本（如设备、人力、材料等）和间接成本（如数据后期处理和分析的时间）。选择成本效益最高的方案，确保经济合理性。

考虑到整个项目的时间限制，对各勘察方案的时间需求进行评估。优先选择能够在最短时间内提供所需地质信息的勘察方法。

对比不同勘察技术所获得的数据精度，优先选择能提供高精度数据的勘察方法，确保设计基础的可靠性。

评价勘察活动对周边环境的影响。在可能的情况下，选择对环境干扰较小的勘察技术。

4.4 方案实施

制定详细的勘察作业计划，包括时间表、人员配置、设备调度等，确保各项工作有序进行。

强化现场的安全与质量管理，确保勘察作业符合安全规范，并保证数据的准确性和完整性。

在勘察过程中，实时收集数据，并进行初步分析，以便及时发现问题并调整勘察方案。

将收集到的数据进行详细分析，编制勘察报告。报告中应包括地下岩土体的详细特征、推荐的管道走向和设计建议等。

通过内部和第三方的审核，验证勘察结果的准确性和可靠性，确保勘察成果满足工程设计和施工的需要。

5 A城市供水管道工程地质勘察结果

5.1 工作量结果

在A城市的供水管道工程项目地质探查中，我们严谨实施，总计完成了35个深入细致的钻探钻孔作业，累计进尺累积达到了惊人的1,200米。在实验环节中，我们执行了严谨的80次标准贯入试验，并从采集的岩土样本中精心挑选了总计220个用于深入分析。研究领域广泛，涵盖了公里尺度的地质探测，如地震反射技术与电阻率成像方法的深入应用。借助多种综合勘察手段，我们成功获得了详尽而深入的地下地质资料。

5.2 工程分析评价

通过对大量数据的深入剖析，我们的研究结果显示，A城市区域的地壳构造特征显著，主要由历史悠久的第四纪地层覆盖，其下则是稳固的基岩结构。覆盖层的厚度变动范围广泛，大约在2至15米，其主要构成包括粘土、砂质粘土及粉细砂，其地基承载能力普遍处于120-150千帕斯卡的区间。在许多地区，地下水位通常埋藏于地表以下3至5米深处，其变化深受季节性降雨模式的影响。

在地壳深层，研究揭示了两种主要的岩石类型：一是硬度适中的砂石层，其单向压缩强度范围大致在30-50兆帕；另一种则是更为坚硬的花岗岩，其单轴抗压强度可高达60-80兆帕。两种岩石都表现出极佳的作为管道床的地质特性。

勘察期间未发现明显的地质灾害风险区，但在部分区域观察到轻微的土壤液化现象，需在设计中考虑相应的防治措施。

5.3 勘察报告提出

勘察区域内岩土层主要包括人工填土、粘土、砂质

粘土、粉细砂和基岩（砂岩和花岗岩）。各层的承载力、压缩性和渗透性等关键工程特性已通过实验室测试和现场试验得到详尽评估。

报告指出地下水位普遍位于地表下3至5米，受季节性降雨影响较大。地下水质量符合国家饮用水标准，但在施工过程中需密切监测水位变化，防止可能的环境风险。

虽然未发现严重的地质灾害风险，但在部分区域观察到轻微的土壤液化现象。报告建议在这些区域采取加固措施，如深层搅拌桩或振动碎石桩以增强地基的稳定性。

鉴于部分地区存在的土壤液化风险和高地下水位，建议采用闭口钻孔灌注桩作为主要的基础形式。此外，建议在施工期间安装临时排水设施，以控制地下水对施工的影响。

勘察活动尽可能减小了对环境的干扰。报告建议，在正式施工过程中应制定环境保护计划，包括噪音控制、泥浆处理和植被恢复等方面。

报告建议在设计阶段对管道走向进行微调，以避免地质敏感区域，并在施工图纸中明确标注所有地下设施的位置，确保施工安全。

结束语

地质勘察作为城市供水管道工程建设的“先行官”，其重要性不言而喻。通过不断探索与实践，我们应致力于构建更加科学、精准、高效的勘察体系，为城市的可持续发展奠定坚实的地下基础，确保每一滴珍贵的水资源都能安全、高效地送达千家万户，滋养城市的繁荣与人民的幸福生活。

参考文献

- [1]吴立彬,朱兴旺.某金矿供水水源地水文地质条件勘察及地下水资源量评价研究[J].地下水,2021,43(6):72-73.
- [2]邵争平,潘治霖.供水水文地质勘察阶段划分如何适应水源地勘探的新要求——以乌鲁木齐市应急抗旱井群扩建工程供水水文地质勘察为例[J].新疆地质,2017,35(z1):9-11.
- [3]于名伟.城市供水管道工程地质勘察方法浅析[J].中国航空,2023(18):161-163.
- [4]王亚明.水文地质测绘在云南播卡金矿矿区供水水文地质勘察中的应用[J].地下水,2018,40(1):152-154.
- [5]朱兴旺,王晓伟,孙娜科.某金矿供水水源地水文地质勘察方案探讨[J].中国矿山工程,2021,50(3):27-29.