

# 高密度电法在城市工程地质勘察中的应用

吕 瑞

(山西华冶勘测工程技术有限公司, 山西 太原 030000)

**摘 要** 本文主要探讨了高密度电法在城市工程地质勘察中的应用。首先, 介绍了高密度电法的基本原理和技术特点, 然后分析了其在地质灾害预测与评估、地下水资源调查与管理、土地污染调查与修复等方面的应用。其次, 探讨了高密度电法在城市工程地质勘察中的优势和局限性, 并提出了相应的应用策略和方法。最后, 总结了高密度电法在城市工程地质勘察中的重要性和应用前景。

**关键词** 高密度电法; 城市工程; 地质勘察

中图分类号: TU99

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0055-03

城市工程地质勘察是城市规划、建设和管理的关键环节之一, 对于保障城市安全和可持续发展具有重要意义。高密度电法作为一种先进的地球物理勘探方法, 具有高效率、高精度和高分辨率等特点, 因此在城市工程地质勘察中得到了广泛应用。本文将重点探讨高密度电法在城市工程地质勘察中的应用, 以期对相关领域的研究和实践提供参考和借鉴。

## 1 高密度电法原理与技术特点

### 1.1 高密度电法的基本原理

高密度电法是一种常用的地球物理勘探方法, 其基本原理是利用不同岩土体之间的电性差异, 通过测量电位差来确定岩土体的分布情况和地质构造。在实际应用中, 高密度电法通过布置多组电极, 形成多个不同极距的供电电极和测量电极, 从而获取多个电阻率数据。通过对这些数据的分析处理, 可以获得地下岩土体的电阻率分布情况, 进而推断出岩土体的性质、埋深和分布范围等信息<sup>[1]</sup>。

### 1.2 高密度电法在城市工程地质勘察中的技术特点

高密度电法在城市工程地质勘察中具有以下技术特点:

1. 高效率: 高密度电法采用多电极同时布置的方式进行数据采集, 能够快速、高效地获取大量数据, 大大缩短了测量时间和工作量。这一特点使得高密度电法在城市工程地质勘察中具有显著的优势, 能够提高工作效率, 减少人力物力的投入。

2. 高精度: 高密度电法采用自动化数据采集技术, 减少了人为干扰因素, 提高了数据精度。这种自动化数据采集方式能够降低误差, 提高数据的准确性, 为后续的地质解释提供可靠的基础。

3. 高分辨率: 高密度电法可以获取较密集的电阻率数据, 能够更准确地反映地下岩土体的细微变化, 为地质解释提供更丰富的信息。高密度电法能够获取大量的电阻率数据, 从而更好地揭示地下岩土体的细节特征, 为城市工程地质勘察提供更准确的地质信息。

4. 适用范围广: 高密度电法适用于各种地形和地质条件, 特别适用于城市工程地质勘察中复杂地形和构筑物附近的地质勘探。无论是在平原、山区, 还是城市复杂地形条件下, 高密度电法都能够提供准确的地质信息, 为城市工程建设提供可靠的依据。

5. 无损检测: 高密度电法采用非接触式测量方式, 对地表无损毁, 特别适用于城市工程地质勘察中对构筑物的无损检测。这种非接触式测量方式能够避免对地表造成破坏, 保护构筑物的完整性, 同时也为后续的城市工程建设提供了安全可靠的基础。

## 2 高密度电法在城市工程地质勘察中的应用分析

高密度电法在城市工程地质勘察中发挥着重要的作用, 广泛应用于地质灾害预测与评估、地下水资源调查与管理、土地污染调查与修复等多个方面。下面分别就这三个方面的应用进行分析。

### 2.1 高密度电法在地质灾害预测与评估中的应用

城市工程地质勘察中, 地质灾害的预测与评估是至关重要的环节。高密度电法能够快速、准确地获取地下岩土体的电阻率信息, 通过对电阻率数据的分析处理, 可以识别出岩土体中的不均匀体和软弱结构面等不良地质体, 为地质灾害的预测和评估提供可靠的依据。在地质灾害预测方面, 高密度电法可以通过对地电阻率的测量和分析, 探测出地下的隐伏断层、溶洞、

地下暗河等不良地质体。这些地质体可能对工程建设和运营安全造成潜在威胁,因此及时的探测和预警有助于防止事故的发生。例如,在某城市地铁建设中,通过高密度电法勘测发现某一地段存在一条规模较大的隐伏断层,并有可能发生岩溶塌陷等地质灾害。针对这一情况,设计部门及时调整了施工方案,避免了潜在的安全隐患。在地质灾害评估方面,高密度电法可以通过对地电阻率的成像技术,揭示出地质体的空间分布特征和形态。通过对电阻率数据的分析和解释,可以评估地质体的稳定性、危险程度和可能引发的地质灾害类型。例如,在某山区公路建设中,通过高密度电法勘测发现某一地段存在较高的滑坡风险。通过对该地段的地电阻率数据进行成像分析,确定了滑坡的范围和可能发生的滑移方向。根据评估结果,设计部门及时采取了相应的防护措施,保障了公路建设的安全进行<sup>[2]</sup>。

## 2.2 高密度电法在地下水资源调查与管理中的应用

地下水资源是城市可持续发展的重要保障之一。高密度电法能够通过对含水层电阻率的测量和分析,判断出地下水资源的分布、埋藏深度和富水性等信息。此外,高密度电法还可以应用于地下水污染状况的调查中,通过电阻率成像技术揭示地下水污染物的分布和扩散范围。在地下水资源调查方面,高密度电法可以通过对地电阻率的测量和分析,确定地下水的埋藏深度和富水区域。这种方法适用于多种地形和地质条件,具有快速、高效的特点。例如,在某干旱地区水资源调查中,通过高密度电法勘测发现了多个具有开采价值的地下水水源地。这些水源地的位置和水量等信息为该地区的水资源开发利用提供了科学依据。在水资源管理方面,高密度电法可以应用于地下水污染状况的监测和预警中。通过定期对地下水进行电阻率测量,可以实时监控水中污染物的种类和浓度。当发现异常情况时,及时采取应对措施以防止污染的扩散和恶化。例如,在某工业园区水资源管理中,采用高密度电法对地下水进行实时监测。当监测数据显示水中污染物浓度超标时,及时采取了相应的净化处理措施,保障了园区内用水安全<sup>[3]</sup>。

## 2.3 高密度电法在土地污染调查与修复中的应用

随着城市化进程的加速,土地污染问题日益严重。高密度电法在土地污染调查与修复中具有广泛的应用前景。通过高密度电法测量不同土地利用类型(如建设用地、农用地等)的电阻率值,可以揭示土地污染

物的分布状况和污染程度。同时,高密度电法还可以用于土地修复工程的监测与评估,为土地污染治理提供科学依据。在土地污染调查方面,高密度电法可以通过对地电阻率的测量和分析,判断出土地的污染程度和污染物种类。这种方法适用于对工业废弃地、采矿业等区域的土地污染调查。例如,在某钢铁厂搬迁后的废弃地调查中,通过高密度电法勘测发现该区域土壤中重金属含量超标,存在严重的环境污染问题。这些信息为该区域的土地治理和生态恢复提供了科学依据。在土地修复工程方面,高密度电法可以用于监测土地修复的效果和评估治理措施的可行性。通过对比修复前后的地电阻率数据,可以定量评估土壤中污染物的去除效果以及生态恢复的程度。例如,在某农药厂污染土地的修复工程中,采用高密度电法对修复前后的土壤进行测量和分析。根据数据分析结果,及时调整了修复方案和技术参数以优化治理效果。经过修复工程实施后,该区域土壤中的重金属等有害物质含量明显降低,为土地资源的可持续利用提供了有力保障<sup>[4]</sup>。

## 3 高密度电法在城市工程地质勘察中的优势与局限性

高密度电法在城市工程地质勘察中具有广泛的应用前景,能够快速、准确地获取地下岩土体的电阻率信息,为地质灾害预测与评估、地下水资源调查与管理、土地污染调查与修复等提供科学依据。然而,作为一种地球物理勘探方法,高密度电法也存在一定的优势和局限性。

### 3.1 高密度电法在勘察过程中的优势

1. 高效率:高密度电法采用多电极同时布置的方式,能够快速、高效地获取大量数据,缩短了测量时间和工作量。同时,数据采集过程中自动化程度较高,减少了人为干扰因素,提高了数据精度。

2. 高分辨率:高密度电法可以获取较密集的电阻率数据,能够更准确地反映地下岩土体的细微变化,为地质解释提供更丰富的信息。此外,通过电阻率成像技术,可以实现地下岩土体的三维可视化,提高了地质解释的精度和直观性。

3. 适用范围广:高密度电法适用于各种地形和地质条件,特别适用于城市工程地质勘察中复杂地形和构筑物附近的地质勘探。同时,对于不同岩土体类型和不同工程问题,可以通过调整电极间距、极距大小和测量方式等参数,实现定制化的勘察方案。

4. 无损检测:高密度电法采用非接触式测量方式,对地表无损毁,特别适用于城市工程地质勘察中对构

筑物的无损检测。相比传统的钻探方法,高密度电法具有更高的安全性和可靠性。

### 3.2 高密度电法在勘察过程中的局限性

1. 对地形条件要求较高:高密度电法对于地形条件要求较高,对于复杂地形和建筑物下方的地质勘探存在一定的限制。在城市工程地质勘察中,由于建筑物密集、地下管线等因素的影响,高密度电法的应用可能会受到一定限制。

2. 对数据处理要求较高:高密度电法获取的数据量较大,对数据处理要求较高。需要借助计算机技术和专门的软件进行数据处理和分析,对于数据处理人员的专业素质和技术水平要求较高。同时,在数据处理过程中需要进行数据筛选和校正等处理环节,增加了数据处理的工作量和复杂性。

3. 对电极排列方式要求较高:高密度电法的电极排列方式对于勘察结果的质量和精度具有重要影响。在布置电极时需要遵循一定的排列规则和要求,否则会影响勘察结果的准确性和可靠性。同时,对于不同的工程问题和地形条件,需要选择合适的电极排列方式以满足特定的勘察需求。

4. 受地下水条件影响:地下水条件对于高密度电法的应用效果具有一定影响。在含水层或地下水位较浅的区域,电阻率值会受到地下水的影响而发生变化,从而影响勘察结果的准确性。因此,在应用高密度电法进行城市工程地质勘察时需要考虑地下水条件的影响因素。

## 4 高密度电法在城市工程地质勘察中的应用策略与方法

高密度电法在城市工程地质勘察中具有广泛的应用前景,但也存在一定的局限性。为了充分发挥高密度电法的优势和潜力,提高勘察结果的准确性和可靠性,需要采取合理的策略与方法。以下是几个方面的应用策略与方法。

### 4.1 合理的电极布置和参数选择

电极布置和参数选择是高密度电法应用中的关键环节,直接影响到勘察结果的准确性和可靠性。在电极布置方面,需要充分考虑地形条件、工程问题和勘察要求等因素,选择合适的电极排列方式和布置方案。同时,需要遵循一定的电极布置规则和要求,如电极间距、极距大小等参数的选择应合理、规范。在参数选择方面,需要根据实际情况选择合适的供电电压、测量电流等参数,以保证数据的准确性和可靠性<sup>[5]</sup>。

### 4.2 数据采集与处理方法的改进与优化

数据采集与处理是高密度电法应用中的重要环节,

需要采取合理的策略与方法进行改进和优化。首先,需要选择合适的测量仪器和设备,并对其进行定期检查和维护,以保证测量数据的准确性和稳定性。其次,在数据采集过程中,需要采取有效措施减少干扰因素和误差,如选择合适的测量位置、避开干扰源等。在数据处理方面,需要借助计算机技术和专门的软件进行数据处理和分析,如数据筛选、校正、成像等处理环节。同时,需要针对不同的工程问题和地形条件,选择合适的数据处理方法和算法,以提高数据的准确性和可靠性。

### 4.3 综合使用其他地球物理方法进行验证和补充

高密度电法作为一种地球物理勘探方法,也存在一定的局限性。为了提高勘察结果的准确性和可靠性,可以综合使用其他地球物理方法进行验证和补充。例如,可以结合使用地震勘探、地磁勘探等方法,以获取更全面、丰富的地下岩土体信息。此外,还可以结合钻探、原位测试等其他勘察方法,以相互印证和补充高密度电法获取的数据信息。综合使用多种方法可以更好地揭示地质体的空间分布特征和形态,提高解释的精度和可靠性。

## 5 结语

高密度电法在城市工程地质勘察中具有广泛的应用前景,可以为城市规划、建设和管理工作提供重要的地球物理数据支持和科学依据。然而,高密度电法也存在一定的局限性,如对地形条件的要求较高、数据解释的复杂性等。因此,在实际应用中需要结合具体情况,选择合适的电极布置和参数,优化数据采集与处理方法,并综合使用其他地球物理方法进行验证和补充。未来,随着高密度电法的不断发展和技术进步,相信其在城市工程地质勘察中的应用将更加广泛和深入。

## 参考文献:

- [1] 姜利. 高密度电法在城市地基勘察中的应用 [J]. 能源技术与管理, 2021, 46(05): 151-152, 176.
- [2] 钱定柱. 高密度电法在公路工程地质勘察中的应用 [J]. 交通世界(中旬刊), 2022(08): 75-77.
- [3] 刘萌, 周有禄. 超高密度电法在工程病害治理勘察中的应用 [J]. 铁道勘察, 2021(01): 37-41.
- [4] 宋澍. 高密度电法在公路工程地质勘察中的应用 [J]. 绿色环保建材, 2021(08): 98-99.
- [5] 董耀, 肖娟, 刘岩, 等. 高密度电法在隧洞工程勘察中的应用 [J]. 岩土工程技术, 2022, 36(01): 70-73.