

高密度电法在工程物探勘查中的应用与案例分析

谢德鑫

(青海省第三地质勘查院 青海西宁 810000)

摘要: 高密度电法在工程物探勘查中以其高效、准确的特点,得到了广泛的应用。本文旨在探讨高密度电法在工程物探勘查中的应用方法,并结合实际案例进行分析,以展示其在实际工程中的有效性和优势。

关键词: 高密度电法; 工程物探勘查; 应用; 案例分析

Application and Case Analysis of High-Density Electrical Method in Engineering Geophysical Exploration

Xie Dexin

(Qinghai Third Geological Exploration Institute, Xining, Qinghai 810000)

Abstract: The high-density electrical method has been widely applied in engineering geophysical exploration due to its efficiency and accuracy. This paper aims to explore the application methods of the high-density electrical method in engineering geophysical exploration and to analyze practical cases to demonstrate its effectiveness and advantages in real-world engineering projects.

Keywords: high-density electrical method; engineering geophysical exploration; application; case analysis

1. 高密度电法的工作原理及优势

高密度电法作为一种地球物理勘查手段,通过观察电场空间分布的变化规律与特征,进而判断不均匀电性体是否存在岩溶、滑坡体等地质现象。由于该方法涉及大量的数据收集与处理,因此在数据采集过程中需综合运用组合电阻率、电阻率测探等多种技术手段,以确保数据的精确性与可靠性,从而达到理想的地质探测效果。如图1所示,为高密度电法探测原理示意图。

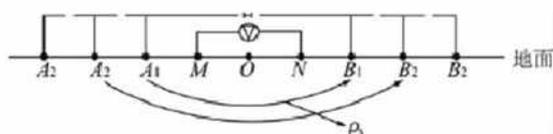


图1 高密度电法探测原理示意图

图中, A_1 、 B_1 为供电点, 输送电流强度为 I , 地下输入电流期间, 地下电场环境渐趋稳定 E , 取两个供电点中点, 其中 $1/3$ 位置之内处于均匀场, 在均匀场内侧安置测量装置, 取得电位差 ΔU , 设装置系数为 k , 测量系数不同, 电阻率计算结果不同。计算公式如下:

$$\rho_s = k \frac{\Delta U}{I} \quad (1)$$

首先, 高密度电法的工作原理在于利用电极阵列对地下介质进行电阻率测量。在测量过程中, 通过布置大量的电极, 形成多个不同方向、不同间距的测量断面, 从而获取丰富的地下电阻率数据。这些数据经过处理和分析, 可以绘制出地下电阻率分布图, 进而揭示地下地质结构、地层划分、断层位置以及地下水流动等信息。

高密度电法的优势主要体现在以下几个方面: 一是测量效率高, 通过自动控制系统, 可以实现电极阵列的快速布置和数据采集; 二是信息丰富, 高密度电法能够获取大量的电阻率数据, 为地质解释提供充足的依据; 三是分辨率高, 由于采用了密集的电极阵列, 使得测量结果具有更高的空间分辨率; 四是适用范围广, 高密度电法不仅适用于陆地环境, 还可以应用于水域和海洋等复杂环境。

2. 高密度电法的工作机制

2.1 数据采集

高密度电法的工作机制首先体现在数据采集环节。在布置电极阵列时, 需根据勘查目的和地下介质特性选择合适的电极间距和测量方式。常见的电极阵列包括等距阵列、不等距阵列和滚动阵列等。在数据采集过程中, 控制系统会按照预设的程序自动调整电极间的电位差, 并记录下相应的电阻率数据。这些数据是后续地质解释和图像处理的基础。

2.2 数据处理与解释

数据采集完成后, 需要对原始数据进行处理和分析。这一过程包括数据滤波、异常识别、电阻率反演等步骤。滤波操作旨在消除数据中的噪声和干扰, 提高数据的信噪比。异常识别则是通过对比不同测量断面的电阻率数据, 找出可能存在的地质异常体或构造。电阻率反演则是将实测的电阻率数据转化为地下电阻率分布图, 从而更直观地揭示地下地质结构。

在数据处理的基础上, 进一步进行地质解释。根据电阻率分布图的特征, 可以推断出地下岩层的分布、厚度、产状等信息。同时,

结合地质背景知识和勘查目的,可以对地质异常体进行定性或定量的解释,为工程设计和施工提供依据。

2.3 实际应用中的注意事项

在应用高密度电法进行工程物探勘查时,需要注意以下几点。首先,勘查区域的地质背景和环境条件对高密度电法的应用效果具有重要影响。因此,在勘查前需充分了解勘查区域的地质特征、地层结构、地下水分布等信息,以便选择合适的电极阵列和测量参数。其次,电极的布置和测量质量直接关系到数据的准确性和可靠性。在电极布置过程中,需确保电极与地下介质接触良好,避免电极位置偏移或接触不良等问题。此外,在测量过程中还需注意控制测量误差,如电磁干扰、温度变化等因素对数据的影响。

3. 高密度电法在工程物探勘查中的应用方法

3.1 布线

在实际工作过程中,为确保电极布置的合理性,进而提升收集数据的科学性和准确性,需采取严谨且稳妥的布线措施。应严格把控各电极间的间距,确保所有电极均位于仪器表的有效工作区间内。此举旨在防范因间距过大导致的超出工作范围问题,以及间距过小可能引发的工作范围重叠和资源浪费现象。无论是电极间距过近或过远,均会对户外工程物探的工作效能与质量产生不良影响。因此,必须确保电极间距的适宜性,以保障布线的合理性。此外,鉴于物探工作常涉及立体工程,这就不可避免地会面临垂直方向上地面落差的问题。若地面落差处理不当,可能导致探测区域与实际地面存在显著差异,进而引发检测电极数据采集精度下降、水平方向偏差扩大或土质测量精度降低等问题。这些问题将直接影响物探结果的精度和可靠性。因此,必须高度重视对地面落差的调控,力求减小落差,以确保勘察结果的精准性。

3.2 电阻检测

电阻检测是高密度电法在工程物探勘查中的关键环节,它直接关系到数据的准确性和可靠性。在进行电阻检测时,需确保所使用的仪器设备性能稳定、精度可靠,并按照规范的操作流程进行操作。同时,还需注意以下几点:

首先,要选择合适的测量参数和电极间距,以适应不同地质条件和勘查目的。对于地质条件复杂或电阻率差异较大的区域,应采用较小的电极间距和较高的测量精度,以获取更详细的地质信息。反之,在地质条件简单或电阻率差异较小的区域,可适当增大电极间距和降低测量精度,以提高工作效率。其次,在电阻检测过程中,需保持电极与地下介质的良好接触,避免因接触不良或电极损坏而导致的测量误差。同时,还需注意控制测量环境的干扰因素,如电磁干扰、温度变化等,以确保测量结果的准确性和稳定性。最后,在数据处理和分析阶段,需对电阻检测数据进行严格的质量控制,剔除异常值和干扰数据,以提高数据的可靠性和有效性。同时,还需结合地质背景知识和勘查目的,对电阻率分布图进行深入的地质解释和综合分析,以揭示地下地质构造、岩性分布和地下水赋存状

态等信息。

3.3 参数选择

在使用高密度电法时,核心涉及的参数主要包括装置类型、单电极间距以及距离系数。这些参数的选定将直接作用于勘探深度、广度以及结果分辨率的呈现。因此,在选择参数时,应确保其符合实际需求,并遵循适宜原则进行数据参数的筛选,以期使整体系统维持在最佳的工作效能状态。此外,在参数选择的过程中,可以借助几种常用的装置进行辅助决策。例如,偶极装置可用于剖析电极变化态势,以便及时作出参数调整;温钠装置则可用于测定垂直电灵敏度,有助于调整水平分层中的运行状态,使系统运作更为科学化。值得一提的是,温钠装置具有较强的环境适应性,能够在多种恶劣环境下正常作业,且对垂直电的检测灵敏度较高。微分装置则是可以同时用于垂直、水平电灵敏度检测的装置,但是其对电阻电阻的检测灵敏度较低,通常不推荐使用。

4. 高密度电法在工程物探勘查中的具体应用

4.1 在矿山勘探中的应用

高密度电法在矿山勘探中发挥着重要作用。通过布置电极阵列并采集地下电阻率数据,可以有效地揭示矿体的分布、形态和规模等信息。由于矿山地质条件复杂,传统的勘探方法往往难以准确探测矿体的位置和边界。而高密度电法通过电阻率反演和地质解释,能够更精确地描绘出矿体的空间位置和形态,为矿山开采提供重要依据。同时,高密度电法还可以用于探测矿山中的断层、裂隙等构造,评估矿山的安全性和稳定性,为矿山的安全生产提供保障。

4.2 在水利工程中的应用

水利工程中,高密度电法主要用于探测水库、堤坝等水工建筑物的渗漏、裂缝等隐患。通过布置电极阵列并采集地下电阻率数据,可以分析出水工建筑物周围的地质结构和介质分布,进而判断是否存在渗漏通道或裂缝。此外,高密度电法还可以用于探测水库底部的地质构造和岩层分布,为水库的安全运行和治理提供依据。同时,在水利工程的规划和设计阶段,高密度电法还可以用于评估工程区域的稳定性和适宜性,为工程选址和方案设计提供重要参考。

4.3 在环境工程地质中的应用

在工程地质领域,高密度电法常用于探测地下空洞、岩溶、软弱层等不良地质体。这些不良地质体往往对工程建设和运营造成严重影响,如地基失稳、沉降变形等。通过高密度电法的探测和分析,可以准确揭示不良地质体的位置、规模和性质,为工程设计和施工提供重要依据。同时,在工程地质调查中,高密度电法还可以用于划分地层、确定岩层产状等,为地质分析和评价提供基础数据。

4.4 在管线探测中的应用

在管线探测中,高密度电法发挥着至关重要的作用。城市地下管线错综复杂,包括供水、排水、燃气、热力等各类管道,这些管线的安全运行直接关系到城市的正常运转和居民的生活质量。高密度电法通过采集地下电阻率数据,能够精确探测管线的走向、埋深

以及可能存在的破损或泄漏点。

具体而言,高密度电法通过布置电极阵列,形成密集的数据采集网络,从而实现对地下管线的高精度探测。通过数据分析处理,可以准确描绘出管线的空间位置和形态,为管线的维护和管理提供重要依据。同时,高密度电法还可以用于探测管线周围的土壤环境,评估管线的安全性和稳定性,预防潜在的安全隐患。

值得一提的是,高密度电法在管线探测中还具有非侵入性的优势。与传统的开挖或钻探方法相比,高密度电法无需破坏地面和管线,减少了对环境的破坏和对管线运行的干扰。因此,高密度电法在管线探测领域具有广泛的应用前景和推广价值。

此外,随着技术的不断进步和方法的不断完善,高密度电法在管线探测中的应用将更加广泛和深入。例如,通过结合其他探测技术如地质雷达、声波探测等,可以实现多源数据融合和综合分析,提高管线探测的准确性和可靠性。同时,随着大数据和人工智能技术的发展,高密度电法数据的处理和分析将更加智能化和高效化,

为管线探测和管理提供更加便捷和精准的支持。

5.应用案例分析

以山东泰安地区的岩溶发育区的工程物探实例进行详细分析。泰新高速拓宽工程位于泰安市南部,该地区受岩溶地质的影响。岩溶地区的地质条件复杂多变,岩溶作用形成的洞穴、裂隙等地质体对工程建设构成潜在威胁。因此,在工程物探勘察中,采用高密度电法来揭示岩溶发育区的地质结构和不良地质体分布情况,具有重要的实践意义。

在本次勘查中,首先根据工程要求和地质背景,确定了高密度电法的参数选择和装置类型。通过布置电极阵列,采集了地下电阻率数据,并进行了严格的质量控制和数据处理。在数据处理阶段,剔除了异常值和干扰数据,提高了数据的可靠性和有效性。如图2所示,使用71根电极,点距为5m。100~180m处在基岩浅部有一段的低电阻率异常,250m处深部有一低阻异常。钻探验证异常段岩溶发育,为该次工程探测提供了数据支持。

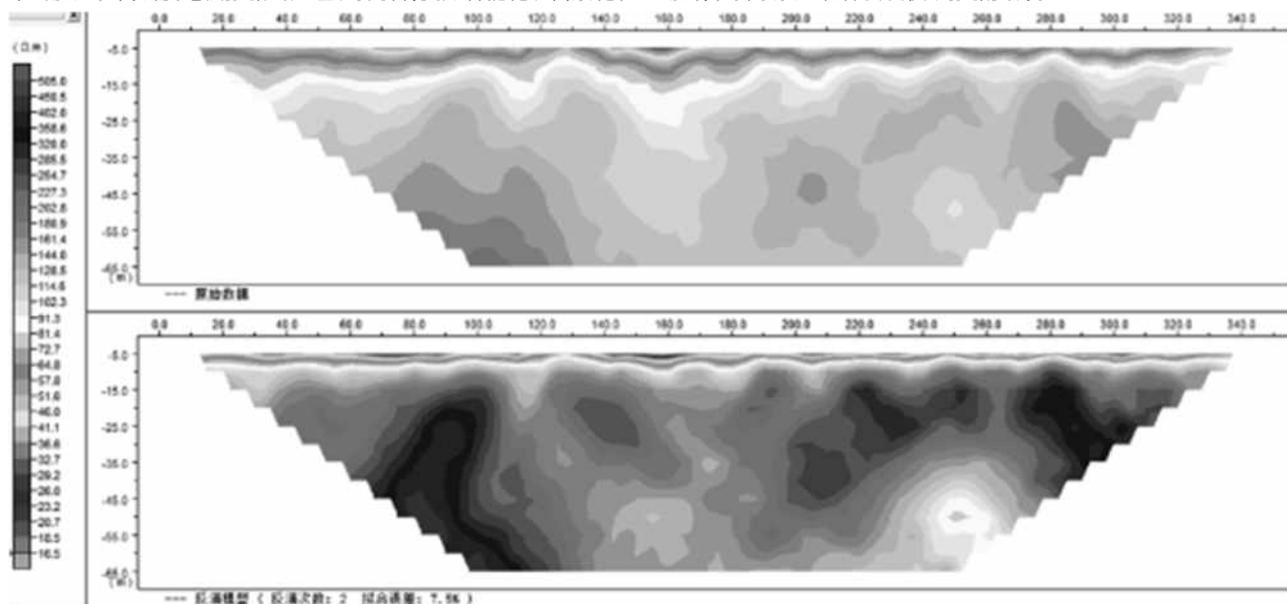


图2 高密度电法反演图

通过对电阻率数据的反演和解释,成功揭示了岩溶发育区的地质结构和不良地质体分布情况。在岩溶区,由于岩溶作用形成的洞穴、裂隙等地质体导致电阻率分布不均,呈现出明显的异常特征。通过对比和分析这些异常特征,可以确定岩溶体的位置、规模和性质,为工程设计和施工提供了重要依据。

此外,高密度电法还揭示了岩溶发育区的水文地质条件。通过分析电阻率数据,可以判断岩溶体的含水性 and 透水性,进而评估地下水对工程建设的影响。这对于预防工程中的渗漏、突水等地质灾害具有重要意义。

结语:

综上所述,高密度电法在工程物探勘察中展现出了广泛的应用价值。无论是矿山勘探、水利工程、工程地质还是管线探测,高密度电法都能提供准确、可靠的地质信息,为工程建设和运营提供重

要保障。随着技术的不断进步和应用领域的拓展,相信高密度电法将在未来发挥更加重要的作用,为工程物探勘察领域的发展做出更大贡献。同时,我们也应不断探索和创新,完善高密度电法的理论和方法体系,提高其在复杂地质条件下的探测精度和可靠性,以更好地服务于工程建设和社会发展。

参考文献:

- [1]张健.高密度电法在工程物探中的应用分析[J].世界有色金属, 2018(18): 268-269.
- [2]王涛.高密度电法在工程物探中的应用[J].价值工程, 2018, 37(27): 221-222.
- [3]崔小平,秦趣.高密度电法在岩溶湿地景区地基工程勘察中的应用[J].国土资源导刊, 2017,14(1):89-96.