

Application of Comprehensive Exploration in Goaf Detection of Small Kiln in Mentougou Area

Congming Zhong Yongjun Xue Peizhong Yang

Third Geological Engineering Survey Institute of Shanxi Province, Jinzhong, Shanxi, 030620, China

Abstract

In view of the complex terrain, bedrock exposure, high grounding resistance and so on in Mentougou area, combined with transient electromagnetic method, high density electric method, shallow seismic method and other surface geophysical exploration methods, the goaf of small kiln in coal mine is detected by using transient electromagnetic method, high density electric method, shallow seismic method and so on. This paper analyzes the layout principle and data interpretation method of the comprehensive geophysical survey method, which is interpreted from a single method to a comprehensive interpretation, and then a single interpretation from the shallow comprehensive interpretation results, which improves the reliability of the interpretation results and proves that the survey effect is good.

Keywords

transient electromagnetic method; high-density electric method; shallow earthquake; comprehensive geophysical exploration; coal mine small-kiln goaf

综合物探在门头沟地区煤矿小窑采空区探测中的应用

仲丛明 薛永军 杨培忠

山西省第三地质工程勘察院, 中国·山西·晋中 030620

摘要

针对门头沟地区复杂地形, 基岩出露, 接地电阻大等情况, 加之煤矿小窑开采无规律性, 开采量较小的特点, 采用瞬变电磁法、高密度电法、浅层地震法等多种地面物探方法相结合, 对煤矿小窑采空区进行探测。分析了综合物探探测方法的布置原则和资料解译方法, 由单一方法解译到综合解译, 再由浅部综合解译结果反推深度单一解译, 提高了解释成果的可靠性, 经验证, 勘测效果良好。

关键词

瞬变电磁法; 高密度电法; 浅层地震; 综合物探; 煤矿小窑采空区

1 引言

勘测区位于门头沟地区, 煤矿开采历史较早, 以小窑开采为主, 开采层位为侏罗系的薄煤层。多为沿沟谷以平洞的方式掘进至含煤层位后沿走向以掘代采, 掘进巷多为硬质砂岩顶板, 岩体完整, 无支护。开采方式落后, 开采量小, 仅满足村民生活所需。采空区周边边坡陡峭, 地质条件复杂, 存在发生采空塌陷及次生地质灾害的隐患。因此, 需查清其所在位置、埋深、规模和走向。但探测存在以下问题: 一方面巷道截面尺度相对埋藏深度较小, 要求物探方法具备精细定位的探测效果; 另一方面勘察场地位于基岩出露区, 地形复杂, 接地电阻较大, 不利于施工, 这就要求采用的物探方法具有较强的灵活性和适应性。对于高密度电法^[1-3], 受制于

地形和接地电阻影响, 部分区域无法全面展开。浅层地震勘测效果好^[7], 不受接地电阻大的影响, 但受制于地形条件, 加之锤击能量有限, 部分区域深度无法达到勘测要求。瞬变电磁法探测深度能达到要求, 但因巷道的规模相对埋深较小, 精确定位难度较大。此外, 单一物探方法存在多解性, 往往难以完成小巷道精细、准确定位任务, 因此有针对性的分别布设不同物探手段进行勘测, 成为一种行之有效的综合物探勘测方法。

2 勘测区地质条件

2.1 地表条件

勘查区山势总体为南高北低, 形成北东向山岭, 其间有多条北西向冲沟。山势坡度较陡, 最陡处可达 38° , 坡陡谷深,

山势险峻,基岩裸露为主要地貌特征。部分沟谷地表属全新统堆积物,岩性为粉砂、砾砂以及碎(块)石等冲洪积物。

2.2 地层条件

勘查区侏罗系窑坡组大面积出露,为数十座土法开采的小窑主采层位,煤层埋深10~100m。煤层薄,产状陡,开采条件差,顶底板岩土体工程地质性质良好。

3 物性分析及布置原则

3.1 电性特征^[4-6]

测区内岩层层状分布,横向上同层岩层的导电性相对均一,纵向上不同岩层具有不同的导电性,泥岩、粉砂岩和中粗砂岩电阻率值依次增高,视电阻率的变化规律基本一致。煤层开采后,岩层冒落、垮塌,裂隙向采空区周围发育,引起原岩电性分布规律变化,分两种情况:采空区内被水填充,地电断面上反映为低阻异常;未被水填充,反映为高阻异常,这就是应用直流电法和感应类电法在本区域内进行采空区探测的地球物理前提。根据现场踏勘及调查,勘测区水位较浅,原当地居民牲畜饮用水取自矿洞坑口位置。

3.2 地震波特征^[8-9]

采空区破坏原岩的应力平衡状态,岩层破碎、垮塌、冒落填充采空区,上覆岩层裂隙发育,形成以采空区为主的空洞和裂隙带。于是,采空区裂隙带和完整岩体之间、松散层与基岩之间均存在明显的波阻抗差异,这就是在该区开展浅层地震法的地球物理前提。

3.3 施工布置原则

在满足施工条件的同时,兼顾勘测效果。

(1) 由点至线、由线及面。首先确定点,一般选择已知坑口区域,三种方法重合布置,再依据施工条件,延展成线及面,追溯矿洞走向及埋深。

(2) 由浅至深。根据各种方法勘测深度不同,浅部布置多种方法勘测,综合解译之后,依据异常特征解译单一方法勘测的深部异常。

4 实例资料分析

4.1 初步解译

图1-a为瞬变电磁法勘查所得的视电阻率断面图:瞬变电磁法勘测深度大,能够有效覆盖目标区域。断面图上低阻

异常突出,呈区域式反应。该方法勘测所得异常区体积效应明显,层状分布异常区随深度增加分辨率下降。总体来说采空异常区大体范围明显,边界界定存在一定误差。

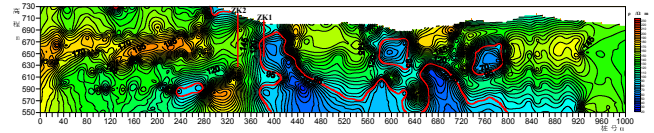


图1-a L1线瞬变电磁法视电阻率断面图

高密度电法(图1-b)视电阻率剖面呈等深度的片状,部分瞬变电磁法揭露的异常不在高密度电法探测范围内。两种方法重叠区域,异常对应较好,可见低阻异常区为采空区积水造成。

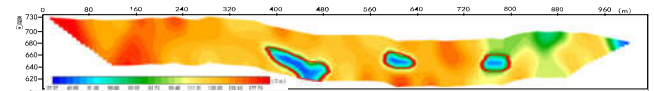


图1-b L1线高密度电法视电阻率断面图

布设浅层地震对上述两种方法揭露的异常区进行勘测(图3),结果显示采空破坏区异常表现为:波组能量较弱,同相轴错断,出现不连续及紊乱现象。反射波同相轴呈现一系列垂向分布的上凸绕弧,属地震波衍射、回震所致,反射波同相轴向上凸弯曲或呈“眼球形”。

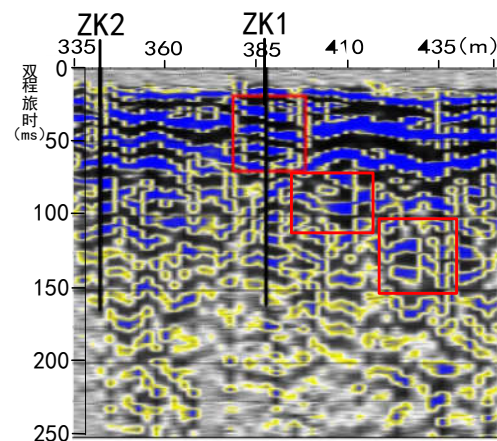


图3 L1测线浅层地震勘测成果图

浅部异常区三种方法均不同程度表现出异常反应,推断为采空区。由瞬变电磁法异常形态纵向对比,深部异常区同样解译为采空区。综合推断1测线地电断面图1-c。

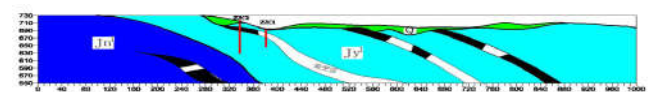


图1-c 推断1线地电断面图

物探初步解译结果完成后,在异常位置410点及非异常

位置 330 点分别布置验证钻孔 ZK1、ZK2。其中 ZK1 钻进至 18m ~ 21m 钻孔漏浆，并于 21m 深度掉钻 0.5m，下部存在煤泥，有明显的开采扰动迹象。煤层顶板破碎，裂隙发育，部分区域有离层现象；ZK2 号钻孔所揭露岩层依次为第四系、侏罗系窑坡组 (J_3^1)。揭露煤、岩层相对完整，未受采动影响。结合物探资料的异常情况推断该位置应为正常区域。

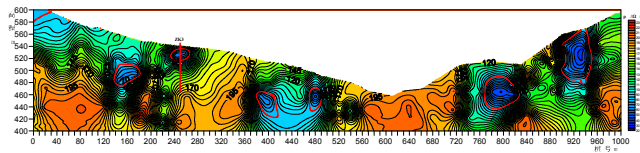


图 2-a L2 线瞬变电磁法视电阻率断面图

L2 线设瞬变电磁法勘测成果图 2-b: 140 ~ 180 点在高程 480m ~ 510m 位置出现低阻异常，240 ~ 270 点在高程 530m ~ 550m 位置出现低阻异常，380 ~ 420 点、460 ~ 490 点、780 ~ 820 点，均在高程 460m ~ 480m 位置出现低阻异常，910 ~ 950 点在高程 500m ~ 540m 位置出现低阻异常。对应高密度电法 (点距 5m) 勘测剖面图 2-b: 220 ~ 270 点在高程 520m ~ 550m 位置出现低阻异常，360 ~ 420 点、440 ~ 480 点、760 ~ 820 点，均在高程 460m ~ 490m 位置出现低阻异常，820 ~ 870 点、910 ~ 950 点在高程 520m ~ 550m 位置出现低阻异常。同样对应位置 (240 ~ 270 点) 浅层地震 (点距 2.5m) 同相轴呈现垂向分布的上凸绕弧，反射波同相轴向上凸弯曲或呈“眼球形”。

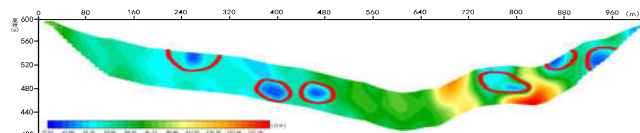


图 2-b L2 线高密度电法视电阻率断面图

物探初步解译结果完成后，在 L2 测线异常位置 250 点布置验证钻孔 ZK3。ZK3 号钻孔在钻进至 15.3m 位置进入采空区并掉钻，采空区高 2.5m，煤层顶板破碎且裂隙发育，漏水严重，有离层现象。

根据以上两种地面物探资料解译成果，结合已知的地质和钻探资料，综合推断 5 测线地电断面图 2-c。

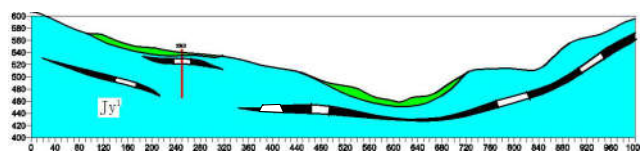


图 2-c L2 推断地电断面图

4.2 综合分析

根据各方法的勘测特点分析，瞬变电磁法勘测深度大，工作效率高，异常表现体积效应明显，加之该方法勘测效果受地形影响较小，穿透力强，因此适合面积性工作，可以大致划定异常范围；高密度电法受地表条件限制、地形影响大，可在局部布置，在小点距情况下，纵向和横向分辨力均好于瞬变电磁法，在瞬变电磁法勘测所得异常范围内，满足勘测深度要求的前提下，布置高密度电法能够很好的对异常情况进行进一步勘测分析，并与瞬变电磁法相结合解译，互相对照印证；在条件允许区域布设小点距浅层地震，可以对细节反应更为准确，对电法勘测结果进一步勘测，能够很好的反应电法勘测结果的真实性、可靠性。

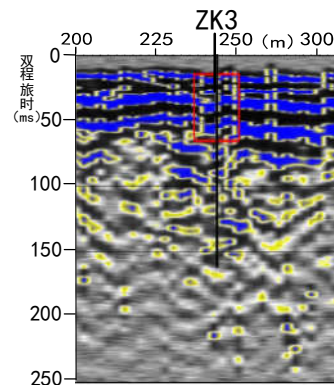


图 4 L2 测线浅层地震勘测成果图

5 结语

由实际勘测效果可见不同物探勘测方法应针对不同条件布设，在遵循由面到线再到点，由粗测到精测的方式，将适宜面积勘测的工作方法首先进行，随后在满足精细勘测方法的异常区域布设测线测点，进一步分析异常情况，对比多种方法的异常特征，进而获得更加符合实际的解译结果。从不同的物性条件出发，多角度、多方面勘测分析，再将重叠区域的异常特性分析反向推广全区，解译单一方法勘测区，这就是综合物探方法核心理念。

理论与实践表明，建立以适宜物探方法为主进行扫面勘测，对初测异常加密勘测精度布置其他方法为辅剖面的综合物探方法，用于复杂区域的精细探测是完全可行的，既可充分利用场地条件，能够有效的克服单一方法的局限性，避免单一方法的多解性，又能提高解释成果的可靠性，该模式高效低耗，具有较强的适用和推广性。

参考文献

- [1] 牛之琏编著. 时间域电磁法原理 [M]. 长沙: 中南大学出版社, 2007.
- [2] 朴化荣. 电磁测深法原理 [M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [3] 傅良魁. 电法勘探教程 [M]. 北京: 地质出版社, 1983.
- [4] 封绍武, 刘文增, 杨晓东. 强干扰区瞬变电磁勘查采空区效果 [J]. 物探与化探, 2010, 34(2).
- [5] 张开元, 韩自豪, 周韬. 瞬变电磁法在探测煤矿采空区中的应用 [J]. 工程地球物理学报, 2007, 4(4).
- [6] 石亚丁, 肖平. 高分辨电法勘探技术在西露天矿采旧巷探测中的应用 [J]. 煤炭技术, 2010, 29(4).
- [7] 王运生, 苏建黎. 浅层地震联合成像技术及其应用研究 [J]. 工程地球物理学报, 2007, 4(4).
- [8] 王俊茹, 张龙起, 宋雪琳. 浅层地震勘探在采空区勘测中的应用 [J]. 物探与化探, 2002, 26(1).
- [9] 刘菁华, 王祝文, 朱士, 等. 煤矿采空区及塌陷区的地球物理探查 [J]. 煤炭学报, 2005, 30(6).