

“多频同步”无线电坑透技术探测煤层构造效果研究

Study on the Effect of "Multi-Frequency Synchronous" Radio Wave Penetration Technique in Detecting Coal Seam Structure

温亨聪 杨海涛 刘宝宝

Hengcong Wen Haitao Yang Baobao Liu

焦作煤业(集团)有限责任公司科学技术
研究所

中国·河南 焦作 454002

Science and Technology Research Institute of

Jiaozuo Coal and Industrial Co.,Ltd.,

Jiaozuo, Henan, 454002, China

【摘要】“多频同步”无线电坑透技术可以极大地提高勘探现场的施工效率、一次性探测成功率和物探成果分辨率。论文结合工程实例,分析研究“多频同步”无线电坑透技术在煤层构造探测中的应用,给相关工程提供参考。

【Abstract】"Multiple frequency synchronization" radio pit through technology can greatly improve the construction efficiency of exploration site, the success rate of one-time exploration and the resolution of geophysical results. Combined with engineering examples, this paper analyzes and studies the application of "multi-frequency synchronous" radio penetration technology in coal seam structure detection, and provides references for related projects.

【关键词】无线电坑透技术;多频同步;探测效率;煤层构造

【Keywords】radio wave perspective technology; multi-frequency synchronization; detection efficiency; coal structure

【DOI】10.36012/etr.v2i2.1124

1 引言

无线电坑透技术是煤矿中常用的一种地质构造勘探技术,常用于探测煤层工作面中的断层、破碎带、薄煤带等地质构造异常体,具有理论成熟、施工简便、探测效果明显的优点^[1]。但传统的无线电坑透技术存在一定局限性,一次探测只能采集一个频率的坑透数据(即单频探测),因坑透“无线电波信号频率”的高低与“探测结果分辨率”正相关、与“穿透距离”负相关,“穿透距离远”与“结果分辨率高”二者无法兼顾,经常会出现因选取的坑透信号频率过高、工作面过宽、煤层透射性较差等原因造成数据缺失,或因选取的坑透信号频率过低而造成探测精度不高,影响坑透探测效果^[2,3]。若要兼顾“穿透距离”与“结果分辨率”,需要有多频探测数据、只能多次施工,费时、低效且严重影响矿井正常生产。通过应用“多频同步”无线电坑透技术探查煤层厚度和断层等地质构造异常体的分布状况,可以指导矿井采面布置,避免在无煤区、不可开采薄煤区等区域实施巷道掘进、开采等生产投入和时间浪费,提高现场工作效

率,减少对矿井生产的影响,产生巨大的安全效益和经济效益。

2 工作面概况

焦煤公司下属矿井 1011 工作面为二 1 煤层顶分层工作面,主采二 1 煤层,煤层厚度平均为 6m,工作面勘探区内无落差大于 1/2 平均煤层厚度的断层,且内部废弃巷道较多且纵横交错。

3 勘探原理

无线电坑透勘探是基于高频无线电波在地下不同介质中传播时的差异性衰减特征来判断介质特征^[4]。电磁波在地下介质中传播时,由于各种岩、矿体的电性不同,其对电磁波能量的吸收性不同。低阻性岩层对电磁波有较强的吸收作用,造成电磁波能量较强衰减^[5,6]。电磁波在地下介质中传播时,由于各种岩、矿体的电性(电阻率和介电常数等)不同,其对电磁波能量的吸收性不同^[7]。低阻性岩层(如含水岩层、泥岩、裂隙发育岩层等)对电磁波有较强的吸收作用,造成电磁波能量的较

强衰减;断层、破碎带和陷落柱等界面可造成电磁波的反射和折射,也造成电磁波能量的较强衰减^[8,9]。

“多频同步”无线电坑透技术核心是将发射机和接收机时间同步设置,发射机和接收机同步工作,由发射机定点、自动分时段、发射不同频率的无线电波信号,接收机定点、自动对应时段、分频接收对应频率的无线电波信号,一次性完成多个频率数据采集工作,极大地提高现场数据采集效率。因采集的参数种类多、数据量大,后期可以对多种数据对比处理、多种成果相互校正,综合分析,在保障探测距离的前提下有效提高探测成果的精细度(分辨率),彻底破解“穿透距离”与“结果分辨率”之间的矛盾,提高一次性探测成功率,减少对矿井生产的影响^[10]。此“三高”坑透技术(施工效率高、一次性探测成功率高、结果分辨率高)在世界无线电坑透领域属于创新性领先水平。

4 物探施工布置

工作面无线电坑透探测施工设计在一水平运输大巷和老回风平巷各布置 6 个发射点和 26 个接收点,发射点间距为 50m,接收点间距为 10m,一条巷道内定点多频(选用 0.5MHz 和 1.5MHz 两个频率)发射,另一条巷内定点分频同步接收。

5 物探成果

5.1 低频(0.5MHz)无线电坑透探测成果

低频(0.5MHz)无线电坑透探测成果如图 1 所示。可以看出,工作面物探范围内主要存在 2 个坑透异常区(图中粗黑色线所圈区域),分别标记为 K1、K2。K1 属于电磁波能量中等强度吸收区,异常范围偏小、异常幅值中等,可能主要系煤岩层破碎、裂隙发育或含水性增加区的反映;K2 属于电磁波能量中等强度吸收区,异常范围偏小、异常幅值中等,可能主要系老巷交叉、煤岩层破碎及裂隙发育或含水性增加区的反映。其他异常区的范围较小;正常区域的煤层相对较厚、赋存稳定。

5.2 高频(1.5MHz)无线电坑透探测成果

高频(1.5MHz)无线电坑透探测成果如图 1 所示。可以看出,1011 工作面物探范围内主要存在 2 个坑透异常区(图 1 中粗黑色线所圈区域),分别标记为 K1、K2。K1 属于电磁波能量中等强度吸收区,异常范围较小、异常幅值中等,可能主要系煤岩层破碎、裂隙发育或含水性增加区的反映;K2 属于电磁波能量中等强度吸收区,异常范围较小、异常幅值中等,可能主要系老巷交叉、煤岩层破碎及裂隙发育或含水性增加区的反映。其他异常区的范围较小;正常区域的煤层相对较厚、赋存稳定。

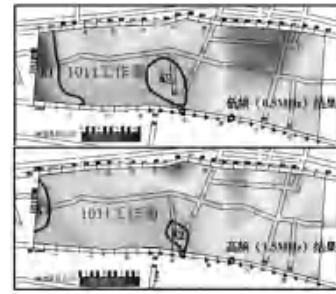


图 1 无线电坑透勘探成果图

5.3 低频与高频无线电坑透探测成果对比分析

对比分析低频(0.5MHz)和高频(1.5MHz)两种无线电坑透探测成果,可以得出以下结论:①低频(0.5MHz)与高频(1.5MHz)两种无线电坑透探测成果均圈定有 K1 和 K2 两个异常区,不同频率圈定的异常区位置大体相同,无异常区的成果特征具有相似性,说明两种频率探测结果都具有可靠性。②低频(0.5MHz)与高频(1.5MHz)两种频率无线电坑透探测成果所圈定的 K1、K2 异常区位置虽然大体相同,但异常区的范围大小有显著差异。相对而言,低频(0.5MHz)坑透成果所圈定的异常区范围较大、分辨率偏低;而高频(1.5MHz)坑透成果所圈定的异常区范围较小,分辨率更高。③“多频同步”无线电坑透技术可以一次探测采集多个频率的坑透数据,实现多种频率探测成果的对比分析、相互校正、综合解释。低频探测弥补了高频探测时信号透射距离短、探测能力差的缺点,避免了因工作面过宽、煤层透射性较差等原因造成的(部分区域)数据缺失、异常区遗漏问题;反之高频探测很好地弥补了低频探测时异常区范围过大、分辨率(精度)偏低的缺点,做到“穿透距离远”与“结果分辨率高”二者兼顾,达到“施工效率高、一次性探测成功率高、结果分辨率高”的“三高”理想探测效果。

6 验证结果

①低频(0.5MHz)与高频(1.5MHz)两种无线电坑透探测成果共同圈定的 K1 异常区位于工作面切眼附近。已知资料显示,有一条废弃巷道穿过 K1 异常区并与切眼交叉,分析认为,K1 异常区系切眼加上废弃巷道引起的附近区域岩石应力集中造成煤岩层破碎、裂隙发育或含水性增加的反映。物探成果与已知资料吻合,结论准确。

②低频(0.5MHz)与高频(1.5MHz)两种无线电坑透探测成果共同圈定的 K2 异常区位于多条废弃巷道交叉处附近。分析认为,K2 异常区系多条废弃巷道交叉引起的附近区域岩石应力集中造成煤岩层破碎、裂隙发育或含水性增加的反映。物探成果与已知资料吻合,结论准确。

③低频(0.5MHz)与高频(1.5MHz)两种无线电坑透勘探成果共同圈定的正常区域,煤层厚度较大、分布稳定,与已知资料吻合,结论准确。

上述成果验证说明,“多频同步”无线电坑透勘探效果好,技术可靠。

7 结语

“多频同步”无线电坑透技术可以一次探测采集多个频率的坑透数据,实现多种频率勘探成果的对比分析、相互校正、综合解释。低频探测弥补了高频探测时信号透射距离短、探测能力差的缺点,避免了因工作面过宽、煤层透射性较差等原因造成的(部分区域)数据缺失、异常区遗漏问题;反之高频探测很好地弥补了低频探测时异常区范围过大、分辨率(精度)偏低的缺点,做到“穿透距离远”与“结果分辨率高”二者兼顾,达到“施工效率高、一次性探测成功率高、结果分辨率高”的“三高”理想探测效果。

参考文献

[1]梁庆华,吴燕清.无线电波坑道透视探测的定性分析及其应用

[J].重庆大学学报,2010,33(11):113-117.

[2]贾坚.无线电波坑透技术在矿井中的应用[J].山西煤炭管理干部学院学报,2016,29(3):55-57.

[3]李振武,王绪奎,李伟.电磁波坑透技术在探测煤矿地质异常体中的应用[J].山东煤炭科技,2015(5):178-179.

[4]曹有.无线电波坑透技术在煤矿地质探测中的应用研究[J].山东煤炭科技,2014(5):117-119.

[5]刘振庆,伏庆辉.坑透法在复杂地质条件回采工作面中的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2016(22):111-112.

[6]刘凯,朱冠宇,韩飞,等.物探方法在隐伏构造探测中的应用[J].东北水利水电,2016,34(5):52-53,62.

[7]吴荣新,方良成.无线电波透视成果综合评判[J].淮南工业学院学报,2001,21(1):1-3.

[8]宁书年,张绍红,杨峰,等.无线电波层析成像技术在矿井坑透中的应用[J].煤炭学报,2001,26(5):468-472.

[9]郑俊军.矿井无线电波坑道透视探测技术应用探讨[J].煤炭与化工,2015(1):21-23.

[10]徐衍和,董守华,李东会.无线电波坑透技术在矿井中的应用[J].江苏地质,2007,31(1):20-24.

(上接第96页)

决了大桥施工测绘工作,提高了大桥工程建设测绘的精确性。

3.2 在地形、地籍与房地产测绘中的应用

在地形、地籍和房产测绘过程中,测绘部门需要确保土地权属界址点位置的准确性,为土地、房产管理提供准确的比例尺平面图,获取更多房屋测绘面积等数据^[1]。现阶段,GPS 技术在地形、地籍和房产测绘中得到了广泛应用,提升了各个待测点三维坐标测定的速度、测绘数据的准确性,有助于测绘人员掌握更多有效的数据和信息,准确地分析和判断工程实际情况。除此之外,GPS 技术不会受外界环境等因素的影响,不严格要求基准控制点数量,在基准点数量少的情况下可以进行准确的测绘活动。在界址点、地形点、坐标观测过程中,无须布置控制点就能够完成测绘工作,提高测绘速度和准确性。

3.3 在矿山测绘中的应用

在现代化社会的发展中,中国矿山作业信息化建设力度不断增加,数字矿山建设发展十分迅速,在实际建设中需要测绘更多数据,以获取更多矿山相关的数据和信息,满足现代化矿山信息管理系统的需求。例如,在计算机中设置矿山数字模型,绘制矿山相关的地形图件,这些都需要更多的测绘数据作为支持,而 GPS 测绘技术的应用能够适应复杂环境,为数字

矿山建设提供保障。在矿山开采工作过程中,往往会对周边环境带来一定影响,由于缺少可靠的监督管理措施、全面的环境信息作为支持,出现了很多无序开采的行为,为环境整治工作带来了很大难度,这就要求利用 GPS 测绘技术进行测绘,以了解环境破坏情况,为保护和治理工作的顺利实施提供支持^[2,3]。

4 结语

综上所述,在社会经济的快速发展中,GPS 测绘技术将很多测绘技术进行了有效融合,在工程测绘中得到了十分广泛的应用,并发挥着重要作用,为社会各个领域的发展提供了技术支持,相关研究人员通过改良 GPS 测绘技术,改善了传统测绘技术中的缺陷,提高了技术的应用功能,为各个行业提供了准确的测绘数据。因此,在未来社会的发展中,GPS 测绘技术将发展越来越好,其技术革新为更多行业的发展提供机遇。

参考文献

[1]陆国兵.GPS 测绘技术在工程测绘中的应用研究[J].工程建设与设计,2019(4):275-276.

[2]薛会元.浅析 GPS 测绘技术在工程测绘中的应用[J].科技与企业,2014(9):46.

[3]袁星.浅析 GPS 测绘技术在工程测绘中的应用[J].建材与装饰,2018,529(20):236-237.