

瞬变电磁法在预测任楼矿导水陷落柱中的作用

段中稳,李全,童宏树

(皖北煤电集团公司,安徽 宿州 234001)

[摘要] 将地面瞬变电磁法应用于煤矿井下,探测任楼煤矿某工作面底板导水陷落柱的形态及位置,并对矿井瞬变电磁法探测技术、资料解释结果和矿井瞬变电磁法特点进行详细分析。应用效果证明矿井瞬变电磁法技术对探测煤层底板导水构造是一种行之有效的方法。

[关键词] 矿井瞬变电磁法;导水构造;陷落柱

[中图分类号] TD745 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1003-6083(2004)02-0013-02

0 引言

煤层底板突水多与导水断层、裂隙带和陷落柱发育有关,底板承压含水层的存在是底板突水的先决条件。因此,煤层底板导水断层、裂隙带和陷落柱的提前预测是煤矿防治水工作的关键。

由于煤层底板导水断层、裂隙带和陷落柱发育与完整岩石的导电性具有明显的电性差异,这就为矿井电磁法探测技术预测导水断层、裂隙带和陷落柱提供了物理依据。目前用于探测煤层底板导水构造的矿井电磁法主要有矿井直流电探测法、音频电透视法和矿井瞬变电磁法,前两种方法受井下已有巷道长度大小限制,当井下巷道长度有限(小于最大供电电极距)或工作面未完全贯通时,这两种方法将无法进行测量;而矿井瞬变电磁法测量不受井下巷道长度等因素的影响,即使在巷道停头位置这样的环境也可以进行超前探测。本文介绍这一方法在100多米长的巷道内,探测巷道一侧70 m范围内煤层底板导水构造发育形态和位置的实例。

1 矿井瞬变电磁法^[1-3]

矿井瞬变电磁法基本原理与地面瞬变电磁法一样,采用的仪器和测量的时间窗口也相同。由于受矿井瞬变电磁法勘探环境的限制,地面测量装置在井下无法使用,其勘探深度不如地面深,一般在100 m左右。地面瞬变电磁法为半空间瞬变响应,这种瞬变电磁响应来自于地表以下半空间地层;而矿井瞬变电磁法为全空间瞬变电磁响应,这种瞬变电磁响应是来自于回线平面上下(或左右)地层,这给确定异常体的位置带来困难。实际

资料解释中,必须结合具体地质和水文地质资料综合分析。矿井瞬变电磁法与地面瞬变电磁法相比具有以下几个方面的特点:

(1)由于井下测量环境不同于地表,不可能采用地表测量时的大线圈(边长大于50 m)装置,只能采用边长小于3 m的多匝小线框,因此数据采集工作量小,测量设备轻便,工作效率高,成本低。

(2)由于采用小线圈测量,采用密集点距(一般为2~10 m)降低体积效应的影响,提高勘探分辨率,特别是横向分辨率。

(3)井下测量装置距异常体更近,大大提高了测量信号的信噪比。实际测量结果说明,井下测量信号的强度比地面同样有效面积的同装置测量的信号强10~100倍,井下的干扰信号相对有用信号近似等于零(大于30 ms时间段),而地面测量信号在衰减到一定时间段(一般小于15 ms)就被干扰信号覆盖,无法识别有用异常信号。

(4)地面瞬变电磁法勘探只能将线圈平置于地面测量,而井下瞬变电磁法可以将线圈置于巷道底板测量,探测巷道底板下一定深度内含水异常体垂向和横向发育规律,也可将线圈直立于巷道内,当线圈面平行巷道掘进前方,可超前探测;当线圈面平行于巷道侧面煤层,可探测工作面内和顶、底板一定范围内含水低阻异常体的发育规律。

2 施工技术

本次矿井瞬变电磁探测采用的仪器为澳大利亚产SIROTEM 3型瞬变电磁仪,该仪器具有抗干扰、轻便、自动化程度高等特点。数据采集由微机控制,自动记录和存储,与微机连接可实现数据回

放。工作装置选择 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 、匝数为 50 匝重叠回线组合,以便与地下(前方)异常体产生最佳偶合响应,回线直立于巷道内,并靠近异常发育巷道侧帮,发射电流大于 5 A,测点间距 10 m,预测异常地段测点间距加密到 5 m。

3 应用及效果分析

任楼矿在掘进工作面运输巷道时,巷道迎头出水,淹没整个工作面,巷道布置如图 1(a)所示。为了查明运输巷道迎头附近含水构造特征,采用矿井瞬变电磁法在辅助轨道下山巷道靠近异常发育的侧帮进行探测。探测结果经时间—深度换算后得到图 1(b)所示的深度—视电阻率等值线拟断面图,图中横坐标为测点坐标,纵坐标为水平探测深度,即巷道一侧沿煤层水平延伸距离。根据地面瞬变电磁场传播的“烟圈效应”理论,瞬变电磁法勘探体积为一锥形体,由于矿井瞬变电磁法为全空间响应,其勘探体积是以回线为对称的两个锥形体。

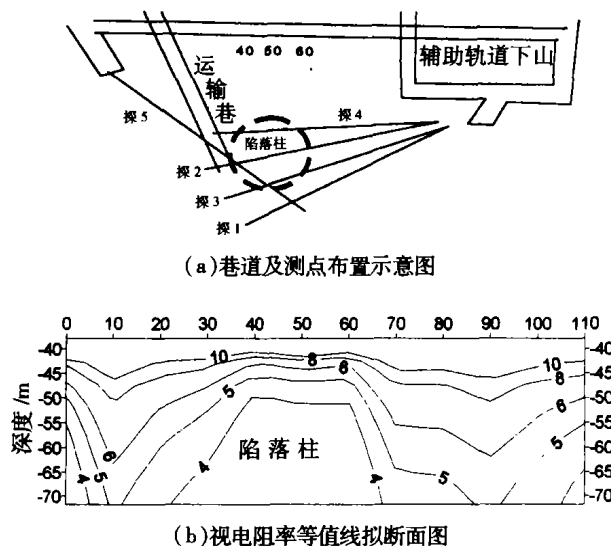


图1 矿井瞬变电磁法探测视电阻率等值线拟断面图

在早期窗口,探测深度较浅,主要为近距离电性层瞬变响应,由于锥形体半径较小,基本局限于煤层或包括少部分顶底板岩层,因此电性横向变化不大,视电阻率等值线横向变化均匀。随着时间的延迟,勘探体积和探测距离增大,涉及煤层底板岩层范围增大,电性变化复杂化。在视电阻率等值线拟断面图上,距离辅助轨道下山巷道水平距离为 50 m 左右(纵坐标),发育一顶部宽度为 20 m(横坐标在 40~60 m 之间),深度宽度为 40 m(横坐标 20~60 m 之间)的低阻异常体,视电阻率等值线呈半封闭状,根据辅助轨道下山巷道另一

侧其它巷道揭露情况无明显低阻异常发育。因此,该低阻异常体发育于工作面内,由于探测深度为 70 m 左右,对异常大于 70 m 延伸情况无法确定。为了确定异常范围和特征,该矿在井下巷道不同位置布置探 1#~探 5# 共 5 个水平钻孔,根据钻孔出水距离和岩芯取样情况综合分析,该含水异常体为一半径为 40 m 左右的导水陷落柱,根据探 4# 孔探测结果,该陷落柱距离辅助轨道下山巷道 50 m 左右,钻探结果与矿井瞬变电磁法探测结果完全吻合。由此可见,在巷道空间限制的情况下,采用矿井瞬变电磁法探测工作面煤层底板含水构造,能取得很好的地质效果。

4 结论

(1)矿井瞬变电磁法预测煤矿工作面底板含(导)水构造,是一种行之有效的矿井物探方法。

(2)矿井瞬变电磁法在井下进行测量,不受巷道长度限制,具有测量装置轻便、工作效率高、勘探体积效应小和异常分辨率(特别是横向分辨率)高等特点。

(3)由于矿井瞬变电磁法在井下测量,距离异常体近,异常响应明显,测量装置为 $2\text{ m} \times 2\text{ m}$ 、匝数为 50 匝重叠回线组合,因此采用矿井瞬变电磁法不仅可以在巷道侧帮进行探测,也可以在巷道停头位置进行超前探测。

(4)根据地面瞬变电磁场传播的“烟圈效应”理论,通过改变矿井瞬变电磁法测量回线平面与巷道底板之间的倾角,可以实现对巷道顶、底板岩层内含(导)水构造的预测。实际效果证明矿井瞬变电磁法为指导矿井安全生产、防止水害事故的发生提供了可靠的技术保障,在煤矿防治水工作中具有广阔的应用前景。

[参考文献]

- [1] 蒋邦远.实用近区磁源瞬变电磁法勘探[M].北京:地质出版社,1998.
- [2] 于景.矿井瞬变电磁法理论及应用技术研究[D].徐州:中国矿业大学博士论文,2000.
- [3] 刘天放,李志鹏.矿井地球物理勘探[M].北京:煤炭工业出版社,1995.

[作者简介]

段中稳(1967-),男,安徽理工大学在读工程硕士研究生,主要从事矿井地质及水文地质工作。

[收稿日期:2004-02-16]