文章编号:1001-1986(2006)04-0074-03

瞬变电磁技术在煤层底板含水层注浆改造中的应用

郭　纯,邢文平,李文军
(焦作煤业(集团)有限责任公司地测处,河南 焦作　454002)

摘要:煤层底板含水层注浆改造技术可以彻底根治底板水害。利用瞬变电磁技术探测煤层底板含水层的赋水性特征,确定工作面内注浆改造重点区域,指导钻孔布置,并在底板改造后检验注浆改造效果。其在焦作矿区的应用效果明显。

关　键　词:瞬变电磁法;底板含水层;注浆改造;应用
中图分类号:P631.34　　**文献标识码**:A

Application of transient electromagnetic techniques to grouting reconstruction of lower confining bed

GUO Chun, XING Wen-ping, LI Wen-jun
(*Geologic Survey Department, Jiaozuo Coal Mining Group Company Ltd., Jiaozuo* 454002, *China*)

Abstract: The grouting reconstruction technique of lower confining bed can be used to control the water hazard from coal floor. The transient electromagnetic thchniques can be used to determine the key region for grouting reconstruction, guiding the drill hole lay-out and detect the grouting effect. The application is confirmed of favorable effect.

Key words: transient electromagnetic method; lower confining bed; grouting reconstruction; application

1　引言

煤层底板含水层注浆改造技术是焦作矿区煤矿安全生产必须采用的技术手段。该技术是对底板含水层实施打钻注浆,将含水层改造成隔水层,可以变被动治水为主动防治水,彻底根治底板水害。其技术关键是对底板含水层准确的探测。

焦作矿区煤层底板含水层探测常用的有效探测手段是煤炭科学研究总院西安分院提供的直流电法、音频电透、高密度、高分辨等技术。这些手段技术成熟但存在共同的缺点——施工比较复杂、探测速度较慢,一般完成 500 m 长度探测剖面需要 6 h,劳动强度较大。经过多次试验发现,井下瞬变电磁技术也可以探测煤层底板含水层的富水性,同时有比较高的施工效率。该技术完成 500 m 探测剖面仅需要50 min。在焦作矿区的实际应用中,利用该技术探查底板含水层的完整性、指导注浆钻孔的设计,并对注浆后各钻孔的注浆效果进行检验,为工作面安全回采提供了技术保障,取得了一定的效果。

2　概况

焦作矿区是国内有名的大水矿区,受底板 L_8 灰岩水及奥灰水的威胁非常严重。统计资料显示,1992 年煤矿水害事故中,50 %以上的灰岩突水淹井事故都发生在焦作矿区,几乎每个矿都有突水的经历。焦作矿区主采太原群二$_1$ 煤,煤层厚度约 6 m,主要含水层为煤层底板下方 L_8 薄层灰岩,厚度 6～8 m,与煤层间距 18～24 m,底板隔水层为砂岩、粉砂岩、泥岩,发育比较稳定。临近的永城矿区主采二$_2$ 煤,煤层厚度约 3 m,主要含水层为煤层底板下方 L_{10} 灰岩,与煤层间距 40～50 m,底板隔水层也是砂岩、粉砂岩、泥岩。一般情况下,这些薄层灰岩含水层均承受 2～4 MPa 的水头压力,尤其是当这些薄层灰岩含水层与地表水发生水力联系或被地质构造切割,形成垂向导水通路和横向与厚层灰岩含水层对接水力联系时,含水层的富水性大大增加。因此,查明强补给水源和导水通道进行注浆加固,具有重要意义。

3　井下瞬变电磁技术的工作方法选择

井下瞬变电磁勘探受施工场地的限制,只能在巷道内进行,一般利用多匝小线圈,剖面装置方式进行发射和接收。剖面装置方式通常有同点(如共圈)式和偶极式(图 1)。井下探测时距目标体较近,要求瞬变电磁的盲区尽可能小,而同点式装置发射线

收稿日期:2005-11-07
作者简介:郭　纯(1967—),男,河南新乡人,物探工程师,从事煤矿井下地球物理勘探工作.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

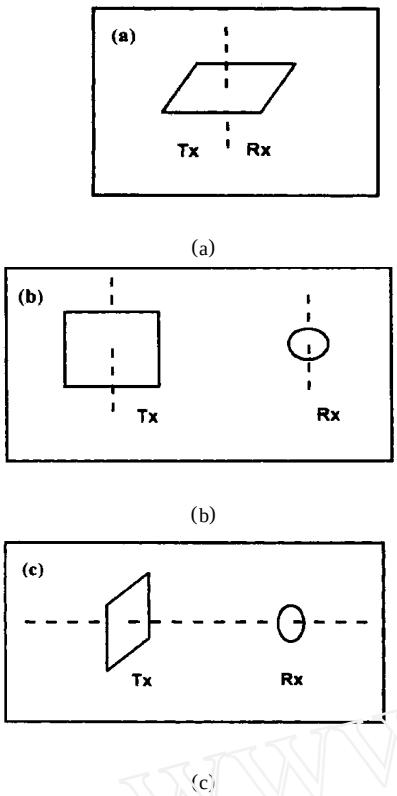


图 1　瞬变电磁勘探施工装置示意图

Fig. 1　Sketch map of equipment for transient electromagnetic survey

a ——同点(共圈)装置;b ——偶极装置;
c ——掘进头超前探测装置

圈和接收线圈互感严重、盲区较大。因此,井下探测多用偶极方式。

标准的偶极方式工作时发射线圈(Tx)和接收线圈(Rx)相距一定距离(一般要求大于 10 m),二者框面位于同一个平面内,探测轴线相互平行并指向目标体。

实际施工时,依次按不同角度对工作面内底板岩层进行多个方向探测,可得出工作面内底板岩层纵深和平面各方向的赋水性信息。

4　应用实例

4.1　圈定底板含水层注浆改造重点区域

焦作矿 2209 工作面圈成后,尚未进行注浆改造,需探测底板含水层纵向裂隙发育区,圈定注浆改造重点区域。探测在运输巷,采用瞬变电磁偶极方式,接收线框 31.4 m^2,发射线框 64 匝,发射电流 2.6 A,基频 25 Hz,每 10 m 一个测点,剖面长 460 m。图 2 为探测结果剖面,可以看出,2209 工作面切眼往外 10～40 m、220～235 m、340～400 m 和 420～460 m 4 段为相对低阻区(图中阴影部分)。此 4 区域底板裂隙发育,应为注浆改造重点地段,需加密钻孔。

4.2　检验底板含水层注浆改造工程质量

图 3 为 14101 工作面上风道瞬变电磁(45°斜下方)勘探结果,探测时该面已经完成底板含水层注浆改造。图中显示 L_8 灰岩段均为相对高阻区,说明已被加固,注浆改造效果理想。L_8 灰岩上部存在薄层状断续分布的低阻区(图中阴影部分),系注浆浆液迫挤水分的反映。此低阻区厚度及上下延伸较小,对工作面回采无影响。

4.3　底板含水层注浆改造前后效果对比

图 4a 和图 4b 分别为某工作面下顺槽底板注浆改造前、后瞬变电磁(45°斜下方)勘探结果对比图。勘探采用偶极方式,30 门接收,发射等效面积 180 m^2,发射电流 2 A,基频 25 Hz。注浆改造前瞬变电磁勘探结果(图 4a)显示,工作面中存在多处上下沟通的低阻异常区(纵向裂隙发育区,图中阴影部分);经加密布孔注浆改造后的结果显示,上下沟通的低阻异常区大多变为相对高阻区,剩余的少数深部低阻异常导高明显变小,对工作面回采影响较小。图中斜距 50 m 左右的横向窄带状浅部低阻异常(系注浆浆液迫挤水分的反映)与深部无沟通,说明注浆改造效果理想。

5　需要注意的几个问题

5.1　探测方向

为了得到煤层底板某个特定含水层的赋水性分布特征,可以利用瞬变电磁技术方向性强的特点,在工作面的 2 条相对巷道(如回风巷和运输巷)中,分别按多个角度(如探测方向与水平夹角分别为 90°、60°、45°、30°等)对工作面内底板岩层进行多方向探测,从中提取出各个层位的平面和纵深立体赋水性信息,更加准确地圈定隐伏构造破碎带、裂隙发育区、岩溶等的位置,有效指导注浆改造工程。

5.2　干扰及应对办法

瞬变电磁技术具有分辨率高的优点,伴之而来的是易受干扰,尤其是井下电缆及设备等金属干扰物的影响,往往成为影响探测效果的重要因素。

井下探测时,施工巷道内应清理干净,电缆尽可能断电;发射线圈和接收线圈尽量远离金属体;对于铁轨、皮带架、刮板机等长条型无法移动的金属物,尽可能使发射线圈和接收线圈与其保持固定的方位和距离,使发射线圈和接收线圈轴线尽量避免正对金属体。总之,要尽量创造有利的探测环境,保障探测效果。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

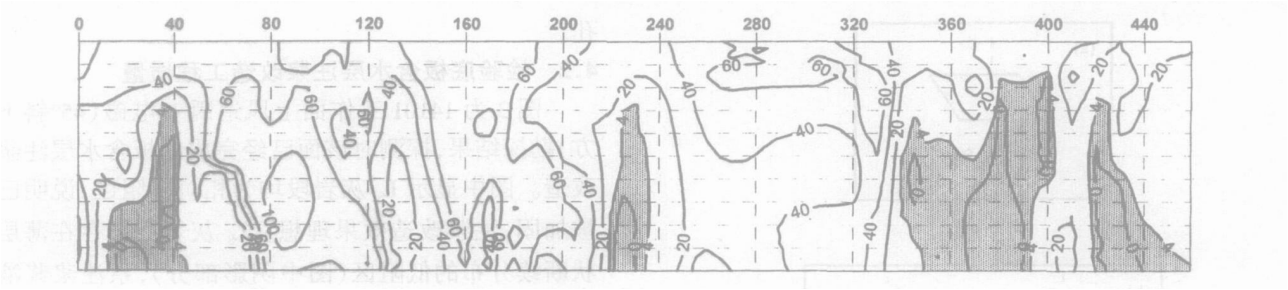


图2 圈定底板含水层注浆改造重点区域

Fig. 2 Key regions designed for grouting reconstruction of lower confining bed

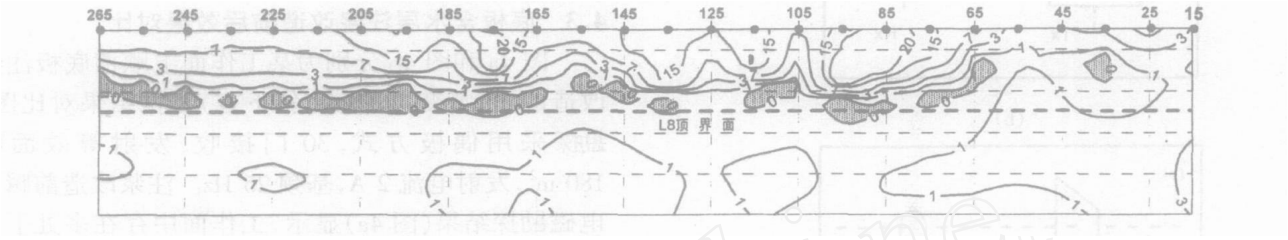


图3 检验底板含水层注浆改造工程质量

Fig. 3 Determination of engineering effect of grouting reconstruction

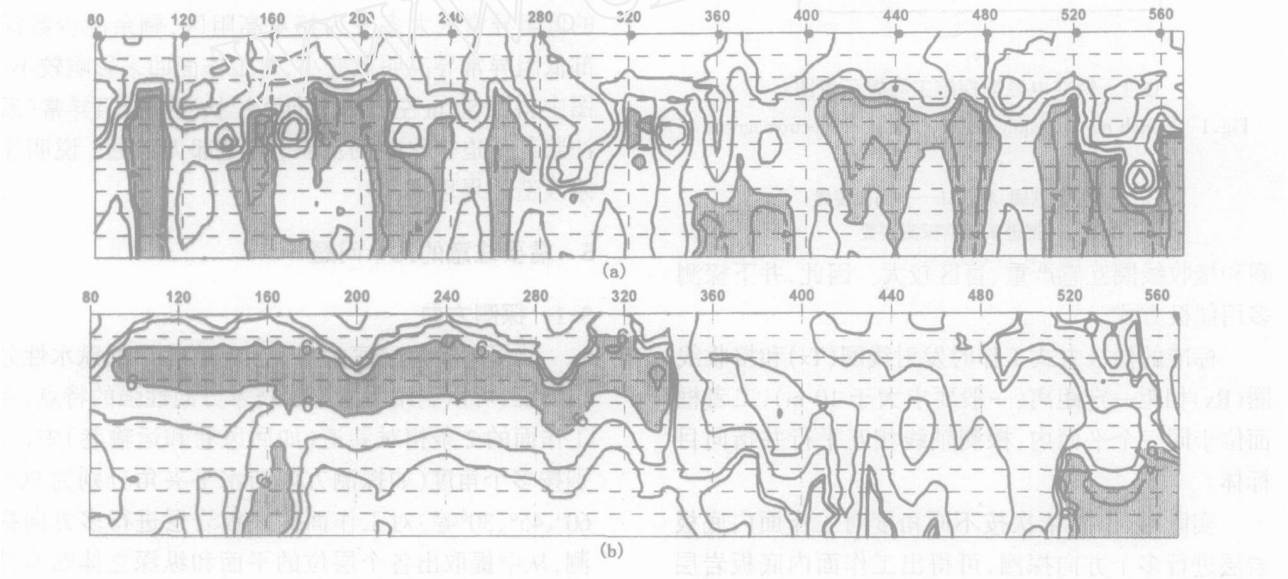


图4 底板含水层注浆改造前、后效果对比图

Fig. 4 Comparison of effects prior of after grouting reconstruction of lower confining bed

a——注浆前;b——注浆后

6 结束语

瞬变电磁技术在煤层底板含水层注浆改造工程中有着广泛的应用前景,井下瞬变电磁技术属全空间范畴,需用全空间软件进行处理和解释。

针对瞬变电磁技术易受金属干扰而井下金属体又较多的特点,应该加强基础研究,建立不同金属干扰体的干扰模型和响应曲线,对采集后的原始资料进行校正,从而获得更为真实的岩层信息,提高探测准确率。

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] 牛之链.时间域电磁法原理[M].长沙:中南工业大学出版社,1992.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net