

瞬变电磁勘探在Ⅱ617工作面水害防治中的应用

宋晓洪

(安徽恒源煤电股份有限公司, 安徽 淮北市 235162)

摘要:灰岩水具有水压高,水量大,连通性强,突水通道难发现,突水治理困难等特点。在矿井防治水工作中,煤层底板灰岩水的防治一直是防治水工作的重点和难点。恒源煤电公司矿井在六煤层底板灰岩水的治理过程中,引入了瞬变电磁法勘探,成功地解决了突水通道发现难的问题,为六煤层底板灰岩水的防治找到了一种新的途径。

关键词:瞬变电磁勘探;灰岩水;水害防治

安徽恒源煤电股份有限公司(简称:恒源煤电公司),位于淮北市濉溪县境内。井田面积19.1 km²,矿井采用立井、主石门集中运输大巷开拓,一水平标高-400 m,二水平标高-600 m,设计年生产能力为60万t,经三期技改后,矿井实际生产能力达220万t/a,主采二叠系下石河子组及山西组四、六煤层,煤层倾角3°~15°,煤层赋存深度在-130~-750 m。整体呈一倾向北西的单斜构造,属稳定中厚煤层,地质构造复杂程度为二类二型。矿井水文地质条件复杂,在开采六煤层时,主要受到六煤层下伏石炭系太原组灰岩水的危害,该含水层岩溶裂隙水丰富,井下钻孔揭露时,单孔涌水量多在150 m³/h以上,涌水量大而且稳定。

1 六煤层底板灰岩含水层的地质条件

恒源公司井田基本为走向北北东,倾向北西西的单斜构造,区内褶曲、断裂及小构造发育,加之受新华厦构造体系的叠加、切割改造作用,形成了较为复杂的断裂和褶曲构造体系。

六煤至灰岩含水层间的岩石,岩性主要为泥岩和粉砂岩,夹1~2层细砂岩,局部有砂泥岩互层,岩性较致密。间距正常情况下为42.50~69.82 m,平均间距为53.70 m,但在局部地段由于受断层影响,导致间距缩短甚至与灰岩对口。太原组灰岩含水层含水丰富,在本地区相邻井田已造成很大的突水灾害。如1988年淮北矿务局杨庄煤矿突水3153 m³/h,淹没生产水平;1995年任楼煤矿突水1200 m³/h,淹井;1999年河南省陈四楼煤矿、葛店煤矿分别突水300 m³/h;2001年刘桥一矿二水平Ⅱ623工作面突水375 m³/h;Ⅱ626工作面突水220 m³/h,均

造成重大经济损失,严重影响了矿井安全生产。

太原组灰岩含水层总厚115.55 m,由石灰岩、泥岩、粉砂岩及薄煤层组成,以石灰岩为主,共含灰岩13层,其中第3、4、5、12、13层石灰岩厚度较大,且岩溶裂隙发育,其余均为薄层石灰岩。地下水主要储存和运移在石灰岩岩溶裂隙网络之中,富水性主要取决于岩溶裂隙发育程度,岩溶裂隙发育具不均一性,富水性也不均一。恒源公司井田太原组灰岩水渗流场的基本特征是:矿区中部的水分别向南北两端流动,中间水位较南北两端高出11~12 m。该矿中部的高水位区水文地质条件较为复杂,在高水位区存在奥灰水向太灰水越流补给。

2 瞬变电磁勘探的应用

在矿井防治水勘探方法中,瞬变电磁勘探具有数据采集工作量小,探测设备轻便,抗干扰,工作效率高,定位方向性好等特点,被广泛用于矿井水文探查工作中。近年来,恒源公司通过采用瞬变电磁法勘探,对六煤层底板灰岩富水区进行有目的探测,查明了底板富水区的范围,根据不同深度切面的富水异常分布情况,判断出了富水异常的上下联通情况,从而确定出导水通道,并推断出相对富水量,结合采前钻探,查明了富水区的赋水性,杜绝了底板灰岩水害治理的盲目性,做到了有的放矢,从而使六煤底板灰岩水防治工作上了一个新的水平。

瞬变电磁法勘探的基本工作方法是在地面或井下设置通以一定波形电流的发射线圈,从而在其周围空间产生一次磁场(见图1),并在地下导电岩矿体中产生感应电流。断电后,感应电流由于热损耗而随时间衰减。衰减过程一般分为早、中和晚期。

早期的电磁场相当于频率域中的高频成分,衰减快,趋肤深度小;而晚期成分则相当于频率域中的低频成分,衰减慢,趋肤深度大。通过测量断电后各个时间段的二次场随时间的变化规律,可得到不同深度的地电特征。感应电流呈环带分布,涡流场极大值最先位于紧靠发射回线的表岩层,随着时间的推移,该极大值沿着岩层呈 47° 角的锥形面向外移动,强度逐渐减弱(见图2)。

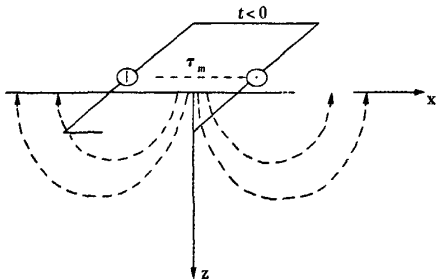


图1 瞬变电磁法工作原理示意

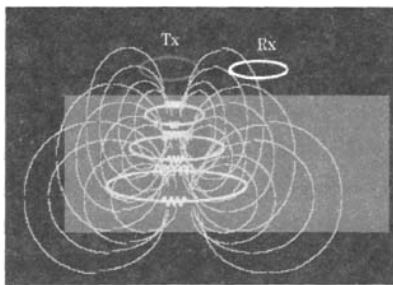


图2 瞬变电磁法感应电磁场转换原理示意

井下实际探测过程中,根据探测要求确定探测点距为 $2 \sim 10$ m,对异常区段可以加密探测。发射线框和接收线框为匝数不等且完全分离的两个独立线框,将线框对准要探测的目的岩层方向,根据勘探任务的需要和巷道实际情况,改变线框的大小和匝数,可以探测不同的深度,因受井下空间的限制,探测线圈受限,井下最大勘探深度在 100 m左右。利用瞬变电磁仪与线框相接,对数据进行自动采集、记录和存储。在实际资料的解释中,结合岩石电性和具体地质及水文地质条件进行综合性分析,从而判断出探测区段的富、含水性。

3 应用实例

3.1 Ⅱ617工作面地质概况

恒源公司Ⅱ617工作面主采山西组六煤层,工作面设计为综采工作面,是恒源公司目前已回采的煤层赋存最深、走向最长的工作面,工作面煤层底板

最低标高为 -598.6 m;底板承受的太灰水压达 3.5 MPa,底板突水系数为 0.073 MPa/m,远远高于构造块段临界突水系数 0.05 MPa/m的经验值。

Ⅱ617工作面走向长约 990 m,倾斜宽 140 m,平均煤厚为 2.92 m,地质储量为 53.8 万 t。工作面跨小城背斜布置,切眼位于丁河向斜的北东翼中,工作面周围不仅发育了多条落差较大的断层,还发育了岩溶陷落柱构造,该面整体处在奥灰水向太灰水的越流补给区中,Ⅱ617工作面是恒源公司已回采的地质及水文地质条件最复杂的工作面。

3.2 Ⅱ617工作面瞬变电磁探测施工情况

恒源公司针对Ⅱ617工作面所处地质及水文地质条件,在工作面掘进、回采期间,实施了大量的井下瞬变电磁勘探工程,从表1可以看出,在Ⅱ617工作面实施的瞬变电磁勘探工程中,掘进期间探测岩溶陷落柱富水性2次;探测掘进迎头前方断层富水性3次;工作面形成后,探测工作面底板富水性3次,其中最后一次探查是为了检验底板注浆加固效果;地面瞬变电磁勘探是为了勘查采区范围内的富水异常区,为采区设计提供较准确的水文地质资料。通过瞬变电磁探查,成功地圈出了工作面掘进迎头前方的强弱富水异常区和底板富水区,并查出了Ⅱ617工作面的导水通道,为工作面的水害治理提供了可靠的水文地质资料,使水害治理工作目的明确。

3.3 瞬变电磁探测成果及应用效果分析

在巷道迎头前方探测断层的富水性时,探测结果判定巷道迎头前方富水性较弱,巷道掘进验证断层出水量较小,实测出水量小于 2 m³/h;在工作面底板大面积富水异常区施工底板加固钻孔时,钻孔涌水量在 $2 \sim 107$ m³/h,平均单孔涌水量为 31.7 m³/h,最大单孔涌水量的 $14 \sim 2$ 孔就位于强富水区中,跟探测结论一致。

工作面底板富水区经加固注浆治理后,瞬变电磁探测验证原富水区范围明显减小,富水异常明显减弱,加固注浆治理前后富水性变化明显。目前工作面已回采4个月,安全推进约 450 m,未发生出水现象,只是在回采到加固注浆治理后的富水区时,出现了约 25 m³/h的老塘涌水,水质为砂岩裂隙水与灰岩水的混合水。从Ⅱ617工作面掘进回采经验判断,瞬变电磁法勘探能够对煤层底板及巷道迎头的富水异常区作出准确判断,能够准确判断出富水异常区的范围、导水通道位置及富水区的富水强度,能够有效指导煤层底板灰岩水的防治工作。

表 1 II 617 工作面瞬变电磁勘探工程统计

工程名称	探测时间	探测目的	探测成果	验证情况	备注
II 617 工作面风巷揭露陷落柱赋水性矿井瞬变电磁探测	2006.06	探测 II 617 风巷揭露陷落柱的赋水性	该陷落柱的赋水性较弱	钻探出水量小于 1 m ³ /h	探测准确
II 617 风巷 F2 点前 5 m 巷道迎头赋水性瞬变电磁探测	2006.07	探测 II 617 风巷 F2 点前 5 m 前的赋水性	巷道前方及下方赋水性弱	钻探无出水现象	探测准确
II 617 工作面风巷揭露陷落柱赋水性矿井瞬变电磁探测	2006.11	探测 II 617 风巷揭露陷落柱注浆后的赋水性	注浆后陷落柱内无赋水异常		未验证
II 617 风巷 F17 点前 35 m 巷道迎头赋水性瞬变电磁探测	2007.07	探测巷道迎头断层的赋水性	无明显赋水异常区	巷道过断层未出水	探测准确
II 617 风巷 F27 点前 76 m 巷道迎头赋水性瞬变电磁探测	2007.07	探测巷道迎头断层的赋水性	无明显赋水异常区	巷道过断层出水小于 1 m ³ /h	探测准确
II 617 工作面外段底板赋水性矿井瞬变电磁探测	2007.07	探测 II 617 工作面外段底板的赋水性	存在 2 处大的底板富水区	底板加固钻孔 6 ~ 5 孔出水 100 m ³ /h	探测准确
II 617 工作面里段底板赋水性矿井瞬变电磁探测	2007.11	探测 II 617 工作面里段底板的赋水性	存在 1 大 3 小 4 处底板富水区	底板加固钻孔 14 ~ 2 孔出水 107 m ³ /h	探测准确
II 617 工作面(里段)底板富水区注浆加固验证矿井瞬变电磁探测	2008.01	探测 II 617 工作面(里段)富水区底板注浆加固效果验证	底板富水区范围大减小	在该处回采时底板出水 3 m ³ /h	探测准确
II 617 工作面(外段)底板富水区注浆加固验证矿井瞬变电磁探测	2008.06	探测 II 617 工作面(外段)富水区底板注浆加固效果验证	底板富水区范围大减小	工作面尚未回采到富水区	
II 61 ~ II 63 采区地面矿井瞬变电磁探测	2005.12	探测 II 61 ~ II 63 采区煤层顶底板赋水区	采区内存在多处顶底板赋水异常区	赋水区内大巷掘进时,有 35 m ³ /h 的涌水	探测准确

通过布置在底板的 75 个加固注浆钻孔,共完成钻探进尺 6667 m,注黏土、水泥和粉煤灰浆 2662.5 m³。对 II 617 工作面富水异常区的底板注浆加固,成功地封堵了灰岩水的突水通道,并把浅部含水层改造成了隔水层,增加了底板隔水层厚度,降低了底板灰岩水的突水系数,解除了 II 617 工作面底板灰岩水的突水威胁。

4 结 论

通过瞬变电磁法探测工程的实施,查清了 II 617 工作面的各类水害威胁;针对不同水害威胁,制定了以注浆加固为主的防治措施,成功地解除了 II 617 工作面面临的各类水害威胁。该工作面自 2008 年 2 月回采以来,创造了复杂地质条件工作面月产 12.1 万 t 的新纪录。

利用瞬变电磁探测查出了富水区,选用合理的水害防治方法,虽然面临复杂地质条件,仍然取得了工作面生产的高产高效,避免了水害事故的发生。应用此探测方法,分别对恒源公司 II 613、II 614、II 621 等工作面进行了探测,均取得了较好的效果,取

得了明显的经济效益。实践证明,瞬变电磁探测是探测底板灰岩水的一种有效方法。

参考文献:

- [1] 于景村. II 617 风巷探查陷落柱赋水性矿井瞬变电磁法勘探报告[R]. 淮北:安徽淮北恒源煤电公司,徐州中矿工程地质科技开发有限公司,2006,11.
- [2] 于景村. II 617 工作面里段底板赋水性矿井瞬变电磁法探测报告[R]. 淮北:安徽淮北恒源煤电公司,徐州中矿工程地质科技开发有限公司,2007,11.
- [3] 宋晓洪,王经明. 刘桥二矿陷落柱识别地震资料的再处理技术[J]. 华北科技学院学报,2008,5(1):1~4.
- [4] 于景村. II 617 工作面外段底板富水区注浆加固验证矿井瞬变电磁探测报告[R]. 淮北:安徽淮北恒源煤电公司,徐州中矿工程地质科技开发有限公司,2008,(6).
- [5] 宋晓洪. II 613 工作面底板水文地质探查及水害防治[J]. 煤炭科技,2008,(2):83~85,89.
- [6] 蔡连君,来争武,孔令杰,等. 义安矿井突水隐患的分析及防治措施[J]. 采矿技术,2007,(4):44~45.

(收稿日期:2008-07-23)

作者简介:宋晓洪(1972-)男,安徽宿州市人,工程师,主要从事资源与环境工程、水文地质与工程地质技术工作,Email:sxhong72@sina.com。