文章编号:1004 —5716(2006)04 —0132 —03　　中图分类号:P631. 325　文献标识码:B

瞬变电磁法及其在煤矿水文物探中的应用

吴有信
(安徽煤田地质局物探测量队,安徽 宿州 234000)

摘　要:瞬变电磁法主要应用于金属矿勘查、构造填图、油气田、煤田、地下水、地热以及冻土带和海洋地质等方面的研究,在国内外已取得了令人瞩目的效果。介绍了瞬变电磁法及其在煤矿水文物探工作中的应用。

关键词:瞬变电磁法;煤矿;水文物探;应用

1　基本原理

瞬变电磁法是近年来国内外发展得较快、地质效果较好的一种电法勘探分支方法,在国际上被称作是电法的二次革命。它是利用一不接地回线发射一次磁场,在一次磁场的间歇期间利用不同回线接收二次感应磁场,该二次电磁场是由地下良导体受激励引起的涡流所产生的非稳磁场。与其它测深方法相比,它具有探测深度大、信息丰富、工作效率高等优点。

2　瞬变电磁法在煤矿水文物探及地下水勘查应用领域

瞬变电磁法作为一种新兴的物探方法,近 20 年来在国内外得到了迅速发展,但其主要应用还是在寻找矿体和解决深部疑难构造方面。在国外,由于它具有垂向及横向分辨率高、受地质噪声影响较小及监测海(咸)水入侵特别有效等优点,因此在地下水勘查领域得到广泛应用。

地面瞬变电磁法早期主要用于解决以下几个方面的问题:(1)确定水文地质构造类型;(2)在冲积层地区估算地下水位和基岩的埋深;(3)确定沉积岩中的承压淡水含水层;(4)在滨海及海岛含水层中查明咸淡水界面及绘制人为和自然发生的海水入侵分布图;(5)圈定和监测地下水污染通道及范围。

在瞬变电磁法进入我国勘探领域的 20 多年的时间里,其主要应用还是在找矿方面,只是在 20 世纪 90 年代初期开始将瞬变电磁法应用于地下水勘查和煤矿防治水领域。

随着国民经济的快速发展,对能源的需要日益增大,煤炭是我国的主要能源之一,在煤矿的生产和建设中,水害是影响矿井安全生产和建设的重大灾害之一。由于水害造成矿井生产停产甚至淹井的事故时有发生,给煤矿生产带来严重影响,造成的经济与安全上的损失是巨大的,全国各大矿务局几乎都发生过透水灾害,如开滦、肥城、淮南、淮北、皖北、义马、焦作、哈密、邢台及陕西多个煤矿等。

总结以往的煤矿水灾教训和情况分析,造成煤矿水害的主要原因有以下几种:

(1) 因构造情况不清引起的断层与强含水层或岩溶水导通;

(2) 因陷落柱造成的导水;

(3) 煤矿老窑及采空区的积水;

(4) 构造或其它扰动造成的与煤层顶底板含水层导通。

3　瞬变电磁法在煤矿水文物探中的应用实例

勘查区域位于新疆某地。矿区自 1958 年牧民发现以来,历经了多次地质勘探工作,矿区小窑采掘煤层历史悠久,现小窑均已废弃,其采掘范围与积水情况不清。当今矿区欲加大开采范围,因此查明小窑分布及充水情况对矿区建设、生产的安全性十分重要。所以,本次通过采用瞬变电磁法对矿区范围内的三采区、焦煤井两个测区进行探测,以查明小窑采空区范围和富水性情况,且对小窑充水与深部开采区间的水力联系程度做出评价。其目的是为今后矿区扩大开采地下煤层的规划设计和采取必要的技术手段提供科学依据。

3.1　地层

区域上出露的地层有:古生界的石炭系 C,二叠系 P,中生界的三叠系 T,侏罗系 J,新生界的第四系 Q。根据三采区和焦煤井两测区内及周围地质钻探资料,测区内出露及下伏地层主要由侏罗系及第四系两大类地层构成。现就其岩性特征表述如下:

(1)侏罗系(J):

①八道湾组(J_{1b}):为主要含煤地层,平均厚 538. 75m,含主要可采煤层 12 层。岩性以砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩和煤层组成。

②三工河组(J_{1s}):以深灰色粉砂岩为主,上部夹薄层状细至中粒砂岩,底部为粉砂岩及细砂岩,本层岩性单一、稳定,平均厚度为 162. 85m。

③西山窑组(J_{2x}):主要岩性为灰白色粗砂岩、砂砾岩及砾岩、细砂岩、泥岩、炭泥岩,含局部可采煤层 3～5 层,岩煤层均呈透镜体状,岩性不稳定,平均厚度为 739. 54m。

④头屯河组(J_{2t}):灰紫色砾岩,夹灰绿色粗砂岩透镜体,下部夹薄层粉砂岩、细砂岩、砾岩;砾径一般为 1～15cm,大者达 50cm,泥砂质胶结,松软易风化,局部夹灰色、紫色泥岩、砂质泥岩,可见厚度约 1000m。

(2)第四系(Q):从上往下由坡积洪积砂土砾石层、坡积砂土砾石层、洪积砂土砾石层、冲积洪积砾石层、洪积砾石层、冰水洪积砾石组成。最大厚度大于 40m。

3.2　构造

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

矿区总的构造形态为一单斜,地层倾角东缓西陡,且东部地层发生转折,并伴有缓波起伏的构造形态及局部褶曲。

区域断层走向为近东西,斜切煤层,伴有走向移动。区域断层靠近本次测区的,尤其是影响焦煤井测区是一组近东西向,向南倾斜的逆断层,编号为 F_5,其中 F_{5-10} 断层最靠近焦煤井测区,其断层头沿艾维尔沟河床分布,该条断层是焦煤井测区的最大导水通道。

3.3 水文地质特征

矿区位于中高山之中,呈一狭长谷地,两侧以中高山脊为分水岭,地形陡峭,高山区终年积雪。分水岭西北为大西沟河流域,南为阿拉沟河流域,全矿区汇水面积约达 430km^2。

艾维尔沟河纵贯矿区,全长 70km,主沟与支沟交错构造使水系呈羽状分布,煤层、含水层沿沟的走向形成一单斜构造,主沟与支沟中以冲洪积物为主,为主要的第四系含水带。

高山冰雪融化是地下水与地表水的主要补给来源,同时流域中的降水可使河水骤增,是另一补给水源。

贯穿矿区的艾维尔沟河,切割了各地段的含水层,与矿区地下水发生了直接的水力联系。河水通过断层和基岩裂隙补给地下水,造成近河处基岩裂隙地下水较为丰富。

分布在河床及河流两岸第四系含水层,由砂砾、卵石和漂砾等冲洪积物组成,在艾维尔沟河古河床地段含水层较厚,其水体直接补给基岩,与河水之间亦连通互补,该含水层是矿井充水的主要来源。

3.4 电性特征

根据矿区钻孔地球物理测井资料表明,岩层电阻率与其颗粒度呈正相关关系,即岩石颗粒越粗,电阻率越高。具体表现为砾岩或砂砾岩电阻率最高,粗砂岩、细砂岩次之,粉砂岩、泥岩最低。

由瞬变电磁法孔旁测深资料进行视电阻率换算,并进行正、反演计算得到各类岩性层电阻率量值变化范围(见表 1),其结果与电测井结果基本一致。

表 1 各岩性层电阻率一览表

岩层名称	砂砾岩	粗砂岩	细砂岩	粉砂岩	泥岩	煤层
电阻率	100～	60～	40～	30～	20～	40～
(Ω·m)	200	150	120	80	60	80

另根据钻孔放射性测井曲线,除煤层放射性量值最高外,岩层放射性量值由高到低依次是砂砾岩,粗、细砂岩,粉砂岩和泥岩。岩层放射性量值高低与岩层电阻率也呈正相关关系。这一特征说明岩层电阻率与其颗粒度间存在相关关系。

3.5 勘察工作前提条件简析

由矿区地质勘探报告知,测区煤层顶板为细砂岩和砂砾岩,底板多为粉砂岩。若岩煤层中存在充水小窑时,其视电阻率量值与围岩相比要低;反之,岩煤层中存在无水小窑时,其视电阻率量值与围岩相比要高。另一方面,视电阻率越高,其视纵向电导最小;视电阻率越小,其视纵向电导最大。同时,在充水小窑上方瞬变电磁感应的二次场信号除幅值高外,其衰减变慢,而在空窑上方瞬变电磁感应的二次场信号特征与此相反。

由上所述,无论是充水小窑,还是空窑,利用瞬变电磁法测量结果,根据视电阻率、视纵向电导参数及二次场衰减的时间特性可以圈定小窑的空间分布及其充水情况。

3.6 成果及其验证情况

在测区范围原地质勘探 5 线上进行一条精测剖面测量,多测道电压响应剖面曲线晚期道响应值较低,反映出深部为高阻岩层的情况。视电阻率断面呈 HKH 型,分别为砂砾石层、泥质粉砂岩、粗砂岩、粉细砂岩和中细砂岩的反映。主要含煤层——5 号煤层位于第三电性层底部,对应于 60Ω·m 等值线附近。精测剖面成果不仅真实地揭示了地电断面的结构,而且与煤层、岩层产状和断裂构造基本相符。

由上所述,综合测区多测道视电阻率平面图和视纵向电导平面图上出现了众多的局部异常,局部异常多数具低阻、高电导特性,仅有部分局部异常在局部异常分布区内相对呈高阻、低电导现象。我们依据测区范围内第 10 测道视电阻率和视纵向电导局部异常的形态、分布特征及异常量值,并结合实地观察记录圈定出小窑采空区的分布范围,并划分了小窑采空区的富水情况(图 5)。

瞬变电磁法工作成果经初步的验证,大多吻合较好,为矿井开拓安全设计提供了详实的资料。

4 结束语

(1) 通过几年来将瞬变电磁法应用于煤矿防治水勘查领域的实践可以看出,与其它电探方法相比,它具有以下几个方面的主要优点:①由于断电后观测的是纯二次场异常,可以进行近区观测,因此自动消除了装置耦合噪声。可使用同点装置工作,与欲测的地质体有最佳的耦合,具有较高的探测能力,且受旁侧地质体的影响也很小,增强电性层分辨能力,同时,对地表局部低阻体无静态效应。②对于受到导电围岩及低阻覆盖层等地质噪声干扰的导电目标层的分辨能力优于其它电探方法。在高阻围岩条件下,不存在地形起伏引起的假异常;低阻围岩区起伏地形所引起的异常也比较容易识别。③可通过选择不同的时间窗口进行观测,有效地压制地质噪声,可获得不同勘探深度。可用加大发射功率的方法增强二次场,从而增加勘探深度。④通过多次脉冲激发,场的重复测量叠加和空间域多次覆盖技术应用,提高信噪比和观测精度。⑤每个测点可测量 X、Y、Z 三个磁场分量的变化信息。在剖面测量中,由于采用多测道测量,实际上也同时完成了每个点的测深测量,可以整理出多种剖面图及测深图,所获信息丰富。⑥装置形式灵活多样,可随不同工程任务的要求和施工场地的条件来选择合适的装置。具有施工方便、测地工作简单、工作效率高及地质效果好等优点。⑦由于采用不接地回线,不存在接地电阻问题,特别是对于直流电法无法施工的地区,如在基岩出露区、冻土带、沙漠、水泥路面、江河湖海水面等地方,利用它均可进行测量,显示了它独特的优越性。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

文章编号:1004 —5716(2006)04 —0134 —02　　中图分类号:P64　文献标识码:B

浅谈黄泥滩水库库区地质条件

杨　军
(阿勒泰地区水利水电勘测设计院,新疆 阿勒泰 836500)

摘　要:通过对黄泥滩水库库区的实地勘察工作,阐明了库区的水文地质条件,对库区的工程地质问题进行了论证。
关键词:库区;库岸;浸没

黄泥滩水库在新疆富蕴县境内,是喀拉恰海水利枢纽的二期工程,位于富蕴县喀拉布尔根乡的东侧,距县城 118km,北距 216 线 74km,东距 216 线 70km,距阿勒泰市 265km,距乌鲁木齐直线距离 300km。工程处于乌伦古河中游河道,属引水注入式水库,系乌恰古河段上骨干工程。

1　库区的地质条件

黄泥滩水库由峡口水库引水灌入黄泥滩天然洼地而形成,洼坑最低点高程为 720.5m,水库库容 1.24 ×10^8 m^2;该水库长 12km,平均宽 2.5km,呈 NWW 向展布。

黄泥滩水库蓄水后,主要用于水库北岸生态建设、天然草场改善及水产养殖。

2　库区地质简述

根据区域地质条件有关资料和实地勘察工作,黄泥滩水库洼坑属第四系(Q_1)时期形成的断陷盆地,库盆为宽浅式,库岸主要出露的地层有海西期紫红色中粗粒花岗岩,第三系红色泥岩,灰白色泥质砂岩,灰褐色泥质砾岩,第四系洪积重砾质土,坡积砾质沙壤土,残积的夹土砾层、淤积的粘土层。

3　水库区渗漏问题

从黄泥滩水库所处地形上来说,水库南岸大约有 10.3km 的范围存在较深临谷,乌恰古河河谷宽约 6～7km,河水水面高程在 685～705m 之间,存在向临谷渗漏的地形条件。从河岸的构造来看,大体可划作二段,即富 - 杜公路以东和富 - 杜公路以西。

富 - 杜公路以东地段,库岸主要是第三系泥岩、泥质砾岩及第三系底砾岩,另有少量的基岩露头,基岩为海西期花岗岩,岩石的渗透系数在 10^{-5}～10^{-7}cm/s 之间,第三系底砾岩主要由钙质和硅质胶结,厚度在 1～2m 之间不等,岩石渗透系数小于 10^{-5}cm/s,考虑此段存在渗漏问题,其渗漏溢出点可能在 720m 高程,距离水库约 10.0km 左右,据此分析,存在向临谷渗漏的可能性不大。

富 - 杜公路以西地段,库岸主要以第三系砂质泥岩、砂岩、泥砾岩、泥质砂岩,岩石渗透系数在 5.3 ×10^{-4}～5.4 ×10^{-5}cm/s 之间,可能的渗漏溢出点高程 720m(泥岩以上),最短渗漏途径为 6.0km。

据此初算富 - 杜公路以东比西段的渗透量见表 1。

从表 1 看,k 值取 3.3 ×10^{-3}cm/s 进行计算,j 值取 2‰,可以得到以下成果:

表 1　黄泥滩水库南岸库岩岩性野外实测渗透系数表

探坑编号	坑口高程(m)	试验岩层名称	渗透系数 k 值 (cm/s)	(m/d)	岩层透水性等级	备注
TK22	734.00	砖红色砂质泥岩	8.32 ×10^{-5}	0.718	微弱透水	位于配种站
TK28	732.00	砖红色砂质泥岩	1.94 ×10^{-5}	0.167	微弱透水	SW900m
TK31	731.00	砖红色砂质泥岩	1.67 ×10^{-4}	0.144	微弱透水	边坡上
TK32	734.00	经色泥质砂岩	5.5 ×10^{-4}	0.475	弱透水	
TK35	734.00	红色泥质砂岩	1.35 ×10^{-4}	0.117	微弱透水	
TK37	734.00	红色泥岩砂岩	2.0 ×10^{-3}	1.728	弱透水	
TK42	734.00	砂砾岩	3.3 ×10^{-3}	2.850	弱透水	
TK47	734.00	砂岩	3.0 ×10^{-3}	2.592	弱透水	
TK50	734.00	红色砂质泥岩	4.17 ×10^{-4}	0.360	弱透水	
TK52	734.00	红色砂质泥岩	4.17 ×10^{-4}	0.360	弱透水	

(1) 富 - 杜公路以西地区:

$q = Kcp(H_1 - H_2)/L(T_1 + T_2)$

$H_1 - H_2 = 14m$

$L = 7km$,$(T_1 + T_2) = 6m$

(2) 通过室内模拟实验、正演计算结果及几年来在地下水勘查方面的实践可以看出,瞬变电磁法对低阻导电层的反映相当灵敏,而对高阻层的反映较差,它对导电层的分辨能力高于对高阻层的分辨能力。基岩地区含水层及污染后的地下水均呈低阻反映,煤矿的含水陷落柱、导水断层及裂隙含水层等也呈低阻反映,故在矿井水文物探中利用瞬变电磁法进行地下水勘查具有明显的优势。

(3) 国产仪器由于受到国内研究水平和电子技术发展水平的限制,都存在某些不尽完善之处,因此,这在一定程度上阻碍了该方法在地下水勘查方面的应用和发展。

参考文献:
[1] 蒋邦远.瞬变电磁法勘探[M].地质出版社,1998.
[2] 牛之琏.时间域电磁法原理[M].中南工业大学出版社,1992,12.
[3] 何展翔,罗延钟.西方地面瞬变电磁法理论的发展现状[J].国外地质勘探技术,1989,1.
[4] 李金铭.电法勘探方法发展概况[J].物探与化探,1996,4.
[5] 李实,李创社,等.高性能瞬变电磁仪的研制及应用[J].物探与化探,2000,1.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net