维普资讯 http://www.cqvip.com

复杂条件下的地面电法勘探

杨文钦[1],李秀晗[2],王永军[2],邵卫东[2],孙 刚[2],赵子胜[2]

(1.中国矿业大学资源学院,江苏 徐州 221008;2.济宁二号煤矿,山东 济宁 272072)

[摘 要] 主要针对地表条件、地下煤层埋藏深度深且变化大的特点,介绍了地面水文勘探的数据采集方法、数据处理以及不同勘探方法间的资料拼接。

[关键词] 瞬变电磁法;可控源音频;大地电磁测深法

[中图分类号] P631.3 [文献标识码] B [文章编号] 1672-9943(2004)02-0025-02

0 前 言

济宁二号煤矿二采区北部面积约3.7 km^2,3煤地层为二叠系下统山西组,煤层埋深523~587 m,八里铺断层西侧埋深800 m,煤厚0~6.25 m。地层自上而下为第四系(厚165~176 m)、侏罗系上统(厚108~193.7 m)、二叠系上石盒子组(厚110 m)、下石盒子组(厚11.6~85 m)和山西组(厚77 m)。该区地面条件复杂,光俯河流经采区西部,有大小四个村庄:前、后十里营、蒋屯、八里营等建筑物。该区北部边界为八里营断层,西部边界为八里铺断层,为查明该区3煤层顶板砂岩含水层的富水性和断层的含水、导水性,决定采用地面水文电法勘探来解决这一问题。

1 地表条件及勘探方法分析

电法工作是依据本区的水文地质任务、水文地质特征和构造分布规律,针对性的实施电法的面积性测量或局部异常的加密测量。根据测区水文地质任务,设计全区主要采用瞬变电磁法进行数据采集工作,由于本区勘探深度变化较大500~800 m,而瞬变电磁法测的是二次场,信号衰减很快,因此,勘探深度较大地段瞬变电磁法勘探效果难以保证;加之本区河流、村庄较多,使瞬变电磁法发射线框的放置难以满足技术要求。因此,在不便使用瞬变电磁法的地段即测区南部、东部前、后十里营村区段,北部八里营村区段,西部光俯河以西区段,采用可控源音频大地电磁测深法进行数据采集,弥补瞬变电磁法的不足。在瞬变电磁法测区段与可控源音频大地电磁测深法测区段的衔接处,纵横向重复观测6条测线贯穿全区(见平面图),与瞬变电磁测点重复,便于资料根据异常特征进行类比分析和对比解释,来确保电法工作方法正确、采集数据可靠。

2 水文物探技术原理与施工方法

2.1 瞬变电磁法(TEM法)

2.1.1 基本原理

瞬变电磁法属时间域电磁测深方法,利用不接地回线或接地线源向地下发送一次电磁场。在一次电磁场间歇期间,利用线圈对地下地质异常体所产生的二次涡流电磁场进行观测。由于地下涡流向外扩散的速度与介质导电率有关,导电性越好,扩散速度越慢,能在更长的延时后观测到大地瞬变电磁场。因此,该方法对含水低阻体的探测效果十分明显。

2.1.2 施工方法

本次施工仪器采用美国Zonge公司生产的GDP-32多功能电法仪,探按40m×80 m网格进行测线布置及野外数据采集,通过对线框大小、发射频率、场源的均匀范围、进行了试验,在测区中部采用瞬变电磁法内回线装置,方型回线,边长为240 m。点距40 m,线距80 m。发射电流大于30 A,在回线中心1/3的区域内观测,每个回线布6个测点进行测量,以不接地回线为场源,观测由场源断电后产生的二次感应电磁场(V(t))。根据理论计算,回线中部X<0.66区域内场接近均匀。

2.2 可控源音频大地电磁测深法(CSAMT法)

2.2.1 基本原理

可控源音频大地电磁测深法是以有限长接地导线为场源,在距偶极中心一定距离(r)处同时观测电、磁场参数的一种电磁测深方法。本次采用赤道偶极装置进行标量测量,同时观测与场源平行的电场水平分量Ex和与场源正交的磁场水平分量Hy。利用电场振幅Ex和磁场振幅Hy计算阻抗电阻率ρs,电场相位Ep和磁场Hp计算阻抗

维普资讯 http://www.cqvip.com

相位 φ。阻抗电阻率和阻抗相位联合反演计算反演电阻率—深度参数,利用反演电阻率—深度资料进行地质解释。

当观测点位于源中垂线两侧各 15°角组成的扇形区域内,接收点距发射偶极源足够远时($r > 3\delta$),测点处电磁场可近似于平面波,由于电磁波在地下传播时,其能量随传播距离的增加逐渐被吸收,当电磁波振幅减小到地表振幅的 1/e 时,其传播的距离称为趋肤深度(δ),即电磁法理论勘探深度。实际上,探测深度(d)和趋肤深度存在一定差距,这是因为探测深度是指某种测深方法的体积平均探测深度,探测深度与频率成反比,通过改变发射频率可以完成测深工作。

2.2.2 施工方法

可控源音频大地电磁测深采用赤道偶极标量装置,测点距 40 m,供电电极距 AB = 1 000 m,测量电极距 MN = 40 m,收发距 r > 4 000 m。考虑到磁场分布比较均匀,而电场随构造变化灵敏,接收采用七个电道配一个磁道。在村庄和河流地段采用此方法,在两种方法交叉处重复测量。

3 资料处理与解释

3.1 资料处理方法

瞬变电磁法在资料整理过程中首先利用解析公式将感应电动势转换成视电阻率和视深度,形成视电阻率断面图件,中心回线装置的瞬变电磁法观测的场主要为近区场,但其中包含有部分过渡场成分,过渡场成分主要出现在衰减曲线首枝,即断面的浅部,进一步资料处理首先对数据进行发射后延改正,应进行滤波、一维反演等处理,然后利用烟圈反演方法将感应电动势转换成反演计算出深度—电阻率参数,形成反演电阻率断面和不同深度平面解释图件,获得合适的解释数据。

可控音频大地电磁测深方法,同时观测与场源平行的七道电场水平分量 Ex 和一道与场源正交的磁场水平分量 Hy。利用每个排列电场振幅 Ex 和磁场振幅 Hy 计算阻抗电阻率 ρs,电场相位 Ep 和磁场 Hp,计算阻抗相位 φs。利用阻抗电阻率和阻抗相位联合反演计算出深度—电阻率参数,形成视电阻率断面和不同深度解释图,反演采用美国 Zonge 公司随机配置的圆滑反演软件。

3.2 资料解释

区内钻孔测井资料统计结果表明,区内第四系电阻率最大 22 Ω·m,最小 6 Ω·m(位于第四系底部,厚 30 m 左右),平均 16 Ω·m;上侏罗统蒙阴组电阻率平均 18 Ω·m;二迭系上统电阻率最大 80 Ω·m,最小 10 Ω·m,平均 20 Ω·m,二迭系下统电阻率最大 130 Ω·m(煤层),最小 12 Ω·m,平均 45 Ω·m;石炭系电阻率最大 325 Ω·m,最小6 Ω·m,平均 20 Ω·m;奥陶系灰岩和白云岩电阻率大于 500 Ω·m。由于勘查目的层为二迭系山西组地层的砂岩、粉砂岩、泥岩,由统计结果可见,除煤层电阻率较高外,其它各地层电阻率均很低,岩石间电阻率差异不大。同种岩石间电阻率差异与含水性密切相关,根据电阻率的相对变化,推测岩层的赋水性。本区水文物探利用瞬变电磁法和可控源音频大地电磁测深反演电阻率反演结果,在两种观测方法的衔接处利用重复段异常特征进行了类比分析和对比解释确定异常。通过对反演电阻率断面和平面图分析对比,并结合地质、钻孔资料,瞬变电磁法电阻率小于 16 Ω·m 时则视为低阻异常区。可控源音频大地电磁测深反演电阻率小于 60 Ω·m 时则视为低阻异常区。根据反演结果,本此勘探划分出 10 组 19 个低阻异常,除 3 组异常解释为地层局部泥质成分升高产生外,其余其他异常均为断层、断层影响带、含水次一级构造或赋水地层产生。

4 结 语

充分利用综合勘探优势,瞬变电磁法、大地音频电测深资料充分结合地震资料,可以在复杂地质条件下查出采区水文地质条件,查明煤层和断层砂岩含水层的富、导水性,并可以做出定性评估,为矿井防治水提供可靠资料。

[作者简介]

杨文钦(1970 -),男,山东滕州人,高级工程师,中国矿业大学资源学院 2002 级工程硕士,在济宁二号煤矿从事矿井地质工作。

[收稿日期:2004 - 07 - 22]