可控源大地电磁测深法(CSAMT)在沙漠腹地找水中的技术应用

严盛新

(新疆有色地质勘查局物探大队　乌鲁木齐 830011)

摘　要　运用可控源大地电磁测深法在沙漠腹地进行水文物探工作在我国很少使用,无前人经验可供借鉴。物探方法具有技术先进、透视力强、信息量大等诸多特点,但也有局限性和多解性的弱点。为了发挥物探方法的特点,克服其自身的不足,在对资料进行解释时,应以实际资料建立的地球物理勘探模型和综合解释相互结合,以确保物性资料的准确性。

关键词　可控源大地电磁测深法(CSAMT)　沙漠腹地　找水　理论模型　综合解释

近些年,随着西部大开发的不断深入,在塔里木盆地大规模的油气资源被广泛开发、利用,工业及生活用水的需求越来越大,水资源短缺已成为制约能源开发的关键。迫切需要在塔中找到可供使用的水源地,为油田开发提供便利服务。基于此目的,我们在塔中开展了为期 3 个月的水文物探工作,在我区已有的两大沙漠,都具有形成历史较长、地表覆盖以细砂及亚砂土层为主的特点。我们开展的工作区在塔克拉玛干沙漠腹地,工作区地下水丰富,沉积厚度一般在 500 ～800 m,山前坳陷带达上千米,低洼处 1～2 m 即可见水。据钻探资料,塔中地区深部 600 多米深度仍为松散饱和含水砂层,局部含薄层亚粘土、粘土透镜体夹层。塔里木盆地地下水长途径流向沙漠中补给,在向沙漠腹地运移过程中,由于径流滞缓,水位埋深浅,在高温蒸发浓缩作用下,地下水化学特征具有明显的垂直和水平分带性。在水平方向上是径流路径愈长,地层颗粒越细,矿化度逐渐升高;同时在垂直于径流方向的水平面上,离古河道愈远,水质越差,粘土质含量越大,在沿垂直方向上具有上咸下淡的分带性,同时随着深度加深,地温增高,离子活动性加大。通过实验表明:地下水电阻率与其矿化度、温度存在着密切关系。经过测定数据对比发现:随着地下水矿化度的逐渐升高,电阻率逐渐降低,二者呈对数负关系。这为我们利用 CSAMT 电法勘探在本区划分岩性分层及了解地下储水构造(主要指断裂构造)方面有了很好的基础。

1　方法技术要求

在沙漠腹地开展大功率电法勘探难度很大,沙漠中气候干燥,昼夜温差大,尤其是作业运输更是困难。作为电法勘探接地电阻大小非常重要,工作区地表接地电阻一般都大于 1 000 kΩ,即使浇上一桶盐水,也降低不了接地电阻,而仪器设计要求接地电阻一般不要大于 100 kΩ,最佳工作状态在 10 kΩ 以内,接地电阻高于 100 kΩ 就无法保证接收机的正常工作,接收的数据无法进行正常解释。为了解决这一技术难题,经实地考察我们发现,沙漠中大部分地区 2～4 m 以下即为潮湿层。可见,只要测量电极埋置到潮湿层中,接地电阻就可以达到设计要求。为此采用沙漠空气钻,在测量点打孔,并使用一次性的铅不极化电极替代铜电极,就可解决接地电阻太高的技术问题。勘察区野外观测数据我们采用两种工作方式,一种是平行供电工作方式,另一种是垂向供电工作方式。

⑴平行供电工作方式:就是供电电极 AB 和测量电极 MN 都平行于测线布置的一种工作方式,收发距大于 4 km。

⑵垂向供电工作方式:就是供电电极 AB 和测量电极 MN 都垂直于测线布置的一种工作方式,收发距大于 3 km。

经过实地观测验证,以上两种工作方式各有优缺点。平行供电工作方式,存在供电极布设困难的问题,遇到落差大的沙丘,地形复杂路段,运送发送机的车辆进不去,供电线布设不成功,就无法开展 CSAMT 法工作。但是这种工作方式工作效率高,布一次供电极可观测 4～6 个排列,即 8～12 km。而垂向供电工作方式布供电线较容易一些,最起码发送机能到位。但这种工作方式工作效率低,布一次供电极可观测 4 个排列,即 5 km。在野外经过实地踏勘,采

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

用适合我们开展工作的供电方式,以保证工作质量。从观测数据的标准离差看,有近 7 %的点标准离差稍大,经分析有以下几个方面的原因:①有些点是布在大沙丘的顶上,因地下潮湿层较深,电极未埋置到潮湿层中,造成接地电阻偏大;②有些点是由于当地油井钻机正在打钻而引起的干扰;③有些点是地层电阻率本身就特别低,尽管这些点离差较大,但绝对误差并不大。这 7 % 的数据只是两、三个频点数据超差,不影响整个频段的观测数据,可以进行资料解释。

2 观测数据的处理

V_4 接收机(即 CSAMT 法野外数据采集仪器)的全部观测数据都是通过仪器内部的计算机自动完成采集并记录储存,内部储存系统可一次储存文件 40 个,接收机存满后将文件通过数据线传输到计算机上,再将数据进行拷贝。所有数据的后期处理均由计算机完成。

观测的 CSAMT 数据资料存在近场效应、过渡场效应、阴影效应及静态效应等,因而在数据资料解释之前必须进行一定的处理。另外,不同场源以及不同的观测系统之间存在着场源附加效应,所以在资料中加入了常规处理方法之外的均衡改正,以消除场源附加效应,使得观测资料能较好地反映出客观地质情况。处理数据的流程见图 1。

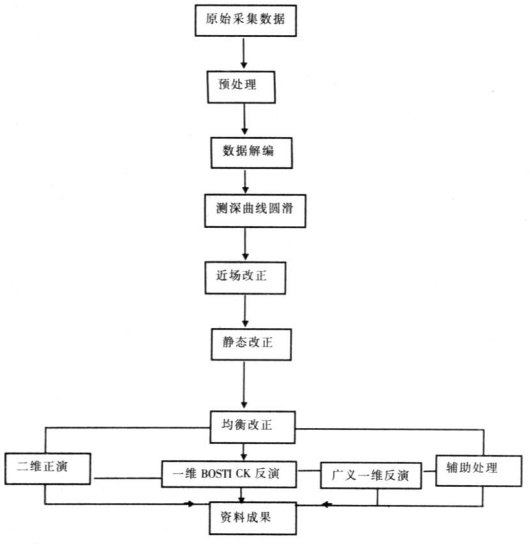


图 1

⑴预处理。检查采集数据的误差及噪声,当数据质量合格时进行下一步处理。

⑵数据解编。将预处理后的数据进行分解,圆滑磁场后再重新计算视电阻率。

⑶测深曲线圆滑。采用数字滤波法对数据圆滑,消去畸变数据频点;对边界点及过渡场区出现的下凹曲线点结合观测布置及地质情况相应处理。

⑷近场校正。利用近场区、远场区的三角计算法对观测频点数据进行改正。

⑸静态改正。取每测深点相应频段值逐点进行加权平均,再用相应的滤波校正权系数计算出各测点校正的相应值。

⑹均衡改正。同测点不同场源以及不同的观测系统之间其观测数据有时会发生系统偏差,为此采用一定的数学方法进行均一处理。

⑺各种辅助处理。如求一阶导数,二阶导数,真电阻率转换相位来丰富最终解释。

⑻一维反演和一维 BOSTICK 反演及二维有限元素正演计算。

⑼结合重力、磁法资料综合推测地电断面。在作完均衡校正后按 1 ∶50 000 比例尺打印出频率 - 卡尼亚电阻率断面图作为后续解释工作的基本成果图。

按 CSAMT 的常规解释方法,经过一维 BOSTICK 反演及二维正演后,就可直接提出地质解释成果,但是通过对观测点的对比发现,一些比较理想的物探剖面(即充分满足物性条件的剖面),这种解释方法确实具有一定的地质意义。但对于大部分观测点,因在本区地电断面中所存在的横向不均匀性,导致地层电阻率的变化大,从而掩盖了不同地层之间的电阻率的差异。对于这些点我们对 CSAMT 资料的解释方法是:以定性解释为主,确定电性异常的地质意义;以定量解释为辅,丰富定性解释成果的内容。

⑴定性解释

在对频率 - 卡尼亚电阻率断面图作总体特征分析的基础上,进行电阻率异常的横向分区和纵向分区。

①横向分区:横向分区的根据是电阻率的数据特征,包括平均值、最高值、最低值、均匀性等。一般以 10 Ω ·m 为界线,划分出高阻异常区和低阻异常区。高阻异常一般与淡水及低矿化水分布有关,低阻异常则与咸水分布有关。在高阻异常区中可进一步以 40 Ω ·m为界线,划分出特高阻异常区,这可能与第三系砾岩有关,在低阻异常区中可进一步以 5 Ω ·m 为界线,划分出特低异常区,这一般与高矿化度地下水有关等等。总之,横向分区的目的是大致确定各分区异常的地质意义,为地质解释提供第一次的信息。

②纵向分区:纵向分区的根据是在对电阻率断面图作 BOSTICK 反演的基础上,确定断面中各部分异常所反映的深度,以了解它们所属的地质范围。对

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

于在第四系地层范围内的异常,列为应进一步作定量解释的对象;对于那些反映深度已进入第三系地层的异常,一般则不再作定量解释。

⑵定量解释

定量解释包括了两项内容,即确定异常体的埋藏深度和充滞于其中地下水矿化度的测算,为地质解释提供丰富、补充的信息。

①异常体埋藏深度的计算。利用 BOSTICK 反演公式作计算,其中电阻率和频率均选择具代表性的,深度率数取为 300 m。第四系和第三系的界面深度以重力反演计算结果为准,由剖面切取。

②地下水矿化度的测算。由地层电阻率与充水矿化度的关系曲线图测算,提出概略范围。需要说明的是,以上的定性和定量解释是反复进行的,总的要求是不断解释、不断修正、不断完善,以达到解释结果的合理、正确。

3 结　论

在沙漠深部找水,从方法选择、野外施工组织、方法技术直到工程质量,每一步的成功都关系着后续工作的成败。因此,前期的踏勘、准备工作要尽量的全面、细致,为后期的工作打下基础。可控源大地电磁测深工作,以它自己的独特理论、方法原理、仪器装备技术、实际拥有的发射功率以及配套的外围设备和技术,发挥了其它常规电法所无法比拟的技术优势,通过野外勘察和资料处理、解释,比较园满地完成了既定的地质目的。由于电法勘探本身的局限性,CSAMT 方法也同样存在无法避免的不足之处,即在划分第四系到第三系各地层之间因电阻率的差异小而不稳定。这就需要配合其它的方法,如重力勘探、磁力勘探、水文地质、钻探等来弥补其不足,以获得可靠详实的水文地质资料。当然,这种方法也只是在塔克拉玛干沙漠腹地进行水文地质调查的一种辅助手段,有其优越性,也有其不足。具体能否开展此项工作还要与当地的地质条件相结合。

参 考 文 献

[1] 何继善等. 可控源大地电磁法. 中南工业大学出版社, 1990. 12.

[2] 塔中 4# 油田供水水文地质物探初步勘察报告(1:500 000). 新疆水利厅工矿石油供水管理总站,新疆有色地勘局物探大队,1995. 11.

[3] 塔中 4# 油田供水水文地质物探详细勘察报告. 新疆有色天祥公司地质工程勘察所. 1998. 10.

收稿:2007 - 09 - 18

(上接 12 页)像系统进行双源大地电磁测深带来一定影响。在实际测量当中,采用适当办法尽可能地在强干扰条件下获取数据:

⑴在测点进行仪器的设置调整时,即根据测点上电、磁分别调整 3 个频段的增益系数,以使每个频段的数据采集达到相位、相干度的允许值范围内。

⑵在高压线附近的测点,对低频段进行多次的数据采集。采取了非常的措施,即将增益系数放大,尽可能采集不同深度的数据。

⑶在低频频段数据采集情况不好的情况下,以人工场源高频段所获取较好的数据,补充低频段天然场源所采集数据。

⑷使用中频段进行补充性的数据采集,可以在强干扰区每一个测点上,补充全频段内有效数据,使全频段的数据更加饱满。

5 结论与讨论

⑴通过 EH4 测深工作,在 VII 矿化带西侧第四系覆盖区下发现多处重要的矿致电阻率异常,其分布在浅部和中深部范围内。这证实了 VII 号带西侧覆盖区下的成矿潜力。以此为出发点,应着眼于全矿内的覆盖区下深部寻找隐伏矿化层及矿体的探索。

⑵EH4 测量的电阻率异常区和 VII 号带已有钻孔资料的对比,可以确定为矿致电阻率异常。同时必须重视针对性的地质研究,地质研究不仅为探测方法提供可以施展能力的目标区,而且为将来的地球物理数据、图像的合理解释和建立地质 - 地球物理模型提供指导性的参考。

⑶应该充分发挥阿舍勒矿区地质资料丰富的优势,把针对性的地质研究和高精度的地球物理探测技术(EH4) 等相结合,就能够达到对矿山外围快速有效评价,建议在全矿区内加强对控矿方面的研究,查明其构造形态和控矿规律,开展成矿预测。

参 考 文 献

[1] 沈远超,刘铁兵等. 中国金矿床成矿预测的基本理论与方法[M]. 北京:科学出版社, 2001:1 - 106.

[2] 陈伟军等. EH4 技术在老矿山外围找矿工作中的应用 - 以大兴安岭南段某铅锌矿床为例. 中国矿业. 2007. 4.

收稿:2007 - 09 - 20

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