

瞬变电磁法在梁河盆地砂岩型铀矿勘查中的应用

陈玉梁¹, 陈载林², 刘晓兰³

(1.核工业 280 研究所, 四川 广汉 618300; 2.东华理工大学核工程科技学院, 江西 抚州 344000; 3.泰华堂, 四川 广汉 618300)

摘要: 简要分析了在梁河盆地开展瞬变电磁勘探的电性基础, 对多测道剖面曲线和视电阻率断面图进行了定性解释, 解释成果对钻孔布置起到了良好的指导作用。

关键词: 瞬变电磁法; 砂岩型铀矿; 梁河盆地

中图分类号: P631.3; P619.14

文献标识码: A

文章编号: 1006-0995 (2010) 04-0471-04

梁河盆地砂岩型铀矿床位于云南省西部, 行政区划隶属于云南省保山市腾冲县、德宏州梁河县, 在云南铀资源中占一定比例^[1, 2]。近年来, 在盆地南部林南—杞木寨地区(图 1)开展了砂岩型铀矿区域评价工作, 选择了瞬变电磁法(TEM), 查明砂岩型铀矿找矿目的层的空间展布, 并对盆地主要岩层电阻率进行的调查。

瞬变电磁法是利用不接地回线(大回线磁偶源)或接地回线(电偶源)向地下发送电磁脉冲, 在一次场的间歇期间, 测量地下介质的感应电磁场(二次场)随时间的变化, 该二次场的大小及衰减快慢与地下地质体有关。根据二次场衰减曲线特征, 判断地下地质体的电性、规模、产状等。由于该方法是纯二次观测, 故与其它电性勘探方法相比, 具有体积效应小、纵(垂)向上分辨率高、受横向(测线方向)不均匀性影响较小、对低阻体反映灵敏等特点^[3, 4], 是较理想的砂岩型铀矿探测手段。

1 地质地球物理特征

1.1 地质特征^[5-9]

梁河盆地基底与蚀源区由中元古界高黎贡山群(Pt₂gl)、石炭系(C)浅~深变质岩系及燕山早期、燕山晚期、喜马拉雅期花岗岩(γ_1^2 、 γ_1^3 、 γ_6)组成; 盖层由新近系中新统南林组(N_{1n})、上新统芒棒组(N_{2m})陆相碎屑岩系、第四系(Q)松散砂砾、砂土层与中新世玄武岩(N₁ β)、上新世玄武岩(N₂ β)及第四纪玄武岩、安山岩(Q β)等组成。

中新统南林组与上新统芒棒组由下至上各划分为三段, 中新统南林组第一段和第二段第一层主要以冲积扇相沉积为特征; 中新统南林组第三段和上新统芒棒组第二段主要以河流相沉积为特征; 中新统南林组第二段第二层和上新统芒棒组第一段、第三段主要以湖泊相沉积为特征。中新统南林组第二段第一层扇中砾质辫状河道沉积砂体为盆地内砂岩型铀矿找矿目的层。

1.2 地球物理特征

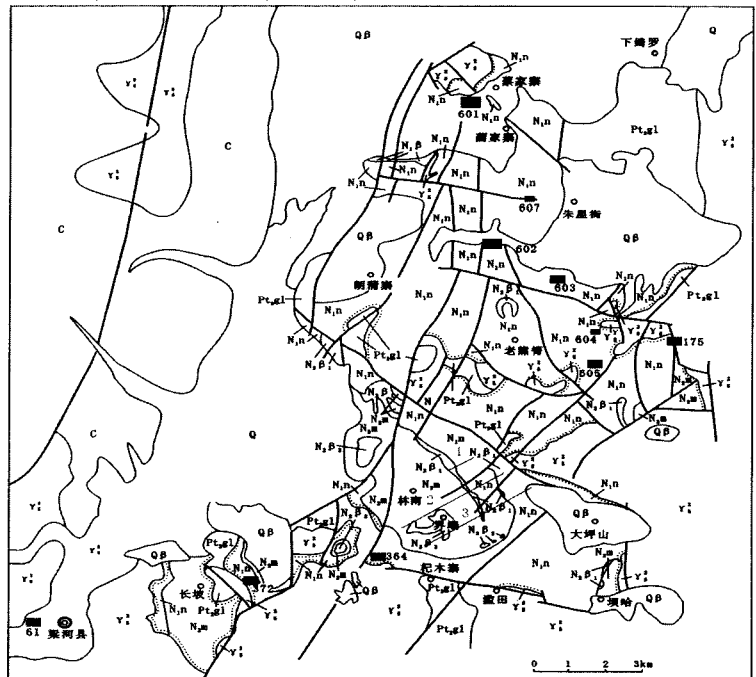


图 1 梁河盆地南部林南—杞木寨地区地质略图

1—第四系松散砂砾、砂土层; 2—上新统芒棒组碎屑岩; 3—中新统南林组碎屑岩; 4—更新世玄武岩、安山岩; 5—上新世第二期玄武岩; 6—上新世第一期玄武岩; 7—中新世玄武岩; 8—石炭系浅变质岩; 9—中元古界高黎贡山群—深变质岩; 10—燕山早期花岗岩; 11—燕山晚期花岗岩; 12—地质界线及不整合界线; 13—断裂构造; 14—铀矿床; 15—铀矿点; 16—铀矿化点; 17—瞬变电磁工作测线

收稿日期: 2010-3-15

作者简介: 陈玉梁 (1982-), 男, 云南曲靖人, 助理工程师, 从事放射性物探工作

根据收集及整理的盆地内主要地层(岩石)电阻率测深资料(表),可将盆地基底与盖层可分为3个大的电性层。盖层中存在2个明显的电性层,一个是高阻层,视电阻率一般为 $1\,000\sim 3\,000\,\Omega\cdot\text{m}$,主要反映第四系及新近纪火山岩;另一层为低阻层,视电阻率一般为 $25\sim 35\,\Omega\cdot\text{m}$,该层主要反映了新近系沉积碎屑岩。它又可分为两个小的电性层,一般砾岩层较高,而砂岩、泥岩层较低。另一个大的电性层为基底燕山早期花岗岩及高黎贡山群变质岩,其电阻率相对较高,花岗岩视电阻率为 $500\sim 2\,000\,\Omega\cdot\text{m}$,变质岩视电阻率为 $100\sim 150\,\Omega\cdot\text{m}$ 。由此可见,盆地主要岩层的电性特征明显,具备开展瞬变电磁法测深的物性前提。

表 1 梁河盆地地层(岩石)电性特征表

地 层 岩 性		视电阻率($\Omega\cdot\text{m}$)	电性特征
盖层	火山岩	130~3000	高阻
	新近系沉积岩	25~35	低阻
基底	燕山早期花岗岩	500~2000	高阻
	中元古高黎贡山群变质岩	100~150	中阻

2 工作方法及地质成果

2.1 工作方法

观测采用 WTEM-1Q 大功率瞬变电磁仪与中心回线装置,发射回线边长(L)为 100m 或 200m、选取了 8、4、1 Hz 发射频率进行采样,线距为 2 000m,点距为 500 m,分析选取的是 1Hz 的数据。

2.2 资料处理与解释

2.2.1 多测道剖面曲线定性分析

根据瞬变电磁多测道剖面图,能较直观地分析断裂构造轮廓。为了验证瞬变电磁法勘探的应用效果,首先进行方法的实验性工作。TEM-1 号剖面位于林南东北侧,呈南西-北东走向,3 个测点点距为 200m,剖面长约 400m。剖面感应电压值差异不大(图 2),反映实验剖面地段地层相对稳定,断裂构造不发育,与钻孔及已有的地质资料基本吻合。进一步说明了瞬变电磁适用于该地区。

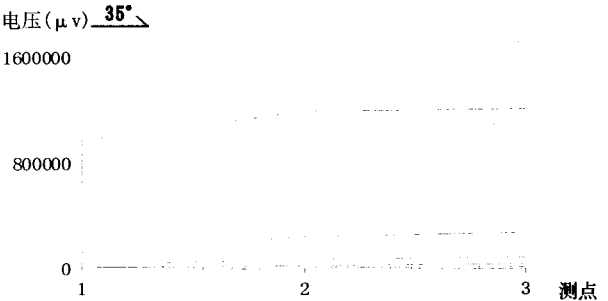


图 3 梁河盆地 TEM-1 号测线多测道剖面图

TEM-2 号剖面位于界端村附近,呈南西-北东走向,8 个测点点距为 500 m,剖面长约 3 500 m。该测线感应电压值存在明显差异,在 6 号点(2500 m)处产生突变,使多测道曲线形成峰谷特征,峰谷电压值之比达 30 多倍(图 3)。

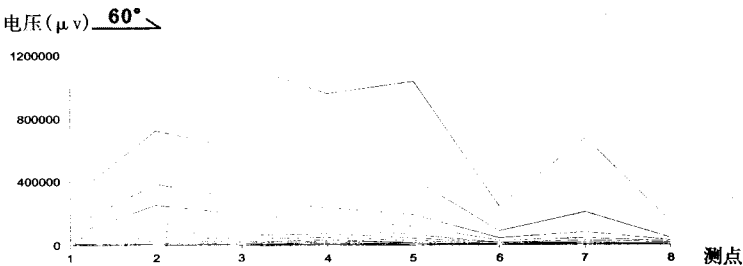


图 4 梁河盆地 TEM-2 号测线多测道剖面图

TEM-3 号剖面距 TEM-2 号剖面约 1 000m,方向与 TEM-2 剖面平行,10 个测点点距为 500m,剖面长约 4 500m。TEM-3 号测线在 8 号点(3 500 m)处产生跳跃突变,形成峰谷特征,峰谷电压值之比达 30 多倍(图 4)。

根据断裂构造附近产生感应电压突变的特征及 TEM-S 迭代反演^[10-12],推断在 TEM-2 号测线 6 号点(2 500 m)处与 TEM-3 号测线 8 号点(3 500m)处存在断裂构造,据感应电压突变的特征,推断其倾向为南西。

2.2.2 视电阻率断面图定性分析

TEM-1 号剖面 1Hz 视电阻率断面图显示(图 5),该剖面中视电阻率曲线形态呈平行线状,由地表至底部视电阻率由 $90\,\Omega\cdot\text{m}$ 降至 $10\,\Omega\cdot\text{m}$;结合盆地各地层电性参数特征解释推断出该地段深部地层相对平缓,垂向上从 0 至 300m 主体分别反映了南林组第三段(N_{m3})砂砾岩,南林组第二段(N_{m2})砂砾岩、砂岩和南林组第一段(N_{m1})砾岩的电性特征。

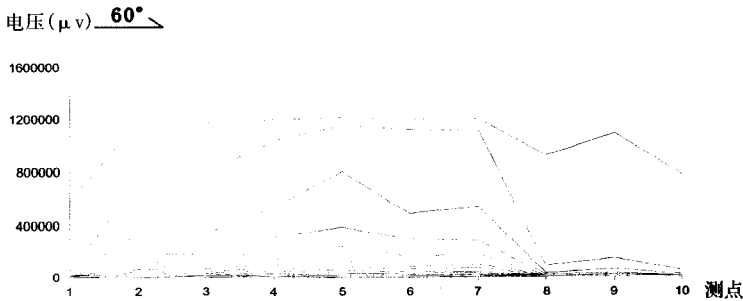


图 5 梁河盆地 TEM-3 号测线多测道剖面图

TEM-2 剖面 1 Hz 视电阻率断面图(图 6)显示, 该剖面视电阻率曲线剖面形态呈波浪状, 总体上视电阻率值变化较大。沿测线上, 从南至北东向, 测线 0~2 000m 近地表总体上为低阻, 视电阻率值在 $70 \sim 50 \Omega \cdot \text{m}$ 之间, 主要反映了芒棒组第一段(N_2m^1)粉砂质泥岩的电性特征; 2 000~3 500m, 近地表为高阻, 视电阻率 $> 80 \Omega \cdot \text{m}$, 反映了上新世第一期玄武岩的电性特征。垂向上, 南西部, 视电阻率从上至下由 $70 \Omega \cdot \text{m}$ 降至 $10 \Omega \cdot \text{m}$, 分别反映了上新统芒棒组第一段粉砂质泥岩、南林组第三段(N_{1n}^3)砂砾岩及南林组第二段(N_{1n}^2)含砾砂岩、砂岩的电性特征; 北东部, 视电阻率从上至下由 $180 \Omega \cdot \text{m}$ 降至 $10 \Omega \cdot \text{m}$, 分别反映了上新世第一期玄武岩、南林组第三段砂砾岩及南林组第二段含砾砂岩、砂岩的电性特征。视电阻率剖面在 2 000~2 500 m 之间发生突变, 结合多测道剖面曲线定性分析, 推断该处存在一走向近北西向, 倾向南西向的断层。

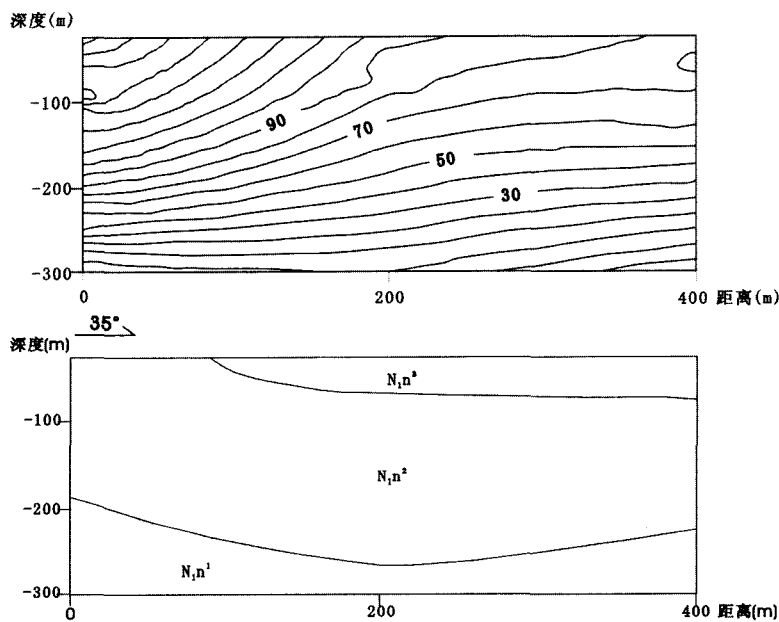


图 6 梁河盆地 1 号测线 1Hz 瞬变电磁测深视电阻率断面及解释图

N_{1n}^3 ——南林组第三段砂砾岩; N_{1n}^2 ——南林组第二段砂砾岩、砂岩; N_{1n}^1 ——南林组第一段砾岩

倾向南西向的断层。

TEM-3 号剖面 1Hz 视电阻率断面图显示(图 7), 该剖面与 TEM-2 号视电阻率曲线剖面特征基本相似, 呈波浪状。沿测线方向上, 0~3 000 m 近地表总体上为低阻, 相对比较平稳, 视电阻率值为 $50 \sim 40 \Omega \cdot \text{m}$ 之间, 反映了芒棒组第一段(N_2m^1)粉砂质泥岩的电性特征, 厚约 200 m; 3 000~4 500 m 近地表总体上为高阻, 视电阻率在 $280 \sim 130 \Omega \cdot \text{m}$ 之间, 反映了上新世第一期玄武岩的电性特征。垂向上, 南西部, 视电阻率从上至下由 $50 \Omega \cdot \text{m}$ 降至 $10 \Omega \cdot \text{m}$, 分别反映了上新统芒棒组第一段粉砂质泥岩、南林组第三段(N_{1n}^3)砂砾岩及南林组第二段(N_{1n}^2)含砾砂岩、砂岩的电性特征; 北东部, 视电阻率从上至下由 $280 \Omega \cdot \text{m}$ 降至 $60 \Omega \cdot \text{m}$, 分别反映了上新统芒棒组第一段粉砂质泥岩、上新世第一期玄武岩、南林组第三段砂砾岩的电性特征。视电阻率剖面在 2 000~2 500 m 处发生突变, 结合多测道剖面曲线定性分析, 推断该处存在一走向近北西, 倾向南西的断层。

TEM-2 号剖面与 TEM-3 号剖面在 2 000~2 500 m 地段均测到一走向近北西, 倾向南西的断层。由此可见, 该断层存在的可能性大。

2.2.3 地质解释

该地区地层岩性较为复杂, 且不同地段含水性不尽相同, 因而表现出即使同一地层岩性, 在不同地段其电阻率存在较大差异。结合实际情况及部分钻孔的对比, 根据瞬变电磁法测量结果, 对区内地质特征进行推断解释。

TEM-1 号剖面 1Hz 视电阻率断面图及解释图(图 5), 地表电阻率偏高, 主要为中新统南林组第三段

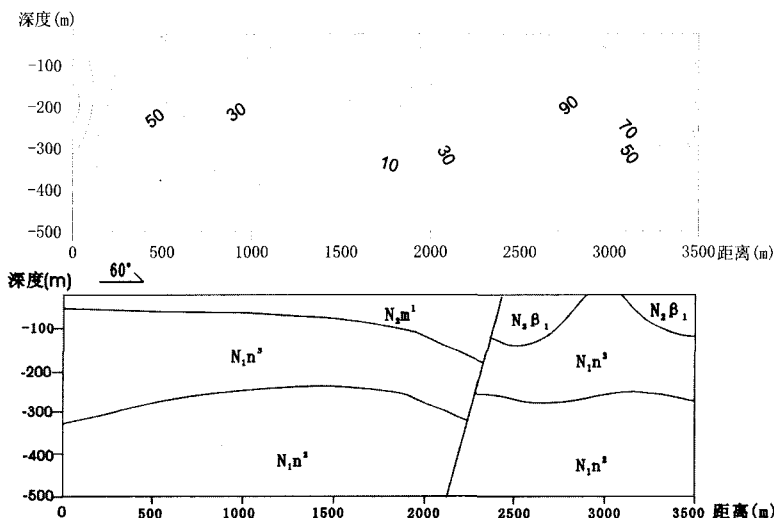


图 7 梁河盆地 2 号测线 1Hz 瞬变电磁测深视电阻率断面及解释图

$N_2\beta_1$ ——上新世第一期火山岩; N_2m^1 ——芒棒组第一段粉砂质泥岩; N_{1n}^3 ——南林组第三段砂砾岩; N_{1n}^2 ——南林组第二段含砾砂岩、砂岩

(N_{1n^3})砂砾岩、砂岩,夹炭质粉砂岩;随着深度的加深,电阻率降低,反映了南林组第二段(N_{1n^2})砾岩、含砾砂岩、砂岩;下部为南林组第一段(N_{1n^1})砾岩、巨砾岩,夹粗砂岩。

TEM-2号剖面1Hz视电阻率断面图及解释图(图7),上部主要为芒棒组第一段(N_{2m^1})粉砂质泥岩与上新世第一期火山岩($N_2\beta_1$);中部为南林组第三段(N_{1n^3})砂砾岩、砂岩,夹炭质粉砂岩;下部为南林组第二段(N_{1n^2})砾岩、含砾砂岩、砂岩。

TEM-3号剖面1Hz视电阻率断面图及解释图(图8),上部主要为芒棒组第一段(N_{2m^1})粉砂质泥岩;中部为中统南林组第三段(N_{1n^3})砂砾岩、砂岩,夹炭质粉砂岩、中新世第一期玄武岩($N_2\beta_1$);下部为南林组第二段(N_{1n^2})砾岩、含砾砂岩、砂岩。

3 结论

1 结合该地区的电阻率调查和地层柱状图与钻孔资料,对视电阻率断面图及解释结果定性分析,基本查清了梁河盆地南部林南—杞木寨地区盖层结构特征及断裂构造的展布情况。

2) 路线地质调查及钻探证实,瞬变电磁法测量解释结果与实际情况基本吻合,说明瞬变电磁法在该盆地应用效果较好。

在梁河盆地砂岩型铀矿勘查中,瞬变电磁法划分地层结构效果明显,为钻孔布置起到了良好的指导作用。今后在其它地区砂岩型铀矿勘查中,有待进一步总结和完善该方法的应用,结合其它物探方法综合解释,以提高综合找矿能力。

参考文献:

- [1] 核工业西南地质局云南地调队. 云南省腾冲地区铀矿区域普查综合报告[R]. 1986.
- [2] 核工业西南地质局云南地调队. 云南省腾冲地质铀矿区域普查综合报告[R]. 1986.
- [3] 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.
- [4] 牛之琰. 脉冲瞬变电磁法及应用[M]. 长沙:中南工业大学出版社, 1986.
- [5] 云南省九队第九小队. 梁河盆地地质报告[R]. 1977.
- [6] 中南209队第9队. 梁河长坡盆地7531—7545详查揭露地质评价报告[R]. 1978.
- [7] 中南209队第8队. 梁河县弄光地质揭露评价报告及物探报告[R]. 1977.
- [8] 云南省地质局. 地质图说明书(腾冲幅, 1:20万)[Z]. 1979.
- [9] 云南省地质矿产局. 云南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1990.
- [10] 翟培合. 瞬变电磁在深测(含)水性断层中的应用[J]. 中国煤田地质, 1999, 11(3): 62~63.
- [11] 龚惠民, 查文相, 马瑞华, 等. 瞬变电磁法在断裂构造上的异常反映[J]. 中国煤田地质, 2002, 14(3): 68~69.
- [12] 重庆仪器厂. TEM-S处理软件操作说明[M]. 2006.
- [13] 核工业二八〇研究所. 云南省梁河盆地铀资源潜力评价报告[R]. 2006.

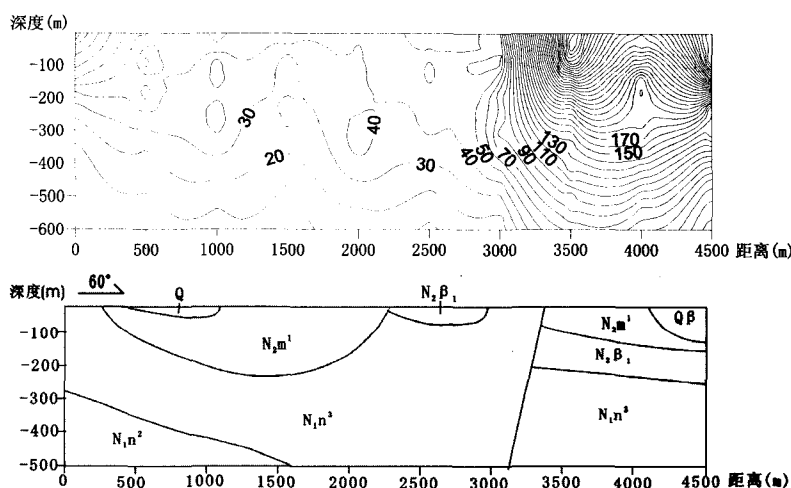


图8 梁河盆地3号测线1Hz瞬变电磁测深视电阻率断面及解释图
Q——第四系松散砂砾、砂土层; Q β ——第四纪玄武岩、安山岩; 其余图例同图6

The Application of Transient Electro-magnetic Method to the Exploration of Sandstone Type U Deposit in the Lianghe Basin

CHEN Yu-liang¹ CHEN Zai-lin² LIU Xiao-lan³

(1- Institute No.280, CNNC, Guanghan, Sichuan 618300; 2-College of Nuclear Engineering and Technology, East China University of technology, Fuzhou, Jiangxi 344000; 3-Qinhuatang, Gingham, Sichuan 618300)

Abstract: This paper deals with the basis of the application of transient electro-magnetic method to the exploration of sandstone type U deposit in the Lianghe basin and interprets qualitatively multi-measuring-channel V(t) section curve and contour of map apparent resistivity section which plays an important role in drilling layout.

Key words: transient electro-magnetic method; sandstone type U deposit; Lianghe basin