

物探方法在喀拉扎地区铀矿勘查中的应用

张忠平, 贾为卫

(核工业二一六大队, 乌鲁木齐 830011)

摘要 文章简述了喀拉扎地区地质概况、成矿岩性特征及成矿岩层物性参数特征。根据喀拉扎地区地质特点、成矿类型、含矿岩体地层与背景地层物性参数上存在较大差异性, 及钙质砾岩与铀矿化正相关性, 选取可控源音频大地电磁测量、地面伽玛能谱测量、伽玛总量路线调查及综合测井的勘探方法, 并分别说明单一方法在喀拉扎地区的找矿应用及效果, 最后综合分析了方法组合在该地区找矿中的应用效果, 认为白垩系下统清水河组(K_1q)为该区的铀成矿有利地层, 钙质砾岩为主要含矿岩体。

关键词 喀拉扎地区 钙质砾岩 伽玛能谱测量 可控源音频大地电磁测量 综合测井

中图分类号: P619.14; P631

文献标识码: A

文章编号: 1674-7801(2016)03-0499-06

工作区位于准噶尔盆地南缘, 隶属乌鲁木齐市、昌吉市管辖, 西起三屯河, 东到头屯河, 地理坐标: 北纬 $43^{\circ}50'30'' \sim 43^{\circ}54'00''$, 东经 $86^{\circ}47'00'' \sim 86^{\circ}57'00''$, 调查区东西长约 16 km, 南北宽 2~3 km, 面积 56 km^2 。准噶尔盆地南缘的地质研究开始于 20 世纪初期, 1980—1984 年新疆地质局第二水文地质队在该区作了 1:500 000 水文地质调查及 1:100 000 水文地质调查; 2003—2005 年, 核工业二一六大队对该区进行了铀资源评价; 2006—2008 年, 核工业二一六大队在准噶尔盆地南缘开展工作区域评价, 对喀拉扎向斜南翼冬窝子地区进行了少量钻探揭露, 发现了下白垩统灰色砾岩铀矿化。

1 地质概况

准噶尔盆地南缘位于天山造山带的北部边缘, 属于山前冲断带, 喀拉扎地区南部是喀拉扎向斜, 北部是喀拉扎背斜, 属于昌吉构造带的东延。这是北西西向和北东东向两组构造的交汇部位。区内出露的地层由老至新为侏罗系、白垩系、第三系及第四系, 准噶尔盆地南缘的白垩系发育清水河组(K_1q)、呼图壁河组(K_1h)、连木沁组(K_1l)和东沟组(K_2d), 清水河组为区内成矿较好的层位。

铀成矿特点: 矿体受地层、岩性作用因素控制, 形态单一、规模不等, 在剖面上呈似板状和透镜状产出。铀矿化主要发育于清水河组底部砾岩层上部的灰色钙质砾岩中, 含矿钙质砾岩碳酸钙含量高^[1], 铁质、有机质含量较少, 测井视电阻率值高, 伽玛照射量率值也相应增高。

2 物性特征及方法选择

根据喀拉扎地区岩性特征及铀成矿特点, 选择可控源音频大地电磁测量、地面伽玛能谱测量、伽玛总量路线调查及综合测井的勘探方法。可控源音频大地电磁测量可以反映工作区内垂向电性结构特征, 在各线卡尼亚视电阻率拟断面图上, 地层分布明显, 各层位视电阻率值差异较小, 目的层位白垩系下统清水河组(K_1q)主要为灰绿色中—细粒钙质砂岩与泥岩的薄层互层, 静水波痕发育, 底部为厚度不等的钙质砾岩或泥砂质砾岩, 视电阻率为中高阻; 地面伽玛能谱测量可以直观反映出铀的富集部位; 伽玛总量路线调查是通过路线调查对地表有利岩体的成矿信息的追索, 验证岩体的矿化程度及矿化特征; 综合测井是铀矿勘查最直接有效的方法, 可以通过测量数据客观反映出具体某一层位岩性特征及铀矿化

[收稿日期] 2015-08-31

[第一作者简介] 张忠平, 男, 1982 年生, 学士, 工程师, 从事矿产勘查工作。

表 1 喀拉扎地区地层地球物理参数统计

地层	代号	测点数	元素	Max	$\bar{X}$	σ
连木沁组	K_1l	301	U/ 10^{-6}	10.7	2.42	1.04
			Th/ 10^{-6}	19.8	9.96	1.53
			K/%	4.3	2.18	0.45
			K/%	3.7	2.2	0.35
第四系	Q	45	U/ 10^{-6}	4.6	1.86	0.89
			Th/ 10^{-6}	11.3	8.23	1.44
			K/%	11.5	2.75	1.87
头屯河组	J_2t	150	U/ 10^{-6}	6.5	2.02	0.85
			Th/ 10^{-6}	14.4	8.58	2.29
			K/%	4	2.19	0.48
齐古组	J_3q	728	U/ 10^{-6}	7.8	2.91	0.93
			Th/ 10^{-6}	18.7	10.55	2.1
			K/%	5.2	2.43	0.44
喀拉扎组	J_3k	190	U/ 10^{-6}	5.8	3.07	0.87
			Th/ 10^{-6}	19.5	11.07	2.32
			K/%	4.5	2.51	0.52
清水河组	K_1q	719	U/ 10^{-6}	230.3	4	9.93
			Th/ 10^{-6}	19.3	10.35	2.31
			K/%	4.4	2.52	0.44
呼图壁河组	K_1h	869	U/ 10^{-6}	223.1	8.64	17.13
			Th/ 10^{-6}	19	9.73	1.81
			K/%	4.2	2.35	0.53
全区		4977	U/ 10^{-6}	230.3	3.78	8.59
			Th/ 10^{-6}	19.8	9.66	2.13
			K/%	5.2	2.3	0.47

据文献[3]。

情况。

从表 1 可以看出,区内 U、Th、K 的含量整体分布高低趋势较为明显,区内 U 含量最大值出现在清水河组(K_1q),最大值为 230.3×10^{-6} ;Th 含量最大值出现在连木沁组(K_1l),最大值为 19.8×10^{-6} ;K 含量最大值出现在齐古组(J_3q),最大值为 5.2%,异常主体集中在清水河组(K_1q)。

第三系电阻率、厚度变化较大,但分布局限,在其分布区域内形成浅部局部异常;呼图壁组(K_1h)以灰绿色砂质泥岩、细砂岩、粉砂岩及紫红色泥岩为主,岩性相近,其电阻率居中,一般为 $46 \sim 290 \Omega \cdot m$;清水河组(K_1q)以灰绿色或灰色钙质砾岩、粉砂岩为

主,其电阻率较高,一般为 $300 \sim 800 \Omega \cdot m$;齐古组(J_3q)以紫红色、砖红色泥岩,砂质泥岩夹薄层砂岩为主,其电阻率较低,一般为 $5 \sim 40 \Omega \cdot m$ 。含铀层主要赋存在向斜南翼下白垩统清水河组下部钙质胶结的砾岩中,单层厚度较薄,电性上为相对高阻特征(表 2)。

3 物探方法的应用

3.1 可控源音频大地电磁测量

通过对可控源音频大地电磁 10 条剖面汇总,对工作区各剖面目的层位进行了细致划分,确认清水河组钙质砾岩层顶界深度可见,清水河组砾岩层顶

界面在各测线上表现为:南西、南东小号段埋深浅,在 40~350 m 间变化,厚度不一,为 200~400 m;北西、北东大号段埋藏较深,变化幅度在 350~800 m 之间,厚度在 260~600 m(图 1)^[3]。

表 2 喀拉扎地区岩(矿)石物性参数统计表

岩(矿)石名称	个数	视电阻率 $\rho/\Omega \cdot \text{m}$		
		最大值	最小值	几何平均值
呼图壁河组紫红色泥岩	30	143.00	22.38	54.35
呼图壁河组灰绿色砂质泥岩	24	75.91	22.47	46.61
呼图壁河组灰绿色细砂岩	36	257.67	72.53	151.59
呼图壁河组灰绿色粉砂岩	24	504.14	138.26	294.01
清水河组灰色钙质砾岩	36	725.02	188.20	408.32
清水河组紫红色钙质砾岩	36	347.51	100.23	255.21
清水河组灰绿色砾岩	36	855.58	221.00	455.84
清水河组灰绿色粉砂岩	36	251.73	66.03	102.14
齐古组紫红色泥质粉砂岩	24	22.88	5.38	12.6
齐古组紫红色砂质泥岩	24	43.05	5.74	18.55

据文献[3]。

3.2 伽玛能谱测量

从 eU 含量晕圈图(图 2)可以看出,异常晕主要分布在清水河组(K_1q),整体呈条带状北西南东向

展布,异常区主要出露岩性为钙质砾岩、砂岩、粉砂岩、泥岩。其中异常主要赋存于灰色钙质砾岩中,局部泥岩、细砂岩中含少量薄层铀异常,矿化较好地区为低于偏高晕下限的背景区,eU 含量异常晕主要分布于工作区的中西部,异常晕宽约为 700 m,长约 7576 m,异常晕面积约 4.34 km²,地层铀含量异常最大值 230.3×10^{-6} 。周围的偏高晕范围相对较小,沿长轴方向呈北西—南东向条带状展布,受地层控制明显。异常晕在地层内分布较为宽缓平稳,连续性较好^[2]。

3.3 伽玛总量测量与综合测井

通过伽玛总量测量绘制综合地质剖面,P2 地质剖面(图 3)揭露清水河组(K_1q)岩性主要有钙质砂岩、泥岩,钙质砾岩,铀异常主要赋存在清水河组(K_1q)钙质砾岩中, r 异常值在 $260 \times 10^{-6} \sim 400 \times 10^{-6}$,异常较稳定,最高值达 1020×10^{-6} 。

根据路线调查及露头查证,工作区内施工钻孔 2 个,对矿化较好地段进行深部查证,经钻孔施工验证,钙质砾岩的厚度较小,钙质胶结,碳酸盐含量高,矿体赋存在灰色砾岩的上部、泥质粉砂岩之下的钙质砾岩中(图 4)。其中在某钻孔内见厚度较大矿体,矿层平均品位、厚度均达工业指标。

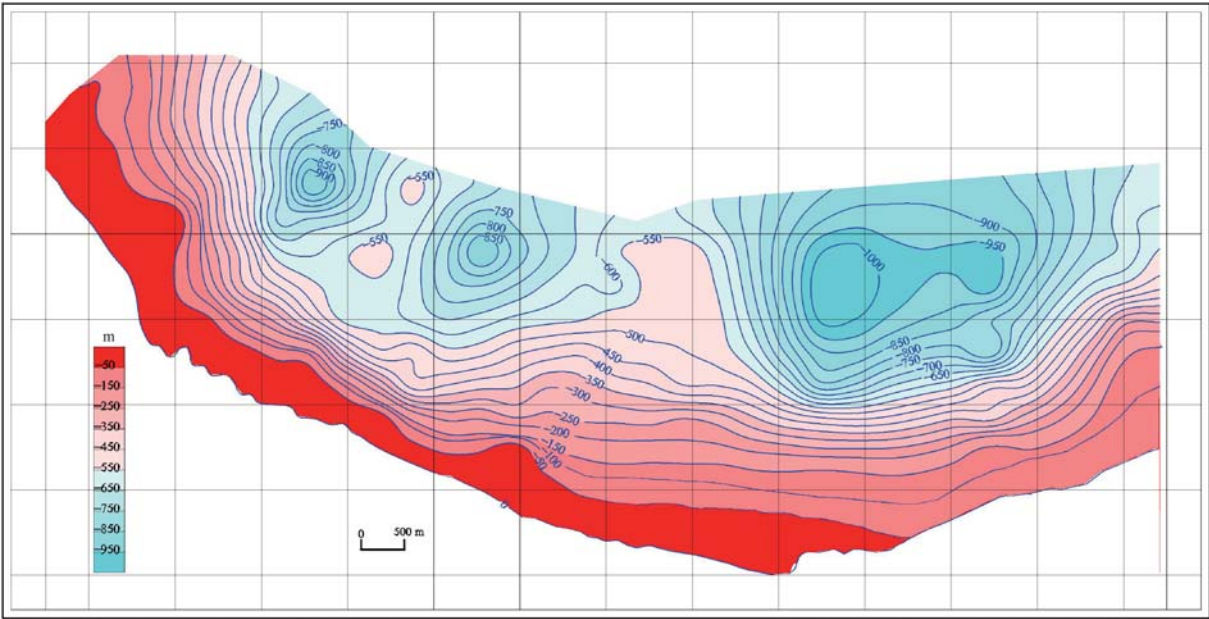
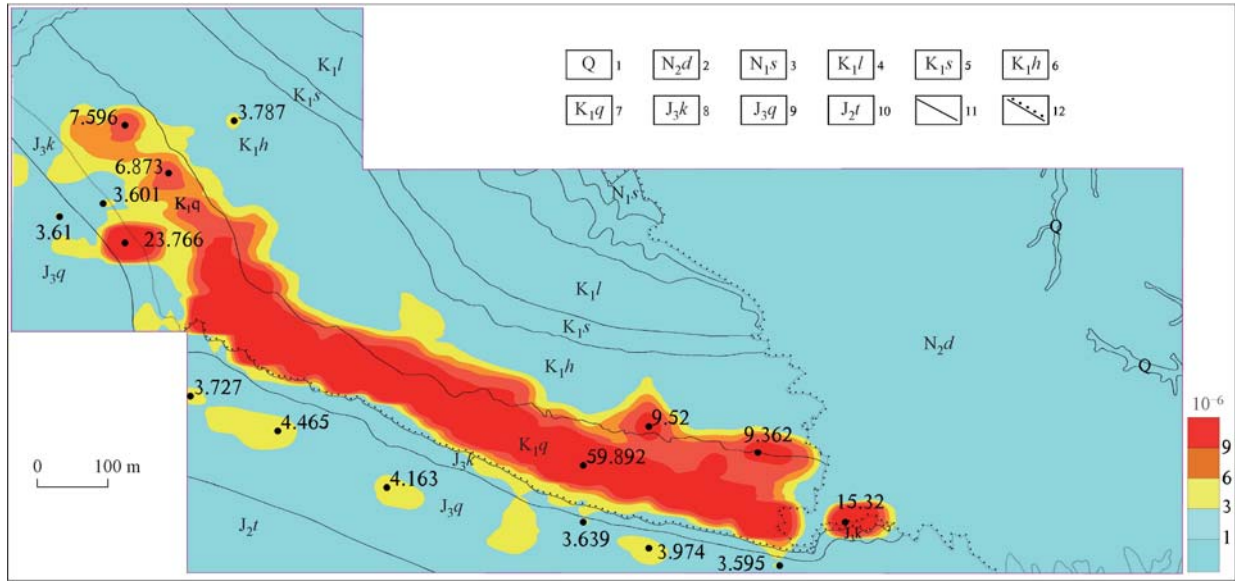


图 1 CSAMT 法推断清水河组钙质砾岩层顶界深度等值线图

图2 喀拉扎地面伽玛能谱测量 eU 异常晕圈图

1—第四系沉积物;2—上新统独山子组砂质泥岩、砾岩、粉砂岩;3—中新统沙湾组砂质泥岩、砂砾岩;4—白垩系下统连木沁组泥岩、砂质泥岩、粉砂岩;5—白垩系下统胜金口组泥岩、泥质粉砂岩;6—白垩系下统呼图壁河组泥岩、砂岩;7—白垩系下统清水河组钙质砂岩、泥岩;8—侏罗系上统喀拉扎组砂岩、砾岩、粉砂岩;9—侏罗系上统齐古组泥岩、砂岩;10—侏罗系中统头屯河组粗砂岩、泥岩;11—实测地质界线;12—实测角度不整合界线

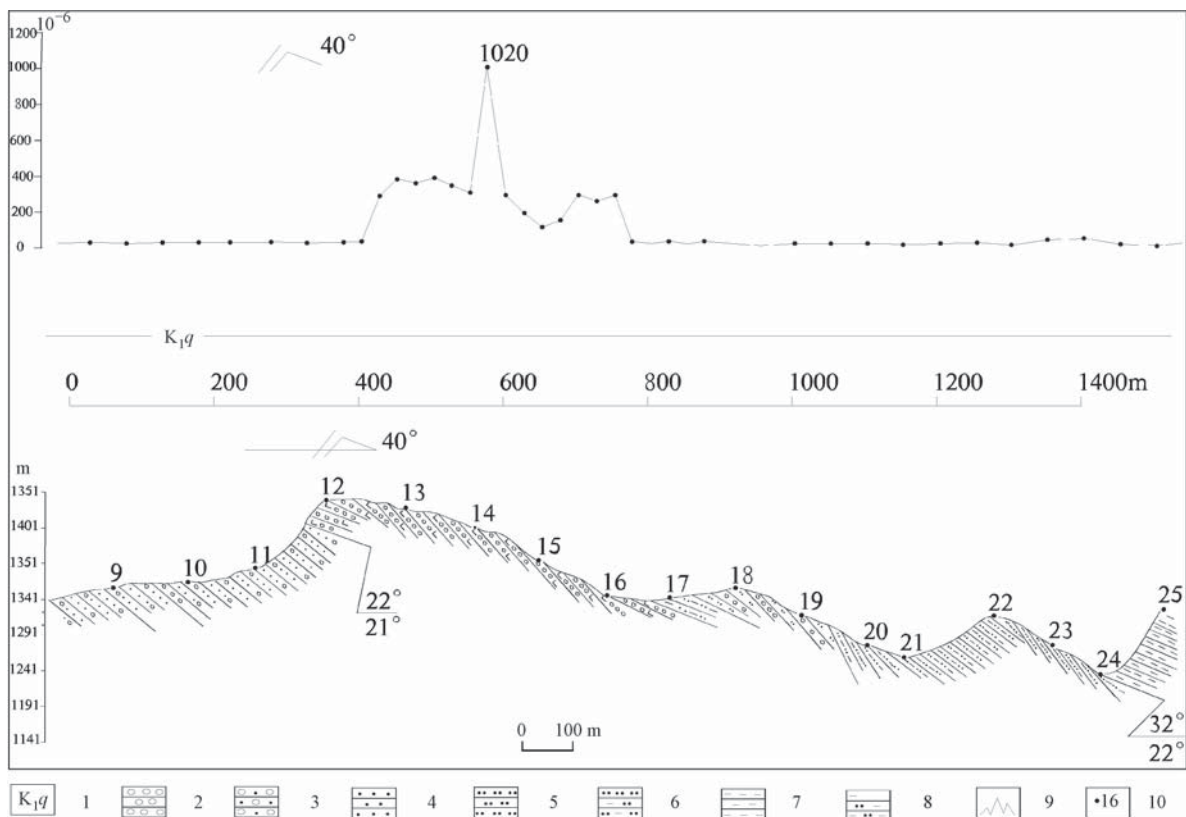


图3 P2 实测地质剖面钙质砾岩中铀异常特征

1—白垩系下统清水河组;2—砾岩;3—砂砾岩;4—细砂岩;5—粉砂岩;6—泥质粉砂岩;7—泥岩;8—粉砂质泥岩;
9—伽玛含量值曲线;10—导线位置及编号

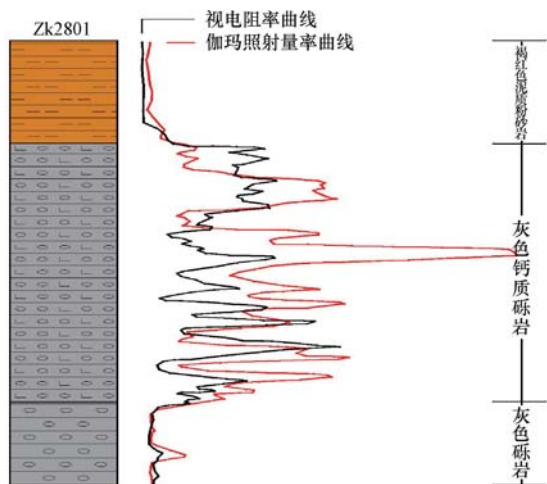


图4 清水河组砾岩钻孔柱状示意图

铀成矿与钙质砾岩的碳酸钙含量高低具一定的相关性,测井视电阻率值越高的部位,伽玛照射量率

值也相应越高,对应在大地音频测量断面图上目的层清水河组钙质砾岩也属于中高阻。

应用综合物探方法,使得区内的找矿方向明确,找矿层位岩性得以确定。从图5中可以明显看出,在清水河组埋深浅的部位,均有eU异常晕,说明该区内矿化与清水河组关系密切,对该层位的伽玛总量路线调查中可以发现,灰色钙质砾岩出露区域伽玛总量均有异常显示,说明了该区矿化较好地层为清水河组(K_1q),岩性主要为钙质砾岩。

4 结论

通过在喀拉扎地区应用综合物探方法,基本查明了区内放射性场特征,在清水河组钙质砾岩中发现了较好的放射性元素异常晕,异常受地层控制明显,查明清水河组钙质砾岩层的厚度及埋深,初步圈定铀成矿远景地段,为该地区的铀矿找矿工作及工程部署提供了理论依据。

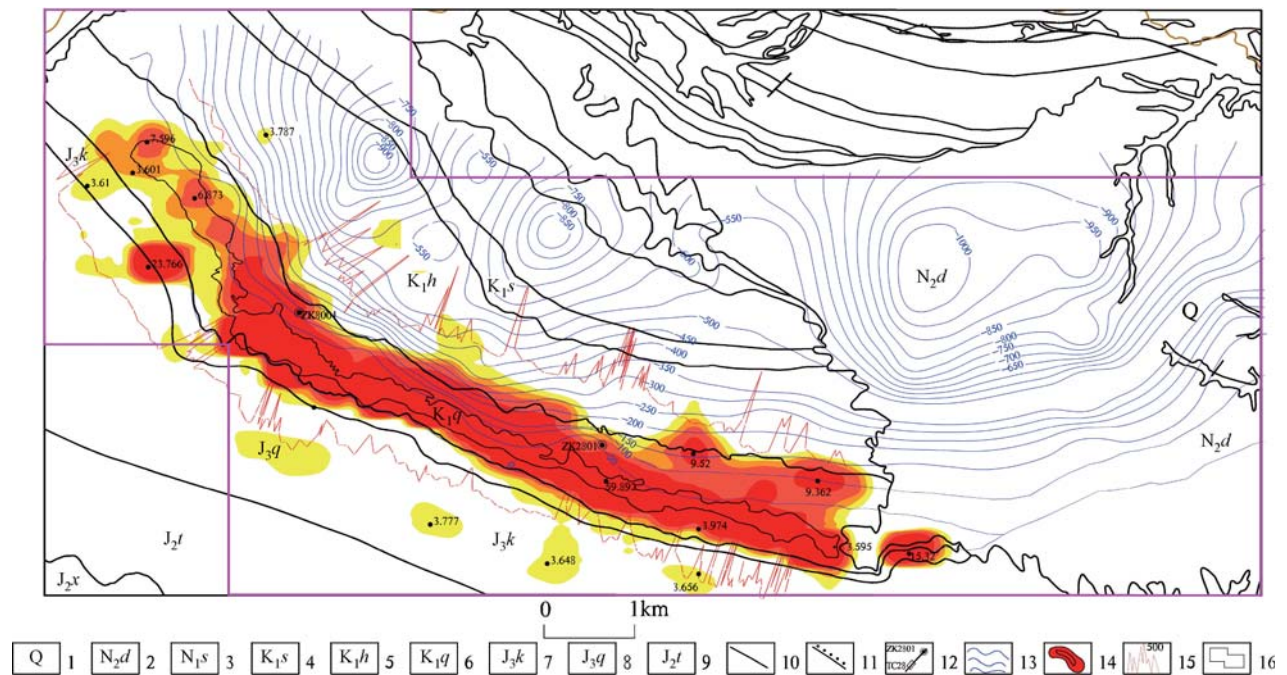


图5 喀拉扎地区物探综合成果图

1—第四系沉积物;2—上新统独山子组砂质泥岩、砾岩、粉砂岩;3—中新统沙湾组砂质泥岩、粉砂岩;4—白垩系下统胜金口组泥岩、泥质粉砂岩;5—白垩系下统呼图壁河组泥岩、粉砂岩、细砂岩;6—白垩系下统清水河组粉砂岩、细砂岩、砾岩;7—侏罗系中统喀拉扎组砂岩、砾岩、粉砂岩;8—侏罗系中统齐古组细砂岩、泥岩、砾岩;9—侏罗系中统头屯河组粗砂岩、泥岩;10—实测地质界线;11—实测角度不整合界线;12—钻孔及探槽编号;13—钙质砾岩埋深等值线;14—铀异常晕圈;15—地表铀异常曲线;16—研究区范围

参考文献

- [1] 王 谋,贾为卫,张忠平.新疆准噶尔盆地南缘喀拉扎地区铀矿调查评价工作报告[R].2014.
- [2] 杨镜明,高 杰,王 龙.新疆准噶尔盆地南缘喀拉扎地区地面能谱测量总结报告[R].2014.
- [3] 蒋 伟,何欣欣,朱明永.新疆准噶尔盆地南缘喀拉扎地区铀矿调查 CSAMT 法勘探成果总结[R].2014.

Application of geophysical techniques in uranium deposit, Kalazha area, Xinjiang

ZHANG Zhong-ping, JIA Wei-wei

(No. 216 Geological Team of China Nuclear Industry Corp., Urumqi 830011)

Abstract: The geological, lithological characteristics of host rock and physical parameters in the Kalazha uranium area were briefly described. Based on geological setting, metallogenic types, and apparent physical parameter differences between ore-bearing rock and background rock, and the positive correlation between calcareous conglomerate and uranium mineralization in the Kalazha area, the controllable source audio frequency magnetotelluric survey, ground gamma spectrum measurement, gamma total route survey, and comprehensive logging exploration methods were selected. The paper firstly introduced the application of each geophysical method and the prospecting effect in Kalazha area, then combined geophysical methods and application effect were comprehensively discussed. The application results suggested that the lower Cretaceous Qingshuihe formation (K_1q) was the favorable formation for uranium mineralization, and the calcareous conglomerate was main ore-bearing host rock.

Key words: Kalazha area, calcareous conglomerate, gamma ray spectrum measurement, controlled source audio MT, comprehensive logging