

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2020.06.08

引用格式: 曹云,王光辉,马昌威,等.四川理塘海子山地区放射性地球物理特征[J].中国地质调查,2020,7(6): 61-67.

四川理塘海子山地区放射性地球物理特征

曹云,王光辉,马昌威,王永飞

(四川省核工业地质调查院,成都 610052)

摘要:为研究四川理塘海子山地区放射性地球物理特征及铀成矿地质背景和成矿条件,在区内开展了地面伽马总量面积测量和地质-伽马能谱综合剖面测量。通过地面伽马总量面积测量,了解了海子山地区的伽马放射性背景,分析了其放射性特征;通过地质-伽马能谱综合剖面测量,初步判定了研究区内燕山晚期花岗岩的放射性异常性质,分析了各主要地层岩石的放射性核素含量特征。研究表明:区内出露的燕山晚期花岗岩有较高的伽马总量背景值,且伽马总量异常的展布与燕山晚期花岗岩体的分布特征基本一致;花岗岩体的铀含量背景值较高,显示了区内良好的铀源条件;研究区外围西侧有与NE向的断裂破碎带有关的查清卡温泉异常点,地表泉华具有极高的伽马总量测量值,且伽马能谱测量显示其为铀、钍混合异常点。根据查清卡温泉异常点的地质和放射性特征,并结合研究区铀成矿地质背景和成矿条件,初步判定本区铀源可能为深部含铀流体或铀富集在深部燕山晚期花岗岩体中,铀元素通过泉水迁移至地表沉淀富集,提供了下一步铀矿找矿方向。

关键词:海子山地区;放射性特征;铀矿;找矿方向

中图分类号: P631.622; P619.14

文献标志码: A

文章编号: 2095-8706(2020)06-0061-07

0 引言

四川理塘海子山地区位于理塘县和巴塘县交界处。区内铀的研究程度极低,仅有水系沉积物的铀异常显示,且水系沉积物的铀异常显示较强,达到 682×10^{-6} ,远高于全国背景值 2.4×10^{-6} ,显示了该区域具有良好的铀矿成矿背景^[1-7]。2018年,四川省核工业地质调查院在海子山地区(海子山幅)开展了1:50 000伽马总量面积测量(445 km²)及1:2 000地质-伽马能谱综合剖面测量(15.46 km,共9条剖面)工作,查明了主要地质体的放射性特征和分布规律,初步判定了本区燕山晚期花岗岩的放射性异常性质。工作中还对圈定的放射性异常点(晕)开展了异常检查工作,进一步确定了异常规模并进行了取样分析。研究区外围西侧发现的查清卡温泉异常点对于研究该区的放射性异常特征具有极重要的指导意义。根据查清卡温泉异常点的地质和放射性特征,并结合研究区铀成矿地质背

景和成矿条件,初步判定本区铀源为深部含铀流体或铀富集在深部燕山晚期花岗岩体中,铀元素通过泉水迁移至地表沉淀富集,为下一步铀矿找矿工作提供了思路 and 方向。本文在前人研究的基础上,通过对放射性数据进行统计分析,初步判定了燕山晚期花岗岩的放射性异常性质,并探讨了铀元素富集的成因。

1 地质概况及岩体特征

研究区地处西南三江成矿带的义敦岛弧褶皱带中南段昌台—乡城火山沉积盆地中段。受印度洋板块、太平洋板块和欧亚板块相互作用的影响,地质构造显示出复杂性和多样性^[8-16]。研究区内出露地层有上三叠统图姆沟组(T_{3t})和拉纳山组(T_{3l})及第四系(Q)。岩浆岩发育,北部为绒伊措花岗岩体(南端),南部为哈嘎拉花岗岩体(北端)。紧邻哈嘎拉花岗岩体发育NNW向变质岩带,紧邻绒伊措花岗岩体发育EW向变质岩带,前者更为发育(图1)^[17-21]。

收稿日期: 2019-11-11; 修订日期: 2020-11-06。

基金项目: 中国地质调查局天津地质调查中心“硬岩型铀钍等矿产资源远景调查与勘查示范”(编号: 0108047)和“四川理塘—巴塘地区铀矿地质调查(编号: DD20160129-15)”项目联合资助。

第一作者简介: 曹云(1989—),男,工程师,主要从事铀矿地质与地球物理勘查和研究工作。Email: tsaoyun@foxmail.com。

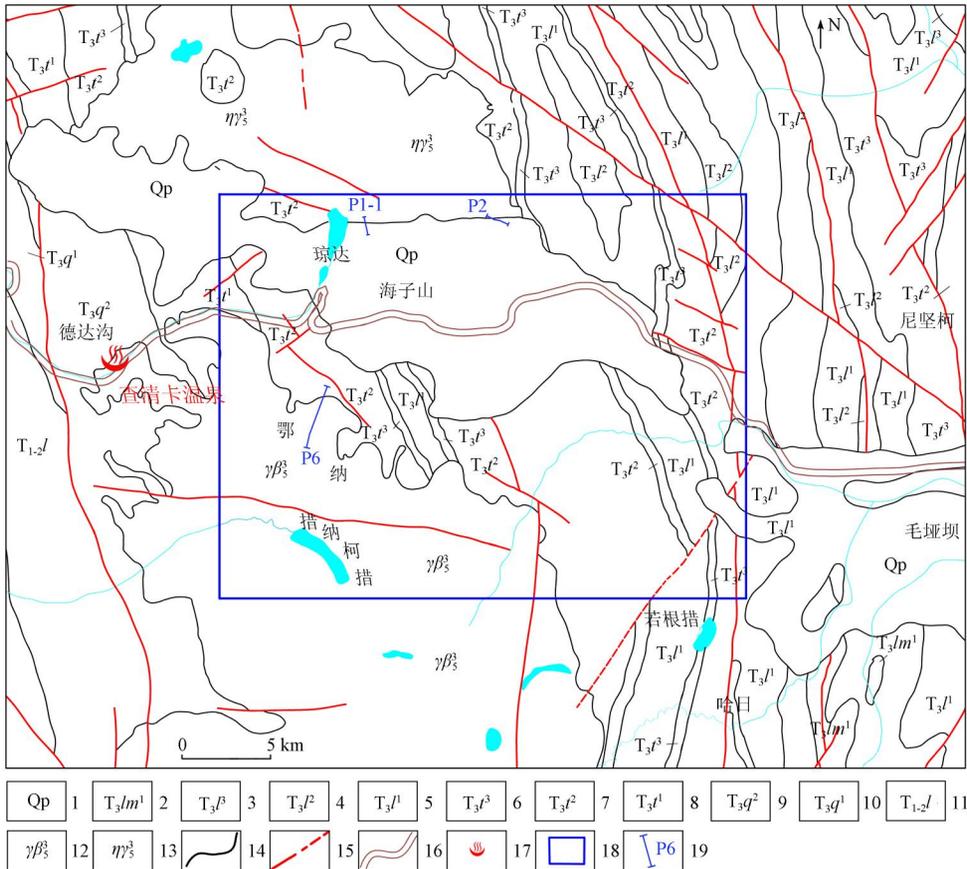


图1 研究区区域地质略图
Fig. 1 Geological sketch of Haizishan area

1. 更新统; 2. 喇嘛垭组下段; 3. 拉纳山组上段; 4. 拉纳山组中段; 5. 拉纳山组下段; 6. 图姆沟组上段; 7. 图姆沟组中段; 8. 图姆沟组下段; 9. 曲嘎寺组上段; 10. 曲嘎寺组下段; 11. 列衣组; 12. 粗、中、细粒斑状黑云母花岗岩; 13. 中、细粒斑状黑云母二长花岗岩; 14. 地质界线; 15. 断层; 16. 318国道; 17. 温泉; 18. 研究区范围; 19. 剖面位置及编号

2 放射性地球物理特征

2.1 地面伽马总量特征

在研究区内开展了1:50 000伽马总量面积测量,对区内主要地质体的伽马场进行了统计^[22-25],

结果见表1。

由表1可知,研究区内主要地层和岩性的伽马总量背景值由高到低依次为:燕山晚期花岗岩(73.5×10^{-6})、第四系(27.4×10^{-6})、三叠系(19.2×10^{-6})。燕山晚期花岗岩的伽马总

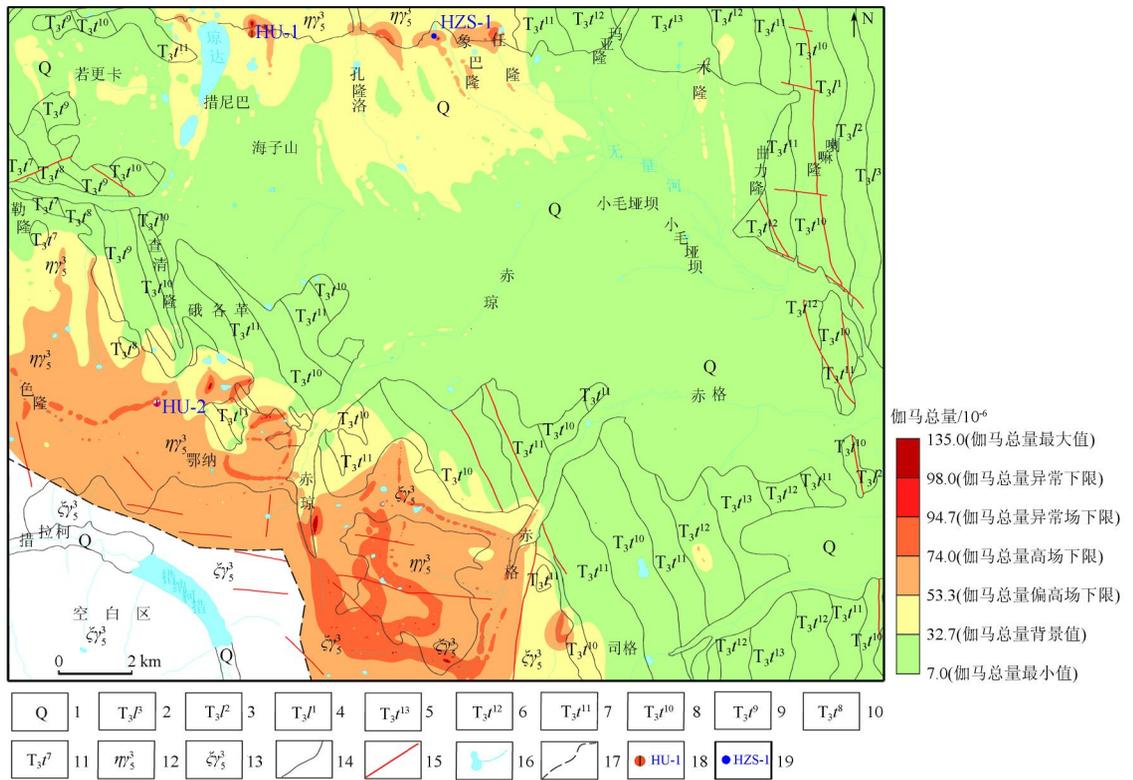
表1 海子山地区地面伽马总量参数统计

Tab. 1 Statistics of total gamma radiation at Haizishan area

地层/岩性	背景值 (X)/ 10^{-6}	标准偏差 (S)/ 10^{-6}	变异系 数值(δ)	偏高场((X+S)~ (X+2S))/ 10^{-6}	高场((X+2S)~ (X+3S))/ 10^{-6}	异常场($\geq X + 3S$)/ 10^{-6}	测点数/个
第四系(Q)	27.4	8.9	0.3	36.3~45.2	45.2~54.1	≥ 54.1	4 292
三叠系(T)	19.2	5.3	0.3	24.5~29.8	29.8~35.1	≥ 35.1	1 813
燕山晚期花岗岩	73.5	17.2	0.2	90.8~108.0	108.0~125.3	≥ 125.3	1 154
全区	32.7	20.7	0.6	53.3~74.0	74.0~94.7	≥ 94.7	7 275

量背景值较高,主要与岩浆侵入活动并引起放射性元素迁移富集有关;第四系的伽马总量背景值介于燕山晚期花岗岩与三叠系之间,主要与

经过冰川和冰水搬运、沉积的花岗岩及其风化碎屑物有关。研究区伽马总量等值线图见图2。



1. 第四系; 2. 拉纳山组上段; 3. 拉纳山组中段; 4. 拉纳山组下段; 5. 图姆沟组第十三段; 6. 图姆沟组第十二段; 7. 图姆沟组第十一段; 8. 图姆沟组第十段; 9. 图姆沟组第九段; 10. 图姆沟组第八段; 11. 图姆沟组第七段; 12. 燕山晚期二长花岗岩; 13. 燕山晚期正长花岗岩; 14. 地质界线; 15. 断层; 16. 湖泊、河流; 17. 空白区界线; 18. 铀、钍混合异常点及编号; 19. 铀、钍混合异常晕及编号

图2 研究区伽马总量等值线图

Fig. 2 Total gamma contour map of Haizishan area

2.2 地面伽马能谱特征

在研究区内开展了1:2 000地质-伽马能谱综

合剖面测量,对剖面中主要地层岩性的铀、钍、钾含量背景值进行了统计分析^[23-26](表2),结果表明:

表2 研究区伽马能谱参数统计结果

Tab.2 Gamma-ray spectral data of Haozishan area

岩性	eU 含量			eTh 含量			K 含量			U_γ 含量/ 10^{-6}	测点数/个	
	$X/10^{-6}$	$S/10^{-6}$	δ	$X/10^{-6}$	$S/10^{-6}$	δ	$X/\%$	$S/\%$	δ			
第四系冰川堆积物	5.58	2.25	0.40	34.79	8.65	0.25	4.81	0.75	0.16	38.29	90	
图姆沟组 第十一段	灰岩	1.15	0.51	0.44	11.12	1.74	0.16	2.57	0.86	0.34	12.22	17
	板岩	1.26	0.62	0.49	17.28	2.09	0.12	4.87	0.77	0.16	18.48	41
	砂岩	1.05	0.44	0.42	11.19	1.88	0.17	2.56	0.65	0.25	12.08	50
燕山晚期花岗岩	12.41	3.59	0.29	62.44	14.89	0.24	4.98	0.85	0.17	67.45	1 346	

注:eU 含量表示伽马能谱测量铀含量; eTh 含量表示伽马能谱测量钍含量; K 含量表示伽马能谱测量钾含量; U_γ 含量表示伽马能谱测量总道含量。

(1) 燕山晚期花岗岩的铀背景值为 12.41×10^{-6} , 变异系数为 0.29, 钍背景值为 62.44×10^{-6} , 变异系数为 0.24, 钾背景值为 4.98%, 变异系数为 0.17, eTh/eU 值为 5.03, 反映出低铀、高钍、低钾的特征以及铀、钍高于其他岩性且相对富钍的特性, 表明钍在较高的背景值上, 有较明显的迁移富集。

(2) T_3t^{11} 的板岩、砂岩和灰岩的铀、钍含量均明

显低于燕山晚期花岗岩和第四系冰川堆积物; 第四系冰川堆积物的铀、钍含量介于燕山晚期花岗岩和 T_3t^{11} 的板岩、砂岩和灰岩之间, 这与经过冰川和冰水搬运、沉积的花岗岩及其风化碎屑物有关; 钍的曲线形态和伽马能谱总量的曲线形态吻合, 表明研究区内伽马能谱总量异常主要是由钍富集引起的(图3~5)。

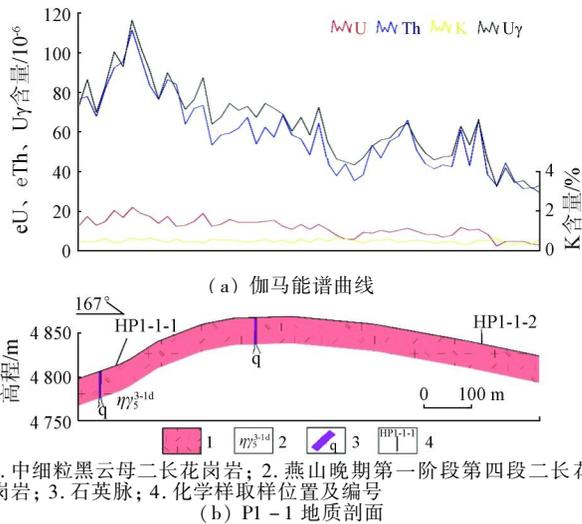


图3 HU-1 铀异常晕剖面图

Fig.3 Geological section of HU-1 uranium anomaly

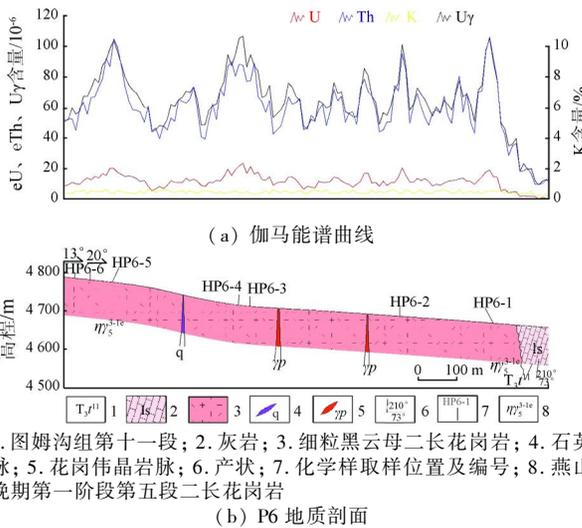


图4 HU-2 铀异常晕剖面图

Fig.4 Geological section of HU-2 uranium anomaly

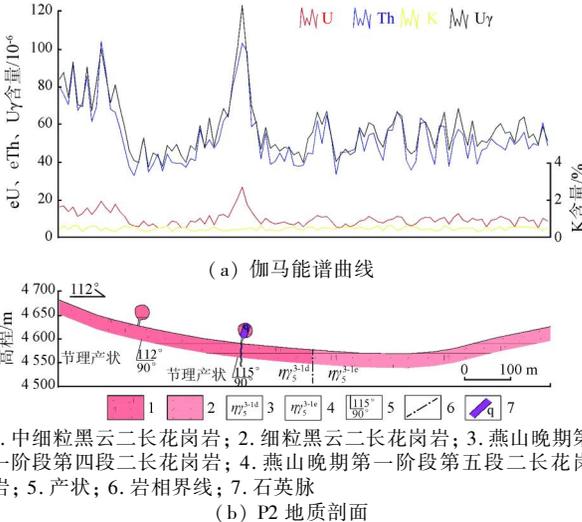


图5 HZS-1 铀、钍混合异常晕剖面图

Fig.5 Geological section of HZS-1 uranium - thorium anomaly

3 异常特征

在铀矿地质勘查工作中, eU (或 eTh、K) 含量大于地质体背景值的 3 倍, 且受岩性、层位或断层、蚀变带控制, 延伸长度小于 20 m 的异常称为异常点; eU (或 eTh、K) 含量高出于地质体背景值 3 倍标准偏差, 但未达到异常点标准的异常称为异常晕。异常点、异常晕的铀、钍性质划分以研究区内地质体 eU、eTh 含量的背景值、标准偏差为依据。异常点(晕)的铀、钍性质划分原则见表 3^[26-27]。

表 3 异常点、异常晕铀、钍性质划分原则

Tab.3 Rules for anomaly based on uranium and thorium contents

铀、钍性质名称	eU 含量	eTh 含量	eTh/eU
铀异常点	$\geq 3X_U$	$\leq X_{Th}$	< 1
铀、钍混合异常点	$\geq 3X_U$	$\geq X_{Th} + 2S_{Th}$	1 ~ 6
钍异常点	$\leq X_U$	$\geq 3X_{Th}$	> 6
铀异常晕	$\geq X_U + 3S_U$	-	< 3
铀、钍混合异常晕	$\geq X_U + 3S_U$	-	3 ~ 6

注: X_U 、 X_{Th} 、 S_U 、 S_{Th} 为地质体 eU、eTh 含量的背景值和标准偏差; eTh/eU 有时取 6, 有时取 5 或 7, 应结合地表钍矿化强弱而定。eU 含量大于 100×10^{-6} 时, 即使 eTh/eU 大于 6 (或 5、7) 也定为铀、钍混合异常点。

根据以上划分原则, 确定了研究区内异常点、异常晕的界线。通过地质 - 伽马能谱综合剖面测量和样品化学分析, 在研究区内发现了 2 处铀异常晕 (编号为 HU-1 和 HU-2) 和 1 处铀、钍混合异常晕 (编号为 HZS-1), 并在研究区外围西侧发现了 1 处温泉铀、钍混合异常点 (表 4)。

表 4 划分出的铀、钍异常点(晕)

Tab.4 The divided uranium - thorium anomaly occurrences

异常性质	岩性类别	异常下限			异常点(晕)数/个
		eU 含量/ 10^{-6}	eTh 含量/ 10^{-6}	eTh/ eU	
铀异常晕	燕山晚期花岗岩	≥ 23.19	-	< 3	2
铀、钍混合异常晕	燕山晚期花岗岩	≥ 23.19	-	3 ~ 6	1
铀、钍混合异常点	泉水	≥ 37.23	≥ 92.22	1 ~ 6	1

3.1 铀异常晕(HU-1 和 HU-2)

HU-1 铀异常晕位于研究区琼达湖东侧 500 m 山坡上。该铀异常晕赋存于燕山晚期中细粒斑状黑云母二长花岗岩中 (图 3), 异常晕规模约 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$, 为花岗岩型放射性异常。化学分析结果显示, 铀含量为 44.4×10^{-6} , 钍含量为 63.6×10^{-6} 。

HU-2 铀异常晕位于研究区西部鄂纳西北沟谷滑坡处。该铀异常晕赋存于燕山晚期细粒斑状黑云母二长花岗岩中(图4),异常晕规模约3 m × 2 m,为花岗岩型放射性异常。化学分析结果显示,铀含量为 38.4×10^{-6} ,钍含量为 61.6×10^{-6} 。

3.2 象巴隆铀、钍混合异常晕(HZS-1)

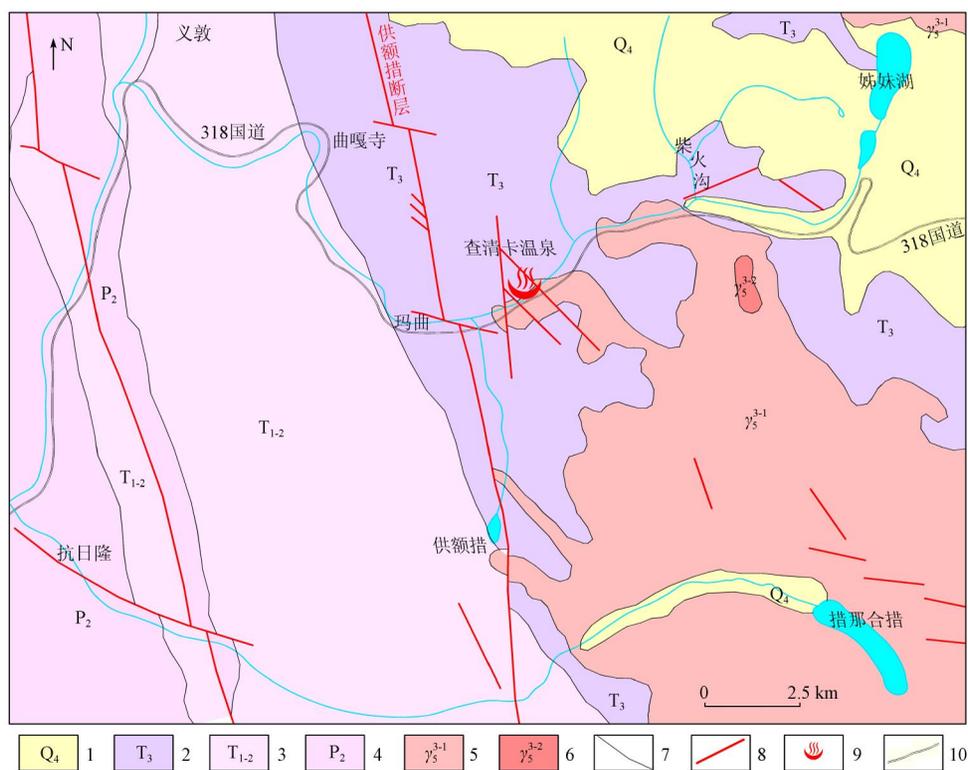
该铀、钍混合异常晕位于研究区内象巴隆一带,赋存于燕山晚期中细粒斑状黑云母二长花岗岩中(图5),异常晕规模为5 m × 5 m,为花岗岩型放射性异常。该铀、钍混合异常晕的放射性特征为:伽马能谱测量 $eU = 27.1 \times 10^{-6}$, $eTh = 103.2 \times 10^{-6}$, $eTh/eU = 3.81$ 。该铀、钍混合异

常晕与区域岩浆侵入活动有关,引起铀和钍相对富集。

3.3 查清卡温泉铀、钍混合异常点

该铀、钍混合异常点位于研究区外围西侧,沿318国道向西约4.5 km处北侧的查清卡温泉,隶属巴塘县德达乡管辖。异常主要位于温泉附近的泉华处,面积约35 m²,温泉出露面积约500 m²。

温泉与NW向断裂破碎带有关,从第四系中溢出,在40 m × 120 m范围内有泉眼12个。围岩为黑云母花岗岩(图6)。水质无色、透明,水温40 ~ 60 ℃,为中温热水。泉华为钙质泉华,少量硅华,厚1 ~ 2 m,有弱硫磺味。



1. 第四系; 2. 上三叠统; 3. 中下三叠统; 4. 上二叠统; 5. 燕山晚期第一阶段花岗岩; 6. 燕山晚期第二阶段花岗岩; 7. 地质界线; 8. 区域断层; 9. 温泉位置; 10. 318国道

图6 查清卡温泉铀、钍混合异常点地质简图^[17]

Fig. 6 Geological sketch of Chaqingka hot-spring uranium-thorium anomaly^[17]

放射性特征为:温泉涌水处泉华伽马总量测量值为 $100 \times 10^{-6} \sim 831 \times 10^{-6}$,伽马能谱测量铀含量为 $68.8 \times 10^{-6} \sim 626.2 \times 10^{-6}$,钍含量为 $85.3 \times 10^{-6} \sim 199.0 \times 10^{-6}$;围岩黑云母花岗岩伽马总量测量值为 $40 \times 10^{-6} \sim 85 \times 10^{-6}$,伽马能谱测量铀含量为 $9.9 \times 10^{-6} \sim 19.6 \times 10^{-6}$,钍含量为 $20.5 \times 10^{-6} \sim 73.2 \times 10^{-6}$ 。

4 综合分析

通过伽马总量面积测量,大致了解了海子山地区的伽马放射性背景。出露的燕山晚期花岗岩有较高的伽马总量背景值,其测量值多在 $60 \times 10^{-6} \sim 120 \times 10^{-6}$ 之间,最高值为 135×10^{-6} 。伽马能谱测

量值显示,这些岩浆岩的伽马总量异常主要是由钍放射性引起的。鉴于晚期花岗岩中的铀矿床铀含量可达 $1\ 500 \times 10^{-6}$,且规模大(如纳米比亚的罗辛铀矿床和格陵兰的伊利莫扎克铀矿均属此类),而本次研究只涉及了部分花岗岩体,且水系沉积物的铀元素异常显示较强,故采用大比例尺的伽马能谱面积测量将铀含量高的花岗岩与钍含量高的花岗岩区分出来,这是因为钍含量高的花岗岩数量较多^[28]。此外,对部分伽马总量测量异常点进行地质-伽马能谱综合剖面测量。能谱曲线显示,异常点主要分布在石英脉或伟晶岩脉发育的地段和燕山晚期第一阶段细粒黑云母二长花岗岩相带(比其他岩相带稍高)。

研究区花岗岩体铀含量背景值较高(12.41×10^{-6}),且水系沉积物的铀元素异常显示较强,达到 682×10^{-6} ,远高于全国背景值 2.4×10^{-6} ^[1]。花岗岩体遭受风化破坏,其中的铀矿物(沥青铀矿、晶质铀矿等)被水介质溶解,铀以各种铀酰络合物形式被地表水(主要是冰川溶水和雨水)搬运。这些铀酰络合物在河漫滩、沼泽、湖泊中,由于有机质等的吸附或局部还原作用,同沉积物一起沉积,从而增高了水系沉积物的铀含量^[29-30]。

在研究区外围西侧发现1处与NW向断裂破碎带有关的查清卡温泉异常点,温泉与围岩放射性特征具明显差异,地表泉华具有较高的伽马总量测量值且伽马能谱测量显示其为铀、钍混合异常点。这对于研究区内铀矿找矿具有极重要的指导意义,初步认为本区铀源可能为深部含铀流体或铀富集在深部花岗岩体(哈嘎拉二长花岗岩体)中,并通过泉水迁移至地表沉淀富集。但值得注意的是,放射性泉水可造成很高的局部异常,通常是由被搬运的镭的衰变产物造成的,需进一步用化学方法判别是否存在铀。

5 结论

(1)地面伽马放射性测量在海子山地区铀矿找矿过程中应用效果明显;在铀、钍混合地区用伽马总量测量不易判定异常的性质,采用伽马能谱测量能够取得良好的地质效果。研究区内出露的燕山晚期花岗岩具有较高的伽马总量背景值(73.5×10^{-6}),伽马能谱测量值显示其伽马总量异常主要是由钍的富集引起,其次是由铀的富集引起。

(2)研究区伽马总量异常的展布与燕山晚期花岗岩体的分布特征基本一致。花岗岩体具有较高的伽马总量背景值,且铀背景值较高(12.41×10^{-6}),显示了区内良好的铀源条件(花岗岩体是良好的铀源体),建议进行大比例尺伽马能谱测量工作,将铀含量高的花岗岩与钍含量高的花岗岩区分出来。

(3)根据查清卡温泉异常点的地质和放射性特征,并结合研究区铀成矿地质背景和成矿条件,初步判定本区铀源可能为深部含铀流体或铀富集在深部燕山晚期花岗岩体中,铀元素通过泉水迁移至地表沉淀富集。建议对放射性泉水进行取样分析,并结合区域成矿条件及已知各类矿床、矿点的矿化特征进行综合比较研究,分析铀与其他多金属矿产的成矿地质背景和成矿条件的相关性,在此基础上对区内铀矿成矿潜力做出评价并圈定有利成矿段,为下一步工作提供有利依据。

参考文献:

- [1] 张成江,周游.四川省海子山幅(H47E011015)1:5万水系沉积物化探测量报告[R].成都:成都理工大学,2015.
- [2] 李俊国.四川省1:5万海子山幅水系沉积物地球化学特征及成矿潜力分析[D].成都:成都理工大学,2016.
- [3] 王江.四川海子山地区水系沉积物铀钍地球化学特征[D].成都:成都理工大学,2017.
- [4] 李俊国,张成江,陈兴兵,等.海子山地区1:5万水系沉积物地球化学特征及钨、锡异常浅析[J].黑龙江冶金,2015,35(5):31-35.
- [5] 尹明辉.川西海子山一格聂地区花岗岩岩石地球化学特征及铀成矿条件[D].成都:成都理工大学,2018.
- [6] 徐争启,张成江,周游,等.三江北段海子山地区钍钍地球化学异常特征及其找矿意义[J].物探化探计算技术,2016,38(6):837-842.
- [7] 陈兴兵,张成江,李俊国,等.四川甘孜海子山地区1:5万地球化学异常分析[J].矿物学报,2015,35(增刊1):567.
- [8] 李俊国,张成江,王江,等.义敦岛弧带海子山花岗岩体微量元素地球化学特征及成因分析[J].吉林大学学报(地球科学版),2015,45(增刊1):1510-15.
- [9] 边鹏.义敦岛弧带成矿作用与成矿规律[D].成都:成都理工大学,2018.
- [10] 高雪.义敦地体晚白垩世与侵入岩有关的多金属成矿作用[D].北京:中国地质大学(北京),2018.
- [11] 方小玉,彭头平,范蔚茗,等.义敦地块中一晚三叠世中酸性侵入岩起源及其地质意义探讨[J].地球化学,2017,46(5):413-434.
- [12] 方小玉.义敦地块中一晚三叠世中酸性侵入岩,岩石成因及其地质意义探讨[D].广州:中国科学院大学(中国科学院广

- 州地球化学研究所), 2017.
- [13] 刘振. 四川省理塘地区图姆沟组火山岩岩石学特征及含矿性[D]. 成都: 成都理工大学, 2017.
- [14] 邹光富, 毛英, 毛琼, 等. 西南三江地区大地构造演化与成矿作用[J]. 矿物岩石, 2017, 37(1): 15 - 29.
- [15] 宋婉婧. 川西晚白垩世岩浆活动的成因和驱动机制[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2019.
- [16] 侯增谦, 莫宣学. "三江"地区义敦岛弧的构造 - 岩浆演化特征[G]//李廷栋. 青藏高原地质文集(21)——"三江"论文专辑. 北京: 地质出版社, 1991: 159 - 171.
- [17] 高永泰, 李小壮, 吴振林, 等. 1:20万区域地质调查报告(义敦幅 H-47 - XVI)[R]. 名山: 四川省地质局区域地质调查队二分队, 1980.
- [18] 李庆祥, 文沛然, 邓永福, 等. 1:5万义敦幅、海子山幅区域地质调查报告[R]. 成都: 四川省地质矿产局区调队, 1990.
- [19] 张方毅, 赖绍聪, 秦江锋. 义敦岛弧带晚白垩世海子山二长花岗岩成因及其地质意义[J]. 高校地质学报, 2018, 24(3): 340 - 352.
- [20] 王楠, 吴才来, 秦海鹏. 川西义敦岛弧中生代典型花岗岩体矿物学、地球化学特征及岩浆来源探讨[J]. 地质论评, 2017, 63(4): 981 - 1000.
- [21] 侯立玮, 傅德明, 肖懿. 试用数学地质方法探讨川西义敦地区中酸性岩浆岩岩石学化学特征、成岩成矿系列及演化[C]//地质矿产部青藏高原地质文集编委会. 青藏高原地质文集(17)——地质矿产部青藏高原地质科学第二次讨论会论文集(二). 北京: 地质出版社, 1985: 335 - 353.
- [22] 周明海, 胡洋芹, 彭学顺, 等. EJ/T 831—1994 地面伽马总量测量规范[S]. 北京: 中国核工业总公司, 1994.
- [23] 于江津, 邓一谦. 勘查地球物理概论[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 164 - 172.
- [24] 章晔, 华荣洲, 石柏慎, 等. 放射性方法勘查[M]. 北京: 原子能出版社, 1990: 159 - 179.
- [25] 李正文, 贺振华. 勘查技术工程学[M]. 北京: 地质出版社, 2003: 327 - 337.
- [26] 余水泉, 马站军, 朱捌, 等. EJ/T 363—2012 地面伽马能谱测量规范[S]. 北京: 国家国防科技工业局, 2013.
- [27] 李友良, 颜启明, 徐建张, 等. EJ/T 1213—2006 铀矿地质勘查成果分类分级[S]. 北京: 国防科学技术工业委员会, 2006.
- [28] 吴慧山. 核技术勘查[M]. 北京: 原子能出版社, 1998: 68 - 76.
- [29] 李巨初, 陈友良, 张成江, 等. 铀矿地质与勘查简明教程[M]. 北京: 地质出版社, 2011: 25 - 26.
- [30] 张万林. 铀矿地质简明教程[M]. 北京: 原子能出版社, 1987: 32 - 33.

Radioactive geophysical features of Haizishan area in Litang of Sichuan Province

CAO Yun, WANG Guanghui, MA Changwei, WANG Yongfei
(Sichuan Institute of Nuclear Geology, Chengdu 610052, China)

Abstract: In order to investigate the radioactive geophysical features, uranium metallogenetic geological setting and metallogenetic conditions at Haizishan area, the ground total gamma survey and geology - gamma spectrometric profile survey were conducted. The radioactive background of Haizishan area was preliminarily cognized through the ground total gamma survey and the radioactive features were identified. The anomaly properties of Late Yanshan granites were roughly confirmed through geology - gamma spectrometric profile survey, and the detailed statistical analysis was done for radionuclide contents of each major lithostratigraphy. The results show that Late Yanshan granites in this area have higher total gamma background value, and the distribution of total gamma anomaly is almost consistent with Late Yanshan granites. The uranium background value of the granites is higher, showing the uranium sources are favorable in this area. There is Chaqingka hot - spring anomaly in the western periphery of Haizishan area, which is in connection with the northwest fault. The sinter on the ground has very high total gamma measurement value, and the uranium - thorium anomaly occurrence is shown through gamma spectrometric survey. According to the geological and radiometric properties of Chaqingka hot - spring anomaly, combined with the uranium metallogenetic geological setting and metallogenetic conditions in the area, the authors identified that the potential source of uranium is bearing fluids containing uranium or the uranium is likely to be abundant in deep Late Yanshan granites. The uranium is migrated to deposit and enrich at the surface, which provides a prospecting target for further uranium exploration.

Keywords: Haizishan area; radioactive features; uranium; prospecting target