

赣宁都地区花岗伟晶岩脉元素特征及成矿指示

胡阳璇¹ 罗仙华¹ 喻飞¹ 陈斌锋¹ 宋玉佩²

1 江西省地质局第七地质大队地质勘察院 2 江西省地质局第七地质大队赣南中心实验室

DOI:10.12238/gmsm.v6i6.1627

[摘要] 利用原子吸收光度计、ICP-MS对江西宁都坪步岭-东家排矿产调查区进行野外地质勘查所采集的花岗伟晶岩脉样品进行元素地球化学分析。结果显示部分伟晶岩脉样品中 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 Cs_2O 、 Rb_2O 含量较低,未达到工业成矿的边界品位要求。Li元素品位在花岗伟晶岩脉样品D1312、D13018、D1321、GP-4、GP-5、GP-6中则明显高于锂的工业品位0.8%。结合坪步岭-东家排地区花岗伟晶岩脉露头及构造特征,该地区的伟晶岩脉具有良好的锂辉石矿床成矿潜力;且在相应花岗伟晶岩脉中 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 Rb_2O 含量在相应的工业品位之上,可作为良好的伴生矿产出。

[关键词] “花岗伟晶岩脉”; “锂辉石”; “元素品位”; “成矿指示”; “宁都”

中图分类号: P57 文献标识码: A

Element Characteristics and Metallogenic Indications of Granite Pegmatite Veins in Ganningdu Area

Yangxuan Hu¹ Xianhua Luo^{1*} Fei Yu¹ Bin Feng Chen¹ Yupei Song²

1 Geological Survey Institute of the Seventh Geological Brigade of Jiangxi Provincial Geological Bureau

2 Gannan Central Laboratory of the Seventh Geological Brigade of Jiangxi Provincial Geological Bureau

[Abstract] The element geochemical analysis of granite pegmatite vein samples collected by field geological exploration in Pingbuling-Dongjiapai mineral survey area of Ningdu, Jiangxi Province was carried out by using atomic absorption spectrophotometer and ICP-MS. The analysis results show that the contents of Nb_2O_5 , Ta_2O_5 , Cs_2O and Rb_2O in some samples are low, which do not reach the boundary grade of industrial mineralization. The grade of Li_2O in granite pegmatite vein samples D1312, D13018, D1321, GP-4, GP-5 and GP-6 is significantly higher than the industrial grade of lithium 0.8%. Combined with the outcrop and structural characteristics of granite pegmatite veins in Pingbuling-Dongjiapai area, it is indicated that the pegmatite veins in this area have good metallogenic potential of spodumene deposits. The contents of Nb_2O_5 , Ta_2O_5 and Rb_2O in the corresponding granite pegmatite veins are above the corresponding industrial grade, which can be used as a good associated mineral.

[Key words] Granite Pegmatite vein; spodumene; Element grades; Ore-forming indicator; Ningdu

锂作为当今世界重要的新能源产业资源,其类型在全球范围内具有一定的相似性,基本以锂辉石、锂云母、透锂长石、锂霞石、锂蒙脱石等含锂矿物为主,并构成以固体型和沉积型(卤水型)锂矿床的两种类型的成矿分带^{[1]-[5]}。国内自滇、川至鄂、陕一带以固体型锂矿床为主,沉积型锂矿床则主要分布于陆内蒸发型湖泊中,沉积型锂矿床中的沉积物相对复杂,矿床内锂元素品位较低,但资源开采方式简单、成本低特征成为国内锂矿开采的主流,固体型锂矿床主要以锂辉石、锂云母等矿物赋存于伟晶岩脉中,其锂元素品位较高,成矿规模较大,但其开采难度较大,且开采成本较高^{[6]-[10]}。而随着新能源产业对锂资源需求逐渐升高,以及国家新一轮找矿突破政策的实施,锂矿开发逐渐

向固体型锂矿床转移。

花岗伟晶岩脉型锂矿床是我国主要的锂矿赋存类型,矿床成因为岩浆演化晚期分异固结或地壳发生部分熔融所致^{[11][12]}。在相对较稳定的构造背景下,造山作用后期的中、高压成矿流体中,锂元素逐渐向伟晶岩熔体及地壳中富集,并形成锂辉石等矿物,后随着成矿流体温度逐渐降低,在成矿熔体过渡态中会结晶出绿柱石等标志性矿物^{[13][14]}。另外,伟晶岩形成时代分布相对广泛,从加里东期到燕山期再到喜马拉雅造山期均有分布,但仍主要受燕山期岩浆作用及断裂活动影响,在断裂构造发育交互处容易形成伟晶岩型锂辉石矿床^{[15]-[18]}。

基于上述论述观点,本文对宁都地区出露的花岗伟晶岩脉、

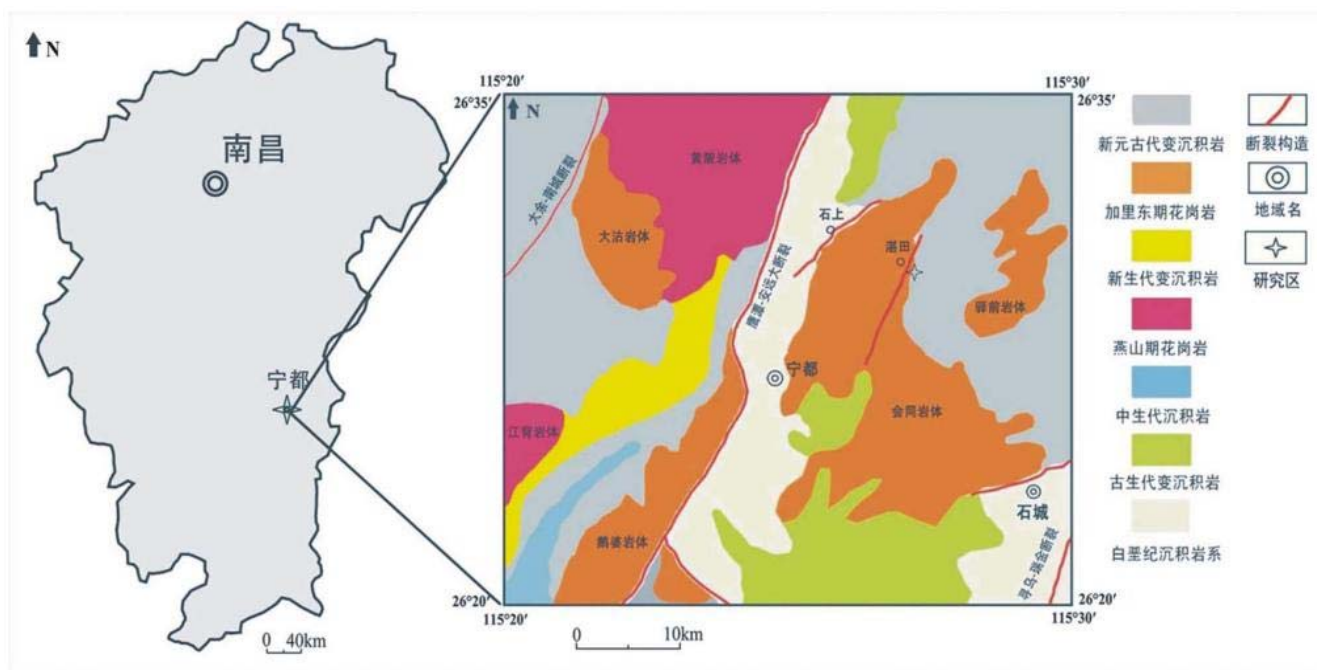


图1 宁都县地区区域地质图(1: 50000)

表1 岩脉样品中的元素含量

野外编号	采样地点	点号	元素(%)					
			Li ₂ O	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Rb ₂ O	Cs ₂ O	(Ta,Nb) ₂ O ₅
D1307-H1	宁都	D1307	0.013	0.002	0	0.031	0.001	0.002
D1308-H1	宁都	D1308	0.004	0.012	0.014	0.063	0.004	0.028
D1309-H1	宁都	D1309	0.003	0.009	0.004	0.092	0.002	0.013
D1310-H1	宁都	D1310	0.361	0.014	0.007	0.115	0.004	0.021
D1311-H1	宁都	D1311	0.028	0.005	0.006	0.147	0.004	0.011
D1312-H1	宁都	D1312	1.38	0.005	0.002	0.078	0.002	0.007
D1313-H1	宁都	D1313	0.018	0.01	0.004	0.169	0.006	0.014
D1314-H1	宁都	D1314	0.032	0.011	0.003	0.092	0.012	0.014
D1315-H1	宁都	D1315	0.006	0.004	0.002	0.035	0.001	0.006
D1316-H1	宁都	D1316	0.003	0.011	0.005	0.045	0.001	0.016
D1317-H1	宁都	D1317	0.015	0.009	0.008	0.072	0.003	0.017
D1318-H1	宁都	D1318	0.885	0.005	0.006	0.186	0.005	0.011
D1320-H1	宁都	D1320	0.01	0.014	0.008	0.071	0.002	0.022
D1321-H1	宁都	D1321	1.24	0.012	0.006	0.088	0.004	0.018
D1468-H1	宁都	D1468	0.002	0.003	0.001	0.003	<0.001	0.004
GP-4	宁都	GP-4	1.30	0.087	0.023	0.074	0.009	0.11
GP-5	宁都	GP-5	1.97	0.026	0.023	0.04	0.005	0.049
GP-6	宁都	GP-6	2.53	0.015	0.016	0.081	0.009	0.031

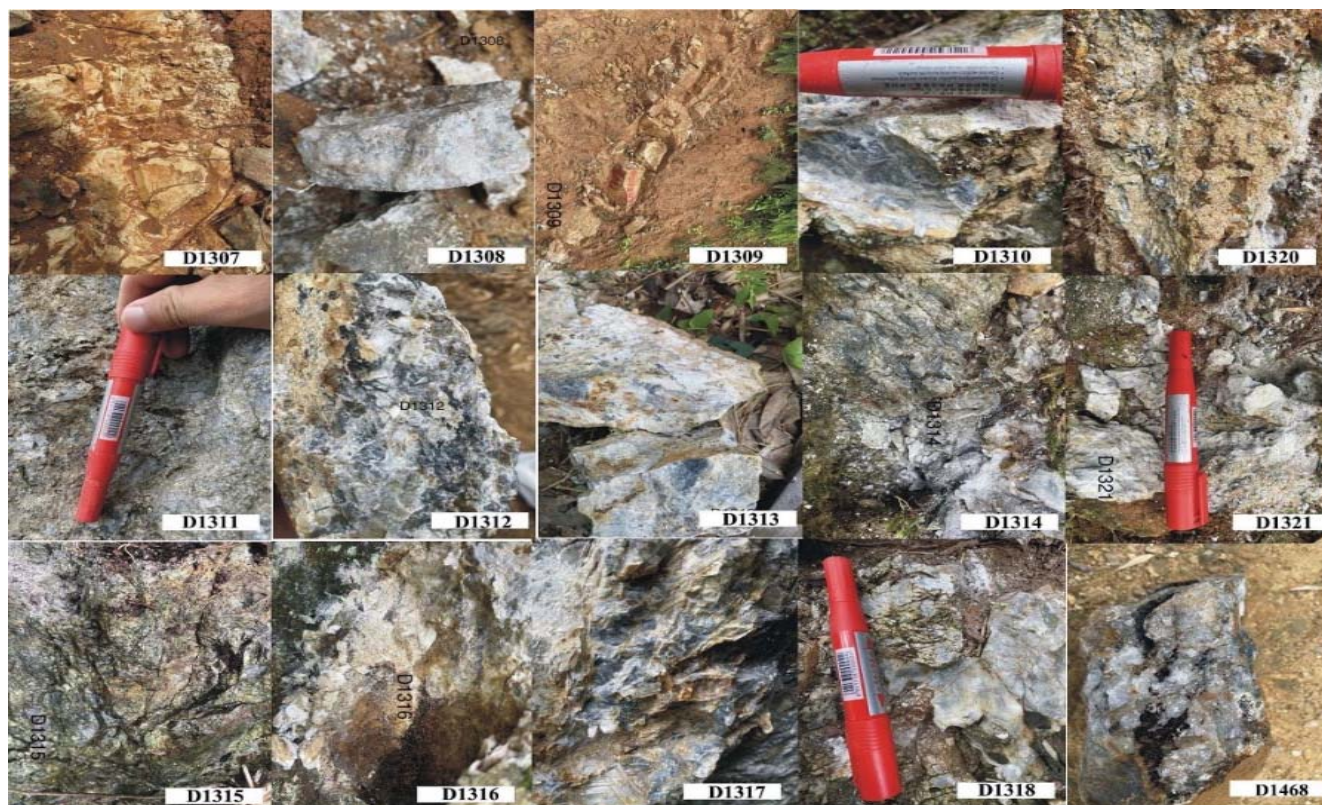


图2 平步岭-东家排地区出露的部分花岗伟晶岩脉

细晶岩脉进行野外地质勘查,并对采集的花岗伟晶岩脉以及细晶岩脉样品进行地球化学分析,分析结果及结论可为后续地区矿产资源进一步研究提供有利线索。

1 宁都县地区区域地质概况

宁都县位于江西省东南部,赣州市北缘(图1),于北纬 26° ~ 27° ,东经 115° ~ 116° 之间,北接广昌,南邻于都,西近兴国,东与石城相接。地区构造发育相对复杂,总体受鹰潭-安远大断裂、寻乌-瑞金深大断裂以及大余-南城大断裂三条走向近北西至南东的大断裂构造控制。区内断裂运动与岩浆活动频繁,致使形成了宁都区域内的鹅婆、黄陂、大沽、会同花岗岩岩体。其中大沽、会同及鹅婆岩体同属加里东期花岗岩体,而黄陂为燕山期花岗岩岩体。两类岩体岩性均为浅肉红色中粗粒似斑状二长花岗岩。区内地层出露较为广泛,从元古代到新生代地层均有分布。其主要出露为新元古代、古生代、新生代变质沉积岩组合,其岩性主要为新元古统变粒岩、二云母片岩;古生界白云岩、灰质白云岩,白垩统紫红色砂岩、含砾砂岩等沉积岩系组合。

平步岭-东家排地区发育断裂构造主体走向为北东-南西,岩石岩性主要为加里东期会同岩体的中粗粒似斑状二长花岗岩及新元古统万源岩组变粒岩、洪山组二云母片岩。区域内地层岩体出露明显,地层及岩体中发育较多但规模较小的破碎带、硅化破碎带和裂隙构造,以及在地层及岩体中出露成群发育的花岗伟晶岩脉、细晶岩脉等岩体。花岗伟晶岩脉分布在空间上具

一定分带性,在垂向上分为:上部碱性长石花岗伟晶岩脉,中部碱性长石-钠长石伟晶岩和钠长石伟晶岩,下部为碱性长石为伟晶岩。

2 样品

本文用于实验分析的岩脉样品包括花岗伟晶岩脉D1308、D1309、D1310、D1311、D1312、D1313、D1314、D1315、D1316、D1317、D1318、D1468、GP-4、GP-5、GP-6以及细晶岩脉样品D1307(图2),花岗伟晶岩脉颜色一般为浅肉红色,矿物成分为长石、石英、少量黑云母及副矿物,脉体中矿物成分呈似斑状结构,斑晶成分一般为长石、石英,斑晶粒度较大,粒径变化范围在0.5cm-3.5cm之间,当脉体中钾长石矿物含量较多时,其颜色则更偏红色调;基质成分见长石、石英、少量黑云母,粒度变化范围在0.1-0.4cm之间。部分花岗伟晶岩脉体的出露面矿物蚀变明显,见较多的白云母及钠长石。

伟晶岩脉局部风化效果明显,风化面呈明显的砂状,可见他形粒状石英颗粒。花岗伟晶岩脉脉体规模大小各异,在研究区内成群发育,且在断裂构造交互处发育数量较多,整体走向为北东向,伟晶岩脉D1312、D1318、D1321中出露明显的锂辉石矿物(图3),矿物呈板片状、浅灰绿色,阶梯状解理发育明显,矿物粒径在0.5-2.5cm之间。细晶岩脉出露的花岗伟晶岩脉外侧,脉体规模相对较小,成分见斜长石、石英及少量钾长石,黑云母等,矿物粒度相较伟晶岩脉更细,变化范围在0.2-2mm之间,脉体风化面多呈粘土状。

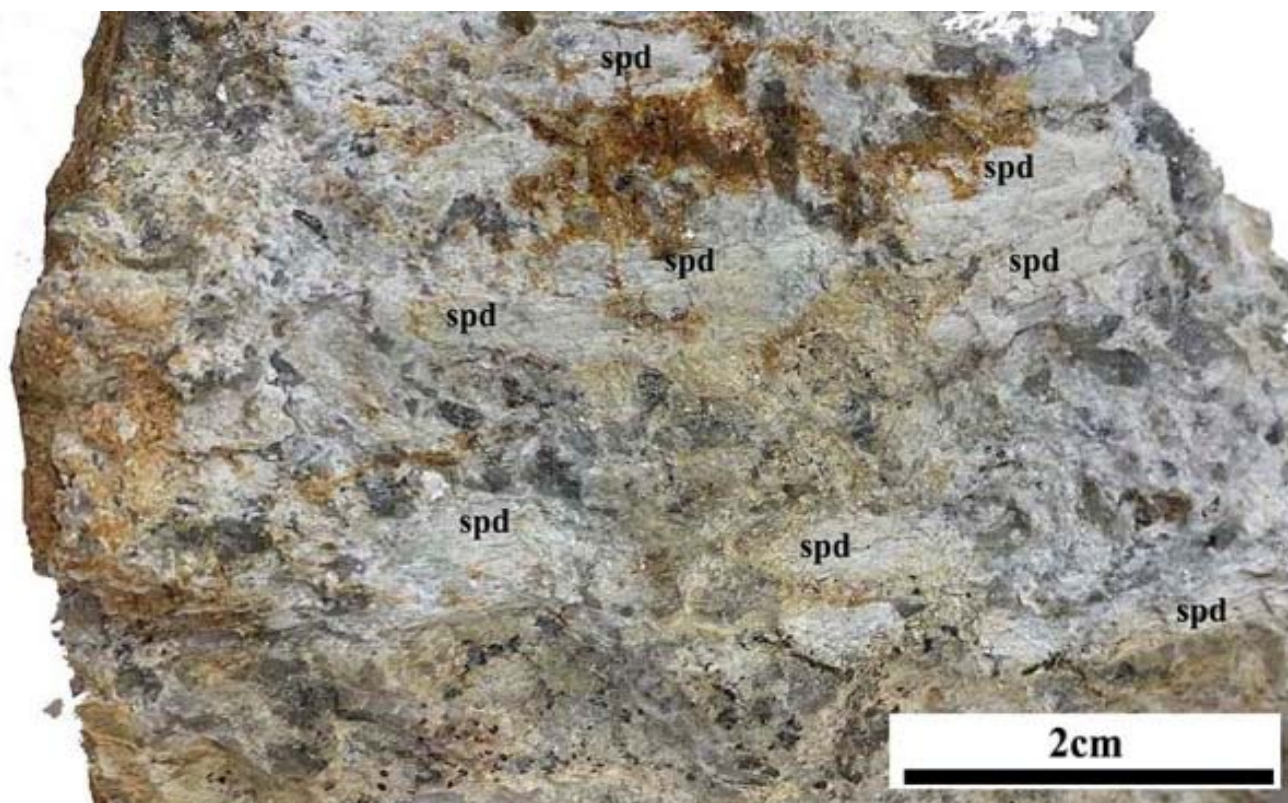


图3 花岗伟晶岩脉中锂辉石矿物(Spd)

3 测试方法

对采集的岩脉样品利用原子吸收分光光度计及电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)进行地球化学测试其Li、Nb、Ta、Rb、Cs等元素。

原子吸收分光光度计型号为GGX-810,其主要由光源、原子化器、单色器、检测系统、背景校正系统及进样系统构成。实验测试过程中采用标准曲线法及标准加入法对样品进行元素分析,在仪器推荐浓度范围内,待测元素溶液的制备至少在3份以上,且浓度逐渐增加,设置空白对照组并加入相应试剂,测定各溶液中的吸光度,最后根据元素浓度标准曲线计算相应待测元素浓度的含量。

电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)仪器型号为NexION300X,仪器整体由焰炬装置、接口及质谱仪组成。实验测试过程中待测样品溶液经ICP焰炬在样品通道中蒸发、解离及原子化,后经真空系统进入质谱仪进行元素含量的测定。实验测试时仪器频率保持在40.86MHz,原子质量单位大致在3~280 amu之间。整个样品测试过程环境温度保持在20~35℃左右,所有样品分析在江西省地质局第七地质大队赣南中心实验室完成。

4 测试结果与成矿分析

4.1 测试结果

坪步岭-东家排地区矿产资源空白区岩脉样品测试结果如表1所示,元素测试结果显示花岗伟晶岩脉D1308~D1346中的 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 Cs_2O 含量均相对较低,部分样品含量低于0.001%,

而伟晶岩岩脉样品GP-4~GP-6的 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 Cs_2O 含量则相对较高,最高可达0.087%。花岗伟晶岩脉样品中, Nb_2O_5 含量在0.003%~0.015%之间, Ta_2O_5 含量在0.001%~0.023%之间, Cs_2O 含量变化范围在0.001%~0.012%,Rb₂O含量在0.003%~0.186%之间,Li₂O含量在0.002%~2.53%之间。细晶岩脉D1307样品中各元素含量均相对较低。

4.2 成矿分析

结合稀有金属类矿产勘查规范(DZ/T 0203-2020),铌、钽、铷、铯、锂的最低工业品位分别为 $(Ta, Nb)_2O_5$: 0.022%~0.026%或 Ta_2O_5 : 0.012%~0.014%, Rb_2O : 0.1%, Cs_2O : 0.05%~0.06%, Li_2O : 0.8%~1.1%,边界品位0.3%^[20]。我们对坪步岭-东家排地区发现的花岗伟晶岩脉进行相应元素的成矿分析。

4.2.1 锂辉石矿化

花岗伟晶岩脉D1312、D1318、D1321、GP-4、GP-5、GP-6中锂元素品位满足最低工业品位0.8%~1.0%^[20],岩脉D1310中锂元素含量为0.336%,已达锂元素的边界品位,且D1312、D1321、GP-4、GP-5、GP-6的锂元素品位在1.0%以上。且通过野外地质勘查发现,坪步岭-东家排地区区内出露花岗伟晶岩脉多出露在交互发育的断裂构造之间,脉体规模相对较大,岩脉走向及延伸相对稳定,并在脉体D1312、D1321、GP-4、GP-5、GP-6中见明显的锂辉石矿物出露,具有良好的成矿潜力。但花岗伟晶岩脉中的矿体规模是否达到开采要求,仍需进一步的勘查研究。

4.2.2 铌钽矿化

区内花岗伟晶岩脉中铌、钽元素含量变化范围相似,数值变化基本在一个数量级范围之内。伟晶岩脉GP-4、GP-5、GP-6中 Ta_2O_5 含量变化范围在0.016%~0.023%, $(Ta,Nb)_2O_5$ 含量在0.031%~0.11%之间,伟晶岩脉D1308、D1310、D1320中 $(Ta,Nb)_2O_5$ 含量在0.021%~0.028%。脉体中的铌钽元素品位符合规范(DZ/T0203-2020)中铌钽元素的边界品位,且在 Li_2O 含量高的伟晶岩脉体GP-4、GP-5、GP-6中 $(Ta,Nb)_2O_5$ 含量明显高于其边界品位,可伴随锂辉石矿产出。

4.2.3 铷矿化

Rb₂O在花岗伟晶岩脉D1310、D1311、D1313、D1318以及D1321中的含量明显高于其最低工业品位要求0.1%^[20]。且铷元素与锂元素为同主族元素,其地球化学性质具有一定的相似性,并且在锂辉石矿物出露的花岗伟晶岩脉中的Rb₂O含量均普遍较高,具有良好的铷矿成矿潜力,可作为锂辉石矿床良好的伴生矿产出。

4.2.4 细晶岩脉矿化情况

在坪步岭-东家排空白区出露的细晶岩脉中锂元素品位未达到边界品位,且铌、钽、铷、铯等元素含量也均在相应元素的边界品位之下,故在坪步岭-东家排地区出露的细晶岩脉中的锂元素不具有成矿潜力,而前人认为的细晶岩脉也可作为锂辉石矿床的良好载体^{[16][18]},与该地区的细晶岩脉元素测试结果具有一定差异性。但由于野外地质调查的局限性,地区内发现出露的细晶岩脉数量较少,因此细晶岩脉中的锂辉石矿化及其他金属元素矿化情况仍需进一步的研究。

5 结论

(1)坪步岭-东家排地区花岗伟晶岩脉出露数量较多,多发育在裂隙构造交互处,岩脉整体走向具有一致性,且部分花岗伟晶岩脉体中可见明显的锂辉石矿物,脉体中 Li_2O 含量较高,明显高于锂元素的工业品位,可指示良好的成矿潜力。

(2) Rb_2O 、 Nb_2O_5 、 $(Ta,Nb)_2O_5$ 含量在含锂辉石矿物的花岗伟晶岩脉中普遍较高,可作为品位良好的铌钽、铷矿等伴生金属矿产床产出,但相应的矿体规模以及是否达到工业开采要求仍需进一步的设计研究。

[项目支持]

江西省宁都县矿产资源调查;江西省宁都县古寨锂辉石矿产普查(编号:20170045)。

[参考文献]

- [1]陈毓川,王登红,李厚民,等.重要矿产预测类型划分方案[M].北京:地质出版社,2010,1-222.
- [2]李建康,刘喜方,王登红.中国锂矿成矿规律概要[J].地质学报,2014,88(12):2269-2283.
- [3]王登红,代鸿章,刘善宝,等.中国锂矿十年来勘查时间和

理论研究的十个方面新进展新趋势[J].地质力学学报,2022,28(5):743-764.

[4]王登红,刘丽君,代鸿章,等.试论国内外大型超大型锂辉石矿床的特殊性与找矿方向[J].地球科学,2017,42(12):2243-2257.

[5]陈衍景,薛莅治,王孝磊,等.世界伟晶岩型锂矿床地质研究进展[J].地质学报,2021,95(10):2971-2995.

[6]赵如意,王登红,凤永刚,等.中国不同时代典型花岗伟晶岩型锂矿特征及其对找矿预测的启示[J/OL].中国地质,2023:1-31.

[7]周雄,张贻,赵开乐.四川甲基卡锂辉石矿134矿脉工艺矿物学特性[J].矿产综合利用,2018,(03):104-108.

[8]刘丽君,王登红,刘喜方,等.国内外锂矿主要类型、分布特点及勘查开发现状[J].中国地质,2017,44(2):263-278.

[9]胡晓君,李欢.花岗伟晶岩型锂矿床研究进展及展望[J].中国有色金属学报,2021,31(11):3468-3488.

[10]李晓峰,韦星林,朱艺婷,等.华南稀有金属矿床:类型、特点、时空分布与背景[J].岩石学报,2021,37(12):3591-3614.

[11]熊定一,王孝磊,邢光福.从超大陆旋回看前寒武纪伟晶岩型锂矿的形成[J].华东地质,2023,44(1):1-12.

[12]陈西京.深处岩浆分异与某地花岗伟晶岩的形成[J].地球化学,1976,5(03):213-229.

[13]张德会.关于成矿作用地球化学研究的几个问题[J].地质通报,2005,24(10/11):885-891.

[14]唐勇,覃山县,赵景宇,等.稀有金属矿物溶解度对花岗伟晶岩成矿作用的制约[J].地学前缘,2022,29(01):81-92.

[15]刘强,李鹏,严清高,等.花岗伟晶岩中锂辉石和透锂长石产出特征及其形成条件[J].岩石学报,2023,39(07):2138-2152.

[16]王登红,李建康,付小方.四川甲基卡伟晶岩型稀有金属矿床的成矿时代及其意义[J].地球化学,2005,34(6):541-547.

[17]王登红,刘丽君,侯江龙,等.初论甲基卡式稀有金属矿床“五层楼+地下室”勘查模型[J].地学前缘,2017,24(5):1-7.

[18]刘丽君,付小方,王登红,等.甲基卡式稀有金属矿床的地质特征与成矿规律[J].矿床地质,2015,34(6):1187-1198.

[19]江西省地质矿产开发局.中国区域地质志,江西志[M].地质出版社,2017.

[20]DZ/T 0203-2020.矿产地质勘查规范,稀有金属类[S].

作者简介:

胡阳璇(1996--),汉族,江西吉安人,硕士,从事矿物学、岩石学、矿床学。

通讯作者:

罗仙华(1984--),汉族,江西赣州人,高级工程师,从事矿产勘查工作。