

江西西北部锂及稀有金属成矿条件及找矿潜力分析^{*}

吴学敏,周敏娟,罗喜成,周建廷

(江西省地矿局赣西地质调查大队,南昌 330001)

摘要:江西西北部地区锂及稀有金属矿成矿地质条件优越,有闻名全国的雅山、同安等超大型稀有金属矿床及众多含锂瓷石矿床,矿床类型较多,资源潜力巨大。本文通过论述江西西北部地区锂及稀有金属矿床的成矿地质背景、主要锂矿床地质特征、锂矿床成因及成矿模式,总结该区锂及稀有金属矿床成矿规律、找矿标志和找矿潜力。结果表明:江西西北部地区锂及稀有金属矿属岩浆晚期残留岩浆气液生成,其找矿标志为多期次侵入浅色细粒花岗岩且花岗岩中 F、Nb、Ta、Li、Rb、Cs 含量高,隆起区断裂构造发育和相互交切部位,钠长石化、锂云母化、黄玉化等蚀变现象, Li、Nb、Sn、W 等亲氧元素异常, Nb、Ta、Sn、W 等重矿物异常等。通过对甘坊及雅山地区锂资源量进行半定量估算,根据雅山地区物化探异常走势图及成矿岩体标志等,认为路口—雅山、高岭—江家岭为两个重要找矿潜力区。

关键词:江西西北部地区;锂及稀有金属矿;矿床成因;成矿规律和找矿标志;找矿潜力

中图分类号: P618.71

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2016)04-275-09

江西是全国 4 大锂矿省份之一,锂及稀有金属矿床主要分布于九岭成矿带和武功山成矿带中^[1-2],主要成矿时代为晚侏罗世、早白垩世和中侏罗世,矿床类型有三类,即锂云母型钠化花岗岩型、铁锂云母型钠化花岗岩型及脉状细晶斑岩型,主要赋矿物为锂云母和铁锂云母。(江西西北部地区锂、铌、钽、铷、铯等稀有金属的成矿地质条件优越,矿床(点)众多,资源潜力大。但其找矿潜力如何?本文通过成矿成矿地质条件、主要矿床特征、矿床成因和成矿模式,成矿规律和找矿标志以及找矿潜力等分析如下:

1 成矿地质背景

1.1 区域地质构造背景

江西西北部地区已发现的锂等稀有金属矿床主要分布在九岭隆起带和武功山隆起带,横跨扬子陆块和华南造山系二个亚级构造单元^[3]。区域上两个隆起带呈近东西向展布,九岭隆起带前缘发育宜丰—景德镇北东东向深大断裂,武功山隆起带北缘

为萍乡—广丰深大断裂,中间为萍乐拗陷带^[4-5](图 1)。

区内广泛发育北东、北东东及北西向三组大型断裂,多为成岩成矿前的断裂。其中宜丰—景德镇及萍乡—广丰两条区域性深断裂控制着区内地层岩相、构造作用、岩浆活动及矿产的分布特征。沿此断裂带有较强的燕山期岩浆活动,见有雅山岩体,余家坪岩体、蒙山岩体、五里谿岩体、甘坊岩体等。深大断裂为燕山期岩浆侵入提供了通道,并与浅部的褶皱虚脱空间及脆性断裂形成了含矿热水循环通道网络,为成矿提供了充足的物源和热源及成矿场所。

1.2 地层

九岭隆起区以元古界蓟县系、青白口系的一套厚度巨大的以低绿片岩相为主的大洋火山—浊积岩沉积建造为主,地层厚度>2000m。武功隆起区为一套震旦系浅变质砂岩、粉砂岩夹冰 泥砾岩的硅铁建造岩系,地层厚度 2000~5000m。萍乐拗陷及隆起区两侧为泥盆系—三叠系下统海相盐酸盐与陆源碎屑交互沉积建造,厚约 3000~4000m。深大断裂

^{*} 收稿日期:2016-01-17 改回日期:2016-03-19 责任编辑:谭桂丽
基金项目:宜春地区锂资源类型及工业应用研究(赣地矿字[2011]87号)。
第一作者简介:吴学敏,1958 年生,男,工程师,长期从事矿产勘查工作。

旁侧的断陷盆地为白垩系一套红色碎屑岩夹玄武质熔岩建造, 厚达 5000~7000m。其中震旦系浅变质岩系对雅山岩体岩浆后期成矿热液(含锂、钽、铌等稀有金属)具有屏蔽作用。

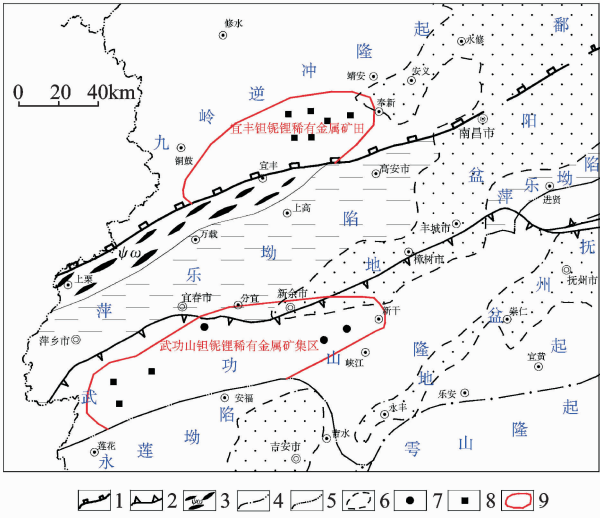


图 1 江西西北部构造区划及钽铌锂成矿带分布图(据江西省矿产地质志 2015 修改)

Fig. 1 Map showing the tectonic division and distribution of the tantalum-niobium-lithium metallogenetic belt in northwestern Jiangxi

1-晋宁期蛇绿岩片;2-宜丰—景德镇滑脱断层;3-萍乡—广丰推覆断层;4-二级构造分区界线;5-三级构造分区界线;6-构造盆地界线;7-蚀变花岗岩型钽铌矿床;8-花岗岩细晶岩型钽铌矿床;9-钽铌锂稀有金属矿集区(矿田)界线。

1.3 岩浆岩

区域内从古元古代至中生代曾经历多期次岩浆活动, 尤其与 W、Sn、稀有稀土等矿产有成因联系的燕山期岩浆活动十分频繁。由于岩浆活动的多期次多阶段性, 常形成规模不等的以侏罗世或早白垩世岩体为主体的复式岩体或复式岩带, 如朱楼冲—何家坪地区的雅山岩体是一个以早白垩世岩体为主体的复式岩体, 包括下桐岭单元和高富岭单元中的弱—强钠长石化中—细粒白云母花岗岩中; 宜丰县东槽—高岭—白水洞一带则以中晚侏罗世岩体为主体的复式岩带, 钽铌锂矿体则赋存在高岭超单元弱—中钠长石化中细粒白云母花岗岩中。区域内还有燕山早期(早侏罗世—中侏罗世)岩浆岩分布, 如武功山岩体、池浦岩体和古阳寨岩体, 锂及稀有金属矿体主要赋存在雅山超单元银子岭单元, 夏家岭单元和高岭超单元中。此外, 区域内还发育有多种岩滴、脉岩。

区内锂在不同时期岩体中平均含量普遍高于地层平均含量, 其中雪峰期 66.7×10^{-6} , 加里东期

52.8×10^{-6} , 华力西期 79.9×10^{-6} , 印支期 62.6×10^{-6} , 燕山期 82.2×10^{-6} , 表明随着侵入时代的更新, 岩浆岩中 Li 含量具有增高的趋势。迟清华等(2007)^[6]通过对江西省岩石中元素背景值的研究发现 Li 在中酸性偏碱性的岩浆岩中含量高, 如花岗岩、富斜花岗岩、花岗二长岩等, 说明 Li 富集与酸性偏碱性的岩浆岩有关。江西西北部地区的钠化、锂云母化白云母花岗岩中锂含量最高, 具有明显的成矿优势。

1.4 地球化学异常

江西西部地区 1:200000 水系沉积物锂异常有两个高异常区, 分别为宜春市宜丰县高岭—白水洞异常区和宜春市袁州区雅山地区(宜春 414 钽铌矿)综合异常区, 锂矿床(点)主要位于这两个异常区(图 2、图 3)。高岭—白水洞异常区面积约 700 km^2 , 位于甘坊岩体及其外围地区, 区内北东向断裂构造及近东西向细晶岩脉发育, 岩石蚀变普遍。异常元素组合以 Be、Li、Nb、Ta、Sn、W 为主, 伴有 Hg、Ce、Y 元素异常, 主要异常元素套合较好, 形成东西两个浓集中心, 且以东部的 Li、Nb、Ta、Sn、W、Be 异常浓集最大, 形态较完整, 异常区浓集中心位于高岭—白水洞一带, 锂异常值 794×10^{-6} 以上, 面积约 8 km^2 。雅山地区异常区面积约 90 km^2 , 呈圆形分布于雅山岩体银子岭单元及四周附近, 异常区内北东向断裂发育, 岩石蚀变普遍, 异常的元素组合以 Be、Li、Ag、Cu、Au 为主, 伴有 Hg 元素异常, 其中 Au、Ag 异常位于震旦系地层与岩体的接触附近, 以 Li、Be、Ag 的规模最大, 异常区浓集中心位于雅山岩体银子岭单元附近, 锂异常值 800×10^{-6} 以上, 面积约 6 km^2 。

2 矿床类型及主要矿床地质特征

2.1 矿床类型

江西西部地区锂矿及稀有金属矿床主要以伴生矿床为主, 资源量大, 矿床类型主要有以下三类:

(1) 锂云母钠化花岗岩型

该类型矿石为强蚀变钠长石化锂云母化花岗岩, 主要分布于宜春市袁州区雅山地区, 宜春地区有著名的超大型稀有金属钽、铌、锂、铷、铯矿床(宜春四一四钽铌矿)。该矿床赋存在燕山期雅山岩体钠长石化、锂云母化白云母花岗岩中。

(2) 铁锂云母钠化花岗岩型

该类型矿石为强蚀变钠长石化铁锂云母化花岗岩, 主要分布于宜丰县同安乡东槽—花桥乡白水洞一带, 主要矿区有茜坑矿区, 白水洞矿区和狮子岭矿区

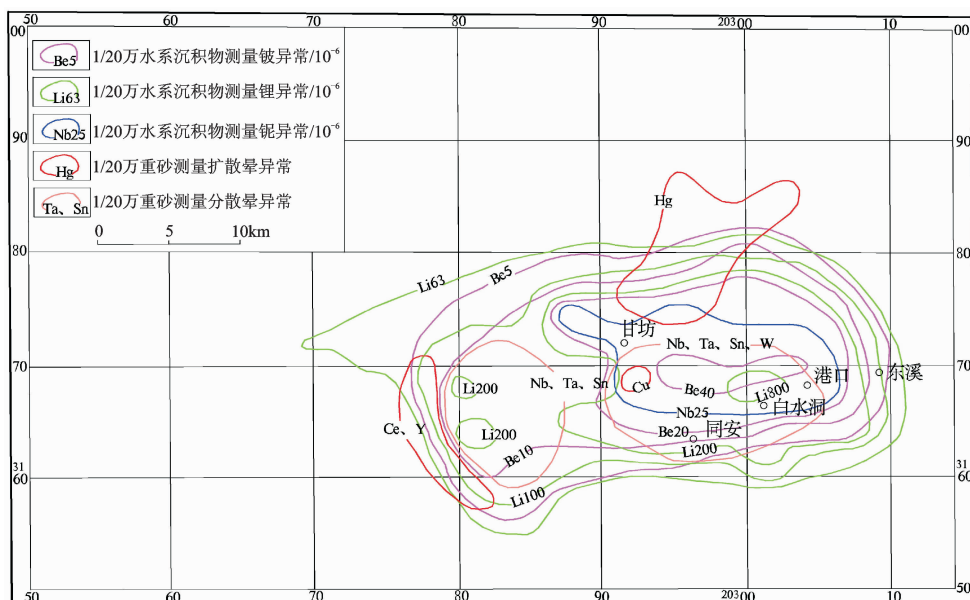


图 2 宜丰县高岭—白水洞地区 Ta、Nb、Be、Li、Cu、Pb、Zn、W、Sn、Co 元素综合异常图
Fig.2 Integrated anomalous map of Ta, Nb, Be, Li, Cu, Pb, Zn, W, Sn and Co in the
Gaoling-Baishuidong region, Yifeng County

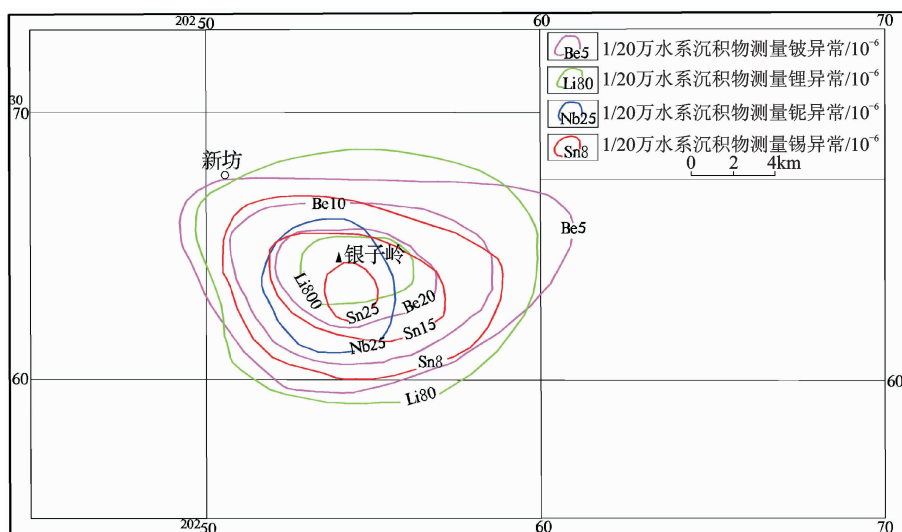


图 3 宜春市雅山地区 Be、Li、Nb、Sn 元素综合异常图

Fig. 3 Integrated anomalous map of Be, Li, Nb and Sn in the Yashan region, Yichun County

等,该矿床赋存在燕山期古阳寨岩体钠长石化、铁锂云母化白云母花岗岩中。

(3) 脉状细晶斑岩型

该类型主要赋存在燕山晚期钠长石化锂云母化细晶斑岩岩脉中,呈脉状产出,在宜丰县同安乡党田-花桥-高安市华林,奉新县洞上一带分布,主要矿区有同安矿区、鹅井矿区、白水矿区等。

2.2 主要矿床地质特征

(1) 雅山钼铌锂矿

雅山钽铌锂矿是全国最大的钽铌锂矿床,位于
宜春市新坊乡,又称 414 矿,全区以中、南部两条北

东东向断裂(F3、F2)为界,自北向南划分为工人村、银子岭和朱楼冲3个区段(图4),主体在银子岭区段。成矿岩体为晚侏罗世成矿花岗岩,由下向上分六带:①中粗粒至粗粒黑云母花岗岩;②中粒二云母花岗岩;③细粒少钠长石花岗岩;④细粒钠长石锂云母花岗岩;⑤细粒富钠长石锂云母花岗岩;⑥似伟晶岩岩壳。矿体主要产于细粒白云母花岗岩中的强、中钠长石化、锂云母化花岗岩和部分弱钠长石化花岗岩中,矿体边界与下盘岩石呈过渡关系,无明显界线(图5),为一超大型稀有金属钽、铌、锂、铷、铯矿床,属碱性长石花岗岩型矿床。钽铌锂矿矿化上富

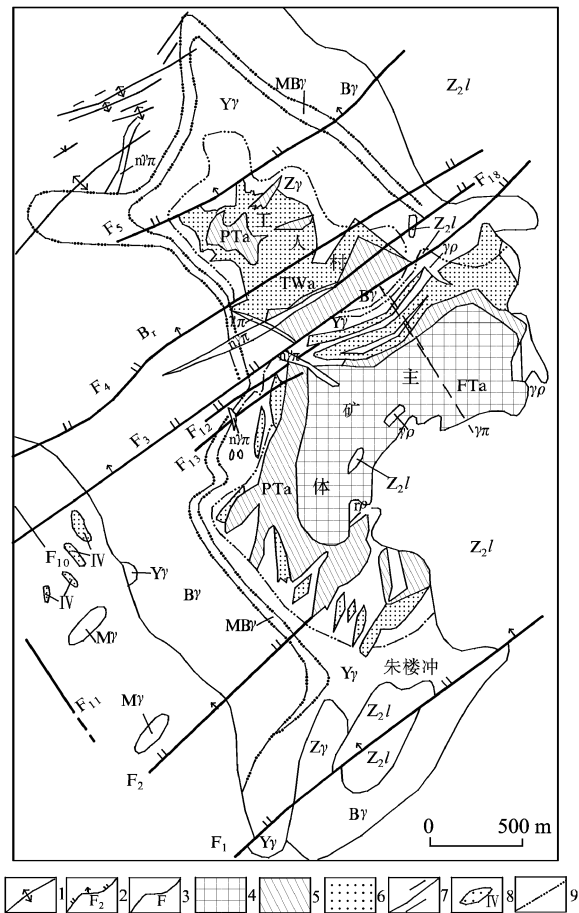


图4 雅山矿区地质简图(据江西省冶勘 612 队资料修改)
Fig. 4 Generalized geologic map of the Yashan region
1-背斜轴;2-张扭性断层及编号;3-性质不明断层;4-FTa—富钽矿体;5-PTa—一级贫钽矿体;6-TWa—二级贫钽矿体;7-石英脉;8-钽铌锂小矿体;9-岩相带界线;Mγ—细粒白云母花岗岩;MBγ—中粒二云母花岗岩;Bγ—中粗-粗粒黑云母花岗岩;γπ—花岗斑岩脉;γρ—似伟晶岩;Yγ—弱钠长石化花岗岩;Zr—中钠长石化花岗岩;nγπ—钠长石化花岗斑岩脉;Z₂l—上震旦统老虎塘组。

下贫,形态简单,呈似层状产出,主矿体长为 1700m,平均宽度为 644m,平均厚为 60m,走向 NE 40°~45°,倾向 SE,倾角 10°~28°,平均 18°。截止 2009 年底,全区累计查明锂(Li₂O)金属量 76.5 万 t,钽(Ta₂O₅)金属量 1.99 万 t,铌(Nb₂O₅)金属量 1.61 万 t,达超大型规模。

(2)宜丰县党田矿区

位于宜丰县同安乡,矿区除出露黑云母花岗岩及细晶岩外,均被第四系覆盖。矿区外围地层为青白口系双桥山群安乐林组上、下段。矿区构造以断裂为主,主要控矿构造为北北东向断裂。岩浆沿断裂侵入形成细晶斑岩脉。

矿体为燕山晚期细晶斑岩脉,共 12 条成组成带产出,侧列式分布(图 6),矿体沿走向有分支复合,膨缩现象,产状为走向 10°~30°,倾向 NW,倾角 68°~80°(图 7)。脉带最长>500m,最宽达 15m 以上;单脉长 150~800m,宽 1~6m,延深>300m。矿体富含锂、铷、铯、钽、铌等稀有金属。岩石具斑状结构、块状构造等。斑晶为长石、石英,锂云母及黄玉等组成,基质由石英、锂云母(鳞锂云母)及长石组成。矿物成分为石英 25%~35%、长石 20%~30%、锂云母和白云母 25%~35%、黄玉 3%。岩脉自变质交代作用强烈,具钠长石化、锂云母化、黄玉化,尤其是锂云母化最强烈,是矿区锂、铷、铯、钽、铌等稀有元素富集的主要矿物。锂云母呈细微片状集合体赋存于细晶岩中,未经风化,氧化锂含量高,多数为 1%~2%。这一类型的锂云母由于颗粒太细,暂难回收,目前作高档含锂瓷石矿开发利用。全区累计查明含锂瓷石矿 2437.80 万 t,伴生 Li₂O 资源量 40.467 万 t,达特大型。

(3)宜丰县白水洞矿区

位于宜丰县花桥乡,矿区为岩浆岩分布区,岩浆

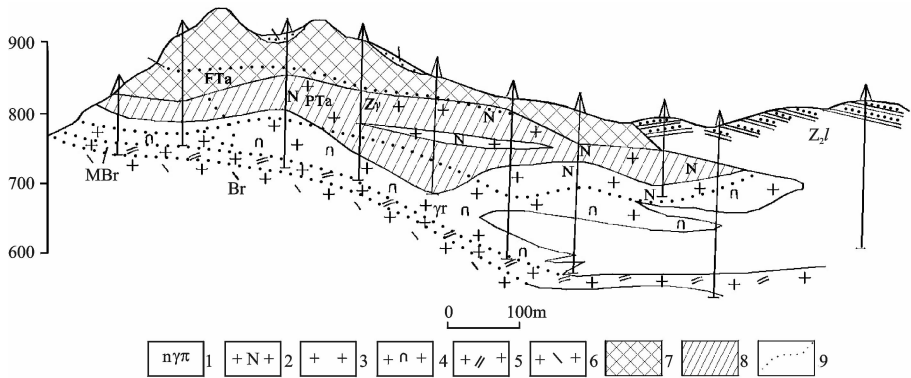


图5 雅山矿区 7 线剖面图

Fig. 5 Cross section of exploration line 7 in the Yashan region

1-强钠长石化锂云母花岗斑岩岩脉;2-强钠长石化锂云母花岗岩;3-中钠长石化锂云母花岗岩(Zr);4-弱钠长石化锂云母花岗岩(Yr);5-中粒二云母花岗岩(MBr);6-中粗粒黑云母花岗岩(Br);7-富钽矿体;8-贫钽矿体;9-岩相渐变界线;Q-第四系;Z₂l-上震旦统老虎塘组。

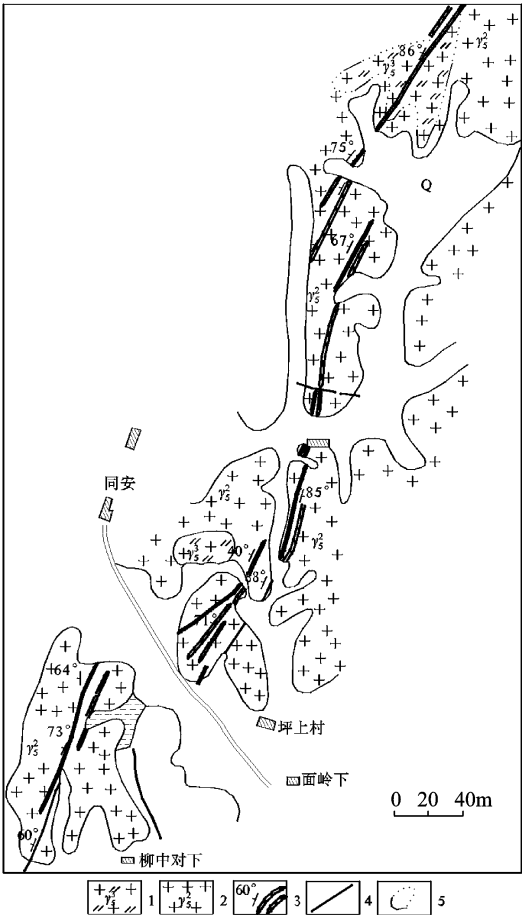


图 6 党田矿区地质简图

Fig. 6 Generalized geologic map of the Dangtian mining area
1-燕山晚期细粒黑云母花岗岩;2-燕山早期粗中粒似斑状黑云母花岗岩;3-含矿花岗岩细晶岩脉及产状;4-断层;5-地质界线;Q-第四系。

矿体西起白水洞,往东北经割石里、水南至楠木坑北 250m 处尖灭,平面上为西端膨大,中、东段相对细长的“烟斗”状,总体走向 55°,西端 NNW 倾,中—东段 NW 倾,倾角东部 50°~75°,往西部局部变陡,白水洞有的可达 80°,全长 2500 m,地表出露宽度 3.0~365m,中—西段一般 50~100m,东段一般 8~40m,在中、东段呈脉状单向延长,西段出露较宽。Li-2 矿体分布于 Li-1 矿体中部南侧的坳头村西面,总体走向约 57°,倾向 SE,倾角 55°~70°,走向长度 >300m,矿体受构造挤压破碎作用明显,具明显泥化、片理化。

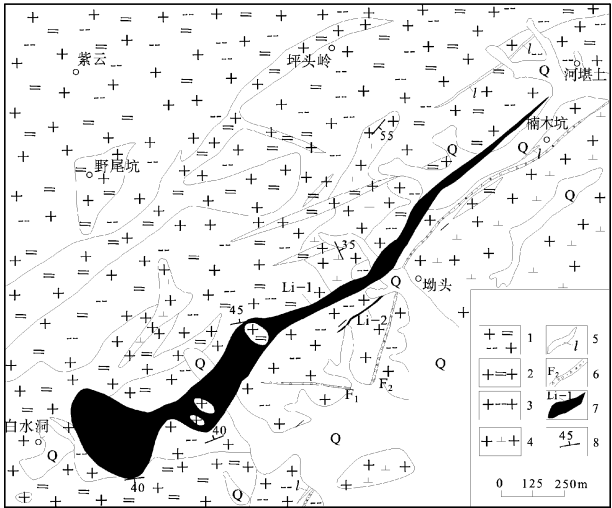


图 8 白水洞矿区地质简图

Fig. 8 Generalized geologic map of the Baishuidong mining area

1-二云母花岗岩;2-白云母花岗岩;3-黑云母花岗岩;4-花岗闪长岩;5-细晶岩脉;6-硅化破碎带;7-锂矿体及编号;8-岩体产状。

矿床类型为铁锂云母钠化花岗岩型,矿石主要矿物成分为石英 20%~50%,长石 20%~60%,白云母 8%~35%,少量绢云母、黄玉、萤石,微量磷灰石、褐铁矿等;中细粒花岗结构、交代残余花岗结构,常见块状构造。矿石化学成分见表 1。全区累计查明(332+333)类 Li_2O 资源量 12.1089 万 t,其中 332 类 2.2126 万 t,达大型规模。

表 1 白水洞矿区矿石化学成分表 (%)

Table 1 Chemical compositions of ores in the Baishuidong mining area

项目	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	Sn	S	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO
含量	0.010	0.012	0.13	0.011	69.18	17.84	0.22
项目	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂	Li ₂ O
含量	0.18	3.14	5.61	0.75	0.042	0.00	0.87
项目	Rb ₂ O	Cs ₂ O	BeO	Cu	Pb	Zn	ZrO ₂
含量	0.23	0.072	0.074	0.0023	0.0027	0.0087	0.014
项目	HfO ₂	BiO ₂	ThO ₂	WO ₃	F	MnO ₂	
含量	0.0009	0.0002	0.0009	0.0022	1.27	0.12	

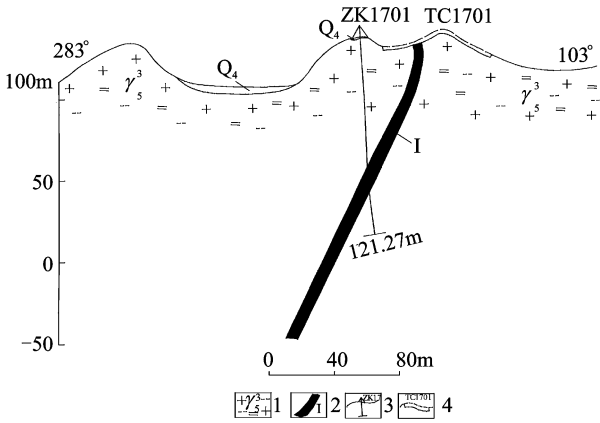


图 7 党田矿区 17 线剖面图

Fig. 7 Cross section of exploration line 17 in the Dangtian mining area

1-燕山晚期二云母花岗岩;2-含锂瓷石矿体及编号;3-钻孔及编号;4-探槽及编号

活动期次较多,岩性复杂。白水洞锂钽铌矿区为钠长石化白云母花岗岩,有两个矿体,编号分别为 Li-1 和 Li-2(图 8)。Li-1 为主矿体,Li-2 为次矿体,Li-1

3 矿床成因及成矿模式

3.1 矿床成因

由于锂及稀有金属成矿主要与岩浆岩有关,本文在讨论矿床成因时重点叙述岩浆岩的关系,也涉及其他因素。

(1) 九岭成矿带的矿床成因

九岭隆起南部先后发现同安、白水洞、黄陂洞、狮子岭、茜坑、陈家坳等矿床(点),分属脉状细晶斑岩型和铁锂云母钠化花岗岩型,局部为伟晶岩型铍钽矿脉。

区内岩浆活动频繁,为一处地质作用久远的壳源复式侵入岩体,从新元古代(晋宁期)一早侏罗世(燕山早期)—晚侏罗世—早白垩世(燕山中期)—晚白垩世(燕山晚期)均有出露,形成规模巨大的复式岩体。多期次多阶段的岩浆活动,促使稀有、碱金属元素不断聚集,其中燕山期白云母花岗岩及细晶斑岩岩脉与稀有金属、含锂瓷石矿成矿关系密切。

古阳寨岩体(原甘坊岩体)中富含 Li、Rb、Cs 及 Nb、Ta 的岩浆气液在岩浆晚期在岩体边部和顶部聚集,发生自变质作用。Li、Rb、Cs、Nb、Ta、W、Sn 等氟铝硅酸盐络合物的分解,铁锰离子与钽铌酸根结合先后形成钽铌铁锰矿晶出,形成花岗岩中的云母缺铁锰并发生锂交代而生成锂云母。与雅山矿区盖层为泥质千枚岩不同的是,甘坊矿区盖层主要是富钙的晋宁期黑云母花岗岩及印支期黑云母二长岩及二云二长花岗岩,不是在盖层完全封闭条件下自交代,而是与围岩存在部分物质交换,易导致铁锂云母的产生。与此同时,发生碱质交代,导致钠长石化,氟离子则与铝硅酸根形成黄玉、与钙离子结合形成萤石。形成细粒结构的含萤石、黄玉、铁锂云母的钠长石化花岗岩,富含挥发组分和碱金属、稀有金属的残余岩浆沿裂隙侵入而形成脉状含锂云母细晶斑岩类型锂矿床^[7]。

(2) 武功山成矿带的矿床成因

雅山岩体为壳源复式侵入岩体。早期(157Ma)夏家岭单元为中粒斑状二云母二长石花岗岩,系高酸度、富钾钠、富稀有的花岗岩。

银子岭单元白色钠长石化锂云母化花岗岩(130~136Ma),属岩浆晚期的残余岩浆侵人体。该岩浆上侵时,不断溶蚀早期富含 Ta、Nb、Li、Cs、Rb 二云二长花岗岩、促使在晚岩浆中进行富集,因此银子岭单元花岗岩除富含 Ta、Nb、Li、Rb、Cs 外,还富含 F 挥发组分。稀有金属和挥发分随着岩浆的分异及残余岩浆的上侵,逐渐向岩体顶部富集,犹如日常煮排骨汤,常见沸水中央漂浮一层高脂高蛋白的肉质一样。这是因为钽、铌、钨、锡及锂、铷、铯等金属离子常常形成氟的铝硅酸盐络合物。这些络合物在高

温、高压下能溶于岩浆气液中。含矿气液沿着岩浆上侵裂隙上升至岩浆房顶部。在区内千枚岩的密闭条件下,发生强烈的变化导致钠化、锂云母化。在碱性环境下,随压力温度渐降时,含钽、铌、钨、锡等络合物分解,形成钽、铌、钨等酸盐矿物沉淀析出,F 常常形成黄玉或萤石矿化。在成矿过程中,由于岩体顶部的千枚岩盖层为岩浆分异演化提供了良好封闭条件,有利于形成矿化蚀变的垂直分带现象。

综上所述,宜春地区锂稀有矿成因属岩浆晚期残留岩浆气液生成的。

3.2 成矿模式

当地壳深部重熔产生的花岗质岩浆上侵到地壳上部一定部位基本定位后,其顶部和边侧相对富挥发份,硅质和碱金属的花岗质熔体-溶液则向周围的构造裂隙渗透。由于其挥发份的不断聚集,降低了熔体-溶液的结晶温度,且也促使其成分的分异演化,向上进一步活动的熔体-溶液中钠又相对富集,以大量晶出的钠长石为特征,这时锂、铷、铯、铌、钽的含量也相对增高。锂云母等硅酸盐矿物相续晶出,Ta、Nb 等稀有金属酸根离子也不断与锰、铁离子结合形成钽铌铁矿、钽锰矿等晶出沉淀,形成钠化花岗岩类型锂及稀有金属工业矿体。富含挥发组分和富含碱金属、稀有金属的残余岩浆沿裂隙侵入可形成脉状细晶斑岩类型锂矿床。江西西北部地区锂及稀有金属成矿模式如图 9。

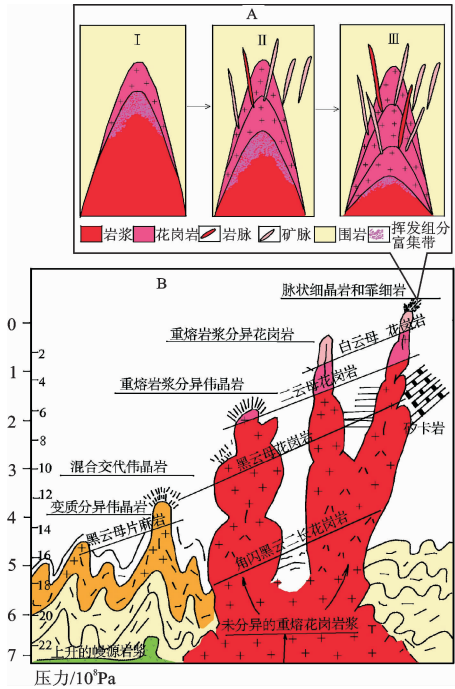


图 9 江西西北部地区锂矿成矿模式图
Fig. 9 Models showing lithium mineralization in the northwestern area of Jiangxi
A-花岗岩演化与锂云母、铁锂云母型钠长花岗岩类型锂资源形成过程;B-脉状细晶岩、霏细岩类型锂资源矿脉充填交代过程。

4 成矿规律及找矿标志

4.1 成矿规律

江西西北部地区锂及稀有金属的成矿过程颇为复杂,起主导作用的是岩浆作用和构造活动。矿床的形成受岩浆岩的性质、稀有元素的丰度、分异作用的演化发展、岩体的侵入规模、产状、剥蚀深度、构造发育强烈程度等因素控制^[8]。

(1)成矿花岗岩时代

江西西北部地区钽铌锂等稀有金属矿床成矿与燕山期花岗岩有关,该区岩浆的多次脉动和涌动上升,岩浆的分异演化,使锂等稀有金属元素在燕山期存在两次矿化高峰(图 10)^[7]。从图 10 中可以看出,Li、Nb、Be、Sn 等稀有金属元素自燕山早期第一阶段开始逐渐增多,至燕山早期第二阶段达到高峰,后期聚降,经早期第三阶段起伏变化,至燕山晚期第一阶段又逐渐升高,至燕山晚期第一阶段后期再次形成高峰。这两次自变质作用高峰期也即为锂、铌、钽等稀有金属元素富集的主要成矿期。

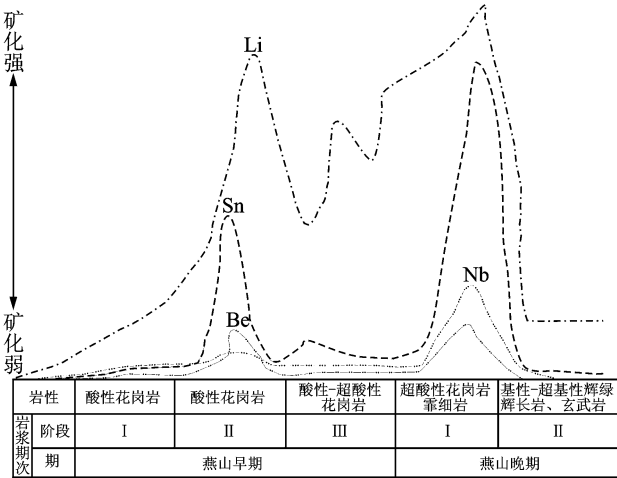


图 10 燕山期岩浆岩成矿演化曲线图

Fig. 10 Diagram showing the evolution process of the Yanshanian magmatic mineralization

(2)成矿花岗岩特征

①钽、铌、锂成矿岩浆岩多为中浅成侵位的岩浆岩,岩体形态有小岩株、岩瘤、岩脉,产出富矿岩体剥蚀程度浅;岩体自交代和蚀变作用发育;具垂直分带性或分层性,相带发育完整,有伟晶岩壳;钽、铌、锂矿体位于岩体的顶凸部位,岩性多为富钠长石浅色花岗岩类,含浅色云母,包括锂云母、铁锂云母、锂白云母和白云母,以富含稀碱元素为特征。

②岩体的岩石化学成分具高硅、富铝、钠、锰,贫铁、镁、钙、钛等特征,岩石的分异指数、铁镁质指数高,固结指数低,属高度分异的超酸性、过铝富碱花

岗岩。

③含矿花岗岩中 Ta、Nb、Li 丰度相对较高,其中以燕山期花岗岩最高,其 Ta、Nb 丰度分别为维氏酸性岩(1962)Ta、Nb 丰度的 1.9~7.7 倍和 1.0~1.75 倍。

④氟常围绕成矿岩体周围和构造破碎带向外扩散,出现与矿化有关的氟分散晕。在水平或垂直方向上,花岗岩体中的氟含量一般稳定在 0.03%~0.06%之间,仅局部出现个别高含量点,进入围岩后,在数十米范围内突然升高至 0.1%以上,尔后逐渐降低并出现跳跃式高含量点。成矿岩体中氟的这种变化规律可以作为寻找隐伏含矿岩体的地球化学标志。

(3)矿化空间分布规律

区内岩浆岩的矿化受岩体所处的构造部位及剥蚀深度以及围岩的制约。岩体的顶部及边部,由于岩浆侵入时的机械冲击或岩浆凝固时体积的收缩,造成顶部及边部裂隙发育,有利于岩浆期后富含成矿元素的汽化热液交代,因而岩体的内外接触带及岩体的顶部矿化作用较强烈,如白水洞岩体顶部及边部钠长石化、锂云母化、云英岩化强烈,铌、钽、锂、钨、锡等矿化较好,而深部矿化就较差。

此外,断裂的上盘应力作用较下盘强烈,岩浆活动强烈和频繁,矿化较下盘好,如藤桥至甘坊北北东走向断裂将甘坊复式岩体切割为东西边两部分,东边为上盘,岩浆活动较西边强烈,矿化好。

4.2 找矿标志

(1)成矿岩体标志:燕山期具多期次侵入浅色细粒花岗岩是成矿岩体的标志;花岗岩中 F、Nb、Ta、Li、Rb、Cs 等含量高是成矿岩体的重要标志;岩体顶部有似伟晶岩、细晶岩脉发育,可能有隐伏矿床存在;由黑磷云母→锂白云母→锂云母的变化规律,是钽铌锂矿品位由低向高逐渐富集的标志;花岗岩中有变种的锆石、黄玉及浸染状锡石是寻找锂矿床的标志之一^[9]。

(2)地质构造标志:隆起区断裂构造发育和相互交切部位。

(3)蚀变标志:钠长石化、锂云母化、黄玉化等蚀变现象是直接找矿标志。

(4)地层标志:震旦系浅变质岩系往往是雅山钽铌锂矿盖层。

(5)1/20 万水系沉积物测量有 Li、Nb、Sn、W 等亲氧元素异常,且具浓度高、面积大的特点。

(6)1/20 万地质矿床区域调查有 Nb、Ta、Sn、W 等重矿物异常,是重砂找矿标志。

5 找矿潜力分析

为了半定量估算锂的资源量,根据 1/200000 水系沉积物测量 Li 异常中的数据,运用地球化学异常块体中金属资源量的计算公式^[10],对甘坊及雅山地区的锂资源进行了估算,为找矿潜力评价提出依据。计算公式如下:

$$QH = \frac{1}{K} \cdot M \cdot \frac{S}{n} \cdot H \cdot \rho$$

式中:QH 为异常块体中金属资源量(t);K 为沉积物中风化迁移富集系数,K=水系沉积物中元素背景含量/岩石中元素背景值,江西省水系沉积物中 Li 的背景值 39.2×10^{-6} ,岩石背景值 32×10^{-6} , $K=1.22$;M 为剩余异常值, $M=$ 异常平均值-异常下限值;S 为异常面积(m^2);n 为经验系数,一般采用 1.9;H 为预测深度(m); ρ 为岩石密度(t/m^3),花岗岩密度为 $2.5 t/m^3$ 。

基于雅山及甘坊地区已知矿体的埋置深度,甘坊矿区 Li 资源量计算时预测深度采用 40m,雅山地区的预测深度采用 50m。

5.1 甘坊地区找矿潜力评价

甘坊地区 Li 异常平均值为 347.6×10^{-6} ,异常下限值为 40×10^{-6} ,Li 异常面积 $108 km^2$ (图 11)。根据上述公式计算出甘坊地区 Li 资源量 143.32 万 t,换算成 Li_2O 307.11 万 t。目前甘坊地区已经查明锂资源(Li_2O)仅 92.23 万 t,可见该区锂及稀有金属矿找矿潜力巨大。

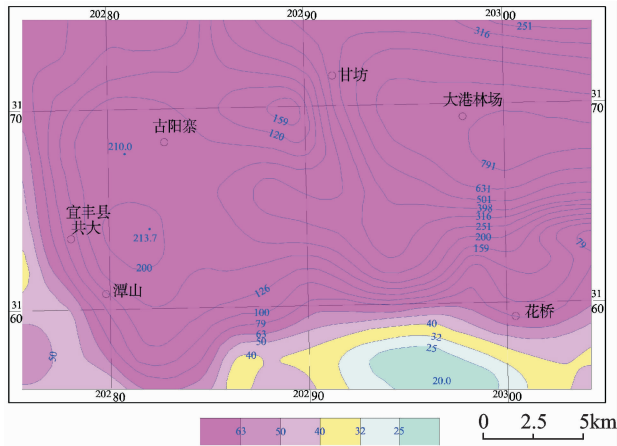


图 11 甘坊地区锂化探异常图

Fig. 11 Lithium geochemical anomalous map of the Ganfang region

甘坊岩体东部的高岭—江家岭一带为中细粒弱钠化铁锂云母化花岗岩分布区,含矿岩体呈不规则面状分布,出露面积 1~2 km^2 ,地表 Li_2O 0.2%~0.8%, Li_2O 资源估算可达 100 万 t,因此该区具有

巨大找矿潜力,该找矿潜力区锂资源类型为铁锂云母型钠化花岗岩。

5.2 雅山地区找矿潜力评价

雅山地区 Li 异常平均值为 376×10^{-6} ,异常下限值为 40×10^{-6} ,Li 异常面积 $54.8 km^2$ (图 12)。根据上述公式计算出雅山地区 Li 资源量 99.29 万 t,换算成 Li_2O 212.76 万 t。目前雅山四一四矿区探明锂资源(Li_2O)仅 76 万 t,与预测的 Li_2O 资源量相差很大,可见该区锂矿资源找矿潜力很大。

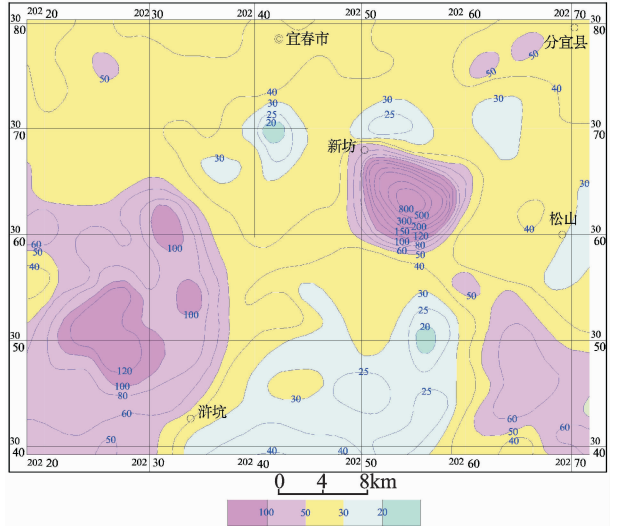


图 12 雅山地区锂化探异常图

Fig. 12 Lithium geochemical anomalous map of the Yashan region

根据雅山地区重力异常图(图 13),推断路口—雅山存在含锂隐伏岩体,这对寻找隐伏型锂等稀有

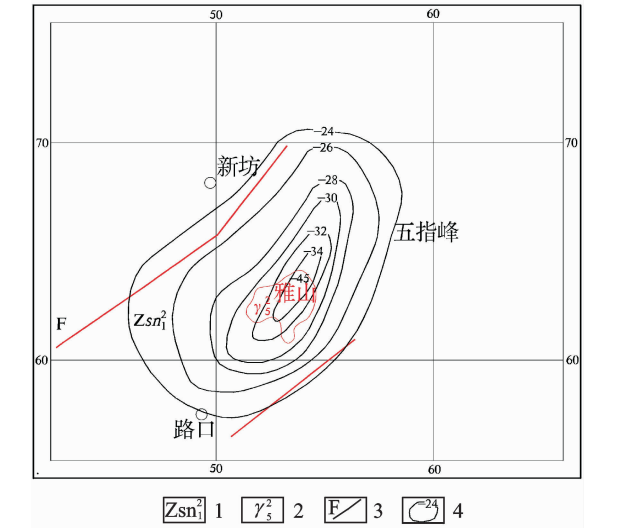


图 13 雅山地区重力异常图

Fig. 13 Gravity anomalous map of the Yashan region
1-震旦系松山群;2-燕山期花岗岩;3-断层;4-重力负异常(毫伽)

金属矿具指示作用。此外,通过野外地质调查,在路口村北东方向山口发现片麻状花岗岩,沿沟上约 200m 见中细粒二云二长花岗岩,宽约 100m。翻过山脊在鸡公垵西侧,发现三条细晶岩脉,桥边见一条伟晶岩脉,平均宽约 1.5m,局部与石英脉共伴生,并见有黄铁矿矿化。在雅山岩体西侧 80m 处,见有一条白云母花岗岩脉。根据以上找矿标志,路口—石门山一带可作为找矿潜力区,且该找矿潜力区锂资源类型为脉状细晶岩、霏细岩类型和锂云母型钠化花岗岩。

参考文献

[1] 罗微. 江西省宜丰地区锂云母矿床特征及可选性评价[J]. 四川有色金属, 2012, (4): 32-37.

[2] 何维基. 江西省钽铌矿床类型及时空分布规律[J]. 矿产与地质, 2001, 15(z): 450-456.

[3] 刘邦秀,李永明,左祖发. 江西不同构造单元成矿地质背景分析[J]. 东华理工学院学报, 2006, 29(z): 45-50.

[4] 杨明桂,王光辉,徐梅桂,等. 江西省及邻区滨太平洋构造活动的基本特征[J]. 华东地质, 2016, 37(1): 10-18.

[5] 吴富江,毛素斌,钟千方,等. 江西新构造运动的基本特征与地震分布规律[J]. 华东地质, 2016, 37(2): 97-105.

[6] 迟清华,鄢明才. 应用地球化学元素丰度数据手册[M]. 北京:地质出版社, 2007.

[7] 周建廷,王国斌,何淑芳. 江西宜丰地区甘坊岩体成岩成矿作用分析[J]. 东华理工大学学报(自然科学版), 2011, 34(4): 345-358.

[8] 旷羲秦. 稀有元素矿床地质译文集[M]. 北京:地质出版社, 1974: 7-12.

[9] 喻良桂. 钠长石化、锂云母化花岗岩型钽铌矿床特征及其成矿地质规律[J]. 有色金属, 2006, 58(3): 24-27.

[10] 朱细刨,毛大发,刘小兵,等. 异常块体中金属资源量的计算法初探[J]. 世界地质, 2004, 13(3): 227-231.

The metallogenic conditions and prospecting potential of lithium and rare metals in northwestern Jiangxi

WU Xue-min, ZHOU Min-juan, LUO Xi-cheng, ZHOU Jian-ting
(Ganxi Geological Survey Brigade of Jiangxi Geological Bureau, Nanchang, 330001, China)

Abstract:Northwestern Jiangxi is endowed with the ore-forming geological conditions for lithium and rare metals. It hosts well-known superlarge rare metal ore deposits (Yashan and Tong'an ore deposits) and many lithium-bearing porcelain ore deposits and various deposit types, suggesting its huge potential of mineral resources. This paper describes the metallogenic geological background and the geological features of the main lithium ore deposits, with an emphasis on the ore genesis and metallogenic mode of of lithium ore deposits, and also summarizes the metallogenic regularity and prospecting criteria of lithium and rare metals deposits. The results show that the ore deposits of lithium and rare metals in the northwestern part of Jiangxi resulted from the activity of late residual magmatic gas and liquid. The prospecting criteria of lithium and rare metals include multi-stage intrusive light-colored fine-grained granite and high contents of F, Nb, Ta, Li, Rb and Cs. Faulting structures in the uplift area are well developed. Alteration includes albitization, lepidolitization, and topaz lithification, accompanied by anomaly of elements, such as oxyphile elements (Li, Nb, Sn and W) and heavy minerals (Nb, Ta, Sn and W). Based on the semi-quantitative estimation for lithium resources in the Ganfang and Yashan regions, along with geophysical and geochemical anomalous trend map and ore-forming signatures in the Yashan area, it can be concluded that the Lukou-Yashan and Gaoling-jiangjialing areas are two important areas with prospecting potential.

Key words:northwestern Jiangxi; lithium and rare metals; ore genesis; metallogenic regularity and prospecting criteria; prospecting potential

