

Geological Characteristics and Metallogenic Model of Heyuan Spodumene Deposit, South Jiangxi Province

Xiaoliang Nie¹, Wenping Yi², Mou Li¹

¹Center of Exploration and Development of Geology and Mineral Resources of Jiangxi Province, Nanchang

²West Jiangxi Geology Party, Jiangxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Nanchang

Email: 345134394@qq.com

Received: Dec. 23rd, 2013; revised: Jan. 25th, 2014; accepted: Feb. 4th, 2014

Copyright © 2014 Xiaoliang Nie et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. In accordance of the Creative Commons Attribution License all Copyrights © 2014 are reserved for Hans and the owner of the intellectual property Xiaoliang Nie et al. All Copyright © 2014 are guarded by law and by Hans as a guardian.

Abstract: Spodumene ore is an important industrial chemical, whose origin is rare in China. Heyuan spodumene ore is a medium-sized deposit found in Ningdu County of Jiangxi Province in recent years, and it has been put into production. This paper summarizes the geological characteristics of Heyuan spodumene deposit, discusses the genesis and metallogenic model, summarizes the indicator of spodumene ore, and provides the reference for the exploration in similar deposits.

Keywords: Heyuan in Gannan; Spodumene Ore; Geological Characteristics; Metallogenic Model

赣南河源锂辉石矿床地质特征与成矿模式

聂晓亮¹, 易文萍², 李 牟¹

¹江西省地矿资源勘查开发中心, 南昌

²江西省地矿赣西地质调查大队, 南昌

Email: 345134394@qq.com

收稿日期: 2013年12月23日; 修回日期: 2014年1月25日; 录用日期: 2014年2月4日

摘 要: 锂辉石矿是一种重要的化工原料, 在我国产地稀少。赣南河源锂辉石矿是近年在江西省宁都县发现的一个中型矿床, 目前已投入生产。本文系统的总结了河源锂辉石矿的地质特征, 探讨了其矿床成因、成矿模式, 并总结了锂辉石矿的找矿标志, 为同类矿山的勘查提供参考资料。

关键词: 赣南河源; 锂辉石矿; 地质特征; 成矿模式

1. 引言

锂辉石(LiAl[Si₂O₆])是单斜晶系, 晶体常呈柱状, 粒状或板状。颜色呈灰白、灰绿、紫色或黄色等, 硬度 6.5~7, 密度 3.03~3.22 g/cm³。锂辉石是一种伟晶岩矿物, 多产于花岗伟晶岩中, 常与水晶、电气石、绿柱石等伴生。作为锂化学制品原料, 锂辉石被广泛应用于锂化工、玻璃、陶瓷行业, 享有“工业味精”的美誉。世界上著名的锂辉石产地有美国加州、巴西米

纳斯吉拉斯、马达加斯加、巴基斯坦、缅甸等, 而我国产地稀少, 仅见于新疆、四川、内蒙、江西等地^[1-8]。

赣南河源锂辉石矿是江西省近年来发现的一个中型矿床, 笔者作为负责人, 参与了该矿地质勘查的全过程, 目前该矿已完成勘查正式投入生产^[5]。本文在收集整理赣南河源锂辉石矿地质资料的基础上, 总结了其矿产地质特征, 探讨了其矿床成因及成矿模式, 并总结了锂辉石的找矿标志, 为同类矿山的勘查提供

参考。

2. 矿区地质

矿区处于华南板块武夷隆起中段西缘，鹰潭 - 安远北北东向深断裂带东侧，三叠纪富城超单元会同岩体的北西侧外接触带(见图 1 区域地质图)。

地层主要有青白口纪万源(岩)组一套海底火山 - 沉积泥砂质建造；震旦纪洪山组浊流相沉积和复理石建造，均受区域变质作用形成低绿片岩相片岩、千枚岩、片麻岩等。

区内褶皱构造不发育，断裂以北北东向压扭性断裂和北东向脆韧性剪切带为主；裂隙主要发育有北东向、北西向、近东西向三组，多分布在北东向断裂的上盘或两侧，其中北东向和近东西向裂隙为区内主要容矿裂隙。

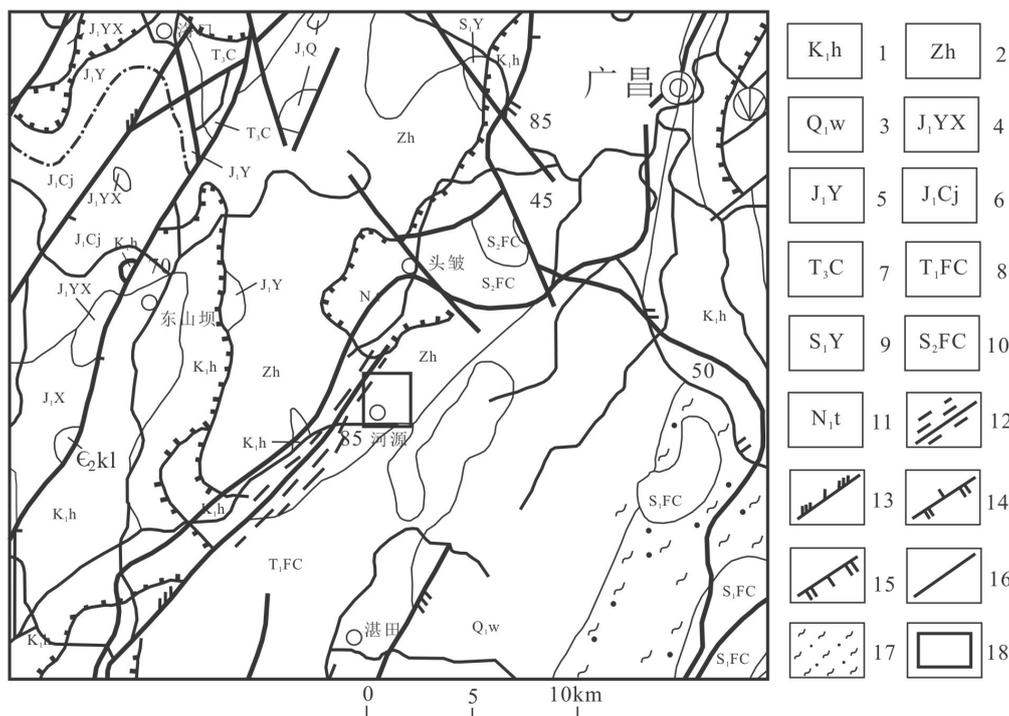
区内岩浆活动频繁，三叠纪会同岩体主要分布在矿区南侧，岩性为多斑黑云母钾长花岗岩、中细粒斑状黑云母花岗岩，该岩体外接触带变质岩系中分布有

数十条呈脉状产出的微斜长石花岗伟晶岩、钠长石花岗伟晶岩等，一般脉长数 10 米~660 米不等，脉宽最大可达 40 米，最小仅几厘米甚至呈脉线或尖灭，一般脉宽 8~15 米。其形态多呈脉状、透镜状、具膨大缩小、分枝复合现象。走向呈北东向，近东西向，倾向南东或南南西。倾角在 20°~80°之间，呈舒缓波状。

区内蚀变主要为钠长石化、次为云英岩化。

3. 典型矿床地质特征

矿区锂辉石矿床产于花岗伟晶岩脉的中部或占据整个脉体，其形态变化与花岗伟晶岩脉形态变化具有一致性。区内查明了(富)含锂辉石矿体 7 条(见图 2 矿区地质图)，其中主矿体为 Li₃₃ 号矿体，资源储量占总量 67.86%，该矿体主要受一近东西向裂隙组的控制，呈脉状，具膨大、缩小、分枝现象，含矿脉体与变质岩界线清晰且舒缓波状(反“S”形，见剖面图 3)。倾向 165°~180°，浅部倾角 20°~67°，矿体向西侧伏，侧伏角 35°~40°。矿体长度约 626 米，真厚度约 0.88~25.60



1.白垩纪河口组 2.震旦纪洪山组 3.青白口纪万源(岩)组 4.侏罗纪月形超单元未分
5.侏罗纪黄陂超单元元小单元 6.侏罗纪黄陂超单元城坑单元 7.三叠纪富城超单元春坑单元
8.三叠纪富城超单元未分 9.志留纪付坊超单元洋背单元 10.志留纪付坊超单元未分
11.第三纪头陂组 12.脆韧性剪切带 13.压扭性断层 14.逆断层 15.正断层
16.性质不明断层 17.片理化、片麻理 18.矿区范围

Figure 1. Regional geological map
图 1. 矿区区域地质图

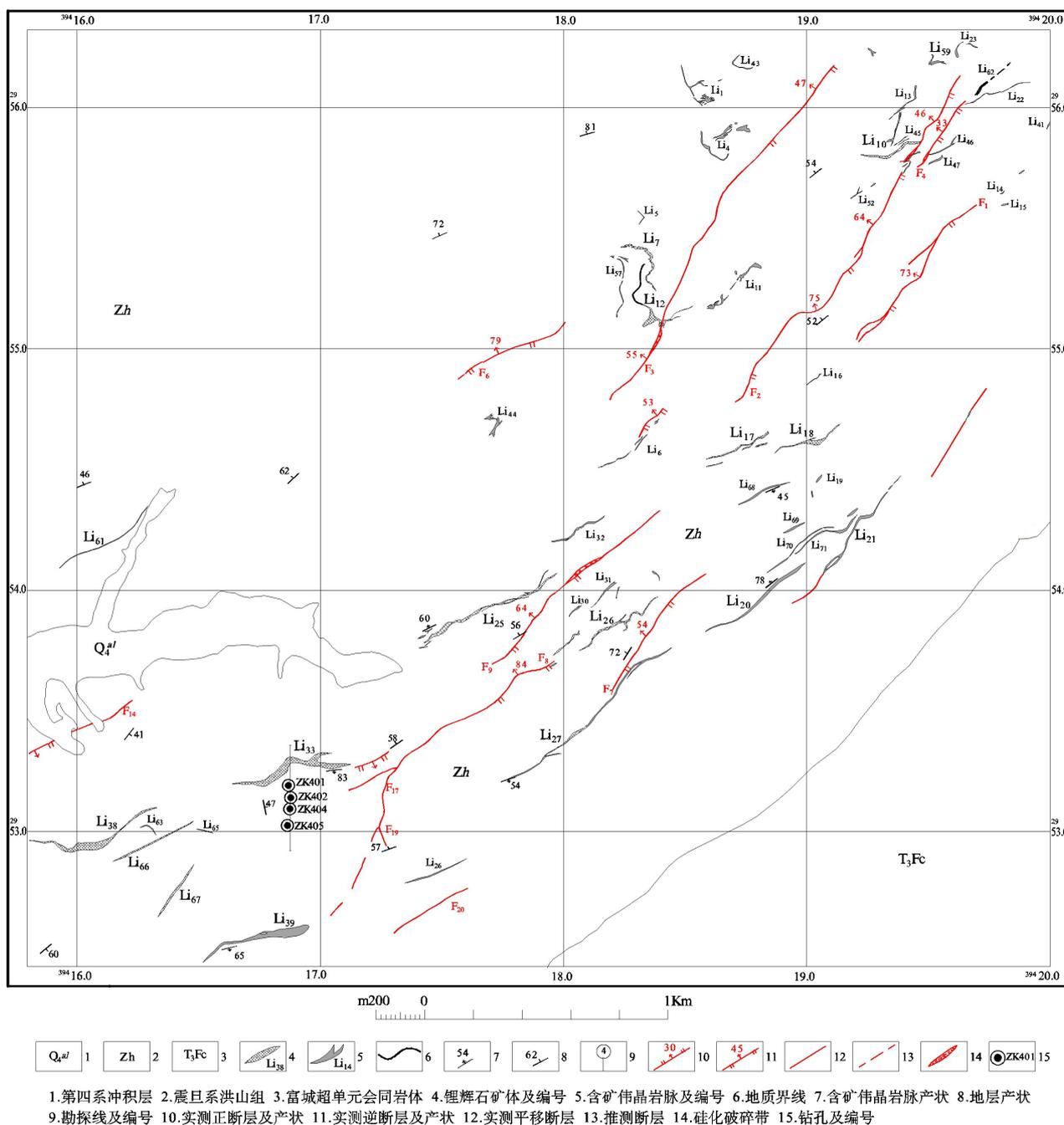


Figure 2. Geological map of Heyuan Spodumene Deposit, South Jiangxi Province
图 2. 赣南河源锂辉石矿区地质图

米, 平均真厚度 11.01 米, 厚度变化系数为 60.86%, 属稳定类型。最大延深 340 米。

区内矿石为锂辉石伟晶岩, 以花岗伟晶结构和块状构造为主, 主要矿物成分有斜长石(钠长石)、微斜长石、石英、锂辉石、云母, (微)少量锡石、钽铌铁矿、绿柱石等稀有金属矿物等。化学成分(平均值):

SiO₂ 70.63%、Al₂O₃ 17.53%、Li₂O 1.04%、K₂O 1.95%、Na₂O 4.10%、P₂O₅ 0.89%、MnO 0.12%、Nb₂O₅ 0.012%、Ta₂O₅ 0.0044%、Fe₂O₃ 0.2%、FeO 0.45%; Rb、Be、Cs、Zr、Hf 等稀有元素微量, 其中 Li₂O 为主要元素、Nb₂O₅、Ta₂O₅、Rb₂O 为具有综合利用价值的伴生元素。

区内锂辉石矿物经 X 射线分析, 具有较典型的 α

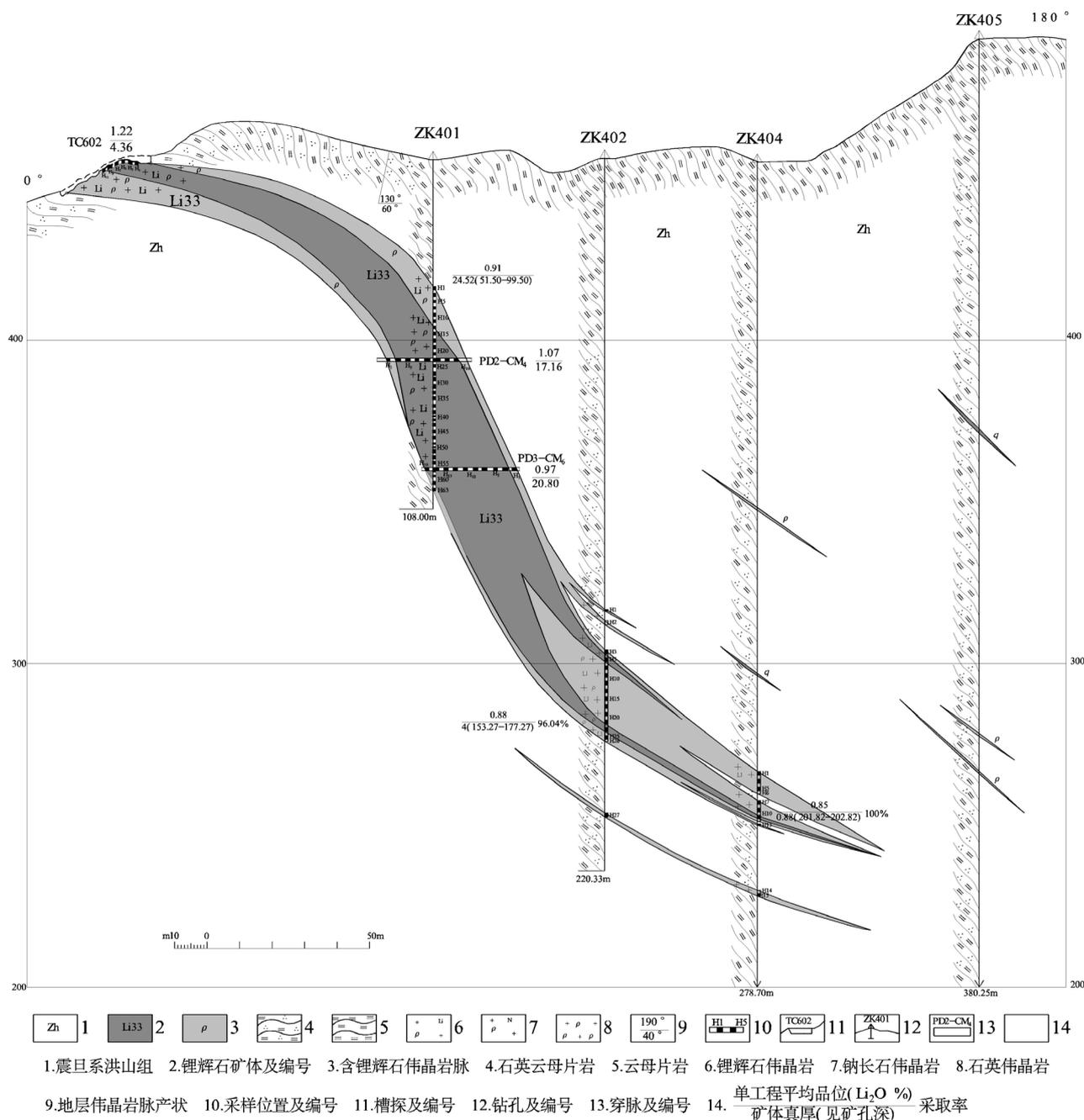


Figure 3. Section 4 of NO.Li33 ore of Heyuan Spodumene Deposit, South Jiangxi Province
图3. 赣南河源锂辉石矿 Li₃₃ 矿体 4 线剖面图

锂辉石衍射峰，与石英、长石、白云母属同一矿化阶段产物。但锂辉石具多次结晶特征，早世代锂辉石呈长条状，定向排列明显，并均匀分布于矿石中；晚世代锂辉石晶体粗大，呈宽板状，色泽较白且矿物较纯，在矿石中分布不均匀，往往出现在矿体的中部；晚期交代作用形成的锂辉石，分布在交代形成的钠长石集合体中，粒径较细，为 0.1~0.4 mm，少量以长柱状、

蠕虫状、毛发状，沿锂辉石晶体边缘或裂隙交代先期形成的锂辉石，也有结晶较细(0.5 mm±)以集合体形式存在的锂辉石，细晶锂辉石集合体中含有约 20% 的石英和长石。

4. 矿床成因及成矿模式

震旦纪洪山组角岩化变质岩围岩具稀有金属元

素高背景值, 含 Li 0.0095~0.0237%、Ta₂O₅ 0.0004~0.0005%、Nb₂O₅ 0.005~0.0068%、BeO 0.001%、Rb 0.0135~0.0204%, 并含电气石、红柱石、锆石、磷灰石等矿物相对较多, 为成矿作用提供了部分物质来源。

河源锂辉石矿床南侧的三叠纪会同花岗岩体出露面积近 250 km², 是该地区的主要酸性岩浆侵入体, 围绕该岩体 0~4 Km 的角岩化范围内分布有近千条花岗岩伟晶岩脉, 目前发现的河源(即本矿)、冷井、里坑、西港锂辉石矿床, 主要分布于三叠纪会同花岗岩体北西侧突出部位, 倾伏侧外接触带 0.5~2 千米范围内的花岗岩伟晶岩脉密集区内, 说明三叠纪会同黑云母花岗岩体是本地区稀有金属伟晶岩的成矿母岩, 为控矿的直接因素。

区内各含稀有金属伟晶岩脉均赋存于北东向断裂、裂隙中, 各导(容)岩、导(容)岩矿断裂、裂隙具有分支复合、膨大缩小、尖灭再现、侧列等现象普遍, 具明显的张扭性特征, 构造线方向与岩体侵入接触界线方向一致, 推测可能为岩浆上侵过程中形成的张扭性断裂、裂隙, 之后被伟晶岩浆充填, 而形成北东向展布的伟晶岩群。因此, 北东向断裂、裂隙是控制区内含矿伟晶岩体的重要构造因素。

矿床成因应属花岗岩-伟晶岩期气化高温热液矿床。其形成机理:

伴随燕山早期的造山运动, 区内富含稀有金属元素的会同岩体在上侵过程中, 不断侵吞沿途的富含稀有金属元素的变质岩, 使岩浆中的挥发组分和稀有金属元素进一步增加, 随着岩浆的结晶分异作用和气运作用, 富含挥发组分及稀有金属化合物流体不断聚集到“岩浆室”顶部, 形成富含挥发分熔体、射气的硅

酸盐熔体(伟晶岩浆), 由于下部岩浆的不断上拱和挥发组分的不断增加, 压力不断升高, 围岩在高压下产生张(扭)性断裂、裂隙, 伟晶岩浆以气液的形式脱离母岩充填于震旦纪洪山组变质岩的各种封闭裂隙空间中, 在持续高温高压下缓慢结晶而成。

在不同结晶阶段, 随着成岩成矿温度递减, 可以形成不同的伟晶岩, 有序的以母岩为中心形成伟晶岩的分带现象(见表 1): 早期温度高, 伟晶岩浆富钾, 形成微斜长石伟晶岩等简单伟晶岩; 中期温度降低, 钾减少, 钠相对增加, 在富含稀有金属矿化剂的碱性溶液作用下, 形成富钠(长石)和稀有元素的复杂伟晶岩; 至晚期, 由于早中期碱金属元素的析出, 残留 SiO₂ 过饱和形成石英脉。见示意图 4a。

伟晶岩浆在不断通过挥发组分增加而升压和以气液的形式脱离母岩充填于围岩裂隙中而释压, 形成伟晶岩浆的间歇性脉动, 从而在伟晶岩内部形成对称分带现象(见表 2), 即: 围岩裂隙早期被富钾伟晶岩浆充填形成微斜长石伟晶岩, 与围岩产生钠化、钾化、云英岩化蚀变, 具有铌、钽、铍、锡矿化; 由于伟晶岩浆的间歇性脉动, 之后再次沿该裂隙充填富钠(长石)和稀有元素的复杂伟晶岩浆, 并对早期的微斜长石伟晶岩进行交代, 产生钠化、硅化等蚀变, 具有锂、铌、钽矿化, 形成多世代充填结晶型锂辉石矿物和交代型锂辉石矿物; 至晚期, 残留的过饱和 SiO₂ 沿该裂隙充填于复杂伟晶岩脉中心, 对其产生硅化蚀变, 形成块状石英伟晶岩或石英核。见示意图 4b。

表 2 显示锂矿化位于脉体中部, 主要在④⑤⑥带; 铌矿化以脉体边部为主, 主要在①②③带, 次为④⑤⑥带; 钽矿化位于脉体边部向中部过渡部位, 主要在

Table 1. Characteristics table of pegmatite vein outer part
表 1. 伟晶岩脉外部分带特征表

伟晶岩类型	带号	主要岩性	结构构造	与母岩距离 (Km)	主要矿物	副矿物及矿化特征	形成温度(°C)
简单伟晶岩脉	I 带	微斜长石型伟晶岩	花岗伟晶结构、文象结构, 块状构造	0~0.5	微斜长石、石英、云母	以电气石多为特征	650~750
	II 带	微斜长石钠长石型伟晶岩	花岗伟晶结构, 块状构造	0.5~1	微斜长石、钠长石、锂辉石、石英、云母	富含 Nb、Ta、Be, 局部富含 Li、Rb、Cs、Sn、Zr、Hf、U、REE, 少电气石、	550~650
复杂伟晶岩脉	III 带	钠长石型伟晶岩	花岗伟晶结构, 块状构造	1~2	钠长石、锂辉石、石英、云母	富含 Li、Nb、Ta、Be、Rb、Cs、Sn、Zr、Hf、U、REE, 少电气石	<550
石英脉	IV 带	石英脉	隐(微)晶质结构, 块状构造	>2		以石英为主, 少量萤石、云母	<300

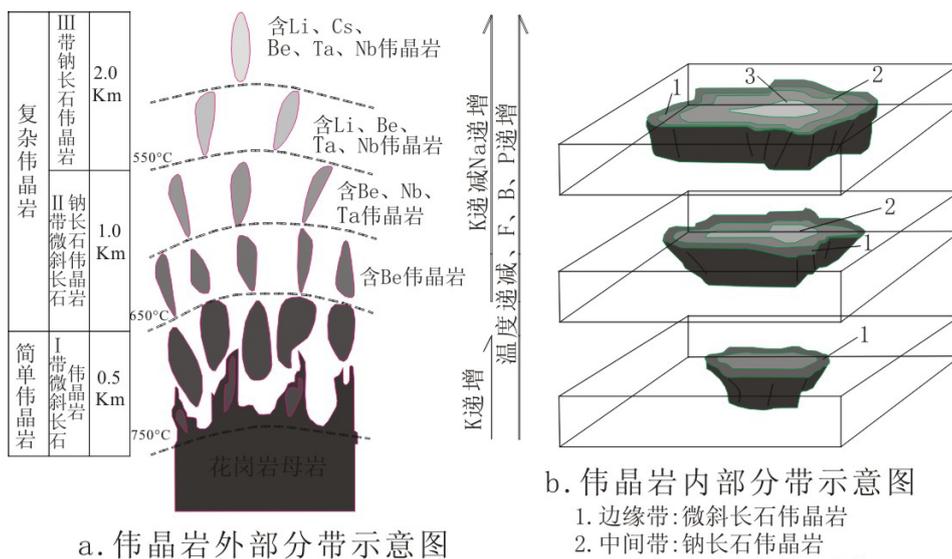


Figure 4. Chemical evolution models with rare metal granitic pegmatites
图 4. 含稀有金属花岗伟晶岩的化学演化模式

Table 2. Characteristics table of pegmatite vein inner part
表 2. 伟晶岩脉内部分带特征表

伟晶岩类型	带名	主要岩性	亚带	主要矿物	交代蚀变作用	矿化特征
简单伟晶岩脉	边缘带	富含云母微斜长石花岗伟晶岩	①糖粒状或细粒状钠长石带	钠长石、石英、白云母	钠化	铌、铍矿化
			②块状微斜长石带	微斜长石、石英、云母	钾化	铌弱矿化
			③石英-白云母带	石英、白云母	云英岩化	铌、钽、铍、锡矿化
复杂伟晶岩脉	中间带	(微斜长石)钠长石花岗伟晶岩	④微斜长石-钠长石-锂辉石带	微斜长石、钠长石、锂辉石、石英、云母	钠化、硅化	锂矿化、次为铌、钽矿化
			⑤(叶)钠长石-锂辉石带	(叶)钠长石、锂辉石、石英、云母	钠化、硅化	锂矿化、次为铌、钽矿化
石英脉	内带	石英花岗伟晶岩	⑥石英-锂辉石带	石英、锂辉石	硅化	锂矿化、次为铌矿化
			⑦块状石英核心带	石英		偶见萤石矿化

③带，次为④⑤带；铍矿化以脉体边部为主，主要在①③带。铌钽矿化与锂矿化呈反消长关系，铌矿化与钽矿化略具呈反消长关系。锂矿化与铷、铯、铍矿化略具正相关关系。

5. 找矿标志

根据伟晶岩型锂辉石矿床的成矿模式及伟晶岩的分带性，其找矿标志主要有：

- 1) 首先在富稀有金属元素的地区。由于 Li 为活跃元素，易迁移流失，因此需通过稳定的比重大的共生元素 Nb、Ta、Sn 异常套合进行含矿伟晶岩定位。
- 2) 燕山早期铝过饱和 - 正常成份类型花岗岩体 (尤其是会同岩体) 倾伏侧外接触带 0.5~2 千米范围以

内。

- 3) 富钠花岗伟晶岩脉集聚区(即 II、III 带)。
- 4) 花岗伟晶岩体规模大，脉体厚度大于 5 米以上，且厚度愈大则成矿愈好；脉体内分带性愈明显愈好，且中间带愈发育愈好。
- 5) 应注意绝大部分花岗伟晶岩脉具有侧伏现象。

参考文献 (References)

- [1] 郭建强, 赵元龙 (2013) 四川锂辉石矿地质勘查规划研究. 四川地质学报, 1, 36-39..
- [2] 胡为正, 黄俊平, 黄孝文 (2005) 赣南西港伟晶岩型钽铌锂辉石矿床地质特征及成因. 资源调查与环境, 4, 258-266.
- [3] 李建康, 王登红, 张德全, 付小芳 (2007) 川西伟晶岩型矿床的形成机制及大陆动力学背景. 原子能出版社, 北京.

- [4] 刘友华, 李康东, 涂金飞 (2011) 江西葛源黄山铌(钽)矿床地质特征及成因分析. *资源调查与环境*, **4**, 291-298.
- [5] 聂晓亮, 等 (2010) 宁都县河源锂辉石矿资源储量核实报告. 江西省地矿资源勘查开发有限公司, 南昌.
- [6] 张如柏 (1974) 我国某地区锂辉石伟晶岩形成特征的初步探讨. *地球化学*, **3**, 182-191.
- [7] 周建廷, 王小颖, 李自敏 (2012) 江西省广昌县头陂花岗伟晶岩型锂辉石矿矿床地质特征及其成矿机制探讨. *东华理工大学学报: 自然科学版*, **4**, 378-387.
- [8] 邹天人, 张相宸 (1986) 论阿尔泰3号伟晶岩脉的成因. *矿床地质*, **4**, 34-48.