

灵山岩体演化特征及其与稀有金属的成矿关系

黄定堂

(江西有色地质勘查局, 南昌 330001)

[摘要]从岩体时空分布、岩石化学成分、造岩矿物、副矿物、微量元素、稳定同位素、成岩温度、压力等特征,论述了灵山岩体演化与钽铌等稀有金属成矿的关系,简述了区内典型稀有金属矿床主要成矿地质特征及其与岩体的成因联系,进而肯定了区内钽铌等稀有金属找矿的良好前景,并提出了今后找矿的方向和建议。

[关键词]花岗岩 岩浆演化 稀有金属成矿 江西灵山

[中图分类号]P618.6;P588.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**0495-5331(2003)04-0035-06

灵山花岗岩体位于扬子地块与华夏地块碰撞带的钱塘拗陷西缘,呈岩基状侵位于轴向北东 50° ~ 60° 的复向斜轴部,围岩为震旦系、寒武系和三叠系。岩体从中心到边缘演化规律明显,岩相分带清楚。在岩体内、外接触带及周边发现了20余处不同类型的稀有金属和有色金属矿床、矿点及矿化点^[1](图1),其中钽、铌、锂、铷、铯等稀有金属资源量大,矿化集中,已探明一处大型矿床和一处超大型矿床。本文仅从岩体演化角度试图论述灵山岩体与稀有金属矿化的关系,希望能起到抛砖引玉的作用。

1 岩体基本特征

灵山岩体为一复式岩体,平面上呈椭圆状,面积约 250 km^2 。主体由中心相粗粒似斑状含角闪石黑云母二长花岗岩、过渡相中—粗粒铁黑云母二长花岗岩和边缘相中—细粒锂黑云母花岗岩组成。中心相中含有许多形状各异、大小不一的暗色包体,为岩浆结晶早阶段基性组分局部集中而成,代表灵山花岗岩演化早阶段特征。边缘相发育不全,局部出现似伟晶岩(黄山)和中—细粒富钠长石铁锂云母碱长花岗岩(石人殿、水晶山等),并在外接触带以隐伏小岩株(松树岗)、岩瘤和岩脉(大岭、唐家)等形式出现。此外,灵山岩体主体形成之后,又有后期的细粒黑云母二长花岗岩小岩株和花岗斑岩等脉岩侵入于岩体中。下面就灵山岩体中心相、过渡相、边缘

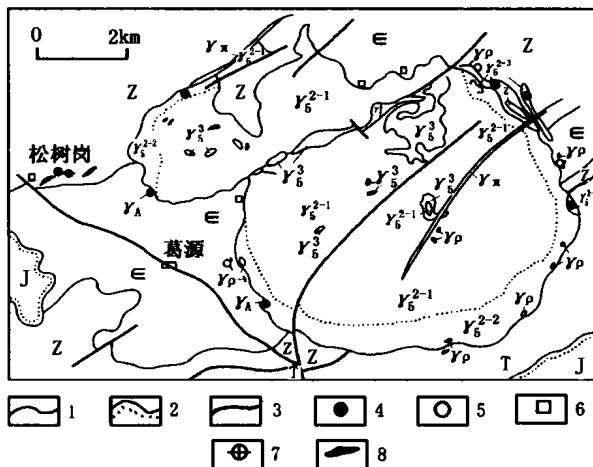


图1 灵山花岗岩体地质略图

J—侏罗系;T—三叠系;E—寒武系;Z—震旦系; Y_2^{-1} —内部粗粒似斑状含角闪石黑云母二长花岗岩; Y_2^{-2} —过渡相中—粗粒铁黑云母二长花岗岩; Y_2^{-3} —边缘相中—细粒锂黑云母花岗岩; Y_A —中—细粒富钠长石铁锂云母碱长花岗岩; Y_B —花岗斑岩; Y_C —花岗伟晶岩; Y_D —细粒黑云母二长花岗岩; δu —闪长玢岩;1—地层界线;2—不整合接触;3—断层;4—花岗岩型矿床或矿点;5—伟晶岩型矿床或矿点;6—夕卡岩型矿床或矿点;7—云英岩型矿床或矿点;8—石英脉型矿床或矿点

相和外接触带中的隐伏小岩株(以松树岗隐伏花岗岩体为代表)的时空关系、物质成分、成岩环境及矿化特征等进行某些对比和探讨,以期对该区稀有金属成矿机理的认识有所帮助。

[收稿日期]2002-07-08;**[修订日期]**2002-08-07;**[责任编辑]**余大良。

[作者简介]黄定堂(1943年-),男,1983年毕业于中南矿冶学院,获硕士学位,教授级高级工程师,主要从事矿产地质勘查、研究及技术管理工作。

2 岩体时空关系

据钾—氩法、铷—锶等值线法测定,灵山岩体和松树岗隐伏岩体的年龄分别为 127 Ma ~ 169 Ma 和

124 Ma ~ 131 Ma,均为燕山早—中期岩浆活动的产物(表 1)。由表 1 可以看出,从灵山岩体的中心相→过渡相→边缘相→松树岗隐伏岩体,成岩时间有由早到晚的变化趋势。

表 1 灵山岩体及松树岗隐伏岩体同位素年龄

样品位置	样 品	测定方法	测定对象	年龄值/Ma	资料来源
灵山岩体中心相	粗粒似斑状含角闪石黑云母二长花岗岩	K - Ar	黑 云 母	169	江西省区域地质志,1984
灵山岩体中心相	粗粒似斑状含角闪石黑云母二长花岗岩	K - Ar	黑 云 母	140	江西有色地质研究所,1984
灵山岩体中心相	粗粒似斑状含角闪石黑云母二长花岗岩	Rb - Sr	角闪石、黑云母 钾长石、全岩	127	李双保,1982
灵山岩体过渡相	中粗粒铁黑云母二长花岗岩	K - Ar	铁黑云母	127	江西有色地质研究所,1984
灵山岩体边缘相	钠长石化中细粒锂黑云母花岗岩	K - Ar	锂黑云母	136	江西有色地质研究所,1984
灵山岩体边缘相	钠长石化中细粒锂黑云母花岗岩	K - Ar	锂黑云母	127	江西有色地质研究所,1984
松树岗隐伏岩体	钠长石化中细粒铁锂云母花岗岩	K - Ar	铁锂云母	124 ~ 131	江西有色地质研究所,1984

如图 1 所示,灵山岩体的中心相、过渡相和边缘相围绕岩体中心向外逐渐变化过渡,并在外接触带派生形成一些隐伏的小岩株、岩瘤、岩脉。如位于其西部的松树岗隐伏小岩株以 35° ~ 10° 平缓的倾角向东部灵山岩体深部侧伏,据钻孔资料,预计隐伏岩体与灵山岩体边缘相在 -425 m 标高会连成一体。

3 物质成分

通过研究发现,灵山岩体的中心相、过渡相、边缘相和外接触带的松树岗隐伏岩体在岩石化学成份、造岩矿物、副矿物、微量元素等方面有着明显的变化规律。

3.1 岩石化学成份

据大量硅酸盐分析资料,灵山岩体和松树岗隐伏岩体具有高硅富碱、低铁锰、贫钙镁的特点。由灵山岩体中心相的暗色包体→中心相→过渡相→边缘相→松树岗隐伏岩体, SiO₂、Na₂O、F 逐渐增高, CaO、MgO、Fe₂O₃ + FeO、Al₂O₃ 和 TiO₂ 逐渐降低,呈现规律变化(表 2)。

不同岩石中云母的化学成分亦表现有同样的规律性,即按照上面顺序,云母中的 SiO₂、Al₂O₃、Li₂O、Na₂O、F 等依次增高,而 TiO₂、Fe₂O₃、FeO、MgO、CaO 等逐渐减少。稀土分析资料表明,松树岗隐伏岩体与灵山岩体各相带的稀土模式非常相似,呈左高右低的标准化曲线,具有铈的负异常。且由中心相、过渡相到边缘相和松树岗隐伏岩体,铈的亏损愈来愈大, Eu/球陨石比值从 15→2.5→<2,轻稀土总量逐渐减少,而重稀土总量则明显增高,即 ΣCe/ΣY 比值渐次下降,从 3.69→3.65→1.40 和 1.62。

3.2 造岩矿物

表 2 岩浆岩平均化学成分表① ω_B/%

岩 性	灵 山 岩 体				松树岗 隐伏岩体
	暗色包体	中心相	过渡相	边缘相	
SiO ₂	66.57	69.20	71.26	74.03	74.21
TiO ₂	0.82	0.54	0.41	0.08	0.129
Al ₂ O ₃	14.21	13.80	12.68	13.42	13.28
Fe ₂ O ₃	1.21	1.69	0.84	0.58	0.335
FeO	3.74	2.30	1.72	0.88	1.502
CaO	2.16	1.61	1.27	0.32	0.585
MgO	1.21	0.72	0.32	0.26	0.027
MnO	0.094	0.08	0.05	0.033	0.023
K ₂ O	3.98	5.20	4.39	4.47	4.39
Na ₂ O	4.07	3.66	4.31	4.67	5.04
F	0.13	0.23	0.21	0.21	0.71

上述岩石化学特征在造岩矿物上亦表现明显。用里特曼方法计算后发现,从灵山岩体中的暗色包体到松树岗隐伏岩体,钠长石、石英、白(锂)云母含量增加,角闪石、黑云母、斜长石及副矿物磁铁矿、钛铁矿、磷灰石等减少,斜长石号码降低(表 3)。

这里要指出的是,钠长石在不同的岩石中表现形式不一样,中心相内钠长石在钾长石中呈规则条纹出现。到过渡相,钠长石条纹大量增加,除了规则的条纹外,还出现不规则的交代条纹,甚至变成反条纹长石。而到边缘相钠长石呈独立矿物大量出现,细板条状钠长石交代其他造岩矿物,与松树岗中细粒钠长石化花岗岩基本类似。这是钠质增高、钠长石化增强的结果。

① 文中大量测试数据除有文字说明的外,其余均引自江西有色地质研究所《江西横峰葛源锡多金属矿床地质特征及成矿预测》专题研究报告,1984。

表3 岩浆岩造岩矿物一览表 $\omega_B/\%$

岩石类型	灵山岩体					备注
	暗色包体	中心相	过渡相	边缘相	松树岗 隐伏岩体	
石英	18.33	27.92	33.39	35.53	24.70	里特曼方法
钾长石	34.43	32.81	35.22	25.85	1.35	里特曼方法
斜长石	26.71	31.01	-	-	-	里特曼方法
斜长石号码 (An)	19	15	9	6	2	里特曼方法
钠长石	-	-	27.24	36.65	62.59	里特曼方法
黑云母	-	6.25	3.35	0.81	-	里特曼方法
白(锂)云母	-	-	-	-	9.49	里特曼方法
角闪石	8.21	0.46	-	0.71	-	里特曼方法
磁铁矿	1.34	1.02	0.64	0.38	0.53	里特曼方法
钛铁矿	0.37	0.23	0.03	-	0.04	里特曼方法

对以上岩石中的云母类矿物进行X-射线分析、X-射线晶胞测量、光性测定、化学分析后得出, 灵山岩体各相带与松树岗隐伏岩体中的云母呈现一

定的变化规律, 即由灵山岩体中心相、过渡相中的黑云母、铁黑云母到边缘相、松树岗隐伏岩体和顶部似伟晶岩中的锂黑云母、铁锂云母和白(锂)云母, 特征谱线逐渐向小方向偏移, 晶胞参数依次缩小, 折光率、光轴角、含铁系数均变小(表4)。

3.3 副矿物

灵山岩体各相带和松树岗隐伏岩体的副矿物, 在其种类、组合、含量及标型特征等方面具有一定规律的变化。所作的17个人工重砂结果表明, 灵山岩体中心相内含铁、钛、钙的副矿物大量富集, 过渡相和边缘相内含铁、钛、钙的副矿物明显减少, 出现较多的铌钽矿物和锡石。在松树岗隐伏岩体中, 铌钽矿物和锡石相对富集, 硫化物亦相对增多。总之, 从灵山岩体的中心相到松树岗隐伏岩体, 锡石、铌钽铁矿、铜、铁、铅、锌等金属硫化物含量明显增多, 说明有用金属矿物愈来愈富集(表5)。

表4 云母单矿物特征表

岩石类型	特征谱线 $d/10^{-8}\text{cm}$	强度	晶胞参数 10^{-8}cm	折光率	光轴角 -2V	含铁系数	定名
灵山岩体暗色包体				1.6585	26.5°	75	黑云母
灵山岩体中心相	10.10 3.36 2.63	10 8 7	9.28	1.6581	26.0°	73	铁黑云母
灵山岩体过渡相	10.05 3.65 3.33	10 7 9	9.30	1.6474	25.0°	65	铁黑云母
灵山岩体边缘相				1.6279	12.5°	47	锂黑云母
松树岗隐伏岩体	9.96 3.30 2.612	10 8 7	9.235				铁锂云母
松树岗隐伏岩体	9.9 3.63 3.31 1.981	10	7 8 7	9.13			铁锂云母
松树岗深部云英岩	9.9 3.61 3.30 2.58	10 7 8 7	9.14				铁锂云母
松树岗地表云英岩	9.9 3.31 1.975	10 9 7	9.105				白云母

表5 岩浆岩人工重砂分析结果 $\omega_B/10^{-6}$

副矿物	灵山岩体			松树岗隐伏岩体	
	中心相	过渡相	边缘相	黑云母 花岗岩	钠化花 岗岩
锡石	-	3.269	6.392	11.722	42.05
铌钽铁矿	无~少	少~176.3	173.9	52.26	230.46
黄铁矿	少	少	0.625	10.5666	43~495
黄铜矿	少	少~21.53	7.010	1.652	少~3.0
闪锌矿	-	少	-	无~6.2	少~44
方铅矿	-	-	-	无~少	9.17
毒砂	-	少	-	-	-
辉钼矿	少	少	-	少~2.9	少

从锆石的标型特征来看, 各地质体中的锆石大体相似, 主要以短柱状、粒状的自形—半自形晶出现, 颜色多为浅黄褐色, 少量为灰白色和无色, 半透明—透明。但不同相带中锆石之间有一定的差异。如中心相暗色包体中的锆石以(110)、(111)组成的聚形

为主, 可见到具(311)晶面的晶体; 中心相和过渡相中的锆石主要为(110)、(111)组成的聚形; 而在过渡相及中细粒钠长石化花岗岩中的锆石仅(111)面发育, 柱面较差。同时, 由灵山岩体的中心相到松树岗隐伏岩体, 锆石的粒度由大→小, 含量由高→低。

3.4 微量元素

通过大量化学分析数据整理发现, 由灵山岩体的中心相→过渡相→边缘相→松树岗隐伏岩体, Nb、Ta、Li、Rb、Cs、Sn、W、Pb、Zn等成矿元素的丰度逐渐增高(表6)。

表6 本区岩浆岩成矿元素丰度 $\omega_B/10^{-6}$

岩石种类	Sn	WO ₃	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Li ₂ O	Rb ₂ O	Cs ₂ O	Cu	Pb	Zn
灵山岩体中心相	20	80	100	7	101	323	12	17	130	66
灵山岩体过渡相	40	80	100	10	132	383	8	14	130	73
灵山岩体边缘相	60	60	360	16	152	520		9	150	128
松树岗隐伏岩体	213	125	715	114	966	1189	18	43	448	515

3.5 稳定同位素组成特征

据地科院李双保等(1982)对灵山岩体中的石英所作的氧同位素分析资料,本区花岗岩中氧同位素组成较稳定,变化范围较窄, $\delta^{18}\text{O}$ 值在 $+7.5\text{‰} \sim +11.24\text{‰}$ 之间。相当于泰勒(1968)划分的高组($\delta^{18}\text{O}$ 在 $+8.4\text{‰} \sim +10.2\text{‰}$) 和最高组($\delta^{18}\text{O} >$

$+10.3\text{‰}$)的花岗岩,说明花岗岩的成岩物质主要来源于地壳深部。同时,自灵山岩体中的暗色包体→中心相→过渡相→边缘相和松树岗隐伏岩体,石英中的氧同位素组成发生规律变化, $\delta^{18}\text{O}$ 值具有逐渐增大的趋势(表7)。

表7 氧同位素测定结果

样号	岩石类型	位置	测定矿物	$\delta^{18}\text{O}/\text{‰}$
HY011	灵山岩体暗色包体	关田水库	石英	+7.50
JD3	灵山岩体中心相	济坞源	石英	+10.08
JD1	灵山岩体过渡相	茗洋关水库	石英	+9.84
HY008	灵山岩体边缘相	黄山	石英	+11.05
HY010	灵山岩体边部似伟晶岩	黄山	石英	+10.82
JT-1	松树岗隐伏岩体花岗岩	松树岗 CK501	石英	+9.90
H-2	松树岗隐伏岩体钠化花岗岩	松树岗 CK501	石英	+9.51
H-6	松树岗隐伏铁锂云母化花岗岩	松树岗 CK501	石英	+10.14
H-3	松树岗隐伏铁锂云母化花岗岩	松树岗 CK701	石英	+10.78
H-7	松树岗黄玉云英岩	松树岗 CK701	石英	+11.24

4 成岩物理环境

据地科院李双保、郭永泉(1982)提供的资料,对灵山岩体各相带、松树岗隐伏岩体等利用二长温度计法和根据黑云母中钨的含量、Mg、Ti、Fe³⁺、Al在角闪石、黑云母中的分配、人工实验的 $R_{\text{H}_2\text{O}} = 2\text{Kb}$ 等温线图投影等方法测定和推算出的成岩温度和压力,亦具有一定的变化趋势,从灵山岩体的暗色包体→中心相→过渡相→边缘相→松树岗隐伏岩体,成岩温度、压力均逐渐下降(表8)。

表8 岩石形成温度、压力

岩石类型	灵山岩体				松树岗 隐伏岩体
	暗色包体	中心相	过渡相	边缘相	
成岩温度/℃	855	800	600~750	600	555~566
成岩压力/Kb	4	4	2~3	0.5~1	

5 松树岗钽铌矿床地质特征

灵山岩体内外接触带及周边已发现和探明有松树岗、黄山钽铌矿床,石人殿、水晶山、大岭、唐家、南塘、九牛、南山、南泥路等钽铌矿点和矿化点。其中松树岗钽铌矿床类型全、矿种多、研究程度高、储量规模大,是区内最具代表性的稀有金属矿床。

5.1 矿床空间定位

松树岗钽铌矿床位于灵山岩体西缘 3 km 的一个钟状隐伏花岗岩株的顶部,矿区出露中震旦统至下寒武统地层。隐伏岩体顶部距地表约 200 m,控

制面积 0.8 km² 左右,岩石为中细粒黑云母花岗岩,灰白色,中细粒花岗结构,顶部局部出现伟晶结构。由于后期钠质强烈交代,岩石中钾长石、斜长石、黑云母、石英等造岩矿物部分或全部被钠长石、铁锂云母所交代,形成白色糖粒状钠长石化花岗岩。大量勘查资料表明,隐伏岩体上部钠长石化、云英岩化花岗岩即为钽铌工业矿体(图2)。

5.2 矿种及矿化类型

矿区除钽铌矿外,还探明有钨锡矿和铅锌矿。在垂直方向上,下部隐伏花岗岩体本身是花岗岩型钽铌矿体,向上出现伟晶岩型钽铌矿体、云英岩型钽铌钨锡矿体,顶部近地表为石英细脉带型钨锡矿体和云英岩型锡矿体;地表水平方向上,中部是石英细脉带型钨锡矿体及云英岩型锡矿体,边部是云英岩化破碎带型锡矿体,再向外是石英大脉型钨锡矿体,外围出现铅锌矿体。

5.3 矿化与蚀变的关系

区内围岩热液蚀变强烈,类型齐全。主要有钠长石化、云英岩化、黄玉化、萤石化、硅化和绢云母化等,在空间呈带状分布。

1) 钠长石化在隐伏岩体内广泛发育,并波及到接触带附近的围岩中。细板条状钠长石交代钾长石、斜长石、石英、云母等矿物,呈浸染状钠长石集合体,局部叠加云英岩化。大量分析测试资料证明,钽铌矿化的强度与钠长石化的强度呈正相关关系,说明钽铌矿化与钠长石化关系极为密切。

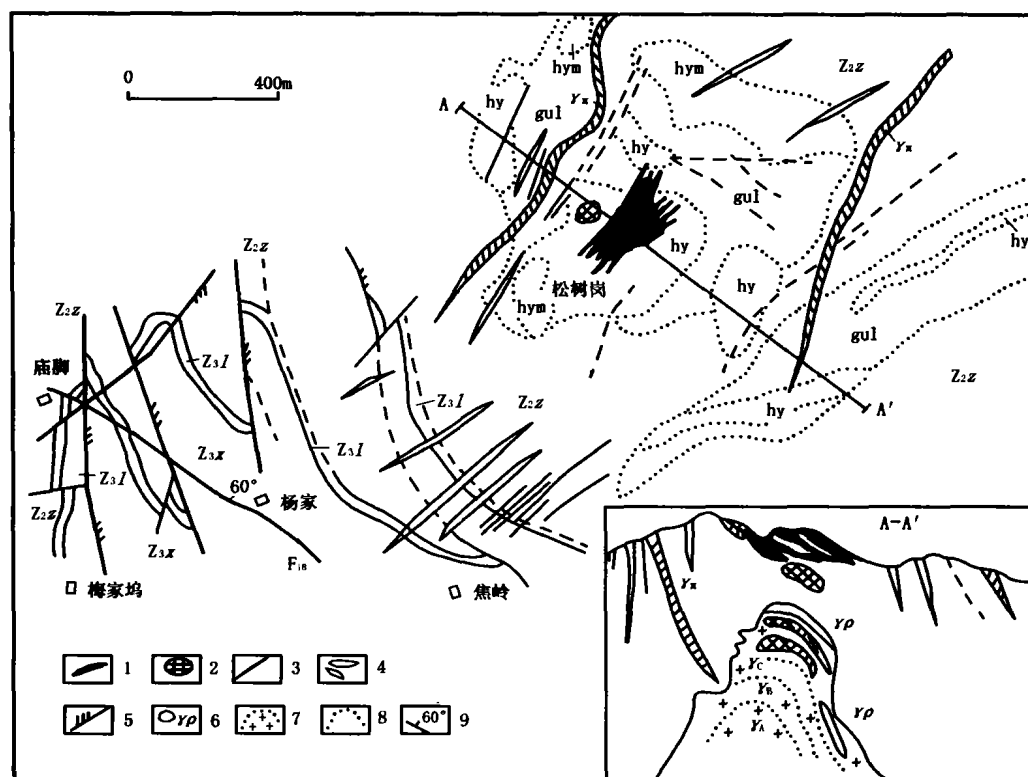


图2 松树岗矿区地质示意图

Z_3x —上震旦统西峰寺组; Z_3l —上震旦统雷公坞组; Z_2z —中震旦统志棠组;hy—黄玉化;gul—硅化;hym—铁锂云母化; γ_A —弱钠长石化; γ_B —中钠长石化; γ_C —强钠长石化; $\gamma\pi$ —花岗斑岩;1—石英细脉型钨锡矿体;2—云英岩型钨锡矿体;3—破碎带型钨锡矿体;4—石英大脉型钨锡矿体;5—断层;6—似伟晶岩钨钼钨锡矿体;7—花岗岩型钨钼矿体;8—蚀变界线;9—断层产状

2) 云英岩化主要发育于隐伏岩体的顶部及顶板围岩中,局部形成云英岩体。岩石由铁锂云母、石英、黄玉等矿物组成,据其矿物组合特征可分为石英—铁锂云母云英岩和黄玉—铁锂云母云英岩,与钽铌钨锡矿空间关系密切。

3) 硅化发育范围较大,尤以中部最强,呈石英细脉、网脉、微脉出现。岩石有明显的褪色现象,与黑钨矿、锡石空间关系密切。

4) 黄玉化在区内较为广泛,在岩体内交代钠长石化花岗岩,局部形成黄玉云英岩,在围岩中黄玉往往呈花岗变晶集合体或变斑晶出现,形成黄玉交代岩,与钨锡及其它金属硫化物有关。

5) 萤石化在矿区中部及边部均发育,萤石呈浅紫—无色不规则块状和脉状产出,主要与金属硫化物共生。

5.4 矿床成因分析

表5、表6分析数据说明,由灵山岩体的中心相→过渡相→边缘相→松树岗隐伏岩体,人工重砂中的钽铌铁矿、锡石、闪锌矿、方铅矿等矿物逐渐增多,

钽、铌、锂、铷、铯、锡、钨、铅、锌、铜等成矿元素丰度明显升高。据硫同位素分析结果,矿区 $\delta^{34}S$ 全为正值,变化范围在+0.6‰~+6.0‰之间,变化幅度仅0.52%,平均值+2.76‰,接近陨硫,来自地壳深部岩浆源。铅同位素资料表明,矿区铅同位素组成稳定、均一,富 ^{204}Pb ,贫放射成因 ^{206}Pb 、 ^{208}Pb ,属正常铅范围,和硫一样,主要来自地壳深部岩浆源。按正常铅计算其模式年龄为115 Ma~126 Ma,与K-Ar法测定的下部隐伏岩体的同位素年龄124 Ma~131 Ma接近,说明成矿时间紧接在成岩时间之后^[2]。矿区石英脉中的氧同位素组成与下面隐伏岩体的氧同位素组成基本一致,前者 $\delta^{18}O$ 值为+9.97‰~+10.03‰,隐伏岩体的 $\delta^{18}O$ 值在+9.51‰~+10.78‰范围,两者极为接近,表明氧具有共同的来源。

因此,从成岩、成矿物质来源和时空关系分析,松树岗钽铌稀有金属矿床与深部隐伏花岗岩株有着密切的成因联系。

6 岩体演化与稀有金属成矿模式

综上所述,灵山岩体是在一个相对封闭、均匀的

物理化学系统中发生分异演化的。从岩体中的暗色包体→中心相→过渡相→边缘相→外接触带隐伏岩体,随着时间的演变和成岩温度、压力的降低,出现了岩石结构、化学成分、造岩矿物、副矿物、稳定同位素等有规律的变化及钽、铌、锂、铷、铯、锡、钨、铅、锌等成矿元素逐渐富集,说明它们是同一岩浆源不同演化阶段的产物。岩体接触带附近及周边的稀有金属和有色金属矿床、矿点与灵山岩体空间上相伴,时间上相近,物质来源相同,与矿化有关的成矿元素异常晕、热液蚀变带等围绕岩体呈现有规律的变化,证明了它们之间的成因联系。赋矿岩体广泛发生钠长石化,在矿床中出现大量的萤石、黄玉和铁锂云母,并在矿床上部形成较强的氟异常。因此可以推测, Ta、Nb、Li、Rb、Cs、W、Sn 等元素的迁移与 Na^+ 、 F^- 、 $(\text{OH})^-$ 的参与有关,呈 Na^+ 为外配位体, F^- 、 $(\text{OH})^-$ 为内配位体,成矿金属元素为中心离子的络合物形式迁移,如 Na_2NbF_7 、 Na_2TaF_7 、 $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_2\text{F}_4]$ 、 $\text{Na}_2[\text{W}(\text{OH},\text{F})_6]$ 、 $\text{Sn}(\text{F},\text{OH})_6$ 、 WOF_4 等形式。在运移过程中,由于温度、压力、pH、Eh 等物理化学条件的变化和流体中的钠质交代早期造岩矿物,使流体中钠质浓度降低,导致金属络合物不稳定,钽、铌络合物首先解体,其外配位体 Na^+ 摆脱络阴离子束缚,进入流体,交代早结晶的造岩矿物,发生钠长石化, Ta^+ 、 Nb^+ 以铌钽铁矿、细晶石、铌铁矿等矿物形式在钠长石化花岗岩或钠长石化伟晶岩中晶出。随着岩体的进一步演化和含矿流体的继续上升,温度、压力逐渐下降,物理化学条件变化加剧,在钽、铌矿物晶出的同时,钨、锡络合物也相继解体,形成黑钨矿和锡石,而组成内配位体的 F^- 、 $(\text{OH})^-$ 等组分与钠长石化过程中交代出来的 Ca^{++} 、 K^+ 、 Fe^{++} 、 Fe^{+3} 等结合形成黄玉、萤石、铁锂云母等矿物,从而解释了矿化与蚀变的对应关系^[2],反映了灵山岩体与区内稀有金属矿床在时空上和物源上的

有机联系,属“同位成矿”的成矿热活动中心和成矿中心^[3]。

7 本区稀有金属矿化特点及找矿方向

区内已发现的原生钽铌矿床有花岗岩型和伟晶岩型两种,与岩体的空间关系密切。Ta、Nb、Li、Rb、Cs 等稀有金属随着岩浆演化而逐渐富集,最终在岩体的顶部和边缘定位成矿,在时空分布上表现出明显的规律性。钽、铌等稀有金属矿化主要发生于岩浆末期向岩浆期后过渡的钠质交代阶段,含矿岩石均为富钠长石铁锂云母碱长花岗岩。稀有金属主要矿物有铌钽铁矿、铌铁矿、细晶石、铁锂云母等,与钠长石化、铁锂云母化等蚀变密切相关,钠长石化和铁锂云母化强的部位即为钽、铌、锂、铷、铯等稀有金属工业矿体。同时,在钽铌等稀有金属矿体顶部和周边发育有云英岩化、黄玉化、萤石化等蚀变^[2],可作良好的找矿标志。

调研资料显示,灵山岩体周边广泛分布有铌铁矿、铌钽铁矿、锡石、黑钨矿、细晶石、锆石、钼矿等重砂异常(局部可形成砂矿床),边缘相岩石中钠长石化普遍,外接触带部分地段中细粒富钠长石花岗岩的小岩株、岩脉发育,且发现多处钽铌矿点和矿化点。以上表明,灵山岩体及周边具有良好的钽铌等稀有金属找矿前景,今后应把地质找矿工作重点放在岩体的边缘相和外接触带附近的小岩株、岩脉上,尤其注意半隐伏和隐伏较浅的钠长石化小花岗岩株。

[参考文献]

- [1] 章崇真,李吉涛,黄定堂,等.江西灵山花岗岩的演化和成矿[J].大地构造与成矿学,1985(4):323~340.
- [2] 黄定堂.江西横峰松树岗钨锡铌钽多金属矿床成因探讨[J].有色金属矿产与勘查,1999(4):231~236.
- [3] 梅友松,汪东波,金 浚,等.再论同位成矿与找矿[J].地质与勘探,2000,36,(5):5~10.

EVOLVING CHARACTERISTICS AND RELATED RARE - METAL METALLOGENESIS OF LINGSHAN ROCK BODY

HUANG Ding - tang

(Jiangxi Geological Exploration Bureau for Non - ferrous Metals, Nanchang 330001)

Abstract: Based on time - space distribution of the Lingshan rock body, chemical composition, rock - forming minerals, accessory minerals, trace - element, stable isotope of the rocks, and temperature - pressure of the igneous activity, the author discussed the evolution and related rare - metal (Tantalum - Niobium) mineralization in the Lingshan rock body. Main geological characteristics of rare - metal (Tantalum - Niobium) mineralization and the relation to the rock body were also discussed. It is assured that rare - metal (Tantalum - Niobium) mineralization in and around the Lingshan rock body has good exploration prospect.

Key words: granite, magma evolution, rare - metal mineralization, Jiangxi Lingshan