

湖南桃林铅锌矿区花岗岩地球化学特征及其与成矿的关系

张 赜, 胡俊良, 徐德明

(武汉地质矿产研究所, 武汉 430205)

摘要:桃林铅锌矿位于钦杭成矿带, 矿区出露幕阜山花岗岩体, 岩性为中粗粒黑云母二长花岗岩。通过研究, 得出该岩石符合中国东部埃达克岩(C型埃达克岩)特征, 其具有高的 SiO_2 ($>70\%$) 和 Al_2O_3 ($14.61\% \sim 14.73\%$) 含量, 中等高 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比值 (>1), 高的 Sr 含量, 低的 Yb 和 Y 含量, 高的 Sr/Y 和 La/Yb 比值, 富轻稀土元素(LREE), 贫重稀土元素(HREE), 球粒陨石标准化的 REE 配分模式为右倾斜、HREE 平坦配分模式, 此外花岗岩体还富集成矿元素。桃林铅锌矿为桃林大断裂控制的多源热液充填矿床, 中粗粒黑云母二长花岗岩是其中一种成矿物质来源, 其形成时间晚于中粗粒黑云母二长花岗岩。

关键词: 桃林铅锌矿; 成矿物质来源; 花岗岩; 钦杭成矿带

中图分类号: P595

文献标识码: A

桃林铅锌矿位于湖南省东北部临湘市境内, 是湖南主要铅锌矿基地之一, 也是钦杭成矿带^[1-2]上的典型铅锌矿床之一。关于桃林铅锌矿的成因, 早期认为该矿床控矿条件以断裂构造为主, 地层岩石对成矿的控制作用不大, 属中温热液裂隙充填型矿床。张九龄等人^[3-4]认为, 该矿床的形成不仅受断裂构造、岩体热能条件的控制, 而且还严格受地层层位、岩性组合等条件的控制, 属于沉积—热液改造层控型萤石铅锌矿床, 并利用 H、O 同位素分析测得成矿热液中的水主要来自于雨水, 认为幕阜山花岗岩体不富集成矿元素, 属于非岩浆成因。谭汉光^[5]通过总结前人 S 同位素数据认为, 该矿床成矿热液复杂, 为多源热液充填矿床。傅昭仁等人^[6-8]认为, 桃林断裂为剥离断层, 幕阜山岩体为变质核杂岩体, 成矿作用与伸展型薄皮构造密切相关。笔者在前人研究的基础上, 通过对矿区出露的花岗岩地球化学特征的研究, 特别是微量元素地球化学特征研究, 探讨矿区花岗岩与桃林铅锌矿的成因关系。

1 地质构造背景

桃林铅锌矿区位于钦杭结合带西段(钦杭结合带属于扬子与华夏两个古陆块于晋宁期所形成的碰撞拼接带)区域褶皱断裂发育, 构造复杂。矿区处于土马坳扇形背斜东缘、次一级大云山复背斜北翼; 背斜轴部主要为燕山期幕阜山花岗岩体。矿区地层从老到新为元古界冷家溪群变质岩、白垩系—新近系红色砾岩和第四系冲坡积物地层组成^[9]。

桃林铅锌矿体主要控矿构造为桃林大断裂。断裂上盘主要由中元古界冷家溪群千枚状板岩、板岩、变质砂岩组成。其西部则为上白垩统一新近系所覆盖, 断裂下盘主要由燕山期花岗岩组成。桃林铅锌矿体呈大的“板状”产于幕阜山花岗岩体西北缘 200 ~ 300 m 宽的岩体与围岩接触破碎带内。矿区东起邱平坳、经杜家冲、银孔山、上塘冲、官山, 西止断山洞(图 1), 东西长约 13 km。矿体产状和形态受断层控制, 矿体形态简单, 以脉状为主, 其次为似层状、透镜状及扁豆状。

桃林铅锌矿区花岗岩(图 1)位于幕阜山花岗岩体西北缘, 后者呈大岩基状分布于湘、鄂、赣三省交界, 其侵入主体面积达 2 530 km², 与元古界冷家

收稿日期: 2011-9-30; 修回日期: 2012-3-20。

基金项目: 中国地质调查局“钦杭成矿带(西段)重要金属矿床成矿规律及找矿方向研究”。

作者简介: 张赜(1982—), 男, 助理研究员, 从事地质与矿产调查研究; E-mail: zhangkun019@163.com。

溪群浅变质岩系呈侵入接触。幕阜山花岗岩具早晚两期四次侵入。燕山早期侵入体岩性主要为黑云母二长花岗岩;晚期三次侵入体岩性分别为:中粗粒二云母二长花岗岩,中粒黑云母二长花岗岩,细粒二云母二长花岗岩^[9]。

2 花岗岩的地球化学特征

我们在对桃林铅锌矿区花岗岩体地质及其岩石学矿物学特征详细解剖的基础上,采集了5件花岗岩元素分析样品。其中,TL3-2、TL3-3、TL3-4花岗岩样品赋存在硅化断裂破碎带里。破碎带主要由硅化蚀变角砾岩、糜棱岩化花岗岩和花岗质角砾岩组成,萤石、石英脉发育。破碎带以铅锌矿化为主,次为铜矿化。岩性为中粒似片麻状二云花岗岩,中粒结构,片麻状构造,具硅化、白云母化蚀变,主要矿物有钾长石、斜长石、石英、白云母和黑云母。花岗岩糜棱岩化,也称为花岗质糜棱岩。TL4-1、TL4-2花岗岩样品位于岩体内部,为一人工采石场,离矿化点有一定的距离,样品新鲜,蚀变不强,岩性为中粗粒黑云母二长花岗岩,斑状结构,块状构造,斑晶主要为钾长石。主要矿物有钾长石、斜长石、石英和黑云母。据岩石学和矿物学特征,

桃林铅锌矿区花岗岩是燕山晚期岩浆活动的产物。

主、微量元素测试在中南矿产资源监督检测中心进行(前者用X-射线荧光光谱法XRF,后者用ICP-MS法),结果见表1、2。

2.1 主量元素特征

桃林铅锌矿区花岗岩主量元素(表1)具有以下特征:

花岗岩 SiO_2 含量较高($>70\%$), Al_2O_3 含量较稳定($14.04\% \sim 14.98\%$),铝饱和指数(A/CNK)值为($1.05 \sim 1.37$),属弱过铝质;碱含量 $w(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 变化范围为 $6.66\% \sim 8.42\%$,在Middlemost^[10-11]全碱- SiO_2 (即TAS)岩石分类图解上,属亚碱性花岗岩系列(图2);贫钙镁。断裂带附近蚀变花岗岩较之岩体内部中粗粒黑云母二长花岗岩具有较高的 SiO_2 、灼失量和较低的 CaO 、 MgO ,这可能与花岗岩蚀变有关。

在岩石系列 SiO_2 - K_2O 图解上^[12](图3),TL4-1、TL4-2落在高钾钙碱性岩系;TL3-2、TL3-3、TL3-4落在钾玄岩系列和高钾钙碱性系列之间,推测为花岗岩白云母化等蚀变导致了K等元素含量发生变化。桃林铅锌矿区花岗岩应属于弱过铝质高钾钙碱性系列。

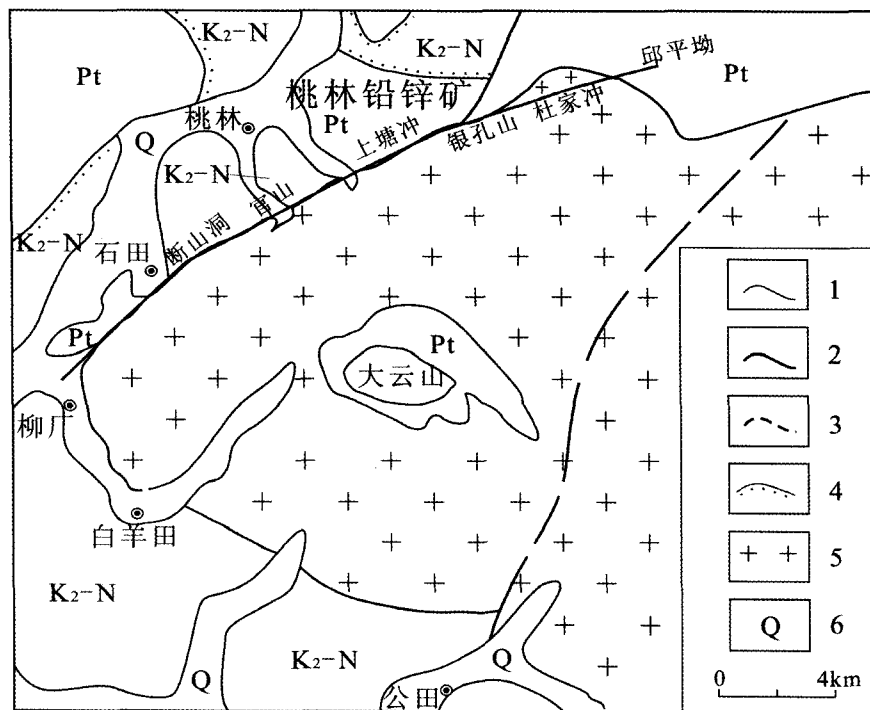


图1桃林铅锌矿区地质图

Fig. 1 Geologic map of Taolin Pb-Zn deposit

1-地质界线;2-断层;3-推测断层;4-角度不整合;5-花岗岩;6-地层代号

表1 桃林矿区花岗岩主量元素(wt%)分析结果表

Table 1 Major element contents of the granite from Taolin deposit

样品编号	TL3-2	TL3-3	TL3-4	TL4-1	TL4-2
岩石名称	蚀变花岗岩	蚀变花岗岩	蚀变花岗岩	中粗粒黑云母二长花岗岩	中粗粒黑云母二长花岗岩
SiO ₂	73.76	74.42	71.82	71.14	70.96
Al ₂ O ₃	14.04	14.25	14.98	14.73	14.61
Fe ₂ O ₃	0.614	0.621	0.955	1.8	0.964
FeO	1.34	1.23	1.65	1.35	2.28
CaO	0.694	0.377	0.554	2.52	2.63
MgO	0.25	0.22	0.321	0.638	0.79
K ₂ O	6.18	5.47	5.95	3.51	3.29
Na ₂ O	1.88	2.31	2.47	3.42	3.37
TiO ₂	0.13	0.111	0.182	0.261	0.294
P ₂ O ₅	0.136	0.093	0.107	0.115	0.114
MnO	0.04	0.038	0.043	0.052	0.066
灼失	0.699	0.679	0.699	0.04	0.08

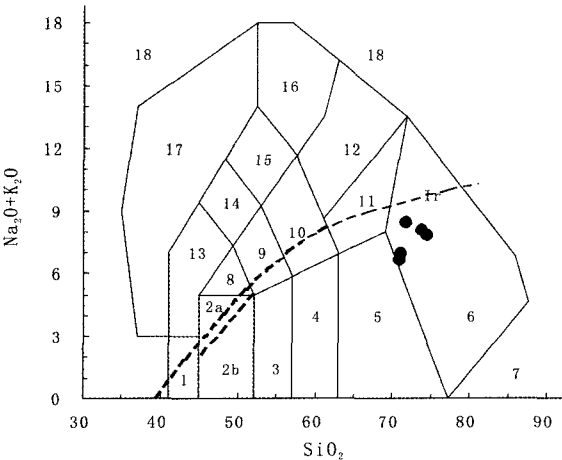


图2 桃林矿区花岗岩TAS岩石分类图解

Fig. 2 TAS diagram for the granite from Taolin deposit

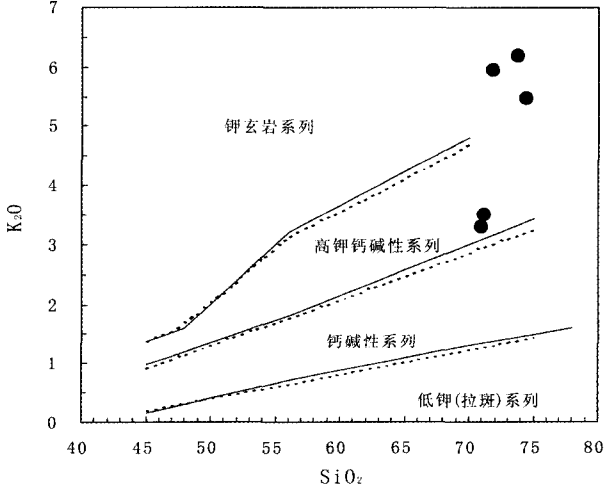


图3 桃林矿区花岗岩K₂O-SiO₂关系图

Fig. 3 K₂O-SiO₂ diagram for the granite from Taolin deposit

2.2 微量元素特征

桃林铅锌矿区花岗岩的微量元素分析结果(表2)表明,花岗岩具有富轻稀土元素(LREE)和大离子亲石元素(LILE),以及贫重稀土元素(HREE)和高场强元素(Nb、Ti)的特征,Ba、U、K、Pb等大离子亲石元素明显富集(图4),其含量相当于原始地幔的数十至数百倍。Ti、Nb元素亏损,前者与钛铁矿的分离结晶有关,后者显示源区岩石以陆壳组分为主^[13-15]。低的Nb/Ta比值(5~6.03),表明其属于壳源成因类型(球粒陨石和原始地幔Nb/Ta比值为17.5)。

从稀土元素球粒陨石标准化配分图上来看,岩体内部中粗粒黑云母二长花岗岩、断裂带蚀变花岗

岩具有类似的特点,不同之处在于中粗粒黑云母二长花岗岩具有Eu弱正异常,蚀变花岗岩和糜棱岩化花岗岩具有Eu负异常,可能与斜长石的蚀变有关。花岗岩体稀土元素含量较低,ΣREE为56.37×10⁻⁶~183.84×10⁻⁶,平均为114.92×10⁻⁶,低于华南花岗岩的稀土元素总量平均值。球粒陨石标准化的REE配分模式为右倾斜配分模式(图5),LREE/HREE为7.8~23.29,(La/Yb)_N=12.21~45.38,LREE分馏显著,(La/Gd)_N=5.2~13.89;HREE弱分馏,(Dy/Yb)_N=1.36~1.94。这种右倾斜稀土配分模式,不同于基性岩浆分异成因,与壳幔混熔型花岗岩类似。

表2 桃林矿区花岗岩微量元素分析结果表($\times 10^{-6}$)

Table 2 Trace element contents of the granite from Taolin Granite

样品编号	TL3-2	TL3-3	TL3-4	TL4-1	TL4-2	1 ^[16]	2 ^[16]	6 ^[16]
岩石名称	蚀变花岗岩	蚀变花岗岩	蚀变花岗岩	中粗粒黑云母 二长花岗岩	中粗粒黑云母 二长花岗岩	糜棱岩化 花岗岩	花岗质糜 棱岩	花岗质糜 棱岩
Cu	44.3	39.3	36.8	27.7	19.6			
Pb	326	72.3	61.1	78.2	80.1			
Zn	214	180	156	94.4	73.7			
Cr	6.12	13.8	6.96	9.86	26.4			
Ni	4.25	2.56	2.36	6.24	5.55			
Co	1.96	<1	1.81	3.74	4.76			
W	2.22	2.14	3.17	0.48	0.54			
Mo	1.75	0.56	0.89	0.66	0.6			
Bi	0.5	0.8	0.92	0.86	0.85			
Sr	63.2	48.4	76.1	478	566			
Ba	478	173	411	1480	1820			
Nb	15.9	11.7	11.5	12.8	9.56			
Ta	4.05	1.94	2.25	3.66	1.62			
Zr	44.8	39.5	75.9	114	120			
Hf	1.94	1.85	3.13	4.52	4.32			
Sn	10.1	6.63	7.33	3.08	2.90			
Au	0.00211	0.00186	0.00578	0.00220	0.00302			
Ag	0.22	0.43	0.47	0.16	0.097			
U	3.49	2.99	5.16	2.05	2.48			
Th	8.44	7.95	12.2	11.3	10.9			
La	20.3	12.6	34.9	32.9	31	21.71	23.17	47.40
Ce	35.9	21.4	62.5	56.8	55.8	44.79	41.75	87.34
Pr	4.2	3.09	6.92	6.92	6.6	4.78	4.19	7.77
Nd	13.8	10.1	22.1	24.2	23.3	18.16	16.06	28.41
Sm	2.78	2.39	4	4.11	3.96	3.22	2.69	4.59
Eu	0.66	0.38	0.71	1.43	1.56	0.74	0.57	0.76
Gd	2.64	2.1	3.59	3.46	3.41	2.27	1.68	2.96
Tb	0.44	0.38	0.48	0.38	0.4	0.33	0.26	0.41
Dy	2.15	1.92	2.13	1.36	1.58	1.63	1.04	1.92
Ho	0.34	0.3	0.33	0.21	0.26	0.28	0.20	0.35
Er	0.82	0.75	0.86	0.58	0.7	0.74	0.52	0.91
Tm	0.12	0.12	0.12	0.074	0.096	0.10	0.08	0.13
Yb	0.74	0.74	0.76	0.52	0.6	0.69	0.51	0.78
Lu	0.093	0.096	0.1	0.063	0.079	0.10	0.08	0.11
Y	11.2	8.22	8.62	5.57	6.59	8.15	4.95	9.27
ΣREE	84.98	56.37	139.50	133.01	129.35	99.54	92.80	183.84
LREE/HREE	10.57	7.80	15.67	19.01	17.15	15.21	20.24	23.29
La _N /Yb _N	19.68	12.21	32.94	45.38	37.06	22.57	32.59	43.59
δEu	0.73	0.51	0.56	1.13	1.27	0.80	0.76	0.59
δCe	0.90	0.82	0.93	0.88	0.91	1.03	0.96	1.01

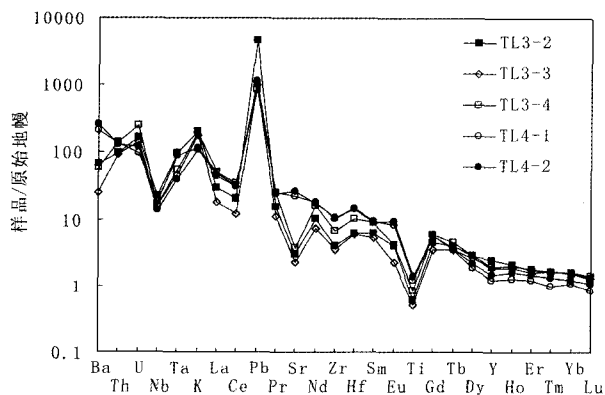


图4 桃林矿区花岗岩微量元素原始地幔标准化蛛网图

Fig. 4 Primitive mantle-normalized trace element diagram for the granite from Taolin deposit

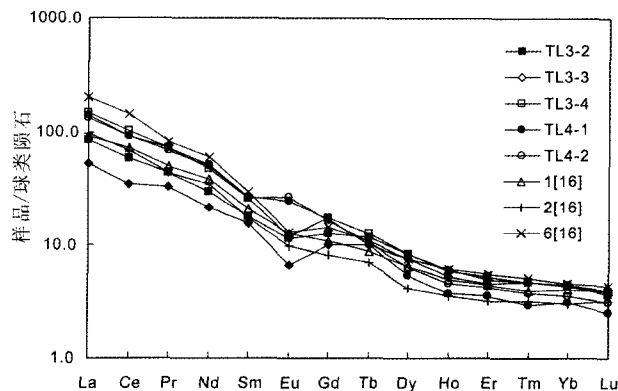


图5 花岗岩稀土元素球粒陨石标准化分布模式

Fig. 5 Chondrite-normalized REE patterns for the granite from Taolin deposit

3 讨论

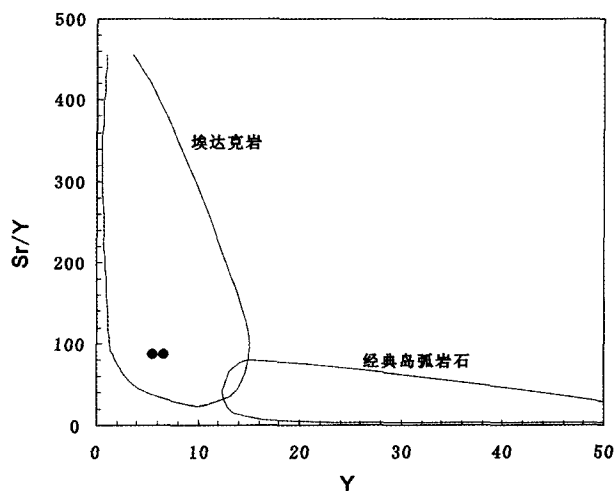
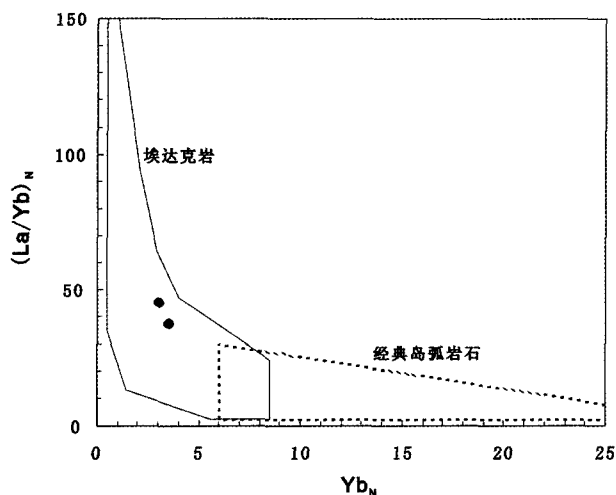
通过对矿区花岗岩地球化学特征研究,得出了花岗岩具有壳源成因花岗岩特征,其 HREE 弱分馏, LREE 分馏显著, 稀土配分为右倾斜稀土配分模式, 又与壳幔混熔成因花岗岩类似。

3.1 岩石类型及源区

高 Sr/Y 和 La/Yb 比值是埃达克质岩浆典型判别特征^[17]。桃林铅锌矿区中粗粒黑云母二长花岗岩 Sr 含量高 ($>400 \times 10^{-6}$), 贫 Yb 和 Y ($Yb \leq 1.9 \times 10^{-6}$, $Y \leq 18 \times 10^{-6}$), 在 Defant^[18] $Sr/Y-Y$ 和 $(La/Yb)_N-Yb_N$ 图解上(图 6), 中粗粒黑云母二长花岗岩均落在了埃达克岩范围内, 与经典的岛弧岩石明显不同。

且中粗粒黑云母二长花岗岩富铝 (Al_2O_3 含量接近 15%), 富钾 ($Na_2O/K_2O < 1$), 正 Eu 异常, 亏损 HREE, 符合中国东部埃达克岩(C 型埃达克岩)特征^[19-20]。

因为 Sr 元素对于石榴石和辉石是强不相容元素, 而 HREE 和 Y 对于石榴子石是强相容元素, 而 Sr 元素主要赋存在斜长石和钾长石中, Eu 元素也主要存在于斜长石中。中粗粒黑云母二长花岗岩, 高的 Sr 含量, 低的 Yb 和 Y 含量, 高比值 Sr/Y 和 La/Yb 、以及高 Al_2O_3 含量, HREE 平坦型的分布, 暗示源区可能有角闪石残留(石榴子石、辉石、角闪石), 没有斜长石, 形成花岗质熔体后残留相为角闪榴辉岩或含角闪石的辉石岩。

图6 桃林矿区花岗岩 $(La/Yb)_N$ vs Yb_N 和 Sr/Y 投影图^[18]Fig. 6 Diagrams of Sr/Y vs and $(La/Yb)_N$ vs Yb_N for the granite

3.2 花岗岩成因与成岩构造背景

花岗岩地球化学特征还可以反映其源区的构造环境,利用 Nb-Y、Ta-Yb 图解(图 7)对样品进行投图,均落在了同碰撞花岗岩区域。钦杭结合带在大地构造位置上属于扬子和华夏板块碰撞拼接带,尽管扬子和华夏板块在新元古代完成了拼接,但该带在中侏罗世复活^[21],桃林铅锌矿大地构造位置刚好位于钦杭结合带上。

毛景文等^[21]在根据华南金属矿产最早形成时间及其动力学特点,推测伊泽奈奇大洋板块大约在 175 Ma 开始从 SE 向 NW 往中国东部大陆板块俯冲,导致地壳加厚,中国东部大陆边缘成为了活动大陆边缘,沿钦杭古板块焊接带发生俯冲板片重熔,甚至裂开。随着大洋板块持续低角度俯冲,大陆

地壳不断加厚,在碰撞带弧后地区出现一系列 NE 向岩石圈伸展带和深大断裂,钦杭结合带正好是这一大规模成岩成矿的西部边界。

钦杭结合带在伊泽奈奇大洋板块向中国东部大陆板块北西俯冲背景下发生了活化,板片裂开,成为重要的岩浆活动中心带。由于桃林地区处在弧后伸展构造背景下,碰撞加厚的地壳部分熔融,发育了一系列中酸性侵入岩,即形成了幕阜山花岗岩。

3.3 花岗岩与成矿关系探讨

中粗粒黑云母二长花岗岩和蚀变花岗岩的主要矿物有钾长石、斜长石、石英和黑云母,矿物组分大致相同,不同之处在于后者还可见绢云母,绿泥石等新生蚀变矿物。中粗粒黑云母二长花岗岩和蚀变花岗岩具有大致相同的地球化学特征,部分元素

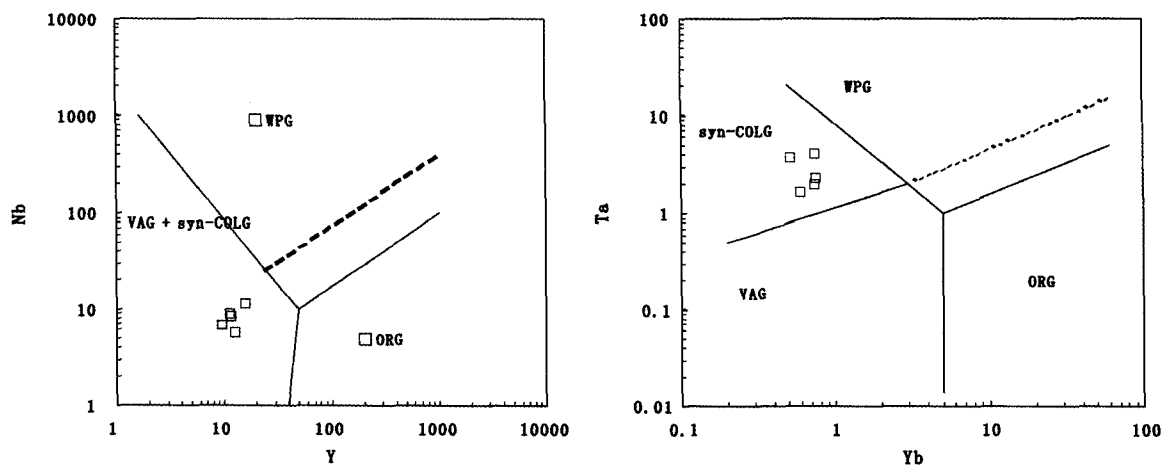


图7 幕阜山花岗岩构造环境判别图解

Fig. 7 Discrimination diagrams of tectonic settings for the Mufushan granites

syn-COLG: 同碰撞花岗岩; VAG: 火山弧花岗岩; ORG: 洋脊花岗岩; WPG: 板内花岗岩

含量的变化,可能与靠近断裂花岗岩受动力变质作用糜棱岩化、蚀变作用绢云母化等的影响。推测蚀变花岗岩原岩应为中粗粒黑云母二长花岗岩。

花岗岩样品微量元素测试结果显示其富集 Cu、Pb、Zn 等成矿元素,5 个花岗岩样品的成矿元素 Cu+Pb+Zn 平均含量 301.28×10^{-6} ,其中断裂带花岗岩体成矿元素 Cu+Pb+Zn 平均含量为 376.6×10^{-6} ,岩体内部成矿元素 Cu+Pb+Zn 平均含量为 186.85×10^{-6} ,都高于酸性岩的成矿元素 Cu、Pb、Zn 克拉克值之和 140×10^{-6} ,说明了矿区花岗岩体可能是其成矿元素的一种来源。

在白垩系中有幕阜山花岗岩主体的砾石,而白垩纪地层中又有其晚期小岩体侵入^[9],可见成岩时间持续较长,对成矿十分有利。

桃林大断裂为一深大断裂,切割深,表现为韧性剪切断裂,矿区大多沿该断裂呈等距分布(如图 1),断层中发育有一套经过韧性变形动力变质岩,在其分支断裂(张性小断裂和岩体接触带等)还可以见到一套脆性变形的断裂角砾岩,矿体主要赋存在脆性变形的断裂角砾岩中。

在伸展构造背景下,桃林大断裂开始活动,表现为韧性剪切断裂,与其呈角度相交配套的分支小

断裂表现为张性断裂。伴随着岩浆侵入沿断裂带形成热液流体,靠近断裂带的中粗粒黑云母二长花岗岩发生蚀变。退变质作用下又形成了变质水。在热液流体沿着断裂带运移至浅部,地下水参与混合,至此,岩浆水、地下水和变质水混合迭加,在配

套的分支脆性小断裂和岩体接触带等成矿有利部位沉淀成矿(图8)。桃林大断裂即是容矿构造也是导矿构造。推测成矿年龄应该在中粗粒黑云母二长花岗岩成岩之后,桃林铅锌矿应该为多源热液充填矿床。

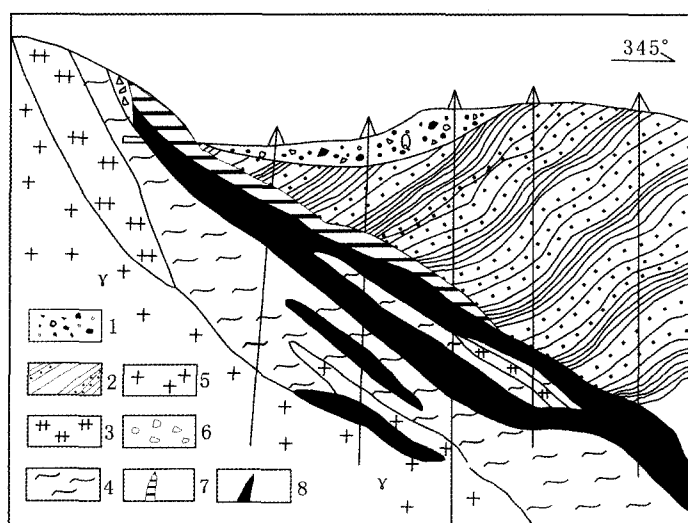


图8 桃林矿区矿体形态剖面示意图

Fig. 8 Generalized section showing the ore-body shape in Taolin deposit

1-第四系堆积;2-千枚状板岩和变质砂岩;3-冷家溪群硅化带;4-冷家溪群绿泥石硅化带;5-花岗岩;6-角砾岩;7-重晶石矿体;8-铅锌矿体

4 结论

桃林铅锌矿区中粗粒黑云母二长花岗岩为一套弱过铝质高钾钙碱性系列的花岗岩,符合中国东部埃达克岩(C型埃达克岩)特征,高Sr低Yb型, Eu弱正异常, HREE平坦型分布,为同碰撞成因,来源于加厚地壳的底部。花岗岩体富集Cu、Pb、Zn等成矿元素,可能是桃林铅锌矿成矿的一种物质来源。

钦杭结合带在中侏罗世的活化裂开,并随着大洋板块持续低角度俯冲,大陆地壳不断加厚。弧后地区出现一系列NE向岩石圈伸展带和深大断裂。在伸展构造的背景下,幕阜山花岗岩侵入,早期侵入为黑云母二长花岗岩,晚期在桃林大断裂附近侵入中粗粒黑云母二长花岗岩。由于岩浆继续侵入,以及桃林大断裂活动,形成的热液沿着断裂带运移,中粗粒黑云母二长花岗岩发生蚀变,热液遭受地下水和变质水混合叠加,在分支脆性断裂破碎带和岩体接触带等成矿有利部位充填成矿。桃林铅锌矿为多源热液充填矿床,其形成时间晚于中粗粒黑云母二长花岗岩。

参考文献:

- [1] 杨明桂,梅勇文.钦-杭古板块结合带与成矿带的主要特征[J].华南地质与矿产,1997,(3):52-59.
- [2] 毛景文,陈懋弘,袁顺达.华南地区钦杭成矿带地质特征和矿床时空分布规律[J].地质学报,2011,85(5):636-658.
- [3] 张九龄,符策美.临湘县桃林铅锌矿矿床成矿条件及成因的重新讨论[J].湖南地质,1987,(3):14-22.
- [4] 张九龄.桃林铅锌矿矿床成矿条件及找矿预测[J].矿山地质,1990.11(2):7-12.
- [5] 谭汉光.桃林铅锌矿成因及找矿方向的探讨[J].矿山地质,1993,14(4):166-171.
- [6] 傅昭仁,李先福,李德威.不同样式的剥离断层控矿研究[J].地球科学.1991,16(6):627-634.
- [7] 李先富,余研.湖南桃林幕阜山地区中侏罗世变质核杂岩及剥离断层有关的铅锌矿化作用[J].大地构造与成矿,1991,15(2):90-99.
- [8] 喻爱南,叶柏龙,彭恩生.湖南桃林大云山变质核杂岩构造与成矿的关系[J].大地构造与成矿,1998,22(1):82-88.
- [9] 湖北省地质局.1:20万蒲圻幅区调报告[R].1976.
- [10] Middlemost E A K. Naming materials in the magma/igneous rock system [J]. Earth-Science Reviews, 1994, 37: 215 -

- 224.
- [11] Irvine T N, Baragar W R A. A guide to chemical classification of the common volcanic rocks [J]. Canadian Journal of Earth Sciences, 1971, 8:532 – 548.
- [12] Peceerillo R, Taylor S R. Geochemistry of Eocene calcalkaline volcanic rocks from the Kastamonu area, northern Turkey [J]. Contribution to Mineralogy and Petrology, 1976, 58:63 – 81.
- [13] Green T H, Pearson N J. An experimental study of Nb and Ta partitioning between Ti-rich minerals and silicate liquids at high pressure and temperature [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1987, 51:55 – 62.
- [14] Green T H. Significance of Nb/Ta as an indicator of geochemical process in the crust-mantle system [J]. Chemical Geology, 1995, 120:347 – 359.
- [15] Barth M G, McDonough W F, Rudnick R L. Tracking the budget of Nb and Ta in the continental crust [J]. Chemical Geology, 2000, 165:195 – 213.
- [16] 喻爱南,何绍勋,彭恩生.桃林铅锌矿断裂变质带的地质特征研究[J].中南矿冶学院学报,1993,24(1):1 – 7.
- [17] Martin H. Adakitic magmas: modern analogues of Archean granitoids [J]. Lithos, 1999, 46:411 – 429.
- [18] Defant M J, Drummond M S. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subducted lithosphere [J]. Nature, 1990, 347: 662 – 665.
- [19] 张琪,王焰,钱青,等.中国东部燕山期埃达克岩的特征及其构造-成矿意义[J].岩石学报,2001,17(2):236 – 244.
- [20] 张琪,王焰,刘伟,等.埃达克岩的特征及其意义[J].地质通报,2002,21(7):431 – 435.
- [21] 毛景文,谢桂青,郭春丽,等.南岭地区大规模钨锡多金属成矿作用:成矿时限及地球动力学背景 [J]. 岩石学报, 2008,23(10):2329 – 2338.

Geochemistry of Granite and Its Relationship with Mineralization in Taolin Pb-Zn Deposit, Hunan Province

ZHANG Kun, HU Jun-Liang, XU De-Ming

(Wuhan Institute of Geology and Mineral Resources, Wuhan, 430205)

Abstract: The Mufushan granite is outcropping at Taolin Pb-Zn deposit which is located in Qinzhou-Hangzhou metallogenic belt. The main body of granite is biotite monzogranite. In Geochemistry, the granite has the similarity with the C-type adakitic rocks of eastern China. It is riched in SiO_2 (>70%), Al_2O_3 (14.61% ~ 14.73%) and Sr. And it is depleted in Yb and Y. The granite had high ratio of $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$, Sr/Y and La/Yb. It was obvious that the granite is enriched in LREE and LILE, and depleted in HREE and HFSE. It has right-dip chondrite-normalized REE pattern and flat HREE distribution. The ore-forming elements are rich in Mufushan granite. Taolin Pb-Zn deposit which was controlled by the Taolin-fault was the complex-sources hydrothermal filling deposits. The biotite monzogranite was one of the sources of ore-forming materials.

Key words: Taolin Pb-Zn deposit; granite; ore-forming material source; Qinzhou-Hangzhou metallogenic belt