

湖南黄沙坪铅锌多金属矿区 岩浆岩地球化学特征

刘 旭, 刘悟辉, 息朝庄, 戴塔根, 王明艳

(中南大学 地质与环境工程学院, 长沙 410083)

摘 要: 湖南黄沙坪铅锌多金属矿区岩浆岩位于骑田岭西北部, 主要有英安斑岩、花斑岩、石英斑岩、花岗斑岩, K-Ar 法年龄为 141.1~164 Ma, $w(\text{SiO}_2) = 69.98\% \sim 77.00\%$, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 普遍大于 $w(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$, 属铝过饱和岩石。岩石稀土元素 $w(\Sigma\text{REE}) = 118 \times 10^{-6} \sim 311 \times 10^{-6}$, 平均 276×10^{-6} , 稀土元素球粒陨石值标准化配分曲线均为平缓右倾曲线, $\delta(\text{Eu}) = 0.25 \sim 0.48$, 具铕的负异常。微量元素的亲铜元素普遍偏高, 有为本矿床提供成矿物质来源的可能。根据地球化学特征并与区域对比, 认为矿区岩浆岩属过渡性岩浆成因, 既有深源型又有浅源型的特点, 且经历过结晶分异和较强的交代作用。

关键词: 岩浆岩; 地球化学; 黄沙坪铅锌多金属矿床; 湖南省

doi: 10.3969/j.issn.1001-1412.2009.03.004

中图分类号: P588.1; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2009)03-0198-07

0 引言

湖南黄沙坪铅锌多金属矿床位于桂阳县城南约 9 km 处, 矿山年开采矿石量约 49 万 t, 年生产铅锌金属 4 万 t, 排国内铅锌生产矿山第 7 位, 是我国铅锌原料生产的骨干矿山之一。

黄沙坪铅锌多金属矿床是湘南的代表性矿床之一, 开采历史悠久, 并积累了许多矿产地质研究资料^[1,2], 对于黄沙坪矿床的银矿化特征^[3-5]、矿物组合及成矿特征^[6,7]、构造控矿特征^[8,9]、矿床的成因机制^[8-12]前人也开展了一系列研究工作。本文在综合分析前人资料的基础上, 主要研究黄沙坪铅锌多金属矿区的岩浆岩岩石学及地质地球化学特征。

1 岩石学特征

黄家坪—宝山地区位于骑田岭岩体的西北侧, 该地区的小岩体十分发育, 在大约 300 km² 的范围

内, 出露小岩体 148 个, 它们以酸性—中酸性浅成(超浅成)侵入的花岗斑岩、花岗闪长岩、石英闪长斑岩为主, 次为喷出相的碱性流纹斑岩与英安质凝灰角砾岩, 以及部分晚期侵入的暗色脉岩。这些岩体总的产状形态为走向 EW 向或 NWW 向, 倾向 N, 延长数百米至 2 000 m 不等, 少数岩体呈椭圆状, 一般受两组交叉断裂控制, 出露面积最大为 0.48 km², 一般为 0.3~0.15 km², 且成群成带分布, 构成近 EW 向的 3 个小岩体带(图 1), 由北往南分别为: I 岩带长 15.5 km, 以微晶花岗闪长斑岩为主; II 岩带长 28.5 km, 以花岗闪长斑岩为主; III 岩带长 13 km, 以石英斑岩为主, 与黄沙坪铅锌矿有关的岩体即位于此带西段。

黄沙坪铅锌矿矿区范围内已发现的岩浆岩有: 英安斑岩、石英斑岩、花岗斑岩、花斑岩、微粒花岗岩及细粒花岗岩, 花岗斑岩和花斑岩为隐伏岩体。各岩体的产状特征如下:

(1) 石英斑岩(Ⅲ)。分布于观音打坐和宝岭一带, 与围岩一般呈侵入接触关系, 并可见到接触破碎

收稿日期: 2008-07-02

基金项目: 国家 973 项目(编号 2002CG412607)、国家科技攻关项目(编号 2004BA615-02)和湖南省自然科学基金(编号 07JJ6071)联合资助。

作者简介: 刘旭(1968-), 男, 湖南宁乡人, 硕士, 在读博士研究生, 从事国土资源信息工程研究。

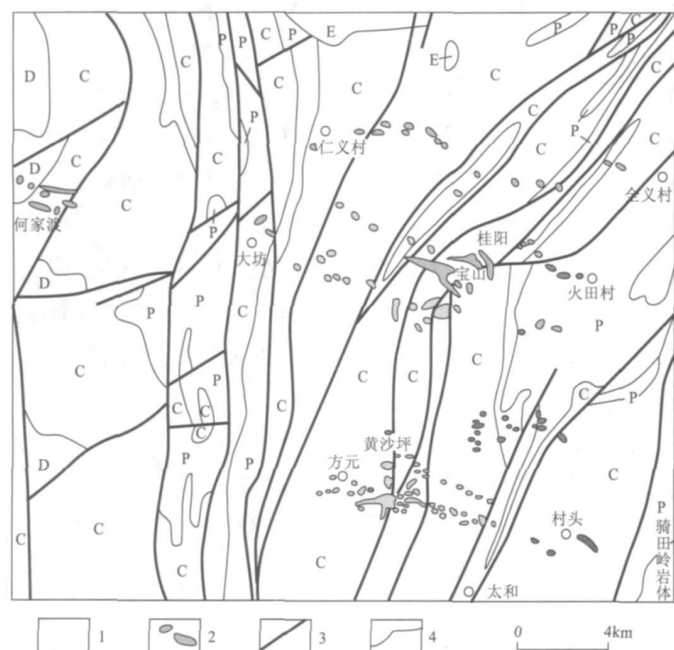


图1 坪宝地区岩浆岩分布图(据童潜明等^[2])

Fig. 1 The distribution map of magmatic rocks of Pingbao area

1. 岩体分带及编号; 2. 岩体; 3. 断层; 4. 地质界线

带, 亦有呈断层接触者。岩体侵入的最新地层为梓门桥组白云岩。由51号和52号岩体组成, 出露面积分别为 0.23 km^2 和 0.29 km^2 , 两岩体向下有岩脉相连且变小, 其形状呈漏斗状。岩体在165中段以下明显缩小, 形态更不规则, 分支、膨缩较为频繁。岩体常成为铅锌矿体的围岩。该岩体从中心向外可分为内外两个带, 外带为石英斑岩, 内带为流纹-石英斑岩。外带石英斑岩宽约100 m, 在距边界1~3 m处具流纹构造, 流纹方向与接触面一致。岩石一般具少斑结构, 斑晶仅10%, 主要为石英, 少量钾长石, 粒度1~2 mm, 长石斑晶的单斜有序度为0.88~0.93, 基质为霏细结构, 由长石、石英组成, 长石具不同程度的高岭土化。无围岩蚀变。

(2) 花岗斑岩($\gamma\pi$)。分布于矿区东南隅, 是由多个岩体组成的岩体群, 主要分布在 F_1 断层上盘。岩体群南北长约1000 m, 东西宽200~500 m, 略向E倾, 向N侧伏, 倾角约 50° , 与围岩呈侵入接触, 侵入的最新地层为石碇子组灰岩。单个岩体形态复杂, 有椭圆状、扁豆状、瘤状和脉状。其中以301号岩体侵位最高。其顶端位于标高320 m, 平面上大致呈椭圆形, 南北长而东西短, 面积 $< 0.1 \text{ km}^2$ 。到0 m标高以下形态较复杂, 其东部产生2个岩枝, 并与石英斑岩及花斑岩相连, 构成复式岩体。301号岩体

在273中段以上边部有密集的石英脉, 构成一“石英帽”, 以该岩体为代表的深部岩体与区内铅锌矿关系密切。花岗斑岩为块状构造, 斑状结构, 斑晶20%以上, 以石英为主, 次为正长石, 少量斜长石和黑云母, 粒度约1 mm, 基质呈细粒花岗结构, 石英为主, 少量长石。斑晶正长石有序度0.87~0.99。边缘相小于2 m, 基质显微花岗结构。夕卡岩化强烈。

(3) 花斑岩($g\pi$)。大致分布在51号、52号岩体之间偏西处, 处于 F_1 断层的下盘, 与围岩呈侵入接触, 侵入的最新地层为石碇子组灰岩, 顶面呈南高北低的舒缓波状。包括北部304-1和南部304-2两隐伏岩体, 304-1岩体最高侵位50 m, 形态大致为椭圆形, 面积 $< 0.1 \text{ km}^2$, 深部出现岩枝。304-2最高侵位约100 m, 平面上大致呈南北延长的椭圆形, 面积 0.05 km^2 , 空间上呈近直立的岩筒状。花斑岩为块状构造, 斑状结构, 斑晶约10%, 石英、钾长石为主, 斜长石少见, 粒度0.5~1 mm, 长石一般自形。基质为显微文象结构和细粒嵌生结构, 呈花斑状, 纤维状的长英质矿物扇形分布, 呈球粒状, 球粒0.1~1 mm, 边缘相5~10 m, 不连续; 基质隐粒球粒结构, 球粒0.05~0.1 mm。有夕卡岩化等围岩蚀变。

(4) 英安斑岩($\epsilon\pi$)。主要分布在矿区南部凤鸡岭一尖山和北部观音打坐北麓一带, 分别充填于 F_0 和 F_9 断层之中, 呈EW向带状展布, 包括65号、76号、77号、54号4条岩脉及多个零星小岩体, 均出露地表。其中65号沿 F_9 侵位, 77号和54号沿 F_0 侵位, 54号岩脉因受 F_3 和 F_2 影响, 南部出现多个岩枝, 76号沿 F_5 侵位。单个岩体为单向延伸的陡倾斜岩墙, 或为不规则岩脉, 脉幅宽窄变化大, 常见到分支复合、尖灭再现现象。

(5) 微粒花岗岩($\gamma\mu$)。位于矿区北部9—21勘探线, 最高侵位约50 m, 平面上为两个岩体, 形态不明, 都大致向E倾。岩石呈块状构造, 似斑状结构。斑晶8%~22%。粒度约0.5 mm, 以斜长石为主, 少量钾长石和石英。基质半自形微粒结构或花岗结构, 矿物粒度0.1 mm, 钾长石约30%, 斜长石约35%, 石英约33%, 少量黑云母, 未发现明显的围岩蚀变。

(6) 细粒花岗岩($\gamma\lambda$)。仅在13勘探线的钻孔中发现, 与微粒花岗岩伴生。其形态产状大致受 F_1 断层控制。细粒花岗岩为块状构造, 似斑状结构, 斑晶

仅 1% 左右, 长石为主, 多已蚀变为绢云母等, 仅有假象。基质花岗结构, 粒度约 0.5 mm, 石英 35%, 钾长石 30% ~ 35%, 斜长石 25% ~ 28%, 少量绢云母, 斜长石牌号 10~ 18, 未发现明显的围岩蚀变。

2 地球化学特征

2.1 常量元素

从矿区主要岩浆岩的岩石化学组成和特征数值(表 1)和中酸性侵入岩的国际地科联分类命名图解(图 2)可以看出:

(1) SiO_2 和 K_2O 的质量分数比黎彤^[13] 同类岩石偏高, 而 Al_2O_3 和 Na_2O 则偏低, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 值则高出 1 倍至 10 余倍。

(2) Al_2O_3 的质量分数普遍高于 $\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, 属铝过饱和岩石。

(3) 从查氏数值特征分析, Q 值介于 30~ 45 之间, 属硅过饱和岩石; $a:c$ 值介于 5~ 25 之间, 属查氏数值特征分类的第二类第三科和第四科之间, 即 SiO_2 过饱和的过碱性- 中碱性岩石。

(4) 从里特曼组合指数(图 3)可以看出, 该区岩体 δ 值在 1.19~ 3.59 之间, 变化范围较大, 属于钙碱性- 碱性岩石, 按里特曼组合指数划分岩系, $\delta > 4$ 时为大西洋岩系, 而 $\delta < 4$ 时为太平洋岩系, 本区岩系其分类属强太平洋型(钙性) - 弱太平洋型(次钙碱性) 岩石类型。

(5) 氧化系数变化大(0.03~ 0.80), 离地表近的氧化系数大, 埋藏深的系数小。

表 1 岩浆岩的岩石化学组成($w_B/\%$)和 CIPW 参数
Table 1 The major elements content of rocks and CIPW paramenter

成分及参数	石英斑岩	流纹- 石英斑岩	花岗岩斑	细粒斑状 花岗岩	花斑岩	英安斑岩	中国石英斑岩	中国花岗岩
	坪 1	273-17	坪 1	273-70	GK20-14	表 3	平均值	平均值
SiO_2	73.98	69.98	74.56	77.00	74.84	72.16	72.88	71.27
TiO_2	0.08	0.20	0.04	0.11	0.11	0.33	0.32	0.25
Al_2O_3	12.16	14.72	12.91	9.61	11.97	13.70	14.15	14.25
Fe_2O_3	0.19	1.22	0.38	0.35	0.06	1.23	0.84	1.24
FeO	0.91	2.10	1.37	1.15	0.58	0.96	1.43	1.62
MnO	0.03	0.02	0.04	0.05	0.07	0.03	0.06	0.08
MgO	0.31	0.66	0.20	0.47	0.31	0.47	0.69	0.80
CaO	0.65	2.12	0.85	1.55	1.99	0.35	1.66	1.62
Na_2O	0.30	1.74	3.06	0.36	1.58	0.92	3.77	3.79
K_2O	7.94	6.06	4.78	6.00	6.46	5.80	2.61	4.03
P_2O_5	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01	0.03	0.10	0.16
Q	39.34	30.08	28.25	47.32	36.45	43.13		
Or	46.92	35.81	28.25	35.46	38.17	34.27		
Ab	2.54	14.72	25.89	3.05	13.37	7.78		
An	3.23	10.30	4.22	6.89	6.49	1.54		
C	1.89	1.53	1.16			5.34		
Di				0.61	2.78			
Hy	2.22	4.20	2.64	2.60	0.40	1.43		
Ap		0.08		0.03	0.02	0.07		
Li	0.14	0.38	0.08	0.21	0.21	0.63		
Mt	0.28	1.77	0.55	0.51		1.78		
$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$	8.24	7.8	8.84	6.36	8.04	6.72		
$\text{K}_2\text{O} / (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$	0.96	0.78	0.54	0.94	0.80	0.86		
$\text{Fe}_2\text{O}_3 / (\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO})$	0.17	0.37	0.22	0.96	0.09	0.56		
$\text{Al}_2\text{O}_3 / (\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$	1.37	1.48	1.33	1.21	1.19	1.94		
δ	2.19	2.26	1.95	1.19	2.03	1.55		
AR	4.61	2.73	2.63	3.65	3.72	2.83		
DI	88.30	80.61	89.52	85.53	87.99	85.16		
SI	3.21	5.60	2.05	5.64	3.47	5.01		

测试单位: 桂林地质矿产研究院; 测试方法 XRF 法。

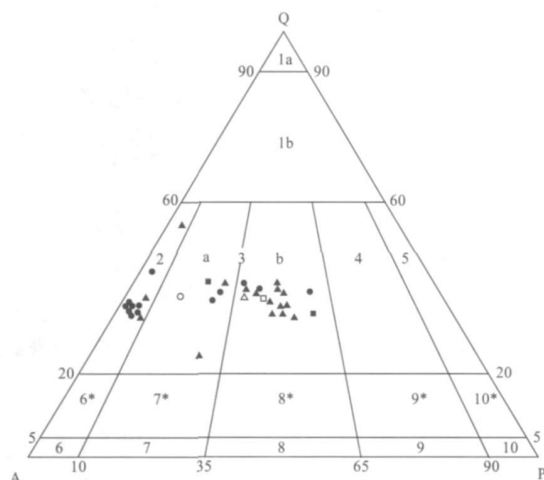


图 2 中酸性侵入岩分类命名图

Fig. 2 Classification and nomenclature of intermediate and acidic intrusive rocks

1a. 硅英岩 1b. 富石英花岗岩类 2. 碱长花岗岩 3a. 花岗岩 3b. 二长花岗岩 4. 花岗闪长岩 5. 英云闪长岩 6*. 碱长石英正长岩 7*. 石英正长岩 8*. 石英二长岩 9*. 石英二长闪长岩 10*. 石英闪长岩 6. 碱长正长岩 7. 正长岩 8. 二长岩 9. 二长闪长岩 10. 闪长岩

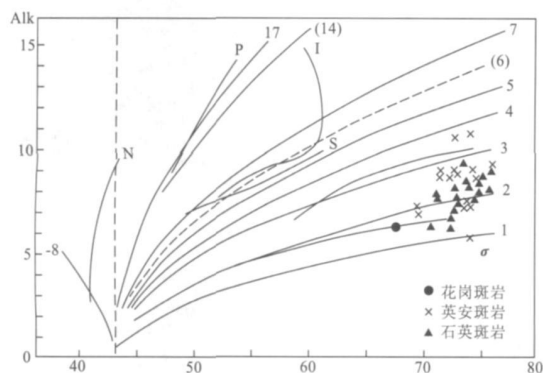


图 3 里特曼指数图

Fig. 3 Index map of Terman

(6)从图 2 可知, 本区岩石均落入 2 区和 3 区, 与地壳深部古老火成岩重熔或幔源物质混熔部分壳源物质的“水口山型”花岗岩类(I 型)和地壳硅铝层重熔的“香花岭型”花岗岩类(S 型)有明显的区别, 属于两者之间的过渡型式。

由此可见, 矿区岩浆岩既有深源型特点, 又有浅源型的特点, 且经历过结晶分异和较强的交代作用, 当属过渡性岩浆成因。

2.2 稀土元素特征

通过对矿区各类岩浆岩的稀土元素测定, 用赫尔曼^[4]的 22 个球粒陨石平均值标准化作稀土配分图(图 4), 反映出如下规律:

(1) 区内主要岩浆岩的稀土元素球粒陨石值标

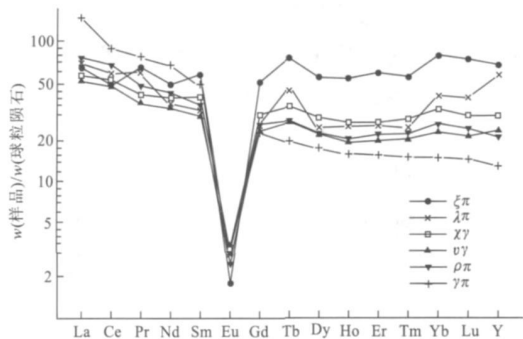


图 4 矿区岩浆岩岩石稀土元素标准化配分图

Fig. 4 The chondrite-normalized pattern of magmatic rocks in mining area

准化配分曲线基本相同, 均呈平缓右倾的 V 字型, 且岩石中的稀土总量和 $\Sigma Ce / \Sigma Y$ 比值具有随着 K_2O 质量分数的增高而逐渐增大的趋势, V 型谷较深, $\delta(Eu)$ 的负异常非常明显, 其值在 0.25~0.48 之间, 均 < 0.5 , 表明岩浆是经过充分的分异演化。

(2) 区内岩石稀土总量为 $118 \times 10^{-6} \sim 311 \times 10^{-6}$, 平均为 276×10^{-6} , 比华南花岗岩的平均值 (229×10^{-6}) 高, 其中英安斑岩稀土总量最高 ($211 \times 10^{-6} \sim 311 \times 10^{-6}$), 其次为花岗斑岩 ($171 \times 10^{-6} \sim 302 \times 10^{-6}$), 石英斑岩及花岗岩较低 ($118 \times 10^{-6} \sim 247 \times 10^{-6}$)。

(3) 在各种稀土元素参数中, 从英安斑岩 $\rightarrow$ 石英斑岩, 花岗岩 $\rightarrow$ 细粒、微粒花岗岩 $\rightarrow$ 花岗斑岩, La/Sm , $\Sigma Ce / \Sigma Y$, Pr/Sm , La/Yb 均呈规律性地减少, 这一特点符合岩浆花岗岩从早至晚的演化顺序。

(4) 在岩体 La/Sm 对 La 的图解上(图 5), 投影点沿平衡熔融斜线分布, 说明区内岩体是原始岩浆经平衡结晶分异的产物。

综上所述, 各岩体的稀土配分模式曲线基本相似, 说明区内岩体为同源不同阶段的产物。

2.3 微量元素特征

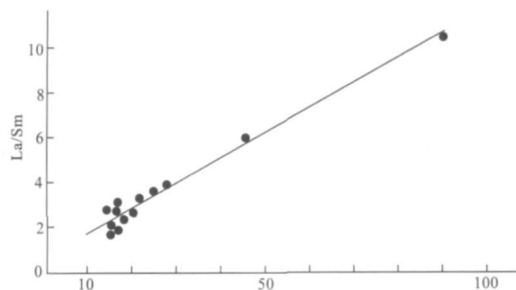


图 5 岩体 La/Sm - La 关系图

Fig. 5 The relation map of La/Sm - La of rock body

301 号花岗斑岩和 51 号、52 号石英斑岩中所采样品的微量元素分析结果(表 2) 具有如下特点:

- (1) 岩体中成矿元素的含量普遍偏高。
- (2) 亲石元素除 V, Sr, Zr 偏低外, 其余元素都偏高, 其中 W 最为突出, 其次为 F 和 Cl, 这对岩体的热液蚀变极为有利, 从而有利于成矿物质的活化并富集成矿。Rb/ Sr 比值为 13, 属华南重熔型花岗岩类型。
- (3) 亲铜元素普遍偏高, 其中 Sn, Cu, Pb, Zn 等元素尤为明显, 可以作为本矿床的成矿物质的重要来源。

(4) 通过对岩体的因子分析可看出, 301 号花岗斑岩的分异演化比较完全, 各期次微量元素的演化特征较明显, 而 51 号、52 号石英斑岩的演化就不如前者充分, 各期次微量元素的演化特征不很明显。

3 岩浆岩的演化特点

区内岩浆岩演化的顺序为英安斑岩、花斑岩→石英斑岩→花岗斑岩, 主要依据有如下几点:

表 2 黄沙坪铅锌多金属矿区岩浆岩的微量元素分析结果
Table 2 The content of trace elements of magmatic rocks in Huangshaping lead-zinc deposit

样品号	取样位置	$w_B/10^{-6}$																	
		W	Sn	Mo	Bi	Pb	Zn	Nb	Ta	Cu	Rb	Sr	Ni	Co	Y	V	Cl	Zr	F
坪 1	237 中段花岗斑岩	31	30			34	40	87	17	17	1015	17	3.5		131			101	4309
坪 7-1	237 中段花岗斑岩	31	30		20	70	40	84	15	42	952	36	7	2	112	10		104	
坪 9-1	237 中段花岗斑岩	25	40		20	360	360	78	18	53	883	41	7	2	114	11	300	106	
坪 15-1	309 中段花岗斑岩	19	70	40	54	54	40	77	10	12	935	26	3.5		115			97	3350
坪 20-1	200 中段花岗斑岩	30	30		30	40	40	86	15	50	1122	19	4	0.5	118	10		99	
坪 21	200 中段花岗斑岩	23	70		20	50	90	90	11	23	1010	32	4		124	10		107	
坪 22	200 中段花岗斑岩	21	90		20	60	50	88	13	24	1070	14	4	0.5	112	30		109	
坪 16	309 中段石英斑岩 (51 号岩体)	30	380	20	20	170	340	40	< 10	1350	910	59	5.5	2	42			121	4650
坪 23	200 中段石英斑岩 (51 号岩体)	9	70	10	20	70	20	45	9	124	602	49	5	0.5	38	50		130	3930
坪 12	273 中段石英斑岩 (51 号岩体)	4	30		20	30	70	42	4	58	711	71	7	2	39	10		109	1750
坪 13	273 中段石英斑岩 (51 号岩体)	41	20		20	70	1790	41	9	236	681	67	4.5		37	30		124	5650
坪 14	273 中段石英斑岩 (51 号岩体)	21	20		30	70	420	42	13	405	646	41	6.5	0.5	44	100		127	1700
坪 18	309 中段石英斑岩 (51 号岩体)	13	20		30	30	80	51	31	1232	830	43	7	2	50	80		124	1900
坪 6-1	200 中段石英斑岩 (52 号岩体)	22	30		20	110	60	66	25	44	521	21	7	2	93	10	350	86	3130
坪 17	309 中段石英斑岩 (51 号岩体)	15	20	20	20	30	120	50	9	74	483	59	7	2	60	100		132	1790
坪 6-3	237 中段石英斑岩 (52 号岩体)	22	20		20	70	290	22	12	53	495	401	4.5	0.5	21	50	300	85	1980
平均		22	39	6	19	82	137	62	14	87	804	62	5.4	1.0	78	31	317	104	3103

(1) 在同位素测年方面, 冶金 238 队(1978)对英安斑岩做了钾- 氩法年龄测定, 其结果为 164 Ma; 童潜明等^[2]对石英斑岩的长石进行了钾- 氩稀释法测定, 年龄为 146. 1~ 125. 2 Ma, 花岗斑岩的年龄值为 118. 4 Ma。本次对石英斑岩进行的钾- 氩稀释法测定结果为 141. 1~ 142. 4 Ma(另文发表)。

(2) 隐伏的花岗斑岩(301 号岩体) 周围出现广泛的硅化、夕卡岩化, 并有钨钼铅锌多金属矿化。表明区内的铅锌矿床的形成与中酸性侵入岩密切相关, 而石英斑岩内部及边部接触带有铅锌矿体的分布, 岩体成为铅锌矿体的容矿围岩, 也说明了岩体与成矿之间的关系。

(3) 从岩体包体(捕掳体) 特征来看, 石英斑岩中有花斑岩、细粒斑状花岗岩、英安斑岩的包体, 因此, 石英斑岩(51 号和 52 号) 应晚于花斑岩、细粒斑状花岗岩(304 号) 和英安斑岩; 而花岗斑岩中有细粒斑状花岗岩包体, 故花岗斑岩(301 号) 晚于细粒斑状花岗岩(304 号), 另外石英斑岩中包体数量大、种类多, 但至今未见花岗斑岩包体, 因此推测认为花岗斑岩晚于石英斑岩。

(4) 花岗斑岩与石英斑岩虽未发现其穿插现象, 但石英斑岩南东边缘的内外接触带都有含水夕卡岩分布, 其他部位极少见到此现象, 而含水夕卡岩分布区附近均有隐伏的花岗斑岩分布, 且其接触带发育着石榴石- 透辉石夕卡岩体, 因此, 含水夕卡岩在石英斑岩内外接触带边缘出现, 可能是受隐伏花岗斑岩的侵入影响。

表 3 不同岩体的微量元素平均值

Table 3 The average content of trace elements
of different rocks

元素	花岗斑岩	石英斑岩	英安斑岩
Nb	77. 26	40. 03	28. 62
Ta	≤12. 01	< 10. 00	< 10. 00
Be	6. 58	3. 10	4. 84
In	26. 42	19. 48	19. 48
Co	< 1. 0	≤2. 70	3. 37
Ni	< 4. 0	< 5. 34	≤4. 48
Cr	13. 18	20. 92	16. 62
Ti	134. 05	892. 50	2086. 5
Fe	> 300	> 800	18000
Mn	419. 39	884. 96	

量的单位: $w_B/10^{-6}$

(5) 从岩体微量元素含量变化来看, Nb, Ta, Be, In 从早期到晚期逐渐增高, 而 Co, Ni, Cr, Ti,

Fe, Mn 在结晶早期相对富集, 各岩体的微量元素含量变化(表 3) 反映了花岗斑岩比石英斑岩、英安斑岩形成略晚。

(6) 从岩体的蚀变特征来看, 石英斑岩由南东向北、向西蚀变作用逐渐减弱, 且石英斑岩(52 号岩体) 南东靠近花岗斑岩一侧蚀变最强, 具夕卡岩化。同时石英斑岩的蚀变作用和碳酸盐岩围岩蚀变作用变化一致, 显然是受花岗斑岩侵入的影响所致。

(7) 从各个岩体的产出部位来看, 石英斑岩、花岗斑岩、花斑岩分布于宝岭倒转背斜的轴部, 显然是在构造带挤压阶段由近 SN 向、近 EW 向断裂联合控制形成的, 随着挤压的进一步发展, 产生的一些横向断裂进一步拉开, 花斑岩侵入而呈树枝状分布。

参考文献:

[1] 童潜明, 伍仁和, 彭奇来, 等. 郴桂地区锡钨铅锌金银矿床成矿规律[M]. 北京: 地质出版社, 1995: 1-98.

[2] 童潜明, 姜胜章, 李荣清, 等. 湖南黄沙坪铅锌矿床地质特征及成矿规律研究[J]. 湖南地质, 1986, (增刊 2): 1-142.

[3] 王静纯, 姚永, 王康遥, 等. 黄沙坪铅锌矿伴生银矿化特征研究[J]. 地质与勘探, 1993, 29(1): 20-27.

[4] 朱恩静, 王建国, 邱玉民. 湖南黄沙坪铅锌矿伴生银的赋存状态及分布规律[J]. 有色金属矿产与勘查, 1995, 4(2): 89-95.

[5] 钟正春, 邓圣富, 王立华, 等. 黄沙坪铅锌矿床中银矿化组合特征[J]. 矿产与地质, 1997, 11(1): 46-52.

[6] 邓圣富. 黄沙坪矿床矿物组合分带规律研究[J]. 矿产与地质, 1997, 11(5): 314-318.

[7] 宋谢炎, 张正阶, 林金辉, 等. 湖南黄沙坪铅锌矿床内带铁闪锌矿铁占位机制的探讨[J]. 地质与勘探, 1999, 35(2): 21-24.

[8] 李石锦. 湖南黄沙坪铅锌矿多金属矿床构造控矿特征及成矿浅析[J]. 大地构造与成矿学, 1997, 21(4): 339-346.

[9] 申珊. 黄沙坪矿田铜矿床矿石物质成份及控矿因素[J]. 湖南地质, 1999, 18(2-3): 75-78.

[10] 谷俐. 黄沙坪铅锌多金属矿床的成因分析[J]. 湖南地质, 1997, 16(4): 232-238.

[11] 曾志雄. 黄沙坪矿田铜矿地质特征及成因分析[J]. 湖南有色金属, 2001, 17(3): 8-9.

[12] 钟正春. 黄沙坪矿区岩浆岩及其控矿特征[J]. 矿产与地质, 1996, 10(6): 400-405.

[13] 黎彤, 袁怀雨, 吴胜昔. 中国花岗岩类和世界花岗岩类平均化学成分的对比研究[J]. 大地构造与成矿学, 1998, 22(1): 29-34.

[14] 王中刚, 于学元, 赵振华, 等. 稀土元素地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1989.

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF MAGMATIC ROCKS OF HUANGSHAPING LEAD-ZINC DEPOSIT IN HUNAN, CHINA

LIU Xu, LIU Wu-hui, XI Chao-zhuang, DAI Ta-gen, WANG Ming-yan

(School of geosciences and environmental engineering, Central South University, Changsha 410083, China)

Abstract: Magmatic rock in Huangshaping Pb-Zn poly-metallic ore deposit is located in the northwest of Qitianling, Hunan province mainly consisting of dasitic porphyry, granoporphry, quartz porphyry and granitic porphyry. The intrusive rocks are determined at age of 141.1-164.00 Ma with $w(\text{SiO}_2) = 69.98\% - 77.00\%$ and $w(\text{Al}_2\text{O}_3) > w(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ belonging to the Al-saturated rock. $w(\Sigma\text{REE})$ is in range of $118 \times 10^{-6} - 311 \times 10^{-6}$. The chondrite-normalized REE pattern shows gentle curve line oblique to right and negative Eu anomaly ($\delta(\text{Eu}) = 0.25 - 0.48$). Micro-elements of the intrusive rocks are characterized by higher chalcophile element content that is the evidence of their supplying ore materials to Huangshaping Pb-Zn poly-metallic ore deposit. Based on the geochemical feature and regional correlation magmatic rocks in the deposit is of transitional genesis and characterized by both deep source and shallow source and crystalline differentiation and strong metasomatism.

Key Words: magmatic rock; geochemistry; Huangshaping lead-zinc deposit; Hunan province

(上接第 197 页)

- [4] 李金祥, 郭涛, 吕古贤. 试论胶东西北部金矿化类型及其与构造关系[J]. 贵金属地质, 1999, 8(2): 58-61.
- [5] 李金祥, 吴文根, 张忠义. 胶东西北部金矿床的侧幕式分布及其在探矿中的应用[J]. 有色金属(矿山部分), 2004, 56(4), 15-17.
- [6] 李俊英. 焦家构造带控矿作用探讨——以莱州新城金矿床为例[J]. 山东地质, 2001, 17(2): 37-43.
- [7] 山东省地质六队. 河西金矿床地质勘查报告[R]. 济南: 山东省地质矿产勘查局, 1987.
- [8] 汪劲草. 山东焦家断裂带下盘发现雏形断裂控制的工业矿体[J]. 地质论评, 2002, (3): 27-28.

DISCUSSION ON CHARACTERISTICS OF THE ORE-CONTROL STRUCTURE IN HEXI GOLD MINE AND GENESIS OF THE STRUCTURE

HE Sheng-fei¹, SUN Tao²

(1. Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170, China;

2. Department of Resources and Environmental Engineer Guilin University of Technology, Guilin 541004, Guangxi, China)

Abstract: Hexi gold deposit is located in unique tectonic position with complex ore bodies. This paper deals with genesis, formation, development and evolution of the ore-control structure. The conclusion is drawn that the ore-control structure is formed under partial stress field different from principal stress field. Ore bodies oriented in various directions are formed at tension part of different mechanical fractures at same time under the same stress field

Key Words: fracture; ore-control pattern; Hexi gold deposit; genetic mechanism; Shandong province