

贵州晴隆锑矿稀土元素特征与成因探讨

朱俊宾^{1,2}, 方维萱^{1,2}, 刘家军¹, 胡煜昭^{2,3}

(1. 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083;

2. 有色金属矿产地质调查中心北京资源勘查技术中心, 北京 100012;

3. 昆明理工大学 国土资源工程学院, 昆明 650093)

摘 要: 对晴隆锑矿含矿层及围岩的稀土元素地球化学特征研究表明, 其 ΣREE 变化较大, 但 REE 配分模式较固定, 以明显的负 Ce 异常、Eu 正异常、分配曲线相对平缓为特征。对比该区玄武岩的稀土配分模式图后发现, 两者差异较大。结合镜下岩(矿)石的结构和矿物组合特征以及野外实际资料, 认为锑等矿质元素是盆地流体通过花鱼井、雷钵洞等 NE 向的深大断裂运移, 由于氧化还原、温度和压力等物理化学条件的改变, 沉积赋存于“大厂层”中。

关键词: “大厂层”; 盆地流体; 稀土元素; 晴隆锑矿床; 贵州省

中图分类号: P595; P618.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2010)02-0118-06

0 引言

晚三叠世以后, 华南褶皱带和扬子准地台成为大陆边缘活动带的重要组成部分。印支运动使其盖层全面褶皱, 燕山运动又进一步加强, 构造方向以 NNE 向和 NW 向为主, 形成了我国最重要的锑矿带——华南锑矿带^[1]。

华南锑矿带已知有 505 个锑矿床(点), 占全国探明储量的 83.1%。这些矿床在成矿特征方面具有较大相似性, 但又各具特点。尤以湖南锡矿山、云南木利、贵州独山半坡和晴隆锑矿具有代表性^[1-3]。

湖南锡矿山锑矿主产于上泥盆统余田桥组灰岩、砂岩中, 层控性质明显, 属于海底热卤水喷流沉积-改造型锑矿床; 云南木利锑矿产于下泥盆统坡脚组页岩之下的燧石岩中, 层控性质明显, 含矿部位形成一个较为稳定的含矿层, 矿体的贫富厚薄受褶皱形态控制, 其形态在横断面上呈新月形; 独山半坡锑矿地处黔东南独山箱状背斜轴部偏西部位, 锑矿床主要赋存于下泥盆统丹林群灰岩和砂岩中, 近矿

岩石硅化较强, 受倾向 $250^\circ \sim 265^\circ$ 的张扭性断裂所控制^[2-5]。

本文研究的晴隆锑矿和前面几个锑矿床有较大的差异。①成矿时代: 含矿层主要为下二叠统茅口组灰岩和峨眉山玄武岩之间的“大厂层”, 而成矿年龄为 $142 \sim 148 \text{ Ma}$ ^[3], 明显晚于二叠系围岩; ②控矿构造: 矿床受 NE 向断裂控制明显, 矿体基本上发育于 NE 向正断层的边缘, 局部矿体形态受古岩溶的控制, 呈似层状、囊状等不均匀分布。因此, 晴隆锑矿属于火山沉积-热液改造型矿床。前人对该矿床虽进行了研究, 但在矿质来源和成矿环境等方面还存在较大分歧^[6-8]。

稀土元素具有相似的地球化学性质, 同时在外界环境发生变化时部分元素又表现出各自的分馏特征, 产生不同的稀土元素分异形式; 而且在多数情况下, 稀土元素为不相容元素, 易保存在残余流体相中。近年来, 稀土元素在矿床学中的应用越来越成熟, 稀土元素地球化学参数多被用于判断成矿流体的来源和成矿的物理化学条件^[9-15]。因此, 本文将从含矿围岩、矿石特征与稀土元素地球化学研究入手, 探讨晴隆锑矿床的成矿物理化学条件和矿质来源。

收稿日期: 2009-03-03

基金项目: 国家危机矿山接替资源勘查专项基金(200652096)和昆明中色地科研发项目(KZSDK-2007-01)资助。

作者简介: 朱俊宾(1984), 男, 浙江义乌人, 硕士研究生, 矿物、岩石、矿床学专业。通信地址: 北京市朝阳区安外北苑 5 号院四区有色地质大厦 210 室; 邮政编码: 100012; E-mail: zhujunbin0819@163.com

通信作者: 方维萱。E-mail: fangweixuan@tom.com

1 地质背景

晴隆锑矿位于扬子地块西南缘的黔桂改造型拉分盆地复合式古潜山构造内^[16]。锑矿床明显受 NE 向构造的控制(图 1): NE 向的花鱼井断层、青山镇断层和马厂断层均以高角度逆冲断层形式出现, 控制了该区玄武岩和锑矿的展布空间; 具有工业开采价值的矿体仅产于花鱼井、青山镇两断层之间; 锑矿体与 NE 向的黑山箐一后坡背斜关系密切。矿区内出露的地层由老至新为: 下二叠统茅口组(P_1m)、峨眉山玄武岩($P_2\beta$) 和上二叠统龙潭组(P_2l)。

矿床主要赋存的“大厂层”由下二叠统茅口组生物碎屑灰岩的顶部、上二叠统峨眉山玄武岩的底部以及其间的火山角砾岩组成, 该套岩石以强烈硅化和黏土化为特征。按岩性特征, “大厂层”分为 3 个岩性段: 大厂一段为一套强硅化火山角砾凝灰岩、凝灰质角砾岩, 伴有部分硅化角砾灰岩, 局部黄铁矿化

较强; 大厂二段为中-弱硅化火山角砾凝灰岩; 大厂三段为黄铁矿化玄武质凝灰岩、凝灰岩, 局部含少量角砾, 该段黄铁矿化较强。辉锑矿体(化)主要产于大厂二段的硅化角砾凝灰岩中, 产状较为平缓, 倾角一般 $5^\circ \sim 10^\circ$, 其厚度随古岩溶面起伏而变化。

2 岩(矿)石特征

2.1 围岩特征

区内锑矿明显受地层和岩性控制。“大厂层”位于茅口组灰岩和峨眉山玄武岩之间, 为一套硅化火山角砾岩, 呈层状、似层状产出。锑矿赋存于“大厂层”中。

茅口组灰岩、生物碎屑灰岩: 浅灰-灰黑色, 中-厚层状。含鲕类、腕足类和海百合类化石(图 2a)。局部裂隙发育, 并有方解石等矿物充填。

峨眉山玄武岩: 主要为暗绿色致密块状玄武岩, 其次为浅绿色、灰色玄武质凝灰岩(图 2b), 厚 0~130 m。上部含较多星点状黄铁矿, 局部可见柱状节理。

围岩蚀变主要顺层分布, 可能与原始火山喷发有密切关系。在后期应力作用下, 本区产生顺层的断裂, 形成了盆地流体构造与岩性圈闭(黏土化蚀变岩和凝灰质黏土岩), 并在复合式古潜山顶部发生盆地流体聚集。矿体的围岩蚀变比较单一, 普遍为强烈的硅化、黏土化和碳酸盐化, 次为黄铁矿化、萤石化。

在 NE 向断裂带内, 尤其是高角度正断层中, 萤石化和硅化发育, 并伴有部分碳酸盐化。在浅蓝色萤石较发育的地段, 锑矿化也较发育; 而硅化、碳酸盐化较强地段, 锑矿化则较弱。矿区中的锑矿体多发育于高角度正断层的两侧, 尤其是角砾多且大小较均一的地段。

2.2 矿石特征

该区矿石的自然类型有硫化矿石和氧化矿石两种, 以硫化矿石为主。硫化矿石为一套中-弱硅化含黄铁矿化角砾凝灰岩(图 2c, 图 2d), 呈灰-灰白色; 矿石矿物为辉锑矿和黄铁矿; 脉石矿物主要为石英、方解石、萤石和石膏, 为多期蚀变的产物(图 2e, 图 2f)。

矿石结构有自形柱状、半自形柱状、他形晶粒、他形-自形晶、聚片双晶结构。矿石构造有块状、层状、脉状、浸染状、放射状、晶簇状构造。矿床中矿石的金属矿物单一, 组成简单, 以辉锑矿和黄铁矿为主。矿石组构特征显示, 成矿流体在较开放空间中发生沉淀富集成矿, 形成了结晶较好的各类矿物晶体(图 2c, d)。

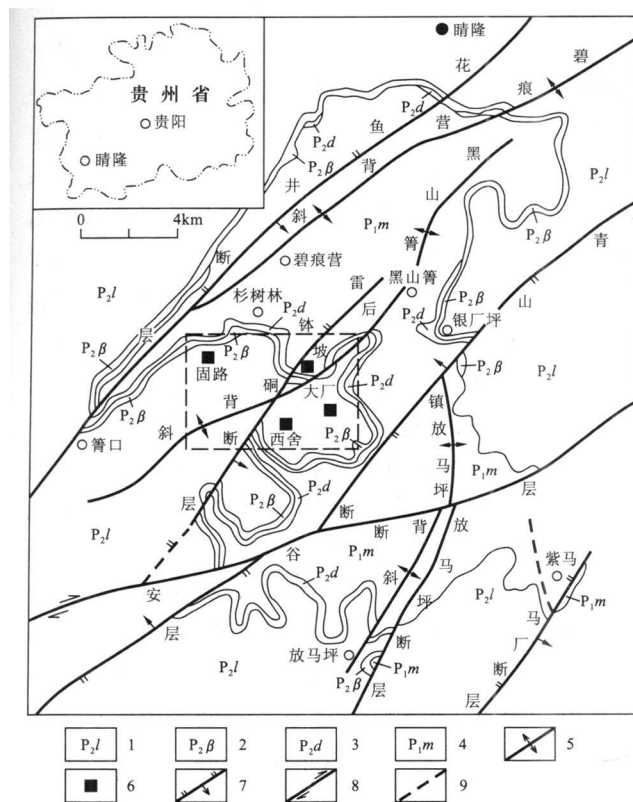


图 1 贵州省晴隆锑矿地质略图

(据贵州地矿局 105 队资料修编)

Fig. 1 Geological map of the Qinglong antimony deposit in Guizhou

1. 上二叠统龙潭组 2. 峨眉山玄武岩 3. “大厂层” 4. 下二叠统茅口组
5. 背斜轴 6. 矿区 7. 逆断层 8. 平移断层 9. 性质不明断层

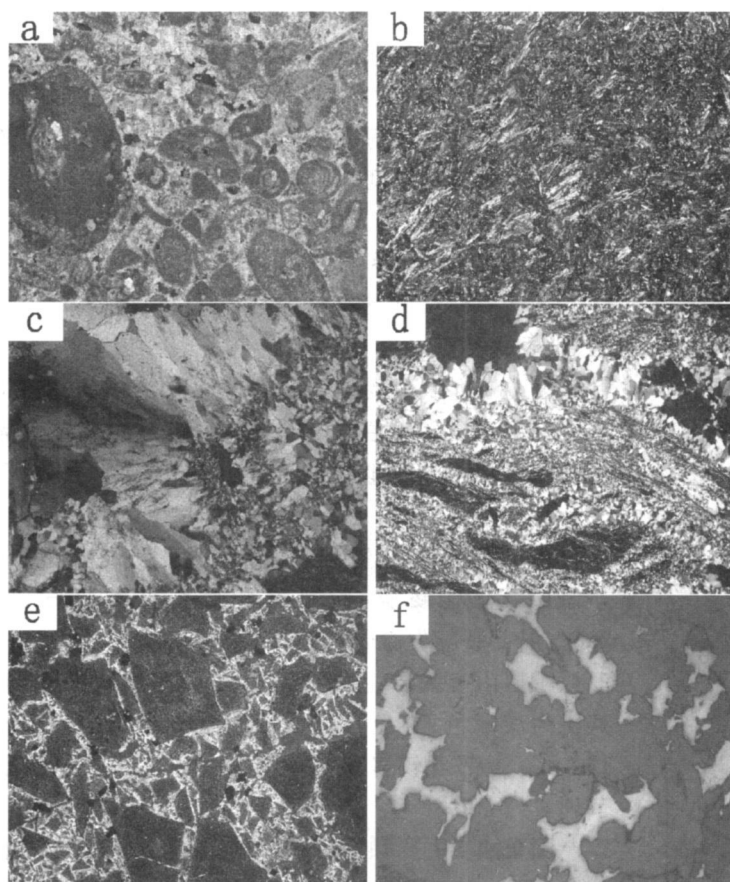


图 2 晴隆锑矿围岩和矿石的镜下特征

Fig. 2 Microscopical features of the ore and wall rock in Qinglong antimony deposit

- a. 鲕状生物碎屑灰岩, 10×5 (正)
b. 玄武岩中的板状斜长石和星点状黄铁矿, 10×5 (正)
c. 梳状结构的石英, 10×5 (正) d. 角砾岩中的石英, 10×5 (正)
e. 液压致裂构造, 10×2 (单) f. 辉锑矿具有溶蚀现象, 10×10 (反)

此外, 矿石的镜下特征显示: 本区成矿流体具有欠压实流体的特征(图 2e), 这种液压至裂现象揭示成矿流体的内压力较小, 推测具有(本区 NE 向断层)构造应力切割盆地流体体系形成, 这与本区北东向断层具有储矿断裂的地质规律相吻合。

3 样品采集与测试

野外采用手持式 GPS 在固路南、三望坪等矿区定点采样。严格控制样品在区域和层位间的分布情况。

样品在经过清洗、编录和拍照后。在北京地质调查研究院加工细碎, 缩分后再经过棒式研磨至 200 目, 样重 200 g。

样品微量元素分析在核工业北京地质研究院完

成, 稀土元素样品在经过三酸法溶解后, 进行 ICP-MS 分析。分析仪器为德国 Finnigan MAT 公司的 Element I 型等离子质谱仪(ICP-MS)。仪器工作温度 25°C , 工作相对湿度 40%。所有稀土元素的含量均高于检出下限, 分析误差小于 5%, 测试结果见表 1。

4 稀土元素地球化学特征与矿床成因

本次研究共分析了 13 件样品, 测试结果和特征值(“大厂层”采用北美页岩标准化, 玄武岩采用球粒陨石标准化)见表 1, 稀土配分曲线如图 3 所示。

从表 1 和图 3 可知: ①稀土元素配分曲线相对平缓, 轻重稀土分馏较弱, $\Sigma\text{LREE} = 6.59 \times 10^{-6} \sim 261.37 \times 10^{-6}$, $\Sigma\text{HREE} = 2 \times 10^{-6} \sim 80.02 \times 10^{-6}$, $\text{LREE} / \text{HREE} = 0.78 \sim 5.32$, $(\text{La} / \text{Yb})_{\text{N}} = 0.8 \sim 3.22$; ②稀土元素总量变化较大, $\Sigma\text{REE} = 24.90 \times 10^{-6} \sim 339.60 \times 10^{-6}$; ③轻稀土元素分馏不明显, $(\text{La} / \text{Sm})_{\text{N}} = 0.66 \sim 2.43$, 大部分 < 1 ; ④重稀土元素分馏相对 LREE 略高, $(\text{Gd} / \text{Yb})_{\text{N}} = 0.6 \sim 3.09$, 平均值为 1.41; ⑤硅化较弱、黄铁矿含量高则 ΣREE 较大, Ce 负异常较弱; 硅化强、黄铁矿含量低则 ΣREE 较小, Ce 负异常明显; ⑥Eu 的正异常明显。

在探讨成矿物质来源时, 通常将不同地质体的稀土特征与热液矿物的稀土特征进行对比, 根据它们之间的相似性来判断成矿物质的可能来源^[12, 17, 18]。陈豫等(1980)对黔西南地区峨眉山玄武岩研究表明: 该区 Sb 的丰度是克拉克值的 50~250 倍, 而上覆于“大厂层”的玄武岩 Sb 的丰度为克拉克值的 80~780 倍, 平均为 280 倍。由此认为晴隆锑矿床的矿质来源与玄武岩有关^[19, 20]。但作者对矿区 5 件玄武岩样品进行稀土元素测试后发现, 其轻重稀土分馏较明显, 且无明显 Ce 和 Eu 的异常(图 4), 这与矿石稀土元素配分模式(图 3)差别较大。故玄武岩是否为矿床提供了矿质来源还值得进一步研究。

从该区稀土特征值来看, “大厂层”和下伏茅口灰岩的 REE 总量要低于黎彤(1976)统计的地壳值

(165.35×10^{-6}); 但高于上地幔值 (17.7×10^{-6})^[21]; 含黄铁矿较多的要比黄铁矿较少或不含黄铁矿的岩石 REE 总量高。而“大厂层”的 Ce 负异

常、Eu 正异常的特征明显, 以及该区花鱼井、雷钵洞等 NE 向深大断裂的发育, 说明“大厂层”可能受深部盆地流体影响较大。

表 1 晴隆锑矿床围岩、矿石的稀土元素组成及特征值

Table 1 REE compositions and characteristic parameters of Qinglong antimony deposit													
样品号	b001	b002	b003	b004	b005	b007	b008	b013	b014	b006	b009	b015	b024
La	2.68	3.34	23.3	5.5	18.6	4.85	17.9	5.9	13.2	51.2	27.9	27.6	35.3
Ce	1.82	3.61	36.7	8.1	32	8.66	37.3	5.86	28.7	107	60.9	55.6	60.6
Pr	0.472	0.497	4.2	1.26	4.1	1.14	4.59	0.865	3.72	14.6	7.77	7.28	9.92
Nd	1.31	1.72	15.2	5.26	16	5.11	19.1	4.09	16.3	70.9	36.4	32.9	44.3
Sm	0.219	0.245	1.81	0.793	1.94	0.954	3.53	0.973	2.85	12.8	7.49	6.72	9.53
Eu	0.077	0.145	0.419	0.234	0.469	0.242	1.15	3.21	1.13	4.87	2.37	2.27	2.77
Gd	0.284	0.21	1.5	0.708	1.61	0.756	3.79	1.67	2.55	12.7	8.26	7.49	9.81
Tb	0.046	0.036	0.271	0.1	0.249	0.092	0.714	0.286	0.575	1.84	1.37	1.24	1.69
Dy	0.288	0.186	2.02	0.552	1.36	0.44	4.36	1.78	4.06	9.41	7.74	6.8	9.57
Ho	0.071	0.044	0.444	0.112	0.297	0.072	0.891	0.359	0.901	1.78	1.48	1.32	1.87
Er	0.202	0.12	1.44	0.328	0.944	0.187	2.5	0.922	2.66	4.52	4.03	3.46	4.94
Tm	0.024	0.016	0.195	0.044	0.133	0.027	0.337	0.114	0.394	0.556	0.52	0.474	0.677
Yb	0.145	0.12	1.35	0.287	0.96	0.146	2.18	0.612	2.52	3.44	3.3	2.98	4.25
Lu	0.027	0.018	0.184	0.046	0.139	0.019	0.321	0.109	0.356	0.487	0.482	0.414	0.608
Σ REE	11.81	11.56	100.73	26.26	87.00	24.90	123.96	47.85	102.42	339.60	207.81	189.55	242.44
Σ LREE	6.58	9.56	81.63	21.15	73.11	20.96	83.57	20.90	65.90	261.37	142.83	132.37	162.42
Σ HREE	5.23	2.0	19.10	5.12	13.89	3.94	40.39	4.26	26.95	78.23	64.98	57.18	80.02
L/H	1.26	4.78	4.27	4.14	5.26	5.32	2.07	0.78	1.80	3.34	2.20	2.32	2.03
(La/Yb) _N	1.79	2.70	1.67	1.86	1.88	3.22	0.80	0.93	0.51	1.44	0.82	0.90	0.80
(La/Sm) _N	2.18	2.43	2.29	1.24	1.71	0.91	0.90	1.08	0.83	0.71	0.66	0.73	0.66
(Gd/Yb) _N	1.17	1.04	0.66	1.47	1.00	3.09	1.04	1.63	0.60	2.20	1.49	1.50	1.38

样品编号及名称: b001, 亮晶生屑鲕粒灰岩; b002, 强硅化角砾凝灰岩; b003, 黄铁矿化硅化角砾凝灰岩; b004, 硅化角砾凝灰岩; b005, 硅化、黄铁矿化角砾凝灰岩; b007, 含黄铁矿强硅化凝灰岩; b008, 黄铁矿化火山角砾岩; b013, 硅化角砾凝灰岩; b014, 黄铁矿化凝灰质玄武岩; b006, 黄铁矿化玄武岩; b009, 黄铁矿化玄武岩; b015, 碳酸盐化玄武岩; b024, 黄铁矿化绢云母化玄武岩。

量的单位: $w_B/10^{-6}$ 。

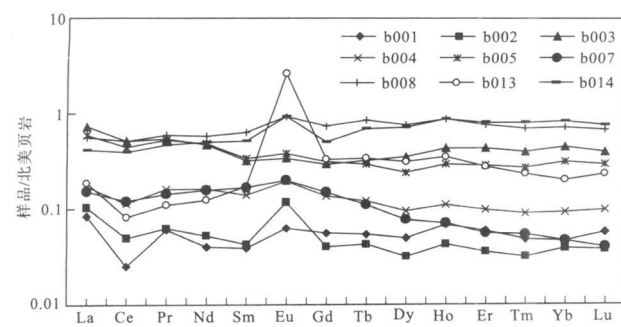


图 3 不同矿区围岩、矿石的北美页岩标准化分布图
Fig. 3 NAAS normalized REE pattern of ore and wall rock from different areas

实验研究表明, 在不同的 pH 值条件下, 辉锑矿在碱性溶液中 ($pH = 9$) 溶解度较大 (如公馆锑汞矿床 $pH = 9.5$ ^[22])。根据矿床中矿物共生组合特点 (以硫化物为主, 次有萤石等), 结合矿物包裹体成分

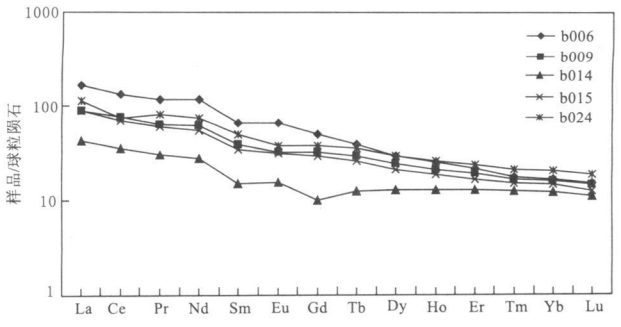


图 4 不同矿区玄武岩的稀土元素配分图
Fig. 4 Chondrite normalized REE pattern of different basalts from various areas

中 K, Na 的质量分数较高等情况推测, 晴隆锑矿的成矿溶液可能偏碱性, 当成矿溶液中总硫较高时, 锑可能以硫的络合物 SbS_3^{3-} 或 $HSbS_4^-$ 等形式搬运; 当总硫降低、卤族元素相对富集时, 锑可能成氯的络

合物 SbCl_6^{3-} , 或氟化物 SbF_3 搬运^[22-24]。

Sverjensky^[13] 以热力学计算为基础, 指出在大多数热液和变质作用条件下, Eu 在流体中应为 2 价, 多数矿物或者优先吸纳 Eu^{2+} 或者排斥 Eu^{2+} , 因此 Eu^{2+} 能相对于其他 REE 发生分异。Cressy^[14, 25-27] 认为溶液的氧化还原条件改变也易造成 Eu 的正异常。晴隆锑矿“大厂层”普遍硅化较强, 说明伴随热液的侵入, 此时应为较还原的环境条件, 而萤石等矿物的普遍发育更加剧了热液侵入后期“大厂层”的还原性, 因而造成了锑等硫化物的大量沉淀。从坑道实际观察也显示, 较富的锑矿主要以两种形式产出: 一是和萤石共生, 二是和石英共生。前者形成的锑矿晶形较大, 自形程度高, 呈放射状、团块状、脉状产出, 且往往是以面状的方式产出; 后者形成的晶形较小, 往往以细颗粒状、短柱状、放射状和石英一起, 以脉状、网脉状的形式产出。而这两种矿石主要发育于 SN 向大断裂的次一级构造中。这也说明锑矿的形成是多期的, 而花鱼井、雷钵洞等 NE 向大断裂为运矿构造, 发育于边部的次一级构造为容矿构造。

5 结论

(1) 从含矿围岩和矿石的镜下特征可以看出, “大厂层”受多期热液的影响。同时, 由于该区构造发育, 为各类矿物的发育提供了较大的空间, 也为锑矿提供了沉淀富集的空间。

(2) 全岩稀土元素分析显示: “大厂层” ΣREE 较低, 配分曲线相对平缓, Ce 的负异常和 Eu 的正异常明显, 与上覆的玄武岩成因关系不明显, 而受盆地流体影响较大。

(3) “大厂层”的形成受盆地流体的影响, 而稀土配分曲线和特征值显示, 它和下伏的茅口灰岩具有一定的相似性, 说明锑矿可能因含 Sb 较高的盆地流体萃取茅口灰岩中的 Sb 元素而成。

(4) 锑矿的运移和沉淀与流体的氧化还原条件以及酸碱度的改变有关。因此, 花鱼井、雷钵洞等 NE 向大断裂为该区的运矿构造, 其次一级断裂为容矿构造, 而这些构造以及由此产生的裂隙为辉锑矿等矿物的结晶、富集提供了空间。

总之, 晴隆锑矿“大厂层”的形成可能为火山沉积物受来自盆地流体的改造, 并受后期硅化、黄铁矿化改造的一套复杂含矿岩层。

参考文献:

- [1] 肖启明, 曾笃仁, 金富秋, 等. 中国锑矿时空分布规律及找矿方向[J]. 地质与勘探, 1992, (12): 9-14.
- [2] 刘文均. 华南几个锑矿床的成因探讨[J]. 成都地质学院学报, 1992, 19(2): 10-19.
- [3] 彭建堂, 胡瑞忠, 蒋国豪. 贵州晴隆锑矿中萤石的 Sr 同位素地球化学[J]. 高校地质学报, 2003, 9(2): 244-251.
- [4] 张志杰. 滇黔桂锑矿成矿规律初步探讨[J]. 贵州地质, 1985, 3(5): 193-204.
- [5] 刘建明, 顾雪祥, 刘家军, 等. 华南巨型锑矿带的特征及其制约因素[J]. 地球物理学报, 1998, 41(增刊): 206-215.
- [6] 王国芝, 胡瑞忠, 刘颖, 等. 黔西南晴隆锑矿区萤石的稀土元素地球化学特征[J]. 矿物岩石, 2003, 23(2): 62-65.
- [7] 彭建堂, 胡瑞忠, 漆亮, 等. 晴隆锑矿床中萤石的稀土元素特征及其指示意义[J]. 地质科学, 2002, 37(3): 277-278.
- [8] 彭建堂, 胡瑞忠, 蒋国豪. 贵州晴隆锑矿床中萤石的 Sr 同位素地球化学[J]. 高校地质学报, 2003, 9(2): 244-251.
- [9] 刘家军, 李朝阳, 潘家永. 兰坪—思茅盆地砂页岩中铜矿床成矿物质来源研究[J]. 地质与勘探, 2000, 36(4): 16-19.
- [10] 王莉娟, 王京彬, 王玉往. 蔡家营、大井多金属矿床成矿流体和成矿作用[J]. 中国科学(D 辑), 2003, 33(10): 941-950.
- [11] 赵振华. 微量元素地球化学原理[M]. 北京: 科学出版社, 1997.
- [12] 李闰华, 鄢云飞, 谭俊, 等. 稀土元素在矿床学研究中的应用[J]. 地质找矿论丛, 2007, 22(4): 294-298.
- [13] 谢桂青, 胡瑞忠, 方维萱, 等. 墨江金矿床硅质岩的稀土元素特征及其意义[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2000, (4): 293-295.
- [14] Fleet A J. Hydrothermal and hydrogeneous ferromanganese deposits[M]. Rpn A. Hydrothermal Process at Sea Floor Spreading Centers. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B V, 1983: 537-570.
- [15] 方维萱, 杨社锋, 刘正桃, 等. 蒙古查干苏布尔加(Tsagaan Suvarga)大型斑岩型铜钼矿床含矿蚀变岩常量、微量和稀土元素地球化学特征及意义[J]. 中国稀土学报, 2007, 25(1): 85-94.
- [16] 方维萱, 胡瑞忠, 苏文超, 等. 滇黔桂湘地区中生代复合大陆动力成矿系统特征[J]. 大地构造与成矿学, 2006, 30(4): 470-480.
- [17] 胡明铭, 郑明华, 陈建平. 藏东玉龙铜矿床似层状矿体成矿物质来源[J]. 矿物岩石, 1999, 19(3): 73-76.
- [18] 孙超. 吉林省香炉碗子金矿床稀土元素地球化学特征研究[J]. 吉林地质, 1998, 17(2): 54-58.
- [19] 陈豫, 刘秀成, 张启厚. 贵州晴隆大厂锑矿床成因探讨[J]. 矿床地质, 1984, 3(3): 1-12.
- [20] 聂爱国, 秦德先, 管代云, 等. 峨眉山玄武岩浆喷发对贵州西部区域成矿贡献研究[J]. 地质与勘探, 2007, 43(2): 50-54.
- [21] 王春礼, 张发荣, 苏小兵. 甘肃白银矿田稀土元素地球化学

- 特征[J]. 甘肃冶金, 2008, 28 (2): 29-32.
- [22] 肖启明. 中国锑矿地质及矿床实例: 湖南锡矿山锑矿床[R]. 北京: 北京矿产地质研究所, 1996: 64-89.
- [23] 叶造军. 贵州大厂锑矿流体包裹体与稳定同位素[J]. 地质地球化学, 1996, 5: 18-20.
- [24] 蔡华君, 张宝贵, 李院生. 滇黔桂三角地区锑矿床流体包裹体研究[J]. 矿物学报, 1997, 17(4): 427-434.
- [25] Cressey G.. Skarn formation between metachak and agglomerate in the central Ring Complex, Isle of Arran, Scotland [J]. Mineral Mag. J., 1987, 51(2): 231-246.
- [26] 凌其聪, 刘丛强. 层控夕卡岩及有关矿床形成过程的稀土元素行为——以安徽冬瓜山矿床为例[J]. 岩石学报, 2003, 19(1): 192-200.
- [27] 周德忠, 杨国栋, 毛健全. 贵州晴隆大厂火山沉积-构造改造锑矿床地质特征及成因分析[J]. 贵州工业大学学报, 1980, (1): 1-18.

THE REE CHARACTERISTICS AND GENETIC STUDY OF QINGLONG ANTIMONY DEPOSIT, GUIZHOU

ZHU Jun-bin^{1,2}, FANG Wei-xuan^{1,2}, LIU Jia-jun¹, HU Yu-zhao^{2,3}

(1. China University of Geosciences, Beijing 100083, China; 2. Beijing Resources Exploration Technical Center of China Nonferrous Metals Resource Geological Survey, Beijing 100012, China; 3. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China)

Abstract: An investigation on the REE geochemistry of the ore-bearing strata and surrounding rock of Qinglong antimony deposit show that the Σ REE changes greatly while REE patterns is stable, characterized by the obviously negative Ce anomaly, positive Eu anomaly and flat REE distribution pattern. Comparison with the basalt's REE distribution patterns illustrate that there is significant difference between them. Microscopic characteristics of the surrounding rocks, ore structure and field observations indicate that the ore materials had been transferred through NE fault, such as Huayujing and Leibodong faults, and then deposited in "Dachang Layer" as a result of the change of the redox and P, T conditions.

Key Words: "Dachang Layer"; basin liquid; REE; antimony deposit of Qinglong; Guizhou province

(上接第 106 页)

TYPOMORPHIC CHARACTERISTICS OF PYRITE FROM SHUIYINDONG GOLD DEPOSIT IN GUIZHOU PROVINCE

ZHANG Li-zhong, CAO Xin-zhi

(China University of Geosciences, Wuhan 430074, China)

Abstract: Researches of optical microscopy, SEM ICP-MS on morphology, geochemistry and other typomorphic characteristics of various pyrites show 5 types of pyrite in Shuiyindong gold deposit, i. e. strawberry pyrite, coarse grain pyrite, fine grain pyrite, bio-detrital pyrite and colloidal pyrite. The fine grained hydrothermal, bio-detrital and colloidal types are better in their auriferous property. In the ore-forming process ore materials were varied and environment unrest leading to multirings of the hydrothermal pyrite, i. e. 3 zones of pyrite. The pyrites are varied with trace element. Combined the preexisting results of researches with analysis of the typomorphic Co/Ni, S/Se and Au/Ag ratio the hydrothermal ore fluid is considered to be related to deep source fluid.

Key Words: Shuiyindong gold deposit; pyrite; typomorphic characteristic; Guizhou province