

贵州兴仁生物成因红铊矿及其地质意义

张宝贵, 张忠

(中国科学院地球化学研究所, 贵州贵阳 550002)

摘要: 贵州兴仁滥木厂铊矿床中主要工业矿物红铊矿(lorandite)是在沉积成岩时由生物富集形成的铊矿物, 在铊矿石中可见到大量的微古动物化石, 其中有孔虫和苔藓虫类占绝大部分。绝大部分微古动物化石都被含铊矿液交代, 形成保留生物假像的红铊矿物斜硫铊铊矿。生物成因红铊矿的发现为矿床成矿模式和成矿时代的厘定提供新的证据。生物富集成矿和热液改造成矿是该矿床最主要的成矿特征。对生物群时限, 硫同位素组成和生物富集成矿现象分析表明, 生物富集成矿阶段发生在晚二叠世, 即海西晚期, 而热液改造成矿阶段则发生在中三叠世, 即印支早期。在热液改造成矿阶段形成的矿石中见不到生物假像铊矿物, 其完全被典型热液铊矿物所替代。

关键词: 铊矿床; 红铊矿; 生物假像红铊矿; 生物富集成矿; 热液改造成矿; 贵州兴仁

中图分类号: P578.2

文献标识码: A

滥木厂铊矿床是我国首次发现和报道的大型独立铊矿床。迄今为止, 尚未见其他国家有独立铊矿床的报道。红铊矿, 特别是生物成因的红铊矿则更是罕见的例子。作者较系统地研究了中国低温矿床中铊含量、铊赋存状态、铊成矿模式、铊找矿标志和铊矿床开发过程中的环境污染等^[1~7]。在上述研究基础上, 本文着重从滥木厂红铊矿地质产状、生物假像红铊矿和铊矿床成矿模式等方面对生物成因红铊矿及其地质意义进行讨论。有关红铊矿物物理化学性质和化学成分等已有文章报导^[6~7], 此不赘述。

1 红铊矿地质产状

贵州兴仁滥木厂铊矿床位于被涂光炽所称西南低温矿床成矿域之中^[8], 即黔西南拗陷区, 扬子准地台西南缘, 濒临华南褶皱带北西端。矿体主要产于上二叠统龙潭组和长兴组地层中。铊矿床具有 Tl、Hg、As、Au、W 五元素组合特点, 其中 Tl 和 Hg 已构成大型矿床, As 和 Au 可供综合利用。W 矿化普遍, 是找矿的指示元素, 个别样品已够工业品位, 并含有 W 矿物。在沉积成岩时由生物富集形成的铊矿石中可见到微古动物化石, 尤其是孔虫和苔藓虫类化石占绝大部分。正是这些微古动物(化石)被含铊矿液交代, 形成保留生物假像的铊矿物如红铊矿和斜硫铊铊矿。与生物成因铊矿物共生的矿物主要为黄铁矿和辰砂。铊含矿层位多达 14 层, 主要含矿层岩性为一套几种岩性交互混杂组成的沉积杂岩^[9], 其地层岩石相变带, 也是成矿最有利的部位。矿床中单个含矿体一般长 60~240m, 宽 40~80m, 厚 2~5m。矿体呈似层状、条带状、囊状、串珠状和透镜状等形态。矿体与围岩地层产状一致, 倾角 25°左右,

生物成因的红铇矿石呈残留状零星地分布在热液改造的铇矿体中,以富集呈生物假像的红铇矿为特点。

2 生物成因红铇矿

滥木厂铇矿床中生物成因红铇矿是指在沉积成岩同时或稍晚由含铇(Tl、Hg、S等)成矿热液交代微古生物而形成的呈生物假像的红铇矿(照片1~6)。它的形成和富集成矿是生物体(化石)超常富集含铇成矿物质和由成矿热液在沉积成岩时选择交代的结果。

生物成因红铇矿与热液成因红铇矿截然不同,它不仅保留由生物化学作用形成红铇矿的生物结构,即指在肉眼和反光显微镜下所观察到的铇矿石中由红铇矿集合体组成的生物假像^[10-11],而且在赋矿层位中保留由沉积成岩时的沉积岩相特点。赋矿岩为一套由上二叠统龙潭组和长兴组的泥岩、砂岩、灰岩、煤岩和燧石灰岩组成的沉积杂岩。

笔者在滥木厂发现的微古动物化石(呈生物假像铇矿物),是厘定该含矿层位时限的依据。迄今为止,在世界各地含铇矿床中尚未见有具生物结构红铇矿的报道。滥木厂铇矿床中呈生物假像红铇矿和斜硫铋汞铇矿的古生物主要为有孔虫和苔藓虫类,少量为钝管海绵碎片和欧姆贝等^[12](表1)。

表1 滥木厂呈生物假像红铇矿的古生物化石

Table 1 Paleontological fossils of lorandite as bio-pseudomorphs

类别	中文名称	拉丁学名	时代
有孔虫	古盘虫(未定种)	<i>Archaeodiscus</i> sp.	C-P
	新盘虫(未定种)	<i>Næodiscus</i> sp.	P
	始瘤虫(未定种)	<i>Eotuberitina</i> sp.	C, P
	半凹多盘虫	<i>Multidiscus semiconcavus</i> Wang	P ₂
	格涅茨虫(未定种)	<i>Geinitzina</i> sp.	P-T ₁
	舌形虫(未定种)	<i>Lingulina</i> sp.	P ₂ -现代
	厚壁虫(未定种)	<i>Padyphbia</i> sp.	P
	节房虫(未定种)	<i>Noxosaria</i> sp.	C-现代
	多盘虫(未定种)	<i>Multidiscus</i> sp.	P ₁₋₂
	半结线虫(未定种)	<i>Hemigordius</i> sp.	P ₂
	古纺锤螺(未定种)	<i>Palaefusulina</i> sp.	P ₂
	南岭螺(未定种)	<i>Nanlingella</i> sp.	P ₂
	苔藓	多孔苔藓虫(未定种)	<i>Polypora</i> sp.
窗孔苔藓虫(未定种)		<i>Fenestella</i> sp.	P
苔藓虫根须碎片		Bryozoans fragment	P ₂
海绵	钝管海绵类碎片	Amblyosiphonelloids fragment	P ₂
腕足	欧姆贝(未定种)	<i>Oldhamina</i> sp.	P ₂

分析单位:中国科学院南京地质古生物研究所

铇矿床的硫同位素组成除2个表生矿物(水绿矾和铁明矾)样品的 $\delta^{34}\text{S}\%$ 分别为-1.96和-1.23外,其余原生硫化物和硫酸盐矿物的硫同位素均富重硫(表2)。14个硫化物矿物和两个硫酸盐的硫同位素平均值分别为7.30%和19.07%;前者与晚二叠世海水的 SO_4^{2-} 中 $\delta^{34}\text{S}$ 值(+10%)相当。后者与现代海水的 SO_4^{2-} 中 $\delta^{34}\text{S}$ 值(+20%)相当。矿床硫同位素组成是受细菌还原硫酸盐和有机质热成熟放出 H_2S 两种作用的制约,经历了中低温变化过程。根据矿石中含有较高含量碳和丰富的微古生物化石,特别是有孔虫类化石,就足以证明硫同位素组成变化是受微古生物(还原细菌)和有机质(有机碳)的制约。又由于矿物,特别是生物成因红铇

矿, 经热液改造转变成热液红铊矿, 故硫同位素组成富重硫。

表 2 滥木厂铊矿床中矿物硫同位素组成
Table 2 Sulfur isotopic compositions of ore minerals

样号	岩矿名称	$\delta^{34}\text{S} \text{ ‰}$	精度(‰)	备注
95C-3-1	水绿矾	-1.96	± 0.2	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
95C-3-2	铁铝矾	-1.23	± 0.2	$\text{Fe Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 22 \text{H}_2\text{O}$
95C-9-7	黄铁矿	5.26	± 0.2	FeS_2
95C-9-2	黄铁矿	5.81	± 0.2	FeS_2
95C-9-6	黄铁矿	4.71	± 0.2	FeS_2
95C-9-D	黄铁矿	5.60	± 0.2	FeS_2
95C-10A	雌黄	9.28	± 0.2	As_2S_3
95C-2B	雄黄	7.77	± 0.2	AsS
95C-2A	雄黄	7.89	± 0.2	AsS
95C-8A	红铊矿	6.47	± 0.2	TLAsS_2
95C-9-5	红铊矿	9.75	± 0.2	TLAsS_2
95C-9-1	红铊矿	6.05	± 0.2	TLAsS_2
95C-9-4	红铊矿	8.10	± 0.2	TLAsS_2
滥-矿-6S	红铊矿	9.12	± 0.2	TLAsS_2
滥-矿-8S	辰砂	7.63	± 0.2	HgS
滥-矿-16S	辰砂	8.81	± 0.2	HgS
滥-矿-15S	重晶石	17.74	± 0.2	BaSO_4
滥-矿-19S	重晶石	20.39	± 0.2	BaSO_4

分析者: 中国科学院地球化学研究所开放研究实验室冯家毅, 耿龙年

通常判别硫化物矿物中有机硫是根据矿物中硫与金属元素含量比值大小而定, 矿物中硫超出正常含量范围, 表明有有机硫存在^[13]。滥木厂铊矿床生物成因红铊矿中硫铊比值(0.33)明显超出希腊阿尔察(Allchar)锑砷矿床和滥木厂铊矿床中热液成因红铊矿的硫铊比值(0.31)。从表 3 不同成因红铊矿的硫铊比值比较表明, 滥木厂铊矿床中生物成因红铊矿中有有机硫存在。显然, 生物成因红铊矿中保留的有机硫是追溯生物成因红铊矿的又一佐证。

表 3 不同成因红铊矿的硫铊比值

Table 3 S/Tl ratios of lorandite of different geneses

矿床名称	中国滥木厂铊矿床		希腊阿尔察锑砷矿床	美国内华达卡林金矿床
	生物成因 ⁽²⁾	热液成因 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾	热液成因 ⁽⁴⁾	热液成因 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾
S	19.30	18.12	18.7	18.8
Tl	59.29	59.08	59.4	59.5
As	21.35	21.81	21.9	21.6
合计	99.94	99.01	100	99.9
S: Tl	0.33	0.31	0.31	0.31

园括号内为样品数

3 铊矿床成矿模式

滥木厂铊矿床成矿模式大体可分为生物富集成矿和热液改造成矿两个阶段。前者与晚二叠世沉积成岩期同时或稍晚, 属海西晚期成矿; 后者发生在中三叠世, 属印支早期成矿。生物富集成矿期, 地层中丰富的生物化石, 特别是微古生物化石被含铊成矿热液(Tl, As, S 等)交代

形成呈生物假像的铊矿物,特别是呈有孔虫假像的铊矿物,代表沉积成岩成矿期即生物富集成矿阶段。该期铊矿物(红铊矿)几乎都呈现生物假像,矿物颗粒细小,呈微古生物状分布在含铊矿层中。铊矿石的贫富取决于微古生物的多少,二者呈正相关关系。生物富集的含铊矿体基本保持沉积时地层产状和岩性特点,但含矿层中微古生物化石完全被铊矿物所替代。该阶段含矿体被后期热液改造作用破坏殆尽,残留极少。

后者即热液改造成矿阶段,由于热液改造和叠加作用,几乎完全改变了生物富集成矿阶段的面貌。岩石、矿物的结构和产出特点与常见的有色金属(Hg、Sb、Pb、Zn等)矿床无明显差别。该阶段与生物富集成矿阶段形成的矿物,特别是铊矿物明显不同,其颗粒均大于1mm,个别晶体可达5~10mm。矿物形态多样,有块状、放射状、板状等。铊矿体形态多样,呈层状、透镜状和囊状等。在该铊矿体中见不到生物化石和生物假像铊矿物,已完全被典型热液矿物所代替。

4 结 论

(1) 滥木厂铊矿床是世界上唯一报道的独立铊矿床,成矿包括生物富集成矿和热液改造成矿两个阶段。矿床的主要伴、共生元素有Hg、As、W、Au,前两者可采利用,后两者为主要矿化元素。

(2) 在滥木厂铊矿床生物富集的铊矿石中发现有孔虫、苔藓虫和海绵等古生物化石,且这些化石均被含Tl、Hg、As、S的成矿热液交代呈现生物假像的铊矿物,如:红铊矿和斜硫铊汞铊矿等。这一罕见的成矿现象在世界上是首例。

(3) 滥木厂铊矿床中生物成因红铊矿形成早,富有机硫,硫铊比值0.33,明显大于热液成因红铊矿的硫铊比值0.31。生物成因红铊矿几乎都被后期成矿热液改造为热液成因红铊矿,故表2中红铊矿硫同位素组成均富重硫。如能挑选出生物富集成矿阶段形成的呈生物假像红铊矿,硫同位素组成会富集轻硫同位素^[12]。南华铊矿床具有生物成矿特点,硫同位素组成明显富轻硫就是其例^[3]。

(4) 从滥木厂铊矿床赋存层位、铊矿石中古生物化石形成年代和矿石矿物硫同位素组成相当于晚二叠世海水中硫同位素组成等方面证据判别,其生物富集成矿可能发生在晚二叠世,即海西期成矿;从下三叠世地层见铊矿化,故改造成矿发生在中三叠世,属于印支期成矿^[12]。

(5) 生物成因红铊矿这种由金属矿物集合体组成的生物假像矿物的发现,不仅对丰富成因矿物学有重要意义,而且对丰富矿床,特别是Tl、Hg、As、Sb、Au、Cu、Pb、Zn等矿床成因理论亦有重要意义。

(6) 铊矿床中主要共、伴生元素,特别是Tl、Hg、As、Au、W等,不仅是找矿的指示元素,也是寻找工业矿体(盲矿体)的直接标志^[2,7],尤其在贵州黔西南地区寻找卡林型金矿,这一组合更显成效。贵州卡林型金矿床,绝大部分都是在上述元素的矿点、矿床和成矿带中发现的就是佐证^[8],如烂泥沟、紫木函等金矿就是其例。

第一作者简介:张宝贵,男,1935年生,中国科学院地球化学研究所研究员,主要从事矿床地球化学和环境地球化学研究。

参考文献:

- [1] Zhang Z, Zhang B G. Thallium in low temperature ore deposits [J]. Chinese Journal of Geochemistry, 1996, 15(1): 87~96.
- [2] 张忠, 龙江平, 张宝贵. 砷、汞、锑、金矿床铊赋存状态、成矿模式及找矿标志[J]. 地质论评, 1995, 41(4): 363~369.
- [3] 张忠, 张兴茂, 张宝贵. 南华砷铊矿床元素地球化学和成矿模式[J]. 地球化学, 1998, 27(3): 269~275.
- [4] Zhang Z, Zhang B G, Long J P et al. Thallium pollution associated with mining of thallium deposits [J]. Science in China (Series D), 1998, 41(1): 75~81.
- [5] 张忠, 张宝贵, 龙江平, 等. 中国铊矿床开发过程中铊环境污染研究[J]. 中国科学(D 辑), 1997, 27(4): 331~336.
- [6] 陈代演. 红铊矿在我国的发现和研究[J]. 矿物学报, 1999, 9(2): 141~147.
- [7] 张宝贵, 张忠. 西南贵州金矿带中铊的地球化学[A]. 见: 涂光炽等著. 低温地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1998. 6~15.
- [8] 涂光炽, 张宝贵. 西南低温热液改造矿床成矿域特征[A]. 见: 中国科学院地球化学研究所. 地球化学进展(30 届国际地质大会文集)[C]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1996. 1~4.
- [9] 张宝贵, 张忠, 龙江平, 等. 低温矿床找矿某些问题研究[A]. 见: 中国科学院地球化学研究所. 地球化学进展(30 届国际地质大会文集)[C]. 贵阳: 贵州科技出版社, 1996. 22~26.
- [10] 吴沿友, 帅世文. 金属矿物的生物组构与生物化学作用[J]. 地质地球化学, 1997, (1): 95~96.
- [11] 帅德权. 金属矿物的生物组构[M]. 成都: 四川大学出版社, 1988. 10~20.
- [12] 张忠, 陈国丽, 张宝贵, 等. 滥木厂铊矿床及其环境地球化学研究[J]. 中国科学(D 辑), 1999, 29(5): 433~440.
- [13] 床汉平. 银、锑、金大型超大型矿床的有机地球化学研究[D]. 贵阳: 中国科学院地球化学研究所, 1996. 40~50.
- [14] 张守范编. 矿物学[M]. 上海: 商务印书馆, 1957. 316.

Biogenic Lorandite and Its Geological Significance in Xingren County, Guizhou Province

ZHANG Bao-gui, ZHANG Zhong

(*Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences,
Guiyang 550002, China*)

Abstract: Thallium is a very dispersed element and it seldom occurs in the form of independent

minerals and in independent ore deposits. Biogenic lorandite is the major industrial mineral of the Lanmuchang T1 deposit in Xingren County, Guizhou Province. It was formed as a result of bio-enrichment during sedimentary diagenesis. A large number of micro-paleofossils, especially foramina and zoaria are still observed in the T1 ores. Most of micro-paleofossils have been replaced by T1-bearing ore fluid, hence forming T1 minerals with bio-pseudomorphs, such as lorandite and chris-tite.

Bio-enrichment and hydrothermal reworking are the two important metallogenic features for the T1 deposit studied. Biogenic lorandite provides an evidence for the ore-formation mechanism and timing. An analysis on the time-bound nature of biocoenoses, sulfur isotopic composition and bio-enrichment metallogenic phenomenon shows that the Lanmuchang T1 diposit was originally formed in the Late Permian, and the hydrothermal reworking took place during the Middle Triassic. No T1 minerals in the form of bio-pseudomorphs have been identified in the T1 ores of hydrothermal reworking stage, indicating that these minerals have been replaced by typical hydrothermal T1-minerals.

Key words: T1 deposit; lorandite; lorandite in the form of bio-pseudomorphs; bio-enrichment; hydrothermal reworking.

图版说明

照片 1 生物假象红铌矿(红色), 光片, $\times 5$

Photo 1 The lorandite (red) with bio-pseudomorphs. polished section, $\times 5$

照片 2 生物假象红铌矿(红色), 光片, $\times 5$

Photo 2 The lorandite (red) with bio-pseudomorphs. polished section, $\times 5$

照片 3 多孔苔藓虫假象红铌矿(红色), 光片, $\times 27$

Photo 3 The lorandite (red) with bio-pseudomorphs after *Polypora*. polished section, $\times 27$

照片 4 生物假象红铌矿(红色), 光片, $\times 5$

Photo 4 The lorandite (red) with bio-pseudomorphs. polished section, $\times 5$

照片 5 窗孔苔藓虫假象红铌矿(红色), 光片, $\times 24.5$

Photo 5 The lorandite (red) with bio-pseudomorphs after *Fenestella*. polished section, $\times 24.5$

照片 6 古纺锤生物假象红铌矿(红色), 光片, $\times 24.5$

Photo 6 The lorandite (red) with bio-pseudomorphs after *Palaeofusulina*. polished section, $\times 24.5$

图 版

