

澜沧“老厂型”银多金属块状硫化物 矿床成因和成矿模式^①

王增润 黄震^② 彭省临 陈松岭 胡祥昭
(中南工业大学资源环境与建筑工程学院, 长沙 410083)

摘 要 论述了老厂矿床的大地构造环境、矿床地质地球化学特征、喷流岩特征和成矿温度, 划分了矿化期和矿化阶段, 认为老厂矿床应属澜沧裂谷(断拉谷)中海底火山喷流沉积型并迭加隐伏岩浆热液改造型矿床, 建立了“三层楼”成矿模式。对今后找矿勘探工作具有重要的理论指导意义。

关键词 块状硫化物矿床 矿床成因 成矿模式

“老厂型”银多金属块状硫化物矿床地处滇西澜沧裂谷北端, 距澜沧县城北西 30 km, 是我国西南“三江”地区的重要矿床类型之一, 该矿床银、铅、锌储量均达大型规模, 铜达中型规模。对其矿床成因的认识, 近若干年来争论不休, 众说纷纭, 其分歧的关键有两点, 一点是只强调火山成矿作用, 充分重视了矿体顺层产于火山岩中的事实; 另一点是仅利用 K-Ar 法年龄强调成矿时代为燕山期, 从而推测出隐伏岩浆热液成矿作用。本文通过近几年的详细研究, 并与国内外同类矿床对比^[1], 认为老厂矿床是一个海底火山喷流沉积成因并迭加有岩浆期后热液作用的多因复成银多金属块状硫化物矿床, 并建立了“三层楼”成矿模式。

1 大地构造环境

滇西澜沧裂谷地处我国“三江”地区南段, 为一南北向晚古生代的大陆边缘裂谷, 本文又进一步将澜沧裂谷确定为地台发展阶段的断拉谷, 为拉张构造环境的产物, 属印度板块与扬子板块的汇聚碰撞带, 矿床定位于裂谷中南北

向基底断裂与北西向断裂交会处形成的老厂破火山口边缘, 发育拉斑玄武岩与碱性橄榄玄武岩复合并存的火山岩系列。

2 矿床地质特征

区内出露地层为泥盆系、石炭系、二叠系和第四系。泥盆系(D)为一套碎屑岩夹硅质岩建造, 石炭系下统(C₁)为一套基性—中性、碱基性—碱中性的火山岩系, 石炭系中上统(C₂₊₃)和二叠系下统(P₁)为连续沉积的碳酸盐岩建造。C₁火山岩受澜沧裂谷和老厂火山喷发中心控制, 火山岩分八层和三个火山旋回, 其中 C₁¹~ C₁² 为第一旋回, C₁³~ C₁⁵⁺⁶ 为第二旋回, C₁⁷~ C₁⁸ 为第三旋回, 每一旋回均经历了喷发—溢流—沉积的过程, 火山岩浆则从基性—中性、碱基性—碱中性方向演化, 容矿层为第二、第三旋回末期的粗面安山质凝灰岩(C₁⁵⁺⁶)、粗面玄武质和粗面质凝灰岩(C₁⁷顶部和 C₁⁸)以及 C₂₊₃和 P₁ 碳酸盐岩。

老厂火山机构属负向火山洼地构造中的破

① “八·五”有色总公司地质局重点项目 收稿日期: 1997-05-20; 修回日期: 1997-08-28

王增润, 女, 59岁, 教授, 博士生导师

②中国有色金属工业总公司地质总局, 北京 100814

火山口构造,矿床位于破火山口的边缘,裂谷期南北向基底深断裂 F₁、裂谷期后(燕山期)于 C₂₊₃灰岩与下伏 C₁火山岩接触带形成的滑脱构造 F₂以及喜山期于 C₂₊₃与 P₁碳酸盐岩中发育的南北向、北西向、北东向断裂均为重要的容矿构造。

据区内存在的锡原生晕异常、遥感解译的环形构造和本文研究中新发现的与中酸性岩浆热液成矿作用有关的辉铋矿、锌黝锡矿、磁铁矿、萤石等,均可认为是隐伏岩体存在的标志,从而推测隐伏岩浆热液的迭加改造作用是区内的重要成矿作用之一。

该矿床已揭露三个矿体群 135 个矿体, I 矿体群是产于 C₁⁵⁺⁶粗面安山质凝灰岩中的似层状、透镜状矿体, II 矿体群为产于 C₂₊₃与 C₁⁸间 F₂界面上的似层状矿体及 C₁⁷中的似层状、透镜状矿体和受 F₁控制的大脉状矿体, III 矿体群系产于 C₂₊₃下部灰质白云岩中的似层状、透镜状矿体,其中以 I₁₊₂、II₁、II₂和 III₁矿体的规模最大。研究表明,该矿床由北向南、由地表至深部,成矿元素具 As(Au)→Ag、Pb、Zn→Cu 的分带性,矿物成分亦表现出上黑下黄的分带性特征,并具有上部层状块矿与下部网脉状矿化共存的双层结构特征。

3 矿床地球化学特征

3.1 地层地球化学特征

由表 1 可知^[2],区内各时代地层 Ag、Pb、Zn 含量均高,富集系数为 1.7~187,可划分出三个矿源层,即泥盆纪裂谷开始扩张沉陷,

接受古陆沉积形成第一矿源层;早石炭世晚期,裂谷中强烈的基性火山活动及海底火山喷流作用形成的火山岩及喷流岩构成第二矿源层;早二叠世晚期,裂谷重新活动时,含矿火山气液沿深断裂和火山通道上升,使 C₂₊₃和 P₁碳酸盐岩形成第三矿源层。表 1 中各时代地层的 Cu 含量除 C₁火山岩略有富集外,其余地层 Cu 含量均低于克拉克值,说明铜成矿除与 C₁火山岩有关外,还与深部物质来源有关。

3.2 稳定同位素地球化学特征

(1) 硫、铅同位素地球化学特征及矿质来源

硫化矿物中的 δ³⁴S 变化在 0.23×10⁻³~1.62×10⁻³之间,变化范围窄,平均值 1.25×10⁻³,具陨石硫特征,表明硫应来自海底火山活动,结合含矿层中发现的大量草莓状黄铁矿,说明硫具有海底火山源与生物硫源多来源特征^[2]。

矿石铅同位素组成较稳定,²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 为 18.275~18.674、极差 0.399,²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb 为 15.359~15.835、极差 0.476,²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb 为 37.925~38.975、极差 1.05,所计算的 μ 值(²³⁸U/²⁰⁴Pb)为 9.43~9.63,说明本区矿石铅应以正常铅为主,少量的异常铅可能代表两种正常铅的混合。与 Doe 和 Zartman(1979)总结的地幔、造山带、下地壳和上地壳不同来源铅的同位素组成对比,老厂矿石铅同位素组成及 μ 值位于地幔(μ 值 8.92)和造山带(μ 值 10.87)之间,表明铅来自深源。用 R-F-C 法和 Stacey 法计算的模式年龄有两组,第一组为 217~357 Ma,相当于 C₁海底火山喷发期;第

表 1 老厂矿区各时代地层成矿元素含量(10⁻⁶)

地层时代	岩性	样数	Ag	Pb	Zn	Cu
二叠系(P)	灰岩	8	0.44(6.3)	359.6(29)	122.1(1.7)	1.77(0.03)
中上石炭统(C ₂₊₃)	灰岩、白云岩	46	13.1(187)	149(12)	536(7.7)	8.7(0.16)
下石灰统(C ₁)	火山岩	51	2.76(39.4)	194(16)	300(4.3)	66(1.2)
泥盆系(D)	砂页岩	16	0.59(8.4)	276.4(22)	181.3(2.6)	23.7(0.43)
元素克拉克值(泰勒)			0.07	12.5	70	55

资源来源 数据引自西南有色地研所任主传和桂林工学院徐楚明,括号内为富集系数

二组为 44~ 116 Ma, 相当于燕山~ 喜山期岩浆活动, 说明铅既有早石炭世的海底火山源, 又有燕山~ 喜山期的岩浆源。

(2) 碳、氢、氧同位素地球化学特征及热液水源

从表 2 可知, ①方解石的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 为 $+ 2.8 \times 10^{-3}$, 与正常海相碳酸盐岩 ($\delta^{13}\text{C}$ 在 $- 2 \times 10^{-3} \sim + 4 \times 10^{-3}$ 之间) 基本一致, 显示海相沉积特征, 方解石的 $\delta^{18}\text{O}$ 偏低, 为 $+ 10.5 \times 10^{-3}$ (正常海相沉积碳酸盐岩 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $20 \times 10^{-3} \sim 30 \times 10^{-3}$), 显然是由于成矿过程中受到后期热液同位素交换作用影响所致。方解石的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 $+ 1.47 \times 10^{-3}$, 显示出含矿热液具岩浆水与海水混合来源特征 (现代海水 $\delta^{18}\text{O} = 0 \times 10^{-3}$, 岩浆水 $\delta^{18}\text{O} = 5.5 \times 10^{-3} \sim 9.5 \times 10^{-3}$)。②两个全岩样的 $\delta^{18}\text{O}$ 为 $+ 9.5 \times 10^{-3}$ 和 $+ 15.0 \times 10^{-3}$, 高于典型基性岩 ($\delta^{18}\text{O}$ 为 $+ 5.3 \times 10^{-3} \sim + 7.4 \times 10^{-3}$), 可能是受后期富 ^{18}O 岩浆作用的迭加影响所致。但样品的 δD 为 $- 71 \times 10^{-3} \sim - 72 \times 10^{-3}$, 则继承了幔源超镁铁质岩 (δD 为 $- 44 \times 10^{-3} \sim - 88 \times 10^{-3}$) 的特征。

3.3 稀土元素地球化学特征

选送了 3 件矿区火山岩和喷流成因的硅质岩、石榴石矽卡岩以及方铅矿作稀土元素分析, 其结果表明 (图 1): (1) 硅质岩、石榴石矽卡岩和方铅矿的稀土总量 ΣREE 为 $0.62 \times 10^{-6} \sim 36.42 \times 10^{-6}$, 远低于本区 C_1 火山岩的稀土总量, 但接近地幔的稀土总量 ($4.33 \times$

$10^{-6} \sim 17.70 \times 10^{-6}$), 说明喷流沉积和成矿均具有深部来源特征。(2) 6 件样品的 $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 为 2.58~ 6.02, 属轻稀土富集型。其硅质岩、石榴石矽卡岩和方铅矿具明显的负铈异常, δCe 为 0.45~ 0.61, 指示了海水来源特征。(3) 硅质岩和石榴石矽卡岩的 δEu 分别为 0.99 和 2.76, 为无铕异常和正铕异常, 代表海底深源的喷流沉积特征; 方铅矿的 δEu 为 0.53, 具负铕异常, 说明有陆源物质参与并受到后期热液成矿作用的迭加改造。(4) 所有样品的稀土配分模式为向右倾斜的曲线, 说明硅质岩、石榴石矽卡岩与 C_1 火山岩有成因联系, 方铅矿的稀土配分曲线较平缓, 也代表了深源特征。

4 喷流岩特征

区内目前已识别出的喷流岩有硅质岩和矽卡岩两种^[3]: (1) 硅质岩: 较广泛地分布于 I_{1+2} 和 II_4 矿体上盘, 部分见于下盘, 甚至在矿体中亦可见到硅质岩角砾, 硅质岩呈薄层状、与凝灰岩层理一致, 矿物成分以微粒石英为主, 粒径 8~ 65 μm , 部分微粒石英集合体形态呈球形, 碳质质点呈波纹状顺层理分布, 少量黄铁矿和草莓状黄铁矿呈浸染状分布。结合稀土元素地球化学特征表明 (图 1), 硅质岩应属海底深源喷流沉积成因。(2) 矽卡岩: 产于 C_1^{5+6} 上部和 C_1^7 上部凝灰岩与灰岩透镜体夹层的接触带, 前者矿物成分以石榴石为主, 后者以透辉石为主, 呈似层状产出, 南北断续长

表 2 老厂矿床方解石和全岩碳、氢、氧同位素组成

样号	岩石或矿体	矿物或全岩	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}} \times 10^{-3}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} \times 10^{-3}$		$\delta\text{D}_{\text{SMOW}} \times 10^{-3}$
				矿物	水	
K ₃₈	II ₄ 矿体	方解石	+ 2.8	+ 10.5	+ 1.47	- 76
III- 02	C ₁ ⁵⁺⁶ 凝灰岩	全岩		+ 15.0		- 72
1800- 10	C ₁ ⁷ 玻基橄辉岩	全岩		+ 9.5		- 71
计算 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 所采用的分馏方程为:						
备注	$\Delta\delta\text{O}_{\text{方解石- 水}} = 2.78 \times 10^6 T^{-2} - 2.89$ (据 O'Neil, 1969)					
	计算时采用方解石的均一温度为 210 $^{\circ}\text{C}$					
资源来源	本文, 由地矿部矿床所同位素室分析					

1 200 m, 与含铜银铅锌矿体和铜硫矿体密切伴生。Staton(1984, 1987)曾提出热水沉积成因的层状矽卡岩是由海底喷流热水沉积作用形成的, 常与块状硫化物矿体密切伴生。涂光炽(1989)在列举矽卡岩的多种可能成因时, 指出喷流热水沉积成因或海底热水蚀变作用形成的矽卡岩都应认真考虑^[4]。张汉文(1993)、刘继顺(1995)分别以青海铜峪沟和江西永平铜矿床为例, 论述了与铜矿体密切伴生的层状矽卡岩系热水沉积成因^[5, 6]。本区目前最深的钻孔(ZK908孔, 孔深761m), 也未见隐伏岩体, 其似层状矽卡岩显然应属海底间火山期和火山期后喷流沉积作用所形成, 当喷流热液温度达300℃~400℃、甚至更高温度时^[7], 上覆水柱压力完全可达到 $3.0 \times 10^7 \text{Pa}$, 且喷流热液中有充足的挥发份, 可达到形成矽卡岩的物理化学条件, 再结合本区石榴石矽卡岩的稀土元素地球化学特征(图1), 都可充分说明本区矽卡岩应属海底深源热水喷流沉积成因。

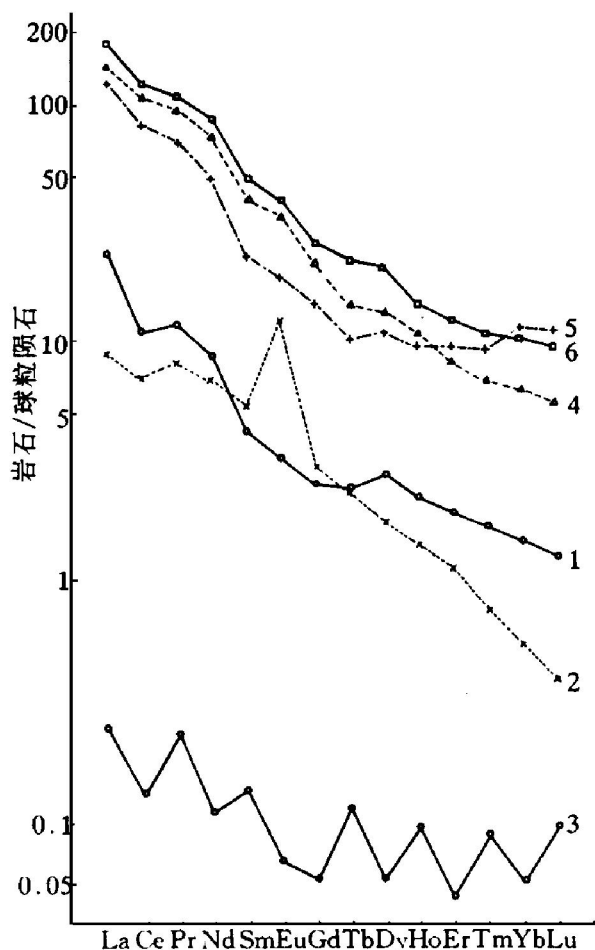


图1 稀土元素配分模式图

5 成矿温度

对区内石英和方解石的均一法测温表明(7件样品, 测定数42次), 石英的均一温度变化在207℃~283℃之间、平均值为256℃, 方解石的均一温度变化在178℃~287℃之间、平均值为223℃, 属中温热液范围, 与喷流沉积成因的块状硫化物矿床的形成温度(250℃~350℃)基本吻合。

6 矿床成因和成矿模式

6.1 矿化期和矿化阶段

综合前述矿床地质及地球化学特征表明, 老厂矿床具多因复成成矿特征, 即具多次火山旋回、多次脉动喷流成矿作用并迭加隐伏岩浆热液成矿作用、多期多阶段成矿、多矿质来源、多热液水源等。其矿化期、矿化阶段划分如下:

(1) 第二旋回末海底火山喷流沉积成矿期: 形成喷流成因的硅质岩、碳质硅质岩和矽卡岩, 成矿有三个阶段:

①含铜黄铁矿化阶段: 形成 C_1^{5+6} 中部的I号含铜黄铁矿体和矽卡岩型铜矿体;

②银铅锌黄铁矿化阶段: 形成 C_1^{5+6} 上部的 I_{1+2} 银铅锌矿体;

③雄黄—自然金矿化阶段: 形成 C_1^{5+6} 上部的 I_{1+2} 雄黄铅锌黄铁矿体;

(2) 第三旋回末海底火山喷流沉积成矿期:

④银铅锌(含铜)黄铁矿化阶段: 形成 C_1^7 顶部的喷流岩及 II_4 矿体;

(3) 燕山—喜山期隐伏岩浆热液迭加改造期:

⑤银铅锌矿化阶段: 形成 C_{2+3} 碳酸盐岩与 C_1 火山岩间 F_2 界面上下的 II 矿体群; C_{2+3} 和 P_1 碳酸盐岩中的 III 矿体群; 同时迭加富化先形成的I矿体群和 C_1^7 中的 II_4 矿体;

(4) 表生期:
⑥表生阶段: 形成褐铁矿、铜兰、白铅矿、菱锌矿等。

6.2 矿床成因探讨

国内外最新研究成果认为, 火山成因块状硫化物矿床在大地构造环境、岩石化学类型和时空分布上都不具明显的选择性(王之田, 1993)^[8], 老厂矿床与黑矿型矿床对比, 在大地构造环境和岩石化学类型上存在明显差异, 但矿床位于拉张构造环境、成矿元素上部 Pb + Zn > Cu、下部 Cu > Pb + Zn, 具上黑下黄的

分带性特征、上部层状块矿为主、深部亦有网脉状矿化以及中等成矿温度等方面均与黑矿型矿床类似, 由此表明, 老厂赋存于 C₁⁵⁺⁶ 和 C₁⁷ 火山岩中的矿体应属以火山岩为容矿岩石的海底喷流沉积成因, 而产于 F₂ 以及上部 C₂₊₃ 和 P₁ 碳酸盐岩中的矿体应属隐伏岩浆热液迭加改造成因。老厂矿床应属澜沧裂谷(断拉谷)中海底火山喷流沉积型并迭加隐伏岩浆热液改造型矿床。为便于与国内外火山成因块状硫化物矿床区别与对比, 本文建议, 将老厂矿床命名为“老厂型火山成因块状硫化物矿床”。

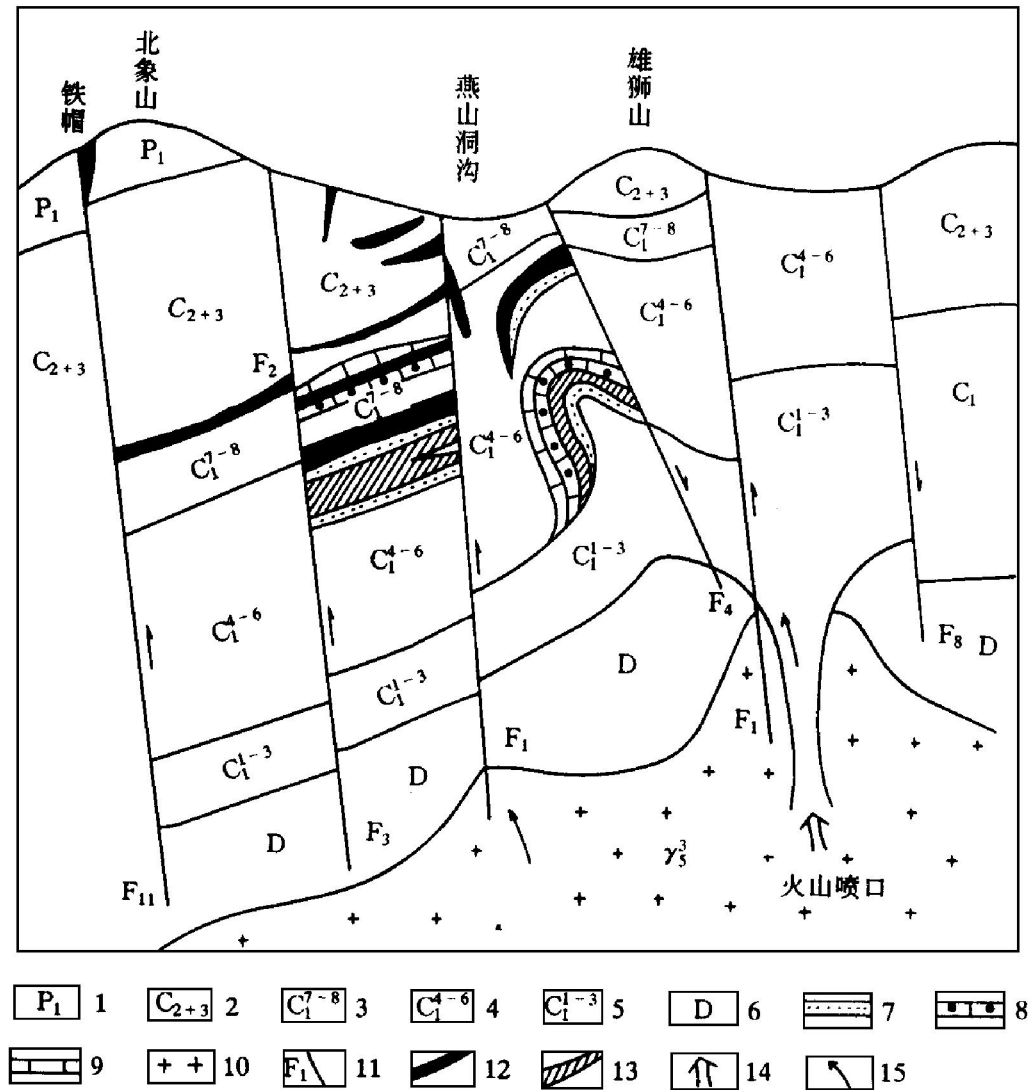


图 2 云南老厂矿床成矿模式图

- 1—下二叠统灰岩; 2—中上石炭统白云质灰岩; 3—下石炭统上玄武岩-沉积凝灰岩;
4—下石炭统粗面质凝灰角砾岩-凝灰岩; 5—下石炭统下玄武岩-安山集块岩; 6—泥盆系砂页岩;
7—喷流沉积硅质岩; 8—喷流沉积砂卡岩; 9—灰岩透镜体;
10—隐伏花岗岩体; 11—断层及编号; 12—银铅锌矿体;
13—含铜黄铁矿体; 14—火山喷发方向; 15—矿质运移方向

6.3 成矿模式

建立了“老厂型”矿床的“三层楼”成矿模式(图2)。一层楼为 C_1^{5+6} 层中部的含铜黄铁矿体和上部的银铅锌矿体; 二层楼为 C_1^7 层上部的银铅锌矿体; 三层楼为 F_2 以及上部 C_{2+3} 和 P_1 层中的银铅锌矿体。利用该成矿模式指导老厂矿田及外围的找矿预测, 划分出了 4 个找矿预测区, 即象山 I 级预测区、莲花山 I 级预测区、上云山寨西 II 级预测区和考底 III 级预测区。

参考文献

- 1 杨开辉等. 矿床地质, 1992, (1): 35–42.
- 2 王增润等. 有色金属矿产与勘查, 1992, (4): 207–215.
- 3 王增润等. 中南工业大学学报, 1996, 27(增2): 73–77.
- 4 涂光炽, 新疆地质科技, 1988, (1): 18–21.
- 5 张汉文. 见: 第五届全国矿床会议论文集. 北京: 地质出版社, 1993: 426–428.
- 6 刘继顺等. 中南矿冶学院学报, 1994, (增1): 119–122.
- 7 Large R R. Econ Ged, 1992, 87: 471–510.
- 8 王之田. 中国铜矿找矿新进展, 1993, 001 号: 457–459.

GENESIS AND METALLOGENIC MODEL OF LAOCHANG-TYPE SILVER MULTIMETAL MASSIVE SULFIDE DEPOSITS IN LANCANG, YUNAN PROVINCE

Wang Zhengrun, Huang Zhen*, Peng Shenglin, Chen Songling, Hu Xiangzhao

College of Resource, Environment and Civil Engineering,

Central South University of Technology, Changsha 410083

* *The General Geologic Prospecting Bureau, CNNC, Beijing 100814*

ABSTRACT The geotectonic setting, the geology of ore deposits, geochemical and sedex rock characters and metallogenetic temperature were studied, as well as metallization phase and stages of mineralization of Laochang ore deposits. It was considered that the Laochang ore deposits should be contained in the submarine volcanic sedex-reformed deposits in Lancang rift. The “three-storey building pattern” metallogenetic model was established, which has important theoretical and guiding significances for the prospecting in future.

Key words massive sulfide deposits genesis of deposit metallogenetic model

(编辑 何学锋)