

澜沧老厂银铜铅锌多金属矿床地质特征及成因探讨

王新利¹, 庞艳春¹, 黄粟莲², 孙利勋³, 李威⁴

(1. 成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059; 2. 中国石油华北油田分公司第一采油厂, 河北 任丘 062552; 3. 中国石油辽河油田分公司, 辽宁 盘锦 124000; 4. 四川省地质调查院, 四川 成都 610059)

摘要: 云南澜沧老厂银铜铅锌矿床为我国西南三江地区重要的多金属矿床。文中综合分析了该矿床的地质特征, 认为其成因与火山喷流沉积作用、火山期后热液改造作用密切相关, 成矿流体为岩浆水和大气降水或海水的混合水, 成矿物质主要为幔壳混合来源。

关键词: 老厂矿床 地质特征 成因 澜沧

澜沧老厂银铜铅锌多金属矿床位于云南省澜沧县城北西方向约 30 km 处, 为一大型矿床, 具有较好的找矿前景。1998 年底, 西南有色金属地质勘查院昆明分院等单位在该矿区外围又发现了老厂红土型银锰矿床。银主要赋存在锰结核中, 具有独特的成矿地质条件和成矿机理, 开发潜力巨大, 具有重要的理论研究意义, 对研究铅锌矿床的成因及找矿工作也具有重要的指导意义。本文将综合分析老厂矿床的地质特征, 在此基础上对矿床的成因进行探讨。

1 区域地质背景

澜沧老厂银铜铅锌多金属矿床位于我国西南地区大型铜、金、银、铅、锌多金属成矿带“三江”矿带的南段^[1]。大地构造位置处于滇西昌宁—孟连晚古生代大陆边缘裂谷系的澜沧裂谷北段。矿区出露的地层有泥盆系、石炭系、二叠系和第四系。泥盆系为一套碎屑岩夹硅质岩建造; 下石炭统为一套基性—中性、碱基性—碱中性的火山岩系; 中上石炭统和下二叠统为连续沉积的碳酸盐岩建造。矿体主要产于下石炭统和中上石炭统地层中。

矿区构造运动强烈, 发育有一系列断裂和褶皱。断裂构造十分发育, 尤其是南北向的断裂构造, 其规模大, 延伸远, 构成区内主干构造。此外, 北西向、北东向的断裂也较为发育, 为次级断裂构造。在矿区西南部南象山附近的中上石炭统和下二叠统灰岩中, 还发育有近于东西走向的断裂构造。断裂构造一般都具有

多期活动的特点, 特别是规模较大的南北向断裂, 大多形成于裂谷扩张时期, 构成了裂谷构造系统^[1]。褶皱构造不甚发育, 主要为轴向近于南北的宽缓背斜, 如老厂背斜、睡狮山背斜和雄狮山背斜等(图 1)。

矿区火山岩以火山碎屑岩为主, 其厚度约占火山岩总厚度的 70%, 其次为熔岩。火山碎屑岩有安山质、粗面质、玄武安山质、玄武质凝灰岩、角砾岩、集块岩及其间过渡类型火山碎屑岩。熔岩主要为玄武岩, 其次是玻基橄辉岩、安山岩及粗面岩, 偶见霞石岩类。玄武岩类多属碱性系列, 有钾质和钠质两个亚系列; 安山岩类多属钙碱性系列^[2]。早期形成的钙碱性拉斑玄武岩系列, 位于火山岩建造下部。晚期形成钙碱性玄武岩系列, 位于火山岩建造上部。据岩石组合特征将本区火山岩划分了 3 个旋回^[3,4]。欧阳成甫等^[5]综合分析了老厂矿区遥感影像特征、岩浆岩脉、围岩蚀变及地球化学特征后认为, 矿区存在隐伏花岗岩体, 其形成时代为燕山晚期—喜马拉雅早期。

2 矿床地质特征

2.1 矿体特征

澜沧老厂多金属矿床分为内生矿床和外生矿床两种类型。内生矿床按赋矿围岩和矿体产状可分为碳酸盐岩型和火山岩型两类。碳酸盐岩型矿床由中—上石炭统碳酸盐岩中的透镜状、脉状矿群的氧化矿石组成, 外生矿床即由其转化而来; 火山岩型矿床是由下石炭统依柳组基性火山岩中的脉状、似层状硫化矿与混合

收稿日期: 2006-03-29 修回日期: 2006-05-24 李兰英编辑。

基金项目: 国家自然科学基金项目(40472013) 教育部跨世纪优秀人才基金 四川省青年科技基金资助项目。

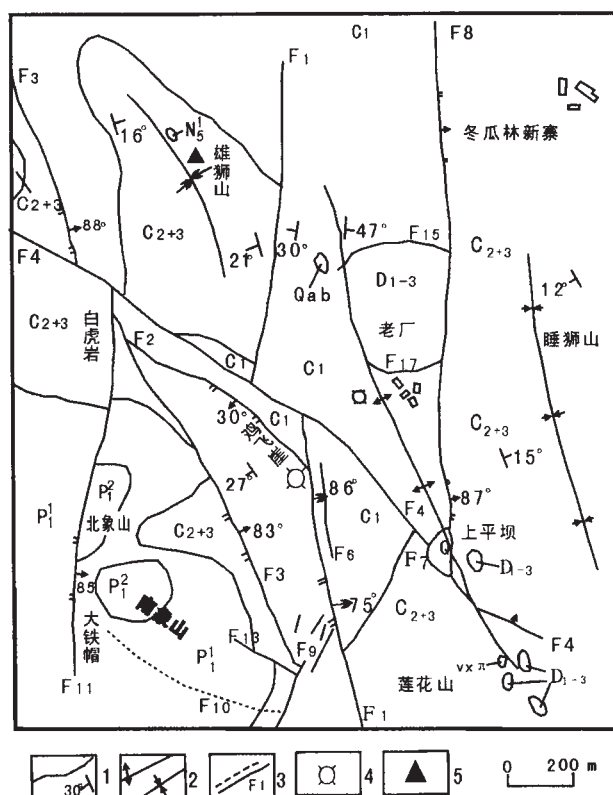


图1 澜沧老厂银铜铅锌矿床地质简图

(据李光斗等,1998,有改动)

Fig. 1 Sketched geologic map of Laochang Ag-Cu-Pb-Zn deposit (modified from LI Guang-dou et al., 1998)

P_1^2 —下二叠统生物灰岩 (Lower Permian organic limestone); P_1^1 —下二叠统块状灰岩 (Lower Permian massive limestone); C_1 —下石炭统火山岩 (Lower Carboniferous volcanic rock); D_{1-3} —泥盆系砂页岩夹硅质岩 (Devonian sandshale with silicalite); N_5^1 —辉绿岩脉 (diabase dike); Q_{ab} —石英钠长岩 (imandrite); V_{xn} —辉石云煌岩 (pyroxene minette); 1—地层界限与产状 (geologic boundary and occurrence); 2—背、向斜轴 (axes of syncline and anticline); 3—实测、推测断层及编号 (measured and inferred fault and number); 4—火山口 (crater); 5—山峰 (mountain)

矿组成。外生矿床由3部分组成^[6]:(1)古人炼银遗留的高铅炉渣;(2)第四纪以后残积、洪积和冲积作用形成的砂泥铅(泥铅指含 Al_2O_3 高的黏土状氧化矿石,砂铅指含 SiO_2 高的砂状氧化矿石);(3)废矿石堆,即古人采矿抛弃的碳酸盐岩型贫矿石和碳酸盐岩型矿化围岩。

2.1.1 原生矿体

澜沧老厂银铜铅锌多金属矿床矿带长1600余米,宽200~400 m。揭露了3个原生矿体群,按空间产出位置由下而上编为I、II、III号,共计135个矿体,其中表内银矿体72个,主要矿体有8个,占总储量的92.5%,以I₁₊₂、II₂号矿体规模最大^[2]。

I号矿体群矿体全部赋存于火山岩上部喷发旋回(C_1^{5+6})的熔岩或凝灰岩中,呈似层状、透镜状和脉状,产状平行于火山岩。矿体走向北北西,直立或向东倾斜,倾角70~90°。矿体氧化程度较浅,除直接出露于地表部分为氧化矿石外,均属混合或硫化矿石。II号矿体群为产于 C_{2+3} 与 C_1^8 之间、 F_2 层间断层面上的似层状矿体和 C_1^7 中的似层状、透镜状矿体及受 F_1 断裂控制的大脉状矿体。矿体产状基本与围岩一致,走向南北,倾角平缓。III号矿体群赋存于中上石炭统(C_{2+3})碳酸盐岩底部的灰质白云岩中,受断裂裂隙控制,矿体形态呈透镜状、脉状、囊状^[3,7]。矿体产状可分为北东、北西、北北西、南北向等几组,倾斜较陡,均为沿裂隙充填的矿体。有时与产于火山裂隙之矿体相连通,有时又与似层状矿体相连通,形态比较复杂,矿石均为土状氧化矿石。在I号矿体群之下,存在燕山期成矿的脉状铜矿体。

2.1.2 外生矿体

外生矿体主要金属矿物为白铅矿、铅矾、方铅矿、异极矿、菱锌矿、菱铁矿、褐铁矿、软锰矿、硬锰矿等。泥铅矿基底为下石炭统火山岩,主要分布在老厂断裂断崖下的凹地中,矿石呈黄褐、深褐、灰色,疏松土状,常夹有碳酸盐岩、火山岩、褐铁矿等碎块和炉渣。砂铅矿基底为 $C_{2+3}-P_1$ 碳酸盐岩,主要分布在上平坝和下平坝岩溶漏斗中,矿石呈褐色,疏松砂状。废矿石堆是由古人采矿尾矿或贫矿堆聚而成,主要分布在老厂背斜西翼古开采区中。

2.2 矿石特征

2.2.1 矿石类型及矿物组成

按矿石的氧化程度可分为氧化矿石(氧化率大于30%),混合矿石(氧化率10%~30%)及硫化矿石(氧化率小于10%)三大类^[2]。I号矿体群的透水性差,埋藏深,以原生矿石为主。II号矿体群产于 F_2 断层面上,3种矿石均有。III号矿体群因产于碳酸盐岩透水层中而多为氧化矿石。

主要金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿,其次有黄铜矿、磁黄铁矿、白铁矿、褐铁矿以及黝铜矿、辉铋矿等,另外伴生金、铜、镉、镓等有用组分^[8](表1)。

2.2.2 矿石结构、构造

矿石结构主要有沉积或成岩成因的草莓状结构、火山期后热液和后期岩浆热液充填交代成因的交代溶蚀结构、网脉状充填交代结构等。草莓状结构为草莓状黄铁矿或毒群分布于凝灰岩、沉凝灰岩、碳质页岩及碳质灰岩中。交代溶蚀结构为闪锌矿溶蚀黄铁矿及石

表 1 澜沧老厂银铜铅锌多属矿床矿石矿物成分
Table 1 Mineralogical composition of ore in Laochang
Ag-Cu-Pb-Zn polymetallic deposit

矿物种类	矿物名称
铜矿物	黝铜矿、斑铜矿、砷黝铜矿、硫砷铜矿、蓝铜矿、铜矿、铜蓝、孔雀石
铋矿物	辉铋矿、含银铋铅矿、辉铋铅矿
锑矿物	辉锑矿
金银矿物	自然金、自然银、银金矿、辉银矿、银黝铜矿、锑银矿
砷矿物	毒砂、雄黄、雌黄
铅矿物	车轮矿、硫铋铅矿、铅矾、白铅矿、铅铁矾
锌矿物	菱锌矿、水锌矿
钼矿物	辉钼矿
铁矿物	针铁矿、赤铁矿
锰矿物	硬锰矿、软锰矿

英,方铅矿溶蚀闪锌矿、黄铁矿及石英等。网脉状充填交代结构为石英、方铅矿呈细脉、网脉状充填交代早期形成的黄铁矿,黄铜矿呈细脉状穿插黄铁矿等。

矿石构造主要有气水热液成因的脉状构造、块状构造、条带状构造、稠密浸染状构造,沉积成因的角砾状构造、层纹状构造,风化成因的蜂窝状构造、粉末状构造等。层纹状构造为草莓状黄铁矿、球粒状黄铁矿及微粒黄铁矿顺凝灰岩微层理呈浸染状分布,平行排列。

角砾状构造主要是滑塌作用和火山喷流作用形成的角砾岩,经过胶结改造而形成的矿石,部分角砾有方铅矿、闪锌矿、黄铁矿集合体呈浸染状、星点状分布。条带状构造为硫化物呈条带状产出或呈条带状平行层理分布于凝灰岩中,在矿区比较常见。

2.3 围岩蚀变特征

老厂矿床围岩蚀变强烈,类型复杂,具多期叠加、多成因和较明显分带的特点,是重要的找矿标志^[7,9]。主要蚀变类型有:铁锰碳酸盐化、青磐岩化、碳酸盐化、硅化、黄铁矿化、绢英岩化、夕卡岩化、角岩化、大理岩化、雄黄化、萤石化等。其中夕卡岩化、大理岩化及角岩化与隐伏花岗岩体有关。火山岩后期及期后的蚀变为硅化、碳酸盐化、钠化,与金属矿化关系不很密切,花岗岩后期及期后的蚀变为夕卡岩化及钾化,与铜-银-锌-铅矿化关系密切。自地表到深处蚀变综合分带为^[9]:铁锰碳酸盐化带→青磐岩化-黄铁矿化带→石英-绢云母化带→夕卡岩化带→花岗质细脉带→钾化带。

2.4 矿床分带特征

含矿热液从深部向上运移过程中,由于温度、压力

等物理化学条件的逐步变化以及元素地球化学性质的差异,成矿元素发生分异,在不同的地方分别沉淀富集,使矿床具有明显的分带性^[8]。成矿元素自地表往深部垂向分带为 Ag、Pb、Au、As-Ag、Pb、Zn-Cu(Ag)-Sn。平面分带,中心为 Ag、Pb、Zn、Cu 带,旁侧为 Ag、Pb、Zn 带,外侧为 Ag、Pb、Zn、Au 带。金属矿物亦有对应的垂直分带现象,上部为黑矿(方铅矿、铁闪锌矿或黄铁矿包裹方铅矿,含毒砂、雄雌黄),下部为黄矿(主要为黄铁矿、黄铜矿)。另外陈元琰^[10]根据 13 勘探线 3 个钻孔的 Pb、Zn、Ag、S、Cu 品位数据,采用 E·M·克维雅特科夫斯基的元素分带序列算法划分了元素分带,同时又从矿物组合以及围岩蚀变两方面具体阐述了矿床的分带特征。

3 矿床成因探讨

3.1 成矿物质的来源

根据叶庆同等^[11]的同位素测试资料,矿石各类硫化物硫同位素组成变化较均一, $\delta^{34}\text{S}$ 平均值黄铁矿为 +1.82‰,黄铜矿为 +1.65‰,闪锌矿为 +1.62‰,方铅矿为 +0.66‰,变化皆在 0‰附近,属地幔硫,为岩浆成因。由于矿区有大量的草莓状黄铁矿出现,因此也不排除有生物硫源的可能性。

从矿床的碳氧同位素测试资料(表 2)可以看出, $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 的变化范围为 -2.14‰ ~ -4.98‰。与岩浆成因的碳酸岩的碳同位素组成(-4‰ ~ -11‰)比较接近,在碳氧同位素图解上投影(图 2),主要落在岩浆源碳酸岩域附近,部分落在了蚀变及再沉积碳酸盐岩域内,说明矿床的碳是岩浆碳和地层碳的混合碳。

根据矿床各地质体铅同位素测试结果(表 3),矿石硫化物铅同位素组成较均一,极差小于 0.3,平均组成 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 分别为 18.499‰、15.546‰ 和 38.504‰。火山岩铅同位素平均组成 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 分别为 18.975‰、15.761‰ 和 39.869‰。碳酸盐岩铅同位素平均组成

表 2 云南澜沧老厂矿床碳氧同位素组成
Table 2 Carbon and Oxygen isotopic compositions of
Laochang deposit

序号	样品号	测试矿物	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}/\text{‰}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}/\text{‰}$
1	Lc-42	方解石	-4.98	+8.9
2	Lc-44	菱铁矿	-2.14	+17.1
3	Lc1925-9	黄铁矿中流体包裹体	-4.62	+6.4
4	Lc1925-12	闪锌矿中流体包裹体	-4.15	+4.8

表内数据据文献^[11]。

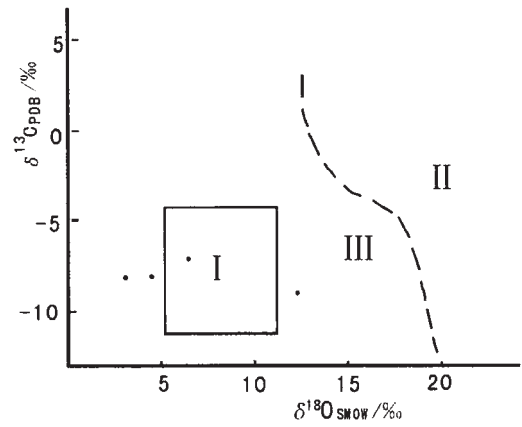


图 2 矿床的 $\delta^{13}\text{C} - \delta^{18}\text{O}$ 图解

Fig. 2 $\delta^{13}\text{C} - \delta^{18}\text{O}$ diagram of the deposit

I—岩浆源碳酸盐岩域 (carbonatite area of magmatic source) ; II—区域沉积碳酸盐岩域 (regional sedimentary carbonate rock) ; III—蚀变及再沉积碳酸盐岩域 (altered and re-sedimentary carbonate rock area)

$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 和 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 分别为 18.627‰、15.635‰、38.740‰。其共同特点是组成较均一，极差小于 1。计算成矿物质 μ 值为 9.554，据 B. R. Doe 资料， $\mu < 9.58$ ，为下地壳或上地幔的铅源。在 Barnes 的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图解中 (图 3)，投影点主要落在上地壳和造山带曲线附近。

综合以上资料可以看出，澜沧老厂矿床的成矿物质主要为幔壳混源来源。另外矿区各地层中 Pb、Zn、Ag 的含量明显高于地壳克拉克值，因此也不排除地层提供矿床物质来源的可能性。

3.2 成矿流体的来源

成矿流体的 $\delta\text{D}_{\text{SMOW}}$ 在 $-54.3\text{‰} \sim -91.90\text{‰}$ 范围内， $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 为 $-1.53\text{‰} \sim +6.4\text{‰}$ (表 4)，与岩浆水的

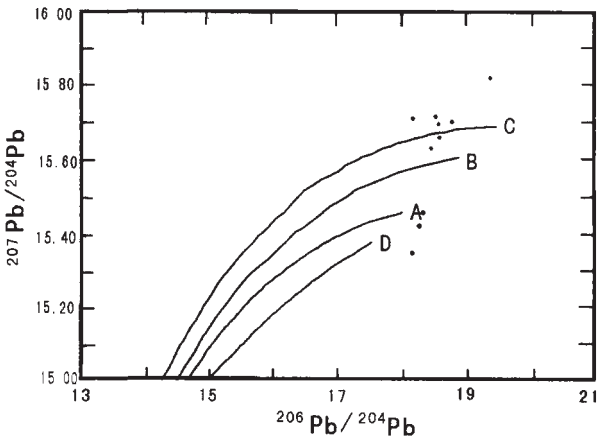


图 3 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 组成图解

(背景图据文献[12])

Fig. 3 Diagram of $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ composition (after Reference [12])

A—地幔铅同位素演化曲线 (isotopic evolution curve of Pb from mantle) ; B—造山带铅同位素演化曲线 (isotopic evolution curve of Pb from orogenic belt) ; C—上地壳铅同位素演化曲线 (isotopic evolution curve of Pb from upper crust) ; D—下地壳铅同位素演化曲线 (isotopic evolution curve of Pb from lower crust)

$\delta\text{D}_{\text{SMOW}}$ 值 ($-40\text{‰} \sim -80\text{‰}$) 和 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 值 ($5.5\text{‰} \sim 9.5\text{‰}$) 比较接近。氢氧同位素值在 $\delta\text{D}_{\text{SMOW}}$ 对 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 图解 (S. M. F. Sheppard, 1977) 中投影, 主要落在岩浆水和大气降水及海水附近 (图 4)，推测矿床成矿流体为岩浆水与大气降水的混合水。

3.3 矿床成因

综上所述，澜沧老厂铅锌矿床成因与火山喷流沉积作用、火山期后热液改造作用密切相关，成矿流体为岩浆水和大气降水或海水的混合水，成矿物质主要为幔壳混合源。结合区域地质背景，泥盆纪澜沧裂谷开

表 3 云南澜沧老厂矿床铅同位素组成

Table 3 Lead isotopic compositions of Laochang deposit

序号	样品号	测试对象	采样位置	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
1	I _{5A}	方铅矿	ZK1106 77-80m I ₁₊₂ 矿体	18.601	15.659	38.835
2	I _{14A}	方铅矿	ZK15004 279-282 m II ₈ 矿体	18.412	15.497	38.454
3	I ₁₃	方铅矿	ZK15105 C ₂₊₃ 中的脉状矿	18.395	15.411	38.159
4	I ₁₀	方铅矿	ZK15004 C ₂₊₃ 中的脉状矿	18.656	15.670	38.716
5	I ₁₈	黄铁矿	ZK1101 91m I ₁₊₂ 矿体	18.275	15.359	37.925
6	H ₁₃	黄铁矿	ZK15105 258-282m II ₈ 矿体	18.657	15.682	38.935
7	Lc-12	C _{1y} 火山岩	凝灰岩	19.227	15.822	40.115
8	Lc-23	C _{1y} 火山岩	凝灰岩	18.723	15.700	39.623
9	Y87025	C ₂₊₃ 碳酸盐岩	北象山南坡	18.622	15.628	38.781
10	Y87024	C ₂₊₃ 碳酸盐岩	北象山南坡	18.632	15.641	38.698

注：1~6 号为西南有色地质勘查局地质研究所资料，7、8 为叶庆同等资料，9、10 为桂林工学院资料。据文献[2]。

表 4 云南澜沧老厂矿床氢氧同位素组成
Table 4 Hydrogen-Oxygen isotopic compositions of
Laochang deposit

序号	样品号	测试矿物	$\delta D / ‰$	$\delta^{18}O_{H_2O} / ‰$
1	D2	黄铁矿	-54.3	+6.4
2	D3	石基	-69.86	+2.7
3	D29	共同铁矿	-56.9	+4.8
4	Lc1925	闪锌矿	-62.7	+4.8
5	Lc1925	闪锌矿	-70.5	+3.93
6	Lc1925	石英	-91.90	-1.53

注: 1~4、6 号为叶庆同资料, 5 为李虎杰资料, 据文献[11]。

始张裂、沉陷^[3]; 早石炭世晚期, 裂谷深切到上地幔并发生火山喷流作用, 含矿热液沉积之后形成以层状、似层状和透镜状为主的 I、II 号矿体群; 中晚石炭世老厂矿区热液活动仍然比较频繁, 含矿热液沿碳酸盐岩的裂隙运移充填, 形成了透镜状、脉状的 III 号矿体群; 燕山中晚期, 隐伏花岗岩浆沿早期断裂侵入, 形成了 I 号矿体群之下的脉状铜矿体, 并且对早期矿体有叠加改造作用。

参考文献:

- [1] 陈松龄, 彭省临, 王增润. 澜沧老厂银铅矿矿田构造[J]. 中国有色金属学报, 1997, 7(3): 1-5.
- [2] 陈百友. 云南省澜沧老厂银铅锌铜多金属矿床成因学研究[D]. 长沙: 中南大学, 2002.
- [3] 李雷, 段嘉瑞, 李峰, 等. 澜沧老厂铜多金属矿床地质特征及多期同位素成矿[J]. 云南地质, 1996, 15(3): 246-256.
- [4] 王增润, 吴延之, 段嘉瑞, 等. 滇西澜沧裂谷成矿作用兼论老厂大型铜铅银矿床成因[J]. 有色金属矿产与勘查, 1992, 1(4): 207-215.
- [5] 欧阳成甫, 徐楚明, 胡承绮, 等. 云南澜沧老厂银铅矿区隐伏花岗岩体预测及其意义[J]. 大地构造与成矿学, 1993, 17(2): 119-126.
- [6] 薛步高. 论澜沧老厂银铅多金属矿床成矿特征[J]. 矿产与地质,

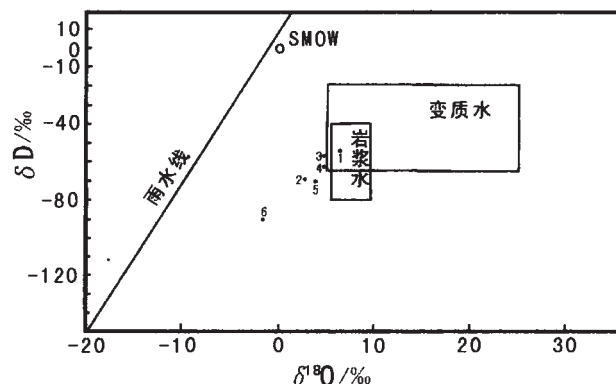


图 4 老厂矿床 $\delta D - \delta^{18}O$ 图解
(据文献[13])

Fig. 4 $\delta D - \delta^{18}O$ Diagram of Laochang deposit
(after Reference [13])

1998, 12(1): 26-32.

- [7] 陈百友, 王增润, 彭省临, 等. 澜沧老厂银铅锌铜多金属矿床成因探讨[J]. 云南地质, 2000, 21(2): 134-144.
- [8] 李光斗, 匡立人. 云南澜沧老厂银铅铜矿床成矿地质条件和找矿远景[J]. 有色金属矿产与勘查, 1998, 7(1): 1-6.
- [9] 胡承绮, 王宗学. 云南老厂银铅锌矿区围岩蚀变特征[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1991, 11(4): 396-403.
- [10] 陈元琰. 云南老厂火山块状硫化物矿床的物质组分[J]. 桂林冶金地质学院学报, 1994, 14(2): 139-144.
- [11] 叶庆同, 胡云中, 杨岳清, 等. 三江地区区域地球化学背景和金银铅锌成矿作用[A]. 中华人民共和国地质矿产部地质专报——矿床与矿产第 25 号[C]. 北京: 地质出版社, 1992.
- [12] Barnes H L. Geochemistry of hydrothermal ore deposits[M]. John Wiley & Sons, Inc., 1997.
- [13] Sheppard, S M F et al. The Cornubian batholith, SW England: D/H and $^{18}O/^{16}O$ studies of kaolinite and other alteration minerals[J]. J Geol Soc Lond, 1977, 133: 573-591.

(下转第 221 页)

正确引导的盲目开发,势必将导致湿地环境的恶化。

参考文献:

- [1] 邱志强,苗英,贾伟光,等. 东北地区湿地及其保护[J]. 地质与资源,2004,13(4): 237—241.
[2] 邱志强,苗英,贾伟光,等. 东北地区水资源现状及可持续利用对策[J]. 地质与资源,2004,13(2): 112—115.

- [3] 刘兴土,马学慧. 三江平原自然环境变化与生态保育[M]. 北京:科学出版社,2002. 170—171.
[4] 那守海,张杰,莽虹. 三江平原湿地生态环境建设刍议[J]. 东北林业大学学报,2004,32(2): 78—80.
[5] 李颖,张养贞,张树文. 三江平原沼泽湿地景观格局变化及其生态效应[J]. 地理科学,2002,22(6): 677—682.
[6] 汪爱华,张树清,张柏. 三江平原沼泽湿地景观空间格局变化[J]. 生态学报,2003,23(2): 237—243.

CHARACTERISTICS OF THE WETLANDS IN NORTHEAST CHINA: Mechanism of Formation and Succession

DI Zhi-qiang, MIAO Ying, JIA Wei-guang, JIN Hong-tao

(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033, China)

Abstract: The wetlands in Northeast China are in various types under complicated natural conditions. On the basis of summing up the characteristics, the authors analyze the mechanism of formation and succession of the wetlands. It is revealed that the process of the formation and succession is affected by both natural power and human behaviors. The external force from human activities dominates the process in a relative small time and space scale. Improper exploitation will damage the environment for the wetlands.

Key words: wetland; mechanism of formation and succession; system of water cycle; Northeast China

作者简介: 邱志强(1955—),男,教授级高工,1981年底毕业于河北地质学院,主要从事水文地质、工程地质、环境地质调查与研究,通讯地址 沈阳市北陵大街25号,邮政编码 110032, E-mail//syDzhiqiang@cgs.gov.cn

(上接第204页)

GEOLOGY AND GENESIS OF LAOCHANG Ag-Cu-Pb-Zn POLYMETALLIC ORE DEPOSIT IN LANCANG YUNNAN PROVINCE

WANG Xin-li¹, PANG Yan-chun¹, HUANG Mu-lian², SUN Lin-xun³, LI Wei⁴

(1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Huabei Oil Field Company, PetroChina, Renqiu 062552, Hebei Province, China; 3. Liaohe Oil Field Company, PetroChina, Panjin 124000, Liaoning Province, China; 4. Sichuan Geological Survey, Chengdu 610059, China)

Abstract: The Laochang Pb-Zn deposit in Lancang, Yunnan Province is an important polymetallic ore deposit in the Sanjiang area in Southwest China. Based on a comprehensive analysis on the geological characteristics of the deposit, its origin is considered to be closely related with volcano-eruption sedimentation metallogenesis and post-volcanic exhalative hydrothermal reformation metallogenesis. The metallogenic fluid is the mixture of magmatic water and meteoric or sea water. The source of ore materials is crust-mantle mixture.

Key words: Laochang deposit; geological characteristics; genesis; Lancang

作者简介: 王新利(1981—),男,内蒙古人,硕士,主要从事盆地流体与金属矿床方面的研究,通讯地址 四川省成都理工大学沉积地质研究院,邮政编码 610059, E-mail//wangxinliyu@tom.com