云南老厂火山块状硫化物矿床的物质组分

陈元琰

(桂林工学院资源工程系)

摘 要 老厂矿床的矿物组成、矿物组合、矿石结构构造、成矿期次、矿物生成顺序、成矿分带及银的赋存状态等特征表明，该矿床主要形成于火山热液期，并划分为3个成矿阶段：铜硫阶段、银铅锌阶段和砷金阶段。银主要以辉银矿-螺状硫银矿的形式沿方铅矿解理呈叶片状分布。

主题词 铅锌矿床；火山成因矿床；硫化物矿床；云南／物质组分

中图号 P611.1；P618.404

老厂矿床因其独特的成矿特征（富银、铅的锌-铅-铜型块状硫化物矿床和偏碱性的中基性火山岩围岩）而受到人们的普遍重视，对含矿火山岩、围岩蚀变、矿床成因和控矿因素等先后提出了各种各样的看法。然而，前人在矿床物质组分特征方面的研究却相当薄弱，例如在矿物组合、矿石组构、矿物生成顺序和矿床分带以及银的赋存状态等方面均缺乏系统的研究和总结，这些问题无论对矿床成因或是找矿勘探，甚至对选矿来说都具有十分重要的理论意义和经济意义。本文在前人的基础上力图对这些问题给予概略性的总结。

1 矿物组成及矿物组合

1.1 矿物组成

主要金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿，次要金属矿物有黄铜矿、磁黄铁矿、白铁矿、褐铁矿。其它微量矿物有：

铜矿物：黝铜矿、斑铜矿、砷黝铜矿、硫砷铜矿、兰铜矿、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-螺状硫银矿、银黝铜矿、锑银矿；砷矿物：毒砂、雄黄、雌黄；铅矿物：车轮矿、硫锑铅矿、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。还有复杂的锌矿物：异极矿。

非金属矿物主要有绢云母、绿泥石、绿帘石、石英、方解石、白云石、玉髓、纤闪石、钠黝帘石、滑石、叶腊石、蛇纹石、钠长石、透辉石、石榴子石、透闪石、阳起石等。

1.2 矿物组合

原生矿石的主要金属矿物组合可分为：(1) 辉银矿-螺状硫银矿-方铅矿-闪锌矿-黄

1993年9月8日收稿，12月13日改回。

作者简介：陈元琰，男，1961年出生，博士，副教授，矿床学专业。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

铁矿组合，构成银-铅-锌矿石；（2）方铅矿-闪锌矿-黄铁矿组合，构成铅-锌矿石；（3）黄铁矿-（白铁矿）组合，构成单硫矿石；（4）黄铜矿-黄铁矿-磁黄铁矿组合，构成铜硫矿石；（5）雄黄、雌黄-自然金-黄铁矿组合，构成砷-金矿石。

氧化矿石的主要矿物组合为：（1）包裹有未被氧化的原生含银方铅矿的铅矾-白铅矿-褐铁矿-（菱锌矿）-（水锌矿）-（异极矿）组合，构成粉末状构造的氧化含银铅（锌）矿石；（2）褐铁矿-针铁矿-赤铁矿组合，构成铁矿石。

2 矿石结构构造

2.1 矿石构造

矿石构造按成因可分为：气水热液矿石构造、沉积矿石构造、风化矿石构造。

气水热液构造 又可分为充填矿石构造和交代矿石构造。充填矿石构造有脉状构造、松散块状构造、晶洞状构造、梳状构造、对称条带状构造、胶状构造；交代矿石构造有细脉浸染状构造、浸染状构造、斑杂状构造、致密块状构造。

沉积矿石构造主要为火山沉积矿石构造中的角砾状构造、条纹状构造、条带状构造、稀疏浸染状构造。

风化矿石构造主要为蜂窝状构造、粉末状构造。

2.2 矿石结构

矿石结构按成因可分为溶液的结晶结构、溶液的交代结构、固溶体分离结构、胶体物质重结晶结构、压力结构。

溶液的结晶结构有自形粒状结构、共结边结构、包含结构。

溶液的交代结构有半自形粒状结构、它形粒状结构、残余结构、骸晶结构、文象结构、交代穿孔结构、交叉结构、网状结构、镶边结构。

固溶体分离结构有乳浊状结构、定向乳浊状结构、叶片状结构。

胶体物质重结晶结构有环带状结构、干裂结构。

压力结构有压碎结构和斑状压碎结构。

沉积结构有草莓状结构。

3 成矿期、成矿阶段及矿物生成顺序

矿床形成可分三个成矿期：（1）同生期：为间火山期火山喷气热液沉积成矿，形成不具工业价值，但分布广泛的条带状和浸染状黄铁矿；（2）热液期：为火山期后火山喷气热液充填交代成矿，可分为三个成矿阶段：a.铜硫阶段；b.银铅锌阶段；c.砷金阶段。（3）表生期：银铅锌硫化物矿体表生氧化形成砂泥铅矿。

矿物生成顺序本次工作主要对热液期的黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿作了详细研究，总的矿物生成顺序总结于表1。

黄铁矿：可分为三个矿化阶段。第一阶段黄铁矿是成矿热液中最先沉淀的金属矿物，有立方体和五角十二面体两种晶形，自形-半自形，细-粗粒，普遍具压裂结构；第二阶段黄铁矿是伴随构造活动而再成矿的，黄铁矿快速沉淀，具胶状构造和变胶状构造。胶状的黄铁矿颗粒细小，几乎总是呈放射状或似平行的纤维状集合体，或呈同心环带结构和干

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

表 1　老厂矿床矿物生成顺序表

Table 1　The forming sequence of minerals in Laochang ore deposit

矿化期	同生期	（次）火山热液期			表生期
矿化阶段		铜硫阶段	银铅锌阶段	砷金阶段	
毒砂					
辉钼矿					
辉铋矿					
黄铁矿					
白铁矿					
磁黄铁矿					
黄铜矿					
闪锌矿					
方铅矿					
自然银					
辉银矿-螺状硫银矿					
硫锑铅矿					
辉锑矿					
斑铜矿					
自然金					
雄黄					
雌黄					
褐铁矿					
白铅矿					
铅矾					
异极矿					
矿石构造	浸染状脉状	致密块状、脉状、斑杂状、网脉状	对称条带状、松散块状、晶洞	块状、浸染状	粉末状
矿石结构	压碎	压碎	叶片状、粗粒	粒状	
矿石类型	单硫贫矿石	铜硫矿石	银铅锌矿石	砷金矿石	氧化矿矿石
空间分布	矿区内外	Ⅳ号矿化群	Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ号矿体群	1990 m 标高以上	潜水面之上

裂结构，而变胶状的黄铁矿则呈自形-它形细晶充填在胶状干裂纹和早期黄铁矿、磁黄铁矿裂隙中，这一阶段的黄铁矿总是与白铁矿紧密共生，有一定的富集；第三阶段黄铁矿多分布于成矿期末的方解石脉中，呈自形、细-中粒，含量较少，但含有一定量的金。

磁黄铁矿：有二个矿化阶段。第一阶段磁黄铁矿呈半自形-它形粒状集合体产出，交代第一阶段的黄铁矿而被第二阶段黄铁矿和白铁矿所交代，常具压碎结构。这一阶段磁黄铁矿较富集。这一阶段的晚期磁黄铁矿呈自形-半自形细小板片状出溶于闪锌矿中，分布很少。第二阶段磁黄铁矿与第二阶段黄铜矿、方铅矿连生，交代第一阶段黄铜矿、闪锌

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.c

矿，颗粒细小，分布较少。

黄铜矿：有二个矿化阶段。第一阶段黄铜矿呈半自形-它形粒状集合体与第一阶段磁黄铁矿连生，被第一阶段闪锌矿交代，具压裂现象。这一阶段黄铜矿分布于Ⅳ号矿体群中，较富集。这一阶段的晚期黄铜矿在第一阶段闪锌矿中呈乳浊状出溶，含量极少。第二阶段黄铜矿呈它形粒状集合体，交代前二阶段的黄铁矿和第一阶段的磁黄铁矿、闪锌矿，分布不广，含量相对较少。

闪锌矿：有二个矿化阶段。第一阶段为细粒、具压裂结构的闪锌矿，内部有磁黄铁矿、方黄铜矿的板片状出溶体和黄铜矿的乳浊状、定向乳浊状出溶体，含量较少。第二阶段为自形-半自形板状细-粗粒闪锌矿，对前二阶段的黄铁矿、磁黄铁矿进行交代，较为富集。

方铅矿：有两个矿化阶段。第一阶段方铅矿呈自形-半自形的细粒集合体，与闪锌矿共结，具压裂结构，含量少且分散。第二阶段方铅矿为自形-半自形立方体晶形，细-粗粒集合体，对前二个阶段的黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿和闪锌矿均交代。这一阶段的方铅矿极为富集，为原生矿主体，亦为银的主要载体。

4 矿床分带

在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，造成矿床具有明显的分带性。具体表现在以下三个方面：

元素分带：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计算法（表2），计算出由深到浅成矿元素分带为：S→Cu→Zn→Ag→Pb。

表2 成矿元素分带序列计算①

Table 2 Calculation of zonation sequence of ore-forming elements

钻孔编号	Cu	Pb	Zn	Ag	S
ZK 13-4	0.09	3.77	2.07	79.99	15.51
ZK 13-1	0.06	1.23	0.63	64.99	18.16
ZK 13-3	0.04	0.12	0.17	4.5	9.27
ZK 13-4 / ZK 13-1	1.50 / 3	3.07 / 4	3.29 / 5	1.23 / 2	0.85 / 1
ZK 13-4 / ZK13-3	2.25 / 2	31.40 / 5	12.18 / 3	17.78 / 4	1.67 / 1
ZK 13-1 / ZK 13-3	1.50 / 1	10.25 / 4	3.71 / 3	14.44 / 5	1.96 / 2
$\overline{gr}$	5.25	44.72	19.18	33.45	4.48
ΣNi	6	13	11	11	4
由深到浅元素排列顺序	S → Cu → Zn → Ag → Pb				

①据（苏）E.M. 克维雅特科夫斯基法计算：表中分子为该中段内的金属量梯度，分母为该中段内根据梯度值的增大所排出的局部分带序列的元素的序列编号。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

矿物组合分带：由矿区南部深处向北部浅处斜向分布，依次为：

（1）Cu、S 矿带：出露标高为 1400～1700 m，主要矿物有黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿；

（2）Ag-Pb-Zn 矿带：出露标高为 1600～2000 m，主要矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、螺状硫银矿-辉银矿、自然银；

（3）Ag-Au 矿带：出露标高在 1900～2200 m 之间，主要有黄铁矿、雄黄、雌黄、自然金、银金矿，Au 与 As 密切相关。

围岩蚀变分带：老厂矿床中围岩蚀变也具分带性，由下而上为：矽卡岩化→硅化、绢云母化→绿泥石化、绿帘石化→碳酸盐化→大理岩化。

5 银的赋存状态

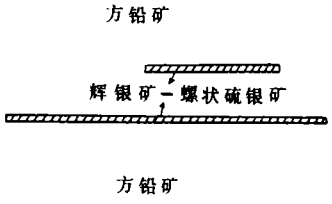
银在矿床中主要存在于银铅锌矿石中。对采自 197 组银铅锌矿石品位数据的相关系数计算表明，银与铅的相关系数最高，为 0.5254，银与锌、硫（指黄铁矿）的相关系数较低，分别为 0.2637 和 0.3195，说明银主要与方铅矿有关。另据叶庆同等资料（表 3），银在方铅矿中的含量比在闪锌矿和黄铁矿中的含量平均分别高出 3.08 倍和 5.91 倍，也说明银主要赋存于方铅矿中。

表 3 老厂矿床单矿物中银的含量（g/t）

Table 3 Silver content of monominerals in Laochang ore deposit

矿 物	方铅矿	闪锌矿	黄铁矿
变化范围	89～220	27～138	22.1～69.5
平均值	251.8	81.8	42.6
样品数	8	7	8

（据叶庆同等，1991）



附图 辉银矿-螺状硫银矿在方铅矿中呈叶片状沿解理定向出溶

（据显微照片简化，L=0.45 mm，云南老厂 ZK 1706 孔 120 米）

Appendix fig. Foliated argentite-acanthite exsoluting in cleavages of galena

根据光片镜下观察，银在方铅矿中主要以螺状硫银矿-辉银矿的形式出现，一般沿方铅矿中解理呈叶片状嵌布（附图），偶见呈细粒状嵌布。部分银在方铅矿中以自然银出现，呈微粒状嵌布于方铅矿中，含量极微。

银在矿床中除了以银的独立矿物——辉银矿-螺状硫银矿、自然银出现外，也有呈类质同象产于银黝铜矿和含银铋铅矿中。

参 考 文 献

1 叶庆同等. 怒江、澜沧江、金沙江地区铅锌矿床成矿特征和成矿系列. 北京：北京科学技术出版社，1991

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c

THE STUDY ON MINERALOGICAL COMPOSITION OF ORES IN LAOCHANG VOLCANIC-HOSTED MASSIVE SULFIDE DEPOSIT, YUNNAN

Chen Yuanyan
(*Department of Resource Engineering, Guilin Institute of Technology*)

Abstract

The mineralogical composition, mineral assemblages, ore textures and structures, minerogenetic stages, forming sequence of minerals, minerogenetic zonation and existing states of silver of Laochang ore deposit are discussed in detail in this paper. It is considered that the ore deposit is mainly formed in volcanic hydrothermal period, and it may be divided into three minerogenetic stages: copper–sulfur stage, silver–lead–zinc stage, arsenic–gold stage. The silver is principally existed in cleavages of galena as foliated argentite–acanthite.

Keywords lead–zinc deposits; volcanogenic deposits; sulfide ore deposit; Yunnan / mineralogical composition of ores

我市科技期刊编辑举行新春联谊

桂林市部分科技期刊编辑于1994年1月22日在我刊编辑部举行新春联谊。他们分别来自《中国岩溶》、《桂林电子工业学院学报》、《矿产地质》、《矿山地质》、《光通讯技术》及《模具工业》等编辑部。参与联谊活动的编辑同仁共22人，大家欢聚一堂，畅叙了过去一年所取得的成绩与新年新的打算，并从不同角度，总结和探讨了科技期刊进入市场的对策，相互间深受启发。

首次新春联谊活动达到了总结经验，取长补短，加强联络，增进情谊的目的。

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.c