

四川底苏、大梁子铅锌矿床中方铅矿 和黄铁矿地球化学标型特征^{*}

朱赖民 袁海华

(成都理工学院)

摘要 通过底苏、大梁子铅锌矿床中的方铅矿和黄铁矿的化学成分、同位素地球化学、爆烈温度等方面研究,作者认为两矿床属沉积改造层控矿床,成矿温度为中低温。

关键词: 方铅矿 黄铁矿 地球化学标型特征 底苏 大梁子

底苏和大梁子铅锌矿床是康滇地轴东缘碳酸盐岩地层中具有重要代表性的铅锌矿床。矿床中的闪锌矿、方铅矿、黄铁矿是最主要的金属硫化物。作者曾对两矿床闪锌矿微量元素地球化学标型特征做过研究^[1]。本文将对两矿床中的方铅矿和黄铁矿地球化学标型特征做进一步探讨。

1 矿床地质简况

底苏和大梁子矿床均位于扬子地台西南缘,康滇地轴东缘凹陷中。矿区出露地层主要有震旦系灯影组白云岩,寒武系筇竹寺组、沧浪铺组、龙王庙组砂页岩。寒武系与震旦系呈平行不整合接触。大梁子矿床控矿构造发育,矿区内大小断层达 40 余条。此外,还发育角砾岩化带 3 个,黑色破碎带 2 个^[1]。而底苏矿床仅发育一条近南北向展布的层间破碎带^[1]。底苏和大梁子矿床矿体产状截然不同,前者矿体呈似板状、层状与赋矿围岩产状协调一致,而后者矿体产状较陡,近于直立柱状、筒状。两矿床近矿围岩蚀变均较弱,以硅化、碳酸盐化、黄铁矿化为主。矿石中常见的金属矿物为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿、黄铜矿、毒砂等。脉石矿物主要为石英、方解石、白云石、高岭石等。

根据成矿作用特点,可将矿床形成划分为三个成矿阶段。同生沉积成岩成矿阶段,形成了闪锌矿、黄铁矿、方铅矿、石英等矿物组合。热液改造主成矿阶段,形成闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黄铁矿、毒砂、石英、方解石等矿物组合。热液改造晚成矿阶段,形成闪锌矿、石英、方解石、方铅矿等矿物组合。

2 方铅矿、黄铁矿产状

方铅矿是矿床又一重要金属矿物,但含量远不及闪锌矿。方铅矿依产状可分为三个世代。第一世代(I)呈浸染状产于碳酸盐岩中,但量很小。第二世代(II)产于热液改造主成矿阶段形

* 四川省地矿局“八五”科研项目

表1 方铅矿微量元素分析结果(%)

矿床	样号	世代	Zn	Pb	Cu	Fe	S	As	Se	Hg	Bi	Ag	Sb	Mn	Co	Ni	Sb/Bi	Sb/Ag	资料来源
底	P012	I	0.010	85.354	0	0.092	13.930	0.037	0.011	0.189	0.513	0.037	0.062	0	0.016	0.017	0.121		本文1992
	P011	I	0	85.234	0	0.072	13.073	0	0	0	0.489	0.079	0	0	0	0			本文1992
	P011	I	0	81.836	0	0.012	13.632	0	0.059	0.140	0	0.003	0.032	0.022	0.008	0.019	10.67		本文1992
	P011	I	0	82.136	0.023	0.014	13.502	0	0.062	0.366	0	0.060	0	0	0	0	0.036		本文1992
	P01	I	0.029	85.643	0	0.068	13.786	0	0	0.049	0	0	0	0	0.017	0			本文1992
苏	Q001	I	0	85.578	0	0.103	12.994	0	0	0.256	0.707	0	0.189	0.005	0	0.029	0.267		本文1992
	Q012*	I	-	77.38	-	-	-	-	0	0.001	<0.00005	0.039	0.015	-	-	-	>300	0.385	本文1992
	Q013*	I	-	83.85	-	-	-	-	0	0.001	<0.00005	0.056	0.020	-	-	-	>400	0.357	本文1992
	P013*	I	-	70.22	-	-	-	-	-	0.0014	<0.00005	0.013	0.012	-	-	-	>240	0.923	本文1992
	D066	-	-	86.00	-	-	12.78	-	-	-	0.30	0	0	-	-	-			王小春1988
大梁子	D066	-	-	84.71	-	-	12.81	-	-	-	0.31	0	0.21	-	-	-	0.677		王小春1988
	T ₁₅ -Gn*	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0015	0.000012	0.0432	0.189	-	-	-	15750	4.735	王小春1988
	T ₃₈ -Gn*	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00036	0.000015	0.0476	1.1988	-	-	-	79920	25.185	王小春1988

* 西南冶金地质研究所原子吸收光谱测定,其余由成都地质矿产研究所电子探针测定。一未测定。

表2 黄铁矿微量元素含量测定结果(%)

矿床	样号	世代	Zn	Pb	Cu	Fe	S	As	Se	Hg	Bi	Ag	Sb	Mn	Co	Ni	S/Se×10 ⁴	Co/Ni	资料来源
底	I-I'09	I	0	0.318	0.050	45.984	53.374	0.042	0.060	0	0	0.069	0	0.005	0.089	0.013	0.08896	6.846	本文1992
	PR01	I	0.077	0.247	0.009	45.893	53.492	0.264	0	0.197	0	0	0	0.032	0.058	0.096	75.994	0.604	本文1992
大梁子	T ₉ -Py*	I	-	-	-	-	43.01	0.477	0.00005	-	-	-	-	-	0.0042	0.017	86.02	0.247	余跃新
	D075*	-	-	-	-	-	42.45	48.13	-	0.00009	-	-	-	-	0.00160	0.042	53.48	0.381	1988

成的块状闪锌矿-方铅矿矿石中,与闪锌矿密切共生。第三世代(Ⅲ)产于热液改造晚成矿阶段形成的脉状矿石中,常与闪锌矿、石英、方解石组成细脉穿插早阶段矿物。

黄铁矿是矿床中普遍出现的金属硫化物,可划分为三个世代。第一世代黄铁矿(I)出现于沉积成岩成矿阶段的细粒浸染状、斑点状、条带状矿石中,常与闪锌矿共同构成贫矿石,具草莓状结构。第二世代黄铁矿(Ⅱ)形成于热液改造主成矿阶段,常与闪锌矿、方铅矿构成具有重要工业意义的块状矿石。第三世代黄铁矿(Ⅲ)形成于热液改造晚成矿阶段,常与闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、石英等组成细脉穿插交代早阶段矿物。

3 方铅矿、黄铁矿地球化学标型特征

3.1 矿物化学成分标型特征

矿床中方铅矿和黄铁矿化学成分分析结果见表1和表2。

由表1可知,方铅矿中普遍含有Sb、Bi、Ag、Hg等微量元素,这是因为以6次配位为基础的方铅矿晶格中,Sb、Bi、Ag、Hg可进入方铅矿晶格与铅发生类质同象替换。上述元素进入方铅矿中的难易程度及含量,随方铅矿形成温度的不同而有规律变化。因此,研究方铅矿中微量元素的含量及种类,可帮助我们确定矿物形成的温度条件。

方铅矿中的Sb/Bi比值可指示矿床成因。底苏、大梁子矿床Sb、Bi、Ag平均含量及Sb/Bi、Sb/Ag比值与其形成温度有关(Malahow, 1968)。Sb/Bi < 0.06的方铅矿是在高温条件下形成的,Sb/Bi > 6的方铅矿是在低温条件下形成的。底苏矿床方铅矿Sb/Bi最低值为0.121,最高值大于400;大梁子矿床方铅矿Sb/Bi变化于0.677~79920。因此,从方铅矿Sb/Bi来看,两矿床成矿温度属中低温。

方铅矿Sb/Bi比值也可指示成矿深度。据研究,金属矿床中方铅矿的Sb含量随深度加大而减小,Bi含量则增加。因此,Sb/Bi越小,成矿深度越大,反之成矿深度越小。两矿床Sb/Bi比值普遍较高(除3件样品外),Sb/Bi > 240,显示成矿深度较浅。这一推断与热力学计算结果一致。

据研究^[2],方铅矿中的Sb、Bi、Ag含量及Sb/Bi、Sb/Ag比值可指示矿床成因。底苏、大梁子矿床Sb、Bi、Ag平均含量及Sb/Bi、Sb/Ag比值与沉积改造型矿床基本相当(表3)。在用于区分矿床成因的方铅矿Sb-Bi-Ag原子百分比三角图(图1)中,两矿床投点靠近凡口、桐木、不列颠诸岛沉积改造型矿床,远离岩浆热液矿床,同样表明了两矿床的沉积改造成因。

黄铁矿的电子探针和原子吸收光谱分析结果(表2)表明:不同世代黄铁矿普遍含Cu、Pb、Zn、As、Se、Co、Ni。黄铁矿中的Se、Co、Ni含量变化大,Co/Ni、S/Se比值变化范围宽。

表3 不同成因类型方铅矿微量元素对比(10⁻⁶)

元素	岩浆热液 型矿床	火山岩型 矿床	沉积改造 型矿床	沉积变质混 合岩化矿床	底苏 矿床	大梁子 矿床
Ag	1628	461	436	1948	493.33	502.67
Sb	1047	300	1163	551	156.67	5259.33
Bi	2126	20.60	4.30	2966	<0.5	2.76
Sb/Bi	0.49	14.56	270.47	0.19	>313.34	1905.55
Sb/Ag	0.64	0.65	2.67	0.28	0.32	10.46

不同类型矿床资料据张乾(1988)

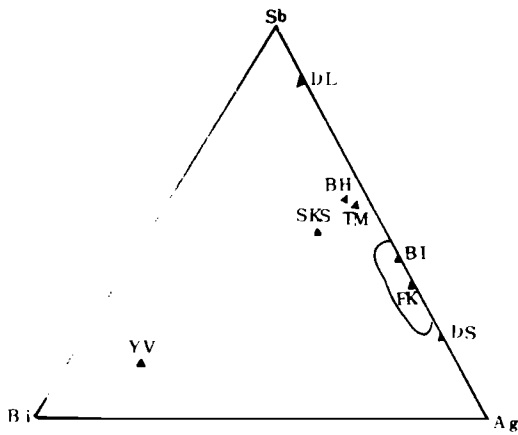


图 1 方铅矿 Sb-Bi-Ag 原子百分比图解

FK—凡口铅锌矿床, BH—Brockenhill 铅锌矿床;
SKS—水口山铅锌矿床, BI—不列颠群岛同生方铅矿;
TM—桐木沟锌矿床, YV—长江中下游铜矿床;
DS—底苏矿床, DL—大梁子矿床

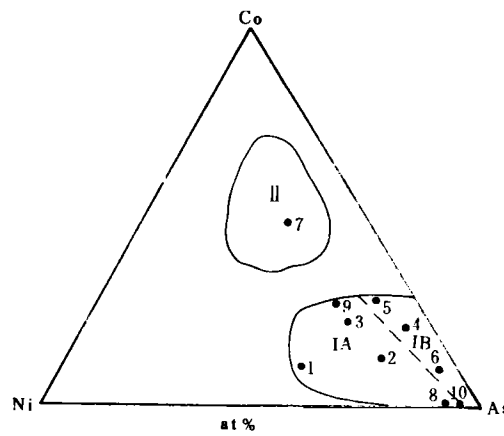


图 2 不同矿床中黄铁矿的 Co-Ni-As

原子百分比图解

IA—沉积与层控矿床, IB—砂卡岩-岩浆热液矿床,
I—斑岩型矿床; 1—凡口, 2—酒顶, 3—禾青, 4—水口山;
5—黄沙坪, 6—大宝山, 7—城门山, 8—桐木沟;
9—底苏, 10—大梁子

Se 含量变化于 0.00009%—0.06%, Co 变化于 0.0016%—0.089%, Ni 变化于 0.0042%—0.096%, S/Se 比值变化于 889.6—860200, Co/Ni 变化于 0.2471—6.846。据研究, 热液成因黄铁矿 $Co/Ni > 1$, S/Se 多在 1.0—2.67 万范围内; 沉积成因黄铁矿 $Co/Ni < 1$, S/Se 比值多在 25—50 万范围内。因此黄铁矿的 Co/Ni 及 S/Se 比值反映了矿床具沉积和热液改造双重特征。在 Co-Ni-As 原子百分比三角图(图 2)中, 两矿床黄铁矿均落入沉积改造层控矿床区。

3.2 同位素地球化学标型特征

3.2.1 铅同位素

方铅矿铅同位素分析结果见表 4。由表可知, 方铅矿铅同位素组成变化不大, 数据比较集中, 在 $^{207}Pb/^{204}Pb$ — $^{206}Pb/^{204}Pb$ 和 $^{208}Pb/^{204}Pb$ — $^{206}Pb/^{204}Pb$ 坐标图^[3]中, 方铅矿铅同位素数据落入含少量放射性成因铅的正常铅范围内, 表明方铅矿中铅属普通铅, 适合地球中铅同位素演化简单历史。方铅矿单阶段模式年龄变化范围大(91—646Ma), 模式年龄可分为两组(表 4), 一组集中于 91—398Ma, 另一组集中于 529—646Ma, 这两组年龄分别与古(中)生界地层, 赋矿震旦系灯影组地层时代相当, 表明方铅矿中的铅可能来源于上述地层, 即成矿与地层关系密切。地层全岩铅同位素组成(表 5)与方铅矿铅同位素组成比较接近, 在铅构造环境图解(图 3)中, 除会理群千枚岩投点靠近 Stacey-Kramers 两阶段铅演化曲线外, 方铅矿与灯影组白云岩投点均落入上地壳铅演化曲线附近或曲线之上, 且方铅矿与灯影组白云岩投点比较接近, 这说明成矿过程中, 铅的来源较浅, 铅可能来源于地壳浅部沉积地层。会理群千枚岩位于 Stacey-Kramers 两阶段铅演化曲线附近, 可能与会理群铅源复杂, 部分深源铅加入其中有关。

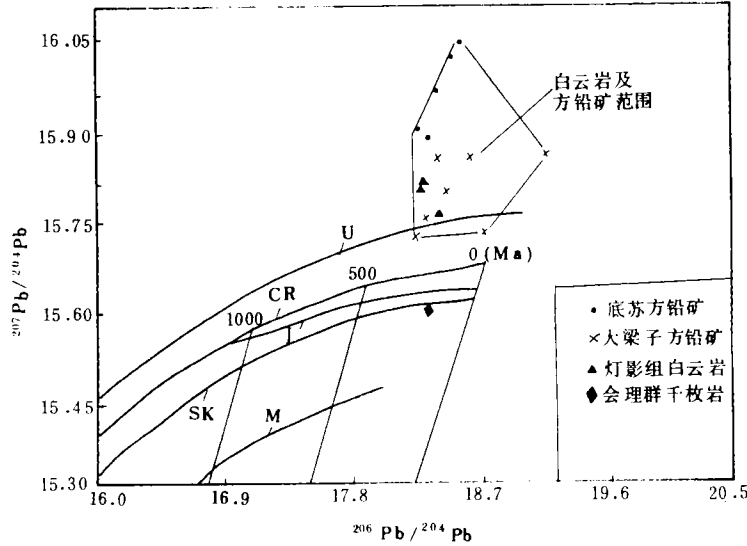


图3 矿床铅同位素组成 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 与 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 坐标图

U—上地壳铅演化曲线; I—岛弧铅演化曲线; M—地幔铅演化曲线; CR—(Cuming-Richards)开放体系演化曲线; SK—(Stacey-Kramers)两阶段演化曲线

表4 方铅矿铅同位素组成

矿床	样号	同位素比值			模式年龄 (Ma)	资料来源
		$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$		
底苏	Q012	18.446	16.021	39.347	626	本 文
	Q014	18.466	16.053	39.394	646	
	Q013	18.330	15.888	38.920	560	
大梁子	P015	18.344	15.954	39.082	623	
	P017	18.326	15.914	38.985	592	
大梁子	T4—Gn	18.486	15.772	38.831	309	王小春 1988
	T38—Gn	18.969	15.853	39.586	91	
	T15—Gn	18.617	15.882	39.247	341	
	T11—Gn	18.667	15.693	38.994	106	
子	DM—17	18.290	15.740	38.481	398	余跃新 1988
	D025	18.229	15.675	38.380	369	
	D069	18.386	15.839	38.818	439	

成都理工学院测试中心测定

表5 地层岩石铅同位素组成

矿床	样号	地层	岩性	同位素比值			资料来源
				$^{200}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	
底苏	I-I'45	Zbd	白云岩	18.336	15.738	38.671	本文
	I-I'B	Pttm	千枚岩	18.242	15.597	38.228	本文
大梁子	Dx-3	Zbd	白云岩	18.275	15.777	38.809	成矿所 1991
	Dx-68	Zbd	白云岩	18.246	15.769	38.738	成矿所 1991

成都理工学院测试中心测定

3.2.2 硫同位素

方铅矿及黄铁矿硫同位素分析结果见表6。除1件黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 为负值外,方铅矿与黄铁矿 $\delta^{34}\text{S}$ 多集中在10%左右,说明方铅矿与黄铁矿富集重硫。这种“重硫型”可能说明成矿是在比较封闭条件下,硫是在地层中硫酸盐经还原作用而提供的,即矿床中的硫源可能为地层。事实上,矿区灯影组白云岩中已发现有钙芒硝堆积(四川冶金地勘局603队,1983),会东小街灯影组地层中普遍见有硫酸盐矿物假晶(成都理工学院震旦系专题组,1984)。

表6 方铅矿黄铁矿硫同位素组成

矿床	矿物	矿物个数	$\delta^{34}\text{S}(\text{‰})$ 范围	$\delta^{34}\text{S}(\text{‰})$ 均值
底苏	方铅矿	6	5.5—14.2	10.87
	方铅矿	9	6.72—11.4	9.66
大梁子	黄铁矿	6	-6.5—16.79	9.49

成都理工学院测试中心测定 * 据王小春(1988)余跃新(1988)资料整理

表7 方铅矿、黄铁矿爆烈测温校正结果

矿床	矿物	矿物个数	温度范围(°C)	温度均值(°C)	资料来源
底苏	方铅矿	2	220—230	225	本文
	黄铁矿	1		213	本文
大梁子	方铅矿	4	200—223	205	王小春 1988
	黄铁矿	2	220—250	235	602队 1983
	黄铁矿	2	115—131	123	王小春 1988

3.3 方铅矿、黄铁矿爆烈温度

方铅矿和黄铁矿均为不透明矿物,适用于爆烈法测温。两矿床方铅矿、黄铁矿爆烈法测温校正结果见表7。测温结果表明,两矿床爆烈温度比较接近,底苏矿床温度变化于213—230°C,平均值为219°C,大梁子矿床温度变化于115—250°C,平均值为187°C。可见两矿床应属中低温矿床。

徐国风(1987)指出,爆烈温度可帮助推断矿床成因。岩浆热液型矿床爆烈温度为300°C±,碳酸盐岩层中的沉积改造层控矿床其爆烈温度为100—200°C。因此,从爆烈温度推断,两

矿床也应属沉积改造型矿床。

4 结论

- 1) 矿床形成与地层关系密切,地层可为矿床形成提供铅源和硫源。
- 2) 方铅矿、黄铁矿微量元素分布分配及其特征比值,指示矿床应属沉积改造型层控矿床。
- 3) 矿床形成于中低温,浅成环境下。

研究工作得到栾世伟教授悉心指导。野外工作得到曾忻耕、马关兴、仁恒、龙德等高级工程师大力支持和帮助,在此深表感谢。

参考文献

- 1 朱赖民等. 金阳底苏、会东大梁子铅锌矿床中闪锌矿微量元素,标型特征及其研究意义,四川地质学报,1995,15(1)
- 2 张乾. 利用方铅矿、闪锌矿微量元素图解法区分铅锌矿床的成因类型,地质地球化学,1987,(3)
- 3 陈好寿等. 铅同位素地质研究的基本问题,北京:地质出版社,1979.

插图清绘 张萍 (1995年3月27日收稿)

TYPOMORPHIC CHARACTERISTICS OF GEOCHEMISTRY OF GALENA AND PYRITE FROM DISU AND DALIANGZI Pb-Zn DEPOSITS, SICHUAN

Zhu Laimin and Yuan Haihua
(Chengdu Institute of Technology)

Abstract

Based on the research on chemical composition, isotope geochemistry and decrepitation of galena and pyrite from Disu and Daliangzi Pb-Zn deposits, the authors regard them as sedimentary-reformation type stratabound deposits with low or medium mineralization temperature.

Key words: galena, pyrite, typomorphic characteristic of geochemistry, Disu, Daliangzi.