

贵州汞、铅-锌层控矿床成矿 机制的初步探讨

傅 良 佐

(贵州冶金地质一队)

汞、铅-锌层控矿床均产于一定地层、岩相和岩性中, 它们的分布 远离岩浆 岩体, 成矿 温度低。多年来, 不少中外地质工作者把这类矿床列为低温热液矿床 (岩浆期后热液或远温 式矿床)。近年来, 随着层控矿床研究的进展, 对它的成因也 有了一些新认识 和突破。本文 在综合研究贵州汞、铅-锌矿床的地质特征的基础上, 对矿质的初始来 源、沉积环 境、成矿 作用方式作一初步探讨。

一、赋矿层形成的沉积环境及汞、铅、锌元素富集情况

(一) 赋矿层形成的沉积环境

1. 汞矿

贵州汞矿主要产于碳酸盐岩地层中, 除志留系、元古界、三叠系以后的地层中未见汞矿 外, 其他各地层均有汞矿产出, 矿点达300余处。据作者不完全统计 (图1), 其中 58% 产于 寒武系, 11% 产于震旦系, 15% 产于二叠系, 0.8% 产于中生界。石炭系、泥盆系、奥陶系、 元古界之碳酸盐岩、碎屑岩、粘土岩、凝灰质板岩和变余砂岩中只有少数矿点分布。

矿床类型为: ①整合型: 其中寒武系中占76%, 占大型矿床的89%; ②断裂型: 震旦系 上统占24%, 目前 还未发现大型矿床。③综合型: 多产于二叠系、三叠系, 各占 25%、 39.1%。

寒武系中的汞矿主要产于黔东南、黔东及邻省的湘西、川南。已知几条大汞矿带的主要 赋矿层位为清虚洞组 (ϵ_1q)、高台组 (ϵ_2g) 的碳酸盐岩 (图2)。东部以中寒武统为主, 中 西部以下寒武统为主。

据黔东南寒武纪沉积岩相研究^①, 在清虚洞期台地基本形成, 中寒 武世 台地 进一步 复杂 化, 松桃、铜仁一带出现台地浅滩相, 台地由东至西为广海陆棚→滩→台地相。湘黔汞矿带 产于台地边缘斜坡相 (深水陆棚) 杂岩带中; 黔东南汞矿则产于潮坪海底的凹陷带; 南面三 丹汞矿带与湘黔汞矿带一样, 亦受台地边缘陆棚相控制 (图3)。在沉积岩性上受碎屑岩、粘 土岩、碳酸盐岩向蒸发岩过渡的杂岩带控制。

震旦系汞矿主要产于灯影组 (Zbd) 碳酸盐岩中。开阳白马洞、黄平纸房等 汞矿, 以致

① 据地质部第八普查勘探队1981年12月“贵州东部寒武纪沉积岩相研究报告”。

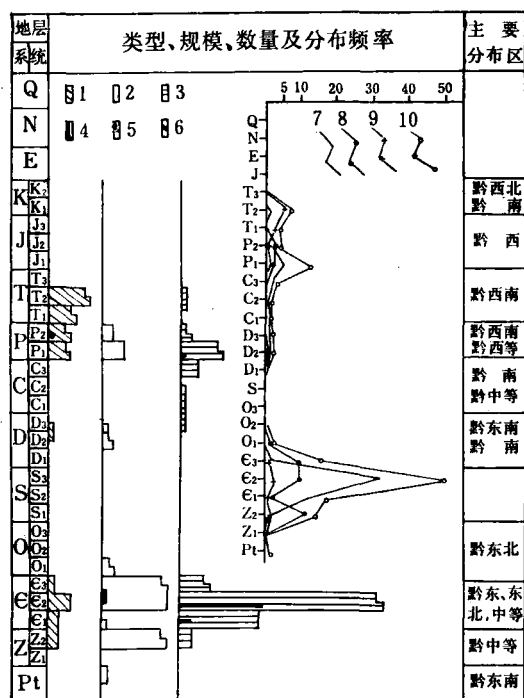


图1 贵州汞矿产出层位、地区及类型、规模、数量统计图

1—综合型汞矿；2—断裂型汞矿；3—缓倾斜似层状型汞矿；4—大型断裂型汞矿；5—大型整合型汞矿；6—大型综合型汞矿；7—整合型频率曲线；8—断裂型频率曲线；9—综合型频率曲线；10—数量频率曲线

Fig. 1. Comprehensive statistical diagram showing ore-bearing strata, locations, types, sizes and quantities of mercury deposits in Guizhou Province.

1. mercury ore of integrated type; 2. mercury ore of fracture type; 3. mercury ore of gently-inclined bedded type; 4. mercury ore of large fracture type; 5. mercury ore of large-sized conformable type; 6. mercury ore of large-sized integrated type; 7. frequency curve of conformable type ore; 8. frequency curve of fracture type ore; 9. frequency curve of integrated type ore; 10. frequency curve of quantities.

据湖南省地质局 405 队资料，与上述矿床属同一矿带的湖南花垣鱼塘铅锌矿亦产于下寒武统清虚洞组碳酸盐岩中，沉积环境属浅水台地正常海水盆地向咸化盆地过渡的潮间高能带，矿带延伸与礁相一致。

上述情况表明，铅锌矿床的形成条件与汞矿相似，但也有差别。前者更多产于潮坪海底凸起部位的藻礁相中，后者则产于水下隆起的边缘凹陷中。

① 岩样由中国科学院南京古生物研究所鉴定。

向北的四川毛仙坡等汞矿，呈 *NNE* 向线状分布，其位置恰与该期川黔台地与湘桂海盆斜坡相对应（图4）。该相带为泥晶灰岩、白云岩、黑色页岩组成，具薄层状韵律层理，见少量陆源低等菌藻类，属波基面下较深水低能环境^①，与湘黔汞矿带相似。

二叠系、三叠系汞矿主要分布于黔西南的贞丰、册亨、兴义等地。三叠系汞矿产于中下三叠统。从该期沉积相分析，汞矿赋集区为弱氧化碱化浅海沉积的贞丰—兴仁凹陷，临近开远海峡、贵州海盆的西南端。岩石以白云岩、泥岩、碎屑岩互层组合为主。

2. 铅锌矿

本省铅锌矿主要赋存于寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系之碳酸盐岩中。黔东一带的铅锌矿主要赋存于下寒武统清虚洞组、中寒武统高台组和平井组（ E_2p ）之灰岩和白云质灰岩中。它们与汞矿出现在同一地层剖面上，有时相间排列各自组成矿带，有时组成汞—铅锌矿带（但矿化区相继出现）。我们近年研究了铜仁花竹山、十场口铅锌矿钻孔岩样以及黔东北沿河三角塘铅锌矿^①，其赋矿层位为下寒武统清虚洞组藻礁微晶灰岩，以 *Epiphyton proaulopora* sp. *Girvanalla*（兰绿藻）为主，为礁后开阔礁石浅海环境沉积。沿河三角塘铅锌矿产于中寒武统平井组，岩样分别为团粒微晶灰岩和藻叠层石、砾屑微晶灰岩、鲕粒灰岩、泥晶灰岩，有时见石膏岩盐小假晶，有淋滤痕迹，表明为潮间振荡环境，且具蒸发环境特征，与礁灰岩相有关。

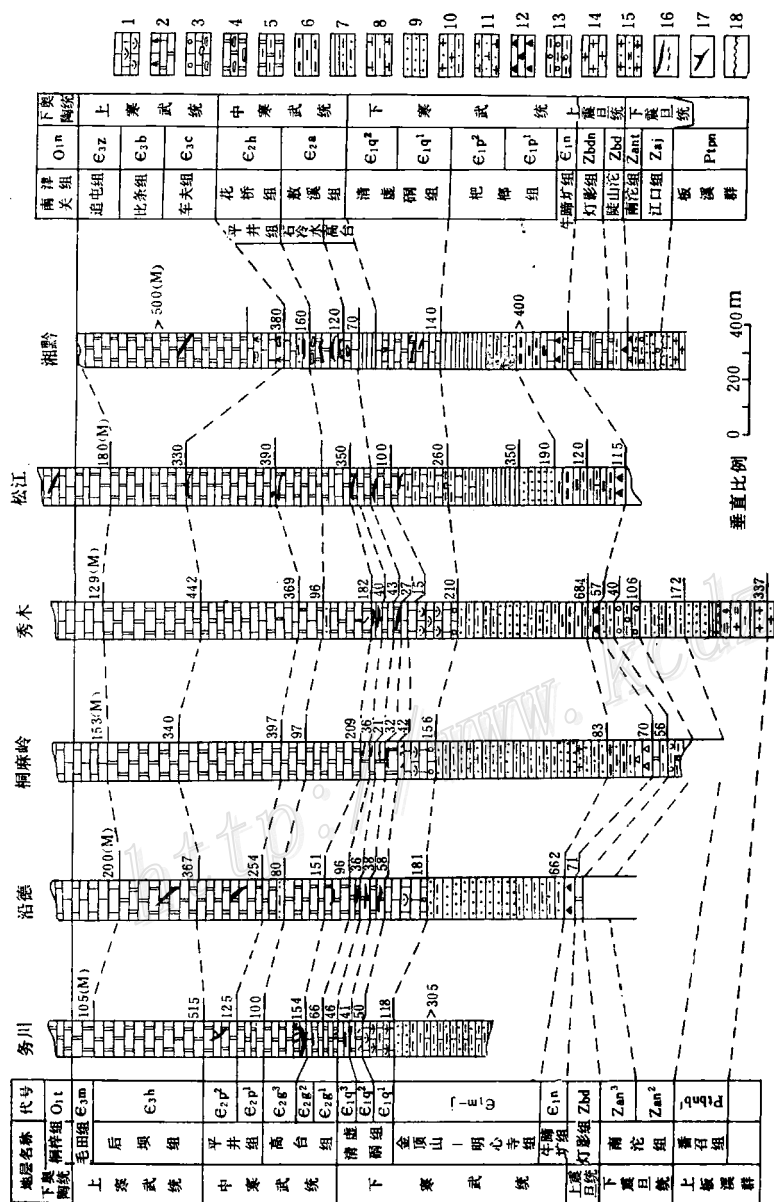


图2 黔东南各主要汞矿带产出层位对比图 (综合黔东南汞矿带资料整理)

1—石灰岩、豹皮灰岩、白云质灰岩、3—鲕状灰岩、砾状灰岩、4—白云岩、砾状白云岩、5—泥质白云岩、6—碳质页岩、7—页岩、砂质页岩、8—钙质页岩、9—砂岩、10—石英砂岩、11—钙质砂岩、12—磷质页岩、13—冰碛层、14—石英岩、15—变余砂岩、板岩、16—主、次要含矿层、17—断裂型含汞部、18—不整合地层界线

Fig. 2. Correlation of Hg-bearing strata in northeast Guizhou.

1. limestone and leopard limestone; 2. wormkalk and dolomitic limestone; 3. oolitic limestone and rudaceous limestone; 4. dolomite and rudaceous metacrystal dolomite; 5. argillaceous dolomite; 6. carbonaceous shale; 7. shale and sandy shale; 8. calcareous shale; 9. sandstone; 10. quartzose sandstone; 11. calcareous sandstone; 12. phosphorated siliceous rocks; 13. tillite; 14. quartzite; 15. blastopneumitic metamorphosed sandstone and slate; 16. major/minor ore-bearing strata; 17. Hg-bearing fractures; 18. unconformable surface.

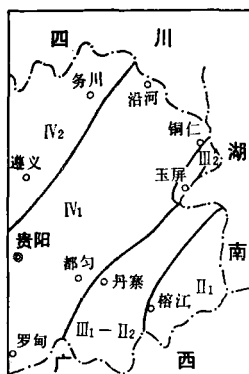


图 3 黔东中、晚寒武世岩相略图 (1:800万)

(据地质部八普勘探队, 1981)

I₁—盆地相, I₂—陆棚相, III₁—台地前缘斜坡相,
III₂—台地边缘浅滩相, IV₁—局限台地—开阔台地相,
IV₂—台地蒸发相

Fig. 3. Schematic petrofacies map of middle and late Cambrian time in east Guizhou (1:8,000,000).

I₁—basin facies, I₂—continental shelf facies,
III₁—foreslope facies of platform, III₂—fringing
shoal facies of platform, IV₁—confined platform
—open platform facies, IV₂—evaporation
facies of platform.

(二) 汞、铅、锌元素富集情况

汞矿之含矿岩石为泥质条带(细纹理)白云岩、白云岩、灰岩、粘土岩、碎屑岩, 普遍含泥质、碳质、有机质和黄铁矿等。

我们对典型矿区——万山各类脉石矿物及生物作了含汞量测量(表1)。从表1可看出, 粘土、沥青、黄铁矿含汞量较高, 平均达12—14ppm, 其次为方解石、白云石、重晶石和石英, 含汞量为1.3—10ppm。从表2可看出, 高汞源区的现代生物的含汞量往往高于低汞源区数倍至10余倍。似乎低等底栖动植物更易浓集汞。古生代三叶虫含汞达1.72ppm, 说明汞在生物体内能长期保存下来。

据鲍文(Bowen, 1966)统计, 藻类、菌类可使金属浓集达27倍, 使海水中汞从0.00003ppm浓集到0.03ppm^[2]。有机质、粘土对汞的固定作用已为不少资料所阐明, 如伊利石固定 Hg²⁺的能力较强, 有机质中胡敏酸对汞的固定能力最强^①。因而粘土、有机质中

① 胡国廉等, 1980, 汞的迁移转化和土壤中汞气的形成。

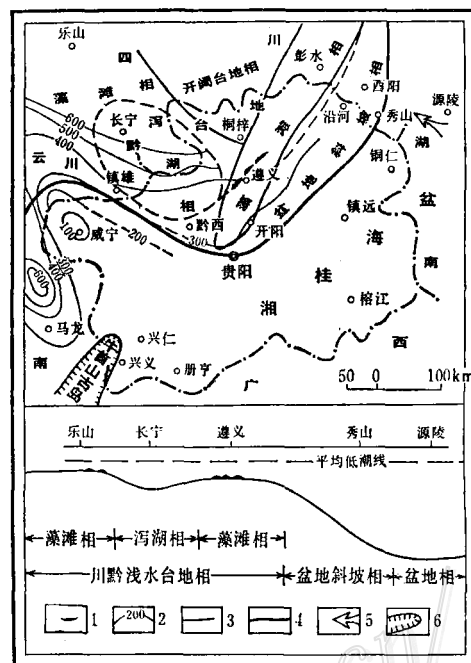


图 4 贵州及邻区震旦纪早中灯影期沉积相及古地理图

(据唐天福等, 1980)

1—藻礁, 2—岩层等厚线, 3—沉积相界线, 4—沉积
亚相界线, 5—海侵方向, 6—古岛

Fig. 4. Paleogeographic and sedimentary facies map of Sinian early and middle Dengying period in Guizhou and neighboring areas. 1. algae reef, 2. isopach of strata, 3. boundary of sedimentary facies, 4. boundary of sedimentary subfacies, 5. direction of marine transgression, 6. paleoisland.

万山汞矿区部分矿物含汞量(ppm)

表 1

种 类	样 数	含 汞 量	平 均 值	产 地
沥青	5	2—80	2.0	$\epsilon_2^7 - \epsilon_2^8$ 矿体外
白云石脉	105	0—6—23	2.5	$\epsilon_2^2 - \epsilon_2^3$ 含矿层
石英脉	11	0—2—4	1.7	同 上
黄铁矿	49	0—60—120	3.4	ϵ_2^8 、 ϵ_2^{8-10}
重晶石	60	1—200	10	矿 区 外
方解石	20	0—4	1.3	ϵ_2^{8-10} 上覆层
粘土	9	2—74	1.2	$\epsilon_2^3 - \epsilon_2^5$ 含矿层 (构造泥)

(据本队花永丰资料)

万山(高汞源区)与其它低汞源区生物含汞量(ppm)

表 2

万 山 (高 汞 源 区)			低 汞 源 区 (其它)	
种 类		含 汞 量	种 类	含 汞 量
浮游生物鱼类	草 鱼	0.373	油 鱼	0.159
	鲤 鱼	0.426	鲤 鱼	0.133
	鲫 鱼	0.794	鲫 鱼	0.115
	白 条 鱼	0.525	白 花 鱼	0.113
底栖生物：虾、蟹		1.060, 0.135	海洋植物：菌藻类(干重)	0.03 ⁽²⁾
菜类：白菜、南瓜、辣椒		0.1, 0.5, 1.0		
植物：稻根、麦草		6.0, 0.751	植物、动物	0.015, 0.05 ⁽²⁾
ε ₁ 中三叶虫		1.72		

(据本队分析资料及 Bowen 1966 年资料)

含汞较高就不难令人理解了。

在表生条件作用下汞可以不同的方式进入溶液。在环境改变时,如靠近台地边缘及潮坪部位,由于海水逐渐变浅,温度和 pH 值增高,压力减小,溶解度降低,汞于是以吸附及生物作用方式被固定在沉积物中,形成矿源层。

铅锌矿主要产于藻礁相及附近浅滩相中,咸化盆地、礁前盆地中往往没有矿化。据吴延之资料,美国学者 J. H. Davis 1977 年在论述密苏里东南部碳酸盐岩层中铅锌矿成因时指出,藻类在金属浓度低的水溶液中对金属有极大的吸附能力,丝状兰绿藻可以把铅从含量 0.2 ppm 富集到大于 1000 ppm。Bowen 1966 年统计,海洋植物可以从海水中 (Pb 丰度为 0.00003 ppm, Zn 为 0.01 ppm) 富集铅 (至 8 ppm)、锌 (至 150 ppm) 分别达 267000 倍、15000 倍。据 J. 弗格森、B. 布贝拉所作的 4 立方米大型模拟试验,高盐度卤水中溶合的铅、锌可以与藻类、有机物和碳酸盐结合在一起沉积。

沿河三角塘铅锌矿区之碳酸盐岩的 Sr/Ba 比值较高,达 66.6, Sr 含量与 Ca 含量成正比,说明海水局部淡化有利于礁体生长。这可能是铅锌矿产出环境以灰岩居多的主要原因。

二、包裹体及硫、铅同位素特征

(一) 包裹体特征

贵州主要汞矿的包裹体以液体包体为主, 尚见纯液包体和 NaCl 子矿物及有机质包体。包体的气液比为 5—60%, 一般为 5—10% 或 <15%, 个别达 60%。包体形成温度为 80—200℃, 主要为 90—100℃ 和 145—160℃ 两个范围, 且以后者为主。各矿床成矿温度变化不大, 平均为 136—167℃, 表明成矿环境相似。

万山汞矿水晶包裹体盐度值较高, 为 17—26.3%, 镜下见 NaCl 子矿物, 因而溶液可能是卤水。流体中汞含量 <0.02—0.4ppm, 主要

成分是 Na^+ 、 HCO_3^- 、 Cl^- , H_2S 也有一定含量。溶液性质为中偏碱性 (pH 值为 6.1—8.5), 温度低于 160℃^[3]。

(二) 硫同位素特征

近年来, 我们于万山汞矿 ϵ_1^2 — ϵ_2^2 层采集了 35 件辰砂硫同位素样品, 分析结果示于图 5。辰砂的 δS^{34} 值为 14.1—23.3‰, 平均为 19.71‰, 变化不超过 10‰。 $\text{S}^{32}/\text{S}^{34}$ 比值为 21.746—21.911, 平均值为 21.8, 与海水硫酸盐 $\text{S}^{32}/\text{S}^{34}$ 比值 21.8 一致。松桃嗅脑、沿河三角塘的 δS^{34} 值及 $\text{S}^{32}/\text{S}^{34}$ 比值亦与海水硫酸盐近似。说明海水硫酸盐为主要硫源, 有的亦可能有生物硫参与。

(三) 铅同位素 (表 3)

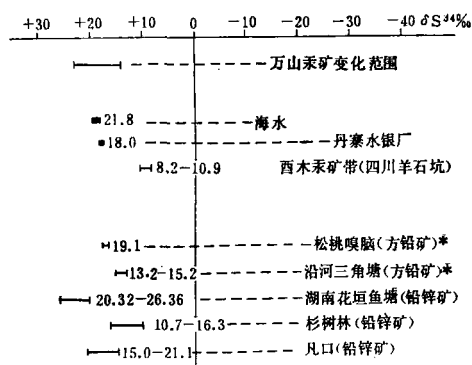


图 5 各矿区硫同位素组成

* 为冶金部桂林地质所测试, 余者为中国科学院地球化学研究所测试

Fig. 5. Sulfur isotope compositions of various ore deposits.

方铅矿单矿物铅同位素测定结果

表 3

编 号	产 地	$\frac{\text{Pb}^{206}}{\text{Pb}^{204}}$	$\frac{\text{Pb}^{207}}{\text{Pb}^{204}}$	$\frac{\text{Pb}^{208}}{\text{Pb}^{204}}$	年 龄 (百 万 年)				
					按 Φ 值	按 $\frac{206}{204}$ R. F. C	按 $\frac{206}{207}$ R. S. F	按 $\frac{208}{204}$ R. F. C	按 $\frac{208}{204}$ R. S. F
2	十口场	18.08 ± 0.08	15.53 ± 0.14	38.38 ± 0.14	318	412	229	351	245
3	花竹山	18.14 ± 0.21	15.38 ± 0.17	37.93 ± 0.33	—	379	41	567	503
4	花竹山	18.02 ± 0.33	15.52 ± 0.25	38.45 ± 0.47	344	445	264	317	204
5	岩前坪	17.85 ± 0.26	15.43 ± 0.30	38.72 ± 0.33	366	543	311	158	47
6		18.29 ± 0.46	15.76 ± 0.53	39.01 ± 0.79	439	293	268	44	—

(由中国科学院地球化学研究所测定)

从表 3 可知, 方铅矿的年龄值为 318—439 百万年 (按 Φ 值)。根据世界统计资料, 低于 1000 百万年的模式年龄偏低, 故其年龄值只代表本区方铅矿形成的年龄上限, 即与早古生代地层年龄相当。按坎农 (Canon) 铅同位素三角图解, 绝大部分样品落在小三角形面积内, 主要是普通铅, 其位置等时线与寒武系年龄相当, 亦说明其形成时间与地层年龄相当, 属沉积成因。杉树林铅同位素年龄为 159—291 百万年, 与含矿层石炭系年龄相近。而岩浆热液铅锌矿 (如水口山) 铅同位素模式年龄多小于赋矿地层时代^②, 而且 $\text{Pb}^{207}/\text{Pb}^{204}$ 比值比较低 (15.30—15.60), 反映幔源特点。

① 卢焕章、施继锡等 1980 年 “从包裹体研究探讨贵州汞矿成因” 一文。

② 据尹汉辉 “我国南方两类不同成因铅锌矿床的若干特征”。

三、汞、铅、锌的活化迁移

(一) 汞的活化迁移

现代温泉、火山的研究以及许多有关成岩成矿实验结果表明,汞在碱性热液中呈 $\text{HgS} \cdot 2\text{HS}$ 形式存在,中性溶液中呈 $[\text{Hg}(\text{HS})_3]^-$ 以及 $\text{HgCl}^+ - \text{HgCl}_4^{2-}$ 一系列中间络合物形式搬运^[4]。据胡国廉资料^①,用5% $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 - 1\% \text{NaCl}$ 溶液在13℃时冷浸各种矿石,汞明显地进入溶液,呈络离子形式迁移。波兰科学院物理研究所在“从汞的溶液中生长汞晶体”^[6]一文中,论述了热液条件下从氯的溶液中生长汞单晶体实验,汞在 HgS 在有 HCl 作用下溶解,在温度降低时结晶,在高压釜玻璃管中高温一端溶解,较低温一端产生辰砂晶体,反应式为: $\text{HgS} + 2\text{HCl} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{S} + \text{HgCl}_2$ 。黑尔森根据 HgCl^+ 的生成热和辰砂的溶度积随温度而剧烈增加的事实指出,汞以氯络合物搬运是可能的。在氯化钠浓度大于2M的溶液中 HgCl_4^{2-} 占优势,在稀薄的氯化钠溶液中则 HgCl^+ 占优势^②。

作者认为汞与氯形成的络合物随氯浓度不同 Hg 与 Cl 可形成 HgCl^+ 、 HgCl_2^0 、 HgCl_3^- 、 HgCl_4^{2-} 一系列中间络合物搬运。万山汞矿及省内主要汞矿的气液包体中发现 NaCl 子晶及 Cl^- ,显示 Cl^- 过量,因此形成一系列的氯的络合物是可能的。相对含量为 $\text{HgCl}_4^{2-} > \text{HgCl}_3^- > \text{HgCl}_2^0 > \text{HgCl}^+$,其中 HgCl_4^{2-} 的稳定常数较大,为 $10^{15.07}$,因此在氯过量的热液中以 HgCl_4^{2-} 搬运的可能性最大。此外,汞还可能与 Na^+ 、 HCO_3^- 、 HS^- 形成络合物搬运。目前研究认为汞呈硫化物络合物形式(Na_2HgS)搬运的可能性小,热液中硫酸盐汞是不可能存在的,且酸性溶液中溶解的汞是有限的^[3]。控制汞从溶液中沉淀可能和形成硫化络合物的 $f\text{O}_2$ 、 $f\text{S}_2$ 有关。在含 Hg 或 HgS 的碱性溶液中 SiO_2 起沉淀剂作用,有机质可通过还原作用造成汞沉积。例如,南斯拉夫伊德瑞(Idria)汞矿、西班牙阿尔马登(Almaden)汞矿的形成和含沥青的夹层有关^[6],国内许多汞矿床亦有此种情况。

(二) 铅、锌的活化迁移

据方铅矿、闪锌矿在氯化钠与有机酸的混合溶液中的溶解度试验研究^③, PbS 、 ZnS 在较低温条件下溶解度较高,铅、锌能形成稳定的有机络合物,说明酸性条件有利于铅、锌的活化迁移,而碱性条件有利于沉淀。

汞、铅-锌矿床的共同特点是富矿体大部分产于矿源层及其附近,并与蒸发岩地层有关。矿源层中有机质非常丰富,高盐度的富有机酸的地热水可使地层中大量的 Hg 、 Pb 、 Zn 元素活化迁移,在碱性溶液和有盖层遮挡下沉淀富集。

四、矿质来源及成矿模式

(一) 矿质来源分析

据区测资料,板溪群老地层中有汞异常、汞重砂及矿点。我们在找金过程中发现板溪群

① 据胡国廉1980年“汞的迁移转化和土壤中汞气形成”一文。

② 据《贵州地质科技》1981年第2期资料——“温尔伯温泉汞矿区热液作用的研究”。

③ 据卢家兰、王玉荣的“方铅矿、闪锌矿在氯化钠溶液中的溶解度实验研究”。

清水江组、甲路组的凝灰板岩等常有辰砂分布，重砂中普遍见辰砂板状微粒（0.1毫米），自然重砂中见辰砂异常，说明该套火山沉积岩含汞高。该层亦有铜、铅、锌、锑、金等元素分布。贵州自震旦纪后为四周环陆的中间坳陷，古生代发生广泛海浸。由于气候炎热，海水温度升高，海水中Mg含量增加， $H_2O + Mg^{2+} \rightarrow Mg(OH)_2 \downarrow + H^+$ ，使海水中的 H^+ 浓度增加，pH值下降，海水中的有机质被氧化成有机酸；又由于盐效应，增加了金属的溶解度，因而使得上述地层中的汞、铅、锌等元素被溶解淋滤于海水中。据海水蒸发成盐浓缩试验^①，当海水达原体积的19%或浓度为15—17%时，石膏一类开始析出；当体积浓缩至原体积9.5%，浓度达26%时，石盐析出。矿层中见石膏，包体中见石盐子矿物，说明在成盐准备阶段汞、铅、锌就已进入地层了。

(二) 成矿机制

该类矿床的形成有以下定位机制：

1. 板块构造火山岛弧提供成矿物质来源：据郭令智研究^②，华南大地构造是由洋壳板块碰撞大陆逐步向东发展而形成的。元古代东安（四堡）期发育有一套蛇绿岩建造；板溪群是一套海沟型浊流复理石火山岩建造，有硫化铜镍金多金属矿床；江口组铺岭有浅水形成的

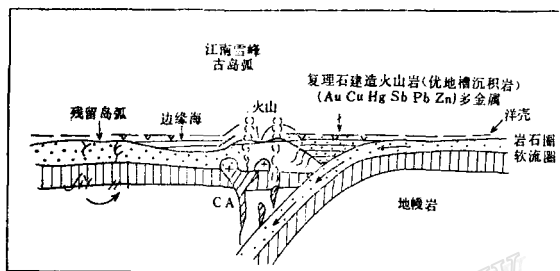


图6 板块构造与成矿物质来源

Fig. 6. Plate tectonics and source of ore materials.

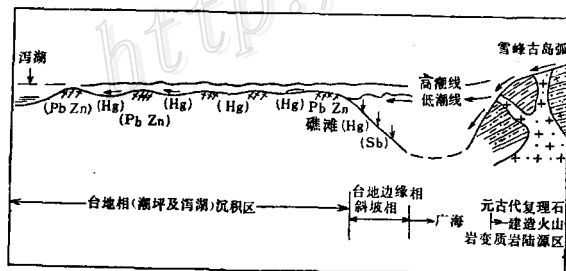


图7 与蒸发岩有关的Hg-Pb-Zn沉积相

Fig. 7. Hg-Pb-Zn sedimentary facies related to evaporites.

水下隆起边缘凹陷带固定于碎屑岩、粘土岩、碳酸盐岩组合的杂岩带中，而铅、锌主要产于潮

的钙碱系列火山沉积，其中有一种偏基性的火山岩是一套岛弧火山岩，该区有各期岩浆活动；江南古陆后有下扬子坳陷等，表明江南古岛弧褶皱带的存在。

板块缝合边界古岛弧火山活动、岩浆活动可带来幔源物质，提供金属物质来源。据B. G. Weissberg及Bostrom等研究^③，汞在岩浆中可能以Hg、HgCl₂、Hg的有机化合物存在于挥发分中，高热的气体带来的挥发性金属元素和海水接触形成金属热流，在沉积物表面沉淀下来，成为汞、铅、锌的主要来源（图6）。黔东大量钙碱系列火山岩、黔西二叠纪玄武岩亦可提供成矿物质来源。

2. 沉积微相控制：伴随震旦纪后的广泛海浸，汞、铅、锌从板溪群等火山岩中被溶解、搬运、转移到与蒸发岩有关的碳酸盐台地微相中，沉积形成矿源层。汞在台地边缘斜坡陆棚相或潮坪

① 据陈延成1976年“钾盐地球化学盐类矿物鉴定”一文。

② 据郭令智、施央申的“板块构造与成矿作用”。

③ 据“国外科学”1979年第二集报导。

坪、潮间高能带礁灰岩相中(图7)。

3. 地热卤水成矿: 构造地热事件再造期, 由于地热卤水沿深大断裂循环, 使矿源层中矿质进一步活化, 迁移至构造弱化带成矿。

以万山汞矿为例, 控矿特征为一层——含矿层位, 二相——沉积相微相, 三构造——深大断裂与横垮褶皱、断裂组合, 四多层楼——矿体呈多层雁行状排列及局部重叠(图8)。

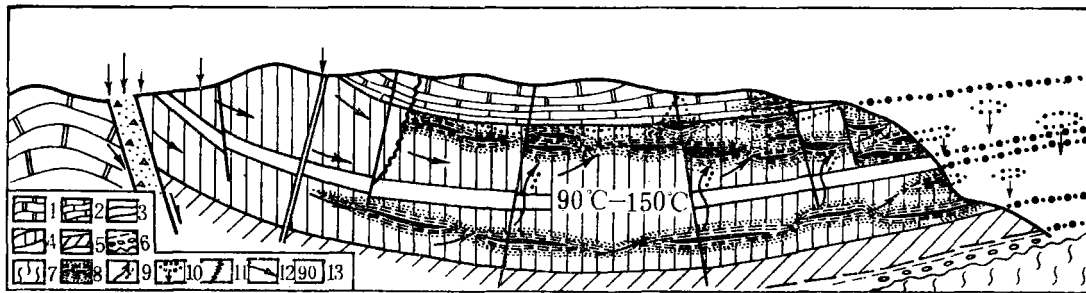


图8 万山汞矿成矿作用模式

1—白云岩; 2—灰岩类; 3—粘土岩、页岩、碎屑岩; 4—条带状泥质白云岩、有机白云岩、灰岩, 容矿层; 5—粘土岩、碎屑岩、黑色页岩; 6—碎屑岩、粘土岩、底砾岩; 7—浅变质岩、火山沉积岩; 8—层间剥离、断裂、滑动构造, 矿晕及矿体; 9—碳酸盐化、硅化等蚀变; 10—剥蚀层位及矿体; 11—相变线; 12—深循环热液流动方向; 13—矿床成矿温度

Fig. 8. Metallogenic model for the Wanshan mercury deposit.

1. dolomites; 2. limestones; 3. clay rocks, shale and clastic rocks; 4. banded argillaceous dolomite, organic dolomite, limestone and ore-containing strata; 5. clay rocks, clastic rocks and black shale; 6. clastic rocks, clay rocks and basal conglomerate; 7. weakly metamorphosed rocks and volcanic sedimentary rocks; 8. interlayer exfoliation, fracture, slip sheet structure, ore halo and ore body; 9. alterations such as carbonatization, silicification; 10. eroded strata and ore body; 11. boundary of diverse facies; 12. migration direction of deep-circulated hydrothermal fluids; 13. ore-forming temperature.

本文在撰写过程中得到涂光炽、李志鸿、吴延之、裴荣富先生的指导及热情帮助, 在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 唐天福等 1980 中国西南地区晚震旦世碳酸盐与磷块岩的沉积环境 地层学杂志 4卷4期
- [2] K. H. 乌尔夫 1980 层控矿床和层状矿床 第二卷 地质出版社
- [3] 傅良佐等 1981 万山汞矿气液包裹体研究及矿床成因 《矿物中包裹体研究》 科学出版社
- [4] 武汉地质学院地球化学教研室 1979 地球化学 地质出版社
- [5] 戈尔德施密特 1959 地球化学 科学出版社
- [6] Pajackowska, A., 1970, Hydrothermal crystallization of cinnabar, Hgs. J. Crystal Growth, Vol. 7, No. 1, pp. 93-96.

A PRELIMINARY INVESTIGATION INTO THE ORE-FORMING MECHANISM OF MERCURY AND LEAD-ZINC STRATABOUND DEPOSITS IN GUIZHOU PROVINCE

Fu Liangzuo

(*Metallurgical-Geological Team 1 of Guizhou Province*)

Abstract

The problem of stratabound deposits has aroused heated controversy over the past decade of years. Some tentative ideas concerning the ore-forming mechanism of this sort of deposits are put forward in this paper on the basis of statistics of mercury and lead-zinc deposits in Guizhou Province, sedimentary facies of carbonate rocks, isotopes, inclusions and ore-forming experimental data.

Mercury deposits in Guizhou are distributed mainly in Cambrian, Sinian and Triassic strata. An examination of the sedimentary facies of carbonate rocks indicates that those deposits occur unexceptionally in marginal facies of platform and depressions of tidal flat whereas lead-zinc deposits are found mostly inside the reef limestone facies at the subaqueous uplifts of the platform and are governed by the sedimentary microfacies. Ore substances were absorbed by clay, organic materials, carbonate rocks and deposited under the action of living things. Sulfur was derived chiefly from sea water; fluid inclusions contain large quantities of chlorine and some organic inclusions. Based on these facts, the presumption is made that mercury, lead and zinc were transported mainly in the form of chlorides, hydrosulfides, organic complexes, etc, belonging to geothermal brine ore-forming process of deep circulation. The deposits, therefore, bear the characteristics of sedimentary-transformation.

Three stages for ore-forming mechanism could be recognized; (1) metallic substances first came from island arc volcanic formation; (2) during the middle and late phases of the greatest marine transgression, sea water evaporated and condensed, terrigenous mercury was brought to the marginal facies of platform and tidal flat while lead and zinc to the reef facies to precipitate; (3) during the tectonic event, underground hot brine circulated at depth and then deposited ore materials in weakly structural activity zones.

The Wanshan mercury deposit is dominated by the following factors; (1) position—ore-bearing strata; (2) facies—microfacies of sedimentation; (3) structure—deep-seated fractures combined with faults transecting folds; (4) multiple ore-occurring levels—ore-bodies are mostly in an echelon arrangement, overlapping each other.