

论我国沉积改造金属矿床^①

廖士范

(贵州省地质矿产局, 贵阳市)

提 要: 在论述沉积改造金属矿床 Hg、Pb、Zn、Sb 和菱铁矿的成矿、改造机理及赋存深度的基础上, 作者认为沉积改造金属矿床是先沉积后成矿或改造的, 成因清楚, 含义明确, 应从“层控矿床”中划分出来, 单独成为一类矿床类型。该矿床赋存深度在潜水面以下 200~300 m 或 400~500 m 以内、地下水滞流带以上“还原成矿改造带”中。

主题词: 沉积改造 还原成矿改造带 表生阶段

1 导 言

1.1 问题的提出

国内、外当前流行的“层控矿床”, 其中一部分是沉积改造金属矿床。这类沉积改造矿床是我国 70 年代后期提出来的, 曾盛及一时, 作者曾在 1980 年首次报导^[1]。作者意见: “层控矿床”只有形态意义, 无成因意义。层控矿床国外研究最多的是 K H 乌尔夫 (1976)^[2], 他把所有层状、层控矿床都归入这类矿床, 既包括层控岩浆矿床, 也包括了成因不明的层控矿床, 连沉积层状铁、锰矿床也包括在其中^[2]。沉积改造金属矿床有清楚的成因意义, 即是先沉积后改造成矿, 不但具有层状、似层状, 而且还有脉状、囊状, 并无一定层位, 所以“层控矿床”很难包括沉积改造金属矿床。按照当前国内、外矿床一般分类标准, 多以成因分类。为此, 作者建议沉积改造金属矿床应独立为一矿床类型。目前所知 Hg、Pb、Zn、Sb 及碳酸盐岩中菱铁矿、菱锰矿多是沉积改造金属矿床。这种矿床在我国 70 年代以前一直把它作为中—低温热液矿床, 进入 70 年代后期才被认为是沉积改造金属矿床。

1.2 沉积改造金属矿床的含义及特点

沉积改造金属矿床是先沉积或分散沉积后改造成矿的。它的特点是: ①成矿、改造温度低 (100~250℃), 与地热温度差不多; ②成矿或改造的流体性质是大气天水组成的地下水; ③矿物组成简单, 物质来源于围岩; ④围岩未遭蚀变, 或蚀变微弱; ⑤矿床远离火成岩。这种矿床有二类: 一类是活泼金属元素组成的金属矿床, 如 Hg、Pb、Zn、Sb 等沉积改造金属矿床; 另一类是非活泼金属元素, 如 Fe、Mn 等构成的沉积改造金属矿床。

1.3 沉积成岩阶段、地下水分带、物化条件 (图 1) 及还原成矿改造带问题

据报导 (图 1) 同生阶段 (I), 系初始沉积物, 孔隙中含有大量底层水, $\text{pH} < 7$, Eh 为

① 廖士范, 男, 1919 年生, 教授级高级工程师, 省地质矿产局技术顾问, 长期从事煤、铁、铝、磷、铅锌、菱铁矿、汞等沉积矿床及沉积改造金属矿床的勘探和科研工作。邮政编码: 550004

正值^[2,3]。成岩阶段(Ⅱ)是孔隙水(卤水), $\text{pH} < 7$, E_h 为负值^[2,3]。后生阶段(Ⅲ), 沉积物已成了岩石, 岩石中有封存水(卤水), $\text{pH} 8 \sim 9$, E_h 为负值^[2]。表生阶段(Ⅳ)^[2,3]: 氧化改造带(IV_1), 地表面与地下水潜水面之间, 为天水组成的地下水, 向下渗流, 为渗流带, 含游离 CO_2 、 O_2 较多, 所以 $\text{pH} < 7$, E_h 为正值^[3]。还原成矿改造带(IV_2), 地下水潜水面与地下水滞流带之间, 垂距约 200~300 m 内, 是沉积改造金属矿床成矿或改造的地带。由于不含游离 O_2 , 所以是还原环境, 又由于含有时多时少游离 CO_2 , 介质温度高时 CO_2 少, 低时 CO_2 多, 所以 $\text{pH} 5 \sim 8$, 既可以呈酸性, 又可以呈碱性, 是沉积改造金属矿床的成矿或改造的物、化环境。此带上部主要是天水, 下部混有卤水。地下水是水平方向流动^[3~8]。深部或下部温度高时压力大, 地下水也向上流动到温度低、压力小的地带。活泼金属元素或化合物溶解在这个带时便易向上迁移聚集成矿^[4,7,8]。地下水滞流带(IV_3), 此带地下水全为卤水, 与原生水较难分开, 也难区别^[3,4,8]。

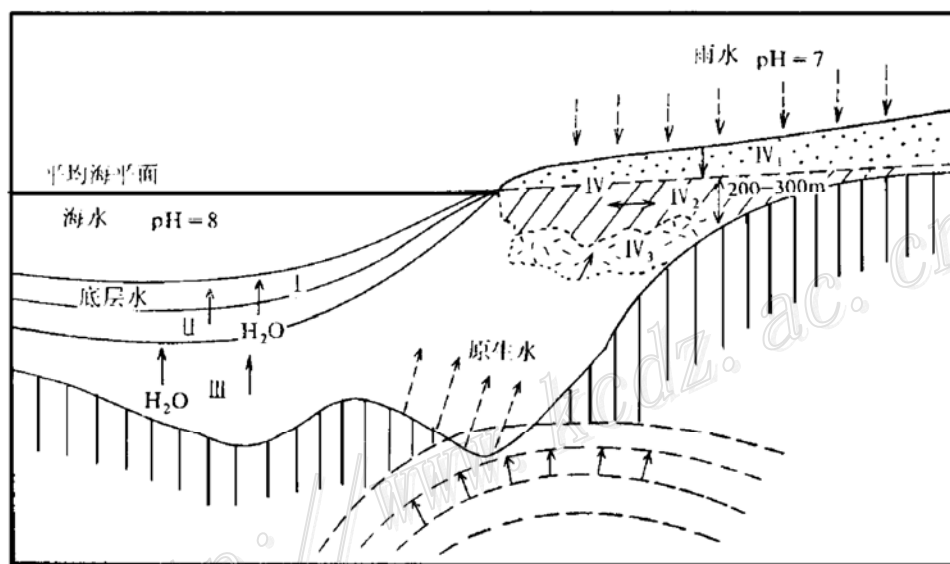


图 1 沉积成岩(矿)作用阶段、表生地下水分带物、化性质示意图

(据 Fairbridge R W., 1967^[21]; 廖士范, 1983、1985^[3~5]修改)

I—同生阶段; II—成岩阶段; III—后生阶段; IV—表生阶段; IV_1 —氧化改造带;

IV_2 —还原成矿改造带; IV_3 —地下水滞流带

Fig. 1. Schematic diagram showing physical and chemical properties of supergene groundwater at the sedimentary rock (ore)-forming stage.

I—Syngenetic stage; II—Diagenetic stage; III—Epigenetic stage; IV—Supergene stage; IV_1 —Oxidizing reformation zone; IV_2 —Reducing ore-forming reformation zone; IV_3 —Retentive groundwater zone.

还原成矿改造带一名词是作者创建的, 是逐渐演变、逐渐完善的^[4~8]。人所共知, 过去地下水潜水面以下叫“还原带”, 但是其下限如何便无人探讨了。最初作者发现碳酸盐岩中沉积的致密层状菱铁矿是在潜水面以下一定深度改造成为结晶的富菱铁矿的, 因此命名其为“还原改造带^[4,5]”。后来又发现碳酸盐岩中沉积改造金属矿床 Hg、Pb、Zn、Sb 等金属矿床都是在这个带成矿的, 因此又命名其为“还原成矿带”, 而且这些矿床赋存的深度又在潜水面以下 200~300 m 之内^[7,8], 本文将它命名为“还原成矿改造带”。因为成矿后地壳有升有降, 潜水面较难确定, 升时这个带随之升高, 降时随之下降; 金属元素化学性能又不尽相同, 一般潜

水面与矿区区域最低侵蚀基准面约略相当，为此这个“还原成矿改造带”或者“沉积改造金属矿床”赋存的深度在矿区区域最低侵蚀基准面以下 200~300 m 或 400~500 m 以内，其以下便是地下水滞流带了^[8]。为什么滞流带不能成矿、改造呢？因为这个带虽有还原环境，由于其介质温度太高，不但没有游离的 O₂，也无游离 CO₂，所以只有碱性条件，无酸性条件，既不能成矿，也不能改造。另外，由于是滞流带，地下水不流动，溶液中纵算溶解有金属元素离子、络合离子，也无法迁移聚集成矿体^[4~8]。

2 成矿温度、流体性质及物化条件

2.1 成矿温度

我国一些沉积改造金属矿床其矿物包裹体均一法测温结果如表 1。

表 1 我国一些沉积改造金属矿床的成矿、改造温度

Table 1. Ore-forming and reforming temperatures of some sedimentary reformed metallic deposits in China

矿种	产地	测温矿物	测定温度 (℃) ^①	测定矿物产状	资料来源	矿种	产地	测温矿物	测定温度 (℃) ^①	测定矿物产状	资料来源
汞矿	贵州务川木油厂	方解石	150	含辰砂萤石化破碎带白云岩	[12]	铅锌矿	广西泗顶 (D ₃)	闪锌矿	212~235	包裹体中液体	[10]
	(ϵ_1)	萤石	143	含辰砂萤石化破碎带白云岩			辽宁青城子 (前 ϵ)	铅锌矿	96~256	包裹体测温统计	[19]
	方解石	100~165	含辰砂方解石化 (8 件)	贵州水城杉树林 (C ₁)			闪锌矿-方解石	224~220 (5 件)	包裹体测温, 包裹体测温统计	陈士杰 1985 ^②	
	贵州铜仁	白云石	250	角砾岩中白云石	[13]	锑矿	湖南铝矿山	石英-辉锑矿	185~260	第一世代矿物组合	[11]
	洪水洞	石英	156	角砾岩中石英				石英-方解石-辉锑矿	243~247	第一世代矿物组合	
	(ϵ_2)	方解石	155	角砾岩中方解石				石英-萤石-方解石-辉锑矿	132~220	第三世代矿物组合	
	铜仁瓦板岩 (ϵ_2)	方解石	224	透镜状	方解石-重晶石-辉锑矿			85~150	第四世代矿物组合		
	铜仁大洞喇 (ϵ_2)	石英	165	透镜状	[13]	贵州独山半坡 贵州三都首龙 贵州榕江八蒙	方解石	134~138	包裹体均一法	蔡继峰等 ^③ 1989	
	铜仁路腊	石英	100~129	晶洞中石英包裹体水 (3 件)	[13]		辉锑矿	116~126	包裹体均一法		
	(ϵ_2)	白云石	60	包裹体中液体 (2 件)	[13]		方解石	132~150	包裹体均一法		
		石英	160	角砾岩中包裹体液体			贵州赫辛菜园子	结晶黄灰色菱铁矿	195~250	囊状矿体, 均一法	[5]
		白云石	75	角砾岩中包裹体液体				灰色结晶菱铁矿	160~240	似层状矿层均一法	
	铜仁万山	石英	135~223	包裹体中液体 (3 件)	[9]			石英	195~250 (10 件)	囊状, 矿体中石英, 均一法	
	贵州丹寨四相厂 (ϵ_2)	方解石	90~183 (13 件)	与辰砂共生的矿物	[9]	南方泥盆系菱铁矿	菱铁矿及脉石矿物	160~240 (8 件)	似层状, 矿层伴生石英, 均一法	[19]	
		方解石	95~166	与辰砂共生的矿物	[16]			150~250	包裹体均一法测温		

①测定温度为平均值
②陈士杰, 1985, 贵州西部早石炭世晚期—中石炭世沉积相古地理与铅锌矿的关系, 贵州省地质矿产局科研所铅印本
③蔡继峰、邓贻咏, 1989, 贵州锑矿成矿条件富集规律及找矿方向研究, 贵州省地质矿产局科研所铅印本

从表 1 可知,我国沉积改造金属矿床的成矿、改造的温度是 100~250℃。这种温度与地热温度差不多。涂光炽等 (1984)^[10]测得我国南方泥盆系中沉积改造菱铁矿温度是 150~250℃,与这些岩石、化石体腔内沥青反射率测定换算温度值 (205~240℃) 差不多。这种岩石上覆岩层厚 6000~8000 m,换算温度 200~250℃。杨惠民等测得贵州产汞矿的铜仁地区的寒武纪地层一般地热温度为 170℃^①。所以沉积改造金属矿床的成矿温度 100~250℃是属于不同时代沉积岩石正常地热范围以内的温度值,并不是岩浆热液影响的温度。

2.2 流体性质及物化条件

从我国沉积改造金属矿床的矿物包裹体中液体氢、氧同位素组成及碳酸盐矿物氧、碳同位素组成可知其流体性质是天水组成的地下水 (表 2)。这些数据均未落在海水、变质水、岩浆水的氧、氢同位素范围以内,说明其成矿流体与这些水毫无关系,而与大气水相当^[10,19]。碳酸盐矿物的氧、碳同位素值也与天水形成的碳酸盐矿物吻合,与海水形成的碳酸盐矿物全然不同 (表 2)^[7,8]。王华云 (1993) 研究贵州铅锌矿,用各种测试手段查明全省铅锌矿成矿流体性质“终极来源是天水”^[20]。矿物包裹体液体中虽有一些卤水成分,NaCl 5%~18%,与海水相比仍不算高。

表 2 中国沉积改造金属矿床矿物包裹体及共生矿物同位素组成与物化条件

Table 2. Isotopic composition and physical-chemical conditions of mineral inclusions and associated minerals from sedimentary reformed metallic deposits in China

矿种	产地	测试矿物	δD_{SMOW} (‰)	$\delta^{18}O_{SMOW}$ (‰)	$\delta^{13}C_{PDB}$ (‰)	S (wt %)	CO ₂	pH	Eh (mV)	参考文献
汞矿	贵州务川 木油厂 (ϵ_1)	共生方解石 围岩白云石		+17.8 (16 件) +24 (5 件)	-5.75 (13 件)	19 (1 件)				[12] 北京大学 测试
	贵州铜仁 茶树喇 (ϵ)	共生白云石 共生石英		+18.1 (4 件) +18.1 (2 件)	-0.75 (2 件)					[13] 成都地院测定
	铜仁大碕喇 (ϵ)	共生方解石 共生石英		+20.28 (2 件) +20.3 (3 件)	-0.82 -8.86	18 (1 件) 16 (5 件)				
	铜仁路腊 (ϵ)	共生石英 共生方解石		+21.4 +17.23 (2 件)	-0.79	17 (5 件) 17 (5 件)				
	贵州丹寨 新发厂(ϵ_3)	共生方解石 包裹体水	-69.2	-3.87 ^①						蔡继峰、邓貽咏 1989 ^② 贵阳地化所测定
	丹寨下乌泥 (ϵ_2)	共生石英包 裹体水	-87.0	+2.45						
	丹寨宏发厂 (ϵ_3)	共生方解石 包裹体水	-58.3 (-69.6~-47.4)							
	丹寨四相厂 (ϵ_3)	共生方解石 包裹体水 共生白云石 包裹体水 共生石英包 裹体水	-61.3 (-51.1~71.5) -45.9 (-65.3~-76.7) -60.0	+3.49 (4 件) -1.16 (4 件) +0.39						

① 杨惠民等, 1982, 贵州各时代地层温度研究报告, 贵州省石油勘探指挥部油印稿

续表 2

矿种	产地	测试矿物	δD_{SMOW} (‰)	$\delta^{18}O_{SMOW}$ (‰)	$\delta^{13}C_{PDB}$ (‰)	S (wt %)	CO ₂	pH	Eh (mV)	参考文献
铅 锌 矿	贵州水城杉 树林(C ₁)	闪锌矿包裹 体水	-46 (1 件)			19.4 (4 件)				陈士杰 1985 ^③ 贵阳地化所测定
		方解石包裹 体水	-51 (3 件)			12.7 (3 件)				
	贵州普安罐 子窑(D ₂)	方解石	-8.4							
	云南会泽矿 山厂(C)	铅锌矿包裹 体水	-60							[10] 贵阳地化所测定
	广西泗顶 (D ₃)	闪锌矿包裹 体水	-81 (2 件)	-11.5						
铋 矿	辽宁青城子	石英包裹体 水	-82 (2 件)	-6.3						
	贵州镇宁纳 沙(T)	辉铋矿包裹 体水	-72	-5			9.15% (气相)	7	-0.51	蔡继峰、邓贻咏 1989 ^②
	贵州独山,半 坡	辉铋矿包裹 体水	-68 (2 件)	-3.4 (2 件)						
	贵州榕江,八 蒙	辉铋矿包裹 体水	-66	-7.6				7.1	-0.61	
	贵州独山巴 年(D ₂)	辉铋矿包裹 体水	-63	-7.4		-11.8~ 12.3 (液体)				
	贵州雷山开 屯	辉铋矿包裹 体水	-68	-2.0						
	贵州南磐江 地区	辉铋矿包裹 体水					5.9 (μg/g)	6.9	-0.53	
菱 铁 矿	湖南锡矿山	辉铋矿包裹 体水					52.3 (mg/l)			[10] 贵阳地化所测定
		石英包裹体水				7~15				
		方解石包裹体水				8				
菱 铁 矿	贵州赫章菜 园子	已改造的菱 铁矿		+17.4 (8 件)	-5.76 (8 件)					[5] 北京大学测定
	贵州水城,观 音山	深部未改造 的致密贫菱 铁矿		+23.3 (3 件)	+0.36 (3 件)					

① $\delta^{18}O$ 值由矿物固体测定值换算成 $\delta^{18}O_{H_2O}$ 值；② 蔡继峰，邓贻咏，1989，贵州铋矿成矿条件富集规律及找矿方向研究，贵州省地质矿产局科研所刊印；③ 陈士杰，1985，贵州西部早石炭世晚期—中石炭世沉积相古地理与铅锌矿的研究，贵州省地质矿产局科研所刊印

矿物包裹体中也含有游离 CO₂ 3 %，5.9 μg/g，52.26 mg/l，证实这些矿物成矿时仍有偏酸性的天水存在。它们的 pH、Eh 虽测定不多，仅贵州铋矿资料，可以看出铋矿是偏酸性或中性环境中、还原条件下形成的，与本文所提成矿机理相吻合。铋矿包裹体水其化学成分，如湖南锡矿山辉铋矿包裹体水中尚有 Ca (141.9 mg/l)、Mg (48.7 mg/l)、Cl (67.8 mg/l)、F (0.6 mg/l)、SO (161.6 mg/l)^[10]。

3 沉积改造金属矿床的成矿、改造机理

前已提及沉积改造金属矿床有二类：一类是活泼金属元素构成的沉积改造金属矿床；另一类是非活泼金属元素构成的沉积改造金属矿床。

3.1 活泼金属元素成矿机理

据涂光炽实验得知辰砂、辉锑矿在偏酸性条件下几乎不溶解，在偏碱性、碱性条件下易溶解^[10]。从这个实验可知辰砂、辉锑矿是在偏酸性条件下形成的。从表 2 可知这类矿床的矿物包裹体液相中测得 $\text{pH} \leq 7$ ，与实验也相符。这类矿床矿物包裹体中 N_2 、 CH_4 气体含量很低，液相中更微，说明有机质作用对这类矿床的成矿作用很微弱^[10]。另外，表 2 中这类矿床的矿物包裹体液相中测知 Eh 是 $-0.49 \sim -0.6 \text{ mV}$ ，说明是弱还原条件下形成的。据陈履安 (1984) 的热力学研究可知“汞在还原碱性条件下能溶解于上述介质的地下水中呈液汞形式迁移，可形成氯或硫的汞络合离子，主要是硫氢络合离子 $[\text{HS}^-]$ ”^[14]。又据陈履安 (1984) 热力学研究“在偏酸性弱还原环境时，即 pH 值为 5~6，Eh 值 0~0.7mV，汞便可与硫结合成辰砂晶体”^[14]。为此廖士范 (1985, 1992) 认为沉积改造金属矿床是在古潜水面以下 200~300 m 以内^[4,7]、地下水滞流带以上的还原成矿、改造带形成的。这个带中也恰有此物化环境，既有还原碱性条件，将分散在围岩中金属元素溶解成络合离子迁移，又可以有还原偏酸性条件使其在有利的岩性组合、构造条件下聚集结晶成有工业价值的金属硫化物矿床^[4]。其它类似汞矿的这类金属元素如 Sb、Pb、Zn 等与汞的成矿机理相似。

3.2 非活泼金属元素沉积后改造机理

非活泼金属元素是先沉积为致密的贫矿层后，随地壳上升进入还原成矿改造带中，由于物化条件改变便改造为结晶的富矿层。目前所知只有在与碳酸盐同时沉积的 Fe、Mn 非活泼元素能成为沉积改造富矿层。这类矿床都发生在多孔隙的碳酸盐岩中，地下水容易浸入才能改造，如果沉积在致密粘土页岩中，地下水不易浸入便很难改造为结晶的富矿层。这个问题廖士范 (1984)^[5]讨论得很清楚。Fe、Mn 与碳酸盐岩同时沉积以后多为含硅 (SiO_2)、有机碳等杂质较多的致密贫矿层。由于硅不是变价元素，据实验在氧化条件或还原条件都易在酸性、偏酸性的介质中溶解，其中大部分成为硅酸 (例如 $\text{Si}(\text{OH})_4$, H_4SiO_4 溶液) 随地下水流失^[6]，当其在还原酸性条件下 Fe、Mn 碳酸盐易溶解为 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 或 $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液。由于其中 CO_2 不稳定，易游离出来，所以迁移不远，特别是遇压力减小 (遇围岩中有孔隙时) 或介质温度升高，游离 CO_2 减少，变为碱性时，其中 CO_2 也易游离出来，Fe、Mn 则易结晶成为 FeCO_3 (菱铁矿) 或 MnCO_3 (菱锰矿)，沉淀出来。此种 $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ 或 $\text{Mn}(\text{HCO}_3)_2$ 溶液如遇介质酸碱度改变，或压力减小，有较长时间的使 FeCO_3 或 MnCO_3 结晶出来，所以其结晶颗粒度往往粗大，有时可达数厘米^[5]。此时由于硅质又大部被溶解流失，有机碳也易流失，所以成为结晶的富铁、锰矿层，遇围岩中有裂隙时，压力减小易成脉状碳酸铁、锰矿。碳酸氢铁、锰溶液也可交代碳酸盐围岩成为囊状矿体。贵州赫章菜园子这种矿床，似层状、脉状、囊状三者都很发育^[5]。由于介质温度高时 Fe、Mn 易结晶成碳酸铁或碳酸锰晶体，所以碳酸盐岩中不可能有“热液碳酸铁、锰矿床”，过去一些文献中称这种矿床为“中—低温热液矿床”，至少在理论上是讲不通的^[5]。作者在许多次论文中都谈到了这个问题^[3,5]。

4 沉积改造金属矿床赋存的深度

4.1 上扬子板块沉积改造金属矿床赋存深度

沉积改造金属矿床在我国由于上扬子板块地质条件特殊,从震旦世以后至白垩世以前地壳运动虽频繁,但是只有缓慢上升的造陆运动,地层之间只有平行不整合,无角度不整合,使围岩中分散的金属元素在适合的物化条件下和多孔隙的围岩中,在适合的构造条件下能长期的溶解聚集。为此我国一些超大型汞矿和“世界锑矿”之冠的湖南锡矿山锑矿均在此区。上扬子板块沉积改造金属矿床也最典型、最具代表意义。过去作者虽然也讨论了这类矿床的赋存深度,一方面有些问题没有说清楚,另一方面所列述的这类矿床赋存深度的资料多未公开出版,很难具有代表性,易引起争论^[7,8]。现在以公开出版的剖面资料为准来加以讨论,这种剖面既具体,又有代表性,也可避免争论。贵州丹寨各矿区的汞矿含矿体^①,都在剖面最低处以下 175 m^①、240 m^[16]、300 m^[15]。贵州铜仁几个较大的汞矿含矿体在剖面最低处以下 20~30 m (路腊)、320 m (万山客寨)^[15]。也有 73 m、3~30 m、10 m、100 m^②。陕西公馆汞矿主矿体在剖面最低处以下为 300 m,个别次要矿体达 400 m^[15];贵州务川木油厂汞矿矿体在剖面最低处以下 150 m^[4]、100 m;贵州黄平纸房汞矿体在剖面最低处以下 90 m^[9];贵州兴仁烂木厂汞矿在剖面最低处以下 170 m^[9]。铅锌矿在剖面最低处深度:贵州水城杉树林在 160 m^③;云南奕良长发碛在数十米^③,云南鲁甸骡马厂矿体在 200 m^[7]。四川会东大梁子铅锌矿矿体在地表以下 300 m,在矿区区域最低侵蚀基准面以上 800 m^④。锑矿体在剖面最低处深度:湖南锡矿山锑矿体在 250 m^[11];贵州独山半坡矿体在 250~340 m^⑤;榕江八蒙锑矿体在 200 m,也有 50~100 m,三都苗龙 95 m^[17]。贵州水城观音山菱铁矿在潜水面以下 300 m 以内已改造结晶富菱铁矿,在此以下的吊水崖钻孔见到的是致密青灰色未改造的贫菱铁矿层^[5]。此外据作者现场了解到云南鲁奎山、湖北黄梅等菱铁矿都有此情况。

这些沉积改造金属矿床的成矿改造均在“还原成矿改造带”内,该成矿改造带的赋存深度也就是这些金属矿床赋存的深度。最好的例子是我国贵州、山西、河南一些铝土矿床,在这些铝土矿产地,在当地区域最低侵蚀基准面以下 100~200 m 以内,均已贫化为未改造的贫铝土矿或仅为粘土矿石了、特别是 200~300 m 以下几乎全为致密粘土岩^[6]。前面已经提到,由于成矿改造时的古潜水面难以确定,成矿、改造后地壳有升、有降,升时古潜水面高,降时古潜水面低,潜水面约相当矿区区域最低侵蚀基准面。成矿元素化学性能不尽相同。为此这类金属矿床赋存深度一般在矿区区域最低侵蚀基准面以下 200~300 m 或 400~500 m 以内。

4.2 沉积改造金属矿床的矿体、含矿体产出形态

这类矿床的矿体、含矿体产状各式各样,有层状、似层状、脉状、囊状。以汞矿为例其

① “含矿体”是含有符合工业要求的金属品位的地质体,这种矿体无明显的地质特征界限,完全靠化学分析来圈定矿体。为此这种矿体内含金属矿物不均匀,有多有少,故名含矿体

② 全国矿产储量委员会,1984,《汞矿床勘探类型实例附图》

③ 陈士杰,1985,贵州西部早石炭世晚期—中石炭世沉积相古地理与铅锌矿的关系的研究

④ 西南地质局 529 队 1956 年普查报告及四川地质局 403 队 1967 年勘探报告

⑤ 蔡继峰,邓贻咏,1989,贵州锑矿成矿条件富集规律及找矿方向的研究,贵州省地矿局科研所科研报告

含矿体有整合型(即层状类型)、断裂类型(即脉状类型)、综合类型(即复合类型)^[9]。铅锌矿以似层状为多,其它型状也有。锑矿方面以似层状及脉状为主,两者都为超大型或大型锑矿床。菱铁矿似层状、囊状、脉状都有,最典型是贵州水城观音山和赫章菜园子^[5]。

5 结 论

根据以上论述,作者意见,沉积改造金矿床成因清楚,含义明确,是先沉积后成矿或改造的,应该从无成因意义的“层控矿床”中单独划分出来,单独成为一个有成因意义的矿床类型,以利找矿。它的赋存深度也有限,不会无限制地向下延深,一般赋存深度在矿区区域最低侵蚀基准面以下 200~300 m,或 400~500 m。如果不是沉积改造金属矿床便不在此限制之列,例如广东凡口铅锌矿许多人误认为属本类型矿床,据赖应 (1991) 研究该矿床矿石沉积-成岩结构、构造清楚,实际上是沉积矿床^[18],所以其矿体赋存深度距地表以下 800 多米^[15],这是不足为奇的。

参 考 文 献

- 1 廖士范,蒙锡龙,梁同荣等. 贵州铁矿山沉积改造菱铁矿的成矿方式及沉积改造机理的探讨. 地质论评, 1980, 26 (1): 16~24
- 2 K H 乌尔夫, (翟裕生等译). 层控矿床和层状矿床, 第四卷. 北京: 地质出版社, (原文 1976 年出版) 1979, 22~59
- 3 廖士范. 关于碳酸盐岩(矿)成岩作用阶段划分、稳定同位素特征及表生阶段改造机理的讨论. 沉积学报, 1983, 1 (3): 29~41
- 4 廖士范. 论层控型沉积改造矿床的表生成矿作用及其机理. 贵州地质, 1985, (3): 215~228
- 5 廖士范. 贵州西部沉积改造菱铁矿床的研究. 北京: 地质出版社, 1984, 21
- 6 廖士范, 梁同荣, 张月恒等. 中国铝土矿地质学. 贵阳: 贵州科学出版社, 1991
- 7 廖士范. 碳酸盐岩中沉积改造金属矿床的成矿流体性质及成矿、改造深度问题. 贵州地质, 1992, 9 (2): 125~133
- 8 廖士范. 再论碳酸盐岩中沉积改造金属矿床的成矿流体性质及成矿、改造深度问题. 贵州地质, 1993, 10 (3): 219~224
- 9 严钧平, 刘平. 贵州汞矿地质. 北京: 地质出版社, 1989, 21, 214
- 10 涂光炽. 中国层控矿床地球化学, 第一卷. 北京: 科学出版社, 1984, 53, 155~202
- 11 郭家达, 肖启明, 赵守耿. 中国锑矿床. 见: 中国矿床编委著. 中国矿床(上册, 第六章). 北京: 地质出版社, 1989, 353
- 12 杨科伍, 代祥芬, 滕跃余等. 贵州木油厂层状汞矿富集规律与成矿机制的初步研究. 贵州汞矿地质. 北京: 地质出版社, 1989, 76~83
- 13 王华云, 胡克昌, 吴刚培等. 湘黔边境地区层控汞矿的成因研究. 贵州汞矿地质, 北京: 地质出版社, 1989, 152
- 14 陈履安. $\text{HgS}-\text{Cl}-\text{H}_2\text{O}$ 体系中汞矿物稳定场和其溶解类型的优势场 Eh-pH 图及其地质意义. 地质论评, 1984, 30 (2): 111~125
- 15 何立贤. 关于“金属矿床的成矿流体性质及成矿、改造深度问题”. 贵州地质, 1992, 9 (4): 315~325
- 16 严钧平, 刘平著. 贵州汞矿地质. 北京: 地质出版社, 1989, 246
- 17 陈国勇. 贵州榕江八蒙锑矿床地质特征及成矿地质条件初探. 贵州地质, 1991, 8 (4): 302~312
- 18 赖应. 凡口铅锌矿石的成岩期组构特征. 广东地质, 1991, 6 (4): 43~49
- 19 涂光炽. 中国铅锌矿床. 见: 中国矿床编委会著. 中国矿床(上册). 北京: 地质出版社, 1989, 128, 164
- 20 王华云. 贵州铅锌矿的地球化学特征. 贵州地质, 1993, 10 (4): 272~290
- 21 Fairbridge R W. Phases of diagenesis and authigenesis. In: Larsen G, Chilingar G K, ed. Diagenesis in sediments. Amsterdam: Elsevier, 1967, 19~89

A DISCUSSION ON SEDIMENTARY REFORMED METALLIC DEPOSITS IN CHINA

Liao Shifan

(Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources, GuiYang 550004)

Key words: sedimentary reformation, reducing metallogenic reformation belt, supergene stage

Abstract

The sedimentary reformed metallic deposits in China, such as mercury, lead, zinc, antimony and sedimentary reformed siderite deposits, were usually considered to be of mesothermal-epithermal type. Nevertheless, as isotopic compositions of fluids in mineral inclusions indicate meteoric water with metallogenic and reformation temperature lower than 250°C, these deposits should belong to sedimentary reformed metallic deposits. At the first stage, mercury, lead, zinc and antimony were scattered in wall rocks, with no economic value; the originally deposited massive lean siderite ore beds were low in iron grade. With the thickening of overlying strata, these ore materials gradually got buried at the great depths of several hundred to several thousand meters. With the uplifting of the earth crust, the scattered metallic compounds or lean siderite ore beds (with abundant silica) ascended to the reducing metallogenic reformation belt within 200~300 m below the groundwater table, where physical-chemical conditions changed ($E_h=0\sim-0.7$ mV, $pH=5\sim6$ or $7\sim8$), and both alkaline conditions for reduction and metaacid conditions for reduction existed. Under the reducing alkaline conditions, mercury, lead, zinc and antimony were dissolved into transportable metallic sulfur-hydrogen complexes such as HS^- ; under reducing metaacid and favorable lithologic as well as structural conditions, ore-forming materials might be concentrated to form economically valuable ore deposits of such metallic sulfides as cinnabar, galena, sphalerite and stibnite. Siderite might also be reformed and crystallized into rich siderite ore within 200~300 m beneath the groundwater table. Modern groundwater table is not concordant with the paleogroundwater table during the mineralization and reformation, which might be within 200~300 m or 400~500 m below the lowest regional base level of erosion of the ore district.