

试论湘西汞铅锌矿床地质特征及其成矿作用

湖南冶金地质二四五队 包正相

湖南西部是我国主要汞矿产地之一；该区铅锌矿虽不占重要位置，但随层控成矿理论的发展，探讨其成矿作用亦有一定的实践和理论意义。

湘西汞铅锌矿床的主要地质特征

湘西层控型汞铅锌矿床，呈北北东—北东—北东东向带状分布，主要受雪峰运动形成的向北西突出的弧形构造—岩相带控制。汞矿带的西北

侧是平行的铅锌矿带，二者大体以保靖—铜仁—深断裂为界（图1）。整个寒武系的岩相变化及汞铅锌矿床的分布，特征均十分类似，归纳起来，有以下八方面：

1. 矿床赋存于一定的层位中，地层—岩石柱状剖面可以对比。汞矿床主要产于中寒武统敖溪组中上部（ ϵ_{2a}^5 ），成矿部位多在花桥组（ ϵ_{2a}^{7-8} ）底界以下40~60米范围内。尽管成矿部位有变化，但相邻矿体所在位置可以对比（图2）。矿体多呈层状、似层状、透镜状，与围岩整合。

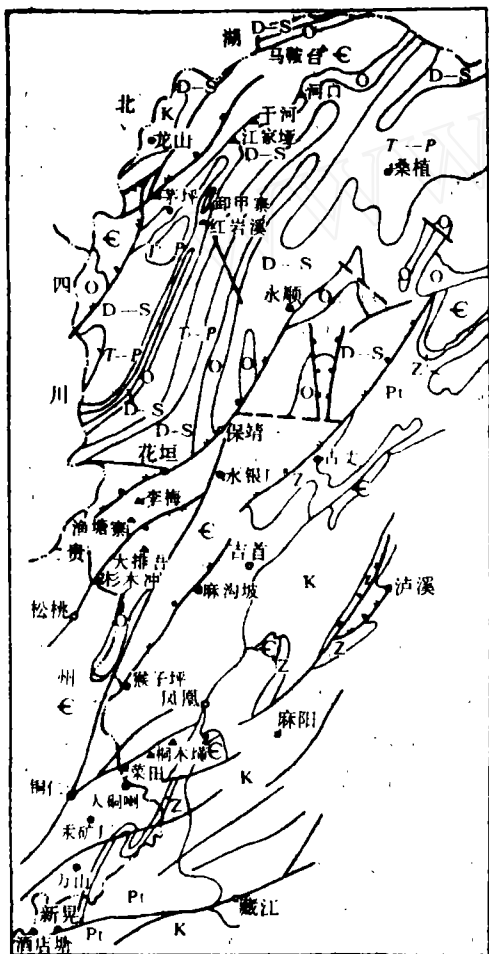


图1 区域地质与汞铅锌矿床分布略图
K—白垩系；T—P—三迭系—二迭系；D—S—泥盆系—志留系；O—奥陶系； ϵ —寒武系；Z—震旦系；P₁—元古界；黑三角示铅锌矿床；圆点示汞矿床；粗黑线示区域断裂

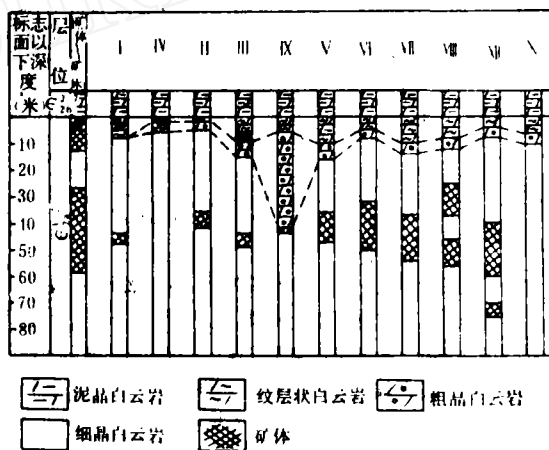


图2 酒店塘汞矿床成矿部位柱状对比图

著名的花垣鱼塘铅锌矿带，赋存于下寒武统清虚洞组（厚300~621米）的碳酸盐岩内，主要矿体产在该组中部（ ϵ_{1q} 层，厚96~309米）的藻灰岩中，比较集中的成矿部位多达十余个*。同样，相邻铅锌矿床的成矿部位亦可对比（图3）。

龙山铅锌矿带赋存于中上寒武统娄山关群上部碎屑灰岩中，特别是其上的下奥陶统南津关组铅锌矿，基本仅赋存于该组底部之结晶灰岩与生物碎屑灰岩间，成矿层位与部位都十分稳定。

此外，凤凰桐木董等所谓交错型铅锌矿床，主要受断裂构造和岩性控制——虽不一定受地层

*据湖南省地质局405队，湖南花垣鱼塘地区层控铅锌矿床成因问题，1980年10月

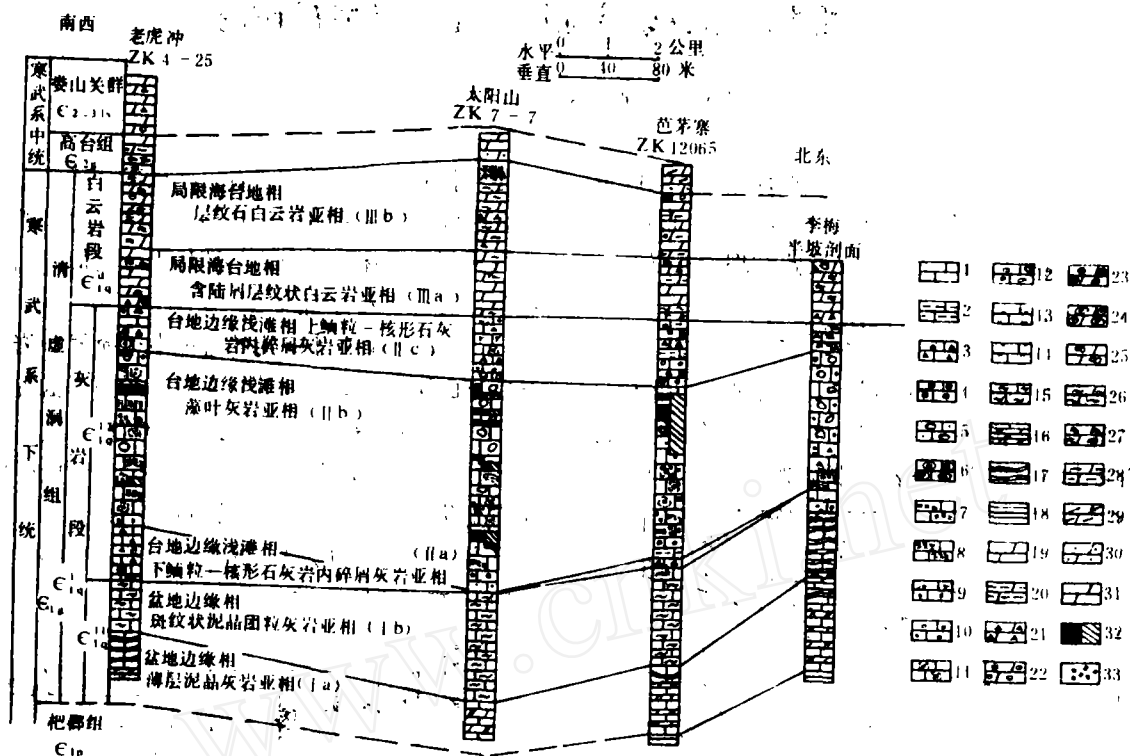


图3 花垣渔塘地区下寒武统清虚洞组碳酸盐岩发育相带对比图

1—灰岩、粉晶灰岩；2—泥晶灰岩；3—亮晶内碎屑灰岩；4—亮晶鲕粒灰岩；5—藻团粒—藻屑灰岩；6—核形石灰岩；7—混合藻灰岩；8—葛万藻灰岩；9—灌木藻灰岩；10—藻团粒灰岩；11—海绵状藻团粒灰岩；12—藻屑灰岩；13—白云质（化）灰岩；14—含白云质（化）灰岩；15—斑纹状泥晶团粒灰岩或团粒泥晶灰岩；16—薄层泥晶灰岩与薄层泥晶含泥质、白云质灰岩互层（韵律层理）；17—波状薄层泥晶团粒灰岩或团粒泥晶灰岩与薄层含泥质、白云质灰岩互层（韵律层理）；18—灰绿色页岩；19—白云岩、粉晶白云岩、粉—细晶白云岩；20—泥晶白云岩；21—内碎屑白云岩；22—鲕粒白云岩；23—假鲕粒白云岩；24—核形石白云岩；25—藻屑白云岩；26—层纹石白云岩；28—泥质白云岩；29—含泥质白云岩；30—含陆源粉砂白云岩；31—次生白云岩；32—铅（黑色部分）含量：0.03%，锌（斜线部分）：0.5%；33—铅锌矿化

层位制约，但亦有一个主要成矿层位，即中寒武统敖溪组（ ϵ_{1a}^{5-6} ）。

上述事实说明，湘西汞铅锌矿床的形成与其围岩形成时代具有同时性，显示沉积矿床的特征。

2. 矿化与一定相带有关，并出现相应的岩性序列 湘西汞铅锌矿床的空间分布与沉积相带密切相关。产于清虚洞组岩层中的铅锌矿床，形成于台地边缘生物礁相和浅滩相，岩性以藻灰岩、鲕粒—核形石灰岩为特征。敖溪组地层中的汞铅锌矿床，分布于台地蒸发相与局限台地相的过渡部位，主要含矿岩石为粉—细晶纹层状白云岩。娄山关群上部地层中的铅锌矿床主要形成于台地边缘浅滩相，岩性以泥晶内碎屑灰岩为主。

本区各矿床之规模与岩性序列、含矿岩系厚

度和基底构造层有关。汞矿主要产于白云岩内，铅锌矿主要产于纯灰岩内；一般多形成于过渡沉积环境与岩性序列。当地壳运动较稳定、沉积序列厚大、成矿作用持续时间长，且基底构造层为前寒武系粉砂—泥质岩石时，对形成规模较大的矿床有利，如酒店塘、茶田、渔塘等矿床。当沉积序列变化频繁、含矿岩系变薄时，则难以形成成型矿床，如龙山铅锌矿带，含矿岩系一般厚仅76米左右，纯灰岩内白云岩夹层反复出现，故仅形成小而复杂的透镜状矿体。

3. 成矿具有多层性，汞、锌和铅、锌有分带现象 湘西汞矿带内之汞矿床，除主要产于敖溪组（ ϵ_{1a}^{5-6} ）外，还见于 ϵ_{1a}^{3-4} 、 ϵ_{1a}^{2-3} 以及 ϵ_{1a}^{1-2} 层（清虚洞组）等；铅锌矿床亦有类似的多层成

矿现象。前者,同一成矿空间的不同成矿层位与部位的矿体可以重复出现;后者,如渔塘铅锌矿主矿层达4~6层。值得注意的是,对某一成矿带(区)来说,成矿层位与部位最低者,构成的矿床规模也大;反之,矿床规模较小。这很可能与基底构造层(提供蚀源物质)及海水进退有关。如敖溪组汞矿以 ϵ_1^3 层中者最大,铅锌矿以清虚洞组岩层中者最有远景。

汞锌分带及交替成矿的事实也屡见不鲜。如茶田汞矿锌多出现于汞的外带(少数共生),酒店塘汞矿深部为锌取代,显示水平也有分带。渔塘铅锌矿自西北向东南铅相对增多,出现铅锌侧向或交替分带。在岩层柱状剖面上,赋存于白云岩类岩石中的矿体,多数情况下汞矿若出现于上部岩石—构造层中,则其下有锌矿成矿的可能;若锌矿出现于上部岩石—构造层内,则其下无汞矿成矿。汞、铅矿床未见共生。

对铅锌矿床而言,当铅的成矿层位与部位较高时,其下可有锌矿形成;若锌的成矿层位与部位较高时,其下一般无铅矿。产于灰岩中的汞矿一般未见铅锌矿伴生,而其中的铅锌矿则常共生或交替出现。这可能与矿物的沉淀分异及闪锌矿→辰砂(和黄铁矿)→闪锌矿→方铅矿之矿物生成顺序有关。

4. 矿化带受盖层制约,尤以层状汞矿最为严密 成矿的屏蔽作用可分为区域性和局部性的。在区域上,湘西汞铅锌矿床的共性是,厚大含矿岩系之上,一般都覆有相当厚的透水性弱的塑性岩层。在局部上,对矿体而言,铅锌矿不如汞矿受屏蔽作用影响那样严密。这可能与不同的成矿作用及元素化学学习性有关。汞元素最重要的特性之一是热不稳定性,在常温下也具有高挥发性。

局部性的屏蔽作用有两种情况:

产于白云岩类岩石中的汞铅锌矿床,矿体顶板均有一层含炭泥质白云岩或炭质页岩或构造泥。层状铅锌矿体顶板岩石岩性不纯或含炭泥质及白云质。

交错型铅锌矿床的屏蔽作用表现为两种不同岩性接触处之灰岩或白云岩有机质含量增高

5. 汞矿带的展布受构造控制,铅锌矿带的展布与区域相带一致 湘黔汞矿带沿保靖—铜仁深断裂东侧作北25°东方向展布,受新华夏系构造制约(图4);矿体赋存于轴向北西西的横跨褶皱构造内,成矿的方向性十分明显。沿矿带展布方向,矿体成群成组呈近等距离跳跃出现;沿矿体延伸方向矿体多作尖灭侧现(或再现)的雁行状分布。可见,无论在水平方向还是垂直方向,矿体均表现出与构造的相应性和对称性。

湘西铅锌矿的展布与区域内一定相带的延伸方向一致 渔塘铅锌矿的延伸与藻灰岩组合相一致(图5);龙山铅锌矿带的延展与碎屑灰岩相一致。自然,也有构造因素的影响,如渔塘太阳山矿床之铅锌矿体最密集地段是本区北东向、北西西向构造叠加地段;老虎冲矿床的北东向较富铅锌矿体群受向南东倾伏的背斜和断裂控制再如龙山、保靖一带的小而富的铅锌矿体与局部构造(褶曲、挠曲、层间断裂等)关系更为明显。总之,矿体规模愈小,形态愈复杂,与成矿构造的关系愈明显。

6. 围岩蚀变较弱,金属矿物组合简单而相似 湘西汞铅锌矿床的围岩蚀变主要是硅化、角

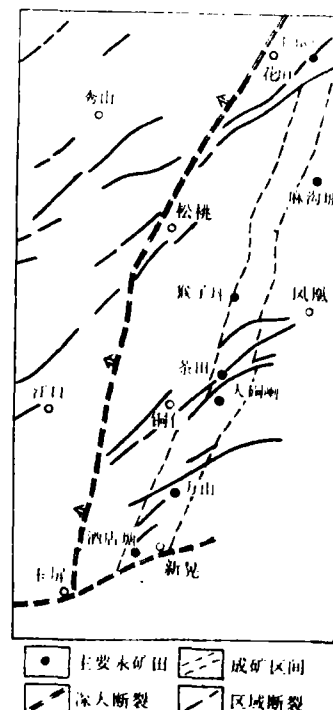


图1 湘黔汞矿带汞矿分布与构造的关系略图

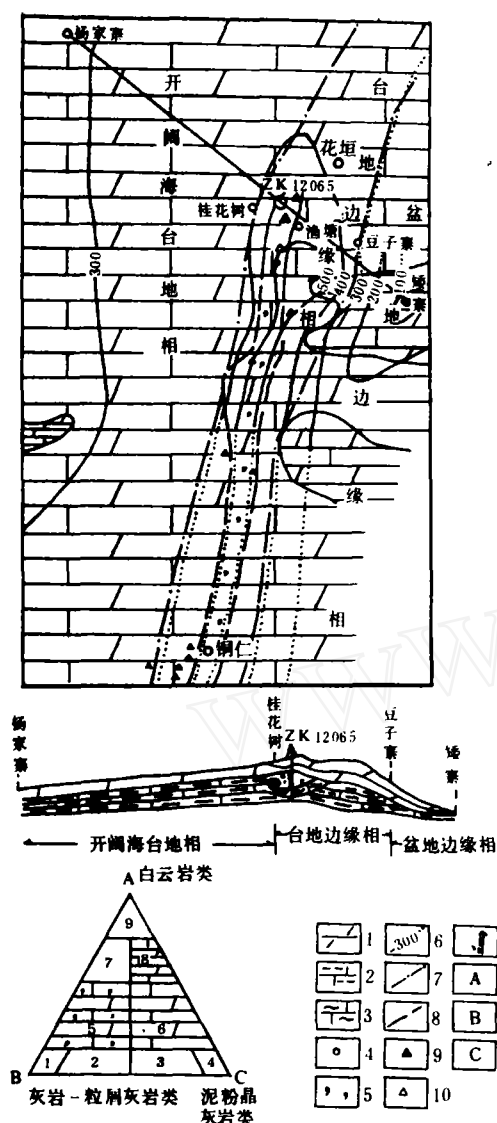


图5 渔塘地区早寒武世清虚洞期岩相古地理图
(据湖南地质局405队)

- 1—白云岩组合; 2—泥粉晶灰岩组合; 3—斑纹状泥粉晶灰岩组合; 4—团粒灰岩组合; 5—藻灰岩组合; 6—清虚洞组厚度等值线(米); 7—相区推测界线; 8—岩性分区及推测分界线; 9—铅锌矿点及矿化点; 10—中型铅锌矿床; 11—见矿钻孔及矿化部位; 12—白云岩类: 砾砂屑白云岩、鲕粒白云岩、泥晶白云岩、层纹状白云岩、层纹石白云岩等; 13—藻灰岩—粒屑灰岩类: 藻灰岩、砾砂屑灰岩、异形粒灰岩、藻屑灰岩、鲕粒核形石灰岩、含白云质灰岩等; 14—泥粉晶灰岩类: 泥晶灰岩、粉晶灰岩、团粒灰岩等

砾白云石化、方解石化、成矿前的大范围的褪色及重结晶作用。

大量岩石化学分析表明,随着蚀变作用的发生,岩石化学成分有很大变化,汞矿的硅化岩石中, SiO_2 高达50%以上, MgO 、 CaO 大量下降:渔塘铅锌矿蚀变灰岩 C 有机下降53%, CaO 增加6%, MgO 下降49%。不论何种蚀变,其物质均来自围岩,表现出与围岩成分的一致性。

汞矿床的金属矿物主要是辰砂,局部伴生有辉锑矿、黑辰砂及闪锌矿(茶田)等;脉石矿物主要为石英或白云石,方解石少量。铅锌矿床的主要金属矿物为闪锌矿、方铅矿,有时伴生有黄铜矿、黄铁矿等;脉石矿物为方解石、白云石或石英等。

7. 汞矿床的标型元素为Se, 铅锌矿床的标型元素为Ag、Cd 据70件汞矿石分析资料统计,矿石中平均含Se0.00419%, 8件辰砂单矿物分析平均含Se0.156%, 大大高于其他伴生硫化矿物中的含量。考查表明,汞矿石中Se含量的高低与成矿层位、部位、矿石品位及辰砂颜色深浅有关。一般说来,成矿层位与部位愈低,品位愈高、辰砂颜色愈深者含Se量愈多;反之则低。此外,与汞矿有成因或空间联系的锌矿床中的闪锌矿含Se也高(表1)。

由表1可见,Se主要集中于辰砂中,有综合利用价值;该矿物中Cd、Ga的含量随汞、锌共生密切而增加,故汞矿带内Cd、Ga亦有一定标型意义。Ag主要分布于方铅矿中,桐木董闪锌矿中含Ag也高(71.5g/t)。Cd在汞、铅、锌的硫化物中都有分布,而以闪锌矿最集中;层位愈下含Cd愈多。Ga、Ge主要分布于闪锌矿中。

8. 成矿溶液盐度高,成矿温度低,硫同位素分析具沉积的硫酸盐和蒸发岩特征 据矿物气液包裹体研究表明,成矿溶液含NaCl最高达26%以上,并见有过饱和的NaCl假晶;成矿溶液盐度一般在17.0~26.3%*。渔塘铅锌矿中方解石、闪锌矿包裹体均化温度为65~260℃。

邻区同类矿床万山汞矿成矿温度理想值为120~150℃,最佳值为130℃及140℃(均化法)。由此认为,本区成矿可能是低温状态下的高纯氯

*据贵州冶金地质一队,《情况交流》,1978年第1期

湘西汞铅锌矿床标型元素含量表 (‰)

表 1

矿床	矿物	样品数	Hg	Pb	Zn	Se	Ag (g/t)	Cd	Ga	Ge
酒店塘	辰砂	4	84.33	0.011	0.075	0.1657	痕	0.0028	0.0014	0
茶田	"	4	81.43		0.338	0.1457		0.036	0.0002	
酒店塘	闪锌矿	4	0.032	0.058	63.82	0.005	痕	0.675	0.005	0.0059
茶田	"	2	0.6418					0.682	0.0135	0.0186
渔塘	方铅矿						2.25			
桐木董	"	6				0.00068	112.0	0.0345	0.00018	0
渔塘	闪锌矿							0.92		
桐木董	"	6				0.00033	71.5	0.24	0.0046	0.0036

湘西汞铅锌矿床硫同位素组成特征

表 2

矿床	层位	类型	测定矿物	样品数	δS^{34} , ‰	极差 (‰)	标准离差 (σ)
渔塘	ϵ_{1a}	层状	方铅矿、闪锌矿	6	20.32~26.36 (24.02) *	6.04	2.1
万山	"	透镜状	辰砂	5	14.1~18.5 (16.8)	4.4	1.5
"	ϵ_{2a}^{1-3}	层状	"	30	17.0~23.3 (18.0)	6.3	1.7
酒店	"	"	"	10	21.2~28.3 (24.41)	7.1	2.2
"	"	透镜状	闪锌矿	8	19.59~23.8 (24.47)	4.2	1.3
保靖长乐	"	"	方铅矿	3	24.1~25.8 (24.97)	1.7	0.7
保靖清水	"	脉状	"	3	15.7~16.6 (16.0)	0.9	0.4
凤凰桐木董	"	"	"	6	7.0~15.7 (13.37)	8.7	3.0
龙山江家垭	$\epsilon_{31} + D_1$	透镜状	"	7	11.0~15.0 (12.53)	4.0	1.3
元顺盐井	O_2	脉状	"	5	9.5~18.4 (14.5)	8.9	2.9

*括号内为平均值。

化钠型卤水。

环境。

湘西汞铅锌矿床硫同位素组成 (表 2), 具有以下特征:

(1) 产于敖溪组白云岩内的层状、透镜状汞铅锌矿床和清虚洞组藻灰岩内的层状铅锌矿床均富重硫, 显塔式分布。各矿床 δS^{34} 平均值为 16.8~24.97‰, 同一矿床内变化百分率 < 1%, 标准离差 0.7~2.2。汞矿的成矿层位与部位较高者愈富集重硫 (S^{34}), 这可能与硫同位素定向分馏有关。

(2) 区内其他层位的汞铅锌矿床, 包括交错型 (脉状) 铅锌矿, 随成矿层位的升高, δS^{34} 有所降低 (12.53~16.00‰), 变化百分率 < 1%, 标准离差 0.4~3.0。

由上可见, 湘西汞铅锌矿床的硫同位素组成具有共同的、较单一的硫源, 即来自古海水沉积的硫酸盐和蒸发岩类, 后者形成于较封闭的水体

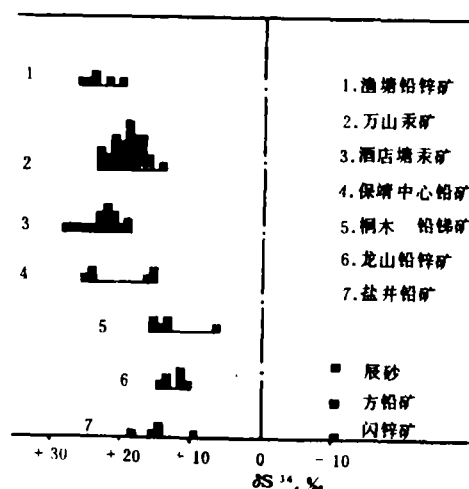


图 6 湘西汞铅锌矿床的硫同位素组成分布图

湘西汞铅锌矿床的成矿作用

1. 成矿的古地理环境 湘西汞铅锌矿床均分布于湘西黔东南槽边缘, 平行于古海岸线或隆起带的方向延展, 它的西北部受鄂川黔隆起带控制, 东南受原始江南古陆制约。

下寒武统清虚洞组和中上寒武统娄山关群上部的铅锌矿床, 主要形成于台地边缘生物礁相和台地边缘浅滩相中(图7)。这种部位有明显的水下隆起, 水循环条件良好, 处于氧化界面之上的潮下高能带, 中等动荡水流作用环境。

中寒武统敖溪组汞铅锌矿床形成于局限台地相和台地蒸发相之中(图8)。汞矿产于两个相带的过渡环境中, 铅锌矿床产于局限台地相的泻湖边缘。这种部位介质条件变化较大, 主要为咸水, 有时有淡水交替, 水循环条件差; 以弱还原—还原环境, 有时有氧化环境与之交替。介质含盐度变化亦较大, 为潮间—潮下泻湖低能带沉积环境。

2. 矿质沉淀的地球化学条件 湘西汞铅锌矿床是在两种不同的环境里发生、发展和形成的。

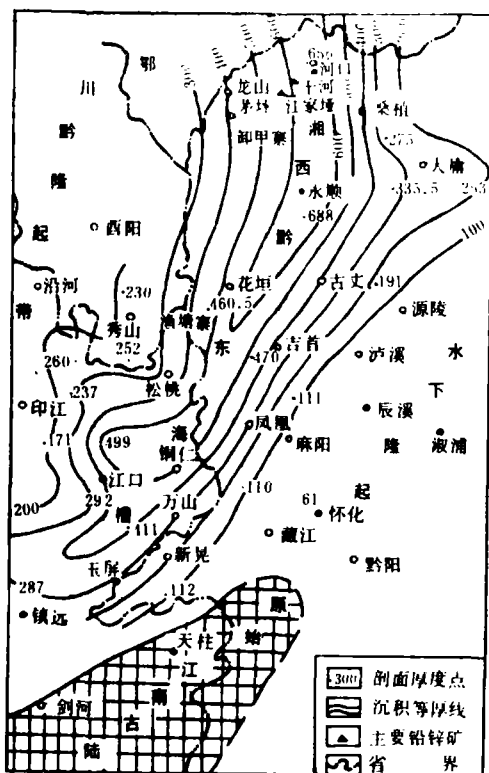


图7 湘西黔东南下寒武世清虚洞期古地理图

(1) 在局限台地相和台地蒸发相中, 蒸发作用较强, 泻湖水盐度不断升高。在富含碳酸盐的溶液中, 汞可能以有机物形式从陆地迁移, 在适当环境里分解为 Hg 和 C。铅锌在这种碳酸盐过饱和的情况下, 多呈 $Pb(HCO_3)_2$ 、 $Zn(HCO_3)_2$ 形式, 在泻湖氧化界面以下, 与其中的 H_2S 作用, 形成 ZnS 、 PbS 沉淀。

(2) 台地边缘生物礁相和浅滩相中的铅锌矿化, 在其相后常有局限台地相相互交替。Pb、Zn 在局限台地相中多呈重碳酸盐、胶体、腐植酸盐及部分硫酸盐等, 运移到生物礁相和浅滩相附近时, 主要由生物和有机质的吸附作用, 使 Pb、Zn 沉淀, 并在还原过程中形成硫化矿物。

3. 成矿物质来源、迁移富集和成矿阶段 根据区域地质资料分析, 本区成矿物质可能来源于原始江南古陆、梵净山岛屿、海底热泉和海水本身, 但以前二者为主。

如前所述, Hg、Pb、Zn 从古陆向海洋迁移

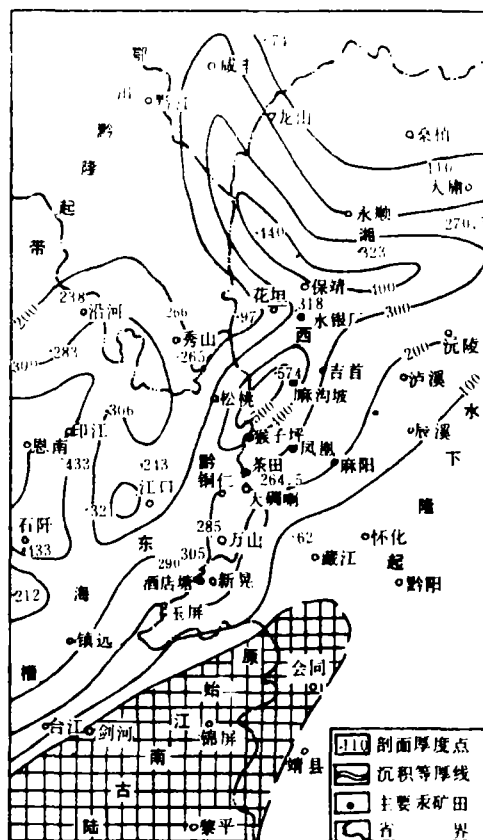


图8 湘西黔东南中寒武世敖溪期古地理图

可能有两种方式: Hg 呈有机物形式迁移; Pb、Zn 呈氢氧化物、胶体等形式迁移。

兹将其成矿作用按成矿阶段分述如下:

(1) 同生沉积作用阶段 由万山汞矿人工重砂资料可知, 整个寒武系普遍见到微粒辰砂, 岩系含 Hg 达 0.2 ~ 0.3 ppm, 辰砂粒径 0.1 ~ 0.01mm。龙山铅锌矿带含矿岩系的人工重砂见有方铅矿、闪锌矿、辉锑矿、白钨矿等, 出现区域性原生晕异常。酒店塘汞矿局部见有胶状结构的闪锌矿; 卸甲寨铅锌矿见有单独出现的肾状、椭圆状方铅矿结核及其环带构造、长轴轴向与岩层走向一致的方铅矿矿石。这些都是同生沉积的佐证。

矿带中锌、汞、铅的水平分带, 可能与同生沉积分异作用有关。这种分带与岩矿鉴定确定的矿物生成顺序一致, 反映了化学沉积分异的特征。

(2) 成岩作用阶段 开始, 高盐度的、含部分金属元素的、富镁卤水沿孔隙下渗, 与含 Hg、Pb、Zn 等元素的灰岩接触发生白云石化, 放热, 产生 CO₂。富含有机质、H₂SO₄ 和金属元素的围岩, 在封闭还原环境中, 加之细菌的作用, 形成硫化物, 并产生一定的温度。这使卤水变热, 易挥发的 Hg, 复沿岩石孔隙、节理、裂隙往上运移。在上覆岩层屏蔽作用下, 与地层中的 H₂S 反应沉积, 形成 HgS 的初步富集。

上述高盐度的经白云石化的富钙热卤水, 进入同生沉积铅锌硫化物矿源层时, 重新组合, 使分散状态的 Pb、Zn 在热卤水中初步富集; 其 pH 值从 5 ~ 6.5 逐渐升高, 直至中和。在围岩封闭(还原)较好时, 形成方铅矿、闪锌矿的沉淀。鉴于 Pb 比 Zn 沉淀的 pH 值稍高, 从而造成一定的沉积分异。

(3) 后生作用阶段 经历了区域褶皱、断裂等构造运动之后, 后生作用对汞和铅锌矿化的富集产生重要影响。这一阶段的热源一方面来自大面积的、较均一的地热增温, 另一方面来自局部的温差较大的构造作用。

后生阶段主要是热液变质作用。这种作用时

间长而复杂。由于元素地球化学学习性的差异, Hg 遇热迁移, 在封闭较好的部位沉淀成矿。Pb、Zn 化学活泼性差, 多数在原地或短距离搬运后发生重结晶, 少数在构造作用下充填岩石节理、裂隙及断层中成矿。

总之, 湘西汞铅锌矿床的成矿作用, 主要是在碳酸盐岩阶段沉积成岩, 遭受构造运动影响后, 矿质经沉积—活化转移—再富集作用, 以充填方式富集成矿的。根据北东向控矿主要断裂带切割了新华夏系各种构造成分, 向东并穿入上白垩系盆地, 在凤凰附近红层的断裂带中也见有原生汞矿化, 并联系区内地质发展史, 推断成矿作用可能发生于加里东期和燕山期, 而完成于燕山期。

找 矿 工 作

湘西汞铅锌矿床属于较典型的白云岩—灰岩型层控矿床。矿床的形成与古地理、沉积相带及古构造密切相关, 有一定的地层层位、部位和岩性组合。同时, 既显示同生沉积特征, 又有后生充填的标志。

一般说来, 在古陆边缘坳陷带、成矿基底构造层时代愈老(如前寒武系)、地层层位愈低或含矿地层时代愈老, 含矿岩系厚度愈大, 矿床远景愈大。

对于受层位和构造双重因素控制的矿床找矿, 应先确定含矿岩系, 再在其中找出有利控矿构造。这种部位即使地表未见矿化, 也常会有隐伏、半隐伏矿体存在的标志(标志相带或蚀变带)。

就湘黔汞矿带的找矿而言, 应在中寒武统敖溪组地层分布区, 沿北东 25° 展布的“成矿区间”的有利构造部位进行。此外还要考虑矿体成群成组和近等距离分布的特点。

对湘西产于下寒武统清虚洞组地层中的铅锌矿的找矿来说, 应沿藻灰岩发育的相带进行; 龙山一带的铅锌矿床应在台地边缘浅滩相内开展。同时, 还应注意矿物分带和标型元素等标志。

本文承我队刘建军提供有关资料和图件, 高利军清绘图件, 特此致谢。