

茂租铅锌矿床地质特征及其成因探讨

刘文周*

(成都理工学院资源与经济系, 成都)

提 要: 茂租铅锌矿床赋存于震旦系灯影组上段, 矿体呈似层状, 矿床明显地受有利的构造岩相带及岩性组合的联合控制。根据古地理环境及岩浆活动, 并运用硫、铅同位素、流体包裹体成分测试结果, 着重探讨该矿床的成因机制, 认为该矿床是典型的密西西比型(MVT)矿床。

关键词: 灯影组 铅锌矿 沉积改造 云南茂租

1 矿区地质概况

滇东北地区上震旦统灯影组铅锌矿带, 南北长 110 km, 东西宽 40 km。茂租铅锌矿床位于该带的中部, 即处于汉源-昭觉大断裂与 NE 向莲峰-巧家大断裂夹持区内的 NNE 向金阳背斜向南倾没部位。汉源-昭觉大断裂通过矿区西侧称茂租逆断层, 矿区位于其上盘。

矿区出露地层有震旦系上统灯影组 (Z_2dn)、寒武系下统筇竹寺组 (ϵ_1q)、龙王庙组 (ϵ_1l) 及寒武系中、上统 (ϵ_{2-3}), 二叠系峨眉山玄武岩 ($P_2\beta$)。

矿区褶皱是由数个平行排列的不对称(局部倒转)背斜和宽缓的向斜组成, 由东至西有白卡向斜、洪发碛背斜、甘树林向斜和长坡倒转背斜。除后者的轴向为 $NE40^\circ$ 外, 前三者的轴向均为 $NE20^\circ$ 而且向 NNE 倾伏。洪发碛背斜轴长仅 1000 m 以上, 向南逐渐消失, 使白卡和甘树林两个向斜兼并为同一宽缓的大向斜。

茂租逆断层走向 $NE10^\circ\sim 55^\circ$, 向 SE 倾, 倾角 $50^\circ\sim 60^\circ$, 断层面波状起伏, 破碎带宽 2~10 m, 使灯影组与玄武岩直接接触, 无明显的蚀变矿化现象。大岩碛断层, 为茂租逆断层的派生断层, 断层面波状起伏, 总体走向为 $NW10^\circ$, 倾角近于直立。

2 矿床地质特征

2.1 含矿岩系特征

茂租铅锌矿床的含矿岩系为下寒武统筇竹寺组灰岩、砂页岩和含磷层之下的灯影组顶部白云岩, 根据岩性和赋矿部位可分为:

上含矿层 (Z_2dn^{2-2}): 为灰—深灰色细—粗粒结晶白云岩夹磷质页岩, 平均厚 25 m, 顶部有 1~4 层小砾石层, 砾石层多为被白云质胶结的黑色磷质碎屑。第一层矿稳定的赋存于 Z_2dn^{2-2} 顶部的白云岩中, 含矿部位的岩性特征是: 顶部为薄层白云岩与深灰色磷质、白云质页岩互层。其下为青灰色中厚层状细—粗粒结晶白云岩夹少许磷质页岩和小砾石层。

下含矿层 (Z_2dn^{2-1}): 为灰白色—灰色厚层、硅质白云岩, 含稀密不均的燧石扁豆和

* 刘文周, 男, 1953年生, 副教授, 从事矿床学的教学、沉积盆地分析及层控矿床研究工作。邮政编码: 610059

燧条带,厚 200 m 左右。与 Z_2dn^{2-2} 分界为厚 1~9 m 的燧石团块、条带的砾石层,砾石多为浅灰色、淡肉红色、灰白色硅质白云岩及少量深灰色白云岩组成,砾径一般几毫米至几厘米,该层自西向东厚度增大,燧石条带变厚。第二层矿就位于此界面以下 13.25~14 m 范围内,以含萤石团块和萤石脉的深灰色、灰白细一中粒白云岩中的铅锌矿体最有价值。

2.2 矿体的形态、规模及规律

(1) 似层状矿体:一、二层矿均呈似层状产出,主要分布于甘树林向斜北西翼及洪发洞背斜轴部一带。矿体产状受褶皱控制和围岩产状一致。两个含矿层共有 9 个矿体,其中缓倾的 7 个矿体,一般走向为 NNE,倾向 SE $20^\circ\sim 35^\circ$,单个矿体长 440~930 m,延深 254~725 m,厚 1.60~5.64 m。因构造影响的陡倾的二层矿中 2 个矿体,一般走向 NE $10^\circ\sim 16^\circ$,倾向 SE $65^\circ\sim 80^\circ$,单个矿体长 243~612 m,延深 45~129 m。

(2) 脉状矿体:主要分布于洪发洞背斜轴部及其东翼的构造羽状裂隙中,倾角达 $70^\circ\sim 85^\circ$,单个矿体长 60~94 m,延深 47~80 m,厚 2.71~3.27 m。形态复杂,规模较小,但含 Pb 较富。

根据观察,工业矿体与含矿岩层的厚度、岩相相关,一层矿的工业矿体在 Z_2dn^{2-2} 层厚度为 19~25 m 范围内产出,过厚或过薄时只有裂隙矿出现,并只产在白云岩内,白云岩中灰岩夹层厚 0~1 m 时其相变处有大矿体。二层矿的工业矿体在 Z_2dn^{2-1} 层的燧石团块、条带层厚为 0.5~3.4 m 或其下 0~7.3 m 间产出,且在燧石层变薄或变尖灭处出现。

2.3 矿石的结构构造及物质的组分特征

(1) 矿石结构:粒状结构、胶结结构、镶嵌结构、斑状结构。

(2) 矿石构造:块状构造、斑点状构造、浸染状构造、脉状及网脉构造。

(3) 矿石的物质组分:常见的矿石矿物有闪锌矿、方铅矿,在氧化带中有少量菱锌矿、白铅矿、水锌矿、红锌矿,极少量的车轮矿与闪锌矿共生。

从矿石的元素化学分析结果(表 1)特征看,Au、Ag 主要赋存于方铅矿中,闪锌矿中也含少量 Ag,但无 Au。Cu、Cd、Ga、Ge 主要赋存于闪锌矿中。Ga/In 为 2.24,Ge/In 为 12,In/Ge 为 0.0833。闪锌矿的这些比值和碳酸盐岩型层控铅锌矿床的一般特点相似,具 In 低 Ge 高,Ga/In 和 Ge/In 比值高而 In/Ge 小的特点。

表 1 茂租铅锌矿床闪锌矿、方铅矿的微量元素 (10^{-6}) 分析结果

样号	样名	Ga	Ge	Cu	Se	Te	Ba	Sn	As	Sb	Bi	Ti	Mn	Cd	In	Au	Ag
M-1	闪锌矿	56	300	1300	nd	nd	5.5	0.22	nd	nd	3.5	nd	14	0.29	25	nd	85
M-2	方铅矿	nd	nd	820	59	nd	11	2.3	15	36	6.4	21	nd	nd	nd	0.022	555

注:样品由成都理工学院测试中心分析,nd=未检出(下同)

3 矿床成因讨论

3.1 物质来源

(1) 地层、岩浆岩与成矿的关系:震旦纪末期,上扬子准地台西南缘为一个浅水碳酸盐沉积环境,本区处于半封闭的海湾环境。区域上,灯影组白云岩厚近 1000 m,在富藻白云

岩中 Zn 的丰度最高，达 432×10^{-6} ，而在含磷质砂屑白云岩中 Pb 丰度最高达 229×10^{-6} 。二叠纪峨嵋山玄武岩、印支-燕山期花岗岩铅的丰度分别达 35×10^{-6} 和 367×10^{-6} 。从而推断该铅锌矿的生成与地层及岩浆活动存在着不同程度的联系，包括矿质来源、矿质迁移富集的热动力等因素均有密切的关系。

(2) 硫、铅同位素特征：闪锌矿和方铅的 $\delta^{34}\text{S}$ 分别为 $10.7\text{‰} \sim 14.1\text{‰}$ 和 $11.9\text{‰} \sim 12.6\text{‰}$ ，变化范围小，仅有 3.43‰ ，说明矿石的硫源是均一的。灯影组下段及寒武纪地层中，都有膏盐沉积，天水溶滤膏盐层所形成的循环卤水，其中的 SO_4^{2-} 在还原环境中可被细菌或非生物 (Fe^{2+} , 有机碳, 沥青等) 还原，产生 H_2S 。

茂租铅锌矿床硫化物铅同位素组成及计算的模式年龄及源区特征值见表 2。

表 2 茂租铅锌矿床铅同位素组成及模式年龄、源区特征值

样号	样名	同位素值/‰			模式年龄		源区特征值				资料来源
		$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	φ	10^6a	μ	ν	ω	κ	
M-1	闪锌矿	18.154 ± 0.010	15.632 ± 0.010	38.216 ± 0.010	0.60337	386.36	9.55005	0.06926	37.48450	3.92492	由宜昌所同位素室分析
M-2	方铅矿	18.124 ± 0.010	15.628 ± 0.010	38.176 ± 0.010	0.60497	403.15	9.54621	0.06923	37.44899	3.92291	
M-3	方铅矿	17.98	15.47	38.01	0.59679	416.81	9.41374	0.06827	37.23239	3.95511	同位素值据原西南冶勘 315 队

注：计算时采用的常用常数： $a_0 = 9.307$ $b_0 = 10.294$ $c_0 = 29.476$ $\lambda_8 = 1.5525 \times 10^{10}\text{a}^{-1}$ ； $\lambda_5 = 9.8485 \times 10^{-10}\text{a}^{-1}$ $\lambda_2 = 0.49475 \times 10^{-10}\text{a}^{-1}$ ； $t = 4.43 \times 10^9\text{a}$ (计算 ω 、 k 时， $t = 4.55 \times 10^9\text{a}$)

从表中可知，该矿床的铅同位素组成变化范围不大。计算的模式年龄为 $386.36 \times 10^6 \sim 416.81 \times 10^6\text{a}$ 。源区特征值变化也不大。将铅同位素组成数据投于 Zartman & Doe (1981) 不同地质构造环境铅同位素演化曲线图上，投点有落在地幔铅同位素演化曲线与造山带的铅同位素演化曲线附近的；也有落在上地壳同位素演化曲线上的。表明该矿床的 Pb 既有来自地壳中不同的地层中的，也有可能来自地壳构造活动强烈部位及地幔。

(3) 成矿流体的成分：茂租铅锌矿床流体包裹体成分及计算的有关参数见表 3、4。

表 3 茂租铅锌矿床矿物包裹体成分

样号	样名	气相/($\mu\text{g/g}$)							液相/($\mu\text{g/g}$)							
		H_2	O_2	N_2	CH_4	C_2H_6	CO	CO_2	H_2O	F^-	Cl^-	SO_4^{2-}	K^+	Na^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}
M-1	闪锌矿	0.44	nd	nd	nd	nd	nd	46.0	134.0	3.618	4.556	nd	14.338	13.293	10.599	0.520
M-2	方铅矿	0.56	nd	nd	nd	nd	nd	1680.0	319.0	5.327	1.946	nd	8.613	15.472	34.037	nd

注：样品由有色金属总公司北京矿产地质研究所色谱室测试

流体包裹体气相成分中以 CO_2 、 H_2O 为主，次为 H_2 ， $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ 比值平均 10.85；液相成分中，阳离子变化较大，主要阳离子为 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ ，其离子百分比平均值分别为 50.2%、32.05%、16.35%。流体中阴离子仅有 F^- 和 Cl^- ，且其离子百分比含量 $\text{F}^- > \text{Cl}^-$ 。根据包裹体液相成分中阳离子、阴离子相对百分含量推测，成矿流体为 F-Cl-Na-Ca 型卤水。

表4 茂租铅锌矿床成矿流体组分比值及水化学类型

样号	样名	摩尔比值				阳离子/%				阴离子/%			矿液水化学类型
		Na/K	$\frac{Na}{Ca+Mg}$	F/Cl	$\frac{CO_2}{H_2O}$	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	
M-1	闪锌矿	1.577	2.023	1.463	0.141	24.2	38.1	34.9	2.8	59.4	40.6	0	F-Cl-Na-Ca
M-2	方铅矿	3.055	0.792	5.108	21.558	8.5	26.0	65.5	0	83.6	16.4	0	F-Ca-Na

3.2 成矿过程

(1) 沉积-成岩期的初步富集：长期的风化剥蚀，前震旦系变质岩和中酸性火成岩中的成矿元素被分解出来，呈溶解状态、粉屑或被粘土吸附等形式被带到槽盆中。一部分溶解的矿质可被潮坪-泻湖中发育的藻类吸附；而大量的粉屑和粘土被带到盆地中聚集，加之槽盆中火山喷发及火山热泉带来的成矿物质，造成了槽盆相沉积物中含丰富的成矿物质。由于沉积压实作用，当温度达到 130℃ 时沉积物大量脱水并引起金属的大量析出，富含 Fe、Pb、Zn 等金属的压实水溶液，沿不整合面及其上的多孔碎屑沉积层向盆地边部运移。在盆地和古陆的交界地带，往往发育富藻台地碳酸盐沉积。这些藻类由于埋藏分解，使沉积层进入还原环境、厌氧细菌还原海水硫酸盐而产生 H₂S；同时，由于台地边缘处于碳酸盐沉积物和碎屑沉积物的过渡部位，是 pH 值等物理化学条件变化的部位。因此，当含金属的成岩压实水溶液到达此带时，极易形成硫化物沉淀而发生成岩富集。

(2) 后生的活化、迁移和再富集：海西期晚期玄武岩的喷发，以及印支-燕山期的岩浆活动，是造成整个区域内地热异常的根本原因。下渗的天水和地层水，因受岩浆的加热，温度骤增，呈现重力浮动，在循环的过程中，一方面溶解地层中的膏盐，同时在有机质的参与下，溶滤地层中的金属而演变为含矿热液，当含矿热液沿一定通道上升到下寒武统筇竹寺组黑色页岩层底部时，因致密的页岩覆盖，上升的含矿热液流体受阻而进入 Z₂dn²⁻²和 Z₂dn²⁻¹顶部，由于温度、压力及其他物理化学条件的变化，使所携带的成矿物质沉淀下来，形成现在的一、二层似层状铅、锌矿体。

参 考 文 献

- 1 刘文周, 徐新煌. 康滇地轴东缘的构造控矿作用. 矿床地质, 1994, 13 (增刊 1): 27~29.
- 2 Sverjensky D A. The Origin of a Mississippi valey-Type Deposits in Viburnum Trend, Southeast Missouri, Econ. Geol. 1981, 76: 1848~1872.
- 3 Anderson G M. Precipitation of Mississippi Valley-Type Ores, Econ. Geol. 1975, 70: 937~949.