

# 盘龙铅锌矿床成因及成矿模式

罗永恩

(广西地球物理勘察院, 广西 柳州 545005)

**摘要:**在矿床地质、地球化学研究的基础上,总结了广西武宣县盘龙铅锌矿床的成因及成矿模式,认为在泥盆纪本区形成了一套碳、硅、泥质热水沉积,大气降水渗入深地壳发生对流,萃取围岩中成矿物质,并与少量深源岩浆带来的矿质形成含Pb、Zn、Fe等元素的地下热卤水,在构造挤压驱动下,将含矿热卤水运移到浅部白云岩中的层间破碎带,通过渗透交代白云岩,进行叠加、改造。受温度、压力降低等因素的影响,以络合物为主要形式迁移的Pb、Zn等元素和S结合形成硫化物在有利的岩相—构造部位沉淀、富集成矿。

**关键词:**盘龙铅锌矿床;成矿条件;成矿模式

**中图分类号:**P618 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-4172(2009)03-0032-04

## Genesis and metallogenic model of the Panlong lead - zinc Deposit

LUO Yongen

(Guangxi Geophysical Exploration Institute, Liuzhou 545005, China)

**Abstract:** According to ore deposit geology and the geochemistry research, the genesis and metallogenic model of Panlong lead - zinc mine in Guangxi Wuxuan county are summarized, which put forwards that a set of carbon, the silicon, the argillaceous hot water deposit, formed in the Devonian period home court, have the convection with the atmospheric water permeated the deep earth's crust, extract mineralizing element in wall rock, and then become underground heat bittern including Pb, Zn, Fe element. Under the structure extrusion actuation, the heat bittern is migrated to the superficial part dolomite crushed zone, and is carried on the superimposition, the transformation. Under the influence of temperature, the pressure drop low, the sulfide is formed by the Pb, Zn elements, migrated as the complex compound, and S precipitates and concentrates to mineral in the advantageous lithic facies - structure spot.

**Key words:** Panlong lead - zinc deposit; metallogenic condition; metallogenic model

## 0 引言

盘龙铅锌矿为规模较大的中型铅锌矿床。对于该矿床,前人曾从矿床地质特征<sup>[1-2]</sup>等侧面进行过研究。本文在前述工作的基础上,对该矿床的成因及成矿模式进行研究总结,以期在广西大瑶山西侧地区开展找矿勘探工作服务。

## 1 区域及矿区地质

盘龙铅锌矿床位于广西来宾凹陷带与大瑶山隆起的交接部位,大地构造位置隶属于南华准地台桂中—桂东台陷<sup>[3]</sup>。区域上出露地层有寒武系、泥盆系、石炭系、二叠系及第四系。泥盆系中下统是区域上主要的铅锌赋矿层位。该矿区是一个晚古生代沉积凹陷区,地层以下泥盆统碳酸盐岩和碎屑岩为主,不整合于早古生代寒武系浅变质碎屑岩之上。区内构造活动频繁,经历了从加里东旋回至喜马拉雅旋回的各个构造旋回。加里东构造旋回沉积形成的寒武系组成了基底构造,其上泥盆系、石炭系等沉积盖层在总体上呈大致倾向西的单斜构造;断裂构造以NE向和近SN向为主,次为NW向和近EW向。其中NE向的凭祥—大黎及近SN向的永福—东乡两条区域性复合深大断裂贯穿本区,其旁侧伴生发育的NE向及近SN向断裂控制着铅、锌、铜、重晶石

等矿产的分布。

矿区赋矿地层主要为下泥盆统上伦白云岩(D<sub>1</sub>sl),岩性以白云岩为主,夹白云质灰岩,局部夹少量灰色、浅灰色硅质岩。上部白云岩以深灰色为主,中—粗晶结构,中厚层状,层间挤压破碎带发育,局部有重晶石、铅、锌矿富集,具白云石化、硅化现象,为本矿区的主要含铅锌矿部位;中、下部白云岩以细—微晶结构为主,薄—中层状,靠近底部夹少量灰岩。本套地层含有硅质岩、重晶石岩,且白云岩中常见有细粒浸染状、草莓球状黄铁矿,应为一套热水沉积。

矿区断裂构造主要有北东东向的逆断层F<sub>1</sub>和F<sub>3</sub>以及北北东向的横断层F<sub>2</sub>,它们均不同程度破坏了岩层(矿层)连续性。区内无岩浆岩出露。

## 2 矿床地质特征

盘龙铅锌矿带北东向分布,全长约5 km,宽60~100 m,从西到东分为翻山矿段和大岭矿段(图1)。共发现矿体25个(其中原生矿体20个,氧化矿体5个),累计探明122b+333资源量387.4万t(硫化矿石122b+333资源量378.7万t,氧化矿石333资源量8.64万t)<sup>[4]</sup>。其中规模最大的为2号矿体(图2),矿石量达357万t,平均品位Pb为1.53%,Zn为5.16%。所有矿体均属隐伏矿体。铅锌矿体产于下泥盆统上伦白云岩NNE向层间成矿带中,矿体顶底板围岩均为上伦白云岩,矿体形态为层状、似层状,产状与围岩产状大致相同,呈多层产出,矿体的延伸

展布均受白云岩地层的严格控制。

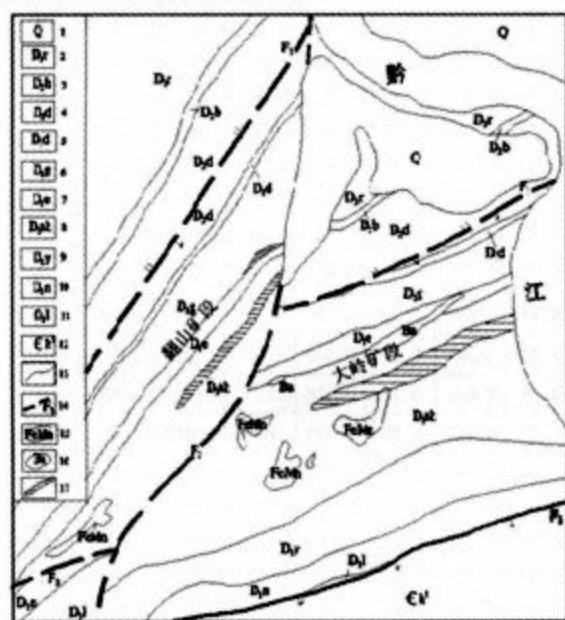


图1 盘龙铅锌矿区地质简图

Fig.1 Geological map of the Panlong lead-zinc deposit

1-第四系;2-泥盆系上统融县组;3-泥盆系中统巴东组;4-泥盆系中统东岗岭组;5-泥盆系下统大乐组;6-泥盆系下统官桥白云岩;7-泥盆系下统二塘组;8-泥盆系下统上伦白岩;9-泥盆系下统郁江组;10-泥盆系下统那高岭组;11-泥盆系下统莲花山组;12-寒武系黄洞组上段;13-地质界线;14-断裂及编号;15-铁、锰堆积范围;16-重晶石堆积范围;17-铅化矿化带范围

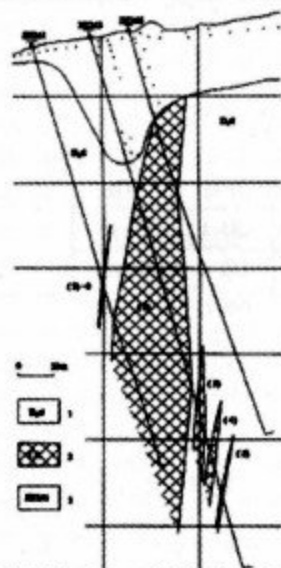


图2 盘龙铅锌矿区26线地质剖面示意图<sup>[1]</sup>

Fig.2 Profile at 26 line of the Panlong lead-zinc deposit

1、泥盆统上伦白岩 2、矿体及编号 3、钻孔编号

根据中国铅、锌矿地质勘查规范<sup>[5]</sup>,将矿区铅锌矿体按矿石氧化程度分为原生矿(锌氧化率<10%)和氧化矿(锌氧化率>30%),原生矿在大岭矿段和翻山矿段均有分布,氧化矿仅分布于大岭矿段。氧化矿体与其下的原生硫化矿体有较清晰的自然分界线。矿石主要由细粒浸染状黄铁矿化、

重晶石化、铅锌矿化白云岩构成。

矿石的矿物组成简单,金属矿物主要有闪锌矿、黄铁矿和方铅矿。非金属矿物主要有白云石、方解石、重晶石。方铅矿、闪锌矿及黄铁矿多呈浸染状、细脉状分布。

矿床围岩蚀变总的不强烈,蚀变类型主要为黄铁矿化、硅化和白云石化,其次为重晶石化。其中白云石化、硅化和黄铁矿化与成矿关系最为密切。由于破碎带蚀变总体不强,从矿体到围岩蚀变分带现象不甚明显,矿体与围岩界线主要为渐变关系。

### 3 矿床成因

#### 3.1 成矿物质来源

##### 3.1.1 硫同位素

矿区重晶石硫同位素  $\delta S^{34}$  值为 +11.77,相当于海水硫酸盐  $\delta S^{34}$  的分布范围,说明重晶石中硫来源主要与地层中封存的与沉积物同时沉积的海水有关。金属硫化物的  $\delta S^{34}$  值分布范围为 +2.64 ~ +10.3‰(表1),但不同的矿物和其  $\delta S^{34}$  S 值的极值离差也有不同,表现出一定的分布规律:即闪锌矿<方铅矿<黄铁矿。

硫同位素分析显示矿区存在两种硫源,其一为沉积硫:形成重晶石的全部硫均来自沉积时期的海水硫酸盐,而且方铅矿、闪锌矿及黄铁矿中的部分硫亦来自海水硫酸盐。显示以重硫  $S_{34}$  为主,  $\delta S^{34}$  值为正值。其二为岩浆硫:黄铁矿、闪锌矿及方铅矿等金属硫化物中的部分硫来自深源的岩浆作用,其  $\delta S^{34}$  值接近 0‰,与陨硫相近。综上所述硫以沉积硫为主要来源,部分硫来自深源的岩浆作用。

表1 矿石及单矿物硫同位素组成特征表<sup>[2]</sup>

Tab 1 Ore and single mineral sulfur isotopic content characteristic

样号	样品名称	$\delta S^{34}$ (CDT)(‰)	备注
P7	粗晶重晶石 矿石	11.77	重晶石呈板状晶体,长轴 72 cm,致密块状矿石
P11	铅锌矿矿石	2.64	浸染状铅锌矿石,脉石矿 物为白云石
P13	铅锌矿矿石	10.23	中等品位铅锌矿石,铅锌 矿物集成条带状
P13-1	铅锌矿矿石	10.05	中等品位铅锌矿石,脉石 矿物为白云石
P20	铅锌矿矿石	7.80	富矿石,以闪锌矿为主, 脉石矿物为白云石

##### 3.1.2 微量元素

据张振贤等资料<sup>[6]</sup>,闪锌矿中 In 低, Ga/In 比值 <1,属低温闪锌矿;黄铁矿中 Co/Ni <1, S/Se 比值 >90 万,具沉积型黄铁矿特征;方铅矿中富 Ag、Sb、贫 Bi, Sb/Bi 比值 >100,具层控特点;表明主要矿物与围岩有关;重晶石含 Zn、Pb 较高,说明重晶石与 Zn、Pb 成矿有密切关系。

##### 3.1.3 稀土元素

###### 1) 含量

从广西大瑶山及其西侧成矿区金银铅锌找矿区划研究科研组在矿区的稀土元素分析结果表明(表2),稀土元素含量总值均大于球粒陨石平均含量总值  $3.46 \times 10^{-6}$  (张虎才, 1997)。15 种稀土元素含量变化范围为  $7.80 \times 10^{-6}$  ~

$25.979 \times 10^{-6}$ , 平均值为  $13.695 \times 10^{-6}$ 。这些含量明显低于沉积岩的总平均含量 ( $171 \pm 41 \times 10^{-6}$ , 张虎才, 1997), 也明显低于黎彤(1976)所推荐的地壳中 15 种稀土元素的丰度值  $165.35 \times 10^{-6}$ 。相比较之下, 矿区内矿石及围岩的稀土元素含量存在一定差别。

表2 稀土元素组成及含量表(单位:  $10^{-6}$ )Table 2 The rare-earth element composition and contains the meter (Unit:  $10^{-6}$ )

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	总计
P <sub>1</sub>	5.14	8.16	1.03	4.30	0.82	0.58	0.91	0.12	0.65	0.14	0.33	0.062	0.24	0.047	3.45	25.979
P <sub>4</sub>	2.60	3.66	0.41	1.77	0.34	0.094	0.38	0.057	0.32	0.068	0.22	0.030	0.15	0.025	1.94	12.084
P <sub>11</sub>	1.16	1.67	0.32	1.34	0.38	0.24	0.46	0.068	0.27	0.60	0.20	0.030	0.12	0.020	1.52	8.398
P <sub>20</sub>	2.11	2.86	0.28	0.99	0.16	0.056	0.19	0.028	0.15	0.041	0.12	0.018	0.11	0.017	0.67	7.80
平均值	2.75	4.09	0.51	2.21	0.43	0.243	0.49	0.068	0.35	0.212	0.22	0.035	0.16	0.027	1.90	13.695

注: ①测试单位: 中国地质调查局宜昌地质矿产研究所; 测试日期: 2003 年 1 月 27 日。

②表中样号: P<sub>1</sub> 为粗晶白云岩; P<sub>4</sub> 为白云岩; P<sub>11</sub> 为含矿白云岩; P<sub>20</sub> 为块状铅锌矿富矿石。

根据稀土元素组成特征综合分析可知:

1) 矿床内矿石及白云岩围岩中稀土元素具有相类似的组成和分配型式, 这表明矿石中的稀土元素与围岩具有相同的地球化学性质和来源。

2) 铅锌矿石与白云岩围岩之间, 甚至在白云岩围岩之间以及在不同的矿石类型之间, 其稀土元素组成仍存在较微小的差别, 这反映矿石的物质来源除主要来自围岩地层本身之外, 还有一部分物质可能来自他处。

### 3.2 水源

据矿物包裹体成分资料, 本区成矿溶液属  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ — $\text{Cl}^-$  型或  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ — $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$  型卤水, 盐度为 8.2% ~ 14.4%, pH 值为 6.4 ~ 8.5。即是在中性或弱碱性溶液硫化物和硫酸盐沉淀。矿区的氢、氧同位素组成特征( $\delta\text{D}$  为 -40

2) 标本 P<sub>1</sub> 和 P<sub>4</sub> 取自矿床的围岩部分, 其稀土元素含量为 12.084 ~ 25.979, 平均值为  $1.032 \times 10^{-6}$ 。与矿体围岩白云岩相比, 铅锌矿石的稀土元素总量低于后者, 这也反映了矿石与白云岩地层之间具有不同的物源特征和沉积学性质。

$\text{‰}$ ,  $\delta\text{O}^{18}$  为 -6.72‰), 在  $\delta\text{D}$ — $\delta\text{O}^{18}$  坐标图上投点落于大气降水线上或附近, 表明含矿溶液为雨水渗透地下深循环中演化而成含矿热卤水<sup>[2]</sup>。

### 3.3 热源

区内铅锌矿床主要赋存于下泥盆统, 增温值为 181.2 ~ 271.8℃<sup>[7]</sup>, 与盘龙矿床成矿温度大体相近。据航磁推测本区深部有隐伏花岗岩体存在, 岩浆活动对铅锌矿的成矿提供了热源。因此推断热源来自地热增温和隐伏花岗岩体。

### 3.4 成矿温度

据广西大瑶山及其西侧成矿区金银铅锌找矿区划研究科研组(2003 年)资料(表 3), 盘龙铅锌矿床成矿温度(矿物流体包裹体均一温度)为 150.4 ~ 245.1℃, 属中—低温。

表3 矿物流体包裹体物理、化学参数表

Table 3 Mineral fluid inclusion physics, chemistry parameter list

样号	测试矿物	包裹体类型	包裹体/ $\mu\text{m}$		均一温度/℃			气液比/%	
			范围	平均	总数/个	范围	平均	范围	平均
P <sub>9</sub>	重晶石	原生	3~6	5.4	12	176~347	245.1	5~10	7
P <sub>20</sub>	重晶石	原生	5~10	5.6	14	96~215	150.4	5~10	5.6
平均			3~10	5.5	26	96~347	197.75	5~10	6.3
P <sub>7</sub>	方解石	原生	5~6	5.1	12	134~345	187	5~10	6

### 3.5 成矿时代

本区铜铅锌多金属矿的主要控矿层位为下泥盆统上伦白云岩和官桥白云岩, 多数矿床的矿石铅同位素年龄值为 329 ~ 452 Ma, 基本与控矿地层年代一致, 即矿源层形成于早泥盆世。矿床的形成是在矿源层被覆盖以后至地层褶皱抬升以前, 即形成于华力西期, 个别矿床的矿石铅同位素年龄值为 202 Ma, 相当于印支期。因此成矿时代为华力西期—印支期。

### 3.6 矿床成因

盘龙铅锌矿成矿物质来源以地层为主要来源, 部分来自深源的岩浆作用; 含矿溶液为雨水渗透地下深循环中演化而成含矿热卤水; 热源主要是地热增温和隐伏花岗岩体; 矿床成矿温度为 150.4℃ ~ 245.1℃; 成矿时代为华力西期—

印支期; 为中—低温沉积—热卤水改造型铅锌矿。

## 4 成矿模式

结合广西大瑶山西侧铅锌铜多金属成矿带地质构造演化<sup>[7-8]</sup>, 笔者认为在前寒武纪本区形成了火山—沉积岩系。在晚古生代本区又沉积了厚度巨大的沉积岩系, 尤其是在下泥盆世形成了含细粒黄铁矿层位的热液沉积, 从而为本区铅锌矿形成提供了良好的成矿地质背景。

在成矿早期(早泥盆世)沉积—成岩阶段形成成矿元素初步预富集的矿源层<sup>[7]</sup>。印支运动褶皱隆升成陆后, 大气降水渗入地壳深部增温, 变成地热水, 一方面溶解深部岩石及膏盐矿物, 另一方面循环对流萃取盖层(主要是早泥盆世地层)及基底(寒武纪地层及太古代地层)的 Pb、Zn、Fe 等成矿物质, 并与少量深源岩浆带来的矿质, 形成一种富含成矿金

属元素的中—低温热卤水,沿着构造通道上升运移至白云岩中的层间破碎带,通过渗滤交代白云岩,进行叠加、改造。随着温度或压力降低、pH值等物化条件的变化,含矿热卤水原有的平衡被破坏,以卤化物络合物为主要形式迁移的Pb、Zn、Fe等元素解体,与还原S结合形成硫化物逐渐在有利的岩相—构造部位沉淀、富集形成原生铅锌矿体(图3);氧化矿则是在原生铅锌矿体形成后经表生风化作用形成。

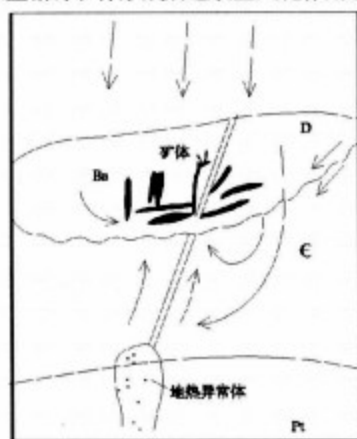


图3 盘龙铅锌矿带成矿模式示意图<sup>[7]</sup>

Fig. 3 Diagrammatic metallogenetic model for Panlong lead-zinc deposit

## 5 结论

1) 前寒武纪结晶基底及泥盆系碳、硅、泥质热水沉积为盘龙铅锌矿形成提供了良好的成矿地质背景。

2) 大气降水进入深循环系统对流萃取围岩中成矿物质,

并与少量深源岩浆带来的矿质形成含Pb、Zn、Fe等金属元素的地下热卤水,在构造挤压驱动下,将地下含矿热卤水运移上升到浅部白云岩中的层间破碎带,通过渗滤交代白云岩,进行叠加、改造。

3) 受温度、压力的下降以及其它物理化学条件改变等因素的影响,含矿热卤水原有的平衡被打破,以卤化物络合物为主要形式迁移的Pb、Zn等元素和S结合形成硫化物不断逐渐沉淀下来,并在有利的岩相—构造部位富集成矿。

## 参考文献

- [1] 梁国宝,廖开立. 广西武宣县盘龙铅锌矿地质特征及找矿方向[J]. 南方国土资源, 2003(2): 28-29.
- [2] 黄大放,黄庆武. 广西武宣县盘龙铅锌矿床地质特征[C]// 华南青年地质学术研讨会论文集, 环境资源与可持续发展. 南宁: 广西科学技术出版社, 2006: 43-46.
- [3] 王汉荣,张继淹,颜北海,等. 广西壮族自治区区域矿产总结[R]. 内部资料// 广西壮族自治区地质矿产局, 1993.
- [4] 梁国宝,黄智忠,肖绍文,等. 广西壮族自治区武宣县盘龙矿区铅锌矿详查报告[R]. 内部资料// 武宣县盘龙铅锌矿有限责任公司, 2004, 7.
- [5] 潘龙驹,杨建功,甘先平,等. 中华人民共和国国土资源部. 铜、铅、锌、银、镍、钼地质勘查规范(DZ/T0214-2002). 北京: 地质出版社, 2002.
- [6] 张振贤,周怀玲,袁少平,等. 广西大瑶山西侧泥盆系铅锌黄铁矿控矿条件及成矿预测研究[R]. 内部资料// 广西壮族自治区地质矿产局, 1988: 18-21, 80-86.
- [7] 王春惠,孙带东,蒋承欢. 广西铅锌矿地质[R]. 内部资料// 广西壮族自治区地质矿产勘查开发局, 2001.
- [8] 广西壮族自治区地质矿产局. 广西壮族自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1985.

□

## (上接第31页)

则以铁矿化为主,硅化为辅。总体来说,这些蚀变特征还是可以作为矿区找矿的间接标志。

局部矿体在倾向上仍有一定的延深,特别是VI号矿体深部有较大的成矿可能性。走向上沿F<sub>1</sub>断裂及次级断裂仍有成矿的较大可能性,可以进一步做地质工作,进行追索。

## 5 结论

陈家山矿床属于小型褐铁矿矿床,在成因上属中低温热液交代充填—风化淋滤型矿床。矿区内矿体有似层状和脉状两种产状;矿体规模较小,厚度、品位变化较大;褐铁矿矿石自然类型以致密块状、蜂窝状、粉粒状几种矿石较普遍。断裂构造和围岩对成矿、控矿具有重要的作用,似层状矿体

以交代作用为主,脉状矿体以充填作用为主。沿断裂带走向及深部均有较好的找矿前景。

## 参考文献

- [1] 曾广湘,吕昶,徐金芳. 山东铁矿地质[M]. 山东济南: 山东科学技术出版社, 1998, 90-119.
- [2] 潘兆麟. 结晶学及矿物学(下册)[M]. 北京: 地质出版社, 1988, 94-96.
- [3] 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991, 78-300, 443-499.
- [4] 孔庆友,张天祺,于学峰,等. 山东矿床[M]. 山东济南: 山东科学技术出版社, 2006, 291-350.
- [5] 袁见齐,朱上庆,翟培生. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1993, 72-104.

□