

广西大瑶山西侧铜铅锌多金属成矿带的控矿因素与矿床成因

罗永恩

(广西地球物理勘察院, 广西 柳州 545005)

摘 要: 广西大瑶山西侧铜铅锌多金属成矿带位于南岭多金属成矿带西段, 处在广西三级构造单元来宾凹陷和大瑶山隆起的结合部位, 大瑶山背斜西翼。区内地层岩性组合较复杂, 断裂构造发育, 地球物理及地球化学异常显示突出, 蚀变及矿化较强。该区赋矿地层、岩性、构造、岩浆岩、同位素、包裹体的特征表明, 铜铅锌矿床的成因类型为中- 低温沉积热卤水改造型, 属于“层控矿床”范畴。

关键词: 铜铅锌多金属成矿带; 控矿因素; 矿床成因; 广西

中图分类号: P611; P618.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2009)01-0056-06

0 引言

大瑶山西侧铜铅锌多金属成矿带位于广西中部偏东, 北起鹿寨县寨沙, 南至武宣县通挽, 南北长约 140 km, 是广西重要的铅锌多金属成矿带之一。

从上世纪 50 年代开始, 地勘单位、矿山及科研院校在本区开展大量的地质普查和研究工作。发现和评价了 80 余处矿床(点), 2001 年发现的盘龙大型铅锌矿床和古立、朋村等中型铅锌矿床是近年来广西铅锌矿找矿工作的突破。

本文在综合分析、系统总结归纳前人研究成果基础上, 重点对本区铅锌多金属矿的控矿因素、矿床成因进行探讨。

1 矿带地质概述

大瑶山西侧矿带属南岭多金属成矿带西段, 处于来宾凹陷和大瑶山隆起的结合部位, 大瑶山背斜的西翼。矿带北起鹿寨县寨沙, 南至武宣县通挽, 全长约 140 km, 呈“S”形展布(图 1)。

矿带东侧出露寒武系浅海相砂页岩, 泥盆统角度不整合于寒武系之上, 主要为泥盆系泥灰岩、灰岩、白云岩及泥岩, 并夹有砂岩, 代表滨海或开阔台地的近岸浅水沉积环境。岩浆活动微弱, 仅在东北部有加里东- 燕山期花岗岩体, 矿带内局部有煌斑岩脉和基性岩脉。矿带为一单斜, 由北向南岩层走向呈 NNE 向 \rightarrow SN 向 \rightarrow NE 向变化, 主要发育有加里东期复式褶皱、印支- 华力西期的三里向斜、印支期的六仁向斜; 南、北两端有次级褶皱, 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- 东乡区域深大断裂贯穿本区, 旁侧伴生的一系列 NE 向及近 SN 向次级断裂控制着本区铅锌、铜、重晶石等矿产的分布。本区的 NW 向断裂多切割 NE 向及近 SN 向断裂。矿床的围岩蚀变有白云石化、重晶石化和硅化; 中部有热水村热泉, 其沉淀物为含 Ba 高(3%) 的硅质石灰岩。

含矿岩石主要是下泥盆统的白云岩, 白云岩夹灰岩, 岩石中 Pb, Zn, Cu 元素的平均丰度分别为 121×10^{-6} , 101×10^{-6} 和 7.3×10^{-6} , 可作为本区重要的矿源岩。

矿带北段(象州以北)以重晶石和铜矿化为主, 南段则以铅锌矿、黄铁矿化为主。

收稿日期: 2007-12-18

作者简介: 罗永恩(1969), 男, 广西上林人, 工程师, 学士, 从事地质矿产勘查工作。联系地址: 广西柳州市荣军路 317 号广西地球物理勘察院; 邮政编码: 545005; 电子邮箱: lyegxlj@126.com

成矿元素自北向南显示水平分带: $\text{Cu, Ba(Pb)} \rightarrow \text{Cu, Pb, Zn} \rightarrow \text{Pb, Zn} \rightarrow \text{FeS}_2$ 。某些矿床可见垂直分带, 从上向下为: 重晶石 \rightarrow 褐铁矿(黄铁矿) \rightarrow 铅锌矿 \rightarrow 黄铁矿。赋矿地层为下泥盆统上伦白云岩和中泥盆统东岗岭组白云岩。矿体多呈脉状、透镜状和似层状。矿化普遍, 矿床矿点较多。重晶石矿床、铅锌矿床主要为中、小型, 铜矿床以小型和矿点为主, 黄铁矿石可单独圈出矿体。矿石多为贫矿, $w(\text{Pb} + \text{Zn}) = 1.21\% \sim 3.35\%$, $w(\text{Cu}) < 1\%$ 者居多。矿带南段似层状矿体较多, 品位较高、厚度较大, 伴生的 Ag, Cd 和黄铁矿可综合利用, Hg 的品位也较高, 规模较大。

铅锌矿的矿石矿物成分简单, 金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿; 脉石矿物为白云石、方解石、石英、重晶石。矿石具自形—半自形—他形晶粒结构、显微晶—微晶结构、草莓结构、胶状结构; 星点状、斑点状、浸染状、细脉状、条带状、层纹状、同心环带状、交代生物等构造。某些结构、构造显示出沉积成矿的特征。

区内现已发现铜铅锌等矿床(点) 84 处, 其中大型矿床 2 处、中型矿床 7 处、小型 19 处。

区内铅锌多金属矿集中分布于隆起边缘的朋村、盘龙等地区。矿床类型有沉积—热卤水改造型、破碎带蚀变岩型, 其中以沉积—热卤水改造型为主, 朋村、盘龙等中大型矿床均属此种类型。

铜铅锌矿床由北往南可分为 3 个成矿亚带: ① 桐木—寺村成矿亚带, 包括桐木铜铅矿田、寺村含铜铅锌重晶石矿田; ② 新造—乐梅成矿亚带, 包括水村铜铅矿田、乐梅铅锌矿田、新造—风门坳铅锌矿田; ③ 波吉—司律成矿亚带, 包括朋村—盘龙铅锌黄铁矿田及波吉、司律铅锌黄铁矿点。各成矿亚带总体呈近 SN 或 NE 走向, 与区域构造线相吻合。

2 控矿因素

大瑶山西侧铜铅锌多金属矿床的分布明显受地层、岩性和构造等因素的控制。主要的控矿因素有:

2.1 地层层位

区内的铜铅锌多金属矿床具明显的层控特征。

(1) 铜铅锌多金属矿床集中分布在泥盆系中, 发现矿床(点) 共 84 处, 其中探明储量的大、中、小型铅锌矿床 18 处。

(2) 铅锌矿赋矿层位有下泥盆统上伦白云岩、官

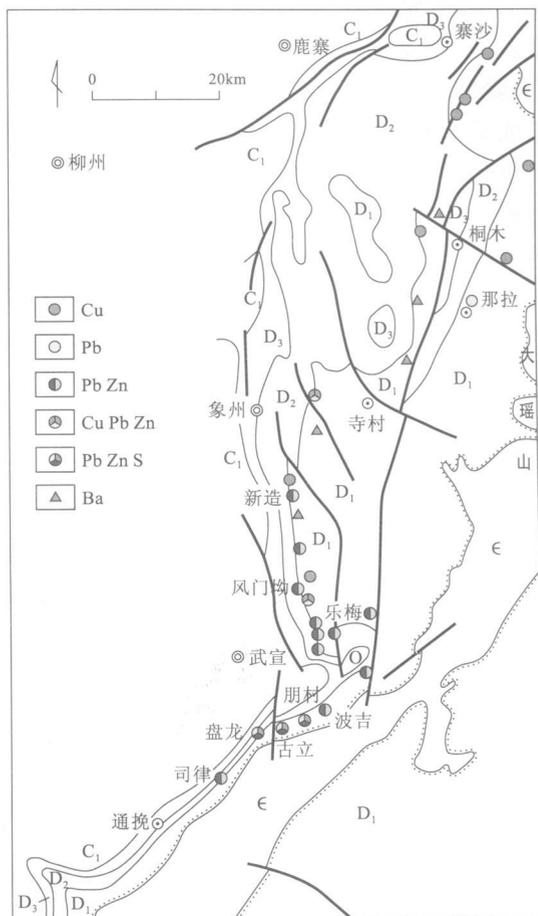


图 1 广西大瑶山西侧铜铅锌多金属成矿带地质略图

Fig. 1 Sketch of Cu, Pb, Zn polymetal ore belt in the west of Dayao Mountain Guangxi Autonomous Region

桥白云岩、大乐组、四排组, 中泥盆统东岗岭组; 其中下泥盆统上伦白云岩、官桥白云岩为本区主要层位, 现已发现的大中型铅锌矿床均产于以上两个层位中:

① 上伦白云岩中已发现矿床盘龙、鸡冠岭等矿床(点); ② 官桥白云岩已发现朋村、古立、风门坳等矿床。

(3) 泥盆系赋矿层位具有由南往北呈由老变新的变化特点: ① 桐木—寺村成矿亚带的含矿层位较高, 为官桥白云岩、大乐组、四排组和东岗岭组; ② 新造—乐梅成矿亚带的含矿层位有上伦白云岩、官桥白云岩、大乐组和东岗岭组; ③ 波吉—司律成矿亚带的含矿层位较低, 为上伦白云岩、官桥白云岩和二塘组。

广西运动后, 海侵开始, 形成碎屑岩向碳酸盐岩过渡的相变带, 该相变带也是地球化学环境的转换带, 这种氧化环境向还原环境的变化有利于硫化物的沉淀, 从而形成碳酸盐岩底部控矿的现象。随着

海侵的推进,碎屑岩与碳酸盐岩过渡层位逐步向上推移。

2.2 岩性

成矿带内主要赋矿岩石为白云岩、灰岩和碎屑岩;含矿岩石组合主要有泥灰岩-泥晶白云岩组合、生物屑灰岩-生物屑白云岩组合,其次为泥岩-灰岩组合、粉砂岩-砂岩组合。

(1)白云岩为铅锌矿主要的含矿岩性,占赋矿岩石的78%,成矿带内有工业价值的铅锌矿床均赋存于下泥盆统和中泥盆统的白云岩中;岩石组合是以白云岩为主的泥灰岩-泥晶白云岩组合,生物屑灰岩-生物屑白云岩组合。铅锌的富集程度多与白云岩的厚度呈正相关,在白云岩最厚的地段常是矿体最富的地段。

(2)灰岩、泥质灰岩夹泥岩组合为铜和重晶石的主要赋矿岩石,铅锌矿仅占其岩石组合的15%;碎屑岩主要为铜的赋矿岩石,铅锌矿仅出现少量的矿化点,大多未构成工业矿体。

2.3 构造

研究区内有2条深大断裂,即桐木-永福深断裂带和凭祥-大黎深断裂。

(1)桐木-永福深断裂带:呈NNE走向,为桂中台陷与台隆的次级构造单元分界线,对岩相、沉积建造控制明显。断裂带北段对雪峰期基性-超基性岩活动具有控制作用,中段和南段控制成矿带的岩相分布;象州桐木一带的断裂旁侧有多处铜铅锌多金属矿产出。

(2)凭祥-大黎深断裂:呈NE向穿过大瑶山隆起成矿带,断裂对岩浆活动具有控制作用,沿断裂有酸性岩体分布;铅锌矿化成群分布在断裂带旁侧的层间破碎带中。

加里东运动构成了NNE向的复式褶皱,为不对称紧密褶皱,局部为同斜倒转褶皱,向NW倾斜。

华力西期的走滑断层和同沉积断裂对盆地进行改造,形成了基底堑-垒交替的构造格局。NE向通挽-东乡挤压断裂带控制了成矿带南段的矿床矿化分布,形成盘龙、古立、朋村等铅锌矿床;NNE向的桐木断裂带以及派生的NW向妙皇、热水断裂构成“Y”字型断裂,控制了成矿带中-北段的沉积岩相和岩性变化,形成花鱼岭、风沿、石山等铅锌铜矿床。

燕山-印支期,新生的NNE向褶皱和断裂对先存的构造进行叠加改造,造成矿化的再富集或对矿体的破坏。

2.4 岩相古地理

岩相古地理对铅锌的预富集起着控制作用,为矿床的形成提供物质来源,储存场所和封闭条件。

(1)滨岸碎屑岩相:在含矿岩系的底部和低洼处形成局部的弱氧化还原界面,造成成矿物质的停积,形成小型矿点和矿化。如金秀县三渡河铜矿点,矿化位于潮间带的砂坪相含泥石英砂岩中。

(2)碳酸盐台地相:是成矿带最主要的控矿相带。早泥盆世晚期以后出现沟台分割特征,古地理环境复杂,形成多处地球化学障带,造成成矿元素的聚集。铜、铅、锌及重晶石矿主要分布在该相区。在开阔台地中的矿床皆处在沉积相变化带。或处在碎屑岩向碳酸盐岩过渡地段海侵岩系的底部(如武宣朋村、古立铅锌黄铁矿),或处于开阔台地向滨岸潮下带过渡地段的台凹内(如象州县桐木、七建铜矿、那马铜矿等)。矿层赋存于白云岩-生物碎屑灰岩组合中。

(3)生物礁(滩)相区内:中泥盆世晚期至晚泥盆世早期均有生物礁发育,礁体隆起成为障壁,出现泻湖环境。矿质成分在泻湖中初始富集,Pb, Zn, Fe, S等形成矿胚层。

2.5 岩浆活动

热是成矿的主要动力机制之一,在岩浆热动力作用下,受地下水循环速度加快,增强溶液活动能力,有利于围岩中的成矿物质活化转移到成矿热流体中;同时岩将活动形成的热能场驱使围岩成矿物质的活化、运移和分配。研究区内仅见小面积岩浆岩出露,但据航磁推测,象州地区有寺村隐伏花岗岩体,长8 km,宽3 km,埋深1.3 km;武宣地区有古寨、九贺、东乡3处隐伏花岗岩体:古寨岩体长7.5 km,宽5.5 km;九贺岩体长4 km,宽3.3 km;东乡岩体长14 km,宽3~7 km,埋深1~1.5 km。隐伏岩体与成矿带的展布方向一致,已发现矿床(点)在空间上与隐伏花岗岩体有一定联系,说明岩浆活动对区内铅锌矿的成矿具有影响。

岩浆活动对成矿的另一作用是提供部分成矿物质和热流体。有资料表明,本区部分的硫来自深源的岩浆作用。

3 矿床成因

3.1 成矿物质来源

3.1.1 稳定同位素

(1)硫同位素。①重晶石的硫同位素(28个样)

$\delta(^{34}\text{S}) = + 11.77 \times 10^{-3} \sim + 30.09 \times 10^{-3}$), 相当于海水硫酸盐 $\delta(^{34}\text{S})$ 的分布范围, 说明重晶石中硫来源单一, 主要与地层中封存的与沉积物同时沉积的海水有关; ②硫化物 $\delta(^{34}\text{S}) = - 21.0 \times 10^{-3} \sim + 10.43 \times 10^{-3}$ (表 1), 塔式效应不明显, 分散性大, 说明硫的来源具有多样性; ③不同硫化物的 $\delta(^{34}\text{S})$ 的极值离差也有所不同, 表现出一定的规律性: 即闪锌矿 < 方铅矿 < 黄铁矿。

表 1 武宣—象州成矿带矿石硫同位素组成

Table 1 S isotopic composition

矿床(点)	样数	$\delta(^{34}\text{S}) / 10^{-3}$	
		范围	均值
乐梅矿床	9	- 12.99~ 5.19	- 8.83
朋村矿床	17	- 7.10~ 3.60	- 1.06
古立矿床	11	- 21.0~ 9.81	- 2.32
象州白石山矿点	2	0.23~ 1.86	1.03
九崖矿床	5	- 13.3~ 0.4	- 6.48
江城矿床	1	- 7.7	- 7.7
盘龙矿床	13	- 6.11~ 10.23	4.18
水村矿床	4	- 3.34~ - 0.47	- 2.05
花鱼岭矿床	8	- 10.77~ - 10.43	- 1.22
风沿矿床	2	- 15.12~ - 7.98	- 11.55
石山矿床	3	- 7.44~ 0.23	- 2.80
古富矿床	2	- 11.20~ 12.20	11.70
邓来矿点	3	4.66~ 8.74	7.33
司律矿点	2	4.24~ 4.40	- 8.16
合计	76	- 21.99~ 12.20	

资料来源: 乐梅和朋村据张锦泉等(1990), 其他矿床(点)据张振贤等(1988)和胡明安等(2003)。

上述分析可知, 矿床中的硫有多种来源: 形成重晶石的硫均来自沉积期的海水硫酸盐, 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 ^{34}S 为主 $\delta(^{34}\text{S})$ 为正值。黄铁矿、闪锌矿及方铅矿中的部分硫来自生物成因的硫, 其中轻硫 ^{32}S 占主导地位, 其 $\delta(^{34}\text{S})$ 值为负值。黄铁矿、闪锌矿及方铅矿等硫化物的部分硫来自深源岩浆, 其 $\delta(^{34}\text{S})$ 值接近 0 值, 与陨石硫相近。

相比之下, 闪锌矿中硫来源相对稳定, 而黄铁矿中的硫来源最为复杂, 方铅矿介于二者之间。这可能与黄铁矿的生成期与生成阶段有关。黄铁矿为多世代产物, 它可以在同生沉积阶段形成, 也可以在成岩期产生, 还可以在成岩期后的热卤水改造期形成。

综上所述硫以地层硫为主要来源, 部分硫来自深源的岩浆作用。

(2) 铅同位素。方铅矿铅同位素 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 17.966 ~ 18.784, 主区段为 18.141 ~ 18.494;

$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 15.371 ~ 15.826, 主区段为 15.674 ~ 15.826; $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 37.777 ~ 39.045, 主区段为 38.305 ~ 38.980。总体表明矿石铅同位素各比值分布范围较窄, 变化较小, 相对稳定、均一, 具有单阶段铅演化的特点。多数矿床(矿点)为正常铅, 个别显示异常铅。

在图 2 的 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图中, 除个别样品数据偏离 0 值线外, 其他数据点均沿正常演化曲线附近分布, 具有线性特征; 在 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 坐标图上, 大多数数据点都位于上地壳铅平均演化曲线($\mu = 9.73$) 附近分布。

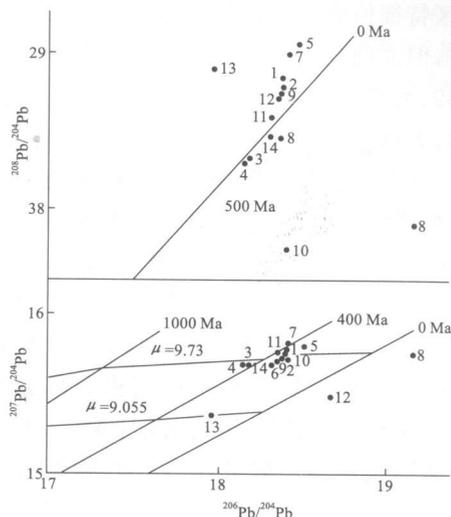


图 2 大瑶山西侧铜锌矿床铅同位素坐标图 (据张振贤等, 1988)

Fig. 2 Plot showing genesis of Pb isotopes

在铅同位素组成三角图上(图 3), 除六峰山和寺村两矿床(点)各有 1 个标本分别位于钍铅、铀铅

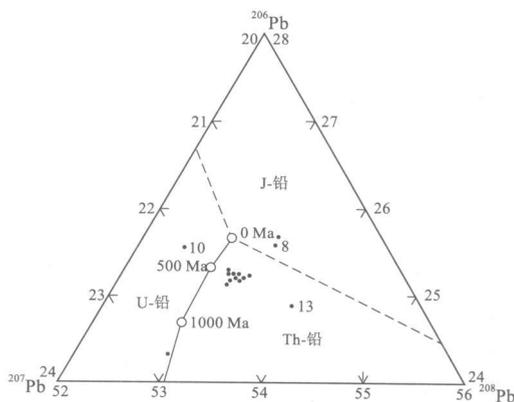


图 3 铅锌矿床的同位素三角图 (据张振贤等, 1998)

Fig. 3 Triangular diagram of isotopes for Pb, Zn deposits

区之外,其余均落在正常铅演化曲线附近。

利用多伊(Doe)的最新计算参数,按单阶段演化的霍姆斯-豪特曼斯法计算 Φ 值年龄,在测试的14件标本中有13件可以计算 Φ 年龄。其中9个标本的模式年龄为329~378 Ma,与大瑶山西侧铅锌矿赋矿的下泥盆统上伦组白云岩的时代相当,说明矿床中的铅大部分来自地层;有3件标本为429~452 Ma,属前泥盆纪,反映有部分铅来自下伏的基底地层;有1件标本的模式年龄为202 Ma,显示这部分铅来自印支晚期后生成矿阶段成矿热液带来的叠加改造。

源区特征值有如下规律: μ 值变化范围为9.055~9.911,但大部分接近9.7, ω 值变化范围为32.480~40.889,大部分为39~40; K 值变化范围为3.337~4.423,大部分为4。因此,大瑶山西侧多数铅锌矿床(点)具有高 μ 值、高 ω 值和高 K 值正常铅的特点,铅主要来源于上部地壳,即源于赋矿地层泥盆系以及基底岩系,小部分铅来自后生热液。

综上,铅稳定同位素组成比较稳定、变化小,以正常铅为主。模式年龄为329~452 Ma,与容矿地层及基底岩系时代接近,显示矿石铅大部分来自于围岩,个别由印支末期的叠加改造带来。

(3)碳氧同位素。风沿铅锌矿的脉石(白云岩) $\delta(^{13}\text{C}_{\text{PDB}}) = -2.73 \times 10^{-3}$,属现代正常海相碳酸盐岩($\delta(^{13}\text{C}) = -5 \times 10^{-3} \sim +5 \times 10^{-3}$)范围;可能是地下热卤水萃取围岩的碳所致; $\delta(^{18}\text{O}_{\text{PDB}}) = -12.27 \times 10^{-3}$, $\delta(^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}) = 16.87 \times 10^{-3}$,反映了层控矿床与大气降水热液成矿有关, $\delta(^{13}\text{C})$ 同样受到控矿围岩的制约。

3.1.2 矿物包裹体

据张振贤等资料,重晶石中包裹体较多。多为液相包体(80%以上);室温下未见液相 CO_2 包体。包体呈浑圆状、四边形、管状、短柱状及不规则状,其大小以5~10 μm 为主,少量达25 μm 。均一温度平均值分别为:重晶石 213 $^{\circ}\text{C}$,石英 206 $^{\circ}\text{C}$,白云石 154 $^{\circ}\text{C}$ (未作压力校正)。

包裹体爆裂法测温:闪锌矿为257~300 $^{\circ}\text{C}$,黄铁矿为353 $^{\circ}\text{C}$ 。

3.1.3 微量元素

闪锌矿中 In 低, $\text{Ga}/\text{In} < 1$,属低温闪锌矿;黄铁矿中 $\text{Co}/\text{Ni} < 1$, $\text{S}/\text{Se} > 9 \times 10^5$,具沉积型黄铁矿特征;方铅矿中富 Ag 和 Sb ,贫 Bi , $\text{Sb}/\text{Bi} > 100$,具层控特点。

3.2 水源

北部重晶石矿床流体属高盐度 K^+ , Na^+ - SO_4^{2-} 型卤水,南部铅锌矿床属 Na^+ , Ga^{2+} - Cl^- 型或 Na^+ , Ga^{2+} - HCO_3^- , Cl^- 型卤水,盐度 $w(\text{NaCl}) = 8.2\% \sim 14.4\%$, $\text{pH} = 6.4 \sim 8.5$,即为中性/弱碱性溶液硫化物和硫酸盐的沉淀。

根据氢、氧同位素组成特征(表2), $\delta(\text{D}) = -24 \times 10^{-3} \sim -56 \times 10^{-3}$, $\delta(^{18}\text{O}) = -1.6 \times 10^{-3} \sim -9.7 \times 10^{-3}$,在 $\delta(\text{D}) - \delta(^{18}\text{O})$ 坐标图上投点落于大气降水线上或附近,且出现 $\delta(^{18}\text{O})$ 的迁移。这些表明含矿溶液为雨水经深循环形成的含矿热卤水。

表2 铅锌矿床矿物流体包裹体氢、氧同位素组成特征(据文献[5])

Table 2 H, O isotopic composition of fluid inclusion from minerals of Pb-Zn deposits

矿床名称	样数(个)	矿物	$\delta(\text{D}_{\text{SMOW}}) / 10^{-3}$	$\delta(^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}) / 10^{-3}$
乐梅	1	闪锌矿	-39	-1.6
	1	重晶石	-56	-8.3
古立	1	重晶石	-24	-1.78
江城	1	重晶石	-34	-6.83
盘龙	1	重晶石	-40	-6.72
花鱼岭	1	重晶石	-44	-9.75

3.3 热源

大瑶山西侧的铅锌矿床主要赋存于下泥盆统,其埋藏深度为4~6 km,按桂中台山煤田现代地温增温率(4.35 $^{\circ}\text{C}/100\text{m}$),换算得增温值为181.2~271.8 $^{\circ}\text{C}$ 。而铅锌矿床成矿温度(矿物流体包裹体均一温度)为135~197 $^{\circ}\text{C}$,重晶石矿床为256~263 $^{\circ}\text{C}$,地温增值与矿床成矿温度大体相近。

据航磁推测,沿大瑶山西侧铜铅锌多金属成矿带有寺村、古寨、九贺、东乡等隐伏花岗岩体,埋深1~1.5 km,其展布方向与成矿带一致,已发现的矿床(点)在空间上与隐伏花岗岩体有一定的联系,表明岩浆活动对区内铅锌矿的成矿提供了热源。

3.4 成矿温度

据测温资料成矿温度为100~300 $^{\circ}\text{C}$ 。绘制成矿带的等温值线图(图4)以北部潘村、龙保、寺村3个大、中型矿床(成矿温度为258~263 $^{\circ}\text{C}$)为中心,呈明显的环带状分布特点,围绕其分布的北段及两侧的铜、铅锌矿床(点)成矿温度为181~230 $^{\circ}\text{C}$,南部铅锌矿床(点)的成矿温度为135~197 $^{\circ}\text{C}$;盘龙铅锌矿床的成矿温度(流体包裹体均一温度)为150.4~245.1 $^{\circ}\text{C}$,属中-低温成矿环境。

3.5 矿床成因

当于印支期。

参考文献:

[1] 梁国宝, 黄智忠, 肖绍文, 等. 广西武宣县盘龙矿区铅锌矿详查报告[R]. 广西: 武宣县盘龙铅锌矿有限责任公司, 2004.

[2] 广西壮族自治区桂中地质综合大队二分队. 广西石龙县朋村铅锌矿田古立矿床地质普查- 勘探中间性报告[R]. 南宁: 广西地质局, 1962.

[3] 广西壮族自治区桂中地质综合大队. 广西石龙县朋村铅锌矿田朋村矿床地质勘探报告[R]. 南宁: 广西地质局, 1961.

[4] 广西壮族自治区地质矿产局石油队. 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]. 南宁: 广西地质矿产局, 1988.

[5] 王春惠, 蒋承欢, 孙邦东. 广西铅锌矿地质[R]. 南宁: 广西壮族自治区地质矿产勘查开发局, 2001.

[6] 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.

[7] 吴谔, 周怀玲, 蒋廷操, 等. 广西泥盆纪沉积相古地理及矿产[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1987.

[8] 袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 矿床学[M]. 北京: 地质出版社, 1979.

[9] 黄智忠, 何小强, 罗永恩, 等. 广西桐木-武宣地区铅锌铜矿资源调查报告[R]. 南宁: 广西地质勘查总局, 2006.

[10] 广西地球物理勘察院. 广西大瑶山西侧北段铅锌铜普查报告[R]. 南宁: 广西地质矿产勘查开发局, 2005.

[11] 广西第七地质队. 广西武宣县二塘乡六峰山铅锌矿床详查地质报告[R]. 南宁: 广西地质矿产局, 1993.

[12] 刘永树. 广西朋村铅锌矿田地质特征与成因[C]. 见: 第二届全国矿床会议论文摘要汇编. 北京: 地质出版社, 1980.

[13] 广西物探队. 广西壮族自治区区域重磁资料初步综合研究报告[R]. 南宁: 广西地质矿产局, 1984.

[14] 广西地矿局. 华南地区物探、化探、遥感编图广西综合解释成果报告[R]. 南宁: 广西地质矿产局, 1997.

[15] 广西壮族自治区地质矿产局. 广西壮族自治区区域矿产总结[R]. 南宁: 广西地质矿产局, 1993.

[16] 王剑. 桂中北层控铅锌矿与海平面变化[M]. 成都: 西南交通大学出版社, 1996.

[17] 陈开礼. 广西金矿地质[M]. 南宁: 广西科学技术出版社, 2002.

[18] 梁国宝, 梁荣基, 黄同兴, 等. 广西大瑶山北侧金铜铅锌多金属评价报告[R]. 南宁: 广西地质矿产勘查开发局, 2003.

[19] 胡明安, 黄同兴, 梁国宝, 等. 广西大瑶山及其西侧成矿区金银铅锌找矿区划研究[R]. 南宁: 广西地质矿产勘查开发局, 2003.

[20] 崔彬等. 广西大瑶山-西大明山金银成矿系列研究[J]. 地球科学, 2000, 25(4): 352-355, 369.

[21] 单振华. 试论广西泥盆系层控铅锌矿[J]. 有色金属矿产与勘查, 1994, 3(1): 28-35.

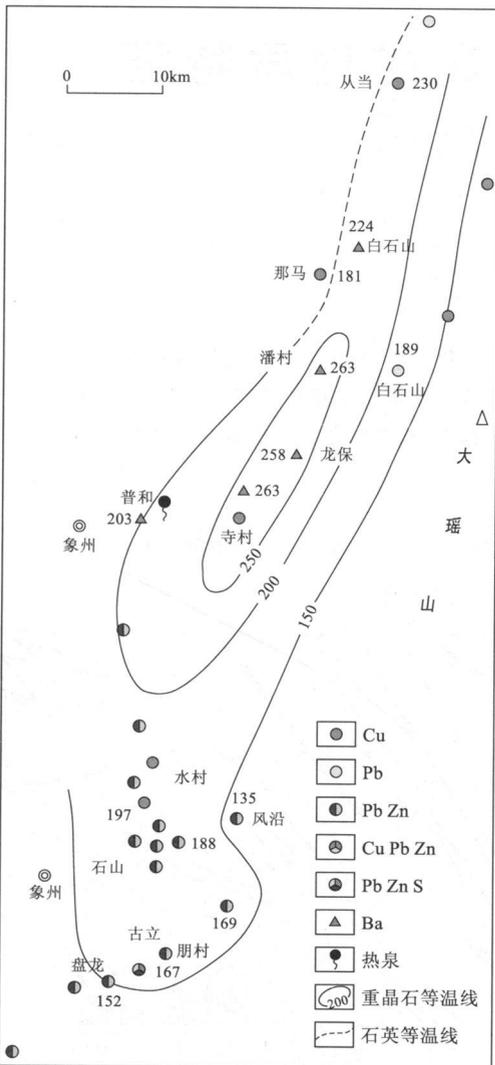


图 4 成矿温度等值线图
(据张振贤资料修改)

Fig. 4 Isoline of the ore-forming temperature

本区铜铅锌多金属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; 含矿溶液为雨水经地下深循环形成的含矿热卤水; 热源主要源自地热增温和隐伏花岗岩体; 北段铜、铅锌矿床(点)成矿温度为 181~ 230℃, 南段铅锌矿床(点)成矿温度为 150. 4~ 245. 1℃, 矿床为中- 低温沉积- 热卤水改造型铅锌矿。

3.6 成矿时代

本区铜铅锌多金属矿的主要赋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, 与赋矿地层时代一致, 即矿层形成于早泥盆世。矿床主形成于华力西期, 个别矿床的矿石铅同位素年龄值为 202 Ma, 相

SU Min-wen, LIU Guang-ping, LU Qian-ying, YAN Zhi-wei

(School of Math and Information Sciences, the East China University
of Technology, Wuzhou 344000, Jiangxi province, China)

Abstract: There is no any requirement for Gauss elimination operation that not only remedies the iteration but also prevents the error from the elimination. So long as it can be divided exactly for back substitution the accurate solution can be obtained. If it can not be divided exactly during back substitution in the permitted range adoption of fractional back substitution would result in the approximate accurate solution. The method is effective for ore prediction. This paper uses the method to deal with influence of some micro-elements in the strata of Xiazhuang uranium ore field on uranium ore formation.

Key Words: multiple regression; Gauss elimination method; the improved algorithm; uranium ore formation; Guangdong province

(上接第 61 页)

[22] 伍磊. 广西贵港—平南地区铅锌矿带地质特征及找矿方向[J]. 矿产与地质, 2001, 15(5): 329-334.

[23] 王育民, 朱家, 余琼华. 湖南铅锌矿地质[M]. 北京: 地质出版社, 1998.

[24] 陈毓川. 中国主要成矿区带矿产资源远景评价[M]. 北京: 地质出版社, 1999.

[25] 农毅平, 宁雄荣, 刘家华, 等. 西大明山—大瑶山隆起带金银成

矿元素地球化学特征[J]. 广西地质, 2000, 13(3): 33-38.

[26] 涂光炽. 中国超大型矿床(1)[M]. 北京: 科学出版社, 2000.

[27] 翟裕生, 彭润民, 邓军, 等. 区域成矿学与找矿新思路[J]. 现代地质, 2001, 15(2): 151-156.

[28] 季克俭, 吴学汉, 张国炳. 热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律[M]. 北京: 科学技术出版社, 1991.

ORE-CONTROL FACTORS AND GENESIS OF DEPOSITS IN Cu, Pb, Zn POLYMETAL ORE BELT IN WEST OF DAYAOSHAN MOUNTAIN, GUANGXI AUTONOMOUS REGION

LUO Yong-en

(Guangxi Geophysical Exploration Institute, Liuzhou 545005, Guangxi, China)

Abstract: Cu, Pb, Zn polymetal ore belt in west of Dayaoshan mountain, Guangxi Autonomous Region is situated in west part of Nanling polymetal ore belt, on the west limb of Dayaoshan mountain anticline where tectonic unit III Laibin depression and Dayaoshan mountain uplift in Guangxi Autonomous Region joint together. Here lithology is complex and fault developed, alteration and mineralization stronger and geophysical and geochemical anomalies outstanding. Characteristics of the ore host stratum, lithology, tectonics, magmatic rock, isotope composition and fluid inclusion data show that Cu, Pb, Zn polymetal deposits in the area are the medium-low hydrothermal sedimentary-hot brine reworked stratobound ore deposits.

Key Words: Cu, Pb, Zn polymetal ore belt; ore-control factor; genesis of the ore deposit; Guangxi Autonomous Region