

大宝山多金属矿床成矿条件及矿床成因探讨

庄明正

(广东有色937地质队)

大宝山是一个典型的复成矿床。按成矿条件分两个成矿系列:一是产在次英安斑岩岩墙上盘中泥盆统东岗岭组地层中的沉积成矿热液改造型铜铅锌多金属矿床;二是产在花岗闪长斑岩体内外接触带上的斑岩型或夕卡岩型钨钼矿床。本文仅讨论层状多金属矿床的成矿控制条件及矿床成因。

矿区地质背景

大宝山矿区位于华南地台,粤湘桂海西拗陷的东侧,曲仁盆地东南缘。该区处于江南古陆和华夏古陆之间的泥盆纪盆地东南部,为古陆边缘凹陷带的碎屑岩层(滨海相)过渡到碳酸盐岩及细碎屑岩(浅海相)之部位,属海陆联系密切和古陆边缘构造复杂断裂发育的地区。

矿区位于英德马口—沙口北东向海底古深断裂的东侧,为雪山嶂背斜的北东倾没端。据1:50万卫片解译,东西、南北、北东、北北东、北北西断裂组十分发育,局部发育旋转构造。

区内岩浆活动强烈,主要发生于中生代燕山造山运动。燕山早期有大片花岗岩($\gamma_1^{(1)}$)侵入,如矿区北侧的大东山—贵东岩体(黑云母钾氩同位素年龄141~185百万年),出露面积数百平方公里,为本区岩浆岩的主体。燕山中晚期的潜火山作用,形成了中酸性次英安斑岩(黑云母钾氩年龄143百万年)和花岗闪长斑岩(钾氩年龄97~101百万年),后者穿插前者。岩浆活动末期,有辉绿岩和粗玄岩脉侵入。区内与成矿有关的岩浆活动,除中泥盆世海相火山喷发的中酸性凝灰岩外,主要是燕山四期次英安斑岩($\xi\pi_3^{(1)}$)和五期花岗闪长斑岩($\gamma\delta\pi_3^{(2)}$)(图1)。

成矿控制条件

大宝山多金属矿床赋存在中泥盆统东岗岭组碳酸盐岩中,成矿受各组断裂构造复合部位及北北西断裂带和层间破碎带控制,与岩浆期含矿岩浆活动有关,即受层(位)—断(裂)—(岩)体三因素的联合控制。

1. 地层岩性控制

已有资料表明,粤北铅锌矿严格受一定层位控制。主要含矿地层为中泥盆统东岗岭组(D_2d)、上泥盆统天子岭组(D_3t)和下石炭统石碇子组(C_1ds)与孟公坳组(C_1m),具有共生铜铅锌元素较高的矿源层特征。

据我队和有色总公司矿产地质研究院在大宝山地区实测地层剖面采样结果统计:桂头群平均含铜245 ppm,铅821.67 ppm,锌50.37 ppm;东岗岭组七条剖面66个样品平均含铜38.75 ppm,铅65.66 ppm,锌56.01 ppm;天子岭组五条剖面35个样品平均含铜30.20 ppm,铅35.51 ppm,锌62.45 ppm。说明本区泥盆纪碳酸盐岩铅、锌丰度值为地壳丰度值的3~7倍,具有较高的背景值。大宝山矿区铅元素在泥盆纪地层中丰度较高(98.88 ppm),为其他地层的2~3倍。

不同岩性含矿性的统计表明,泥岩、页岩含铜(89.75 ppm),铅(81.0 ppm)、锌(88.5 ppm)元素丰度最高,粉砂岩次之(含铜68.9 ppm,铅41.25 ppm,锌88.5 ppm);各类灰岩含铜23.97~46.0 ppm,铅9~18.14 ppm,锌5.3~24.0 ppm。从沉积相带含矿性统计说明,滨海相含铜(61.91 ppm)、铅(47.71 ppm)、锌(48.03 ppm)较高,潮间或潮下低能带次之(含铜36.91~44.2 ppm,铅7.6~11.2 ppm,锌5.3~15.88 ppm)。从矿区近矿围岩与远矿围岩对比,铜铅锌元素之间差异明显,相差几十到

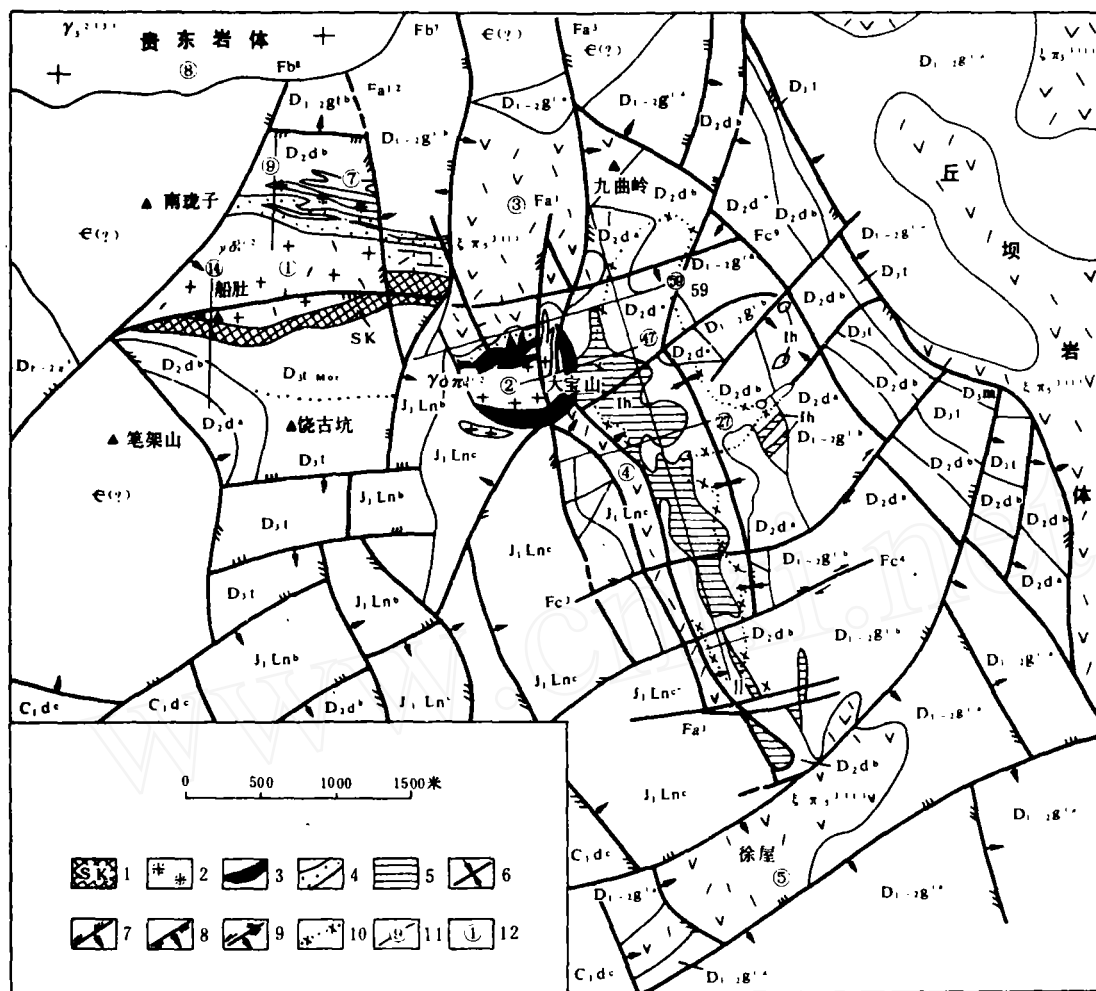


图1 广东大宝山多金属矿区地质图

J₁L_n—兰塘群砂页岩；C₁d_c—大堂阶段水段粉砂岩、石英砂岩、页岩；D₃m—帽子峰组页岩；D₃t—天子岭组灰岩；D₃t (Mor)—大理岩化灰岩；D₂d^a—东岗岭组上亚组粉砂质页岩、沉凝灰岩、火山角砾岩互层；D₂d^a—东岗岭组下亚组泥炭质灰岩；D₁g^a—桂头群砂岩、砾岩夹页岩；Є(?)—寒武纪砂岩；γ₃⁽¹⁾—燕山三期粗斑状花岗岩；γδ₃⁽¹⁾—燕山五期花岗岩闪长斑岩；γδ₃⁽²⁾—燕山五期花岗岩闪长岩；επ₃⁽¹⁾—燕山四期次英安斑岩；1—夕卡岩型钨钼矿带；2—沿挤压破碎带充填的脉状铜钨矿化带；3—斑岩型钨(钼)矿带；4—斑岩型钨(钼)矿化带；5—褐铁矿铁帽；6—大宝山向斜轴；7—压性冲断层；8—压扭性断层；9—扭性断层；10—多金属矿体投影；11—勘探线编号；12—矿体编号；①—船肚花岗岩闪长岩体；②—大宝山花岗岩闪长岩体；③—九曲岭次英安斑岩体；④—大宝山次英安斑岩体；⑤—徐屋次英安斑岩体；⑥—丘坝次英安斑岩体；⑦—鸡麻头次英安斑岩体；⑧—贵东花岗岩体

百倍。

上述资料表明，成矿受地层层位控制是明显的，具有矿源层特征（地层含矿性是成矿的重要基础），也反映了含矿层受构造—岩浆热力作用，含矿层内的金属元素向矿体方向迁移，使矿体加富或矿体上、下盘铜、铅、锌丰度增高，表明构造—岩浆热力是富集成矿的重要因素。铜、铅、锌富集与岩性有密切关系，矿体多产在泥炭质灰岩、富含生物（蓝绿藻、层孔虫、藻迭层石）的

灰岩中。有色总公司矿产地质研究院初步成矿试验表明，在外部热力影响下，同生沉积的铜、铅、锌元素活化，泥岩、页岩、粉砂岩中铜、铅、锌活化后不就地沉淀而被迁移，而碳酸盐岩中的铜、铅、锌活化后很快就地沉淀。说明同生沉积的铜、铅、锌元素活化后被迁移到碳酸盐岩中沉淀形成矿体。

2. 断裂构造控制

矿区构造为北东向官坪大断裂的次级构造，

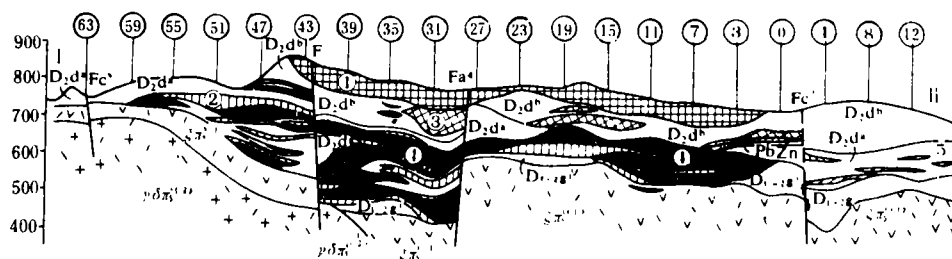


图2 大宝山多金属矿区59线剖面图

(图例同图1)

形成近东西向、北东和北北西向三组断裂,均有岩体产出,其交汇部位为成岩成矿的主要通道;大宝山矿区就位于三组断裂的交汇处。主要断裂的两旁又有次级断裂伴生,尤其是北北西向主断裂上盘的平行次级断裂是主要的控矿构造。由于强烈的压应力,导致次级断裂、褶皱和层间破碎带发育为储矿构造。由此可见,大宝山矿区成岩成矿是由多向、多级断裂所组成的构造系统,为沿层沉淀的似层状矿体及沿断裂充填脉状矿体创造了前提。

3. 岩浆岩控制

燕山期中酸性浅成次火山岩的侵入,对多金属矿床来说,只起到叠加矿化和热液改造富集的作用,并使围岩重结晶和产生热液蚀变。

次英安斑岩在空间上与多金属矿床关系密切,分布在多金属矿床南北两端,深部紧贴着多金属矿体的下盘,呈岩床状产出。多金属矿床叠复在次英安斑岩之上。次英安斑岩同生含铜64.8ppm,铅24.5ppm,钨70.3ppm,铋15ppm,与标准中酸性岩(据黎彤、饶纪龙,1962)中的铜(20ppm)、铅(20ppm)、钨(1.5ppm)、铋(0.01ppm)比较,说明次英安斑岩中的这些元素丰度较高(铜为3.2倍,钨为47倍,铋1500倍),表明区内多金属矿床中的铜、钨、铋部分来自次英安斑岩岩体,是由热液叠加供给的。这可从矿床北端的铜硫矿体产在次英安斑岩接触面上(图2)和铜硫矿体多产在次英安斑岩上盘的 D_2d^a 与 $D_{1-2}g^1$ 或次英安斑岩界面上(图3),且伴生 WO_3 0.068%,Bi 0.03%,得到说明。

花岗闪长斑岩侵入于矿区中部,呈岩株状产

出,本身形成斑岩型钼(钨)矿床。以花岗闪长斑岩体为中心,热液向四周运行(温度从高到低),促使金属矿床的围岩蚀变(由高温中期蚀变而渐变为低温晚期蚀变)成环带状分布,具有某些热液成矿的特征。

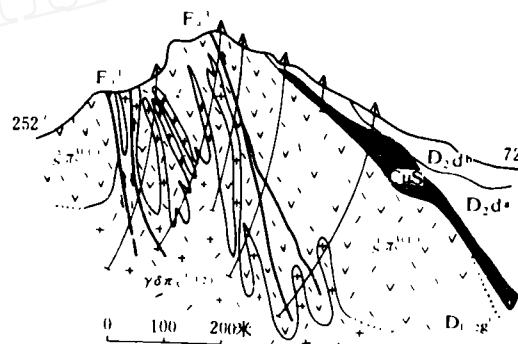


图3 大宝山多金属矿区1—11纵剖面图

①褐铁矿铁帽;②层状黄铁矿矿体;③层状菱铁矿矿体;④层状铜多金属矿体;⑤层状铅锌矿体

(其他图例同图1)

综上所述,大宝山层状多金属矿床受层、断、体三因素的联合控制,导致其富集的规律是:

1. 厚大矿体几乎都赋存在东岗岭组碳酸盐岩中,尤其在凹陷地段矿体厚大;
2. 在不同岩性层间常形成致密块状的似层状矿体;
3. 在碳酸盐岩中也受岩性差异制约,形成多层状(分枝)互层矿体;
4. 由于挤压褶皱作用,岩层多次波状褶曲,其鞍部和凹部、次英安斑岩顶板凹陷部位,形成大扁豆体或连续较长的豆荚状矿体;
5. 北北西与北东东断裂旁侧,往往形成厚大

矿体。

纵观整个多金属矿床,在空间上可分为三层层状矿体。自上而下为:泥炭质灰岩(D_2d^a)与泥砂质岩(D_2d^b)的界面;厚层灰岩的中上部1~2个岩性差异层面;泥炭质灰岩(白云岩化)与桂头砂页岩界面,尤以后者最为显著。

矿床成因探讨

大宝山林状多金属矿床的成因,在六十年代认为是碳酸盐岩中沿层交代的高中温热液交代矿床,花岗闪长斑岩是成矿母岩。尔后有人提出次英安斑岩是成矿母岩。七十年代以来先后有“层控矿床”、“沉积成矿热液叠加的复生矿床”、“海底火山喷发沉积—热液叠加改造复生矿床”、“火山成因块状硫化物矿床”、“地台型火山成矿作用的火山喷发异地沉积改造矿床”、“陆相火山岩浆分异演化的产物”、“岩浆热液矿床”种种说法。随着矿床的开发,以及地质勘探和科学研究工作的不断深入,许多新的地质事实表明大宝山是一个复成矿床,层状多金属矿床是同生沉积—热液改造型的多金属矿床。

笔者认为,矿床成因的研究,应该以宏观的和微观的地质特征为依据,各种测试数值只能作为佐证。

1. 地质特征依据

在多金属矿床的露天采场,可看到层状矿体具有沉积特征和后期热液改造脉穿插层状矿体。

(1) 沉积特征:

①层状矿体与岩层整合且同步褶曲(图4),

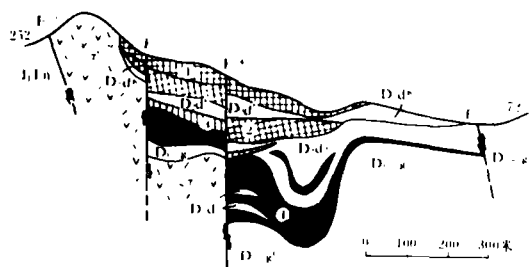


图4 广东大宝山多金属矿区27线剖面图

1.褐铁矿铁帽; 2.菱铁矿矿体; 3.层状黄铁矿矿体;
4.层状多金属矿体

显示早期成岩成矿特征。

②层状矿体金属矿物沿泥质微层理(与蓝绿藻有关)形成层纹状或条带状矿石(图5),说明矿床是同生沉积的。



图5 大宝山矿区层纹状、条带状构造矿石

(据广东大宝山矿地测科)

1.多金属矿层; 2.矿化角岩化灰岩

③层状矿石往往可见反映沉积成岩成矿的矿石组构残条,如层纹条带状黄铁矿铜铅锌矿石、早期微粒状黄铁矿、闪锌矿、稠密浸染状黄铁矿—闪锌矿中闪锌矿“胶结”黄铁矿呈共生边结构,以及呈生物假象(如腕足类)的黄铁矿等特征。

④在矿层中曾发掘大量的保存完好的被黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿交代的腕足类化石层(在 D_2d^a 层位中厚度2~4米),经鉴定^①为长身贝(*Prodre facea*)、扭同贝(*S frophomenida*),这就说明金属硫化物的沉淀与生物作用密切相关。

⑤层状矿石富含有机质、海相化石碎片,具生物结构、苔藓虫和腕足类化石,均被黄铁矿等金属矿物交代,表明金属矿可能形成于生物石化之前,属同生沉积交代作用的产物。

⑥矿石中的胶状黄铁矿沿层理分布,有的呈集合体,断面具胶状,镜下见藻类化石结构,这反映胶状黄铁矿是在沉积过程中形成的,其成因属于生物沉积或生物化学成因。

⑦野外常见菱铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿等金属矿物同围岩呈韵律性相间形

^① 南京大学地质系刘孝善、周顺之首先发现,并经该系古生物教研室鉴定。

成条带状与层纹状矿石, 尚可见到斜层理, 反映了明显的沉积成矿特征。

⑧从层状多金属矿体受一定层位控制, 多金属硫化矿层 (D_2d^a) 与菱铁矿层 (D_2d^b) 两者矿化逐渐过渡 (图3), 表明两者有成因联系。现查明菱铁矿层、含锰层、碎屑岩及凝灰岩具有相似的微量元素特征, 特别是铜、铅、锌含量相似 (见下表), 以及菱铁矿矿石具层纹状结构、鲕粒结构, 鲕粒核心为粘土矿物或石英颗粒, 其间隙为火山凝灰质或粘土矿物充填。爆裂测温均不显示成矿温度, 表明菱铁矿不存在内生气液包裹体, 是在表生温度下形成的。同时, 菱铁矿与沉凝灰岩呈韵律性沉积, 并具层纹、斜层理等特征, 均说明菱铁矿是火山沉积成因的矿床, 也间接说明多金属硫化矿层是沉积成因的矿床。

菱铁矿及围岩的铜铅锌含量对比表 (‰)

元素	含锰层	菱铁矿层	菱铁矿围岩	粉砂质粘土岩	凝灰岩	凝灰质砂岩
Cu	0.38	0.10	0.14	0.67	0.07	0.036
Pb	0.55	0.07	0.19	0.634	0.21	0.01
Zn	0.59	0.18	0.42	0.047	0.25	0.24

(据南京大学地质系)

(2) 热液改造标志

①含铜黄铁矿 (粗晶) 石英脉成组、成带穿插层状矿体, 前者爆裂温度比后者高, 表明不是一次成矿作用的产物。

②围岩具热液蚀变。

③层状矿体中黄铁矿包裹体爆裂温度 $150 \sim 170^\circ\text{C}$, 属沉积—热液改造型矿床的均匀温度。

2. 各类测试数据

(1) 硫同位素测定 δO^{34} 变化范围小 ($-3.71 \sim -6.6\%$, 绝大多数集中在 $-2 \sim -3.08\%$ 之间), 以及不同矿物、同一世代硫同位素相一致, 说明可能为同一来源的硫。具明显沉积特征形成的金属矿物硫同位素 δS^{34} 为 $-0.1 \sim -0.4\%$, 说明硫源来自火山热泉卤水。

(2) 氧同位素测定 成矿溶液 δO^{18} 变化于 $3.26 \sim 7.51\%$, 反映矿液水是岩浆水与雨水的混合来源。

(3) 铅同位素测定 为单阶段正常铅, 钍铅异常性明显, W 值 $37.90 \sim 40.17$, 说明成矿物质是深源受到地壳物质混染的产物。

(4) 包裹体测定 气液比 $5 \sim 20\%$, 表明以液体包裹体为主; 成矿溶液以水为主, 气相以 CO_2 为主 (含 CO_2 8.729 ppm); H_2/CH_4 值 0.368 , 这与典型的岩浆热液矿床相比, 气相成分中相对贫 H_2 而富含 CH_4 ; 成矿溶液为富含 CO_2 的 $\text{K}^+ - \text{Ca}^{2+} (\text{Mg}) - \text{F} (\text{Cl})^-$ 型²。气液包裹体的盐度是 12.82% ³, 比岩浆热液矿床矿物气液包裹体的盐度通常是小于 10% 稍为高些, 而比美国密西西比河谷地区层控铅锌矿床的盐度通常是 $>20\%$ 低得多, 说明大宝山多金属矿床并非典型的岩浆分异热液成因, 其受叠加作用是明显的。

3. 主要矿物微量元素特征

为研究大宝山多金属矿床的成因, 对主要矿物成分黄铁矿、闪锌矿、方铅矿单矿物进行了微量元素分析, 给矿床成因提供了一定信息。从 D_2d^a 中黄铁矿 Co/Ni 为 $0.42 \sim 1.42$ ¹, 与矿产地质研究所采沉积黄铁矿的 Co/Ni 比值 ($1 \sim 1.43$) 接近, 这与国内某些改造轻微的 (如湖南永青层控铅锌矿) Co/Ni 比值 $1.87 \sim 2.05$ 极为相近; D_2d^b 中黄铁矿 Co/Ni 为 $4.56 \sim 6.41$, 这与四川拉拉厂火山气液铜矿 Co/Ni 比值 $1.5 \sim 18.7$, 平均 8.42 极为相近。Se/Te 比值变化于 $0.5 \sim 0.7$ 之间, 与湘中、湘南一些沉积型铅锌矿床 Se/Te 比值 0.55 极为接近。

综上所述, 层状多金属矿床同生沉积成矿是基础, 热液改造使之富集成矿床, 应属于同生沉积—热液改造型多金属矿床。成矿物质来源于火山热泉卤水, 由海水的析离作用分凝沉淀, 形成矿源层, 说明成矿物质一部分来自地层围岩, 也有部分来自岩浆热液 (尤以铜矿更明显)。成矿作用分同生沉积成岩成矿作用和成岩成矿期后的构造—岩浆热液叠加改造富集成矿作用。

2 冶金部地质研究所铅锌矿专题组: 湘南地区铅锌矿床成矿条件与找矿方向研究, 1983年。

3 於崇文: 成矿作用与时空结构, 1983年。

1 宜昌地质矿产研究所: 粤北大宝山铜多金属矿床成因的初步探讨, 1983年。