

# 湖南东坡多金属矿田铅锌矿床 控矿因素及构造控矿模式

欧阳玉飞, 黄满湘, 刘继顺

(中南大学 地学与环境工程学院, 长沙 410083)

**摘 要:** 东坡多金属矿田是湖南重要的钨、铅、锌等多金属矿化集中区, 铅锌矿床主要产在中上泥盆统碳酸盐岩中, 受褶皱和断裂控制明显, 千里山花岗岩为成矿提供了成矿动力和成矿物质。文章在分析铅锌矿床控矿因素的基础上, 建立了控矿模式, 并指出了找矿方向。

**关键词:** 东坡多金属矿田; 控矿因素; 控矿模式; 铅锌矿床; 湖南省

中图分类号: P612; P618.4 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2008)03-0191-04

## 0 引言

东坡多金属矿田成矿地质条件优越, 形成的矿种有钨、锡、钼、铋、铍、铁、锰、铜、铅、锌、金、银、氟等十数种, 其中柿竹园多金属矿因规模大, 矿种多, 综合回收及利用价值高而闻名于世, 誉为世界矿物博物馆<sup>[1-4]</sup>。在开采多金属矿的同时, 从上世纪 50 年代初到 70 年代, 相继建设并开发了野鸡尾、东坡山、金船塘、蛇形坪、百步窿、横山岭、柴山等铅锌矿工区, 使铅锌矿成为该矿区的支柱产业。由于长时间开采, 探明铅锌资源基本采尽, 保有储量甚少, 急需开展深边部地质找矿工作。

从 2000 年至 2006 年, 柿竹园有色金属矿先后邀请中南大学承担《东坡多金属矿田铅锌成矿研究及物探找矿》、《野鸡尾南部找矿及地下水治理研究》、《东坡矿田找矿远景区成矿规律研究及验证工程设计》等研究任务。经多年的努力, 对东坡矿田控矿因素、成矿规律及成矿理论方面进行较深入的研究, 在地质找矿方面有了新的认识。本文侧重介绍矿田铅锌矿床的控矿因素, 并提出了新的控矿模式。

## 1 成矿地质背景

矿田位于合浦—郴县深大断裂的东南侧。西侧的五盖山断裂带和东侧的西山断裂自泥盆纪早期一直活动到燕山期, 并继承性地把本区塑造成一个“断陷式”的复式向斜<sup>[5]</sup>。铅锌矿床就分布于复式向斜的二级褶皱背斜轴部及翼部。

区内地层从震旦系到白垩系均有出露。其中以泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系中下统出露面积最大, 为一套浅海、海陆交互地层, 不整合于地槽构造层之上, 未遭受明显的变质作用。中泥盆统棋梓桥组(D<sub>2q</sub>)、上泥盆统余田桥组(D<sub>3s</sub>)是铅锌矿的主要赋矿层位。

矿区内的褶皱主要有蛇形坪向斜、百步窿背斜、大吉岭—横山岭背斜、东坡山向斜、野鸡尾向斜, 铅锌矿带(床)一般沿 NE 向和近 SN 向褶皱轴部分布(图 1)。与成矿有关的断裂构造主要有 3 组, 即 NE-NNE 向断裂、近 SN 向断裂和近 EW 向断裂。其中 NE-NNE 向断裂是矿田内主要导矿和容矿构造, 并具有多期活动特点, 早期为剪性, 后表现为张性和张扭性, 部分断裂还具有递进变形的特点, 在上

收稿日期: 2007-07-02

基金项目: 中南大学横向项目《东坡矿田找矿远景区成矿规律研究及验证工程设计》资助。

作者简介: 欧阳玉飞(1979), 男, 湖南郴州人, 硕士, 在读博士研究生, 从事矿产勘查和区域成矿学研究工作。通信地址: 湖南长沙中南大学本部研究生南楼 308 室, 邮编: 410083, E-mail: ouyang1122001@126.com

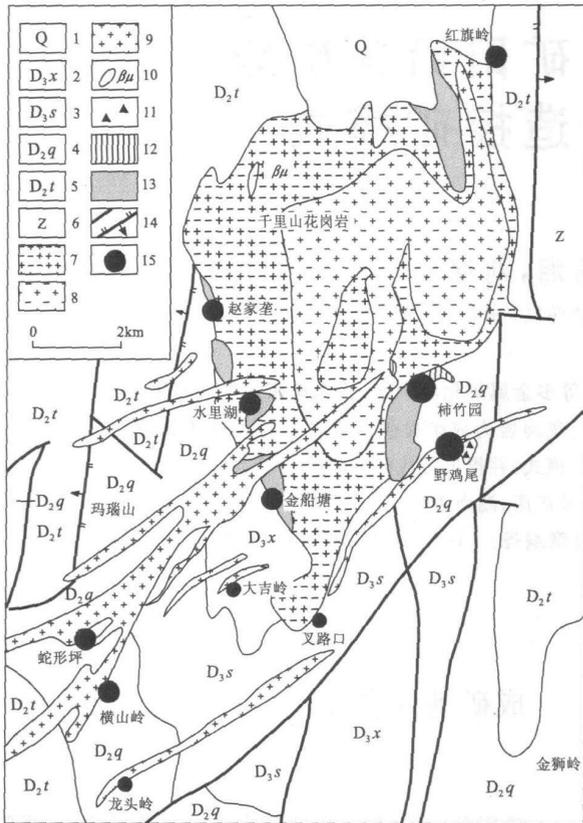


图1 千里山花岗岩体及周边矿床地质略图  
(据王昌烈等1987年资料改编)

Fig. 1 Schematic geological map of the Qianlishan

granite stock and associated ore deposits, Hunan Province

1. 第四系
2. 上泥盆统锡矿山组白云质灰岩
3. 上泥盆统余田桥组灰岩和泥灰岩
4. 中泥盆统棋梓桥组白云质灰岩
5. 中泥盆统跳马涧组砂岩
6. 震旦系变质砂岩
7. 似斑状黑云母花岗岩
8. 等粒黑云母花岗岩
9. 花岗斑岩
10. 辉绿岩
11.  $Sr-Cu$  矿化似斑状黑云母花岗岩
12. 块状云英岩
13. 块状夕卡岩
14. 断裂
15. 矿床

部呈 NNE 或 NE 向, 往深部逐渐变为 NE 或 NEE 向。

区内岩浆活动强烈, 大小岩体 20 余个, 规模较大的有千里山岩体、王仙岭岩体和高塆山岩体, 这些岩体侵位于燕山早期<sup>[6,7]</sup>, 为酸性花岗岩。东坡多金属矿田的铅锌矿床均环绕千里山花岗岩南缘集中分布(图 1), 各铅锌矿床成矿地质条件和控矿因素相似, 但各铅锌矿床的规模、矿体的形态、产状及分布规律有所不同。

铅锌矿化分为两种类型: 热液充填型矿化和热液充填交代型矿化。铅锌矿体的主要形态有: 脉状矿体、不规则扁豆状矿体、囊状矿体、似层状或透镜状矿体、柱状矿体、牛轭状矿体和网脉状矿体。矿体产状也有很大的差异, 即使是脉状矿体, 也可具有不

同的产状, 同一条脉的产状在不同部位也可不同。大多数矿体呈 NE-NNE 走向, 倾向 SE-SEE, 倾角较陡, 一般在  $60^{\circ} \sim 80^{\circ}$  之间, 往深部有变缓的趋势, 这一产状的矿体一般向下延伸, 但有部分矿体向 SW 方向侧伏, 如横山岭 15 号脉、蛇形坪 59 号脉。铅锌矿体的厚度变化很大, 矿体的厚度变化与容矿构造的力学性质和矿化形式有关, 如容矿构造为张性或张扭性或矿化类型为充填交代型, 矿体厚度都较大。

矿石的主要矿物成分有: 方铅矿、闪锌矿、毒砂、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿等; 矿石结构主要有自形晶粒状结构、他形晶粒状结构、溶蚀结构、交代残留结构、细脉穿插结构、碎裂结构、填隙结构等; 矿石构造为块状构造、浸染状构造、角砾状构造、脉状构造等。

与铅锌矿床成矿有关的围岩蚀变主要有夕卡岩化、大理岩化、硅化、绢云母化。夕卡岩化主要发育在千里山花岗岩的内、外接触带和石英斑岩的边缘。内接触带中的夕卡岩化多呈条带状、透镜状或团块状, 外接触带中的夕卡岩化多呈舌状、宽带状或扁豆状。

## 2 控矿因素

### 2.1 地层岩性控矿

矿田中铅锌矿赋矿地层( $D_2, D_3$ )的岩性主要为碳酸盐岩, 其化学成分变化较大, 化学成分分布很不均匀, 除  $CaCO_3$  外,  $SiO_2$  和  $Al_2O_3$  含量较高, 岩层中含有一定数量硅质、泥质、白云质, 这些杂质含量较高的碳酸盐岩, 对矿液的充填交代作用极为有利。碳酸盐岩以其可溶性和亲 Pb, Zn 元素之地球化学性质, 极易与后期含矿热液发生交代作用, 形成含矿围岩; 而泥灰岩、页岩, 由于其致密, 是成矿流体运移的地球化学障和较好的隔挡层, 易于矿质的沉淀聚集, 亦显示出铅锌矿的形成受地层岩性控制。

李方林等(1996)<sup>[8]</sup>在研究湘南区域地层地球化学特征时认为, 该区仅沉积作用形成的地层不能作为铅锌矿床的矿源层, 最多对成矿元素有预富集作用。对比黄沙坪、铜山岭、水口山、宝山等铅锌矿床, 它们的成矿物质主要来自岩浆热液, 作为围岩的碳酸盐岩地层只是起到了一个地球化学障的作用, 因为从碎屑岩到碳酸盐岩岩石的孔隙度、化学活泼性及酸碱条件发生了明显的变化, 这种变化对于夕卡岩的形成和元素的聚集是非常有意义的。

## 2.2 构造控矿

铅锌矿床大多产在褶皱的轴部,如蛇形坪、金船塘、横山岭等矿床矿体沿背斜分布,野鸡尾、东坡山矿床位于向斜扬起端,铅锌矿体多位于断裂或层间滑动带中,表明构造与成矿是十分密切的,是构造为成矿提供了赋矿空间。

与铅锌成矿有关的接触带是指千里山花岗岩与围岩的接触带,矿田内,这一接触带露头线长约 20 km。目前已发现的铅锌矿床均位于接触带形态上隆的部位,反映了铅锌矿床的空间定位及分布是与千里山花岗岩接触带形态密切相关的。

据区域地质构造分析,在印支期,矿田内便形成了一组 NE 向的剪切断裂,到燕山期这组断裂再次活动,成为矿田中主要的导矿和容矿构造,如果这组断裂正好位于燕山期 NE 向褶皱的轴部,则更有利于矿床和矿体的形成。现场观测的资料表明,NE 向断裂早期大多数为剪性断裂,后又具张或张扭的特征。在这类断裂中,单个矿体的厚度大,延长与延深都较稳定,或是沿断裂带呈串珠状分布。

各铅锌矿带具向 SW 侧伏的规律,造成这一侧伏规律的原因是与千里山花岗岩接触带有关,铅锌矿产在接触带的外带,接触带向 W 倾斜,矿带向 SW 方向侧伏。

另外,在铅锌矿带上叠加有 NW 向控矿构造,导致矿带上的部分矿体沿 NW 方向成群出现。如金船塘—蛇形坪矿带在 114 线附近,一组走向 NE 的矿体沿 NW 向集中分布,其原因是 NE 向控矿构造带发生右形剪切时,沿 NW 方向按一定间距形成 NE 向的裂隙带。

## 2.3 岩浆岩控矿

东坡矿田中与铅锌矿成矿有关的母岩主要是千里山花岗岩体。前人在对千里山花岗岩的研究中,一般认为该花岗岩体为一复式岩体,从早到晚有似斑状黑云母花岗岩、等粒黑云母花岗岩、花岗斑岩和辉绿岩脉(毛景文,1995)。前二期岩石与钨多金属矿化有着清楚的成因联系,而花岗斑岩则被认为与铅锌矿化有关<sup>[7]</sup>,其钨模式年龄为 1 284~1 578 Ma,平均 1 434 Ma<sup>[6]</sup>,其形成深度大约在 2~4 km,花岗岩浆来自上地幔,属壳源重熔型花岗岩浆<sup>[9]</sup>。

这类花岗岩在岩浆初熔阶段,硅酸盐和金属硫化物是混熔在一起的,当岩浆上侵逐渐结晶成岩,岩浆出现熔离作用,金属硫化物从混熔体中熔离出来,并聚集于岩体的上部,尤其是岩浆体上隆的部位。在岩浆完全结晶成岩后,金属硫化物便与岩浆期后

热液一起形成含矿流体,沿构造裂隙充填到围岩中,形成工业矿体。毛景文等(1995)认为千里山花岗岩为高 F, Be, Li 型花岗岩,高 F 会导致岩浆结晶速度减慢,以致于岩浆得到充分的分异和矿质元素被搬运、成矿。

关于千里山花岗岩体的侵位方式前人研究得不多,王昌烈等<sup>[2]</sup>认为岩浆是从北西往南东方向侵入的。但从整个区域看,与千里山花岗岩同期的花岗岩基本上是呈 NE 向展布,自南西往北东有骑田岭岩体(晚期侵入部分)、青大库庙岩体、王仙岭和千里山岩体、高垄山岩体等,稍晚期的花岗斑岩呈脉状也沿北东方向延伸,反映这些岩体是受 NE 向构造控制的。无论是花岗岩还是花岗斑岩,都有向 SW 倾伏的趋势。

## 3 构造控矿模式

根据对控矿因素的分析,可知构造对成矿的控制作用十分明显,构造控制着矿带的空间分布、矿体的形态、产状、大小等。控矿构造是由多期构造作用形成的,通过对东坡矿田构造演化和成矿构造系统分析,可将矿田控矿构造的形成与演化归纳为如下模式:

加里东期,受 SN 向应力挤压作用,在区域上形成一系列 EW 向的基底褶皱,南岭 EW 向构造带就形成于这一时期。由于加里东期后地块下降,矿田中的 EW 向构造已被地台盖层掩盖,成为隐伏 EW 向构造,在深部可能存在与 EW 向构造相伴随的岩浆岩。

印支期,构造应力以 EW 向挤压为主,在区域上形成一系列 SN 向的褶皱构造和压剪性断裂(包括 SN 向断裂、NE 向断裂),由于不同方向构造叠加,在矿区深部可形成隐伏的鞍状构造。千里山花岗岩早期岩体沿构造叠加部位侵入,在其接触带形成夕卡岩和与夕卡岩有关的金属矿床<sup>[10]</sup>。

燕山期,区域经历了一次大的构造运动,这次运动时间长,运动方式多样。早期,受 SN 左形剪切作用,形成 NE 向的背斜、向斜和沿 NE 向延伸的压剪性断裂。在背斜转折部位可形成虚脱构造。至燕山中晚期,区域构造作用方式发生了重大变化,以 SN 右形剪切为主,这次剪切作用持续时间长,产生的构造形迹明显。早阶段,先期形成的 NE 向断裂被进一步改造,成为张-剪性,导致部分 NE 向断裂沿走

向按一定间距形成张裂带,成为铅锌矿容矿构造;到晚阶段,对先期形成的NE向断裂进一步叠加改造,早期形成的铅锌矿脉被拉断、扭曲,一些平行排列的NE向断裂演化成张性网脉状,成为花岗斑岩入侵的通道和岩脉定位的构造空间。

燕山期的构造活动,对矿田成岩成矿产生了极其重要的作用,除形成控岩控矿构造外,还伴随有强烈的岩浆活动,随着岩浆的入侵,带来了大量的成矿物质,为钨多金属矿和铅锌矿成矿提供了物质来源。

喜山期,在垂向压力(重力)或地应力作用下,所形成的构造形迹大多数起破坏岩体和矿体的完整性、连续性的作用,矿区内基性岩脉(辉绿岩)沿断裂侵入。

## 4 结论

东坡多金属矿田铅锌矿主要受到地层、构造、岩浆岩等因素的控制,在褶皱带轴部叠加有NE向或NNE向断裂处,以及接触带形态上隆位置都是成矿有利的位置,应是下一步找矿的主要靶区和重点突破对象。另外,对NE向断裂上叠加的NW向构造也不容忽视,因其往往导致矿带上的部分矿体沿NW方向成群出现。

## 参考文献:

- [1] 毛景文. 超大型钨多金属矿床成矿特殊性——以湖南柿竹园矿床为例[J]. 地质科学, 1997, 32(3): 351-363.
- [2] 王昌烈, 罗仕薇, 胥友志, 等. 柿竹园钨多金属矿床地质[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [3] 王书凤, 张绮玲. 柿竹园矿床地质引论[M]. 北京: 北京科学技术出版社, 1988.
- [4] 毛景文, 李红艳, 宋学信, 等. 湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床地质与地球化学[M]. 北京: 地质出版社, 1998: 1-215.
- [5] 唐菊兴, 王润民, 林文第. 湖南东坡矿田铅锌矿成矿地质背景及成矿作用[J]. 成都地质学院学报, 1992, 19(4): 1-8.
- [6] 毛景文, 李红艳, 裴荣富, 等. 湖南千里山花岗岩体的Nd-Sr同位素及岩石成因研究[J]. 矿床地质, 1995, 14(3): 235-242.
- [7] 毛景文, 李红艳, Raimbault, 等. 千里山花岗岩体地质地球化学及与成矿关系[J]. 矿床地质, 1995, 14(1): 12-25.
- [8] 李方林, 陈德兴, 张本仁. 湘南区域地层地球化学特征及其成矿意义[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1996, 21(5): 536-540.
- [9] 王昌烈. 柿竹园钨锡钼铋矿床地质特征[C] // 钨矿地质讨论会论文集. 北京: 地质出版社, 1982: 83-195.
- [10] 徐克勤. 华南花岗岩成因与成矿[C] // 花岗岩地质与成矿关系(国际学术论文集). 北京: 科学技术出版社, 1984.
- [11] Einaudi M T, Meinert L D, Newberry R J. Skarn Deposits [J]. Economic Geology, 1981, 75(4): 317-365.

# STUDY ON ORE CONTROLLING CONDITIONS AND CONTROLLING MODEL OF DONGPO POLYMETALLIC ORE FIELD, HUNAN PROVINCE

OUYANG Yu-fei, HUANG Man-xiang, LIU Ji-shun

(College of Geology and Environment, Central South University, Changsha 410083, China)

**Abstract:** Dongpo Polymetallic ore field is an important ore (W, Pb, Zn et al.) deposit-concentrated area in the south of Hunan province. The Pb-Zn deposits mainly occur in carbonate rocks of Middle Upper Devonian, which is controlled by fold and fault structures. The Qianlishan granite stock offered dynamical and metal sources to the mineralization. The ore controlling model of Pb-Zn deposits has been established based on studying of ore controlling conditions. In the end, the authors point out the prospecting orientation where the NE-NEE faults overlapped the axes of anticline and syncline or the contact zone upheaved to the carbonate rocks of Middle Upper Devonian.

**Key Words:** Dongpo ore field; Ore controlling conditions; Ore controlling model; Pb-Zn deposit; Hunan province