流体与铅锌成矿作用刍议
——以大瑶山凸起西南缘平硐—旺石铅锌成矿带为例

赵东军[1]，雷良奇[1]，宋慈安[1]，龚 智[2]

(1. 桂林工学院资源与环境工程系，广西 桂林 541004；2. 甘肃有色地质勘查局四队，甘肃 张掖 734012)

〔摘 要〕流体在成矿过程中起重要作用。大瑶山凸起西南缘平硐—旺石铅锌成矿带的地质背景极有利于流体的活动和大型、超大型矿床的形成。据成矿环境、含矿建造、矿体和矿石特征、围岩蚀变、成矿温度等方面对比，该区在成因上具有 MVT 铅锌矿床的特点。诸多矿石组构如条带状、角砾状、皮壳状等的特征均表明该区矿床的形成与成矿流体关系密切。

〔关键词〕流体；铅锌矿床；MVT；广西大瑶山

〔中图分类号〕P 618.01 〔文献标识码〕A 〔文章编号〕1003 - 7861 (2001)02 - 0019 - 04

1 研究现状

现代地球科学的三大前沿主题是对岩石圈、地球深部圈层及全球的研究。在成矿学研究中，矿床被认为是岩石圈系统的一个组成部分，矿床的形成和分布受岩石圈的组成、结构和运动演化过程所控制[1]。传统的矿床学往往将重点放在对矿体及近矿围岩进行局限性研究。实践证明这种研究对一些近地表矿体，特别是一些中小型矿床的成矿规律研究是卓有成效的，但对一些大型矿床尤其超大型矿床的研究就遇到困难[2]。流体的引入则为这类研究开拓了思路。流体无处不在，是地质作用中最为活跃的因素，流体的大规模运动必将造成地壳乃至地幔物质和能量的转化与迁移，因此直接导致地球内部化学元素的活动和成岩、成矿作用的发生。成矿过程中流体作用的表现形式是多种多样的，没有流体作用，几乎不可能形成任何有实际意义的矿床[3]。流体活动对金属元素的活化、迁移和富集起着重要的控制作用，北美克拉通上大规模的高盐度热水流动形成了许多大型矿床。热水作用是一种很重要的地质作用和成矿作用，矿床学家在对古代矿床研究中成功地提出了 BIF、VMS、SEDEX、MVT 等大型、超大型矿床的热水成矿模式[4]，是近年来国际学术会议的主题之一。在我国，由于地质发展的长期不稳定性，热水成矿作用很普遍，许多大型、超大型矿床被认为与热水作用有关，例如白云鄂博稀土铁矿、大厂锡多金属矿、大降坪硫铁矿、西成铅锌矿、金顶铅锌矿、新晃重晶石矿、四子王旗萤石矿、锡矿山锑矿、石门砷矿、凡口铅锌矿等。本文研究区属南岭地区，地壳长期不稳定，地质构造复杂，在加里东构造旋回和海西—印支构造旋回中，热水作用非常发育，是热水成矿的典型地区。加上又是碳酸盐岩地区，碳酸盐化学性质活泼，有利于成矿流体对成矿物质的萃取或释放卸载；岩石的脆性又有利于破裂的产生和发展，为热液的运移、集中和循环提供通道和场所，因而更有利于大型、超大型矿床的形成。

密西西比河谷型(MVT)铅锌矿床已成为世界上铅、锌两种金属的主要来源之一。产于沉积岩中以碳酸盐岩为主要赋矿岩石的铅锌矿床，除矽卡岩型和块状硫化物型矿床外，基本为 MVT 矿床[5]，MVT 矿床一般成群成带分布，范围可达几平方公里甚至几万平方公里。经初步研究，本区具有形成 MVT 矿床的地质背景和条件，因此，对本区进行 MVT 矿床研究很有必要。

〔收稿日期〕2001 - 03 - 14； 〔修订日期〕2001 - 04 - 09
〔基金项目〕本课题受“广西十百千人才工程”专项基金资助(编号:99225)
〔作者简介〕赵东军(1976 -)，男，桂林工学院资源与环境工程系在读硕士研究生，矿床学专业。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2 矿床特征

2.1 区带地质概况

广西贵港平南—旺石铅锌成矿带,位于华南加里东褶皱系大瑶山凸起西缘,龙山背斜的南东侧(北西侧为象洲—武宣成矿带),成 NE 向带状分布,北以凭祥—大黎深断裂、南以灵山—藤县深断裂为界,本区早古生代为扬子板块边缘地槽,寒武系为砂、泥岩复理石建造,广西运动后形成统一的华南板块,早泥盆世早期沉积滨浅海碎屑岩,早泥盆世晚期至二叠纪末,主要为碳酸盐岩沉积[6]。该区主要构造有 NE、NW 和 NS 向 3 组,以 NE 向较发育。主要地层有下泥盆统莲花山组、那高岭组,中泥盆统郁江组、东岗岭组,上泥盆统榴江组,下石炭统岩关阶、大塘阶,中石炭统大埔组、黄龙组。岩性主要为灰岩、白云质灰岩及白云岩。矿体赋存层位比较稳定,呈透镜状、似层状、脉状、扁豆状等。目前发现的所有铅锌矿床、矿点均受地层层位控制,并产于泥盆系东岗岭组中,矿体受白云岩严格控制[7]。矿床矿物成分简单,主要有闪锌矿、方铅矿(硫锑铅矿)、黄铁矿(白铁矿)等;脉石矿物以白云石、重晶石为主,少量方解石、石英。矿石组构较简单,围岩蚀变总体较弱,主要有白云岩化、重晶石化、碳化和硅化。

根据涂光炽(1989)对中国铅锌矿床类型的划分[8],研究区属于碳酸岩型铅锌矿,是一种产在海相碳酸岩系中的铅锌矿床,为沉积改造或后生矿床,即诸培强(1992)划分的沉积—改造型铅锌矿。D. F. Sangster (1980)也描述过以碳酸岩为容矿岩石的铅锌矿床类型[9],他认为该类型矿床不包括一般可能与附近的侵入体有关的交代矿床,而且绝大多数都产在白云岩中。据所了解的本区地质特征,同陈多福等(1997)划分的 VMS、BIF、SEDEX 以及其他跟岩浆岩有关的类型有很大区别[4]。VMS 型是火山成因的块状硫化物矿床,BIF 是条带状铁建造矿床,只有 SEDEX 型是产在沉积岩中且不含与其有明显关系的火成侵入体[10],但根据池三川(1994)概述 SEDEX 矿床的基本特征[11],矿床是在活动的沉积作用环境中形成,如冒地槽或大陆裂谷。本区缺乏这样的环境,而且地质特征与 SEDEX 矿床的其他基本特征也有较大差别,故笔者认为研究区应属 MVT(即密西西比河谷型)矿床。

2.2 矿带 MVT 矿床特征的讨论

笔者以锡基坑和庆丰 2 个铅锌矿床为主研究了本区的地质特征,本区矿床在成因上具有密西西比河谷型(即 MVT)矿床的特点,主要表现在大地构造环境、含矿建造、矿体和矿石特征、围岩蚀变、成矿温度等方面。下面将研究区矿床特征同周朝宪等(1997)概括的世界 MVT 铅锌矿床特征[5]作一粗略对比。

(1) 空间上分布在古老克拉通的边缘或内部。本区自华南板块的形成,即早泥盆世至二叠纪末连续沉积,属于稳定的克拉通边缘碳酸盐台地环境。

(2) 区内缺乏与成矿有关的岩浆作用[12]。本区仅凤凰岭出现燕山期花岗岩体和罗蓉出现燕山期闪长岩杂岩体,形成叠加矿床。就整个矿区而言,这些岩体的分布与矿床成因无直接联系。

(3) 高的基底。本区位于大瑶山凸起西侧的局限海台地中。

(4) 矿床主要赋存于厚的碳酸盐岩(主要为白云岩)建造中,具明显的岩控特征。

(5) MVT 矿床曾被认为与主岩的沉积相(变)有关,受主岩形成时的岩相古地理控制。周朝宪则认为是受主岩的可渗透性控制。本区矿体均产于白云岩和角砾岩中,都是有利于成矿流体运移及成矿物质沉淀的空间部位。

(6) 矿床以开发空隙充填方式形成,具有后生成矿特征。本区矿床的矿石组构多为充填围岩溶孔、溶洞或裂隙而形成的脉状、团块状等构造,或胶结白云岩角砾而形成角砾状、镶边状、皮壳状等构造,显示了充填围岩开发空间成矿的特征。

(7) 矿床矿物组合比较简单,主要有闪锌矿(含铁较低)、方铅矿、黄铁矿(时有白铁矿)、萤石、重晶石、白云石、方解石和石英等。这一特征在本区很典型,就锡基坑和庆丰两矿床的矿石看,较少见到方铅矿,而有不少的硫锑铅矿与闪锌矿共生。

(8) MVT 矿床从富铅到富锌皆有,绝大多数的锌高于铅。本矿区的锌明显高于铅,在闪锌矿富集到一

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

定程度时才出现方铅矿(或硫锑铅矿),即在富矿段才出现方铅矿①。

(9) 矿体形态不规则,矿石以角砾状为主,角砾岩化普遍,围岩蚀变主要是白云岩化[13]。本矿区见大量的角砾状矿石,特别是锡基坑矿床,几乎所有矿体都产于角砾岩中,而且围岩均为粗晶白云岩。

(10) MVT 矿床成矿温度低[10]。本矿区出现大量的如皮壳状、胶状、草莓状结构等典型低温热液结构,说明形成于中—低温热液条件。

此外,MVT 矿床还有许多特征,如构造活动,成矿流体来源,成矿流体的盐度和包裹体均一温度,$\delta^{34}S$,铅同位素组成,碳、氧同位素组成及有机质的作用等,但笔者在这些方面还没有做多少工作,仅就目前所知,它们与密西西比河谷型矿床的共同特征非常相似。然而,MVT 矿床是一类地质特征差异很大的矿床[14],本区矿床在某些方面与典型 MVT 矿床存在差异也是不足为奇的。

3　铅锌矿形成中流体作用的表现

MVT 矿床是在其围岩发生成岩作用后的某一时间内由热盐水溶液形成的[12],因而能否形成矿床或形成的矿床规模大小,都取决于流体的作用。成矿流体的产生、聚集、萃取成矿物质、运移循环或释放卸载,是矿床形成的关键所在,矿质沉淀于流体运移系统流量最大、水—岩作用最强烈的排泄系统及其附近[15]。笔者进行了大量的光、薄片研究,主要通过矿石组构特征来揭示研究区的流体活动及其对成矿的意义。

研究区的矿石以角砾状、条带状、薄层状和脉状为主,其中锡基坑矿床几乎全为角砾状。角砾状矿石系由硫化物(闪锌矿、硫锑铅矿、黄铁矿等)胶结白云岩而成,反映了白云岩角砾形成后,成矿流体沿裂隙充填成矿的特征。含矿角砾大小不一,大的角砾局部呈脉状或带状矿石,小的角砾则多呈包边状矿石。在间隙较大的角砾间,常见有白色白云石和重晶石充填,将两边的矿脉分开,有的甚至破坏原角砾,使破碎的闪锌矿或硫锑铅矿堆积而形成团块状矿石。本区矿石中有极特别的皮壳状构造,由多层不同色带的闪锌矿围绕白云岩角砾胶结而成,内夹细层硫锑铅矿、黄铁矿,边部一般为白云岩和重晶石晶粒。闪锌矿由浅棕色到棕褐色组成多层深浅不同色带,最外一层闪锌矿一般颜色最浅,再往边部则为白云石(重晶石)晶粒,显然是最后期流体作用形成的。由镜下观察可见有与之相连的白云石(重晶石)细脉切穿闪锌矿带。这些反映了流体不同时期所含物质成分的不同及沉淀时物理化学条件的差异。Tompkins(1997)认为这种构造的形成包含 3 个热水循环成矿期以及后来流体形成方解石和重晶石的 4 个阶段[16]。由此可见,本区的流体活动是多期次的。最近期的流体似乎对成矿没什么意义,但在充填有白云石的空隙明显比别处大,延伸也较长,说明流体运移能在岩石中形成许多裂隙,随着水—岩反应的不断进行,使裂隙越大越多,为成矿提供有利的空间。在庆丰铅锌矿石中常见到条带状、薄层(脉)状和网脉状矿石。顺层产出的条带状和薄层状矿石通常被认为是同沉积形成,但本区所见到的条带和薄层(脉)大多都有尾巴状的垂层细脉与之相连,显示出矿液由这些细脉流入会聚的痕迹。张立生(1997)提出具条带状("层状")构造不一定是同生成因[13],这种含矿条带起伏不平并切割围岩层理,上、下条带可以通过垂直矿脉连接在一起的构造是热液成矿流体充填席状喀斯特洞穴的产物。网脉状矿石是顺层闪锌矿脉和与之垂直的矿脉形成网脉状,更能显示出是流体沿裂隙运移沉淀的结果。此外,还可见有闪锌矿沿缝合线充填形成的串珠状构造和对围岩扩散交代形成的薄层浸染状构造等,均反映矿床的后生成因,即后期流体的成矿作用。

对于 MVT 矿床,富矿体受控于局部的断裂构造,特别是角砾岩化矿体常与断裂有关。Tompkins. L. A 等(1997)在解释西澳某 MVT 矿床 Cadjebut 矿体的形成时,认为韵律条带状矿石是后期流体沿大断裂运移后在内部的对偶断层里形成,而角砾状矿石则是在对偶断层深部同另外断层的交汇处形成[16]。本研究区东南边有一隐伏断裂(武乐—罗蓉断裂),可能和锡基坑、庆丰等矿床有成因上的联系,目前已探明矿床中,锡基坑矿床规模最大,可能是因为锡基坑更靠近该断裂,受影响较大,角砾岩和构造都十分发育,也就更有利于成矿流体的活动。从矿石组构上也能明显看出锡基坑矿床受后期流体改造作用更强烈。

① 雷良奇,广西大瑶山凸起西段铅锌成矿带初步地质研究报告,1999。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

4 结 语

综上所述,流体在成矿过程中扮演着十分重要的角色。而本区的地质环境对流体的运移、循环、萃取成矿物质和释放卸载提供有利条件,是热水成矿的典型地区。矿石组构特征也表明本区矿床的形成与成矿流体活动有密切关系。本区矿床为产于碳酸盐岩中的沉积—改造型矿床,其成矿环境、含矿建造、矿体和矿石特征、围岩蚀变、成矿温度等方面都同 MVT 矿床相似,故提出属于 MVT 铅锌矿床的观点。希望能推进本区找矿工作以及为矿床成因理论研究提供依据,实现找矿新突破。

致 谢

在野外工作过程中,得到广西有色地勘局 273 队的协助,室内光、薄片观察得到桂林工学院资环系欧锦秀老师的帮助,在此一并致谢。

〔参 考 文 献〕

[1] 翟裕生. 金属成矿学研究的若干进展[J]. 地质与勘探,1997,33(1):13-18.
[2] 赵志忠,李志纯. 地壳内部流体与金矿关系的研究现状与进展[J]. 地质地球化学,1999,27(2):76-81.
[3] 徐光平,等. 成矿过程中流体的作用及其重要研究方法[J]. 地质找矿论丛,1999,14(4)1-7.
[4] 陈多福,等. 热水沉积作用与成矿效应[J]. 地质地球化学,1997,(4):7-12.
[5] 周朝宪,魏春生,叶造军. 密西西比河谷型矿床[J]. 地质地球化学,1997,(1):65-74.
[6] 袁少平,张振贤,周怀玲. 广西大瑶山西侧层控矿床成因类型及成矿机理[J]. 广西地质,1989,2(4):31-38.
[7] 陈远荣,尹意求,等. 地球化学综合方法找矿应用试验研究-以广西贵港庆丰-平南旺石铅锌矿带为例[J]. 有色金属矿产与勘查,1999,8(6)569-573.
[8] 《中国矿床》编委会编. 中国矿床,上册[M]. 北京:地质出版社,1989,116-204.
[9] Stangster. D. F. 以碳酸岩为容矿岩石的铅锌矿床. K. H. 乌尔夫主编. 层控矿床和层状矿床,第六卷[M]. 北京:地质出版社,1980,336-344.
[10] Stangster. D. F. 密西西比河谷型与沉积喷气型矿床的对比. 张秋明译[J]. 国外地质科技,1991,(8):5-20
[11] 池三川. 非火山环境海底沉积-喷流("SEDEX")矿床[J]. 地学前缘,1994,1(4):183
[12] Sverjensky D. A. Genesis of Mississippi Valley-type lead-zinc deposits[J]. Annual Review of Earth and Planetary Sciences,1986,14:177-199.
[13] 张立生. 滇东北地区层控 Pb-Zn-(F-Ba)矿床的热液喀斯特成因[J]. 地球学报,1997,18(1):41-51.
[14] Sangter D. F. 密西西比河谷型矿床是一类地质特点差异很大的矿床[M]. 李春明译。国外地质科技,1985(5):25-39
[15] 王安建,等. 流体研究与找矿预测[J]. 矿床地质,1997,16(3):279-288.
[16] Tompkins, L. A., Eisenlohr, B., Groves, D. I., Raetz, M. Temporal Changes in Mineralization Style at the Cajebut Mississippi Valley-type Deposit,[J] Lennard Shelf, W. A: economic geology, 1997,. 92:843-862.

PRELIMINARY STUDY ON THE METALLOGENY OF FLUID AND LEAD-ZINC ORE FORMATION

——Giving an Example in Pingong-Wangshi Lead-Zinc Deposits in the Southwest of Dayaoshan

ZHAO Dong-jun[1], LEI Liang-qi[1], SONG Ci-an[1], GONG Zhi[2]

(1. *Department of Natural Resources and Environmental engineering, Guilin Institute of Technology, Guilin* 541004, *China;*
2. *Geological exploration bureau of Gansu, Zhangye* 734012, *China)*

Abstract: Fluid plays an important role in the ore-forming process. The geological background of Pingdong-Wangshi lead-zinc deposits, a zone in the southwest of Dayaoshan, is very advantageous for (下转第 39 页)

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

〔参 考 文 献〕

[1] 编委会. 走向 21 世纪的中国地球科学 〔M〕. 河南:河南科学技术出版社, 1995. 379 - 387.
[2] 陈梦熊. 中国水文地质环境地质问题研究 〔M〕. 北京:地震出版社,1998.
[3] 杨忠耀. 环境水文地质学 〔M〕. 北京:中国原子能出版社,1990. 264 - 297.
[4] 玛丽、伯德曼. 水是中国开发广袤西部关键 〔N〕. 参考消息,2000 - 5 - 26.
[5] 曲格平. 中国西部经济的可持续发展问题 〔J〕. 中国科技月报,2000,(8).
[6] 恩格斯. 自然辩证法 〔M〕. 北京:人民出版社,1971. 158 - 159.

THE THINKING OF THE EXPLORATION ON WATER RESOURCES OF WESTERN CHINA

YANG Zhong - yao

(Guilin institute of Technology, Guilin 541004*, China)*

Abstract: The western China area is rich in mineral resources, but lack of water resources; and the land is spacious, however, the land deterioration serious; There is a unique landscape, but the ecosystem is very vulnerable. All these conflicts shows that water is the key factor in the exploitation of the economy of western. Only when water problem was solved that the economy of the western are a could achieve a sustainable development. If we want to get twice the result with half the effort, a concept of "nature and human are members of one family", and "the unity of opposites" "everything can be divided into two" must be built up in our mind.

Key Words: volume of ecological water resources; ecological balance; desertification; petrifaction; glacier

---

(上接第 22 页)

the fluid to extract and transfer the ore elements and form deposits. The authors draw a conclusion that the deposits are equivalent to the ore in carbonate rock and named sedimentary transformation deposit. According to geological background, ore - bearing formation, ore structure, host rock alteration, and ore formation temperature the deposits resemble the Mississippi Valley - type lead - zinc deposit. The authors have studied lots of ore structures in the deposits, and some typical structures such as brecciaform, banding and crustification show that the ore - forming fluid is indispensable for the deposits in the zone.

Key Words: fluid; lead - zinc deposit; Mississippi Vally - type; Dayaoshan in Guangxi

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net