

浅议湘南钨锡多金属矿集区成矿作用发生的地质背景*

Geological settings of the tungsten-tin polymetallic ore-forming process in the ore concentration area of southern Hunan Province

王永磊, 裴荣富, 李进文, 李 莉

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

WANG YongLei, PEI RongFu, LI JinWen and LI Li

(Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China)

摘 要 通过研究湘南钨锡多金属矿集区赋存的地质背景, 建立了矿集区形成和演化框架, 阐述矿集区成矿作用发生所具有的特殊构造环境, 巨量成矿物质的供给, 持续的能量系统, 良好的导流体系及丰富的成矿流体, 多种成矿因素的耦合导致矿集区成矿作用的发生。

关键词: 多金属矿集区; 大规模成矿; 湘南

湘南钨锡多金属矿集区位于南岭中段, 是南岭多金属成矿带的一个重要组成部分, 许多大型-特大型矿床都集中分布在这一地区, 如柿竹园、新田岭、瑶岗仙、白云仙矿床。近年来, 随着研究工作的进一步深入, 在骑田岭、大义山等地不断发现新的大型-特大型矿床, 如骑田岭芙蓉锡矿。本区经历了中三叠世陆内挤压造山至白垩纪陆内伸展拉张的多阶段发展过程, 中生代构造-岩浆-成矿活动强烈, 具有系统研究中生代构造演化过程及大规模成矿作用背景的地质条件。本文在查明矿集区成矿作用发生的宏观地质背景(岩石圈结构、地层建造、成矿流体及岩浆岩活动等)基础上, 进一步探讨矿集区大规模成矿作用发生的必备因素及其多因耦合机制。

1 区域成矿背景

1.1 区域构造背景

湘南钨锡多金属矿集区地处华南褶皱系的赣湘桂粤褶皱带与华夏褶皱带之间, 南岭海西期凹陷带的东段, 自震旦纪以来, 该区经历了加里东期海槽、海西-印支期地台、燕山期地台活化 3 个主要构造活动阶段, 其间又发生过多次伸展-挤压的交替。在加里东期整个地槽发生褶皱和断裂, 形成相对稳定阶段; 一些地带在海西期又发生强烈断陷, 堆积了巨厚的沉积物; 地台发展阶段在印支期基本结束。晚古生代以来, 受太平洋构造域和特提斯构造域的影响, 构造活动强烈而频繁, 表现为多次陆内断陷和压缩叠覆, 并产生了一系列与壳幔有关的酸性岩类, 中-新生代的构造活动导致了古生代地层的变形和北东向中、新生代盆地的线状分布以及大规模岩浆-成矿作用。

1.2 区域深断裂

经历了不同时期的应力场变化后, 湘南地区形成了以 NE 和 NW 向为主的断裂构造格局。NE 向断裂

*本文得到了国家自然科学基金(49572061)的资助

第一作者简介 王永磊, 男, 1980 年生, 博士研究生, 矿产普查与勘探专业。

带主要为衡阳—祁阳—永州断裂(带)、攸县—耒阳断裂(带)及茶陵—郴州断裂(带),其中茶陵—郴州断裂(带)属 I 级岩石圈基底断裂,在深部重力场中表现为明显的梯级带,对区域岩浆活动与成矿事件有明显的制约,区内大部分多金属矿床都位于其两侧,中高温 W、Sn 多金属成矿系列主要分布于茶郴断裂以东的隆起区以及断裂以西的拗陷区内局部隆起地带,中低温 Cu、Pb、Zn 多金属成矿系列主要分布于茶郴断裂以西的拗陷区内。NW 向断裂带主要有邵阳—郴州和绥宁—道县 2 条断裂(带),其中邵阳—郴州断裂(带)为重力低值带,断裂两侧莫霍面走向与断裂方向基本一致,对本区的成岩成矿具有一定的控制意义,控制了大义山矿田的形成。

与强烈的构造-岩浆活动有关的深大断裂有利于成矿作用的发生,其强烈的活动会派生出更为发育的断裂与裂隙系统,导致深部流体和成矿物质更容易大量运至地壳表层,有利于成矿流体的运移、成矿物质的萃取、矿质的沉淀等,本区除茶陵—郴州断裂(带)和邵阳—郴州断裂(带)外,其他断裂对矿床的发育同样起到一定的控制作用。

1.3 岩石圈结构

湘南地区岩石圈各圈层的厚度在横向上有较为明显的变化,以茶郴断裂为界,两侧地球物理特征迥然不同,东侧为东坡—骑田岭花岗岩带重力低异常,地壳明显变厚,同时与东隆西拗的构造格局相一致,而地幔岩石圈则恰好相反,东侧较西侧显著变薄,暗示东侧在中生代经历了更强烈或更大规模的地幔岩石圈拆沉事件。

1.4 地层建造

本区地层出露较全,除志留系缺失外,其余均有分布,广大地区主要由泥盆系至中三叠统地层组成。泥盆系—中三叠统为稳定滨海浅海相碳酸盐岩夹陆源碎屑岩沉积;上三叠统一中侏罗统为陆相含煤盆地建造;白垩系—古近系属红色陆相裂陷盆地沉积。岩系中 W、Sn、Pb 和 Sb 的含量均高于地壳平均值几倍到几十倍,W 和 Sb 在不同时代地层中丰度普遍较高,但没有较为明显的集中趋势;Sn 的丰度也普遍较高,并在前泥盆系中略显集中。

1.5 岩浆活动

湘南矿集区岩浆活动频繁,具有多期多旋回的特点,岩石类型复杂,基性、中性、酸性岩类均有出露,其中绝大多数为花岗质侵入岩。根据花岗岩体与地层的侵入接触关系及同位素年龄值,湘南矿集区的花岗岩主要分为加里东期、印支期和燕山期 3 个时代,其中燕山期花岗岩具有分布广、岩体数量多及矿化作用强等特点。加里东期花岗岩体岩石类型主要为黑云母花岗岩、二云母花岗岩、二长花岗岩和花岗闪长岩等,基本不成矿;印支期花岗岩体大部分为黑云母花岗岩,少量为角闪黑云母花岗岩或黑云母二长花岗岩,早期花岗岩未见矿化,晚期花岗岩中成矿元素初步富集,W、Sn 矿化较为普遍;燕山期花岗岩主要为黑云母花岗岩,其次为二长花岗岩,局部为二云母花岗岩、花岗闪长岩或斜长花岗岩,燕山期岩浆演化充分,分异程度高,金属元素(W、Sn、Mo、Nb、REE、Cu、Pb、Zn 等)及矿化剂(F、Cl)等元素丰度高,矿化富集程度高,是本区最主要的成矿时期。

李金冬(2005)认为印支期花岗岩为典型壳源型,形成于陆内同造山构造环境,且与主俯冲汇聚的峰期之后挤压松弛条件下侵入;燕山期花岗岩主要为壳幔混源型,燕山早期花岗岩形成于后造山伸展构造环境,燕山晚期花岗岩形成于陆内裂谷环境。

本区内岩脉、岩墙分布亦十分广泛,岩石以酸性斑岩类为主,中-基性岩脉次之;火山岩主要为玄武岩,次为流纹岩,呈层状、似层状产出,可分为早侏罗世和白垩纪 2 个时代。

1.6 成矿物质来源和成矿流体特征

湘南钨锡多金属矿集区成矿物质来源具有多样性,毛景文等(1997;1998)和刘义茂等(1998)认为不仅岩浆活动和地层对成矿有贡献,而且认为大规模成矿事件与地幔活动及部分物质供应有关。车勤建(2005)的同位素研究表明,矿集区成矿铅源具多样性,绝大部分来自岩浆,部分来自围岩,表明成矿物质主要来自于岩体和深部,部分来自围岩地层,硫同位素分析结果表明硫为来自地壳深部混合硫源。

从矿物流体包裹体种类来看,包裹体主要有 5 种类型:熔融包裹体、气体包裹体、气液包裹体、含子

矿物多相包裹体、含 CO_2 三相包裹体，各类包裹体在不同矿床中均有不同程度发育。不同源岩体及相关矿床的流体特征具有明显差异，与壳源型千里山花岗岩及其有关的柿竹园矿床流体中以富 CO_2 流体体系为特征，普遍发育 CO_2 气相包裹体和三相包裹体，富 CO_2 流体的存在对本区金属元素的富集起了相当重要的作用；而与壳幔同熔型花岗岩有关的黄沙坪和宝山铅锌矿成矿流体气相中还原性气体 (CO 、 H_2S 、 H_2) 占 80% 以上，并有 20% 左右氮气存在，成矿流体相对呈还原状态。

成矿流体大体为 $\text{NaCl-KCl-CaSO}_4\text{-H}_2\text{O}$ 体系，富碱和挥发分，主要来源于岩浆，晚期中低温铜铅锌成矿系列的成矿流体中有较多的地下水和雨水参与，岩浆水、大气降水均不同程度的参与成矿作用。

1.7 构造体制转换

中三叠世后期—现代陆地环境发展阶段为湘南矿集区构造-岩浆-成矿作用最为活跃的时期，这个时期与矿集区有关的构造体制事件主要有：① 中三叠世后期发生印支运动，在 NWW-SEE 向挤压构造体制下发生陆内俯冲造山作用，形成大量的以 NNE 向为主的断裂与褶皱，组成本区的基本构造格架。中三叠世末—晚三叠世后期为主汇聚期之后挤压减弱、应力松弛环境，大量壳源花岗岩浆得以侵位和成岩 (233~210 Ma)；晚三叠世—早侏罗世同造山上隆伸展体制下形成 NNE 向裂陷盆地，高 Na 低 K 的陆内拉斑玄武岩喷发；② 中侏罗世初期为 NNE 向左旋汇聚走滑运动，地壳浅层发育逆冲断裂并发育叠加于先期裂陷盆之上的山前冲断收缩盆地。中侏罗世早期—晚侏罗世进入后造山拉张阶段，大量后造山花岗岩侵位 (174~135 Ma)，伸展环境下形成金属矿产的巨量堆积。侏罗纪晚期受周边板块影响发生短暂的挤压事件，于侏罗纪花岗岩体中形成压扭性断裂；③ 白垩纪在 NNE 向左旋简单水平剪切兼拉张 (张扭) 构造体制下发生离散走滑，形成红色断陷盆地及 NNE 向盆岭构造，同时形成双峰式火山岩、双峰式次火山岩及 A 型花岗岩体等裂谷火成岩组合。

2 矿集区发生的多因耦合机制

湘南钨锡多金属矿集区超巨量金属的工业堆积应是受特殊成矿作用打造的，影响湘南矿集区形成的因素诸多，主要包括以下因素：① 成矿物质的多样性：成矿物质部主要来源于燕山期酸性花岗岩浆，部分源于地层及地幔；② 大规模流体的存在：流体萃取成矿元素形成富含成矿元素的成矿流体，临界点附近流体物化性能的改变导致流体体系严重“失衡”，从而发生大规模金属沉淀与富集，并导致不同成矿元素因地球化学性质的差异而在不同的岩性部位、不同期次形成多金属矿体；③ 异常高热流：多期次岩浆活动侵入、岩脉活动及区域构造的长期活动使成矿环境长期保持一个热状态，不仅有利于岩体本身的分异与成矿，而且为区域流体的对流循环提供了热能；④ 大型构造密集并长期活动：大型构造的活动不仅促使岩浆产生，而且为其运移提供了通道，其与周围产生的浅层次级构造组成了区域控矿—导流体系，有利于成矿流体的运移、成矿物质的萃取、流体与围岩的物质交换、矿质的沉淀等，同时不同的构造格架控制了不同矿床类型的产出；⑤ 构造体制的多次转换：矿集区经历了复杂的地质演化历史，构造体制转换引发的壳幔物质交换、深断裂活动、岩浆侵入、应力场性质转变等系列事件，成为大规模成矿作用发生的基础。矿集区的形成是在矿源充足的前提下，促使成矿物质超巨量堆积的最佳有利控制因素及其在时空上的耦合，是地质的、地球化学的和地球物理的多种因素非常罕见的耦合汇聚，裴荣富等 (1999) 称之为异常成矿构造聚敛场。

3 结 论

湘南钨锡多金属矿集区的成矿作用虽然受控于某一种构造环境，但是具有特殊性和异常性，并不是所有的构造运动都伴随有大规模的成矿作用，从湘南钨锡多金属矿集区宏观成矿背景的分析可以发现，在诸多事件的耦合框架中，深部地球动力过程 (作用) 是成矿作用发生的“引擎”，而壳幔物质交换、岩浆活动、流体的聚集等系列事件为矿集区成矿作用提供了充足的成矿物质、大规模的成矿流体、持续的成矿能

量等必备条件,并最终导致了矿集区成矿作用的发生。

参 考 文 献

- 车勤建. 2005. 湘南锡多金属矿集区燕山期岩浆—流体—成矿过程研究(博士论文). 导师: 杜杨松. 北京: 中国地质大学. 77~82.
- 李金冬. 2005. 湘东南地区中生代构造-岩浆-成矿动力学研究(博士论文). 导师: 翟裕生. 北京: 中国地质大学. 68~77.
- 刘义茂, 王昌烈, 胥友志, 卢焕章, 康卫清, 曾 提. 1998. 柿竹园超大型钨多金属矿床的成矿条件与成矿模式. 中国科学(D辑), (增刊):49~56.
- 毛景文, 李红艳, 王登红, 彭 聪. 1998. 华南地区多金属矿床形成与地幔柱关系. 矿物岩石地球化学通报, 17(2): 130~132.
- 毛景文, 李延河, 李红艳, 王登红, 宋鹤彬. 1997. 湖南万金矿地幔流体成矿的氮同位素证据[J]. 地质论评, 43: 646~649.
- 裴荣富, 吴良士, 熊群尧. 1999. 超大型矿床偏在性和构造聚敛场. 北京: 地质出版社.

<http://www.kcdz.ac.cn/>