

勉县-略阳-阳平关与鄂西北（银）金矿床 H-O 同位素特征对比

岳素伟^{1,2,4)}, 林振文^{3,4)}, 邓小华⁵⁾

- 1) 华南理工大学广州学院 珠宝学院, 广州, 510800; 2) 华南理工大学广州学院珠宝研究所, 广州, 510800;
3) 中山大学地球科学与地质工程学院, 广州, 510275;
4) 中国科学院矿物学与成矿学重点实验室, 广州, 510640; 5) 北京矿产地质研究院, 北京, 100012

勉（县）略（阳）阳（平关）和鄂西北均是秦岭造山带的重要组成部分，分别位于陕西省南部和湖北省西北部，是我国金属矿产集中地。勉略阳以产金、铜、镍、铅锌等多金属矿产而闻名，素有“金三角”之称，蕴含了煎茶岭、东沟坝、李家沟等大中型金矿床，历来是矿床研究和找矿的重点地区。鄂西北地区矿床分布不均匀，可分为北部郧县-郧西县金多金属成矿带与南部银金多金属成矿带，南部带以银金多金属矿床为主，发育银洞沟大型银金矿床、许家坡中型银金矿床、铺子门小型银金矿床，以及庙垭大型稀土矿床与银洞坪多金属矿床。上述两个地区在矿产的丰富程度和矿床成因方面有诸多相似之处，因此本文在前人研究基础上，系统总结了勉略阳和鄂西北地区各矿床 H-O 同位素组成，对比分析了两地区成矿流体特征。

勉略阳三角区南以汉江断裂为界，相邻扬子板块，北界为勉略缝合带。区内最主要的岩石地层单元是上太古界鱼洞子组，上元古界碧口群与断头崖组与九道拐组（原震旦系），以及少量显生宙地层。区内经历了强烈的变形、变质作用，发育北西、北东向韧性、脆脆性剪切带及脆性断裂构造，控制了区内火山岩和侵入岩分布，同时也是成矿作用的主要控制因素。区内岩浆岩一般以小岩株或岩脉形式产出，岩性从超基性到酸性皆有，空间上多沿断裂分布，时间上从新元古代到中生代均有发育。

鄂西北地区位于南秦岭造山带东南段，属于武当地体西部，南接扬子板块北缘活动带，西南与北大巴山加里东褶皱带。相邻分布的地层主要为上元

古界武当山群变质火山-沉积岩，南华系耀岭河组变质火山岩与北侧的陡山沱组与灯影组碳酸盐、碎屑岩地层，并有少量的古生界、中生界地层，以及第三系、第四系盖层。

1 H-O 同位素特征

本文系统总结前人成果及新测试数据，根据石英等矿物的氧同位素和形成温度换算成成矿流体的氧同位素并加以讨论。

勉略阳地区矿床的 H-O 同位素均表现出较高的值，且变化范围较大（图 1）。李家沟金矿成矿流体 $\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$ 值可达 14.2‰（V-SMOW，下同），而东沟坝矿床的 δD 值较高，位于岩浆水上部，基本落在变质水范围内，部分在变质水与大气降水之间。鄂西北地区矿床的 H-O 同位素表现的较勉略阳地区集中，范围较小，表现出较勉略阳地区较低的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$ 值（图 1），晚阶段成矿流体 H-O 同位素值更靠近大气降水线。

$\delta^{18}\text{O}_{\text{‰}}$ 值大于 +8‰ 就不能单独解释为岩浆流体（McCuaig and Kerrich, 1998），澳大利亚一些显生宙矿床高达 +14‰，可能反应了流体来自一个富集 ^{18}O 的变质沉积岩储库（Bohlke and Kistler, 1986; Kerrich, 1987; Kerrich and Feng, 1992; McCuaig and Kerrich, 1998）。显然，勉略阳地区的煎茶岭、东沟坝、铍厂沟、李家沟矿床的初始成矿流体均高于 10‰，为非岩浆流体来源，只能为富 $\delta^{18}\text{O}_{\text{w}}$ 的岩石变质脱水而来。作为赋矿围岩，具有较高的 $\delta^{18}\text{O}$ 值的断头崖组白云岩，可能为煎茶岭与李家沟提供来

注：本文为国家自然科学基金资助项目（编号 41403032, 41202050, 41072061）、国家 973 项目（编号 2012CB416602）、中国博士后科学基金项目（编号 2012M510261）以及全国危机矿山接替资源找矿项目（编号 20089934）的成果。

收稿日期：2015-03-01；改回日期：2015-03-01；责任编辑：黄敏。

作者简介：岳素伟，男，1985 年生，讲师，从事矿床学与矿床地球化学研究。Email: Doctor-Yue@foxmail.com。

源, 而李家沟较低的 δD 值可能是由于与地壳中富含低 δD 的有机质的沉积岩石发生同位素交换 (Peters et al., 1991), 或者提取的流体是矿床上升过程中的大气降水充填的次生包裹体主导 (Goldfarb et al., 1991; McCuaig and Kerrich, 1998)。鄂西北地区基性岩墙与耀岭河群全岩 $\delta^{18}O$ 值为 7.1‰~9.0‰, $\delta^{18}O$ 值为 8.0‰~13.8‰ (张成立等, 1999), 基性岩墙低于银洞沟初始成矿流体的 $\delta^{18}O$ 值, 不能为其提供较高的脱水变质流体, 可能为更富 ^{18}O 地层变质脱水而来 (岳素伟, 2013)。

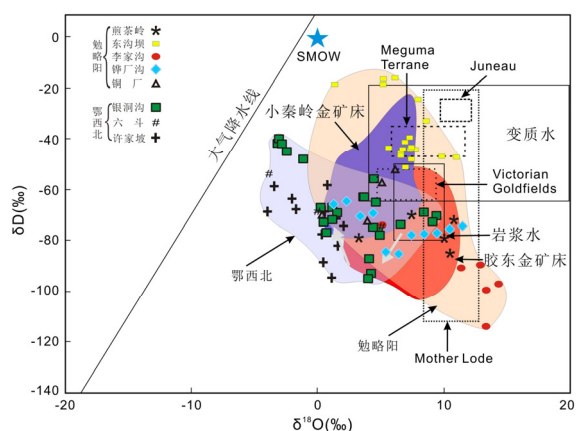


图 1 勉略阳与鄂西北地区部分矿床氢氧同位素分布 (底图据 Taylor, 1974)

小秦岭和胶东造山型金矿的 H-O 范围据蒋少涌等 (2009); Juneau gold belt, Mother Lode 以及 Chugach terrace 地区造山型金矿 H-O 范围据 Goldfarb et al. (2005) (部分数据引自汪东波, 1991; 卢武长等, 1998; 高航校, 1999; 冯黑科, 2000; 叶霖和刘铁庚, 1999; 蔡锦辉等, 1999; 田云华, 1997)

全球造山型金矿床的矿石 $\delta^{18}O_{\text{石英}}$ 极为一致 ($>10\text{‰}$), 而成矿流体 $\delta^{18}O_{\text{水}}$ 的范围较宽, 约 5‰~25‰ (Goldfarb et al., 2005)。我国胶东和小秦岭金矿省的氢-氧同位素研究显示胶东金矿省成矿流体 $\delta^{18}O_{\text{水}}$ 值为 4.9‰~10.9‰, δD 为 -78‰~-101‰; 相对而言, 小秦岭金矿省 δD 略高, $\delta^{18}O_{\text{水}}$ 略低 (图 1), 主成矿期的成矿流体以变质水为主, 混入了少量大气降水, 而晚期以大气降水为主, 这与银洞沟银金矿床 H-O 同位素一致。

结合前人成矿年龄数据 (200Ma 左右), 本文认为勉略阳和鄂西北地区的金、银金矿床的成矿流体为区域变质作用导致的变质流体, 是勉略洋自东

向西缝合造山作用的结果。

参 考 文 献/References

- Bohlke J K, Kistler R W. 1986. Rb-Sr, K-Ar, and stable isotope evidence for the ages and sources of fluid components of gold-bearing quartz veins in the northern Sierra Nevada foothills metamorphic belt, California. *Economic Geology*, 81(2): 296-322.
- Kerrich R. 1987. The stable isotope geochemistry of Au-Ag vein deposits in metamorphic rocks. *Mineral Canada Short Course Handbook*, 13: 287-336.
- Kerrich R, Feng R. 1992. Archean geodynamics and the Abitibi-Pontiac collision: implications for advection of fluids at transpressive collisional boundaries and the origin of giant quartz vein systems. *Earth-Science Reviews*, 32(1): 33-60.
- Goldfarb R J, Newberry R J, Pickthorn W J, Carol A G. 1991. Oxygen, hydrogen, and sulfur isotope studies in the Juneau gold belt, southeastern Alaska; constraints on the origin of hydrothermal fluids. *Economic geology*, 86(1): 66-80.
- Goldfarb R J, Baker T, Dube B, Groves DI, Hart CJR and Gosselin P. 2005. Distribution, Character, and Genesis of Gold Deposits in Metamorphic Terranes. *Economic Geology 100th Anniversary Volume*, 407-450.
- McCuaig TC and Kerrich R. 1998. P-T-t deformation-fluid characteristics of lode gold deposits: Evidence from alteration systematics. *Ore Geology Reviews*, 12: 381-454.
- Peters SG, Golding SD and Dowling K. 1991. Melange and sediment-hosted gold-bearing quartz veins, Hodgkinson gold field, Queensland, Australia: reply. *Economic Geology*, 86(1): 197-200.
- Taylor HP. 1974. The application of oxygen and hydrogen isotope studies to problems of hydrothermal alteration and ore deposition. *Economic Geology*, 69(6): 843-883.
- 蔡锦辉, 张业明, 付建明, 陈盛峰. 1999. 鄂西北银洞沟银多金属矿床成因探讨. *地球学报*, 20(增刊): 316-320.
- 冯黑科. 2000. 铜厂沟金矿床地质及地球化学特征. *工程设计与研究*, 107(1): 1-5.
- 高航校. 1999. 李家沟金矿床成矿物质来源研究. *有色金属矿产与勘查*, 8(2): 86-91.
- 蒋少涌, 戴宝章, 姜耀辉, 赵海香, 侯明兰. 2009. 胶东和小秦岭: 两类不同构造环境中的造山型金矿省. *岩石学报*, 25(11): 2727-2738.
- 卢武长, 张萍, 杨绍全. 1998. 东沟坝多金属矿床同位素地质特征. *成都理工学院学报*, 25(3): 447-456.
- 田云华. 1997. 湖北郧西六斗金矿床地质地球化学及矿床成因研究. *前寒武纪研究进展*, 20(3): 11-20.
- 汪东波, 李树新. 1991. 略阳东沟坝金、银、铅、锌、黄铁矿-重晶石型矿床的成因-成矿物理化学条件及稳定同位素地球化学研究. *西北地质*, 12(3): 25-32.
- 叶霖, 刘铁庚. 1999. 铜厂铜矿稳定同位素研究. *矿物岩石*, 19(4): 74-77.
- 岳素伟, 翟清阳, 邓小华, 余吉庭, 杨林. 2013. 湖北竹山县银洞沟矿床成矿流体特征及矿床成因. *岩石学报*, 29(1): 27-45.
- 张成立, 周鼎武, 金海龙, 韩松, 刘颖宇. 1999. 武当地块基性岩墙群及耀岭河群基性火山岩的 Sr, Nd, Pb, O 同位素研究. *岩石学报*, 15(3): 430-437.