

贵州贵定竹林沟锌矿床的新发现及其研究价值

杨德智¹, 周家喜^{2,3*}, 罗开^{2,3}, 涂杰¹, 周祖虎¹

1. 贵州省地质矿产勘查开发局 地球物理地球化学勘查院, 贵阳 550018; 2. 云南大学 地球科学学院, 昆明 650500; 3. 中国科学院 地球化学研究所, 矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550081

关键词: 流体-构造-岩性耦合成矿模式; 新矿体; 锗超常富集; 竹林沟锌矿床

中图分类号: P618.43 文章编号: 1007-2802(2020)02-0344-02 doi: 10.19658/j.issn.1007-2802.2020.39.032

经过近三年的产学研用联合攻关,在热液矿床流体-构造-岩性耦合成矿模式指导下(Zhou et al., 2018a),位于贵州省贵定县东南5 km的竹林沟锌矿床找矿取得重要突破。截至2019年底,新探明(111b+122b+333)锌矿石量428万t,Zn金属量28万t,Zn平均品位6.54%(贵州省地质矿产勘查开发局地球物理地球化学勘查院2019内部资料),达中型锌矿床规模,远景金属资源量超过50万t,有望达到大型或超大型锌矿床规模。

竹林沟锌矿床位于黄丝背斜西翼,主要矿体走向延伸160~350 m,倾向延伸220~850 m,呈层状、似层状、透镜状、楔状顺层产出于上泥盆统望城坡组第一段中部含碳质泥岩中晶白云岩,上覆上泥盆统尧梭组含泥质条带细晶白云岩,下伏中泥盆统蟒山组泥质白云岩,受黄丝断裂次级断裂控制。具有明显的圈闭构造+有利岩性组合控矿特征(Zhou et al., 2018b)。金属矿物主要为闪锌矿,黄铁矿和白铁矿次之,方铅矿较少。非金属矿物主要有白云石和方解石,石英次之。

野外和手标本观察可见,矿石呈块状(图1a)、纹层条带状、浸染状、角砾状(图1b)和脉状构造(图1c),不同构造特征矿石的矿物组合基本一致,均主要由闪锌矿、黄铁矿、白铁矿、白云石和方解石组成(图1d~1f)。显微观察可见,硫化物(主要指闪锌矿和黄铁矿)主要呈它形粒状(图1e、1f)、胶状、交代和碎裂结构(图1e),碳酸盐矿物(白云石和方解石)和石英主要以充填、包裹、穿插等与硫化物共生(图1d~1f)。闪锌矿粒径一般小于0.5 mm,反射率

低,内反射为黄褐色。

基本分析样中,单样品Zn含量0.5%~32.4%,平均含量6.54%,Ge含量 35.2×10^{-6} ~ 174×10^{-6} ,平均含量 97.9×10^{-6} 。显示锌矿石中Ge含量显著高于Ge的大陆地壳丰度(1.5×10^{-6} ; Taylor and McLennan, 1995)。为了进一步弄清竹林沟锌矿床锌矿石中Ge含量,对Zn品位9.4%~10.8%的锌矿石Ge含量分析结果显示,其变化范围 159×10^{-6} ~ 166×10^{-6} ;对Zn品位50.6%~55.3%的锌精矿Ge含量分析结果显示,其变化范围 670×10^{-6} ~ 845×10^{-6} 。上述常规分析(原子吸收光谱法)获得的数据中Zn和Ge相关性不显著,仅具有一定的正相关趋势。

为考证上述数据的可靠性,在中科院地化所矿床地球化学国家重点实验室采用LA-ICPMS对闪锌矿进行了微区原位分析,结果表明竹林沟锌矿床闪锌矿中Ge含量确实较高,其变化范围为 592×10^{-6} ~ 1100×10^{-6} ,平均 764×10^{-6} 。此外,闪锌矿中Cd含量也较高,其变化范围为 508×10^{-6} ~ 1498×10^{-6} ,平均 1023×10^{-6} ,但Fe含量不高,其变化范围为 1982×10^{-6} ~ 11335×10^{-6} ,平均 5964×10^{-6} ,而Cu、Ag和In等含量均小于 3.75×10^{-6} 。相关分析显示,闪锌矿中Fe与Ge具有一定的正相关性,而Zn(49.03%~50.01%)与Ge则具有一定的负相关性,但Fe和Zn之间则呈明显的负相关关系,Fe和Ge很可能共同替代Zn进入闪锌矿晶格,与现有的替代机制(如 $3\text{Zn}^{2+} \leftrightarrow \text{Ge}^{4+} + 2(\text{Cu}^+, \text{Ag}^+)$ 、 $2\text{Zn}^{2+} \leftrightarrow \text{Ge}^{4+} + \square$ (晶体空位)和 $n\text{Cu} + \text{Ge} \leftrightarrow (n+1)\text{Zn}$ 等)存在明显的不同(Höll et al., 2007; 叶霖等, 2019; 吴越等, 2019)。

收稿日期: 2020-02-05 收到, 2020-02-06 改回

基金项目: 国家自然科学基金项目(41872095, U1812402, A1430315); 国家重点研发计划项目(2017YFC0602502); 云南大学引进人才科研启动项目(YJRC4201804); 云南大学国家杰出(优秀)青年培育项目(2018YDJQ009)

第一作者简介: 杨德智(1981-),男,高级工程师,研究方向: 地质勘探和管理, E-mail: 878586519@qq.com

* 通信作者简介: 周家喜(1982-),男,博士,研究员,研究方向: 战略性关键矿产资源成矿理论与找矿预测, E-mail: zhoujiayi@ynu.edu.cn

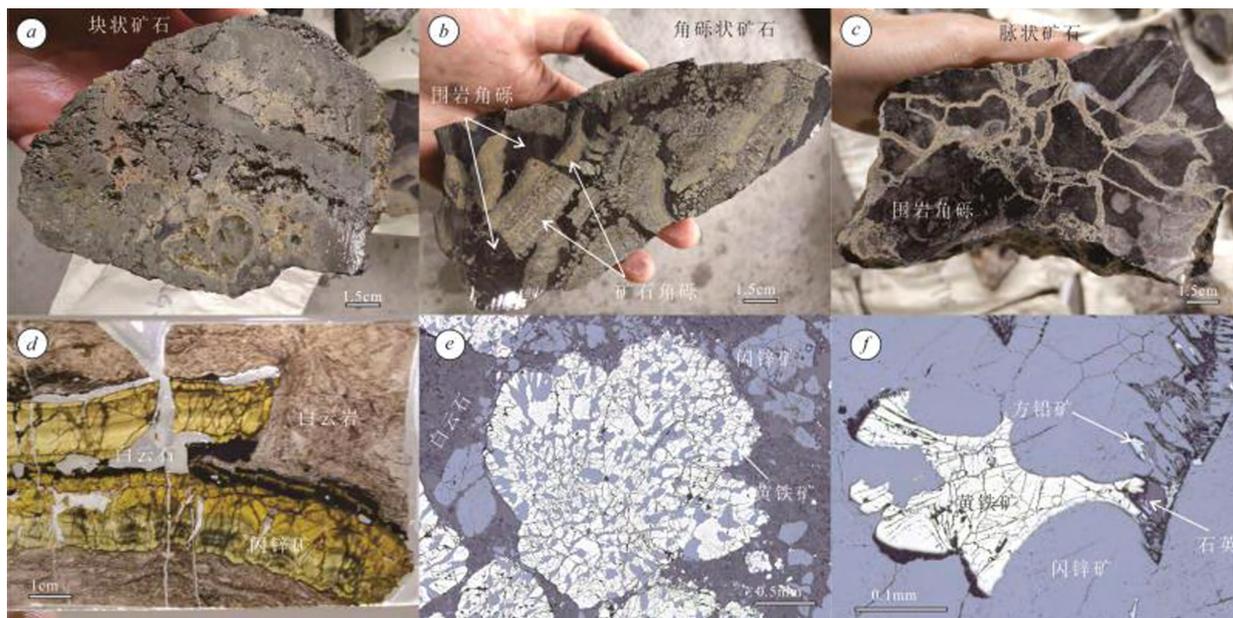


图1 竹林沟锌矿床手标本和显微镜下特征

Fig.1 Characteristics of hand specimens and microscopes for the Zhulingou Zn deposit

与扬子板块周缘富锗铅锌矿床(闪锌矿 Ge 含量 $n \times 10^{-6} \sim n \times 10^2 \times 10^{-6}$) (Ye et al., 2011; 叶霖等, 2019; 吴越等, 2019) 以及全球主要类型(如 MVT、SEDEX、矽卡岩型、浅成热液型等) 富锗铅锌矿床(闪锌矿 Ge 含量 $n \times 10^{-6} \sim n \times 10^3 \times 10^{-6}$) (Wilkinson et al., 2005; Höll et al., 2007) 对比可见, 竹林沟锌矿床闪锌矿中 Ge 含量明显高于扬子板块周缘富锗铅锌矿床以及 MVT(闪锌矿 Ge 含量 $n \times 10^{-6} \sim n \times 10^2 \times 10^{-6}$)、SEDEX(闪锌矿 Ge 含量一般小于 50×10^{-6} ; Höll et al., 2007) 等主要类型铅锌矿床闪锌矿中 Ge 含量($n \times 10^{-6} \sim n \times 10^2 \times 10^{-6}$), 而与法国 Noailhac-Saint Salvy 脉状 Zn-Ge-Ag-Pb-Cd 矿床(闪锌矿 Ge 平均含量 750×10^{-6}) 和玻利维亚 Porco 浅成热液型 Ag-Zn-Pb-Sn 矿床(闪锌矿 Ge 含量 $n \times 10^2 \times 10^{-6} \sim 2500 \times 10^{-6}$) 等少数类型铅锌矿床中闪锌矿 Ge 含量相近。尽管还需要更深入的研究, 但上述对比表明竹林沟锌矿床成因或成矿环境(条件)很可能与扬子板块周缘富锗铅锌矿床、MVT 和 SEDEX 等以沉积岩为容矿围岩的后生热液铅锌矿床不同。

Ge 是典型的稀散元素, 也是重要的战略性关键矿产资源, 竹林沟锌矿床的 Ge 超常富集, 说明其成矿环境(条件) 极其特殊(涂光炽等, 2003), 具有很高的研究价值。同时, 黄丝背斜地区还发育有半边街等铅锌矿床, 竹林沟锌矿床的新发现亦具有很高的勘查示范意义。综上, 黄丝背斜地区有望成为贵州省新的战略性关键矿产锗资源基地。

参考文献(References):

Höll R, Kling M, Schroll E. 2007. Metallogenesis of germanium—A review. *Ore Geology Reviews*, 30: 145–180

Taylor S R, McLennan S M. 1995. The geochemical evolution of the continental crust. *Reviews of Geophysics*, 33: 241–265

Wilkinson J J, Eyre S L, Boyce A J. 2005. Ore-forming processes in Irish-type carbonate-hosted Zn-Pb deposits: Evidence from mineralogy, chemistry, and isotopic composition of sulfides at the Lisheen Mine. *Economic Geology*, 100: 63–86

Ye L, Cook N J, Ciobanu C L, Liu Y P, Zhang Q, Liu T G, Gao W, Yang Y L, Danyushevskiy L. 2011. Trace and minor elements in sphalerite from base metal deposits in South China: A LA-ICPMS study. *Ore Geology Reviews*, 39: 188–217

Zhou J X, Wang X C, Wilde S A, Luo K, Huang Z L, Wu T, Jin Z G. 2018a. New insights into the metallogeny of MVT Zn-Pb deposits: A case study from the Nayongzhi in South China, using field data, fluid compositions, and in situ S-Pb isotopes. *American Mineralogist*, 103: 91–108

Zhou J X, Xiang Z Z, Zhou M F, Feng Y X, Luo K, Huang Z L, Wu T. 2018b. The giant Upper Yangtze Pb-Zn province in SW China: Reviews, new advances and a new genetic model. *Journal of Asian Earth Sciences*, 154: 280–315

涂光炽, 高振敏, 胡瑞忠, 张乾, 李朝阳, 赵振华, 张宝贵. 2003. 分散元素地球化学及成矿机制. 北京: 地质出版社

叶霖, 韦晨, 胡宇思, 黄智龙, 李珍立, 杨玉龙, 王浩宇. 2019. 锗的地球化学及资源储备展望. *矿床地质*, 38(4): 711–728

吴越, 孔志岗, 陈懋弘, 张长青, 曹亮, 唐友军, 袁鑫, 张沛. 2019. 扬子板块周缘 MVT 型铅锌矿床闪锌矿微量元素组成特征与指示意义: LA-ICPMS 研究. *岩石学报*, 35(11): 3443–3460

周家喜, 黄智龙, 周国富, 李晓彪, 丁伟, 谷静. 2009. 贵州天桥铅锌矿床分散元素赋存状态及规律. *矿物学报*, 29(4): 471–480.

(本文责任编辑: 刘莹)