



长江中下游成矿带丰山矿田发现新类型金矿

——远端浸染型金矿床*

谢桂青¹ 韩颖霄² 毛景文¹

(1 中国地质科学院矿产资源研究所 国土资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京 100037;

2 中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083)

已有研究表明, 斑岩-矽卡岩铜矿床经常伴生金矿化, 与外围浅成低温金银矿在时间、空间和成因上存在密切关系, 统称为斑岩铜矿系统 (Sillitoe, 2010)。产于沉积岩的浸染状金矿, 分为经典卡林型金矿和远端浸染型金银矿 2 种主要类型 (Johnston et al., 2004), 矿物组合和流体性质均表明它们形成于低温条件, 其成因一直存在很大争议 (Arehart, 1996)。根据矿床的空间关系, 前人提出赋存沉积岩中的浸染型金矿和斑岩-矽卡岩型铜金矿床为同一成矿系统的矿床模型 (Sillitoe, 1990), 但一直未得到足够的重视。最近通过单个流体包裹体成分的研究, Large 等 (2016) 提出卡林型金矿是斑岩-矽卡岩铜金矿成矿系统的远端产物。由此可见, 产于沉积岩中低温热液金矿与斑岩-矽卡岩铜金矿的关系一直存在争议。本文以长江中下游成矿带丰山矿田为例, 通过地质特征、矿物学、成岩成矿时代和硫同位素的研究, 提出矽卡岩铜金矿外围的赋存于碳酸盐岩中的低温热液金矿是远端浸染型金矿床, 为长江中下游地区新类型金矿床, 具有重要的理论和实践意义。

丰山矿田位于长江中下游九瑞矿集区西部 (图 1), 已探明了丰山大型矽卡岩铜矿床 (铜金属储量 50.46 万吨, 伴生钼、金、硒、碲、铟、铼等)、鸡笼山大型矽卡岩金铜矿 (金和铜金属储量分别为 37.09 吨和 27.99 万吨, 伴生铅、锌、钼、硒) 和李家湾中型矽卡岩铜金矿床 (金和铜金属储量分别为 5.61 吨和

9.81 万吨) (《中国矿床发现史·湖北卷》编委会, 1996)。鸡笼山和丰山矿床均呈现成矿元素分带, 由内向外依次发现铜金、金铜、铅锌金银, 为矽卡岩型铜金矿 (Zhao et al., 1999) 或与侵入岩有关金矿 (Peters et al., 2002)。

最近, 在丰山和鸡笼山矽卡岩铜金矿外围的灰岩中发现多处受断裂控制的热液金矿床 (点), 远景储量约 60 吨, 前人称其为卡林型金矿 (刘继顺等, 2004; 舒广龙, 2004), 以曹家山和竹林塘金矿规模相对较大, 竹林塘金矿为露天开采; 曹家山金矿 2014 年详查报告查明 333 + 332 金和银储量分别为 2.65 吨和 3.57 吨。

本次通过详细的野外调查和室内研究表明, 曹家山和竹林塘金矿产于晚三叠世大冶组灰岩和白云质灰岩中, 矿体受断裂和花岗闪长岩斑岩脉控制, 呈脉状主要产于碳酸盐岩中, 部分花岗闪长斑岩脉可见金矿体。根据组构特征和围岩特征, 矿床矿化类型包括灰岩型矿石和蚀变岩体型矿石, 以前者为主。矿体与围岩界线不明显, 硫化物相对较少 (总量不超过 5%), 野外很难与围岩识别 (图 2a、c)。金属矿物主要为黄铁矿、闪锌矿、雄黄和黝铜矿, 少量雌黄、白铁矿、黄铜矿、方铅矿和辉铋矿; 脉石矿物主要为方解石, 少量萤石、石英、重晶石、绢云母、高岭土和天青石。灰岩型矿石可见不规则热液方解石呈脉状充填于碳酸盐岩中, 方解石脉增多时呈现角砾或碎裂构造。方解石与硫化物、萤石、石英、重晶石和天青

本文得到国土资源部公益性行业科研专项项目 (编号: 201311136) 国家自然科学基金项目 (编号: 41372090, 41573042) 和中央级公益性科研院所基本科研业务费项目 (编号: K1203) 联合资助

第一作者简介 谢桂青, 男, 1975 年生, 研究员, 主要从事矿床模型研究。E-mail: xieguiqing@cags.ac.cn

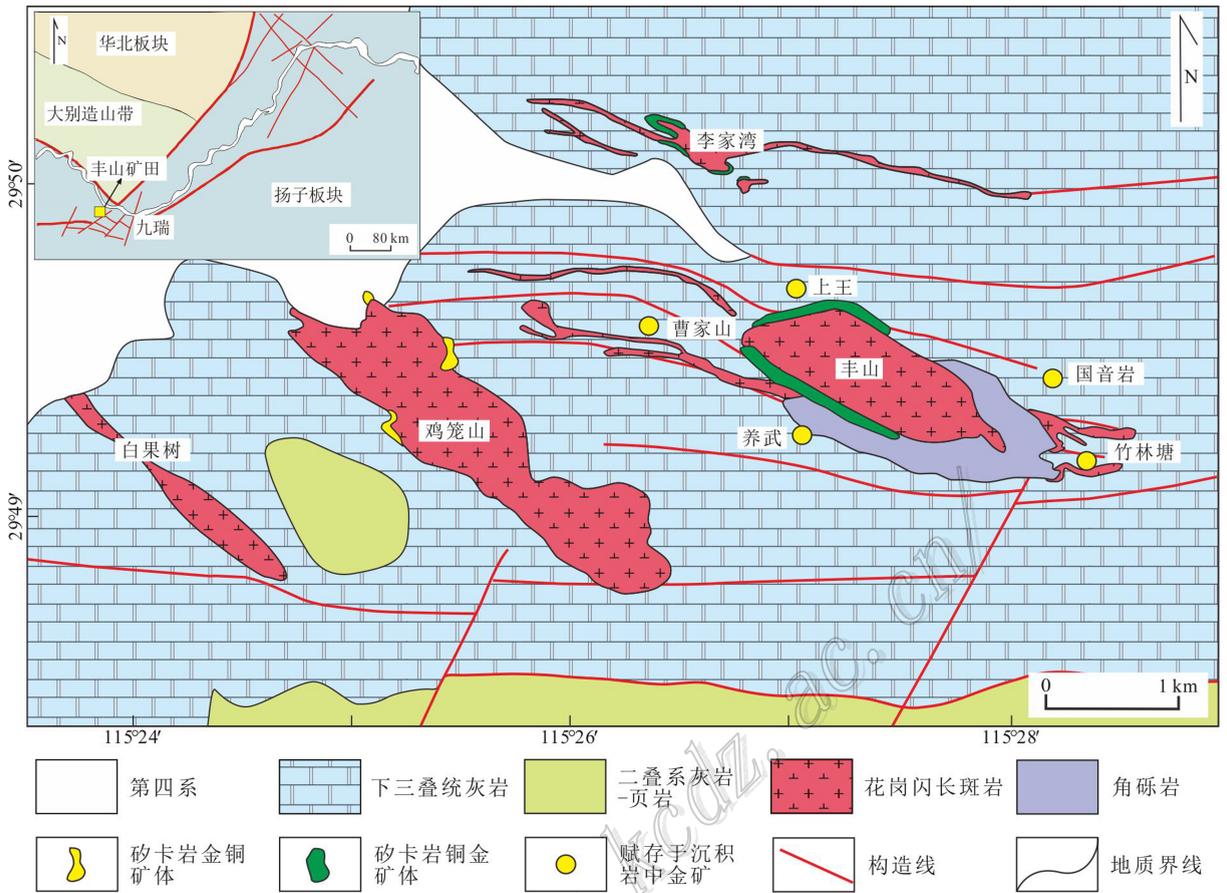


图1 长江中下游丰山矿田地质简图(据舒广龙,2004 修改)

Fig. 1 Sketch map of the Fengshan orefield, Middle and Lower Yangtze River Valley, showing distribution of the skarn Cu-Au deposits and sediment-hosted gold deposits (modified after Shu, 2004)

石共生。蚀变岩体型矿石相对较少,以高岭石化蚀变为主,产于花岗闪长斑岩脉中。根据扫描电镜和电子探针的研究,这些金矿中发现复杂碲化物,如碲金矿、碲金银矿、碲银矿、碲铅矿、碲金铊矿(?)、碲汞矿和自然碲(图2b、d),另外还有自然金、金银矿等矿物。以上特征表明,曹家山和竹林塘金矿是产于碳酸盐岩中的低温热液金矿。本文研究提出它们是远端浸染型金矿床(Cox, 1990),与该区矽卡岩铜金矿为同一成矿系统,主要依据如下:

(1) 这些低温热液金矿与矽卡岩铜金矿体距离很近(0.5~1.5 km),部分金矿体产于花岗闪长斑岩脉中。

(2) 这些低温热液金矿的围岩为晚三叠世碳酸盐岩,金主要以碲化物和自然金产出,局部可见铜铅锌银矿化,发育绢云母蚀变和含锰方解石,鸡笼山矽卡岩金矿外围有少量的菱锰矿,未见去碳酸盐化蚀变。这些特征表明它们不是卡林型金矿(以不可见

金为特征)和浅成低温型金矿(产于火山岩)。已有资料显示,碲化物主要产于斑岩型铜金矿、浅成低温型金矿、造山型金矿和火山沉积岩型铜铁矿(Cook et al., 2009)。长江中下游成矿带丰山矿田中生代不可能形成造山型金矿,也没有见到火山沉积岩型铜铁矿。因此,这些低温热液金矿中碲化物的存在暗示它们的成矿作用与岩浆密切相关。

(3) 鸡笼山和丰山矽卡岩矿床新发现较多的含碲碲矿物(未发表资料),结合这些低温热液金矿发现的碲化物,类似矿物组合暗示它们为同一成矿系统。

(4) 鸡笼山和丰山花岗闪长斑岩体的 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄分别为(149.3 ± 1.3) Ma 至(147.6 ± 1.2) Ma 和(146 ± 2) Ma,曹家山和竹林塘的含矿花岗闪长斑岩脉的 SIMS 锆石 U-Pb 年龄分别为(145.9 ± 0.7) Ma 和(146.0 ± 0.8) Ma,鸡笼山和丰山辉钼矿模式年龄分别为(147.7 ± 1.2) Ma 至(150.1 ± 2.1) Ma 和(144.0 ± 2.1) Ma 至(146.7 ±

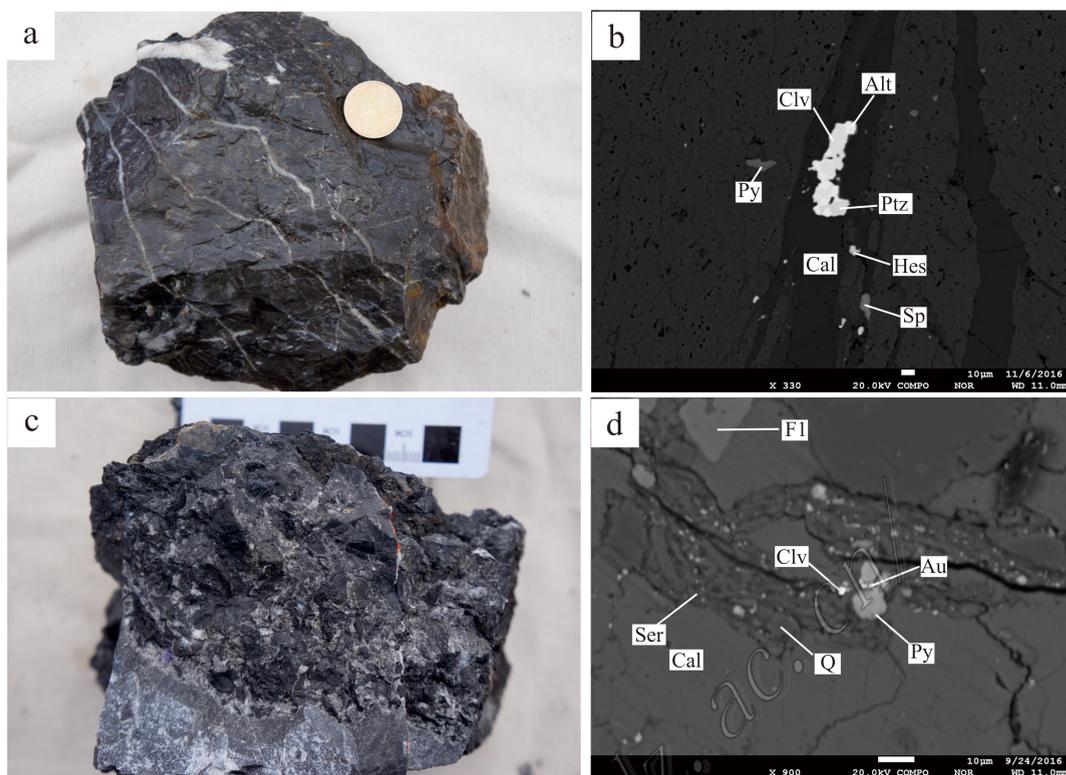


图2 长江中下游丰山矿田曹家山和竹林塘矿石标本和显微特征照片

a. 曹家山金矿石手标本；b. 曹家山金矿石背散射照片；c. 竹林塘金矿石手标本；d. 竹林塘金矿石背散射照片

Alt—碲铅矿；Clv—碲金矿；Hes—碲银矿；Ptz—碲金银矿；Py—黄铁矿；Sp—闪锌矿；Fl—萤石；Q—石英；Ser—绢云母；Cal—含锰方解石

Fig. 2 Specimens and photomicrographs of ore from the Caojiashan and Zhulintang gold deposits in the Fengshan orefield, Middle and Lower Yangtze River Valley

2.1) Ma (未发表资料)。虽然无法获得曹家山和竹林塘的成矿时代,根据金矿体产于蚀变岩脉的地质特征,推断曹家山和竹林塘成矿晚于岩脉。这些资料暗示矽卡岩铜金矿床与这些低温热液金矿的成矿时代在误差范围内基本一致。

(5) 本次开展了曹家山和竹林塘黄铁矿和雄黄的原位和常规的硫同位素测试,硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值范围为 $-4.84\text{‰} \sim +2.62\text{‰}$ ($n=96$) (未发表资料);前人和本次获得的鸡笼山和丰山硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值范围为 $-2.50\text{‰} \sim +6.40\text{‰}$ ($n=113$) (未发表资料)。暗示矽卡岩铜金矿床与这些低温热液金矿具有类似的硫来源,主体为岩浆来源。

根据以上资料,笔者建立了矽卡岩铜金矿和远端浸染状金矿的矿床组合模型。若此观点正确,曹家山和竹林塘金矿是长江中下游地区新类型远端浸染状金矿床。建议以后加强在长江中下游及类似地区矽卡岩铜金矿外围寻找远端浸染状金矿,特别是

有碲化物的矽卡岩铜金矿床外围的岩脉、高角度断裂和 Au-Ag-Te-As 化探异常的发育地区。近年来,长江中下游成矿带铜陵矿集区发现产于志留纪碎屑岩受断裂控制的金矿床,如杨冲里和亮石山金矿,少量资料暗示这些金矿床未见碲化物和雄黄等低温矿物组合(段留安等,2013;朱学义,2013;Duan et al., 2017),但有些矿区(如杨冲里)可见银铜铅锌矿化,类似于远端浸染状金矿床(Cox, 1990)。因此,铜陵矿集区新发现的产于志留纪碎屑岩的金矿床是否为远端浸染状金矿床有待进一步研究。

志 谢 在野外期间得到中国冶金地质总局中南地质勘查院、湖北鸡笼山黄金矿业公司和湖北省地质局第一地质大队的大力支持和帮助,参加野外工作包括王建、朱乔乔、李伟、张帆等学生,在工作过程中与王长荣、余万明、傅斌、李延河等老师开展了有益讨论,审稿专家对论文提出了宝贵的建议,

在此一并志以衷心的感谢!

References

- Arehart G B. 1996. Characteristics and origin of sediment-hosted disseminated gold deposits: A review [J]. *Ore Geology Reviews*, 11 (6): 383-403.
- Cook N J, Ciobanu C L, Spry P G, Voudouris P and the participants of IGCP-486. 2009. Understanding gold(silver)-telluride(selenide) mineral deposits [J]. *Episodes*, 32 (4): 249-263.
- Cox D P. 1990. Descriptive models of distal disseminated Ag-Au deposits [R]. *US Geological Survey Bulletin*, Open-File Report. 90-282.
- Duan L A, Gu H L and Yang X Y. 2017. Geological and geochemical constraints on the newly discovered Yangchongli gold deposit in Tongling region, Lower Yangtze River belt [J]. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, (in press).
- Duan L A, Yang X Y, Liu X M and Sun W D. 2013. Discovery of gold deposit in the Silurian system in Shujiadian, Tongling ore cluster region and its significance [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 37 : 333-339 (in Chinese with English abstract).
- Editorial Committee of the Discovery History of Mineral deposits of China-Volume of Hubei Province. 1996. The discovery history of mineral deposits of China: Volume of Hubei Province [M]. Beijing: Geological Publishing House. 1-177 (in Chinese).
- Johnston M K and Ressel M W. 2004. Carlin-type and distal disseminated Au-Ag deposits: related distal expressions of Eocene intrusive centers in north-central Nevada [J]. *Society of Economic Geologists Newsletter*, 59 : 12-14.
- Large S J E, Bakker E Y N, Weis P, Wölle M, Ressel M and Heinrich C A. 2016. Trace elements in fluid inclusions of sediment-hosted gold deposits indicate a magmatic-hydrothermal origin of the Carlin ore trend [J]. *Geology*, 44 : 1015-1018.
- Liu J S, Shu G L and Gao Z Q. 2004. Geologic and geochemical features of the Carlin-type gold ore in Fengshan orefield of eastern Hubei [J]. *Earth Science Frontiers*, 11 (2): 379-385 (in Chinese with English abstract).
- Peters S G, Huang J Z, Wang Y J, Mihalasky M J and Jing C G. 2002. Geology and geochemistry of sedimentary-rock-hosted Au deposits in the Middle-Lower Yangtze River Area, Hubei and Anhui Provinces, P. R. China [R]. Open-File Report, 2-131 : 256-336.
- Shu G L. 2004. The geological setting of mineralization and porphyry metallogenetic series with micro-disseminated gold deposits in Fengshan orefield of Hubei (dissertation for doctor degree [D]). Supervisor: Liu J H. Changshan: Central South University (in Chinese with English abstract).
- Sillitoe R H and Bonham H F. 1990. Sediment-hosted gold deposits: Distal products of magmatic-hydrothermal systems [J]. *Geology*, 18 (2): 157-161.
- Sillitoe R H. 2010. Porphyry copper systems [J]. *Econ. Geology*, 105 (1): 3-41.
- Zhao Y M, Zhang Y N and Bi C S. 1999. Geology of gold-bearing skarn deposits in the Middle and Lower Yangtze River Valley and adjacent regions [J]. *Ore Geology Review*, 14 : 227-240.
- Zhu X Y. 2013. Geological characteristic and its origin of the gold deposit in the Tongling City, Anhui Province [J]. *The Earth*, (6): 61-63 (in Chinese).

附中文参考文献

- 段留安, 杨晓勇, 刘晓明, 孙卫东. 2013. 铜陵舒家店地区志留纪地层中金矿的发现及其意义 [J]. *大地构造与成矿学*, 37 : 333-339.
- 刘继顺, 舒广龙, 高珍权. 2004. 鄂东丰山矿田卡林型金矿地质地球化学特征 [J]. *地学前缘*, 11 (2): 379-385.
- 舒广龙. 2004. 湖北丰山矿田成矿地质背景及斑岩成矿系列与微细浸染型金矿 (博士论文 [D]). 长沙: 中南大学.
- 朱学义. 2013. 安徽省铜陵县亮石山金矿地质特征及成因探讨 [J]. *地球*, (6) 61-63.
- 《中国矿床发现史·湖北卷》编委会 编著. 1996. 中国矿床发现史 湖北卷 [M]. 地质出版社. 1-177.