

# 成矿带尺度岩浆通道成矿系统的构建及其找矿意义——以新疆黄山—镜儿泉成矿带为例

宋谢炎<sup>1\*</sup>, 邓宇峰<sup>2</sup>, 颀炜<sup>2</sup>

(1. 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, 贵州 贵阳 550081;

2. 合肥工业大学 资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230009; 3 河海大学 海洋学院, 江苏 南京 210024)

岩浆硫化物矿床是我国镍、铂族元素、钴等战略性关键金属的主要资源形式, 重要性不言而喻。由于岩浆硫化物矿床的成矿物质来源于地幔, 硫化物熔离大多发生在地壳深部, 熔离的硫化物随岩浆沿稳定的岩浆通道上升, 到特定的浅部岩浆房聚集才能形成大的矿床。因此, 岩浆硫化物最有利的成矿过程可以概况为“两深一浅一通道”, 即成矿物质来源“深”、硫化物熔离发生在“深部”, 硫化物主要聚集在浅部的岩浆房, 同时硫化物随岩浆运移的通道较单一。尽管岩浆通道的膨大部位可以形成小的矿体, 但其储量远低于浅部岩浆房中形成的大矿体。最典型的实例就是加拿大的 Voisey's Bay 超大型铜镍硫化物矿床, 其主矿体在浅部大的岩浆房底部, 深部岩浆通道上形成了一系列小的岩墙状矿体。这个规律对于分析成矿带尺度的矿床规律, 确立找矿方向是非常有意义的。

中亚造山带南缘的北天山黄山-镜儿泉铜镍硫化物成矿带先后发现了黄山、黄山东、黄山南、图拉尔根等四处大型矿床, 香山和葫芦两处中型矿床, 以及一系列小型矿床和矿化岩体, 是世界造山带型铜镍矿床最发育的地区, 探明镍金属储量近 100 万吨。除图拉尔根以外的三个大型矿床都是上世纪 80 年代发现的, 2015 年以后仅发现了一些小的含矿岩体, 一方面说明仍然有很好的找矿潜力, 另一方面却反映出找矿方向不明确、找矿效果不佳的现状。因此, 需要从整个成矿带岩浆通道系统的角度, 分析和判断找矿方向。

该成矿带的主要地层包括干墩组和梧桐窝子组, 分别出露于干墩断裂的南北两侧。梧桐窝子组主要由浅变质的中酸性凝灰岩夹沉积岩构成; 干墩组下部为碳质、粉砂质板岩夹大理岩, 上部为变质砂(砾)岩夹薄层硅质岩。侵位于甘墩组地层的镁铁-超镁铁岩体大多呈菱形、椭圆等形态, 不仅规模大, 而且含矿性较好, 如黄山、黄山东和黄山南岩体赋存大型矿床, 土墩岩体赋存小型矿床(Song et al., 2021)。而除葫芦岩体为岩盆状外, 侵位于梧桐窝子组地层中的超镁铁岩体均为岩墙状, 其中, 仅图拉尔根岩体含大型矿床, 但其 Ni 金属储量也仅是黄山或黄山东矿床的大约三分之一; 中型矿床有香山和葫芦, 其它岩墙含矿较差。这些现象表明这两套地层中含矿岩体的形态和含矿性具有显著差异, 但前人对其原因的讨论很少, 影响了对该成矿带整体岩浆通道成矿规律的认识。

烟墩幅 1/20 万地质图根据古生物地层学方法将干墩组和梧桐窝子组分别厘定为下石炭统和上石炭统。然而, 近年来发现侵入梧桐窝子组的一些侵入岩体的锆石 U-Pb 年龄为 370~389Ma, 与上石炭统地层时代严重冲突。考虑到地层古生物学方法的局限性, 邓宇峰等(2021)对干墩组变质砂岩和碳质板岩以及梧桐窝子组变质砂岩和凝灰岩的碎屑锆石进行了 LA-ICPMS 定年, 获得梧桐窝子组和干墩组碎屑锆石最小 U-Pb 年龄分别为 386-395Ma 和 307-315Ma, 说明它们的沉积时代分别为中泥盆世和晚石炭世。因此, 图拉尔根、香山等侵位于梧桐窝子组的超镁铁质岩墙实际上代表了深部岩浆通道相的成矿, 而黄山、黄山东等侵位于甘墩组的岩体则代表了岩浆通道系统较浅部的大的岩浆房。尽管黄山-镜儿泉成矿带规模很大, 各个矿床之间并没有一一对应的关系, 但总体上反映了深部熔离的硫化物在深部岩浆通道相的膨大部位堆积形成小矿床, 而更多的硫化物被运移到浅部大的岩浆房堆积, 形成大的矿床的规律。这与加拿大 Voisey's Bay 铜镍硫化物矿床岩浆通道系统的结构极为相似, 为理解该成矿带整体成矿规律, 设计新的找矿规划提供了重要依据。

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(批准号: 41630316; 41772067)

**第一作者简介:** 宋谢炎, 男, 1962 年生, 博士, 主要从事岩浆矿床及幔源岩浆作用研究。

根据上述总结和分析,笔者认为黄山-镜儿泉成矿带较为实用的找矿标志包括:(1)超镁铁质岩相越发育的岩体找矿潜力越大;(2)规模较大的岩体比岩墙状的岩体找矿潜力大;(3)含橄榄石的镁铁质岩相比不含橄榄石的镁铁质岩相找矿潜力大。鉴于这两套地层中含矿岩体的形态、规模、含矿性有明显区别,笔者认为甘墩断裂南侧甘墩组地层有利于形成大的岩浆房并形成大的矿床,是未来找矿工作重点关注的方向。而梧桐窝子组中更可能找到作为岩浆通道相的含矿岩墙,规模不会很大。因此,甘墩组覆盖区的找矿潜力更大,应该加大以物探工作为先导的找矿工作。

### 参考文献:

- Song X.-Y.\*, Deng Y.-F., Xie W., Yi J.-N., Chen L.-M., Yu S.-Y., Zheng W.-Q., Liang Q.-L., 2021, Prolonged basaltic magmatism and short-lived magmatic sulfide mineralization in orogenic belt, *Lithos*, 390–391, 106114
- Deng, Y.-F., Song, X.-Y.\*, Xie, W., Chen, L.-M., Yu, S.-Y., Yuan, F., Hollings, P., Wei, S., 2022, The role of external sulfur in triggering sulfide immiscibility at depth: Evidence from the Huangshan-Jingerquan Ni-Cu metallogenic belt, NW China, *Economic Geology*, 117, 1867-1879
- Xie, W., Lua, Y., Chen, L.-M., Song, X.-Y., Deng, Y.-F., Zhao, Y., 2022, Zircon Th/U ratios suggest a post-collision extensional setting for the Permian Ni-Cu sulfide deposits in the Eastern Tianshan, NW China, *Ore Geology Reviews*, 144, 104837.
- Xie, W., Lu, Y., Song, X.-Y., Deng, Y.-F., Liang, Q.-L., Yi, J.-N., 2022, A late Carboniferous bimodal volcanic suite before closure of the North Tianshan Ocean at the southwestern margin of the Central Asian Orogenic Belt, *Journal of Asian Earth Sciences*, 226, 105090.
- 邓宇峰, 宋谢炎\*, 颜炜, 袁峰, 赵照明, 韦帅, 祝近近, 康健, 王开元, 梁庆林, 陈列锰, 于宋月, 2021, 黄山-镜儿泉铜镍成矿带地层时代的厘定及其地质意义探讨, *地质学报*, 95(2), 362-377.
- 宋谢炎, 邓宇峰, 颜炜, 郑文勤, 2022, 新疆黄山-镜儿泉铜镍硫化物成矿带岩浆通道成矿特征及其找矿意义, *矿床地质*, 41(6), 1108-1123.