

# 中亚造山带新疆北部 Ni-Cu-(PGE)硫化物 成矿作用研究进展

颀 炜<sup>1,2</sup>, 宋谢炎<sup>2\*</sup>, 邓宇峰<sup>2,3</sup>, 陈列锰<sup>2</sup>

(1. 中国科学院 广州地球化学研究所 同位素地球化学国家重点实验室, 广东 广州 510640;

2. 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 550002;

3. 合肥工业大学 资源与环境工程学院, 安徽 合肥 230009)

新疆北部是中亚造山带的重要组成部分, 其成矿作用具有特殊性。自 20 世纪 70 年代以来, 在东准噶尔造山带西北部、北天山造山带东南部、中天山造山带北部和北山褶皱带西部分别发现喀拉通克、黄山东、黄山、天宇、白石泉、坡北等 Ni-Cu-(PGE)硫化物含矿岩体, 镍总储量约为 >150 万 t, 铜总储量约为 >120 万 t, 使天山及邻区成为颇具潜力的铜镍成矿远景区, 成为我国仅次于金川的第二大镍资源基地。这些含矿岩体所处的特殊的构造位置, 为我们丰富 Ni-Cu-(PGE)硫化物矿床的成因研究提供了非常宝贵的材料。精确的年代学表明天山及邻区大部分硫化物矿床形成于早二叠世 (270~290 Ma), 部分形成于泥盆纪或志留纪。目前, 关于这些二叠纪岩浆 Ni-Cu-(PGE)硫化物矿床含矿岩体形成的构造背景和岩浆源区的认识存在较大的分歧, 主要体现在含矿岩体的形成究竟是俯冲—碰撞过程有关还是与塔里木地幔柱活动有关 (Xiao et al., 2004, 2008; Pirajno et al., 2008; Ao et al., 2010; Su et al., 2011; Qin et al., 2011; Song and Li, 2009; Song et al., 2011)。

新疆北部含 Ni-Cu-(PGE)硫化物矿床/矿化体多形成在早二叠世 (270~290 Ma)。而位于西天山的菁布拉克矿化岩体为阿拉斯加型岩体, 形成于 431±6 Ma, 形成于洋壳俯冲阶段 (Yang and Zhou, 2009)。黑山 Ni-Cu-(PGE)硫化物矿床位于北山褶皱带东部, 形成年代为晚泥盆世 (~357 Ma), 含矿岩体虽非阿拉斯加型岩体, 但也形成于洋壳俯冲阶段 (Xie et al., 2012)。图拉尔根矿

床位于北天山东部, 其中 I 号含矿岩体形成年龄为 300±3 Ma, II 号岩体形成年龄为 358±3 Ma (三金柱等, 2010)。这些研究表明不仅早二叠世有 Ni-Cu-(PGE)硫化物矿床发育, 石炭-泥盆纪也有硫化物矿床发育, 甚至早至志留纪也很可能发育硫化物矿床。这些位于天山及邻区的矿床的形成年代跨度之大, 表明它们的矿床成因与塔里木地幔柱并无直接的联系, 也说明了 Ni-Cu-(PGE)硫化物矿床的形成并不一定需要地幔柱的参与 (邓宇峰等, 2011a, b; Song et al., 2011; Li et al., 2012; Xie et al., 2012)。

Song and Li (2009)、Song et al. (2011)、邓宇峰等 (2011a, b)、颀炜等 (2011) 和 Xie et al. (2012) 先后对喀拉通克、黄山、黄山东、白石泉、坡北以及黑山含矿岩体进行了详细研究。研究表明这些含矿岩体的微量元素显示富集大离子亲石元素 (LILE)、亏损高场强元素 (HFSE)、轻稀土 (LREE) 稍富集或亏损并显示强烈的 Nb (Ta) 负异常及 K、Pb 正异常的特征。除白石泉和坡北含矿岩体 Sr-Nd 同位素显示明显的地壳混染以外, 喀拉通克、黄山和黄山东含矿岩体具有非常亏损的  $\epsilon_{Nd}(t)$  值 (+5~+10), 这可能是因为准噶尔和北天山造山带不含古老地壳的原因所致, 但如此亏损的 Nd 同位素表明他们的原始岩浆很可能来自于亏损的软流圈地幔。黑山  $\epsilon_{Nd}(t)$  值稍富集, 为 +0.34~+4。铬尖晶石的地球化学特征表明白石泉和坡北岩体具有 MORB 的特征 (Song et al., 2011)。坡北平缓的 REE 配分曲线进一步表明坡北岩体具有 MORB 的特征 (Song et al., 2011; 颀炜等, 2011)。黑山单斜辉石特征也表明黑山含矿岩体具有 MORB 的特征 (Xie et al., 2012)。综上所述, 这些含矿岩体具有岛弧和 MORB 的双重性质, 明显不同于塔里木大陆溢流玄武岩以及相关侵入岩的特征, 表明与塔里木地幔柱无关。其原始岩浆应来自受俯冲流体/熔体交

**基金项目:** 国家自然科学基金重点基金 (批准号: 40730420; 40973038); 中科院“百人计划”、中科院知识创新方向性项目 (KZCX2-YW-Q04); 矿床地球化学国家重点实验室课题 (KZCX20090105)

**作者简介:** 颀炜, 男, 1985 年生, 博士后, 矿床地球化学专业。

E-mail: xiewei101314@hotmail.com

\* 通讯作者, E-mail: songxieyan@vip.gyig.ac.cn

代的地幔楔,与洋壳俯冲(黑山)或碰撞造山后伸展(喀拉通克、黄山东、白石泉、坡北)俯冲板片拆离、软流圈地幔上涌有关(Song et al., 2011; 邓宇峰等, 2011a, b; Li et al., 2012; Xie et al., 2012)。软流圈地幔物质对各个含矿岩体的贡献各异,可能只提供热源,导致上覆地幔楔发生减压熔融,也可能直接提供物质参与减压熔融,这些研究还有待后续工作的进一步验证。

尽管世界其它造山带也有类似的矿床,如西班牙的 Aguablanca 矿床、非洲的 Botswana 矿床等,但研究程度仍然较低(Casquet et al., 2001;

Piña et al., 2006, 2008, 2012, 2013; Maier et al., 2008)。新疆北部岩浆硫化物矿床的上述研究提出俯冲板片撕裂、软流圈地幔上涌导致上覆地幔楔发生减压熔融而形成成矿的高镁原始玄武岩浆的新模式,丰富了造山带成 Ni-Cu-(PGE)硫化物矿床的理论(邓宇峰等, 2011a, b; Song et al., 2011; Li et al., 2012; Xie et al., 2012)。这些研究成果表明在造山带俯冲—碰撞过程的不同阶段都可能形成具有经济价值的岩浆硫化物矿床,对丰富岩浆硫化物矿床的成矿理论及造山带的找矿工作都具有重要意义。

### 参 考 文 献:

- 邓宇峰, 宋谢炎, 陈列猛, 程松林, 张新利, 李军. 东天山黄山西含铜镍矿镁铁-超镁铁岩体岩浆地幔源区特征研究. 岩石学报, 2011a, 27: 3640-3652.
- 邓宇峰, 宋谢炎, 颀炜, 程松林, 李军. 新疆北天山黄山东含铜镍矿镁铁-超镁铁岩体的岩石成因: 主量元素、微量元素和 Sr-Nd 同位素证据. 地质学报, 2011b, 85: 1435-1451.
- 颀炜, 宋谢炎, 聂晓勇, 程松林. 新疆坡十铜镍硫化物含矿岩体岩浆源区特征及构造背景探讨. 地学前缘, 2011, 18: 189-200.
- 宋谢炎, 肖家飞, 朱丹, 朱维光, 陈列猛. 岩浆通道系统与岩浆硫化物成矿研究新进展. 地学前缘, 2010, 17: 153-163.
- Song X Y, Li X R. Geochemistry of the Kalatongke Ni-Cu-(PGE) sulfide deposit, NW China: Implications for the formation of magmatic sulfide mineralization in a postcollisional environment. *Mineralium Deposita*, 2009, 44: 303-327.
- Song X Y, Xie W, Deng Y F, Crawford A J, Zheng W Q, Zhou G F, Deng G, Cheng S L, Li J. Slab break-off and the formation of Permian mafic-ultramafic intrusions in southern margin of Central Asian Orogenic Belt, Xinjiang, NW China. *Lithos*, 2011, 127: 128-143.
- Xie W, Song X Y, Deng Y F, Wang Y S, Ba D H, Zheng W Q, Li X B. Geochemistry and petrogenetic implications of a Late Devonian mafic-ultramafic intrusion at the southern margin of the Central Asian Orogenic Belt. *Lithos*, 2012, 144-145: 209-230.