

青海东昆仑造山带夏日哈木岩体铬铁矿 地球化学特征与成因

宋谢炎¹, 王开元¹, 易俊年²

(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. 贵州师范大学, 贵州 贵阳 550025)

夏日哈木超大型镍钴矿床位于东昆仑造山带中部, 探明镍金属量约 100 万吨, 镍平均品位 0.68wt%。该矿床的发现不仅是青藏高原乃至特提斯成矿域岩浆硫化物找矿的重大突破, 也是 2000 年以来全球新发现的唯一的超大型镍矿床, 在我国其规模仅次于金川 (Song et al., 2016)。尽管夏日哈木岩体由镁铁岩相和超镁铁岩相构成, 但两者呈侵入接触关系, 矿化仅出现在超镁铁岩相中。由于超镁铁岩相为堆积岩, 与成矿有关的原始岩浆成分、性质以及构造背景存在不同认识 (Li et al. 2015; Song et al. 2016; Liu et al. 2018)。铬铁矿往往是镁铁-超镁铁岩浆结晶最终的矿物之一, 特别是包裹在高 Fo 牌号橄榄石中的铬铁矿, 其成分可以为追索原始岩浆成分、探讨岩浆起源提供重要线索。

夏日哈木岩体含矿的超镁铁岩相主要由橄榄方辉岩或方辉橄榄岩、斜方辉石岩及二辉岩构成, 以斜方辉石岩为主体和主要的赋矿岩相。橄榄方辉岩或方辉橄榄岩产于岩体西部, 是基性程度最高的超镁铁岩。岩相分布及造岩矿物成分变化都说明有岩浆的多次补充 (Song et al., 2016; Wang et al., in press)。本次研究表明橄榄方辉岩或方辉橄榄岩中的橄榄石 Fo 介于 82.4-89.9 mol.%, Ni 含量为 1200-4600 ppm (Li et al., 2015)。橄榄石成分的变化不仅说明进入夏日哈木岩体的岩浆经历了一定程度的岩浆演化, 也说明某些阶段贯入的岩浆其演化程度很低, 还比较好地保存了原始岩浆的特性。

我们对包裹在橄榄石中的铬铁矿进行了常量元素和微量元素分析, 发现多数铬铁矿的边缘较之核部更富 Mg 和 Al, 说明它们受后期蚀变的影响较小。铬铁矿也具有较宽的常微量元素变化范围, 其 Cr# (= $Cr^*/100/(Cr+Al)$) 为 15-47, Mg# (= $Mg^*/100/(Mg+Fe^{2+})$) 为 41-65, Al₂O₃ 含量为 26-53 wt%, V 含量为 380-3100 ppm, Ga 含量为 70-380 ppm, Zn 含量为 1100-16300 ppm, 记录了岩浆分离结晶过程以及铬铁矿与晶间熔体的反应。但方辉橄榄岩中包裹在 Fo > 87 的橄榄石中的铬铁矿成分变化较小, 其 Cr# 为 37-41, Mg# 为 48-51, Al₂O₃ 含量为 30-35 wt%, 说明这些铬铁矿受岩浆演化的影响较小, 能够原始岩浆性质提供线索。与 MORB 中铬铁矿相比, 夏日哈木岩体中演化程度最低的铬铁矿具有相似的 TiO₂ 和 Al₂O₃ 含量, 但 Sc 强烈亏损, 而 Ga 和 Zn 相对富集, 说明原始岩浆起源于石榴石稳定地幔的部分熔融。结合夏日哈木矿床异常高的 Ni/Cu 比值 (4-18, Song et al., 2016), 我们认为其原始岩浆起源于特殊的含石榴石的辉石岩地幔的部分熔融。尽管夏日哈木岩体与黄山-镜儿泉成矿带相似, 其原始岩浆也形成于同碰撞阶段 (Song et al. 2013), 但其形成深度更大, 这有助于加深我们对造山带岩浆硫化物成矿条件的认识。

参考文献:

- Li C, Zhang Z, Li W Y, et al. 2015. Geochronology, petrology and Hf-S isotope geochemistry of the newly discovered Xiarihamu magmatic Ni-Cu sulfide deposit in the Qinghai-Tibet plateau, western China. *Lithos*, 216-217; 224-240.
- Liu YG, Li WY, Jia QZ, et al. 2018. The Dynamic Sulfide Saturation Process and a Possible Slab Break-off Model for the Giant Xiarihamu Magmatic Nickel Ore Deposit in the East Kunlun Orogenic Belt, Northern Qinghai-Tibet Plateau, China. *Economic Geology*, 113; 1383-1417.
- Song X-Y, Chen L-M, Deng Y-F, Xie W, 2013. Syn-collisional tholeiitic magmatism induced by asthenosphere upwelling due to slab detachment at the southern margin of the Central Asian Orogenic Belt. *Journal of the Geological Society, London*, 170; 941-950.
- Song X-Y, Yi J-N, Chen L-M, et al. 2016. The Giant Xiarihamu Ni-Co Sulfide Deposit in the East Kunlun Orogenic Belt, Northern Tibet Plateau, China. *Economic Geology*, 111; 29-55.
- Wang K-Y, Song X-Y, Yi J-N, et al. Zoned orthopyroxenes in the Ni-Co sulfide ore-bearing Xiarihamu mafic-ultramafic intrusion in northern Tibetan Plateau, China: Implications for multiple magma replenishments. *Ore Geology Reviews*, in press.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (批准号: 41473050; 41630316; 41772067)

作者简介: 宋谢炎, 男, 1962 年生, 研究员, 主要从事岩浆硫化物成矿相关的岩石学、矿床学研究. E-mail: songxieyan@vip.gyig.ac.cn