

甘肃金川西岩体铜镍硫化物矿体成因

陈列锰¹, 宋谢炎^{1*}, Reid R. Keays², 邓宇峰¹, 田毓龙³, 王玉山³

(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 550002;

2. School of Geosciences, Monash University, Victoria 3800, Australia;

3. 金川集团股份有限公司, 甘肃 金昌 737104)

金川超大型岩浆 Ni-Cu-(PGE) 硫化物矿床位于华北克拉通阿拉善地块西南缘的龙首山隆起带内(汤中立和李文渊, 1995)。它是仅次于俄罗斯 Noril'sk-Talnakh 矿床和加拿大 Sudbury 矿床之后的世界第三大在采的岩浆 Ni 硫化物矿床, 其成岩及成矿机制长期受到矿床学家的密切关注。最近 Song et al. (2012) 通过对超基性岩体及其硫化物矿体的岩相学、矿物学及元素地球化学的研究, 结合矿区断裂的性质指出金川岩体初始是由东、西两个独立的岩体组成。本文通过对金川西岩体的 Ni、Cu、铂族元素(PGE)及半金属元素(As、Te、Bi)研究, 系统探讨了硫化物熔离和分离结晶、以及硫化物矿体成矿机制, 这对深入认识金川铜镍硫化物矿床成因具有重要意义。

金川西岩体上部岩相带只在底部含有少量的稀疏浸染状硫化物, 含量低于 5%。上部岩相带内岩石和稀疏浸染状硫化物主要以中等 Cu/Pd 比值(5500~14900)和较高的 PGE 含量为突出特征。浸染状硫化物、海绵陨铁状硫化物及少量块状矿石主要赋存在下部岩相带, 组成了金川矿床第三大铜镍硫化物矿体—24 号矿体, 矿体厚度受围岩形态制约。浸染状硫化物具有很高的 Cu/Pd 比值(24200~85600)和较低的 PGE_{sul} 含量(100%硫化物中 PGE 的含量)。而海绵陨铁状矿石和块状矿石都含有较高 IPGE_{sul} 含量、Ni/Cu 比值(1.7~11.3)、及低 Pd/Ru 比值(0.53~3.1), 特别是表现出明显的 Pt_{sul} 负异常(<300×10⁻⁹

Pt_{sul})。此外, 在 24 号矿体底部及围岩片麻岩、大理岩中发现有独立的富 Cu 硫化物矿体, 这些富 Cu 硫化物的 IPGE_{sul} 含量很低, Ni/Cu 比值在 0.3 到 2.8 之间, 而 Pd/Ru 比值在 37.3 到 378 之间, Pt_{sul} 的含量变化很大, 在 43×10⁻⁹ 到 11000×10⁻⁹ 之间。

根据上述不同类型硫化物的 Ni、Cu 及 PGE 特征, 结合硫化物熔离和分离结晶模型计算得到, 上部和下部岩相带的硫化物分别是 PGE 不亏损和亏损的母岩浆中熔离形成。岩浆在深部岩浆房经历早期微量的硫化物熔离形成 PGE 亏损的母岩浆, 并且在深部岩浆房内硫化物熔离的程度弱于形成金川东岩体的母岩浆在深部岩浆房硫化物熔离的量。这些研究进一步指示了金川东、西 2 个岩体的成岩及成矿过程的存在差异。海绵陨铁状及块状硫化物与富 Cu 硫化物的元素含量及比值关系表明二者具有明显的成因联系: 前者是硫化物熔体分离结晶过程中单硫化物固熔体(mss)堆积固结的产物, 而后者是分离结晶后残余硫化物熔体固结的产物。下部岩相带内矿体厚度的变化表明这些硫化物矿体是含硫化物乳珠和硅酸盐矿物的“晶粥”上侵堆积的结果。不同类型的硫化物中 Pt 与 As、Te 及 Bi 的相关性明显好于 Pd 与这些元素的相关性, 表明海绵陨铁状及块状矿石中 Pt 的负异常是由于硫化物熔体分离结晶过程中 As、Te 及 Bi 的出现形成 Pt 的铂族矿物而导致的。

基金项目: 国家自然科学基金(批准号: 40973038; 41003022; 41172090)

作者简介: 陈列锰, 男, 1981 年生, 副研究员, 主要从事矿床地球化学研究. E-mail: chenliemeng@vip.gyig.ac.cn

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