

· 成矿理论研究 ·

四川丹巴杨柳坪地区峨眉山玄武岩 Pt-Pd 亏损与铜镍硫化物矿床的成因联系

宋谢炎¹, 周美夫²

1. 中国科学院地球化学研究所 矿床地球化学重点实验室, 贵阳 550002; 2. 香港大学地球科学系, 香港

关键词: 杨柳坪岩体; 峨眉山玄武岩; 铜镍硫化物矿床; PGE; 四川

峨眉山大火成岩省形成了许多铂族元素矿床和铜镍硫化物矿床, 如: 金宝山铂族元素矿床, 力马河、白马寨铜镍硫化物矿床和杨柳坪铜镍(铂族元素)硫化物矿床等。其中四川丹巴的杨柳坪铜镍(铂族元素)硫化物矿床与峨眉山玄武岩的关系最为密切; 该矿床位于扬子板块西缘峨眉山大火成岩省北部, 包括杨柳坪、正子岩窝、协作坪和打枪岩窝 4 个含矿岩体, 其中以杨柳坪岩体最为典型。

区内峨眉山玄武岩——大石包组围绕杨柳坪穹窿分布, 厚约 1000 m, 已绿片岩化, 但枕状构造、杏仁状构造、斑状结构常见。玄武岩平行不整合于早二叠系三道桥组薄层状大理岩之上, 与上覆晚二叠系波茨组板岩呈整合接触。这与峨眉山玄武岩系上下地层的岩性和层序关系是一致的。根据岩石和地球化学特征, 杨柳坪玄武岩(或称大石包玄武岩)可分为三个段, 下段和中段均以薄的玄武安山岩为顶。下段厚仅 100 m, 玄武岩以成分稳定为特征; 中段厚约 400 m, 成分变化较大, 特别是以 Pt 和 Pd 亏损和高的 Zr/Nb 为特征; 上段厚约 500 m, 又可分为三个亚段, 下亚段以高 TiO₂ 和 Nb/Y、Ti/Y 为特征, 中亚段以低的 Gd/Yb 和平坦的 MREE-HREE 配分曲线为特征, 而上亚段特征与下段基本一致。

大部分杨柳坪玄武岩的 Ti/Y > 400, Gd/Yb > 2.0, 为高 Ti 玄武岩; 仅上段中亚段的 Ti/Y < 400, Gd/Yb < 2.0, 为低 Ti 玄武岩。这些特征表明杨柳坪玄武岩主要起源于石榴子石地幔, 一般含 Pt (8~13) × 10⁻⁶、Pd (10~20) × 10⁻⁶, Zr/Nb < 10。而中段大部分玄武岩的 Pt 和 Pd 含量小于 2 × 10⁻⁹, Zr/Nb > 12。Pt 和 Pd 含量与 Zr/Nb 的反相关关系暗示中段玄武岩 Pt 和 Pd 的亏损与强烈的同化混染有密切联系。

杨柳坪等含矿镁铁-超镁铁岩体侵入于杨柳坪

穹状构造内的泥盆系地层中。杨柳坪和正子岩窝岩体长为 1000~2500 m, 沿倾向延深 350~500 m, 厚度数十至 300 m。岩体已彻底蚀变, 从下至上分别为蛇纹岩相、滑石岩相、次闪石岩相和蚀变辉长岩相, 其中蛇纹岩相约占岩体厚度的 30%~50%, 蚀变辉长岩相不到 10%。常量元素和微量元素含量变化趋势、残余堆积结构、包橄结构和海绵陨铁结构表明, 岩体与杨柳坪玄武岩为同源玄武岩浆分离结晶不同阶段的产物。岩体代表了堆积相, 玄武岩则是残余岩浆喷发的产物。岩石化学和海绵陨铁结构表明, 硫化物熔离晚于橄榄石(Ol) + 辉石(Py) + 尖晶石(Chr)的分离结晶。

层状浸染状硫化物矿体产于岩体下部蛇纹岩相内, 硫化物含量及矿石 Ni 品位向下增高。浸染状矿体底部可以断续出现透镜状致密块状硫化物矿体, 底板围岩中也可出现不规则状块状硫化物矿体。硫化物以磁黄铁矿、镍黄铁矿、黄铜矿为主。(含)PGE 矿物主要有辉砷钴矿、砷铂矿、锑碲钨矿、砷镍矿等, 一般呈自形一半自形细小颗粒包裹于磁黄铁矿和镍黄铁矿内。这些特征显示出鲜明的岩浆矿床特点。同时, Ni、Pt 和 Pd 在中段玄武岩和矿石中的互补关系以及岩石的结构构造特征表明岩体代表了堆积相, 玄武岩是残余岩浆喷发的产物。

综上所述, 可以得出以下结论: 1) 杨柳坪玄武岩可以分为上、中、下三段, 其中, 中段具有明显的 Pt 和 Pd 亏损; 2) 杨柳坪玄武岩主要起源于石榴子石地幔, 并先后经历下地壳同化混染和分离结晶作用, 以中段同化混染作用最强; 3) 杨柳坪等岩体是岩浆分离结晶堆积相, 硫化物熔离晚于 Ol + Py + Chr 的分离结晶, 中段玄武岩为残余岩浆的喷出相; 4) 尽管玄武岩浆经历了强烈的下地壳同化混染, 但最后导致硫化物熔离的是 Ol + Py + Chr 的分离结晶。