

解析碳酸岩相关体系中稀土元素沉淀的多重机制

李士林* 陈伟 张伟 陈佑伟

中国科学院地球化学研究所 贵阳 00000

普遍认为热液流体对碳酸盐岩稀土矿床的形成起着至关重要的作用, 但不同沉积过程对碳酸盐岩矿床不同成矿样式的相对作用尚未得到充分研究, 阻碍了有效地稀土勘探工作。木落寨稀土矿床是世界级冕宁德昌稀土成矿带中独特的富石膏稀土矿床。该研究对该矿床的碳酸盐矿物(方解石和铁白云石)进行了详细地矿物学、原位化学和 Sr-Nd-O 同位素研究。矿床稀土矿体普遍呈透镜状, 以稀土脉或细脉为主, 赋存于正长岩、大理岩和/或变辉绿岩中。新观测结果进一步细化了木落寨矿床的共生序列, 主要包括形成碳酸岩和正长岩的岩浆阶段(I 阶段)、叠加正长岩的辉石化阶段(II 阶段)、以粗粒萤石、方解石和重晶石为主的伟晶岩阶段(III 阶段), 以及两个不同矿物组合的成矿阶段(IV 阶段和 V 阶段)。第四阶段以氟碳铈矿与重晶石、方解石和萤石共生为特征, 与第五阶段显著不同, 第五阶段脉石矿物罕见地以石膏为主, 其次为铁白云石和天青石。新的 U-Th-Pb 测年结果表明, 两个成矿阶段的年龄均为 ~ 28 Ma, 与空间伴生的碳酸盐岩年龄一致, 可能代表了两期富稀土的流体作用。这种相似性, 结合它们相同的 Sr-Nd 同位素组成, 表明稀土元素来自于碳酸盐熔体。然而, 在 II ~ V 阶段方解石和铁白云石的 NanoSIMS O 同位素分析中, $\delta^{18}O$ 值变化较大, 表明初始碳酸盐岩稀土流体和外部组分的贡献存在显著差异。II 期和 III 期的 $\delta^{18}O$ 值均为 2.9‰~ 8.5‰, 与典型碳酸盐岩的 $\delta^{18}O$ 值相当, 是碳酸岩熔体的主要来源。不同的是, 第四阶段流体的 $\delta^{18}O$ 值较低(-1.9‰~ 4.1‰), 表明大气降水的大量输入, 而第五阶段流体的 $\delta^{18}O$ 值较高(10.0‰~ 13.5‰), 表明宿主大理岩对氧的贡献较大($\sim 22\%$)。这些特征表明, 第四阶段和第五阶段的稀土矿化机制分别与大气降水的流体混合作用和流体-大理岩相互作用有关, 而 MD 稀土带的其他稀土矿床则不存在后者的作用机制。我们的研究进一步证实了 V 阶段独特的矿物组合(如富石膏)主要是流体-大理岩相互作用产生的。通过对碳酸岩相关体系中常见碳酸盐矿物的原位化学和 Sr-Nd-O 同位素分析, 可以有效地揭示多种沉积机制对不同矿化样式的作用。某些特定矿物(如石膏)或寄主岩(如大理岩)可作为该区稀土元素勘查的线索。