

滇中富锂黏土岩物源及赋存状态研究

叶琴^{1,3}, 温汉捷^{2,3*}, 罗重光¹

(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. 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 3. 中国科学院大学 地球与行星科学学院, 北京 100049)

近年来,在我国滇中地区下二叠统倒石头组(P₁d)黏土岩中发现锂(Li)的超常富集现象(Li含量可达6800ppm),该套沉积碎屑岩厚度一般为5~25m,形成于稳定的克拉通背景下,以滨海-湖沼相为主,下伏中石炭统威宁组(C₂w)的碳酸盐岩(温汉捷等,2020)。前人的研究认为该黏土岩的物源主要由奥陶系地层提供,Li主要赋存于高岭石中(Zhang et al.,2022)。而更为精细的研究表明Li的赋存矿物可能为富Mg黏土矿物蒙皂石或锂绿泥石(崔焱等,2022)。虽然现有的研究对物源及Li的赋存矿物进行了限定,但使用的分析手段仍不够全面,有待进一步研究。明确该富锂黏土岩的物源以及赋存状态对于完善Li的富集机制具有重要作用。

本研究对象主要为云南省安宁及玉溪地区的倒石头组富锂黏土岩,主要包括黏土岩、铝土质黏土岩、碳质黏土岩以及黏土质铝土岩等。其中碎屑矿物主要包括锆石、铁铝榴石、电气石和少量钾长石。地球化学、碎屑锆石年龄及Nd-Pb同位素分析的结果对倒石头组黏土岩的物源具有较好的限定。成分变异指数(ICV)以及Zr/Sc-Th/Sc图解指示倒石头组黏土岩主要为沉积再循环的产物。La/Th-Hf图解显示该黏土岩物源属于古老沉积组分。碎屑锆石U-Pb定年显示黏土岩的锆石年龄峰大约为960Ma、790Ma和550Ma,缺乏晚古生代的锆石,表明倒石头组物源与岩浆作用关系不明显。将目标层位下伏的自晚古元古界至中石炭统威宁组基底地层的碎屑锆石年龄谱进行相似性对比,结果显示倒石头组与下奥陶统沉积碎屑岩之间的相似性最高(相似度S=95.1%),但同时与泥盆系(S=92%)、志留系(S=89.5%)和威宁组地层(S=88.9%)的相似性也较高,并且各地层之间的碎屑锆石存在明显的继承性。因此,我们认为倒石头组在沉积旋回过程中继承了之前多地层的碎屑锆石,且受奥陶系地层影响较为显著。Nd和Pb同位素组成分析显示,倒石头组与威宁组的初始¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd和²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb值重合度相对于其它基底地层更高,这暗示了威宁组可能作为倒石头组的重要物源层。综合碎屑锆石年龄和Nd-Pb同位素组成特征,我们认为倒石头组的物源主要为沉积岩,且具有混合来源的特征,主要由威宁组及下奥陶统地层提供(Ye et al.,2023)。

此外,我们还通过XRD、SEM-EDS以及LA-ICP-MS(面扫)分析对Li的赋存状态展开了较为详细的研究。XRD分析显示富锂黏土岩主要由黏土矿物和水铝石组成,含少量铁矿物、锐钛矿及碎屑矿物,其中黏土矿物主要为绿泥石、高岭石和伊利石。Li含量与绿泥石含量呈较好的正相关性(r=0.68),表明绿泥石可能作为主要的富锂矿物。SEM-EDS分析显示富锂黏土岩的基质呈细粒鳞片状(<2μm),主要由Al、Si、O组成,Al/Si比值介于5/4~2/1之间,还含少量的Mg、Fe和K,化学组分指示该基质可能为锂绿泥石(LiAl₄[AlSi₃O₁₀](OH)₈)。LA-ICP-MS微量元素分析结果显示基质矿物中Li平均含量为1.1%,同时,LA-ICP-MS面扫结果显示Li主要赋存于基质矿物中。因此认为基质可能为锂绿泥石,且为主要的富锂矿物,但其化学组分多变,特别是Al、Si含量变化较大。对Li赋存矿物的限定为后续的选冶工作提供了良好的基础,但更为精细的赋存状态及矿物形成过程还有待进一步研究。

参考文献:

- Ye, Q, Wen, H J, Luo, C G, et al. 2023. Provenance of Early Permian Li-rich claystone from Central Yunnan, South China: constrained by Sr-Nd-Pb isotopes, geochemistry, and zircon U-Pb ages. *Ore Geology Reviews*, 162: 105708.
- Zhang, J Y, Wang, Q F, Liu, X F, et al. 2022. Provenance and ore-forming process of Permian lithium-rich bauxite in central Yunnan, SW China. *Ore Geology Reviews*, 145: 104862.
- 崔焱, 温汉捷, 于文修, 等. 2022. 滇中下二叠统倒石头组富锂黏土岩系锂的赋存状态及富集机制研究. *岩石学报*, 38(7): 2080-2094.
- 温汉捷, 罗重光, 杜胜江, 等. 2020. 碳酸盐黏土型锂资源的发现及意义. *科学通报*, 65: 5-59.

基金项目: 国家自然科学基金项目(批准号: 92162214, 411773015, U1812402, 42073019); 云南省重点研发项目(202103AQ100003)

第一作者简介: 叶琴, 女, 1997年生, 博士研究生, 主要从事矿床地球化学研究。