

滇中楚雄盆地龙川镇富稀土煌斑岩地球化学特征及其地质意义

王万能, 张耀堂, 庞占基, 李锁明, 袁永盛, 郑洪福

中国地质调查局昆明自然资源综合调查中心, 昆明, 650111

关键词: 滇中楚雄; 煌斑岩; 地球化学; 物质来源; 稀土

煌斑岩一般以小规模岩脉、岩墙等形式产出于不同的构造环境中, 是认识大陆岩石圈地幔成分和深部作用过程最直接的样品, 对研究地幔演化及壳幔相互作用具有重要意义。同时, 煌斑岩的形成通常与矿有关, 在扬子西缘沿金沙江—红河断裂带广泛分布新生代富碱斑岩, 但其形成矿种主要为斑岩型 Cu-Au 矿床和造山型 Au 矿床, 很少有稀土矿的报道。稀土元素作为“工业维生素”, 是军工等尖端领域的关键性资源。近年来, 随着找矿行动的不断突破, 在云南相继发现了许多稀土矿, 但其含矿母岩主要为花岗岩, 少见有煌斑岩作为母岩。本文通过对扬子板块内部靠近金沙江—红河断裂带东侧新发现的煌斑岩岩石学、锆石 U-Pb 年代学、Hf 同位素及地球化学的研究, 探讨其形成年代、物质来源, 并对下一步能否在煌斑岩中寻找稀土矿提供一定的线索。

1 煌斑岩年代学

楚雄南华县龙川镇煌斑岩体大地构造位置处于青藏高原东南缘, 属于扬子板块西缘内部, 背靠金沙江—哀牢山—红河深大断裂以东的滇中楚雄盆地内部, 盆地东侧为绿汁江—普度河断裂, 南西侧及西部则以红河断裂和程海断裂为界, 北部则为渡口断裂, 整体上表现为北宽南窄呈楔状的大型中、新生代沉积—裂陷构造盆地。本次在楚雄南华龙川镇煌斑岩中获得的煌斑岩年龄为 36 ± 2 Ma, 是区域上古近纪始新世—渐新世煌斑岩侵位, 同时期

还伴随着大量中酸性岩浆和热液活动, 表明楚雄盆地始新世—渐新世中酸性岩浆及成矿作用显著, 它们与煌斑岩形成于同一时期的岩浆—构造热事件 (吴鹏等, 2020), 根据前人对楚雄盆地构造时限的划分, 将其分为燕山期 (130~120 Ma)、喜马拉雅早期 (约 60 Ma)、喜马拉雅中期 (40~30 Ma)、喜马拉雅晚期 (25~20 Ma) 及喜马拉雅末期 (10 Ma), 楚雄南华龙川镇煌斑岩则属于喜马拉雅中期岩浆活动的产物。

2 物质来源

岩石的化学成分是反映构造环境的重要指标, 在煌斑岩全岩组分分类图解 $\text{SiO}_2/10\text{—CaO—}4*\text{TiO}_2$ 三角图 (图 1a) 中样品落入碱性煌斑岩与钙碱性煌斑岩的重叠区, 而在 $\text{MgO—CaO—Al}_2\text{O}_3$ 图解 (图 1b) 中则落入碱性煌斑岩区, 表明其为碱性煌斑岩。碱性煌斑岩大部分出露在离散型大陆边缘 (如大陆裂谷) 和板内构造环境 (刘秉翔等, 2021), 多与板内碱性玄武岩作用密切相关。在构造环境判别图解中, Zr—TiO₂ 图解 (图 1c) 和 Zr—Zr/Y 图解 (图 1d) 均显示其构造背景为板内环境。板内环境的火山岩成岩过程通常无明显的俯冲作用, 岩石形成主要受热点活动或伸展构造运动的制约。印度—欧亚大陆碰撞构造演化期, 在青藏高原东南缘侧向挤压的作用下, 岩石圈整体挤压收缩, 造成了陆壳岩石圈的缩短加厚, 至后碰撞构造转换阶段, 三江地区作为吸收和调节大陆碰撞应变的侧向碰撞带, 应力场环境由挤压向伸展逐渐过渡 (严清高等, 2019), 从而形成

注: 本文为“滇中楚雄地区云龙镇等 4 幅 1:5 万区域地质调查”资助项目 (编号: DD20220987) 的成果。

收稿日期: 2023-12-10; 改回日期: 2024-02-05; 责任编辑: 潘静。DOI: 10.16509/j.georeview.2024.s1.085

作者简介: 王万能, 男, 1995 年生, 本科, 工程师, 长期从事区域地质调查; Email: 19226378474@qq.com。通讯作者: 李锁明, 男, 1988 年生, 硕士, 工程师, 长期从事区域地质调查; Email: lisuoming@126.com。

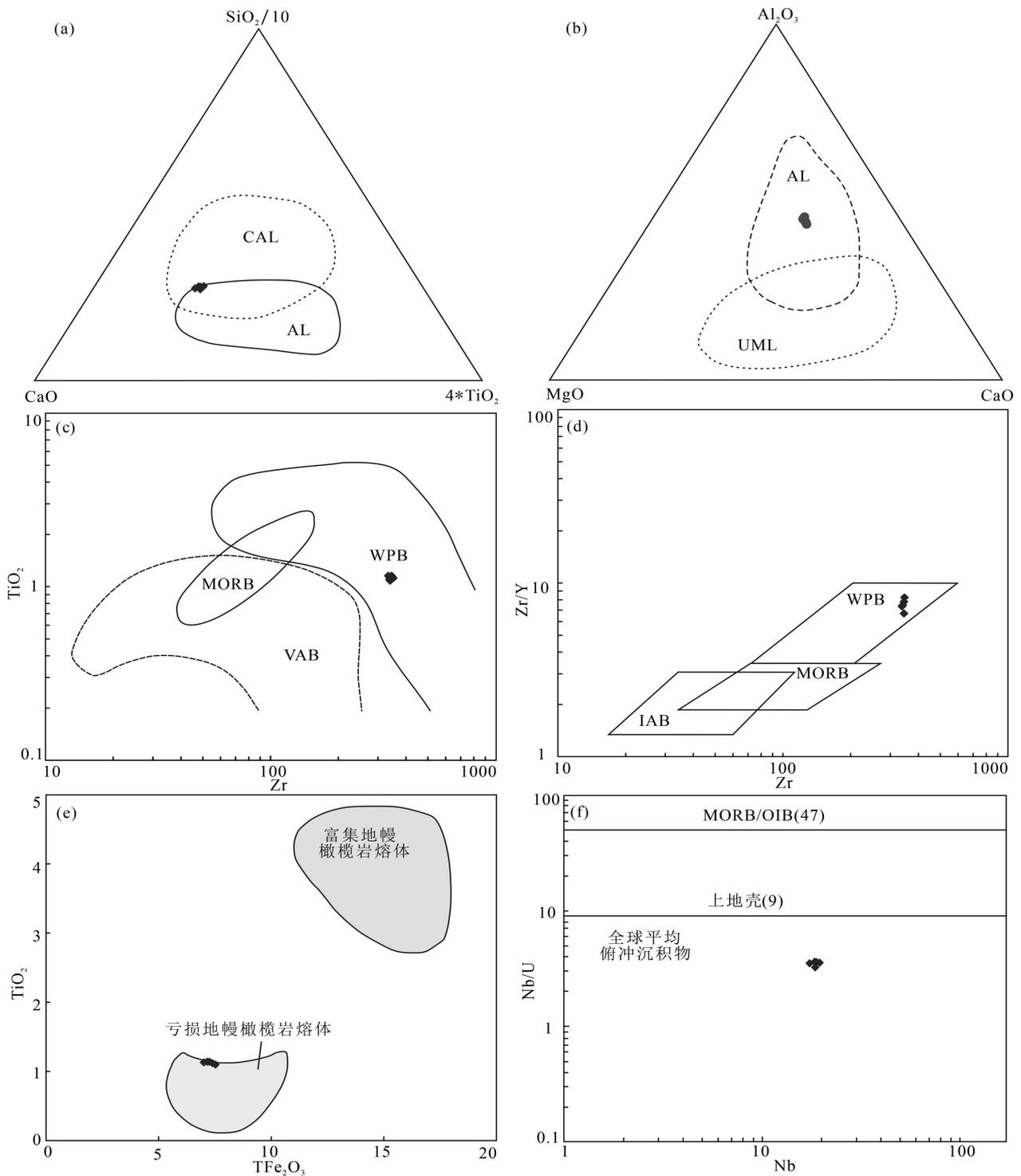


图 1 滇中楚雄龙川镇煌斑岩分类图及构造背景判别图（底图据 Lu et al., 2015）

CAL—钙碱性煌斑岩；AL—碱性煌斑岩；UML—超镁铁质煌斑岩；MORB—洋中脊玄武岩；WPB—板内玄武岩；VAB—火山弧玄武岩；IAB—岛弧玄武岩

了新生代金沙江—红河富碱斑岩带。

5 件煌斑岩样品 Nb/Ta 比值 14.2~17.7，与原始地幔值 17.5 ± 1.9 相近，高于陆壳值 11，Zr/Hf 值 64.0~66.0，远高于原始地幔 36.3 ± 2 和陆壳值的 33，

表明地壳的贡献较少。在 Nb/U—Nb 图解中(图 1f)，样品全部落于全球平均俯冲沉积物区域，反映洋陆俯冲过程中释放的流体对地幔的交代作用是地幔源区成分变化的重要因素。TiO₂—TFe₂O₃ 图解中低

TiO₂ 和 TFe₂O₃ 的特征也指示地幔源区为亏损的橄榄岩 (图 1e), 因此, 本文中煌斑岩高度富集的轻稀土元素特征表明, 在本期岩浆形成之前的陆下岩石圈地幔经历了富集过程。而且煌斑岩 Zr/Hf 值偏高、轻稀土富集、高 Sr 含量 (3220×10⁻⁶~3316×10⁻⁶)、^{“Ta—Nb—Ti”} 负异常等特征, 均反映了俯冲流体交代富集的地幔源区特点, 暗示了岩浆可能遭受地壳物质的混染 (吴鹏等, 2020)。从锆石的 Hf 同位素特征来看, 有 5 颗锆石 ε_{Hf}(*t*) 值为负值, 位于 -12.6 ~ -2.2, 平均值为 -6.9, 二阶段模式年龄 1679~1098 Ma, ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf 值 0.282392 ~ 0.282689, 还有 1 颗锆石 ε_{Hf}(*t*) 值为 10.8, 属于正值, 二阶段模式年龄 371 Ma, ¹⁷⁶Hf/¹⁷⁷Hf 值 0.283056。以上特征表明其主要来源于中元古代的古老基底, 同时在岩浆上涌的过程中伴随着少量壳源物质的混入。

综上所述, 滇中楚雄盆地龙川镇煌斑岩主要来源于流体交代的约 1100 Ma 的富集岩石圈地幔, 地幔部分熔融产生的基性煌斑岩母岩浆在沿着通道上涌过程中熔融少量地壳残余, 进而形成具有壳幔混合的玄武质岩浆, 与滇中地区发现的其他新生代煌斑岩具有同样的物质来源。

3 地质意义

金沙江—哀牢山—红河断裂带是一条世界瞩目的富碱斑岩带, 该富碱斑岩带在时空上与深切岩石圈的深大断裂密切相关, 沿该带展布大量新生代钾质—超钾质铁镁质火山岩和长英质富碱侵入岩体, 一些富碱高钾质侵入岩体产出斑岩型 Cu—Mo—Au 多金属矿床, 而有利围岩如碳酸盐层

接触带产出矽卡岩型多金属矿床, 这些斑岩—矽卡岩型 Cu—Au 多金属矿床包括从北向南构成了跨越千里的构造—岩浆—热液多金属成矿带 (李文昌等, 2020)。

长期以来, 我国针对稀土矿的调查研究和找矿工作主要集中在花岗岩类、变质岩有关的古风化壳型稀土矿床方面, 而在基性、超基性岩, 特别是与煌斑岩类有关的稀土矿床找矿突破不大, 可供参考的实例甚少, 主要由于煌斑岩中稀土元素含量一般偏低, 不易形成稀土元素富集 (高军波等, 2018), 虽然近年来陆续在云南地区发现了多个稀土矿床, 但其母岩均以花岗岩为主。而在矿区, 煌斑岩的产生通常有金矿的伴生, 与稀土矿联系不大, 而在滇中地区, 例如滇中六苴铜矿煌斑岩, 稀土总量 446.1×10⁻⁶ ~ 854.0×10⁻⁶, 滇中老街子铅—银矿床煌斑岩脉稀土总量 778×10⁻⁶ ~ 1406×10⁻⁶, 含量较高, (吴鹏等, 2020), 与本文煌斑岩稀土总量最高值 1317.30×10⁻⁶, 可见煌斑岩同样具有发育稀土超常富集及成矿的基础条件。

楚雄盆地在始新世晚期 (36~32 Ma) 经历了强烈的构造—岩浆活动, 由最初的挤压环境转为拉张环境, 从而导致深部富碱斑岩岩浆和地幔流体的上侵, 沿着楚雄盆地的深大断裂, 广泛分布喜马拉雅期的富碱侵入岩和煌斑岩, 并带来了丰富的成矿物质 (吴鹏等, 2020), 而在沿金沙江—红河断裂带广泛分布的煌斑岩脉中, 目前仅滇中地区具有较高的稀土总量, 表明滇中所处的独特地理位置, 在寻找稀土矿方面具有一定的资源潜力, 在后期的稀土资源调查工作中, 有望取得稀土资源找矿新突破。

参 考 文 献 / References

- 高军波, 杨瑞东, 杨光海, 杨光忠, 徐海, 冯康宁. 2018. 贵州东南部煌斑岩类中稀土元素超常富集. 地质论评, 64(5): 1104~1220.
- 李文昌, 江小均. 2020. 扬子西缘陆内构造转换系统与构造—岩浆—成矿效应. 地学前缘, 27(2): 151~164.
- 刘秉翔, 张招崇, 程志国. 2021. 煌斑岩的分类、特征及成因. 地质学报, 95(2): 292~316.
- 吴鹏, 谭茂, 韩润生, 江小均, 王蝶, 杨航. 2020. 滇中楚雄盆地六苴铜矿床煌斑岩地球化学、年代学及其地质意义. 岩石学报, 36(5): 1409~1425.
- 严清高, 郭忠林, 李超, 江小均, 王忠强, 李亚东. 2019. 滇中姚安干沟

金矿床煌斑岩锆石 LA—ICP—MS U—Pb 年代学及 Hf 同位素特征. 矿床地质, 38(3): 526~540.

WANG Wanneng, ZHANG Yaotang, PANG Zhanji, LI Suoming, YUAN Yongsheng, ZHENG Hongfu : Geochemical characteristics and geological significance of rare earth-rich lamprophyres in Longchuan town, Chuxiong basin, central Yunnan

Keywords : Chuxiong in central Yunnan; lamprophyre; geochemistry; material source; rare earth