

老君山变质核杂岩隆升的热历史解析与动力学机制探讨

刘玉平¹, 徐伟^{1,2}, 廖震^{1,2}, 叶霖^{1,3}, 郭利果³, 李朝阳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, 贵阳 550002;

2. 中国科学院 研究生院, 北京; 3. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广州

关键词: 变质核杂岩; 热历史; 动力学机制; 老君山

1 区域地质概况

滇东南老君山变质核杂岩^[1-3] 出露于中越边境, 地处南华地块与扬子地块、印支地块的结合部位, 是探讨华南西段大地构造的重要窗口。该核杂岩的核部由韧性变形——低角闪岩相变质的元古界猛洞岩群和加里东期南温河花岗岩组成, 过渡层主要为韧性变形——绿片岩相变质的新元古界(?) 新寨岩组, 盖层由脆性变形——变质微弱的古生界—中生界地层构成, 其间为多条韧性剥离断层和脆性正断层所组成剥离断层系分隔, 并为变形——变质微弱的燕山晚期老君山花岗岩侵入。

2 核杂岩形成的热历史解析

应用 U-Pb 法、Ar-Ar 法等定年手段, 对滇东南老君山变质核杂岩开展了系统的年代学研究。产于韧性剪切带内的猛洞群之混合岩化长英质片麻岩, 获得了 SHRIMP 变质锆石 U-Pb 法²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 (233.5 ± 1.4) Ma; 产于韧性剪切带内的南温河花岗岩猛洞河单元之糜棱岩化片麻状花岗岩, 获得了 SHRIMP 变质锆石 U-Pb 法不一致线下交点年龄为 (236.4 ± 5.8) Ma。猛洞群之斜长角闪岩, 获得了 TIMS 榍石 U-Pb 法²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 (231.4 ± 4.2) Ma; 全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 (201 ± 11) Ma; 角闪石阶段加热 Ar-Ar 法坪年龄为 (170.8 ± 0.7) Ma, 等时线年龄为 (170.7 ± 0.7) Ma。猛洞群之角闪斜长片麻岩, 获得了 SHRIMP 锆石 U-Pb 法²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 (791 ± 21) Ma 和 (781 ± 21) Ma; TIMS 榍石 U-Pb 法²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 236.8 ± 1.7 Ma; TIMS 金红石 U-Pb 法²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为

(169.7 ± 0.5) Ma。南温河花岗岩之猛洞河单元, 获得 SHRIMP 锆石 U-Pb 法²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 (438 ± 9) Ma, 白云母 IR-Laser 阶段加热 Ar-Ar 法坪年龄为 (205.2 ± 1.2) Ma, 全熔年龄为 (203.2 ± 4.7) Ma; 南加河单元获得 SHRIMP 锆石 U-Pb 法²⁰⁶Pb/²³⁸U 年龄为 (418 ± 9) Ma, 白云母 IR-Laser 阶段加热 Ar-Ar 法坪年龄为 (220.4 ± 2.7) Ma, 全熔年龄为 (222.0 ± 9.7) Ma。都龙矿区新寨岩组含矿绿泥阳起云母片岩, 获得黑云母 IR-Laser 阶段加热 Ar-Ar 法坪年龄 (195.7 ± 6.6) Ma, 全熔年龄 (179.9 ± 17.0) Ma; 大丫口矿区猛洞群含矿黑云斜长片麻岩, 获得黑云母 IR-Laser 阶段加热 Ar-Ar 法坪年龄 (120.9 ± 0.9) Ma, 全熔年龄 (120.9 ± 4.3) Ma; 南秧田矿区猛洞群含矿金云透闪砂卡岩, 获得金云母 IR-Laser 阶段加热 Ar-Ar 法坪年龄 (118.1 ± 0.7) Ma, 全熔年龄 (118.9 ± 4.4) Ma; 花石头矿区燕山晚期含矿云英岩化中-粗粒含斑花岗岩, 获得白云母 IR-Laser 阶段加热 Ar-Ar 法坪年龄 (84.8 ± 0.5) Ma, 全熔年龄 (85.3 ± 1.6) Ma。

根据上述年代学研究结果, 并综合前人关于本区和相邻的越南 Song Chay 地区的研究成果^[4-6], 运用同位素封闭温度理论, 对印支期以来老君山变质核杂岩的热历史进行了解析。研究表明, 约 240 Ma 之前为增温阶段, 至约 235 Ma 达到变形-变质峰期。其后, 逐步缓慢冷却-退变质, 冷却速率约 3.6°C/Ma (南温河花岗岩) ~ 1.5°C/Ma (猛洞群); 在 170 ~ 165 Ma, 发生第一次快速降温, 冷却速率 7°C/Ma (南温河花岗岩) ~ 30°C/Ma (猛洞群); 之后 (160 ~ 120 Ma), 开始第二次慢速冷却, 冷却速率 0.7°C/Ma (南温河花岗岩) ~

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (40302026)

3.0°C/Ma (猛洞群); 在约 85Ma, 发生第二次快速冷却, 整体冷却速率约 19°C/Ma; 之后, 开始第三次慢速冷却直至出露到地表, 整体冷却速率约 2.5°C/Ma。

3 核杂岩形成的动力学机制及对华南西段的大地构造意义

印支期以来, 约 250 Ma 开始, 在 Song Chay (越南) —老君山地区, 大致沿南温河花岗岩与猛洞群之间岩性界面为主断面, 发生由南而北的逆冲推覆, 地壳快速增厚—岩石增温而发生变形—变质作用, 变质程度可达到角闪岩相 (~600°C, 0.5 GPa), 在约 235 Ma 达到变形-变质峰期。其后 (230 ~ 170 Ma), 本区地壳进入慢速增厚及之后的调整阶段, 形成了宽缓的褶皱, 岩石逐步缓慢冷却—退变质。在 170 ~ 165 Ma, 造山带发生坍塌, 进入第一次伸展—减薄阶段, 原主推覆断层转化为主剥离断层, 并大致沿区域地层系中的若干个不整合面 (泥盆系/寒武系, 寒武系/新寨岩组和新寨岩组/猛洞群等) 发育次级剥离断层, 发生快速减薄—降温, 其中, 猛洞群减薄程度最大, 估算可达 1 km 以上。160 ~ 120 Ma, 本区地壳总体上进入伸展之后的调整—收缩阶段, 发生第二次慢速冷却。约 120 Ma 起, 燕山晚期老君山花岗岩幕式侵位, 本区地壳由于岩浆的热垫托而发生抬升, 核杂岩大致沿原剥离断层面, 在约 85Ma 之后发生第二次快速抬升—减薄—冷却。在 70 ~ 30 Ma, 本区又进入新一轮地壳伸展之后的调整阶段, 核杂岩开始第三次慢速冷却。约 30 Ma 以来, 由于红河断裂系大规模走滑的影响, 本区地壳发生旋扭式块断运动^[3], 核杂岩进一步出露至地表, 形成现今之地貌。

印支运动, 广泛发育于印支地块、南华地块和扬子地块, 普遍认为是一次与原特提斯多岛洋关闭或古太平洋消减有关的陆内造山作用。本项目所获约 235 Ma 的年龄, 正记录了本区卷入印支运动,

地壳增厚-增温达到变形-变质峰期的时间。中生代以来, 华南发生了约 170 Ma、140 Ma、120 Ma、100 Ma、90 Ma 和 70 Ma 等多期次岩石圈伸展-减薄事件^[7-8], 一般认为与俯冲到大陆岩石圈之下的大洋岩石圈断离或密度增加的大陆下地壳拆沉有关^[9-10], 老君山核杂岩的主要两个快速隆升期, 就可能与华南大陆约 170 Ma 和 90 Ma 两期岩石圈伸展-减薄事件有关。

参考文献:

- [1] 云南省地矿局区调队. 中华人民共和国地质图说明书都龙幅, 麻栗坡县幅(1:5 万)[R]. 1999.
- [2] 张世涛, 冯明刚, 吕伟. 滇东南南温河变质核杂岩解析[J]. 中国区域地质, 1998, 17(4): 390-397.
- [3] 李东旭, 许顺山. 变质核杂岩的旋扭成因——滇东南老君山变质核杂岩的构造解析[J]. 地质论评, 2000, 46(2): 113-119.
- [4] Roger F, Leloup P H, Jolivet M, et al. Long and complex thermal history of the Song Chay metamorphic dome (North Vietnam) by multi-system geochronology[J]. Tectonophysics, 2000, 321: 449-466.
- [5] Maluski M, Lepvrier C, Jolivet L, et al. Ar-Ar and fission-track ages in the Song Chay Massif: Early Triassic and Cenozoic tectonics in northern Vietnam[J]. J Asian Earth Sci, 2001, 19: 233-248.
- [6] Yan D P, Zhou M F, Wang C Y, et al. Structural and geochronological constraints on the tectonic evolution of the Dulong-Song Chay tectonic dome in Yunnan Province, SW China[J]. J Asian Earth Sci, 2006, 19: 233-248.
- [7] 胡瑞忠, 毕献武, 苏文超, 等. 华南白垩—第三纪地壳拉张与铀成矿的关系[J]. 地学前缘, 2004, 11: 153-160.
- [8] 华仁民, 陈培荣, 张文兰, 等. 南岭与中生代花岗岩类有关的成矿作用及其大地构造背景[J]. 高校地质学报, 2005, 11(3): 291-304.
- [9] Li Z X, Li X H. Formation of the 1300-km-wide intracontinental orogen and post-orogenic magmatic province in Mesozoic South China: A flat-slab subduction model[J]. Geology, 2007, 35(2): 179-182.
- [10] 张旗, 金惟俊, 王元龙, 等. 大陆下地壳拆沉模式初探[J]. 岩石学报, 2006, 22(2): 265-276.