



新闻动态

您现在的位置: 首页 > 新闻动态 > 研究亮点

- 图片新闻
- 头条新闻
- 通知公告
- 学术活动
- 综合新闻
- 科研动态
- 研究亮点
- 学术前沿

## 郭顺等-JGR: 彩色宝石揭秘造山带的脱碳方式和过程

2020-12-04 | 【大 中 小】 【打印】 【关闭】

地球演化过程中的脱碳作用(碳源)和碳吸收作用(碳汇)共同制约着地球碳循环和长期的气候-环境演化。碳吸收过程主要涉及大陆地壳的风化和海相碳酸盐岩沉积/风化作用等;脱碳过程则主要包括洋中脊火山活动、裂谷去气和岛弧环境的变质-岩浆活动以及碰撞造山带的变质作用。近年来,造山带的碳释放和迁移过程受到了国际学术界的广泛关注。最新的估算表明碰撞造山过程中的脱碳通量接近甚至高于洋中脊和岛弧的脱碳通量,说明造山过程中变质脱碳是进行地球碳源-碳汇平衡估算中不可忽视的环节。

实验岩石学表明变质碳酸盐岩(大理岩)在岩石圈深度的温压条件下很难通过自身分解或熔融释放CO<sub>2</sub>。但是在富硅酸盐的熔/流体参与下(如高温熔/流体渗透),大理岩则可以发生显著的变质脱碳。然而,整个造山旋回过程通常涉及多阶段的熔/流体渗透。这些化学成分和温压条件迥异的多期次熔/流体在大理岩中是如何流动的(沿单一的通道运移vs. 沿不同的通道运移)?不同的运移方式又将如何影响大理岩的脱碳量?这些问题直接关系到我们能否准确估算释放的碳通量。

熔/流体在大理岩中的渗透作用常常导致反应带(reaction zones)或交代脉体(metasomatic veins)的形成。一部分的反应带或交代脉体可以形成(矽卡岩型)金属和宝石矿床。位于喜马拉雅东构造结缅甸中部的抹谷(Mogoke)变质带发育了全球最顶级的尖晶石、红宝石和蓝宝石以及超过100种的稀有矿物(图1)。宝石矿物通常产于大理岩的反应带中。岩石圈演化国家重点实验室郭顺副研究员联合加拿大多伦多大学初旭博士、瑞士伯尔尼大学Joerg Hermann教授及所内合作者等创新性地提出利用宝石矿物揭示变质碳酸盐岩中熔/流体引发的变质脱碳过程。他们对抹谷带富尖晶石的“脉状”反应带和围岩白云石大理岩(图2a)进行了精细岩石学、地球化学、斜锆石/锆石年代学、热力学模拟计算、物质迁移计算和碳酸盐溶解计算的综合研究,取得如下认识:(1)反应带中(宝石)矿物均发育明显成分环带或矿物取代结构(图2b-图2d),指示单一反应带经历了至少三个期次的流体渗透(图3a、图3c、图3e、图3f):第一期在35-36 Ma;第二期在23-24 Ma;第三期在17 Ma;(2)第一/二期流体(形成斜锆石和橄榄石)比第三期流体(形成锆石)具有更低的SiO<sub>2</sub>活度和X<sub>CO2</sub>值;(3)初始流体渗透引发的脱碳反应和硅酸盐矿物生长导致反应带的孔隙度和渗透性增加(图3b、图3d),有利于后期(第二/三期)流体沿原有的通道运移;(4)定量计算了总体脱碳量和各个渗透期次的脱碳量,发现第一期流体渗透作用引发的CO<sub>2</sub>释放量占总体CO<sub>2</sub>释放量(time-integrated)的78%以上(图2e)。



图1 (a) 抹谷变质带Lin-Yang-Chi地区的宝石级尖晶石晶体(微量Cr致紫红色), 寄主岩石为白云石大理岩。尖晶石(MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)的生长消耗白云石(MgCa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>), 同时形成方解石(CaCO<sub>3</sub>)并释放CO<sub>2</sub>; (b) 抹谷变质带Dattaw地区的红宝石(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 寄主岩石为方解石大理岩

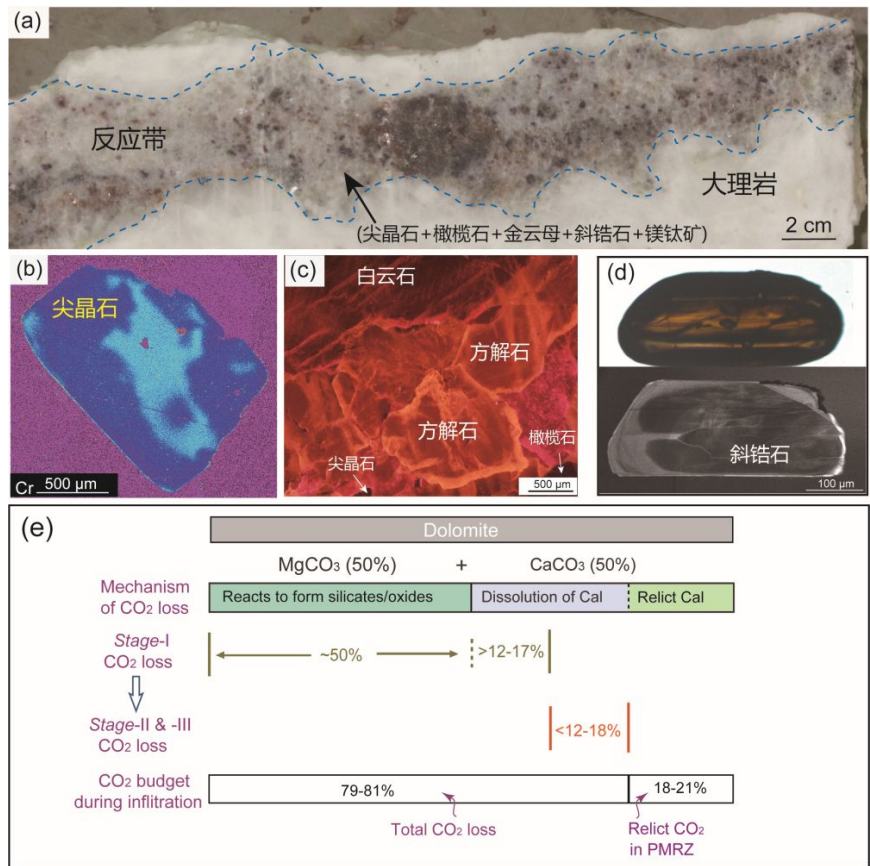


图2 (a) 白云石大理岩中富集尖晶石、橄榄石、金云母和斜锆石的“脉状”反应带，反应带形成于多期次流体渗透作用；(b) 尖晶石的Cr环带 (X-ray面扫描图)；(c) 方解石的阴极发光图像；(d) 斜锆石的单偏光和阴极发光图像，斜锆石发育明显的核-边环带。根据b-d，共识别出三期流体交代作用；(e) 通过模拟计算确定不同期次流体交代过程中CO<sub>2</sub>的释放量

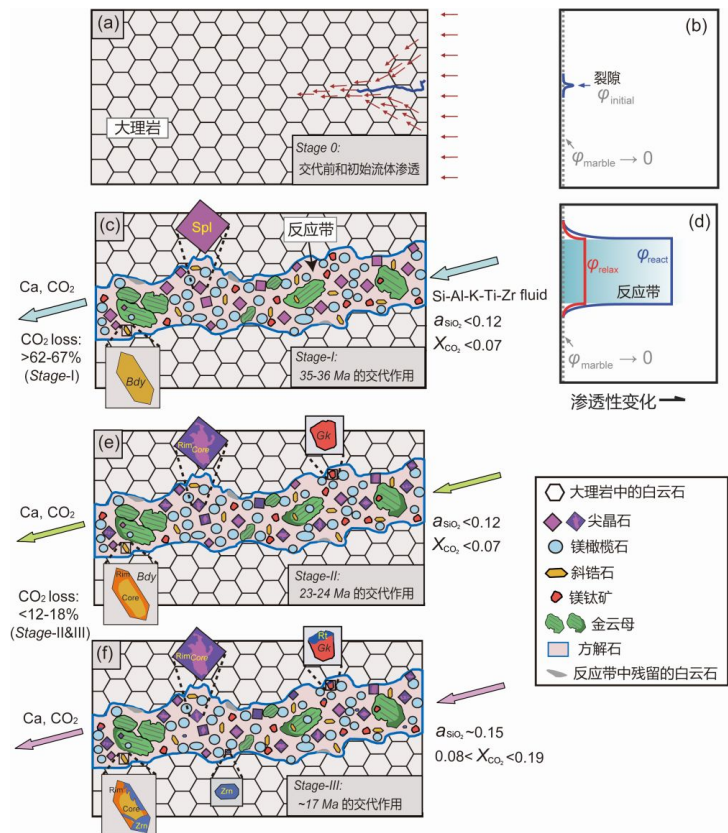


图3 抹谷大理岩中多期次流体渗透交代过程、渗透性演化和变质脱碳示意图。(a, c, e, f) 大理岩中三个阶段的流体交代、(宝石)矿物生长和各个期次脱碳量；(b, d) 多期交代过程中反应带的渗透性演化

本研究的意义在于：(1) 发现多期次（间隔超过5 Ma）流体在大理岩内的迁移方式，即后期流体总是沿着早期流体开辟的反应通道运移，除非新的构造事件导致新的高渗透性区域出现；

(2) 揭示大理岩经历多期次的脱碳过程。其中第一期的流体渗透作用对脱碳的贡献最大，而后期渗透流体不论体积和成分如何，导致的脱碳量均非常有限。即流体通量和脱碳量之间没有线性关系；(3) 总结了变质脱碳两种方式：i) 白云石的脱碳反应和ii) 方解石的溶解作用。(4) 首次确定抹谷变质带矽卡岩型宝石的形成时代(35-36 Ma)。

成果发表于国际权威学术期刊 *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*。(Guo S\*, Chu X, Hermann J, Chen Y, Li Q L, Wu F Y, Liu C Z, Kyaing Sein. Multiple episodes of fluid infiltration along a single metasomatic channel in metacarbonates (Mogok metamorphic belt, Myanmar) and implications for CO<sub>2</sub> release in orogenic belts[J]. DOI: 10.1029/2020JB020988) (原文链接)。该成果受到科技部、国家自然科学基金委、中科院青促会和国家重点实验室等项目资助。



地址：北京市朝阳区北土城西路19号 邮编：100029 电话：010-82998001 传真：010-62010846  
版权所有© 2009-2021 中国科学院地质与地球物理研究所 京ICP备05029136号 京公网安备110402500032号

