

# 广州地化所等揭示马里亚纳岛弧俯冲板块脱水熔融的机制与过程

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/16167.html>

**本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！**

俯冲板块的脱水/熔融对地球层圈间的物质与能量循环至关重要，其机制、过程与控制因素是固体地球科学界关注的焦点。俯冲板块物质（包括沉积物、玄武岩和辉长岩）、地幔楔蛇纹岩和俯冲板块岩石圈地幔蛇纹岩（简称板块蛇纹岩）在板块脱水/熔融过程中的作用存在争议。近日，中国科学院广州地球化学研究所研究员李洪颜、李杰、徐义刚与博士生赵瑞鹏，以及日本国立海洋研究开发机构（JAMSTEC）研究员Yoshihiko

Tamura、美国德克萨斯大学达拉斯分校教授Robert J. Stern、美国南佛罗里达大学教授Jeffrey G. Ryan、加拿大皇后大学教授Christopher

Spencer合作，剖析了西太平洋马里亚纳岛弧弧前（forearc）蛇纹岩泥火山、前弧（volcanic front）和后弧（rear arc）火山岩（图1）的Mo同位素，结合Sr-Nd-Pb-Hf放射成因同位素和主-微量元素，识别出不同端元组分的流体和熔体特征，区分出地幔楔和板块蛇纹岩在板块脱水/熔融过程中的作用。钼（Mo）在板块脱水/熔融过程中表现出明显的流体活动性，类似于Cs-Pb-Ba等元素，在

残留板块中Mo主要进入金

红石，板块的脱水/熔融导致Mo同位素（ $d^{98/95}$

Mo）的分馏，重Mo进入流体/熔体相，轻Mo进入金红石。Asùt

Tesoru蛇纹岩泥火山相对亏损地幔具有重 $d^{98/95}$ Mo，轻度富集Mo-Cs-Ba，表明只有形成深度>18km的地幔楔蛇纹岩，或者浅部形成的地幔楔蛇纹岩被俯冲以后受到>18km板块流体的进一步交代，才可能构成

岛弧火山岩源区物质。前弧

Pagan火山岩伴随对应俯冲板块深度增加 $d^{98/95}$ Mo降低，Mo-Cs-Ba富集程度降低，Hf-Nd同位素和Hf/Nd比值同步降低，但Sr-Pb同位素无明显变化，经典的蚀变玄武岩脱水+沉积物熔融，或单纯的受温度控制的玄武岩+沉积物混合物脱水/熔融无法解释这些数据。这些数据表明前弧火山源区含有板块的流体和熔体两种组分，板块的脱水和熔融是板块蛇纹岩流体活动所致；两种组分需要一个“中转站”进行混合然后供给火山源区，并随俯冲深度增加，流体组分减少，熔体组分增加；流体早于熔体到达“中转站”，这个“中转站”可能是被俯冲刮削的地幔楔蛇纹岩。后弧火山岩总体具有较轻的Mo同位素， $d^{98/95}$ Mo的升高伴随Cs-Ba富集程度增加，Ce/Mo增加，Hf/Nd比值降低，Sr-Pb同位素变重，其源区组成可以用亏损地幔+板块熔体解释，相对西南Pagan低Sr-Pb同位素和更重 $d^{98/95}$ Mo组成的特征表明板块的熔融是板块蛇纹岩流体活动所诱发（图2）。

研究表明，马里亚纳俯冲板块的脱水/熔融受控于地幔楔和板块蛇纹岩的形成-俯冲-

脱水过程。浅部（<80km）蛇纹岩可以被俯冲板块刮削进入深部俯冲隧道，同时这些蛇纹岩会进一步被俯冲板块的流体/熔体交代，俯冲板块的脱水/熔融受控于岩石圈地幔中蛇纹岩的分解。在

200km以浅，俯冲隧道蛇纹岩的多期次分解诱发了前弧岩浆活动，200km以深俯冲隧道蛇纹岩消耗殆尽，板块蛇纹岩的分解诱发俯冲板块熔融，导致后弧岩浆活动（图3）。本研究发现被俯冲的弧前地幔楔蛇纹岩扮演了板块流体和熔体的“中转站”角色，俯冲板块蛇纹岩是板块脱水/熔融的“操纵者”，并表现出阶段性特征，<165km深度受控于水镁石（brucite）分解，>200km受控于叶蛇纹石（antigorite）分解，板块蛇纹岩释放的流体可以提取整个洋壳的流体活动性元素，因此板块流体/熔体的Pb-Sr同位素反映的是未蚀变辉长岩-玄武岩的特征，但因为蛇纹岩流体中含有极少量的Hf-Nd，板块熔体Hf-Nd同位素反映的是洋壳表面物质组成（约10%沉积物+90%玄武岩）。

相关研究成果发表在《自然-通讯》（Nature Communications

）上。研究工作得到国家自然科学基金、中科院战略性先导科技专项（B类）、南方海洋科学与工程广东省实验室（广州）的资助。论文的Mo同位素数据在广州地化所公共技术服务中心元素与同位素分析平台完成测试。

[论文链接](#)

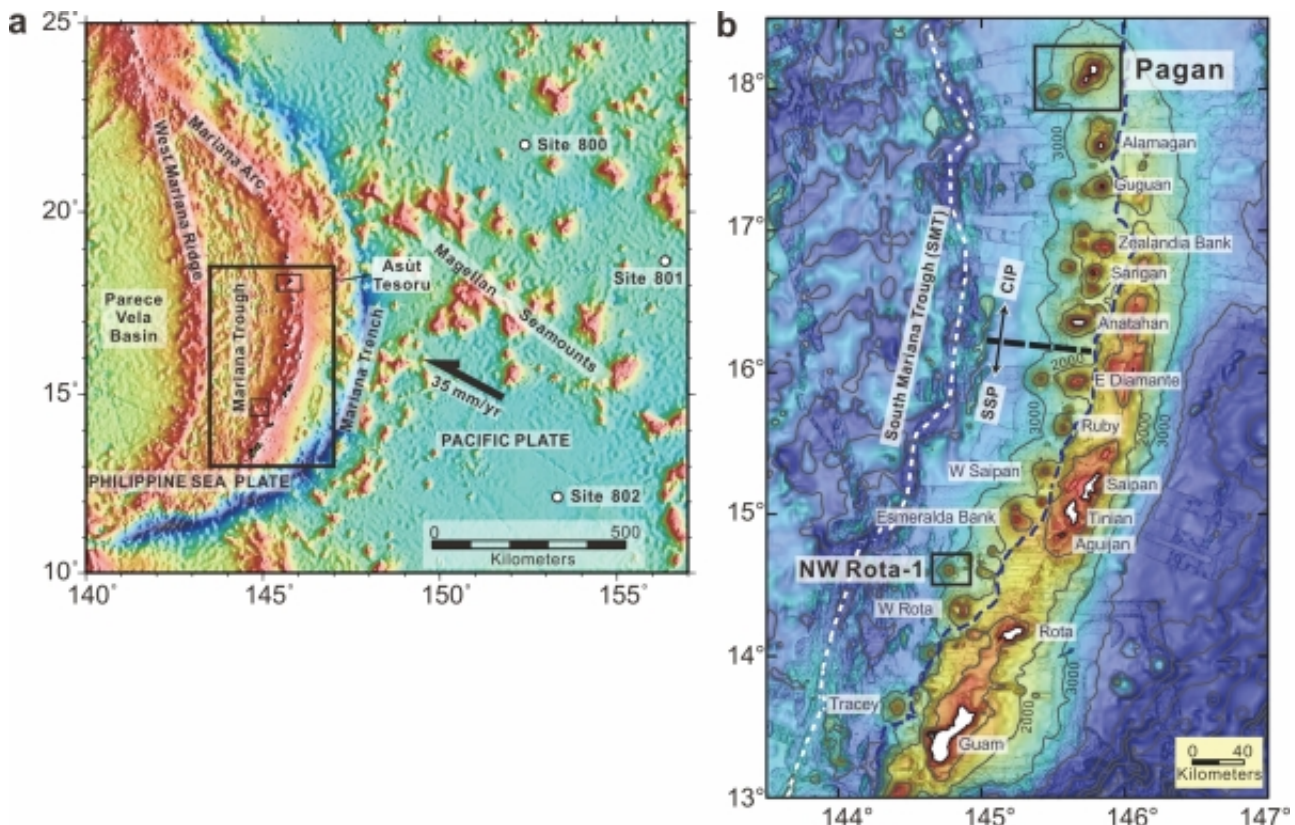


图1.马里亚纳汇聚板块边缘区域地图及采样地点（修改自Tamura et al. 2011, 2014）。Asút Tesoru 泥火山位于海沟以西72km，Pagan火山以东134km，对应俯冲板块深度18km；Pagan火山位于马里亚纳前弧，对应俯冲板块深度120-170 km；NW Rota-1火山位于后弧，对应板块深度200-220 km

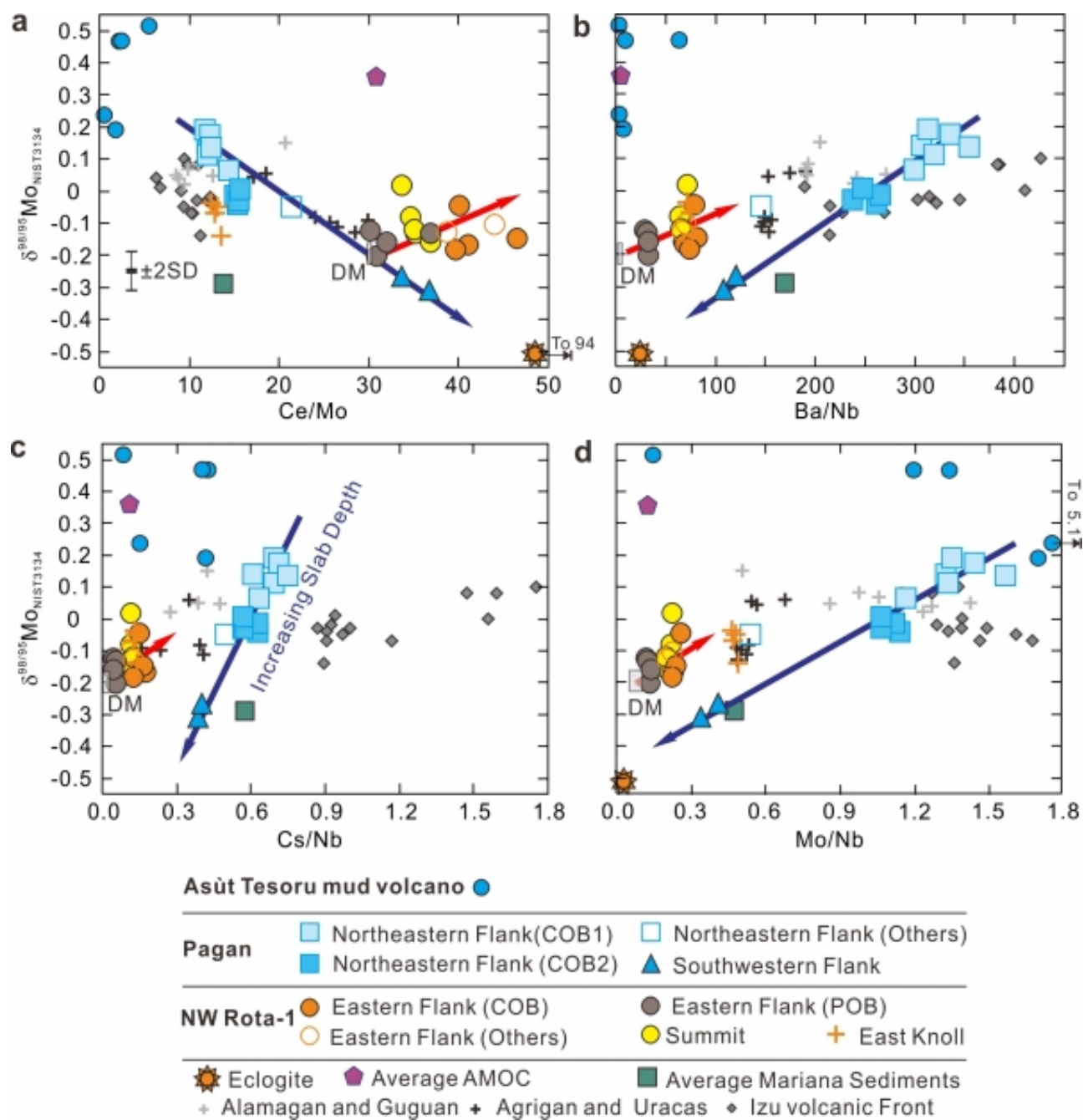


图2.马里亚纳蛇纹岩泥火山与火山岩的Mo同位素与微量组成特征

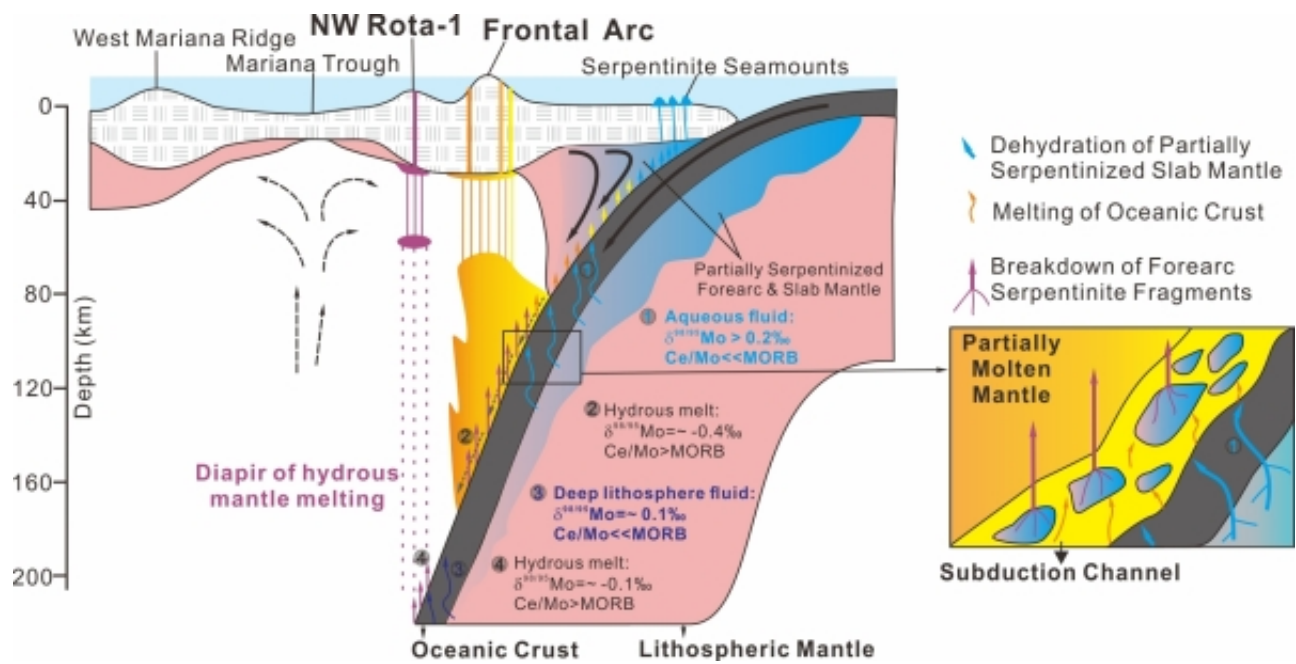


图3. 马里亚纳岛弧俯冲板块脱水/熔融机制与过程模型图

研究团队单位：广州地球化学研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发