

# 北极加克洋中脊 85°E 区爆炸式火山活动特征： JASMinE 航次调查初步结果

王涵林, 王叶剑, 杨驰, 严睿哲, 鲁江姑, 刘吉强, 杨春国, 张涛, 丁巍伟  
自然资源部第二海洋研究所, 自然资源部海底科学重点实验室, 杭州, 310012

**关键词:** 加克洋中脊; 爆炸式喷发; 深海火山

## 1 研究背景

加克洋中脊位于北冰洋, 全长约 1800 km, 全扩张速率约 6~14 mm/yr, 是全球洋中脊系统中扩张速率最慢的端元 (Michael et al., 2003)。前人在该洋脊的 85°E 新火山脊上发现了罕见的深海爆炸式火山活动 (Sohn et al., 2008)。本文使用 2021 年 JASMinE 航次所获取的玄武岩、火山玻璃样品、近底光学探测和多波束地形数据等资料 (Ding et al., 2022), 开展该区域爆炸式火山活动特征及其喷发机制研究。

## 2 不同喷发方式的海底产状

调查发现, 该区域火山机构主要有火山脊 Jasmine、Jessica、Duque 以及 3 座火山锥 Oden、Thor、Loke。根据前人总结的方法 (Pontbriand et al., 2012), 将区内出露的熔岩根据形态划分为枕状熔岩、叶状熔岩流和席状熔岩流, 火山碎屑厚度分为薄厚不等的 4 个等级。研究发现, 火山脊的熔岩产状主要为枕状玄武岩, 代表较慢的喷发速率。相反地, 火山锥 (Oden) 附近以覆盖代表高喷发速率的叶状和混乱席状熔岩流为显著特征 (图 1a)。区内火山碎屑分布广泛, 至少展布 8 km, 其中碎屑最厚处位于 Oden 火山与 Duque 火山脊中间低洼处 (图 1b); 而火山脊的碎屑层相对较薄, 但由于重力作用, 在其鞍部偶见较厚的碎屑沉积 (图 1b)。

## 3 不同喷发产物的地球化学特征

对玄武岩玻璃进行地球化学组分分析, 结果显

示研究区火山玻璃总体上具有 T-MORB 的组分特征。主量元素协变图解进一步表明, 各火山机构的岩浆来源相同, 均源于前人提出位于底部 9~20 km 深的熔体 (Shaw et al., 2010)。对比分析发现, 相比 Oden 火山附近的样品, Jasmine 和 Duque 火山脊样品显示出更原始的地球化学特征, 表明其岩浆演化程度更低。根据玄武岩 H<sub>2</sub>O 和 CO<sub>2</sub> 溶解度模型的计算曲线 (Newman et al., 2002), 相比于 Oden 火山样品的饱和平衡, 火山脊样品具有过饱和特征, 程度从高到低为 Jasmine > Duque > Jessica (图 2b), 指示了 Oden 火山的岩浆经历了更高层次的脱气作用, 对应的岩浆房位于较浅的位置。

## 4 结论

加克洋中脊 85°E 区域不同类型火山活动在熔岩产状、碎屑喷发和化学组分上具体不同的特征, 指示出不同的喷发机制。研究结果显示: ①区域内底质以溢流式喷发形成的枕状熔岩和叶状熔岩流为主导, 爆炸式喷发形成的火山碎屑主要分布于 Oden 火山周围低洼区域; ②相比于溢流式喷发, 爆炸式喷发的岩浆经历了更高层次的演化和脱气作用; ③不同类型的火山喷发, 岩浆房处于不同的深度且爆炸式喷发的较浅。本研究增进对爆炸式火山喷发特征及其机制研究, 不仅可以促进全球火山灾害的认识, 也有利于拓展全球碳循环和冰下深海多圈层相互作用的理解。

## 参 考 文 献 / References

Ding Weiwei, Niu Xiongwei, Zhang Tao, Chen Shangguo, Liu Shanhu, Tan

注: 本文由北冰洋洋中脊国际联合考察计划资助项目 (编号: JASMinE) 的成果。

收稿日期: 2023-04-10; 改回日期: 2023-04-30; 责任编辑: 刘志强。DOI: 10.16509/j.georeview.2023.s1.042

作者简介: 王涵林, 男, 1999 年生, 硕士, 海洋地质专业; Email: wanghlin@sio.org.cn。通讯作者: 王叶剑, 男, 1984 年生, 研究员, 研究方向海底资源与成矿系统; Email: yjwang@sio.org.cn。

Pingchuan, Kong Fansheng, Jin Zidi, Huang Songhua, Wei Chonghua, Fang Yinxia, Sun Qiuci and Li Jiabiao. 2022. Submarine wide-angle seismic experiments in the High Arctic: The JASMinE Expedition in the slowest spreading Gakkel Ridge. *Geosystems and Geoenvironment*, 1: 100076

Michael P J, Langmuir C H, Dick H J B, Snow J E, Goldstein S L, Graham D W, Lehnert K, Kurras G, Jokat W, Mühe R and Edmonds H N. 2003. Magmatic and amagmatic seafloor generation at the ultraslow-spreading Gakkel ridge, Arctic Ocean. *Nature*, 423: 956~961

Newman S and Lowenstern J B. 2002. VolatileCalc: a silicate melt-H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub> solution model written in Visual Basic for excel. *Computers & Geosciences*, 28: 597~604

Pontbriand C W, Soule S A, Sohn R A, Humphris S E, Kunz C, Singh H, Nakamura K ichi, Jakobsson M and Shank T. 2012. Effusive and explosive volcanism on the ultraslow-spreading Gakkel Ridge, 85°E.

*Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 13

Shaw A M, Behn M D, Humphris S E, Sohn R A and Gregg P M. 2010. Deep pooling of low degree melts and volatile fluxes at the 85°E segment of the Gakkel Ridge: Evidence from olivine-hosted melt inclusions and glasses. *Earth and Planetary Science Letters*, 289: 311~322

Sohn R A, Willis C, Humphris S, Shank T M, Singh H, Edmonds H N, Kunz C, Hedman U, Helmke E, Jakuba M, Liljebldh B, Linder J, Murphy C, Nakamura K ichi, Sato T, Schlindwein V, Stranne C, Tausenfrenud M, Upchurch L, Winsor P, Jakobsson M and Soule A. 2008. Explosive volcanism on the ultraslow-spreading Gakkel ridge, Arctic Ocean. *Nature*, 453: 1236~1238

**WANG Hanlin, WANG Yejian, YANG Chi, YAN Ruizhe, LU Jiangu, LIU Jiqiang, YANG Chunguo, ZHANG Tao,**

**DING Weiwei:**  
**Characteristics of explosive volcanism in Arctic Gakkel Ridge, 85°E: preliminary results of Jasmine expedition**

**Keyword: Gakkel Ridge; Explosive eruption; Deep-sea volcano**

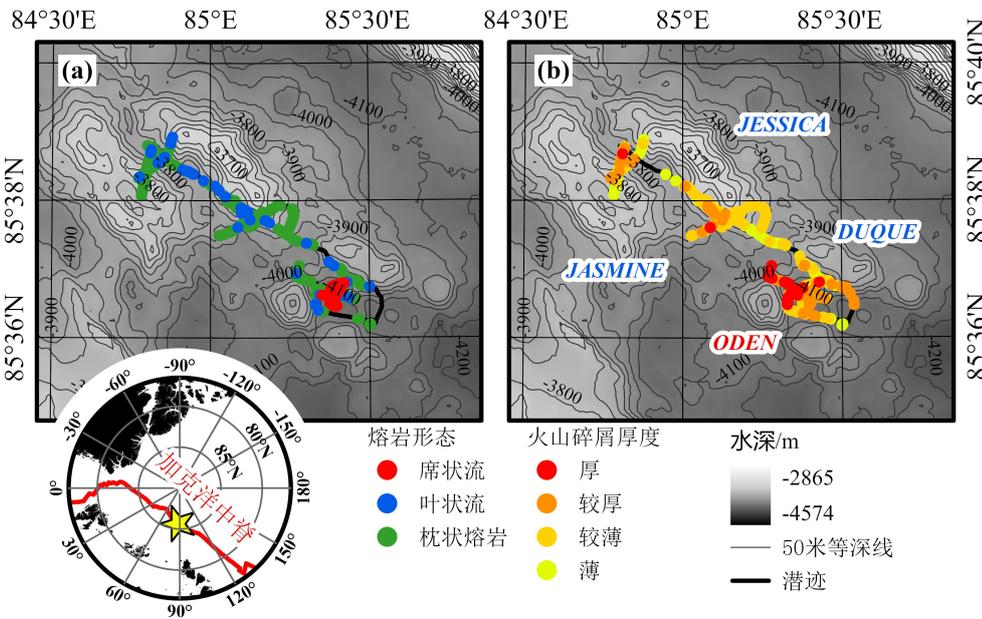


图1 加克洋中脊 85°E 新火山脊研究区的熔岩形态 (a) 与火山碎屑厚度 (b) 分布图

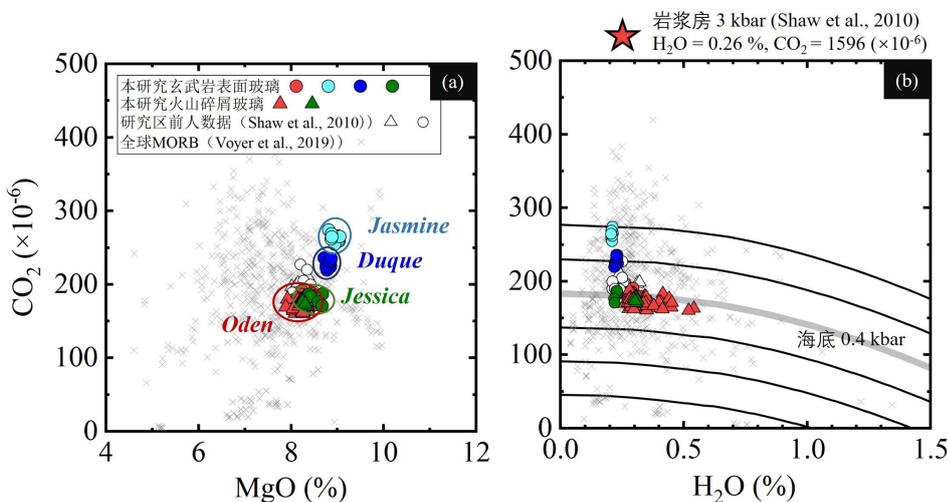


图2 研究区火山玻璃样品 CO<sub>2</sub>-MgO 含量关系 (a) 和 CO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O 溶解度关系图 (b)