

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2022.816>



如何利用蛇绿岩揭示大洋扩张中心地幔岩浆动力演化?

熊庆¹, 郑建平^{1,2}, 戴宏坤¹, 周翔²

1. 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 湖北武汉 430074

2. 中国地质大学地球科学学院, 湖北武汉 430074

大洋中脊(大洋扩张中心的典型代表)是地球上最大的岩浆动力系统,释放了现今地球上最大体量的幔源岩浆,产生了占据地球表面近三分之二面积的岩石圈.这些动力过程维持了板块构造的运转,同时促进了地球多个圈层之间的物质循环和能量传输.数十年来,地质学、地球化学、地球物理学以及实验与数值模拟的跨学科研究显示:洋中脊、弧前/弧后等扩张中心受控于大洋岩石圈的离散扩张和软流圈地幔物质的上涌流动,并导致地幔部分熔融、熔体迁移演化、新的大洋岩石圈的形成、水圈-岩石圈相互作用、极端生命演化以及地球物质和能量从深部向表层的传输(White and Klein, 2014; 汪品先, 2018; Katz *et al.*, 2022).

1 核心理想

自 20 世纪 60 年代起,人类启动了大洋勘察与钻探计划,并最早将目光聚焦在大洋扩张中心的运行过程、岩浆形成与演化以及大洋扩张驱动板块构造的机制等基础性地球科学问题(Koppers and Coggon, 2020).所获得的一系列新发现也进一步完善了现代板块构造理论.然而,时至今日,大洋钻探尚未获取大洋岩石圈从壳到幔完整的样品剖面,钻入大洋地幔内部最深的钻孔也就两百米左右(Cannat *et al.*, 1995),犹如管中窥豹,难以全面认识大洋岩

石圈的形成演化以及大洋扩张中心动力过程.因此,如何获取大洋岩石圈更深尺度连续分布的样品?如何在更高空间分辨率基础上揭示大洋扩张中心地幔动力及岩浆过程?成为固体地球科学以及地球圈层系统科学长久以来的关键和难点问题,也是我国“三深一系统”地球科学发展战略的重要研究内容.

于是,科学家们将目光转向了“蛇绿岩”,一种“登陆”的大洋岩石圈残片,即利用这种古大洋岩石圈的直接样品来解决上述科学问题(Bodinier and Godard, 2014; 吴福元等, 2014; Yang *et al.*, 2021).有关大洋岩石圈形成演化的新发现、新理论,都或多或少起源于对蛇绿岩的研究,或者在蛇绿岩中得到了验证.一个经典的研究范例是阿曼蛇绿岩,通过多国科学家联合攻关,建立了大洋快速扩张中心的岩石圈增生机制(Nicolas *et al.*, 2000),提出了熔体迁移的“纯橄岩树根状通道”模型(Kelemen *et al.*, 1995),构建了从大洋扩张到俯冲启动的动力学演化模式(Agard *et al.*, 2020).然而,大洋扩张中心的构造体制和壳幔过程是复杂多样的,包括不同的扩张速率、不同的地幔上涌对流样式、不同的地幔物质组成和潜热温度以及不同的熔体抽取和熔岩相互作用方式等,这些因素导致了大洋岩石圈的多样性,甚至影响了海水圈层的物理化学组成与状态(Dick *et al.*, 2003; Bodinier and Godard, 2014).

基金项目:国家自然科学基金项目(No. 42073030);第二次青藏高原综合科学考察项目(No.2019QZKK0702).

作者简介:熊庆(1986—),教授,博士生导师,主要从事地幔岩石学与地球化学研究. E-mail: xiongqing@cug.edu.cn

引用格式:熊庆,郑建平,戴宏坤,周翔,2022.如何利用蛇绿岩揭示大洋扩张中心地幔岩浆动力演化? 地球科学,47(10):3804—3805.

Citation: Xiong Qing, Zheng Jianping, Dai Hongkun, Zhou Xiang, 2022. How to Reveal Mantle Magmatic and Dynamic Evolution beneath Oceanic Spreading Centers by Ophiolites? *Earth Science*, 47(10): 3804—3805.

因此,需要对不同起源和类型的蛇绿岩开展详细研究,进而更加精细和系统地解决上述科学问题。

2 科学价值

结合现今大洋钻探计划的结果,对全球造山带中出露的不同起源和不同类型蛇绿岩开展对比研究,有两个维度的科学价值。从空间维度上,可以有效恢复大洋岩石圈宏观的结构组成,理清地幔熔融、熔体抽取及熔岩反应过程,揭示大洋扩张体制下的软流圈—岩石圈转换机制,构建大洋扩张中心地幔岩浆动力系统,从而完善大洋岩石圈形成演化和板块构造理论。从时间维度上,选取地球不同地质历史时期的蛇绿岩开展研究,有助于重建地球从太古宙到显生宙的大洋壳—幔系统演变历史,揭示早期地球的岩石圈形成机制以及层圈相互作用,破解板块构造运动的深时起源。

3 发展前景

蛇绿岩是研究现今以及地球早期大洋岩石圈形成演化的重要对象,更是精细揭示大洋扩张中心地幔岩浆动力学过程的不二选择。我国不同时代的造山带众多,其中的蛇绿岩被不同程度地保存,尤其是西藏南部的雅鲁藏布江缝合带蛇绿岩,其产出规模、保存完整性以及类型多样性,都属全球罕见(吴福元等, 2014)。对这些蛇绿岩开展深入研究,将对我国的“深海和深地”探测具有重要启示意义。同时,全球造山带中大规模的蛇绿岩通过碳酸盐化作用能够固定大量的 CO_2 , 形成地球表层重要的碳汇储库,深刻影响着地球系统的碳循环和气候环境变化。通过研究蛇绿岩记录的固碳过程与机理,将有助于开展人工固碳工程,助力我国完成碳达峰碳中和目标。

参考文献

Agard, P., Prigent, C., Soret, M., et al., 2020. Slabification: Mechanisms Controlling Subduction Development and Viscous Coupling. *Earth-Science Reviews*, 208: 103259.

- <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2020.103259>
- Bodinier, J.L., Godard, M., 2014. Orogenic, Ophiolitic, and abyssal Peridotites. In: Holland, H.D., Turekian, K.K., eds., *Treatise on Geochemistry* 2nd Edition. *Elsevier*, 3: 103–167. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.00204-7>
- Cannat, M., Karson, J.A., Miller, D.L., et al., 1995. Site 920. Proceedings of the Drilling Program, Initial Reports, 153: 45–119.
- Dick, H. J. B., Lin, J., Schouten, H., 2003. An Ultraslow-Spreading Class of Ocean Ridge. *Nature*, 426(6965): 405–412. <https://doi.org/10.1038/nature02128>
- Katz, R.F., Rees Jones, D.W., Rudge, J.F., 2022. Physics of Melt Extraction from the Mantle: Speed and Style. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 50, 507–540. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-032320-083704>
- Kelemen, P.B., Shimizu, N., Salters, V.J.M., 1995. Extraction of Mid-Ocean-Ridge Basalt from the Upwelling Mantle by Focused Flow of Melt in Dunite Channels. *Nature*, 375(6534): 747–753. <https://doi.org/10.1038/375747a0>
- Koppers, A.A.P., Coggon, R., 2020. Exploring Earth by Scientific Ocean Drilling 2050 Science Framework. <https://doi.org/10.6075/JOW66J9H>
- Nicolas, A., Boudier, F., Ildefonse, B., et al., 2000. Accretion of Oman and United Arab Emirates Ophiolite—Discussion of a New Structural Map. *Marine Geophysical Research*, 21(3/4): 147–180.
- White, W.M., Klein, E.M., 2014. Composition of the Oceanic Crust. In: Holland, H.D., Turekian, K. K., eds., *Treatise on Geochemistry: Second Edition*. *Elsevier*, 4: 457–496.
- Yang, J.S., Wu, W.W., Lian, D.Y., et al., 2021. Peridotites, Chromitites and Diamonds in Ophiolites. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2(3): 198–212. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-00138-4>
- 汪品先, 2018. 大洋钻探五十年: 回顾与前瞻. *科学通报*, 63(36): 3868–3876.
- 吴福元, 刘传周, 张亮亮, 等, 2014. 雅鲁藏布蛇绿岩: 事实与臆想. *岩石学报*, 30(2): 293–325.