

新闻博览

© 2021年03月29日

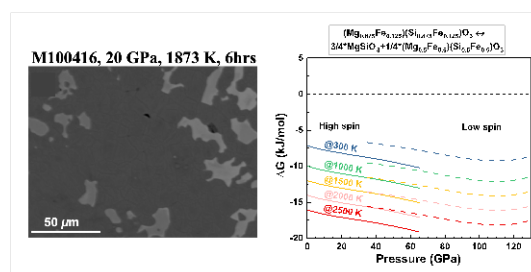
下地幔底部大型结构体成因的认识获得重要进展

近期，中国科学技术大学地球和空间科学学院吴忠庆教授课题组王文忠博士（2019年毕业于，目前为University College London博士后）联合密西根州立大学刘嘉超博士和亚利桑那州立大学李明明教授，发现下地幔最大的低速异常体——位于非洲和太平洋板块底下的大型低剪切波速省（LLSVPs），可能起源于地球早期岩浆海演化，相关成果以“Formation of large low shear velocity provinces through the decomposition of oxidized mantle”为题在线发表在国际综合学术期刊《Nature communications》上。

地球内部物质组成是理解地球起源、演化与动力学的关键。地球可大致分为地壳、上地幔、下地幔和地核。下地幔是地球内部最重要的圈层之一，深度范围约为660-2900公里，其体积和质量占比高达55%和52%，是地球演化的压舱石。近年来，地震学者发现在下地幔存在许多尺度不一的异常体，包括大尺度（几百至上千公里）的高速和低速异常体和小尺度（几公里）的散射体。尤为著名的低速异常体是位于非洲和太平洋板块底下的大型低剪切波速省（LLSVPs），其横向和径向尺度可达上千公里。这些异常体的成因对理解地球内部结构与物质组成起着关键的作用，是地球科学研究的热点与前沿问题。

和其它类地行星相比，地球具有一个非常独特的特点——板块运动和俯冲。板块可以俯冲至地球深部甚至核幔边界，将洋壳带至地幔深部，从而可能导致下地幔形成化学物质不均一性。课题组早前的研究（Wang et al., Velocity and density characteristics of subducted oceanic crust and the origin of lower-mantle heterogeneities, Nature communications, 11, 64, 2020）表明，俯冲至下地幔的洋壳物质具有明显不同于周围地幔的波速和密度，能够很好地解释地震学观测到的下地幔小尺度散射体和大尺度高速异常体，但不可能导致LLSVPs的低剪切波速。

下地幔主要矿物为布里奇曼石，其体积占比约为80%，是下地幔铁的主要载体。前人研究发现岩浆中的 Fe^{2+} 会歧化成 Fe^{3+} 和铁单质，铁单质从早期岩浆分离进入地核会使早期下地幔富集 Fe^{3+} 。研究人员通过高温高压实验和第一性原理计算发现中度富 Fe^{3+} 的布里奇曼石会分解成极度富 Fe^{3+} 和贫 Fe^{3+} 布里奇曼石（图一），这种新发现的富 Fe^{3+} 布里奇曼石具有低波速、高泊松比和高密度。进一步计算结果表明，正常地幔富集5-15%的富 Fe^{3+} 布里奇曼石可以很好解释有关LLSVPs的地震学观测结果（图二），且地球动力学模拟显示这种不均一异常体可以在下地幔形成类似于LLSVPs的结构。



图一极度富 Fe^{3+} 布里奇曼石的形成。左图为高温高压实验结果，初始成分为90% MgSiO_3 + 10% Fe_2O_3 ，极度富 Fe^{3+} 布里奇曼石（灰色）和贫 Fe^{3+} 布里奇曼石（黑色）共存。右图为第一性原理计算分解反应的生成自由能。

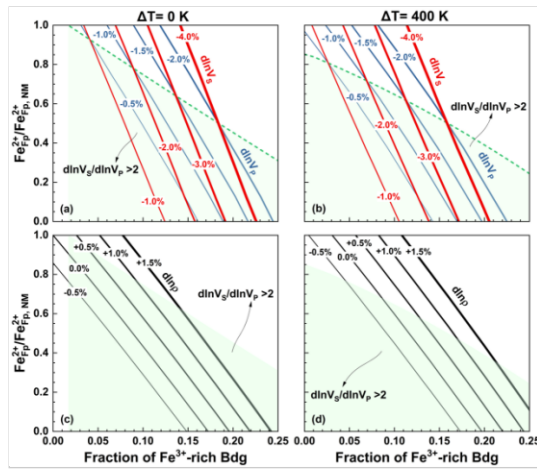
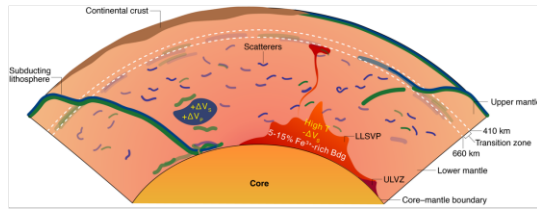


图2富 Fe^{3+} 布里奇曼石的富集程度与波速异常 ($d\ln V_p$ 和 $d\ln V_s$)、密度异常 ($d\ln \rho$) 和波速异常比 ($d\ln V_p/d\ln V_s$) 的关系。淡绿色阴影区为观测结果。

综合课题组最近工作表明，在下地幔发现的多尺度不一的异常体可能有不同的来源。小尺度散射体和大幅度高速异常体主要来源于俯冲洋壳物质，而位于非洲和太平洋板块底下的大型低剪切波速省 (LLSVPs) 很可能是由于早期岩浆演化形成的含 Fe^{3+} 布里奇曼石分解成极度富 Fe^{3+} 布里奇曼石导致的 (图三)。这将对地球深部结构、层圈相互作用和内部挥发分的迁移与作用等方面产生重要影响。



图三下地幔物质异常及其来源

论文共同第一作者为王文忠博士，通讯作者为王文忠博士、刘嘉超博士和吴忠庆教授；合作者包括密西根大学的朱峰博士、李杰教授，亚利桑那州立大学李明明教授，和密西根州立大学的Susannah Dorfman教授，中国科大为该论文第一单位。该工作由中科院先导专项、科技部973项目、国家自然科学基金项目资助。

论文链接：

Wang, W., Liu, J., Zhu, F. et al. Formation of large low shear velocity provinces through the decomposition of oxidized mantle. Nat Commun **12**, 1911 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22185-1> (<https://doi.org/10.1038/s41467-021-22185-1>)

Wang, W., Xu, Y., Sun, D. et al. Velocity and density characteristics of subducted oceanic crust and the origin of lower-mantle heterogeneities. Nat Commun **11**, 64 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-13720-2> (<https://doi.org/10.1038/s41467-019-13720-2>)

(地球和空间科学学院、科研部)

分享本文



(<https://www.cjzj.com/share.php?>

相关新<http://39%2F25%2Fnews.html>key%2Finfo%2F1055%2F74555.htm&title=%E4%B8%8B%E5%9C%B0%E5%B%AD%E5%9B%BD%E7%A7%91%E5%A4%A7%E6%96%B0%E9%97%BB%E7%BD%91&desc=%E4%B8%AD%E5%9B%BD%E7%A7%91%E5%A4%A7%E6%96%B0%E9%97%BB%E7%BD%91&pics=)



(74625.htm)

学校召开党委理论学习中心组集中学习会 ... (74625.htm)

4月2日上午，学校党委理论学习中心组在东活五楼会议室召开集中学习会，深入学习习近平总书记在福建考察...

04.06 工程科学学院举办“学党史、强信念、跟... (74640.htm)

04.06 陈云霁研究员为我校2020级本科生作“科... (74639.htm)

04.06 “我们一起学党史、增强文化自信” ——... (74634.htm)

04.05 少年班学院举行“学党史、强信念、跟党... (74633.htm);

(../index.htm)

Copyright 2007 - 2018 All Rights Reserved.

中国科学技术大学 版权所有

联系邮箱news@ustc.edu.cn (mailto:news@ustc.edu.cn)

主办：中国科学技术大学

承办：新闻中心

技术支持：网络信息中心