地球深内部物质和结构异常成因研究取得进展

作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/8016.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！

地球深内部物质和结构异常成因研究取得进展

。近期，中国科学技术大学地球和空间科学学院教授吴忠庆课题组与教授孙道远以及中国科学院精密测量科学与技术创新研究院研究员倪四道合作，发现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，且波速和密度异常依赖于深度，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，表明俯冲洋壳是地球深部物质不均一性的重要来源。该研究以Velocity and density characteristics of subducted oceanic crust and the origin of lower-mantle heterogeneities为题在线发表在国际综合学术期刊《自然-通讯》（Nature communications）上。 了解地球的物质组成对理解地球起源、演化与动力学过程至关重要。地球内部圈层可大致分为地壳、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。虽然很难获得来自下地幔的样品，但是地震波具有穿透整个地球的能力，从而提供了地球深内部结构探测的关键手段。近年来，随着地震波观测、分析与模拟技术的发展，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，对制约地球起源和动力学演化亦为重要，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，从而在下地幔形成化学物质不均一性。俯冲洋壳是俯冲大洋岩石圈最上面一层的硅酸盐物质，相比于正常地幔，其更富含SiO2，很可能是下地幔不均一性的主要来源。目前，关于下地幔的异常主要由地震波速表征，因此，开展俯冲洋壳在下地幔温度和压强条件下的波速特征研究具有关键的意义。下地幔的压强和温度可达130GPa和3000K。在下地幔高温高压条件下，俯冲洋壳主要是由布立基曼石、SiO2相、含铝相和钙钙钛矿组成。通过高压实验准确测量矿物在下地幔温压条件下的波速十分困难，因此数据十分有限。而基于第一原理的矿物物理学计算在研究不同元素、多种矿物组合的波速方面，具有灵活、高效的优势。吴忠庆课题组在早些年发展了一种基于第一性原理的高温高压弹性和波速计算方法，计算效率有数量级的提升。经过数年的研究积累，该课题组确定了俯冲洋壳在下地幔温压条件的波速和密度特征（图1）。研究结果表明，洋壳的波速随深度变化而变化：在斯石英相变成CaCl2-型石英的深度区间，洋壳表现为低波速，横波波速异常高达-10%；在更深处，洋壳则表现为高波速，横波波速异常约1.5-2.5%。这意味着LLSVPs的低剪切波速不太可能是洋壳导致，而地震学层析成像发现的下地幔高速体很可能反映了洋壳的堆积。因此，俯冲洋壳在下地幔并非简单地表现为高速或者低速，而是取决于深度。俯冲洋壳可以很好地解释下地幔下部的高速异常体和在整个下地幔发现的散射体（图2），这项成果为进一步研究下地幔物质异常和动力学过程提供了关键认识。 论文共同第一作者为王文忠和徐印涵，近期博士毕业于吴忠庆研究组；王文忠和吴忠庆为论文共同通讯作者；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。（来源：中国科学技术大学）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s41467-019-13720-2
图1 （a）（b）（c）俯冲洋壳的波速和密度；（d）（e）（f）俯冲洋壳相对于正常地幔（PREM）的波速和密度异常
图2 俯冲洋壳与下地幔波速异常体的关系示意图

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们接洽。
作者：吴忠庆等 来源：《自然—通讯》

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转发