
广州地化所在太平洋大低速省（LLSVP）东部边界发现新的超低速区（ULVZ）

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4233.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！

广州地化所在太平洋大低速省(LLSVP)东部边界

发现新的超低速区(ULVZ)。超低速区(ULVZ, Ultra-Low Velocity Zones)是核幔边界存在的一种结构异常。它最显著的特点是P波和S波的速度降最高能达到10%和30%，密度增加最高到10%左右。ULVZ在核幔边界呈零散分布，主要集中在大低速省(LLSVP)周边，但偶尔也有分布在远离LLSVP的俯冲板片附近的。目前，ULVZ成因一般有部分熔融和成分变化两种。但单独的部分熔融不能解释ULVZ密度的增加。物质变化则存在多种成因，如地核中铁以及俯冲板片带下去的碳与下地幔物质的反应等。ULVZ无疑是核幔边界物质和热量交换的结果，其分布和特征受地幔对流的影响。所以，通过对ULVZ分布和特征的研究，也能反推核幔边界的动力学过程。

中国科学院广州地球化学研究所孙新蕾课题组选取了太平洋LLSVP周边作为探索 and 发现ULVZ分布和结构特征的区域。一方面，太平洋周边地震活动和台站分布比较多，可选择的数据有保障；另一方面，太平洋LLSVP也是ULVZ研究比较多的区域，现有研究揭示，已经在其北部、东北部、南部等边界区域发现了ULVZ的存在(图1)。

该课题组主要关注太平洋LLSVP东部ULVZ的分布和特征。因为之前受限于数据和所用方法，这个区域一直没有ULVZ的报道。更全面的太平洋LLSVP周边ULVZ的分布和特征，有利于对比不同的ULVZ和周边结构/动力学过程的关系，从而能更精确地理解ULVZ的成因。

在研究中，孙新蕾课题组采用了非传统的地震波，即PKP的前驱波(图2)。这种前驱波因为受核幔边界不均匀结构的影响，在穿过地核的PKP波之前到达，并且携带了核幔边界的结构信息(数据来自澳大利亚地震台阵记录到的南美的地震波信号)。

需要指出的是，该研究中的PKP前驱波和以往大多数的前驱波不同：以往的前驱波大多是杂乱无章的类噪声波形，而该课题组的数据则是有确定到时和相位的震相。因此，可以对这些前驱波的震相进行一系列分析，确定它们对应的核幔边界结构。

通过走时偏移、慢度分析、波形拟合等多种分析和测试，该课题组发现PKP前驱波是太平洋LLSVP东部边界离散分布的小尺度ULVZ引起的。这些ULVZ的尺度大多在几十公里，速度降为6%-10%。研究区域LLSVP的东侧边界由于存在活跃的俯冲板片，变化比较尖锐，这种快速变化可能引发小尺度的对流，从而引发了ULVZ的离散分布。此外，研究区域的北边是Galapagos热点所在，而对该热点的岩浆进行的成分和氦同位素分析，也表明该热点来源为核幔边界的富镍的熔融物质，而这些熔融物质应该是核幔边界的后钙钛矿或铁方镁石与地核中物质反应的结果。这些ULVZ

虽然是核幔物质反应的产物，并在小尺度对流的作用下形成，考虑到附近上涌地幔柱的存在，研究人员也并不能完全排除热的影响——实际上，部分熔融也应该是在热的作用下对变化的物质成分的作用(图3)。

研究中新发现的这种小尺度的ULVZ与太平洋LLSVP周边其他ULVZ有所不同，它们的存在和分布进一步证明了核幔边界物质反应对其成因的重要性，同时也对俯冲板片和地幔热柱边界的对流过程有了一定认识。

相关研究成果发表于Earth and Planetary Science Letters。该研究受国家自然科学基金(41774053)和中科院战略性先导项目B(XDB18000000)资助。高频波形拟合受国家自然科学基金委-广东联合基金资助，在天河二上进行。

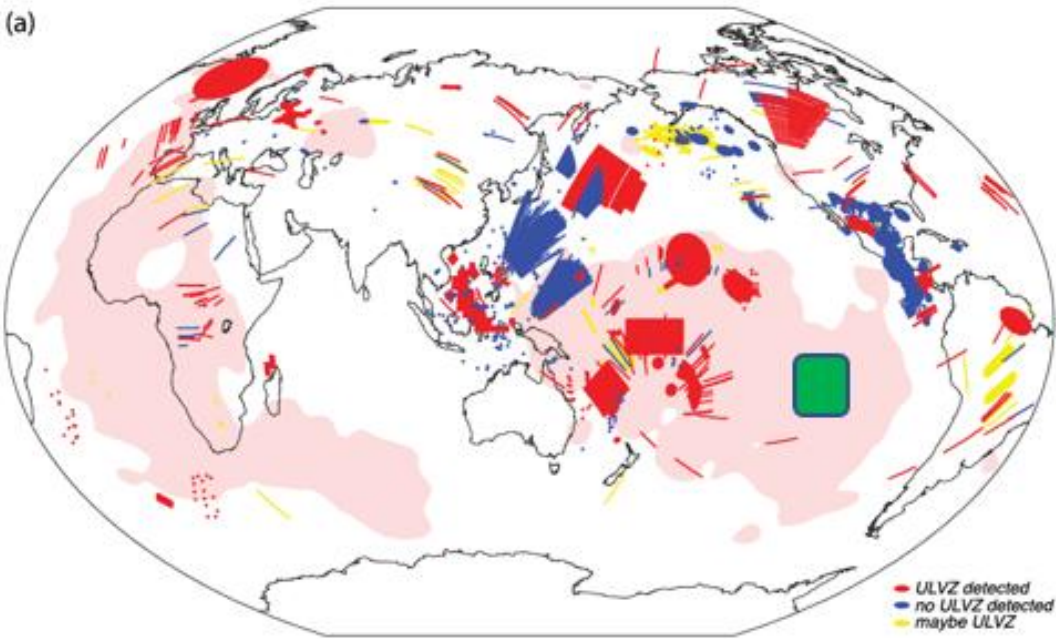


图1 ULVZ在核幔边界的分布(由Yu et al. 2018修改)。红色区域为已经发现ULVZ的区域，蓝色为没有ULVZ的区域，绿色为本研究探测到ULVZ的区域。

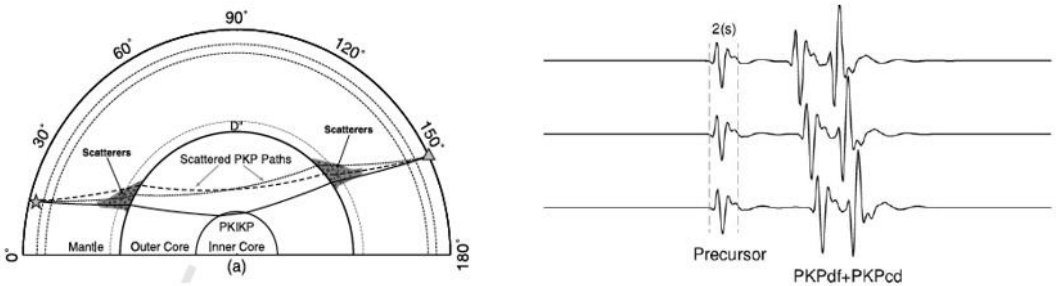


图2(左) PKP路径图。其中虚线为因为核幔边界的不均匀结构而产生的散射波，即PKP前驱波。(右)该研究中使用的PKP前驱波震相，以及与PKP(df和cd)波的对比。

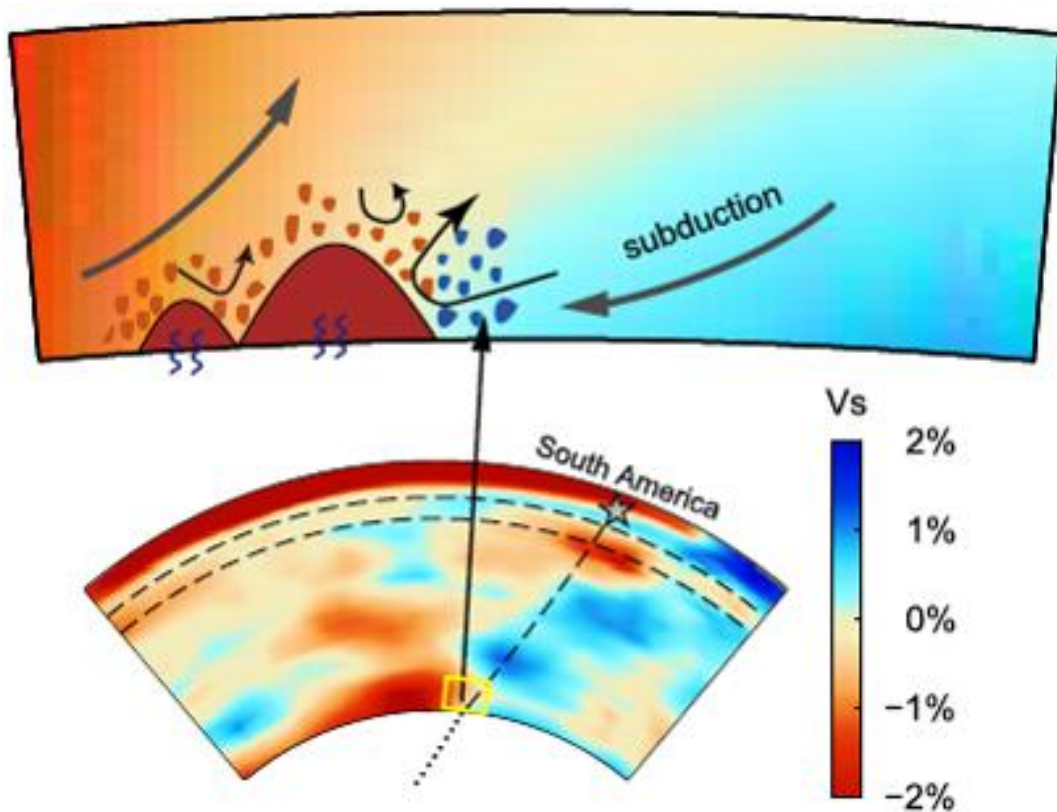


图3 研究区域ULVZ的分布及成因示意图。下图为南美洲到澳大利亚的剖面图，背景为地幔速度分布图。上图为放大的黄色区域。LLSVP边缘由于板片俯冲和地幔热往上涌造成的小尺度对流，会导致核幔反应的物质混合/部分熔融，形成零散分布的小尺度ULVZ。

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](https://www.iikx.com)转发