

胡鸿钧,魏印心. 2006. 中国淡水藻类——系统、分类及生态. 北京: 科学出版社

李文章,张莉,王圣瑞,肖尚斌,钱伟斌,席银,许可宸,史玲珑. 洱海沉积物水提取态有机氮特征及与其他来源溶解性有机氮的差异. 环境科学, 2017, 38(07): 2801-2809

刘文娟. 2012. 淡水藻类对水体铜污染暴露毒性的响应研究. 硕士学位论文. 苏州: 苏州大学

刘思儒,赵继东,肖尚斌,倪兆奎,王圣瑞. 洱海藻类水华高风险期沉积物氮磷释放通量时空变化. 环境科学, 2020, 41(02): 734-742

潘红玺,王云飞,董云生. 1999. 洱海富营养化影响因素分析. 湖泊科学, 11(2): 184-188

彭文启,王世岩,刘晓波. 2005. 洱海水质评价. 中国水利水电科学研究院学报, 3(3): 192-198

商潘路. 2018. 水源水库水质及浮游藻类种群结构时空演替规律研究. 硕士学位论文. 西安: 西安建筑科技大学

项颂,万玲,庞燕. 2020. 土地利用驱动下洱海流域入湖河流水质时空分布规律. 农业环境科学学报, 39(1): 160-170

谢应雯,张玉泉. 1995. 云南洱海东部新生代岩浆岩岩石化学. 岩石学报, 11(4): 423-433

周静,苟婷,张洛红,蓝郁,马千里,梁荣昌,赵学敏. 2018. 流速对不同浮游藻类的生长影响研究. 生态科学, 37(6): 75-82

(本文责任编辑:付绍洪;英文审校:张兴春)

· 亮点速读 ·

来自地幔660 km 间断面的含水橄榄岩碎片

地幔转换带与下地幔的边界在 660 km 附近存在密度和地震波速度跃变的重要相转换界面,控制着地球深部和表层之间的热和质量交换。已有的岩石学证据和实验观察表明,始于 410 km 的地幔转换带主要由储水能力达 0.8%~0.15% 的瓦兹利石和林伍德石组成。而到了 660 km 间断面,林伍德石歧化成储水能力低得多的布里基曼石和铁方镁石,且这些歧化形成的下地幔矿物的储水能力与其化学组成具有很强的相关性,在 25 GPa 条件下纯的富 Mg 布里基曼石的水含量只有 100×10^{-6} ,而同样条件下含 Al-Fe 的布里基曼石可达 2000×10^{-6} 。因此,水在该区域以外的输运过程对理解全球水循环以及 660 km 间断面的组成性质至关重要。目前还不清楚地幔转换带和下地幔的 660 km 边界附近的化学成分是均一的还是有明显分层。上下地幔组成的差异不仅影响着水和微量元素在下地幔矿物间的分配行为,也影响着林伍德石和相关矿物的热化学稳定性,对我们

理解 660 km 间断面化学组成与水的角色至关重要。最近,美国宝石研究所的 Gu T T 及其合作者在一颗来自博兹瓦纳 Karowe 矿井的宝石级金刚石中发现的矿物组合为深入认识这一问题提供了重要线索。

Gu T T 等通过显微拉曼光谱、X 射线衍射和电子探针分析,在金刚石内的矿物包裹体中发现了具有接触关系的林伍德石、铁方镁石和顽辉石矿物组合,指示温压条件为~23.5 GPa 和~1650 ℃,标志着在 660 km 间断面处,林伍德石开始转换为铁方镁石和布里基曼石。他们在林伍德石的拉曼光谱中发现了迄今未发现过的~4090 cm^{-1} 峰,反映了溶解在林伍德石晶格结构中的 H₂ 分子的 H-H 伸缩振动。而在林伍德石中观察到的明显的~3673 cm^{-1} 峰与 OH 伸缩模式一致,即 H 位于八面体硅酸盐位置的边缘,或位于水镁石、蛇纹岩或滑石等含水矿物中。结合上述矿物组合,作者认为这些共存的 H 伸缩振动表明了含水物质起源于地幔转换带与下地幔边界 660 km 间

断面附近。此外,作者还在另外的 11 个复合和单相包裹体中发现了顽辉石、林伍德石、铁方镁石和含水林伍德石蜕变成柯石英以及 D 相。该金刚石包裹体中多个孤立的林伍德石、铁方镁石和顽辉石颗粒也佐证了包裹体中所观察到的相平衡。

基于上述观察,Gu T T 等认为样品中的矿物组合、缺少镁铁榴石以及布里基曼石相对低的铝含量与~23.7 GPa 和~1650 ℃条件下轻微亏损的橄榄岩组成相吻合,表明其来源于 660 km 间断面。林伍德石和含水相的出现表明这一边界处于相对湿润的环境。而含水矿物与顽辉石、铁方镁石和林伍德石/橄榄石共存,进一步显示水主要源于林伍德石的脱水。他们认为,含水矿物在下地幔橄榄岩中的存在可能是 660 km 间断面处观测到的地震不均一性的潜在原因,地幔转换带与下地幔边界处的水饱和环境代表了一个向下穿过 660 km 间断面的更广阔的含水过渡带。

[以上成果发表在国际著名学术期刊 *Nature Geoscience* 上:Gu T T, Pamato M G, Novella D, Alvaro M, Fournelle J, Brenker F E, Wang W Y, Nestola F. 2022. Hydrous peridotitic fragments of Earth's mantle 660km discontinuity sampled by a diamond. *Nature Geoscience*, <http://doi.org/10.1038/s41561-022-0104-y>]

(袁超 编译)