
大气所等解析半世纪以来海洋层结变化及其三维结构

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/11249.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！

9月28日，中国科学院大气物理研究所联合美国国家大气研究中心、宾州州立大学、美国圣-托马斯大学组成的国际团队以Increasing Ocean Stratification Over the Past Half Century为题在Nature Climate Change

上发表论文，解析出自1960年以来海洋层结变化的三维结构，指出全球海洋垂向层结已经加强了5.3%。海洋上层平均密度较小、深层密度较大，形成了较为稳定的垂向热力结构。海洋这种较为稳定的层结结构会抑制垂向混合过程，进而影响热量、碳、溶解氧、营养盐等物质和能量的垂向输送。海洋层结是影响全球气候的一个关键因子，其变化对海洋环流和海洋生态系统有重要影响。

在全球变暖的背景下，海洋温度、盐度、密度都发生了系统性变化，海洋层结也相应发生一系列变化，那么海洋层结过去几十年到底变了多少？目前，科学界对海洋层结变化的估算存在较大争议。2013年发布的IPCC-AR5指出：1971-2010年间，海洋上层200米层结增强了4%；而2019年发布的IPCC海洋和冰冻圈特别报告（SROCC）指出上层200米层结从1971-1990年到1998-2017年增加了2.18%~2.42%，两次IPCC报告结果迥异。研究人员表示，这主要是由于国际已有的海洋温度、盐度数据差异较大，以及传统层结估算方法存在问题导致。例如，以往一般使用海表和200米处的温度或密度差来近似代表海洋层结，忽略了海水温度和盐度复杂的三维结构。

研究利用自主发展的海洋温度、盐度网格化数据产品，在一些关键技术问题如计算垂向梯度过程中的垂向分辨率不足方面进行了改进，估算了1960年以来海洋上层2000米的层结变化，同时也给出了过去半世纪以来海洋层结变化的三维结构（图1）。该研究发现，1960年以来海洋上层2000米的层结加强了5.3%，相当于每十年约1%的增速。其中海洋上层150米层结增加了5~18%。同时，深海1500~2000米也已经观测到显著的层结增加。此外，海洋层结年际波动主要受到ENSO变率的调控。

海洋层结增强反映出海洋的垂向热力稳定性在加强，这主要是由于上层海洋的增暖速度要比深层海水更快。此外，海水盐度的变异也直接影响了一些区域的层结变化。例如，在西太平洋热带区域，盐度降低趋势（淡化趋势）贡献了约50%以上的层结增加。在北极海域，由于海冰和冰盖融化导致的盐度贡献主导了层结变化。

研究人员表示，海洋层结变化对全球气候有重要影响。更强的海洋层结会抑制海洋垂向热量交换，导致热量容易集中于海洋表层，进而导致全球气温上升。已有研究表明，目前的气候和地球系

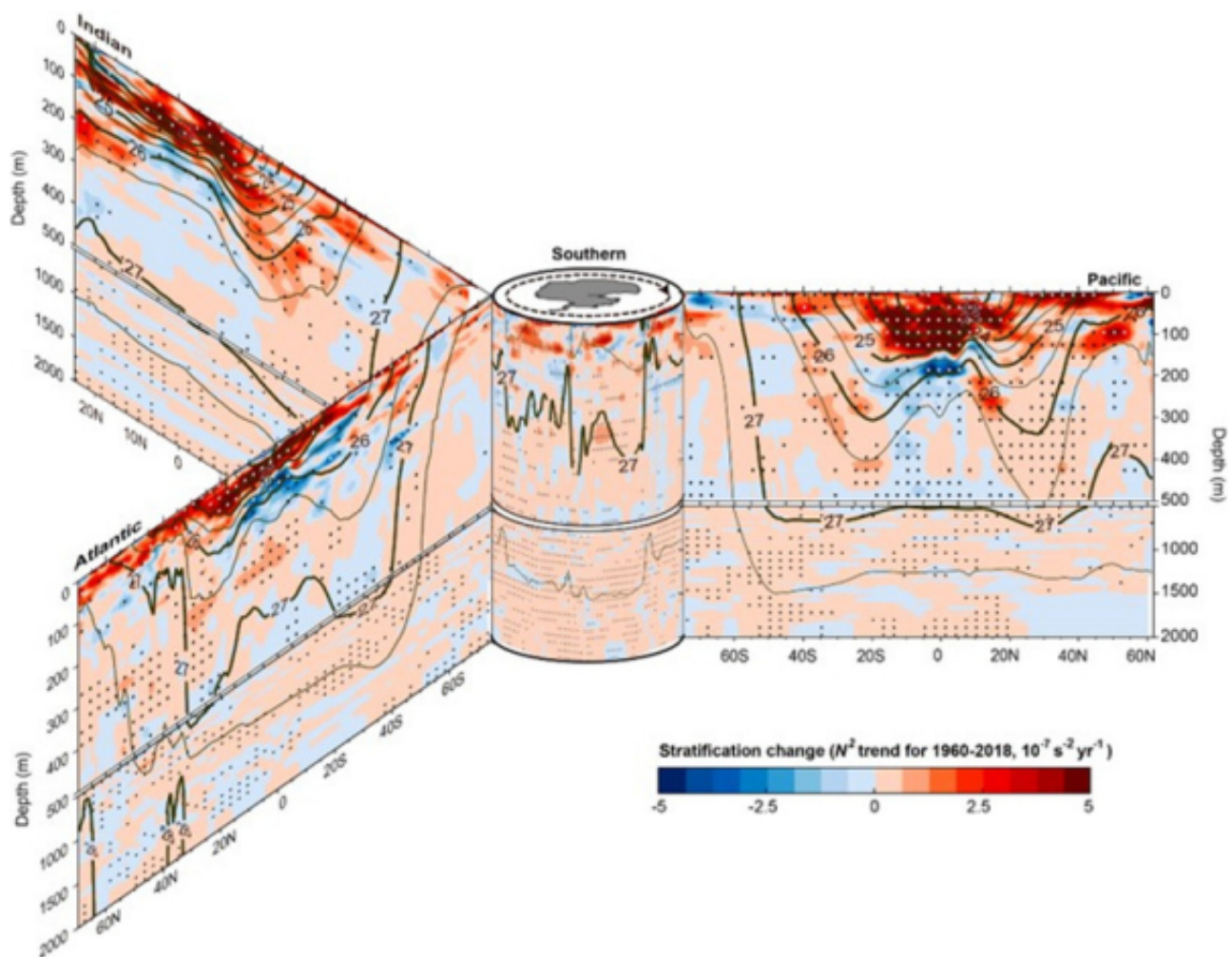
统模式对海洋层结的模拟能力较弱，使得模式中的海洋层结比观测偏弱，因而主流的气候模型可能低估了未来全球变暖的水平。

同时，更强的海洋层结会抑制海洋垂向溶解氧输送，导致海洋内部的氧含量进一步减少，威胁海洋生物的生存。此外，副极地海域层结的增加会抑制海洋深对流，对大洋经圈翻转环流有重要影响。根据位涡守恒原理，层结的增加也会调节大洋风生流涡。

大气所博士研究生李冠城为论文第一作者，大气所副研究员成里京和研究员朱江为论文共同通讯作者。

该研究团队同时发布了1960-2018年海洋0-2000米层结格点数据。该研究得到了中科院战略性先导科技专项（B类）“印太交汇区海洋物质能量中心形成演化过程与机制”、国家重点研发计划全球变化及应对专项“海洋环境变化关键参数观测数据处理方法和产品研制”（2017YFA0603202）、中科院海洋大科学中心自主部署项目（COMS2019Q01）等资助。

[论文链接](#)



1960-2018年间0-2000m海洋层结变化线性趋势。图中分别显示了太平洋、大西洋、印度洋纬向平均趋势；南大洋趋势为中间的柱状图。

研究团队单位：大气物理研究所

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