

于子棚, 刘海龙, 林鹏飞. 2017. 潮汐混合对大西洋经圈翻转环流 (AMOC) 模拟影响的数值模拟研究 [J]. 大气科学, 41 (5): 1087–1100. Yu Zipeng, Liu Hailong, Lin Pengfei. 2017. A numerical study of the influence of tidal mixing on Atlantic meridional overturning circulation (AMOC) Simulation [J]. Chinese Journal of Atmospheric Sciences (in Chinese), 41 (5): 1087–1100, doi: 10.3878/j.issn.1006-9895.1702.16263.

潮汐混合对大西洋经圈翻转环流 (AMOC) 模拟影响的数值模拟研究

于子棚¹

¹ 中国科学院大学, 北京 100049

摘 要 海洋中的潮汐混合对大西洋经圈翻转环流 AMOC (Atlantic Meridional Overturning Circulation) 模拟的影响是海洋环流模式研究的热点问题之一。本文采用 IAP/LASG 发展的气候系统海洋模式 LICOM(LASG/IAP Climate system Ocean Model) 及与海冰耦合模式进行了有无潮汐混合方案的试验, 重点探讨了潮汐混合对 AMOC 强度模拟的影响。结果显示, 引入潮汐混合后模拟的 AMOC 强度极大值比对照试验增加约 1 倍, 更接近 RAPID(Rapid Climate Change Programme) 观测。而且, 潮汐混合试验中模拟的 AMOC 上层环流深度 (3200 m) 比对照试验加深 1000 m 左右, 同样更接近 RAPID 观测。海洋底部的垂直混合增强, 使海洋层结变得更加不稳定, 加强了北大西洋高纬地区, 特别是拉布拉多海等地区的深对流, 这是 AMOC 加强的直接原因。同时, 潮汐混合试验中上层海洋环流也加强, 增加了中低纬副热带高盐海水向高纬输送, 使表层增密, 海洋层结更加不稳定, 也可以进一步增强 AMOC。

关键词 关键词 关键词 关键词 关键词

文章编号 0000-0000(0000)00-0000-00

中图分类号 P47

文献标识码 A

doi:00.0000/a.aaaa.0000-0000.0000.00000

A Numerical Study of the Influence of Tidal Mixing on Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) Simulation

ZHUANG Yi¹

¹ University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049

Abstract The impact of the tidal mixing on the simulation of the Atlantic Meridional Overturning Circulation (AMOC) is an important issue in the ocean general circulation model. The response of AMOC to the tidal mixing is investigated in this study by comparing two experiments with and without tidal mixing using the LASG/IAP Climate System Ocean Model version 2 (LICOM2) that is coupled with the Community Ice Code version 4 (CICE4). The study is focused on impacts of tidal mixing on the change of AMOC intensity in the model. The simulation results show that the maximum strength of AMOC in the experiment with tidal mixing is closer to the value provided by RAPID (Rapid Climate Change Programme), which is almost double that in the control experiment without considering the tidal mixing. Meanwhile, the NADW cell reaches a depth of 3200 m, about 1000 m deeper than that in the control experiment, and is closer to that of the RAPID. The enhanced vertical diffusivity near the seafloor topography in the experiment with tidal mixing leads to a more unstable

收稿日期 2022-05-31;

作者简介 庄逸

通讯作者 庄逸

资助项目 无

Funded by Nothing

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo

lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

2 耦合模式介绍及数值试验方案

2.1 LICOM 模式

Sverdrup 关系如下

$$\beta v = f \frac{\partial w}{\partial z} \quad (1)$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio. Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ul-

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetuer tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo

sagittis commodo.

Aliquam lectus. Vivamus leo. Quisque ornare tellus ullamcorper nulla. Mauris porttitor pharetra tortor. Sed fringilla justo sed mauris. Mauris tellus. Sed non leo. Nullam elementum, magna in cursus sodales, augue est scelerisque sapien, venenatis congue nulla arcu et pede. Ut suscipit enim vel sapien. Donec congue. Maecenas urna mi, suscipit in, placerat ut, vestibulum ut, massa. Fusce ultrices nulla et nisl. 例如图 1, 公式(1), 表格表 1所示。。

参考文献 (References)

Gao, S., Wang, X., & Zhou, Y. (2004). Generation of generalized moist potential vorticity in a frictionless and moist adiabatic flow: GENERATION OF GENERALIZED MOIST POTENTIAL VORTICITY. *Geophysical Research Letters*, 31(12), n/a–n/a. <https://doi.org/10.1029/2003GL019152>