



(http://www.iap.cas.cn/gb/)

请输入搜索关键词...

您当前的位置: 首页 (http://www.iap.cas.cn/) > 新闻动态 (../..) > 科研进展 (../)

科研进展

SR: 海洋中尺度涡旋的动能衡量指标——拉格朗日涡动动能

发布时间: 2020-10-16 | 【大 中 小】

海洋中尺度涡旋在全球海洋中广泛存在, 不仅在全球海洋能量级串和能量输运中扮演着重要角色, 同时也是海洋湍流混合及物质输送的重要承担者。海洋观测结果表明, 海洋中约90%的动能以中尺度涡旋这种运动形式存在, 其动能比平均环流场的动能大了一个量级, 故而欧拉框架下固定网格的涡动动能 (Eddy kinetic energy, EKE) 常常被用来作为海洋中尺度涡旋动能的表征指标。但是, 基于固定网格计算的涡动动能用于表征中尺度涡旋的动能存在不足, 主要有以下三点原因:

第一, 地转流异常计算所得的EKE并不仅仅包含完整闭合结构的中尺度涡旋的能量, 还包括了其他可以分辨出的中小尺度扰动形式的动能。

第二, 中尺度涡旋时刻处于移动过程中, 其追踪是建立在拉格朗日框架下。因此, 欧拉框架下的EKE并不能表现出涡旋在其整个生命周期中的动能演变过程, 也无法进一步判断出涡旋演变过程中 (增长期-稳定期-衰亡期) 对海洋动能场的实际贡献。

第三, 根据涡旋旋转方向的不同, 中尺度涡旋可以分为气旋涡和反气旋涡。但是, EKE并不能直观体现出气旋涡与反气旋涡之间动能水平的差异, 也就无法区分不同极性涡旋对海洋动能场的相对贡献。

鉴于此, 我们提出了一种合理且恰当的表征指标, 即拉格朗日涡动动能 (Lagrangian EKE, LEKE), 用以直观衡量不同极性中尺度涡旋的动能水平。该研究成果已发表于Scientific Reports杂志。

该研究中发现, 借助LEKE, 不仅可以更为准确地体现出海洋中尺度涡旋这类具有完整闭合结构的中尺度运动形式的动能水平, 还能直观区分出气旋涡与反气旋涡的动能演变过程、空间分布及变率特征等各方面的差异。本研究中, 以黑潮延伸体海域为例, 分析了不同极性的LEKE的时空变率特征, 其中空间分布特征的结果如图1所示。对比图 (a-b), 可以发现中尺度涡旋的LEKE的空间分布特征基本与EKE一致, 这充分证明了海洋中尺度涡旋是海洋动能的主要贡献者。而对比气旋涡与反气旋涡的LEKE, 则可以发现在两者存在显著的空间分布差异, 在35N以北, 反气旋涡的LEKE明显偏强, 35N以南则正好相反 (如图f所示)。这种差异在黑潮急流轴的两侧更为突出, 最大差异值超过了 $1000\text{cm}^2/\text{s}^2$ (如图h所示)。

上述研究主要由LASG丁梦蓉博士完成, 合作者包括大气所林鹏飞和刘海龙研究员, 美国国家大气研究中心的胡爱学研究员以及中国科学院海洋研究所的刘传玉研究员。该研究受到“战略先导科技专项” (XDB42010404)、“国家自然科学基金面上项目” (41776030, 41931183, 41931182和41576026)、“国家重点研发计划” (2016YFC1401401, 2016YFC1401601) 等项目的共同资助。该表征指标的提出有效地弥补了单独使用EKE来进行海洋中尺度涡旋表征的缺陷, 例如与我们在东北太平洋的研究一致, 有可能更好地用于分析不同极性中尺度涡旋的时间变率特征 (如长期变化趋势, Ding 等, 2018), 这为深入理解不同极性中尺度涡旋的时空特征差异以及评估高分辨率模拟涡旋时间变化提供了新思路。



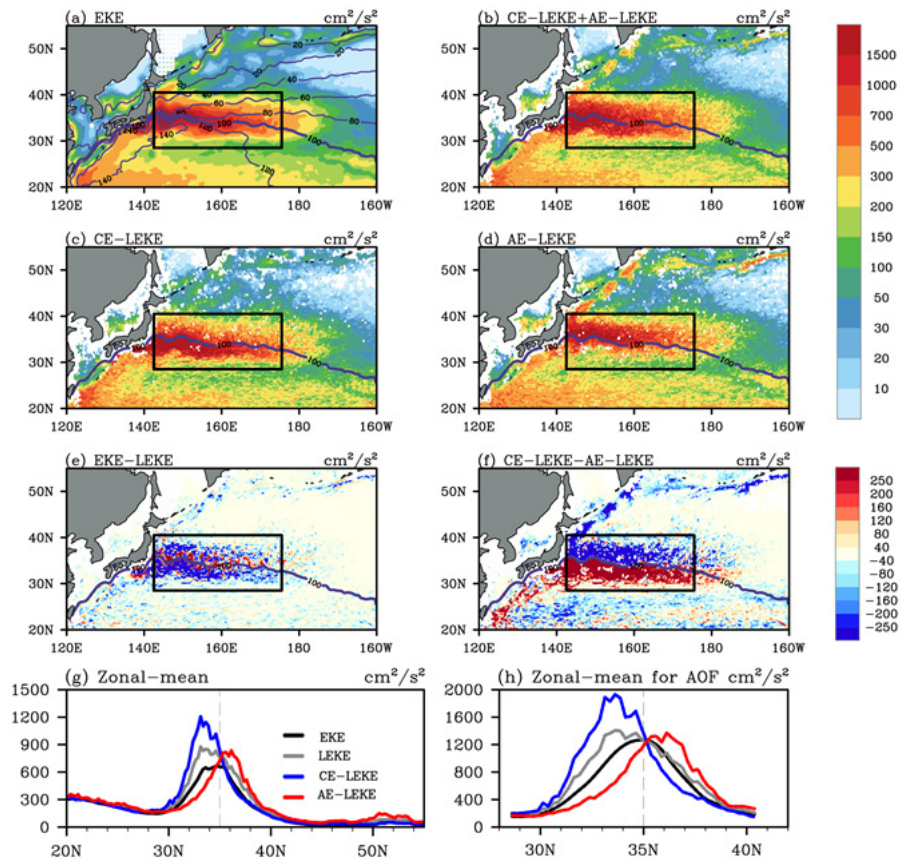


图1.黑潮延伸体区域 (a) 涡动动能, (b) 所有中尺度涡旋的拉格朗日涡动动能, (c) 气旋涡的拉格朗日涡动动能, (d) 反气旋涡的拉格朗日涡动动能在1993-2016年期间的平均态, 单位: cm^2/s^2 。图 (e-f) 分别为 (a) 与 (b), (c) 与 (d) 的差值。图 (g) 为对应的纬向平均结果, 图 (h) 为图中黑框区域中纬向平均结果。

【论文信息】

Ding M, Lin P, Liu H, et al. Lagrangian eddy kinetic energy of ocean mesoscale eddies and its application to the Northwestern Pacific[J]. Scientific Reports, 2020, 10(1).

Ding M, Lin P, Liu H, et al. Increasing of eddy activity in the northeastern Pacific during 1993-2011[J]. Journal of Climate, 2018, 31(1):387-399.

【文章链接】

<https://www.nature.com/articles/s41598-020-69503-z> (<https://www.nature.com/articles/s41598-020-69503-z>)



(<http://www.cas.cn/>)

Copyright © 2014-2024 中国科学院大气物理研究所 All Rights Reserved 京公网安备: 110402500041
 地址: 中国北京市朝阳区德胜门外祁家豁子华严里40号 邮政编码: 100029
 联系电话: 010-82995275 Email: iap@mail.iap.ac.cn 技术支持: 青云软件 (<http://www.qysoft.cn/>)



官方微信



官方微博



(<http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=094AF2FAD27E444z>)

