

全球中尺度涡旋能量生成率/耗散率的估算

徐驰^{1,2} 尚晓东¹ 黄瑞新³

1. 中国科学院热带海洋环境动力学重点实验室, 中国科学院南海海洋研究所, 广州 510301

2. 中国科学院研究生院, 北京 100080

3. 美国伍兹霍尔海洋研究所, 麻萨诸塞州 02543

摘要: 我们利用 1993~2007 年每周的 TOPEX/ERS 卫星融合资料, 并在假设中尺度涡场动能均分于正压和一阶斜压模态的情况下, 估算了全球中尺度涡旋的平均动能和平均有效重力位能, 以及全球中尺度涡旋的年平均能量生成/耗散率。全球中尺度涡旋的平均动能和平均有效重力位能分别为 0.157 EJ 和 0.224 EJ; 全球中尺度涡旋的年平均能量生成/耗散率为 0.203 TW。

从空间分布上来看, 中尺度涡场能量变化剧烈的区域既中尺度涡能量生成率/耗散率的强区与中尺度涡多发的区域相一致, 例如南极绕极流区、西边界急流延伸体区等。强流流系内的中尺度涡能量生成率/耗散率的峰值比周边低值区高 2 到 4 个量级; 大洋东边界部分区域和流场与复杂地形相互作用的区域内, 涡场能量的生成率/耗散率比相应周边低值大若干倍。

致谢

本课题所用卫星高度计资料由 AVISO 提供, 所用水文资料 WOA01 数据由美国国家海洋数据中心提供。本课题由国家自然科学基金-广东省联合基金重点项目 U1033002, 国家自然科学基金 10972229, 40776008, 40976010 支持。

微纳复合管道中的电动流动实验

余群孔 高攀 李战华

LNM 非线性力学国家重点实验室, 中国科学院力学研究所, 北京100190

lili@imech.ac.cn

摘要: 当管道尺度小至微纳米量级, 与壁面双电层厚度接近时, 会产生与宏观流动不同的现象, 例如离子的耗散和富集[1]就是微纳复合管道流动显现的一种特有现象。此效应, 可使蛋白样品富集倍率达106以上, 因此在芯片实验室中可用于痕量样品的提纯、分离或是混合等。

在电场驱动下, 利用倒置荧光显微镜(Olympus IX-71)和EMCCD(Andor 885)我们观测了微纳复合管道中的流动。微管道用聚二甲基硅氧烷(PDMS)采用原位聚合成型法[2]制成, 尺寸为100 μm ×20 μm ×9mm。两层微管道之间夹一层聚碳酸酯纳米孔膜(PCTE, f15nm、f50nm)构成了三明治式的微纳流道[3]。主要实验结果如下:

1. 采用荧光试剂的流动显示

用两种荧光试剂(Calcein和FITC)测量了微管道内耗散富集过程随时间的变化。实验发现耗散区浓度梯度界面为弯月形, 这不同于常规电渗流动呈现的柱塞状。实验结果提示单纯电驱动的微纳复合管道中流动受到压力驱动的作用, 据此判断流动中可能存在诱导压力;

2. 采用纳米荧光示踪粒子的流动显示

在外加电压3~5V, pH 值9.2 时, 拍摄微纳管道连接处的示踪粒子(f200nm, 带负电的聚苯乙烯小球)运动, 发现示踪粒子速度明显高于电渗流速度, 体现出涡旋运动。

3. 对电场作用的流动, 需要考虑示踪粒子表面电荷性质及动电特性, 因此流场观测较压力驱动更加复杂; 此外, 微纳复合流场是电场、浓度场以及速度场的耦合, 这增加了分析的难度。

参考文献

- [1] Pu Q, Yun J, Temkin H, Liu S (2004). Nano Lett 4:1099-1103
- [2] Duffy D.C., Whitesides G.M. et al. (1998). Analytical Chemistry, 70(23): 4974-4984
- [3] Tzu-Chi Kuo, Paul W. Bohn, et al. (2003). Sensors and Actuators A 102, 223-233