科学通报 2015 年 第 60 卷 第 2 期：224
简 报 www.scichina.com csb.scichina.com
《中国科学》杂志社 SCIENCE CHINA PRESS

随机模型对大风边界层中阵风尺度及反常扩散

程雪玲, 胡非*, 曾庆存

中国科学院大气物理研究所, 大气边界层物理与大气化学国家重点实验室, 北京 100029
* 联系人, E-mail: hufei@mail.iap.ac.cn

国家自然科学基金(40830103, 41375018)、国家重点基础研究发展计划(2010CB951804)、中国科学院战略性先导科技专项(XDA05040301)和公益性行业(气象)科研专项(GYHY200706034)资助

大气边界层具有很高的Reynolds数, 其中的运动非常复杂, 包含有各种尺度的结构. 湍流运动是主要的表现形式, 具有随机性, 同时还存在一些可以辨识的、准周期的间歇结构, 它的起始时刻和位置不确定, 一经触发, 就以某种确定的次序发展为特定的运动状态. 而分析冷锋过后的沙尘天气资料发现, 其后会出现大风和叠加其上的阵风, 其尺度大于湍流, 且阵风风速波峰期伴随着下沉气流, 波谷期伴随着上升气流.

无论湍流的间歇结构, 还是阵风, 都表现出很强的相干性, 称为相干结构. 它出现的突然, 且持续时间很短, 因此又被称为“猝发事件”. 其分数维与持续时间的概率密度分布指数相关, 反映了系统中运动的复杂程度. 但由于该指数强烈依赖于提取“猝发事件”的阈值, 因此本文采用了连续时间随机行走模型对相干结构的扩散标度指数进行分析, 该指数只与扩散能力有关.

以往的研究表明, 大气边界层中的相干结构对陆气间水汽、感热和动量等通量传输贡献很大. 利用连续时间随机行走模型分析大风边界层中的观测数据, 发现小尺度随机湍流的标度指数接近1/2, 近似标准扩散; 而大尺度相干结构的标度指数大于1/2, 为反常扩散. 且随着风速和高度的变化, 相干结构发生变化, 标度指数也相应改变(图1). 利用这一方法确定了大气边界层中存在大尺度相干结构, 同时表明其对通量有重要的传输作用.

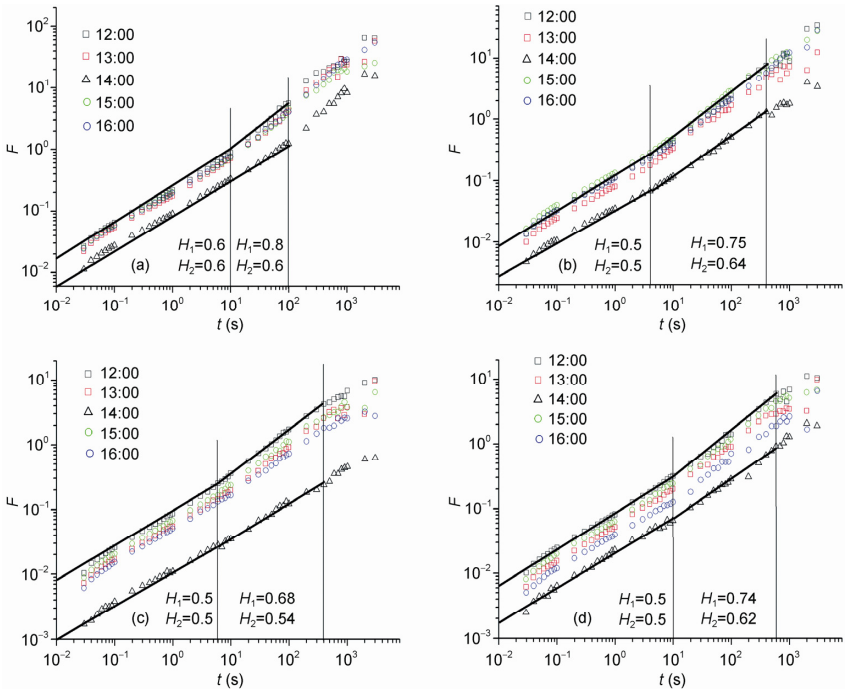

图 1 2013 年 4 月 27 日不同时刻不同高度扩散标度指数. (a) 2 m; (b) 8 m; (c) 32 m; (d) 63 m

全文见: Cheng X L, Hu F, Zeng Q C. Stochastic method to determine the scale and anomalous diffusion of gusts in a windy atmospheric boundary layer. Chin Sci Bull, 2014, 59: 4890–4898, doi: 10.1007/s11434-014-0550-9