DOI:10.16262/j.cnki.1000-8217.2000.06.012

芯片有关的实验均可在服务中心进行,特别是对于DNA微阵列来说,包括其制作在内均可在服务中心进行,否则将会造成经费上的浪费和管理上的混乱。实际上,即使在美国,提供这种服务也正在形成之中。

参考文献

[1] Ermolaeva O, Rastogi M, Pruitt K D et al. Data management and analysis for gene expression arrays. Nature Genetics, 1998, **20**:19—23.

[2] Fodor S P A, Read L J, Pirrung M C et al. Light-directed, spatially addressable parallel chemical synthesis. Science, 1991, **251**:767—773.

[3] DeRisi J L, Lyer V R, Brown P O. Exploring the metabolic and genetic control of gene expression on a genomic scale. Science, 1997, **278**:680—686.

[4] Sinclair B. Everything's great when its sits on a chips—A bright future for DNA arrays. Scientist, 1999, **13**(11).

[5] Service R F. Microchip arrays put DNA on the spot. Science, 1998, **282**: 396—399.

DNA CHIPS AND ITS APPLICATIONS

Jiang Hujun* Yang Xinquan* Feng Feng* Du Shengming* Wang Qinnan* Xia Jiahui†

(* *Department of Life Sciences, NSFC, Beijing* 100085; † *Hunan Medical University, Changsha* 410078)

Key words DNA chip, DNA microarray, human genome project

·成果简介·

多尺度复杂运动的层次相似律

余振苏

(北京大学湍流研究国家重点实验室,北京 100871)

[关键词] 复杂性,湍流,多尺度运动,层次相似律

复杂系统通常表现出形态异常丰富的行为和功能。湍流是一典型的复杂系统,它具有复杂系统的基本特征:系统内部相互作用的子单元数巨大;系统局部的运动行为无法预测;但系统整体上具有自组织性和结构性,等等。由于湍流结构的形态多样,大小尺度并存,有序与混乱同在,给定量分析带来巨大困难,也使湍流成为二十世纪"经典统计力学中最后一个尚未解决的难题"(Feynman)。其实,湍流研究的这些困难并不是湍流系统所特有,许多其他复杂系统,如气候系统,生物遗传信息系统,经济系统,生态系统等,都具有非常丰富的特征信息。如何从海量信息中提取系统的特征结构信息?如何抓住系统带有决定性意义的整体性质?是研究复杂系统首要的理论问题。

由于近30年来非线性科学与计算科学的发展,湍流研究取得一系列的重要进展。其中较突出的表现在对湍流运动时空结构的多层次性以及对各层次间的相似关系的认识上。1990年,She, Jackson和Orszag[1]首次发现,湍流场中的强脉动旋涡结构呈丝状性,较弱的脉动旋涡结构呈片状性,更弱的脉动旋涡结构呈体状性。本刊上期封面所示的平面二维湍流流动瞬间旋涡结构强度分布就反映了这一点。

示图是湍流直接数值模拟计算的结果,计算方法和程序出自我国杰出青年学者,现任北京大学"长江学者"特聘教授的陈十一博士[2],计算工作是由北京大学湍流研究国家重点实验室的熊鳌魁博士,在实验室湍流数值模拟中心新建的并行机群上实现的。图中显示了在一些旋涡强度高的区域(深紫色

本文于2000年9月13日收到。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

与深红色)，结构呈圆点状分布；旋涡强度稍弱的区域(蓝色与红黄色)，呈带状分布；而弱旋涡区(绿色)占据了湍流场绝大多数的空间，呈面分布。这里，平面二维运动中的涡点、涡带与涡面结构取代了空间三维的涡丝、涡片与涡体结构。值得指出的是，从卫星上看大气的运动，就具有一些示图中二维流动的特征(本实验成果彩图参见本刊上期封面)。

对湍流时空结构多样性的认识，自然引出一些更进一步的有意义的问题，例如，这些不同形态的结构之间有什么相似关系？如何认识它们相互依存构成的湍流场的整体自组织特性？能否定量地刻画这种自组织特性？

最近发展起来的湍流层次结构模型[3,4]对以上问题作出了创新性的回答。根据这一模型，湍流多尺度、多强度(振幅)的脉动(涡)结构之间存在一种新的相似律，称为层次相似律。具体地说，不同强度或不同振幅、不同层次的脉动结构具有层次相似的标度特性。其中层次相似参数对充分发展湍流混乱无序运动背后的自组织特性给出了一个定量描述。其次，层次结构模型认为，间歇性的物理机制是能量级串过程中最强的特征激发态结构，它是湍流流场中最稀少、但脉动强度最大的，也是自组织有序性最高的流动结构。这些结构包含了湍流场的特征信息，是充分发展湍流运动最重要的特性之一。

图 1 是对二维湍流流动的层次相似律的检验。每个点是对旋涡强度的某种平均量。当这些点呈直线分布时，层次相似律成立，直线的斜率为层次结构参数。

层次结构模型自 1994 年发表以来，受到湍流界的极大关注，对均匀各向同性湍流的许多精细的实验测量和直接数值模拟结果都直接或间接地支持层次结构模型的预言。层次结构模型提出了关于湍流结构的全新认识，修正了统治湍流认识半个多世纪的俄国著名学者 Kolmogorov 的理论。这一突破解答了著名的湍流奇异标度律问题，为在实际应用中正确提出可解的湍流问题提供了重要的依据。

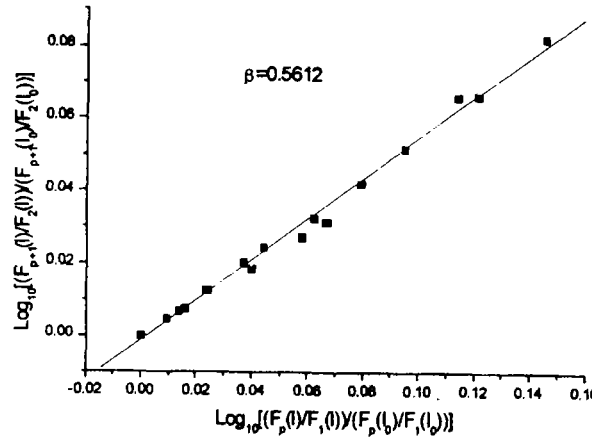

图 1　二维湍流流动层次相似律的检验

对湍流这一世纪性难题的任何实质性的进展，将意味着对复杂系统的认识论以及处理复杂系统的方法论上取得重要突破。这里提及的层次结构的思想，对于认识具有多尺度变化的复杂系统，就具有一些广泛性意义。最近的研究发现，大气气温涨落，生物基因序列中也存在着层次结构。湍流层次结构理论将对许多复杂系统自组织行为的刻画提供新的方法。

致谢　本项目得到国家自然科学基金委员会杰出青年科学基金(批准号：19825503)、自然科学基金(批准号：49975024)、教育部优秀回国人员基金和北京大学创建世界一流大学基金的资助。吴锤结教授、蔡庆东副教授为并行机群的运行提供了重要的帮助，在此表示感谢。

参 考 文 献

[1] She Z S, Jackson E, Orszag S A. Intermittent vortex structure in homogeneous isotropic turbulence, Nature, 1990, **433**:226.

[2] Chen S Y, Doolen G. Lattice Boltzmann method for fluid flows, Ann. Rev. Fluid Mech., 1998, **30**:329.

[3] She Z S, Leveque E. Universal scaling laws in fully developed turbulence. Phys. Rev. Lett., 1994, **72**:336.

[4] 余振苏，苏卫东. 湍流中的层次结构和标度律，力学进展，1999, **29**(3):289—303.

HIERARCHICAL SYMMETRY IN SYSTEMS WITH COMPLEX MULTISCALE FLUCTUATIONS

She Zhensu

(*State Key Laboratory for Turbulence Research, Peking University, Beijing* 100871)

Key words　complexity, turbulence, multiscale fluctuations, hierarchy, symmetry

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net