

- [14] Guo Y , Akai D , Swada K , et al. Ferroelectric and Pyroelectric Properties of Highly ( 110) -Oriented Pb( Zr<sub>0.40</sub>Ti<sub>0.60</sub>) O<sub>3</sub> Thin Films Grown on Pt/LaNiO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>/Si Substrates [J]. *Applied Physics Letters* 2007 **90**( 23) : 2908.
- [15] Wang P , Wu W , Hu G , et al. Preparation of ( 100) -and ( 110) -Oriented LaNiO<sub>3</sub> Thin Films by Chemical Solution Deposition [J]. *Surface Review and Letters* 2007 **14**( 1) : 123-128.
- [16] Berini B , Noun W , Dumont Y , et al. High Temperature Ellipsometry of the Conductive Oxide LaNiO<sub>3</sub> [J]. *Journal of Applied Physics* 2007 **101**( 2) : 3529.
- [17] Suzuki H , Naoe T , Miyazaki H , et al. Deposition of Highly Oriented Lanthanum Nickel Oxide Thin Film on Silicon Wafer by CSD [J]. *Journal of the European Ceramic Society* 2007 **27**( 13) : 3769-3773.
- [18] Guo Y , Akai D , Swada K , et al. Ferroelectric and Pyroelectric Properties of Highly ( 110) -Oriented Pb( Zr<sub>0.40</sub>Ti<sub>0.60</sub>) O<sub>3</sub> Thin Films Grown on Pt/LaNiO<sub>3</sub>/SiO<sub>2</sub>/Si Substrates [J]. *Applied Physics Letters* 2007 **90**( 23) : 2908.
- [19] Wang P L , Wu W B , Hu G D , et al. Preparation of ( 100) -and ( 110) -Oriented LaNiO<sub>3</sub> Thin Films by Chemical Solution Deposition [J]. *Surface Review and Letters* 2007 **14**( 1) : 123-128.
- [20] He J L , Wang D C. The Study on Phase Transformation and Lattice Constants for PZT Film [J]. *Guizhou Science* 2000 **18**( 1) : 11-15.
- [21] He P , Yan J Z , Huang W X , et al. Effect of Anneal Heating Rate on Phase Transition Characteristics of VO<sub>2</sub> Thin Film [J]. *Rare Metal Materials and Engineering* 2010 **39**( 5) : 867-870.
- [22] Zhou Y Y , Li H M , Tian Y F , et al. Effect of Heating Rate on the Structure Properties of Bi<sub>0.98</sub>La<sub>0.02</sub>FeO<sub>3</sub>-PbTiO<sub>3</sub> Films [J]. *Electronic Components and Materials* 2010 **4**( 4) : 1-4.
- [23] Kang X X , Lin Y Y , Tang T A , et al. Preparation and Properties of LNO Thin Film Electrode [J]. *Journal of Functional Materials* 2003 **34**( 3) : 317-319.

## · 信 息 ·

### 力学所纳米粒子反常受限扩散研究获进展

DOI:10.16553/j.cnki.issn1000-985x.2016.02.035

扩散是纳米尺度下最常见的粒子运动及物质输运方式。与简单流体中布朗扩散不同,在复杂流体中,纳米粒子运动受到其附近流体非均匀结构的影响,将表现出反常的受限扩散特性,即均方位移与时间呈非线性关系。近年来研究发现,某些特征时间尺度下纳米粒子的均方位移与时间仍符合类似布朗运动的线性关系,但其运动的位移概率密度分布却展现出非高斯性质。这种被称为“非高斯布朗(non-Gaussian yet Brownian)”的反常现象引起了学界的高度关注,但其来源与机制一直没有得到很好的解释。

中国科学院力学研究所微纳尺度流体力学课题组的研究人员利用 Particle tracking 可视化技术,实验测量了不同尺寸的纳米粒子在不同浓度和分子量的聚环氧乙烷溶液中的扩散运动,通过非高斯系数、位移概率分布及位移自相关系数等统计结果,分析了反常受限扩散运动中非高斯性的来源。他们提出纳米粒子反常扩散运动的非高斯性源自少量粒子的“跳跃扩散(hopping diffusion)”,即纳米粒子可以穿越周围高聚物网状结构而表现出大位移运动。研究观测到非高斯性随时间和粒子尺寸而改变,当纳米粒子尺寸小于高聚物特征网格尺寸时,非高斯性明显增强而且会持续存在较长时间。以往的研究往往仅关注纳米粒子与高聚物分子的短时间微观相互作用,而无法解释实验在较长时间尺度观察到的非高斯特性;而现研究提出了“跳跃扩散(hopping diffusion)”才是“non-Gaussian yet Brownian”反常现象的根源的全新观点。在应用方面,跳跃扩散将能够解释诸如催化反应及生物体内信号和代谢穿梭等小概率事件主导的现象。

(来源:中国科学院力学研究所)