

# 国际液晶学会与活性行走的由来<sup>\*</sup>

林 磊<sup>†</sup>

( 美国加州圣何塞州立大学物理系 加州 95192 - 0106 )

**摘 要** 国际液晶学会是作者于 1990 年建议成立的,活性行走的概念是作者于 1992 年提出的.活性行走是描述简单与复杂系统中自组织和图样形成的一个范式,已被广泛应用于自然科学和社会科学的各种系统中.文章首次给出关于国际液晶学会与活性行走创立过程的第一手资料,并介绍了活性行走的实质和意义.

**关键词** 国际液晶学会,活性行走,科学创新,中国科学史,国际科学史

## The origin of the International Liquid Crystal Society and active walks

LAM Lui<sup>†</sup>

( Department of Physics , San Jose State University , San Jose , CA 95192 - 0106 , USA )

**Abstract** The International Liquid Crystal Society and active walks were originated by the author in 1990 and 1992 , respectively. Active walk is a paradigm for describing self - organization and pattern formation in simple and complex systems. It has been widely applied to various systems coming from natural and social sciences. First hand materials on the establishment of the International Liquid Crystal Society and active walks are provided here for the first time. Discussion of the real meaning of active walks is included.

**Keywords** International Liquid Crystal Society , active walk , science innovation , Chinese science history , international science history

### 1 国际液晶学会的由来

液晶是 1888 年发现的.沉静了一段时间之后,在 20 世纪 30 年代,在欧洲,对液晶的研究工作蓬勃了一下,之后又沉静下来.60 年代末在美国,有人发明了液晶显示,现代的液晶研究才开始,一直延续到现在<sup>[1]</sup>.首届国际液晶会议于 1965 年在美国 Ohio 州 Kent 州立大学举行,主席是 Glenn H. Brown,大约有 90 人出席.第二届于 1968 年在同一地方举行.之后每两年举行一次,一直到现在<sup>[2]</sup>.会议在 1990 年之前由“国际液晶会议策划和指导委员会”负责推动,委员会由少数几个重要的液晶科学家组成.

我于 1978 年 1 月回国<sup>[3]</sup>,在中国科学院物理研究所工作.1979 年,应印度拉曼研究所 Chan-

drasekhar 教授的邀请,我与北京大学物理系的两位老师到 Bangalore 参加他主办的国际液晶会议.这是我生平参加的第一个国际液晶会议.这个会议让我认识了液晶界的主要同行,并获得了碗形液晶的灵感<sup>[4]</sup>.第二年,我率领中国代表团到日本京都参加“第 8 届国际液晶会议”.在这次会议上,国际液晶会议策划和指导委员会首次制订了自己的章程.根据章程,委员会需要增补新的会员.我被提名并于两年后的 Bangalore 会议上成为委员会的会员.

1980 年夏天,我从京都回到北京,与国内同行创立了“中国液晶学会”.经过选举,清华大学的谢毓章教授任理事长,我任秘书长兼副理事长.在我

<sup>\*</sup> 2005 - 01 - 10 收到初稿,2005 - 02 - 25 修回

<sup>†</sup> Email : luilam@email.sjsu.edu

1983年底回美国<sup>[3]</sup>之前的三年半内,学会严格按章程要求,进行定期选举和保留每个会议记录<sup>1)</sup>。

1987年夏天,我从纽约去法国 Bordeaux 参加一个液晶高分子会议,途经巴黎 Orsay 的南巴黎大学。Orsay 的固体实验室是 Jacques Friedel 和他的朋友创立的。正是在这个实验室, Pierre de Gennes 带领一大批法国科学家在液晶领域战胜了世界上几乎所有的同行,使液晶成为法国的“国技”。也正是这个实验室,我作为来自中国科学院物理研究所的访问学者于1980年和1982年两次在这里工作。这一次,我的好朋友告诉我一个令我震惊的消息,年轻有为的女液晶工作者 Mireille 刚刚去世。震惊之余,我感到悲伤和失望。当时,液晶工作者的圈子相对比较小,大家每两年在一次会议上见面,像一个家庭一样。我作为一个同行,如果没有由于偶然的原因来到 Orsay,就可能不知道 Mireille 的死讯。这一刻,我清楚地意识到,液晶这个行业应该更好地组织起来,并拥有一份像 Physics Today 一样的刊物。就这样,我决定要提议建立一个国际液晶学会。然而,事情并没有这么容易。

在未来的三年,我把这个主意告诉我每一个做液晶的朋友、在全球发动一个争取支持的签名运动、让当时的权力机构——国际液晶会议策划和指导委员会——通过决议、和起草了章程。在章程中,我建议把新的学会命名为“国际液晶学会”,并保证会出版一份官方的杂志——Liquid Crystals Today。最后,在1990年的暑假,万事具备。我建议有加拿大温哥华将要举行的“第13届国际液晶会议”上成立这个学会。所以,我就要去温哥华了。只有一个问题。我在这个会议上要宣读一篇论文,但是我还没有足够的材料来写这篇文章。

1990年是很忙碌的一年。1月我在圣何塞州立大学举办了一个“非线性物理冬季班”,3月在加州 Anaheim,我主持了美国物理学会“软物质物理中的失稳和传播图形”研讨会,这个研讨会是我提出来的。6月,我是在 Los Alamos 举行的北太平洋公约组织高级研究研讨会“简单与复杂液体的非线性动力学结构”的总监。7月,在温哥华液晶会议的前几天,我还要到加拿大 Edmonton 参加一个“非线性与混沌现象”会议<sup>[5]</sup>。

在 Edmonton 会议前几天,在圣何塞州立大学科学楼地下室55号房间的“非线性物理实验室”,我与我的学生匆匆地做了一个实验。我们拿了一个液晶盒(就是在两片透明导电的玻璃片中有一薄层的

液晶,正如普通的电子手表或计算器中的那个一样)放进液晶或油,并加上足够高的电压。白光一闪,这个实验就做完了。我们发觉在那两片镀过的玻璃内层表面,有一个复杂的线状图形。图1是其中一个例子。我在赶去飞机场之前把这篇文章写好。其后,在温哥华宣读了这篇论文<sup>[6]</sup>。

国际液晶学会终于在温哥华会议期间成立了,国际液晶会议策划和指导委员会从此走进历史。国际液晶学会是目前唯一的全球性液晶组织,有近900会员,来自六大洲的43个国家和地区。除了个人会员外,学会还包含个别国家或地区性的液晶学会<sup>[7]</sup>。

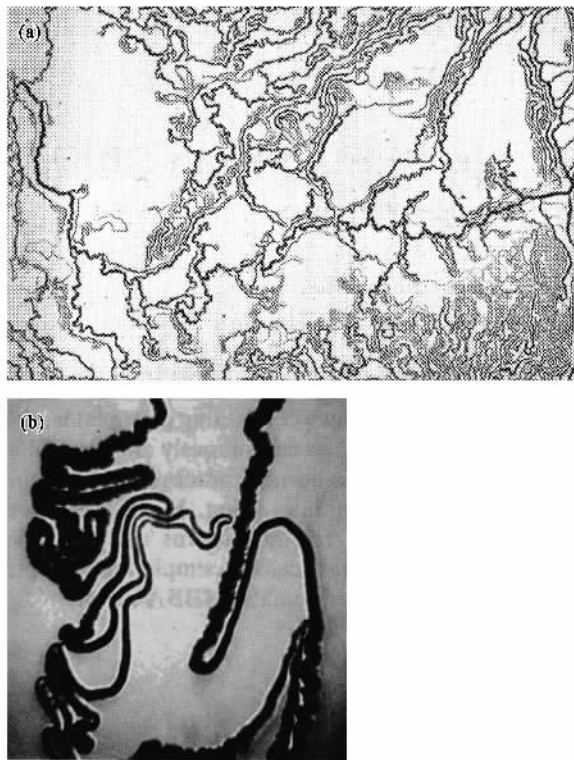


图1 一个由电击穿引起表面化学反应的线状图形<sup>[6]</sup> (a)在均匀油盒中的图形 (b)图(a)的局部放大,显示线条宽度的交替变化

## 2 活性行走的由来

在文献[6]的实验中,导致线状图形的物理和化学过程是相当复杂的,目前还在研究中。基本上线

1) 谢毓章先生与我在学会支持下,招收了国内第一批液晶物理研究生,他们毕业后成了国内这个行业的骨干。1989年,谢毓章编写了《液晶物理》专著,在科学出版社出版后,一直畅销到现在。今年正逢谢先生九十华诞,谨此致贺。

条出现在一连串由电击穿引起的化学反应所在的地方. 实验做完之后, 在不知道具体的物理机理的情况下, 我们开始对这些线状图形进行计算机模拟. 我们很快了解到, 可以把一条线条的生长看作一个行走者留下的轨迹. 要生长一条线条, 我们只需要告诉行走者如何举步和说明行走者在行走中如何改变附近的环境. 图 2 给出了我们获得的计算机模拟结果之一, 与图 1 的实验符合得相当好. 这篇文章<sup>[8]</sup>收录在 1992 年我主编的 *Modeling Complex Phenomena* 一书中, 在此文中, 我把行走者命名为“活性行走者”(active walker), 把相关的模型称为“活性行走者模型”. 其后, 我把这个行走过程称为“活性行走”(active walk), 把相关模型称为“活性行走模型”<sup>[9]</sup>. 很快, 我意识到活性行走不仅可以用来模拟一条线条的生成, 而且事实上还是一个能够应用于很多其他复杂系统的普遍范式<sup>[10]</sup>.

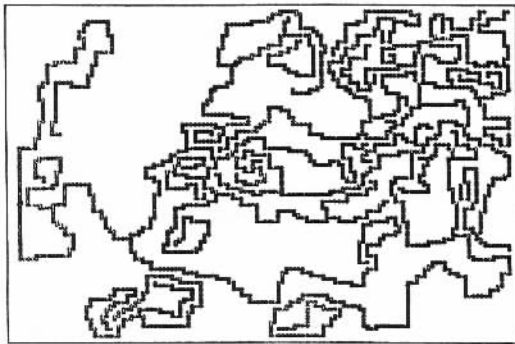


图 2 来自活性行走模型的一个模拟结果<sup>[8]</sup>(开始, 7 个活性行走者的位置是随意的, 他们通过一个共享的可变形地貌来彼此间接相互影响, 在模拟程序中, 我们规定行走者的轨迹不能交叉, 这导致多个不同大小的封闭空间的生成, 与图 1 实验观察到的结果一致)

1991 年 9 月, 在日本 Kitakyushu 召开的“复杂耗散系统中图样形成的物理”国际会议上, 我第一次在圣何塞之外做关于活性行走的演讲<sup>[11]</sup>. 第二年, 我在另外三个会议——5 月在 Los Alamos<sup>[12]</sup>、6 月在 Edmonton 和 7 月在德国 Hamburg——做了活性行走的报告. 正是在 Los Alamos 的会议上, Harvey Gould 邀请我为 *Computers in Physics* 期刊写一篇关于活性行走的综述文章<sup>[10]</sup>——虽然活性行走在当时仅有不到一年的历史.

关于“分形和有序系统”的 Hamburg 会议特别值得一提. 我演讲用的一片透明胶片生动地抓住了一个活性行走者的本质(见图 3). 报告后, Jerusalem 的 Hebrew 大学的 David Avnir 私下问我: “你是怎样发表这些崭新的想法的?”我回答: “我在会议录上

发表.”这句话是真的. 最后, 这个会议的会议录编者十分喜欢我们的结果<sup>[13]</sup>, 把它印在会议录书面上(图 4, Avnir 当时正在研究结构的手征性<sup>[14]</sup>, 对我们的活性行走能产生螺旋状图形<sup>[8]</sup>深感兴趣).

ACTIVE WALKER MODEL (AWM)

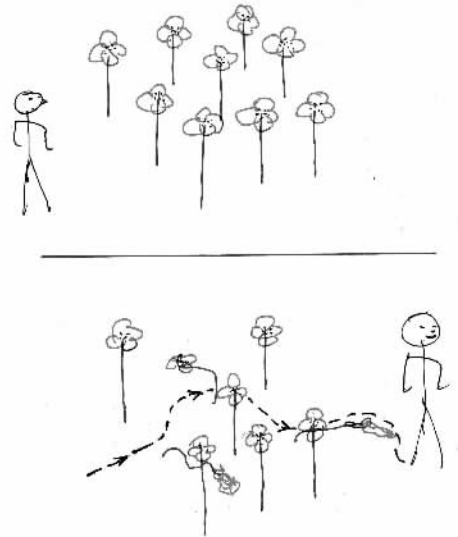


图 3 1992 年作者在 Hamburg 会议上使用的关于“活性行走者模型”的透明胶片(行走者行走时改变了环境——那些花的状态, 所以是一个活性行走者)

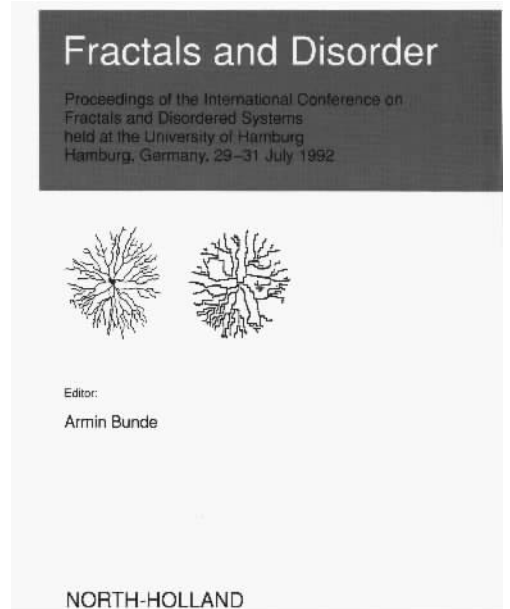


图 4 1992 年 Hamburg 会议录的封面, 封面上的两个图来自书中我们的文章<sup>[13]</sup>

简言之, 我在 1992 年成功发表了活性行走的首三篇文章<sup>[8, 11, 13]</sup>. 接下去是更多的会议.

1993 年 4 月在新墨西哥州 Santa Fe 召开的“非

平衡复杂系统中的时空图形”会议非常激动人心。图形形成方面几乎所有的重要人物都参加了会议。我做了题为“活性行走者、地貌和复杂系统”的口头报告。正是在这次会议上,我第一次见到了 Frank Schweitzer,他发表了题为“‘活性’布朗粒子生成的轨迹网络”的张贴报告。他读过我的那篇 Kitakyushu 论文<sup>[11]</sup>,我们约定今后保持联系。我们真的这样做了。Schweitzer 于 1994 年发表了自己的第一篇活性行走论文<sup>[15]</sup>,是关于活性行走者聚集问题的研究。他进一步发展了活性行走,并且成功地把它应用在很多生物和社会系统中<sup>[16]</sup>(在文献 [16] 中的第 207 页最后一行,“an electric field between the center and the boundary of a Hele - Shaw cell”应改为“a vertical uniform electric field in a Hele - Shaw cell”)。

从那时起,世界上很多人已经把活性行走应用于来自自然科学和社会科学的各种简单和复杂系统中。譬如物理、生物和化学系统中的图样形成(例如表面化学反应线状图形<sup>[11,17]</sup>和视网膜神经原图形<sup>[13]</sup>),分形表面的形成<sup>[12]</sup>,蚂蚁觅食<sup>[10,18]</sup>,虫的蠕动<sup>[10]</sup>,细菌的运动和图样形成<sup>[19,20]</sup>,行人小径的自然生成<sup>[21]</sup>,局域性 - 非局域性的形成和转变<sup>[22,23]</sup>,颗粒物<sup>[24]</sup>,石油开采<sup>[25]</sup>,经济系统<sup>[26-28]</sup>,以及正反馈系统<sup>[29]</sup>。最近,活性行走被运用于对人类历史的研究<sup>[30-32]</sup>。

与此同时,在最近十年,以“行动者”(agent)为基础的模型越来越受到重视,并且在解决社会系统中的问题时,成为最常用的方法<sup>[33]</sup>。这些模型采用了数量众多的行动者,每个行动者改变它的环境,反之亦然。这些行动者实际上就是活性行走者,这些模型就是活性行走模型<sup>[16,34,35]</sup>。

### 3 活性行走的实质和意义

活性行走最简单的数学描述包含一个粒子的运动和与它耦合的一个位势——可变形的地貌。蚂蚁就是一个活生生的活性行走者。蚂蚁每走一步,就放出某种味道,下一步就朝着味道浓的地方去。味道浓度的空间分布就是上面所说的位势。

我们可以从三个不同的角度来了解活性行走的本质和意义。

(1) 活性行走是自然界的一项组织原则。在自然界中观察到的结构和图样具有丰富的多样性,它们可以被分为少数的几类;同一类的结构或图样彼此相似<sup>[36]</sup>。为了有效地“制作”它们,我们可以假定

大自然采用了几个简单的组织原则。两个极端简单的组织原则是“绝对有序原则”和“绝对无序原则”,它们分别导致了晶体和气体的出现。一个更有趣的组织原则是生成分形的“自相似原则”。然而,自然界中存在众多不是分形的结构,表明至少还存在另一项组织原则,即“活性行走原则”<sup>[9]</sup>。由于活性行走中行走者的行走规则和地貌改变规则并不固定,而是根据所模拟的具体系统来确定的,活性行走原则因而非常简单和灵活,也就非常有用。根据采用的具体规则,活性行走可以生成分形的和非分形的结构<sup>[37]</sup>。

(2) 活性行走是利用行走来模拟自然现象的一个新的方案。一个粒子——行走者——的移动被称为“行走”。运用行走者来建立物理、生物甚至社会系统的模型,已经有很长的历史。1992 年之前,模型中使用的行走者实际上都是消极行走者。消极行走者行走时并不改变它的环境中任何事情。最简单的例子就是随机行走<sup>[38]</sup>。Bachelier 首次运用它来描述市场预测中的期货选择<sup>[39]</sup>,五年后,爱因斯坦用它来解释布朗运动<sup>[40]</sup>。相反,活性行走者改变环境并且依改变了的环境做出反应,很明显,活性行走是更普遍的另一项新的行走(自我避免的行走和随机行走的其他相似推广都是行走者在经过的地方留下一个标记,都没有清晰地包含一个独立的延伸的地貌。虽然可以把它们看作是活性行走的极端例子<sup>[37]</sup>,但它们在实质上更像是消极行走)。

(3) 活性行走者是用行动者模型来进行计算机模拟中的行动者。最近,以行动者为基础的模型成为模拟复杂系统时广泛使用的方法,特别是应用在生物、生态和社会系统<sup>[33-35]</sup>。这个方法背后的原理是:复杂系统是如此复杂,以至于从微分方程开始来研究它们,通常是不可能的,也是无法实现的。取而代之,为了理解涌冒(emergent)现象,人们使用了久经考验的还原论方法,就是从下面的层次开始——从系统的组成部分(即行动者)的性质和它们之间的相互作用开始。在这些计算机模型中的行动者,只是一个具有内态的粒子,这个粒子通常是一个粒点,但是,从原则上说,它也可能是一个具有空间维度的单体。

行动者可能很聪明,也可能不聪明,但它们总是必须履行一些任务——例如感觉和衡量环境,做计算,以及改变它们的位置和内态。根据这个定义,用 Monte Carlo 方法来模拟流体中使用的粒子也是行动者。这些粒子必须记住自己的动量和能量,依动量

和能量守恒原则进行运算,并且据此改变方向和位置——它们是非常忙碌的行动者。从这个意义上说,所有从下一层次开始的计算机模拟,都是以行动者为基础的。

在活性行走中,行走者能够也必须履行简单或复杂的任务。例如,在走下一步之前,每个行走者必须获取关于环境的信息,并且根据行走规则做出计算。它们也可能拥有内态。所以,活性行走者是行动者。

当多于一个的活性行走者共存于一个地貌中,它们通过共享的地貌彼此间接相互影响。事实上,任何两个物质单元之间的相互作用,在本质上都是间接性的。在微观层次,两个量子力学粒子是通过交换信使来相互影响的。例如,两个电子通过交换光子来互相排斥。用经典力学来描述,就是一个电子首先建立一个 $1/r$ 位势,第二个电子“感觉”到这个位势的力,而受到第一个电子的排斥。不管是哪种方式,两个电子的相互作用都是间接的。宏观物体之间的相互作用也是间接性的。两个人的说话和聆听是通过在空气中传播的声波来进行的。人们是通过因特网(包含键盘、光缆和服务器等),或者报纸上的广告来相互、间接影响的。瞬间和直接的影响只是一个近似。最终而言,所有的行动者都是活性行走者。

## 4 结束语

国际液晶学会是作者于1990年建议成立的,活性行走的概念是作者于1992年提出的。目前,关于活性行走有4篇主要的综述<sup>[16, 37, 41, 42]</sup>。文献[43]是活性行走的一篇科普介绍。

最后,我们谈一谈相关的术语。在孤子范式的情况,根据不同的应用,孤子有不同的名称,比如“墙”(wall)和“通量子”(fluxon);而且有不同形式的孤子,比如“扭曲”(kink)和“呼吸子”(breather)<sup>[37]</sup>。活性行走的范式也有相似的情况。事实上,根据活性行走固有的灵活性以及它的实际应用,活性行走者的多样性在数量上是无穷的。例如,一些活性行走者被称为“布朗行动者”(Brownian agent)<sup>[16]</sup>和“生物子”(bion)<sup>[19]</sup>,活性行走的地貌在某一具体应用中被称为“糖地”(sugarscape)<sup>[34]</sup>。

致谢 1978年,我回到中国科学院物理研究所工作不久,施汝为所长找我谈话。真挚的交谈让我感到自己终于和中国物理连上了。物理所主楼当时只有一

部国产电梯,用来运货,连所长都不能用。施老每天上班,要徒步上三楼的办公室。他步履蹒跚走上楼梯的背影给我留下深刻的印象,让我看到了一位虚怀若谷的学者对物理事业毕生的忠诚。这个背影一直鼓舞着我的工作。

## 参 考 文 献

- [ 1 ] 林磊. 物理, 1982, 11 :171[ Lam L. Wuli( Physics ), 1982, 11 :171( in Chinese )]
- [ 2 ] www.ilcc2004.net/? menu\_item = WELCOME&menu\_level = 2
- [ 3 ] 李元逸. 科学时报 2003年8月8日[ Li Y Y. Sciencetimes, 8 Aug., 2003( in Chinese )]
- [ 4 ] 林磊. 物理 2000, 29 :497[ Lam L. Wuli( Physics ), 2000, 29 :497( in Chinese )]
- [ 5 ] Lam L. In : Nonlinear and Chaotic Phenomena, Eds. Rozmus W, Tuszynski J A. Singapore : World Scientific, 1991
- [ 6 ] Lam L, Freimuth R D, Lakkaraju S. Mol. Cryst. Liq. Cryst., 1991, 199 :249
- [ 7 ] www.ilsoc.org/member.html
- [ 8 ] Freimuth R, Lam L. In : Modeling Complex Phenomena. Eds. Lam L, Naroditsky V. New York : Springer, 1992
- [ 9 ] Lam L. In : Lectures on Thermodynamics and Statistical Mechanics. Eds. Costas M, Rodriqlulez R, Benavides A L. Singapore : World Scientific, 1994
- [ 10 ] Lam L, Pochy R D. Comput. Phys, 1993, 7 :534
- [ 11 ] Lam L, Freimuth R D, Pon M K *et al.* In : Pattern Formation in Complex Dissipative Systems, Ed. Kai S. Singapore : World Scientific, 1992
- [ 12 ] Pochy R D, Kayser D R, Aberle L, Lam L. Physica D, 1993, 66 :166
- [ 13 ] Kayser R D, Aberle L K, Pochy R. D, Lam L. Physica A, 1992, 191 :17
- [ 14 ] Katzenelson O, Hel - Or H Z, Avnir D. Chem. Eur. J., 1996, 2 :174
- [ 15 ] Schweitzer F, Schimansky - Geier L. Physica A, 1994, 206 :359
- [ 16 ] Schweitzer F. Brownian Agents and Active Particles. New York : Springer, 2003
- [ 17 ] Sheu C R, Cheng C Y, Pan R P. Phys. Rev. E, 1999, 59 :1540
- [ 18 ] Schweitzer F, Lao K, Family F. BioSystems, 1997, 41 :153
- [ 19 ] Kessler D A, Levine H. Phys. Rev. E, 1993, 48 :4801
- [ 20 ] Ben - Jacob E, Schochet O, Tenenbaum A *et al.* Nature, 1994, 368 :46
- [ 21 ] Helbing D, Keltsch J, Molnár P. Nature, 1997, 388 :47
- [ 22 ] Lam L. Chaos, Solitons and Fractals, 1995, 6 :267
- [ 23 ] Huang S Y, Zou X W, Zhang W B, Jin Z Z. Phys. Rev. Lett., 2002, 88 :056102
- [ 24 ] Baldassarri A, Krishnamurthy S, Loreto V, Roux S. Phys. Rev. Lett., 2002, 87 :224301
- [ 25 ] Yuan J Y, Tremblay B, Babchin A. SPE 54097, 1999 SPE International Thermal Operations and Heavy Oil Symposium, Bakerfield, CA, March 1999
- [ 26 ] Lam L, Shu C Q, Bödefeld S. In : Nonlinear Physics for Beginners. Ed. Lam L. Singapore : World Scientific, 1998
- [ 27 ] Schweitzer F. Adv. Complex Syst., 1998, 1/1 :11
- [ 28 ] Savit R, Manuca R, Riolo R. Phys. Rev. Lett., 1999, 82 :2203

- [ 29 ] Lam L, Koay S A, Le M P, Yung Y. Paper presented at Workshop on Modeling Complex Systems, Nov. 20 - 21, 2002, Reno, Nevada, USA
- [ 30 ] Lam L. Mod. Phys. Lett. B, 2002, 16 :1163
- [ 31 ] 林磊. 见 新兴交叉学科. 刘国奎主编. 北京 清华大学出版社 2003 ( Lam L. In : On the Frontiers of Science, Vol. 2, Ed. Liu G K. Beijing : Tsinghua University Press, 2003 )
- [ 32 ] Lam L. This Pale Blue Dot. Tamshui : Tamkang University Press, 2004
- [ 33 ] Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 2002, 99, Suppl. 3 :7187
- [ 34 ] Epstein J M, Axtell R. Growing Artificial Societies. Cambridge, MA : MIT Press/Brookings, 1996
- [ 35 ] Bonabeau E, Dorigo M, Theraulaz G. Swarm Intelligence. New York : Oxford University Press, 1999
- [ 36 ] Lam L. Nonlinear Physics for Beginners. Singapore : World Scientific, 1998
- [ 37 ] Lam L. In : Introduction to Nonlinear Physics, Ed. Lam L. New York : Springer, 1997
- [ 38 ] Hughes B H. Random Walks and Random Environments. Oxford : Clarendon, 1995
- [ 39 ] Bachelier L. Annales Scientifiques de l' Ecole Normale Supérieure, 1900, III - 17 - 21
- [ 40 ] Einstein A. Ann. Physik, 1905, 17 :549
- [ 41 ] 林磊. 物理 2000, 29 :531 [ Lam L. Wuli ( Physics ), 2000, 29 :531 ( in Chinese ) ]
- [ 42 ] Lam L. Int. J. Bifurcation and Chaos, 2005, August
- [ 43 ] Lam L. Skeptic, 2000, 8 ( 3 ) :71

## 封面说明

众所周知,硅是整个微电子工业的基础材料.自从多孔硅能够高效率地发射可见光的现象发现以后,硅的微结构及其性质就一直受到强烈关注.人们已经发现硅的微结构颗粒对入射光有着显著增强的非弹性散射(如拉曼散射、光致发光等).近年来,如何制备出具有特异性能的硅微颗粒以及对单个硅微颗粒的性质表征是一个非常吸引人的挑战性课题.最近,我们利用分子束外延设备在碳化硅衬底上生长出了硅的单晶微颗粒,颗粒的尺度可以控制在数百纳米到微米之间.更重要的是我们利用扫描共焦显微拉曼光谱设备拍摄出单个硅纳米晶粒的拉曼光谱像,从实验上直接观察到硅的微颗粒拉曼散射增强的尺度效应.就我们所知,利用分子束外延设备在碳化硅衬底上直接生长出硅的纳米晶粒及其单个硅纳米晶粒的拉曼光谱像,国内外均未见报道.因此,此项工作对单个硅纳米晶粒的表征有重要的科学意义和潜在的应用价值(封面左图是生长在碳化硅衬底上单晶硅颗粒的共焦显微拉曼光谱像,右图是相对应的共焦显微像).

(香港大学物理系及港大-中科院新材料合成及检测联合实验室 徐士杰)



# 无锡市苏威试验设备有限公司

## WUXI SUWEI TESTING EQUIPMENT CO., LTD.

苏威公司是一家集科研、设计及制造各类模拟气候环境试验设备的专业性企业。本公司现已通过 ISO 9001:2000 质量管理体系认证。产品有：步入式恒温试验箱、高低温、高低温湿热、高低温交变湿热、恒定湿热、高温恒温、盐雾腐蚀、滴水淋雨、紫外灯(氙灯)耐气候、砂尘、霉菌、振动、跌落等试验设备。

<http://www.wxsuwei.com>



GDJS-系列

高低温交变湿热试验箱



GDJS-系列

高低温交变湿热试验箱



GDJS-系列

高低温交变湿热试验箱



YWX/Q-系列

盐雾腐蚀试验箱

地址: 无锡市石塘湾工业园  
电话: 0510-2266882(总机)  
邮编: 214185

销售热线: 0510-3263008 3263018  
传真: 0510-2266881  
手机: 0-13906197780

北京办事处: 010-68633994 13671120840  
广州办事处: 020-86259303 13672423931  
西安办事处: 029-87441566 13689268474