

汪秉宏简介

拼音: Wang, Bing-Hong **性别:** 男 **职称:** 教授、博士生导师
出生年月: 1944年 10月 4日 **籍贯:** 江西省婺源县 **民族:** 汉
现任行政职务:

中国科学技术大学 理论物理研究所所长; 理论物理国家重点学科负责人,
近代物理系理论物理专业主任; 非线性科学中心副主任,
安徽省非线性科学学会理事长
上海系统科学研究院复杂适应系统研究所所长

通讯地址: 合肥市 金寨路96号 中国科学技术大学 近代物理系 **邮政编码:** 230026

电邮地址: <bhwang@ustc.edu.cn>

传真: 0551-3603574 (非线性科学中心), 0551-3601164 (近代物理系)

电话: 0551-3607407 (Office), 0551-3600157 (Lab),
0551-3601859 (理论物理研究所), 0551-3601206 (H),
86-13905696151 (mobil)

兼职:

美国 数学评论 (Mathematical Reviews) 评论员
中国高等科技中心 (世界实验室) 成员
中国物理学会《中国物理快报》特约评审
《非线性动力学学报》编委
扬州大学物理学院顾问、兼职教授
上海大学应用数学及力学研究所兼职教授
浙江大学物理系兼职教授
华南理工大学理学院 兼职教授
中国系统工程学会 理事
中国数学力学物理学高新技术交叉科学研究会 复杂性科学专业委员会 主任委员

访问学者客座:

香港中文大学物理系杨振宁基金访问研究员 (C.N.Yang Visiting Fellow)
台湾中央研究院物理研究所客座研究员 (Research Fellow)
香港浸会大学非线性研究中心访问教授 (Visiting Professor)
新加坡国立大学计算科学系及物理系高级研究员 (Senior Research Fellow)

学历: 1967.7 北京中国科技大学近代物理系理论物理专业 毕业
1982.10 -1985.4 美国 Stevens Institute of Technology 物理系 博士后研究

研究方向:

理论物理: 平衡与非平衡统计力学、自组织临界性和相变理论、等离子体物理学动力论

非线性科学: 非线性动力学系统理论、分岔与混沌理论、混沌的同步及其控制、
分形理论、时间序列的非线性分析方法

非线性物理及其应用: 神经网络理论、元胞自动机模型、交通流的微观高速并行模拟、
地震预测研究、火灾燃烧系统的非线性不稳定性、森林火灾模型

复杂性科学: 复杂系统动力学、复杂网络、复杂适应系统

经济物理学: 金融数据统计分析、金融市场自适应行为的基于经纪人相互作用的物理模型、
金融风险理论

主持研究项目：

- 1989-1991 国家自然科学基金委数理科学部项目：等离子体强湍流理论（项目成员）
- 1989-1991 国家自然科学基金委数理科学部项目：
电磁波对等离子体粒子随机加速与随机加热研究（项目主持人）
- 1991-1995 国家八五攀登计划“非线性科学”项目：保守系统混沌（项目成员）
- 1993-1995 国家地震联合基金八五攻关项目：地震时间序列译解及预测算法研究
- 1994-1995 香港中文大学研究项目：“交通流问题：元胞自动机模型”（项目成员）
- 1995-1996 香港中文大学研究项目：“宏观非均匀介质的物理”（项目成员）
- 1995-1998 国家自然科学基金委地球科学部项目：
时间序列的非线性分析研究及在地球科学中的应用（项目主持人）
- 1996-2000 国家九五攀登计划“非线性科学”项目：复杂系统动力学（项目成员）
- 1997-1999 香港特区政府研究资助局基金项目：汽车交通流问题：统计物理方法
- 1999-2001 国家自然科学基金委工程与材料科学部项目：
基本火灾燃烧系统的非线性不稳定性（项目主持人）
- 2000-2002 国家自然科学基金委数理科学部项目：
交通流中的自组织临界性和相变行为研究（项目主持人）
- 2000-2002 国家自然科学基金委数理科学部重点项目：城市交通流研究（项目成员）
- 2000-2003 中国科学院知识创新工程项目：《与火灾燃烧现象相关的非线性非平衡复杂系统动力学理论研究》（项目主持人）
- 2000-2002 国家重大基础研究计划特别经费资助项目（九七三项目）：
《非线性科学中的前沿问题研究》混沌及随机动力学子课题（项目成员）
- 2001-2002 加拿大一中国高校与工业合作研究计划管理科学应用研究联合基金
（项目主持人）（CCUIPP- NSFC Research Grant Program :
Applied Research in Management）
- 2003-2005 国家自然科学基金委 管理科学部 复杂性科学专项 项目：
《价格的统计分析与金融市场的经纪人相互作用模型研究》（项目主持人）
- 2003-2005 高等学校博士学科点专项科研基金：（项目主持人）
《交通流的自组织临界性及金融物理的经纪人相互作用模型研究》
- 2005-2007 国家自然科学基金委数理科学部力学处项目：
《交通流及复杂网络信息流的动力学研究》（项目主持人）
- 2006-2007 中国科学院院长基金特别支持项目计划：
《复杂网络的结构与功能及动力学性质研究》（项目主持人）
- 2006-2007 理论物理专款一理论物理前沿课题高级研讨班计划
《复杂网络演化机制与动力学行为研究》（批准号：NSFC A0524701）
- 2006-2008 理论物理专款东西部合作项目（汪秉宏作为东部合作导师）：
《复杂网络的演化和同步研究》，批准号：10547004
- 2006-2009 国家自然科学基金委数理科学部力学处 重点项目（批准号：10532060）
《城市交通系统的非线性动力学特性研究》
- 2006-2011 国家重点基础研究发展计划（973计划）项目 编号：2006CB705500
大城市交通拥堵瓶颈的基础科学问题研究
第四课题：城市交通系统的时空演化复杂性与结构瓶颈
- 2007-2009 高等学校博士学科点专项科研基金
复杂网络的结构、功能与动力学研究
- 2007-2010 国家自然科学基金委数理科学部 物理II处重点项目
基于复杂网络的复杂系统动力学及统计行为的研究（批准号：10635040）

获奖:

- 2003年 安徽省第四届自然科学优秀学术论文奖一等奖:
“福井—石桥交通流模型的统计力学处理” (唯一获奖人)
- 1999年 国际经济评价香港中心颁发世界华人重大学术成果:
“李雅普诺夫指数平台结构的普适性” (第一获奖人)
- 1999年 安徽省高校科技进步二等奖:
“交通流元胞自动机模型的统计力学研究新方法” (第一获奖人)
- 1999年安徽省第三届“兴皖之光”青年学术年会优秀论文奖 (第二获奖人)
- 1997年 国家教委科技进步奖二等奖:
“非线性系统分岔、混沌及阵发普适行为研究” (第一获奖人)
- 1997年 安徽省第二届自然科学优秀学术论文奖一等奖:
“二维交通流模型的改进平均场理论” (第一获奖人)
- 1996年 中国科技大学王宽诚教育奖 (唯一获奖人)
- 1996年 陕西省教委科技进步奖二等奖:
“张弛振荡系统的新型动力学行为” (第二获奖人)
- 1995年 安徽省教委科技进步奖:
“分岔、混沌与阵发的解析研究” (第一获奖人)
- 1995年 安徽省教委科技进步奖:
“非线性科学在地震预报中的应用” (第一获奖人)
- 1990年 高校优秀教学成果奖“统计力学课的教学改革” (唯一获奖人)

主要学术贡献:

1, 对于交通流及城市交通非线性系统行为的研究

1995 年开始使用元胞自动机模型实施高速公路交通流的微观高速并行模拟, 并应用统计物理方法和非线性动力系统理论对道路交通流和城市交通系统的时空复杂性、相变行为和自组织临界性进行深入研究。1996 年起, 提出二维交通流元胞自动机模型可以模拟交通灯控制、不同类型岔路口和车分布的非均匀性及各向异性等一些真实交通情形, 对二维交通流模型平均场理论的改进, 得到比日本学者更好的结果。1997 年应用统计物理系综平均及多体耦合关联函数的解耦技术开创了从严格微观运动方程出发对于一维交通流相变行为的统计力学解析研究。首创以车距为动力学变量考察交通流演化的方法, 在国际上首次给出随机减速高速车交通流基本图曲线的精确解析平均场方程。这对于交通流的相变和自组织临界性机制提供了基本的物理理解, 并对交通流的真实模拟及控制有理论的意义。1998 年进一步提出介于 Fukui-Ishicashi(FI)模型和 Nagel-Schreckenberg (NS) 模型之间的新模型, 求得更多模型的精确解析解, 并研究“车距分布独立性假设”与精确解存在性之间的关系。鉴于卫星和信息传输技术的快速发展, 又及时研究下一代智能汽车的交通流问题, 把自适应性效应引入决策交通流模型, 对于智能汽车的交通流元胞自动机模型的自组织临界性和相变行为进行了新探索。基于 FI 模型, 他进一步提出并研究可以考虑前车运动速度的可能变化而确定车辆与前车距离的交通流模型。模拟结果显示这一模型可以给出比 NS 模型更高的车流量, 并且其基本图呈现出自由流相及同步相, 给出与真实交通流观察更为一致的特征。以上结果已经有数十篇论文发表于 *Physical. Review. E*, *Physica A, & B*, *Journal of Physics A: Math.Gen.* 等重要国际物理学刊物, 并被邀请在第 20 届国际统计物理大会 (法国巴黎, 1998)、第三届国际交通流及颗粒流会议 (日本名古屋, 2001) 等国际会议上报告, 受到欧美日台港学者的数十次引用和跟踪研究。

2, 对于复杂适应系统、金融价格统计行为及经济物理模型的研究

在金融数据的经验统计分析和金融物理的经纪人相互作用模型方面是国内最早开展工作的学者。分析了香港股票市场恒生指数的统计性质,给出了时间标度从1分钟到128分钟的指数收益的概率分布函数。由分析结果发现:产生恒生指数收益时间序列的随机过程不可能被正态分布描述,而用在分布两翼具有指数下降特征的截断列维分布模拟更为合理。特别是发现了:把股票指数涨落的每日交易模式去除后,指数收益分布胖尾的下降特征对于列维分布的偏离尤为明显。也对于以香港股票恒生指数为代表的价格的多重分形性质进行了详细的分析,并基于多重分形分析法建立了价格变化的预测模型。研究了争当少数者博弈(MG)模型中进入一方人数时间序列的统计性质,特别研究了模型的有效市场相区中在某一时间段内人数的概率分布和自关联函数。发现:对于经纪人根据最近 m 次历史记录作决策的MG模型,在有效市场相区域中,概率分布和自关联函数都呈现出以 2×2^m 的倍数为周期的嵌入周期行为,而这一周期数恰恰是在二进位历史记录长字符串中以均匀概率出现所有1至 $(m+1)$ 比特历史记录短字符串的最短可能长度(比特数)。研究了引入模仿对于混合记忆经纪人参与的争当少数者博弈(MG)模型的影响。发现:当纯粹记忆经纪人MG模型处于拥挤的有效市场相区域中时,模仿的引入会显著改善金融市场中经纪人之间的合作行为。更进一步提出并研究一种新的演化少数者博弈模型,在该模型中,演化的机制是由于经纪人之间的策略模仿。发现,策略模仿的引入将使得经纪人群体自组织分离成为具有相反极端行为(坚持己见或完全仿照他人)特征人群的趋势加剧,从而使群体的协作性能得到进一步改善,显著提高整个社群的成功率。对于金融市场中关于信息传输和集团群体形成的Eguiluz - Zimmermann模型进行了细致严格的解析研究。给出了关于从一种经纪人划分变到另一种经纪人划分的系统改变速率的数学方程,提出和发展平均场论,并在仔细研究涨落的基础上考察各种平均场论的正确性。发现:当经纪人数目 N 足够大,进行一次交易的概率远小于 $1/(N \ln N)$ 时,有限尺寸效应是显著的。在这种情况下,系统具有甚大的概率发展为把所有经纪人包含在内的一个大集团。采用理论计算证明了:对于小的经纪人集团,集团尺寸分布仍然服从幂函数律。然而,幂律指数已由于涨落效应而发生改变。

3, 对于复杂网络理论及通讯网络上信息传输最佳路由协议的研究

2005年在《物理评论快报》上发表交通流量驱动的加权复杂网络模型(王文旭,汪秉宏: *Physical Review Letters* 94, No.18 (2005) 188702)。给出的网络模型首次同时给出真实技术网络的网络连接度分布的幂函数律、网络强度分布的幂函数律、网络权重分布的幂函数律,以及高聚集性和非相称混合性等五大特征,因此成功地刻画了真实技术网络的无尺度性质和小世界效应。该成果被2005年5月16日科学时报专文报道,得到国内计算机网络专家的重视。中国工程院汪成为院士认为此文对于中国互联网的发展可能有意义。工程物理院李幼平院士与科大复杂系统研究组进行关于双结构互联网的合作研究,从复杂网络理论上为双结构互联网提供科学依据。2006年对于下一代通讯网络上信息传输最佳路由协议进行了一系列创新研究(PRE73:026111;PRE73:046108; PRE74:016101; EPJB49:205; PLA351:220及JKPS 50-1 (2007)),提出最佳“有效路径”的路由协议和基于局域结构信息的路由新策略,使网络整体传输信息的能力显著提高,其应用价值引起网络专家的注意。基于网络中一个结点的中介性和集中度的度量,对于寻找最短路径的传统路由算法进行了革新,提出寻找最佳“有效路径”的思想,从而能够避免沿着实际路径所经历的某些结点上的交通拥挤。模拟显示,如果对于有效路径进行优化选择,可以使网络整体处理信息传输交通的能力提高十倍以上。进而提出了基于局域结构信息的路由策略,并将局域路由协议推广到次近邻搜索策略情况。可以发现,通过对于一个策略参数的调节,优先次近邻搜索策略可以使无尺度网络的通讯能力大大高于随机的次近邻搜索策略。进一步提出一种可以把局域结构的静态拓扑信息与交通拥挤的动态信息结合在一起考虑的混合路由策略。通过对于混合路由策略的控制参数的优化,可以在保持网络通讯能力最大的前提下,使得信息包的传输时间减少到最小。与采取唯一的局域静态信息的路由策略相比较,新策略显示出改善通讯系统效率的极大优势。他们的研究表

明：有效地利用较大连接度的结点，对于提高通讯网络和其它无尺度分布交通系统的信息传输速率至关重要。

代表性论著

- 1 Bing-Hong Wang, Y.F.Woo, P.M.Hui:
Improved mean field theory of 2D traffic flow models,
Journal of Physics A: Math.Gen. 29 (1996) L31-L35
- 2 Bing-Hong Wang, Y.F.Woo, P.M.Hui:
Mean field theory of traffic flow with overpasses
Journal of Physical Society of Japan 65, 8 (1996) 2345-2348
- 3 Bing-Hong Wang, P.M.Hui,
One-dimensional Traffic Flow Problems: A Microscopic Approach
Journal of Physical Society of Japan 66, 5 (1997) 1238-1241
- 4 Bing-Hong Wang, Lei Wang, P.M. Hui,
One-Dimensional Fukui-Ishibashi Traffic Flow Model
Journal of Physical Society of Japan 66, 11 (1997) 3683-3684
- 5 Bing-Hong Wang, Y.R.Kwong, P.M. Hui,
Statistical mechanical approach to Fukui-Ishibashi traffic flow models
Physical Review E 57, 3 (1998) 2568-2573
- 6 Bing-Hong Wang, Lei Wang, P.M.Hui, Bambi Hu:
Analytical results for the steady state of traffic flow models with random delay
Physical Review E 58, 3 (1998) 2876-2882
- 7 Bing-Hong Wang, Y.R.Kwong, P.M. Hui,
Statistical Mechanical Approach to Cellular Automaton Model of Highway Traffic Flow
Physica A: Statistical and Theoretical Physics 254, 1-2 (1998) 122-134
- 8 Bing-Hong Wang, Y.R.Kwong, P.M.Hui, B.Hu,
Cellular automaton models of driven diffusive Frenkel-Kontorova-type system
Physical Review E 60, 1 (1999) 149-158
- 9 Bing-Hong Wang, Lei Wang, P.M.Hui, B.Hu:
The asymptotic steady states of deterministic one-dimensional traffic flow models
Physica B: Physics of Condensed Matter Vol.279, Issue 1-3 (2000) 237-239
- 10 Bing-Hong Wang, Lei Wang, P-M Hui, and B Hu,
*CA model for 1-D traffic flow with gradual acceleration
and stochastic delay: Analytical approach.*
International Journal of Numerical Simulation and Nonlinear Science
Vol.1, No.4 (2000) 255-266
- 11 Lei Wang, Bing-Hong Wang and Bambi Hu
Traffic flow in a model with stochastic delays for cars following the trail of the car ahead
Physical Review E 63, 5 (2001) 056117
- 12 Bing-Hong Wang and Pak-Ming Hui: *The distribution and scaling*

of fluctuations for Hang Seng Index in Hong Kong stock market
European Physical Journal B 20 (2001) 573-579

- 13 Dafang Zheng, Bing-Hong Wang:
Statistical properties of the attendance time series in the minority game
Physica A: Statistical and Theoretical Physics 300 (2001) 560-566
- 14 Yanbo Xie, Bing-Hong Wang, HJ Quan, W Yang, and P. M. Hui,
Finite size effect in the Eguiluz and Zimmermann model of herd formation and information transmission
Physical Review E 65, 4 (2002) 046130
- 15 Bing-Hong Wang, D Mao, L Wang, P.M. Hui,
Spacing-Oriented Analytical Approach to a Middle Traffic Flow CA Model Between FI-Type and NS-Type 《Traffic and Granular Flow'01》
(M.Fukui, Y.Sugiyama, M.Schreckenberg and D.E.Wolf Editors) pp. 51-64
Springer-Verlag 2003
- 16 Kan Chen, Bing-Hong Wang, and Baosheng Yuan
Adiabatic theory for the population distribution in the evolutionary minority game
Physical Review E 69 rapid communications (2004) No.025102: 1-4
- 17 Bing-Hong Wang, Shouliang Bu,
Controlling the Ultimate State of Projective Synchronization in Chaos: Application to Chaotic Encryption,
International Journal of Modern Physics B Vol.18, Nos.17-19 (2004) 2415-2421
- 18 Chin-Kun Hu, Zhong-Can Ou-Yang, Bambi Hu and Bing-Hong Wang (Editors)
《Progress in Statistical and Nonlinear Physics》,
Proceedings of the First Cross Taiwan-Strait Conference on Statistical Physics,
International Journal of Modern Physics B Vol.18, Nos.17-19 SPECIAL ISSUE (2004)
- 19 Wen-Xu Wang, Bing-Hong Wang, Bo Hu, Gang Yan, Qing Ou
General dynamics of topology and traffic on weighted technological networks
Physical Review Letters Vol.94, No.18 (2005) 188702
- 20 Yan-Bo Xie, Bing-Hong Wang, Bo Hu, Tao Zhou, *Power law distribution of wealth in population based on a modified Eguiluz-Zimmermann model*
Physical Review E Vol.71, 1 (2005) 046135
- 21 Tao Zhou, Bing-Hong Wang, Pei-Ling Zhou, Chun-Xia Yang, Jun Liu
Self-organized Boolean game on networks
Physical Review E Vol.72, No.4 (2005) 046139
- 22 Wen-Xu Wang, Bing-Hong Wang, et al,
Traffic dynamics based on local routing protocol on a scale-free network,
Physical Review E 73-2 (2006) 026111
- 23 Bing-Hong Wang, and Tao Zhou
Traffic Flow and Efficient Routing on Scale-Free Networks: A Survey
Journal of the Korean Physical Society Vol50, No.1, (2007) 134-141

- 24 汪秉宏, 何大韧, 周涛, 统计物理学与复杂系统研究最近发展趋势分析
中国基础科学7卷总第45期(2005年第3期) 37-43
- 25 汪秉宏, 王文旭, 周涛, 交通流驱动的含权网络,
物理35卷2期(2006) 227-233
- 26 汪秉宏: 《弱混沌与准规则班图》 非线性科学丛书
上海科技教育出版社 1996年1月第一版
- 27 何大韧, 汪秉宏, 汪颖梅, 牛建军 编著:
《非线性动力学引论 --- 处处光滑与分段光滑系统的动力学特性》
陕西科学技术出版社 2001 年5月第1版, 西安
- 28 郭雷, 许晓鸣(主编) 史定华, 王恒山, 狄增如, 汪秉宏, 张宁, 韩靖 (副主编),
《复杂网络》(上海系统科学研究院学术丛书) pp. 1-445, 91万字
上海科技教育出版社(2006年11月)
- 29 汪秉宏, 王文旭, 许伯铭, 通讯网络—基于局域信息的最佳路由研究
(《复杂网络》一书第12章 pp. 247-260)
上海科技教育出版社(2006年11月)
- 30 Bing-Hong Wang:
What Can We Learn From Analysis of the Financial Time Series?
Association of Asia Pacific Physical Societies (AAPPS) Bulletin Vol. 17, No.1 (2007)