

2017 年度国家自然科学奖公示内容

项目名称	地理模拟系统的理论和方法研究
推荐单位（专家）意见	
我单位认真审阅了该项目推荐书材料，审查了完成人资格，确认推荐书内容真实有效，相关栏目符合填写要求，推荐单位、完成人所在单位公示无异议。 该项目针对时空分析和建模这一地球空间信息科学领域公认的国际学术前沿进行了研究，在地理模拟系统及城市规划应用方面取得了重要进展，拓展了地理信息系统(GIS)的研究领域。在 CA、ABM 建模与转换规则知识发现、揭示城市系统演变复杂性和城市资源动态优化配置等方面取得了多项成果。相关成果被应用到《珠江三角洲全域规划》(2014)等重大工作中。项目组成员发表了一系列高水平论文，得到了国内外学者高度评价和广泛引用。 推荐该项目为国家自然科学奖<u>二</u>等奖。	
项目简介	
本项目属地球科学领域。地理模拟是研究和理解地理现象的重要方式，也是表达、探索和预测复杂地理过程演变的最佳手段。基于我国快速城镇化的特点，以复杂城市系统为对象，原创性地提出地理模拟系统的理论与方法，取得以下科学贡献： 1. 建立了经典的城市模拟模型，解决了城市模拟的一系列难题，改善了 GIS 对复杂的地理过程进行建模的能力。这些工作被《Asian Geographer》评为先驱性的研究。 2. 解决了动态变化环境下的资源优化配置难题，所提出的耦合的理论框架，为国家的“三规合一”提供了一定的理论基础和工具，系统解决了城市增长边界、农田保护区等复杂的空间优化问题。被 IJGIS 刊物社评评价为强势的研究。 3. 建立了地理模拟系统理论，提出的土地利用模拟模型被认为是国际四大主流流派之一，其软件系统被《第 21 届国际摄影测量与遥感大会》列为我国 GIS 发展的重要成就，并被中国科学技术协会评为 2013 年度中国三十个科技领域重要进展之一。 将具备模拟地理环境演变能力的 CA 与针对个体行为的 ABM 建模相结合，其与地理学的核心问题“人地关系”的分析不谋而合，在研究人类活动及地理环境空间响应方面发挥重要作用。提出的地理模拟系统的理论和方法拓展了 GIS 对地理时空过程的分析能力，有助于推进对城市系统演化过程的非线性、自组织和涌现性等复杂地理机理的认识和理解，预见未来发展过程中的潜在问题与风险。 被《Chinese Geographical Science》列为国内外城市蔓延研究领域最重要的二十位学者、所提出的 GeoSOS 被认为是国际著名的土地利用模型之一、是国际上唯一耦合模拟和优化的模型(其他证明 1、5)，被评为 2013 年度中国三十个科技领域重要进展之一(其他证明 2)。GIS 领域国际顶级刊物 IJGIS 主编 Brian Lees 在社评中特别指出本团队推动地理	

模拟发展及其在城市规划应用方面的重要贡献(他人引用代表性引文 3); 在地理学领域顶级期刊 *Landscape and Urban Planning* 的一篇综述论文中, 我们在自动获取转换规则方面的成果占“转换规则智能化最新进展”的绝大部分(他人引用代表性引文 5)。

8 篇代表性论文被正面他引 670 次, 其中 SCI 他引 480 次(见检索报告), 在 IJGIS 刊物 2000-2008 年度的总引用次数居世界第一(其他证明 6)。其中, 代表作 1、2 和 6 被 Web of Science 列入地理学引用排名前 1%(其他证明 3); 代表作 1 单篇引用次数为 IJGIS 2000-2007 年国际排名第一(其他证明 4), 并入选 IJGIS 1987-2011 年经典论文(其他证明 7)。

项目成果在广州、东莞等城市得到应用, 为《珠江三角洲全域规划》(2014)的制定提供了优化模型的结果。研究成果获广东省科学技术一等奖; 黎夏获长江学者奖励计划、国家杰出青年科学基金和发展中国家科学院(TWAS)地球科学奖(其他证明 8)、广东省南粤百杰; 叶嘉安获联合国人居署人居讲座奖(其他证明 9); 刘小平获教育部青年长江学者、中组部“万人计划青年拔尖人才”、国家优秀青年基金和“全国百篇优秀博士论文”。

客观评价

1. 所获部分科技奖励和荣誉

2011 年获广东省科学技术奖励一等奖(基础类)(黎夏、叶嘉安、刘小平); 2015 年评为广东省南粤百杰(黎夏), 获教育部青年长江学者(刘小平); 2013 年获发展中国家科学院(TWAS)地球科学奖(黎夏)(其他证明 8), 这是 TWAS 自 2003 年设奖以来第三位获得该地球科学奖的中国学者, 也是国际首位从事地理信息科学研究的学者得此荣誉; 2013 年获中组部“万人计划青年拔尖人才”和国家优秀青年基金(刘小平)、2011 年被评为全国百篇优秀博士论文(刘小平); 2008 年获联合国人居署人居讲座奖(叶嘉安)(其他证明 9); 2005 年长江学者奖励计划(黎夏)、2005 年国家杰出青年科学基金(黎夏)。

2. 部分重要评价和他引

(一) 推动了地理信息科学学科发展

(1)IJGIS 主编 Brian Lees 在谈及 GIS 热点方向时(IJGIS, 2009, 23: 1-6), 认为我们进行的地理模拟是强势的研究, 并特别指出了我们所做出的贡献: “...Recent papers by Liu et al. (2008a, b) and Al-kheder et al. (2008) focus on different aspects of this...Xia Li continued his strong series of papers on cellular automata in planning with a paper discussing embedding sustainable development strategies in agent-based models for use as a planning tool building on work originally started in 1998 (Yeh and Li 1998, Li and Liu 2008)” (见他人引用代表性引文 3)。

(2) 被著名的 *Applied Geography* 刊物认为是四大流派之一 “Among these, the following initiatives have been extremely successful in developing cellular theories and useful applications of CA, ‘Gigalopolis project,’ jointly designed and developed by the University of California, Santa Barbara (UCSB) and the United States Geological Survey (USGS) (Project Gigalopolis), the ‘GeoSOS group’ at Sun Yat-sen University (Project GeoSOS)” (*Applied Geography*, 2014, 53: 172-186)。

(二) 在 CA 模型自动纠正研究的贡献

(1)在 Landscape and Urban Planning (2010, 96:108–122)上发表的城市模拟最新进展论文中, 引用了本项目 3 篇代表性论文, 本项目研究成果占“转换规则智能化最新进展”的绝大部分(见他人引用代表性引文 5 中的 Table 4)。

(2)著名 CLUE-S 模型创立者 P.H. Verburg 和 R. White 等教授认为“CA 转换规则的校正是一个复杂的过程, 黎夏和叶嘉安提出的神经网络方法能够克服 CA 转换规则校正所遇到的困难”(Calibration of CA transition rules is complex due to the many interacting coefficients that do not necessarily yield unique solutions: different processes (rule sets) may lead to identical patterns. ...Li and Yeh (2001, 2002) propose a method that overcomes the definition problem of the transition rules of a CA model by training artificial neural networks, CEUS) (见他人引用代表性引文 2)。

(3)Wu 等认为我们提出的非线性方法能够有效提高 CA 模拟的精度(Non-linear approaches, i.e., neural-network and support vector machine, significantly improved CA's performance over traditional linear CA models (Li and Yeh, 2002; Liu et al., 2008; Yang et al., 2008)) (见他人引用代表性引文 4)。

(三) 所提出的城市模拟模型在国际上具有重要地位

(1)国际著名 SLUETH 模型的创立者 K.C. Clarke 充分肯定了我们提出的 ANN-CA 与决策树 CA 所具有的重要地位 “...These models include Logistic-CA (Wu and Webster 1998), CA using artificial neural networks such as ANN-CA (Li and Yeh 2002) and decision-tree CA (Li and Yeh 2004)”(见他人引用代表性引文 7)。

(2)国际著名 GIS 专家、Environment and Planning B 主编 Michael Batty 教授将我们提出的约束性 CA 模型列为国际上七大 CA 模型之一, 认为该模型是国际上较早结合 CA、GIS 以及可持续发展理论的耦合模型之一(There are now upwards of fifty applications of similar CA/CS models of urban growth with sustained effort taking place in some half dozen places...namely at Hong Kong (Li and Yeh, 2000)...(见他人引用代表性引文 1)。

(四) 对土地利用变化这一热点研究问题的贡献

我们较早在国际上揭示了珠江三角洲过量使用土地资源的问题, 同行评价我们的项目“是一项十分系统和深入的研究”(Among these studies, systematical and profound works were finished by Li, Yeh, Weng, Kaufmann and Seto mainly. (Sensors,2007,7:1323- 1342))(见他人引用代表性引文6)。黎夏教授和叶嘉安教授被列入了过去二十年国内外城市蔓延研究领域最重要的二十位学者(Chinese Geographical Science, 2014, 24(2): 245-257), 进行了先驱的研究工作(“Some pioneer studies have been done in China very recently. Li and Yeh (1998) studied urban expansion...” (Asian Geographer, 2003, 22(1-2): 109-122))。

3. 与当前国内外同类研究、同类技术的综合比较

所提出的地理模拟与优化系统(GeoSOS)被同行认为是国际上著名的土地利用模型之一(其他证明 1)、是国际四大主流流派之一(Applied Geography, 2014, 53: 172-186), 并被中国科学协会评为 2013 年度中国三十个科技领域重要进展之一(其他证明 2)。与国际同类的知名模型相比, GeoSOS 提供了多种基于优化算法的转换规则自动挖掘方法, 适合用于支持城市规划和相关决策(“Major groups include ABM (UrbanSim, OBEUS, and SLUCE) or

CA (SLEUTH, CLUE, and DIMANICA) or their conjunctions (GeoSOS and OBEUS). Among them, GeoSOS provides different modules for the extraction of transition rules with flexible optimization schemes, which are suitable to support urban planning or decision-making.” (Science Bulletin, 61(21): 1637-1650)。此外，所提出的 GeoSOS 是目前国内外唯一一个能同时用于解决地理模拟和空间优化问题的系统(“Among these platforms or libraries, GeoSOS (Geographical Simulation and Optimization System, website: <http://www.geosimulation.cn/>) is the only one that has been designed for solving geographical simulation and spatial optimization problems.”(Computational intelligence and neuroscience, 2015, 9))。

8 篇代表性论文被 SCI 引用 480 次，被正面他人引用 670 次(见检索报告)，2000-2008 年度 IJGIS 总引用国际排名第一(其他证明 6)。论文单篇引用次数分别为 2000-2007 年度 IJGIS 国际排名第一 (其他证明 4)。1986-2013 期间论文单篇引用次数分别在 IJGIS 刊物国际排名第一、第五(其他证明 10)。项目组成员的代表作也被列入 IJGIS 创刊 25 年(1987-2011)发表的经典论文(其他证明 7)。

主要完成人情况

第 (一) 完成人	姓名	黎夏	完成单位	中山大学	工作单位	中山大学
	对本项目主要学术贡献： 主要贡献为科学发现点 1、2、3，是代表性论文 1、2、3、5、6 和 8 的第一作者，代表性论文 4 和 7 的合作者。					
	证明材料：代表性论文 1、2、3、4、5、6、7 和 8					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第 (二) 完成人	姓名	叶嘉安	完成单位	香港大学	工作单位	香港大学
	对本项目主要学术贡献： 主要贡献为科学发现点 1、2、3，是代表性论文 7 的第一作者，代表性论文 1、2、6 和 8 的合作者。					
	证明材料：代表性论文 1、2、6、7 和 8					
	曾获得国家科技奖情况：无					
第 (三) 完成人	姓名	刘小平	完成单位	中山大学	工作单位	中山大学
	对本项目主要学术贡献： 主要贡献为科学发现点 1、2、3，是代表性论文 4 的第一作者，代表性论文 3 和 5 的合作者。					

		证明材料：代表性论文 3、4 和 5				
		曾获得国家科技奖情况：无				
代表性论文专著目录（不超过 8 篇）						
序号	论文专著名称	刊名	发表时间	通讯作者	第一作者	产权是否归国内所有
1	Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS	International Journal of Geographical Information Science	2000 年 3 月 1 日	黎夏，叶嘉安	黎夏	是
2	Neural-network-based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS	International Journal of Geographical Information Science	2002 年 6 月 1 日	黎夏，叶嘉安	黎夏	是
3	Embedding sustainable development strategies in agent-based models for use as a planning tool	International Journal of Geographical Information Science	2008 年 1 月 1 日	黎夏	黎夏	是
4	Simulating complex urban development using kernel-based non-linear cellular automata	Ecological Modelling	2008 年 2 月 24 日	黎夏	刘小平	是
5	Concepts, methodologies, and tools of an integrated geographical simulation and optimization system	International Journal of Geographical Information Science	2011 年 4 月 1 日	黎夏	黎夏	是
6	Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS	Landscape and Urban Planning	2004 年 10 月 30 日	黎夏	黎夏	是
7	Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy	Photogrammetric Engineering & Remote Sensing	2001 年 1 月 1 日	叶嘉安，黎夏	叶嘉安	是

8	Principal component analysis of stacked multi-temporal images for the monitoring of rapid urban expansion in the Pearl River Delta	International Journal of Remote Sensing	1998 年 4 月 15 日	黎夏	黎夏	是
完成人合作关系说明						
项目完成人黎夏教授、叶嘉安院士、刘小平教授 3 人在“地理模拟系统的理论和方法研究”项目研究开展了直接的合作，是一个有机的研究集体。 1.叶嘉安院士参加了由黎夏教授主持的“地理模拟系统的理论和方法研究”项目(1989 年-2011 年)，提出了基于规划与优化的 CA 模型，在国际上率先将环境经济学资源分配原理与可持续性理论引入城市发展模型；并提出将 GIS、计算机技术和智能方法应用于城市规划决策，建立了面向城市规划人员的规划支持系统的新方法。叶嘉安院士在该项目的研究成果获得联合国人居奖，是获此殊荣的首位中国学者。其与黎夏教授合著论文 6 篇，是代表作 7 的第一作者，代表作 1、2、6 及 8 的合作者(见代表性论文 1、2、6、7、8)。 2.刘小平教授自 2004 年 9 月成为黎夏教授的研究生以来，参与了由黎夏教授主持的“地理模拟系统的理论和方法研究”项目(1989 年-2011 年)，协助建立了地理模拟系统的理论及完整的软件系统；解决了多智能体行为规则确定的难题，提出了一种较为完整的基于多智能体和 CA 的城市动态演化模型；并对 CA 转换规则的非线性特征及解决方法做出了贡献。刘小平教授基于该研究所著的博士论文被评为“全国百篇优秀博士论文”，其与黎夏教授合著论文 2 篇，是代表作 4 的第一作者，代表作 3 和 5 的合作者(见代表性论文 3、4、5)。 本人在此声明对上述内容的真实性负责。						
知情同意证明						