自然科学奖公示表

|  |  |
| --- | --- |
| **项目名称** | 基于元胞自动机的地理模拟系统理论、方法与应用 |
| **提名单位** | 广东省 |
| **提名意见（限600字）** |
| 我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。按照要求，我单位和项目完成单位都已对该项目的拟提名情况进行了公示，目前无异议。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，在人-地关系复杂演化情景的过程模拟与动态优化方法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，具有系统性、完整性和创新性。相关成果被应用在全球最大城市绵延区珠江三角洲地区，在该地区进行了城市增长边界、生态控制线划定和监测，并为《珠江三角洲全域规划》(2014)模拟了城市增长边界以及生态约束、重点发展和轨道交通引导等情景下的城市发展格局。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。对照国家自然科学奖授奖条件，提名该项目申报2019年度国家自然科学奖二等奖。 |
| **项目简介（限1200字）** |
| 地理学所关注的人-地地域系统是一个开放的复杂巨系统，过去尚缺乏较为系统的针对人-地关系复杂演化情景的过程模拟与动态优化方法。项目围绕这一重大科学问题，提出和建立以地理元胞自动机(CA)和智能体建模(ABM)为核心的地理模拟系统理论，为探索未来人-地关系演化情景提供可靠的虚拟环境。项目取得以下科学贡献：1) 建立了经典地理元胞自动机，定量地揭示人-地地域系统复杂演化机理及其潜在的演化路径。项目引入CA模型并解决其连续状态定义和地理复杂过程演化机理规则化表达等科学问题，建立了经典地理CA模型，从而定量揭示地理过程机制及其潜在演化路径。地理信息科学顶级刊物IJGIS主编Brian Lees认为成果“在学术界产生了广泛的学术影响”；被英国皇家科学院院士M. Batty列为国际七大城市模拟模型之一，被评价为先驱性(Pioneer)的研究，列入过去二十年国际城市蔓延研究领域最有影响力的二十位学者之一、全球地理学高被引学者第10名（唯一的大陆学者）；2)建立人地关系诊断方法和多目标协调动态优化框架。项目以人地关系协调为核心目标，项目针对快速城市化地区过度消耗土地资源的问题建立人-地关系诊断方法，发展了多目标协调动态优化框架。较早在国际上揭示了我国快速城市化进程中的人地矛盾，通过模拟发现现实中86%的优质农田流失是可以通过合理规划予以避免的。提出一种动态环境下的空间优化新框架，通过在地理系统演化趋势模拟与空间优化之间建立信息传递机制来实现模型耦合来实现以协调人-地关系为核心目标的资源合理配置，为国土空间规划提供方法支持。成果被应用在东莞、番禺的生态控制线划定以及《珠江三角洲全域规划》的制定。IJGIS主编Brian Lees在社评中再次指出本团队推动地理模拟的重要贡献；地理学顶级刊物Annals of the AAG认为黎等“显著推进了基于多智能体的复杂空间系统建模的进展”；3) 创建了基于CA的地理模拟系统理论，为研究未来人-地关系复杂演化提供可靠的情景探索实验环境。地理模拟系统理论核心思想在于“微观相互作用下的宏观时空格局涌现”，所体现的是一种动态和耦合、自下而上的方法论。进一步引入SI(群集智能)拓展为地理模拟与优化系统平台(http://www.geosimulation.cn)。该平台被60余家国内外单位使用，被地理学重要刊物Applied Geography的论文评价为国际四大主流模型之一，是国际上唯一耦合模拟和优化的模型，被列入2013年度中国三十个科技领域重要进展。8篇代表性论文SCI他引732次，总他引2215。在IJGIS刊物2000-2008年度总引用次数居国际第一，代表作1引用次数为IJGIS 2000-2007年国际排名第一，并入选IJGIS 1987-2011年经典论文；代表作1、2和6居Web of Science地理学引用排名前1%；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、TWAS地球科学奖；叶嘉安联合国人居讲座奖；刘小平获教育部青年长江学者、国家优秀青年基金。 |
| **客观评价** |
| 1、所获部分科技奖励和荣誉经广东省科学技术情报研究所检索，项目所列8篇代表性论著SCI他引732次，总他引2215次(见检索报告)。黎夏和叶嘉安教授在IJGIS刊物2000-2008年度的总引用次数居国际第一(其他证明5)，代表作1单篇引用次数为IJGIS 2000-2007年国际排名第一，并入选IJGIS创刊25周年(1987-2011年)经典论文集(其他证明2和3)。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1)；获广东省科学技术一等奖；黎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6)。黎和叶被列入过去二十年国际城市蔓延研究领域最有影响力的二十位学者(Chinese Geographical Science, 2014, 24(2): 245-257)(其他证明8) 、黎被列入1990-2010年全球地理学高被引学者第10名（唯一大陆学者；其他证明9）以及Elsevier2014-2016年中国高被引学者（其他证明10-12）；叶获联合国人居署人居讲座奖(其他证明7)；刘小平获教育部青年长江学者、国家优秀青年基金、全国百篇优秀博士论文。2、部分重要评价和他引（1）对建立经典元胞自动机的评价建立经典地理元胞自动机(代表性论文1、2)的工作，获广泛的国际认可。地理信息科学顶级刊物(IJGIS)主编Brian Lees撰写社评评价代表性论文1、2“在学术界产生了广泛的学术影响，是非常创新的研究”(他人引用代表性引文2)。代表性论文1被评为IJGIS创刊25周年以来的经典论文之一(其他证明3)。英国皇家科学院院士M. Batty将代表性论文1中的约束性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…namely at Hong Kong (Li and Yeh, 2000)…”)(他人引用代表性引文1)。Yichun Xie(与M. Batty提出城市CA的学者)评价黎和叶进行的中国城市扩张和模拟是先驱(Pioneer)性研究(“Some pioneer studies have been done in China very recently…”)(他人引用代表性引文8)。黎和叶的研究也被评价为土地利用建模研究领域的先驱性研究（A Neural Network for Modeling Multicategorical Parcel Use Change. In Geographic Information Systems: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications (pp. 133)）。在Landscape and Urban Planning (2010, 96:108–122)上发表的城市模拟最新进展论文中，引用了代表性论文1、2、4，项目研究成果占“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4中的Table 4)。著名CLUE模型创立者P.H. Verburg和R. White教授认为代表性论文2提出的神经网络方法能够克服CA转换规则的定义难题(“Li and Yeh (2001, 2002) propose a method that overcomes the definition problem of the transition rules of a CA …”)(CEUS, 2004, 28: 667-690)；Wu等认为代表性论文2、4提出的非线性方法显著地提高CA模拟效果(“…significantly improved CA’s performance over traditional linear CA models (Li and Yeh, 2002; Liu et al., 2008; Yang et al., 2008)”)(Ecological Modelling, 2009, 220: 3490-3498)。（2）对建立人-地关系诊断方法的评价GIS顶级刊物IJGIS主编Brian Lees在社评中谈及GIS热点方向时，再次评价黎夏进行的地理模拟是强势的研究，特别指出了他在多智能体和规划工具所做出的长期贡献:“…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)” (他人引用代表性引文5) 。较早在国际上揭示珠江三角洲过量使用土地资源问题，同行评价黎和叶进行了“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”)(他人引用代表性引文7)。国际同行在地理学顶级刊物Annals of the AAG中评价黎和刘等的工作“显著推进了基于多智能体的复杂空间系统建模的进展”(Annals of the Association of American Geographers, 2011, 101(4): 764-774)。（3）对创建基于CA的地理模拟系统理论的评价GeoSOS土地利用变化模拟模型被著名的Applied Geography刊物认为是四大模型之一(“ the following initiatives have been extremely successful in developing cellular theories and useful applications of CA,…, the ‘GeoSOS group’ at Sun Yat-sen University (Project GeoSOS)”)(他人引用代表性引文3)。黎等被评价为最早提出地理模拟系统概念的学者（中国科学：地球科学，2015, 45(3): 209-304）。该项目所提出的地理模拟系统被中国科学技术协会列入2013年度中国三十个科技领域重要进展(其他证明4)。GeoSOS被认为是国际上唯一能同时解决地理模拟和空间优化问题的系统(“Among these platforms or libraries, GeoSOS is the only one that has been designed for solving geographical simulation and spatial optimization problems”)(他人引用代表性引文6)。同行在科学通报的论文认为，GeoSOS是国际上主要的城市和土地利用变化模拟模型之一，特别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…, which are suitable to support urban planning or decision-making”)(Science Bulletin, 2016, 61(21): 1637-1650)。基于地理模拟系统理论提出的未来土地利用模拟FLUS模型，被评价为克服了目前大多数土地利用模型的缺陷，具有多情景长时间序列预测、多种土地利用类别的模拟、土地利用变化与驱动力之间非线性复杂关系的挖掘等优点（Global Environmental Change，2018(50):164-177）（其他证明13）。该模型被评价为可以同时考虑人类活动和气候变化的影响以及模拟长时间序列的多类土地利用变化趋势（“which can explicitly simulate the long-term spatial trajectories of multiple land use and land cover change (LUCCs), considering both human influences and climate effects.”）（Ecological Indicators，2018(95):805-814）。 |
| **主要完成人情况** |
| 第 一 完成人 | 姓名 | 黎夏 | 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授 |
| 完成单位 | 中山大学 | 工作单位 | 华东师范大学 |
| 对本项目贡献：对项目发现点1、2和3均作出了创新性贡献，创建了经典地理元胞自动机、动态空间优化理论及地理模拟系统理论，是代表性论著1、2、3、5、6和8的第一作者，代表性论文4和7的共同作者。 |
| 第 二 完成人 | 姓名 | 叶嘉安 | 行政职务 | 中科院院士 | 技术职称 | 教授 |
| 完成单位 | 香港大学 | 工作单位 | 香港大学 |
| 对本项目贡献：对项目发现点1、2和3均作出了创新性贡献，提出了基于规划和优化的元胞自动机模型、并将地理信息系统、计算机技术和智能方法引入城市规划决策中，是代表性论文7的第一作者，代表性论文1、2、6共同作者，代表性论著8的第二作者。 |
| 第 三 完成人 | 姓名 | 刘小平 | 行政职务 | 无 | 技术职称 | 教授 |
| 完成单位 | 中山大学 | 工作单位 | 中山大学 |
| 对本项目贡献：对项目发现点2和3均作出了创新性贡献，提出了一种较为完整的基于多智能体城市动态演化模型，协助建立了地理模拟系统理论和完整的软件系统，是代表性论文4的第一作者，代表性论文3和5的共同作者，代表性论著8的第三作者。 |
| 第 四 完成人 | 姓名 | 陈逸敏 | 行政职务 | 无 | 技术职称 | 讲师 |
| 完成单位 | 中山大学 | 工作单位 | 中山大学 |
| 对本项目贡献：对项目发现点3作出了创新性贡献，参与创建了动态空间优化模型及地理模拟系统理论，是代表性论文5的第二作者。 |
| **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（含共同） | 第一作者（含共同） | 论文署名单位是否包含国外单位 |
| 1 | Modelling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS | International Journal of Geographical Information Science | 2000年03月01日 | 黎夏 | 黎夏，叶嘉安 | 否 |
| 2 | Neural-network-based cellular automata for simulating multiple land use changes using GIS | International Journal of Geographical Information Science | 2002年06月01日 | 黎夏 | 黎夏，叶嘉安 | 否 |
| 3 | Embedding sustainable development strategies in agent-based models for use as a planning tool | International Journal of Geographical Information Science | 2008年01月01日 | 黎夏 | 黎夏，刘小平 | 否 |
| 4 | Simulating urban growth by integrating landscape expansion index (LEI) and cellular automata | International Journal of Geographical Information Science | 2014年01月02日 | 刘小平  | 刘小平 | 否 |
| 5 | Concepts, methodologies, and tools of an integrated geographical simulation and optimization system | International Journal of Geographical Information Science | 2011年04月01日 | 黎夏  | 黎夏 | 否 |
| 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，叶嘉安 | 否 |
| 7 | Measurement and monitoring of urban sprawl in a rapidly growing region using entropy | Photogrammetric Engineering & Remote Sensing | 2001年01月01日 | 叶嘉安  | 叶嘉安 | 否 |
| 8 | 地理模拟系统: 元胞自动机和多智能体 | 科学出版社 | 2007年01月01日 | \_ | 黎夏 | 否 |
| **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、陈逸敏四人在“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.叶嘉安院士与黎夏教授合作开展了“基于元胞自动机的地理模拟系统理论、方法与应用”项目（1998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5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“基于元胞自动机的地理模拟系统理论、方法与应用”项目（1998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3篇，是代表作4的第一作者，代表作3、5和8的合作者（见代表性论文3、4、5、8）。3．陈逸敏博士2006年9月加入黎夏教授研究团队，参与由黎夏教授主持的“基于元胞自动机的地理模拟系统理论、方法与应用”项目（1998年-2011年），协助建立了耦合地理模拟与空间优化模型的多目标协调动态优化框架，并形成国际唯一同时具备过程模拟和空间优化功能的GeoSOS软件，用于珠江三角洲的城市增长边界、生态控制线划定和监测。陈逸敏博士与黎夏教授合作发表代表性论文5，是该论文的第二作者。本人在此声明对上述内容的真实性负责。 |