

2019 年度海南省科学技术奖提名公示内容

● **项目名称：**非线性系统的混沌控制及疾病防控研究

● **提名者及提名意见：**

■ **提名者：**海南软件职业技术学院

■ **提名意见：**

海南软件职业技术学院、淮阴师范学院和海南师范大学等单位长期合作，开展了非线性系统的混沌控制及疾病防控研究，取得了一系列富有创新性的成果，完成相关科技支撑项目 2 项，构建了非线性系统的混沌控制及疾病防控研究的新理论和新方法，主要包括：创立了半连续动力系统几何理论；构建了用该理论研究农业病虫害防治的基本框架；构建了研究传染病动力学模型的新方法；发现了新的混沌奇怪吸引子，设计了一种新的保密通讯方案。研究成果为制定病虫害防治、传染病防控的最优策略以及调控种群可持续发展等提供了科学依据，具有重要的理论价值和应用前景。

该项目取得了一系列的代表性科技创新成果，包括专著 1 部、论文 19 篇。其中代表性论著（专著 1 部、论文 7 篇）被 SCI 收录 4 篇（其中 ESI 高被引论文 3 篇），EI/ISTP 收录 3 篇，SCI 他引总次数 160 次。

经审阅，该项成果提名书符合申报要求，特提名推荐申请 2019 年度海南省自然科学奖二等奖。

● **项目简介**

■ **项目主要研究内容：**在前人研究的基础上，针对非线性系统研究的特点和现状，综合运用微分方程、种群动力学、传染病学、计算机模拟等理论和方法，从数学模型建立、动力学行为分析、应用研究三个层面开展了研究，构建了非线性系统的混沌控制及疾病防控研究的新理论和新方法，为制定病虫害防治、传染病防控的最优策略提供了科学依据。

■ **科学发现点：**

- 1) **创立了半连续动力系统几何理论，构建了用该理论研究农业病虫害防治的基本框架：**将病虫害防治中的喷洒农药、释放天敌等利用脉冲方式刻画，创立了半连续动力系统几何理论，填补了动力系统理论的空白，给出了用该理论研究病虫害防治的新方法。
- 2) **构建了研究传染病动力学模型的新方法：**首次将 Markov 半群理论引入到随机传染病模型研究中，克服了构造 Lyapunov 方法的困难；给出了利用时空斑图刻画空间区域种群发展变化趋势的新思路；首次得到了地方病稳态解的鱼钩型分支结构，克服了传统基本再生数方法难以获得显函数的缺陷。为制定传染病防控最优措施、调控种群可持续发展等提供了科学依据。
- 3) **发现了新的混沌奇怪吸引子，设计了新的保密通讯方案：**首次发现不同的脉冲输入对种群动力系统、神经网络模型等的扰动可产生一种新的混沌奇怪吸引子；设计了用具有新混沌吸引子的神经网络模型的脉冲同步的保密通讯方案，为混沌保密通讯提供了新的科学支撑。

■ **科学价值：**构建了非线性系统的混沌控制及疾病防控研究的新理论和新方法，为制定病虫害防治、传染病防控的最优策略以及调控种群可持续发展等提供了科学依据，具有重要理论价值和应用前景。

● **客观评价：**

由教育部科技查新工作站（Z18，兰州大学科技咨询与成果查新中心）出具的《科技论著查询报告》和《科技查新报告》证明：本成果代表性论著（包括专著 1 部、公开发表论文 7 篇）被 SCI 收录 4 篇（其中 ESI 高被引论文 3 篇），EI/ISTP 收录 3 篇。

本成果建立的系列关于非线性系统的混沌控制和疾病防控的定性分析理论和方法已被国内外同行广泛采用和大量正面引用并引发了大量的后续研究，代表作被 SCI 他引总次数 160 次（单篇最高

SCI他引次数94次)。SCI他引杂志包括应用数学(J. Differ. Equations, Nonli. Anal., Comp. Math. Appl.)、动力系统(SIAM J. Appl. Dyn. Sys., Discrete Cont. Dyn., Chaos Soliton Fract.)、物理学(Phys. A)、生物数学(J. Math. Biol.)等。

● **代表性论文专著目录:**

- 1) 桂占吉, 王凯华, 陈兰荪. 2014. 病虫害防治的数学理论与计算, 北京: 科学出版社.
- 2) Yongli Cai, Yun Kang, Malay Banerjee, Weiming Wang. 2015. A stochastic SIRS epidemic model with infectious force under intervention strategies. *Journal of Differential Equations*, 259:7463-7502.
- 3) Yongli Cai, Yun Kang, Malay Banerjee, Weiming Wang. 2016. A stochastic epidemic model incorporating media coverage. *Communications in Mathematical Sciences*, 14: 893- 910.
- 4) Hongbo Shi, Shigui Ruan. 2015. Spatial, temporal and spatiotemporal patterns of diffusive predator-prey models with mutual interference. *IMA Journal of Applied Mathematics*, 80(5): 1534-1568.
- 5) Yongli Cai, Weiming Wang. 2016. Fish-hook bifurcation branch in a spatial heterogeneous epidemic model with cross-diffusion. *Nonlinear Analysis Real World Applications*, 30:99-125.
- 6) Kaihua Wang, Zhanji Gui. 2015. The Existence and Simulations of Periodic Solution of Predator-prey Models with Impulsive Perturbations and Holling Type III Functional Responses. *Advances in Intelligent Systems Research*, 122: 159-162..
- 7) Kaihua Wang, Zhanji Gui. 2016. Impulsive Synchronization of the Neural Networks with a Gui Chaotic Strange Attractor. *Advances in Intelligent Systems Research*, 127: 83-87.
- 8) Zhanji Gui, Lan Kang. 2015. Synchronization of the complex dynamical networks with a Gui chaotic strange attractor. *Proceedings of the 5th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications - Volume 1: SIMULTECH*, 257-262.

● **主要完成人情况:**

- 1) **桂占吉:** 本人在主要科学发现点 1, 主要贡献为: 参与完成主要发现点 1 的全部工作; 在主要科学发现点 3, 主要贡献为: 参与研究了脉冲可诱导捕食系统和竞争系统产生周期解和新的混沌吸引子, 参与完成设计了用具有新混沌吸引子的神经网络模型的脉冲同步的保密通讯方案。参与发表专著【1】及代表性论文【6, 7, 8】, 排名分别列第 1、2、2 及 1 位(均为通讯作者)。在该项目研发工作中投入的工作量占本人总工作量的 80%。
- 2) **王玮明:** 本人在主要科学发现点 2, 主要贡献为: 参与研究了随机因素、空间因素对传染病传播的影响机理。参与发表代表性论文【2, 3, 5】, 排名分别列第 4、4 及 2 位(均为通讯作者)。在该项目研发工作中投入的工作量占本人总工作量的 80%。
- 3) **王凯华:** 本人在主要科学发现点 1, 主要贡献为: 参与完成主要发现点 1 的全部工作; 在主要科学发现点 3, 主要贡献为: 参与研究了脉冲可诱导捕食系统和竞争系统产生周期解和新的混沌奇怪吸引子。参与发表专著【1】及代表性论文【6, 7】, 排名分别列第 2, 1 及 1 位。在该项目研发工作中投入的工作量占本人总工作量的 80%。
- 4) **蔡永丽:** 本人在主要科学发现点 2, 主要贡献为参与研究了随机因素、空间因素对传染病传播的影响机理。参与发表代表性论文【2, 3, 5】, 排名分别列第 1、1 及 1 位。在该项目研发工作中投入的工作量占本人总工作量的 80%。
- 5) **史红波:** 本人在主要科学发现点 2, 主要贡献为: 参与研究自由扩散对种群的时空复杂性影响。参与发表代表性论文【4】, 排名列第 1 位。在该项目研发工作中投入的工作量占本人总工作量的 60%。
- 6) **陈兰荪:** 本人在主要科学发现点 1, 主要贡献为: 参与完成主要发现点 1 的全部工作。参与发表专著【1】, 排名列第 3 位。在该项目研发工作中投入的工作量占本人总工作量的 60%。

● 主要完成单位情况及主要学术贡献:

1) 海南软件职业技术学院: **对本项目技术创新主要包括:** 确定了以“理论—实践—应用”三个层面开展非线性系统的混沌控制及疾病防控研究的技术路线; 构建了用动力学方法研究农业生产中病虫害防治的基本框架, 丰富和完善了常微分方程和脉冲微分方程理论、计算及应用; 证明了脉冲可诱导种群动力系统产生混沌吸引子; 设计了用具有新混沌吸引子的神经网络模型的脉冲同步的保密通讯方案, 为保密通讯提供了科学支撑。**对项目的推广应用贡献:** 完成海南省自然科学基金 1 项, 出版专著 1 本, 公开发表科研论文 3 篇, 培养研究生 4 名, 将成果推广应用, 取得了显著的社会效益, 为农业病虫害防控等领域提供了支撑性服务。

2) 淮阴师范学院: **对本项目技术创新主要包括:** 协助确定了以“理论—实践—应用”三个层面开展传染病防控研究的技术路线; 构建了随机传染病动力学模型和空间传染病动力学模型研究的新理论和新方法; 取得了一系列富有创新性的成果, 部分研究成果处于国际领先水平, 得到了国内外同行的高度关注并引发了大量的后续研究; 确定了部分重要传染病的发病机理、传染规律和防治策略, 为公共卫生安全、传染病防控等领域提供了支撑性服务。**对项目的推广应用贡献:** 完成国家自然科学基金 1 项、在研 1 项, 发表 SCI 收录论文 4 篇, 培养研究生 15 名, 在相关部门协助下, 将成果在江苏省推广和应用, 取得了显著的经济效益和社会效益, 为公共卫生安全、传染病防控等领域提供了支撑性服务。

3) 海南师范大学: **对本项目技术创新主要包括:** 参与确定了以“理论—实践—应用”三个层面开展非线性系统的混沌控制及疾病防控研究的技术路线; 构建了用动力学方法研究农业生产中病虫害防治的基本框架, 丰富和完善了常微分方程和脉冲微分方程理论、计算及应用; 证明了脉冲可诱导种群动力系统产生混沌吸引子; 设计了用具有新混沌吸引子的神经网络模型的脉冲同步的保密通讯方案, 为保密通讯提供了科学支撑。**对项目的推广应用贡献:** 参与出版专著 1 本, 公开发表科研论文 2 篇, 培养研究生 5 名, 将成果推广应用, 取得了显著的社会效益, 为农业病虫害防控等领域提供了支撑性服务。

● 完成人合作关系说明:

本成果是在桂占吉教授的统筹下完成的。

第一完成人桂占吉主要从事生物数学, 神经网络、人工智能和计算机仿真等研究。2000 年 7 月-2008 年 7 月海南师范大学信息科学技术学院工作, 任院长、教授; 2008 年 8 月起任海南软件职业技术学院党委委员、副校长、教授, 海南师范大学硕士研究生导师。**第三完成人**王凯华和**第六完成人**陈兰荪教授为其团队的骨干成员。

第二完成人王玮明现任淮阴师范学院生物数学研究中心主任、淮安市传染病防控及预警重点实验室主任, **第四完成人**蔡永丽、**第五完成人**史红波为该团队的骨干成员。

桂占吉与王玮明均为中国生物数学会常务理事, 由于对传染病防控的共同兴趣, 自 2013 年起开始了传染病防控及预警等领域科研合作, 目前已在 SCI 源期刊合作发表 4 篇学术论文(由于此次报奖关于论文发表时间的规定, 这 4 篇论文发表于 2017 年后, 均未进入 8 篇代表性论著目录):

1) 王玮明, 蔡永丽, J. Li, 桂占吉. 2017. Periodic behavior in a FIV model with seasonality as well as environment fluctuations. *Journal of the Franklin Institute*, 354:7410-7428.

2) 王玮明, 蔡永丽, Z. Ding, 桂占吉. 2018. A stochastic differential equation SIS epidemic model incorporating Ornstein-Uhlenbeck process. *Physica A*, 509: 921-936.

3) 蔡永丽, 桂占吉, X. Zhang, 史红波, 王玮明. 2018. Bifurcations and Pattern Formation in a Predator-Prey Model. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 28:1850140.

4) 蔡永丽, J. Jiao, 桂占吉, 王玮明. 2018. Environmental variability in a stochastic epidemic model. *Applied Mathematics & Computation*, 329:210-226.

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	专著合著	桂占吉 王凯华 陈兰荪	2010-2014	病虫害防治的数学理论与计算	代表性 论著 1	附件(一) 1-1
2	论文合著	蔡永丽 Kang Y. Banerjee M. 王玮明	2013-2015	A stochastic SIRS epidemic model with infectious force under intervention strategies	代表性 论著 2	附件(一) 1-2
3	论文合著	蔡永丽 Kang Y. Banerjee M. 王玮明	2013-2016	A stochastic epidemic model incorporating media coverage	代表性 论著 3	附件(一) 1-3
4	论文合著	史红波 Ruan SG	2013-2015	Spatial, temporal and spatiotemporal patterns of diffusive predator-prey models with mutual interference	代表性 论著 4	附件(一) 1-4
5	论文合著	蔡永丽 王玮明	2013-2016	Fish-hook bifurcation branch in a spatial heterogeneous epidemic model with cross-diffusion	代表性 论著 5	附件(一) 1-5
6	论文合著	王凯华 桂占吉	2013-2015	The Existence and Simulations of Periodic Solution of Predator-prey Models with Impulsive Perturbations and Holling Type III Functional Responses	代表性 论著 6	附件(二) 1-6
7	论文合著	王凯华 桂占吉	2015-2016	Impulsive Synchronization of the Neural Networks with a Gui Chaotic Strange Attractor	其它 代表性 论著 7	附件(二) 1-7
8	论文合著	桂占吉 Kang L.	2013-2015	Synchronization of the complex dynamical networks with a Gui chaotic strange attractor	代表性 论著 8	附件(一) 1-8
9	论文合著	王凯华 桂占吉	2013-2015	The Periodic Solution of an Impulsive Perturbed Two-Species Gilpin-Ayala Competition System	其它 代表性 论著 1	附件(二) 1

10	论文合著	王凯华 桂占吉 Yan Y.	2013-2015	The Existence and Simulations of Periodic Solution of Predator-Prey Models with Beddington- DeAngelis Functional Response and Impulsive Perturbations	其它 代表性 论著 2	附件(二) 2
11	论文合著	Zhang WX 王凯华 桂占吉	2013-2014	The Existence and Simulations of Periodic Solution for Panda- Bamboo-Arbor System	其它 代表性 论著 3	附件(二) 3
12	论文合著	蔡永丽 Yuan Y. Lian XZ 王玮明	2014-2015	Extinction in a Feline Panleukopenia virus model incorporating direct and indirect transmissions	其它 代表性 论著 4	附件(二) 4
13	论文合著	蔡永丽 Zhao CD 王玮明 Wang JF	2013-2015	Dynamics of a Leslie-Gower predator-prey model with additive Allee effect	其它 代表性 论著 5	附件(二) 5
14	论文合著	王凯华 桂占吉 Zhang WX	2013-2015	An Impulsive Semi-Ratio- Dependent Predator- Prey Model with Holling Type III Functional Response for Integrated Pest Management	其它 代表性 论著 7	附件(二) 6
15	论文合著	Yan Y. 王凯华 桂占吉	2014-2015	Synchronization in Complex Neural Networks with Impulsive Effects	其它 代表性 论著 7	附件(二) 7
16	论文合著	Yan Y. 桂占吉 王凯华	2015-2016	Impulsive Control and Synchronization of Time-delay Chaotic System	其它 代表性 论著 8	附件(二) 8
17	论文合著	蔡永丽 Yan SL Wang HL, Lian XZ 王玮明	2014-2015	Spatiotemporal Dynamics in a Reaction-Diffusion Epidemic Model with a Time-Delay in Transmission	其它 代表性 论著 9	附件(二) 9
18	论文合著	蔡永丽 王玮明	2014-2015	Dynamics of a parasite-host epidemiological model in spatial heterogeneous environment	其它 代表性 论著 10	附件(二) 10
19	论文合著	蔡永丽 王玮明	2014-2015	Stability and Hopf bifurcation of the stationary solutions to an epidemic model with cross-diffusion	其它 代表性 论著 11	附件(二) 11
20	论文合著	蔡永丽 Wang ZJ 王玮明	2015-2016	Endemic dynamics in a host-parasite epidemiological model within spatially heterogeneous environment	其它 代表性 论著 12	附件(二) 12