

# 2026 年度甘肃省科学技术奖公示内容

一、项目名称（限 30 字）：非自治系统的随机动力学及有限维逼近

二、申报奖种：自然科学奖

三、提名单位（专家）：兰州大学

四、主要完成单位及排序（自然科学奖无需填写此项）

五、完成人排序及对项目的主要贡献

排序	姓名	完成人单位	对本项目主要贡献
1	王业娟	兰州大学	项目的设计者、组织者和主要实施者，代表性论文：4-1（一作+通讯）、4-2（一作）、4-3（作者）、4-4（通讯）、4-5（通讯）。主要创新点：1. 多值非紧随机系统拉回吸引子理论；2. 渐近紧性的新验证方法及时滞演化方程吸引子理论；3. 时空分数阶随机波方程正则性理论与数值方法；4. 随机单调多值系统理论及递归神经网络无穷格点系统吸引子理论；5. 回火分数布朗运动随机分析理论及非平凡平衡解的稳定性。
2	王静玉	山西财经大学	项目的完成人之一，代表性论文4-2的作者。主要创新点：建立了多值随机动力系统相关理论，将其应用于反应扩散方程和波方程，并证明了拉回吸引子的存在性与可测性。该工作为发现点一和发现点二中的具体方程验证提供了关键支撑。
3	李娅静	西北农林科技大学	项目的完成人之一，代表性论文4-3的第一作者。主要创新点：将有限元方法系统应用于加性时空白噪声驱动的时空分数阶波方程，通过离散化噪声将原问题正则化并分析其正则性，引入离散分数拉普拉斯算子建立有限元逼近，推导了均方意义下的误差先验估计，利用Mittag-Leffler函数给出半离散方程解析解，并通过数值实验验证理论结果。该工作为发现点三中的数值方法部分提供了完整的实现与验证。

4	隋美钰	河北师范大学	项目的完成人之一，代表性论文4-4的第一作者。主要创新点：针对一类带随机连接强度、兼具离散与分布时滞的递归神经网络，在系统解不唯一的情形下，证明了随机拉回吸引子与周期吸引子的存在性，将单调多值半流理论推广至随机情形，研究了随机拉回吸引子的结构。该工作为发现点四中的神经网络吸引子理论提供了核心证明。
5	刘亚荣	上海师范大学	项目的完成人之一，代表性论文4-5的第一作者。主要创新点：围绕回火分数布朗运动驱动的随机发展方程，攻克了随机积分的估计难题，构造了非平凡平衡解，并分析了其正则性与一般稳定性。该工作为发现点五中的随机分析基础理论与稳定性分析提供了关键技术突破。

## 六、项目简介（限 500 字）：

### （一）科学技术领域

本项目属于随机动力系统与微分方程前沿领域，聚焦于随机无穷维动力系统的吸引子理论及其高效数值方法。依托 5 项国家自然科学基金项目（含面上 4 项、青年 1 项）的持续资助，构建了从确定性到随机、从单值到多值、从无时滞到复杂时滞的完整理论体系。

### （二）主要内容及发现点

1. 建立了多值非紧随机系统吸引子理论，解决了抛物型方程拉回吸引子的存在性、可测性及正则性问题。
2. 提出了多值时滞系统渐近紧性的判别方法，揭示了有限变时滞、分布时滞及无界时滞对演化方程长时间行为的影响机制。
3. 研究了分数阶发展方程的正则性、数值方法及长时间动力学理论，阐明了分数阶指标对模型误差与离散误差的影响机制。
4. 拓展了随机单调多值系统理论，揭示了随机递归神经网络无穷格点系统的动力学演化机制与复杂性。
5. 攻克了回火分数布朗运动的随机分析基础理论难题，建立了比例时滞随机系统非平凡平衡解的稳定性理论。

### (三) 科学价值

本项目在非自治随机动力系统领域做出系统性原创贡献，并开拓了新的研究分支。为处理多值性、复杂时滞、非正则噪声等难题提供了普适性分析方法，可为神经网络、反常扩散及气候变化预测等复杂系统提供理论支撑。

### (四) 同行引用评价

项目成果在 SIAM 系列、JDE 等权威期刊发表 SCI 论文 60 余篇，被 Math. Ann.、SIAM 系列等顶尖期刊和国际顶级学者正面引用，单篇最高他引为 63 次，并引发大量的后续研究工作。

## 七、所列代表性论著和（或）知识产权目录

### 1. 代表性论文专著目录（技术发明奖无需填写代表性论文专著目录）

序号	论文专著名称	刊名	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	发表时间	通讯作者	全部作者	他引总次数
1	Pullback attractors for multi-valued non-compact random dynamical systems generated by reaction-diffusion equations on an unbounded domain	Journal of Differential Equations	2015 年 259 卷 728 - 776 页	2015-03	王业娟	王业娟; 王静玉	36
2	The uniform attractor of a multi-valued process generated by reaction-diffusion delay equations on an unbounded domain	Discrete and Continuous Dynamical Systems	2014 年 34 卷 4343-4370 页	2014-10	Peter E. Kloeden	王业娟; Peter E. Kloeden	35

3	Galerkin finite element approximations for stochastic space-time fractional wave equations	SIAM Journal on Numerical Analysis	2017 年 55 卷 3173-3202 页	2017-12	邓伟华	李娅静; 王业娟; 邓伟华	63
4	Random recurrent neural networks with delays	Journal of Differential Equations	2020 年 269 卷 8597-8639 页	2020-06	王业娟	隋美钰; 王业娟; Xiaoying Han; Peter E. Kloeden	27
5	Nontrivial equilibrium solutions and general stability for stochastic evolution equations with pantograph delay and tempered fractional noise	SIAM Journal on Mathematical Analysis	2022 年 54 卷 5629-5661 页	2022-10	王业娟	刘亚荣; 王业娟; Tomas Caraballo	6
合计							167
补充内容							

2. 代表性知识产权目录（自然科学奖无需填写代表性知识产权目录）

### 八、非连续申报证明

将签字盖章版非连续申报证明扫描件合并到公示内容中。

### 九、知情同意书

将知情同意书扫描件合并到公示内容中，顺序按照所列代表性论著目录或知识产权目录。

# 非连续申报证明

项目名称	非自治系统的随机动力学及有限维逼近
主要完成人	王业娟、王静玉、李娅静、隋美钰、刘亚荣
主要完成单位	兰州大学
<b>自查情况说明</b>	
项目组 自查情况	<p>本项目申报 2026 年度甘肃省自然科学奖，主要技术内容申报过以往年度省科学技术奖，但未获奖，具体情况如下：</p> <p>申报年度：2024 年度（自然科学奖）</p> <p>项目名称：非自治系统的随机动力学及有限维逼近</p> <p>主要完成人：王业娟</p> <p>主要完成单位：兰州大学</p> <p>项目简介：</p> <p>一、科学技术领域：本项目属于随机动力系统与微分方程领域，主要研究多值非紧随机动力系统的吸引子理论及应用，是本领域的核心和热点问题。在国家基金面上项目（4 项）和青年基金（1 项）的资助下，开展了深入且多维度的研究。</p> <p>二、主要内容及发现点：</p> <p>（1）建立多值非紧随机系统的吸引子理论，研究抛物型方程拉回吸引子的存在性、可测性和正则性。</p> <p>（2）提出验证多值时滞系统渐近紧性的方法，研究时滞对抛物型方程、波方程、无穷格点系统长时间行为的影响。</p> <p>（3）建立时间分数阶系统的吸引子理论，证明分数阶随机时滞发展系统全局向前吸引集的存在性。</p> <p>（4）建立随机单调多值系统理论，讨论随机递归神经网络无穷格点系统的长时间行为以及复杂性。</p> <p>（5）讨论刻画波传播的时空分数阶随机波方程的有限元逼近，得到模型误差和逼近误差的先验估计。</p> <p>三、科学价值：研究时间非齐次和随机环境中的吸引子理论及有限维逼近具有丰富的科学价值，有助于理解自然和社会现象的稳定性以及变异性，如：预测气候变化趋势为全球气候变化研究提供有力理论支持。</p> <p>四、同行引用评价：本项目在 SIAM 系列、JDE、DCDS、JDDE 等著名期</p>

刊发表 SCI 论文 40 余篇，该项目成果已被 SIAM 系列、Math Ann、JDE 等高水平期刊引用，单篇最高引用 56 次。

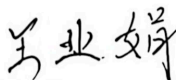
此次申报较以往年度新增的代表性研究成果如下：

论文：LIU Y, WANG Y, CARABALLO T. Nontrivial equilibrium solutions and general stability for stochastic evolution equations with pantograph delay and tempered fractional noise[J]. SIAM Journal on Mathematical Analysis, 2022, 54(5): 5629-5661.

无重复申报情况，符合申报要求。

特此承诺。

第一完成人（签名）：



2026 年 5 月 12 日

第一完成单位  
自查情况

本项目申报 2026 年度甘肃省自然科学奖，主要技术内容申报过以往年度省科学技术奖，但未获奖，具体情况如下：

申报年度：2024 年度（自然科学奖）

项目名称：非自治系统的随机动力学及有限维逼近

主要完成人：王业娟

主要完成单位：兰州大学

项目简介：

一、科学技术领域：本项目属于随机动力系统与微分方程领域，主要研究多值非紧随机动力系统的吸引子理论及应用，是本领域的核心和热点问题。在国家基金面上项目（4 项）和青年基金（1 项）的资助下，开展了深入且多维度的研究。

二、主要内容及发现点：

（1）建立多值非紧随机系统的吸引子理论，研究抛物型方程拉回吸引子的存在性、可测性和正则性。

（2）提出验证多值时滞系统渐近紧性的方法，研究时滞对抛物型方程、波方程、无穷格点系统长时间行为的影响。

（3）建立时间分数阶系统的吸引子理论，证明分数阶随机时滞发展系统全局向前吸引集的存在性。

（4）建立随机单调多值系统理论，讨论随机递归神经网络无穷格点系统的长时间行为以及复杂性。

(5) 讨论刻画波传播的时空分数阶随机波方程的有限元逼近, 得到模型误差和逼近误差的先验估计。

三、科学价值: 研究时间非齐次和随机环境中的吸引子理论及有限维逼近具有丰富的科学价值, 有助于理解自然和社会现象的稳定性以及变异性, 如: 预测气候变化趋势为全球气候变化研究提供有力理论支持。

四、同行引用评价: 本项目在 SIAM 系列、JDE、DCDS、JDDE 等著名期刊发表 SCI 论文 40 余篇, 该项目成果已被 SIAM 系列、Math Ann、JDE 等高水平期刊引用, 单篇最高引用 56 次。

此次申报较以往年度新增的研究成果如下:

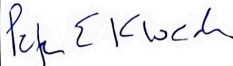
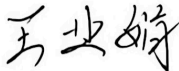
论文: LIU Y, WANG Y, CARABALLO T. Nontrivial equilibrium solutions and general stability for stochastic evolution equations with pantograph delay and tempered fractional noise[J]. SIAM Journal on Mathematical Analysis, 2022, 54(5): 5629-5661.

无重复申报情况, 符合申报要求。  
特此说明。

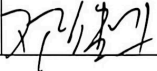
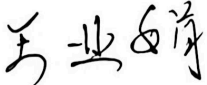
第一完成单位 (盖章)

2026年5月12日


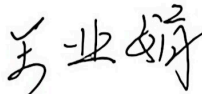
# 知情同意证明

项目名称	非自治系统的随机动力学及有限维逼近		
主要完成人	王业娟, 王静玉, 李娅静, 隋美钰, 刘亚荣		
论文专著/知识产权名称	全部作者/发明人	未列入主要完成人的论文作者/发明人	签名
The uniform attractor of a multi-valued process generated by reaction-diffusion delay equations on an unbounded domain	王业娟, Peter E. Kloeden	Peter E. Kloeden	
补充说明			
<p>承诺：上述论文专著/知识产权用于申报 2026 年度甘肃省自然科学奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者/发明人知情同意。</p> <p>第一完成人（签名）：</p> <p>2026 年 5 月 20 日</p>			


# 知情同意证明

项目名称	非自治系统的随机动力学及有限维逼近			
主要完成人	王业娟, 王静玉, 李娅静, 隋美钰, 刘亚荣			
成果名称	全部作者		未列入主要完成人的作者	未列入主要完成人的作者签名
Galerkin finite element approximations for stochastic space-time fractional wave equations	1	李娅静		
	2	王业娟		
	3	邓伟华	邓伟华	
补充说明				
<p>承诺：上述成果用于申报 2026 年度甘肃省自然科学奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者知情同意。</p> <p>第一完成人（签名）： 2026 年 5 月 20 日</p>				


# 知情同意证明

项目名称	非自治系统的随机动力学及有限维逼近		
主要完成人	王业娟, 王滢玉, 李娅静, 隋美钰, 刘亚荣		
论文专著/知识产权名称	全部作者/发明人	未列入主要完成人的论文作者/发明人	签名
Random recurrent neural networks with delays	王业娟, 隋美钰, Xiaoying Han, Peter E. Kloeden	Xiaoying Han, Peter E. Kloeden	
补充说明			
<p>承诺：上述论文专著/知识产权用于申报 2026 年度甘肃省自然科学奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者/发明人知情同意。</p> <p>第一完成人（签名）： 2026年5月20日</p>			

# 知情同意证明



项目名称	非自治系统的随机动力学及有限维逼近		
主要完成人	王业娟, 王静玉, 李娅静, 隋美钰, 刘亚荣		
论文专著/知识产权名称	全部作者/发明人	未列入主要完成人的论文作者/发明人	签名
Random recurrent neural networks with delays	王业娟, 隋美钰, Xiaoying Han, Peter E. Kloeden	Xiaoying Han, Peter E. Kloeden	
补充说明			

承诺：上述论文专著/知识产权用于申报 2026 年度甘肃省自然科学奖，已征得未列入项目主要完成人的所有作者/发明人知情同意。

第一完成人（签名）：

2026 年 5 月 20 日

# 知情同意证明

项目名称	非自治系统的随机动力学及有限维逼近		
主要完成人	王业娟, 王静玉, 李娅静, 隋美钰, 刘亚荣		
论文专著/知识产权名称	全部作者/发明人	未列入主要完成人的论文作者/发明人	签名
Nontrivial equilibrium solutions and general stability for stochastic evolution equations with pantograph delay and tempered fractional noise	王业娟, 刘亚荣, Tomas Caraballo	Tomas Caraballo	
补充说明			
<p>承诺: 上述论文专著/知识产权用于申报 2026 年度甘肃省自然科学奖, 已征得未列入项目主要完成人的所有作者/发明人知情同意。</p> <p>第一完成人(签名): </p> <p>2026 年 5 月 20 日</p>			