提名2023年度山东省自动化学会科学技术奖（自然科学奖）

公示内容

一、项目名称

随机系统的多目标合作和非合作博弈策略研究

二、推荐单位

中国石油大学（华东）

三、推荐意见

我单位认真审阅了该项目推荐书及其附件材料，确认全部材料真实有效，完成人、完成单位排序无异议，相关栏目符合填写要求。

该项目聚焦多种随机系统的多目标合作和非合作优化这一前沿科学难题，采取博弈的概念、控制的方法、随机分析的工具，运用博弈和随机H2/H∞控制理论，系统性地提出了多种随机系统合作和非合作控制策略存在的充分条件和必要条件，解决了多主体、多目标优化策略的设计问题。项目构建了合作型连续和离散随机系统、平均场随机系统、受扰随机系统的Pareto策略和非合作型连续平均场随机系统的Stackelberg策略的研究手段，突破了多类随机系统多目标合作和非合作优化控制框架的理论局限性，创建了一套微分和差分博弈框架下的随机控制策略，形成了新型的多目标鲁棒优化控制研究范式。研究结果为随机系统博弈优化控制提供了一条新的理论和技术路线，取得了开拓性的研究成果，拓展了该领域的前沿发展，为多玩家、多目标随机系统的博弈研究提供了理论支撑和有效的策略算法。

推荐申报2023年度山东省自动化学会自然科学奖一等奖。

1. 推荐等级

山东省自动化学会自然科学奖一等奖

1. 项目简介

由于现代工业和经济的大规模发展，实际系统呈现多决策者、多目标特征，而且系统通常会受到各种不可忽视的外部干扰的影响。针对多决策者、多目标的优化问题，如何运用博弈理论和控制理论的方法发展合作型和非合作型多目标优化和鲁棒控制策略，既能引导资源的更有效利用，实现整体效率的提高，又能兼顾系统的整体和个体利益，是一个亟待解决而困难的科学问题。

本项目基于各类随机系统鲁棒优化控制和合作、非合作博弈理论，深入探索信息对称情形下的多个主体相互合作Pareto策略问题和信息不对称情形下的leader-follower主体Stackelberg策略问题，取得了以下主要科学发现：

（1）给出了无外扰的随机多目标Pareto控制策略的分析与设计。基于随机分析方法，首次针对连续时间非线性随机系统建立了多目标合作Pareto控制策略存在性理论；基于广义李雅普诺夫方程的解获得了所有Pareto解；分析了有限时域和无限时域情形下的平方场随机系统Pareto控制策略存在性条件；

（2）给出了随机系统受到外部干扰时的鲁棒Pareto控制策略的分析与设计。在科学发现（1）的基础上提出了鲁棒Pareto 策略存在的充分/必要条件，解决了多目标合作的鲁棒Pareto优化控制策略设计问题，使得策略既能兼顾系统的鲁棒性，又能兼顾个体利益和整体利益的最优性；

（3）给出了随机系统多目标leader-follower模式下的Stackelberg控制策略的分析与设计。通过引入新的共轭状态变量给出了Stackelberg策略的存在唯一性，启发了时间不一致的平均场随机微分博弈的Stackelberg策略研究的新方法。

项目成员围绕随机系统的多目标合作和非合作控制课题共发表相关SCI论文50余篇，其中本项目所列出的5篇代表性论著均发表在控制领域顶级期刊IEEE Transactions on Automatic Control、Automatica、IEEE Transactions on Cybernetics上，研究成果获得了国内外科学院院士、IEEE会士、知名教授等权威专家的正面引用和高度评价。依托本项目相关课题获批国家自然科学基金5项，培养博士生、硕士生30余名。

1. 代表性论文专著目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **论文专著名称** | **刊名（出版社）** | **Doi**  **/ISSN（ISBN）** | **发表时间** | **作者（按刊物发表顺序）** | **通讯作者（含共同）** | **第一作者（含共同）** | **他引**  **总次数** | **检索**  **数据库** | **通讯/一作是否为第一完成人** | **第一署名单位是否为第一完成单位** |
| 1 | Pareto optimal strategy for linear mean-field stochastic systems with H∞ constraint | IEEE Transactions on Cybernetics | [10.1109/TCYB.2020.3023932](https://doi.org/10.1109/TCYB.2020.3023932) | 2022 | 蒋秀珊，田森平，张维海，赵东亚 | 田森平 | 蒋秀珊 | 5 | SCI | 是 | 是 |
| 2 | Pareto optimal strategy under H∞ constraint for the mean-field stochastic systems in infinite horizon | IEEE Transactions on Cybernetics | [10.1109/TCYB.2022.3179605](https://doi.org/10.1109/TCYB.2022.3179605) | 2023 | 蒋秀珊，苏顺丰，赵东亚 | 赵东亚 | 蒋秀珊 | 1 | SCI | 是 | 是 |
| 3 | Necessary and sufficient conditions for Pareto optimality of the stochastic systems in finite horizon | Automatica | 10.1016/j.automatica.2018.04.044 | 2018 | 林雅宁，蒋秀珊，张维海 | 张维海 | 林雅宁 | 21 | SCI | 否 | 否 |
| 4 | An open-loop Stackelberg strategy for the  linear quadratic mean-field stochastic  differential game | IEEE Transactions on Automatic Control | 10.1109/TAC.2018.2814959 | 2019 | 林雅宁，蒋秀珊，张维海 | 张维海 | 林雅宁 | 58 | SCI | 否 | 否 |
| 5 | Indefinite mean-field stochastic cooperative  linear-quadratic dynamic difference game with  its application to the network security model | IEEE Transactions on Cybernetics | 10.1109/TCYB.2021.3070352 | 2022 | 张维海，彭称称 | 张维海 | 张维海 | 12 | SCI | 否 | 否 |
| 合 计 | | | | | | | | 97 |  |  |  |

1. 主要完成人情况表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 排名 | 行政职务 | 技术职务 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目技术创造性贡献 |
| 蒋秀珊 | 1 | 无 | 副教授 | 中国石油大学（华东） | 中国石油大学（华东） | 对本项目的重要科学发现1、2、3均做出了创造性贡献，是代表性论文1、2、3、4的作者。主要学术贡献为：刻画了随机鲁棒Pareto控制策略概念，建立了鲁棒优化策略存在性条件，解决了策略兼顾多目标优化特性和鲁棒特性，达到有限资源的最大化分配。 |
| 林雅宁 | 2 | 无 | 教授 | 山东理工大学 | 山东理工大学 | 对本项目的重要科学发现1、3做出了创造性贡献，是代表性论文3、4的作者。主要学术贡献为：将确定性多目标合作Pareto控制策略研究推广到随机系统；提出了对称信息下的随机系统合作Pareto控制策略存在条件和非对称信息下的随机系统非合作Stackelbe -rg控制策略存在条件，为随机多目标优化控制问题提供了有效借鉴。 |
| 张维海 | 3 | 无 | 教授 | 山东科技大学 | 山东科技大学 | 对本项目的重要科学发现1、3做出了创造性贡献，是代表性论文1、3、4、5的作者。主要学术贡献为：提出了离散随机系统和均方场随机系统的Pareto控制策略问题，给出了设计策略存在条件和多目标优化解的解决方案，为通过随机分析来解决博弈框架下多目标优化问题提供了有效措施。 |