

项目名称：分数阶微分方程定性分析和控制

推荐单位及推荐等级：贵州大学、贵州省自然科学奖一等奖、二等奖

项目简介：本项目对分数阶微分方程定性理论和控制问题进行了深入而系统的研究。分数阶微积分理论是关于任意阶导数和积分的理论，著名数学家洛必达，莱布尼兹，刘维尔，黎曼等做出了奠基性工作。分数阶微分方程基本理论及其控制问题已成为国际上的研究热点问题之一，包括 I. Podlubny, J.T. Machado, A.A. Kilbas, J.J. Trujillo, K. Diethelm, 郭柏灵院士，汤涛院士等国内外许多著名教授对分数阶微分方程理论和数值计算进行了深入系统研究。郭柏灵院士曾指出：分数阶偏微分方程对运动的描述更加精确、与现实更加吻合，在多个学科中有广泛应用，在理论上基本处于待建状态。汤涛院士在中国数学会 2018 年学术年会也指出：时间分数阶相场模型有许多新挑战。

本项目代表性研究成果包括：

(1) 分数阶发展方程适定性与最优控制。率先研究解析半群的两个特征解算子在全空间和分数幂空间中有界性、强连续性、紧性性质，在紧和非紧半群条件下，给出抽象分数发展方程适度解存在性结果，得到国际同行大量引用和跟踪研究。在适定性研究基础上，率先研究分数阶发展方程最优控制、最优反馈控制和松弛最优控制，被评价为分数阶确定性系统最优化理论的重要工作，其中建立的方法已经被工程控制学家应用于分数阶随机系统控制等问题的研究。

(2) 分数阶方程脉冲问题的适定性。率先建立广义 Caputo 分数阶脉冲发展方程的叠加原理，提出片段连续解适度解适宜定义，建立恰当的框架体系，推导分数阶脉冲微分方程边值问题适度解，系统构建分数阶脉冲微分方程边值问题研究框架体系，得到能够充分反映分数阶导数非局部特征的解的表达形式。彻底解决了广义 Caputo 分数阶脉冲发展方程适定性研究中最基本问题，也为研究诸如含有 Riemann-Liouville 和 Hadamard 分数导数的脉冲方程提供了研究思路 and 有效方法，得到国际同行的广泛认可并广泛应用于解的吸引性、稳定性及其受控系统的可控性与最优控制问题后续研究。

项目 5 篇代表性论文已被 Automatica, SIAM J. Cont. Optim. 等国际著名学术杂志广泛引用，引文作者有 D. Baleanu(南非科学院院士)和 J.J. Nieto, D. O'Regan, J.J. Trujillo 等国际著名专家。5 篇代表性论文 SCI 他引 462 次，ESI 高被引论文 3 篇。

项目完成人王锦荣 2019 年当选中国数学会理事，入选国家百千万人才工程，

并被授予“有突出贡献中青年专家”荣誉称号，是贵州省第四批核心专家。王锦荣和周勇 2015 至 2019 年连续五年入选全球高被引科学家；周勇 2014 年获全球高被引科学家奖；王锦荣、韦维是 2018 年国务院政府特殊津贴获得者。韦维是中国数学会第十二届副理事长，中国数学会监事，贵州省第八批省管专家。

代表性论文专著目录：

J. Wang, Y. Zhou, A class of fractional evolution equations and optimal controls, *Nonlinear Analysis: Real World Applications*, 12(2011), 262-272.

J. Wang, Y. Zhou, W. Wei, Optimal feedback control for semilinear fractional evolution equations in Banach spaces, *Systems & Control Letters* 61 (2012) 472–476.

J. Wang, Y. Zhou, M. Feckan, Abstract Cauchy Problem for Fractional Differential Equations, *Nonlinear Dynamics*, 71 (2013), 685-700.

J. Wang, M. Feckan, Y. Zhou, On the new concept of solutions and existence results for impulsive fractional evolution equations, *Dynamics of Partial Differential Equations*, 8(2011), 345-361.

J. Wang, Y. Zhou, M. Feckan, On recent developments in the theory of boundary value problems for impulsive fractional differential equations, *Computers & Mathematics with Applications*, 64(2012), 3008-3020.

主要完成人：王锦荣、周勇、韦维

主要完成单位：贵州大学、湘潭大学、贵州师范学院