



一门科学只有在成功地运用数学时，  
才算达到了真正完善的地步。

——马克思

ISSN 1000-0984

CODEN SSHRE8



Q K 2 1 3 5 4 2 8

# 数学的实践与认识

MATHEMATICS

IN PRACTICE AND THEORY

第五十一卷

Vol. 51

第18期

No. 18

2021

中国数学会会刊  
中国科学院数学与系统科学研究院主办  
科学出版社出版

# 数学的实践与认识

2021年第51卷第18期

## 目 次

### 管理科学

- 第三方参与的政府投资项目结算审计博弈研究 ..... 袁宏川, 谢文君, 覃祥迅, 张 玥 (1)  
基于改进遗传算法的应急车辆调度研究 ..... 吴 凡, 杨 冰, 洪 思 (10)  
中国出口集装箱运价指数与中国国际贸易出口总值的相关性分析 ..... 陈丽芬 (24)  
对偶风险模型的周期型界限分红 ..... 许 杨, 张 凡, 李媛媛, 董 华 (33)  
丝绸之路经济带中国段物流中心地空间网络结构研究 ..... 宋明珍, 谢家平, 杨 星, 马 腾 (44)  
基于加权因子聚类的各地区耐用消费品差异研究 ..... 刘 玲, 刘惠蓝, 张团聚 (57)  
中国物流产业与经济增长的协同性—基于 Markov 区制转移模型 ..... 尚 华, 杨文光, 韩元良 (67)  
重油价格预测方法研究 ..... 明丽婷, 刘保磊, 王江涛, 王 恺, 郭晓飞, 钟 鸣, 陈 君, 明 洁 (75)  
东盟国家货币兑人民币汇率相依性研究—基于 Vine Copula 模型 .....  
..... 胡 月, 雷柳荣, 王甜甜, 姜燕霞 (89)  
基于神经网络的灰色预测模型及其在中国粮食总产量预测中的应用 .....  
..... 王 安, 张智博, 杨 雨, 杨锦伟 (102)  
长三角地区商贸流通业空间分异及影响因素研究 ..... 李艳伟, 陈 容 (108)  
一类带有线性 GARCH 类误差的滑动平均模型 ..... 陈小玲, 张兴发, 李 元, 宋泽芳 (118)

### 应 用

- 具有周期维护的恒速机调度问题研究 ..... 周 菊, 程贞敏 (132)  
服务员休假的库存系统的性能分析与优化 ..... 白燕燕, 岳德权 (142)  
随机 SIQR 传染病模型的灭绝与平稳分布 ..... 刘世杰, 刘茂省 (149)  
一种新 NTDGM 模型的数乘特性问题研究 ..... 马红燕, 崔 杰, 孔德财 (156)  
基于改进原子算法的核极限学习机热耗率预测 ..... 汪婵婵, 匡 泰 (162)  
约束函数型数据半参数模型的贝叶斯估计 ..... 丁建华 (178)  
Box-Cox 变换在我国农业总产值预测分析中的应用 ..... 王江荣, 王春媛, 刘建清, 苏筱丽 (185)  
具有时间区间惩罚工期指派资源约束最大费用最小化排序问题 ..... 罗成新, 张 庚 (195)

### 研 究

- 一类带有  $p(x)$ -Laplacian 算子的障碍问题多解的存在性 ..... 常 高, 桑彦彬 (202)  
T-凸空间中的 FanKy 不等式定理及其应用 ..... 陈治友 (211)  
左半张量积在矩阵方程中的应用 ..... 李东方, 刘会彩, 张 锦, 赵建立 (219)  
一类服务中断和重试率为常数的  $M^{[X]}/M/1$  排队模型的主算子的点谱 ..... 汪云宏, 艾尼·吾甫尔 (225)  
关于具有对称共轭点的双曲余弦单叶调和函数类的研究 ..... 马丽娜, 李书海, 汤 荻, 张海燕 (246)  
 $T^4H$ -图中的哈密顿圈 ..... 徐 倩, 常之魁, 赵 彦 (261)

### 教学研究

- 半线性椭圆方程在  $L^p$  空间中最小极值解的存在性及其应用 ..... 马 宝, 朱志鑫, 潘 冬, 张 洋 (267)  
长江经济带商贸流通业发展时空分异特征与影响因素研究—基于长江经济带 11 省市时空面板数据 .....  
..... 李艳伟, 全力月, 何任杰 (270)  
对具有恐惧和庇护所的捕食系统的动力学研究 ..... 李沛娟, 张 睿 (281)  
 $A^{-1}B$  的无穷大范数的上界估计 ..... 赵仁庆, 何建锋 (288)  
双纽线平均的算术和形心平均的确界 ..... 张 帆, 钱伟茂, 徐会作 (293)

# MATHEMATICS IN PRACTICE AND THEORY

2021 Vol.51 No. 18

## Contents

### Managed Science

- Game Research on Project Settlement Audit of Government Investment Projects Participated by Third Party Audit ..... YUAN Hong-chuan, XIE Wen-jun, QIN Xiang-xun, ZHANG Yue (1)
- Scheduling Optimization of Emergency Vehicle Based on Improved Genetic Algorithm ..... WU Fan, YANG Bing, HONG Si (10)
- Correlation Analysis on China Containerized Freight Index and the Value of China Export Trade ..... CHEN Li-fen (24)
- The Periodic Threshold-type Dividend Problem in the Dual Risk Model ..... XU Yang, ZHANG Fan, LI Yuan-yuan, DONG Hua (33)
- Research on the Spatial Network Structure of the Logistics Center in Chinese Section of the Silk Road Economic Belt ..... SONG Ming-zhen, XIE Jia-ping, YANG Xing, MA Teng (44)
- Research on the Difference of Consumer Durables in Various Regions Based on Weighted Factor Cluster ..... LIU Ling, LIU Hui-lan, ZHANG Tuan-ju (57)
- Synchronization of Logistic Industry Development and Economic Growth in China: Based on Markov Regime Switching Model ..... SHANG Hua, YANG Wen-guang, HAN Yuan-liang (67)
- Study on the Price Forecasting Method of Heavy Oil Price ..... MING Li-ting, LIU Bao-lei, WANG Jiang-tao, WANG Kai, GUO Xiao-fei, ZHONG Ming, CHEN Jun, MING Jie (75)
- A Study on the Dependent Structure of Exchange Rate Between ASEAN Countries' Currencies and RMB — Based on vine copula model ..... HU Yue, LEI Liu-rong, WANG Tian-tian, JIANG Yan-xia (89)
- A Neural Network Based Grey Prediction Model and Its Application in Forecasting the Grain Production in China ..... WANG An, ZHANG Zhi-bo, YANG Yu, YANG Jin-wei (102)
- Study on the Spatial Variation and Influencing Factors of Trade Distribution Industry in Yangtze River Delta Region ..... LI Yan-wei, CHEN Rong (108)
- A Class Of Moving Average Model with Linear GARCH Type Errors ..... CHEN Xiao-ling, ZHANG Xing-fa, LI Yuan, SONG Ze-fang (118)

### Applications

- The Scheduling Problem of Uniform Machines with Periodic Maintenance ..... ZHOU Ju, CHENG Zhen-min (132)
- Analysis and Optimization of Inventory System with Server Vacation ..... BAI Yan-yan, YUE De-quan (142)
- Extinction and Stationary Distribution of a Random SIQR Epidemic Model ..... LIU Shi-jie, LIU Mao-xing (149)
- Study on Parameters Characteristics of a Novel NTDGM Under Multiplicative Transformation ..... MA Hong-yan, CUI Jie, KONG De-cai (156)
- Prediction of Steam Turbine Heat Consumption Rate Based on Improvement Atom Search Optimization ..... WANG Chan-chan, KUANG Tai (162)
- Bayesian Estimation for Constrained Partial Functional Linear Regression ..... DING Jian-hua (178)
- Application of box-Cox Transformation in the Prediction and Analysis of China's Total Agricultural Output Value ..... WANG Jiang-rong, WANG Chun-yuan, LIU Jian-qing, SU Xiao-li (185)
- Minmax Due-Date Assignment and Scheduling Problem with Due-Date Window Cost and Resource Restriction ..... LUO Cheng-xin, ZHANG Geng (195)

### Research

- Multiple Solutions for an Obstacle Problem Involving the  $p(x)$ -Laplacian ..... CHANG Gao, SANG Yan-bin (202)
- FanKy Inequality Theorem and Its Applications on T-Convex Spaces ..... CHEN Zhi-you (211)
- The Applications of Left Semi-Tensor Product in Matrix Equation ..... LI Dong-fang, LIU Hui-cai, ZHANG Jin, ZHAO Jian-li (219)
- On the Point Spectrum of the Operator Corresponding to an  $M^{[X]}/M/1$  Retrial Queueing Model with Sever Breakdowns and Constant Rate of Repeated Attempts ..... WANG Yun-hong, GUPUR Geni (225)
- On the Classes of Univalent Harmonic Functions with the Symmetric Conjugate Point and Hyperbolic Cosine Function ..... MA Li-na, LI Shu-hai, TANG Huo, ZHANG Hai-yan (246)
- Hamiltonian Cycles in  $T^4 H$ -Graphs ..... XU Qian, CHANG Zhikui, ZHAO Yan (261)

### Teaching Research

- The Existence of the Minimum Extremum Solution of the Semilinear Elliptic Equation at the Newman Boundary in  $L^p$  Space and the Two Applications ..... MA Bao, ZHU Zhi-xin, PAN Dong, ZHANG Yang (267)
- Study on Spatial-temporal Pattern and Influencing Factors of Business Circulation Industry of The Yangtze River Economic Zone—Based on the spatial and temporal panel data of 11 provinces and cities in the yangtze river economic zone ..... LI Yan-wei, TONG Li-yue, HE Ren-jie (270)
- Analysis of the Dynamic Model in a Predator-Prey System with the Impact of Fear and Shelter ..... LI Pei-juan, ZHANG Rui (281)
- Estimaion of Upper Bounds of  $A^{-1}B$  for the Infinity Norms ..... ZHAO Ren-qing, HE Jian-feng (288)
- Sharp Bounds for the Lemniscatic Mean in Terms of Arithmetic and Centroidal Means ..... ZHANG Fan, QIAN Wei-mao, XU Hui-zuo (293)

# 《数学的实践与认识》编辑委员会

主 编：林 群

副主编：(以下按姓氏笔划为序)

卢 炎 叶其孝 朱广田(常务副主编)

李邦河 汪寿阳 宋春伟 张继平

编 委：王 术 王冬琳 王建明 龙永红 叶 专

史福贵 冯荣权 朱一心 许 进 李 宁

余志坤 张文岭 林源渠 郑连存 姜启源

骆顺龙 贾仲孝 郭懋正 唐仲伟 黄海洋

常彦勋

## 数学的实践与认识

Shuxue de Shijian yu Renshi

(半月刊)

第51卷

第18期

2021年9月

Journal of Mathematics in Practice and Theory

(Semimonthly)

Vol.51 No.18 September 2021

编 辑 中国数学会

《数学的实践与认识》编委会

地 址：北京大学数学科学学院

邮政编码：100871

电 话：(86-10)62759981

电子邮件：bjmath@math.pku.edu.cn

Edited by

Editorial Board of

Mathematics in Practice and Theory

School of Mathematical Sciences, PKU

Beijing 100871, China

Tel:(86-10)62759981

Email:bjmath@math.pku.edu.cn

主 编 林 群

Editor in Chief

LIN Qun

主 管 单 位 中国科学院

Superintended by

Chinese Academy of Sciences

主 办 单 位 中国科学院数学与系统科学研究院

Sponsored by

Academy of Mathematics and

承 办 单 位 中国科学院系统科学研究所

Systems Science, Chinese Academy

北京数学会

of Sciences

出 版 社 学 出 版 社

Co-sponsored by

Institute of Systems Science, Academy of

北京东黄城根北街16号

Mathematics and Systems Science,

邮 政 编 码：100717

Chinese Academy of Sciences

印 刷 中国文联印刷厂

Beijing Mathematical Society

国 内 发 行 北京市邮局

Science Press

国 外 发 行 中国国际图书贸易总公司

16 Donghuangchenggen North Street,

(北京399信箱)

Beijing 100717, China

国 内 订 购 全国各地邮局

Printed by

Printing House of Wenlian in China

网 址 <https://ssjs.cbpt.cnki.net>

Distributed at Home by

Beijing Post Office

【如有印装质量问题，印刷厂负责调换电话010-68431909】

Distributed Abroad by

China International Book Trading Corporation (CIBTC) P.O.Box 399, Beijing, China

Domestic Subscription

All Local Post Office

ISSN 1000-0984

国外发行代号Q47

ISSN 1000-0984

CN11-2018/O1

国内发行代号2-809

定 价：人民币35.00元

