

## 目 录

广西研究生教育创新计划结题报告书 .....	1
广西研究生教育创新计划项目课题申请书 .....	8
广西研究生教育创新计划研究生科研创新项目进展报告书 .....	19
广西研究生教育创新计划项目重要事项变更审批表 .....	24
项目研究成果目录及复印件 .....	27



## 广西研究生教育创新计划结题报告书

立 项 年 度 ： 2022 年

项 目 编 号 ： YJSCXP202104

课 题 名 称 ： 空 间 计 量 经 济 模 型  
的 调 整 经 验 似 然 推  
断

项 目 负 责 人 ： 唐 洁

承担课题单位 ： 数学与统计学院

起 止 时 间 ： 2022.04 至 2023.04

填 报 日 期 ： 2023 年 04 月 20 日

## 一、项目负责人情况：

姓名	学院	专业	年级	对成果的贡献
唐洁	数学与统计学院	统计学	2020 级	主持项目 发表论文

## 二、研究工作总结

### (一)原定计划执行情况

本项目按照原定计划，已系统研究具有空间自回归误差的非参数回归模型、含空间自回归误差的空间自回归模型、空间面板误差模型等空间计量经济模型的调整经验似然推断，构造出这些模型参数的调整经验似然置信区间(域)，研究这些置信区间(域)的优良性，并将所得理论结果通过模拟试验与其他方法(如未调整经验似然方法、正态逼近法)进行比较，得到了空间经济预测的新方法，研究内容主要有：

(1) 系统研究具有空间自回归误差的非参数回归模型的调整经验似然推断，构造模型参数的调整经验似然置信区间(域)；

(2) 系统研究空间面板误差模型的经验欧式似然推断，构造模型参数的经验欧式似然置信区间(域)；

(3) 系统研究含空间自回归误差的空间自回归截面数据模型的经验欧式似然推断，构造模型参数的经验欧式似然置信区间(域)；

(4) 比较本项目提出的新方法与已有方法(如基于未调整经验似然或正态逼近方法构造置信域等方法)的优劣，为优选方法提供依据。

在完成原定研究计划的前提下，本项目还将本文提出的经验似然构造方法应用到相依数据模型，同时研究动态面板空间模型的经验似然推断。

### (二)研究成果

空间计量经济学的研究发展迅速，并在许多不同的科学领域中得到广泛的应用，比如区域经济学、人口统计学、传染病学、城市规划学、政治学和心理学等等。随着实际应用中各种按时间和空间组合一起的数据资料越来越丰富，人们关注的角度逐渐从单一的截断数据转向具有横截面或空间依赖的面板数据。关于空间计量经济模型的参数估计大多采用(拟)极大似然(QML)方法、两阶段最小二乘(2SLS)方法和广义矩(GMM)方法等，且理论相对成熟。经验似然推断作为模型参数估计和区间估计的一种行之有效的非参数统计方法，历年来不断有学者进行研究，但在空间计量经济模型的理论研究和应用上还没有得到大力推广。因此，研究空间计量经济模型的经验似然推断的理论与应用具有现实意义。

经验似然是 Owen (1988) 提出的在完全样本下的一种非参数统计推断方法，在一定约束条件下可以将参数似然比极大化，具有类似于 Bootstrap 的抽样特性。经验似然方法比传统的或现代的统计方法具有很多突出的优点，比如用经验似然构造置信区间具有域保持性、变换不变性、置信区间的形状由数据本身自行决定，还有 Bartlett 纠偏性和无需构造轴统计量等优点。经验似然的这些优良特性深受许多统计学者的欢迎，并在这一领域有深入的研究。然而，经验似然方法虽然具有上述提到的许多优点，但是在实际应用中并没有被更多的计量

经济学家和实证研究者关注. 经验似然方法在空间数据模型中的应用方面的已有成果较少, 主要成果集中在空间截断数据. 我们经过研究发现, 对于多数空间计量经济模型, 由 QML 方法得到的估计方程为误差序列的线性-二次型的形式, 这样在许多情形下可以构造一个鞅差序列, 把线性-二次型转化为鞅差序列的线性形式, 且不需要对数据进行分组, 可以直接利用经验似然方法.

理论上, 经验似然方法能在空间计量模型上得到应用, 然而实际中仍存在一些问题. 问题一经验似然方法在求解过程中没有显示解, 且计算复杂, Owen (1990)提出用经验欧式似然来代替经验似然, 罗旭(1994)系统研究了经验欧式似然, 发现可以很好解决经验似然中的棘手问题, 并且经验欧式似然也同样拥有大样本性质. 将欧式经验似然方法应用到空间面板误差模型中是十分合适且必要的. 问题二经验似然比统计量存在的前提条件是 0 必须在估计函数集合的凸包内部, 此时经验似然比才存在, Tsao(2004)在小样本下证明了有较高的概率使得 0 不在估计函数集的凸包内部, Owen(2001)将凸包问题作为经验似然未来之一的挑战问题提出, 此后, 有许多学者对此问题进行讨论并提出各种方法, 这其中比较典型的是 Chen et al.(2008)提出的调整经验似然, 本项目将沿着 Chen 的调整经验似然思想继续深入探索. 本项目研究的是前沿科学问题, 且项目组成员在此研究领域有较好的研究基础和处理方法, 有望得到一些具有较高水平的研究成果.

本项目在 QML 估计的基础上, 利用经验似然方法, 已系统研究估计方程为误差项的线性-二次型的时空数据模型. 其中包括: 具有空间自回归误差的非参数回归模型、含空间自回归误差的空间自回归模型、空间面板误差模型的经验欧式似然推断或者调整经验似然推断等, 结果表明经验似然比统计量的极限分布渐近服从卡方分布, 用于构造这些模型参数的经验似然置信区间(域), 并通过模拟实验验证这些置信区间(域)的优良性. 此外, 还研究相依数据模型的调整经验似然以及空间动态面板数据模型的经验似然推断.

这里列出部分模型设定与主要结果.

### 1、具有空间自回归误差的非参数回归模型

考虑如下模型:

$$y_t = m(x_i) + U_i, 1 \leq i \leq n,$$

$$U = \rho W_n U + \varepsilon_{(n)}.$$

其中,  $n$  表示空间单元的数目,  $m(\cdot)$  表示未知的光滑函数,  $\{y_i\}$  表示响应变量,  $\{x_i\} \in [0,1]^r (r \geq 1)$  是固定设计点,  $U = (U_1, \dots, U_n)'$  是  $n$  维误差向量,  $|\rho| < 1$  是自回归参数,  $W_n$  表示对角线为 0 的  $n \times n$  维空间权重矩阵,  $\varepsilon_t = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)'$  独立同分布且均值为 0 方差为  $\sigma^2$ .

采用拟极大似然方法获得调整经验似然方法的估计方程, 由于估计方程中含  $\varepsilon$  的线性-二次型形式, 我们利用鞅差数组将二次型转换为线性形式. 通过一系列假设与证明, 我们得到参数  $\theta = (\rho, \sigma^2)$  的调整经验似然比统计量渐近服从  $\chi^2_2$ .

### 2、空间面板误差模型

假设有  $n$  个单独的单位 and  $T$  个时间段, 则有具有空间误差的面板数据模型:

$$y_t = X_t \beta_t + \epsilon_t, \quad \epsilon_t = \lambda_t W_n \epsilon_t + \mu_t, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

其中:  $y_t$  是观察到的因变量的  $n$  维列向量;  $X_t$  是解释变量的  $n \times K$  矩阵;  $\beta_t$  是  $K \times 1$  回归系数向量;  $\epsilon_t$  是  $n \times 1$  的误差向量;  $W_n$  是  $n \times n$  的常数空间加权矩阵. 考虑空间面板误差模型

$$\begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & X_2 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & X_T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_T \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_T \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} B_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & B_2 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & B_T \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_T \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_T \end{pmatrix}.$$

或者记为

$$Y = X\beta + \epsilon,$$

$$B\epsilon = \mu,$$

$$\text{其中 } Y_{(nT) \times 1} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_T \end{pmatrix}, \quad X_{(nT) \times (nT)} = \begin{pmatrix} X_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & X_2 & 0 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & X_T \end{pmatrix}, \quad \beta_{(nT) \times 1} = \begin{pmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_T \end{pmatrix},$$

$$\epsilon_{(nT) \times 1} = \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_T \end{pmatrix}, \quad \mu_{(nT) \times 1} = \begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_T \end{pmatrix}, \quad \text{这里的 } B_t = (I_n - \lambda_t W_n), \quad t = 1, 2, \dots, T, \quad B = I_{nT} -$$

$\Lambda \otimes W_n$ ,  $\Lambda = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_T)$  是一个  $T \times T$  的对角矩阵.  $\otimes$  代表克罗内克积.

基于以上模型, 采用拟极大似然方法去估计参数  $\theta = (\beta'_1, \dots, \beta'_T, \lambda'_1, \dots, \lambda'_T, \sigma^2)'$  的经验欧式似然比渐近服从自由度为  $(K+1)T+1$  的卡方分布(即  $\chi^2_{(K+1)T+1}$ ).

### 3、含空间自回归误差的空间自回归截面数据模型

考虑如下模型:

$$Y_n = \rho_1 W_n Y_n + X_n \beta + u_{(n)}, \quad u_{(n)} = \rho_2 M_n u_{(n)} + \epsilon_{(n)}$$

其中,  $n$  是空间样本数量;  $\rho_j, j = 1, 2$  是空间自回归系数且  $|\rho_j| < 1, j = 1, 2$ ;  $\beta_{k \times 1}$  是相应回归系数向量;  $X_n = (x_1, x_2, \dots, x_n)'$  是  $n \times k$  数据矩阵, 包括  $k$  列解释变量;  $Y_n = (y_1, y_2, \dots, y_n)'$  是  $n \times 1$  维被解释变量;  $W_n$  和  $M_n$  是已知的  $n \times n$  空间权重矩阵(非随机);  $\epsilon_{(n)}$  是空间误差模型  $n \times 1$  的误差向量,  $E\epsilon_{(n)} = 0, \text{Var}(\epsilon_{(n)}) = \sigma^2 I_n$ . 模型是更一般的空间计量模型, 它对存在空间依赖性的数据有较好的解释作用, 无论是滞后项存在依赖性还是扰动项存在空间依赖性. 它将空间误差效应的空间误差模型(SEM)与存在空间滞后效应的空间自回归模型(SAR)结合起来, 分别对应于  $\rho_1 = 0$  与  $\rho_2 = 0$  的情形.

基于以上模型, 采用拟极大似然方法去估计参数  $\theta = (\beta', \rho_1, \rho_2, \sigma^2)'$  的经验欧式似然比渐近服从自由度为  $k+3$  的卡方分布(即  $\chi^2_{k+3}$ )

### (三)研究方法、特色

(1) 采用拟极大似然方法得到的估计方程作为经验似然方法的初次估计方程, 如果初次估计方程是模型误差的线性-二次型, 则可以采用参考文献 Qin (2019)、Jin and Lee (2019) 中的方法, 构造一个鞅差序列, 将线性-二次型转化为鞅差序列的线性形式, 由此得到调整经验似然方法的最终估计方程.

(2) 由于经验似然的最终估计方程是鞅差序列的线性函数, 在证明经验似然比统计量的渐近卡方分布时, 可利用鞅差序列的极限理论.

(3) 普通经验似然方法在求解过程中会出现没有显式解的情况, 而且计算也比较复杂. 罗旭提出的经验欧式似然方法, 求解经验欧式似然比统计量有显示解, 并且与普通的经验欧式似然拥有类似的渐近性质.

(4) 普通经验似然方法在具体求解时, 样本较少时很容易出现 0 不在估计函数集合的凸包内

部, 此时普通经验似然比统计量无解. Chen 等人提出在凸包内加入一个伪观测值使得 0 一定在凸包内部, 从而得到调整经验似然比统计量一定有解, 并且与普通的经验似然比统计量拥有类似的渐近性质.

#### (四)有何突破

(1)本项目采用调整经验似然方法来研究空间计量经济模型, 不需要假定模型误差的分布形式, 且在确定参数的置信区间(域)时不需要估计极限分布的渐近方差, 与传统的正态逼近方法相比, 可以较大幅度地提高统计推断的精度;

(2)到目前为止, 关于空间计量经济模型的经验似然的统计推断还只是起步阶段, 现有的参考文献主要集中在空间阶段数据模型的一些特例的研究; 另一方面, 利用经验似然方法进行经济预测的成果也较少, 故本项目的研究在理论和应用方面都是重要的创新; 本项目还将深入研究空间计量经济模型经验似然方法的优良性并与已有的其它方法得到的结果进行比较, 这也是本项目的另一个创新点.

(3)本项目具有比较重要的应用价值. 在实际问题中遇到的各种数据, 往往带有一定的空间相依结构, 本项目研究空间截面数据和空间面板数据情形的经验似然推断, 研究成果对于现实中空间数据的处理起到较为重要的参考作用.

#### (五)理论或应用价值

通过本项目的实施, 构造出具有空间自回归误差的非参数回归模型、含空间自回归误差的空间自回归模型、空间面板误差模型的调整经验似然置信区间(域), 在相关领域得到一批具有国内外较高水平的学术成果.

#### (六)不足和问题

本项目旨在研究空间计量经济模型的调整经验似然推断, 并取得了不少与之相关的理论成果, 但由于实际操作难度大, 数据获取困难, 目前尚未应用到实际问题中.

#### (七)尚需深入研究的问题

1、今后可以研究更复杂时空数据模型, 比如半参数变系数的空间数据模型, 带随机效应的时空模型, 或者空间分量模型, 研究调整经验似然方法在这些模型中的应用.

2、本项目仅限于理论方面的研究, 还没有展现出其应用价值. 未来可以将所得理论成果应用到实际问题中的各种空间数据, 将本项目理论应用到经济指标的预测, 得到一些主要经济指标 (如旅游人口、房价等) 预测的新方法, 为政府和有关部门决策提供科学依据.

3、可以在缺失数据下讨论本文所研究的模型和方法, 预计可以得到类似的结论.

<p>本人承诺：所提交的成果复印件与原件一致，并遵守学术道德、规范和涉密规定，如有违反相关法律法规，后果本人自行承担。</p> <p>项目负责人： 唐浩</p> <p>2023 年 4 月 20 日</p>

三、 导师及学校主管部门意见

<p>导师意见：</p> <p>同意结题。</p> <p>签 字： 秦纪彬</p> <p>2023 年 4 月 20 日</p>
<p>所在学院意见：</p> <p>分管领导签章： 学院盖章</p> <p>年 月 日</p>

学校主管部门审核意见：

完成 质量 评价 (打√)	优	良	中	差

(单位公章)

年 月 日

#### 四、广西研究生教育创新计划项目资助经费决算表

一、区教育厅拨入资助经费	合 计	0
二、学校配套经费	合 计	5000
三、经费支出	差旅费	500
	版面费	2000
	文印费	500
	计算机配套产品	2000
	合 计	5000

单位：元

- 1、此表由项目负责人填报，报研究生学院审核，签署意见后随课题总结一并归档备查。
- 2、经费使用范围必须执行经费管理办法。
- 3、中止、撤消、提前结题的课题亦填报此表。
- 4、经费决算表金额可填已经使用的经费，结题通过后拨付剩余经费，也可以填全部经费。





## 广西研究生教育创新计划项目课题申请书

申请者姓名：唐洁

学科代码及名称：071400 统计学

申请项目层次：☐ 博士 ☒ 硕士

申请项目名称：空间计量经济模型的调整经验似然

所在学校：广西师范大学

广西壮族自治区学位委员会

广西壮族自治区教育厅

2021 年 12 月 21 日

## 申请者承诺

本人保证项目申报材料真实、可信，并对填报各项内容的真实性负责；如获准立项，本人承诺以本表为有约束力的协议，将严格按照主管部门制定的项目实施管理办法，承担相关责任和义务，保证项目的顺利实施，取得预期研究成果。

承诺人： 唐浩

2021 年 12 月 21 日

项目概况	项目名称	空间计量经济模型的调整经验似然						
	项目类别	社会科学项目 <input type="checkbox"/> 自然科学项目 <input checked="" type="checkbox"/>		学科专业代码	071400	学科专业名称	统计学	
	研究方向	非参数统计						
	研究类型	基础研究 <input checked="" type="checkbox"/> 应用研究 <input type="checkbox"/> 综合研究 <input type="checkbox"/> 其它研究 <input type="checkbox"/>						
	拟申请经费额度	1.5 万元	其中学校资助	1.5 万元	其他来源经费	0 万元		
	项目起止年限	2021 年 12 月 至 2022 年 12 月						
项目组成员简介	项目负责人简介							
	姓 名	性 别	年 龄	年 级	代表性成果	在项目中承担的任务	联系电话	电子邮箱
	唐洁	女	25	2020	无	项目主持人，全面负责项目的实施。	18177330074	1243711126@qq.com
	项目参与者简介							
	姓 名	性 别	年 龄	年 级	代表性成果	在项目中承担的任务	联系电话	电子邮箱
	周雨晴	女	24	2020	无	参与理论推导和模拟研究	19580773032	1164634414@qq.com
	陈静	女	24	2020	无	参与理论推导和模拟研究	18707493179	2278219654@qq.com
	邹云龙	男	25	2020	无	参与理论推导和模拟研究	15526806982	1104284310@qq.com
	王宁宁	女	24	2021	无	参与理论推导和模拟研究	18727765691	2038869415@qq.com
	项目指导教师							
	姓 名	性 别	年 龄	学历/学位	所在院系	职务/职称	联系电话	电子邮箱
	秦永松	男	57	研究生/博士	数学与统计学院	教授	13597322048	ysqin@gxnu.edu.cn

项目研究方案	<p><b>一、项目研究目的和意义</b> (请从项目研究目的和意义、国内外研究现状、研究可行性和必要性等方面分析)</p> <p><b>(一) 研究目的和意义</b></p> <p>空间计量经济学的研究发展迅速,它是对截面数据与面板数据中空间相互性和空间异质性的定量研究,并广泛应用于经济学、环境科学、犯罪学、地理学和传染病学等多个研究领域. 关于空间计量经济模型的参数估计大多采用极大似然方法(ML)、拟极大似然方法(QML)、两阶段最小二乘(2SLS)方法、或广义矩估计(GMM)方法. 经验似然(EL)推断作为模型参数估计和区间估计的一种行之有效的非参数统计方法,历年来不断有学者进行研究,但在空间计量经济模型的理论研究和应用上还没有得到大力推广. 因此,研究空间计量经济模型的经验似然推断的理论与应用具有现实意义.</p> <p><b>(二) 国内外研究现状</b></p> <p>自从 Cliff and Ord(1973)首次考虑到空间效应之后, Anselin(1988)从计量经济学角度处理空间效应,将空间效应视为计量经济学模型中一般问题的特例, Cressie(1993)对空间数据类型进行划分,由此空间计量模型逐步由边缘步入主流, Anselin(2010)对空间计量经济学领域在 2010 年之前的 30 年中的发展作了详细的阐述,这些都集中在参数估计方法上,比如 Kelejian and Prucha(1998, 1999,2004,2006)、Lee(2004)、Arraiz et al.(2010),直到近些年非参数估计方法才得到推广,可参见 Jin and Lee(2019)、Qin(2021)等. 下面我们介绍本项目感兴趣的几类时空数据模型的研究进展,然后介绍经验似然方法的研究进展,并提出本项目研究的可行性和必要性.</p> <p><b>(1) 具有空间自回归误差的非参数回归模型的研究进展</b></p> <p>对于非参数回归模型的研究,很少考虑误差项具有空间效应,如田亚爱和田铮(2017)研究误差项为一阶非参数自回归条件下的非参数回归模型的核估计,并在一定的条件下证明了估计量的渐近正态性,雷庆祝和秦永松(2019)在强混合样本条件下对非参数回归函数进行经验似然推断, Ding and Zhang(2021)研究不确定非参数回归模型的最小二乘估计,李晋云和武新乾(2021)基于样条方法对固定设计非参数回归模型进行区间预测,屈聪和张水利(2021)研究误差为鞅差序列的非参数回归模型的完全相合性,因此具有空间自回归误差的非参数回归模型是对非参数回归模型中的一种延伸和拓展,对此模型进行研究是对非参数回归模型领域进一步的补充和完善.</p> <p><b>(2) 空间面板误差模型的研究进展</b></p> <p>Anselin(1988)研究的空间面板数据模型在实证经济研究中越来越受到重视,因为与单方程横截面设置相比,空间面板数据模型为研究人员提供了扩展的建模可能性,并且变量之间包含更多的变化和更少的共线性, Baltagi et al.(2003)研究了空间面板误差模型的空间相关性检验, Kapoor et al.(2007)为空间面板模型的分析提供了严格的理论框架,然而由于渐近分布的协方差未知,使用正态近似方法来构造可能精度会受到影响,欧式经验似然方法所构造的置信区间的形状和方向</p>
--------	--

均由数据决定，置信区域的获得不需要协方差估计，具有良好的性质，目前还没有用欧式经验似然方法应用到空间面板误差模型的研究。

### (3) 含空间自回归误差的空间自回归模型的研究进展

空间计量经济学的研究体系日益完善，空间截面数据模型模型的研究理论趋于成熟，如 Kelejian and Prucha(1998) 提出使用广义空间两段最小二乘法估计含空间自回归误差的空间自回归模型的参数, Kelejian and Prucha(1999)提出使用广义矩估计方法研究空间自回归模型, Kelejian et al.(2004)推荐使用工具变量的迭代版本估计含空间自回归误差的空间自回归模型的参数, Lee(2004)证明了空间自回归模型的拟极大似然估计的渐近性质, Kelejian and Prucha(2006)研究了在空间模型中方差-协方差矩阵的异方差和自相关系数的相合估计, Arraiz et al.(2010)通过蒙特卡罗模拟表明，在异方差情形下拟极大似然估计量不是相合估计, 同时证明在异方差情形下工具变量法导出的估计量为相合估计，目前使用非参的方法应用到含空间自回归误差的空间自回归模型的研究仍很少。

### (4) 经验似然方法的研究进展

经验似然是 Owen(1988)提出的在完全样本下的一种非参数统计推断方法，在一定约束条件下可以将参数似然比极大化，具有类似 Bootstrap 的抽样特性。经验似然方法比传统的或现代的统计方法具有很多突出的优点，比如用经验似然构造置信区间具有域保持性、变换不变形、置信区间的形状由数据本身自行决定，还有 Bartlett 纠偏性和无需构造枢轴统计量等优点。Qin 和 Lawless (1994) 在 Owen 基础上给出了一般情况下的经验似然估计方法，从此，经验似然得到了广泛地应用。

然而，经验似然方法虽然具有上述提到的许多优点，但是在实际应用中并没有被更多的计量经济学家和实证研究者关注，最棘手的地方在于估计方程中线性-二次型的处理。经研究发现，对于多数空间计量经济模型，由 QML 方法得到的估计方程为误差序列的线性-二次型形式，可以通过构造鞅差序列将其转化为鞅差序列的线性形式，且不需要对数据进行分组，可以直接利用经验似然方法。此结论由项目负责人的导师秦永松教授和 Jin and Lee 独立发行现，并成功应用到含空间自回归误差的空间自回归模型的研究中(见 Jin and Lee 2019; Qin 2021)。

理论上，经验似然方法能在空间计量模型上得到应用，然而实际中仍存在一些问题。**问题一**经验似然方法在求解过程中没有显示解，且计算复杂，Owen (1990)提出用经验欧式似然来代替经验似然，罗旭(1994)系统研究了经验欧式似然，发现可以很好解决经验似然中的棘手问题，并且经验欧式似然也同样拥有大样本性质。将欧式经验似然方法应用到空间面板误差模型中是十分合适且必要的。**问题二**经验似然比统计量存在的前提条件是  $0$  必须在估计函数集合的凸包内部，此时经验似然比才存在，Tsao(2004)在小样本下证明了有较高的概率使得  $0$  不在估计函数集的凸包内部，Owen(2001)将凸包问题作为经验似然未来之一的挑战问题提出，此后，有许多学者对此问题进行讨论并提出各种方法，这其中比较典型的是 Chen et al.(2008)提出的调整经验似然，本项目将沿着 Chen 的调整经

	<p>验似然思想继续深入探索。本项目研究的是前沿科学问题，且项目组成员在此研究领域有较好的研究基础和处理方法，有望得到一些具有较高水平的研究成果。</p> <p><b>(三) 研究可行性和必要性</b></p> <p>(1) 项目申请人及项目组成员前期在空间计量经济模型的经验似然研究领域进行了一系列理论推导和数值模拟，掌握了充分的理论基础和实战经验。通过前期的准备，目前已有 3 篇中文论文拟投稿，这为本项目的顺利完成提供了可靠的团队保障。</p> <p>(2) 本项目与导师主持的国家自然科学基金项目“空间面板数据模型的经验似然推断”相关，其研究在经验似然领域已经取得一定成果，文献可以参见 Qin and Lei(2019), Li et al.(2020), Qin(2021)等，相信在导师的指导下还会有新的研究进展。</p>
	<p><b>二、项目研究内容和方法(限 1500 字)</b></p> <p>(主要内容、拟解决的关键问题及采取的研究方法、手段或技术路线等)</p> <p><b>(一) 研究内容</b></p> <p>本项目主要研究具有空间自回归误差的非参数回归模型、含空间自回归误差的空间自回归模型、空间面板误差模型的经验欧式似然推断或者调整经验似然推断，构造这些模型参数的经验似然置信区间(域)，研究这些置信区间(域)的优良性，并将所得理论结果应用到一些空间经济的预测，以期得到空间经济预测的新方法，研究内容主要包括以下三个方面：</p> <p>(1) 系统研究具有空间自回归误差的非参数回归模型、含空间自回归误差的空间自回归模型、空间面板误差模型的经验欧式似然推断或者调整经验似然推断，构造这些模型参数的经验似然置信区间(域)；</p> <p>(2) 分别从理论和应用的角度比较本项目提出的新方法与已有方法(如一般经验似然构造置信域的方法)的优劣，为优选方法提供依据；</p> <p>(3) 将上述理论结果应用到经济领域数据的建模。</p> <p><b>(二) 拟解决的关键问题</b></p> <p>本项目有以下 3 个关键问题需要解决：</p> <p>(1) 经验似然方法的使用过程中，得分方程或估计方程的确定是一个重要前提，相比通常的数据模型，空间或时空数据模型不易得到得分函数，即使求得得分函数，其形式往往比较复杂，不易直接使用，故在研究其经验欧式似然推断或者调整经验欧式推断时得分方程的确定是一个需要解决的关键问题；</p> <p>(2) 在经验欧式似然方法或者调整经验似然方法的研究中，如何得到并求得其相应的经验似然比统计量的极限分布是一个需要解决的关键问题；</p> <p>(3) 通过数值试验比较经验欧式似然方法或者调整经验似然方法与一般经验似然方法的优劣，而比较不同方法优劣的前提是求得似然比统计量，因此不同方法下似然比统计量的求解是一个需要解决的关键问题。</p>

### (三) 采取的研究方法、手段或技术路线

(1) 采用拟极大似然(QML)方法得到估计方程作为经验似然方法的初次估计方程,如果初次估计方程是线性-二次型,则可以采用参考文献 Qin(2019)、Jin and Lee (2019) 中的方法,构造一个鞅差序列,将线性-二次型转化为鞅差序列的线性形式,由此得到经验似然方法的最终估计方程。

(2) 如果经验似然的最终估计方程是鞅差序列的线性函数,在证明经验似然比统计量的渐近卡方分布式,可利用鞅差序列的极限理论。

(3) 经验欧式似然比统计量有显示解易于求得,而调整经验似然比统计量没有显示解,一般的 Newton-Raphson 算法不能得到很好的求解效果,我们使用修正的 Newton-Raphson 算法。

### 参考文献

- Cliff,A.D.,Ord,J.K.,1973. Spatial autocorrelation.London: Pion Ltd.
- Anselin,L.,1988. Spatial econometrics: methods and models.Berlin: Springer.
- Cressie,N.,1993. Statistics for spatial data.New York: Wiley.
- Arraiz,I.,Drukker,D.M.,Kelejian,H.H.,Prucha,I.R.,2010.A spatial cliff-ord-type model with heteroskedastic innovations: small and large sample results. Journal of Regional Science,50,592-614.
- Kelejian,H.H.,Prucha,L.R.,1998. A generalized spatial two-stage least squares procedure for estimating a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances. The Journal of Real Estate Finance and Economics,17,99-121.
- Kelejian,H.H.,Prucha,L.R.,1999. A generalized moments estimator for the autoregressive parameter in a spatial model. International Economic Review,40,509-33.
- Kelejian,H.H.,Prucha,I.R.,Yuzefovich,Y.,2004.Instrumental variable estimation of a spatial autoregressive model with autoregressive disturbances: large and small sample results. Spatial and Spatiotemporal Econometrics,18,163-198.
- Kelejian,H.H.,Prucha,I.R.,2006. HAC estimation in a spatial framework. Journal of Econometrics,140,131-154.
- Lee,L.F.,2004. Asymptotic distributions of quasi-maximum likelihood estimators for spatial auto-regressive models. Econometrica,72, 1899-1925.
- Arraiz,I.,Drukker,D.M.,Kelejian,H.H.,Prucha,I.R.,2010. A spatial cliff-ord-type model with heteroskedastic innovations: small and large sample results. Journal of Regional Science,50,592-614.
- Jin,F.,Lee,L.F.,2019. GEL estimation and tests of spatial autoregressive models. Journal of Econometrics,208,585-612.
- Qin,Y.S.,2021. Empirical likelihood for spatial autoregressive models with spatial autoregressive disturbances. Sankhyā A: the Indian Journal of Statistics,83,1-25.
- 田亚爱, 田铮, 2017. 一类非参数回归模型核估计的渐近性质. 数学的实践与认识, 47, 206-212.
- 雷庆祝, 秦永松, 2019. 强混合样本下非参数回归函数的经验似然推断. 应用数学学报,42,179-196.
- Ding,J.,Zhang,Z.Q.,2021. Statistical inference on uncertain nonparametric

	<p>regression model. Fuzzy Optimization and Decision Making,20,1-19.</p> <p>李晋云,武新乾,2021.基于样条方法的固定设计非参数回归模型的区间预测.统计与决策,37,46-50.</p> <p>屈聪,张水利,2021.误差为鞅差序列的非参数回归模型的完全相合性.数学的实践与认识,51,200-205.</p> <p>Baltagi,B.H.,Song,S.H.,Koh,W.,2003. Testing panel data regression models with spatial error correlation. Journal of Econometrics,117, 123–50.</p> <p>Kapoor,M.,Kelejian,H.H.,Prucha.I.,2007. Panel data models with spatially correlated error components. Journal of Econometrics 140, 97–130.</p> <p>Owen,A.B.,1988. Empirical likelihood ratio confidence intervals for a single function. Biometrika,75,237-249.</p> <p>Qin,J.,Lawless,J.,1994. Empirical likelihood and general estimating equations. Ann.Statist,22,300-325.</p> <p>Owen,A.B.,1990. Empirical likelihood ratio confidence regions. Ann. Statist,18,90-120.</p> <p>罗旭,1994.半参数模型的经验欧氏似然估计的大样本性质.应用概率统计,10, 344-352.</p> <p>Tsao,M.,2004. Bounds on coverage probabilities of the empirical likelihood ratio confidence regions. Ann.Statist,32,1215-1221.</p> <p>Owen,A.B.,2001. Empirical Likelihood. New York: Chapman and Hall.</p> <p>Chen,J.,Variyath,A.M.,Abraham,B.,2008. Adjusted empirical likelihood and its properties. Journal of Computational and Graphical Statistics,17,426-443.</p>	
	主题词	空间计量；调整经验似然；覆盖率



项目研究方案	<p><b>三、项目创新之处(限 500 字)</b></p> <p>(请在项目研究意义及研究内容的基础上, 提炼本项目的创新点或应用价值、推广价值等)</p> <p>(1) 本项目采用经验欧式似然或者调整经验似然方法来研究空间计量经济模型, 不需要假设模型误差的分布形式, 且在确定参数的置信区间(域)时不需要估计极限分布的渐近方差, 与一般经验似然相比, 有更高的覆盖率, 可以较大幅度提高统计推断的精度;</p> <p>(2) 到目前为止, 对具有空间自回归误差的非参数回归模型、空间面板误差模型、含空间自回归误差的空间自回归模型的非参数方法的相关研究还只是起步阶段, 现有的参考文献主要集中在参数的估计方法; 另一方面, 利用经验欧式似然可以解决高维大样本下, 计算困难的问题, 利用调整经验似然可以解决小样本下经验似然比统计量不存在的问题, 这在理论上丰富了经验似然的研究, 在应用上为空间计量模型提供了新的可行方案, 故本项目的研究在理论和应用方面都是重要的创新; 本项目还将深入研究空间计量经济模型经验欧式似然和调整经验似然方法的优良性并与已有的一般经验似然方法得到的结果进行比较, 这也是本项目的另一个创新点.</p> <p>(3) 本项目具有比较重要的应用价值. 在实际问题中遇到的各种数据, 往往带有一定的空间相依结构, 本项目研究的空间计量经济模型的经验欧式似然推断和调整经验似然推断, 研究成果对于现实中空间数据的处理起到较为重要的参考作用.</p>
	<p><b>四、项目研究进度安排</b></p> <p>(包含项目的主要研究阶段、时间安排、进展目标等)</p> <p><b>(1) 准备和搜索文献资料阶段(2021 年 5 月至 2021 年 7 月)</b></p> <p>集中学习参考文献, 形成研究背景与文献综述.</p> <p><b>(2) 理论研究阶段(2021 年 8 月至 2021 年 9 月)</b></p> <p>认真研究空间计量模型的理论知识, 以及与极大似然估计、经验似然等统计推断相关的其他理论知识.</p> <p><b>(3) 数值模拟与实证分析阶段(2021 年 10 月至 2021 年 12 月)</b></p> <p>通过 R Studio 统计软件进行数值模拟, 对基于经验欧式似然方法(OEL)或基于调整经验似然(AEL)方法得到的覆盖率与基于一般经验似然(EL)方法的覆盖率进行比较, 同时结合经济问题进行实证分析和应用. 经过前期的准备工作, 于 2021 年 12 月申报课题.</p> <p><b>(4) 结题总结阶段(2022 年 1 月至 2022 年 12 月)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 完成学术论文约 3 篇;</li> <li>2) 撰写结题报告;</li> <li>3) 按规定程序结题.</li> </ol>

**五、项目预期成果及提交形式**

(包括论文、专著、专利或其他形式；同时还需明确成果的相应级别、水平或影响、社会效益等)


(1) 理论创新和突破：通过本项目的实施，构造出具有空间自回归误差的非参数回归模型、空间面板误差模型、含空间自回归误差的空间自回归模型的经验欧式似然置信区间(域)或者是调整经验似然置信区间(域)，很好地解决了计算复杂、小样本情形下经验似然比不存在的问题；

(2) 实际应用成果：将上述理论应用到经济指标的预测，得到一些主要经济指标：如旅游人口、疫情传播、房价等指标预测的新方法，为政府和有关部门决策提供科学依据；

(3) 高档次论文：发表高水平论文约 3 篇，至少 2 篇中文期刊。

**六、经费概算(单位：万元)**

支 出 科 目	金 额	计 算 根 据 及 理 由
差旅费	0.5 万元	用于参加学术报告会、交通、住宿等费用
文印费	0.2 万元	打印、复印论文等费用
期刊版面费	0.5 万元	审稿、编辑、版面等费用
资料费	0.3 万元	购买书籍、相关设备等费用
合 计	1.5 万元	

审核意见	<p><b>一、指导教师推荐意见</b></p> <p>(是否同意推荐及简要文字推荐意见,包括课题的意义,申请人的学术水平、创新能力评价,对项目结果的预测,以及可能提供的指导、支持等)</p> <p>本项目拟系统研究具有空间自回归误差的非参数回归模型、空间面板误差模型、含空间自回归误差的空间自回归模型的经验欧式似然推断和调整经验似然推断,构造这些模型参数的经验欧式似然置信区间(域)和调整经验似然置信区间(域)。该项目研究的是空间计量经济模型中的热门问题,有重要理论价值。</p> <p>项目成员阅读了较多有关论文资料,且已经取得了部分研究成果,研究团队基础较好,且有较强的科研能力,相信可以完成课题目标,取得一些较高水平的科研成果,我个人强烈推荐申报 2022 年度广西研究生教育创新计划项目。</p> <p style="text-align: right;">签名:  2021 年 12 月 31 日</p>
	<p><b>二、所在院系审核意见:</b></p> <p>(是否同意推荐,并为项目实施提供必要协助。)</p> <p style="text-align: right;">院系负责人(签章和学院公章): 年 月 日</p>
	<p><b>三、学校审核意见:</b></p> <p>(是否同意推荐,并保证在项目研究期间按照本申报书安排相应资助经费,承担项目管理任务。)</p> <p style="text-align: right;">申报单位:(学校公章) 年 月 日</p>

# 广西师范大学

## 广西研究生教育创新计划研究生科研创新计划 项目进展报告书

立 项 年 度 ： 2022 年 度

课 题 名 称 ： 空 间 计 量 经 济 模 型  
的 经 验 似 然 推 断

起 止 时 间 ： 2022.04-2023.04

项 目 负 责 人 ： 唐 洁

承担课题单位：数学与统计学院

填 报 日 期 ： 2022 年 12 月 1 日

填写日期 2022 年 12 月 1 日

项目名称	空间计量经济模型的调整经验似然推断			项目类型	自然科学
项目负责人	唐洁	所在学院	数学与统计学院	年级、专业	2020 级统计学
项目起止时间	2022 年 4 月至 2023 年 4 月	项目资助经费	0.5 万元	经费结余(万元)	0.5 万元
是否申请延期	是	否✓	延期时间		

一、研究工作主要进展及阶段性成果(1000 字以上)

### (一)研究工作主要进展

空间计量经济学的研究发展迅速，并在许多不同的科学领域中得到广泛的应用，比如区域经济学、人口统计学、传染病学、城市规划学、政治学和心理学的等等。随着实际应用中各种按时间和空间组合一起的数据资料越来越丰富，人们关注的角度逐渐从单一的截断数据转向具有横截面或空间依赖的面板数据。关于空间计量经济模型的参数估计大多采用(拟)极大似然(QML)方法、两阶段最小二乘(2SLS)方法和广义矩(GMM)方法等，且理论相对成熟。经验似然推断作为模型参数估计和区间估计的一种行之有效的非参数统计方法，历年来不断有学者进行研究，但在空间计量经济模型的理论研究和应用上还没有得到大力推广。因此，研究空间计量经济模型的经验似然推断的理论与应用具有现实意义。

经验似然是 Owen (1988) 提出的在完全样本下的一种非参数统计推断方法，在一定约束条件下可以将参数似然比极大化，具有类似于 Bootstrap 的抽样特性。经验似然方法比传统的或现代的统计方法具有很多突出的优点，比如用经验似然构造置信区间具有域保持性、变换不变性、置信区间的形状由数据本身自行决定，还有 Bartlett 纠偏性和无需构造轴统计量等优点。经验似然的这些优良特性深受许多统计学者的欢迎，并在这一领域有深入的研究。

然而，经验似然方法虽然具有上述提到的许多优点，但是在实际应用中并没有被更多的计量经济学家和实证研究者关注。问题一经验似然方法在求解过程中没有显示解，且计算复杂，Owen (1990)提出用经验欧式似然来代替经验似然，罗旭(1994)系统研究了经验欧式似然，发现可以很好解决经验似然中的棘手问题，并且经验欧式似然也同样拥有大样本性质。问题二经验似然比统计量存在的前提条件是  $0$  必须在估计函数集合的凸包内部，此时经验似然比才存在，Tsao(2004)在小样本下证明了有较高的概率使得  $0$  不在估计函数集的凸包内部，有许多学者对此问题进行讨论并提出各种方法，这其中比较典型的是 Chen et al.(2008)提出的调整经验似然，本项目将沿着 Chen 的调整经验似然思想继续深入探索。

本项目已系统研究具有空间自回归误差的非参数回归模型、含空间自回归误差的空间自回归模型、空间面板误差模型的调整经验似然推断，结果表明调

整后经验似然比统计量的极限分布渐近服从卡方分布，用于构造这些模型参数的经验似然置信区间(域)，并通过模拟实验验证这些置信区间(域)的优良性。这里给出所研究模型的表达形式：

### 1、具有空间自回归误差的非参数回归模

$$y_t = m(x_i) + U_i, 1 \leq i \leq n,$$

$$U = \rho W_n U + \varepsilon_{(n)}.$$

其中， $n$ 表示空间单元的数目， $m(\cdot)$ 表示未知的光滑函数， $\{y_i\}$ 表示响应变量， $\{x_i\} \in [0,1]^r (r \geq 1)$ 是固定设计点， $U = (U_1, \dots, U_n)'$ 是 $n$ 维误差向量， $|\rho| < 1$ 是自回归参数， $W_n$ 表示对角线为0的 $n \times n$ 维空间权重矩阵， $\varepsilon_t = (\varepsilon_1, \dots, \varepsilon_n)'$ 独立同分布且均值为0方差为 $\sigma^2$ 。

采用拟极大似然方法获得调整经验似然方法的估计方程，由于估计方程中含 $\varepsilon$ 的线性-二次型形式，我们利用鞅差数组将二次型转换为线性形式。通过一系列假设与证明，我们得到参数 $\theta = (\rho, \sigma^2)$ 的两种不同的调整经验似然比统计量渐近服从 $\chi^2_2$ 。（见《含空间自相关误差项的非参数回归模型的调整经验似然估计》，作者邹云龙，已投至《湖南文理学院学报(自然科学版)》；《具有空间自回归误差的非参数回归模型的经验欧式似然估计》，作者周雨晴，已投至《河北师范大学学报》）

### 2、空间面板误差模型

假设有 $n$ 个单独的单位 and  $T$ 个时间段，则有具有空间误差的面板数据模型：

$$y_t = X_t \beta_t + \epsilon_t, \quad \epsilon_t = \lambda_t W_n \epsilon_t + \mu_t, \quad t = 1, 2, \dots, T$$

其中， $y_t$ 是观察到的因变量的 $n$ 维列向量； $X_t$ 是解释变量的 $n \times K$ 矩阵； $\beta_t$ 是 $K \times 1$ 回归系数向量； $\epsilon_t$ 是 $n \times 1$ 的误差向量； $W_n$ 是 $n \times n$ 的常数空间加权矩阵。

基于以上模型，采用拟极大似然方法去估计参数 $\theta = (\beta'_1, \dots, \beta'_T, \lambda'_1, \dots, \lambda'_T, \sigma^2)'$ 的经验欧式似然比渐近服从自由度为 $(K+1)T+1$ 的卡方分布(即 $\chi^2_{(K+1)T+1}$ )。（见《经验欧式似然方法在空间面板误差模型中的应用》，作者陈静，已投至《湖南文理学院学报(自然科学版)》）

### 3、含空间自回归误差的空间自回归截面数据模型

$$Y_n = \rho_1 W_n Y_n + X_n \beta + u_{(n)}, u_{(n)} = \rho_2 M_n u_{(n)} + \epsilon_{(n)}$$

其中， $n$ 是空间样本数量； $\rho_j, j = 1, 2$ 是空间自回归系数且 $|\rho_j| < 1, j = 1, 2$ ； $\beta_{k \times 1}$ 是相应回归系数向量； $X_n = (x_1, x_2, \dots, x_n)'$ 是 $n \times k$ 数据矩阵，包括 $k$ 列解释变量； $Y_n = (y_1, y_2, \dots, y_n)'$ 是 $n \times 1$ 维被解释变量； $W_n$ 和 $M_n$ 是已知的 $n \times n$ 空间权重矩阵(非随机)； $\epsilon_{(n)}$ 是空间误差模型 $n \times 1$ 的误差向量， $E\epsilon_{(n)} = 0, \text{Var}(\epsilon_{(n)}) = \sigma^2 I_n$ 。

基于以上模型，采用拟极大似然方法去估计参数 $\theta = (\beta', \rho_1, \rho_2, \sigma^2)'$ 的两种不同调整经验似然比渐近服从自由度为 $k+3$ 的卡方分布(即 $\chi^2_{k+3}$ )。（见《含空间自回归误差的空间自回归模型的经验欧式似然推断》，作者唐洁，已投至《广西民族大学学报(自然科学版)》；《含空间自回归误差的空间自回归模型的调整经验似然推断》，作者唐洁、秦永松，已投至《工程数学学报》）。

## (二)阶段性成果

### 目前完成学术论文 7 篇:

- 1) 《含空间自回归误差的空间自回归模型的经验欧氏似然推断》发表广西民族大学学报(自然科学版)第 27 卷第 4 期 70-74 页.
- 2) 《经验欧式似然方法在空间面板误差模型中的应用》发表湖南文理学院学报(自然科学版)第 34 卷第 4 期 5-8 页.
- 3) 《含空间自相关误差项的非参数回归模型的调整经验似然估计》拟发表湖南文理学院学报(自然科学版)第 35 卷第 3 期 61-71 页.
- 4) 《具有空间自回归误差的非参数回归模型的经验欧式似然估计》已投至《河北师范大学学报》.
- 5) 《含空间自回归误差的空间自回归模型的调整经验似然推断》已投至《工程数学学报》.
- 6) 《Empirical likelihood for spatial dynamic panel data models with spatial errors and endogenous initial observations》已投至《Acta Mathematicae applicatae sinica》.
- 7) 《Adjusted empirical likelihood for probability density functions under strong mixing samples》已投至《Communications in Statist》.

二、是否按项目申请书的计划进度进行,是否能按期完成?是否申请中止、延期、取消,理由是什么?

本项目按项目申请书的计划进度进行,已完成 7 篇学术论文,不需要申请延期.理由是,论文完成较早有充分时间等待.

三、经费使用情况(列出开支内容及额度):

暂无.

四、下一步研究计划：

下一步，试图研究相依数据模型的调整经验似然推断，构造模型参数的经验似然置信区间，以期将所得理论结果应用到实际数据建模中。

项目负责人签字：唐洁

2022 年 12 月 1 日

导师意见：

同意.

签章 李永彬

2022 年 12 月 1 日

管理部门意见：

签章  
年 月 日





项目名称	空间计量经济模型的经验似然推断		项目编号
			YJSCXP202104
项目负责人	唐洁	所在学院	数学与统计学院
年级、专业	2020 级统计学	联系方式	18177330074
原完成时间	2023 年 4 月	原成果形式	论文发表
<b>变更内容：</b> <input type="checkbox"/> 变更项目负责人 <input type="checkbox"/> 变更项目管理单位 <input type="checkbox"/> 改变成果形式 <input type="checkbox"/> 改变项目名称 <input type="checkbox"/> 研究内容有重大调整 <input checked="" type="checkbox"/> 增减课题组成员 <input type="checkbox"/> 延期一次 <input type="checkbox"/> 延期两次以上(含两次) <input type="checkbox"/> 撤项，退回经费 <input type="checkbox"/> 负责人委托代理(负责人不变更)			
<b>变更内容及理由：</b>  申请增加一名课题组成员 2021 级统计学王宁宁。理由：通过增加研究人员加快研究进度，提高研究质量.			

项目已开展主要工作:

目前发表论文 4 篇(含录用):

- 1) 《相协样本下概率密度函数的调整经验似然推断》拟发表《应用数学》2024 第一期.
- 2) 《含空间自回归误差的空间自回归模型的经验欧氏似然推断》发表《广西民族大学学报(自然科学版)》第 27 卷第 4 期 70-74 页.
- 3) 《经验欧式似然方法在空间面板误差模型中的应用》发表《湖南文理学院学报(自然科学版)》第 34 卷第 4 期 5-8 页.
- 4) 《含空间自相关误差项的非参数回归模型的调整经验似然估计》拟发表《湖南文理学院学报(自然科学版)》第 35 卷第 3 期 61-71 页.

目前待发表论文 4 篇:

- 1) 《具有空间自回归误差的非参数回归模型的经验欧式似然估计》已投至《河北师范大学学报》.
- 2) 《含空间自回归误差的空间自回归模型的调整经验似然推断》已投至《工程数学学报》.
- 3) 《Empirical likelihood for spatial dynamic panel data models with spatial errors and endogenous initial observations》已投至《Acta Mathematicae applicatae sinica》.
- 4) 《Adjusted empirical likelihood for probability density functions under strong mixing samples》已投至《Communications in Statist》.

经费使用情况:

无.

下一步研究计划:


研究空间计量经济模型的实证分析.

项目负责人签名: 唐浩

2022 年 4 月 20 日

导师意见:

同意增加课题组成员.

签字:   
2022 年 4 月 20 日

学院意见:

签章:  
年 月 日

学校管理部门意见:

签章:  
年 月 日

**反映项目成果的复印件(注：请列目录注明主要作者、发表时间、刊物名称、卷期或出版社等.)**

- [1] 王宁宁, 秦永松. 相协样本下概率密度函数的调整经验似然推断[J]. 应用数学, 2024.(已接受发表).
- [2] 唐洁. 含空间自回归误差的空间自回归模型的经验欧式似然推断[J]. 广西民族大学学报(自然科学版), 2021, 27 (04): 70-74.
- [3] 陈静. 经验欧式似然方法在空间面板误差模型中的应用[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2022, 34 (04) :5-8.
- [4] 邹云龙. 含空间自相关误差项的非参数回归模型的调整经验似然估计[J]. 湖南文理学院学报(自然科学版), 2023, 35 (03): 61-71.
- [5] 周雨晴. 具有空间自回归误差的非参数回归模型的经验欧式似然估计[J]. 2022.(已投稿至《河北师范大学学报》)
- [6] 唐洁, 秦永松. 含空间自回归误差的空间自回归模型的调整经验似然推断[J]. 2022.(已投至《工程数学学报》)
- [7] Tang Jie, Qin Yongsong. Empirical likelihood for spatial dynamic panel data models with spatial errors and endogenous initial observations[J]. 2022.(已投至 Acta Mathematicae applicatae sinica)  
唐洁, 秦永松. 内生性含空间误差项的动态面板模型的经验似然推断[J]. 2022.(已投至《应用数学》(英文版))
- [8] Tang Jie, Qin Yongsong. Adjusted empirical likelihood for probability density functions under strong mixing sample[J]. (已投至 Communications in Statist)  
唐洁, 秦永松. 强混合样本下概率密度函数的调整经验似然推断[J]. 2022.(已投至《统计通讯》)