

# Research on the Convergence of Economic Growth

## —Taking Sichuan as an Example

Jian Yang\*, Wangyong Lv

College of Mathematics and Software Science, Sichuan Normal University, Chengdu Sichuan  
Email: \*892910487@qq.com

Received: Apr. 2<sup>nd</sup>, 2018; accepted: Apr. 20<sup>th</sup>, 2018; published: Apr. 27<sup>th</sup>, 2018

---

### Abstract

Taking Sichuan Province as the research object, this paper analyzes the convergence of economic growth in Sichuan province from 2005 to 2015 by using the theory and model of spatial econometrics with convergence method. The study finds that among the 21 municipal economic growth of Sichuan province has no significant spatial correlation, regional economic development is influenced by the level of economic development in adjacent areas is relatively weak. Regional economy in Sichuan province shows the convergence of the state in the early stage of research, and then begins to have divergent trend. At the same time, the research shows that the cities with good economic development are not obvious to the whole economic development of Sichuan province.

### Keywords

Economic Growth,  $\beta$  Convergence, Moran'I, Spatial Lag Model

---

# 经济增长收敛问题的研究

## —以四川省为例

杨 键\*, 吕王勇

四川师范大学数学与软件科学学院, 四川 成都  
Email: \*892910487@qq.com

收稿日期: 2018年4月2日; 录用日期: 2018年4月20日; 发布日期: 2018年4月27日

---

\*通讯作者。

## 摘要

本文以四川省为研究对象, 运用空间计量经济学的相关理论和模型, 并结合 $\beta$ 收敛法分析了2005~2015年四川省经济增长的收敛性。研究发现, 四川省21个地市级之间经济增长水平不存在显著的空间相关性, 各地区经济发展受相邻地区经济发展水平的影响程度相对较弱; 四川省的区域经济在研究的初期阶段呈现出收敛状态, 而后开始有发散趋势。同时研究表明, 经济发展好的城市对四川省整个经济的发展带动程度并不明显。

## 关键词

经济增长,  $\beta$ 收敛, Moran'I指数, 空间滞后模型

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来, 四川省的经济总量居于全国第六, 西部第一, 人均生产总值超过 4000 美元, 经济发展良好。然而从 2015 年的统计数据来看, 成都市人均生产总值为 7.36 万元, 而巴中市人均生产总值仅为 1.51 万元, 不到成都市的五分之一, 各地市级间的经济发展程度不同。那么这种差异在未来会继续扩大还是收敛呢? 因此, 对这一问题的研究具有一定的实际意义。

目前, 经济增长理论的研究主要分为两种: 一是研究单个经济体经济增长的长期趋势并分析该经济体经济增长的原因, 二是比较不同经济体的差异性[1]。其中, 对比较不同经济体的差异性的研究, 即经济增长收敛问题的研究被学者普遍关注。目前所研究的收敛机制主要有两个: 新古典收敛机制和内生收敛机制。本文采用的是新古典收敛机制来研究经济收敛这一现象。

近几年关于我国区域经济敛散性的文献大多以全国为研究对象, 如李桂娥等对中国经济是否存在绝对收敛和俱乐部收敛进行了分析[2]; 陈高等结合中国区域金融发展对经济收敛进行了研究[3], 这在某种程度上忽视了我国区域间经济条件的异质性。只有少部分学者分析某省的经济敛散性, 如李红等对广东省各地区收入水平的收敛现象进行了分析[4], 袁白鹤等对安徽地区经济收敛的动态过程进行考察[5]。除此之外, 随着空间数据分析方法的推广和应用, 近年来也有学者基于探索性空间数据分析方法, 开始利用空间计量经济学中的 Moran'I 指数、Moran 散点图以及 LISA 聚集图等工具来对某经济区的空间相关性进行验证, 如冯庆元等对成都市经济空间分布特征的研究[6], 但是目前还没有学者运用空间计量经济学中的方法来分析四川省区域经济收敛的问题。

空间计量经济学通过把地理位置与空间相结合的方式建立统计与计量的关系, 用以识别和度量空间变动规律及空间模式的决定性因素[7]。因此, 本文运用空间计量经济学的相关理论和方法, 把区域与区域间的相互作用引入到四川省经济收敛性问题的研究中, 首先对四川省 21 个地市级之间是否存在空间相关性进行检验, 接着利用空间权重矩阵对传统的经济增长的标准收敛模型进行修正, 从而建立合适的空间计量模型, 以期更准确的揭示四川省经济增长收敛现象, 为相关政策的制定提供一定参考。

## 2. 四川省经济增长的空间相关性分析

### 2.1. 数据来源

为了将区位分布和资源条件相近的城市归类, 以便更好地把握它们的共同特征, 分析各区域在地区差异中的经济发展水平, 将四川省分成五大经济区, 即: 成都经济区(成都、德阳、绵阳、眉山、资阳和雅安)、川东北经济区(南充、达州、广安、巴中、遂宁和广元)、川南经济区(内江、泸州、宜宾、自贡和乐山)、攀西经济区(凉山州和攀枝花)、川西北生态经济区(甘孜州和阿坝州) [8]。与此同时, 在经济增长的相关研究中, 普遍采用人均 GDP 作为衡量经济发展状况的代表性指标, 因此, 本文选取了四川省 2005~2015 年 21 个地市级的人均 GDP 数据建模, 原始数据来源于四川省统计局公布的历年《四川省统计年鉴》。

### 2.2. 区域经济发展的空间相关性

空间权重矩阵  $W$  的设定是空间计量经济学建模的关键, 常用的两类空间权重矩阵是地理空间权重矩阵和经济空间权重矩阵。本文采用的是地理空间权重矩阵, 即是指地市级之间若地理位置上相邻, 则对应权重取 1, 否则取 0。在实证分析中, 将对其做行标准化处理, 再进行研究。

全局莫兰指数(Moran'I)是探索性空间数据分析的重要工具, 它可以用来衡量全局空间相关性的程度。其表达式为:

$$\text{Moran'I} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{s^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}}, \quad i \neq j \quad (1)$$

其中:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2.$$

$n$  表示研究的地区总数,  $i, j$  表示不同的空间单元,  $w_{ij}$  表示空间权重矩阵的元素,  $y_i$  表示区域  $i$  的观测值,  $y_j$  表示区域  $j$  的观测值,  $\bar{y}$  代表  $n$  个区域的观测均值。全局莫兰指数的取值范围是 $[-1, 1]$ 。当莫兰指数的值为正时, 变量表现出空间上的正相关性; 当莫兰指数的值为负时, 变量表现出空间上的负相关性; 当莫兰指数的值为零时, 表示不具有空间相关性。

通过 Geoda 软件得到的计算结果如表 1 所示。由表中可以得出 2005~2015 年每年的经济发展水平都不存在显著的空间相关性, 即各地区经济发展受相邻地区经济发展水平影响的程度并不高。

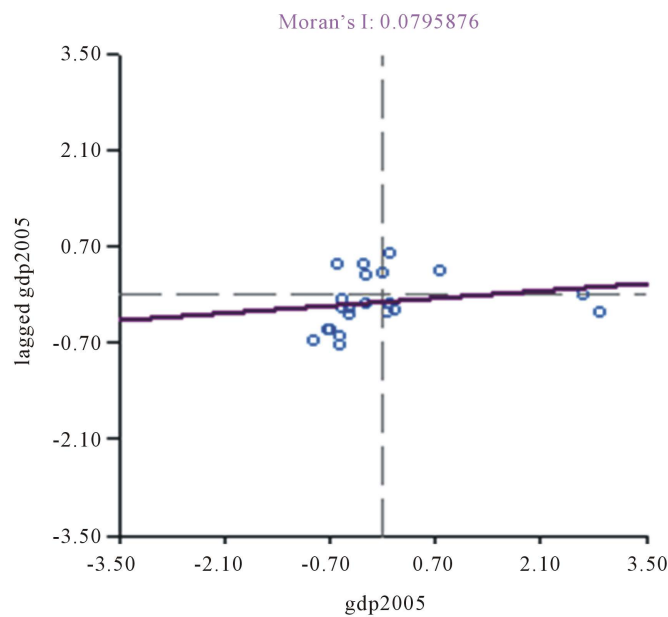
### 2.3. 区域经济发展的空间集聚性

全局空间相关性的分析只能判断整个研究的区域是否存在一定的空间相关性, 但无法获知空间局部区域的具体分布及相关情况。于是, 本文进一步通过 Moran 散点图以及 LISA 聚集图对四川省的局部空间分布特征进行分析, 考察经济发展的空间集聚性。研究发现, 2005~2015 年各年份的局部 Moran 散点图以及 LISA 聚集图大体相同, 同时由于篇幅的限制, 本文只具体给出起始年份 2005 年和终止年份 2015 年的结果。

如图 1、图 2 所示, 将因变量与空间滞后变量之间的关系, 以散点图的形式加以描述。图中的坐标轴把图分为四个象限, 其中第一象限和第三象限表示空间集聚, 第二象限和第四象限表示空间排斥。第一象限表示本城市及相邻城市经济发展较快; 第二象限表示本城市经济发展较快, 而相邻城市经济发展

**Table 1.** 2005-2015 Global Moran'I exponential value  
**表 1.** 2005~2015 年的全局 Moran'I 指数值

年份	Moran'I	Z 值	方差	p 值
2005	0.0796	1.1784	0.1184	0.1210
2006	0.0875	1.1567	0.1203	0.1230
2007	0.0846	1.0315	0.1246	0.1550
2008	0.0387	0.7711	0.1208	0.1970
2009	0.0691	0.9885	0.1248	0.1570
2010	0.0777	0.9391	0.1318	0.1720
2011	0.0934	1.0916	0.1296	0.1370
2012	0.0998	1.1919	0.1263	0.1280
2013	0.0991	1.2302	0.1242	0.1210
2014	0.0992	1.2206	0.1267	0.1220
2015	0.0867	1.1181	0.1269	0.1220



**Figure 1.** Local scatter plot of 2005  
**图 1.** 2005 年局部散点图

较慢；第三象限表示本城市及相邻城市经济发展较慢；第四象限表示本城市经济发展较慢，而相邻城市经济发展较快。

鉴于 Moran 散点图不能明确判断各地市级的局部相关类型，因此进一步通过 LISA 集聚图来探究空间集聚性。

从图 3 中可以看出，在 5% 的显著水平下，巴中市、达州市、南充市，广元市分别与相邻城市形成了 L-L。其他城市的空间集聚性在统计意义上均不显著。由此说明，经济发展较快的城市并没有起到明显的拉动作用，这可能和所处地区的多种客观条件有关。

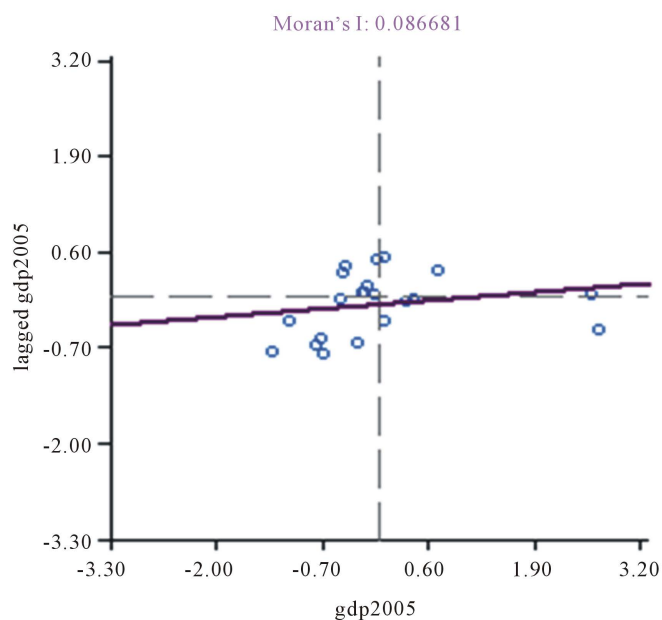


Figure 2. Local Moran scatter plot of 2015

图 2. 2015 年局部 Moran 散点图



Figure 3. LISA cluster map of 2015

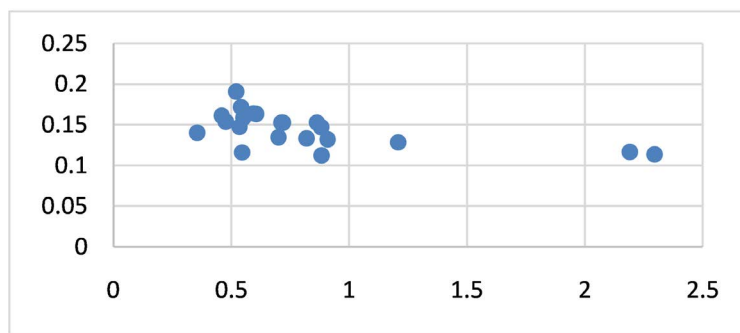
图 3. 2015 年 LISA 聚集图

### 3. 四川省经济增长收敛问题的研究

#### 3.1. 四川省经济增长收敛现状

本文将 2005~2015 年的数据按每 6 年为一个时段, 即时间跨度为 5, 分别以 2005~2010 年为起始年份, 以 2010~2015 年为终止年份, 最后加上整个时间段 2005~2015 年, 即时间跨度为 10, 这 7 个时间段分别建立模型。

经济收敛的度量方法包括  $\alpha$  收敛、绝对  $\beta$  收敛、条件  $\beta$  收敛和俱乐部收敛。其中, 绝对  $\beta$  收敛是指落后地区比富裕地区有更高的增长率, 即经济增长率和经济发展初始水平之间存在着负相关关系, 经济体最终趋于共同的均衡态[9]。因此, 本文先用人均国内生产总值和年均经济增长率之间的关系来大致考察经济体的收敛情况, 得到结果如图 4 所示。



**Figure 4.** A scatter plot of per capita GDP and economic growth rate in 2005  
**图 4.** 2005 年人均 GDP 与经济增长率的散点图

图 4 中横坐标是 2005 年的人均国内生产总值, 纵坐标是年均经济增长率, 该图直观的展示了 2005 年至 2015 年期间四川省 21 个地市级的年均经济增长率与初始经济发展水平之间的关系。观察此图发现该地区人均国内生产总值和年均经济增长率之间存在明显的负相关关系, 即存在  $\beta$  收敛趋势, 但是收敛的具体强弱程度无法得出, 因此需要进一步建立实证模型来判断。

### 3.2. 空间相关性检验

判断地区间的空间相关存在与否一般通过 Moran'I 检验, 最大似然 LM-Error 检验和最大似然 LM-Lag 检验等一系列空间效应检验方式[10]。实证研究中, 最常用的是 Moran 在 1950 年提出的 Moran'I 指数。通过 Moran'I 检验的检验结果见表 2。

由表 2 可知, 除了 2008~2013 年、2009~2014 年、2010~2015 年三个时段外, 其它时段的空间相关性较为显著, 因此, 有必要利用空间权重矩阵  $W$  对传统的模型修正。

### 3.3. 空间计量模型的构建

由于空间计量估计中仍存在问题尚未解决, 一般研究的是空间计量模型中的一阶滞后模型、一阶自回归或一阶移动平均模型[11], 因此本文主要对一阶模型进行讨论。

为与空间计量模型对比, 先引入  $\beta$  收敛的标准模型:

$$\frac{\ln y_{i,t+k} - \ln y_{i,t}}{k} = \alpha + \beta \ln y_{i,t} + \varepsilon_{i,t}, i = 1, 2, \dots, 21; t = 2005, 2006, \dots, 2015 \quad (2)$$

其中:  $\varepsilon_{i,t}$  为随机误差项;  $\alpha$  为常数项;  $k$  为时间跨度;  $y_{i,t}$  代表第  $i$  个地区第  $t$  年人均 GDP;  $y_{i,t+k}$  代表第  $i$  个地区第  $t+k$  年人均 GDP。

从“空间”体现形式的角度来看, 空间计量模型大致分为两类: 空间滞后模型和空间误差模型[12]。空间滞后模型主要反映的是地区经济增长与该地区内部的经济增长有关, 还与相邻地区的经济增长有密切联系, 而空间误差模型主要反映了地区的误差项与相邻地区的误差项之间的关系。在本文的模型中, 把  $\beta$  收敛方程的误差项转化成含有空间权重矩阵形式的空间滞后误差项。

$\beta$  收敛的空间滞后模型(SLM):

$$\frac{\ln y_{i,t+k} - \ln y_{i,t}}{k} = \alpha + \beta \ln y_{i,t} + \rho \sum_{j=1}^{21} w_{ij} \left( \frac{\ln y_{j,t+k} - \ln y_{j,t}}{k} \right) + \varepsilon_{i,t}, i = 1, 2, \dots, 21; t = 2005, 2006, \dots, 2015 \quad (3)$$

其中:  $\rho$  是空间滞后系数, 表示相邻地区的观测值对本地区观测值的影响程度。该式表明, 一个地区的人均收入增长率可能与邻近地区人均收入增长有关。

$\beta$  收敛的空间误差模型(SEM):

$$\frac{\ln y_{i,t+k} - \ln y_{i,t}}{k} = \alpha + \beta \ln y_{i,t} + \varepsilon_{i,t}, \quad (4)$$

$$\varepsilon_{i,t} = \lambda \sum_{j=1}^{21} w_{ij} \varepsilon_{j,t} + \mu_{i,t}, \quad i = 1, 2, \dots, 21; t = 2005, 2006, \dots, 2015$$

其中:  $\lambda$  是空间误差系数,  $\mu_{i,t}$  是正态分布的随机误差项。该式表明, 一个地区的人均收入增长率可能与该地区初始的人均收入、邻近地区收入水平的随机误差项有关。

### 3.4. 空间计量模型的选择

基于上文介绍的空间计量模型, 以 2005~2015 年这一时间段为例来分别对三种模型进行拟合, 从而确定较为合适的模型。应当指出的是, 在空间计量模型中, 用最小二乘法估计系数不能实现“无偏估计”, 因此我们采用的是极大似然估计来确定系数。

由表 3 的数据结果可知, 因为 SLM 的 LogL 的值为 783.5300 大于 SEM 的 LogL 的值 781.9900, 且 SLM 的 AIC, SC 的值分别为 -1561.0700, -1557.9300 均小于 SEM 的 AIC, SC 的值 -1559.9800, -1557.8900, 所以相比之下选择 SLM 更合适。

### 3.5. 结果分析

在选择空间滞后模型(SLM)的基础上, 对其他各时间段的系数值进行估计, 并整理出各阶段  $\beta$  值见表 4。

Table 2. Geospatial correlation test

表 2. 地理空间相关性检验

时段	2005~2010	2006~2011	2007~2012	2008~2013	2009~2014	2010~2015	2005~2015
Moran'I	0.3687	0.3678	0.3318	-0.1164	0.0095	0.0903	0.2181
Z	2.9891	3.0145	2.7336	-0.5060	0.4425	1.0135	2.0203
P-值	0.0049***	0.0041***	0.0068***	0.3257	0.3136	0.1584	0.0349**

注: 表中\*\*\*、\*\*、\*分别表示 1%、5%、10%的置信水平下显著。

Table 3. The estimated results of different models for 2005-2015 years

表 3. 2005~2015 年不同模型的估计结果

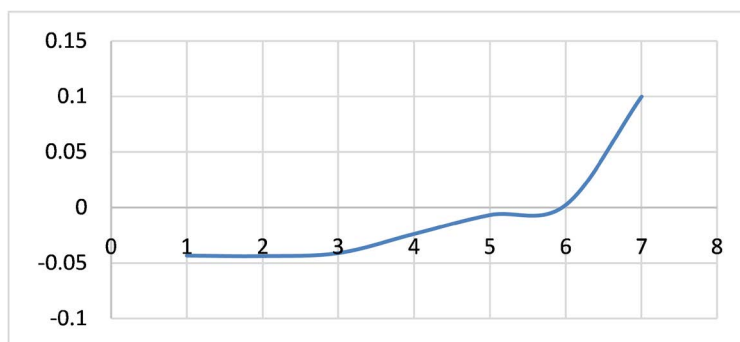
	标准模型	P 值	SLM	P 值	SEM	P 值
$\beta$	0.1000	0.0000	0.1000	0.0000	0.1000	0.0000
常数项	0.0000	0.1200	0.0000	0.0900	0.0000	0.0100
空间滞后项 $\rho$			0.0000	0.4500		
空间误差项 $\lambda$					-0.1600	0.6211
LogL	783.2500		783.5300		781.9900	
LR			0.5700	0.4500	-2.5200	-1.0000
AIC	-1562.4900		-1561.0700		-1559.9800	
SC	-1560.4000		-1557.9300		-1557.8900	

注: LogL 表示对数似然估计值, AIC 表示赤池信息准则, SC 表示施瓦茨信息准则。



**Table 4.** Each stage  $\beta$  value  
**表 4.** 各阶段  $\beta$  值

时段	2005~2010	2006~2011	2007~2012	2008~2013	2009~2014	2010~2015	2005~2015
$\beta$ 值	-0.0431	-0.0435	-0.0408	-0.0237	-0.0066	0.0025	0.1000



**Figure 5.** Trend map of  $\beta$  value at each stage  
**图 5.** 各阶段  $\beta$  值趋势图

同时, 为了更为直观的反映四川省经济收敛的动态情况, 做出了如图 5 所示的各阶段  $\beta$  值趋势图。

图 5 描述了  $\beta$  值的整体趋势, 在前 5 个时段  $\beta$  值均小于零, 说明经济增长存在绝对收敛现象, 2010~2015 年和 2005~2015 年这两个阶段  $\beta$  值大于零, 可能是因为四川省政府实行的促进经济发展的一系列政策发挥了作用, 但忽略了各地区经济的平衡发展, 导致各地区经济的差异越来越大, 表现为  $\beta$  值逐年增大, 呈现发散趋势。

#### 4. 结论与政策建议

本文通过建立空间计量模型, 对四川省经济增长收敛问题进行实证研究, 研究表明 2005 年以来存在经济收敛现象, 而后又开始出现发散趋势。

目前关于经济增长收敛的实证基本是以全国为研究范围, 而本文将空间计量经济学的方法用在对某个区域经济增长收敛性的研究, 考虑到了现有研究忽视了区域间空间相关性的不足。

需要指出的是, 在本文的研究基础上, 还可以对产生收敛或发散的原因做进一步的分析。但根据现有分析表明, 我们仍应继续加大西部大开发的力度, 坚持统筹城乡发展原则, 此外, 应加速推进经济区的整合与发展, 加快产业结构的升级换代, 加快对各地区科技和人力资本投资的力度, 特别对于经济发展水平还较低的地区, 更应该加大对科教的投资, 从而发展地区经济。

#### 参考文献

- [1] 夏可为. 长三角地区经济收敛的空间计量分析[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南大学, 2015.
- [2] 李桂娥, 万威. 关于中国经济收敛性的再认识[J]. 统计与决策, 2013(15): 133-136.
- [3] 陈高, 张行. 区域金融发展与经济收敛的空间计量分析[J]. 统计与决策, 2014(23): 127-131.
- [4] 丁嵩, 李红. 广东省人均收入增长收敛的空间计量分析[J]. 地域研究与开发, 2012, 31(5): 16-20, 54.
- [5] 袁白鹤, 刘艳艳. 安徽地区经济收敛性检验的实证分析——基于  $\beta$  收敛的空间模型[J]. 内蒙古农业大学学报(社会科学版), 2011, 13(2): 68-70.
- [6] 冯庆元. 成都经济区空间相关与增长收敛分析[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南财经大学, 2014.
- [7] 沈泓成, 周潮. 甘肃区域经济增长收敛问题的空间地理经济学研究[J]. 财会研究, 2014(12): 72-75.



- 
- [8] 四川省国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要[N]. 四川省人民政府门户网站, 2006-11-29.
- [9] 洪国志, 胡华颖, 李郁. 中国区域经济发展收敛的空间计量分析[J]. 地理学报, 2010, 65(12): 1548-1558.
- [10] Luc, A. (1988) *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic, Boston.
- [11] 林光平, 龙志和, 吴梅. 我国地区经济收敛的空间计量实证分析: 1978-2002 年[J]. 经济学(季刊), 2005(S1): 67-82.
- [12] 马国霞, 徐勇, 田玉军. 京津冀都市圈经济增长收敛机制的空间分析[J]. 地理研究, 2007(3): 590-598.

**知网检索的两种方式:**

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2325-2251, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [sa@hanspub.org](mailto:sa@hanspub.org)