

# 交通区位演化的经济发展时空协同与弹性识别 ——以重庆市为例<sup>1</sup>

刘志海<sup>1</sup>, 杨丹<sup>1</sup>, 汪洋<sup>1,2,3</sup>, 祁鹏卫<sup>1,2,3</sup>, 高鑫<sup>1,2,3</sup>, 王力力<sup>1</sup>

(1. 重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 401331; 2. GIS 应用研究重庆市高校重点实验室, 重庆 401331;

3. 三峡库区地表过程与环境遥感重庆市重点实验室, 重庆 401331)

**【摘要】**以重庆市区县为样本, 通过交通区位指数与经济发展水平指数建模, 运用主成分分析、相关分析和弹性系数法分析了 2005—2015 年重庆市交通区位演化与区域经济发展的时空响应与弹性关系。研究表明: ①重庆市的交通区位指数呈空间异质化同向增长趋势, 均值由 2005 年的 0.3491 增至 2015 年的 0.4828, 高值区域呈“圈层—轴线”状扩展; ②重庆市经济发展水平指数的均值由 2005 年的 0.0659 增至 2015 年的 0.4310, 呈现空间自相关性, 高值区集中在主城区周围和万州区, 呈“中心—圈层”状递减态势; ③交通区位指数与经济发展指数表现出显著相关性, 拟合优度  $R^2$  的值由 2005 年的 0.7293 增长至 2015 年的 0.7456, 不同的区域表现出不同的弹性格局, 内部交通高弹性区域呈现出“点—块”状格局, 外部交通高弹性区域呈现出“片—轴”状格局。

**【关键词】**交通区位演化; 区域经济发展水平; 时空协同性; 弹性识别

**【中图分类号】** F119.9 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1005 - 8141 (2019) 10- 1273-07

doi: 10.3969/j.issn.1005 - 8141.2019.10.009

交通区位条件的改善是驱动区域发展的重要动力, 在区域经济发展过程中扮演着重要角色, 它对区域发展具有的引导、支撑和保障作用显著且可量化描述<sup>[1]</sup>。自工业化、规模城镇化以来, 交通基建投资剧增和经济高速发展导致世界地表景观变化各异, 引发了众多学者聚焦于两者关系的研究<sup>[2-5]</sup>。自 20 世纪 80 年代以来, 我国进入快速发展轨道。重庆市作为我国的缩影和范例, 在近 10 年的工业化、城镇化和交通基础设施建设方面取得了重要进展, 如何针对典型区域、重要时段, 捕捉在“两化”关键期交通区位演化和区域发展之间的定量关系成为值得深入探讨, 并富有启发意义的重要学术问题。

源于交通网络的自身发展和分析手段的进步, 现状研究成果相对丰富, 主要集中在以下几个方面: ①交通基建投资与经济增长、产业和城镇化等方面的相互关系, 公路、高速公路、高铁的网络布局等对区域经济发展的影响等<sup>[6]</sup>。Aschauer 等<sup>[7]</sup>使用美

<sup>1</sup>收稿日期: 2018-12-11; 修订日期: 2019-08-17

基金项目: 国家社会科学基金项目 (编号: 19XGL027)。

第一作者简介: 刘志海 (1991-), 男, 山东省滕州人, 硕士研究生, 研究方向为区域与城市规划及 GIS 应用。

通讯作者简介: 汪洋 (1978-), 男, 重庆市人, 博士, 副教授, 硕士生导师, 主要从事区域与城市规划及 GIS 应用研究。

国 1945—1985 年时间序列和横截面数据研究发现，生产率的提高与政府用于公共设施的投资高度相关。有学者探讨了欧洲公路网<sup>[8,9]</sup>、高铁网<sup>[10,11]</sup>对区域通达性的影响<sup>[12]</sup>。国内学者对公路<sup>[13]</sup>、铁路<sup>[14]</sup>、高铁<sup>[15]</sup>和航空等不同交通方式的通达性水平进行了定量评价<sup>[23]</sup>。②交通区位演化的定量评价研究，如交通网络可达性概念与测评<sup>[16]</sup>、交通流空间建模<sup>[17]</sup>等。其间，为量化描述区域的通达性水平，金凤君等<sup>[1]</sup>提出交通优势度的概念。交通优势度是评价区域交通的一个集成性指标，主要指某地区交通条件优劣和通达性水平的高低，并采用多因素综合集成法从“质”、“量”和“势”3个方面构建交通优势度评价的数理模型<sup>[23]</sup>。该理论模型随后被相关学者在多个区域进行了验证研究，如海南省<sup>[18]</sup>、湖南省<sup>[19]</sup>、广东省<sup>[20]</sup>、河南省<sup>[21]</sup>、江西省<sup>[22]</sup>、西北地区<sup>[23]</sup>、成渝地区<sup>[24]</sup>等。以上学者从多角度分析了不同地区的交通区位条件和区域经济发展的关系，交通区位演化对区域经济发展的影响，但关于交通区位演化和区域经济发展的协同性研究较少。2005—2015年是重庆直辖后的关键发展期，是经济增长、交通建设和城镇化快速并进的10年，在我国具有相当的典型性。本文以重庆市为例，以GIS技术为平台，通过交通区位指数模型的建立，分析2005—2015年重庆市交通区位演化与区域经济发展之间的定量协同关系，识别交通区位演化对区域经济发展的弹性响应，以期对相关研究和决策提供参照。

## 1 数据和方法

### 1.1 区域概况与数据

2005年末，重庆市总人口为2798万人，城镇化率为45.2%，GDP为3070.49亿元。截止2015年，重庆市总人口3371万人、城镇化率60.9%、GDP为1.57万亿元，同比增长率分别为20.5%、34.7%和411.3%。2005年重庆高速公路通车里程为748km、铁路1117km、水路总里程4222km，到2015年底，重庆高速公路通车里程超过2800km、铁路1929km、水路总里程4451km，增长率分别为274.3%、72.7%和5.4%。本文所用交通空间数据来源于OpenStreet-Map数据库、中国科学院数据中心、重庆市1:10万交通图等。社会经济数据来源于2006—2016年的《重庆市统计年鉴》。运用ArcGIS10.3软件，对获取的原始数据进行配准、校正等预处理，建立基础空间数据库。

### 1.2 交通区位指数

基于交通优势度模型<sup>[1]</sup>，建立区域交通区位指数(RTLI)，以表征区域在特定时段交通区位的优劣程度。由内部交通优势度(ITDI)、外部交通优势度(ETDI)加权求和得到，计算方法见式(1)。式中， $f_1$ 和 $f_2$ 分别表示内部交通优势度(ITDI)和外部交通优势度(ETDI)两种集成要素， $w_i$ 表示对应要素的权重。在集成之前，先将ITDI和ETDI的数值分别进行0—1标准化处理。

$$RTL I = \sum_{i=1}^2 f_i w_i \dots\dots\dots (1)$$

内部交通优势度(ITDI)表示区域内部通达能力，由区域内部的一般性交通网络要素派生，其本质为道路密度，以区县为单元，计算方法见式(2)。式中， $D_1$ 表示评价单元内某一类型道路的里程， $D_2$ 表示研究区的轨道交通里程，因其客运效率一般为公路运输3倍以上，故其里程核算为实际里程的3倍。 $D_3$ — $D_5$ 分别表示快速路、国道、省道和县道里程， $D_6$ 为城市主次干道里程， $S$ 表示研究区的国土面积。

$$ITDI_i = \sum_{i=1}^6 D_i / S \dots\dots\dots (2)$$

外部交通优势度(ETDI)表征区域间的交通可达性水平。一般而言，跨区域交通通达能力由高速公路、铁路、机场、港口等因素决定。参考《省级主体功能区划分技术规程》，不同类型的交通线路设置不同的缓冲区。计算方法见式(3)。式中， $ETDI_i$ 表示第*i*区域外部交通优势度； $S_i$ 表示第*i*区域总面积； $TR_1$ 为距离铁路5km面积； $TR_2$ 表示距离高速公路10km面积； $TR_3$ 为距离国

道 5km 面积; TR<sub>4</sub>为距离省道 2km 面积;TR<sub>5</sub>为距离枢纽港 10km 面积; T R<sub>6</sub>为距离一般港口 5km 面积;TA<sub>7</sub>为距离干线机场 30km 面积;TR<sub>8</sub> 为距离支线机场 10km 面积。考虑不同技术等级交通网络的影响范围不同,故不再赋权重。通过熵值法计算得到内部交通优势度、外部交通优势度的权重分别为 0.3983 和 0.6017。

$$ETDI_i = \sum_{j=1}^8 TR_j / S_i \dots\dots\dots (3)$$

### 1.3 经济发展水平指数

采用综合指标法<sup>[18]</sup>选取指标,用主成分分析法测算重庆各区县的经济发展水平指数(EDI)。从经济实力、经济结构、人民生活水平 3 个方面选取 18 个经济指标,包括: X<sub>1</sub>(GDP)、X<sub>2</sub>(人均 GDP)、X<sub>3</sub>(一般公共预算收入)、X<sub>4</sub>(一般公共预算支出)、X<sub>5</sub>(固定资产投资总额)、X<sub>6</sub>(社会消费品零售总额)、X<sub>7</sub>(金融机构存款余额)、X<sub>8</sub>(城镇非私营单位就业人员平均工资)、X<sub>9</sub>(城镇非私营单位在岗职工人数)、X<sub>10</sub>(货物进出口总额)、X<sub>11</sub>(实际利用内资总额)、X<sub>12</sub>(居民人均可支配收入)、X<sub>13</sub>(居民人均消费支出)、X<sub>14</sub>(第二产业生产总值)、X<sub>15</sub>(第三产业生产总值)、X<sub>16</sub>(建筑业总产值)、X<sub>17</sub>(卫生技术人员数)、X<sub>18</sub>(卫生机构床位数)。

采用巴特利特球形法和 KMO 法检验经标准化处理后的数据的因子分析可行性,在因子分析可行基础上,按特征值大于 1 和累积贡献率大于 85%的准则选取主成分分析法提取公因子。通过正交旋转得到 18 项指标的荷载矩阵,并命名解释;同时,以各因子的方差贡献率占总方差贡献率的百分比为权重,加权求和得各县市经济发展的综合指数<sup>[18]</sup>。

### 1.4 弹性系数

弹性系数(EI)是一定时期内相互联系的两个观测指标增长的比率,即一个变量变化相对另一个变量变化的敏感度。计算公式为:

$$EI_{RTLI} = \frac{\Delta EDI / EDI}{\frac{\Delta RTLI}{RTLI}} \dots\dots\dots (4)$$

$$EI_{ITDI} = \frac{\Delta EDI / EDI}{\frac{\Delta ITDI}{ITDI}} \dots\dots\dots (5)$$

$$EI_{ETDI} = \frac{\Delta EDI / EDI}{\frac{\Delta ETDI}{ETDI}} \dots\dots\dots (6)$$

式中, EI<sub>RTLI</sub>、EI<sub>ITDI</sub>、EI<sub>ETDI</sub> 分别表示经济发展水平相对于综合交通、内部交通和外部交通的弹性系数, EDI 和 RTLI (ITDI、ETDI) 分别表示基准年经济发展水平和交通区位指数(内部和外部), ΔEDI 和 ΔRTLI (ΔITDI、ΔETDI) 分别表示两个变量的变化率。

## 2 时空演化与协同关系识别

### 2.1 交通区位时空演化

从数量特征来看,2005 年重庆市内部交通优势度的均值为 0.5939,有两个区县大于 1,最大值渝中为 6.9449,最小值巫溪为 0.1063;2015 年内部交通优势度的均值为 0.8688,大于 1 的区县增至 8 个,最大值渝中为 7.2909,最小值城口为 0.1307,进步显著。2005 年,重庆市外部交通优势度的均值为 0.6023,渝中和沙坪坝为最大值 1,最小值城口为 0.1449;2015 年外部交通

优势度的均值为 0.7708，渝中、沙坪坝、江北、南岸、九龙坡和大波口等 6 个区县为最大值 1，最小值城口为 0.2516，整体水平明显提高。2005 年，重庆市交通区位指数的均值为 0.3491，最大值渝中为 0.9810，最小值彭水为 0.0010；2015 年交通区位指数的均值为 0.4828，最大值渝中为 1，最小值彭水为 0.0760，整体水平稳步提升（图 1）。

从空间格局演变特征来看，2005—2015 年重庆市区域交通区位指数 RTLI 显著提高，增长值为 0.1338，年均增长率为 3.31%；内部交通优势度 ITDI 增长值为 0.2749，年均增长率为 3.9%；外部交通优势度 ETDI 增长值为 0.1685，年均增长率为 2.5%。ITDI 的高值区分布在主城 9 区和周边区县，低值区主要在渝东北和渝东南地区；ETDI 的高值区在主城区和交通干线周边、河流干流沿线区县，低值区主要在渝东北和渝东南地区，交通设施相对落后；RTLI 的高值区分布与 ETDI 类似，在主城 9 区和交通干线、河流干流周边区县，低值区位于渝东北和渝东南地区（图 2）。总体上，重庆市区域交通区位指数的高值区呈“圈层—轴线”状对外扩张，低值区呈“点—块”状减少，高值区和低值区集聚分布，具有明显的空间异质性。

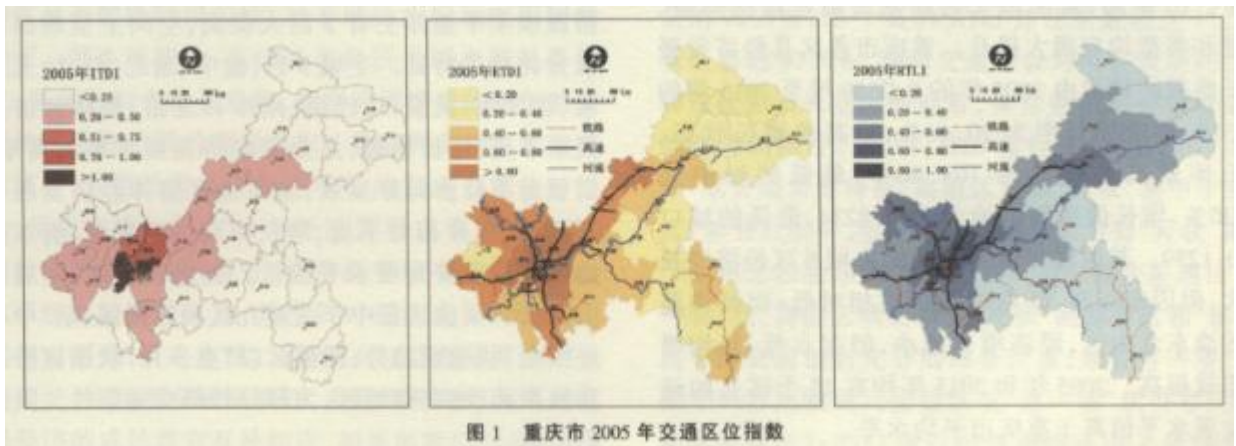


图 1 重庆市 2005 年交通区位指数



图 2 重庆市 2015 年交通区位指数

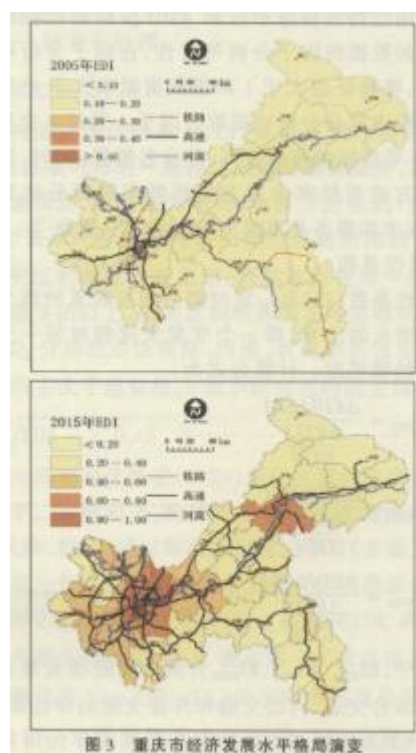
## 2.2 经济发展水平时空演化

经计算，本文所选取指标的  $KMO$  值为 0.859，且经球形检验法得到相伴概率为 0.0001，拒绝零假设 ( $< 0.05$ )，故所选指标满足因子分析条件。利用 SPSS 统计软件进行主成分分析，按照特征根  $> 1$  的主因子选择原则，选入两个主因子，累计方差贡献率达到了 82.665%，对重庆市各区县经济发展水平的解释力较强，见表 1。

表 1 正交旋转主成分矩阵

指标	公因子		指标	公因子	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>		F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
GDP	0.732	0.649	实际利用内资总额	0.861	0.346
人均 GDP	0.737	0.579	社会消费品零售总额	0.605	0.765
一般公共预算收入	0.817	0.464	居民人均消费支出	0.875	0.370
一般公共预算支出	0.904	0.303	居民人均可支配收入	0.875	0.369
固定资产投资总额	0.879	0.326	第二产业生产总值	0.708	0.184
金融机构存款余额	0.345	0.846	第三产业生产总值	0.501	0.824
城镇非私营单位就业 人员平均工资	0.907	0.095	建筑业生产总值	0.654	0.575
城镇非私营单位在岗 职工人数	-0.111	0.855	卫生技术人员人数	0.478	0.823
货物进出口总额	0.326	0.492	卫生机构床位数	0.672	0.648

计算主要主成分得分，再以各因子的方差贡献率占各因子总方差贡献率的百分比为权重，加权求和，得出各区县经济发展水平的指数并进行标准化(图 3)。该指数越高，该地区经济发展越好，反之则越差。10 年间，重庆市交通基础设施建设的质量、数量和类型均有很大提升。重庆市各区县经济发展水平指数的均值由 2005 年的 0.0659 增至 2015 年的 0.4310，年均增长率为 20.66%，呈高速增长状态。增长率最高的城口为 103.86%，最低的渝中为 14.36%；增长值最高的渝北为 0.8234，最低的城口为 0.1239。其原因是经济发达的主城 9 区经济增长值大，但因起点高，年均增长率就相对低；而经济落后的渝东北山区，经济增长值小，但起点低，年均增长率就很高。2005 年和 2015 年均均有 15 个区县的经济发展水平值高于重庆市平均水平。



从空间格局看，2005—2015 年重庆市各区县经济发展水平整体上有了巨大提高，空间上呈现出两极分化格局特征。主城 9 区（渝中、渝北、江北、九龙坡、沙坪坝、大波口、巴南、南岸和北碚）整体经济发展水平高，增长稳健，是全市经济发展水

平的高地，引领全市经济向好发展；渝西地区整体经济发展水平良好，分布相对平衡，增长率高；渝东北、渝东南地区整体经济发展水平较低，但增长率高，发展潜力巨大。高值区集中于主城九区和万州区，呈“中心一圈层”状递减趋势；低值区以“点一片”状镶嵌分布在渝东北、渝东南地区，为部分外部交通条件欠发达的区县。

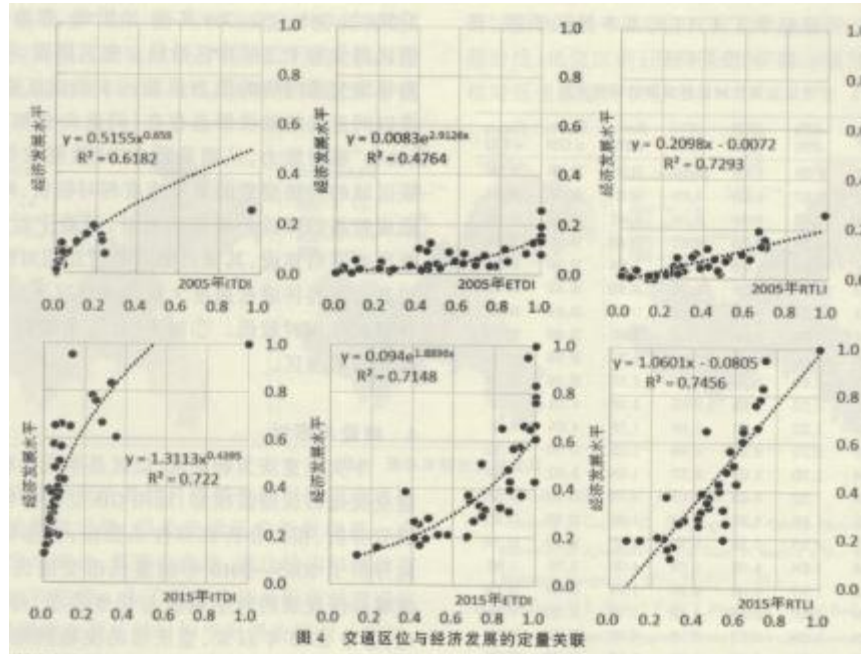


图 4 交通区位与经济发展的定量关联

### 2.3 时空协同关系

基于前述数据，应用 SPSS 软件建立交通区位指数与经济发展水平指数间的定量回归模型，结果见图 4。从图 4 可见，3 种交通区位指数与经济发展水平的关系呈不同的趋势。经数据检验，对 ITDI、ETDI、RTLI 分别采取幂函数、指数函数、线性函数的回归拟合可达最优效果，所有拟合相关性均达到显著水平。2005 年，经济发展水平指数与 ITDI、ETDI、RTLI 拟合优度  $R^2$  分别为 0.6182, 0.4764 和 0.7293; 2015 年，经济发展水平与 ITDI、ETDI 和 RTLI 的拟合优度  $R^2$  分别为 0.722, 0.7148 和 0.7456，通过显著性检验，均达到了 0.001 的显著性水平。与 2005 年相比，2015 年的相关性水平更高。

模型表明，经济发展水平与交通区位指数之间存在显著的协同相关性，对不同的指标呈现不同的特征。基本规律为：①ITDI 与经济发展水平显著相关，幂函数拟合效果最好，表明路网密度的增加对不同的区县有不同的驱动效应。在路网密度起点较高的区县，其值的增加对经济增长的促进力度相对较小，反之亦然。②ETDI 与经济发展水平显著相关，指数函数拟合效果最好，说明高等级交通网络建设水平起点较高的区域，其发展对经济成长的促进力度相对更强，反之亦然。③RTLI 与经济发展水平显著相关，线性拟合效果最好，表明两种交通网络对区域经济的成长具有互补相应，如果两者均同步提升，则会促进区域经济大致保持同步增长。④在快速城镇化时期，两种指数的相关性水平总体呈上升趋势，即交通区位的改善水平与经济成长的联系会越来越紧密。但从 ETDI 和 ITDI 的语义内涵和演化趋势来看，交通区位指数的增长存在一个极限值。当到达次极限值后，对区域经济成长的拉动能力也会趋于板限。从目前态势看，重庆市的极限还未达到。

## 3 空间弹性识别

综上所述，重庆市交通网络与经济发展之间存在显著相关性。为揭示两者间的时空响应特征，采用弹性系数（表 2）来识别两者之间的敏感性关联。从数量特征看，重庆市 39 个区县的 ITDI 弹性系数大于 1；36 个区县的 ETDI 弹性系数大于 1，占有所有区县的 3%；38 个县的 RTLI 弹性系数超过 1，占有所有区县的 97.4%，表明交通建设对经济发展的总体弹性较强。从空间格局看，

弹性系数的分布有显著的空间异质性。其中，ITDI 弹性系数呈现出“点一片”状分类聚集特征，高值区主要“点状”集中于都市区（部分）、梁平、垫江、城口，低值区主要“片状”聚集于渝东北和渝东南区县；ETDI 弹性系数呈现出“片一轴”状，高值区域集中于“片状”的都市区和“轴状”高等级交通辐射充分的部分区县（如长寿—垫江—梁平—万州轴线），低值区呈“点一轴”状分布（如三峡库区轴线）；RTLI 弹性的格局特征由上述两种因子叠加而成，明显继承了 ETDI 的基本格局机理，表现出明显的“片一轴”状格局特征。

表 2 交通区位演化对经济发展的弹性系数

区县名称	$\Delta E/E$	$\Delta ITDI / ITDI$	$\Delta ETDI / ETDI$	$\Delta RTLI / RTLI$	Elasticity of ITDI	Elasticity of ETDI	Elasticity of RTLI
渝中区	2.825	0.051	0.010	0.032	20.000	20.000	20.000
渝北区	6.365	0.337	0.010	0.053	18.878	20.000	20.000
江北区	4.468	0.462	0.010	0.136	9.665	20.000	20.000
九龙坡区	3.018	0.284	0.010	0.072	10.630	20.000	20.000
沙坪坝区	3.226	0.912	0.010	0.198	3.538	20.000	16.285
南岸区	4.669	0.111	0.010	0.033	20.000	20.000	20.000
大渡口区	6.418	0.483	0.010	0.150	13.275	20.000	20.000
巴南区	5.538	2.092	0.146	0.260	2.647	20.000	20.000
北碚区	6.610	1.156	0.049	0.167	5.717	20.000	20.000
长寿区	4.779	0.890	0.213	0.277	5.372	20.000	17.236
涪陵区	3.900	1.777	0.826	0.933	2.195	4.724	4.180
江津区	5.269	3.382	1.081	1.189	1.558	4.874	4.431
合川区	4.835	2.272	0.380	0.468	2.128	12.732	10.322
永川区	5.374	1.720	0.621	0.727	3.124	8.652	7.392
南川区	5.520	1.322	0.425	0.474	4.175	12.983	11.649
綦江区	4.776	1.198	0.207	0.268	3.988	20.000	17.823
万盛经开区	6.772	4.813	0.305	0.501	1.407	20.000	13.530
大足区	6.669	1.634	8.355	6.250	4.081	0.798	1.067
璧山区	7.065	1.812	0.188	0.303	3.898	20.000	20.000
铜梁区	6.154	1.957	0.599	0.700	3.144	10.282	8.788
潼南区	8.402	1.690	0.073	0.145	4.973	20.000	20.000
荣昌区	7.252	2.321	0.100	0.227	3.125	20.000	20.000
万州区	4.259	0.937	0.818	0.833	4.545	5.207	5.115
开州区	7.216	1.590	0.677	0.746	4.539	10.666	9.675
梁平区	7.854	0.484	0.120	0.140	16.219	20.000	20.000
垫江县	8.435	0.349	0.010	0.033	20.000	20.000	20.000
忠县	7.072	1.298	0.659	0.708	5.447	10.727	9.985
丰都县	10.639	1.834	1.064	1.153	5.800	9.997	9.228
云阳县	9.404	1.583	11.169	8.143	5.941	0.842	1.155
奉节县	10.370	4.045	10.339	9.625	2.564	1.003	1.077
巫山县	18.370	3.047	20.000	18.954	6.029	0.919	0.969
巫溪县	20.000	20.000	2.052	2.439	1.000	9.745	8.201
城口县	20.000	1.163	20.000	20.000	17.203	1.000	1.000
黔江区	10.536	2.137	0.876	0.956	4.930	12.030	11.021

武隆区	10.193	1.392	0.176	0.242	7.324	20.000	20.000
石柱县	11.030	3.474	4.779	4.694	3.175	2.308	2.350
秀山县	14.576	4.078	0.374	0.450	3.575	20.000	20.000
酉阳县	20.000	20.000	0.734	0.840	1.000	20.000	20.000
彭水县	11.349	4.683	0.455	0.576	2.423	20.000	19.699

注：为了消除异常数据，将小于 0.01 的因素数值设置为 0.01，大于 20 的因素数值设置为 20。

从空间格局看，3 种弹性综合表现出“点—轴—片”的组合镶嵌特征：①对“点”，主要指 ITDI 弹性的高值区域。可分两种情况讨论，一是以都市区为代表的高值点。形成高值的原因是：以两江新区为核心的国家新区近年来高速发展，从而引导投资聚集，相对于路网建设速度，其经济要素聚集的速度更快。二是以垫江、梁平和城口为代表的孤峰区。原因是：其经济要素具有一定程度的聚集，但相对于较慢的路网建设速度（如城口县 ITDI 仅增加 1.6%），从而形成“相对”高峰。②对“轴”，主要指 ETDI 弹性的高值区和低值区。高值区聚集于主要高速公路和铁路沿线（如 G65、G50、G69 高速，渝黔线、襄渝线等），低值区则分布于三峡库区沿线。究其原因，可解释为：高等级交通网络的形态目前还未形成互操作性网络，多以同走向的轴状形态存在（同走向叠加），派生出“轴状”辐射能力，从而导致 ETDI 数值较低。同时，该区域的经济要素的聚集速度相对较快，两者相较，形成较高的弹性。对库区而言，得益于近年来高等级交通网络建设，其辐射能力的增加相对较快（ETDI 较高），在经济成长速度大致同速情况下，两者相较，导致弹性相对较低。③对于“片”，主要指 ITDI 弹性的相对低值区。

#### 4 结论与探讨

本文以重庆为研究区，以区县单元为样本，通过建立交通区位指数模型，运用 GIS 空间分析技术、主成分分析、相关分析和弹性系数法，多指标、多角度地分析了 2005—2015 年的重庆市交通区位演变与区域经济发展的时空响应与弹性关系，得出以下结论：①自 2005 年以来，重庆市的交通网络条件不断发展，ITDI、ETDI 和 RTLI 均值分别从 2005 年的 0.5939、0.6023、0.3491 增至 2015 年的 0.8688、0.7708、0.4828。整体格局呈现空间异质化同向增长趋势，高值区域呈“圈层—轴线”状扩展态势，高值区主要集中在主城区及周边、交通干线沿线和河流干流沿岸地区，低值区主要位于渝东北和渝东南山区，增长速度很快。②重庆市经济发展水平指数的均值由 2005 年的 0.0659 增至 2015 年的 0.4310，年均增长率为 20.66%，呈高速增长状态。空间增长呈自相关性，高值区分布于主城 9 区周边和万州区，呈“中心—圈层”状向外递减态势；低值区以“点—片”状镶嵌分布在渝东北、渝东南地区，主要是一些外部交通条件欠发达的区县。③重庆市交通区位演变与区域经济发展水平的同向正相关关联显著，IT-DI、ETDI 和 RTLI 的拟合优度  $R^2$  分布分别由 2005 年的 0.6182、0.4764 和 0.7293 提升至 2015 年的 0.722、0.7148 和 0.7456。对 ITDI 而言，幂函数回归模型最优，意味着路网密度起点高的区县，其值增加对经济增长的促进力度小，反之亦然；对 ETDI，指数回归模型最好，证明高等级交通网络建设水平高的区县，其发展对经济增长的促进力度更强；对 RTLI 而言，线性拟合效果最好，意味着两种交通网络条件对区域经济增长具有“互补效应”，如两者同步提升，则会促进区域经济的同步增长。④不同发展起点的区域，其交通区位对经济发展影响的弹性差异较大，3 种弹性综合表现出“点—轴—片”的组合镶嵌特征。ITDI 弹性的高值区域呈点状分布，原因是区域内经济要素的迅速集聚；ETDI、RTLI 的弹性高值区与低值区呈轴状分布，高值区聚集于主要高速公路和铁路沿线；低值区则分布于三峡库区沿线；ITDI 弹性的相对低值区呈片状分布。



图 5 弹性系数的空间格局

本文的技术方法虽然可有效地揭示区域交通区位的相对优势和劣势，但是交通区位指数仍是一个不统一的学术概念，其理论内涵、表达结构和评价方法值得修订和完善。为了更准确地分析区域交通演化，需要继续建立更长的时间序列评价模型。同时，本文没有考虑研究区外交通网络的影响。因此，后续研究还将关注研究区外的交通网络对区域经济发展的影响，交通区位条件对区域城镇化、人类活动等方面的影响，以期更全面系统地分析交通区位条件对区域内各要素的协同性作用机理。

#### 参考文献:

- [1]金凤君, 王成金, 李秀伟. 中国区域交通优势的甄别方法及应用分析[J]. 地理学报, 2008, (8):787-798.
- [2] Gutiérrez J. Location, Economic Potential and Daily Accessibility : An Analysis of the Accessibility Impact of the High-speed Line Madrid-Barcelona - French Border [J] . Journal of Transport Geography, 2001, 9(4) :229 - 242.
- [3]仇方道朱传耿单勇兵. 江苏省县域综合实力评价及区域分异特征[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(6) 5 - 69.
- [4]吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 长三角地区交通优势度的空间格局[J]. 地理研究, 2011, 30( 12) : 2199 - 2208.
- [5] Willigers J, Van Wee B. High - speed Rail and Office Location Choices. A Stated Choice Experiment for the Netherlands [J] . Journal of Transport Geography, 2011, 19(4) : 745 - 754.
- [6]金凤君, 王姣娥. 20 世纪中国铁路网扩展及其空间通达性[J]. 地理学报, 2004, 59(2) :293 - 302.
- [7] Demurger, Sylvie. Infrastructure Development and Economic Growth : An Explanation for Regional Disparities in China? [J] . Journal of Comparative Economics, 2001, 29(1):95- 117.
- [8]Gutierrez J, Urbano P. Accessibility in the European Union: The Impact of the Trans - European Road Network[J] . Journal of Transport Geography, 1996, 4 4(1):15 - 25.
- [9]Gutierrez J, Gonzalez R, Gomez G. The European High Speed Train Network :Predicted Effects on Accessibility Patterns [J] . Journal of Transport Geography, 1996, 44(4): 227 - 238.
- [10]Gutiérrez J, Gabriel G. The Impact of Orbital Motorways on Intra -metropolitan Accessibility:The Case of Madrid's M-40[J]. Journal of Transport Geography, 1999, 77(1) : 1 - 15.

- 
- [11]Andersson D E, Shyr O F, Fu J. Does high—speed Rail Accessibility In—fluence Residential Property Prices? Hedonic Eestimates from Southern Taiwan[ J]. Journal of Transport Geography,2010,18(1) .166 - 174.
- [12]Weisbrod G,Treyz F .Productivity and Accessibility: Bridging Project—specific and Macroeconomic Analyses of Transportation Investments[ j].Journal of Transportation and Statistics, 1998, 1 (3) - 79.
- [13]曹小曙, 薛德升, 阎小培. 中国干线公路网络联结的城市通达性[J]. 地理学报, 2005 , (6) :903 - 910.
- [14]蒋海兵, 徐建刚, 祁毅. 京沪高铁对区域中心城市陆路可达性影响[J]. 地理学报, 2010, 65( 10) :1287- 1298.
- [15]孟德友, 陆玉麒. 高速铁路对河南沿线城市可达性及经济联系的影响[J]. 地理科学, 2011, 31(5) :537-543.
- [16]程钰, 刘雷, 任建兰, 等. 济南都市圈交通可达性与经济发展水平测度及空间格局研究[J]. 经济地理, 2013, 33(3) :59-64.
- [17]张晓兵王美昌. 关中—天水经济区县域经济差异及时空演变的空间统计分析[J]. 经济地理, 2011, 31(10) :1599- 1603, 1617.
- [18]黄晓燕, 曹小曙, 李涛. 海南省区域交通优势度与经济发展关系[J]. 地理研究, 2011, 30(6) :985 - 999.
- [19]靳文凭, 华亮春, 王娟娟. 湖南省交通优势度与县域经济发展水平协调性演变[J]. 经济地理, 2017, 37(2) :33 - 38.
- [20]周博, 马林兵, 韦佳艺, 等. 交通优势度和经济发展的耦合协调关系研究——以广东省为例[J]. 华南师范大学学报(自然科学版), 2018, 50(3) :85 - 93.
- [21]孟德友, 沈惊宏, 陆玉麒. 河南省县域交通优势度综合评价及空间格局演变[J]. 地理科学, 2014, 34(3) :280-287.
- [22]陈永林, 谢炳庚, 钟业喜, 等. 县域交通优势度与经济空间关联——以江西省为例[J]. 地域研究与开发, 2014, 33(5) :.
- [23]程佳佳, 王成金, 刘卫东. 西北地区交通优势度格局及空间分异[J]. 地球科学进展, 2016, 31(2) : 192 - 205.
- [24]许旭, 金凤君, 刘鹤. 成渝经济区县域经济实力的时空差异分析[J]. 经济地理, 2010, 30(3) :388 - 392.
- [25]陈邦尚, 田伟, 李鸿, 等. 重庆市农业水价综合改革的实践与思考[J]. 水利发展研究, 2017, 17(11) :31-34, 75.