

重庆市交通优势度时空格局演化分析*

汪 洋, 祁鹏卫, 王力力, 刘志海

(重庆师范大学 地理与旅游学院 重庆高校 GIS 应用研究重点实验室
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:【目的】交通区位条件是反映区域社会经济发展状态与潜力的重要指标,分析它的时空格局演化对理解区域的经济地理过程具有重要指示意义。【方法】以重庆市为例,选取1997年、2005年和2015年共3个时间断面,基于GIS进行区域交通优势度建模,揭示重庆市1997—2015年交通优势度时空格局演化的基本特征。【结果】1)数量角度。交通优势度均取得了同向增长,但区域差距依然较大。都市区、渝东北和渝东南地区的交通优势度渐次降低,路网密度对交通优势度高起点区域贡献较大,交通干线影响度对低起点区域的贡献较大。2)时空格局角度。交通优势度呈现出较强的空间自相关性和一定的空间异质性。1997—2015年,重庆市交通优势度差距明显减小,但总体格局一直呈现明显的空间集聚特征,全市高低分类集聚格局并未发生根本性改变。3)规律角度。城市区位(欧氏距离)对交通优势度演化有着较为明显的约束关系,且有线性增强趋势。【结论】经1997—2015年快速的交通基础设施建设,重庆市交通优势度平均水平同向提高,都市区和“一小时圈”的提高水平相对较快,万州和黔江交通副中心的格局初显,但全市交通优势度整体格局并未发生根本性改变。

关键词:交通区位条件;交通优势度;时空格局演化;交通干线影响度;交通网络密度;重庆市

中图分类号:K921/927;F129.9

文献标志码:A

文章编号:1672-6693(2019)03-0129-10

交通区位条件的改善是区域社会发展的重要动力之一,也是反映区域发展条件优劣的重要指标,对区域发展具有较强的引导、支撑和保障作用^[1-2]。综合评价某一区域交通条件的优劣及对经济社会发展的作用,逐渐成为一个具有重要理论与实践价值的研究课题^[3-5]。重庆作为中国中西部地区唯一的直辖市,区位优势突出,战略地位重要,自1997年直辖以来,交通建设取得了重要进展。尽管重庆还存在各种设施性短板^[6-8],但已经逐步演化成为集“水陆空”于一体的西部地区交通枢纽雏型。重庆是中国发展的一个“缩影”,具有相当的典型性,从交通区位改善角度对重庆市交通优势度进行定量综合评价,科学分析近些年来交通优势度的时空演化格局,对明晰本区域乃至全国交通网络覆盖动态特征、优化推进面向开放战略的通道型交通基础设施建设、主动服务“一带一路”建设和长江经济带发展、完善区域性和国际性对外综合运输通道均具有重要指示意义。

在区域尺度,近些年来与交通区位条件评价^[9-10]相关的研究主要集中于两个方面:一是区域交通可达性评价研究,二是交通网络变化与区域发展的关联性研究。其中,国外学者 Gutiérrez 与 Vaturi 等人^[11-12]分析了高铁、高速公路对欧洲与西班牙交通可达性及交通格局的影响;国内学者^[13-15]对区域公路、铁路、高速铁路等不同交通方式的可达性进行了定量评价;张莉等人^[16]进一步分析了城市群或都市圈等不同尺度区域的交通可达性;金凤君等人^[17-19]提出了交通优势度的概念,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算法模型,并且在多个区域已得到应用实证^[20-22]。从既有成果看,目前研究大多集中在对某一区域单一时间断面交通优势度的静态评价上^[21,23-25],还有部分阐述了交通优势度与城市体系、区域结构、旅游产业发展、社会经济空间格局等^[18,26-27]的关系,对区域交通优势度时序演变的分析与探讨相对较少。特别地,源于近些年重庆市交通基础设施的跨越式发展,大幅提升了本区域的内外交通可达性,而这种情况似乎并没受到特别关注,尤其是相关的定量综合评价和分析成果较为缺乏。基于此,本研究以重庆市为对象,选取1997年、2005年和2015年共3个时间断面,分析重庆市自直辖以来交通优势度格局演变的时空格局特征,为重庆市及相关地区空间规划决策

* 收稿日期:2018-03-16 修回日期:2018-12-21 网络出版时间:2019-05-09 19:29

资助项目:国家自然科学基金(No. 51308575; No. 41571419; No. 41601149; No. 41501582);重庆市基础与前沿研究计划(No. cstc2013jcyjA00012);重庆师范大学博士启动基金项目(No. 13XLB019)

第一作者简介:汪洋,男,副教授,博士,研究方向为区域与城市规划及GIS应用,E-mail:cqwangyang@foxmail.com

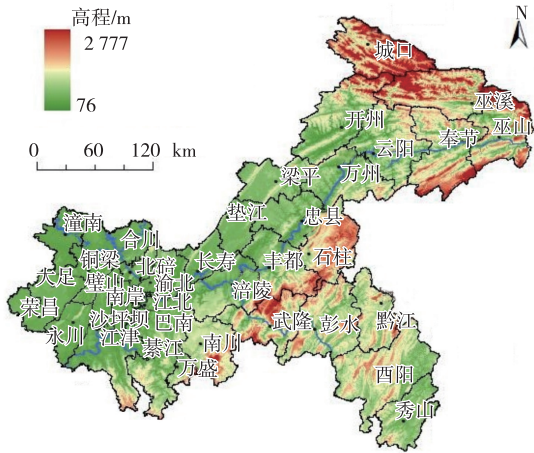
网络出版地址: <http://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1165.N.20190509.1929.020.html>

提供技术性、实证性参考^[28]。

1 研究区概况

重庆位于中国长江上游地区,东邻湖北、湖南,南接贵州,西靠四川,北连陕西,地理范围在东经 105°11′~110°11′、北纬 28°10′~32°13′,面积 82 402.95 km²。地跨川东褶皱带、大巴山断褶带和川鄂湘黔隆起褶皱带三大构造单元,地貌以丘陵、中低山地为主,山地特征突出(图 1)。全域集大城市、大农村、大山区、大库区于一体,是中国的典型缩影。

重庆是中国长江上游地区唯一汇集水、陆、空交通资源的特大型城市,是西南地区综合交通枢纽。近些年来,交通基础设施建设发展迅速,正在加速形成全国中心城市枢纽。重庆市的交通网络由铁路、各等级公路、城市道路和轨道交通(图 2)等要素构成(限于图幅范围,城市轨道及城市主次干道在图 2 中未表达)。截止 2015 年底,公路线路里程 140 551 km,是 1997 年的 5.21 倍、2005 年的 1.43 倍;铁路运营里程 1 929 km,是 1997 年的 3.94 倍、2005 年的 1.73 倍;城市内部营运路网长度 15 750 km,是 2005 年的 6.08 倍;轨道交通运营里程 202 km,是 2005 年的 14.43 倍。



注:底图来源于中国地图出版社,原审图号:GS(2010)1540 号,下同

图 1 研究区位置及高程图

Fig. 1 Location and the DEM of the study area

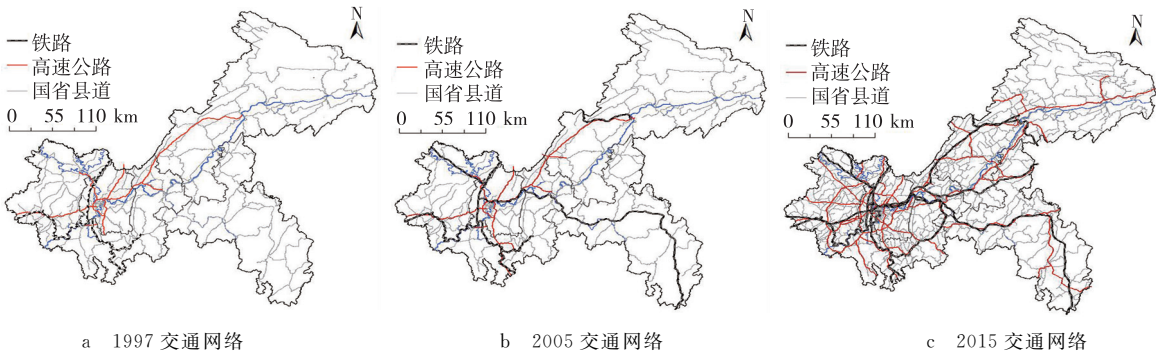


图 2 1997、2005 和 2015 年重庆市交通网络

Fig. 2 Traffic network distribution in Chongqing in 1997, 2005 and 2015

2 方法与数据

2.1 交通优势度

基于交通优势度^[6]的改进模型进行区域交通区位条件评价。交通优势度是一个用定量手段反映区域交通条件“质”、“量”、“势”的集成性指标,主要用来评价区域交通设施优劣和通达性水平高低,一般由交通网络密度、交通干线影响度和区位优势度共 3 项指标集成^[6,17]。本研究以区县为评价单元,运用 ArcGIS 10.5 软件,对重庆市交通网络图(1997, 2005 和 2015 年)进行配准校正,经过数字化,建立重庆市路网空间数据库,包括高速公路、铁路(包括城市轨道交通)、国道、省道、县道及城市主次干道,同时包含主要港口和机场。以《省级主体功能区划分技术规程》中交通优势度^[29]的评价方法为技术原型,考虑到空间距离(欧氏距离)为常量,所以只保留交通网络密度和交通干线影响度两项指标进行计算,集成得到综合交通优势度。

交通网络密度指公路交通线路长度与所在区域面积的比值,表征了区域内部道路系统的运载能力和内部可达性^[20]。该指标的值越大,表明该区域内部交通通达性越好。考虑到城市轨道交通(重庆主要为轻轨)担负城市内部交通运输职能,所以纳入交通网络密度核算,因它的客运效率一般为公路运输 3 倍以上,故它的里程核算为实际里程的 3 倍。公式如下:

$$D_i = \sum_{m=1}^M (L_{im} / S_i), i \in (1, 2, 3, \dots, n), m = 1, 2, 3, \dots, M.$$

(1)

式中, D_i 为 i 区域(实际为某区县,下同)的交通网络密度, S_i 为 i 区域的面积, L_{i1} 为 i 区域的城市轨道交通里程

(乘以系数 3), L_{i2} 为 i 区域的高速公路里程, L_{i3} 为 i 区域的国道里程, L_{i4} 为 i 区域的省道里程, L_{i5} 为 i 区域的县道里程, L_{i6} 为 i 区域的城市主干道里程。

交通干线影响度主要指具有较强辐射能力的重要交通设施对某区际通达性的影响水平,表征了区域对外交通联系的质量特征^[18]。该指标的值越大,表明该区域对外交通的通达性水平越好,对区域发展的支撑和保障能力越高。本研究以《省级主体功能区划分技术规程》中交通干线影响度的评价方法为技术原型,对不同技术等级交通网络赋予不同影响范围。计算公式如下:

$$C_i = \sum_{m=1}^M (A_{im} / S_i), i = (1, 2, 3, \dots, n), m = (1, 2, 3, \dots, M)。 \quad (2)$$

式中, C_i 为 i 区域的交通干线影响度, S_i 为 i 区域的面积, A_{i1} 为 i 区域距离铁路 5 km 范围的面积, A_{i2} 为 i 区域距离高速公路 10 km 范围的面积, A_{i3} 为 i 区域距离国道公路 5 km 范围的面积, A_{i4} 为 i 区域距离省道公路 2 km 范围的面积, A_{i5} 为 i 区域距离枢纽港 10 km 范围的面积, A_{i6} 为 i 区域距离一般港口 5 km 范围的面积, A_{i7} 为 i 区域距离干线机场 30 km 范围的面积, A_{i8} 为 i 区域距离支线机场 10 km 范围的面积。因考虑了不同技术等级交通网络的不同影响范围,故不再赋予权重以强调不同类型交通网络的承载能力大小。

交通优势度由交通网络密度和交通干线影响度两项指标集成。首先按照极差法将两项指标进行标准化处理,为突出时序可比性,将极差最大值设定为 2015 年最大数据(D_i 和 C_i)。然后对两项处理后的指标用熵权法进行合并^[6]。计算公式为:

$$F(x_i) = D'_i \times \partial_1 + C'_i \times \partial_2, i \in (1, 2, 3, \dots, n)。 \quad (3)$$

式中, $F(x_i)$ 为 i 区域的交通优势度, D'_i, C'_i 分别为 i 区域交通网络密度和交通干线影响度的无量纲值, ∂_1, ∂_2 分别为两项指标的权重值。通过熵权法^[21]计算得到交通网络密度、交通干线影响度两个指标的权重分别为 0.398 和 0.602。

2.2 空间自相关

空间自相关理论^[30]用来反映研究区域某一要素属性值的空间集聚程度,分为全局空间自相关和局部空间自相关。本研究采用空间自相关常用的全局 Moran's I 指数和局部 Moran's I_i 指数。全局 Moran's I 是从整体上衡量空间要素之间的相互关系,该指标的值在 $[-1, 1]$ 之间。大于 0 表示存在空间正相关,且越接近 1 集聚程度越高;小于 0 为负相关,等于 0 则表明不存在空间相关性。全局 Moran's I 计算公式如下:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n W_{ij}}。 \quad (4)$$

其中, n 为样本量,即空间单元的个数。 $S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$, x_i, x_j 是空间单元 i 和 j 的属性值, W_{ij} 表示空间单元 i 和 j 的邻近关系,当 i 和 j 为邻近的空间位置时, $W_{ij} = 1$;反之, $W_{ij} = 0$ 。

局部 Moran's I_i 指数测度研究区域内部某空间单元与周围邻近单元的空间差异程度,用来进一步考察区域内局域空间的异质性,该指标的值在 $[-1, 1]$ 之间。大于 0 表示某单元属性值与周围邻近单元的空间差异较小,在空间格局上表现为 High-High 型集聚或 Low-Low 型集聚;小于 0 表示某单元属性值与周围邻近单元的空间差异较大,在空间格局上表现为 High-Low 型分异或 Low-High 型分异;等于 0 则表示空间差异性不显著。局部 Moran's I_i 计算公式如下:

$$I_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{S^2} \sum_j W_{ij} (x_j - \bar{x}), \quad (5)$$

其中 S, x_i, x_j, W_{ij} 含义同(4)式。

3 交通优势度时空格局演化分析

3.1 计算结果

1997 年,从交通网络密度(图 3a)来看,重庆市各区县交通网络密度极低,大部分区县公路里程极少,渝东北和渝东南的大片区域交通网络密度甚至微乎其微。重庆市 1997 年交通网络密度平均值仅为 $0.337 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$,全市 39 个区县除渝中区($3.381 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$)外,其他 38 个区县数值均处于 $0.8 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ 以下。从交通干线影

响度(图 3b)来看,重庆市干线交通等级低、里程短,铁路、高速公路等骨干交通对各区县的有效辐射极不完善。重庆市 1997 年交通干线影响度平均值仅为 0.334,大部分区县数值较低,武隆、石柱、城口等 15 个区县交通干线影响度数值甚至在 0.005 以下,占全市总区县数的 38.5%。从综合交通优势度来看(图 3c),重庆市 1997 年各区县交通优势度整体水平极低,但空间聚集现象明显;高值区比例较小,而低值区面积比例较大。1997 年重庆市交通优势度平均值仅为 0.214,只有渝中、江北、九龙坡、南岸 4 个区县数值在 0.6 以上,其他区县数值较低,有 21 个区县交通优势度数值处于 0.2 以下,占全市总区县数的 53.8%。

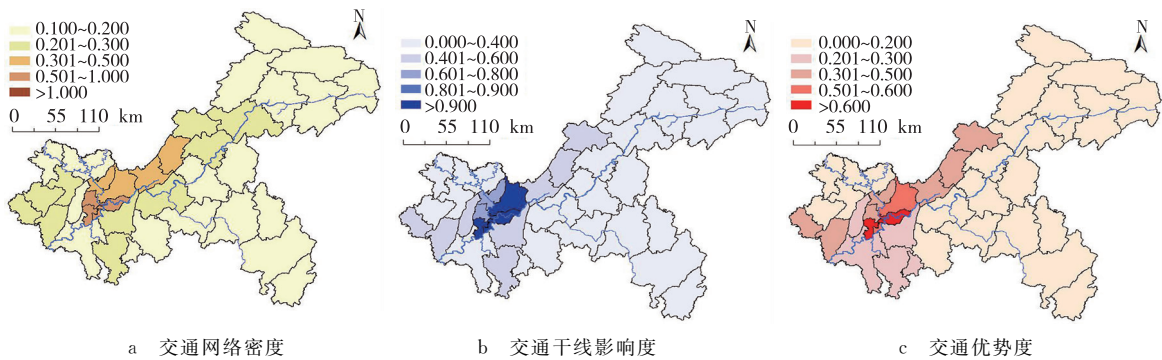


图 3 1997 年重庆市交通优势度评价结果

Fig. 3 Evaluation results of Chongqing traffic advantage degree in 1997

2005 年,从交通网络密度(图 4a)来看,重庆市各区县交通网络密度总体较低,且绝大部分低于全市平均水平。重庆市 2005 年交通网络密度平均值为 $0.509 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$,除渝中区($6.135 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$)数值较高外,其他大多数区县数值较低,其中 32 个区县交通网络密度低于全市平均水平,占全市总区县数的 84.2%。从交通干线影响度(图 4b)来看,重庆市交通干线影响度呈现出明显的空间集聚特征,且高值区与低值区之间差距悬殊。重庆市 2005 年交通干线影响度平均值为 0.602,其中高值区域主要集中于主城区的渝中、江北、南岸等地,均值在 0.9 以上,而处于渝东北的巫山和城口则仅为 0.158 和 0.145。从综合交通优势度来看(图 4c),重庆市 2005 年各区县交通优势度整体依然较低,空间聚集现象进一步增强,空间自相关特征突出;交通集聚中心单一,首位度高,整体格局不均衡。2005 年重庆市交通优势度平均值为 0.387,有 19 个区县交通优势度低于全市平均水平,占全市总区县数的 50%,其中高值区主要分布在渝中、大渡口、江北、沙坪坝等主城的部分区域,而低值区则为剩下的其余区县。

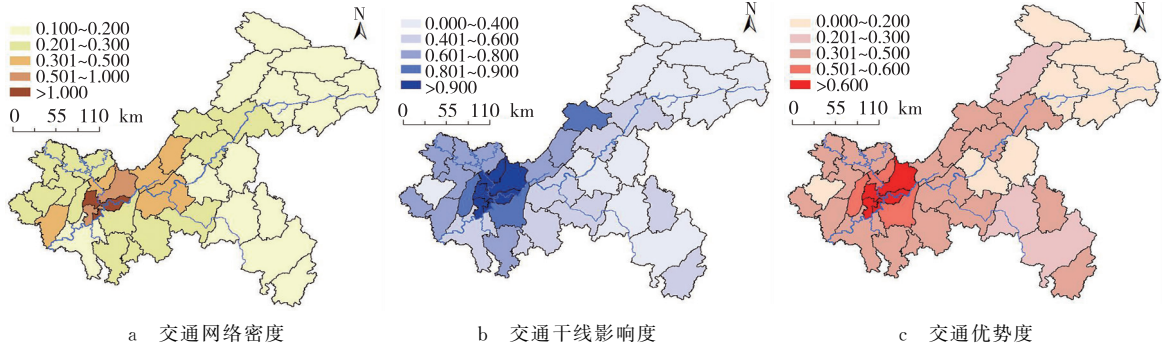


图 4 2005 年重庆市交通优势度评价结果

Fig. 4 Evaluation results of Chongqing traffic advantage degree in 2005

2015 年,从交通网络密度(图 5a)看,重庆市各区县交通网络密度数值整体提高,空间集聚特征突出,且低值区依然占比较大。重庆市 2015 年交通网络密度平均值为 $0.872 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$,其中渝中、沙坪坝、九龙坡等少数区县数值较高,而巫山、酉阳、巫溪等大部分区县数值依旧相对较低,2015 年共有 31 个区县交通网络密度低于全市平均水平,占全市总区县数的 81.5%。从交通干线影响度(图 5b)看,集聚现象同样突出,但高值区面积不断扩大,而低值区面积大幅减小。重庆市 2015 年交通干线影响度平均值为 0.771,其中有 23 个区县数值高于全市平均水平,占全市总区县数的 60.5%,只有巫溪和城口等个别区县数值仍然较低。从综合交通优势度来看(图 5c),重庆市 2015 年各区县交通优势度水平整体得到提高,且区域差异相对缩小;高值聚集空间范围向外扩展,空间自相关特征同样突出;随着以万州和黔江为核心的渝东北和渝东南区域性中心的逐步形成,多集聚中心的集聚格局略微呈现。2015 年重庆市交通优势度平均值为 0.508,万州和黔江交通优势度分别为 0.539 和 0.509,虽然

较全市平均水平数值并不算高,但与所处的渝东北、渝东南其他区县交通优势度相比逐渐成为区域集聚中心的特征仍然明显。

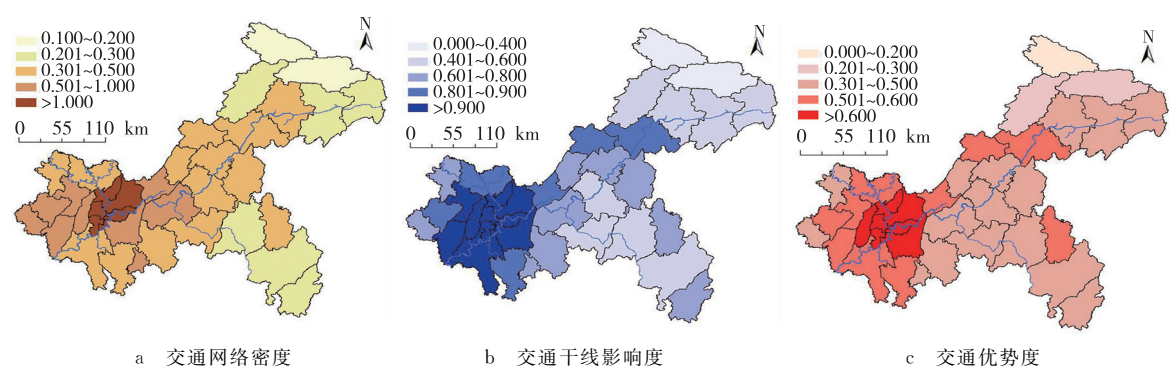


图 5 2015 年重庆市交通优势度评价结果

Fig. 5 Evaluation results of Chongqing traffic advantage degree in 2015

3.2 交通优势度时空演化

从数量演化特征看,重庆市交通优势度区域差异相对缩小,低值区优势度增长迅速,而高值区优势度增幅相对较低。近 20 年来重庆市交通网络密(图 6a)平均值由 1997 年的 $0.337 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ 增长到 2005 年的 $0.509 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$,到 2015 年已达到 $0.872 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$ 。处于中等及以上水平($0.301 \sim 7.271 \text{ km} \cdot \text{km}^{-2}$)的区县由 1997 年的 1 个(2.5%)增长到了 2015 年的 31 个(79.5%),其中,绝对增长幅度最大的渝中增幅为 3.889(主要由城市轨道交通建设触发)、最小的城口增幅为 0.046,相对增长率最大的渝北增幅达 312.3%、最小的城口增幅仅为 40.6%。近 20 年来重庆市交通干线影响度(图 6b)平均值由 1997 年的 0.334 增长到了 2005 年的 0.602,到 2015 年增长到 0.771。处于中等及以上水平($0.601 \sim 1.000$)的区县由 1997 年的 8 个(20.5%)增长到了 2015 年的 29 个(74.4%),其中,绝对增长幅度最大的铜梁增幅为 0.918、最小的江北增幅为 0.011,相对增长率最大的开州增幅达 497.3%、最小的渝中和江北增幅仅为 1.2%。重庆市交通优势度(图 6c)平均值由 1997 年的 0.214 增长到 2005 年的 0.387,到 2015 年增长到了 0.508。处于中等及以上水平($0.301 \sim 1.000$)的区县由 1997 年的 13 个(33.3%)增长到了 2015 年的 36 个(92.3%)



图 6 重庆市交通优势度数量演化特征

Fig. 6 Quantitative evolution characteristics of traffic advantage degree in Chongqing

从空间格局演化角度看,重庆市交通优势度格局呈现出较强的空间自相关性和一定的空间异质性。在全局空间自相关上(表 1),1997,2005 和 2015 年重庆市交通优势度全局 Moran's I 指数均远大于 0,对比标准化 Z 值和显著性水平临界值,均明显大于临界值,且通过了显著性水平 0.001 的检验,说明近 20 年重庆市交通优势度整体格局始终呈现较强的空间自相关性,表现出显著的空间集聚分布态势。同时,从全局 Moran's I 指数变化来看,1997 年、2005 年、2015 年重庆市交通路网密度全局 Moran's I 指数分别为 0.151,0.164,0.314,交通干线影响度全局 Moran's I 指数分别为 0.664,0.713,0.785,交通优势度全局 Moran's I 指数分别为 0.657,0.691,

0.753,空间自相关性不断增强,交通优势度空间集聚状态也呈现出递增趋势。

表 1 重庆市交通优势度全局 Moran's I 及显著性检验

Tab.1 Global Moran's I and significance test of traffic advantage in Chongqing

指标	交通路网密度			交通干线影响度			交通优势度		
	1997 年	2005 年	2015 年	1997 年	2005 年	2015 年	1997 年	2005 年	2015 年
全局 Moran's I	0.151	0.164	0.314	0.664	0.713	0.785	0.657	0.691	0.753
Z	3.731	3.801	4.887	6.593	7.045	7.799	6.567	6.930	7.605
P	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

在局部空间自相关上(图 7a~i),虽然重庆市交通优势度整体空间集聚格局相对稳定,交通优势度高低集聚总体格局并未发生根本性改变,但近 20 年来重庆市交通优势度高值区空间范围不断扩展,多集聚中心的集聚格局略微呈现,交通优势度格局呈现出一定的空间异质性。从 1997 年到 2015 年,重庆市交通优势度局部 Moran's I 空间格局 High-High 集聚型区域和 Low-Low 集聚型区域不断扩大,Low-High 分异型区域不断缩小。其中,路网密度 High-High 集聚型区域主要集中于渝中、渝北、九龙坡、沙坪坝等主城的部分地区;交通干线影响度和综合交通优势度 High-High 集聚型区域主要集中于主城区及铜梁、江津、璧山等主城周边地区,Low-Low 集聚型区域主要集中于城口、巫溪、巫山、奉节、云阳等渝东北的地区;Low-High 分异型区域主要集中于铜梁、大足等渝西地区。

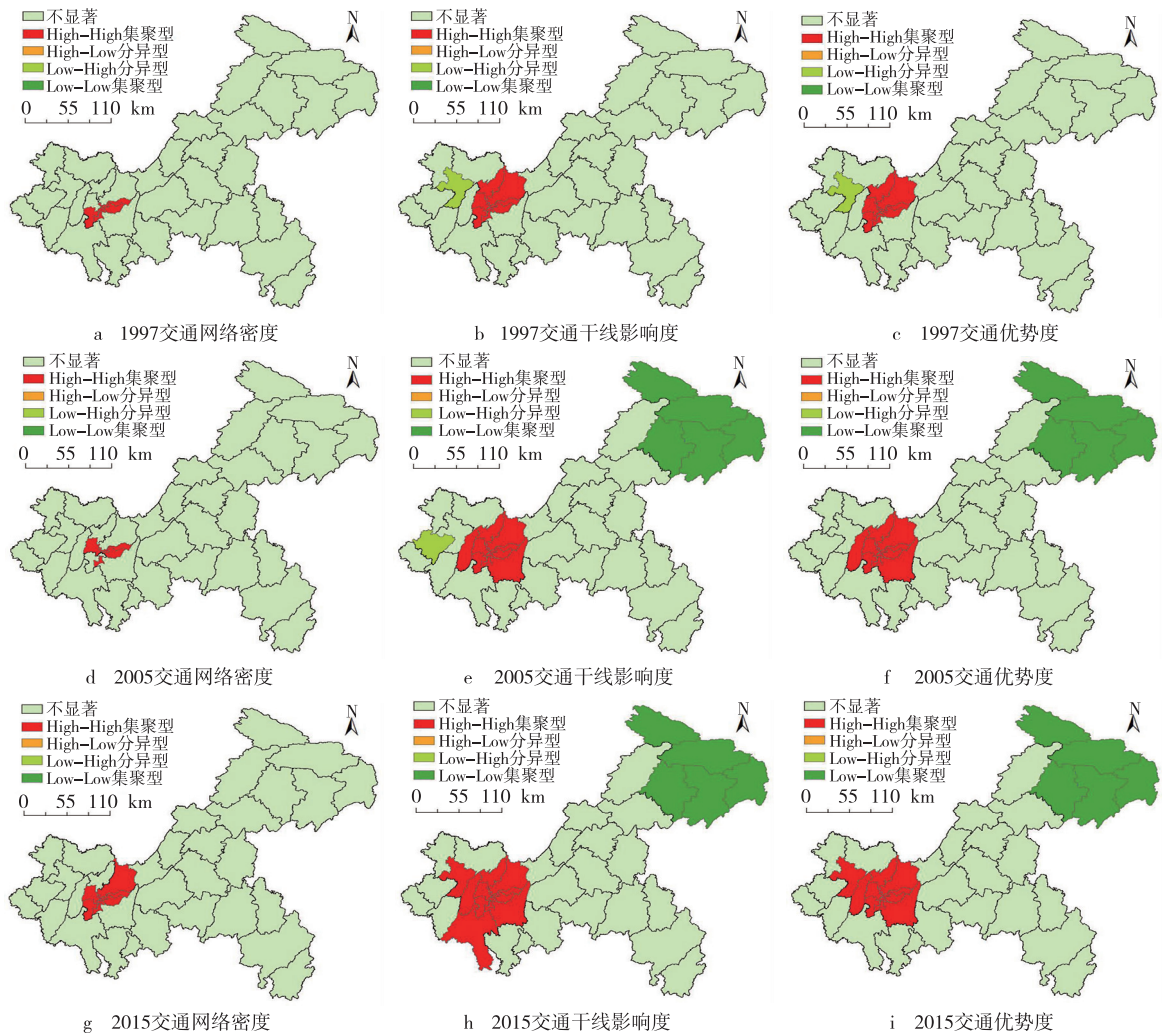


图 7 重庆市交通优势度局部 Moran's I 空间格局

Fig. 7 Local Moran's I spatial pattern of traffic advantage in Chongqing

从空间格局演化规律性角度看,城市区位(欧氏距离)对交通优势度有着较为明显的约束关系(图 8a~i),表

现出一定程度的时空收敛性。距离中心城市(设定渝中区解放碑为重庆中心城市的起点)越近的区县,它们的交通优势度相对较高。其中与中心城市平均距离小于 100 km 的区县有 21 个,介于 100~200 km 之间的区县有 8 个,大于 200 km 的区县有 10 个,随距离变化,这些区县的交通优势度增幅基本服从随距离递减规律;1997,2005 和 2015 年交通优势度与距离中心城市平均距离的相关性拟合精度有提升趋势,交通网络密度 R^2 从 0.141 9 提升至 0.143 9,0.239 9;交通干线影响度 R^2 从 0.509 2 提升至 0.674,0.728 8;综合交通优势度 R^2 从 0.501 9 提升至 0.635 8,0.690 5。从时序过程看,该数据表现出两大特征:其一是交通优势度绝对值均呈上升趋势;其二是随着时间的推移,在保持较高强度交通基础设施建设期间,交通优势度有向空间距离收敛的趋势,也即离中心城市越近,交通优势度往往越高,且该指标增长速度与距离成反比。

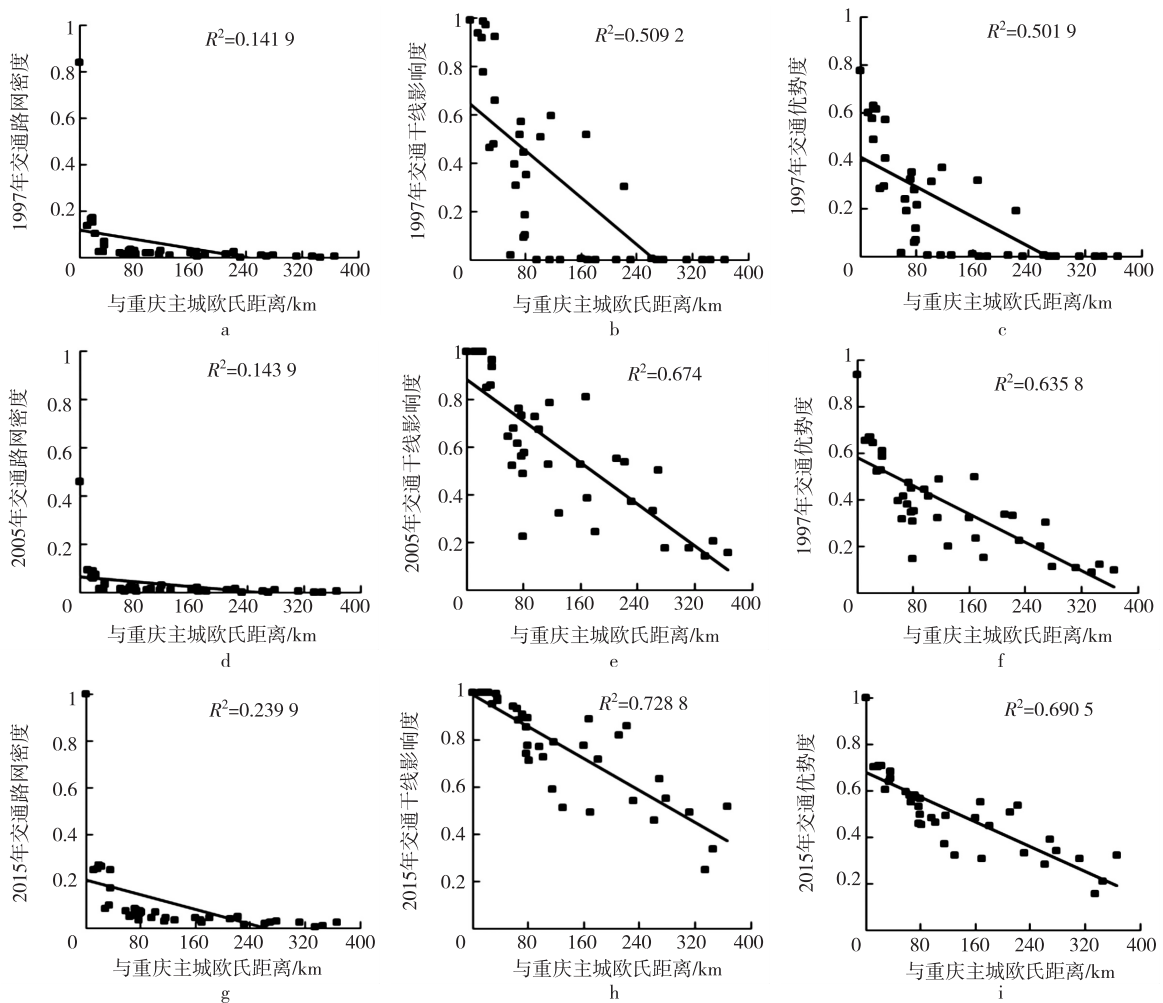


图8 交通优势度与距离中心城市平均距离关系

Fig. 8 The relationship between traffic advantage degree and distance center city average distance

4 总结与讨论

总体看,1997—2015年重庆市交通优势度格局演化的基本特征可归纳为:

1) 从数量分析角度看,交通优势度均取得了同向增长,但增长速度在各区域有所差异。重庆都市区、渝东北和渝东南地区的交通优势度渐次降低,路网密度(包括城市轨道交通)对交通优势度高起点区域贡献较大,交通干线影响度对低起点区域的贡献较大。从1997年到2015年,重庆市交通优势度平均值由0.214增长到了0.508,渝东北地区各区县交通优势度相对增长率都达80%以上,但绝对值依然处于低位,而主城地区交通优势度相对增长率则都在20%以下,但绝对值依然处于高位。同时,黔江区、大足区、永川区等区县交通优势度相对增长率也比较高,这些地区除了内部交通基础设施建设取得较大进步外,最主要的是近些年来都有较高等级的交通方式贯穿其间,如渝湘高速公路、渝蓉高速公路、成渝高速铁路等。这些高等级交通方式的出现,为区域交通可达性增添了决定性因素。随着重庆市“三环十射三联线”高速公路网和“一枢纽八干线”铁路网建设的推进,

重庆市各区县交通状况将会得到显著改善。

2) 从时空格局演化角度看,交通优势度格局呈现出较强的空间自相关性和一定的空间异质性。通过全局 Moran's I 分析可知,重庆市交通优势度整体格局始终呈现较强的空间自相关性,且全市交通优势度高低集聚格局基本稳定。随着重庆市交通网络的不断完善,区域交通优势度差距明显减小,空间自相关性不断增强,交通优势度空间集聚状态也呈现出递增趋势,综合交通优势度全局 Moran's I 由 1997 年和 2005 年的 0.657,0.691 增长到了 2015 年的 0.753。同时,通过局部 Moran's I 分析可知,重庆市交通优势度高值区空间范围不断扩展,多集聚中心的集聚格局略微呈现,交通优势度格局呈现出一定的空间异质性,其中高值区主要分布在渝中、江北、九龙坡、南岸等主城地区,在 1997,2005 和 2015 年交通优势度都达 0.6 以上。这些区域是重庆市社会经济发展最具活力的地区,交通优势度在区内可达性和区外可达性方面均具有得天独厚的优势。低值区主要分布在城口、巫溪等渝东北地区 and 彭水、酉阳等渝东南地区,在 1997,2005 和 2015 年交通优势度均处于 0.3 以下。这些区域由于区位优势不明显,同时地处大巴山、武陵山低山地区,地貌条件复杂,生态条件脆弱、工程设施的建设成本高,导致交通优势度的提升幅度不显著。

3) 从规律性角度看,城市区位(欧氏距离)对交通优势度演化有着较为明显的约束关系,表现出一定程度的时空收敛性。随着时间的推移,在保持较高强度交通基础设施建设期间,交通优势度有向空间距离收敛的趋势,也即离中心城市越近,交通优势度往往越高,且其增长速度与距离成反比。1997,2005 和 2015 年交通优势度均达 0.6 以上的渝中、江北、九龙坡、南岸等区县与中心城市的距离都小于 50 km,而交通优势度均小于 0.3 的城口、巫溪县、开州区、巫山县、奉节县等区县与中心城市的距离则都在 250 km 以上。同时,交通优势度与中心城市欧氏距离的线性相关性呈上升趋势,显著性水平 R^2 从 1997 年的 0.501 9 提高到 2005 年的 0.635 8,2015 年提高到了 0.690 5。

本研究建立了重庆市交通优势度格局演变数量模型,初步揭示了 1997—2015 年重庆市交通优势度的演化特征。但与此同时,依然存在一些问题值得改进。在时间序列层面,如果进一步增加时间断面,将会更加准确的反映出重庆市交通优势度格局的时空变化;在数据层面,由于部分区县内部路网数据的不准确(尤其是城市主次干道),可能会导致一定程度的数据失真;同时,本研究在进行交通干线影响度评价时并未考虑区域外重大交通基础设施对研究区的影响。这些问题都会在一定程度上影响评价的时空精度,但对格局性评价结果不会有重大颠覆。

参考文献:

- [1] HU H, WANG J, JIN F, et al. Evolution of regional transport dominance in China 1910—2012[J]. Journal of Geographical Sciences, 2015, 25(6): 723-738.
- [2] 金凤君. 基础设施与区域经济发展环境[J]. 中国人口·资源与环境, 2004, 14(4): 70-74.
JIN F J. Infrastructure system and regional development [J]. China Population Resources and Environment, 2004, 14(4): 70-74.
- [3] 周宁, 郝晋珉, 邢婷婷, 等. 黄淮海平原地区交通优势度的空间格局[J]. 经济地理, 2012, 32(8): 91-96.
ZHOU N, HAO J M, XING T T, et al. The spatial configuration of transport superiority in Huang-Huai-Hai plain [J]. Economic Geography, 2012, 32(8): 91-96.
- [4] 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.
- [5] 金凤君, 王成金, 王姣娥, 等. 新中国交通运输地理学的发展与贡献[J]. 经济地理, 2009, 29(10): 1588-1593.
JIN F J, WANG C J, WANG J E, et al. Development and contribution of transportation geography since 1949[J]. Economic Geography, 2009, 29(10): 1588-1593.
- [6] 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.
WU W, CAO Y H, CAO W D, et al. The pattern of transportation superiority in Yangtze River Delta[J]. Geographical Research, 2011, 30(12): 2199-2208.
- [7] 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.
- [8] DEMURGER S. "Infrastructure development and economic growth: an explanation for regional disparities in China?" [J]. Journal of Comparative Economics, 2001, 29(1): 95-117.
- [9] HANSEN W G. How accessibility shapes land use[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25(2): 73-76.
- [10] 蒋海兵, 张文忠, 祁毅, 等. 区域交通基础设施可达性研究进展[J]. 地理科学进展, 2013, 32(5): 807-817.

- JIANG H B,ZHANG W Z,QI Y,et al. Research progress on accessibility to regional transportation infrastructure [J]. *Progress in Geography*,2013,32(5):807-817.
- [11] GUTIÉRREZ J,URBANO P. Accessibility in the European Union:the impact of the trans-European road network [J]. *Journal of Transport Geography*,1996,4(1):15-25.
- [12] VATURI A,PORTNOV B A,GRADUS Y. Train access and financial performance of local authorities:greater Tel Aviv as a case study[J]. *Journal of Transport Geography*,2011,19(2):224-234.
- [13] 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.
- JIN F J,WANG J E. Railway network expansion and spatial accessibility analysis in China:1906—2000 [J]. *Acta Geographica Sinica*,2004,59(2):293-302.
- [14] 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*,2005,60(6):903-910.
- CAO X S,XUE D S,YAN X P. A study on the urban accessibility of national trunk highway system in China[J]. *Acta Geographica Sinica*,2005,60(6):903-910.
- [15] YANG R,LIU Y,LONG H,et al. Spatio-temporal characteristics of rural settlements and land use in the Bohai Rim of China[J]. *Journal of Geographical Sciences*,2015,25(5):559-572.
- [16] 张莉,陆玉麒. 基于可达性的中心地体系的空间分析[J]. *地理科学*,2013,33(6):649-658.
- ZHANG L,LU Y Q. Spatial analysis of the central place system based on accessibility[J]. *Scientia Geographica Sinica*,2013,33(6):649-658.
- [17] 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*,2008,63(8):787-798.
- JIN F J,WANG C J,LI X W. Discrimination method and its application analysis of regional transport superiority [J]. *Acta Geographica Sinica*,2008,63(8):787-798.
- [18] 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.
- CHENG J J,WANG C J,LIU W D. Distribution configuration and spatial differentiation of transport superiority degree in northwest China[J]. *Advances in Earth Science*,2016,31(2):192-205.
- [19] JIN F J,WANG C J,LI X W,et al. Evaluation of regional traffic dominance in China:network density, proximity and accessibility [J]. *Journal of Geographical Sciences*,2010,20(2):137-151.
- [20] 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.
- HUANG X Y,CAO X S,LI T. The relationship between regional transport superiority and regional economic performance in Hainan[J]. *Geographical Research*,2011,30(6):985-999.
- [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.
- MENG D Y,SHEN J H,LU Y Q. Evolvement of spatial pattern of county level transportation superiority in He'nan,China[J]. *Scientia Geographica Sinica*,2014,34(3):280-287.
- [22] 王成新,王格芳,刘瑞超,等. 区域交通优势度评价模型的建立与实证:以山东省为例[J]. *人文地理*,2010,25(1):73-76.
- WANG C X,WANG G F,LIU R C,et al. Empirical research on evaluation model of transport superiority degree:a case study of Shandong province[J]. *Human Geography*,2010,25(1):73-76.
- [23] ANDERSSON D E,SHYR O F,FU J. Does high-speed rail accessibility influence residential property prices? Hedonic estimates from southern Taiwan [J]. *Journal of Transport Geography*,2010,18(1):166-174.
- [24] 孙威,张有坤. 山西省交通优势度评价[J]. *地理科学进展*,2010,29(12):1562-1569.
- SUN W,ZHANG Y K. Assessment of transportation superiority degree in Shanxi province[J]. *Progress in Geography*,2010,29(12):1562-1569.
- [25] 张伟娜,胡佰林,卢庆沙. 基于主体功能区划方法的长株潭城市群核心区交通优势度评价[J]. *经济地理*,2014,34(11):63-68.
- ZHANG W N,HU B L,LU Q S. Appraisal of transport superiority degree in Changsha-Zhuzhou-Xiangtan urban group based on major function regionalization [J]. *Economic Geography*,2014,34(11):63-68.
- [26] 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):65-79.
- [27] 陈永林,谢炳庚,钟业喜,等. 县域交通优势度与经济发展的空间关联:以江西省为例[J]. *地域研究与开发*,2014,33(5):21-26.
- CHEN Y L,XIE B G,ZHONG Y X,et al. Spatial relationship between transportation superiority degree and economic development in county territory:a case study of Jiangxi province [J]. *Areal Research and Development*,2014,33(5):21-26.
- [28] 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.
- JIN W P,HUA L C,WANG J J. Evolvement of the coordination between transportation superiority and economy development level in Hunan,China[J]. *Economic Geography*,2017,37(2):33-38.
- [29] 全国主体功能区规划领导小组办公室. 省级主体功能区划分技术规程(试用)[EB/OL]. [2018-03-16]. <http://www.doc88.com/p-9149413416417.html>.

The Office of Leading Group of National Main Functional Area Planning. Technical regulations for the division of provincial main functional areas (Trial) [EB/OL]. [2018-03-16]. <http://www.doc88.com/p-9149413416417.html>.

[30] 吕韬, 曹有挥. “时空接近”空间自相关模型构建及其应用: 以长三角区域经济差异分析为例[J]. 地理研究, 2010,

29(2): 351-360.

LÜ T, CAO Y H. Construction of spatial autocorrelation method of spatial-temporal proximity and its application: taking regional economic disparity in the Yangtze River Delta as a case study[J]. Geographical Research, 2010, 29(2): 351-360.

Traffic Dominance Pattern Evolution of Chongqing Municipality

WANG Yang, QI Pengwei, WANG Lili, LIU Zhihai

(The Three Gorges Reservoir Area Surface Processes and Remote Sensing Municipal Laboratory,
Key Laboratory of GIS Application, School of Geography and Tourism, Chongqing 401331, China)

Abstract: [Purposes] The traffic location condition is an important indicator to reflect the state and potential of regional social and economic development. The analysis of the evolution of its temporal and spatial patterns is of great significance to the understanding of the economic and geographical process of the region. [Methods] Taking Chongqing as an example, it chooses three time sections in 1997, 2005 and 2015 to model regional traffic dominance based on GIS, and reveals the basic characteristics of spatial and temporal evolution of traffic dominance in Chongqing in recent 20 years. [Findings] The research finds that: 1) from the quantitative angle, the traffic superiority has achieved the same growth, but the regional disparity is still bigger. The traffic advantage degree of urban area, northeast Chongqing and southeast Chongqing is decreasing gradually. The road network density contributes greatly to the high starting area of traffic dominance, and the contribution of traffic trunk line influence to the low starting area is great. 2) From the perspective of spatial and temporal pattern, traffic dominance degree shows strong spatial autocorrelation and certain spatial heterogeneity. In the past 20 years, the gap of traffic dominance in Chongqing has obviously decreased, but the overall pattern has been characterized by obvious spatial agglomeration, and the pattern of high-low classification agglomeration has not changed fundamentally. 3) The urban location (Euclidean distance) has a more obvious constraint on the evolution of traffic dominance. [Conclusions] After nearly 20 years of rapid traffic infrastructure construction, the average level of traffic advantage in Chongqing is increasing, the improvement of urban area and one hour circle is relatively fast, and the pattern of traffic sub center in Wanzhou and Qianjiang is first showing, but the overall pattern of traffic advantage of the city has not changed radically.

Keywords: traffic location condition; traffic advantage degree; spatiotemporal pattern evolution; influence degree of traffic trunk line; traffic network density; Chongqing municipality

(责任编辑 许 甲)