

宋洁华,李敏纳,蔡舒,等.海南交通可达性的测度与空间分异格局分析[J].地理科学,2017,37(10):1507-1516.[Song Jiehua,Li Minna, Cai Shu et al. The Measurement and Spatial Differentiation Pattern of Traffic Accessibility in Hainan. Scientia Geographica Sinica,2017,37(10):1507-1516] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2017.10.007

海南交通可达性的测度与空间分异格局分析

宋洁华^{1,2},李敏纳^{2,3},蔡舒^{2,3},王平^{1,2}

(1.海南师范大学地理与环境科学学院,海南 海口 571158; 2.海南师范大学海上丝绸之路研究院,海南 海口 571158;
3.海南师范大学经济与管理学院,海南 海口 571158)

摘要:设定交通可达性指数及交通区位优势度、内部交通连通度和对外通达性3个分指数,全面测度海南各县级行政区的交通可达性,在此基础上,采用Global Moran's I 和Getis-Ord G_i^* 指数分析与全局趋势分析方法,从多个维度系统研究海南交通可达性空间分异现状格局。结果显示,目前海南各县级行政区交通可达性差异很明显;海南岛交通可达性总体呈沿海内陆分异与北南方向类似U型分异格局,交通可达性的3个分指标均存在鲜明的空间分异特征,即交通区位优势度与交通可达性总体分异格局基本一致,内部交通连通度呈北部较高、中部内陆到西南沿海较低而东南沿海居中的分异格局,对外通达性呈沿海内陆分异及北南和东西方向双重类似U型分异格局;三沙市是海南一个特殊的沿海地级市,其交通可达性很差。地形地貌、经济发展水平、人口和政治因素对海南交通可达性空间分异产生了明显的影响。推进海南经济发展需要充分利用交通条件进行经济空间布局引导,并逐步增强交通布局的空间均衡性。

关键词:交通可达性;空间分异格局;Getis-Ord G_i^* 指数;全局趋势分析;海南

中图分类号:F512.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-0690(2017)10-1507-10

区域交通可达性是衡量区域发展条件优劣的重要指标。研究区域交通可达性空间分异格局,对于调控和优化区域经济空间布局,促进区域经济发展意义重大。海南位于中国最南端,占据中国东连太平洋、西通印度洋直到非洲、欧洲的海上战略通道,地理位置独特,战略地位重要,是中国唯一热带海岛省份和省级经济特区,是中国参与中国—东盟自由贸易区的桥头堡及开发南海资源的最好依托,是中国发展全局中的一个战略性区域。近期以来,为适应海南国际旅游岛建设发展要求和贯彻落实“一带一路”国家战略,海南不断加强交通基础设施建设,交通条件明显改善,但目前交通仍是制约海南发展的重要因素。推进海南国际旅游岛建设和海南长期可持续发展,需要研究海南交通可达性空间分异格局。

目前,学术界关于海南交通的研究成果很少,

且研究内容集中于交通发展状况^[1-5]、旅游交通系统^[6]及交通与经济和旅游经济的关系^[7,8],未见直接研究海南交通可达性空间分异格局的成果。黄晓燕等^[7]测度和分析了2009年海南18个直管市县的交通优势度,且运用IDW空间插值法进行分析,有其一定的局限性。一是海南市县数量太少,不满足插值建模条件。二是对于交通这样的经济现象通过空间插值法得到的结果有待商榷。因此,关于海南交通可达性空间分异格局,目前的研究还不充分,缺乏专门和系统性的成果。

学术界关于区域交通的研究主要涉及区域交通优势度或可达性测度、区域交通可达性时空格局及效应^[9-24]。已有研究为系统分析海南交通可达性空间分异格局奠定了基础,但我们也注意到,目前关于区域交通可达性的测度及空间分异格局分析的方法多样化,基于县级区等小空间尺度且从

收稿日期:2017-02-14;**修订日期:**2017-04-12

基金项目:国家自然科学基金项目(41461024)、海南省哲学社会科学规划项目(HNSK12-19)、海南省自然科学基金项目(20164162)、海南省高等学校教育教学改革研究项目(Hnjg2017-26)资助。[Foundation: National Natural Sciences Foundation of China (41461024), Hainan Philosophy and Social Science Planning Project (HNSK12-19), Hainan Nature Sciences Foundation (20164162), Hainan Higher Education Reform Foundation (Hnjg2017-26).]

作者简介:宋洁华(1981-),女,福建莆田人,副教授,硕士,主要从事地理信息系统与区域经济发展研究。E-mail: 297481368@qq.com

通讯作者:李敏纳,教授。E-mail: 826296189@qq.com

多个维度综合分析区域交通可达性空间分异格局的成果尚不多见。

鉴于以上,本文首次以海南县级行政区为研究的基本区域单元,基于2014年海南交通数据,定量测度海南各县级行政区的交通可达性水平及其3个分指标交通区位优势度、内部交通连通度和对外通达性,并从全域空间自相关性、热冷点区和全局趋势3个维度综合分析海南交通可达性空间分异总体格局与交通可达性各分指标空间分异格局。本文的研究可为海南调控和优化交通布局乃至整个经济空间布局提供决策参考,也可为深化区域交通可达性空间分异研究提供一个海岛经济体方面有价值的案例及一种综合分析方法。

1 研究区域与数据

1.1 研究区域单元选取

目前海南共有19个直管市县(图1),其中,三沙市于2012年6月设立,管辖西沙群岛、南沙群岛和中沙群岛的岛礁及其海域^①,其市政府驻地为西沙群岛永兴岛,其余18个市县位于海南岛,包括海口、三亚和儋州3个地级市,五指山、文昌、琼海、万宁和东方5个县级市及定安、屯昌、澄迈、临高、乐东、琼中、保亭、陵水、白沙和昌江10个县和民族自治县。三沙市是一个很特殊的地级市。它是中国第二个以群岛为行政区划设立的地级市,是中国目前位置最南、陆地面积最小、总面积最大、人口最少的地级市。由于中国与菲律宾、越南等国家间存在南海领土主权的争议等原因,目前三沙市域内只开通了“甘泉岛号”与“晋卿号”两艘交通艇,主要用于西沙群岛岛际交通^②,内部交通体系尚未建立,而三沙市对外交通也极其薄弱,只有往来于文昌清澜港与西沙永兴岛的“琼沙3号”和“三沙1号”两艘补给船,往来于三沙永兴机场与海口美兰机场的一个民航公务包机航班,以及往来于三亚凤凰岛国际邮轮码头与西沙永兴岛码头的“椰香公主”号和“长乐公主”号两艘旅游邮轮^③。

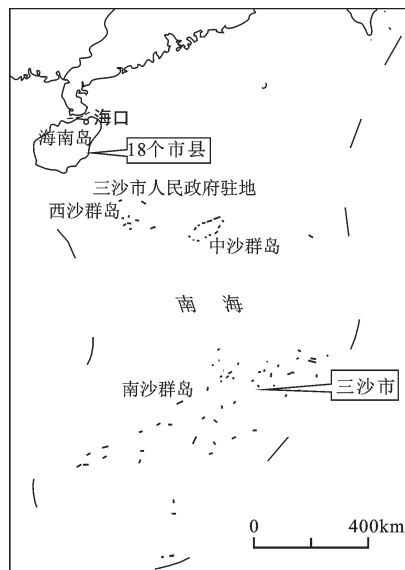


图1 海南省全域

Fig.1 Sketch map of Hainan Province

补给船和公务包机航班原则上只能是公务人员乘坐,外国公民和港澳台同胞不能乘坐,大陆和海南公民乘坐要经过严格审批,很难有机会,而旅游邮轮数量少,航运期长。

考虑到目前三沙市的特殊性和儋州市在2015年2月才升为地级市,为保证数据的可获得性和一致性,本文不将三沙市纳入统一分析,并将儋州市作为一个县级市处理。本文研究的基本区域单元为24个县级行政区,包括海口市所辖龙华、琼山、美兰和秀英4个区,三亚市所辖海棠、吉阳、天涯和崖州4个区,以及6个县级市和10个县和民族自治县。本文分析中还涉及海南沿海和内陆地区。沿海地区由有海岸线的12个直管市县或17个县级行政区构成,其余6个直管市县或7个县级行政区构成内陆地区。

1.2 数据来源与处理

本文分析中所用数据主要来源于海南省基础地理信息数据库。本文还参考了2014年海南省行

① 西沙群岛分为东部的宣德群岛和西部的永乐群岛,陆地面积8 km²,永兴岛面积最大,仅为2 km²。南沙群岛共有岛礁沙滩200多个,陆地面积仅2 km²,主要有11座岛屿、10座沙洲和人工岛永暑礁,其中面积最大的太平岛面积0.43 km²,由台湾驻岛管理。中沙群岛大部分淹没于水下,距海面约10~26 m,只有黄岩岛南部露出了水面。

② 据三沙新闻网报道,2013年,总共可搭载20人的“甘泉岛”号交通艇投入运营,用于西沙岛际间交通和执法,而在此前,人们往返于西沙群岛各岛屿,主要靠乘坐小渔船;2016年11月,可搭载30人的三沙第二艘岛际交通艇“晋卿号”投入使用。

③ 据新华网、中新网、央视网和新华社等报道,两艘补给船分别于2007年和2014年投入使用,担负运送三沙驻岛人员上下岛及补给生活物资任务,每次航行时间分别为15和10 h,每月往返4~5趟;两艘旅游邮轮分别于2013年4月28日和2017年3月2日在三亚凤凰岛国际邮轮码头首航;三沙永兴机场至海口美兰机场民航公务包机于2016年12月22日成功首航。

政区划图、交通线路图、主要港口分布图、重要交通设施分布图,以及海南省交通厅和铁路局的统计资料。利用相关数据,制作海南主要交通设施的空间分布图如图2所示。

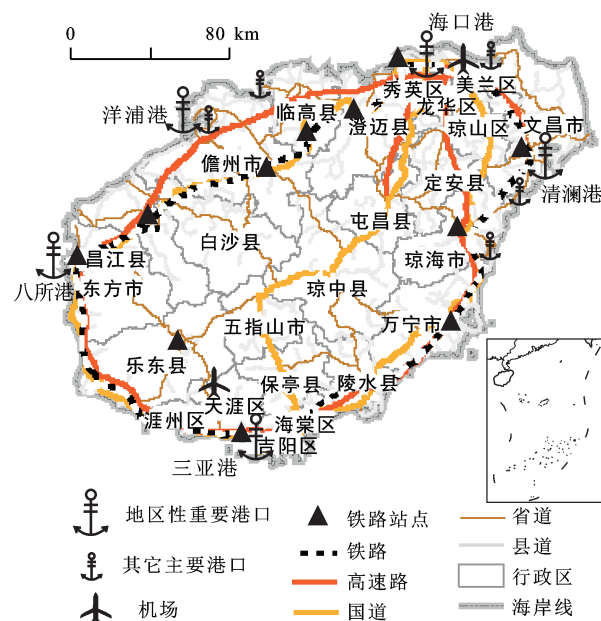


图2 2014年海南主要交通设施空间分布

Fig.2 Spatial distribution of transport infrastructure in Hainan in 2014

1.3 研究区域交通设施分布概况

目前,海南有海口美兰国际机场和三亚凤凰国际机场两大机场,有海口港、三亚港、儋州洋浦港、东方八所港和位于文昌清澜港5个主要港口。海南铁路包括粤海铁路海南段和环岛高铁。粤海铁路自广东湛江至海安镇,经琼州海峡跨海轮渡到海口,沿叉河西环铁路途经澄迈、临高、儋州至昌江叉河车站,与既有线叉河至三亚铁路接轨,是中国第一条跨海铁路。环岛高铁由东环铁路和西环铁路组成,连接海口至三亚,覆盖沿海12个市县。海南初步形成了具有一环三纵型主骨架的公路网络格局。一环即环岛高速公路(G98)。三纵即海榆东线(G223)、海榆中线(G224)和海榆西线(G225)三条国道,均连接海口和三亚。

2 研究方法

2.1 交通可达性的测度方法

综合前人研究成果^[9, 14-18]可以看出,区域交通可达性应是区域交通区位优势度、内部交通支撑

能力和对外交通联系3个方面指标的综合集成。基于此,设定交通可达性指数(T_{AI})及交通区位优势度指数(f_1),内部交通连通度指数(f_2)与对外通达性指数(f_3)3个分指数,以测度海南各县级行政区的交通可达性。测度时,既综合了已有研究的一些做法,也进行了必要的修正,以尽可能适合海南实际和避免偏差。

1) 交通可达性指数 T_{AI} 计算公式如下:

$$T_{AI} = \sum_{i=1}^3 (a_i \times bzf_i) bzf_i = (f_i - \min f_i) / (\max f_i - \min f_i) \quad (1)$$

式中, bzf_1 、 bzf_2 、 bzf_3 分别为 f_1 、 f_2 和 f_3 的0~1标准化值,之所以进行0~1标准化,是为消除由各分指数量纲和量级不同带来的计算结果的偏差; a_1 、 a_2 、 a_3 分别表示3个分指数的权重,采用程钰等^[17]通过专家咨询和层次分析法确定的权重值0.25、0.25、0.5。

2) 交通区位优势度指数 f_1 的赋值。主要考虑各县级行政区是否位于或邻近省会和地级市,属于沿海还是内陆地区,通过如下赋值方法确定 f_1 的值。

$$f_1(X) = \begin{cases} 5\text{分} & \text{县级行政区}X\text{位于省会海口} \\ 4\text{分} & \text{县级行政区}X\text{位于地级沿海城市三亚} \\ 3\text{分} & \text{县级行政区}X\text{为邻近省会海口的沿海地区} \\ 2\text{分} & \text{县级行政区}X\text{为一般沿海地区或邻海口和三亚的内陆地区} \\ 1\text{分} & \text{县级行政区}X\text{为一般内陆地区} \end{cases} \quad (2)$$

3) 内部交通连通度指数 f_2 的计算方法。由于县级区内内部交通主要依赖公路和铁路,因此,用路网密度表示内部交通连通度。 f_2 的计算公式如下。

$$f_2 = L/A, \quad L = \sum_i L_i R_i, \quad R_i = Z_i / \sum_i Z_i \quad (3)$$

式中, L 为道路网折算里程(m), A 为国土面积(m^2), L_i 为各等级道路的实际里程(m), R_i 为各等级道路的折算系数, Z_i 为各等级道路的设计速度,设计速度根据《中华人民共和国公路工程技术标准(JTGB01-2003)》^[25]并结合海南实际确定。

4) 对外通达性指数 f_3 的计算方法。参考已有研究成果,结合海南实际,确定如表1所示的各类重大交通设施类别影响度赋值标准。据此采用如下方法计算县级行政区的 f_3 值。若区内分布有某类重大交通设施,则对相应类别设施的影响度赋予最高值,若区内没有重大交通设施分布,则测算

表 1 重大交通设施影响度赋值

Table 1 Weighted value of the impact of main transport infrastructure

大类	小类	赋值标准	赋值	大类	小类	赋值标准	赋值
铁路		有大型铁路客运站	1.5	水运	重要港口	有地区性重要港口	1.5
		只有小型货运站	1			$L_c \leq 30\text{ km}$	1
		$L_a \leq 30\text{ km}$	1			$L_c > 30\text{ km}$	0
		$30\text{ km} < L_a \leq 60\text{ km}$	0.5		一般性港口	有一般性港口	0.5
		$L_a > 60\text{ km}$	0				
高速公路		有高速路出口	1.5	机场		有对外开放机场	2
		$L_b \leq 30\text{ km}$	0.5		$L_d \leq 30\text{ km}$	1	
		$L_b > 30\text{ km}$	0		$30\text{ km} < L_d \leq 60\text{ km}$	0.5	
公路		有国道	1			$L_d > 60\text{ km}$	0
		其他	0				

注: L_a 、 L_b 、 L_c 、 L_d 分别为县级行政区行政中心距离最近的大型铁路客站、高速公路出口、地区性重要港口、机场的最短交通距离。

其行政中心与重大交通设施的交通距离,据距离的不同在相应类别里赋予不同的值,最后将各县级行政区的各类重大交通设施影响度赋值加总。

2.2 交通可达性的空间自相关分析方法

空间自相关是指同一变量在不同空间位置上的相关性,分全域和局域空间自相关两种,全域空间自相关反映研究区域内某一变量相似属性值(高值或低值,下同)的平均集聚程度,局域空间自相关分析则检验区域单元某一变量的属性值是否显著地与邻居相关^[26]。

1) 全域空间自相关分析方法。用 Global Moran's I (GMI) 指数来测度海南交通可达性的全域空间自相关性,计算公式^[26]如下。

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

式中, n 为县级行政区数目, x_i 和 x_j 分别表示县级行政区 i 和 j 的交通可达性指数或分指数值(0~1 标准化值,下同), \bar{x} 与 S^2 分别为均值和方差, W_{ij} 是空间权重矩阵中的元素,表示县级行政区 i 与 j 的邻近关系。采用距离反比法,据欧几里得距离标准构建空间权重矩阵。为避免各区邻居数量差别太大,指定最小邻居数量为 4。用标准化 Z 统计量检验 GMI 的统计显著性。 GMI 显著且越趋近于 1,相似属性值的空间集聚程度越高。

2) 局域空间自相关分析方法。在测度局域空间自相关性的指数中,Getis-Ord G_i^* (以下简称为 G_i^*) 指数能较准确地探测出高值聚集和低值聚集的聚集区域,可用于识别热冷点区的空间分布。本文用 G_i^* 进行海南交通可达性的热冷点区分析。 G_i^*

的计算公式^[27]如下。

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij} x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (5)$$

式中, n 、 x_j 和 W_{ij} 的含义与式(5)同。用标准化 Z 统计量进行 G_i^* 的统计显著性检验。据 $Z(G_i^*)$ 的结果,利用 Nature Break 分类方法,划分热点区、次热点区、过渡区、次冷点区和冷点区。

2.3 交通可达性的全局趋势分析方法

在进行热冷点区分析的基础上,采用全局趋势分析方法生成海南交通可达性指数及其分指数的三维趋势图,展示海南交通可达性的空间分布趋势。三维趋势图中 Z 轴表示交通可达性指数值或其分指数值,与 Y 轴对应的线条表示在北南方向上趋势值的变化(Y 轴箭头方向为北),与 X 轴对应的线条表示在东西方向上趋势值的变化(X 轴箭头方向为东)^[28]。

3 结果与分析

3.1 海南各县级行政区的交通可达性

根据前述方法,计算海南 24 个县级行政区的 f_1 、 f_2 和 f_3 的值及其 0~1 标准化值,再计算 T_{Ai} ,将计算结果可视化如图 3。根据图 3 分析海南各县级行政区的交通可达性。

1) 在交通可达性水平方面,北部沿海各市县区和南部沿海三亚市各区较高,内陆市市区较低,其余沿海市县居中。海口各区、文昌、儋州、澄迈及三亚崖州区和海棠区 9 市县区的 T_{Ai} 值都在 0.58 以上,琼中、五指山、白沙、屯昌、定安、保亭和乐东 7 市县的 T_{Ai} 值均在 0.38 及以下,其余 8 个沿海市县

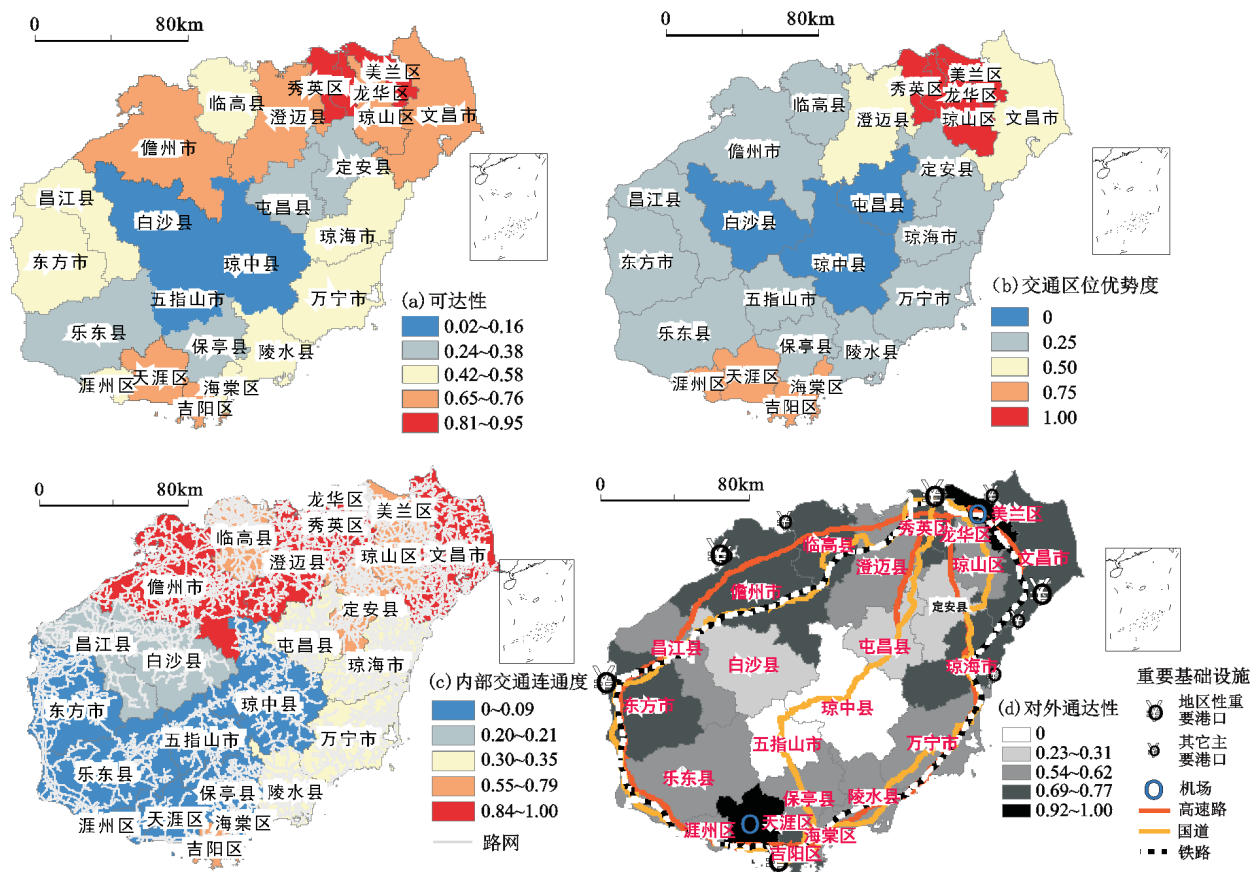


图3 2014年海南县级行政区交通可达性指数空间分布

Fig.3 Spatial distribution of traffic accessibility value of Hainan in 2014

区介于上两类间,最高的海口美兰区和最低的琼中县分别为0.95和0.02(图3a)。

2) 各县级行政区的3个交通可达性分指标均参差不齐(图3b~d)。①在交通区位优势度方面,海口各区、文昌和澄迈及三亚各区较强,屯昌、琼中和白沙3县较弱,其余市县居中。②在内部交通连通度方面,北部各市县区与三亚吉阳区较高,中部内陆到西南沿海的绝大多数市县区(三亚吉阳区除外)较低,东南沿海市县居中。③在对外通达性方面,海口美兰区、秀英区和龙华区,三亚天涯区和吉阳区及文昌、儋州、东方、琼海和临高10市县区较好,五指山、琼中、白沙、屯昌和定安5市

县较差,海口琼山区、澄迈、三亚海棠区和涯州区、陵水、万宁、昌江、乐东和保亭9市居,沿海市县区总体上好于内陆。

3.2 海南交通可达性空间分异总体格局

由表2可知,2014年 T_{di} 值及 f_1 值、 f_2 值的GMI均大于0.5,且均在1%水平上显著, f_3 值的GMI大于0.23,且在5%水平上显著,表明交通可达性水平、交通区位优势度、内部交通连通度和对外通达性的高值或低值的县级行政区倾向于在空间上集聚,特别是交通可达性水平、交通区位优势度和内部交通连通度的空间集聚性比对外通达性更明显。进一步地,观察2014年海南交通可达性指数及其3个分指

表2 2014年海南交通可达性指数和分指数的GMI值

Table 2 The GMI of traffic accessibility index and subindices of Hainan in 2014

	交通可达性指数(T_{di})	交通区位优势度指数(f_1)	内部交通连通度指数(f_2)	对外通达性指数(f_3)
GMI	0.523	0.631	0.626	0.230
Z(GMI)	4.242	4.986	4.918	2.111
P值	0.000	0.000	0.000	0.035

数的热冷点区(图4)和全局趋势(图5),可更直观地得到上述判断。总体上看,目前海南交通可达性空间分异明显。

1) 海南岛沿海地区交通可达性总体好于内陆地区,沿海内陆分异明显。具体体现为交通可达性水平热冷点区的空间分布呈现沿海“偏热”而内陆“偏冷”的态势。沿海17个市县区中,乐东为次冷点区,琼海、万宁、陵水、临高、昌江、东方及三亚海棠区和涯州区8市县区为过渡区,其余8市县区为热点和次热点区,无冷点区,而在内陆7个市县区中,海口琼山区为次热点区,定安、屯昌和保亭为次冷点区,琼中、白沙和五指山为冷点区,无

热点区(图4a)。

2) 海南岛北部沿海地区和南部沿海三亚市交通可达性好于中间地区,北南方向上呈类似U型分异格局。具体体现为交通可达性水平热冷点区的空间分布呈北部沿海和南部沿海三亚市“偏热”而中间“偏冷”的态势。北部沿海从文昌到儋州的7个市县区中,海口美兰区、龙华区和秀英区为热点区,文昌、澄迈和儋州为次热点区,临高为过渡区,无冷点和次冷点区;三亚天涯区和吉阳区为次热点区,海棠区和涯州区为过渡区,既无冷点和次冷点区也无热点区;在北部沿海和南部沿海三亚市之间的中间地区中,海口琼山区为次热点

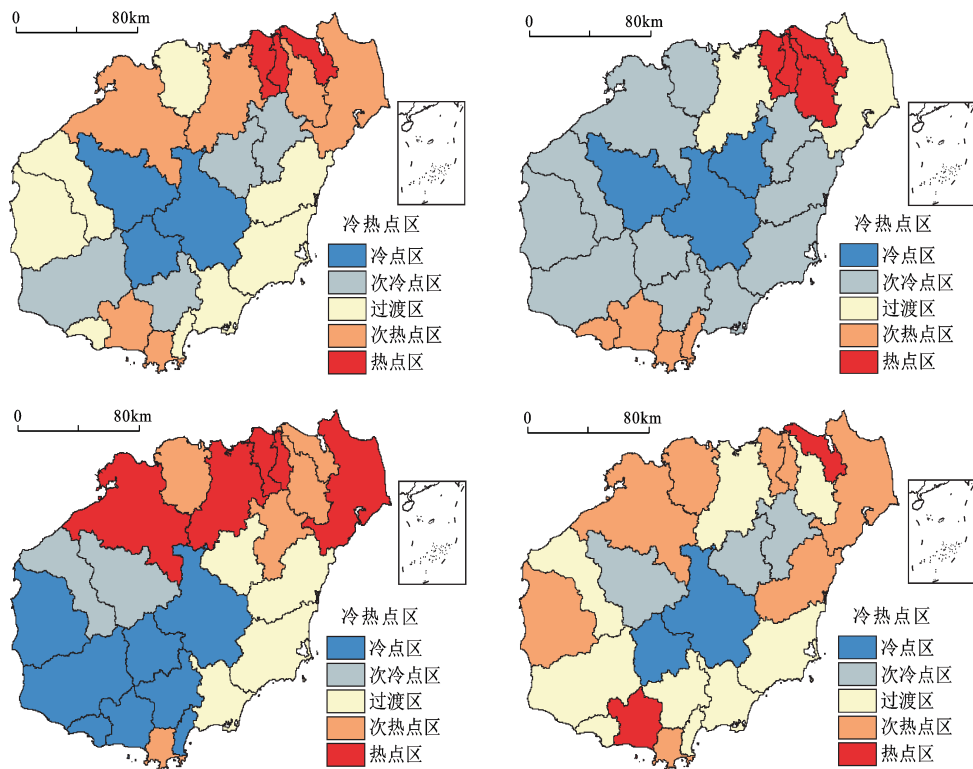


图4 2014年海南交通可达性指数热冷点区空间分布

Fig.4 Spatial distribution of "hot" and "cold" spots of traffic accessibility index of Hainan in 2014

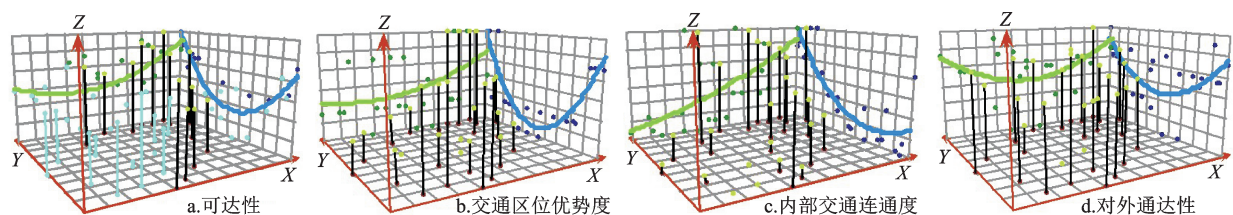


图5 2014年海南交通可达性指数及其分指数的全局趋势

Fig.5 Global trend of traffic accessibility index and subindices of Hainan in 2014

区,其余为冷点、次冷点区和过渡区,无热点区(图4a)。在图5a中具体呈现为南北向趋势。

3.3 海南交通可达性各分指标的空间分异格局

1) 海南岛交通区位优势度基本呈沿海内陆分异及北南方向上的类似U型分异格局。由图4b可知,交通区位优势度的热点区、次热点区和过渡区基本位于北部沿海和南部沿海三亚市,内陆基本为交通区位优势度冷点区和次冷点区。这表明沿海交通区位优势总体强于内陆,虽然在程度上弱于交通可达性,也表明北部沿海与南部沿海三亚市交通区位优势强于中间地区,交通区位优势在北南方向上呈类似U型分异格局(图5b)。

2) 海南岛内部交通连通度呈北部较高、中部内陆到西南沿海较低而东南沿海居中的分异格局。图4c显示,内部交通连通度的热点区全部属于北部沿海地区,次热点区除三亚市吉阳区外全部位于北部地区,屯昌、琼海、万宁和陵水为过渡区,从中部内陆的琼中一直延伸到西南沿海的10个市县区为冷点和次冷点区。因此,内部交通连通度大体呈北部较高、中部内陆到西南沿海较低而东南沿海居中的分异格局。这在图5c中具体体现为自北向南递减的趋势与自东向西递减的趋势并存。显然,内部交通连通度的沿海内陆分异程度弱于交通可达性,其在北南方向上类似U型分异格局未完全成型。

3) 海南岛对外通达性呈沿海内陆分异及北南和东西方向上的双重类似U型分异格局。图4d显示,对外通达性的热点和次热点区均位于沿海,冷点和次冷点区均位于内陆,过渡区多数位于沿海,少数位于内陆。这表明沿海对外通达性好于内陆,对外通达性呈现明显的沿海内陆分异。此外,对外通达性在北南和东西方向上均呈现类似U型分异(图5d)。在北南方向上,北部沿海和南部沿海三亚市无冷点和次冷点区,中间地区无热点区,且集中了全部冷点和次冷点区,表明北部沿海和南部沿海三亚市对外通达性好于中间地区。在东西方向上,从澄迈经屯昌、琼中、五指山到保亭一线的中间地区对外通达性差于其东西两边地区。

4 结论与启示

4.1 主要研究结论

1) 海南各县级行政区的交通可达性差异很明显。北部沿海各市县区和南部沿海三亚市各区

交通可达性较好,内陆各市县区则较差,其他沿海市县居中。交通可达性最好和最差的分别是海口美兰区和琼中县,前者交通可达性是后者的47.5倍。海口各区、文昌和澄迈及三亚各区交通区位优势较强,屯昌、琼中和白沙则较弱,其余市县区居中。北部各市县区与三亚吉阳区内部交通连通度较高,中部内陆到西南沿海绝大多数市县区则较低,东南沿海市县居中。沿海市县区对外通达性较好,内陆市县区则较差。

2) 海南交通可达性空间分异格局总体呈较强非均衡型。海南岛交通可达性呈明显的沿海内陆分异与北南方向类似U型分异格局,具体体现为沿海交通可达性总体好于内陆,北部沿海和南部沿海三亚市交通可达性总体好于中间地区。

3) 海南交通可达性的3个分指标均存在鲜明的空间分异特征。就海南岛而言,交通区位优势的空间分异格局与交通可达性基本一致,沿海交通区位优势总体强于内陆,北部沿海与南部沿海三亚市交通区位优势强于中间地区;内部交通连通度呈北部较高、中部内陆到西南沿海较低而东南沿海居中的分异格局,即从文昌到海口各区、定安、屯昌、澄迈、临高一直延伸到儋州的北部地区内部交通连通度高于南部地区,东南沿海地区内部交通连通度又高于中部内陆到西南沿海地区;对外通达性则呈沿海内陆分异及北南和东西方向双重类似U型分异格局,即沿海对外通达性好于内陆,北部沿海和南部沿海三亚市对外通达性好于中间,从澄迈经屯昌、琼中、五指山到保亭一线的中间地区对外通达性差于其东西两边。

4) 三沙市交通区位优势不弱,但其内部交通连通度很低,对外通达性很差。这主要是由于三沙市设立的时间不长,加之是存在主权争端的区域,目前其内部交通体系尚未建立,对外交通极其薄弱,交通可达性很差。

4.2 主要启示

1) 地形地貌、经济发展水平、人口和政治因素对海南交通可达性空间分异产生了明显的影响。① 海南岛交通可达性总水平、内部交通连通度和对外通达性的空间分异格局均受到地形地貌空间分异格局的明显影响。海南岛是一个穹隆形海岛,中部偏南部地区山地和丘陵起伏,环岛多为滨海平原和台地,地形地貌呈不太规则的环状阶梯形分异,且大致分为北部台地平原区和南部山

地丘陵区两个地形地貌区。受地形地貌沿海内陆分异大格局的影响,沿海地区相对于内陆有较明显的交通区位优势,更利于交通设施建设,路网密度较高,重大交通设施分布较多,内部交通连通度和对外通达性均较好。北部多为台地和平原,利于路网建设,而中部内陆到西南沿海高耸的地形和复杂的地貌不利路网建设,内部交通连通度必呈北部较高、中部内陆到西南沿海较低而东南沿海居中的分异格局。澄迈—保亭一线的中间地区,也由于多为深居内陆的山地和丘陵,交通设施建设成本高,长期以来缺乏重大交通设施布局,对外通达性较差于其东西两边地区。②海南岛经济发展水平和人口的空间分异与交通可达性在北南方向类似U型分异格局密切相关。以省会海口为中心的北部沿海和南部沿海三亚市不仅具有沿海地区的自然地理优势,而且经济发展水平较高,人口相对密集,相对于内陆和其他沿海地区,交通区位优势更明显,重大交通设施分布更多,对外通达性更好。③三沙市目前交通可达性很差主要受陆地面积狭小、人口稀少及政治因素的影响。

2) 充分利用交通条件的优劣进行经济空间布局引导是当前推动海南经济更快更好发展的一个重要举措。目前海南仍是一个发展中区域,整体经济实力不强,交通建设资金又有限,在此情况下,特别要强调扬长避短,充分利用交通条件的优劣进行经济空间布局引导。海南岛沿海地区,特别是北部沿海和南部沿海三亚市,交通可达性总水平及3个分指标水平平均高于内陆地区,海南岛北部地区和东南沿海地区则在内部交通连通度方面高于中部内陆到西南沿海地区。这些区域相对于海南其他区域交通优势较突出,是产业发展和经济活动布局的优先区域。应进一步加强这些区域的海运和航空交通建设,增强这些区域同中国周边沿海省份乃至周边国家的交通通达性,在此基础上,采取有力措施促进相关产业在这些区域集群发展,以获得更多的集聚经济效益,促进海南经济更快和更好地发展。

3) 促进海南经济长期可持续发展需要逐步增强交通布局的均衡性。一是要逐步加强海南岛中部内陆到西南沿海地区的道路网建设,以提高这一地区的内部交通连通度。二是要逐步加强海南岛从澄迈经屯昌、琼中、五指山到保亭一线的重大交通设施建设,以提高这一地区的对外通达

性。三是要增强三沙市的交通可达性。目前可实施的一个重要举措是分步推进三沙市与海南岛沿海市县、海南周边沿海省份乃至东盟国家间的滨海旅游业合作,以此促进三沙市的旅游交通设施建设和旅游交通线路开发,改善三沙市的航空和海运交通。

参考文献(References):

- [1] 王赵洵.国际旅游岛视野下的海南立体交通[J].今日海南, 2008,(7):12-13. [Wang Zhaoxun. The perspective of Hainan three-dimensional traffic under the background of international tourism island. Hainan Today, 2008, (7):12-13.]
- [2] 吴钟斌.铁路:海南资源输送“脐带”[N].海南日报, 2009-11-07 (A01). [Wu Zhongbin. Railway: Transporting “cord” of Hainan resources. Hainan Daily, 2009-11-07 (A01).]
- [3] 侯小健.交通便捷了海南变“小”了[N].海南日报, 2012-10-15 (A01). [Hou Xiaojian. Hainan becomes “small” with the traffic becomes convenient. Hainan Daily, 2012-10-15 (A01).]
- [4] 陈涛.海南,因交通更美丽[N].中国交通报, 2013-06-20 (001). [Chen Tao. Hainan becomes more beautiful due to traffic. China Traffic News, 2013-06-20 (001).]
- [5] 陈涛,吴楠,罗利明.海南:400亿构建岛内大通道[N].中国交通报, 2015-06-02 (004). [Chen Tao, Wu Nan, Luo Liming. Hainan: building a passage on the island cost 40 billion. China Traffic News, 2015-06-02 (004).]
- [6] 申涛.海南岛旅游交通系统优化配置研究[D].海口:海南大学, 2010. [Shen Tao. Optimized collocation of tourism transportation system in Hainan island. Haikou: Hainan University, 2010.]
- [7] 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.地理研究, 2011, 30(6): 985-999. [Huang Xiaoyan, Cao Xiaoshu, Li Tao. The relationship between regional transport superiority and regional economic performance in Hainan. Geographical Research, 2011, 30(6): 985-999.]
- [8] 蒋小玉,李永文.海南省交通系统与旅游系统相关性及其协调发展研究[J].河南大学学报(自然科学版), 2014, 44(6):677-705. [Jiang Xiaoyu, Li Yongwen. Quantitative study on the correlation and coordinated development between Hainan's traffic and tourism. Journal of Henan University (Natural Science), 2014, 44(6):677-705.]
- [9] 金凤君,王成金,李秀伟.中国区域交通优势度的甄别方法及应用分析[J].地理学报, 2008, 63(8):787-798. [Jin Fengjun, Wan Chengjin, Li Xiuwei. Discrimination method and its application analysis of regional transport superiority. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(8):787-798.]
- [10] 沈惊宏,陆玉麒,兰小机,等.区域综合交通可达性评价——以安徽省为例[J].地理研究, 2012, 31(7):1280-1293. [Shen Jinhong, Lu yuqi, Lan Xiaoji et al. Assessment on accessibility transport: A case of regional comprehensive study of Anhui. Geography Research, 2012, 31(7):1280-1293.]
- [11] 陈博文,陆玉麒,柯文前,等.江苏交通可达性与区域经济发展

- 水平关系测度——基于空间计量视角[J].地理研究,2015,34(12):2283-2294.[Chen Bowen, Lu Yuqi, Ke Wenqian et al. Analysis on the measuring of the relationship between transportation accessibility and level of regional economic growth in Jiangsu: Based on spatial econometric perspective. Geography Research, 2015,34(12):2283-2294.]
- [12] Axhausen K W, Froelich P, Tschopp M. Changes In Swiss Accessibility Since 1850[J]. Research in Transportation Economics, 2011,31(1): 72-80.
- [13] Dimitra Pyrialakou V, Gkritza Konstantina, Fricker Jon D. Accessibility, Mobility, and Realized Travel Behavior: Assessing Transport Disadvantage From a Policy Perspective[J]. Journal of Transport Geography, 2016, 51: 252-269.
- [14] 刘海隆, 包安明, 陈曦, 等. 新疆交通可达性对区域经济的影响分析[J]. 地理学报, 2008, 63(4): 428-437. [Liu Hailong, Bao Anming, Chen Xi et al. The Effect of transport accessibility on regional economic performance. Acta Geographica Sinica, 2008, 63(4): 428-437.]
- [15] 刘传明, 曾菊新. 县域综合交通可达性测度及其与经济发展水平的关系: 对湖北省 79 个县域的定量分析[J]. 地理研究, 2011, 30(12): 2209-2221. [Liu Chuanming, Zeng Juxin. The calculating method about the comprehensive transport accessibility and its correlation with economic development at county level: The statistical analysis of 79 counties in Hubei Province. Geography Research, 2011, 30(12): 2209-2221.]
- [16] 陈松林, 陈进栋, 韦素琼. 福建省综合交通可达性格局及其与制造业空间分布的关系分析[J]. 地理科学, 2012, 32(7): 807-815. [Chen Songlin, Chen Jindong, Wei Suqiong. The Integrated Transportation Accessibility in Fujian Province and Its Correlation with the Spatial Distribution of Manufacturing. Scientia Geographica Sinica, 2012, 32(7): 807-815.]
- [17] 程钰, 刘雷, 任建兰, 等. 县域综合交通可达性与经济发展水平测度及空间格局研究——对山东省 91 个县域的定量分析[J]. 地理科学, 2013, 33(9): 1058-1065. [Cheng Yu, Liu Lei, Ren Jianlan et al. The Measuring and Spatial Structure Between Comprehensive Transportation Accessibility and the Level of Economic Development at County Level: Case of 91 counties in Shandong Province. Scientia Geographica Sinica, 2013, 33(9): 1058-1065.]
- [18] 郭建科, 王丹丹, 王利, 等. 基于内外联系的双核型区域交通可达性研究——以辽宁省为例[J]. 经济地理, 2015, 35(11): 71-84. [Guo Jianke, Wang Dandan, Wang Li et al. The Traffic Accessibility in Dual-Nuclei Area Based on Internal and External Links—A Case of Liaoning Province. Economy Geography, 2015, 35(11): 71-84.]
- [19] Laird J J, Mackie P J. Wider Economic Benefits of Transport Schemes in Remote Rural Areas[J]. Transportation Economics, 2014, 47: 92-102.
- [20] Bottasso A, Conti M, Ferrari C et al. Ports And Regional Development: A Spatial Analysis on A Panel of European Regions[J]. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2014, 65: 44-55.
- [21] Yang Shu, Liu Xuan, Wu Yaojian et al. Can Freeway Traffic Volume Information Facilitate Urban Accessibility Assessment: Case Study Of the City Of St. Louis[J]. Journal of Transport Geography, 2015, 44: 65-75.
- [22] Keeling D J. Transport geography in peru[J]. Journal of Transport Geography, 2015, 46: 253-255.
- [23] 肖京格, 周廷刚, 姚林虎, 等. 重庆市交通网络的可达性时空特征及其演化规律[J]. 地球信息科学, 2015, 17(1): 54-60. [Xiao Jingge, Zhou Tinggang, Yao Linhu et al. Spatial-temporal characteristics of chongqing transport network accessibility and its evolution pattern. Journal of Geo-information Science, 2015, 17(1): 54-60.]
- [24] 马晓蕾, 马延吉. 基于 GIS 的中国地级及以上城市交通可达性与经济发展水平关系分析[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(4): 8-13. [Ma Xiaolei, Ma Yanji. The transportation accessibility and comprehensive economic levels of Chinese cities at prefecture level or above based on GIS. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2016, 30(4): 8-13.]
- [25] 交通部公路司. 中华人民共和国公路工程技术标准 JTGB01-2003[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004. [Department of Transportation of China. Standard of Road Building of China JTGB01-2003. Beijing: Renmin Jiaotong Publishing.]
- [26] Getis A, Ord J K. The Analysis of Spatial Association by the Use of Distance Statistics[J]. Geographical Analysis, 1992, 24(3): 189-206.
- [27] 吕安民, 李成名, 林宗坚, 等. 中国省级人口增长率及其空间关联分析[J]. 地理学报, 2002, 57(2): 143-150. [Lu Anmin, Li Chengming, Lin Zongjian et al. Population Growth Rate and Its Spatial Association by Providence in China. Acta Geographica Sinica, 2002, 57(2): 143-150.]
- [28] 汤国安, 杨昕. ArcGIS 地理信息系统空间分析实验教程[M]. 北京: 科学出版社, 2010. [Tang Guoan, Yang Xin. ArcGIS spatial analysis tutorial. Beijing: Science Press, 2010.]

The Measurement and Spatial Differentiation Pattern of Traffic Accessibility in Hainan

Song Jiehua^{1,2}, Li Minna^{2,3}, Cai Shu^{2,3}, Wang Ping^{1,2}

(1. School of Geography and Environmental Sciences, Hainan Normal University, Haikou 571158, Hainan, China;

2. The College of Research Institute of Maritime Silk Road, Hainan Normal University, Haikou 571158, Hainan, China;

3. School of Economics and Management, Hainan Normal University, Haikou 571158, Hainan, China)

Abstract: By constructing traffic accessibility index and three subindices (traffic location advantage, internal transport connectivity and external accessibility), this article makes a comprehensive measurement of the traffic accessibility levels of counties in Hainan Province in PRC (People's Republic of China). With the method of Global Moran's I index, Getis-Ord G_i^* index and global trend analysis method to find out the current spatial differentiation pattern of traffic accessibility in Hainan from multi-dimensions. The result shows that counties' traffic accessibility shows significant spatial differences. For Hainan, the traffic accessibility is different between coastland and inland, and presents similar U-shaped differentiation pattern in the north-south direction. The three subindices of traffic accessibility are significant spatial difference features, that is: the spatial difference pattern of traffic location advantage is similar to overall differentiation pattern of traffic accessibility; the internal traffic connectivity is relatively high in north coastland, but low from central region of inland to southwest coastland and southeast coastland is in the middle; the external accessibility is different between coastland and inland, and presents double similar u-shaped differentiation characteristics in north-south direction and east-west direction; Sansha, a special coastal city in Hainan, has a rather poor traffic accessibility. Topography, economic development level, population and political factors have significant impacts on the spatial differentiation pattern of traffic accessibility in Hainan. Specifically, the spatial differentiation pattern of Hainan Island's traffic accessibility level, the internal traffic connectivity and the external accessibility are significantly affected by the spatial differentiation pattern of topography, and the spatial differentiation of economic development level and population are closely related to the similar u-shaped pattern in north-south direction of traffic accessibility, and Shashi's poor traffic accessibility is mainly due to the small land area, sparse population and political factors. It is suggested to take full advantage of the traffic conditions to lead economic spatial layout and gradually enhance the traffic layout balance, so as to promote Hainan economic development. First, the construction of road network in the region from central inland to southwest coastland in Hainan Island should be strengthened so as to improve the internal traffic connectivity of this region. Second, the construction of major transportation facilities in the region along the line from Chengmai via Tunchang, Qiongzhong, Wuzhi Mountain to Baoting in Hainan should be strengthened so as to improve the external accessibility of this region. Third, the traffic accessibility of the Sansha should be strengthened, and an important measure that can be implemented at present is to promote the tourism traffic infrastructure construction and tourism transportation route development in Sansha so as to improve the air and sea traffic in Sansha.

Key words: traffic accessibility; spatial differentiation pattern; Getis-Ord G_i^* index; global trend analysis; Hainan