

# 海南省区域交通优势度与经济发展关系

黄晓燕<sup>1,2</sup>, 曹小曙<sup>1\*</sup>, 李 涛<sup>1</sup>

(1. 中山大学地理科学与规划学院, 广州 510275; 2. 西南科技大学土木工程与建筑学院, 绵阳 621010)

**摘要:**以海南省为例,选取县级及以上城市为研究节点,采用交通网络密度、邻近度、通达性等指标,构建区域交通优势度综合评价的数理模型,运用GIS网络分析及IDW空间插值法定量分析海南省交通网络的地域空间特征。选取了经济总量和产业结构、人口与城市化、人民生活水平、交通与城市建设等4方面共20项主要的经济指标,运用SPSS软件用主成分分析法定量分析海南省区域经济差异及空间格局。通过对海南省各县市交通优势度及经济发展水平的特点及空间结构性规律进行分析,并比较二者间的联系,结果表明:海南省通达性空间格局与经济发展空间格局并不吻合,但交通优势度与经济发展水平的空间耦合程度较高,具有较强的正相关关系,均呈现出“凹”型空间格局,具有明显的“反自然梯度”特征。

**关键词:**交通优势度;邻近度;通达性;区域经济发展;海南省

**文章编号:**1000-0585(2011)06-0985-15

## 1 引言

交通对区域发展具有引导、支撑和保障能力,是反映区域发展条件优劣的重要指标<sup>[1]</sup>。高质量的交通基础设施投资是经济增长的关键因素之一,交通网络可达性的提高将对区域发展产生直接经济效益<sup>[2]</sup>。交通网络的发达程度将对区域空间的相互作用带来不同程度的影响,从而最终改变区域的社会经济发展潜力及经济活动区位优势。

交通设施网络的地域组织特征及其产生的空间社会经济效应始终是城市规划、交通地理、经济地理、区域经济等领域的研究重点。目前已有的关于交通基础设施在区域发展中的效应研究主要从两个研究角度展开,一是从部门的角度研究交通设施与经济发展,主要集中在交通基础设施的投入与产出<sup>[2~5]</sup>、交通投资与其它生产投资间的关系及其对区域经济增长的影响研究<sup>[6~8]</sup>,主要体现在企业的区位分析与市场评价方面<sup>[9]</sup>,是经济学、经济地理学学者关注的重点;二是从空间的角度研究交通设施与经济发展,主要集中在对交通设施网络的地域组织特征及其产生的区域效应评价研究。国外学者对不同地域、不同交通模式的交通网络条件及其与城市体系、区域结构、社会经济空间格局的关系研究较为成熟<sup>[10~12]</sup>。尤其是关于新建交通基础设施的区域经济效应评价研究较多,主要包括公路网<sup>[13]</sup>、高速铁路网<sup>[14]</sup>、日本新干线<sup>[15]</sup>、英吉利海峡隧道<sup>[16]</sup>等交通设施对区域经济发展空间格局研究。近年来,随着我国交通运输业的迅速发展,国内学者也展开了大量关于交

收稿日期:2010-09-01;修订日期:2011-02-20

基金项目:国家自然科学基金项目(40571052)

作者简介:黄晓燕(1981-),女,云南人,博士研究生,讲师,主要研究方向为城市规划与交通地理。

E-mail: hxy811007@163.com

通讯作者:曹小曙(1970-),男,甘肃人,博士,博士生导师,教授,研究方向为交通地理与土地利用。

E-mail: caoxiaoshu964@sohu.com

通网络地域特征<sup>[17~22]</sup>、交通网络变化对通达性格局的影响<sup>[23,24]</sup>、交通网络的区域社会经济效应的研究<sup>[25~31]</sup>。其中金凤君等界定了交通优势度的基本概念，建立了交通优势度的基本表述结构及交通优势度评价的空间数理模型<sup>[1]</sup>。

以上研究从不同视角分析了不同区域交通条件产生的区域空间社会经济效应。研究方法上，多借鉴单一度量方法开展定量分析，系统、完善的综合评价体系尚不多见。且由于在评价区域交通优势时存在难于确定研究区域外部边界的问题，大多研究将研究区域抽象为“孤岛”进行研究，对研究区域与外部的交通联系缺乏系统考虑，尚不能全面反映研究区域的交通运输整体状况。研究内容上，目前关于交通与区域经济发展的研究较多集中在具体交通方式或某条线路与经济的关系研究，研究尺度多集中于国家与城市内部两个层面，从中观尺度整体上考虑综合交通运输体系的区域效应的研究并不多见。

基于此，本研究首先构建区域交通优势度综合评价数理模型，运用 GIS 网络分析技术定量分析海南省交通网络的地域空间特征。其次，运用主成分分析法定量评价了海南省区域经济差异及空间格局。最后通过对海南省各县市交通优势度及经济发展水平的特点及空间结构性规律进行分析，比较二者间的联系，旨在为理解和认知交通网络格局与经济现象及其空间分布规律提供科学支撑，为区域交通规划研究提供理论与实证借鉴。

## 2 研究区概况与数据来源

海南省与大陆相对较为隔离，受周边区域过境交通影响小，将海南省作为交通优势度评价的研究区域是相对理想的选择。本文以海南省县级及以上 18 个城市为研究节点（图 1），以



图 1 2009 年海南省交通网络及重大基础设施空间分布图

Fig. 1 Spatial distribution of transport network and transport infrastructure in Hainan (2009)

获取的海南省基础地理信息数据库为基础，运用 ArcGIS9.2 软件中的叠加分析模块，叠加数字化过的海南省交通地图（2009 年），同时根据《海南省公路里程地图册》进行校正，建立海南省路网空间数据库。研究中的社会经济数据来源于 2009 年《海南省统计年鉴》。

### 3 研究方法

#### 3.1 交通优势度评价模型

**3.1.1 研究指标的选取** 交通优势度是为评价一个区域交通条件优劣程度及通达性水平而设计的综合性集成指标<sup>[1]</sup>，金凤君等基于交通地理学的基本理论，对交通优势度的概念进行了界定，提出用交通网络密度、交通干线影响度和区位优势度来综合表征交通优势度，并建立了评价的空间数理模型。本研究主要参考金凤君等提出的方法，进行局部修正，选取交通网络密度、邻近度、通达性作为评价区域交通优势度的基本指标（图 2）。

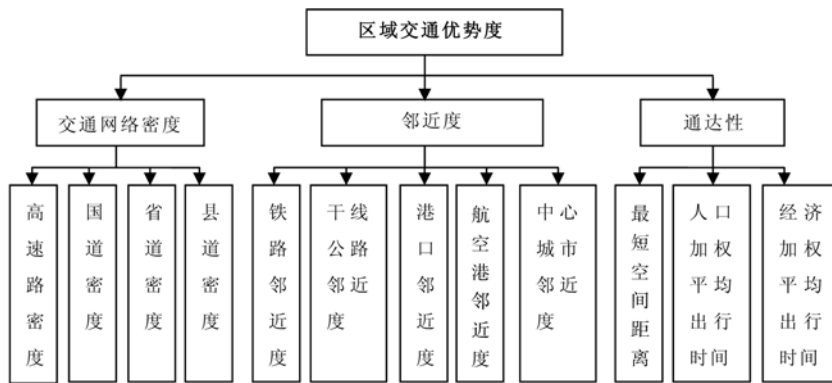


图 2 区域交通优势度评价指标体系

Fig. 2 Assessing indicator system of regional transport superiority degree

##### (1) 交通网络密度

交通网络密度是评价区域交通基础设施保障水平的重要指标<sup>[25]</sup>，主要指交通线路长度与所在区域土地面积的绝对比值。考虑到在各种线状交通设施中，公路线路对区域交通优势度的贡献度最大，轨道交通对区域交通优势度的影响主要体现在站点的选择与设置方面，线路本身的影响相对较小，因此研究公路网络密度具有更积极的意义，本研究主要选用公路网络密度来评价区域交通优势度。公路网络密度为正向指标，其值越大，公路网络越密集，区域交通条件越优越。设区域  $i$  的公路网络密度为  $D_i$ ，区域  $i$  的交通营运线路长度为  $L_i$ ，区域  $i$  的土地面积为  $A_i$ ，则计算方法为：

$$D_i = L_i / A_i \quad i \in (1, 2, 3, \dots, n) \tag{1}$$

##### (2) 邻近度

邻近度 (Proximity) 主要用来描述地理空间中两个地物距离相近的程度，其确定是空间分析的一个重要手段。本研究中用邻近度来表征铁路、干线公路、港口、机场等交通干线及重要交通基础设施对区域交通优势的影响，也通过反映研究节点与区域中心城市交通距离来表征节点接受中心城市社会经济辐射的能力及区位条件优劣程度。邻近度是评价

区域对外联系便捷程度的重要指标，也对社会经济布局具有重要导向作用。本研究中结合海南省实际情况，采用专家评分将定性指标量化，对邻近度进行分类赋值（表 1）。

设某区域  $i$  的邻近度为函数  $f(x)$ ， $P_{im}$  指  $i$  区域  $m$  种交通干线及重要交通基础设施以及与中心城市的邻近度（即权重赋值），则，计算公式为：

$$f(x_i) = \sum_{i=1, m=1}^{n, M} P_{im} \quad i \in (1, 2, 3, \dots, n), m \in (1, 2, 3, \dots, M) \quad (2)$$

表 1 交通干线及重要交通基础设施影响度权重赋值

Tab. 1 Weighted value of the traffic artery and important transport infrastructure degree

类型	子类型	标准	权重赋值	类型	子类型	标准	权重赋值	
铁路	—	有大型铁路客运站	1.5	水运	港口	地区 有地区性重要港口	1.5	
		仅有小型货运站	1			性重要 $L_p \leq 30\text{km}$	1	
		$L_r \leq 30\text{km}$	1			$L_p > 30\text{km}$	0	
		$30\text{km} < L_r \leq 60\text{km}$	0.5			一般港口 有一般港口	0.5	
		$L_r > 60\text{km}$	0					
公路	—	有高速公路出口	1.5	机场	—	有对外开放机场	2	
		高速 $L_h \leq 30\text{km}$	0.5			$L_a \leq 30\text{km}$	1	
		公路 $L_h > 30\text{km}$	0			$30\text{km} < L_a \leq 60\text{km}$	0.5	
		国道	有国道			1	$L_a > 60\text{km}$	0
			$L_n \leq 30\text{km}$			0	与中心 是中心城市	1.5
$L_n > 30\text{km}$	0		城市 的距离 $0 \leq L_c \leq 50\text{km}$	1				
				50km < L_c ≤ 100km	0.5			
				L_c > 100km	0			

注：L<sub>r</sub>、L<sub>h</sub>、L<sub>n</sub>、L<sub>p</sub>、L<sub>a</sub>、L<sub>c</sub>分别为该区域行政中心距离最近的大型铁路客运站、高速公路出口、国道、地区性重要港口、机场、最近的中心城市的交通距离。

(3) 通达性

通达性 (Accessibility) 反映了区域网络交通、交流的便捷程度，是度量区域交通网络结构及地域对外联系的重要指标。为避免单一指标及度量方法计算通达性带来的片面性，本研究选取最短空间距离、最短时间距离、人口加权平均出行时间、经济加权平均出行时间等指标，运用时空距离模型及网络分析方法计算区域的通达性。

①最短空间距离

本研究借助 Arcgis9.2 软件，在网络数据集基础上采用 O-D 矩阵分析模块，采用网络分析法计算网络上各节点间的最短距离，构造距离矩阵 L：

$$L = [l_{ij}]_n \times n \quad (3)$$

式中：l<sub>ij</sub>为两节点间的最短运输距离，n是区域内节点数目。

当  $i=j$  时， $l_{ij} = 0$ ；当  $i \neq j$ ，且  $i$  与  $j$  相邻时， $l_{ij}$  为两节点间的最短运输距离；当  $i \neq j$ ，且  $i$  与  $j$  不相邻时， $l_{ij} = \min \{ (l_{ik} + l_{kj}), \text{all } k \} (k = 1, 2, 3, \dots, n)$ 。

对每个节点到达研究区域内其它所有节点的最短距离求和，取平均值，得到各节点的最短空间通达距离，距离越短，通达性越高。定义节点  $i$  的平均最短空间通达距离为  $L_i$ ，计算模型为：

$$l_i = \sum_{j=1}^n l_{ij} / n \quad i \in (1, 2, 3, \dots, n), j \in (1, 2, 3, \dots, n) \quad (4)$$

### ②最短时间距离

根据《中华人民共和国公路工程技术标准 (JTGB01~2003)》规定的公路设计速度, 结合研究区实际, 对不同类型与等级的道路赋以不同的速度如下: 高速公路 120km/h, 国道 100km/h, 省道 80km/h, 县道 60km/h, 铁路 120km/h。利用 GIS 网络分析方法, 求得各节点间最短时间距离。节点  $i$  的最短时间通达距离定义为  $T_i$ , 计算模型为:

$$T_i = \sum_{j=1}^n t_{ij} / n \quad i \in (1, 2, 3, \dots, n), j \in (1, 2, 3, \dots, n) \quad (5)$$

式中:  $t_{ij}$  为两节点间的最短运输距离,  $n$  是区域内节点数目。

### ③加权平均出行时间

加权平均出行时间指标是评价节点到区域内其他节点的时间测度。主要由该节点的空间区位决定, 也与节点的实力及节点间交通设施质量密切相关。加权平均出行时间为逆指标, 指标得分越低, 表示该节点通达性越高, 反之亦然。具体计算公式为:

$$T'_i = \sum_{j=1}^n (T_{ij} \times M_j) / \sum_{j=1}^n M_j \quad i \in (1, 2, 3, \dots, n), j \in (1, 2, 3, \dots, n) \quad (6)$$

式中:  $T'_i$  为区域内节点  $i$  在交通网络中的加权平均出行时间;  $T_{ij}$  为节点  $i$  到节点  $j$  的最短时间距离;  $M_j$  为节点  $j$  的质量, 反映节点规模大小对其吸引力的影响;  $n$  为评价系统内除  $i$  地以外的节点总数。

由于节点规模大小、经济发展吸引力的不同而产生的区域间相互作用将对通达性带来影响。因此, 本研究中分别采用人口、人均 GDP 作为加权因子, 计算出人口加权平均出行时间、人均 GDP 加权平均出行时间综合衡量区域节点的通达性水平。

### ④节点综合通达性计算方法

首先对最短时间距离、人口加权平均出行时间、经济加权平均出行时间加和求平均值得到各节点的平均时间距离。然后对平均时间距离、最短空间距离数值采用极差法进行标准化处理, 将处理后的标准化值求平均值, 得到各节点的综合可达性值。

**3.1.2 交通优势度集成方法** 在交通优势度的集成时, 首先用倒数法将逆指标正向化, 再采用极差法进行标准化处理, 最后对处理后的数据进行赋权重加和, 通过征求专家意见, 本文对三指标的权重均赋值为 1。设区域  $i$  的交通优势度函数为  $F(x)$ , 计算公式如下:

$$F(x_i) = \sum_{i=1}^n (D'_i \times a_1 + P'_i \times a_2 + A'_i \times a_3) \quad i \in (1, 2, 3, \dots, n) \quad (7)$$

式中:  $D'_i$ 、 $P'_i$ 、 $A'_i$ 、分别为交通网络密度、邻近度、综合通达性的标准化值,  $a_1$ 、 $a_2$ 、 $a_3$  为三种指标的权重阈值。

## 3.2 区域经济发展水平评价方法

对区域经济发展水平的评价, 考虑到虽然单一指标法简单直观, 但无法全面反映客观反映区域经济发展整体水平。因此本研究中采用主成分分析方法, 运用 SPSS16.0 软件定量评估海南省各县市经济发展整体水平。基于指标的科学性、全面性以及数据的可获取性三方面的考虑, 本文选取了经济总量和产业结构、人口与城市化、人民生活水平、交通与城市建设等 4 方面共 20 项主要的经济指标 (表 2)。

在对原始变量采用极值法进行标准化处理后,用巴特利特球形检验法和 KMO 检验所选数据是否适合做因子分析。然后根据特征值大于 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。根据因子分析法进行正交旋转得到旋转后 20 项指标变量在公因子上的荷载矩阵,用其进行因子命名解释。最后,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,加权求和得各县市经济发展水平的综合指数。

## 4 结果分析

### 4.1 交通优势度计算结果分析

**4.1.1 交通网络密度分析** 从公路网密度的分布格局来看(图 3),海南省呈现出明显的东部高,中西部低的空间格局,并在中部偏南区域形成“低谷”区。其中以海口、定安、三亚的公路网密度最高,中西部的琼中县、白沙县、昌江县、五指山市四个县市的公路网密度较低。这与海南省四周低平,中间以五指山、鹦哥岭为隆起核心的独特穹隆山地形有关。公路网密度低的四个县市均为山地区域,反映出地形地貌在一定程度上影响了海南省交通基础设施的建设。

**4.1.2 邻近度分析** 邻近度不仅可以反映主要交通干线及重要交通设施对区域交通优势度的影响,也能反映区域综合交通方式的构成及研究区域的区位条件优势。本研究中选择海南省的海口市、三亚市作为中心城市,主要基于以下原因:海口、三亚均为海南省地级市,综合实力较为雄厚,在全国有一定的地位;两个城市的区域布局合理,《海南省城镇体系规划 2006~2020》、《海南省城乡总体规划 2005~2020》均提出以海口、三亚为中心带动整个海南岛发展的总体部署。

根据表 1 的相关分级要求对海南省各县市进行赋值,加和后求平均值得到邻近度值,利用 ArcGIS9.2 软件采用 IDW 空间插值法,绘制邻近度空间分布等值线及趋势面分析图(图 4)。邻近度空间分布格局与公路网络密度的空间格局有较高的吻合度,均呈现出东中西部的地带性差异。东部节点普遍具有较高的邻近度,其中海口、三亚邻近度值最高,处于邻近度等值圈最优区。而中西部节点的邻近度值较低,以琼中县、白沙县、昌江县、五指山市四个县市最低,处于等值圈的“低谷”区。但与公路网络密度格局不同,西部的东方市的邻近度值较高,这主要是由于东方市既有粤海铁路的铁路站点,又有国家一类开放口岸八所港(年综合设计通过吞吐能力达 625 万吨,与全国沿海各港以及全球二十多个国家和地区通航贸易往来),与外部联系的便捷程度较高。

### 4.1.3 通达性分析

(1) 时空通达性格局基本吻合,呈现出圈层结构及“反自然梯度”特征。

最短空间距离通达性格局遵循“空间距离衰减规律”,出现了中部丘陵山地区通达性好,向外围逐渐降低,周边平原区通达性差的“反自然梯度”特征(图 5a)。这主要是由于最短空间距离通达性集中反映空间地理区位的优劣程度,忽略了距离的衰减以及各点的作用力规模等因素。

最短时间距离通达性格局具有与空间距离通达性格局较高的一致性,位于几何中心的屯昌、琼中具有较优的时空通达性。同时,最短时间距离通达性格局呈现出通达性优良区域向东北部轻微摄动趋势(图 5b)。这在一定程度上反映出海南省东北部路网的伺服能力优于中西部,使得赋予不同速度指标后的通达性优良区向东北偏移。

(2) 加权通达性格局呈现出通达性圈破碎化及两大板块分异明显的特征。

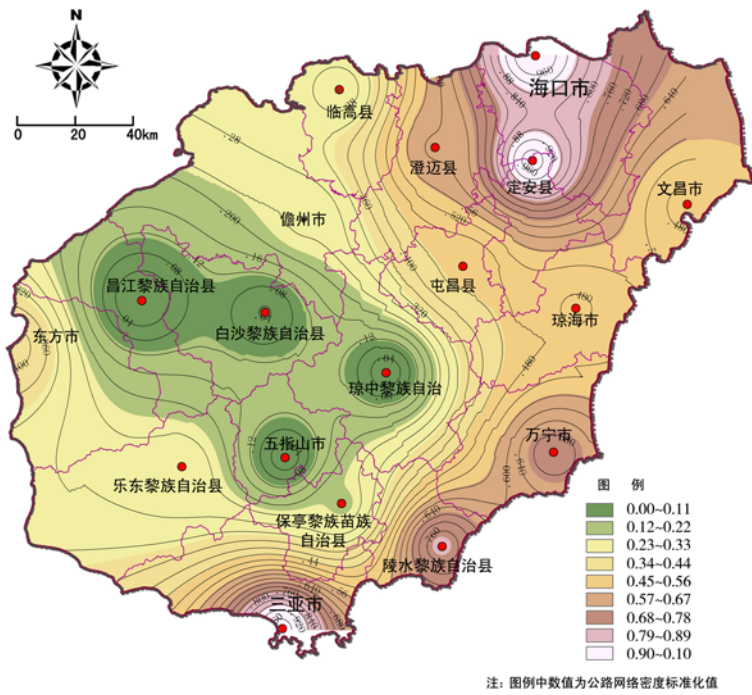


图 3 2009 年海南省公路网络密度的空间格局

Fig. 3 Spatial distribution of road network density in Hainan (2009)

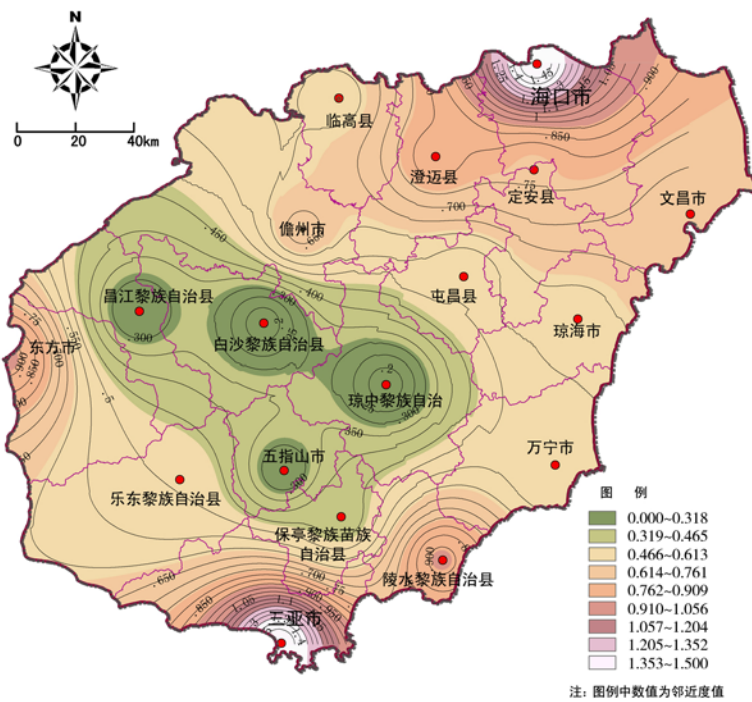


图 4 邻近度空间分布格局图

Fig. 4 Spatial distribution of proximity

人口加权通达性格局和人均 GDP 加权通达性格局与时空通达性格局相比,均出现封闭等通达性圈破碎化的现象。其中,采用人口作为加权因子形成的通达性格局与时空通达性格局有较大的差异性,通达性优值区进一步向东北移动,呈现出东北板块通达性明显优于西南板块通达性,分异明显的特征(图 5c)。澄迈、定安、屯昌、海口、琼海具有较高的通达性水平。万宁、琼中、乐东受到人口规模的影响,通达性水平在与时空通达性水平相比有所降低。

采用人均 GDP 作为加权因子形成的通达性格局与时间通达性格局较吻合,通达性值变率大致呈由西南往东北部逐渐降低态势,表明东北部通达性较好(图 5d)。引入人均 GDP 为加权因子后,通达性除了受区位因素、交通基础设施状况的影响外,还受到城市本身的经济总量的影响。因此,相比于时空通达性,三亚、文昌、万宁、陵水等东部沿海经济较发达城市的通达性水平有所提升。

(3) 综合通达性空间格局呈微破碎化圈层结构,铁路对通达性总体格局影响不大。

综合通达性空间格局中(图 5e),与时空通达性相比最优通达性区间范围向东部及北部偏移,且封闭等通达性圈存在微破碎化现象。同时,从整体格局来看,中东部地区的通达性整体水平明显高于外围地区。由于综合受到人口规模、经济发展情况、交通网络的伺候能力等因素的影响,东部的琼海、万宁等城市虽然并不位于海南省的几何中心,也具有较优的通达性水平。海口、三亚分别位于海南岛最北及最南端的边缘,在地理区位上处于劣势,因此二者的通达性水平相对较低。同时由于二者的人口规模较大、人均 GDP 高,且交通基础设施较为完善,因此,海口、三亚并不是海南省通达性水平最差的城市。

综合通达性格局中等通达性圈呈现出东北向西南伸展的态势,与海南省高等级路网的延伸形态具有较高的耦合性,体现出高等级路网对海南省通达性格局的影响较大。海南省环岛高速公路、国道 323、324、325,形成了贯通海南的东北—西南向交通走廊。

从西部贯穿海南省的粤海铁路对海南省通达性总体格局的影响不明显,对西部地区城市通达性水平的提升并不明显。目前,公路交通对海南省通达性水平起着决定性作用。

**4.1.4 交通优势度分析** 按照式 7 对交通设施网络密度、邻近度、通达性按照相同权重集成求得区域交通优势度值。从交通优势度的空间格局来看(图 5f、图 6),主要呈现出以下特征:

首先,海南省交通优势度空间差异明显,大致表现为由东部沿海及北部向中西部递减的趋势。在沿海主要港口及海口、三亚中心城市周边地区具有一定的交通优势度,包括海口、三亚、定安、屯昌、澄迈、陵水等,但除了海口周边区域呈现面状趋势外,其他交通优势度较高区域主要呈点状分布,未连成面,覆盖面积小。

其次,海南省区域交通优势度表现出空间集聚现象和较强的空间自相关性。符合 Topler 地理学第一定律,距离越近,某一现象或属性的相似程度越大,反之亦然。海南省交通优势度高值区和低值区在空间呈现相对集聚分布的态势。交通优势度出现两个高值区:一为以海口为核心的包括澄迈、定安、屯昌的北部高值区;一为以三亚、陵水形成的南部高值区。中部的白沙、保亭、琼中、五指山形成交通优势度低值区。

## 4.2 区域经济发展水平评价结果分析

**4.2.1 计算过程与结果** 本研究中计算得到 KMO 值为 0.817,符合统计学家 Kaiser 给出的适宜做因子分析的标准。同时采用球形检验法检验相伴概率为 0.000,小于显著性水平 0.05,因此拒绝零假设,认为所选数据适合做因子分析。



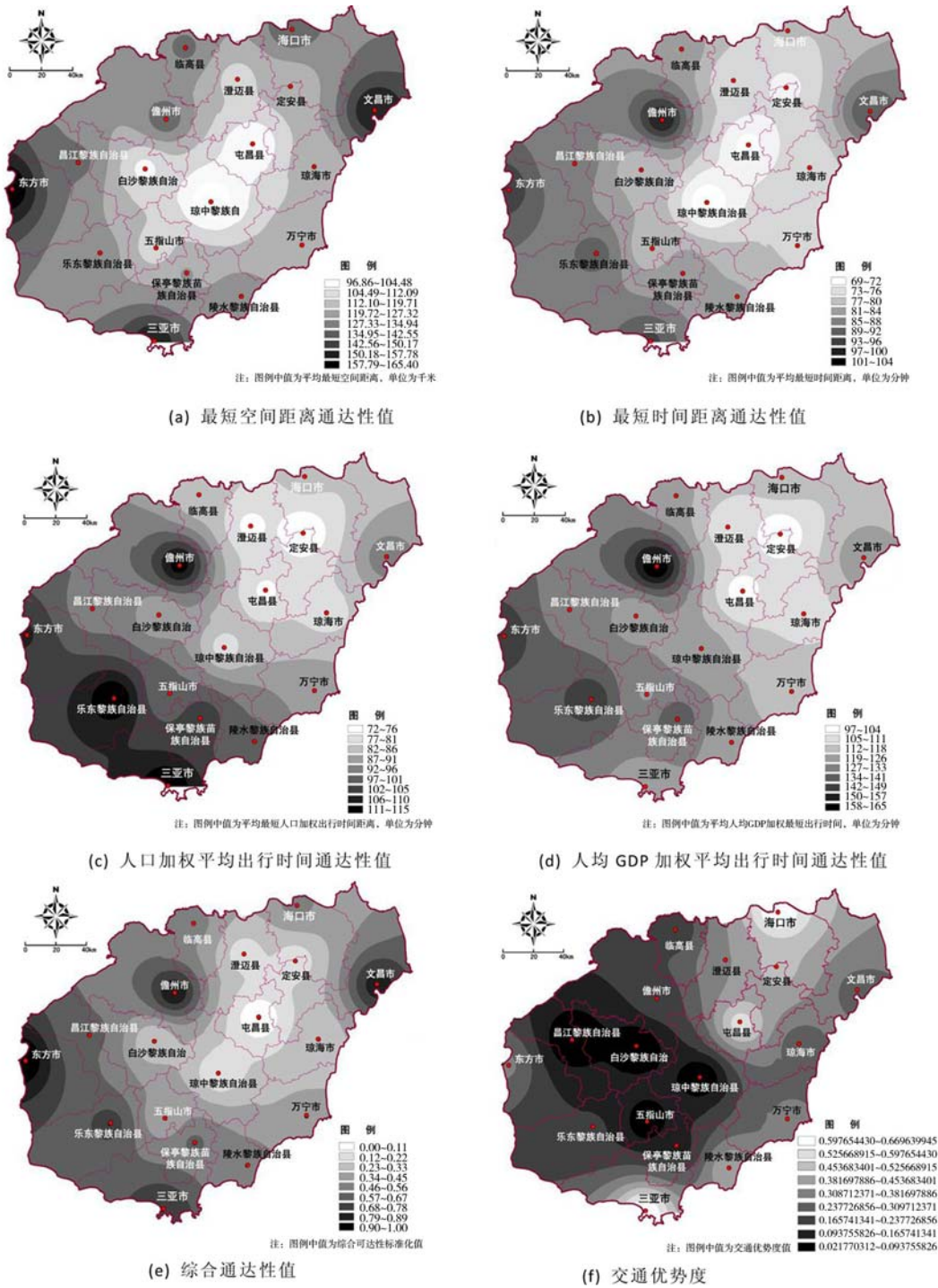


图 5 海南省通达性及交通优势度空间格局图

Fig. 5 Spatial distribution of accessibility and transport superiority in Hainan (2009)

利用 SPSS16.0 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 4 个主因子,累计方差贡献率达到 88.25%,能解释海南省各县市的经济发展综合水平(表 2)。由主成分载荷矩阵可看出,第一主成分与 GDP、全社会固定资产投资、公路货物运输量、公路旅客运输量有较大的正相关,说明第一主成分在一定程度上集中反映了经济综合实力及交通运输情况;第二主成分在非农业人口占总人口的比重、每万人口拥有床位数、每万人口拥有执业医师数上具有较大的载荷,说明第二主成分在一定程度上代表着社会基础设施建设情况;第三主成分与农民人均纯收入、城镇居民人均年可支配收入、人均 GDP 有较大的正相关,说明第三主成分在一定程度上代表着人民生活水平均量;第四主成分与在岗职工年平均工资、从业人员占总人口比例、人均第二产业总产值有较大的正相关,可解释为综合因子。

表 2 正交旋转后主成分载荷矩阵

Tab. 2 The rotated component matrix using method of varimax

指标	公因子				指标	公因子			
	F1	F2	F3	F4		F1	F2	F3	F4
GDP	0.902	0.278	0.316	0.040	非农业人口占总人口的比重	0.312	0.870	-0.151	0.083
全社会固定资产投资	0.755	0.435	0.434	0.090	从业人员占总人口比例	0.503	0.247	0.416	0.319
社会消费品零售总额	0.934	0.278	0.172	0.109	城镇居民人均年可支配收入	0.231	-0.091	0.707	0.069
财政收入占 GDP 比重	-0.041	0.656	0.649	0.178	人均城乡居民储蓄存款余额	0.649	0.465	0.441	0.199
人均 GDP	0.550	0.363	0.697	0.154	在岗职工年平均工资	0.401	0.411	0.542	0.423
人均一产生生产总值	0.033	-0.170	0.004	-0.963	农民人均纯收入	0.453	-0.241	0.771	-0.078
人均二产生生产总值	0.869	0.311	0.194	0.256	每万人执业医师数	0.570	0.721	0.272	0.211
人均三产生生产总值	0.014	-0.184	-0.176	-0.906	每万人床位数	0.208	0.824	-0.051	0.253
总人口	0.881	0.027	0.302	-0.251	公路货物运输量	0.948	0.185	0.156	-0.002
人口密度	0.879	0.001	0.297	-0.202	公路旅客运输量	0.950	0.205	0.101	0.087

计算各主成分上的得分,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,加权求和得各县市经济发展水平的综合指数(表 3)。该指数越高,说明该地区经济发展水平越高,反之越低。

**4.2.2 区域经济发展水平分析** 不同特质的空间格局往往是由于地理变量的空间关联导致的邻域空间的趋同与分异、距离空间的增强和衰弱而形成<sup>[33]</sup>。通过分析,发现海南省区域经济发展差异较大,呈现出“两极分化”的特征(图 7),海口经济发展水平最高,经济发展综合得分达到 2.37,是经济发展水平最低的保亭县(0.20)的近 12 倍。海口、三亚的土地面积占海南省土地总面积的 12.16%,但产出的 GDP 达海南省 46.22%;剩余的 16 个县市 87.84%的土地上仅产出 53.78%的 GDP。此外,海口、三亚为南北两端的中心,具有较高的经济发展水平和区位指向性。同时也可看出目前海口的辐射带动能力较显著,其集聚力和向心力显著大于三亚。海口周边的文昌、澄迈、琼海等受到中心城市的辐射带动明显,经济发展水平较高。而三亚的辐射带动能力还未充分显现,其周边的陵水、保亭、乐东等县市经济发展水平仍普遍较低。

海南省区域经济发展水平呈“凹”型空间格局,具有明显的“反自然梯度”特征。海南岛外围低平,中间高耸,由山地、丘陵、台地、平原构成了环形层状的地形地貌特征,

表 3 海南省各县市经济发展水平综合得分及排名

Tab. 3 The score and rank of economic development level in Hainan

	F1	F2	F3	F4	综合得分	地理区位	地区平均综合得分	位次
海口市	3.938599	0.376371	-0.06698	0.378536	2.368221			1
三亚市	2.037769	-0.29632	-0.77887	1.256959	1.139189			2
文昌市	0.91837	0.432234	-0.81194	0.491257	0.556894	东海岸地区	0.940835	6
琼海市	1.181953	0.339904	-1.25015	0.642435	0.665062			3
万宁市	0.839443	0.554937	-0.38342	0.393055	0.563067			5
陵水县	0.440062	0.48211	-0.07779	0.510755	0.352575			12
澄迈县	0.762868	0.255677	-0.49443	0.379078	0.460894			9
临高县	0.465883	1.001526	-0.03735	0.814119	0.468999			8
儋州市	0.721645	1.130037	0.035998	0.969352	0.653076	西海岸地区	0.473078	4
东方市	0.927804	0.195276	-0.74292	0.260772	0.518974			7
乐东县	0.477291	0.294202	-0.22485	0.234324	0.316781			14
昌江县	0.813954	-0.23052	-0.48619	0.463326	0.419742			10
定安县	0.498797	0.205911	-0.12671	0.286539	0.327047			13
屯昌县	0.380166	0.291412	-0.04283	0.434363	0.286788			15
琼中县	0.312529	0.044717	0.33057	0.642376	0.253253	岛中部地区	0.282965	16
白沙县	0.367418	-0.13783	0.136622	0.358812	0.224022			17
保亭县	0.331344	-0.21256	0.244107	0.358942	0.200887			18
五指山市	0.794661	-0.78481	0.345958	0.647261	0.405796			11

梯级结构明显。其中山地主要分布在岛中部偏南地区，丘陵主要分布在西北、西南部等西海岸地区，而东海岸地区多为滨海平原，地势平缓，三个区域恰好呈领奖台形状分布。区域经济发展格局正好相反，东海岸县市经济发展水平明显高于岛中部及西海岸地区。中部地区经济实力普遍低下，形成经济发展的洼地。

## 5 海南省区域交通优势度与经济发展的空间关系

对比海南省区域交通优势度与经济发展的空间格局，呈现出以下主要关系特征：

(1) 交通优势对区域经济增长具有重要推动作用，区域交通优势度与经济发展水平具有较高的空间耦合性。海南省各县市交通优势度和经济发展水平的排名趋势基本一致(图 6、图 7)。其中，海口、三亚无论是交通优势度排名还是经济发展水平排名，均位于第一、二位。二者的交通网络枢纽和经济发展中心的优势得以充分体现。定安、屯昌的交通优势度排名与经济发展水平排名出现一定的差异性。究其原因是由于在交通优势度的分析中考虑了地理区位与邻近度的影响，定安紧邻中心城市海口，邻近度高，而屯昌位于海南岛较中心位置，因此二者虽然经济发展水平排名并不靠前，却具有较高的交通优势度。总之，交通优势度是海南省区域经济发展的重要支撑要素之一，加强交通运输的发展对于促进地区经济和社会的发展，具有重要的意义。

(2) 交通网络密度、邻近度是区域经济发展的重要支撑要素。从交通优势度的单项指标和经济发展水平进行对比分析，发现海南省交通网络密度、邻近度与经济发展水平呈现较高的空间耦合度，呈较强的正相关关系。这充分说明交通网络发育的完善程度和接受

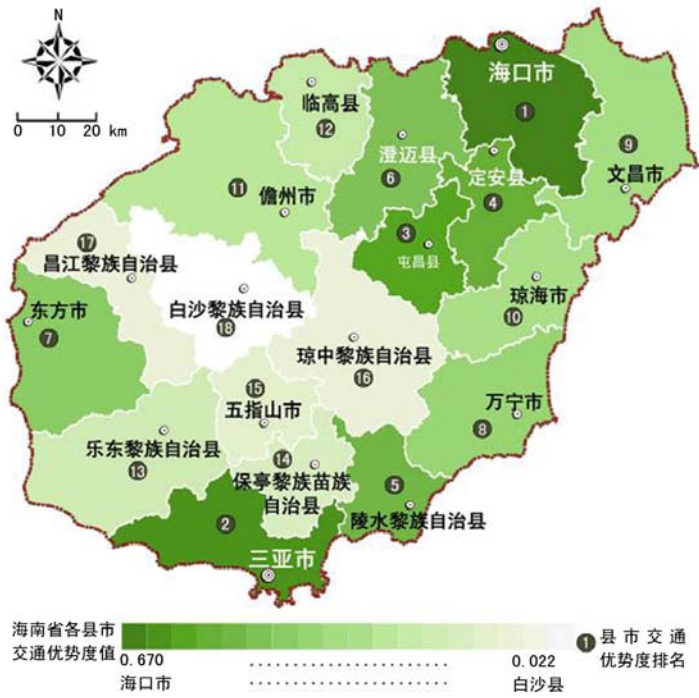


图 6 海南省交通优势度空间格局

Fig. 6 Spatial distribution of transport

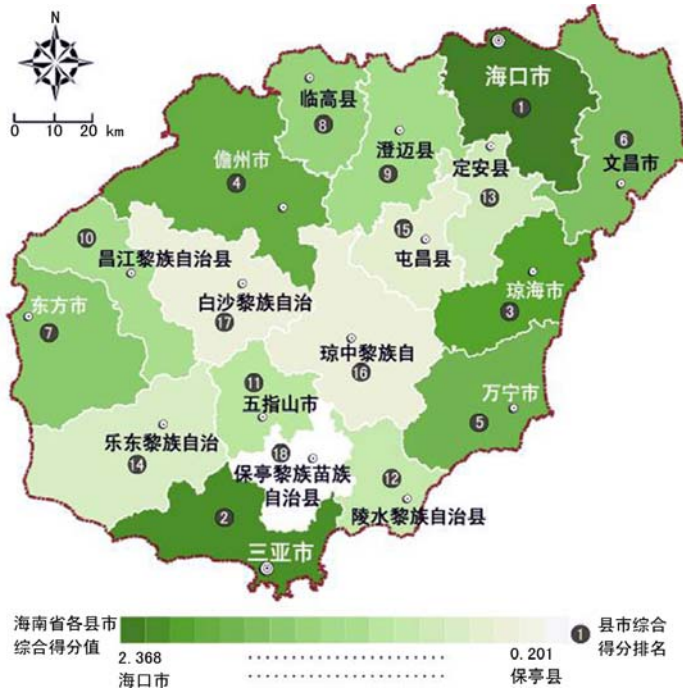


图 7 海南省各縣市经济发展水平综合得分空间格局

Fig. 7 Spatial distribution of economic superiority  
in Hainan development level in Hainan

中心城市社会经济辐射能力的区位优势对区域经济发展有着很高的支撑作用。

(3) 就单一因素而言, 区域道路通达性空间格局受“空间距离衰减规律”及划定外部影响边界的影响, 对区域经济的变化不具有显著的响应关系, 单纯使用道路通达性来衡量地区的交通发展优势具有局限性。对比海南省区域交通优势度中的单一指标道路通达性的空间格局与经济发展水平空间格局, 可发现二者具有一定的差异性。通达性空间格局中, 中部地区的屯昌、琼中、白沙、定安的通达性相对较优, 但在经济发展水平空间格局中, 它们却位于经济发展的洼地。究其原因, 主要为通达性的研究中存在难于确定研究区域外部影响边界的问题, 因此, 大多关于通达性的评价模型均将研究区域假设为“孤岛”, 更多的考虑区域内部交通网络的便捷程度及连通度, 而忽略了该区域与区域外部的联系。因此导致研究区域内节点的地理区位因素对通达性水平具有决定性的意义, 如研究区域的中心城市恰好位于区域几何中心, 则经济发展水平格局与通达性格局耦合程度较高。但前文中已有介绍海南特殊的地理特征及中心城市分位于南北两端的空间格局, 使得海南省通达性空间格局与经济发展水平空间格局存在显著差异。

(4) 区域交通系统有内外联系双重作用, 对如海南的海岛型区域来说, 海岛内部城市间的交通联系便捷度并不是区域经济发展的决定性因素, 与海岛外大陆腹地的交通联系便捷度在更大程度上决定了城市的交通优势度及经济发展水平。海口、三亚作为区域中心城市, 虽然并不位于海南省的地理几何中心, 但拥有机场、港口等重要对外交通枢纽, 交通优势度大大提升, 对区域经济发展具有重要意义, 并具有统领空间结构的能力。

## 6 结论

本文以海南省为实例, 以县域为基本单元, 运用 GIS 空间分析技术, 采用多指标, 从多角度系统度量了交通网络的地域空间特征, 并揭示其与区域经济发展空间格局的内在联系, 主要得到以下研究结论:

(1) 交通网络密度和邻近度空间格局基本一致, 总体格局形成三大梯度板块。海南省交通网络密度及邻近度呈现出明显的东部高, 中西部低的格局, 形成三大梯度板块: 海口、定安、澄迈高值板块, 三亚陵水高值板块及昌江、白沙、琼中、五指山低值板块。

(2) 通达性空间格局呈现出微破碎化的圈层结构, 铁路对通达性总体格局影响不明显。时空通达性格局基本吻合, 呈现出圈层结构。人口、人均 GDP 加权通达性格局与时空通达性格局相比, 均出现封闭等通达性圈破碎化的现象。综合通达性格局中东部地区的通达性整体水平明显高于外围地区, 且等通达性圈呈现出东北向西南伸展的态势。目前, 公路交通对海南省通达性水平起着决定性作用。

(3) 交通优势度区域差异明显, 表现出空间集聚现象和较强的空间自相关性。海南省交通优势度大致表现为由东部沿海及北部向中西部递减的趋势, 且交通优势度高值区和低值区在空间呈现相对集聚分布的态势。

(4) 海南省区域经济发展差异较大, 呈现出“两极分化”的特征及“凹”字型空间格局。东海岸县市经济发展水平明显高于岛中部及西海岸地区。中部地区经济实力普遍低下, 形成经济发展的洼地。

(5) 交通优势度空间格局与区域经济发展水平有较高的空间耦合性, 具有明显的“反自然梯度”特征。但通达性和经济发展水平空间格局却并不吻合。主要是由于通达性的评价模型更多的考虑区域内部交通网络的便捷程度及连通度, 导致研究区域内节点的

理区位因素对通达性水平具有决定性的意义。

根据以上分析,建议在海南国际旅游岛的建设中利用东部沿海地区的交通区位优势进行经济发展引导,将其交通优势转化为发展优势。同时加强中部地区的交通基础设施建设,增强交通网络的平衡和稳定性。

#### 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. 地理学报, 2008, 63(8): 787~798.
- [2] Banister D, J Berechman. Transport investment and economic development. USA: UCL Press, 2000. 33~40.
- [3] Aschauer D. Is public expenditure productive? Journal of Monetary Economics, 1989, 23(2): 177~200.
- [4] Munnell A. Why has productivity growth declined? Productivity and public investment. New England Economic Review, 1990, 3(1): 3~22.
- [5] Garcia-Mila T, McGuire T, Porter R. The effect of public capital in state-level production functions reconsidered. The Review of Economics and Statistics, 1996, 78(1): 177~180.
- [6] Démurger S. Infrastructure development and economic growth: An explanation for regional disparities in China? Journal of Comparative Economics, 2001, 29(1): 95~117.
- [7] Holtz-Eakin D, A Schwartz. Spatial productivity spillovers from public infrastructure: Evidence from state highways. International Tax and Public Finance, 1995, 2(3): 459~468.
- [8] Paez A. Network accessibility and the spatial distribution of economic activity in Eastern Asia. Urban Studies, 2004, 41(11): 2211~2230.
- [9] Rietveld P. Infrastructure and spatial economic development. The Annals of Regional Science, 1995, 29(2): 117~119.
- [10] Vickerman R. The regional impacts of trans-European networks. The Annals of Regional Science, 1995, 29(2): 237~254.
- [11] Vickerman R. Location, accessibility and regional development: The appraisal of trans-European networks. Transport Policy, 1995, 2(4): 225~234.
- [12] Gutiérrez J, P Urbano. Accessibility in the European Union: The impact of the trans-European road network. Journal of Transport Geography, 1996, 4(1): 15~25.
- [13] Holl A. Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme. Journal of Transport Geography, 2007, 15(4): 286~297.
- [14] Gutiérrez J, R Gonzalez, G Gomez. The European high-speed train network: Predicted effects on accessibility patterns. Journal of Transport Geography, 1996, 4(4): 227~238.
- [15] Sasaki K, T Ohashi A Ando. High-speed rail transit impact on regional systems: Does the Shinkansen contribute to dispersion? The Annals of Regional Science, 1997, 31(1): 77~98.
- [16] Dundon-Smith D, R Gibb. The Channel Tunnel and regional economic development. Journal of Transport Geography, 1994, 2(3): 178~189.
- [17] 曹小曙, 阎小培, 等. 穗深港巨型城市走廊空间演化研究. 北京: 商务印书馆, 2006. 35~40.
- [18] 吴威, 曹有挥, 曹卫东, 等. 长江三角洲公路网络的可达性空间格局及其演化. 地理学报, 2006, 61(10): 1065~1074.
- [19] 刘承良, 余瑞林, 熊剑平, 等. 武汉都市圈路网空间通达性分析. 地理学报, 2009, 64(12): 1488~1498.
- [20] Li J, J Duan. Multi-scale representation of urban spatial morphology based on GIS and spatial syntax. Journal of Central China Normal University(Natural Sciences), 2004, 38(3): 383~387.
- [21] 封志明, 刘东, 杨艳昭. 中国交通通达度评价: 从分县到分省. 地理研究, 2009, 28(3): 419~429.
- [22] 刘继生, 陈彦光. 交通网络空间结构的分形维数及其测算方法探讨. 地理学报, 1999, 54(5): 471~478.
- [23] 曹小曙, 阎小培. 经济发达地区交通网络演化对通达性空间格局的影响: 以广东省东莞市为例. 地理研究, 2003, 22(3): 305~312.
- [24] 金凤君, 王姣娥. 20世纪中国铁路网扩展及其空间通达性. 地理学报, 2004, 59(2): 293~302.
- [25] 韩增林, 杨荫凯, 张文尝, 等. 交通经济带的基础理论及其生命周期模式研究. 地理科学, 2000, 20(4): 295~300.

- [26] 张文尝. 工业波沿交通经济带扩散模式研究. 地理科学进展, 2000, 19(4): 335~342.
- [27] 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. 地理学报, 2008, 63(4): 428~436.
- [28] 王振波, 徐建刚, 朱传耿, 等. 中国县域可达性区域划分及其与人口分布的关系. 地理学报, 2010, 65(4): 416-426.
- [29] 俞勇军, 陆玉麒. 交通投资与经济发展的关系及其区域效应评价方法研究. 人文地理, 2005, 81(1): 27~31.
- [30] 麻清源, 马金辉, 张超. 基于网络分析的交通网络评价及其与区域经济发展关系研究. 人文地理, 2006, 90(4): 113~116.
- [31] 李九全. 陕西省城市竞争力及其通达性比较研究. 地理科学, 2008, 28(4): 471~477.
- [32] 蒋海兵, 徐建刚, 祁毅, 等. 基于时间可达性与伽萨法则的大卖场区位探讨——以上海市中心城区为例. 地理研究, 2010, 29(06): 1056~1068.
- [33] 曹小曙, 张利敏, 薛德升, 等. 中国城市交通运输发展水平等级差异变动特征. 地理学报, 2007, 62(10): 1034~1040.
- [34] 李平华, 陆玉麒. 可达性研究的回顾与展望. 地理科学进展, 2005, 24(3): 69~78.
- [35] 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. 地理研究, 2010, 29(02): 351~360.

## The relationship between regional transport superiority and regional economic performance in Hainan

HUANG Xiao-yan<sup>1,2</sup>, CAO Xiao-shu<sup>1</sup>, LI Tao<sup>1</sup>

(1. School of Geography and Planning, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China;

2. School of Civil Engineering and Architecture, Southwest University of Science and Technology, Mianyan 621010, Sichuan, China)

**Abstract:** This study takes Hainan as a case and its 18 counties as basic unit for analysis. Choosing 3 indexes, including transport network density, proximity and accessibility, this paper constituted the spatial mathematical model to evaluate transport superiority degree firstly. Then, by utilizing GIS and IDW (Inverse Distance Weighted) technology, this paper studied spatial characteristic of transport network in Hainan. Moreover, we selected 4 aspects, i. e., total economic output and industrial structure, population and urbanization, living standards, transportation and the urban construction, 20 indexes all together and uses SPSS16.0 software with principal component analysis to quantitatively evaluate the level of economic development. By analysing spatial characteristic and summarizing spatial disciplinarian, this paper studied the relationship between regional transport superiority and economic performance in Hainan. The results showed that there were great differences in spatial distribution patterns between accessibility and economic development. But the spatial distribution patterns of transport superiority and regional economic performance are coherent, and there are positive relations between them, which showed an opposite spatial arrangement with geographic characteristics in Hainan.

**Key words:** transport superiority; proximity; accessibility; regional economic performance; Hainan