

DOI: 10.5846/stxb202003150551

夏四友,文琦,许昕,刘笑杰,宋永永.空间相关视阈下浙江省县域生态文明建设空间格局分析.生态学报,2021,41(13):5223-5232.

Xia S Y, Wen Q, Xu X, Liu X J, Song Y Y. Spatial pattern of ecological civilization construction in Zhejiang Province from the perspective of spatial correlation. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(13): 5223-5232.

空间相关视阈下浙江省县域生态文明建设空间格局分析

夏四友^{1,2}, 文琦^{3,*}, 许昕⁴, 刘笑杰⁵, 宋永永⁶

1 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101

2 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049

3 宁夏大学地理科学与规划学院, 银川 750021

4 南京邮电大学人口研究院, 南京 210042

5 兰州大学资源环境学院, 兰州 730000

6 陕西师范大学地理科学与旅游学院, 西安 710119

摘要:生态文明是社会文明的重要表征,是经济、政治、文化、社会的重要组成部分。利用“2017 年浙江省生态文明建设年度评价结果公报”的指标数据,对绿色发展指数及 6 个分维度指数的空间格局进行研究,探讨空间相关视阈下浙江省县域生态文明建设的空间格局。结果表明:(1)浙江省各市域绿色发展指数及分维度指数的差异明显,杭州市的绿色发展指数最高,而嘉兴市的绿色发展指数处于最低水平。(2)浙江省绿色发展指数存在空间自相关特征,但 Global Moran's I 并不高。在分维度指数中,除资源利用外,环境治理、环境质量、生态保护、增长质量和绿色生活都存在明显的空间自相关性。(3)发达县域间存在资本、人才和技术的流动,有足够的经济实力和技术投入到环境污染治理和防止、生态环境保护和修复中,形成绿色发展的扩散互溢区。而欠发达县域以资源环境为代价的不持续发展方式对提高绿色发展指数具有明显的制约作用,呈现极化效应和低速增长态势。(4)研究认为可利用空间相关性发挥县域间生态文明建设的带动作用,实现生态文明建设整体水平的提高。一方面要构建跨区域绿色发展的协作机制,落实跨区域的生态补偿机制;另一方面要积极发挥试点和示范的带动作用,产生正外部性溢出效应。

关键词:空间相关性;生态文明建设;绿色发展;空间格局;浙江省

Spatial pattern of ecological civilization construction in Zhejiang Province from the perspective of spatial correlation

XIA Siyou^{1,2}, WEN Qi^{3,*}, XU Xin⁴, LIU Xiaojie⁵, SONG Yongyong⁶

1 Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China

2 College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 School of Geography and Planning, Ningxia University, Yinchuan 750021, China

4 Population Research Institute, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210042, China

5 College of Earth and Environmental Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

6 School of Geography and Tourism, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China

Abstract: Ecological civilization is an important symbol of social civilization and an important part of economy, politics, culture and society. This paper uses the index data of the “Bulletin of 2017 Annual Evaluation Result of Ecological

基金项目:国家自然科学基金项目(41261040)

收稿日期:2020-03-15; 修订日期:2021-01-09

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: wenq98@163.com

Province. The results show that: (1) The differences between the green development indexes and sub-dimension indexes of different cities in Zhejiang are obvious. Hangzhou has the highest green development index, while Jiaxing's green development index is at the lowest level. (2) There is spatial autocorrelation in the green development index, but the Global Moran's I is not high. However, in the sub-dimension index, there are obvious spatial autocorrelations in environmental governance, environmental quality, ecological protection, growth quality and green life except resource utilization. (3) There is a flow of capital, talents, and technology among the developed counties, and there is sufficient economic strength and technology to invest in environmental pollution control and prevention, and ecological environment restoration and protection, forming a green development diffusion and spillover area. However, the unsustainable development mode of the undeveloped counties at the cost of resources and environment has obvious constraints on improving green development indicators, showing a polarization effect and a low-speed growth trend. (4) It is considered that the spatial correlation can play a leading role in the construction of ecological civilization among counties, and to improve the overall level of ecological civilization construction. On the one hand, we need to build a cross-regional green development cooperation mechanism and implement a cross-regional ecological compensation mechanism; on the other hand, we should give full play to the leading role of pilot and demonstration to produce positive externality spillover effect.

Key Words: spatial correlation; eco-civilization construction; green development; spatial pattern; Zhejiang Province

改革开放以来,随着城镇化、工业化的快速发展,中国面临着区域发展不协调、资源环境约束持续趋紧、生态环境污染严重等问题,这对我国实现经济社会可持续发展构成巨大挑战。特别是进入新世纪以来,“自然-经济-社会”复合系统的失衡日益凸显,对社会经济可持续发展构成巨大威胁,推进生态文明建设成为推动经济社会可持续发展备受关注的路径^[1]。2012年党的十八大审时度势,创新地提出“大力推进生态文明建设”,党的“十九大”也进一步作出了加快生态文明建设的战略部署。近几年,浙江省一方面通过五水共治、淘汰高污染产能和落后生产方式、促进企业转型升级等一系列措施,绿色发展取得了一定的成绩^[2],同时还通过探索全新自然保护体系、推动生态环境建设与民生建设相结合等措施有效推动生态文明建设,对全国生态文明建设起到了积极示范带动效果^[3]。但浙江省各地区的绿色发展水平也不尽相同,揭示空间相关视角下浙江省绿色发展的空间格局特征,是面向国家生态文明建设战略需求并实现浙江省生态文明建设生产要素优化配置和提质增效的重要前提,也是本文试图解决的问题。

通过梳理文献发现,国内外对生态文明建设的相关研究主要聚焦于以下几个方面:①研究内容包括生态文明建设的科学内涵与基本路径^[4]、评价指标体系构建^[5-7]、生态文明建设水平^[8-9]、效率测算^[10-11]及生态文明区划^[12]等;②评估方法包括层次分析法^[13]、熵值法^[14]、综合指数法^[7]、主成分分析^[15]、灰色关联分析^[16]等;③研究尺度涉及洲际^[17]、国家^[14,18]、区域^[19-20]、省际^[21-22]、市域^[6,23]等多种空间尺度生态文明建设探讨。近年来,学者开始采用空间分析方法研究生态文明建设的时空格局特征,如李庆分析发现各省域绿色发展指数存在空间自相关特征,Global Moran's I 并不高,但是构成绿色发展指标的6个分维度指标却普遍具有显著并且强烈的空间自相关特征^[24];李巍等发现中国生态文明建设效率较高的省域在地理分布上具有明显的区域聚集性^[25];成金华等研究表明中国生态文明发展水平空间集聚特征明显,且生态文明发展水平具有明显的空间溢出效应^[26]。

绿色发展与生态文明建设是相辅相成的关系。即加快绿色发展,是推进生态文明建设的关键和基础,而推进生态文明建设是实现绿色发展的深化和保障,二者之间存在内在一致性及紧密的逻辑顺承性。浙江省绿色发展指标体系,涵盖国民经济和社会发展以及生态文明建设等多个方面,对各县域资源利用、环境治理、环境质量、生态保护、增长质量、绿色生活等方面进行评估,生成各县域绿色发展指数,能够科学全面的评估浙江省生态文明建设情况。虽然目前中国在生态文明建设的研究领域已取得较大进展,但现有研究尺度多集中于较大空间尺度,从县域层面对生态文明建设的空间分异研究仍处于相对缺失状态。县域作为支撑新时代中国

建设生态文明的空间载体,也是落实生态文明建设的主要抓手,厘清县域绿色发展的空间相关性,对制定符合区域生态文明建设的宏观政策、因地制宜建设生态文明具有重要指导作用。此外,生态文明建设是人文-经济地理学研究的重要议题^[27],以地理视角为切入点来考察生态文明建设的空间格局具有一定现实意义。鉴于此,本文利用“2017 年浙江省生态文明建设年度评价结果公报”提供的 89 个县(市、区)的绿色发展指标数据,运用空间自相关方法从全局和局部视角对浙江省绿色发展指数及 6 个分维度指数的空间分异特征进行分析,理清浙江省生态文明建设的空间分异规律,力求探索空间相关性对浙江省生态文明建设的影响,以期对浙江省推进生态文明建设提供参考借鉴。

1 研究方法 with 数据来源

1.1 研究方法

地理学第一定律指出,地理事物在空间上互为相关,呈现集聚、随机与离散三种分布形态,且空间相关性随着距离的增加呈现递减态势^[28-29]。空间自相关包括全局空间自相关(Global Moran's I)和局部空间自相关(Local Moran's I),能够从全局和局部视角刻画地理事物的空间相关性,准确识别地理事物在空间上的相互依赖性,为探索地理事物的时空集聚与演变规律提供依据^[30-31]。因此本文选取空间自相关分析探究空间相关视角下的浙江省生态文明建设的空间格局特征。

(1) 全局空间自相关模型的表达式为^[29]:

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (y_i - \bar{y}) (y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} \sum_{j=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

式中: I 是全局自相关指数; n 为县域总数; y_i 和 y_j 分别为 i 县域和 j 县域的绿色发展指数(分维度指数); $\bar{y}$ 为绿色发展指数(分维度指数)均值; W_{ij} 为空间权重矩阵; I 值在 $[-1, 1]$ 之间, $I > 0$,表示绿色发展指数(分维度指数)在空间呈正相关和集聚分布; $I = 0$,表示绿色发展指数(分维度指数)在空间呈随机分布; $I < 0$,表示绿色发展指数(分维度指数)在空间呈负相关和离散分布^[29]。

(2) 局部空间自相关模型的计算公式为^[29]:

$$I_i = \frac{n(y_i - \bar{y}) \sum_{j=1}^n W_{ij} (y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2)$$

式中: I_i 是 i 县域的局部自相关指数,通过局部空间自相关散点图,可构建出四种反映浙江省绿色发展空间分异的集聚类型^[32-33],各类型的含义及定义见表 1。

表 1 局部 Moran's I 指数集聚类型

Table 1 The type classification of Local Moran's I

类型 Type	含义 Implication	定义 Definition
高高集聚 High-High cluster(H-H)	研究县域与周围县域呈现高属性值邻接	扩散互溢区
低高集聚 Low-High cluster(L-H)	研究县域低属性值与周围县域高属性值邻接	极化效应区
低低集聚 Low-Low cluster(L-L)	研究县域与周围县域周围低属性值邻接	低速增长区
高低集聚 High-Low cluster(H-L)	研究县域高属性值与周围县域低属性值邻接	落后过渡区

1.2 指标体系与数据来源

2017 年中共浙江省委办公厅、浙江省人民政府办公厅印发了《浙江省生态文明建设目标评价考核办法》,省发展改革委、省统计局、省环保厅、省委组织部也印发了《浙江省绿色发展指标体系》和《浙江省生态文明建设考核目标体系》^[34]。其中绿色发展指标体系涵盖资源利用、环境治理、环境质量等 6 个方面,涉及 55 项评

价指标^[35],浙江省绿色发展指标体系见表2。

表2 浙江省绿色发展指标体系
Table 2 Green development index system in Zhejiang

目标层 Target layer	准则层 Rule layer	指标层 Index layer
绿色发展 Green development	资源利用	能源消费总量(万t标准煤)、单位GDP能源消耗降低(%)、单位GDP二氧化碳排放降低(%)、可再生能源生产量(万kW·h)、用水总量(亿m ³)、万元GDP用水量下降(%)、单位工业增加值用水量降低率(%)、农田灌溉水有效利用系数(-)、耕地保有量(hm ²)、新增建设用规模(hm ²)、单位GDP建设用地面积降低率(%)、资源产出率(万元/t)、一般工业固体废物综合利用率(%)、农作物秸秆综合利用率(%)
	环境治理	化学需氧量排放总量减少(%)、氨氮排放总量减少(%)、二氧化硫排放总量减少(%)、氮氧化物排放总量减少(%)、危险废物处置利用率(%)、生活垃圾无害化处理率(%)、污水集中处理率(%)、环境污染治理投资占GDP比重(%)、农村生活垃圾减量化资源化无害化处理建制村覆盖率(%)、城镇生活垃圾增长率(%)
	环境质量	空气质量优良天数比率(%)、细颗粒物(PM _{2.5})浓度降低率(%)、地表水达到或好于Ⅲ类水体比例(%)、地表水劣Ⅴ类水体比例(%)、重要江河湖泊水功能区水质达标率(%)、县级以上城市集中式饮用水水源水质达标率(%)、近岸海域水质优良(一、二类)比例(%)、受污染耕地安全利用率(%)、单位耕地面积化肥使用量(kg/hm ²)、单位耕地面积农药使用量(kg/hm ²)
	生态保护	森林覆盖率(%)、森林蓄积量(林木蓄积量)(亿m ³)、自然岸线保有率(大陆自然岸线保有长度)(km)、湿地保护率(%)、陆域自然保护区面积(hm ²)、海洋保护区面积(hm ²)、新增水土流失治理面积(hm ²)、新增矿山恢复治理面积(hm ²)
	增长质量	人均GDP增长率(%)、居民人均可支配收入(元/人)、第三产业增加值占GDP比重(%)、战略性新兴产业增加值占GDP比重(%)、研究与试验发展经费支出占GDP比重(%)
	绿色生活	公共机构人均能耗降低率(%)、绿色产品市场占有率(高效节能产品市场占有率)(%)、新能源汽车保有量增长率(%)、绿色出行(城镇每万人口公共交通客运量)(万人次/万人)、城镇绿色建筑占新建建筑比重(%)、县级以上城市建成区绿地率(%)、农村自来水普及率(%)、农村无害化卫生厕所普及率(%)

为体现公平性,对各地均暂缺数据的指标,其权数不变,取指标的个体指数值赋为最低值60参与指数计算^[34]。对有些地区没有的地域性指标,相关指标不参与绿色发展指数计算,其权数按比例分摊至其他指标,体现差异化。此外,部分地区由于确实不涉及相关工作而导致数据缺失的指标,经相关负责部门认定后,参照地域性指标进行处理。对于部分区级行政区域缺失的指标按两种方法处理。一是市区或市本级数据能相对准确反映各区实际情况的,经相关负责部门认定后,用市区或市本级数据替代;二是不适合用市区或市本级数据替代,相关指标不参与总指数计算,其权数按比例平均分摊至其他指标,体现差异化。上城区和下城区因地理、资源等条件所限,其生态保护指标空缺,为了更好体现空间相关性的影响,本文通过求取相邻区县的生态保护指标均值补齐。绿色发展指标体系、绿色发展指数及各分维度指数来自2018年中共浙江省委组织部、浙江省统计局、浙江省发展和改革委员会和浙江省生态环境厅联合发布的2017年浙江省生态文明建设年度评价结果公报,公报采用综合指数法对浙江省89个县(市、区)绿色发展指数及各分维度指数进行了测算,且明确指出生态文明建设评价按照《绿色发展指标体系》实施^[34]。

2 浙江省市域绿色发展指标及分维度指标状况

浙江省各市域绿色发展指数及分维度指数的差异明显(图1)。杭州市的绿色发展指数最高,且在环境治理、生态保护、增长质量和绿色生活方面位居全省首位,嘉兴市的绿色发展指数最低,且在环境质量和生态保护方面位居全省末尾行列。

具体而言:2017年全省绿色发展指数均值为79.30,杭州(80.67)、湖州(80.16)、金华(79.67)、台州(79.50)和温州(79.48)的绿色发展指数高于全省均值,其余市域的绿色发展指数低于平均值,其中舟山(78.95)、衢州(78.76)和嘉兴(77.69)的绿色发展指数低于79,排在全省后列。资源利用指数均值为80.51,排

名第一的是湖州(82.03),嘉兴(80.87)和衢州(80.75)紧随其后,金华(79.89)和绍兴(79.35)低于80,位居倒数第二和第一。环境治理指数均值为76.82,排名第一的是杭州(78.87),金华(78.22)和绍兴(78.12)排名第二和第三,衢州(74.94)和舟山(73.52)位居倒数第二和第一。环境质量指数均值为87.55,丽水(91.57)和衢州(90.33)位居第一和第二,嘉兴(78.9)位居倒数第一,其他市域介于80—90之间。生态保护指数均值为74.40,杭州(77.57)和丽水(77.41)位居第一和第二,嘉兴(68.86)低于70,位居倒数第一。增长质量指数均值为72.39,排名第一的是杭州(76.56),丽水(67.78)和衢州(68.34)低于70,位居倒数第一和第二,其他市域介于70—75之间。绿色生活指数均值为77.50,杭州(79.46)排名第一,丽水(72.73)位居倒数第一。

3 浙江省绿色发展指数及分维度指数相关性分析

3.1 浙江省绿色发展指数空间相关性

基于浙江省89个县(市、区)绿色发展指数,采用Geoda软件计算得到绿色发展指数的Global Moran's I (表3),发现2017年浙江省县域绿色发展Global Moran's $I=0.209, P=0.003$,表明浙江省绿色发展指数在5%水平上存在显著正的空间自相关关系,即绿色发展指数高的县域在空间呈现集聚分布态势,反之亦然。

表3 浙江省绿色发展指数及分维度指数的Global Moran's I

Table 3 Global Moran's I of green development index and its sub-dimensional index in Zhejiang

指数 Index	Moran's I	z	P
绿色发展 Green development	0.209	2.99	0.003
资源利用 Resource utilization	0.050	0.87	0.192
环境治理 Environmental governance	0.281	4.30	0.002
环境质量 Environmental quality	0.482	6.82	0.001
生态保护 Ecological protection	0.580	7.84	0.001
增长质量 Growth quality	0.489	6.96	0.001
绿色生活 Green life	0.312	4.65	0.001

Global Moran's I 仅能从总体上分析浙江省绿色发展指数的空间格局,而绿色发展指数的空间格局除了要了解全局特征,还需探索局部聚集格局。为进一步识别浙江省绿色发展指数的局部空间格局,采用Geoda软件计算浙江省绿色发展指数Local Moran's I 指数,并借助ArcGIS软件对其进行可视化表达,用以反映浙江省绿色发展指数局部空间格局(图2)。

总的来看,浙江省绿色发展指数空间分布表现出H-H和L-L两种集聚类型,该两种类型县域数量占比58.43%,说明浙江省绿色发展指数表现为由扩散互溢与低速增长两种空间分异特征所主导的空间自相关关系。

具体而言:“H-H”型县域主要包括上城、下城、江干、拱墅、西湖、滨江、余杭、富阳、桐庐等26个县域,县域数量占全省县域总数的29.21%。这些县域绿色发展指数都较高,而且受到周围县域的正向影响,绿色发展指数呈现扩散互溢特征,这些主要分布在浙江省经济较发达地区。“L-L”型县域主要包括海曙、镇海、鄞州、余

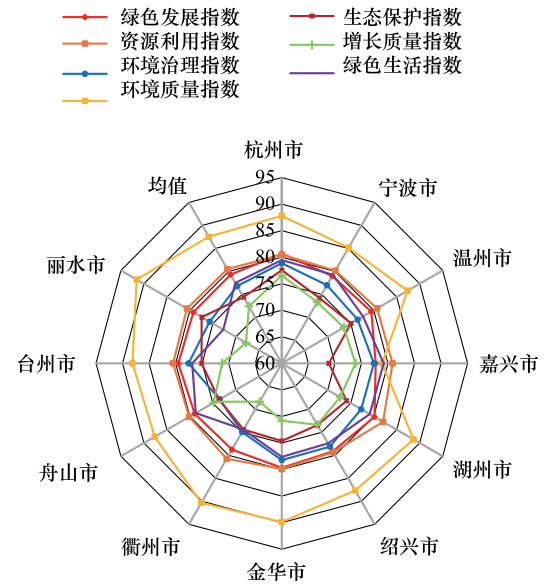


图1 浙江省绿色发展指数及分维度指数状况

Fig.1 The status of green development index and sub-dimensional index in Zhejiang

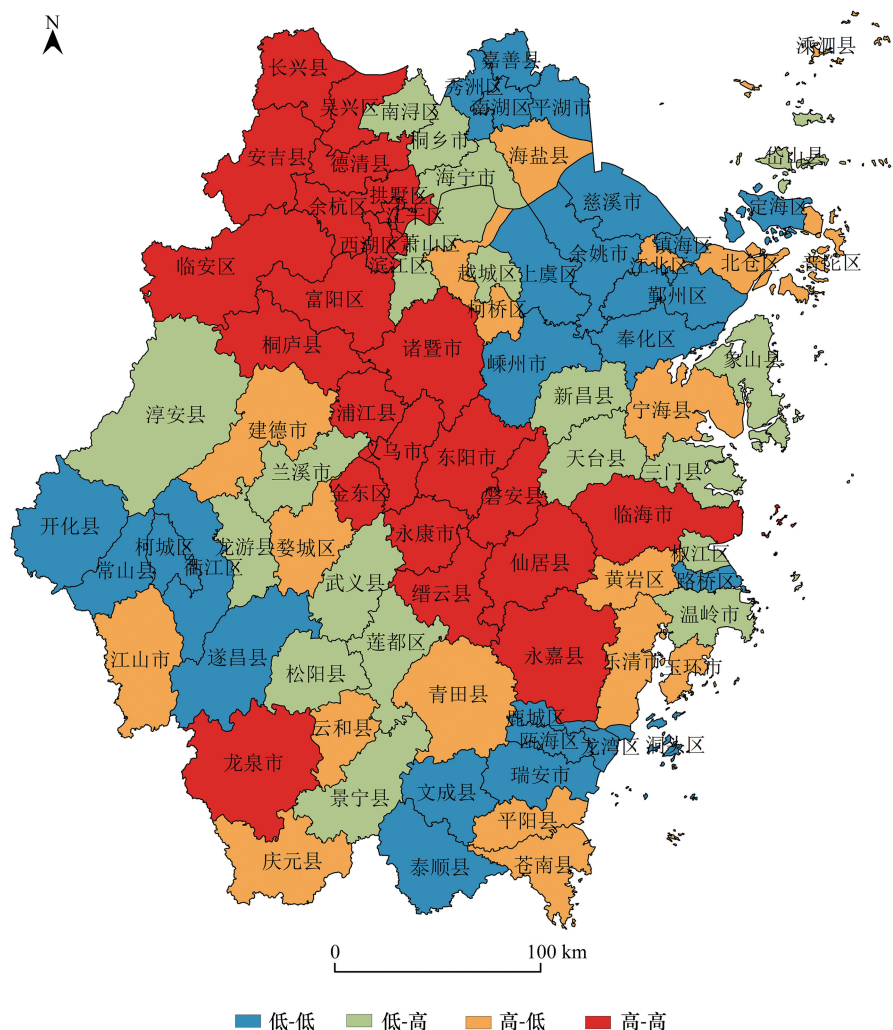


图2 浙江省绿色发展指数的 LISA 空间分布图

Fig.2 The spatial pattern of LISA of green development index in Zhejiang

LISA: 局部空间自相关图 Local indicators of spatial association

姚、慈溪、奉化、鹿城、龙湾和瓯海等 26 个县域,县域数量也占全省县域总数的 29.21%。这些县域及相邻县域绿色发展指数都相对较低,呈现低水平相关状态,这些县域大部分分布在浙江省生态环境压力较大的东北部地区 and 经济发展较弱的西南部地区。“L-H”型县域是本县域绿色发展指数较低,但其周围县域的绿色发展指数较高,包括萧山、淳安、象山、海宁、桐乡等 19 个县域,占比 21.35%;“H-L”型县域是本县域绿色发展指数较高,但其周围县域的绿色发展指数较低,建德、江北、北仑、宁海和平阳等 18 个县域处于这种状况,占比 20.22%。“L-H”和“H-L”型县域的绿色发展指数具有负相关特征,如云和县绿色发展指数 84.11,排名第 1,而与之相邻的莲都 79.42,排名第 45,松阳 79.37,排名第 48,景宁 78.87,排名第 68,云和属于“H-L”型,绿色发展指数高,但周边的莲都、松阳和景宁绿色发展指数较低,对云和产生负的相关作用,淳安属于“L-H”型,绿色发展指数较低,但周边的临安、桐庐绿色发展指数较高,对淳安产生正的相关效应。

3.2 浙江省绿色发展分维度指数空间自相关

采用 Geoda 软件测算浙江省绿色发展的 6 个分维度指数的 Global Moran's I (表 3) 和 Local Moran's I ,借助 ArcGIS 软件对分维度指数的 Local Moran's I 进行可视化表达(图 3)。

(1) 资源利用指数 Global Moran's $I=0.050$, $P=0.192$,表明浙江省资源利用指数 Global Moran's I 没有通

过显著性检验,空间相关性微弱。从图 3 可以看出,浙江省资源利用指数的“L-L”、“L-H”、“H-L”和“H-H”四种局部空间类型呈现分散分布形态。

(2)环境治理指数的 Global Moran's $I=0.281$, $P=0.002$,通过 5%显著性检验。从环境治理指标的主要内容看(表 2),环境治理指标主要侧重于与工业、城镇及经济发展相关的污染物排放控制和废弃物治理。浙江省在东西方向和南北方向上的工业化、城镇化和经济发展状况差异明显,各县域不同的工业化、城镇化和经济发展状况决定了各县域间在环境治理上的空间分异明显,相似性较差。故与环境质量、生态保护、增长质量和绿色生活指数相比,其空间相关性偏弱。

(3)环境质量指数 Global Moran's $I=0.483$,在 1%水平显著,空间自相关特征明显。从指标内容上可以看出(表 2),环境质量指数空间自相关特征背后是大气、水、土壤的环境质量水平差异形成的空间自相关分异。“H-H”型主要包括富阳、桐庐、淳安、建德、临安、宁海、永嘉、平阳、苍南和文成等 43 个县域,主要分布在广大中西部和南部地区,这些县域是浙江省环境质量最好的地区,也是污染排放量较小的地区,自身和周边县域环境质量改善都很显著。“L-L”型主要包括上城、下城、江干、拱墅、西湖、滨江、萧山、海曙、江北和北仑等 31 个县域,主要分布在东北和东南部县域,这些县域是经济发展水平较高,污染排放量较大和比较集中,自身和周边县域环境质量下降都很显著。值得注意的是部分县域的环境质量 LISA 类型空间分布与环境治理的空间分布形成了鲜明的反差,主要表现在环境治理“H-H”型的部分县域属于环境质量的“L-L”型,“L-L”型的县域大多数都分布在环境质量的“H-H”型,这种位置的反转说明尽管浙江省萧山、江干和镇海等发达县域具有较高的环境治理指数,而环境质量指数仍然低于开化、青田和江山等县域,反映出发展较快和开发强度高的县域的环境质量处于相对劣势,而发展较慢和开发强度低的县域具有明显的环境质量优势。由于大气、水、土壤等生态条件往往具有跨越县域行政边界的特征,使得各县域间环境质量差别的空间相关性得到强化,相邻县域环境质量具有明显的空间自相关特征。

(4)生态保护指数的 Global Moran's $I=0.580$,在 1%水平高度显著。由表 2 可知,生态保护指标与自然生态资源密切相关。浙江省位于长江下游地区,属亚热带季风气候,自然生态资源空间差异不显著,相似的生态资源禀赋决定了浙江省生态保护的空间趋同性明显,空间自相关关系较强。其中“H-H”型主要包括富阳、桐庐、淳安、建德、临安、象山、宁海、奉化、永嘉和平阳等 40 个县域,这些县域是浙江省生态保护较好和比较集中的地区,自身和周边县域生态保护指数较高。“L-L”型主要包括上城、下城、江干、拱墅、滨江、萧山、余杭、江北、北仑和镇海等 34 个县域,这些县域主要位于浙江省东北和东南部地区,经济发展较快、城镇化水平较高,人类经济活动对自然生态环境的干扰较强,自身和周边县域生态保护指数较低。浙江省生态保护 LISA 类型空间分布与环境质量的空間分布相似性较强,这种空间分布一致性说明环境质量较高的中西部地区生态保护较好,而环境质量较低的东北和东南部地区与中西部地区相比生态保护指数较低。

(5)增长质量指数 Global Moran's $I=0.489$,在 1%水平显著。其中桐庐、淳安、建德、鄞州、象山、宁海、永嘉、平阳、苍南和文成等 36 个县域属于“L-L”型,增长质量呈现低速增长态势;“H-H”型主要集中在北部的上城、下城、江干、拱墅、西湖、滨江、萧山、余杭、富阳和北仑等 35 个县域。浙江省各县域经济增长质量之间存在比较明显的空间自相关联系,但是广大中西部和南部县域的经济增长质量并不高,呈现低速增长态势,尚未形成高质量发展积极的溢出效应和正外部性示范带动作用。未来这些县域应借助空间相关性形成积极的溢出效应,提升经济增长质量,向“H-H”型转变。

(6)绿色生活指数 Global Moran's $I=0.312$,在 1%水平上表现出明显的空间自相关特征。绿色生活指标主要是与人民生活直接相关的生态文明建设内容(表 2),“H-H”型主要是北部县域,这些县域不仅绿色生活指数较高而且相互之间存在正向影响,“L-L”型主要是中西部和南部县域,这些县域不仅绿色生活指数较低而且相互之间存在负向影响。值得注意的是浙江省绿色生活 LISA 类型空间分布与增长质量的空間分布总体具有一致性,这种空间分布一致性说明增长质量指数较高的北部县域在构建绿色生活方面有经济基础,而增长质量指数较低的中西部和南部县域与北部县域相比,在构建绿色生活方面经济基础较差。

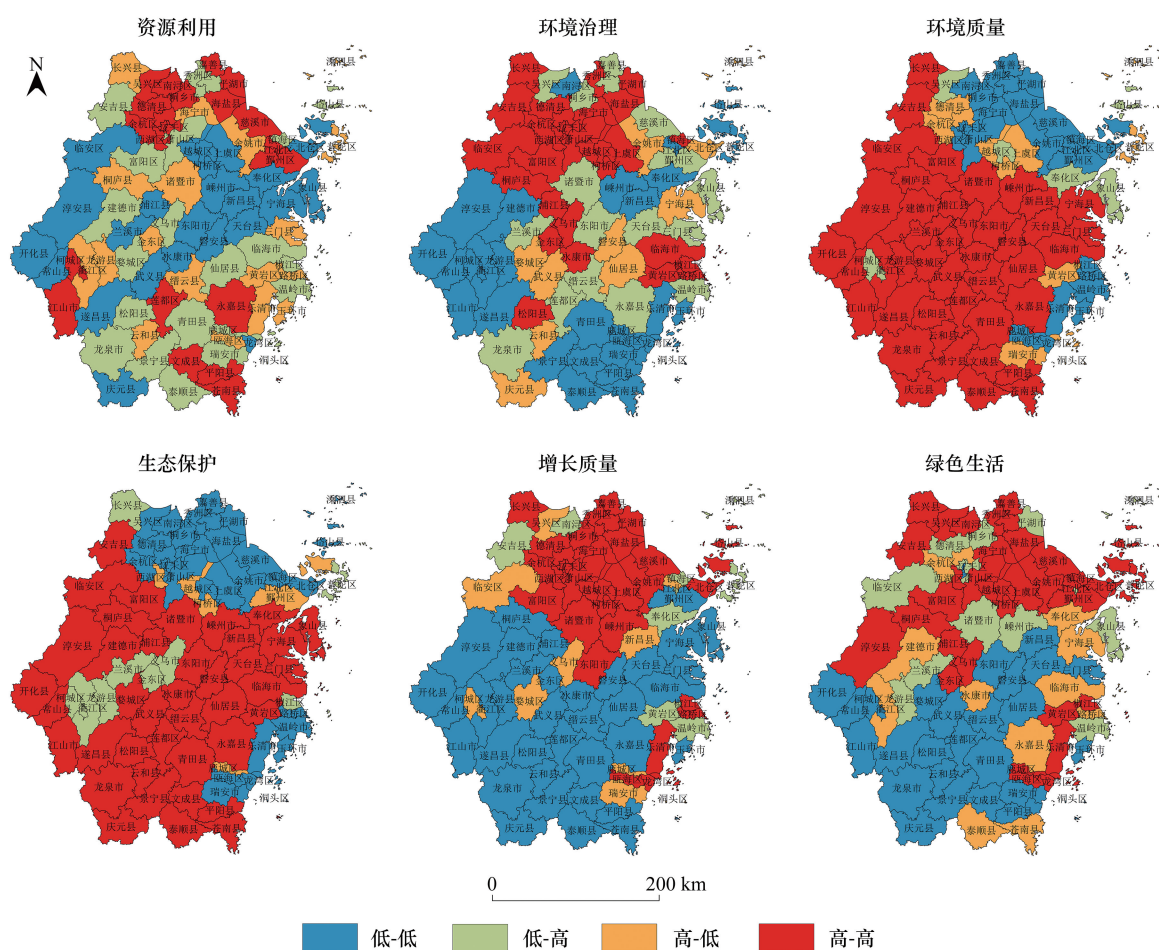


图3 浙江省绿色发展分维度指数的LISA空间分布

Fig.3 The spatial pattern of LISA of green development sub-dimensional index in Zhejiang

4 讨论

(1)生态文明建设因地区间的资源利用、环境治理、环境质量、生态保护、增长质量和绿色生活等的不同而存在差异。根据地理学第一定律,某地区的地理位置不仅影响其自身的生态文明建设,同时也会影响其邻域的生态文明建设,空间自相关分析就是发现和阐释这种联系和影响的关键途径^[24]。在这种情况下,从地理学视角考察空间相关性对浙江省生态文明建设的影响具有一定的意义。《浙江省绿色发展指标体系》和《浙江省生态文明建设考核目标体系》是基于县(区)级行政区建立的,而县作为中国主要的行政单元,在制定宏观政策和落实微观政策方面发挥重要作用^[36-37],基于县域尺度的生态文明建设空间效应检验更有助于推动生态文明建设,落实党和国家关于生态文明建设的重大战略部署。

(2)从结果可知,绿色发展指数的 Global Moran's I 较低,但仍然存在正的空间相关性。从6个分维度指数看,除资源利用外不具有空间相关性外,环境治理、环境质量、生态保护、增长质量和绿色生活都存在明显的空间自相关性。一般而言,经济欠发达地区往往是生态环境质量好、资源消耗少、污染和废弃物排放少的地区,应该具有较高的绿色发展得分,而经济发达地区往往处于生态环境质量欠佳、资源约束趋紧、环境污染和废弃物排放多的地区,这样的地区绿色发展指数得分低。但本文发现经济发达县域普遍是绿色发展指数的扩散互溢区,呈现高高集聚态势;而经济欠发达县域绿色发展指数相对较低,多呈现极化效应和低速增长态势,这与我们的直观认识存在差异。可能的原因在于发达县域之间经济实力接近,在生态文明建设过程中存在资

本、人才和技术等要素流动,且有足够的经济实力和技术投入到环境污染治理和防止、生态环境修复和保护中,进而形成绿色发展的扩散互溢区。而欠发达县域跨区域的生态补偿机制尚未建立完善,且经济发展方式较为粗放,以牺牲资源环境为代价的发展方式对提高绿色发展指数具有明显的制约作用,进而呈现极化效应和低速增长态势。

(3)绿色发展指数及其构成指数的空间自相关性表明了浙江省生态文明建设在空间上存在明显发展不平衡、不充分的矛盾,这种矛盾在空间自相关作用下的“马太效应”有可能呈现强化态势,因此要充分利用空间相关性发挥县域间生态文明建设的带动作用,实现生态文明建设整体水平的提高。一方面要构建跨区域无障碍绿色发展的协作机制,加强绿色发展高水平县域与较低县域的交流与合作,促进人才、资金和技术等要素在地区之间的流动,推进生态文明建设协同增长。同时要构建和落实跨区域的生态补偿机制,推动欠发达地区生态资源转化为民生福利。另一方面要发挥试点示范的带动作用,鼓励绿色发展指数较高的县域努力作为,有所突破,率先垂范,同时借助空间自相关作用,产生积极的溢出效应和正外部性示范带动作用。而对于欠发达地区,要避免走以牺牲生态环境为代价换取经济发展,最后再实施生态补偿或修复的道路,要促进经济增长与环境代价脱钩,形成示范效应,实现生态效益、经济效益和社会效益的有机统一。

5 结论与展望

(1)浙江省各市域绿色发展指数及分维度指数的差异明显,杭州市的绿色发展指数最高,且在环境治理、生态保护、增长质量和绿色生活方面位居全省首位,嘉兴市的绿色发展指数最低,且在环境质量和生态保护方面位居全省末位。

(2)从全局趋势看,浙江省绿色发展指数存在正的空间自相关关系,即具有相似绿色发展指数的县域在空间呈现集聚态势;从局部趋势看,浙江省绿色发展指数空间分布表现出明显的 H-H 集聚和 L-L 集聚两种类型,呈现扩散互溢与低速增长两种典型空间分异特征。

(3)在 6 个分维度指数中,资源利用指数空间依赖程度微弱,四种局域空间集聚类型在空间上呈现分散分布形态;各县域不同的工业化、城镇化和经济发展状况决定了环境治理在空间上的相关关系偏弱;部分县域的环境质量 LISA 空间分布与环境治理的空间分布形成了鲜明的反差,反映出发展较快和开发强度高的东部地区环境质量处于相对劣势,而发展较慢和开发强度低的西部地区具有明显的环境质量优势;生态保护 LISA 空间分布与环境质量的空间分布相似性较强,这种空间分布一致性说明环境质量指数较高的中西部地区生态保护较好,而环境质量指数较低的东北和东南部地区的生态保护指数较低;各县域经济增长质量之间存在比较明显的空间自相关联系,但是广大中西部和南部县域的经济增长质量并不高,呈现低速增长态势;绿色生活 LISA 空间分布与增长质量的空间分布总体具有一致性,说明增长质量指数较高的北部县域在构建绿色生活方面有经济基础,而增长质量指数较低的中西部和南部县域在构建绿色生活方面经济基础较差。

(4)要充分利用空间相关性发挥县域间生态文明建设的带动作用。一方面要构建跨区域绿色发展的协作机制,落实跨区域的生态补偿机制,推动欠发达地区生态资源转化为民生福利。另一方面要发挥试点示范的带动作用,鼓励绿色发展指数较高的县域努力作为,有所突破,率先垂范,借助空间自相关作用产生积极的溢出效应和正外部性示范带动作用。而对于欠发达地区,要避免走先发展、后治理的道路,促进经济增长与环境代价脱钩,形成示范效应,实现生态效益、经济效益和社会效益的有机统一。

有一些问题还有待在后续研究中得到深入探讨。首先,生态文明建设区域差异作为一种非均衡发展的地理现象,加强生态文明建设是推动区域协调可持续发展亟待解决的科学问题,将会成为地理学研究的重要课题之一^[27]。随着地理学将尺度效应和尺度依赖性纳入其分析框架^[38],未来要探讨多尺度如国家、省域、市域、县域等下的生态文明建设空间依赖性、异质性和尺度效应的影响。其次,2019 年 12 月浙江省结合生态环境部印发的《国家生态文明建设示范市县建设指标》《国家生态文明建设示范市县管理规程》要求,修订完善了《浙江省生态文明建设示范市县建设指标》和《浙江省生态文明建设示范市县管理规程》,后续研究中可加

强两套指标体系的对比分析,以便进一步加强浙江省生态文明示范建设和管理工作。最后,多要素对生态文明建设的作用机理值得进一步探讨。

参考文献(References):

- [1] 王如松,胡聃.弘扬生态文明 深化学科建设.生态学报,2009,29(3):1055-1067.
- [2] 胡书芳,马宪法.浙江省城市绿色发展水平评价及区域差异分析.科技管理研究,2017,37(7):110-114.
- [3] 刘伟杰,闫文辉.浙江省生态文明建设的经验和启示.山东农业工程学院学报,2019,36(5):78-81.
- [4] 谷树忠,胡咏君,周洪.生态文明建设的科学内涵与基本路径.资源科学,2013,35(1):2-13.
- [5] 白杨,黄宇驰,王敏,黄沈发,沙晨燕,阮俊杰.我国生态文明建设及其评估体系研究进展.生态学报,2011,31(20):6295-6304.
- [6] 张欢,成金华,冯银,陈丹,倪琳,孙涵.特大型城市生态文明建设评价指标体系及应用——以武汉市为例.生态学报,2015,35(2):547-556.
- [7] 刘某承,苏宁,伦飞,曹智,李文华,闵庆文.区域生态文明建设水平综合评估指标.生态学报,2014,34(1):97-104.
- [8] 吴旭晓.区域生态文明建设水平测评及其驱动因素研究.区域经济评论,2019(4):134-142.
- [9] 成金华,彭昕杰,冯银.中国城市生态文明水平评价.中国地质大学学报:社会科学版,2018,18(2):102-113.
- [10] 龙亮军.综合福利视角下中国生态文明建设绩效评价及国际比较.自然资源学报,2019,34(6):1259-1272.
- [11] 王耕,李素娟,马奇飞.中国生态文明建设效率空间均衡性及格局演变特征.地理学报,2018,73(11):2198-2209.
- [12] 曾月娥,伍世代,王强.南方丘陵生态脆弱区生态文明区划探讨——以长汀县为例.地理科学,2013,33(10):1224-1230.
- [13] 魏晓双.中国省域生态文明建设评价研究[D].北京:北京林业大学,2013.
- [14] 宓泽锋,曾刚,尚勇敏,陈思雨,朱菲菲.中国省域生态文明建设评价方法及空间格局演变.经济地理,2016,36(4):15-21.
- [15] 张欢,成金华,陈军,倪琳.中国省域生态文明建设差异分析.中国人口·资源与环境,2014,24(6):22-29.
- [16] 李昌新,陈晓,张辉,郑华伟.基于灰色关联模型的江苏省农村生态文明建设水平研究.水土保持通报,2017,37(3):107-112.
- [17] 李泽红,王卷乐,赵中平,董锁成,李宇,诸云强,程昊.丝绸之路经济带生态环境格局与生态文明建设模式.资源科学,2014,36(12):2476-2482.
- [18] 汪秀琼,彭韵妍,吴小节,李双玖.中国生态文明建设水平综合评价与空间分异.华东经济管理,2015,29(4):52-56+146.
- [19] 宓泽锋,曾刚,尚勇敏,陈弘挺,朱菲菲,陈斐然.长江经济带市域生态文明建设现状及发展潜力初探.长江流域资源与环境,2016,25(9):1438-1447.
- [20] 宓泽锋,周灿,朱菲菲,曾刚.生态文明建设的路径依赖与互动关系变化——基于2003-2015年长江经济带地级市面板数据.地理研究,2018,37(10):1915-1926.
- [21] 张董敏,齐振宏,罗丽娜,万文彬,左志平.湖北省生态文明水平现状、趋势推演及空间分异研究——基于乘法集成赋权法.农业现代化研究,2016,37(4):649-656.
- [22] 杨红娟,张成浩.基于系统动力学的云南生态文明建设有效路径研究.中国人口·资源与环境,2019,29(2):16-24.
- [23] 舒小林,高应蓓,张元霞,杨春宇.旅游产业与生态文明城市耦合关系及协调发展研究.中国人口·资源与环境,2015,25(3):82-90.
- [24] 李庆.空间相关性对各省市生态文明建设的影响分析.中国人口·资源与环境,2019,29(9):91-98.
- [25] 李巍,郝永勤.效率视角下的省域生态文明建设评价研究.生态学报,2016,36(22):7354-7363.
- [26] 成金华,李悦,陈军.中国生态文明发展水平的空间差异与趋同性.中国人口·资源与环境,2015(5):1-9.
- [27] 樊杰,周侃,孙威,陈东.人文—经济地理学在生态文明建设中的学科价值与学术创新.地理科学进展,2013,32(2):147-160.
- [28] Tobler W R. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. Economic Geography, 1970, 46(S1):234-240.
- [29] 王劲峰,廖一兰,刘鑫.空间数据分析教程.北京:科学出版社,2010.
- [30] 陈刚强,李郇,许学强.中国城市人口的空间集聚特征与规律分析.地理学报,2008,63(10):1045-1054.
- [31] 周天墨,付强,诸云强,胡卓玮,杨飞.空间自相关方法及其在环境污染领域的应用分析.测绘通报,2013(1):53-56.
- [32] 赵磊,方成,黄武龙.浙江省县域经济发展差异时空演变分析.华东经济管理,2014,28(3):6-11.
- [33] 张立生.县域城镇化时空演变及其影响因素——以浙江省为例.地理研究,2016,35(6):1151-1163.
- [34] http://www.zj.gov.cn/art/2018/12/13/art_5497_2299326.html.
- [35] <http://web.cnjxol.com/2019/03-18/99875145.html>.
- [36] 毛汉英.县域经济和社会同人口、资源、环境协调发展研究.地理学报,1991,46(4):385-395.
- [37] 周扬,郭远智,刘彦随.中国县域贫困综合测度及2020年后减贫瞄准.地理学报,2018,73(8):1478-1493.
- [38] Akita T. Decomposing regional income inequality in China and Indonesia using two-stage nested Theil decomposition method. The Annals of Regional Science, 2003, 37(1):55-77.