

DOI: 10.5846/stxb201706021015

王韬,张娜娜,李欢欢,张永霖,张雪琦,董仁才.基于电子地图兴趣点数据的城市可持续发展水平分析——以绍兴市为例.生态学报,2018,38(16): - .

Wang T, Zhang N N, Li H H, Zhang Y L, Zhang X Q, Dong R C. Analysis of urban sustainable development level based on POI: a case study in Shaoxing. Acta Ecologica Sinica, 2018, 38(16): - .

## 基于电子地图兴趣点数据的城市可持续发展水平分析 ——以绍兴市为例

王 韬<sup>1,2</sup>, 张娜娜<sup>1,2</sup>, 李欢欢<sup>1,2</sup>, 张永霖<sup>1,2</sup>, 张雪琦<sup>1,2</sup>, 董仁才<sup>1,\*</sup>

1 中国科学院生态环境研究中心 城市与区域生态国家重点实验室,北京 100085

2 中国科学院大学,北京 100049

**摘要:**在当前大数据时代背景下,电子地图兴趣点(POI, Point of Interest)作为地理空间大数据的重要类型,能直接反映城市人口密度、发展程度与强度等各类型要素的聚集状况。基于当前普遍使用的兴趣点数据源,运用 ArcGIS 软件中的空间分析工具,提取了绍兴市各区(县、市)的 POI 数据分类信息;结合绍兴市各区(县、市)的面积及人口数据,评估各区(县、市)的单位面积 POI 和单位人口 POI 指标,以分析绍兴市各区(县、市)POI 的均衡分布水平。进一步利用核密度分析、空间回归分析和近邻分析的手段,从不同角度研究了各类 POI 在地理空间分布中的特征规律。研究表明:从不同区县来看,城市化发展水平较高的地域 POI 总数明显较高,其核函数密度值也明显较大;从单位面积 POI 数量及单位人口 POI 数量来看,各区县发展水平较不均衡,表现为越城区最高,上虞区、柯桥区和诸暨市次之,新昌县和嵊州市较低,其表现在不同区县在提供生活、生产服务的基础设施具有区域间差异性,不符合可持续发展的公平性原则。最后,针对解决这一问题提出一些促进绍兴各区县协调公平可持续发展的城市建设与规划建议。

**关键词:**兴趣点;可持续发展实验区;绍兴市;空间分析;公平性

## Analysis of urban sustainable development level based on POI: a case study in Shaoxing

WANG Tao<sup>1,2</sup>, ZHANG Nana<sup>1,2</sup>, LI Huanhuan<sup>1,2</sup>, ZHANG Yonglin<sup>1,2</sup>, ZHANG Xueqi<sup>1,2</sup>, DONG Rencai<sup>1,\*</sup>

1 State Key Laboratory of Urban and Regional Ecology, Research Center for Eco-Environmental science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2 University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

**Abstract:** With the arrival of the era of big data, Point of Interest (POI), as an important type of geospatial big data, can reflect aggregation conditions of various elements such as urban population density, urban development level and urban development strength directly. Using the geospatial analysis tool in ArcGIS, the POI data classification information of each district (county, city) in Shaoxing was extracted from one popular POI data source. In order to evaluate the balanced distribution level among districts in Shaoxing, POI data combined with population and area information of each district was analyzed. Furthermore, several analysis methods including kernel density analysis, spatial regression analysis and nearest neighbor analysis were used to dig characteristics of POI's geospatial distribution from different perspectives. Our results indicated that among several districts in Shaoxing, the quantity and the kernel density of POI were larger where there was a higher urbanization level. From the perspective of the number of POI per unit area and per unit population, there appeared an unbalanced development level among several districts. Specifically, the Yue District was most developed, followed by

基金项目:国家重点研发计划资助(2016YFC0503605)

收稿日期:2017-06-02; 网络出版日期:2018-00-00

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: dongrencai@rcees.ac.cn

Shangyu District, Keqiao District and Zhuji City, while Xinchang County and Shengzhou City were least developed. The regional discrepancy of infrastructure that provides life and production services didn't accord with the fairness principle of sustainable development. Finally, some suggestions about urban construction and planning in Shaoxing were presented for creating a coordinated, fair and sustainable development among different districts.

**Key Words:** point of interest; sustainable development experimental zone; Shaoxing; spatial analysis; fairness

国家可持续发展实验区是为探索中国可持续发展之路开辟的试验场,是以实践检验真理的客观需要,同时也是我国将可持续发展思想融入社会主义现代化建设的标志<sup>[1-2]</sup>。在《我们共同的未来》中,可持续发展被定义为既满足当代人需要的同时又不损害后代人满足其自身需要和发展的能力<sup>[3]</sup>。因此,可持续发展考量的不是短期和静态的,而是长期与变化的<sup>[4]</sup>。当前可持续发展定义的内涵十分丰富,但总体来说可以概括为发展、协调、质量和公平四原则<sup>[5]</sup>。Berke 和 Manta 从公平原则出发,把可持续发展描述为局部和全球之间的一种互动过程,指的是如何在代际与代内之间保障社会发展、经济增长和生态环境等方面资源利用的公平性<sup>[6]</sup>。可见可持续发展的公平性原则是指对资源利用和发展机会的公平配比<sup>[7]</sup>。

截止目前,我国的发展策略依旧是以城市建设为中心,这使得城镇居民相对农村居民享有更多的社会资源和更好的公共服务<sup>[8]</sup>。自 1978 年到 2011 年,我国的城镇化率从 17.9% 飙升到 50% 以上<sup>[9]</sup>,伴随这种快速城市化的发展趋势,预计到 2025 年我国将会拥有超过十亿的城市居民<sup>[10]</sup>。而只重视城市建设,导致人口不断向城市集中的发展策略,在我国二元制社会结构的背景下,进一步拉大了城乡发展的差距。这不仅体现在城乡居民收入差距和社会福利差异上<sup>[11-14]</sup>,更体现在公共基础设施的供给能力上<sup>[15]</sup>。基础设施是指用于保证区域社会经济活动正常运行的公共服务系统<sup>[16]</sup>,如教育,医疗,体育,休闲,公共交通系统等。加快基础设施建设是缩小城乡之间发展差距的先决条件<sup>[17]</sup>。因此,摸清一个地区内各空间范围的基础设施差异状况,是缩减这种差异,统筹城乡协调发展的前提<sup>[18]</sup>。

自 2008 年绍兴市创建国家可持续发展实验区以来,可持续发展理念已基本融入到绍兴市的整体建设过程中,并充分体现在政府工作决策、企业生产形式和民众生活方式的各个方面;同时,绍兴市的生态环境持续改善,社会事业全面进步,综合实力不断增强,初步实现了人口、生态、资源、环境、经济、社会、科技教育等要素间的协调发展。目前,绍兴市下辖一区三市两县,其多元的行政区域格局难以完全保障公共基础设施的协调公平发展,进一步了解其各区(市、县)的公共基础设施发展水平现状,对推进绍兴市各辖区协调发展具有重要意义。

电子地图兴趣点(POI, Point of Interest)是根据城市特点在电子地图上增加的一类基本地点,是局部范围内具有地理标志作用的建筑物,包括机构(如委办局、医院、学校)、沿街店铺和单位等<sup>[19-20]</sup>。通过研究绍兴市的兴趣点基础数据,发现其可以有效反映绍兴市各区县的公共基础设施发展现状。因此本研究通过分析绍兴市各区(县、市)POI 数据,来研究绍兴市内部发展水平差异,为绍兴市全面协调可持续发展献言献策。

## 1 研究区域与研究方法

### 1.1 研究区域概况

绍兴地处长江三角洲南翼,浙江省中北部杭甬之间,位于中、北亚热带季风气候过渡地带,季风气候显著,四季分明,雨量充沛,日照丰富,湿润温和。地形特点南高北低,山多田少,大体为“六山一水三分田”。绍兴的水资源十分丰富,主要河流有曹娥江、浦阳江、杭甬运河,主要湖泊有鉴湖。

绍兴市为地级市,下辖越城区、柯桥区、上虞区、诸暨市、嵊州市和新昌县(图 1),总面积 8256 km<sup>2</sup>,其中越城区总面积 470.53 km<sup>2</sup>、柯桥区总面积 1614.06 km<sup>2</sup>、上虞区总面积 1878.89 km<sup>2</sup>、诸暨市总面积 3076.53 km<sup>2</sup>、嵊州市总面积 2364.19 km<sup>2</sup>、新昌县总面积 1613.7 km<sup>2</sup>。截止 2013 年,绍兴市总人口为 441.66 万人,其中越城

区 74.46 万人、柯桥区 64.29 万人、上虞区 77.95 万人、诸暨市 107.65 万人、嵊州市 73.37 万人、新昌县 43.94 万人<sup>[10]</sup>。从 2008 年起,绍兴市开始创建国家可持续发展实验区。目前,可持续发展的理念已融入到政府的工作决策、企业的生产方式、民众的生活方式等各个方面;生态环境持续改善,社会事业全面进步,综合实力不断增强,实现了人口、生态、资源、环境、经济、社会、科技教育的协调、持续发展。

由于绍兴市可持续发展实验区采取的是通过发挥不同区县地域特色,建设和提高市域范围内的可持续发展整体水平的思路,不同区县的发展目标和重点有所不同,例如,越城区注重现代服务业试验基地建设;柯桥区注重现代轻纺产业试验基地建设;上虞区注重绿色化工产业试验基地建设;诸暨市注重环保装备制造试验基地建设;嵊州市注重现代生态农业试验基地建设;新昌县注重现代医药产业试验基地建设。这种可持续发展实验区建设模式有助于驱动整体区域发展水平,但不同区县之间的人居环境、生态环境质量会有些差别,乃至影响公众的满意度,也是本文需要关注和研究的焦点。

## 1.2 研究数据来源

本研究选用北京捷泰天域信息技术有限公司生产的绍兴市电子导航数据。该数据的生产目的旨在通过地理科学技术帮助用户发现、挖掘、分析业务中潜在的发展机遇,拓展管理视角,使决策分析更加智能和精准,助力地方政府和企业可持续发展。该数据产品共分为两大类:矢量数据产品和栅格数据产品。为保持与现今流行的高德在线服务地图一致,捷库空间智能信息软件-V 选用投影 WGS 1984 Web-Mercator。产品中对地物对象的描述通过点、线、面表示,点对象用单个坐标点(或者坐标群)来描述,线对象用线条来表现,面对象用面域来表示。

## 1.3 评估指标计算方法

### 1.3.1 社会经济兴趣点分类提取

根据目前我国多数城市生产生活特点,本研究将提取出绍兴市 8 类 POI 数据作为研究对象,分别是公共设施类、公司企业类、金融类、交通服务类、购物类、科教文化类、医疗保健类和体育休闲类。

### 1.3.2 兴趣点空间分布均衡性评估指标

为更好分析绍兴市各区(县、市)POI 数据的空间分布特点,将绍兴市各区(县、市)的 POI 数据结合各自区(县、市)的面积与人口数据,计算单位面积和单位人口 POI 数据。

单位面积 POI 计算公式:

$$IU = ID/AD$$

$IU$  为单位面积兴趣点(个/ $\text{km}^2$ ), $ID$  为绍兴市各区(市、县)的 POI 个数(个), $AD$  为绍兴市各区(县、市)的面积( $\text{km}^2$ );

单位人口 POI 计算公式:

$$IC = ID/PD$$

$IC$  为单位人口兴趣点(个/万人), $ID$  为绍兴市各区(市、县)的 POI(个), $PD$  为绍兴市各区(市、县)的人口数(万人)。

为了更好分析兴趣点地理空间分布情况,判别各类兴趣点对外界环境变量敏感性程度,量化各类兴趣点可达性水平,运用 ArcGIS 相关分析工具进行处理分析。

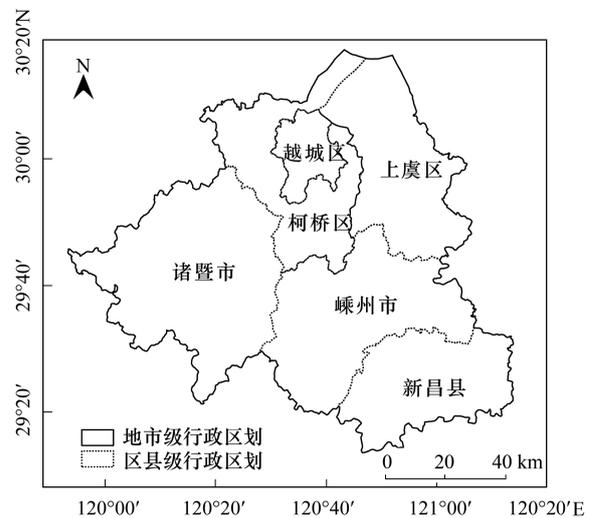


图 1 绍兴市行政区划

Fig.1 Administrative divisions of Shaoxing City

## 2 研究结果与分析

### 2.1 各区域 POI 统计与分析

基于 POI 数据,借助 ArcGIS 软件空间统计分析提取工具对 POI 图层进行统计分析,获得了绍兴市各区(县、市)的 POI 数据(图 2)。

提取结果显示全市共有 51719 个兴趣点,其中越城区 14433 个、柯桥区 7993 个、上虞区 7190 个、诸暨市 10834 个、嵊州市 6225 个、新昌县 5044 个。

参照捷库数据的城市兴趣点分类标准,把绍兴市各区县 POI 分为公共设施、公司企业、金融机构、交通服务相关、科教文化场所、购物相关场所、医疗保健服务场所和体育休闲服务场所共 8 个类型,对各类型 POI 分别进行提取,提取结果见表 1 和图 3。

由 POI 分类统计可知,越城区在公共设施、公司企业、金融机构、交通服务相关、科教文化场所和购物相关场所共 6 个类别的 POI 数量最多,这与越城区作为绍兴市的传统政治经济中心密不可分,显示了越城区作为绍兴社会经济发展领头羊的地位;新昌县在购物相关场所类型以外的 POI 类别总数均排名最低;嵊州市的购物相关场所 POI 类别数量最少;诸暨市则在医疗保健场所和体育休闲服务场所的 POI 类别数量超过越城区排名第一,表明其在这两个产业领域具有独特优势。

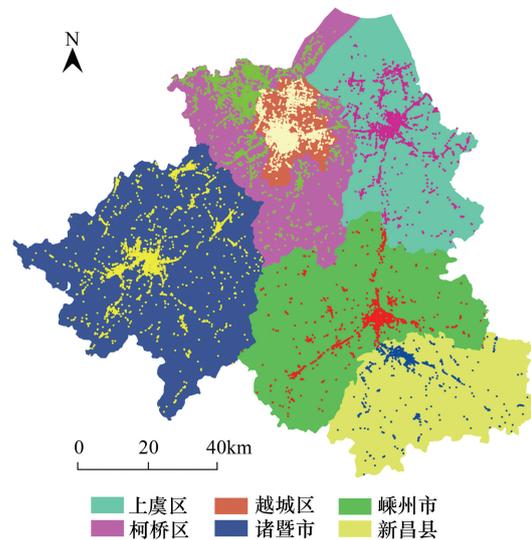


图 2 绍兴市各区(县、市)兴趣点分布

Fig.2 Distribution of POI in various districts (counties, cities) of Shaoxing City

表 1 绍兴市各区(县、市)各类兴趣点统计/个

Table 1 Statistics of different kinds of the POI in various districts (counties, cities) in Shaoxing City

兴趣点类别 POI Classes	柯桥区	上虞区	越城区	诸暨市	嵊州市	新昌县
公共设施 Public facility	183	155	555	141	101	87
公司企业 Corporate	1743	1326	2147	1317	877	500
金融机构 Financial institution	395	356	634	405	240	189
交通服务相关 Transportation	241	227	738	499	366	138
科教文化场所 Science & Education & Culture	345	287	548	384	245	175
购物相关场所 Shopping	1780	1434	3167	2670	1480	1752
医疗保健服务场所 Medical care	377	340	417	536	264	188
体育休闲服务场所 Sport & Leisure	230	284	295	350	239	115

### 2.2 绍兴市各区(县、市)单位面积兴趣点的统计与分析

基于绍兴市各区(县、市)的各类型兴趣点数量、绍兴市各区(县、市)行政区域面积数据和各区(县、市)建成区面积数据,利用单位面积兴趣点计算公式,求得各区(县、市)单位行政区域面积和单位建成区面积所拥有的各类兴趣点个数。由于新昌县无建成区数据,故未统计其单位建成区面积 POI 个数。统计结果见表 2、表 3。

由表 2 可见,越城区单位面积的科教文化场所、购物相关场所、交通服务相关、金融服务相关、公司企业以及体育休闲服务场所的兴趣点数量最多,从这方面来看,可见越城区公共基础设施发展最完善、产业集群度最高,其后各区县单位面积 POI 由高到低排序依次为:柯桥区、上虞区、诸暨市、新昌县、嵊州市。由表 3 可知,越城区在单位面积建成区 POI 数量上并没有绝对优势,在一些项目中反而被其它区市超越,说明在五区市建成

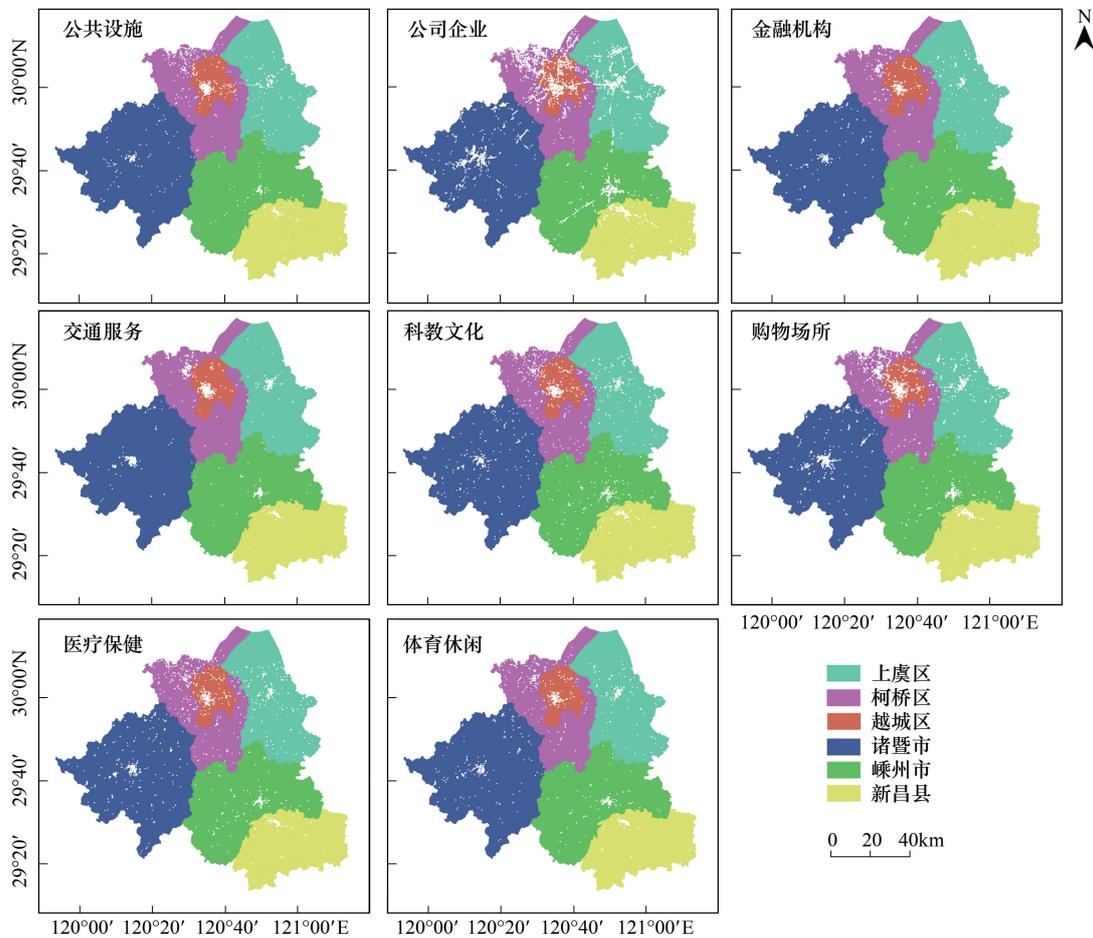


图 3 绍兴市各区(县、市)各类兴趣点分布

Fig.3 Distributions of eight classes POI in various districts (counties, cities) in Shaoxing City

区范围内的经济社会服务能力没有绝对差异,只是由于其它五个区市建成区面积占各自行政区划面积比重较小,在表 2 统计中的各类 POI 密度被稀释。

表 2 绍兴市各区(县、市)单位面积兴趣点(个/km<sup>2</sup>)

Table 2 Unit area for POI in various districts (counties, cities) in Shaoxing City

兴趣点类别 POI Classes	柯桥区	上虞区	越城区	诸暨市	嵊州市	新昌县
公共设施 Public facility	0.11	0.08	1.18	0.05	0.04	0.05
公司企业 Corporate	1.08	0.71	4.56	0.43	0.37	0.31
金融机构 Financial institution	0.24	0.19	1.35	0.13	0.10	0.12
交通服务相关 Transportation	0.15	0.12	1.57	0.16	0.15	0.09
购物相关场所 Shopping	1.10	0.76	6.73	0.87	0.63	1.09
科教文化场所 Science & Education & Culture	0.21	0.15	1.16	0.12	0.10	0.11
医疗保健服务场所 Medical care	0.23	0.18	0.89	0.17	0.11	0.12
体育休闲服务场所 Sport & Leisure	0.14	0.15	0.63	0.11	0.10	0.07

### 2.3 单位人口兴趣点的统计与分析

基于绍兴市各区(县、市)各类 POI 数量和人口数量,利用单位人口兴趣点的计算公式,求得各区(县、市)的单位人口各类 POI 数量,见表 4。

表 3 绍兴市各区(县、市)单位面积建成区兴趣点(个/km<sup>2</sup>)

Table 3 POI densities of built-up area in various districts (counties, cities) in Shaoxing City

兴趣点类型 POI Classes	柯桥区	上虞区	越城区	诸暨市	嵊州市	全市 Whole city
公共设施 Public facility	1.18	2.91	6.48	3.82	3.52	4.96
公司企业 Corporate	17.47	16.47	19.44	11.21	19.48	18.19
金融机构 Financial institution	7.76	14.31	7.40	15.53	9.11	9.15
交通服务相关 Transportation	9.54	22.43	13.96	36.84	32.05	19.03
购物相关场所 Shopping	38.99	62.00	36.76	122.07	72.45	52.40
科教文化场所 Science & Education & Culture	3.38	7.75	5.89	8.23	5.30	5.99
医疗保健服务场所 Medical care	4.05	8.79	4.09	15.20	8.36	6.20
体育休闲服务场所 Sport & Leisure	3.97	12.30	3.45	9.51	8.13	5.63

表 4 绍兴市各区(县、市)单位人口兴趣点(个/万人)

Table 4 Unit population for POI in various districts (counties, cities) in Shaoxing City

兴趣点类别 POI Classes	柯桥区	上虞区	越城区	诸暨市	嵊州市	新昌县
公共设施 Public facility	2.85	1.99	13.61	1.31	1.38	1.98
公司企业 Corporate	27.11	17.01	52.64	12.23	11.95	11.38
金融机构 Financial institution	6.14	4.57	15.54	3.76	3.27	4.30
交通服务相关 Transportation	3.75	2.91	18.09	4.64	4.99	3.14
购物相关场所 Shopping	27.69	18.40	77.64	24.80	20.17	39.87
科教文化场所 Science & Education & Culture	5.37	3.68	13.43	3.57	3.34	3.98
医疗保健服务场所 Medical care	5.86	4.36	10.22	4.98	3.60	4.28
体育休闲服务场所 Sport&Leisure	3.58	3.64	7.23	3.25	3.26	2.62

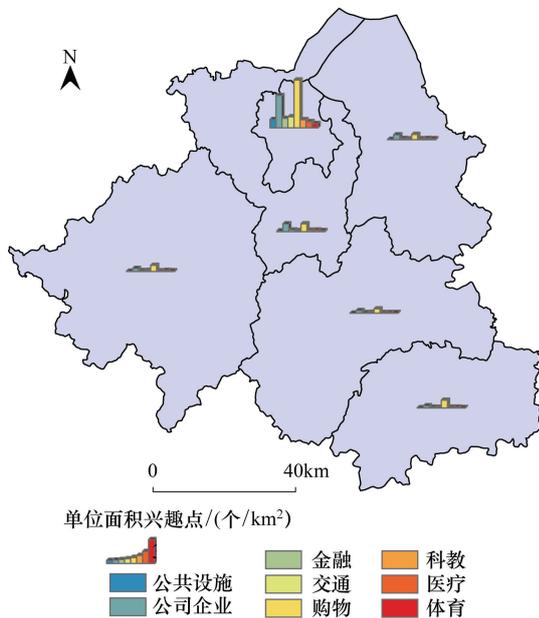


图 4 绍兴市各区(县、市)单位面积兴趣点

Fig.4 Unit area for POI in various districts (counties, cities) of Shaoxing City

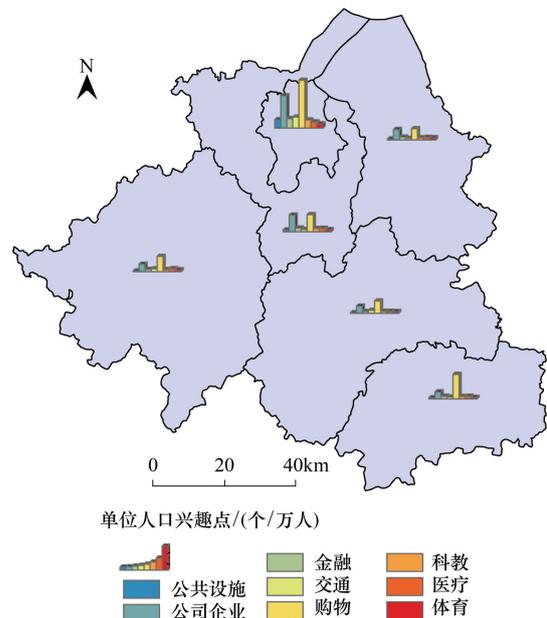


图 5 绍兴市各区(县、市)单位人口兴趣点

Fig.5 Unit population for POI in various districts (counties, cities) in Shaoxing City

由表 4 可知,越城区在 8 个类型的单位人口 POI 数量均为各区县最多,表明越城区居民在就业、教育、住房、医疗、购物、文体休闲及日常出行等方面享有更为便利的条件。其后单位人口 POI 数量由高到低排序依次为:柯桥区、上虞区、诸暨市、新昌县和嵊州市。柯桥区在单位人口公司企业 POI 数量上虽不及越城区,但已经远超其它区县,可见柯桥区作为绍兴市的新兴工业发展区域已聚集有相应势能,但除此以外的其它类型单位人口兴趣点数量却未能和其它区(县、市)拉开差距,说明柯桥区在城市相关配套功能方面依旧处于较低水平,这方面的短板将制约其未来发展。诸暨市、新昌县、嵊州市在单位人口 POI 数量上普遍落后于越城区、柯桥区、上虞区,表明绍兴市还有多方面的城乡发展不平衡的短板。

#### 2.4 兴趣点空间布局分析

ArcGIS 密度分析工具箱中的核密度分析工具利用核函数,根据点或折线要素计算每单位面积的量值以将各个点或折线拟合为光滑锥状表面,可以直观表现出点或折线的密度空间分布。本小节运用核密度分析方法对绍兴市总体兴趣点和 8 种类型兴趣点分别进行处理,各型兴趣点密度均采用自然间断点分级法分为 10 类,以求直观展现出各部分的地理空间分布特征,处理结果见图 6。

由图 6 可以看出,对于总体 POI 和各类型 POI 密度在空间分布上具有相似点,即总体分布均呈现“六核四中心”格局。“六核”为 6 个县市区的中心区,在密度图中颜色最深;而越城区与柯桥区距离较近,嵊州市与新昌县距离较近,相互之间辐射带动,这“四核”形成“两中心”,与左右两翼的诸暨市和上虞区形成“四中心”的整体格局。

为了进一步讨论 POI 密度空间分布格局的影响因素,对全市商务住宅 POI 进行了提取,后对其进行核密度分析。这里假定全市住宅 POI 密度空间分布与人口密度分布相一致,之后又提取了绍兴市主要交通路网分布图,见图 7。

由图 7 可以看出,总体和各类型 POI 密度空间分布与全市人口密度分布有高度一致性,人口密度大的地区 POI 密度也相应较大,符合城市公共基础设施建设满足市民需求的基本理念,从另一方面说,人口聚集度的增加也可以带动相关设施的建设和产业的发展。还可以发现交通路网的分布也可以影响一些产业的布局,且道路等级越高影响力越大。

利用空间回归分析模型<sup>[21-23]</sup>,以 10 km 为分析尺度,得到 135 个网格(图 8),从中筛选出 51 个网格数据,对八类 POI 密度对住宅 POI 密度的响应情况进行回归分析。

由图 9 可以看出,绍兴市各类 POI 对住宅 POI 在 10km 空间区域内均具有显著的正相关关系,其中公共设施、公司企业、金融机构、科教文化 POI 与住宅 POI 的相关性较强,交通服务和医疗保健与住宅 POI 的相关性次之,购物和体育休闲与住宅 POI 相关性较差;以最小二乘回归得到的直线斜率表示不同类别 POI 对住宅 POI 密度的响应敏感度,由大到小排序依次为购物相关场所、公司企业、公共设施、交通服务、金融机构、科教文化、医疗保健、体育休闲,表明不同类型行业对居住人口的空间密度分布具有不同的响应模式。

利用 ArcGIS 近邻分析工具,可以计算输入要素与其他图层或要素类中的最近要素之间的距离和其他邻近性信息,本研究采用这个工具对各区县各类 POI 与住宅 POI 和主要道路的平均最近距离进行了计算,用以分析各区县各类 POI 对人口(住宅)空间分布和主要道路空间分布的响应情况。计算结果见表 5、表 6。

由表 5 可以看出,全市各类 POI 与住宅平均近邻值排序为:购物相关场所<公司企业<医疗保健服务场所<科教文化场所<体育休闲服务场所<金融机构<交通服务相关<公共设施。各区县内此项排序略有不同,但大体相似。具体到区县,越城区各类 POI 与住宅平均近邻值相对其它区县较小,居民至各类服务设施可达性较好;嵊州市虽然在单位人口和单位面积 POI 数量上排名靠后,但在各类 POI 与住宅平均近邻值上却表现较好;柯桥区和上虞区虽然在单位人口和单位面积 POI 数量上排名靠前,但在各类 POI 与住宅平均近邻值上却表现一般,可达性较差。从城市公共设施建设需要增加市民便利度的角度上看,今后的发展中须格外注重各类配套措施的可达性问题。

由表 6 可以看出,全市各类 POI 与主要道路平均近邻值排序为:交通服务相关<购物相关场所<金融机构

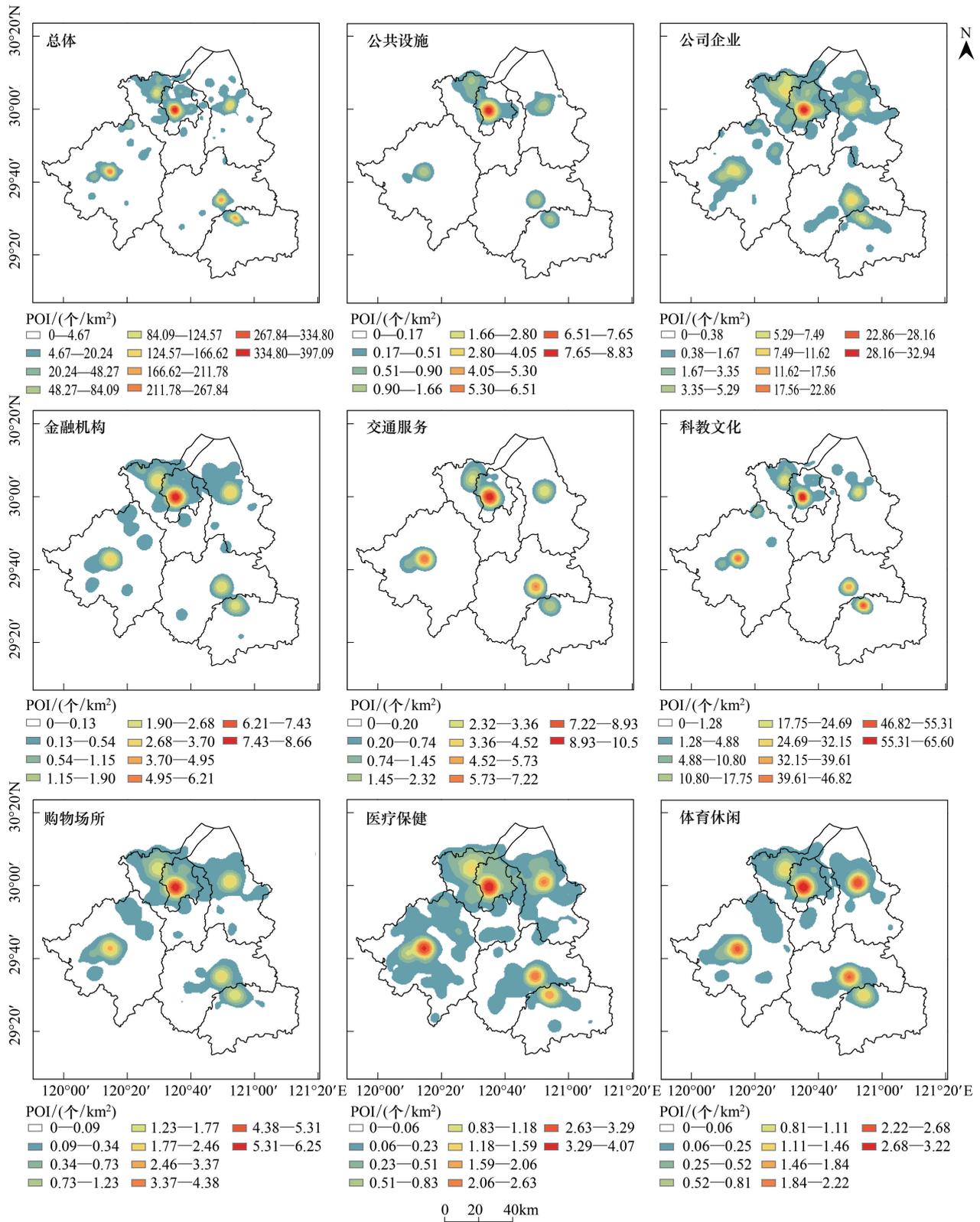


图 6 绍兴市各区(县、市)POI 密度图

Fig.6 Density distributions of POI in various districts (counties, cities) of Shaoxing City

<公共设施<公司企业<体育休闲服务场所<科教文化场所<医疗保健服务场所。各区县内此项排序略有不同,但大体相似。具体到区县,越城区各类 POI 与主要道路平均近邻值依旧保持各区县最小,这与越城区 POI 分

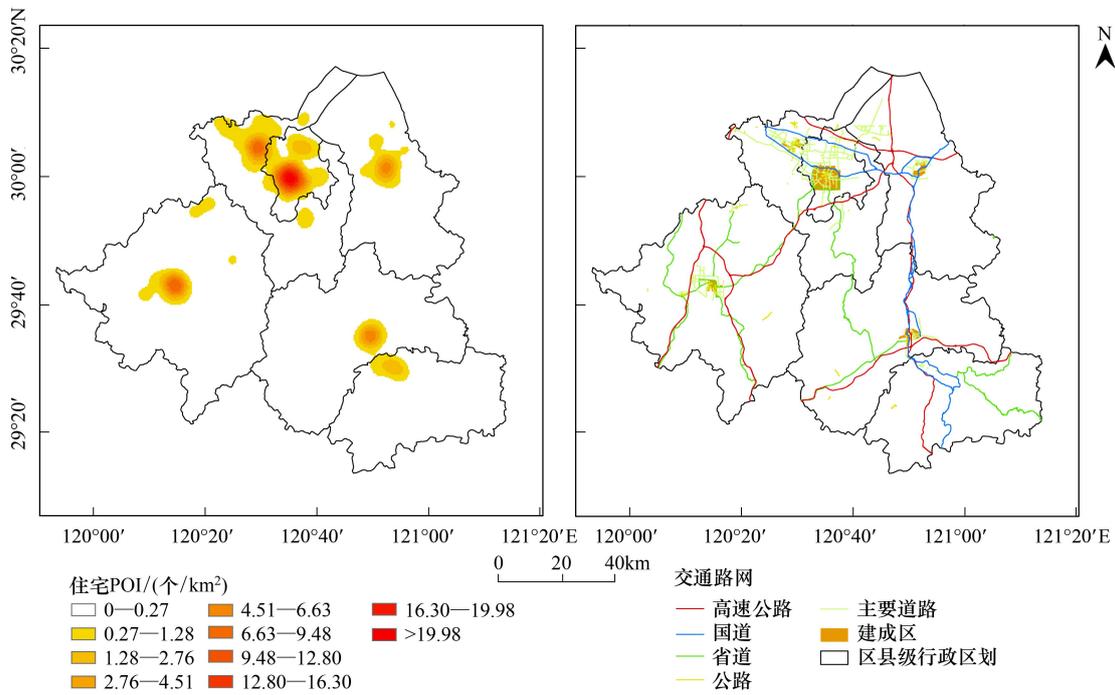


图 7 左为绍兴市住宅 POI 密度图,右为绍兴市交通路网图

Fig.7 Density distributions of house POI and traffic map of Shaoxing City

布和路网分布密集有关;嵊州市和新昌县在此项排名中依然表现抢眼;而柯桥区、上虞区和诸暨市此项排名靠后。各类配套设施联通性角度上看,柯桥区、上虞区和诸暨市未来需要加强主要道路的合理规划,服务于各类城市配套机构与设施。

结合上述分析可以看出,购物相关场所对人口密度和路网分布的敏感度都较高,这是因为一方面购物场所要保证充足客源,另一方面要保持交通物流的便捷;体育休闲、科教文化、医疗保健场所对人口密度敏感性较高,对路网分布敏感性较低,这主要是因为这些产业对交通运输需求量不大有关;公司企业对人口分布敏感性较高,对路网分布敏感性一般;金融机构、公共设施对人口密度敏感性较低,对路网分布敏感性一般;交通服务场所对路网分布敏感性较高,对人口分布敏感性低。总而言之,各类场所的空间分布均与各自的行业属性特点有关。

### 3 结论与建议

研究结果表明,以兴趣点总数、单位面积兴趣点数量及单位人口兴趣点数量为衡量指标的绍兴市各区县发展程度排名为:越城区、上虞区、柯桥区、诸暨市、新昌县、嵊州市。从可达性角度来看,越城区、嵊州市和新昌县便捷程度较好。兴趣点密度空间分布受到人口和交通路网空间分布的影响,响应敏感性与各自行业的特点有关。在未来的研究中,要定期根据城市电子地图兴趣点的更新而形成较长时间序列的兴趣点空间分布分

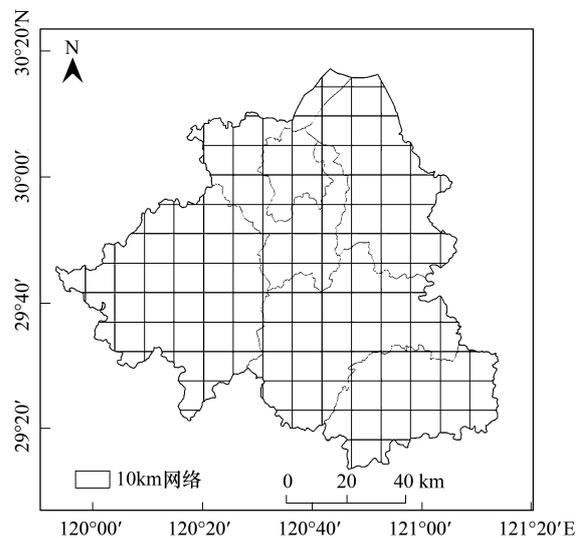


图 8 绍兴市 10km 网格空间分布

Fig.8 Spatial distributions of 10km-subareas in Shaoxing City

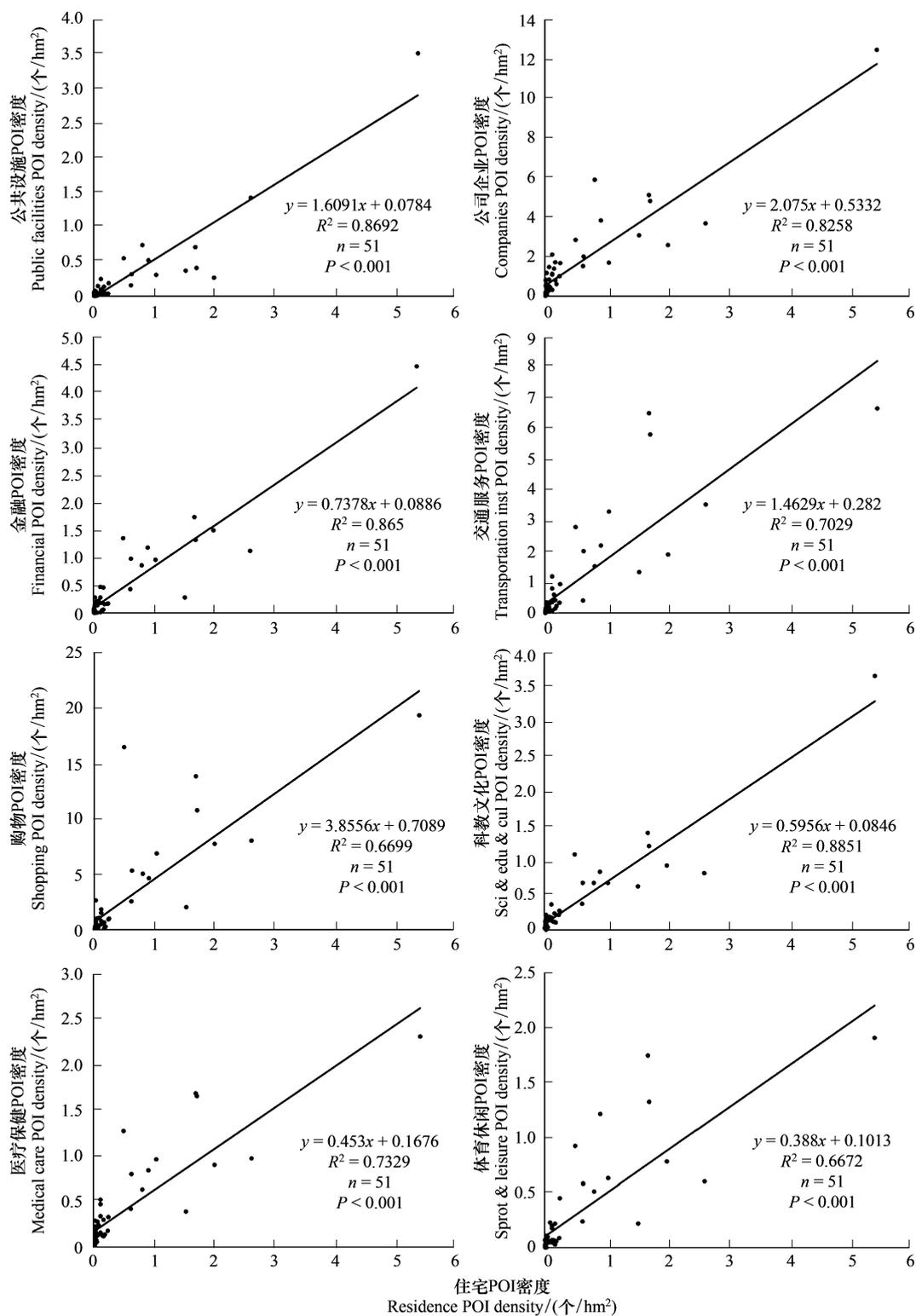


图9 绍兴市住宅 POI 和其它类别 POI 密度关系

Fig.9 Relationship between residence and other POI densities of Shaoxing City

析,并对其变化在城市化进程中的影响进行深入研究。

从绍兴市各区县协调公平可持续发展为出发点,提出一些建议:越城区和柯桥区应继续发挥全市经济社会发展引领作用,扩大辐射范围,带动周边地区发展;新昌县要增加公共体育场馆和公共文化休闲设施的建

表 5 POI 与住宅平均近邻值(m)

Table 5 Average nearest distances between POI and apartments

兴趣点类别 POI Classes	全市 Whole city	柯桥区	上虞区	越城区	诸暨市	嵊州市	新昌县
公共设施 Public facility	540.8	806.4	600.6	359.7	702.8	554.4	529.3
公司企业 Corporate	268.5	374.8	277.8	228.6	284.5	236.3	197.3
金融机构 Financial institution	410.8	500.4	509.3	351.0	429.2	322.2	520.4
交通服务相关 Transportation	511.9	762.7	1136.3	314.1	441.7	350.5	510.1
购物相关场所 Shopping	203.5	286.9	272.3	153.9	214.3	162.7	235.2
科教文化场所 Science & Education & Culture	358.7	534.5	491.9	266.2	357.6	286.5	382.2
医疗保健服务场所 Medical care	318.4	444.3	395.7	269.0	300.7	225.0	344.5
体育休闲服务场所 Sport & Leisure	409.6	521.8	558.8	352.7	371.7	303.1	501.3

表 6 POI 与主要道路平均近邻值(m)

Table 6 Average nearest distances between POI and main roads

兴趣点类别 POI Classes	全市 Whole city	柯桥区	上虞区	越城区	诸暨市	嵊州市	新昌县
公共设施 Public facility	720.8	1145.9	1628.9	286.5	1194.3	329.5	666.2
公司企业 Corporate	948.4	1047.0	2570.4	223.3	738.7	480.7	788.9
金融机构 Financial institution	711.8	634.2	1746.9	153.9	872.7	499.4	721.3
交通服务相关 Transportation	357.8	437.2	652.6	181.7	277.7	496.9	596.0
购物相关场所 Shopping	507.7	613.8	1273.8	183.4	444.3	442.7	514.5
科教文化场所 Science & Education & Culture	1212.0	1363.1	2471.6	282.1	1356.6	1490.5	1052.9
医疗保健服务场所 Medical care	1310.5	1437.8	2720.2	274.5	1383.6	1083.4	914.4
体育休闲服务场所 Sport & Leisure	979.1	1047.5	1450.3	198.1	1270.5	1027.2	694.8

设,满足人民日益增长的文体需求;嵊州市要扩大公共医疗卫生领域投入,加快建设一批高水平综合医院和基层医疗服务机构,提高居民医疗保障水平,嵊州市还要加大科教文化领域投入,加大对各层次教育的投入,提高文化软实力;上虞区要加快交通路网建设,极高交通要素在推动经济社会发展中的作用,上虞区还要加大购物场所等第三产业的引进建设,提高消费在经济发展“三驾马车”中的比重。绍兴市作为一个外来流动人口较多的城市,要根据流动人口的变化而适时跟上公共配套设施建设的节奏,有效缓解由于人口聚集度增加带来的公共设施服务压力;另一方面要注重城乡一体化发展,加快城市化进度,提高城市可持续发展内生动力。可持续发展涉及可持续经济、可持续社会和可持续环境三方面的协调统一,绍兴市作为国家可持续发展实验区和历史文化名城,要在发展可持续经济社会的同时注重生态环境的可持续发展,严守生态环境红线,建设资源节约型环境友好型城市。

#### 参考文献 (References):

- [ 1 ] 李俊莉,曹明明. 国家可持续发展实验区发展水平的比较研究. 水土保持通报, 2011, 31(6): 160-164.
- [ 2 ] 甘灵. 城市公共交通可持续发展研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2002.
- [ 3 ] 戈峰. 现代生态学(第二版). 北京: 科学出版社, 2008.
- [ 4 ] Zheng H W, Shen G Q, Wang H. A review of recent studies on sustainable urban renewal. Habitat International, 2014, 41: 272-279.
- [ 5 ] 陆建. 城市交通系统可持续发展规划理论与方法[D]. 南京: 东南大学, 2003.
- [ 6 ] Berke P R, Conroy M M. Are we planning for sustainable development? An evaluation of 30 comprehensive plans. Journal of the American Planning

- Association, 2000, 66(1): 21-33.
- [ 7 ] 吕占峰, 李四林. 可持续发展公平问题新解. 湖北社会科学, 2002, (12): 63-65.
- [ 8 ] 钟春艳, 李保明, 王敬华. 城乡差距与统筹城乡发展途径. 经济地理, 2007, 27(6): 936-938, 951-951.
- [ 9 ] Liu T B, Chai Y W. Daily life circle reconstruction: a scheme for sustainable development in urban China. *Habitat International*, 2015, 50: 250-260.
- [ 10 ] 绍兴市统计局. 2014 绍兴统计年鉴. 北京: 中国统计出版社, 2014.
- [ 11 ] 李燕凌, 刘远风. 城乡差距的内生机制: 基于公共服务资本化的一个分析框架. 农业经济问题, 2013, (4): 15-23.
- [ 12 ] 罗楚亮. 城乡居民收入差距的动态演变: 1988~2002 年. 财经研究, 2006, 32(9): 103-112.
- [ 13 ] 曾伟军. 城乡差距的核心-边缘模型分析. 地域研究与开发, 2013, 32(3): 22-26.
- [ 14 ] 刘文勇. 中国城乡收入差距扩大的程度、原因与政策调整. 农业经济问题, 2004, (3): 56-58, 77-77.
- [ 15 ] Zhang X L, Wu Y Z, Skitmore M, Jiang S J. Sustainable infrastructure projects in balancing urban - rural development: towards the goal of efficiency and equity. *Journal of Cleaner Production*, 2015, 107: 445-454.
- [ 16 ] 杨迅周, 阎官法, 张宏文, 张慧勤. 县域可持续发展规划框架构思. 地域研究与开发, 1999, 18(1): 26-29.
- [ 17 ] 赵彦朝. 加快基础设施建设 实现城乡统筹发展——基于思路与对策研究. 产业与科技论坛, 2007, 6(5): 3-5.
- [ 18 ] Yuan Q, Zhao J G, Xia Y Y. Research on rural planning strategies based on the coordination with the development of large-scale construction projects-a case study on Yanqing County in Beijing. *Applied Mechanics and Materials*, 2013, 357-360: 1882-1885.
- [ 19 ] 吴长春, 刘阳, 白云. 谈兴趣点在城市管理信息系统中的具体应用. 测绘与空间地理信息, 2008, 31(2): 134-136, 139-139.
- [ 20 ] 许泽宁, 高晓路. 基于电子地图兴趣点的城市建成区边界识别方法. 地理学报, 2016, 71(6): 928-939.
- [ 21 ] 段金龙, 张学雷. 区域地表水体、归一化植被指数与热环境多样性格局的关联分析. 应用生态学报, 2012, 23(10): 2812-2820.
- [ 22 ] 韩善锐, 韦胜, 周文, 张明娟, 陶婷婷, 邱廉, 刘茂松, 徐驰. 基于用户兴趣点数据与 Landsat 遥感影像的城市热场空间格局研究. 生态学报, 2017, 37(16): 5305-5312.
- [ 23 ] 欧定华, 夏建国, 欧晓芳. 基于空间回归模型的城郊区土地景观格局变化驱动力研究——以成都市龙泉驿区为例. 江苏农业科学, 2017, 45(14): 236-242.