

文章编号:1004-8227(2010)10-1119-05

环鄱阳湖区 32 城市的等级结构与空间关联研究

钟海燕^{1,2}, 赵小敏^{1,2}, 黄宏胜²

(1. 南京农业大学公共管理学院, 江苏 南京 210095; 2. 江西农业大学鄱阳湖流域农业与生态工程技术研究中心, 江西 南昌 330045)

摘要: 通过分析城市等级结构和空间关联, 有助于识别城市体系发展阶段和协作状况, 对于指导区域城市协调发展具有重要的意义。以环鄱阳湖区 32 城市为研究对象, 运用“位序-规模”法则分析后发现: 2006 年环鄱阳湖区中间位序城市较多, 人口分布较为均衡, 但研究区的 2 城市指数高达 3.698, 南昌市的首位优势十分明显; 运用“区域经济联系量”分析南昌市区与其它 31 城市间经济联系隶属度, 结果表明研究区内二级城市中九江、抚州隶属度较高, 三级城市中星子、湖口、彭泽和浮梁的隶属度较低。因此, 为促进环鄱阳湖区城市群的协调发展, 应重点加强二级城市的城市化建设, 如九江、新余, 促进各级城市间的经济协作。

关键词: 等级结构; 空间关联; 环鄱阳湖区; 城市; GIS

文献标识码: A

等级结构是区域城市体系的重要结构之一, 可反映不同规模等级中城市分布状况和区域人口集中或分散的程度, 有助于识别区域城市体系发展的不同阶段。等级结构是城市体系的重要研究内容, 目前已建立多种理论模型, 如齐夫(Zipf)模型、帕累托(Pareto)分布模型^[1]、柏克曼(Beckmann)模型^[2]和杰斐逊(Jefferson)城市首位律等; 此外, 许多学者运用不同的方法、从不同的角度开展了不同区域的城市等级结构实证研究, 赵静等^[3]开展了安徽省城市体系等级规模结构研究, 喻定权等^[4]基于分形理论开展了湖南省城市体系规模研究, 岳文泽等^[5]开展了甘肃省城镇体系结构及其分形模型研究, 那伟等^[6]开展了吉林省城市体系等级规模结构研究。

空间关联用以衡量区域内城市间空间联系程度, 其主要的测度指标有城市交互引力^[7]和经济联系度^[8]等。空间关联指标广泛应用于区域城市空间结构研究, 刘承良等^[9]应用经济联系强度模型分析了武汉都市圈经济联系的空间结构; 乔旭宁等^[10]从经济联系强度的角度出发, 运用分形理论分析了乌鲁木齐都市圈的空间结构; 姜海宁等^[11]借助区域间相互作用的引力模型, 对江浙沪主要中心城市对外经济联系状况进行测度, 分析其对外经济联系的空间结构等级层次性特征。

本文所研究的环鄱阳湖区是以鄱阳湖为中心的面状区域, 包括南昌市区(东湖区、西湖区、青山湖区、青云谱区、湾里区)、九江市(庐山区、浔阳区)、景德镇市区(昌江区、珠山区)、鹰潭市区(月湖区)、新余市区(渝水区)、抚州市区(临川区)及南昌县、新建县、进贤县、九江县、瑞昌市、星子县、德安县、永修县、湖口县、都昌县、鄱阳县、余干县、彭泽县、万年县、安义县、樟树市、丰城市、高安市、东乡县、乐平市、贵溪市、余江县、浮梁县、奉新县、武宁县、靖安县, 共 38 个县(市、区)^[12], 土地总面积 5.30 万 km², 2006 年末区域总人口 1 951.1 万人, GDP 为 2 683.5 亿元。随着“鄱阳湖生态经济区”战略的提出, 亟须分析环鄱阳湖区城市空间结构, 揭示其空间协作特征, 为环鄱阳湖区资源共享, 产业经济布局优化与生态环境保护提供理论与现实借鉴。

1 环鄱阳湖区 32 城市的等级结构分析

1.1 Zipf 定律

Zipf 定律认为: 对于一个城市群而言, 城市人口可表达为^[13]:

$$P_i = P_1 \times R_i^{-q} \quad (1)$$

该式又称 Zipf 公式, 其中: P_i 为第 i 位城市的

收稿日期: 2009-06-30; 修回日期: 2009-09-28

基金项目: 国家自然科学基金项目“鄱阳湖地区土地利用变化对生态环境效应的机制研究”(30760048); 江西省高校人文社科项目“鄱阳湖土地利用变化的政策驱动研究”(GL0813)

作者简介: 钟海燕(1979~), 女, 江西省萍乡人, 博士研究生, 研究方向为土地利用变化. E-mail: zhy28@sina.com

人口; P_1 为最大城市的人口; R_i 为第 i 位城市的位序; q 为常数。当 $q=1$ 时, Zipf 定律表达的就是简单的“位序-规模”法则^[14]。

Zipf 定律通常可以转换为对数形式, 即:

$$\ln P_i = \ln P_1 - q \ln R_i, D = 1/q \quad (2)$$

其中参数 D 称为城市体系分形维数^[15]。该参数的含义如下: ①当 $q=1$ 时, $D=1$, 此时 $P_1/P_n = K = N$, 即首位城市与最小城市的人口规模之比恰为区域城市总数。②当 $q>1$ 时, $D<1$, 这时城市规模分布比较分散, 人口分布差异程度较大, 首位城市

的垄断性较强。③当 $q<1$ 时, $D>1$, 此时城市规模分布比较集中, 人口分布比较均衡, 中间位序的城市较多。④当 $q \rightarrow \infty$ 时, $D \rightarrow 0$, 区域内只有一个城市; 当 $q \rightarrow 0$ 时, $D \rightarrow \infty$, 所有城市一样大, 系统要素规模无分别。这两种极端情况, 实际中并不存在。

1.2 环鄱阳湖区城市“位序-规模”分析

环鄱阳湖区共有县级以上城市 32 个, 其中地级市 6 个, 县级市 6 个, 20 个一般县城。根据《江西省统计年鉴 2007》, 环鄱阳湖区 32 城市人口规模及 GDP 等如表 1 所示。

表 1 环鄱阳湖区 32 城市非农人口、GDP 和距南昌市区距离(万人, 亿元, km)

Tab. 1 Non-rural Population, GDP and Distance to Nanchang of 32 Cities Around Poyang Lake

位序	城市	非农业人口 (万人)	GDP (亿元)	距南昌市区 公路里程 (km)	位序	城市	非农业人口 (万人)	GDP (亿元)	距南昌市区 公路里程 (km)
1	南昌市区	173.75	812.67	0	17	余干县	10.30	35.27	92
2	九江市区	46.98	229.25	142	18	永修县	9.50	30.60	45
3	景德镇市区	36.21	128.99	210	19	奉新县	9.00	32.24	69
4	丰城市	33.10	110.00	60	20	都昌县	8.80	23.90	225
5	新余市区	31.86	181.08	180	21	新建县	8.10	95.72	10
6	抚州市区	30.93	98.13	105	22	万年县	8.10	23.99	135
7	高安市	20.30	57.44	68	23	安义县	7.50	28.44	61
8	南昌县	19.20	153.10	17	24	九江县	6.50	20.13	125
9	鄱阳县	18.00	44.76	150	25	余江县	6.40	16.85	122
10	乐平市	15.90	73.41	165	26	武宁县	6.20	26.80	140
11	樟树市	15.20	63.96	88	27	湖口县	4.90	17.55	163
12	鹰潭市区	13.82	25.95	143	28	浮梁县	4.80	22.37	218
13	东乡县	12.10	33.86	101	29	德安县	4.80	17.07	82
14	进贤县	11.90	93.96	62	30	靖安县	4.80	12.77	85
15	贵溪市	11.90	110.36	164	31	彭泽县	4.70	19.54	205
16	瑞昌市	11.10	30.64	156	32	星子县	3.40	12.66	118

资料来源: 非农人口和 GDP 来源于《江西省统计年鉴 2007》; 各城市距南昌市区公里里程来源于《江西省交通旅游图册(2007)》

用公式(2)求出 2006 年环鄱阳湖区城市“位序-规模”回归方程, 经过计算, 得到回归方程: $\ln P = -0.9606 \ln R + 4.9353$ (如图 1 所示), 相关系数 $R^2 = 0.965$, 具有很高的可信度。 $q = 0.9606 < 1$, $D = 1/q = 1.0410 > 1$, 说明环鄱阳湖区人口分布比较均衡, 中间位序的城市较多, 同时也说明中间位序城市规模偏小, 削弱了南昌市对小城市的辐射作用。

此外, 根据马克·杰斐逊(M. Jefferson)的城市首位律, 最大城市与第二位城市人口的比值, 即首位度, 是衡量城市规模分布状况的一种常用指标。由表 1 可以计算出城市首位指数, 一般认为城市首位指数应该包括 2 城市指数、4 城市指数和 11 城市指数^[5] (P_i 表示按人口规模排在第 i 位的城市非农业人口数)。

$$S_2 = P_1/P_2 = 3.698$$

$$S_4 = P_1/(P_2 + P_3 + P_4) = 1.494$$

$$S_{11} = 2P_1/(P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 + P_{10} + P_{11}) = 1.298$$

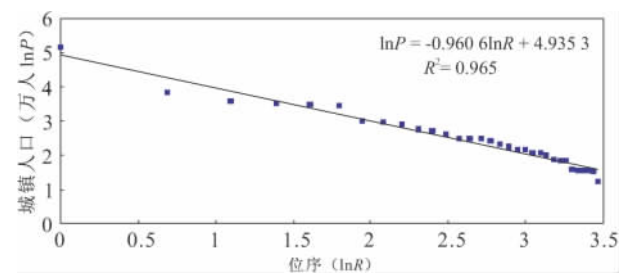


图 1 环鄱阳湖区城市“位序-规模”分布

Fig. 1 Rank-size Distribution of 32 Cities Around Poyang Lake

按照城市“位序-规模”法则, 正常的 4 城市指数和 11 城市指数都为 1, 而 2 城市指数为 2, 但环鄱阳湖区城市规模的首位指数远大于这个标准, 属于典型首位分布的城市体系结构。这种规模分布还处于

城市体系演进过程中的初级阶段,南昌市在环鄱阳湖区城市体系中首位城市职能过于集中。

1.3 环鄱阳湖区城市等级分析

选取城市非农业人口数和国内生产总值(GDP,单位为亿元)来代表城市的经济实力和经济发展水平的指标,在确定了环鄱阳湖区城市规模指标体系的基础上,依据各城市非农业人口(P_i ,单位为万人)、GDP(V_i)分别计算各城市的非农业人口指数(K_{P_i})和经济职能指数(K_{V_i})。计算公式如下^[16]:

$$K_{P_i} = P_i / \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i, K_{V_i} = V_i / \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

表 2 环鄱阳湖区 32 城市等级划分

Tab. 2 Grade of 32 Cities Around Poyang Lake

城市	K_{P_i}	K_{V_i}	K_{T_i}	城市等级	城市	K_{P_i}	K_{V_i}	K_{T_i}	城市等级
南昌市区	9.114 007	9.69	18.804 950	一级	余干县	0.540 284	0.42	0.960 871	三级
九江市区	2.464 323	2.73	5.198 044	二级	瑞昌市	0.582 247	0.37	0.947 596	三级
新余市区	1.671 207	2.16	3.830 548	二级	永修县	0.498 320	0.36	0.863 221	三级
景德镇市区	1.899 385	1.54	3.437 622	二级	奉新县	0.472 092	0.38	0.856 568	三级
丰城市	1.736 251	1.31	3.048 026	二级	都昌县	0.461 602	0.29	0.746 661	三级
抚州市区	1.622 424	1.17	2.792 653	二级	安义县	0.393 410	0.34	0.732 518	三级
南昌县	1.007 131	1.83	2.832 857	三级	万年县	0.424 883	0.29	0.710 977	三级
贵溪市	0.624 211	1.32	1.940 251	三级	武宁县	0.325 219	0.32	0.644 804	三级
高安市	1.064 831	0.68	1.749 778	三级	九江县	0.340 956	0.24	0.581 059	三级
进贤县	0.624 211	1.12	1.744 665	三级	余江县	0.335 710	0.20	0.536 626	三级
乐平市	0.834 030	0.88	1.709 423	三级	浮梁县	0.251 783	0.27	0.518 559	三级
新建县	0.424 883	1.14	1.566 382	三级	彭泽县	0.246 537	0.23	0.479 539	三级
樟树市	0.797 312	0.76	1.560 022	三级	湖口县	0.257 028	0.21	0.466 275	三级
鄱阳县	0.944 185	0.53	1.477 960	三级	德安县	0.251 783	0.20	0.455 326	三级
东乡县	0.634 702	0.40	1.038 486	三级	靖安县	0.251 783	0.15	0.404 103	三级
鹰潭市区	0.724 924	0.31	1.034 373	三级	星子县	0.178 346	0.15	0.329 254	三级

2 鄱阳湖区城市空间联系隶属度分析

经济联系量,或称作空间交互作用量,是用来衡量区域间经济联系强度大小的指标,既能反映经济中心城市对周围地区的辐射能力,也能反映周围地区对经济中心辐射能力的接受程度。考虑到南昌市区在环鄱阳湖区中绝对核心的情况,仅计算其余 31 城市和南昌市区的绝对经济联系量(R_i),公式如下:

$$R_i = \sqrt{P_0 V_0} \cdot \sqrt{P_i V_i} / D_i, \quad (3)$$

其中: R_i 为城市 i 绝对联系量; P_0 为南昌市区的非农人口数; P_i 为城市 i 的非农人口数; V_0 为南昌市区的 GDP; V_i 为城市 i 的 GDP; D_i 为城市 i 至南昌的最短交通距离,单位为 km;人口单位为万人,GDP 单位为亿元。

在城市绝对经济联系量的基础上,可以计算出

在分别计算的人口和经济职能指数基础上,进一步计算各城市的中心职能强度:

$$K_{T_i} = K_{P_i} + K_{V_i}$$

根据计算结果和环鄱阳湖区的行政管辖和城市空间分布,把区域内 32 个城市划分为 3 个不同的等级,计算结果如表 2 所示。结果显示:南昌市区在环鄱阳湖区的核心城市地位十分明显,二级城市包括九江市区、新余市区、景德镇市区、丰城市和抚州市区,其它城市均为三级城市。

环鄱阳湖区 31 个城市相对于南昌市区的经济联系隶属度(F_i),公式如下:

$$F_i = R_i / \sum_{i=1}^n R_i \quad (4)$$

依据表 1、公式 3 和公式 4,计算环鄱阳湖区 31 城市与首位城市(南昌市区)的绝对经济联系量和经济联系隶属度如表 3 所示。

根据表 3,在 ArcMap 中采用 Geometrical Interval 方法把经济联系隶属度分为 5 类:核心圈、紧密联系、密切联系、一般联系和较少联系,可得到环鄱阳湖区 31 城市与南昌市的经济联系隶属度分类图(如图 2 所示)。结果表明:南昌县与新建县属南昌市区的核心圈,丰城市、九江市区、进贤县、抚州市区和高安市和南昌市区经济协作密切,而湖口县、星子县、浮梁县和彭泽县受南昌市区的经济辐射影响较小。

表 3 环鄱阳湖区 31 城市与南昌市区空间联系测算表

Tab. 3 Spatial Relationship Between Nanchang and Other 31 Cites Around Poyang Lake

序号	城市	R_i	F_i	序号	城市	R_i	F_i	序号	城市	R_i	F_i
1	南昌县	1 198.430	23.86	12	奉新县	92.768 6	1.847	23	靖安县	34.615 8	0.689
2	新建县	1 046.340	20.84	13	安义县	89.963 1	1.791	24	武宁县	34.598 3	0.689
3	丰城市	377.909	7.525	14	贵溪市	83.034 5	1.653	25	九江县	34.390 6	0.685
4	九江市区	274.625	5.468	15	余干县	77.849 1	1.55	26	余江县	31.983 9	0.637
5	进贤县	202.662	4.035	16	乐平市	77.805 6	1.549	27	都昌县	24.222 6	0.482
6	抚州市区	197.165	3.926	17	东乡县	75.307 9	1.500	28	湖口县	21.376 4	0.426
7	高安市	188.696	3.757	18	鄱阳县	71.108 1	1.416	29	星子县	20.888 6	0.416
8	新余市区	158.564	3.157	19	鹰潭市区	49.763 0	0.991	30	浮梁县	17.862 1	0.356
9	永修县	142.374	2.835	20	瑞昌市	44.420 7	0.885	31	彭泽县	17.565 9	0.350
10	樟树市	133.141	2.651	21	德安县	41.479 1	0.826				
11	景德镇市区	122.293	2.435	22	万年县	38.802 3	0.773				

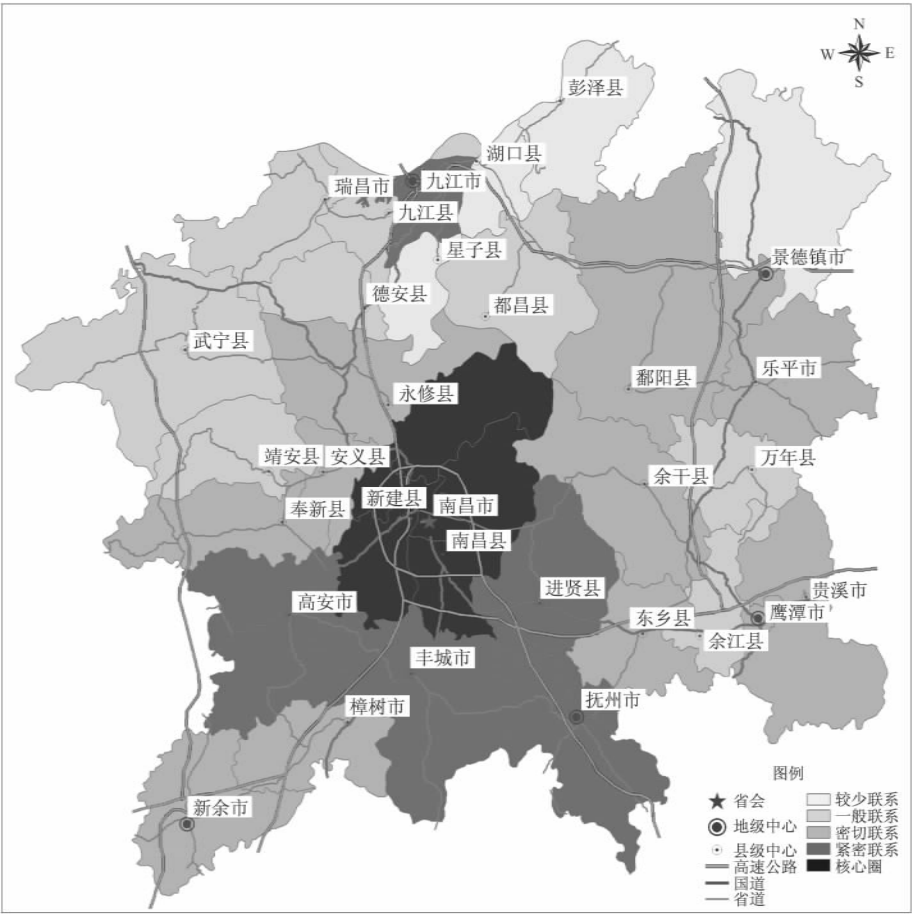


图 2 环鄱阳湖区 31 城市与南昌市区空间联系隶属度分类

Fig. 2 Membership Grade of Spatial Relationship Between Nanchang and Other 31 Cities Around Poyang Lake

3 结论

研究城市等级结构和空间关联,有助于识别区域城市体系发展阶段和协作状况,对于指导区域城市协调发展具有重要的理论和现实意义。本文以环

鄱阳湖区 32 城市为研究对象,运用“规模-位序”法则分析 2006 年环鄱阳湖区城市等级结构;运用经济联系量分析环鄱阳湖区空间关联,结果表明:南昌市区在环鄱阳湖区的核心城市地位突出,区域内二级城市人口分布较为均衡,但规模偏小,对三级城市的辐射和带动作用有待加强。

以上研究表明,环鄱阳湖区目前仍处于城市群发展的初级阶段,其发育程度低,区域内中心城市与二级、三级城市间的经济联系较弱,尚未形成经济联系密切的高密度城市群。今后应重点加强二级城市的城市化建设,各城市应抓住鄱阳湖生态经济区建设的良好契机,根据自身的资源与区位优势,在提高城市综合实力的同时,加强城市间的经济协作,增强城市对外功能联系量,促进环鄱阳湖区城市群共同繁荣。

参考文献:

- [1] 谈明洪,范存会. Zipf 维数和城市规模分布的分维值的关系探讨[J]. 地理研究, 2004, 23(2):243~248.
- [2] 陈彦光,刘继生. 基于 Beckmann 模型的城镇化水平公式及其理论探讨[J]. 东北师大学报(自然科学版),2000, (3):20~24.
- [3] 赵 静,焦华富,宣国富. 安徽省城市体系等级规模结构特征及其调整[J]. 长江流域资源与环境, 2005, 14(5):556~560.
- [4] 喻定权,陈群元. 基于分形理论的湖南省城市体系规模分布[J]. 经济地理, 2006 (S1):242~245.
- [5] 岳文泽,徐建华,颜耀文. 甘肃城镇体系结构及其分形模型研究[J]. 地域研究与开发, 2004, 23(1):16~20.
- [6] 那 伟,刘继生. 吉林省城市体系等级规模结构研究[J]. 人文地理, 2007, 22(5):50~54.
- [7] 许学强,胡华颖. 对外开放加速珠江三角洲市镇发展[J]. 地理学报,1988, 43(3):45~50.
- [8] 蒲欣冬,毛利伟,魏立军. 甘肃省中心城市等级划分及其空间联系测度[J]. 兰州大学学报(自然科学版), 2004,40 (6):101~105.
- [9] 刘承良,余瑞林,熊剑平,等. 武汉都市圈经济联系的空间结构[J]. 地理研究, 2007, 26(1): 197~209.
- [10] 乔旭宁,杨德刚,毛汉英,等. 基于经济联系强度的乌鲁木齐都市圈空间结构研究[J]. 地理科学进展, 2007, 26(6): 86~95.
- [11] 姜海宁,陆玉麟,吕国庆. 江浙沪主要中心城市对外经济联系的测度分析[J]. 地理科学进展, 2008, 27(6): 82~89.
- [12] 陈美球,黄宏胜,刘 滨,等. 鄱阳湖生态经济区地域范围确定研究[J]. 江西农业大学学报, 2008, 30(5): 933~937.
- [13] 牛文元. 理论地理学[M]. 北京: 商务印书馆,1992.
- [14] FONSECA J W. Urban rank-size hierarchy: A mathematical interpretation[C]//Monograph Series Image Monograph 8. Ann Arbor:Institute of Mathematical Geography,1988.
- [15] 陈彦光,刘继生. 城市规模分布的分形和分维[J]. 人文地理, 1999 (2): 43~48.
- [16] 李国平,王立明,杨开忠. 深圳与珠江三角洲区域经济联系的测度及分析[J]. 经济地理, 2001, 21(1): 33~37.

RESEARCH ON THE HIERARCHICAL STRUCTURE AND SPATIAL RELATIONSHIP IN 32 CITIES AROUND POYANG LAKE

ZHONG Hai-yan^{1,2}, ZHAO Xiao-min^{1,2}, HUANG Hong-sheng²

(1. College of Public Management, Nanjing Agricultural University, Nanjing 210095, China; 2. Poyang Lake Watershed Research Center for Agriculture and Eco-engineering, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China)

Abstract: By analyzing the hierarchical structure and spatial relationship of cities, we could well recognize the development and collaborative status of urban system, which have important significance to achieve harmony development between all cities in the region. Thus, all 32 cities around Poyang Lake were considered as the research object, and rank-size rule was used to analyze the urban system around Poyang Lake. The result showed that the proportion of middle-rank cities was higher than other rank cities in 2006, and the population distribution in the area around Poyang Lake was in equilibrium. But, the 2-cities primacy index in research area was up to 3.698, which means that the primacy advantage of Nanchang was very obvious. Then, the quantity of economical relation was used to analyze the membership grade of spatial relationship between Nanchang and other 31 cities around Poyang Lake. The result showed that the membership grade of Jiujiang and Fuzhou were higher than other second-class cities, and the membership grade of Xingzi, Hukou, Pengze and Fuliang were lower than other third-class cities. Therefore, in order to promote the urban agglomeration around Poyang Lake developing harmony, some second-class city, such as Jiujiang, Xinyu, should be accelerated in the construction of urbanization. And the economic cooperation between all cities should be enhanced.

Key words: hierarchical structure; spatial relationship; the area around Poyang Lake; cities; GIS