

---

# 城市旅游发展与经济-社会-环境协调度研究

## ——以江苏省为例

李玉霞<sup>1, 2, 3</sup> 滕玉浩<sup>1, 2, 3</sup> 潘炳煌<sup>1, 2, 3</sup> 吴敏睫<sup>4</sup> 陈玲玲<sup>51</sup>

(1. 南京师范大学 地理科学学院, 江苏 南京 210023;

2. 江苏省地理环境演化国家重点实验室培育建设点, 江苏 南京 210023;

3. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 江苏 南京 210023;

4. 江苏省地理信息产业研究院, 江苏 南京 210023;

5. 金陵科技学院 人文学院, 江苏 南京 211169)

**【摘要】:** 城市旅游与经济、社会、环境发展的协调一致性, 是城市旅游可持续发展的必然选择。论文以江苏省 13 个城市为例, 建立 2015—2019 年旅游与经济、社会、环境发展的协调度模型, 测算各市旅游与经济、社会、环境的协调度, 并利用 K-Means 聚类方法对协调度进行聚类分析, 讨论江苏城市旅游发展与经济、社会、环境协调发展的时空分布规律。研究表明: 从时间上看, 南京、无锡、苏州 3 市的旅游—经济—社会—环境耦合系统整体协调度最高, 且 2013 年后协调度的增幅和增速均明显高于其他城市, 连云港、宿迁、盐城、淮安和泰州的整体协调度最低, 且提升缓慢。从空间上看, 江苏南部 5 市中, 镇江的社会、环境以及常州的经济和社会发展略弱, 江苏北部 5 市以徐州城市旅游发展协调性最好。

**【关键词】:** 城市旅游 协调度模型 K-Means 聚类 旅游发展

**【中图分类号】:** F592.7 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1671-4407(2022)08-105-07

旅游产业已经成为国家战略性支柱产业, 并成为五大幸福产业之首。于旅游业的发展与区域经济、社会、环境息息相关并相互作用, 构成了旅游—经济—社会—环境耦合系统。旅游业的发展可有效促进经济、社会的进步, 并可通过旅游开发, 改善生态环境。另一方面, 传统的旅游业发展模式过于重视经济收益, 对社会及生态环境保护缺少足够重视, 可能导致旅游—经济—社会—环境耦合系统的失衡。综合考虑旅游发展与经济、社会、环境发展的协调度, 有助于构建和谐的内外条件, 实现旅游业的可

---

**作者简介:** 李玉霞, 博士, 讲师, 研究方向为生态环境与城市旅游。E-mail:liyuxia618@126.com;陈玲玲, 博士, 教授, 研究方向为城市旅游与旅游规划。E-mail:chenlingling@vip.163.com

**基金项目:** 教育部人文社会科学研究项目“城市群旅游目的地景观演变、环境效应及生态网络构建研究”(18YJJCZH012)

持续发展<sup>[1]</sup>。

目前，学界已经利用协调度模型对城市的人口、经济发展与生态环境之间的协调发展问题进行了大量的理论与实证分析<sup>[2,3,4,5,6,7,8]</sup>。陈晓和李悦铮<sup>[9]</sup>通过构建评价指标体系，利用模糊隶属度方法深入分析城市建设与城市旅游间的协调发展关系。郭向阳等<sup>[10]</sup>基于多源异构数据构建高速交通与旅游效率评价指标体系，并综合采用 TOPSIS 方法、Bootstrap-DEA 模型和耦合协调模型对 2005—2016 年长三角 41 市旅游效率与高速交通耦合协调度进行测度。近期，有学者开始关注多个不同系统之间发展的协调度，构建了旅游、经济、环境等要素的耦合协调度分析模型<sup>[6,7,8,11,12]</sup>。但现有对旅游协调度的计算方法较为复杂，灰度法、熵值法等对数据的适应性差，同时一般也缺乏对协调度时空结构的量化测度，较难判断协调度时间和空间上的演化规律。

通过对现有研究的总结和归纳，构建用于描述旅游、社会、经济和环境各要素发展指数的评价指标，建立旅游—经济—社会—环境的协调度发展模型。搜集并整理江苏省 13 个地市的旅游、社会、经济和环境数据，利用协调度模型，讨论各市旅游业发展情况，并对协调度结果的空间分布特征加以分析，利用 K-Means 聚类方法分析江苏省旅游协调发展模式，并讨论导致此类模式的可能原因。论文研究有望揭示江苏省旅游发展与社会、经济、环境的耦合发展态势和规律，以期为江苏旅游—经济—社会—环境的协调发展提供参考依据。

## 1 方法与数据

### 1.1 协调度模型

赫尔曼·哈肯(Hermann Haken)教授于 1971 年提出了协同性理论，该理论也被认为是协调度概念的理论基础。协同性理论认为系统具有从无序走向有序的趋势，在此过程中系统内部、系统与外界也逐渐从对抗冲突走向协同关联，最终达到协调一致。协调度则是描述系统协调一致程度的基本统计量，可采用多种模型进行计算。论文采用基于离差系数的协调度计算模型，离差系数模型的优点是结构简单，适应性强，特别对于多系统或系统间干扰较强的情况下，离差系数模型基于距离的系统协调度计算方法具有更强的稳定性<sup>[13,14]</sup>。利用离差系数模型计算旅游—经济—社会—环境系统中的两两协调度  $C_{xy}$ ，并可进一步求得系统中的整体协调度  $C_{all}$ 。计算方法如式(1)所示：

$$\begin{cases} C_{xy} = \frac{f_1(x) \times f_2(y)}{\left[ \frac{f_1(x) + f_2(y)}{2} \right]^2} \\ C_{all} = \frac{f_1(x_1) \times f_2(x_2) \times \cdots \times f_n(x_n)}{\left[ \frac{f_1(x_1) + f_2(x_2) + \cdots + f_n(x_n)}{n} \right]^2} \end{cases} \quad (1)$$

式中： $f_1(x)$ 、 $f_2(y)$ 分别为子系统  $x$ 、 $y$  的综合发展评价指数。

### 1.2 K-Means 聚类

K-Means 聚类方法作为一种具有较高处理效率和分类效率的非监督分类方法，已经被广泛应用与于各类数据挖掘和模式识别问题中<sup>[15]</sup>。K-Means 聚类方法是典型的基于距离的聚类方法，一般需要给定分类数  $k$ ，并最终求得  $k$  个组内距离最小、组间距离最大的类簇。K-Means 聚类一般采用启发法进行求解，即预先设定  $k$  个随机质心，然后分别求解样本中各点到质心的距离，根据距离最小原则将样本点分为  $k$  个类簇，再根据新的分类更新质心，重复迭代上述过程，直到质心的位置不再发生变化。K-Means 聚类方法在旅游流时空变异分析和特征模态识别等中得到应用<sup>[16]</sup>。利用该方法对旅游协调度进行空间聚类，获取江苏省各市的旅游—经济、旅游—社会 and 旅游—环境协调度空间格局，并综合得到系统整体协调度格局及其中心点演化特征，进而探讨该格局

产生的可能原因。

### 1.3 研究数据

旅游、经济、社会与环境数据主要来自 2006—2020 年的《江苏统计年鉴》，2010 年以后的环境数据来自《中国城市统计年鉴》。采用多指标综合分析方法，遵循科学性、实际性、可实施性等原则，通过查阅和分析往年的文献资料<sup>[17,18,19,20]</sup>，借鉴已有的协调度指标体系，将指标分为旅游、经济、社会与环境四个方面，主要包括：国内游客数、国内旅游收入、入境游客接待量、旅游外汇收入、人均 GDP、人均二三产值、外商投资总金额、二三产就业人口比例、总人口、城镇居民人均可支配收入、人均社会消费品零售总额、恩格尔系数、人均公共绿地面积、人均道路面积、地均工业二氧化硫排放量、地均污水排放量。

## 2 指标体系及综合评价

### 2.1 指标体系及数据标准化

考虑到旅游—经济—社会—环境系统的复杂性及数据的可获取性，构建表 1 所示的综合指标体系，并采用下列公式对指标进行标准化：

$$X_i = \begin{cases} \frac{a_i}{A_i}, & a_i \text{ 为正向指标} \\ \frac{B_i}{a_i}, & a_i \text{ 为负向指标} \end{cases} \quad (2)$$

式中： $X_i$  为某地级城市的第  $i$  项指标的分值； $a_i$  为该城市的第  $i$  项指标的实际值； $A_i$  为所有年份所有城市中第  $i$  项指标的最大值。 $B_i$  为所有年份所有城市中第  $i$  项指标的最小值。

### 2.2 指标权重计算

权重计算采用主观权重和客观权重相结合的方法，并最终计算出综合权重，其中客观权重采用熵值法计算，主观权重采用 Delphi 法计算。对于上述获得的主客观权重采用樊志平等提出的基于多目标规划计算组合权重向量的权重系数的方法<sup>[20]</sup>。最终获得的主客观权重及综合权重见表 1。

### 2.3 综合指数计算

采用线性加权法计算城市旅游及其他各要素的综合指数值，其计算公式如下：

$$y = \sum_{i=1}^n w_i s_i \quad (3)$$

表 1 指标体系及相关权重

	指标	客观权重	主观权重	综合权重
--	----	------	------	------

旅游	国内游客数	0.133	0.298	0.213
	国内旅游收入	0.167	0.383	0.274
	入境游客接待量	0.375	0.110	0.272
	旅游外汇收入	0.325	0.209	0.241
经济	人均GDP	0.100	0.405	0.273
	人均二三产值	0.072	0.108	0.074
	外商投资总金额	0.805	0.311	0.528
	二三产就业人口比例	0.023	0.176	0.125
社会	总人口	0.745	0.192	0.431
	城镇居民人均可支配收入	0.057	0.314	0.187
	人均社会消费品零售总额	0.192	0.086	0.108
	恩格尔系数	0.006	0.408	0.274
环境	人均公共绿地面积	0.091	0.393	0.294
	人均道路面积	0.196	0.194	0.170
	地均工业二氧化硫排放量	0.432	0.190	0.313
	地均污水排放量	0.282	0.223	0.223

式中： $y$  表示某个城市旅游子系统或环境子系统的综合评价价值； $x_i$  表示该评价对象的第  $i$  个评价指标的标准化后的指标值。 $W_i$  表示第  $i$  项评价指标的综合权重。

经计算，各年各市旅游、社会、经济、环境等各子系统的综合指数如图 1 所示。如图 1 所示，13 个城市的旅游产业发展均呈现向好趋势，其中，苏州、无锡、南京 3 市的旅游发展情况最好，表现为发展基数大、增长速度快，这与其传统旅游资源禀赋良好，且现代旅游资源和产品跟随市场需求不断开发创新密切相关。常州、镇江、扬州 3 市旅游发展指数也显著上升，但增长速度比苏州、无锡和南京相比略慢。其余 7 个城市旅游发展指数呈现缓慢变化。江苏旅游业发展集中在江苏南部 5 市以及中部的扬州。

江苏经济发展水平具有较强的空间相关性，表现出典型的从南到北的差异化发展态势。苏州的经济发展水平长期领先，南京、无锡、常州紧随其后，且增速较快。从社会发展水平看，各市发展均衡，且其发展指数均超过 0.4，其中苏州、南京最高，无锡、徐州、南通、盐城次之。从环境保护系数看，各城市总体水平差异不大，但随时间变化差异增强。其中，南京、无锡、南通、淮安、镇江、泰州基本呈现出稳步上升趋势，连云港、盐城等城市则表现出一定的波动性变化，盐城各年间变化最为剧烈。

### 3 协调度及其时空聚类分析

#### 3.1 协调度分析

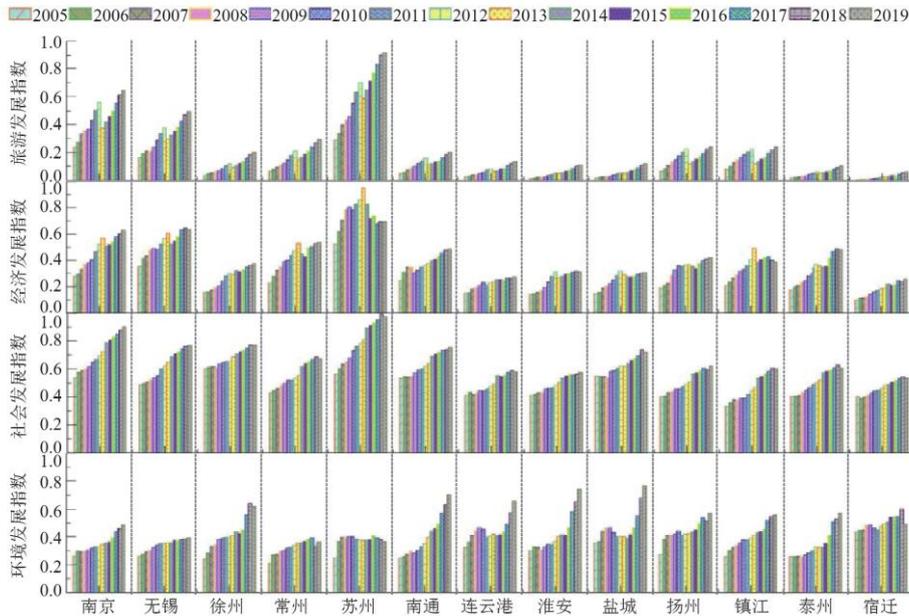


图 1 江苏省各市发展指数评价结果

根据公式(2)测度江苏省各市旅游与经济、社会、环境发展耦合的协调度,并据公式(3)测度旅游—经济—社会—环境系统的整体协调度,结果如图 2 所示。从图 2 可以看出,江苏各市旅游与经济发展均呈现出较高的协调度,且各市的旅游与经济协调度呈逐年上升趋势。除泰州、宿迁两市外,其余城市的旅游与经济发展协调度均在 0.5 以上,尤其是南京、无锡、苏州、扬州,其协调度接近于 1,说明经济发展好的城市,对旅游发展也高度重视,从而表现出旅游与经济协同发展态势。泰州、宿迁两地旅游与经济协调度最低,泰州属于旅游新兴城市,宿迁在江苏省的经济发展相对落后,这些是造成这两个城市的旅游与城市经济在发展协调性上较弱的原因。江苏各市的旅游与社会发展协调度,与旅游与经济发展协调度的分布规律大体一致,但城市间的差异进一步放大了旅游与经济协调度的协调度。南京、苏州、无锡三市的旅游与社会发展协调度最高,均接近于 1。淮安、盐城、泰州、宿迁等城市旅游与社会协调度一直处于上升状态,但仍明显低于其他城市。

基于旅游与环境发展协调度的分析可知:南京、无锡、苏州、扬州、镇江 5 市的旅游发展与环境间表现出较高的协调度,常州近年来旅游发展与合作的协调度也处于快速增长进程中,至 2019 年已经接近第一梯队五市的发展水平。其余城市则大体处于同一水平,但其变化趋势表现出一定的差异性。其中,徐州、连云港、盐城和淮安基本呈现出上升趋势,南通、泰州、宿迁则表现出一定的波动性,呈现出先下降后上升的态势。

就旅游—经济—社会—环境系统相互关系的整体协调度而言,各市整体上呈上升趋势,其中,南京、无锡、苏州协调发展程度最高,增速也最快,徐州、常州、南通、扬州、镇江也相对较好,其余城市则相对较低,均在 0.1 以下,反映了旅游—经济—社会—环境系统发展的协调性不尽如人意。

### 3.2 协调度空间聚类分析

空间 K-Means 聚类分析可有效挖掘江苏旅游产业的发展与经济、社会、环境协调度以及旅游—经济—社会—环境系统综合协调度的空间格局,且各聚类中心点随时间的变化特征能够反映系统中各要素协调发展的时间演化规律。为此,对各协调度数据进行空间 K-Means 聚类,并获取其中心点变化规律。综合考虑数据特征及研究问题的复杂性,多次试验后选取分类类别数为 3,采用 R 软件及 QCAGUI 软件包进行 100 次重复随机试验,以最小组内距离平方和为准则进行空间聚类。聚类结果见图 3。

如图 3(a)所示, 基于旅游—经济协调度聚类得到的三个类别分别是: 南京、无锡、苏州、镇江 4 市为协调度较高的第一类城市, 徐州、连云港、扬州和泰州为协调度相对较低的第三类城市, 其他城市为协调度处于中等的第二类城市。从空间分布看, 苏南(除常州)及苏中扬州的旅游—经济协调度明显高于其他城市, 可能是因为苏南地区整体经济水平较高。一方面苏南地区的居民可支配收入高, 旅游需求旺盛, 从而促进了本地旅游产业的增长。另一方面, 经济发达地区对旅游产业发展更为重视, 投入和投资相对较多, 且旅游发展对经济本身就具有很强的促进作用, 如此形成良性循环, 促进了旅游与经济的协调一致发展。苏中扬州不仅是南京都市圈的重要城市, 是传统的旅游城市, “中国运河第一城”, 其风景和美食均负有盛名, 具有极高的旅游知名度。苏北其他城市则受限于相对落后的经济发展水平, 丰厚的旅游资源未能充分利用, 旅游开发不够成熟, 使得旅游与经济未能协调一致向前发展。

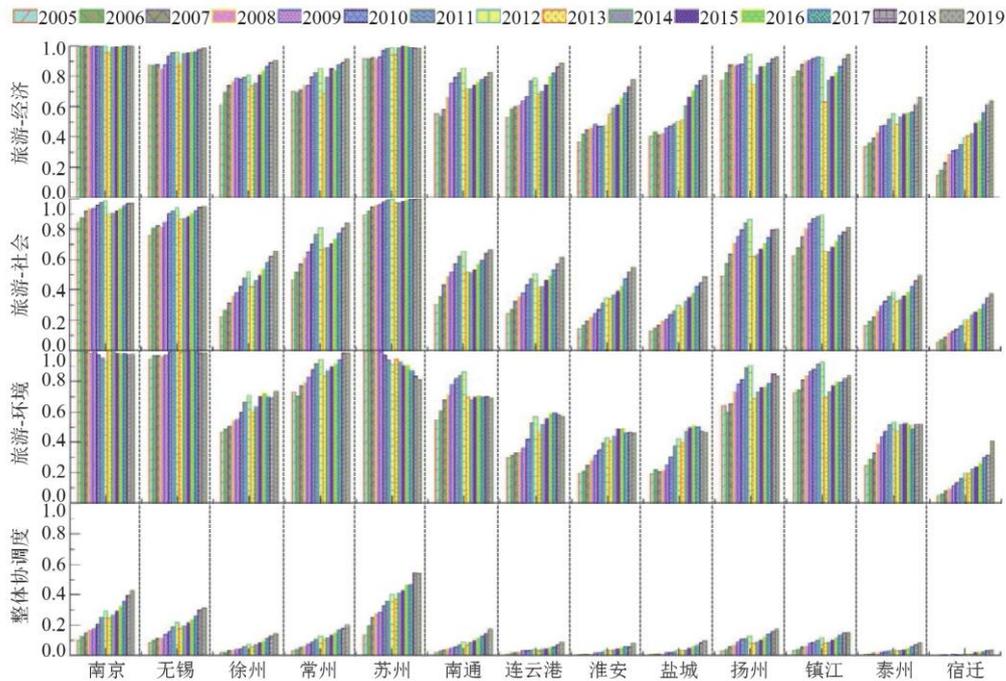


图 2 江苏省旅游—经济—社会—环境发展协调度

图 3(b)~(d)所示的旅游与社会、环境协调度, 以及旅游—经济—社会—环境四者耦合系统的整体协调度的空间聚类结果大体是一致的。南京、无锡、苏州均被划分为第一类城市, 这 3 个城市旅游耦合系统协调度均较高, 耦合系统中的 4 个要素均体现出较高的发展水平。扬州、镇江、常州、南通被划分为第二类城市, 其旅游发展的耦合系统协调度较第一类城市低, 城市旅游知名度也相对弱一些。其余城市则为地处江苏北部的第三类城市, 其旅游耦合系统的发展协调度均较低, 这与该地区旅游业发展起点较低有关。值得指出的是, 空间聚类结果能够较好反映江苏部分城市旅游发展协调性存在的具体问题。江苏南部 5 市(以长江为分界线划分)中, 镇江的社会、环境以及常州的经济、社会发展分别阻碍了其进入总体协调的第一类城市; 扬州、泰州、南通属于江苏中部城市, 扬州的社会、环境发展阻碍其进入总体协调的第一类城市, 而泰州需要全面促进经济、社会和环境发展, 否则其城市旅游发展的协调性将持续落后于同地域的扬州和南通。对于江苏北部城市而言, 徐州城市旅游发展协调性最好, 但由于苏北城市各项发展与苏中、苏南地区均有差距, 所以除徐州外的苏北城市旅游的总协调性在江苏省也属于落后状态。

空间聚类结果也能够反映城市旅游系统与社会、经济环境系统协调发展的优势组合, 连云港、扬州和镇江的旅游与经济协调度明显领先于其他方面, 其旅游发展对城市经济的发展影响比较突出。常州的旅游与环境协调度比较突出, 显示了常州旅游发展与环境保护之间的良性互动。旅游与其他方面的协调度也能够反映出其他方面对旅游发展的影响: 经济、社会与环境三个方面都是第一类的城市, 在经济、社会与环境方面也促进了旅游的发展, 发展更协调, 更全面。

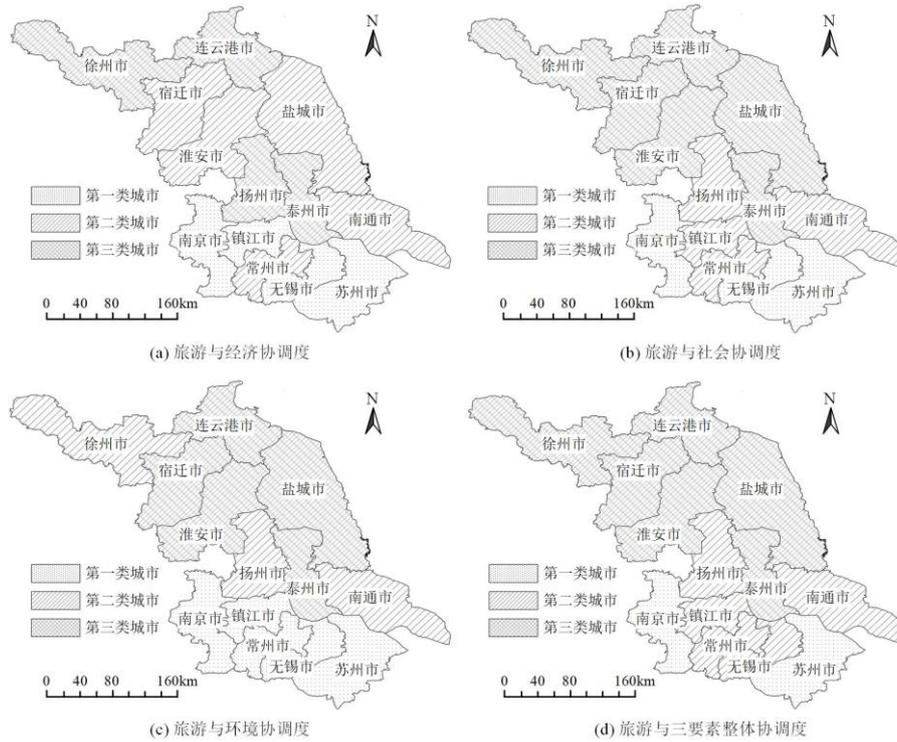


图 3 旅游与经济、社会、环境耦合系统协调度的空间聚类结果

各协调度空间聚类的中心点变化如图 4 所示，旅游—经济和社会—旅游协调度之间的差异主要是数值水平上的差异，其中第一、二两类城市 15 年间协调度基本不变或波动上升，而第三类城市无论是旅游—经济协调度还是旅游—社会协调度均呈现出明显的上升趋势。此类城市多属于旅游基础比较薄弱的城市，旅游与经济、社会发展速度均相对较快，从而其协调度也呈现出快速增长趋势，显示了旅游业对该类城市经济、社会发展的快速拉动作用。

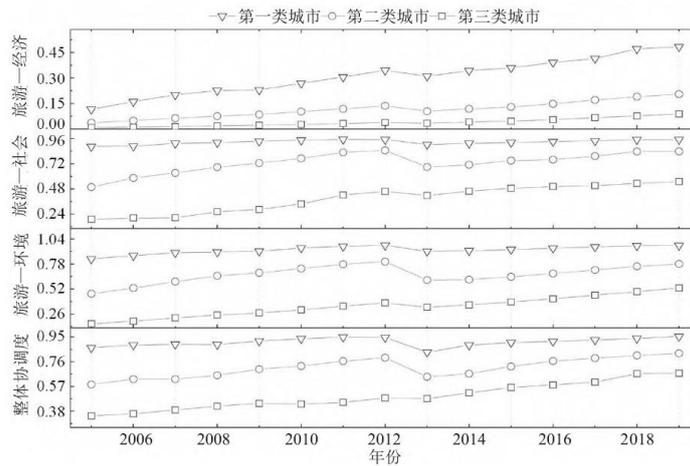


图 4 旅游与经济、社会、环境耦合系统协调度空间聚类中心点变化

对于旅游—环境协调度而言，第一类城市的旅游—环境协调度较稳定，但第二、三类城市在 2012 年存在一定的波动。一方面，随着旅游发展和环境保护的深入进行，旅游—环境协调是呈现出上升趋势的，另一方面对于旅游发展水平较低，环境基础也

较差的城市而言，旅游与环境间存在相互制约的关系，使得其协调度呈现出周期状波动变化，该类城市的旅游开发应遵循环境保护优先原则。

从总体协调度看，三类城市存在显著差别，第二、三类城市的协调度基本接近于 0~0.1，第一类城市则显著高于二、三类城市。所有三类城市在 2013 年后总体协调度均具有一定的增长，且第一类城市的增加幅度和速度明显要高于后两类城市，反映了各要素协调作用下的整体快速发展过程。

## 4 结论与讨论

对江苏 13 个城市各年的旅游、经济、社会和环境的发展水平进行了综合评价，利用综合评价结果计算各城市各年的旅游—经济—旅游—社会—旅游—环境，以及旅游—经济—社会—环境耦合系统的协调度。利用 K-Means 空间聚类方法获得各协调度的空间分类以及各类别中心点的变化，从而获得各类别城市四种协调度的时间变化规律。结果显示，基于协调度的方法可以较好的反映各城市旅游业发展与经济、社会和环境发展的协调程度及变动趋势，而 K-Means 空间聚类更进一步再现了整个区域内部各子系统协调发展程度在整个区域的空间分布状况。

总体来看，苏南、苏中地区的旅游—经济—社会—环境耦合系统的四要素发展的协调度整体高于苏北地区。其中，南京、苏州、无锡属于各要素发展均非常协调的城市，常州、南通、扬州、镇江以及徐州属于耦合系统四要素发展比较协调的城市，其余的城市则略弱于上述城市。随着旅游业和经济、社会的不断发展，其协调度也会不断提高。而对于旅游—环境协调度而言，第一类旅游城市的旅游—环境协调度有微弱的下降趋势，第二类旅游城市旅游—环境协调度则总体呈现出快速增长趋势，第三类城市的旅游与环境协调度存在波动变化特征，两者之间相互制约。

通过研究可知，江苏省虽然是国内经济发达省份，但区域内空间差异仍然较大，为了缩小江苏的旅游—经济—社会—环境耦合系统的协调度差异，提升相对落后的苏北若干城市旅游发展的协调性，需要通过科学规划，深度挖掘在地文化，并与苏南、苏中城市形成差异化的旅游特色产品，避免区域内同质化竞争。同时，通过 IP 打造，塑造地方旅游品牌，强化旅游营销，通过旅游产业的发展带动地区形象和经济有效提升。此外，加强地方生态环境保护，走绿色旅游发展之路，通过大力推动“旅游+文化”“旅游+生态”“旅游+体育”“旅游+工业”等，构建全域旅游发展格局，从而全面促进城市旅游—经济—社会—环境耦合系统的协调、健康、可持续发展。

### 参考文献:

- [1]李永平. 旅游产业、区域经济与生态环境协调发展研究[J]. 经济问题, 2020(8): 122-129.
- [2]田童, 王博, 王琪延. 旅游休闲、社会经济、生态环保耦合协调发展——基于北京市数据的实证[J]. 商业经济研究, 2019(24): 169-174.
- [3]吴清, 谢瑞萍, 宋晨. 广东省旅游—经济—环境耦合协调发展研究[J]. 生态经济, 2021(4): 140-146.
- [4]张晓昱, 祁绩. 区域经济、环境与社会耦合协调转型机制及空间分异研究——以河南省为例[J]. 统计理论与实践, 2020(5): 44-53.
- [5]吴敏睫. 基于 GIS 的旅游流时空特征与过程解析——以江苏省旅游流为例[D]. 南京: 南京师范大学, 2010.
- [6]李恒吉, 曲建升, 庞家幸, 等. 甘肃省人口—经济—社会—资源—环境系统耦合协调及可持续发展时空综合测度研究[J].

---

干旱区地理, 2020(6): 1622-1634.

[7]王维. 长江经济带旅游—经济—生态环境协调发展评价及其影响因素研究[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2018(5): 81-88.

[8]熊鹰, 李彩玲. 张家界市旅游—经济—生态环境协调发展综合评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2014(S3): 246-250.

[9]陈晓, 李悦铮. 城市交通与旅游协调发展定量评价——以大连市为例[J]. 旅游学刊, 2008(2): 60-64.

[10]郭向阳, 穆学青, 丁正山, 等. “交旅”融合下旅游效率与高速交通协调格局研究——以长三角41市为例[J]. 地理研究, 2021(4): 1042-1063.

[11]韦福巍, 黄荣娟, 朱慧芳. 省级区域旅游产业—社会经济—生态环境耦合协调度空间相关性研究——以广西为例[J]. 西北师范大学学报(自然科学版), 2017(4): 116-123.

[12]周成, 冯学钢, 唐睿. 区域经济—生态环境—旅游产业耦合协调发展分析与预测: 以长江经济带沿线各省市为例[J]. 经济地理, 2016(3): 186-193.

[13]任栋, 曹改改, 龙思瑞. 基于人类发展指数框架的中国各地社会发展协调度分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2021(6): 88-106.

[14]王小鹏, 杨洁, 朱炜成. 循环经济系统发展协调度测定研究——以定西市为例[J]. 生产力研究, 2017(12): 61-64.

[15]Kanungo T, Mount D, Netanyahu N, et al. An efficient K-means clustering algorithm: Analysis and implementation [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence, 2002, 24(7): 881-892.

[16]黄震方, 袁林旺, 俞肇元, 等. 生态旅游区旅游流的时空演变与特征——以盐城麋鹿生态旅游区为例[J]. 地理研究, 2008(1): 55-64.

[17]余洁. 山东省旅游产业与区域经济协调度评价与优化[J]. 中国人口·资源与环境, 2014(4): 163-168.

[18]陈艳红, 唐业喜. 张家界市旅游经济生态系统的耦合协调度[J]. 吉首大学学报(自然科学版), 2020(2): 64-68.

[19]陈毅. 区域旅游发展协调度的时空差异研究[J]. 地理研究, 2014(3): 160-170.

[20]樊治平, 赵萱. 多属性决策中权重确定的主客观赋权法[J]. 决策与决策支持系统, 1997(4): 89-93.