

# 中国中东部雾霾污染与入境旅游的时空动态关联分析

徐冬<sup>1,2</sup>, 黄震方<sup>1,2</sup>, 黄睿<sup>1,2</sup>, 侯国林<sup>1</sup>, 曹芳东<sup>1</sup>

(1. 南京师范大学地理科学学院, 南京 210023;

2. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心, 南京 210023)

**摘要:** 以雾霾污染和入境旅游发展的典型区中国中东部为例, 借助格兰杰因果检验、脉冲函数、重心模型及双变量空间自相关等方法, 实证了1998-2016年雾霾污染与城市入境旅游的时空动态关联。结果表明: 时间层面, 雾霾污染与入境旅游之间存在长期均衡, 雾霾污染是入境旅游的单向格兰杰原因, 在短期内会对入境旅游的稳健性产生显著负向冲击, 但从长期来看这种冲击趋于缓和; 空间层面, 雾霾污染和入境旅游重心分别向东北和西北偏移, 研究期间两者空间重叠性虽有所提升, 但仍存在明显的空间错位; 整体上两者呈显著空间负相关, 局部空间关联模式以高一低和低一高集聚为主, 雾霾对豫东、徽北和鄂中等地的入境旅游市场影响最为突出, 且具有空间依赖性。本研究可为区域入境旅游业合理应对雾霾天气, 以实现高质量发展提供参考。

**关键词:** 雾霾污染; 入境旅游; 时空动态关联; 中国中东部

改革开放以来, 高速推进的工业化和城镇化在为中国带来经济发展的同时, 也带来了一系列环境问题, 如大范围的雾霾污染<sup>[1]</sup>。近年来, 中国中东部频发的、以PM<sub>2.5</sub>为首要污染物的大规模雾霾天气引发了国内外的广泛关注<sup>[2-3]</sup>, 区域空气质量的下降及国内外媒体的大肆报道重创了该地区的国际旅游形象和城市旅游吸引力, 对入境旅游产业带来严重影响<sup>[4-5]</sup>。入境旅游在创造外汇收入和拉动经济增长方面具有重要作用<sup>[6]</sup>, 研究雾霾污染对入境旅游影响的时空特征具有现实意义。

早在20世纪90年代就有学者关注气候变化对旅游产业的影响<sup>[7]</sup>。截至目前, 研究内容涉及冰雪旅游及其适应<sup>[8-9]</sup>、滨海旅游的脆弱性<sup>[10]</sup>、旅游需求变化与预测<sup>[11-12]</sup>和气候变化减缓与政策<sup>[13-14]</sup>等方面。根据已有研究, 发生在旅游目的地国家或地区的地震、雪灾和海啸等自然灾害事件往往会在短期内影响旅游者对该地的形象认知, 并使潜在游客更改旅游计划<sup>[15-17]</sup>。近年来, 雾霾(主要构成为SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>和PM<sub>2.5</sub>)逐渐进入公众视野<sup>[18]</sup>, 已有研究发现, PM<sub>2.5</sub>由于颗粒直径小(直径≤2.5 μm), 而对人体危害最大, 被视为雾霾污染的元凶<sup>[19-20]</sup>。认识到雾霾会对城市环境及国民健康造成严重损害, 2014年国家减灾办将雾霾气象列为自然灾害情, 标志着雾霾已被视为一种自然灾害事件而公诸于众<sup>[5]</sup>, 即雾霾污染同上述事件一样, 会对旅游目的地带来严重冲击。

收稿日期: 2018-11-02; 修订日期: 2019-03-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(41671137, 41771151, 41771154); 国家旅游局2017年度万名旅游英才计划项目(WMYC20171029)

作者简介: 徐冬(1992-), 男, 河南开封人, 博士研究生, 研究方向为旅游地理与旅游规划。

E-mail: xudong\_njnu@163.com

通讯作者: 黄震方(1963-), 男, 江苏扬中人, 教授, 博士生导师, 研究方向为旅游地理与旅游规划。

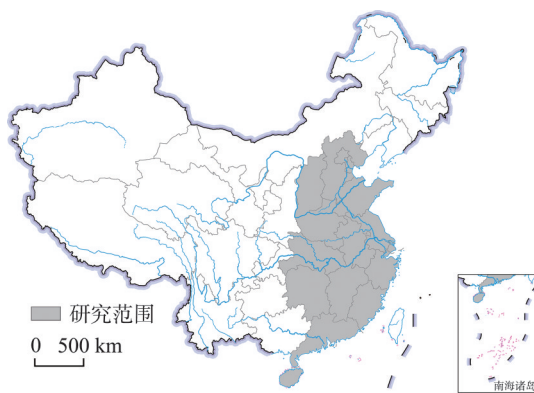
E-mail: zhfh@263.net

意识到雾霾污染的严重性,学者们开始探索其对入境旅游的影响。研究发现:雾霾污染带来的诸多风险构成了入境游客对中国环境风险感知的主要方面,国际旅游者对雾霾的危害感知较强并认为雾霾天气会使他们的旅游体验大打折扣<sup>[5,21]</sup>。中国的雾霾天气已被国际媒体列为全球旅游警告<sup>[22]</sup>,一些潜在国际游客也因此取消了来中国旅游的计划<sup>[23]</sup>。雾霾污染给区域入境旅游业带来的负面影响不但具有时滞效应和区域差异<sup>[4,24-26]</sup>,还具有显著的负向空间溢出效应<sup>[27]</sup>。总的来看,学者们已从不同角度关注了雾霾等空气污染问题对入境旅游带来的负向影响,但仍存在以下不足:(1)当前针对空气污染尤其是雾霾污染对区域旅游产业影响的量化研究相对滞后,已有研究尚存在时间和空间尺度上的限制,对入境旅游的关注更多停留在雾霾的风险感知层面;(2)限于雾霾等面板数据的可获性,当前研究只能从单一年份或全域平均视角得出雾霾对入境旅游的作用强度,市域尺度下的雾霾污染与入境旅游间的时空交互作用及动态关联特征有待探讨。由此,本文以中国中东部地区为例,借助计量经济学方法,从市域尺度考察雾霾污染与入境旅游增长间的时空动态关系,以期在一定程度上弥补现有研究的不足,为入境旅游市场合理应对雾霾天气提供参考。

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 研究区概况

中东部是中国工业化和城镇化发展的先行区,也是雾霾污染的高发区,2013年发生的中国重度雾霾事件便涉及中东部几乎所有区域<sup>[21]</sup>。此外,中东部又是中国入境旅游发展的典型区,2016年中东部地区共接待入境游客近1.11亿人次,约占全国的80.43%。所以,本研究选择中东部为案例地进行实证具有典型性。根据国家统计局关于东中西部和东北区域的最新划分标准,中东部地区包括中部的山西、安徽、江西、河南、湖北和湖南6省,东部的北京、天津、河北、山东、江苏、上海、浙江、福建、广东和海南10省(直辖市),区域面积278.96万km<sup>2</sup>(图1)。截至2016年底,共筛选出174个市域单元。



注:本图基于国家测绘地理信息局标准地图服务网站下载的审图号为GS(2016)1606号的标准地图制作,底图无修改。

图1 研究区范围

Fig. 1 Study area

### 1.2 数据来源

相关研究发现,雾霾污染一方面通过影响当期入境旅客的旅游体验,降低其二次到访的可能,直接影响后期入境旅游规模<sup>[5]</sup>;另一方面,当期雾霾污染的国际报道会改变潜在入境旅游者的目的地选择,进而降低本期及后期到访的入境游客量<sup>[16,22]</sup>。已有学者通过分析省际或某一城市的雾霾与入境旅游相关年际变化数据<sup>[4,24,26-27]</sup>,定量地证实了这一发现。基于以上分析,本文主要考察市域尺度下雾霾污染与入境旅游间的年际时空关联特征,两者变量描述和数据来源说明如下:(1)入境旅游(*InT*)。表征入境旅游发展水平

的常用指标有国际旅游外汇收入和入境游客量等,由于前者各地估算方式和口径差异较大,削弱了入境旅游发展的区域可比性,所以本文选择可比性较强、各地统计标准较为一致的接待入境旅游人数(万人次)这一指标对其进行表征<sup>[28]</sup>。所用数据主要源自1999-2014年《中国区域经济统计年鉴》和1999-2017年的中东部各地级市统计年鉴及旅游官方网站等。(2)雾霾污染(PM)。虽然PM<sub>10</sub>、二氧化硫和烟尘排放量<sup>[24]</sup>、空气污染级数<sup>[26]</sup>、工业废气排放总量<sup>[27]</sup>等单一或复合型指标均是衡量年际雾霾污染程度的可选数据,但考虑PM<sub>2.5</sub>才是雾霾天气的首要污染物及罪魁祸首,所以本文选择PM<sub>2.5</sub>浓度(μg/m<sup>3</sup>)这一指标进行衡量。1998-2016年PM<sub>2.5</sub>浓度的源数据来自哥伦比亚大学社会经济数据和应用中心<sup>[29]</sup>,该数据是基于卫星监测、处理后得到的栅格数据,研究将其矢量化为中国中东部各市具体年份的平均PM<sub>2.5</sub>浓度值。尽管卫星监测会受到气象等多种条件的影响,使其监测数据精度低于地面监测点的实时监测数据,但考虑到我国在2012年以后才逐步开展PM<sub>2.5</sub>监测,可获数据有限,加之基于点源数据对整个城市的PM<sub>2.5</sub>浓度进行“以点带面”的反映过于粗略<sup>[1]</sup>,所以本文选择属于面源数据的卫星监测数据对城市PM<sub>2.5</sub>浓度及其变化进行反映。

### 1.3 研究方法

本文的研究方法主要有两部分。第一部分考察雾霾污染与入境旅游发展的时间动态关系,按照以下步骤对数据进行解析:首先,运用单位根检验考察各变量面板数据序列的平稳性;其次,运用Johansen Fisher协整检验方法对变量间的协整关系进行检验,探讨变量间是否存在长期均衡;再次,若长期均衡存在,构建面板数据误差修正模型(PVECM)进行格兰杰(Granger)因果关系检验,考察变量间的因果关系;最后,采用脉冲响应函数分析和方差分解模型,分别对模型中的内生变量对它自身以及其他内生变量的扰动所作出的反应和新息冲击对内生变量变化的贡献程度进行度量。具体方法的数理逻辑已在武红等<sup>[30]</sup>、李鹏等<sup>[31]</sup>的研究中体现,这里不再赘述。

第二部分主要考察雾霾污染与入境旅游发展的空间动态关系。首先,为了揭示研究对象空间格局变迁和路径演化的空间差异及其阶段性特征,运用重心模型分别拟合1998-2016年雾霾污染与入境旅游发展的空间变化轨迹。重心模型公式<sup>[32]</sup>如下:

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i}, Y = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (1)$$

式中:(X, Y)为某一年份评价对象的重心坐标;(x<sub>i</sub>, y<sub>i</sub>)为次级空间单元*i*的重心坐标;w<sub>i</sub>为空间单元*i*的属性值。该模型中,重心移动距离*D*和移动角度*θ*是重心分析中的核心内容。其中,角度*θ*反映了不同年际间重心移动的方向,一般界定0为正东方向,0<*θ*<90°表示重心向东北移动,90°<*θ*<180°表示重心向西北移动,-90°<*θ*<0表示重心向东南移动,-180°<*θ*<-90°表示重心向西南移动<sup>[32]</sup>。

其次,进行雾霾污染与入境旅游重心移动轨迹比较,本研究构建了变动一致性指数*G*和空间重叠性指数*S*。设*H*、*K*分别为不同的空间要素,则*G*用空间要素*H*、*K*移动路径矢量夹角的余弦值来衡量;*S*用两者重心变化的空间距离来衡量,具体公式<sup>[32]</sup>如下:

$$S = \sqrt{(Y_H - Y_K)^2 + (X_H - X_K)^2} \quad (2)$$

最后,地理学定律认为,空间上任何要素都具有相关性,这种相关性既存在于单要素之间,又存在于多要素之间<sup>[18]</sup>。鉴于双变量的空间自相关模型在描述两个地理要素的

空间关联特征上具有较高的适用性和有效性<sup>[33]</sup>，本文运用双变量全局空间自相关对雾霾污染与入境旅游发展的全局空间关系进行探测，进而利用双变量局部空间自相关描述它们的局部空间关联模式，并将这种关联模式划分为高一高、低—低、高一低和低—高集聚四种类型。其中，高一高和低—低集聚表示本地雾霾污染程度与邻近城市的入境旅游发展水平具有空间正相关性，高一低和低—高集聚表示本地雾霾污染程度与邻近城市的入境旅游发展水平具有空间负相关性<sup>[33]</sup>。

2 结果分析

2.1 雾霾污染与入境旅游的动态关系

2.1.1 面板单位根检验

为了消除异方差，分别对雾霾浓度和入境旅游人次的面板数据进行对数化处理，得到lnPM和lnInT，进而选择应用较多的LLC、IPS、ADF-Fisher和PP-Fisher四种面板单位根检验方法对变量进行检验<sup>[31]</sup>，并采用SIC准则确定滞后阶数，结果表明（表1），变量lnPM和lnInT的四种单位根检验统计量均未通过10%显著性水平检验，说明变量lnPM和lnInT均为非平稳序列数据，需要进行差分直至平稳。对lnPM和lnInT进行一阶差分后再次进行单位根检验，结果显示雾霾污染和入境旅游序列均在1%水平上显著，即两个变量都具有一阶单整性，接下来可以进行数据的协整关系检验。

表1 雾霾污染和入境旅游的单位根检验结果

Table 1 Results of unit root test of haze pollution and inbound tourism

检验方法	LLC		IPS		ADF-Fisher		PP-Fisher	
	统计量	概率	统计量	概率	统计量	概率	统计量	概率
lnPM	-3.826	0.201	-6.906	0.299	4.954	0.792	3.980	0.448
ΔlnPM	-14.936	0.000	-15.787	0.000	-1.891	0.000	-1.063	0.000
lnInT	-7.601	0.109	2.096	0.982	3.757	0.147	3.788	0.122
ΔlnInT	-9.755	0.000	-4.118	0.000	1.996	0.000	1.410	0.000

注：单位根检验类型设定为包含截距项不含趋势线；Δ代表一阶差分。

2.1.2 面板协整关系检验

借助Johansen Fisher法对可能存在长期均衡关系的lnPM和lnInT进行面板协整检验，结果显示：在0.01的显著性水平下，序列的迹统计值（11.177）大于5%的临界值（9.657），拒绝原假设，即雾霾污染和入境旅游之间存在唯一的协整关系，两者存在长期稳定的均衡关系。进而构建雾霾污染和入境旅游之间的OLS回归方程，具体如下：

$$\ln InT = 6.141 - 1.176 \ln PM, R^2 = 0.892, F = 220.980(19.804)(-14.864) \tag{3}$$

回归结果表明，雾霾污染对入境旅游的回归系数为负，且通过了0.01的显著性检验，表明雾霾污染对入境旅游产生显著的抑制作用，雾霾浓度每增加1个单位，将会对入境旅游弹性降低1.176个单位，这符合雾霾污染对入境旅游人次下降产生贡献的现实状况。

2.1.3 格兰杰因果关系检验

以上检验证实，中东部地区雾霾污染和入境旅游之间存在长期均衡，但这种均衡关系是否为因果关系，还需进一步构建面板误差修正模型进行格兰杰因果关系检验，按



AIC和SC最小原则,确定最佳滞后阶数为2,说明雾霾污染对中东部地区入境旅游的影响具有滞后性,滞后2期(年)的雾霾污染对本期入境旅游人次的变动具有最高的解释效度,这与唐承财等<sup>[26]</sup>的研究结论具有一致性。检验结果显示,在1%显著性水平下,雾霾污染( $\ln PM$ )是入境旅游( $\ln InT$ )的格兰杰原因,而入境旅游( $\ln InT$ )不是雾霾污染( $\ln PM$ )的格兰杰原因,表明雾霾污染对入境旅游增长存在单向的格兰杰因果作用关系。

## 2.2 雾霾污染对入境旅游的影响分析

### 2.2.1 脉冲响应函数分析

脉冲响应函数可以衡量某个内生变量随机扰动项的一个标准差冲击(脉冲)对所有内生变量的当前值及未来值的影响。由于VAR模型无需考虑外生变量和内生变量的影响,且模型滞后结构相同,故本文选取1998-2016年中国中东部地区雾霾污染作为自变量、入境旅游作为因变量,构建面板VAR模型。面板VAR模型综合了面板数据模型和动态滞后模型的双重特征,具有适用性高的特点,经过数次实验,确定面板VAR模型的滞后阶取2,即VAR(2)模型最优,之后进行脉冲函数分析,结果如图2所示。

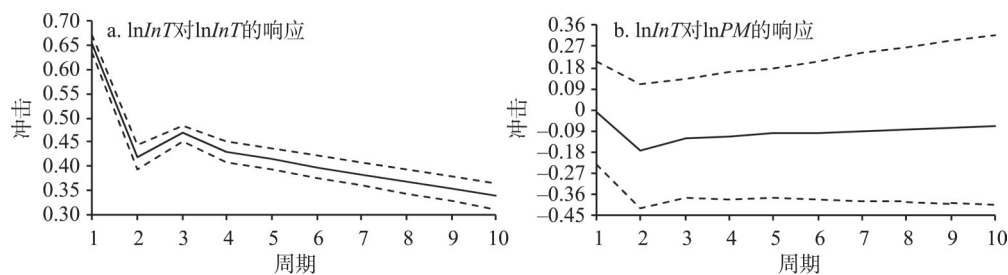


图2 1998-2016年入境旅游对雾霾污染的响应

Fig. 2 Response of inbound tourism to haze pollution from 1998 to 2016

从图2可以看出,第一,入境旅游对其自身的一个标准差信息立即做出响应,这种响应在第1期(本文采用的是年际变化数据,故预测期单位为年)大约为0.65,之后结构冲击对入境旅游的影响迅速下降到第2期(年)的0.42左右,并在第3期达到波峰后缓慢下降。第二,入境旅游对雾霾污染程度的提高呈先增大后减小的负“V”字型响应,雾霾污染对入境旅游发展的稳定性在当期产生抑制作用,在第2期负面影响程度达到最大,接近-0.18,随后逐渐缓解,最后趋向于一个很小的负影响值,但总的来看均为负向影响。综上,入境旅游增长的稳定性在很大程度上依赖于其自身的内部结构,但这并不能否定雾霾污染在短期内对入境旅游增长造成的显著负向影响,从长期来看,雾霾的这种负向影响趋于缓解。

### 2.2.2 预测方差分解

为了更精确地考察结构冲击对内生变量变化的贡献度,运用方差分解模型解析入境旅游发展的预测均方差。从表2可知,入境旅游从第2期开始就受到自身和雾霾污染的冲击,这种冲击分别出现下降、上升后保持稳定的变化趋势,雾霾污染和入境旅游自身的冲击贡献程度差异相对较大。具体为,入境旅游受其自身结构冲击的影响最大,从第2期开始受其自身贡献度直接下降到93.954%,第5期下降到最小方差贡献率89.943%,而后保持稳定,说明随着预测期推移到第5期,入境旅游预测方差由非入境旅游变量扰动

表2 入境旅游对雾霾污染冲击的预测均方误差分解结果  
Table 2 Variance decomposition of the impact of haze pollution on inbound tourism

周期	方差分解			周期	方差分解		
	<i>S.E.</i>	<i>lnlnT</i>	<i>lnPM</i>		<i>S.E.</i>	<i>lnlnT</i>	<i>lnPM</i>
1	0.130	100.000	0	6	0.319	90.945	9.055
2	0.195	93.954	6.046	7	0.336	90.947	9.053
3	0.240	91.948	8.052	8	0.350	90.949	9.051
4	0.273	90.943	9.057	9	0.362	90.951	9.049
5	0.298	89.943	10.057	10	0.372	91.002	8.998

所引起的部分将不再发生显著变化，系统在第5个预测期后趋于稳定，即滞后5期的雾霾污染已经不再对当期入境旅游有显著影响。雾霾污染对入境旅游增长的方差贡献率相对较小，10个预测周期均值为8.713%，同样在第5期达到最大方差贡献率10.057%，之后趋于稳定。总体来看，入境旅游增长的稳定性主要依赖于其自身的内部结构，虽然雾霾污染对解释入境旅游的预测方差贡献度相对较小，但仍然不能忽视雾霾对入境旅游的影响，尤其是前期带来的负向冲击。

2.3 雾霾污染与入境旅游的空间演化

2.3.1 重心轨迹变化

入境旅游和雾霾污染的重心分别位于区域几何中心的南北两侧，研究期间两者分别呈西北和东北偏移趋势，雾霾污染在一定程度上阻碍了入境旅游的空间均衡化发展。具体来看，中国中东部的几何中心（115°30'26"E, 31°9'31"N）位于黄冈市境内，1998-2016年雾霾污染重心均在几何中心北侧的信阳、阜阳和六安交界处移动，而入境旅游重心则主要在几何中心的南侧移动，近20年来两者距几何中心的平均距离分别为134.988 km和148.623 km（图3）；研究期间入境旅游重心从1998年的（116°0'39"E, 29°9'59"N）偏移到2016年的（115°46'20"E, 30°34'18"N），向西北偏移156.651 km，而雾霾污染重心则从（115°35'25"E, 32°22'8"N）偏移到（115°55'17"E, 32°22'41"N），向东北偏移30.856 km，说

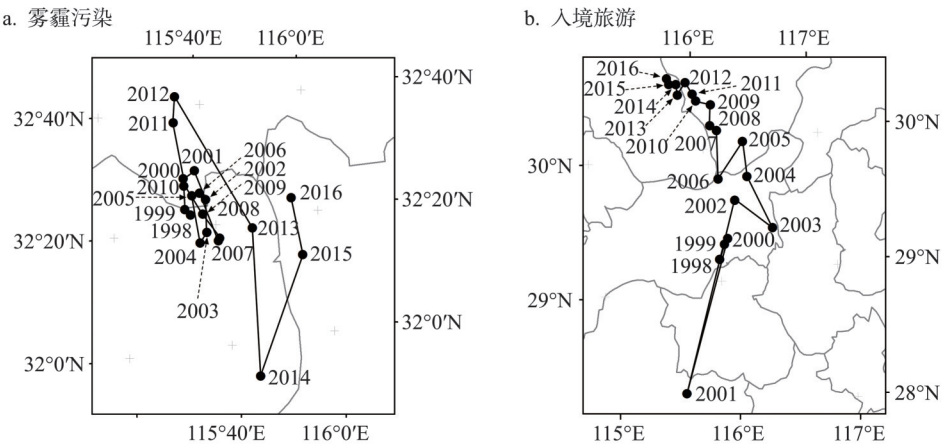


图3 1998-2016年雾霾污染与入境旅游的重心轨迹

Fig. 3 The centers of gravity path of haze pollution and inbound tourism from 1998 to 2016

明位于区域东北方向（特别是山东省）的部分城市雾霾污染有加剧的趋势，而位于区域西北部（河南、山西等）的城市正积极开拓入境旅游市场，提升国际旅游竞争力（表3）；入境旅游重心多数年份向北偏移，逐年靠近几何中心，但偏移距离却在波动中呈缩小态势，从滞后2期的雾霾污染（如2003年、2007年、2012年、2013年和2014年等）不难看出，位于几何中心北部城市雾霾污染的加重以及雾霾向南部城市的扩散延缓了入境旅游向北（特别是西北方向）均衡化发展的步伐。

表3 雾霾污染与入境旅游的重心移动方向与距离

Table 3 The variation of direction and distance of the centers of gravity of haze pollution and inbound tourism

年份	雾霾污染			年份	入境旅游		
	重心（经度, 纬度）	偏移/km	方向		重心（经度, 纬度）	偏移/km	方向
1998	115°35'25"E, 32°22'8"N	—	—	1998	116°0'39"E, 29°9'59"N	—	—
1999	115°34'26"E, 32°23'8"N	2.387	西北	1999	116°4'5"E, 29°16'20"N	12.367	东北
2000	115°34'55"E, 32°28'15"N	9.366	西北	2000	116°0'10"E, 29°18'44"N	5.593	东北
2001	115°37'18"E, 32°29'18"N	3.931	东北	2001	115°34'48"E, 28°12'18"N	133.710	西南
2002	115°38'43"E, 32°24'18"N	9.383	东南	2002	116°12'37"E, 29°35'17"N	166.026	东北
2003	115°38'5"E, 32°18'57"N	9.865	东南	2003	116°29'45"E, 29°20'45"N	38.674	东南
2004	115°36'30"E, 32°17'22"N	3.799	西南	2004	116°20'32"E, 29°45'8"N	46.083	西北
2005	115°36'10"E, 32°25'14"N	14.405	西北	2005	116°20'55"E, 30°1'2"N	29.389	西北
2006	115°37'41"E, 32°25'30"N	2.407	东北	2006	116°5'33"E, 29°45'53"N	37.375	西南
2007	115°40'8"E, 32°17'17"N	13.667	东南	2007	116°8'19"E, 30°7'34"N	40.318	西北
2008	115°40'26"E, 32°17'43"N	2.450	东北	2008	116°5'12"E, 30°10'6"N	6.831	西北
2009	115°37'48"E, 32°21'59"N	8.750	西北	2009	116°7'2"E, 30°19'30"N	14.901	东北
2010	115°34'52"E, 32°26'59"N	10.209	西北	2010	115°59'40"E, 30°22'3"N	9.001	西北
2011	115°34'29"E, 32°37'33"N	19.326	西北	2011	115°58'25"E, 30°25'24"N	6.435	西北
2012	115°35'23"E, 32°41'48"N	7.875	东北	2012	115°55'37"E, 30°30'56"N	8.639	西北
2013	115°46'59"E, 32°18'38"N	46.026	东南	2013	115°50'43"E, 30°25'46"N	12.316	西南
2014	115°44'40"E, 31°54'18"N	44.067	东南	2014	115°50'40"E, 30°30'42"N	9.098	西北
2015	115°55'59"E, 32°13'7"N	38.735	东北	2015	115°46'54"E, 30°31'7"N	6.077	西北
2016	115°55'17"E, 32°22'41"N	17.527	西北	2016	115°46'20"E, 30°34'18"N	4.392	西北

2.3.2 重心轨迹比较

区域北部不仅空气污染较为严重且入境旅游的发展相对滞后，中东部地区的入境旅游增长具有低雾霾指向性，虽然研究期间两者重心的空间距离呈下降趋势，但仍出现明显的空间错位现象。（1）空间重叠分析发现（图4），雾霾污染与入境旅游重心的空间距离由1998年的356.136 km下降到2016年的200.450 km，缩短了155.686 km，说明两者重心在空间上趋于集聚，重叠性有提高趋势；1998-2006年空间重叠距离大都高于均值274.932 km，雾霾污染和入境旅游增长的空间重叠性较低，2007年以后，空间重叠性在波动中有所提升，说明北部地区逐渐重视入境旅游发展，但该地区空气污染依然没有得到有效治理，只是入境旅游重心向北偏移的距离超过了雾霾污染重心向北偏移的距离。（2）变动一致性分析发现，研究期间雾霾污染和入境旅游发展的变动一致性波动较大，最大值为2005年的0.999，最小值为2014年的-0.989，均值为0.151，其中2001年、2002

年、2004年、2006年、2007年、2014年和2015年变动一致性均小于0,说明在雾霾污染和入境旅游重心分别向东北和西北方向移动的过程中,重心轨迹移动方向有一定的一致性,但两者重心仍在上述年份发生明显的空间错位现象。

## 2.4 雾霾污染与入境旅游的空间关联

### 2.4.1 双变量全局空间自相关分析

以滞后2期的雾霾污染数据与入境旅游数据进行双变量全局空间自相关分析,研究发现(图5),中东部地区雾霾污染和入境旅游的双变量全局Moran's  $I$ 值均为负,且都在0.01的水平上显著,研究期间全局Moran's  $I$ 值从2000年的-0.431波动上升到2016年的-0.241,说明1998-2016年区域雾霾污染和入境旅游之间存在显著的空间负相关,且相关性在减弱。中东部地区雾霾污染与入境旅游增长的这种整体空间关联特征表明该地区雾霾污染与入境旅游增长呈负相关关系的城市在不断集聚,并且这种集聚态势有减弱趋势。

### 2.4.2 双变量局部空间自相关分析

双变量全局空间自相关分析描述了

两个地理要素间的总体关联特征。为了进一步揭示雾霾污染与入境旅游增长间的局部空间关联演化特征,采用双变量LISA聚类对滞后2期的雾霾与入境旅游数据进行解析,并选取2000年、2008年和2016年进行空间可视化(图6)。

除不显著区域外,研究期间中东部入境旅游和雾霾污染呈负相关的城市在数量上占据主导地位,2000年、2008年和2016年分别有67、68和69个高一低和低一高集聚型城市。具体为:高一高集聚城市数量较少,主要有北京、天津、上海、郑州、唐山、湖州和嘉兴等,这些城市入境旅游发展水平相对较高,雾霾污染并不足以撼动其在入境旅游市场中的地位;低一低集聚显著的城市在2000年只有长治、十堰和襄阳3个城市,2008年数量稍有增加,2016年低一低集聚显著的城市只剩邵阳和永州2个,这类城市雾霾污染程度较低,入境旅游发展水平也一般;低一高集聚城市主要位于珠三角、东南沿海、长三角、海南和冀北的张家口、承德等地,这些城市雾霾污染程度低,入境旅游发展水平高,它们或者位于沿海区域,或者属于区域中心城市,又或位于区域中心城市的边缘,受中心城市入境旅游增长的空间溢出作用明显;高一低集聚城市在三个年份中的数量分别为39、32和26个,分别占到显著区域的53.42%、39.02%和32.50%,期间高一低集聚显著的区域呈南迁趋势,河北南部地区逐渐变为不显著,高一低集聚显著区在豫

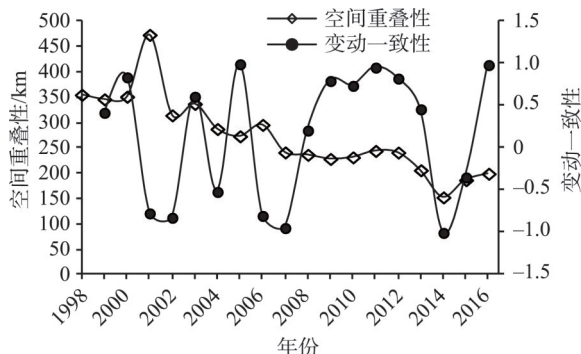


图4 雾霾污染与入境旅游重心的空间重叠性和变动一致性

Fig. 4 Space-overlaps and changes in consistency of the centers of gravity of haze pollution and inbound tourism

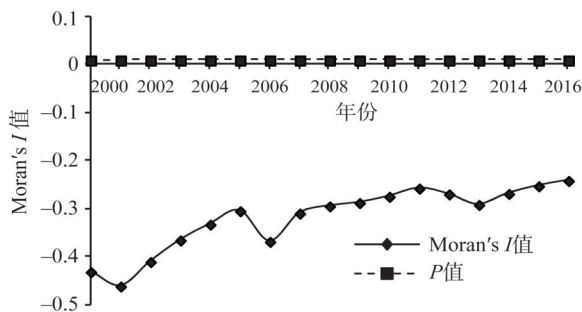


图5 雾霾污染与入境旅游的双变量Moran's  $I$ 值

Fig. 5 Bivariate Moran's  $I$  values of haze pollution and inbound tourism



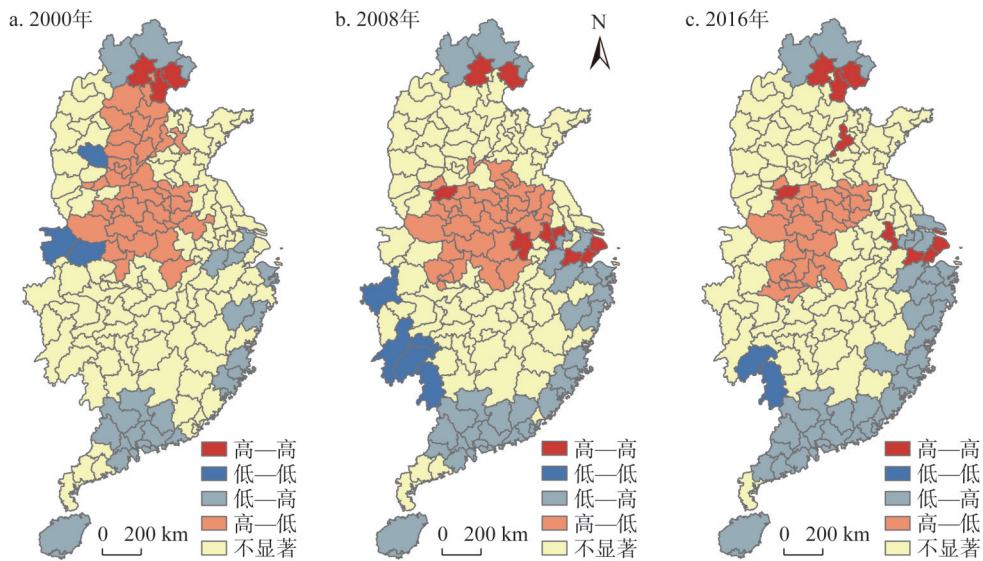


图6 雾霾污染与入境旅游的双变量LISA聚类

Fig. 6 Bivariate LISA clustering of haze pollution and inbound tourism

东、徽北和鄂中等地表现出一定的转移惰性，说明雾霾污染对这些地区的入境旅游造成了显著的负面影响，这些地区的城市表现出稳定的高雾霾污染和低入境旅游发展的空间关联特征。

3 结论与讨论

3.1 结论

旅游产业发展与区域空气质量好坏密切相关，入境旅游对大气污染的区域响应得到了关注。本文选取中国中东部174个市域1998-2016年的雾霾和入境旅游数据，运用面板数据的单位根检验、协整关系检验和误差修正模型的格兰杰因果检验，考察了雾霾污染与入境旅游增长之间的长期均衡关系，进而采用脉冲函数和方差分解模型测度了雾霾污染对入境旅游发展的冲击及影响程度，最后运用重心模型及双变量空间自相关探索了雾霾污染与入境旅游之间的空间演化特征、空间错位现象及空间关联模式，得出如下结论：

（1）从1998-2016年，雾霾污染和入境旅游两个变量均为一阶单整序列，两者之间存在长期均衡，且在这种均衡关系中雾霾污染对入境旅游人次下降的贡献弹性为1.176。雾霾污染对入境旅游增长存在单向的格兰杰因果作用关系，且这种作用显著为负。

（2）雾霾污染对入境旅游发展的稳健性在短期内产生显著的负面效应，在第2年对入境旅游的负面影响程度最大，接近-0.18，但从长期来看这种负面效应趋于缓解。雾霾污染在第5个预测周期以后不再对当期入境旅游有显著影响，虽然从长期来看，雾霾对入境旅游变动的方差解释程度要低于其自身结构的冲击，但雾霾在初期对其带来的负向冲击不容忽视。

（3）入境旅游和雾霾污染重心分别位于区域几何中心的南北两侧，并呈西北和东北偏移趋势，两者重心轨迹演化的空间差异明显，整体来看，雾霾污染在一定程度上阻碍了入境旅游的空间均衡化发展。中东部地区的入境旅游增长表现出低雾霾指向性，雾霾

和入境旅游重心转移的空间重叠性有所提升,但研究期间两者仍出现了明显的空间错位。

(4)中东部地区雾霾污染和入境旅游增长呈显著的空间负相关,且研究期间这种负相关程度有减弱趋势。两者的局部空间关联模式以低—高和高—低集聚为主,并且这种空间关联的区域特征明显,在珠三角、东南沿海、长三角、海南、冀北、徽北、豫东和鄂中等地表现出较强的空间依赖性。

### 3.2 讨论

研究结论有以下政策含义:第一,应树立积极防霾治霾的旅游发展理念,构建跨区域的旅游协作机制。雾霾天气已对中东部入境旅游市场产生了严重的负面影响,旅游业作为满足人民日益增长的美好生活需要的幸福产业,政府部门必须重视旅游业的特殊地位和雾霾治理的紧迫形势,加大雾霾治理力度,建立跨地区的旅游合作和跨部门的内部协同机制,采取区域联防联控、部门齐抓共管、社会力量积极参与的雾霾应对措施<sup>[1]</sup>。第二,应树立和践行绿色发展理念,适时推介地区旅游形象<sup>[25]</sup>。由于雾霾污染会在短期内造成入境旅游市场的显著下滑,所以地区应大力宣传和呼吁低碳生活与经营理念,强化环境教育工作<sup>[34]</sup>,倡导绿色发展方式和生产活动,加快地区产业转型升级,淘汰高污染高耗能企业,实现清洁生产,努力杜绝雾霾事件的发生。即使短期内无法根治区域雾霾污染,相关部门也应在雾霾天气发生后迅速做出反应,采取多项举措维护地区旅游形象,营造健康的社会舆论环境,以最大限度降低雾霾对旅游业的影响,获得持续的旅游吸引力和竞争力。第三,实施有所侧重的区域治霾策略,开发创新性旅游产品。研究表明不但雾霾污染与入境旅游发展间存在明显区域差异,雾霾对各地入境旅游的影响程度也不相同,所以应在雾霾高污染区如北部的京津冀、山西、河南、山东等地建立治霾的“主战场”,并适时推出创新性旅游线路以有效开展入境旅游流的空间导控,在雾霾已对入境旅游市场产生严重影响的豫东、徽北、鄂中等地积极推进高污染企业的转型升级,大力开发室内旅游及生态旅游产品。

### 参考文献(References):

- [1] 邵帅,李欣,曹建华,等.中国雾霾污染治理的经济政策选择:基于空间溢出效应的视角.经济研究,2016,51(9): 73-88. [SHAO S, LI X, CAO J H, et al. China's economic policy choices for governing smog pollution based on spatial spillover effects. Economic Research Journal, 2016, 51(9): 73-88.]
- [2] 郭元喜,龚道溢,汪文珊,等.中国中东部秋季PM<sub>10</sub>时空变化及其与日气温的关系.地理学报,2012,67(9): 1155-1164. [GUO Y X, GONG D Y, WANG W S, et al. Spatiotemporal variation of PM<sub>10</sub> concentration and its relationship with autumn daily temperature over central and Eastern China. Acta Geographica Sinica, 2012, 67(9): 1155-1164.]
- [3] 彭建,郭思远,裴亚楠,等.大陆居民对北京雾霾的旅游影响感知和态度研究.中国人口·资源与环境,2016,26(10): 168-176. [PENG J, GUO S Y, PEI Y N, et al. Mainland Chinese residents' perception of tourism impacted by haze in Beijing and their attitudes. China Population, Resources and Environment, 2016, 26(10): 168-176.]
- [4] 阎友兵,张静.基于本底趋势线的雾霾天气对我国入境游客量的影响分析.经济地理,2016,36(12): 183-188. [YAN Y B, ZHANG J. Impact of smog weather on the amount of inbound tourists of China based on the natural trend curve. Economic Geography, 2016, 36(12): 183-188.]
- [5] 李静,PEARCE P L,吴必虎,等.雾霾对来京旅游者风险感知及旅游体验的影响:基于结构方程模型的中外旅游者对比研究.旅游学刊,2015,30(10): 48-59. [LI J, PEARCE P L, WU B H, et al. The impact of smog on risk perception and satisfaction of international and domestic tourists in Beijing. Tourism Tribune, 2015, 30(10): 48-59.]
- [6] DWYER L, FORSYTH P. Assessing the benefits and costs of inbound tourism. Annals of Tourism Research, 1993, 20(4): 751-768.

- [7] KOENIG U, ABEGG B. Impacts of climate change on winter tourism in the Swiss Alps. *Journal of Sustainable Tourism*, 1997, 5(1): 46-58.
- [8] BANK M, WIESNER R. Determinants of weather derivatives usage in the Austrian winter tourism industry. *Tourism Management*, 2011, 32(1): 62-68.
- [9] 侯国林, 黄震方, 台运红, 等. 旅游与气候变化研究进展. *生态学报*, 2015, 35(9): 2837-2847. [HOU G L, HUANG Z F, TAI Y H, et al. Progress and implications in tourism and climate change research. *Acta Ecologica Sinica*, 2015, 35(9): 2837-2847.]
- [10] MORENO A, BECKEN S. A climate change vulnerability assessment methodology for coastal tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 2009, 17(4): 473-488.
- [11] ANAMAN K A, LOOI C N. Economic impact of haze related air pollution on the tourism industry in Brunei Darussalam. *Economic Analysis & Policy*, 2000, 30(2): 133-143.
- [12] GÖSSLING S, HALL C M. Uncertainties in predicting tourist flows under scenarios of climate change. *Climatic Change*, 2006, 79(3-4): 163-173.
- [13] BECKEN S, CLAPCOTT R. National tourism policy for climate change. *Journal of Policy Research in Tourism, Leisure & Events*, 2011, 3(1): 1-17.
- [14] 张洪, 孙雨茜, 司家慧. 基于知识图谱法的国际生态旅游研究分析. *自然资源学报*, 2017, 32(2): 342-352. [ZHANG H, SUN Y Q, SI J H. Analyses of international ecological tourism research based on domain knowledge mapping. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(2): 342-352.]
- [15] 马丽君, 孙根年, 马耀峰, 等. 极端天气气候事件对旅游业的影响: 以2008年雪灾为例. *资源科学*, 2010, 32(1): 107-112. [MA L J, SUN G N, MA Y F, et al. A study on the influence of extreme weather and climate on tourism: A case on snowstorm in 2008. *Resources Science*, 2010, 32(1): 107-112.]
- [16] BECKEN S, JIN X, ZHANG C, et al. Urban air pollution in China: Destination image and risk perceptions. *Journal of Sustainable Tourism*, 2017, 25(1): 130-147.
- [17] RITCHIE B W. Chaos, crises and disasters: A strategic approach to crisis management in the tourism industry. *Tourism Management*, 2004, 25(6): 669-683.
- [18] 王振波, 方创琳, 许光, 等. 2014年中国城市PM<sub>2.5</sub>浓度的时空变化规律. *地理学报*, 2015, 70(11): 1720-1734. [WANG Z B, FANG C L, XU G, et al. Spatial-temporal characteristics of the PM<sub>2.5</sub> in China in 2014. *Acta Geographica Sinica*, 2015, 70(11): 1720-1734.]
- [19] 康恒元, 刘玉莲, 李涛. 黑龙江省重点城市AQI指数特征及其与气象要素之关系. *自然资源学报*, 2017, 32(4): 692-703. [KANG H Y, LIU Y L, LI T. Characteristics of air quality index and its relationship with meteorological factors in key cities of Heilongjiang province. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(4): 692-703.]
- [20] 张淑平, 韩立健, 周伟奇, 等. 冬季PM<sub>2.5</sub>的气象影响因素解析. *生态学报*, 2016, 36(24): 7897-7907. [ZHANG S P, HAN L J, ZHOU W Q, et al. Relationships between fine particulate matter (PM<sub>2.5</sub>) and meteorological factors in winter at typical Chinese cities. *Acta Ecologica Sinica*, 2016, 36(24): 7897-7907.]
- [21] 程德年, 周永博, 魏向东, 等. 基于负面IPA的入境游客对华环境风险感知研究. *旅游学刊*, 2015, 30(1): 54-62. [CHENG D N, ZHOU Y B, WEI X D, et al. A study on the environmental risk perceptions of inbound tourists for China using negative IPA assessment. *Tourism Tribune*, 2015, 30(1): 54-62.]
- [22] 张晨, 高峻, 丁培毅. 雾霾天气对潜在海外游客来华意愿的影响: 基于目的地形象和 risk 感知理论. *旅游学刊*, 2017, 32(12): 58-67. [ZHANG C, GAO J, DING P Y. Impacts of haze on the intention to visit China of overseas tourists: Based on destination image and risk perception theories. *Tourism Tribune*, 2017, 32(12): 58-67.]
- [23] ZHANG A P, ZHONG L S, XU Y, et al. Tourists' perception of haze pollution and the potential impacts on travel: Reshaping the features of tourism seasonality in Beijing, China. *Sustainability*, 2015, 7(3): 2397-2414.
- [24] 谢佳慧, 李隆伟, 王艳平. 排斥物: 雾霾降低入境旅游规模. *当代经济科学*, 2017, 39(1): 113-123, 128. [XIE J H, LI L W, WANG Y P. Repulsion: Does haze reduce inbound tourism scale?. *Modern Economic Science*, 2017, 39(1): 113-123, 128.]

- [25] 唐承财, 刘霄泉, 宋昌耀. 雾霾对区域旅游业的影响及应对策略探讨. 地理与地理信息科学, 2016, 32(5): 121-126. [TANG C C, LIU X Q, SONG C Y. Impact of haze on regional tourism industry and its countermeasures. Geography and Geo-Information Science, 2016, 32(5): 121-126.]
- [26] 唐承财, 马蕾, 宋昌耀. 雾霾天气影响北京入境旅游吗: 基于面板数据的实证检验. 干旱区资源与环境, 2017, 31(1): 192-197. [TANG C C, MA L, SONG C Y. Do fog and haze affect Beijing inbound tourism: An empirical study based on panel data. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2017, 31(1): 192-197.]
- [27] DENG T T, LI X, MA M L. Evaluating impact of air pollution on China's inbound tourism industry: A spatial econometric approach. Asia Pacific Journal of Tourism Research, 2017, 22(7): 771-781.
- [28] 纪小美, 王婷, 陶卓民, 等. 时空交互视角下的中国入境客流分布动态分析. 人文地理, 2016, 31(4): 153-160. [JI X M, WANG T, TAO Z M, et al. Distributional dynamics of China's inbound tourist flow: Under the view of spatial-temporal interaction. Human Geography, 2016, 31(4): 153-160.]
- [29] DONKELAAR A V, MARTIN R V, BRAUER M, et al. Use of satellite observations for long-term exposure assessment of global concentrations of fine particulate matter. Environmental Health Perspectives, 2015, 123(2): 135-143.
- [30] 武红, 谷树忠, 关兴良, 等. 中国化石能源消费碳排放与经济增长关系研究. 自然资源学报, 2013, 28(3): 381-390. [WU H, GU S Z, GUAN X L, et al. Analysis on relationship between carbon emissions from fossil energy consumption and economic growth in China. Journal of Natural Resources, 2013, 28(3): 381-390.]
- [31] 李鹏, 张俊飏. 森林碳汇与经济增长的长期均衡及短期动态关系研究: 基于中国1998-2010年省级面板数据. 自然资源学报, 2013, 28(11): 1835-1845. [LI P, ZHANG J B. Research on the long-term and short-term dynamic relationship between carbon forestry development and economic growth: Based on the provincial panel data of China in 1998-2010. Journal of Natural Resources, 2013, 28(11): 1835-1845.]
- [32] 黄睿, 王坤, 黄震方, 等. 绩效视角下区域旅游发展格局的时空动态及耦合关系: 以泛长江三角洲为例. 地理研究, 2018, 37(5): 995-1008. [HUANG R, WANG K, HUANG Z F, et al. Spatio-temporal dynamics and coupling relationship of regional tourism development pattern from the perspective of performance: A case study of Pan-Yangtze River Delta. Geographical Research, 2018, 37(5): 995-1008.]
- [33] ELHORST J P. Specification and estimation of spatial panel data models. International Regional Science Review, 2003, 26(3): 244-268.
- [34] 洪学婷, 张宏梅, 张业臣. 旅游体验对旅游者环境态度和环境行为影响的纵向追踪研究. 自然资源学报, 2018, 33(9): 1642-1656. [HONG X T, ZHANG H M, ZHANG Y C. Influence of tourism experience on environmental attitude and behavior: A longitudinal tracking study. Journal of Natural Resources, 2018, 33(9): 1642-1656.]



## The spatiotemporal dynamic correlation analysis of haze pollution and inbound tourism in central and eastern China

XU Dong<sup>1,2</sup>, HUANG Zhen-fang<sup>1,2</sup>, HUANG Rui<sup>1,2</sup>, HOU Guo-lin<sup>1</sup>, CAO Fang-dong<sup>1</sup>

(1. School of Geographic Science, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China; 2. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China)

**Abstract:** In recent years, the haze weather has caused a negative impact on inbound tourism industry, which cannot be ignored. However, the temporal and spatial relationship between haze pollution and inbound tourism and their interaction remain to be discussed. Taking 174 prefecture-level cities in central and eastern China where haze pollution and the development of inbound tourism are typical as an example, this study explored the spatiotemporal dynamic correlation characteristics of haze pollution and inbound tourism from 1998 to 2016 using the methods of Granger Causality Test, Impulse Response Function, Center of Gravity Model and bivariate Local Indicators of Spatial Association (LISA) Model. The results show that: at the temporal level, there is a long-term equilibrium relationship between haze pollution and inbound tourism, and the haze pollution is in the Granger causality with the inbound tourism growth. Although the development of inbound tourism is highly dependent on its own structure, haze pollution still has a significant impact on the stability of inbound tourism growth in a short term, with the impact tending to ease from a long-term perspective. At the spatial level, the centers of gravity of haze pollution and inbound tourism tend to shift to the northeast and northwest, respectively. Although the space-overlaps improved slightly during the study period, there were still obvious spatial dislocations between the centers of haze pollution and inbound tourism. On the whole, both haze pollution and inbound tourism growth in central and eastern China have significantly negative spatial autocorrelation with an increasing trend. The bivariate local spatial correlation patterns are dominated by the High-Low and Low-High agglomeration types among cities. The areas where haze pollution curbs the inbound tourism growth seriously are mainly located in eastern Henan, northern Anhui and central Hubei, showing a certain spatial dependence. This study contributes to the knowledge gap regarding the spatiotemporal relationship between haze pollution and inbound tourism demand on the scale of prefecture-level cities. The findings have implications for local governments and departments related to regional inbound tourism industry to properly cope with the haze weather so as to achieve high-quality development.

**Keywords:** haze pollution; inbound tourism; spatiotemporal dynamic correlation; central and eastern China