中国城市化水平与城市 气温变化的灰色关联分析

侯学英

(云南财经大学 城市管理与资源环境学院, 昆明 650221)

摘要: 20世纪90年代以来我国进入城市化快速发展阶段, 城市规模迅速扩张, 这在一定程度上对于环境系统产生了影响, 如产生了城市热岛效应。文章利用灰色系统理论, 对我国25个省会城市和4个直辖市1990~2005年的城市化综合发展水平数据和城市气温数据进行了灰色关联度的计算和分析, 定量揭示了城市化水平的差异对于城市气温变化的影响, 同时也定量分析了各种城市化因子对于城市气温变化的影响。

关键词: 城市化; 城市气温; 城市热岛效应; 灰色关联

Grey Correlation Degree Analysis of Urbanization on Air Temperature on Different Cities of China

HOU Xue-ying

(Yunnan Financial University, City Management College, Kunming 650221, China)

Abstract: Since the 1990's, China has entered a fast era of urbanization, the urban scale unceasingly expanded. These had some effects on environment system, such as urban heat island. In this paper, the grey correlation degree of city air temperature and urbanization level of 29 cities is analyzed. The results show the pattern that different urbanization level has different influence on city air temperature and every factor has different effect degree.

Key words: urbanization; city air temperature; urban heat island; grey correlation degree

20世纪90年代以来, 我国城市化发展水平迅速提高, 城市人口比重由1990年的26.41%上升到2006年的43.90%, 城市建成区面积也从1990年的12 856km²扩大到2006年的33 660km² (《中国统计年鉴(2007)》)。城市化水平提高和城市扩张必然伴随着土地利用方式的改变、人类经济活动的加剧、产业结构转变及能源消耗增加。这些转变在一定程度上对气候系统产生了影响, 其中最为明显的是对于气温变化的影响, 形成了城市热岛效应。有研究表明, 城市化是气候变暖的重要影响因素之一^[1]。

以往对于城市化与城市气温变化的研究, 基本上采用某一城市在某一时间点上的城区内气温与郊区气温的比较, 来揭示城市发展与气温变化的关系^[2]。这些研究印证了城市热岛效应的确存在, 但没有回答城市化水平的差异是否会影响城市温度的变化, 城市温度变化与哪些城市化因素关系最为密切的问题。本文采用25个省会城市和4个直辖市1990~2005年城市化发展数据和城市气温数据, 利用灰色关联度法来定量揭示城市化发展水平差异与城市气温变化的关

系, 以及不同城市化因子对于城市气温变化的影响。

1 研究方法与模型

城市化是一个复杂的社会经济转变过程, 本文首先构建包含多指标的城市化综合水平评价指标体系, 利用该体系对我国25个省会城市和4个直辖市1990~2005年的城市化水平进行了定量评价; 然后用灰色关联度法对这些城市历年的城市化水平和城市温度进行相关分析, 以定量揭示城市化水平差异与城市气温变化的影响程度及其规律; 最后, 将各城市化因子与城市气温进行灰色关联分析, 以回答城市气温的变化与哪些城市化因子相关的问题。

1.1 城市化水平的测度

目前对于城市化水平的测度, 一般采用城市人口或非农业人口占总人口比重的方法。这种方法具有一定的缺陷: 第一, 人口比重指标不能反映城市化丰富的内涵; 第二, 1990~2005年《中国城市统计年鉴》中提供的各城市非农业人口的统计口径有一定变化, 使得对非农人口比重指标的时间序列分析较为困难。

基金项目: 云南省教育厅资金资助项目(Y40111)

作者简介: 侯学英(1974~), 博士, 主要研究方向为区域经济、城市经济和城市化。

因此, 本文从城市规模、经济总量、产业结构、能源消耗、城市基础设施五方面选取9个指标构建城市化水平综合评价指标体系。其中, 选取市区总人口 (x_1)、建成区面积 (x_2)、市区人口密度 (x_3) 指标来反映城市规模状况; 市区人均GDP (x_4)、第二产业 (x_5)、第三产业比重 (x_6) 来反映城市经济发展水平和产业结构; 市区全年用电量 (x_7) 来反映城市能源消耗情况; 市区年末实有道路铺装面积 (x_8) 和市区园林绿地面积 (x_9) 来反映城市基础设施状况。

本文选用因子分析法, 利用城市化综合评价指标体系, 对25个省会城市和4个直辖市1990~2005年的城市化水平进行定量评价, 因子分析具体方法与模型参见《中国城市化时空差异分析》^[3]。

1.2 城市化水平与城市气温的相关分析方法

城市气温的变化不仅受到大尺度的全球气候系统变化的影响, 同时也受到区域性中小尺度影响因子的作用, 如城市的热岛效应。因此, 城市气温变化与城市发展是有一定关系的, 但构建城市扩张、城市化水平提高与城市气温之间的确定函数是非常困难的。而灰色系统理论就是以“部分信息已知, 部分信息未知”的“小样本”、“贫信息”不确定性系统为研究对象, 通过充分利用部分“已知信息”的生成、开发去了解和认识现实世界。

本文正是基于以上原因采用灰色关联度对城市化水平与城市气温进行相关分析。灰色关联度是灰色系统理论的一种分析方法。所谓灰色关联度实质上就是以参考点和比较点之间的距离为基础的分析, 从距离中找出各因素的差异性和接近性, 其基本思想是根据分析对象时序数列曲线的相似程度来判断其关联程度^[4], 其数学模型和基本步骤如下:

(1) 设系统特征序列为:

$X_0 = [X_0(1), X_0(2), \dots, X_0(n)]$, 并且有 m 个系统行为序列, 分别为:

$$X_i = [X_i(1), X_i(2), \dots, X_i(n)] \quad (i=1, 2, m)$$

(2) 对系统特征序列和系统行为序列用初值子进行初始化, 得出初值化像分别为:

$$Y_0 = [Y_0(1), Y_0(2), \dots, Y_0(n)]$$

$$Y_i = [Y_i(1), Y_i(2), \dots, Y_i(n)] \quad (i=1, 2, m)$$

(3) 求出初值化像序列 Y_0 、 Y_i 之间的灰色关数:

$$r_{0i}(k) = \frac{\min_i \min_k |Y_i(k) - Y_0(k)| + \xi \max_i \max_k |Y_i(k) - Y_0(k)|}{|Y_i(k) - Y_0(k)| + \xi \max_i \max_k |Y_i(k) - Y_0(k)|}$$

ξ 为分辨系数, 且 $\xi \in [0, 1]$; $K=1, 2, \dots, n$; $i=1, 2, \dots, m$ 。

(4) 最后求出两个序列 X_0 、 X_i 之间的灰色关联度:

$$r_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n r_{0i}(k)$$

2 城市化水平与城市气温的灰色关联分析

2.1 城市化水平与城市气温变化的灰色关联度计算结果

首先利用1.1中构建的城市化综合评价指标体系, 采用因子分析法对我国25个省会城市和4个直辖市(拉萨市、成都市以及香港、澳门、台湾地区缺少数据)1990~2005年的城市化水平进行定量评价, 其数据来源为历年《中国城市统计年鉴》, 表1中所示的城市化水平为各城市2005年城市化水平评价数据; 然后利用1.2所介绍的灰色关联度模型, 对我国主要城市1990~2005年的城市化水平系列数据与城市气温系列数据计算其灰色关联度, 表1中灰色关联系数为其结果, 本文选取的城市气温数据均来源于历年《中国统计年鉴》。

2.2 计算结果分析

由表1可见, 我国主要城市温度与城市化水平灰色关联度在空间分布上并没有出现明显的规律性。具体来看, 在这29个城市中, 灰色关联度排名与城市化水平排名相同或基本接近的只有石家庄、太原、长春等11个城市, 仅占城市总数的38%。以下从自然条件和经济条件两个不同侧面来探讨不同地区城市化水平提高对于城市气温变化的影响。

2.2.1 不同自然条件城市的城市化水平与城市气温变化的关系分析

选取温度和湿度两种指标作为自然条件的分类指标, 其中根据各城市 $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温, 将各城市划分为不同的温度带, 根据各城市年均降水量, 将各城市划分为不同的湿度带。

首先从温度条件开看, 由表1可见, 就城市化水平而言, 我国亚热带地区的城市分布最多, 城市化水平也较高; 其次为暖温带地区城市; 再次为中温带地区城市; 而热带地区城市分布少, 城市化水平也较低。由此可见, 除热带地区外, 我国温暖地区的城市化水平要高于寒冷地区; 而就城市化水平与城市气温变化的灰色关联度而言, 并没有呈现出这种规律。具体来看, 亚热带地区灰色关联度排名在后20位的城市有5个, 占城市总数的38%; 暖温带地区城市灰色关联系数排名在前10位的城市有3个, 占该地区城市数量的43%; 中温带地区城市中灰色关联度排名在前10位和后20位的城市各有3个, 占该地区城市数量的38%。由此可见, 暖温带地区城市的城市化水平提高对于城市气温变化影响最大, 其次为中温带地区城市; 再次为亚热带地区城市和热带地区城市。

其次从湿度条件来看, 由表1可见, 就城市化水平而

表1 我国主要城市1990~2005年城市化水平与城市气温的灰色关联度计算结果

城市	城市化水平指数		灰色关联系数		自然条件		经济条件			
	2005年得分	排名	灰色关联系数	排名	温度带	湿度带	所属经济区	人口规模	人均GDP	产业结构
上海	7.58	1	0.44	27	亚热带	湿润	东部	>1 000万	>5.0万元	第二、第三产业比重接近
北京	4.86	2	0.52	11	暖温带	半湿润	东部	>1 000万	>5.0万元	第三产业明显优势
天津	3.55	3	0.46	23	暖温带	半湿润	东部	400万~1 000万	3万~5.0万元	第二产业明显优势
广州	3.52	4	0.55	8	亚热带	湿润	东部	400万~1 000万	>5.0万元	第三产业明显优势
南京	2.31	5	0.62	1	亚热带	湿润	东部	400万~1 000万	3万~5.0万元	第二、第三产业比重接近
重庆	1.85	6	0.44	28	亚热带	湿润	西部	>1 000万	<3.0万元	第二、第三产业比重接近
杭州	0.92	7	0.55	7	亚热带	湿润	东部	400万~1 000万	>5.0万元	第二产业明显优势
武汉	0.55	8	0.45	24	亚热带	湿润	中部	400万~1 000万	<3.0万元	第二、第三产业比重接近
沈阳	0.50	9	0.46	22	中温带	半湿润	东部	400万~1 000万	3万~5.0万元	第三产业明显优势
长春	0.13	10	0.53	10	中温带	半湿润	中部	200万~400万	3万~5.0万元	第二、第三产业比重接近
济南	-0.38	11	0.56	6	暖温带	半湿润	东部	200万~400万	3万~5.0万元	第二、第三产业比重接近
西安	-0.55	12	0.59	2	暖温带	半湿润	西部	400万~1 000万	<3.0万元	第三产业明显优势
兰州	-0.66	13	0.56	5	中温带	半干旱	西部	200万~400万	<3.0万元	第三产业明显优势
太原	-0.70	14	0.50	14	暖温带	半湿润	中部	200万~400万	<3.0万元	第二、第三产业比重接近
福州	-0.75	15	0.45	26	亚热带	湿润	东部	<200万	3万~5.0万元	第二产业明显优势
哈尔滨	-0.77	16	0.52	12	中温带	半湿润	中部	200万~400万	3万~5.0万元	第三产业明显优势
合肥	-0.82	17	0.49	15	亚热带	湿润	中部	<200万	3万~5.0万元	第二、第三产业比重接近
昆明	-0.84	18	0.44	29	亚热带	湿润	西部	200万~400万	3万~5.0万元	第二、第三产业比重接近
南昌	-0.85	19	0.48	18	亚热带	湿润	中部	200万~400万	3万~5.0万元	第二产业明显优势
贵阳	-0.88	20	0.48	17	亚热带	湿润	西部	200万~400万	<3.0万元	第二、第三产业比重接近
石家庄	-1.36	21	0.46	21	暖温带	半湿润	东部	200万~400万	3万~5.0万元	第二产业明显优势
郑州	-1.52	22	0.57	4	暖温带	半湿润	中部	200万~400万	<3.0万元	第二产业明显优势
长沙	-1.75	23	0.48	19	亚热带	湿润	中部	200万~400万	3万~5.0万元	第三产业明显优势
呼和浩特	-1.91	24	0.54	9	中温带	半干旱	中部	<200万	<3.0万元	第三产业明显优势
乌鲁木齐	-1.93	25	0.48	16	中温带	干旱	西部	<200万	3万~5.0万元	第三产业明显优势
银川	-1.98	26	0.47	20	中温带	干旱	西部	<200万	<3.0万元	第二、第三产业比重接近
南宁	-2.55	27	0.52	13	亚热带	湿润	东部	200万~400万	<3.0万元	第三产业明显优势
海口	-2.75	28	0.58	3	热带	湿润	东部	<200万	<3.0万元	第三产业明显优势
西宁	-2.84	29	0.45	25	中温带	半干旱	西部	<200万	<3.0万元	第二、第三产业比重接近

言,湿润和半湿润地区城市化水平较高,明显高于半干旱和干旱地区;而从城市化水平提高对于城市气温的影响程度来看,并没有体现这种规律。具体来看,湿润地区有各有5个城市的灰色关联系数排名在10~20位和后20位,占城市数的36%;半湿润地区有4个城市的灰色关联系数排名前10位,占该地区城市数的40%;半干旱地区的3个城市中有2个城市的灰色关联系数排在前10位;而干旱地区的2个城市的灰色关联系数均在10~20位。由此可见,半干旱、干旱地区城市的城市化水平的提高对于城市气温变化的影响要高于半湿润和湿润地区。

2.2.2 不同经济发展条件城市的城市化水平与城市气温变化的关系分析

首先,将各城市按东、中、西部进行分类,这种分

类方式基本可以反映出我国地区间经济社会发展水平的差异,即东部地区高于中部地区和西部地区。由表1可见,就城市化水平而言,东部城市明显高于中部城市、中部城市又高于西部城市;而从城市化水平与城市气温变化的灰色关联度来看,在一定程度上也体现出了以上规律。

具体来看,在东部12个城市中,灰色关联度排名在前10位的城市有5个,占东部城市总数的42%;中部9个城市中灰色关联度排名在10~20位的城市有5个,占城市总数的56%;在西部8个城市中排名后20位的城市有4个,占城市总数的50%。由此可见,我国东部城市化水平较高的城市,城市化水平的提高对于城市气温变化的影响较大;而西部城市化水平较低的城市,城市化水平的提高对于城市气温变化的

影响较小。

其次,从人均GDP指标来看,如表1所示,城市化指数与城市气温的灰色关联度与人均GDP指标间并没有表现出明显的规律性。具体来看,人均GDP>5.0万元的4个城市中灰色关联度排名前10位的有2个城市,占该类城市的50%;人均GDP在3.0万~5.0万元的13个城市中分别有5个城市灰色关联度排名在10~20和后20位,占该类城市的38.5%;而人均GDP<3.0万元的12个城市中,灰色关联度排名在前10位的有5个,占该类城市的41.7%。

再次,从城市人口指标来看,如表1所示,城市化指数与城市气温的灰色关联度与城市人口间也没有体现出明显的规律性。具体来看,灰色关联系数排名前10位的城市有4个属于人口400~1000万城市,4个属于人口200~400万城市;灰色关联度在10~20位之间的城市主要集中分布在200~400万城市,其次分布在<200万城市中;灰色关联度排名在后20位的城市分布较为均匀。

最后从产业来看,如表1所示,在第三产业占明显优势的11个城市中,分别由5个城市的灰色关联度排名在前10和10~20位,占该类城市的45.5%;在第二产业占明显优势的6个城市中,有3个城市的灰色关联度排名在后20位,占该类城市的45%;而第二、第三产业比重接近的12个城市中,有5个城市的灰色关联度和排名后20位,4个城市的灰色关联度排名10~20位,分别占该类城市的41.7%和33.3%。由此可见,第三产业占优势的城市历年城市化水平的提高对其城市气温变化的影响较大;而第二产业占优势的城市历年城市化水平的提高对其城市气温变化的影响较小。

3 城市化各因子与城市气温变化的灰色关联系数

3.1 城市化各因子与城市气温变化的灰色关联度计算结果

城市化的内涵十分丰富,本文对所选取的9个城市化因子与城市历年气温数据分别计算其灰色关联度,来定量揭示各种城市化因子对城市气温变化的影响程度,表2为其计算结果。

3.2 结果分析

由表2可见,与城市气温变化关系最为密切的是城市规模的各项指标,其次是经济发展水平的各项指标,再次为能源消耗与城市基础设施的各项指标。

具体来看,首先,总人口、人口密度和建成区面积这三项反映城镇规模扩张的指标与历年城市气温变化的相关性最强。这反映了我国从20世纪90年代以来处于城镇迅速扩张时期,这使下垫面的性质发生了明显改变,在一定程度上成为城市年均温逐年上升的原因之一。

表2 城市化各因子与城市气温的灰色关联度计算结果

城市化体系	指标	灰色关联度
城市规模	年末总人口	0.79
	市区人口密度	0.76
	建成区面积	0.76
经济发展水平	人均GDP	0.52
	第二产业产值比重	0.76
	第三产业产值比重	0.77
能源消耗	全年用电量	0.62
城市基础设施	道路面积	0.62
	园林绿地面积	0.63

注:灰色关联度为29个城市该项指标的均值。

其次,反应经济综合水平的人均GDP指标与城市气温变化的相关系数较弱。这是因为这一时期我国城市化正处于快速发展阶段的初期,各城市经济发展水平虽有不同,但绝大多数城市的建成区面积在这一时期内均迅速扩张2~3倍,这样就造成了经济发展水平对城市气温变化影响较弱的情况。

再次,在反映产业结构的两个指标中,城市第二产业比重变化对于气温变化的影响程度与第二产业比重十分接近。这是由于我国主要城市从20世纪90年代以来均处于产业结构升级阶段,绝大多数城市均采取了“退二进三”产业政策,这样就使释放大量温室气体和高耗能的第二产业迁出城市,从而减弱了城市第二产业对于城市气温变化的影响程度。

4 结论

本文利用灰色关联系数定量的揭示了城市化水平的差异对城市气温变化的影响,并且也研究了各个城市化因子对于城市气温变化的影响程度。虽然计算数据采用了1990~2005年16年间的的历史数据,但是对于区域气温变化的研究而言,数据量小,这影响了计算结果的科学性,只是为进行城市化进程对于我国环境影响的研究提供参考。

参考文献:

- [1] 郭建,董秀梅,孙惠莲. 气候变暖与城市化相关互动性分析[J]. 生态经济, 2006(8): 129~132, 141.
- [2] 张一平. 中国不同地区城市化对室内外气温影响的比较研究[J]. 地理科学, 2003, 23(1): 42~48.
- [3] 侯学英. 中国城市化进程时空差异分析[M]. 北京: 经济科学出版社, 2008: 68~72.
- [4] 刘思峰. 灰色系统理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 1999: 40~50.