

南充市城市气候承载力及障碍因子分析^①

赵茂崧, 李卫朋, 游 泳, 蔡晓雨

西华师范大学 国土资源学院/区域环境演变与保护研究中心, 四川 南充 637009

摘要: 通过构建以气候资源供给、城市气候压力、城市可持续发展能力为准则层的城市气候承载力评价体系, 对 2008—2017 年南充市主城区和 6 个县级城市气候承载力进行了评估, 并利用障碍度模型对各地区城市气候压力中的 9 项指标进行障碍因子分析. 结果显示: 2008—2017 年南充市各区县城市气候资源供给具有不稳定性, 城市气候压力总体呈减小趋势, 城市可持续发展能力显著提高, 城市气候承载力与经济发展水平不匹配; 10 年间各地区的障碍因子总体上由人类排放强度类指标逐渐转变成经济与城市规模类指标. 建议南充市不断推进节能减排措施, 增加城市绿地面积, 提高可持续发展能力, 增强城市气候承载力.

关 键 词: 南充地区; 城市气候承载力; 评价体系; 障碍因子

中图分类号: P463.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2021)04-0105-09

气候资源是自然资源的重要组成部分, 气候环境是人类生存和社会发展的基础^[1], 以全球变暖为主要特征的气候变化已成为人类社会当前面临的重要环境问题之一. 我国地表增温速率明显快于全球与北半球平均速率^[2], 应对全球气候变化、寻求人类社会适应气候环境变化的途径成为全社会共同努力的方向^[3].

城市与气候有着十分紧密的关系^[4], 一方面, 城市的不断扩张改变了地表下垫面状况, 易形成热岛、雨岛效应; 另一方面, 气候影响城市聚落的形成、扩张方向、人们生活舒适程度, 加之城市中人口、财富高度集中, 频发的气象灾害将进一步放大对城市造成的危害. 我国城镇化正处于加速发展时期, 日益扩张的城市对气候造成了巨大影响, 走与气候相适应的发展道路成为必然选择^[5], 由此, 城市气候承载力概念应运而生. 於琨等^[6]较早提出了气候承载力概念, 将气候承载力定义为在一定的时空范围内、气候资源对整个区域经济社会长远发展的支撑能力. 近年来, 一些专家学者对城市气候承载力进行了探究, 岳溪柳等^[7]从人类活动强度的角度探究了当前北京城市气候承载力; 闫胜军等^[8]、吴翔等^[9]分别构建了上海市和南昌市城市气候承载力评价体系, 探究了上海市、南昌市气候承载力年际变化趋势; 卢燕宇等^[10]构建了以气象灾害为基础的城市气候承载力评价体系, 对皖江城市带进行了评价. 以上成果促进了城市气候相关研究的发展, 但现有文献对城市气候承载力的限制因素鲜有研究. 目前南充地区城市化建设在一定时期内还将保持加速推进的状态, 如何有效避免由于城市扩张引发的一系列气候问题, 推动城市经济社会稳定健康发展, 已成为城市科学发展和生态文明建设中面临的重要的问题. 本文通过构建以气候资源供给、城市气候压力、城市可持续发展能力 3 个准则层(共 18 个指标)的城市气候承载力评价体系, 估算南充地区各区县城市气候承载力(climatic carrying capacity, CCC), 并探寻南充地区城市气候承载力的主要障碍因子, 以期南充地区各城市可持续发展提供一定参考.

① 收稿日期: 2019-12-18

基金项目: 四川省教育厅项目(18ZA0476); 西华师范大学英才科研基金项目(17YC112); 西华师范大学基本科研业务项目(16C003).

作者简介: 赵茂崧, 硕士研究生, 主要从事生态安全与生态水文研究.

通信作者: 李卫朋, 博士, 讲师.

1 区域概况

南充市地处四川盆地东北部，下辖顺庆区、嘉陵区、高坪区、西充县、南部县、仪陇县、营山县、蓬安县和阆中市，是四川省百万人口大城市之一，2020 年中心城区人口预计将达到 150 万人，建成区面积将达到 150 km²。南充市属亚热带湿润性季风气候，降水量时空分布不均，旱涝灾害频发，人均水资源量偏少，冬季逆温现象多发，有害气体不易扩散，空气质量较差，全年多雾天，光照资源相对不足，相对湿度较大。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

气候资源供给中的逐年气象数据来源于国家气象科学数据中心；城市气候压力和城市可持续发展能力的各项数据来源于《四川省统计年鉴(2009—2018 年)》和《南充市统计年鉴(2009—2018 年)》以及《南充市国民经济和社会发展统计公报(2008—2017 年)》；生态用水量来源于《四川省水资源公报(2008—2017 年)》和《南充市水资源公报(2008—2017 年)》。

2.2 气候承载力指标体系构建

2.2.1 气候资源供给指数

气候资源供给体现该区域气候资源(光、水、热等)对自然环境和人类社会的支撑能力^[7]，其反映气候资源对城市发展的制约状况。本文选取平均气温、年降水量、相对湿度、年日照时数、气候生产潜力 5 项指标评价气候资源供给的基本情况。

$$I_{CR} = \sum_{i=1}^m I_{CRi} \times W_{CRi}$$

(1)

式中： I_{CR} 为气候资源供给指数； I_{CRi} 、 W_{CRi} 分别为气候资源供给中第 i 个指标和其对应的权重； m 为气候资源供给的指标个数。

气候生产潜力是指假设除气候资源以外的其他条件都满足的情况下，由气候资源决定的一定时期内单位面积上的植物生物学最大产量^[11]。本文气候生产潜力计算采用 Thomthwaite Memorail 模型，该模型主要考虑水、热等气候因子，以实际蒸散量为变量，计算简单且具有较高的精确度^[12]。Thomthwaite Memorail 模型如下：

$$P_{ET} = 3\,000(1 - e^{0.000\,969\,5(ET-20)})$$

(2)

$$ET = 1.05R / \sqrt{1 + (1.05R/E_0)^2}$$

(3)

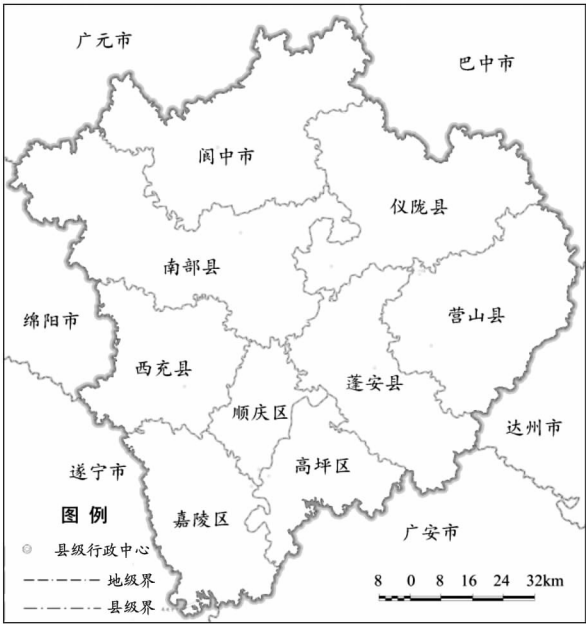
$$E_0 = 300 + 25T + 0.05T^3$$

(4)

式中： P_{ET} 是气候生产潜力($g \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$)； ET 是年平均蒸散量(mm)； R 是年降水量； E_0 是年最大蒸散量(mm)； T 是年平均气温。当且仅当 $R > 0.316E_0$ 时，公式(3)、(4)才适用；若 $R < 0.316E_0$ ，则 $E_0 = R$ 。

2.2.2 城市气候压力指数

城市气候压力指人类活动对城市气候带来的压力状况^[8]，本文指标选取主要从城市建设和经济发展水平以及人类排放量三方面考虑，选取人均 GDP、工业总产值、城镇化率、人均道路面积、人均污水排放量、人均日生活用水量、人均二氧化硫排放量、人均生活垃圾清运量以及规模以上工业能耗 9 项指标。



注：底图来源于四川省测绘地理信息局官网
(<http://scsm.mnr.gov.cn/>)，审图号：图川审(2016)018 号

图 1 研究区域图

$$I_{CS} = \sum_{j=1}^n I_{CSj} \times W_{CSj} \quad (5)$$

式中: I_{CS} 为城市气候压力指数; I_{CSj}, W_{CSj} 分别为城市气候压力中第 j 个指标和其对应的权重; n 为城市气候压力中的指标个数.

2.2.3 城市可持续发展能力指数

城市可持续发展能力在这里指随着经济、科技的不断发展,产生的能够缓解城市气候压力的积极因素,有助于提高城市气候承载力^[4]. 本文选取第三产业比重、人均公园绿地面积、人均生态用水量及高中升学率4项指标,分别从产业结构、基础设施建设、环保投入以及教育发展水平衡量城市可持续发展能力. 由于部分年份各县区的生态用水量数据缺失,因此缺失年份用南充市人均生态用水量替代.

$$I_{CD} = \sum_{k=1}^l I_{CDk} \times W_{CDk} \quad (6)$$

式中: I_{CD} 为城市可持续发展能力指数; I_{CDk}, W_{CDk} 分别为城市可持续发展能力中第 k 项指标和其对应的权重; k 为城市可持续发展能力中的指标个数.

2.2.4 城市气候承载力评价

本文依据城市气候承载力指标体系,基于熵权的综合评价法得到3个准则层的评价值,再构造评价函数计算南充地区城市承载力值. 考虑到各指标数据的可获得性并结合南充市的具体情况,将顺庆区、高坪区、嘉陵区统称为主城区计算其城市气候承载力指数及其各要素层指数. 城市气候承载力构造函数为:

$$C = f(I_{CR}, I_{CS}, I_{CD}) \quad (7)$$

式中: C 为城市气候承载力指数,为正向指标,其值越大,表示城市气候承载力越强;气候资源供给(CR)和城市可持续发展能力(CD)为正向指标,城市气候压力(CS)为逆向指标,因此,具体计算公式为:

$$C = \frac{I_{CR} \times I_{CD}}{I_{CS}} \quad (8)$$

2.3 熵权法确权

熵权法是一种客观赋值方法,该方法是根据各指标数据提供的信息量来确定权重,能在一定程度上避免因主观因素带来的偏差^[13-14]. 熵权法步骤如下:

1) 数据标准化处理:采用极值法对各指标进行无量纲处理.

正向指标:

$$X'_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_j)}{\max(X_j) - \min(X_j)} \quad (9)$$

逆向指标:

$$X'_{ij} = \frac{\max(X_j) - X_{ij}}{\max(X_j) - \min(X_j)} \quad (10)$$

2) 计算第 i 年第 j 项指标的比重:

$$Y_{ij} = X'_{ij} / \sum_{i=1}^m X'_{ij} \quad (11)$$

3) 计算指标信息熵:

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m (Y_{ij} \times \ln Y_{ij}) \quad (12)$$

$$k = 1/\ln m \quad (13)$$

4) 计算信息熵冗余度:

$$d_j = 1 - e_j \quad (14)$$

5) 计算指标权重(各指标权重计算结果,见表1):

$$W_j = d_j / \sum_{j=1}^n d_j \quad (15)$$

表 1 城市气候承载力评价指标及权重

准则层	指标层	权 重						
		主城区	南部	营山	蓬安	仪陇	西充	阆中
气候资源供给	平均气温/℃	0.33	0.34	0.33	0.36	0.28	0.23	0.35
	年降水量/mm	0.14	0.19	0.19	0.23	0.14	0.31	0.11
	日照时数/h	0.18	0.16	0.17	0.13	0.20	0.14	0.25
	相对湿度/%	0.16	0.19	0.18	0.12	0.26	0.20	0.14
	气候生产潜力/(g·m ⁻² ·a ⁻¹)	0.20	0.18	0.14	0.16	0.12	0.12	0.15
城市气候压力	人均 GDP/元	0.11	0.12	0.12	0.12	0.11	0.12	0.11
	工业总产值/元	0.14	0.14	0.12	0.11	0.13	0.12	0.14
	城镇化率/%	0.20	0.10	0.12	0.09	0.12	0.11	0.09
	人均道路面积/m ²	0.12	0.10	0.12	0.14	0.11	0.11	0.14
	人均污水排放量/t	0.11	0.13	0.12	0.13	0.14	0.12	0.17
	人均日生活用水量/t	0.11	0.14	0.14	0.12	0.09	0.12	0.11
	人均二氧化硫排放量/m ³	0.05	0.09	0.09	0.10	0.08	0.11	0.09
	人均生活垃圾清运量/t	0.09	0.10	0.10	0.10	0.16	0.11	0.07
	规模以上工业能耗/吨标准煤/万元	0.06	0.08	0.08	0.09	0.06	0.08	0.07
	第三产业比重/%	0.28	0.38	0.42	0.39	0.41	0.36	0.40
	人均生态用水量/m ³	0.24	0.19	0.11	0.18	0.12	0.24	0.13
城市可持续发展能力	人均公园绿地面积/m ²	0.32	0.24	0.23	0.24	0.32	0.24	0.24
	高中升学率/%	0.16	0.20	0.24	0.19	0.15	0.15	0.23

6) 计算综合评价指数:

$$S_{ij} = W_j \times X'_{ij}$$

(16)

2.4 障碍度模型

分析确定制约城市气候承载力的主要障碍因子,可以有针对性地提高城市气候承载力. 本文引入障碍度模型对城市气候压力准则层的人均 GDP(A1)、工业总产值(A2)、城镇化率(A3)、人均道路面积(A4)、人均污水排放量(A5)、人均日生活用水量(A6)、人均二氧化硫排放量(A7)、人均生活垃圾清运量(A8)、规模以上工业能耗(A9)共 9 项因子进行障碍度诊断. 某个因子的障碍度越大,表明该因子对城市气候承载力的制约作用越强^[15]. 障碍度计算基于因子贡献度和指标偏离度 2 项指标^[16], 计算步骤如下:

1) 因子贡献度:

$$F_j = W_j$$

(17)

式中: F_j 为因子贡献度,即指标 j 对总目标的影响程度^[17].

2) 指标偏离度:

$$I_{ij} = 1 - x'_{ij}$$

(18)

式中: I_{ij} 为指标偏离度,即指标 j 与发展目标之间的差距; x'_{ij} 为指标 j 的标准化值^[17].

3) 障碍度模型:

$$O_j = [(I_j \times F_j) / \sum_{j=1}^n (I_j \times F_j)] \times 100\%$$

(19)

式中: O_j 为第 j 个因子的障碍度.

3 结果分析

3.1 城市气候承载力构成要素的时空特征

3.1.1 气候资源供给指数

如图 2 所示,2008—2017 年间,南充市各地区气候资源供给指数波动显著,这与各气候要素的变化密切相关. 从具体指标来看,气候资源供给指数受平均气温、日照时数与气候生产潜力影响较大,年际变化幅度由大到小的城市依次为阆中市(0.572)、主城区(0.521)、仪陇县(0.503)、蓬安县(0.453)、南部县(0.424)、营山县(0.417)及西充县(0.358);各地区 10 年间气候资源供给指数最大值均出现在 2013 年,主

城区和阆中市最小值出现在 2008 年,南部县、仪陇县 10 年间最小值出现在 2012 年,营山县、西充县最小值出现在 2014 年,蓬安县的最小值则出现在 2010 年.

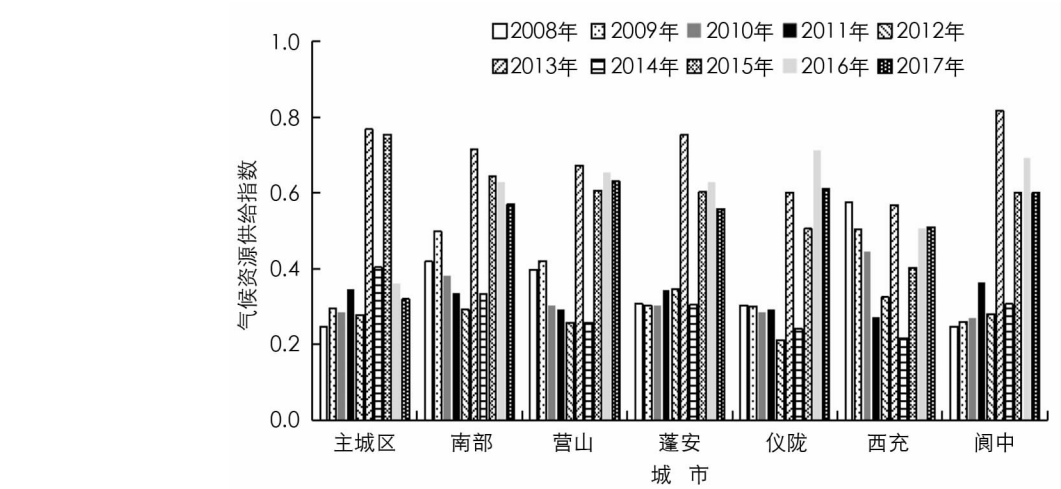


图 2 2008—2017 年南充市各地区气候资源供给指数

3.1.2 城市气候压力指数

总体上看,2008—2017 年南充市各地区城市气候压力指数变化趋势保持相对一致(图 3). 10 年间,7 所城市城市气候压力指数总体上均有下降,其中主城区、阆中市和蓬安县下降幅度较大,分别达到 32.8%,22.8%和 21.9%,这与各地区近年来节能减排关系密切. 主城区、南部县、营山县和西充县城市气候压力指数最大值出现在 2011 年,分别为 0.690,0.800,0.779 和 0.879,蓬安县、仪陇县和阆中市的最大值出现在 2012 年,分别为 0.685,0.630 和 0.767,仪陇县城市气候压力指数最小值出现在 2010 年(0.501),蓬安县 10 年间城市气候压力指数的最小值出现在 2016 年(0.425),其余 5 个地区的最小值均出现在 2017 年.

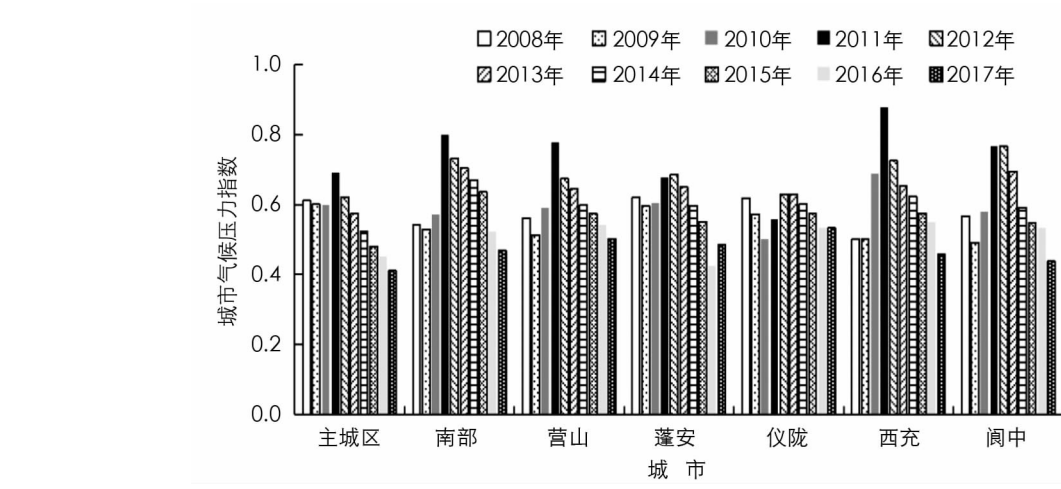


图 3 2008—2017 年南充市各地区城市气候压力指数

从空间上看,主城区城市气候压力指数 2008—2010 年间逐年下降,2011 年上升明显,从 2012 年开始持续下降;南部县、营山县和阆中市城市压力指数 2009 年相比 2008 年有小幅下降,前 2 个城市 2010 年和 2011 年该指数连续上升,之后呈逐年降低的趋势,阆中市从 2010 年开始连续 3 年上升,之后逐年下降;蓬安县城市压力指数在 2016 年以前与阆中市变化趋势一致,2017 年有所上升;西充县城市压力指数 2012 年以前为逐年上升,从 2012 年开始逐年下降;仪陇县城市压力指数 2008—2010 年逐年下降,之后连续 2 年上升,从 2013 年开始逐年降低,2017 年略有上升. 南充市近年来经济发展迅猛,城市面积迅速扩大,由于能耗逐年下降且大力减少污染物排放,城市气候压力得到缓解.

3.1.3 城市可持续发展能力指数

如图 4 所示,2008—2017 年南充市各区县的城市可持续发展能力指数总体上均有明显提高,各区县前

5 年变化幅度不大,大部分区县从 2014 年开始(主城区和西充县从 2013 年开始)呈突飞猛进式地上升,2013—2017 年间增长速度最快和最慢的城市分别是营山县(341.6%)和仪陇县(155.9%),至 2017 年,7 个地区的城市可持续发展能力指数由高到低依次为营山县(0.917)、仪陇县(0.906)、阆中市(0.869)、南部县(0.806)、蓬安县(0.788)、主城区(0.757)及西充县(0.756),均为 10 年间的最大值。从指标层分析来看,各区县城市可持续发展能力的显著提高得益于第三产业的快速发展、人均公园绿地面积的增加以及高中升学率的提高。近年来南充市加速了产业结构的调整,现代服务业、文旅产业等第三产业发展力度空前,经济实力明显提高;同时以创建森林城市为契机,在旧城区中打造邮票绿地,新城区把建设公园绿地摆在突出位置,环保投入逐年提高,城市可持续发展能力显著增强。

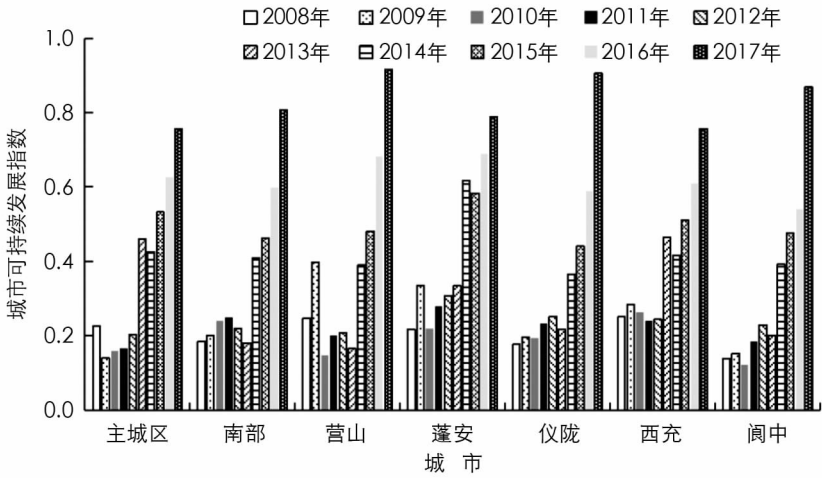


图 4 2008—2017 年南充市各区县城市可持续发展能力指数

3.2 城市气候承载力时空特征

南充市各地区城市气候承载力年际波动起伏大(图 5),表明各城市气候承载力脆弱性较突出,但 10 年间总体上均有显著提高,尤其从 2013 年以后,南充市各地区城市的气候承载力相比前 5 年均有大幅提升,这是 3 个准则层综合作用的结果。2013 年以后南充地区气候资源供给指数较高,有较好的气候资源禀赋,节能减排成效显著,城市气候压力逐渐缓解,加之经济与科技不断发展,城市可持续发展能力提高显著。从各地区来看,主城区城市气候承载力最大值出现在 2015 年(0.837),南部县、营山县、仪陇县、西充县和阆中市最大值均出现在 2017 年,分别为 0.984,1.151,1.038,0.842 和 1.192,蓬安县最大值则出现在 2016 年(1.020)。至 2017 年,7 个地区城市气候承载力最高的是阆中市,其主导产业以旅游为主,工业企业数量较少,城市规模有限,可持续发展能力强;气候承载力最低的为主城区(0.589),其城市规模大,经济发展迅速,有限的气候承载力可能对主城区的城市发展造成一定的限制作用。

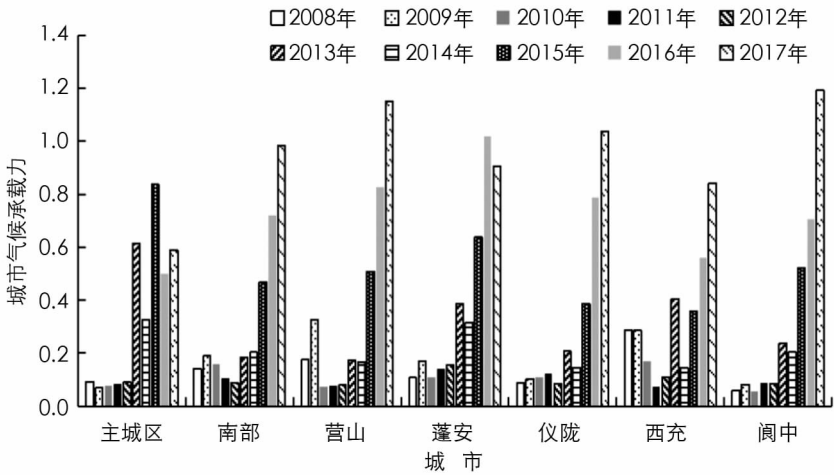


图 5 2008—2017 年南充市各地区城市气候承载力

3.3 城市气候承载力障碍因子分析

选取 3 个时间节点(2008 年、2013 年、2017 年)对南充市各地区城市气候承载力的主要(位居前三的)障碍因子进行分析(表 2)。从各项因子的障碍度结果来看, 各区县城市气候承载力的主要障碍度合计均接近或超过 60%。2008—2017 年南充市各地区城市气候承载力的障碍因子在时序演变上具有相对一致性, 大致由人类排放强度类因子逐渐变为经济与城市规模类因子。2008 年主城区、南部县、营山县、仪陇县和西充县城市气候承载力的主要障碍因子为人均污水排放量、人均日生活用水量和人均生活垃圾清运量, 蓬安县和阆中市为人均污水排放量、人均日生活用水量和规模以上工业能耗。2008 年南充市城市规模较小且人口密集, 工业以石油化工、丝纺服装等高污染、高耗水行业为主, 城市气候承载力的障碍因子主要体现在人们排放强度方面。2013 年主城区和仪陇县城市气候承载力的主要障碍因子变为城镇化率、工业总产值及人均 GDP, 南部县、蓬安县、西充县和阆中市为人均 GDP、工业总产值和人均二氧化硫排放量, 营山县为人均道路面积、人均 GDP 和人均二氧化硫排放量。南充市在 2009 年前后提出“产业推动、工业强市、再造一个南充工业”等战略目标, 引进汽车制造、食品饮料等工业企业, 工业总产值跃居全省前列, 城市框架加速拉大, 2012 年南充市主城区建成区面积突破 100 km², 经济发展水平显著提高。2017 年主城区城市气候承载力的主要障碍因子为城镇化率、工业总产值和人均道路面积, 南部县和西充县为工业总产值、城镇化率和人均 GDP, 营山县、蓬安县和仪陇县为人均 GDP、城镇化率和人均道路面积, 阆中市为人均道路面积、工业总产值及人均 GDP。从 2014 年开始, 南充市积极响应国家经济结构转型发展号召, 实施南充市炼化化工总厂的外迁和关停“小、散、污”等高能耗企业措施, 加快传统工业技改升级, 培育战略性新兴产业, 工业污染气体排放量持续下降, 同时着力促进文旅产业发展, 鼓励现代物流产业发展成千亿产业集群, 加大城市基础设施建设的投入, 城镇化进程推进迅速。建议南充市各地区应注重经济的可持续性, 城市规划时应考虑气候条件, 严格实施高污染企业零准入制, 积极发展绿色产业, 提高城市公园绿地率, 促进城市健康发展。

表 2 2008—2017 年城市气候承载力主要障碍因子

县(市、区)	年份	城市气候承载力主要障碍因子排序		
主城区	2008 年	A5(28.6%)	A6(28.6%)	A8(23.4%)
	2013 年	A3(36.5%)	A2(22.7%)	A1(15.5%)
	2017 年	A3(34.2%)	A2(23.6%)	A4(20.5%)
南部	2008 年	A6(30.8%)	A5(28.6%)	A8(22.0%)
	2013 年	A2(25.6%)	A1(24.4%)	A7(22.7%)
	2017 年	A2(26.2%)	A1(22.5%)	A3(18.7%)
营山	2008 年	A6(31.8%)	A5(27.2%)	A8(22.7%)
	2013 年	A4(21.2%)	A1(19.6%)	A7(18.8%)
	2017 年	A1(23.8%)	A3(23.8%)	A4(23.8%)
蓬安	2008 年	A5(34.4%)	A6(31.7%)	A9(23.8%)
	2013 年	A1(21.5%)	A2(17.6%)	A7(17.6%)
	2017 年	A4(27.2%)	A1(23.4%)	A3(17.5%)
仪陇	2008 年	A8(41.5%)	A5(25.8%)	A6(16.3%)
	2013 年	A2(24.1%)	A3(19.7%)	A1(17.7%)
	2017 年	A3(25.8%)	A1(23.7%)	A4(22.1%)
西充	2008 年	A5(24.3%)	A6(24.3%)	A8(22.3%)
	2013 年	A7(25.0%)	A1(18.5%)	A2(18.5%)
	2017 年	A1(21.5%)	A3(21.5%)	A2(21.5%)
阆中	2008 年	A5(39.1%)	A6(21.9%)	A9(16.1%)
	2013 年	A2(26.6%)	A7(22.8%)	A1(22.4%)
	2017 年	A2(25.5%)	A4(25.5%)	A1(20.0%)

注: A1: 人均 GDP; A2 工业总产值; A3: 城镇化率; A4: 人均道路面积; A5: 人均污水排放量; A6: 人均日生活用水量; A7: 人均二氧化硫排放量; A8: 人均生活垃圾清运量; A9: 规模以上工业能耗。

4 结论与讨论

4.1 结 论

1) 2008—2017 年南充市气候环境整体状况良好,各地区气候资源供给指数总体上有所提高,但年际变化幅度大,表明南充市气候资源供给脆弱性较为突出;在南充市着力推进节能减排、倡导绿色发展的影响下,南充市各地区气候压力指数总体上均有不同幅度的下降,下降幅度最大达到每 10 年 32.8%(主城区),且各地区 10 年间的变化趋势大体一致;各地区可持续发展能力均有大幅度的提升,南充市在调整经济结构、提高城市绿化率及促进环境保护方面效果明显。

2) 各地区受城市气候压力的持续降低及城市可持续发展能力的提高,2008—2017 年各城市气候承载力在波动中均有较显著的上升(尤其 2013 年以后)。各地区的气候承载力与经济发展水平不相匹配,6 个县级城市经济发展水平虽较低,但拥有较高的气候承载力,主城区经济发展水平较高,但城市气候承载力较低,表明主城区应坚持走绿色发展的道路,提高城市气候承载能力。

3) 2008—2017 年南充市各地区城市气候承载力的主要障碍因子已发生显著变化。南充市各地区城市气候承载力的主要障碍因子由人均污水排放量、人均二氧化硫排放量及人均日生活用水量等人类排放强度类因子逐渐转变为人均 GDP、工业总产值、城镇化率及人均道路面积等经济发展程度与城市规模类因子。10 年间南充市在推进产业转型升级,降低能耗方面取得了较明显的效果,城市化进程对气候环境的制约作用突出,可适度控制城市规模,注重公园绿地建设,打造森林城市。

4.2 讨 论

气候系统的影响因素纷繁复杂^[18],季风气候区水、热资源时空分布不均,干旱、洪涝等极端天气灾害频发。本文主要基于统计年鉴资料对南充市的气候承载力进行定量分析,主要分析了气候承载力及其相关因素平均统计特征,暂未涉及极端天气对城市气候承载力的负向作用,也尚未涉及城市气候承载力的等级划分,未来应深入探究城市气候承载力的区域对比分析和多时空尺度精细研究。

参考文献:

- [1] 潘家华,郑 艳,王建武,等. 气候容量:适应气候变化的测度指标 [J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(2): 1-8.
- [2] 丁一汇,任国玉,石广玉,等. 气候变化国家评估报告(I):中国气候变化的历史和未来趋势 [J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(1): 3-8.
- [3] 孔 锋. 透视气候工程实施前后对中国极端低温强度的潜在影响 [J]. 干旱区资源与环境, 2020, 34(1): 1-11.
- [4] 史 军,穆海振. 大城市应对气候变化的可持续发展研究——以上海为例 [J]. 长江流域资源与环境, 2016, 25(1): 1-8.
- [5] 潘家华,张 莹. 中国应对气候变化的战略进程与角色转型:从防范“黑天鹅”灾害到迎战“灰犀牛”风险 [J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(10): 1-8.
- [6] 於 琨,卢燕宇,黄 玮,等. 气候承载力评估的意义及基本方法 [R]. 北京:中国社会科学文献出版社, 2015: 289-301.
- [7] 岳溪柳,於 琨,黄 玫,等. 人类活动影响下的北京地区气候承载力初步评估 [J]. 气候变化研究进展, 2017, 13(6): 517-525.
- [8] 闫胜军,何霄嘉,王 烜,等. 城市气候承载力量化评价方法初探 [J]. 气候变化研究进展, 2016, 12(6): 476-483.
- [9] 吴 翔,赖格英,王怀清. 南昌市气候承载力评价研究 [J]. 江西科学, 2018, 36(4): 615-618.
- [10] 卢燕宇,田 红,孙 维,等. 面向新型城镇化的气候承载力指标研究——以皖江城市带为例 [J]. 气候变化研究进展, 2017, 13(6): 534-544.
- [11] 徐雨晴,於 琨,周波涛,等. 气候变化背景下未来中国气候生产潜力时空动态格局 [J]. 干旱区资源与环境, 2019, 33(9): 72-80.
- [12] 李 蒙,朱 勇,黄 玮. 气候变化对云南气候生产潜力的影响 [J]. 中国农业气象, 2010, 31(3): 442-446.
- [13] 杨振山,杨 定. 城市发展指数指引下的我国收缩区域初步评判 [J]. 人文地理, 2019, 34(4): 63-72.
- [14] 王 伟,张佳莹,彭东慧,等. 中国区域旅游发展潜力演变格局与影响因素分析 [J]. 干旱区地理, 2019, 42(4): 953-960.
- [15] 徐丽婷,姚士谋,陈 爽,等. 高质量发展下的生态城市评价——以长江三角洲城市群为例 [J]. 地理科学, 2019, 39(8): 1228-1237.

- [16] 马 勇, 黄智洵. 长江中游城市群生态文明水平测度及时空演变 [J]. 生态学报, 2016, 36(23): 7778-7791.
- [17] 李文正, 刘宇峰, 张晓露, 等. 陕西省城市绿色发展水平时空演变及障碍因子分析 [J]. 水土保持研究, 2019, 26(6): 280-289.
- [18] 王宝强, 李萍萍, 沈清基, 等. 上海城市化对局地气候变化的胁迫效应及主要影响因素研究[J]. 城市发展研究, 2019, 26(9): 107-115.

Analysis of Urban Climate Carrying Capacity and Obstacle Factors in Nanchong City

ZHAO Mao-qin, LI Wei-peng, YOU Yong, CAI Xiao-yu

*Land and Resources College / Research Center for Regional Environmental Evolution and
Conservation, China West Normal University, Nanchong Sichuan 637009, China*

Abstract: Cities are not only the typical areas where human activities affect climate, but also the important areas where human society is affected by climate. The evaluation system of urban climate carrying capacity based on climate resource supply, urban climate pressure and urban sustainable development capacity has been constructed to explore the climate carrying capacity of Nanchong city and six county-level cities, and the obstacle degree model been used to diagnose the obstacle degree of 9 indicators in the criterion layer of urban climate pressure in each region. The results show that from 2008 to 2017, the supply of climate resources in all cities in Nanchong region was unstable, the overall urban climate pressure was decreasing, the urban sustainable development capacity was significantly improved, and the urban climate carrying capacity was not match the level of economic development. In the past ten years, the change of obstacle factor in each city was generally transferred from human activity intensity index to economy and city scale index. Nanchong city should continue to promote energy conservation and emission reduction, to increase the urban green space area, to improve the sustainable development capacity, and to enhance the urban climate carrying capacity.

Key words: Nanchong city; urban climate carrying capacity; evaluation system; obstruction factor

责任编辑 胡 杨