

许善洋,石培宏,薛治国,等.甘肃省气候舒适度时空分异特征研究[J].沙漠与绿洲气象,2018,12(2):57-62.

doi: 10.12057/j.issn.1002-0799.2018.02.009

甘肃省气候舒适度时空分异特征研究

许善洋¹,石培宏²,薛治国¹,木合塔尔·艾买提¹,古丽格娜·哈力木拉提¹

(1.喀什大学生命与地理科学学院,新疆喀什 844008;2.陕西师范大学旅游与环境学院,陕西西安 710119)

摘要:利用甘肃省37个气象台站的气候资料,采用温湿指数、风寒指数、着衣指数及综合舒适度指数等气候舒适度指标和反距离权重空间插值分析方法,对甘肃省气候舒适度的时空分异特征进行了详细分析,研究表明,4—10月气候舒适度都比较优越,6—8月气候舒适度最佳,1月、12月气候舒适度较差。气候舒适度整体呈纬度地带性变化,由东南向西北递减,同时垂直地带性影响显著,导致海拔较高的南部和中部地区气候舒适度较差,其中陇南市、天水市和白银市气候舒适度最好,其次为平凉市、庆阳市等地区,比较差的有甘南藏族自治州、张掖市和金昌市等地区。研究结果全面反映了甘肃省气候舒适度的时空分异规律,对于研究区旅游规划、人口分布研究等有一定参考价值。

关键词:温湿指数;风寒指数;着衣指数;综合指数;时空分异;空间插值;甘肃省

中图分类号:P467;F592.7 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-0799(2018)02-0057-06

气候是自然地理环境重要组成要素,以气候数据为基础的气候舒适度评价对旅游活动、人口分布、经济发展等诸方面产生深刻影响。早在20世纪60年代,国外已经提出气候舒适度概念并开展了大量相关研究。目前运用比较广泛的是1966年由Terjung建立的风效指数^[1]和1973年Oliver建立的温湿指数和风寒指数^[2]等指标组成的气候舒适度经验评价模型。在国内也出现大量关于气候舒适度的研究,诸如马丽君等^[3]在对陕西省各月的气候舒适度分析总结的基础上,得出该省不同地区的舒适期月份,证明西部热点旅游城市气候舒适度与客流量存在相关性^[4],张莹等^[5]通过研究总结出了中国九大名山各自的气候舒适度和舒适期,王胜等^[6]在研究安徽省的气候舒适度变化规律基础上把安徽省区划为沿江地区与江南南部的气候最舒适区和位于淮北东北部、大别山区和皖南山区的气候最不舒适区。丛晓男等^[7]分析了中国旅游城市气候舒适度的时空演变,并把旅游目的地分为冬季适游型、夏季适游型和春秋适游

型。余志康等^[8]研究结果认为气候舒适度对旅游业有重要影响。经过多年研究温湿指数、风效指数等评价模型已经作为国家标准(GB/T27963-2011)而被运用于大量研究^[9-11]。

甘肃省位于我国西北地区,经纬度跨度大(32°11'~42°57'N,92°13'~108°46'E),气候舒适度时空分异显著,目前关于甘肃省的气候舒适度已有一些研究报道,但是这些研究还不够全面深入。如蒲金涌等^[12]对甘肃省主要城市人居气候舒适性进行了评价研究,史正燕^[13]从季节尺度进行了分析,贾海源等^[14]从日变化对甘肃省人体舒适度地域分布特征进行研究。综上分析,全面深入分析甘肃省气候舒适度的时空演变规律仍然具有重要的科学意义。本文从不同的时间尺度,运用目前比较成熟的气候舒适度评价模型和空间插值法对甘肃省气候舒适度的时空特征进行综合分析,目的在于总结出甘肃省不同地区月气候舒适度的时间变化规律和空间特征。研究的结果在区域旅游业发展规划研究、产业(诸如高新技术产业)布局的研究、城市布局规划的研究等具有一定的应用价值。

收稿日期:2017-03-28;修回日期:2017-05-27

基金项目:国家自然科学基金(41401226);喀什大学校内课题(14)2515共同资助。

作者简介:许善洋(1979-),男,讲师,主要从事自然地理与环境变化研究。E-mail:youngxxy@126.com

1 数据来源及分析方法

1.1 数据来源

本研究数据来源于中国气象数据网,从1981—2010年地面累年值月值数据集选取甘肃省37个气候资料完整的气象站点的月平均温度、月平均湿度、月平均风速等气候数据进行气候舒适度变化特征分析。由于西部敦煌、安西、玉门等站点的长期气象数据不完整,本研究没有对这些站点的气候舒适度进行研究。

1.2 气候舒适度主要指标及计算方法

在参考目前已有研究的基础上,选取温湿指数、风寒指数、着衣指数和气候舒适度综合评价指数等指标对气候舒适度进行研究^[15-18]。其中,温湿指数(THI)表示温度、湿度对人体舒适度的影响;风寒指数(WCI)表示温度、风速对人体舒适度的影响;着衣指数(ICL)表示不同气候条件下人体合适的衣着。各项指标计算公式如下:

$$THI=(1.8t+32)-0.55(1-f)(1.8t-26), \quad (1)$$

$$WCI=(33-t)(9.0+10.9\sqrt{v}-v), \quad (2)$$

$$ICL=\frac{33-t}{0.155H}-\frac{H+aR\cos\alpha}{(0.62+19.0\sqrt{v})H} \quad (3)$$

上式中,t为月平均温度(°C),f为月平均相对湿度(%),v为月平均风速(m/s)。H为人体在轻量运动情况下的代谢率,取值87 W/m²,a值为人体对太阳辐射的吸收率,取值0.06,R为太阳辐射常数,α为研究点的太阳高度角^[19]。对各项指标计算结果按表1进行级别划分和赋值。

参考其他研究计算及划分方法^[20-21],采用以下公式对气候舒适度综合评价指数(C)进行计算:

$$C=0.6M_{THI}+0.3M_{WCI}+0.1M_{ICL} \quad (4)$$

综合评价结果按以下标准进行等级划分:6 ≤ C ≤ 9时气候最舒适;5 ≤ C < 6时气候较舒适;

3 < C < 5时气候较不舒适;1 < C ≤ 3气候不舒适。

2 不同月份气候舒适度差异分析

2.1 THI值变化规律

分析结果表明(图1),1月甘肃省所有气象站点的THI值均小于40,为极冷、极不舒适。2月只有武都、天水、徽县的THI值略大于40(寒冷、不舒适),甘肃省其他所有站点的THI值仍低于40。3月全省的THI数值仍偏低,21个站点在40~45,9个低于40,只有景泰、靖远、永靖、武都、秦安、天水、徽县等7个站点的THI值在45~55,为偏冷、较不舒适。4月各站点的THI值差异较大,29个站点在45~55,但是乌鞘岭仍低于40,华家岭、玛曲、合作仍在40~45之间,秦安、天水、徽县等3个站点已经在55~60,为清凉、舒适,武都最高,已略超过60,为凉、非常舒适。5月大部分站点(有28个)的THI值在55~60和60~65。6月大部分站点气候舒适,THI值在55~60、60~65和65~70,只有乌鞘岭、玛曲、合作还在45~55,武都略大于70,为偏热、较不舒适。7月全省整体气候舒适,多数站点THI值在55~60、60~65和65~70,只有乌鞘岭、玛曲仍在45~55,武都、秦安、天水、徽县略大于70。8月情况和7月基本相似,全省气候整体舒适,只有乌鞘岭、玛曲、合作的THI值在45~55,武都、徽县略大于70。9月全省气候舒适度情况仍然较好,只有肃南、民乐、乌鞘岭、东乡、华家岭、玛曲、合作、岷县等8个站点的THI值在45~55。10月全部站点中只有武都THI值在55~60,其他大部分站点在45~55,另外肃南、民乐、乌鞘岭、东乡、华家岭、玛曲、合作的THI值已经降至40~55。11月全部站点中只有武都THI值在45~55,大部分站点<40或者在40~45。12月甘肃省几乎所有站

表1 气候舒适度各项指标分级标准

温湿指数(THI)		风寒指数(WCI)		着衣指数(ICL)		赋值
范围	感觉	范围	感觉	范围	感觉	
<40	极冷,极不舒适	≤1000	很冷风	<2.5	羽绒服等	1
40~45	寒冷,不舒适	800~1000	冷风	1.8~2.5	便服加厚外套	3
45~55	偏冷,较不舒适	600~800	稍冷风	1.5~1.8	一般冬服	5
55~60	清凉,舒适	300~600	凉风	1.3~1.5	一般春秋服装	7
60~65	凉,非常舒适	200~300	舒适风	0.7~1.3	衬衫加一般外套	9
65~70	暖,舒适	50~200	暖风	0.5~0.7	一般夏装	7
70~75	偏热,较舒适	-80~-+50	皮感不明显风	0.3~0.5	短袖	5
75~80	闷热,不舒适	-160~-80	皮感热风	0.1~0.3	热带服装	3
>80	极其闷热,极不舒适	≥160	皮感不适风	>0.1	超短裙	1

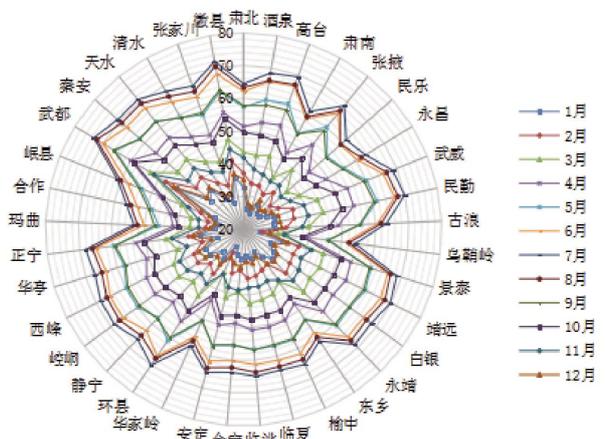


图1 THI数值变化

点的THI值都低于40,只有武都在40~45。

2.2 WCI值变化规律

WCI值变化情况见图2。1月全省只有武都、秦安WCI值在300~600,为凉风,其他大部分站点位于800~1000(冷风)和600~800(稍冷风),民乐、古浪、乌鞘岭和华家岭甚至超过1000,为很冷风。2月所有站点中也只有武都、秦安、徽县的WCI值在300~600,其他大部分站点THI值仍位于800~1000和600~800。3月甘肃省大部分站点的WCI值仍位于800~1000和600~800,只有靖远、永靖、武都、秦安、天水、徽县等站点的WCI值位于300~600。4月全省各站点的WCI值整体下降,26个站点已经在300~600,其他站点仍高于600。5月除乌鞘岭、华家岭和玛曲仍在600以上,甘肃省大部分站点WCI值在300~600,武都已经低至279.35,为舒适风。6月全部站点中有16个站点的WCI值在200~300,20个站点位于300~600,只有乌鞘岭>600。7月WCI值指示的气候舒适最优越,所有站点中有19个站点的WCI值在200~300,其他站点也都在300~600或者50~200。8月WCI值反映的气候舒适最优越,全省有19个站点的WCI值在200~300,只有乌鞘岭略大于600。9月气候舒适度情况仍然较好,大部分站点WCI数值位于300~600(30个)。10月全部站点中有27个站点的WCI值位于300~600,说明WCI反映的气候舒适度仍然较优越。11月大部分站点的WCI值已经在600~800和800~1000,只有靖远、永靖、临洮、武都、秦安、天水、清水、徽县等8个站点还在300~600。12月除武都、秦安、徽县以外,其他站点的WCI值都在600以上。

2.3 ICL值变化规律

ICL的分析结果表明(图3),1月全省除武都适合

着衣为便服加厚外套以外,其他所有站点ICL值均大于2.5,适合着衣为羽绒服等。2月稍有好转,所有站点中ICL值在1.5~2.5的站点增至10个,但其他站点的ICL值仍大于2.5。3月甘肃省还有7个站点的ICL值>2.5,大部分站点的ICL值在1.8~2.5,只有武都、辉县在1.5~1.8,适合着衣为一般冬服。4月ICL值在1.5~1.8的站点有20个,在1.8~2.5的站点有12个,其他7个站点的ICL值在1.3~1.5,适合着衣为一般春秋服装。5月各站点的ICL值差异较大,乌鞘岭、玛曲、合作的ICL值在1.8~2.5,肃南等6个站点在1.5~1.8,大部分站点的ICL值在舒适度较好的0.7~1.5。6月、7月和8月甘肃省的气候舒适度非常好,分别有28个、30个和31个站点的ICL值在0.7~1.3,适合着衣为衬衫加一般外套。9月全省的气候舒适度情况仍然较好,17个站点的ICL值在最佳的0.7~1.3,12个站点在1.3~1.5。10月全省的ICL值相对于9月变化较大,大部分站点在1.5~2.5。11月只有武都的ICL值在1.5~1.8,其他站点的ICL值多数在1.8~2.5,少数站点>2.5。12月全省几乎所有站点的ICL值都>2.5,只有武都、天水、徽县在1.8~2.5。

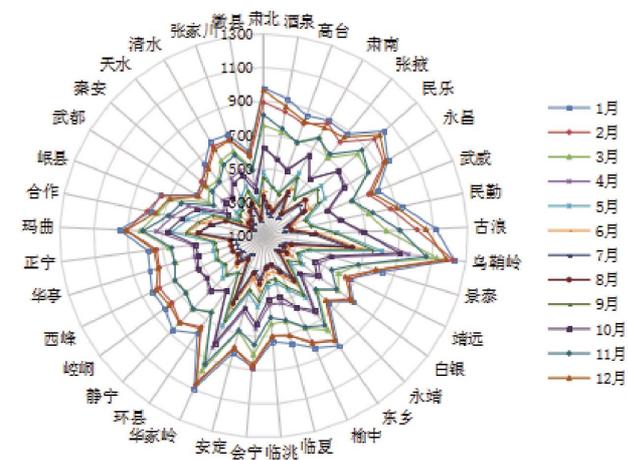


图2 WCI数值变化

图3 ICL数值变化

2.4 C值变化规律

根据THI、WCI和ICL划分等级后的赋值计算出的气候舒适度综合指数(C)变化情况(图4),1月甘肃省除武都的C值在3~5,为较不舒适,其他站点都在1~3,为不舒适。2月只有武都的C值达到5~6,为舒适;天水、徽县在3~5,为较不舒适;其他站点的C值在1~3。3月只有武都等6个站点的C值达到5~6,为舒适,其他多数站点在3~5。4月全省只有武都、秦安、天水、徽县的C值在6~9,为最舒适,有21个站点在5~6。5月有29个站点的C值在6~9,有6个在5~6,只有乌

性规律影响也比较显著。WCI指示的气候舒适度以陇南市、天水市最好,其次为平凉市、白银市、庆阳市、临夏回族自治州,比较差的有甘南藏族自治州、张掖市和武威市等地区。从研究站点来分析,靖远、永靖、武都、秦安、天水、清水和徽县等站点的WCI等级值较高,比较差的有肃北、民乐、永昌、古浪、乌鞘岭、会宁、华家岭和玛曲。

ICL等级值整体空间变化规律表现为中、西部高,中间低。受垂直地带性影响,高海拔站点数值明显偏低。ICL指示的气候舒适度以陇南市、平凉市、天水市、白银市最好,其次为嘉峪关市、酒泉市,比较差的有甘南藏族自治州、张掖市和金昌市等地区。从研究站点来分析,靖远、永靖、崆峒、正宁、秦安、武都、天水和徽县等站点的ICL等级值较高,比较低的站点有肃南、民乐、乌鞘岭、华家岭、玛曲和合作等。

C值整体呈明显纬度地带性变化,由东南向西北递减,东南部高、西北部略低、中部最低,垂直地带性影响也尤其显著。C值指示的气候舒适度以陇南市、天水市和白银市最好,其次为平凉市、庆阳市、临夏回族自治州,比较差的有甘南藏族自治州、张掖市和金昌市。从研究站点来分析,靖远、永靖、武都、秦安、天水、清水和徽县等C等级值较高,比较差的有肃南、民乐、乌鞘岭、东乡、玛曲、华家岭和合作等站点。

4 结论

5—9月大多数研究点的THI值所反映的气候舒适度优越,8月最佳。1—4月及10—12月较差,尤其是1月和12月绝大部分站点的THI等级为极冷、极不舒适。空间分异整体表现为东南、西北部高、中间低,垂直地带性规律影响显著,THI反映的气候舒适度以陇南市最好,其次为天水市、白银市、平凉市、庆阳市、金昌市,比较差的有甘南藏族自治州、张掖市。

4—10月大多数研究点的WCI值所表示的气候舒适度优越,其中8月最佳。1—3月及11—12月气候舒适度较差。空间分异表现为气候舒适度由东南向西北降低,受垂直地带性影响,高海拔站点WCI等级值低。WCI指示的气候舒适度以陇南市、天水市最好,其次为平凉市、白银市、庆阳市、临夏回族自治州,比较差的有甘南藏族自治州、张掖市和武威市等地区。

5—9月大多数研究点ICL值指示的气候舒适度优越,其中8月最佳。1—4月及10—12月着衣指数较差,尤其1月和12月绝大部分站点的ICL数值位于最

低等级。空间分异规律表现为由东南向西北降低,垂直地带性影响显著,海拔高的站点和区域的气候舒适度差。陇南市、平凉市、天水市、白银市最好,其次为嘉峪关、酒泉,比较差的有甘南藏族自治州、张掖市和金昌市等地区。

气候舒适度综合指数C值分析结果表明,甘肃省4—10月气候舒适度都比较优越,尤其以6—9月最好,其中6月气候舒适度最佳。空间分异表现为东、西部好、中间差,垂直地带性影响显著,陇南市、天水市和白银市气候舒适度最好,其次为平凉市、庆阳市、临夏回族自治州,比较差的有甘南藏族自治州、张掖市和金昌市。靖远、永靖、武都、秦安、天水、清水和徽县等站点气候舒适度较好,比较差的有肃南、民乐、乌鞘岭、东乡、玛曲、华家岭和合作等。

参考文献:

- [1] Terjung W H. Physiologic climates of the contentious United States: Bioclimatic classification based on man[J]. Annual A. A.G, 1966, 5(1): 141-179.
- [2] Oliver J E. Climate and mans' environment: an introduction to applied climatology [M]. New York: John Wiley & Sons, 1973: 195-206.
- [3] 马丽君, 孙根年, 李馥丽, 等. 陕西省旅游气候舒适度评价[J]. 资源科学, 2007, 29(6): 40-44.
- [4] 马丽君, 孙根年. 中国西部热点城市旅游气候舒适度[J]. 干旱区地理, 2009, 35(5): 791-797.
- [5] 张莹, 马敏劲, 王式功, 等. 中国大陆九大名山风景区旅游气候舒适度评价[J]. 气象, 2013, 39(9): 1221-1226.
- [6] 王胜, 田红, 谢五三, 等. 近50年安徽省气候舒适度变化特征及区划研究[J]. 地理科学进展, 2012, 31(1): 40-45.
- [7] 丛晓男, 王轶. 中国城市旅游气候舒适度及时空演变分析[J]. 测绘科学, 2016, 40(6): 84-91.
- [8] 余志康, 孙根年, 罗正文, 等. 40°N以北城市夏季气候舒适度及消夏旅游潜力分析 [J]. 自然资源学报, 2015, (2): 327-339.
- [9] 冯明, 刘学春, 王学良, 等. 《人居环境气候舒适度评价》(GB/T 27963-2011)解读[Z], 2011.
- [10] 闫业超, 岳书平, 刘兴华, 等. 国内外气候舒适度评价研究进展[J]. 地球科学进展, 2013, 28(10): 1119-1125.
- [11] 孙美淑, 李山. 气候舒适度评价的经验模型: 回顾与展望[J]. 旅游学刊, 2015, 30(12): 19-34.
- [12] 蒲金涌, 姚小英. 甘肃省主要城市人居环境气候舒适性评价[J]. 资源科学, 2010, 32(4): 669-685.
- [13] 史正燕. 甘肃省旅游气候舒适度时空分布特征研究[J]. 地理教学, 2016, (8): 7-11.
- [14] 贾海源, 陆登荣. 甘肃省人体舒适度地域分布特征研究[J]. 干旱气象, 2010, 28(4): 449-454.
- [15] 王洪桥, 孟祥君, 吴正方. 吉林省旅游气候舒适度时空差

- 异分析[J].干旱区资源与环境,2012,26(1):141-148.
- [16] 陶生才,潘婕,张磊,等.1971-2013年敦煌旅游气候舒适度分析与评价[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(1):27-33.
- [17] 朱宝文,哈承智,时盛博,等.青海海北地区旅游气候舒适度与客流量关系 [J]. 气象与环境科学,2014,37(1):83-87.
- [18] 韩蓓蓓,陈兴全,李东,等.华山旅游气候舒适度时空变化分析[J].气象与环境科学,2014,37(2):80-84.
- [19] 曹永强,高璐,王学风.近30年辽宁省夏季人体气候舒适度区域特征分析[J].地理科学,2016,36(8):1205-1210.
- [20] 李东,杨兆萍,时卉,等.乌鲁木齐市旅游气候与旅游气候舒适度分析[J].干旱区研究,2014,31(3):404-409.
- [21] 马丽君,孙根年,杨睿,等.城市气候舒适度与游客网络关注度时空相关分析 [J]. 地理科学进展,2011,30(6):753-759.

Research on Spatiotemporal Variation of the Climate Comfort in Gansu Province

XU Shanyang¹, SHI Peihong², XUE Zhiguo¹, Muxtar Amat¹, Gulgine Halmurat¹

(1.School of Life and Geographical Sciences, Kashgar University, Kashgar 844008, China; 2.College of Tourism and Environment, Shaanxi Normal University, Xi'an 710119, China)

Abstract In this paper, temperature-humidity index, wind-chill index, clothing index, the comprehensive index of climate comfort, and inverse distance weighted spatial interpolation analysis are used to analyze spatiotemporal variation of the climate comfort based on the climatic data from thirty-seven weather stations in Gansu province. The results show that the climate comfort from April to September is better, and the best period appears from May to August. But the climate comfort in January and December are relatively bad. The climate comfort is gradually decrease from southeast to northwest as latitudinal zonality. Furthermore, vertical zonality of the climate comfort causes climate comfort in the south and central part region with higher altitude on the province is worse and climate comfort in the cities of Longnan, Tianshui and Baiyin is better. Then following the listed cities, such as Pingliang, Qinyang, and etc. But the climate comfort in the areas of Tibetan Autonomous Prefecture, Zhangye, and Jinchang are relatively poor. The results of this paper reflect spatiotemporal variation of climate comfort in Gansu province, and have contain certain reference value for the tourism planning, the research of population distribution, and etc.

Key words temperature-humidity index; wind-chill index; clothing index; comprehensive index; spatiotemporal variation; inverse distance weighted; Gansu province