

杨文海,陈炜,景博. 固原市人居环境气候舒适度分析[J]. 陕西气象,2023(1):62-66.

文章编号:1006-4354(2023)01-0062-05

固原市人居环境气候舒适度分析

杨文海^{1,2,3}, 陈炜^{1,2,3}, 景博^{1,2,3}

(1. 中国气象局旱区特色农业气象灾害监测预警与风险管理重点实验室, 银川 750002;
2. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 银川 750002; 3. 固原市气象局, 宁夏固原 756000)

摘要:利用 1991—2020 年固原市各地逐日气温、相对湿度、风速和日照时数等资料,应用温湿指数和风效指数作为舒适度评价指标,结合人居环境气候舒适度等级和评价方法,分析固原市人居环境气候舒适度。结果表明:(1)固原市人居环境气候舒适度以寒冷为主,占全年日数的 71.4%;冷和舒适的天数分别占全年日数的 15.8%和 12.8%;热的天数极少,仅占全年日数的 0.02%,无闷热天数。(2)1—4 月、9—12 月固原市各地人居环境气候舒适度均为寒冷;6—8 月,固原市各地气候以冷、舒适为主,7 月固原市各地舒适天数为 15.7~24.6 d,无闷热感觉,是固原市最舒适的月份。(3)固原市各地人居环境舒适天数在 1997 年发生突变,突变后年平均舒适天数达 36.2~70.2 d,占夏季日数的 38.3%~67.4%,其中原州和西吉夏季舒适天数均超过 50%。

关键词:固原市;温湿指数;风效指数;人居环境气候舒适度;气候变化

中图分类号:P49

文献标识码:A

随着经济的发展和生活质量的提高,人居环境问题越来越受到人们的关注,而人居环境的发展状况及变动趋势受多种因素影响,涵盖范围涉及自然、经济、人文等多方面。人居环境自然适宜性是气候、地形、水土资源、大气与地表覆被、自然灾害等的自然环境组合特征及其适宜人类集中居住的程度^[1]。气候作为人居自然环境系统的核心要素,是评价人居环境气候舒适度的重要内容^[2]。从气候角度分析人居环境的适宜性,主要考察气温、湿度、风力、日照、降水和气压等要素对人居环境的影响^[3]。不同的气象因子及其组合会对人体产生不同的生理影响^[4]。国内的气候舒适度研究从 20 世纪 80 年代中期开始起步,以温湿指数、风效指数、有效温度指数等应用最为广泛^[5]。尹文娟等^[6]利用全国 714 个气象基准站点气象资料,对中国大陆人居环境气候舒适度变化特征进行了研究;任学慧等^[7]分析了辽宁沿海城市的人居环

境气候舒适性,并指出气温和风速是影响辽宁沿海城市气候舒适性的主要因素;徐浩天等^[8]、黎大美等^[9]、杨朔等^[10]学者分别对铜川、贺州、太原等城市人居环境气候舒适度做了分析。宁夏也有少量此方面的研究,孙银川等^[11]从体感温度的角度对宁夏六盘山区夏季旅游气候舒适度进行研究,杨亚丽等^[12]从人体舒适度指数入手分析了宁夏旅游气候舒适度时空特征,马强等^[13]应用人体舒适度气象指标和度假气候指数,对固原地区的旅游气候舒适度进行分析评价;但至今没有针对固原市人居环境气候舒适度的相关研究。因此本文根据国家人居环境气候舒适度评价指标^[14],分析固原市人居环境舒适度特征,为固原市人居环境改造工程和全域旅游发展提供参考。

1 资料和方法

1.1 资料

研究采用固原市原州区、西吉、隆德和泾源

收稿日期:2022-01-27

作者简介:杨文海(1986—),男,宁夏固原人,学士,工程师,主要从事气象服务及相关技术研发。

基金项目:固原市气象局指令性项目(2020Z-01)

4个国家气象站1991—2020年逐日气温、相对湿度、风速、日照时数等气象观测资料,数据来源于宁夏回族自治区气象局数据库,均通过严格的质量控制。数据无缺失,且连续性、代表性强。

1.2 方法

气候舒适度是指健康人群在无需任何防寒、避暑装备和设施情况下,对气温、湿度、风速和日照等气候因子感觉的适宜程度。运用数理统计法对气象观测资料进行统计,采用《人居环境气候舒适度评价》(GB/T 27963—2011)中温湿指数和风效指数计算方法、舒适度划分等级和舒适度评价方法,分析固原市气候舒适度特征。根据北半球春分和秋分的日期,在以月为分析尺度时,将全年划分为冬半年(10月—次年3月)与夏半年(4—9月)^[8,15]。

温湿指数(I)主要反映人体对环境温度和湿度的综合感受,计算公式为

$$I = T - 0.55(1 - H)(T - 14.4)。 \quad (1)$$

式中: I 为温湿指数, T 为某一评价时段平均气温($^{\circ}\text{C}$), H 为某一评价时段平均相对湿度(%)。

风效指数(K)主要反映人体对风、温度和日照的综合感受,计算公式为

$$K = -(10\sqrt{V} + 10.45 - V)(33 - T) + 8.55S。 \quad (2)$$

式中: K 为风效指数, V 为某一评价时段平均风速(m/s), S 为某一评价时段日平均日照时数(h/d)。

人居环境气候舒适度划分为5个等级(表1):寒冷、冷、舒适、热和闷热,采用温湿指数和风效指数评价。当两种指数不一致时,冬半年用风效指数;夏半年使用温湿指数。评价时段平均风速 >3 m/s的地区使用风效指数。

表1 人居环境气候舒适度等级划分表

等级	感觉程度	温湿指数	风效指数	健康人群感觉的描述
1	寒冷	<14.0	<-400	感觉很冷,不舒服
2	冷	$[14.0 \sim 16.9]$	$[-400 \sim -300]$	偏冷,较不舒服
3	舒适	$(16.9 \sim 25.4)$	$(-300 \sim -100)$	感觉舒适
4	热	$(25.4 \sim 27.5)$	$(-100 \sim -10)$	有热感,较不舒服
5	闷热	>27.5	>-10	闷热难受,不舒服

采用气候倾向率、Mann-Kendall 检验法等方法对数据进行统计分析。

2 结果分析

2.1 不同等级人居环境气候舒适度日数分布特征

表2为1991—2020年固原市不同等级年平均人居环境舒适日数。可以看出,固原市人居环境气候舒适度以寒冷为主,一年中寒冷日数所占比例达71.4%;冷和舒适的日数分别占全年日数的15.8%和12.8%;热的日数极少,仅占全年日数的0.02%,无闷热日数。

原州和西吉热的日数仅为0.3 d和0.03 d,其他县无热的日数;各地舒适日数为33.3~67.5 d,其中,原州区最多,隆德和泾源均少于40 d;各地冷的日数

为50.8~63.4 d,占全年的13.9%~17.3%;各地寒冷日数为257.5~270.2 d,占全年的67.5%~74.0%,其中西吉、隆德和泾源都在70%以上。

表2 1991—2020年固原市不同等级年平均人居环境气候舒适度日数 单位:d

地区	寒冷	冷	舒适	热
原州	246.7	50.8	67.5	0.30
西吉	257.5	59.6	48.2	0.00
隆德	268.6	63.4	33.3	0.00
泾源	270.2	57.1	38.0	0.03
年平均	260.8	57.7	46.8	0.08

2.2 人居环境气候舒适度月变化特征

表3为固原市人居环境气候舒适度的月变化

趋势。可以看出,固原市各地从当年9月至次年4月连续8个月人居环境气候舒适度均为寒冷,很不舒服;5月除原州转为冷等级外,其他各地依然维持寒冷等级;6月除原州处于舒适等级外,其他地区均为冷等级;7月固原全市处于舒适等级,自然条件特别适宜居住生活;8月原州和西吉人居环境舒适度优于隆德和泾源。

表3 1991—2020年固原市人居环境气候舒适度等级的月变化

月份	原州	西吉	隆德	泾源
1	寒冷	寒冷	寒冷	寒冷
2	寒冷	寒冷	寒冷	寒冷
3	寒冷	寒冷	寒冷	寒冷
4	寒冷	寒冷	寒冷	寒冷
5	冷	寒冷	寒冷	寒冷
6	舒适	冷	冷	冷
7	舒适	舒适	舒适	舒适
8	舒适	舒适	冷	冷
9	寒冷	寒冷	寒冷	寒冷
10	寒冷	寒冷	寒冷	寒冷
11	寒冷	寒冷	寒冷	寒冷
12	寒冷	寒冷	寒冷	寒冷

为进一步分析固原各地人居环境气候舒适度月分布特征,对各地人居环境气候舒适度等级日数的月分布进行了分析(图1)。3月原州与西吉冷等级日数仅为0.1~0.2 d,其余均为寒冷等级日数;4月固原市各地寒冷等级日数为25.5~28.3 d,其次有1.6~2.4 d为冷等级,户外活动依然需要注意防寒保暖;进入5月后,冷和舒适等级日数开始明显增加,固原全市冷等级平均日数达到10.0 d,舒适等级平均日数达到1.8 d。随着夏季气温升高,固原市各地舒适等级日数开始增多。6—8月,原州是固原市气候最舒适的地区,舒适日数达59.5 d,占6—8月总日数的64.7%;西吉次之,舒适日数为46.2 d;隆德和泾源舒适日数相对较少,分别为32.1 d和35.4 d。在最热的7月,固原市各地舒适日数为15.7~24.6 d,无闷热感觉,是固原市感觉最舒适的月份。9月开始固原市各地舒适日数骤减,寒冷等级日数明显增多至17.8~23.7 d,其中西吉、隆德和泾源寒冷等级日数均超过20 d;10月冷等级的日数仅为0.1~0.6 d,其余均为寒冷等级日数。综上所述,6—8月固原市各地气候以冷、舒适状态为主,适宜避暑旅游,7月是固原市最舒适的月份。

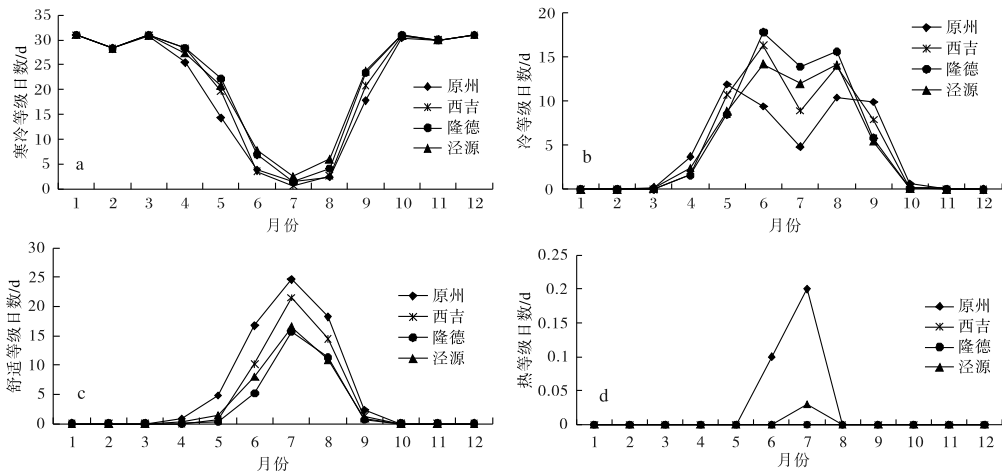


图1 1991—2020年固原市各等级人居环境气候舒适度日数的逐月分布特征

2.3 气候变化对人居环境气候舒适度影响

表4列出1991—2020年固原市不同等级人居环境气候舒适度日数的气候倾向率。可以看出,固原市各地舒适日数均呈增加趋势,变化趋势率为4.1~6.9 d/10 a,除泾源外其他地区舒适等

级日数增加明显,原州与西吉通过0.05的显著性检验,隆德通过0.01的显著性检验;冷等级日数西吉呈下降趋势,变化趋势率为-1.1 d/10 a,原州和隆德略有增加,泾源呈明显增加趋势。由于舒适日数的增加,各地寒冷日数均显著减少,变化

趋势率为 $-4.8 \sim -7.4$ d/10 a,且均通过0.01的显著性检验。

表4 1991—2020年固原市不同等级人居环境气候舒适度日数变化趋势率 单位:d/10 a

地区	寒冷	冷	舒适	热
原州	-5.6^{**}	0.9	4.8^*	-0.1
西吉	-4.8^{**}	-1.1	5.9^*	—
隆德	-7.2^{**}	0.3	6.9^{**}	—
泾源	-7.4^{**}	3.3	4.1	—

注: $**$ 和 $*$ 分别表示通过0.01和0.05的显著性检验。

表5列出了1991—2020年固原市各地人居环境气候舒适度舒适日数突变前后的差异,根据Mann-Kendall检验法检验(图略),各地舒适日数突变年份均在1997年,且突变点均通过0.05的显著性检验。突变前年平均舒适日数为 $21.8 \sim 56.0$ d,突变后为 $36.2 \sim 70.2$ d,突变后较之前增加了 $10.8 \sim 14.4$ d,其中泾源增加最少(10.8 d),其他地区增加日数均超过 14 d。在气候变暖背景下,固原市各地夏季人居环境气候舒适日数达到夏季日数的 $38.3\% \sim 67.4\%$,其中原州和西吉均超过 50% 。突变后,原州大部分年份舒适日数达 60 d以上,西吉在 50 d以上;西吉、隆德和泾源无热及以上等级的日数,原州个别年份有 $1 \sim 3$ d的热等级日数,无闷热等级日数。可见,气候变化对固原市人居环境气候舒适度具有正效应。

表5 1991—2020年固原市各地人居环境气候舒适度舒适日数突变前后差异

地区	突变前 平均日 数/d	突变后 平均日 数/d	突变前后 增加幅度 /d	突变后日 数占夏季 比例/%
原州	56.0	70.2	14.2	67.4
西吉	36.8	50.9	14.1	53.2
隆德	21.8	36.2	14.4	38.3
泾源	29.2	40.0	10.8	40.6

3 结论与讨论

(1)固原市人居环境气候舒适度以寒冷为主,一年中寒冷日数所占比例达 71.4% ;冷和舒适的

日数分别占全年日数的 15.8% 和 12.8% ;热的日数极少,仅占全年日数的 0.02% ;无闷热日数。固原市各地舒适日数为 $33.3 \sim 67.5$ d,其中原州区最多,达 67.5 d,隆德和泾源均少于 40 d。

(2)固原市各地从当年9月至次年4月连续8个月人居环境气候舒适度均为寒冷,很不舒服;6—8月,固原市各地气候以冷、舒适状态为主,在最热的7月,固原市各地舒适日数为 $15.7 \sim 24.6$ d,无闷热感觉,是固原市最舒适的月份。

(3)随着气候变暖,固原市各地舒适日数呈增加趋势,变化趋势率为 $4.1 \sim 6.9$ d/10 a,除泾源外其他地区舒适等级日数增加明显;各地舒适日数突变年份均在1997年,突变后年平均舒适日数达 $36.2 \sim 70.2$ d,较突变之前增加了 $10.8 \sim 14.4$ d,固原市各地夏季人居环境气候舒适日数达到夏季总日数的 $38.3\% \sim 67.4\%$,其中原州和西吉均超过 50% ;各地寒冷日数均显著减少,变化趋势率为 $-4.8 \sim -7.4$ d/10 a。从温湿指数和风效指数角度分析,目前气候变化对固原市人居环境气候舒适度具有正效应。

(4)本文从温湿指数和风效指数的角度,对固原市人居环境气候舒适度作了初步分析,但影响人居环境气候舒适度的因素除了气温、相对湿度、风速、日照外,还需考虑太阳辐射、气压、空气质量等多个因子。从不同角度对人居环境气候进行评价分析,从而取得更为客观的结果,该方面还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 马仁锋,张文忠,余建辉,等. 中国地理学界人居环境研究回顾与展望[J]. 地理科学,2014,34(12):1470-1479.
- [2] 白之珍. 东北三省人居环境气候舒适度时空分异及影响因素研究[D]. 大连:辽宁师范大学,2020.
- [3] 张文忠,谌丽,杨翌朝. 人居环境演变研究进展[J]. 地理科学进展,2013,32(5):710-721.
- [4] 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.
- [5] 闫业超,岳书平,刘学华,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.
- [6] 尹文娟,潘志华,潘宇鹰,等. 中国大陆人居环境气候舒适度变化特征研究[J]. 中国人口·资源与环境,2018,28(7):5-8.
- [7] 任学慧,李颖,王健. 近 60 a 北方沿海城市人居环境气候舒适性评价:以辽宁省为例[J]. 自然资源学报,2013,28(5):811-821.
- [8] 徐浩天,张雄,张淑敏,等. 铜川市人居环境气候舒适度评价分析[J]. 陕西气象,2019(6):48-52.
- [9] 黎大美,何珊. 贺州市人居环境气候舒适度特征分析[J]. 气象研究与应用,2017,38(1):117-121.
- [10] 杨朔,钞锦龙,赵德一,等. 太原市人居环境气候舒适度时间变化特征[J]. 太原师范学院学报(自然科学版),2021,20(4):84-90.
- [11] 孙银川,王素艳,李浩,等. 宁夏六盘山区夏季避暑旅游气候舒适度分析[J]. 干旱气象,2018,36(6):1035-1042.
- [12] 杨亚丽,王建英,缙晓辉,等. 宁夏旅游气候舒适度时空特征分析[J]. 宁夏大学学报(自然科学版),2021,42(1):88-94.
- [13] 马强,何云,杨建明,等. 固原地区旅游气候舒适度分析[J]. 陕西气象,2018(4):35-38.
- [14] 中国气象局. 人居环境气候舒适度评价:GB/T 27963—2011[S]. 北京:中国标准出版社,2011.
- [15] 张智,陈玉华,周红. 河套及其相邻区夏半年极端高温的时空变化特征[J]. 自然灾害学报,2014,23(2):190-197.