

doi:10.3969/j.issn.1673-9833.2012.05.002

湖南省人居环境气候适宜性时空格局研究

谢伯军

(怀化学院人文教育系, 湖南 怀化 418000)

摘要: 以湖南省97个地面气象观测站自建站(1958年)到2007年之间近50 a的观测资料为基础, 选取温度、湿度、风速3个主要因子构建评价模型, 研究了湖南省气候适宜性的时空变化。结果表明: 在海拔1 000 m以下的地区, 一般出现人体舒适度指数为负三级~三级的气候, 60.1%的月份气候舒适或较舒适, 其气候概率空间分布特征为湘西南和湘东南多, 湘北和湘东少, 气候不舒适或很不舒适的月份不到半数, 其中偏冷的月份较偏暖的月份多; 湖南省5月和9月气候舒适, 4月和10月气候凉爽而较舒适, 6月气候温暖而较舒适, 12月和1~2月气候凉而不舒适或冷而很不舒适, 3月气候从不舒适向较舒适过渡, 11月气候从较舒适向不舒适过渡, 7~8月可能出现暖而不舒适的气候类型; 湖南省气候偏冷而不舒适或很不舒适的地区或月份明显减少, 而气候舒适和偏暖而不舒适或很不舒适的地区或月份呈增加趋势; 在海拔1 000 m以上的地区, 可能出现人体舒适度指数为负四级~零级之间的气候。

关键词: 湖南省; 人居环境; 气候适宜性; 人体舒适度指数

中图分类号: K901.8

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2012)05-0005-07

Study on the Spatiotemporal Pattern of Climate Suitability for Human Settlements in Hunan Province

Xie Bojun

(Department of Humanistic Education, Huaihua University, Huaihua Hunan 418000, China)

Abstract: Based on the observation of 97 weather stations in Hunan province in the past 50 years, selected three main factors of climate temperature, humidity and wind speed to set up evaluation model, and studied the change of climate adaptability in Hunan. The results show that: at an altitude of 1 000 m below, human comfort index is negative three to three. 60.1% months are comfortable or relatively comfortable with climate probability space distribution characteristics of mainly seen in the southwest and southeast and less seen in southern or eastern of Hunan, the rest months are less comfortable or uncomfortable, most of which are cold rather than warm; In Hunan province the comfortable climate is in May and September, and the cool or comparatively comfortable climate is in April and October, warm and relatively comfortable climate is in June, and cold weather lasting from December to February is less comfortable or uncomfortable; In March the climate evolves from uncomfortable to respectively comfortable, and the opposite change appears in November; In July and August the climate is warm and uncomfortable. Districts or months of uncomfortable cold climate are significantly reduced, while numbers of districts or months in uncomfortable warm climate are in the raising trend. In the altitude of 1 000 m above area, human comfortable index appears from negative four to zero.

Keywords: Hunan province; human settlements; climate suitability; human comfort index

收稿日期: 2012-07-27

基金项目: 湖南省教育厅青年教师基金资助项目(10A025)

作者简介: 谢伯军(1973-), 男, 湖南怀化人, 怀化学院讲师, 硕士, 主要从事土地利用与人居环境方面的教学与研究,

E-mail: xiebojun2008@163.com

0 引言

气候适应性在很大程度上影响着人居环境的适宜程度,因此成为人居环境评价的基础指标之一。区域自然生态环境是区域整体环境、区域人居环境的重要组成部分^[1-4],其优劣在很大程度上影响着人居环境的质量和适应性。自然生态环境由地形地貌、气候、水文、植被、土壤、土地利用等自然生态要素构成,这些要素相互影响,相互制约。在诸多自然生态要素中,气候因素对人居环境的影响最为显著,其舒适程度决定着人居环境的舒适度及居住适宜性,因而成为评价区域环境宜居性的重要指标之一。

对气候适宜性的研究主要集中于评价模型的建立^[5-7]以及利用已有模型对典型区域进行评价^[8-10]等方面,且大多数评价研究仅从小范围空间进行探讨,对气候适宜性的时空动态变化的研究还较少见。基于此研究背景,本文在地理信息系统(geographic information system, GIS)技术支持下,以湖南省97个地面气象观测站自建站(1958年)到2007年之间近50 a的观测资料为基础,选取温度、湿度、风速3个主要因子构建评价模型,对湖南省人居环境气候适宜性的时空格局进行研究,以期为指导人口合理迁移、促进人口合理分布提供理论参考。

1 研究区域、研究方法数据来源

1.1 研究区域概况

湖南省位于长江中游、洞庭湖以南,地处东经 $108^{\circ}47' \sim 114^{\circ}45'$,北纬 $24^{\circ}39' \sim 30^{\circ}28'$,属亚热带季风气候。由于地形的多样性,湖南省气候内部分异较大,年均气温为 $16 \sim 19^{\circ}\text{C}$,年均降雨量为 $1\ 200 \sim 1\ 700\ \text{mm}$,但时空分布很不均匀。总的来说,湖南省气候具有春季温暖、夏季炎热、秋季凉爽、冬季寒冷、四季变化较为明显的特点,其气候环境较适宜人们居住。

1.2 研究方法

人居环境气候舒适度是以人类机体与近地面大气之间的热交换原理为基础,从气象角度来评价人类在不同气候条件下体感舒适程度的生物气象指标^[11-12]。人居环境气候舒适度的评价,首先需要构建合适的模型。

影响气候舒适度的气象要素有温度、湿度、气压、光照、风等^[13-14],不同学者根据研究需要对这些要素进行取舍和组合,构建气候适宜性评价模型。本文选取温度、湿度、风速3个主要因子,应用温湿指数和风效指数,并结合实际,建立气候舒适度评价

模型,计算方法如下:

$$k = 1.8 \times t - 0.55 \times (1.8 \times t - 26) \times (1 - RH) - 3.2 \times \sqrt{v} + 32。$$

式中: k 为人体舒适度指数;

t 为月平均摄氏度, $^{\circ}\text{C}$;

RH 为月平均空气相对湿度;

v 为距地面 10 m 高度处平均风速, m/s 。

根据 k 值大小定义气候舒适度的级别。由于湖南省地域范围较广,气候与地形较复杂,结合人体对温度、湿度和风速的感受及研究的需要,本文将气候舒适度划分为 9 级,见表 1。

表1 人体舒适度指数的分级说明

Table 1 The classification of human comfort index

| 等级 | 人体舒适度指数 | 说明 |
|-----|---------|--------------|
| 负四级 | < 20 | 热感觉定为很冷、极不舒适 |
| 负三级 | 20~40 | 热感觉定为冷、很不舒适 |
| 负二级 | 41~50 | 热感觉定为凉、不舒适 |
| 负一级 | 51~60 | 热感觉定为凉爽、较舒适 |
| 零级 | 61~70 | 热感觉定为舒适 |
| 一级 | 71~75 | 热感觉定为温暖、较舒适 |
| 二级 | 76~80 | 热感觉定为暖、不舒适 |
| 三级 | 81~85 | 热感觉定为热、很不舒适 |
| 四级 | > 85 | 热感觉定为很热、极不舒适 |

1.3 数据来源

本文所用气候资料及数据主要来自湖南省97个地面气象观测站(即图1~8中的小黑点)自建站(1958年)到2007年底的观测资料。其中,衡山气象站海拔为1 268 m,其余气象站海拔都在31.9 m(汉寿气象站海拔)至833.6 m(桂东气象站海拔)之间。本文采用统计分析,对气温、相对湿度和风速分别采用梯度距离平方反比法、普通克里格法进行空间内插,获取湖南省 $1\ \text{km} \times 1\ \text{km}$ 范围各要素的栅格数据,并计算各月气候舒适度指数。

2 人体舒适度指数概率的时空分布

除了衡山气象站的海拔在1 000 m以上,湖南省其余96个气象站的海拔都在1 000 m以下。海拔1 000 m以上的地区,可能出现人体舒适度指数为负四级~零级的气候。半数以上的月份气候偏冷而不舒适或很不舒适,主要出现在10~12月和1~4月;个别年份1月和2月还可能出现很冷而极不舒适的气候,占0.4%;气候舒适或较舒适的月份不到半数,主要出现在5~9月,其中6~9月气候为舒适或较舒适,因而这些地区在6~9月成为避暑胜地。海拔1 000 m以下的地区,一般出现人体舒适度指数为负三级~三级的

气候。

2.1 负三级出现的气候概率

湖南省人体舒适度指数负三级主要出现在12月和1~3月。其中,1月全省平均人体舒适度指数为负三级的年份占74.8%;全省有20个县市90%以上的年份人体舒适度指数为负三级,而韶山高达98.0%;80%以上的年份人体舒适度指数为负三级的台站有42站;50%以下的低值区主要分布在永州地区的台站。1月出现负三级的气候概率见图1。2月仅次于1月,该月全省平均人体舒适度指数为负三级的年份占40.4%,临澧为负三级的年份最多,占66.7%。再次是12月(22.1%)和3月(0.5%)。

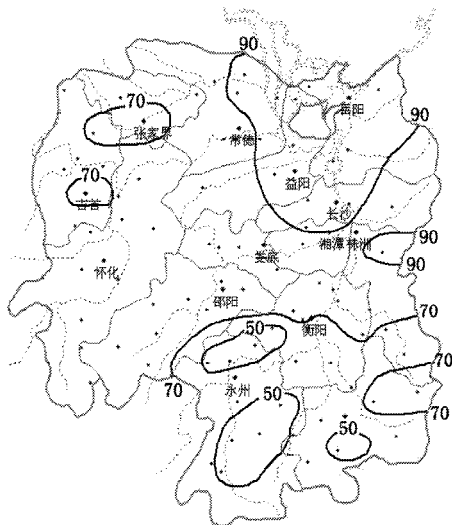


图1 1月出现负三级的气候概率

Fig. 1 The negative three climate probability in January

2.2 负二级出现的气候概率

湖南省人体舒适度指数负二级一般出现在11~12月和1~3月。其中,3月出现负二级的气候概率最大,该月全省平均为负二级的年份占80.9%。长沙为负二级的年份最多,占97.3%;宜章为负二级的年份最少,为34.7%。90%以上年份的人体舒适度指数都为负二级的台站有25站,占26.0%,主要分布在湘西自治州、岳阳、益阳等地;80%以上年份的人体舒适度指数都为负二级的台站有59站,占61.5%。3月出现负二级的气候概率见图2。其次为12月,该月全省平均人体舒适度指数为负二级的年份占77.8%。新田为负二级的年份最多,占94.1%;韶山为负二级的年份最少,为44.0%。90%以上年份的人体舒适度指数都为负二级的台站有11站,占11.5%;80%以上年份的人体舒适度指数都为负二级的台站有51站,占53.1%。再次为2月(58.8%)、11月(43.9%)和1月(25.2%)。

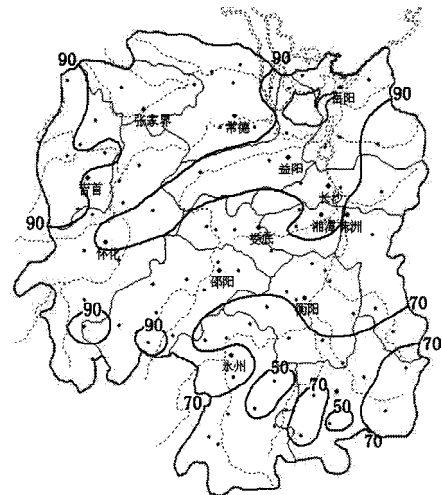


图2 3月出现负二级的气候概率

Fig. 2 The negative two climate probability in March

2.3 负一级出现的气候概率

湖南省人体舒适度指数负一级一般出现在2~5月和10~12月。其中,4月出现负一级的气候概率最大,该月全省平均人体舒适度指数为负一级的年份占87.2%。通道、城步和桂东3站为负一级的年份最多,占98.0%;宜章为负一级的年份最少,为52.0%。90%以上年份的人体舒适度指数都为负一级的台站有58站,占60.4%;80%以上年份的人体舒适度指数都为负一级的台站有81站,占84.3%。气候概率在70%以下的低值区零散分布在湘东南地区。4月出现负一级的气候概率见图3。

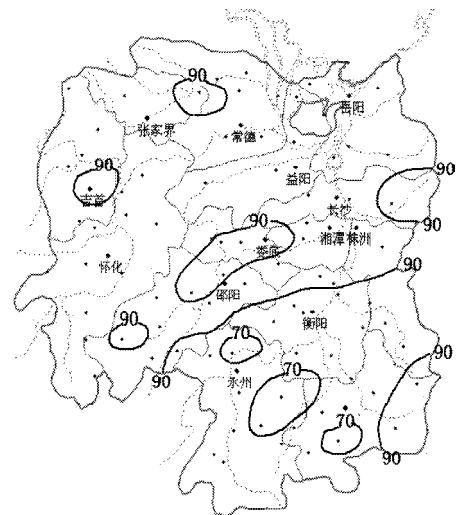


图3 4月出现负一级的气候概率

Fig. 3 The negative one climate probability in April

其次为10月,该月全省平均人体舒适度指数为负一级的年份占68.6%。桂东为负一级的年份最多,占96.0%;宜章为负一级的年份最少,为14.3%。90%以上年份的人体舒适度指数为负一级的台站有10站,占10.4%,零散分布在湘西自治州西部、常德北

部及安化等县。气候概率在50%以下的低值区主要分布在永州、衡阳和郴州西部。10月出现负一级的气候概率见图4。再次为11月(56.1%)、3月(18.6%)、2月(0.8%)和12月(0.1%)。

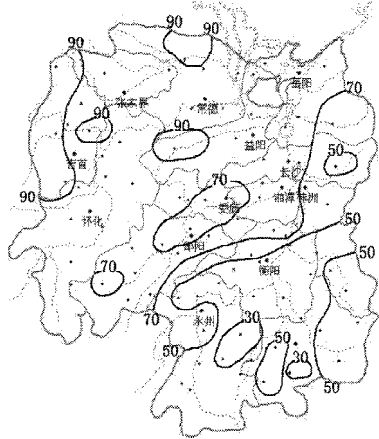


图4 10月出现负一级的气候概率

Fig. 4 The negative one climate probability in October

2.4 零级出现的气候概率

湖南省人体舒适度指数零级一般出现在4~10月。其中,5月出现零级的气候概率最大,该月所有台站人体舒适度指数为零级的年份都在90%以上。永兴为零级的年份最少,为91.7%。气候概率在90%以下的区域主要为湘东、湘南,宜章为零级的年份最少,为56.0%。9月出现零级的气候概率见图5。再次为6月(34.5%)、10月(31.4%)、4月(12.8%)、8月(2.0%)和7月(1.6%)。

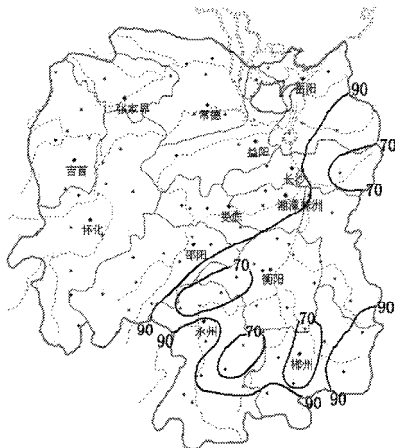


图5 9月出现零级的气候概率

Fig. 5 The climate probability of zero level in September

2.5 一级出现的气候概率

湖南省人体舒适度指数一级一般出现在5~9月。其中,8月出现一级的气候概率最大,该月全省平均人体舒适度指数为一级的年份占78.5%。洞口、武冈、桂阳和临武为一级的年份最多,占100%;桂东为一级的年份最少,为6.0%。90%以上年份的人体舒适

度指数都为一级的气站有34站,占35.4%,主要分布在湘西自治州、怀化、邵阳、永州等地;80%以上年份的人体舒适度指数都为一级的气站有49站,占51.0%。8月出现一级的气候概率见图6。

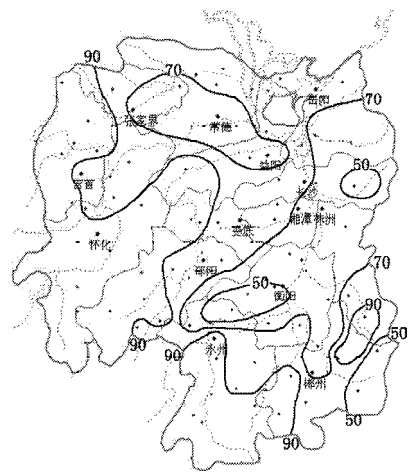


图6 8月出现一级的气候概率

Fig. 6 One-class climate probability in August

其次为6月,该月全省平均人体舒适度指数为一级的年份占65.4%。宜章、新田和宁远为一级的年份最多,占100%;桂东为一级的年份最少,为0。90%以上年份的人体舒适度指数都为一级的气站有13站,占13.5%;80%以上年份的人体舒适度指数都为一级的气站有26站,占27.0%。再次为7月(62.9%)、9月(9.9%)和5月(0.6%)。

2.6 二级出现的气候概率

湖南省人体舒适度指数二级一般出现在6~8月。其中,7月出现二级的气候概率最大,该月全省平均为二级的年份占35.5%;60%以上的高值区主要位于湘东北,浏阳为二级的年份最多,占83.3%;8站没有出现二级的年份。7月出现二级的气候概率见图7。

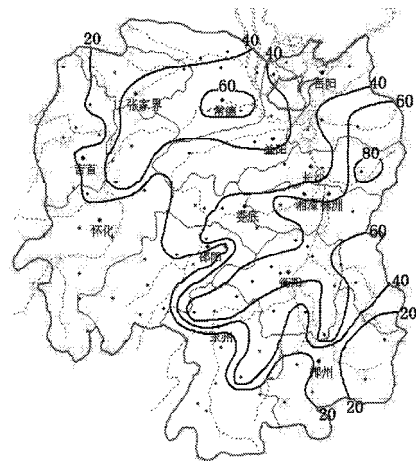


图7 7月出现二级的气候概率

Fig. 7 Two-class climate probability in July

其次为8月份，8月份全省平均人体舒适度指数为二级的年份占19.4%；浏阳为二级的年份最多，占70.8%；8站没有出现二级的年份。再次为6月份（0.2%）。

2.7 三级出现的气候概率

湖南省人体舒适度指数三级一般出现在7~8月，但其气候概率较小。其中，8月人体舒适度指数为三级的台站有马坡岭，出现了2a（1951年和1953年），衡阳和郴州各出现了1a（均为1953年）；7月人体舒适度指数为三级的台站有马坡岭和衡阳，各出现了1a（均为1953年）。

3 气候舒适度指数的分布特征

湖南省5月和9月气候舒适，出现零级的气候概率最大；4月和10月气候凉爽而较舒适，出现负一级的气候概率最大，其次为零级；6月气候温暖而较舒

适，出现一级的气候概率最大，其次为零级；12月和1~2月气候凉而不舒适或冷而很不舒适，出现负二级和负三级的气候概率较大，其中，12月出现凉而不舒适的气候概率最大，1月出现冷而很不舒适的气候概率最大，2月负二级和负三级出现的气候概率都较大；3月气候从不舒适向较舒适过渡，凉而不舒适的气候占优势；11月气候从较舒适向不舒适过渡，负一级和负二级出现的气候概率都较大；7~8月一般出现暖而不舒适的气候类型，个别年份会出现热而很不舒适的气候类型。

湖南省平均出现负二级的气候概率最大（衡山除外），为23.9%，其次为零级、负一级、一级、负三级和三级。气候舒适度指数各等级出现的全省平均气候概率见表2，湖南省人体舒适度指数各等级出现的气候概率图见图8，其中，图8a为负三级~负二级，图8b为负一级~一级，图8c为二级~三级。

表2 气候舒适度指数各等级出现的全省平均气候概率

Table 2 The average climate probability of the province for all levels of climate comfort index %

| 等级 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 全年 |
|--------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|
| 负三级 | 74.8 | 40.4 | 0.5 | | | | | | | | | 22.1 | 11.40 |
| 负二级 | 25.2 | 58.8 | 80.9 | | | | | | | | 43.9 | 77.8 | 23.90 |
| 负一级 | | 0.80 | 18.6 | 87.2 | 0.8 | | | | | 68.6 | 56.1 | 0.1 | 19.40 |
| 零级 | | | | 12.8 | 98.6 | 34.5 | 1.60 | 2.00 | 90.1 | 31.4 | | | 22.60 |
| 一级 | | | | | 0.6 | 65.4 | 62.90 | 78.50 | 9.9 | | | | 18.10 |
| 二级 | | | | | | 0.2 | 35.50 | 19.40 | | | | | 4.60 |
| 三级 | | | | | | | 0.04 | 0.08 | | | | | 0.01 |
| 负三~负二级 | 100.0 | 99.2 | 81.4 | | | | | | | | 43.9 | 99.9 | 35.30 |
| 负一~一级 | | 0.8 | 18.6 | 100.0 | 100.0 | 99.9 | 64.50 | 80.50 | 100.0 | 100.0 | 56.1 | 0.1 | 60.10 |
| 二~三级 | | | | | | 0.2 | 35.54 | 19.48 | | | | | 4.61 |

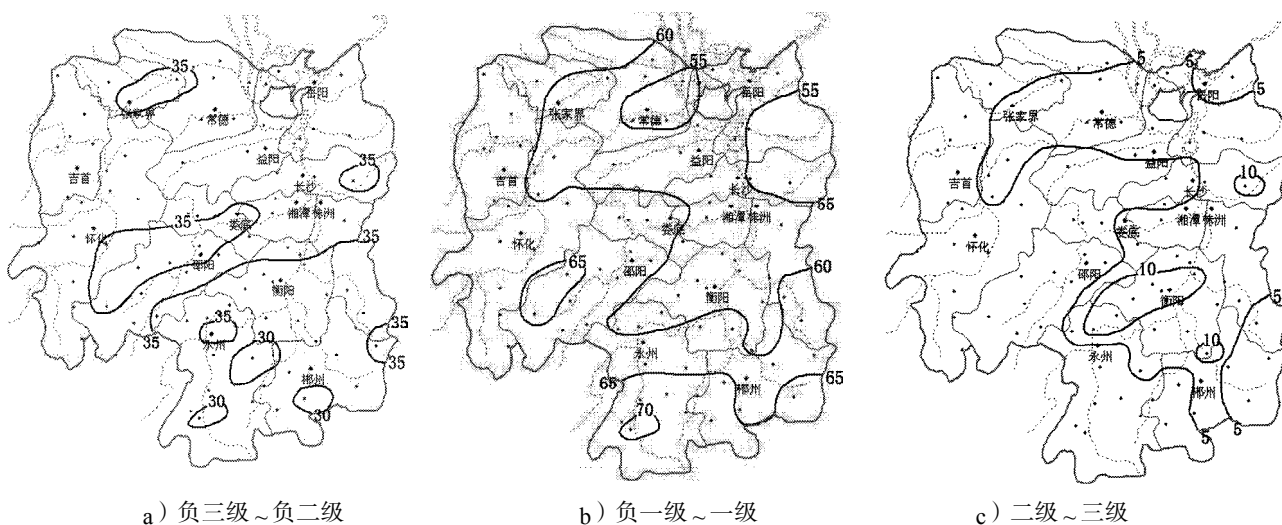


图8 湖南省人体舒适度指数各等级出现的气候概率

Fig. 8 The climate probability for each grade human comfort index in Hunan

负三级~负二级出现的平均气候概率为35.3%，空间分布上北大南小，其中，临湘最大，为39.9%。

宜章最小，为28.1%；负一级~一级出现的平均气候概率为60.1%，湘西南和湘东南较大，湘北和湘东较

小,其中,江华最大,为70.3%,浏阳最小,为53.0%;二级~三级出现的气候概率为4.6%,空间分布上东大西小,其中,浏阳最大,为12.9%,湘西南和湘东南有7站有气象记录以来还未出现过。以上数据说明湖南省有气象记录以来,半数以上的月份气候舒适或较舒适,35.3%的月份气候偏冷而不舒适或很不舒适,只有4.6%的月份气候偏暖而不舒适或很不舒适,冷而不舒适的月份较暖而不舒适的月份多。

4 气候适宜度指数变化情况

图9为1958—2007年湖南省负三级~负二级(图9a)、负一级~一级(图9b)和二级~三级(图9c)人体舒适度百分率的演变曲线。

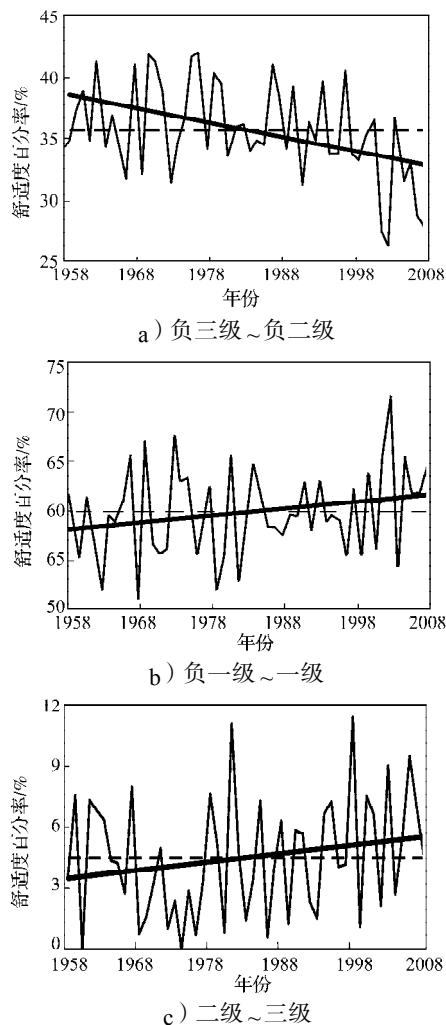


图9 1958—2007年湖南省各等级气候适宜度指数百分率
Fig. 9 The favorable climate index percentage of Hunan in 1958—2007

由图9a可以看出,负三级~负二级人体舒适度百分率呈明显下降趋势,并达到了1%的显著性水平,尤其是20世纪90年代后期以来,负三级~负二级人体舒适度百分率持续偏低。由图9b和图9c可以

看出,负一级~一级和二~三级人体舒适度百分率均呈上升趋势,其中,20世纪70年代中期,二级~三级人体舒适度百分率持续偏低。也就是说,在全球气候变暖的背景下,湖南省气候偏冷而不舒适或很不舒适的台站或月份减少了,特别是20世纪90年代后期以来,偏冷而不舒适或很不舒适的台站或月份持续偏少;而气候舒适和偏暖而不舒适或很不舒适的台站或月份增加了,其中气候舒适的类型所占百分率的增加幅度较大。此外,由图9c可看出,20世纪70年代中期,气候偏暖而不舒适或很不舒适的台站或月份持续偏少。

5 结论

1) 在海拔1000 m以下的地区,湖南省不可能出现很热或很冷而极不舒适的气候,即人体舒适度指数为负四级和四级的气候,一般出现的是人体舒适度指数为负三级~三级的气候。半数以上(60.1%)的月份气候舒适或较舒适,其气候概率空间分布特征为湘西南和湘东南多,湘北和湘东少;气候不舒适或很不舒适的月份不到半数,其中偏冷的月份较偏暖的月份多。35.3%的月份气候偏冷而不舒适或很不舒适,湘南多而湘北少。只有4.6%的月份气候偏暖而不舒适或很不舒适,湘东多而湘西少。

2) 湖南省5月和9月气候舒适,4月和10月气候凉爽而较舒适,6月气候温暖而较舒适,12月和1~2月气候凉而不舒适或冷而很不舒适,3月气候从不舒适向较舒适过渡,11月气候从较舒适向不舒适过渡,7~8月可能出现暖而不舒适的气候类型,个别年份会出现热而很不舒适的气候类型。

3) 湖南省气候偏冷而不舒适或很不舒适的台站或月份明显减少,而气候舒适和偏暖而不舒适或很不舒适的台站或月份呈增加趋势。

4) 海拔1000 m以上的地区,可能出现人体舒适度指数为负四级~零级的气候。半数以上的月份气候偏冷而不舒适或很不舒适,主要出现在10~12月和1~4月;个别年份1月和2月还可能出现很冷而极不舒适的气候,占0.4%;气候舒适或较舒适的月份不到半数,主要出现在5~9月,其中6~9月气候为舒适或较舒适,因而这些地区在6~9月成为避暑胜地。

参考文献:

- [1] 吴良镛. 人居环境科学导论[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001: 38-61.
Wu Liangyong. Introduction to the Science of Human

- Settlements[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2001: 38-61.
- [2] 张旺, 周跃云, 赵先超. 泛长株潭城市群各市区人居环境的评价与优化[J]. 湖南工业大学学报, 2011, 25(6): 86-92.
Zhang Wang, Zhou Yueyun, Zhao Xianchao. Evaluation and Optimization of Human Settlement Environment in Pan Chang-Zhu-Tan Urban Agglomeration[J]. Journal of Hunan University of Technology, 2011, 25(6): 86-92.
- [3] 徐小东, 徐宁. 湿热地区气候适应性城市空间形态及其模式研究[J]. 南方建筑, 2011(1): 80-83.
Xu Xiaodong, Xu Ning. Studies on Climate-Adapted Urban Space Forms and Styles in Damp and Hot Areas[J]. South Architecture, 2011(1): 80-83.
- [4] 徐小东, 王建国, 陈鑫. 基于生物气候条件的城市设计生态策略研究: 以干热地区城市设计为例[J]. 建筑学报, 2011(3): 79-83.
Xu Xiaodong, Wang Jianguo, Chen Xin. Research on Eco-Strategies for Urban Design Based on Bio-Climate Conditions: Taking the Urban Design in Dry-Hot Areas as Example[J]. Architectural Journal, 2011(3): 79-83.
- [5] 吴兑. 多种人体舒适度预报公式讨论[J]. 气象科技, 2003(4): 34-36.
Wu Dui. Discussion on Various Formulas for Forecasting Human Comfort Index[J]. Meteorological Science and Technology, 2003(4): 34-36.
- [6] Terjung W H. Physiologic Climates of the Conterminous United States: Abioclimate Classification Based on Man[J]. Annals of the American Geographical Society, 1996, 56(1): 141-179.
- [7] Steadman R G. Assessment of Sultriness, Pt1, A Temperature Humidity Index Based on Human Physiologic and Clothing Science[J]. Applied Meteorology, 1979, 18(7): 861-873.
- [8] 张剑光, 冯云飞. 贵州气候宜人评价研究[J]. 旅游学刊, 1991, 6(3): 50-53.
Zhang Jianguang, Feng Yunfei. A Study of the Climatic Pleasantness Evaluation of Guizhou Province[J]. Tourism Tribune, 1991, 6(3): 50-53.
- [9] 王远飞, 沈愈. 上海市夏季温湿效应与人体舒适度[J]. 华东师范大学学报: 自然科学版, 1998(3): 60-66.
Wang Yuanfei, Shen Yu. The Temperature-Humidity Effect and Human Comfort in Shanghai Summer[J]. Journal of East China Normal University: Natural Science, 1998(3): 60-66.
- [10] 唐焰, 封志明, 杨艳昭. 基于栅格尺度的中国人居环境气候适宜性评价[J]. 资源科学, 2008, 30(5): 611-616.
Tang Yan, Feng Zhiming, Yang Yanzhao. Evaluation of Climate Suitability for Human Settlement in China[J]. Resources Science, 2008, 30(5): 611-616.
- [11] 王金亮, 王平, 蒋莲芳. 昆明人居环境气候适宜度分析[J]. 经济地理, 2002, 22(增刊1): 196-200.
Wang Jinliang, Wang Ping, Jiang Lianfang. Study on Climate Comfort Degree of Human Settlements in Kunming[J]. Economic Geography, 2002, 22(S1): 196-200.
- [12] 范业正, 郭来喜. 中国滨海旅游地气候适宜性评价[J]. 自然资源学报, 1998, 13(4): 301-304.
Fan Yezheng, Guo Laixi. The Climate Suitability of Tourism at the Coastline Destinations of China[J]. Journal of Natural Resources, 1998, 13(4): 301-304.
- [13] 何静, 田永中. 重庆山地人居环境气候适宜性评价[J]. 西南大学学报: 自然科学版, 2010, 32(9): 100-106.
He Jing, Tian Yongzhong. Assessment of Climate Suitability for Human Settlement Environment in Mountain Areas of Chongqing[J]. Journal of Southwest University: Natural Science Edition, 2010, 32(9): 100-106.
- [14] 刘清春, 王铮, 许世远. 中国旅游城市气候适宜性分析[J]. 资源科学, 2008, 30(5): 648-653.
Liu Qingchun, Wang zheng, Xu Shiyuan. Climate Suitability Index for City Tourism in China[J]. Resources Science, 2008, 30(5): 648-653.

(责任编辑: 徐海燕)