

# 宁夏人体舒适度对气候变化的响应研究

刘玉兰<sup>1</sup>, 刘娟<sup>2</sup>, 马筛艳<sup>1</sup>, 马宁<sup>1</sup>, 严晓瑜<sup>1</sup>

(1. 宁夏气象服务中心, 银川 750002; 2. 银川市气象局, 银川 750002)

**摘 要:** 利用宁夏 22 个气象台站 1961—2009 年的气象资料, 计算了宁夏人体舒适度的变化。结果表明: 近 49 a 区域气候变暖对宁夏人体舒适程度的影响总体是有利的, 主要表现在舒适日数增加, 冷不舒适日数减少。近 49 a 中, 2001—2009 年是相对最舒适的时段; 20 世纪 70 年代开始, 舒适日数开始增加, 冷不舒适日数明显减少; 20 世纪 80 年代和 90 年代, 冷不舒适日数基本相同, 冬季冷不舒适程度下降。宁夏冬季很冷日数呈下降趋势, 冷日数呈上升趋势, 冷不舒适程度下降。春季舒适日数增加, 夏季和秋季的舒适度日数变化不明显。

**关键词:** 人体舒适度; 气候变化; 宁夏

**中图分类号:** P467

**文献标识码:** A

1906—2005 年的 100 a 中, 全球平均气温升高了  $0.75^{\circ}\text{C}$ , 1956—2005 年升温约是过去 100 a 升温的 2 倍<sup>[1]</sup>, 中国各地气候也在发生变化。刘德祥、王菱等对西北地区最高、最低气温研究发现: 自 20 世纪 50 年代以来, 中国西北最低温度升温速率大于最高温度的升温速率, 冬季升温速率大于夏季, 最低气温的变化比最高气温的变化更敏感, 中国西北气候变暖主要来自于最低温度升高的贡献<sup>[2-3]</sup>。李栋梁对中国夏季月平均气温异常进行了研究, 认为西北夏季变凉<sup>[4]</sup>。马鹏里等对西北区 1961—1990 年的地面最高和最低气温变化及分布的特征进行分析, 认为西北地区温度变化主要以冬季夜间变暖为主<sup>[5]</sup>。陈晓光等研究发现, 40 多年来宁夏的年平均气温在波动中持续上升, 增温幅度高于全国平均值, 冬季增温幅度较大, 夏季较小, 春、秋季次之<sup>[6]</sup>。在这种背景下探讨影响人居环境的人体舒适度的变化规律, 对于改善生活环境, 提高生活质量有积极的作用。

## 1 资料和方法

### 1.1 资料

采用宁夏 22 个气象台站 1961—2009 年逐日

平均气温、平均相对湿度、平均风速等资料。

### 1.2 人体舒适度指数计算及等级划分方法

计算人体舒适度指数的方法较多<sup>[7-8]</sup>, 采用如下公式:

$$K = 1.8t - 0.55(1.8t - 26)(1 - r/100) - 3.2v^{1/2} + 32。$$

$K$  为人体舒适度指数,  $t$ 、 $r$ 、 $v$  分别为日平均气温、日平均相对湿度、日平均风速。参考文献 [8] 对人体舒适度指数划分等级 (见表 1)。

表 1 人体舒适度指数等级

级别	指数	说明
1	$K \leq 25$	很冷, 感觉很不舒服, 有冻伤危险
2	$25 < K \leq 38$	冷, 大部分人感觉不舒服
3	$38 < K \leq 50$	微冷, 少部分人感觉不舒服
4	$50 < K \leq 55$	较舒服, 大部分人感觉舒服
5	$55 < K \leq 70$	舒服, 绝大部分人感觉很舒服
6	$70 < K \leq 75$	较舒服, 大部分人感觉舒服
7	$75 < K \leq 80$	微热, 少数人感觉很不舒服
8	$80 < K \leq 85$	热, 大部分人感觉很不舒服
9	$85 < K$	酷热, 感觉很不舒服

收稿日期: 2011-04-19

基金项目: 科技部项目“宁夏气候对全球气候变化的响应及其机制”(2004DIB3J121)

作者简介: 刘玉兰 (1965—), 女, 汉族, 宁夏中卫人, 高级工程师, 从事应用气象研究。

## 2 宁夏人体舒适度分析

### 2.1 概况

宁夏位于我国西北东部,处于黄土高原、蒙古高原和青藏高原的交汇地带,大陆性气候特征十分典型。年平均气温为  $5.3 \sim 9.9^{\circ}\text{C}$ , 冬寒

长、春暖快、夏热短、秋凉早,气温年较差、日较差大。从 2001—2009 年年均舒适度统计结果(表 2)看,宁夏的舒适度等级集中分布在 1~6 级,7 级较少,无 8、9 级出现。

表 2 宁夏 2001—2009 年年均舒适度概况

级别	1	2	3	4	5	6	7	8	9
出现日数/d	19.9	81.8	75.0	33.1	134.7	19.6	1.5	0	0

### 2.2 年变化趋势

计算 5 a 滑动平均的各级人体舒适度日数,得到宁夏舒适度日数变化图(图 1)。可以看出,近 49 a 很冷日数表现为明显下降趋势,平均每站每 10 a 减少约 4.6 d,尤其在 20 世纪 90 年代中期以后,很冷日数比以前明显减少;冷日数在 70 年代中期以后有所增加,90 年代中期以后减少;微冷日数、较舒服日数(人体舒适度指数为 4 级)变化不大;舒服日数 90 年代中期后呈弱增加趋势;较舒服日数(人体舒适度指数为 6 级)90 年代中期后呈增加趋势。

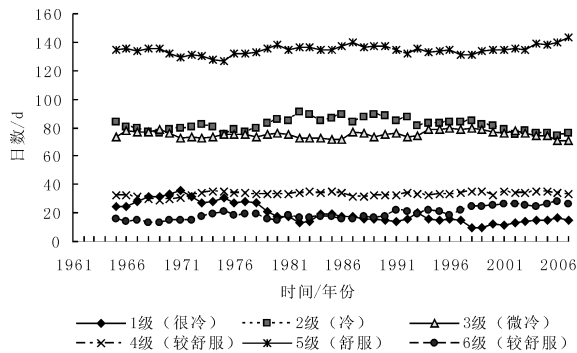


图 1 宁夏各等级舒适度日数变化图

计算表明,宁夏人体舒适度达微热等级(7 级)的站平均日数很少,1981 年最多,为 7.3 d,1971 年、1999 年、2000 年分别达到了 6.7、5.3、6.8 d,其他年份都少于 5 d,有 16 a 未出现微热日数。近 49 a,宁夏未出现舒适度达 8、9 级的日数,说明宁夏夏季是避暑胜地。

以上分析表明,近 49 a 区域气候变暖对宁夏人体舒适程度的影响总体是有利的,主要表现

在舒适日数增加,冷不舒适日数减少。

### 2.3 年代际变化

为进一步分析宁夏人体舒适指数的年代际差异,计算了人体舒适度的年代际平均值和标准差(表 3)。比较而言,2001—2009 年是相对最舒适的时段。20 世纪 70 年代开始,舒适日数开始增加,冷不舒适日数明显减少,到 2001 年后舒适日数增幅明显加大,但标准差增加,说明气候变暖在带来更多的舒适日数的同时,也使得年际变幅增大。比较很冷日数(舒适度级别为 1 级)和冷日数(舒适度级别为 2 级)发现,在 80 年代和 90 年代,很冷日数、冷日数基本相同;很冷日数比 60 年代减少了 18 d 左右,下降幅度较大,冷日数增加幅度较多,增加了 8 d 左右,说明冬季冷不舒适程度下降;2000 年以后,很冷日数比 80 年代和 90 年代略增,冷日数明显减少,减少了 12 d。微冷和较舒适日数的年代际变化不明显。

### 2.4 季节变化

以银川市为例分析宁夏人体舒适度的季节变化(图 2、图 3)。冬季很冷日数呈下降趋势,速率为  $4.3 \text{ d}/10 \text{ a}$ ,冷日数呈上升趋势,增加速率达  $3.4 \text{ d}/10 \text{ a}$ ,表明冷不舒适程度减轻。春季舒适日数和微冷日数呈相反趋势,舒适日数在增加,而微冷日数在减少,其速率均为  $1.8 \text{ d}/10 \text{ a}$ ,表明春季舒适程度增加。夏季和秋季的舒适度日数变化不明显。这与宁夏冬季的增温幅度较大、夏季较小、春秋季节次之的气候变暖趋势一致。

表 3 宁夏人体舒适度年代际变化

年 代	1 级 (很冷)		2 级 (冷)		3 级 (微冷)		4 级、6 级 (较舒适)		5 级 (舒适)	
	平均	标准差	平均	标准差	平均	标准差	平均	标准差	平均	标准差
60 年代	54.3	10.2	86.2	9.1	75.2	6.3	40.1	8.5	109.6	5.8
70 年代	47.0	12.7	88.7	11.2	75.8	6.1	42.2	6.5	111.5	6.5
80 年代	36.0	10.6	94.8	10.2	75.7	6.0	40.1	5.1	118.5	7.3
90 年代	36.1	8.7	94.0	10.5	77.7	6.3	39.6	5.1	117.8	7.2
2001—2009	38.2	10.3	82.1	12.0	77.8	5.5	41.1	6.1	126.0	8.8

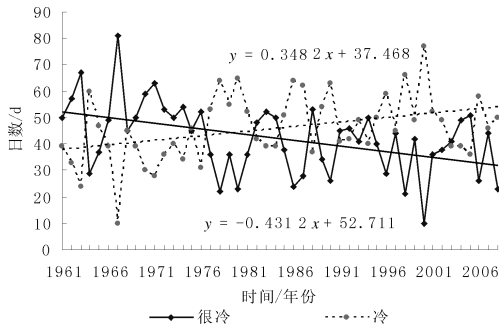


图 2 银川市冬季很冷及冷日数变化曲线 (直线为趋势线)

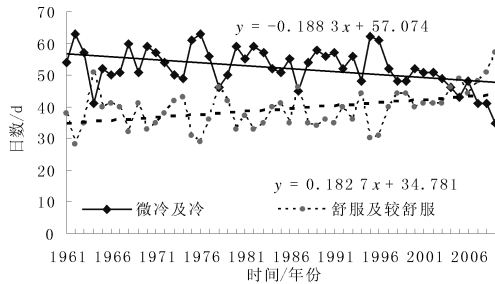


图 3 银川市春季微冷、冷及舒服、较舒服日数变化曲线 (直线为趋势线)

### 3 结论与讨论

3.1 近 49 a 区域气候变暖对宁夏人体舒适程度的影响总体是有利的, 主要表现在舒适日数增加, 很冷日数减少。

3.2 近 49 a 中, 2001—2009 年代是相对最舒适的时段。20 世纪 70 年代开始, 舒适日数开始增加, 冷不舒适日数明显减少; 80 年代和 90 年代, 冷不舒适日数基本相同, 冬季冷不舒适程度下降。

3.3 宁夏冬季很冷日数呈下降趋势, 冷日数呈

上升趋势, 冷不舒适程度下降。春季舒适日数增加。夏季和秋季的舒适度日数变化不明显。

3.4 人体舒适度不仅直接影响城市中各类人群的日常生活、疾病和健康, 也直接影响生产企业和商业销售的效率和收益、交通流量和事故率、野外作业和施工的适宜度等, 深入研究气候变化对人体舒适度的影响, 将具有重要的意义。

### 参考文献:

- [1] 张庆阳. IPCC 第 4 次气候变化评估报告要点 [J]. 气象科技, 2007, 35 (2): 235-235.
- [2] 刘德祥, 董安祥, 邓振镛. 中国西北地区气候变暖对农业的影响 [J]. 自然资源学报, 2005, 20 (1): 119-125.
- [3] 王菱, 谢贤群, 苏文, 等. 中国北方地区 50 年来最高和最低气温变化及其影响 [J]. 自然资源学报, 2004, 19 (3): 337-343.
- [4] 李栋梁, 吴洪宝, 章基嘉. 中国夏季月平均气温异常研究 [J]. 高原气象, 1995, 14 (2): 165-175.
- [5] 马鹏里, 王若升, 王宝灵, 等. 我国西北地区地面最高和最低气温变化及分布的特征 [J]. 高原气象, 2002, 21 (5): 509-513.
- [6] 陈晓光, 苏占胜, 郑广芬, 等. 宁夏气候变化的事实分析 [J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19 (6): 43-47.
- [7] 吴兑. 多种人体舒适度预报公式讨论 [J]. 气象科技, 2003, 31 (6): 370-372.
- [8] 吴兑, 邓雪娇. 环境气象学与特种气象预报 [M]. 北京: 气象出版社, 2001: 162-189.