

西双版纳温湿状况及其舒适性评价

刘文杰

(中国科学院西双版纳热带植物园森林生态站 云南勐仑 666303)

提 要 评价了西双版纳地区温湿状况及其舒适性, 除干热季 3~ 5月的中午人体感觉闷热, 其它时间或季节均为舒适或较舒适, 其中以雾凉季、雾冷季及干凉季的舒适条件较好。

关键词 温湿状况 舒适评价 西双版纳

西双版纳以其优美的自然景观、独特的民族风情及优越的气候条件, 成为著名的旅游胜地, 旅游业也成其支柱产业。为充分发挥及合理利用本区旅游资源优势, 探讨分析本区温湿环境及其舒适状况是必要的。

1 西双版纳温湿状况及环境应力特征

1.1 温湿状况

本区干季 11月至次年 4月受干暖的热带大陆气团控制, 雨季 5~ 10月受暖湿的西南季风气流控制^[1], 加之一系列高山、高原对北方冷空气的屏障作用, 形成了夏无酷暑、冬无寒意、温暖湿润、多静风的独特气候(表 1)。除勐海地区因海拔较高而年均温较低, 其余地区在 21~ 22℃。最冷月(1月)均温 12~ 16℃, 最热月(6月)均温 24~ 27℃, 极端最低温度为 4~ 8℃, 终年无霜。年均空气相对湿度 > 80%, 14时相对湿度 > 50%。年降水量 1 100 ~ 1 600mm, 其中雨季占 80~ 90%, 干季多浓雾、重露, 可部分弥补降水的不足^[2]。

本区地处季风气候区, 气候有明显的季节性变化, 且有比较明显的低温期和干旱期。虽无冬夏之分, 但有干、雨季之别, 考虑到温度的变化又可将干季分为干凉季、干热季、雾凉季和雾冷季^[1, 2]。最冷季 12月至次年 2月(雾冷季)平均温度为 15.8℃, 平均最低温度 12.7℃, 且此季晴朗

少云、日照强烈, 因而弥补了温度略低的缺陷; 雨季 5~ 10月平均温度为全年最高(24.7℃), 平均最高温度受雨水调节仅为 30.8℃, 而平均最低温度却较高(21.9℃), 因而温度日较差最小(8.9℃), 加之空气相对湿度大(91%), 日照少, 故此季以高温、高湿为特征; 干热季 3~ 5月虽然平均温度稍低于雨季, 但平均最高温度却是全年最高(33.2℃), 且

表 1 西双版纳各地气候要素¹⁾

Table 1 The climatic elements in different areas of Xishuangbanna

| 站 名 | 景洪 | 橄榄坝 | 勐 仑 | 大勐龙 | 勐 腊 | 勐 海 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|
| 海拔高度 (m) | 523 | 526 | 560 | 622 | 632 | 1176 |
| 年平均温度 (℃) | 22.0 | 21.6 | 21.7 | 21.3 | 21.1 | 18.3 |
| 年极端最高温度 (℃) | 38.6 | 38.1 | 38.3 | 36.5 | 36.2 | 33.7 |
| 年极端最低温度 (℃) | 6.3 | 7.4 | 6.9 | 4.7 | 6.0 | -0.1 |
| 年相对湿度 (%) | 81 | 85 | 85 | 84 | 84 | 82 |
| 年风速 (m/s) | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 1.4 | 0.7 | 1.4 |
| 年降水量 (mm) | 1169 | 1446 | 1464 | 1407 | 1537 | 1351 |

1)据该区各气象站 1960~ 1994年气象资料。

日照充足,空气湿度低,故为全年最干燥时期,但白天风速较大,尤其是干燥炎热的中午风速可达 $2\sim 5\text{ m/s}$ 风力利于汗液的蒸发,故部分减缓了干热程度.

本区各季节空气湿度相差不大,除干热季 (78%) 干凉季 (80%) 略低,其余均在 90% 左右. 这是因为雨季多阴雨天气;而雾凉季、雾冷季为干季前期 (土壤湿润),早晚均有雾形成,故平均湿度较大;干凉季和干热季为干季的后期,降水稀少、日照增长,且蒸发强烈,土壤及空气渐显干燥,但早晚多有重露 (或雾) 形成,因而平均湿度并不低.

1 2 环境应力特征分析

对于人体健康与舒适来说,首要的是保持体温恒定 ($36\sim 37.0^{\circ}\text{C}$),要保持这样恒定的体温则必须使体内新陈代谢产热量与对环境的得热和失热之和相等. 如果新陈代谢产热量大于体内对环境的失热量,体温将上升,反之则下降. 因此,人体对环境的得热与失热,除决定于体内新陈代谢产热之外,还与环境的热状况有关^[3]. 人体新陈代谢产热与周围环境之间的热平衡是通过各种热交换方式实现的,只要热环境条件不超过人体生理所调节的范围,则人体与环境之间的热交换可用下式表示^[4]

$$Q = M + C + R - E$$

式中 Q 为体内积热变化量; M 为新陈代谢产热量; C 为对流热交换; R 为辐射热交换; E 为蒸发散热. 其中对流热交换 C 表示在温度均匀的环境中,人体与环境之间通过对流交换的热量,可表示为 $C = aV^{0.3}(t - 35)$, (K cal/h), 式中 a 为取决于衣着条件的系数 (平均温度 $< 20^{\circ}\text{C}$ 时取 11.6 平均温度 $> 20^{\circ}\text{C}$ 时取 13.0); V 为气流速度 (m/s); t 为气温 ($^{\circ}\text{C}$).

辐射热交换 R 表示太阳辐射对人体产生的热压力,可表示为

$$R = I K_p K_i [1 - a(C^{0.2} - 0.88)]$$

式中 R 为辐射热交换 (K cal/h); I 为垂直面上的太阳辐射强度 (K cal/h); K_p 为取决于姿势与场地性质的系数 (户外背对太阳站立时取 0.286); K_i 及 a 为取决于衣着的系数 (平均温度 $< 20^{\circ}\text{C}$ 时分别取 0.4 和 0.52 平均温度 $> 20^{\circ}\text{C}$ 时取 0.5 和 0.52); V 同前述.

蒸发散热 E 表示人体通过对流和辐射热交换不足以平衡新陈代谢产热时,通过排汗散失的热,其值决定于环境的最大可能蒸发量 E_{max} , 因而以 E_{max} 代替 E 分析蒸发散热状况,其表达式为

$$E_{\text{max}} = P V^{0.3} (42 - P a)$$

式中 P 为与衣着有关的系数 (平均温度 $< 20^{\circ}\text{C}$ 时取 13 平均温度 $> 20^{\circ}\text{C}$ 取 20.5); $P a$ 为环境的水汽压 (mmHg); V 同前述.

以勐仑地区为例,以上各量计算结果列于表 2 中. 可见,由于各季节平均温度均低于皮肤温度,所以对流热交换量均为负值,这表示通过对流,人体向环境散失热量,其中干凉季和雾冷季环境温度较低,故体

内散失的热量较多;雨季温度较高、风速较小,故散失的热量最少;干热季虽然温度略小于雨季,但空气干燥、风速较大,因而失热多于雨季.

表 2 勐仑地区各季节环境应力特征

Table 2 The characteristics of environment pressure stress in different season at M ong l un

| | 干凉季 2~ 3月 | 干热季 3~ 5月 | 雨季 5~ 10月 | 雾凉季 10~ 11月 | 雾冷季 12~ 2月 |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| 对流热交换 (K cal/h) | - 152.6 | - 125.0 | - 101.7 | - 139.2 | - 169.2 |
| 辐射热交换 (K cal/h) | 76.1 | 105.8 | 89.0 | 56.6 | 58.6 |
| 最大可能蒸发 (K cal/h) | 294.1 | 424.6 | 289.9 | 249.1 | 278.0 |

各季节辐射热交换量均为正值,说明太阳辐射对人体有加热作用.其中以干热季最多,雾凉季最少,这主要是由于干热季太阳高度角高,辐射强度大、辐射量多,而雾凉季因受雾的影响,加之太阳高度角低,辐射最少.

最大可能蒸发量则以干热季最大,雨季、雾凉季和雾冷季较小.这是因为干热季、干凉季的空气较干燥,水汽压小、风速较大,故最大可能蒸发量较多,有利于人体汗液蒸发排放;雨季由于空气湿润,风速较小,其最大可能蒸发量较小,人体汗液的排放受到限制;雾凉季、雾冷季因水汽压略低于雨季,故 $E_{m \max}$ 略小于雨季,但此时温度低,人体排汗少.

2 西双版纳温湿环境的舒适性评价

人的舒适和对外界热状况的生理反应,取决于他们所产生的新陈代谢热量、环境气象因素(空气温度、湿度、太阳辐射等)及衣着.许多学者研究了各种条件下人体对环境小气候的反应,并提出了许多与人体舒适有关的生物气候指标.其中之一为有效温度,但用有效温度表示环境舒适状况存在影响舒适因子考虑不全的缺点,为此,提出了全面考虑温、湿、风三要素对人体舒适的影响指标——综合舒适指标^[5]

$$S = 0.6(|Ta - 24|) + 0.07(|u - 70|) + 0.5(|V - 2|)$$

式中 S 为综合舒适指标; Ta 为气温 ($^{\circ}\text{C}$); u 为空气相对湿度 (%); V 为风速 (m/s).并确定: $S \leq 4.55$ 为舒适; $4.55 < S \leq 6.95$ 为较舒适; $6.95 < S \leq 9.00$ 为不舒适; $S > 9.00$ 为极不舒适.

则勐仑地区各季节代表性天气白天各时舒适指标如表 3 可见,除干热季的中午(14 时左右)为不舒适,其余时间及季节均为舒适或较舒适.各季节相比,以雾凉季最好.

西双版纳各地区全年各月的综合舒适指标如表 4 各地全年均为舒适或较舒适.

表 3 勐仑地区各季节代表性天气的白天综合舒适指标¹⁾

Table 3 The synthetic comfort index of daytime of representative weather in different season at M ong l un

| 时间 | 干凉季 | 干热季 | 雨季 | 雾凉季 | 雾冷季 |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 8: 00 | 6.17 B | 4.81 B | 3.73 A | 6.25 B | 6.93 B |
| 10: 00 | 4.38 A | 1.67 A | 2.59 A | 4.19 A | 6.81 B |
| 12: 00 | 0.82 A | 2.06 A | 2.90 A | 1.44 A | 3.70 A |
| 14: 00 | 4.41 A | 7.9 C | 3.80 A | 1.82 A | 2.57 A |
| 16: 00 | 3.26 A | 6.38 B | 3.49 A | 1.04 A | 3.23 A |
| 18: 00 | 1.60 A | 3.58 A | 3.22 A | 2.69 A | 4.95 B |
| 20: 00 | 1.89 A | 2.40 A | 3.00 A | 4.63 B | 6.56 B |

1)表中 A 表示舒适, B 表示较舒适, C 表示不舒适

表 4 西双版纳各地综合舒适指标¹⁾

Table 4 The synthetic comfort index in different areas of X ishu angbana

| 月份 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 勐仑 | 3.52 A | 3.57 A | 3.87 A | 6.42 B | 6.90 B | 5.21 B | 4.81 B | 4.58 B | 4.25 A | 2.92 A | 1.66 A | 2.51 A |
| 景洪 | 3.49 A | 3.27 A | 4.40 A | 6.49 B | 6.78 B | 4.98 B | 4.64 B | 3.77 A | 4.18 A | 3.07 A | 1.87 A | 3.02 A |
| 橄榄坝 | 4.00 A | 3.03 A | 3.53 A | 6.44 B | 6.76 B | 5.22 B | 4.83 B | 4.08 A | 4.17 A | 3.12 A | 2.05 A | 2.36 A |
| 勐腊 | 3.58 A | 2.62 A | 2.98 A | 5.50 B | 4.31 A | 4.50 B | 5.12 B | 6.07 B | 4.11 A | 2.01 A | 1.88 A | 2.24 A |
| 大勐龙 | 3.25 A | 2.84 A | 3.57 A | 5.85 B | 4.50 A | 5.66 B | 3.60 A | 4.28 A | 3.97 A | 2.15 A | 1.76 A | 1.94 A |
| 勐海 | 2.51 A | 3.10 A | 3.55 A | 4.14 A | 6.22 B | 5.78 B | 5.42 B | 4.24 A | 4.01 A | 2.05 A | 2.11 A | 2.28 A |

1)表中 A 表示舒适, B 表示较舒适

3 结 语

人体感觉舒适与否,取决于生理和环境的众多因素,因而衡量舒适的指标也多种多样. 本文选用的综合舒适指标主要考虑了对人体影响最大的三因素(温、湿、风),因而基本上能反映人体舒适感觉状况.

参 考 文 献

- [1] 张克映. 滇南气候特征及其形成因子的初步分析. 气象学报. 1963 33(2): 218~ 267
- [2] 刘文杰, 李红梅. 我国西双版纳地区雾资源及其评价. 自然资源学报. 1996 11(3): 263~ 267
- [3] 杨士弘. 广州市热环境与舒适. 生态科学. 1986(2): 82~ 88
- [4] B. 吉沃尼(陈士译). 人、气候、建筑. 北京: 中国建筑工业出版社, 1982 50~ 67
- [5] 陆鼎煌. 颐和园夏季小气候. 见: 中国农学会、林学会合编. 中国林业气象文集. 北京: 气象出版社. 1989 221~ 228

作者简介 刘文杰, 男, 1969年生, 助理研究员. 1991年毕业于云南大学地球物理系气象专业. 现主要从事热带森林生态系统水文、气候方面的研究工作, 已发表论文 10余篇.

THE TEMPERATURE-MOISTURE CONDITION OF XISHUANGBANNA AREAS AND ITS COMFORT EVALUATION

Liu Wenjie

(Tropical Forest Ecosystem Station of Xishuangbanna Botanic Garden,
Chinese Academy of Sciences, Menglun, Yunnan 666303)

Abstract

In this paper, the temperature-moisture condition of Xishuangbanna areas and its comfort evaluation for human body are analysed. The results indicated that the climate in Xishuangbanna areas is comfortable or comparative comfortable in any time and season in which the most comfortable one is in cool-foggy season except noon of the hot-dry season from April to May.

Key words temperature-moisture condition, comfort evaluation, Xishuangbanna