

中国人皮肤相对湿度的地理分布

毛政旦

(湖南师范大学地理系,长沙 410081)

提 要

根据 Berglund 等人(1983)公式: $W = (e_{sk} - e_a) / (e_{sk} - e_a)$, 利用大气温度、大气水汽压和皮肤温度的月平均值, 计算皮肤相对湿度, 并按皮肤相对湿度划分舒适带。结果表明, 决定我国皮肤相对湿度地理分布的基本因素是纬度、海陆分布、地形和大气环流, 季节不同, 则各因素所起作用有差异。作者以皮肤相对湿度 25%—45% 表示舒适带, 计算表明, 我国气候舒适带有明显的地区差异和季节变化。

关键词: 皮肤相对湿度 气候舒适带 皮肤温度

引 言

人类的热舒适是各种环境因素直接综合作用的结果。至于某一种热舒适指数选择哪些要素进行组合, 则取决于各地气候特征和对指数的特征要求。Belding 和 Hatch (1955)^[1]提出的热应力指数充分考虑了代谢热产生和空气的蒸发能力。以后, Lee 和 Henschel (1966)^[2]考虑衣着对热量和水分输送的阻力、皮肤温度、大气温度、大气水汽压和饱和水汽压计算热应力指数。

Gagge (1937)^[3]则从人体出汗状态出发提出皮肤干湿性 (skin wettedness) 的概念, 并认为皮肤干湿性是不舒适期间测度出汗率的极好指标。Nishi 和 Gagge (1977) 将皮肤干湿性定义为皮肤的蒸发率与在同一皮肤温度条件下的皮肤最大可能蒸发率之比。在形式上, Belding 等人 (1955) 的热应力指数与 Nishi 等人 (1977)^[4] 的皮肤干湿性是同一个东西。实际上, 从人体本身来说, 人体皮肤的蒸发率主

要取决于皮肤的水汽压, 皮肤的最大可能蒸发率则取决于在同样皮肤温度条件下的皮肤饱和水汽压。因此, 类比于大气相对湿度, 我们将皮肤干湿性称为皮肤相对湿度 (relative humidity of the skin)。本文从这一概念出发, 对皮肤相对湿度的计算做了探讨, 并对我国皮肤相对湿度的地理分布做些分析。

1 皮肤相对湿度的计算方法和资料

1.1 皮肤相对湿度的计算

皮肤相对湿度是指在衣着条件下近皮肤层的相对湿度。其大小应该取决于三类因素。第一是人体生理因素, 包括人体温度、皮肤温度、汗液分泌率、皮肤蒸发率等; 第二是环境因素, 包括大气温度、大气水汽压、风速等; 第三是人体与环境之间相应指标的差值。皮肤相对湿度实际上是人体与环境的温度、水分和风速的复杂函数, 即

$$W = f(T_{sk}, T_{ra}, e_{sk}; T_a, e_a, V, \dots) \quad (1)$$

为了计算皮肤相对湿度, 我们先考虑

Nishi 等人^[4](1977)提出的概念。

$$W = \frac{E_{sk}}{E_{max}} \quad (2)$$

其中, E_{sk} 是皮肤的蒸发率, E_{max} 是在同一皮肤温度条件下的皮肤最大可能蒸发率。根据 Berglund 等人(1983)的推导, 皮肤的蒸发率为

$$E_{sk} = ah_s(e_{sk} - e_a) \quad (3)$$

皮肤最大可能蒸发率为

$$E_{max} = ah_s(e_{sk} - e_a) \quad (4)$$

其中, a 是皮肤的表面积, h_s 是皮肤与周围大气之间的热水交换系数, e_{sk} 是皮肤的水汽压, e_{sk} 是在同一皮肤温度下的饱和水汽压, e_a 为大气的水汽压。将式(3)和(4)代入式(2), 即得

$$W = \frac{e_{sk} - e_a}{e_{sk} - e_a} \quad (5)$$

这样, 就使皮肤相对湿度成为可以直接测度的物理量。Berglund 等^[5](1983)利用小型阻力露点仪测量露点温度和水汽压, 从而求得皮肤相对湿度。我们试图根据已知气象资料和皮肤温度资料, 计算得到皮肤相对湿度, 根据 Dalton 定律可以导出

$$e_{sk} = e_a + 0.7947(T_{sk} - T_a) \quad (6)$$

其中, T_{sk} 为皮肤温度, T_a 为大气温度。

e_{sk} 可以根据饱和水汽压的公式

$$e_{sk} = e_{sk} \cdot 10^{\frac{8.62T_{sk}}{273.2 + T_{sk}}} \quad (7)$$

而 e_a 一般可以从气象资料中查到。

这样, 我们就能不用直接测量, 而是利用普通气象资料计算得到皮肤相对湿度。

1.2 舒适带的划分

一般地, 舒适带气温应在 10—22℃ 之间, 根据我们 1992 年得到的关系, 这相当于皮肤相对湿度在 25%—45% 之间。但是舒适带不仅与气温有关, 还与大气水汽压有一定

联系(附表)。

附表 按皮肤相对湿度划分的舒适带

舒适带等级	皮肤相对湿度/%	相当于气温/℃	相当于水汽压/hPa	热感受
热不舒适	<25	>22	>24	炎热
较舒适(热)	25—32	18—22	14—24	温和
舒适	32—38	14—18	8—10	温
较舒适(冷)	38—45	10—14	5—8	凉爽
冷不舒适	>45	<10	<5	寒冷

1.3 资料

我们利用国家气象局整编的 1950—1970 年地面气候资料, 气温和水汽压都取月平均值, 人体皮肤温度按文献[1]提供的资料, 先按公式(6)和(7)计算出 e_{sk} 和 e_{sk} , 然后再按公式(5)计算 W , 最后绘制出各月的皮肤相对湿度分布图。

2 结果和讨论

人体皮肤相对湿度直接受大气温度和水汽压这两个环境要素控制, 因而其地理分布也十分复杂并随季节有很大不同。

2.1 冬季

1 月是冬季的典型代表。皮肤相对湿度 45% 等值线大体沿 25°N 或沿南岭往西经昆明到腾冲。就是说, 舒适带分布在南岭以南的华南地区, 包括广东, 海南和台湾全省, 广西和云南大部 and 福建南部。除此以外, 全国其他地区都在 45% 以上, 东北北部, 新疆北部和青藏高原在 80% 以上, 这是干燥而寒冷的气候在皮肤相对湿度上的反映(图 1)。

2.2 春季

东部地区除东北北部的皮肤相对湿度还在 45% 以上之外, 其他地区都处在舒适带之内。南岭以北、燕山以南的整个长江流域和黄河中下游都处在 32%—38% 的最舒适范围

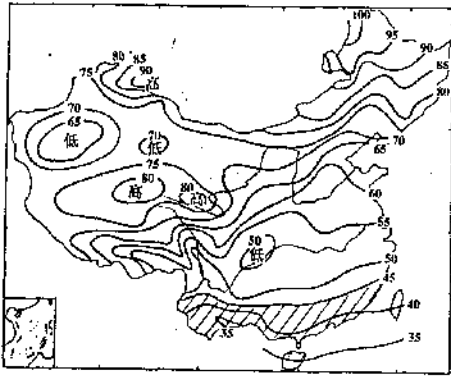


图1 中国1月皮肤相对湿度的分布

中,四川盆地和太行山以东平原是两个舒适中心。西部新疆北部、青藏高原仍在45%以上,处在冷不舒适范围内,仅塔里木和内蒙西部在45%以下,进入舒适范围(见图2)。不过全国舒适带范围最大的月份是5月,这时除东北北部和青藏高原腹地以外,全国都在舒适带范围内。

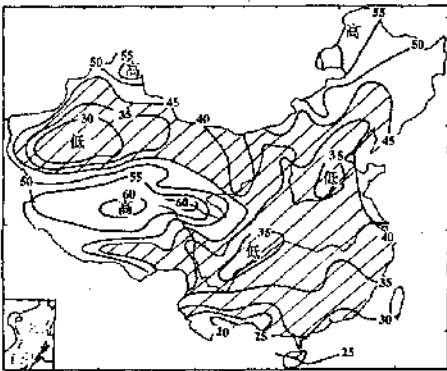


图2 中国4月皮肤相对湿度的分布

2.3 夏季

由于全国气温普遍升高,热不舒适成为主要趋势。这时东部地区除东北北部在舒适带范围以外,其余广大地区都处于热不舒适

时期,从黄河中下游,到整个长江流域和珠江流域是全国最不舒适地区,中心在湘江和赣江流域,其皮肤相对湿度在15%以下。西部青藏高原和新疆北部仍在舒适带内,最不舒适中心在塔里木盆地(图3),但由于这里水汽压比较低,尽管皮肤相对湿度也在15%以下,但是不舒适程度不如长江流域严重。

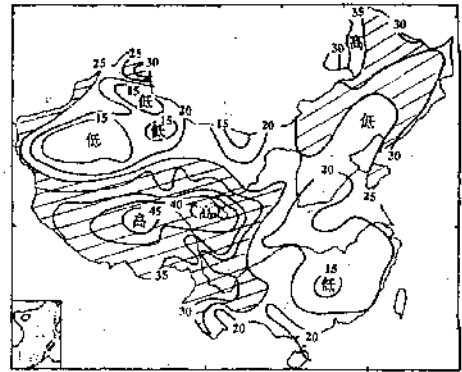


图3 中国7月皮肤相对湿度的分布

2.4 秋季

皮肤相对湿度25%等值线沿海岸分布。广东南部沿海和海南、台湾两省处在热不舒适范围,而45%等值线从辽河流域往东沿燕山—太行山,青藏高原东缘直达横断山脉,东北南部,黄河流域,长江流域,云贵高原和珠江流域,都包括在舒适带内。东北北部已进入冷不舒适时期。在我国西部地区,包括内蒙西部,新疆南部仍在舒适带内,但新疆北部和青藏高原,已进入冷不舒适范围。因此,秋季我国大部分地区属舒适带,和春季一样,属于舒适范围最大的时期(图4)。

2.5 几点讨论

皮肤相对湿度作为一个热舒适指数虽然有很多优点,但也有其局限性。现作如下讨论。

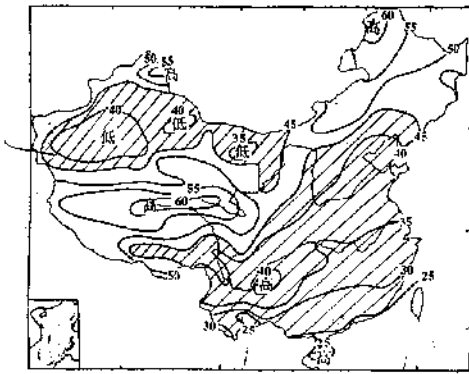


图4 中国10月皮肤相对湿度的分布

2.5.1 皮肤相对湿度尽管是多种生理参数和环境气候参数的函数,并能利用已知气象参数计算得到;但是在我们的计算中,大气水汽压实际上是大气温度的函数,并不是一个完全独立的因素,而风速的影响在式(5)中实际上是被消除了,而在式(6)中也看成是常数(0.7947),就是说计算时并未真正考虑风速,这样,本文计算的皮肤相对湿度与在不同风速下的皮肤相对湿度实际上有一定差异。但本文的计算仍然是有意义的;因为风速受局地影响和大气脉动影响都很大,无论在空间上或是时间上保守性都很差;如若在计算中充分考虑风速,反而会使计算结果看上去更加杂乱。

2.5.2 由于皮肤相对湿度是在标准衣着条件下定义的,这样计算的结果和裸露情况有很大不同;但是人们的衣着情况十分复杂,地区差异,季节变化,人体体质差异,衣着材料和结构变化,都会导致皮肤相对湿度产生变化,作为生理气候研究的问题,略去这些因素也是合理的。

2.5.3 皮肤相对湿度是根据各月平均气温

和平均水汽压计算的。得到的结果只具有平均意义。实际上,天气气候有年、日周期性变化,也有各种非周期性变化,实际的皮肤相对湿度也会随着天气气候变化而变化,这是应该注意的。同时,由于皮肤相对湿度是多种气候参数的函数,在同样皮肤相对湿度条件下,各种气候参数的组合并不一定相同,热不舒适情况也有差异。例如,夏季7月,塔里木盆地和湘江—赣江流域皮肤相对湿度都是低值区($W < 15\%$),但是由于塔里木空气干燥, $e_a < 14\text{hPa}$,仍在舒适范围内;温度却很高,吐鲁番最高温度达 48°C ,已达到极端热不舒适范围,所以是干热;而湘江赣江流域空气潮湿, $e_a > 30\text{hPa}$,温度也很高,7月平均温度达 30°C ,无论湿度和温度都已达到热不舒适指标,所以是湿热。湿热比干热要难受得多,这是众所周知的事实。

3 结论

3.1 皮肤相对湿度是指在衣着条件下近皮肤层的相对湿度,是人体皮肤温度、皮肤水汽压及周围大气温度、大气水汽压和风速的函数。皮肤相对湿度可以从直接测量人体参数得到,也可以利用已知气象资料计算得到。

3.2 皮肤相对湿度的地理分布与气温相似,主要受纬度、海陆分布、地形和大气环流等因素控制。每一个季节的皮肤相对湿度地理分布都反映这些因素的影响,但各个因素影响的程度有差异。例如,纬度影响在冬季大;海陆分布影响在夏季最明显;而地形和高度影响在各个季节都很突出,特别是在西部地区。

3.3 根据皮肤相对湿度划分舒适带, $W = 25\% - 45\%$ 属舒适, $W < 25\%$ 是热不舒适,而

$W > 45\%$ 是冷不舒适。我国舒适带的位置、分布范围都有明显季节变化。冬季舒适带只分布在南岭以南的华南地区, 全国绝大部分地区都在冷不舒适的控制下; 夏季除东北北部, 新疆北部和青藏高原仍处在舒适带以外, 全国其他地区都处在不舒适带范围内, 塔里木盆地和湘江—赣江流域是两个最不舒适中心, 后者又潮湿又炎热, 不舒适情况更加严重; 春秋季节是舒适带分布最广的时期, 在这个季节, 除东北北部, 新疆北部和青藏高原内部少数地区有微弱冷不舒适外, 全国各地都处于舒适带范围内。

参考文献

1 Belding, H. S., and Hatch, T. F., Index for evaluating

heat stress in terms of resulting physiological strains.

Heat piping Air conditioning, 1955, 27, 129—136.

2 Lee, D. H. K., Henschel, A. Effects of physiological and clinical factors on response to heat. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1966, 134, 743—749.

3 Gagge, A. P. A new physiological variable associated with sensible and insensible perspiration. Am. J. physiol. 1937, Vol. 120, 277—287.

4 Nishi, Y. and Gagge, A. P. Effective temperature scale useful for hypo- and hyper-baric environments. Aviation Space and Environmental Medicine. 1977, Vol. 48, 97—107.

5 Berglund, L. G., Cunningham, D. J., Stolwijk, J. A. J.

Geographical Distribution of Relative Humidity of Chinese Skin

Mao Zhengdan

(Geography Department of Hunan Normal University)

Abstract

According to Berglund's formula (1983): $W = (e_{sk} - e_a) / (e_{sk} - e_a)$, the relative humidity of man's skin is calculated by means of the monthly mean value of air temperature, vapour pressure and skin temperature. The climate comfort belts are divided according to the relative humidity of the skin. It showed that the main factors which decided the distribution of the relative humidity of Chinese skin are latitude, distribution of sea-land, topography and atmospheric circulation. China's climate comfort belt is defined according to the relative humidity of the skin 25%—45%. There are obvious regional difference and seasonal variance in the China's climate comfort belt.

Key Words: skin temperature relative humidity of the skin climate comfort belt