

张莹, 马敏劲, 王式功, 等. 2013. 中国大陆九大名山风景区旅游气候舒适度评价. 气象, 39(9): 1221-1226.

中国大陆九大名山风景区旅游气候舒适度评价^{*}

张 莹 马敏劲 王式功 尚可政

兰州大学大气科学学院, 半干旱气候变化教育部重点实验室, 兰州 730000

提 要: 气候舒适度及持续时间的长短, 是决定旅游资源质量和旅游季节长短的重要因素。本文采用以温湿指数、风寒指数和穿衣指数为基础的综合气候舒适度评价模型, 计算了我国具有代表性的九大名山风景区的气候舒适度指数, 划分出适宜旅游的等级和时段, 并对其随纬度的变化进行了分析。结果表明: 位于我国北方的长白山和五台山, 气候舒适度年变化呈倒“V”形, 舒适期较短, 长白山旅游舒适期为6—8月, 五台山较舒适期为6—8月; 位于我国中部的华山、泰山、黄山和峨眉山, 气候舒适度年变化呈倒“U”形, 旅游舒适期均为6—9月; 位于我国南方的庐山、武夷山和桂林山水, 气候舒适度年变化呈“M”形, 舒适期较长, 庐山旅游舒适期为5—10月, 武夷山和桂林山水的旅游舒适期为3—4月与10—11月。

关键词: 温湿指数, 风寒指数, 穿衣指数, 综合气候舒适度

中图分类号: P456

文献标志码: A

doi: 10. 7519/j. issn. 1000-0526. 2013. 09. 020

Evaluation on Tourism Climate Comfort in Nine Famous Mountain Scenic Spots in Chinese Mainland

ZHANG Ying MA Minjin WANG Shigong SHANG Kezheng

Key Laboratory of Semi-Arid Climate Change, Ministry of Education, College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000

Abstract: Climate comfort degree is very important to the development of tourism and it is also a major factor affecting the duration of tourism season. This paper employs a comprehensive climate comfort evaluation model, which is based on temperature humidity index (THI), wind-chill index (WCI) and index of clothing (ICL). We select nine famous mountain scenic areas which are typical in China sceneries and analyze climate comfort degree according to the new model. Then the grades of fitness and its temporal distribution are classified. The climate comfort degree of each season and north-south variation are analyzed, too. Nine famous mountains are divided into three types based on the distribution of comfort period in a year. The results indicate that: The variation of comprehensive comfort index of Changbai Mountain and Wutai Mountain, which are located in the northern part of China, is like an inverted “V” and the comfortable period is short. The most comfortable period of Changbai Mountain is from June to August and more comfortable tourism period of Wutai Mountain is from June to August. The variation of comprehensive comfort index of Emei Mountain, Huangshan Mountain, Taishan Mountain and Huashan Mountain, which are located in the central part of China, looks like an inverted “U”. And their comfortable tourism period is from June to September. The variation of comprehensive comfort index of Lushan Mountain, Wuyi Mountain and Guilin Landscape, which are located in the southern part of China, looks like an “M”

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201106034)、“中央高校基本科研业务费专项基金”自由探索项目(lzujbky-2012-123)和国家自然科学基金项目(41075103)共同资助

2012年5月5日收稿; 2012年12月6日收修定稿

第一作者: 张莹, 主要从事医学气象学研究. Email: zhangy881208@126.com

通信作者: 王式功, 主要从事医学气象学、干旱气候和现代天气预报技术方面的研究. Email: wangsg@lzu.edu.cn

and the comfortable period is the longest. Lushan Mountain's tourism comfortable period is from May to October, Wuyi Mountain and Guilin Landscape's tourism comfortable period is from March to April and from October to November.

Key words: temperature humidity index, wind-chill index, index of clothing, comprehensive comfort index

引言

气象条件对人类的生理和心理存在显著影响,人们在选择休闲度假和康体旅游地时,追求舒适的自然环境是主要动机之一。适宜的气象条件能消除人的疲劳,使人的体力和精力能较快地恢复,甚至能够使一些疾病得到缓解和治愈(柏秦凤等,2009),因此,舒适的气象条件是开展旅游活动的一个非常重要的因素。对气象条件的评价多采用气候舒适度,这方面的研究已有 40 多年的历史,早在 1966 年 Terjung(1966)就提出了气候舒适性指数(Comfort Index)的概念,1987 年 Oliver(1973)在暴露实验的基础上建立了风寒指数量表,加拿大气象局建立了气候舒适性指数测评的标准(David, 1985)。而我国目前对旅游地气候资源的综合评价研究较为薄弱,对部分名山气候风景的评价有一定的研究,但对名山旅游活动中何时何地气象条件最宜人,可供参考的文献资料和气候标准值比较少。随着旅游业的发展,气候舒适度评价日益受到重视,有关专家先后提出了许多新概念,如体感温度、不舒适指数、炎热指数等(Thom, 1957;1958; Terjung, 1968),也开始了人类生物气象与旅游气候评价研究(陆鼎煌等, 1984; 任健美等, 2004; 长安等, 2007; 孙根年, 2007; 彭洁等, 2011; 于庚康等, 2011; 2012)。

本文利用我国九大名山(泰山、黄山、华山、庐山、峨眉山、武夷山、长白山、五台山、桂林山水)的气象资料,计算出温湿指数、风寒指数和着衣指数,在此基础上,运用加权模型对各名山景区旅游气候舒适度进行综合评价,从气象环境对人体的舒适度着眼,划分适宜旅游的最佳舒适期并指出其时空分布特点及差异。这样,既可为有关部门合理安排旅游计划、拓宽旅游服务内容提供科学依据,又有助于公众选择最佳的旅游季节和地点。

1 旅游气候舒适度的概念与评价方法

气候舒适度(范业正等, 1998)是指人们无需借

助任何消寒、避暑措施就能保证生理过程正常进行的气象条件,其是否宜人是根据一定条件下皮肤的温度、出汗量、热感和人体调节系统所承受的负荷来确定。本文从影响气候舒适度最主要的因素气温、风速和相对湿度出发,采用温湿指数(Temperature Humidity Index, I_{TH})、风寒指数(Wind-Chill Index, I_{WC})和着衣指数(Index of Clothing, I_{CL})三项与人体关系最为密切的指标,对中国大陆具有典型代表性的九大名山风景区的气候舒适性进行分析研究。

1.1 气候舒适度的指数分析

(1) 温湿指数

温湿指数是通过温度和湿度的综合,反映人体与周围环境的热量交换,最初由俄国学者提出,计算公式为:

$$I_{TH} = (1.8t + 32) - 0.55(1 - f)(1.8t - 26) \quad (1)$$

式中, t 为温度(单位: $^{\circ}\text{C}$), f 为相对湿度(单位: %)。

(2) 风寒指数

风寒指数是由 Oliver 1987 年提出的,它表征的是寒冷环境条件下,风速与气温对裸露人体的影响。其物理意义是指皮肤温度 33°C 时,体表每小时单位面积的散热量(单位: $\text{kcal} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$),反映了人体与周围环境之间的热交换(正值为吸热,负值为散热)。计算公式如下:

$$I_{WC} = (33 - t)(9.0 + 10.9\sqrt{v} - v) \quad (2)$$

式中, t 为温度(单位: $^{\circ}\text{C}$), v 为风速(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)。

(3) 着衣指数

计算着衣指数的标准模型是由澳大利亚学者 Freitas(1979)提出的,他分析了人体通过穿衣来改变气象条件的不适应性,综合了气温、风速、太阳辐射和人体代谢等多种因素,该模型在实际研究中应用广泛,计算公式如下:

$$I_{CL} = \frac{33 - t}{0.155H} - \frac{H + aR\cos\alpha}{(0.62 + 19.0\sqrt{v})H} \quad (3)$$

式中, t 为温度(单位: $^{\circ}\text{C}$); H 代表人体代谢率的 75%(单位: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$),本文取轻活动量下的代谢

率,此时 $H=87 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$; a 表示人体对太阳辐射的吸收情况,本文取 0.06; R 表示垂直阳光在单位时间单位面积土地上所接收的太阳辐射(单位: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$); α 是太阳高度角,取平均状况且随纬度变化; v 为风速(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)。

依据温湿指数、风寒指数和着衣指数的等级划分标准,以及人们对温湿指数、风寒指数和着衣指数

的感受,将舒适度划分为 5 个不同的适宜性等级,分别是最适宜、适宜、较不适宜、不适宜、极不适宜。为综合分析旅游舒适气候,分别采用 9、7、5、3、1 对其进行定量标定,也为定量分析旅游气候舒适度提供依据。温湿指数、风寒指数和着衣指数 3 个旅游气候舒适度分级标准和评分赋值如表 1 所示。

表 1 温湿指数、风寒指数和着衣指数分级标准(李秋等, 2005, 任健美等, 2004)

Table 1 Grade standard of I_{TH} , I_{WC} and I_{CL}

温湿指数(I_{TH})		风寒指数(I_{WC})		着衣指数(I_{CL})		符号及赋值	
范围	人的感觉状况	范围	人的感觉状况	范围	衣着	级别	赋值
<40	极冷,极不舒服	≤ -1000	强冷风	>2.5	各种冬季羊毛运动衫	e	1
40~45	寒冷,不舒服	-800~-1000	冷风	1.8~2.5	常用便服加坚实外套	d	3
45~55	偏冷,较不舒服	-600~-800	稍冷风	1.5~1.8	传统冬季常用服装	c	5
55~60	清凉,舒适	-300~-600	凉风	1.3~1.5	有棉布外套的常用便服	b	7
60~65	凉,非常舒适	-200~-300	舒适风	0.7~1.3	有衬衫和内衣的便服	A	9
65~70	暖,舒适	-50~-200	暖风	0.5~0.7	轻便的夏装	B	7
70~75	偏热,较舒适	80~-50	皮肤不明显风	0.3~0.5	短袖开领衫	C	5
75~80	闷热,不舒适	+160~+80	皮肤感热风	0.1~0.3	热带动衣着	D	3
>80	极其闷热,极不舒适	≥ 160	皮肤不适风	<0.1	超短裙	E	1

1.2 旅游气候舒适度评价的综合模型

旅游气候是一个复杂的系统,从系统的组成和结构来说,气候舒适度可划分为 3 层(图 1);底层是气象要素(如太阳辐射、气温、湿度、风速等);中间层是温湿指数、风寒指数和着衣指数,它们是由部分气象要素按作用机制形成的 3 个评价指标;顶层是三者的综合,以月(或旬)为单位。本文采用马丽君等(2009)提出的气候舒适度综合评价模型对九大名山旅游气候舒适度进行评价。该模型以温湿指数、风寒指数和着衣指数为基础,采用专家打分和层次分析法确定各分指数的权重,其计算公式如下:

$$C = 0.6X_{I_{TH}} + 0.3X_{I_{WC}} + 0.1X_{I_{CL}} \quad (4)$$

式中: $X_{I_{TH}}$, $X_{I_{WC}}$ 和 $X_{I_{CL}}$ 分别为温湿指数、风寒指数和着衣指数的分级赋值,0.6、0.3、0.1 为各分指数

的权重系数。规定某个月份中,温湿指数、风寒指数和着衣指数的排列式为 AAA、BAA、AbA、bbb 等,即 $7 \leq C \leq 9$ 时为舒适;排列形式为 cbc、CBB 等,即 $5 \leq C < 7$ 时为较舒适;排列形式为 dcd、dbd、ccd、ebd 等,即 $3 < C < 5$ 时为较不舒适;排列形式为 ede、ece、ecd、eee 等,即 $1 \leq C \leq 3$ 时不舒适。

这种计算方法及分级标准与文献(刘清春等, 2007)的有关规定基本相似,然而该模型的计算较前者更为方便,同时该模型还具有以下 3 个特点:(1)气候舒适度月指数具有可加和特征,可以通过累加计算各季节综合舒适度,使得气候舒适度季节指数在 1~27,全年综合舒适指数在 1~108 之间;(2)气候舒适度的季节指数和年指数值,能够综合反映适宜旅游季节及其舒适期的长短;(3)便于不同季节、不同区域气候舒适度的分析与比较,为直观反映气候舒适度的年内变化和揭示气候舒适度空间分布提供依据。

2 计算与评价

2.1 各月温湿指数、风寒指数及着衣指数

根据式(1)~式(3),表 1 以及九大名山旅游风景区 1961—2010 年月平均温度、湿度、风速等气象

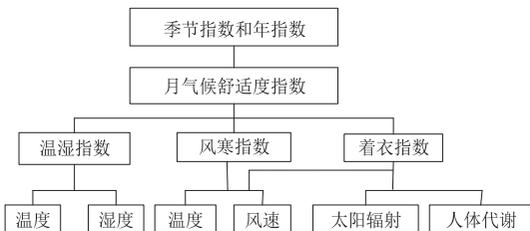


图 1 综合舒适指数构成图

Fig. 1 Structure of comprehensive climate comfort index

资料,计算了九大名山各月的温湿指数、风寒指数和穿衣指数,并通过式(4)计算得出九大名山旅游气候

舒适期分布,结果见表 2。

表 2 九大名山旅游气候舒适期分布

Table 2 Distribution of climate comfort period in 9 famous mountains

名山	纬度/°	舒适期	较舒适期	较不舒适期	不舒适期	舒适期长度/月	年综合舒适指数
长白山	41.56	6—8月	5,9月	4,10月	1—3,11—12月	3	42.2
五台山	38.96	—	6—8月	5,9月	1—4,11—12月	—	36.2
泰山	36.27	6—9月	5月	4,10月	1—3,11—12月	4	55.8
华山	34.50	6—8月	5,9,10月	4,11月	1—3,12月	3	55.6
黄山	29.43	6—9月	5,10月	2,4,11—12月	1,3,11—12月	4	59.2
峨眉山	29.98	6—9月	—	4—5,10月	1—3,11—12月	4	53.4
庐山	29.70	5—10月	4月	1—3,11—12月	—	6	73.2
武夷山	27.53	4—5,10—11月	1—3,6,9,12月	7—8月	—	4	74.2
桂林山水	25.17	3—4,10—11月	5,9,12月	1,6—8月	—	4	71.8

从表 2 可以看出,(1)长白山、五台山、泰山、华山、黄山和峨眉山所处的纬度相对较高,海拔较高,年平均气温相对较低,一年内寒冷或极冷的时间较长,从而不适宜旅游的时间相对较长。长白山和华山旅游舒适期为 6—8 月,共计 3 个月;泰山、黄山和峨眉山适宜旅游的时间基本上都在 6—9 月,共计 4 个月;从气候舒适度的角度考虑,五台山因地形复杂,海拔高,较舒适期为 6—8 月,是夏季避暑疗养的好地方。这六大名山不舒适期大体上分布在 11 月至次年 3 月。(2)庐山、武夷山和桂林山水,由于所处纬度相对较低、气候湿润、冬暖夏凉。庐山最佳舒适期为 5—10 月,共计 6 个月;武夷山最佳舒适期为 4—5 月、10—11 月,舒适期长度为 4 个月;桂林山水旅游的最佳旅游舒适期为 3—4 月、10—11 月,舒适期长为 4 个月。这三大旅游区均没有不适宜旅游的时期。

2.2 九大名山舒适期分布规律

依据式(1)~式(4),按照表 1 中 3 个指数的分级方案及赋值标准,将各月的综合气候舒适度合并成一个可比较与可加和的标量,对气候舒适性划分等级。由于九大名山的纬度差异较大,下面着眼旅游气候舒适度随纬度变化的差异,重点分析年变化规律和季节变化规律。图 2 和图 3 为九大名山综合舒适度的年变化规律和季节变化规律。其中,横坐标按纬度将九大名山从北向南排列,纵坐标为各大名山气候舒适度季节指数,各年和各季综合气候舒适度分别由月指数加和而成。

指数和值在某种程度上可以反映某个地区的舒

适性的高低。在求得各月 3 个指数和之后,把各月指数和相加得到年指数和。从图 2 可以看出年综合气候舒适度指数随纬度的降低整体呈上升趋势,武夷山的年指数和最高为 74.2,五台山的年指数和最低为 36.2,两者相差 38.0。由于旅游气候舒适度还受到其他因素的影响,舒适度与纬度并不呈简单的线形关系。年综合气候舒适指数的大小,反映了各地气候舒适旅游期的长短,在某种程度上与全年接待的客流量和旅游收入成正相关关系,这是本模型旅游经济意义。

从图 3 可以看出,夏季(6—8 月)随着纬度的降低,气候舒适度指数呈减小趋势,9 月至次年 5 月,

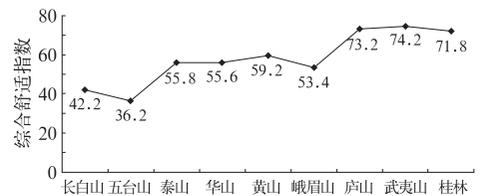


图 2 九大名山年舒适度差异

Fig. 2 Diversity of climate comfort degree in 9 famous mountains

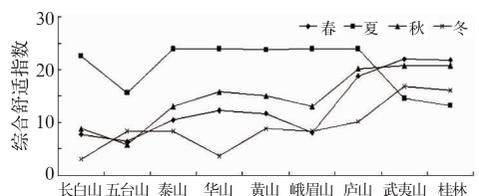


图 3 九大名山季节舒适度差异

Fig. 3 Seasonal variation of climate comfort degree in 9 famous mountains

随着纬度的降低,综合舒适指数整体而言呈上升趋势。2—5 月综合舒适度指数随纬度变化最为明显,其中最南部桂林的指数为 22.0,北部五台山的指数为 6.4,相差 15.6;9—11 月南部武夷山和桂林的指数为 20.8,北部五台山的指数为 5.8,相差 15.0;12 月至次年 2 月,武夷山指数为 16.8,长白山指数为 3.0,相差 13.8。从图 3 还可以看出,南方各名山气候舒适度年内变化较小,四季气温变化范围不大;而北方各名山舒适度年较差较大,四季分明。

2.3 旅游气候舒适型的划分

由图 2 可以看出年综合舒适指数分布存在较强的纬度地带性规律,为了进一步弄清各大名山气候舒适度的年内变化特点,将九大名山分为 3 类(图 4~图 6)。

(1) 北方名山:长白山和五台山均位于我国北方,纬度高、海拔高,全年气温低、风速大,炎热季节短暂甚至没有,全年综合气候舒适度变化较大。素有“千年积雪万年松,直上人间第一峰”美誉的长白

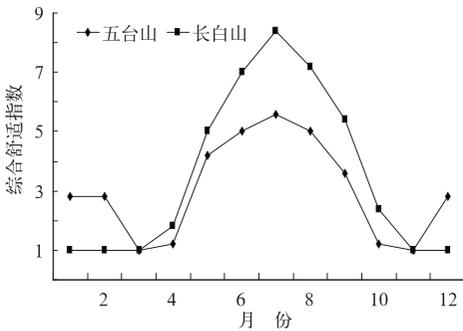


图 4 北方名山综合舒适指数

Fig. 4 Comprehensive comfort index in northern mountains

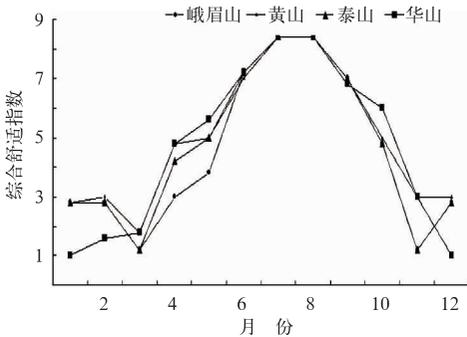


图 5 中部名山综合舒适指数

Fig. 5 Comprehensive comfort index in central mountains

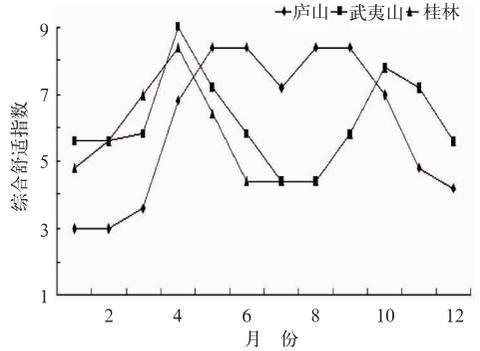


图 6 南方名山综合舒适指数

Fig. 6 Comprehensive comfort index in southern mountains

山 6—8 月综合旅游气候舒适度 ≥ 7 , 是旅游的最佳季节;有“六月冰方融,七月雪将至”之说的五台山,因海拔高、温度较低、冬积雪、夏飞雪、无炎暑,全年平均气温为 -4°C ,7 至 8 月最热,分别为 9.5°C 和 8.5°C ,从气象环境有利于人体健康的角度来讲,6—9 月较舒适。当夏天的南方酷热难耐时,长白山和五台山清凉舒适,是旅游避暑胜地。两大名山的不舒适期较长,均为 12 月至次年 3 月,此时温度低、寒风刺骨、大雪封山,极不适宜旅游。从图 4 可以看出北方名山年内综合气候舒适度呈倒“V”形。

(2) 中部名山:峨眉山、华山、黄山和泰山均位于我国中部地区,日照相对充足、雨量充沛、气候四季分明,从气象环境对人体舒适度的影响着眼,6—9 月是旅游的黄金时段,此时综合气候舒适度、温湿指数、风寒指数等一般都 ≥ 7 ,山下炎热难熬,山上清凉舒适,是旅游避暑的胜地。不舒适期基本上都为 12 月至次年 3 月。从图 5 可以看出我国中部名山年内综合气候舒适度的变化呈倒“U”形。

(3) 南方名山:庐山、武夷山和桂林山水均位于我国南方,纬度和海拔相对较低,舒适期较长。庐山适宜旅游的时间是 5—10 月,良好的气候和优美的自然环境,使庐山成为世界著名的避暑胜地;武夷山因纬度较低,地处盆地中部,北有山地作屏障,夏无酷暑、冬无严寒,武夷山适宜旅游的时间是 4—5 月和 10—11 月;桂林山水适宜旅游的时间是 3—4 月和 10—11 月。三大旅游区全年气候舒适度变化较小,均没有不适宜旅游的季节。从图 6 可以看出南方名山年内综合气候舒适度全年变化呈“M”形。

3 结 论

本文从旅游气候舒适度的层次结构出发,在分析温湿指数、风寒指数和着衣指数的基础上,运用气候舒适度综合评价模型,对我国具有典型代表性的九大名山气候舒适度进行了分析与评价。结果表明,(1)位于我国北方的长白山旅游舒适期为6—8月,五台山旅游较舒适期为6—8月,年内气候舒适度均呈倒“V”形变化;(2)地处我国中部的峨眉山、华山、黄山和泰山,旅游气候舒适期为6—9月,年内气候舒适度呈倒“U”形变化;(3)位于我国南方的庐山旅游舒适期为5—10月,武夷山和桂林山水适宜旅游的黄金时间是3—4月和10—11月。年内气候舒适度呈“M”形变化。本文研究可为区域旅游活动的开发和旅客出游季节和地方的选择提供科学依据。

参 考 文 献

- 柏秦凤,霍治国,等. 2009. 中国 20 座旅游城市人体舒适度指数分析. 生态学杂志, 28(8): 1607-1612.
- 长安,葛全胜,方修琦,等. 2007. 青藏铁路旅游线气候适宜性分析. 地理研究, 26(3): 533-540.
- 范业正,郭来喜. 1998. 中国海滨旅游地气候适宜性评价. 自然资源学报, 13(4): 304-311.
- 李秋,仲桂清. 2005. 环渤海地区旅游气候资源评价. 干旱区资源与环境, 19(2): 149-153.
- 刘清春,王铮,许世远. 2007. 中国城市旅游气候舒适性分析. 资源科学, 29(1): 133-140.
- 陆鼎煌,陈健,崔森,等. 1984. 北京居住楼区绿化的夏季辐射效益. 北京林业学院学报, 4: 1-7.
- 马丽君,孙根年,等. 2009. 中国热点城市旅游气候舒适度评价. 自然科学, 37(2): 96-102.
- 彭洁,宗志平,黄小玉,等. 2011. 湖南猛洞河漂流气候舒适度评价及预报方程的建立. 气象, 37(6): 771-776.
- 任健美,牛俊杰,胡彩虹,等. 2004. 五台山旅游气候及其舒适度评价. 地理研究, 23(6): 856-861.
- 孙根年,马丽君. 2007. 西安旅游气候舒适度与客流量年内变化相关性分析. 旅游学刊, 22(7): 34-39.
- 于庚康,徐敏,高苹,等. 2012. 江苏冬夏人体舒适度指数异常的背景场研究. 气象, 28(5): 593-600.
- 于庚康,徐敏,于堃,等. 2011. 近 30 年江苏人体舒适度指数变化特征分析. 气象, 37(9): 1145-1150.
- David D H. 1985. Handbook of Applied Meteorology. New York: John Wiley and Sons. Inc, 778-811.
- Freitas C. 1979. Human climates of Northern China. Atmospheric Environment, 13: 71-77.
- Oliver J E. 1973. Climate and Man's Environment: An Introduction to Applied Climatology. New York: John Wiley and Sons. Inc, 195-206.
- Terjung W H. 1966. Physiologic climates of the contentious United States: A bioclimatic classification based on an. Annual Association of Applied Geochemistry, 5(1): 141-179.
- Terjung W H. 1968. World pattern of the distribution of monthly comfort index. International Journal of Biometeorology, 2: 119-151.
- Thom E C. 1957. A new concept for cooling degree days. Air Condition; Heat & Ventilation, 54: 73-80.
- Thom E C. 1958. Cooling degree days. Air Condition; Heat Ventilation, 55: 65-72.