

上海佘山国家旅游度假区气象环境条件分析

荣裕良^{1,2} 张霞³ 贺千山⁴

(1 上海市松江区气象局, 上海 201620; 2 中国气象局上海台风研究所, 上海 200030;
3 上海市气象科技服务中心, 上海 200023; 4 上海市闵行区气象局, 上海 201100)

摘要: 利用松江国家气象观测站1955—2014年的平均气温、相对湿度、风速、日照时数和气象灾害数据等气候观测资料, 分析了上海松江佘山国家旅游度假区的主要气象灾害的发生时段, 同时采用了气候舒适度评价和气象灾害气候趋势分析研究了气象条件对度假区旅游的影响。结果表明, 度假区旅游气象灾害主要有大雾、台风、暴雨、大风、雷暴、高温。虽然各种气象灾害影响时段不同, 但主要出现在5—10月。度假区一年当中共有19个旬气候舒适, 适宜旅游活动, 时间段分布在3—5月和9月下旬—12月底。度假区共有17个旬不适宜旅游活动, 时间段为1—2月和6月—9月中旬。最后针对度假区的气象环境条件研究结果, 对做好度假区旅游气象服务工作提出了建议。

关键词: 旅游气象, 气候舒适度, 气象灾害

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2018.06.004

Analysis of Meteorological Effect on the Sheshan National Tourist Resorts in Shanghai

Rong Yuliang^{1,2}, Zhang Xia³, He Qianshan⁴

(1 Songjiang Meteorological Service of Shanghai, Shanghai 201620
2 Shanghai Typhoon Institute, China Meteorological Administration, Shanghai 200030
3 Shanghai Meteorological Technology Services Center, Shanghai 200023
4 Minhang Meteorological Service of Shanghai, Shanghai 201100)

Abstract: In this paper, the main meteorological disasters in the Sheshan National Tourist and Vacation Areas are analyzed by using the climate data for 1955-2014, such as average temperature, relative humidity, wind speed, insolation duration etc. The influences of meteorological parameters on this area are studied with the climate comfort evaluation and meteorological disaster. It is found that the major meteorological disasters in this area include fog, typhoon, storm, wind, thunderstorms and high temperature, which were occurred in different period with higher frequency in May - October. Nineteen comfortable ten-day periods in a year are suitable for tourist activities between March and May, late September and the end of December. And seventeen ten-day periods in a year are not suitable for tourist activities between January and February, June and the middle of September. Some suggestions for tourism weather service based on these results are listed in the conclusion.

Keywords: tourism weather, climate comfort, meteorological disasters

0 引言

天气、气候与旅游活动有直接或间接的关系。旅游活动是在一定的天气或气候环境中进行, 选择适宜的天气和气候是外出旅行的重要动机之一^[1], 旅游气候的舒适性及持续时间, 影响到旅游项目开发、旅游运营决策和旅游季节长短, 如山地生态旅游、海岛休闲游、河川漂流、滑雪旅游等, 常受到气候变化的影响^[2], 同时, 意外的旅游气象灾害往往阻碍正常的旅游活动或给旅游业带来损失^[3-4]。国内外学者开展了

天气气候和旅游的研究, 取得了一系列的成果。1966年, Terjung^[5]提出了气候舒适性指数的概念和分类方案。Wall^[6]认为加拿大安大略省乔治亚峡谷滑雪胜地可能因气候变化而消失。Coombes等^[7]研究表明, 随着温度的升高, 游客对滨海地区的旅游需求将会增加。马丽君等^[8]通过构建旅游气候舒适度指数, 对陕西省旅游舒适度的时空分布进行了分析, 划分了旅游舒适期。王金莲等^[9]结合黄山风景区旅游气象灾害特点, 构建了景区旅游气象灾害防御系统。

上海松江佘山国家旅游度假区(以下简称“度假区”)作为上海唯一的自然山林胜地, 具有其特殊的天气和气候特征, 为此本文利用松江区60年的统计资料, 对度假区的气候舒适度进行了旬尺度的评价, 并

收稿日期: 2017年3月30日; 修回日期: 2017年11月29日
第一作者: 荣裕良(1983—), Email: axiong110@163.com
资助信息: 上海市气象局面上项目(MS201416); 上海市气象局台风科技创新团队项目

对度假区的旅游气象灾害进行了统计分析,这对于加强本地区旅游气象服务能力,实现旅游业的可持续发展,保护旅游资源和游客的生命财产安全,提升上海国际大都市气象旅游服务水平具有重要意义。

1 研究区概况

1.1 旅游资源概况

度假区(121°49'E, 31°05'N)位于上海市西南、松江西北部,规划面积为64.08 km²,核心区面积为10.88 km²。度假区内有上海市著名的佘山国家森林公园,包括东西佘山、天马山、凤凰山、小昆山等12座山峰,有上海欢乐谷、辰山植物园、天马山赛车场、佘山影视基地、广富林文化遗址等可供游客游览、娱乐的景点和场所20多处,其中国家4A级旅游景区(点)4家、高标准国际高尔夫俱乐部2家、国际赛车场1家;拥有星级饭店4家,具体见表1。

表1 度假区各主要景点概况
Table 1 Main scenic spots in the Holiday Resorts

类别	景点名称	节庆活动
生态与人文旅游区	佘山国家森林公园(4A级)	东佘山元旦登高 兰笋文化节 佘山朝圣活动 佘山森林旅游节 东佘山重阳登高
休闲娱乐区	月湖雕塑公园(4A级) 上海欢乐谷(4A级) 玛雅海滩水公园	欢乐谷盛夏狂欢季、冰雪音乐节、万圣节狂欢活动
科普旅游区	辰山植物园(4A级) 上海天文博物馆 地震科普馆	辰山国际兰花展、辰山草地音乐节活动
休闲运动旅游区	佘山高尔夫俱乐部 天马乡村俱乐部 天马赛车场	天马论驾活动

1.2 气候概况

度假区地处长江三角洲平原,太湖流域碟形洼地底部,属北亚热带季风区域,四季分明,雨量充沛,夏季炎热潮湿,冬季寒冷干燥。全年盛行季风,当夏季风和冬季风的强弱、进退异常时,就会发生灾害性天气,灾害性天气主要是春夏季暴雨低温冷害和热带风暴以及强对流天气(雷雨大风、冰雹、龙卷风)。年平均气温16.2℃,最热的7月,平均气温28.1℃,最冷的1月,平均气温4.0℃,年降水量1168.2 mm,其中汛期(6—9月)降雨量平均为596.4 mm,占年降水量的一半以上。

2 资料与方法

2.1 资料来源

度假区位于松江西北部,核心区距离松江国家气象观测站7.3 km,根据《地面气象观测规范》和《气象仪器和观测方法指南》(第六版)关于观测站代表

性的描述,松江国家气象观测站的资料可以代表度假区的气象状况,为保证数据的完整性和可靠性,研究所用数据均为松江国家气象观测站1955—2014年的观测资料,要素为平均气温、相对湿度、风速、日照时数和气象灾害数据等,数据准确、可信度高。

2.2 研究方法

本文引入气候舒适度评价和气象灾害气候趋势分析相结合的方法对度假区的气象影响进行分析。气候舒适度评价在马丽君等^[10]的基础上,用风效指数(K)代替风寒指数(WCI),最终得到温湿指数(THI)、风效指数(K)和着衣指数(ICL)组合的旅游舒适度指数(C)对度假区进行分析。

2.2.1 温湿指数^[11]

温湿指数最初称为有效温度,计算式为 $E_t = T_d - 0.55(1-f)(T_d - 58)$,其中, T_d 为摄氏温度。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。将华氏温度改为摄氏温度,其计算式如下

$$THI = (1.8t + 32) - 0.55(1-f)(1.8t - 26), \quad (1)$$

式中, t 为气温(℃), f 为相对湿度(%)。在广泛试验的基础上,依据温湿指数值的大小,将其划分为9个等级(表2)。

2.2.2 风效指数^[12]

风效指数由风寒指数 $WCI = (33-t)(9.0+10.9\sqrt{V}-V)$ 演变而来。风效指数是既考虑体表的散热也考虑了太阳辐射后人体的增热,它反映体表与周围环境之间的热交换,即体表单位面积的热交换量率(正值为吸热,负值为散热)。计算公式如下

$$K = -(10\sqrt{V} + 10.45 - V)(33-t) + 8.55S, \quad (2)$$

式中, t 为气温(℃), V 为风速(m/s), S 为日照时数(h/d)。依据风效指数值的大小,将其划分为9个等级(表2)。

2.2.3 着衣指数^[13]

着衣指数考虑了人们通过穿着不同的衣物来改变气候带来的不舒适情况,该模型在实际研究中得到广泛应用。其计算式如下

$$ICL = (33-t)/0.155H - (H + aR \cos \alpha)/(0.62 + 19.0\sqrt{V})H', \quad (3)$$

式中, t 为日平均气温(℃); H 为人体代谢率的75%(W/m²),本文取轻活动量下的代谢率,此时 $H=87$ W/m²; a 为人体对太阳辐射的吸收情况,这里取0.06; R 为垂直阳光的单位面积土地所接收的太阳辐射(W/m²); α 为太阳高度角,取平均状况,设纬

表2 温湿指数、风效指数和着衣指数等级
Table 2 The classification of the THI, K and ICL

温湿指数 (THI)		风效指数 (K)		着衣指数 (ICL)		符号及赋值	
范围	人的感觉	范围	人的感觉	范围	衣着	级别	赋值
<40	极冷, 极不舒适	≤-1000	极冷风	>2.5	羊毛运动衫	e	1
40~45	寒冷, 不舒适	-1000~-800	冷风	1.8~2.5	厚外套	d	3
45~55	偏冷, 较不舒适	-800~-600	稍冷风	1.5~1.8	冬季常用服装	c	5
55~60	清凉, 舒适	-600~-300	凉风	1.3~1.5	有棉外套的便服	b	7
60~65	凉, 非常舒适	-300~-200	舒适风	0.7~1.3	有衬衫和内衣的便服	A	9
65~70	暖, 舒适	-200~-50	暖风	0.5~0.7	轻便的夏装	B	7
70~75	偏热, 较不舒适	-50~80	暖热风	0.3~0.5	短袖开领衫	C	5
75~80	闷热, 不舒适	80~160	热风	0.1~0.3	热带衣着	D	3
>80	极闷热, 极不舒适	≥160	炎热风	<0.1	超短裙	E	1

度为 β , 夏季各地太阳高度角为 $90-\beta+23^{\circ}26'$, 冬季时各地太阳高度角为 $90-\beta-23^{\circ}26'$, 春秋各地太阳高度角为 $90-\beta$; V 为风速 (m/s)。在广泛试验的基础上, 依据着衣指数值的大小, 将其划分为9个等级 (表2)。

2.2.4 综合旅游舒适度指数

气候是一个复杂的系统, 包括太阳辐射、大气温度、大气湿度、风速等气候要素。根据马丽君等^[8]的研究, 以温湿指数、风效指数和着衣指数为基础, 同时根据本地区的实际, 确定旅游者对温湿指数、风效指数和着衣指数的感受, 将其划分为5个不同的舒适性等级, 分别是最舒适、舒适、较不舒适、不舒适和极不舒适, 并用9, 7, 5, 3, 1对其进行了定量标定。温湿指数、风效指数和着衣指数3个旅游气候舒适度分级标准、人体感受及等级符号和评分赋值如表2。在此基础上, 采用专家打分确定各分指数的权重, 建立了一个新的旅游气候舒适性综合评价模型, 其计算公式如下

$$C=0.6X_{THI}+0.3X_K+0.1X_{ICL}, \quad (4)$$

式中, C 为旅游舒适度指数; X_{THI} , X_K 和 X_{ICL} 分别为温湿指数、风效指数和着衣指数的分级赋值; 0.6, 0.3, 0.1分别为各分指数的权重系数。并将旅游舒适度指数分为4个等级 (表3)

表3 旅游舒适度指数等级

Table 3 The classification of climate comfort index

级别	数值范围
舒适	$6 \leq C \leq 9$
较舒适	$5 \leq C < 6$
较不舒适	$3 < C < 5$
不舒适	$1 \leq C \leq 3$

3 结果与分析

3.1 度假区旅游气候舒适度分析

根据公式 (1) ~ (3), 分别计算出温湿指数、

风效指数、着衣指数, 并对应相应的级别符号和赋值, 再用公式 (4) 计算得到年内以旬为单位的旅游舒适度指数 (表4)。从中可以看出, 佘山国家旅游度假区共有10个旬的舒适度指数 ≥ 6 , 对应为舒适级别; 有9个旬的舒适度指数达到较舒适级别; 9个旬为较不舒适级别; 8个旬为不舒适级别。因此全年共有19个旬的气候, 适宜于旅游活动。

表4 度假区全年旅游舒适度指数

Table 4 The monthly variation of climate comfort index

时间	上旬	中旬	下旬
1月	dbc 4.4	dbd 4.2	dbd 4.2
2月	dbd 4.2	dbc 4.4	dbc 4.4
3月	cAc 6.2	cAb 6.4	cBb 5.8
4月	bBA 7.2	bCA 6.6	ACA 7.8
5月	ADA 7.2	BEA 5.4	BEA 5.4
6月	CEB 4.0	CEC 3.8	DEC 2.6
7月	DED 2.4	EEE 1.0	EEE 1.0
8月	EEE 1.0	DED 2.4	DED 2.4
9月	DEC 2.6	CEB 4.0	BEB 5.2
10月	BDA 6.0	ADA 7.2	ADA 7.2
11月	bCb 6.4	cBb 5.6	cBc 5.6
12月	cBb 5.8	dAc 5.0	dAc 5.0

从度假区全年旅游舒适度指数 (图1) 可以看出, 度假区全年旅游舒适度分布曲线类似“M”形, 1—2月由于天气较冷, 舒适度较低, 较不适合旅游活动; 3—5月气候舒适, 适合旅游出行; 6月上中旬, 由于温度升高, 舒适度降低, 从6月下旬起到9月中旬, 随着温度进一步升高, 太阳辐射加强, 湿度加大, 舒适度降为不舒适级别, 不适合旅游活动; 从9月下旬开始, 度假区迎来了秋高气爽的时节, 一直到12月底, 舒适度较高, 适宜于旅游活动。

3.2 度假区主要旅游气象灾害特征

从1955—2014年统计资料来看, 气象灾害几乎每年都有出现, 度假区主要旅游气象灾害是大雾、台

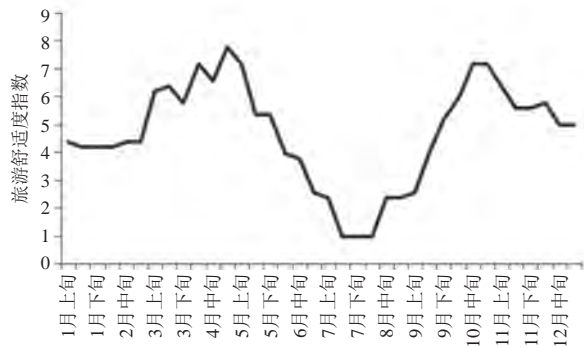


图1 度假区年内旅游舒适度变化

Fig. 1 The ten-day variation of climate comfort index

风、暴雨、大风、雷暴、高温，各种气象灾害的影响时段不同（表5），但主要出现在5—10月。从出现次数来看，以大雾最多，其次为雷暴。这些灾害会给旅游环境、旅游设施及游客生命财产造成较大的危害。

表5 主要旅游气象灾害及主要影响时段

Table 5 The influence period of various meteorological disasters

灾害名称	大雾	雷暴	大风	高温	暴雨	台风
影响时段	全年	6—9月	全年	5—9月	6—9月	5—10月

3.2.1 大雾的气候特征

大雾在气象上是指大量微小水滴悬浮于空中，常呈乳白色，使水平能见度小于500 m的天气现象。度假区地处东部沿海地区，又是城市中的山林地带，空气中相对湿度大，属于大雾的多发地区。从资料统计来看：每年平均雾日达30 d，全年各月均有雾出现，主要集中在10月一次年4月。大雾对旅游的影响表现为能见度低，视距差，对旅途、游道的安全构成威胁，同时大雾也会影响旅游活动的正常开展。例如：1999年1月3日大雾，景区附近主要的交通要道沪杭高速公路发生一起6辆汽车追尾相撞交通事故，造成1人受伤；2003年1月20—21日，上海出现连续大雾天气，松江地区能见度仅50 m，高速公路全线关闭，直到中午11时才开通。

3.2.2 雷暴的气候特征

雷暴是指积雨云云中、云间或云地之间产生的放电现象。从统计资料来看雷暴全年各月均有可能出现，主要发生在初夏到初秋季节的6—9月。从1955—2014年观测资料统计看，雷暴年均日数24 d，最多45 d（1956年），最少1 d（1978，1971年），7和8月雷暴日最多，平均分别为7和6 d；10月一次年2月，平均都不到1 d。初雷日平均出现在3月24日，最早为1月12日（1966年），最晚为7月18日（1970年）。终雷日平均出现在9月21日，最早为6月3日（1971年），

最晚为12月19日（1979年）。雷暴有明显的日变化，一日间出现雷暴最多的在15—17时，最少的在6—10时。度假区旅游项目和旅游景区多位于山林和空旷的草地，景点、游乐设施等多暴露在外，有的还安装了金属护栏，加之景区景点受地形的影响，往往雷雨大风天气突出，给景区设施和游客生命财产造成较大的威胁。例如：2001年6月23日，景区附近一房屋遭雷击，11人受伤，其中3人伤势较重；2003年8月29日，景区出现雷暴天气，一棵800年银杏树被雷击断，造成重大损失。

3.2.3 大风的气候特征

气象上把瞬时风速达到或超过17.2 m/s的风称作大风。大风一年四季都可出现，大风如伴随其他灾害天气（如雷暴、雪暴、冰雹、暴雨等）共同侵害，则造成的破坏更大。年均大风日为13 d，最多年为61 d（1963年），最少年没有大风（1989，1993，2003年）。从年际变化看，以20世纪60年代中期为界，之前大风次数较多，此后大风出现次数趋于减少，特别是到了90年代大风次数很少，这可能与测站附近城市化效应有关。大风会对车辆行驶、游园特种设备、景区安全运营、游客和树木安全产生不利影响。例如，2008年7月2日，受强对流天气影响，景区出现10级大风，树木倒伏，一些房屋受到不同程度损失，导致景区一度关闭，旅游收入大幅下降。

3.2.4 高温的气候特征

气象上把日最高气温 $\geq 35^{\circ}\text{C}$ 的日数称作一个高温日。从1955—2014年高温年际分布特征（图2）可看出，松江区的高温日数变化整体趋势呈下凹型，1980年左右为分界点，1980—2014年的年高温日数呈明显的增加趋势。年平均高温日为8 d。高温最早初日出现在5月20日（1963年），最晚终日出现在9月21日（2005年）。高温日数最多达42 d（2013年），1968，1972和1999年全年无高温出现。高温日数主

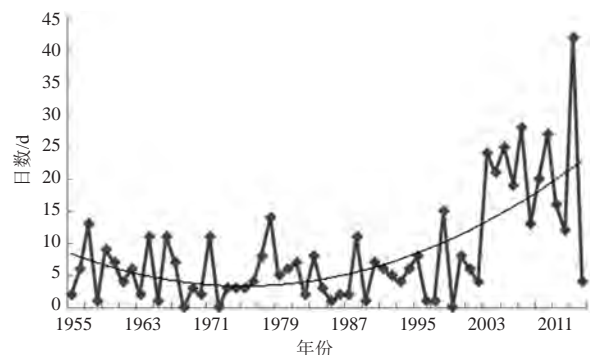


图2 1955—2014年高温年际分布特征

Fig. 2 Interannual variations of days with high temperature during the period from 1955 to 2014

要分布在7—8月，以7月最多，占年高温总日数的近60%。高温使得户外活动中舒适度指数降低，游客数量受到影响。例如：2013年日最高气温 ≥ 35.0 ℃日数达到42 d，日最高气温 ≥ 37.0 ℃高温日数为26 d，极端最高温度打破历史记录达到41.2℃，从旅游部门的数据来看，当年7和8月的旅客总人数比上年减少了近三成，对旅游收入造成较大的影响。

3.2.5 暴雨的气候特征

气象上把24 h降水量为50 mm或以上的强降雨称为暴雨。从统计数据来看，暴雨日平均每年3 d，最多年为10 d（1999年），个别年份无暴雨。暴雨一般出现在6月中旬—7月上旬和8月下旬—9月上旬，11月下旬—次年3月中旬一般没有暴雨。暴雨主要会淹没或冲毁道路，影响交通，损坏旅游设施；其次，暴雨洪涝容易引发山洪、山体滑坡或泥石流等气象衍生灾害，危害旅客的生命财产安全。例如：2011年6月18日受梅雨锋影响，景区出现大暴雨，日降水量达到127.5 mm，导致部分山体滑坡；2013年10月6—8日受强台风“菲特”影响，景区过程降水量超过300 mm，导致部分上山道路被冲毁，严重影响景区正常营运。

3.2.6 台风的气候特征

从统计数据来看，影响松江地区的台风共有89次，平均每年1.5次，最多年4次，最少年0次，其中伴有8级以上大风的台风有70次，占总次数的86%，出现暴雨的有40次，占总次数的49%，风雨都有影响的台风有35次，占总次数的43%。影响松江的台风基本上出现在5—10月，其中以7，8，9月三个月最多，占全年的87%，尤以8月为最多，占全年38%。台风会带来严重的风雨影响，会对车辆行驶、景区安全运营、游客安全产生不利影响。例如：2012年8月7—9日，受“海葵”台风影响，景区过程雨量达到100 mm，出现9~10级大风，房屋不同程度受损，树木倒伏。

4 结论与讨论

本文利用1955—2014年的气候资料从旅游气候舒适度和旅游气象灾害两方面对度假区的气象影响进行了分析，对于丰富旅游气象服务产品，提高精细化气象服务程度，提升旅游气象服务科技含量，做好度假区气象防灾减灾工作有重要意义。主要结果如下：

1) 度假区旅游气象灾害主要有大雾、台风、暴雨、大风、雷暴、高温，各种气象灾害影响时段不

同，但主要出现在5—10月。做好旅游气象灾害防御工作，气象部门需要加强完善旅游气象监测预警能力、提升旅游气象业务的科技支撑、加强部门联动、健全气象防御机制、重视科普宣传，促进旅游业可持续发展等方面建设。

2) 度假区一年当中共有19个旬气候舒适或较舒适，适宜旅游活动，时间段分布在3—5月和9月下旬—12月底，其中9月下旬—12月底虽然气候适宜，但由于是雾霾多发季节，气象部门需要做好雾霾的监测预警以及空气质量的提示；一年当中共有17个旬不适宜旅游活动，时间段为1—2月和6月—9月中旬。1—2月由于天气寒冷，舒适度较低，不适宜旅游。而6月—9月中旬由于天气炎热，旅游舒适度较低，但是这个季节适宜水上项目的开展，因此气象部门在做好舒适度产品服务的同时，可以与旅游部门合作做好适宜开展项目的提醒。

3) 影响旅游舒适度的气候要素还有很多，例如降水和突发性气象灾害等，这就需要气象部门在做好旅游舒适度服务的同时加强晴雨天气预报准确率和气象灾害的监测预警。

参考文献

- [1] 吴章文. 旅游气候学. 北京: 气象出版社, 2001.
- [2] 马丽君, 孙根年, 李玲芬, 等. 海口旅游气候舒适度与客流量年内变化相关分析. 资源科学, 2008, 30(11): 1754-1759.
- [3] 马丽君, 孙根年, 马耀峰, 等. 极端天气气候事件对旅游业的影响. 资源科学, 2010, 32(1): 107-112.
- [4] 李锋. 基于本底线的不同性质旅游危机事件影响对比研究——以中国4次旅游危机事件为例. 旅游学刊, 2009, 24(4): 73-78.
- [5] Terjung W H. Physiologic climates of the conterminous United States: a bioclimatic classification based on man. Annals of the Assn of Amer Geographers, 1966, 56: 144-179.
- [6] Wall G. Implications of global climate change for tourism and recreation in wetland areas. Climatic Change, 1998, 40(2): 371-389.
- [7] Coombes E G, Jones A P. Assessing the impact of climate change on visitor behavior and habitat use at the coast: a UK case study. Global Environmental Change, 2010, 20(2): 303-313.
- [8] 马丽君, 孙根年, 李複丽, 等. 陕西省旅游气候舒适度评价. 资源科学, 2007, 29(6): 40-44.
- [9] 王金莲, 胡善凤, 刘安平, 等. 黄山风景区旅游气象灾害防御系统探析——以雷电监测预警系统为例. 地理科学, 2014, 34(1): 60-66.
- [10] 马丽君, 孙根年, 王洁洁. 中国东部沿海城市旅游气候舒适度评价. 地理科学进展, 2009, 28(5): 713-722.
- [11] 刘清春, 王铮, 许世远. 中国城市旅游气候舒适性分析. 资源科学, 2007, 29(1): 133-141.
- [12] 范业正, 郭来喜. 中国海滨旅游地气候适宜性评价. 自然资源学报, 1998, 13(4): 306-311.
- [13] De Freitas C. Human climates of northern China. Atmospheric Environment, 1979, 13: 71-77.