

水利风景区旅游气候舒适度研究

赵江辉

太仓市水利工程质量与安全监督站，江苏 太仓

收稿日期：2025年10月30日；录用日期：2025年12月29日；发布日期：2026年1月5日

摘要

气候舒适度是影响水利风景区旅游季节长短和客流量大小的重要因素。基于国内外旅游气候舒适度研究成果，提出了水利风景区旅游气候舒适度的概念，系统地阐述了水利风景区旅游气候舒适度的影响因素及评价方法，探讨了水利风景区旅游气候舒适度综合评价理论模型及今后仍需深入研究的主要问题，为水利风景区合理开展旅游奠定了基础，并以期促进旅游气候学的发展。

关键词

水利风景区，旅游气候舒适度，影响因素，综合评价

Study on Tourism Climate Comfort in Water Recreation Areas

Jianghui Zhao

Water Conservancy Project Quality and Safety Supervision Station of Taicang City, Taicang Jiangsu

Received: October 30, 2025; accepted: December 29, 2025; published: January 5, 2026

Abstract

Climate comfort is a major factor affecting the tourism season length and passenger flow size in water recreation areas. Based on relative studies in this area, the concept of tourism climate comfort in water recreation areas is proposed; Its influence factors and evaluation methods are systematically expounded; Comprehensive evaluation theory models and main issues studied in depth in the future about it are discussed. The results lay the foundation for water parks developing tourism in reason, to promote the development of tourism climatology.

Keywords

Water Recreation Area, Tourism Climate Comfort, Influence Factors, Comprehensive Evaluation

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

水是生命之源、生产之要、生态之基。建设水利风景区是建设生态水利的有效措施，也是极具发展潜力的新兴产业，已日益成为水利经济发展的重要组成部分和新的增长点。随着经济社会的不断发展和人民生活水平的不断提高，水利风景区已日渐成为人们外出旅游必选胜地之一，而旅游活动对气候变化很敏感[1]，致使气候成为影响旅游活动开展的重要因素。气候资源是水利风景旅游资源的重要组成部分，气候条件不仅可以塑造自然景观，也可形成奇妙的自然景象，如云海、雾凇等。气候的季节性变化直接影响旅游淡旺季的时间分配，气候的舒适程度则决定了旅游地可游期的长短，从而影响到区域旅游产业的经济效益[2][3]。旅游气候宜人度是游客在游览观赏、访问瞻仰及休闲度假时间选择上的主要考虑问题[4]。适宜的气候不仅具有景观功能，还可增添富有特色的旅游内容及扩展旅游活动的时空分布[5][6]。

国外有关气候舒适度评价研究已有 40 多年历史，早在 1966 年 W. H. Terjung 就提出了气候舒适性指数(Comfort Index)的概念[7]；之后 J. E. Oliver 在暴露实验的基础上建立了风寒指数量表[8]，加拿大天气局建立了舒适指数测评的标准模型[9]。而国内的研究则始于 20 世纪 80 年代，目前对各省市[10]-[13]、国家森林公园[14]-[16]及风景名胜区[17]-[19]旅游气候舒适度研究较多，而对维护工程安全、涵养水源、保护生态、改善人居环境、拉动区域经济发展诸方面日益彰显突出作用的水利风景区的旅游气候舒适度研究尚缺乏。为此，本文从水利风景区旅游气候舒适度的内涵、影响因素及评价方法等方面进行了一系列研究，以期为水利风景区合理开展旅游及旅游气候学的深入研究提供理论参考。

2. 水利风景区及其旅游气候舒适度的概念

水利风景区，系指以水域(水体)或水利工程(如水库、灌区、河道、堤防、泵站、排灌站、水利枢纽及河湖治理等)为依托，具有一定规模和质量的风景资源与环境条件，在保证水利工程功能(防洪、灌溉、发电、航运、城市供水、水产养殖、水资源保护等)正常发挥前提下，配置以必要的基础设施和适当的人文景观，可供开展观光、娱乐、休闲、度假或科学、文化、教育活动的区域。

在旅游气象气候研究领域中，“旅游气候舒适度”一词已经得到广泛使用，但迄今为止，就其准确的定义在国内外学术界尚未达成一致意见。舒适是人体的本能要求，追求适宜的气候是人们外出旅游的重要动机之一。在谈及或描述某地气候时，常以该地是否“舒适”或“宜人”来评价。所谓人体生理舒适度，即人体对其所处的热环境或日照感到刚好适应且无需调节时的感觉状态，而舒适度可定量地表征气候对人的适宜程度[20][21]。一般认为，在旅游活动中，人们普遍感到舒适宜人的气候适宜程度称作旅游气候舒适度[2]。

本文定义的水利风景区旅游气候舒适度，是指人们在水利风景区域内部及其外延影响区域范围内从事旅游活动时，无需借助任何消寒、避暑措施就能保证进行正常生理过程的气候条件给人们身心所带来的舒适宜人程度。气候是否宜人是根据一定条件下皮肤的温度、出汗量、热感和人体调节机能所承受的负荷来确定，主要受太阳辐射、最高(低)气温、相对湿度、风力等因素的制约。

3. 水利风景区旅游气候舒适度的影响因素

旅游气候舒适度是多种因素的综合反应，只有对不同影响因素进行深入研究，才能更好的构建旅游

气候舒适度评价指标[21]。

3.1. 气候资源条件

气候对所有的户外旅游活动都将产生影响，其影响可分为两个基本方面[16]：一方面，气候条件对旅游者参与的旅游活动环境和活动质量产生影响，从而使旅游者的旅游活动产生正面或负面的作用。比如雨、冰雹等将对旅游者欣赏自然风景的旅游体验产生影响；另一方面，气候状况直接影响人的生理过程，从而影响旅游者的主观体感舒适程度，如温度、湿度、风等导致旅游者温暖、寒冷、舒适等生理反映。所以，气候资源条件既是水利风景区旅游业发展的先决条件，也是开展旅游活动必须考虑的主要问题之一。

气候要素主要包括气压、气温、湿度、风力、日照、降水等，不同的气候要素对人体产生不同的生理影响，各要素的组合对人体产生一个综合的整体影响。对人体影响最大的指标是气温、湿度、风力、日照，它们直接影响到人体与外界环境的热量与水分交换，有关这4个要素对人体综合影响的指标研究已有几十年的历史[22]。

3.1.1. 热量资源

气温对人体体温调节起主要作用。人体内部的正常温度为37℃，人体平均皮肤温度为33.5℃，内外温差可使人体内热量传至表层散发，使体内新陈代谢的热量释放到外界环境中，因此气温的改变直接影响人体内热量的散发快慢。当气温高于人体温度时，人体的热量难以散发，大量汗液的分泌会引起体内水盐代谢障碍，导致中暑；当气温过低，人体热量散发过多时，人体会因大量失热而发冷。故而气温适宜与否成了外出旅游首要考虑的气候因素，它直接影响景区旅游气候舒适度。

气温属于基本气候指标，气温过高或者过低都会直接影响人们正常的思维活动和生理机能。而影响气温空间分布的因素很多，其中以海拔高度和地形条件的影响最为显著。一般情况下，气温随海拔高度的增加而下降，但其变化速率则因山地性质和气候条件而异。在大气对流层内，一般海拔每升高100m，气温平均降低0.65℃，但气温的垂直递减率却因山地性质、季节及气候条件等因素变化而异[13][23]。根据水利风景区所在地气象站月平均气温、气象站及水利风景区的海拔高度，参照我国近40年各月平均气温的垂直递减率[23]及文献[24]中给出的公式估算水利风景区月平均气温，公式为：

$$T_i = T_0 - k(h_i - h_0) \quad (1)$$

式中： T_i 为水利风景区*i*的月平均气温估算值，℃； T_0 为水利风景区所在地气象站月气温实测值的多年平均值，℃； k 为相应气温的垂直递减率，℃/hm； h_i-h_0 为水利风景区与气象站的相对海拔高差，m。

3.1.2. 水分资源

研究表明，湿度过大时，人体中一种叫松果腺体分泌出的松果激素量也较大，使得体内甲状腺素及肾上腺素的浓度就相对降低，细胞就会“偷懒”，人就会无精打采，萎靡不振。相对湿度一般在45%~65%时，人体感觉最舒适。偏大，太潮湿；偏小，太干燥。

空气相对湿度RH即空气中实际水汽压与同温度下饱和水汽压的百分比，相应公式为：

$$RH = \frac{e}{e_s} \times 100\% \quad (2)$$

式中： e 为实际水汽压，hPa； e_s 为干球温度*t*(指温度计测得的空气温度，常采用摄氏温度，℃)所对应的纯水平液面(或冰面)饱和水汽压，hPa。

$$e = e_{ts} - aPh(t - t_s) \quad (3)$$

式中： e_{ts} 为湿球温度*t_s*(指湿球温度计测得的温度，常采用摄氏温度，℃)所对应的纯水平液面的饱和水汽

压, 湿球结冰且湿球温度低于 0℃时, 为纯水平冰面的饱和水气压, hPa; a 为干湿表系数, 湿球未结冰时的通风干湿表(通风速度 $\geq 2.5 \text{ m/s}$)系数是 $0.662 \times 10^{-3} \text{ C}^{-1}$, 湿球结冰时的通风干湿表(通风速度 $\geq 2.5 \text{ m/s}$)系数是 $0.584 \times 10^{-3} \text{ C}^{-1}$; Ph 为本站气压, hPa; 其余符号意义同上。

根据文献[25]可知近 55 年来我国年平均水汽压呈增加趋势。在我国, 气温每增加 1℃, 大气中水汽含量约增加 3.15%, 小于全球研究所获约 7% 的增加速率。气温每增加 11℃, 春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)和冬(12 月~次年 2 月)四季大气中水汽含量分别增加 2.76%、5.65%、3.55% 和 4.27%, 夏季增加最大, 冬季次之, 春季最小。

为了便于解决饱和水汽压与温度的关系, 在实际应用中常采用简单的 Tetens 经验公式[24]计算饱和水汽压, 其公式为:

$$e_s = 6.1078 \exp \left[\frac{17.2693882(T - 273.16)}{T - 35.86} \right] \quad (4)$$

式中: T 是空气的热力学温度, $T = 273.15 + \text{ }^\circ\text{C}$ (绝对温度, 单位: K); e_s 是温度 T 时对应的饱和水汽压, hPa。

相对湿度通常与气温、气压共同作用于人体。科学测定, 当空气湿度高于 65% 或低于 38% 时, 病菌繁殖滋生最快, 当相对湿度在 45%~55% 时, 病菌死亡较快。

此外, 降水也是最基本的气象因素, 适当的降水可清新空气、调节气温, 更有利于保护水利风景区的生态环境, 但降水会影响旅游出行。

3.1.3. 风力资源

风影响人体热代谢活动。风可调节大气中的水热, 流动的空气可带走高温空气分子和水汽分子, 从而使人体与大气之间保持一定的温度梯度和水汽梯度, 以保证人体正常的热量辐射和汗液排出。研究表明, 速度为 0.03~0.05 m/s 的微风可使人体皮肤温度开始下降, 当风速 $v > 0.5 \text{ m/s}$ 时, 人体便可直接感觉出来。人体对风的感觉和气温有关。风对人体的影响一般在温度过高或过低时较明显, 温度过高时风会促进人体散热, 使人感觉凉爽; 温度过低时风会加速人体体温的下降, 使人倍加寒冷[26]。

3.1.4. 日照资源

阳光明媚的天气不仅可赋予旅游景点更多的形态美、色彩美、视觉美, 使游人游兴浓烈, 且对人体健康也大有裨益, 因此旅游者大多希望在晴好天气外出旅游。

阳光既能杀菌消毒, 又能促进人体内维生素 D 的合成, 帮助人体摄取和吸收钙、磷元素, 预防软骨病、佝偻病、骨质疏松等疾病, 因此, 对人体休疗养是一个非常重要的条件。但现代医学研究表明, 受过多直射阳光照射, 皮肤癌患病机率大增。所以健康旅游需一定的光照时间, 同时也要避免强烈阳光的直射[22]。

3.2. 生态环境条件

水利风景区生态环境质量越高, 其生态系统稳定性就越好, 在净化空气、调节气候、抑制生物病虫害等方面发挥的作用越大, 这样便构成了生态旅游的最佳环境。随着人们环保意识与健康意识的增强, 以“享受自然, 观赏自然”为主题的生态旅游已成为现代旅游业发展的必然趋势。在如此背景下, 空气负离子作为衡量景区空气质量优劣的指标已日渐受到人们的普遍关注及高度重视。

正常情况下, 大气中的正、负离子密度一般不相等, 这种特征被称为大气的单极性, 可用单极系数即空气中正离子数与负离子数的比值 q 表示, 其表达式为:

$$q = n^+ / n^- \quad (5)$$

式中： n^+ 表示空气正离子密度； n^- 表示空气负离子密度。 $q < 1$ ，表示空气中负离子密度大于正离子密度； q 越小，表示负离子密度比正离子密度高得越多，对人体越有利。

当空气负离子密度大于 700 个/cm³时有益于人体健康，达到 10,000 个/cm³时有治疗效果；当负离子密度 \geq 正离子密度时会使人感到舒适，并对多种疾病有辅助治疗作用[27]-[29]。日本学者研究表明，当 $n^- > 1000$ 个/cm³ 且 $q < 1$ 时，空气清洁舒适，对人体健康最为有益[29] [30]。

负氧离子被喻为“空气维生素、长生素”，能起到改善空气质量，促进人体新陈代谢，提高免疫力，调节机能平衡等作用。长期吸入令人精神振奋，心旷神怡，尤其是患有呼吸系统疾病的人长期吸入能起到很好的治疗作用。同时，负氧离子还是一种美容嫩肤素，是影响皮肤新陈代谢和细胞活性必不可少的要素[13] [31]。世界卫生组织规定，清新空气的负氧离子标准浓度为 1000~1500 个/cm³。现代科学证明，人类每天需要 130 亿个负氧离子，当负氧离子浓度达到 4000 个/cm³时，可以满足人类疾病预防、治疗及健康长寿的要求。

此外，景区内茂密的植被能分泌挥发性的芬多精，人吸入后具有降低血压，减缓心跳，刺激副交感神经，消除紧张疲劳等功能，有很好的保健康复作用；清澈洁净的水体还可拉近人与自然之间的距离，让人融入自然，亲近自然。

可见，气温、湿度、风力、日照及空气负离子等因素对旅游气候舒适度有较大的影响。除此之外，旅游气候舒适度还受雾、风沙等自然因素的影响，不同坡向和坡度对水分和热量的分布也有影响，从而引起气候舒适度的区域差异，这种因海拔、地形和坡向不同而造成的气候舒适度的空间差异有待研究[21]。在评价水利风景区的旅游气候舒适度时，应综合考虑各种自然因素、人为因素，以使旅游气候舒适指数更科学更准确，从而真实反映当地旅游气候资源状况，为旅游业持续快速发展提供便捷服务。

4. 水利风景区旅游气候舒适度的综合评价

目前旅游气候舒适度评价方法及评价指标有很多，如温湿指数、风寒指数、着衣指数、舒适指数、辐射指数等。本文从影响气候舒适度最主要的四个要素出发，选取前人研究较为成熟的以下 4 个模型进行研究。考虑到不同时空尺度下，评价模型的适用性会有所差异。因此在具体应用时，可根据各景区实际气候资源特点，利用景区气象站长序列观测数据，对评价模型做适当调整，以便更加真实地反映景区实际情况。

4.1. 温湿指数 THI

温湿指数通过温度和湿度的组合，综合反映了人体与周围环境的热量交换，是人类气候感受的首要指标。评价指标分类等级见表 1，计算公式为：

$$THI = t - 0.55(1-f)(t-14.4) \quad (6)$$

式中： t 为气温，℃； f 为相对湿度，%。

温湿指数由奥利弗(J. E. Oliver, 1987)提出，而它的计算式由俄国学者的有效温度计算式 $THI = T - 0.55(1-f)(T-58)$ 演算而来，它的物理意义是湿度订正以后的温度。

4.2. 风效指数 K

风效指数既考虑了体表散热，也考虑了太阳辐射后人体的增热，它反映了体表与周围环境之间的热交换，即体表单位面积的热交换率(正值为吸热，负值为散热)。评价指标分类等级见表 1，计算公式为：

$$K = -(10v^{1/2} + 10.45 - v)(33 - t) + 8.55s \quad (7)$$

式中： v 为风速，m/s； s 为日照时数，h/d；其余符号意义同上。

风效指数的算式是由风冷力或风寒指数 WCI (wind chill index) 计算式，又称 Bedford 计算式 $WCI = (33 - t)(9.0 + 10.9v^{1/2} - v)$ 演变而来。 WCI 表征寒冷环境条件下，风速与气温对裸露人体的影响。其物理意义是指皮肤温度为 33℃ 时，体表单位面积的散热量(kmol/m²·h)。

4.3. 着衣指数 ICL

着衣指数是由澳大利亚学者 Freitas 提出的，他分析了人们通过穿衣来改变气候的不舒适情况，综合考虑了温度、人体代谢、太阳辐射、风速等多种因素，该模型在实际研究中得到了广泛应用。评价指标分类等级见表 1，计算公式如下：

$$ICL = \frac{33 - t}{0.155H} - \frac{H + aR \cos \alpha}{0.62 + 19.0v^{1/2}H} \quad (8)$$

式中： H 代表人体代谢率的 75%，文中取轻活动量下的代谢率，此时 $H = 87 \text{ W/m}^2$ ； a 表示人体对太阳辐射的吸收情况，本文取 0.06； R 表示垂直阳光的单位面积土地所接收的太阳辐射， W/m^2 ； α 是太阳高度角，取平均状况，设纬度为 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 $90 - \beta$ ；其余符号意义同上。

4.4. 综合舒适指数 CCI

本文综合舒适指数 CCI 的确定，是在温湿指数、风效指数和着衣指数的基础上，通过邀请业内专家打分与层次分析法综合确定各分指数权重，从而建立水利风景区旅游气候舒适度综合评价模型，其计算公式如下：

$$CCI = 0.6X_{THI} + 0.3X_K + 0.1X_{ICL} \quad (9)$$

式中： X_{THI} 、 X_K 和 X_{ICL} 分别代表温湿指数、风效指数及着衣指数的分级赋值；0.6、0.3、0.1 分别为对应分指数的权重，采用专家打分及层次分析法综合确定。其中 $-1 \leq CCI < 0$ 代表“较不舒适”； $0 \leq CCI < 1$ 代表“不舒适”； $1 \leq CCI < 2$ 代表“较舒适”； $2 \leq CCI \leq 3$ 代表“舒适”。

Table 1. Grading standard and assignment of physiological climate evaluation index

表 1. 生理气候评价指标分级标准及赋值

温湿指数 THI		风效指数 K		着衣指数 ICL		等级及赋值	
范围	感觉程度	范围	感觉程度	范围	适宜衣着	等级	赋值
<40	极冷，极不舒适	<-1200	酷冷	>2.5	羽绒或毛皮衣	e	-1
40~45	寒冷，不舒适	-1200~-1000	冷	1.8~2.5	便服加坚实外套	d	0
45~55	偏冷，较不舒适	-1000~-800	冷凉	1.5~1.8	冬季常用服装	c	1
55~60	清凉，舒适	-800~-600	凉	1.3~1.5	春秋常用便服	b	2
60~65	凉，非常舒适	-600~-300	舒适	0.7~1.3	衬衫和常用便服	A	3
65~70	暖，舒适	-300~-200	暖	0.5~0.7	轻便的夏装	B	2
70~75	偏热，较舒适	-200~-50	暖热	0.3~0.5	短袖开领衫	C	1
75~80	闷热，不舒适	-50~80	热($t < 32.8^\circ\text{C}$)	0.1~0.3	热带单衣	D	0
>80	极闷热，极不舒适	>80	炎热($t > 32.8^\circ\text{C}$)	<0.1	超短裙	E	-1

5. 结论与讨论

(1) 本文有关水利风景区旅游气候舒适度研究尚处于起步阶段, 笔者对其概念仅作出初步诠释, 还不成熟, 尚待今后进一步完善。

(2) 气象条件是水利风景区开展旅游活动的重要影响因素, 水利各景区应根据各自气候资源特点(包括空间结构、时间特征等), 积极发挥水利各景区的优势, 同时还可与周边其它景区加强联系与合作, 科学组织开展旅游活动, 使每个季节都能吸引游客。因此对水利风景区旅游气候条件进行研究与分析, 对做大做强旅游产业有现实意义。

(3) 高湿度环境下, 空气中水蒸气含量高, 当湿度接近饱和时, 空气导热能力增强, 体感温度上升更快, 但汗液蒸发速度减缓, 导致皮肤散热效率降低; 水面强风通过湍流混合作用可促进低层暖空气与高层冷空气热量交换, 从而改变垂直温度梯度, 可能导致大气层结稳定性发生变化, 进而影响风效指数 K 值计算精度等, 构建一个比较全面、客观且适用范围较为广泛的水利风景区旅游气候舒适度评价指标体系很有必要。考虑到气候舒适度时空尺度的要求, 在进行地区气候旅游舒适度评价时, 要注意多种方法的选择与比较, 选择与各景区实际情况相符的指标, 并结合景区具体环境特点进行科学分析, 方可真实揭示舒适度时空分布规律。

(4) 随着旅游业的发展, 水利风景区旅游开发越来越受到高度重视, 正处于蓬勃发展阶段。水利风景区旅游气候舒适度研究涉及面广, 需生态学、气象学、地理学等交叉学科的协作, 是现代旅游业发展所催生出的边缘科学, 还需进一步深入研究。同时可预见, 以旅游气候舒适度为基础的旅游气象服务体系将为人们外出旅游提供丰富的气象信息, 它将有效推动我国旅游业、气象业及旅游气候学的发展。

参考文献

- [1] Lise, W. and Tol, R.S.J. (2002) Impact of Climate on Tourist Demand. *Climatic Change*, **55**, 429-449.
<https://doi.org/10.1023/a:1020728021446>
- [2] 吴章文. 旅游气象学[M]. 北京: 气象出版社, 2001.
- [3] 刘成. 旅游气候舒适度研究-以重庆市合川区为例[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(23): 12883-12884, 12887.
- [4] 周蕾芝, 周国模, 应眉. 旅游活动的气候指标分析[J]. 气象科技, 1998(1): 60-63.
- [5] 谢雯, 任黎秀, 姜立鹏. 基于 MODIS 数据的旅游温湿指数时空分布研究[J]. 地理与地理信息科学, 2006, 22(5): 32-35.
- [6] 郭俊刚, 王淑娟. 旅游气候舒适度研究[J]. 现代农业科技, 2008(10): 220-222.
- [7] Terjung, W.H. (1966) Physiologic Climates of the Conterminous United States: A Bioclimatic Classification Based on Man. *Annals of the Association of American Geographers*, **56**, 141-179.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1966.tb00549.x>
- [8] Oliver, J.E. (1973) Climate and Man's Environment: An Introduction to Applied Climatology. John Wiley & Sons.
- [9] Houghton, D.D. (1985) Handbook of Applied Meteorology. John Wiley & Sons.
- [10] 张玉兰, 高红贤, 马慧萍. 宁夏旅游气候资源及舒适度评价[J]. 陕西气象, 2007(5): 36-38.
- [11] 马丽君, 孙根年, 李馥丽, 等. 陕西省旅游气候舒适度评价[J]. 资源科学, 2007, 29(6): 40-44.
- [12] 马丽君, 孙根年, 马彦如, 等. 50 年来北京旅游气候舒适度变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2011, 25(10): 161-166.
- [13] 翁玲, 姚正兰, 陈宇. 赤水市旅游气候舒适度研究[J]. 安徽农业科学, 2010, 38(26): 14651-14654.
- [14] 毛端谦, 刘春燕. 三爪仑国家森林公园旅游气候评价[J]. 热带地理, 2002, 22(3): 246-248.
- [15] 史欣, 徐大平, 刘燕堂, 等. 广州市帽峰山森林公园旅游区的气候环境研究[J]. 中国城市林业, 2005, 3(4): 67-69.
- [16] 曹辉, 张晓萍, 陈平留. 福州国家森林公园旅游气候资源评价研究[J]. 林业经济问题, 2007, 27(1): 34-37.
- [17] 任健美, 牛俊杰, 胡彩虹, 等. 五台山气候及其舒适度评价[J]. 地理研究, 2004, 23(16): 856-862.

- [18] 杨尚英. 中国名山旅游气候资源及气象景观评价[J]. 国土与自然资源研究, 2006(2): 65-67.
- [19] 周永明, 王锡良, 卿光勇. 大九寨风景区旅游适宜度分析与预报[J]. 四川气象, 2007, 27(2): 18-19.
- [20] 李秀存, 苏志. 广西夏季旅游气候舒适度的模糊综合评判[J]. 热带地理, 1999, 19(2): 184-187.
- [21] 郭俊刚, 王淑娟. 旅游气候舒适度研究进展[J]. 现代农业科技, 2008(10): 220-222.
- [22] 范业正, 郭来喜. 中国海滨旅游地气候适宜性评价[J]. 自然资源学报, 1998, 13(4): 304-311.
- [23] 李军, 游松财, 黄敬峰. 中国 1961-2000 年月平均气温空间插值方法与空间分布[J]. 生态环境, 2006, 15(1): 109-114.
- [24] 盛裴轩, 毛节泰, 李建国, 等. 大气物理学[M]. 北京: 北京大学出版社, 2003.
- [25] 沈艳, 熊安元, 施晓晖, 等. 中国 55 年来地面水汽压网格数据集的建立及精度评价[J]. 气象学报, 2008, 66(2): 83-91.
- [26] 李明, 龚念, 王映. 湖北省旅游气候适宜度时空分布初探[J]. 武汉交通管理干部学院学报, 1999, 1(1): 74-79.
- [27] 刘云国, 吕健, 张合平, 等. 大型人造园林中的空气负离子分布规律[J]. 中南林学院学报, 2003, 23(1): 89-92.
- [28] 王洪俊, 王力, 孟庆繁. 城市不同功能区对空气负离子水平的影响[J]. 中国城市林业, 2004, 2(2): 49-52.
- [29] 黄利斌, 董俐, 何小弟, 等. 瘦西湖不同临水景观空气负离子密度比较[J]. 东北林业大学学报, 2010, 38(3): 71-72.
- [30] 石强, 舒惠芳, 钟林生. 森林游憩区空气负离子评价研究[J]. 林业科学, 2004, 40(1): 36-40.
- [31] 张清杉, 贺延梅, 赵建民, 等. 森林公园小气候空气负离子保健浓度分级评价[J]. 西北林学院学报, 2006, 21(3): 48-50.