

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2018.04.017

山东省海阳市旅游气候资源评价^①

潘仕梅, 张琦, 衣淑玉, 王晶, 史淑一, 马红梅

中国农业大学烟台研究院, 山东烟台 264670

摘要: 利用烟台市气象局提供的 1961—2015 年海阳市的月平均气温、降雨、相对湿度及风速等气候资料, 采用滑动平均法、线性倾向估计法和气候舒适度评价方法(温湿指数、风寒指数、着衣指数、综合舒适度指数)对山东省海阳市的气候资源进行分析. 分析结果表明: 海阳市年降雨总量均值为 746.6 mm, 相对湿度均值是 69.4%, 气温均值达 12.0℃; 8 月份是全年降水最多月(192.1 mm), 7 月份是湿度最大月(86.1%)和气温最高月(25.0℃), 4 月份是风速最大月; 降水、湿度、气温和风速出现最小值的月份依次为: 1 月、3 月、1 月和 3 月; 海阳市 50 多年的低温天数一共有 395 d, 高温天数一共有 22 d; 大风天数共有 382 d, 春季出现次数最多, 其次为冬季; 近 55 年海阳市气温和风速分别以倾向率为每 10 年 0.343℃和 0.035 m/s 上升, 年降水量和年相对湿度分别以每 10 年 -33.455 mm 和 -1.059% 倾向率下降; 温湿指数以倾向率每 10 年 0.538 呈上升趋势; 风寒指数、着衣指数和综合舒适度指数分别以倾向率每 10 年 -8.688, -0.026 和 -0.169 趋势减小; 海阳市全年中 5—10 月是适合旅游的月份, 旅游活动的最佳时间为 5, 6, 9, 10 月, 较适合开展户外旅游的时间为 7, 8 月, 较不适宜的月份是 1—4 月和 11 月, 最不适宜的时段是冬季 3 个月.

关键词: 海阳市; 旅游气候; 舒适度指数

中图分类号: P467

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2018)04-0125-07

气候是影响人们户外活动的重要因素, 影响着人们旅游活动的进行以及进行旅游活动的地点选择, 影响着当地旅游业的发展. 因此, 研究各地区的气候特征和气候舒适度是近年众多科学工作者重视的领域^[1-14]. 自 2015 年, 烟台市旅游部门着重于“旅游+平台”的打造, 搭建了旅游宣传营销平台的雏形, 烟台市有关部门的重视使烟台的旅游业具有较快的发展速度. 烟台有“最佳国际旅游目的地”“中国最佳休闲城市”“中国最佳避暑旅游城市”三大美称, 而海阳市属山东省烟台市的县级沿海城市, 有万米海滩浴场、国家森林公园、国际沙雕艺术公园等各种景区资源, 旅游资源丰富, 极具开发旅游业的潜力, 但是近年来的气候变化给旅游业可持续发展带来很大影响. 因此, 分析海阳市旅游气候资源特征, 评价其气候舒适度等级和适宜旅游月份, 为旅行者选择旅行时段提供依据, 为当地旅游业可持续发展提供理论支撑都具有重要意义. 目前, 本研究在查阅较多文献的基础上, 没有发现此方面研究, 所以, 本文着重分析海阳市的气候舒适度, 评估其旅游气候资源, 丰富该区域关于旅游气候资源方面的研究内容.

1 研究区域气候概况

海阳市处于黄海之滨, 在胶东半岛东南、烟台南部, 地跨北纬 36°16′~37°10′, 属于暖温带大陆性季风

① 收稿日期: 2017-04-28

基金项目: 山东省软科学重点研究计划项目(2017RKA06019); 烟台市社会科学规划研究项目重点课题(ytsk2016-Z-32); 中国农业大学烟台研究院项目(YT201608); 中国农业大学(烟台)URP 项目资助(U2015021).

作者简介: 潘仕梅(1968-), 女, 山东栖霞人, 副教授, 硕士, 主要从事气候应用与可持续发展研究.

通信作者: 张琦.

气候,有四时分明,冬季温和,夏季凉爽,降雨较充足的特征,具备“冬暖夏凉”的沿海气候特性。

2 资料来源及研究方法

2.1 资料来源

本文数据来源于烟台市气象局提供的海阳市 1961—2015 年的逐月气温、相对湿度、降雨、风速及日照等原始气候数据材料,统计整理海阳市四季以及全年的气温、降雨、相对湿度等气候资料的均值。本文将春、夏、秋、冬 4 个季节按月份分别划分为 3—5 月、6—8 月、9—11 月、12—翌年 2 月。

2.2 研究方法

本文采取五日滑动平均法^[15]确定海阳市气温、降水等气候要素的变化规律,采用线性倾向估计法^[16]研究海阳市各项气候要素的变化趋势和速率以及同时间的相关性;运用温湿指数、风寒指数、着衣指数以及综合舒适指数这 4 个气候舒适度评价指标,综合温度、风速、相对湿度、日照等气象因子表征人体在海阳市的气候环境中的舒适程度,将研究地区的气候适宜程度按分级标准将人体感觉划分为最舒适、舒适、较不舒适、不舒适和极不舒适 5 个等级^[17]。

2.2.1 温湿指数、风寒指数和着衣指数公式及其分级标准

温湿指数,又称不适指数,是气温和相对湿度相结合估计炎热程度的指数,用 T_{THI} 表示,

$$T_{THI} = (1.8t + 32) - 0.55(1 - f)(1.8t - 26)$$

其中, t 表示气温($^{\circ}\text{C}$), f 表示相对湿度($\%$)。

风寒指数,又称“冷却系数”,它是综合环境温度和风速影响得到的一组等效温度,用 W_{WCI} 表示,

$$W_{WCI} = -(33 - t)(10.45 + 10\sqrt{\vartheta - \vartheta}) + 8.55S$$

其中, t 表示气温($^{\circ}\text{C}$), ϑ 表示风速(m/s), S 表示日照时数。

着衣指数,是指利用不同穿着改善气候舒适程度的指数,用 I_{ICL} 表示,

$$I_{ICL} = (33 - t)/0.155H - (H + aR\cos\alpha)/[(0.62 + 19.0\sqrt{\vartheta})H]$$

式中 t 为气温($^{\circ}\text{C}$), H 代表人体代谢率的 75% (W/m^2),一般取轻活动下的代谢率为 $87 \text{ W}/\text{m}^2$; a 为人体对太阳辐射的吸收,一般取 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),取常数 $1370 \text{ W}/\text{m}^2$; α 表示太阳高度角,若纬度为 β ,夏季各地太阳高度角取 $90^{\circ} - \beta + 23^{\circ}26'$,冬季时太阳高度角取 $90^{\circ} - \beta - 23^{\circ}26'$,春秋季节取 $90^{\circ} - \beta$; ϑ 表示风速 (m/s)。

各指数分级标准如表 1 所示:

表 1 温湿指数、风寒指数、着衣指数分级标准

温湿指数			风寒指数			着衣指数		
范围	人体感觉	分级	范围	人体感觉	分级	范围	人体感觉	分级
<40	极冷,极不舒适	e	<-1 000	很冷风	e	>2.5	羽绒或毛皮衣	e
40~45	寒冷,不舒适	d	-800~-1 000	冷风	d	1.8-2.5	便服加坚实外套	d
45~55	偏冷,较不舒适	c	-600~-800	稍冷风	c	1.5-1.8	冬季常用服装	c
55~60	清凉,舒适	b	-300~-600	凉风	b	1.3-1.5	春秋常用便服	b
60~65	凉,非常舒适	A	-200~-300	舒适风	A	0.7-1.3	衬衫和常用便服	A
65~70	暖,舒适	B	-50~-200	暖风	B	0.5-0.7	轻便的夏装	B
70~75	偏热,较舒适	C	80~-50	皮感不明显风	C	0.3-0.5	短袖开领衫	C
75~80	闷热,不舒适	D	160~80	皮肤感热风	D	0.1-0.3	热带单衣	D
>80	极其闷热,极不舒适	E	>160	皮感不适风	E	<0.1	超短裙	E

注:赋予“e,d,c,b,A,B,C,D,E”数值“1,3,5,7,9,7,5,3,1”,则利用 3 个指数构建旅游气候资源评价的综合模型为: $C = 0.6X_{THI} + 0.3X_{WCI} + 0.1X_{ICL}$,其中 X 表示赋予的数值。当 $1 < C \leq 3$,人体感觉不舒适;当 $3 < C < 5$ 时,人体感觉较不舒适;当 $5 \leq C < 7$ 时,人体感觉较舒适;当 $7 \leq C \leq 9$ 时,人体感觉舒适。

2.2.2 综合舒适指数模型及其等级标准

综合舒适度指数,是综合温湿指数、风寒指数和着衣指数构建的旅游气候舒适度综合模型,用 S 表示.

$$S = 0.6 | t - 24 | + 0.07 | f - 70 | + 0.5 | v - 2 |$$

其中 t 为气温($^{\circ}\text{C}$), f 为相对湿度(%), v 为风速(m/s).规定: $S \leq 4.55$ 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,分为4个等级.

3 结果与分析

本文统计海阳市1951—2015年的温度、降水等气候要素数据,分析海阳市的气候特征,结果为:海阳市的年平均降水量为746.6 mm,年平均相对湿度为69.4%,年平均气温为12.0 $^{\circ}\text{C}$,海阳市多年来的低温天数一共有395 d,主要出现在冬季,高温天数一共有22 d,分散于6,7,8月,大风天数共有382 d,春季出现次数最多,其次为冬季.

3.1 海阳市气候要素年变化特征分析

本文统计了海阳市近55年气温、降水量、相对湿度、风速的月均值(表2).

表2 海阳市1959年—2015年气温、降水量等气象要素的月均值

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
气温/ $^{\circ}\text{C}$	-2.0	-0.2	4.6	10.9	16.8	21.0	24.6	25.0	20.7	14.7	7.4	0.6
相对湿度/%	61.4	61.2	60.3	63.6	68.3	78.2	86.1	82.8	72.7	67.7	65.9	63.6
风速/ $(\text{m} \cdot \text{s}^{-1})$	3.4	3.4	3.5	3.7	3.3	3.0	2.9	2.8	2.7	2.9	3.4	3.4
降雨量/mm	8.5	10.4	19.4	44.6	61.7	83.0	186.1	192.1	75.7	29.7	23.8	10.3

如表2所示:月平均气温呈现先升高后降低的倒U字型趋势,8月份气温达到峰值为25.0 $^{\circ}\text{C}$,最低温度为-2.0 $^{\circ}\text{C}$,于1月份出现;降水量月均值随月份先上升后降低,呈近似正态分布,8月降水最多,是192.1 mm,然后是7月,降水量是186.1 mm,冬季1月份降水量是8.5 mm,是全年最低值;7月份出现最大相对湿度86.1%,1月份相对湿度达到最低值61.4%,全年空气相对湿度的月均值处于60.0%之上;风速月均值基本维持在2.0~3.0 m/s的范围内,4月份风速达到最大,9月份风速处于最小.

3.2 海阳市气候要素年代变化特征分析

本文统计分析了海阳市近年来的温度、相对湿度、风速和降雨量4种气候要素年均值的变化特征(图1).

由图1(a)分析可知,海阳市逐年的空气温度曲线以倾向率每10年0.343 $^{\circ}\text{C}$ 上升,1969年空气温度均值是10.2 $^{\circ}\text{C}$,是55年来温度最低值,空气温度年均值于2007年呈现峰值,为13.5 $^{\circ}\text{C}$.

由图1(b)分析可知,年总降水量渐进曲线按倾向率每10年-33.455 mm下降,全年总降水量峰值和最小值为1658.1 mm与390.1 mm,分别于1964年与1981年出现.

由图1(c)分析可知,海阳市的相对湿度变化是以倾向率每10年-1.059%降低,1964年与2012年相对湿度年均值出现最高与最低值,分别是63.9%与55.5%.

由图1(d)分析得到,海阳市风速年均值变化曲线按倾向率每10年0.035 m/s呈上升走势,最小和最大风速年均值分别是2.3 m/s和3.9 m/s,最小值仅于2012年出现过一次,峰值则在1992,1995,1999和2000年均出现过.

3.3 海阳市气候舒适度评价

3.3.1 温湿指数、风寒指数、着衣指数评价

通过对海阳市近55年的12个月份温湿指数,风寒指数以及着衣指数研究并分析,结果如表3.

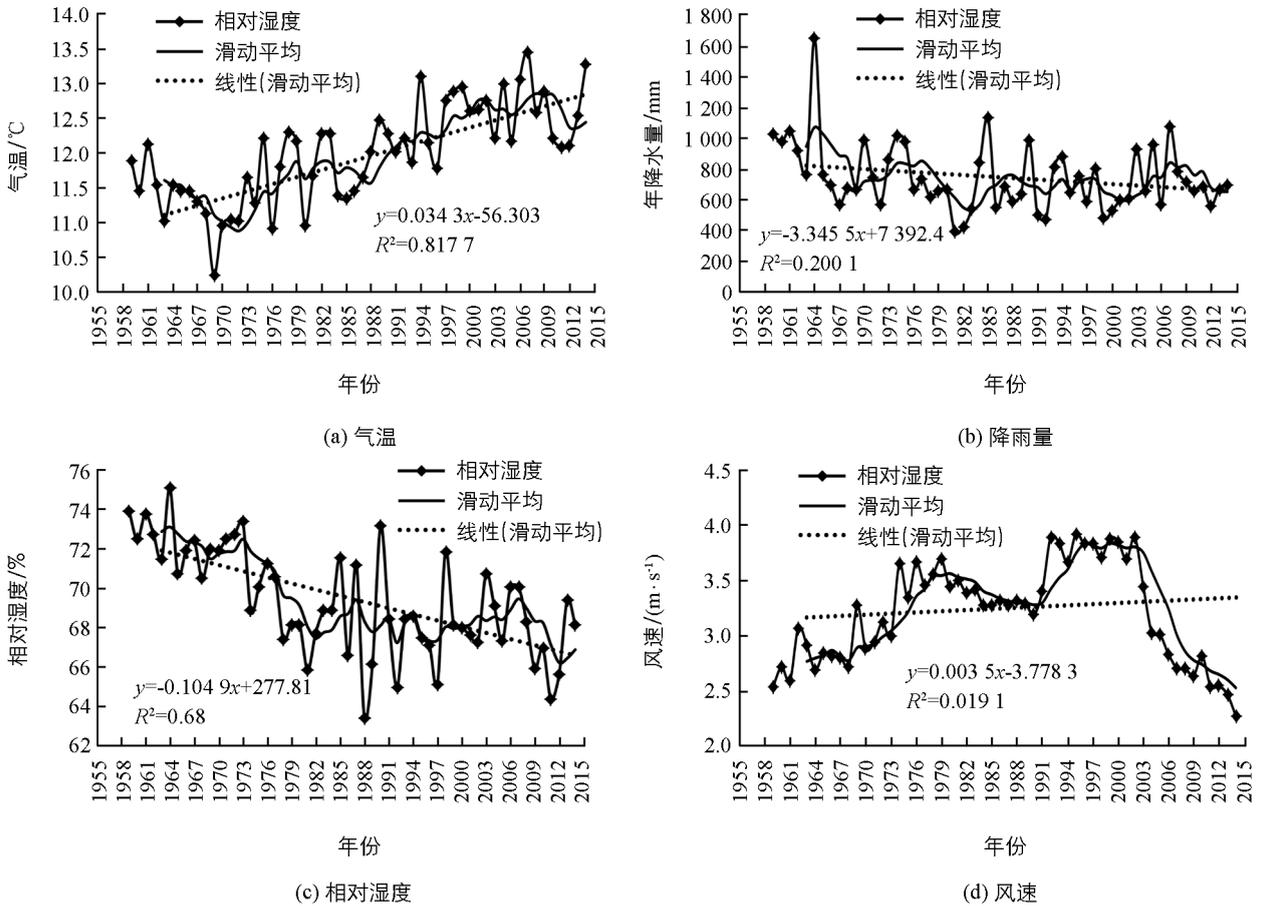


图 1 海阳市 1959—2015 年气候要素逐年变化曲线

表 3 海阳市温湿、风寒、着衣指数的数值以及等级

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
温湿指数	34.6	37.3	44.1	53.0	61.5	68.3	74.8	75.2	67.6	58.3	47.7	38.1
风寒指数	897.1	854.1	735.1	577.7	412.3	298.2	207.4	193.8	295.2	450.3	655.3	831.2
着衣指数	2.6	2.5	2.1	1.6	1.2	0.8	0.6	0.5	0.9	1.3	1.9	2.4
等级	eEe	eEd	dEd	cEc	BEA	BEA	CEB	DEB	BEA	bEb	cEd	eEd
C 值	1.0	1.2	2.4	3.8	5.4	5.4	4.0	2.8	5.4	5.2	3.6	1.2
人体感觉	不舒适	不舒适	不舒适	较不舒适	较舒适	较舒适	较不舒适	不舒适	较舒适	较不舒适	较不舒适	不舒适

注：温湿、风寒、着衣指数 3 个字母分级的排序可分为 4 个等级，当排列顺序为 AAA, ABA, BAA, BBA 时，则标记作舒适；排列为 CBA, cBc, cBB, DAB 等，标记作较舒适；排列为 dCd, dBd, cCd, eBd 等，标记作较不舒适；排列为 eDe, eCe, eCd 等，标记作不舒适。

由表 3 可知，人体对海阳市外界环境的感受较舒服的时间在 5, 6, 9 月，较不舒服的时间在 4, 7, 10, 11 月，不舒服的时间在 12, 1, 2, 3 以及 8 月。因此，全年中，人们可以把海阳市作为目的地进行户外旅游活动的时间段就有 3 个月，较合适的时间在 5, 6, 9 月，极不适合开展旅行活动的时间在冬季。

3.3.2 综合舒适指数评价

本文统计分析了海阳市近年的综合舒适度指数(表 4)。

表4 海阳市综合舒适度指数

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均值	16.9	15.9	13.1	9.2	5.3	2.9	2.1	2.0	2.6	6.4	11.0	15.2
人体感觉	极不舒适	极不舒适	极不舒适	极不舒适	较舒适	舒适	舒适	舒适	舒适	较舒适	极不舒适	极不舒适

由表4可以看出,海阳市全年中6,7,8,9月份人体感受是舒适的,在5,10月份人体感觉比较舒服,其他时间人体感觉极不舒服,因此6—9月是将海阳市作为旅游目的地的最佳时期,5,10月是相对适宜于海阳市旅游的时期,而1—4月,11和12月6个月不适于开展旅游活动。然而,海阳市作为沿海城市,冬暖夏凉的气候特点可以成为内陆游客夏季避暑和冬季避寒赏雪的理想选择。

3.3.3 各评价指数模型的逐年变化规律

温湿指数等4项评价模型曲线逐年变化规律结果见图2。

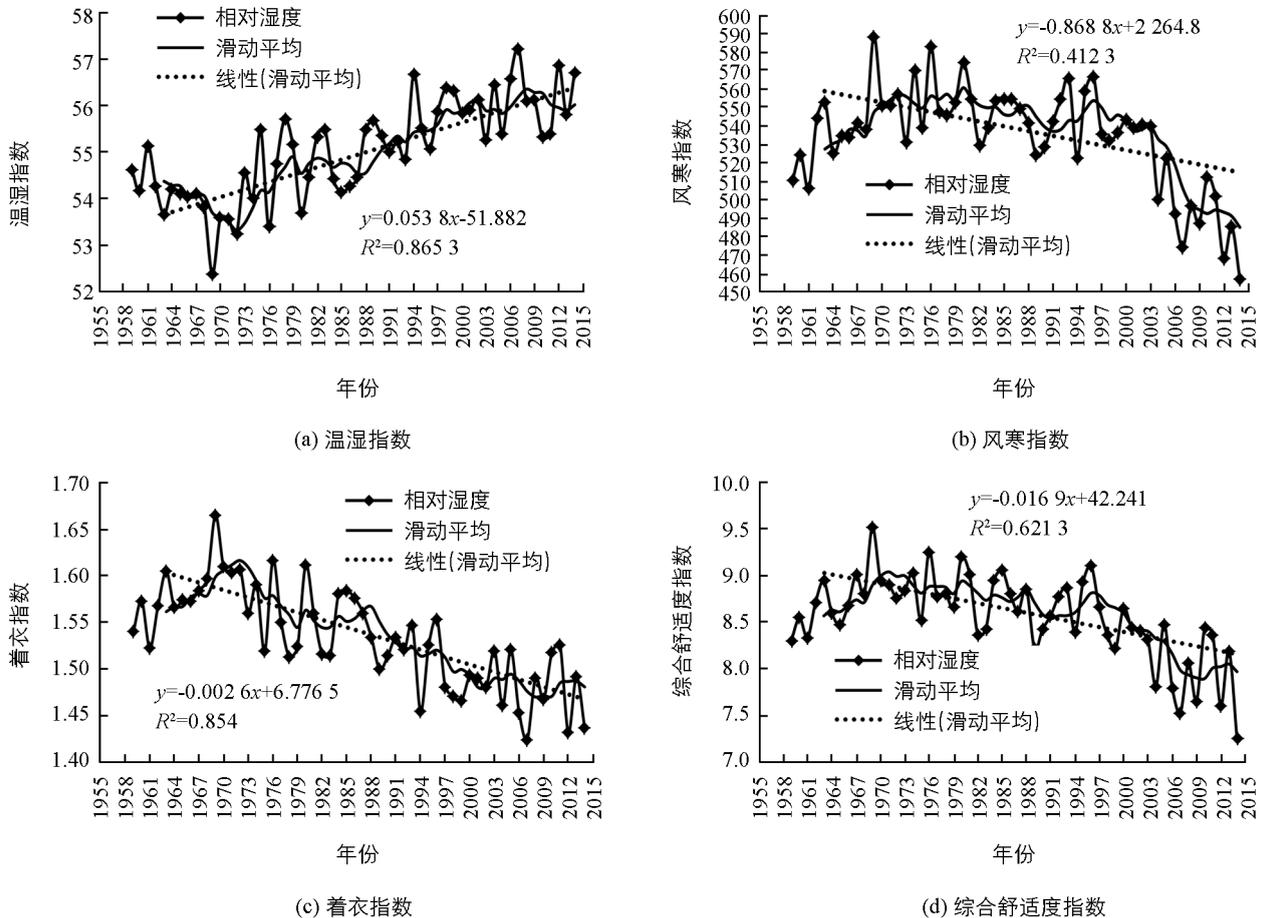


图2 海阳市1959—2015年气候舒适度逐年变化曲线

由图2(a)可知:温湿指数的数值维持在52.0~58.0之间,由温湿指数的分级标准可知,在此范围内,随着温湿指数数值的增加,人体感觉越舒适。近55年来,温湿指数以倾向率每10年0.538呈小幅度上升趋势,说明从温湿指数来看,海阳市的气候舒适度是逐年增加的。

由图2(b)可知:风寒指数的平均数值维持在450.0~600.0之间,近55年来,风寒指数以每10年-8.688的倾向率下降,表示从风寒指数来看气候舒适度,是越来越舒适的。

由图2(c)可知:穿衣指数平均值维持在1.4~1.7之间,近55年来穿衣指数以倾向率每10年-0.026呈现小幅度的下降,表示仅以穿衣指数分析身体对海阳市的感受,是越来越舒服的。

由图2(d)可知:综合舒适度指数平均值维持在7.0~10.0之间,近55年综合舒适度指数变化趋势以

倾向率每 10 年 -0.169 呈现下降趋势,说明海阳市气候的舒适程度对于人类是向有利的趋势发展.

4 结论与讨论

4.1 结论

本研究通过以上分析,得出以下结论:

1) 海阳市近 55 年的年均降水量为 746.6 mm,8 月份降水最多(192.1 mm),1 月份降水最小(8.5 mm);年平均相对湿度是 69.4%,最大值为 7 月份(86.1%),最小值为 1 月份(61.4%);一年中平均风速最大值和最小值出现的月份为 4 月和 9 月;年气温均值为 12.0 °C,最热月为 7 月份(25 °C),最冷月为 1 月份(-2.0 °C);海阳市 50 多年来的低温天数一共有 395 d,主要出现在冬季;高温天数一共有 22 d,分散于 6,7,8 月;大风天数共有 382 d,春季出现次数最多,其次为冬季.

2) 海阳市逐年气温以倾向率为每 10 年 0.343 °C 上升;逐年降水总量变化曲线以倾向率每 10 年 -33.455 mm 下降;年相对湿度以每 10 年 -1.059% 的倾向率下降;年平均风速曲线走势呈现上升的趋向,其倾向率是每 10 年 0.035 m/s.

3) 近 55 年来海阳市温湿指数以倾向率每 10 年 0.538 呈上升趋势;风寒指数以倾向率每 10 年 -8.688 的趋势下滑,着衣指数以每 10 年 -0.026 倾向率下降,综合舒适度指数变化曲线以倾向率每 10 年 -0.169 减小,总体表现为气候越来越适宜.

4) 海阳市一年中共有 6 个月适宜开展旅游活动,时段为 5-10 月,最适宜开展户外旅行活动的时段为 5,6,9,10 月,较宜开展旅游活动的月份为 7 月和 8 月,较不适宜开展旅游活动的月份是 1-4 月和 11 月,最不适宜的时段是冬季 3 个月.但是作为滨海城市,由于受海陆风的影响,夏季和冬季相比较内陆地区而言,具有冬暖夏凉的气候特点,所以海阳市可以作为夏季避暑和冬季避寒赏雪的好去处.

4.2 讨论

1) 海阳市的气温和风速逐年上升,降雨量和相对湿度逐年下降,气候变化会影响到当地旅游业的发展,限制海阳市开展旅游的气候因子主要是冬季低温和大风,怎样充分利用当地的气候资源,趋利避害地开展旅游业,可以作为未来研究的内容.

2) 本研究仅从气候因子评价了海阳市的最佳旅游月,关于气候变化对旅游资源的影响以及大气污染等方面对旅游活动的影响没有全面分析,因此结论具有局限性.

参考文献:

- [1] 闫业超,岳书平,刘学华,等.国内外气候舒适度评价研究进展[J].地球科学进展,2013,28(10):1119-1125.
- [2] 马丽君,孙跟年,王洁洁.中国东部沿海沿边城市旅游气候舒适度评价[J].地理科学进展,2009,28(5):713-722.
- [3] 陶生才,潘 婕,张 磊,等.1971-2013 年敦煌旅游气候舒适度分析与评价[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(1):27-33.
- [4] 杨 莲,保广裕,张景华,等.西宁市风寒气象指数预报方法研究[J].青海大学学报(自然科学版),2015,33(1):41-45.
- [5] 马丽君,孙跟年,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.
- [6] 何 佳,周 旗,李建军.宝鸡市近 54 年来人居气候舒适度变化特征分析[J].宝鸡文理学院学报(自然科学版),2015,35(1):68-73.
- [7] 张秀美,杨前进,李月臣,等.山东省旅游气候舒适度分析与区划[J].测绘科学,2014,39(8):140-147.
- [8] 张晓婧,杨再强,王学林,等.长江中下游江浙沪地区气候舒适度评价[J].科学技术与工程,2014,14(27):122-127.
- [9] 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):306-311.
- [10] 袁小康,谷晓平.旅游气候舒适度指数比较分析[J].贵州气象,2013,37(3):7-9.
- [11] 李晓梅.中国大陆沿海城市旅游气候舒适度研究[D].上海:上海师范大学,2014.4.
- [12] 王松中,陈小英,张家算,等.闽东北旅游气候资源评估与利用[J].浙江气象,2011,32(2):29-33.

- [13] 宋丹妮, 匡鸿海. 基于物元模型的避暑休闲地产气候资源评价研究 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(4): 110-115.
- [14] 刘佳, 马振峰, 陈超, 等. 若尔盖生态区及周边地区气候资源时空特征分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2016, 38(12): 95-101.
- [15] 姜会飞. 农业气象观测与数据分析 [M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [16] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术 [M]. 北京: 气象出版社, 2007.
- [17] 马丽君. 中国典型城市旅游气候舒适度及其与客流量相关性分析 [D]. 西安: 陕西师范大学, 2012.

Evaluation of Climate Resources for Tourism in Haiyang, Shandong

PAN Shi-mei, ZHANG Qi, YI Shu-yu,
WANG Jing, SHI Shu-yi, MA Hong-mei

Yantai Research Institute of China Agricultural University, Yantai Shandong 264670, China

Abstract: Based on Haiyang's climatic data from 1961 to 2015 provided by Yantai Meteorological Bureau, such as daily air temperature, amount of precipitation, relative humidity and average wind speed, the authors of this paper analyzed the tourism climate resources of Haiyang city, using the methods of sliding average, linear trend estimation and climate comfortability evaluation, which involves temperature-humidity index (THI), wind-chill index (WCI), index of clothing (ICL) and comprehensive comfort index (CCI). The result showed that total annual precipitation of Haiyang averaged 746.6 mm, the relative humidity 69.4%, and average annual temperature was 12.0 °C. Maximum rainfall, averaging 192.1 mm, occurred in August. Maximum relative humidity (86.1%) and temperature (25.0 °C) occurred in July and maximum wind speed in April. Minimum precipitation, relative humidity, temperature and wind speed appeared in January, March, January and March, respectively. In the past 55 years, the number of days with a cold air temperature totaled 395, and the days with a high air temperature totaled 22, The days of gale totaled 382, which were mainly distributed in spring and winter. The annual average temperature and annual mean wind speed showed an upward trend by 0.343 °C/10a and 0.035 m/s/10a, respectively. The annual precipitation and relative humidity declined by -33.455 mm/10a and -1.059%/10a, respectively. The climate change played a fundamental role in the development of tourism. THI increased by 0.538/10a. However, WCI, ICL and CCI showed a download trend by -8.688/10a, -0.026/10a, and -0.169/10a, respectively. The period suitable for traveling in Haiyang was shown to be from May to October, and May, June, September and October were the most comfortable months for tourists. The period from July to August was fairly suitable for outdoor tourist activities. April and November were not suitable for tourism, and the three winter months of December, January and February were most undesirable for tourism.

Key words: Haiyang city; climate resource for tourism; comfort index of human body (CIHB)

