

蔡鹏,张翠翠,王政权,等. 1970—2014年山东济宁日照时数时空变化特征及气象因子影响分析[J]. 干旱气象, 2016, 34(6): 983-988, [CAI Peng, ZHANG Cuicui, WANG Zhengquan, et al. Spatial and Temporal Variation Characteristics of Sunshine Hours and Influence of Meteorological Factors in Jinjing of Shandong Province During 1970-2014[J]. Journal of Arid Meteorology, 2016, 34(6): 983-988], DOI: 10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-06-0983

1970—2014年山东济宁日照时数时空变化特征 及气象因子影响分析

蔡鹏¹, 张翠翠¹, 王政权², 王文³, 李芳¹

(1. 山东省济宁市气象局, 山东 济宁 272137; 2. 江苏省泰州市姜堰区气象局,
江苏 泰州 225500; 3. 南京信息工程大学大气科学学院, 江苏 南京 210044)

摘要:利用1970—2014年山东省济宁市11个国家级气象观测站逐月日照时数、总云量、低云量、相对湿度、降水和雾霾等资料,采用气候倾向率、滑动 t 检验、Mann-Kendall检验及小波分析等方法分析了济宁市日照时数变化特征及其与各气象要素的相关性。结果表明:山东济宁市年日照时数呈“中间高,四周低”的地域分布特征。近45 a,全区年日照时数变化均呈减少趋势,最大降幅位于以嘉祥和微山为中心的西部平原和南部湖区;夏、秋季日照时数减少趋势极为显著,冬、春季变化趋势不明显,其中8月日照时数减少速率最大。可见,夏季和初秋日照时数的显著减少对年日照时数减少的贡献较大。1989年日照时数发生了明显减少的突变,且以8 a和20 a振荡周期最为显著。在气象因子共同作用下,总云量、低云量和轻雾日数的显著增多对济宁地区年、夏季日照时数的显著减少贡献最大,而秋季主要是轻雾日数的极显著增加。

关键词:日照时数;时空变化;气候倾向率;突变检验;小波分析

文章编号:1006-7639(2016)-06-0983-06 DOI:10.11755/j.issn.1006-7639(2016)-06-0983

中图分类号:P468.0⁺27

文献标识码:A

引言

日照时数是太阳辐射能最直接的反映,探讨气候与环境变化对日照时数的影响具有重要意义^[1-3]。日照是指太阳在某地实际照射的时数,日照时数也称实照时数^[4]。近年来,学者们对日照时数的变化展开了相关研究,发现河北省日照时数分布存在明显的地域特征^[5],长江流域^[6]、上海^[7]、东北^[8]等地区的日照时数下降趋势非常明显。与之相反,石羊河流域^[9]、喀什地区^[10]、青藏高原^[11]等部分地区日照时数则呈上升趋势,福建省^[12]春、秋季日照时数显著增加。然而,中国黑戈壁地区^[13]近52 a来日照时数变化不明显。针对日照时数的变化原因,也有学者从不同角度进行了分析,董旭光等^[14]得出,山东省年日照时数呈极显著减少趋势,夏季日照时数下降最明显,春季下降速率最小,水汽压的显著增大对日照时数减少的贡献最大;影响山

东菏泽地区^[15]日照时数变化的主要因子有总云量、相对湿度、降水和雾;中国西南地区^[16]日照时数降低在低海拔区更为显著,风速是影响日照时数变化的主要原因。叶瑜等^[17]提出在全球变暖的大背景下,由于地理位置、地形地貌等因素的影响,日照时数及其变化呈现明显的地域性差异。因此,日照时数在我国不同地区、不同时段呈现出不同的气候特征,影响因素复杂,多角度分析其变化特征尤为必要。

山东省济宁市位于鲁西南腹地,地处黄淮海平原与鲁中南山地的过渡地带,地势东高西低,自东向西依次为低山丘陵、山前冲积扇平原、湖泊洼地、河流冲积平原,地貌类型复杂。该区是全国重要的粮食、煤炭生产基地,内河航运发达,因此,深入了解该区的日照变化特征对当地农业生产有着重要指导意义。

1 资料与方法

选取山东济宁市11个国家级气象观测站

收稿日期:2016-06-30;改回日期:2016-08-26

基金项目:山东省气象局2015年青科基金项目(2015SDQN08)资助

作者简介:蔡鹏(1977-),女,山东微山人,硕士,工程师,主要从事气候变化及气象服务方面的研究. E-mail:caipeng92006@126.com

1970—2014 年逐月日照时数、总云量、低云量、相对湿度、降水和雾霾等资料,这些资料均通过了质量控制处理,数据真实可靠。季节划分:春季为 3—5 月,夏季为 6—8 月,秋季 9—11 月,冬季为 12 月至翌年 2 月。取 11 个台站研究期内日照时数多年平均值作为济宁地区历年值。

采用气候倾向率方法进行日照时数和其它气象因子的变化趋势分析。滑动 t 检验和 Mann-Kendall (M-K) 非参数统计检验法进行日照时数时间序列的突变检验。利用小波分析诊断研究期内振荡分布的局地奇异特征^[18],并通过红噪声或白噪声标准谱对其进行显著性检验^[19]。其中,假定小波功率谱遵从 χ^2 分布特征,首先计算小波功率谱分布的有效自由度 (ν),给出 χ^2 分布的显著性水平 95% 的置信度;然后计算红噪声或白噪声的理论功率谱 P ,当总体小波功率谱 (E_a) 大于理论谱 (P) 时,说明总体小波功率谱对应的周期显著。检验公式如下:

$$\begin{cases} E_a = \frac{1}{N} \sum_{b=1}^N |W_f(a, b)|^2 \\ P = \frac{\sigma^2 P_a \chi_\nu^2}{\nu} \\ P_a = \frac{1 - \alpha^2}{1 + \alpha^2 - 2\alpha \cos\left(\frac{2\pi\delta_i}{1.033\alpha}\right)} \end{cases} \quad (1)$$

式中, a 为尺度因子(与周期和频率有关), b 为平移因子(时间位置), $W_f(a, b)$ 为小波系数; χ_ν^2 是自由度为 ν 的 χ^2 值, σ^2 为原序列的方差; P_a 为红噪声或白噪声谱, α 为原序列滞后 1 的自相关系数; δ_i 为资料序列时间间隔。

2 结果分析

2.1 山东济宁市日照时数及变化空间分布

图 1 给出 1970—2014 年山东省济宁市年平均日照时数及其气候倾向率的空间分布。由图 1a 可见,济宁市年日照时数呈“中间高,四周低”的地域分布特征,高值区分布在以兖州为中心的中北部,多年平均日照时数为 2 398.2 h;最低值位于以嘉祥为中心的西部平原,年平均日照时数为 2 225.2 h。由图 1b 可见,近 45 a 济宁市日照时数年变化表现为全区一致减少趋势,变化幅度由中间向东西两端逐渐增大,且梁山、金乡、兖州、邹城、泗水等地区下降显著(通过 $\alpha = 0.05$ 及以上的信度检验),最大降幅位于以嘉祥和微山为中心的西部平原和南部湖区,倾向率分别为 $-127.4 \text{ h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 和 $-112.2 \text{ h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ (通过 $\alpha = 0.001$ 及以上的信度检验);下降最不明显的地区为以鱼台为中心的中部平原,倾向率为 $-1.4 \text{ h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ (未通过显著性检验)。

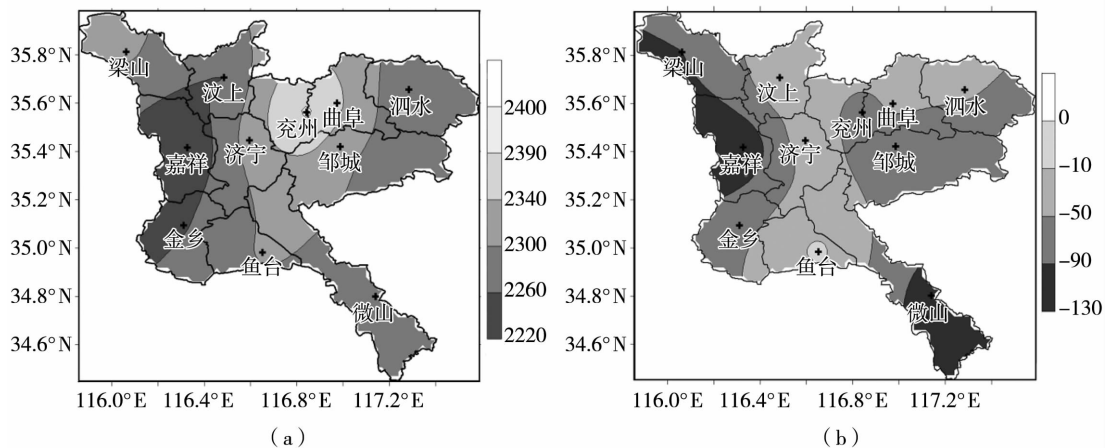


图 1 1970—2014 年山东省济宁市年平均日照时数(a,单位:h)及其气候倾向率(b,单位: $\text{h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$)分布

Fig. 1 The spatial distribution of annual sunshine hours (a, Unit:h) and linear trend rate of annual sunshine hours (b, Unit: $\text{h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$) in Jining of Shandong Province during 1970–2014

2.2 山东济宁市日照时数时间分布

2.2.1 日照时数年变化特征

图 2 为济宁市 1970—2014 年日照时数的年际变化。可以看出,近 45 a 济宁市年平均日照时数为 2 297.3 h,低于山东省历年平均值 2 442.0 h,年日

照时数最大值出现在 1978 年(2 569 h),最小值出现在 2003 年(1 869.2 h);1970—1990 年代年日照时数较高,尤其是 1980 年代中期以前普遍高于平均水平,2000 年以后年日照时数低于平均水平,年日照时数整体呈阶段性的减少趋势,降幅为 $60.8 \text{ h} \cdot$

(10 a)⁻¹(通过 $\alpha=0.01$ 的信度检验),小于全省平均降幅 91.3 h · (10 a)⁻¹。

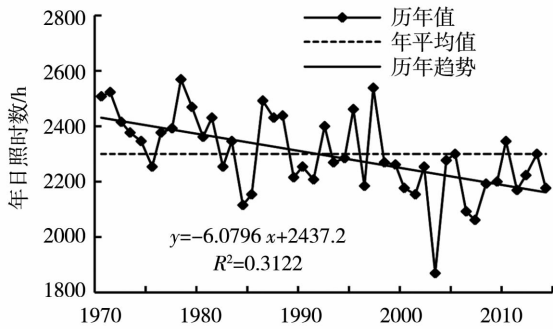


图 2 1970—2014 年山东省济宁市日照时数年际变化
Fig. 2 The annual variation of sunshine hours in Jining of Shandong Province during 1970 - 2014

利用滑动 t 检验对济宁市 1970—2014 年日照时数进行突变分析,给定显著性水平 $t_{0.01} = \pm 3.20$ (图 3a)。可看出,自 1970 年以来, t 统计量有 2 处超过 $\alpha=0.01$ 显著性水平临界线,一处是正值(出现在 1987—1989 年),另一处是负值(出现在 1985 年),说明近 45 a 来济宁市年日照时数发生了突变。为减少滑动 t 检验中选择子序列长度而产生的突变点漂移误差,采用 M - K 检验进行进一步验证(图 3b),给定显著性水平 $U_{0.01} = \pm 2.58$ 。可以看出,1970 年以来 UF 一直呈波动减少趋势,2003 年后超出 $\alpha=0.01$ 的显著性水平临界线,曲线 UF 和 UB 在信度范围内有 1984、1986 和 1989 年 3 个交点。结合 2 种检验结果,得出近 45 a 济宁市年日照时数突变点为 1989 年。

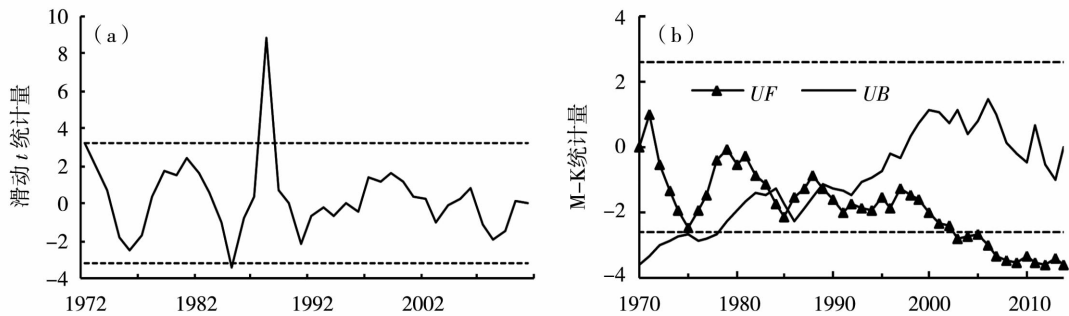


图 3 1970—2014 年山东省济宁市年日照时数滑动 t 检验(a)和 M - K 检验(b)
Fig. 3 The sliding t test (a) and Mann - Kendall test (b) of annual sunshine hours in Jining of Shandong Province during 1970 - 2014

由济宁市 1970—2014 年日照时数 Morlet 小波分析(图 4)可知,在年代际尺度上,1970 年以来,一直存在 20 a 的长周期;1970—1990 年代中期,以 8 a 的周期最明显(通过 $\alpha=0.05$ 的信度检验)。此外,

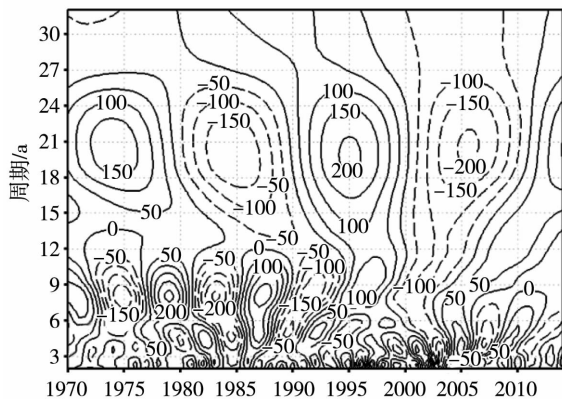


图 4 1970—2014 年山东省济宁市年日照时数的 Morlet 小波变换
Fig. 4 Morlet wavelet transformation of annual sunshine hours in Jining of Shandong Province during 1970 - 2014

在年际尺度上,1990 年代中期、2000—2005 年间存在功率大值,对应的周期分别为 2 a、3 a,但未通过显著性检验。

2.2.2 日照时数季节变化特征

表 1 给出济宁市近 45 a 四季日照时数变化特征。可见,济宁市日照时数自春、夏、秋、冬季依次减少,分别为 663.8 h、622.8 h、549.7 h、461.1 h;各季节日照日数的变化趋势不尽相同,春季以 $0.4 \text{ h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 的速率呈微弱增加趋势,其它季节均呈减少趋势,且夏季和秋季减少趋势显著。

2.2.3 日照时数的月变化特征

由表 2 可得:1970—2014 年,济宁市日照时数的月分布呈明显的单峰型,峰值出现在 5 月,为 246.4 h,谷值出现在 2 月,为 150.4 h;除 3—4 月外,其余月份日照时数的变化趋势均呈减少趋势,其中 6—9 月减少趋势显著,且 8 月减少率最大为 $-12.39 \text{ h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$,9 月次之为 $-11.2 \text{ h} \cdot (10 \text{ a})^{-1}$ 。可见,夏季和初秋日照时数的显著减少对年日照时数减少的贡献较大。

表1 1970—2014年山东省济宁市日照时数的季节分布及变化趋势
Tab.1 The seasonal average value of sunshine hours and variation trend in four seasons in Jinjing of Shandong Province during 1970 - 2014

	春季	夏季	秋季	冬季
平均值/h	663.8	622.8	549.7	461.1
变化趋势/h · (10 a) ⁻¹	0.4	-29.5 ***	-19.9 **	-11.8

注: **、*** 分别表示通过0.01 和0.001 的信度检验

表2 1970—2014年济宁市月平均日照时数(单位:h)及其变化趋势(单位:h · (10 a)⁻¹)
Tab.2 The monthly average sunshine hours (Unit:h) and variation trend (Unit:h · (10 a)⁻¹) in Jinjing of Shandong Province during 1970 - 2014

	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	155.7	150.4	194.5	222.8	246.4	225.5	194.5	202.9	188.9	192.7	168.1	155.0
变化趋势	-4.44	-4.07	1.69	2.17	-3.52	-9.73 **	-7.34 *	-12.39 ***	-11.20 ***	-3.66	-5.05	-3.25

注: *、** 和 *** 分别表示通过0.05、0.01 和0.001 的信度检验,下同

3 气象因子影响分析

表3 给出1970—2014年济宁地区日照时数显著减少时段内各气象因子的变化趋势及其与日照时数的相关系数。就变化趋势来看,近45 a 济宁地区日照时数显著减少时段内总云量、低云量和轻雾日数均呈一致的增加趋势,其中除秋季总云量、8月和秋季低云量外,其余变化趋势均显著;各时段内相对湿度均呈现减少趋势,仅年平均相对湿度通过了 $\alpha = 0.05$ 的信度检验;各时段雾霾日数的变化趋势

均不显著,除年雾霾日数增加外,其余时段雾霾日数均呈减少趋势;各时段降水日数的变化趋势与降水量相反,且变化趋势都不显著。

就相关系数而言,年日照时数与总云量、低云量、降水日数、雾霾日数及轻雾日数均呈现极显著负相关关系(均通过 $\alpha = 0.001$ 的信度检验),相关系数分别为-0.684、-0.699、-0.605、-0.482、-0.462,而与降水量呈显著负相关关系(通过 $\alpha = 0.01$ 的信度检验),相关系数为-0.411;夏季,日照时数与各气象因子间也呈现显著负相关,

表3 1970—2014年山东济宁市日照时数显著减少时段内主要气象因子的变化趋势及与日照时数的相关系数
Tab.3 The variation trends of main meteorological factors and their correlation coefficients with sunshine hours during the significant decreasing periods of sunshine hours in Jinjing of Shandong Province during 1970 - 2014

气象因子	变化趋势及相关系数	8月	夏季	秋季	全年
总云量	变化趋势/成 · (10 a) ⁻¹	0.321 **	0.165 **	0.138	0.095 *
	相关系数	-0.921 ***	-0.833 ***	-0.888 ***	-0.684 ***
低云量	变化趋势/成 · (10 a) ⁻¹	0.128	0.401 *	0.256	0.062 *
	相关系数	-0.701 ***	-0.583 ***	-0.765 ***	-0.699 ***
相对湿度	变化趋势/% · (10 a) ⁻¹	-0.324	-1.746	-0.203	-0.716 *
	相关系数	-0.603 ***	-0.335 *	-0.620 ***	-0.294
轻雾日数	变化趋势/d · (10 a) ⁻¹	2.916 ***	9.219 ***	5.741 ***	20.873 ***
	相关系数	-0.432 **	-0.606 ***	-0.394 **	-0.462 ***
雾霾日数	变化趋势/d · (10 a) ⁻¹	-0.073	-0.008	-0.122	0.412
	相关系数	-0.233	-0.317 *	-0.404 **	-0.482 ***
降水量	变化趋势/mm · (10 a) ⁻¹	7.626	6.621	-0.288	10.636
	相关系数	-0.622 ***	-0.402 **	-0.522 ***	-0.411 **
降水日数	变化趋势/d · (10 a) ⁻¹	-0.327	-0.476	0.392	-0.554
	相关系数	-0.687 ***	-0.472 ***	-0.783 ***	-0.605 ***

其中与总云量、低云量、轻雾日数及降水日数的相关系数分别为 -0.833 、 -0.583 、 -0.606 、 -0.472 ,呈极显著负相关(通过 $\alpha=0.001$ 的信度检验);秋季,日照时数与各气象因子间的相关系数均通过 $\alpha=0.01$ 的显著性检验,其中与总云量、低云量、降水日数、相对湿度及降水量的相关系数分别为 -0.888 、 -0.765 、 -0.783 、 -0.620 、 -0.522 ,呈极显著负相关(通过 $\alpha=0.001$ 的信度检验);8月,除雾霾日数外,日照时数与其余气象因子间的负相关关系均通过了显著性检验,其中与总云量、低云量、相对湿度、降水日数及降水量的相关系数分别为 -0.921 、 -0.701 、 -0.603 、 -0.687 、 -0.622 ,呈极显著负相关(通过 $\alpha=0.001$ 的信度检验)。可见,除年平均相对湿度和8月雾霾日数外,各时段日照时数与同期气象因子间的相关关系均显著。

上述气象因子对日照时数减少的影响表现为明显的季节性,而夏季日照时数极显著减少幅度最大,这与大气环流变化密切相关。在全球变暖的气候背景下,夏季副热带高压面积增大^[20],且位置偏北,其西北侧西南气流北伸,致使济宁上空水汽充沛^[21],导致总、低云量和轻雾日数显著增多。综上所述,在气象因子共同作用的基础上,总云量、低云量和轻雾日数的增多对济宁地区年、夏季日照时数的变化贡献最大,而秋季主要是轻雾日数的极显著增加。

4 结 论

(1)济宁地区年日照时数呈现“中间高,四周低”的地域分布特征,高值区位于中北部,多年平均日照时数为2 398.2 h;最低值分布在西部平原,年平均日照时数为2 225.2 h;近45 a来,济宁市各地区年日照时数均呈减少趋势,最大降幅位于以嘉祥和微山为中心的西部平原和南部湖区。

(2)济宁地区日照时数最多出现在春季(663.8 h),以5月日照时数(246.4 h)最多,2月日照时数(150.4 h)最少;近45 a来,日照时数夏、秋季减少趋势显著,其中8月日照时数减少速率最大,可见,全区年日照时数的减少夏、秋季贡献较大。

(3)1970—2014年,济宁地区日照时数减少突变的时间是1989年;研究期内日照时数以20 a振荡周期最为明显,而1970—1995年则以8 a振荡周期表现最为显著。

(4)济宁地区日照时数在气象因子共同作用的

基础上,总云量、低云量和轻雾日数的显著增多对全年、夏季日照时数的减少贡献最大,而秋季主要是轻雾日数的显著增加导致了日照时数的显著减少。

参考文献

- [1] 张立波,肖薇. 1961—2010年新疆日照时数的时空变化特征及其影响因素[J]. 中国农业气象,2013,34(2):130—137.
- [2] 陈建新,闫瑛,周鑫,等. 南阳市1960—2013年高温日数变化特征及原因分析[J]. 气象与环境科学,2015,38(2):87—91.
- [3] 司福意. 焦作市太阳辐射资源分析评估[J]. 气象与环境科学,2013,36(2):87—91.
- [4] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京:气象出版社,2003.
- [5] 郭艳艳,邱新法,张素云. 1965~2005年河北日照时数时空分布特征及影响因子[J]. 干旱气象,2010,28(3):297—303.
- [6] 韩世刚,唐琳. 长江流域日照变化趋势分析[J]. 安徽农业科学,2012,40(23):11769—11771.
- [7] 靳利梅. 近50年上海地区日照时数的变化特征及影响因素[J]. 气象科技,2012,40(2):293—298.
- [8] 周晓宇,张新宜,崔妍,等. 1961—2009年东北地区日照时数变化特征[J]. 气象与环境学报,2013,29(5):112—120.
- [9] 康淑媛,张勃,郭玉刚,等. 1959年至2008年石羊河流域日照时数时空变化特征[J]. 资源科学,2011,33(3):483—488.
- [10] 杨霞,蔡梅,赵逸舟,等. 近39年喀什日照时数变化分析[J]. 干旱区研究,2011,28(1):158—162.
- [11] 华维,董一平,范广洲. 青藏高原年日照时数变化的时空特征[J]. 山地学报,2010,28(1):21—30.
- [12] 彭云峰,王琼. 近50年福建省日照时数的变化特征及其影响因素[J]. 中国农业气象,2011,32(3):350—355.
- [13] 李雪,郑新江,咸迪,等. 中国黑戈壁地区日照时数时空变化及影响因素[J]. 干旱气象,2013,31(3):471—475.
- [14] 董旭光,邱粲,刘焕彬,等. 山东省日照时数的气候变化特征及其影响因素[J]. 中国农业气象,2013,34(2):138—145.
- [15] 孙翠凤,窦坤,徐国栋,等. 近46 a山东菏泽日照变化特征及影响因子[J]. 干旱气象,2013,31(4):744—749.
- [16] 杨小梅,安文玲,张薇,等. 中国西南地区日照时数变化及影响因素[J]. 兰州大学学报(自然科学版),2012,48(5):52—60.
- [17] 叶瑜,苏永秀,李政,等. 近50年广西日照时数时空变化特征分析[J]. 中国农学通报,2013,29(14):196—201.
- [18] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术(第2版)[M]. 北京:气象出版社,2007:37—38,58—59,63—64,99—103.
- [19] 尹继尧,朱元清,宋治平,等. Morlet小波显著性检验和精度分析在地磁场和地震活动性周期分析中的应用[J]. 地震学报,33(5):663—671.
- [20] 钱代丽,管兆勇,王黎娟. 近57 a夏季西太平洋副高面积的年代际振荡及其与中国降水的联系[J]. 大气科学学报,2009,32(5):677—685.
- [21] 高理,胡桂芳,孙莎莎. 山东夏季强降水的时空演变特征及成因[J]. 干旱气象,2013,31(4):690—694.

Spatial and Temporal Variation Characteristics of Sunshine Hours and Influence of Meteorological Factors in Jining of Shandong Province During 1970 – 2014

CAI Peng¹, ZHANG Cuicui¹, WANG Zhengquan², WANG Wen³, LI Fang¹

(1. *Jining Meteorological Bureau of Shandong Province, Jining 272137, China;*

2. *Jiangyan Meteorological Station of Jiangsu Province, Taizhou 225500, China;*

3. *College of Atmospheric Science, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044, China)*

Abstract: Based the monthly sunshine duration, total cloud cover, low cloud cover, fog and haze days, relative humidity and precipitation at 11 meteorological observation stations in Jining of Shandong Province from 1970 to 2014, the temporal and spatial variation characteristics of sunshine duration and their correlation with meteorological factors were studied by using the climate tendency rate, Morlet wavelet analysis, sliding t test and Mann – Kendall test methods. The results indicated that the annual sunshine duration was high in the middle and low on the edge in Jining. The change of annual sunshine duration showed a decreasing tendency in whole area in Jining during 1970 – 2014, and the maximum of climatic tendency rate occurred in western plain with Jiaxiang as the center and southern lake area with Weishan as the center. The sunshine duration in summer and autumn decreased significantly in the past 45 years, while that in spring and winter hadn't obviously changed, and the decreasing rate was the maximum in August. Therefore, the significant decrease of sunshine duration in summer and the early autumn had greatly contributed to the decrease of annual sunshine duration. The mutation of sunshine duration with the obvious decrease occurred in 1989, and the oscillation periods of 8 – year and 20 – year were significant during 1970 – 2014. The decrease of sunshine duration was closely related with the change of total cloud cover, low cloud cover, relatively humidity, mist days, fog and haze days, precipitation and rainfall days. The total cloud cover, low cloud cover and mist days in Jining increased significantly during 1970 – 2014, which had greatly contribute to the decrease of sunshine duration in all year and summer. Moreover, the remarkable increase of mist days was conducive to the decrease of sunshine duration in autumn.

Key words: sunshine duration; temporal and spatial variation; climatic tendency rate; abrupt change test; wavelet analysis

(上接第 965 页)

Temporal and Spatial Characteristics of Vegetation Net Primary Productivity and Its Responses to Climate Change in Three – river Headwaters Region

ZHOU Bingrong^{1,2}, ZHU Shengcui³, LI Hongmei⁴

(1. *College of Earth Environmental Sciences of Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;*

2. *Institute of Meteorological Science of Qinghai Province, Xining 810001, China;*

3. *Haibei Pastoral Meteorology Experimental Station of Qinghai Province, Haibei 810200, China;*

4. *Qinghai Climate Center, Xining 810001, China)*

Abstract: The three – river headwaters region is an important water source in China, even in the Asia, which is a vulnerable and sensitive area of high – cold ecosystem. Net primary productivity (NPP) is one of the important indicators of ecological environment evaluation. For exploring the vegetation biomass to adapt climate change in the three – river headwaters region, based on the meteorological observation data at 18 weather stations during 1961 – 2014, biomass observation data of grassland at 11 monitoring sites during 2003 – 2013 and prediction data set of climate change in China during 2011 – 2100 from the National Climate Center, the applicable and high precision model was selected to estimate vegetation NPP in three – river headwaters region by comparing the five climate estimation models of NPP. And on this basis that the temporal and spatial variation characteristics of vegetation NPP and its response to climate change in the three – river source area from 1961 to 2014 were analyzed and predicted. The results showed that Zhou Guang – sheng's model to estimate vegetation NPP in the three – river source region had good applicability and the highest precision, so the model was used to estimate NPP from 1961 to 2014. The spatial distribution of NPP decreased gradually from southeast to northwest in the three – river source region, the average was $59.59 \text{ gC} \cdot \text{m}^{-2}$, and the spatial and interannual fluctuations of NPP in the Yellow River source area was higher than in the Yangtze River and Lancangjiang River source areas during 1961 – 2014. NPP had an increasing trend in the past 54 years on the whole, but the change rates in different regions were obviously different. The temperature was an important factor to affect the increase of vegetation NPP in the three – river source region. In the future 90 years, NPP in three – river headwaters region still would continue to increase.

Key words: three – river headwaters region; net primary productivity; climate change; prediction