

太湖无锡地区近 40 a 来日照的变化特征分析

张运林¹ 秦伯强¹ 陈伟民¹ 胡维平¹

(1 中科院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

(2 中国科学院研究生院, 北京 100039)

摘 要 利用无锡站 1961-2000 年日照时数、日照百分率、总云量及低云量资料,对太湖无锡地区近 40 a 来日照的变化特征进行分析,阐述了其年变化及多年变化特征,分析了日照时数与日照百分率、总云量、低云量之间的关系。结果表明:日照时数呈减少趋势,年日照时数的减少幅度为 99.72 h/10 a,其中又以夏、秋季减少最快;日照时数年内变化为夏秋季大、冬春季小;日照时数与日照百分率变化趋势不完全相同;日照时数与总云量、低云量呈负相关;年日照时数存在突变现象。

关键词 日照时数 日照百分率 总云量 突变

分类号 P422 **文献标识码** A

引 言

日照是气候形成的重要因素,是太阳辐射最直观的表现,表示一个地区接受太阳光照射与否的情况。一个地方的日照情况一般采用日照时数和日照百分率两个参数来表示,日照时数表征的是一天日照时间的长短,它与人类的生产活动及动植物的生长发育密切相关,是气候变化的主要气象要素之一,决定了农业光能资源,对于合理进行农业生产布局,调整种植结构有着重要的作用。日照百分率指某一地区一定时段内日照时数与当地可照时间之比,它也是计算太阳辐射的一个关键因子。因而,有不少学者对各地日照进行过有关研究^[1-5]。太湖地区是重要的粮食生产基地,而其日照情况很少被研究,因而研究日照时数及日照百分率的变化特征、分布规律及影响因子有重要的实际意义。随着全球气候的改变,无锡地区的气候出现了明显的特征变化,日照时数发生了显著变化,因而有必要了解日照的气候特征、变化趋势及影响原因。本文对太湖无锡地区 1961~2000 年近 40 a 的日照时数、日照百分率、总云量、低云量进行了分析,找出了日照时数的变化特征和规律,跟云量之间的关系,并就日照时数突变进行了简要分析。

收稿日期:2002-05-18;修改稿日期:2002-07-29

基金项目:中科院知识创新工程项目(KZCX2-311)、湖沼项目(湖沼IV)联合资助

第一作者简介:张运林,(1976-),男(汉),湖南省邵阳县人,博士,现在中科院南京地理湖泊研究所,主要从事湖泊气象和湖泊物理研究

1 日照时数的年际变化

太湖无锡地区多年平均的年日照时数为 1946.6 h, 光能资源丰富, 利于农业生产。图 1 给出了无锡地区 1961~2000 年近 40 a 来日照时数年平均的逐年变化曲线、5 a 滑动曲线、变化趋势、多年平均值和年代平均值变化情况, 其中变化趋势的计算采用线性方法, 即:

$$b = \frac{\sum (t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})}{\sum (t_i - \bar{t})^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (1)$$

式中 b 为日照时数变化趋势(h/a), 其值为 9.972 h/a, t_i 为时间(a), y_i 为日照时数(h), \bar{t} 、 \bar{y} 分别为时间和日照时数的平均值, 本文 $n=40$ 。

由图可知, 近 40 a 来太湖无锡地区年日照时数呈减少趋势, 其气候倾向率 99.72 h/10 a, 1961~2000 年 40 a 内共减少 398.88 h。从年代变化来看, 60、70 年代日照时数偏多, 这与全国其他地区变化相同^[6-9], 进入 80 年代后日照时数开始减少, 尤其是 90 年代, 日照时数持续偏少, 在这 10 a 内其日照时数都小于 40 a 的平均值, 相对于 60、70 年代而言, 90 年代日照时数呈现显著减少趋势。从日照时数的年际变化振幅来看, 60、70 年代日照时数变化振幅比较大, 分别为 544.1 h, 391.1 h, 而 80、90 年代日照时数变化振幅分别只有 299.1 h, 339.5 h。

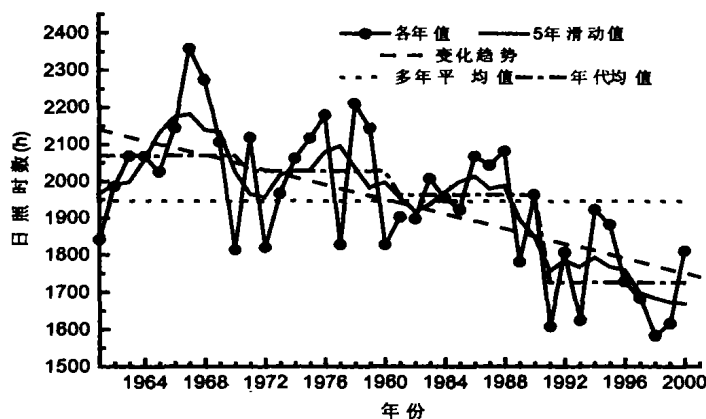


图 1 太湖无锡地区近 40 a 来年日照时数的逐年变化曲线

Fig. 1 The yearly variation curves of sunshine hours in the recent 40 years in Wuxi region

日照时数的年际变化存在明显的季节差异, 图 2 给出太湖无锡地区春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)、冬(12~2 月)4 季日照时数逐年变化曲线。从图可知, 1961~2000 年太湖无锡地区春、夏、秋、冬各季日照时数变化趋势与年日照时数变化相同, 呈减少趋势, 但各季变化情况不一样, 夏、秋季减少强烈些, 冬、春季减少要小些, 尤其是春季 40 a 来季日照时数减少很微弱, 春、夏、秋、冬各季的气候倾向率分别为 1.62、46.55、29.10、26.12 h/10 a。各季日照时数年季变化以夏季日照时数变化振幅最大, 为 453.7 h, 冬、秋季次之, 分别为 345.3 h 和 243.9 h, 春季最小, 为 215.1 h。

2 日照时数的年内变化

图 3 所示为 40 a 来日照时数各月多年平均值, 曲线呈上凸的抛物线形式, 日照时数年内

变化表现为夏季大、春秋季节次之、冬季最小,其变化趋势基本上与可照时间变化趋势相同,但日照时数除受可照时间影响外,它还受空气状况、云量、降水量的影响,因而其年内变化与可照时间变化又不完全一致。5、6、7 月份可照时间相差不大,但日照时数却差异明显,这主要是由于 5、6 月份无锡地区进入梅雨季节,降水较多,云量增多(云量在 6 月份达一年最大值),致使 5、6 月份日照时数比 7 月份小得多。进入 7、8 月份后,雨量陡减,天空晴朗,因而日照时数较多,日照时数在 2 月份出现一低值主要受可照时间天文因素影响,而在 9 月份出现的低值则受制于云量等地面因素。

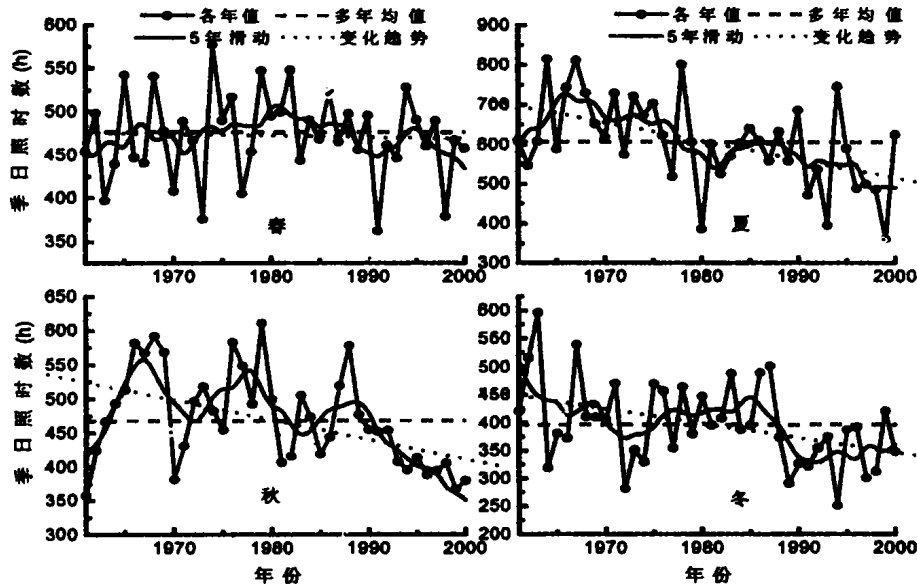


图 2 太湖无锡地区近 40 a 来各季日照时数的逐年变化曲线
Fig. 2 The yearly variation curves of seasonal sunshine hours in the recent 40 years in Wuxi region

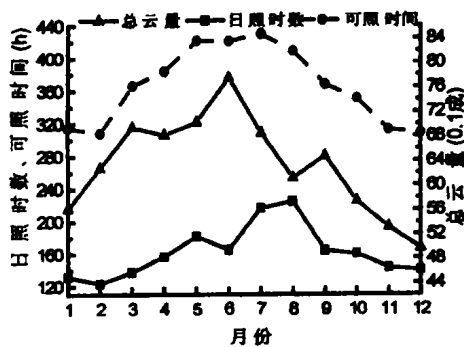


图 3 日照时数、可照时间、总云量年内变化
Fig. 3 The monthly variation curves of sunshine hours and total cloudiness

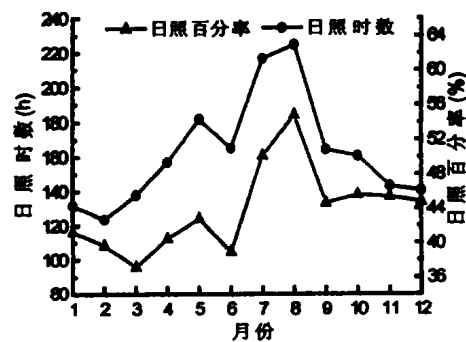


图 4 日照时数与日照百分率的年内变化
Fig. 4 The monthly variation curves of sunshine hours and relative sunshine

3 日照时数与日照百分率的关系

日照时数表示的是某一地区某一时段的日照情况,而日照百分率表征的则是相对日照率,由于各年的可照时间变化很小,因而日照时数与日照百分率的年季变化是一致的,但由于各月

的可照时间相差很大,因而日照数与日照百分率的年内变化存在一定差异,统计无锡站 1961~2000 年日照时数与日照百分率各月多年平均值,见图 4。日照时数在 7、8 月份相差不大,而日照百分率却存在较大差异,在 3 月份日照时数大于 2 月份,而其日照百分率却小于 2 月份,这都是由于可照时间不同而造成的。

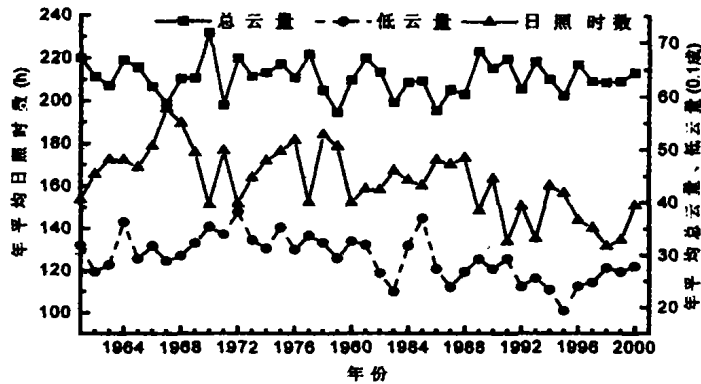


图 5 太湖无锡地区近 40 a 来年平均日照时数、总云量及低云量逐年变化曲线
 Fig. 5 The yearly variation curves of sunshine hours, total cloudiness and lower cloudiness in the recent 40 years in Wuxi region

4 日照时数与总云量、低云量的关系

云量是影响日照时数的主要因子,图 5 给出了太湖无锡地区 1961~2000 年年平均日照时数及年平均总云量、低云量逐年变化曲线。由图可知,日照时数与总云量及低云量存在负相关关系,总云量、低云量多时日照时数就小,总云量、低云量少时,日照时数就大。为此我们可以建立日照时数与云量的定量关系。设天空总云量为 N ,则 $(1 - N/10)$ 为无云天空之成数,因而日照时数可以写成^[10]:

$$S_h = A + JS(1 - N/10)$$

式中 S_h 为实际日照时数, S 为当地可照时间, N 为总云量, A 、 J 为经验系数,可照时间的计算式如下:

$$S = 2arccos(-tg\varphi tg\delta)$$

式中 φ 为地理纬度, δ 为太阳赤纬。利用无锡站 1961~2000 年月实际日照时数、可照时间及总云量月均值资料进行线性回归,得到如下结果(见表 1):

表 1 回归的各月 A、J 值及相关系数 R
 Table 1 The monthly values of A, J and relevance coefficient R

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A | 16.76 | 17.99 | 35.97 | 53.13 | 79.39 | 58.02 | 106.78 | 74.46 | 58.90 | 45.56 | 22.95 | 18.89 |
| J | 0.834 | 0.920 | 0.90 | 0.848 | 0.815 | 1.123 | 0.865 | 0.945 | 0.811 | 0.771 | 0.819 | 0.783 |
| R | 0.933 | 0.899 | 0.867 | 0.911 | 0.918 | 0.779 | 0.828 | 0.855 | 0.773 | 0.803 | 0.799 | 0.806 |

由表中相关系数可知,日照时数与总云量存在良好的线性关系,检验其显著性水平,发现其值均小于 0.0001,因而利用总云量的月均值来估算月日照时数是可信的。

5 日照时数的突变检验

5.1 检验方法

本文采用滑动 t -检验法,其基本思想就是把一气候序列中两段子序列均值无显著差异看为来自两个总体均值有无显著差异的问题来检验,如果两段子序列的均值差超过一定显著性水平,可以认为均值发生了质变,有突变发生。对于具有 n 个样本量的时间序列,设置某一时刻为基准点,前后两段子序列 x_1 和 x_2 的样本分别为 n_1 和 n_2 ,两段子序列平均值分别为 \bar{x}_1 和 \bar{x}_2 ,方差为 s_1^2 和 s_2^2 。原假设为 $H_0: u_1 - u_2 = 0$,定义统计量^[11]:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (4)$$

其中

$$s = \sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

(4)式遵从自由度 $v = n_1 + n_2 - 2$ 的 t 分布。给出信度 α ,得临界值 t_α ,计算 t ,在 H_0 下比较 t 与 t_α ,当 $|t| > t_\alpha$ 时,否定原假设 H_0 ,说明存在显著差异,即序列中存在均值突变现象; $|t| < t_\alpha$ 时,则接受原假设。

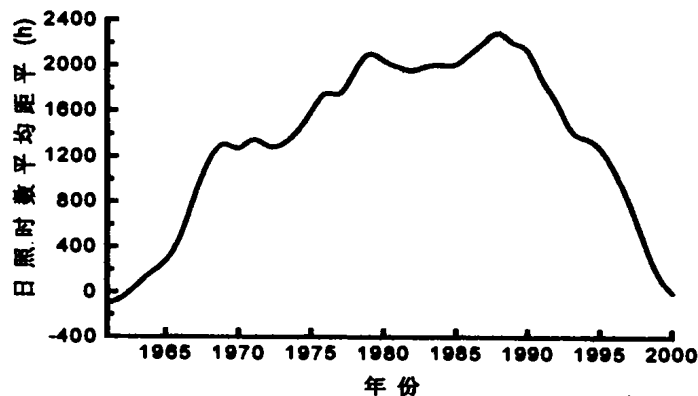


图6 年日照时数平均值的累积距平曲线
Fig. 6 Cumulative anomalies curve of sunshine hours

5.2 年总日照时数的突变

取显著性水平 $\alpha = 0.005$,当 $n_1 + n_2 - 2 = 38$ 时, $t_\alpha = 2.7116$,对年日照时数的平均值的时间序列,分别取不同的 n_1 和 n_2 ,计算 t 值。经计算发现,当 $n_1 = 27, n_2 = 13$ 时(即将序列分为 1961~1987 年和 1988~2000 年), $t = 4.34$,达最大值,远远大于临界值 2.7116,故否定原假设 $H_0: u_1 - u_2 = 0$,表明序列中存在均值突变,年日照时数在 1988 年之后迅速减少,在这以前,日照距平以正为主,1988 年后日照距平全为负值。图 6 给出了太湖无锡地区年日照时数平均值的累积距平曲线,由图也可以看出年总日照时数的突变事实。

6 结 论

通过上述分析,得出近 40 a 来太湖无锡地区日照变化具有如下特点:

(1) 近 40 a 来太湖无锡地区日照时数呈减少趋势,其气候倾向率为 99.72 h/10 a,在年代上以 90 年代减少最为显著,在季节上夏、秋季减少最快,春季减少极为微弱。

(2) 日照时数年内变化表现为夏季大、春秋季节次之、冬季最小,其变化趋势基本上与可照时间变化相同,但在 6、9 月出现相对低值,这主要是受云量及降水的影响。

(3) 日照时数与日照百分率年内变化趋势不完全相同,其差异主要是可照时间引起的。

(4) 日照时数与总云量、低云量呈负相关关系,利用月日照时数与总云量进行线性回归,它们之间的相关性很好。

(5) 年日照时数存在突变现象,其在 1988 年之后迅速减少。

参 考 文 献

- 1 曾昭美,严中伟,章名立. 近 40 a 我国云、日照、温度及日较差的统计. 科学通报,1993,38(5):440~444
- 2 马志福,谭芳. 塔里木盆地日照时数分布规律研究及应用. 资源科学,2000,20(2):40~45
- 3 沈梅芳. 海南州恰卜恰地区 1993~1997 年日照特征分析. 青海气象,2000,(1):29~32
- 4 于俊伟,刘益兰. 贵州省日照时数分布特征. 贵州气象,1991,1998,15(4):28~30
- 5 于俊伟. 大娄山日照时数分布特征. 贵州气象,1998,22(6):13~16
- 6 谭有邦,谢利娟. 内江市近 40 a 日照变化的统计特征. 气象,1996,22(10):27~30
- 7 李明香,才荣辉,金巍. 营口市近 50 a 来日照时数变化的特征分析. 辽宁气象,1999,(3):10~12
- 8 覃峥嵘. 南宁日照时数减少的气候特征及成因分析. 广西气象,1999,20(2):38~40
- 9 吴达鸿. 简析近年日照时数偏少的原因. 广东气象,2001,(1):35~36
- 10 文传甲. 我国日照时数和总辐射的空间分布场. 山地研究,1992,10(4):203~210
- 11 魏凤英编著. 现代气候统计诊断预测技术. 北京:气象出版社,1999. 62~65

THE ANALYSIS OF VARIATION CHARACTERISTICS OF SUNSHINE IN THE RECENT FORTY YEARS IN WUXI REGION

Zhang Yunlin^{1,2} Qin Boqiang¹ Chen Weimin¹ Hu Weiping¹

(1 *Nanjing Institute of Geography & Limnology, CAS, Nanjing 210008*)

(2 *Graduate School of CAS, Beijing 100039*)

Abstract Based on the data of sunshine hours, relative sunshine, total cloudiness and lower cloudiness from 1961 to 2000 in Wuxi observation station, the variation characteristics of sunshine hours in recent years in Wuxi region are analyzed. The monthly and yearly variation of sunshine hours, the relation between sunshine hours and relative sunshine, total cloudiness, lower cloudiness are studied. The results show: sunshine hours has greatly decreased in the recent 40 years, with the breadth of 99.72 h/10 a and decreased fastest in summer and autumn; the monthly variation of sunshine hours is bigger in summer and autumn than that in winter and spring; the monthly variation tendency of sunshine hours and relative sunshine is different; there exists negative relevance relation between sunshine hours and total cloudiness and lower cloudiness; the sudden change of sunshine hours occurred in 1987, and then there is a relative less hours period.

Key words Sunshine hours Relative sunshine Total cloudiness Sudden change