

# 太湖无锡地区太阳总辐射的气候学 计算及特征分析\*

张运林<sup>1,2)</sup> 秦伯强<sup>1)</sup> 陈伟民<sup>1)</sup> 胡维平<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> (中国科学院南京地理与湖泊研究所,南京 210008) <sup>2)</sup> (中国科学院研究生院,北京 100039)

## 摘 要

为了便于研究水气界面辐射传输、水下光辐照度以及湖泊储热量,探讨太湖地区总辐射概况及其变化。文章在概述当前太阳总辐射气候学计算的主要方法及公式基础上,采用最小二乘法,利用上海、南京、杭州3站1961~2000年共40年的历史资料,确定各站的经验系数,然后内插求出太湖无锡地区的经验系数。由此推导出太湖无锡地区太阳总辐射的气候学计算公式,并利用无锡站日照百分率资料求算出近40年到达地面的太阳实际总辐射。然后利用太湖站1998年的太阳总辐射实测资料检验其公式精度,确定公式的可信度。最后对计算值进行分析,阐述了近40年来太湖无锡地区太阳总辐射的变化特征及其原因。研究结果表明:无锡地区太阳总辐射呈下降趋势,而这种下降主要是由于大气中悬浮物增加所致;总辐射年内变化趋势基本上与天文辐射相吻合,但又存在差异,这主要与梅雨的存在有关。

关键词:太湖无锡地区 太阳总辐射 日照百分率 气候学计算

## 引 言

太阳辐射能是地-气系统的主要能源,是影响气候的主要因素。大气和地面接收到的太阳辐射能对大气的加热、大气对流、地面的热状况及生物的生长、人类的各种活动、太阳能的利用等都有巨大的影响,同时它也是水体初级生产者的主要能量来源,其大小、变化将直接影响到湖泊水体生态系统的结构、功能和演变。通过对太湖湖泊富营养化众多的影响因子的相关分析,发现太阳辐射是影响藻类生长和湖泊富营养化的首要因子之一。因此研究太湖无锡地区太阳辐射的气候学计算,一方面是通过提出合适的计算方法,计算本地区太阳总辐射,以弥补此地区太阳总辐射观测资料空缺,另一方面便于了解水气界面辐射收支、水下光辐照度,为研究太湖水下光照与藻类、悬浮质的相关过程研究、太湖湖泊生态系统的演变、湖泊富营养化防治提供基础资料和方法。

## 1 太阳总辐射气候学计算方法简述

太阳总辐射量由太阳直接辐射和太阳散射辐射量组成,即总辐射量是直接辐射与散

\* 本文由中国科学院知识创新工程项目(KZCX2-311)、中国科学院知识创新重大项目(KZCX1-SW-12)联合资助。

2002-02-05 收到,2002-05-15 收到修改稿。

射辐射量之和。

$$Q = S + q \quad (1)$$

因此太阳总辐射求算的最简单方法即由观测到的直接辐射和散射辐射求和确定。但全国日射观测站很少,大部分地区缺直接辐射和散射辐射观测资料,因此对缺观测资料的地区而言,只能采用气候学计算的方法来求算太阳总辐射。目前,被大家公认的太阳总辐射的计算公式主要基于日照和云量两项常规观测指标来计算。

### 1.1 基于日照的计算方法

1922年 Ångström 首先提出总辐射的气候学计算公式<sup>[1]</sup>,其形式如下:

$$Q = S_0(a + bs_1) \quad (2)$$

式中  $Q, S_0$  分别为实际和可能太阳总辐射,  $s_1$  为同期日照百分率,  $a, b$  为经验系数。

此后,1940年 Prescott<sup>[2]</sup>以及后来的 Penman<sup>[3]</sup>都提出以天文辐射  $Q_0$  代替可能总辐射,给出如下公式:

$$Q = Q_0(a + bs_1) \quad (3)$$

随后国内的左大康<sup>[4]</sup>,翁笃鸣<sup>[5]</sup>,陆渝蓉<sup>[6]</sup>,王炳忠<sup>[7]</sup>分别提出了各自的计算公式,并给出了不同地区的经验系数,在此不一一列出。

### 1.2 基于云量的计算方法

Kimball 根据美国站点资料最先提出利用云量来计算太阳总辐射<sup>[1]</sup>,得出另一形式的计算式:

$$Q = Q_0[a + b(1 - n)] \quad (4)$$

式中  $n$  为平均云量。

继后 T.Γ.别尔梁德提出了利用云量计算太阳总辐射的改进式<sup>[1]</sup>:

$$Q = Q_0[1 - (a + bn)n] \quad (5)$$

而 П.П.库兹明在考虑了云状对总辐射的影响后,提出如下计算式<sup>[1]</sup>:

$$Q = Q_0[1 - c_L n_L - c_{MH}(n - n_L)n] \quad (6)$$

式中  $c_L, c_{MH}$  为经验系数,  $n_L, n$  为低云量和总云量。

由于利用云量计算太阳总辐射比用日照百分率求算太阳总辐射误差大,一般用于缺日照百分率观测资料的地区对太阳总辐射进行粗略估算。因此这部分工作在国内开展的较少,尚未提出成熟的计算式。

## 2 本文方法介绍

本文采用通用的日照百分率方法来计算太湖无锡地区的太阳总辐射,然后对计算结果进行效果验证,分析其误差情况。所用公式选取式(3),这是因为翁笃鸣<sup>[5]</sup>,祝昌汉<sup>[8,9]</sup>曾就总辐射气候计算中的基本问题作了较全面、深入的论述,论证了采用天文辐射计算总辐射及其分量的合理性。

### 2.1 各分量的求解

天文辐射是指到达大气上界,未经大气衰减的太阳辐射,其大小由太阳对地球的天文

位置和各地纬度决定,其计算式如下<sup>[10]</sup>:

$$Q_{\text{日}} = \frac{TI_0}{\pi \rho^2} (\omega_0 \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \sin \omega_0) \quad (7)$$

式中  $Q_{\text{日}}$  为每天天文辐射量,  $T$  为一天的长度(24 h);  $I_0$  为太阳常数( $1367 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ );  $\varphi$  为当地纬度;  $\delta$  为赤纬;  $\omega_0$  为可照时间;  $\rho$  为日地距离。由上式可求得每日天文辐射,月平均值用每月 15 日的值代替,由此可以计算出上海、南京、杭州 3 站 40 年每月平均天文辐射。利用下式计算天文辐射各月多年平均值。

$$Q_{jk} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_{ijk} \quad (j = 1, 2, 3, \dots, M; k = 1, 2, \dots, P) \quad (8)$$

式中  $Q_{jk}$  为第  $k$  站第  $j$  月天文辐射的多年平均值,  $Q_{ijk}$  为第  $k$  站第  $j$  月第  $i$  年的天文辐射,  $n$  为样本容量,  $M$  为月数,  $P$  为站点数。同理,利用上海、南京、杭州 3 站 40 年实际观测资料,采用上述方法可以求得各站点的实际太阳总辐射、日照百分率的各月多年平均值。

## 2.2 经验系数的确定

经验系数的确定采用最小二乘法

$$a = \bar{y} - b \bar{x} \quad (9)$$

$$b = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (10)$$

式中  $\bar{x}$  为日照百分率  $s_1$  各月多年平均值,  $\bar{y}$  为各月实际总辐射与天文辐射比值 ( $Q/Q_0$ ) 的多年平均值,  $x_i, y_i$  分别为  $s_1, Q/Q_0$  每年各月原始序列值,用式(9)和(10)分别计算上海、南京、杭州 3 站各月  $a, b$  系数,然后按各站地理位置内插出无锡站的  $a, b$  系数,由于 4 站海拔高度相差不大,因此无需进行高度订正。

## 3 结果与讨论

### 3.1 $a, b$ 系数及公式的推导

利用 1961 ~ 2000 年共 40 年资料分别计算上海、南京、杭州 3 站的天文辐射、实际总辐射、日照百分率各月多年平均值,结果见表 1。

表 1 天文辐射、实际总辐射日总量、日照百分率每月多年平均值(1961 ~ 2000 年)

月份	上海站			南京站			杭州站		
	天文辐射 ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	总辐射 ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	日照百分率(%)	天文辐射 ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	总辐射 ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	日照百分率(%)	天文辐射 ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	总辐射 ( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	日照百分率(%)
1	20.3789	7.9444	41.10	20.0167	7.7447	43.89	21.0795	6.9000	36.31
2	25.4764	9.4312	39.01	25.1605	9.3359	41.79	26.0839	7.9878	33.69
3	31.3556	11.0201	36.03	31.1264	11.3222	40.13	31.7959	9.3372	31.69
4	36.9135	13.8414	40.02	36.8044	13.9436	43.24	37.1145	12.2108	36.33
5	40.2872	15.6798	40.84	40.2877	16.1779	46.3	40.2757	14.095	38.72
6	41.5828	14.8668	36.47	41.6398	15.7462	42.85	41.4563	13.4852	34.75
7	40.916	17.997	52.26	40.9525	16.8216	49.52	40.8348	17.5145	52.81
8	38.259	17.3038	56.19	38.2038	16.6917	55.11	38.3554	16.7189	55.22
9	33.5846	13.3088	44.91	33.4092	13.0811	45.87	33.9153	12.1356	42.25
10	27.7184	11.4112	46.84	27.4394	11.2202	48.81	28.2526	10.3828	43.73
11	21.9799	9.1144	46.61	21.6343	8.8413	48.83	22.6469	8.4016	44.29
12	19.0613	8.0038	46.88	18.6923	7.7015	49.07	19.7762	7.1585	43.32
年平均	31.4595	12.4936	43.93	31.2804	12.4134	46.28	31.7989	11.3607	41.09

用实际总辐射与天文辐射的比值跟日照百分率进行回归分析,即可计算出各站每月的  $a, b$  系数,结果见表 2。

表 2 经验系数  $a, b$  每月多年平均值

月份	上海站		南京站		杭州站	
	$a$	$b$	$a$	$b$	$a$	$b$
1	0.1415	0.6042	0.1313	0.5824	0.1178	0.588
2	0.1408	0.5882	0.1123	0.6192	0.0985	0.6302
3	0.1183	0.6470	0.0791	0.7093	0.0696	0.7054
4	0.1415	0.5834	0.0998	0.6453	0.133	0.5407
5	0.1919	0.4831	0.1798	0.4789	0.1369	0.5622
6	0.1879	0.4661	0.1139	0.6168	0.1218	0.5891
7	0.1848	0.4881	0.1208	0.5856	0.1375	0.5476
8	0.1843	0.4768	0.0937	0.6228	0.1404	0.5457
9	0.1619	0.5219	0.1666	0.534	0.1065	0.6074
10	0.1876	0.4873	0.1099	0.6125	0.1603	0.4792
11	0.1509	0.5659	0.1497	0.5303	0.1327	0.5353
12	0.1554	0.5642	0.1159	0.6035	0.1104	0.5993
年平均	0.1622	0.5397	0.1211	0.5951	0.1221	0.5775

为了解  $a, b$  系数的逐年变化情况,用每 5 年的实际总辐射与天文辐射的比值跟日照百分率进行线性回归分析,结果见表 3。

表 3 经验系数  $a, b$  每 5 年年平均值

年份	上海站		南京站		杭州站	
	$a$	$b$	$a$	$b$	$a$	$b$
1961 ~ 1965	0.1491	0.5677	0.1333	0.5931	0.1087	0.5844
1966 ~ 1970	0.1654	0.5610	0.1179	0.6095	0.1054	0.6197
1971 ~ 1975	0.1466	0.5989	0.1108	0.6869	0.1163	0.6395
1976 ~ 1980	0.1412	0.5234	0.1209	0.5586	0.1362	0.4849
1981 ~ 1985	0.1463	0.5678	0.1358	0.5591	0.1088	0.6175
1986 ~ 1990	0.1523	0.5282	0.1245	0.5557	0.1152	0.5535
1991 ~ 1995	0.1947	0.4739	0.1435	0.5083	0.1360	0.6010
1996 ~ 2000	0.1813	0.5441	0.1406	0.5429	0.1224	0.5855
1961 ~ 2000	0.1622	0.5397	0.1211	0.5951	0.1221	0.5775

由表 3 数据可知,  $a, b$  系数的逐年变化不大,这也使得我们完全有理由利用  $a, b$  系数 40 年平均值来计算各年太阳总辐射。

上海、南京、杭州、无锡 4 个辐射站的地理位置分别为:  $31^{\circ}24' N, 121^{\circ}29' E; 32^{\circ}00' N, 118^{\circ}48' E; 30^{\circ}14' N, 120^{\circ}10' E; 31^{\circ}35' N, 120^{\circ}21' E$ , 4 站大致处于同一纬度带下,其中上海、南京、杭州 3 站组成一三角形,无锡大致位于三角形中心,离 3 站的距离相近,因此其经验系数  $a, b$  值可用 3 站平均值来代替,计算结果见表 4。

表 4 无锡站经验系数  $a, b$  每月多年平均值

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
$a$	0.1302	0.1172	0.0890	0.1247	0.1695	0.1412	0.1477	0.1395	0.1383	0.1526	0.1445	0.1272	0.1351
$b$	0.5915	0.6126	0.6873	0.5898	0.5081	0.5573	0.5405	0.5484	0.5544	0.5264	0.5438	0.5890	0.5707

由此得到太湖无锡地区年平均太阳总辐射的气候学计算式:

$$Q = Q_0(0.1351 + 0.5707s_1) \quad (11)$$

式中  $Q$  为太阳总辐射月平均日总量计算值,  $Q_0$  为天文辐射月平均日总量,  $s_1$  为日照百分率月平均值。

### 3.2 误差分析

为检验公式的精度,文章采用太湖湖泊生态系统研究站 1998 年实测资料对其计算结果进行效果检验,结果见表 5。

表 5 太阳总辐射计算值、实测值及相对误差

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
实测值( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	7.52	9.52	7.87	12.47	12.93	13.15	18.34	17.75	13.44	11.10	9.20	7.46	11.73
计算值( $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )	6.68	8.66	8.51	13.62	13.72	12.98	18.26	16.73	12.37	9.72	7.95	6.56	11.31
相对误差(%)	11.15	9.01	8.19	9.19	6.13	1.28	0.45	5.75	7.94	12.40	13.6	12.05	3.54

由表 5 可以看出,计算值与实测值相差很小,相对误差大多低于 10%,超过 10% 的月份只有 4 个月,年平均误差仅为 3.54%,由此可见上述太阳总辐射气候学计算公式精度较高,用其来计算月平均总辐射日总量完全是可信的。

### 3.3 特征及原因分析

利用式(11)计算出 1961 ~ 2000 年逐年太阳总辐射的年平均日总量(图 1)。

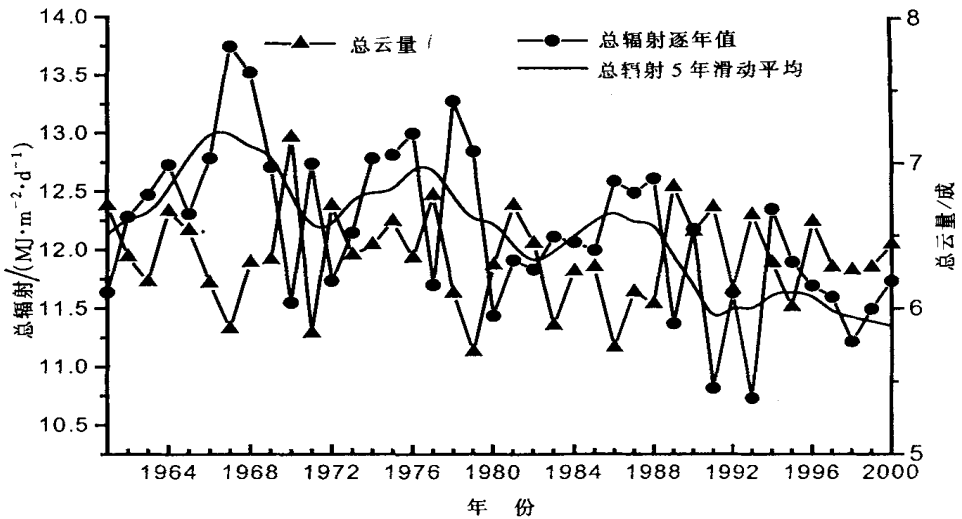


图 1 太湖无锡地区太阳总辐射年平均日总量计算值及总云量的多年变化(1961 ~ 2000 年)

从图 1 可以看出太湖无锡地区近 40 年来太阳总辐射的变化趋势为在波动中有所减少,这与全国太阳总辐射的变化趋势一致<sup>[11-13]</sup>。计算各年年平均日总量距平均值,发现其大致可分为三个时段,1961 ~ 1970 年其距平均值基本为正,为负的只有 2 年,1971 ~ 1990 年距平均值正负交替出现,1991 ~ 2000 年距平均值基本为负,为正的年份仅占 10%,从 1961 年到 2000 年每 10 年距平均值为负的年数分别为 2 年,4 年,5 年,9 年,这

也有力说明了太阳总辐射的减少趋势。

影响到达地面太阳辐射强弱变化的因素有很多,一般而言,决定太阳辐射逐月变化规律的主要因素是太阳的运行规律。到达大气层顶的太阳辐射随太阳的位置变化,其每月辐射量基本为定值,而进入大气层后,由于大气分子、云量、大气中水汽及悬浮物等对太阳辐射的吸收、反射、散射作用削弱了到达地面的太阳辐射程度。因此到达地面的太阳辐射并不完全遵循太阳的运行规律,而是在其基础上又叠加了外在因素的影响。在影响太阳辐射强弱变化的众多因素中,我们可以近似假设大气成分不变,而大气中水汽与云量关系密切,因此可从云量和大气悬浮物两方面来分析总辐射减少的原因。由图1可知,近40年来太湖无锡地区到达地面的太阳总辐射大致与总云量成反比关系,一般来说,云量减少,太阳总辐射增加,反之减少。但它们之间的变化并不是完全相反,如1979年,1995年云量较1978年,1994年都有所减少,然而它们的实际辐射不但没增加反而跟着减少,这说明除云量外其它因素对太阳总辐射也影响较大,这其中大气悬浮物就是一个重要因子。大气悬浮物的作用与云相似,当其增多时,太阳总辐射减少,反之增加。分析近40年来总云量和低云量,发现其变化不大,总云量距平均值在零左右来回波动,总云量没有明显增加,相反其低云量近15年来距平值都为负值(见图2),说明低云量不但没增加反而减少,因此可以初步认为太阳总辐射的减少并非云量的变化引起,主要是由于大气中悬浮物增加所致。

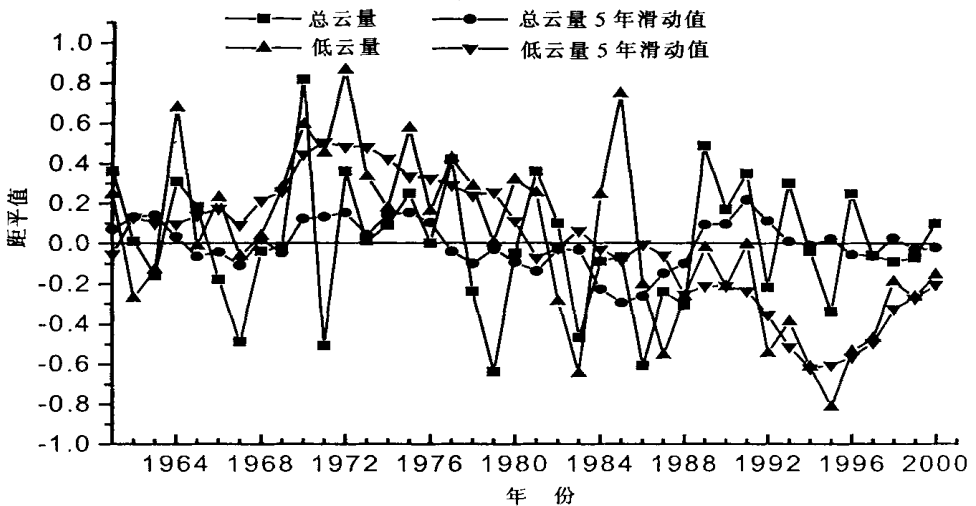


图2 太湖无锡地区1961~2000年总云量、低云量距平值变化曲线

图3为40年来太阳总辐射、天文辐射和总云量的各月多年平均值,曲线呈上凸的抛物线形式,总辐射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天文辐射变化趋势相同,体现了天文辐射在实际总辐射中的主导位置。但到达地面的太阳总辐射除受天文辐射的影响外,大气层的衰减也是一重要因素,其在6、9月份表现尤为突出。天文辐射在5、6、7月份差异较小,但到达地面的太阳实际辐射经大气层衰减后其变化趋势不再跟天文辐射相似,这反映了大气对太阳辐射的衰减作用。6月份天文辐射达

一年最大值,而总辐射的计算值相对于5、7月而言却出现一相对低值,这主要是由于6月份无锡地区进入梅雨季节,降水较多,日照较少,云量增多所致(如图3所示,云量在6月份达一年最大值)。总辐射一般7、8月份达一年最大值,这是由于在7、8月份无锡地区进入少雨季,降水很少,日照百分率也达到一年最大值,而此时云量也相对雨季而言有明显减少,致使太阳辐射计算值达一年最大值。总辐射计算值在8~9月份下降速率十分明显,这是因为9月份太湖地区受台风的影响,出现降水量年过程线中另外一个峰值<sup>[14]</sup>,云量在8月份出现一低值后又迅速上升,从而使得总辐射计算值在8~9月份出现明显下降趋势。

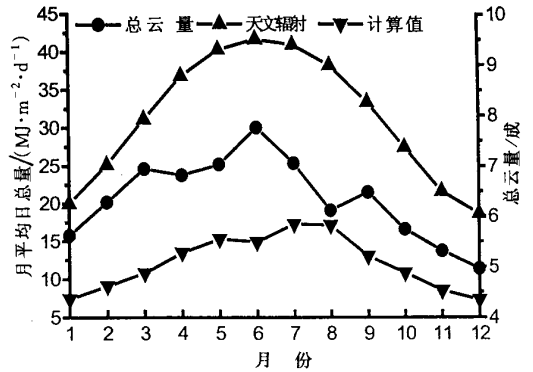


图3 天文辐射、总辐射计算值及总云量年内变化

由于日照百分率与总辐射计算值存在统计上的线性相关,其变化直接影响到总辐射的变化,因而完全有必要对其变化特征进行分析。图4给出了无锡站1961~2000年日照百分率的逐年变化曲线、5年滑动曲线、变化趋势及多年平均值曲线,其中变化趋势的计算采用线性方法,即:

$$k = \frac{\sum (t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})}{\sum (t_i - \bar{t})^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (12)$$

式中  $k$  为日照百分率变化趋势,  $t_i$  为时间(a),  $y_i$  为日照百分率,  $\bar{t}$ 、 $\bar{y}$  分别为时间和日照百分率的平均值,  $n = 40$ 。

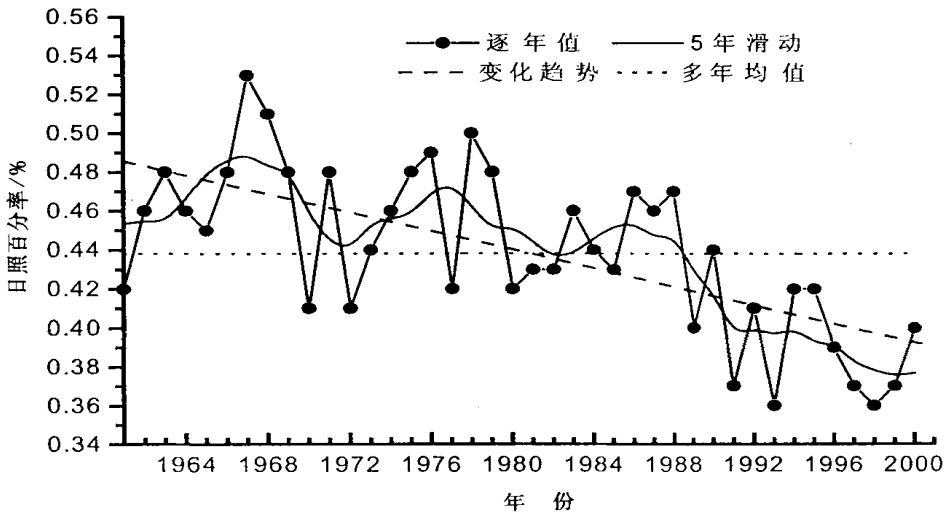


图4 太湖无锡地区近40年来日照百分率的逐年变化

结合图2、图4分析发现,近40年来太湖无锡地区日照百分率的变化与总辐射变化

一致,呈减少趋势,其气候倾向率每10年为2.38%。但从年代变化来看,日照时数变化趋势不尽相同,其中20世纪60、70年代日照百分率偏多,进入80年代后日照百分率开始减少,尤其是90年代,日照百分率持续偏小,在这10年内其日照百分率都小于40年的平均值,相对于60、70年代而言,90年代日照百分率呈现显著减少趋势。

## 4 结 论

基于无锡周边地区上海、南京、杭州太阳总辐射实测资料,推算出无锡地区太阳总辐射的气候学计算公式。再利用无锡站日照百分率实测资料计算其太阳总辐射并对其进行分析,大致可以得出以下几点结论:

(1) 利用上海、南京、杭州40年的实测总辐射跟日照百分率进行回归分析,得出各站经验系数 $a, b$ ,内插出无锡地区的 $a, b$ 值,进而推出月总辐射气候学计算公式:

$$Q = Q_0(0.1351 + 0.5707s_1)$$

利用太湖站实测资料对上述计算公式进行效果检验,得出其计算结果精度较高,证明回归得出的总辐射气候学计算公式是可信的。

(2) 无锡地区太阳总辐射呈下降趋势,年平均距平值大致可分为1961~1970,1971~1990,1991~2000年3个时段。分析总辐射减少的原因,可以初步认为近40年来太湖无锡地区总辐射减少并非云量变化引起,主要由于大气中悬浮物增加所致。

(3) 分析总辐射的年内变化,发现其变化趋势基本上与天文辐射相吻合,夏季大、春秋季节次之、冬季最小,但二者变化又不完全相同,天文辐射最大值出现在6月,而总辐射计算值最大值出现在7、8月,6月则有一低值。分析其原因,是由于6月份无锡地区进入梅雨季节,降水增多,日照减少,而云量则达到一年最大值,相反7、8月份降水很少,日照最大,致使实际总辐射达一年最大值。总辐射计算值在8~9月下降速率明显是因为太湖无锡地区在8~9月出现降水量年过程线中另外一个峰值,同时云量增多。

## 参 考 文 献

- 1 翁笃鸣. 中国辐射气候. 北京:气象出版社,1997. 111~116.
- 2 Peman H L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. *Proc. Roy. Soc. A*, 1948, **193**: 120~145.
- 3 Iqbal M. An Introduction to Solar Radiation. Academic Press, Toronto. New York, London, 1983. 231~237.
- 4 左大康,王懿贤,陈建绥. 中国地区太阳总辐射的空间分布特征. *气象学报*, 1963, **33**(1): 78~96.
- 5 翁笃鸣. 试论总辐射的气候学计算方法. *气象学报*, 1964, **34**(3): 304~315.
- 6 陆渝蓉,高国栋. 我国辐射平衡各分量的计算方法及时空分布的研究(1). *南京大学学报(自然科学版)*, 1976, **12**(2): 89~110.
- 7 王炳忠. 我国的太阳能资源及其计算. *太阳能学报*, 1980, **1**(1): 1~9.
- 8 祝昌汉. 再论总辐射气候学计算方法(一). *南京气象学院学报*, 1982, **5**(1): 15~24.
- 9 祝昌汉. 再论总辐射气候学计算方法(二). *南京气象学院学报*, 1982, **5**(2): 196~206.
- 10 陆渝蓉,高国栋. 物理气候学. 北京:气象出版社,1987. 134~137, 39~51.
- 11 李晓文,李维亮,周秀骥. 中国近30年太阳辐射状况研究. *应用气象学报*, 1998, **9**(1): 24~31.
- 12 张雪芬,陈东,付祥健. 河南省近40年太阳辐射变化规律及成因探讨. *气象*, 1999, **25**(3): 21~25.



- 13 查良松,丁祖荣,周佑河,等. 合肥市太阳辐射量的初步分析. 安徽师范大学学报(自然科学版),1996,19(4): 355~360.
- 14 孙顺才,黄漪平编. 太湖. 北京:海洋出版社,1993. 12~14.

## CLIMATOLOGICAL CALCULATION AND CHARACTERISTIC ANALYSIS OF GLOBAL RADIATION OVER WUXI REGION

Zhang Yunlin<sup>1,2)</sup> Qin Boqiang<sup>1)</sup> Chen Weimin<sup>1)</sup> Hu Weiping<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> (Nanjing Institute of Geography and Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008)

<sup>2)</sup> (School of Graduate, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039)

### Abstract

The variation of global solar radiation reaching the surface over the Wuxi region and its calculation are studied for further understanding of the solar transfer on water-air interface and the underwater irradiance. The main methods and formulas for climatological calculation of global radiation are simply discussed. Based on the observation data of global radiation and relative sunshine at Shanghai, Nanjing, Hangzhou stations, the empirical coefficients for these stations are calculated by using the least square method. The coefficient for the Wuxi region is calculated through interpolation from the coefficients of the three stations. The climatological calculation formula, which is suitable for Wuxi region, is brought forward. The global radiation reaching the surface is gained by using the formula and relative sunshine data at Wuxi station in recent 40 years. The formula precision is checked up by use of the observation data from the Taihu Lake ecosystem research station, which is proved to be credible. At last, by analyzing the calculation results, the characteristics and causes of global radiation variation are discussed. The results show that the global radiation has decreased in the past 40 years and the decrease mainly attributed to the increase of suspended matter in the atmosphere. The annual variation of global radiation is basically similar to the extraterrestrial irradiation except some differences in summer. These differences are caused by Meiyu with greater precipitation, cloud cover and less sunshine.

**Key words:** Wuxi region Solar global radiation Relative sunshine Climatological calculation