

黄河流域近 40 年日照百分率的气候变化特征

买 苗¹ 曾 燕¹ 邱新法² 高 苹¹ 王萧宇²

(1. 江苏省气象科学研究所, 南京 210008; 2. 南京信息工程大学空间信息科学系)

提 要: 利用黄河流域及其周边 146 个气象站 1960—2000 年逐月日照百分率资料, 研究分析了黄河流域日照百分率的气候变化趋势。结果表明, 就整个流域平均而言, 日照百分率呈明显下降趋势, 黄河流域年平均日照百分率在 20 世纪 90 年代较 60 年代下降了 2.49%; 日照百分率的下降主要表现在夏季和冬季, 春季和秋季下降不明显。对日照百分率气候变化的空间分析表明, 除极少数台站的日照百分率呈略有上升趋势外 (主要出现在流域上游), 黄河流域日照百分率的下降表现得非常明显, 遍布整个流域的中、下游。

关键词: 黄河流域 日照百分率 气候变化 气候趋势

Variation of Sunshine Percentage for the Last 40 Years in the Yellow River Basin

Mai Miao¹ Zeng Yan¹ Qiu Xinfu² Gao Ping¹ Wang Xiaoyu²

(1. Meteorological Institute of Jiangsu Province, Nanjing 210008;

2. Department of Geospatial Information Science, Nanjing University of Information Science & Technology)

Abstract: Based on observational data of 146 meteorological stations around the Yellow River basin from 1960 to 2000, the spatial and temporal distributions of the sunshine percentage are studied. The result shows that the sunshine percentage in the Yellow River basin has steadily decreased on average, especially in summer and winter. Compared with the 1960s, the sunshine percentage of 1990s decreased in the middle and lower reaches of the Yellow River, and increased a little in the upper reach.

Key Words: Yellow River basin sunshine percentage climate change climate tendency

引言

目前,气候变化是全球变化研究的核心问题和重要内容。科学研究表明,近百年来,地球气候正经历一次以全球变暖为主要特征的显著变化。现有的预测表明,未来全球的气候将继续向变暖的方向发展。全球公众对气候变化的关注与日俱增,气候变化问题不仅是科学问题、环境问题,而且是能源问题、经济问题^[1]。气候变化会引起大气物理结构和化学结构发生变化,进而影响到太阳辐射能量的变化,探讨气候变化对太阳辐射的影响有重要意义。

日照百分率是实际日照时间与天文可照时间(不考虑大气影响和地形遮蔽的最大可能日照时间)之比,可照时间的多少,直接影响到地表可获得太阳辐射能量的多少,进而影响到其它气象要素和地表通量的空间分布。1919年Kimball提出日照百分率与总辐射之间可能存在很好的关系^[2],1922年Ångström提出用日照百分率计算总辐射的公式^[3]。因此,日照百分率成为研究太阳辐射能量的重要因子之一,它是准确计算太阳辐射的重要参考指标。

1 资料及研究区概况

黄河位于32~42°N、96~119°E之间,是我国第二条大河,发源于青藏高原,全长5464km。流域集水面积大,跨度长,地理环境复杂。流域面积为 $7.93 \times 10^5 \text{ km}^2$,其中,干旱区占11.7%;半干旱区占28.2%;半湿润区占54.8%;湿润区占5.3%。日照时数的分布是由东南向西北增加,一般而言,夏半年多于冬半年,纬度越高,夏季日照时数越长,冬季日照时数越短^[4]。

本文所用资料为1960—2000年黄河流

域及其周边146个气象站(图1)逐月日照百分率。

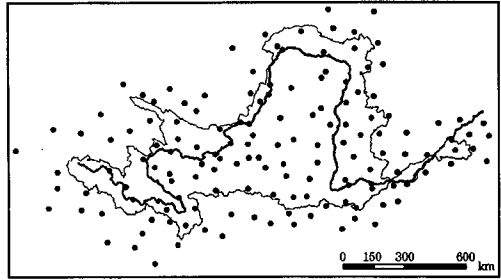


图1 黄河流域及气象站点分布图

2 研究方法

参考文献[5],引入气候趋势系数和气候倾向率来研究黄河流域日照百分率的气候变化特征。

2.1 气候趋势系数

气候趋势系数:

$$r_x = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(i - \bar{i})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (i - \bar{i})^2}}$$

式中, r_x 为 n 个时刻(年)的要素序列与自然数列1, 2, 3, ..., n 的相关系数。其中 n 为年数, x_i 为第 i 年要素值, \bar{x} 为其样本均值; $\bar{i} = (n+1)/2$ 。 r_x 为正(负)时表示该要素在所计算的 n 年内有线性增(降)的趋势。

2.2 气候倾向率

将气象要素的趋势变化用一次线性方程表示,即

$$\hat{x}_t = a_0 + a_1 t \quad t = 1, 2, \dots, n$$

式中, \hat{x} 为气象要素的拟合值; $a_1 \cdot 10$ 称为气候倾向率,表示气象要素每10年的变化率。

对146个站分别按年和四季计算其日照

百分率的气候趋势系数和气候倾向率, 季节划分是以 3—5 月为春季、6—8 月为夏季、9—11 月为秋季、12 月至翌年 2 月为冬季。

3 结果分析

3.1 黄河流域日照百分率气候变化趋势

图 2 给出了黄河流域年日照百分率逐年

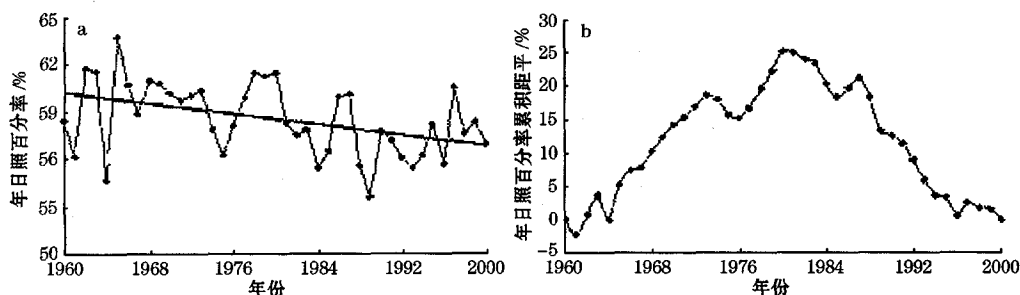


图 2 1960—2000 年黄河流域年日照百分率逐年变化 (a) 和逐年累积距平 (b)

表 1 给出各年代日照百分率的季节统计值。由表 1 可以看出, 就整个流域平均而言: 近 40 年来黄河流域日照百分率呈明显下降趋势, 20 世纪 90 年代年平均日照百分率较 60 年代下降了 2.49%; 四季中, 日照百分率夏季和冬季下降趋势较明显, 且以冬季下降幅度最大, 90 年代较 60 年代下降了 4.90%。日照百分率的下降必然导致太阳总辐射的下降, 因此, 近年来黄河流域的太阳总辐射也是下降的。这一规律与全球太阳总辐射下降的结论完全一致。Stanhill 和 Cohen 认为云量和气溶胶的增加是近年来全球太阳总辐射下降的主要原因^[6]。

表 1 黄河流域日照百分率季节统计 (单位: %)

年代	全年	春季	夏季	秋季	冬季
1960—1969	59.46	57.22	56.63	58.07	65.48
1970—1979	59.19	58.18	55.72	60.35	62.84
1980—1989	57.43	57.09	52.44	58.37	62.01
1990—1999	56.97	55.04	53.17	58.70	60.58
40 年平均	58.26	56.88	54.49	58.87	62.73

变化和逐年累积距平变化。图 2a 中直线为日照百分率与时间序列 (年) 拟合的趋势线, 显著性水平达 0.01, 可以看出黄河流域日照百分率呈明显下降趋势。由逐年累积距平的变化曲线图 2b 可看出, 1960—1981 年黄河流域日照百分率基本上均高于 40 年平均水平, 1981 年之后基本上均低于 40 年平均水平。

图 3 给出了 1960—2000 年黄河流域不同季节日照百分率变化曲线。其中, 夏季和冬季日照百分率变化趋势的相关系数显著性水平达 0.01, 即日照百分率呈明显下降趋势; 春季和秋季日照百分率趋势拟合显著水平较低, 即日照百分率无显著变化。

3.2 黄河流域日照百分率气候变化趋势的空间分析

图 4 利用 ArcGIS 生成黄河流域年平均日照百分率气候变化趋势空间分布图。从年平均日照百分率气候倾向率空间分布可以看出, 气候倾向率上升最大为 1.77%/10a, 下降最小为 5.56%/10a, 后者为前者的 3 倍以上, 可见下降要比上升幅度大得多, 除极少数台站的日照百分率呈略有上升趋势外 (主要出现在流域上游), 黄河流域日照百分率的下降表现得非常明显, 遍布整个流域的中、下游。

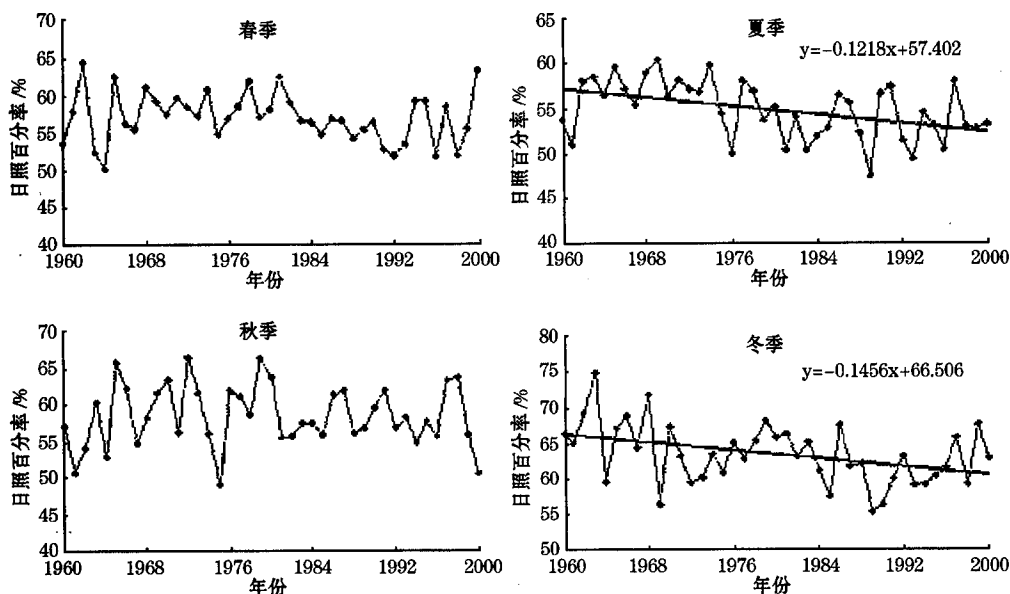


图 3 1960—2000 年黄河流域不同季节日照百分率变化曲线

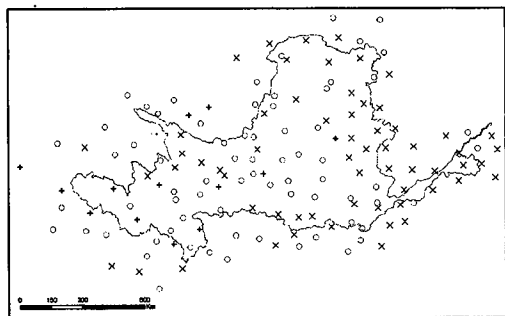


图 4 1960—2000 年黄河流域年平均日照百分率气候倾向率空间分布图 (单位: %/10a)

○表示无明显变化, ×表示下降, +表示上升

表 2 为黄河流域及其周边 146 个气象站点日照百分率变化趋势统计。夏季和冬季日照百分率下降站点数分别各占总站点数的 42.5%, 均超过全年的百分比 41.8%。春季和秋季日照百分率变化站点较少, 分别占总站点数的 19.9% 和 17.8%。

图 5 为黄河流域不同季节日照百分率气候倾向率空间分布图, 其符号含义与图 4 相

表 2 日照百分率变化趋势站点统计

趋势	全年	春季	夏季	秋季	冬季
日照百分率下降 站点数	61	29	62	26	62
日照百分率持平 站点数	72	108	81	106	73
日照百分率上升 站点数	13	9	3	14	11
日照百分率下降 站点数占总站点 数的百分比/%	41.8	19.9	42.5	17.8	42.5

注: 日照百分率上升和下降台站均通过 95% 的信度检验

同。由图 5 可看出, 不同季节日照百分率变化趋势的空间分布基本与图 4 相似, 只是日照百分率上升、下降幅度和地区范围略有不同。夏季和冬季日照百分率主要表现为下降的气候趋势, 且下降的幅度较大, 最高达 $-7.85\%/10a$ (出现在冬季), 日照百分率上升的区域较小; 各季节日照百分率下降的幅度均比上升的幅度要高; 尽管日照百分率上升区域的范围在秋季相对大一些, 但其上升幅度并不高, 最高也仅为 $2.45\%/10a$ 。

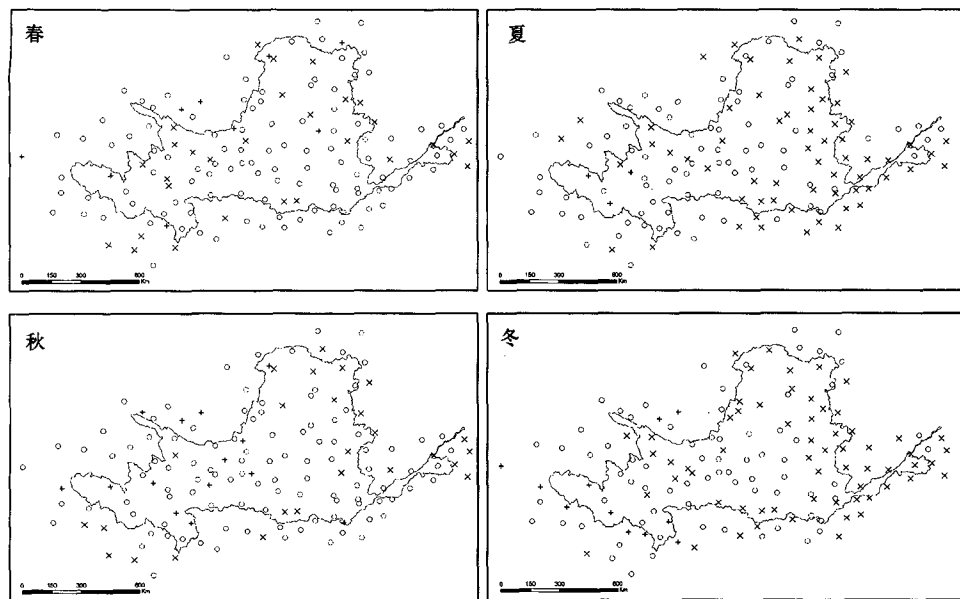


图5 1960—2000 黄河流域四季日照百分率气候倾向率空间分布图 (单位: %/10a)

说明同图4

4 结 论

(1) 日照百分率的下降表征了太阳总辐射的下降, 而 Stanhill 和 Cohen 认为云量和气溶胶的增加是近年来全球太阳辐射下降的主要原因^[6]。太阳辐射驾驭着全球的气候变化, 它与日照百分率变化, 存在着正相关关系。

(2) 就整个黄河流域平均而言, 日照百分率呈明显下降趋势, 年平均日照百分率在 20 世纪 90 年代较 60 年代下降了 2.49%。

(3) 日照百分率气候变化的时间分析表明, 下降主要表现在夏季和冬季, 春季和秋季下降不明显。

(4) 日照百分率气候变化的空间分析表明, 除极少数台站的日照百分率呈略有上升趋势外 (主要出现在流域上游), 黄河流域日照百分率下降表现得非常明显, 遍布整个

流域的中、下游。

参考文献

- 1 秦大河, 丁一汇, 张锦等. 气候系统的演变及其预测 [M]. 北京: 气象出版社, 2003, 3.
- 2 Kimball H. H. Variations in the total and luminous solar radiation with geographical position in the United States [J]. Mon. Weather Rev., 1919, 47, 769.
- 3 Ångström, A., Solar and atmospheric radiation [J]. Q. J. R. Met. Soc., 1924, 20: 121-6126.
- 4 吴祥定, 钮仲勋, 王守春. 历史时期黄河流域环境变迁与水沙变化 [M]. 北京: 气象出版社, 1994.
- 5 施能, 陈家其, 屠其璞. 中国近 100 年来 4 个年代际的气候变化特征 [J]. 气象学报, 1995, 53 (4): 431-439.
- 6 Stanhill G, Cohen S. Global dimming: a review of the evidence for a widespread and significant reduction in global radiation with discussion of its probable causes and possible agricultural consequences [J]. Agricultural and Forest Meteorology., 2001, 107: 255-278.