

河南省近 40 年太阳辐射变化规律及其成因探讨^①

张雪芬 陈 东 付祥健 郑银鹤

(河南省气象局, 郑州 450003)

提 要

首先把河南省不完整的太阳辐射资料,用经验公式推算到近 40 年(1960~1997 年)的资料。并把只有总日射资料的站,利用经验公式,计算出直接辐射、散射辐射资料。在此基础上,用方差分析找出太阳辐射的周期变化规律,发现河南省太阳总辐射具有减少的趋势,直接辐射也呈减少趋势,散射辐射北部、南部呈减少趋势,中部呈增多趋势。初步研究证明,大气中总悬浮微粒的增加是导致太阳总辐射减少的重要原因。

关键词: 总辐射 直接辐射 散射辐射 周期 云量 TSP 浓度

引 言

太阳辐射是地球上的能量和动力,它是地球上生命的基础,太阳辐射的变化对地球上生物的影响很大。多年来,由于河南省太阳辐射观测站少,且资料很不完整,未曾系统分析过近 40 年来太阳辐射的变化规律。因此本文在整理现有太阳辐射资料的基础上,利用经验公式补齐所需资料,探讨太阳辐射变化规律,对今后河南农业生产将有一定的指导意义。

1 太阳辐射资料的处理

河南省有 4 个太阳辐射观测站,其中只有郑州站观测资料比较齐全,总太阳辐射、直接辐射、散射辐射资料序列年代较长(1956~1997 年)。而固始、安阳站的观测资料仅有太阳总辐射资料,资料年代分别为 1961~1997

年,1960~1990 年。为了得到较完整的资料,首先用经验公式,把安阳资料年代推算到 1997 年,再推算出两站的散射辐射、直接辐射资料。由于南阳的观测资料年代从 1983 年开始,资料序列年代太短本文无法采用。

1.1 太阳总辐射的计算方法

在所研究的安阳太阳总辐射观测资料中,其资料年代为 1960~1990 年,缺 1990~1997 年的太阳总辐射资料。首先用经验公式补齐资料。

经研究,太阳总辐射与日照百分率存在着以下的关系:

$$Q = Q_0(a + bS)^{[1]} \quad (1)$$

式中, Q 为太阳总辐射,单位: $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$; Q_0 为天文辐射,单位: $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2}$; S 为日照百分率; a 、 b 为经验系数。

^① 本文得到了河南省重点课题“河南省高效农业耕作制气候资源利用研究”的支持

天文辐射日总量按下式计算:

$$Q_0 = \frac{2I_0}{\omega} \frac{1}{p^2} (\Omega_0 \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \sin \Omega_0) \quad (2)$$

式中, I_0 为太阳常数, 取 $8.36 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{分}^{-1}$; ω 为地球自转角速度, 7.292×10^5 弧度 $\cdot \text{秒}^{-1}$, $\Omega_0 = \omega t_0$ 为日出时角, 其中 t_0 为日出至正午或正午至日没的时间; δ 为太阳赤纬; Φ 为地理纬度; p 为以日地平均距平为单位的日地距离。

利用式(1)、(2)和安阳 1960~1990 年太阳辐射资料、每月 15 日的 p 值、安阳每月 15 日(16 日)的 δ 值^[2]及各月平均日照百分率资料, 分别计算出每月 a, b 的值^[3](表略), 根据计算的 a, b 值及 1991~1997 年各月日照百分率, 利用式(1)计算出 1991~1997 年各月太阳总辐射资料。把实测资料与计算资料对比, 大部分年份误差在 $0.4\% \sim 7.8\%$ 之间, 可见精度是很高的。

1.2 太阳直接辐射及散射辐射资料计算

安阳、固始两站仅有总日射资料, 日射总量是直接辐射和散射辐射之和。有研究表明, 散射辐射量与日射总量的比值 D/Q 和日射总量与天文辐射比值 Q/Q_0 的关系密切, 有如下的定量关系式:

$$D = Q(0.99 - 0.747Q/Q_0) \quad (3)$$

式中, D 为散射辐射; Q 为日射总量; Q_0 为天文辐射量。

分别把两站日射总量资料输入微机, 利用式(2)、式(3), 计算出两站的散射辐射资料, 用总日射资料减去散射资料, 可得到两站直接辐射资料。

通过资料整理, 得到了郑州、安阳、固始 1960~1997 年太阳总辐射、直接辐射、散射辐射资料。

2 太阳辐射变化规律^[4]

2.1 太阳总辐射的年际变化规律

利用方差分析找周期的方法, 对郑州、安阳、固始 3 站的太阳总辐射资料进行分析, 找出各站方差贡献较大的周期, 发现 3 个站总太阳辐射资料均存在着 4 年的变化周期。把 3 个站逐月的资料合计为逐年的资料, 并利用微机求出各年距平值(平均值以 1960~1997 年 38 年的资料计算), 发现以郑州地区为代表的河南中部在 1963~1976 年太阳总辐射资料呈减少趋势, 为负距平, 1977 年以来, 基本上以 4 年为周期偏多或偏少。但最近几年, 太阳辐射基本呈偏少趋势。以安阳地区为代表的河南北部在 1981 年以前, 太阳总辐射大多年份呈偏多趋势, 为正距平, 1982 年以来, 一直呈减少趋势, 为负距平。以固始为代表的河南南部, 在 1979 年以前太阳总辐射呈偏多趋势, 距平为正值, 1980 年以来, 大多数年份呈偏少趋势, 距平为负值。3 个站资料表明, 80 年代以来河南省太阳总辐射呈减少趋势(见图 1)。

2.2 散射辐射的年际变化规律

同样用方差分析找周期的方法, 对 3 站的年散射辐射资料进行分析, 发现 3 个站分别有不同的变化周期。郑州地区主要以 7 年为周期变化, 安阳主要以 3 年为周期变化, 固始则以 4 年为周期变化。

3 站的距平变化为: 郑州站在 1960~1971 年间, 散射辐射呈减少趋势, 为负距平, 1972 年以来, 呈增加趋势, 为正距平。安阳地区 1981 年以前散射辐射距平多为正值; 1982 年以来散射辐射呈减少趋势, 距平多为负值。固始观测站散射辐射的年际变化与安阳观测站相似, 1980 年以前, 散射辐射距平多为正值, 1980 年以后, 呈减少趋势, 距平多为负值(见图 2)。

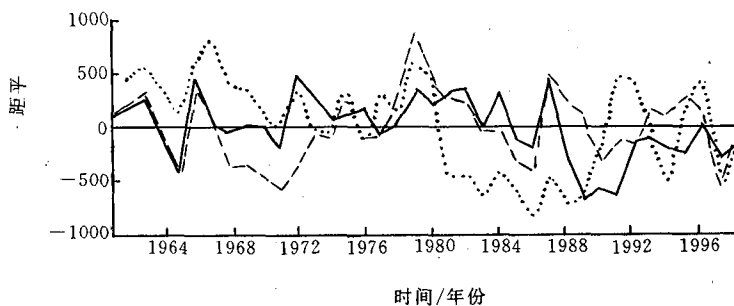


图1 河南省代表站年总辐射距平变化图

实线:安阳,断线:郑州,点线:固始。

综合来看,河南省北部和南部在80年代以前,年散射辐射呈增多趋势,距平多为正值;80年代以后,年散射辐射呈减少趋势,距

平多为负值。以郑州为代表的河南中部地区,80年代以来,年散射辐射呈增多趋势,为正值,其原因有待进一步探讨。

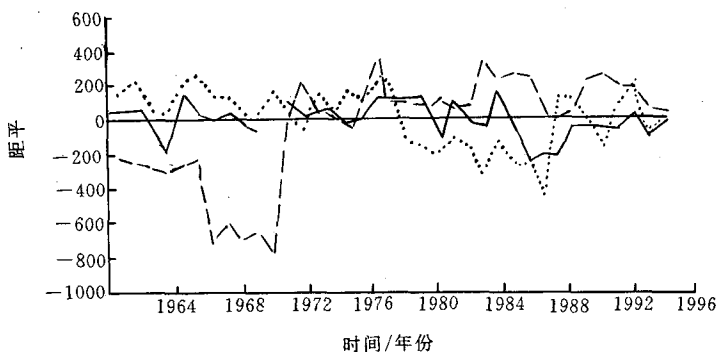


图2 河南省代表站年散射辐射距平图

说明同图1

2.3 直接辐射的年际变化规律

用同样的方法计算3个站的直接辐射的变化周期为:郑州站、安阳站都以3年为变化周期,固始以4年为周期变化。

郑州站在1972年以前,直接辐射呈增多趋势,距平多为正值,1972年以来,直接辐射又呈减少趋势,距平多为负值。这与该地区的散射辐射变化恰好相反。安阳站在1984年以

前,直接辐射呈增多趋势,距平多正值;1984年以来,呈减少趋势,距平多为负值。固始站变化与安阳站相似,1980年以来,呈减少趋势,距平多为负值。这两站直接辐射的变化与该地区散射辐射的变化基本一致。

从以上分析可以看出,河南省北部、南部地区80年代以前,年直接辐射呈增多趋势,距平多为正值;80年代以后,年直接辐射呈

减少趋势,距平多为负值。该变化与年总辐射、年散射辐射变化一致。河南省中部地区60至70年代前期,年直接辐射呈增多趋势,距平为正值;70年代中期以来,年直接辐射呈减少趋势,距平为负值。该变化与年总辐射的变化趋势基本一致,但与年散射辐射的变化相反(见图3)。

3 太阳辐射年际变化的原因

地面接收的太阳辐射与大气成分、云量、大气中水汽含量以及大气悬浮物含量的变化密切相关。其中大气成分的变化较小,假设为不变的。大气中水汽的含量与云量有密切关

系,因此从云量及大气悬浮物含量两方面讨论对太阳辐射的影响。本文以郑州地区资料探讨太阳辐射减少的原因。

3.1 近40年来云量的变化

太阳总辐射一般随着云量的减少,总辐射增加,反之,则减少。郑州地区1960~1997年总云量的变化情况如图4所示,从图上可以看出,1978年以前,总云量距平多为正值;而1978年以来,总云量呈减少趋势,距平多为负值。

80年代以来,云量反而呈减少趋势,说明太阳总辐射减少并不是由于云量变化引起的。

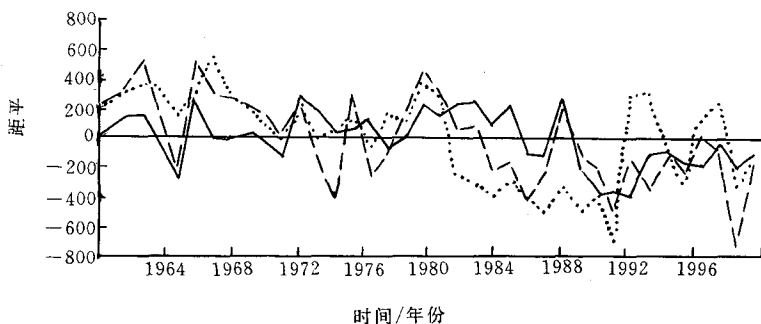


图3 河南省代表站年直接辐射距平图

说明同图1

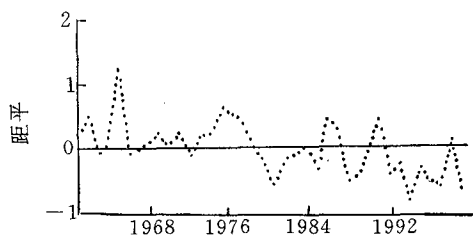


图4 郑州地区总云量距平变化图

3.2 大气总悬浮微粒的变化

太阳总辐射一般随着空气中总悬浮微粒的增加,即空气混浊度增加,呈减少趋势,反之,呈增加趋势^[2]。

图5是郑州市大气中总悬浮微粒的资料

变化情况,从近4年资料明显可以看出大气中总悬浮微粒正呈逐年上升趋势(见图5)。

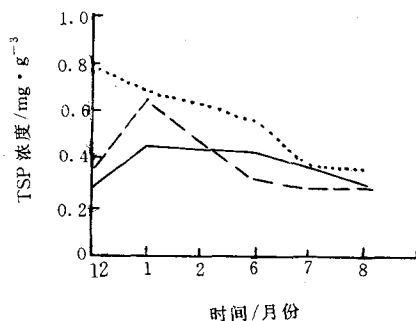


图5 郑州地区TSP浓度变化情况

实线:1994~1995年,断线:1995~1996年,点线:1996~1997年

排除云量的影响外,总悬浮微粒的增加是造成河南省太阳总辐射减少的重要原因。

4 结语

① 河南省太阳总辐射近年来呈减少趋势,其主要原因是由于大气中总悬浮微粒的增加,并且推测太阳总辐射仍继续呈减少趋势。

② 河南省北部、南部的散射辐射、直接辐射变化趋势基本一致。60至70年代散射辐射、直接辐射距平多为正值,80年代以来,散射辐射、直接辐射呈减少趋势,距平为负值。中部散射辐射与北部、南部变化趋势相反,其直接辐射在60年代呈增多趋势,距平多为正值,70、80年代呈减少趋势。其原因有待进一步研究。由于部分直接辐射、散射辐射

资料是用经验公式计算出来的,得出的结论可能和实际情况并不完全相符。

③ 太阳辐射的变化,将会对河南省的农业生产有一定影响。了解了太阳辐射的变化规律,对河南省农业可持续发展战略有重要的指导作用。

参考文献

- 1 赵丰收. 栾城县光能资源的计算方法及其农业气候分析. 农业气象, 1981, (3).
- 2 陆渝蓉, 高国栋. 物理气候学. 北京: 气象出版社, 1987, 12.
- 3 闵骞. 利用地表温度推求日射总量. 气象, 1996, 22 (7): 26~29.
- 4 李晓文, 李维亮, 周秀骥. 中国近三十年太阳辐射状况研究. 应用气象学报, 1998, 9(1): 24~30.

Analysis of the Regularity and Forming Reasons of the Solar Radiation Variation of Henan in Recent 40 Years

Zhang Xuefen Chen Dong Fu Xiangjian Zheng Yinhe

(Research Institute of Meteorological Science of Henan, Zhengzhou 450003)

Abstract

The scarce annual global solar radiation data of Henan Province were extended to recent 40 years (1960~1997) by experimental formula, and direct solar radiation and scattering solar radiation data were calculated by another experimental formula for the stations with the only global solar radiation data. Based on the above analysis, variation period of the solar radiation was found by the method of variance analysis, obvious decreasing trend of the global solar radiation of Henan was found. The direct solar radiation is also decreasing on the one hand, while on the other, the scattering solar radiation of north and south of Henan is decreasing. On the contrary, the scattering solar radiation of middle of Henan is increasing. The preliminary conclusion was drawn that the increase of the TSP concentration is an important reason for the decrease of the global solar radiation.

Key Words: global solar radiation direct solar radiation scattering solar radiation period cloud mount TSP concentration