

陕西省太阳辐射及其日照时数的时空变化特征

吴林荣¹, 王娟敏², 刘海军¹, 孙 娴²

(1. 陕西省气象台, 陕西 西安 710014; 2. 陕西省气候中心, 陕西 西安 710014)

摘 要: 根据陕西省气象台站观测资料, 分析了陕西省太阳总辐射和日照时数的时空演变特征。结果表明, 陕西省太阳总辐射和日照时数呈现出一致性的从北向南递减趋势, 且在渭北高原一带存在太阳总辐射和日照时数的次高值区, 同时指出了陕北地区 4—8 月, 关中、陕南地区 5—8 月是太阳能资源利用的最佳时期。研究结果可为进一步研究区域气候变化、指导农业生产及合理利用太阳能资源提供参考依据。

关键词: 太阳总辐射; 日照时数; 太阳能资源

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2010)02-0212-03

中图分类号: P422.11

Spatiotemporal Variation of Solar Radiation and Sunshine Hours in Shaanxi Province

WU Lin-rong¹, WANG Juan-min², LIU Hai-jun¹, SUN Xian²

(1. Provincial Meteorological Office of Shaanxi, Xi'an, Shaanxi 710014, China;

2. Provincial Climate Centre of Shaanxi, Xi'an, Shaanxi 710014, China)

Abstract: The variation characteristics of global solar radiation and sunshine hours in Shaanxi Province are analyzed. Total solar radiation and sunshine hours in Shaanxi Province show a consistently decreasing trend from north to south. The Weibei Plateau area is the second high-value area of global solar radiation and sunshine hours. April to August in North Shaanxi Province and May to August in Guanzhong and South Shaanxi Province are the best period for the use of solar energy resources. Result from the study is useful in understanding regional climate change, guiding agricultural production, and using solar energy resources.

Keywords: total solar radiation; sunshine hour; solar energy resource

太阳辐射是地球生态系统最主要和最直接的能量来源, 影响到地球上所有的物理、生物和化学过程, 是维持地表温度, 促进地球上的水、大气、生物活动和变化的主要动力。太阳辐射能量在地表上的分配变化会根本改变云覆盖、温度、湿度、降水和大气环流特征, 而且还伴随着热力和动力过程, 与地表水分循环密切相关。太阳辐射及日照也直接与植物生长发育密切相关, 影响和决定了植物生产力、蛋白质含量, 特别是经济林果的着色及其糖分含量。因此, 分析太阳辐射及日照时数变化对了解区域气候及其对农业生产的影响具有重要意义^[1-6]。通过分析陕西太阳总辐射、日照时数的时空变化特征, 可以在一定程度上揭示太阳辐射的分布规律, 弥补太阳辐射观测站点较少的不足, 为气候变化及其农业生产提供参考依据。

1 资料方法

采用资料全部来自陕西省气象档案馆。陕西省 P 有 3 个太阳辐射观测站, 西安市为国家二级站, 观

测总辐射、净辐射等项目, 时段 1961—2006 年; 延安、安康市为三级站, 只观测总辐射, 时段 1990—2006 年。为了统一, 本研究分析这 3 站的总辐射资料。日照时数、日照百分率为陕西省 98 个台站 1961—2006 年的月资料。太阳辐射的计算采用目前国内外通用的气候学方法, 即公式(1)^[7-11]来计算

$$Q = Q_0 f(s, n) \quad (1)$$

式中: Q ——地表受到的太阳总辐射; Q_0 ——起始数据(或称背景值), Q_0 可以是天文辐射、晴天大气总辐射或理想大气总辐射; $f(s, n)$ ——以日照百分率和总云量表示的天空遮蔽度函数。

研究表明, 使用晴天大气总辐射、理想大气总辐射或天文总辐射进行计算差别不大^[12-16], 用日照百分率比云量效果好, 双因子略好, 但相差不大。考虑到天文总辐射可以直接用公式计算, 确定计算公式为:

$$Q = Q_0(a + bS) \quad (2)$$

式中: Q ——地表受到的太阳总辐射; Q_0 ——天文辐射; S ——日照百分率; a, b ——系数。

根据延安、西安、安康市这 3 站的各月辐射和日照百分率, 采用最小二乘法^[17-21] 拟合出公式 (2) 中各月的经验系数 a, b ; 然后计算出各地的地面月平均太阳总辐射, 通过累加进而推算出各地季、年太阳总辐射, 并在 Surfer 8.0 中采用克里格插值法完成全省范围的太阳辐射空间插值。

2 结果分析

2.1 陕西省太阳总辐射变化特征

2.1.1 陕西省太阳总辐射时间变化特征 总体而言, 陕西太阳辐射量有从南向北逐渐增加的趋势。在年内, 延安总辐射值在 5 月份达到最大, 而西安、安康地区在 7 月份最大; 3 个站总辐射值最小的月份均出现在 12 月; 陕北地区的 4—8 月、关中、陕南地区的 5—8 月是太阳总辐射较为丰富的时期(图 1)。

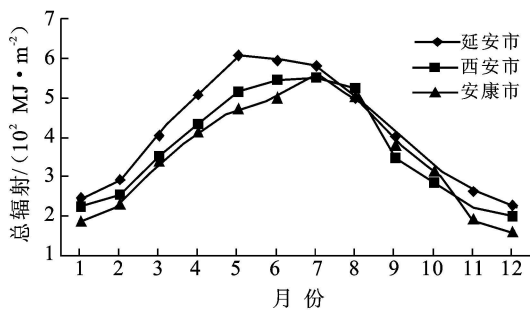


图 1 延安、西安、安康市平均总辐射年内变化

分析表明, 西安地区年总辐射 20 世纪 60—80 年代中期呈现持续下降的趋势, 20 世纪 80 年代中期至 90 年代中期出现了短暂的增加趋势, 20 世纪 90 年代中期以来, 总辐射又呈现出下降的趋势。延安市从 20 世纪 90 年代开始呈现出增加的趋势。1961 年以来, 西安市年总辐射年际差异较大, 最大年份(1966 年)总辐射可达 5 174.6 MJ/m², 最少年份(1984 年)仅有 3 501.1 MJ/m², 相差 1 673.5 MJ/m²。总辐射这种年际差异会给太阳能的持续稳定开发利用造成一定的困难(图 2)。

2.1.2 陕西省太阳总辐射空间变化特征 根据最小二乘法的拟合结果, 将陕西省 98 个台站的对应天文辐射、日照百分率分别代入相应的区域拟合方程^[22], 最终计算出陕西各地的月太阳总辐射, 进而推算出季、年太阳总辐射, 并将计算结果在 Surfer 8.0 软件中采用克里格插值法完成全省范围的太阳辐射空间插值。结果表明, 陕北地区年内太阳总辐射基本是 5 月或 6 月达到最大值; 而关中和陕南地区的年内太阳总辐射则呈现出一致性的 7 月最大; 从空间上来看, 各月太阳总辐射的分布存在两个高值地区, 一是陕北长城沿线, 二是关中北部、陕北南部地区, 且各月太阳总辐射均以陕南西部山区为最低。

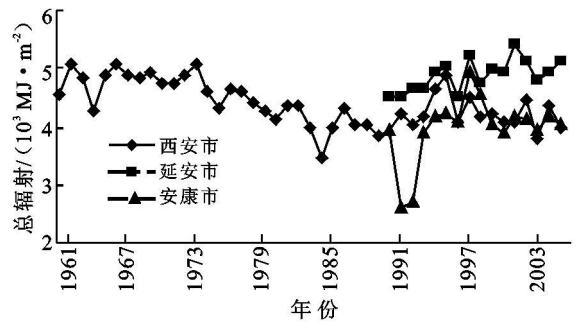


图 2 延安、西安、安康市平均总辐射年际变化

不同地区太阳总辐射的季节差异显著(表 1), 以夏季最大, 冬季最小, 春、秋两季介于其间, 各季太阳总辐射均以陕西南部山区最低; 各季太阳总辐射都基本呈现从北到南依次递减的趋势, 但春、夏、秋三季渭北高原地区存在一个次高值区, 而冬季正好相反, 以渭北高原地区最高, 陕北长城沿线次高。

陕西省年太阳总辐射的空间分布如附图 5 所示, 可以看出陕西年太阳总辐射量介于 3 830~ 5 163 MJ/m² 之间, 最高值区在陕北长城沿线一带, 代表站横山 5 162.17 MJ/m², 渭北高原地区为次高值区, 代表站澄城、合阳县分别达到 5 133.1 和 5 100.1 MJ/m², 最低值区主要分布于陕南西部地区, 汉中的大部分县市均不足 4 200 MJ/m², 最低值站镇巴为 3 830.7 MJ/m²。

表 1 陕西省代表站季节太阳总辐射 MJ/m²

站名	春季	夏季	秋季	冬季
榆林	1 561.1	1 781.3	1 060.8	724.9
延安	1 520.6	1 672.9	995.0	767.5
韩城	1 422.8	1 705.0	1 006.8	787.6
西安	1 303.4	1 618.1	854.1	681.6
汉中	1 162.2	1 529.7	850.3	570.9
安康	1 224.2	1 565.1	889.3	578.0
镇巴	1 068.2	1 406.7	805.7	550.1

2.2 日照时数变化特征

陕西日照时数年内变化过程基本呈单峰型, 但不同地区峰值位相不同(图 3)。陕北在 5 月最大, 关中、陕南在 7 月或 8 月达到最大值, 最低值均出现在 12 月, 陕北地区 4—8 月、关中、陕南的 5—8 月是日照时数较多的时期, 这与太阳总辐射的年内变化基本一致, 说明日照时数是决定太阳总辐射的重要因子之一。

不同地区日照时数的季节差异显著(表 2), 以夏季日照时数最大, 冬季最小, 春秋两季介于其间, 且各季节日照时数基本都呈自北向南递减的趋势, 最高值均分布于陕北长城沿线, 最低值则在陕南大巴山区。

陕西省年日照时数空间分布基本呈从北向南依次递减的趋势, 最高值在陕北北部的长城沿线, 最低值在陕南大巴山区(附图 6)。各地年日照时数变化于

1 265~ 2 833 h 之间, 最小为镇巴县的 1 265. 5 h, 最大为府谷县的 2 832. 4 h。陕北北部年日照时数 2 600~ 2 800 h, 陕西南部年日照时数等值线呈径向分布, 东部黄河沿岸为 2 400~ 2 500 h, 西部山区为 2 300~ 2 400 h。关中东部地区年日照时数为 2 100~ 2 400 h, 澄城和合阳分别为 2 500 和 2 490 h, 为关中日照时数最多的区域, 关中西部 1 900~ 2 300 h, 西安市年日照时数仅 1 664 h, 为关中地区日照最少的区域。陕南商洛地区年日照时数 1 800~ 2 100 h, 汉中北部、安康北部 1 600~ 1 800 h, 汉中南部、安康南部 1 200~ 1 600 h, 镇巴年日照时数最少, 仅 1 266 h, 为陕西省日照时数最少的区域。

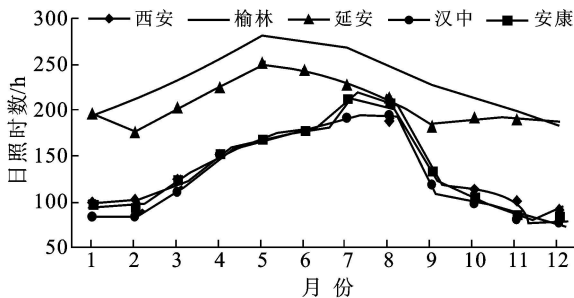


图 3 陕西省代表站月日照时数年内变化

表 2 陕西代表站各季节平均日照时数 h

站名	春季	夏季	秋季	冬季
榆林	745.3	795.7	652.3	563.8
延安	677.1	684.0	562.9	559.1
韩城	624.0	677.4	527.9	514.2
西安	453.6	571.4	345.0	293.6
汉中	434.6	562.5	296.8	245.2
安康	447.2	600.0	326.7	277.4
镇巴	346.9	464.8	257.4	196.4

3 结论

(1) 陕西太阳辐射量有从南向北逐渐增加的趋势, 其中陕北地区 4—8 月, 关中、陕南地区 5—8 月是太阳总辐射较丰富时期。

(2) 各季节太阳总辐射以夏季最大, 冬季最小, 春、秋两季介于其间; 年太阳总辐射以陕北长城沿线最高, 陕南西部山区最低, 且在渭北高原地区存在次高值区。

(3) 陕西日照时数年内变化过程基本呈单峰型, 但不同地区峰值位相不同, 陕北地区在 5 月最大, 关中、陕南地区在 7 月或 8 月达到最大值, 最低值均出现在 12 月, 陕北地区的 4—8 月, 关中、陕南地区的 5—8 月是日照时数较多的时期。

(4) 陕西省年日照时数空间分布基本呈从北向南依次递减的趋势, 最高值在陕北北部的长城沿线, 最低值

在陕南西部山区, 且渭北高原存在日照时数次高值区, 说明渭北高原一带也是太阳能资源较为丰富的地区。

[参 考 文 献]

- [1] 王伟, 王玉, 李缠云, 等. 黄土丘陵沟壑区气候与气候生产力变化分析: 以延安市为例[J]. 水土保持通报, 2008, 28(6): 151-154.
- [2] 姚玉壁, 李耀辉, 王毅荣, 等. 黄土高原气候与气候生产力对全球气候变化的响应[J]. 干旱地区农业研究, 2005, 23(2): 202-208.
- [3] 蔡新玲, 王繁强, 吴素良. 陕北黄土高原近 42 年气候变化分析[J]. 气象科技, 2007, 35(1): 2-4.
- [4] 李正明, 王毅荣. 黄土高原气候生产力演变分析[J]. 山西大学学报: 自然科学版, 2006, 29(1): 96-101.
- [5] 张宏利, 陈豫, 胡伟, 等. 陕西省户县气候生产潜力分析[J]. 水土保持研究, 2009, 16(1): 111-114.
- [6] 温敏, 张人禾, 杨振斌. 气候资源的合理开发利用[J]. 地球科学进展, 2004, 19(6): 896-902.
- [7] 李爱贞, 刘厚凤. 气象学与气候学基础[M]. 北京: 气象出版社, 2004: 29-56.
- [8] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003: 133-134.
- [9] 高国栋, 缪启龙, 王安宇, 等. 气候学教程[M]. 北京: 气象出版社, 1996: 31-32.
- [10] 王炳忠, 张富国, 李立贤. 我国的太阳能资源及其计算[J]. 太阳能学报, 1980, 1(1): 1-9.
- [11] 苏志, 方旭. 广西太阳总辐射的计算及分布特征[J]. 广西气象, 2003, 24(4): 32-34.
- [12] 刘新安, 范辽生, 王艳华, 等. 辽宁省太阳辐射的计算方法及其分布特征[J]. 资源科学, 2002, 24(1): 82-87.
- [13] 张宇, 赵四强. 关于逐日太阳辐射估算方法的探讨[J]. 气象, 1991, 17(10): 52-53.
- [14] 钟强. 青藏高原太阳总辐射计算方法的讨论[J]. 高原气象, 1986, 5(3): 196-210.
- [15] 李云艳, 孙治安, 曾宪宁, 等. 晴天地表太阳辐射的参数化[J]. 南京气象学院学报, 2007, 30(4): 512-518.
- [16] 杜尧东, 毛慧琴, 等. 广东省太阳总辐射的气候学计算及其分布特征[J]. 资源科学, 2003, 25(6): 66-70.
- [17] 李晓文, 李维亮, 周秀骥. 中国近 30 年太阳辐射状况研究[J]. 应用气象学报, 1998, 9(1): 24-31.
- [18] 沈瑛, 曾燕, 肖卉, 等. 江苏省日照时数的气候特征分析. 气象科学, 2007, 27(4): 425-429.
- [19] 刘生, 邱新法, 王潇宇. 起伏地形下我国太阳散射辐射分布式模拟[J]. 南京气象学院学报, 2007, 30(3): 371-376.
- [20] 董亚非, 李兆元. 关中地区气候资源特征分析[J]. 陕西气象, 1995(6): 34-36.
- [21] 庞文保. 陕西省太阳辐射变化规律[J]. 陕西气象, 1997(5): 24-27.
- [22] 吴林荣, 江志红, 鲁渊平, 等. 陕西太阳总辐射的计算及分布特征[J]. 气象科学, 2009, 29(2): 187-191.