

濮阳日照变化趋势及成因分析

韩相斌, 许庆娥, 王三瑞, 韩铮铮, 张明捷, 贾金明

(濮阳市气象局, 河南 濮阳 457000)

摘要: 利用线性分析方法, 分析了濮阳市 1955—2005 年日照变化特征, 分析结果表明: 濮阳市年日照时数的趋减幅度为 135 h/10a, 冬季与夏季日照的递减幅度大于春季和秋季日照递减幅度, 日照时数减少时段主要发生在日出后和日落前太阳高度角较低的两段时间内。造成日照减少的气候原因主要是空气污染逐年加重, 加之风速逐年减小, 利于大气气溶胶在低空积聚, 空气湿度增大, 使轻雾日数增多, 造成大气透明度降低。非气候因素的影响主要是观测场周围障碍物高度角逐年增高, 遮挡了部分阳光, 使记录到的日照时数减少。气候因素对日照的影响大于非气候因素的影响。

关键词: 日照时数; 线性分析; 变化趋势; 成因

中图分类号: P422.1⁺1

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2008)02-0043-04

引言

日照是重要的气候因子, 也是供人类开发利用的可再生能源, 更是农作物生长发育不可缺少的条件^[1]。研究日照变化趋势, 了解其变化的气候背景, 不但对客观评价气候资源状况、农业结构调整、合理布局农业生产有着十分重要的作用, 同时还可以为太阳能的开发利用提供科学依据。

有关研究表明, 近 50 a 来我国日照时数呈明显减少趋势, 其趋减幅度东部大于西部、平原大于山区, 且冬、夏两季趋减幅度大于春、秋两季^[2]。这些研究所用的时间尺度多为年和季, 对逐时日照变化研究较少, 尤其对日照时数变化趋势的成因缺乏深入研究。本文在对年、月时间尺度下日照时数变化特征分析的基础上, 对逐时日照变化情况进行探讨, 并对其成因进行分析。

1 资料与方法

气象资料来自当地气象部门。资料年代为 1955—2005 年。

采用线性方法计算日照变化倾向率:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (t_i - \bar{t})^2} \quad (1)$$

式中, t 为时间, y 为气候要素值, i 为时间序号, n 为样本长度 (本文中 $n = 51$ 年), $\bar{t}$ 与 $\bar{y}$ 表示平均, a 为变化趋势 (h/a)^[3]。

2 日照变化特征

2.1 年日照时数变化特征

濮阳市地处华北平原南部, 位于黄河北岸, 东与山东省相邻, 北与河北省接壤, 是日照时数减少趋势明显的地区之一。濮阳年日照时数以平均每 10 a 135 h 的幅度递减, 比全省年日照时数平均递减率 74.2 h/10a 大近 1 倍。20 世纪 60 年代濮阳年平均日照时数为 2622 h, 90 年代年平均日照时数已减少到 2000 h (见图 1^[4])。

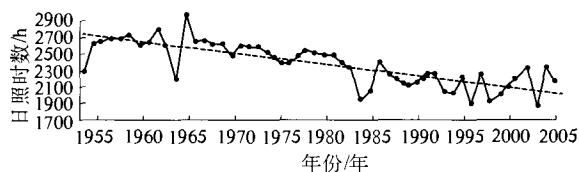


图 1 濮阳市年日照时数年变化曲线图

2.2 月日照时数变化特征

分析表 1 和图 2 可知, 各月日照时数均为递减趋势: 7 月减幅最大, 平均递减幅度 19.9 h/10a; 2、3、4 和 11 月减幅较小, 平均 4.1 ~ 9.6 h/10a; 其余月份平均减幅 11.5 ~ 15.0 h/10a。

各月日照相对递减率以 6、7、8 和 12、1、2 月较大,相对递减率均在 $-0.32\% \sim -0.45\%$ 之间,其余月份相对递减率较小,3、4 月相对递减率只有 -0.11% 和 -0.15% ,为各月最小值。

递减幅度大的月份 R^2 值也大,尤其是 6、7 月,分别达到 0.35 和 0.45,通过置信度 $\alpha = 0.01$ 的显著性检验。由以上分析可知,日照减少主要发生在夏季和冬季,秋季、春季日照递减不显著。

表 1 濮阳各月日照时数年变化趋势及相关系数

月份/月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	-1.35	-0.96	-0.55	-0.41	-1.15	-1.50	-1.99	-1.35	-1.08	-1.18	-0.85	-1.24
$a\%$	-0.44	-0.32	-0.15	-0.11	-0.27	-0.35	-0.45	-0.32	-0.29	-0.34	-0.28	-0.41
R^2	0.20	0.14	0.05	0.03	0.16	0.35*	0.45*	0.21	0.16	0.11	0.11	0.19

注:表中 a 为日照时数倾向率, R^2 为相关系数, $a\%$ 为日照相对变率(日照时数倾向率与可照时数的百分比)。

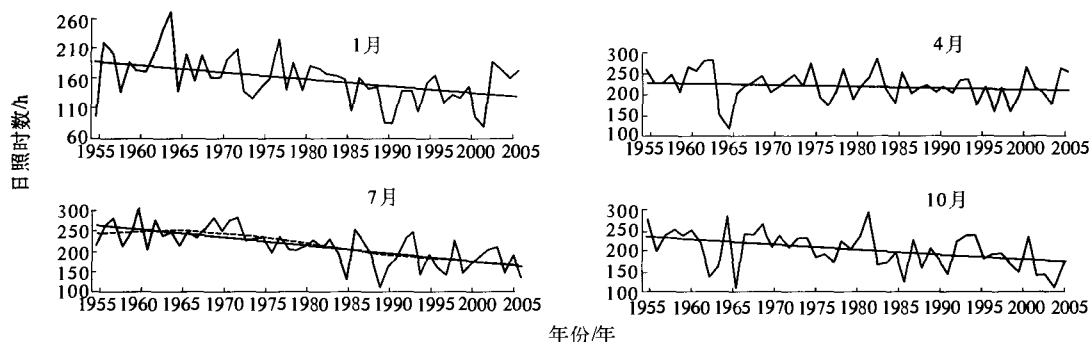


图 2 四季代表月日照时数年变化曲线图

2.3 逐时日照时数日变化特征

表 2 中显示,逐时日照时数日变化趋势皆为减少趋势,趋减幅度最大的是 07—08 时,趋减幅度为 $21.13 \text{ h}/10\text{a}$, R^2 为 0.774,日照减少趋势极显著。12—13 时减幅最小,为 $2.31 \text{ h}/10\text{a}$, R^2 为 0.051,日照减少趋势不显著。按照时间顺序,将日出到日落的时间划分为上午(06—09 时)、中午(10—15 时)、下午(16—19 时)3 个时段,分析其变化趋势表明:3 个时段的日照时数皆呈递减趋势,趋减幅度分别为 $65.08 \text{ h}/10\text{a}$ 、

$23.75 \text{ h}/10\text{a}$ 和 $48.31 \text{ h}/10\text{a}$ 。日照递减幅度具有上午大于下午、中午递减幅度最小的特点,这一特点在图 3 中显示得更为明显。

从图 3 还可以看出,上、中、下午日照时数的变化趋势具有较好的同步性,特别是上午和下午的日照时数,在 20 世纪 80 年代以前,二者不但变化趋势一致,其量值也很接近,但 80 年代中期以后,上午日照时数递减加快,下午的日照时数明显多于上午的日照时数。

表 2 濮阳逐时日照时数日变化趋势及相关系数

时序/时	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14	14—15	15—16	16—17	17—18
a	-20.71	-21.13	-12.51	-7.00	-4.59	-3.58	-2.31	-2.35	-2.84	-7.25	-15.49	-14.54
R^2	0.850	0.774	0.522	0.317	0.164	0.104	0.051	0.056	0.073	0.444	0.608	0.709

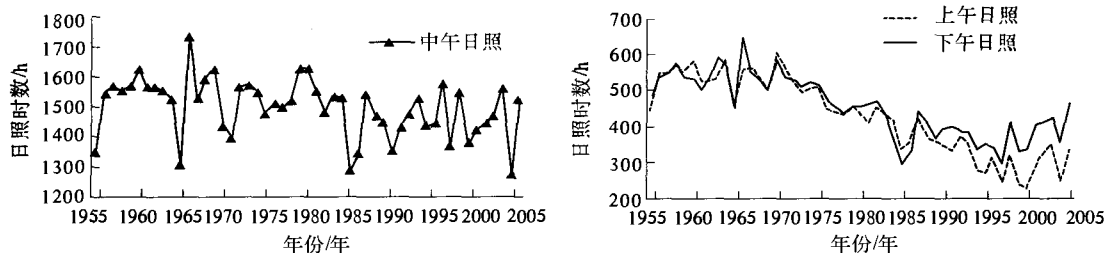


图 3 中午、上午和下午日照时数年变化曲线图

将表 2 中数据绘制成图 4 和图 5,可以看出,逐时日照相关系数曲线图和逐时日照时数年变率曲线

图如一对反对称的抛物线,前者开口向上,后者开口向下。较为规律的变化曲线表明,逐时日照变化趋

势具有连续性渐变特点,即日出后1 h内日照时数维持较大递减幅度,此后逐渐减小,中午前后日照稳定少变,午后日照递减幅度逐渐增大,到日落前1 h内日照时数再次出现较大递减幅度。与此相对应的相关系数变化规律是由大逐渐变小、又由小逐渐变大的变化过程。这一变化规律说明:日照递减幅度大的时段,日照时数与年代变化相关显著;日照递减幅度小的时段,二者相关则不明显。

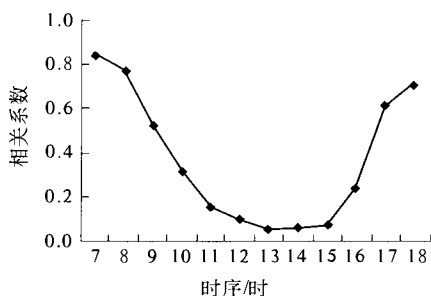


图4 逐时日照与年序的相关系数曲线图

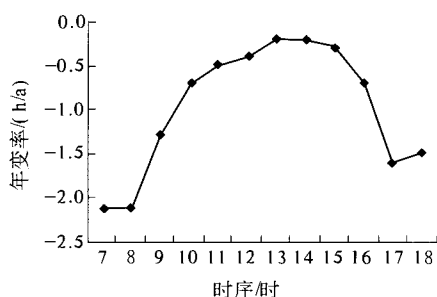


图5 逐时日照时数年变率曲线图

2.4 逐时日照时数月变化特征

分析结果表明:逐时日照时数月变化趋势存在较大差异,日照时数趋减幅度最大时段出现在5—8月的06—07时,减幅为3.21~3.83 h/10a, R^2 为0.6466~0.7517,信度达极显著水平。3月的11—15时和4月的09—15时,日照变化趋势倾向率呈微增趋势,增幅为0.003~0.268 h/10a, R^2 为0.001~0.268,日照与年代变化无明显相关关系。其余月份各时段日照时数变化情况介于二者之间。

3 影响因素分析

3.1 气象因子对日照时数的影响

相关分析表明,对日照变化影响最大的气象因子有平均风速、轻雾日数和相对湿度。平均风速与上午、下午及年日照时数的相关系数为0.7773~0.8711(见表3),其信度通过 $\alpha=0.001$ 检验。这说明,由于风速逐年减小,空气中污染物不易扩散,使

近地层气溶胶密度增大,空气透明度下降,特别是日出后和日落前,太阳高度角较低,太阳光线穿过大气的距离较长,太阳光线衰减严重,到达地面的太阳光线不足以使日照记录纸感光,是造成上、下午日照时数严重减少的主要原因。中午太阳光线较强,轻雾已不影响日照纸感光,日照时数不因轻雾影响而减少,因此轻雾与中午日照时数无明显相关关系。同理,当地3、4月平均风速相对较大,6、7、8和12、1、2月风速相对较小,风速较大的月份日照时数递减不明显,风速较小的月份日照时数递减显著。

表3 日照影响因素相关分析

因子	年均风速	年轻雾日数	年均相对湿度
上午日照时数	0.8711**	-0.6426**	-0.4897*
中午日照时数	0.4479*	-0.1152	-0.4767*
下午日照时数	0.8049**	-0.2956	-0.2783
年日照时数	0.7773**	-0.4106*	-0.4890*

注:**表示相关极显著,*表示相关显著。

3.2 地物影响

气象观测站一般都建在城镇边沿地带,建站初期,观测环境都能满足地面气象观测规范的要求,观测场边沿离孤立障碍物的距离大于该障碍物高度的3倍,即障碍物高度角小于 20° ^[5](相对日照计,障碍物高度角约小于 10°)。自20世纪80年代中期以来,城镇建设规模逐渐扩大,观测场周围建筑物越来越多,障碍物高度越来越高,日照计能记录到的日出时间越来越晚,记录到的日落时间越来越早。据2003年测定:观测场东方,方位角从 45° 到 135° ,障碍物到日照计的平均高度角为 14° ;观测场西方,方位角从 225° 到 315° ,障碍物到日照计的高度角为 12° 。据计算,早上太阳从 10° 高度角升到 14° 高度角时,平均约需要23.2 min,下午太阳从 12° 高度角落到 10° 高度角时,平均需要11.6 min,二者相加,平均每天被遮挡的早、晚天文可照时数达34.8 min。按历史记录统计,每天被遮挡的日照时数约为10.4 min,年累计日照时数减少63.3 h,约占20世纪60年代与90年代年平均日照时数差值622 h的10.2%。

由于观测记录失去代表性,濮阳县气象观测站被迫搬迁,2004年启用新址。表4为迁站前后(2003年和2004年)各月晴天无轻雾日时记录到的日出最早时间和日落最晚时间。由于障碍物的遮挡,迁站前,记录到的日照最早时间明显推后,日照最晚时间明显提前。比较2003年与2004年的日照记录发现,平均每天日照最早时间推后15.7 min,日照最晚时间提前14.6 min,每天被遮挡的天文可照时数为30.1 min,可使年日照时数减少54.9 h,与用

障碍物高度角计算的结果基本一致。这是造成观测记录中日照时数减少的非气候原因^[6]。同时也证

明,障碍物造成日照时数减少的量值,约占日照时数减少总量的 10%,远小于气候因素对日照的影响。

表 4 迁站前后各月晴天无轻雾日日照开始最早、结束最晚时刻统计

年份 /年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2003	07:42/16:25	07:20/16:34	07:16/17:03	06:30/17:54	06:29/18:22	06:29/18:01	06:09/18:50	06:38/18:06	06:45/17:43	06:54/17:30	07:33/16:44	07:47/16:30
2004	07:39/16:40	07:07/16:57	07:05/17:38	05:53/18:07	05:50/18:52	05:59/18:15	06:02/19:05	06:28/18:20	06:24/17:45	06:47/17:31	07:28/17:04	07:44/16:33

注:斜线上、下数字分别表示日照开始最早、结束最晚时刻。

4 结 论

①各月日照变化趋势具有明显差别,冬季和夏季日照减少趋势显著,春季和秋季日照减少趋势不显著^[7]。

②逐时日照时数除 3 月份的 11—15 时和 4 月份的 09—15 时日照变化趋势倾向率呈微增趋势外,其余时间日照时数均为减少趋势。

③日出后和日落前太阳高度角较低时,日照时数减少明显,且上午日照减少幅度大于下午日照减少幅度,中午前后日照减少趋势不明显。

④引起日照时数减少的原因,有气候因素影响也有非气候因素影响。气候因素主要是大气污染逐年加重,气溶胶浓度增加,空气湿度增大,轻雾日数增多,造成大气透明度降低,使日照减少^[8]。非气候因素主要是观测场周围障碍物高度角逐年增高,遮挡了部分阳光,使记录到的日照时数减少。气候

因素的影响远大于非气候因素的影响。

参考文献

- [1] 孙春,梁璐,杨玲.基于气象站资料的中国地区太阳日辐射量算法研究[J].气象与环境科学,2007,30(1):24-27.
- [2] 任国玉,郭军,徐铭志,等.近 50 年中国地面气候变化基本特征[J].气象学报,2005,63(6):942-952.
- [3] 谭友邦,谢利娟.内江市近 40 年日照变化的统计特征[J].气象,1996,22(10):27-30.
- [4] 中国气象局.地面气象观测规范[S].北京:气象出版社,2003:133.
- [5] 闫小珍,李伟,赵海军,等.焦作市农业气候资源及变化特点[J].气象与环境科学,2007,30(2):68-71.
- [6] 李继由.农业气候资源理论及其充分利用[J].资源科学,1995(1):1-9.
- [7] 王国安,米鸿涛,邓天宏,等.太阳高度角和日出日落时刻太阳方位角一年变化范围的计算[J].气象与环境科学,2007,30(增刊):161-163.
- [8] 刘燕,程正泉,叶萌.广州市气温的气候变化特征及其成因分析[J].气象,2008,34(2):57-59.

Sunshine Change Trend in Puyang and Cause Analysis

Han Xiangbin, Xu Qing'er, Wang Sanrui, Han Zhengzheng, Zhang Mingjie, Jia Jinming

(Puyang Meteorological Office, Puyang 457000, China)

Abstract: The change characteristics of sunshine in Puyang from 1995 to 2005 are analyzed with the linear method. The results show the decreasing rate of annual sunshine-hour in Puyang is 135 h/10 a, and in winter and summer are larger than those of spring and autumn. The decreasing time period of the sunshine-hour mainly occurs after sunrise and before sunset, when the solar altitude angle is lower. The climatic cause of sunshine reduction is mainly that air pollution is growing heavier year after year while the wind speed is decreasing, which helps the atmospheric aerosol gather in low lever. The increased air humidity and haze days reduce the atmospheric transparency. The influence of non-climatic factors is mainly the obstacle altitude angle around the observation fields is rising year by year and shut out part of sunlight, which decreases the sunshine-hour that can be recorded. The influence of climatic factors on sunshine is larger than those of non-climatic factors.

Key words: sunshine-hour; linear analysis; change trend; cause