

南太湖地区紫外辐射强度及影响因子分析

胡景波, 邱 杰, 王 磊, 刘 杨

(湖州市气象局, 湖州 313000)

摘 要: 利用2014年1月至2017年12月湖州国家基本气象站的紫外线观测资料、地面常规观测资料以及大气成分观测资料,分析南太湖地区太阳紫外辐射的变化特征,并检验与其他气象要素的相关性。结果表明:紫外辐射日变化基本呈抛物线型,12:00~13:00达到全天最高。夏季的紫外辐射最高,春季次之,秋季比冬季略高,春夏季明显高于秋冬季。全年7月份紫外线最强,极大值一般出现在8月份。紫外辐射强度与总云量、低云量、最小相对湿度为负相关,与日最高温度、最高地温呈正相关。晴天时,紫外辐射强度与颗粒物浓度 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 、 PM_{1} 三者相关性基本一致,均为春、秋和冬季呈负相关,夏天呈正相关。

关键词: 南太湖地区; 紫外辐射; 变化特征; 相关性; 气象要素极值; 颗粒物浓度

中图分类号: P422.6²

文献标志码: A

0 引 言

近年来紫外线研究已经成为全国性观测项目,开展紫外线观测的地区越来越多,观测方式也越来越丰富。不少学者研究发现,紫外辐射强度除了由太阳高度角、城市所在的地理位置、海拔高度、季节变化等因素决定外,还与气象要素极值和大气成分有着密切的相关性。因此,有必要对不同地区紫外辐射强度的变化特征以及地域性的影响因子进行具体的分析。

邵婧婧等^[1]对我国紫外辐射总体特征进行了分析。王力福等^[2]、陈定枚等^[3]和王若静等^[4]分别分析了新疆、西藏和内蒙古部分地区紫外辐射情况。邢丽元等^[5]、苏志强等^[6]分析了东北部分地区紫外辐射情况,侯晓玮等^[7]、孙翠凤等^[8]和骆丽楠等^[9]分析了北方不同地区紫外辐射情况,毛宇清等^[10]分析了南京紫外辐射影响因子,冯新建等^[11]、李雄^[12]和徐金波等^[13]分析了云贵及四川部分地区紫外辐射情况,王乙汀等^[14]分析了一次低涡天气过程中长春紫外线强度变化。翟红楠等^[15]、潘星海等^[16]对可能影响紫外辐射的气象因子进行了研究,挑取了其中一些相关性较高的因子建立紫外辐射预报模型。综上所述,关于南太湖地区紫外辐射的研究几乎没有,本文分析该地区的紫外辐射总体特

征和影响因子,填补了该区域紫外辐射的研究空白。

南太湖地区处于浙江北部,太湖南岸,东部为水乡平原,西部以山地、丘陵为主,风向季节变化明显,冬半年盛行西北风,夏半年盛行东南风,3月份和9月份是季风转换的过渡时期,以东北和东风为主。近些年来,南太湖地区的特色农业和旅游业发展迅速,对紫外辐射的预报需求也不断提高,本文重点分析本地区的紫外辐射变化情况以及影响因子,为紫外线指数预报提供参考,对提升公众的防护意识,有效避免紫外辐射所致的身体损伤,都具有重大的实际意义。

1 观测数据

1.1 观测地点和观测仪器

南太湖地区的国家级观测站点为湖州国家基本气象站,该站建于1956年1月,位于东经120°03′、北纬30°52′。湖州国家基本气象站2014年1月开始观测紫外辐射,使用的观测仪器为华创公司生产的HSC-FZAB-1型紫外辐射表。该设备每小时上传一组数据,全天24 h连续观测,至今已连续观测4 a。

1.2 数据完整性

本文计划分析2014年1月至2017年12月的小时

收稿日期: 2018-03-18

基金项目: 湖州市气象局气象科研项目(hzqx201704)

通信作者: 胡景波(1989—),男,学士、工程师,主要从事地面气象观测、观测数据处理方面的研究。hu890404@126.com

观测数据,在处理数据之前中,首先进行预处理,包括删除缺测时次,剔除理论范围之外的数据。除 2014 年 7 月上旬至 9 月上旬因仪器故障造成数据连续缺测外,其余时段数据完整性较高。考虑到夜间紫外辐射数据均为 0,没有实际的研究意义,因此只挑取 06:00~20:00 的数据用作统计分析。最终保留了 21267 个时次的数据,数据完整性为 97.04%,具体的数据完整性统计如表 1。

表 1 数据完整性统计

Table 1 Data integrity statistics

项目	2014年	2015年	2016年	2017年	总计
实测数	5215	5453	5404	5195	21267
理论数	5475	5475	5490	5475	21915
完整性/%	95.25	99.60	98.43	94.89	97.04

1.3 数据处理方法

将预处理之后的数据做如下计算:将相同小时数据做平均,求得不同年份 06:00~20:00 的小时平均值;将所有小时数据按季节划分后再求得不同季节 06:00~20:00 的小时平均值;将每天 06:00~19:00 的数据做平均求得一天的平均值,将 10:00~14:00 的数据做平均求得一天的平均值,为了便于分析趋势变化,将每天的上述 2 个值做以 10 d 为步长的滑动平均;在每天的小时数据里挑取日极大值,求得日极大值的月平均值。

2 结果与分析

2.1 紫外辐射强度日变化情况

如图 1 所示,2014~2017 年整体变化基本一致,均为日出前无紫外辐射,日出后紫外辐射强度随着时间逐渐增大,午后达到全天最高值,正午过后紫外辐射开始减弱,日落后紫外辐射强度再次降到最低,夜间无紫外辐射。紫外辐射的日变化呈周期性,全天基本为抛物线

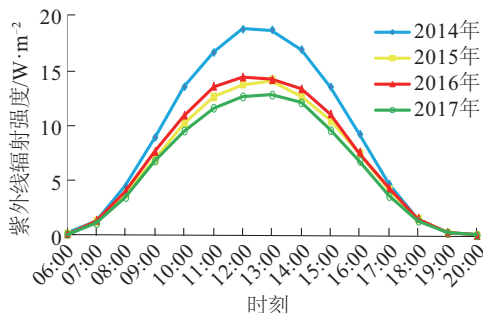


图 1 紫外辐射强度日变化

Fig. 1 Diurnal variation of ultraviolet radiation intensity

型变化,左右大致对称分布。由此可见太阳高度角是影响地面紫外辐射量的重要因子。特别要说明的,20:00 时有紫外辐射的天数只有 3 d,分别是 2016 年 6 月 17 日、7 月 5 日、7 月 16 日,均是无云且高温的天气。此外,2014 年几乎所有时次紫外辐射强度均为最大,2017 年最小,总体呈下降趋势。

2.2 紫外辐射强度季节变化情况

如图 2 所示,除了可以看出一年四季日变化几乎都为抛物线型变化之外,还可看出紫外辐射强度有明显的季节变化,夏季每个小时的紫外辐射平均值最高,春季次之,秋季只比冬季略高。理论上来说,冬季太阳高度角低,紫外辐射量应该与秋季有较大差距,但从数据分析结果来看,两者相差不大,为了探究具体原因,分析了近 4 年湖州国家基本气象站的月报表。发现近几年秋季的日照时数相比历史同期基本都偏少,降水日数和降水量都偏多,加上冬季日照时数相比历史同期要偏多。综合以上原因,造成了秋冬两季紫外辐射差距较小。

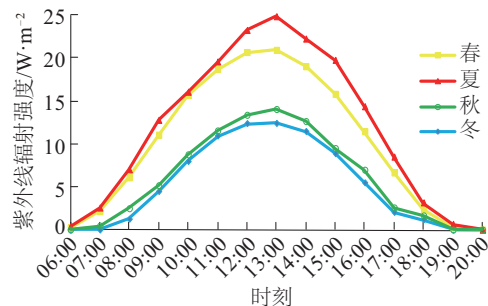


图 2 紫外辐射强度季节变化

Fig. 2 Seasonal variation of ultraviolet radiation intensity

此外,除了日出和日落前后,其余时间春夏季小时紫外辐射平均值高于秋冬季。虽然不同季节会出现各种不同的天气状况,但总体来看紫外辐射强度日变化还是同位相,都是关于正午呈大致对称分布。

2.3 紫外辐射强度月变化情况

为了更加接近实际情况,便于分析紫外辐射短期的变化,本文只取 10 d 为平滑步长,因此做出的变化曲线波动仍然较为剧烈。从图 3 可看出紫外辐射与太阳总辐射的变化趋势基本保持一致,到达地表的量在一年四季都存在,在不同的时间段有不同的变化。1 月份受太阳高度角偏小的影响紫外辐射最弱,2 月份开始随着太阳高度角增大而逐渐增强,6 月份紫外辐射强度减弱的原因主要是本地区在 6 月中旬前后进入梅雨季节,一直处于连阴雨、少日照的天气状况。虽然太阳高度角在此

阶段达到最大值,但云层和雨水的阻挡和吸收,使得太阳总辐射和紫外辐射反而减小。梅雨结束后,7月紫外辐射达到最强,8月开始由于台风的增多,紫外辐射没有随着平均温度的增加而一直增加,反而出现波动下降的趋势。进入下半年后,随着太阳高度角的减小,紫外辐射逐渐减小。

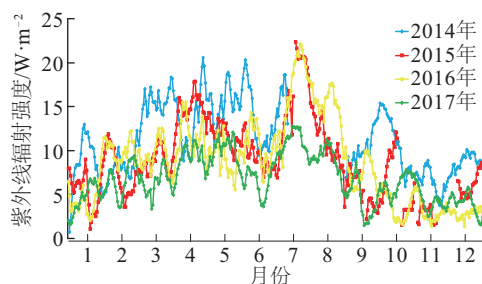


图3 紫外辐射强度月变化(06:00~19:00)

Fig. 3 Monthly variation of ultraviolet radiation intensity (06:00~19:00)

从图3看出,紫外辐射的曲线波动较大,说明紫外辐射受天气变化影响较大,挑取几个紫外辐射波动较大时段的天气现象数据,发现几乎都是晴雨转换的时段。

目前在实际预报业务中使用的紫外辐射强度是10:00~14:00的平均紫外辐射强度,因此本文额外统计了各月10:00~14:00平均紫外辐射强度的情况,如图4,可看出与图3的变化情况基本相同,10:00~14:00的平均紫外辐射强度也是春夏强秋冬弱。

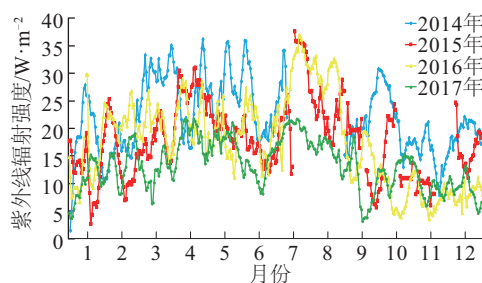


图4 紫外辐射强度月变化(10:00~14:00)

Fig. 4 Monthly variation of ultraviolet radiation intensity (10:00~14:00)

从预报服务的角度来看,达到 30 W/m^2 以上的紫外辐射被认为是很强的。从图4可看出,南太湖地区全年紫外辐射强度最大值超过 30 W/m^2 的天数正在逐年递减,到2017年平均紫外辐射强度超过 30 W/m^2 的天数已经为0,考虑到这几年的紫外线年平均值也是逐年减小,一定程度上说明了本地区紫外辐射正在变得越来越小。综合考虑到可能存在的紫外辐射年际变化,并不能就此认为南太湖地区的紫外辐射会一直处于下降趋势

中。在实际工作中仍要重视紫外辐射方面的预报。

2.4 紫外辐射强度极值变化情况

由图5可见,紫外辐射强度极大值季节变化特征与均值大致相同,7~8月份达到最强。不同年份对比来看,只有2017年极大值出现在7月份,这与8月份雨水偏多,紫外辐射被削弱有关。

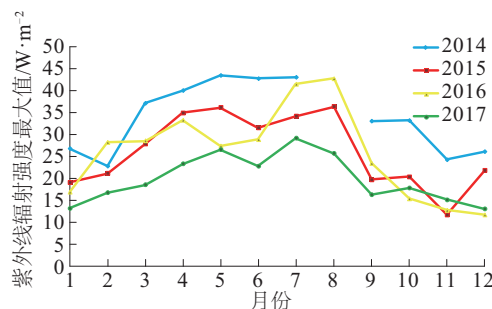


图5 紫外辐射强度日极值变化

Fig. 5 Diurnal extremum change of ultraviolet radiation intensity

此外,2017全年紫外辐射极值偏小,几乎无超过 30 W/m^2 的天数。除2017年外,其余3年极大值均出现在8月份,且全年日极值大于 30 W/m^2 的天数几乎达到总天数的一半,这说明一天中会出现短时间的紫外辐射较强,虽然紫外辐射总体趋势在减小,但考虑到强烈的紫外线在很短时间就会对皮肤造成伤害,在预报过程中应该考虑紫外辐射日极值的大小及出现时间。

3 紫外辐射强度影响因子

3.1 紫外线与总、低云量的关系

湖州国家基本气象站白天云的观测周期为3 h,将每天的11:00和14:00云量做平均,代表10:00~14:00的平均云量。用2017年逐日10:00~14:00紫外辐射强度和2017年逐日的10:00~14:00的平均总、低云量分别作相关性分析,发现紫外辐射强度和总云量、低云量均呈反相关,相关系数分别为 -0.60 和 -0.65 ,均通过了 $\alpha=0.05$ 相关性检验。

3.2 紫外辐射强度与部分气象要素极值的关系

本文分析了湖州国家基本气象站2017年所有的观测数据,选出3个可能相关性较高的气象要素极值,分别是日最高温度、日最小相对湿度、日最高地面温度。分别使用2017年逐日06:00~19:00和10:00~14:00紫外辐射强度与上述3类极值数据做相关性分析。结果与日最高温度相关系数为 0.50 和 0.42 ,与日最小相对湿度相关系数为 -0.65 、 -0.72 ,与最高地面温度相关

系数为 0.66、0.66,均通过了 $\alpha=0.05$ 相关性检验,结果说明这 3 个极值一定程度上可反映当天紫外辐射的强度。

3.3 紫外辐射强度与污染物浓度的关系

有学者认为大气的污染程度也是影响紫外辐射强度的因素之一,大气污染对紫外辐射强度的衰减主要是通过气溶胶粒子的吸收与散射作用。为了检验两者在本地区的相关程度,本文利用湖州站 2017 年 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 和 PM_1 的日平均值数据,与紫外辐射强度做相关性分析。湖州站的大气成分观测仪器型号为 Grimm180,观测地点与紫外辐射相差不到 100 m,都在观测站大院内。考虑到有降雨时颗粒物浓度和紫外辐射的数值都会降低,导致相关性结论不准确,因此将有雨量的日子剔除。紫外辐射强度与气溶胶粒子浓度相关性结果如表 2、表 3 所示。

表 2 紫外辐射强度不同季节与气溶胶粒子浓度相关性
(06:00~19:00)

Table 2 Correlation between different seasons of ultraviolet radiation and aerosol particle concentration (06:00-19:00)

项目	春	夏	秋	冬
PM_{10}	-0.26	0.20*	-0.09	-0.10
$PM_{2.5}$	-0.33*	0.20*	-0.12	-0.10
PM_1	-0.36*	0.22*	-0.12	-0.11

注:*为相关系数通过 $\alpha=0.05$ 检验。

表 3 紫外辐射强度不同季节与气溶胶粒子浓度相关性
(10:00~14:00)

Table 3 Correlation between different seasons of ultraviolet radiation and aerosol particle concentration (10:00-14:00)

项目	春	夏	秋	冬
PM_{10}	-0.32*	0.21*	-0.19	-0.08
$PM_{2.5}$	-0.40*	0.22*	-0.14	-0.09
PM_1	-0.41*	0.22*	-0.12	-0.10

注:*为相关系数通过 $\alpha=0.05$ 检验。

由表 2、表 3 可见,在南太湖地区,紫外辐射强度与气溶胶粒子浓度一年四季的相关性并不相同。春季、秋季和冬季的紫外辐射强度与气溶胶粒子浓度有不同程度的负相关性,即颗粒物浓度越高,紫外辐射越低。夏季两者存在相关系数约为 0.2 的正相关,这与之前的研究结论有差距。具体分析了南太湖地区夏季 3 个月的颗粒物浓度变化情况,发现在夏季高温时段,长时间无雨的情况下颗粒物难以扩散,浓度会明显增加,就会出现温度越高,紫外辐射越大,颗粒物浓度也越大的情况。当这种情况在夏季多次发生时,从数据上来看,两

者就会产生一定的正相关。综上,初步认为在南太湖地区,大气成分中 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 和 PM_1 的值与紫外辐射的相关性应该按季节具体分析,不能简单考虑为全年紫外辐射的影响因子。

4 结 论

1) 日出后紫外辐射强度逐渐增大,12:00~13:00 达到全天最高,正午过后开始减弱。夏季最高,春季次之,秋季比冬季略高,春夏季明显高于秋冬季。

2) 1 月份紫外线最弱,随后开始增强,6 月份受梅雨影响紫外辐射偏小。7 月份紫外辐射最强,8 月份开始由于台风的增多,紫外辐射未继续增加,又随着太阳高度角的减小,紫外辐射逐渐减小,全年极大值一般出现在 7~8 月份。

3) 紫外辐射强度与总云量、低云量、最小相对湿度为负相关,与日最高温度、最高地温呈正相关。晴天时,紫外辐射与颗粒物浓度 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 、 PM_1 的相关性基本一致,春、秋和冬季呈负相关,夏天呈正相关。

[参考文献]

- [1] 邵婧婧, 吴昊, 戴至修, 等. 我国紫外辐射特征分析及紫外线强度预报探究[C]//中国环境科学学会学术年会论文集, 中国, 厦门, 2017.
GAO J J, WU H, DAI Z X, et al. China's ultraviolet radiation research analysis and UV intensity prediction [C]//Annual Conference Proceedings Chinese Institute of Environmental Sciences, Xiamen, China, 2017.
- [2] 王力福, 赵正波, 陈巧华. 阿克达拉紫外线 B 波段辐射强度特征浅析[J]. 沙漠与绿洲气象, 2012, 6(3): 54-57.
WANG L F, ZHAO Z B, CHEN Q H. A Simple analysis on radiation characteristics of UV- B at Akdalla [J]. Desert and oasis meteorology, 2012, 6(3): 54-57.
- [3] 陈定梅, 涂卫. 山南泽当地面太阳紫外辐射观测与初步分析[J]. 西藏科技, 2012(2): 53-54.
CHEN D M, TU W. Observation and preliminary analysis of surface solar ultraviolet radiation in Zetang [J]. Tibet science and technology, 2012(2): 53-54.
- [4] 王若静, 史激光. 锡林浩特地区太阳紫外辐射分析[J]. 中国农学通报, 2017, 33(22): 113-117.
WANG R J, SHI J G. Solar ultraviolet radiation in Xilinhaote [J]. China agricultural science bulletin, 2017, 33(22): 113-117.
- [5] 邢丽元, 周平, 张明. 长春市太阳紫外辐射强度变化规律[J]. 吉林农业, 2013(10): 69.

- XING L Y, ZHOU P, ZHANG M. The law of solar ultraviolet radiation intensity change in Changchun [J]. Agriculture of Jilin, 2013(10): 69.
- [6] 苏志强, 孙庆丰. 对哈尔滨市紫外线特征的分析[J]. 林业勘查设计, 2012(2): 105-106.
- SU Z Q, SUN Q F. Characteristics analyze of ultraviolet rady in Harbincity [J]. Forest and design, 2012 (2) : 105-106.
- [7] 侯晓玮, 廖颖慧, 曹春莉, 等. 河北省太阳紫外辐射时空分布特征[J]. 干旱气象, 2012, 30(4): 583-587.
- HOU X W, LIAO Y H, CAO C L, et al. Characteristics of the spatial and temporal distribution of solar ultraviolet radiation in Hebei [J]. Arid meteorology, 2012, 30(4): 583-587.
- [8] 孙翠凤, 窦坤, 程德海, 等. 菏泽市紫外辐射变化特征及月预报方程[J]. 干旱气象, 2014, 32(4): 677-682.
- SUN C F, DOU K, CHENG D H, et al. Variation characteristics of ultraviolet radiation and the monthly forecast equation in Heze [J]. Arid meteorology, 2014, 32(4): 677-682.
- [9] 骆丽楠, 梁明珠, 张红雨, 等. 紫外辐射特征及影响因素分析[J]. 气象科技, 2007, 35(4): 571-573.
- LUO L N, LIANG M Z, ZHANG H Y, et al. Characteristics of solar ultraviolet radiation and its influencing factors of [J]. Meteorological science and technology, 2007, 35(4): 571-573.
- [10] 毛宇清, 沈澄, 姜爱军, 等. 南京市紫外辐射强度的变化及影响因子[J]. 气象科学, 2011, 31(5): 621-625.
- MAO Y Q, SHEN C, JIANG A J, et al. Analysis on changes and influence factors of in ultraviolet radiation intensity in Nanjing [J]. Jonrnal of the meteorological science, 2011, 31(5): 621-625.
- [11] 冯新建, 白慧. 安顺市太阳紫外辐射特征分析[C]//贵州省气象学会2013年学术年会论文集, 中国, 安顺, 2013.
- FENG X J, BAI H. Analysis of the characteristics of the solar ultraviolet radiation in Anshun [C]//Paper Collection of the 2013 Academic Annual Meeting of the Guizhou Meteorological Society, Anshun, China, 2013.
- [12] 李雄. 南宁紫外辐射强度变化及原因分析[J]. 城市环境与城市生态, 2007, 20(6): 5-9.
- LI X. Analysis of changes and reasons of ultraviolet intensity in Nanning [J]. Urban environment and urban ecology, 2007, 20(6): 5-9.
- [13] 徐金波, 尹雪梅, 李明美, 等. 攀枝花紫外辐射强度变化及影响因子[J]. 农业灾害研究, 2017, 7(3): 1-3.
- XU J B, YIN X M, LI M M, et al. Analysis on changes and influencing factors of ultraviolet radiation intensity in Panzhihua [J]. Journal of agricultural catastrophology, 2017, 7(3): 1-3.
- [14] 王乙汀, 冯瑶, 王航, 等. 一次低涡天气过程长春紫外线强度变化分析[J]. 气象灾害防御, 2015(1): 1-5.
- WANG Y T, FENG Y, WANG H, et al. Analysis of the changes in the ultraviolet intensity of Changchun in a low vortex process [J]. Meteorological prevention defense, 2015(1): 1-5.
- [15] 翟红楠, 李明. 武汉市紫外辐射强度特征分析及其预测模型的建立[J]. 安徽农业科学, 2015, 43(8): 157-159.
- ZHAI H N, LI M. The characteristics of ultraviolet radiation in Wuhan and its meterological forecast model [J]. Journal of Anhui agricultural sciences, 2015, 43 (8): 157-159.
- [16] 潘星海, 赖雨薇, 李文蜜, 等. 舟山市普陀区海滩旅游气象指数预报研究[J]. 气象研究与应用, 2016, 37 (4): 69-72.
- PAN X H, LAI Y W, LI W M, et al. Beach tourism meterological index prediction research in of Zhoushan Putuo district [J]. Journal of meteorological research and application, 2016, 37(4): 69-72.

ANALYSIS OF UV RADIATION INTENSITY AND INFLUENCING FACTORS IN SOUTH TAIHU AREA

Hu Jingbo, Qie Jie, Wang Lei, Liu Yang

(Huzhou Meteorological Bureau, Huzhou 313000, China)

Abstract: This article analyzes the variation characteristics of solar ultraviolet radiation in South Taihu area and proves its correlation with other meteorological elements, based on the ultraviolet observation data of Huzhou National basic Meteorological Station, the surface conventional observation data and the atmospheric composition observation data from January 2014 to December 2017. The results show that the diurnal variation of ultraviolet radiation is basically parabolic, and during 12:00-13:00 of the day, it reaches the highest. Ultraviolet radiation is the highest in summer, followed in spring, slightly higher in autumn than in winter, and significantly higher in spring and summer than in autumn and winter. In July, the ultraviolet ray is the strongest; the maximum value generally appears in August. UV radiation intensity is negatively correlated with total cloud cover, low cloud cover and minimum relative humidity, positively correlated with daily maximum temperature and maximum ground temperature, and is consistent with PM_{10} , $PM_{2.5}$, PM_1 on sunny days, which is negatively correlated in spring, autumn and winter, positively correlated in summer.

Keywords: South Taihu area; UV radiation; variation characteristics; correlation; extreme value of meteorological elements; particle concentration