

重庆主城区紫外线辐射强度变化特征分析

胡春梅 陈道劲 廖峻

(重庆市气象台, 重庆 401147)

摘要:为研究重庆主城区紫外线辐射强度的变化规律,为业务预报和客观预报方法提供基础。利用2004年3月—2008年2月实况观测资料,分析主城区紫外线辐射强度的日、月、季和年变化规律。结果表明:重庆主城区日平均最大辐射量出现在13—14时。7月和8月的辐射强度为全年最强,出现辐射等级四级的概率最大;而1月和12月为全年最弱,没有出现过辐射等级高于三级的样本。季节平均辐射强度为夏、春、秋、冬季依次减弱。2004年和2006—2007年平均辐射强度相等,2005年较弱。

关键词:紫外线辐射;强度等级;特征规律

中图分类号:P422.6⁺2 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-503X(2009)02-0023-05

1 引言

一般情况下,将太阳辐射中波长为200—400 nm的光线称为紫外线^[1]。医学证明,人体接受适量的紫外线照射可预防和治疗佝偻病,然而过量的紫外线照射可使人体产生红斑、色素沉着、免疫系统受到抑制,甚至患皮肤癌、白内障等疾病^[2]。随着经济的快速发展,人们越来越关注环境气候问题,同样也越来越关注紫外线辐射对人体的不同影响。自20世纪90年代开始,我国陆续开展了紫外线的观测和研究工作。由于所处纬度的不同及其他因素影响,紫外线辐射强度的地区差异明显。在南方,广州市^[3]全年有84.3%的紫外线强度在“中等”以上,是紫外线高辐射区,夏秋季紫外线辐射强度较强;南宁市^[4]全年紫外线辐射强度最强出现在7月。在北方,辽宁地区^[5]从4月开始紫外线强度便开始明显增强,5—9月紫外线强度维持在一个较高水平;黑河市^[6]全年月平均紫外线最大值则出现在6月;郑州市^[7]、山东菏泽^[8]和临沂地区^[9]的紫外线强度变化规律也不尽相同。西部,贵阳地区^[10]一天中12—15时紫外线辐射最强,全年季节差异明显。

重庆市气象台自2004年开始开展主城区的紫外线观测和预报工作。但由于重庆特殊的地理气候特征,紫外线的预报较其他地区更为困难,表现在预报质量上,则是年预报准确率为80%左右,明显低于其他大、中城市。分析紫外线预报准确率低下的原因:其一,缺少成熟的客观预报方法,预报基本以主观预报为主;其二,限于资料积累量,以往研究对紫

外线辐射强度的统计特征认识不够深入,缺乏详细的主城区紫外线辐射强度的日、月、季节及年变化特征分析。所以,鉴于其他省市的研究方法,本文对2004年以来的紫外线观测资料作较深入细致的统计分析,包括小时平均、日平均辐射量及辐射等级的分布状况等;以期找到重庆市主城区紫外线辐射强度的年、季、月、日变化规律,为后期的客观预报方法研究奠定基础。

2 资料与方法

本文所用资料为重庆市主城区沙坪坝测站的紫外线辐射强度(W/m^2)实况观测资料,时间段为:2004年3月1日—2008年2月29日,除去缺测样本,共1398个。观测时间一般从每日凌晨04:00至傍晚20:00,每分钟观测一次。根据中国气象局的有关规定,每日的日平均紫外线辐射强度取上午10时至下午14时的平均值,并根据此时间段的平均辐射强度值划分为5级辐射强度等级^[3](表1)。本文在分析辐射量强度时,从原始观测资料提取;在分析辐射等级时,采用按照国家局规定计算得到的日平均辐射等级资料。

3 结果分析

3.1 紫外线辐射量特征

3.1.1 日变化

将2004—2008年紫外线辐射量观测资料按每小时平均(取凌晨05时至傍晚20时)制作日变化曲线(图1)。由图1可见,主城区的小时平均辐射量呈单峰型变化,最大平均辐射量出现在中午13时和14

收稿日期:2008-12-25;修订日期:2009-01-20。

基金项目:重庆市气象局“重庆主城区紫外线客观预报方法研究”项目资助。

作者简介:胡春梅,女,1979年生,工程师,主要从事环境气象方面的预报和研究工作,E-mail:huchunmei1212@shou.com。

时,为 15.2 W/m^2 。05时和06时的平均辐射量几

表1 紫外线指数分级

紫外线 级别	紫外线 辐射量 $/(W \cdot m^{-2})$	辐射 强度	皮肤晒红 时间/min	建议采取措施
一级	<5	最弱	100—180	无需采取防护措施
二级	5—9.9	弱	60—100	适当采取防护措施,如 涂擦防护霜等
三级	10—14.9	中等	30—60	外出时戴遮阳帽、太阳 镜及太阳伞,涂擦 SPF15 以上的防晒霜
四级	15—29.9	强	20—30	除上述措施外,10—16 时避免外出,或尽可能 在遮荫处
五级	≥ 30	很强	<20	尽可能不在室外活动, 必须外出时,要采取各 种有效防护措施

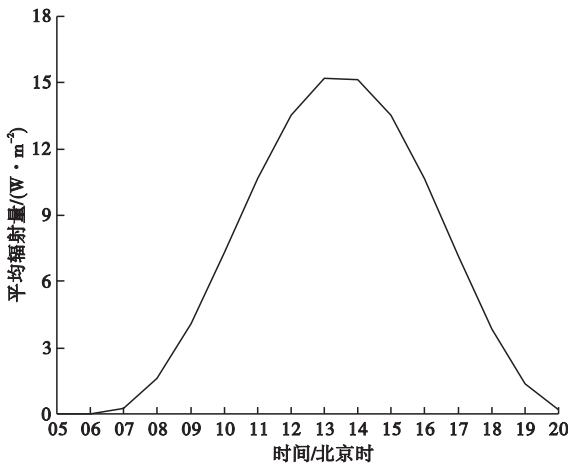


图1 辐射量日变化曲线

乎为零,从07时开始至13时辐射量一直在增大,14时后开始减弱,至傍晚20时几乎接近零。

将分不同天气类型分别比较辐射量的日变化特征。按云量将天空状况分为晴天(云量<1)、少云($1 \leq \text{云量} < 3$)、多云($3 \leq \text{云量} < 8$)、阴天(云量 ≥ 8)。比较每一类天空状况的日变化曲线见图2。不论何

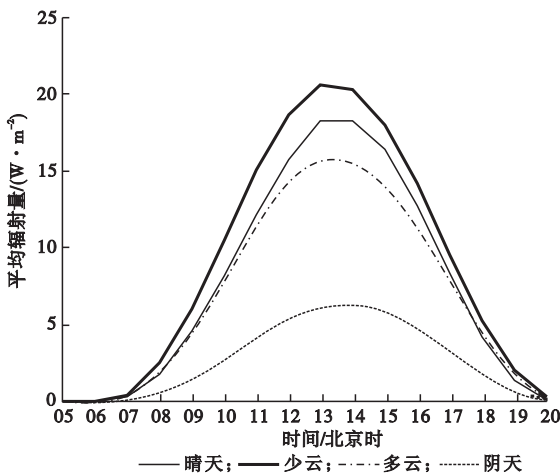


图2 按天空状况分类平均辐射量日变化曲线

种天空状况,日变化曲线均呈单峰型变化,13—14时达到峰值。进一步比较分析发现,并不是在晴空时,平均辐射量最大,而是在少云的天空状况下,平均辐射量最大。平均辐射量由大到小的排列为:少云、晴天、多云、阴天。这主要因为在冬季,辐射量较低时,晴天的样本数(8个)多于少云样本(4个);而辐射量较高的季节,如夏季,少云的样本数又多于晴天样本,见表2。本文还比较了相同的天空状况下辐射量

表2 不同天空状况下每月的样本数

月份	晴天	少云	多云	阴天
1	3	1	15	96
2	4	1	18	86
3	4	3	24	88
4	7	4	42	65
5	5	8	34	75
6	3	11	25	80
7	2	11	48	57
8	4	16	51	41
9	13	10	29	60
10	1	5	13	100
11	4	2	29	81
12	1	2	9	107

的变化,发现差异也较大。例如,同样是晴天,2007年4月18日14时,小时平均辐射量为 30.07 W/m^2 ,而2006年12月20日14时,辐射量为 5.67 W/m^2 。可见,影响紫外线辐射量的因素,除了天空状况以外,还有其他因素,例如:随季节变化的太阳高度角^[8]。

3.1.2 月和季变化

按中国气象局规定将每日10—14时的观测资料作平均,得到每日日平均紫外线辐射量。以此数据为基础,分析辐射量月变化特征(图3)。辐射量最

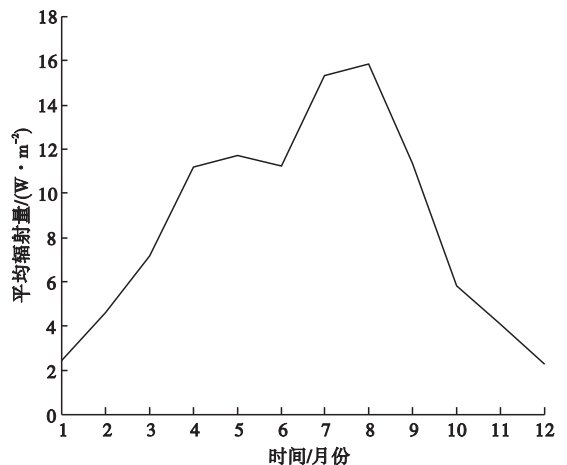


图3 辐射量月变化曲线

大月份出现在8月,为 15.82 W/m^2 ;次大值出现在7月,为 15.32 W/m^2 。1—5月逐渐增加,但至6月却

略有下降,这与重庆的气候特征有关。一般情况下,6月是重庆的丰雨期,较多的雨日自然影响到紫外线辐射量。8—12月,辐射量逐渐减小,至12月降到全年最小,为 2.29 W/m^2 。

以月变化相同的日平均资料分析季节变化特征。由图4可以看出,平均辐射量从大到小的排列

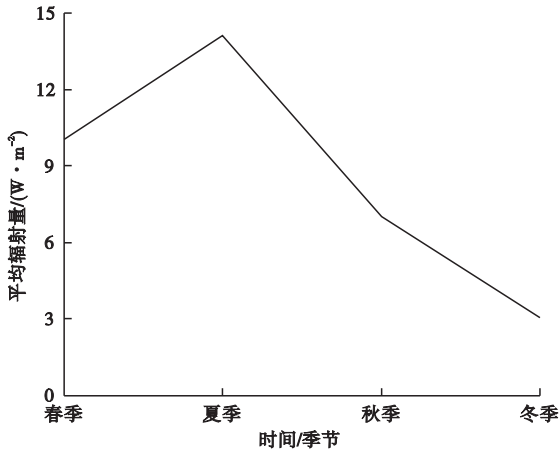


图4 辐射量季节变化曲线

是:夏、春、秋、冬季;夏季紫外线平均辐射量最大,为 14.09 W/m^2 ,春季次之,冬季最小,平均值为 3.08 W/m^2 ,与月变化特征基本一致。值得指出的是,主城区秋季的紫外线平均辐射量较小,仅为夏季的50%,10—11月雾日、阴雨日较多,紫外线辐射量已经明显减小;冬季平均辐射量更小,不到夏季平均值的25%。

3.1.3 年变化

由于2008年采用了1—2月观测资料,所以分析年变化时,采用2004—2007年资料。图5比较了

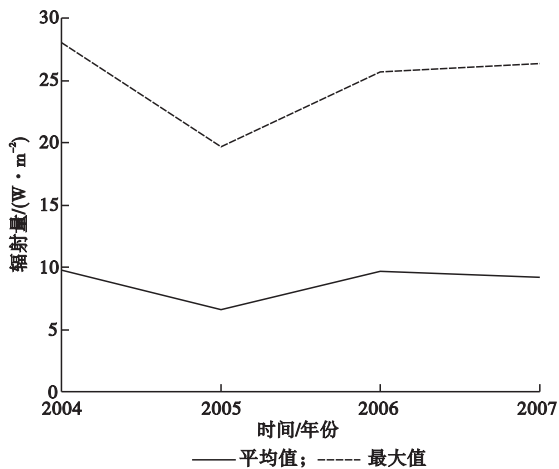


图5 辐射量年变化曲线

2004—2007年年平均紫外线辐射量的大小和每年出现的最大日平均辐射量大小。从图5可以看出,2004、2006—2007年的年平均辐射量大小基本相等,为 $9.82\text{—}9.15 \text{ W/m}^2$,但2005年平均值为 6.61 W/m^2 ,说明2005年的紫外线辐射量明显低于

其他年份。最大日平均辐射量变化趋势也是2004、2006—2007年相等,2004年最大为 28 W/m^2 (主要因为样本中缺少辐射量较小的1—2月资料),最小为2005年 19.7 W/m^2 。进一步分析2005年紫外线平均辐射量偏小的原因,比较近4a的阴天占全年的百分率分别为68%、71%、61%和65%,其中2005年阴天百分率最大;比较阴天和多云天气的总天数占全年的百分率,结果也是2005年最大为94%,其他年份均较小。

3.2 紫外线辐射等级特征

根据中国气象局每日紫外线辐射等级规定,在分析辐射等级特征时,日变化特征不再分析。分别分析辐射等级的月、季、年变化特征。近4a的辐射等级样本分析发现一显著特征:日平均辐射等级没有达到5级的样本;所以,主要分析1—4级的统计特征。将所有样本统计得到,近4a紫外线辐射等级出现一级的概率为43.7%,二级为19.1%,三级为16.2%,四级为21%,出现频率最大的一级。

3.2.1 月变化

表3列出每月不同的辐射等级所占的比例。1—

表3 每月不同辐射等级所占百分率

月份	一级	二级	三级	四级
1	86.90	13.10	0.00	0.00
2	61.25	27.50	11.25	0.00
3	42.37	25.42	23.73	8.47
4	25.42	15.25	29.66	29.66
5	19.67	25.41	22.13	32.79
6	19.33	28.57	23.53	28.57
7	8.47	14.41	26.27	50.85
8	12.50	8.93	13.39	65.18
9	22.32	18.75	28.57	30.36
10	57.98	21.85	12.61	7.56
11	67.24	27.59	5.17	0.00
12	94.12	5.88	0.00	0.00

2月、11—12月没有出现辐射强度为四级的样本,1月和12月没有出现过三级以上的辐射等级,2月和11月出现三级的概率也较少,分别为11.25%和5.17%。四级辐射等级出现频率最多的月份是8月为65.18%,其次是7月为50.85%。与出现四级相对的,出现一级最多的月份是12月为94.12%,1月排第二为86.9%;出现一级最少的月份是7月为8.47%,8月为次少,出现概率为12.5%。其他月份4个等级的出现概率基本相等。

3.2.2 紫外线辐射等级季节变化特征

每个季节不同辐射等级的百分率见表4。一级出现概率最高的是冬季82.69%,其次是秋季49.57%,夏季出现概率最小为13.47%,因为夏季辐射最强。4个季节二级出现概率基本相当,三级出现

概率为春、夏、秋、冬季逐渐减小。四级出现概率:夏

表4 每个季节不同辐射等级所占百分率

季节	一级	二级	三级	四级
春季	29.05	22.07	25.14	23.74
夏季	13.47	17.48	21.20	47.85
秋季	49.57	22.77	15.27	12.39
冬季	82.69	14.13	3.18	0.00

季最大为47.85%,后面依次是春季为23.74%、秋季为12.39%,冬季没有出现四级的样本。季节的辐射等级分布与前面分析的平均辐射量一致,四级出现最多的是夏季,春季次之;一级出现最多的是冬季,这一变化规律对业务预报紫外线等级,有一定的参考作用。

3.2.3 年变化

与以上分析平均辐射量相同,等级的年变化特征仅考虑2004—2007年的样本。图6为近4a不同

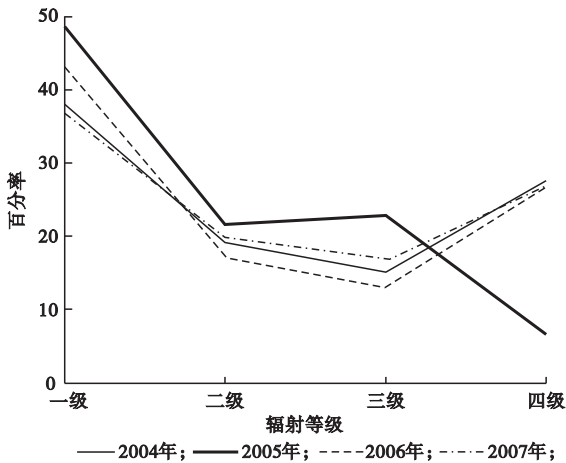


图6 2004—2007年不同辐射等级所占百分率

辐射等级所占的百分率。由图6可知,所占百分率最大的仍然是一级,4a均相同,特别是2005年,一级出现概率为48.62%。四级出现的频率一般仅次于一级,但2005年除外,2005年四级概率仅为6.73%,其他年份四级出现概率为25.00%,所以,2005年的平均紫外线辐射强度比其他年份弱。另外,辐射强度二级、三级均为2005年,比其他年份出现概率高。

4 结论与讨论

(1)日变化曲线呈单峰型特征,一般在午后13—14时达到全天的最大辐射量。对不同的4种天气类型比较分析日变化特征,发现少云的天空状况下达到的日平均最大辐射量最大,晴天次之,阴天最低。由此得知,影响紫外辐射强度的因素除了天空状况外,还与其他影响因子有关,如太阳高度角、大气污染状况等。

(2)月变化曲线为双峰型,2个峰值分别出现在

5月和8月;6月出现一个谷值,这与重庆的气候特征密切相关,6月是重庆主城区的多雨期,紫外线辐射量会相对较小。

(3)紫外辐射强度的季节变化由强到弱依次是:夏、春、秋季和冬季。

(4)由4a资料的年变化比较发现,2004、2006—2007年的年平均辐射强度基本相等,而2005年的平均辐射强度较弱。

(5)辐射等级比较分析发现,主城区小时平均辐射强度可以达到五级标准,但日平均辐射强度不会达到五级。一级辐射等级出现概率最大为43.7%,其次是四级,二级、三级出现概率基本相同。由每月不同辐射等级所占的百分率可知,1月和12月不会出现三级和四级的辐射等级;2月和11月不会出现四级的辐射强度;换言之,冬季并不存在辐射强度为四级的样本。8月和7月出现辐射等级四级的概率最大,辐射强度为全年最强。

(6)了解紫外辐射强度实况的日、月、季、年变化特征以及不同的辐射等级在月、季、年所出现的概率,对紫外线强度的业务预报有一定的参考作用。

参考文献

- [1] 王越,徐虹. 西安市紫外线辐射强度与气象因素的关系[J]. 陕西气象,2002(6):17-19.
- [2] 王澄. 紫外线辐射指数预报系统[J]. 内蒙古气象,2005(3):28-29.
- [3] 邓雪娇,吴兑,游积平. 广州市地面太阳紫外线辐射观测和初步分析[J]. 热带气象学报,2003,19(B09):118-125.
- [4] 李雄. 南宁市紫外线辐射变化特征及相关因子分析[J]. 气象科技,2003,31(2):105-108.
- [5] 张云海,杨洪斌,龚强. 辽宁太阳紫外线辐射特征及强度预报[J]. 气象与环境学报,2006,22(1):34-37.
- [6] 袁斌. 黑河市紫外线观测及分析[J]. 黑龙江气象,2006(3):23-25.
- [7] 许蓬蓬,马志红,师丽魁. 郑州地区紫外线辐射强度变化规律分析[J]. 河南气象,2005(4):18-19.
- [8] 侯艳丽,黄玉芳. 紫外线辐射量变化原因分析[J]. 菏泽师范专科学校学报,2004,26(4):70-71.
- [9] 宋莹华,吴君,邵庆国. 临沂市紫外线辐射变化特征分析[J]. 山东气象,2006,26(1):37-38.
- [10] 吉廷燕,杜正静,雷云. 贵阳地区太阳紫外线辐射及其预报方法研究[J]. 贵州气象,2001,25(5):3-7.
- [11] 刘布春,卢志光,高景民,等. 干旱、半干旱地区紫外线辐射强度及其预报方法的研究[J]. 中国农业气象,2003,24(1):44-47.
- [12] Bai J H, Wang G C, Hu F. Ultraviolet radiation in overcast sky at the surface[J]. Advances in Atmospheric Sciences,2003,20(6):1007-1009.

Characteristics of ultraviolet radiation intensity in the main urban area of Chongqing, China

HU Chun-mei CHEN Dao-jin LIAO Jun

(Chongqing Meteorological Observatory, Chongqing 401147, China)

Abstract: Based on the observation data from March 2004 to February 2008 in the main urban area of Chongqing, the diurnal, monthly, seasonal and annual variations of ultraviolet radiation intensity were analyzed in order to service the operational forecast and the objective forecast technique. The results indicate that the maximum value of daily average radiation intensity occurs during the period from 1:00 PM to 2:00 PM. The daily average radiation intensity is the highest in July and August with the largest probability of the fourth grade (radiation grades), while the lowest in January and December with less than the third grade. The largest seasonal average radiation intensity appears in summer, followed by spring and autumn, and the lowest in winter. The annual average radiation intensities in 2004, 2006 and 2007 are almost the same, while that in 2005 are lower.

Key words: Ultraviolet radiation; Intensity grade; Characteristics