

# 商丘紫外线指数变化规律及气象因子影响分析

刘敏<sup>1</sup> 康邵钧<sup>2</sup> 徐凤梅<sup>2</sup> 余卫东<sup>2</sup>

(1 河南省周口市气象局, 周口 466002; 2 河南省商丘市气象局, 商丘 476000)

**摘要** 利用 2003 年 4 月至 2006 年 6 月商丘市气象台观测到的太阳紫外线指数资料及总云量、能见度、气温和相对湿度资料, 分析了商丘市区紫外线指数的月、日变化规律以及气象因子与紫外线指数的关系。结果表明: ①商丘紫外线指数 1~2 月和 11~12 月小, 3~10 月大, 7~8 月最大。②紫外线指数的日变化规律显著, 基本上遵循正态分布, 一天中辐射最强的时段在 11:00~14:00, 紫外线指数基本在 6 以上, 辐射等级超过 3 级, 紫外线照射强度中等以上。③紫外线指数与总云量、能见度、气温和相对湿度有较好的相关性。14:00 的紫外线指数与同时次的总云量呈反相关, 相关系数为 -0.57; 与能见度呈正相关, 相关系数为 0.64; 与气温呈正相关, 相关系数为 0.46; 与相对湿度呈反相关, 相关系数为 -0.8。

**关键词** 紫外线指数 气象因子 相关系数

## 引言

紫外线照射强度是某地正午前后到达地面太阳光线中的紫外线辐射, 光对人体的皮肤、眼睛等组织和器官可能造成损伤。过多遭受紫外线照射, 易引起皮肤过敏和皮肤灼伤; 皮肤失去弹性, 产生皱纹; 造成皮肤细胞膜损伤, 甚至造成 DNA 伤害, 严重的可以引发皮肤癌、白内障及免疫系统功能降低<sup>[1]</sup>。如何防止紫外线过度照射已引起人们的广泛关注。

面对过度紫外线辐射造成的严重后果, 有关国际组织和许多国家政府要求采取有效措施以减少过度紫外线辐射的危害。当前全球建立了用于多种目的的紫外辐射监测网, 国际上已经开展的紫外线辐射测量有两类。一种是采用滤光片式的紫外辐射表, 即测量具有滤光片加权的紫外辐射某波段总辐射量, 这种测量比较简单易行, 但缺点是滤光片加权作用使人们较难从测值中分析对人体损伤的严重性。另一种是紫外光谱辐射测量, 即利用具有绝对定标能力的光谱辐射计进行测量, 获得光谱辐射绝对值。这类仪器比较复杂, 目前在全球范围内实际监测的点还很少。国内的紫外线观测开始于 20 世纪 90 年代初, 南京、合肥、兰州、北京、南宁、哈尔滨等地相继开展了紫外线辐射监测。我国进行紫外线

辐射强度的公共服务是从 20 世纪 90 年代初开始的, 一般以紫外线指数来表示。中国气象局在 2001 年以发文形式对紫外线的级别、指数、强度及其发布用语进行规范。2003 年河南省气象科学研究所商丘安装紫外线强度自动监测仪, 进行紫外线辐射强度的观测试验。2005 年河南省正式开展紫外线监测预报业务, 实现全省联网, 同步观测。目前商丘市气象台每天向公众发布商丘市紫外线指数预报。

## 1 紫外线观测和资料

商丘市气象局采用河南省气象科学研究所研制的 Gstar-III 型宽波段太阳紫外线强度自动监测仪, 对 260~320 nm 波长紫外线监测。自动监测站主要由紫外线传感器 (Sensor) 单元、单片机 (MCS) 和本地微机 (PC) 构成; 终端接点定时自动从紫外线传感器获得太阳紫外线强度信息, 经过数模转换单片机处理后通过 232 通信口传给本地专用 PC 计算机进行数据处理和编码, 然后将紫外线观测资料数据打成 IP 包, 利用宽带互联网的 TCP/Sock 协议方式把数据信息送到省气象局数据处理中心。数据处理中心将处理后的紫外线观测资料, 对全省用户进行分发服务<sup>[2]</sup>。

商丘市气象局于 2003 年 4 月在全省率先建成

紫外线强度自动监测仪,并投入业务试运行,2005年6月正式业务运行,全省联网,同步观测,资料共享。紫外线强度自动监测仪可以实现紫外线全天候自动连续监测。仪器每1 min 输出一次监测到的紫外线辐射强度、辐射指数等,并将监测结果自动储存在数据库中,可供随时查询、调阅显示。系统还可以将每天的辐射强度对应的紫外线指数最大值和出现时间等以图形方式直观显示。

本文分析资料取自2003年4月1日至2006年6月30日商丘市气象台观测到的较完整的紫外线指数实况资料,记录的时间间隔为60 s。分析紫外线指数日变化,选取了2003年7月14日的资料。分析紫外线指数月际变化,选取了2005年1月1日

至12月31日的资料。分析气象因子与紫外线指数变化的关系,选取了2006年4月的商丘地面观测资料和紫外线观测资料。

2 紫外线指数

紫外线指数衡量某地到达地面的太阳紫外线辐射对人体皮肤(或眼睛)可能损害的程度。按照中国气象局《紫外线指数预报服务业务暂行规定》,紫外线辐射强度划分为5个等级,如表1所示。紫外线指数在0~2范围时,对人体基本没有伤害或伤害很小,而紫外线指数达到5以上时,对人体有伤害,而且随着指数值的增大,对人体的伤害加重。

表 1 紫外线辐射强度等级划分表

|     | 到达地面的紫外线辐射量<br>(280~400 nm)/(mW·m <sup>-2</sup> ) | 紫外线<br>指数 | 紫外线<br>照射强度 | 对人体可能影响皮肤<br>晒红时间/min | 需采取的防护措施                                |
|-----|---------------------------------------------------|-----------|-------------|-----------------------|-----------------------------------------|
| 1 级 | <50                                               | 0,1,2     | 最弱          | 100~180               | 不需要采取防护措施                               |
| 2 级 | ≥50 且 <100                                        | 3,4       | 弱           | 60~100                | 可以适当采取一些防护措施,如涂擦防护霜等                    |
| 3 级 | ≥100 且 <150                                       | 5,6       | 中等          | 30~60                 | 外出时戴好遮阳帽、太阳镜和太阳伞,涂擦 SPF 指数大于 15 的防晒霜    |
| 4 级 | ≥150 且 <225                                       | 7,8,9     | 强           | 20~40                 | 除上述防护措施外,上午 10:00~16:00 时段避免外出,或尽可能在遮荫处 |
| 5 级 | ≥225                                              | ≥10       | 很强          | <20                   | 尽可能不在室外活动,必须外出时,要采取各种有效的防护措施            |

2.1 紫外线指数月际变化规律

从商丘市2005年1~12月每天紫外线指数最大值分布图看出(图略):1~2月,紫外线指数较小,基本在4以下,辐射等级小于2级;从3月开始,紫外线指数迅速增大,3~9月紫外线指数基本处于大值区,其值主要在5~11之间变化,辐射等级为中等到很强;10月紫外线指数开始减弱,11~12月紫外线指数最大值降到3以下。商丘紫外线指数最大值出现在7~8月,最大值为11.4,即辐射等级超过5级,紫外线照射强度很强。因此尽可能不在室外活动,必须外出时,要采取各种有效的防护措施。最小值主要在1月、12月,紫外线照射强度弱,不需要采取防护措施。由此可见,商丘市紫外线指数月际变化特征是,1~2月和11~12月紫外线指数小,3~10月指数值大,7~8月最大。这种分布主要与太阳高度角变化有关,还与地面反照率、大气污染状况、平流层臭氧以及每天的天气状况等诸多因素的影响有关<sup>[3]</sup>。

2.2 紫外线指数日变化规律

从紫外线指数月际变化可知,7~8月是一年中紫外线辐射强度最强的月份。选取2003年7月14日的紫外线监测资料,从商丘国家基准站观测资料获知,7月14日商丘云天气状况分别为:日照总时数为10.9 h,总云量和低云量只是在14:00~15:00是1成,其它时次云量为0,云状11:00~17:00为碎积云,14:00~15:00为淡积云和碎积云,白天能见度08:00~14:00为17 km,14:00~20:00为18 km,所以7月14日这天的数据能比较好的反映一天中紫外线辐射指数逐时变化。图1是2003年7月14日03:00~20:07每隔1 min 紫外线指数变化曲线。

从图1中可以看出:紫外线指数的日变化和太阳高度角变化是一致的,基本上遵循正态分布,一天中辐射最强的时段在11:00~14:00,紫外线指数基本在6以上,辐射等级超过3级,紫外线照射强度中等以上,因此11:00~14:00这一时段不宜外出,或尽可能在遮荫处,外出时戴好遮阳帽、太阳镜和太阳

伞等。日出前和日落后没有辐射,不需要采取防护措施。另外,从曲线分布特征看出,曲线顶部有一缺口,可能与当时的天空状况有关,受碎积云和淡积云的影响,到达地面紫外线辐射减弱。

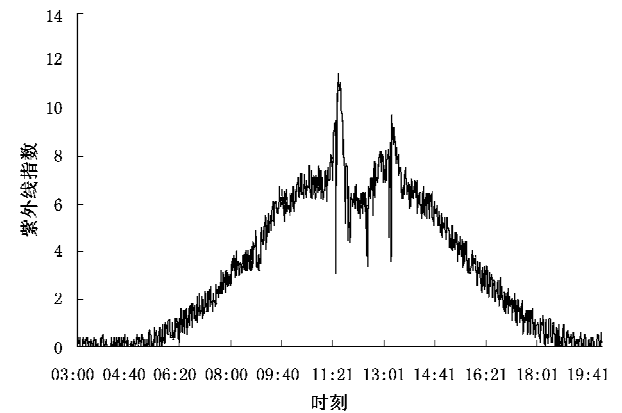


图 1 2003 年 7 月 14 日商丘紫外线指数变化曲线

3 紫外线辐射强度变化与气象因子的关系

影响到达地面紫外线辐射的因子有臭氧、二氧化硫、气溶胶、地面反照率、云、能见度、气温和湿度等。由于臭氧和地面反照率相对稳定,紫外线辐射强度的日变化主要由总云量、能见度、气温和相对湿度确定<sup>[4]</sup>。选取 2006 年 4 月逐日 14:00 紫外线辐射指数、总云量、能见度、气温和相对湿度实况资料(表 2),并计算了紫外线辐射指数与总云量、能见度、气温和相对湿度的相关系数(表 3)。

3.1 紫外线指数与总云量、能见度、气温的关系

图 2 为 2006 年 4 月逐日 14:00 紫外线辐射指数、总云量、能见度和气温的变化曲线。可以看出,14:00 的总云量与其同时次的紫外线指数呈反相关,平均相关系数为 -0.57。即总云量为极小值,对应紫外线辐射指数极大值,反之亦然。当总云量达到 10 成时,辐射指数小于 6,总云量为 0 时,到达地面的紫外线辐射强度极大。紫外线指数与能见度呈正相关,平均相关系数为 0.64。即能见度越好,到达地面的紫外线辐射强度越大,能见度越差,到达地面的紫外线辐射强度越小。当能见度达到 17 km 以上时,到达地面的紫外线辐射强度极大。紫外线指数与气温呈正相关,平均相关系数为 0.46。即气温偏高,到达地面的紫外线辐射强度较大,气温偏低,到达地面的紫外线辐射强度较小。

表 2 2006 年 4 月逐日 14:00 商丘各要素实况

| 日期 | 气温<br>℃ | 总云量<br>成 | 相对湿度<br>% | 能见度<br>km | 紫外线<br>指数 |
|----|---------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 01 | 21.6    | 9.8      | 58        | 10        | 3.0       |
| 02 | 22.5    | 0        | 31        | 15        | 6.1       |
| 03 | 19.5    | 10       | 68        | 13        | 3.4       |
| 04 | 17.3    | 10       | 84        | 12        | 1.5       |
| 05 | 19.0    | 10       | 41        | 16        | 5.8       |
| 06 | 18.9    | 0        | 54        | 17        | 6.3       |
| 07 | 25.1    | 0        | 47        | 17        | 5.3       |
| 08 | 25.9    | 10       | 55        | 16        | 5.4       |
| 09 | 16.4    | 10       | 77        | 13        | 3.0       |
| 10 | 24.6    | 0        | 64        | 14        | 5.3       |
| 11 | 24.2    | 10       | 81        | 14        | 5.1       |
| 12 | 4.2     | 10       | 84        | 16        | 3.4       |
| 13 | 12.6    | 10       | 37        | 16        | 5.4       |
| 14 | 14.8    | 10       | 47        | 15        | 5.8       |
| 15 | 20.1    | 0        | 48        | 16        | 5.2       |
| 16 | 21.4    | 0        | 54        | 15        | 5.4       |
| 17 | 22.6    | 10       | 56        | 16        | 5.3       |
| 18 | 24.8    | 10       | 56        | 14        | 3.7       |
| 19 | 17.3    | 0        | 27        | 15        | 6.2       |
| 20 | 18.8    | 0        | 33        | 17        | 6.1       |
| 21 | 10.5    | 10       | 100       | 12        | 0.7       |
| 22 | 19.0    | 10       | 62        | 13        | 3.8       |
| 23 | 21.6    | 10       | 25        | 17        | 6.3       |
| 24 | 23.6    | 0        | 39        | 19        | 5.9       |
| 25 | 17.5    | 10       | 80        | 15        | 3.1       |
| 26 | 23.3    | 0        | 70        | 12        | 5.5       |
| 27 | 20.4    | 10       | 74        | 12        | 4.7       |
| 28 | 25.8    | 0        | 46        | 14        | 5.6       |
| 29 | 28.2    | 0        | 44        | 17        | 6.1       |
| 30 | 30.9    | 0        | 56        | 20        | 5.7       |

表 3 紫外线指数与总云量、能见度、气温和相对湿度的相关系数

|       | 总云量   | 能见度  | 气温   | 相对湿度 |
|-------|-------|------|------|------|
| 紫外线指数 | -0.57 | 0.64 | 0.46 | -0.8 |

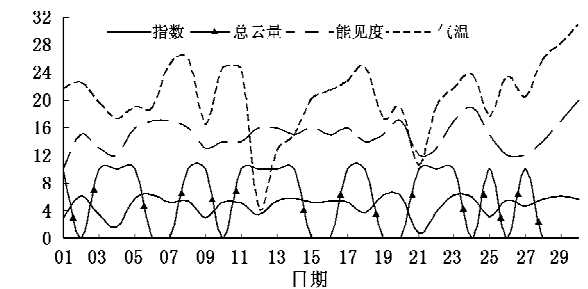


图 2 2006 年 4 月逐日 14:00 商丘紫外线指数、总云量(成)、能见度(km)和气温(℃)变化曲线

3.2 紫外线指数与相对湿度的关系

图 3 是 2006 年 4 月逐日 14:00 相对湿度和与之对应的紫外线指数变化曲线,为了清楚表达相对湿度与紫外线指数变化的关系,对紫外线指数值扩

大了 10 倍,图中的实线为紫外线指数值扩大 10 倍的曲线。由图可见,紫外线指数与相对湿度呈反相关,平均相关系数为  $-0.8$ 。当相对湿度较小时,紫外线指数较大,紫外线辐射强度也较大;反之,当相对湿度较大时,紫外线指数较小,紫外线辐射强度也较小。当相对湿度为 100% 时,紫外线指数最小;当相对湿度小于 30% 时,紫外线辐射指数超过 6。

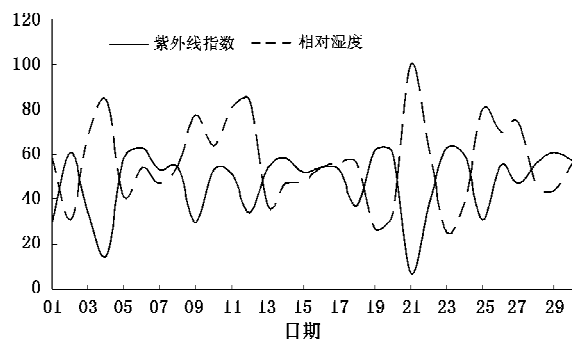


图 3 2006 年 4 月逐日 14:00 商丘紫外线指数( $\times 10$ )、相对湿度(%)变化曲线

#### 4 结论

(1) 太阳紫外线指数有明显的月际变化特征,一年中 1~2 月和 11~12 月紫外线指数小,3~10 月

指数值大,7~8 月最大。夏季的紫外线辐射强度最大,春季次之,秋季偏弱,冬季最弱。

(2) 太阳紫外线指数的日变化规律显著,基本上遵循正态分布,一天中辐射最强的时段在 11:00~14:00,紫外线指数基本在 6 以上,辐射等级超过 3 级,紫外线照射强度中等以上。

(3) 紫外线指数与总云量、能见度、气温和相对湿度有较好的相关性。与总云量、相对湿度反相关,与能见度、气温正相关。

本文只是对商丘市区地面紫外线辐射资料进行了初步整理分析,得出几点结论。由于观测资料样本短,本文阐述的商丘市区紫外线辐射的基本变化情况和规律,有待于进一步检验和完善。

#### 参考文献

- [1] 吴兑,邓雪娇.环境气象学与特种气象预报[M].北京:气象出版社,2001,191-212.
- [2] 冶林茂,厉玉昇,杨海鹰,等.基于宽带网的河南省太阳紫外线强度监测网[J].气象科技,2005,33(增刊):171-174.
- [3] 吴兑,邓雪娇.环境气象学与特种气象服务[J].气象,2000,26(8):3-5.
- [4] 王繁强,宋百春,周阿舒,等.近地面太阳紫外线辐射强度分析与预报[J].干旱气象,2005,23(2):30-34.

## Variation Regularity of Ultraviolet Radiation Index and Its Relation with Meteorological Elements in Shangqiu

Liu Min<sup>1</sup> Kang Shaojun<sup>2</sup> Xu Fengmei<sup>2</sup> Yu Weidong<sup>2</sup>

(1 Zhoukou Weather Bureau, Henan Province, Zhoukou 466002; 2 Shangqiu Weather Bureau, Henan Province, Shangqiu 476000)

**Abstract:** On the basis of the ultraviolet (UV) radiation index and meteorological data from April of 2003 to June of 2006 from Shangqiu, the monthly variation and daily variation of UV index in Shangqiu are analyzed, and the correlation coefficients between UV index and total cloud amount, visibility, temperature and relative humidity are calculated. The results show that: (1) the maximum UV index was in July and August, and the minimum was in January and February; (2) the daily variation of UV index followed the normal distribution, and the strongest period was from 11:00 to 14:00, in which the UV index was higher than 6; (3) the UV index showed good correlation with total cloud amount, visibility, temperature and relative humidity.

**Key words:** ultraviolet radiation index, meteorological element, correlation coefficient