

# 太阳紫外辐射观测及预报研究

武朝德 白乐生 龚强 (辽宁省气象科学研究所 沈阳 110015)

**摘要** 简要介绍和分析了国内外太阳紫外辐射观测及预报的发展现状,并对影响到达地面紫外辐射的因子进行了分析。介绍了辽宁省气象研究所研制的辽宁地区紫外辐射强度预报模式,给出了紫外辐射对人体影响的指数级别。

**关键词** 紫外辐射 紫外线指数 紫外辐射观测 臭氧层

在异常气候变化中,由于大气中臭氧层的减小而引起太阳到达地面的紫外辐射的变化,从而影响整个人类生存环境的变化,这已经引起各国重视。科学家们已经进行了较深入细致的研究。如美国 NASA(国家航空和宇宙航行管理局)在 1994 年的环境影响评价报告中指出<sup>[1]</sup>:从 1979 年到 1993 年的卫星遥感数据分析表明:由于全球臭氧层厚度减少,使得两个半球中高纬度 UV-B(紫外线 B 波段)显著增加,但在热带地区这样的变化却较小,紫外线的变化与动植物的生长有重要关系等。随着人们生活水平的提高和自我保护意识的增强,世界各国对紫外线辐射强度的预报也逐渐开展起来,美国、澳大利亚、加拿大等发达国家都已经开展多年且效果较好。我国在 90 年代开展这方面研究工作<sup>[2-5]</sup>,近两年开展了业务预报工作,如上海、北京在去年开展紫外线预报,但属于探索阶段。在紫外线研究和分析预报方面,主要存在的问题是:到达地面的紫外辐射通量数据的观测时段较短,且观测站点较少,这对于紫外辐射受大气环境变化分析和紫外辐射强度预报效果都有很大的影响,现在各国科学家都在努力加强这方面的工作。

## 1 紫外线定义及对人体影响

紫外线是电磁波谱中波长  $0.01 \sim 0.40 \mu\text{m}$  辐射的总称。紫外线按其波长可分 3 个部分: A 紫外线波长位于  $0.32 \sim 0.40 \mu\text{m}$ , A 紫外线对人体的影响表现在合成维生素 D 有促进作

用,但过量 A 紫外线辐射会引起光致凝结,抑制免疫系统功能,太少或缺乏 A 紫外线辐射又容易患红斑病和白内障; B 紫外线波长位于  $0.28 \sim 0.32 \mu\text{m}$ , B 紫外线对人体的影响表现在使皮肤变红和短期内降低维生素 D 的生成,长期接受可能导致皮肤癌、白内障及抑制免疫系统功能; C 紫外线波长位于  $0.1 \sim 0.28 \mu\text{m}$ , C 紫外线几乎被臭氧层所吸收,对人体影响不大。紫外线对人体影响主要表现为 A 紫外线和 B 紫外线的综合作用。

## 2 太阳紫外辐射观测

现在,世界各国非常重视紫外辐射量的监测,建立了许多用于各种目的的紫外辐射和臭氧监测网。使用较多的仪器可分为两大类,第一类就是所谓的宽波段测量仪,此类仪器的响应是按照与特定的作用曲线相一致。例如:所测量的紫外辐射范围与人类皮肤癌反应谱相一致。第二类所谓的窄波段测量仪,这类仪器是把整个紫外辐射谱分成若干个很窄的波段,分别测量每个波段的实际紫外辐射量。

辽宁省气象研究所使用的是第二类紫外辐射测量仪,北京师大光电仪器厂生产,2 种型号,4 个波段,UV-A 的 420 nm 和 365 nm 波段,UV-B 的 297 nm 和 254 nm 波段。该辐射计测量准确,简易灵活,适合各种环境下测量。此辐照计经本所设计改造,并与计算机连接,可进行全天候自动观测记录。该仪器的探头部分安装在沈阳区域气象中心的 15 楼,记录部分安

装在大气环境实验室的 586 计算机上,进行全天候 24 h 监测记录。

### 3 影响到达地面紫外辐射的因子

#### 3.1 臭氧

大气中的臭氧量是影响到达地面紫外辐射的最重要因子,因为臭氧在 UV-B 波段存在很强的吸收带——哈特列和赫金斯带。同时臭氧的垂直分布在一定程度上影响到达地面紫外辐射,同等的臭氧总量分布在不同高度上,到达地面的紫外辐射是有差别的。

#### 3.2 二氧化硫

就单个分子而言,二氧化硫分子对 UV-B 的吸收是臭氧的 1~4 倍,依赖于波长。但是,大气中二氧化硫总量通常只有臭氧的 1% 左右,所以实际二氧化硫的紫外吸收并不很强,但是,如考虑大气遭到二氧化硫的严重污染,则紫外辐射受二氧化硫影响就很大。

#### 3.3 气溶胶和火山气溶胶

很多辐射传输模拟实验表明<sup>[5]</sup>气溶胶对到达地面紫外辐射影响是相当重要的,而且影响非常复杂,气溶胶影响同太阳天顶角,气溶胶光学厚度,紫外辐射波长等有密切关系。猛烈的火山爆发可能向平流层输送大量的火山灰(火山气溶胶),它对到达地面紫外辐射影响也是很大的。

#### 3.4 地面反照率和云

模拟结果表明<sup>[5]</sup>高地面反照率(大于 0.8)地区比低地面反照率(小于 0.8)地区的地面紫外辐射强得多;云层的光学厚度确定了到达地面紫外辐射减弱程度。光学厚度为 5 的云(薄云)减弱地面紫外辐射 35%,光学厚度为 10 的云(较薄云)减弱地面紫外辐射 55%,光学厚度为 80 的云(厚云)减弱地面紫外辐射 90%,地面反照率和云共同作用影响到达地面紫外辐射。

## 4 紫外线预报技术的研究

#### 4.1 国外研究

国外进行紫外线预报技术的研究较早,1974 年 Cutchis 等研制的臭氧紫外辐射简化模式,该模式主要分析同温层臭氧厚度与晴天到达地面紫外辐射的关系,模式较为简单,没有考

虑气溶胶和云的影响。1976 年 Dave 等<sup>[7]</sup>研制的单色紫外辐射计算模式,该模式较为全面考虑影响紫外辐射因子,为一维数值模式。下面介绍美国现在使用的业务模式。

由于美国目前缺乏足够的高精密度、高准确度的紫外辐射测量仪器,所以美国国家天气局主要是根据平流层臭氧量同紫外辐射对应关系,通过辐射传输模式计算地面的紫外辐射量,其中平流层臭氧量由 NOAA 极轨卫星获取,并由昨天、今天臭氧量的进一步推算出明天的臭氧量。辐射传输模式计算时,输入的主要参数是:整个气柱臭氧量,预报点的地理位置、时间等。

对任何一天而言,另一个影响紫外辐射的因子是当地的云量、云状。云量的确定主要根据数值天气预报的结果。

#### 4.2 国内研究

4.2.1 我国进行紫外线预报技术的研究是从本世纪 90 年代初开始的,1994 年郭松、周秀骥等<sup>[2]</sup>完成的青海高原大气臭氧及紫外辐射 UV-B 观测结果的初步分析。1996 年吕达仁等<sup>[3]</sup>完成的长春地区紫外光谱辐射观测和初步分析。1999 年王普才等<sup>[4]</sup>的紫外辐射传输模式计算与实际测量的比较。该模式应用平面平行大气假设,考虑了在紫外波谱的臭氧吸收,二氧化硫吸收,分子散射和气溶胶散射。但该模式还不是业务模式。

4.2.2 辽宁省气象科研所根据现在国内外紫外线预报技术发展动态,结合本地特点及现有的数值预报基础,设计一个到达地面紫外辐射强度预报模式。该模式充分考虑了平流层中的臭氧量、城市中的气溶胶和二氧化硫的变化,在根据预报城市的地理纬度、海平面高度及预报时间的太阳高度角等预报出辽宁 14 个城市晴天的到达地面紫外辐射强度,然后通过数值天气预报得出各城市云量,计算出有云天气的紫外线辐射强度,最后根据紫外辐射观测值,对紫外辐射强度预报进行最后的订正。

#### 5 紫外辐射强度预报的形式和内容

目前本所对公众发布的紫外辐射强度是以

紫外线指数的形式向外发布的。根据国外研究的紫外辐射强度与人体的关系,将紫外辐射强度划分 10 级,紫外辐射指数同人体的关系见表 1。

表 1 紫外线指数与辐射强度的关系及对人体的影响

紫外线指数	紫外辐射强度	对人体影响
1,2	最弱	安全
3,4	较弱	影响极小
5,6	中等	有影响
7,8	较强	影响较大
9,10	最强	有害

当紫外线指数为 6 时,对外发布的紫外辐射强度预报是:“今天白天紫外线指数为 6,辐射强度中等,对人体有一定的影响,人们外出时,请戴上太阳镜和太阳帽并在暴露部位涂上防晒霜。11 时左右紫外辐射最强,无防护日晒时间不宜超过一个小时。”

## 6 存在的问题

6.1 紫外辐射观测时间短,且观测站点少(在辽宁城市中只有沈阳进行紫外辐射观测),这对紫外辐射强度的预报订正和检验都有一定的困

难,同时对紫外辐射强度预报水平提高有一定的影响。

6.2 现在还缺乏太阳紫外辐射对中国人体的影响作用谱,中国人体皮肤与西方人体皮肤存在很大差别,他们对太阳紫外线各波段响应时间和程度是不同的,还需进行较深入实验和研究。

## 参考文献

- 1 UNEP Environmental effects of ozone depletion Assessment USA 1994.
- 2 郭松,周秀骥,张晓春,等.青海高原大气臭氧及紫外辐射 UV-B 观测结果初步分析.科学通报,1994,39(1):50~53.
- 3 吕达仁,李卫,李福田,等.长春地区紫外光谱辐射观测和初步分析.大气科学,1996,20(3):343~351.
- 4 王普才,吴北婴,章文星,等.紫外辐射传输模式计算与实际测量的比较.大气科学,1999,23(3):359~364.
- 5 王普才,吴北婴,章文星,等.影响地面紫外辐射的因素分析.大气科学,1999,23(1):1~9.
- 6 Cutchis P. Stratospheric ozone depletion and solar ultraviolet radiation on earth. *Science* 1974, 184, 13~19.
- 7 Dava J. V and Halpern P. Effect of changes in ozone amount on the ultraviolet radiation received at sea level of model atmosphere. *Atmospheric Environment* 1976, 10, 547~555.