

文章编号: 1006-4354 (2003) 02-0022-03

紫外线强度指数预报方法探讨

蔡新玲¹, 徐 虹², 张 宏²

(1. 南京气象学院, 江苏南京 210044; 2. 陕西省专业气象服务台, 陕西西安 710014)

摘 要: 根据晴空紫外线辐射理论计算公式, 同时考虑各城市的纬度、海拔高度、混浊度等, 结合云量的订正, 对陕西省紫外线强度指数和预报方法进行探讨。目前该方法已在省专业气象服务台使用并对有关媒体发布。

关键词: 紫外线指数; 理论计算; 预报方法

中图分类号: P422.6

文献标识码: A

大气臭氧主要分布在平流层, 平流层 O₃ 可吸收太阳紫外线辐射。近年来由于人类活动的影响, 大气臭氧层受到破坏, 其中南极地区 O₃ 量减少了 40%~50%, 出现了“臭氧洞”, 使到达地面的紫外线增强, 严重影响了生物的生存, 因此, 引起了人们的极大关注^[1]。

美国国家天气局 (NWS) 采用总臭氧量辐射模式计算。将臭氧量引入辐射传输方程, 得到到达地面的紫外线辐射强度, 再进行高度订正和云量订正后, 转化为向公众发布的紫外线强度指数 (简称紫外线指数)。日本紫外线指数预报由日本气象协会制作并发布, 基于臭氧总量的累计多年常年值、天气、标高、太阳天顶角 (SZA)、国际照明委员会 (CIE) 作用函数的可计算出紫外线量的半物理模式^[2]。

我国进行紫外线预报技术的研究是从 20 世纪 90 年代开始的, 1994 年郭松、周秀骥等研究了青藏高原大气臭氧及紫外线辐射观测结果的初步分析。1999 年王普才、吴北婴等进行了紫外线辐射传输模式计算与实际测量的比较。

北京市气象局利用 2 a 的紫外线观测资料, 结合 T₁₀₆ 数值预报产品建立了紫外线预报方程, 用来预报紫外线强度。另外, 辽宁、上海、武汉、杭州、南昌、石家庄等城市也相继采用了气候学方法、统计学方法、多元回归方法等开展了城市

紫外线指数预报。

目前计算紫外线方法有两类: 统计学模型和辐射传输方程。统计学方法较简便, 但无明确的物理学意义。辐射传输方程从紫外辐射在大气中传输的物理机理出发, 易于为人们所接受。目前国际上许多研究均采用 DISORT 法 (discrete-ordinate-method, 离散坐标法)。但受目前大气物理研究水平的限制, 许多资料难以取得, 同时对计算机的要求较高, 在实际研究工作中难度很大。介绍一个物理意义明确、计算方法简单的紫外线预报方法。

1 紫外线指数预报方法

陕西省地形复杂, 既有山地, 又有平原, 还有黄土高原。地域南北狭长, 跨越近 8 个纬距, 又有秦岭山脉横贯其中部, 气候南北差异明显。长城沿线以北为温带干旱半干旱气候、陕北其余地区和关中平原为暖温带半干旱或半湿润气候、陕南盆地为北亚热带湿润气候、山地大部为暖温带湿润气候。根据紫外线辐射理论计算, 同时考虑各城市的地理位置、天气情况等建立了陕西省紫外线指数预报方程。

1.1 晴空紫外线辐射理论计算

考虑大气分子散射作用、臭氧吸收及气溶胶的削弱作用, 晴空瞬时紫外线总辐射通量密度参数化公式^[3]:

收稿日期: 2001-11-21

作者简介: 蔡新玲 (1969-), 女, 陕西周至人, 硕士研究生在读, 工程师, 从事专业天气预报及研究工作。

$$Q_{UV} = \eta \xi Q (a^2/r^2) \quad (1)$$

其中 Q_{UV} 为晴空紫外线总辐射, Q 为太阳总辐射, η 是 Q_{UV} 与 Q 的比值, 取值为 0.043。 ξ 为臭氧订正系数, 取 1。 a^2/r^2 为日地距离订正值。由于 1 月 1 日和 7 月 1 日的 a/r 接近于 1, 所以一般不做日地距离订正。则紫外线计算公式为:

$$Q = S_0 (C_1 - C_2 \tau) \sinh \quad (2)$$

$$Q_{UV} = 0.043 S_0 (C_1 - C_2 \tau) \sinh \quad (3)$$

其中, S_0 为太阳常数, 取 1382 W/m^2 。 C_1 、 C_2 为经验系数, 分别为 0.944、0.098。 h 为太阳高度角, τ 为混浊度系数, 对于污染较重的城市 τ 取 3.5~4.5, 中小城市 τ 取 2.5~3.5, 西安取 4.0。

1.2 紫外线指数预报

紫外线指数预报依赖于相关气象因子的预报, 还具有地理、环境特性。由于海拔高度越高, 紫外辐射量就越大。因此, 计算晴空条件下的紫外线指数值, 需根据测站海拔高度对上述晴空紫外线辐射值进行高度修正。最简单的方法是引入一个修正值。由于陕西目前还没有紫外线观测值, 采用 Blumthaler 根据直接观测资料给出的修正值为每千米 14%~18%^[4], 取值每千米 16% 进行高度订正。

云对紫外辐射的减弱作用也十分明显。在某些阴天情况下, 到达地面的紫外辐射要比晴空情况下减少 30%^[4]。天空少云时, 云的移动使得一段时间内地面处于晴空日照情况下, 另一段时间内处于被云遮蔽。也就是说, 在一段时间某地可能出现晴空条件下的紫外线指数最大值, 也可能出现受云影响减弱的紫外线指数值。因此, 在预报中午有云时, 需要对晴空紫外线指数进行修正。采用美国 NWS 对晴空紫外辐射的云量订正方案, 并进行了内插。根据晴空紫外线理论计算, 考虑高度、云况的订正建立如下预报方程:

$$Y = CAF (1 + 0.00016H_z) Q_{UV} / 25 \quad (4)$$

$$Q_{UV} = 0.043 S_0 (C_1 - C_2 \tau) \sinh$$

$$\sinh = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega$$

式中: Y 为紫外线指数, H_z 为海拔高度, CAF 为由于云量而引起的紫外线总辐射衰减量,

根据晴空、少云、多云、阴天做分段处理。一个单位紫外线指数相当于 25 mW/m^2 。 φ 为城市纬度, ω 为时角, δ 为太阳赤纬。太阳赤纬由纬度和日期决定, 通过三角拟合公式算出。云的衰减按云量 N 进行插值处理。

当 $0 \leq N < 3$ 时

$$CAF = 1 + 0.0053N - 0.0133N^2$$

$$3 \leq N < 7 \text{ (多云) 时 } CAF = 1.121 - 0.075N$$

$$7 \leq N < 9 \text{ (阴天) 时}$$

$$CAF = 0.3548 + 0.2283N - 0.02758N^2$$

$$N = 10 \text{ 时 } CAF = 0.08$$

2 业务运行和紫外线强度等级

2.1 紫外线强度等级

1994 年 7 月世界气象组织召开了紫外线的专家会议, 在美国紫外线指数基础上, 用中午产生红斑病的辐射量加权后所得到的剂量变率, 制定出了一个无量纲的指数, 规定一个单位紫外线指数相当于 25 mW/m^2 。依据 2000 年 4 月中国气象局预测减灾司紫外线指数预报业务服务暂行规定的通知, 将紫外线强度划分成 5 个级别, 并给出了防护措施 (见表 1)。

2.2 业务运行

将陕西省 10 地市 (或 98 县) 的信息资料包括经度、纬度、海拔高度、混浊度系数等一次输入, 建成城市基本情况数据库, 与指数密切相关的气象要素来自 MICAPS 数据和城市天气预报, 经解码形成气象要素数据库。指数计算程序每天可计算两次分别为 02 时和 14 时的启报时间。其计算根据计算机时钟自动进行, 当每天计算机时钟为 14:30 以前计算的为 14 时, 否则为 02 时, 其中指数计算, 原始数据入库程序, 单站显示源程序用户可以修改, 以满足当地的需求。数据库程序采用 VC 编程, 指数计算采用 VB 编程。指数计算模块可以同时计算全省各地 (市) 紫外线指数, 并将指数值换算成等级形成预报产品数据库。

系统可以提供 MICAPS 数据格式、Web、文本及图形等形式的预报服务产品, 通过报纸、121 电话、网络等媒体向公众发布。

文章编号: 1006-4354 (2003) 02-0024-04

城市空气污染指数预报方法研究

张雅斌, 陈卫东, 梁新兰, 高菊霞

(宝鸡市气象局, 陕西宝鸡 721006)

摘要: 借鉴自动控制、经济和气象领域中广泛使用的马尔可夫随机过程理论, 考虑了天气变化与气象要素对空气污染物浓度变化的影响, 提出了新的空气污染物业务预报方法。该方法对各地区气象与环保部门联合进行城市空气污染指数的预报工作具有实际意义。

关键词: 空气污染指数; 马氏链; 转概阵; 概率分布

中图分类号: R122.7

文献标识码: A

寻找一个有效的空气质量预报方法, 对气象和环保部门进一步开展空气污染物的预报工作是很有意义的。马氏链是概率统计工作中, 对某一系统所处各个状态之间的动态转移规律进行研究的方法。少数空气质量预报部门已经将该概念引入空气污染物的定性预报中。但在应用过程中, 没

有考虑天气背景对污染物扩散的影响, 方法过于简单, 难以在实际业务工作中精确描述空气质量状况的演变过程。马氏链模型在以往天气现象的出现、天气过程的持续以及天气形势的转变等研究工作中已经取得了较好的结果。借鉴这一数学模型, 结合天气演变, 对实际工作中空气污染物

收稿日期: 2002-10-31

作者简介: 张雅斌 (1976-), 男, 陕西宝鸡人, 硕士, 助工, 从事天气预报工作。

表 1 紫外线强度等级表

等级	指数值	影响	程度	服务用语
1	$0 \leq Y \leq 2.0$	安全	最弱	不需要采取防护措施
2	$2.0 < Y \leq 4.0$	较安全	弱	可以适当采取防护措施, 如涂擦防护霜等
3	$4.0 < Y \leq 7.0$	轻度有害	中等	外出时戴好遮阳帽、太阳镜和太阳伞等, 涂擦 <i>SPE</i> 指数大于 15 的防护霜
4	$7.0 < Y \leq 9.0$	有害	强	外出时戴好遮阳帽、太阳镜等, 涂擦 <i>SPE</i> 指数大于 15 的防护霜, 10:00—16:00 避免外出, 或尽可能在遮阴处
5	$Y > 9.0$	极有害	很强	尽可能不要在室外活动, 必须外出时, 要采取各种有效的防护措施

3 讨论

紫外线指数对于指导人们避免紫外辐射过度具有重要作用, 但在计算方面尚需改进, 应当考虑更加真实的大气状况和地面状况。由于影响到地面紫外辐射的因素较多, 如 SO_2 、地表反照率、臭氧垂直分布等, 而公式 (4) 并没有考虑, 以后随着紫外线监测网的建立, 用实际观测值对预报做出统计检验, 在此基础上进一步改进预报方程, 并开发多种预报方法, 作出更准确、精细

的紫外线指数预报, 更好地为公众服务。

参考文献:

- [1] 周秀骥. 高等大气物理学 [M]. 北京: 气象出版社, 1991.
- [2] 张庆阳, 张沅, 胡英. 国外紫外线指数预报概况 [J]. 气象, 2000, 26 (11): 56-57.
- [3] 张书余. 城市环境气象预报技术 [M]. 北京: 气象出版社, 2002.
- [4] 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.