

拉萨紫外线指数预报方法

李 春

(西藏拉萨市气象局, 850000)

提 要

依据拉萨地区不同月份紫外辐射占全波段太阳总辐射的比例关系和全波段太阳总辐射的气候学计算方法,提出了一套紫外线指数统计预报方法,经实际观测资料验证,该方法具有较好的适应性和一定的准确度。

关键词: 辐射 紫外线指数 预报方法

引 言

紫外辐射量虽然占太阳全波段辐射总量的百分率很少,但其总量的变化(增多或减少)对地球气候、生态环境及人类健康的影响却是不容忽视的。近年来,随着平流层臭氧不断遭受破坏及地球极地臭氧空洞和青藏高原大气臭氧低谷的出现,紫外线强度与人类生存环境变化这一问题更为广泛地引起了世界各国科学家和相关学者的关注和重视。紫外线指数预报业务也正是缘于紫外辐射与人类生存环境及健康的诸多影响,以及顺应当前人民生活水平不断提高、自我保健意识不断增强的新趋向而开展的^[1]。西藏紫外线指数预报工作相对国内其省区开展较晚(2001年2月由拉萨市气象局正式开展),目前尚无应用性较强的预报方法,为便于这项与西藏人民生活和健康息息相关的特种气象预报服务项目能够更加深入、广泛、持久地开展起来,本文依据拉萨市不同月份紫外辐射(波长为285~400nm)占全波段太阳总辐射的比例和全波段太阳总辐射的气候学计算方法,探讨了适合西藏无紫外线观测地区进行紫外线指数预报的统计预报方法。

1 资料来源

高海拔、低纬度地区太阳紫外辐射远远高于其它地区,太阳辐射随地形和纬度变化

而呈现出最为显著的时空分布特点。从20世纪70年代中期至90年代中期,许多学者都对西藏高原紫外线进行了实际观测和研究,但由于所用仪器精度和波段选择不一、观测时间序列较短,因而资料可比性和实用性较差。本文采用的资料主要为1996~1999年西藏自治区高原大气环境科学研究所与挪威贝尔根大学联合在拉萨市进行的分波段紫外线(UV-B中心波段为305nm,UV-A中心波段为320nm和340nm)观测资料;1996~1998中国科学院张宪洲等人在拉萨达孜生态站运用ARMS-I气象辐射自动观测系统中的TBQ-4-1型分光辐射观测仪对波段为285~400nm的紫外辐射进行观测的相关资料;2002年拉萨国家一级农业气象试验站的紫外辐射观测资料;1991~2001年拉萨基准站的地面和地面辐射观测资料等。

2 拉萨市紫外辐射的变化规律

2.1 紫外辐射的年月变化

拉萨市紫外辐射量的年变化总趋势呈单峰型抛物线(图1),1~7月逐渐增大,8~12月逐渐减小,期间因受不同季节日地距离、大气臭氧含量变化、观测时间太阳面是否有云层遮挡、大气污染状况等诸多因素的影响,紫外辐射年最大值不仅量值上波动较大,而且出现时间的变幅也较宽。据现有资料统计,

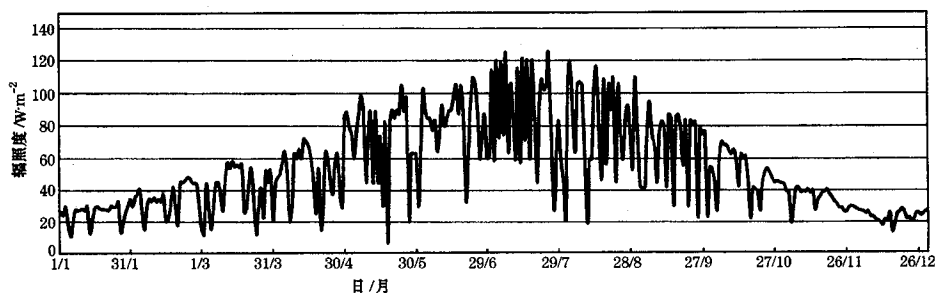


图1 1998年拉萨市正午紫外辐射辐照度逐日值

拉萨市紫外辐射年最大值通常出现在6月下旬末~8月上旬初之间,若按不同测值方式和量值大小统计,正午前后每分钟紫外辐射剂量率最大值介于 $368\sim 510\text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$,最大紫外辐射辐照度值介于 $127\sim 140\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,日平均紫外辐照度介于 $37\sim 50\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 。拉萨市年紫外辐射最小值的出现几乎无规律可循,它并不仅仅局限在冬季出现,而是可在当年10月至翌年5月之间的任一月中出现。现观测到的拉萨市紫外辐射剂量率的最小值为 $22.2\text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

2.2 紫外辐射的日变化

拉萨市紫外辐射的日际变化波动很大,尤其是5~9月更为显著。这种波动性的产生无疑与拉萨市一年中降水多集中于5~9月密切相关,由此可见,每天各时次到达地面的紫外辐射量的多少并不完全是随太阳高度角的增大而增大。据观测数据表明:晴天(全天日照时数大于8小时)太阳面无云的状态下拉萨市太阳紫外辐射辐照度的日最大值通常出现在13:00~14:30时之间(北京时,以下时间类同),而且其日最大值波动性的产生,并非与全天日照时数值或总云量的多少成正比(图2)。综合分析图2和表1中的各项数据可知,晴天状态下太阳紫外辐射的日

变化曲线并非为单一的单峰变化趋势,其原因在于观测时刻常有小片云层挡在太阳面上,导致太阳紫外辐射观测值产生了大幅度变化。同样当全天总云量或各个观测时刻的总云量均在9成以上的阴天状况下,太阳紫外辐射的日最大值也不会按理论小于晴天(全天平均总云量小于5成)最大值,事实上其值的大小仍需取决于观测时云层对太阳面的遮蔽程度。例如2002年7月30日(全天平均总云量9成,日照时数4.7小时)正午14时天空总云量9成,太阳面无云,太阳紫外辐射辐照度为 $101\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$,这一数值并不比2002年8月6日全天平均总云量4成,日照时数9小时,正午14时天空总云量6成,太阳面无云条件下的太阳紫外辐射辐照度 $127\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 小很多,而且还大于29日正午14时天空总云量仅3成、太阳面有云时的紫外辐射辐照度 $95\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

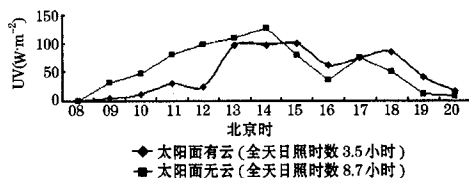


图2 2002年7月31日(有云)和8月5日(无云)各时次(北京时)太阳紫外辐射观测值

表1 2002年7月19~31日14时紫外线辐照度和对应总云量观测值

日期	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
紫外辐照度/ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	61	53	88	75	92	91	93	70	91	92	95	101	97
14时总云量	10 ⁻	9	9	10 ⁻	9	8	10 ⁻	10 ⁻	8	5	3	9	9

3 紫外线指数的统计预报方法

拉萨市空气洁净,SO、NO等污染物含量

较少,大气透明度和能见度好,正午前后到达地面的紫外辐射量大小主要取决于高层大气

中臭氧含量和近地层云量的变化。由于在日常紫外线指数预报业务中,紫外线指数预报需提前发布或发报,因而建立适应性强、准确度高的预报模式是十分必要的。本文根据世界气象组织关于紫外线指数定义的规定、紫外辐射与太阳总辐射的关系及拉萨市紫外辐射与主要影响因子的相关关系,建立了以下统计预报方程:

$$Q_{UV} = (Q + A) \times \eta \times V_{CS} \quad (1)$$

式中 Q_{UV} 为正午前后的紫外辐射量,单位为 $W \cdot m^{-2}$; A 为地面反射辐射量(拉萨市地面反射率参考值为 0.067); η 为单位时间内的紫外辐射总量占太阳总辐射量的比例,取值范围见表 2。 Q 为晴天状态下太阳总辐射,其气候学计算式为:

$$Q = S_0 \cos^2 h_{\theta} / (\omega + \cosh_{\theta}) \quad (2)$$

式(2)中: S_0 为太阳常数。1981 年世界气象组织推荐的太阳常数最佳值为 $1367 \pm 7 W \cdot m^{-2}$ 。 ω 为与大气透明状况有关的系数,一般可根据大气光学质量求得; h_{θ} 为太阳高度角,可按下式求算:

$$\sinh_{\theta} = \sin \Psi \sin D_E + \cos \Psi \cos D_E \cos T_0 \quad (3)$$

式(3)中 Ψ 为测站纬度, D_E 为太阳赤纬, T_0 为太阳时角, D_E 和 T_0 可按地面辐射观测规范中的相关公式求得。

表 2 拉萨市各月紫外辐射占全波段太阳辐射总量的百分率

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
紫外相对通量	3.1	4.3	5.2	5.6	6.0	6.4	5.6	5.5	4.7	3.2	3.1	2.9

由于紫外线指数是某地正午前后到达地面的紫外辐射强度的转化指标,当其它条件相对稳定时,正午前后到达地面的紫外辐射度量值的大小通常与时段内太阳面是否有云层遮蔽关系密切。通过紫外辐射实测资料和地面各时次的相对湿度、水汽压、气温等多项气象因子进行逐步回归,并以 $F_{0.05} = 4.21$ 作为检验预报因子是否显著的标准,本文得出了拉萨市不同月份正午前后紫外辐射的云衰

减回归方程:

$$V_{CS} = a + be_{08} + cN_{08} + RAF \quad (4)$$

式中: V_{CS} 为紫外辐射的云衰减度, e_{08} 为 08 时水汽压, N_{08} 为 08 时总云量, RAF 为辐射放大因子,它表示青藏高原臭氧对紫外辐射剂量率的影响,即如果臭氧总量减少 1%, 达到地面的紫外辐射剂量率将增加 1.2%, 取值范围为 0.79~3.07, a 、 b 、 c 均为回归方程系数(见表 3)。

表 3 拉萨市各月正午前后太阳面遮蔽度经验方程系数及相关系数

月份	a	b	c	R
1	0.6120	0.4343	0.8018	0.9678
2	4.7726	0.0897	0.3633	0.6732
3	2.5639	0.5096	0.4551	0.7390
4	2.1088	0.4281	0.4001	0.7158
5	1.1183	0.3624	0.3324	0.6405
6	3.2347	0.0746	0.5331	0.7689
7	1.7478	0.0676	0.6116	0.8656
8	0.7429	0.2708	0.5167	0.7883
9	-3.083	0.7406	0.3123	0.8101
10	1.7156	0.2383	0.4009	0.6345
11	1.3693	0.2980	0.4456	0.7286
12	-1.629	1.6397	0.3934	0.8196

4 紫外线指数分级与预报效果检验

4.1 紫外辐射强度预报等级划分

紫外辐射强度预报等级划分标准是根据世界气象组织专家会议确定的紫外辐射对人体皮肤的可能影响,即晒红时间来划分的。按照这一原则,中国气象局在《省会城市紫外线指数预报业务服务工作的通知》中对紫外线指数预报量级划分的规定为:紫外线指数按照到达地面上的紫外线辐射量(波段 280~400nm)确定,取值范围 $5 \sim 30 W \cdot m^{-2}$, 指数等级预报一般分为五级。在上述划分标准中因到达地面的紫外辐射量取值范围与拉萨市的实际情况出入较大,为此拉萨市气象局在不违背总体原则的前提下,重新制定了适合本市紫外线指数预报的紫外辐射量划分标准,详见表 4。

4.2 紫外线指数预报效果检验

本文运用 2002 年 7 月在拉萨达孜生态

站实地观测的紫外辐射值和太阳总辐射值, 报效果进行了初步检验。根据数据检验结果对本文推出的紫外线指数预报方法的实际预 (见表5), 可初步得出以下结论:

表4 拉萨市紫外线指数分级

紫外辐照度/ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	指数	级别	照射强度	防护建议
(0, 25)	0~2	一级	最弱	无需采取防护。
(25, 50)	3~4	二级	弱	可适当采取一些防护措施, 如涂擦防护霜等。
(50, 80)	5~6	三级	中等	外出时戴好遮阳帽、太阳镜和太阳伞等, 涂擦 SPF 指数为 15 的防晒霜。
(80, 100)	7~8	四级	强	除加强上述防护措施外, 12:30 至 15:30 之间尽量避免于太阳下, 外出时尽可能走在遮荫处。
100	>9	五级	很强	尽量减少室外活动, 避免遭受过长时间太阳曝晒。必须外出时, 可打遮阳伞。

表5 拉萨紫外辐射预报效果检验

项目	日期	预报值 $/\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	观测值 $/\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$	相对误差	UVI_F	照射强度	UVI_O	照射强度	观测时间(北京时)
太阳总辐射度	16/7	1321	1369	0.035					12 ⁴³
	18/7	1217	1288	0.055					13 ⁰¹
	22/7	1217	1216	0.001					13 ⁴³
	29/7	1209	1205	0.003					13 ⁴⁶
	31/7	1210	1219	0.007					13 ⁰¹
紫外辐射指数	16/7	79	101	0.217	6	强	8	强	太阳面云云(13 ³⁰)
	18/7	73	95	0.232	6	中等	7	强	太阳面云云(13 ³⁹)
	22/7	73	75	0.027	6	中等	6	中等	太阳面有 Ac 云(13 ³⁰)
	29/7	72	95	0.242	6	中等	7	强	太阳面云云(13 ³⁰)
	31/7	72	97	0.258	6	中等	8	强	太阳面有 Ci 云(13 ¹⁰)

注: UVI_F 为预报值, UVI_O 为观测值的近似估算值, 最大红斑紫外辐射剂量率为 $123\text{mW}\cdot\text{m}^{-2}$ 。

(1)运用式(1)求得的太阳紫外辐射辐照度值与实际观测所得的值有一定误差(相对误差在 20% 以上)。造成误差的主要原因是紫外辐射占全波段太阳总辐射比值、地面反射率及云间反射(未考虑)等参数的不确定性。

(2)运用式(2)求得的太阳总辐射辐照度值与实际观测所得的值十分接近, 说明式(2)在计算拉萨市单位时间内投射到单位面积上的辐射能方面具有较高的拟合度。

(3)综合考虑每日正午前后紫外辐射的云衰减因素后, 得出的紫外线指数值与实际观测值的近似估算值相比, 在数值上略偏小, 在量级和等级上较为接近, 因而运用正午前后云层遮蔽度函数及大气臭氧含量的月变化相对值来考虑云对紫外辐射的衰减作用, 是完全可行的。

参考文献

- 1 吴兑. 到达地面的紫外辐射强度预报. 气象, 2000, 26(12): 38~39.

Forecast Method of Ultraviolet Index in Lhasa City

Li Chun

(Lhasa Meteorological Office, Tibet 850000)

Abstract

Based on the proportion of monthly solar ultraviolet radiation and the total solar radiation in Lhasa and the climatological calculating method of solar radiation, a set of ultraviolet statistics-forecast method is proposed and verified by observation. The result shows that the method has fairly adaptability and accuracy.

Key Words: radiation ultraviolet index forecast method