

低纬高原城市紫外辐射变化特征分析

毕家顺

云南省气象科技服务中心, 昆明 650034

摘要 利用昆明2000年紫外辐射实测资料, 研究了昆明紫外辐照度的变化特征。主要结果是: 位于低纬、高原地区的昆明, 紫外辐射最强的时段出现在5月, 其平均紫外日曝辐量达 $2.11 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$; 最弱的时段出现在1月, 其平均日曝辐量仅为 $0.75 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, 约为5月相应值的1/3; 居中的时段出现在8月, 其平均日曝辐量达 $1.11 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, 约为5月相应值的1/2。紫外日曝辐量在日总辐射日曝辐量中所占的百分率不是常数, 它随季节有明显变化: 1月平均为7.75%, 5月平均为12.72%, 8月则为8.4%。

关键词 低纬 高原 昆明 紫外辐射

文章编号 1006-9585 (2006) 05-0637-05 **中图分类号** P422.6 **文献标识码** A

A Study of Variation Characteristics of the Ultraviolet Radiation of City at the Low Latitudes and Plateau

BI Jia-Shun

Service Center of Meteorology of Yunnan, Kunming 650034

Abstract Observation of ultraviolet radiation during 2000 is conducted in the city of Kunming. Variation characteristics of ultraviolet radiation in Kunming are analyzed. The main results are summarized as follows: Kunming locates at Low latitudes and plateau, the strongest ultraviolet radiation is in May, its average daily radiant exposure is $2.11 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$; the weakest one is in January, its average daily radiant exposure is $0.75 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, approximately 1/3 of May. Middle one is in August, and its average daily radiant exposure is $1.11 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, approximately 1/2 of May. The percentage of daily ultraviolet radiant exposure against solar radiation is not a constant, it is obviously changing with the season. Average intensity of ultraviolet radiation in January in Kunming is 7.75%; in May 12.72%; in August 8.4%.

Key words low latitudes, plateau, The city of Kunming, ultraviolet radiation

1 引言

随着经济和社会的快速发展, 人民生活水平不断提高, 旅游在云南省国民经济中占有十分重要的地位。人们外出旅游, 自然关心阳光中的紫

外辐射强度以及可能对人体造成的不良影响, 紫外辐射强度预报正是应这种需求而开展的。有关研究表明, 到达地面的紫外辐射强度受地理位置、云量、云状、海拔高度、季节、天气状况、大气清洁度及太阳总辐射强度等因素的影响^[1~6]。然而, 紫外辐照度预报, 需要对紫外辐照度进行实

收稿日期 2004-11-26 收到, 2006-04-10 收到修定稿

资助项目 云南城市气象研究项目 YNKJ98001

作者简介 毕家顺, 男, 1950年出生, 高级工程师, 主要从事城市环境气象研究。E-mail: zyt1182@163.com

测和分析,这是近年来国内开展的紫外线指数预报不可替代的基础工作。本文的研究旨在为改进地处低纬、高原的城市——昆明的紫外线指数预报水平,推动旅游、生态环境、医疗气象等事业及紫外线防护产业的发展提供参考和依据。

2 仪器及数据

观测仪器为 1999 年购置的 TBQ-4-1 分光辐射仪(锦州 322 研究所制)两套,一套使用,另一套备用。观测点设在云南省气象局内,3 个感应辐射表头安放在楼顶,感应波段分别为 270~3 200 nm、395~3 200 nm 和 695~3 200 nm,观测时间为日出至日落。仪器有 322 所标定的参数和合格证,以及 PC-1 型太阳辐射记录仪和软件,通过计算机获得紫外辐射(270~395 nm)资料。由于紫外辐射长期、连续的观测资料很少,本文选择了 2000 年 1~12 月紫外辐射资料进行研究。文中所使用的太阳辐射资料,来自昆明气象站。

3 昆明紫外辐照度的分析

中国气象局印发的《紫外线指数预报业务服务暂行规定》(以下简称《暂行规定》),依据到达地面的紫外辐照度和曝辐量,把紫外线预报指数分为 5 级(表 1),同时也给出了对人体皮肤可能造成某种程度影响的时间。

3.1 昆明紫外辐射的全年之最

资料分析表明:2000 年昆明紫外辐射最强的月份是 5 月,其平均紫外线日曝辐量达 $2.11 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$,取出 2000 年 5 月 11 日紫外线的实测资料进行分析(图 1)。由图可见,从上午 8 时至

下午 5 时,紫外辐照度差异颇大,从 $5.6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 到近 $120 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,有 8 h 在 $30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上,5 h 强度 $\geq 60 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$,这种分布在 5 月比较典型。13 时的观测值相对较低,这是由于中午天空对流旺盛,云层增厚,阳光常常被遮挡,因而使一天中观测值的曲线出现一个低谷,这种情况在昆明晴天的条件下经常发生。

昆明紫外辐射最强的时段,是 2000 年 5 月 21 日,它是 5 月紫外日辐射最强的一天,也是 2000 年记录中最强的一天(见图 2)。文献 [2, 5] 指出,夏季是一年中紫外辐射最强的时期。但由于滇中雨季通常于 6 月上旬开始,持续到 10 月中旬结束。该时段阴天多,空气中含有大量的水汽,浓浓的积雨云或布满天空的层积云,使太阳紫外辐射在大气中衰减不少。昆明 2000 年 5 月出现紫外辐射最大强度,与 1981~2000 年昆明太阳总辐射的各月平均值变化趋势是一致的。在 2000 年 5 月 21 日 8:00~17:00,以小时计的紫外辐射强度均超过了 $\geq 30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的水平。中午前后的

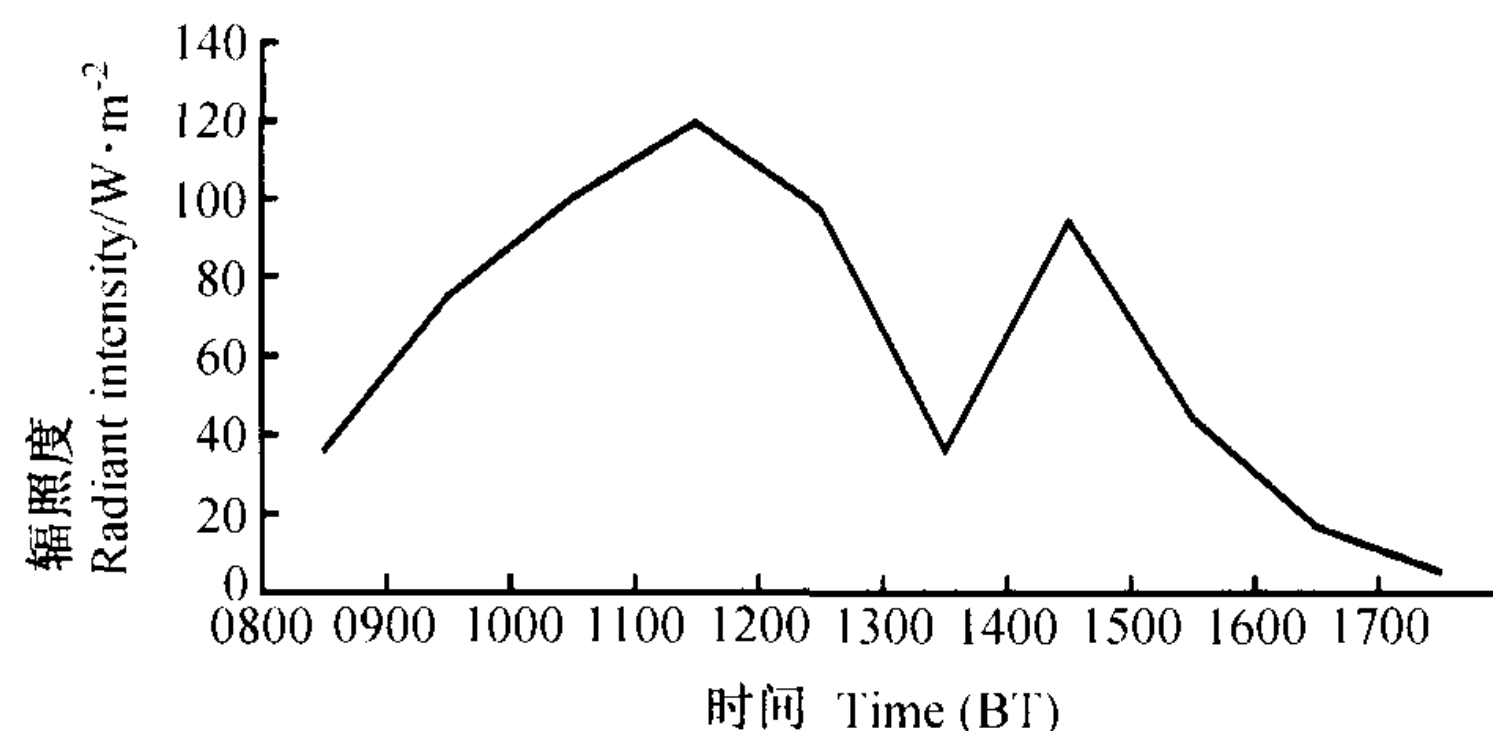


图 1 2000 年 5 月 11 日紫外辐照度的日变化

Fig. 1 Daily change of ultraviolet radiant intensity on May 11, 2000

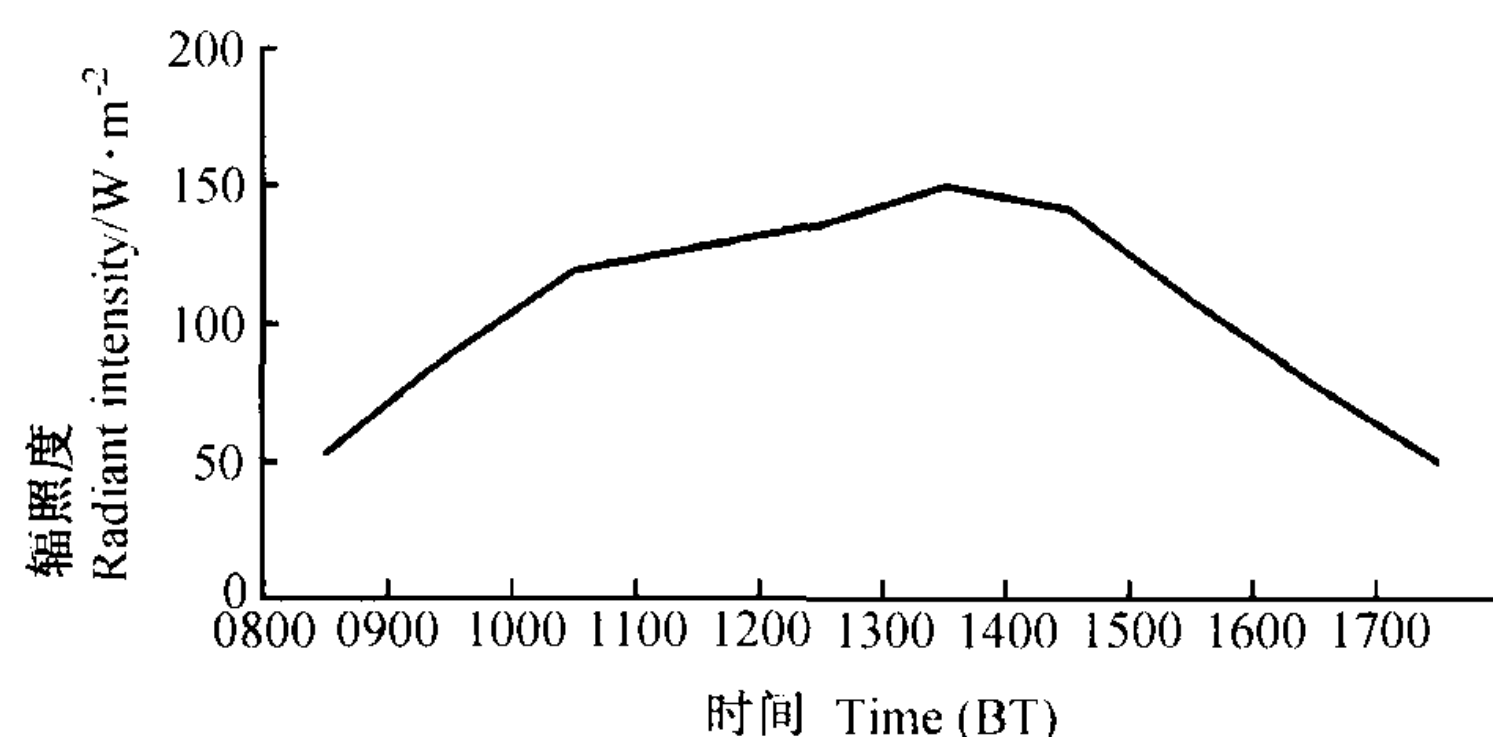


图 2 2000 年 5 月 21 日紫外线辐射强度的日变化

Fig. 2 Daily change of ultraviolet radiant intensity on May 21, 2000

表 1 紫外线预报指数等级的划分

Table 1 Division for the classes of ultraviolet index prediction

级别 Classes	UV 辐射量 UV radiant intensity/ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$	指数 Index	强度 Intensity	对人体造成 影响的时间 Time influenced on human body/min
1	<5	0, 1, 2	最弱 Weakest	100~180
2	5~10	3, 4	弱 Weak	60~100
3	10~15	5, 6	中等 Middle	30~60
4	15~30	7, 8, 9	强 Strong	20~40
5	≥ 30	≥ 10	很强 Strongest	<20

4 h, 每小时的紫外线曝辐量达到 $0.46 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上, 以小时计的平均辐照度均超过了 $120 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。换言之, 这 4 h 中任意 1 h 的任意 20 min 以内就可能对人体皮肤有明显影响。按《暂行规定》的建议, 此时段应“尽可能不在室外活动, 必需外出时, 要采取各种有效的防护措施。”统计分析表明, 2000 年 5 月紫外线日曝辐量占日总辐射日曝辐量的 12.72%, 在全年中是最高的。

云南是一个旅游大省, 旅游事业发展迅猛, 旅游少不了户外活动, 紫外线的防护不可忽视。从某种意义上说, 这也为生产有效防护紫外线产品的厂商提供了广阔的活动空间。

2000 年紫外辐射最弱的 1 天 (2000 年 1 月 30 日), 其日曝辐量仅为 $0.04 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, 不及当月平均辐射量的 1/15, 中午前后仅有 3 h 紫外线平均辐照度达到 $2.8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, 属“最弱”的级别。

3.2 昆明紫外辐照度的月分布特征

昆明的紫外辐射在 5 月达到极大, 其他月份的相应值都低于 5 月。紫外辐射曝辐量随月份的变化趋势, 与昆明太阳净全辐射曝辐量随月份的变化趋势基本相同^[7]。

昆明 8 月紫外辐射日平均曝辐量为 $1.11 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, 比 5 月相应值的 1/2 多一点 (53%), 日分布特征可参考 2000 年 8 月 17 日的实况 (图 3)。昆明 8 月紫外辐射比 5 月温柔多了, 基本上不出现超过 $60 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的平均辐照度。8 月紫外日曝辐量在日光总辐射日曝辐量中占 8.4%, 应该说, 这是昆明紫外辐射的年平均状况。

冬季是昆明紫外辐射较弱的季节。以 1 月为例, 紫外辐射日平均曝辐量为 0.75 MJ/m^2 , 仅为 5 月相应值的 1/3。1 月紫外辐射日曝辐量在日光

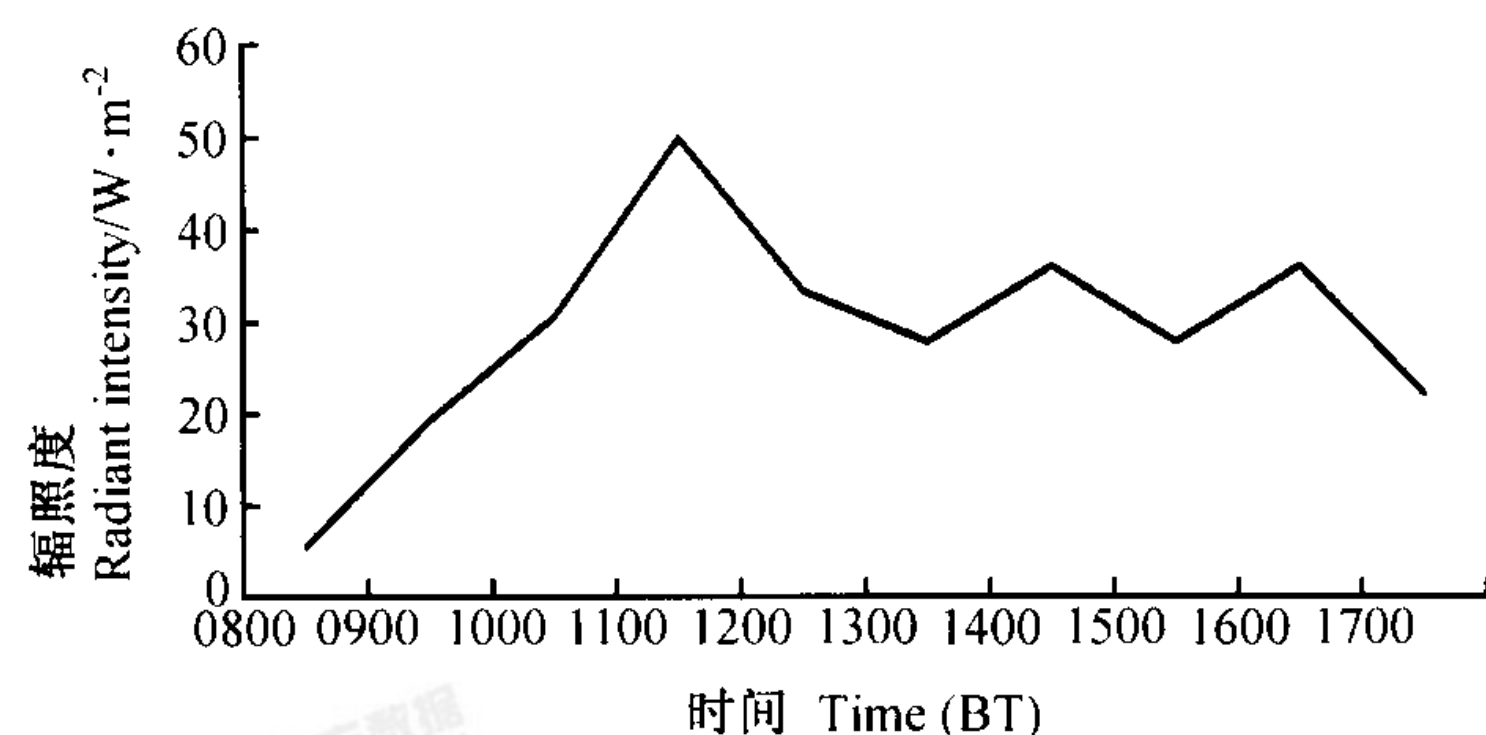


图 3 2000 年 8 月 17 日紫外线辐射强度的日变化

Fig. 3 Daily change of ultraviolet radiant intensity on Aug 17, 2000

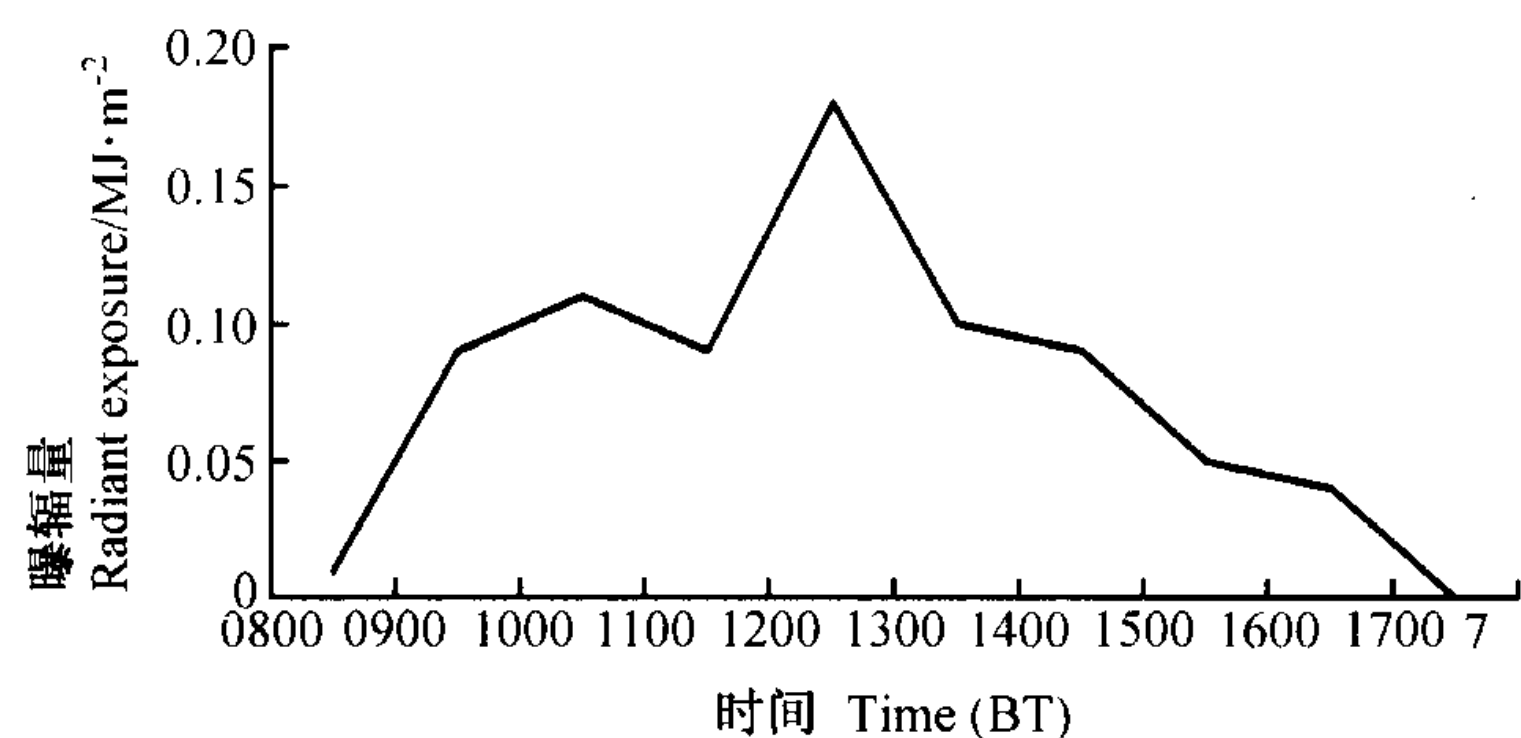


图 4 2000 年 1 月 21 日紫外辐射曝辐量的日变化

Fig. 4 Daily change of ultraviolet radiant exposure on Jan 21, 2000

总辐射日曝辐量中占 7.75%。其分布特征可参考 2000 年 1 月 21 日的实况 (图 4)。

在 1 月 21 日研究时段内, 紫外辐射没有发生超出 $60 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的“极强”情况。这表明昆明冬季的紫外线辐射较弱。1 月紫外线日曝辐量在日总辐射日曝辐量中占 7.75%。有人使用锦州 332 研究所制的 TBQ-4-1 分光辐射表及 9.0 mv 自动记录仪, 记录了 1987 年 2 月 7~8 日两天的紫外辐射资料, 研究了紫外辐射日曝辐量在日光日曝辐量中所占的百分率, 得出了 7~8 日两天的平均值分别为 7.9% 和 7.8%^[8]。这与本文中冬季为 7.75% 基本一致。分析得出的结果认为, 紫外辐射日曝辐量在日总辐射日曝辐量中所占的百分率不是常数, 它随季节有明显变化。

4 讨论与分析

为了制作城市环境气象预报, 昆明的紫外线观测开始于 2000 年 1 月。但昆明气象站是国家基准站, 该站的太阳辐射观测已经进行了多年, 积累了大量资料可用于研究。图 5 给出了, 1981~

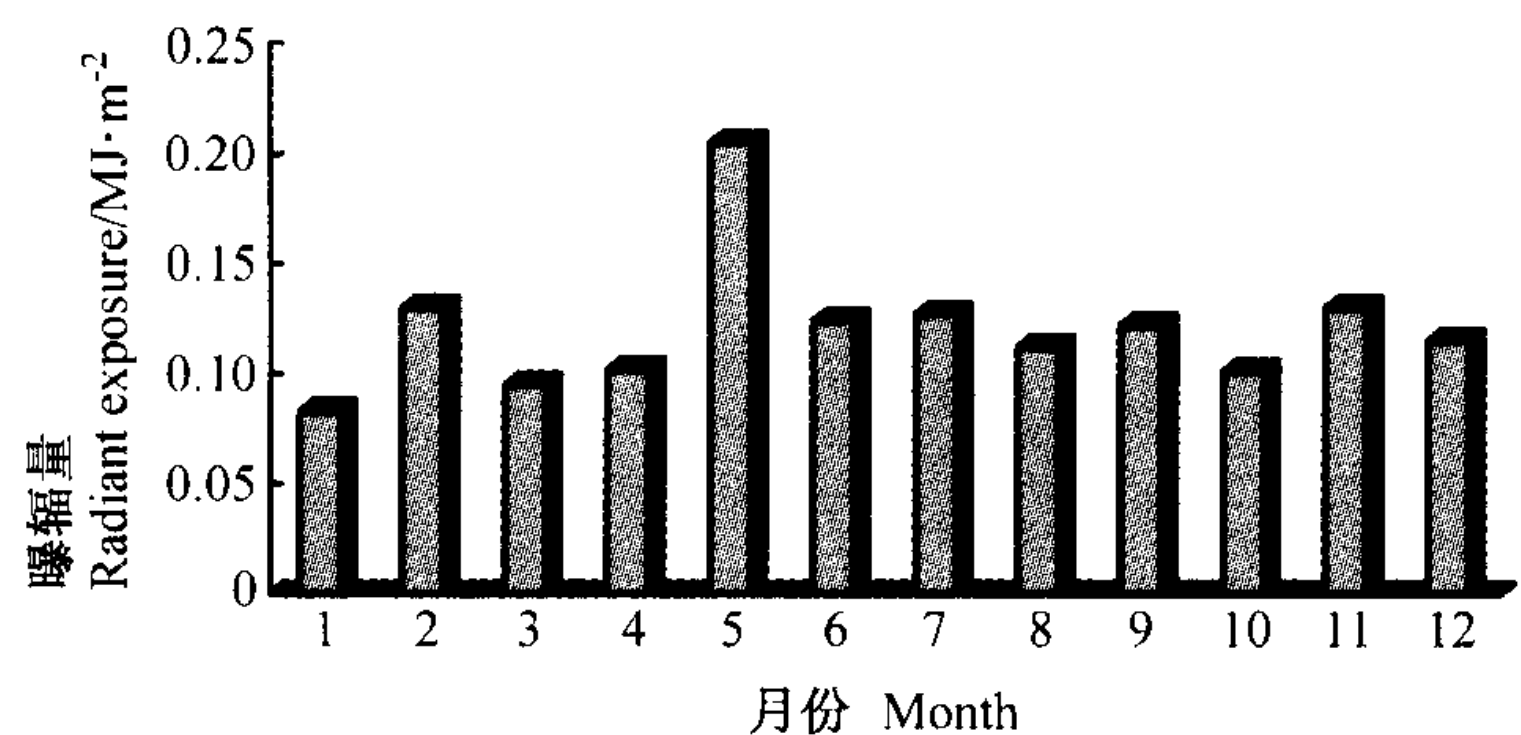


图 5 1981~2000 年昆明太阳总辐射各月平均值

Fig. 5 Monthly average of solar total radiation in Kunming during 1981~2000

2000 年昆明太阳总辐射每天观测值所得出的各月平均值。每年最高值大多出现在 4~5 月, 这与紫外线仪器的观测结果基本一致。5 月正值雨季来临前, 晴天特别多, 空气十分干燥, 日照时间长。每年最低值出现在 12~1 月, 这段时间受到冷空气影响多, 多云和雨天气甚多, 日照百分率很低, 太阳辐射量也低。2000 年 5 月昆明紫外辐射最强, 其紫外辐射平均日曝辐量达 $2.11 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$ (见图 6), 但 1 天内按小时计, 紫外辐射平均辐照度差异颇大, 从不足 $5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 到近 $120 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, 有 8 h 在 $30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上。最弱的月份是 1 月, 其平均日曝辐量仅为 $0.75 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, 约为 5 月份相应值的 1/3。1 天内按小时计, 紫外辐射平均辐照度一般不超出 $30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。居中的月份是 8 月, 其平均日曝辐量是 $1.11 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, 约为 5 月份相应值的 1/2。1 天内按小时计, 紫外辐射平均辐照度虽然不超出 $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。但中午前后却有 6 h 超出 $30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, 这在昆明是较为常见的。

2000 年 5 月 21 日紫外辐射最强, 其日曝辐量高达 $3.95 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, 当日中午前后有 10 h 紫外辐射平均辐照度超出 $50 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, 且其中有 4 h 的辐照度在 $120 \sim 150 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。2000 年 1 月 30 日紫外辐射最弱, 日曝辐量仅为 $0.04 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$, 不及当月平均日曝辐量的 1/15, 当日中午前后仅有 3 h 紫外平均辐照度达到 $2.8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 。但是, 以小时计的紫外辐射平均辐照度离散性很大, 一天内可从不足 $5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 变到 $120 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 以上。在 1 个月之中, 紫外辐射日辐照度离散性也不小, 可达 10 倍以上。紫外辐射日曝辐量在日光总辐射日曝辐量中所占的百分率不是常数, 它随季节有明显变化: 1 月平均为 7.75%, 5 月平均为 12.72%, 8 月则为 8.4%。

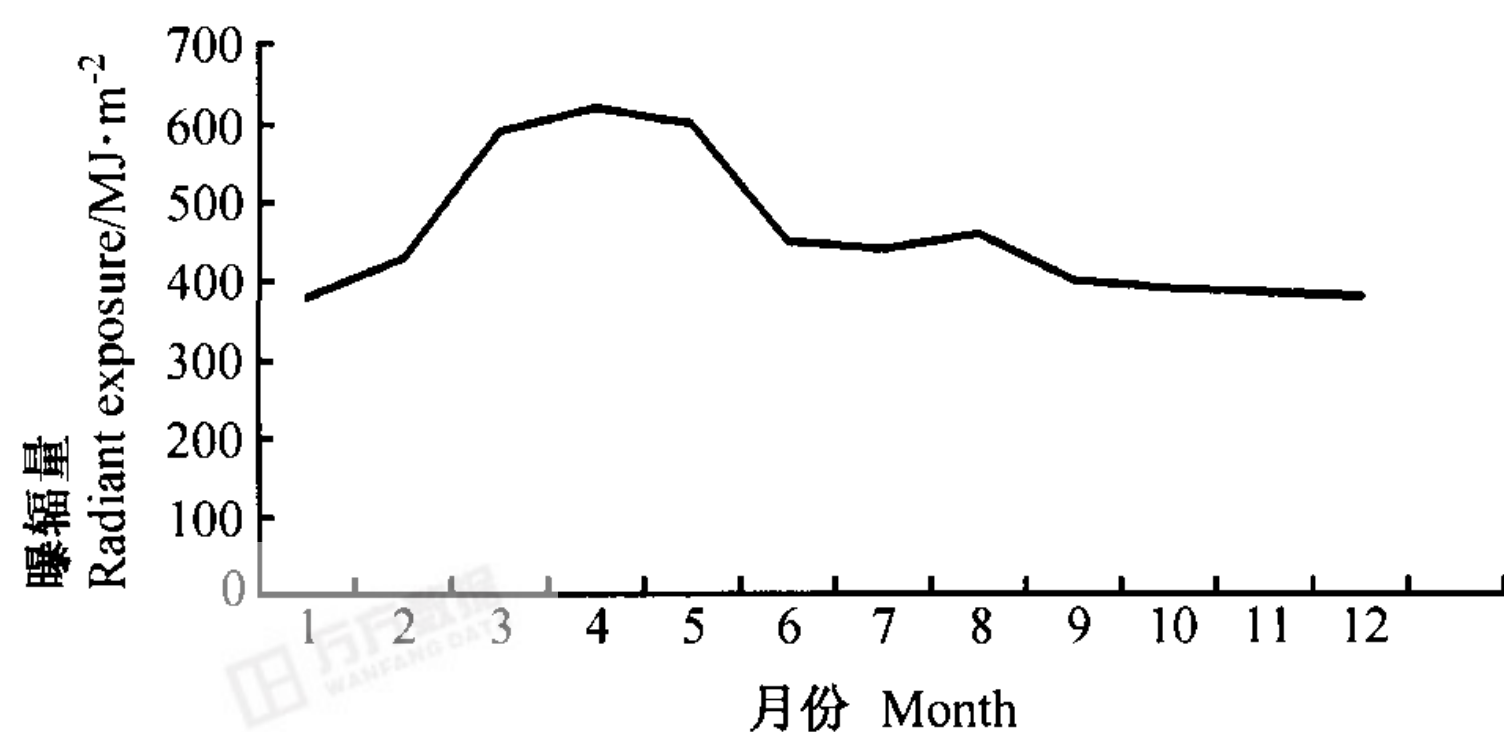


图 6 2000 年 1~12 月紫外曝辐量月均值

Fig. 6 Monthly average of ultraviolet exposure in 2000

5 结论

(1) 昆明位于我国的低纬高原地区, 海拔高度比较高, 空气洁净度好, 紫外辐射强度较低海拔地区强。在晴天条件下, 中午 12 时前后的 6 h 紫外辐照度超过 $30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ 的情况, 比较常见。

(2) 昆明各月紫外辐照度观测值的变化, 与太阳总辐射各月观测值的变化基本上相吻合。

(3) 昆明紫外辐射日曝辐量在日光总辐射日曝辐量中所占的百分率不是常数, 它随季节有明显变化, 即 1 月平均为 7.75%, 5 月平均为 12.72%, 8 月则为 8.4%。

不足之处, 由于监测网点太少, 其资料的代表性受到一定影响, 难免出现一定的误差。有待进一步加大监测网, 提升紫外辐射研究的水平。

参考文献 (References)

- [1] 吴兑. 达到地面的紫外辐射强度预报. 气象, 2000, **26** (12): 38~42
Wu Dui. Forecast of surface ultraviolet radiation. *Meteorological Monthly* (in Chinese), 2000, **26** (12): 38~42
- [2] 张庆阳, 张沅, 胡英. 国外紫外线指数预报概况. 气象, 2000, **26** (11): 56~57
Zhang Qingyang, Zhang Yuan, Hu Ying. Investigation and view point in ultraviolet prediction abroad. *Meteorological Monthly* (in Chinese), 2000, **26** (11): 56~57
- [3] 肖国英, 邓晓春. 紫外线指数与人体健康. 湖南气象, 2001, **18** (2): 19~20
Xiao Guoying, Deng Xiaochun. Ultraviolet index and Human health. *Hunan Journal of Meteorology* (in Chinese), 2001, **18** (2): 19~20
- [4] 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. 中国农业气象, 2003, **24** (1): 44~47
Liu Buchun, Lu Zhiguang, Gao Jinming, et al. Studies on intensity of ultraviolet radiation and its forecasting method in the arid and semiarid areas. *Chinese Agro-Meteorology* (in Chinese), 2003, **24** (1): 44~47
- [5] 白建辉, 王庚辰, 胡非. 近 20 年北京晴天紫外辐射的变化趋势. 大气科学, 2003, **27** (2): 273~280
Bai Jianhui, Wang Gengchen, Hu Fei. The variation trends of ultraviolet radiation in clear sky during the last two decades in Beijing. *Chinese Journal of Atmospheric Sciences* (in Chinese), 2003, **27** (2): 273~280

- [6] 白建辉, 王庚辰, 胡 非. 太阳紫外辐射在大气中衰减的探讨. 气候与环境研究, 2002, 7 (4): 440~446
Bai Jianhui, Wang Gengchen, Hu Fei. Studies on attenuation of solar ultraviolet radiation in atmosphere. *Climatic and Environmental Research* (in Chinese), 2002, 7 (4): 440~446
- [7] 国家气象中心气候资料中心. 中国气象辐射资料年册. 北京: 气象出版社, 1998
Center of climatic data, Center of Chinese national meteorology. *Annals on Data of Chinese Meteorological Radiation* (in Chinese), Beijing: China Meteorological Press, 1998
- [8] 张一平, 李佑荣, 张庆平. 低纬高原城市区域冬季晴天不同波长辐射的特征. 热带气象学报, 1998, 14 (14): 329~336
Zhang Yiping, Li Yourong, Zhang Qingping. A preliminary study on the characteristic of radiation of different wave length on the clear winter days in the region of city of low Latitudes and plateau. *Journal of Tropical Meteorology* (in Chinese), 1998, 14 (14): 329~336