

青海高原大气 O_3 及紫外辐射 UV-B 观测结果的初步分析*

郭 松 周秀骥

(中国气象科学研究院, 北京 100081)

张晓春

(青海海南州气象局, 青海共和 813000)

关键词 大气臭氧、紫外辐射、观测、分析

1 引言

近 10 年来, 南极臭氧洞以及全球性臭氧减少的趋势, 已得到国际大气科学界和各国政府的极大关注. 英国环境部门 1991 年的环境报告指出: 在过去的 11 年间, 北半球中纬地区的臭氧总量在春季大约减少了 8%^[1], 这主要是平流层臭氧的减少, 而对流层臭氧的年增长率约为 1%. WMO 1992 年南极臭氧公报也指出: 1992 年不仅南极臭氧洞的最大面积比往年大 25%, 而且测到了 105 D. U. (Dobson 单位 = 10^{-3} atm. cm) 的历史极端低值, 持续时间也大大超过往年. 同时, 据美国和加拿大等国气象部门的报告, 北半球中高纬地区大气臭氧柱总量在 1992 年冬春季也比往年有较大幅度的下降.

我国气象部门与世界气象组织(WMO)合作在位于我国青海省青藏高原边缘的瓦里关山顶(海拔 3816m, 纬度 $36^{\circ}17.25'N$, 经度 $100^{\circ}53.85'E$)建立的全球第一个内陆高原型的大气本底监测站的观测项目中, 大气臭氧的观测是其中的一个重要项目. 为此我们在位于瓦里关山脚下的青海海南州共和县(海拔近 3000m, 纬度 $36^{\circ}16.45'N$, 经度 $100^{\circ}37.11'E$)利用 Brewer 臭氧仪开始进行了大气 O_3 及紫外辐射 UV-B 的观测. 该仪器于 1991 年 8 月由加拿大环境局(AES)利用 WMO 的标准 17 号 Brewer 仪器进行了绝对对比校准后开始工作.

2 测量方法

Brewer 臭氧仪通过测量大气对太阳紫外波段的吸收来得到 O_3 的柱总量. 在全自动状态下, Brewer 臭氧仪可通过直射阳光, 天顶光, 直射月光的测量来得到大气 O_3 的柱总量. 同时可通过曙暮时刻的天顶散射光的测量, 用逆转法反演得到大气臭氧的垂直分布. 并且还可以通过光谱扫描进行太阳紫外辐射 UV-B 辐射通量的测量^[2]. Brewer 仪器可自动进行 Hg 灯的波长绝对定标及钨丝灯的强度绝对定标. Brewer 仪器进行 O_3 柱总量测量的 5 个波长分别

1993-05-17 收稿, 1993-08-30 收修改稿.

• 国家自然科学基金资助项目.

为 306.3, 310.1, 313.5, 316.8 和 320.1 nm. 在计算 O_3 柱总量时考虑到了光电倍增管死时间和温度补偿和大气瑞利散射修正. 同时通过与 Dobson 仪器进行过长期比对观测的 WMO 的 Brewer 标准仪器进行比对观测, 又可确定不同仪器的仪器常数^[3]. 对每次测量的结果, 可以通过对数据自检以判断结果是否有效.

用 Brewer 仪器进行太阳紫外辐射 UV-B 的测量时, 仪器进行波长扫描, 扫描范围为 290—325 nm, 每隔 0.5 nm 进行一次光强的测量. 为了达到辐射的绝对测量, 通过外部 UV-B 标准灯对仪器进行辐射通量的绝对校准. 我们使用的标准灯是加拿大环境局(AES)与美国国家计量标准技术研究所(NIST)进行过绝对校准的二级标准灯. 通过仪器本身和 AES 提供的程序, 可以得到各个测量波长的辐射强度和总的紫外 UV-B 区的辐射通量强度以及 UV-B 生物有效辐射剂量 DUV.

3 臭氧测量结果分析

图 1 显示的是从 1991 年 8 月—1993 年 2 月青海共和站臭氧柱总量日均值变化情况, 从图 1 可看出明显的季节变化规律, 即冬春季 O_3 含量高, 夏秋季含量低.

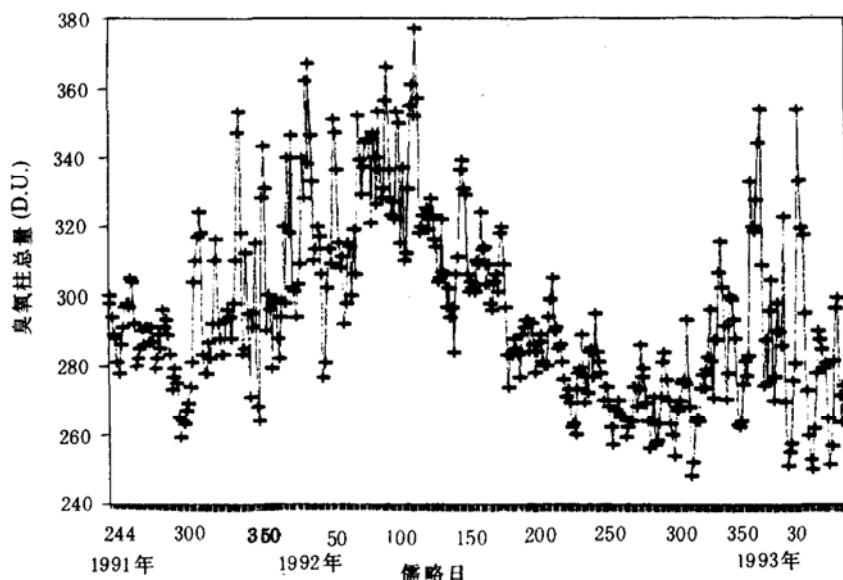


图 1 青海共和站臭氧柱总量日均值

表 1 青海共和站臭氧柱总量月均值^{a)}

单位: D. U.

年 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991									283	277	291	301
1992	311	328	335	314	309	293	291	276	268	267	276	293
1993	292	282										

a) 以上资料均使用 WMO 1992 年开始采用的新臭氧吸收系数订正.

表 1 显示的是青海共和站的月均值. 从图 1 和表 1 中可以看出, 1992 年 9 月—1993 年 2 月的 O_3 总量比 1991 年 9 月—1992 年 2 月有明显的下降趋势, 月均值分别降低了 3.6—14%, 尤其是 1993 年 1—2 月, 大多数天的 O_3 柱总量日均值接近全年的最低值. 这与全世界北半球中高纬度地区 1992 年开始大气 O_3 柱总量普遍降低的情况相吻. 这种趋势可能与 1991 年菲律宾 Pinatubo 火山爆发增加了平流层中硫化物的含量, 从而加速了 O_3 层的破坏有关^[3]. 这正是当前国际上普遍认为急待深入研究的一个问题.

表 2 青海共和站臭氧柱总量月均值与同纬度其它测站比较^{a)}

单位: D. U.

站	月	年											
		1991						1992					
青海共和站 36.27°N 100.62°E 海拔 3000m		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
北京香河站 39.46°N 117.00°E 海拔 13m		283	277	291	301	311	328	335	314	309	293	291	276
日本 SAPPORO 站 43.03°N 141.20°E 海拔 31m		313	319	319	335	347	367	361	386	354	330	318	303
日本 TATENO 站 36.03°N 140.08°E 海拔 19m		301	295	322	335	360	399			372	347	325	287
俄国 DUSHANBE 站 38.35°N 68.47°E 海拔 825m		281	271	270	291	304	339			362	334	319	288
俄国 DUSHANBE 站 38.35°N 68.47°E 海拔 825m		285	298	303	307	322	336	357	338	331	310		
俄国 ALMA-ATA 站 43.14°N 75.56°E 海拔 847m		286	286	291	301	353	363	351	361	356	335		

a) 以上资料均使用 WMO1992 年开始采用的新臭氧吸收系数订正。

表 2 显示的是青海共和站以及北京香河站(39.46°N, 117.00°E), 日本 Tateno 站(36.03°N, 140.08°E), 日本 Sapporo 站(43.03°N, 141.20°E), 俄国 Dushanbe 站(38.35°N, 68.47°E), 俄国 Alma-Ata 站(43.14°N, 75.56°E), 从 1991 年 9 月—1992 年 8 月一年间各站的月平均值。从表 2 中首先可以看出, 我国的青海共和站和北京香河站纬度差只有 3.19°, 但青海的 O₃ 柱总量月均值比北京要低 27—72D. U. (约 10—25%)。而青海共和站与其它几个站在秋冬季月均值相近, 但春夏季明显低于其它各站。在 1992 年 10 月 29 日共和站 O₃ 柱总量达到 248.2D. U. 的日均低值。这表明青藏高原地区的大气 O₃ 柱总量低值的特点(因对流层臭氧只占臭氧总量不到 10%, 所以近地面海拔高度的差别只会造成臭氧总量的微小差别)。

4 紫外辐射 UV-B 的测量结果及与大气 O₃ 之间关系的分析

图 2 是紫外辐射 UV-B 生物有效辐射剂量 DUV 午时的观测图, 它是 Brewer 仪器通过光谱测量而与国际标准曲线比对的结果^[5]。从表 1 与表 3 的对比中可以看出, 1992 年 9 月—1993 年 2 月 O₃ 柱总量月均值比上年同期减少 3.6—14% 的同时, DUV 值增加了 50—150%。DUV 值与 O₃ 的季节分布情况正好相反, 夏秋季高, 冬春季低。图 3 为臭氧柱总量日均值与午时 DUV 关系图。从图 3 中可以看出, 总的来说 O₃ 柱总量与午时 DUV 间存在着负相关关系。

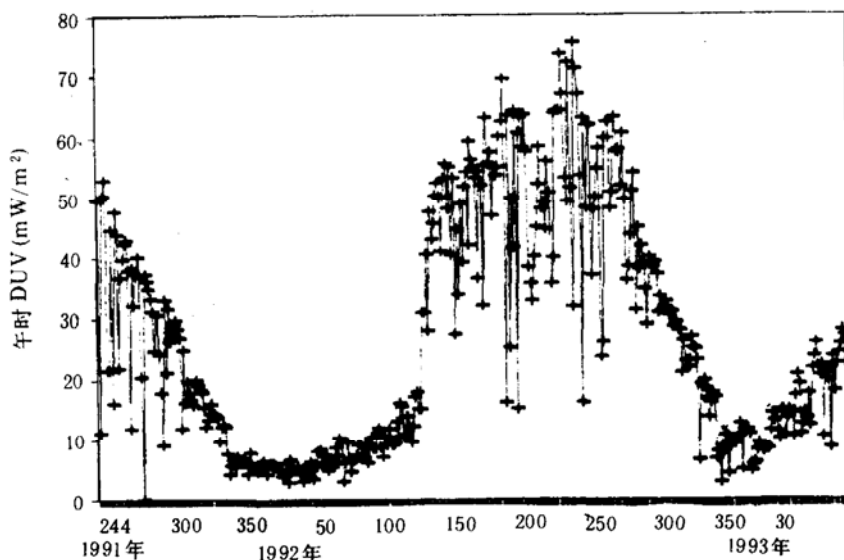


图 2 紫外辐射 UV-B 的生物有效辐射剂量 DUV 观测图

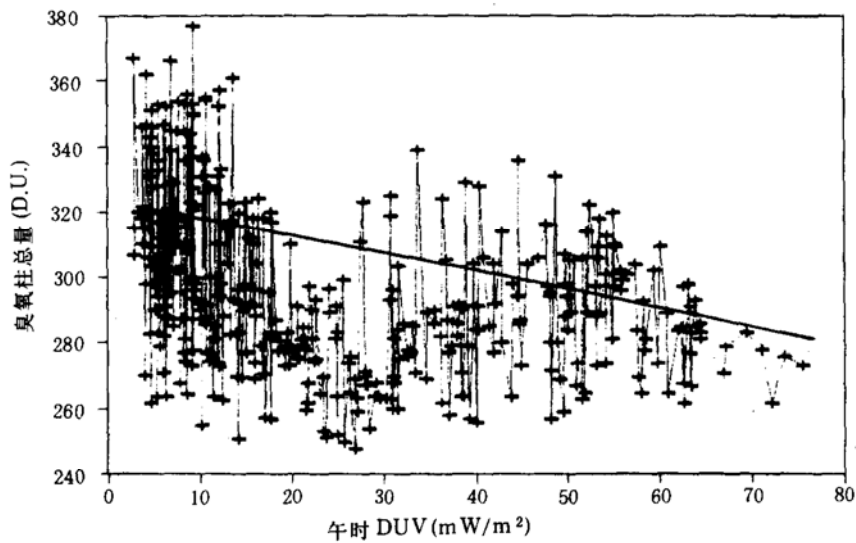
图 3 臭氧柱总量日均值与午时 DUUV 关系(相关系数为 -0.46)

表 3 青海共和站 DUUV 午时值月均值

单位: mW/m^2

年 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1991									33.0	23.8	12.6	5.6
1992	6.6	8.8	20.1	38.2	51.6	52.8	58.6	53.1	50.1	37.7	26.8	13.1
1993	11.4	19.0										

用最小二乘法回归得知相关系数为 -0.46 。当天气较晴朗,能见度较高时, O_3 与 DUUV 间的反比关系较明显。但由于 SO_2 等其它气体对紫外波段辐射的吸收以及分子散射、气溶胶散射和地表反照率等因素的影响,使得 O_3 含量和紫外辐射之间的关系变得较为复杂,说明即使在高原清洁地区,在讨论地表 UVB 强度变化时也要综合考虑这些因子的影响。

青海共和站一年半的观测资料表明, O_3 柱总量比相近纬度其它测站要低(比北京香河站低得更多),同时 1992—1993 年 O_3 含量的下降趋势十分明显,与世界上其它测站 1992—1993 年 O_3 含量降幅大于往年的趋势相吻合。同期,紫外辐射的增幅也很明显。

参 考 文 献

- [1] HMSO, United Kingdom Stratospheric Ozone Review Group, Fast Report 1991.
- [2] Kerr, J. B. et al., *Proceeding of Quadrennial Ozone Symposium, Halkindiki, Greece, in Atmospheric Ozone*, 1984, 396—401.
- [3] Keer, J. B. et al., *J. G. R.*, 1993, **105**:5465—5476.
- [4] Hofmann, D. J. et al., *Nature*, 1992, **359**:283—287.
- [5] WMO, *Global Ozone Research and Monitoring Project*, 1990, (22):1—10.