

青海省瓦里关地区近十年来大气本底化学组分的变化特征^{*}

德力格尔 赵玉成^{*,*}

(中国大气本底基准观象台, 西宁, 810001)

摘 要 利用 1994 年至 2005 年青海省瓦里关地区连续监测的大气 CO₂ 浓度、O₃ 总量、近地面 O₃ 浓度, 以及 1991 年至 2004 年和 1990 年至 2004 年气瓶采样的大气 CH₄ 浓度和 CO 浓度的资料, 分析了大气中化学组分近十年来的变化特征. 结果表明: 瓦里关地区大气中 CO₂ 浓度明显呈逐年增加的趋势, 年平均增长率约为 1.87 μmol·mol⁻¹·a⁻¹, 且具有明显的季节变化; 大气中 O₃ 总量表现为复杂的年际变化和稳定的下降趋势; 地面 O₃ 浓度具有明显的季节变化且呈缓慢的上升趋势; 大气中 CH₄ 浓度也呈逐年上升的趋势; 大气中 CO 的浓度变化不明显.

关键词 瓦里关, 大气, 二氧化碳, 甲烷, 一氧化碳, 臭氧.

大气中 CO₂, CH₄, CO, O₃ 总量以及近地面 O₃ 等的变化, 不仅影响到大气成分的化学反应平衡、地气系统的辐射收支和能量平衡, 而且对全球气候的变化也有显著的影响^[1]. 为填补全球大气监测系统 (GAW) 在中国大陆腹地大气成分本底浓度资料的空白, 中国青海省瓦里关山 (36°17'N, 100°54'E, 海拔 3810m) 全球大气本底基准监测站 (CGAW BO) 在世界气象组织 (WMO) 及全球环境基金 (GEF) 的支持下, 于 1994 年正式投入运行, 开展了大气中 CO₂, CH₄, CO, O₃ 总量和地面 O₃ 等组分的长期规范化监测工作. 该站已连续监测到十年来的大气化学组分资料.

本文对十年来大气本底化学组分的变化特征进行评估.

1 样品的采集和分析

大气中 CO₂ 浓度的监测采用由美国海洋大气管理局 / 气候监测与诊断试验室 (NOAA / CMDL) 协助建立的 Licor 6251 型非色散红外气体分析系统 (NDIR)^[1]. 为了保证大气中 CO₂ 测量资料全球的可比性, 测量数据的质量控制采用 WMO / GAW 确定的 CO₂ 测量的 4 级标准传递系统, 在进行资料统计时, 按 NOAA / CMDL 推荐的质量控制要求, 对因人为原因 (如供电不稳定) 及系统不稳定性所造成的浓度波动 (每小时平均浓度的标准差大于 0.3 μmol·mol⁻¹) 的资料做了剔除, 从而保证了大气 CO₂ 资料序列的可信度^[2].

Brewer 54 号臭氧光谱仪 (加拿大) 是通过测量大气对太阳紫外波段的吸收得到 O₃ 的柱总量, 在全自动状态下, Brewer 54 号臭氧仪可通过直射阳光、天顶光、直射月光的测量得到大气 O₃ 总量^[5].

近地面大气中臭氧浓度的测量采用两台 TECO 49 型 (美国 Thermo Electron Co.) 紫外吸收式臭氧分析仪 (1[#] 和 2[#]) 平行观测, 两台仪器使用前和观测过程中 (每 3 月一次) 均由 TECO-49PS 标定仪 (站标定仪, 属于 WMO / GAW 地面臭氧标定系统中的二级标定仪器) 进行定期标定. 每两年用 WMO / GAW 地面臭氧标定中心的一级标定仪对站标仪和分析仪进行标定和检查.

采集的样品送到美国国家海洋大气局 (NOAA) / 气候分析与诊断实验室 (CMDL) 进行 CO, CO₂, CH₄ 浓度及碳同位素等分析.

2 大气中 CO₂ 浓度的变化特征

对近十年来连续观测的大气 CO₂ 资料进行统计分析, 结果表明: 瓦里关地区大气中 CO₂ 的本底浓度具有明显的年际变化且呈逐年上升的趋势 (如图 1), 而且不同季节内大气中 CO₂ 的浓度变化及波

2006 年 3 月 15 日收稿.
^{*} 青海省气象局气象科技项目 “瓦里关大气成分资料地方化处理与分析” 资助. ^{**} 通讯联系人.

动程度不同，春季 CO_2 平均浓度明显高于其它季节，夏季最低，但夏季波动较大；就年际变化而言， CO_2 浓度的最高值出现在每年的 4 月末至 5 月初，最低值出现在夏季的 7 月和 8 月；1995 年—2005 年大气中 CO_2 浓度的年平均增长率约为 $1.87\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。由此可见，十年中该地区 CO_2 的年平均浓度约增加了 5.2%；从 WMO /GAW 部分台站的资料对比表明，北半球大气中 CO_2 浓度的变化趋势基本一致，位于我国内陆瓦里关地区大气中 CO_2 的年平均浓度平均增长率相对较低^[3]。

3 大气中 O_3 总量的变化特征

瓦里关地区大气中 O_3 总量表现为复杂的年际变化和稳定的下降趋势（图 2），这与北半球中高纬度地区观测到的平流层 O_3 减少的趋势相吻合^[4-5]。该地区大气 O_3 总量存在明显的季节变化规律，最高值出现在每年冬末春初的 2 月和 3 月，最低值出现在秋季的 9 月和 10 月；大气中 O_3 总量在 334.4—253.8 DU 范围内波动，季节变化的平均幅度为 59.5 DU；年平均大气 O_3 总量的变化较小，2000 年—2005 年 O_3 总量年平均为 287.26 DU。

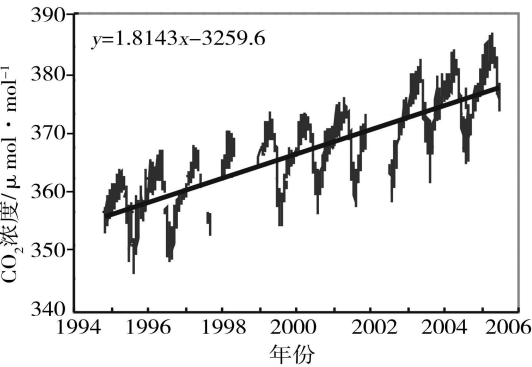


图 1 瓦里关山 1994 年—2005 年大气中 CO_2 日平均浓度的变化

Fig 1 The daily average variation of CO_2 concentration over Mt W aligian in 1994—2005

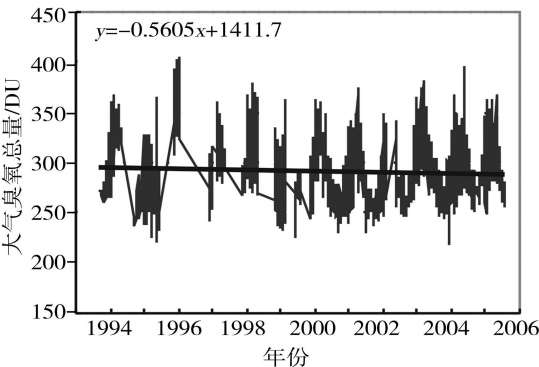


图 2 瓦里关山 1993 年—2005 年大气中臭氧总量日平均变化

Fig 2 The daily average variation of total O_3 over Mt W aligian in 1993—2005

4 地面 O_3 的变化特征

通过分析 1994 年 8 月至 2005 年 12 月瓦里关地区近地面的 O_3 浓度资料，可以看出，瓦里关地区近地面 O_3 浓度水平较高，有明显的季节变化^[6-8]，且呈缓慢上升的趋势（图 3），1995 年—2005 年的年平均增长率为 $0.23\text{nmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ ；春季地面 O_3 的浓度明显高于冬季，浓度最高值出现在每年的夏初，而最低值则出现在冬季的 12 月份，季节变化的幅度为 $20.96\text{nmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。

5 大气中 CH_4 浓度的变化特征

通过由美国 NOAA /CMDL 分析的 1991 年 5 月至 2004 年 12 月瓦里关山采集的 CH_4 资料，表明瓦里关山大气中 CH_4 的本底浓度基本呈逐年上升的趋势（图 4），从 1992 年至 2004 年的 12 年间每年平均上升 $4.62\text{nmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，其中 1994 年，1999 年和 2003 年为增长高峰期年，分别增长了 13.66、12.4 和 $14.06\text{nmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，而 2002 年为最低的负增长年。增长趋势与所处纬度带的平均状况基本相符，与全球平均水平也大体相呼应^[9]。此外，季节变化也比较明显，大气中 CH_4 浓度的最高值出现在夏季，最低值出现在冬季。

6 大气中 CO 浓度的变化特征

通过由美国 NOAA /CMDL 分析的 1990 年 8 月至 2004 年 12 月瓦里关山采集的 CO 资料（图 5），表明瓦里关山大气中 CO 的本底浓度 14 年来变化不太明显，月平均值在 $94.9\text{—}194.9\text{nmol}\cdot\text{mol}^{-1}$ 范围内波动，与北半球的平均水平基本一致，但增长趋势及年增长率的波动与北半球的平均值也有较大差

异,是所在地区多种 CO 源汇和大气输送共同作用的结果,瓦里关山大气中 CO 的本底观测资料既能体现亚洲内陆地域特点又具有全球代表性^[10-11]。此外,季节变化比较明显,最高值出现在冬、春季,这可能与该地区冬季取暖排放燃烧物有关,最低值则出现在夏季。

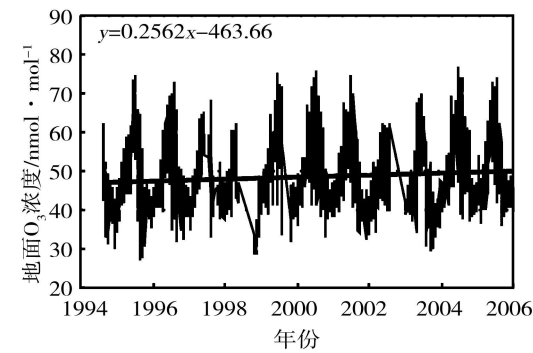


图 3 瓦里关山 1994 年—2005 年地面臭氧浓度的日平均变化

Fig 3 The daily average variation of surface ozone concentration over Mt Waliguan in 1994—2005

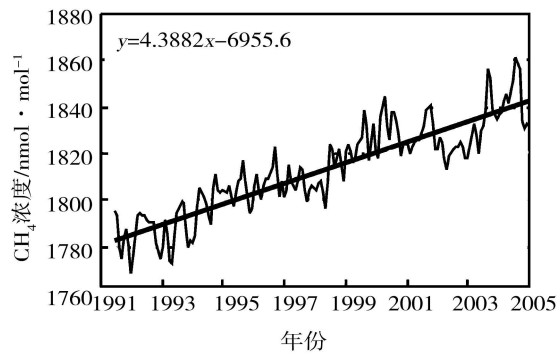


图 4 瓦里关山 1991 年—2004 年大气中 CH₄ 浓度的月平均变化

Fig 4 The monthly average variation of atmospheric CH₄ concentration over Mt Waliguan in 1991—2004

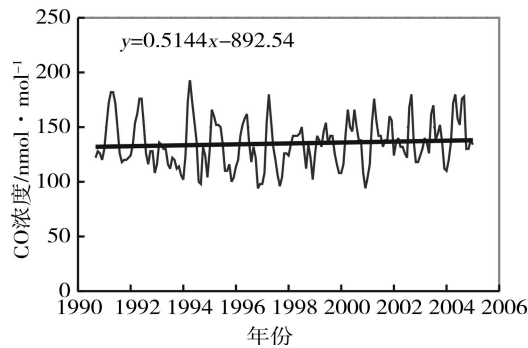


图 5 瓦里关山 1990 年—2004 年大气中 CO 浓度的月平均变化

Fig 5 The monthly average variation of atmospheric CO concentration over Mt Waliguan in 1990—2004

综上所述,瓦里关地区大气中 CO₂的本底浓度具有明显的季节变化,最高值出现在每年的 4 月末至 5 月初,最低值出现在夏季的 7 月和 8 月,10 年来呈逐年上升的趋势,平均年增长率约为 1.87 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{a}^{-1}$;大气中 CH₄的本底浓度基本呈逐年上升的趋势,从 1992 年至 2004 年的年平均增长率为 4.62 $\text{nmol}\cdot\text{mol}^{-1}$;大气中 CO 的本底浓度的变化不太明显;大气中 O₃总量表现为复杂的年际变化和稳定的下降趋势,季节变化明显,最高值出现在每年冬末春初的 2 月和 3 月,最低值出现在秋季的 9 月和 10 月;近地面 O₃浓度水平较高,有明显的季节变化,且呈缓慢的上升趋势。

参 考 文 献

[1] 温玉璞,徐晓斌,邵志清等,用非色散红外气体分析仪进行大气 CO₂浓度的测量.应用气象学报,1993,4(4):476—480
[2] CMDL,Climate Monitoring and Diagnostic Laboratory 2000—2001 Summary Report Boulder,Colorado,USA,NOAA/CMDL,2002,26:28—50
[3] 赵玉成,温玉璞,德力格尔等,青海瓦里关大气 CO₂本底浓度的变化特征.中国环境科学,2006,26(1):1—5
[4] 周秀骥,罗超,李维亮等,中国地区臭氧总量变化与青藏高原异常低值中心.中国地区大气臭氧变化及其对气候环境的影响(一).北京:气象出版社,1997,232—238
[5] 祁栋林,张晓春,赵玉成等,青藏高原东北部地区大气臭氧变化特征.青海环境,2001,11(2):55—59
[6] 汤洁,李兴生,赵玉成等,青海瓦里关山地面臭氧的观测和初步结果.中国地区大气臭氧变化及其对气候环境的影响(一),北京:气象出版社,1997,19—29

[7] 赵玉成, 何发祥, 乜虹等, 瓦里关地区气象因子对近地面臭氧浓度影响的分析 . 青海环境, 2002 12 (2) : 50—53
[8] 乜虹, 牛生杰, 王治邦等, 青藏高原清洁地区近地面层臭氧的特征分析 . 干旱气象, 2004 22 (1) : 1—7
[9] 周凌 , 李金龙, 汤洁等, 瓦里关山大气 CH₄ 本底变化, 环境科学学报, 2004, 24 (1) : 91—95
[10] WMO, World Data Center for Greenhouse Gases Data Summary. Tokyo Japan WDCGG, Data Report, 2004 28 1—98
[11] 周凌 , 温玉璞, 李金龙等, 瓦里关山大气 CO 本底变化 . 环境科学学报, 2004 24 (4) : 637—642

THE VARIATION CHARACTERISTICS OF ATMOSPHERIC
BACKGROUND CHEMICAL COMPONENT IN
RECENT 10 YEARS OVER Mt. WALIGUAN OF QINGHAI PROVINCE

Deliger ZHAO Yu-cheng
(China Global Atmosphere Watch Baseline Observatory, Xining 810001, China)

ABSTRACT

Based on the continuous data of atmospheric CO₂, total O₃ and surface O₃ observed at Mt. Waliguan in 1994—2005 as well as the CH₄ and CO data sampled in 1991—2004 and 1990—2004, respectively. The variation characteristics of atmospheric component in recent 10 years are analyzed. The result shows that the atmospheric CO₂ concentration over Mt. Waliguan has a significant increasing trend. In 10 years, the averaged growth rate of atmospheric CO₂ is about 1.87 μmol • mol⁻¹ • a⁻¹, and it has a significant seasonal variation, the atmospheric total O₃ shows a complex interannual variation and stable decreasing trend, the surface O₃ has a distinct seasonal variation and keep ascending, the atmospheric CH₄ also shows an ascending trend yearly but the variation of atmospheric CO is not evident.

Keywords Mt. Waliguan, atmosphere, CO₂, CO, O₃, CH₄.