

我国瓦里关山、兴隆温室气体 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的背景浓度*

程红兵¹⁾ 王木林¹⁾ 温玉璞¹⁾ 王庚辰²⁾

¹⁾ (中国气象科学研究院,北京 100081) ²⁾ (中国科学院大气物理研究所,北京 100029)

摘 要

为了研究中国大陆温室性气体 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 大气浓度的区域分布和变化特征以及
与人类活动的关系,从 1995~2000 年,先后在青海瓦里关山全球大气基准站($36^{\circ}18' \text{N}$, 100°
 $54' \text{E}$,3810 m)及河北中国科学院兴隆天文台($40^{\circ}24' \text{N}$, $117^{\circ}30' \text{E}$,940 m),利用不锈钢瓶取
样和气相色谱法分析,观测了两地大气中温室气体 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的浓度及其变化情况。
结果表明:兴隆和瓦里关山站 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的同期年平均浓度分别为 376.7×10^{-6} 和
 373.5×10^{-6} , 1886×10^{-9} 和 1831×10^{-9} , 316.7×10^{-9} 和 314.9×10^{-9} 。从 1995~2000
年,兴隆站 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的年增长率分别为 1.95×10^{-6} , 9.02×10^{-9} 和 0.75×10^{-9} 。而
瓦里关山站从 1997~2000 年, CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的年增长率分别为 1.41×10^{-6} , 9.95×10^{-9}
和 0.82×10^{-9} 。两地大气中三种气体的浓度与年增长率与全球同类台站的观测结果接近。
同时也在一定程度上反映了各自不同的环境背景特征。

关键词:气相色谱法 温室性气体 背景浓度 年均增长率

引 言

二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)和氧化亚氮(N_2O)是大气对流层中浓度较大,寿命较长的
三种重要的温室性气体,由其大气浓度持续增长可能引起的地球大气层“增温”和生态
效应,成为当今世界倍受关注的重大环境问题^[1-3]。为取得全球大气温室性气体的背景
资料及其变化趋势,早在 20 世纪 70 年代初世界气象组织(WMO)和联合国环境规划署
(UNEP)等国际组织发起并组建了大气污染本底监测网(BAPMoN),同时,美国国家海洋
大气局(NOAA/CMDL)创建了全球烧瓶取样网,1989 年 WMO 开始执行全球大气观测
(GAW)计划,建立了温室气体世界资料中心(WDCGG,日本)。上述国家组织与研究机构
为研究全球气候变化积累了宝贵资料。我国温室气体的观测研究起步较晚,资料较为零
散。1985 年王明星等^[4]人与美国俄勒冈研究生院合作曾在甘肃民勤沙漠地区进行过近 3
年的连续观测。1989 年起,我国在 WMO 援助下开始建立青海瓦里关山全球大气本底监
测站(CGAWBO),并先后于 1990~1995 年与 NOAA/CMDL 合作开展了 CO_2 ^[5]与 CH_4 ^[6]
的观测。另外,在“八五”期间组织的国家科技攻关及自然科学基金等重大项目中,在瓦里

* 本工作得到“八五”和“九五”国家重点科技攻关计划(项目编号:85-913-01-01,96-911-01-04)资助。

2002-07-05 收到,2003-02-24 收到再改稿。

关山、临安、龙凤山、兴隆、长白山和鼎湖山等地对包括 O₃ 在内的温室性气体进行过周期不等的观测^[7-9]。本工作是国家“八五”攻关项目的后续计划,只延续了瓦里关山和兴隆的观测。取得了近 5 年的连续资料,观测结果与北半球同纬度的变化趋势基本相符^[10],并具有国际可比性。为进一步研究我国大气温室气体的本底浓度及其变化特征提供了重要依据。

1 实验部分

1.1 取样站点

瓦里关山(36°18' N, 100°54' E, 海拔高度 3810 m)大气基准观测站是我国与世界气象组织(WMO)合作建立的大陆型大气本底观测站,位于青海省海南自治州,西宁市西南约 90 km,距青海湖 20 余公里,属于高原浅草,干旱区,1994 年正式挂牌并投入运行。北京天文台兴隆站(40°24' N, 117°30' E, 海拔高度 940 m)位于北京东北燕山主峰雾灵山南麓山区,距北京城区约 110 km,属于丘陵灌木,半干旱区。两站的地理生态环境和气候背景有很大的差异。分别代表全球大陆及华北经济较发达地区的区域背景特征。

1.2 取样方法

取样系统用美国进口不锈钢膜片无油泵和自制 4 L 不锈钢双阀气瓶。气瓶内壁经机抛光与化学抛光处理,气瓶的气密性和 CO₂、CH₄ 和 N₂O 标准气长期存放的稳定性,经国家标准物质中心和澳大利亚公共科学和工业研究局(CSIRO)分别考核与检验,结果表明,储气时间不超过 3 个月时,完全满足三种温室气体采样与分析的要求,详见文献^[11]。采样高度离地面 5 m。全部管道均采用内径约 0.6 cm 的 Teflon 管道。样品瓶先在实验室用高纯氮清洗 3 次以上并抽真空,采样前用 4~5 倍的现场空气冲洗。样品气压力约为 2.07×10^5 Pa。采样时段为当地 14:00~15:00,地面风速须大于 4 m/s。常规观测兴隆站每月取一对平行样,瓦里关山每月取两对平行样,同时兴隆站在 1997 年 3 月进行了加强观测。

1.3 样品分析

样品在北京实验室分析,均采用气相色谱法^[12]。表 1 分别给出测量 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度使用的仪器与色谱分析条件,其中 CO₂ 采用催化(Ni)还原法。转化率 > 99.9%(日变化率 < 0.1%)。优化的色谱条件和完善的分析流程,在最大程度上消除了

表 1 测量 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度的色谱(GC)分析条件

测量成分	气相色谱分析条件
CH ₄	HP5880A 气相色谱仪, FID 检测器; 不锈钢管的内径、长度: 3 mm × 2.7 m, Porapak Q(60~80 目) 色谱柱; 定量管 2 mL; 柱温 35 °C, 检测器温度 250 °C, 冷阱温度 -50 °C; 载气: 高氮(99.999), 流量: 30 mL/min; 高纯氢流量 30 mL/min, 空气流量 450 mL/min。
CO ₂	Ni 转化炉 350 °C, 其他条件同 CH ₄ 。
N ₂ O	HP5890 II 气相色谱仪, Ni ⁶³ ECD 检测器; 不锈钢管的内径、长度: 3 mm × 1.5 m, Porapak Q(60~80 目) 色谱柱; 定量管 2 mL, 40 °C; 柱温 40 °C, 检测器温度 330 °C; 载气 5% 氩甲烷, 30 mL/min。

大气样品的湿度、压力以及环境温度的影响,对 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的分析精密度分别达到 0.09% ($n=232$), 0.26% ($n=234$) 和 0.2% ($n=100$)。工作标准气由国家标准物质研究中心研制,并与美国 NOAA/CMDL 及澳大利亚 Cape Grim 基准站提供的标准气进行比对,结果表明, CO_2 -Air 和 CH_4 -Air 两个标准气的平均偏差分别为 -0.41% 和 -0.75%^[11]。而 N_2O -Air 标准气的偏差 < 1%^[9]。工作标准气以合成空气为底气,浓度分别为 $\text{CO}_2: 355 \times 10^{-6}$, $\text{CH}_4: 1.96 \times 10^{-6}$, $\text{N}_2\text{O}: 316 \times 10^{-9}$, 配在 8 L 铝合金气瓶内。 CH_4 采用单点定量(CH_4 标准气浓度为 1.96×10^{-6}), CH_4 样品浓度在 $1.7 \times 10^{-6} \sim 2.0 \times 10^{-6}$ 内,该方法是允许的^[13]。 CO_2 线性是用 NOAA/CMDL 的 4 个一级准标准气(322.89, 336.83, 358.45, 380.98×10^{-6}) 测定的,线性拟合 $R^2 = 0.9991$, N_2O 线性测量是用静态多级稀释法,在 $0.1 \times 10^{-6} \sim 5.0 \times 10^{-6}$ 浓度范围内, $R^2 = 0.997$ 。另外,对样品运输,储存的影响作了系统的测定,结果与气瓶稳定性实验相似^[11]。

2 结果与讨论

2.1 观测数据质量控制与评估

众所周知,大气背景浓度观测和全球变化的研究,需要有较长的时间序列和国际可比性。加之每个目标组分的浓度(绝对值)和增长率低,大气的流动性和随机性强及取样观测环节多(与在线观测比)等。为获得准确可靠的观测资料,本工作对观测数据进行了严格的质量控制与管理,科学评估与筛选。为此,制定了严格的取样规范和样品分析操作程序,平行样检验标准,定期用 WMO 一级标准气对工作标准气漂移进行标定等。例如,平行样判别标准为 $\text{CO}_2 < 0.1 \times 10^{-6}$, $\text{CH}_4 < 10 \times 10^{-9}$, $\text{N}_2\text{O} < 1 \times 10^{-9}$ 。样品多次测量的精密度控制在 $\text{CO}_2 < 0.1\%$, $\text{CH}_4 < 0.3\%$, $\text{N}_2\text{O} < 0.3\%$ 。工作标准气压力 $> 3.45 \times 10^3$ kPa。每年用美国 NOAA/CMDL 一级标准气对工作标准气进行标定,以消除标准气的漂移。样品分析每 2 h 作一次标准,用内插法对数据作适当订正,以消除仪器漂移的影响。结果,兴隆站 1995~2000 年共获得样品 74 对,有效数据 378 个,占应获得数据的 86%,其中无样样品(空瓶)6 个,占 4%,平行性不佳的样品 36 个,占 26%。从 1997 年 5 月—2000 年 6 月,瓦里关山站共取样 46 对,有效数据 240 个,占应获得数据的 87%,其中无样样品(空瓶)1 个,约占 1%,平行性差的样品 27 个,占 29%。由此可见,由于气瓶泄漏,清洗不严及采样操作等原因造成的样品污染,特别是对于 CO_2 的影响,是十分明显的。

2.2 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的月平均浓度

表 2 分别给出了 CO_2 、 CH_4 和 N_2O 的月平均浓度。瓦里关山每月一般取两对样品,月均值浓度代表性优于兴隆,但缺测月份较多。取样完整性为 70%。兴隆每月一对样品,取样完整性较好,达 90%,但每月取样日期相对分散(其中上旬占 11%,中旬占 40%,下旬占 49%),由于每月取样数量较少,完整性不高,使得表 2 中月平均浓度波动大,因此,详细研究季节变化规律相对困难。从对流层大气 CH_4 的源汇分析, CH_4 一般有明显季节变化^[13]。从表 2 可见,兴隆 CH_4 低(或次低)值出现在 5~9 月,而高(或次高)值出现在 10~12 月,反映了 CH_4 生物源排放夏秋较强和光化学消耗夏季也比较强的共同作用

的结果,在一定程度上反映了农业较发达地区 CH₄ 季节变化特征。瓦里关山 CH₄ 高值出现在夏季 6、7 月份,低值出现在冬季,反映了该地处于高海拔和干旱地区,夏季光化学反应对 CH₄ 的消耗较弱,夏季生物源排放相对较强的特点,其变化与文献[5]结果一致。对流层大气的 CO₂ 浓度应存在明显季节变化,受人类取暖燃煤等影响,北半球高值出现在冬春季,受绿色植物光合作用影响,夏季 CO₂ 出现低值,表 2 列出的 CO₂ 数据,兴隆 CO₂ 低值出现在 7~9 月,高值则出现在 12 月和 4 月,瓦里关山 CO₂ 低值出现在 6~7 月,高值出现在春季 3~5 月,与文献[6]结果一致。N₂O 在对流层大气中非常稳定,其寿命长达 182 年^[9],90%来源于生物源排放,其次是生物质燃烧。与 CO₂ 和 CH₄ 相比,源和汇的强度都明显偏低。所以在对流层中分布较均匀,季节变化不明显。

表 2 兴隆、瓦里关山 1995~2000 年 CH₄ ($\times 10^{-9}$)、CO₂ ($\times 10^{-6}$) 和 N₂O ($\times 10^{-9}$) 的月平均浓度 (V/V)

物种	站名	年份	月份													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
CH ₄	兴隆	1995		1804	1856	1845	1859	1816	1846		1885			1836		
		1996	1847	1844	1866	1864	1865	1842	1949	1951		1910	1902	1866		
		1997	1881	1852	1878	1853	1848		1868	1901	1876	1858	1894	2053		
		1998	1897	1912	1869	1907	1902	1859	1945	1865	1878	1853	1888	1952		
		1999	1888	1875		1885	1884	1896		1888	1839	1898	1897	1888		
		2000	1902	1866	1883	1903	1873	1879	1856	1881	1866	1866	1846	1862		
	瓦里关山	1997					1818					1829	1826	1816		
		1998	1810		1857	1813	1840	1854	1842	1839	1837	1824	1817	1835		
		1999	1825	1842			1818	1839	1846					1829		
		2000	1848	1830	1848	1860	1859	1872								
		CO ₂	兴隆	1995		358.5	366.7	363.4	362.1	353.1	333.3		372.8			372.5
				1996	368.1	370.5	371.7	379.6	377.4	375.5		358.4		379.3	373.4	371.5
1997	377.9			370.9	374.5	379.3	377.8		369.0	379.5	361.3	370.0	381.7	392.0		
1998	378.3			384.4	379.1	390.9	377.5	369.9	367.4	364.8	374.1	378.7	376.9	391.6		
1999	381.5			372.5		384.3	378.1		369.9	375.6	358.8	374.4	375.3	374.5		
2000	374.9			382.3	383.2	379.7	375.6		360.0		365.6	383.3	376.0	374.7		
瓦里关山	1997					379.8					369.6	371.2	369.6			
	1998	371.2		379.8	378.8	378.1	368.8	366.9	373.0	368.5	366.1	372.7	375.7			
	1999	375.9	376.6			374.5	380.7						369.3			
	2000	375.0	372.2	380.6	375.5	379.2	370.6									
	N ₂ O	瓦里关山	1995		319.9	314.7	313.3	312.0		317.3		318.3			313.1	
			1996	312.7	316.2	313.6	325.9	314.4		318.9	317.4		318.1	313.7	314.8	
1997			315.4	315.8	316.4	315.0	312.0		317.3	319.0	316.5	316.6	314.2	315.7		
1998			313.8	316.2	309.6	318.2	316.8	315.1	315.5	317.0	318.2	318.5	307.7	318.7		
1999			314.2	308.5		317.5	315.2	329.7		313.8	309.1	314.1	316.6	316.4		
2000			319.5	324.2	319.9	326.8	320.0	325.3	318.1	316.0	321.6	321.5	316.7	316.4		

2.3 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度持续增长

图1给出了瓦里关山和兴隆 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度分布和变化趋势。发现兴隆大气 CH₄ 浓度从1999年1月起增长趋缓,2000年1~12月出现负增长。其他资料表明,观测期间,CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度持续增长。利用线性拟合的方法分别求得了它们的年平均增长率。结果兴隆大气中 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度的年平均增长率分别为 1.95×10^{-6} 、 9.02×10^{-9} 和 0.75×10^{-9} , 而瓦里关山大气中 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度的年平均增长率分别为 1.41×10^{-6} 、 9.95×10^{-9} 和 0.82×10^{-9} , 其中 9.02×10^{-9} 为兴隆1995~2000年 CH₄ 的平均增长率, 低于瓦里关山1997年5月—2000年6月 CH₄ 9.95×10^{-9} 的增长率, 这可能与1999年1月—2000年1月兴隆 CH₄ 增长率趋缓有关。对上述线性拟合相关关系的显著性水平进行检验发现, 兴隆 CO₂、CH₄ 和瓦里关山 CH₄ 的显著度均达到 0.01, 兴隆 N₂O 的显著度均达到 0.05, 瓦里关山 CO₂、N₂O 的显著度未达到 0.1。主要原因是瓦里关山的资料少 ($n = 25 \sim 26$), 且数据分布较离散所致。

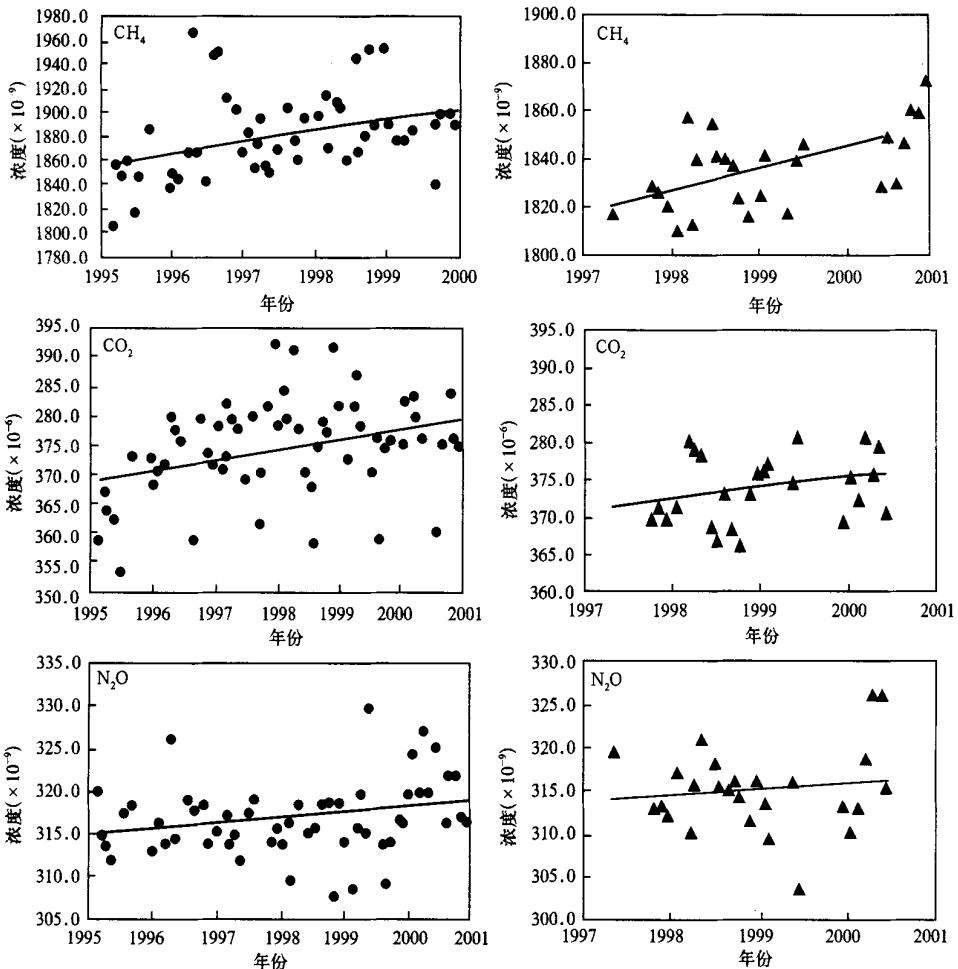


图1 瓦里关山和兴隆 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度(v/v)的变化趋势

(●——兴隆; ▲——瓦里关山)

根据 WMO 温室气体资料中心公布的有关资料^[14],并通过对年平均浓度值的进一步统计处理获得如表 3 所示的年平均增长率。其中 S7 是美国 NOAA 全球烧瓶取样网在瓦里关山大气本底站设立的观测点,由于 WMO/GAW 绝大多数站未开展 N₂O 观测业务,所以 N₂O 是采用 ALE/GAGE/AGAGE 全球观测网获得的资料^[15]。样品分析除 CO₂ 是利用非分光红外法(NDIR)外,CH₄ 和 N₂O 均用气相色谱(GC)法。由表 3 可见,兴隆和瓦里关三种温室气体大气浓度的增长趋势与其他台站相同。与年平均增长率的变化范围相比,N₂O 符合的最好,CO₂ 其次,CH₄ 结果稍差。众所周知,尽管从全球和较长时段来看温室气体的大气浓度在持续增长,但年平均增长率不同台站间的差异是很大的,同一台站不同年份也不尽相同,甚至个别年份还出现负增长,究其原因至今尚未完全被人类所认识。本文把取得的很初步的结果报道出来,目的在于该资料或许对今后进一步研究和认识中国及全球温室气体大气浓度的变化规律有益。

表 3 与 WMO/GAW 网部分台站大气 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度(V/V)年平均增长率的比较

站名	S1 ¹⁾	S2 ²⁾	S3 ³⁾	S4 ⁴⁾	S5 ⁵⁾	S6 ⁶⁾	S7 ⁷⁾	XL ⁸⁾	WLG ⁹⁾
CH ₄ (×10 ⁻⁹)	8.51	7.00	4.70	/	/	/	4.63	9.02	9.95
CO ₂ (×10 ⁻⁶)	1.57	1.78	1.82	/	/	/	1.51	1.95	1.41
N ₂ O(×10 ⁻⁹)	/	/	/	0.69	0.72	1.09	/	0.75	0.82

1) Mauna Loa, USA, 1976~1998; 2) Minatorishima, Japan, 1994~1998; 3) Ulaan Uul, Mongolia, 1992~1998;

4) Cape Grim, Australia, 1979~1997; 5) Mare Head, Ireland, 1987~1997; 6) Cape Meares, USA, 1980~1989;

7) 瓦里关山,中国, 1991~1998; 8) 兴隆,中国, 1995~2000; 9) 瓦里关山,中国, 1997~2000。

2.4 瓦里关山和兴隆大气中 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度的差异

图 2 给出了观测期间,瓦里关山和兴隆两地 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度分布。从两个站

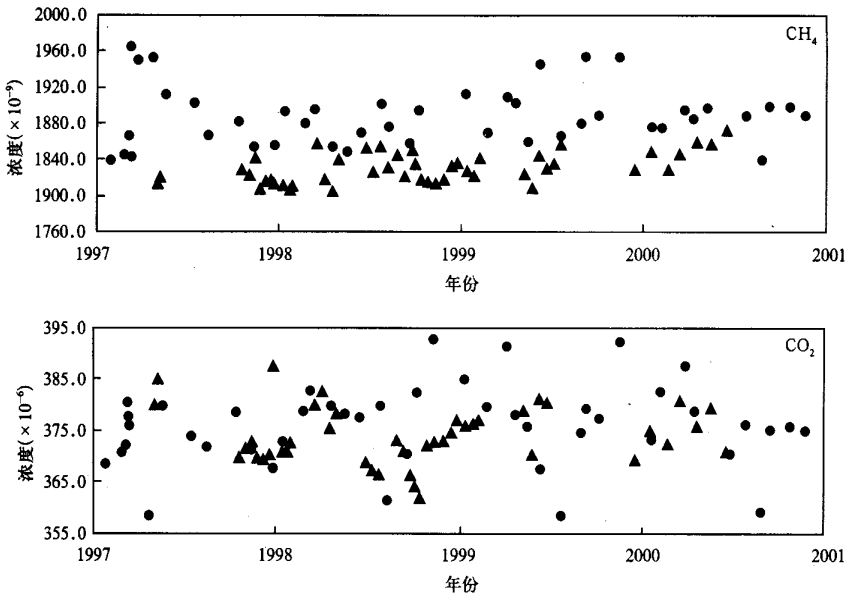
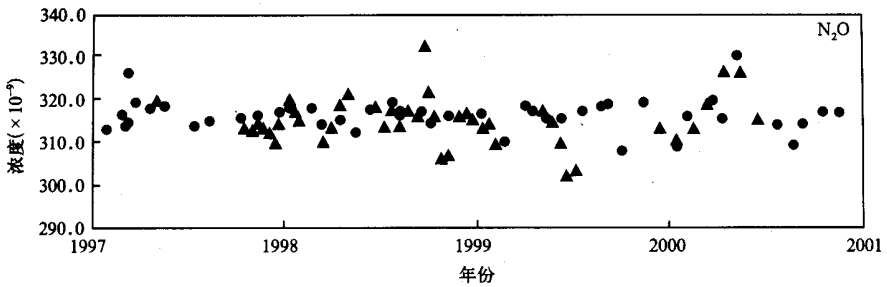


图 2 瓦里关山和兴隆大气中 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度(V/V)的分布

(●——兴隆;▲——瓦里关山)



续图 2

1997年4月—2000年6月的同期资料相比, CH_4 均值浓度分别为 1831×10^{-9} , 1886×10^{-9} , 变化幅度分别为 65×10^{-9} 和 119×10^{-9} , 兴隆 CH_4 的最低值比瓦里关山的值高 26.6×10^{-9} , 最大浓度高 80.1×10^{-9} , 表明兴隆 CH_4 排放源的强度明显高。 CO_2 均值浓度分别为 373.5×10^{-6} 和 376.7×10^{-6} , 最大值浓度比瓦里关山高 4.8×10^{-6} , 表明后者源较强。然而 CO_2 最低值兴隆却低于瓦里关山, 差值为 3.9×10^{-6} , 可见后者汇也强于前者, 正是由两地地表植被生态的差异造成的。两地 N_2O 的均值浓度分别为 314.9×10^{-9} 和 316.7×10^{-9} , 相差 1.8×10^{-9} , 变化幅度分别为 22.0×10^{-9} 和 22.1×10^{-9} , 可见两地 N_2O 相比, 虽然同样是兴隆偏高但差异很小, 是由 N_2O 化学活性和源汇强度相对较弱决定的。另外, 瓦里关山站三种温室气体大气浓度的绝对值与 WMO/GAW 网资料^[14,15] 相比结果偏高, 其中, CO_2 约为 1.7%, CH_4 约为 2.5%, N_2O 比 CAPE GRIM 站约偏高 0.1%。产生偏差的因素很多有待进一步研究。

致谢: 中国科学院大气物理研究所的刘广仁、顾志芳等同志负责兴隆站的观测, 兴隆天文台及瓦里关山本底站的同志参与现场观测和取样, 在此深表谢意。

参考文献

- 1 Ramanathan V, Cicerone R J, Singh H B, et al. Trace gas trends and their potential role in climate change. *J. Geophys. Res.*, 1985, **90**: 5547 ~ 5566.
- 2 Esser G. Sensitivity of global climatic impacts. *Tellus*, 1987, **39B**: 245 ~ 260.
- 3 Brunke E G, Scheel H E, Seilev W. Trends of tropospheric CO , N_2O , and CH_4 as observed at Cape Point, South Africa. *Atmos. Environ.*, 1990, **24A**(3): 585 ~ 595.
- 4 王明星, 刘卫卫, Ras mussen R A, 等. 我国西北部沙漠地区大气甲烷浓度的季节变化的长期变化趋势. 科学通报, 1989, **9**: 684 ~ 686.
- 5 Wen Yupu, Shao Zhiqing, Xu Xiaobin. Observation and investigation of variability of baseline CO_2 concentration over Waliguan Mountain in Qinghai Province of China. *Acta Meteorologica Sinica*, 1995, **8**(3): 255 ~ 262.
- 6 周凌晔, 汤洁, 温玉璞, 等. 瓦里关山大气甲烷本底浓度变化特征分析. 应用气象学报, 1998, **9**(3): 385 ~ 391.
- 7 熊效振, 王庚辰, 温玉璞, 等. 我国主要温室气体大气背景浓度的初步监测结果. 见: 王庚辰, 温玉璞主编. 温室气体浓度的排放监测及相关过程. 北京, 中国环境科学出版社, 1996. 39 ~ 44.
- 8 王木林, 温玉璞, 程红兵. 中国大陆对流层大气中甲烷 (CH_4) 浓度的背景特征研究. 气象学报, 1993, **51**(4): 485 ~ 490.
- 9 王木林, 程红兵, 李兴生. 中国部分清洁地区大气中 N_2O 的浓度. 气象学报, 1997, **55**(3): 363 ~ 371.

- 10 Tanake M, Nakazawa T, Aoki S. Time and space variations of tropospheric carbon dioxide over Japan. *Tellus*, 1987, **39B**: 3 ~ 12.
- 11 王庚辰, 温玉璞, 熊效振, 等. 我国温室气体大气背景浓度监测站建设. 见: 王庚辰, 温玉璞主编. 温室气体浓度的排放监测及相关过程. 北京: 中国环境科学出版社, 1996. 16 ~ 23.
- 12 王木林, 李兴生, 程红兵. 大气本底监测站 CH₄, CO₂ 和 CO 浓度的初步分析. 见: 李兴生主编. 我国大陆和西太平洋地区大气痕量气体及其他化学物质的监测研究. 北京: 气象出版社, 1986. 172 ~ 185.
- 13 Steele L P, Fraser P J, Rasmussen R A, et al. The global distribution of methane in the troposphere. *J. Atmos. Chem.*, 1987, **5**(2): 125 ~ 171.
- 14 WMO. WMO WDCGG Data Report. Japan Meteorological Agency and WMO, September 2000 WDCGG, No.23. 28 ~ 300.
- 15 WMO. WMO WDCGG Data Report. Japan Meteorological Agency and WMO, March 2000 WDCGG, No.21. 196 ~ 205.

BACKGROUND CONCENTRATION OF ATMOSPHERIC CO₂, CH₄ AND N₂O AT MT. WALIGUAN AND XINGLONG IN CHINA

Cheng Hongbing¹⁾ Wang Mulin¹⁾ Wen Yupu¹⁾ Wang Gengchen²⁾

¹⁾ (Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

²⁾ (Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

Abstract

In order to study the characteristics of regional distribution and variation of greenhouse gases, including CO₂, CH₄ and N₂O on the China continent and their relationships with human activities, the variations of atmospheric concentrations of CO₂, CH₄ and N₂O were measured at China Atmosphere Watch Baseline Observatory at Mt. Waliguan (36°18' N, 100°54' E, 3810 m) and at Astronomical Observatory at Xinglong (40°24' N, 117°30' E, 940 m) during the period of 1995 to 2000 with stainless steel sampling canisters by means of the gas chromatographic method. The results show that the average atmospheric concentrations of CO₂, CH₄ and N₂O at both Xinglong and Mt. Waliguan are 376.7×10^{-6} and 373.5×10^{-6} , 1886×10^{-9} and 1831×10^{-9} , 316.7×10^{-9} and 314.9×10^{-9} , respectively. From 1995 to 2000, the average annual increments of CO₂, CH₄ and N₂O at Xinglong are 1.95×10^{-6} mol/mol, 9.02×10^{-9} mol/mol, and 0.75×10^{-9} mol/mol, respectively. The average annual increments of CO₂, CH₄ and N₂O at Mt. Waliguan are 1.41×10^{-6} mol/mol, 9.95×10^{-9} mol/mol and 0.82×10^{-9} mol/mol respectively. The atmospheric concentrations of CO₂, CH₄ and N₂O and the average annual growth rates are closed to the monitoring results from the similar global observatories. On the other hand, the results reveal the difference of the environmental background between Xinglong and Mt. Waliguan to some extent.

Key words: Gas chromatography Greenhouse gases Background concentration Annual mean growth rate