科学通报 2010 年 第 55 卷 第 30 期: 2953 ~ 2960
论 文 www.scichina.com csb.scichina.com
《中国科学》杂志社
SCIENCE CHINA PRESS

卫星遥感监测中国地区对流层二氧化碳时空变化特征分析

白文广[①], 张兴赢[①②*], 张鹏[①]

① 中国气象局国家卫星气象中心, 遥感卫星辐射测量和定标重点实验室, 北京 100081;
② 中国科学院大气物理研究所, 大气边界层物理和大气化学国家重点实验室, 北京 100029
* 联系人, E-mail: zxy@cma.gov.cn

2010-03-29 收稿, 2010-08-24 接受
国家自然科学基金(40905056)、大气边界层物理和大气化学国家重点实验室基金(LAPC-KF-2008-11)、国家科技支撑计划重点项目(2008BAC34B04-2)和国家重点基础研究发展计划(2005CB422202, 2006CB403702)资助

摘要 利用北半球 5 个地面本底站和飞机观测 CO_2 浓度对 AIRS(atmospheric infrared sounder)反演得到的对流层中层 CO_2 产品进行验证, 结果显示 AIRS 反演结果与地面观测和飞机观测结果一致性较好, 月平均偏差小于 3 ppmv, 可以用于分析研究对流层 CO_2 的时空分布特征. 利用 AIRS 近 6 年观测数据(2003 年 1 月~2008 年 12 月)分析研究显示: 北半球是 CO_2 的高值区, 且呈逐年增长态势. 其中, 中国地区的年增长率约为 2 ppmv, 与美国、欧洲、澳大利亚、印度等地区相当, 略低于加拿大和俄罗斯. 由于自然条件和工业布局的影响, 中国地区对流层 CO_2 总体呈现北高南低的分布规律, 在 35°~45°N 形成 4 个高值中心, 云南地区为 CO_2 低值分布区. 中国区域对流层 CO_2 季节变化特征显著, 高值出现在春季, 低值出现在秋季.

关键词
对流层 CO_2
卫星遥感
地基验证
时空分布
季节变化

二氧化碳(CO_2)是一种重要的温室气体, 在地球气候的形成和气候变迁中起着重要作用[1]. 其主要源有海洋释放、生物呼吸、化石燃料燃烧、土地利用变化等, 陆地生态系统光合作用、海洋呼吸、碳沉积等是大气中 CO_2 的重要汇[2,3]. 自工业革命以来, 由于人类活动特别是大量化石燃料和森林破坏的影响, 大气中 CO_2 增长了约 35%[4], 给全球气候、生态、经济等各方面造成很大影响, 受到普遍关注[5~7].

世界气象组织(WMO)联合美国国家海洋大气管理局(NOAA)、加拿大气象局(MSC)、日本国立环境研究所(NIES)等在世界各地建立了很多大气 CO_2 观测本底站, 用于监测 CO_2 时空变化[8,9]. 其中美国 Mauna Loa 观测站自 1958 年开始近 50 年的监测结果显示大气中 CO_2 的持续增长[10]. 我国在温室气体的本底观测工作起步较晚, 20 世纪 80 年代以后, 中国气象局在青海瓦里关、北京上甸子、浙江临安和黑龙江龙凤山建立了大气本底站, 陆续开始温室气体采样工作, 得到中国几个典型区域大气 CO_2 本地浓度变化特征[11~15], 具有非常重要的科学意义. 但一方面由于传统的地面观测受到站点数量和分布的限制, 很难用于中国区域空间分布特征的研究, 另一方面这些观测站都位于近地面层, 到目前为止, 人们对中国区域对流层中层(500 hPa 左右)CO_2 时空分布变化特征缺乏认识. 对流层中层 CO_2 浓度的变化主要与大气复杂交换、混合有关, 开展对流层中层 CO_2 分布以及变化特征研究对分析全球 CO_2 输送、全球碳循环以及人类活动影响大气 CO_2 浓度分布有重要意义.

卫星遥感的方法, 可以提供稳定、长时间序列、广空间区域、地面或高空三维的大气成分信息[16]. 搭载于美国 Aqua 卫星上的 AIRS 仪器, 通过对红外光谱的探测, 可以用于对流层中层 CO_2 信息提取[17~20].

英文版见: Bai W G, Zhang X Y, Zhang P. Temporal and distribution of tropospheric CO_2 over China based on satellite observation. Chinese Sci Bull, 2010, 55, doi: 10.1007/s11434-010-4182-4

本文将利用 AIRS 多年 CO_2 产品给出中国区域对流层中层 CO_2 浓度研究结果, 分析其浓度变化趋势、季节、区域变化特征.

1 数据介绍

本文涉及的卫星数据来自美国宇航局(NASA) AIRS 官方反演的对流层中层(500 hPa)左右一段气柱内的 CO_2 体积混合比产品. AIRS 在 3.74~15.4 μm 红外谱段有 2378 个通道, 具有较高光谱分辨率和信噪比, 可以用于包括温度、水汽廓线、对流层中层 CO_2 等多种大气参数的反演, 其星下点分辨率为 13 km. 有关 AIRS 对流层中层 CO_2 混合比产品的反演算法以及地面验证工作和误差分析, 已经有很多的研究结果[17~19]. 本文数据来自 GES DISC (Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center)网站(http://airs.jpl.nasa.gov/AIRS_CO2_Data/)的 2°×2.5°网格数据, 该产品在有云情况下采用晴空辐射订正方法进行处理, 对于 CO_2 反演结果的质量控制采用了临近视场反演结果均方根误差值进行控制, 详细介绍参见文献[21].

本文中使用的 5 个全球本底观测站 CO_2 数据和飞机观测数据来自 WMO WDCGG(World Data Centre for Greenhouse Gases) 网站 (http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg/wd cgg.html). 其中所使用的观测站数据中, Assekrem, Mauna Loa, Niwot Ridge 和瓦里关 4 个站的观测数据采用 Flask 瓶方式进行采集, Plateau Rosa 观测站采用连续抽样进行采集, 有关全球本底站数据的测量方法和质量控制可以参见文献[15]. 飞机观测数据来自 CONTRAIL (Comprehensive Observation Network for TRace gases by AIrLiner)项目[22].

2 结果与讨论

2.1 AIRS CO_2 产品地基验证

由于 CO_2 在对流层垂直分布的均一性, 结合卫星遥感的敏感高度, AIRS 的产品选择反演了 500 hPa (5~6 km)高度的混合比, 来代表整个对流层的 CO_2 混合比. 为了证明该卫星产品确实可以真实反映对流层 CO_2 的浓度, 文中选择北半球中、高纬度海拔 2700 m 以上的 5 个本底观测站 2003 年 1 月~2008 年 12 月月平均数据与对应的 AIRS 观测结果比较. 地面观测结果与 AIRS 反演结果显示了很好的一致性(图 1). 表 1 列出了这 6 年的本底观测和卫星反演数据平均偏差、月均标准差、相关系数、年均增长率, 结果显示各观测站观测与 AIRS 反演结果相关系数均高于 0.77, 5 个观测站结果与 AIRS 产品偏差约为 0.62 ppmv, 且月平均偏差的标准差小于 3.0 ppmv(1 ppmv=1 μL/L, 下同). 2003~2008 年地面观测结果显示平均年增长率约为 1.98 ppmv/a, 相应卫星反演结果显示年增长率约为 2.08 ppmv/a, 与地面观测增长趋势一致, 偏差小于 1.5%.

为了进一步验证 AIRS 产品的定量结果, 本文利用 CONTRAIL 项目的飞机观测结果对 AIRS 产品进行验证. CONTRAIL 项目飞机高度 10 km 左右, 每月观测 2~3 次, 观测时间一般在 3~8 点, 观测期间约 0.5 h 采样 1 次. 文中提取了 2003 年 1 月~2007 年 12 月飞机在((147.5±5)°E, (10±6)°N)和((147.5±5)°E, (24±6)°N)两个地区的月平均观测结果与 AIRS (对应区域 5°×7°网格数据的平均值)反演结果比较, 结果如图 2. 在两个区域飞机观测和 AIRS 反演结果月平均偏差分别为(0.025±1.343)和(0.418 ±1.393) ppmv, 与 AIRS 官方验证精度(1.5~2 ppmv)基本一致(http://airs.jpl.nasa.gov/AIRS_CO2_Data/About_AIRS_CO2_Data/, 2010, 3). 并且飞机观测结果与 AIRS 反演结果一致性较好, 相关性都高于 0.9, 反映

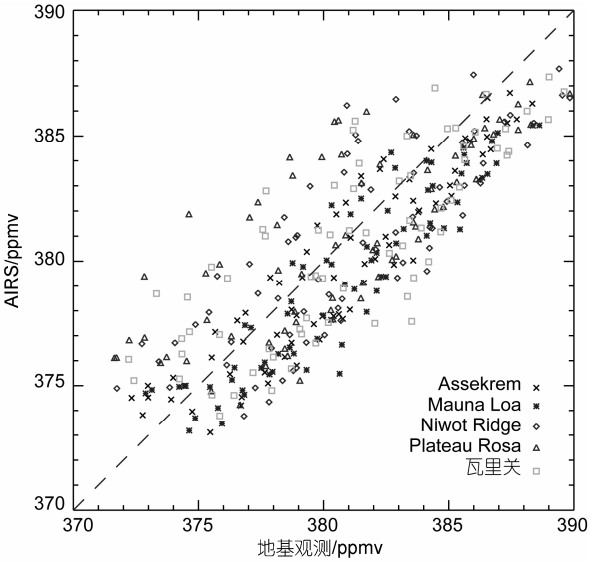


图 1 2003~2008 年 5 个本底站观测月平均 CO_2 混合比与 AIRS 反演结果比较

AIRS 反演结果是对应站点经纬度所在网格为中心的 3°×3°网格数据平均

表 1　2003 年 1 月~2008 年 12 月本底站观测与 AIRS 反演结果比较

	本底站位置			年增长率/ppmv·a^{-1}		均值/ppmv		均差/ppmv	月均标准差/ppmv	月均 R
	纬度	经度	高度/m	本底	卫星	本底	卫星			
Assekrem	23.27°	5.63°	2710	1.995	2.076	380.734	379.822	0.912	1.609	0.922
Mauna Loa	19.54°	−155.58°	3397	1.992	2.034	380.786	379.286	1.500	1.598	0.915
Niwot Ridge	40.05°	−105.59°	3523	2.018	2.149	381.293	380.811	0.482	2.614	0.806
Plateau Rosa	45.93°	7.70°	3480	1.935	2.040	380.729	381.007	−0.278	2.976	0.771
瓦里关	36.28°	100.9°	3810	1.977	2.100	381.209	380.730	0.479	2.692	0.806
平均				1.983	2.080	380.950	380.331	0.619	2.298	–

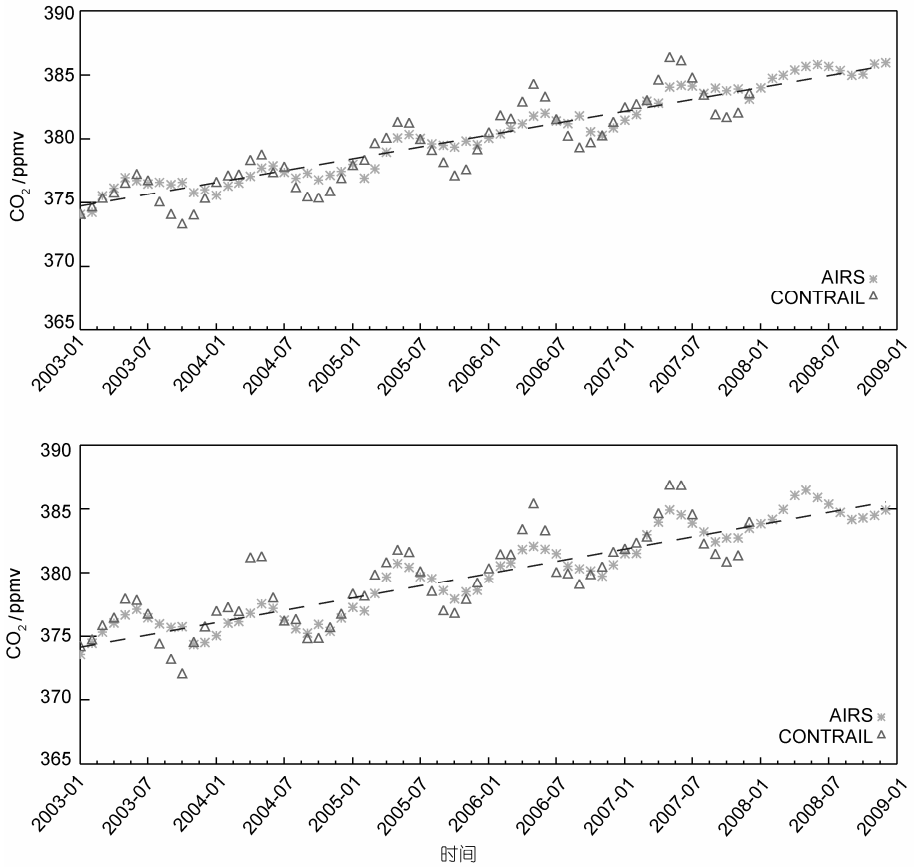


图 2　2003 年 1 月~2007 年 12 月 CONTRAIL 飞机观测月平均 CO_2 混合比与 AIRS 反演结果比较

了 CO_2 相同的季节波动和逐年增长规律, 年增长率约为 2 ppmv.

上述验证结果显示, AIRS 反演对流层 CO_2 结果与不同纬度带地面站观测以及飞机观测结果均具有很好的一致性, 总体月平均偏差小于 3 ppmv, 而与 CO_2 混合比的季节波动约为 5 ppmv[18], 可见 AIRS 反演结果可以很好地捕捉到 CO_2 季节波动特征. 同时 AIRS 反演结果得到的 CO_2 年增长率 2 ppmv 与地面观测基本相同, 能够很好地捕捉 CO_2 年际变化规律. 国外的相关验证结果[17~19]也证明 AIRS 的 CO_2 反演结果具备了反映对流层大气真实 CO_2 分布和变化的能力. 图 2 中可以看到飞机观测的季节波动要比卫星观测大, 主要原因在于 AIRS 数据为对应区域 5°×7°网格数据的平均值, 相对于地面或者飞机的定点观测, 覆盖区域要大得多, 因此其平均值波动比较小.

2.2 全球对流层 CO_2 时空分布

图 3 展示了 AIRS 反演的多年全球对流层平均 CO_2 分布. 结果显示北半球 CO_2 浓度高于南半球, 高值区域主要集中在 30°~60°N 中国北部、欧洲、美国中部、加拿大东南部、阿拉斯加附近海域等地区, 形成北半球中高纬度 CO_2 高值带. 与该纬度带人类活动频繁[1]和大气环流造成的长距离输送有密切关系[17]. 15°S~15°N 大西洋区域是全球 CO_2 低值中心, 向东延伸到非洲南部, 向西一直延伸到南美洲西部太平洋海域, 形成南半球低纬 CO_2 低值带.

针对全球人类活动影响较大的几个地区, 研究结果显示 7 个地区对流层 CO_2 浓度均呈逐年增长趋势, 且浓度水平相当, 约为 380 ppmv(见表 2). 线性拟合得到的几个区域年增长率来看, 俄罗斯最高(2.320 ppmv/a), 其次是加拿大(2.257 ppmv/a)和美国(2.114 ppmv/a), 中国和其他几个地区平均年增长率均小于 2.100 ppmv/a. 不同地区季节波动有所不同, 分析几个地区季节波动和月平均方差可见俄罗斯、加拿大季节波动比较明显, 位于南半球的澳大利亚最不明显, 可能与地区所在的纬度带大气环流特征不同有关. AIRS 观测得到的对流层 CO_2 浓度是经过大气充分混合的结果, 只能显示各个地区大气中 CO_2 的浓度状态, 并不能够很好地揭示人类或者自然 CO_2 源排放的特征. 要提升卫星对源排放的监测能力, 需要利用对近地面观测敏感的近红外通道, 同时要提高仪器的光谱分辨能力和仪器信噪比, 2009 年 1 月 23 日发射成功的日本温室气体观测卫星(Greenhouse gases Observing Satellite, GOSAT)初步具备了上述能力, 目前还初步在轨测试阶段, 还没有系统成熟的监测产品. 2009 年发射失败的美国碳卫星(Orbiting

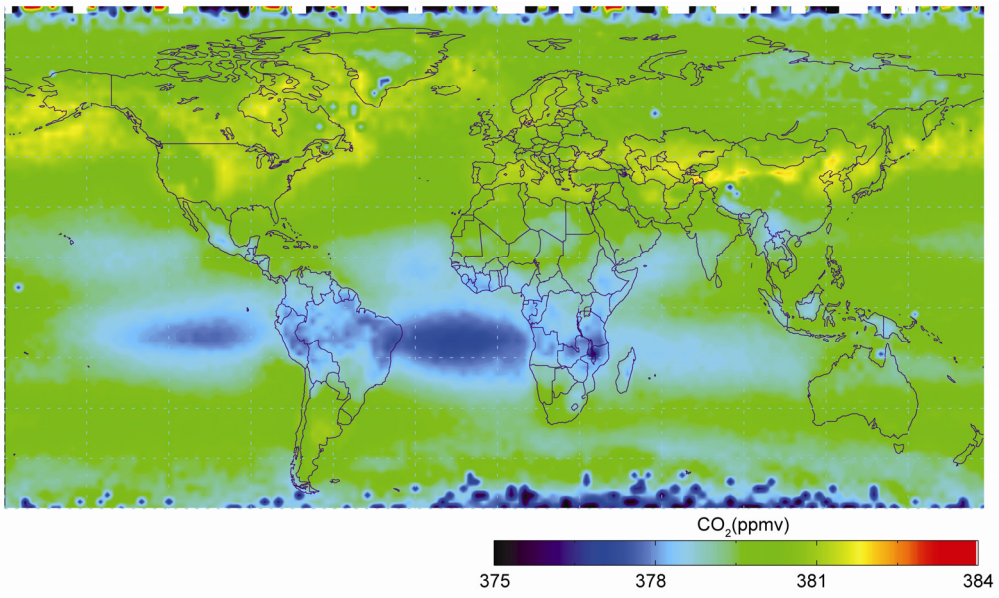


图 3 2003 年 1 月~2008 年 12 月全球对流层中层 CO_2 平均浓度分布

表 2 2003~2008 年典型国家地区的 CO_2 浓度变化统计

	区域		平均值/ppmv	月均方差/ppmv	平均年增长率/ppmv·a^{-1}	季节波动/ppmv
	经度	纬度				
美国	122.5°~72.5°W	33°~48°N	381.003	3.759	2.114	3.692
加拿大	130°~90°W	50°~65°N	381.042	4.211	2.257	7.718
中国	90°~120°E	22°~42°N	380.357	3.745	2.094	4.062
俄罗斯	45°~135°E	56°~70°N	380.044	4.764	2.320	10.988
澳大利亚	120°~150°E	30°~20°S	379.831	3.710	2.092	2.874
欧洲	0°~30°E	40°~60°N	381.001	3.819	2.097	5.018
印度	72.5°~85°E	14°~30°N	379.699	3.630	2.033	2.942

Carbon Observatory, OCO)主要设计用于大气中 CO_2 探测, 通过高信噪比、高光谱分辨率近红外波段(1.6 和 2.06 μm)以及 O_2 吸收波段(0.76 μm)的探测可以进行 CO_2 以及 XCO_2(CO_2 干空气摩尔分数)的反演, 有利于对大气中 CO_2 源、汇信息捕捉.

2.3 中国对流层 CO_2 时空分布

图 4 展示中国区域对流层中层 CO_2 多年平均分布. 结果显示, 中国区域对流层中层 CO_2 分布总体上呈现北高南低的分布特征, 高值区集中在 35°~45°N, 与化学模式模拟全球此纬度带为 CO_2 高值一致[17]. 同时在高值区形成东北平原、内蒙古西部、塔克拉玛干沙漠和塔里木盆地 4 个高值中心. 其中东北平原高值中心对应人口密集, 工农业活动水平比较高的地区, 一方面由于许多重工企业和取暖的需求而存在大量人为化石燃料的燃烧, 造成大量 CO_2 排放; 另一方面该地区主要被农田覆盖, 特别是到冬季后温度较低农作物无法生长, 对于 CO_2 的消耗较少, 有利于 CO_2 积累, 易形成高值中心. 内蒙古西部、塔克拉玛干沙漠和塔里木盆地处于旱气候区, 地表多为沙漠、戈壁, 植物稀少从而易形成 CO_2 高值分布. 造成我国 35°~45°N 地区 CO_2 高值分布特征除与地表 CO_2 源、汇有关外, 大气输送也是影响该地区 CO_2 分布的主要原因, 与 500 hPa 多年平均的等位势高度场(图中虚线所示, 风场大致平行于等位势高度线, 数据来自 NCEP 再分析资料)比较, 可以发现 CO_2 高值区域大致沿等位势高度线分布, 与北半球中高纬度大气输送密切联系[17]. 与我国北部对流层中层 CO_2 高值区域形成鲜明对比的是 20°~30°N 云南地区, 该地区植被覆盖率较高, 生长茂盛, 四季常青, 且光照充足有利于 CO_2 的迅速消耗. 该地区属热带季风气候, 与海洋空气交换频繁, 形成明显的 CO_2 低值分布区. 有观测表明, 中国各地区的发展水平差异较大, 必然会导致人为大气中本底 CO_2 浓度值的区域差别[12], 而 AIRS 对流层中层 CO_2 反演结果没有发现此地区差异, 主要由于大气环流的影响, 对流层水平方向风速一般要远高于垂直方向, 即水平方向交换、混合作用占主导地位. 而卫星观测对流层中层 CO_2 浓度滞后于地面观测, 主要反映的是垂直方向的交换混合.

针对中国几个典型的地区: A (36°~48°N, 117.5°~127.5°E, 东北地区)、B (38°~44°N, 82.5°~110°E, 西北地区)、C (24°~32°N, 100°~120°E, 东南地区)(见图 4), 研究结果显示: 3 个区域季节波动一致, 其中东南地区季节波动小于东北、西北地区(见图 5). 3 个区域都呈现显著的逐年上升趋势, 增长速率略有差异, 年平均线性拟合结果得到平均年增长率分别为 2.215, 2.160, 2.092 ppmv/a, 稍大于我国科学家在青海瓦里关本底站的观测得到的年增长率结果[12,14,15]. 需要指出的是, 由于 AIRS 观测目前只有 6 年的数据, 因此在趋势分析上存在一定的不确定性, 目前的趋势变

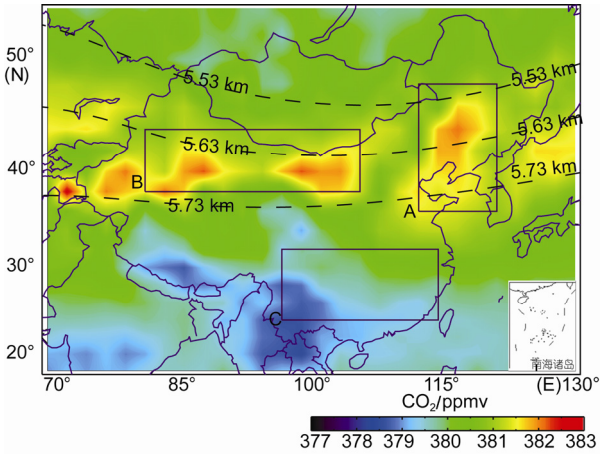


图 4 2003 年 1 月~2008 年 12 月中国区域对流层中层 CO_2 平均浓度分布

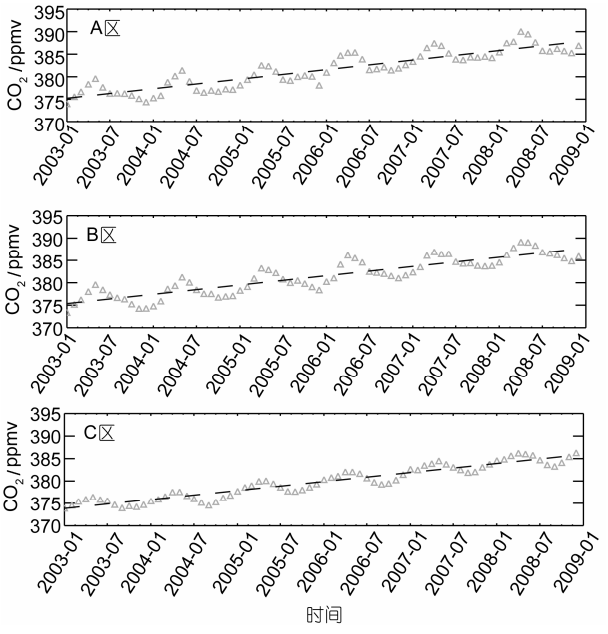


图 5 2003 年 1 月~2008 年 12 月对流层 CO_2 月平均变化

化仅能代表近 6 年的初步结论.

2.4 对流层中层 CO_2 季节变化特征

受季节气象特征的影响, 对流层中层 CO_2 浓度呈现明显季节变化, 图 6 展示了中国区域对流层中层 CO_2 浓度的平均季节变化(春季, 3~5 月; 夏季, 6~8 月; 秋季, 9~11 月; 冬季, 12~来年 2 月). 北半球大气 CO_2 明显的季节变化与 CO_2 在大气和地球生物圈间的交换密切关联[23], 春季植物和土壤的呼吸作用强烈而植物光合作用相对较弱, 同时春季我国中高纬度 500 hPa 高度盛行西偏北风, 风场较强, 有利于中高纬度 CO_2 向低纬度地区输送, 成为 CO_2 浓度最高的季节, 与我国本底观测结论一致[12,15]. 到夏季植物光合作用强烈, 且夏季北半球中高纬度急流活动频繁, 水平风场相对较弱, 有利于对流层中层 CO_2 垂直输送[17], 导致夏季对流层中层 CO_2 浓度普遍降低. 秋季是中国区域对流层中层 CO_2 浓度最低的季节, 而我国瓦里关观测结果显示 CO_2 浓度最低季节为夏季[12,15], 图 7 展示了 AIRS 反演和地面观测 CO_2 浓度的时间变

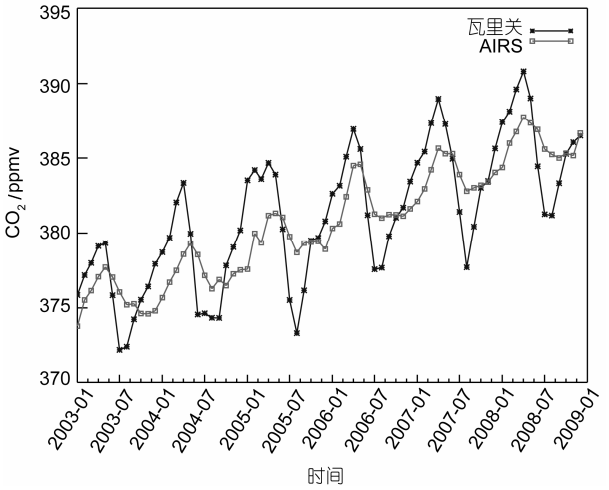


图 7 瓦里关地区地面观测结果与卫星观测结果变化特征

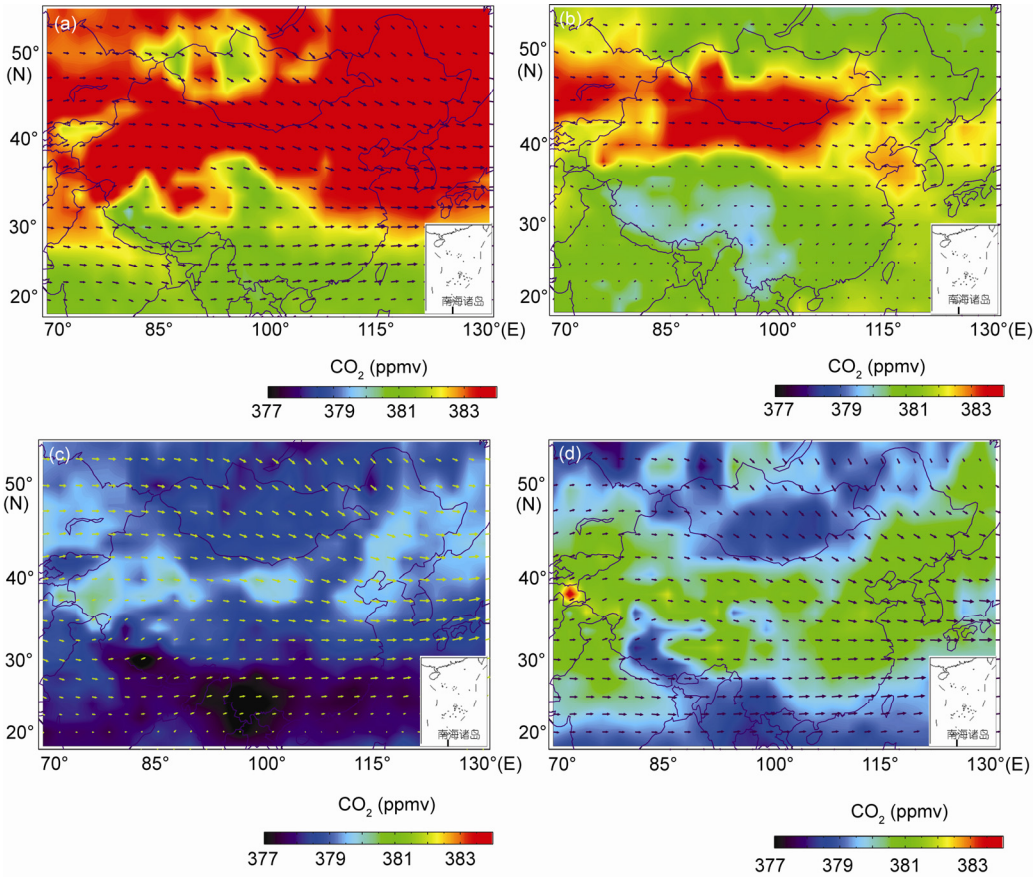


图 6 中国地区对流层中层 CO_2 季节变化分布特征

箭头为 500 hPa 多年季节平均风场, 数据来自 NCEP 再分析资料. (a) 春季; (b) 夏季; (c) 秋季; (d) 冬季

化特征, 二者最高值都出现在 4 和 5 月份, 到夏季的 6 和 7 月份, 植物光合作用强烈地面观测 CO_2 浓度迅速下降到最低值, 由于对流层底层和中层大气的混合需要一段时间, 从而卫星观测对流层中层 CO_2 浓度缓慢减少直到 9 和 10 月份下降到最低值, 滞后于地面观测[24,25]. 冬季相对于秋季, 随着北半球植物光合作用的减弱, 对流层中层 CO_2 浓度逐渐增长, 对春季出现的浓度最高值起积累作用.

3 结论

本文利用北半球中、高纬度的 5 个观测站地面观测和 CONTRAIL 项目中飞机观测得到的多年 CO_2 浓度月平均数据对 AIRS 反演对流层中层 CO_2 产品进行了验证; 并利用该卫星产品对对流层中层 CO_2 在中国区域的分布特征和长时间变化规律进行了初步研究, 得到如下结论:

(1) AIRS 对流层中层 CO_2 产品与地面观测和飞机观测结果一致性较好, 月平均偏差小于 3 ppmv, 能够很好地捕捉到 CO_2 季节变化特征. AIRS 观测结果的得到的 2003~2008 年对流层中层 CO_2 年增长率约为 2 ppmv, 与地面和飞机观测基本一致.

(2) 北半球是 CO_2 的高值区, 且呈逐年增长态势. 其中, 中国地区的年增长率约为 2 ppmv, 与美国、欧洲、澳大利亚、印度等地区相当, 略低于加拿大和俄罗斯. 考虑到 AIRS 观测年限较短, 得到的增长率结果仍有一定的不确定性, 需其他观测数据的支持.

(3) 中国区域对流层中层 CO_2 呈现北高南低的分布规律, 在 35°~45°N 形成 4 个高值中心, 云南地区为 CO_2 低值分布区.

(4) 中国区域对流层中层 CO_2 呈现明显的季节变化, 最高值出现在春季, 最低值出现在秋季.

参考文献

1 王明星. 大气化学. 北京: 气象出版社, 2005. 128—134
2 Gunter W D, Wong S, Cheel D B, et al. Large CO_2 sinks: Their role in the mitigation of greenhouse gases from an international, national (Canadian) and provincial (Alberta) perspective. Appl Energy, 1998, 61: 209—227
3 杨昕, 王明星. 陆面碳循环研究中若干问题的评述. 地球科学进展, 2000, 16: 427—435
4 National Oceanographic and Atmospheric Administration. “After two large annual gains, rate of atmospheric CO_2 increase returns to average”. NOAA News Online, 2005-03-31, Story 2412. http://www.noaanews.noaa.gov/stories2005/s2412.htm
5 International Panel on Climate Change. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2007
6 World Meteorological Organization. The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Using Global Observations through 2006. In: World Meteorological Organization, Greenhouse Gas Bulletin, 2007
7 Komhyr W D, Gammon R H, Harris T B, et al. Global atmospheric CO_2 distribution and variations from 1968-1982 NOAA/GMCC CO_2 flask sample data. J Geophys Res, 1985, 90: 5567—5596
8 Conway T J, Tans P P, Waterman L S, et al. Evidence for inter-annual variability of the carbon cycle from the NOAA/CMDL global air sampling network. J Geophys Res, 1994, 99: 22831—22855
9 World Meteorological Organization. 12th WMO/IAEA Meeting of experts on carbon dioxide concentration and related tracers measurement techniques. WMO GAW Report No. 161, 2005
10 Keeling C D. Atmospheric carbon dioxide variations at Mauna Loa observatory, Hawaii. Tellus, 1976, 28: 538—551
11 温玉璞, 汤洁, 邵志清, 等. 瓦里关大气二氧化碳浓度变化及地表排放影响的研究. 应用气象学报, 1997, 8: 129—136
12 王庚辰, 温玉璞, 孔琴心, 等. 中国大陆上空 CO_2 的本底浓度及其变化. 科学通报, 2002, 47: 780—783
13 周凌晞, 周秀骥, 张晓春, 等. 瓦里关温室气体本底研究的主要进展. 气象学报, 2007, 65: 458—468
14 刘立新, 周凌晞, 张晓春, 等. 我国 4 个国家级本底站大气 CO_2 浓度变化特征. 中国科学 D 辑: 地球科学, 2009, 39: 222—228
15 赵玉成, 温玉璞, 德力格尔, 等. 青海瓦里关大气 CO_2 本地浓度的变化特征. 中国环境科学, 2006, 26: 1—5
16 张兴赢, 张鹏, 方宗义, 等. 应用卫星遥感技术监测大气痕量气体的研究进展. 气象, 2007, 33: 1—14
17 Chahine M T, Chen L, Dimotakis P, et al. Satellite remote sounding of mid-tropospheric CO_2. Geophys Res Lett, 2008, 35: L12807, doi: 10.1029/2008GL035022
18 Chahine M C, Barnet E T, Olsen L, et al. On the determination of atmospheric minor gases by the method of vanishing partial derivatives with application to CO_2. Geophys Res Lett, 2005, 32: L22803, doi: 10.1029/2005GL024165
19 Maddy E S, Barnet C D, Goldberg M, et al. CO_2 retrievals from the Atmospheric Infrared Sounder: Methodology and validation. J Geophys Res, 2008, 113: D11301, doi: 10.1029/2007JD009402

20 Engelen R J, McNally A P. Estimating atmospheric CO_2 from advanced infrared satellite radiances within an operational four-dimensional variational (4D-Var) data assimilation system: Results and validation. J Geophys Res, 2005, 110: D18305, doi: 10.1029/2005JD005982
21 Edward T O. AIRS Version 5 Release Tropospheric CO_2 Products. 2009
22 Machida T, Matsueda H, Sawa Y. A new JAL project: CONTRAIL Comprehensive Observation Network for TRace gases by AIrLiner. IGAC Newslett, 2007, 37: 23—30
23 Dettinger M D, Ghil M. Seasonal and inter-annual variations of atmospheric CO_2 and climate. Tellus, 1998, 50B: 1—24
24 Gerbig C, Lin J C, Wofsy S C, et al. Toward con-straining regional-scale fluxes of CO_2 with atmospheric observations over a continent: 1. Observed spatial variability from airborne plat-forms. J Geophys Res, 2003, 108: 4756, doi: 10.1029/2002JD003018
25 Tiwari Y K, Gloor M, Engelen R J, et al. Comparing CO_2 retrieved from Atmospheric Infrared Sounder with model predictions: Implications for constraining surface fluxes and lower-to-upper troposphere transport. J Geophys Res, 2006, 111: D17106, doi: 10.1029/2005JD006681

·动 态·

2010 热带生物多样性国际会议: 粮食、能源和气候危机

热带生物与保护学会(Association for Tropical Biology and Conservation, ATBC)创立于 1963 年, 是世界上最大的致力于促进热带生物和保护工作的专业学术团体, 以促进和鼓励工作在热带环境下的生物学家们进行科学研究和思想交流为宗旨. ATBC 出版国际著名的生物学期刊 Biotropica(http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1744-7429), 其会员遍布世界上 100 多个国家和地区. 从 2001 年开始, ATBC 每年都在不同的地方举办会议, 其中 2006 年在中国昆明举办, 2010 年在印度尼西亚的巴厘岛举行(http://atbc2010.org/index.html), 为期 5 天(7 月 19~23 日), 大会主题是 Tropical Biodiversity: Surviving the Food, Energy and Climate Crisis. 下一届会议将在非洲国家坦桑尼亚举行(http://www.atbc-scbafrica2011.org/home/).

本次会议主办方是印度尼西亚科学院和印度尼西亚大学, 协办方是哈佛大学阿诺德树木园(The Arnold Arboretum of Harvard University)等 10 多家机构, 吸引了世界各地近千名科研人员参与. 本次大会还吸引了当地政府、企业界和普通公众的极大关注, 其中印尼副总统亲临会场并为大会致辞, 有 10 多家企业和社会团体提供了赞助. 大会专题涵盖了当前主流的科学研究领域, 包括生物多样性保护、进化生物学、陆地生态系统、人与自然的相互作用、动物类群、动植物交互作用、海洋生物学、微生物学、生物保护的教育与管理等. 大会以口头宣讲和墙报展示两种方式进行, 其中口头宣讲包含特约主题报告和专题报告两类, 以美国科学院院士 Michael Donoghue 教授为代表的 4 位嘉宾分别作了特约主题报告, 还有 400 多位与会者作了专题报告; 有 100 多位与会者展示了墙报, 另有 30 多份海报以在线资源的形式供全世界的科研人员参考(http://atbc2010.org/html/posters.html). 中国科学院华南植物园、中国科学院西双版纳热带植物园、中山大学、香港及台湾地区等多家科研单位和高校的 30 多名科研人员和学生赴印度尼西亚参加了本次大会, 并为大会提供了 10 多项代表群落生态学、入侵植物研究以及动植物协同作用等研究方向的最新成果, 而且以海报或者专题的形式向学术界做了报告. 此次会议的成功举办, 给全世界从事热带生物研究的科学家们提供了展示其研究成果的平台, 增进了学术思想交流的机会, 注入了多学科交叉发展的动力; 同时也为当地政府和其他热带国家解决粮食、能源和气候危机提供了可靠的理论依据和科学的指导方法.

裴男才, 葛学军
中国科学院华南植物园,
中国科学院植物资源保护与可持续利用重点实验室