

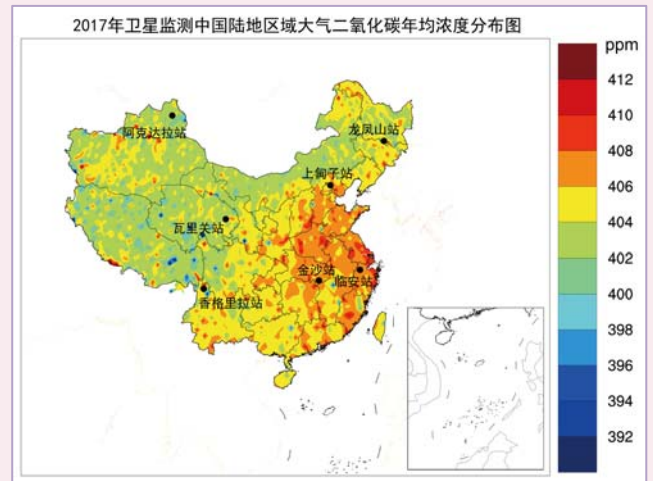
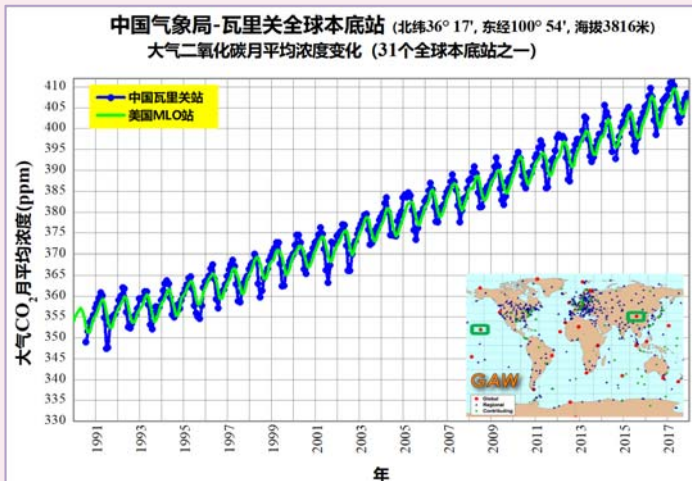


中国温室气体公报

截至 2017 年底之前我国和全球大气温室气体观测结果

第 7 期，2018 年 12 月

中国气象局气候变化中心



自二十世纪 90 年代开始，中国气象局首先在青海瓦里关站开展温室气体观测。该站是 WMO/GAW 的 31 个全球大气本底观测站之一，也是目前欧亚大陆腹地唯一的大陆型全球本底站，随后陆续在北京上甸子、浙江临安、黑龙江龙凤山、云南香格里拉、湖北金沙和新疆阿克达拉等 6 个区域大气本底观测站开展温室气体的联网观测，分别代表京津冀、长三角、东北平原、云贵高原、江汉平原和北疆地区的大气本底特征。2016 年 12 月我国首颗全球二氧化碳监测科学实验卫星成功发射，也是全球第三颗大气二氧化碳监测卫星。左上图是 1990 年至 2017 年中国青海瓦里关站和北半球中纬度美国夏威夷冒纳罗亚 (Mauna Loa) 站大气 CO₂ 月平均浓度长期变化，右上图是 2017 年全年在轨运行的两颗卫星监测得到的 2017 年中国陆地区域大气 CO₂ 年平均分布图。

摘要

世界气象组织 (WMO) 于 2018 年 11 月 22 日发布的《WMO 温室气体公报 (2017 年) 第 14 期》显示，2017 年主要温室气体的全球大气年平均浓度达到新高，二氧化碳 (CO₂) 为 405.5 ± 0.1 ppm^[1]，甲烷 (CH₄) 为 1859 ± 2 ppb^[3]，氧化亚氮 (N₂O) 为 329.9 ± 0.1 ppb，分别为工业化前 (1750 年之前) 水平的 146%、257% 和 122%。

2017 年，对中国气象局青海瓦里关大气本底站 (以下简称瓦里关站) 的观测数据分析显示，大气 CO₂、CH₄ 和 N₂O 年平均浓度分别为 407.0 ± 0.2 ppm、 1912 ± 2 ppb、 330.3 ± 0.1 ppb，与北半球中纬度地区平均浓度大体相当，但都略高于

2017 年全球平均值。2016 年至 2017 年全球大气 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度的绝对增量分别为 2.2 ppm、7 ppb、0.9 ppb，瓦里关站分别为 2.6 ppm、5 ppb、0.6 ppb。过去 10 年全球大气 CO₂、CH₄ 和 N₂O 的年平均绝对增量分别为 2.24 ppm、6.9 ppb、0.93 ppb，同期瓦里关站分别为 2.28 ppm、7.0 ppb、0.92 ppb。

2017 年，6 个区域大气本底站的大气 CO₂、CH₄ 和 N₂O 浓度的月均值与 2016 年同期相比一般呈现增加，北京上甸子站、浙江临安站、黑龙江龙凤山站、云南香格里拉站、湖北金沙站和新疆阿克达拉站大气 CO₂ 年平均浓度分别为 416.0 ± 1.8 ppm、 419.5 ± 1.9 ppm、 415.6 ± 0.8 ppm、 404.8 ± 0.9 ppm、 412.3 ± 3.0 ppm 和 407.4 ± 2.9 ppm。2017 年，瓦里关站和北京上甸子站六氟化硫

(SF₆) 的年平均浓度分别为 9.40±0.11ppt^[4] 和 9.48±0.12ppt。

卫星监测显示：2017 年全球和中国陆地区域年平均大气 CO₂ 浓度分别达 402.2±2.8ppm 和

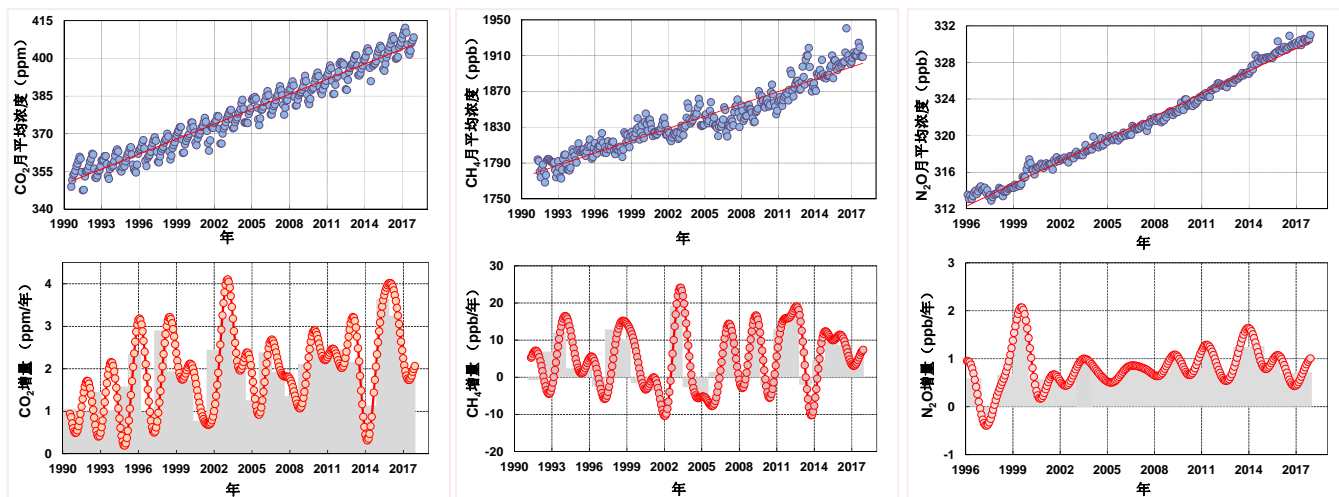
405.0±3.0ppm，相比 2016 年，增长 2.2ppm 和 2.6ppm，与过去 8 年（2010-2017）的全球和中国区域年平均绝对增量（2.2ppm 和 2.4ppm）基本持平。

综述

世界气象组织全球大气观测计划（WMO/GAW）负责协调温室气体的全球网络化观测和分析。截至目前，该观测网已包括 31 个全球本底站、400 余个区域本底站和 100 余个贡献站。中国气象局 4 个大气本底站（青海瓦里关、北京上甸子、浙江临安和黑龙江龙凤山）已列入 WMO/GAW 大气本底站系列，并按照 WMO/GAW 的观测规范和质量标准开展观测。青海瓦里关站的观测资料已进入温室气体世界数据中心（WDCGG）和全球数据库，用于全球温室气体公报，并用于 WMO、联合国环境规划署（UNEP）、政府间气候变化专门委员会（IPCC）等的多项科学评估。

下表为 2017 年 3 种主要长寿命温室气体的全球和瓦里关站的年平均浓度、过去 1 年的增量和过去 10 年的年平均增量。

	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	全球	瓦里关	全球	瓦里关	全球	瓦里关
2017 年的年平均浓度	405.5±0.1ppm	407.0±0.2ppm	1859±2ppb	1912±2ppb	329.9±0.1ppb	330.3±0.1ppb
2017 年相对于 1750 年的增长率	146%		257%		122%	
2016 年至 2017 年的绝对增量	2.2ppm	2.6ppm	7ppb	5ppb	0.9ppb	0.6ppb
2016 年至 2017 年的相对增量	0.55%	0.64%	0.38%	0.26%	0.27%	0.18%
过去 10 年的年平均绝对增量	2.24ppm	2.28ppm	6.9ppb	7.0ppb	0.93ppb	0.92ppb

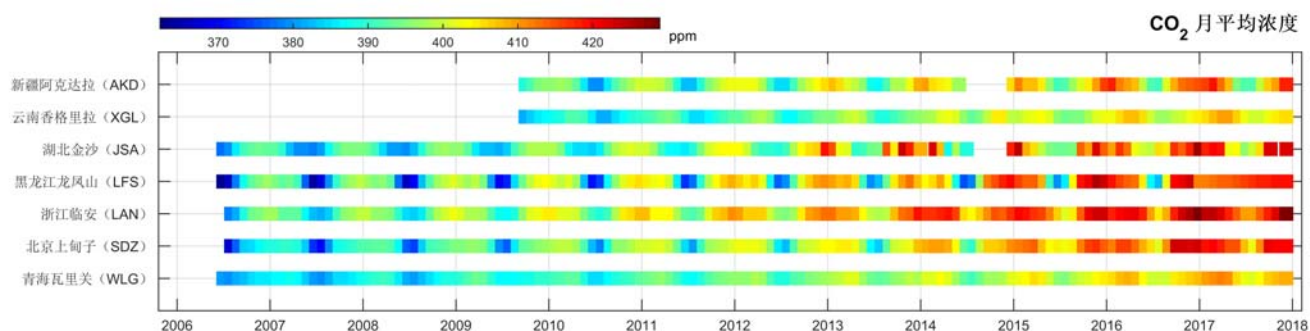


（上：1990 年以来青海瓦里关站大气 CO₂、CH₄、N₂O 浓度时间序列及趋势；下：1990 年以来青海瓦里关站 CO₂、CH₄、N₂O 增长率，灰色表示增长率年平均）

二氧化碳（CO₂）

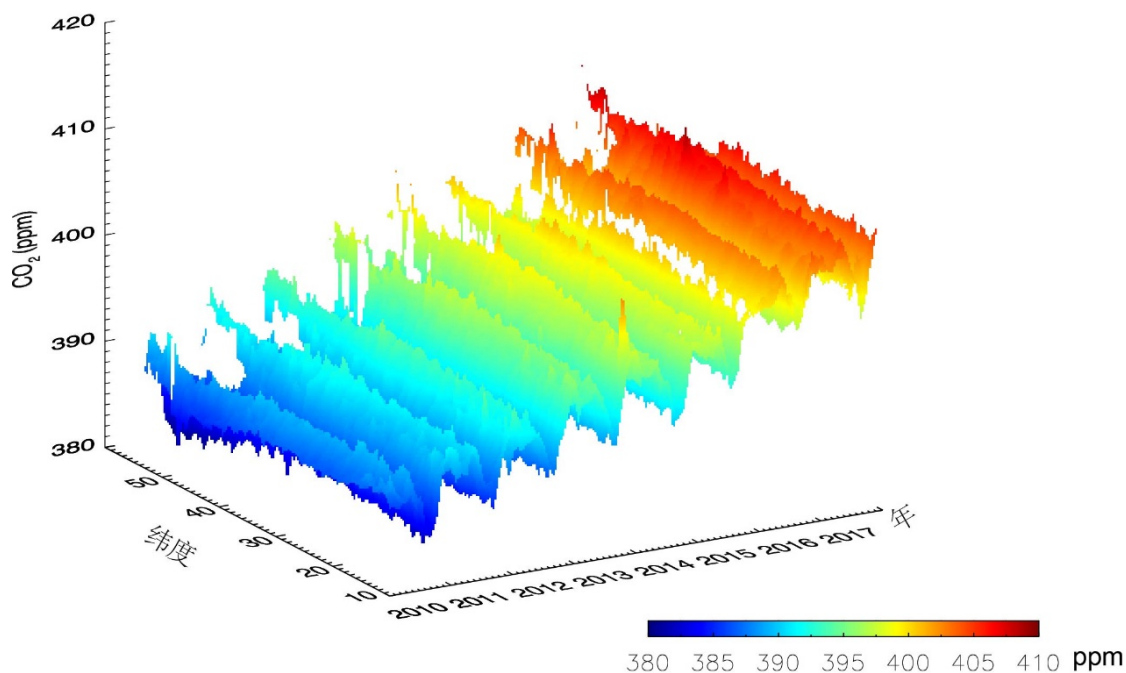
二氧化碳（CO₂）是影响地球辐射平衡的最主要的长寿命温室气体，在全部长寿命温室气体浓度升高所产生的总辐射强迫中的贡献率约为 66%^[5]。工业化前（1750 年之前）全球大气 CO₂ 平均浓度保持在 278ppm 左右，由于人类活动排放（化石及生物质燃料燃烧以及土地利用变化等）的影响，全球大气 CO₂ 浓度不断升高。2017 年全球和瓦里关站年平均 CO₂ 浓度分别达 405.5±0.1 和 407.0±0.2ppm，

过去 10 年的年平均绝对增量分别为 2.24ppm 和 2.28ppm。2017 年北京上甸子、浙江临安、黑龙江龙凤山、云南香格里拉、湖北金沙和新疆阿克达拉站大气 CO₂ 平均浓度分别为 416.0±1.8ppm、419.5±1.9ppm、415.6±0.8ppm、404.8±0.9ppm、412.3±3.0ppm 和 407.4±2.9ppm，月均值与 2016 年同期相比显著增加。



中国气象局7个大气本底站2006年至2017年CO₂月平均浓度

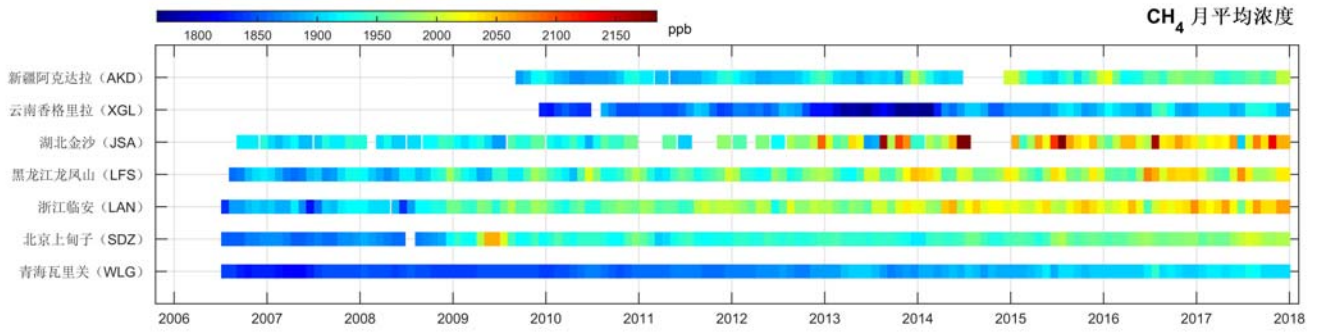
卫星监测显示：2017 年全球和中国区域年平均 CO₂ 浓度分别达 402.2±2.8ppm 和 405.0±3.0ppm，相比 2016 年，增长 2.2ppm 和 2.6ppm，与过去 8 年（2010-2017）的全球和中国区域年平均绝对增量（2.2ppm 和 2.4ppm）基本持平。2017 年我国华北地区、华东地区、华南地区、华中地区、东北地区、西部地区的 CO₂ 浓度分别达 404.0±2.7ppm、408.3±1.9ppm、406.1±2.0ppm、407.7±1.7ppm、403.5±2.7ppm、404.6±3.0ppm，其中华东、华南和华中地区的平均浓度超过全国平均值，华东浓度最高。



卫星监测中国陆地区域2010年至2017年大气CO₂在不同纬度带上的时间序列变化分布图

甲烷 (CH₄)

甲烷 (CH₄) 是影响地球辐射平衡的次要长寿命温室气体，在全部长寿命温室气体浓度增加所产生的总辐射强迫中的贡献率约为 17%。工业化前 (1750 年之前) 全球大气 CH₄ 平均浓度保持在 722ppb 左右，由于人类活动排放 (采矿泄漏、水稻种植、反刍动物饲养等)，全球大气 CH₄ 浓度不断升高。2017 年全球和瓦里关站大气 CH₄ 的平均浓度分别达 1859±2ppb 和 1912±2ppb，过去 10 年的年平均绝对增量分别为 6.8ppb 和 7.0ppb。



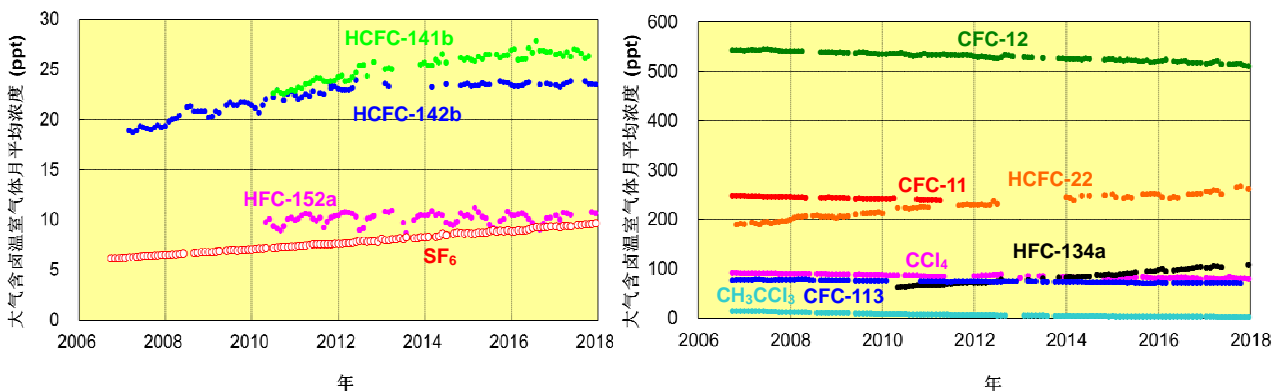
中国气象局7个大气本底站2006年至2017年CH₄月平均浓度

氧化亚氮 (N₂O)

氧化亚氮 (N₂O) 是影响地球辐射平衡的第三种主要长寿命温室气体，在全部长寿命温室气体浓度增加所产生的总辐射强迫中的贡献率约为6%。工业化前 (1750年之前) 全球大气N₂O平均浓度保持在270ppb左右，由于人类活动排放 (如农耕中的过度施肥等)，全球大气的N₂O浓度不断升高。中国气象局于1996年首先在瓦里关站开展N₂O的观测，至2009年逐步扩展为全部7个本底站开展N₂O的观测。2017年全球和瓦里关站的年均N₂O浓度分别达329.9±0.1ppb和330.3±0.1ppb，过去10年的年平均绝对增量分别为0.93ppb和0.92ppb。

含卤温室气体

含卤温室气体是分子中含有卤族元素 (氟、氯、溴等) 的一类温室气体，主要包括《京都议定书》限排的SF₆、PFCs、NF₃等及《蒙特利尔议定书》限排的CFCs、HCFCs等以及两个议定书共同限排的HFCs。含卤温室气体几乎完全由人工合成并排放 (用于制冷剂、发泡剂、喷雾剂、清洗剂、灭火剂、溶剂、绝缘材料等)，其大气浓度变化对全部长寿命温室气体辐射强迫的贡献率约为11%。中国气象局于1996年开始在瓦里关站开展SF₆观测，2006年开始在上甸子站开展含卤温室气体在线观测，2010年后陆续在7个大气本底站开展了采样观测。结果显示，我国进入禁排期的臭氧层耗损物质CFCs、CH₃CCl₃、CCl₄的大气本底浓度呈下降趋势，过渡替代物种HCFCs本底浓度停止上升或上升速度变慢、新替代物种HFCs浓度呈上升趋势。2017年瓦里关和上甸子站大气SF₆平均浓度分别为9.40±0.11ppt和9.48±0.12ppt，均为有观测以来的最高值。



上甸子站含卤温室气体月平均浓度

相关信息

本公报每年发布一期，基于溯源WMO国际标准的温室气体实测数据集，采用统一的方法及流程进行数据处理和质量控制，并将随着相应国际标准、方法和流程等改进，以及观测站增多和时间序列延续，进行定期修订和更新。卫星数据采用每年全球在轨运行的大气二氧化碳探测卫星业务系统提供的最新版本的科学数据进行制图和分析。

[1]不确定度：表示在68%置信度下的1倍标准偏差。

[2]ppm：干空气中每百万（ 10^6 ）个气体分子所含的该种气体分子数。

[3]ppb：干空气中每十亿（ 10^9 ）个气体分子所含的该种气体分子数。

[4]ppt：干空气中每万亿（ 10^{12} ）个气体分子所含的该种气体分子数。

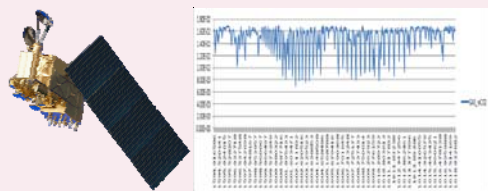
[5]自1750年以来所述温室气体浓度增长所形成的全球辐射强迫相对于同期全部长寿命温室气体浓度增长所形成的全球辐射强迫的比例。

联系单位

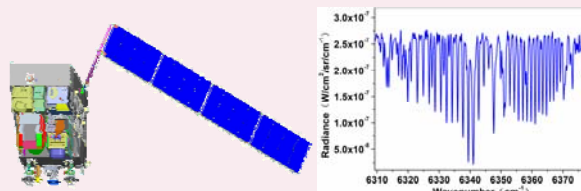
中国气象局气候变化中心	中国气象局气象探测中心	国家卫星气象中心
地址：北京市海淀区中关村南大街46号		
邮编：100081		
电话：010-68408152	电话：010-58993117	电话：010-68407020
E-mail: yuhq@cma.gov.cn	E-mail: fangsx@cma.gov.cn	E-mail: zxy@cma.gov.cn

中国在轨运行三颗全球大气二氧化碳观测卫星

2016年12月22日，我国首颗全球CO₂测科学实验卫星（TanSat）成功发射，这也是全球第三颗专门用于监测大气二氧化碳含量的卫星，2017年10月24日正式对全球用户开放中国碳卫星监测数据。2017年11月15日，我国风云三号气象卫星D星（FY-3D）发射成功，星上搭载了基于干涉光谱技术的温室气体探测载荷，2018年11月30日完成在轨测试交付使用。2018年5月9日，我国成功发射了第五颗高分卫星（GF-5），星上搭载了基于空间外差光谱技术的温室气体探测器，目前正在开展在轨测试。当前全球6颗具备温室气体探测能力的卫星在轨运行，中国的卫星3颗。



风云三号D星（FY-3D）及其温室气体载荷光谱图



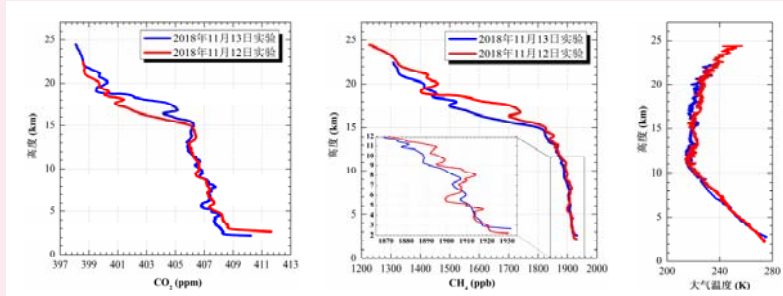
高分五号卫星（GF-5）及其温室气体监测光谱图

中国气象局开发原位采样温室气体廓线观测技术

2018年7月11日-15日，中国气象局气象探测中心在内蒙古锡林浩特国家观象站开展了我国首次原位采样温室气体廓线观测实验。11月10-15日，通过改进采样设备和分析方法，进一步提高观测精度和垂直分辨率，再次成功获得近地面至25千米高空的温室气体浓度廓线。此技术使中国气象局初步具有了天-空-地一体化温室气体观测能力。实验所得数据资料对于验证我国碳卫星观测数据，进一步提高碳源、碳汇估算精度具有重要意义。



原位采样温室气体廓线观测探空气球平台



原位采样温室气体廓线观测结果