



世界气象组织
全球大气监测

World Meteorological Organization
Global Atmosphere Watch

全球大气监测观测指南

Global Atmosphere Watch Measurements Guide

中国气象局监测网络司编译



气象出版社

世界气象组织
全球大气监测
World Meteorological Organization
Global Atmosphere Watch

全球大气监测观测指南

世界气象组织全球大气监测报告第 143 期
(世界气象组织 技术文件第 1073 期)

Global Atmosphere Watch Measurements Guide

WMO GAW Report No. 143 (WMO TD No. 1073)

中国气象局监测网络司 编译

汤 洁 温玉璞 王炳忠 等译

气象出版社

内 容 简 介

《全球大气监测观测指南》较系统地介绍了世界气象组织(WMO)全球大气监测(站网)计划的观测项目,阐述了各观测项目的重要意义,推荐了适用的测量技术和装备,并从站址环境,观测资料的分析、管理、应用以及必要的经费保障等方面提出了规范化要求,是全球大气本底观测业务的技术性文件,也是WMO各成员国参与全球大气监测计划,开展相关业务、科研和系统建设的技术依据。

本书可供从事大气环境观测的业务、管理和计划人员使用,也可作为大专院校和科研院所有关科技人员的参考资料。

Quanqiu Daqi Jiance Guance Zhinan 全球大气监测观测指南

中国气象局监测网络司 编译

责任编辑:俞卫平 终审:周诗健

封面设计:王伟 责任技编:吴庭芳 责任校对:张强

* * *

气象出版社 出版

(北京市海淀区中关村南大街46号 邮政编码:100081)

北京市燕南印刷厂印刷

* * *

新华书店总店北京发行所发行 全国各地新华书店经销

开本:787×1092 1/16 印张:6.0 字数:153千字

2003年1月第1版 2003年1月第1次印刷

印数:1~2000 定价:18.00元

ISBN 7-5029-3469-3/P·1233

序

20 世纪里出现的全球变暖、臭氧层耗减和酸雨等大气环境恶化，是 21 世纪内人类将继续面对的全球性大气环境问题。为了在全球范围内应对这些挑战，世界气象组织（WMO）于 1989 年在原来的全球大气本底污染监测网（BAPMoN）和全球臭氧监测网（GO₃OS）的基础上，实施了全球大气监测计划（GAW），其目的在于协调有关成员国的监测站网开展系统、可靠的观测，监测全球大气化学成分和相关物理特性的长期变化，为研究全球大气变化对气候、环境和生态系统的影响提供可靠的基础资料。迄今，该站网包括了 22 个全球大气本底监测站和近 400 个区域大气本底监测站。

中国气象局自 20 世纪 80 年代起，就开始了大气本底监测站和区域监测站相关业务的建设工作，并逐步将有关工作内容纳入到中国气象局的基本业务体系中，使之成为中国气象事业中颇具特色的领域之一。到目前为止，中国气象局已经建成了 1 个全球大气本底监测观象台和 3 个区域大气本底监测站，构成了我国大气本底监测网的基本框架。随着我国可持续发展战略的全面实施，以及社会、经济和科学技术的不断发展，国家各级政府和广大人民群众对气候变化和环境保护日益重视，社会各界对大气本底监测资料的需求越来越多，且要求越来越高，中国气象局大气本底监测工作的业务范围将进一步扩展，技术装备水平也将不断提高。

《全球大气监测观测指南》是一份非常有价值的技术文件，由 WMO 执委会专家组和大气科学委员会的环境污染与大气化学工作组的众多专家执笔，内容广泛，涵盖了温室气体、大气臭氧、大气气溶胶、化学活性气体、干湿沉降、大气放射性成分、太阳辐射等各相关观测要素，着重介绍当前的最新适用观测技术、观测质量管理和资料分析应用等方面的技术要求。

大气本底环境监测是 20 世纪 50 年代以后逐渐发展形成的，属大气探测领域的前沿，其技术有旺盛的社会需求，并在相关科技发展的带动下将日臻完善。《全球大气监测观测指南》的许多内容也在相当大的程度上，反映出当今大气环境

监测技术与资料应用的发展方向和趋势。相信《全球大气监测观测指南》中文版的出版，对于广大的科研工作者、技术人员和管理人员，迅速了解国际上大气本底监测技术和有关研究的最新进展是有益的，同时也将对中国气象局大气本底观测业务工作的提高发挥应有的作用。

译者均长期从事大气本底监测和研究工作，在该领域具有较丰富的经验，《全球大气监测观测指南》中文版的翻译出版，凝聚着这些同志的辛劳，在此谨向他们表示谢意。

秦大河

2002年12月

出版前言

世界气象组织（WMO）在 1989 年开始实施全球大气监测(GAW)计划后，于 1991 年编写出版了《全球大气监测指南》(Global Atmosphere Watch Guide)对 WMO 首次对全球大气监测计划的有关监测内容进行了概述。在 GAW 计划实施 10 余年之后，WMO 在 2000 年再次组织各个方面的专家对 1991 年版的《全球大气监测指南》进行全面的补充、修订，重新编写出《全球大气监测观测指南》(Global Atmosphere Watch Measurement Guide, 以下简称《指南》)，并于 2001 年底印刷出版。

WMO 出版《指南》的目的在于，介绍全球大气监测的观测项目，阐述各项观测的重要意义、站址要求、观测资料的应用和观测的经费需求，推荐适用的测量技术和装备，提出统一的数据报送、存档要求。《指南》是 WMO 为全球范围的 GAW 监测网提出的基本技术框架，是一份十分重要的指导性技术文件，因而也是各个成员国参与 GAW 监测计划，开展各种监测活动和站网建设的技术依据之一。2001 年版的《指南》较 1991 年版本有一些明显的变化。首先，对监测内容的介绍更加系统，更加注重适合在广大台站开展基础观测的内容。如：新版《指南》对气溶胶一章作了较大的改动，根据气溶胶气候效应研究的需要，重新安排了有关内容，新增了大气光学厚度一节；增加了干沉降的监测内容，与原来的降水化学部分一起成为大气沉降一章；增加了天然大气放射核素的观测内容，并独立成章；删去了部分目前尚无法在广大台站长期观测的内容，如大气氧含量和冰核的观测等。其次，新版《指南》中，对有关技术方法的介绍更加详尽，并在所有章节内增加了相应观测要素的质量保证和质量控制的内容，反映出全球大气监测重视观测质量的实施战略。新版《指南》还列出了专家联系人名单，以便有关人员从不同领域的专家那里获得更多的信息和建议。新版《指南》在篇幅上也有明显增加，文字超过原来版本的 1 倍多。

中国气象局的大气本底观测业务可以追溯到 20 世纪 80 年代。第一个区域大气本底监测站—北京上甸子大气本底污染监测站的建设和运行始于 1982 年，之

后，位于浙江临安的和位于黑龙江龙凤山的区域大气本底污染监测站相继建成并投入运行。1994 年又在青海瓦里关山建成了我国第一个全球大气本底基准观象台，使得我国的大气本底监测网初具规模。改革开放以来，我国社会经济的快速发展和可持续发展战略的全面实施，以及中国气象局提出的积极向气候领域拓展业务的要求，对我国的大气本底监测工作提出了更高的要求，大气本底监测的业务工作正面临着一个快速发展的极好机遇。为了促进这项基础业务工作的技术规范化和标准化，推进相关业务的发展，便于业务和管理人员掌握和了解 WMO 的有关技术要求和规范，我司组织有关专家编译了新版《指南》中译本。我们期待着新版《指南》的中译本能对从事大气本底观测及其业务工作的技术和管理人员有所裨益，能在他们的工作中发挥应有的作用，从而进一步促进我国相关业务的发展。

在《指南》编译、出版过程中有关专家和工作人员付出了辛勤的劳动，在此向参与翻译、编辑出版的各位专家和工作人员，表达真挚的感激和谢意。

中国气象局监测网络司

2002 年 12 月

译者的话

根据中国气象局监测网络司的安排，译者从 2001 年底开始着手翻译 WMO2001 年版的《全球大气监测观测指南》(Global Atmosphere Watch Measurement Guide, 以下简称为《指南》)。新版《指南》涉及专业领域十分广泛，有些技术内容属于当前大气化学和大气环境探测技术的前沿，有相当多的中文术语尚未形成，因此要想十分准确地用中文表达新版《指南》的所有内容，决非易事。尽管译者具有多年从事大气本底监测业务和科研工作的经验，但由于环境科学发展迅速，新技术、新设备、新名词层出不穷，在翻译过程中查阅了诸多相关文献，并请教了有关专家，对有关内容的译法进行讨论，仔细推敲，花费了数月的时间，才完成全部翻译工作。尽管如此，对个别术语翻译结果，仍觉得欠妥，只好存留原文而未译，并以此来求教于读者。译者在中文表述中本着“信达雅”的原则，力图使文字准确、通顺、易懂，但文中仍难免存在不当、生硬之处。译者在希冀《指南》中译本在对从事相关工作的科技、管理人员有所裨益的同时，也恳切地期待着读者对译本的建议和指正。

新版《指南》的原文中随处可见 ppm、ppb 和 ppt 等惯用单位。这些单位看似无量纲，但实际是两个同类物理量的比值(分数)，如体积、重量、摩尔等，当涉及气体时，一般多指摩尔分数或体积分数。我国自颁布施行国际单位制以来，这些单位常用 $\times 10^{-6}$ 、 $\times 10^{-9}$ 和 $\times 10^{-12}$ 表示。但是，这样的表达方式与科学计数的表达方式混同，既不能清晰地反映出该单位的物理含义，也不像是个单位。所以，在译文中，采用了下列表达方式，以体积比为例， $\mu\text{L}\cdot\text{L}^{-1}$ (L 为升)表示 ppm， $\text{nL}\cdot\text{L}^{-1}$ 表示 ppb， $\text{pL}\cdot\text{L}^{-1}$ 表示 ppt，摩尔、重量等单位类推。

原文各章节中，小标题的前后顺序互有不同，我们做了-致化处理，即前后顺序作了调整；另外，原文中个别标题的段落有所重复，我们做了删节。

参加新版《指南》编译工作的共计有 6 位同志，翻译工作分工是：第一章、第四章——汤洁，前言、附录——姚萍、汤洁，第二章——温玉璞、汤洁、郑向东，第三章——温玉璞，第五章——汤洁、朱厚玲，第六章——王炳忠，第

七章——汤洁、郑向东。汤洁、王炳忠、姚萍同志负责全书的审校和编译工作。

译者对中国气象局秦大河局长为本书作序、对监测网络司对《指南》中文版出版工作的支持、对 WMO 环境处的专家提供新版《指南》的电子版本，对在翻译过程中不吝赐教的有关专家等，谨表诚挚的感谢。

译者识于 2002 年 8 月

目 录

序	
出版前言	
译者的话	
1 简介	(1)
2 气体	(3)
2.1 温室气体	(3)
2.1.1 二氧化碳	(3)
2.1.2 甲烷	(6)
2.1.3 氟氟烃	(10)
2.1.4 氧化亚氮	(12)
2.2 臭氧	(15)
2.2.1 臭氧柱总量	(15)
2.2.2 臭氧探空	(19)
2.2.3 地面臭氧	(21)
2.3 反应性气体	(24)
2.3.1 一氧化碳	(24)
2.3.2 二氧化硫	(27)
2.3.3 氮氧化物	(30)
3 气溶胶和大气光学厚度	(34)
引言	(34)
3.1 气溶胶采样的综合考虑	(35)
3.2 气溶胶质量和化学	(37)
3.3 气溶胶辐射特性的现场测量	(40)
3.4 凝结核	(43)
3.5 云凝结核	(45)
3.6 气溶胶光学厚度	(47)
3.7 气溶胶激光雷达	(50)
4 大气沉降	(53)
4.1 湿沉降	(53)
4.2 干沉降	(55)
5 放射性物质	(59)
5.1 氡-222	(59)
5.2 氡-85	(61)
5.3 铅-210	(63)

5.4 铍-7	(65)
6 太阳辐射	(68)
6.1 太阳辐射测量 (直射、总日射和散射)	(68)
6.2 紫外辐射	(72)
7 其它	(76)
7.1 挥发性有机物	(76)
7.2 持久性有机污染物	(79)
7.3 重金属	(81)
7.4 气象要素	(83)
附录 A 世界气象组织秘书处	(85)
附录 B 互联网站址	(86)

1 简介

世界气象组织的全球大气监测 (Global Atmosphere Watch, GAW) 计划综合了许多监测和研究活动, 其中涉及对大气化学物理特性的测量。GAW 作为早期预警系统, 监测各种大气物质浓度的变化, 降水酸性、有毒物质和大气气溶胶的变化。1989 年 6 月世界气象组织执行委员会批准实施的 GAW 计划, 为全球监测活动及其数据评估提供了框架设计、标准、标定比对和数据收集系统。

以下是 GAW 计划的梗概。

目的	监测全球或区域尺度大气组成的长期演变, 评价其对气候变化和环境问题的贡献。
主要目标	协调和评估与气候变化有关的大气化学和相关物理参数的测量 (温室气体, 臭氧和气溶胶); 评估大气化学对环境的影响, 包括跨界污染和城市污染 (空气质量, 酸沉降, 平流层臭氧损耗和紫外辐射增加)。
要素	温室气体 (二氧化碳, 氟氯烃, 甲烷, 氧化亚氮, 对流层臭氧); 臭氧 (地面臭氧, 臭氧总量, 臭氧垂直分布的地基和卫星观测); 太阳辐射, 包括紫外辐射; 降水化学; 气溶胶化学和物理特性, 包括其光学厚度; 反应性气体 (一氧化碳, 二氧化硫, 氮氧化物, 挥发性有机物); 持久性有机污染物和重金属; 放射性物质 (氡-85, 氡-222, 铍-7, 铅-210); 气象要素。
站网	GAW 全球监测站: 共有 22 个站, 一般分布在偏远地区, 其大气污染物的本底浓度水平极低, 站址具有较大地理尺度的地域代表性, 对范围广泛的大气要素进行长达数十年以上的连续观测, 通常以与气候变化和平流层臭氧减少有关的要素为主; GAW 区域监测站: 近 400 个站, 代表较小尺度的地域范围, 但是不受近距离交通、工业和农业等污染源的影响; 观测数据主要应用于更具区域性的环境问题, 如酸沉降、微量气体和气溶胶的输送以及 UV-B 辐射等; 自愿联络站: 那些与 GAW 计划合作并向世界数据中心报送数据的观测站。
模式	推动污染物跨界输送、UV 传输、UV 指数计算和城市污染输送的大气模式的开发。
卫星	与测量大气痕量成分的卫星项目保持紧密的合作, 特别是测量臭氧和气溶胶的卫星。

活动	<p>GAW 计划通过以下活动贯彻执行：</p> <ul style="list-style-type: none"> 技术会议、工作会议、学术会议； 出版物，数据收集和评估； 重点面向发展中国家的培训和技术传授； 质量保证活动—仪器标定（校准）和国际比对； 对口协作关系。
支撑结构	<p>WMO 各成员国；</p> <p>WMO 秘书处；</p> <p>科学咨询组（Scientific Advisory Group, SAG），包括以下项目：</p> <ul style="list-style-type: none"> 气溶胶， 温室气体， 臭氧， 降水化学， UV 辐射， GAW 城市环境气象项目； <p>质量保证科学活动中心（Quality Assurance Scientific Activity Center, QA/SAC），包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> 德国 QA/SAC、 瑞士 QA/SAC、 美国 QA/SAC、 日本 QA/SAC； <p>GAW 世界标定（校准）中心：</p> <ul style="list-style-type: none"> 已建立了二氧化碳、臭氧总量、地面臭氧、臭氧垂直廓线、太阳辐射、降水化学、一氧化碳、气溶胶、大气光学厚度和大气放射性的测量仪器标定（校准）中心； <p>WMO 世界资料中心 (World Data Center, WDC)：</p> <ul style="list-style-type: none"> 在意大利 Ispra（欧盟负责）的世界气溶胶资料中心 (WDCA)， 在日本的世界温室气体和其它痕量气体资料中心 (WDCGG)， 在美国的世界降水化学资料中心 (WDCPC)， 在俄罗斯的世界辐射资料中心 (WRDC)， 在挪威的世界地面臭氧资料中心 (WDCSO)， 在加拿大的世界臭氧和紫外辐射资料中心 (WOUDC)， 在希腊的 WMO—GAW 臭氧拼图中心 (WO₃DC)。
规划	<p>2007 年前的 GAW 战略实施计划正在编写中。</p> <p>本指南对所筛选出的 GAW 测量要素做概括性介绍，为管理人员和科学工作者提供一个快捷的参考资料。</p>

2 气体

2.1 温室气体

2.1.1 二氧化碳

重要性

在地球-海洋-大气系统中，二氧化碳（CO₂）是一种最常见的和最重要的微量气体。它有自然和人为两种源。在自然界碳循环中，它在众多的生物过程中扮演了关键角色。煤、石油、天然气和木材的主要成分是碳，这些燃料在燃烧时，释放出的二氧化碳进入大气，造成了近几十年来大气中二氧化碳含量的持续增加。作为一种温室气体，二氧化碳的作用特别重要，科学家们一直在努力地研究它对气候和全球变化的潜在影响。

站址要求

在 GAW 计划中，大气二氧化碳是全球观测站的必测项目之一。目的是监测二氧化碳大气丰度的增长状况及其作为温室气体的增温潜势，并评估其在全球碳循环中所起的作用。因二氧化碳在大气中留存的时间较长，可较容易地测定它的本底水平。夏威夷的 Manua Loa 站、澳大利亚的 Cape Grim 站和其它一些全球观测站已经积累了相当的实测资料。在受众多源、汇（主要是植物）影响的区域站，欲得到清晰的全球信号较为困难。但在这些地点所做的观测，对于确定环境中二氧化碳气体的交换过程仍是有用的。

测量方法和采样频率

目前，普遍采用非色散红外气体分析法（Non-Dispersive Infra-Red, NDIR）进行大气中二氧化碳的本底测量，但是，也有少数测量项目采用气相色谱法（Gas Chromatography, GC）。气相色谱法需要先将空气样品中的二氧化碳与其它气体分离，在催化剂的作用下使其与氢气发生还原反应，生成甲烷（CH₄），再用火焰离子化检测器（Flame Ionisation Detector, FID）测出由二氧化碳转化来的甲烷。将样品的色谱峰响应值与一组二氧化碳摩尔分数已知的标准气体的色谱峰响应值相比较，即可计算出样品的二氧化碳摩尔分数。气相色谱法的测量频率极限为数分钟测量一个样品。非色散红外气体分析仪则是根据二氧化碳为温室气体这一原理设计的，即二氧化碳具有吸收红外辐射的能力。它测量红外辐射穿过“样品”池与参比池的相对强度。这种方法无需知道参比池气体的二氧化碳摩尔分数。从距仪器室足够远的进气口用泵采入的样品空气和标准气体交替地流过样品池。在两个测量池中，因样品气与参比气（或标准气与参比气）的二氧化碳浓度不同，就会产生电压信号，该信号由数据采集系统记录。

在 WMO 的二氧化碳摩尔分数标度中（见质量保证和质量控制一节），二氧化碳的丰度是以干空气的摩尔分数，即 $\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，来表示的。样品气之所以必须干燥，有两个原因：(1) 水汽也吸收红外辐射，从而会干扰二氧化碳的测量；(2) 水汽在样品池中要占据一定的体积。在暖湿区域，水汽可占空气总体积的 3%。低温干燥到 -50°C 就足以除掉样品气中的水汽。

为了实现全球二氧化碳本底测量的相互可比性，已经建立了一个由等级标准构成的标定系统。该等级标准在使用时至少应包括二级标准和工作标准，但一般要求有三个级别的标准。二级标准需每两年用保存在二氧化碳中心校准实验室（“CCL”，下属于美国 NOAA 气候监测与诊断实验室，CMDL）的一级标准标定 1 次。

用非色散红外气体分析法测量环境空气，可以得到一条二氧化碳摩尔分数的连续曲线，只是在测量标准气的时段里，该曲线会出现中断。每周至少要用高一级的标准做 1 次标定。色谱法的测量频率为几分钟一个样品。

另一种测量二氧化碳的方法是将空气样品采集到密封的真空采样瓶中，采样为间断进行。该方法也可用于其它微量气体样品的采集。将这些采样瓶寄回中心实验室后，再用非色散红外气体分析法或气相色谱法进行分析。这种方法多用于采样频率不高（如每周 1 次），即可说明二氧化碳时空变率的地区，并且这种方法还可以作为与现场在线连续测量对比的一项质控措施。这种采样方法的优点是用同一个样品即可测定多种成分。

质量保证和质量控制

为确保获得高质量的二氧化碳资料，需要采取许多措施。在最高的层次上，这些措施包括维持一个可溯源到 WMO 二氧化碳摩尔分数标度的标准气体标度，和对数据进行频繁而详细的科学核查。通过每两年 1 次的标定，可以维持气体标准与 WMO 标度的直接联系。对进行日常性数据的科学核查来说，合理的数据库管理系统和能够准实时地以图显示数据的制图系统是必需的。电子表格不适于作为数据库管理系统（参见 WMO/GAW 报告第 129 期——“大气微量气体资料管理指南”）。

质控措施还应当包括仔细检查仪器参数（如压力和流量）的记录，这可通过手工或软件来做。

重要的是测量系统要有一定的冗余（这里指的是并行系统——译者注），当并行测量结果出现不一致时，就要检查其产生的原因。一些预防性的措施有：

(1) 仔细采集可与现场在线测量进行比较的不连续样品，在保有项目最高级标准的中心实验室进行样品分析。

(2) 作为现场在线测量内容的一部分，经常测量“对照”标准气（即“目标气”——译者注）瓶内的空气（如：随机性地每天 1 次）。

(3) 现场在线测量中使用两条独立的进气管路，如果一条管路在观测室内漏气，就会在测量结果中显示出明显的偏差。

(4) 在分析不连续的瓶采样样品的过程中，每天分析一个由自然空气气瓶制备出的“测试”样品。

并不存在一个保证高质量数据的普遍适用方案，每个项目均应借鉴其它项目的成功经

验，并根据需要自行制定质控方案。

辅助测量

最重要的辅助测量是气象参数，包括风速、风向、气温、露点和气压。

数据处理

在新型仪器中，非色散红外气体分析仪所产生的电压信号，均记录在电子数据采集系统中，图形记录仪则可作为备份。由标准气（即标定期间）测得的电压可给出仪器响应的特性曲线，然后用来计算二氧化碳时间平均（如 1 分钟）的摩尔分数。如可能，对于采样和分析系统不是处在最佳工作状态时，所取得的数据应做出标示，并在进一步分析中将其剔除。为了将二氧化碳的局地影响与本底条件区别开来，需根据每个站点的特有条件对数据进行筛选。筛选后的数据，则可用于后续的分析研究工作。绝不能将受局地影响的数据删除，而只需在数据库中将其标示出来，因为它们在局地乃至区域尺度的环境问题研究中仍是有用的。

资料存档程序

二氧化碳资料保存在美国橡树岭二氧化碳信息及分析中心，而自 1990 年以来还保存在东京日本气象厅下属的 WMO 世界温室气体资料中心。

结果的应用

二氧化碳的资料已为科学界广泛用于碳循环过程的研究，如人气与海洋间的交换过程或生物圈碳吸收的研究，以及由于二氧化碳含量增加所造成的长期气候变化的预测研究等。

设备和基础设施费用（按美元计）

二氧化碳现场在线分析仪——偏远的全球监测站

分析仪	8 000~18 000，具体价格取决于型号（一次性费用）
标准气	12 000，6 瓶气（一次性费用）
管路	6 000（一次性费用）
数据采集设备	8 000（一次性费用）
标准重复标定费	2 000（年度费用）
工作标准*	8 000（年度费用）
启动费用共计	42 000~52 000

* 为节省日后的费用，工作气体可由观测项目自身解决，但初期需投入较大的启动费用，估计需要额外增加 10 000 美元。

说明：估算中不包含控制仪器运行、数据库管理和资料分析的软件费用，这笔费用可能要另加 10 000 美元。

在偏远站点进行瓶采样

一个点配备 40 个采样瓶和采样器	11 000, 另加运输费用
中心实验室	32 000~42 000
标定设施	40 000~50 000

人员配备和培训

- 人员 全球站的非色散红外气体分析仪操作人员: 8 人月·年⁻¹
中心实验室: 18 人月·年⁻¹ (取决于站点的数目及采样频率)
- 培训 全球站或中心实验室的非色散红外气体分析仪操作人员: 培训 2 个月
瓶采样人员: 培训 2 天

参考文献

- Francey, R. (Ed) 1999: Report of the WMO Meeting of Expert on Carbon Dioxide Concentration and Related Tracer Measurement Techniques, GAW Report No. 132, 132pp. (CO₂ meeting reports are available from the WMO.)
- Masarie, K. and P. Tans 1998 : Guidelines for Atmospheric Trace Gas Data Management, GAW Report No. 129, 38pp.
- Thoning, K. W. et al. 1989: Atmospheric carbon dioxide at Mauna Loa Observatory 2. Analysis of the NOAA GMCC data, 1974 - 1985, J. Geophys. Res., 94, 8549 - 8565.
- Trivett, N. and A. Koehler 1999: Guide on Sampling and Analysis Techniques for Chemical Constituents and physical Properties in Air and Precipitation as Applied at Stations of the Global Atmosphere Watch. PART I Carbon Dioxide, GAW Report No. 134, 39pp.

联系人

Dr. Kim Holmen
Department of Meteorology
Arrhenius Laboratory
Stockholm Sweden
Email: kim@misu.su.se

2.1.2 甲烷

重要性

甲烷 (CH₄) 是一种温室效应很强的气体, 并且对对流层大气的氧化能力和对平流层的臭氧损耗均有重要的影响。20 世纪 90 年代末, 大气中的甲烷总量大约是 $4800 \times 10^{12} \text{g}$, 比工业革命前要高两倍多。在由人为排放温室气体所造成的直接辐射强迫效应中, 大约有 20% 是由甲烷浓度倍增而引起的。虽然甲烷的增加与人为活动明显有关, 但对其收支状况 (源和汇) 仍缺少定量的了解, 而对于制定合理可行的政策以减缓甲烷对气候的影响来说, 这种定量了解是必需的。