

Analysis of Greenhouse Gas Monitoring Technology and Its Application

Youfang Wu

Beijing Jingyi Atmospheric Environmental Protection Technology Co., Ltd., Beijing, 100020, China

Abstract

Under the background of carbon peak, carbon neutral target, it is necessary to control the effectiveness of greenhouse gases, curb the emergence of global warming from the source, and ensure the ambient air quality. Based on this, scientific and reasonable greenhouse gas monitoring technology should be adopted to comprehensively control the specific situation of greenhouse gases, and optimize the control of the monitoring technology to ensure the accuracy of the monitoring data. The paper mainly analyzes greenhouse gas monitoring technology, to explore the current commonly used monitoring technology application method, and the future development trend, provide systematic technical reference for greenhouse gas dynamic monitoring, to support the effective control of greenhouse gas emissions, ensure the environmental quality, help optimize people's living space.

Keywords

greenhouse gas; monitoring technology; applied research

温室气体监测技术及应用浅析

吴有方

北京京仪大气环保科技有限公司, 中国·北京 100020

摘要

在碳达峰、碳中和目标背景下, 需要对温室气体进行有效控制, 从源头上抑制全球气候变暖问题的出现, 保障环境空气质量。基于此, 要采取科学合理的温室气体监测技术, 对温室气体具体情况进行全面掌控, 并对监测技术进行优化控制, 保障监测数据精度。论文主要对温室气体监测技术进行分析, 探究目前常用的监测技术应用方法, 并对未来发展趋势进行了展望, 为温室气体动态监测提供系统性技术参考, 从而支撑对温室气体排放的有效控制, 保障环境质量, 帮助优化人们的生存空间。

关键词

温室气体; 监测技术; 应用研究

1 引言

在环境空气中往往存在很多有害气体, 致使产生温室效应, 这是引起全球气候变暖的重要因素。其中环境空气中的温室气体主要包含二氧化碳、甲烷、氧化亚氮、氢氟氯碳化合物等物质。随着社会经济的发展, 温室气体排放量急剧增加, 其主要来源主要为工农业生产、化石燃料燃烧、机动车尾气排放等活动的大量开展, 很大程度上加剧了全球气候变暖形势, 非常不利于人类社会的可持续发展。因此, 需要在现代化科学技术支持下, 对温室气体监测技术进行优化应用, 以便对温室气体进行全面性监测, 综合性分析温室气体点源、面源污染情况, 只有这样才能确保工作人员详细了解温室气体排放和分布情况, 帮助人们分析研究环境气候变化规律, 为环境治理工作开展提供依据。

【作者简介】吴有方(1987-), 女, 中国湖北黄冈人, 硕士, 工程师, 从事环境及温室气体监测与咨询研究。

2 背景分析

从 IPCC 公布的第六期气候变迁评估报告可知, 当温室气体排放量过多时, 会在很大程度上破坏地球环境。据报告显示, 全球平均升温 1.1°C, 且未来二十年内, 全球气候会升高 1.5°C 以上^[1]。在此情况下, 会致使地球热量增加, 暖季延长, 冷季缩短, 严重危害自然生态系统的平衡性, 出现异常气候、冰川退缩等现象。中国气象局在 1990 年开始监测温室气体, 且建立了 7 个大气本底站, 同时还建立了 3 个温室气体区域背景监测站、31 个温室气体源区监测站, 且通过温室气体排放源的监测, 可以对区域温室气体排放情况进行详细化呈现。当前按照相关技术规范标准要求, 需要对二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化合物(HFCs)、全氟碳化合物(PFCs)、六氟化硫(SF₆)等六种温室气体进行监测, 同时要在现代化科学技术支持下, 建立健全温室气体监测、监控网络体系, 对温室气体排放源等数据进行详细了解, 为未来温室气体监测工作

的开展提供详细的数据依据,同时为履行国际公约、应对全球气候变化等提供可行性的技术支撑与服务^[2]。当前常用的温室气体监测方法有非分散红外光谱法(NDIR)、气相色谱法(GC)、可调谐半导体激光吸收光谱法(TDLAS)、光腔衰荡法(CRDS)、激光差分中红外法(IRIS)和傅里叶变换红外光谱法(FTIR)等。

3 温室气体监测技术应用研究

3.1 非分散红外光谱法

在对二氧化碳气体浓度进行监测时,主要是利用非分散红外光谱法进行操作。在具体操作中,需要利用二氧化碳吸收红外辐射的原理发挥作用。二氧化碳气体具有非对称双原子结构,且在中红外波段具有特征吸收光谱。当二氧化碳气体受到红外辐射时,红外辐射会在特征吸收峰周边被吸收;如果光路上没有二氧化碳,则波形不会出现起伏。因此,在对非分散红外光谱法进行应用时,需要结合二氧化碳对中红外光的吸收强度进行具体的测量作业,从而对二氧化碳浓度进行明确^[3]。该技术较为成熟,且使用成本较低,但是仅仅能够对二氧化碳进行非线性响应,因此,为了保障观测精度,需要做好仪器设备标校工作,避免设备问题影响监测精度。同时该技术容易受到温度、压力等环境因素的干扰,需要对监测环境进行优化设计。中国在1991年建立了基于非分散红外光谱法的二氧化碳观测系统,并通过连续监测数据对二氧化碳的季节变化、日变化、年际变化率进行了分析,该技术的原理结构图可参见图1。

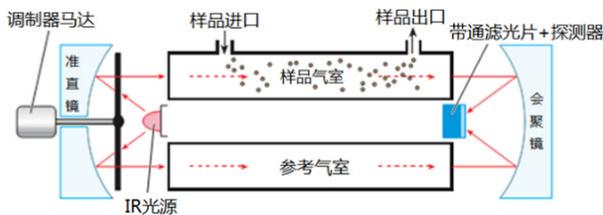


图1 非分散红外光谱法简单原理图

3.2 气相色谱法

在二氧化碳监测过程中,对气相色谱法进行优化应用,主要是使用离线方式,综合性分析二氧化碳样品,做好二氧化碳在线分析工作。在对该技术应用中,需要把二氧化碳与空气样品中的其他气体进行有效分离,并使用专门的催化剂、氢气等,对二氧化碳进行还原,形成 CH_4 ,在此基础上利用火焰离子检查器对其进行具体检测。在气相色谱法技术应用中,可以与电子捕获检测器进行联合使用,从而对大气中的 N_2O 和 SF_6 进行精确测量和分析^[4]。该技术的适用范围较窄,主要在检测样品时间较长的情况下进行使用,且系统复杂,维护量大。但是该技术的检测精度较高,色谱系统较为成熟。随着科学技术的发展,中国相继建立了GC-FID的 CO_2 、 CH_4 在线监测系统、双通道GC在线观测系统,从而对 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 等气体进行高精度、无人值守监测。

3.3 光腔衰荡光谱法

这是一种新兴的光学系统方法,即通过光能在光腔中的衰荡时间对待测温室气体进行精准化检测。其中衰荡时间的影响因素主要有衰荡腔反射镜的反射率、衰荡腔内介质吸收等。如果反射率不变,被测气体浓度越高,衰荡时间越短。对该技术进行应用中,可以保障具有较高的灵敏度,同时信噪比较高,可以对外界干扰因素进行良好抵抗^[5]。该技术还可以与近红外激光器进行联合应用,以便对大气中的 CO_2 、 CH_4 进行精准测量,另外还可以利用红外激光器对 N_2O 进行测量。随着科学技术的发展,光腔衰荡光谱法科研力度逐渐加大,在光谱探测领域发挥了越来越重要的作用,且技术性能逐渐提高,得到广泛推广与应用。

3.4 离轴腔积分系统法

离轴腔积分系统法是在光腔衰荡光谱法基础上发展而来,较为灵敏,具有较高的信噪比,对外界干扰因素的抵抗能力较强,但是该技术主要是利用被测目标对光的吸收特性,实现温室气体监测目标^[6]。该技术还可以结合痕量气体对光辐射独特的指纹特征吸收,开展定性、定量测量目的。具体为根据目标物质的特征吸收光谱使特定波长的激光偏离轴入射充有样气的高精密谐振光腔,在高效反射的作用下不断反射,在1m的光学腔内通过高反透镜之间来回反射,可形成几至几十公里的光程。在此基础上,需要对入射光、投射光强度进行精准测量和对比分析,以便详细掌握样气中被测目标的具体浓度。该方式可以进一步简化激光与腔的耦合流程,且方便进行灵活性调节。

3.5 其他方法

①机载探测技术,是通过飞机、无人机、气球搭载气体测量仪器的方式,对各个空气层高的气体进行全面性探测。机载探测技术方法的灵活性较高,且具有较强的机动性,能够通过高空视角,拓展监测面积。此外,无人机探测技术与多光谱成像技术进行联合应用,实现多谱段图像拍摄,确保监测数据的全面性与细致化。在气象气球技术应用中,可以利用气象气球悬挂传感器,对温室气体排放情况进行监测,以便对地表层面的温室气体浓度进行精准监测。机载探测技术的应用,可以实现温室气体的垂直测量,提高测量分辨率,并能够获得精准度更高的空间信息。

②遥感技术,是通过卫星、飞机等对温室气体排放情况进行监测,该技术的分辨率较高。遥感覆盖率较广,在温室气体监测工作中得到广泛应用。在技术应用中,可以对卫星、飞机、地面测量站等进行联合应用,获得多层次、多元素的遥感数据,保障测量精度,对温室气体排放变化情况进行动态展示。但是该技术的成本较高,且会受到云雾、雨雪等自然灾害的干扰。

③傅立叶变换光谱技术,主要是利用测量红外光的干涉图,并对其实施傅立叶积分变换,以便对温室气体红外吸收光谱进行精准呈现。该技术可以对多种温室气体组分进行

同步监测,且温室气体本底、廓线、时空变化、同位素等探测作业中都比较适用^[7]。具体如图2所示。

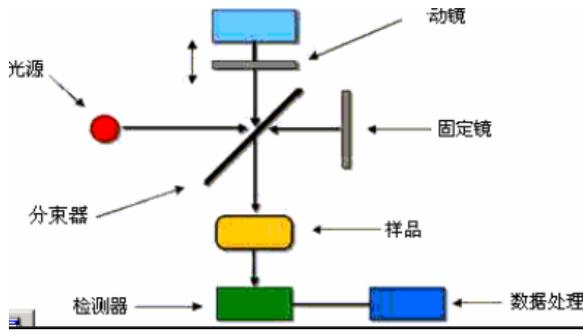


图2 傅立叶变换光谱技术原理

④差分光学吸收光谱技术,这是一种宽带光谱监测技术,能够对不同类型的气体组分进行同步监测,但该技术不稳定,仪器光谱分辨率不高,且会受到水汽、气溶胶等因素的干扰。

⑤差分吸收激光雷达技术,在该技术应用中,可以通过气体分子向后散射效应的方式,对气体进行遥感监测。该技术的测量精度较高,且可以实现远距离探测,且探测数据的空间分辨率较高,但是应用成本较高。

4 未来发展趋势

在温室气体监测技术未来发展中,会随着科学技术的逐渐发展,进一步提高温室气体监测技术的精度,强化时空分辨率,且会逐渐引进新型监测仪器和传感器,确保对大气中微小浓度变化进行准确性检测与识别^[8]。此外,还可以在大数据分析技术支持下,实现各类数据来源的有效性融合,其中涉及到卫星数据、地面站数据、移动设备数据等,进一步提高数据利用价值,对温室气体数据进行综合性展现。此外,在未来发展中,还需要对大数据技术、人工智能技术进

行优化应用,进一步实现温室气体监测技术的自动化、智能化,从而提高监测数据处理速度,帮助工作人员对气候变化情况进行精准、全面预测与监测。同时,还需要加大温室气体监测技术方面的科研力度,研发新型探测手段,形成系统化的监测体系,尤其要对地基遥感探测技术、卫星遥感技术等进行优化应用,保障温室气体监测技术的精确性、高效性与智能化,促进碳达峰、碳中和目标的实现,满足环境保护与可持续发展需求。

5 结语

综上所述,为了保障大气环境质量,需要对温室气体进行有效性监测,以便对温室气体排放情况、发展趋势进行全面性掌握,并提出针对性的应对措施,从而对全球气候变暖问题进行有效抑制。

参考文献

- [1] 安艳文,李福芬,那钊宇,等.温室气体监测标准物质和测量技术的研究进展[J].低温与特气,2023,41(5):1-7.
- [2] 蒋泽.“双碳”目标下煤矿温室气体监测技术研究[J].煤矿机电,2023,44(5):44-48.
- [3] 束胜全,孙友文,徐亮,等.中国温室气体监测技术应用及减排措施[J].能源环境保护,2023,37(1):83-90.
- [4] 温室气体高精度监测量值溯源体系技术规定通过专家论证[J].中国计量,2022(11):12.
- [5] 耿晔,武洋洋,赵腾.固定源排放温室气体监测技术现状与发展建议[J].环境与发展,2022,34(8):58-62.
- [6] 夏晖晖,阙瑞峰.温室气体监测技术现状和发展趋势[J].中国环保产业,2022(9):56-61.
- [7] 马翠梅,寿欢涛,徐丹卉.国际温室气体监测情况以及对中国的建议[J].环境保护,2022,50(5):58-62.
- [8] 曹军,汪琦,徐政,等.中国环境空气中温室气体监测技术研究进展[J].环境监控与预警,2022,14(1):1-6.