

可移动差分吸收激光雷达在工业排放监测的应用

武亮¹, 刘格格², 臧金亮^{1,2}

(1 郑州计量先进技术研究院, 河南 郑州 450001

2 中国计量科学研究院, 北京市 100029)

摘要: 国家政策及环保要求急需工业气体排放的精度监测, 传统的监测方法存在测量周期长、不确定度大的问题, 应用差分吸收激光雷达技术在工业气体排放监测上测量, 具有高时空分辨率、高精度、远程、快速的监测优点, 在 1h 内可对监测区域进行快速测量, 并可与 CEMS 监测设备在线比对, 实现快速核查功能。目前已在英国国家物理实验室和中国计量科学院进行了排放量测量验证, 结果显示可移动差分吸收激光雷达系统测量准确度达到国际先进水平。

关键词: 差分吸收激光雷达;工业气体;排放量监测

Application of Mobile DIAL system in Industrial Emission Monitoring

Liang Wu, Gege Liu, Jinliang Zang

(National Institute of Metrology, Beijing, China,
100029)

Abstract: National policies of environmental protection requirements urgently need industrial gas emissions precision monitoring. The traditional monitoring methods are limited by long measurement cycle, large uncertainty problems. The differential absorption lidar(DIAL), with advantages of high spatio-temporal resolution, high precision, remote, fast monitoring, is potential solution in industrial gas emissions monitoring measurement. The DIAL system could achieve rapid examination and verification of gas emissions. The DIAL system can quickly measured in the 1km×1km monitoring area in 1 hour, and the results can be compared with CEMS monitoring equipment online. The emission measurement verification has been carried out at the National Physical Laboratory and the National Institute of Metrology, China. The results show that the measurement accuracy and ability of this DIAL system are the same level with system in National Physical Laboratory.

Keywords: differential absorption lidar; Industrial gases; Emissions monitoring

1 差分吸收激光雷达在工业排放监测的应用背景和价值

1.1 背景

工业排放监测中, 存在在线监测仪器维护困难、监测数据存在缺失导致测量结果不确定度大以及无组织排放难以定位、监测的问题, 需要一种新的测量技术为工业排放监测提供保障, 差分吸收激光雷达具有远程、快速、实时的监测优点。但目前国内缺少工

业源的差分吸收激光雷达的相关设备和技术。

1.2 应用价值

促进国内差分吸收激光雷达关于工业排放监测的应用，促进相关产品的国产化。

1.3 初步效果

已在英国国家物理实验室进行了测量验证，并与 NPL 差分吸收激光雷达进行比对，测量精度更高，测量周期更短。

2 创新点与优势

(1) 可视化的二维浓度分布图：本系统是以激光为基础的远程监测技术，通过脉冲式激光的发射与捕获的时间函数来确定距离，利用激光能量的衰减程度来确定待测气体的浓度，解决了工业无组织排放监测难定位、难测量的问题。

(2) 车载式可移动远程监测：本系统为独立、车载式系统。面对工业环境复杂、工况危险的区域，本系统可进行快速部署到测量区域进行远程测量，探测距离可达 1 km，包括无组织排放与点源排放，无需进入危险区域。

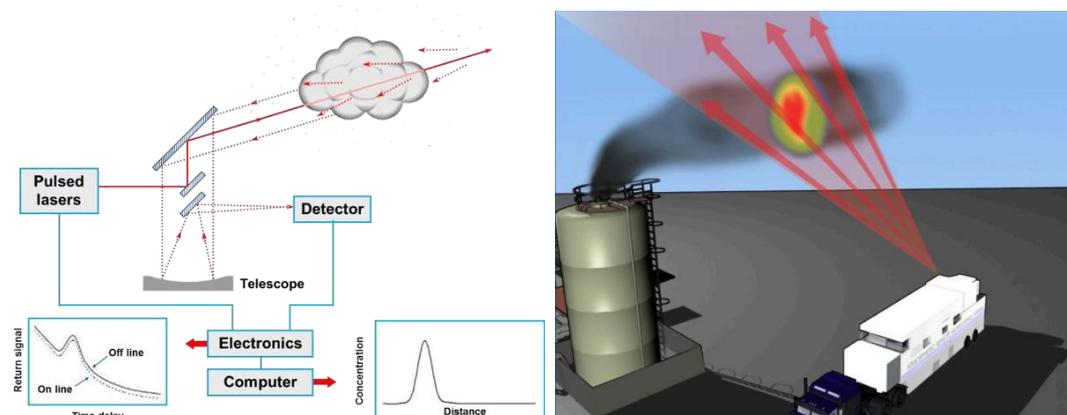
(3) 紫外-红外双光谱：本系统利用激光的可调谐性，输出波长可覆盖紫外-红外双波段，能够对甲烷、乙烷、乙烯、乙炔、一般碳氢化合物、氯化氢、一氧化氮、二氧化氮、二氧化硫、苯和甲苯进行实时监测。

3 实现方案简介

3.1 测量原理

DIAL 技术是一种以激光为基础的远程监测技术，能够对多种大气种类进行距离分辨的浓度测量。激光是由高能量的可调谐波长组成，在传输时会被大气中的分子和气溶胶散射，一部分散射光沿光束的传播方向返回，由激光雷达的望远镜和探测器捕获。由于激光是脉冲式的，因此可以通过时间关系确定污染物距离。

DIAL 通过发射两束脉冲激光来反演待测气体浓度，一束波长位于待测气体吸收光谱的吸收峰，能够强烈吸收，一束波长位于吸收谷，不吸收或少量吸收，通过两束激光的雷达方程来获得待测气体的浓度信息。





3.2 测量方法

激光雷达的排放量的测量主要是待测气体的浓度分布。使用可调谐激光器，获得待测气体吸收波长；高精度的三维旋转的扫描仪，实现激光束空间上精细扫描；返回信号由接收望远镜收集传输到探测器，并由计算机记录和分析。计算机通过对返回信号的处理和分析，并结合扫描仪旋转角度，获得扫描区域待测气体的二维空间浓度信息；对于排放通量测量，则引入风场数据，实现排放通量测量。

3.3 测量验证过程

根据待测气体种类，选择合适的激光波长对，并使用充有特定浓度的标准气室进行波长检验；

利用可控气体释放标准排放量装置，进行野外场景的排放通量定量化测量，实现测量结果可比较；

对测量的返回信号处理和分析，测量结果与可控气体释放装置的定量化相比，满足精要求。