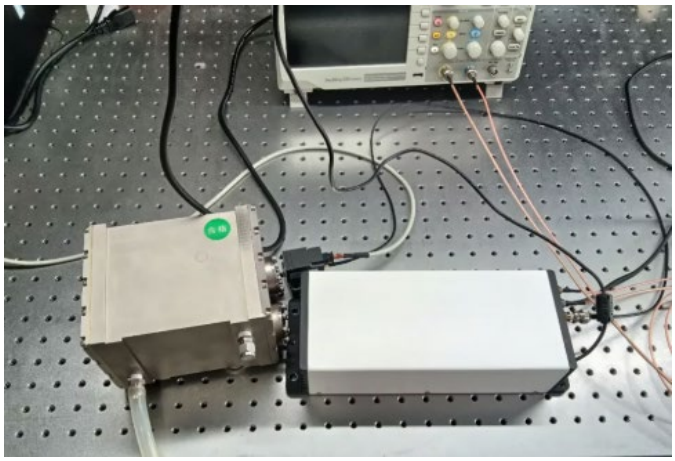
中红外TDLAS N_2O ppm级浓度分析系统 4.56um



产品描述:

TDLAS (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy) 它是利用激光器波长调制通过被测气体的特征吸收区，在二极管激光器与长光程吸收池相结合的基础上，发展起来的新的气体检测方法。

TDLAS技术采用的半导体激光光源的光谱，宽度远小于气体吸收谱线的展宽，得到单线吸收光谱，因此TDLAS技术是一种高分辨率吸收光谱技术。

一氧化二氮：又称笑气，是一种无机物，化学式N_2O，是一种危险化学品，呈无色有甜味气体，是一种氧化剂，在一定条件下能支持燃烧，但在室温下稳定，有轻微麻醉作用，并能致人发笑。笑气进入血液后会导致人体缺氧，长期吸食可能引起高血压、晕厥，甚至心脏病发作。此外，长期接触此类气体还可引起贫血以及中枢神经系统损害等。

实验仪器:

1、4.56um高功率台式DFB-QCL量子级联激光器

2、2-15um碲镉汞 (MCT) 中红外光电探测器，带放大，带TEC

3、中红外5米光程简波宽带气室

通用参数:

一、原理描述

TDLAS (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy) 它是利用激光器波长调制通过被测气体的特征吸收区，在二极管激光器与长光程吸收池相结合的基础上，发展起来的新的气体检测方法。

TDLAS技术采用的半导体激光光源的光谱，宽度远小于气体吸收谱线的展宽，得到单线吸收光谱，因此TDLAS技术是一种高分辨率吸收光谱技术。

一氧化二氮：又称笑气，是一种无机物，化学式N_2O，是一种危险化学品，呈无色有甜味气体，是一种氧化剂，在一定条件下能支持燃烧，但在室温下稳定，有轻微麻醉作用，并能致人发笑。笑气进入血液后会导致人体缺氧，长期吸食可能引起高血压、晕厥，甚至心脏病发作。此外，长期接触此类气体还可引起贫血以及中枢神经系统损害等。

二、理论基础

1、比尔-朗伯定律 一束激光穿过浓度为C的被测气体时，当激光器的波长和被测气体某个吸收谱线中心频率相同时，气体分子会吸收光子而跃迁到高能级，表现为气体吸收波段激光光强的衰减。

2、波长调制光谱技术：

A) 激光器的调谐特性DFB激光器由于具有良好的单色性，窄线宽特性和频率调谐特性，DFB激光器能够很好的避免其他背景气体的交叉干扰，使检测系统具有较好的测量精度，因此被广泛的用于气体检测。

B) 谐波检测理论 通过对激光器的驱动电压加高频正弦电压信号，从而改变电流，使输出频率也按正弦规律变化。通过给激光器驱动加锯齿波电压，使其输出波长在气体吸收峰两侧扫描，利用锁相放大器调制并解调出谐波信号，进行气体浓度的测量。

3、吸收谱线选取的原则 在进行气体检测时，对吸收谱线的选取非常关键，应考虑以下几个方面：

(1) 气体在选定的谱线处要有较强的吸收峰；

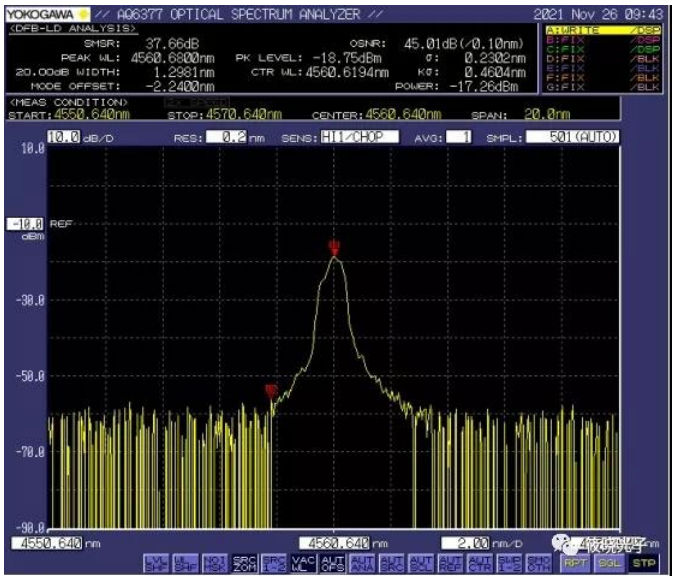
(2) 谱线波长对应的激光器光源技术要相对成熟；

(3) 在选定的吸收谱线处没有背景气体吸收的干扰，或吸收相对较弱，可以忽略。

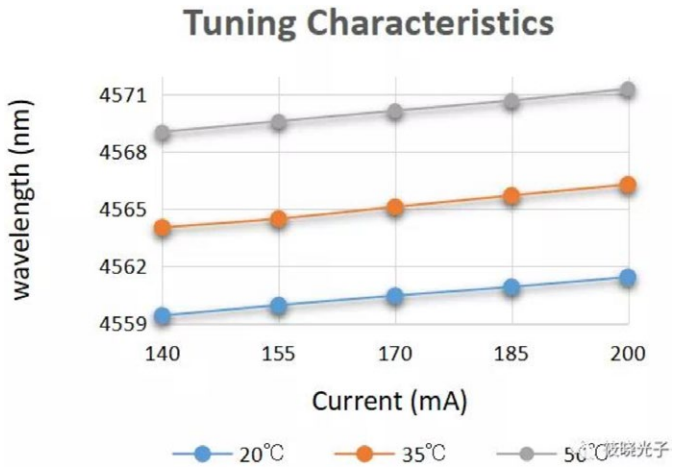
三、实验仪器

1、4.56um高功率台式DFB-QCL量子级联激光器：

4.56um高功率台式DFB-QCL量子级联激光器是上海筱晓光子开发的可调谐连续光激光器，波长调谐范围可达30nm，准直输出功率高达180mW，能够满足气体传感分析测试、中红外测试光源等条件。台式DFB-QCL激光器模块内部集成了数字激光驱动、可调增益放大器、1f/2f数字锁相放大器、模拟输出温控单元，并可通过软件控制调谐激光器的温度和工作电流。我们的激光器准直输出功率稳定，波长稳定性好，是中红外高功率优秀测试光源。


YOKOGAWA
AQ6377 OPTICAL SPECTRUM ANALYZER
2021 Nov 26 09:43
SMSR: 37.66dB
OSNR: 45.01dB(0.10nm)
PEAK WL: 4560.6800nm
PK LEVEL: -18.75dBm
σ: 0.2302nm
20.00dB WIDTH: 1.2981nm
CTR WL: 4560.6194nm
Kσ: 0.4804nm
MODE OFFSET: -2.2400nm
POWER: -17.26dBm
START: 4550.640nm
STOP: 4570.640nm
CENTER: 4560.640nm
SPAN: 20.0nm
10.0 dB/D
RES: 0.2 nm
SENS: HIT
AVG: 1
SMPL: 501(AUTO)
REF
4550.640 nm
4560.640 nm
2.00 nm/D

光谱图

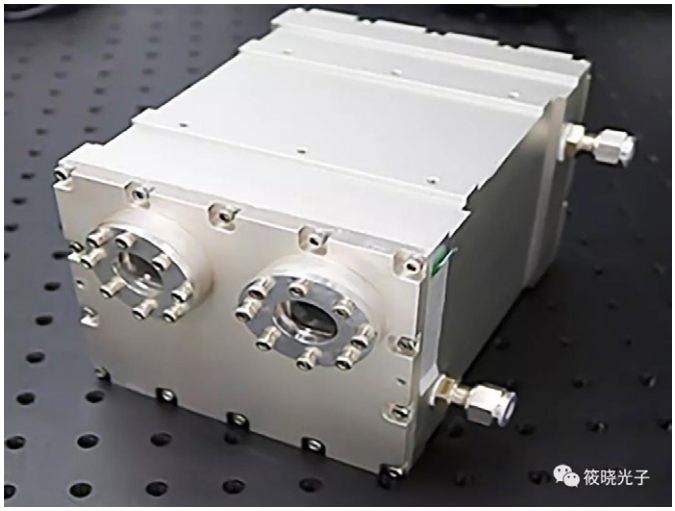

Tuning Characteristics
wavelength (nm)
4571
4568
4565
4562
4559
140
155
170
185
200
Current (mA)
20℃
35℃
50℃

波长调谐曲线

2、2-15um碲镉汞（MCT）中红外光电探测器，带放大，带TEC：

MCT-15-4TE放大探测器是一种热电冷却光电导HgCdTe(碲镉汞，MCT)探测器。这种材料对2.0到15 μm的中红外光谱波段光波敏感。半导体制冷片(TEC)采用一个热敏电阻反馈电路对探测器元件的温度控制在-30 °C，从而将热变化对输出信号的影响Min化。为了获得好的效果，我们推荐将输出电缆(不附带)与一个50欧姆的终端连接。由于探测器是AC偶合的，因此它需要一个脉冲或斩波输入信号。交流耦合探测器不会看到未斩波的直流信号，因为它们只对强度变化而不是强度的jue对值敏感。

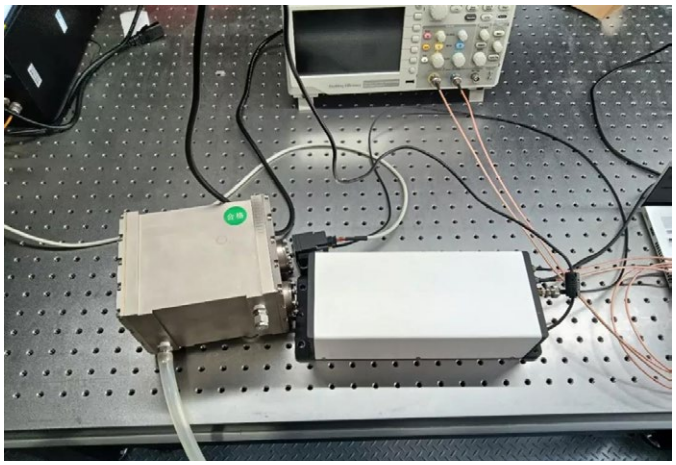
3、中红外5米光程简波宽带气室：



LD-PD简波宽带气室主要针对红外傅里叶等光谱技术应用。气室结构采用简波气室结构，探测光为中远红外非相干光源，针对高温和耐腐蚀需要，以方便被测气体的测量，开发了主体和光学组件均采用经过防腐蚀处理的特殊金属材料，可以在湿热腐蚀气体条件下长期稳定可靠工作，对包括SO_2、NOx、VOCS、NH_3、O_2、CO、CO_2、HCL、H_2O等主要气体成分做精确的测量和分析，在包括主要大气污染物监测、燃烧煤烟气排放监控、垃圾焚烧排放监控、化工园区污染物监测以及工业在线控制等领域有广泛应用前景。

四、实验测试

本次实验使用4.56um高功率台式DFB-QCL量子级联激光器结合MCT中红外光电探测器测试中红外5米光程筒波宽带气室中的N_2O气体(1000ppm)。



系统示意图

操作步骤：

1、安装4.56um QCL激光器，准直输出到中红外5米光程筒波宽带气室；

2、中红外5米光程筒波宽带气室另一端放置MCT探测器；

3、将MCT探测器BNC输出端接到4.56um QCL激光器的PREAMP前置放大端；

4、用一根SMA-BNC线连接示波器和4.56um QCL激光器的DACOUT模拟输出端；

5、用一根SMA-BNC线连接示波器和4.56um QCL激光器的TRIG OUT触发端；

6、打开激光器和探测器；

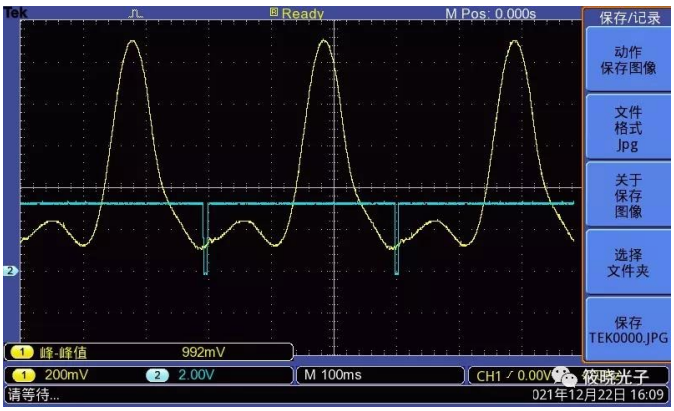
7、调节软件参数，在示波器上观察二次谐波信号波形、幅值等信息。

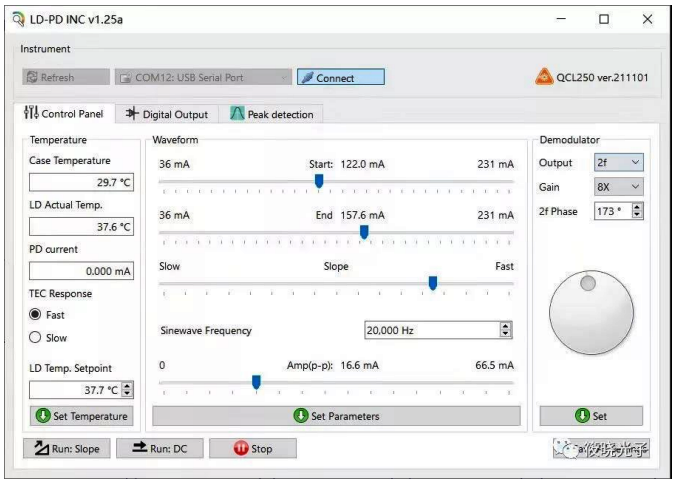
过程分析：

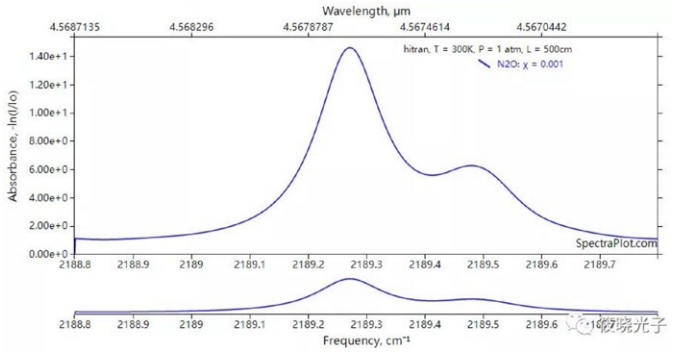
利用电脑端的控制软件调节电流和温度的大小对波长进行调谐，使激光器实现一定波长范围的扫描，使输出波长覆盖气体的吸收峰，锁相放大器提供高频正弦调制信号，使激光器输出频率得到正弦调制，激光器发出的光经过气体吸收池，通过探测器进入PREAMP端前置放大电路，再经过锁相放大器调制解调，通过DAC OUT 模拟输出端到示波器通道2，显示二次谐波的信号。整个过程中，我们通过调节软件中的各项参数，同时观察输出波形，使输出波形最优。

五、实验结果

1、二次谐波波形及调制参数如下：





2、验证分析：

通过查询Hitran数据库得到在波数为2188.8cm^{-1}到2189.8cm^{-1}范围内的吸收谱线如下：