



近红外TDLAS CH₄ ppb级浓度分析系统

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。

甲烷: CH₄, 俗称瓦斯, 在自然界中广泛分布, 是天然气、沼气、坑气等的主要成分, 在标准压力的室温环境中, 甲烷无色、无味。它可用来作为燃料以及制造氢气、炭黑、一氧化碳、乙炔、氢氰酸及甲醛等物质的原料。甲烷对人基本无毒, 但浓度过高时, 使空气中氧含量明显降低, 使人窒息。

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

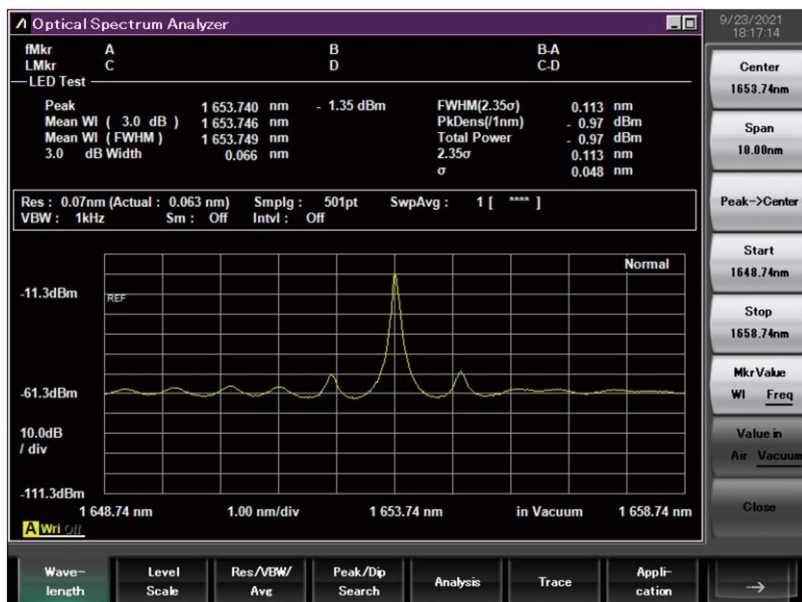
在进行气体检测时, 对吸收谱线的选取非常关键, 应考虑以下几个方面;

- (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。

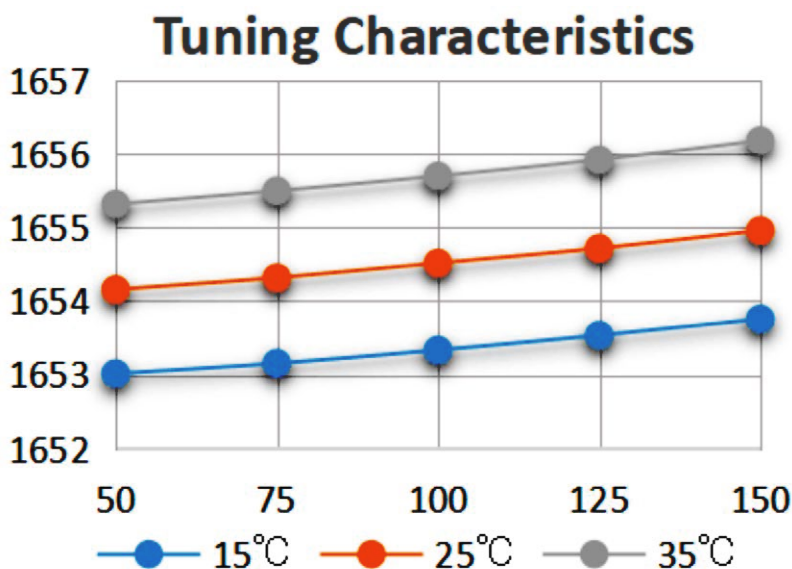
实验仪器:

1、1653.74nm激光器

特点: 波长稳定性好, 窄线宽, 单纵模可调谐, 14引脚封装



光谱图



调谐曲线

2、TDLAS激光气体检测综合控制盒

本产品是一款用于可调谐半导体激光吸收谱技术（可调谐半导体激光吸收谱技术（TDLAS））的控制模块。主要功能包括：产生正弦波与三角波叠加的数字激光驱动、可调增益、可调增益放大器、1f/2f 数字锁相放大器、模拟输出温控单元。运行参数及波形均可由电脑端控制和读取。

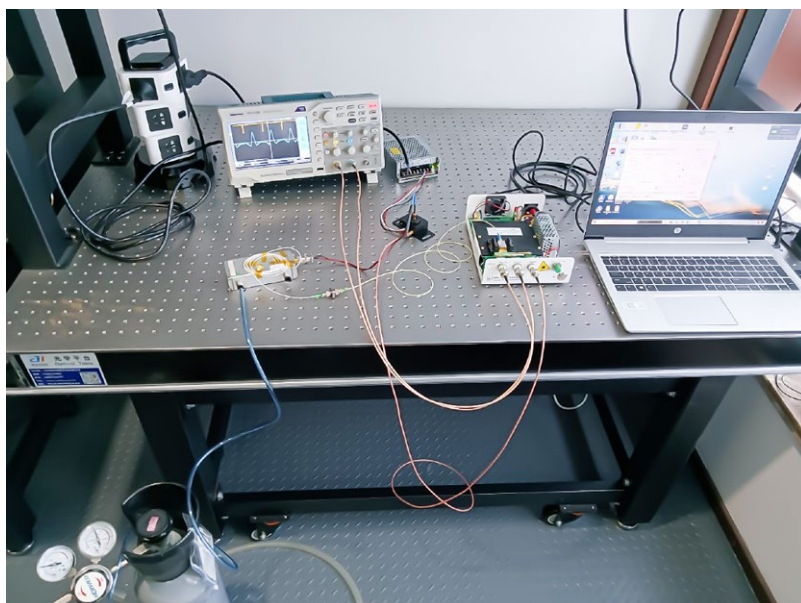


3、10米光程超小气体吸收池

10 米光进电出气体吸收池应用于多种气体光谱分析检测。气室的光路结构使用自主专利设计、具有优良光学稳定性的扁波气室 (SlimBoss Gas Cell)，辅助与高稳定性的光学封装结构，主要由气室腔体、反射镜、标准光纤接头、气体进出口以及防震底座等组成。独特的悬浮光路设计，具有优异的震动和温度稳定性，可以在各种复杂的环境中稳定工作，非常适合各种气体在线实时检测。具备低系统噪声，可应用于痕量气体分析。



实验测试:



系统示意图

操作步骤:

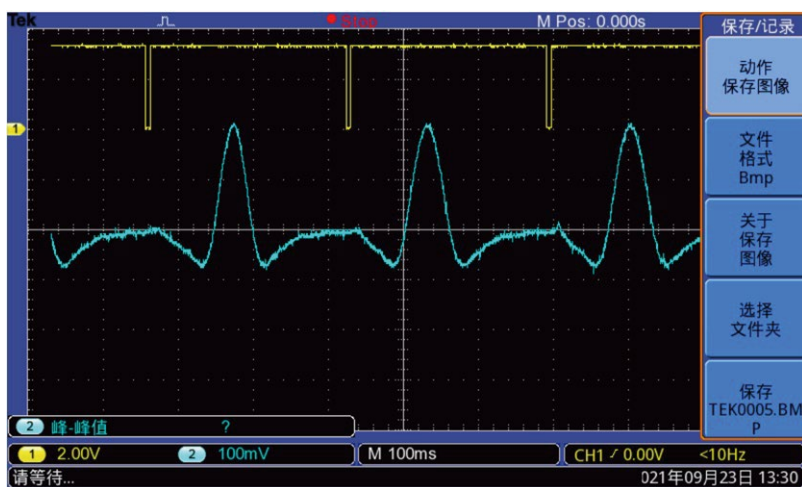
- 1、TDLAS激光气体分析综合控制盒连接电源和usb线
- 2、10米光程超小气体吸收池的光纤输入端连接控制盒的LASER OUT激光输出端, 另一端连接探测器的输入端
- 3、用一根SMA-BNC线连接探测器和TDLAS激光气体分析综合控制盒的PREAMP前置放大端
- 4、用一根BNC-BNC线连接示波器和TDLAS激光气体分析综合控制盒的DACOUT模拟输出端
- 5、用一根BNC-BNC线连接示波器和TDLAS激光气体分析综合控制盒的TRIG OUT触发端
- 6、打开激光器, 连接探测器电源

向气室中通入10ppm的CH₄, 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。

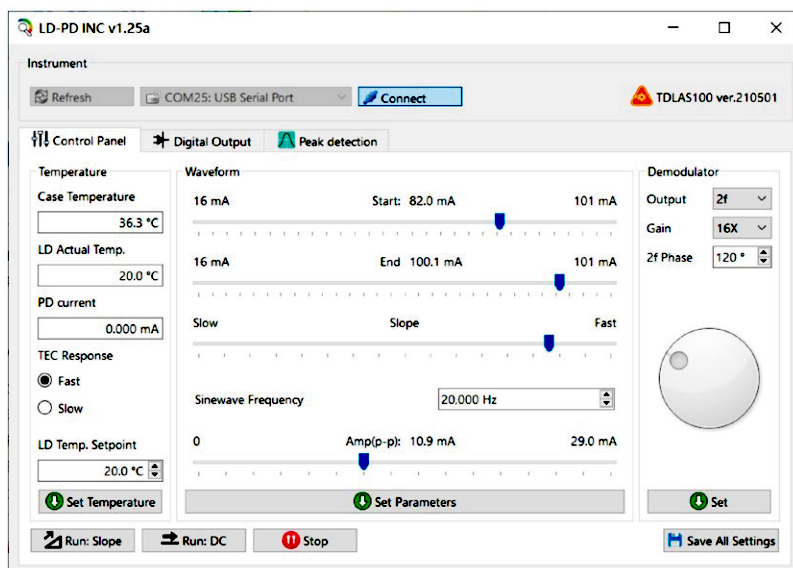
过程分析: 利用电脑端的控制软件调节电流和温度的大小对波长进行调谐, 使激光器实现一定波长范围的扫描, 使输出波长覆盖气体的吸收峰, 锁相放大器提供高频正弦调制信号, 使激光器输出频率得到正弦调制, 激光器发出的光经过气体吸收池, 通过探测器进入PREAMP端前置放大电路, 再经过锁相放大器调制解调, 通过DAC OUT 模拟输出端到示波器通道2, 显示二次谐波的信号。整个过程中, 我们通过调节软件中的各项参数, 同时观察输出波形, 使输出波形最优。

测试结果:

- 1、二次谐波波形及调制参数如下:



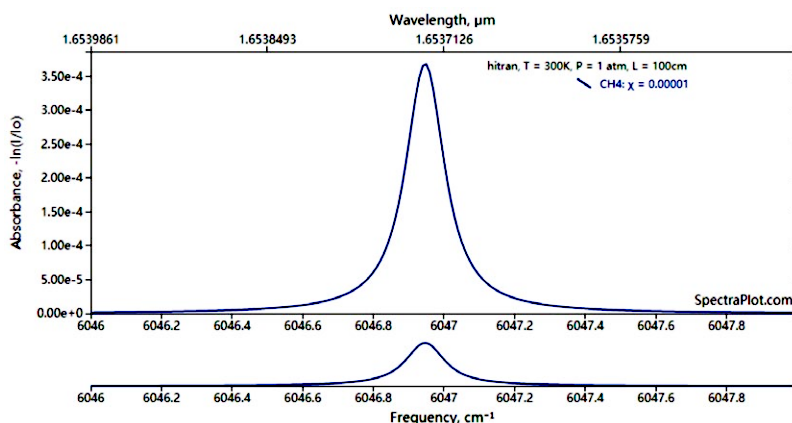
二次谐波



软件调制参数

2、验证分析:

通过查询Hitran数据库得到在波数为6046 cm^{-1} 到6048 cm^{-1} 范围内的吸收谱线如下:



吸收峰波长约为1653.73nm, 通过对比二次谐波幅值信息, 与数据库相符合, 由此验证是CH₄气体。

3、实验结论:

通过测试, 我们发现CH₄浓度为10ppm时, 二次谐波幅值可达300mV, 由此可以说明我们的TDLAS分析系统, 测试精度极高, 可达ppb量级。

订购信息:

产品型号: TDLAS-1653.7-CH₄

产品名称: 近红外TDLAS CH₄ ppb级浓度分析系统



#	名称	描述
1	TDLAS激光气体分析综合控制盒	该主机含激光驱动，锁相放大，数据采集功能
2	1653.7nm DFB激光器	2nm可调，输出功率20mW，线宽<2MHz，14引脚蝶形封装，兼容控制器
3	10米光程超小气体吸收池	有效光程10m，波长范围1500-1700nm，输入最大光功率2mW，插入损耗 $\leq$ 2dB，输出类型PD
4	U盘	含操作软件，产品操作手册