

# Application News

## No. A471

分光光度分析  
Spectrophotometric Analysis

### 一氧化碳 (CO) 气体的高分辨率分析

High Resolution Analysis of Carbon Monoxide (CO) Gas

#### ■ 前言

Introduction

采用 FTIR 进行气体分析的测定方法广泛用于气体制造商的生产管理、半导体生产和化学品生产线中的气体监控等各种领域。

采用 FTIR 进行气体分析时, 需要根据目标气体成分的峰形和浓度, 选择分辨率和气体池的光程长。本文为您介绍使用 IRTracer-100, 对一氧化碳 (CO) 进行高分辨率分析的方法。

#### ■ 高分辨率的优势

Advantage of High Resolution

为了比较分辨率的差异, 我们测定了分辨率为  $0.25\text{ cm}^{-1}$ 、 $0.5\text{ cm}^{-1}$  和  $1\text{ cm}^{-1}$  时的水蒸气红外光谱。分析条件如表 1 所示。图 1 是  $1620\text{ cm}^{-1}$  附近的红外光谱放大图。

由图 1 可知, 分辨率为  $0.5\text{ cm}^{-1}$  和  $1\text{ cm}^{-1}$  时无法分离的峰能够在分辨率为  $0.25\text{ cm}^{-1}$  时分离。

通过高分辨率测定, 峰强度明显增加, 能够更容易区分两个邻近的峰。在混合气体中包含相互重叠的相似峰时, 使用该方法对正确辨别各组分的峰十分有效。

此外, 由于低分子气体的旋转、振动光谱非常明显, 所以在低分子气体分析中, 高分辨率的测定效果十分明显。

表 1 仪器和分析条件  
Instrument and Analytical Conditions

Instrument	: IRTracer-100
Resolution	: $0.25$ 、 $0.5$ 、 $1.0\text{ cm}^{-1}$
Accumulation	: 30
Apodization	: Happ-Genzel
Detector	: DLATGS
Accessories	: Gas Cell (10 cm) / NaCl Window

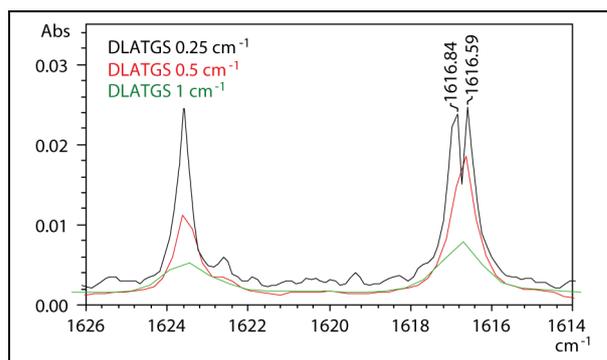


图 1 分辨率不同的水蒸气光谱重叠图  
Overlaid Spectra of Water Vapor Measured at Different Resolutions

#### ■ 一氧化碳 (CO) 气体的定量

Quantitation of Carbon Monoxide (CO) Gas

以分析低分子气体为例, 对不同浓度的 CO 标准气体 (95 ppm、191 ppm、1207 ppm、2415 ppm) 进行测定后绘制标准曲线。分辨率为  $0.25\text{ cm}^{-1}$ , 其他的分析条件如表 1 所示。使用  $2170\text{ cm}^{-1}$  附近的峰高, 通过多点标准曲线法以一次方程式计算并绘制标准曲线。

图 2 为各浓度的 CO 气体光谱重叠图, 图 3 为标准曲线, 标准曲线的相关系数  $r$  为 0.999, 表明线性良好。

使用 10 cm 的气体池对一氧化碳气体进行定量分析时, 如果分辨率为  $0.25\text{ cm}^{-1}$ , 并且使用 DLATGS 检测器, 能够在几十~几千 ppm 的范围内进行定量。分辨率为  $0.5\text{ cm}^{-1}$  时, 测定的峰强度下降, 因此如果噪声级别相同, 定量的下限值将变高。实际操作中为了能够获得最佳定量下限值, 必须根据光谱状态设置分辨率和扫描次数。

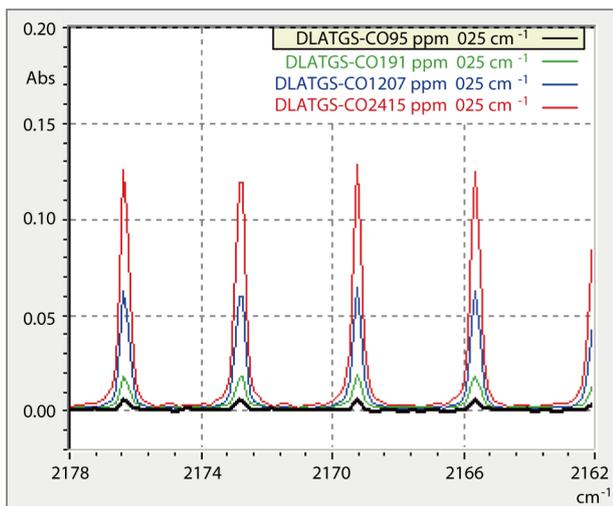


图2 不同浓度的CO气体光谱重叠图  
Overlaid Spectra of CO at Four Concentrations (95, 191, 1207, 2415 ppm)

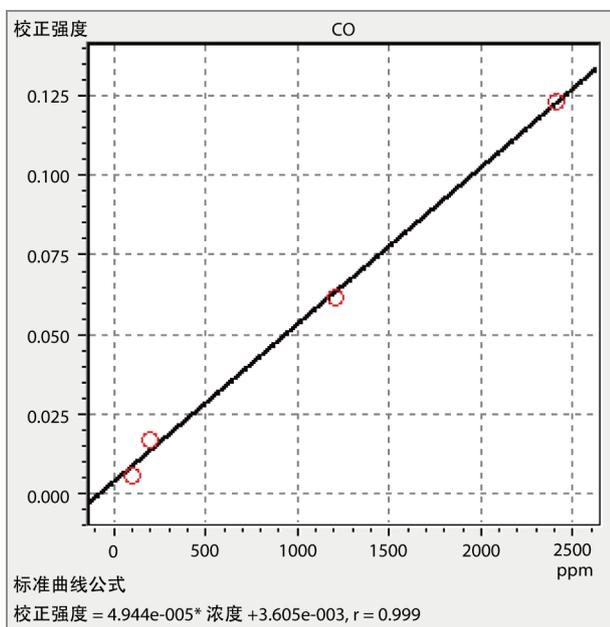


图3 CO气体的标准曲线  
Calibration Curve of CO Using Four Concentrations

## ■ MCT 检测器的优势

Advantage of Optional MCT Detector

IRTracer-100 的标配检测器是 DLATGS 检测器。该检测器在较宽的波数范围可稳定测试。如果需要进行更高灵敏度的测定，可使用选配件液氮冷却型 MCT 检测器。

在进行高分辨率测定时，为了提高射入干涉仪的光束平行度，必须减小设置在光源和干涉仪之间的光阑，由此导致到达检测器的光量减少。此外，在分析低浓度气体时，有时需要使用长光程气体池，但是光程变长将会减少气体池内的光量。因此进行高分

辨率测定以及使用长光程气体池时，采用灵敏度高的 MCT 检测器能够获得低噪声的光谱。

使用 MCT 检测器以及 DLATGS 检测器测定的 CO 气体光谱重叠图如图 4 所示。

使用 0.25 cm<sup>-1</sup> 的分辨率、光程长为 10 cm 的气体池对 2415 ppm 的 CO 气体进行测定。红线和黑线分别为 DLATGS 检测器和 MCT 检测器的测定结果。

由于 MCT 检测器的灵敏度高，所以在本测定中限制了光量，但与相同条件下的 DLATGS 检测器相比，MCT 检测器能够获得低噪声的光谱。

此外，由于 MCT 检测器的最佳响应频率较高，所以与 DLATGS 检测器相比，具有镜像速度快，可以缩短测定时间的优点。

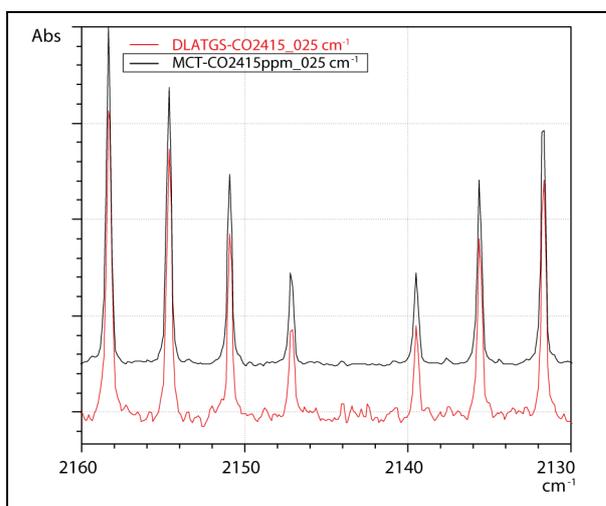


图4 使用 DLATGS 以及 MCT 检测器测定的 CO 气体光谱重叠图  
Spectra of CO Measured with a DLATGS Detector and an MCT Detector

## ■ 总结

Summary

本文为您介绍介绍了采用 IRTracer-100 进行 CO 气体分析时，以 0.25 cm<sup>-1</sup> 的高分辨率可获取高精度的定量结果，以及选配件 MCT 检测器的优势。通过使用 IRTracer-100 以及 LabSolutionsIR 软件，可进行稳定地测定以及简便的定量操作。另外，采用 FTIR 进行气体分析时，必须考虑到气体的检测限、腐蚀性和共存物质等各种因素。关于气体池的选择等信息，请您咨询岛津公司的销售负责人。