

论文编号: E070924003

LDS6 激光气体分析仪在重型发动机测试平台氨逃逸测量的应用

Application of LDS6 Laser Gas Analyzer for NH₃ Slip Measurement in Heavy Engine Test

(西门子(中国)有限公司 A&D SC PA, 上海 200120) 刘骁

摘要: 本文介绍了西门子 LDS6 型激光气体分析仪的诸多软、硬件特点, 及在重型发动机测试平台逃逸氨测量应用中的优势。

关键词: 可调谐激光二极管; 原位式测量; 重型柴油发动机测试; SCR 脱硝; 氨逃逸

Abstract: Introduce the software and hardware features of LDS6 laser gas analyzer, and it's advantage in NH₃ slip measurement in heavy engine SCR DeNO_x application.

Key words: TDLAS; In-situ measurement; Heavy diesel engine test; SCR DeNO_x; NH₃ Slip

1. 项目简介

汽车发动机排放是环境污染的重要源头之一, 解决方法有改善发动机燃烧效率、降低有害气体的生成量, 以及将排放气体中的有害成分(如氮氧化物)分解为无害的气体。对于发动机排放气体进行脱硝处理以降低排放气体中氮氧化物排放量是发动机研发过程中必须满足的要求。

重型柴油发动机具有较高的排放量, 对于重型发动机的脱硝处理均采用 SCR(选择性还原)方法。在紧邻发动机排放口的下游充填金属催化剂, 通过向炙热的发动机尾气喷注液态氨或尿素, 使得尾气中的氮氧化物在催化剂表面转化成无害的水和氮气。SCR 脱硝的效果受多种因素影响, 氨(或尿素)的注入量不够, 尾气中的氮氧化物不能被有效地还原, 排放气体中仍有大量的污染成分; 如果注入量过多, 尾气中便含有大量的 NH₃, 也会污染环境。在重型柴油发动机研发的过程中非常重要的一环就是建立发动机不同工作状态与氨(或尿素)注入量关系, 使重型柴油发动机的 SCR 脱硝能够得到有效的控制。

博世(Bosch)集团是全球第二大汽车技术供应商, 2004 年博世公司和无锡威孚集团有限公司联合投资于无锡成立博世汽车柴油系统股份有限公司, 并建立了发动机研发技术中心, 从事发动机动态测量、底盘动态测量、排放测量等研究工作。博世汽车柴油系统股份有限公司的汽车&发动机试验室于 2006 年底采购 1 套西门子 LDS6 激光气体分析仪, 用

于尾气中氨逃逸的测量, 进而建立柴油发动机脱硝模型以及催化剂性能研究。

广西玉柴集团是中国最主要的柴油机、工程机械、汽车化工、汽车零部件、环保机械、专用汽车等机械产品生产和销售商之一, 拥有全球最大的独立发动机生产基地。玉柴集团的发动机研究中心也在 2006 年初订购 1 套西门子 LDS6 激光气体分析仪, 同样用于尾气中氨逃逸的测量。

2. 系统构成

LDS6 激光气体分析仪是 SIEMENS 系列气体分析仪表的重要组成部分, 采用原位测量(in-situ)方式, 无需采样与样气处理系统, 直接在安装点完成分析。整个系统由中央处理单元、发射探头、接收探头与复合光缆组成。

激光光源位于中央处理单元中, 所发激光由光缆传至发射探头, 激光穿过被测气体后被接收探头检测。检测信号传回中央处理单元进行处理、分析与显示。中央处理单元还承担人机工作界面和输入输出的功能。

LDS6 的发射探头与接收探头直接安装于现场分析管线上。两者均采用模块化设计, 绝大多数硬件可以互换。在重型发动机测试平台的应用中待侧管线直径较小, 直接在管线两侧安装会造成光程过短, 影响分辨率。此类应用需采取流通池的安装方式, 在不改变原有管径的基础上增加光程, 确保测量分辨率(见图 1)。

西门子 LDS6 激光分析仪选择使用光缆传输信号, 可以

利用光缆的模式选择进一步确保信号“纯净”，提高测量系统的抗电磁干扰能力、恶劣环境的适应能力。同时，中央处理单元利用复合光缆内集成的双绞线完成对探头的供电，无需现场再对探头提供电源。光缆外部的保护层使得其满足工业现场的使用要求。

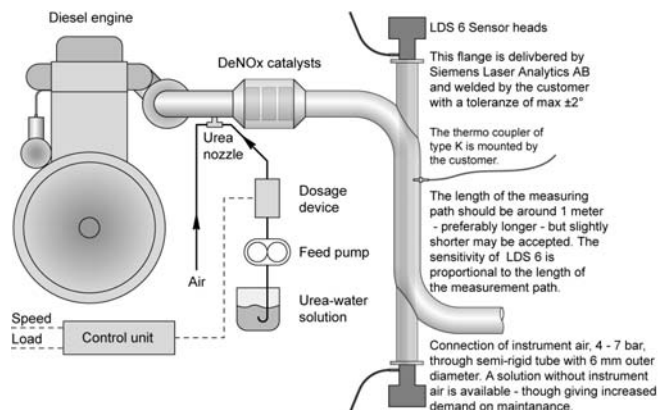


图1 激光气体分析仪在重型发动机测试平台应用示意（因未获得用户同意，无法提供测试平台实际安装照片）

3. 系统特点及在重型发动机测试平台应用的优势

LDS6 激光气体分析仪具有测量准确、响应快速、操作简单、维护量低等优点。原位式分析形式对于 NH_3 这样高化学活性的气体十分适合，样气可以避免采样、传输等过程的“污染”。诸多软、硬件的独特优势使得 LDS6 成为重型发动机测试平台氨逃逸分析仪的可靠选择。

3.1 TDLAS 技术不受任何交叉干扰

LDS6 基于 TDLAS (Tunable Diode Laser Absorption Spectroscopy, 可调谐二极管激光吸收谱) 技术，以谱吸收原理为基本，实现快速的高精检测。激光区别于普通光源的最重要特性之一是它良好的单色性能。单色性能越好，光源的频谱线宽越窄。因为激光卓越的单色性能，激光吸收谱又被称为单线吸收谱，从根本上排除了传统气体吸收谱技术测量某一气体成分时受到气体中其它成分吸收谱干扰的可能。

激光分析仪是典型的线测量仪表，激光束所穿过区域内的气体均参与分析。比传统抽取式分析的点采样方式更能反映待测成分的真正浓度。

3.2 独特的二次谐波信号处理技术

鉴于气体组分的吸收幅度相对于传播总能量较弱，特别是低量程（痕量分析）应用，接收信号中的待测成分吸收很少，西门子 LDS6 激光分析仪并非直接对接收信号强弱进行分析，而是采用独特的二次谐波分析技术。

气体分析的吸收能谱就像该种气体的“指纹”一样，只有满足一定频率条件的能量才能被气体分子吸收。二次谐波技术正是利用此特点，以该吸收频率为基础，取接收信号的二次谐波分量来进行分析。无论是粉尘还是其它可能的干扰

信号（如果有的话），对于该吸收频率而言都可视为“直流”成分，根本不会对分析结果造成影响。对于重型发动机测试平台这样多个工况均须测试的应用，二次谐波技术是精确分析的有效保障之一。

3.3 特有的仪表内置标定池，无需用户作任何形式的标定

LDS6 分析仪内置了标定单元，将分析仪器常需的人工外部标定工作内置在分析仪内部，由分析仪自动在每个测量周期都执行一次标定和校准工作。此功能设计从根本上减轻了 LDS6 的维护工作量，也确保 LDS6 每时每刻均被校准与纠正，提高分析仪的测量精度。

传统的人工标定是一个周期性的工作（例如：每三个月标定一次），只有在每次标定时，使用者才可以确认仪表的偏差情况。在标定的间隙，使用者对于仪表的偏差情况根本无从考证，这对于痕量分析而言，误差可能是巨大的。

LDS6 每个测量周期都在自我校准，每秒钟进行数十次。可以确保每个测量数据都是“真实的”。每个历史数据均可被放心用于性能对比研究，无需担心仪表漂移等带来的影响。LDS6 的内置参比池自标定技术已获得德国 TUV、美国 EPA 等权威机构的认可。对于重型发动机测试平台应用，内置标定池的意义不仅仅是减少维护量。通过比对测试的历史数据，测试平台还可以了解催化剂的工作情况及消耗情况。

3.4 自动增益控制（AGC）技术

西门子 LDS6 激光分析仪采用了自动增益控制（AGC）技术，可对粉尘进行动态补偿，亦可适用于气体组分剧烈变化的应用。无论是粉尘含量变化还是气体组分变化，或是探头对准度发生一定偏差的情况下，AGC 技术都可以自动根据接收的信号强度控制增益，使得中央处理单元接收到的信号经光缆传输后不至失真，为二次谐波变换提供足够强度的信号。

重型发动机测试平台用于建立发动机不同状态下的一系列数据模型，势必需在不同的功率状态下进行测试，气体组成及碳黑浓度等均会发生变化，AGC 技术可以使 LDS6 完全可以适用测试平台的各种试验条件。

3.5 宽束激光

LDS6 激光分析仪在发射探头中采用了光学镜片，将点光源变为宽束激光，其宽度为同类产品之最，利于接受探头获取信号，即使探头对准度出现偏差，接收到信号也不是难事。宽束激光也利于在测试台架振动时接收信号。同时，宽束激光可以使更多的气体被检测分析，测量值更能反映真实的浓度。

3.6 光缆传输提高信号抗扰能力

LDS6 采用光缆传输信号。众所周知，光缆传输信号的抗干扰能力是最强的，避免了各种电磁干扰，对于重型发动机测试平台这样测试仪表密集的场所十分有必要。

4. 项目运行

两套 LDS6 系统分别于 2006 年底与 2007 年 4 月调试投运，运行情况良好，用户满意 LDS6 的测量分析结果。博世汽车柴油系统股份有限公司已决定再购置一套激光分析仪用于新建的发动机测试平台。

5. 应用体会

原位测量的激光气体分析仪 LDS6 无需采样、样气输送与样气处理，十分适用于高化学活性的气体测量。诸多的软、硬件特点确保了 LDS6 在重型发动机测试平台的良好使用，测量准确、响应快速、操作简单、维护量低等优点获得用户肯定。