

论文编号: E070925016

LDS6 激光气体分析仪实时监测转炉气体的应用

LDS6 Laser Gas Analyzer's Application for Real Time Monitoring of Converter Gas

(天津天铁热轧板有限公司, 河北涉县 056404) 席伟 (1)

(西门子(中国)有限公司 A&D SC PA, 上海 200120) 刘骁 (2)

摘要: 本文介绍了西门子原位式 LDS6 激光气体分析仪实时监测转炉气体的应用优势, 以及 LDS6 的诸多软、硬件特点。

关键词: 可调谐激光二极管; 原位式测量; 转炉气体; 实时监测

Abstract: plication for real time monitoring converter gas, and software and hardware features of LDS6 laser gas analyzer.

Key words: TDLAS; In-situ measurement; Converter gas; Real time monitoring

1. 项目简介

天津天铁冶金集团是天津市重点支持的大型企业集团, 2006 年新发布的中国企业 500 强中排名第 152 位, 在中国制造业 500 强中排名第 72 位。现有年产生铁 350 万吨、钢坯 350 万吨、钢材 257 万吨的综合生产能力, 在国内外享有较高的知名度。近年来, 天铁集团与世界知名钢铁公司不断开展合作, 学习先进技术。在奥钢联参与的热轧工程与工艺改建中, 采用西门子 LDS6 激光气体分析仪, 用于实时监测转炉气体中 CO、CO₂ 的含量, 参与工艺控制; 以及转炉气体回收中与安全相关的氧含量监测。

由高炉炼铁、氧气转炉炼钢、最后经轧机轧制组成的“长流程”是当今钢铁行业的主要生产流程, 超过三分之二的钢材由长流程生产。铁矿石经高炉炼制成铁水, 在铁水中包含大量的碳和杂质(如硫、磷等), 为了得到高质量的钢材, 铁水必须经进一步处理, 去除碳和杂质。氧气转炉(BOF)是普遍的炼钢设备, 将铁水注入转炉, 由水冷喷头向转炉内吹入高压氧气。吹入的氧与铁水中的碳经过氧化结合生成 CO 和 CO₂, 并以炉气的形式与铁水脱离、排放。整个转炉炼钢的工艺流程约 15 至 20 分钟。炉气中的 CO 和 CO₂ 可以作为反映转炉工作状态的参数组, 通过监测炉气中 CO、CO₂ 的含量, 可以提高转炉的工作效率。LDS6 的快速相应能够精确地确定整个工艺的结束时间, 节约大量的氧气与能量, 优化整个流程。

转炉气体中含有大量的 CO, 可以作为可燃煤气回收, 此类高 CO 气体的回收处理需特别注重防爆安全。测量快速、准确、无干扰是 LDS6 原位式激光气体分析仪的特点之一, 使用 LDS6 监测转炉回收煤气中的氧含量可以增强安全性。



图 1 天铁集团 LDS6 安装位置示意(一): 电除尘设备



图 2 天铁集团 LDS6 安装位置示意(二): 电除尘之后

2. 系统构成

LDS6 激光气体分析仪采用原位测量 (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的两侧 (见图 3)。两者均采用模块化设计, 绝大多数硬件可以互换。天铁转炉气体监测项目中共采用两套 LDS6 设备, 分别在电除尘后监测转炉煤气中的 CO、CO₂, 和 O₂。前者用于转炉工艺的优化与控制, 后者出于煤气回收安全目的。

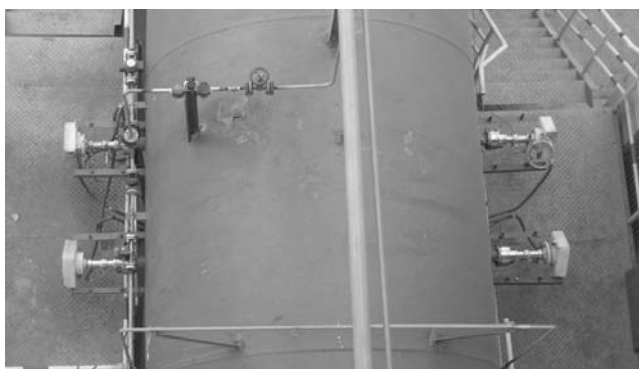


图 3 天铁集团 LDS6 安装位置示意 (三): 两套 LDS6 用于 CO、CO₂, 以及 O₂ 的测量

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。

3. 系统完成的功能

由铁矿石炼钢需经过高炉炼铁与转炉炼钢两步, 铁矿石由高炉熔成铁水, 因为铁水里含有氧、硫、磷等杂质, 需要进一步去除。炼钢的过程就是脱碳 (脱气)、去硫去磷, 以及后期脱氧和升温的过程。最常用的炼钢设备就是氧气顶吹转炉。氧气由水冷喷头吹入, 铁水中的碳在反应区直接氧化成 CO 气泡, 在碳低时是由于部分碳反应生成 CO₂。转炉气体中含有大量的 CO, 少量 CO₂ 及微量的其他成分高温气体。气体分析仪在转炉气体的分析中主要监测 CO 和 CO₂, 它们的含量以及变化趋势可以作为重要信息直接反馈: (1) 转炉脱碳的工艺流程与结束时间; (2) 钢水的温度等信息; (3) 造渣过程的情况。由于整个转炉炼钢过程只有 15-20 分钟,

要求分析仪除却准确的分析结果, 更要具有快速的响应时间。否则对于整个工艺的控制与优化没有实际意义。

转炉气体中含有大量的可燃成分, 可以回收进行再次利用, 在回收过程中须注意防爆。如果煤气中的氧含量过高, 易使气体超过爆炸下限, 对设备及人员安全十分不利, 必须在煤气回收过程中时刻监测其中的氧含量, 一旦超出某一设定值, 必须迅速采取措施, 以防事故发生。对于煤气中的氧含量监测也必须达到准确、快速的要求, 既可以在生产安全的前提下尽可能多地回收气体, 又能在危情发生之际迅速报警, 避免人员物力的损失。

在天铁的转炉煤气监测、回收的应用中, 分析仪的安装选点位于电除尘之后, 分析转炉气体的 CO、CO₂ 和 O₂ 含量。CO、CO₂ 的含量用于反映转炉的脱碳信息。CO、O₂ 的含量用于煤气回收的判别依据, 分析结果控制一个三阀组。

为了有效、安全地回收转炉煤气, 在煤气柜前安装了三阀组, 可以控制煤气的回收或放散。判断的依据有三点: (1) O₂ 含量低于 2%。过多的氧气会使煤气柜内气体接近爆炸下限, 使整个气柜乃至厂区处于非常危险的境地, 必须严格控制回收气体内的氧气含量, 一旦高于 2%, 三阀组将气体放散。(2) CO 含量大于 35%。回收转炉煤气是为了利用其中大量的可燃成分 (主要是 CO), 分析 CO 的含量, 可以确保回收高质量的气体作为二次能源。(3) 气柜内仍有空间存放煤气。对于整个煤气的回收控制, O₂、CO 的分析结果至关重要, 必须满足准确、快速的要求, 这不仅是从工艺控制、优化的角度出发, 更关系到安全生产。

LDS6 原位式激光气体分析仪直接在待测侧管线分析, 无需采样、样气输送、预处理系统等, 响应速度可达 1 秒。图 4 为传统抽取式红外分析仪与 LDS6 激光气体分析仪的分析结果对比图。从图中不难发现: (1) LDS6 响应速度远优于抽取式分析仪, 数十秒钟的差异对于整个工艺过程 (15-20 分钟) 有着天壤之别。(2) LDS6 的结果更能体现工艺过程中气体含量变化的细节。LDS6 激光气体分析仪是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。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, 更能反映待测成分的实际含量及微小变化。

同样, 快速的响应与更能反映待测成分真实浓度的线测量方式对转炉气体回收中氧含量的监测也具有重要意义。

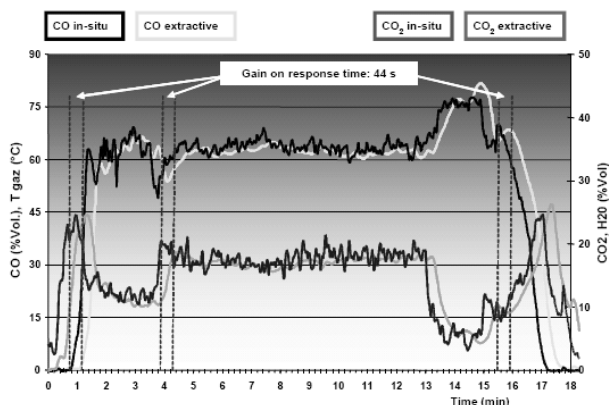


图4 激光分析仪与红外分析仪在转炉气体测量应用中的测量比对

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。准确无漂的分析值对于转炉气体实时监测 CO、CO₂ 含量，以及 O₂ 含量监测等涉及工艺优化控制、安全监控等应用意义重大。

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，为进一步信号处理提供足够强度的信号。在转炉气体实时监测过程中，CO、CO₂ 的含量随着脱碳进程而不断快速、剧烈变化，AGC 技术可以确保 LDS6 激光气体分析仪可以完全适应整个转炉脱碳过程以及转炉煤气回收的分析要求。

4. 项目运行

两套 LDS6 系统于 2007 年 4 月调试投运，总体运行情况良好。在运行初期曾出现吹扫效果不佳的现象，经过对探头吹扫管改进，问题已得到妥善解决。LDS6 的测量分析结果准确，响应快速。

5. 应用体会

相比于传统的抽取式分析仪，原位测量的激光气体分析仪 LDS6 响应快速，测量准确。十分适合转炉气体监测和煤气含氧量监测等对分析仪响应时间有高要求的应用。

传统的抽取式红外分析仪受到采样、传输以及预处理的时间限制，整个系统的分析周期远比原位式激光分析仪长。在类似天铁转炉气体监测、回收的应用中，要求系统的分析周期小于 20 秒，这就决定了抽取式分析仪必须就近安装，也意味着在现场必须考虑土建、公用工程等着多方面的因素，从工程角度上增加了施工量与成本。而 LDS6 激光分析仪探头在现场直接安装，只需考虑探头采用氮气吹扫以保护透光镜片、减少维护量，其余方面并无更多要求，简化现场的施工及成本要求。

引用 LDS6 的分析结果参与工艺优化和控制，可起到提高效率，降低成本，增加安全性等一系列作用，使用户得到切实的利益。