

烟气连续排放监测系统日常维护的探讨

康健民

摘 要: 本文简单介绍了烟气连续排放监测系统 (CEMS) 的组成, 并详细介绍了关于CEMS在实际使用过程中包括气态污染物监测子系统、烟尘监测子系统、烟气排放参数监测子系统、数据采集传输处理子系统等的一些日常维护注意事项。

关键词: 烟气连续排放监测系统; CEMS; 维护

1 概述

烟气连续排放监测系统 (Continuous Emission Monitoring Systems, 简称 CEMS), 对固定污染源颗粒物浓度和气态污染物浓度以及污染物排放总量进行连续自动监测, 并将监测数据和信息传送到环保主管部门, 以监控排污企业污染物浓度和排放总量。同时, 相关的环保设备如脱硫、脱硝等装置, 也依靠 CEMS 的数据进行监控和管理, 调整参数以提高环保设施的运行效率。

CEMS 系统主要包括: 颗粒物监测、气态污染物监测、烟气排放参数监测、数据处理四个部分。按照 CEMS 设备安装位置分为: 现场监测点和 CEMS 监测小室。现场监测点仪器: 采样探头、烟尘仪、湿度仪、烟气温度、压力、流速、吹扫装置; CEMS 监测小室仪器: 分析仪、烟气预处理装置、校准装置、工控机、数据通讯传输设备等; 现场监测点与 CEMS 监测小室之间由伴热管线传输待测气体, 电缆供电及信号传输。根据现场设备的具体安装位置及原理制定不同的维护方案。

2 烟尘监测系统

多数场合排放的废气中均含有未燃烧或无法燃烧的颗粒, 这些颗粒均会引起大气污染。烟尘连续监测的方法主要有: 对穿法、光散射法、动态光闪烁法、静电感应法。本文所述均针对光散射法。

2.1 烟尘仪原理

光散射法是将一激光束投射入烟道/烟囱, 激光束与烟尘颗粒相互作用产生散射, 散射光的强弱与烟尘的散射截面成正比, 当烟尘浓度升高时, 烟尘的散射截面成比例增大, 散射光增强, 通过测量散射光的强弱, 可以得到烟尘中烟尘颗粒物的浓度。

2.2 吹扫装置的应用

烟尘仪在使用中, 除了考虑选择安装位置、高浓度问题、烟气中水份干扰, 在日常维护中, 需要注意烟尘仪镜片的洁净问题, 采用吹扫装置或吹扫气可以延长使用周期。如果烟囱内压力为负压 $<-100\text{Pa}$, 可以直接将风室和主机进行螺栓连接, 如果烟囱内压力 $>-100\text{Pa}$, 则需要提供保护气源。

在负压的情况, 可以将空气过滤器安装在烟尘仪的气室入气口端。在正压的情况, 则需要在过滤器和烟尘仪之间加入风机或压缩气源, 保证足够的干净空气。吹扫气要求: 含尘量 $<200\text{ mg/m}^3$ 。风机的压力应大于测点压力 200Pa 以上。一般而言使用高压风机, 风量都是足够的, 但测点选择在工艺过程的增压风机出口处时烟道内压力可能超过 1 kPa , 需要考虑压力更大压力的风机。使用仪表气作为吹扫气源则压力足够, 气量不足成了关键的问题。由于现场条件复杂, 所以要靠流体的运动的理论和经验掌握。一般如果法兰管较长则需要气流量较少; 烟道内气流较平稳、速度较低需要气流量较少。一般的准则, 吹扫气流能够在镜头前形成固定、均匀、一定速度的保护层。安装后一周内的维护可以发现空气吹扫保护是否达到使用要求, 进而调整吹扫的气流量, 保证数据分析的正确性。

2.3 日常维护

新设备安装后一周内对仪器进行检查, 主要检查光学窗口是否被污染, 清洁风系统是否有效。如首次检查发现仪器工作环境恶劣, 不能满足要求, 用户需经常更换空气过滤器, 则需要改变常规的维护时间, 或改进吹扫系统。

正常情况下, 污染源停炉到开炉前应及时到现场清洁烟尘仪光学镜面; 每30天至少清洗一次隔离烟气与光学探头的玻璃视窗, 检查一次仪器光路的准直情况; 对吹扫保护装置进行一次维护, 检查空

气压缩机或鼓风机、软管、过滤器等部件;清洁液为50%的酒精和蒸馏水的溶液,酒精要用化学纯级的,注意不要用含有油的酒精。

清洁系统有一个空气过滤器,保证灰尘不进入光学头。空气过滤器要定期清洁或更换,可把空气过滤器卸下,用风吹掉上面的灰尘,也可以用清水冲洗,如果过滤器的过滤面无损伤、风阻不大,则可以继续使用。经常检查过滤器的工作状态,保证足够的清洁气。另外,要注意清洁过滤器的摆放位置,保证不让雨水等通过过滤器时入风机由及仪器内。

3 气态污染物监测系统的维护

目前国内外烟气取样分析的方法主要分为:抽取式和原位式两大类。

抽取式又分为完全抽取式和稀释抽取式,完全抽取式又细分为冷干法抽取式和热湿法抽取式;另外在抽取式中还有一种采样与分析仪紧密耦合的方式,即样品采样后直接进入分析传感器,无需样品输送管线,称为紧密耦合式或原位抽取法。

本文所述均针对冷干法抽取式系统进行分析。冷干法抽取式是由采样探头在烟道上连续抽取烟气,经初步过滤后通过专用加热管线,加热并进行保温输送(加热温度:120℃~150℃),确保烟气进入分析机柜时烟温在酸露点之上;再进入烟气预处理装置进行冷凝、过滤和干燥,同时,对冷凝后烟气中的腐蚀性废液进行收集排放;经过干燥处理后的洁净烟气,进入 CEMS 气体分析仪进行各参数的测量。

3.1 采样探头

采样点的安装:根据 HJ/75-2007《固定污染源烟气排放连续监测技术规范(试行)》第6条款、环保部门对建设单位监测点的采样位置安装规范中的要求进行安装。采样探头主要作用在于加热、除尘、保证烟气的有效浓度的测量。在工作过程中,烟气中的大颗粒烟尘被采样探头的过滤器过滤掉,该部分烟尘会积累在过滤器表面,时间较长会导致过滤器的堵塞,从而造成系统无法正常取样。

日常使用中需要定期对采样探头的过滤器进行清洁。该清洁分为两个部分:自动吹扫和人工清理。自动吹扫系统是保证冷干法抽取式监测系统正常工作的重要组成部分,由 PLC 控制,定时用压缩空气对采样探头进行内外脉冲式吹扫(建议自动吹扫气

需加热,防止腐蚀);维护时需注意该吹扫系统是否正常工作,吹扫气源是否满足要求(洁净程度、压力 4-7 公斤、气量)。过滤器长时间使用后,其表面附着一些自动吹扫无法清除的污垢,这时需要人工清理过滤器。正常采样探头过滤芯有:烧结式和陶瓷式。烧结式过滤芯清理时,最好采用超声波清洗,无此条件者也可用小刀类的锐器对过滤器表面进行手工清洁;陶瓷式过滤芯清理时,可以用毛刷及吹扫气源同时进行手工清洁;有条件者可以定期更换过滤芯。每 3 个月至少检查一次气体污染物 CEMS 的采样探头和管路的结灰情况。

3.2 伴热管线及烟气预处理装置

伴热管线及烟气预处理装置是分析仪器进行正常工作及准确测量烟气的重要组成部分。

伴热管线在使用过程中需保证其工作温度在 150℃左右,保证烟气进入分析机柜时烟温在酸露点之上。在停炉或检修时,将伴热管线两端的管接头拆除,可以用 2 公斤的反吹气源对伴热管线中的气管进行吹扫、清理。

烟气预处理装置主要由冷凝器、精细过滤器、抽气泵、流量计、湿度报警单元、流量报警单元组成。在正常使用和日常维护中:1) 需要注意冷凝器工作温度是否正常(4℃左右);2) 精细过滤器玻璃罩内、管路内、流量计内有无水汽;3) 样气流量是否正常,有无堵塞现象;4) 流量、湿度单元有无报警;5) 查看氧气是否在正常的工艺值附近,判断整个烟气传送管道的气密性。每 3 个月至少检查一次气体污染物 CEMS 的过滤器的滤芯情况、泵膜老化状态、冷凝器的热交换管的洁净度。

3.3 分析仪

气态污染物的测量主要由分析仪来进行。在 CEMS 中,通常采用紫外荧光法和非分散红外吸收法(NDIR)测定烟气中的 SO₂ 浓度,用化学发光法(CLD)和非分散红外吸收法(NDIR)测定烟气中的 NO_x 浓度。本文针对的分析仪是采用 NDIR 测量 SO₂、NO_x 浓度。

红外分析仪在使用一定时间后会存在零点及量程漂移现象,这就需要对分析仪进行校准。CEMS 气体分析仪表零点漂移范围:≤±2.5%F.S.; 量程漂移范围:≤±2.5%F.S.; 相对误差范围:≤5%。

校准步骤:1) 标定时先把气瓶减压阀螺杆旋开(关闭),然后把标准气气瓶总阀完全打开,之后关

闭标准气气瓶总阀，查看指示钢瓶的压力表指针，检查阀体与钢瓶之间是否漏气。2) 正常后慢慢旋紧减压阀螺杆使输出压力在 0.05MPa-0.1MPa 之间，保持标样流量稳定在 60L/h，数据稳定后对分析仪器进行校准操作（如果仪表通气显示值与标准物质值一致，则无需对分析仪进行校准）。3) 标定完毕后需及时把标准气气瓶总阀关闭，将剩余在阀内的标准物质排放到安全位置。

标准物质在小室存放时，需防止标准气的泄漏。在日常巡检维护时，需保证室内空气是流通的，避免造成人身伤害。校准的步骤一般遵循先标定零点，再标定量程的原则；具体标定步骤根据分析仪型号的不同有所差异；在标定过程中发现零点、量程漂移或者误差较大时，就需要仪表专业工程师对仪表进行检查或者直接送到相关厂商进行维护检修。

4 烟气排放参数监测系统

烟气参数监测子系统的监测项目主要包括：烟气温度、压力、流量、水分含量（烟气湿度）、含氧量。烟气含氧量（或二氧化碳含量）计算出标态下干烟气流量，计算工艺的过量空气系数。污染物排放浓度也需要根据含氧量折算成规定含氧下的实时排放的质量浓度。

4.1 温度、压力、流速

烟气中温度测量：采用铠装热电偶或铠装热电阻；压力测量：烟气静压，大气压力采用压力变送器测量；流速测量：采用压差法、热传感法、超声波法等。

国内大多数CEMS集成商主要将温度、压力、流速集成在一套设备上；本文针对的测量仪是采用铠装热电阻测量温度、压力变送器测量压力、压差法测量流速；例如，S型皮托管探头的一个开口面向气流，接受气流的总压；另一开口背向气流，接受气流的静压。经微差压变送器测量，得到烟气动压（动压=总压-静压），烟气动压的平方根和流速成正比。为了准确反映出整个测量断面的平均流速，流速参数需要根据烟道断面流速的参比试验结果，通过调节调整系数可以对输出的流速值进行修正，即对测量点流速乘以调整系数。

温度、压力、流速测量仪按正确方法进行选点安装后，在使用过程中同样需要注意除尘，以免烟尘造成管道堵塞，影响测量。吹扫气压力一般控制

在0.2MPa左右，压力过大有可能会造成传感器损坏。检查维护时主要需要注意检查仪器的供电和仪表气源是否正常；通过切换显示观察烟气温度、压力、流速等是否在合理范围之内（可根据现场环境和机组运行工况进行简单判断）。每3个月至少检查一次流速探头的积灰和腐蚀情况、反吹和管路的工作状态。

4.2 湿度仪

烟气水分含量（湿度）测量：采用干湿氧计算湿度法或湿度传感器测量法等。湿度传感器是利用电容法测量原理。由含水介质构成平板电容器，当电容器尺寸确定之后，传感电容的大小取决于介质的相对介电常数，样品的相对介电常数取决于样品的含水量，样气中的含水量（体积分数）与传感电容的对数呈线性关系。在日常维护中，需要注意烟气高温、灰尘、酸性物质对高分子薄膜电容的磨损和腐蚀。定期清洗、清洁防磨采样套筒和反吹气管，根据现场情况决定是否定期更换传感器。

4.3 烟气含氧量检测

烟气氧含量测量：采用氧化锆、电化学氧传感器或磁式氧检测器。CEMS 大多采用氧化锆氧或电化学氧传感器测氧。在采用干湿氧法测水分时，可使用同一氧传感器取得烟气干、湿氧值，根据氧浓度计算含水量，根据 HJ/T 76-2007 标准，得到待测组分在标准状态下的干烟气中含量（温度 273K，压力为 101325Pa）。本文建议日常 CEMS 中烟气测量使用电化学氧传感器测氧，电化学正常与红外分析仪集成在一起，维护及校准时较方便，电化学传感器一般低于 5.0~6.0mV 时，需要及时更换传感器。

5 数据采集传输处理系统

数据采集传输处理系统负责采集现场各种污染物监测数据、仪器工作状态，并将监测数据整理储存，通过某种通讯手段，将数据传输到环保监控管理部门；另外，为运行人员提供实时的污染物排放参数，指导机组优化运行和控制烟气污染物排放。

数据处理系统进行计算处理、数据记录，形成日、月、年报表，生成历史趋势图表，完成丢失数据的弥补。由于该系统能实现自动采集、存储、处理、传输等功能，所以日常维护量较小，只需保证整个系统使用环境满足要求、定期备份数据项目、保证供电线路工作稳定、注意上传至环保主管部门

数据正常等即可。日常巡检时,可根据DAS系统中的故障报警点、报表、历史趋势来判断系统是否运行正常。

6 结束语

本文详细论述了CEMS系统的组成以及主要部件的功能,以便于维护人员对系统运行有总体把握,了解每个系统的特性及系统正常运行的需求条件,便于以后的维护工作。

在日常维护事项中也提到每个部件的检查重点,方便在维护人员在日常巡检中查找问题,提高解决问题的速度,增加系统正常运行时间,防患未然延长系统使用寿命。

参考文献:

[1] HJ/T 75-2007,固定污染源烟气排放连续监测技术规范

[S].

[2] HJ/T 76-2007.固定污染源烟气排放连续监测技术要求及检测方法[S].

[3] GB/T 16157-1996.固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法[S].

[4] HJ/T 212-2005.污染源在线自动监控(监测)系统数据传输标准[S].

[5] 环境保护部科技标准司.烟尘烟气连续自动监测系统运行管理[M].北京:化学工业出版社,2008.

作者简介:

康健民(1973-),男,江苏南京人,助理工程师,主要从事火电厂环保技术管理工作。

Continuous emission monitoring systems discussion on daily maintenance

Kang jianmin

Abstract: This paper introduces the composition of continuous emission monitoring systems (CEMS) and provides details on CEMS which in actually used included monitoring of gaseous pollutants in flue gas emissions, dust monitoring subsystem, the subsystem parameter monitoring subsystems, data acquisition, transmission and processing of the routine maintenance considerations.

Key words: Continuous emission monitoring systems; CEMS; maintaining