 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i3.5200

Impact factors and countermeasures for the operation stability of flue gas continuous emission monitoring system (CEMS)

Hui Zhang[1] Guanshou Zhang[2] Dan Wu[1] Daimin Chen[1]

1. Chongqing Yuanda Flue Gas Treatment Franchise Co., Ltd., Chongqing, 400000, China
2. Guizhou Yuanda Flue Gas Treatment Co., Ltd., Zunyi, Guizhou, 563000, China

Abstract

In the link of atmospheric environment monitoring, flue gas continuous emission monitoring system, as an important monitoring device, directly affects the monitoring accuracy. flue gas continuous emission monitoring system has become the key technology of the industry, which requires relevant personnel to strengthen the research of this technology. However, in the actual operation link, the continuous emission monitoring system of flue gas is more complex and technically strong. In addition, the flue gas condition is seriously affected by the external environment, so there are stability problems in the operation link of the system, which affects the accuracy of monitoring. Relevant personnel are required to analyze the factors affecting the stability of the system in combination with the continuous flue gas emission monitoring system, and to formulate targeted solution strategies to ensure the function of the system.

Keywords

flue gas continuous emission monitoring system; stability; fault maintenance

烟气连续排放监测系统 (CEMS) 运行稳定性的影响因素与对策建议

张辉[1] 张冠收[2] 吴丹[1] 陈代敏[1]

1. 重庆远达烟气治理特许经营有限公司，中国 · 重庆 400000
2. 贵州远达烟气治理有限公司，中国 · 贵州 遵义 563000

摘　要

大气环境监测环节，烟气连续排放监测系统作为重要的监测装置，直接影响监测精准度，烟气连续排放监测系统就成为行业的关键性技术，需要相关人员加强对该技术的研究。但是实际作业环节，烟气连续排放监测系统较为复杂，技术性较强，再加上烟气状况受外界环境影响较严重，系统运行环节就存在稳定性问题，影响监测的精准度。要求相关人员结合烟气连续排放监测系统，分析影响系统稳定性的因素，并且制定针对性的解决策略，保证系统的功能。

关键词

烟气连续排放监测系统；稳定性；故障检修

1 引言

烟气连续排放监测系统 CEMS 是指对大气污染源排放的气态污染物和颗粒物进行浓度和排放总量连续监测并将信息实时传输到主管部门的装置。一般来说，CEMS 分别由气态污染物监测子系统、颗粒物监测子系统、烟气参数监测子系统和数据采集处理与通讯子系统组成。分别监测气态污染物的浓度、排放总量等。但是监测环节，技术设备、人员水平以及外界环境等状况都会对监测系统产生影响，导致其稳定性降低。此背景下，就要求相关人员深入分析这些影响因素，结合监测需要，制定保证烟气连续排放监测系统运行稳定性的策略。

【作者简介】张辉（1979–），男，中国辽宁东港人，本科，工程师，从事热工自动化及脱硫脱硝检修研究。

2 烟气连续排放监测系统 CEMS 概述

2.1 概念

烟气连续排放监测系统（CEMS，Continuous Emission Monitoring System）是一种用于实时监测工业烟气中污染物浓度的自动化设备，主要用于环境保护领域，确保工业企业的排放符合环保法规和标准。CEMS 能够连续、实时地测量并记录气体中主要污染物的浓度[1]。一般而言，烟气连续排放监测系统通常由采样系统、分析仪器、数据处理单

元、自动校准系统以及数据传输与显示系统等组成（如图 1 所示）。

2.2 功能

一般而言，烟气连续排放监测系统主要具备以下功能。首先是实时监控，能够实时监测烟气中各类污染物的浓度，帮助企业及时调整生产工艺；其次是自动报警，当污染物浓度超过设定标准时，系统会发出报警信号，提醒操作人员采取措施；然后是数据记录与报告，自动记录排放数据，并根据法规要求生成排放报告，供环保部门检查；此外还包括远程监控，通过网络，环保部门能够远程获取数据，进行监管和执法检查。

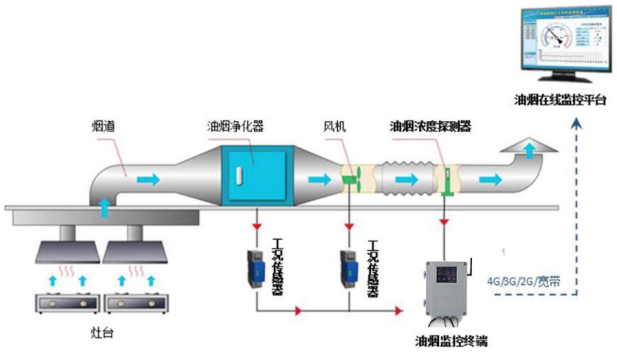


图 1 烟气连续排放监测系统的常见体系

3 烟气连续排放监测系统 (CEMS) 运行稳定性的影响因素

影响烟气连续排放监测系统稳定性受到多个因素的影响，主要包括设备、环境以及操作等方面。影响影像烟气连续排放监测系统稳定性的主要因素包括以下几种。

3.1 环境因素的影响

影像监测系统通常安装在工业现场，环境条件对其稳定性有着显著影响。首先，风速、湿度、温度等因素会影响烟气的扩散和图像质量。例如，高湿度或高温可能导致设备起雾或产生凝结水，影响成像效果；其次，烟气中的成分（如灰尘、雾霾、气体浓度等）可能影响图像清晰度。较高浓度的污染物可能导致图像模糊，影响监测精度；然后，烟气流速和方向的变化会影响烟气扩散的方式，进而影响影像监测的稳定性。烟气流动过快可能导致监测区域内烟气分布不均，从而影响系统的识别与分析。

3.2 设备维护与校准

影像烟气监测系统需要定期的维护与校准，以确保其长期稳定运行，但是实际作业环节，烟气监测系统较为复杂，设备很容易出现问题，需要对其进行维护与校准。但是如果校准不当，可能导致监测结果的偏差；其次，摄像头镜头和传感器表面容易积灰或受到烟气成分污染，定期清洁非常重要。不洁的镜头会导致成像不清晰，影响监测结果的准确性[2]；然后，影像设备的硬件部分，如电源、冷却系统、存储设备等，可能因长时间使用而发生故障或性能下降，导致系统不稳定。

3.3 数据处理与分析

影像监测系统通常需要处理大量的数据，系统稳定性还受到数据处理与分析部分的影响。首先，如果图像处理算法存在缺陷或不适应不同的监测条件，可能导致监测结果错误或不稳定；其次，对于实时监测，系统需要快速有效地分析图像并给出准确的反馈。系统的计算能力和算法优化程度决定了其实时处理能力，处理能力不足可能导致监测延迟或数据失真。

3.4 操作人员的技术问题

操作人员的技术水平对影像烟气连续排放监测系统的稳定性有着直接影响，不熟练的操作人员可能导致设备配置不当或操作失误。

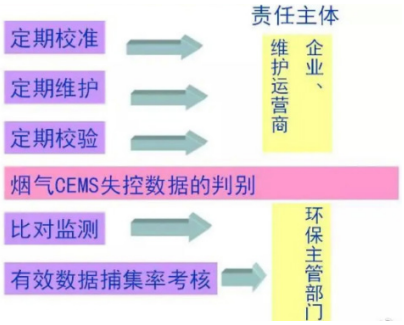


图 2 烟气连续排放监测系统质量保证策略

4 烟气连续排放监测系统 (CEMS) 运行稳定性的保证对策

烟气连续排放监测系统稳定性直接影响监测功能与精准度，实际应用环节，就需要相关人员结合质量管控体系（如图 2 所示），开展针对性的稳定性保证策略。

4.1 重视设备的维护与校准

设备维护和校准的目的是确保监测设备在长期运行中始终保持准确、可靠的性能，需要相关人员通过以下手段进行设计。

第一，需要定期清洁和检查，烟气连续排放监测系统中，烟气监测设备的传感器和采样探头可能因长时间接触烟气中的污染物而积灰或被污染，影响测量精度。应定期清洁这些部件，确保没有灰尘、油污或其他污染物影响设备性能。还需要定期检查设备的外壳、传感器接口、管道连接等部分，防止因外部因素（如腐蚀、磨损）导致的故障。

第二，需要进行校准，烟气监测系统中的传感器需要定期进行校准，以保证其测量的准确性。传感器校准通常需要通过标准气体进行，校准的频率视具体设备类型和应用要求而定，一般建议每半年或每年进行一次。具体而言，零点校准用于校正仪器在没有污染物时的基线值，确保系统能够检测到零排放状态；span 校准用于校正仪器的响应，以确保它对已知浓度的污染物具有准确的响应。定期进行这两种校准可以避免仪器偏差。

4.2 需要规避外界环境的影响

烟气连续排放监测系统（CEMS）的运行稳定性还受到多种环境因素的影响，合理规避这些因素有助于确保系统的准确性和长期稳定运行。第一，温度变化是影响监测设备稳定性的一个重要因素。过高或过低的温度会导致传感器和仪器的性能波动，甚至损坏设备。就需要相关人员在设备周围安装空调或温控系统，确保监测系统工作在理想温度范围内。还需要选用能够适应极端温度环境的监测仪器，例如具备宽温度工作范围的传感器和控制器；第二，高湿度可能导致设备结露、电气故障或传感器性能衰退。湿度过低可能影响一些气体的测量精度。所以设备应具备防水功能，避免水汽进入内部，造成电气部件损坏或传感器的故障。需要在湿度较高的地区，安装除湿设备以减少湿气影响；第三，电磁场或电气设备的干扰可能影响监测设备的信号传输与处理，造成数据偏差或失真。所以监测系统应设计合理的电磁屏蔽措施，防止外界电磁波对设备的干扰；第四，强光、紫外线辐射等外界光源会影响一些光学监测仪器（如红外、激光分析仪）的性能，导致测量结果的误差。就需要相关人员在设备周围安装遮光罩，避免强光或紫外线辐射对设备的影响。实际作业环节，还需要选择具有较强抗干扰能力的光学传感器，减少外部光源对测量结果的影响。综上，为了确保烟气连续排放监测系统的稳定性和准确性，应根据环境因素采取有效的规避措施。

4.3 开展数据处理分析

烟气连续排放监测系统（CEMS）的运行稳定性与数据处理分析密切相关。数据处理的准确性直接影响到排放数据的有效性和系统的稳定性。为了保证 CEMS 的稳定性，数据处理分析必须具备一定的鲁棒性、准确性与实时性。一方面，数据采集和预处理是数据分析中的第一步，目标是确保采集到的数据完整、准确、无误，并且适合进一步分析。就需要相关人员确保系统能够在高频率下实时采集烟气中的各类污染物浓度。通常采样频率为每分钟或每小时一次。还需要对采集的数据进行校准和补偿，消除因环境因素（如温度、湿度、压力变化）导致的测量误差。通过对设备的标准气体校准，确保仪器输出准确反映实际污染物浓度。另一方面，需要通过算法和模型对数据进行实时分析，及时识别异常波动。常用方法包括基于阈值的异常检测、机器学习算法、统计分析方法等。然后通过分析历史数据的趋势变化，建立预警模型，提前发现潜在的设备故障或环境变化，从而提前采取相应措施。此外，还需要使用多个传感器或设备交叉验证数据，以提高数据的准确性。例如，使用不同类型的传感器（如红外分析、化学发光分析、荧光分析等）对同一污染物进行测量，进行数据对比[3]。并且使用数据平滑算法（如移动平均法）或拟合算法（如线性回归、非线性回归等）来处理数据中的波动与误差，获得更稳定的趋势。综上，烟气连续排放监测系统的运行稳定性离不开科学有效的数据处理与分析。

4.4 开展人员培训

烟气连续排放监测系统（CEMS）的运行稳定性与工作人员的专业技能和操作水平密切相关，因此，进行系统的人员培训是保证系统稳定运行的关键。

一是要开展基础理论与操作规范培训，为了确保人员能够理解和正确使用烟气连续排放监测系统，培训应包括系统的基础理论、工作原理、操作流程和监测标准。培训内容包括系统基本构成、工作原理、操作流程以及监测标准与法规等

二是要进行设备操作与维护技能培训，熟悉设备的操作与维护是保证 CEMS 系统稳定运行的基础。培训应确保操作人员能够正确操作设备并在发生故障时进行维护和修复。培训内容包括设备的安装与调试、设备的日常检查与维护以及故障排除与维修等。

三是要进行数据处理与分析能力培训，需要培训操作人员如何正确采集和存储数据，确保数据的准确性和完整性。还需要教会操作人员使用数据分析软件，进行数据趋势分析、超标报警判断和数据报告生成。人员需要了解如何对监测数据进行准确的分析，识别可能的异常情况。

第四，要重视系统故障应急处理培训，应制定和培训针对不同故障情况的应急预案，包括设备故障、数据丢失、通信中断等，确保人员能在紧急情况下采取有效措施。应培训人员如何处理系统发出的报警，分析报警信息并根据报警类型采取相应的措施。同时，确保人员能够及时报告系统异常情况，保障生产和排放符合环保要求[4]。还需要培训如何管理和切换冗余系统，在主设备出现故障时快速切换到备用设备，减少系统停机时间。

综上，烟气连续排放监测系统的运行稳定性直接与操作人员的知识水平和技能密切相关。通过系统化、专业化的培训，确保操作人员掌握设备的操作，进一步提升系统的可靠性和稳定性。

5 结语

烟气连续监测系统 (CEMS) 是火电厂一个非常重要的烟气监测系统。各种环保参数、运行方式调整都依赖于它，其稳定、良好运行十分重要。通过长时间的工作实践总结出的以上建议，可能有不准确和不全面之处，希望在今后的工作中找到更多、更好的方法，提高 CEMS 的稳定性。

参考文献

[1] 张洋,贾旭光,卜令禹,等. 固定污染源烟气排放连续监测系统的应用及改进 [J]. 自动化应用, 2023, 64 (19): 128-130+133.

[2] 李晋达. 火力发电厂烟气连续排放监测系统可靠性分析与优化 [J]. 机械研究与应用, 2023, 36 (02): 169-172.

[3] 郑鸿雷,洪一鹏,周坚勇. 烟气连续排放监测系统的日常维护及故障分析 [J]. 环境与生活, 2023, (04): 91-94.

[4] 李文. 烟气排放连续监测系统的烟气参数在线监测技术研究 [J]. 应用能源技术, 2022, (06): 23-25.