

废气 CEMS 在线比对监测中的问题及解决方案

王成敏

(镇江市环境监测中心站, 江苏 镇江 212009)

摘要: 简述了目前比对监测工作依据以及比对监测现状。指出了比对工作常见问题, 如共性问题、颗粒物比对监测、二氧化硫比对监测、流速比对监测、合理选择比对方法等。提出了相应的解决办法。监测人员应对各种参比监测方法熟练掌握, 了解各个企业的 CEMS 系统原理、方法和工况, 在保证监测数据的准确性的前提下提高比对工作的一致性。

关键词: CEMS 系统; 参比监测; 一致性; 比对监测

中图分类号: X851

文献标识码: B

文章编号: 1674-6732(2016)06-0068-03

The Problem and Solution of CEMS on Line Alignment of Waste Gas

WANG Cheng-min

(Zhenjiang Environmental Monitoring Center, Zhenjiang, Jiangsu 212009, China)

Abstract: This paper briefly described the current status and working principle of comparison monitoring. Common problems during work, such as particulate, SO₂, and flow rate comparison monitoring, as well as appropriate method selection were discussed. It was suggested that the monitoring personnel should be familiar with comparison monitoring techniques, and understand the CEMS system principles, methods, and status of different enterprises, to improve consistency of comparison work while ensure the accuracy of monitoring data.

Key words: Continuous Emission Monitoring System; Reference monitoring; Consistency; Comparison monitoring

1 废气 CEMS 在线比对监测现状

按照国家总量减排体系建设的要求, 国控企业的废气排放终端都需要安装废气连续排放在线监测装置(简称 CEMS 装置), 要求对废气排放情况进行实时监控。各级环境监测部门应按照《固定污染源烟气排放连续监测技术规范(试行)》(HJ/T 75—2007)对 CEMS 装置进行参比比对监测。该规范规定了 CEMS 中的颗粒物、气态污染物(主要为 SO₂、NO_x)、O₂、废气流速、烟温在验收和例行监测中需要进行参比比对监测, 并以参比方法结果作为验证在线自动监测数据的依据。

由于国控污染源数量多、行业杂、工艺广、排口情况复杂, 再加上监测人员自身经验浅、业务生等综合因素的影响导致比对监测工作时常无法按时完成, 甚至由于监测时的疏忽导致比对不合格的情况时有发生。

镇江市环境监测中心站从 2006 年开始对国控污染源企业进行 CEMS 比对监测, 通过 10 年的 CEMS 比对监测工作, 发现了比对工作中存在的问题, 在不断总结经验教训的基础上也发现了一些解

决办法, 总的来说问题主要集中在颗粒物、SO₂ 和流速的比对监测中。

现探讨了在比对监测工作中的经验教训, 以避免其他监测部门在比对监测中相同问题再次发生, 促进比对监测工作更好完成。

2 比对工作常见问题及解决办法

2.1 共性问题

CEMS 与参比方法比对监测位置差距大是每个项目都有的共性问题, 按照规范要求, 参比监测位置应尽量靠近 CEMS 安装位置。但在实际监测工作中, 由于 CEMS 装置都是后期安装, 安装时并未考虑比对监测的要求, 造成比对监测位置相距较远, 给比对结果的一致性带来较大影响, 尤其是影响颗粒物和流速的比对一致性。对于这种情况必须联合环境主管部门, 要求企业对参比方法或 CEMS 安装位置限期按照规范要求进行整改, 这是

收稿日期: 2016-04-11; 修订日期: 2016-06-22

作者简介: 王成敏(1983—), 男, 工程师, 本科, 现从事环境监测工作。

CEMS 比对监测一致性的基础条件,只有排除位置差异带来的影响,CEMS 比对工作才有意义^[1-4]。

2.2 颗粒物比对监测

给颗粒物比对监测一致性带来影响的主要是方法差异问题,参比方法主要采用重量法:按等速原则从烟道中抽取一定体积的含颗粒物的烟气,通过已知重量的滤筒,颗粒物被捕集,根据滤筒在采样前后的重量差和采样体积,计算颗粒物浓度,属于直接法。CEMS 装置主要采用光散法或透光度法:利用光强与颗粒物浓度的比例关系计算出颗粒物浓度,属于间接法,该方法较容易受烟道中颗粒物浓度和液滴的影响,光路需要经常清洁,否则会给分析带来较大的偏差。监测结果的准确性往往不如采样重量法的参比监测。面对上述困难,可建议 CEMS 中的颗粒物装置采用 β 射线法或震荡天平法^[5],这2种方法都能较为直接地测量烟气中颗粒物浓度,准确度较高。但缺点是价格昂贵,系统较为复杂。

2.3 SO₂ 比对监测

表1所列数据为镇江市某化工厂内发电厂的 CEMS 监测数据,该企业采用水膜除尘和氨法湿式脱硫技术,监测时生产负荷为 77% ~ 79%。该企业 SO₂ CEMS 装置采用的是非色散红外吸收法。

表1 某企业 CEMS 数据

| 序号 | $\rho(\text{SO}_2)/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$ | 含湿量/% | 烟温/℃ |
|----|---|-------|------|
| 1 | 89 | 5.5 | 103 |
| 2 | 87 | 7.3 | 102 |
| 3 | 88 | 8.4 | 101 |
| 4 | 84 | 10.2 | 102 |
| 5 | 85 | 12.1 | 101 |

(1) 湿度的影响:目前 SO₂ 的参比方法主要为定电位电解法。该方法受湿度影响较大,主要原因有两个方面:第一,被测气体中的水分容易在渗透膜表面凝结,影响透气性。第二,由于 SO₂ 易溶于水,高温高湿的烟气会在相对较冷的金属采样枪上及管路中形成冷凝水,溶解进入分析仪器的 SO₂,影响监测结果。参比方法测量值见表2。

表2 某电厂 SO₂ CEMS 比对监测结果

| 项目 | 烟温/℃ | 湿度/% | $\rho(\text{SO}_2)/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$ |
|-----|------|------|---|
| 工况1 | 105 | 5 | 91 |
| 工况2 | 103 | 7 | 76 |

续表

| 项目 | 烟温/℃ | 湿度/% | $\rho(\text{SO}_2)/(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$ |
|-----|------|------|---|
| 工况3 | 102 | 8 | 53 |
| 工况4 | 104 | 10 | 32 |
| 工况5 | 103 | 12 | 19 |

比对监测时,控制出口烟温基本不变的情况下,通过调整除尘和脱硫处理设施前端含湿量改变出口处的含湿量。

由表2可见,SO₂ 参比方法测量随湿度的上升,测量值显著下降。另外,>40℃的烟气如果直接进入采样装置,有可能会给电解池的密封性带来影响,给检测造成误差^[6]。

因此在比对高湿高温烟气时,参比监测必须采用烟气预处理装置对高湿高温烟气进行降温除湿处理,确保进入采样装置的烟气是 <4℃的干烟气,同时将采样枪加热至 100℃以上,防止高湿烟气在采样枪上形成冷凝水,溶解 SO₂。

由于 CEMS 装置中的 SO₂ 监测仪有伴热装置,并且采用的是受湿度影响较小的非分散红外法,因此表1中的 CEMS 的 SO₂ 在线值受湿度影响较小,相对参比监测的结果较为准确。

(2) CO 的影响:由于 CO 的还原作用,在使用电化学法测量 SO₂ 时,高浓度的 CO 会对测量结果产生比较严重的正影响。表3为在某钢铁厂出口处所做的 CO 对 SO₂ 的干扰实验^[7]。

表3 某钢铁厂排口 CO 与 SO₂ 监测值 mg/m³

| 仪器 | $\rho(\text{CO})$ | $\rho(\text{SO}_2)$ | 方法原理 |
|---------------|-------------------|---------------------|--------------|
| 崂应 3012H | 2 657 | 289 | 电化学法不带 CO 矫正 |
| 德图 340 型 | 2 645 | 177 | 电化学法自带 CO 矫正 |
| 武汉天虹 红外分析仪 | 2 687 | 134 | 非分散红外法 |
| CEMS | 2 673 | 131 | 紫外荧光法 |

由表3可见,参比监测使用电化学法测量 SO₂ 时,高浓度的 CO 会对结果产生严重正干扰,即使带有 CO 的矫正,仍然会有比较大的影响,而采用光学法则可以减少测量误差。因此在对含有高浓度 CO 废气进行 CEMS 比对监测时,参比监测应优先采用光学法测量 SO₂ 的监测仪。而 CEMS 系统大都采用光学法监测 SO₂,因此结果相对准确。

目前在环境现场监测领域,国家规定可以使用

的手工监测方法有定电位电解法、非色散红外吸收法、碘量法等。其中由于原理简单、结构轻便、价格合理使得定电位电解法使用得最为广泛。非色散红外吸收法和碘量法虽然受干扰因素较少,结果较为准确,但由于操作不便,前期准备工作较长,造价较高,因此不常用于现场监测中。但如果现场比对条件不允许使用定电位电解法,依然要用非色散红外吸收法、碘量法作为参比方法进行监测。

2.4 流速比对监测

流速比对结果主要受位置因素和方法因素的影响。由于气流状态受烟道内流场因素很大,因此无论是参比监测还是 CEMS 监测,流速监测点位都应设在气体能够平稳流动的烟道段,流速 $> 5 \text{ m/s}$, 必须远离弯道、变径、阀门等处,以减少上述部件产生的涡流影响。同时参比方法和 CEMS 的监测点位应该尽量靠近。

目前无论是参比监测还是 CEMS 监测,常用的测流速的方法都为皮托管法。虽然方法相同,但由于受温度、湿气、灰分、涡流和震动的影响,流速比对结果的一致性也往往比较差。CEMS 测流速时必须保证皮托管正对气流方向,须防止烟道震动给皮托管的方向带来影响,并且保持测孔清洁无堵塞,需要用高压反吹定期反吹皮托管^[8]。上述要求如果有一条不能满足,就会极大影响 CEMS 流速的测量值。

实际比对测量时,CEMS 皮托管的位置在烟道内,其方向和清洁情况往往是不能观察到的,这就给流速比对带来一定的不确定性。因此建议存在震动较大、高尘、高湿烟气情况的单位在选择 CEMS 流速系统时尽量选择超声波法。原理是在流体中设置 2 个超声波传感器,能够发射和接受超声波,分别安装在烟道的上下游,通过超声波在流体中传播的时间差来计算烟气流速,这种方法不仅能够避免上述问题,而且能够测量低流速气体,理论上可测量低至 0.03 m/s 的气流速度。参比方法由于测量时间短,可随时观察和选择合适的监测位置,因此对于流速监测的结果准确度较高。

2.5 合理选择比对方法

比对方法包括了参比方法和 CEMS 方法,在满足比对位置接近的条件下,选择合适的比对方法,保证参比方法和 CEMS 方法原理相近,对于保证比对的准确性显得尤其重要,表 4 为国家相关规范规定的参比方法和 CEMS 方法。

表 4 在线比对监测方法

| 项目 | 参比方法 | CEMS 方法 |
|-----------------|---------------------|----------------------------|
| 颗粒物 | 重量法 | 不透明法、后向散射法、 β 射线法 |
| SO ₂ | 定电位电解法、非色散红外吸收法、碘量法 | 红外线吸收法、紫外线吸收法、紫外荧光法、定电位电解法 |
| 流速 | 皮托管法 | 皮托管法、超声波法、热传感法 |

由表 4 可见,颗粒物比对监测中参比方法和 CEMS 方法差距比较大,参比方法使用的是比较经典的重量法,而 CEMS 方法主要是基于光学法,两者即使在同一位置监测但由于方法原理不同,仍然可能造成比对的差异。而本文前面介绍的震荡天平法原理与参比方法相似,目前在国内已经运用到了环境空气中颗粒物的自动监测中,相信不久便会应用到固定污染源自动监测中。

SO₂ 比对监测可选择的方法较多,应根据现场工况条件尽量选择相同的方法进行比对,如受条件所限必须使用定电位电解法,也应该加装前处理装置,确保比对的科学性。流速比对监测中,皮托管法作为经典方法广泛地应用于参比方法和 CEMS 方法中,不过由于 CEMS 方法中的皮托管容易堵塞,难于维护,建议高湿高尘的条件下采用其他方法。同时流速比对一定要选择好比对地点,不仅比对位置要接近,更要远离涡流区,才能保证流速比对的科学性。

[参考文献]

- [1] 吕勇,毕勇. 固定源废气监测仪器使用中常见问题及排除[J]. 环境监控与预警,2015,7(3):28-30.
- [2] 部武. 烟气连续监测系统(CEMS)技术及应用[J]. 中国仪器仪表,2009(1).
- [3] 伯鑫,何友江,商国栋,等. 基于 CEMS 全国污染源清单数据库[J]. 环境工程,2014,32(8).
- [4] 裴冰,万方. CEMS 比对监测相关问题探讨[J]. 环境监测管理和技术,2010(2).
- [5] 姜峰. β 射线法和振荡天平法在监测中的应用[J]. 辽宁城乡环境科技,2005(10).
- [6] 巫福泉. 定电位电解法测量湿法脱硫工序中二氧化硫含量的探讨[J]. 资源节约与环保,2014(12).
- [7] 仇石,刘光逊,关胜. 便携式非分散红外烟气仪在高温低硫锅炉烟气监测中的干扰和对策[J]. 环境监控与预警,2015(3):14-16.
- [8] 凌云,王明,余国君,等. 压缩空气吹扫的皮托管堵塞的防治措施[J]. 江苏电机工程,2015(5).