

# 环境空气连续自动监测系统性能审核相关问题探讨

方方

(上海市金山区环境监测站,上海 201500)

**摘要:**为独立评估环境空气连续自动监测系统运维质量,掌握环境空气监测数据准确性等信息,我国开展了环境空气连续自动监测系统性能审核工作,通过分析影响审核结果的相关因素,提出,性能审核标准气体浓度应接近实际监测空气中的气体浓度,性能审核时间的选择应满足《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)中数据统计的有效性规定,性能审核气体压力应保持恒定并接近实际采样时的气压,标准气体进样方式应通过日常采样管路等,从而进一步提高性能审核结果的科学性和准确性,为生态环境管理部门了解环境空气数据质量提供坚实基础。

**关键词:**环境空气;自动监测;性能审核;准确性

中图分类号:X831

文献标志码:C

文章编号:1674-6732(2019)02-0059-04

## Discussion on Performance Audit of Continuous Automatic Monitoring System for Ambient Air

FANG Fang

(Shanghai Jinshan District Environmental Monitoring Station, Shanghai 201500, China)

**Abstract:** In order to independently evaluate the operation and maintenance quality of automatic monitoring system for ambient air and to master the accuracy of the monitoring data and other information, China has carried out the performance auditing of the continuous automatic monitoring system for ambient air. By analyzing the relevant factors affecting the audit results, the performance auditing gas concentration should be close to actual monitoring of air concentration, it is proposed that the selection of performance audit time should meet the validity requirements of data statistics in ambient air quality standards (GB 3095—2012), the performance audit gas pressure should be kept constant and close to the actual sampling pressure, and the audit gas sampling method should be through routine sampling pipelines, etc., thus to further improve the scientific and accuracy of performance auditing results. It provides a solid foundation for the ecological and environmental management departments to master the quality of ambient air data.

**Key words:** Ambient air; Automatic monitoring; Performance audit; Accuracy

完整的质量保证体系是保障环境空气监测数据准确的必要条件<sup>[1]</sup>。性能审核是质量保证体系的重要组成部分,性能审核的目的是对环境空气监测工作进行独立的评估,从而提供环境空气质量监测数据准确性等方面的信息。2018年8月13日,生态环境部发布了《环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统运行和质控技术规范》(HJ 818—2018)<sup>[2]</sup>(以下简称《规范》),《规范》规定了性能审核的方法及接受标准,对开展环境空气连续自动监测系统性能审核工作,提高我国空气自动站管理水平具有积极的指导意义。但是《规范》对一些技术细节交代不够清楚,现对性能审核浓度、审核时间、审核气压、进样方式等技术细

节进行分析探讨,进一步提高环境空气连续自动监测系统性能审核结果的准确性。

### 1 性能审核浓度的选择

精密度审核的目的主要是考察仪器检测方法的随机误差,准确度审核的目的主要是评价仪器测试结果与参考值之间的一致程度。《规范》中精密度审核推荐采用满量程20%的标准气体浓度,准确度审核采用满量程10%、20%、40%、60%、80%的标准气体浓度<sup>[2-3]</sup>。城市环境空气自动站的

收稿日期:2018-12-17;修订日期:2019-01-05

作者简介:方方(1981—),女,工程师,本科,从事环境监测与管理工。

SO<sub>2</sub> 分析仪一般量程为 1 430 μg/m<sup>3</sup>, 若采用《规范》推荐的浓度, 精密度审核标准气体质量浓度为 286 μg/m<sup>3</sup>, 准确度审核标准气体质量浓度为 143, 286, 572, 858, 1 144 μg/m<sup>3</sup>。

近年来, 我国在燃煤脱硫方面取得了很好的成效, 环境空气中 SO<sub>2</sub> 浓度已处于较低水平。2017 年上海市金山区某空气自动站点 SO<sub>2</sub> 小时质量浓度分布见图 1。由图 1 可见, 小时质量浓度主要集中在 3 ~ 6 μg/m<sup>3</sup>, < 21 μg/m<sup>3</sup> 的占小时质量浓度总数的 98% 以上, 最大小时质量浓度为 62 μg/m<sup>3</sup>。若采用《规范》推荐的浓度, 精密度审核浓度远 > 日常监测结果, 因此审核结果不能准确反映日常测量水平下的精密度。同样准确度审核的最低浓度 > 日常监测结果的最大值, 因此准确度审核的结果也不能完全反映日常监测结果的准确性。

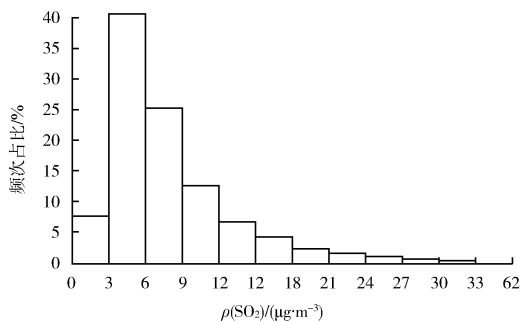


图 1 上海市金山区某站点 SO<sub>2</sub> 小时质量浓度分布

因此, 要科学评估监测结果的精密度和准确度, 应合理选择精密度和准确度审核的标准气体浓度水平。在确定审核标准气体浓度水平时, 可用频率分布直方图对近年来各污染物的小时浓度进行统计。

精密度审核的浓度水平选择在日常监测结果频次最大值附近; 准确度审核的浓度水平根据近年来污染物监测结果将浓度均匀分成 4 个区间, 从 4 个区间中各选择 1 个审核浓度点<sup>[4]</sup>, 并根据污染物的分布特征确定审核浓度水平, 在日常小时浓度监测结果最大值 1.5 倍浓度水平附近再选择 1 个审核点, 见图 2。通过合理选择审核标准气体的浓度, 审核结果才能更好地代表日常监测结果的准确度和精密度。

美国环境保护署 (EPA) 规章 40 CFR Parts 53 and 58 推荐的审核浓度水平见表 1<sup>[5]</sup>, 由表 1 可见, EPA 的审核浓度水平与我国差异较大, 更关注

日常监测结果附近的浓度。

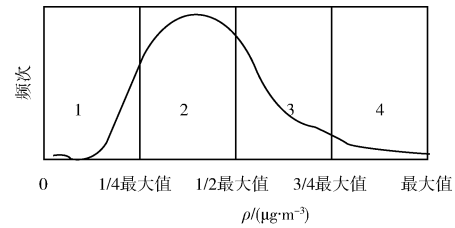


图 2 建议的审核质量浓度水平分布

表 1 EPA 推荐的质量浓度水平 μg/m<sup>3</sup>

审核水平	$\rho(\text{O}_3)$	$\rho(\text{NO}_2)$	$\rho(\text{CO})$	$\rho(\text{SO}_2)$
1	40 ~ 110	0.4 ~ 4	0.1 ~ 0.13	0.9 ~ 14
2	130 ~ 220	6 ~ 10	0.63 ~ 1.25	17 ~ 29
3	240 ~ 430	12 ~ 210	1.88 ~ 5.00	57 ~ 286
4	450 ~ 650	230 ~ 620	6.25 ~ 12.5	315 ~ 1 144
5	670 ~ 1 930	640 ~ 1 230	25 ~ 62.5	1 173 ~ 2 574

## 2 性能审核时间的选择

我国《环境空气质量标准》(GB 3095—2012) 中臭氧日评价采用日最大 8 h 平均, 其他指标采用 24 h 平均, 臭氧日最大 8 h 平均数据统计的有效性规定, 自然日内臭氧日最大 8 h 平均要求当日 8 ~ 24 时至少有 14 个有效 8 h 平均浓度值, 臭氧 8 h 平均要求每 8 h 至少有 6 h 平均浓度值<sup>[6]</sup>。

因性能审核而缺失连续 3 h 数据导致当日臭氧 8 h 平均浓度无效的情形, 见图 3, 其中深灰色代表当天数据无效, 黑色代表质控时间, 浅灰色代表正常采样。由于 13 ~ 15 时进行性能审核, 15 ~ 20 时的臭氧 8 h 平均只有 5 h 有效数据, 不满足每 8 h 至少有 6 h 平均浓度值的要求, 导致 15 ~ 20 时的 6 个臭氧 8 h 平均无效, 当日只有 11 个有效 8 h 平均浓度值, 不满足至少有 14 个有效 8 h 平均浓度值的要求, 故当日数据无效。

因此, 为保证臭氧最大 8 h 平均浓度监测结果的有效性, 应合理安排性能审核时间。缺失 7 h 臭氧数据当日数据仍然有效的情形见图 4。由图 4 可见, 仅 8, 9, 10 时的 8 h 平均不满足数据有效性规定 (分别缺少 4, 4, 3 h 数据), 其他 14 个臭氧 8 h 平均都满足数据有效性的规定, 当日臭氧最大 8 h 平均仍然有效。

此外, 对臭氧的性能审核尽量不要安排在臭氧浓度高的季节进行, 以免数据缺失影响监测结果的代表性。

时间	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								

图 3 缺失 3 h 臭氧数据导致当日数据无效

时间	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
8																								
9																								
10																								
11																								
12																								
13																								
14																								
15																								
16																								
17																								
18																								
19																								
20																								
21																								
22																								
23																								
24																								

图 4 缺失 7 h 臭氧数据当日数据仍然有效

3 性能审核气体压力的选择

审核气体的温度和压力影响着审核气体的密度,改变了反应室内审核气体分子的数量,从而影响了审核气体对光的吸收或激发光子的数量。温度可以通过加热反应室达到恒定,从而减少温度变化对测量结果的影响,但审核气体压力的影响仍然存在。虽然许多仪器带有温度和压力补偿功能,但由于补偿精度有限,压力变化依然保持恒定,另一方面审核气体压力应接近实际采样时的环境气压。

为保证审核气体压力接近环境气压,在使用 6.35 mm 直径排气管时,长度不要超过 3 m,当排气流量 > 5 L/min 时,至少采用 9.53 mm 直径排气管。

4 标准气体进气方式的选择

在进行准确度审核时,动态校准器产生的标准气体如何导入气体分析仪,《规范》未给出明确的连接方法。

目前常用的标准气体连接方式见图 5,动态校准器产生一定浓度的审核标准气体,至多经过颗粒物过滤器,直接接到气体分析仪的进气口。这样做的缺点是审核标准气体经过的路径与正常采样时不完全相同,未经过采样总管,不能反映采样总管内壁的沾污或吸附对测量结果的影响。

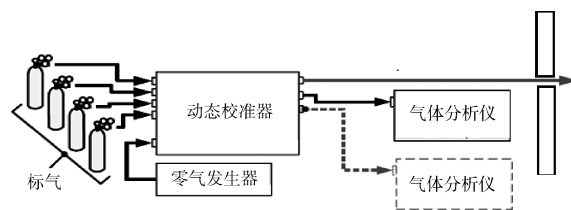


图 5 常用的标准气体连接方式

为了反映采样总管对测量结果的影响,应尽可能模仿实际采样分析状态,建议在准确度审核时采用将审核标准气体直接通入采样总管的方式<sup>[7]</sup>,见图 6。这样审核标准气体与日常采样空气流经

的路径完全相同,准确度审核的结果能较好地代表日常监测状况。采用将审核标准气体直接通入采样总管的方式时,需要将采样系统的采样风机关掉,因为采样风机的流量较大,而校准器产生的流量有限,会导致外界空气混入审核标气中,从而影响审核结果。另外,校准器产生的审核标气流量要 > 所有分析仪流量的总和,这样外界空气才不会混入审核标气,影响审核结果。

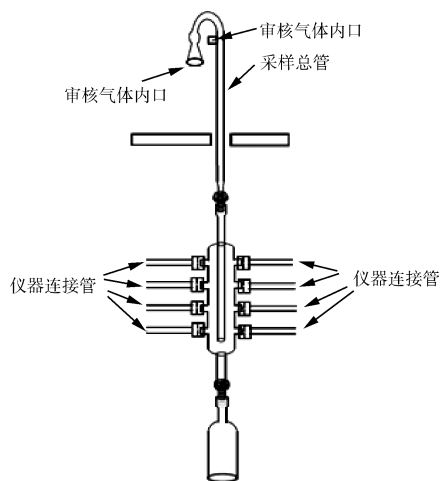


图 6 通过采样总管进气方式

## 5 其他注意事项

(1) 用于审核的标准气体必须溯源到国家一级标准或美国国家标准与技术研究院(NIST),或者直接使用国家一级标准或 NIST 生产的标准气体;审核臭氧分析仪的标准发生装置带有紫外分光光度计,紫外分光光度计需在最近 3 个月内向上一级标准进行量值传递。流量必须用经过检定的站内一级标准传递,并在审核前进行验证,回到实验室后,对量值再次确认。

(2) 在正式审核前,了解数据是否异常,有没有污染天气发生,被审核站点仪器的工作参数是否正常。若出现污染天气或仪器的工作参数不正常,性能审核应改日进行。

(3) 审核结束后,通过监测站数据采集平台记录的仪器响应值计算最终的审核结果,这样便于检查数据传输过程中产生的误差。

(4) 审核仪器应采用与分析仪器日常运行相

同的环境条件,以最大限度地减少误差。

(5) 在运输到站点或从站点运回的过程中,减压阀需从钢瓶上分开。钢瓶口封住,减压阀放置在密封的塑料袋内。

(6) 如果有超出控制限的情况发生,应填写纠正措施表格。与站点运维人员商讨引起问题的原因以及纠正/补救措施。

## 6 结语

环境空气监测系统性能审核可对环境空气监测系统运维质量进行独立评估,提供环境空气质量监测数据准确性等信息。为保证性能审核结果准确反映实际工作状态,性能审核采用的标准气体浓度应尽可能与实际空气中的浓度接近,标准气体进入仪器的压力应尽可能与实际采样时的气压接近,标准气体还应尽可能通过所有的采样管路。同时,应合理安排审核时间,从而减少有效数据的损失。此外,采用的审核设备或标准量值应可溯源,在发现问题时应及时采取纠正措施,从而进一步促进环境空气监测质量的提高。

### [参考文献]

- [1] 吴迺名. 新空气质量标准实施后空气质量自动监测质保审核的建立探讨[J]. 环境监控与预警, 2013, 5(3): 53-56.
- [2] 生态环境部. 环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统运行和质控技术规范: HJ 818—2018 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.
- [3] Office of air quality planning and stands. Quality assurance newsletters [R/OL]. (2017-05-20) [2018-11-16]. <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/qanews.html>.
- [4] 空气和废气监测分析方法编委会. 空气和废气监测分析方法 [M]. 4 版. 北京: 中国环境科学出版社, 2003.
- [5] US. EPA. 40 CFR Parts 53 and 58 [S/OL]. (2016-01-17) [2018-10-20]. <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/40cfr53.html>.
- [6] 环境保护部. 环境空气气态污染物(SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、O<sub>3</sub>、CO)连续自动监测系统安装和验收技术规范: HJ 193—2013 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [7] US. EPA. Quality assurance handbook for air pollution measurement systems (Volume II) [S]. RTP, NC: Office of Air Quality Planning and Standards Air Quality Assessment Division, 2017.

栏目编辑 王混