



团 体 标 准

T/CAEPI 115—2026

固定污染源废气 含氧量的测定 便携式定电位电解法

Stationary source emission—Determination of oxygen—Portable
fixed potential by electrolysis method

2026-03-10 发布

2026-04-10 实施

中国环境保护产业协会 发 布

目 次

前言Ⅲ

1 范围1

2 规范性引用文件1

3 术语和定义1

4 方法原理2

5 干扰和消除2

6 试剂和材料2

7 仪器和设备3

8 样品4

9 分析步骤4

10 结果表示5

11 精密度和正确度5

12 质量保证和质量控制5

13 注意事项6

附录A(资料性) 测定前后仪器性能审核结果7

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件起草单位：中国环境监测总站、宝武环境监测总站、上海市宝山区环境监测站、河南省生态环境监测和安全中心、中环协(北京)认证中心、江西省生态环境监测中心、江苏绿水青山检验检测技术有限公司、江西三思检测技术有限公司。

本文件主要起草人：冯亚玲、陈立、王军霞、董威、秦承华、朱伟忠、刘常永、王成、高晨光、黄靖、潘飞飞、盛玮、杨会军、李雷刚、何佳凝、李楠、丁聪、周茜、康长安、姚强、张诗琳、刘荣、孟蓉、熊丽姬、况文龙。

本文件由中国环境保护产业协会负责管理，由起草单位负责具体技术内容的解释。在应用过程中如有需要修改与补充的建议，请将相关资料寄送至中国环境保护产业协会标准管理部门(地址：北京市西城区二七剧场路 6 号 2 层，邮编：100045)。

固定污染源废气 含氧量的测定

便携式定电位电解法

1 范围

本文件规定了固定污染源废气中含氧量的便携式定电位电解法测定的方法原理、干扰和消除、试剂和材料、仪器和设备、样品、分析步骤、结果表示等内容。

本文件适用于固定污染源有组织排放废气中含氧量的测定。

本方法测定固定污染源有组织排放废气中含氧量的检出限为 0.08%，测定下限为 0.32%。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
- HJ/T 373 固定污染源监测质量保证与质量控制技术规范（试行）
- HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- HJ 1405 排污单位污染物排放口监测点位设置技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

校准量程 calibration span; C.S.

仪器校准的浓度上限，由校准所用最高浓度标准物质的标准值确定，小于或等于仪器的满量程。
[来源：HJ 1330—2023, 3.3]

3.2

零点漂移 zero drift

样品测定前、后，仪器对同一零气的测定结果的差值或差值与校准量程的百分比。
[来源：HJ 1330—2023, 3.6]

3.3

量程漂移 span drift

样品测定前、后，仪器对同一校准量程标准气体的测定结果的差值或差值与校准量程的百分比。
[来源：HJ 1330—2023, 3.7]

3.4

示值误差 error of indication

标准气体直接导入分析仪（直接测定模式）或由采样管导入分析仪（系统测定模式）的测量结果与标准气体参考浓度值之间的绝对误差或相对误差。

[来源:HJ 1330—2023,3.4]

3.5

系统偏差 systematic bias

标准气体直接导入分析仪(直接测定模式)得到的测定结果与标准气体由采样管导入分析仪(系统测定模式)得到的测定结果之间的差值或差值与校准量程的百分比。

[来源:HJ 1330—2023,3.5]

3.6

校准 calibration

在规定条件下测定标准物质,确定标准物质提供的量值与相应示值之间的关系。

[来源:HJ 1330—2023,3.1]

3.7

调整 adjustment

为使仪器提供相应于给定被测量值的指定示值,在仪器上进行的一组操作。

[来源:HJ 1330—2023,3.2]

4 方法原理

废气中的氧气进入便携式定电位含氧量测定仪的电解传感器后,通过渗透膜扩散到敏感电极表面,在敏感电极上发生氧的还原反应扩散进入电解池。同时,对电极发生氧化反应以形成电流回路。在一定范围内极限扩散电流的大小与氧气浓度成正比,通过测量电流信号,并经过转换,可以计算废气中的含氧量。极限扩散电流与氧气浓度成正比关系[公式(1)]。总反应式如下:

$$\begin{aligned} \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} &\longrightarrow 4\text{OH}^- \\ i &= \frac{Z \cdot F \cdot S \cdot D}{\delta} \times c \end{aligned} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- i —— 极限扩散电流;
- Z —— 电子转移数;
- F —— 法拉第常数;
- S —— 气体扩散面积;
- D —— 扩散常数;
- δ —— 扩散层厚度;
- c —— 氧气浓度。

在规定工作条件下, Z 、 F 、 S 、 D 和 δ 均为常数。

5 干扰和消除

5.1 待测气体中的颗粒物、水分等易在传感器渗透膜表面凝结并造成传感器损坏,影响含氧量测定,应采用滤尘装置、除湿装置等进行滤除,以消除影响。

5.2 H_2 、 CO 、 HCl 、 NH_3 等气体对样品测定有一定干扰,可通过内置抗干扰算法程序,减少或消除影响。

6 试剂和材料

6.1 氧气标准气体:市售有证标准气体,平衡气均为高纯氮气,相对扩展不确定度 $\leq 2\%$ ($k=2$),或用符

合 6.3 要求的配气装置配制所需浓度气体。

6.2 零气:纯度 $\geq 99.999\%$ 的氮气,或不干扰含氧量测定的其他气体。

6.3 配气装置:最大输出流量 $\geq 5 \text{ L/min}$ 。流量计应满足:流量最大允许误差应在设定流量的 $\pm 1.0\%$ 以内;配气装置气路系统等材质应防腐蚀,避免与目标化合物发生物理吸附或化学反应。

7 仪器和设备

7.1 便携式定电位电解法含氧量测定仪

7.1.1 仪器组成

便携式定电位电解法含氧量测定仪一般由采样单元、预处理单元、分析单元和数据处理单元组成。采样单元包括采样管、导气管、流量控制装置和抽气泵等;预处理单元包括滤尘装置、加热及保温装置、除湿装置等;分析单元包括传感器等;数据处理单元包括数据显示装置、数据记录及处理软件、便携式打印机等。

7.1.2 性能要求

便携式定电位电解法含氧量测定仪应满足以下性能要求。

- a) 示值误差:校准量程 $>10\%$ 时,相对误差应在 $\pm 5\%$ 以内;校准量程 $\leq 10\%$ 时,绝对误差应在 $\pm 0.5\%$ 以内。
- b) 系统偏差:校准量程 $>10\%$ 时,相对偏差应在 $\pm 5\%$ 以内;校准量程 $\leq 10\%$ 时,绝对偏差应在 $\pm 0.5\%$ 以内。
- c) 零点漂移:校准量程 $>10\%$ 时,相对偏差应在 $\pm 2.5\%$ 以内;校准量程 $\leq 10\%$ 时,绝对偏差应在 $\pm 0.5\%$ 以内。
- d) 量程漂移:校准量程 $>10\%$ 时,相对偏差应在 $\pm 2.5\%$ 以内;校准量程 $\leq 10\%$ 时,绝对偏差应在 $\pm 0.5\%$ 以内。
- e) 具有采样流量显示功能,采样流量波动应控制在 $\pm 10\%$ 以内。
- f) 具有传感器电压查询显示功能,电压应在仪器出厂预设范围内。
- g) 具有足够的抗负压能力,当采样仪器负载阻力为 10 kPa 时,采样流量应不低于仪器规定的流量下限。
- h) 具备监测数据(分钟值、单次测量值、平均值)、校准数据、工作参数及运行状态等信息的自动保存、查询、输出和传输功能。数据存储量能够满足工作要求,存储时长不低于 1 年。
- i) 具备校准参数修改或调整限制功能,未通过标准物质校准产生的参数不可人为修改,校准示值误差超过合理范围(原则上不超过 $\pm 10\%$ 标准物质标称值)时不可强行通过校准。
- j) 具备卫星定位授时或网络授时功能。由设备打印的原始记录应具备防伪功能。

7.2 标准气体钢瓶

配置可调式减压阀、可调式转子流量计及导气管。各部件材质应防腐蚀,避免与目标化合物发生物理吸附或化学反应。

7.3 集气袋

用气袋法校准测定仪。容积不小于 4 L ,内衬材料应选用对被测成分影响小的铝塑复合膜、聚四氟乙烯膜等惰性材料。

8 样品

按照 GB/T 16157、HJ/T 397、HJ/T 373、HJ 1405 等相关规定,确定采样位置、采样点及采样频次,采集样品。

9 分析步骤

9.1 测试准备

按仪器使用说明书,正确连接分析仪、采样管、导气管等,开启仪器电源,达到工作条件后按 GB/T 16157 或仪器说明书的要求检查气密性。若检查不合格,应查漏和维护,直至检查合格。

9.2 仪器核查

9.2.1 零点校准和调整

仪器运行稳定后,以仪器规定的采样流量将零气(6.2)导入分析仪,按照仪器使用说明书规定的步骤进行零点校准和调整。

9.2.2 量程校准和调整

预估待测气体含氧量,设置校准量程。将氧气标准气体(6.1)或由配气装置(6.3)配至所需浓度气体通入测定仪,示值误差应满足 7.1.2 a) 的要求,否则,需要校准。校准方法如下:

- a) 钢瓶法:将配有流量控制器导气管的标准气体钢瓶(7.2)与测定仪采样管连接,打开气体钢瓶阀门,调节流量控制器,以测定仪规定的流量,将标准气体导入测定仪。对于测定仪内置抽气泵的,应适当增大钢瓶供气流量,并采用旁路泄压方式,保证气路内没有负压且测定仪进气量不会过大。按仪器使用说明书中规定的校准步骤进行校准和调整。
- b) 气袋法:用标准气体将洁净的集气袋(7.3)充满后排空,反复 3 次,再充满后备用。连接集气袋(7.3)与仪器的进气口,以测定仪规定的流量,将标准气体导入测定仪。按仪器使用说明书中规定的校准步骤进行校准和调整。

若示值误差满足 7.1.2 a) 的要求,测定仪可用,否则应调整测定仪示值至标准气体标准值,并保存调整数据。调整完毕后,再次通入氧气标准气体(6.1),示值误差应满足 7.1.2 a) 的要求,否则应再次校准并调整测定仪示值,直至示值误差满足 7.1.2 a) 的要求。

9.3 样品测定

9.3.1 将采样管前端置于排气筒中并尽量靠近中心位置,堵严采样孔,使之不漏气。

9.3.2 启动抽气泵,以仪器规定的采样流量取样测定,待仪器稳定后即可记录读数,每分钟保存一个均值,以至少连续采样测定 5 min 的测定数据的平均值作为一次测定值,并与其他污染物同步测定。

9.3.3 同一点位样品测定结束后,按照仪器使用说明书的规定用零气(6.2)清洗仪器,使仪器示值回到零点附近,再进行下一个点位的测定。

9.3.4 关机前,按照仪器使用说明书的规定用零气(6.2)清洗仪器,待其示值回到零点附近后,先关闭抽气泵,再关闭分析仪和预处理装置,最后断开仪器各部分连接,结束测定。

10 结果表示

含氧量的浓度测定结果,应以体积百分比表示。当测定结果 $<10\%$ 时,保留至小数点后2位;当测定结果 $\geq 10\%$ 时,保留至小数点后1位。

11 精密度和正确度

11.1 精密度

6家验证实验室对含氧量浓度分别为 5.00% (实际为 5.04% 及 5.07%)、 10.00% (实际为 9.92% 及 10.07%)、 20.00% (实际为 19.85% 及 20.08%)的标准气体重复测定6次:

实验室内相对标准偏差分别为 $0\%\sim 2.4\%$ 、 $0\%\sim 0.6\%$ 、 $0\%\sim 0.2\%$;

实验室间相对标准偏差分别为 3.1% 、 2.7% 、 1.3% ;

重复性限分别为 0.2% 、 0.1% 、 0.1% ;

再现性限分别为 0.5% 、 0.8% 、 0.7% 。

6家验证实验室对含氧量平均浓度水平分别为 8% 、 16% 、 20% 、 20% 的炼焦厂、烧结厂、污水处理厂和制药厂实际样品同步重复测定6次:

实验室内相对标准偏差分别为 $3.7\%\sim 6.9\%$ 、 $0.2\%\sim 3.3\%$ 、 $0\%\sim 0.3\%$ 、 $0\%\sim 0.3\%$;

实验室间相对标准偏差分别为 5.3% 、 3.3% 、 0.7% 、 0.8% ;

重复性限分别为 1.0% 、 0.7% 、 0.1% 、 0.1% ;

再现性限分别为 1.4% 、 1.6% 、 0.4% 、 0.5% 。

11.2 正确度

6家验证实验室对含氧量浓度分别为 5.00% (实际为 5.04% 及 5.07%)、 10.00% (实际为 9.92% 及 10.07%)、 20.00% (实际为 19.85% 及 20.08%)的标准气体重复测定6次:

相对误差分别为 $0\%\sim 6.5\%$ 、 $0.2\%\sim 6.9\%$ 、 $0.3\%\sim 1.8\%$;

相对误差最终值分别为 $(1.8\pm 5.0)\%$ 、 $(1.9\pm 5.1)\%$ 、 $(0.7\pm 1.2)\%$ 。

12 质量保证和质量控制

12.1 测定前、后应核查示值误差和系统偏差,核查结果应满足7.1.2 a)和7.1.2 b)的要求。若样品测定前不满足上述要求,应维护或修复仪器,或更换传感器,直至满足要求方可测定样品;若全部样品测定后不满足上述要求,则样品测定结果无效。

注:可采取包括采样管、导气管、预处理装置和分析仪在内的系统测试模式的示值误差核查代替分析仪示值误差和系统偏差的核查,核查结果满足7.1.2 a)的要求。

12.2 样品测定结果应不超过仪器的校准量程,否则应重新选择标准气体进行校准。如果测定结果小于本方法测定下限,则不受本条限制。

12.3 仪器使用前,应对仪器进行一次零点漂移、量程漂移、满量程示值误差的核查,参考附录A中所列表格形式进行记录。若零点漂移、量程漂移、满量程示值误差不满足7.1.2 a)、7.1.2 c)和7.1.2 d)的要求,应及时维护或修复。

12.4 便携式定电位电解法含氧量测定仪的传感器使用寿命一般为1至2年。在校准传感器时,若发现其动态范围变小,测量上限达不到满量程值,或在复检仪器校准量程时,示值误差超过7.1.2a)的要求,或传感器电压值低于厂家要求的阈值的,表明传感器已失效,应及时更换,更换后测定仪需重新校准后方可

使用。

13 注意事项

13.1 测定仪应在其规定的环境温度、环境湿度等条件下工作。

13.2 进入便携式定电位电解法含氧量测定仪传感器的废气温度应不高于 40℃。

13.3 除湿装置出口废气露点温度应小于或等于 4℃,测定过程中应注意观察冷凝水,及时排出,防止影响测定结果。

13.4 应及时清洁测定仪滤尘装置,防止阻塞气路。

附 录 A
(资料性)
测定前后仪器性能审核结果

测定地点：_____

仪器品牌、型号、编号：_____

仪器检定/校准有效起止日期：_____

仪器量程(%)：_____

标准气体名称、生产单位及有效期限：_____

测定人员：_____ 测定日期：_____

表 A.1 示值误差测定结果记录表

标准气体		测定前			测定后		
名称	标准值 x	测定值 x_i	平均值 $\bar{x}_i$	示值误差	测定值 x_i	平均值 $\bar{x}_i$	示值误差
注1：测定模式： ☐ 系统测定模式 ☐ 直接测定模式。							
注2：示值误差计算公式： ☐ 绝对误差 $\bar{x}_i - x$ ☐ 相对误差 $(\bar{x}_i - x)/x \times 100\%$ 。							

表 A.2 系统偏差测定结果记录表

标准气体		测定前					测定后				
名称	标准值 x	测定值				系统偏差	测定值				系统偏差
		x_1	$\bar{x}_1$	x_2	$\bar{x}_2$		x_1	$\bar{x}_1$	x_2	$\bar{x}_2$	
注1： x_1 为标准气体直接导入分析仪的测定结果； x_2 为标准气体经采样管导入分析仪的测定结果。											
注2：系统偏差计算公式： ☐ 绝对偏差 $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ ☐ 相对偏差 $(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)/C.S. \times 100\%$ ；C.S.为校准量程。											

表 A.3 零点漂移和量程漂移测定结果记录表

标准气体		起始日期和 时间	最终日期和 时间	零点漂移				量程漂移			
				零气测定值		零点漂移绝对量		零气测定值		量程漂移绝对量	
				起始($x_{i,0}$)	最终(x_i)	$\Delta x_1 = x_i - x_{i,0}$		起始($x_{j,0}$)	最终(x_j)	$\Delta x_2 = x_j - x_{j,0}$	
名称	标准值										
注 1: x_i 为零气测定最终值; $x_{i,0}$ 为零气测定起始值; x_j 为标气测定最终值; $x_{j,0}$ 为标气测定起始值; Δx_1 为零气漂移绝对量; Δx_2 为量程漂移绝对量。 注 2: 零点漂移计算公式: ☐ 绝对偏差 $\Delta x_1 = x_i - x_{i,0}$ ☐ 相对偏差 $\Delta x_1 / C.S. \times 100\%$; C.S. 为校准量程。 注 3: 量程漂移计算公式: ☐ 绝对偏差 $\Delta x_2 = x_j - x_{j,0}$ ☐ 相对偏差 $\Delta x_2 / C.S. \times 100\%$; C.S. 为校准量程。											

中国环境保护产业协会
团 体 标 准
固定污染源废气 含氧量的测定
便携式定电位电解法
T/CAEPI 115—2026

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 15 千字
2026 年 6 月第 1 版 2026 年 6 月第 1 次印刷

*

书号:155066·5-21995 定价 36.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/CAEPI 115—2026