

Xxx

xxxx

团体标准

T/CUWA *****—20**

城镇污水处理厂甲烷和氧化亚氮排放监测 技术标准

Technical standard for monitoring methane and nitrous oxide emissions in
municipal wastewater treatment plant

Xxx 发布

Xxx 实施

中国城镇供水排水协会

(扉页)

(公告)

前 言

根据《关于印发〈2023 年中国城镇供水排水协会团体标准制订计划〉的通知》（中水协〔2023〕05 号）的要求，标准编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本标准。

本标准主要技术内容是：总则、术语、基本规定、监测方案与实施、质量控制与保证。

本标准的某些内容可能直接或间接地涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任，对所涉专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

本标准可能涉及必不可少的专利，编制单位承诺已确保专利权人或者专利申请人同意在公平、合理、无歧视基础上，免费许可任何组织或者个人在实施该标准时实施其专利。

本标准由中国城镇供水排水协会标准化工作委员会归口管理，由首创生态环保集团股份有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京首创生态环保集团股份有限公司（地址：北京市西城区车公庄大街 21 号，邮政编码：100032）。

本标准主编单位：北京首创生态环保集团股份有限公司

本标准参编单位：*****

本标准参加单位：*****

本标准主要起草人员：*** **

*** **

本标准主要审查人员：*** **

*** **

目 录

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本规定	4
4	监测方案与实施	5
4.1	一般要求	5
4.2	通量箱法	6
4.3	液相气体逸散模型法	9
4.4	尾气法	11
4.5	示踪气体分散法	13
5	质量控制与保证	15
	附录 A 监测数据统计表	16
	附录 B 通量箱结构组成	24
	本标准用词说明	25
	引用标准名录	26

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms.....	2
3	General regulations.....	4
4	Monitoring planning and implementation.....	5
4.1	General requirements	5
4.2	Flux box method	6
4.3	Fugitive model method based on liquid-phase monitoring.....	9
4.4	Exhaust gas method	11
4.5	Tracer gas diffusion method	12
5	Quality control and assurance	14
	Appendix A Configuration of flux box.....	15
	Appendix B Data sheet	16
	Explanation of wording in this standard	24
	List of quoted standards	25

1 总 则

1.0.1 为规范城镇污水处理厂开展甲烷（ CH_4 ）和氧化亚氮（ N_2O ）两种温室气体排放量监测，提升排放监测结果的准确性和代表性，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于水务企业自行组织或由第三方机构开展针对已稳定运行城镇污水处理厂 CH_4 和 N_2O 气体排放量的监测。

1.0.3 城镇污水处理厂 CH_4 和 N_2O 气体排放量监测除应按本标准执行外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 温室气体 (GHG) greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于人类活动产生的能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

2.0.2 甲烷 (CH₄) 和氧化亚氮 (N₂O) 排放量 CH₄ and N₂O emissions

特定活动或工业生产过程在一定时间内产生并逸散的 CH₄ 和 N₂O 量。

2.0.3 CH₄ 和 N₂O 排放强度 CH₄ and N₂O emission fluxes

相对于特定活动或工业生产过程强度的 CH₄ 和 N₂O 排放率。

2.0.4 全球变暖潜能值 (GWP) global warming potential

为某一温室气体在一定时间内相对于二氧化碳 (CO₂) 的累积辐射能力, 标准时间长度为 20 年、100 年、500 年, 表征各种长寿命温室气体对地球变暖的潜在影响。

2.0.5 通量箱法 flux box method

使用容积和底面积已知且化学性质稳定的箱体, 通过覆盖在具有自由液面的污水处理设施单元的水气界面, 收集监测目标温室气体浓度和 (或) 气体流量以量化目标温室气体排放量的方法。

2.0.6 开式通量箱法 open flux box method

通量箱内部气体与大气存在气体交换的一种通量箱法。

2.0.7 闭式通量箱法 closed flux box method

通量箱内部气体与大气不存在气体交换的一种通量箱法。

2.0.8 液相气体逸散模型法 fugitive model method based on liquid-phase monitoring

通过检测溶解性温室气体浓度, 并基于菲克定律量化温室气体排放量的方法。

2.0.9 尾气法 exhaust gas method

通过检测通风尾气中目标温室气体浓度和流量以确定目标温室气体排放量的方法。

2.0.10 示踪气体扩散法 tracer gas diffusion method

借助于示踪气体，通过模拟目标温室气体逸散过程，并基于已知示踪气体逸散量计算目标温室气体逸散量的一种定量目标温室气体排放量的方法。

2.0.11 有组织温室气体排放 organized GHG emission

温室气体通过固定的排放口有规律地排放到大气中。

2.0.12 监测活动 monitoring activity

非连续监测时一次完整采样过程。

2.0.13 监测项目 monitoring project

24 小时连续监测或 24 小时多个非连续监测活动集合。

3 基本规定

3.0.1 污水处理厂 CH₄ 或 N₂O 排放监测可采用通量箱法、液相气体逸散模型法、尾气法或示踪气体分散法。

3.0.2 排放监测目标污水处理厂应稳定运行 1 年及以上。

3.0.3 CH₄ 或 N₂O 排放监测的一般流程为：水厂调研、确定监测目标、制定监测方案、监测实施、整理分析报告。

3.0.4 本标准 CH₄ 和 N₂O 排放量单位分别为 kg CH₄/h 和 kg N₂O-N/h，可分别通过各自 GWP 转化为二氧化碳当量（CO₂-eq）。

4 监测方案与实施

4.1 一般要求

4.1.1 监测方案内容包括目标污水处理厂调研、监测方法选择、监测系统搭建、监测频次确定、数据采集和处理、质量管控和应急处理。

4.1.2 污水处理厂调研内容包括厂区类型、运行年限、处理线数量、工艺流程和进出水水质；其中进出水水质需自行检测时，采样和检测应符合现行行业标准《城镇污水水质标准检验方法》CJ/T 51 的有关规定。

4.1.3 监测方法的选择应秉持目标导向、结果准确优先的原则，根据设施单元类型和现场条件按图 4.1.3 确定。

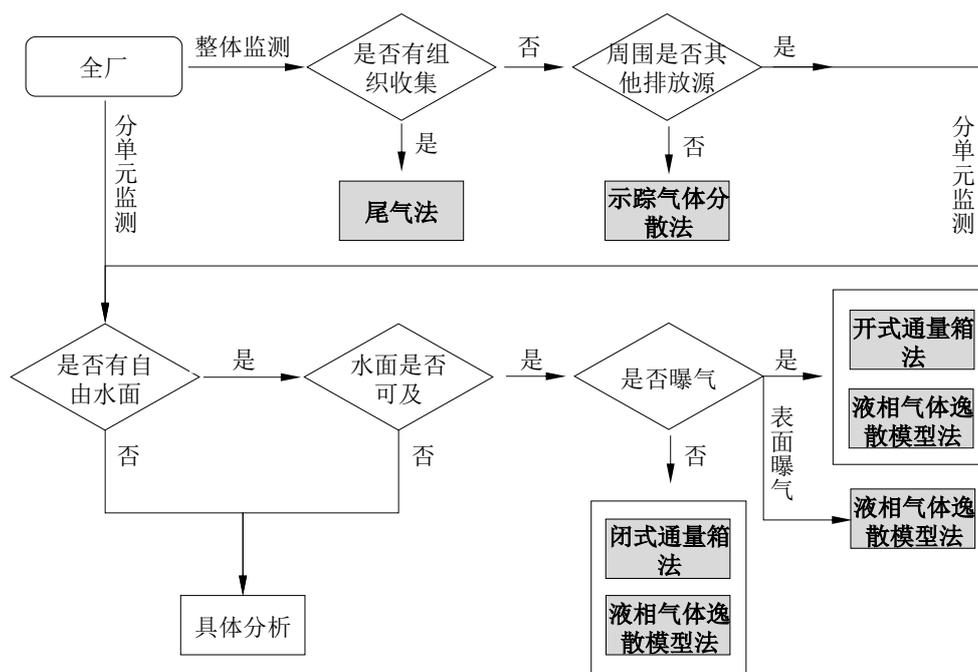


图 4.1.3 监测方法确定顺序决策树

4.1.4 监测周期应至少为 1 个自然年，宜鼓励开展连续监测；当开展非连续监测时，应保证每月至少开展 1 次监测项目或每季度 2 次监测项目，单次监测项目应开展不少于 4 次监测活动，监测活动时间均匀分布。

4.1.5 同一污水处理厂存在多个空间监测点位时，监测活动应同时进行。

4.1.6 数据记录表格应符合本标准附录 A 的规定。

4.2 通量箱法

4.2.1 通量箱基本构成单元应符合本标准附录 B 的规定，包含箱体、浮体和配件，箱体上留有排气口连接排气管或采样管，通量箱性能应符合下列规定：

1 箱体、采样管等所用材料应为惰性稳定材料，既不与 CH_4 或 N_2O 反应，也不会释放任何污染物质；箱体外表面应为白色或喷涂反光材料。

2 箱体可采用球形或方形，宜优先采用球形，箱体所覆盖面积宜在 $0.03 \text{ m}^2 \sim 1 \text{ m}^2$ 之间，当采用方形箱体时，覆盖面积不小于 $0.2 \text{ m}^2 \times 0.2 \text{ m}^2$ 。

3 闭式通量箱配件应包含温度和压力监测系统及风扇，安装于箱体内；开式通量箱配件应包含温度、压力和流量监测系统，安装于排气管上。

4 箱体气密性检查应符合现行国家标准《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》GB/T 16157 的有关规定。

4.2.2 监测点位数量和布置的确定应符合下列规定：

1 当污水处理厂具有多条平行处理线时，按图 4.2.2 (a) 的规定确定监测平行线数量。

2 不同平行处理线进水是否均相可由常规水质指标来判断。

3 监测点位数量按图 4.2.2 (b) 的规定确定。

4 对于推流式反应器，最前端点位位于廊道 $1/6$ 处，最末端点位位于廊道 $5/6$ 处，其他点位按水流方向均匀分布。

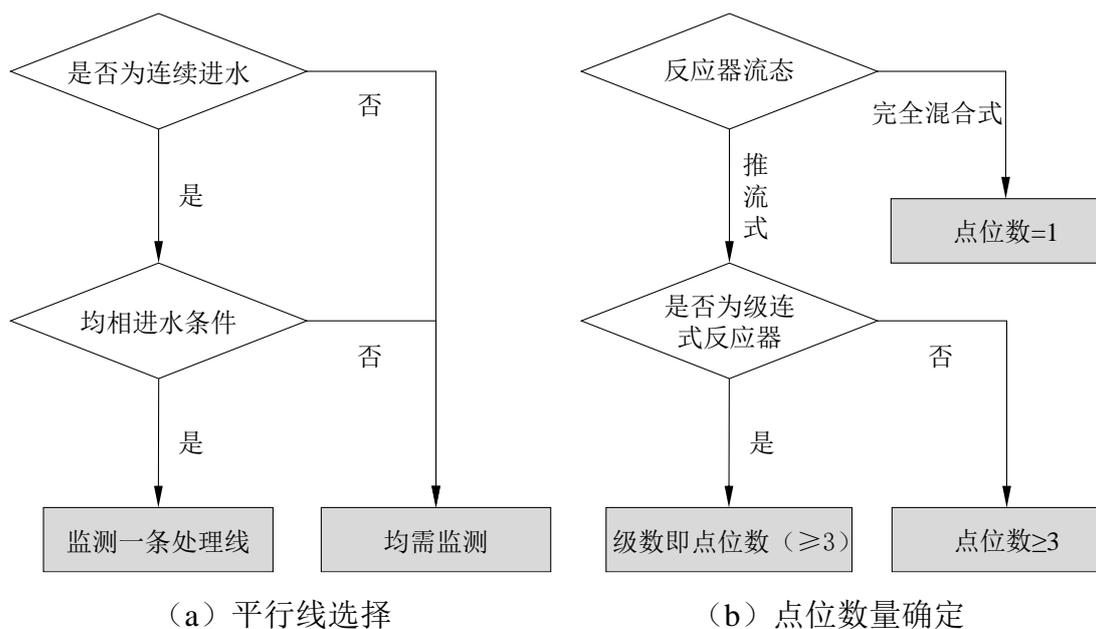


图 4.2.2 监测点位布置数量决策树

4.2.3 通量箱放置宜采用三点固定法，并确保箱体下部浸入水面下 100 mm ~150 mm。

4.2.4 开式通量箱单次监测活动持续 20 min，采样流程应符合下列规定：

1 放置通量箱于确定点位，静置排气 5 min~10 min 后开始监测活动和读数，记为第 0 min。

2 分别在第 0 min、5 min、10 min、20 min 时，读取记录温度、压力和流量数值，并采集气样。

4.2.5 闭式通量箱单次监测活动持续 30 min，采样流程应符合下列规定：

1 放置通量箱时应打开三通阀与大气相通，固定好后关闭三通阀，记为第 0 min，开始监测活动和读数。

2 分别在第 0 min、5 min、10 min、20 min、30 min 时，读取记录温度和压力数值，并采集气样。

4.2.6 气样采集所用容器要求和采集流程应符合下列规定：

1 气样储存宜采用可重复使用真空玻璃瓶，配置有橡胶隔垫的可旋转塑料瓶盖；瓶盖在重复使用 3~5 次后需更新，或参考玻璃瓶说明。

2 真空玻璃瓶抽取真空操作应符合现行行业标准《恶臭污染环境监测技术规范》HJ 905 的有关规定，瓶内压力应小于 100 Pa。

3 采集气样时，将注射器连接采样管，轻拉推 1 次后，一次性抽取 2~5 倍于采样瓶体积的气样注入采样瓶中。

4.2.7 气样应遮光保存并尽快完成检测，CH₄和 N₂O 检测宜采用气相色谱法，检测步骤应符合现行行业标准《固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法》HJ 38 的有关规定。

4.2.8 采用开式通量箱时，单次监测活动 CH₄或 N₂O 气体排放量 E_{tg} (kg CH₄/h 或 kg N₂O-N/h) 的计算应符合下列规定：

1 当点位对应的曝气池区间曝气流量 Q_a 已知时， E_{tg} 按公式 (4.2.8-1) 计算；

2 当点位对应的曝气池区间曝气流量 Q_a 未知时， E_{tg} 根据通量箱气体流量按公式 (4.2.8-2) 计算，其中点位气体逸散流量 q_g 按公式 (4.2.8-3) 计算。

$$E_{tg} = Q_a \cdot C_{tg} \quad (4.2.8-1)$$

$$E_{tg} = q_g \times C_{tg} \times \frac{A_s}{A_c} \quad (4.2.8-2)$$

$$q_g = q_s \times \frac{P_s}{101325} \times \frac{273}{273 + T_s} \quad (4.2.8-3)$$

式中： E_{tg} —— 单次监测活动 CH₄或 N₂O 气体排放量，kg CH₄/h 或 kg N₂O-N/h；

Q_a —— 监测点位对应的曝气池区间曝气流量，m³/h；

C_{tg} —— 监测点位采集气样中 CH₄或 N₂O 平均质量浓度，kg CH₄/m³ 或 kg N₂O-N/m³；

q_g —— 标准条件下，监测点位通量箱平均监测流量，m³/h；

q_s —— 监测点位通量箱平均监测流量，m³/h；

P_s —— 监测点位通量箱采样管监测气压, pa;

T_s —— 监测点位通量箱采样管气体温度, K;

A_s —— 监测点位对应的曝气池区间面积, m^2 ;

A_c —— 通量箱所覆盖水域面积, m^2 ;

4.2.9 采用闭式通量箱时, 单次监测活动 CH_4 或 N_2O 气体排放量 E_{tg} (kg CH_4/h 或 kg N_2O-N/h) 按下列公式计算:

$$E_{tg} = \frac{dC_{tg}}{dt} \times V_c \times \frac{A_s}{A_c} \times \frac{273}{273 + T_s} \quad (4.2.9)$$

式中: E_{tg} —— 单次监测活动 CH_4 或 N_2O 气体排放量, kg CH_4/h 或 kg N_2O-N/h ;

$\frac{dC_{tg}}{dt}$ —— 监测点位通量箱内 N_2O 或 CH_4 质量浓度变化速率, kg $N_2O-N/(m^3 \cdot h)$ 或 kg $CH_4/(m^3 \cdot h)$;

V_c —— 通量箱有效体积, m^3 ;

A_s —— 监测点位对应的反应池区间面积, m^2 ;

A_c —— 通量箱底部所覆盖水域面积, m^2 ;

T_s —— 监测点位通量箱内气体温度, K。

4.3 液相气体逸散模型法

4.3.1 监测所需的设备为溶解性 CH_4 或 N_2O 检测仪器, 由探头和控制单元组成。

4.3.2 监测探头对目标气体的检测下限不应低于 0.005 mg CH_4/L 或 0.005 mg N_2O-N/L , 响应时间不应大于 65 s, 定量检测重复性不应大于 0.5%。

4.3.3 宜采用连续监测, 监测点位数量和布置应按本标准第 4.2.2 条规定执行。

4.3.4 若采用手动非连续监测，监测频次应按本标准第 4.1.4 条规定执行，单次监测活动持续 10 min。

4.3.5 将经校准探头浸没在水面下，开始监测活动，记录目标温室气体浓度和水温。

4.3.6 单次监测活动 CH₄ 或 N₂O 气体排放量 E_{tg} (kg CH₄/h 或 kg N₂O-N/h) 按公式 (4.3.6-1) 计算，其中温室气体逸散速率 r_{tg} 的计算应符合下列规定：

1 曝气池 r_{tg} 按公式 (4.3.6-2) 计算，其中无量纲常数 H_{tg} 按公式 (4.3.6-4) 与公式 (4.3.6-5) 计算，传质系数 K_{La} 按公式 (4.3.6-6)、公式 (4.3.6-7) 与公式 (4.3.6-8) 计算。

2 非曝气池 r_{tg} 按公式 (4.3.6-3) 计算，其中无量纲常数 H_{tg} 按公式 (4.3.6-4) 和公式 (4.3.6-5) 计算。

$$E_{tg} = \frac{r_{tg} \times V_T}{24 \times 10^6} \quad (4.3.6-1)$$

$$r_{tg} = H_{tg} \cdot S_{tg} \cdot \left(1 - e^{-\frac{K_{La} \times V_R}{H_{tg} \times Q_A}}\right) \cdot \frac{Q_A}{V_R} \quad (4.3.6-2)$$

$$r_{tg} = K_{La}^n \times \left(S_{tg} - \frac{C_{tg,b}}{H_{tg}}\right) \quad (4.3.6-3)$$

$$H_{tg} = \frac{1}{k_H \times R \times (T_p + 273.15) \times 1000} \quad (4.3.6-4)$$

$$k_H = k_H^\theta \times e^{\left[2675 \cdot \left(\frac{1}{T_p} - \frac{1}{25}\right)\right]} \quad (4.3.6-5)$$

$$K_{La} = K_{La,20} \times 1.02^{(T_p - 20)} \quad (4.3.6-6)$$

$$K_{La,20} = \left(\frac{D_R}{D_L}\right)^{-0.49} \times 34500 \times (v_g)^{0.86} \quad (4.3.6-7)$$

$$v_g = \frac{Q_A}{A_a} \quad (4.3.6-8)$$

式中:	E_{tg}	—— 单次监测活动 CH_4 或 N_2O 气体排放量, $\text{kg CH}_4/\text{h}$ 或 $\text{kg N}_2\text{O-N/h}$;
	r_{tg}	—— 监测点位 CH_4 或 N_2O 气体比逸散速率, $\text{mg CH}_4/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ 或 $\text{mg N}_2\text{O-N}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$;
	V_T	—— 曝气区监测点位对应的设施单元水域总体积, m^3 ;
	H_{tg}	—— CH_4 或 N_2O 气体亨利系数;
	S_{tg}	—— 点位 CH_4 或 N_2O 气体液相浓度平均值, $\text{mg CH}_4/\text{m}^3$ 或 $\text{mg N}_2\text{O-N}/\text{m}^3$;
	K_{La}	—— 监测点位对应水域 CH_4 或 N_2O 气体实际传质系数, $1/\text{d}$;
	V_R	—— 监测点位对应的水域体积, m^3 ;
	Q_A	—— 监测点位对应的水域曝气流量, m^3/d ;
	K_{La}^n	—— 非曝气区 CH_4 或 N_2O 气体传质系数, 前者取 24; 后者取 2~4, $1/\text{d}$;
	$c_{tg,b}$	—— 监测点位区域大气中 CH_4 或 N_2O 气体背景浓度, 无实际监测数据时, 可分别取 $1.4 \text{ mg CH}_4/\text{m}^3$ 或 $0.4 \text{ mg N}_2\text{O-N}/\text{m}^3$;
	k_H	—— 监测水温下, CH_4 或 N_2O 气体亨利常数, $\text{mol}/(\text{L}\cdot\text{Pa})$;
	R	—— 摩尔气体常数, 取 $8.314, \text{J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$;
	T_p	—— 监测点位水域水温, $^\circ\text{C}$;
	k_H^θ	—— 25°C 下, CH_4 或 N_2O 气体亨利常数, 分别取 1.56×10^{-3} 或 $2.47\times 10^{-4}, \text{mol}/(\text{L}\cdot\text{Pa})$;
	$K_{La,20}$	—— 20°C 条件下, CH_4 或 N_2O 气体传质系数, $1/\text{d}$;
	D_R	—— 曝气头的安装深度, m ;
	D_L	—— 常数, 取 $0.815, \text{m}$;
	v_g	—— 表观曝气流速, m/s ;
	A_a	—— 曝气池面积, m^2

4.4 尾气法

4.4.1 尾气法所需设备基本构成单元应符合下列规定:

1 连续监测时所需废气连续监测系统由 CH_4 与 N_2O 监测单元和废气参数监测单元、数据采集与处理单元组成, 性能参数应符合现行行业标准《固定污染

源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》HJ 1286 的有关规定；CH₄ 与 N₂O 监测单元响应时间不大于 5 s，测量精度不大于 10 ppb。

2 非连续监测所需废气参数监测设备、采样设备应符合现行行业标准《固定源废气监测技术规范》HJ/T 397 与《固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法》HJ 732 的有关规定。

4.4.2 连续监测流程、数据处理及质量控制应符合现行行业标准《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》HJ 1286 的有关规定。

4.4.3 非连续监测流程、采样方法、采样频次、数据处理及质量控制应符合现行行业标准《固定源废气监测技术规范》HJ/T 397 与《固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法》HJ 732 的有关规定。

4.4.4 当污水处理厂具有多条平行处理线且有组织排放时，监测采样口覆盖范围应按本标准第 4.2.2 条规定执行，采样口应设置于除臭装置的进口位置。

4.4.5 单次监测活动 CH₄ 或 N₂O 气体排放量 E_{tg} (kg CH₄/h 或 kg N₂O-N/h) 应按下列公式计算：

$$E_{tg} = \frac{Q_g \cdot C_{tg} \cdot \rho}{24} \quad (4.4.5-1)$$

$$E_{tg} = \frac{Q_g \cdot C_{tg} \cdot \rho}{24} \times \frac{28}{44} \quad (4.4.5-2)$$

式中： E_{tg} —— 单次监测活动 CH₄ 或 N₂O 气体排放量，kg CH₄/h 或 kg N₂O-N/h；
 Q_g —— 标准状态下，监测点位通风尾气流量，m³/d，按 HJ/T 397 第 12.4.3 条的规定执行；
 C_{tg} —— 监测点位通风尾气中 CH₄ 或 N₂O 气体体积浓度，ppm；
 ρ —— 标准状态下，CH₄ 或 N₂O 气体密度，分别取 0.717 或 1.962，kg/m³。

4.5 示踪气体分散法

4.5.1 该方法所需材料仪器包括示踪气体和走航检测车。走航监测车性能应符合下列规定：

- 1 走航检测车应装载监测模块、GPS 和气象站。
- 2 监测模块可同时监测目标温室气体和示踪气体。
- 3 目标温室气体和示踪气体监测探头响应时间不大于 5 s，测量精度不大于 10 ppb。

4.5.2 该方法监测方案包括走航调研、放置示踪气体瓶、确定走航车位置、监测和计算分析。

4.5.3 监测活动宜在风速 2 m/s ~5 m/s、无降水天气进行。当目标污水处理厂温室气体释放浓度较低时，可在阴天或晚间无光照时进行。

4.5.4 调试走航系统，完成各项仪器设备的校准。

4.5.5 走航调研实施应符合下列规定：

- 1 调研污水处理厂环境、工艺、运行情况，梳理厂区内外可用道路，初步甄别厂区内可能的主要温室气体排放设施单元和厂区外是否存在干扰源。

- 2 规划厂区内外走航路线，厂区外路线应设置在上风口，宜靠近厂区边界，厂区内路线应经过全部设施单元附近。

- 3 开启走航车，沿厂区内外规划路线获取温室气体监测数据，根据浓度研判确定厂区内可能的主要温室气体排放设施单元和厂区外是否存在干扰源。

- 4 当厂区周围无明显干扰源，可继续进行；否则应采用其他方法。

- 5 厂区外上风口监测所得目标温室气体和示踪气体浓度为背景值，用于后续计算。

4.5.6 在厂内确定的主要温室气体排放源附近放置示踪气体瓶，应符合下列规定：

- 1 示踪气体应为惰性气体，宜用乙炔。
- 2 示踪气体瓶优先放置在排放源的两侧。
- 3 存在多个排放源时，每个排放源附近均应放置一个示踪气体瓶。
- 4 打开示踪气体瓶，示踪气体释放速率保持稳定并记录，宜为 1 kg/h ~2 kg/h，瓶装示踪气体量应确保完成一次监测项目。

4.5.7 走航车监测位置应位于下风向，距离厂区宜采用 5 倍的厂区边长，应符合下列规定：

- 1 根据可用道路，走航车应在沿垂直于风向的路线在一定范围内移动并采集数据，移动距离以采集到一个波峰为宜。
- 2 每次监测活动可多次移动测定目标气体和示踪气体浓度，以多次监测平均值进行计算。

4.5.8 单次监测活动 CH₄ 或 N₂O 气体排放量 E_{tg} (kg CH₄/h 或 kg N₂O-N/h) 应按下列公式计算：

$$E_{tg} = Q_{tr} \cdot \frac{\int_s^e (C_{tg} - C_{tg-b}) dx}{\int_s^e (C_{tr} - C_{tr-b}) dx} \cdot \frac{MW_{tg}}{MW_{tr}} \quad (4.5.8-1)$$

$$E_{tg} = Q_{tr} \cdot \frac{\int_s^e (C_{tg} - C_{tg-b}) dx}{\int_s^e (C_{tr} - C_{tr-b}) dx} \cdot \frac{MW_{tg}}{MW_{tr}} \times \frac{28}{44} \quad (4.5.8-2)$$

- 式中：
- E_{tg} —— 单次监测活动 CH₄ 或 N₂O 气体排放量，kg CH₄/h 或 kg N₂O-N/h；
 - Q_{tr} —— 示踪气体释放速率，kg/h；
 - C_{tg} —— 走航车监测的 CH₄ 或 N₂O 气体浓度，ppb；
 - C_{tr} —— 走航车监测的示踪气体浓度，ppb；
 - C_{tg-b} —— CH₄ 或 N₂O 气体大气背景浓度，ppb；
 - C_{tr-b} —— 示踪气体大气背景浓度，ppb；
 - MW_{tg} —— CH₄ 或 N₂O 气体摩尔质量，取 16 或 44，g/mol；
 - MW_{tr} —— 示踪气体摩尔质量，g/mol。

5 质量控制与保证

5.0.1 监测执行人员应完成相应专业知识培训及实操模拟演练。

5.0.2 所有仪器和设备使用前，应检定或校准合格，无特殊说明时应至少半年校准一次。

5.0.3 连续监测时，要对所使用 N_2O 与 CH_4 监测设备、废气参数监测设备按设备要求进行周期校准，应符合现行行业标准《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》HJ 1286 的有关规定。

5.0.4 样品采集、实验室分析等其他质量控制内容应符合现行行业标准《固定污染源监测 质量保证与质量控制技术规范（试行）》HJ/T 373、《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》HJ 1286、《固定源废气监测技术规范》HJ 397 与《固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法》HJ 38 的有关规定。

附录 A 监测数据统计表

A.0.1 通量箱法监测数据统计表应符合表 A.0.1 规定。

表 A.0.1 通量箱法监测数据统计表

基本信息								
监测活动编号								
通量箱类型	<input type="checkbox"/> 开式通量箱 <input type="checkbox"/> 闭式通量箱							
监测日期			监测时段					
天气			监测设施					
水厂名称			采样人					
通量箱底面积			通量箱体积					
设施总面积								
数据采集								
监测点 1								
取样时间								
目标温室气体浓度								
流量								
监测点 2								
取样时间								
目标温室气体浓度								

流量								
监测点 3								
取样时间								
附图								

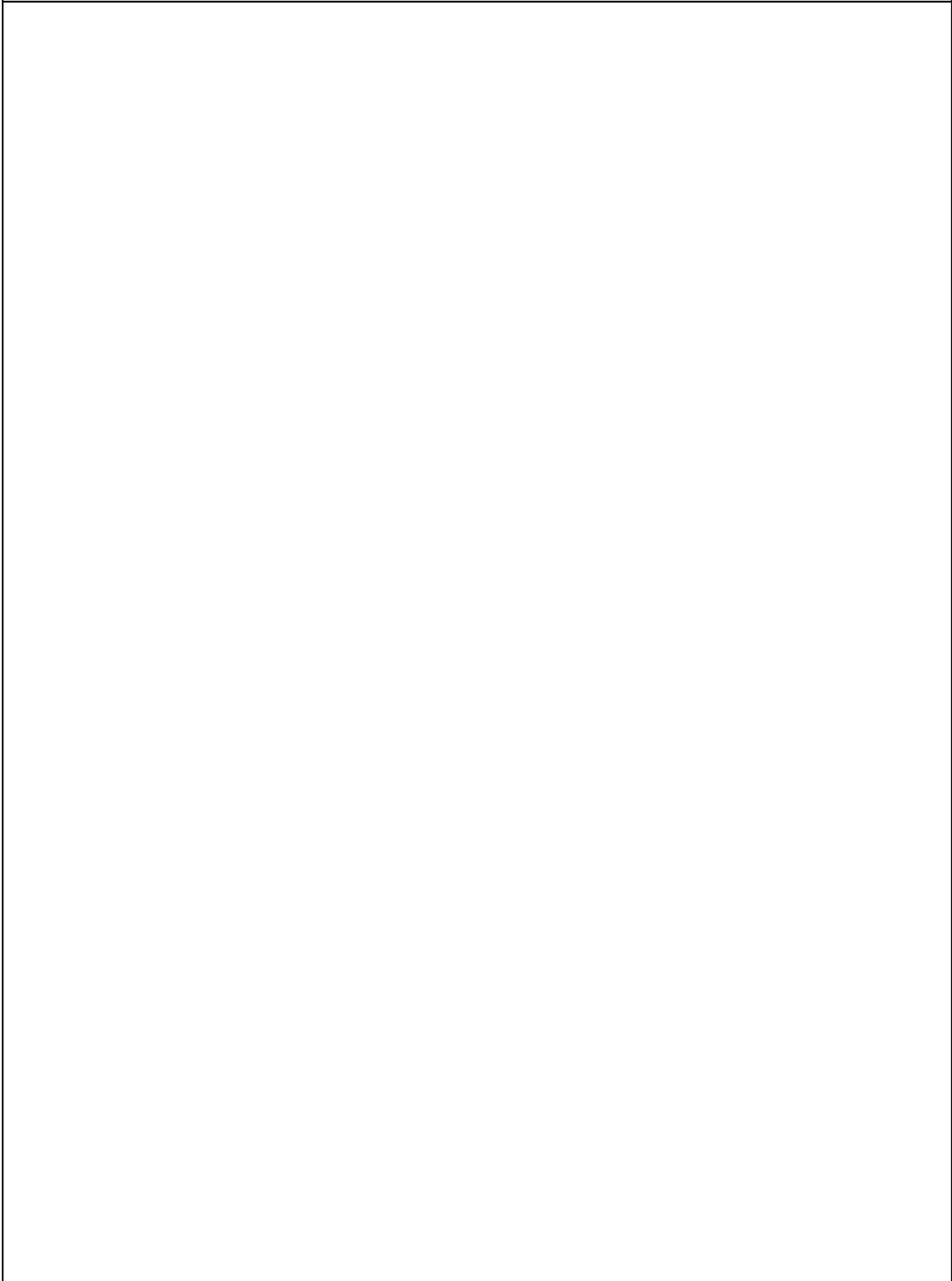
A.0.2 液相气体逸散模型法监测数据统计表应符合表 A.0.2 规定。

表 A.0.2 液相气体逸散模型法监测数据统计表

基本信息								
监测活动编号								
监测日期		监测时段						
天气		监测设施						
水厂名称		采样人						
数据采集								
监测点 1								
取样时间								
目标温室气体液相浓度								
流量								
监测点 2								
取样时间								
目标温室气体液相浓度								
流量								
监测点 3								
取样时间								
目标温室气体液相浓度								

流量								
----	--	--	--	--	--	--	--	--

附图



A.0.3 尾气监测数据统计表应符合表 A.0.3 规定。

表 A.0.3 尾气监测数据统计表

基本信息								
监测活动编号								
监测日期		监测时段						
水厂名称		采样人						
目标温室气体类型								
标准条件下亨利常数		摩尔质量						
大气中背景浓度								
监测设施水温		设施容积						
曝气流量		曝气头安装深度						
曝气池面积								
数据采集（非连续）								
监测点 1								
取样时间								
目标温室气体浓度								
监测点 2								
取样时间								

目标温室气体浓度								
监测点 3								
取样时间								
目标温室气体浓度								
附图								
连续监测时温室气体浓度图谱								

A.0.4 示踪气体分散监测数据统计表应符合表 A.0.4 规定。

表 A.0.4 示踪气体分散监测数据统计表

基本信息			
监测活动编号			
监测日期		监测时段	
风向		天气	
水厂名称		采样人	
数据采集			
示踪气体类型		示踪气体释放强度	
水厂上风口区目标温室气体浓度		水厂上风口区示踪气体浓度	
是否存在干扰源			
厂内最大排放源			
结果			
目标温室气体排放量			
附图			
监测前厂外走航图			

监测前厂内走航图

监测走航图

附录 B 通量箱结构组成

B.0.1 通量箱构造应包括用于温室气体收集的箱体，箱体安装有压力表和温度计，以及取样口。

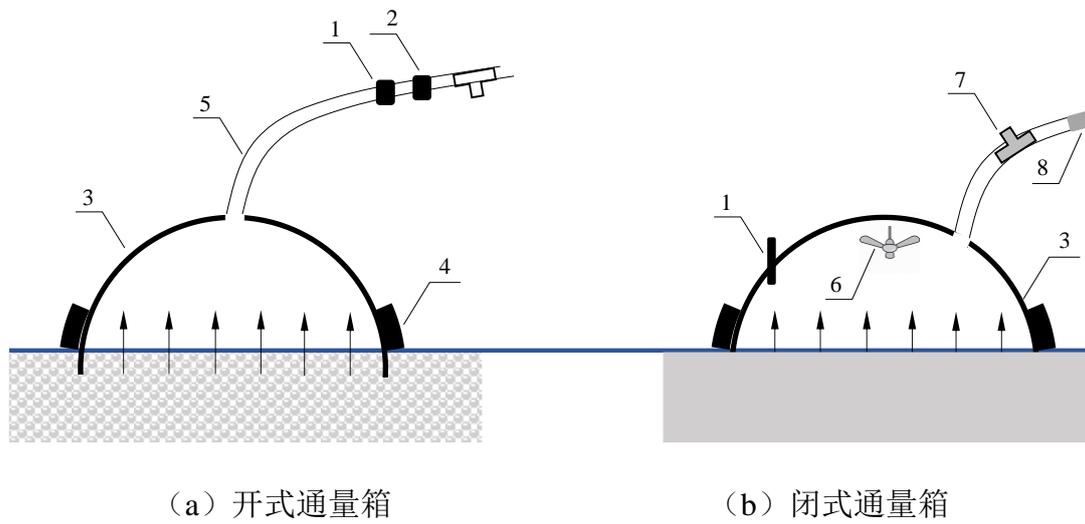


图 B.0.1 通量箱组成

1——压力和温度监测单元；2——流量监测单元；3——通量箱体；4——漂浮支撑；5——采样管；6——风扇；7——三通阀；8——橡胶堵头

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“按……执行”。

引用标准名录

- 1 《固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法》 GB/T 16157
- 2 《通用计量术语及定义》 JJF 1001
- 3 《固定污染源废气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 气相色谱法》 HJ 38
- 4 《环境监测分析方法标准制修订技术导则》 HJ 168
- 5 《固定污染源废气 挥发性有机物的采样 气袋法》 HJ 732
- 6 《恶臭污染环境监测技术规范》 HJ 905
- 7 《固定污染源废气 非甲烷总烃连续监测技术规范》 HJ 1286
- 8 《城镇污水水质标准检验方法》 CJ/T 51
- 9 《大气污染物无组织排放监测技术导则》 HJ/T 55
- 10 《固定污染源监测 质量保证与质量控制技术规范（试行）》 HJ/T 373
- 11 《固定源废气监测技术规范》 HJ/T 397
- 12 《温室气体本底观测术语》 QX/T 125

团体标准

城镇污水处理厂甲烷和氧化亚氮排放监测技术标准

T/CUWA *****—20**

条文说明

制定说明

本标准制定过程中，标准编制组针在广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，充分结合我国城镇污水厂处理设施单元特点，确定了城镇污水厂碳排放监测的主要方法和流程。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《城镇污水处理厂甲烷和氧化亚氮排放监测技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行说明。本条文规定说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 录

2	术 语.....	30
3	基本规定.....	31
4	监测方案与实施.....	32
4.1	一般要求.....	32
4.2	通量箱法.....	33
4.3	液相气体逸散模型法.....	34
4.4	尾气法.....	35
4.5	示踪气体分散法.....	36

2 术 语

2.0.1 对于污水处理厂来说，温室气体主要是由生化过程产生的 CH_4 和 N_2O 两种。

3 基本规定

3.0.1 从CH₄与N₂O两种温室气体的产生和释放来看，污水处理厂中大部分设施单元均为排放源，包括沉砂池、生物池、污泥处理设施等。加之污水处理厂类型多样，比如地下污水处理厂、加盖收集尾气的地上式污水处理厂。不同的污水处理厂或不同的处理设施单元构造、运行模式多样，单一的监测方法在特定情景下有所受限。因此，基于CH₄与N₂O气体排放监测的应用发展情况，本标准包含了应用较为广发且技术成熟的四类监测技术方法，以根据监测目的，供不同类型污水处理厂或不同单元设施选择最佳监测技术方法。

3.0.4 CH₄或N₂O的全球变暖潜势值（GWP）并不是定值，而是随着对CO₂全球变暖影响的认识变化而更新。政府间气候变化专门委员会（IPCC）一般会在其发布的气候变化评价报告中更新CH₄或N₂O的全球变暖潜势值。该值最近一次更新是在IPCC2021年发布的AR6报告中，如表1所示。在具体计算时，则应根据国家发布的取值，如生态环境部、中国气象局等发布的官方文件。

表1 IPCC发布的全球变暖潜势值（GWP）（100年）

温室气体	AR4（2007）	AR5（2007）		AR6（2021）
	未考虑气候变化影响	考虑气候变化影响		
CO ₂	1	1	1	1
CH ₄ （化石源）	25	29	34	29.8
CH ₄ （化石源）				27.2
N ₂ O	298	265	298	273

注：数据来源于 IPCC Sixth Assessment Report（AR6）

4 监测方案与实施

4.1 一般要求

4.1.3 监测方法的选择应遵循一个基本原则，即目标导向。该原则指在方法选择时应基于监测结果的应用目的和场景，从而选择合适的监测方法。监测结果的最典型的应用目的和场景包括制定温室气体排放清单、指导减碳降碳工作。例如，如果监测结果主要用于省级或国家层面温室气体排放清单的整理，则监测工作可不必分单元监测，将污水处理厂作为一个整体单元应用示踪气体分散法或尾气法（地下污水处理厂或全加盖封闭污水处理厂）可快速开展较大规模的监测任务。如果监测结果用于企业或单一污水处理厂的减碳降碳路线制定，则必须开展分单元监测，即采用通量箱法或液相气体逸散模型法。对于格栅、提升泵站、污泥脱水间等设施监测时，若有封闭条件，可参考闭式通量箱测定原理，通过监测密闭空间内一定时间目标温室气体变化率来确定

4.1.4 据已有的关于污水处理厂的实际监测结果来看（图 1），污水处理厂 CH_4 和 N_2O 气体排放量随时间变化明显。因此，有条件时，应尽可能应用自动采样设备进行连续监测，并保证监测周期应为 1 个自然年。当采用非连续监测时，为了让监测结果更能代表污水处理厂实际排放量，应尽可能创造条件提高监测项目的次数及单次监测项目的监测活动次数。当监测支出成本严格控制时，即所进行的监测活动非常有限时，则可减少一个自然年中的监测项目数，从而保证单次监测项目中的监测活动频率。这样更能代表污水处理厂 CH_4 和 N_2O 的实际排放水平。

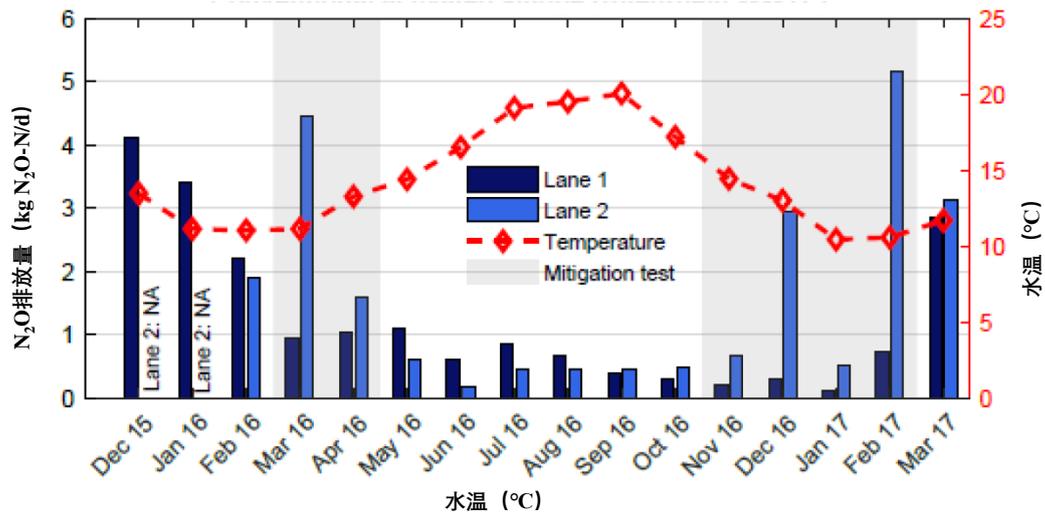


图 1 瑞士某污水处理厂 N₂O 气体排放量

(注：数据来源于 Wenzel Johann Gruber. Long-term N₂O emission monitoring in biological wastewater treatment: methods, applications and relevance [D]. 2021, ETH Zurich.)

4.2 通量箱法

4.2.1 通量箱法最早用于土壤温室气体排放的监测，应用时间较长，技术较为成熟，构造也不复杂。可应用定型产品，也可自行搭建。通过与自动化控制和采样技术的结合，可实现通量箱的自动化运行和采样。通量箱的搭建和运行控制可参考 Wenzel Johann Gruber. Long-term N₂O emission monitoring in biological wastewater treatment: methods, applications and relevance [D]. 2021, ETH Zurich. Haoran Duan, Ben van den Akker, Benjamin J. et al. Mitigating nitrous oxide emissions at a full-scale wastewater treatment plant. Water Research, 2020, 185, 116196.

1 箱体或采样管材料可用 PVC、PP、PE、ABS、PTFE-Teflon、不锈钢或铝。外侧应涂成白色避免阳光照射导致箱内温度升高。

2 箱体的形状并无特定要求，但应有利于箱体内气体混合均匀。在此方面，方形箱体的四角可能会存在死区，而球形则可避免该弊端。

4.2.2 确定合理的监测点位和数量是保证结果代表性的关键，同时，也能平衡时间和成本支出。

1 污水处理厂存在多条平行处理线时，如果为连续进水且进水组成完全相同，则可假设平行处理线的温室气体排放量相同，因此可只选一条平行处理线进行监测。

2 用常规水质指标来判断平行处理线进水是否相同，需要重点考虑污泥处理线的回流上清液。

3 SBR 生物处理单元一般认为是完全混合式。

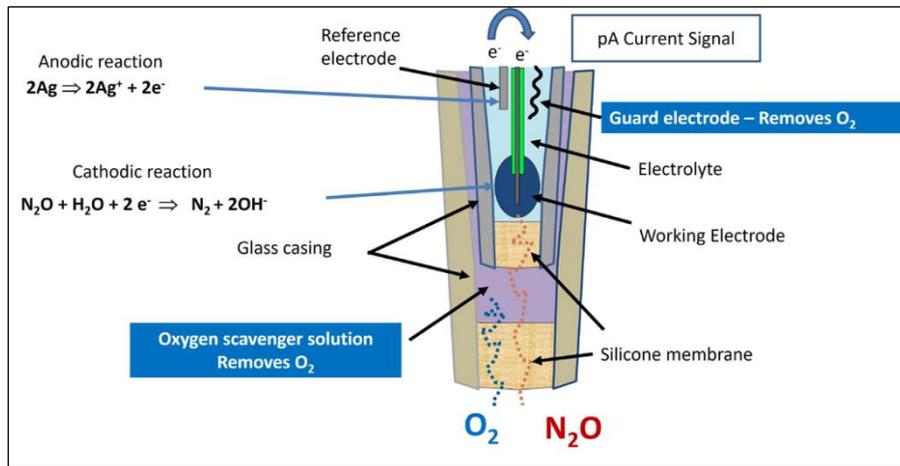
4.2.8 开式通量箱所监测气体流量并不是标准状态下读数，应予以修正。

4.3 液相气体逸散模型法

4.3.1 目前，国内污水处理厂应用液相 CH_4 或 N_2O 探头量化其排放量的案例较少，市场也较缺乏相关产品。图 2 为丹麦 Unisense Environment 公司推出的液相 N_2O 浓度检测探头组成（图 2a）和工作原理（图 2b），数据来源于 <https://unisense-environment.com/products/n2o-wastewater-sensor/>。



(a) 探头组成



(b) 探头工作原理

图 2 液相 N_2O 浓度检测探头

4.3.6 计算公式来源于 Christian Baresel, Sofia Andersson, Jingjing Yang et al. Comparison of nitrous oxide (N_2O) emission calculations at a Swedish wastewater treatment plant based on water concentrations versus off-gas concentrations. *Advances in Climate Change Research*, 2016, 185-191.

4.4 尾气法

4.4.4 地下式污水处理厂的除臭通风系统往往组团布置，在确定尾气监测点位时，应能覆盖完整的污水处理平行线，如不能区分开，则可对全部尾气点位进行监测。根据编制组的监测，目前典型的除臭系统对 CH_4 或 N_2O 气体的去除能力几乎为零。但是，为避免除臭系统对浓度和流量的影响，尾气监测点应设置在除臭系统之前。

4.5 示踪气体分散法

4.5.2 图 3 为一典型示踪气体分散法用于污水处理厂 CH_4 或 N_2O 气体检测量化的方案示意图，包括示踪气体瓶的放置、走航车路线及与风向的关系。污水处理厂生物池和污泥处理区是 N_2O 和 CH_4 的主要排放源，因此在两处放置了示踪气体瓶，并在距离水厂下风向 1 公里的地方有可用道路且垂直于风向，用于走航车移动监测。



图 3 示踪气体分散法方案示例

4.5.6 示踪气体瓶的放置位置是保证结果准确性的关键。

2 Delre (2018) 曾对示踪气体瓶放置位置对监测结果的代表性进行过对比探究。结果显示，当把示踪气体瓶错误地放置在距离重点排放源侧边 250 m 的位置时，监测结果偏高，高出实际排放结果 12%（通量箱法）；但当将示踪气体瓶错误地放置在距离重点排放源上风向 150 m 时，结果偏差超过 50%。这是因为，将示踪气体瓶放置在上下风向位置会导致失踪气体和目标温室气体到走航车的扩散距离不同，导致结果偏差。（注：数据来源 Antonio Delre. Greenhouse gas emissions from wastewater treatment plants: measurements and carbon footprint assessment [D]. Technical University of Denmark, 2018.）

4.5.8 计算公式来源于 Antonio Delre. Greenhouse gas emissions from wastewater treatment plants: measurements and carbon footprint assessment [D]. Technical University of Denmark, 2018.