

《污水处理厂温室气体排放监测技术标准》
编制说明
(征求意见稿)

编制组

二〇二三年十二月

目录

1.背景情况和起草过程.....	1
1.1 背景情况.....	1
1.2 必要性说明.....	2
1.3 起草过程.....	2
2.国内外污水处理厂温室气体排放监测进展.....	3
2.1 国外进展.....	3
2.2 国内进展.....	4
2.3 小结.....	5
3.制定基本原则和内容框架.....	6
3.1 基本原则.....	6
3.2 内容框架.....	6
4.主要内容说明.....	7
4.1 范围.....	7
4.2 规范性引用文件.....	8
4.3 术语及定义.....	8
4.4 监测准备要求.....	10
4.5 点位布设.....	11
4.6 采样时间和采样频率.....	12
4.7 样品采集、运输和保存.....	12
4.8 监测分析.....	13
4.9 数据处理.....	13
4.10 质量保证和质量控制.....	15
5.先进性说明.....	16
6.重大意见分歧的处理经过和依据.....	17
7.与现行法律法规和强制性国家标准的关系.....	17
8.实施标准的建议措施.....	17
9.参考文献.....	17

《污水处理厂温室气体排放监测技术标准》编制说明

1.背景情况和起草过程

1.1 背景情况

十四五期间，我国生态文明建设进入了以降碳为重点战略方向、推动减污降碳协同增效的关键时期。为支撑国家二氧化碳排放达峰与碳中和目标，服务政府应对气候变化战略需要，生态环境部下发了《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》（环综合〔2021〕4号），要求加强温室气体监测，逐步纳入生态环境监测体系统筹实施。

2021年9月，生态环境部发布的《碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2021〕435号）中指示，从重点行业、城市、区域三个层面开展碳监测评估试点工作。其中，废弃物处理行业作为碳监测试点重点行业，综合考虑CO₂、CH₄和N₂O温室气体的监测。并于2023年9月发布的《深化碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2023〕293号）中，对废弃物处理行业的碳监测工作进一步进行细分，包括了废弃物填埋、焚烧、生物处理、污水以及工业废水的CO₂、CH₄和N₂O排放监测。

在废弃物处理行业中，污水处理厂作为城市基础设施的核心组成，同时也是温室气体排放的重要人为源之一。其碳排放量占全社会人为总碳排放量的1.71%-2.8%，预计到2030年这一占比将增至3%左右。污水处理厂被列为最大的小型温室气体排放单元之一，属于前十大碳排放行业之一。并且，污水处理过程的非二温室气体在不断加速增长，这一现象在以我国为代表的快速发展国家中尤甚。我国已成为世界上拥有污水处理厂数量最多及处理能力最大的国家，城市污水厂的排放量和处理量逐年增加。根据2022城市建设统计年鉴显示，我国共有污水处理厂2894座，年处理量超过 $6.3 \times 10^{10} \text{m}^3$ 。

污水处理作为典型的高耗能行业，其能耗与温室气体排放问题已引起广泛关注，逐步成为各国减少碳排放、实现绿色低碳转型的重要抓手。然而，开展污水处理行业的温室气体减污降碳工作，尚且缺乏精准可靠的排放数据支撑，使得减排工作受阻。目前，国内已有对污水处理厂开展温室气体监测的少量研究案例，但因为缺乏统一方法标准规范，使得其结果缺少可比性与规范性，对解决污水处理行业碳排放问题作用微乎其微。因此，制定污水处理厂温室气体排放监测技术

规范，指导污水处理厂温室气体监测体系建设，对于支撑污水处理行业碳减排工作意义重大。

在以上背景下，编制组结合近年来水污染控制与温室气体监测方面的工作经验积累及国内外污水处理厂温室气体监测工作的调研总结，研究编制了《污水处理厂温室气体排放监测技术标准》。

1.2 必要性说明

“可测量、可报告、可核实”是国际上推动温室气体减排的重要原则。《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》和《2030年前碳达峰行动方案》之后，又于2022年6月发布了《减污降碳协同增效实施方案》，明确提出开展城镇污水处理碳排放监测核算，优化污水处理设施能耗和碳排放管理。

然而，我国污水处理行业的温室气体排放基础数据存在严重不足。尽管污水处理过程的温室气体估算经验模型和预测模型被广泛使用，但仍不能满足温室气体准确计算和精准预测污水处理领域碳足迹的要求。同时，排放模型需要有效结合大量现场基础数据建立、完善和优化。因此，对于实际污水处理厂的温室气体长期与重点排放单元的监测十分必要，有效地获取高质量实测数据和准确排放位点，对污水处理行业温室气体排放特征解析和减排控制至关重要。

目前，由于缺乏适用于污水处理行业的温室气体监测标准，使得监测工作推进受阻，进而导致了本地化因子的缺失。因此，污水处理行业温室气体排放面临着“数据不准、来源不清”的瓶颈问题，导致降碳转型工作推进受阻。为此，需建立污水处理行业温室气体监测标准化监测技术规范，指导相关监测研究工作，引导和促进污水处理行业绿色转型。同时，通过建立污水处理行业推荐性温室气体监测技术规范，指导污水处理企业自主开展规范化温室气体排放监测，自我监督摸清家底，以更合理规范的监测结果指导运行，实现国家自愿核证减排量（CCER）提升，提高经济效益。

1.3 起草过程

（1）标准立项

上海市环境科学研究院牵头，联合上海市环境监测中心、上海市减污降碳管理运行技术中心、华东理工大学、上海城投污水处理公司、上海化工区中法水务发展有限公司等 18 家单位及公司成立了编制组，开展了前期调研和资料收集整理工作，形成了初步方案，于 2023 年 6 月 21 日召开了《污水处理厂温室气体排放监测技术标准》立项评审会，经专家评审，符合立项条件，获批立项，并在全国团体标准信息平台进行了公示。

(2) 起草标准

编制组先后研究了国内外污水处理行业的温室气体监测，包括对监测方法技术、布点策略、监测温室气体类别、不同污水工艺的温室气体排放情况等相关资料进行系统调研与研究分析。同时，实地调研上海市多家代表性污水处理厂，对监测方法开展验证，基于监测指标开展监测技术推荐、制定和技术使用规范及验证技术可行性。并且，结合国家《碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2021〕435 号），总结北京、江苏、山东等省市第一批试点污水处理企业温室气体监测工作经验，在此基础上组织召开了技术交流会，对《污水处理厂温室气体排放监测技术标准》制定思路和方案进行研讨，编制完成工作讨论稿。

(3) 标准的修改与完善

2023 年 7 月至 2023 年 10 月，基于《污水处理厂温室气体排放监测技术标准》工作讨论稿，进行了编制组内部征求意见，根据编制组内部的反馈意见，进行了修改完善。2023 年 11 月，编制组召开了团体标准《污水处理厂温室气体排放监测技术标准》专家咨询会，根据专家意见，进一步进行修改，形成了征求意见稿。

2.国内外污水处理厂温室气体排放监测进展

2.1 国外进展

国外对于污水处理行业的温室气体监测工作起步较早，在 1993 年美国的研究团队在达勒姆市的一座处理规模为 4000 m³/d 小型城镇污水处理厂进行了碳排放监测，对其主体工艺的 CH₄ 与 CO₂ 排放进行了监测。该研究团队利用漂浮箱以及气袋收集非曝气与曝气池体水面的温室气体排放，后续结合实验室气相色谱分析浓度。该研究初步奠定了污水处理设施表面温室气体排放的离线采样监测的方法论供后续研究参考。

在此基础上，后续研究团队也开展了污水处理行业的温室气体监测工作，不断完善监测方法，以提升监测数据的科学性与准确性。瑞士水研究机构对 3 家具有不同工艺的市政污水处理厂进行了为期一年以上的 N_2O 排放监测，监测结果显示，排放表现出明显的季节性波动以及特定构筑物存在排放的空间差异性。该研究为提升监测结果的可靠性提出三点建议：1) 沿一条廊道设置多个监测点对于评估流动系统中具有代表性的排放因素至关重要；2) 若针对在不同的廊道处理的废水不均匀或不是连续进水的污水处理厂，需要监测所有或至少有代表性的廊道，以可靠地计算排放因子；3) 污水处理设施的温室气体排放监测数据除了受监测过程中监测方法、监测频率以及监测周期等监测者的决策影响外，还与污水工艺自身特征有关。

在各项污水处理温室气体监测的研究中，对于监测频率还未出现统一。有研究团队针对目前研究中出现的采样策略，包括单次离线采样、长周期离线采样和 24 小时在线采样等频率进行研究。研究表明，若想获得更为精准的温室气体排放数据，监测周期应覆盖整个温度变化范围，即需要开展长周期的监测活动。同时污水处理厂的日间波动也不容忽视，可在平衡成本与数据精度的基础上，提高采样频率或引入在线监测。在线监测仪器方面，非分散红外光谱设备已有多个应用实例，但对仪器的标校工作要求较高并且易受温度等环境因素的影响，在监测稳定性方面较差；以光腔衰荡法为原理的在线分析设备具有操作简便、稳定性好、灵敏度高及成熟度高等优点，是自动化监测的主要趋势方法，已广泛应用于背景站和区域站的温室气体高精度业务化监测。然而，由于在线监测的设备投资成本高、便携性能差等原因尚未在目前的研究中推广使用。

2.2 国内进展

目前，我国在污水处理行业的温室气体监测体系建设方面，仍处在摸索或试点探索阶段。2021 年 9 月生态环境部开展了废弃物处理行业的温室气体监测试点研究，在全国筛选出 4 个典型污水处理厂，分别为光大水务(济南)有限公司三厂、光大水务(江阴)有限公司澄西污水处理厂、北京清河北苑水务有限公司和北京稻香水质净化有限公司。主要目标为通过试点研究，完善重点行业温室气体监测技术体系，强化数据质量控制，提升碳排放监测数据质量。同时，加强数据

分析与应用，在典型行业建立在线监测数据核算碳排放量的技术路径。进一步获取和优化基于监测方法的本地化排放因子，更好支撑温室气体排放量核算和全国碳市场监管工作。

北京清河北苑水务有限公司与北京稻香水质净化有限公司隶属于北控水务（中国）投资有限公司。分别为地上污水处理厂与地下污水处理厂，能够充分保证温室气体排放监测的通用性与适用性，科学有效地助力我国碳监测工作。碳排放监测点位覆盖了污水处理全流程，监测指标为 CH₄ 与 N₂O 两种温室气体。所采用的监测方法为厂区内排口参照《固定源废气监测技术规范》（HJ/T 397），对于厂区内敞开池体的排放采用集气罩采样监测。同时，配套了便携式红外温室气体监测设备进行温室气体浓度测定。同时，以北控水务百余座水厂实际运行数据为基础，进行碳减排与监测实践，为企业以及水务行业碳减排与碳监测工作夯实技术储备。监测频率不低于每季度 1 次。

光大水务(济南)有限公司三厂与光大水务（江阴）有限公司澄西污水处理厂隶属于中国光大水务有限公司。监测点位覆盖厂区内污水处理全流程，同时监测 CH₄ 与 N₂O 两种温室气体。在采样方法上，由于厂区内排放源均为敞开池体，在非曝气池体采用静态箱法，对于剧烈曝气的池体采用气袋法进行监测。监测频率不低于每月 1 次。

2.3 小结

目前，国内外都已针对污水处理行业的温室气体排放监测开始相关研究试点工作。由于国外在此领域研究起步较早，在监测策略的制定上为国内的研究提供了丰富的借鉴经验。在此基础上，结合我国污水处理行业的具体特征，逐渐形成国内自身的监测体系雏形。自 2021 年以来，各地开展的污水处理行业碳监测试点工作，对各试点单位摸清自身排放家底以及推荐碳减排工作的成效显著。对本标准研究与制定的借鉴如下：

监测方法方面，离线监测手段在当前研究中仍处于主导地位，目前漂浮箱采样结合实验室气相色谱分析更具操作性。在此基础上，可推荐引入在线监测设备提高数据精度，但缺乏试点研究案例，并且在仪器研发上仍存在较大空间。

监测范围方面，应覆盖污水处理全流程，重点关注温室气体产生过程和关键

节点。目前，我国开展碳监测主要目标为提升排放数据质量，进行污水处理全流程布点可将排放的热点区域精确至各个处理单元，同时也利于后续排放机理以及减排策略的研究。

监测点位布设方面，主体污水处理设施往往具有较大的占地面积，这也导致了同一池体内不同点位的排放情况会存在差异，因此污水处理过程中排放的空间变异性也值得重视，需结合人力与时间等成本问题综合考虑，制定更为科学合理的布点方案。

监测频率与周期方面，监测周期长短以及频率高低会对监测数据精度产生重要影响。从平衡监测成本以及数据可靠性出发，每月对污水处理厂进行碳监测并持续 1 年以上的监测活动，更易于碳监测工作推广。

3.制定基本原则和内容框架

3.1 基本原则

a) 以科学性、先进性和可操作性为原则，以《碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2021〕435号）和《深化碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2023〕293号）等为依据，将污水处理行业碳监测体系建设与质控技术化和规范化，同时参考国外相关标准规范以及中国相关监测管理规定，编制本规范以满足国家碳监测评估试点工作需要。

b) 与实际操作紧密结合，方便查询使用。本规范在研究国内外污水处理行业碳监测实际工作中面临问题的基础上，结合我国污水厂的实际情况与排放特征，根据实际业务中的通常要求，拟定规范文本的内容和顺序，方便实际工作中的查询和使用。

c) 标准执行后有利于污水处理行业碳监测数据质量的提升，有利于本地化排放因子的建立，推进我国减污降碳工作。

3.2 内容框架

全面调研、了解目前国内外污水处理碳监测体系建设、监测方法、质控质保、数据处理等发展现状。在此基础上，调研国内外污染源温室气体监测方面的技术规范，充分考虑我国污水处理行业排放特征，广泛了解国内监测试点工作中积累的经验 and 存在的问题，编制《污水处理厂温室气体排放监测技术标准》。标准编

制技术路线图见图 1。

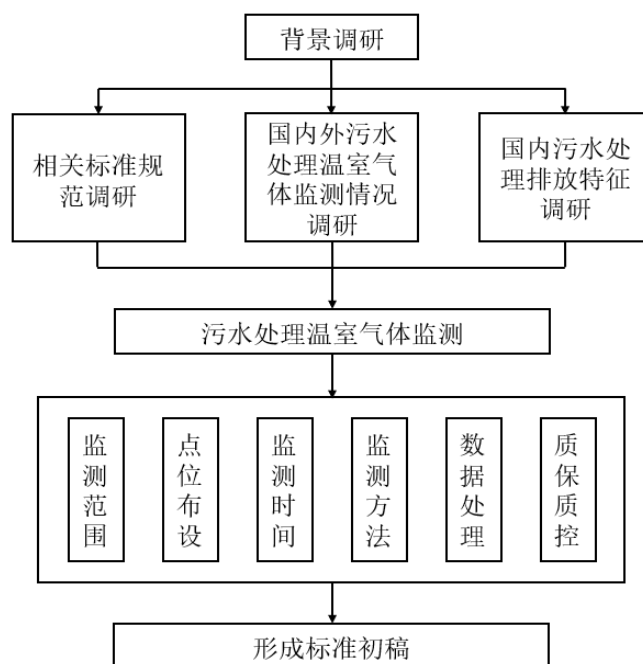


图 1 标准编制技术路线

4.主要内容说明

4.1 范围

本标准规定了污水处理行业温室气体排放监测的监测准备要求、点位布设、采样时间和采样频率、样品采集、运输和保存、监测分析、数据处理、质量保证和质量控制的要求。

我国污水处理设施总量庞大，分布相对分散，尤其是企业内部的污水处理装置，缺少完整的处理流程，对构建污水处理厂本地化因子贡献较小。因此，本标准主要适用于指导各种规模的集中式污水处理厂进行温室气体排放监测，水质包括市政以及工业污水。监测范围覆盖预处理、二级处理及深度处理等在内的污水处理全流程。其余温室气体排放量大或具有重要影响的分散污水处理设施相关温室气体监测工作可参照本标准执行。

本标准适用于指导 CO₂、CH₄ 与 N₂O 直接排放监测计划的制定，使用者可以是污水处理企业，也可以是第三方检测机构，这两类主体可以参考本标准对污水处理厂的温室气体排放进行监测。

4.2 规范性引用文件

标准文件编制过程中规范性或资料性引用了多个已发布标准规范：

监测点位布设引用《环境空气质量监测点位布设技术规范(试行)》(HJ 664)、《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)以及《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397)中的相关内容。

采样时间与采样频率引用《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ 194)中对于采样时间频率的相关要求。

样品采集、运输和保存引用《固定污染源废气 挥发性有机物的采样气袋法》(HJ 732)以及《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397)中对采样方法以及样品运输保存的相关规范内容。

监测分析引用《气相色谱法本底大气二氧化碳和甲烷浓度在线观测方法》(HJ 732)、《环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法》(HJ 604)以及《气体中甲烷、氧化亚氮和二氧化碳浓度测定 气相色谱法》(T/LCAA 005)中的相关操作要求。

质量保证和质量控制引用《固定污染源废气 挥发性有机物的采样气袋法》(HJ 732)和《环境空气质量手工监测技术规范》(HJ 194)中与质保质控相关的内容。

4.3 术语及定义

本指南的术语和定义重点对污水处理厂温室气体监测的相关专用术语进行了定义，包括温室气体、原始数据、排放通量、排放源、有组织排放、和无组织排放。由于现有标准规范无相关规定，又确有规范定义必要的术语，参考国内外技术文件和已发表论文著作，并参考类似术语和定义的表达方式，对其进行规范。对于现有标准规范中已有相关定义的术语，本标准中直接参照已有标准规范中的定义。

4.3.1 温室气体 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。本标准要求监测的温室气体为二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和氧化亚氮(N₂O)。

参考《企业温室气体排放核算方法与报告指南发电设施》（HJ 202）中对于“温室气体”的定义，结合污水处理厂温室气体排放特征，进行“本标准要求的温室气体为二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）”的补充说明。

4.3.2 原始数据 primary data

通过直接监测获得，用来计算污水处理厂温室气体排放量的数据。

参考《养殖企业温室气体排放监测技术规范》（RB/T 126-2022）中对于原始数据的定义，此标准未实施。在温室气体监测过程中，所获得的原始数据为浓度水平，需进行计算转化为排放量，因此有必要对原始数据进行说明，方便本标准使用者在计算时对数据进行区分。

4.3.3 排放通量 emission flux

利用原始数据进行相应计算，所获得的单位时间内通过单位面积的气体质量。

污水处理厂温室气体排放通量的定义由 1993 年《Methane Emissions from Municipal Wastewater Treatment Processes》中对于排放通量的计算过程推导而来。

4.3.4 排放源 emission source

向环境中排放温室气体的单位。污水处理厂包含对污水处理设施进行加盖处理后通过排气筒排放的有组织排放以及敞开液面的污水处理设施的无组织排放两类排放源。

参考《固定源废气监测技术规范》（HJ/T 397）中对于“污染源的”的定义，结合污水处理厂自身排放情况进行修改。

4.3.5 无组织排放 unorganized emission

大气污染物不经过排气筒的无规则排放，包括开放式作业场所逸散，以及通过缝隙、通风口、敞开门窗和类似开口（孔）的排放等。

参考《大气污染物综合排放标准》（GB 16297）中对于“无组织排放”的定义。

4.3.6 有组织排放 organized emission

污水处理过程中产生的包含温室气体的废气通过排气筒向空气中有规则排放。

参考《固定源废气监测技术规范》（HJ/T 397）中对于“固定源”的定义。

4.4 监测准备要求

对开展污水处理厂温室气体监测工作的前期准备进行说明,使用者可根据本标准检验自身是否具备开展监测工作的条件。

4.4.1 监测计划的制定

污水处理厂的温室气体排放存在极大差异,因此开展监测工作前,需对厂区基本情况进行调研。应明确监测目标、确定监测边界、识别边界内温室气体排放源、确定监测方法。结合厂区水质及运维参数情况,确定科学可靠的监测计划。同时,所制定的污水处理厂温室气体排放监测计划,应包括报告主体情况、主要排放活动、活动数据、数据内部质量控制和质量保证相关规定内容。

4.4.2 监测仪器与设备的准备

4.4.2.1 气袋

用于储存温室气体样品。其应具有低吸附性和低气体渗透率,不释放干扰物质。经实验验证所监测的温室气体,能在高聚物膜和铝箔多层复合材质气袋中稳定保存。

同时气袋应具有可接上采样管的聚四氟乙烯(Teflon)材质的接头,该接头同时也是一个可开启和关闭的阀门装置。该材质对气体的吸附性较小。

采样气袋的容积规格为 200 mL。对于敞开的池体采用漂浮箱采样,若采用大容积气袋,易对漂浮箱内环境造成负压,影响监测结果。

4.4.2.2 漂浮箱

用于采集无组织排放的污水处理设施气液界面的温室气体排放。漂浮箱系统由箱体、电子温度计、刻度尺、动压平衡系统以及漂浮系统组成。箱体内部需配备电子温度计以获取箱内的温度、刻度尺明确在不同污水处理设施中水面的刻度以用于校正箱体的有效体积、动压平衡系统可当压力过大时自动泄压,底部设有单向阀防止特殊情况下漂浮箱内出现负压而导致外界空气进入,漂浮系统由橡胶轮胎制成,在箱体外圈密闭环绕使其悬浮。

4.4.2.3 大气采样仪

用于采集作业环境中的气体样品,由气泵、流量计、时控电路欠压指示和电源等组成。其应具有流量调节功能,并在一定负载下以稳定流量采集气体,流量范围为 0.5-2 L/min。

4.4.2.4 传输管路

气体样品传输管路连接各采样单元。考虑到气体管路对于监测气体的吸附性以及市面上气袋接口的适配性，采用 1/4 英寸的聚四氟乙烯（Teflon）管。

4.5 点位布设

根据前期污水处理厂实地调研结果，厂区内包含两类排放源，即无组织排放源与有组织排放源。本标准两种排放源的点位布设作出规范。

4.5.1 无组织排放源点位

无组织排放源采样点位根据各污水处理设施的池体情况来制定。由于污水处理构筑物的作业平台有限，因此特殊情况下漂浮箱放置位置只能有现场条件决定。同时，不同构筑物排放与其工艺特征相关。

若构筑物在构建时被划分为几个单元格，每单元格内至少布置一个点位。污水处理过程的温室气体排放存在空间差异性，因此对每个单元进行布点，有助于减小空间差异，精确池体的总排放。

在推流式构筑物内相邻点位距离应小于 20 m。推流式构筑物内水质存在梯度差异，直接影响了温室气体排放水平。因此，为了更好地描述此类构筑物的排放总量，应对点位进行适当加密。

构筑物内有明显工况条件变化处（如曝气状态改变等），按需增加点位。运行工况条件的改变，对温室气体排放有显著影响。因此，需根据实际情况增加监测点位，尽可能覆盖所有或者代表性工况条件下的排放。

辐流式二沉池等圆形构筑物内应在 1/2 半径处布设点位。根据调研结果，大部分污水处理厂的二沉池属于无组织排放源，且池型与主体工艺有较大差异，因此对其点位布设单独描述。编制组前期对圆形池体的中心、1/2 半径、池边三个位置进行测试，最终认为 1/2 半径处能较好的代表池体排放水平，且更易操作。

4.5.2 有组织排放源点位

采样点位为污水处理设施对应排气筒上的采样口。参考《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）以及《固定源废气监测技术规范》（HJ/T 397）中采样点位规定。

4.5.3 厂区背景值点位

采样点位于厂区边界处的上风向与下风向处。参考《环境空气质量监测点位布设技术规范（试行）》（HJ 664）对于厂区背景值采样的规定。温室气体含有较高的本底浓度，因此需要采集厂区背景值来规范排放数据。

4.6 采样时间和采样频率

对于有组织排放源的采样时间参考《环境空气质量手工监测技术规范》（HJ 194）中对于采样时间与采样频率的相关要求并结合污水处理厂实际排放情况，即有组织气体采样在其排气筒排放时段内等间隔采集 3 个样品，获取平均值。

无组织气体采样在气液界面放置漂浮箱后的第 0 分钟采取箱体内背景值，随后以等时间间隔依次采集 4 个样品，间隔不少于 5 分钟，从而获取箱体内温室气体浓度变化梯度。编制组前期对漂浮箱样品采集时间进行了实验验证，结合监测成本与全厂区监测时间考虑，最终确定为总采样时间 20 分钟，其中从 0 分钟开始以 5 分钟为间隔采集 5 个样品获取气体浓度变化梯度。拟合效果如下图所示。

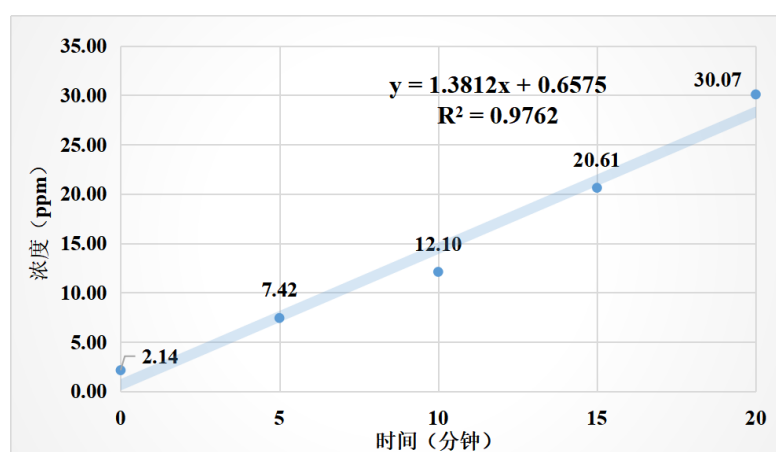


图 2 漂浮箱内气体浓度的变化率

每次采样均需测定采样当天厂界背景值。背景值监测频率需与污水处理温室气体监测工作时间和频率一致。

规律性监测不少于每月 1 次，如出现水质剧烈波动、工况改变工艺调整等情况下，可按需增加监测次数。参考《碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2021〕435 号）中试点单位的监测工作频率。

4.7 样品采集、运输和保存

此部分对无组织排放源与有组织排放源的具体采样操作进行规范。

4.7.1 无组织气态样品采集

4.7.1.1 将漂浮箱平稳放置在采样液面，记录放入时间和液面刻度。

4.7.1.2 采用大气采样仪连接传输管路向 200 mL 气袋内输送气体样品。应以等时间间隔取样，建议间隔为 5 分钟（同一个点位取样 5 次，在第 0、5、10、15、20 分钟各取 1 袋样品）。

4.7.1.3 结束末次采样后，记录漂浮箱内气温与环境气压。

4.7.2 有组织气态样品采集

4.7.2.1 将传输管路伸入排气筒采样口，采用大气采样仪将向 200 mL 气袋中输送气体样品；

4.7.2.2 记录排气筒内气体流速，该数据可现场测量或由污水处理厂提供。

参考《固定源废气监测技术规范》（HJ/T 397）中对采样方法的规定。

4.7.3 样品运输和保存

4.7.3.1 样品采集后，立即将气袋阀门拧紧。

4.7.3.2 运输与保存过程中避免挤压与高温，防止气袋破损。

4.7.3.3 样品到达实验室应及时交接，在 1 周之内完成分析。

参考《固定污染源废气 挥发性有机物的采样气袋法》（HJ 732）对于样品运输和保存的有关规定。

4.8 监测分析

样品的检测利用气相色谱仪进行分析。气相色谱应配备氢火焰离子化检测器（FID）满足 CH₄ 与 CO₂ 的检测，以及电子俘获检测器（ECD）满足 N₂O 的检测。具体操作参考标准 T/LCAA 005。

4.9 数据处理

经现场采样以及气相色谱仪分析输出的原始数据为样品中温室气体浓度，需结合污水厂运行工况等信息计算处理得到可表示污水处理厂温室气体排放状况的排放通量数据。

4.9.1 无组织排放气态样品排放通量

无组织排放源的温室气体排放通量，通过相关污水处理温室气体监测的相关文献，总结漂浮箱法的计算公式。按照公式（1）进行计算。

$$E_{\text{无组织}} = \frac{V \times M}{ART} \times \frac{dc}{dt} \times 10^9 \times 60 \times 24 \quad (1)$$

式中： $E_{\text{无组织}}$ ——温室气体排放通量， $\text{kg} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{d})^{-1}$ ；

V ——漂浮箱浮于液面之上的体积， m^3 ；

M ——二氧化碳、甲烷或氧化亚氮的摩尔质量， g/mol ；

A ——漂浮箱截面积， m^2 ；

$\frac{dc}{dt}$ ——采样期间罩内气体浓度的线性增加， $\text{mL} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{min})^{-1}$ ；

R ——通用气体常数 8.314 ， $\text{J} \cdot (\text{mol} \cdot \text{K})^{-1}$

T ——漂浮箱内的温度， K 。

4.9.2 有组织排放气态样品排放通量

有组织排放源的温室气体排放通量，参考《固定源废气监测技术规范》(HJ/T 397)中污染物排放浓度中的计算公式，按照公式(2)进行计算。

$$E_{\text{有组织}} = \frac{Q \times M \times C}{V_m} \div 10^6 \times 24 \quad (2)$$

式中： $E_{\text{有组织}}$ ——甲烷或氧化亚氮的排放通量， kg/d ；

Q ——气体流速， m^3/h ；

M ——二氧化碳、甲烷或氧化亚氮的摩尔质量， g/mol ；

C ——样品中二氧化碳、甲烷或氧化亚氮浓度， ppm ；

V_m ——气体摩尔体积 22.4 ， L/mol 。

4.9.3 污水处理厂温室气体排放量计算

污水处理厂温室气体排放量，按照公式(3)进行计算。

$$E_{\text{总}} = E_{\text{无组织总}} + E_{\text{有组织总}} \quad (3)$$

式中： $E_{\text{总}}$ ——污水处理厂温室气体排放量， kg/d ；

$E_{\text{无组织总}}$ ——污水处理厂无组织排放源温室气体排放量， kg/d ；

$E_{\text{有组织总}}$ ——污水处理厂有组织排放源温室气体排放量， kg/d 。

污水处理厂无组织排放源温室气体年排放量，按照公式(4)进行计算。

$$E_{\text{无组织总}} = \sum E_i \times A_i \quad (4)$$

式中： E_i ——污水处理厂中无组织排放源点位 i 的温室气体排放通量， $\text{kg} \cdot (\text{m}^2 \cdot \text{d})^{-1}$ ；

A_i ——污水处理厂中无组织排放源点位 i 所覆盖的面积， m^2 。

污水处理厂有组织排放源温室气体年排放量，按照公式(5)进行计算。

$$E_{\text{有组织总}} = \sum E_n \quad (5)$$

式中： E_n ——污水处理厂中有组织排放源点位 n 的温室气体排放通量， kg/d 。

4.10 质量保证和质量控制

4.10.1 设备检定校准、核查及维护保养要求

要求参考《碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2021〕435号）中质量控制和量值溯源中对于设备检定校准、核查及维护保养要求。

4.10.1.1 用于温室气体监测相关的监测设备直接影响监测数据的准确性，在正式使用前，需首先在专业计量机构进行检定校准。

4.10.1.2 在日常使用时，为确保设备状态始终良好、稳定、可靠，须在使用前对其进行核查（如采样流量、标准气体核查等），并定期维护和保养(如清洗管路、更换过滤装置等)。

4.10.2 点位布设要求

点位布设要求参考《碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2021〕435号）中质量控制和量值溯源中对于采样布点及方法的要求。

根据污水处理工艺不同，处理单元的差异，采用不同的监测方法，对于布点可以分三个阶段进行。

4.10.2.1 第一阶段通过密集布点预监测浓度，判断排放规律。

4.10.2.2 第二阶段根据规律适当减少布点数量，保障采集样品的代表性，提高监测效率。

4.10.2.3 第三阶段根据实际情况，从代表性布点中选取一定比例点位，进行样品的采集。

4.10.3 采样过程要求

参考《固定污染源废气 挥发性有机物的采样气袋法》（HJ 732）中质量保证与质量控制的相关要求。对于漂浮箱采样的要求，通过编制组前期工作基础总结，尽量一般性描述。

4.10.3.1 样品采集应优先使用新气袋。对于重复使用采样气袋，在使用前需经过3次高纯氮气清洗，必须在采样前进行空白实验。采样前应观察气袋外观，检查是否有破裂损坏等可能漏气的情况，如发现则弃用。

4.10.3.2 每次利用漂浮箱采样前，应将箱体内残余的气体样品排空，排空时间不少于5分钟。

4.10.3.3 使用漂浮箱采样前将漂浮箱各口封闭，盛水倒放检查气密性。检查橡胶轮胎充气情况。通过三个吊耳连接牵引绳将漂浮箱缓缓放入水面，并系在就近围栏上固定，减少因水面波动引起的漂浮箱晃动。采样过程中，应确保漂浮箱气密性，如发现漏气侧翻等情况，则重新采样。

4.10.3.4 采样管进气口位置应尽量靠近排气筒中心位置，采样管长度应尽可能短。

4.10.4 监测环境要求

参考《固定源废气监测技术规范》（HJ/T 397）中现场监测的质量保证的相关要求。

4.10.4.1 监测期间应有专人负责监督工况，污水处理设施应处于正常的运行工况。

4.10.4.2 遇到对监测影响较大的雨雪天气及风速大于 8 m/s 的天气条件时，不宜进行采样监测。

4.10.5 人员要求

参考《地表水和污水监测技术规范》（HJ/T 91）中监测质量保证与质量控制对监测人员素质的相关内容。

涉及采样及检测分析的相关人员应经过充分的岗前专业知识培训。

4.10.6 数据质量要求

4.10.6.1 应编制质量控制程序对数据进行管理，详细记录数据，使用核算方法计算排放量，进行相互比对印证和评估。

4.10.6.2 应对监测参数的数据进行审核，使用符合质量要求的数据计算温室气体排放量。

4.10.6.3 监测数据档案应建立时间序列的一致性。

4.10.6.4 监测过程中应同步记录污水处理量及处理工艺的运行情况等参数。

5.先进性说明

目前尚无针对污水处理厂温室气体监测的国家、地方标准或规范，本标准为首个针对污水处理厂温室气体监测的标准文件。本标准对污水处理厂温室气体监测从点位布设到数据处理的全流程进行规范，特别是针对污水厂内敞开池面的排

放监测操作。通过附录的方式对典型污水处理构筑物的点位布设进行补充说明，便于标准使用者对布点原则理解。通过提高监测工作的规范性，提升污水处理厂温室气体排放监测数据的可靠性与可比性，从而弥补我国污水处理行业排放数据的空缺。

6.重大意见分歧的处理经过和依据

本文件制定过程中无重大分歧意见。

7.与现行法律法规和强制性国家标准的关系

本文件符合法律法规和强制性国家标准的规定。

8.实施标准的建议措施

（1）加强标准宣贯培训

《标准》发布实施后，标准参与编制单位及各工业园区环境主管部门或相关单位宜组织开展《标准》的宣贯，确保相关单位知晓、了解以及使用本《标准》。

（2）加强政策文件对标准引用

考虑到《标准》为推荐性标准，建议在相关温室气体监测政策文件中加强对本标准的引用，确保标准效力和有效实施。

9.参考文献

- [1] GB 16297 大气污染物综合排放标准（有组织 无组织）
- [2] 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
- [3] GB/T 31705 气相色谱法本底大气二氧化碳和甲烷浓度在线观测方法
- [4] HJ/T 91 地表水和污水监测技术规范
- [5] GB 37822 挥发性有机物无组织排放控制标准（无组织）
- [6] HJ/T 55 大气污染物无组织排放监测技术导则
- [7] HJ/T 397 固定源废气监测技术规范
- [8] HJ 38 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

- [9] HJ 194 环境空气质量手工监测技术规范
- [10] HJ 604 环境空气 总烃、甲烷和非甲烷总烃的测定 直接进样-气相色谱法
- [11] HJ 664 环境空气质量监测点位布设技术规范(试行)
- [12] HJ 732 固定污染源废气 挥发性有机物的采样气袋法
- [13] T/LCAA 005 气体中甲烷、氧化亚氮和二氧化碳浓度测定 气相色谱法
- [14] HJ 202 企业温室气体排放核算方法与报告指南发电设施
- [15] RB/T 126-2022 养殖企业温室气体排放监测技术规范
- [16] 《关于统筹和加强应对气候变化与生态环境保护相关工作的指导意见》（环综合〔2021〕4号）
- [17] 生态环境部 《碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2021〕435号）
- [18] 生态环境部 《深化碳监测评估试点工作方案》（环办监测函〔2023〕293号）