

环境监测中污水现场采样质量控制分析

翁子杰 侯周磊 刘明灯 庞宁宁
浙江中通检测科技有限公司 浙江 宁波 315000

摘要：文章围绕环境监测中污水现场采样质量控制展开分析，阐述环境监测与污水采样的基本概念和特点，剖析质量控制对数据准确性及环境保护决策的重要意义。深入探讨采样设备、操作人员、环境因素等关键影响因素，并针对性提出采样计划制定、过程控制、样品保存运输等改进策略。研究表明，强化质量控制各环节管理，可有效提升污水采样数据可靠性，为环境污染防治和生态保护决策提供科学依据。

关键词：环境监测；污水现场采样；质量控制；准确性；可靠性

引言：随着环境污染问题日益严峻，环境监测作为环境保护的重要支撑，其数据准确性至关重要。污水现场采样是获取水环境信息的首要环节，然而，污水成分复杂、采样环境多变及排放动态性等特点，使得采样过程易受多种因素干扰，数据失真风险高。若采样数据不准确，将导致环境决策失误，影响污染治理成效。因此，加强污水现场采样质量控制研究，对提升环境监测水平、推动精准治污具有重要现实意义。

1 环境监测与污水现场采样概述

1.1 环境监测的基本概念

环境监测作为环境保护领域的重要支撑技术，是指通过对影响环境质量因素的代表值进行长时间、系统性测定，以掌握环境质量现状及发展趋势的科学活动。其监测对象涵盖大气、水体、土壤、生物等多个环境要素，涉及物理、化学、生物等多学科交叉技术手段。环境监测以环境质量标准、污染物排放标准为依据，运用现代分析仪器与信息技术，对环境介质中的污染物浓度、物理化学特性、生态系统指标等进行量化分析^[1]。从监测类型划分，环境监测可分为监视性监测、特定目的监测与研究性监测。监视性监测是对环境质量常规性监测，如城市空气质量日报、地表水断面水质监测；特定目的监测包括污染事故应急监测、建设项目竣工验收监测等；研究性监测则侧重于探索环境变化规律与污染物迁移转化机制。环境监测不仅是环境管理的数据来源，更是生态文明建设的“眼睛”与“哨兵”，为污染防治、生态修复等提供科学依据。

1.2 污水现场采样的特点

污水现场采样作为环境监测的关键前置环节，具有显著的特殊性与复杂性。首先，污水成分具有多样性，工业废水、生活污水、农业退水等不同来源的污水，其污染物种类差异巨大，涵盖重金属、有机物、微生物、

悬浮物等多种物质，部分污染物浓度波动范围可达几个数量级，对采样技术提出极高要求。其次，采样环境复杂多变。污水采样点可能位于高温、高压、高腐蚀性的工业车间，也可能在偏远的农村沟渠或人口密集的城市管网，采样人员需应对恶劣的地形条件、有害气体、生物危害等风险。另外，污水排放具有动态性，受生产周期、降雨量、管网调度等因素影响，污水水质和流量呈现瞬时变化，要求采样必须具有时效性与代表性。采样过程还需兼顾规范性与灵活性，既要严格遵循国家标准方法，确保采样流程可溯源，又要根据现场实际情况调整采样策略，如针对间歇性排放源采用等时间间隔采样，对瞬时排放源采取全流程瞬时采样。这种特性决定了污水采样是技术性与经验性高度结合的工作，直接影响后续分析结果的可靠性。

2 环境监测中污水现场采样质量控制的重要性

2.1 质量控制对采样数据准确性的影响

采样数据的准确性是环境监测的生命线，而质量控制是确保数据可靠的核心手段。在污水采样这一复杂过程中，每一个细微环节都可能成为影响数据真实性的关键因素。采样点位布设若不合理，选取的采样点无法覆盖污水排放的关键区域，所采集的样品就缺乏代表性，导致后续分析结果无法真实反映污水的实际污染状况。采样器具清洗不彻底时，残留的化学物质会引入交叉污染，例如前一次采样残留的酸碱物质，可能改变下一个样品的酸碱度，进而影响污染物浓度的测定。采样时间选择不当，错过污染物排放的峰值浓度时段，获取的数据就无法体现污水污染的真实水平。以重金属污染物采样为例，若未使用经硝酸浸泡处理的聚四氟乙烯容器，这种容器材质本身可能吸附或释放金属离子，致使样品浓度出现±20%以上的偏差，严重误导环境质量评估^[2]。在采集挥发性有机物时，若采样瓶未充满水样或未及时

密封,瓶内残留的空气会促使挥发性组分逸散,数据丢失率可达30%-50%,导致污染物浓度数据大幅失真。质量控制通过对采样前设备校准,确保仪器测量精准;采样中规范操作,严格执行采样流程;采样后进行样品复核,检查样品的完整性与准确性,有效降低随机误差与系统误差,从而使监测数据能够真实、准确地反映污水水质状况,为环境决策提供坚实的数据支撑。

2.2 质量控制对环境保护决策的支持作用

准确的污水采样数据是制定环境保护政策的基石。环境管理部门依据监测数据划定污染重点区域,评估污水处理设施运行效率,预测污染物排放趋势,进而制定针对性治理方案。若采样数据存在偏差,将导致决策失误,造成资源浪费或环境风险失控。例如,某工业园区因采样点位不足且未考虑管网混合效应,导致监测数据低估重金属排放总量,后续治理工程因设计参数错误无法达到预期效果,最终被迫追加投资进行改造。反之,通过科学的质量控制获取的高精度数据,可支撑精准治污。如在长江流域水质监测中,通过网格化采样与实时质量控制,成功识别出多个支流的氨氮污染热点,为“一河一策”治理提供了关键依据,显著提升了流域水环境质量。

3 污水现场采样质量控制的关键因素分析

3.1 采样设备的精准度与适用性

采样设备的性能直接决定样品采集质量。对于流量不稳定的污水,使用精度不足的流量计会导致混合样配比错误;采集微生物样品时,未配备低温采样箱将造成菌群活性衰减。当前主流采样设备包括便携式自动采样器、深层采水器、等比例采样器等,不同设备适用于不同工况,如蠕动泵采样器适合低浊度水样,隔膜泵采样器更适用于含颗粒物污水。设备校准与维护同样关键,采样前需对流量计、pH计等进行零点与量程校准,定期检查采样管路密封性与蠕动泵管磨损情况。以自动采样器为例,若未定期清洗采样头与储样瓶,会导致微生物滋生与有机物附着,使后续分析结果出现假阳性。新兴技术如在线监测传感器与无人机采样系统的应用,对设备的智能化与抗干扰能力提出了更高要求。

3.2 操作人员的专业技能与培训

操作人员的专业水平是质量控制的核心变量。污水采样不仅要求熟练掌握采样设备操作,还需具备现场判断能力,如根据污水颜色、气味初步识别污染物类型,调整采样策略。实际工作中,因操作不当导致的采样失误屡见不鲜,例如未按规定使用固定剂导致硫化物样品氧化损失,或未记录采样现场环境参数(水温、溶解

氧)影响数据溯源^[3]。完善的培训体系是提升人员能力的关键,需涵盖理论知识(环境化学、采样标准)、实操技能(设备组装、应急处理)与质量意识教育。定期开展采样技能竞赛与盲样考核,通过比对分析暴露操作短板。建立采样人员持证上岗制度,要求每两年完成继续教育,确保知识技能与时俱进。

3.3 环境因素的干扰与应对措施

环境因素对污水采样的干扰具有不可控性。高温环境下,水样中挥发性有机物挥发速度加快,低温则可能导致胶体物质凝聚;强电磁干扰会影响自动采样器控制系统稳定性;降雨会稀释污水浓度,改变污染物时空分布。此外,生物活动也会造成干扰,如管网中微生物代谢会消耗溶解氧,改变水样pH值。应对措施需多管齐下,物理防护方面,使用恒温采样箱、电磁屏蔽装置减少环境影响;化学手段上,添加适量固定剂抑制生物化学反应;技术层面,采用实时在线监测与现场快速检测相结合的方式,及时修正采样策略。例如在暴雨期间,通过便携式COD快速检测仪动态调整采样频次,确保数据完整性。

4 污水现场采样质量控制的改进策略与实践

4.1 采样计划的制定与实施

科学的采样计划是保障污水现场采样质量的首要前提,它犹如精准导航,为采样工作指明方向。在制定计划时,需全面考量污染源特性、监测目标与环境条件等多重要素。针对工业污染源,由于其排放的污水成分复杂且浓度波动大,应在车间排放口、总排放口分层布点,从源头到终端全面把控污水质量。以化工企业为例,不同车间生产流程产生的污水所含污染物不同,只有分层采样才能准确把握各环节的污染状况。生活污水采样则需结合城市管网拓扑结构,选取具有代表性的节点,如主干管交汇处、污水处理厂进水口等,确保采集的样品能反映整体生活污水的水质特征。采样时间的设计同样关键,必须紧密匹配污水排放规律。例如印染行业,其生产过程存在明显的昼夜周期性变化,白天生产时段污水排放量与污染物浓度较高,夜间则相对较低,因此需实施昼夜多时段采样,才能完整捕捉生产周期内污水水质的动态变化。在计划实施过程中,建立动态调整机制不可或缺。当现场情况与预设不符时,采样人员需依据应急预案灵活处置。某化工园区在监测苯系物排放时,通过无人机航测发现了隐藏排污口,随即调整采样计划,增加采样点位,及时获取关键数据,成功锁定污染源头。

4.2 采样过程中的质量控制措施

采样过程的质量控制是确保污水样品真实性和可靠性的核心环节,需贯穿采样工作的全流程。采样前,对设备进行全面的功能性检查是基础。要使用标准物质进行空白测试,以此检验设备是否存在系统误差或污染,确保设备处于最佳工作状态。采样中,严格执行“双人双检”制度,两名采样人员相互监督、核对,从采样体积的精确量取到样品混合比例的准确调配,不放过任何一个细节,同时详细记录现场环境参数,如气温、气压、流量等,这些参数对于后续数据分析至关重要。采样后,立即对样品进行预处理,根据污染物特性添加合适的固定剂,防止样品在运输和保存过程中发生化学变化,同时为样品贴注唯一标识,拍摄现场照片留存证据,实现样品的可追溯性。随着科技的发展,引入信息化管理系统成为提升采样质量控制效率的有效手段。通过物联网技术,可实时监控采样设备的运行状态,一旦设备出现故障或异常,系统能及时发出警报。利用GPS定位与电子签名技术,能够实现采样流程的全程可追溯,确保采样工作的规范性和公正性。某省级环境监测中心开发的移动采样APP,集成了采样计划推送、现场数据录入、质控预警等功能,采样人员可通过APP接收采样任务,实时上传采样数据,系统自动对数据进行分析 and 质控预警,极大地提高了工作效率,使采样错误率下降40%,为采样质量控制提供有力的技术支撑。

4.3 样品保存与运输的质量控制

样品保存与运输作为污水采样质量控制的最后一道屏障,其重要性不言而喻。在保存环节,必须针对不同污染物的特性采取差异化措施。氨氮在高温、光照条件下容易发生转化,因此氨氮样品需低温避光保存,并尽快送往实验室进行分析,以减少因保存不当导致的氨氮损失或浓度变化。石油类样品易挥发且在水中存在状态不稳定,需用四氯化碳萃取后冷藏,确保石油类物质被有效固定。在运输过程中,使用专用冷藏箱或防震包

装,避免样品在运输途中受到震荡、泄漏或交叉污染。对于一些特殊样品,如放射性污染物样品,还需采取专门的防护措施,确保运输安全^[4]。建立完善的样品交接管理制度是保障样品质量的重要举措。明确采样人员与实验室分析人员的责任边界,双方在交接样品时,需仔细核对样品数量、标识、保存条件等信息,确保样品的完整性和准确性。一旦发现异常样品,如样品标识不清、保存条件不符合要求等,应及时启动复测程序,重新采集样品或对现有样品进行补救处理。部分地区试点应用的智能样品运输箱,配备了温湿度传感器与定位装置,能够实时上传运输数据,一旦运输过程中出现温度异常、位置偏离等情况,系统立即触发报警,有效保障样品在运输过程中的质量安全,为环境监测数据的可靠性提供了坚实保障。

结束语

本文系统分析了环境监测中污水现场采样质量控制的关键要素与改进策略。通过规范采样计划、优化过程控制、强化样品管理等措施,能有效保障采样数据的准确性与可靠性。未来,随着环境监测技术的发展,应持续探索智能化、自动化采样技术,完善质量控制体系。同时加强跨区域、跨部门协作,共享质量控制经验,进一步提升我国污水采样质量控制的整体水平,为生态文明建设筑牢数据根基。

参考文献

- [1]石红霞.环境监测中污水现场采样质量控制分析[J].黑龙江环境通报,2024,37(11):64-66.
- [2]李江涛.生态环境监测中现场采样质量控制举措探讨[J].生态与资源,2024,(07):95-97.
- [3]朱习红.环境监测现场采样的影响因素及改进措施[J].黑龙江环境通报,2024,37(07):83-85.
- [4]冼子洋.环境执法监测中废水采样工作优化探讨[J].黑龙江环境通报,2022,35(03):145-148.