

工业废水 COD 检测误差控制研究

李梦维

武汉市华信理化检测技术有限公司，湖北省武汉市，430074；

摘要：本研究聚焦工业废水化学需氧量（COD）检测过程中的误差控制问题，系统分析了影响检测结果准确性的关键因素。研究从样品采集、试剂配制、操作流程和仪器校准四个维度入手，深入探讨了误差产生机制及其对检测结果的影响。通过实验验证，提出了涵盖全流程的误差控制策略体系，包括标准化采样方法、精细化试剂管理、规范化操作程序和系统化仪器维护等措施。研究结果表明，实施综合性的误差控制方案可显著提升 COD 检测的可靠性，为工业废水处理工艺优化和环境监管提供更精准的数据支持。本研究对完善水质监测技术体系、提升环境治理效能具有重要的理论和实践价值。

关键词：工业废水；COD 检测；误差控制；质量控制；分析方法

DOI：10.64216/3080-1508.25.05.048

工业废水处理是环境保护工作的重要环节，而 COD 作为衡量水质污染程度的关键指标，其检测准确性直接影响治理决策的科学性。当前，工业废水 COD 检测面临诸多挑战：废水成分复杂多变，检测环节相互关联，误差来源多样且难以完全规避。这些误差不仅会导致单次检测结果的偏差，更可能影响对废水处理效果的整体评估，进而干扰环境管理决策。本研究立足于工业废水处理的实际需求，通过系统分析检测全流程中的误差来源，深入探究误差产生机理，构建了一套科学、实用的误差控制体系。研究成果将为提升 COD 检测质量、优化废水处理工艺提供技术支撑，对推动环境监测技术进步和水污染治理水平提升具有重要意义。

1 工业废水 COD 检测误差来源分析

1.1 样品采集与保存误差

样品采集是 COD 检测的第一步，也是影响检测结果准确性的关键环节。在工业废水采样过程中，由于废水成分复杂、浓度波动大，容易产生代表性误差。不规范的采样方法可能导致样品中污染物分布不均，无法真实反映废水水质。此外，采样容器的选择、采样深度的确定、采样时机的把握等因素都会影响样品的代表性。样品保存过程中，温度、光照、时间等条件的变化可能导致样品中某些成分发生降解或转化，从而影响 COD 检测结果^[1]。例如，高温会加速有机物的氧化，导致 COD 值偏高；而某些易挥发有机物的逸失则可能使 COD 值偏低。因此，建立标准化的采样流程和保存方法，是控制 COD 检测误差的首要任务。

1.2 试剂配制与使用误差

COD 检测过程中使用的试剂，如重铬酸钾、硫酸银、硫酸汞等，其纯度和配制精度直接影响检测结果的准确

性。试剂纯度不足可能导致反应不完全，影响检测结果的准确性；而试剂配制过程中的称量误差、稀释误差等也会引入系统误差。此外，试剂的使用方法不当，如加入顺序错误、用量不准确等，都会影响反应进程，导致检测结果偏差。特别是对于某些具有时效性的试剂，如过期的重铬酸钾溶液，其氧化能力下降，可能导致 COD 检测结果偏低。因此，严格控制试剂质量，规范试剂配制和使用流程，是保证 COD 检测准确性的重要环节。

1.3 操作过程与人为误差

COD 检测过程中涉及多个操作步骤，如样品处理、试剂添加、消解反应、滴定等，每个环节都可能引入误差。操作人员的技术水平、操作规范性、注意力集中程度等都会影响检测结果的准确性。例如，在样品处理过程中，不恰当的过滤方法可能导致悬浮物去除不完全，影响检测结果；在试剂添加过程中，移液管使用不当可能导致加液量不准确；在消解过程中，温度控制不严格可能影响反应完全程度；在滴定过程中，终点判断不准确可能导致结果偏差^[2]。此外，操作过程中的交叉污染、记录错误等也会引入误差。因此，加强操作人员培训，建立标准操作规程，实施全程质量控制，是减少操作误差的有效途径。

1.4 仪器设备与校准误差

COD 检测过程中使用的仪器设备，如消解器、分光光度计、滴定仪等，其性能和校准状态直接影响检测结果的准确性。仪器设备的精度、稳定性、响应特性等都会影响检测结果。例如，消解器的温度控制不精确可能导致反应不完全或过度反应；分光光度计的波长准确性、光程长度等参数设置不当可能导致吸光度测量误差；滴定仪的精度不足可能导致滴定终点判断不准确。此外，

仪器设备的校准周期、校准方法等也会影响检测结果的可靠性。定期进行仪器校准和维护,确保仪器处于最佳工作状态,是保证 COD 检测准确性的重要措施。

2 工业废水 COD 检测误差控制策略

2.1 优化样品采集与保存方法

为减少样品采集和保存过程中的误差,应建立标准化的采样流程。首先,根据废水排放特点,选择合适的采样点和采样频率,确保样品具有代表性。其次,使用符合标准的采样容器,避免容器材质对样品造成污染。在采样过程中,应遵循“多点混合”的原则,确保样品能够反映废水的整体状况。对于特殊性质的废水,如含油废水、高浓度有机废水等,应采取针对性的采样方法。样品保存方面,应根据废水特性选择合适的保存条件,如低温避光保存、添加保存剂等。

2.2 改进试剂配制与使用工艺

为控制试剂相关误差,需系统优化试剂配制与使用工艺。首先,应严格筛选供应商,优先选择资质齐全、信誉良好的企业,确保所购试剂纯度符合检测标准。在配制过程中,必须使用高精度称量仪器,严格按照国家标准方法操作,对重铬酸钾等关键试剂建立定期标定制度,及时校准浓度偏差^[3]。试剂使用时,操作人员需严格遵守标准规程,精确控制试剂加入顺序和用量,针对易变质试剂,采用按需配制策略,并明确标注有效期,避免因试剂失效影响检测结果。此外,建立完善的试剂管理制度,对采购、验收、配制、使用等全流程进行详细记录,确保试剂质量可追溯,从而有效降低试剂因素导致的检测误差,保障 COD 检测结果的准确性与可靠性。

2.3 规范操作流程与加强人员培训

为减少操作过程中的误差,需系统构建操作规范与人员能力提升体系。制定标准化操作规程(SOP),细化样品采集、预处理、试剂添加、消解反应、比色测定等全流程操作标准,明确各环节注意事项与质量要求;要求操作人员经专业培训并考核合格后上岗,确保熟练掌握检测技术要点。操作时严格遵循 SOP 执行,对关键步骤实施双人复核与平行试验,降低人为操作误差。同时,建立包含空白试验、平行样分析、加标回收的质量控制体系,实时监控检测过程。定期组织技术培训、案例研讨、能力验证等活动,持续提升操作人员的专业技能与质量责任意识,全方位保障 COD 检测结果的准确性与可靠性。

2.4 加强仪器维护与校准管理

为确保仪器设备的性能稳定,需构建系统化的维护

与校准管理体系。建立完善的仪器管理制度,明确消解器、分光光度计等关键设备的日常维护细则,定期开展光学元件清洁、易损部件更换等保养工作,确保仪器处于最佳运行状态。根据仪器使用频率与稳定性,科学设定校准周期,采用经认证的标准物质或标准溶液,严格依照国家标准方法实施校准操作。校准过程中,详细记录操作步骤、原始数据及校准结果,并进行误差分析,对超出允许误差范围的仪器立即停用,及时安排维修或更换。同时,建立全面的仪器使用台账,详细记录开机时间、运行状态、检测样品信息等内容,便于追溯设备使用情况,及时发现潜在问题并采取针对性解决措施,保障检测数据的可靠性^[4]。

3 工业废水 COD 检测误差控制策略优化

3.1 样品采集与保存环节优化

3.1.1 科学规划采样方案

针对不同工业废水特性,制定差异化的采样策略。对于连续排放的废水,应设置 24 小时混合采样模式;对于间歇性排放,需根据生产周期确定采样频率。采样点应设置在废水充分混合的位置,避开涡流区和沉淀区。采样前需对采样器进行充分清洗,避免交叉污染。

3.1.2 优化样品保存条件

根据废水成分特点,采取针对性的保存措施。对于易挥发有机物含量高的样品,应采用密封性好的棕色玻璃瓶,并添加 1% 的硫酸进行酸化保存;对于含硫化物废水,需添加硫酸锌溶液固定。所有样品应在 4℃ 条件下冷藏保存,并在 24 小时内完成检测。建立样品保存记录制度,详细记录保存条件和时间。

3.2 试剂管理与配制工艺改进

3.2.1 完善试剂质量控制体系

建立试剂供应商评估机制,定期对试剂供应商进行资质审核和质量评估。对每批进厂试剂进行质量抽检,重点检测重铬酸钾的纯度、硫酸银的溶解度等关键指标。不合格试剂坚决予以退货处理,确保检测用试剂质量可靠。

3.2.2 规范试剂配制流程

制定详细的试剂配制操作规程,明确称量、溶解、定容等各环节操作要求。使用经过校准的精密天平称量试剂,配制过程应在通风良好的环境下进行。对配制好的试剂进行质量验证,如重铬酸钾溶液需用基准物质进行标定,确保浓度准确。建立试剂使用台账,记录配制日期、有效期和使用情况。

3.3 检测操作过程标准化

3.3.1 建立标准操作规程

制定详细的 COD 检测 SOP 文件,规范从样品预处理到最终结果计算的全流程操作。明确各环节的质量控制要求,如样品均质化处理、试剂加入顺序、消解温度控制等关键参数。对操作人员进行系统培训,确保每位检测人员都能准确掌握标准操作方法。

3.3.2 实施全过程质量控制

在检测过程中设置多个质量控制点:样品预处理阶段进行平行样分析;消解过程设置空白对照;滴定环节采用双人复核制度。定期开展加标回收实验,监控检测方法的准确性。建立检测原始记录管理制度,确保数据可追溯。

3.4 仪器设备精细化管理

3.4.1 完善仪器维护制度

制定关键仪器的日常维护计划,如消解器需定期检查加热均匀性,分光光度计要定期校准波长准确性。建立仪器使用登记制度,记录每次使用情况和运行状态。对出现故障的仪器及时进行维修,维修后需重新校准方可投入使用。

3.4.2 优化校准管理流程

根据仪器使用频率和稳定性,制定合理的校准周期。一般仪器每季度校准一次,关键仪器如分光光度计应每月校准。校准过程严格遵循国家标准方法,使用有证标准物质。校准结果需进行统计分析,对超出允许误差的仪器及时调整或更换。

3.5 数据分析与误差修正

3.5.1 建立误差分析体系

定期对检测数据进行统计分析,识别可能的系统误差和随机误差。采用控制图监控检测过程的稳定性,及时发现异常数据。对异常数据进行分析,查找误差来源,采取针对性改进措施。

3.5.2 实施误差修正措施

根据误差分析结果,建立误差修正模型。对已知的系统误差进行数学修正,如试剂批次差异导致的偏差。定期验证修正模型的有效性,确保误差控制在允许范围内。建立误差修正记录,为方法改进提供依据。

3.6 人员培训与能力建设

3.6.1 完善培训体系

制定系统的培训计划,包括理论知识和实操技能培训。新入职人员必须通过理论和实操考核方可上岗。定期组织技术交流和能力验证活动,持续提升检测人员的技术水平。建立技术人员档案,记录培训考核情况。

3.6.2 强化质量意识

定期开展质量意识教育,强调检测数据准确性的重要性。建立质量考核制度,将检测质量与绩效考核挂钩。鼓励检测人员参与方法研究和标准制定,提升专业技术能力。

4 结论与展望

4.1 结论

本研究系统剖析工业废水 COD 检测的误差来源,针对性提出涵盖样品采集、试剂配制、操作流程及仪器管理的全流程误差控制策略,并通过实验验证其有效性。研究表明,通过规范样品采集与保存流程、优化试剂配制工艺、严格标准化操作、强化仪器校准维护,可显著提升 COD 检测的准确性与可靠性。这些策略不仅为工业废水处理提供了精准的数据支撑,还助力企业优化废水处理工艺、提高治理效率,对提升水质监测质量、推动环保工作的科学化与规范化具有重要实践价值。

4.2 展望

工业废水 COD 检测误差控制仍存在优化空间。鉴于废水成分复杂且行业差异显著,现有控制策略难以满足多样化需求,未来需针对特定行业废水特性,研发更精细化、个性化的误差控制方案。同时,随着光谱分析、生物传感等新技术不断涌现,新型检测手段的应用将为误差控制带来新机遇与挑战,需及时跟进技术发展并优化策略。此外,构建覆盖检测全流程的质量控制体系,联合检测机构、科研单位与企业多方力量,完善标准规范、提升人员专业素养,是推动 COD 检测技术持续进步的关键,将为水污染防治与水资源管理筑牢技术根基。

参考文献

- [1]黄楠楠,云雪,冯倩,等.浅谈减少工业废水中 COD 检测的相对误差的方法[J].中国新技术新产品,2023,(15):127-129.
- [2]段志娟.工业废水污染检测中化学检测技术的应用分析[J].清洗世界,2024,40(01):137-139.
- [3]沈志远,王玲玲,杜玉栋,等.基于紫外-可见光谱法快速检测工业废水 COD 的方法研究[J].大氮肥,2023,46(06):400-403.
- [4]王丽.化学检验技术在工业废水成分检测中的应用[J].全面腐蚀控制,2024,38(04):69-71.

作者简介:李梦维,出生年月:1987年07月,性别:男,民族:汉,籍贯:黄陂,学历:大学本科,职称:中级,研究方向:环境监测。