

生活饮用水理化检验的影响因素及控制措施研究

于寿进

泰州市姜堰区疾病预防控制中心 江苏泰州

【摘要】生活饮用水安全直接关系到公众健康和社会稳定，理化检验是保障水质安全的核心环节。本文分析了影响生活饮用水理化检验结果的主要因素，包括样品采集与保存、试剂与标准物质、仪器设备、检验方法、环境条件及人员操作等，并针对各影响因素提出相应的质量控制措施。研究表明，规范采样流程、加强试剂管理、定期校准仪器、优化检验方法、改善实验室环境及提升人员专业能力，是确保检验结果准确性和可靠性的关键。本文通过研究生活饮用水理化检验的影响因素及控制措施，为确保生活饮用水水质安全提供理论支持与实践参考。

【关键词】生活饮用水；理化检验；影响因素；控制措施；水质安全

【收稿日期】2026年2月17日 **【出刊日期】**2026年3月31日 **【DOI】**10.12208/j.ijmd.20260016

Study on influencing factors and control measures of physical and chemical testing for drinking water

Shoujin Yu

Jiangyan District Center for Disease Control and Prevention, Taizhou, Jiangsu

【Abstract】 The safety of drinking water is directly related to public health and social stability, and physical and chemical testing is a core link in ensuring water quality safety. This paper analyzes the main factors affecting the results of physical and chemical testing for drinking water, including sample collection and preservation, reagents and reference materials, instrumentation and equipment, testing methods, environmental conditions, and personnel operation. Corresponding quality control measures are proposed for each influencing factor. Studies have shown that standardizing sampling procedures, strengthening reagent management, regularly calibrating instruments, optimizing testing methods, improving laboratory environment, and enhancing personnel's professional capabilities are the keys to ensuring the accuracy and reliability of testing results. By studying the influencing factors and control measures of physical and chemical testing for drinking water, this paper provides theoretical support and practical reference for ensuring the safety of drinking water quality.

【Keywords】 Drinking water; Physical and chemical testing; Influencing factors; Control measures; Water quality safety

1 引言

水是生命之源，安全的饮用水是人类生存和健康的基本保障。随着工业化、城市化进程的加快，水环境污染问题日益突出，重金属、有机物、无机盐类等污染物通过多种途径进入供水系统，对饮用水安全构成严重威胁^[1]。全球每年有数百万人因饮用不安全水源而患病，其中化学性污染是重要致病因素之一。在我国，随着《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2022）的实施，对检验的准确性、灵敏度和标准化程度提出了更高要求^[2]。理化检验作为水质监

测的重要组成部分，涵盖 pH 值、浑浊度、电导率、硬度、氯化物、硝酸盐、重金属（如铅、镉、砷、汞）、有机污染物（如苯系物、多环芳烃）等多项指标，其结果直接影响水质评价、风险预警和政策制定。然而，在实际检验过程中，受多种主客观因素影响，理化检验结果常出现偏差，甚至导致误判。因此，分析影响生活饮用水理化检验的关键因素，提出科学有效的控制措施，对于提升检验质量、保障公众饮水安全具有重要意义。

2 生活饮用水理化检验的主要指标与意义

2.1 感官性状指标

包括色度、浑浊度、臭和味、肉眼可见物等，反映水的外观和感官体验。高浊度可能影响消毒效果，增加微生物风险；异味则提示可能存在有机污染或管道腐蚀。

2.2 一般化学指标

如 pH 值、总硬度、溶解性总固体（TDS）、氯化物、硫酸盐、铁、锰等。pH 值影响水的腐蚀性及消毒剂效能；硬度过高易导致结石风险；铁、锰超标则影响口感并可能沉积于管道。

2.3 毒理学指标

包括重金属（铅、镉、铬、砷、汞等）和有机污染物（三氯甲烷、四氯化碳、3,4-苯并芘等）。这些物质具有致癌、致畸、致突变风险，即使低浓度长期暴露也可能对人体造成慢性损害^[3]。

2.4 放射性指标

如总 α 、总 β 放射性，主要来源于地质背景或核活动，长期摄入可能增加癌症风险。

3 影响生活饮用水理化检验的主要因素

3.1 样品采集与保存不当

样品采集是检验的第一步，也是影响结果准确性的关键环节。若采样点选择不合理（如靠近污染源或死水区）、采样容器未清洗干净或材质不匹配（如测金属用塑料瓶而非聚四氟乙烯瓶），将引入污染或吸附损失。例如，铅、镉等重金属易被玻璃或普通塑料吸附，导致检测值偏低^[4]。此外，样品保存条件至关重要。部分指标如氨氮、亚硝酸盐、挥发性有机物等在常温下易分解或挥发。若未及时冷藏（4℃）或添加固定剂（如硫酸用于重金属，抗坏血酸用于硝酸盐），将导致浓度变化。

3.2 试剂与标准物质问题

试剂纯度、配制方法及保存状态直接影响检验结果。使用过期、受潮或污染的试剂可能导致背景值升高或反应不完全。例如，测定 COD（化学需氧量）时，若重铬酸钾溶液配制不准，将直接影响氧化能力，造成结果偏差。标准物质是定量分析的基础。若标准溶液浓度不准、未定期标定或储存不当（如光照、高温导致分解），将导致校准曲线偏移，进而影响所有样品的测定值。

3.3 仪器设备性能不稳定

现代理化检验高度依赖仪器，如原子吸收分光光度计（AAS）、气相色谱-质谱联用仪（GC-MS）、

离子色谱仪（IC）、紫外可见分光光度计等。仪器的稳定性、灵敏度和分辨率直接影响检测精度。常见问题包括：光源老化导致信号衰减、检测器漂移、进样系统污染、色谱柱性能下降等。例如，GC-MS 在长期使用后，若未及时更换进样垫或清洗离子源，可能出现峰形拖尾、灵敏度下降等问题，影响痕量有机物的检出^[5]。此外，仪器未定期校准或期间核查缺失，也是导致系统误差的重要原因。国家计量法规要求关键仪器每年至少进行一次外部校准，但部分基层实验室执行不到位。

3.4 检验方法选择与操作不规范

不同检验方法对同一指标的测定结果可能存在差异。例如，测定总硬度时，EDTA 滴定法简便但精度较低，而原子吸收法更准确但成本高。若方法选择不当或未按标准操作，将影响结果的可比性和权威性。操作不规范也是常见问题，如移液器使用不当（未预润洗、垂直角度错误）、比色皿未清洁、反应时间控制不准等。特别是在手工操作项目中，人为误差难以避免。不同操作人员对同一水样进行 COD 测定的结果有明显的差异。

3.5 实验室环境条件不达标

理化检验对环境要求较高，温度、湿度、洁净度、电磁干扰等因素均可能影响结果。例如，精密天平需在恒温恒湿（20±2℃，湿度 40–60%）环境下使用，温度波动超过 1℃即可导致称量误差；原子光谱仪需远离振动源和强磁场，否则影响信号稳定性。此外，实验室空气中的尘埃、挥发性有机物也可能污染样品或试剂，特别是在超痕量分析中影响显著。

3.6 人员专业素质与操作水平

检验人员的专业知识、操作技能和质量意识是影响检验质量的主观因素。经验不足的人员可能对标准理解偏差、操作不熟练、数据处理错误，甚至忽视质量控制程序。例如，在绘制校准曲线时，若未进行线性回归分析或忽略相关系数要求，将导致定量错误。此外，缺乏持续培训和能力评估机制，也会影响团队整体水平。

4 提升生活饮用水理化检验质量的控制措施

4.1 规范样品采集与保存流程

应制定标准化采样操作规程（SOP），明确采样点布设、容器选择、清洗方法、采样体积、保存条件和运输要求。优先使用一次性或专用洁净容器，避免交叉污染。对易变指标，应在现场添加固定剂并

立即冷藏运输。建议建立采样记录制度,详细记录采样时间、地点、人员、环境条件等信息,确保可追溯性^[6]。同时,定期开展采样比对实验,评估采样代表性。

4.2 加强试剂与标准物质管理

建立试剂管理制度,包括采购验收、分类储存、使用登记和有效期监控。高纯度试剂应密封避光保存,挥发性试剂存放于通风柜中。标准溶液应由专人配制,使用有证标准物质(CRM)溯源,并定期进行标定和期间核查。建议采用双人复核制度,确保浓度准确。对长期使用的标准储备液,应定期更换^[7]。

4.3 强化仪器设备维护与校准

建立仪器设备档案,记录购置、使用、维修和校准历史。制定预防性维护计划,定期清洁、保养和性能测试。关键仪器应按国家规定进行年度外部校准,并保留校准证书。在日常使用中,应进行开机检查、空白测试和质控样测定,确保仪器处于受控状态。对GC-MS、ICP-MS等复杂仪器,建议配备专业技术人员负责维护。

4.4 优化检验方法与标准化操作

优先选用国家标准方法(GB/T 5750)或国际公认方法(如EPA、ISO),确保方法的权威性和可比性。对新方法或非标方法,应进行方法验证,包括线性范围、检出限、精密度、准确度和抗干扰能力评估。编制详细的标准操作规程(SOP),涵盖每一步操作细节,并对所有人员进行培训和考核。推广使用自动化设备减少人为误差^[8]。

4.5 改善实验室环境条件

实验室应分区明确,设置样品制备区、仪器分析区、试剂储存区等,避免交叉干扰。关键区域应配备温湿度监控系统,并定期校验。精密仪器应置于防震台,远离电梯、空调外机等振动源。

4.6 提升人员专业能力与质量管理意识

建立人员培训体系,定期开展理论学习、操作培训和应急演练。新员工需经考核合格后方可独立上岗。鼓励技术人员参加继续教育和专业认证。实施内部质量控制(IQC)和外部质量评估(EQA)。IQC包括空白试验、平行样、加标回收、质控样测

定等;EQA可参加能力验证(PT)或实验室间比对,及时发现系统偏差。建立质量管理体系,如依据ISO/IEC 17025标准建立实验室认可体系,实现全过程质量控制。

5 结论

生活饮用水理化检验是保障水质安全的重要技术支撑,其结果准确性受样品采集、试剂、仪器、方法、环境和人员等多重因素影响。为确保检验数据的科学性和可靠性,必须建立全过程质量控制体系,从源头到终端严格把关。未来应进一步加强标准化建设、提升人员素质、推广先进技术,构建高效、精准、可追溯的饮用水检验体系,确保全民的饮水安全。

参考文献

- [1] 代荣伟.生活饮用水中微生物检测质量控制措施[J].食品安全导刊,2025,(14):47-50.
- [2] 张怡然,李晨,张建柱,等.《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022)解析[J].供水技术,2022,16(05):38-43.
- [3] 陈可欣.生活饮用水的理化检验方法及其重要意义[J].中外食品工业,2024,(05):78-80.
- [4] 苗芝香.生活饮用水理化检验方法分析[J].中国农村卫生,2020,12(03):68+70.
- [5] 赵玉燕,丁超凡,马红利,等.关于生活饮用水水质理化指标检测的相关探讨[J].现代食品,2023,29(20):40-42.
- [6] 张星璐.地区生活饮用水水质理化指标检测结果分析[J].名医,2020,(10):37-38.
- [7] 陈欣,马红利,丁超凡,等.生活饮用水中微生物检测质量控制措施研究[J].食品安全导刊,2023,(27):34-37.
- [8] 李洁莹,肖凤连,蒋影,等.生活饮用水理化检验的影响因素及控制措施研究[J].实验室检测,2025,3(14):156-158.

版权声明:©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS