

二次供水设施水质安全保障与清洗消毒

胡 越

天津滨海旅游区水务发展有限公司 天津 300000

【摘要】：二次供水是城市居民生活用水进入终端用户前的重要环节，设施运行状态直接关系到饮用水安全。当前部分水箱、水池存在清洗不及时、消毒不规范、管护责任不清、水质检测滞后等问题，易引发微生物滋生和余氯衰减。通过建立定期清洗制度、细化排空冲洗、内壁清理、规范消毒、水样检测和台账管理流程，可提升设施洁净度和水质稳定性，降低二次污染概率，保障居民用水安全。

【关键词】：二次供水；水质安全；清洗消毒；设施管理；水质监测

DOI:10.12417/2705-0998.26.09.018

引言

城市高层建筑和住宅小区数量不断增加，二次供水设施已成为居民饮用水输配体系中的关键环节。水箱、水池、管道和增压设备长期运行后，容易出现沉积物积累、内壁附着物增多、密封防护不足等情况，水质安全风险往往发生在末端供水环节。相比水厂出水，二次供水更依赖日常维护、清洗消毒和检测管理。若清洗周期不明确、消毒浓度控制不准、检测结果反馈不及时，居民用水感官质量和卫生安全都会受到影响。因此，有必要从设施风险识别入手，建立清洗消毒和水质保障的系统化路径。

1 二次供水设施运行特征及水质风险

1.1 设施结构对水质变化的影响

二次供水设施的结构设计对水质保持具有直接影响。水箱容量、材质、管路布局及管径变化均会改变水流速度和停留时间，从而影响水中溶解氧含量、余氯保持及微生物滋生速率。封闭式水箱结构能够减少外界污染源进入，但内部结构复杂易形成死角，沉积物和藻类容易附着，增加清洗难度。管网布局不合理时，水体滞留和回流现象易导致局部水质恶化，增加微生物再生条件。材料选择与防腐处理水平对水中副产物和金属溶出有明显影响，需要结合设施运行特征进行针对性管理和优化设计，以保障二次供水水质稳定。

1.2 储水时间对余氯衰减的影响

储水时间长短直接影响水中余氯浓度及消毒效果。长时间储存会导致余氯与水中有机物、微生物及管壁附着物反应，加速氯消耗和衰减，使水体抗菌能力下降。水体停留期间，温度、光照及流速变化进一步加剧氯的降解，局部区域形成消毒盲区，易产生微生物滋生和异味问题^[1]。短周期储水有助于保持余氯稳定，但需要结合实际用水波动调整投加策略。通过科学控制储水时间与循环机制，可优化水体消毒水平，实现储水设施水质均一性与末端安全保障。

1.3 末端供水环节的污染源

末端供水环节水质易受多因素干扰。管道接头泄漏、阀门

密封不严及增压泵循环不均可能导致空气、灰尘及微生物进入水流，形成局部污染。管内沉积物和管壁生物膜在水流扰动下易脱落，成为微生物二次污染源。水箱进水口、溢流口及排水口的设计不完善会增加污染物滞留和外界交叉污染风险。温度变化、流量波动和水质检测不及时会掩盖污染隐患，降低早期预警能力。强化末端设施密封性、管路优化及定期冲洗消毒是控制二次污染的关键措施。

2 水质安全隐患的关键表现

2.1 水箱水池清洗周期不稳定

水箱和水池清洗周期的不稳定会导致沉积物、藻类和微生物逐渐积累，增加二次污染风险。长期停留的水体与管壁附着物发生化学反应，可能产生余氯消耗加快、有机物分解和微生物繁殖加剧的情况。清洗周期缺乏科学规划或执行不严格，使局部死角成为病原微生物滋生温床，影响整个供水系统水质均衡。周期性清洗的滞后性还会导致消毒剂难以充分作用，难以形成持续抑制微生物的效果，降低水质安全性。通过分析运行负荷与水质变化规律，可制定精准清洗计划，提高储水设施内水体的均质性和稳定性。

2.2 消毒药剂投加控制不精确

消毒药剂投加量和浓度控制不精确会直接影响水体的微生物抑制效果。过低投加导致余氯快速衰减，消毒能力不足，水中细菌、病毒及藻类容易繁殖，形成二次污染风险；过高投加则可能引起水中副产物增加，对管道和设备产生腐蚀，同时影响水体感官质量^[2]。药剂投加设备老化或自动控制逻辑不完善，易造成瞬时过量或不足，无法实现动态调节与精准控制。结合实时水质监测数据进行药剂剂量智能调控，可保持余氯在合理范围内，实现微生物稳定抑制，提高供水系统消毒可靠性。

2.3 水质检测反馈存在滞后

水质检测反馈滞后会导致水体安全风险无法及时发现和处理。检测周期过长或采样点不合理，使水中余氯、浊度及微生物指标变化无法实时掌握，延迟对异常水质的干预措施。水质信息传递和数据分析链条存在时延，影响消毒调整和清洗策

略的及时性,使局部污染可能扩散至整个末端供水环节。缺乏快速、连续监测手段和自动预警系统,会降低水质管理的主动性。通过建立实时监测与数据联动机制,可快速识别水质异常,精准指导设施运维和消毒优化,提高二次供水安全保障能力。

3 清洗消毒流程的精细化控制

3.1 沉积物积累下的排空冲洗控制

沉积物积累主要集中在水箱底部、转角区域、进出水口附近及水流速度较低的位置,排空冲洗应先关闭进水阀门和供水切换装置,保持设施处于可控停运状态,再通过排水口将存水排尽,减少底部污泥被反复扰动后重新悬浮。冲洗过程应按照高处到低处、远端到近端的顺序推进,利用清洁水流对底部沉渣、细砂、铁锈颗粒及有机残留物进行连续冲刷。排水沟、集水坑和排污口需要同步清理,避免污物回流进入储水空间。冲洗强度不宜单纯依赖大流量排放,应结合水箱结构、沉积厚度和排水通畅程度进行分区处理。数字化运维理念可引入浊度在线监测和排水影像记录,将冲洗前后水体清澈度、排污持续时间、沉积物清除情况纳入台账管理,使排空冲洗由经验操作转向数据校核,提高二次供水设施清洗消毒的精准性。

3.2 内壁附着物清理中的人工操作控制

内壁附着物多由水垢、生物膜、锈蚀产物及有机残留共同形成,人工清理应在排空冲洗完成后进行,重点处理水箱侧壁、顶板内侧、爬梯周边、焊缝接口、支撑构件背面和管口连接处。清理工具应选择对内壁防腐层的刷具和刮具,避免硬质器具造成涂层破坏,引发后续锈蚀和污染物释放。作业人员进入有限空间前,应完成通风、照明、防护和安全检测,清理过程中保持污物集中收集,防止剥落物散落堵塞排污口^[1]。顽固附着物可通过分段湿润、局部擦洗、反复冲净的方式处理,减少清洁盲区。绿色低碳理念要求清理过程控制用水量和清洁剂使用量,优先采用物理清洁配合定点处理方式,降低化学残留风险。清理完成后应检查内壁平整度、密封状态和防腐层完整性,为后续消毒提供洁净接触面。

3.3 微生物滋生下的消毒接触时间控制

微生物滋生与储水环境、残留有机物、温度变化和生物膜状态密切相关,消毒环节应在冲洗和人工清理完成后开展,确保药剂能够直接接触水箱内壁和管口部位。消毒液配制应依据设施容积、内壁面积和污染程度确定浓度,避免浓度不足导致杀菌效果下降,也避免过量投加形成刺激性气味和消毒副产物风险。喷洒或浸泡消毒时,应覆盖顶板、侧壁、底板、进出水口、溢流口和排气口等重点部位,保持规定接触时间,不能因赶工缩短反应过程。接触时间结束后,应使用清洁水反复冲洗至气味减弱、余氯达到规定范围,再进行水质检测。智慧管理理念可将消毒时间、药剂浓度、余氯变化和检测结果纳入电子记录,形成可追溯流程,减少人为判断误差,使清洗消毒从单

次作业转向全过程质量控制。

4 水质保障机制的协同落实

4.1 建设设施巡检责任清单

设施巡检责任清单应将水箱、水池、管网、增压泵及阀门等关键部位纳入监控范围,明确巡检内容、频次、标准及责任单位。每个检查项目需细化操作步骤,包括水位监测、管道泄漏、阀门密封、浮球动作和排气装置状况等,确保发现隐患及时记录。巡检过程中应使用数字化手段对水质参数、设备运行数据及异常事件进行实时采集,形成电子台账,实现信息可追溯。责任清单应与维护计划、清洗消毒流程及应急处理机制联动,使巡检结果直接指导水质管理措施和运维决策。通过明确岗位职责与操作标准,可减少遗漏环节,确保设施各环节持续保持清洁和安全,为二次供水系统提供科学管理支撑。

4.2 完善清洗消毒全过程记录

清洗消毒全过程记录需要覆盖从冲洗、人工清理到消毒实施及水质检测的每一个环节。记录内容应包括操作时间、操作人员、使用药剂名称及浓度、冲洗水量、清理方法及耗时、消毒接触时间、设备状态以及水质检测结果,确保全过程可追踪、可复核^[4]。数字化记录平台可实现操作日志自动存储、数据实时上传和多维度分析,便于发现操作偏差和风险点。全过程记录不仅便于评估清洗消毒效果,还可为后续优化方案提供数据支持,同时可作为设施管理标准化、规范化的重要依据。通过制度化、系统化记录,形成闭环管理,保障二次供水设施水质维护操作的连续性和科学性。

4.3 强化水样采集和检测复核

水样采集应覆盖水箱进出口、管网关键节点及末端供水点,采样方法需遵循等比例、分层、固定周期与突击抽检相结合原则。采样后检测项目包括余氯、浊度、pH值及微生物指标,检测方法需保证精度与可重复性,同时对异常结果立即复核,排除操作或设备误差影响。检测数据应与清洗消毒记录、巡检台账进行关联分析,实现水质变化趋势评估及潜在风险预警。自动化监测系统可实现在线数据采集、实时报警和远程分析,强化管理响应速度。通过完善采样策略与检测复核流程,可及时掌握二次供水设施水质状态,确保消毒效果达标并降低微生物滋生风险,实现水质保障的闭环管控。

5 安全保障成效评价和持续改进

5.1 以浊度余氯指标评价清洗效果

浊度和余氯指标能够直接反映二次供水设施清洗后的水体洁净程度和持续消毒能力。清洗完成后,浊度变化应作为判断沉积物、铁锈颗粒、有机残留是否清除充分的重要依据,检测点位应覆盖水箱出水口、管网关键节点和末端用水点,避免单一取样造成结果偏差。浊度偏高通常说明底部沉渣、管壁脱

落物或冲洗残留仍未完全排出, 需要结合排水时间、冲洗强度和设施死角位置进行复查。余氯指标则反映水体在输送过程中的抑菌能力, 数值过低说明消毒持续性不足, 数值异常偏高可能影响感官质量并增加副产物风险。通过建立“清洗前、清洗后、恢复供水后”分阶段检测机制, 可掌握水质变化轨迹。数字化平台可将浊度、余氯、冲洗时间和设施状态进行关联分析, 形成清洗效果评价模型, 使评价结果不再停留于单次合格判断, 而是转化为清洗周期调整、冲洗强度优化和消毒参数修正的依据。

5.2 以微生物检测结果判断消毒质量

微生物检测结果是判断二次供水设施消毒质量的核心依据, 重点应关注菌落总数、总大肠菌群及相关卫生指标变化。消毒完成后, 检测不能只停留在设施出口位置, 还应覆盖储水空间、管网末端和用水高峰后的水样, 防止局部生物膜残留造成结果失真。若微生物指标出现异常, 说明消毒液接触时间、药剂浓度、清理深度或管网冲洗环节存在不足, 需要结合清洗消毒记录逐项排查。生物膜具有附着性和再生性, 单次药剂作用难以完全消除潜在风险, 因此检测复核应延伸至恢复供水后的稳定运行阶段^[5]。智能化管理可引入检测数据趋势分析, 对连续异常、边界波动和季节性变化进行识别, 提前判断微生物再生可能。消毒质量评价应从“是否达标”转向“是否稳定、是否可追溯、是否可预警”, 使微生物检测成为优化消毒工艺

和保障末端水质安全的重要支撑。

5.3 以居民用水反馈优化管理流程

居民用水反馈能够补充仪器检测难以即时覆盖的末端感知信息, 尤其对异味、颜色变化、水压波动和短时浑浊等问题具有较强识别价值。反馈信息应按照时间、区域、楼栋、楼层和问题类型进行分类, 避免零散记录影响判断。若同一区域多次出现水体发黄、异味明显或放水后仍浑浊等情况, 需要将反馈与管网走向、储水时间、近期清洗记录和水质检测结果进行比对, 判断是否存在局部沉积物扰动、余氯衰减或管道老化问题。管理流程优化应建立“反馈接收、现场核查、水样检测、原因判定、处置回访”的闭环机制, 减少问题处理中的信息断点。新发展理念强调精细化治理和民生导向, 二次供水管理可通过线上平台、二维码报修和数据看板提升响应效率。居民反馈经过结构化整理后, 可用于修正巡检频次、调整清洗周期、优化采样点位, 使水质安全保障从被动处理转向主动识别和精准改进。

6 结语

二次供水设施水质安全保障需要以清洗消毒规范化为核心, 将设施巡检、排空冲洗、内壁清理、消毒控制、水样检测和居民反馈纳入闭环管理。浊度、余氯及微生物指标可反映清洗消毒成效, 数字化记录和动态复核能够提升管理精度, 减少末端供水污染风险, 保障居民饮用水安全。

参考文献:

- [1] 陈琼希,池慧,祝海波,等.高层住宅二次供水水质安全影响因素层级关联分析与保障路径研究[J].价值工程,2025,44(35):43-46.
- [2] 刘鸿凯.基于盐田区的二次供水设施现状评估与优化改造策略研究[J].水利技术监督,2025,(4):137-140+144.
- [3] 刘加福.中国城市二次供水行业绿色健康发展方向[J].中国高新科技,2025,(5):152-154.
- [4] 刘惠媛,张涛,张适清.守护饮水安全有关二次供水你了解多少? [N].宁夏日报,2024-06-27(008).D
- [5] 蚌埠市人民政府办公室关于印发蚌埠市二次供水管理办法的通知[J].蚌埠市人民政府公报,2024,(2):46-50.