

建筑给水系统二次污染成因及防控措施研究

黄 琴

永丰城发水务有限公司 江西 吉安 331500

【摘 要】：建筑给水系统是保障居民生活用水安全的关键环节，其二次污染问题直接威胁人体健康与用水质量。本文结合建筑给水系统的运行特点，系统分析二次污染的主要成因，涵盖水源水质、管网材质、储水设施、施工维护及用水习惯等方面，通过表格清晰梳理各类成因的作用机制与影响范围。在此基础上，从源头管控、过程优化、设施升级、管理强化等维度，提出针对性的防控措施，为提升建筑给水系统供水安全性、推动相关行业规范化管理提供技术参考与实践指导。

【关键词】：建筑给水系统；二次污染；成因分析；防控措施；供水安全

DOI:10.12417/2705-0998.25.22.003

1 引言

随着城市化进程的加快与居民生活水平的提升，人们对饮用水质量的要求日益提高。建筑给水系统作为城市供水管网的终端延伸，承担着将市政供水输送至用户用水点的重要职责，其运行状况直接决定终端用水的安全性。二次污染是指市政供水在进入建筑内部管网后，经过储水、输配等环节，受到物理、化学或生物因素影响，导致水质恶化的现象。近年来，因建筑给水系统二次污染引发的水质异味、浊度超标、细菌滋生等问题时有发生，严重影响居民正常生活，甚至引发公共卫生隐患。目前，国内关于建筑给水系统的研究多集中于管网设计与节能优化，针对二次污染的系统性研究相对不足，尤其是在成因溯源与精准防控方面仍存在短板。基于此，本文深入探究建筑给水系统二次污染的核心成因，构建科学完善的防控体系，对保障居民用水安全、提升建筑给排水工程质量具有重要的现实意义。

2 建筑给水系统二次污染成因分析

建筑给水系统二次污染的形成是多因素共同作用的结果，涉及供水源头、输配管网、储水设施、施工过程及日常管理等多个环节。通过对多地建筑给水系统的实地调研与检测数据整理，现将主要成因分类剖析如下。

2.1 水源水质基础薄弱

市政供水虽经过严格处理，但部分区域仍存在水源水质不稳定的问题。一方面，原水受工业废水、生活污水排放及农业面源污染影响，部分污染物难以通过常规处理工艺完全去除，进入建筑给水系统后，可能与管网内物质发生反应，引发二次污染；另一方面，市政供水管网末端压力不足或水质波动，也会导致建筑内部水质下降，如供水中余氯含量不足时，无法有效抑制细菌滋生。

2.2 输配管网存在缺陷

输配管网是建筑给水系统的核心组成部分，其材质选择、施工质量及使用年限均会影响水质。具体成因如下表所示。

表 1 成因类型

成因类型	具体表现	污染机制
管网材质不当	采用镀锌钢管、普通铸铁管等易腐蚀管材	管材内壁腐蚀产生铁锈、重金属离子，释放至水中导致浊度升高、重金属超标
施工质量缺陷	管道接口密封不严、施工时杂物进入管网	接口渗漏导致地下水或污水渗入，杂物堆积滋生细菌，引发水质污染
管网腐蚀结垢	长期运行中管道内壁形成腐蚀层与结垢层	结垢层脱落导致水质浊度上升，腐蚀层为细菌提供滋生环境，加剧生物污染
管龄过长老化	使用超过设计年限的管道，出现破裂、渗漏等问题	管道结构完整性破坏，外部污染物直接渗入，同时管内沉积物大量脱落

2.3 储水设施管理不善

屋顶水箱、地下蓄水池等储水设施是建筑给水系统的重要组成部分，其设计不合理与管理不当是引发二次污染的关键环节。一是储水设施设计存在缺陷，如水箱无盖、通气孔未安装防护装置，导致灰尘、昆虫、杂物进入；进水管布局不合理，形成死水区，水流循环不畅，导致水质恶化。二是日常维护不到位，储水设施未按规定定期清洗消毒，内壁滋生青苔、细菌，沉积物堆积；水箱密封性能差，与污水池、化粪池等污染源距离过近，易引发交叉污染。三是储水时间过长，当建筑用水需求量较小时，水箱内水体停留时间超过 24 小时，余氯含量大幅下降，细菌繁殖速度加快，导致水质超标。

2.4 施工与维护不规范

建筑给水系统施工阶段的不规范操作会为二次污染埋下隐患。施工前管道未进行充分冲洗消毒，管内残留的铁锈、焊渣等杂物直接进入系统；施工过程中违反操作规程，擅自更改管道走向或选用不合格配件，导致管网运行稳定性下降。在系统运行维护阶段，维护制度不健全，未定期开展管网检测、水质监测与设施检修；管道抢修时未采取有效的隔离措施，导致

污染物进入管网；更换管材或配件时选用与原有管网不兼容的材质，引发化学反应污染水质。

2.5 用水习惯与末端设施影响

用户用水习惯与末端用水设施也会间接引发二次污染。部分用户长期外出时关闭进水阀门，导致管网内水体静止，形成“死水”，细菌大量滋生；用水高峰时段用水量骤增，管网内水流速度加快，冲刷管内沉积物，导致水质浊度临时升高。此外，末端用水设施如水龙头、淋浴喷头等长期使用后，内部形成生物膜，滋生细菌，使用时污染出水；部分用户私自改装用水管道，破坏管网原有结构，导致水质下降。

3 建筑给水系统二次污染防控措施

针对上述二次污染成因，结合建筑给水系统的运行特点，从源头、过程、设施、管理等多个维度构建全方位防控体系，具体措施如下。

3.1 强化水源源头管控

一是严格把控市政供水入口水质，建筑物业应在市政供水接入点设置水质监测装置，定期检测余氯、浊度、pH值等关键指标，发现水质异常时及时与供水部门沟通，同时采取应急处理措施。二是提升建筑内部预处理能力，对于水质波动较大的区域，在建筑入口处增设过滤、消毒设备，如活性炭过滤器、紫外线消毒器等，进一步去除水中污染物，保障后续供水安全。三是加强对自备水源的管理，若建筑采用自备水源，需严格按照饮用水卫生标准进行处理，定期检测水源水质，避免自备水源与市政供水管网混接引发污染。

3.2 优化输配管网设计与改造

3.2.1 合理选择管网材质

优先选用耐腐蚀、无污染的新型管材，如PPR管、PE管、不锈钢管等，替代传统镀锌钢管、铸铁管；对于老旧建筑的原有管网，制定分期改造计划，逐步更换老化腐蚀管道，降低污染风险。

3.2.2 提升施工质量

严格按照施工规范开展管网施工，管道安装前进行充分冲洗与消毒，接口采用密封性能良好的配件，避免施工杂物进入管网；施工完成后进行水压试验与水质检测，合格后方可投入使用。

3.2.3 加强管网日常维护

定期对管网进行巡检，采用管道内窥检测技术排查管道腐蚀、渗漏等问题，及时修复破损管道；定期冲洗管网，尤其是管网末端、死水区等关键部位，去除管内沉积物与污染物；合理控制管网水流速度，避免水流过慢导致沉积物堆积，同时防止水流过快冲刷管壁引发二次污染。

3.3 规范储水设施设计与管理

3.3.1 优化储水设施设计

储水设施应采用密封式结构，水箱加盖并安装密封垫，通气孔设置防虫、防尘装置，且需加装活性炭过滤芯进一步阻隔污染物；合理设计进出水管布局，优先采用低进高出的布置方式避免形成死水区，确保水箱内水流循环顺畅，必要时可增设导流装置强化水流扰动；储水设施应与污水池、化粪池等污染源保持足够安全距离，按规范不小于10米，同时做好防渗漏处理，防止交叉污染。

3.3.2 健全日常维护制度

严格按照相关标准定期清洗消毒储水设施，一般每半年至少清洗消毒1次，水质较差时缩短至每季度1次，清洗时需采用机械刷洗结合含氯消毒剂浸泡的方式；清洗消毒后必须委托第三方检测机构进行水质检测，涵盖细菌总数、浊度等关键指标，合格后方可重新投入使用；安排专人负责储水设施的日常管理，详细记录水箱水位、清洗消毒时间、药剂用量、检测结果等信息，建立完整的维护档案并保存至少3年。

3.3.3 控制储水时间

根据建筑用水量合理设计储水设施容积，确保日均储水周转率不低于2次，避免储水过多导致水体停留时间过长；优先采用变频供水设备替代传统水箱，通过实时监测管网压力实现按需供水，大幅减少水体静止时间；对于用水量较小的建筑，可设置循环管道并配备小型循环泵，保证管道内水流速不低于0.6米/秒，确保水体流动以抑制细菌滋生。

3.4 完善施工与运行管理体系

3.4.1 规范施工管理

建立严格的施工资质审核与监理制度，重点核查施工单位的给排水专业承包资质，确保施工单位具备相应资质，施工过程中由专业监理人员全程监督，关键工序需留存影像资料；施工前对施工人员进行技术培训，涵盖管道安装规范、消毒流程等内容，明确施工规范与质量要求；施工完成后组织专项验收，重点检测管网水质与运行稳定性，同时对管道接口进行气密性试验，确保无渗漏隐患。

3.4.2 强化运行监测

建立建筑给水系统水质常态化监测机制，在管网入口、储水设施出口、用户末端等关键点位设置监测点，其中用户末端监测点覆盖率不低于30%，定期检测细菌总数、余氯、重金属等指标，余氯每日检测，细菌总数每周检测，建立水质监测数据库实现数据可追溯，及时发现并处理水质异常问题；配备应急处理设备与物资，包括便携式消毒设备、水质快速检测试剂盒等，制定水质污染应急预案，明确预警阈值、处置流程与责任分工，发生污染事故时快速响应，第一时间切断污染源头并

通知用户。

3.4.3 加强人员培训

定期对物业管理人员、维修人员进行专业培训,采用线上理论学习与线下实操演练相结合的方式,提升其水质安全意识与操作技能,使其熟练掌握管网维护、设施清洗消毒、水质检测等关键环节的操作规范;建立考核机制,将培训效果与绩效考核挂钩,定期组织技能考核与理论测试,不合格者需重新参加培训,同时建立人员持证上岗制度,确保各项管理措施落到实处。

3.5 引导用户规范用水

通过张贴宣传海报、发放宣传手册等方式,向用户普及建筑给水系统二次污染的危害及防控知识,引导用户养成良好的用水习惯;提醒长期外出用户关闭进水阀门前先放空管道内积水,返回后打开水龙头放水片刻再使用;禁止用户私自改装用水管道,如需改装需联系专业施工单位;建议用户定期更换水龙头、淋浴喷头末端用水设施,避免生物膜滋生引发污染。

4 案例分析

某老旧小区建成于20世纪90年代,共有居民320户,因建筑给水系统老化,多次出现水质浑浊、有异味等问题,居民反映强烈。经现场检测,管网出水浊度为3.2NTU,细菌总数为85CFU/mL,均超过饮用水卫生标准。通过成因排查发现,该小区主要存在以下问题:一是输配管网采用镀锌钢管,管龄过长导致内壁严重腐蚀结垢;二是屋顶水箱未按规定定期清洗消毒,内壁滋生青苔与沉积物;三是管网施工时接口密封不严,

存在渗漏现象。针对上述问题,采取以下防控措施。

一是分期更换小区内所有镀锌钢管,采用PPR管替代;二是对屋顶水箱进行彻底清洗消毒,更换密封盖与通气孔防护装置,建立每季度清洗消毒1次的制度;三是对管网接口进行全面检修,更换老化密封配件,修复渗漏点位;四是在小区供水入口处增设余氯监测装置,安排专人定期检测水质。改造完成后,再次检测管网出水水质,浊度降至0.5NTU,细菌总数未检出,符合饮用水卫生标准,居民满意度显著提升。该案例表明,通过针对性的防控措施,可有效解决建筑给水系统二次污染问题,提升供水安全性。

5 结论

建筑给水系统二次污染成因复杂,涉及水源、管网、储水设施、施工管理及用户用水等多个环节,其中管网腐蚀老化、储水设施管理不善及施工维护不规范是主要诱因。为有效防控二次污染,需构建“源头管控—过程优化—设施升级—管理强化—用户参与”的全方位防控体系,通过强化水源水质监测、优化输配管网设计与改造、规范储水设施管理、完善施工与运行管理制度及引导用户规范用水等措施,提升建筑给水系统供水安全性。未来随着智能化技术的发展,可将物联网、大数据等应用于建筑给水系统管理中,构建智能化水质监测与预警系统,实现对管网运行状态、水质指标的实时监测与精准调控;同时,进一步研发新型环保管材与高效消毒技术,提升建筑给水系统的抗污染能力。相信通过技术创新与管理优化,建筑给水系统二次污染问题将得到有效遏制,为居民提供更安全、优质的饮用水保障。

参考文献:

- [1] 李来.建筑给水设计中防止二次污染和节能问题的探索[J].门窗,2014,(02):255+258.
- [2] 李江军.建筑给水系统的优化设计及实例分析[J].中国建筑金属结构,2013,(12):133-134.
- [3] 王凤莲.生活饮用水系统二次污染及应对措施[J].山西建筑,2013,39(15):201-202.
- [4] 郭本华.建筑给水设计中的二次污染防治[J].四川水泥,2020,(10):117-118.
- [5] 菅晓春.浅谈建筑给水排水存在的问题[J].科技与企业,2014,(21):111.