

自来水供水管网水质变化规律及应对策略研究

● 赵 冰



[摘要] 自 19 世纪末以来,自来水供水系统逐渐用于人们的生活之中,以此解决居民用水需求。这一技术进步不仅提高了居民生活质量,也极大地推动了公共卫生事业的发展。然而,在经历了一个多世纪的发展后,自来水水质保护成为亟须解决的关键问题之一。随着城市化的加快、工业化进程加深及气候变化等综合因素的影响,水源污染、输送过程中二次污染问题显现,水质状况引起了人们的重视。这不仅制约着公共供水系统的安全性与稳定性,还可能给消费者的饮用水安全带来隐患。因此,有必要进一步探明水质随时间和外部条件波动的具体规律,并在此基础上提出有效的管理和防控策略,以维护和进一步改善水质。

[关键词] 自来水;供水管网;水质变化规律;应对策略

水质变化规律

(一) 时间性变化

水质状况呈现出随时间波动的特点。尤其是在清晨的用水高峰期,在大多数居民刚起床不久的时间段,这一现象尤为显著。由于夜间整个管道系统内水体长时间静止不动,加之水中的溶解氧会逐渐消耗、管道材质可能释放出微量金属离子以及会有其他杂质的积聚,水质容易在早上出现下降的情况。这不仅会导致水压降低和异味问题加剧,还可能会影响人们的饮水安全和日常清洁需求。到了白昼时段,当自来水管网恢复正常输水量时,这种水质的暂时恶化会迅速改善。然而,水质还会受供水流量调节的影响产生细微的变化。通常情况下,当供水压力大且供水量充足时,水中悬浮颗粒物的数量和种类都较低,因此可以减少沉淀物污染的机会;相反,在供水需求激增,导致管网流速减缓甚至停滞时,杂质沉淀的问题便有可能再度显现。与此同时,光照和温度等环境因素也会对溶解于水中的有机污染物的性质产生微妙影响,如促进一些化学物质如三卤甲烷等有害产物的形成、间接增加水中的微生物含量等,提高潜在健康风险。

在日落之后至凌晨时分这一低峰用水期,尽管用水频率的降低有利于减少机械摩擦引起的水垢脱落和金属腐蚀现象的发生,但从整体而言,夜晚管道内流动的水减少同样会导致微生物在静态水环境中滋生,从而影响第二天早晨刚打开水龙头时的水质,使水流出现暂时性的不佳状态。因此,在这个时段,需要特别注意消毒措施以保持系统清洁度,抑制细菌与病毒的繁殖能力。同时,通过定期进行系统维

护,清理管道中的沉积物和污垢,确保加氯量维持在安全范围内,有助于防止水体质量的反复下降。除了上述自然因素外,城市基础设施的老化也会对全天不同时段内的水质稳定性造成挑战。旧式的金属水管内部可能存在长期积存下来的钙镁化合物和铁锈痕迹,容易导致自来水变黄或者产生铁腥味等。针对这一类问题,采用现代化材料和工艺对老化的输水管线进行替换更新,是确保供水网络健康运行的可行之策。

(二) 地域性变化

不同地区供水管网因其建造年代、所用材料及所处环境等方面的差异,造成了水质变化方面的显著差异。这些差异不仅仅表现为宏观层面上的不同,还表现在微观层面的诸多细节上,对人们的健康产生不同程度的影响。某些地区由于长期使用那些建成多年的老式供水设施,供水管网老化严重,往往面临多重水质问题。那些老旧的铸铁管或水泥管道经过长期的自然腐蚀过程,会不断向水中释放出诸如铅、铁、锰等有害重金属元素。这些问题的存在不仅会导致水质中的金属含量明显高于安全限值,还会使得水流呈现出异常的颜色或味道。此外,长期未更换的老化管道还极易形成沉淀物堵塞,导致局部地区出现水质严重下降的现象,进而影响用户的日常用水体验以及安全。除了上述问题,老旧的输水系统在维护管理不到位时,也容易产生沉积物堆积,当其浊度指标超出国家标准规定后,会进一步增加二次污染的风险,给居民的生活用水带来安全隐患。

在城市快速发展进程中建立的新式供水管网,虽在材质选择和技术标准上取得了很大进步,但也面临一系列全新的

挑战。比如，塑料管件虽耐腐蚀性能优秀但可能会渗出微塑料；混凝土结构在特殊气候条件下容易发生碱骨料反应，生成钙盐和钠盐。更需要注意的是，在新的供水基础设施投入使用之初，管网内部仍可能存在施工过程中遗留下的残渣碎屑等杂质。因此即便初期微生物数量较少，管网在投运的最初一段时间内反而更容易成为微生物繁殖的理想环境。水源地周边土壤及工业活动中的微生物污染问题更是需要重点关注，如果后续使用过程中的水质监控和管理措施未能有效落实到位，便很可能出现水源性病原菌微生物含量超标的问题。对于供水管网存在的问题，必须综合考虑地域特色进行针对性改造升级工作。一方面，需对老旧供水管网系统进行全面彻底改造，采用先进的管道材料，如PE或PVC管等，从根本上解决水质劣化、重金属超标及管道破损风险高等问题。另一方面，则应在新的建设项目开始前预先制定完善的管道清洗计划，包括严格把控施工工艺、加强竣工验收前后的清洁流程等，以避免任何外来异物或化学残留污染水质。

Q 应对策略

（一）加强监测与检测

为了实现供水系统安全运行和优化管理的目标，必须建设全面且高效的水质监测网络。这一网络应覆盖整个输送系统的不同段落和关键节点，以实现水质变化的连续监测。通过利用各种在线监测仪器、远程数据传输技术等现代科技手段，可以实现24小时全天候自动监测水质参数的变化情况，包括pH值、电导率、溶解氧含量、有机物含量、浊度和特定的污染物浓度等。这样可以迅速发现任何可能导致水质恶化的因素，并及时采取相应的处理措施。重点区域是指那些存在高风险或者具有特殊功能的地方，比如，水源取水点、供水站的出口位置、居民区的终端出口、学校的供水末端等，它们直接关系到公众健康和生活质量，必须实施更为频繁和细致的检测。此外，针对性地在水质较为复杂的管网交叉点、压力变化较大的管口等关键节点处进行定期采样和实验室分析也非常重要，通过定期检测来评估水质的长期变化趋势和可能的影响因素，不仅有助于及早识别潜在风险，也为科学改进措施的实施提供了可靠的参考。

针对监测过程中发现的问题，必须立即启动响应机制。一旦检测结果显示水质超标或者其他异常状态，应迅速查明根源，并尽快通知有关部门和人员，启动应急预案进行处理，以最大程度降低污染水体的危害程度和波及范围。同时，还应该加强水质监测结果分析工作，通过大数据技术挖掘深层次的信息，预测未来可能发生的水质恶化情况或突发状况，为预防性维护提供数据支持。此外，还需要建立和

完善相关法律法规框架，要求所有相关机构严格遵循国家和国际的标准操作流程，对违规单位和个人进行必要的法律追责。最后，可以通过培训提高相关人员的技术水平和职业素养，保障整体监测工作的流畅性与有效性，推动稳定安全的城市供水体系的实现。综上所述，建立全面的水质监测网络、实施定期检测是提高饮用水质量、确保公众饮水健康的重要手段。

（二）改进管网设施

对老旧管网进行改造升级不仅是提升公共基础设施服务质量的重要措施，也直接关系到城市居民的用水安全与环保目标的实现。在此过程中，采用具备卓越耐蚀性和更高密封性的新材料尤为关键。具体来说，利用耐候钢或特殊涂层可以增强管材对抗水体和周围环境中化学成分的侵蚀的能力；而选用高分子量聚乙烯等非金属材料代替传统的钢铁，不仅能降低管网的整体维护成本、延长其使用寿命，还能显著增强整个系统对外部物理因素的抵抗效果。在设计方面，则需要考虑管道布置的合理性，以减少压力损失，并为未来扩展及维修使用预留一定的空间。特别是在施工期间，必须严格执行相关标准和规范来预防泄漏和其他隐患，通过设置多级过滤器和消毒装置等先进净水手段，可以进一步提升供水品质，满足更加严格的城市水质健康标准。同时，也要充分利用数字化管理技术，构建智能监控系统，及时发现潜在风险区域并通过数据分析预测可能出现问题的管线段落。对于新建的管网项目，更应该注重长远布局。前期需结合本地水资源供给能力和分布状况制定科学合理的规划方案，确保水资源配置合理化。还需要充分考虑到不同地段土壤类型、地下水埋藏等因素，选定最合适的材料与施工技法，在保障经济效益的同时最大限度降低对生态环境的影响。通过这种方式不仅能有效节约宝贵土地资源，还可以显著改善社区周边的整体环境状况。

（三）优化运行管理

合理调度水量是一项复杂而又细致的任务，需要综合考虑各时间段的实际需求与供水能力。为了避免高峰期出现水量供应紧张甚至供需失衡的情况，应当通过先进的数据管理系统与智能化控制设备来实现科学预测与动态调配。具体来说，可以在用水低谷时段储存更多的水资源，并根据预测模型调整存储量，这样在需求高峰时期，就可以平稳地释放存水以应对突发需求。同时，在设计供水系统时也需要预留缓冲空间来适应各种不可预见的变化，确保城市运转不受影响。

另外，为保障管网持续高效运作，应重视管道设施的维护工作，包括定期巡检和专业维修服务的开展。尤其是在日常管理中，应建立全面细致的技术档案记录管道的工作状态变化，对于已经出现磨损迹象的部件要及时更换或加固处

理,以减少事故概率。除了定期保养,定期进行高压冲洗也是十分必要的手段之一,它可以帮助清除积存在管壁上长时间积累形成的钙化物质及其他沉积物。这些沉积会影响流速,并有可能成为病原菌滋生的良好介质。为此,建议引入超声波检测技术作为维护手段,通过该技术可以直观地了解并评估管道内部是否存在损伤或阻塞,结合实际情况选择物理清理法与化学清洁法的应用,保证居民生活用水的安全健康。

(四)强化水源保护

从源头上确保水质安全,首要步骤是对水源地进行全面的保护与有效的管理。首先,需制定严格的环境保护条例,并严谨地落实执行。例如,严禁在水源地周边区域进行任何形式的排污活动、废弃物堆积,以及大规模工业化建设。其次,增加污染行为的监督管理力度。借助现代化的监测技术和遥感系统,定期巡查,确保一旦发现非法排污行为能够快速反应、及时处理,从而有效避免污染事件扩散。在此基础上,还需广泛推行绿色植被种植活动,尤其是具有高效净化作用的湿地建设,以进一步增强生态系统自净能力,优化整体水源环境的质量。此外,强化水厂的处理工艺也显得十分必要。为了实现更高质量的净水标准,可以投资先进的净水技术和设备,引入臭氧氧化技术与膜过滤法,进一步提高水质纯度。与此同时,建立严密的检测体系,在水处理过程中的各个环节实施严格的监督和检验制度,定期对进出水源进行采样分析,并采用多元化的检测方式,确保水质在不同阶段都达标。通过科学合理的管理与监控,可以使整个净水流程得以规范运作,保障每一个阶段产出的水满足最高级别水质要求。

(五)公众教育与宣传

提高公众对水质安全的认知度是至关重要的一步。这需要借助有效的宣传教育,向大家普及水安全的基础知识,并教导人们如何正确使用自来水以防止二次污染。通过社区、学校、办公楼等多个公共场合开设专题讲座,利用多媒体工具展示相关的数据与事实,如自来水的常规处理工艺和日常使用注意事项等,可以帮助人们深入理解水质维护的重要性和相关的操作方法。还可以通过发放宣传册、张贴科普挂图等形式,用生动简洁的图像和说明文字进一步加深人们记忆。尤其需要强调,不正确的储存或加热方式可能

引起有害微生物繁殖,或者导致化学试剂残留增加,因此建议大家定期清洁水龙头、使用专用储水容器、将水烧开后使用来保证用水卫生。

同时应大力倡导和鼓励广大公众积极参与水质监督活动。可以构建一套公开透明的信息反馈平台,方便公民轻松获取各类监测报告和投诉建议,例如,设立24小时客服热线及电子邮件信箱,并定期举行线上线下意见征集和反馈互动会议。在此基础上,相关管理部门可考虑邀请居民加入由专业人员领导的技术小组和巡视队伍。通过定期组织实地走访水源地和处理中心等方式增进大众参与感,同时也便于及时发现潜在问题并向管理部门汇报情况。除此之外,媒体可以发挥更大作用,积极报道正面事例,引导共同守护水质安全的集体意识的树立。媒体的宣传有助于激发全社会的关注热情 and 责任感,形成良好风气,促进公众监督水质保护的主动性和有效性。

Q 结束语

综上所述,自来水供水管网水质变化规律复杂多样,需我们从多个角度进行研究和应对。通过加强监测与检测、改进管网设施、优化运行管理、强化水源保护以及公众教育与宣传等措施,可以有效应对供水管网水质变化带来的挑战,保障自来水供应的安全。

参考文献

- [1]张瑞.城镇供水管理及供水安全对策讨论[J].四川水泥,2018(06):223.
- [2]陈英豪.城镇供水安全建设问题探讨[J].城市建设理论研究,2014(15):1-5.
- [3]杨宗贵.城镇供水安全建设问题探讨[J].福建建设科技,2006(03):51-52.
- [4]姜登岭,倪国威,薄国柱,等.供水管网枝状末端的水质变化规律研究[J].中国给水排水,2009,25(23):55-56,60.
- [5]赵志领,赵洪宾,何文杰,等.城市供水管网水质安全保障研究[J].哈尔滨商业大学学报(自然科学版),2016,22(06):102-105.

作者简介:

赵冰(1987—),女,汉族,辽宁辽阳人,本科,助理工程师,山东龙吟水务有限公司,研究方向:水利工程。