

· 水业导航 ·

城镇供水末端水质保障技术的现状与需求

中国建筑设计研究院 赵 铨

0 引言

饮用水安全保障是国家公共卫生安全保障体系的重要组成部分,是促进经济社会可持续发展、保障人民群众身体健康和稳定社会秩序的基本条件,也是全面建设小康社会、构建和谐社会的一项重要内容。在党的十八大报告中,将水源地保护与用水总量管理,建设节水城市,建立水的循环利用纳入生态文明的建设中,反映出党中央在建设有中国特色社会主义实践中对水资源的高度关注。随着城镇建设的快速发展,为节约土地资源,我国城镇建设了大量的高层建筑及超高层建筑。市政供水管网的压力、流量难以满足这些建筑的要求,需要对市政管网供水进行二次加压,二次供水已经逐渐成为城镇供水的最主要末端与终端。

城镇供水末端水质保障是饮用水安全保障工作的重要环节。一方面,城镇供水末端开口多、管材多样、管道系统复杂、没有完善的水质监测系统、污染控制难度大;另一方面随着城镇建设的不断发展和建筑设施的不断完善,其用水量还将逐步增大,水质、水量的保障与节水也是难点与重点。在我国,城镇的二次供水(主要指生活用水部分)覆盖面积占城镇面积的60%以上,供水量占城镇供水总量的50%以上。由于现代经济社会的快速发展,我国目前饮用水水质问题突出,尤其在城镇供水末端水质水量保障率不足,水质普遍存在健康风险。因此,解决城镇供水末端用水水质与用水环境问题,是推进我国水质保障与节水型社会建设工作的重要组成部分。

以末端水质健康风险控制为核心目标,探索水质安全转化过程、途径、方法与高效技术,构建饮用水水质健康风险控制技术系统,构建水量科学保障体系,研发安全输配水设备与管材优化技术,是饮用水水质科学与技术领域的重要发展方向,也是当前在不同应用层面上保障我国饮用水安全的重要技术需求。

1 城镇供水末端水质的现状

2005~2009年间,全国在开展水质调查的城市中,二次供水平均合格率为70%,最低的只有50%,主要超标指标为浊度、铁、游离氯、色度、总大肠菌群、细菌总数。目前,普遍关心的饮用水污染问题包括化学污染、生物污染等。但不论是哪种污染,其最基本特征都表现为低剂量、复合性和难以控制。各项指标均达到国家饮用水卫生标准的出厂水进入管网输配系统后,仍可能发生复杂的物理、化学与微生物过程的水质变化与转化,进而影响末端水质。水质化学转化主要包括如下作用:①发生沉淀结晶、沉积等化学反应,并表现为细小颗粒物(如碳酸钙等)浓度的升高或在管壁的沉积;②与管壁基体金属发生电化学反应,并导致腐蚀产物释放和水中金属浓度(如铜、铅、锌、铁等)的升高和管壁腐蚀层的形成;③水中某些组分与管壁溶出的金属离子形成可溶性络合物,导致水中重金属浓度水平上升。

据统计,我国城镇净水厂出厂水质合格率达到95%以上,有的地区已达100%,与此相对应的供水末端(含住区与建筑物用水)水质合格率却常常不到75%。根据实测,净水厂出厂水浊度小于0.5 NTU,到用户水龙头水浊度多数大于或等于2 NTU,最高达6 NTU。在由国际酒店管理集团管理的酒店建设中,在其技术要求中均有对市政供水做二次水处理的要求,以保证客房龙头处的水质。而对于没有做二次水处理的酒店,在卫生间龙头处需标示龙头水不能直接饮用的提示。供水末端才是真正体现供水水质的环节,技术提升与整体优化已经刻不容缓。

“十一五”期间,城镇供水基本解决了供水水量与水压不能满足需求的矛盾。随着人民生活质量的提高,对供水水质的要求也随之提升,人们渴望打开龙头即可饮用,这就产生了管道直饮水技术。管道直饮水是在市政供水的基础上采用深度水处理技术,并通过独立的管道系统向用水点供水。但管道

直饮水水费的增加限制了其在建筑物中的推广。我国正在大力实施水资源的可持续利用和保护,使水资源不受破坏,并能进入良性的水质、水量再生循环。这一切都给二次供水工程的设计、技术及产品提出了许多新的要求。目前即使出厂水达到了 106 项水质指标,但是经过供配水管网以及二次供水设施之后,水质也将受到一定影响。据调查统计,二次供水全年综合水质合格率较出厂水平均下降 15 个百分点,而一些指标如余氯、高锰酸盐指数合格率等下降近 50 个百分点。由此可见,用水端的水质与快速发展的经济和人民生活水平的提高相比,尤其是与发达国家和地区的终端水质相比还有很大的差距。

城镇末端污染日趋严峻,水质安全状况堪忧,全国各地饮用水事故接连不断,因水质、水量及二次供水设施安全方面的问题造成的居民生活风险加剧。地下供水管线受到污水渗水井污染,导致大肠杆菌超标引起饮用水污染;自来水出现浑浊、发黑的现象,还带有臭味,居民饮用后出现呕吐、腹泻症状。饮用水从水源至用户的过程中,在不同介质和界面尺度上发生着复杂的水质物理、化学、生物及其协同作用,导致水质转化,并最终产生健康风险。

2 城镇供水末端设施的现状与复杂性

我国城镇供水末端供水设施数量巨大,多为屋顶水箱与低位水池合用类型,也有部分低位水池与变频加压供水泵合用的类型。水箱(池)的材料基本为混凝土、瓷砖和钢板材质,少部分为不锈钢。旧建筑使用的末端加压供水设施和管材材质已经很难满足现在对供水水质的要求,加上使用年份长久,腐蚀严重,致使出水水质降低。2008 年,某市疾控中心对该地区不同街道不同小区二次供水末梢水进行检测分析,结果发现全年四个季度所抽查的 240 份供水样品中,合格份数为 193 份,合格率 80.4%,其中余氯不合格占 10%左右,另外有部分供水样品出现浊度、铁、色度、细菌总数、大肠菌群、 pH 等指标不合格现象。住宅小区二次供水出现水质不达标与水箱材质及供水管道老化现象密切相关,是二次供水引发传染病隐患的源头。

随着生活水平的不断提高,居民用水方式不断发展,生活用水器具种类繁多,供水末端开口众多,给水质保障带来了困难。由于建筑类型的不断变化

以及分质分类(冷水、热水、直饮水)供水系统的发展,供水管路复杂性提高,造成水质污染状况越来越复杂。用户端饮用水往往由于处理工艺的局限性或输配水过程的二次污染而导致水质存在安全风险。目前在二次供水系统中对水质、水量监测工作重视不足,水质监测预警技术发展滞后,水质水量监测技术管理体系混乱,加剧了水质污染带来的危害。

二次供水设施是供水的最终保障单元,它们性能的好坏,直接影响着用户水量、水质保障和节水的成效。我国在给水处理设备、材料方面与国外发达国家还有较大差距,一是设备生产厂家技术研发力量薄弱,技术创新能力不足,特别是原始创新能力不够;二是国内建筑给排水设施市场不规范,产品质量良莠不齐。一些供水设备在简单的组合后反而成了费水及水质受到污染的设施。因此,现有设施与设备的性能和技术参数还有待进一步提高,特别是对水质、水量整体保证设备的研发需求。目前国内正在进行全国性的水价调整,很多城市提高了生活用水水价,实施阶梯水价,这也在一定程度上给予了新产品更为广阔的市场空间,促进给排水设施的产业化和产业升级。

3 城镇供水末端水质保障应解决的技术问题

3.1 二次供水水质污染机理分析与模型的建立

进行我国二次供水水质现状的调研,结合调研结果并借鉴国外先进的研究方法和研究工具,提高二次供水水质污染机理的研究水平,并构建相关的水质模型。通过数值模拟软件模拟二次供水水力特征,分析水质在二次供水过程中的变化规律,为优化设备的设计及运行参数提供科学依据。

3.2 建立我国城镇供水末端的水质监测系统

2012 年 10 月 1 日实施的全文强制的技术法规《城镇给水排水技术规范》(GB 50788)中提出城镇给水系统(包含二次供水系统)应具有完善的水质监测制度,配备合格的检测人员和仪器设备,对水质实施严格有效的监管。目前我国二次供水设施的管理,部分城市是由供水管理部门(自来水公司)来管理,而大部分城市是由物业公司来管理。由物业公司管理的现状很难建立完善的水质监测制度,配备合格的检测人员和仪器设备,更谈不上终端水质保证。在由自来水公司管理的二次供水设施中,目前

也没有在末端建立水质监测系统与设备。由于缺乏系统的水质监测与研究,一些相关技术也是在缺乏数据支持下的臆断,不可避免造成技术不匹配,相关技术产品滞后,水质保障率低。

3.3 城镇末端用水量与节水节能输配水策略研究

我国目前没有一个完整的国家级建筑给水排水实验室,建筑给水排水方面的研究缺失。二次供水系统的最基础资料,建筑物最高日生活用水定额标准仍然延续上世纪 50 年代从前苏联沿袭过来的技术参数,早已不能客观反映我国建筑给水排水的发展现状,偏离实际用水情况。由于用水定额直接用于二次供水系统的设计与施工、运营与管理,因此造成供水设施与使用条件不匹配、用水浪费现象与水质二次污染的事故频发。同时,我国在二次供水、建筑区内供水保障方面的制度、措施及应急保障技术也不足以满足时代发展的需求,相关的技术措施和配套政策需要进行完善。

3.4 提高供水整体系统技术研究,提升设备集成优化与创新

我国在建筑给水排水系统设计及管理方面,重点强调水量、水压的保证,对在不同建筑物的供水水质保障方面的技术措施不完备,目前只是强调在水池(箱)设置消毒设施,管路系统的优化几乎不考虑。供水设施的性能和技术参数还有待提高,一些节水设备在简单的组合后反而成了费水工程,供水水质得不到保证。在无管道直饮水系统的建筑中,采用不同种类的户用节水、水质控制、水质净化产品,反应了普通老百姓对水质的担忧和水质提高的需求,也说明我国在二次供水工程方面缺乏系统的技术整合和研究,系统优化措施不足。

3.5 生活热水水质保证技术

我国相关的国家标准规定:建筑热水供应应保证用水终端的水质符合现行国家生活饮用水水质标准的要求。但生活热水系统与给水系统有着不同的特性,生活热水系统的供水水温一般在 $55\sim 60\text{ }^{\circ}\text{C}$,回水温度在 $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在一些工程中,管道中的水温在 $35\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$,此温度是军团菌的最佳繁殖温度。冷水加热使得水中三卤甲烷含量增加,随着水温升高,余氯含量减少和消失,细菌数增多,异养菌数($22\text{ }^{\circ}\text{C}$)增加,在某些场合,热水中还出现了致病的

军团菌。热水系统采用的消毒技术主要有化学方法和物理方法。化学消毒法(如氯、二氧化氯和臭氧)能够杀死大多数病原体,但有消毒副产物。物理消毒法更适合住宅和公共建筑热水系统的消毒,如紫外消毒杀菌、金属离子消毒(银离子和铜银离子复合消毒)和热力灭菌(热水冲击)。建立热水系统的水质保证技术是保证人民身体健康的重要措施。

4 城镇供水末端水质保障的建议

保证供水水质安全已列入《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中,这充分体现了国家对水质安全的重视。二次供水水质安全是城镇水质保障的关键环节与最终体现,因此这一领域的研究将对行业及整个社会具有重要和深远的影响。在《全国城市饮用水安全保障规划(2006—2020)》中确立的目标为:至 2020 年,全面改善设市城市和县级城市的饮用水安全状况,建立起比较完善的饮用水安全保障体系,满足 2020 年全面实现小康社会目标对饮用水安全的要求。我国在“十一五”、“十二五”国家水体污染控制与治理科技重大专项中,将水源地水质保护、城镇给水处理厂工艺改进、城镇给水管网优化与水质保证、城镇给水水质监测与预警系统作为重点,在城市供水末端水质保障技术方面的研究很少涉及,即便在某些课题中有部分内容,但却是由非从事建筑给水排水科研的机构承担,研究技术内容不符合实际需求,满足不了用水点处的水质要求。建议国家相关部门在“十二五”水专项中将城市供水末端水质保障技术的研究作为一个单独的项目或课题,重点在以下几方面开展研究工作。

(1) 城市供水末端(建筑与小区)水质、用水环境安全及相关保障体系研究。

(2) 开发整体系统(二次供水设施至用户水龙头)的水质保障技术、产品、节水节能的系统与设施的优化。

(3) 城市末端输配水管路系统安全与优化。

(4) 城镇供水末端水质水量监测预警应急管理 with 实施技术。

(5) 生活热水供水系统水质保证技术。

(6) 结合工程实例进行系统示范与跟踪反馈,建立全面提高城镇供水末端水质水量综合保障技术体系与用水环境提升的工程技术 with 设施集成示范。