

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2024.18.002

# 新国标背景下高品质饮用水建设路径探索

程志强, 彭秀华, 陈志伟, 闵奇, 刘波  
(苏州吴中供水有限公司, 江苏 苏州 215100)

**摘要:** 高品质饮用水是指在满足国标基础上,感官性状更好,化学安全性更高,能够达到生饮要求的市政公共供水系统的饮用水。以苏州某供水企业为例,介绍了新国标背景下高品质饮用水的建设路径。该供水企业高品质饮用水建设路径主要体现在两方面:一是制定公司内控水质标准及管理办法;二是从水源、水厂、管网、二次供水到用户进行全流程系统管控,强调系统安全、重点管控、着力精准、提升品质。实践表明,高品质供水考验的是一个企业的精细化管理水平,供水制水的每一个环节都关乎供水水质,因此每一个环节都应受到重视。

**关键词:** 高品质饮用水; 全流程系统管控; 内控水质标准; 管道清洗; 管网分级补氯; 市政公共供水

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2024)18-0008-07

## Exploration of Construction Path for High-quality Drinking Water under the Background of the New National Standard

CHENG Zhi-qiang, PENG Xiu-hua, CHEN Zhi-wei, MIN Qi, LIU Bo  
(Suzhou Wuzhong Water Supply Co. Ltd., Suzhou 215100, China)

**Abstract:** High-quality drinking water refers to the drinking water in the municipal public water supply system that meets the national standard but exceeds them with superior sensory characteristics, enhanced chemical safety, and suitability for direct consumption. Taking a water supply enterprise in Suzhou as an example, the construction path of high-quality drinking water under the background of the new national standard was introduced. The construction path of high-quality drinking water in this enterprise is mainly embodied in two aspects. Firstly, the enterprise's internal control water quality standards and management methods were formulated. Secondly, the entire process system control is carried from water sources, waterworks, pipeline networks, and secondary water supply to users, emphasizing system security, focusing on control and precision, and improving quality. Achieving high-quality water supply reflects the enterprise's refined management, where every aspect, from sourcing to production, influences water quality and merits meticulous attention.

**Key words:** high-quality drinking water; entire process system control; internal control water quality standards; pipeline cleaning; graded chlorine replenishment for pipeline network; municipal public water supply

高品质饮用水是指在满足国标要求的基础上,感官性状更好,化学安全性更高,能够达到生饮要求的市政公共供水系统的饮用水,总结下来就是质

优、安全、稳定。目前,高品质饮用水供应能力逐渐成为展现城市发展水平和居民生活幸福程度的重要标志<sup>[1-3]</sup>。为满足公众对高品质供水的需求,更好

地保障饮用水安全,提升供水水质,我国于2023年4月1日正式实施《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022)。新国标的实施对供水企业提出了新的要求,以苏州某供水企业为例,总结了其在新国标背景下的高品质供水建设路径,以期为其他供水企业提供参考。

1 供水企业概况

苏州某供水企业成立于1994年,2021年完成城乡供水一体化,自1994年成立以来,该企业坚持同水源、同管网、同水质、同服务,为高品质供水服务奠定了基础。该供水企业采用太湖水源,下属两座供水厂和两座增压泵站,两座水厂的供水规模分别为 $15\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 和 $40\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ,两座增压泵站的规模分别为 $10\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ 和 $3\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ,供水区域呈东西狭长格局,服务面积 $300\text{ km}^2$ ,服务人口100万人,二次供水泵房261座。

为实现全域高品质供水,2021年苏州印发《苏州市高品质供水三年行动计划》,同年又印发《苏州市生活饮用水水质指标限值》和《苏州市自来水厂出厂水水质指标限值》(简称“苏州市水质限值”)文件。通过出台地方性水质指标限值,并配套一系列技术标准规范,保障了当地的饮用水安全,大幅提升了饮用水水质。该企业积极学习高品质供水相关政策,持续探索高品质饮用水建设路径,取得了较好效果。

2 高品质饮用水建设路径

2.1 水质提升、标准先行

实现高品质供水,首先强调水质提升、标准先行。2020年7月,为保障供水水质安全、卫生,提高供水品质,该供水企业发布了第一版内控水质标准,对菌落总数、浑浊度、色度、高锰酸盐指数、亚硝酸盐、消毒副产物等指标提出了更严格的要求;2021年9月,苏州市水务局发布《苏州市生活饮用水水质指标限值》,2022年3月我国发布《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2022)。参考这两份文件,该供水企业对企业内控标准V1.0进行了修订,形成了企业内控标准V2.0。目前,该企业内控标准V2.0共有100项强制要求指标,其中水质常规指标46项、消毒剂常规指标2项(采用次氯酸钠消毒,只检测余氯和总氯两项指标)、扩展指标52项,部分指标限值较苏州市水质限值要求更严。该供水企业内

控标准与苏州市水质限值的对比见表1。

表1 企业内控标准与苏州市水质限值的对比

Tab.1 Comparison between enterprise's internal control standards and water quality limits in Suzhou

项目		苏州市水质限值	企业内控标准	
常规指标	微生物指标	菌落总数/ (CFU·mL <sup>-1</sup> )	50	20
	毒理学指标	一氯二溴甲烷/ (mg·L <sup>-1</sup> )	0.06	0.05
		二氯一溴甲烷/ (mg·L <sup>-1</sup> )	0.05	0.04
		三溴甲烷/ (mg·L <sup>-1</sup> )	0.08	0.05
	感官性状和一般化学指标	色度/度	10	5
		浑浊度/NTU	0.5	0.3
		pH	6.8~8.5	7.0~8.5
扩展指标	毒理学指标	聚丙烯酰胺/ (mg·L <sup>-1</sup> )	0.000 15	0.000 10
		四氯乙烯/ (mg·L <sup>-1</sup> )	0.04	0.005
		微囊藻毒素-LR/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.001	0.000 8
	感官性状和一般化学指标	2-甲基异莰醇/ (mg·L <sup>-1</sup> )	0.000 005;水源限制,2-甲基异莰醇≥0.000 1时,<0.000 01	0.000 005 且作为常规指标管控
		土臭素/ (mg·L <sup>-1</sup> )	0.000 005;水源限制,土臭素≥0.000 1时,<0.000 01	0.000 005 且作为常规指标管控

2.2 全流程系统管控

从水源、水厂、管网、二次供水到用户,进行全流程系统管控<sup>[4-5]</sup>,强调系统安全、重点管控、着力精准、提升品质。全区域高品质供水系统示意图见图1。

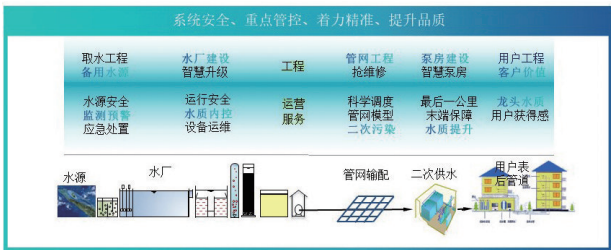


图1 全区域高品质供水系统示意

Fig.1 Schematic diagram of high-quality water supply system in the entire region

2.2.1 加强水源地建设

加强水源地建设,实现高品质供水的基础是水源。该供水企业的水源地为太湖寺前水源地,其区

域水面积为268 km<sup>2</sup>,共设2个取水口,主要满足下属15×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d和40×10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d两座水厂的供水需求。2014年该企业完成了寺前水源地达标建设,使其成为江苏省第一批通过达标建设的集中式饮用水水源地。

2020年该水源地取水平台完成围栏建设,并在围栏上加装电子围栏,配备视频监控,实现全封闭管理。2021年对取水口进行了精准定位,加装了定位浮标。除了加强水源地的常规管理外,还全力建设了原水自动在线监测站,实现了原水总磷、总氮、高锰酸盐指数等16项水质指标的在线监测。2021年—2023年部分水质参数的在线数据月均值见图2。原水监测情况表明,太湖原水水质优良,整体都满足地表水Ⅲ类标准。

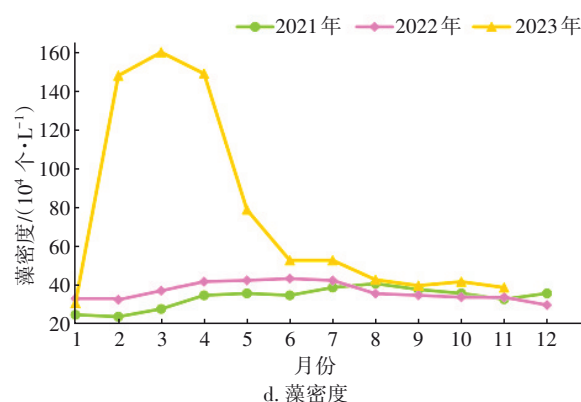
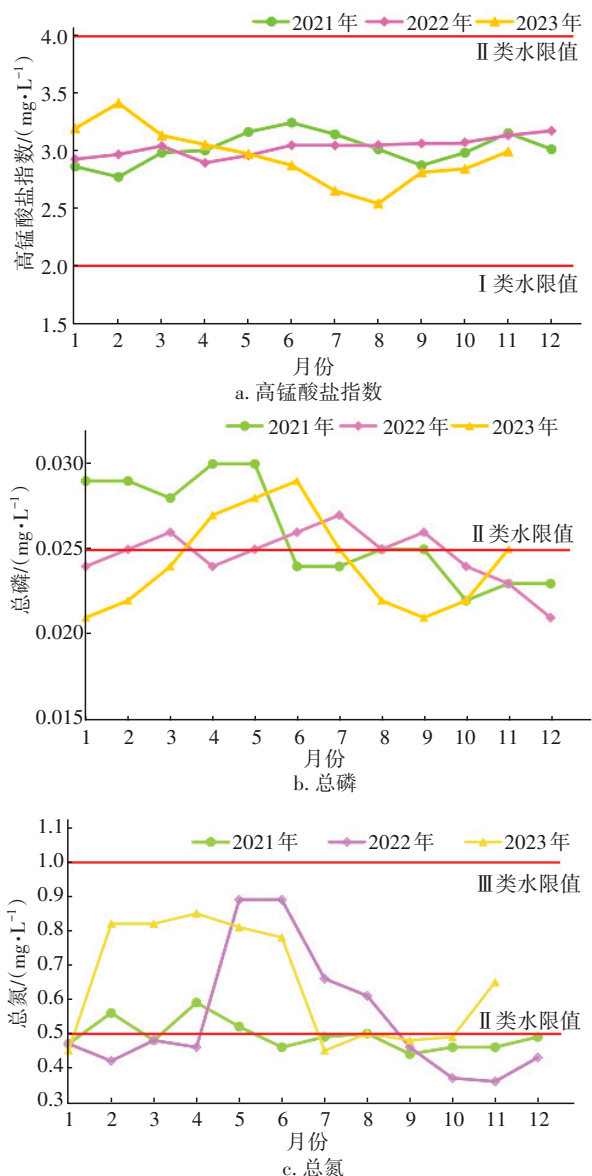


图2 2021年—2023年水源地部分指标变化

Fig.2 Change of some indicators of water sources from 2021 to 2023

此外,针对水源地原水水质突发污染,制定了如下应急处置措施:

① 加强水质检测。当原水水质突发污染时,增加原水水质检测频次,特别针对污染成因,加强关键指标的检测,必要时进一步扩大水源地检测范围。汇总水质检测数据,分析水质变化趋势,测算水质恢复正常需要的时间。同时,加强滤后水的水质检测,24 h密切关注滤后水水质,一旦出现异常情况立即汇报,并在超标水未进入市政管网前停止出水。

② 加强水源地应急保护。在水源地围栏外侧用滤网建立隔离带,利用截留原理进行物理除藻,同时加强对水源地的巡查工作,并及时打捞隔离带外围漂浮物,防止堵塞隔离带而影响水量。实施人工打捞,并根据需要扩大打捞范围,最大限度地降低一级保护区和二级保护区范围内的藻类数。

③ 加强净水工艺应急控制。强化小样实验,确定合适的杀藻剂、混凝剂、强氧化剂、助滤剂、活性炭品种及投加量,并确定合理的投加点。保证沉淀工艺的正常运行,增加常规处理工艺的处理时间,适当减少产水量,在过滤前根据处理水的受污染情况投加氧化剂、助滤剂,强化冲洗过程,调整冲洗周期。

## 2.2.2 提升出厂水水质

提升出厂水水质,实现高品质供水的关键在水厂。该供水企业下属两座水厂均针对太湖原水的水质特点进行了深度处理改造,采用常规处理+臭氧/生物活性炭深度处理工艺,其中新水厂于2016年完成改造,老水厂于2019年完成改造。为应对太

湖藻类暴发导致臭味物质超标的风险,设有粉末活性炭和高锰酸钾投加应急工艺。同时,为提升有机物去除率,进行了强化 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 的去除效能研究。结果表明,调节加矾量,提高常规工艺对有机物的去除作用,降低深度处理工艺进水有机物浓度,是改善出厂水有机物浓度的有效手段<sup>[6]</sup>。

精细化的水厂工艺管理是保证出厂水水质稳定的关键。自加强管理以来,该企业水质改善明显,2021年—2023年该企业关键水质参数的变化如图3所示。由图3可以看出,进入2023年以后关键水质参数大幅度降低。截至目前,该企业出厂水浑浊度基本控制在0.10 NTU以内,高锰酸盐指数基本控制在1.5  $\text{mg/L}$ 以内,铝浓度基本能控制在0.09  $\text{mg/L}$ 左右,三卤甲烷控制在0.5以内。

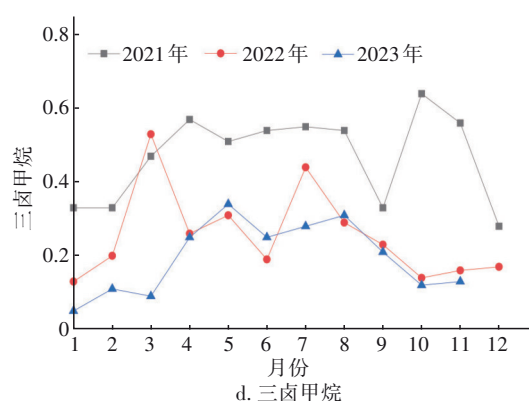
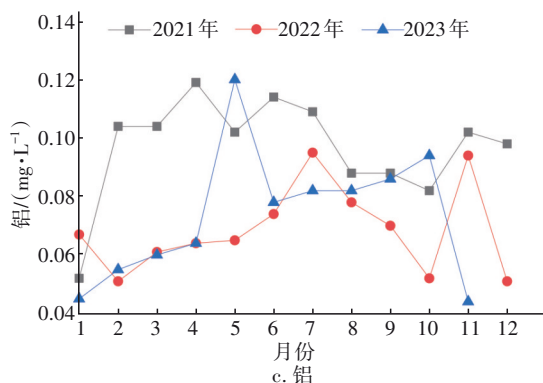
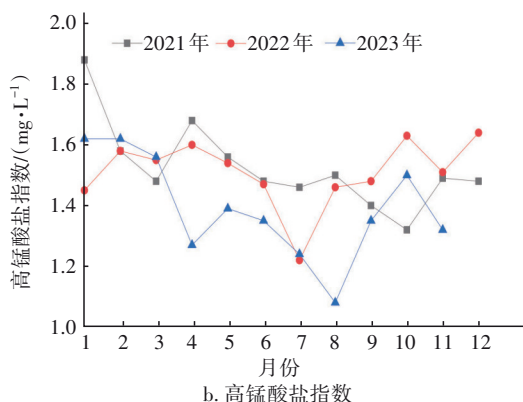
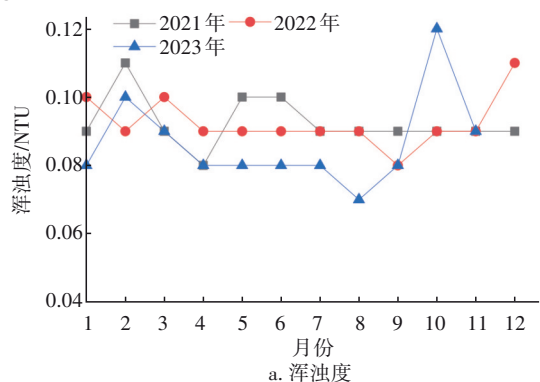


图3 2021年—2023年出厂水关键指标变化

Fig.3 Change of key indicators of treated water from 2021 to 2023

### 2.2.3 加强管网运维

加强管网运维,实现高品质供水的瓶颈是管网。以供水管网为重点,以管网水质为目标,采取优选管材、严控施工质量、更换管道、清洗管道四种措施来保证管网水水质。

#### ① 优选管材

对于市政供水管道,埋地管优先使用球墨铸铁管;DN300及以下的明设管选用304L不锈钢管;倒虹管形式的过河管同埋地管;桥管和附桥管同明设管。对于小区给水管道,DN100及以上的埋地管采用球墨铸铁管,DN100以下的采用304L不锈钢管;所有明设管采用304L不锈钢管。建筑给水立管(含表前短管)采用304L不锈钢管。截至目前,该企业超过70%的供水管道为球墨铸铁管,近30%的建筑给水管道均为不锈钢材质。

#### ② 严控施工质量,规范施工过程

重视施工各环节管控要点、多级检查与考核机制、明确奖惩措施,完善施工管理制度。此外,施工人员为公司自有电工,保证了人员的长期稳定,且对施工人员定期进行培训,保证了他们的专业能力。

#### ③ 更换管道

对管龄较长的管道,如管龄超过30年的市政供水管道、超过20年的小区供水管道进行改造;对现存铸铁管、镀锌管、水泥管等落后管材进行优先改造;对水质投诉率高、爆管频发区域的管道进行重点分析并改造;将尚未使用不锈钢管材的立管逐步更换成薄壁不锈钢管;将DN400以下的钢质桥管更换成不锈钢桥管。



#### ④ 清洗管道

目前,企业明确规定对 DN600 以下的埋地供水管道逐步分区采用冰浆清洗技术进行清洗,对大口径供水管道探索研究放空冲洗, DN600 口径以下的新建供水管道改用冰浆清洗技术进行联网通水前的清洗,尝试在部分老旧小区采用冰浆清洗或脉冲酸洗法进行立管清洗,并尝试提供居民用户家庭内管清洗服务。

此外,为进一步全面管控管网水质,该企业建立健全了管网水质监测体系,利用管网在线监测点、管网人工取样监测点和二供水泵房搭建三级水质监测体系。水质在线监测主要检测 DN600 以上的主干管网水质;管网水质人工取样监测点 55 个,主要检测 DN600 及以下的管道水质;用户末梢主要采用末梢监测点+二次供水的在线仪表检测水质。

根据对消毒副产物的变化跟踪检测,发现管网水中三卤甲烷含量相比出厂水会明显升高(见图 4),这主要与水龄、水温、管材等因素有关。

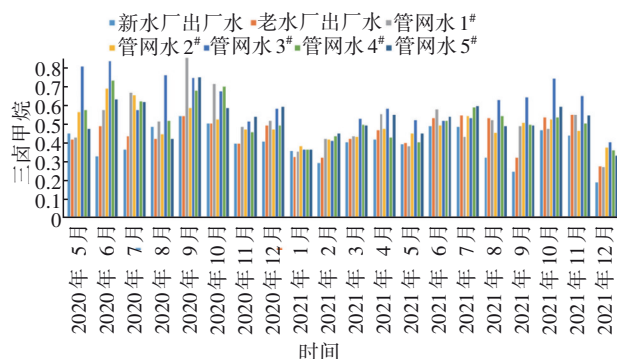


图4 出厂水与管网水的三卤甲烷对比

Fig.4 Comparison of trihalomethanes in finished water and pipeline water

目前,该企业针对部分末梢水龄过长而可能存在余氯不达标,以及管网水中消毒副产物浓度偏高而不利于水质提升的情况,采取了管网分级补氯的方法,结合大范围水质普查数据,通过模型模拟计算选取各级补氯点,通过管网补氯降低出厂水余氯浓度,减少消毒副产物的生成,并解决了管网末梢余氯浓度偏低的问题,整体提升了管网水质。城北区域属于供水管网末端区域,在夏季高温时,小区末梢龙头水余氯浓度普遍偏低(0.05 mg/L 附近波动),存在水质安全隐患。因此在该区域安装分级补氯装置,并在区域内选取补氯点下游 5 个小区进行水质跟踪,补氯效果见图 5。可以看出,补氯前余

氯浓度都较低,仅为 0.05~0.06 mg/L,存在一定的水质风险;补氯后,余氯浓度大幅提升,最高提升了近 5 倍(监测点 1、3),很好地保障了城北区域管网水水质。

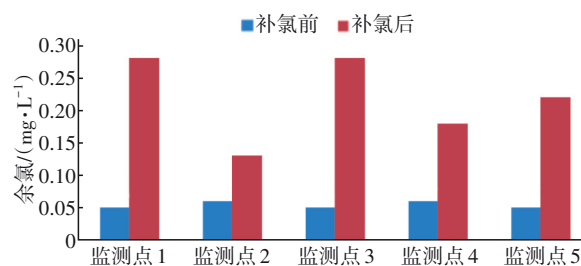


图5 补氯前后管网末梢水中余氯浓度对比

Fig.5 Comparison of residual chlorine concentration in the water at the end of the pipeline network before and after chlorine replenishment

#### 2.2.4 合理末梢保障

合理末梢保障,实现高品质供水的终点是末端保障。该供水企业从 2007 年开始对二次供水泵房进行统建统管,并于 2016 年实现服务区域内所有高层住宅二次供水设施统一管理与维护。泵房内配备了专业的自动化控制系统,水质、水压在线检测仪表,紫外线消毒设备和门禁视频监控系统,实现了泵房 24 h 远程监控和无人值守,保障了供水设施安全运行。截至目前,该供水企业共接管二次供水泵房 261 座。

此外,基于小区二次供水水力水质模型的研究发现,由于二次供水管网本身枝状网多、末端用水量少等原因,即使不使用蓄水设施,水的停留时间最长仍可达到 15 h,约为市政管网中停留时间的 2 倍,余氯衰减严重,水质污染隐患较大。为有效解决这一问题,该供水企业开展了水质水压同步提升系统研究,将二次供水系统与膜处理系统相结合,在提升水质的同时提升水压(见图 6)。

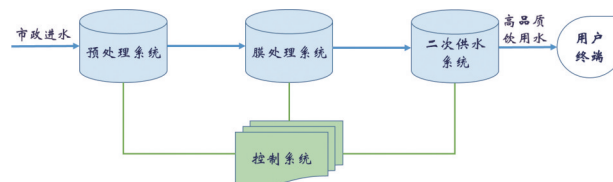


图6 水质水压同步提升系统示意

Fig.6 Schematic diagram of water quality and water pressure synchronous improvement system

每年的夏季、冬季对小区居民龙头水进行水质普查,对水质欠佳的区域进行市政供水管道清洗以

提高管网水水质;同时,对水质较差的用户提供内部管道清洗服务,降低管道污染,提高龙头水水质。

### 2.2.5 关注用户供水设施

关注用户供水设施,维护用水安全。对于住宅小区,2003年该供水企业在全省率先完成户表改造并全面取消屋顶水箱。对于非住宅类的总表用户,针对区域内企事业单位供水设施运行维护情况进行了调研,发现企事业单位管理水平参差不齐,标准不一,存在水箱多年未清洗的情况,对用户的用水安全构成巨大隐患,对此也会进一步推进相关工作。

### 2.2.6 长效运行管理

长效运行管理,保障供水水质安全稳定。结合HACCP体系,构建从源头到龙头的水质监管体系。将冰浆清洗作为常态化供水管道维护管理措施:平均运行流速 $\leq 0.3$  m/s的供水管网约两年清洗一次,平均运行流速为 $0.3\sim 1.0$  m/s的供水管网约3年清洗一次,平均运行流速 $>1.0$  m/s的供水管网约5年清洗一次;新建供水管道改用冰浆清洗方式清洗;对于抢维修后改变流向、流速的管道,使用冰浆清洗方式清洗,以保证水质。

### 2.2.7 重视用户科普宣传,获取用户认可

该企业曾进行用户调研,从调研结果来看,目前约62%的用户将水烧开后饮用、约20%的用户选择购买瓶装水或桶装水、约14%的用户家中装有过滤器、约4%的用户直接生饮。可以看出,用户对高品质饮用水的接受度较低,这与供水企业缺乏对用户的宣传引导有关。为此,该企业充分利用公众号、视频号等新媒体以及电视报道、新闻采访、报纸刊登等传统媒体进行高品质水建设宣传,并开展高品质水的科普,增强用户对高品质水的了解。定期举行水厂开放日,请用户零距离接触自来水厂,增加用户对自来水公司的信任和认可。利用小区宣传栏或参加小区物业组织的活动贴近用户生活,并编制用户科学用水导则。

### 2.2.8 重视智慧水务建设

智慧水务是通过新一代信息技术与水务业务的深度融合,充分挖掘数据价值,实现水务业务系统的数据资源化、控制智能化、管理精准化、决策智慧化,保障水务设施安全运行,使水务业务运营更高效、管理更科学和服务更优质。目前,该供水企业建有生产调度综合管理平台、运营服务综合管理

平台、智慧水务大数据分析平台等3个智慧水务平台,共有35个系统在制水、供水以及各个部门日常工作中发挥关键作用。

生产调度综合管理平台可实现供水生产的自动化、水质水量监测的现代化、管网管理数字化、增加供水生产调控能力、提高水资源利用效率和供水生产系统的应急响应能力,使企业达到最优化生产调度运营。该平台包括水厂DCS自控系统、二次供水管理平台、水质化验系统、设备管理系统、水量及水质预测模型等。

运营服务综合管理平台利用信息化为抓手,以业务驱动数据为理念,将工程项目、管网运维、产销差管控及用户服务相关业务有效串联,并实现精细化管理。该平台包括工程项目管理系统(主要是规范施工现场、促进标准落地、保障质量安全、控制进度成本,实现工程项目全生命周期、全过程节点线上管控,管理精细化)、管网运维管理(供水管网地理信息系统、管网数据管理系统、WEBGIS系统等)、产销差管控(DMA分区管理、管网漏损控制、管网压力控制、管网优化评估、小区漏损控制)、用户服务管理(通过微信、网上营业厅系统,实现用户业务的线上办理,包括缴费、更名、报修以及报装等,有效提高用户服务水平,并降低线下用户服务成本)。

智慧水务大数据分析平台专注智慧水务各类供用水数据的分析与价值挖掘,建立数据共享平台及机制,实现各业务链条上下游数据的传递和共享,提高协同能力,以便更好地支撑水司业务及管理工作的开展。该平台包括大屏展示系统(覆盖从源头到龙头生产运营核心指标,实时掌控公司现状脉搏)、绩效考核系统(利用数仓为日常生产运营管理提供图形化的多维度数据汇总,如产销差管控图表、工程预算/进度管控图表、用户服务质量图表等)、水务数据分析(违规用水稽查、用水性质稽查、规则或建模识别异常水量)等。

## 3 结论

① 高品质供水考验的是一个企业的精细化管理水平,供水制水的每一个环节都关乎供水水质,因此每一个环节都应受到重视。

② 对供水水质的关注应从管网水转至用户龙头水,用户饮用和使用的都是龙头水,再好的管网水也代表不了用户的龙头水。

③ 水源是供水水质的基础,应重视水源存在的隐患与风险。

④ 供水管网对自来水的二次污染不可避免,是供水全流程中最薄弱的环节,对供水水质的影响较大。

⑤ 对用户表后管道的管理一直是供水的盲区,该盲区大多造成管理缺失和不到位的情况,对用户的用水安全造成巨大的隐患。

⑥ 应培养用户的科学用水意识,高品质供水离不开用户的自我管理和科学的用水方式。

#### 参考文献:

- [1] 王玮婕,邱顺添,王旭,等. 城镇“高品质”饮用水供水模式探究[J]. 给水排水, 2022, 48(S2): 104-111.  
WANG Weijie, KHU Soon Thiam, WANG Xu, *et al.* Discussion on the supply mode of urban “high-quality” drinking water [J]. Water & Wastewater Engineering, 2022, 48(S2): 104-111 (in Chinese).
- [2] 王圣,赵欣,姜蕾,等. 对标国际,标准引领——从源头到龙头的高品质饮用水水质安全保障技术与管理[J]. 净水技术, 2023, 42(1): J1-J4.  
WANG Sheng, ZHAO Xin, JIANG Lei, *et al.* Benchmarking with international standards and leading by standards—high quality drinking water quality and safety assurance technology and management from the source to the top [J]. Water Purification Technology, 2023, 42(1): J1-J4 (in Chinese).
- [3] 林晓峰,刘壮,朱希坤,等. 全城同质高品质直饮水解决方案——饮用水发展未来[J]. 城镇供水, 2023(1): 5-10, 82.

LIN Xiaofeng, LIU Mu, ZHU Xikun, *et al.* The city's homogeneous high quality direct drinking water solution—drinking water development trend [J]. City and Town Water Supply, 2023(1): 5-10, 82 (in Chinese).

- [4] 赵加斌. 基于上海市高品质供水的水厂设计思考[J]. 净水技术, 2023, 42(s1): 281-288.

ZHAO Jiabin. Design consideration of WTP based on Shanghai high quality water supplying [J]. Water Purification Technology, 2023, 42 (s1): 281-288 (in Chinese).

- [5] 王伟静,曹雪梅. 河北省某南水北调水源高品质饮用水厂工程设计[J]. 中国给水排水, 2023, 39(16): 89-93.

WANG Weijing, CAO Xuemei. Design of a high-quality drinking water plant with source water from South-to-North Water Diversion Project in Hebei Province [J]. China Water & Wastewater, 2023, 39 (16): 89-93 (in Chinese).

- [6] 黄懿华,徐宏梅,张钰,等. 苏州某给水厂强化 $COD_{Mn}$ 去除效能研究[J]. 供水技术, 2022, 16(3): 40-44.

HUANG Yihua, XU Hongmei, ZHANG Yu, *et al.* Study on enhanced removal efficiency of  $COD_{Mn}$  in a waterworks in Suzhou [J]. Water Technology, 2022, 16 (3): 40-44 (in Chinese).

作者简介:程志强(1974—),男,江苏苏州人,本科,高级工程师,主要从事自来水厂净水工艺及水质保持技术的研究工作。

E-mail: chengzq@wuzhongwater.com

收稿日期: 2023-12-07

修回日期: 2024-01-08

(编辑:丁彩娟)

坚持山水林田湖草沙一体化和系统治理,  
构建从山顶到海洋的保护治理大格局