

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.04.006

# 江苏省城乡饮用水水质安全保障实践

郭 杨

(江苏省城镇供水安全保障中心, 江苏 南京 210036)

**摘 要:** 为保障人民身体健康和经济社会发展,江苏供水经过近20年的探索与努力,搭建形成了“备用水源、深度处理、严密检测、预警应急”的供水安全保障体系,实现了应急水源建设、自来水深度处理、二次供水设施改造、城乡统筹区域供水“四个全覆盖”。为进一步实现新时代下“正常时供优质水、应急时供合格水”的目标,江苏省相继出台了《江苏省城市自来水厂关键水质指标控制标准》(DB 32/T 3701—2019)、《城乡统筹区域供水企业水质检测能力建设技术规范》(T/JSWA 002—2020),旨在规范全省县级及以上城市自来水厂的运行管理,强化生产过程的水质控制,提升供水水质。介绍了上述标准及规范的主要内容及实施实践。

**关键词:** 饮用水水质; 供水安全; 水质检测

**中图分类号:** TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2023)04-0036-06

## Practice of Drinking Water Quality Security in Urban and Rural Areas of Jiangsu Province

GUO Yang

(Security Support Center for Urban Water Supply of Jiangsu Province, Nanjing 210036, China)

**Abstract:** To protect people's health and ensure economic and social development, Jiangsu Province has built a water supply security system of “standby water source, advanced treatment, strict detection, and early warning and emergency” after nearly 20 years of exploration and efforts. The “Four Full Coverage” including emergency water source construction, tap water deep treatment, secondary water supply facilities transformation and urban-rural regional water supply has been realized. The *Control Standards of the Key Water Quality Index for Urban Water Plants in Jiangsu Province* (DB 32/T 3701—2019) and *Technical Specifications for Water Quality Detection Capacity Construction of Water Supply Enterprises in Urban and Rural Areas* (T/JSWA 002—2020) have been successively issued to further achieve the goal of “supplying high-quality water in normal time and qualified water in emergency time” in the new era. The standards aim at standardizing the operation and management of water plants in counties and cities, strengthening the water quality control in the production process and improving the water supply quality. The main contents and implementation practice of the above standards and specifications were introduced in this paper.

**Key words:** drinking water quality; water supply safety; water quality testing

## 1 江苏供水概况

江苏地处长江、淮河流域下游,境内地形平坦,水网密布,城市集中式地表水水源地主要分布于长江、湖库(太湖、其他湖库)及内河(淮河、沂沭泗水系)。截至2020年底,江苏省各类水源地的取水量分别占全省总取水量的49.65%、29.60%、20.75%,共有166座城市公共供水厂,总供水能力为 $3\,154.5\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ;自来水深度处理工艺基本上都采用臭氧-生物活性炭技术,处理能力为 $2\,942.5\times 10^4\text{ m}^3/\text{d}$ ,占总供水能力的93.3%。县以上城市全部建成应急水源、第二水源或实现管网互通;95%的老旧居民住宅小区二次供水设施已完成改造并交由公共供水企业规范管理;城乡统筹区域供水已全覆盖,实现农村供水和城市供水“同源、同网、同质、同服务”。

## 2 江苏供水水质安全面临的问题

江苏历来强调从“源头到龙头”的饮用水安全,供水水质虽已全面达到《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006),但部分地区由于原水水质微污染及突发污染、湖库富营养化、水厂生产运行水质控制不到位等问题,供水水质的安全性有待进一步提升。

### 2.1 水源微污染和突发污染导致的水质风险

江苏地处淮河、长江尾间,水环境受上游客水影响较大,加之经济发展迅速,城镇化、工业化水平高,农业面源、渔业养殖等本地污染基数大,导致水环境复杂、敏感、脆弱,原水水质不能稳定达到地表Ⅲ类水标准要求,部分湖库和内河水源地原水高锰酸盐指数可达 $5\sim 6\text{ mg/L}$ 甚至更高,致使出厂水耗氧量和消毒副产物浓度偏高。汛期,受农田退水及泄洪排涝的影响,内河水源地易出现突发污染,原水水质出现高氨氮(超过 $3\text{ mg/L}$ )、高色度(超过50度)、高耗氧量(最高值接近 $10\text{ mg/L}$ )等严重威胁供水安全的情况。长江为江苏省提供了近50%的水源水量,原水水质总体处于地表Ⅱ~Ⅲ类水标准,但是沿江地区人口密集、产业密布,重化工产能大量集聚在沿江两岸,沿江8市废水排放总量占到全省的70%左右;年过境危化品运输量超过 $2\times 10^8\text{ t}$ ,相当于 $60\times 10^4\text{ t/d}$ ,排污口和取水口犬牙交错,陆上风险和水上风险叠加并存,一旦发生水源突发事故,将给整个江苏供水安全带来极大威胁。例如,2012

年镇江水域船泄漏苯酚污染、2014年靖江长江水源突发异臭味等都给供水水质安全带来巨大挑战。

### 2.2 湖库富营养化导致的藻类及臭味等问题

江苏常用水源地中湖库型水源地数量约占31%,加之部分内河水源流经湖库,近50%的常用水源地水质呈现湖库水质特征。此外,还有90%左右的应急水源为湖库型水源。目前,江苏省内湖库原水总氮、总磷超标率较高,处于轻度或中度富营养化状态,由此带来的藻类和臭味已成为除长江以外的大部分水源地面临的共性问题之一。藻类的大量滋生不仅会影响混凝沉淀效果,还容易堵塞滤池,既影响生产工艺正常运行又给浊度控制带来难度。此外,其产生的致臭味物质2-甲基异莰醇在原水中的最高值可达 $1\,000\text{ ng/L}$ ,土臭素接近 $100\text{ ng/L}$ ,给出厂水带来异臭味风险。藻类代谢产物及藻源性有机物还是消毒副产物的前驱物,易导致出厂水消毒副产物浓度偏高或超标。春、夏、秋季藻类或水草等生长旺盛时还会使原水pH升高(pH最高接近10左右),易造成出厂水铝浓度偏高。

### 2.3 社会关注的新型污染物问题

由于近年来工业化的快速发展以及水质检测技术的提升,各类工业化学品、农药、药物、个人护理品和内分泌干扰物等新型污染物不断从水中检出,新闻媒体也多次报道过水源水中的抗生素、环境雌激素及全氟化合物等问题。这类物质很多都不属于国家标准控制范围,但在水源水中均有检出,浓度从几十到几百 $\text{ng/L}$ 不等,采用常规工艺难以将其去除。

### 2.4 生产运行管理水平有待提升

受经济发展水平的影响,苏南、苏中、苏北地区的供水企业运行管理水平和水质检测能力存在明显差异。部分县级企业原有水质检测实验室仅具备常规9项水质指标的检测能力,虽经过多年发展已提升至42项,但检测人员技术水平相对不高,尤其在指导生产运行方面还比较薄弱,对消毒副产物、臭味物质等的控制,以及应对水源突发污染的水平还有待进一步提升。江苏省城乡统筹区域供水覆盖后,如何规范乡镇地区面广量大的水质检测工作,也已成为行业亟待解决的问题之一。

## 3 标准指引

鉴于江苏供水实际情况,为推动各地切实提升

水质管理水平、快速有效应对突发污染,根据省委省政府提出的实现新时代下“正常时供优质水、应急时供合格水”的目标,江苏省出台了《江苏省城市自来水厂关键水质指标控制标准》(DB 32/T 3701—2019,以下简称《标准》),明确全省供水水质提升目标,推动各地工艺提升、管理加强。在此基础上配套出台了《城乡统筹区域供水企业水质检测能力建设技术规范》(T/JSWA 002—2020,以下简称《规范》),引导各地根据新的水质目标,结合江苏城乡统筹区域供水全覆盖的实际,进一步提升水质检测能力、完善水质检测工作要求,保障水质目标顺利实现。

### 3.1 《标准》(DB 32/T 3701—2019)

#### 3.1.1 编制目的

目前国内尚无统一的出厂水国标或行标,为了全面确保江苏省龙头水稳定达标,降低管网二次污染带来的水质风险,与国标和国内其他地区制定龙头水标准不同的是,《标准》主要规定了出厂水的关键水质指标及其限值。为了加强风险预警和过程控制,《标准》还提出了不同水源的水厂宜重点关注的特征污染因子以及工艺过程水的水质内控要求。其目的是根据江苏实际,规范生产过程的水质管理,将水质安全的关口前移,通过控制出厂水全面提升水质安全性,从省级层面填补了国内出厂水控制要求的空白。

基于上述出发点,《标准》的编制重点关注了以

下几个方面:①保障用户受水点水质达到或优于《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)的要求;②结合原水水质和制水工艺特点,推动全省供水行业提升生产运行管理水平;③解决用户关注的臭味、黄水、浑水等问题,严格控制消毒副产物,提高微生物安全性;④推动尽早完成深度处理工艺的改造;⑤关注国标与国外发达国家相关标准的差距(WHO、美国、欧盟、日本);⑥既要具有引导性、先进性,也要具备可达性。

#### 3.1.2 主要内容

《标准》选择代表出厂水水质、与自来水厂工艺运行密切相关、实际检测频次较高的水质指标作为出厂水关键水质指标进行控制。为了在贯彻执行过程中更有针对性和实操性,《标准》根据不同水源、不同工艺分别制订限值,帮助水厂准确确定目标,落实执行。《标准》共制定24项出厂水指标,在国标的基础上新增3项,在结合江苏实际的同时参考国际标准,提出了严于国标要求的指标限值。新增指标及提标指标分别见表1、2<sup>[1-2]</sup>。

表1 新增出厂水关键水质指标

Tab.1 Newly added key water quality indexes of finished water

finished water		mg·L <sup>-1</sup>
项 目	限值	指标来源
亚硝酸盐(以N计)	0.01(游离氯消毒); 0.03(氯胺消毒)	国标附录A指标
2-甲基异莰醇	0.000 01	国标附录A指标
土臭素(二甲基萘烷醇)	0.000 01	国标附录A指标

表2 出厂水关键水质指标提标情况

Tab.2 Promotion of key water quality indexes of finished water

项 目		长江		湖库		内河		国标	提标依据
		常规处理	深度处理	常规处理	深度处理	常规处理	深度处理		
微生物指标	总大肠菌群/(MPN·100 mL <sup>-1</sup> 或CFU·100 mL <sup>-1</sup> )	不得检出						不得检出	
	菌落总数/(CFU·mL <sup>-1</sup> )	20						100	提高生物安全性
	三氯甲烷/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.06	省内县级以上供水企业实验室均具备检测能力
	溴酸盐/(mg·L <sup>-1</sup> )		0.008		0.008		0.008	0.01	可能致癌物
	甲醛/(mg·L <sup>-1</sup> )		0.5		0.5		0.5	0.9	I类致癌物
	亚氯酸盐/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.5						0.7	对人体红细胞造成氧化损伤
	氯酸盐/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.5						0.7	
	三卤甲烷/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.8	0.7	0.8	0.7	0.8	0.7	1	省内县级以上供水企业实验室均具备检测能力
	三氯乙醛/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.008						0.01	

续表 2 (Continued)

项 目		长江		湖库		内河		国标	提标依据
		常规处理	深度处理	常规处理	深度处理	常规处理	深度处理		
感官性状和一般化学指标	色度(铂钴色度)/度	5		10	5	10	5	15	参考日本;改善感官性能、提高运行管理水平
	浑浊度/NTU	0.5						1	参考 WHO;改善感官性能、提高运行管理水平
	臭和味	无异臭、异味						无异臭、异味	改善感官性能、提高运行管理水平
	肉眼可见物	无						无	
	pH	6.8~8.5						6.5~8.5	保持管网水质稳定
	铝/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.15						0.2	具有潜在的神经毒性;浓度过高会导致浑浊度升高
	铁/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.2						0.3	参考欧盟
	锰/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.05						0.1	参考欧盟、美国、日本
	耗氧量(COD <sub>Mn</sub> 法,以 O <sub>2</sub> 计)/(mg·L <sup>-1</sup> )	1.8	1.5	2.5	2.2	2.5	2.2	3	降低有机物含量、提高运行管理水平
消毒剂常规指标	游离氯(与水接触至少 30 min)/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.3~1.0						0.3~4	降低消毒副产物、改善口感
	一氯胺(总氯,与水接触至少 120 min)/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.5~1.2						0.5~3	
	二氧化氯(与水接触至少 30 min)/(mg·L <sup>-1</sup> )	0.1~0.5						0.1~0.8	

注: 深度处理指臭氧-生物活性炭深度处理工艺。

新增指标涉及亚硝酸盐和致臭味物质。其中,亚硝酸盐既能反映滤池被污染的程度,也能反映滤池中微生物的活动,出厂水中亚硝酸盐浓度过高会造成管网水中细菌的繁殖,因此应重点关注亚硝酸盐。根据江苏省内水源水质普遍存在有机污染的特点,为提高水厂生产运行管理水平、提升管网水质生物稳定性,《标准》对亚硝酸盐提出了严于国内外同类标准的控制要求。致臭味物质在江苏省湖库水中普遍存在,为提高饮用水的口感、降低异臭味风险,《标准》明确了出厂水 2-甲基异莰醇、土臭素的控制目标。

同时,《标准》还根据“优质”目标,进一步制定了优质生活饮用水的建议指标及限值。对于集中式水源地水质达标、管网水质管理水平较高的城市,可按《标准》实现优质供水。优质生活饮用水的建议指标一共 29 项,在国标的基础上新增了 8 项,指标限值均严于国标,其月度达标率和年度总达标率均应不低于 99%;浑浊度和消毒剂余量的月度时检合格率均应不低于 98%。

3.2 《规范》(T/JSWA 002—2020)

3.2.1 编制目的

为了提升水质安全、保障《标准》有效实施,江苏省配套出台了《规范》,以引导各地完善水质检测能力建设技术体系、规范全省城乡统筹区域供水水质检测工作,更好地指导生产、应对突发水源污染。

3.2.2 主要内容

《规范》对城乡统筹区域供水企业的水质检测能力建设、小样试验和工艺检测能力建设、水质检测工作及在线监测等方面都提出了具体要求<sup>[3]</sup>。

① 水质检测能力建设

在全国率先提出中心化验室的检测能力应与供水能力相适应(见表 3),并通过评价确定相应技术能力。对水厂及班组化验提出能力建设要求,在满足《城市供水水质标准》(CJ/T 206—2005)、《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》(CJJ 58—2009)的基础上,为确保供水安全,水厂化验室还应具备亚硝酸盐、原水特征污染因子和涉及工艺的特定项目等指标的检测能力,并将其列入日常监测。

表 3 中心化实验室检测能力要求

Tab.3 Testing capacity requirements of central laboratory

供水能力	检测能力
省辖市城市供水企业或供水能力 $\geq 40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的供水企业	应至少具备 GB 5749 中的 93 项、GB 3838 中的 79 项指标检测能力
$10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d} \leq$ 供水能力 $< 40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的供水企业	应至少具备 GB 5749 中的 73 项、GB 3838 中的 59 项指标检测能力
供水能力 $< 10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 的供水企业	应至少具备 GB 5749 中的 48 项、GB 3838 中的 29 项指标检测能力
注：GB 5749 为《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)，GB 3838 为《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)。	

除了明确“三级检验”的检测能力要求之外,还对各级化验室的人员数量和资质、环境、管理体系,以及职能分工等提出了具体要求。

② 小样试验和工艺检测能力建设

为有效指导生产和应对突发水源污染,规定厂级以上化验室要具备开展小样试验的能力,根据不同水源确定小样试验频次;并对每批次水处理剂、消毒剂及净水材料的主要成分进行质量检测,每季度抽检主要水处理剂和消毒剂进行全指标分析(见表 4)。

表 4 小样试验和工艺检测能力要求

Tab.4 Requirements of small sample test and process detection capability

项 目	检测能力要求				
	中心化实验室			水厂化验室	班组
	省辖市城市供水企业或 供水能力≥40×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d 的供水企业中心化实验室	10×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d≤供水能力<40× 10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d的供水企业中心化 实验室	供水能力<10×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d 的供水企业中心化实验室		
小样试验	制水工艺过程试验、应急处置小样试验和新工艺开发小样试验			耗矾试验、耗氯试验	不作要求
水处理剂	全项目检测			有效含量、盐基度、密度等	现场波美度
滤料	CJ/T 43 中的全项目检测	CJ/T 43 中的密度、含泥量、 盐酸可溶率、筛分	CJ/T 43 中的含泥量、盐 酸可溶率、筛分	CJ/T 43 中的含泥量、筛分	不作要求
活性炭	碘吸附值、亚甲基蓝吸附值、生物量(颗粒)			碘值	
消毒剂	有效成分含量、游离碱检测			有效成分含量检测	
应急物资	关键指标			不作要求	
注： CJ/T 43 为《水处理用滤料》(CJ/T 43—2005)。					

③ 水质检测工作要求

为指导运行管理、加强预警监测、提升水质安全保障度,结合江苏实际情况,按照严于国标的要求,《规范》明确了从源头(含应急水源)到龙头(含工艺过程水)的水质检测项目和频次要求,对不同检测指标提出了时检、日检、周检、月检、半年检的要求,其中臭和味、浑浊度、色度、消毒剂余量检测频率为 1 次/h,氨氮、耗氧量 2~4 h 检测 1 次,以便水质出现问题时能第一时间发现并及时处置。同时,为加强对消毒副产物的监控,将三卤甲烷和三氯乙烯列入月检指标。《规范》进一步明确了水质采样点和管网末梢点的设置要求,当供水人口 $< 20$ 万人时,管网末梢点的数量应不低于管网点总数的 20%;当 20 万人 $\leq$ 供水人口 $\leq 100$ 万人时,管网末梢点的数量应不低于管网点总数的 15%;供水人口 $> 100$ 万人

时,应不低于管网点总数的 10%。城乡统筹区域供水覆盖的乡镇,应按照每个乡镇不少于 2 个管网点的标准设置采样点,其中 1 个设在区域供水分界点,另 1 个设在进村管网 2/3 处。

④ 在线监测

《规范》对供水全流程水质在线监测仪表的必配和选配指标提出了具体要求,明确城镇居民二次供水泵房宜设置在线监测仪表;每个城乡统筹区域供水覆盖的乡镇,至少设 1 处管网水质在线监测点。

4 实施实践

4.1 工作推动

为推动《标准》和《规范》的顺利实施,保障水质目标顺利实现,江苏通过“行政推动+技术引领”,将自来水深度处理率纳入高质量发展监测评价指标体系,由省委省政府每年开展考核;经省政府同意,

由省住房和城乡建设厅开展供水安全考核,督促各地完善水质管理制度、提升内控标准和水质检测要求,加快深度处理改造;针对广泛应用的臭氧-生物活性炭深度处理工艺,还相继出台了《江苏省城镇供水厂臭氧-生物活性炭工艺运行管理指南(试行)》《生物活性炭失效判别标准和更换指南》《江苏省城镇供水厂煤质颗粒活性炭选用指南》《江苏省城镇供水厂臭氧发生器系统选用技术指南》等一系列行业技术指导文件,以指导各地提升水厂运行管理水平、充分发挥工艺的有效性。目前,江苏省各地均已构建“备用水源、深度处理、严密检测、预警应急”的供水安全保障体系。

## 4.2 实施成效

《标准》和《规范》实施以来,各地对照目标要求,通过加快自来水深度处理工艺改造、加强原水特征污染因子筛查、完善水质内控标准、规范水厂运行管理、强化生产过程水质控制、提升水质检测能力、加强水质监控等一系列措施,有效提升了供水水质。以出厂水耗氧量和浑浊度为例,耗氧量是反映水中有机物含量的综合性指标;浑浊度既是重要的感官性指标,也是一项重要的运行管理指标,与色度、微生物、无机物和有机物等水质指标均呈正相关关系。浑浊度降低,意味着水中各种非溶解性物质和微生物都得到了有效去除,同时考虑到管网条件,应尽量降低出厂水浑浊度以保障用户龙头水安全。在《标准》实施前,江苏省水厂出厂水耗氧量和浑浊度虽然能满足国标要求,但对照省出厂水标准的合格率分别仅为 80.5% 和 88.9%;《标准》实施一年多以来,出厂水耗氧量和浑浊度合格率分别提高 9.6 个百分点和 8.6 个百分点,达到 90.1% 和 97.5%。在龙头水水质方面,《标准》实施后浑浊度的省标合格率由 75.4% 上升至 92.9%,消毒剂余量合格率由 99.1% 上升至 99.4%,总体提升了用户龙头水水质安全。

## 5 结语

下一步,江苏省将加大《标准》和《规范》的实施

力度,继续探索深度处理工艺的选用和生产运行管理水平的提升等,在保障供水水质满足《标准》的基础上,进一步关注水厂抗生素、农药、全氟化合物等新型污染物的去除,实现供“合格水”向供“优质水”的转变,切实增强人民群众的获得感、幸福感和安全感。

## 参考文献:

- [1] 林国峰.《江苏省城市自来水厂关键水质指标控制标准》解读[J]. 净水技术, 2020, 39 (4): 1-5.  
LIN Guofeng. Interpretation of *The Control Standards of the Key Water Quality Parameters for Urban Water Treatment Plants in Jiangsu Province* [J]. *Water Purification Technology*, 2020, 39 (4): 1-5 (in Chinese).
- [2] 江苏省城镇供水安全保障中心. 江苏省城市自来水厂关键水质指标控制标准: DB 32/T 3701—2019 [S]. 南京:江苏凤凰科学技术出版社, 2019: 4-6.  
Security Support Center for Urban Water Supply of Jiangsu Province. *The Control Standards of the Key Water Quality Parameters for Urban Water Treatment Plants in Jiangsu Province: DB 32/T 3701—2019* [S]. Nanjing: Jiangsu Phoenix Science and Technology Press, 2019: 4-6 (in Chinese).
- [3] 江苏省城镇供水排水协会. 城乡统筹区域供水企业水质检测能力建设技术规范: T/JSWA 002—2020 [S]. 南京:江苏省城镇供水排水协会, 2020: 2-4.  
Jiangsu Urban Water Supply and Drainage Association. *Technical Specification for Water Quality Detection Capacity Building of Water Supply Enterprises in Urban and Rural Areas: T/JSWA 002—2020* [S]. Nanjing: Jiangsu Urban Water Supply and Drainage Association, 2020: 2-4 (in Chinese).

作者简介:郭杨(1982—),女,湖南新晃人,博士,正高级工程师,研究方向为城镇供水。

E-mail:66827809@qq.com

收稿日期:2021-07-15

修回日期:2021-08-06

(编辑:丁彩娟)