

DOI: 10. 19853/j. zgjsps. 1000-4602. 2025. 08. 002

《含藻水给水处理技术规程》主要内容解析

刘海燕, 邹磊, 雷培树, 万年红, 章诗璐

(中国市政工程中南设计研究总院有限公司, 湖北 武汉 430010)

摘要: 我国饮用水水源有相当部分取自水库或湖泊, 水源水中一般都含藻, 而含藻水给水处理属于特殊水质处理的范畴, 为此根据国内外含藻水的处理研究及实践经验制订了《含藻水给水处理技术规程》(T/CECA 20012—2021)。介绍了该规程的编制过程及主要内容, 提出含藻水给水处理应根据水源水特征选用预处理、常规处理、深度处理各工艺单元的组合, 结合原水水质状况, 参考类似工程经验或通过试验, 经技术经济比较后确定工艺流程及构筑物的选型, 并选取适当的设计参数。该规程对于提高除藻效率以及饮用水水质, 尤其是对水源水藻含量突然变化的应急处理, 保障安全供水及饮水水质有积极意义。

关键词: 含藻水; 给水处理; 技术规程

中图分类号: TU991 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2025)08-0005-04

Analysis of Key Contents in *Technical Specification for Algae Water Treatment*

LIU Hai-yan, ZOU Lei, LEI Pei-shu, WAN Nian-hong, ZHANG Shi-lu

(Central & Southern China Municipal Engineering Design and Research Institute Co. Ltd., Wuhan 430010, China)

Abstract: A significant portion of China's drinking water sources are derived from reservoirs or lakes, and the source water often contains algae, and the algae water treatment is classified as special water quality treatment. Based on extensive research and practice both domestically and internationally, the *Technical Specification for Algae Water Treatment* (T/CECA 20012–2021) has been formulated. This article primarily outlines the compilation process and key contents of the technical specification. The combination of pretreatment, conventional treatment and advanced treatment should be selected according to the characteristics of source water. The technological process and structure type should be determined by raw water quality, referencing to similar engineering experience or experiment results, and appropriate design parameters should be chosen by technical and economic comparison. The establishment of this technical specification marks a significant and positive impacting on the efficiency of algae removal and drinking water quality. It is particularly crucial for emergency responses to sudden changes in algae content in source water, thereby ensuring the safety of water supply and drinking water quality.

Key words: algae water; water supply treatment; technical specification

基金项目: 住房和城乡建设部科技计划项目(2020-K-049)

通信作者: 邹磊 E-mail: zoulei@citic.com

1 规程编制概述

我国饮用水水源有相当部分取自水库或湖泊,水源水中一般都含藻。此外,在流速较低的江河水中,藻类也时有出现。而含藻水的处理属于特殊水质处理的范畴,现有含藻水处理方面的标准主要是《含藻水给水处理设计规范》(CJJ 32—2011),该规范仅适用于含藻水的给水处理工程设计^[1],未包含施工、运行、维护等方面。为更好地规范含藻水给水处理工程设计、施工、运行管理,促进含藻水给水处理技术的发展和进步,编制含藻水处理技术方面的规程十分必要。

根据中国勘察设计协会水系统工程与技术分会《关于印发2019年第一批中国勘察设计协会团体标准制修订及相关工作计划的通知》(中设协字[2019]101号),中国市政工程中南设计研究总院有限公司负责《含藻水给水处理技术规程》的编制,编制工作包括前期启动、征求意见稿、送审稿、报批稿等阶段。

① 征求意见稿阶段

在广泛调研及试验验证的基础上,2020年5月26日以线上会议形式召开征求意见稿审查会,由专家组讨论形成专家意见,修改后于2020年7月形成征求意见稿,并同步开展网上公开征求意见和定向征求意见工作。截至2020年11月,共收到25家单位30位专家的意见243条。

② 送审稿阶段

在征求意见稿的基础上,进行了进一步的调整、修改和完善,完成送审稿;2020年12月17日在武汉召开送审稿审查会,审查组由7位知名专家组成,专家组充分肯定了编制组的编制工作,一致同意通过审查。

③ 报批稿阶段

2020年12月起,结合送审稿专家组审查意见,对标准文件做了进一步修改完善,完成报批稿,报送中国勘察设计协会。中国勘察设计协会以中设协字[2021]86号文批准颁布,2021年10月1日正式施行《含藻水给水处理技术规程》(T/CECA 20012—2012,以下简称《规程》)。

2 编制原则

在《规程》编制过程中,按照安全性、经济性、全面性、一致性、科学性、可操作性、规范性等原则的

要求,以国内外生产实践和技术发展现状为基础,遵照以下基本原则进行规程的编制。

① 认真贯彻执行国家有关法规、规范和标准的规定,以及国家有关技术经济政策和行业发展方针。

② 合理利用国家资源,节约能源和土地,推进技术进步,注重经济效益和投资效益。

③ 从我国国情出发,以已有的生产实践经验为基础,适当考虑生产建设和科学技术发展的需要,使规程的编制切实符合我国的国情,同时又适应国内外科学技术的发展。

④ 广泛征求意见,并进行认真细致的分析研究,做到技术先进、经济合理、安全适用、保证质量。

3 主要内容

3.1 基本规定

《规程》对含藻水给水处理的水源、工艺流程选择原则、工艺、涉水设备和材料的卫生要求进行了规定。目前,国家现行地表水环境质量标准中尚无规定藻类数量的限值,但含藻水给水处理的水源水质的其他项目应符合饮用水水源水质的相关规定。给水处理技术中所指的含藻水主要针对常规水处理工艺,重点应是对水处理工艺的影响或者常规处理后出水水质不能达到饮用水水质标准要求的含藻水水源^[2]。因此应结合原水水质状况,参考类似工程经验或通过试验,经技术经济比较确定工艺流程及构筑物的选型,并选取适当的设计参数。在含藻水处理中,应根据水源水特征选用预处理、常规处理、深度处理各工艺单元的组合。含藻水处理中涉水设备、所用药剂、与水接触的材料应符合现行国家标准中的卫生要求。

3.2 取水口选择

《规程》对取水口位置的选择、湖库取水的规定、取水口上缘淹没深度的设定、取水口下缘与湖泊的距离、水库底高度、取水口拦藻措施进行了说明,并提出宜在取水口设置与藻类相关水质项目的在线监测设施。

在确定水厂取水口位置时,应对水源的水文特征、湖底或库底地质及底泥、浮游生物及漂浮生物、长年主导风向、河流入湖(库)口、排水口等进行全面的调查和分析论证,确保所取原水的藻含量较低,水质较好。

水体分层会加速藻类的繁殖生长^[3],水体中藻类大多分布在水深 20 m 范围内,如蓝藻、绿藻在最上层,硅藻多分布于深层。为了防止在水流和风的作用下藻类对取水口的影响,可设置水面上的拦截措施。

表 1 国内部分水厂含藻水处理工艺流程

Tab.1 Process of algae water treatment in some domestic waterworks

水厂	水源	进水藻浓度/ (10 ⁴ 个·L ⁻¹)	设计规模/ (10 ⁴ m ³ ·d ⁻¹)	工艺流程
常州市金坛自来水公司第三水厂	湖泊水	5 ~ 1 300	10	低藻期:原水-预氯化-絮凝-气浮-过滤-活性炭滤池-超滤膜-消毒 高藻期:原水-高锰酸钾预氧化-粉末活性炭吸附(投加于原水输水管道)-絮凝-气浮-过滤-活性炭滤池-超滤膜-消毒
安徽省滁州市来安县新城供水有限责任公司	水库水	80	3	原水-混合-絮凝-气浮-过滤-消毒
无锡(南泉)中桥水厂	湖泊水	800 ~ 6 000	60	原水-预臭氧-接触氧化池-混合-絮凝-过滤-臭氧-活性炭滤池-超滤膜(15×10 ⁴ m ³ /d)-消毒
无锡(南泉)雪浪水厂	湖泊水	800 ~ 6 000	25	原水-预臭氧-接触氧化池-混合-絮凝-过滤-臭氧-活性炭滤池-消毒
无锡锡东水厂	湖泊水	400 ~ 10 000	60	原水-预臭氧-接触氧化池-混合-絮凝-过滤-臭氧-活性炭滤池-消毒
广西北海北郊水厂	水库水	3 000 ~ 12 000	15	原水-预臭氧-气浮-过滤-臭氧-活性炭滤池-消毒
珠海第四制水分公司乾务水厂	水库水	3 780	28	原水-预氯化-混合-絮凝-沉淀-过滤-消毒(12×10 ⁴ m ³ /d) 原水-预氯化-混合-絮凝-气浮-过滤-消毒(16×10 ⁴ m ³ /d)
珠海第一制水分公司唐家水厂	水库水	7 845	12	原水-预氯化-混合-絮凝-(气浮)沉淀-过滤-消毒
巢湖第三水厂	湖泊水	18 ~ 3 200	30	原水-预氧化-混合-絮凝-过滤-臭氧-活性炭滤池-消毒

化学预氧化药剂应根据原水水质、规模、净水工艺、运行成本等条件进行选择,通常采用氯、二氧化氯、高锰酸盐、臭氧等;投加点应设在水源厂(站)或水厂进水端,优先在水源厂(站)内投加药剂,条件具备时宜设预氧化反应池;预氧化药剂投加量应根据水源水质、净水工艺、预氧化目标以及水质安全等条件确定。用于去除有机微污染物、藻和控制嗅味的高锰酸钾投加量宜为 0.5 ~ 1.5 mg/L;投加次氯酸钠、二氧化氯等含氯氧化剂时一般按照有效氯确定,有效氯投加量宜为 1.0 ~ 1.5 mg/L;臭氧投加量宜为 0.5 ~ 1.0 mg/L。

原则上粉末活性炭投加点有 3 个:原水吸水井、混凝过程和滤池前端^[4]。粉末活性炭的投加点应尽可能前移,有条件时可在取水口投加,其投加量应根据国内外生产实践及试验资料确定。

生物接触氧化池的水力停留时间宜为 1.0 ~ 2.5 h,曝气的气水比宜为 1:1 ~ 2:1,宜采用穿孔管曝气,以保证较高的生物接触氧化效率,并维持运行稳定。

气浮池中接触室的上升流速应以其水流稳定、气泡对絮粒有足够的捕捉时间为准,宜为 10 ~ 20

3.3 工艺设计

《规程》确定了含藻水的主要处理工艺,包括预处理、混凝、沉淀(澄清)、气浮、过滤、臭氧氧化及其他工艺单元。目前,国内部分水厂含藻水处理流程见表 1。

mm/s,水力停留时间不小于 1 min;分离室液面负荷宜为 5.4 ~ 10 m³/(m²·h)。

滤池的滤料组成及滤速应根据进水水质、滤后水水质要求等因素,通过试验或参照相似条件下滤池的运行经验确定。采用均匀级配粗砂滤料时,石英砂粒径宜为 1.0 ~ 1.3 mm,不均匀系数 $K_{60} \leq 1.6$,厚度为 1 200 ~ 1 600 mm。采用双层滤料时,无烟煤粒径最小为 0.8 mm,最大为 1.8 mm,不均匀系数 $K_{80} < 1.8$,厚度为 450 mm;石英砂粒径最小为 0.5 mm,最大为 1.0 mm,不均匀系数 $K_{80} < 1.7$,厚度为 400 mm。

采用臭氧-生物活性炭深度处理工艺时,池型选择及主要设计参数应符合《室外给水设计标准》(GB 50013—2018),臭氧投加量、炭池接触时间或炭层厚度宜采用较高值。

当处理系统不设滤池直接进行膜处理时,宜采用较低的膜通量,系统设备配置应满足短周期物理冲洗的要求。

藻类不仅会增加水体浊度、色度和异味,还会因预处理破坏藻细胞而导致藻类有机物、藻毒素类物质、嗅味物质等的释放^[5]。此外,消毒处理中应关

注消毒副产物的控制问题,且在高藻期,排泥水和滤池冲洗水不宜直接回用。

3.4 施工和验收

《规程》对含藻水给水处理工程的施工和验收做出了规定,除应满足相关现行国家标准外,针对气浮工艺验收还应注意:溶气释放器产生的气泡直径应为 $20\sim 60\mu\text{m}$;溶气罐的溶气效率应不小于80%;溶气回流水的设备应满足设计参数范围的调控要求;气浮刮渣机械应运行可靠。

3.5 运行维护

《规程》对水厂的运行与管理内容做出了规定,例如:水厂应急处理、原水水质检测、在线监测及预警系统、出厂水水质检测项目和频率、药剂投加量和排泥频率调整、清理气浮池溶气罐、调整回流比、溶气罐工作压力、滤池运行控制原则、膜工艺的运行维护等。

4 结语

《含藻水给水处理技术规程》为首次编制,对提高除藻效率以及饮用水水质,尤其是对水源水藻含量突然变化的应急处理,保障安全供水及饮水水质有积极意义,同时能够避免在水质突发事件中水质突然恶化对经济及社会的影响。该规程紧密结合我国含藻水给水处理工程设计、施工、运行管理方面的实际情况,提供的参数全面、科学、合理,实用性和可操作性强,可满足我国含藻水给水处理工程设计、施工及运行管理的需求。

参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部标准定额研究所. 含藻水给水处理设计规范: CJJ 32—2011[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2011: 1.
Research Institute of Standards and Norms, Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Code for Design of Algae Water Treatment: CJJ 32—2011 [S].

Beijing: China Architecture & Building Press, 2011: 1 (in Chinese).

- [2] 李树苑, 隋军, 刘海燕, 等. 《含藻水给水处理设计规范》(CJJ 32—2011)主要内容解析[J]. 中国给水排水, 2013, 29(8): 1—4.

LI Shuyuan, SUI Jun, LIU Haiyan, et al. Analysis on main contents of Code for Design of Algae Water Treatment [J]. China Water & Wastewater, 2013, 29(8): 1—4 (in Chinese).

- [3] 彭芳, 黄廷林, 张延凤, 等. 水源水库中藻类生长及分布特征[J]. 供水技术, 2009, 3(1): 1—4.

PENG Fang, HUANG Tinglin, ZHANG Yanfeng, et al. Character of algae variety and distribution of source water [J]. Water Technology, 2009, 3(1): 1—4 (in Chinese).

- [4] 车腾腾, 孔静. 给水处理过程中粉末活性炭投加点选择的研究进展[J]. 四川化工, 2010, 13(2): 47—49.

CHE Tengting, KONG Jing. Study on the dosage point of the powdered activated carbon for water treatment process [J]. Sichuan Chemical Industry, 2010, 13(2): 47—49 (in Chinese).

- [5] 闫雨薇, 翟洪艳, 王雪娇. 臭氧/氯消毒中藻类有机物生成消毒副产物的特征[J]. 中国给水排水, 2020, 36(5): 7—13.

YAN Yuwei, ZHAI Hongyan, WANG Xuejiao. Formation characteristics of disinfection by-products from algal organic matter in ozonation/chlorine disinfection [J]. China Water & Wastewater, 2020, 36(5): 7—13 (in Chinese).

作者简介: 刘海燕(1971—), 女, 湖北武穴人, 硕士, 教授级高工, 科研院总工程师, 主要从事饮用水处理和污水处理技术的研究与工程设计工作。

E-mail: 591698109@qq.com

收稿日期: 2023-08-24

修回日期: 2024-03-04

(编辑: 丁彩娟)