



T/CECS 110—2024

中国工程建设标准化协会标准

低温低浊水给水处理 设计标准

Standard for design of water supply treatment of
low temperature and turbidity water

中国计划出版社

中国工程建设标准化协会标准

低温低浊水给水处理
设计标准

Standard for design of water supply treatment of
low temperature and turbidity water

T/CECS 110—2024

主编单位：中国市政工程东北设计研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 2 4 年 9 月 1 日

中国计划出版社

2024 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第 1968 号

关于发布《低温低浊水给水处理 设计标准》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2014 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2014〕070 号)的要求,由中国市政工程东北设计研究总院有限公司等单位编制的《低温低浊水给水处理设计标准》,经协会城市给水排水专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 110—2024,自 2024 年 9 月 1 日起施行。原《低温低浊水给水处理设计规程》CECS 110:2000 同时废止。

中国工程建设标准化协会
二〇二四年四月八日

前 言

《低温低浊水给水处理设计标准》(以下简称标准)是根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2014 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2014〕070 号)的要求进行编制。标准编制组经深入调查研究,认真总结实践经验,参考国内外先进标准,并在广泛征求意见的基础上,修订本标准。

本标准共 8 章,主要内容包括:总则、术语、基本规定、药剂选择、预处理、常规处理、深度处理、排泥水处理。

本标准是对《低温低浊水给水处理设计规程》CECS 110:2000 的修订。

本次修订内容主要包括:

1. 对原规程的文件结构进行了全面调整;
2. 总结原规程发布以来我国在该技术领域发展的新技术及水厂运行中总结的新经验,对水处理系统设计的相关内容进行调整,并增加了预处理、深度处理等章节以及排泥水处理与消毒等内容。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利,本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会城市给水排水专业委员会归口管理,由中国市政工程东北设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中,如有意见或建议,请反馈给中国市政工程东北设计研究总院有限公司(地址:吉林省长春市工农大路 618 号,邮编:130021,邮箱:178605754@qq.com)。

主 编 单 位: 中国市政工程东北设计研究总院有限公司

参 编 单 位: 上海勘测设计研究院有限公司

江苏达格水务有限公司
中国市政工程中南设计研究总院有限公司
哈尔滨工业大学
北京市市政工程设计研究总院有限公司
哈尔滨供水集团有限责任公司
吉林市兄弟环境工程有限责任公司

主要起草人：杨 红 曾光荣 孙海燕 袁 琳 张修奎
张富国 张 勇 马 军 赵庆良 许铁夫
张定昌 于德强 杨 力 丁南华 刘海臣
刘海燕 吕宝绮 黄 璜 李菁菁 杨 光
孙志忠 姜 旭 王洪刚 尹圣志 张宇萌
主要审查人：王如华 尹 军 张文华 马小蕾 熊应水
王铁民 王鹤立

目 次

1	总 则	(1)
2	术 语	(2)
3	基本规定	(4)
4	药剂选择	(6)
5	预处理	(8)
5.1	一般规定	(8)
5.2	化学预氧化	(8)
5.3	粉末活性炭吸附	(9)
6	常规处理	(10)
6.1	一般规定	(10)
6.2	混合	(10)
6.3	絮凝、沉淀/气浮	(10)
6.4	过滤	(13)
6.5	消毒	(14)
7	深度处理	(15)
7.1	一般规定	(15)
7.2	臭氧氧化	(15)
7.3	活性炭吸附	(15)
7.4	膜过滤	(16)
8	排泥水处理	(17)
	用词说明	(18)
	引用标准名录	(19)
	附:条文说明	(21)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(4)
4	Chemicals	(6)
5	Pretreatment	(8)
5.1	General requirements	(8)
5.2	Chemical pre-oxidation	(8)
5.3	Powdered activated carbon adsorption	(9)
6	Conventional treatment	(10)
6.1	General requirements	(10)
6.2	Mixing	(10)
6.3	Flocculation, sedimentation/flotation	(10)
6.4	Filtration	(13)
6.5	Disinfection	(14)
7	Advanced treatment	(15)
7.1	General requirements	(15)
7.2	Ozonation	(15)
7.3	Activated carbon adsorption	(15)
7.4	Membrane filtration	(16)
8	Waste residuals treatment	(17)
	Explanation of wording	(18)
	List of quoted standards	(19)
	Addition: Explanation of provisions	(21)

1 总 则

1.0.1 为规范低温低浊水给水处理工程设计,保障供水水质安全,做到安全可靠、技术先进、经济合理,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于原水以低温低浊为典型特征的新建、扩建或改建给水处理工程的设计。

1.0.3 低温低浊水给水处理工程的设计除应符合本标准外,尚应符合国家现行相关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 低温低浊水 low temperature and turbidity water
水温在 4℃ 以下、浊度在 15NTU 以下的地表水。

2.0.2 助凝剂 coagulant aid
为改善絮凝效果所投加的辅助药剂。

2.0.3 助滤剂 filtration aid
直接过滤中采用的可改善滤料表面化学特性、增加水中悬浮颗粒与滤料的有效碰撞概率、提高滤料截污能力的高分子物质。

2.0.4 活化时间 active time
硅酸钠溶液加酸后,析出大量 SiO_2 单体,并开始聚合,逐渐生成具有良好净水效能的中间产物(聚硅酸-活化硅酸)所经历的时间。

2.0.5 剩余碱度 residual alkalinity
硅酸钠溶液加酸活化后所剩余的碱度。硅酸钠溶液具有较高的碱度,当加酸活化时,在不断析出 SiO_2 的同时,原有碱度因不断被中和而下降,但在酸量不过量的情况下最终还会残余一部分碱度。

2.0.6 浮沉池 floatation-sedimentation tank
兼有气浮池和斜板(管)沉淀池双重功能的综合净水构筑物,可分别按沉淀或气浮工况运行。

2.0.7 高速澄清池 high rates clarifier
采用机械混合、沉淀区设斜管、设有外部泥渣回流系统,且需同时投加混凝剂与助凝剂的新型澄清池,其澄清区液面负荷通常是普通澄清池的 5~10 倍。

2.0.8 泥渣回流 sludge recycle

通过将水厂反冲洗水废水或少量沉淀排泥水回流至进厂原水中,以增加原水颗粒物浓度、提供新的絮核、增大微粒碰撞概率、改善絮凝条件和提高絮凝效果的工艺技术措施。

2.0.9 上向流活性炭吸附池 upflow activated carbon adsorption tank

待滤水从活性炭滤料下部进入,滤后水从活性炭滤料上部流出,采用气水分别反冲洗或单水反洗方式的活性炭吸附池。

2.0.10 微絮凝过滤 microflocculating filtration

在原水中加入混凝剂和助滤剂并快速混合后的直接过滤方式。

2.0.11 微污染水 micro-polluted water

集中式生活饮用水地表水源水质受到以有机物、氨氮为主的轻度污染时,在采用预处理、强化常规处理、深度处理等单独或组合工艺处理后,出水能够达到生活饮用水卫生标准水质要求的原水。

2.0.12 臭氧-超滤膜工艺 ozone oxidation-ultrafiltration membrane process

由碟片式膜格栅预过滤、压力式臭氧混合、臭氧快速氧化、耐氧化压力超滤膜过滤耦合臭氧微泡膜清洗与消毒组合而成的净水工艺。

3 基本规定

3.0.1 工艺流程及工艺参数的选择,应根据水量、水质、水温等条件,通过试验或参照相似条件下已有水厂的运行经验,并经技术经济比较后确定。

3.0.2 在原水无污染的条件下,根据不同水质情况,宜选用下列处理工艺流程:

1 原水常年浊度高于 30NTU,且冬季出现低温低浊水质时,处理工艺宜采用原水→混合→絮凝→沉淀/澄清→过滤→消毒;

2 原水常年浊度低于 30NTU,雨季内出现高浊水质,且存在藻类时,处理工艺宜采用原水→混合→絮凝→浮沉/沉淀-气浮→过滤→消毒;

3 原水为湖库水,常年浊度低于 30NTU,且存在藻类时,处理工艺宜采用原水→混合→絮凝→气浮→过滤→消毒;

4 原水为湖库水,常年浊度低于 15NTU 时,处理工艺宜采用原水→混合→絮凝→过滤→消毒;

5 原水常年浊度小于 10NTU 时,处理工艺宜采用原水→微絮凝过滤/超滤→消毒。

3.0.3 当原水有机物、氨氮、色度、嗅和味超过国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838—2002 中Ⅲ类的相关要求时,应结合原水浊度,选用下列预处理、常规处理和深度处理组合工艺:

1 原水→预氧化→混凝沉淀→过滤→臭氧活性炭→消毒;

2 原水→预氧化→混凝沉淀→臭氧活性炭→砂滤/超滤→消毒;

3 原水→预氧化→絮凝沉淀/微絮凝过滤/直接过滤→臭氧氧化→超滤→消毒;

4 臭氧-超滤膜工艺→消毒。

3.0.4 采用含藻水作为水源时,处理工艺应符合现行行业标准《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32 的有关规定。

3.0.5 低温低浊水给水处理的水质检测,应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 的有关规定。

3.0.6 用于生活饮用水处理的药剂及材料应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的有关规定。

3.0.7 严寒和寒冷地区低温低浊水处理构筑物宜设在室内;当必需设在室外时,应采取防冻措施及防水面结冰措施。

3.0.8 低温低浊水处理过程中的药剂投加,应符合下列规定:

- 1 除投加混凝剂外,还应投加助凝剂;
- 2 直接过滤时,应投加助滤剂;
- 3 原水同时存在微污染时,宜投加预处理药剂。

3.0.9 排泥水的处理应根据低温低浊排泥水特征选择处理工艺及设备。

3.0.10 低温低浊水处理应设有应对水源突发污染的应急处理设施。

3.0.11 严寒和寒冷地区河流的取水口应设置在不受冰凌直接冲击的河段;当无法避免时,应采取排除冰凌的措施。

4 药剂选择

4.0.1 水处理药剂的选用及其用量应通过试验或参照相似水质条件下的水厂运行经验,并经技术经济比较后确定。

4.0.2 混凝剂宜选用聚合氯化铝、聚合氯化铁、聚合氯化铝铁、硫酸铝;助凝剂宜选用活化硅酸、聚丙烯酰胺和硅藻土;助滤剂宜选用活化硅酸。

4.0.3 混凝剂、助凝剂和助滤剂的投加比例宜通过试验或参照相似水质条件下的水厂运行经验确定。

4.0.4 当助凝剂采用聚丙烯酰胺时,宜采用一体化制备投加装置。

4.0.5 采用活化硅酸时可采用成品或现场配制,配制和使用应符合下列规定:

- 1 硅酸钠原液浓度(酸化前浓度)应控制在 1.5%~2.0%;
- 2 应根据原水水质,通过实验确定剩余碱度的最佳值(以 CaCO_3 计);
- 3 活化时间应为 1.5h~2.0h;
- 4 稀释倍数宜为 2 倍~4 倍;
- 5 配制好的活化硅酸(工作浓度)宜在 8h 之内使用完毕。

4.0.6 混凝剂、助凝剂和助滤剂投加应在线计量,并宜符合下列规定:

- 1 聚合氯化铝(按 Al_2O_3 计)投加浓度宜为 10%~11%;
 - 2 硫酸铝(按 Al_2O_3 计)投加浓度宜为 5%~15%;
 - 3 活化硅酸投加浓度宜为 0.5%;
 - 4 聚丙烯酰胺(阴离子型)投加浓度宜为 0.1%~0.2%。
- 4.0.7** 预氧化药剂应根据水源水质、处理规模、净水工艺、运行成

本及管理经验等因素,通过试验或按相似条件下的水厂运行经验确定。预氧化剂可采用臭氧、高锰酸钾、液氯/次氯酸钠、二氧化氯等。

5 预 处 理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 原水的色度及有机物、氨氮等污染物季节性超标时,应在常规处理前增加预处理。

5.1.2 预处理可采用化学预氧化、粉末活性炭吸附或联合处理工艺,不宜采用生物预处理工艺。

5.1.3 应控制预氧化药剂的投加量,生成的副产物应控制在现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 规定的范围内。

5.1.4 当水中存在挥发性臭味和其他污染物质,并采用预曝气处理时,宜符合现行行业标准《城镇给水微污染水预处理技术规程》CJJ/T 229 的相关规定。

5.1.5 预氧化剂投加系统的安全和防腐应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 及其他国家现行标准的相关规定。

5.2 化学预氧化

5.2.1 采用氯或二氧化氯时,宜在混凝投加点之前进行预氧化处理。预氧化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因素综合确定,并宜通过试验或按相似条件下的水厂运行经验确定。

5.2.2 采用高锰酸钾预氧化时,投加点宜设置在取水口,投加量不宜大于 1mg/L。当铁锰含量高时,可适当增加投加量,且与其他药剂投加间隔时间不应小于 3min。

5.2.3 采用臭氧预氧化时,应设置在混凝剂投加点之前,投加量宜为 0.5mg/L~1.0mg/L,接触时间宜为 3min~5min。采用催化臭氧预氧化时,投加量及接触时间可适当降低。

5.3 粉末活性炭吸附

5.3.1 粉末活性炭投加量应根据试验确定；无试验数据时，可按 $20\text{mg/L} \sim 50\text{mg/L}$ 投加。投加点宜设置在取水口，且粉末活性炭投加与其他药剂的间隔时间不应小于 15min 。

5.3.2 粉末活性炭的贮存、配制及投加应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 及其他国家现行标准的相关规定。

5.3.3 粉末活性炭投加管道宜采用耐腐蚀且无毒的给水用聚丙烯管(PP-R)、聚乙烯管(PE)、硬聚氯乙烯管(PVC-U)或工程塑料(ABS)等，流速宜为 $1.0\text{m/s} \sim 2.0\text{m/s}$ ，并应设置冲洗设施。

6 常规处理

6.1 一般规定

6.1.1 常规处理工艺流程应根据进水水质确定,可选择混合、絮凝、沉淀/气浮、过滤、消毒中的一种或几种技术组合,且应符合本标准第 3.0.2 和 3.0.3 条的有关规定。

6.1.2 低温低浊水处理的设计宜设置可分别超越絮凝池及沉淀池的设施。

6.1.3 采用平流沉淀池、斜管/板沉淀池时,宜设置泥渣回流系统。

6.2 混 合

6.2.1 混合方式可采用机械混合或水力混合;条件具备时,宜选用机械混合。

6.2.2 机械混合池应与絮凝沉淀池合建。

6.3 絮凝、沉淀/气浮

6.3.1 絮凝可采用机械絮凝、折板絮凝、网格絮凝等形式,絮凝时间不应小于 25min。

6.3.2 机械絮凝池宜在搅拌桨上设置不锈钢格网,格网孔径可选择 5mm~8mm。

6.3.3 沉淀可采用平流沉淀池、斜管/板沉淀池、高速澄清池、浮沉池和机械搅拌澄清池等形式,也可采用斜板沉淀池与气浮池联用。

6.3.4 平流沉淀池的设计应符合下列规定:

- 1 平流沉淀池的沉淀时间宜采用 2.5h~4.0h;

2 平流沉淀池的设计水平流速宜采用 $6\text{mm/s} \sim 10\text{mm/s}$ 。

6.3.5 高速澄清池的设计应符合下列规定：

1 高速澄清池的表面水力负荷宜采用 $9\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 15\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；

2 斜管管径宜为 $30\text{mm} \sim 50\text{mm}$ ，斜长宜为 $0.6\text{m} \sim 1.0\text{m}$ ，倾角应为 60° ；

3 清水区保护高度不宜小于 1.2m ，底部配水区高度不宜小于 1.5m ；

4 污泥回流量宜采用进水量的 5% 。

6.3.6 上向流斜管沉淀池的设计应符合下列规定：

1 斜管沉淀池沉淀区表面水力负荷应按相似条件下的运行经验确定，宜采用 $2.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 5.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；

2 斜管管径宜为 $25\text{mm} \sim 35\text{mm}$ ，斜长宜为 1.0m ，倾角应为 60° ；

3 清水区保护高度不宜小于 1.2m ，底部配水区高度不宜小于 1.5m 。

6.3.7 侧向流斜板沉淀池的设计应符合下列规定：

1 沉淀区的颗粒沉降速度宜采用 $0.1\text{mm/s} \sim 0.25\text{mm/s}$ ；

2 沉淀区的水平流速，宜采用 $6\text{mm/s} \sim 10\text{mm/s}$ ；

3 表面水力负荷可采用 $3.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 6.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

6.3.8 小间距斜板沉淀池的设计应符合下列规定：

1 清水区上升流速宜采用 $1.0\text{mm/s} \sim 1.5\text{mm/s}$ ；

2 斜板板距宜采用 $25\text{mm} \sim 50\text{mm}$ ，斜长宜采用为 $1.0\text{m} \sim 1.5\text{m}$ ，倾斜角度宜采用 60° 。

6.3.9 侧向流长斜板沉淀池的设计应符合下列规定：

1 水平流速应为 $6\text{mm/s} \sim 10\text{mm/s}$ ，表面水力负荷应为 $4\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 8\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；

2 斜板间距应为 $30\text{mm} \sim 100\text{mm}$ ，安装角度应为 $55^\circ \sim 65^\circ$ ；

3 斜板长应为 $1.5\text{m} \sim 5.0\text{m}$ ，厚度应为 $1\text{mm} \sim 2\text{mm}$ ；

4 集泥区高度不应小于 1.5m。

6.3.10 侧旋流排泥平流斜板沉淀池的设计应符合下列规定：

1 沉淀池由上至下以一定间距可设置多层斜板，斜板与水平面倾斜角度为 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，斜板间距 40mm $\sim$ 100mm；

2 沉淀池水平流速宜采用 5mm/s $\sim$ 15mm/s；沉淀时间宜为 0.5h $\sim$ 2h；

3 沉淀池水深宜为 3.0m $\sim$ 3.5m；

4 进水区、出水区宜设置穿孔花墙，且进水穿孔花墙、出水穿孔花墙与斜板布置区距离应在 300mm 以上。

6.3.11 浮沉池的设计应符合下列规定：

1 浮沉池水力设计布置上应使其既可进行独立的气浮运行，也可进行独立的沉淀运行；

2 浮沉池池体结构、设计参数及设备配置，应同时满足气浮池和沉淀池的要求；

3 当设计规模不大于 2 万 m^3/d 时，宜采用上向流斜管浮沉池；当规模大于 2 万 m^3/d 时，宜采用侧向流斜板浮沉池；

4 浮沉池池长不宜大于 15m，单格宽度不宜大于 10m，有效水深不宜大于 3.0m；

5 接触室上升流速宜为 10mm/s $\sim$ 20mm/s；

6 斜板(管)沉淀区表面水力负荷宜为 $7.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 9.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；

7 溶气压力宜为 0.30MPa $\sim$ 0.35MPa，回流比宜为 7% $\sim$ 10%；

8 设计规模不大于 5 万 m^3/d 时，宜采用穿孔管或多斗式排泥方式；当大于 5 万 m^3/d 时，宜采用侧向机械刮泥。

6.3.12 斜板沉淀池与气浮池联用的设计应符合下列规定：

1 沉淀池宜与气浮池合建；

2 应根据水质特征按高负荷工况选取设计参数；

3 气浮池可选用传统气浮池或高负荷气浮池，设计参数应符

合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 及其他国家现行标准的相关规定。

6.3.13 机械搅拌澄清池的设计应符合下列规定：

- 1 澄清池斜管沉淀区表面水力负荷宜采用 $2\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 3\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ；
- 2 斜管管径宜为 30mm~35mm；
- 3 水在池中的总停留时间宜为 55min~75min；第一和第二絮凝反应室的总停留时间宜控制在 15min~30min。
- 4 澄清池泥渣回流量应为设计水量的 3%~5%；
- 5 絮凝区提升循环的水量应可调节，宜为设计进水流量的 5 倍~10 倍。

6.3.14 高速澄清池的设计应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 的有关规定。斜管沉淀区表面水力负荷宜采用 $12\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 16\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

6.4 过 滤

6.4.1 滤池的滤速及滤料组成，可根据需要按表 6.4.1 的有关规定选用。

表 6.4.1 滤池的滤速及滤料组成

类别	滤料组成			正常滤速 (m/h)	强制滤速 (m/h)
	粒径(mm)	均匀系数	厚度(mm)		
单层石英砂 滤料滤池	$d_{10}=0.55$	$K_{80}<2.0$	800~1200	5.5~7.0	6.0~8.0
双层滤料滤池	无烟煤 $d_{10}=0.85$	$K_{80}<2.0$	500	6.0~8.0	7.0~9.0
	石英砂 $d_{10}=0.55$	$K_{80}<2.0$	500		
均质石英砂 滤料滤池	$d_{10}=0.9 \sim 1.2$	$K_{60}<1.6$	1200~1500	6.0~8.5	7.0~9.0

注：采用微絮凝过滤时，滤速宜采用表中下限值。

6.4.2 滤池设计宜选用气水联合冲洗,气水反冲应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 的有关规定。

6.4.3 水冲洗滤池的冲洗强度及冲洗时间,宜按表 6.4.3 的有关规定选取。

表 6.4.3 滤池的冲洗强度及冲洗时间

类别	冲洗强度 [L/(m ² ·s)]	冲洗时间 (min)	膨胀率 (%)
单层细砂级配滤料	14~15	6~8	45
双层煤、砂级配滤料	15~16	7~8	50

注:若设有表面冲洗,可采用表中下限值。表面冲洗强度可采用 2.5L/(m²·s)~3.5L/(m²·s),冲洗时间宜为 4min~5min。

6.4.4 低温低浊期滤池的反冲洗周期应根据出水浊度要求进行调整,并应符合下列规定:

- 1 单层细砂级配滤料时,宜采用 24h~36h;
- 2 当为粗砂均匀级配滤料时,冲洗周期宜采用 24h~48h。

6.5 消毒

6.5.1 消毒剂的最大设计投加量应考虑低温因素对消毒效果的影响,投加量宜通过试验确定,无试验条件时,前加氯宜为 1.0mg/L~2.0mg/L,后加氯宜为 0.5mg/L~1.0mg/L。

6.5.2 采用地表水为水源时,消毒剂的投加宜采用多点投加方式。

7 深度处理

7.1 一般规定

7.1.1 当水源存在微污染,且预处理和常规处理不能有效去除时,应进行深度处理。

7.1.2 深度处理工艺应根据原水水质的情况选择臭氧氧化、活性炭吸附、生物降解、膜过滤及其组合工艺。

7.2 臭氧氧化

7.2.1 臭氧投加量宜根据待处理水的水质状况并结合试验结果确定,也可按相似水质条件下的经验选用;当无试验及参照条件时,宜为 $1.0\text{mg/L}\sim 3.0\text{mg/L}$ 。

7.2.2 臭氧接触池的接触时间,宜根据不同的目的和待处理水的水质情况,通过试验确定,也可按相似水质条件下的运行经验选用,当无试验条件及参照条件时,接触时间宜为 $8\text{min}\sim 16\text{min}$,其中第一段接触室的接触时间宜为 $3\text{min}\sim 6\text{min}$ 。

7.3 活性炭吸附

7.3.1 活性炭吸附池可采用下向流活性炭吸附池或上向流活性炭吸附池。

7.3.2 下向流活性炭吸附池,处理水与炭床的空床接触时间宜通过试验确定,也可按相似条件下的运行经验确定;无试验条件及参照条件时,应符合下列规定:

- 1 接触时间宜为 $10\text{min}\sim 20\text{min}$;
- 2 空床流速宜为 $7\text{m/h}\sim 10\text{m/h}$;
- 3 活性炭吸附池冲洗周期宜为 $3\text{d}\sim 7\text{d}$ 。

7.3.3 上向流活性炭吸附池,处理水与炭床的空床接触时间宜通过试验确定,也可按相似条件下的运行经验确定;无试验条件及参照条件时,应符合下列规定:

- 1 接触时间宜为 10min~15min;
- 2 空床流速宜为 10m/h~12m/h;
- 3 活性炭吸附池冲洗周期宜为 7d~15d。

7.4 膜 过 滤

7.4.1 膜过滤系统的设计水温应根据水源低温的时间分布特点确定。膜处理系统的最低设计水温不应低于 2℃。

7.4.2 膜过滤系统的水回收率不应小于 90%。

7.4.3 压力式膜过滤膜通量不宜大于 $60\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,浸没式膜过滤膜通量不宜大于 $30\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

8 排泥水处理

8.0.1 排泥水处理工艺应保证低温低浊水时段的处理效果,且应保证其他季节的有效处理。

8.0.2 排泥水浓缩应结合不同的条件和要求采用重力浓缩、离心浓缩或气浮浓缩。

8.0.3 重力浓缩和离心浓缩应按现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 的相关规定执行。

8.0.4 气浮浓缩的设计应符合下列规定:

1 气浮浓缩池的固体通量、表面水力负荷宜通过试验确定。当无试验数据时,气浮浓缩池的固体通量可为 $1.0\text{kg 干固体}/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 4.0\text{kg 干固体}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,表面水力负荷可为 $2.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 4.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$;

2 溶气罐的压力及回流比宜根据气浮试验情况确定;当无试验数据时,溶气压力可为 $0.3\text{MPa} \sim 0.7\text{MPa}$,回流比可为 $40\% \sim 100\%$ 。

8.0.5 反冲洗回收水及浓缩后上清液回用到净水厂进水端时应符合下列规定:

1 低浊期回收水的瞬时流量宜控制在进水总量的 $5\% \sim 10\%$;

2 采用微污染水或含藻水为水源的排泥水不应直接回用;

3 贾第虫和隐孢子虫等原生动物超标时,不应回用。

用词说明

为便于在执行本标准条款时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;
- 2 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;
- 3 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;
- 4 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

引用标准名录

本标准引用下列标准。其中,注日期的,仅对该日期对应的版本适用本标准;不注日期的,其最新版适用于本标准。

《室外给水设计标准》GB 50013

《地表水环境质量标准》GB 3838—2002

《生活饮用水卫生标准》GB 5749

《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219

《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32

《城镇给水微污染水预处理技术规程》CJJ/T 229

中国工程建设标准化协会标准

低温低浊水给水处理
设计标准

T/CECS 110—2024

条文说明

修 订 说 明

本标准是在《低温低浊水给水处理设计规程》CECS 110:2000的基础上修订而成。

本标准修订过程中,编制组进行了低温低浊水给水处理厂现状运行情况的深入调查,认真总结国内外低温低浊水处理的运行经验,同时参考了国际、国内相关技术标准,通过对低温低浊水给水处理厂实际运行中存在的低温药剂投加量大、絮凝时间不足,低浊沉淀池沉淀效果不佳、滤池出水浊度不达标等多问题进行了深入的研究,取得了阶段性成果。

本标准修订的原则是“安全可靠、技术合理、经济适用”,力求可操作性强,对低温低浊水给水处理厂、污水深度处理及再生水处理工程的设计提供技术指导。

为便于广大技术和管理人员在使用本标准时能正确理解和执行条款规定,《低温低浊水给水处理设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

本标准所替代的历次版本为:

——《低温低浊水给水处理设计规程》CECS 110:2000

主编单位:中国市政工程东北设计研究院

参编单位:吉林市自来水公司

主要起草人:陈树勤 穆瑞林 张 杰 陈立学 苏福文

李冬松 魏文章

目 次

1	总 则	(27)
3	基本规定	(28)
4	药剂选择	(35)
5	预处理	(39)
5.1	一般规定	(39)
5.2	化学预氧化	(39)
5.3	粉末活性炭吸附	(40)
6	常规处理	(42)
6.1	一般规定	(42)
6.2	混合	(42)
6.3	絮凝、沉淀/气浮	(43)
6.4	过滤	(48)
6.5	消毒	(49)
7	深度处理	(51)
7.1	一般规定	(51)
7.2	臭氧氧化	(51)
7.3	活性炭吸附	(51)
7.4	膜过滤	(52)
8	排泥水处理	(53)
附:	参考文献	(55)

1 总 则

1.0.3 本标准是针对低温低浊水水处理的特点编写的,在国家现行标准《室外给水设计标准》GB 50013、《城市给水工程项目规范》GB 55026、《地表水环境质量标准》GB 3838、《生活饮用水卫生标准》GB 5749、《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 及《含藻水给水处理设计规范》CJJ 32、《高浊度给水设计规范》CJJ 40 中已经规定的内容,除非需要强调,本标准不再赘述。因此在设计中除执行本标准规定外,还应符合国家现行有关标准和规范的规定。

3 基本规定

3.0.1 工艺处理的参数要结合工艺目标,综合各种因素合理确定。当水质出现微污染时,低温低浊水在不同地域、水质条件下表现出不同的特性,如预氧化剂的不同投加位置、投加顺序、投加量、接触时间等都将产生不同的处理效果,因此有条件时应通过小试或中试试验确定,以保证出水水质及降低运营成本。

微污染水源主要是指受到有机物、氮、磷污染的水源,其水质往往具有如下特点:

(1)氨氮浓度高。国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838—2002 中,对集中式生活饮用水水源的氨氮要求是小于 0.5mg/L,氨氮高说明水源已受到污染,并有恶化的趋势。哈尔滨三水厂水源氨氮超过 1mg/L,锦凌水库甚至高达 2mg/L~3mg/L。

(2)COD、TOC 等指标高。这些表示有机物综合指标的数值越高说明水中有机物越多,污染越严重。例如,水源水的溶解氧一般大于 5mg/L,当受到有机物污染,溶解氧降低到 5mg/L 以下时,已不宜作为饮用水源;溶解氧小于 1mg/L 时,由于有机物分解,使水源水开始发臭;溶解氧为零时水质发黑发臭,不能作为水源。

(3)色度指标高。由于原水受到各种形式的污染,导致水源水色度较高。一般水源水色度在 30 度~40 度,微污染水有时达到 100 度,难以通过絮凝沉淀方法处理。出水残余色度较高,严重影响感官指标。

(4)藻类指标高。由于受自然条件及富营养化影响,许多地表水,特别是水库水,水体藻类繁殖旺盛,藻类数量大量增多,导致

给水处理絮凝及沉淀效果差,造成絮凝药耗增加,滤池堵塞,滤池反冲洗周期缩短,影响水厂正常供水。同时,腐蚀混凝土池壁,甚至产生藻毒素。

(5)水的致突变性(Ames 试验结果)呈阳性。水质良好的水源水,其 Ames 试验结果应呈阴性。由于出厂水通常采用加氯消毒,因此其致突变性经常高于原水。

3.0.2 在低温低浊水净水厂设计中,正确选择净水工艺至关重要。合理的净水工艺是水厂保证供水水质的关键,并与水厂的经济运行密切相关。

低温低浊水的黏度大,水中微粒尺寸小且粒径分布均匀,絮凝反应慢,生成的絮凝体(矾花)小而易沉降,是低温低浊水难以处理的主要原因。由于不同地域低温低浊水水质之间有较大差异,所以处理工艺差异也较大。根据我国各地区的水厂设计和运行经验总结得出的常规处理工艺组合,在应用中,应结合实际,通过试验及方案比较,确定科学合理的水处理工艺方案。

1 此种处理工艺与目前我国净水厂大多采用的混凝、沉淀/澄清、过滤和消毒的水处理工艺相似,有所不同的是当冬季原水低温低浊时增投助凝剂,工艺流程如图 1 所示。助凝剂与混凝剂的投加顺序宜通过试验或参照相似水质条件下的水厂运行经验确定。该工艺的净水构筑物可采用不同的型式。设计时应根据原水水质和用户对水质的要求,结合当地具体情况,如水厂规模、当地水厂运行经验、管理和技术水平及地质条件等,经过技术经济比较,选择合适的净水构筑物。在设计中宜设滤池反冲洗回收水池及回收水提升泵,将滤池反冲洗水回流至配水井(或原水水管内)。有关水厂实际运行情况表明,滤池反冲洗水回收,不但起到了泥渣回流、节约投药量的作用,并且减少了水厂的自用水量。

原水浊度变化较大的水厂絮凝沉淀池也可选择泥渣回流型的澄清池来代替絮凝沉淀池。

2 我国地域辽阔,各地气候多样,水质特征差异较大。以不

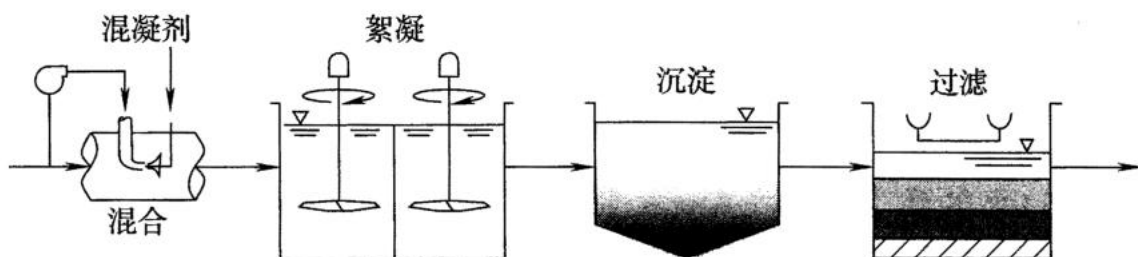


图1 工艺流程1

同水质的地表水作为饮用水源进行净化处理时,应针对水质变化情况来确定处理工艺,采取相应对策。

我国东北地区全年有四、五个月的时间处于寒冷季节,地表水低温低浊期长,但在雨季,江河水的浊度可高达几千度,初春冰雪融化时期,原水浊度虽然提高一些,但温度也很低,水质净化比较困难。

为了解决这一难题,中国市政工程东北设计研究总院有限公司研究出一种水处理构筑物——浮沉池。目前,在东北地区已有近10个水厂采用了这种处理工艺,工艺流程如图2所示。这种池型可以根据水质的变化,改变水处理工艺(或浮或沉)。也可采用沉淀和气浮池组合的形式,将气浮池设置在沉淀池后,以节省投药量。

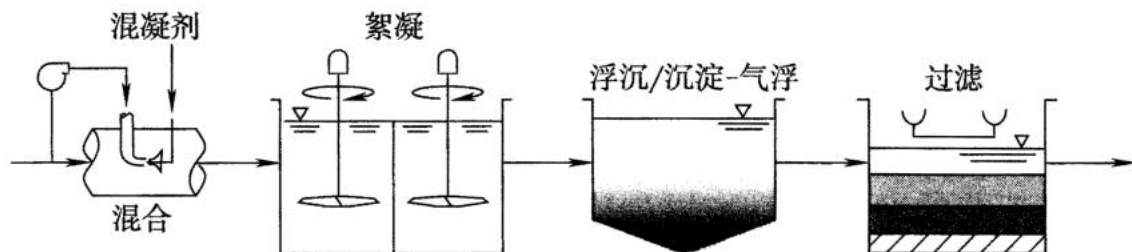


图2 工艺流程2

3 常年浊度较低的湖库水,并存在藻类的情况下,可以选用气浮池代替沉淀池,工艺流程如图3所示。

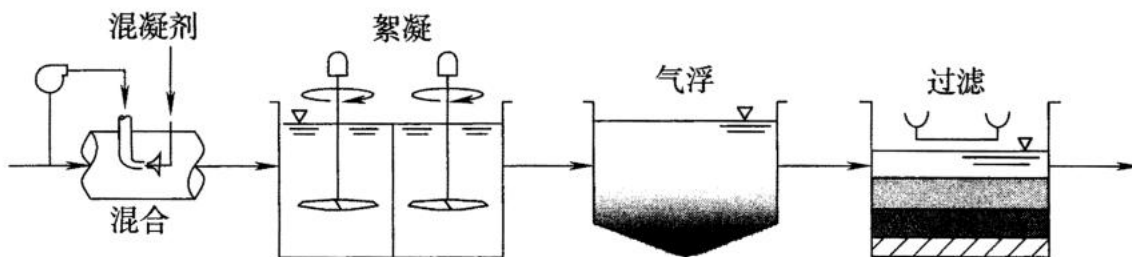


图3 工艺流程3

4 原水浊度小于 15NTU, 浊度变化小的地表水(湖和水库), 可采用原水→混合→絮凝→过滤→消毒后出水的处理工艺, 工艺流程如图 4 所示。

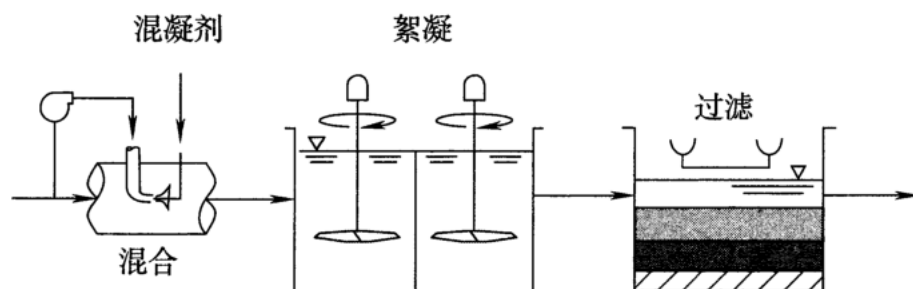


图 4 工艺流程 4

5 原水浊度小于 10NTU, 浊度变化小的地表水(湖和水库), 参考 MWH's *Water Treatment: Principles and Design (Third Edition)*, 可采用原水→微絮凝过滤→消毒后出水的处理工艺, 工艺流程如图 5 所示。微絮凝过滤工艺具有占地面积小, 造价低、药耗省、运转费用低等优点。

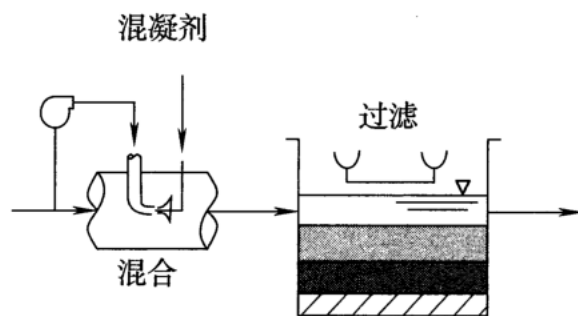


图 5 工艺流程 5

对于多数地区而言, 原水的水质是变化的, 建议设置超越系统, 根据原水水质的不同调整运行工艺, 使水处理系统运行更加灵活。如存在季节性原水浊度极低的情况下, 原水中除浊度和微生物指标外, 其他指标均满足现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求, 可以考虑设置超越系统, 原水直接进行微絮凝过滤处理+消毒工艺。

3.0.3 采用常规处理工艺无法实现水质净化目标的情况下, 应在常

规的处理工艺基础上,增加其他预处理和深度处理单元进行组合。

低温低浊微污染水除具有温度低、浊度低、水黏度大的特性外,还具有耗氧量低、碱度低等物理化学特性,而且水中微粒尺寸小且粒径分布均匀。因此,常规处理工艺,一般难以达到现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求,常需进行预处理或深度处理。本标准根据寒冷地区微污染水处理的实际调研情况及相关的研究成果,提出了不同工艺组合方案。因为各地区的水源情况不同,应在本标准提出的工艺方案基础上,结合工程实际,参考类似工程或通过试验确定合理的处理工艺流程,使处理工艺流程更科学合理,符合实际。

臭氧-超滤膜工艺 2016 年被国际水协 IWA 推荐为新型饮用水处理生态工艺技术,2017 年被住房城乡建设部列入水专项太湖饮用水处理重大科技专项,水利部办公厅办国科 2020 第 27 号文件已将此工艺颁布为饮用水成熟应用成果。其工艺特点是不需要添加水处理药剂,无化学污泥产生;超滤膜过滤能有效去除包括隐孢子虫、贾第鞭毛虫、细菌和病毒等在内的微生物,显著提高饮用水的微生物安全性;臭氧作为强氧化剂和消毒剂,可以氧化可溶性有机及无机污染物(THM 等三致前驱物,氰化物,农药残留物和铁锰),促进悬浮颗粒与胶体颗粒的絮凝,并提升出水感观指标(大幅降低色度,浊度和消除臭味)。2018 年国内首个落地项目天津逸仙园 3 万 m^3/d 饮用水厂,占地面积 1 000 m^2 ,建设周期 6 个月。运行费用 0.25 元/吨水~0.29 元/吨水。原水高锰酸盐指数 3.5 mg/L ~4.9 mg/L ,产水 1.6 mg/L ~2.8 mg/L 。跨膜压力(TMP)2m~3m,膜浓水中含 0.2 mg/L ~0.3 mg/L 臭氧,经沉降后 98%上清液再利用。原水中的菌落总数约 2 500CFU/100mL,藻类 9.5×10^7 CFU/100mL,处理后水中总菌和藻类为零,原水浊度 2NTU~38NTU,产水 0.05NTU~0.08NTU。产水外观无色无嗅,口感纯正。整个工艺处理过程(图 6)压力式密闭运行 6 分钟完成制水。

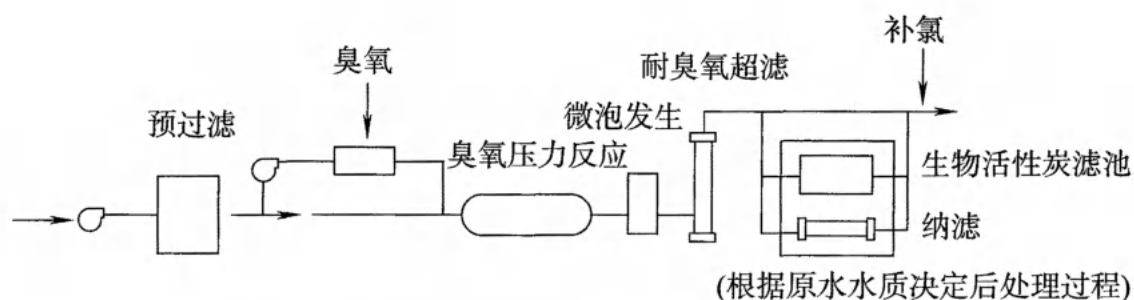


图6 臭氧-超滤膜/(活性炭/纳滤膜)工艺流程

3.0.4 为了保证水处理单元的正常运行,需采取相应的除藻类措施。为保持滤池的正常运行,通常采用絮凝沉淀/气浮与过滤相结合的工艺。

3.0.5 低温低浊水的在线监测执行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013—2018 中第 12.2.1 条的规定。

3.0.7 严寒和寒冷地区的处理构筑物宜设在室内;当必需设在室外时,应增设防水面结冰的措施。低温低浊水存在的地区,冬天气温一般都较低,室外会结冰,因此,所有水处理构筑物均应有保温防冻的维护措施,北方的水处理构筑物多数是放在室内的,同时要求室内采暖后的温度不低于 10℃。室外管道需根据当地的冰冻深度铺设,严防冰冻。此外,泥饼一旦冻结,将给铲车装填作业带来影响;如果泥饼用料仓储存,也会影响料仓卸料。

3.0.8 低温低浊水对混合、絮凝都有明显的影响。水温低,不但混凝剂水解的速度慢,同时为了保障凝聚过程中形成理想絮体,往往会投加大量的混凝剂。助凝剂,是一种高分子电解质,能够降低水温对絮凝速度的影响。经验表明,投加助凝剂能够很好地改善和提高混凝剂的凝聚性能,保障絮凝效果。

3.0.10 水源存在较高突发污染风险、原水输送设施存在外界污染隐患、供水安全性要求高的集中水源工程和重要水厂,需设有应对水源突发污染的应急处理设施。

已建工程应急处理设施可利用或改造现有设施,包括自水源到水厂的管(渠)、调蓄池以及水厂净化设施的应急净化能力。

3.0.11 取水构筑物的设置应避免受冰凌的影响。需设在水内冰较少和不受流冰冲击的地点,在流冰期的河流中产生大量的岸冰、底冰和水内冰,经常会堵塞取水口,有的河流会产生冰穴、冰坝和冰塞等情况,威胁取水的安全。如不能避免,需要设置在产生水内冰的急流、冰穴、冰洞及支流出口的上游。在有冰冻的河流上取水时要采取防冰和破冰措施。

常用的防冰措施包括以下几种:

(1)在取水口上游设置挡冰木排,利用渠道引水使水内冰在渠道上浮;

(2)在取水口处利用电、热水、蒸汽等加热措施;

(3)根据河流的冰凌情况,在取水口上游或取水口处分别设置防冰措施。

4 药剂选择

4.0.2 混凝剂和助凝剂的品种直接影响净水效果和水厂的运行成本,一般通过原水的絮凝沉淀试验和经济比较确定。在不具备试验条件或类似水源已有成熟的水处理经验时,则可根据相似条件下的水厂运行经验来选择。

混凝剂、助凝剂除采用常规药剂外,可根据水质特点采用新型药剂或复合药剂。

投加药剂的目的在于净化水质,保证生活饮用水水质安全,因此药剂成分必须符合生活饮用水卫生安全要求。随着科技的进步,市场上除了常用的混凝剂和助凝剂外,出现了很多新型的混凝剂和助凝剂,都具有很好的凝聚效果,但应进行毒理鉴定,在保证生活饮用水安全的前提条件下,可以使用。

目前采用阴离子型聚丙烯酰胺絮凝剂和聚合氯化铝(铁)混凝剂的水厂比较多,但近年来选用阳离子型有机高分子絮凝剂和各种高效复合型混凝剂的水厂有上升的趋势。目前采用的阳离子型有机高分子絮凝剂,是丙烯酰胺(AM)与二甲基二烯丙基季铵盐的共聚物,具有除浊和提高沉速的双重功能。试验表明,在低温低浊的条件下复合药剂有更明显的优势。

对于阳离子型有机高分子絮凝剂在水中残余单体二甲基二烯丙基氯化铵含量的毒理问题,目前看法仍不够统一。基本上认为该单体含量控制在 0.05mg/L 以下,可用于给水处理;但也有的则认为该产品有一定的毒性,目前我国新的水处理药剂国标中仍未将阳离子型有机高分子絮凝剂列入,在生活用水处理中应慎重使用。

4.0.3 混凝剂与助凝剂的投加比例、顺序、间隔需要视所采用的

混凝剂品种、原水温度、浊度、pH 值,且通过试验确定。据了解,国内混凝剂与助凝剂的投加比例一般为:东北地区混凝剂硫酸铝与助凝剂活化硅酸的投加比例为 5 : 1~7 : 1,采用的混凝剂硫酸铝和助凝剂活化硅酸是按前后顺序分别投加。

一般在冬季低温低浊时加活化硅酸做助凝剂。活化硅酸的配制浓度为 4%~5%(含 SiO_2 38%~40%的硅酸钠),用硫酸做活化剂,剩余碱度为 1800mg/L~2000mg/L。投加方法是把硫酸亚铁氯化后的溶液原液或三氯化铁的原液按 1 : 1 的比例与活化硅酸溶液配制成混合液,然后再投加。

我国助凝剂的投加量一般为 2mg/L~5mg/L,日本为 1mg/L~5mg/L。

助凝剂活化硅酸,其投量宜为 2mg/L~5mg/L。

当投加多种药剂时,应避免各种药剂之间的相互影响。一般情况下,当采用混凝剂(絮凝剂)和助凝剂联合投加时,宜先投加混凝剂,经快速混合后,间隔一定时间,再投加助凝剂。原水的浊度和水温越低,两次投加的时间间隔应越长,时间间隔可通过试验确定。采用微絮凝过滤时,加药量和絮凝时间宜通过试验来确定。助凝剂投加点应靠近滤池进口处。投加预氧化剂时,氧化药剂与混凝剂、吸附剂会有相互抵消的作用,反而降低除臭味、除藻及助凝的效果,应考虑药剂之间投加的时间间隔,充分发挥各种药剂的作用。

4.0.4 聚丙烯酰胺包括阴离子型、阳离子型和两性型,阳离子型去除效果较好。使用时阴离子型一般配制成 0.1%左右的水溶液,阳离子型可配制成 0.1%~0.5%,溶解后的聚丙烯酰胺应尽快使用,阴离子型一般不超过 36h,阳离子型溶解后很容易水解,应在 24h 内使用。投加聚丙烯酰胺作为助凝剂时,必须保证处理工艺的出水中的单体丙烯酰胺含量符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的规定限值。

4.0.5 用活化硅酸做助凝剂,在欧美国家使用已超过七十年,国

内于 1952 年在天津首次试用成功,活化硅酸并非在任何情况下都能起到良好作用,活化的方式、方法影响活化硅酸的物理化学性质。故本条规定活化硅酸在配制的过程中应满足的条件:

1 实验和生产实践表明,活化硅酸的原始浓度过低时,加活化剂后,析出的 SiO_2 数量不足,缩聚反应速度减慢,过高则反之。故规定硅酸钠的原始浓度一般控制在 $1.5\% \sim 2.0\%$;

2 剩余碱度是控制活化剂投量的重要参数,它与活化剂用量成反比,与水温成正比。各地水温不同,剩余碱度控制值相差较大,一般应根据实验得出控制剩余碱度的最佳值。美国 BayLis 教授提出的剩余碱度控制值为 $1000\text{mg/L} \sim 2100\text{mg/L}$;

3 在硅酸钠溶液中加入活化剂后,聚合反应一直在进行,即使其性态已处于有效助凝范围时也是如此。但是时间再延长,将使其性态超越有效范围。根据国内生产实验经验,活化时间可取 $1.5\text{h} \sim 2.0\text{h}$;

4 硅酸钠活化的稀释倍数国外有资料介绍为 3 倍,我国根据生产和实验经验,其稀释倍数为 2 倍 $\sim$ 4 倍,故本款规定稀释倍数为 2 倍 $\sim$ 4 倍;

5 因配制好的活化硅酸使用时间太长容易生成胶冻。根据国内的使用经验及国外资料介绍,本款规定活化硅酸工作溶液宜在 8h 内使用完毕。

根据现行国家标准《水处理剂 阴离子和非离子型聚丙烯酰胺》GB/T 17514 的有关规定,用于饮用水处理的 I 类产品,丙烯酰胺单体含量应不大于 0.025% ;又根据现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的有关规定,生活饮用水中丙烯酰胺单体含量的限值是 0.0005mg/L ;假定投入水中的聚丙烯酰胺中所含丙烯酰胺单体,全部溶解并随出水逸出,则聚丙烯酰胺的最大投加量应不大于 2mg/L [丙烯酰胺单体残留剂量不大于 $2\text{mg/L} \times 0.025\% = 0.0005(\text{mg/L})$]。因此,符合国家标准的饮用水处理用聚丙烯酰胺,最大投加量按 2mg/L 控制,对生活饮用水是安

全的。

控制聚丙烯酰胺投加量的目的是控制丙烯酰胺单体的残留量,一切以出厂水中丙烯酰胺单体残留浓度达标为依据。聚丙烯酰胺投加量和出厂水中丙烯酰胺单体残留量的对应关系,与原水的水质和采用的净水工艺过程相关,可通过实验和运行监测来确定。

非生活饮用水处理中,也需控制聚丙烯酰胺的投加量不能过大,应避免沉淀(澄清)池的出水浊度增加或对后续净水工序产生不利的影响。调研资料证明,当聚丙烯酰胺投量超过规定投加剂量较大时,不但产生毒理问题,反而会使出水浊度增高和导致后续过滤工艺堵塞,影响运行。

4.0.6 由于低温低浊水,固体颗粒较小,布朗运动不明显,颗粒碰撞概率小,胶体颗粒脱稳困难,胶体的溶剂化作用增强,颗粒周围水化作用突出,妨碍其凝聚,混凝剂水解形态差,从而需要加大混凝药剂的投加量,提高凝聚效果。投加助凝剂可以调节或改善混凝条件,促进凝聚作用,加速沉淀,同时减少混凝药剂的投加量。

为计量准确并便于调节投加量,通常采用计量泵投加。

根据对国内低温低浊水投药的调查及日本等国有关资料介绍,本条规定了混凝剂及助凝剂的投加浓度。日本采用混凝剂的投加浓度:聚合氧化铝为 10%~11%,液体硫酸铝为 6%~8%;助凝剂的投加浓度:活化硅酸为 0.5%。

4.0.7 预氧化药剂的选用需要经综合比较后确定。氯预氧化用于污染严重的原水时,可能会产生其他有害物质影响出水水质;臭氧预氧化剂因制备系统较复杂、设备费用较高,一般与臭氧生物活性炭工艺联用,较少单独使用,其他化学预氧化药剂的采用也与许多因素相关,因此,无论采用何种预氧化药剂都需要进行综合比较后确定。

5 预 处 理

5.1 一 般 规 定

5.1.1 当水源存在微污染或特定时段的微污染,常规处理后的出厂水水质不能符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749的要求时,为保证出水水质,应增加预处理措施。

例如大兴安岭、伊春、黑河等地区融雪季节腐殖酸等污染物进入水体会导致原水中色度、有机物等污染物超标,需要在常规处理前进行预处理。

5.1.2 不同的预处理工艺适应情况不同,可根据原水水质情况、污染的类型、供水规模、常规处理工艺及处理后水质要求,选择合适的预处理工艺,也可以采用多种预处理技术组合的工艺。

生活饮用水原水的氨氮、嗅阈值、有机微污染物、藻含量较高时,可采用生物预处理。生物预处理池的设计,需要以原水试验的资料为依据。进入生物预处理池的原水需要具有较好的可生物降解性,水温建议高于 5℃。因本标准低温低浊水温低于 4℃,不适合采用生物预处理工艺。

5.1.3 药剂投加量与出水水质有着密切关系,投加药剂应根据水源水质等情况选择,不得影响出水水质。液氯、次氯酸钠、二氧化氯等在水源受污染程度较大时,可能会产生其他有害物质影响出水水质。相关控制指标根据现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749—2022 确定。

5.2 化学预氧化

5.2.1 液氯等在水源污染较严重时,可能会产生其他有害物质从而影响出水水质,因此,投加药剂应根据水源水质等情况选择,避

免影响出水水质。

5.2.2 高锰酸钾预氧化,可以去除一般有机污染物、藻类、溶解性铁、锰、色度、藻类,控制臭味。在现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 中,对高锰酸钾预氧化投加位置、投加量、投加方式等均有明确的规定,应遵照执行。

化学预氧化药剂投加点要结合工程的具体情况,在满足接触时间的前提下可在原水输送管道内投加预氧化剂,以减少水处理构筑物,节省药剂投加量。为充分发挥各种药剂的作用,防止预氧化药剂与混凝剂等的相互抵消作用,要考虑药剂之间投加的时间间隔,合理设计各种药剂的投加顺序。

5.2.3 预氧化剂与待处理水需要充分混合并有足够的接触反应时间,以保证化学预氧化工艺的效果。受低温影响,接触时间需要适当增加,本标准接触时间确定为 3min~5min。

现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 对臭氧预氧化气源装置、臭氧发生装置、臭氧气体输送管道、臭氧接触池及臭氧尾气消除装置等均有明确的规定,需要遵照执行。

5.3 粉末活性炭吸附

5.3.1 现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013对粉末活性炭投加位置、投加量、投加方式等均有明确的规定,需要遵照执行。

粉末活性炭吸附日常投加量主要与原水有机物含量、臭味、色度等有关,最佳投加量建议通过试验确定,同时活性炭的吸附作用与水温密切相关,对低温低浊水的处理更需找到最佳投加量。

为充分发挥粉末活性炭的吸附作用,粉末活性炭须与水充分混合,并保证有足够的接触时间和避免干扰降低吸附作用,选择合适的投加点很重要,一般情况下,由于氯能和活性炭相互作用,粉末活性炭的投加点要尽可能远离氯的加注点;同时,混凝剂能吸附在活性炭表面,降低其吸附作用,因此不建议将混凝剂与粉末活性炭同时投加到水中,防止与混凝剂的竞争吸附。粉末活性炭应加

在过滤前,同时在运行时,需要防止粉末活性炭穿透滤料层。

5.3.3 粉末活性炭在投加管道内易沉积,故管道布置时应考虑压力水冲洗的措施。塑料管道内壁光滑,便于冲洗。

6 常规处理

6.1 一般规定

6.1.1 常规处理工艺流程应根据进水水质确定,一般情况下包括混合、絮凝、沉淀、过滤、消毒几个关键的环节。可以根据水量、水质、水温等条件选择其中的一种或几种技术组合,但应符合3.0.2、3.0.3节的规定。

6.1.2 低温低浊水处理的设计需要充分考虑全年气温及水温的变化,在低温低浊期运行时,可以打开设置的超越絮凝池及沉淀池的超越管,采用微絮凝+过滤或者投加助滤剂直接过滤。

6.1.3 因低温低浊期水的黏度大,水中微粒尺寸小且粒径分布均匀,颗粒碰撞的概率小,因此常絮凝反应慢,生成的絮凝体(矾花)小而不易沉降,是低温低浊水难以处理的主要原因。为提高低浊期凝聚效果,低温低浊期滤池反冲洗排水或沉淀池排泥水回流至进水端,提高了原水的浊度,增多了固体颗粒的数量,提高了颗粒碰撞概率,改善了混凝条件,增强沉淀效果。泥渣回流量需要根据污泥泥质及实际水质情况,经过试验后确定。

6.2 混 合

6.2.1 由于低温低浊水,布朗运动不明显,固体颗粒较小,颗粒碰撞概率小,胶体颗粒脱稳困难,胶体的溶剂化作用增强,颗粒周围水化作用突出,妨碍其凝聚,混凝剂水解形态差,从而需要加大混凝药剂的投加量,因此应选择适合的混合设施,适当调整水力梯度,使药剂与水进行恰当的急剧、充分混合,提高凝聚效果。

混合方式包括管式混合、管道静态混合器混合、水泵混合、机械混合等,其中水泵混合可视为机械混合的一种特殊形式,管式混

合和管道静态混合器属水力混合方式。目前国内应用较多的混合方式为管道静态混合器混合和机械混合。水力混合效果与处理水量变化关系密切,故选择混合方式时还应考虑水量变化的因素。

6.2.2 采用机械混合池时,为保证絮凝效果,减少水头损失,一般将混合池与絮凝池合建。

6.3 絮凝、沉淀/气浮

6.3.1 絮凝池包括折板絮凝池、栅条(网格)絮凝池、机械絮凝池。根据水厂工艺布置、原水水质等因素确定絮凝池的型式,条件具备时建议采用机械絮凝,絮凝池的设计需要符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 及其他相关规范的有关规定。

絮凝池是絮凝体形成的重要场所,絮凝的效果直接影响后续处理的沉淀效果,絮凝反应在净水处理中具有重要作用。絮凝效果不仅与絮凝池本身的水力条件有关,还与原水性质、混凝剂品种和加药量等因素有关,絮凝池的本身设计还与厂区的占地、沉淀池的形式等因素有关,因此絮凝池设计应综合考虑确定。对几种形式的絮凝池的各项参数,在现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 中均做了详细的规定。

对低温低浊水处理工程的调查表明,北方地区低温低浊水絮凝时间受温度影响较大,一般较南方的正常水质长 5min~10min。实践证明,低温低浊水如果絮凝过程不完善,絮凝效果差,会直接影响后续的沉淀效果。但是,如果沉淀部分采用浮沉工艺时,则可适当缩短絮凝时间。故本条规定絮凝时间在一般情况下比现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 所规定的絮凝时间要长。

絮凝池应使颗粒有充分接触碰撞的概率,又不致使已形成的较大絮体颗粒破碎,因此在絮凝过程中速度梯度 G 或絮凝流速应逐渐由大到小。规定絮凝池的平均速度梯度 G 宜在 $30\text{s}^{-1} \sim 60\text{s}^{-1}$, GT 值宜达到 $10^4 \sim 10^5$,以保证絮凝过程的充分与完善。

6.3.2 传统机械絮凝池搅拌桨板周围的速度梯度较大,容易将

形成的絮体打碎；而两个桨板中间的区域水流的扰动小，不能进行充分的絮凝，从而导致絮凝池的整体絮凝效率不高。在搅拌桨上增加格网可使能量更均匀地分布在水中，可以很好地解决以上问题，对于低温低浊水，格网的这种强化作用就更加明显。通过在哈尔滨磨盘山水厂的实际生产实验数据，在搅拌桨上增加格网后可节省药剂约 20%。格网孔径在有条件的情况下应通过试验确定，如无试验数据，可选择 5mm~8mm。

6.3.3 沉淀可采用平流沉淀池、斜管沉淀池、侧向流斜板沉淀池、浮沉池、气浮沉淀池、小间距斜板沉淀池、澄清池、高速澄清池等形式，也可采用斜板沉淀池与气浮池联用。根据水厂工艺布置、原水水质等因素确定沉淀池的型式，沉淀池的设计需要符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 及其他相关规范的有关规定。

6.3.4 虽然平流沉淀池是净水厂中应用较早且是较普遍的一种沉淀形式，但由于平流沉淀池池深浅，占地面积大，解决防寒问题较困难、不经济，故在北方寒冷地区应用较少。

1 沉淀时间是沉淀池设计的一个重要的控制指标。国家标准《室外给水设计标准》GB 50013—2018 规定沉淀池的停留时间“宜为 1.5h~3h”。我国现采用的沉淀时间大多低于 3h，而国外的沉淀池的沉淀时间均较长，美国一般为 2h(气温较高地区)至 4h(气温较低地区)，日本则为 3h~5h。

低温低浊水不但影响絮凝效果，同时也使颗粒的沉速降低，近年来对出厂水水质的要求进一步提高，因此，本款规定平流沉淀池沉淀时间一般采用 2.5h~4h。

2 当水温低时，水的粘滞性大，颗粒沉降速度缓慢，如果水平流速高，则会增加水的紊动性，影响颗粒沉降。因此，本款规定平流沉淀池的水平流速宜采用 6mm/s~10mm/s。

6.3.5 本条款是对高速澄清池设计的规定。

1 由于高速澄清池的絮凝效果明显好于传统澄清池，所形成的絮体颗粒沉速较高，因此其分离区的上升流速可达到普通斜管

澄清池的 2 倍~5 倍。据调查,东北大连地区阜新地区正在运行的水厂高速澄清池的表面水力负荷在 $14.4\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 18\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,冬季出水水质稳定。故本款规定高速澄清池的上升流速可采用 $9\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 15\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

2 据调查,东北大连地区阜新地区正在运行的水厂高速澄清池斜管的管径均为 50mm,长度采用 0.75m,倾角为 60° 。据此,本款规定了高速澄清池斜管管径为 30mm~50mm,斜长为 0.6m~1.0m,倾角为 60° 。

6.3.6 斜管沉淀池表面水力负荷是斜管沉淀池设计的主要参数,它与水的特性(水质、水温、比重、粘滞性)、絮体颗粒的性质及形成絮体的因素有关,根据低温低浊水的特性及设计运行总结,同时考虑提高沉淀池出水水质,参考美国 *MWH's Water Treatment: Principles and Design*:投加铝盐的斜管沉淀池上升流速可采用 $2.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 6.25\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。考虑低温影响,本标准规定上向流斜管沉淀池的上升流速可采用 $2.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 5.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

6.3.7 本条款是对侧向流斜板沉淀池设计的规定。

1 颗粒沉降速度是斜板沉淀池设计的主要参数,它的设计取值与水的特性、絮体颗粒的性质及形成絮体的因素有关,根据低温低浊水的特性及设计运行总结,颗粒沉降速度宜小于常规处理,本标准采用 $0.1\text{mm/s} \sim 0.25\text{mm/s}$ 。

2 水平流速是侧向流斜板沉淀池沉淀效果的主要控制参数,如果水平流速过高,由于低温低浊水絮凝生成的絮凝体颗粒沉降速度较小,导致絮凝体不能在沉淀池内沉淀,被水流携带出沉淀池外。降低沉淀池水平流速,有利于絮凝体在沉淀池内沉淀,宜采用 $6\text{mm/s} \sim 10\text{mm/s}$ 。

3 根据长春、吉林等地水厂的运行经验,表面水力负荷可采用 $3.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 6.0\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

6.3.8 本条款是对小间距斜板沉淀池设计的规定。

1 小间距斜板沉淀池沉淀效果好于普通斜管沉淀池,但清水区上升流速必须适当降低,以应对低温低浊水絮凝生成的絮凝体沉降性能差,沉淀处理效果差的难题;宜采用 $1.0\text{mm/s} \sim 1.5\text{mm/s}$ 。

2 目前国内小间距斜板沉淀池的板距一般采用 $25\text{mm} \sim 50\text{mm}$,斜长为 1.0m ,倾斜角度采用 60° ,为了加强沉淀效果,斜长可以采用 $1.0\text{m} \sim 1.5\text{m}$ 。

6.3.9 侧向流长斜板沉淀池由沉淀分离区、集泥区、集水区三部分组成,沉淀区内安装侧向流长斜板,集泥区内安装刮泥机、排泥斗(或排泥管、排泥斗),集水区内安装集水槽,采用三角堰集水槽集水。

侧向流长斜板沉淀池具有沉淀效率高,占地面积小,适用于低温低浊水的处理,目前已在北方地区多个水厂进行了应用,包括:长春第五水厂,处理规模 $30\text{万 m}^3/\text{d}$;长春第一水厂,处理规模 $22\text{万 m}^3/\text{d}$;吉林第二水厂,处理规模 $10\text{万 m}^3/\text{d}$;辽阳净水厂,处理规模 $30\text{万 m}^3/\text{d}$;辽源河滨水厂,处理规模 $10\text{万 m}^3/\text{d}$ 等。

6.3.10 侧旋流排泥平流斜板沉淀池进水段、出水端水流方向均为水平方向且与沉淀-气浮布置方向一致,与气浮池衔接可保证较好的水力条件且可以避免传统斜板沉淀池水流方向转向导致的污泥积泥不均匀和排泥不畅问题;且侧旋流排泥平流斜板沉淀池在冬季低温水黏度大的情况下可以保证排泥效果的同时减少对固液分离过程的影响;侧旋流排泥平流斜板沉淀池适应原水变化能力强,对低温低浊水、高浊度水等都有良好的沉淀效果。

该种斜板布置方式,每个斜板导泥单元中相邻两块导泥板 and 对应处的挡板形成槽形的通道,相邻的斜板沉淀单元沉淀的大小絮体沿倾斜的沉淀斜板流向相应的槽形通道内,进水的水流与槽形的通道开口相切,利用水流的侧向流速,促进大絮体旋流下降,显著增强排泥效果。

研究表明,水流通过进、出水穿孔花墙时会产生射流作

用,造成水流流速的剧烈波动。为减轻射流作用对斜板沉淀区水流的影响,需保证斜板组件与进、出水穿孔花墙间一定的距离;研究结果表明其间距离在 300mm 以上时,对池内水流影响较小。

6.3.11 本条款是对浮沉池设计的规定。

1 气浮净水技术在我国给水排水行业中已推广使用近四十年。该方法用于处理低温低浊水时,虽效果良好,但当原水浊度达百度以上时效果甚差,不能适应全年水质条件的变化,采用浮沉池,就可以根据水质的变化,灵活变换水处理工艺。当原水浑浊度小于 50NTU 及含有藻类等密度小的悬浮物质时,浮沉池应以气浮方式运行;当原水浑浊度大于 50NTU 时,浮沉池应以沉淀方式运行。当冬季低温低浊或在藻类大量繁殖季节,絮体不容易下沉,浮沉池以气浮方式运行;当夏季原水水温和浊度升高时,则改为沉淀方式运行。充分发挥了气浮与沉淀两种工艺的优势,提高了固液分离的速度和质量。浮沉池是一种新型的净水构筑物。

2 浮沉池的构造,是分别根据气浮池及斜板(管)沉淀池的工艺特点来设计的。生产实践证明,原水低温低浊时,水的粘滞性高,水中胶体杂质很少,絮体密度小,容易上浮,此时应发挥气浮池的优势,采用气浮方式运行;当浊度大于 50NTU 时,若仍采用气浮方式运行,运行费高,建议当原水浑浊度小于 50NTU 及含有藻类时,浮沉池以气浮方式运行;当原水浑浊度大于 50NTU 时,浮沉池以沉淀方式运行。

因浮沉池是在斜板(管)沉淀池的基础上,安装了气浮设备,成为兼有气浮和沉淀两种功能的池型。所以,设计浮沉池时,要同时满足气浮和沉淀两种池型的要求。

3 对异向流斜管浮沉池,当气浮与沉淀两种工艺相互转换时,其进、出水闸板需上下切换。设计规模不大于 2 万 m^3/d ,需切换的进水闸板小,容易加工和安装。对侧向流斜板浮沉池,当气浮和沉淀两种工艺相互转换时,其进水方向不变,进水端不设闸板,构造简单。但此种池型在斜板区前、后要分别设有稳流段,并在出

水端设有集水区,若设计规模小再增加此部分的附加容积,是不经济的。故本款规定,当设计规模不大于 $2 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 时,建议采用上向流斜管浮沉池;当规模大于 $2 \text{ 万 m}^3/\text{d}$ 时,建议采用侧向流斜板浮沉池。

4 因气浮池的泥渣上浮速度快,一般在水平距离 15m 范围内即可完成。为防止气浮方式运行时,在池末端池面浮渣因无气泡顶托,而造成浮渣下落,影响出水水质,故本款规定浮沉池池长建议不超过 15m 。为考虑水流稳定及刮渣机安全运行,故本款规定浮沉池的单格宽度建议不超过 10m 。

根据有关水厂的运行实践,同时兼顾了气浮池和斜板(管)沉淀池的有效水深,本款规定了浮沉池有效水深一般不超过 3.0m 。

5 接触室上升流速是以接触室内水流稳定,气泡对絮体颗粒应有足够的捕捉时间为准。根据资料介绍和相关水厂的运行实践,接触室上升流速采用 $10\text{mm/s} \sim 20\text{mm/s}$ 为宜。

6 根据试验和现有浮沉池多年生产运行实践,本款规定斜板(管)沉淀区表面水力负荷可采用 $7\text{m}^2/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 9\text{m}^2/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

7 由于低温低浊水絮凝效果差,为使更多的微气泡粘附絮体颗粒,弥补因水流黏度的增加而影响带气絮体颗粒的上浮溶气压力及回流量较一般水质均须相应加大,故本款规定溶气压力一般采用 $0.30\text{MPa} \sim 0.35\text{MPa}$,回流比可采用 $7\% \sim 10\%$ 。

8 设计规模较小时,池体面积小,用穿孔管或多斗式排泥,穿孔管短不易堵塞,排泥简单,容易控制管理。设计规模较大时,采用侧向机械排泥,可减少池高、节约土建费用,设备结构及管理均简单。

6.4 过 滤

6.4.1 水温低、水的粘滞系数大,直接影响滤池的性能和处理效果,致使滤池滤速下降,效率降低。均质石英砂滤料滤池的滤料组成及其滤速是根据国内已投产的几个水厂的设计参数及实际运行

数据而定。例如：沈阳市李巴彦水厂、西安曲江水厂、南京上元门水厂、长春第五净水厂、哈尔滨磨盘山净水厂、哈尔滨三水厂、吉林三水厂等。

滤池出水水质主要取决于滤速和滤料组成，相同的滤速通过不同的滤料组成会得到不同的滤后水水质；相同的滤料组成、在不同的滤速运行下，也会得到不同的滤后水水质。因此，滤速和滤料的组成是滤池设计的最重要参数，是保证出水水质的根本所在。为此，在选择与出水水质密切相关的滤速和滤料组成时，应首先考虑通过不同滤料组成、不同滤速的试验，以获得最佳的滤速和滤料组成的结合。

表 6.4.1 中所列单层石英砂滤料、双层滤料和均质石英砂滤料的滤料组成数据，基本沿用现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 中的有关规定，只是表中的滤层厚度、滤速做了适当调整。

6.4.2 滤池采用气水冲洗比单一冲洗具有节水、节能、冲洗洁净度高并且过滤周期长等优点，早已成为设计和管理者们的共识，尤其对低温低浊水，因为水温低，滤池中水流的剪切力大，滤层中絮体破碎的可能性大，易穿透滤层。加之，投药时又有助凝剂投加，单一用水冲洗即使提高冲洗强度、延长冲洗时间，滤料也不易被冲洗洁净，有关气水冲洗设计规定在现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 中已做详尽规定，设计时需要根据原水水质特点采用。

6.4.3 根据国内低温低浊水的设计及运行经验，本条规定了水冲洗滤池的冲洗强度和冲洗时间。但由于滤池若采用单一水冲洗不但耗水量大，且冲洗不彻底，过滤周期短等，目前设计中采用较少。

6.4.4 滤池在低温低浊期的反冲洗周期可以根据实际运行情况适当加长。

6.5 消毒

6.5.1 设计投加量对于水质较好水源的净水厂可按相似条件下

的运行经验确定;对多水源和原水水质较差的净水厂,原水水质变化使消毒剂投加目的不同,会使投加量相差悬殊,因此有必要按出厂水与投加消毒剂相关的水质控制指标,通过试验确定各投加点的最大消毒剂投加量作为设计投加量。

水温降低,颗粒运动速度下降,消毒剂与细菌接触的机会减少,杀菌效果明显变差;另外在低温条件下,大多数病原微生物处于休眠状态,对消毒剂具有较强的抵抗能力,因此为保持低温期的消毒效果,考虑加大消毒剂投加剂量等措施。

一般情况下,地表水源的前加氯取值为 $1.0\text{mg/L}\sim 2.0\text{mg/L}$,后加氯取值为 $0.5\text{mg/L}\sim 1.0\text{mg/L}$ 。

6.5.2 在低温期采用强化消毒技术去除微生物时,应考虑水温下降导致消毒效果下降的因素,宜采用加大消毒剂量和多点消毒(预氧化、过滤前、过滤后、出厂水)的强化消毒技术,但应控制消毒副产物含量。

7 深度处理

7.1 一般规定

7.1.1 当水源存在微污染时,原水中有机物、氨氮、嗅和味等指标经预处理+常规处理后的出厂水水质仍不能符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求时,需要增加深度处理措施。

7.1.2 当原水中色度、氨氮及有机物超标时可采用臭氧氧化、活性炭吸附、生物降解或臭氧氧化+活性炭、臭氧氧化+膜过滤等组合工艺。超滤膜过滤可以有效控制生物活性炭内生物膜穿透的风险。

7.2 臭氧氧化

7.2.1 低温低浊水水温四季变化较大,有条件时应针对水质及温度变化情况进行试验,并指导设计参数取值及运行过程的药剂投加。当可研或设计时间较紧张或无试验条件的情况下,可参照相似水质条件下的运行经验,选取 $1.0\text{mg/L}\sim 3.0\text{mg/L}$ 。

7.2.2 臭氧的反应速率受水温的影响较大,有条件时需根据不同的目的和待处理水的水质情况,并针对水温度及气温的变化情况进行试验确定。无试验条件的情况下,可参照相似水质条件下的运行经验确定,接触时间可选择 $8\text{min}\sim 16\text{min}$,其中第一段接触室的接触时间可选择 $3\text{min}\sim 6\text{min}$,考虑低温影响,适当增加接触时间。

7.3 活性炭吸附

7.3.1 采用何种流向的活性炭吸附池要通过试验或参照相似条件下的运行经验确定,同时要充分考虑工程的平面布局及竖向设计要求。

7.3.2 有条件时,宜通过试验确定;无试验条件的情况下,也可参照相似条件下的运行经验确定。下向流活性炭滤池主要功能为吸附截留水中的污染物,接触时间一般为 10min~20min,空床流速一般为 7m/h~10m/h,活性炭吸附池冲洗周期一般为 3d~7d。当需要下向流活性炭吸附池发挥生物作用时,接触时间一般采用高值。

根据长春第一净水厂、长春第三净水厂、大庆东城区净水厂的运行经验,吸附池反冲洗周期一般在 3d~7d。

7.3.3 有条件时,要通过试验确定;无试验条件的情况下,也可参照相似条件下的运行经验确定。上向流活性炭滤池主要功能为吸附截留水中的污染物,接触时间一般为 10min~15min,空床流速一般为 10m/h~12m/h,活性炭吸附池冲洗周期一般为 7d~15d。当需要上向流活性炭滤池发挥生物作用时,接触时间一般采用高值,滤速应根据水温条件确定,水温低时因滤料膨胀度高一般取低值。因受低温限制,增加接触时间。

7.4 膜 过 滤

7.4.1 水温是膜处理系统设计的关键基础条件之一,对膜通量、系统工程投资和运行成本影响重大。膜过滤系统的设计水温应根据水源低温的时间分布特点,通过试验和技术经济比较后确定。膜处理系统的最低设计水温不应低于 2℃,当水温过低时,可采用蒸汽或电伴热的方式,避免冰水混合物阻塞膜体导致的膜通量降低。膜处理相关设计参数需要符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 的要求。

7.4.2 为节省水资源,减少碳排放,同时降低成本,膜过滤系统的水回收率不应小于 90%。

7.4.3 考虑膜通量随着气温及水温的降低而下降的问题,设定膜通量的限值。通常情况下,压力式膜过滤膜通量不宜大于 60L/(m²·h),浸没式膜过滤膜通量不宜大于 30L/(m²·h)。

8 排泥水处理

8.0.1 因一些地方的水厂的原水年内浊度变幅较大,排泥水的水量、成分呈季节性变化,受温度的影响,脱水机的产率冬季与夏季区别很大,冬季产率较低,在确定脱水机的产率时,在排泥水处理设计时应当全面考虑。可根据试验资料或参照相似条件的水厂运行经验,结合具体情况通过技术经济比较确定。除应保证低温低浊水时段的处理效果外,还应保证其他季节的有效处理。

8.0.2 脱水设备可采用板框压滤机或高分离因数离心脱水机,通常情况下优先采用板框压滤机。

8.0.4 参考美国 *MWH's Water Treatment: Principles and Design*,结合哈尔滨平房净水厂排泥水处理工程试验确定气浮浓缩设计参数。

参考哈尔滨平房净水厂的排泥水处理工程试验,低温低浊水排泥水浓度较低,机械脱水前应进行气浮浓缩,溶气压力为 $0.6\text{MPa}\sim 0.9\text{MPa}$,回流比为 100% 。

受温度的影响,脱水机的运行冬季与夏季区别很大,排泥水机械脱水前应进行浓缩和化学调质。

8.0.5 本条款是对反冲洗回收水及浓缩后上清液回用到净水厂进水端的规定。

1 参考美国 *Recommended Standards for Water Works*,本款规定回收水回流的瞬时流量一般小于进水总量的 10% ,同时现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013 中指出排泥水最大回流量不建议超过水厂设计流量的 5% 。

2 当原水中氨氮、嗅阈值、有机微污染物、藻含量较高时,分配系统中的消毒副产品水平可能超过允许水平时,直接回用会增

加出水水质超标的风险,需要对反冲洗回收水及浓缩后上清液进行处理后达到现行国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838 中的Ⅲ类水体标准要求后可回用。

3 当原水中含有贾第虫和隐孢子虫等原生动物超标时,回用会增加出水水质超标的风险。

参 考 文 献

- [1] GLUMRH. Recommended standards for water works[M]. 2022 edition. Minnesota:Government Publications,2022.
- [2] Crittenden J C, Rhodes Trussel R R, Hand D W, et al. MWH's water treatment:principles and design[M]. 3rd ed. New Jersey:John Wiley & Sons,Inc. ,2012.