

DB37

山 东 省 地 方 标 准

DB37/T 2677—2015

水库型水源给水厂工艺改造技术导则

Technical specification for the reservoir water plant process reconstruction

2015-12-14 发布

2016-01-14 实施

山东省质量技术监督局 发 布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由山东省住房和城乡建设厅提出并归口。

本标准起草单位为：山东省城市供排水水质监测中心、中国城市建设研究院有限公司山东分院、济南泉城水务有限公司、山东建筑大学、东营市自来水公司、山东省给水处理工程技术研究中心。

本标准主要起草人：贾瑞宝、孙韶华、王全勇、刘衍波、宋武昌、刘汝鹏、崔鹏炜、张克峰、纪洪杰、刘建广、李世俊、王占金、郑洪领、杨晓亮、潘章斌、田希彬。

引 言

为规范和指导水库型水源给水厂工艺改造，特制定本标准。水库型水源给水厂工艺改造除应遵循本标准外，还应符合国家和地区现行有关标准和规范的规定。

水库型水源给水厂工艺改造技术导则

1 范围

本标准规定了水库型水源给水厂工艺改造的工艺选择和单元工艺设计。

本标准适用于水库型水源给水厂工艺改造工程，亦适用于新建、扩建工程。类似水源给水厂中的使用，可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 5750 生活饮用水标准检验方法

GB/T 7702.1~7702.22 煤质颗粒活性炭试验方法

GB 15603 常用危险化学品贮存通则

GB/T 16881 水的混凝、沉淀试杯试验方法

GB/T 17219 生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准

GB 50013 室外给水设计规范

GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范

GB 50282 城市给水工程规划规范

CJJ 58 城镇供水厂运行、维护与安全技术规程

3 术语

下列术语和定义适用于本导则。

3.1

水库型水源给水厂 the reservoir water plant

以水库水为原水的城镇给水厂。

3.2

工艺改造 process reconstruction

采取非工程或者工程措施对城镇给水厂进行改造，使其出水水质稳定达标的过程。

3.3

非工程措施 non-engineering measures

不采用工程手段而是通过改变运行参数等方式实现水质稳定达标的技术措施。

4 基本规定

- 4.1 水库型水源给水厂工艺改造应满足 GB 50013、GB 50282、GB 50069 和 CJJ 58 的要求。
- 4.2 水库型水源给水厂工艺改造应对现有工艺的全面评估，多方案技术经济比较，综合考虑资源环境等条件，必要时进行现场试验。
- 4.3 水源为《地表水环境质量标准》Ⅰ、Ⅱ类水体，水厂现有工艺或设施无法满足出厂水微生物、消毒剂余量和感官性状指标达标的，应完善常规工艺设施或进行设施改造。
- 4.4 水源为季节性污染的Ⅱ类水体或存在有机污染的Ⅲ类水体，一般应采用强化常规工艺的改造措施；对于有机物、臭味等水质指标不能达标的，应增设预处理或深度处理工艺。
- 4.5 水源有机物或氨氮污染严重，超过Ⅲ类水体标准要求的，应增设预处理或深度处理等技术措施。
- 4.6 水源存在某种特定污染物质的，应根据污染物去除特性采取针对性的处理措施。
- 4.7 水源存在较高突发性污染风险的水厂，应统筹考虑供水系统调度和增设应急处理设施。
- 4.8 水库型水源给水厂工艺改造所使用材料应满足 GB/T 17219 的要求，给水厂使用的危险化学品贮存应满足 GB 15603 的要求。

5 工艺选择

- 5.1 针对原水水质和处理工艺出水水质问题，依据工艺处理效果稳定性、工艺控制灵活性、工程实施可行性、维护管理方便性、投资运行经济性和系统整体性，确定工艺改造方案。
- 5.2 若原水和出厂水存在色度问题，宜优先采用预氧化或粉末活性炭吸附预处理工艺，条件允许也可采用颗粒活性炭吸附或臭氧-生物活性炭工艺。
- 5.3 若原水和出厂水存在臭味问题，季节性的可采用粉末活性炭吸附预处理工艺，长期性的宜优先采用臭氧-生物活性炭工艺，条件限制也可采用颗粒活性炭吸附工艺。
- 5.4 若原水存在藻类问题，宜优先采用预氧化、强化混凝或气浮技术，条件允许也可采用膜处理工艺。
- 5.5 若原水存在氨氮、亚硝酸盐氮问题，宜采用生物接触氧化或曝气生物滤池工艺。
- 5.6 若原水存在藻毒素超标问题，宜优先采用臭氧-生物活性炭工艺，条件限制也可采用颗粒活性炭吸附工艺或粉末活性炭吸附预处理工艺。
- 5.7 若原水和出厂水存在无机盐超标问题，宜采用膜组合工艺。
- 5.8 若出厂水存在微生物超标问题，宜优先采用膜处理工艺或联合消毒工艺。

6 单元工艺设计

6.1 预沉淀

6.1.1 适用条件

当原水中含沙量高或浊度较高时，宜采取预沉淀措施。在天然地形可以利用时，也可以采用蓄水措施，以供预沉淀或沙峰期间使用。

6.1.2 设计要点

- 6.1.2.1 预沉淀池的设计参数，应通过原水沉淀试验或者参照类似水厂的运行经验确定。

6.1.2.2 预沉淀池一般可按照沙峰持续时间内原水日平均泥沙量设计。当原水泥沙量超过设计值时,应考虑增设絮凝剂投加系统或者采取其他措施。

6.1.2.3 预沉淀池应设置有效的排泥设施或采用机械排泥。

6.2 生物预处理

6.2.1 适用条件

原水氨氮含量持续较高,水温不低于5℃,或污染物成分以可生物降解物质为主时,应优先采用生物预处理工艺。

6.2.2 设计要点

6.2.2.1 曝气生物滤池

6.2.2.1.1 生物滤池的滤速一般为4 m/h~7 m/h,当氨氮负荷处理较高时取低值,相反取高值,必要时可通过现场中试确定。

6.2.2.1.2 生物滤池的填料可采用表面粗糙并具有一定强度的矿物颗粒或人工烧结材料颗粒,如沸石、煤、砂、碎石、陶粒及发泡塑料珠等。

6.2.2.1.3 滤料的选择应根据相关工程经验,或通过磨损试验、挂膜试验及膜活性对比试验等确定,优先采用火山岩滤料。

6.2.2.1.4 异向流生物滤池填料的粒径宜采用2 mm~5 mm,填料厚度一般为2 m,气水比宜为0.5:1~1.5:1。

6.2.2.1.5 同向流生物滤池宜采用浮力较大的轻质滤料,粒径宜采用3 mm~7 mm,填料厚度一般为2 m~3 m,滤速不宜高于10 m/h,气水比宜为0.5:1~1.5:1。

6.2.2.1.6 反冲洗曝气系统和鼓风曝气系统应分开设置,不能合用。

6.2.2.2 生物接触氧化池

6.2.2.2.1 生物接触氧化池容积宜按氨氮负荷和水体温度设计,取值一般为 $0.05 \text{ kg NH}_3\text{-N} / \text{m}^3 \cdot \text{d}$ ~ $0.08 \text{ kg NH}_3\text{-N} / \text{m}^3 \cdot \text{d}$,亦可通过现场中试确定。

6.2.2.2.2 生物接触氧化池气水比宜为0.8:1~2:1,但曝气强度不宜小于 $4.0 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。

6.2.2.2.3 生物接触氧化池优先采用穿孔管曝气方式。

6.2.2.2.4 悬浮填料宜采用防积泥型填料,填料规格、密度可根据相关工程经验或经现场试验确定。

6.3 粉末活性炭吸附

6.3.1 适用条件

原水嗅味、色度及溶解性污染物超标或突发污染发生时可采用粉末活性炭吸附技术。

6.3.2 设计要点

6.3.2.1 粉末活性炭投加方式分为干式投加和湿式投加两种方式,湿式投加时将粉末活性炭配成悬乳液定量投加,悬乳液的浓度一般为5%~10%。

6.3.2.2 粉末活性炭种类宜优先采用煤质炭,粒径不小于200目。

6.3.2.3 粉末活性炭的用量根据试验确定,参考范围为5 mg/L~20 mg/L。

6.3.2.4 粉末活性炭的投加点根据工艺流程综合考虑确定,并宜投加于混凝剂、氧化剂投加点之前,先经过与原水充分混合、接触后再投加混凝剂或者氧化剂。吸附时间应大于0.5小时。

6.3.2.5 应急处理时的粉末活性炭的投加量应采用原水配以目标污染物进行烧杯试验确定。活性炭各指标测试方法按照 GB/T 7702.1~7702.22 执行。

6.3.2.6 粉末活性炭的存储量一般可按最大使用量的 10 天计算。

6.4 预氧化

6.4.1 适用条件

水源水藻类含量较高、铁锰超标等情况发生，影响常规工艺处理效果，宜采用化学预氧化。

6.4.2 设计要点

6.4.2.1 预氯化

6.4.2.1.1 采用预氯化工艺时投加量应合理确定，一般不超过 1 mg/L。

6.4.2.1.2 预氯化可能导致消毒副产物的生成，应严格监控氯代消毒副产物的生成量。

6.4.2.1.3 采用液氯时应使用水射器投加，次氯酸类液体药剂时优先采用计量泵投加。

6.4.2.2 高锰酸钾复合药剂预氧化

6.4.2.2.1 高锰酸钾复合药剂应先于混凝剂投加，反应时间不宜小于 3 min。

6.4.2.2.2 高锰酸钾复合药剂优先采用计量泵投加。

6.4.2.2.3 高锰酸钾复合药剂预氧化的加药量应通过试验确定，一般投加量为 0.5 mg/L~1.5 mg/L。

6.4.2.3 臭氧预氧化

6.4.2.3.1 预臭氧系统设计应包括气源装置、臭氧发生装置、输配管道、接触系统、臭氧尾气消除装置。

6.4.2.3.2 臭氧气源的选择应根据水厂规模及氧气来源进行综合技术经济比较确定。

6.4.2.3.3 预臭氧应先于混凝剂投加，优先采用管道混合器投加，也可采用射流器投加。

6.4.2.3.4 预臭氧投加量应根据待处理水的水质情况并结合试验结果确定，一般不高于 1 mg/L。

6.5 混凝

6.5.1 概述

水源水质或水厂运行参数发生改变，原有混凝单元不能有效的达到设计效果，宜对其进行改造。

6.5.2 设计要点

6.5.2.1 混合池

6.5.2.1.1 当采用高分子助凝剂时，投加点应设在剧烈混合之后，投加后不宜过分搅动。

6.5.2.1.2 混合池与絮凝池宜采用直接连接的方式，如分开设置距离不宜过长。

6.5.2.1.3 混合池与絮凝池连接的管道的流速可采用 0.8 m/s~1.0 m/s。

6.5.2.1.4 混合池优先采用机械搅拌混合但应防止水体的整体运动，投加点尽量接近混合设施。宜可采用水力混合，但运行水量须与设计水量接近。

6.5.2.2 絮凝池

6.5.2.2.1 对于原有的絮凝池改造，可选择延长絮凝时间，调整絮凝池布置，改变运行参数，絮凝形式，改善絮凝池与沉淀池的联接方式等方法。

- 6.5.2.2.2 絮凝池分组数应考虑流量变化较大情况下的水力条件，絮凝停留时间宜不少于 20 min。
- 6.5.2.2.3 絮凝池宜在前段流竖井内设多个药剂投加点，各投加点可采用手动阀门控制开停，以便根据水质灵活选择最佳投药点。
- 6.5.2.2.4 不同水质条件下应根据烧杯试验选择合适的混凝剂种类及投加量，试验方法依据 GB/T 16881。

6.6 沉淀

6.6.1 概述

沉淀池存在絮体上浮、出水浊度偏高、水质适应能力差等问题，原有沉淀单元不能有效的达到设计效果，宜对其进行改造。

6.6.2 改造要点

- 6.6.2.1 沉淀池沉淀效果差、改造受用地限制时，宜采用斜板、斜管或高效澄清工艺。
- 6.6.2.2 当原水浊度较低时，宜降低沉淀池上升流速。
- 6.6.2.3 当沉淀池出水跑细小矾花时，可采用加长或者增加出水槽，减小出水槽的单位负荷，提高出水水质。
- 6.6.2.4 排泥系统一根穿孔排泥管或一个排泥斗宜设有一个控制阀门，重力排泥水位不足的可增设水射器或水泵等辅助动力，有条件的尽可能改为虹吸（泵吸）式刮泥机。
- 6.6.2.5 原水低温低浊或含藻可以考虑增设气浮单元。

6.7 过滤

6.7.1 概述

滤池存在纳污能力差、反冲洗周期短、滤料结泥板结、滤速下降、反冲洗滤料流失、冲洗效果及出水水质差等现象时，需考虑对滤池进行改造。

6.7.2 改造要点

- 6.7.2.1 滤料级配与厚度的选择应结合原有滤池条件和冲洗设施情况综合考虑。在原水有机物含量高，且增加深度处理条件受限时，可考虑将滤池滤料改为活性炭滤料或炭砂双层滤料。
- 6.7.2.2 冲洗后滤料表层含泥量应保持低于 1%，当不满足要求时，根据冲洗强度测定结果，可考虑调节出水堰高度、增加表面冲洗、气水反冲设施。滤池反冲配水系统可根据滤池原有构造和改造的难易程度选用滤头、滤板、新型滤管、滤砖等布水布气方式。
- 6.7.2.3 必要时可在待滤水中再加注少量（一般为 1 mg/L~3 mg/L）混凝剂或微量（一般为 <0.01 mg/L）高分子絮凝剂，降低滤池出水浊度。
- 6.7.2.4 为解决待滤水的含藻问题，可选用浮滤池等组合池。

6.8 消毒

6.8.1 概述

当消毒池出水中细菌、病毒、消毒副产物存在超标，及消毒剂余量不达标时，需对清水池或消毒方式进行优化改造。微生物和消毒剂余量限值及检测方法依照 GB 5749 和 GB/T 5750 规定执行。

6.8.2 改造要点

- 6.8.2.1 当清水池水力效率低，消毒效果差，可采用在清水池廊道口增设穿孔挡板对提高水力效率，必要时可用水力模型软件进行水力条件模拟和效果优化。
- 6.8.2.2 当单一的消毒方式存在清水池出水中细菌、病毒或消毒副产物超标问题时，消毒工艺可采用多点投加、组合消毒和清水池水力调整等方式优化。
- 6.8.2.3 采用氯及次氯酸钠消毒时应控制三卤甲烷等消毒副产物；采用紫外线消毒时，应保证消毒剂余量。
- 6.8.2.4 采用二氧化氯消毒时应采取预防亚氯酸盐和氯酸盐等超标的措施，应在线监测二氧化氯浓度，采用高纯二氧化氯消毒时投加量不应大于 1 mg/L，复合二氧化氯投加量不应大于 1.5 mg/L。
- 6.8.2.5 管网末梢残余消毒剂量不达标时，应根据出厂水水质及消毒剂余量在管网中的变化，采取提高出厂水消毒剂余量、中途加氯等措施。

6.9 臭氧-生物活性炭

6.9.1 适用条件

当原水中的有机物或微量有机物含量高，常规处理工艺处理不能达标的水厂可采用臭氧-生物活性炭工艺。

6.9.2 设计要点

6.9.2.1 臭氧单元

- 6.9.2.1.1 当原水中有有机污染物含量高，可以考虑采用预臭氧与主臭氧相结合的氧化方式。
- 6.9.2.1.2 臭氧投加应优先采用底部曝气盘曝气方式，可增设陶瓷鲍尔环或不锈钢鲍尔环，提高气水混合均匀程度。
- 6.9.2.1.3 主臭氧投加点数量及投加比例根据待处理水的水质并结合试验结果确定或者根据类似工程经验确定，一般宜采用 3 点投加，投加比例可采用 3:1:1、3:2:1，水与臭氧逆向接触，臭氧投加量应在 1 mg/L~3 mg/L。
- 6.9.2.1.4 臭氧氧化溴酸盐等副产物可通过后续活性炭处理、调整臭氧投加方式、投加量、投加辅助药剂（如 H_2O_2 、氨氮）等方式进行控制。原水溴离子为 150 $\mu\text{g/L}$ 以下，可采用投加氨氮控制溴酸盐生成，氨氮浓度一般为小于 0.5 mg/L；当原水溴离子浓度大于 150 $\mu\text{g/L}$ 时，宜采用投加 H_2O_2 方式控制溴酸盐生成， H_2O_2 投加量与 O_3 一级投加量摩尔比一般为 1:1。

6.9.2.2 生物活性炭单元

- 6.9.2.2.1 活性炭吸附池的池型选择，应根据水厂的具体条件或参考相似水厂的运行经验，并经技术、经济比较后确定；若为微膨胀上向流，可采用 V 型滤池；若为下向流，可采用翻板滤池。
- 6.9.2.2.2 活性炭吸附池主要设计参数宜为：若上向流，空床接触时间 10 min~20 min，空床流速 10 m/h~15 m/h，活性炭厚度根据试验及其他因素综合考虑，宜为 1.6 m~3.0 m（膨胀前）；若下向流，空床接触时间 10 min~15 min，空床流速小于 15 m/h，活性炭厚度根据试验及其他因素综合考虑，宜为 1.0 m~2.5 m。
- 6.9.2.2.3 活性炭的选型应根据试验及经济比较确定，宜选用煤质破碎炭；下向流工艺粒径宜采用 1 mm~2 mm；上向流工艺粒径宜采用 0.3 mm~0.6 mm，设计上升流速、膨胀率、选用炭的粒径应通过试验来确定。
- 6.9.2.2.4 为了预防生物泄漏，可在活性炭池后设置砂滤池或采用紫外线消毒结合氯消毒的方式，有条件的也可在活性炭池后设超滤膜池。

6.10 膜处理

6.10.1 适用条件

当原水中无机盐含量高及水处理工艺以去除颗粒物、藻类、细菌为主时，而常规处理工艺处理不能达标的水厂可采用膜处理工艺。

6.10.2 设计要点

6.10.2.1 当现有水处理工艺出水中颗粒物、藻类、细菌不达标，改造面积有限，可以考虑将原有沉淀池或滤池改为膜池，可优先选用浸没式超滤膜。

6.10.2.2 处理工艺、膜材质及运行参数的选择应根据原水水质、供水规模及处理后水质要求，结合当地操作管理条件，通过试验或参照相似条件下已有的运行经验确定。

6.10.2.3 原水水质好且浊度较低，可先用成本低、管理方便的常规处理工艺进行预处理后，然后采用超滤进行深度过滤。

6.10.2.4 原水氨氮小于 2 mg/L、耗氧量小于 5 mg/L 时，可采用粉末活性炭吸附、混凝、沉淀与膜处理联用工艺，但粉末活性炭的投加量及污泥在沉淀池的停留时间，应有中试成果指导。

6.10.2.5 原水氨氮含量高于 2 mg/L 时可在沉淀前增设生物处理工艺；耗氧量高于 5 mg/L 时可在膜处理系统前增设臭氧接触和活性炭吸附池；原水无机盐类物质含量高、溶解性总固体或总硬度超标时可采用超滤-反渗透处理双膜法处理工艺，部分反渗透出水与超滤出水勾兑实现水质达标。

6.10.2.6 超滤膜系统需在线监测压差、液位、温度、浊度、颗粒数等参数的变化。

6.11 排泥水处理

6.11.1 概述

当水厂沉淀池排泥水和滤池反冲洗排泥水等未经处理或经过简单处理排放受限时，需增设或优化排泥设施。

6.11.2 设计要点

6.11.2.1 反应池、沉淀池排泥水和滤池反冲洗等水厂排泥水应优先考虑回用处理技术，通过现场试验研究和水质分析确定回用处理技术方案。

6.11.2.2 污泥脱水设备优先考虑板框压滤机或带式压滤机。

6.11.2.3 浓缩池的有关设计参数的确定应根据污泥的性质与各地条件进行排泥水静态沉淀试验进行选择。

6.11.2.4 需针对污泥性质和处理工艺，通过参考现有经验和实验研究，确定污泥调质所需药剂种类和参数。选用粉末状聚丙烯酰胺作为排泥水调质药剂时，需配备专用配药设备，现用现配，但不宜长时间搅拌，以免降低药效。