
中国城镇供水排水协会团体标准

臭氧水处理工程技术规程

Technical specification for ozone water
treatment engineering

(征求意见稿)

2021 北京

前言

根据《中国城镇供水排水协会团体标准管理办法》和《关于公示 2021 年中国城镇供水排水协会团体标准制定计划的通知》（中水协〔2021〕6 号）的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外相关先进技术，制定了本规程。

本规程共分为 7 章，主要内容包括：1 总则；2 术语和符号；3 臭氧水处理系统；4 工艺应用设计；5 施工与验收；6 运行管理与维护；7 安全。

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

本规程按照 GB/T1.1-2009 给出的规则起草。

本规程由中国城镇供水排水协会归口管理，由太通建设有限公司和清华大学负责具体技术内容的解释。本规程在执行过程中，如有需要修改或补充之处，请将有关资料和建议寄送解释单位（地址：北京市丰台区大成南里长安新城商业中心 B 座 3 层；邮编：100041），以供修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位：太通建设有限公司

清华大学

参编单位：

主要起草人：待确认补充。

主要审查人：待确认补充。

目次

1 总则.....	5
2 术语和符号.....	6
2.1 术语.....	6
2.2 符号.....	8
3 臭氧水处理系统.....	9
3.1 一般规定.....	9
3.2 气源装置系统.....	9
3.3 臭氧发生系统.....	11
3.4 臭氧接触反应系统.....	15
3.5 臭氧尾气消除装置.....	16
3.6 管道与材料.....	17
3.7 检测与控制.....	18
4 工艺应用设计.....	20
4.1 一般规定.....	20
4.2 给水臭氧处理工艺应用设计.....	20
4.3 污水、再生水臭氧处理工艺应用设计.....	21
4.4 臭氧尾气回收利用.....	26
5 施工与验收.....	28
5.1 施工.....	28
5.2 验收.....	28
6 运行管理与维护.....	29
7 安全.....	30
本规程用词说明.....	31
引用标准名录.....	32

Contents

1 General provisions

2 Terms and symbols

2.1 Terms

2.2 Symbols

3 Treatment systems

3.1 Process system selection

3.2 Ozone oxidation system and devices

4 Process application design

4.1 General provisions

4.2 Process application design of ozone treatment for water supply

4.3 Process application design of ozone treatment for wastewater and reclaimed water

4.4 Recycling process of off-gas ozone

5 Construction and acceptance

5.1 Construction

5.2 Acceptance

6 Operation and maintenance

7 Safety

Explanation of wording in this specification

List of quoted standards

1 总则

1.0.1 为规范城镇给水、污水、再生水和工业区废水等臭氧水处理工程的技术要求，做到安全适用、技术先进、提高工程质量，保障系统稳定、安全、可靠运行，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建城镇给水、污水、再生水和工业区废水等臭氧水处理工程的臭氧处理系统选择、工艺应用设计、施工与验收、运行管理与维护、安全规定及应急预案。

1.0.3 上述臭氧水处理工程除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】 给水厂、污水厂、再生水厂设计水量应根据现行国家给水、排水设计规范确定。设计进出水水质应根据工程当地实际情况，结合处理后水用途，依据生活饮用水卫生标准、污染物排放标准、回用标准等相关国家、地方、行业的现行规范标准执行。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 臭氧水处理系统 ozone water treatment system

由气源装置、臭氧发生器、臭氧投加装置、臭氧接触池、臭氧尾气消除装置等设备组合的水处理系统。

2.1.2 气源装置 feed gas device

为臭氧发生器提供合格原料气体的装置。

2.1.3 臭氧发生器 ozone generator

氧气或空气通过介质阻挡放电方式产生臭氧的装置。

2.1.4 臭氧投加装置 ozone dosing unit

将臭氧投加到水中的设备和配套设施。

2.1.5 预臭氧 pre-ozonation

设置在给水处理混凝沉淀或澄清之前的臭氧净水工艺。

2.1.6 后臭氧 post-ozonation

设置在给水处理过滤之前或过滤之后的臭氧净水工艺。

2.1.7 臭氧接触池 ozonation contact reactor

使臭氧气体扩散到处理水中并使之与水全面接触和完成反应的处理构筑物。

2.1.8 臭氧尾气 off-gas ozone

自臭氧接触池顶部尾气管排出的含有少量臭氧(其中还含有大量空气或氧气)的气体。

2.1.9 臭氧尾气消除装置 off-gas ozone destructor

通过一定的方法降低臭氧尾气中臭氧的含量,以达到既定排放浓度的装置。

2.1.10 臭氧氧化-生物活性炭工艺 ozonation-biological activated carbon process

利用臭氧氧化和颗粒活性炭吸附及生物降解所组成的处理工艺。

2.1.11 臭氧溶气气浮工艺 dissolved ozone floatation process

同步利用臭氧氧化及臭氧和氧气混合气体进行溶气、释放、浮选组成的处理工艺。

2.1.12 臭氧氧化—生物滤池工艺 ozonation-biological filter process

利用臭氧氧化和生物滤池所组成的处理工艺。

2.1.13 臭氧双氧水高级氧化工艺 ozone-hydrogen peroxide advanced oxidation process

利用臭氧氧化并同时投加双氧水所组成的高级氧化处理工艺。

2.1.14 臭氧溶气气浮液面负荷 surface load of dissolved ozone floatation

单位时间内臭氧溶气气浮池分离区单位面积的产水量，单位： $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

2.1.15 生物接触氧化滤池 biological contact oxidation filter

由生物接触氧化和过滤相结合的污水处理构筑物。在非直接曝气但在进水有氧条件下，完成污水中有机物氧化和分解、及过滤和反冲洗过程，使污水获得净化。

2.1.16 溶解性难生物降解有机物 soluble non-biodegradable organic matter, or soluble hard COD

在好氧条件下，活性污泥微生物利用污水中有机物作为碳源，并在最佳的反应条件下，经充分混合反应后，出水溶解性有机物即定义为污水中的溶解性难生物降解有机物。

【条文说明】污水中的溶解性难生物降解有机物，一般通过好氧生化实验来确定。在好氧条件同时在最佳的实验反应条件下，包括最优化的 pH 值、温度、必要的氮磷营养物质等，经充分混合反应 20~25 天后，检测出水中的溶解性有机物。出水中溶解性有机物实际上是总的溶解性难生物降解有机物，生化反应中，微生物自身代谢将产生一部分难生物降解溶解性有机物，因此，出水溶解性有机物扣除掉微生物自身代谢产生的溶解性有机物，即定义为原污水中的溶解性难生物降解有机物。

2.1.17 B/C 比 B/C ratio

是污水中 BOD_5 (生化需氧量)与 COD_{Cr} (化学需氧量)比值的缩写，即 $\text{BOD}_5/\text{COD}_{\text{Cr}}$ ，该比值表示污水中有机物可生物降解性的评价指标。

【条文说明】一般情况下，污水或废水的 $\text{B/C} \geq 0.45$ 时，属于易生物降解； $0.3 \leq \text{B/C} < 0.45$ 时，属于可生物降解； $0.2 < \text{B/C} < 0.3$ 时，属于较难生物降解； $\text{B/C} \leq 0.2$ 时，属于难生物降解。

2.1.18 臭氧尾气回收利用 recycling of off-gas ozone

经臭氧尾气消除装置处理后的富氧气体，通过收集、输送、回收至污水处理厂生物处理好氧池或其它需要充氧的工艺单元，并采用相应曝气设备进行利用。

2.2 符号

m—臭氧产量(kg/h)

Q—设计流量(m³/h)

q—臭氧投加量(mg/L)

PSA—变压吸附 Pressure Swing Adsorption

VPSA—真空变压吸附 Vacuum Pressure Swing Adsorption

VSA—真空解吸 Vacuum Swing Adsorption

3 臭氧水处理系统

3.1 一般规定

3.1.1 臭氧水处理工艺系统的选择应根据水质条件、处理目标、占地布置、经济分析等确定。

3.1.2 臭氧氧化系统组成包括气源装置系统、臭氧发生系统、臭氧接触反应系统、臭氧尾气消除装置、管道与材料、检测与控制系统等。

3.2 气源装置系统

3.2.1 臭氧发生系统中所用的原料主要为空气和富氧气源，其中富氧气源又分为现场制氧与外购液氧两类。空气气源装置系统组成包括鼓风装置、过滤器、除尘装置、除湿装置，检测仪表等。富氧气源装置系统分为外购液氧装置系统和现场制氧装置系统。外购液氧装置系统组成包括液氧储罐、减压气化装置、调压装置、过滤器、检测仪表等。现场制氧装置系统组成包括鼓风装置、吸附床、气体储罐、氧气增压装置、过滤器、除尘除湿装置、检测仪表等。

3.2.2 气源气的选择宜考虑对以下几个方面进行经济技术比选后确定：

- 1 臭氧工艺单元的综合运行成本；
- 2 臭氧的需求量，可依据处理水量、针对性实验及工艺目标要求等予以确认；
- 3 设备运行的稳定性与管理要求。

3.2.3 空气气源装置系统，应符合下列规定：

- 1 采用空气作为气源时，设计产气臭氧的浓度宜为 2 wt%~3 wt%。
- 2 空气气源宜采用空压机或离心鼓风机的形式。
- 3 采用空气气源时，应根据项目当地的常年平均空气质量，气源管路中应配置过滤装置、除尘、除湿等装置，满足臭氧发生器进气质量要求。
- 4 空气气源制取臭氧产能效率较低，设备投资大，电耗高，宜用于外购氧气成本较高、无现场制氧条件的项目中或通过经济技术比较确定。

3.2.4 富氧气源装置系统，应符合下列规定：

- 1 采用富氧气源时，产气臭氧浓度可在 8%~16%之间调节，设计产气臭氧浓

度宜为 10 wt%。

2 外购氧气质量应符合臭氧设备进气要求，液氧进气应符合表 3-1 的要求：

表 3-1 液氧气源质量要求

项 目	要 求
氧气的浓度	≥99.8%
氧气露点(1 个标准大气压下)	-68℃
氧气设计压力	0.5~0.7 Mpa (g)
氧气送出温度	5~33℃
氧气中颗粒尺寸	≤0.01 μ m
氧气中含油量	无油
氧气中氟里昂或相似物和溶剂	全部去除
氧气中总碳氢化合物	≤15ppm

3 外购液氧作为气源的，应设置独立的氧气站，氧气站设计应参照 GB50030《氧气站设计规范》。

4 采用外购液氧作为气源的，在纯氧管路中应加入 1%~3% 的氮气（或净化后的压缩空气），投加的氮气流量应能根据臭氧的产量自动调节。

5 添加的空气应纯净，颗粒杂质、露点应满足臭氧发生器的工作的基本要求。氮气添加系统由空气压缩机、冷干机、吸附式干燥机、过滤器等组成。

6 用于臭氧系统氮气投加的空压机，应采用无油型空气压缩机。

7 现场制氧的氧气质量应符合臭氧设备进气要求，现场制氧氧气应符合表 3-2 的要求：

表 3-2 现场制氧气源质量要求

项 目	要 求
氧气的浓度	90%~93%
氧气露点(1 个标准大气压下)	-68℃
氧气设计压力	≥0.3Mpa (g)
氧气送出温度	5~33℃
氧气中颗粒尺寸	≤0.01 μ m
氧气中含油量	无油

项 目	要 求
氧气中氟里昂或相似物和溶剂	全部去除
氧气中总碳氢化合物	≤15ppm

8 现场制氧设备可根据项目大小选择采用 PSA、VPSA、VSA 等成熟的现场制氧工艺。

9 现场制氧设备应采用精密过滤器、干燥器、氧气储气罐等成套设备。

3.3 臭氧发生系统

3.3.1 臭氧发生系统包括臭氧发生装置和臭氧发生间内的氧气调压装置、循环冷却水装置系统、氮气补充装置系统、检测仪表、配电及控制系统等。

3.3.2 臭氧发生装置的一般规定，应符合下列要求：

1 臭氧发生装置应包括臭氧发生罐体、供电及控制设备。

2 臭氧发生装置的产量应满足最大臭氧投加量的要求。臭氧发生装置的产量宜按以下公式计算：

$$m = \frac{Q \cdot q}{1000}$$

式中： m —臭氧产量(kg/h)

Q —设计水量 (m^3/h)

q —臭氧投加量(mg/L)

【条文说明】臭氧设备在选型的过程中，设备制造商已经考虑了一部分的设计余量。臭氧发生器在软备用的工况下，臭氧产量一般能达到原设计能力的 1.1~1.3 倍。考虑到臭氧发生器前期投资较大，在确定臭氧发生器设计产量时，无需对臭氧投加量重复考虑安全系数。

3 臭氧发生装置可不设置硬备用设备，宜设置一定的软备用能力。软备用工况下，产气臭氧浓度宜≥8%。

4 臭氧发生装置的能力应在一定范围内可调节，一般为 10%~100%。

5 20kg/h 以下的臭氧发生装置宜采用一体撬装的结构，供电单元与发生装置罐体集中布置。

3.3.3 采用管式臭氧发生装置，宜符合下列规定：

1 管式臭氧发生装置可选用立式或卧式。10 kg/h 以上臭氧产量的臭氧发生装置宜选用卧式。

2 放电管材质宜采用陶瓷、硼硅玻璃材质。

3 放电管数量宜留有 2%~5% 的设计余量，抵消不可预见放电管污染等带来的效率降低。

4 放电管应有必要的保险隔离措施，可以保证放电管在击穿工况下，臭氧发生装置仍能正常运行。

5 臭氧发生装置本体与臭氧接触的部分，应采用 316L 不锈钢材料等耐臭氧腐蚀的材料制造。

6 臭氧发生装置罐体设计运行压力为 0.19~0.28 Mpa (g)，属于 II 类压力容器，制造标准应参照 II 类压力容器制造规范。

7 臭氧发生装置采用水冷形式进行冷却，宜采用双循环间接闭式冷却系统。内循环冷却水一般优先考虑采用纯净水或去离子水，当无法满足上述水质要求时，应符合表 3-3 的要求：

表 3-3 内循环冷却水水质要求

项目	数值	单位
pH 值	6-9	-
浊度	≤1	[NTU]
COD _{Cr}	≤40	[mg/L]
BOD ₅	≤5	[mg/L]
石油类	≤1	[mg/L]
氨氮	≤5	[mg/L]
总铁	≤0.2	[mg/L]
总硬度（以 CaCO ₃ 计）	≤450	[mg/L]

项目	数值	单位
溶解性总固体	≤1000	[mg/L]
总磷酸盐	≤1	[mg/L]
氯化物(以 Cl ⁻ 计)	≤250	[mg/L]
冷却水不应含有对不锈钢 316 L 的腐蚀，且不应含有泥或细菌，以免造成有机物或无机物在臭氧系统内沉积。		

8 外循环冷却水可采用厂区自用水、再生水、滤池出水等，如外循环冷却水采用污水回用水，应考虑设置过滤器等措施，防止对换热器的污染。外循环冷却水水质应符合表 3-4 的要求：

表 3-4 外循环冷却水水质要求

项 目	要 求
供水水温	25-30℃
回水水温	30-35℃
PH 值	6-8
氯化物(Cl ⁻ 计)	<250mg/L
总悬浮物 (SS)	<10mg/L
颗粒粒径	<0.2mm
总硬度(CaCO ₃ 计)	<450mg/L

3.3.4 采用板式臭氧发生装置时，宜符合下列规定：

- 1 板式臭氧发器宜采用结构紧凑体积小的放电室和电源一体化的模块化设计。
- 2 介电体材料宜采用介电常数高的电子级陶瓷片，高低压电极应能抗臭氧氧化。
- 3 设计余量宜留 5%，每 50kg 臭氧产量宜备用一个臭氧发生单元模块。

4 单个放电室应设置高压保险隔离措施，可隔离故障的臭氧放电室。

5 臭氧发生器冷却水条件参照管式臭氧发生器要求。

3.3.5 臭氧发生间，宜符合下列规定：

1 臭氧发生装置必须设置在室内。臭氧发生间应尽可能设置在离臭氧接触池较近的位置。当水处理工艺中同时设置有多个不同位置的臭氧接触池时，其设置位置宜靠近用气量较大的臭氧接触池。

2 臭氧发生间，宜布置在水厂最小频率风向的上风向，宜与其他建筑的通风口保持一定的距离，并应远离办公区和居住区、公共建筑、集会和人员密集场所。

3 臭氧发生装置宜设置在单独的隔间内，避免因臭氧泄漏造成人员健康伤害和设备腐蚀。

4 大型臭氧发生装置，可以考虑供电单元与发生装置罐体就近布置，也可以考虑分开，将供电单元和发生装置罐体分别区域或房间布置。

5 臭氧发生间应考虑有足够的维护空间。臭氧发生装置之间的主要通道不宜小于 1.2 m。并考虑设备进出的检修通道及空间。

6 臭氧发生装置配套设备（空压机、冷却水泵、换热器等）宜放置在独立的设备间内。

7 臭氧发生间及配套设备区域，应设置排除积水的设施。

8 臭氧发生间不宜设计管沟。如确有必要设计时，管沟穿墙处必须做密封封堵并在管沟中考虑设置排风管。

9 架空管道不宜过低，不得阻碍人员通行。同时，架空的管道、通风风道、电缆桥架等宜考虑综合的吊架或支架，保证布置美观。

10 在光照强烈的地区，臭氧发生间的采光设计，宜考虑减少阳光的直射的设计或措施。

11 室内环境温度宜按《室外给水设计标准》GB50013 的要求，控制在 30℃ 以内，或按设备厂家提供的温度进行设计。当通风无法保证温度时，房间应设空调设备。通风或空调应符合现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50019 的有关规定。

3.4 臭氧接触反应系统

3.4.1 臭氧接触反应系统,包括臭氧接触池和臭氧投加装置。

3.4.2 臭氧接触池,宜符合下列规定:

1 臭氧接触池的设计应符合《室外给水设计标准》GB50013 的相关要求。

2 臭氧接触池臭氧投加量应根据工艺目的和待处理水的水质情况,通过试验或参照相似条件下的运行经验确定。当无试验条件或可参照经验时,用于市政给水厂,预臭氧投加量可按 0.5~1.0 mg/L 考虑,后臭氧投加量可按 0.5~3 mg/L 考虑;用于市政污水厂或再生水厂,臭氧投加量可按 1.5~3kgO₃/kg Δ COD 考虑;用于工业污水厂或含工业污水的城镇污水处理厂,应经过针对性试验或参照同类工程相似经验确定。

3 接触池出水宜设计臭氧脱气室,脱气时间宜为 5 min~15 min。臭氧接触池宜采用薄壁堰跌水出流,跌水高度不宜大于 600 mm。

【条文说明】适宜的跌水高度可以使部分溶解于水中的臭氧释放出来,防止溶解于水中的臭氧进入下一个处理构筑物。需考虑跌水高度过大时,堰流跌落容易携带气泡进入下一个处理构筑物,导致臭氧接触池内负压过大,呼吸阀频繁动作。

4 臭氧接触池尾气收集管可设置在臭氧脱气区室池顶或臭氧接触室池顶。

5 臭氧接触池注水后,设计流量及零流量下,应能保持全密闭。防止臭氧进入上下游构筑物。

6 臭氧接触池设计水深宜采用 5 m~9 m。

7 臭氧接触池池体结构应能耐一定的正压及负压。

8 臭氧接触池水流应采用竖向流,并设置竖向导流隔板。池体导流隔板顶部和底部应设计连通孔。

【条文说明】在与池顶相连的导流隔板顶部如设置通气孔,则池顶可只设置一套自动双向压力平衡阀。与池底相连的导流隔板底部设置流水孔是为了清洗接触池时便于放空。与池底相连的导流隔板底部宜考虑可开关的通行孔,便于设备安装和检修。

9 臭氧接触池宜考虑排水放空。如不能完全放空,应设计排水坑,采用临时潜水泵排空。

10 臭氧接触池结构应该防止臭氧腐蚀,应符合《工业建筑防腐蚀设计标准》

GB/T 50046 的相关规定。

3.4.3 臭氧投加装置分为微孔曝气装置和辐流喷射装置。微孔曝气装置主要由微孔曝气盘、气体分配装置组成。辐流喷射装置主要由水射器、辐流式曝气盘、气体分配装置、增压水系统等组成。

3.4.4 微孔曝气装置，宜符合下列规定：

- 1 微孔曝气装置的曝气量应能满足臭氧投加量的需求。
- 2 曝气装置布置应适应臭氧投加量及处理水量的变化，不会发生短路现象（臭氧与水没有接触反应）。
- 3 微孔曝气装置的臭氧传质效率应大于 85%（按 6 米有效水深计）。
- 4 当待处理水进水的悬浮物浓度 ≥ 10 mg/L 时，不宜选用微孔曝气装置。

3.4.5 辐流喷射装置，宜符合下列规定：

1 当市政污、再生、工业等污水厂臭氧接触池的投加量较大时，经过技术经济比较后，可考虑采用辐流喷射装置。辐流喷射装置由水射器、辐流式扩散装置、增压水系统等设备组成。

- 2 臭氧投加应采用气水混合式。水射器宜采用文丘里形式。
- 3 辐流式扩散装置应适应臭氧投加量及处理水量的变化，不会发生短路现象。
- 4 辐流式扩散装置的臭氧投加区域宜为正方形或圆形。
- 5 增压水宜采用给水厂自用水、澄清池出水、滤池出水、臭氧接触池出水、污水再生水等滤后水。

6 增压水采用臭氧接触池出水的，增压水泵、增压水管路中与臭氧和原水接触池的部分的材质应与臭氧投加设备材质相同。

7 臭氧投注量和增压水的气水比宜为 0.7~1.2 kg 气体流量/m³ 增压水，设计宜采用气水比为 1.0 kg 气体流量/m³ 增压水。

3.5 臭氧尾气消除装置

3.5.1 臭氧尾气消除装置一般采用高温加热型或加热催化型尾气消除装置。

3.5.2 高温加热型尾气消除装置，宜符合下列规定：

1 臭氧投加量大于 100 kg/h 的城镇给水、污水、再生水和工业区废水处理厂、含有工业污水的城镇污水处理厂，臭氧系统尾气处理装置应选用高温加热型。

2 高温加热型臭氧尾气消除装置处理量应满足臭氧投加量的要求,可不设置备用设备。

3 高温加热装置反应腔体温度应不小于 350℃。

4 高温加热装置内臭氧气体停留时间应不小于 2 秒。

5 高温加热装置宜采用前端热量回收系统,节约电耗。

6 采用高温加热型尾气消除装置的,尾气消除装置宜集中布置在臭氧尾气最大消除量位置附近。

3.5.3 加热催化型尾气消除装置,宜符合下列规定:

1 臭氧投加量小于 100 kg/h 的城镇给水、污水、再生水处理厂,臭氧系统尾气消除装置宜选用加热催化型。

2 加热催化型臭氧尾气消除装置处理量应满足臭氧投加量的要求,必须设置在线备用设备。

3 加热催化装置宜设置在室内。

4 加热催化装置进气端应设置加热除湿器,防止水汽进入催化反应室。

5 加热催化装置出气端应设置臭氧尾气臭氧浓度探头,防止催化剂失效,出气臭氧浓度超标。

6 催化剂应能方便更换。

7 采用加热催化型尾气消除装置的,臭氧尾气间宜设置在在臭氧接触池池顶,就地处理臭氧尾气。

3.6 管道与材料

3.6.1 液氧、氧气、臭氧和尾气管道,宜符合下列规定:

1 氧气和臭氧管道的设计,应符合《氧气站设计规范》GB 50030 的相关规定,同时符合《工业金属管道设计规范》GB 50316 的相关规定。

2 液氧、氧气、臭氧和尾气管道,应预先进行脱油脱脂处理。

3 压力管道应符合《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801 的相关规定。管道也应该符合《工业金属管道设计规范》GB 50316 的相关规定。

4 臭氧和氧气管道不宜直埋。臭氧投加干管应敷设于管沟中,上覆活动盖板。对于气候炎热地区,管道外露部分应按相关规范进行保温。

5 臭氧尾气管道应做保温，在最低点处设计管道排水点，排放冷凝水。

3.6.2 臭氧氧化系统材质，应符合下列规定：

1 与臭氧、含有臭氧的气体、含有臭氧的液体相接触的设备、阀门、管道、材料等应采用 316L 不锈钢或以上的耐臭氧腐蚀材质；密封材料应采用聚四氟乙烯等耐臭氧腐蚀材质。

2 臭氧接触池同臭氧接触的池体部分应耐臭氧腐蚀。

3 臭氧接触池后续工艺的进水渠道堰板、阀门等设备和材料，宜选用耐臭氧型。

4 微孔曝气装置宜采用由陶瓷材料。

5 当臭氧接触池原水进水氯离子浓度高于 800 mg/L 时，与臭氧和原水接触部分的材质应选用双相不锈钢等耐腐蚀材质。

3.7 检测与控制

3.7.1 臭氧水处理工程应根据工程的氧源系统、臭氧发生装置、投加装置及尾气消除装置的能力、数量及特点，确定合适的检测仪表与控制系统。

3.7.2 检测仪表和控制系统，应满足生产运行的安全可靠，且兼顾运行管理的方便灵活。

3.7.3 臭氧发生间内必须配备环境臭氧和氧气浓度监测仪表，监测室内臭氧、氧气浓度，并与室内通风系统通过自控系统联动。环境氧气浓度监测仪表应设置在氧气主进气管道下方，环境臭氧浓度仪表宜设置在臭氧发生装置下方。

3.7.4 臭氧发生间应检测氧气压力和臭氧发生器产出的臭氧浓度与流量，气相臭氧浓度的测定宜选择紫外吸光分光光度仪在线监测。

3.7.5 臭氧接触池宜检测水中余臭氧浓度和处理后的尾气臭氧浓度。预臭氧接触池可不设置水中余臭氧浓度检测装置，但应设置取样点。后臭氧接触池出水端宜设置水中余臭氧检测装置，水中余臭氧浓度宜选用隔膜电极法仪表在线监测。

【条文说明】 预臭氧池中有机物较多，臭氧消耗较快，通常难以测量出有效水中余臭氧数据。因此，可不设水中余臭氧浓度的自动仪表。

3.7.6 臭氧接触池余臭氧的取样，宜设取样泵保证仪表运行压力。当水质不符合仪表要求时，应考虑去除水中杂质的过滤装置。

3.7.7 臭氧接触池池顶应设置臭氧质量流量自动计量装置、臭氧流量自动调节装置，以实时调节投加水体中的臭氧总量。

3.7.8 臭氧尾气排放口应检测臭氧尾气浓度，臭氧尾气排放浓度应 $<0.1\text{ppm}$ 。

4 工艺应用设计

4.1 一般规定

4.1.1 臭氧水处理应用工艺设计,应根据设计水量规模、进水水质及特点、出水水质要求、工艺适用性、必要的实验验证、经济分析等选择确定。

4.1.2 给水处理工艺系统可选择预臭氧接触氧化工艺、臭氧-生物活性炭组合工艺等组合工艺等。

4.1.3 给水臭氧处理工艺设计中,计算臭氧发生量、设计臭氧接触池的设计水量应按最高日供水量加水厂自用水量进行计算。

4.1.4 确定给水处理中臭氧发生器规模时,臭氧在水中的转移效率宜取 85%~90%。

4.1.5 市政、工业、再生水等水处理工艺系统可选择臭氧接触氧化工艺、臭氧溶气气浮工艺、臭氧-生物滤池组合工艺、臭氧双氧水高级氧化工艺、臭氧催化氧化工艺等。

4.1.6 市政污水、工业区污水、再生水臭氧处理工艺设计中,计算臭氧发生量的设计水量应按日平均水量进行计算;设计臭氧接触池的设计水量应按日平均水量并考虑变化系数进行计算。

4.1.7 确定市政、工业、再生水等水处理中臭氧发生器规模时,臭氧在水中的转移效率宜取 80%~90%。

4.1.8 臭氧水处理的工艺应用设计除参照本技术规程外,还应同时符合国家现行标准《室外给水设计标准》(GB 50013)、《室外排水设计标准》(GB50014)等的相关规定。

4.2 给水臭氧处理工艺应用设计

I 臭氧氧化-生物活性炭组合工艺

4.2.1 臭氧氧化-生物活性炭组合工艺流程及工艺布置,宜符合下列规定:

- 1 臭氧氧化-生物活性炭组合处理工艺可应用于微污染原水的深度净化处理。
- 2 通过臭氧氧化作用将大分子难降解有机物转化成小分子易降解有机物,提

高后续颗粒活性炭吸附池的氧化降解能力,利用活性炭吸附过滤及生物降解过程去除水中的色度、嗅味、有机污染物等。

3 颗粒活性炭吸附池型式应根据工艺目的和出水水质需求确定,可采用上向流颗粒活性炭吸附池、下向流颗粒活性炭吸附池。

4 臭氧接触池工艺流程和工艺布置,应满足本规程第3章节条款相关规定要求。

4.2.2 臭氧氧化-生物活性炭组合工艺设计参数,应参照本规程第3章节条款相关规定要求,还应满足《室外给水设计标准》(GB50013)相关的设计参数要求。

4.2.3 工艺设备的选择和配置,主要由以下系统构成:臭氧接触池设施、臭氧发生系统、臭氧投加装置、臭氧尾气消除装置、颗粒活性炭吸附池设施、配水配气系统、反冲洗系统等。

4.3 污水、再生水臭氧处理工艺应用设计

I 臭氧溶气气浮工艺

4.3.1 应用于市政污水、工业污水、再生水深度处理时,臭氧溶气气浮工艺流程及工艺布置,宜符合下列规定:

1 臭氧溶气气浮可同时去除水中的悬浮物或浊度、总磷、色度、溶解性难生物降解有机物等污染物。

【条文说明】臭氧溶气气浮工艺,在国内、特别是在国外污水处理领域已有成功应用,在处理工艺、处理目标污染物、出水水质、占地、工程投资等方面有应用优势。目前,国内还没有臭氧溶气气浮工艺相关的技术规程或技术标准,为体现本规程的先进性、前瞻性,在参考和调研国内外相关先进技术和应用的基础上,将臭氧溶气气浮工艺列入本规程臭氧水处理应用工艺之一。

根据调研,在韩国地区,臭氧溶气气浮工艺在市政污水、工业污水、畜牧养殖业废水等领域已应用近10多个案例。其中,韩国庆尚南道梁山市污水厂深度回用处理项目采用了臭氧溶气气浮工艺,该污水厂总处理规模16万吨/天,深度回用段处理规模2.2万吨/天,核心处理工艺采用臭氧溶气气浮,对大肠杆菌、浊度、有机物、总磷等污染物均有较高的去除效果,出水回用于当地梁山河河道景观补水。该项目主要设计参数、污染物去除效率详见下表。

臭氧溶气气浮主要设计参数

设计参数	单位	设计标准	实际参数
混凝池水力停留时间	min	1.0	1.1
絮凝池水力停留时间	min	10~20	15.3
气浮池水力停留时间	min	10~25	11.2
气浮池液面负荷	m ³ /(m ² ·h)	10~30	24.1
压水回流比	%	10~30	10.0

臭氧溶气气浮主要去除污染物及效率

水质参数	大肠杆菌	浊度	BOD	色度	总氮	总磷
单位	CFU/100ml	NTU	mg/L	PtCo	mg/L	mg/L
进水水质	19,000	4.0	4.0	60	16.7	0.250
出水水质	25	1.0	2.0	12	15.0	0.1
去除率 (%)	99.99	75.0	50.0	80.0	10.2	60.0

2 矩形气浮池宜与混凝、絮凝设施合建，混凝宜采用机械混凝，絮凝可采用水力絮凝或机械絮凝。

3 气浮池出水可采用穿孔板或穿孔管集水。

4 气浮池排渣方式可采用水力排渣或机械排渣。

5 混凝池、絮凝池、气浮池应设置底部放空和排泥设施。

6 溶气系统应设置臭氧压缩装置。

7 气浮池应加盖气密，须设置臭氧尾气消除装置。

4.3.2 臭氧溶气气浮组合工艺设计参数，宜符合下列规定：

1 设计水量应按污水厂、再生水厂的设计规模及变化系数进行计算。

2 快速混合池（混凝池）的混合方式宜采用机械搅拌，宜设置两级串联快速混合池，各级混合池设计水力停留时间宜为 1 min~5 min。

3 混凝剂的投配应采用液体投加方式，混凝剂的选择和投加浓度应根据实验验证确定。

4 絮凝反应池水力停留时间宜为 5 min~20 min。

5 气浮池接触室水流上升流速宜为 10 mm/s~20 mm/s。

6 气浮分离室液面负荷宜为 10 m³/(m²·h)~30 m³/(m²·h)。

7 矩形气浮池的有效水深宜为 3.0 m~4.0 m, 池中水力停留时间宜为 10 min~30 min, 矩形气浮池的单格宽度不宜超过 15 m, 单格池长不宜超过 6 m。

8 臭氧溶解池(罐)压力宜为 0.3 MPa~0.6 MPa, 水力停留时间宜为 0.5 min~1.0 min。

9 加压水回流比宜为单座气浮池设计处理水量的 10%~30%。

10 气浮池排渣周期宜为 2 h~6 h, 排渣前的浮渣厚度宜为 50 mm~100 mm, 每次排渣时间宜为 3 min~5 min。排渣周期和排渣时间应根据实际运行负荷可变可调, 以适应流量负荷和水质负荷的变化。

11 臭氧溶气投加量宜根据待处理水的水质状况并结合试验结果确定, 无实验条件时, 一般宜为 10 mg/L~60 mg/L。

12 气浮池的工艺设计, 应同时参照《室外排水设计标准》(GB50014) 的相关规定内容。

4.3.3 臭氧溶气气浮组合工艺设备的选择和配置, 主要由以下系统构成: 臭氧发生系统、臭氧尾气消除装置、混合及反应、药剂存储系统、药剂输送、气浮设施(池)、气浮扩散装置、气浮池加盖气密装置、浮渣去除设施、臭氧压缩及溶气系统、臭氧溶气气浮的控制系统等。

II 臭氧氧化-生物滤池组合工艺

4.3.4 臭氧氧化-生物滤池组合工艺流程和工艺布置, 应符合下列规定:

1 臭氧氧化-生物滤池组合处理工艺可应用于市政污水、工业污水、再生水的深度处理, 主要去除污水中溶解性难生物降解有机物。

2 生物滤池的形式, 应根据去除有机物总量不同, 可选择不同的工艺形式和配置。

【条文说明】臭氧氧化-生物滤池组合工艺中, 臭氧氧化将部分不可生物降解的长链、大分子有机物转变为可生物降解的有机物, 提高污水的可生化性或 B/C 比, 同时降低有机物总量, 水中溶解氧含量增加, 依靠生物滤池进一步将小分子有机物降解去除。臭氧生物滤池组合工艺可降低臭氧的投加量, 同时确保有机物的去除。

根据处理目的及去除有机物总量的不同, 生物滤池可选择高有机物负荷的曝

气生物滤池或低有机物负荷的生物接触氧化滤池。

如处理工艺流程中需考虑总氮的去除，应设置反硝化生物滤池单元。反硝化生物滤池宜布置在曝气生物滤池或生物接触氧化滤池之后，也可布置在臭氧氧化单元之前；因反硝化生物滤池需要缺氧环境，而臭氧氧化单元出水中溶解氧含量较高甚至是饱和溶解氧，因此反硝化生物滤池一般不宜直接布置在臭氧氧化单元之后，否则还需要对臭氧氧化单元出水进行脱氧、脱气处理、或造成反硝化生物滤池需额外补充较多的碳源消耗。

4.3.5 臭氧氧化-生物滤池组合工艺设计参数，宜符合下列规定：

1 臭氧氧化-生物滤池组合工艺应用于市政污水、工业污水、再生水处理时，去除有机物总量、生物滤池的形式应根据处理水质需求进行选择确定。

2 臭氧氧化和生物滤池分别去除有机物的量或比例宜根据待处理水水质和试验确定，无试验条件时，臭氧氧化和生物滤池各自去除有机物的比例一般取1:1~2:1。

【条文说明】应用于市政污水、再生水处理时，去除有机物总量宜为15 mg/L~25 mg/L，应用于工业污水处理时，去除有机物总量宜为15 mg/L~65 mg/L。去除有机物总量15 mg/L~40 mg/L时宜选择臭氧氧化-生物接触氧化滤池组合工艺，去除有机物总量大于40 mg/L时宜选择臭氧氧化-曝气生物滤池组合工艺。

根据实际已投运案例调研，某再生水深度处理项目，进水COD约35 mg/L，出水COD要求小于20 mg/L，需要去除COD约15 mg/L，核心处理工艺采用臭氧氧化-生物接触氧化滤池组合工艺，其中，臭氧氧化去除8~9 mg/L COD，生物滤池去除6~7 mg/L COD，各自去除有机物的比例约1.3:1。另外，某化工园区污水深度处理提标项目，出水COD由原100 mg/L提标到60 mg/L，需要去除COD约40 mg/L，提标处理工艺采用臭氧氧化-生物接触氧化滤池组合工艺，其中，臭氧氧化去除25 mg/L COD，生物滤池去除15 mg/L COD，各自去除有机物的比例约1.7:1。

3 臭氧投加比宜根据待处理水水质和试验确定，一般为1.5 kgO₃/kg ΔCOD~5.0 kgO₃/kg ΔCOD。

4 试验验证时，应取臭氧氧化水质分析过程中B/C比最高或pH最低工况点时的臭氧投加比和投加量作为最佳设计值。

5 生物滤池水力负荷宜为 $3 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 12 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，有机物去除负荷宜为 $2.5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d}) \sim 5 \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{d})$ 。

6 生物滤池滤料可选择生物陶粒滤料或其它形式滤料。

【条文说明】关于生物滤池滤料，如选择陶粒滤料，宜选择破碎型或圆形生物滤料，滤料有效粒径为 $1.25 \text{ mm} \sim 6 \text{ mm}$ ，均匀系数不宜超过 1.5，滤料厚度宜为 $1.5 \text{ m} \sim 3.0 \text{ m}$ 。

7 生物滤池经常性冲洗周期宜采用 $12\text{h} \sim 36\text{h}$ ；气冲洗强度宜为 $55 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 100 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，历时宜为 $6 \text{ min} \sim 10 \text{ min}$ ；水冲洗强度宜为 $15 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) \sim 30 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，历时宜为 $7 \text{ min} \sim 10 \text{ min}$ ；生物滤池的工艺设计，应同时参照《室外排水设计标准》（GB50014）的相关规定内容。

4.3.6 臭氧氧化-生物滤池组合工艺设备的选择和配置，主要由以下系统构成：臭氧接触氧化池设施、臭氧发生系统、臭氧投加装置、臭氧尾气消除装置、生物滤池设施、生物滤池曝气系统（用于曝气生物滤池）、配水配气系统、反冲洗系统等。

III 臭氧双氧水高级氧化工艺

4.3.7 臭氧双氧水高级氧化工艺，一般布置在臭氧氧化-生物滤池组合工艺或其它同类氧化工艺之后，用于进一步去除污水中难生物降解有机物。

【条文说明】臭氧双氧水工艺，是一种均相高级氧化工艺，不同于采用固体催化剂的非均相催化氧化工艺（催化剂原则上不会被消耗掉）。

臭氧双氧水高级氧化工艺，是在同时投加臭氧和双氧水的条件下，根据如下反应机理： $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{O}_3 \rightarrow 2 \cdot \text{OH} + 3\text{O}_2$ ，可极大促进羟基自由基的生成，一旦生成，它们将无选择性地与水中的难降解有机物反应，将其氧化成 CO_2 和 H_2O 或其它无害物，且自由基反应速率很快，可缩短氧化反应时间，同时可适当降低臭氧的消耗量。从原理上，臭氧双氧水高级氧化工艺主要是利用氧化能力比臭氧单独氧化（氧化电位 $E=2.07\text{V}$ ）更强的羟基自由基（氧化电位 $E=2.80\text{V}$ ），因此在实际应用中，如出水 COD 要求较严格，需要进一步去除剩余的难生物降解有机物，一般用在臭氧氧化-生物滤池组合工艺之后采用臭氧双氧水高级氧化工艺。

根据实际已投运案例调研，某化工工业园区浓盐水处理项目，进水 COD 约

145 mg/L,出水 COD 要求小于 50 mg/L,需要去除 COD 约 90 mg/L,核心处理工艺采用臭氧氧化-生物滤池-臭氧双氧水高级氧化工艺,其中,臭氧氧化-生物滤池去除 80 mg/L COD,臭氧双氧水高级氧化去除 15 mg/L COD。

4.3.8 臭氧双氧水高级氧化工艺设计参数,宜符合下列规定:

1 臭氧投加量宜根据待处理水水质和试验确定,无试验条件时,一般为 2.0 kgO₃/kg ΔCOD~6.0 kgO₃/kg ΔCOD;

2 双氧水投加量宜根据待处理水水质和试验确定,投加比一般为 0.3 kgH₂O₂/kgO₃~0.4 kgH₂O₂/kgO₃,双氧水浓度一般为 27.5%~50%。

【条文说明】污水处理等工业用双氧水浓度一般为 27.5%~50%,适宜的使用浓度应综合考虑运输、储存、安全、成本等因素。

3 臭氧双氧水氧化接触池应设有 1~2 个反应室,有效接触反应时间一般为 15 min~45 min,应根据污染物浓度及污染物性质灵活考虑反应室数量及臭氧、双氧水投加位置。

4 臭氧及双氧水的投加方式,宜采用由水射器、辐流式扩散装置、增压水系统等设备组成的辐流喷射装置。

5 臭氧及双氧水按比例投加,应控制双氧水不过量。臭氧及双氧水的投加量可根据进水流量的测量值及进水有机物浓度值按比例调节。

6 氧化接触池的末端应设置臭氧、双氧水消解脱气池,停留时间一般为 5 min~15 min,保证出水中无剩余臭氧、双氧水。

4.3.9 臭氧双氧水高级氧化工艺设备的选择和配置,主要由以下系统构成:臭氧接触氧化池设施、臭氧发生系统、臭氧投加装置、臭氧尾气消除装置、双氧水储存及投加系统等。

4.4 臭氧尾气回收利用

4.4.1 臭氧尾气回收利用,应根据污水厂臭氧实际用量、臭氧发生器气源形式、生化池需氧量、平面布置、经济比较等因素综合考虑后确定。

4.4.2 臭氧发生器采用富氧气源时,因尾气中氧气浓度更高,回收利用的经济性更显著,宜考虑臭氧尾气回收利用。

【条文说明】在臭氧发生过程中,由于受臭氧发生器工艺条件限制和安全考量,

在使用富氧气源的臭氧发生器时，产生的臭氧浓度一般在 6%~14%之间。这也意味着剩下超过 80%的氧气基本未被利用，最后经尾气消除装置处理后排出到大气中。如果可以收集这部分富氧气体，并使用合理的纯氧曝气设备，回收利用到污水厂生化好氧池中，则可以降低生化池的鼓风曝气的运行电耗，达到促进循环经济和节能减排的目的。

4.4.3 一般情况下，臭氧实际用量在 20 kg/h 以上稳定运行的污水厂，宜经综合比较后考虑臭氧尾气回收利用。臭氧用量较低的污水厂可根据尾气量和生化池需氧量进行经济性测算比较后确定是否回收利用尾气。

4.4.4 与回用臭氧尾气气体相接触的管路、设备、阀门、仪表、附件等宜参照《氧气站设计规范》（GB50030）进行设计选型。

4.4.5 回收利用的尾气气体宜考虑曝入生化好氧池的进水端。

【条文说明】对于新建污水厂，由于水量和水质有一定的不确定性，生化池在布置空气曝气系统的同时，如条件允许，可预留臭氧尾气回收利用的可能性措施，比如尽量将生化曝气池和臭氧接触池及臭氧尾气消除布置在较近的区域、预留臭氧尾气回用管路管廊等。

4.4.6 臭氧尾气回收利用的曝气设备，宜符合下列规定：

1 曝气设备应考虑与原有空气曝气设备的兼容性，以适应污水厂运行条件的变化。

2 曝气设备宜选用充氧效率高的形式，可选用浮筒式、射流式、搅拌式等曝气设备。

3 采用浮筒式、搅拌式曝气设备时，进气口压力宜低于 0.06 Mpa。

4 每套氧气曝气设备应能自动分配气量及调节气量。

5 施工与验收

5.1 施工

- 5.1.1 臭氧接触池完成施工后，应进行满水试验和气密性试验，避免泄漏。
- 5.1.2 相关设备安装前，所有相关土建工程和隐蔽工程应已验收合格。
- 5.1.3 设备安装前应对有关的设备基础、预埋件、预留孔的位置、标高、尺寸等进行复核。
- 5.1.4 设备、材料进入施工现场时，必须进行进场验收并妥善保管。
- 5.1.5 设备、阀门、管道和容器，严禁带压拆卸。
- 5.1.6 对氧气管道进行动火作业前，应制定动火作业方案。其内容应包括负责人、作业流程图、操作方案、安全措施、人员分工、监护人等，并经批准后方可进行。
- 5.1.7 安全阀应按设计要求或有关规定进行校验，不得随意更改起跳压力。
- 5.1.8 臭氧发生装置在装卸车、运输和设备安装就位过程中，应防止碰撞，不允许暴力施工。
- 5.1.9 臭氧尾气消除装置的安装要求应与臭氧发生装置的安装要求一致，避免磕碰，就位后调整位置和固定。
- 5.1.10 臭氧接触池池体应该控制裂缝，必要时应采用耐臭氧涂层补救措施。

5.2 验收

- 5.2.1 臭氧接触池的施工及验收，应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141 的相关规定。
- 5.2.2 臭氧接触池在土建施工和设备安装过程中，应对相关的隐蔽工程进行提前验收。
- 5.2.3 设备和管道的施工应符合以下规范的相关规定：
 - 《压力管道规范 工业管道》GB/T 20801
 - 《工业金属管道工程施工规范》GB 50235
 - 《工业设备及管道防腐蚀工程施工规范》GB 50726
 - 《工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范》GB 50727

6 运行管理与维护

- 6.0.1 臭氧系统的运行与维护，应遵守所在的城镇给水、污水、再生水及工业污水厂的相应的运行、维护规程。
- 6.0.2 建立健全相关运行管理体系，完善规章制度。
- 6.0.3 运行管理人员、操作人员应具备合格的运行管理技能、操作技能、必要的电气知识、安全生产知识，掌握紧急救护和触电急救方法，应配备合适的专业设备。
- 6.0.4 根据实际处理水质、水量和臭氧的需求量，科学合理确定和控制实际臭氧发生量，降低电耗。
- 6.0.5 确保臭氧尾气消除装置正常运行，保证合格的气体排入环境。
- 6.0.6 对计量、检测装置做好维护和保养，定期校准环境监测仪、报警仪等仪表，保证环境安全。需定期更换和保养用于监测臭氧的电化学探头、氧气探头。
- 6.0.7 做好日常检查及维护记录、运行数据整理，健全相关运行记录档案。
- 6.0.8 臭氧接触池内的检修需要遵守《密闭空间作业职业危害防护规范》GBZ/T205 相关规定内容。
- 6.0.9 空压机、干燥机及过滤器等设备需定期进行更换滤芯等耗材。
- 6.0.10 电气自控系统，应定期进行阶段性维护保养。

7 安全

- 7.0.1 臭氧系统的安全规定，应遵守所在的城镇给水、污水、再生水及工业污水厂的相应的安全规程。
- 7.0.2 建立健全相关安全管理体系，完善安全规章制度及安全操作规程，统计编制各种应急救援预案，定期做好事故隐患的排查和治理工作。
- 7.0.3 臭氧系统的设计应符合《室外给水设计标准》GB50013，和《建筑设计防火规范》GB50016 和《氧气站设计规范》GB50030 的相关要求。
- 7.0.4 臭氧系统同氧气接触的设备、仪表、阀门、管道及管件等，应无油脂。
- 7.0.5 臭氧发生间，臭氧及氧气在空气中的浓度须一直被环境臭氧和氧气传感器监测。
- 7.0.6 臭氧浓度宜设置两个报警级别：预报 0.15 mg/m³、警报 0.3 mg/m³。
- 7.0.7 氧气浓度宜设置两个报警级别：预报 22%VOL，警报 24%VOL。
- 7.0.8 氧气、双氧水等化学品的设计、储存、运输及投加，应符合《工业过氧化氢》GB/T1616、《危险化学品储罐区作业安全通则》AQ3018、《化学品生产单位设备检修作业安全规范》AQ3026、《化学品作业场所安全警示标志规范》AQ3047 的相关要求。
- 7.0.9 臭氧发生间内必须设置强制通风设备，强制通风设备必须和环境臭氧和氧气浓度传感器连锁。
- 7.0.10 臭氧发生间主进出口室外宜设置紧急停机按钮，并做好保护，避免误操作。
- 7.0.11 臭氧泄漏发生时，应按照水厂及相关安全生产规章制度、应急预案进行处理。
- 7.0.12 机械、电气、消防、有限空间和高空作业等，应遵守国家及地方的相关安全法律法规、标准规范要求。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规程。

GB 50013 室外给水设计标准
GB50014 室外排水设计标准
GB 5749 生活饮用水卫生标准
GB 50016 建筑设计防火规范
GB 50030 氧气站设计规范
GB/T 37894 水处理用臭氧发生器技术要求
HJ/T 264 环境保护产品技术要求 臭氧发生器
GB/T 5750 生活饮用水标准检验方法
GB 18918 城镇污水处理厂污染物排放标准
GB/T 18921 城市污水再生利用景观环境用水水质标准
GB 3838 地表水环境质量标准
GB/T 151 热交换器
GB 3095 环境空气质量标准
HJ 590 环境空气 臭氧的测定 紫外光度法
TSG 07 特种设备生产和充装单位许可规则
TSG D0001 压力管道安全技术监察规程——工业管道
GB/T 150（所有部分）压力容器
GB/T 20801 压力管道规范 工业管道
HG 20202 脱脂工程施工及验收规范
GB50140 建筑灭火器配置设计规范
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范
GBT 31013 声学 管道、阀门和法兰的隔声
GB 50316 工业金属管道设计规范
GB 50069 给水排水工程构筑物结构设计规范

GB/T 50046 工业建筑防腐蚀设计标准

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50141 给水排水构筑物工程施工及验收规范

GB 28232 臭氧消毒器卫生要求

GB 50235 工业金属管道工程施工规范

GB 50726 工业设备及管道防腐蚀工程施工规范

GB 50727 工业设备及管道防腐蚀工程施工质量验收规范

GB/T 37397 臭氧校准分析仪

GB/Z 2 工作场所有害因素职业接触限值化学有害因素

GBZ 2.1 工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素

GBZ 2.2 工作场所有害因素职业接触限值 第2部分：物理因素

GBZ/T205 密闭空间作业职业危害防护规范

GBZ/T 223 工作场所有毒气体检测报警装置设置规范

GBZ/T 300.48 工作场所空气有毒物质测定 第48部分：臭氧和过氧化氢

AQ 3018 危险化学品储罐区作业安全通则

AQ 3047 化学品作业场所安全警示标志规范

T/CAQI 150 给水处理臭氧系统检测评估技术规程