

ICS 13. 030. 20

CCS Z 01

团 体 标 准

T/ACEF 0**—20**

高氨氮废水厌氧氨氧化处理技术规范

Technical specification for anammox treatment of high ammonia wastewater

(征求意见稿)

2023-□□-□□发布

2023-□□-□□实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言	III
1 范围	2
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	3
5 工程设计	3
6 施工验收	5
7 调试与运行	5
8 主要辅助工程	8
9 环境保护与职业健康安全	8



前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件为首次发布。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由****提出。

本文件由……归口。

本文件主编单位:

本文件参编单位:

本文件主要起草人:



高氨氮废水厌氧氨氧化处理技术规范

1 范围

本文件规定了高氨氮废水厌氧氨氧化处理工艺的总体要求、工程设计、施工验收、调试与运行等。

本文件适用于高氨氮废水厌氧氨氧化处理。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GBZ/T 194	工作场所防止职业中毒卫生工程防护措施规范
GB 2894	安全标志及其使用导则
GB 7231	工业管道的基本识别色、识别符号和安全标识
GB 12801	生产过程安全卫生要求总则
GB/T 13869	用电安全导则
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB 50014	室外排水设计规范
GB 50016	建筑设计防火规范
GB 50053	20kV 及以下变电所设计规范
GB/T 50087	工业企业噪声控制设计规范
GB 50168	电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范
GB 50169	电气装置安装工程接地装置施工及验收规范
GB 50171	电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范
GB 50268	给水排水管道工程施工及验收规范
GB 50275	风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范
GB 50311	综合布线系统工程设计规范
GB 50319	建设工程监理规范
GB 50326	建设工程项目管理规范
GB 50617	建筑电气照明装置施工与验收规范
GB 51221	城镇污水处理厂工程施工规范
AQ 3009	危险场所电气防爆安全规范
CJJ 274	城镇环境卫生设施除臭技术标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

高氨氮废水 **high ammonia wastewater**

氨氮浓度大于 100mg/L 的废水。

3.2

一段式部分短程硝化厌氧氨氧化 **one-stage partial nitrification anammox**

一段式部分短程硝化厌氧氨氧化工艺是将短程硝化与厌氧氨氧化反应集成于一个反应器内,通过控制溶解氧(DO)等条件,使氨氧化菌(AOB)与厌氧氨氧化菌(AnAOB)协同作用,从而实现水中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 与TN的高效脱除。

3.3

两段式部分短程硝化厌氧氨氧化 **two-stage partial nitrification anammox**

两段式部分短程硝化厌氧氨氧化工艺是将短程硝化和厌氧氨氧化反应分别置于单独反应器内,在一级反应器中实现部分短程硝化反应,在第二级反应器中实现厌氧氨氧化反应,从而实现水中 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 与TN的高效脱除。

3.4

脱氮速率预试验 **pre-test of nitrogen removal rate**

高氨氮废水项目设计前,采用短程硝化与厌氧氨氧化污泥预先处理目标高氨氮废水,测试氨氮与总氮去除速率等重要设计参数。

3.5

填充比 **filling ratio**

在生物池中所装填的填料体积与生物池有效容积的比值。

3.6

$\Delta[\text{NO}_3^-\text{-N}]/\Delta[\text{NH}_4^+\text{-N}]$

厌氧氨氧化池进出水 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 浓度差值与进出水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度差值的比值。其计算公式如公式 3-1 所示。

$$\Delta[\text{NO}_3^-\text{-N}]/\Delta[\text{NH}_4^+\text{-N}] = \frac{[\text{NO}_3^-\text{-N}]_{\text{出水}} - [\text{NO}_3^-\text{-N}]_{\text{进水}}}{[\text{NH}_4^+\text{-N}]_{\text{进水}} - [\text{NH}_4^+\text{-N}]_{\text{出水}}} \times 100\%$$

$[\text{NO}_3^-\text{-N}]_{\text{出水}}$ ——厌氧氨氧化池出水 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 浓度, mg/L

$[\text{NO}_3^-\text{-N}]_{\text{进水}}$ ——厌氧氨氧化池进水 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 浓度, mg/L

$[\text{NH}_4^+\text{-N}]_{\text{进水}}$ ——厌氧氨氧化池进水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度, mg/L

$[\text{NH}_4^+\text{-N}]_{\text{出水}}$ ——厌氧氨氧化池出水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度, mg/L

4 总体要求

4.1 高氨氮废水可包括市政领域的垃圾渗滤液、餐厨发酵液、污泥消化液、粪便废水等，农业领域的畜禽养殖废水及其发酵液，工业领域的食品废水、制药废水、焦化废水、化工废水与半导体废水等。

4.2 高氨氮废水进入到厌氧氨氧化系统进行处理时，关键水质指标参考值见表 1。

表 1 厌氧氨氧化系统进水关键水质指标参考值

指标	NH ₄ ⁺ -N	COD/ TKN	温度	pH	SS	盐度	碱度
单位	mg/L	-	℃	-	mg/L	mg/L	mg/L
一段式工艺	≥100	≤3	26-38	6.7-8.5	≤500		≥4×[NH ₄ ⁺ -N]
两段式	短程硝化	≥100	-	-	≤1000	≤30000	≥4×[NH ₄ ⁺ -N]
工艺	厌氧氨氧化	-	≤2	26-38	6.7-8.5	≤500	-

4.3 不符合表 1 规定时，应进行预处理符合规定后方可进入厌氧氨氧化系统，有需要时应进行高氨氮废水脱氮速率预试验。

4.4 一段式部分短程硝化厌氧氨氧化技术宜采用固定式生物膜-活性污泥（IFAS）、颗粒污泥、生物滤池或移动床生物膜（MBBR）等工艺形式，可适用于处理垃圾渗滤液、污泥消化液、餐厨发酵液、半导体废水等，具有一定的普适性。

4.5 两段式部分短程硝化厌氧氨氧化技术宜采用活性污泥+颗粒污泥或生物膜的工艺形式，两段式工艺更适用于对 AnAOB 有抑制性的高氨氮废水，但部分短程硝化段易积累 NO₂⁻-N 产生游离亚硝酸（FNA）抑制，且需要满足厌氧氨氧化段进水对 NH₄⁺-N 和 NO₂⁻-N 浓度比例要求，所以工程设计较一段式复杂。

5 工程设计

5.1 预处理

5.1.1 水量水质调控

a) 生物处理工艺前端宜设置调节池。调节池宜具备水量调节、水质调节、水温调节、酸碱调节及事故调节等功能，停留时间不宜小于 24 小时。

b) 调节池出流流量宜均匀、连续。

c) 调节池应设置防淤设施，并宜设置溢流口及放空设施。

5.1.2 进水 SS 调控

a) 厌氧氨氧化系统进水 SS 超过表 1 限值时宜选用斜板沉淀池、侧向流沉淀池及水平管沉淀池等高效沉淀工艺或气浮工艺等预处理工艺，预处理工艺选择可根据悬浮物性质和混凝试验结果确定。

b) 混凝沉淀工艺及气浮工艺出水 SS 宜为 100mg/L~500mg/L 之间。

T/ACEF 0**—20**

c) 混凝沉淀工艺及气浮工艺宜选择对水质碱度影响小的药剂，混凝剂宜采用聚合氯化铝（PAC）或聚合硫酸铁（PFS），助凝剂宜采用聚丙烯酰胺（PAM）。

d) 药剂投加量应根据废水混凝沉淀试验结果或参照相似水质条件下的运行经验确定。

e) 沉淀池宜设置自动冲洗装置，冲洗周期宜为 24h~48h，可设定在处理水量低峰时段运行。

5.1.3 有机碳源调控

a) 当进水中 COD/TKN 比大于 3 时，宜对进水中的有机物预处理，可采用厌氧消化或活性污泥预处理工艺。

b) 当进水中 COD/TKN 大于 3 且 COD 小于 3000mg/L 时，宜采用活性污泥工艺对原水预处理。

c) 当进水中 COD/TKN 大于 3 且 COD 大于等于 3000mg/L 时，宜采用厌氧消化工艺对原水预处理。

5.1.4 进水碱度及 pH 调控

a) 当进水 pH 低于 6.7 或碱度低于 4 倍的 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度时，应投加补碱药剂提升进水碱度。

b) 碱度补充药剂宜使用碳酸氢钠、碳酸钠、氢氧化钠等。

5.1.5 厌氧氨氧化反应的环境温度宜控制在 26°C~38°C 之间。

5.2 一段式部分短程硝化厌氧氨氧化

5.2.1 一段式部分短程硝化厌氧氨氧化工艺流程宜按调节池、预处理系统、厌氧氨氧化池的顺序确定，可根据各行业出水排放要求设置深度处理系统。

5.2.2 厌氧氨氧化池设计参数应满足以下条件：

a) 厌氧氨氧化反应的基质包括 $\text{NO}_2\text{-N}$ 和 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ，进水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 浓度不宜低于 100mg/L，厌氧氨氧化池内 $\text{NO}_2\text{-N}$ 浓度不宜高于 100mg/L。

b) 进水 COD/TKN 不应大于 3，不满足此条件，应经预处理去除可生物降解 COD 满足 COD/TKN 限值后方可进入厌氧氨氧化系统。

c) 进水 SS 不应大于 500mg/L，不满足时，应对 SS 预处理满足进水要求后方可进入厌氧氨氧化池。

d) 厌氧氨氧化池内 pH 宜为 6.7~8.5，不满足时，应在预处理系统或厌氧氨氧化系统对 pH 值进行调整。

e) 生物池水温宜为 26°C~38°C，不满足时，应设置加热或冷却设备。

f) 进水盐度应低于 30000mg/L。

g) 采用 IFAS 工艺时，DO 浓度宜为 0.1-1.2mg/L；采用颗粒污泥和生物膜工艺时，DO 浓度可适当提高至 0.8~2.0mg/L，可依据 $\text{NO}_2\text{-N}$ 浓度和 AnAOB 活性具体确定。

h) 厌氧氨氧化池总氮去除负荷宜按照 0.2~1.0kgTN/(m³·d) 设计。

5.3 两段式部分短程硝化厌氧氨氧化

5.3.1 两段式部分短程硝化厌氧氨氧化工艺流程宜按调节池、预处理系统、短程硝化池、厌氧氨氧化池的顺序确定，在短程硝化池和厌氧氨氧化池之间宜设置中间调节池。可根据各行业出水排放要求设置深度处理系统。

5.3.2 短程硝化池设计参数应满足以下条件：

- a) 进水 SS 宜控制在 1000mg/L 以下，不满足时，应在预处理阶段对 SS 去除后方可进入短程硝化池。
- b) 短程硝化池温度可与后续厌氧氨氧化池温度控制范围一致，宜为 26°C~38°C。进水不满足温度要求时，应根据需要采取加热、保温或冷却措施。
- c) 进水 pH 宜为 6.7~8.5，碱度与氨氮比值之比小于 4 时，应设有碱度药剂投加系统。
- d) DO 浓度宜为 0.2~1.0mg/L，可根据出水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 浓度适当调整。
- e) 进水盐度应低于 30000mg/L。
- f) 若短程硝化池内投加悬浮载体或安装固定载体，载体填充比范围宜为 20%~50%。
- g) 短程硝化池进水氨氮污泥负荷宜为 0.1~0.5kgN/(kgVSS·d)，进水氨氮容积负荷宜为 0.2~2.0kgN/(m³·d)。

5.3.3 厌氧氨氧化池设计参数应满足以下条件：

- a) 厌氧氨氧化池进水 SS 应不大于 500mg/L，不满足时，应设置预处理设施对 SS 去除后方可进入厌氧氨氧化池。
- b) 厌氧氨氧化池进水 COD/TKN 宜小于 3，不满足时，应加强 COD 在预处理工艺或短程硝化池内的去除。
- c) 厌氧氨氧化池水温应在 26°C~38°C 范围，不满足时，应设置加热或冷却设备。
- d) 厌氧氨氧化池 pH 范围应控制在 6.7~8.5 范围，不满足时，应设置加碱或加酸系统。
- e) 厌氧氨氧化池内微生物主要以颗粒污泥和生物膜污泥形态存在，采用载体生物膜形式时，填充比参考范围为 20~50%。
- f) 厌氧氨氧化池总氮去除负荷宜按 0.5~5.0kgN/(m³·d) 设计。

6. 施工验收

6.1 施工准备

- 6.1.1 施工单位应进行必要的安全和环境评估，确保施工过程安全可靠。
- 6.1.2 施工单位应根据设计要求和实际情况制定详细的施工方案。
- 6.1.3 施工队伍应具备专业素质和操作证书，并应进行施工前必要的培训。
- 6.1.4 业主单位宜委托具有工程监理资质的单位按照 GB 50319 的规定进行工程监督。

6.2 施工管理

- 6.2.1 施工管理应符合 GB 50326 的要求，严格按照工程设计文件、设备技术文件要求施工，施工过程应做好施工记录。
- 6.2.2 各构(建)筑物的位置应按污水处理厂总平面布置图所注的坐标和相对尺寸放线定位,经核对无误后方可施工。

6.2.3 地基与基础工程施工应按审批后的施工方案进行，并对污水处理设施的基坑进行准确的测量和处理，确保基坑的平整度和稳定性。设备基础应在构(建)筑物主体结构工程施工完毕、结构稳定后施工。

6.2.4 施工方法应确保主体结构的强度和稳定性，并按设计要求设置预留洞口、预留插筋、预埋件等。

6.2.5 设备及主要装配件的规格、型号应符合设计要求和国家现行标准的有关规定，并应有合格证明。设备安装精度应符合 GB 51221 的规定及设计要求。水泵及风机的安装应符合现行国家标准 GB 50275 的有关规定。

6.2.6 工艺管道的安装防腐及油漆喷涂颜色应符合国家现行标准 GB 50268 和 GB 7231 的有关规定。

6.2.7 电气装置的施工应符合现行国家标准 GB 50617、GB 50168、GB 50169 的有关规定。

6.2.8 施工过程的环保要求应符合 GB 51221 的规定。

6.3 验收

6.3.1 施工验收应对构筑物、工艺设备、管线进行功能性试验，对供电系统及自控系统进行调试。

6.3.2 项目验收应对系统进行联动调试，检查各工艺单元的运行情况，观测污水的处理效果是否符合设计要求，验证设施的稳定性和可靠性。

7. 调试与运行

7.1 一般规定

7.1.1 运行调试前应对目标污水水质监测，将水质数据与表 1 中的污染物浓度限值比较。

7.1.2 发现实际水质与设计进水水质不同时，应针对水质偏离对污水处理系统运行影响进行评估，并相应调整调试及运行方案。

7.1.3 厌氧氨氧化工艺调试前，应在联动调试过程中完成对预处理系统调试，并达到设计要求。

7.1.4 水质监测应满足下列要求：

- a) 水质监测数据应准确、可靠、及时。
- b) 水质监测人员应掌握水质分析化验方法。
- c) 应建立污水处理系统的监测数据档案。

7.1.5 水质监测规范及分析方法应符合 HJ/T 92 的规定。

7.2 一段式部分短程硝化厌氧氨氧化

7.2.1 一段式厌氧氨氧化池应接种普通活性污泥与厌氧氨氧化污泥，厌氧氨氧化污泥形式可为生物膜、颗粒污泥或絮体污泥。

7.2.2 接种普通活性污泥时，应逐渐淘汰反应池内的亚硝酸盐氧化菌（NOB），建立以 AOB 为主要硝化功能微生物的优势菌群，反应池出水的亚硝酸盐累积率宜达到 10%~50%。

7.2.3 接种的厌氧氨氧化污泥中 AnAOB 占比应达到 10%~20%。接种颗粒污泥或絮体污泥时，接种量宜使反应池 MLSS 大于 1000mg/L；接种生物膜时，接种的生物膜载体占比宜高于载体总量的 10%。

7.2.4 调试过程中 IFAS 工艺 DO 浓度宜为 0.1~1.0mg/L，颗粒污泥和生物膜工艺 DO 浓度可适当提高至 0.5~2.0mg/L。

7.2.5 厌氧氨氧化池出水 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 宜为 30~80mg/L，出水 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 不宜大于 50mg/L，出水 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 浓度保证 $\Delta[\text{NO}_3^-\text{-N}]/\Delta[\text{NH}_4^+\text{-N}]$ 比值不大于 15%。

7.2.6 厌氧氨氧化池出水 pH 应不低于 6.7，出水碱度不应小于 200mg/L。

7.2.7 厌氧氨氧化系统一般不主动排泥，需要排泥时，污泥龄（SRT）宜为 50~100 天。

7.2.8 取样点、监测项目宜符合表 2 的规定，监测频次可根据项目运行情况确定。

表 2 取样点与监测项目

取样点	监测项目
总进水	COD、BOD ₅ 、SS、TKN、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、pH、碱度、温度、盐度
总出水	COD、BOD ₅ 、SS、TKN、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、pH、碱度、温度、盐度
反应池污泥	MLSS、MLVSS、SV、SVI、生物相观察

7.3 两段式部分短程硝化厌氧氨氧化

7.3.1 短程硝化池应接种普通活性污泥，MLSS 宜达到 4000mg/L-6000mg/L。厌氧氨氧化池应接种生物膜填料或颗粒污泥，接种生物膜填料填充比宜高于 10%，接种颗粒污泥 MLSS 宜达到 1000mg/L 以上。

7.3.2 调试期宜先进行短程硝化池调试，符合厌氧氨氧化池进水要求后再进行厌氧氨氧化池调试，短程硝化池出水宜控制 $\text{NO}_2^-\text{-N}/\text{NH}_4^+\text{-N}$ 比值约为 1.32:1，可通过控制水力停留时间、曝气量或配水来实现。

7.3.3 短程硝化池宜控制 DO 浓度在 0.2mg/L-1.0mg/L、FA 浓度在 5mg/L-35mg/L、FNA 浓度在 0.1mg/L-1.0mg/L 范围内，出水碱度不应小于 200mg/L。

7.3.4 短程消化池应控制 MLVSS 不低于 1000 mg/L，否则应及时补充活性污泥。

7.3.5 若短程硝化池为悬浮污泥或颗粒污泥形式，SRT 宜控制在不低于 10d。

7.3.6 厌氧氨氧化池宜通过逐步提高进水氮负荷的方法进行启动调试，直至总氮去除负荷达到设计值。

7.3.7 厌氧氨氧化池 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 浓度宜小于 100mg/L，FA 浓度宜不大于 35mg/L，温度宜控制在 26℃-38℃。

7.3.8 AnAOB 是厌氧菌，厌氧氨氧化池 DO 浓度应控制在 0.5mg/L 以下。

7.3.9 颗粒污泥或生物膜厌氧氨氧化工艺一般不排泥，SRT 不进行控制。需要排泥时，为防止菌种流失，厌氧氨氧化池排泥应设置菌种滞留设备。

7.3.10 取样点、监测项目宜符合表 3 的规定，监测频次可根据项目运行情况确定。

表 3 取样点与监测项目

取样点	监测项目
总进水	COD、BOD ₅ 、SS、TKN、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$ 、TP、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、pH、碱度、温度、盐度
短程硝化池	温度、pH、DO、TKN、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3^-\text{-N}$

表 3 取样点与监测项目（续）

短程硝化池污泥	MLSS、MLVSS、SV、SVI、生物相观察
厌氧氨氧化池	COD、BOD ₅ 、SS、TKN、NH ₄ ⁺ -N、NO ₂ ⁻ -N、NO ₃ ⁻ -N、TP、PO ₄ ³⁻ -P、 温度、pH
厌氧氨氧化池污泥	MLSS、MLVSS、SV、SVI、生物相观察

8 主要辅助工程

8.1 设备间安装放置提升泵、污泥回流泵等设备，应符合 GB 50311 的规定。

8.2 鼓风机房

8.2.1 鼓风机房应采取降噪措施。

8.2.2 每台风机宜设有独立的基础。

8.2.3 鼓风机房应设有工作风机和备用风机。

8.2.4 风管管路应设置回风管和相应阀门、止回阀，防止回风；鼓风机房的设计应符合 GB 50014 的规定。

8.3 加药间

8.3.1 加药间设有各类加药储罐和溶解罐（池），用于向污水系统投加所需的化学药剂。

8.3.2 加药间应备用加药记录表，包含加药量、加药时间、加药种类及加药人签字等信息。

8.4 配电室宜包括进线柜、计量柜、PT 柜、出线柜、联络柜、隔离柜，配电室的设计应符合 GB50053 的规定。

8.5 控制室用于放置远程控制系统的终端，应采取隔尘、降噪措施。

8.6 除臭系统应布置合理管线，去除进水及流经各个构筑物废水释放的氨、硫化氢、甲烷等气体；启动除臭风机应注意臭气中甲烷、硫化氢的浓度，应符合 CJJ 274 的规定，避免发生危险。

8.7 化验监测室

8.7.1 化验室应具备监测 NH₄⁺-N、NO₂⁻-N、NO₃⁻-N、pH、DO、温度等指标的能力。

8.7.2 化验室应配备专门的药品存放房间，并符合实验室管理规定。

8.7.3 样品监测后的废液应集中处理，避免出现二次污染。

9 环境保护与职业健康安全

9.1 废水处理过程中应对产生的臭气进行收集和处理，排放气体应达到 GB 14554 的标准。

9.2 废水处理项目现场工作场所的噪声限值应满足 GB/T 50087 规范规定，超出限值应根据规范要求要求进行噪声控制。

9.3 项目现场卫生工程防护措施应严格按照 GBZ/T 194 规范实施，职业安全卫生应符合 GB 12801 的有关规定。

- 9.4 供电系统及设备应设置相应的保护措施，用电安全应符合 GB/T 13869、AQ 3009 的要求，降低人员伤害及设备故障造成的影响。
- 9.5 污水处理设施或厂站等应建立健全安全生产制度，并应制定完备的危险化学品使用制度，并对设备操作人员进行全面的培训，其培训合格后方可上岗。
- 9.6 污水处理设施设备应布置完善的安全标志，且安全标志设计应符合 GB 2894 的要求。
- 9.7 敞开式水池应设计安全栏杆及防滑扶梯，并配备救生衣及救生圈。
- 9.8 所有辅助工程的消防设计、火灾危险类别、耐火等级及消防系统的设置应符合 GB 50016 的规定。

