

ICS 13.02

CCS Z 05

# 团 体 标 准

T/ACEF184—2025

## 光伏电池生产废水处理及回用技术规程

Technical code of practice for photovoltaic cell production wastewater treatment and  
reuse

2025-01-21发布

2025-02-01实施

中 华 环 保 联 合 会 发布



## 目 次

前 言 .....	II
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 基本规定 .....	2
5 废水分类与来源 .....	3
6 初级处理工艺 .....	3
7 氟化物处理工艺 .....	4
8 总氮处理工艺 .....	4
9 分质回用工艺 .....	5
10 施工与验收 .....	6
11 运行与维护 .....	6
附录 A（资料性）废水特征污染物浓度 .....	8
附录 B（资料性）氟化物与总氮处理工艺 .....	9
附录 C（资料性）氟化物与总氮处理工艺流程 .....	10

# 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。

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。

本文件由中华环保联合会水环境治理专业委员会、南京大学提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：南京大学、浙江沃乐科技股份有限公司、苏州仕净科技股份有限公司、苏州湛清环保科技有限公司、四川美峰环境治理有限责任公司、中华环保联合会水环境治理专业委员会。

本文件参编单位：北京环球中科水务科技股份有限公司、苏州必源环保工程有限公司、江苏南大环保科技有限公司、中科润蓝环保技术（北京）股份有限公司、武汉天源环保股份有限公司、江苏道同环境科技有限公司、苏州依斯倍环保装备科技有限公司、苏州淡林环境科技有限公司、山东环瑞生态科技有限公司、湖南澳维科技股份有限公司、江苏伊恩赛浦环保科技有限公司、上海乐凯新材料科技有限公司、苏州科技大学、西安交通大学、上海禾元环保集团有限公司、戈润（宁波）环保科技有限公司、河北醒山环保科技有限公司、江苏山澜环境技术有限公司、安徽普氏生态环境有限公司、南京信息工程大学、燕山大学、安徽省通源环境节能股份有限公司、武夷学院、中国市政工程中南设计研究总院有限公司、麦王环境技术有限公司、常州市宏丰化工有限公司、江苏士山环境技术有限公司、海天水务集团股份公司、绵阳宏博环保有限公司、淄博致研环保科技有限公司、武汉华研长欣工程技术有限公司、中国电子系统工程第四建设有限公司、江苏中法水务股份有限公司、绵津环保科技（上海）有限公司、天津高能时代水处理科技有限公司、中铁上海工程局集团市政环保工程有限公司、河南优然环保科技有限责任公司、四川轻化工大学、南京奥益元环保技术有限公司、江苏宜净水处理化学品有限公司、江苏拓邦华创科技有限公司、成都市彰华净化科技有限公司、宜都市吉洪化工有限公司、鄂尔多斯市高新水务有限责任公司、鄂尔多斯市安信泰环保科技有限公司、中国科学院合肥物质科学研究院、中环博通生态科技（北京）有限公司、上海东振环保工程技术有限公司。

本文件主要起草人：张孝林、刘愿军、陆慧锋、俞言文、辛丰、董仕宏、吴倩倩、周健、何一群、文晓庆、薛双全、虞红波、徐绪箴、许爱华、吕振华、汪林、曾锐、冷超群、仝辉、Chang Ying、陈茂林、戚翠红、叶明明、於洪林、高甲、陈重军、杨鸿辉、李诗恬、钱建江、郭玲辉、杨付松、方国锋、郭天鹏、方卓尧、张庆瑞、宋雅然、陈建、胡家朋、张强、钱媛媛、施文贤、刘建江、潘志成、牟菁、张林、贾鹏翔、施昌平、王蓉、陈胜利、孙沛、张红岩、龙少鹏、叶港归、宋虎远、焦海坡、刘小楠、蔡德超、王家雷、赵慧宇、肖维民、林晓盛、胡守明、牛云峰、王旭、黄沛鑫、闫学亚、张开胜、李伟、肖凡。

本文件为首次发布。

# 光伏电池生产废水处理及回用技术规程

## 1 范围

本文件规定了光伏电池生产废水处理及回用的基本规定、废水分类与来源、初级处理工艺、氟化物处理工艺、总氮处理工艺、分质回用工艺、施工与验收和运行与维护。

本文件适用于光伏电池生产废水处理与回用工程的设计、施工与验收和运行与维护。

## 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。

GB 3096	声环境质量标准
GB/T 7484	水质 氟化物的测定 离子选择电极法
GB 8978	污水综合排放标准
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18597	危险废物贮存污染控制标准
GB 18599	一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准
GB/T 18920	城市污水再生利用 城市杂用水水质
GB/T 19923	城市污水再生利用 工业用水水质
GB 30484	电池工业污染物排放标准
GB/T 32327	工业废水处理与回用技术评价导则
GB 50014	室外排水设计标准
GB 50187	工业企业总平面设计规范
GB 50231	机械设备安装工程施工及验收通用规范
GB/T 50252	工业安装工程施工质量验收统一标准
GB 51137	电子工业废水废气处理工程施工及验收规范
GB 51441	电子工业废水处理工程设计标准
HJ 819	排污单位自行监测技术指南 总则
HJ 944	排污单位环境管理台账及排污许可证执行报告技术规范 总则
T/CSES 88	建设项目竣工环境保护设施验收技术规范 污染影响类总则

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **光伏废水初级处理 Primary Treatment of Photovoltaic Wastewater**

采用物理化学或生物化学处理等方式，去除光伏电池生产废水中的悬浮物、重金属和有机物，并对水质水量进行均衡调节的初步净化过程。

#### 3.2

##### **光伏废水深度处理 Advanced Treatment of Photovoltaic Wastewater**

采用吸附、膜处理、高级氧化等处理方式去除初级处理无法去除的光伏电池生产废水中的有机物、氟化物、总磷、总氮、氨氮等杂质的净化过程。

#### 3.3

##### **光伏废水分质回用 Graded Reuse of Photovoltaic Wastewater**

根据光伏电池生产对用水水质要求，分类、分级处理生产废水并回用于工业生产或城市杂用的过程。

### 4 基本规定

#### 4.1 一般规定

光伏电池生产废水处理与回用工程应满足相关废水排放标准与光伏电池生产工艺要求，遵循经济适用、差异化处理、分质回用的原则。

#### 4.2 建设规模

光伏电池生产废水处理与回用工程建设规模应根据光伏电池产生的废水量、废水性质及预期生产变化确定。

#### 4.3 处理工艺

废水处理与回用工程应由初级处理工艺、氟化物处理工艺、总氮处理工艺和分质回用工艺构成。

#### 4.4 总体布置

4.4.1 厂址选择应符合项目总体规划，并应符合GB 50014和GB 50187的规定，并应满足项目环境影响评价要求。

4.4.2 工程总平面布置应按光伏工艺流程特点，生产废水产生、处理、回用关系，气候、地形、地质条件等因素确定，总平面布置应紧凑、合理，竖向设计应充分利用高差。

## 5 废水分类与来源

### 5.1 生产废水分类

生产废水可根据特征污染物种类和浓度分为浓酸废水、浓碱废水、稀酸废水、稀碱废水、氨氮废水等，生产废水特征污染物浓度见附录A。

### 5.2 特征污染物来源

5.2.1 氟化物可来源于刻蚀工序使用的氢氟酸，硅片清洗过程中使用的氢氟酸、氟化铵以及高浓氢氟酸清洗工器具等过程。

5.2.2 氨氮可来源于电池生产过程中，等离子体增强化学气相沉积（PECVD）工序、正面镀膜、背面镀膜、氮化硅薄膜制备等工序，以及硅烷塔废气吸收产生的高浓氨氮废水。硝酸盐氮可来源于制绒、刻蚀工艺中使用的硝酸等。

## 6 初级处理工艺

6.1 初级处理工艺宜包括废水收集、预处理、物理化学处理和生物化学处理等，宜通过调节池或均质池均衡水质水量，并初步调节pH。

6.2 常规处理宜按GB/T 32327和GB 51441的规定执行。

## 7 氟化物处理工艺

### 7.1 一般规定

氟化物处理工艺选择应根据进水氟化物浓度和出水排放标准组合，氟化物处理工艺流程应根据废水中氟化物浓度、药剂投加系统、污泥处理系统和检测与控制系统，以及出水氟化物含量标准选择。氟化物处理工艺见附录B.1。氟化物处理工艺流程见附录C。

### 7.2 结晶流化床法

7.2.1 结晶流化床法可适用于进水氟化物浓度大于200 mg/L的废水，宜通过回收氟化钙实现资源再利用，出水氟浓度宜为50 mg/L以下。

7.2.2 处理工艺参数宜控制进水Ca:F为1.0~1.1 g/g，pH为6.0~8.5。

### 7.3 钙法沉淀法

7.3.1 钙法沉淀法可适用于进水氟化物浓度大于100 mg/L的废水，宜采用石灰乳、氯化钙作为沉淀剂去除氟化物，出水氟浓度应达20 mg/L以下。

7.3.2 处理工艺参数宜控制进水Ca: F为1.3~1.5 g/g, pH为6.0~9.0。

#### 7.4 铝盐混凝法

7.4.1 铝盐混凝法可适用于进水氟浓度小于20 mg/L的废水, 宜以铝盐为主要除氟剂, 并可添加铁、硅、锆、钛等元素复配强化, 出水氟浓度宜为2~8 mg/L。

7.4.2 处理工艺参数宜控制进水Al: F为10~50 g/g, pH为6.0~7.0。

#### 7.5 吸附法

7.5.1 当出水氟化物排放浓度为1~1.5 mg/L时, 宜在铝盐混凝处理后接吸附法深度除氟工艺。吸附材料可采用除氟树脂、活性氧化铝、羟基磷灰石等具有吸附氟离子功能的材料。

7.5.2 处理工艺参数宜控制进水流速为10~50 BV/h, pH为3.0~6.0。

### 8 总氮处理工艺

#### 8.1 一般规定

总氮处理工艺选择应根据进水总氮浓度和出水排放标准组合, 总氮处理工艺流程应根据废水中总氮浓度, 污泥处理系统和检测与控制系统出水氮含量标准选择。总氮处理工艺见附录B.2。总氮处理工艺流程见附录C。

#### 8.2 氨氮处理

8.2.1 对于进水氨氮浓度大于1000 mg/L的氨氮废水, 宜采用汽提脱氨或含精馏过程及节能措施的氨回收资源化工艺, 回收的氨氮应转化为不低于15%的工业氨水或硫酸铵进行资源化利用, 出水氨氮应达100 mg/L以下。

8.2.2 汽提脱氨处理工艺参数宜控制进水pH为10.5~11.5, 温度为70~90℃, 气液比为100~200:1。

8.2.3 精馏过程处理工艺参数宜控制压力为0.1~0.5MPa, 塔顶温度为35~50℃。

#### 8.3 总氮处理

8.3.1 对于浓酸废水及其他含氮废水, 以及经预处理的氨氮废水, 宜在生化pH调节池混合后采用缺氧-好氧(A/O)工艺。当一级脱氮系统无法满足脱氮负荷要求时, 可增加两级脱氮系统。

8.3.2 生化pH调节池工艺参数宜控制pH为6.5~8.5。

8.3.3 缺氧池参数宜控制溶解氧为0.2~0.5 mg/L, 碳氮比为4~6:1。

8.3.4 好氧池参数宜控制溶解氧为2~4 mg/L。

### 9 分质回用工艺

## 9.1 一般规定

9.1.1 光伏废水分质回用应根据水质特性合理分类处理，可用于城市杂用水和工业用水。回用水质应符合GB/T 18920和GB/T 19923的规定，并应满足受纳水体排放标准。

9.1.2 当处理水质达到回用标准时，可直接回用；未达到标准时，应进一步处理至满足标准。

## 9.2 工艺选择

9.2.1 废水处理工艺选择时，应以连续稳定达标排放为前提，按生产废水分类收集后的水质、水量、回用标准，经技术经济比较确定。

9.2.2 对于除氟脱氮处理后的废水，回用处理宜采用软化+多介质过滤+超滤+镁剂除硅+反渗透的工艺流程。

9.2.3 对于不含氮的稀酸稀碱废水，当氟化物浓度低于200 mg/L时，可采用从电池产线排水进行回用处理，宜采用多介质过滤+超滤+镁剂除硅+反渗透的工艺流程。

9.2.4 产水应回用于生产，反渗透浓水中氟化物应进行除氟处理至达标排放。分质回用处理工艺流程见图1。

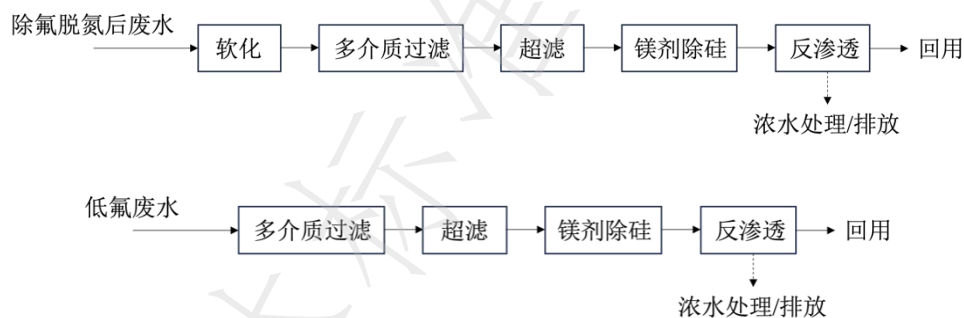


图1 分质回用处理工艺流程

## 10 施工与验收

### 10.1 施工

光伏废水处理设施施工应按含氟、含氮废水的特性，选用耐腐材料，增设防渗层，采用密闭管理，宜按GB 51137的规定执行。

### 10.2 验收

10.2.1 验收宜按GB/T 50252和GB 50231的规定执行。

10.2.2 水中氟化物检测分析应符合GB/T 7484的规定，宜事先用稀盐酸或稀硫酸将水样pH值调至2，总离子强度缓冲溶液（TISAB）宜选用II或III，选用TISAB III测定时可不调节水样的pH值。

10.2.3 环境保护验收应提供环境保护验收报告，应分析总氮、氟化物、COD对周边环境的影响，宜按T/CSES 88的规定执行。

## 11 运行与维护

### 11.1 一般规定

生产废水处理与回用工程应配备维护及技术管理资源，应确保设施稳定运行与持续优化，结合工艺特点提升能源利用效率，建立能源管理系统，实时监控和优化能源使用。

### 11.2 水质监控

生产废水处理与回用工程宜安装水质分析在线监控系统，氟化物处理流程和总氮处理流程应每日监测，其他处理流程应每周监测，并应符合GB 30484、HJ 819的规定。

### 11.3 污泥监控

污泥应鉴别性质后，按GB 18599、GB 18597的规定处置。污泥中萤石等有价值矿物含量高于30%时，宜采用流化床结晶等工艺综合回收。

### 11.4 污染控制

建设和运行过程中产生的废水、废气、固体废物、噪声及其它二次污染防治应分别符合GB 8978、GB 16297、GB 18599、GB 3096和地方标准的规定。

### 11.5 应急措施

11.5.1 突发环境事件应急预案应按生产工艺及周边环境特点确定，并交由当地环保部门评审和备案，企业应成立组织机构，配齐人员、物资、通信等。

11.5.2 水处理设施出水水质超标时，可先将水输送至事故池，及时调整工艺参数后再处理。

11.5.3 事故池有效容积应包括可能流出厂区全部流体之和，应包括事故延续期间的消防用水量、事故可能溢出的流体量及事故时雨水量等。事故池非事故状态占用时，占用量不应超过事故池容积的1/3。

### 11.6 信息记录与管理

废水处理与回用工程应建立生产活动、设备设施运行、工艺控制、监测管理等管理台账记录，并应符合HJ 944的规定。

## 附录A

(资料性)

## 废水特征污染物浓度

表 A.1 废水特征污染物浓度

单位: mg/L

废水种类	pH	氟化物	总氮
浓酸废水	1~2	8000~30000	100~200
浓碱废水	>12	5~30	10~20
稀酸废水	3~4	80~500	10~20
稀碱废水	10~12	2~20	/
氨氮废水	>12	/	10000~45000

## 附录 B

(资料性)

## 氟化物和总氮处理工艺

B.1 氟化物处理工艺见表B.1。

表 B.1 氟化物处理工艺

单位：mg/L

处理工艺	进水氟浓度	出水氟浓度	药剂/材料
结晶流化床（可选）	>200	≤50	石灰、氯化钙
钙法沉淀	>100	<20	石灰、氯化钙
铝法混凝	≤20	2~8	聚合氯化铝、除氟剂
吸附法	≤5	≤1.5	除氟树脂、活性氧化铝

B.2 总氮处理工艺见表B.2。

表 B.2 总氮处理工艺

单位：mg/L

处理工艺	进水氮浓度	出水氮浓度	药剂/材料
汽提脱氨	氨氮大于1000	氨氮不大于100	液碱
一级A/O脱氮	总氮200~300	总氮40~60	碳源，活性污泥
二级A/O脱氮（可选）	总氮不大于100	总氮不大于20	碳源，活性污泥

## 附录C

(资料性)

## 氟化物与总氮处理工艺流程

C.1 氟化物处理工艺宜采用分段处理工艺，在达到相应标准后排入下游污水处理厂。出水氟化物排放指标应以当地环保部门为准。氟化物处理工艺流程如图C.1所示。

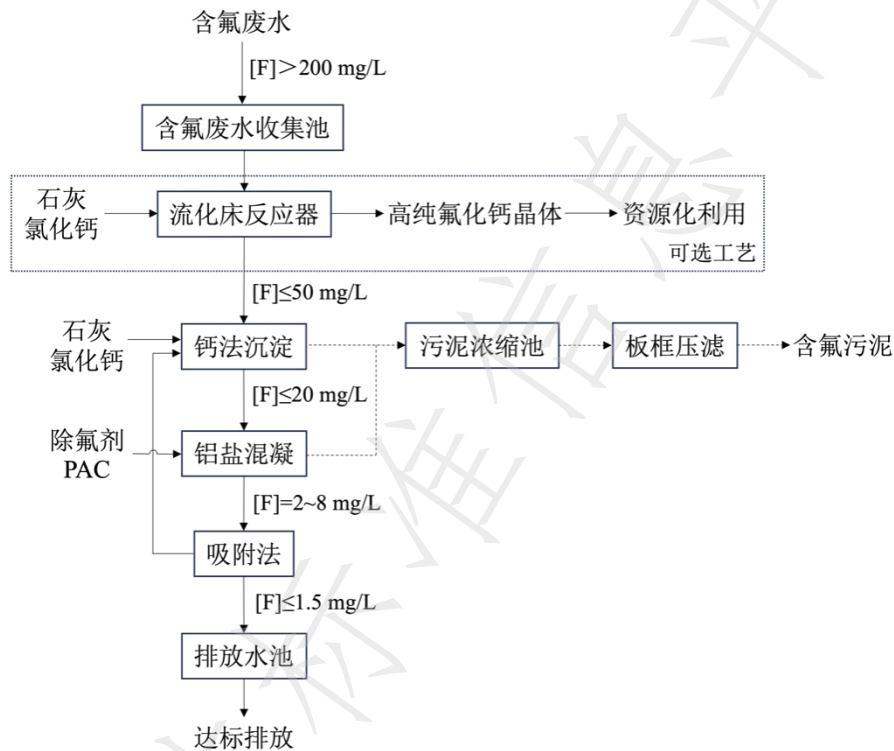


图 C.1 氟化物处理工艺流程

C.2 总氮处理工艺宜采用分段处理工艺，对于高浓度硝酸盐氮废水和氨氮废水，可分别进行预处理后进入A/O脱氮反应单元，可根据排放口总氮是否达标建立一级或二级A/O脱氮反应单元。含氮废水处理工艺可根据实际需求选择，总氮排放指标应以当地环保部门为准。总氮处理工艺流程如图C.2所示。

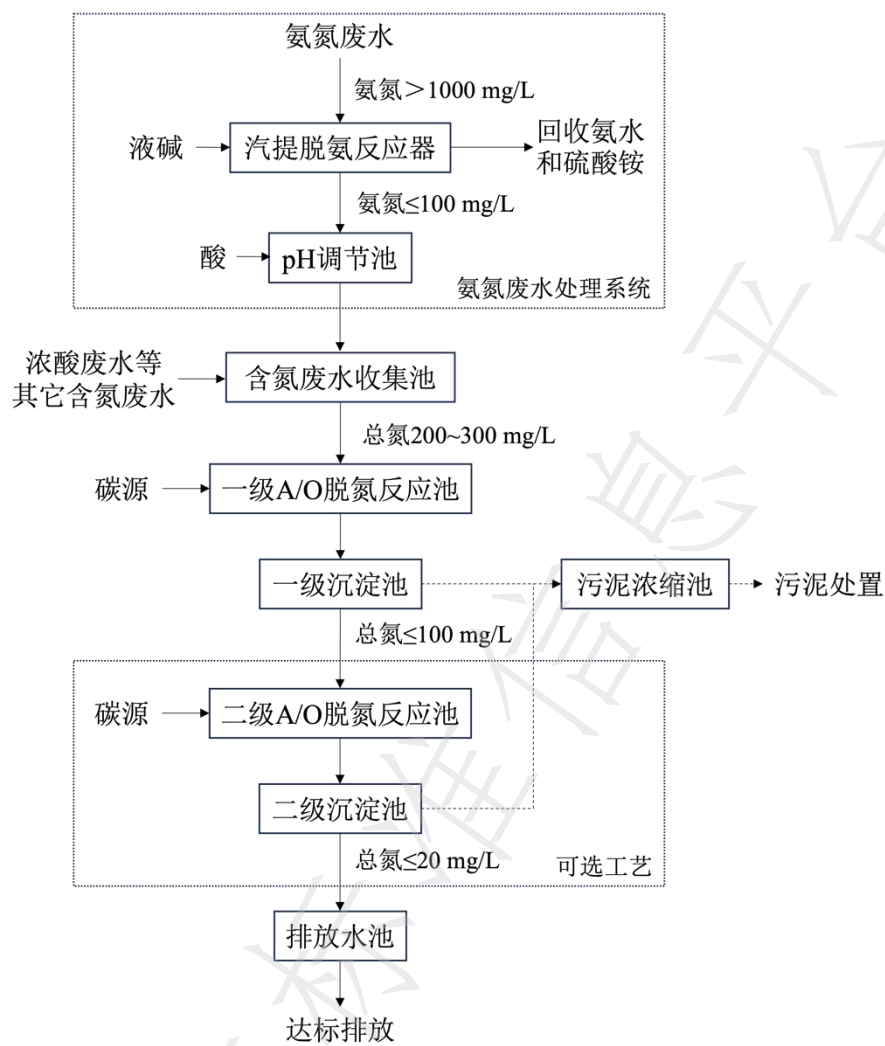


图 C.2总氮处理工艺流程