

# 团 体 标 准

T/CIECCPA 107—2025

## 火电厂烟气蒸发干燥高盐废水处理 技术规范

Technical specification for evaporating and drying high  
salinity wastewater of fossil fuel power plants

2025 - 11 - 25 发布

2025 - 12 - 01 实施

中 国 工 业 节 能 与 清 洁 生 产 协 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 .....	1
4 总体要求 .....	2
5 低温烟气浓缩系统 .....	2
6 高温烟气干燥系统 .....	3
7 检测与过程控制要求 .....	4
8 运行与维护要求 .....	4
9 安全与环保要求 .....	5
附录 A（资料性）烟气浓缩干燥系统工艺流程示意图 .....	6
附录 B（资料性）日常分析检测项目及检测周期表 .....	7

## 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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：中国华电集团有限公司、华电水务科技股份有限公司、华电郑州机械设计研究院有限公司、华电国际电力股份有限公司十里泉发电厂、神华神东电力有限责任公司郭家湾电厂、湖南华电平江发电有限公司、包头东华热电有限公司、安徽华电芜湖发电有限公司、华电国际电力股份有限公司莱城发电厂、华电内蒙古能源有限公司包头发电分公司、华电章丘发电有限公司、北京低碳清洁能源研究院、华能沁北发电有限责任公司、新疆天富环保科技有限公司、北京绿碳循环信息技术咨询有限公司。

本文件主要起草人：孙华勋、高飞、闫彩霞、刘进、赵保华、郭廷晖、潘广强、隋鑫、崔德圣、宋天阳、胡志明、邓向辉、王勇、魏宏、百嘎立、张威、郝文慧、袁洪涛、于凯、孙哲、边永平、陈龙、松建飞、梁来旺、邱化海、邱诒耿、熊日华、马瑞、刘汉政、彭宗贵、郭瑞、折建刚、摆玉芬、冯永峰、张文婷、梁晓苏、李成功。

# 火电厂烟气蒸发干燥高盐废水处理技术规范

## 1 范围

本文件规定了火电厂采用烟气蒸发干燥工艺处理高盐废水的工程建设的总体要求、低温烟气浓缩系统、高温烟气干燥系统、检测与过程控制要求、运行与维护要求及安全与环保要求。

本文件适用于火电厂采用烟气蒸发干燥工艺处理高盐废水的设备技术参数的确定。

## 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/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 4053 固定式钢梯及平台安全要求
- DL 5053 火力发电厂职业安全设计规程
- DL/T 5121 火力发电厂烟风煤粉管道设计规范
- DL/T 5196 火力发电厂石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统设计规程
- HJ 493 水质采样 样品的保存和管理技术规定
- HJ 494 水质 采样技术指导
- HJ 495 水质 采样方案设计技术规定
- HG/T 2451 设备防腐橡胶衬里
- HG/T 2640 玻璃鳞片施工技术条件
- SY/T 0326 钢质储罐内衬环氧玻璃钢技术标准

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**高盐废水** high salinity wastewater

指含有高浓度可溶性盐类的废水，其总溶解固体（TDS）质量浓度一般大于等于 3.5%。

### 3.2

**烟气浓缩干燥系统** flue gas thickening and drying system for wastewater

指利用烟气余热将高盐废水蒸发浓缩，并使浓缩液干燥成固体产物的过程，主要包括低温烟气浓缩系统、高温烟气干燥系统等。

### 3.3

**低温烟气浓缩系统** low-temperature flue gas thickening system for wastewater

指利用脱硫塔入口烟气作为热源，高盐废水与烟气直接传质传热，使高盐废水浓缩减量的系统。

### 3.4

**高温烟气干燥系统** high-temperature flue gas drying system for wastewater

指利用脱硝系统（SCR）出口高温烟气作为热源，使高盐废水干燥、固化的系统。

### 3.5

#### 旁路烟道 bypass flue duct

指从脱硝系统（SCR）出口引接,经处理系统后接至空气预热器出口的烟道。

## 4 总体要求

- 4.1 高盐废水的处理量应综合考虑全厂的水平衡、运行与检修情况之后确定，设计处理量应考虑15%~20%的余量。
- 4.2 对于新建火电厂企业，其高盐废水处理工程应与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用；对于改造火电厂企业，其高盐废水处理工程应在全厂水务管理优化的基础上开展，系统选择应安全可靠、经济合理。
- 4.3 应充分考虑燃煤锅炉运行负荷的变化，保证高盐废水处理系统的操作弹性。
- 4.4 高盐废水系统应设置废水缓存箱，容积宜按 $\geq 12$ 小时的废水处理量设计。
- 4.5 合理设计烟气管道流速，减少热量损失，烟道设计应满足DL/T 5121的相关要求。
- 4.6 高盐废水蒸发干燥系统内宜设计自动冲洗装置，冲洗水可采用脱硫工艺水，冲洗水宜回收。
- 4.7 高盐废水蒸发干燥系统应设置操作、维护、测试、巡检的平台、扶梯，满足GB4053的要求，宜与全厂保持一致。

## 5 低温烟气浓缩系统

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 浓缩减量工艺的选择应考虑高盐废水水质、水量、浓缩减量要求、干燥固化段要求，宜通过技术、经济比选确定。流程参见附图A.1。
- 5.1.2 低温烟气浓缩系统设计工况下，高盐废水浓缩倍率宜为3~6倍。
- 5.1.3 低温烟气浓缩系统应采用单元制布置，宜一炉配一塔，系统布置宜靠近脱硫塔入口烟道位置。
- 5.1.4 单台机组对应的待处理高盐废水量 $> 10\text{m}^3/\text{h}$ 时，宜进入低温烟气浓缩系统减量。
- 5.1.5 进入低温烟气浓缩系统的高盐废水悬浮物浓度宜低于 $300\text{mg/L}$ ，悬浮物浓度高于 $300\text{mg/L}$ 时，应设置预沉装置。

### 5.2 烟气系统

- 5.2.1 新建项目烟气设计温度应采用燃煤锅炉主体工程提供的锅炉最大连续出力的运行工况下的烟气设计数值，改扩建项目宜采用脱硫塔前烟气系统实测最大连续出力的运行工况下最小烟气温度值。
- 5.2.2 低温烟气浓缩塔配套抽取的脱硫塔进口烟气量不宜超过总烟气量的30%，增压风机宜根据系统所需风量及压升选择离心机或轴流风机，风机轴端密封应严密，增压风机选型应考虑一定裕量并设置变频控制。
- 5.2.3 低温烟气浓缩塔进出口烟道与主烟道连接处应设置烟气隔离措施，宜采用带密封风的挡板门或零泄漏的隔离门，烟道门材质应耐受最不利工况下的腐蚀。烟道最低处应设置排水装置，引至脱硫系统内地坑。
- 5.2.4 低温烟气浓缩塔出口烟道应采取防腐措施，防腐烟道壁厚不应小于 $6\text{mm}$ ，烟道设计应保证烟气通道的气密性。
- 5.2.5 烟道补偿器材质宜采用非金属织物，应根据烟气特性和布置条件设计防腐、保温和排水措施。

### 5.3 低温烟气浓缩塔

- 5.3.1 浓缩塔本体可采用钢结构或玻璃钢材质，内部结构及材质应满足烟气流场和防磨、防腐要求，浓缩塔内干湿交界面的部位应贴衬哈氏合金或钛合金材料。

- 5.3.2 浓缩塔入口烟道与浓缩塔垂直壁面相交处应设置坡度或挡水环。
- 5.3.3 浓缩塔浆池内应设置防沉积措施,采用脉冲悬浮搅拌装置或设置搅拌器。
- 5.3.4 浓缩塔喷淋层宜按照两层设计,保证喷嘴的最小流量及烟气均布性。
- 5.3.5 低温烟气浓缩塔内应设置除雾器,宜采用屋脊式除雾器,除雾器应设置冲洗水系统,水源可采用系统进水,同时应设置备用冲洗水源。
- 5.3.6 浆液循环泵宜采用碳化硅整体浇筑的离心式水泵,每台浆液循环泵对应一层喷嘴,浆液循环泵不在线备用。
- 5.3.7 浆液循环泵入口管道上应设置自动阀门,出口管道宜设置检修隔离措施。
- 5.3.8 浓缩塔的浆液循环停留时间应满足DL/T 5196的相关要求。

#### 5.4 浓缩液调质系统

- 5.4.1 浓缩后的高盐废水浆液应经调质系统进入干燥系统,调整后的浓缩浆液pH值宜为5~6。
- 5.4.2 调质系统可为多台机组公用,调质药品宜采用氢氧化钠溶液或氢氧化钙溶液,调质药品储存量不小于7天需要量。应设置变频控制加药泵调节碱液投加量。
- 5.4.3 调质后的高盐废水浆液含固量不满足后续干燥系统要求时,宜设置澄清池,澄清池底部污泥应输送至脱水设备,脱水后滤液水宜排至澄清池清水箱。
- 5.4.4 浓缩及调质设备防腐做法满足HG/T 2451、HG/T 2640、SY/T 0326的做法。

### 6 高温烟气干燥系统

#### 6.1 一般规定

- 6.1.1 高温烟气干燥系统的选择应综合根据机组参数、处理水量、末端固体处置型式及厂址条件等因素确定。流程参见附图A.2。工艺选择应符合下列原则:
  - a) 根据机组运行负荷、烟气量及需处理的高盐废水量确认是否直接进入干燥系统。
  - b) 干燥系统分为主烟道蒸发干燥方式和旁路烟道蒸发干燥方式,根据进入干燥系统的水量、水质及机组运行负荷情况经过技术经济比较确定。
  - c) 评估干燥后结晶盐对粉煤灰品质的影响,满足GB/T 1596的要求。
- 6.1.2 旁路烟道干燥系统当采用高温旁路蒸发干燥高盐废水时,雾化型式经技术经济比较后确定。
- 6.1.3 双流体干燥系统进口废水输送泵宜采用出口压力不随流量明显变化的输送泵。
- 6.1.4 双流体干燥系统进水悬浮物宜小于100mg/L,旋转雾化干燥系统进水含固量宜小于10%,悬浮物粒径宜小于0.5mm。

#### 6.2 主烟道蒸发干燥系统

- 6.2.1 主烟道蒸发干燥工艺宜选用双流体喷嘴,应根据烟道内流场模拟后确定喷嘴的安装角度及间距,喷嘴宜安装在烟道直段,远离弯头、变径等区域,保证雾化水滴粒径均匀。
- 6.2.2 双流体喷嘴材质应选择耐高温、耐腐蚀、耐磨材质,可采用双相钢、哈氏合金或碳化硅等材质。
- 6.2.3 喷嘴入口悬浮物宜小于100mg/L,入口宜设置过滤器,防止颗粒物堵塞喷嘴。喷嘴宜采用快拆结构,便于离线清洗或更换。
- 6.2.4 主烟道蒸发干燥系统应检测除尘器后粉煤灰氯离子指标、判断是否满足回用要求。
- 6.2.5 采用主烟道蒸发干燥工艺时应充分考虑对空气预热器的影响。

#### 6.3 旁路烟道蒸发干燥系统

- 6.3.1 旁路烟道蒸发干燥塔宜靠近锅炉空气预热器位置,采用旋转雾化干燥系统时宜采用独立钢架布置;采用双流体干燥系统时可独立钢架布置或布置于锅炉钢架内。

6.3.2 旁路烟道干燥系统在BMCR（锅炉最大连续蒸发量）工况下需要抽取烟气的量不宜大于空气预热器烟气流量的5%，抽取烟气的量小于3%时，可从单侧空气预热器抽取烟气，抽取烟气的量大于5%时，应从两侧空气预热器抽取烟气。

6.3.3 干燥系统进口烟道应设置调节门，调节烟气的量。

6.3.4 烟气引接口应设置隔离门，隔离门应保证零泄漏，同时应考虑隔离门处清灰措施。

6.3.5 干燥塔内废水应充分雾化，烟气分布器的设计应能适应最高运行烟气的量及最低运行烟气的量的工况变化，宜对其进行流场模拟与优化设计。

6.3.6 干燥塔及进出口烟道应设置人孔，用于停机检修清灰。

6.3.7 干燥系统宜设置排灰接口，宜采用气力输送方式输送至渣仓或者灰库；干燥塔底部进入气力仓泵前宜设置隔离阀及破碎机。

6.3.8 双流体雾化干燥系统用压缩空气宜单独设置，如从锅炉主体工程、脱硫系统引接时，宜就地设置稳压储气罐。输灰系统仓泵单独设置压缩空气储气罐时，入口宜设置自力式稳压阀。

## 7 检测与过程控制要求

### 7.1 热工检测与过程控制

7.1.1 热工检测主要包括：废水流量、温度等参数实时监测，同时监测烟气的温度、压力、流量等参数，每支喷枪废水侧和压缩空气侧应设置流量和压力测点，确保系统稳定运行。

7.1.2 浓缩塔和干燥塔的入口烟气的温度、出口烟气的温度、浓缩塔液位等重要参数监测仪表应双重冗余设置。

7.1.3 热工自动化控制水平不低于厂内脱硫工程的自动化控制水平。

7.1.4 废水采样满足HJ 493、HJ 494、HJ 495的要求。

### 7.2 分析检测

日常分析检测项目及检测周期参见资料性附录B。

## 8 运行与维护要求

### 8.1 一般规定

8.1.1 烟气蒸发干燥工程的运行应根据燃料、原料及燃煤锅炉负荷的变化及时调整。

8.1.2 烟气蒸发干燥工程运行应在满足设计工况的条件下进行，并根据工艺要求定期对各类设备、电气、自控仪表及建（构）筑物进行检查维护。

8.1.3 烟气蒸发干燥工程不应在超过设计负荷的条件下长期运行。

8.1.4 应建立健全与高盐废水烟气蒸发干燥工程运行维护相关的各项管理制度，以及运行、操作和维护技术规程。

### 8.2 人员与运行管理

8.2.1 应至少设置1名高盐废水工艺专职管理人员。

8.2.2 高盐废水烟气蒸发干燥工程的管理和运行人员应定期进行培训。

8.2.3 运行人员应按照运行管理制度和技术规程要求做好交接班和巡视，并做好相关记录。

### 8.3 维护与检修

8.3.1 低温烟气浓缩系统的检修维护宜纳入脱硫工程统筹考虑，检修周期和工期宜与脱硫工程同步；高温干燥系统的检修维护宜纳入机组统筹考虑，检修周期和工期宜与机组同步。



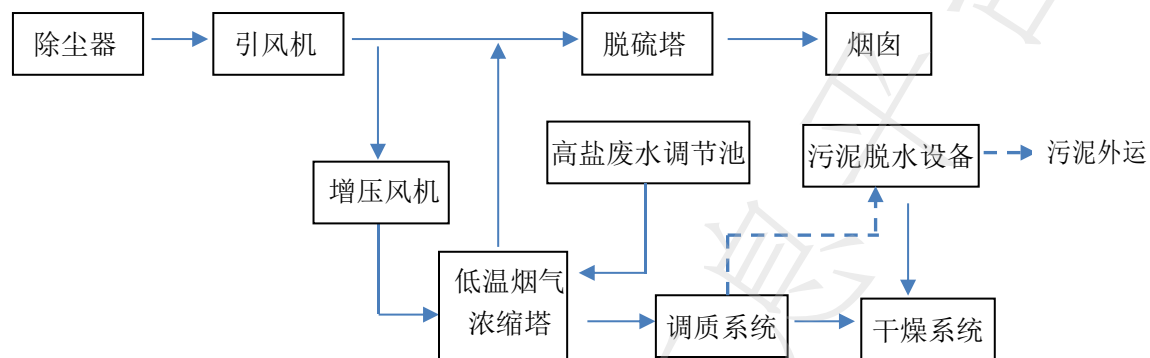
8.3.2 维修人员应根据维护保养规定定期检查、更换或维修必要的部件，并做好维护保养记录。

## 9 安全与环保要求

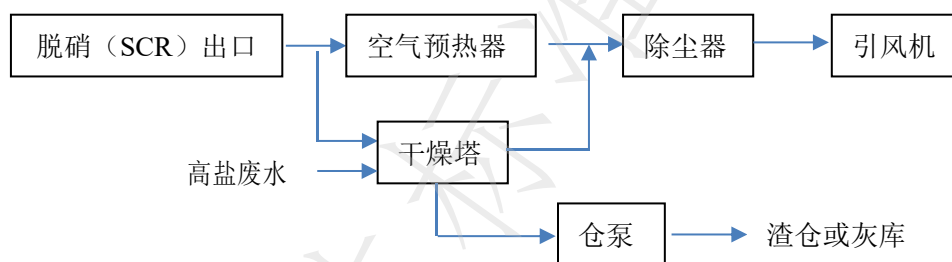
9.1 确保系统的密封性，防止烟气泄漏和废水溢出。

9.2 对于电气设备、高温部件、粉尘输送系统等采取相应的安全防护措施，防止人员烫伤、触电等事故，满足DL5053相关要求。

附录 A  
(资料性)  
烟气浓缩干燥系统工艺流程示意图



图A.1 低温烟气浓缩系统流程示意图



图A.2 高温旁路干燥系统流程示意图

附录 B  
(资料性)  
日常分析检测项目及检测周期表

烟气蒸发干燥高盐废水项目日常分析检测项目及检测周期见表 B.1。

表 B.1 烟气蒸发干燥高盐废水项目日常分析检测项目及检测周期

编号	测试项目	测试方法	测试周期
1	高盐废水密度	重量法	每天 1 次
2	高盐废水氯离子含量	硝酸银络合滴定	每周 2 次
3	高盐废水 TDS	重量法	每周 2 次
4	高盐废水 pH 值	pH 计	每周 2 次
5	浓缩塔浆液密度	重量法	每天 1 次
6	浓缩塔浆液 pH 值	pH 计	每周 2 次
7	浓缩塔浆液氯离子含量	硝酸银络合滴定	每周 2 次
8	浓缩塔浆液 TDS	重量法	每周 2 次
9	干燥塔灰分成分	/	每月 1 次