

# T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—XXXX

## 脱硫废水低成本资源化利用系统技术要求

Technical requirements for low cost resource utilization system of desulfurization  
wastewater

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 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 废水处理系统 .....	2
5.1 废水处理系统组成 .....	2
5.2 原料要求 .....	2
5.3 预处理 .....	2
5.4 浓缩处理 .....	3
5.5 固化处理 .....	3
5.6 化学沉淀处理技术 .....	3
6 资源化利用系统 .....	3
6.1 水资源回用 .....	3
6.2 金属回收 .....	3
6.3 分盐回收 .....	4
6.4 酸液资源化利用 .....	4
7 验收与维护 .....	4

## 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。

本文件由福建华电可门发电有限公司提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

# 脱硫废水低成本资源化利用系统技术要求

## 1 范围

本文件规定了脱硫废水低成本资源化利用系统的总体要求、资源化利用系统、资源化利用、维护与验收。

本文件适用于脱硫废水低成本资源化利用系统。

## 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 5462 工业盐
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB/T 9776 建筑石膏
- GB/T 19923 城市污水再生利用 工业用水水质
- GB/T 37785 烟气脱硫石膏
- GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范（附条文说明）
- DL/T 997 燃煤电厂石灰石—石膏湿法脱硫废水水质控制指标
- QB/T 1429 工业烷基磺酸钠
- HJ 2006 污水混凝与絮凝处理工程技术规范
- HJ 2301 火电厂污染防治可行技术指南
- NY/T 3936 土壤调理剂及使用规程烟气脱硫石膏原料
- DL/T 5046 发电厂废水治理设计规范
- DL/T 5142 火力发电厂除灰设计技术规程
- HG/T 5744 工业硫酸铵
- JB/T 11392 脱硫废水处理设备

## 3 术语和定义

JB/T 11392界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### 低成本资源化利用 low cost resource utilization

采用低能耗、低药剂消耗的工艺技术，实现脱硫废水中水资源、盐资源等回收利用，低成本资源化利用包括废水处理系统及资源化利用系统，可参考图1。

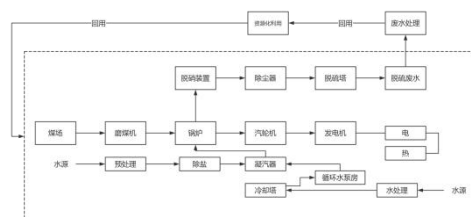


图1 脱硫废水资源化利用系统架构

## 4 总体要求

- 4.1 应运用循环经济发展理论，采用清洁生产、资源综合利用等措施构建企业发展循环经济的模式。
- 4.2 污染物排放应符合国家及地方排放标准、排污许可等强制性要求，各类重点污染物排放总量均不超过国家及地方的总量控制要求。
- 4.3 应遵循减量化、资源化及再利用的原则，通过采用节能、节水等新技术及技术集成，减少水资源的消耗，实现行业内资源、能源利用效率的最大化。
- 4.4 应与相关行业进行物质代谢循环，积极消纳固体废物，产生的固体废物（脱硫副产物、废催化剂等）应尽量符合建材、能源等相关行业利用标准，形成循环经济产业链。
- 4.5 应对脱硫废水的产生、处理和排放进行全过程控制，利用成熟的专有技术实现脱硫废水的减量化、无害化和资源化，废水治理的设计应符合 DL/T 5046 的规定。
- 4.6 新建燃煤电厂的脱硫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。
- 4.7 脱硫废水处理装置应单独设置，并按连续运行方式设计。
- 4.8 脱硫废水处理中产生的污泥应进行脱水处理。
- 4.9 未经处理的脱硫废水不应排放或回用，经脱硫废水处理系统处理后的排水应符合 GB 8978、DL/T 997 的规定以及工程环境影响评价的要求。
- 4.10 脱硫废水处理回用，如需进一步资源化利用可根据水量设置浓缩减量、蒸发结晶、烟道雾化蒸发等工艺进行处理。
- 4.11 当处理后的废水回用时，应满足用水系统的进水水质要求。且应考虑脱硫废水的回用给用水系统带来的潜在影响，严格控制运行条件。

## 5 废水处理系统

### 5.1 废水处理系统组成

系统宜至少包含预处理单元、浓缩减量单元、盐分离回收单元、水回用单元及控制系统，各单元应具备协同运行能力，且结构设计便于维护与检修：

- a) 预处理单元：应包含絮凝、沉淀、过滤等模块，有效去除废水中悬浮物、重金属及部分硬度物质；
- b) 浓缩减量单元：应采用低成本高效浓缩技术，降低能耗与运行成本；
- c) 盐分离回收单元：应实现盐资源的分级回收与提纯，产出合格盐产品；
- d) 水回用单元：处理后水质应满足回用场景要求；
- e) 控制系统：应具备参数实时监测、自动调节及故障报警功能。

### 5.2 原料要求

- 5.2.1 进水水质应符合 HJ 2006 相关规定，废水 pH 值、悬浮物、重金属及含盐量等指标应提前明确，确保系统适配性；系统所用化学药剂（如絮凝剂、阻垢剂）应符合环保要求，不得引入新增污染物。
- 5.2.2 轴承冷却水和润滑水使用后应全部回收利用；
- 5.2.3 脱硫装置内的各种管道及设备冲洗排水应收集到集水池，并全部回用于工艺系统；
- 5.2.4 石膏滤出液应全部回用于工艺系统；
- 5.2.5 烟道和烟囱的冷凝液应全部收集并回用于工艺系统；

### 5.3 预处理

- 5.3.1 悬浮物去除率：达到规定要求，处理后水质悬浮物含量符合后续资源化单元进水要求；

5.3.2 重金属去除率：针对废水中主要重金属（如汞、镉、铅等），去除率达到规定标准，确保回收盐产品与回用水中重金属含量达标；

5.3.3 pH 调节：预处理后废水 pH 值稳定在适宜后续资源化处理的范围。

#### 5.3.4 深度预处理

5.3.5 当脱硫废水或物化沉淀工艺出水无法满足浓缩处理工艺的进水水质要求时，应进行深度预处理。

5.3.6 深度预处理主要包括废水软化和过滤。

5.3.7 软化技术可选择化学加药软化等。

5.3.8 过滤技术可选择多介质过滤、超滤和微滤等。

### 5.4 浓缩处理

5.4.1 浓缩处理工艺的选择应根据脱硫废水经预处理后的出水水质和处理需求，综合比选各浓缩工艺的经济性、运行稳定性以及浓缩倍率等，并结合电厂实际情况进行浓缩工艺的选择。

5.4.2 浓缩处理工艺可采用反渗透和电渗析等膜法浓缩工艺，也可采用 MED、MVR、烟气余热蒸发浓缩等热法浓缩工艺。

5.4.3 当脱硫废水水质硬度高，软化预处理计算运行成本较高时，可选择无需软化预处理的热法浓缩工艺。

注：热法浓缩工艺应考虑防结垢设计。

### 5.5 固化处理

5.5.1 固化处理包括烟道蒸发干燥和蒸发结晶技术。

5.5.2 固化工艺宜根据技术先进性、成本经济性、运行稳定性、电厂自身条件、现场布置空间、结晶盐处置方式等因素进行综合比选。

### 5.6 化学沉淀处理技术

采用“废水—曝气—pH 值调整—混凝—沉淀+过滤—回用”等工艺，处理后回用于干灰调湿或水力冲灰。

## 6 资源化利用系统

### 6.1 水资源回用

6.1.1 脱硫废水处理后可回用于干灰调湿、灰场喷洒、冲渣水、冲灰水或高盐废水处理系统。

6.1.2 脱硫废水回用应符合下列规定：

- a) 再生水直接用于循环冷却水补充水时，水质指标应符合 GB/T 50050、GB/T 19923 的规定或根据试验进行确定，其中补充水的化学需氧量(CODCr)指标宜不大于 30 mg/L，氯离子、钙硬度和总碱度指标应根据凝汽器管材质、循环冷却水允许的极限碳酸盐硬度和极限碳酸盐碱度确定；
- b) 除灰渣系统用水水质宜符合 DL/T 5142 的规定。

### 6.2 金属回收

#### 6.2.1 高温焙烧—熔炼工艺

经化学沉淀法等处理产生的含重金属污泥，可采用高温焙烧—熔炼工艺回收重金属。焙烧温度控制在 500℃~800℃，使污泥中的有机物分解，金属化合物转化为金属氧化物。熔炼温度依据不同金属种类设定，铜熔炼温度在 1100℃~1300℃，铅熔炼温度在 900℃~1100℃。

#### 6.2.2 电解法回收工艺

利用离子交换树脂再生液，通过电解法回收重金属。电解槽电压根据金属离子种类及浓度确定，宜为2V~6V，电流密度控制在100A/m<sup>2</sup>~500A/m<sup>2</sup>，电解时间2h~8h，确保金属离子在阴极有效沉积回收。

### 6.3 分盐回收

6.3.1 分盐工艺应选用纳滤分盐、蒸发分盐或冷冻分盐等技术，实现氯化钠与硫酸钠的有效分离，回收盐应符合 GB/T 5462 的规定。

6.3.2 分盐后的浓盐水应通过结晶工艺获得固体盐产品，结晶设备应具备节能、高效、易操作等特点。

6.3.3 分盐及结晶系统应设置盐浆分离、干燥装置，干燥后的盐产品水分含量应符合回收盐质量要求，且应具备包装、储存设施。

### 6.4 酸液资源化利用

6.4.1 脱硫废水处理系统使用双极膜电渗析处理单元产生的硫酸、盐酸等废液宜进行回收利用。

6.4.2 用于酸洗，双极膜电渗析产出的酸液，如硫酸、盐酸符合下列规定可回用于钢铁、铝材等金属的酸洗环节：

- a) 盐酸：质量分数 37%，浓度 20%~40%（质量分数）；
- b) 硫酸：质量分数 98%，浓度 10%~30%（质量分数）；
- c) 盐酸—硫酸（混合酸液）：盐酸（质量分数 37%）5%~40%（质量分数），硫酸（质量分数 98%）浓度 5%~20%（质量分数）。

6.4.3 高浓度废硫酸（20%~90%）可用于生产硫酸铵、烷基磺酸钠等应符合下列规定：

- a) 硫酸铵应符合 HG/T 5744 的规定；
- b) 烷基磺酸钠应符合 QB/T 1429 的规定。

6.4.4 利用离子交换树脂选择吸附重金属离子，回收酸液纯度达到工业级标准后可以再利用。

## 7 验收与维护

7.1 应确定工程监理单位，对工程设计、施工、重要设备安装等工程管理环节进行验收。

7.2 脱硫废水处理过程中产生的废气、废液、固体废物、噪声及其他二次污染物的防治与处置应符合 HJ 2301 的有关规定。

7.3 应制定工程监管制度，对脱硫废水处理设施运行和管理维护情况进行定期监督，及时分析评估运行效果，组织维护并加以改进。