

燃煤电厂脱硫废水处理技术规范

Technical specification for desulfurization wastewater treatment in coal-fired power plants

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

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.....	3
5 水量与水质.....	3
5.1 废水水量.....	3
5.2 废水水质.....	3
6 工艺设计.....	4
6.1 一般规定.....	4
6.2 工艺流程.....	4
7 预处理.....	4
7.1 一般规定.....	4
7.2 废水缓冲预沉.....	5
7.3 pH 调节.....	5
7.4 重金属沉降.....	5
7.5 混凝与絮凝.....	5
7.6 澄清/污泥浓缩.....	5
7.7 最终中和/氧化.....	5
7.8 污泥处置.....	6
8 浓缩处理.....	6
8.1 一般规定.....	6
8.2 深度预处理.....	6
8.3 膜法浓缩.....	6
8.4 热法浓缩.....	6
9 固化处理.....	6
9.1 一般规定.....	6
9.2 蒸汽蒸发结晶.....	7
9.3 烟道蒸发干燥.....	7
10 监督与管理.....	7

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

本标准由中国质量检验协会水环境工程技术与装备专业委员会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

燃煤电厂脱硫废水处理技术规范

1 范围

本标准规定了燃煤电厂脱硫废水处理的总体要求、水量与水质、工艺设计、预处理、浓缩处理、固化处理、监督与管理。

本标准适用于燃煤电厂石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统排放的废水。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 8978 污水综合排放标准

GB/T 5462 工业盐

GB/T 50109 工业用水软化除盐设计规范

DL/T 938 火电厂排水水质分析方法

DL/T 997 火电厂石灰石-石膏湿法脱硫废水水质控制指标

DL/T 5046 发电厂废水治理设计规范

HG/T 3923 循环冷却水用再生水水质标准

HG/T 5224 蒸汽再压缩蒸发器

HJ 2006 污水混凝与絮凝处理工程技术规范

HJ 2016 环境工程名词术语

JB/T 11392 脱硫废水处理设备

JB/T 11887 石灰石-石膏湿法烟气脱硫工艺水系统设计规程

JB/T 20068 结晶器

3 术语和定义

HJ 2016界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

脱硫废水 desulfurization wastewater

湿法脱硫过程中排放的废水。废水中含有的杂质主要包括悬浮物、高浓度的无机盐及重金属。
[来源：JB/T 11392-2013, 3.1]

3.2

脱硫废水预处理 desulfurization wastewater pretreatment

经过中和、重金属沉降、絮凝沉淀与澄清等单元处理，调节pH值，降低脱硫废水中悬浮物与重金属的含量，使脱硫废水满足排放或后续工艺进水水质的处理过程。

3.3

多效蒸发 multiple-effect distillation (MED)

利用多个串联的蒸发器，将蒸汽的热能进行多次重复利用的过程。

3.4

机械式蒸汽再压缩 mechanical vapour recompression (MVR)

将蒸发器产生的二次蒸汽，经压缩机压缩后，提高压力和饱和温度，增加热焓，再送入蒸发器作为热源，替代新鲜蒸汽循环利用的过程。

3.5

烟气余热蒸发浓缩 flue gas waste heat evaporation

利用除尘器与脱硫塔之间烟气的热量，使脱硫废水浓缩减量的过程。

3.6

脱硫废水热法浓缩 desulfurization wastewater heating dehydration

利用多效蒸发（MED）、机械式蒸汽再压缩（MVR）和烟气余热蒸发浓缩等技术，使脱硫废水浓缩减量的过程。

3.7

脱硫废水膜法浓缩 desulfurization wastewater membrane separation concentration

利用纳滤、反渗透和电渗析等膜分离技术，使脱硫废水实现除盐后的净水回用与盐水浓缩的过程。

3.8

脱硫废水浓缩处理 desulfurization wastewater concentration treatment

脱硫废水经预处理后，通过热法或膜法浓缩工艺使脱水废水实现浓缩减量，并回收一部分淡水的处理过程。

3.9

脱硫废水固化处理 desulfurization wastewater curing treatment

脱硫废水经深度处理后，为了达到无液体排放目的，对浓水进行蒸发与结晶的过程。

3.10

烟道蒸发干燥 flue evaporation and drying

利用燃煤电厂锅炉尾部烟气的部分热量，将经脱硫废水或脱硫废水浓缩液蒸干，达到脱硫废水不外排的固化工艺，可分为主烟道蒸发干燥和旁路烟道蒸发干燥。

4 总体要求

- 4.1 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，提高废水回用率，减少二次污染。
- 4.2 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。
- 4.3 脱硫废水处理装置应单独设置，并按连续运行方式设计。
- 4.4 脱硫废水处理系统的容量宜按正常运行处理容量的 125 %设计，或按废水储存系统调节能力确定。
- 4.5 脱硫废水处理中产生的泥浆宜进行单独的脱水处理。
- 4.6 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。
- 4.7 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 水量与水质

5.1 废水水量

- 5.1.1 燃煤电厂应按脱硫废水排放处设置的计量仪表实测数据确定脱硫废水水量。
- 5.1.2 当无实测数据时，可按烟气脱硫系统的物料平衡计算确定脱硫废水水量。

5.2 废水水质

- 5.2.1 脱硫废水水质应以实际监测数据为准。水样测定方法应符合 GB 8978、DL/T 938、DL/T 997 的有关规定。
- 5.2.2 当无实测数据及同类电厂参考资料时，按表 1 执行。

表1 脱硫废水水质

序号	项目	单位	废水水质
1	CODcr	mg/L	100~400
2	SS	mg/L	10000~50000
3	氨氮	mg/L	40~300
4	pH	-	4~6
5	温度	℃	40~50
6	TDS	mg/L	10000~60000
7	K ⁺	mg/L	10~200
8	Na ⁺	mg/L	200~2000
9	Ca ²⁺	mg/L	400~5000
10	Mg ²⁺	mg/L	200~9000
11	SO ₄ ²⁻	mg/L	3000~30000
12	Cl ⁻	mg/L	5000~20000
13	F ⁻	mg/L	50~100
14	硅（以SiO ₂ 计）	mg/L	10~500
15	总硬度	mmol/L	20~500
16	重金属	mg/L	10~80

6 工艺设计

6.1 一般规定

6.1.1 脱硫废水处理工艺的选择应结合全厂水务管理要求、回用点用水要求、脱硫系统的运行工况、废水水量、水质及排放规律等综合因素，经技术经济对比后确定。

6.1.2 脱硫废水处理系统可包括预处理、热法/膜法浓缩处理、固化处理与资源回收系统及其配套设施。

6.1.3 可根据处理水量、锅炉热平衡等综合因素考虑是否在脱硫废水固化设计前设置浓缩处理单元。

6.1.4 脱硫废水处理系统的设计应符合 DL/T 5046 中的防腐规定。

6.1.5 当燃煤电厂所在地有特殊环保要求时，电厂产生的其他高盐废水可与脱硫废水进行统一规划设计与集中处理。

6.1.6 在实际运行中，脱硫废水可在废水贮存设备中稳定水量水质后，小流量输送至冲灰系统或冲渣系统，同时按相应要求做好防渗处理。具体运行条件应根据除灰渣系统的运行工况及脱硫废水的水质条件，经试验确定。

6.2 工艺流程

6.2.1 对于无“近零排放或零排放”要求的燃煤电厂，根据环评要求，可采用常规预处理进行脱硫废水的处理。典型的预处理工艺流程见图 1：

- 脱硫废水的 pH 调节、重金属沉降、混凝与絮凝，可采用三联箱型式或单个圆形箱体型式；
- 应遵循“一厂一策”设计原则，根据需求增加或减少处理单元；
- 当处理单元的一级反应无法满足处理要求时，应增加二级反应。

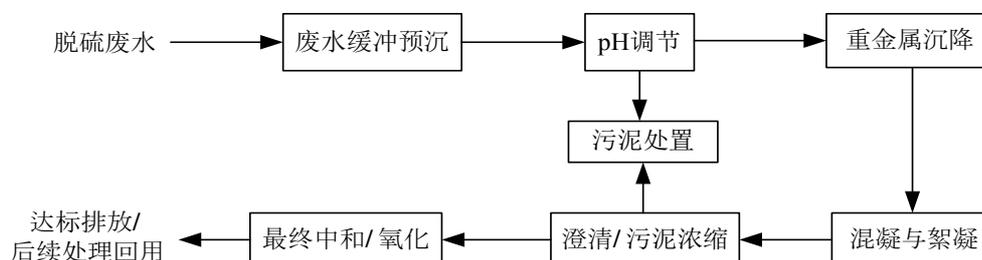


图1 脱硫废水预处理工艺流程

6.2.2 对于有“近零排放或零排放”要求的燃煤电厂，可根据实际情况参考图 2 所示的处理工艺流程。

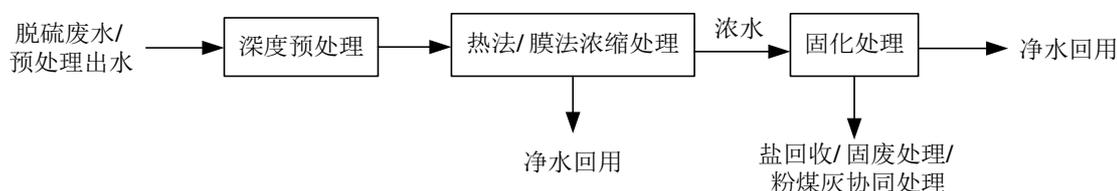


图2 脱硫废水“近零排放或零排放”处理工艺流程

7 预处理

7.1 一般规定

7.1.1 脱硫废水的预处理包括废水缓冲预沉、pH 调节、重金属沉降、混凝与絮凝、澄清/污泥浓缩、最终中和/氧化和污泥处置等单元。

7.1.2 系统设计时应充分满足各项功能所要求的化学反应条件，计算各处理设备的处理能力和容量，确定设备的选型及辅助系统的配置，各处理设备的技术要求应符合 JB/T 11392 的有关规定。

7.2 废水缓冲预沉

7.2.1 废水缓冲预沉宜按 1 日以上废水产生量设计，宜设分格，并设计搅拌和排泥装置。搅拌装置可选用水力搅拌装置或曝气搅拌装置。

7.2.2 废水缓冲池/箱、废水输送泵材质应耐腐蚀和耐磨损。

7.3 pH 调节

7.3.1 应向脱硫废水中投加碱性药品，调节 pH 值至后续反应的最佳范围。

7.3.2 碱性药品可选择氢氧化钙或氢氧化钠。

7.3.3 pH 调节箱的水力停留时间不应少于 30 min。应设有机械搅拌装置、pH 计、污泥回流口和底部排泥口。

7.4 重金属沉降

7.4.1 宜投加重金属捕获剂。常用的重金属捕获剂为有机硫化物 TMT-15，参考加药量为 3 mg/L~7 mg/L（浓度 15%，密度 1.12 g/cm³），实际加药量应根据水质确定。

7.4.2 沉降箱的水力停留时间不应少于 30 min。

7.5 混凝与絮凝

7.5.1 混凝与絮凝反应单元的设计要求应符合 HJ 2006 的有关规定。

7.5.2 混凝剂可选择硫酸铝、硫酸铝钾、聚合氯化铝等铝盐，硫酸亚铁、氯化铁和聚合硫酸铁等铁盐。常用的聚合铁参考加药量为 5 mg/L~10 mg/L。

7.5.3 絮凝剂的种类、加药量应根据脱硫废水水质，运行条件，类似电厂的运行经验或通过试验确定。常用的絮凝剂为聚丙烯酰胺（PAM），参考加药量为 1 mg/L~5 mg/L。

7.5.4 混凝与絮凝反应的水力停留时间不应少于 30 min。

7.5.5 投药设备及药剂混合设备应尽可能靠近混凝工艺设施。

7.6 澄清/污泥浓缩

7.6.1 澄清/浓缩池的型式、表面负荷和废水的停留时间可根据进水水质与出水水质要求，经技术经济比较后确定。型式可选用机械搅拌澄清池、水力循环澄清池、泥渣悬浮澄清池。废水停留时间不宜少于 6 h。

7.6.2 澄清/浓缩池沉淀部分水面面积应按最大设计流量计算。污泥部分的容积应按最大脱硫废水量或最大悬浮物含量设计。

7.6.3 澄清/浓缩池应设置刮泥机。池底部应设置锥斗型泥斗。

7.7 最终中和/氧化

7.7.1 对脱硫废水进行中和处理，使排水 pH 值符合 GB 8978 的有关规定。投加的酸性药剂可采用盐酸或硫酸。

7.7.2 根据脱硫废水水质、脱硫废水处理工艺要求综合考虑是否设置氧化单元。常用的氧化剂为成品次氯酸钠或二氧化氯溶液，加药量根据 COD 含量确定。

7.7.3 最终中和/氧化箱的水力停留时间按中和反应和 COD 氧化分解所需时间计算，宜通过试验确定。

7.8 污泥处置

7.8.1 脱硫废水的污泥处置设备由污泥脱水机和污泥斗、污泥泵等组成。

7.8.2 污泥泵应防腐耐磨，宜采用离心式渣浆泵或螺杆泵，宜设置变频调节。

7.8.3 脱水机出力应按日污泥量的小时平均值选型。污泥脱水后的含固率应大于 20%。

7.8.4 污泥脱水机的型式和容量应根据污泥量、污泥性质、对泥饼含水率的要求和场地情况等因素，经技术经济比较后确定，可采用板框式压滤机、箱式压滤机或卧式螺旋卸料沉降离心机。

7.8.5 脱水泥斗应采用自动卸料泥斗，容积应结合脱水机容量、现场布置情况和运输条件确定，宜采用室内布置。

8 浓缩处理

8.1 一般规定

8.1.1 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等进行选择。

8.1.2 浓缩处理工艺可采用反渗透和电渗析等膜法浓缩工艺，也可采用多效蒸发（MED）、机械式蒸汽再压缩（MVR）、烟气余热蒸发浓缩等热法浓缩工艺。

8.1.3 膜法浓缩处理后的出水回用作脱硫系统工艺用水时，应符合 JB/T 11887 的有关规定；回用作循环冷却水时，应符合 HG/T 3923 的有关规定。

8.1.4 当脱硫废水的预处理工艺运行成本高或出水水质不稳定时，应选择无需预处理的热法浓缩工艺。

8.2 深度预处理

8.2.1 当脱硫废水的预处理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。

8.2.2 深度预处理主要包括软化水质和过滤。

8.2.3 当采用石灰进行软化处理时，原水宜加热至 30℃-40℃，宜采用铁盐作为混凝剂。

8.2.4 过滤技术可选择多介质过滤、超滤和微滤等。

8.3 膜法浓缩

8.3.1 膜法浓缩工艺包括纳滤、反渗透和电渗析等工艺。

8.3.2 膜法浓缩工艺的进水水质要求、膜处理装置技术要求应符合 GB/T 50109 的有关规定。

8.3.3 宜选择组合工艺进行膜法浓缩，如纳滤/反渗透组合工艺，反渗透/电渗析组合工艺等。

8.4 热法浓缩

8.4.1 热法浓缩工艺主要包括多效蒸发（MED）、机械式蒸汽再压缩（MVR）和烟气余热蒸发浓缩。

8.4.2 MED 系统宜采用 2~4 效串联蒸发器进行设计。

8.4.3 MVR 系统由预热器、蒸发器、压缩机、分离器等组成。蒸发器的技术要求应符合 HG/T 5224 的有关规定。压缩机可选择高速离心压缩机、离心鼓风机、罗茨压缩机等。

8.4.4 MED 和 MVR 系统增设结晶器后即蒸汽蒸发结晶系统（见 9.2）。

9 固化处理

9.1 一般规定

- 9.1.1 固化处理包括蒸汽蒸发结晶和烟道蒸发干燥技术。
- 9.1.2 对于粉煤灰掺混脱硫废水盐类无影响的燃煤电厂，宜选用烟道蒸发干燥工艺。
- 9.1.3 对于有混盐结晶、分质盐结晶需求的燃煤电厂，宜选用蒸汽蒸发结晶工艺。

9.2 蒸汽蒸发结晶

- 9.2.1 蒸汽蒸发结晶技术可选用带有结晶器的多效蒸发系统(MED)或机械式蒸汽再压缩系统(MVR)。
- 9.2.2 MED 和 MVR 系统中结晶器的设计负荷宜控制在 80 %~120 %，且应符合 JB/T 20068 的有关规定。
- 9.2.3 根据处理方式不同，结晶产物可分为混盐、分盐和固体废弃物。符合 GB/T 5462 要求的结晶产物，可按工业盐使用或外运出售。

9.3 烟道蒸发干燥

- 9.3.1 烟道蒸发干燥可选用主烟道蒸发干燥或旁路烟道蒸发干燥。
- 9.3.2 烟道蒸发干燥采用喷雾蒸发技术，脱硫废水的雾化设备可选用双流体喷枪和旋转雾化器。
- 9.3.3 当采用旋转雾化器处理时，宜设置旁路烟气除尘与引风机。
- 9.3.4 旁路烟道蒸发干燥后烟气温度宜控制在 130℃ 以上。
- 9.3.5 宜在烟道蒸发设备内设置贴壁风。
- 9.3.6 烟道蒸发干燥后的盐类与粉煤灰掺混物可资源回收利用。

10 监督与管理

- 10.1 工程设计、施工、监理单位的确定、重要设备等工程管理环节应按照相关法律法规执行。
 - 10.2 脱硫废水处理过程中产生的废气、废液、固体废弃物、噪声及其他二次污染物的防治与处置应符合环境保护法律法规要求。
 - 10.3 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。
-