

ICS 13.030.20

CCS Z 00

团 体 标 准

T/ACEF 128—2024

火力发电厂废水零排放装置性能验收导则

Guidelines for performance acceptance of zero-discharge wastewater units
in thermal power plants

2024-01-11 发布

2024-02-01 实施

中 华 环 保 联 合 发布

目 次

1 范围	II
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 验收条件	2
6 验收内容	3
7 验收方法	4
8 验收报告	6
附录 A（资料性）主要运行参数记录表	8



前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件由中华环保联合会水环境治理专业委员会提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：华电郑州机械设计研究院、中电华创（苏州）电力技术研究有限公司、浙江大维高新技术股份有限公司、中环博通生态科技（北京）有限公司。

本文件参编单位：华电水务科技股份有限公司、北京低碳清洁能源研究院、煤炭开采水资源保护与利用全国重点实验室、山东电力工程咨询院有限公司、国家电投集团远达水务有限公司、东方电气集团东方锅炉股份有限公司、中华环保联合会水环境治理专业委员会。

本文件主要起草人：郭新茹、刘愿军、许勇毅、王峰、李伟、陈学功、施秦峰、沈明忠、周保卫、杨洋、张旭擎、闫彩霞、刘进、崔德圣、钟振成、王海棠、李鑫、王爱玲、李静、巩易昇。

火力发电厂废水零排放装置验收导则

1 范围

本文件规定了火力发电厂废水零排放装置验收的基本规定、验收条件、验收内容、验收方法和验收报告等。

本文件适用于火力发电厂废水零排放装置验收。

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 176	水泥化学分析方法
GB/T 1596	用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB/T 5462	工业盐
GB/T 6682	分析实验室用水规格和试验方法
GB/T 8170	数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 10184	电站锅炉性能试验规程
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB/T 21508	燃煤烟气脱硫设备性能测试方法
CJ/T 221	城市污水处理厂污泥检验方法
DL/T 543	电厂用水处理设备质量验收导则
DL/T 938	火电厂排水水质分析方法
DL 5068	发电厂化学设计规范
DL 5190.6	电力建设施工技术规范 第6部分：水处理和制（供）氢设备及系统
HJ 493	水质 样品的保存和管理技术规定
HJ 494	水质 采样技术指导

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

高盐废水 high-salinity wastewater

火电厂排水系统中经重复使用后产生的不能被其他系统经济利用的废水、含盐量接近或超过1%的废水。

3.2

废水零排放 zero-discharge wastewater

火电厂排水系统达到无废水外排，水中的盐类和污染物以固体形式排出处置或再利用。

[来源：GB/T 21534，有修改]

3.3

热法浓缩 thermal concentration

利用热源加热废水，使水分连续蒸发，废水不断浓缩的技术。包括机械蒸汽再压缩蒸发、多效蒸发、烟气余热蒸发、低温烟气余热蒸发浓缩等。

3.4

膜法浓缩 membrane concentration

通过反渗透、电渗析、纳滤等膜分离过程，实现水分与溶质的分离，使废水浓缩的技术。

[来源：HJ 579，有修改]

3.5

烟气蒸发干燥 flue gas evaporation drying

利用烟气作为热源加热雾化后的废水，使水分完全蒸发为水蒸气，溶解性盐结晶析出后大部分随烟气中的烟尘一起被除尘器捕集。包括旁路烟气蒸发干燥工艺和直接烟道蒸发干燥工艺。

4 基本规定

- 4.1 火电厂新建、扩建废水零排放装置验收应客观准确反映废水零排放装置实际情况。
- 4.2 废水零排放装置设计、施工等应分别符合 DL 5068、DL/T 543、DL 5190.6 的规定。
- 4.3 废水零排放装置处理水量应满足设计处理水量要求。

5 验收条件

- 5.1 火电厂废水零排放装置，具备下列条件之一时，应进行性能验收：
 - a) 新建废水零排放装置移交生产后；
 - b) 废水零排放装置改造后，运行工况发生较大变化。
- 5.2 新建或改造后的废水零排放装置应在系统通过168h运行移交生产2个月后进行性能验收试验，试验前应提供经业主确认的设备运行参数。
- 5.3 性能验收前应根据工程合同和技术协议要求并结合系统工艺特点编制验收试验大纲，试验大纲应经试验各方协商一致。
- 5.4 试验大纲内容应包括试验目的和范围、试验时间、试验条件、测试位置、试验程序及方法、人员分工和职责、安全措施、数据处理原则等。
- 5.5 化学试剂应在有效期内，纯度应满足分析方法要求。
- 5.6 试验仪器仪表等应符合试验大纲的规定，并在计量检定有效期内。
- 5.7 试验前准备应包括仪表比对、测试系统状态确认、运行工况调整以及人员培训等。
- 5.8 性能试验应在设计工况下进行，参数测试时间应满足测试方法及试验大纲要求，试验期间废水零排放装置及锅炉、脱硫等相关系统应保持正常运行。
- 5.9 试验验收时，每种试验工况应至少进行两次试验。当两次平行试验结果误差小于5%时，应取两次试验结果的算术平均值作为试验结果；两次平行试验结果误差大于5%时，应重做试验。

6 验收内容

6.1 预处理单元

6.1.1 混凝澄清装置验收应包括下列内容：

- a) 装置进出水水量；
- b) 进出水水质检测项目应包括水温、pH、悬浮物、浊度等，选测项目可包括碱度、 Ca^{2+} 、硬度、总溶解固体TDS、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、COD、氨氮、重金属等；
- c) 药剂消耗量，应包括投加药剂种类、药剂浓度、加药位置、加药量；
- d) 污泥指标检测项目应包括含水率、污泥密度、pH，选测项目可包括重金属，取样点可选择排泥泵出口；
- e) 电能消耗量。

6.1.2 过滤装置验收应包括下列内容：

- a) 设计处理水量；
- b) 进出水水质测试项目应包括悬浮物、浊度等，选测项目可包括水温、pH；
- c) 进水压力、出水压力、压差等；
- d) 杀菌剂种类、药剂浓度、加药位置、加药量；
- e) 自用水量 and 自用水率；
- f) 电能消耗量。

6.2 浓缩减量单元

6.2.1 膜法浓缩验收应包括下列内容：

- a) 进水、浓水、淡水水量、水质；
- b) 进水压力、浓水压力、压差等；
- c) 水质检测项目应包括pH、SDI、TDS、ORP、COD、 Ca^{2+} 等，选测项目可包括水温、浊度、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、COD、氨氮等；
- d) 阻垢剂和还原剂种类、药剂浓度、加药位置、加药量；
- e) 膜通量、回收率、脱盐率等；
- f) 电能消耗量。

6.2.2 热法浓缩验收应包括下列内容：

- a) 进水、浓水、冷凝水水量、水质；
- b) 进水、浓水、冷凝水水质检测项目应包括pH、浊度、电导率、TDS、 Cl^- 、 Ca^{2+} 等，选测项目可包括水温、悬浮物、 SO_4^{2-} 、COD、氨氮、总硬度等；
- c) 排泥量，污泥指标检测项目应包括含水率、污泥密度、pH，取样点可选择排泥泵出口；
- d) 浓缩装置入口、出口烟气：流量、压力、温度；
- e) 蒸汽消耗量、热水消耗量、化学药剂消耗量、电能消耗量。

6.3 结晶固化单元

6.3.1 结晶固化单元验收应包括下列内容：

- a) 进水、冷凝水水量、水质；

b) 进水水质、冷凝水水质检测项目应包括水温、pH、电导率、TDS、Cl⁻、Ca²⁺等，选测项目可包括总硬度、COD、氨氮、重金属等；

c) 结晶盐量；

d) 结晶盐检测项目应包括水分、SO₄²⁻、Cl⁻、Ca²⁺、Mg²⁺、不溶物等；

e) 蒸汽消耗量、热水消耗量、化学药剂消耗量、电能消耗量。

6.3.2 烟气蒸发干燥验收应包括下列内容：

a) 进水流量；

b) 进水水质，进水水质检测项目应包括水温、pH、电导率、TDS、Cl⁻、Ca²⁺等，选测项目可包括总硬度、COD、氨氮、重金属、SO₄²⁻等；

c) 烟气蒸发干燥蒸发器入口、出口烟气检测项目应包括流量、压力、温度、O₂等；

d) 烟气蒸发干燥系统出口粉煤灰检测项目应包括含渣量、氯离子等；

e) 化学药剂消耗量、电能消耗量、吨水煤耗增加量。

6.4 其他

6.4.1 加药装置验收应包括下列内容：

a) 加药量应根据设备进水流量自动控制；

b) 酸、碱加药量应根据出水pH值自动控制；

c) 药品贮存和计量应符合DL 5068的规定。

6.4.2 脱水装置验收应包括下列内容：

a) 进水泥量；

b) 进泥、出泥含水率；

c) 药剂种类、药剂浓度、加药位置、加药量。

6.5 设备性能指标

设备性能指标应包括下列内容：

a) 预处理单元的总硬度、Ca²⁺、Mg²⁺、悬浮物、浊度等的去除率；

b) 浓缩减量单元的膜装置回收率、脱盐率；

c) 结晶固化单元的结晶盐纯度；

d) 系统性能指标：包括吨水煤耗增加值、吨水电耗、吨水药剂消耗、吨水蒸汽消耗、吨水工艺水消耗、吨水压缩空气消耗等。

7 验收方法

7.1 常规参数

7.1.1 每个工况的常规参数宜进行3次有效的重复性测试。

7.1.2 水样采集方法应符合HJ 494、DL/T 938的规定，水样保存应符合HJ 493的规定。常规水质指标测试方法可参照表1执行。

表1 常规水质参数测试方法

常规测试项目	测试方法	标准
水温	温度计或颠倒温度计测定法	GB13195
pH	电极法	HJ/T1147

表 1 常规水质参数测试方法（续）

电导率	玻璃电极法	GB/T6908
悬浮物	重量法	GB/T11901
浊度	透射法或散射法	DL/T809
常规测试项目	测试方法	标准
Ca ²⁺	乙二胺四乙酸二钠滴定法	GB7476
总硬度	乙二胺四乙酸二钠滴定法	GB7477
Cl ⁻	硝酸银滴定法	HJ/T343
SO ₄ ²⁻	重量法	GB/T6911
全硅	重量法	GB/T12149
总溶解性固体 TDS	重量法	GB/T14415
COD	重铬酸盐法	HJ/T828
ORP	电极法	DL/T1480
SDI	薄膜过滤法	DL/T588

7.1.3 预处理或热法浓缩装置产生的污泥参数测试方法可参照表 2 执行。

表 2 污泥参数测试方法

测试项目	测试方法	标准	
pH	电极法	CJ/T 221	
含水率	重量法		
污泥浓度	重量法		
重金属	总汞	原子荧光法	DL/T 997
	总砷	原子荧光法、电感耦合等离子体原子发射光谱法	
	总铬	二苯碳酰二肼分光光度法、电感耦合等离子体原子发射光谱法	
	总镉	原子吸收分光光度法、电感耦合等离子体原子发射光谱法	
	总铅	电感耦合等离子体原子发射光谱法、原子吸收分光光度法、原子荧光法	
	总镍	原子吸收分光光度法、电感耦合等离子体原子发射光谱法	
	总锌	原子吸收分光光度法、电感耦合等离子体原子发射光谱法	

7.1.4 蒸发结晶单元产出的结晶盐测试方法可参照表 3 执行。

表 3 结晶盐测试方法

测试项目	测试方法	标准
水分	干燥失重法、灼烧法	GB/T 5462
氯离子	滴定法	
钙镁离子	容量法、原子吸收分光光度法	
硫酸根离子	重量法	
水不溶物	干燥称量法	

7.1.5 烟气干燥单元产出的含盐粉煤灰测试方法可参照表 4 执行。

表 4 含盐粉煤灰测试方法

测试项目	测试方法	标准
氯离子	硫氰酸铵容量法、自动电位滴定法 离子色谱法	GB/T 176 HJ/T 84
含湿量	称量法	GB/T 1596
三氧化硫	硫酸钡重量法、电感耦合等离子体发射光谱法	GB/T176
氧化镁	原子吸收分光光度法、EDTA 滴定差减法	GB/T176

7.1.6 烟气参数测试方法可参照表 5 执行。

表 5 烟气参数测试方法

测试项目	测试方法	标准	
一次、二次风温	热电偶、电阻温度计法	GB/T 10184	
烟气温度	热电偶、电阻温度计法	GB/T 16157	
烟气水份含量	冷凝法、干湿球法或重量法		
烟气 CO ₂ 含量	仪器测量法		
烟气 O ₂ 含量			
烟气压力	动压		皮托管法
	静压		
大气压力	大气压力计直接测试法等		
烟气 HCl 含量	化学法采样分析法，采样方法按 GB/T 16157 执行， 检测方法参照 GB/T 21508 执行	GB/T 16157 GB/T 21508	

7.2 其他参数

7.2.1 蒸汽消耗量测试方法应按 GB/T 10184 执行。

7.2.2 噪声测试方法应按 GB 12348 执行。

7.2.3 水量消耗量测试方法可采用超声波法或差压法。烟气参数测试可采用移动式仪器测量，也可采用经比对满足标准要求的在线监控仪表测量。

7.2.4 药剂消耗量可采用下列方法：

a) 直接法—容积法：应校准加药计量泵出力，药剂消耗量应根据试验期间计量泵运行流量和时间计算；

b) 间接法—折算法，应记录加药计量箱液位随时间变化值，折算药剂消耗量。

7.2.5 运行参数可采用 DCS 系统记录，应取统计时间内平均值；分系统检测参数有在线仪表时，宜以在线检测数据为主，无在线仪表时，宜以仪器测试值为主，可采用手动记录方式。

8 验收报告

8.1 验收前，验收单位应进行现场踏勘、查阅资料，并制定验收工作安排，应包括验收组织、验收计划、验收方案和验收程序。

8.2 验收结束后，验收单位应根据现场检查 and 性能检测结果，编制验收报告。

8.3 验收报告宜包括下列内容：

- a) 设备概况；
- b) 目的、原则及技术依据；
- c) 采用的标准，试验仪器型号；

- d) 验收试验工况和测试参数及性能指标；
- e) 验收试验检测点、测试过程及测试步骤等；
- f) 试验结果分析计算；
- g) 验收结论：包括试验结果与设计指标或质量标准中对应指标值比较，并有明确的合格或不合格的结论，对于不合格的项目应分析和提出建议。
- h) 附件：包括分析报告、流程图、检测点布置图以及运行截图等。



附录 A（资料性）

主要运行参数记录表

A.1 锅炉主要运行参数记录见表 A.1.1。

表 A.1.1 锅炉主要运行参数记录

序号	项目	单位	数据	
			时间 1	时间 2
1	机组电负荷	MW		
2	锅炉蒸发量	t/h		
3	主蒸汽压力	MPa		
4	主蒸汽温度	°C		
5	给水压力	MPa		
6	给水温度	°C		
7	空预器前温度	°C		
8	空预器压差	kPa		
9	排烟温度	°C		
10	排烟氧量	%		

A.2 除尘器主要运行参数记录见表 A.2.1。

表 A.2.1 除尘器主要运行参数记录

序号	项目	单位	数据	
			时间 1	时间 2
1	入口烟气烟尘浓度	mg/Nm ³		
2	出口烟气烟尘浓度	mg/Nm ³		
3	除尘效率	%		

A.3 脱硫装置主要运行参数记录见表 A.3.1。

表 A.3.1 脱硫装置主要运行参数记录

序号	项目	单位	数据	
			时间 1	时间 2
1	入口烟气烟尘浓度	mg/Nm ³		
2	出口烟气烟尘浓度	mg/Nm ³		
3	入口烟气 SO ₂ 浓度	mg/Nm ³		
4	出口烟气 SO ₂ 浓度	mg/Nm ³		
5	脱硫效率	%		
6	SO ₂ 小时均值超标时间	min		
7	出口烟气温度	°C		

参 考 文 献

- [1] GB/T 176 水泥化学分析方法
 - [2] GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
 - [3] GB/T 5085 危险废物鉴别标准
 - [4] GB/T 5462 工业盐
 - [5] GB/T 5484 石膏化学分析方法
 - [6] GB/T 6908 锅炉用水和冷却水分析方法 电导率的测定
 - [7] GB/T 6909 锅炉用水和冷却水分析方法 硬度的测定
 - [8] GB/T 6910 锅炉用水和冷却水分析方法 钙的测定 络合滴定法
 - [9] GB/T 6911 工业循环冷却水和锅炉用水中硫酸盐的测定 重量法
 - [10] GB/T 10184 电站锅炉性能试验规程
 - [11] GB/T 11901 水质 悬浮物的测定 重量法
 - [12] GB/T 14415 工业循环冷却水和锅炉用水中固体物质的测定
 - [13] GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
 - [14] GB/T 21508 燃煤烟气脱硫设备性能测试方法
 - [15] GB/T 50122 工业企业噪声测量规范
 - [16] DL/T 588 水质 污染指数的测定
 - [17] DL/T 809 发电厂水质浊度的测定方法
 - [18] DL/T 997 燃煤电厂石灰石—石膏湿法脱硫废水水质控制指标
 - [19] HJ/T 343 水质 氯化物的测定 硝酸汞滴定法
 - [20] HJ/T 828 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
 - [21] HJ/T 535 水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法
 - [22] HJ/T 84 水质 无机阴离子的测定 离子色谱法
 - [23] HJ/T 1147 水质 pH值的测定 电极法
 - [24] CJ/T 221 城市污水处理厂污泥检验方法
-