

ICS 13.020.40

CCS J 88

团体标准

T/CIECCPA 038—2023

低低温电除尘器

Low-low temperature electrostatic precipitator

2023-08-31 发布

2023-09-04 实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

CLECCRA

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 组成与标记 2

 4.1 组成 2

 4.2 标记 3

5 参数 3

 5.1 基本参数 3

 5.2 结构参数 3

 5.3 性能参数 3

6 技术要求 4

 6.1 使用条件 4

 6.2 基本要求 4

 6.3 性能要求 4

 6.4 本体主要零部件要求 5

 6.5 电气要求 6

 6.6 涂漆要求 6

 6.7 安全保护要求 6

 6.8 运行噪声要求 6

 6.9 空载升压试验要求 6

7 试验方法 6

 7.1 气流分布模拟试验 6

 7.2 主要件检验 6

 7.3 焊接质量检验 6

 7.4 涂漆检验 7

 7.5 电除尘器接地电阻测定 7

 7.6 移动板式传动试验 7

 7.7 高压供电电源试验 7

 7.8 低压自动控制装置试验 7

7.9 上位机或 DCS 控制系统试验.....	7
7.10 节能优化控制系统	7
7.11 电气外壳防护等级	7
7.12 运行噪声测量	7
7.13 空载升压试验	7
7.14 性能测试	7
7.15 其他检验	8
8 检验规则	8
8.1 检验分类	8
8.2 出厂检验	8
8.3 安装检验	8
8.4 性能检验	8
8.5 判定规则	9
9 标志、包装、运输和贮存	9
9.1 铭牌标志	9
9.2 包装、运输和贮存	9
表 1 零部件未注尺寸公差的极限偏差	4
表 2 低低温电除尘器性能要求	5
表 3 低低温电除尘器检验项目及要​​求	8

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：浙江菲达环保科技股份有限公司、华中科技大学、浙江大学、南方电网电力科技股份有限公司、中国华电科工集团有限公司、宁波诺丁汉大学、国家能源集团泰州发电有限公司。

本文件主要起草人：赵海宝、何毓忠、酆建国、刘小伟、龚勋、刘含笑、汪洋、杨刚、王伊凡、李德波、杜宇江、苏军划、梁江、钟剑锋、冉初萌。

本文件为首次发布。

CLECCRA

低低温电除尘器

1 范围

本文件规定了低低温电除尘器的组成与标记、参数、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于燃煤烟气低低温电除尘器的制造。

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 1184 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 1800.2 产品几何技术规范（GPS） 线性尺寸公差 ISO 代号体系 第2部分：标准公差带代号和孔、轴的极限偏差表

GB 4053（所有部分） 固定式钢梯及平台安全要求

GB/T 4208 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 13931 电除尘器 性能测试方法

GB/T 13306 标牌

GB/T 16845 除尘器 术语

GB/T 21508 燃煤烟气脱硫设备性能测试方法

GB/T 37400.12 重型机械通用技术条件 第12部分：涂装

GB 37484-2019 除尘器能效限定值及能效等级

GB/T 40514-2021 电除尘器

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50011 建筑抗震设计规范

GB 50017 钢结构设计规范

GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范

GB 50660 大中型火力发电厂设计规范

HJ544 固定污染源废气硫酸雾的测定 离子色谱法

JB/T 5906 电除尘器 阳极板

JB/T 5908 电除尘器 主要件抽样检验及包装运输贮存规范

JB/T 5909 电除尘器用瓷绝缘子

JB/T 5911 电除尘器焊接件技术要求

JB/T 5913 电除尘器 阴极线

JB/T 7671 电除尘器 气流分布模拟试验方法

JB/T 9688 电除尘用晶闸管控制高压电源

- JB/T 10862 电除尘器用低压控制装置
- JB/T 11073 电除尘用高压整流变压器
- JB/T 11074 电除尘用恒流高压直流电源
- JB/T 11267 顶部电磁锤振打电除尘器
- JB/T 11311 移动板式电除尘器
- JB/T 11395 电除尘用三相高压整流电源
- JB/T 11639 除尘用高频高压整流设备
- JB/T 11833 电除尘器节能优化控制系统
- JB/T 12592 低低温高效燃煤烟气处理系统
- JB/T 13838 电除尘用高压脉冲电源
- JB/T 13962 除尘用变频高压整流设备

3 术语和定义

GB/T 16845、JB/T 11311 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

低低温电除尘器 low-low temperature electrostatic precipitator

处理烟气温度在酸露点以下的干式电除尘器，入口烟气温度低于烟气酸露点温度 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，燃用中低硫煤时一般为 $90^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

[来源：GB/T 40514-2021，3.4，有修改]

3.2

节能优化控制系统 energy-saving optimization control system

基于电除尘器计算机集中控制平台，采集与电除尘运行有关的工况信息和参数，应用优化控制理论或算法，选择和调整高压供电电源、低压自动控制装置等的运行方式和运行参数，在控制系统烟尘浓度达标排放条件下节约电除尘器能耗的控制系统。

[来源：GB/T 40514-2021，3.16]

3.3

灰硫比 D/S ratio

烟气中粉尘浓度与 SO_3 浓度之比。

注：浓度单位为毫克每立方米 (mg/m^3)

[来源：GB/T 40514-2021，3.19]

4 组成与标记

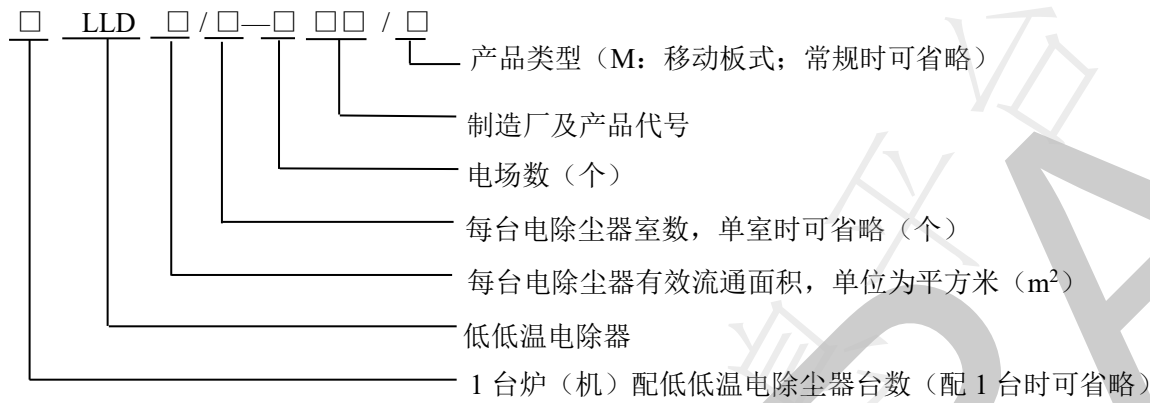
4.1 组成

低低温电除尘器通常安装在低温省煤器后，主要由机械本体和电气两大部分组成。

机械本体部分包括阴阳极系统、清灰系统、壳体、灰斗、进口封头、出口封头、气流分布装置、平台扶梯、绝缘子室和高压进线等。

电气部分包括高压供电电源、低压自动控制装置，可配置上位机或 DCS 控制系统等。

4.2 标记



示例 1:

2LLD777/2-5AF, 表示 1 台炉 (机) 配 2 台低低温电除尘器, 每台电除尘器有效流通面积为 777 m²、双室、电场数为 5 个, A 公司生产的 F 型低低温电除尘器。

示例 2:

2LLD500/2-4AF/M, 表示 1 台炉 (机) 配 2 台低低温电除尘器, 每台电除尘器有效流通面积为 500 m²、双室、电场数为 4 个, A 公司生产的 F 型移动板式低低温电除尘器。

5 参数

5.1 基本参数

低低温电除尘器基本参数见 GB/T40514-2021 中的附录 A。

5.2 结构参数

结构参数应符合 GB/T 40514-2021 中 5.2 的规定。

5.3 性能参数

5.3.1 考核性能参数:

- a) 低低温电除尘器出口粉尘浓度¹⁾, 单位为毫克每立方米 (mg/m³) 和 (或) 除尘效率, %;
- b) 压力降 (阻力或压力损失), 单位为帕斯卡 (Pa);
- c) 漏风率, %。

5.3.2 其他性能参数:

- a) 低低温电除尘器比电耗, 单位为千瓦时每立方米 (kW·h/m³);
- b) 能效等级;
- c) SO₃ 脱除率, %。

1) 本文件中所规定的烟气含尘浓度均指标准状态下干烟气, 并折算到对应排放标准基准氧含量时的数值。

6 技术要求

6.1 使用条件

- 6.1.1 入口烟气温度应低于烟气酸露点温度 $3^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ ，燃用中低硫煤时一般为 $90^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.1.2 烟气灰硫比应大于 100，燃煤电厂烟气灰硫比估算方法见 GB/T 40514-2021 中的附录 B。

6.2 基本要求

- 6.2.1 低低温电除尘器在设计条件下应能连续、稳定、高效和安全工作。
- 6.2.2 同极间距宜为 300 mm~500 mm。
- 6.2.3 异极间距极限偏差为 ± 10 mm。
- 6.2.4 对于多室低低温电除尘器，各室的体积流量和理论分配体积流量的相对误差应不超过 $\pm 5\%$ 。低低温电除尘器电场入口断面气流分布相对均匀性方差值应不大于 0.25。
- 6.2.5 图样上未注尺寸公差的极限偏差按表 1 的规定，极限偏差数值应符合 GB/T 1800.2 的规定。

表 1 零部件未注尺寸公差的极限偏差

加工方式		机械加工	非机械加工/单位为毫米 (mm)			
极限 偏差	基本尺寸	不限	≤ 500	$> 500\sim 2000$	$> 2000\sim 3150$	> 3150
	孔	H14	H17	H16	H15	H14
	轴	h14	h17	h16	h15	h14
	长度	Js14	Js17	Js16	Js15	Js14

注：大尺寸段中的小尺寸公差值若小于相邻小尺寸段中大尺寸的公差值，则按大公差值选取。

- 6.2.6 图样上形位公差未注公差值应符合 GB/T 1184 的规定，焊接件技术要求应符合 JB/T 5911 的规定。
- 6.2.7 为防止二次扬尘可采用下述二种措施之一：
- a) 采用振打优化技术、适当降低烟气流速、设置合适的电场数量；
 - b) 采用移动板式电除尘技术或其他降低二次扬尘控制技术；
- 其他辅助方法：出口封头内设置收尘板式的出口气流分布板或进行小单元独立振打清灰等。
- 6.2.8 低低温电除尘器电场烟气流速宜为 $0.7\text{m/s}\sim 1\text{m/s}$ 。
- 6.2.9 应有效脱除烟气中的 SO_3 ，脱除率不应低于 80%。
- 6.2.10 低低温电除尘器设计寿命应与锅炉等生产设备相匹配，外壳体寿命应按 30 年设计，低低温电除尘器总体设计应符合 GB 50660 的规定。

6.3 性能要求

- 6.3.1 在设计工况条件下，性能指标应符合表 2 的要求，用户另有要求时，应达到合同规定保证值。

表 2 低低温电除尘器性能要求

项 目		单 位	指 标
出口烟气含尘浓度 和（或）除尘效率	—	mg/m ³	达到合同规定保证值 ^a
		%	
压力降	合同规定时	Pa	达到合同规定保证值
	合同未规定时		≤250
漏风率	合同规定时	%	达到合同规定保证值
	合同未规定时		≤2 （配套机组 300MW 级及以上） ≤3 （配套机组 300MW 级以下）
SO ₃ 脱除率	合同规定时	%	达到合同规定保证值
	合同未规定时		大于等于 80 ^b
^a 除尘效率的修正及评判，应符合 GB/T 40514 的规定。			
^b SO ₃ 脱除为低低温电除尘器和前端低温省煤器联合的效果，应符合 JB/T 12592 的规定。			

6.3.2 比电耗和能效等级

低低温电除尘器比电耗应满足节能要求，能效等级应满足 GB 37484-2019 表 1 中的 3 级要求或用户需要，能效等级应按 GB 37484 评定。

6.4 本体主要零部件要求

6.4.1 阳极板

阳极板应符合 JB/T 5906 的规定。阳极板设计寿命不应小于 10 年。

6.4.2 阴极线

6.4.2.1 应采用不易粘附粉尘的阴极线型式，并应符合 JB/T 5913 的规定。

6.4.2.2 采用芒刺型极线时，芒刺宜采用不锈钢材料或其他材料、工艺的应对技术。

6.4.2.3 阴极线设计寿命不应小于 8 年。

6.4.3 清灰装置

末电场采用移动板式电除尘技术时，刷灰装置应符合 JB/T 11311 的规定。

6.4.4 灰斗

6.4.4.1 灰斗卸灰角度不应小于 60°。

6.4.4.2 灰斗板材宜采用 ND 钢或内衬防腐性能不低于 S30408 的不锈钢材料。

6.4.4.3 应设置可靠的保温层，宜采取加热措施。加热方式应可靠、加热均匀，且加热高度宜超过灰斗高度的二分之一。

6.4.4.4 灰斗的设计应考虑防止在恶劣情况下灰斗脱落造成事故，灰斗荷载设计时宜考虑烟冷器泄漏湿灰密度工况。

6.4.5 绝缘子室

6.4.5.1 低低温电除尘器用瓷绝缘子应符合 JB/T 5909 的规定。

6.4.5.2 绝缘子应有防止结露的措施，绝缘子室应采用良好的电加热和保温措施。

6.4.6 人孔门

- 6.4.6.1 人孔门采用双层结构,与烟气接触的内门宜采用 ND 钢或防腐性能不低于 S30408 的不锈钢材料。
- 6.4.6.2 人孔门及振打孔周围约 1m 范围内的壳体钢板宜采用 ND 钢或内衬防腐性能不低于 S30408 的不锈钢材料。

6.4.7 钢结构

钢结构设计应符合 GB 50017、GB 50009 和 GB 50011 的规定。

6.4.8 壳体

- 6.4.8.1 壳体宜在厂内拼接成大件,以减少现场的拼接焊缝。
- 6.4.8.2 壳体应避免死角或灰尘积聚区。

6.4.9 其它主要件

其它主要件要求应符合 JB/T 5908 或 JB/T 11267 的规定。

6.5 电气要求

- 6.5.1 电气要求包括高压供电电源,低压自动控制装置,上位机或 DCS 控制系统,节能优化控制系统和外壳防护等级。
- 6.5.2 电气要求应该符合 GB/T 40514 的规定。

6.6 涂漆要求

涂漆要求应符合 GB/T 37400.12 的规定。

6.7 安全保护要求

- 6.7.1 楼梯、防护栏杆和平台等安全技术条件应符合 GB 4053 (所有部分) 的规定。
- 6.7.2 楼梯、检修平台和卸灰装置平台等处应设置照明装置。
- 6.7.3 低低温电除尘器本体的人孔门、高压隔离开关柜门与高压电源应实现安全联锁。
- 6.7.4 低低温电除尘器应设置专用接地网,外壳与接地网连接应不少于 6 点,接地电阻应小于 1Ω 。

6.8 运行噪声要求

在距离电除尘器壳体 1.5 m 处,噪声应不超过 80 dB (A)。

6.9 空载升压试验要求

空载升压试验值应符合 GB/T 40514-2021 中附录 H 的规定。

7 试验方法

7.1 气流分布模拟试验

气流分布模拟试验方法应按 JB/T 7671 执行。

7.2 主要件检验

主要件检验方法应按 JB/T 5908 和 JB/T 5911 执行。

7.3 焊接质量检验

焊缝质量检验应按 JB/T 5911 执行,焊缝气密性可用煤油渗透法检验,被检验密封性焊缝应按 100%检

验。

7.4 涂漆检验

涂层漆膜厚度和漆膜附着力应按 GB/T 37400.12 执行。

7.5 电除尘器接地电阻测定

接地电阻测定应按 GB 50169 执行。

7.6 移动板式传动试验

末电场采用移动板式电除尘技术时，移动极板传动试验应按 JB/T 11311 执行。

7.7 高压供电电源试验

7.7.1 单相晶闸管高压电源试验应按 JB/T 9688 执行。

7.7.2 恒流高压电源试验应按 JB/T 11074 执行。

7.7.3 变频高压电源试验应按 JB/T 13962 执行。

7.7.4 高频高压电源试验应按 JB/T 11639 执行。

7.7.5 三相晶闸管高压电源试验应按 JB/T 11395 执行。

7.7.6 脉冲高压电源试验应按 JB/T 13838 执行。

7.7.7 高压整流变压器试验应按 JB/T 11073 执行。

7.8 低压自动控制装置试验

低压自动控制装置应按 JB/T 10862 执行。

7.9 上位机或 DCS 控制系统试验

应正确显示就地高低压设备的运行参数、运行状态，记录历史运行参数和报警信息，并能实现设备设置参数的修改和设备开停操作。

7.10 节能优化控制系统

低低温电除尘器节能优化控制系统试验方法应按 JB/T 11833 执行。

7.11 电气外壳防护等级

低低温电除尘整流变压器、控制柜和现场操作箱外壳防护等级检验应按 GB/T 4208 执行。

7.12 运行噪声测量

低低温电除尘器在正常运行时进行噪声测量。用声级计 A 计权在距离电除尘器壳体 1.5m 处，采用慢速档，测量 3 次，每次 10s，取 3 次的算术平均值为低低温电除尘器的运行噪声值。

7.13 空载升压试验

空载升压试验要求应按 GB/T 40514 执行。

7.14 性能测试

7.14.1 在设备正常投运二个月后、六个月内进行，应选择有资质的测试单位进行性能试验。

- 7.14.2 低低温电除尘器出口烟气含尘浓度及除尘效率、压力降、漏风率试验方法应按 GB/T 13931 执行。
- 7.14.3 高、低供电设备电耗试验方法应按 GB/T 13931 执行。低低温电除尘器比电耗和能效等级应按 GB 37484 计算和评判。
- 7.14.4 气态 SO_3 浓度的测定应按 GB/T 21508 的规定执行。也可通过测定烟气中的硫酸雾浓度来推算 SO_3 浓度，硫酸雾浓度的测定应按 HJ 544 的规定执行。

7.15 其他检验

异极间距极限偏差可用几何尺寸工具检验，所有用于几何尺寸检验的工具，精度等级不应低于 2 级。

8 检验规则

8.1 检验分类

低低温电除尘器的检验分为出厂检验、安装检验和性能检验。

8.2 出厂检验

- 8.2.1 每台低低温电除尘器所有零、部件应经制造厂质量检验部门检验合格方可交付使用。
- 8.2.2 检验项目见表 3。

8.3 安装检验

安装检验在现场进行，检验项目见表 3。

8.4 性能检验

每台低低温电除尘器均应做性能检验，检验项目见表 3。

表 3 低低温电除尘器检验项目及要求的

序号	项目名称	“要求”的章条号	“试验方法”的章条号	出厂检验	安装检验	性能检验
1.	气流分布模拟试验（厂内）	6.2.4	7.1	√	—	—
2.	主要件	6.4	7.2	√	√	—
3.	焊接质量	6.2.6	7.3	√	√	—
4.	涂漆	6.6	7.4	√	√	—
5.	接地电阻	6.7.4	7.5	—	√	—
6.	移动板式传动试验 ^a	6.4.3	7.6	—	√	—
7.	高压供电电源	6.5	7.7	√	√	—
8.	低压自动控制装置	6.5	7.8	√	√	—
9.	上位机或 DCS 控制系统 ^a	6.5	7.9	—	√	—
10.	节能优化控制系统 ^a	6.5	7.10	—	√	—
11.	电气外壳防护等级	6.5	7.11	—	√	—
12.	运行噪声 ^a	6.8	7.12	—	√	—
13.	空载升压试验	6.9	7.13	—	√	—
14.	出口烟气含尘浓度	6.3.1	7.14.2	—	—	√
15.	除尘效率	6.3.1	7.14.2	—	—	√

表 4 低低温电除尘器检验项目及要求（续）

序号	项目名称	“要求”的章条号	“试验方法”的章条号	出厂检验	安装检验	性能检验
16.	压力降	6.3.1	7.14.2	—	—	√
17.	漏风率	6.3.1	7.14.2	—	—	√
18.	电除尘器比电耗 ^a	6.3.2	7.14.3	—	—	√
19.	能效等级 ^a	6.3.2	7.14.3	—	—	√
20.	SO ₃ 脱除率 ^a	6.3.1	7.14.4	—	—	√
21.	异极间距极限偏差	6.2.3	7.15	—	√	—
注：打“√”表示要检验的项目，打“—”表示不需要检验的项目。						
^a 表示该项目为按需检验项目。						

8.5 判定规则

- 8.5.1 检验结果应符合第 6 章的规定。
- 8.5.2 性能检验项目符合要求时，低低温电除尘器判定为合格。若有不合格项时，允许对其进行调整、消缺，重新做性能检验。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 铭牌标志

在合适而明显的位置上固定产品铭牌，其型式和尺寸应符合 GB/T 13306 的规定。主要包括以下内容：

- a) 制造单位名称；
- b) 产品类型；
- c) 产品标记；
- d) 产品所执行的标准号；
- e) 出厂编号；
- f) 生产日期。

9.2 包装、运输和贮存

包装、运输和贮存应符合 JB/T 5908 的规定。