

ICS 13.020.40
CCS J 88

团 体 标 准

T/CIECCPA □□□—202□

均流式电除尘器

Uniform flow electrostatic precipitator

(征求意见稿)

(在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。)

202□—□□—□□发布

202□—□□—□□实施

中国工业节能与清洁生产协会 发布

СЛЕДСТВИЕ

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 产品类型、组成和标记.....	3
4.1 产品类型.....	3
4.2 产品组成.....	3
4.3 产品标记.....	3
5 参数.....	4
5.1 基本参数.....	4
5.2 结构参数.....	4
5.3 性能参数.....	4
6 使用条件.....	4
7 技术要求.....	4
7.1 通用要求.....	4
7.2 性能要求.....	5
7.3 主要零部件要求.....	5
7.4 电气要求.....	9
7.5 安全要求.....	10
7.6 涂装要求.....	11
7.7 安装要求.....	11
7.8 空载升压试验要求.....	11
7.9 运行噪声.....	11
8 试验方法.....	11
8.1 气流分布模拟试验.....	11
8.2 主要件检验.....	11
8.3 焊接质量检验.....	11
8.4 涂装检验.....	11
8.5 均流式电除尘器接地电阻测定.....	11
8.6 高压供电电源试验.....	11
8.7 低压自动控制装置试验.....	12
8.8 上位机或集散控制系统（DCS）试验.....	12

8.9	节能优化控制系统.....	12
8.10	外壳防护等级.....	12
8.11	空载升压试验.....	12
8.12	运行噪声测量.....	12
8.13	性能测试.....	12
9	检验规则.....	12
9.1	检验分类.....	12
9.2	出厂检验.....	13
9.3	安装检验.....	13
9.4	性能检验.....	13
9.5	判定规则.....	13
10	标志、使用和安装说明书.....	13
10.1	铭牌标志.....	14
10.2	包装标志.....	14
10.3	使用说明书.....	14
10.4	安装说明书.....	14
11	包装、运输和贮存.....	14
附录 A	(规范性) 均流式电除尘器空载升压试验方法.....	15
A.1	试验目的.....	15
A.2	试验条件.....	15
A.3	试验方法.....	15
A.4	评定标准.....	16
图 1	均流式电除尘器标记.....	3
图 2	SS480 型阳极板尺寸.....	7
图 3	SS480 型阳极板尺寸.....	7
图 4	均流装置示意图.....	8
图 A.1	高压供电电源 A、B 对电场 B 送电示意图.....	16
表 1	屈服强度折减系数 γ_s	6
表 2	SS480 型阳极板公差.....	7
表 3	均流式电除尘器不同极距时的额定电压选型表.....	10
表 4	均流式电除尘用工频高压整流电源空载升压试验值.....	11
表 5	均流式电除尘器检验项目及要​​求.....	13
表 A.1	均流式电除尘器用其他高压供电电源空载升压试验值.....	17

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：北京力博明科技发展有限公司、华北电力大学、建龙钢铁控股有限公司、敬业钢铁集团。

本文件主要起草人：邹吉明、张冰、冯涛、卢静华、王树玲、李宝明、赵志荣、陆规、芮义斌、李刚。

本文件为首次发布。

СЛЕДСТВИЕ

均流式电除尘器

1 范围

本文件界定了均流式电除尘器的术语和定义，规定了产品类型、组成和标记、参数、使用条件及技术要求，描述了相应的试验方法，规定了检验规则、标志、使用和安装说明书及包装、运输和贮存。

本文件适用于冶金、电力、建材行业的均流式电除尘器的制造，其他行业的均流式电除尘器可参照使用。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、气体保护焊和高能束焊的推荐坡口
- GB/T 985.2 埋弧焊的推荐坡口
- 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：标准公差等级和孔、轴极限偏差表
- GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB 4053（所有部分）固定式钢梯和平台安全要求
- GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）
- GB/T 6388 运输包装收发货标志
- GB/T 8411.3 陶瓷和玻璃绝缘材料 第3部分：材料性能
- GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
- GB/T 13306 标牌
- GB/T 13931 电除尘器 性能测试方法
- GB/T 16845 除尘器 术语
- GB/T 17919 粉尘爆炸危险场所用收尘器防爆导则
- GB/T 19804 焊接结构的一般尺寸公差和形位公差
- 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 40505 湿式电除尘器 性能测试方法
- 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

T/CIECCPA □□□—202□

- GB 50017 钢结构设计标准
- 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
- DL/T 5072 火力发电厂保温油漆设计规程
- 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 8536 电除尘器 机械安装技术条件
- 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 电除尘用工频恒流高压直流电源
- JB/T 11268 电除尘器节电导则
- 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 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 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电除尘器 electrostatic precipitator

在高压电场内，使悬浮于气体中的粉尘受到气体电离的作用而荷电，荷电粉尘在电场力的作用下，向极性相反的电极运动，并吸附在电极上，通过振打或擦刷等方式使其从电极表面清除，在重力的作用下落入灰斗的设备。

3.2

均流式电除尘器 uniform flow electrostatic precipitator

由常规固定电场与均流式电场构成的组合电场形式的电除尘器。

3.3

均流式电场 uniform airflow electric field

由一体化通透型阳极系统和阴极系统构成的电场，布置于出口，一般为一个电场。

3.4

一体化通透型阳极系统 **integrated permeable anode system**

基于电除尘多物理场耦合模拟计算，具有优化电除尘流场的新型导流装置，和一体化通透型阳极板等组成的系统。

3.5

一体化通透型阳极板 **integrated perforated anode plate**

整板冲孔、辊压成型后的 C 型和 W 型高强度极板，开孔率为 15%~25 %。

4 产品类型、组成和标记

4.1 产品类型

均流式电除尘器按处理烟气温度分类：可分为低低温均流式电除尘器、低温（常规）均流式电除尘器和高温均流式电除尘器。

4.2 产品组成

均流式电除尘器主要由机械本体和电气两大部分组成。

机械本体部分包括一体化通透型阳极系统、阴极系统、振打系统、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，可配置上位机或集散控制系统（DCS）等。

4.3 产品标记

均流式电除尘器的标记见图 1。

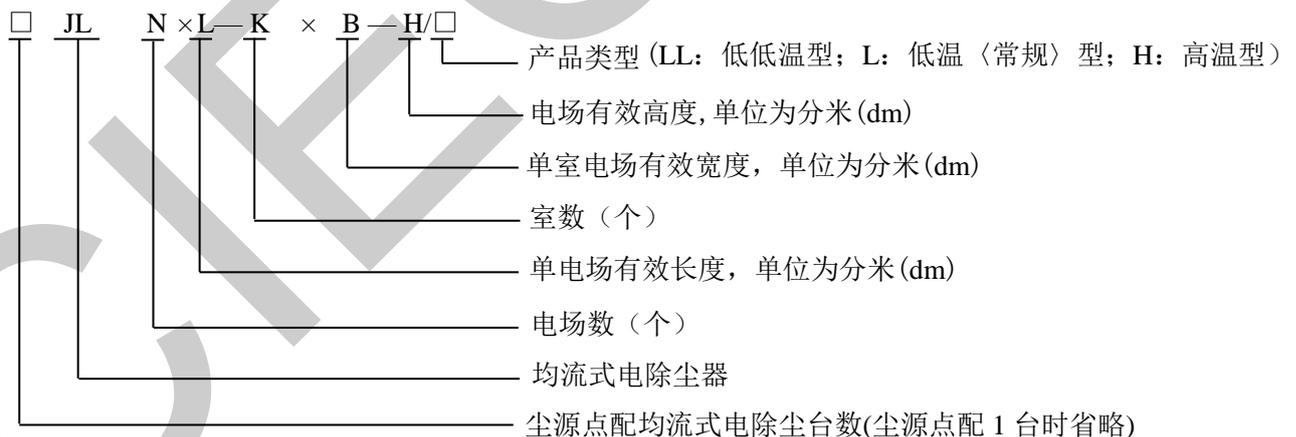


图 1 均流式电除尘器标记

示例：

2 JL5×40M-2×96-100/LL 表示 1 个尘源点配 2 台均流式电除尘器，JL 表示均流式电除尘器，电场数为 5，单电场有效长度为 40 dm，同极间距为 400 mm（同极间距为 300 mm 时，用 H 表示；同极间距为其他值时，用“（同极间距值）”表示），2 代表双室，单室电场有效宽度为 96 dm，阳极板有效高度为 100 dm。

5 参数

5.1 基本参数

基本参数见 GB/T 40514-2021 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。其他至少还应包括：

- a) 均流式电场的有效面积；
- b) 均流式电场的通道数；
- c) 均流式电场的烟气流速。

5.3 性能参数

5.3.1 考核性能参数：

- a) 出口烟气含尘浓度¹⁾，单位为毫克每立方米 (mg/m³) 和 (或) 除尘效率，单位为百分比 (%)；
- b) 压力降 (阻力或压力损失)，单位为帕斯卡 (Pa)；
- c) 漏风率，单位为百分比 (%)。

5.3.2 其他性能参数：

- a) 比电耗，单位为千瓦时每千立方米 (kW h/km³)；
- b) 能效等级；
- c) SO₃ 脱除率，单位为百分比 (%)。

6 使用条件

6.1 均流式电除尘器入口烟气温度不宜大于 400℃，均流式电除尘器的产品类型应与烟气温度匹配。

6.2 高负压烧结机机头、高湿度球团主抽均流式电除尘器入口温度应高于酸露点温度 20℃。水泥厂窑头 (篦冷机)、窑尾均流式电除尘器入口烟气温度应高于水露点温度 30℃。燃煤电厂采用低低温均流式电除尘器时入口烟气温度应低于酸露点温度 3℃~5℃，燃用中低硫煤时，一般为 90℃±5℃。

6.3 燃煤电厂采用低低温均流式电除尘器时烟气灰硫比应大于 100，燃煤电厂烟气灰硫比估算方法见 GB/T 40514-2021 中的附录 B。

6.4 壳体压力：宜为-40.0 kPa~20.0 kPa (其中-10.0 kPa~0 kPa 为常规型)。

7 技术要求

7.1 通用要求

7.1.1 均流式电除尘器应符合本文件的要求，并按照经规定程序批准的产品图样及技术文件制造、安装、调试及验收。如有特殊要求，应在订货合同或技术协议中注明。

7.1.2 均流式电除尘器设计寿命应与窑炉等生产设备相匹配，燃煤电厂均流式电除尘器外壳体寿命应按 30 年设计，其他均流式电除尘器外壳体寿命应按 20 年设计，燃煤电厂均流式电除尘器总体设计应符合 GB 50660 的规定。

¹⁾本文件中所规定的烟气含尘浓度或颗粒物浓度均指标准状态下干烟气，并折算到对应行业基准氧含量时的数值。

- 7.1.3 对于多室均流式电除尘器，各室的体积流量与理论分配体积流量的相对误差不应超过±5%。
- 7.1.4 均流式电除尘器电场入口断面气流分布均匀性相对均方根差值不应大于0.25。
- 7.1.5 除特殊尘源点外的均流式电除尘器应采取防冻、保温等措施，并符合 DL/T 5072 的规定。
- 7.1.6 焊接接头的基本型式与尺寸应符合 GB/T 985.1 和 GB/T 985.2 的规定。
- 7.1.7 焊接件技术要求应符合 GB/T 19804 和 JB/T 5911 的规定。
- 7.1.8 图样上未注尺寸公差值应符合 GB/T 1800.2 和 GB/T 1804 的规定。
- 7.1.9 图样上未注形状和位置公差值应符合 GB/T 1184 的规定。
- 7.1.10 均流式电除尘器安装结束并经气密性检查合格后，方能敷设保温层。
- 7.1.11 均流式电除尘器的同极间距宜为 300 mm ~ 600 mm。
- 7.1.12 均流式电除尘器内的烟气流速不宜大于 1.2 m/s，作为预除尘时烟气流速不宜大于 1.4 m/s。
- 7.1.13 均流式电除尘器宜采用节能优化控制系统。
- 7.1.14 针对烧结机机头、球团主抽、水泥厂窑头（篦冷机）及窑尾均流式电除尘器出口不同的烟气含尘浓度限值要求，应采用合理的比集尘面积和电场数量等，见 GB/T 40514—2021 中的附录 C。
- 7.1.15 燃煤电厂低低温均流式电除尘器结合烟气冷却器应具有较高的协同脱除烟气中 SO₃ 的功能，脱除效率不应低于 80%。
- 7.1.16 均流式电除尘器应采取二次扬尘防治措施。

7.2 性能要求

7.2.1 考核性能要求

- 7.2.1.1 在设计工况条件下，均流式电除尘器出口烟气含尘浓度值应符合当地环保法规的要求，或符合供需双方合同规定要求。均流式电除尘器除尘效率应符合供需双方合同规定要求。
- 7.2.1.2 应根据均流式电除尘器的进气方式及进、出口封头形状等，确定其压力降。均流式电除尘器最大压力降不应大于 300 Pa 或符合供需双方合同规定要求。燃煤电厂均流式电除尘器不应大于 250 Pa 或符合供需双方合同规定要求。
- 7.2.1.3 应根据均流式电除尘器不同工作压力，不同规格，确定其漏风率。均流式电除尘器漏风率不应大于 3% 或符合供需双方合同规定要求。
- 7.2.1.4 燃煤电厂均流式电除尘器除尘效率的修正及评判应符合 GB/T 40514—2021 中的附录 G 的规定。

7.2.2 比电耗和能效等级

比电耗应满足节能要求。燃煤电厂均流式电除尘器能效等级应满足 GB 37484—2019 表 1 中的 3 级要求或用户需要。

7.3 主要零部件要求

7.3.1 钢结构

- 7.3.1.1 钢结构设计应符合 GB 50017、GB 50009 和 GB 50011 的规定。
- 7.3.1.2 均流式电除尘器钢结构材料选择及强度设计应满足热膨胀、脆性断裂及金属结构体蠕变的要求。

7.3.1.3 钢结构材料的屈服强度应根据折减系数予以折减，其屈服强度折减系数值见表1。温度为中间值时，按公式(1)计算屈服强度折减系数。壳体与钢支架立柱连接节点的设计应满足材料的力学性能和热膨胀的空间要求。

表1 屈服强度折减系数 γ_s

屈服强度折减系数	温度/°C							
	≤100	160	220	280	340	400	440	480
γ_s	1.00	0.913	0.862	0.801	0.729	0.647	0.584	0.516

$$\gamma_s = 1.0 + \frac{T}{767 \times \ln \frac{T}{1750}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

式中：

γ_s ——屈服强度折减系数；

T ——温度，单位为摄氏度（°C）。

7.3.2 阳极

7.3.2.1 阳极板

阳极板应符合 JB/T 5906 的规定。

7.3.2.2 阳极板设计寿命

阳极板设计寿命不应小于 10 年。

7.3.2.3 通透型阳极板

7.3.2.3.1 SS480 型阳极板型号表示：



7.3.2.3.2 材质宜为 SPCC（冷轧板），SS480 阳极板材料的力学性能和化学成分应符合供需双方技术协议（或合同）规定的要求。

7.3.2.3.3 成型前的材料表面不得有锈蚀、明显擦伤等影响力学性能的缺陷。

7.3.2.3.4 SS480 型阳极板的结构型式应符合图样要求。

7.3.2.3.5 SS480 型阳极板的尺寸与其公差应符合图 2、图 3 和表 2 的规定。

7.3.2.3.6 SS480 型阳极板应选用整体材料，由专用设备冲孔辊压成型，不允许拼接，轧制后的极板两端切口应平整，光洁、无毛刺；表面不得有裂纹，无损伤性划痕。

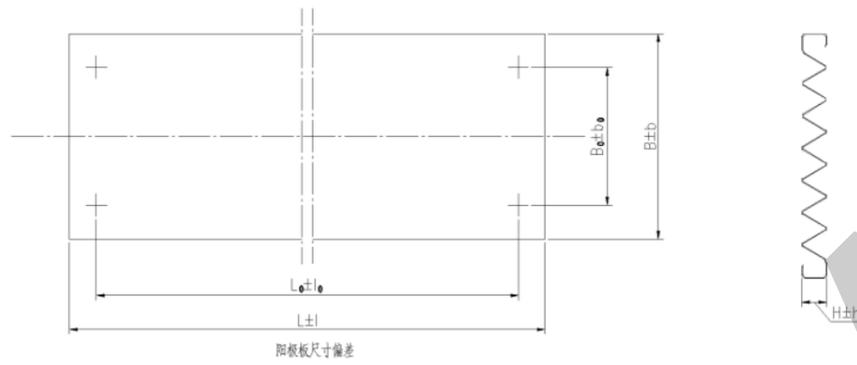


图2 SS480型阳极板尺寸

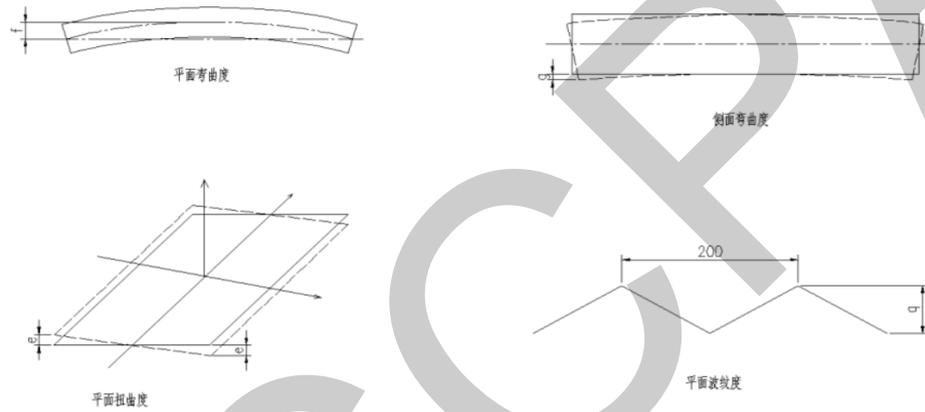


图3 SS480型阳极板尺寸

表2 SS480型阳极板公差

偏差类别	偏差项目名称	偏差符号	阳极板宽度 (mm)		检具
			<500	>500	
尺寸偏差 (mm)	外形尺寸	长度 L	±5		钢卷尺
		宽度 B	+2 -1	±2	钢直尺
		高度 H	±1	+1 -1.5	游标卡尺
	安装尺寸	长度方向 L ₀	±1		钢卷尺
		宽度方向 B ₀	±1.5		钢直尺
形状偏差 (mm)	长度 L 方向	平面弯曲度	L/1000 且 ≤10		专业检具
		侧面弯曲度	0.5L/1000 且 ≤5		专业检具
		乎面扭曲度	1.5L/1000 且 ≤15		专业检具
		平面波纹度	1/200 任意段		专业检具
位置偏差	孔对中性		±1		专业检具
外观	毛边、飞刺等		√ 或 ×		目测
其他					

7.3.2.4 均流装置

7.3.2.4.1 形状见图4。

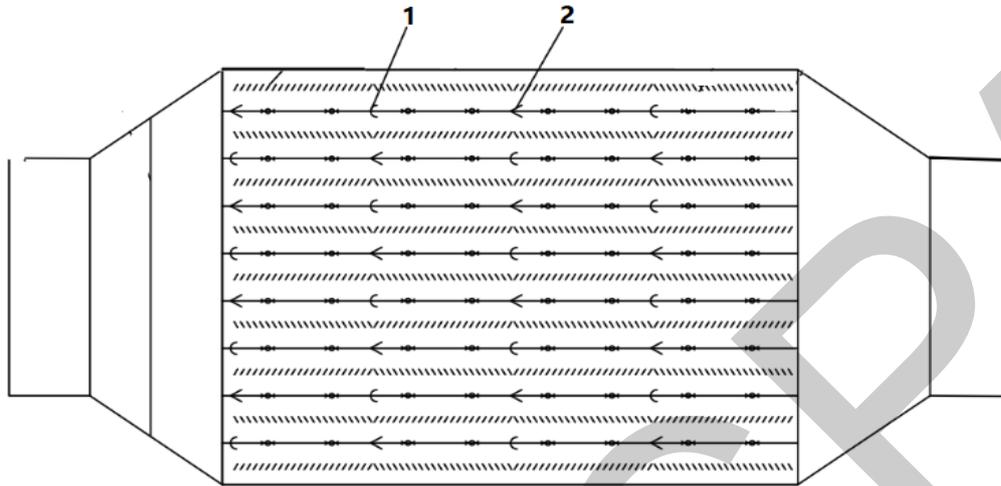


图4 均流装置示意图

7.3.2.4.2 尺寸要求：长度偏差： $3000\text{mm}\pm 3\text{mm}$ ，平面弯曲度： $1000\text{mm}\pm 5\text{mm}$ 。

7.3.2.4.3 材料力学性能和化学成分应符合供需双方技术协议（或合同）规定的要求。

7.3.2.4.4 成型后表面整洁，质地均匀，不允许夹带任何杂质。

7.3.3 阴极

7.3.3.1 阴极线应符合 JB/T 5913 的规定。

7.3.3.2 阴极线设计寿命不应小于 8 年。

7.3.3.3 烧结机机头均流式电除尘器、球团主抽均流式电除尘器和低低温均流式电除尘器采用芒刺型极线时，芒刺宜采用防腐性能不低于 S30408 的不锈钢材料。其他均流式电除尘器应用于烟气相对湿度大于 30% 时，阴极线宜采用防腐性能不低于 S30408 的不锈钢材料。

7.3.3.4 与 SS480 型极板配套设计，芒刺线尖端对应 SS480 波谷位置水平偏差 $\pm 5\text{mm}$ 。

7.3.4 振打系统

均流式电除尘器振打系统应能满足清灰要求。

7.3.5 壳体

7.3.5.1 壳体中梁、柱及板结构件的尺寸公差、形状和位置公差应符合 JB/T 5911 的规定。

7.3.5.2 烧结机机头、燃煤电厂等均流式电除尘器人孔门应采用双层结构。

7.3.5.3 当均流式电除尘器应用于烟气相对湿度大于 30% 或烟气温度接近或低于酸露点时，与烟气接触的人孔门及振打孔周围约 1 m 范围内的壳体钢板宜采用 ND 钢等耐腐蚀材料或防腐性能不低于 S30408 的不锈钢材料。

7.3.6 灰斗

7.3.6.1 均流式电除尘器灰斗应根据粉尘的性质确定灰斗侧封板与水平面夹角的大小，最小夹角不应小于 60° 。

7.3.6.2 当均流式电除尘器应用于烟气相对湿度大于 30%或烟气温度接近或低于酸露点时，灰斗板材宜采用 ND 钢等耐腐蚀材料或内衬防腐性能不低于 S30408 的不锈钢材料或普通碳钢并内壁涂耐磨耐腐蚀材料。

7.3.6.3 均流式电除尘器灰斗除特殊尘源点外，应采取加热措施，加热方式应可靠、均匀。

7.3.6.4 均流式电除尘器灰斗宜设置料位检测装置、气化板或仓壁振动器，应设置捅灰孔等附件。

7.3.6.5 均流式电除尘器灰斗的容积应满足最大含尘量满负荷运行 8 h 的储灰量需要，灰斗容积为灰斗入口平面到灰斗出口法兰间的灰斗容积。

7.3.7 绝缘子室

7.3.7.1 瓷绝缘子应符合 JB/T 5909 的规定。

7.3.7.2 绝缘子应有防止结露的措施，绝缘子室应采用良好的加热和保温措施。当均流式电除尘器应用于烟气相对湿度大于 30%或烟气温度接近或低于酸露点时，应增加绝缘子电加热器功率或采用防结露绝缘子或采用热风吹扫装置。

7.3.7.3 高温均流式电除尘器绝缘子和防结露绝缘子材料宜采用 GB/T 8411.3 中的 C700 类高铝瓷。

7.4 电气要求

7.4.1 高压供电电源

7.4.1.1 应根据烟尘或颗粒物性质及排放要求，合理选用高压供电电源。

7.4.1.2 高压供电电源控制系统应具有自动跟踪和手动调压两种控制功能，能接受配合振打要求的信号，实现断电/降压振打控制功能，以及过流、过载、开路等基本保护及报警功能。能接受来自人孔门、高压隔离开关柜等的联锁信号并实现保护功能。

7.4.1.3 高压供电电源应按电场或分区进行配置。

7.4.1.4 单相晶闸管高压电源应符合 JB/T 9688 的规定。

7.4.1.5 工频恒流高压直流电源应符合 JB/T 11074 的规定。

7.4.1.6 变频高压电源应符合 JB/T 13962 的规定。

7.4.1.7 高频高压电源应符合 JB/T 11639 的规定。

7.4.1.8 三相晶闸管高压电源应符合 JB/T 11395 的规定。

7.4.1.9 脉冲高压电源应符合 JB/T 13838 的规定。

7.4.1.10 高压整流变压器应符合 JB/T 11073 的规定。

7.4.2 均流式电除尘器高压供电电源设计选型

7.4.2.1 低温(常规)均流式电除尘器板电流密度宜选择 $0.2 \text{ mA/m}^2 \sim 0.5 \text{ mA/m}^2$ ，低低温均流式电除尘器板电流密度宜选择 $0.22 \text{ mA/m}^2 \sim 0.55 \text{ mA/m}^2$ 。脉冲高压电源基压电源的电流容量按对应类型电源容量时的 50%~60%选取，脉冲部分的电流不作规定，脉冲电压和脉冲宽度与电场电容值适配。

7.4.2.2 高压供电电源电压等级应根据均流式电除尘器实际烟气工况下电气负载特性选取，常规情况下宜按表 3 规定选择。

表 3 均流式电除尘器不同极距时的额定电压选型表

单位为千伏

电源类型		同极间距 (mm)				
		300	400	450	500	600
		电压等级				
单相晶闸管高压电源、工频恒流高压 直流电源		55~60	66~72	72~80	80~90	90~100
变频高压电源、高频高压电源及三相 晶闸管高压电源		60~72	72~90	80~100	90~110	100~120
脉冲高压电源	基压	50	50	60	60	60
	脉冲	60	80	80	80	80

注：脉冲高压电源的脉冲电压为峰值电压，其他类型高压供电电源电压为平均电压。

7.4.3 低压自动控制装置

7.4.3.1 低压自动控制装置应符合 JB/T 10862 的规定。

7.4.3.2 低压自动控制装置应能实现清灰间隔和周期可调、卸灰、输灰和加热等的自动和手动控制及料位、温度等自动检测。

7.4.4 上位机或集散控制系统 (DCS)

高压供电电源、低压自动控制装置应能与上位机或集散控制系统 (DCS) 通信，并通过上位机或集散控制系统 (DCS) 实现监视、控制、记录历史运行参数及故障报警功能。

7.4.5 节能优化控制系统

均流式电除尘器节能优化控制系统应符合 JB/T 11833 和 JB/T 11268 的规定。

7.4.6 外壳防护等级

均流式电除尘整流变压器外壳防护等级应符合 GB/T 4208-2017 中 IP55 的规定，室外控制柜外壳及现场操作箱外壳防护等级应符合 GB/T 4208-2017 中 IP54 的规定，室内控制柜外壳防护等级应符合 GB/T 4208-2017 中 IP33 的规定，现场操作箱外壳防护等级应符合 GB/T 4208-2017 中 IP54 的规定。

7.5 安全要求

7.5.1 均流式电除尘器处理易燃、易爆含尘气体时，设计应结合系统工艺设置防爆措施，并符合 GB/T 17919 的规定。

7.5.2 楼梯、防护栏杆、平台等安全技术条件应符合 GB 4053 (所有部分) 的规定。

7.5.3 楼梯、检修平台、卸灰装置平台等应设置照明装置。

7.5.4 均流式电除尘器应设置专用接地网，接地电阻不应大于 1 Ω。

7.5.5 应能实现人孔门、高压隔离开关柜门与高压供电电源的安全联锁。

7.5.6 水泥回转窑窑尾均流式电除尘工艺应配置 CO 检测仪，并与高压供电电源安全联锁。当 CO 的浓度达到 1%~1.5% 时，检测仪应报警，当 CO 的浓度达到 2%~4% 时，均流式电除尘器高压电源应自动断电。

7.6 涂装要求

涂层漆膜厚度和漆膜附着力应符合 GB/T 37400.12 的规定。

7.7 安装要求

7.7.1 安装应符合 JB/T 8536 的规定。

7.7.2 异极间距极限偏差应为 ± 10 mm。

7.8 空载升压试验要求

空载升压试验应避免在雨天进行，均流式电除尘用单相晶闸管高压电源空载升压试验值应符合表 4 的要求，其他高压供电电源空载升压试验值应符合附录 A 中表 A.1 的要求，并绘制空载伏安特性曲线。

表 4 均流式电除尘用工频高压整流电源空载升压试验值

单位为千伏

项目		指标
异极距为 200 mm 时	二次电压值 U_2	≥ 65
异极距每增加 10 mm 时，二次电压增加值 ΔU_2		≥ 2.5
异极距每减小 10 mm 时，二次电压减小值 ΔU_2		≤ 2.5
注：当海拔高于 1000 m，但不超 4000 m 时，从 1000 m 起，海拔每升高 100 m，二次电压值允许降低 1%。		

7.9 运行噪声

在距离均流式电除尘器壳体 1.5 m 处，噪声不应超过 85 dB (A)。

8 试验方法

8.1 气流分布模拟试验

气流分布模拟试验方法按 JB/T 7671 执行。

8.2 主要件检验

主要件检验方法按 JB/T 5908 和 JB/T 5911 执行。

8.3 焊接质量检验

焊缝质量检验按 JB/T 5911 执行，焊缝气密性可用煤油渗透法检验，密封焊缝按 100% 检验。

8.4 涂装检验

涂层漆膜厚度和漆膜附着力按 GB/T 37400.12 执行。

8.5 均流式电除尘器接地电阻测定

接地电阻测定按 GB 50169 执行。

8.6 高压供电电源试验

T/CIECCPA □□□—202□

- 8.6.1 单相晶闸管高压电源试验按 JB/T 9688 执行。
- 8.6.2 工频恒流高压直流电源试验按 JB/T 11074 执行。
- 8.6.3 变频高压电源试验按 JB/T 13962 执行。
- 8.6.4 高频高压电源试验按 JB/T 11639 执行。
- 8.6.5 三相晶闸管高压电源试验按 JB/T 11395 执行。
- 8.6.6 脉冲高压电源试验按 JB/T 13838 执行。
- 8.6.7 高压整流变压器试验按 JB/T 11073 执行。

8.7 低压自动控制装置试验

低压自动控制装置按 JB/T 10862 执行。

8.8 上位机或集散控制系统（DCS）试验

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。

8.9 节能优化控制系统

均流式电除尘器节能优化控制系统试验方法按 JB/T 11833 执行。

8.10 外壳防护等级

均流式电除尘整流变压器、控制柜和现场操作箱外壳防护等级检验按 GB/T 4208 执行。

8.11 空载升压试验

空载升压试验方法按附录 A 执行。

8.12 运行噪声测量

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

8.13 性能测试

8.13.1 性能测试条件

在设备正常投运三个月后、六个月内进行，选择有资质的测试单位进行性能试验。

8.13.2 考核性能测试

均流式电除尘器出口烟气含尘浓度及除尘效率、压力降、漏风率试验方法按 GB/T 13931 执行。

8.13.3 其他性能测试

高、低供电设备电耗试验方法按 GB/T 13931 执行，燃煤电厂均流式电除尘器比电耗和能效等级按 GB 37484 计算和评判，SO₃ 脱除效率测定按 GB/T 40505 执行。

9 检验规则

9.1 检验分类

均流式电除尘器的检验分为出厂检验、安装检验和性能检验。

9.2 出厂检验

9.2.1 每台均流式电除尘器所有零、部件应经制造厂质量检验部门检验合格方可交付使用。

9.2.2 检验项目见表 5。

9.3 安装检验

安装检验在现场进行，检验项目见表 5。

9.4 性能检验

每台均流式电除尘器均应做性能检验，检验项目见表 5。

表 5 均流式电除尘器检验项目及要

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)	7.1.3、7.1.4	8.1	√	—	—
2.	主要件	7.3	8.2	√	√	—
3.	焊接质量	7.1.6、7.1.7	8.3	√	√	—
4.	涂装	7.6	8.4	√	√	—
5.	接地电阻	7.5.4	8.5	—	√	—
6.	高压供电电源	7.4.1	8.6	√	√	—
7.	低压自动控制装置	7.4.3	8.7	√	√	—
8.	上位机或集散控制系统 (DCS) ^a	7.4.4	8.8	—	√	—
9.	节能优化控制系统 ^a	7.4.5	8.9	—	√	—
10.	外壳防护等级	7.4.6	8.10	√	√	—
11.	空载升压试验	7.8	8.11	—	√	—
12.	运行噪声 ^a	7.9	8.12	—	√	—
13.	出口烟气含尘浓度/除尘效率	7.2.1.1	8.13.2	—	—	√
14.	压力降	7.2.1.2	8.13.2	—	—	√
15.	漏风率	7.2.1.3	8.13.2	—	—	√
16.	比电耗和能效等级 ^a	7.2.2	8.13.3	—	—	√
17.	SO ₃ 脱除效率 ^b	7.1.15	8.13.3	—	—	√

注：打“√”表示需要检验的项目，打“—”表示不需要要检验的项目。

注：^a的项目为按需检验的项目，^b表示仅适用于低低温均流式电除尘器。

9.5 判定规则

9.5.1 检验结果应符合第 7 章的规定。

9.5.2 均流式电除尘器性能指标有不合格项时，允许对其进行调整、消缺，重新做性能检验。

10 标志、使用和安装说明书

10.1 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。

10.2 包装标志

包装标志应包括收发货标志、包装储运图示标志，并应符合 GB/T 191 和 GB/T 6388 的规定。

10.3 使用说明书

使用说明书的编写应符合 GB/T 9969 的要求，主要包括以下内容：

- a) 产品类型；
- b) 产品标记及产品所执行的标准号；
- c) 主要用途及适用范围；
- d) 工作原理；
- e) 主要参数；
- f) 使用时注意事项。

10.4 安装说明书

安装说明书主要包括以下内容：

- a) 外形及安装尺寸；
- b) 安装时主要技术要求；
- c) 安装时注意事项。

11 包装、运输和贮存

包装、运输和贮存应符合 JB/T 5908 的规定。

附录 A

(规范性)

均流式电除尘器空载升压试验方法

A.1 试验目的

A.1.1 检验均流式电除尘器阴阳极间距的保持性及高压部件对接地系统的绝缘状况。

A.1.2 检验均流式电除尘器电控设备、电气元件的性能及其安装质量。

A.2 试验条件

A.2.1 应确认电场已安装调整合格，电场内无杂物，绝缘子擦拭干净。

A.2.2 用 2500 V 兆欧表测量电场和高压回路的绝缘电阻，不应低于 1000 MΩ。

A.2.3 用 500 V 兆欧表测量低压回路的绝缘电阻，应大于 0.5 MΩ。

A.2.4 应确认电气线路施工正确，每一子系统控制正确到位，高压硅整流变压器及其控制系统单项试验合格。

A.2.5 复查设备工作接地及保护接地系统的可靠性，测定设备接地电阻，不应大于 1 Ω。

A.2.6 充分落实试验安全措施，对人孔门和高压引入隔离开关应进行重点监察。避免雨天、雾天、大风天进行试验。

A.2.7 绝缘子加热系统应在空载升压试验 8 h 前投入运行。

A.3 试验方法

A.3.1 试验设备

满足相应电压等级的直流高压测量装置、2500 V 兆欧表、500 V 兆欧表、接地棒、电工工具及通讯工具。仪器设备经计量仪器质量监督检验部门定期标定合格。

A.3.2 试验项目

A.3.2.1 均流式电除尘器静态空电场升压试验：振打系统不投入，风机不运行，电场处于静止状态、无烟气通入情况下，进行静态、常温、空气介质的电场升压试验。

A.3.2.2 均流式电除尘器动态空电场升压试验：振打系统投入手动运行状态，风机运行，无烟气通入冷态情况下进行动态电场升压试验。

A.3.3 试验内容

A.3.3.1 测定验证各电场二次电压，满足表 3 和表 D.1 的要求，若达不到要求应分析原因并消缺。

A.3.3.2 测定各电场不同二次电流下的电压值，脉冲高压电源采用基压电源完成，并绘制伏安特性曲线。

A.3.4 试验程序

A.3.4.1 试验有关人员和安全监察人员到位。

A. 3. 4. 2 确定试验总指挥统一指挥，明确各人职责，逐项实施。

A. 3. 4. 3 高压供电电源对相应电场进行升压，应满足表 3 和表 D.1 的要求，若达不到要求应分析原因并消缺。单台高压供电电源在二次电流达到额定值时，二次电压达不到试验电压值或二次电压额定值，可以采用二台相同型号高压供电电源并联后对同一个电场或供电分区送电。而脉冲高压电源空载升压试验时，采用基压叠加脉冲方式进行升压试验，使其脉冲峰值电压达到试验电压值。

A. 3. 4. 4 并联送电，升压时并联高压供电电源的二次电流设定值大小宜设定一致。并联送电的二次电压值取平均值，二次电流值为二台高压供电电源之和。

A. 3. 4. 5 为了便于相互比较，不论高压供电电源大小，一般按二次电流值分 10 档进行试验和记录。

A. 3. 4. 6 二次电压表校正：试验时在高压部位并接直流高压测量装置，并按二次电压额定的三分之二值校核控制柜的二次电压表。脉冲高压电源的脉冲电压与基础电压应分别校正。

A. 3. 4. 7 高压供电电源高位布置时并联供电接线示意图见图 A.1。

A. 3. 4. 8 高压供电电源低位布置时，宜通过高压开关和联络母线实现并联供电。

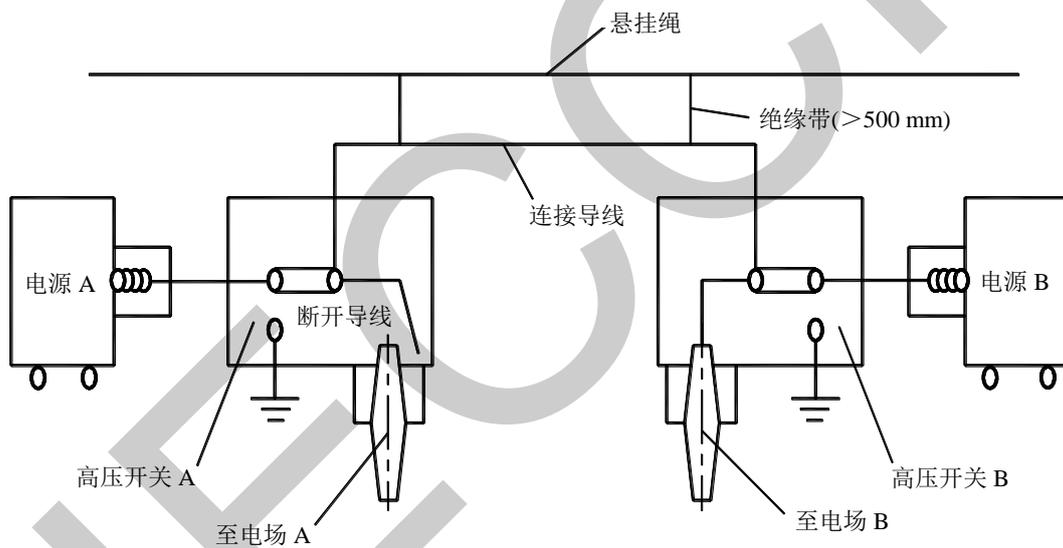


图 A. 1 高压供电电源 A、B 对电场 B 送电示意图

A. 4 评定标准

A. 4. 1 电除尘用工频高压整流电源空载升压试验值见表 3，其他高压供电电源空载升压试验值参见表 A.1，并绘制空载伏安特性曲线。

表 A.1 均流式电除尘器用其他高压供电电源空载升压试验值

单位为千伏

项目		指标		
		工频恒流高压 直流电源	高频高压电源、变频高压电源、 三相晶闸管高压电源	脉冲高压电源
异极距为 150 mm	二次电压值 U_2	≥ 52	≥ 65	≥ 94
异极距为 200 mm		≥ 65	≥ 80	≥ 117
异极距为 225 mm		≥ 71	≥ 85	≥ 128
异极距为 250 mm		≥ 78	≥ 90	≥ 140
异极距为 300 mm		≥ 90	≥ 100	≥ 140
注 1: 当海拔高于 1000 m, 但不超 4000 m 时, 从 1000 m 起, 海拔每升高 100 m, 二次电压值允许降低 1%; 注 2: 脉冲高压电源的试验电压指标值为脉冲峰值电压, 其它类型高压电源试验电压指标值为平均电压; 注 3: 空载升压试验时的变频电源工作频率不应小于 150 Hz。				

A. 4.2 空载升压试验高压供电电源二次电压额定值小于指标值时, 以二次电压额定值为准。

A. 4.3 电场的空载升压试验电压值, 受空气湿度、温度、海拔高度、集尘面积大小、极配型式等因素的影响。

A. 4.4 海拔在 1000 m 以下时, 电场空载升压试验电压值为基本值。

A. 4.4.1 如均流式电除尘器用工频高压整流电源空载升压试验值达到表 3 的要求, 其他高压供电电源空载升压试验值达到表 D.1 的要求, 且相同极配型式的电场伏安特性曲线相似, 则判定电场空载升压试验合格。

A. 4.4.2 判断伏安特性曲线是否相似, 应对比相同二次电压时的二次电流差值, 在可对比最大相同二次电压时, 二次电流差值的绝对值在 10% 以内, 则认为伏安特性曲线相似。

A. 4.4.3 均流式电除尘器阴极线为螺旋线的电场, 不允许做击穿电压试验, 只做升压检测, 并绘制伏安特性曲线。如相同电场的伏安特性曲线相似, 则判定电场空载升压试验合格。