

电袋复合除尘器

(征求意见稿)

编制说明

福建龙净环保股份有限公司等

二〇二二年七月

目 录

1.	工作简况	6
1.1	任务来源	6
1.2	主要工作过程	6
1.3	主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等	6
2.	标准编制原则和主要内容的论据，解决的主要问题	7
2.1	标准编制原则	7
2.2	标准主要内容的论据	7
2.3	主要修订内容及说明	8
2.4	解决的主要问题	15
3.	主要试验（或验证）情况分析	16
4.	明确标准中涉及专利的情况	16
5.	预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况	16
6.	采用国际标准和国外先进标准情况	17
7.	在标准体系中的位置	17
8.	重大分歧意见的处理经过和依据	17
9.	标准性质的建议说明	17
10.	贯彻标准的要求和措施建议	18
11.	废止现行相关标准的建议	18
12.	其他应予说明的事项。	18

GB/T 27869《电袋复合除尘器》 修订稿

编制说明（草案）

1. 工作简况

1.1 任务来源

本项目是根据国家标准化管理委员会关于下达 2021 年第三批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知（国标委发【2021】28 号）安排制定的，计划编号为 20214016-T-303，对《电袋复合除尘器》（GB/T 27869-2011）进行修订，主要起草单位有福建龙净环保股份有限公司、中国标准化研究院、国电环境保护研究院有限公司、东南大学、中机生产力促进中心、西安西矿环保科技有限公司，计划应完成时间 2023 年 4 月。

1.2 主要工作过程

调研、准备阶段：2021 年 11 月~2022 年 1 月，成立编制组，详细讨论标准的大纲内容及分工，并进行前期调研。查阅相关资料，负责起草的工程技术人员深入相关企业和用户进行调查研究，采集有关数据，对电袋复合除尘器主要技术指标进行试验验证，编制组对标准中的有关问题进行讨论，进一步明确标准的指标确定。

起草阶段：2022 年 2 月~2022 年 6 月，在前期调研的基础上，编制标准草案，经过参编单位的多次研讨，形成本“征求意见稿”及“编制说明”，并发给国内同行企业及科研机构广泛征求意见。

1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本文件由福建龙净环保股份有限公司、中国标准化研究院、国电环境保护研究院有限公司、东南大学、中机生产力促进中心、西安西矿环保科技有限公司共同起草。

本文件主要起草人：陈奎续等。所做的工作：由陈奎续任起草工作组组长，全面起草并协调标准的修订工作，结合当前行业需求及排放政策，及目前电袋复合除尘器的工程应用情况及技术水平，对原有国家标准《电袋复合除尘器》（GB/T 27869-2011）的落后技术参数及不合理条款进行修订，组织各编制单位进行标准

内容的讨论，负责标准的汇总整理，负责对各阶段标准的审核，形成了征求意见稿和编制说明。

2. 标准编制原则和主要内容的论据，解决的主要问题

2.1 标准编制原则

本文件制定遵循“面向市场、服务产业、自主制定、适时推出、及时修订、不断完善”的原则，标准的制定与技术创新、试验验证、产业推进、应用推广相结合，统筹推进，坚持技术创新、促进产业升级、推动行业发展。本文件的编写依据《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）。

本文件是对《电袋复合除尘器》（GB/T 27869-2011）的第一次修订，适用于电力、建材、冶金行业烟尘治理，主要包括：术语和定义、规定了产品分类、基本参数、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。结合近几年电袋复合除尘器的在高温烟气治理行业的应用，以及电袋复合除尘器的结构多元化及设计选型技术的不断发展进步，本次修订版更全面、系统地体现电袋复合除尘器工程的设计、安装、检验等要求。

本文件在确定产品主要技术性能指标时，综合考虑生产企业的能力和用户的利益，寻求最大的社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和经济上的合理性。

2.2 标准主要内容的论据

《电袋复合除尘器》（GB/T 27869-2011）于2011年12月首次发布，在此之前国内并无电袋复合除尘器标准。该标准有效推动了我国电袋复合除尘行业的发展，为电袋复合除尘器的设计、安装、运行维护等做出了重要的指导作用。

近年来，我国大气污染形势严峻，以可吸入颗粒物（PM₁₀）、细颗粒物（PM_{2.5}）为特征污染物的区域性大气环境问题日益突出，损害人民群众身体健康、影响社会和谐稳定，大气污染问题已成为社会舆论关注的焦点问题，给政府环境管理和经济社会发展形成较大压力。国家不断提高排放标准，直至2015年12月，国家发展改革委、环境保护部等部门相继发布了《全面实施燃煤电厂超低排放和节能

改造工作方案》（环发[2015]164号）等配套文件，明确要求全国各地区符合条件的燃煤电厂最迟在2020年前完成燃煤电厂超低排放改造任务。燃煤电厂大气污染超低排放治理工作已经全面实施。

电袋复合除尘器是有机结合静电除尘及袋式除尘的机理优势，创新开发的新一代除尘技术，自首台设备成功投运以来，被迅速推广应用，成为燃煤电厂烟尘治理的主要设备之一。《电袋复合除尘器》（GB/T 27869-2011）根据其制定时间，执行的燃煤电厂烟尘排放限值标准为 $30\text{mg}/\text{m}^3$ （重点地区 $20\text{mg}/\text{m}^3$ ，标态，干基，含氧量6%）。随着超低排放政策出台，以及电袋复合除尘器在高温烟气治理行业的应用，促使电袋复合除尘器不断技术创新升级，包括设计选型，结构形式、设备安装等方面都发生了很大的变化，GB/T 27869-2011存在不全面、不完善、不恰当的部分，需要进行补充、修改、调整或细化。

此次修订旨在补充、完善电袋复合除尘器产品标准，为电袋复合除尘器的设计、安装、检验等提供更加科学合理的依据，促进电袋复合除尘器的行业发展和市场有序竞争，为达标排放提供必要的技术保障。

修订后的标准将在适用性和通用性方面优于现行的国内外相关标准。

2.3 主要修订内容及说明

2.3.1 题目

保持不变。

2.3.2 范围

——删除了 120°C 作为高温和常温的划分界限，不限定温度范围，按行业使用，将范围改为“本文件适用于电力、建材、冶金行业烟尘治理，其他行业参照执行。”

2.3.3 术语和定义

——增加术语和定义：“耦合增强电袋复合除尘器”、“高温电袋复合除尘器”。随着电袋复合除尘技术的进步和发展，电袋开发了不同类型结构的产品，并且随着合金滤袋的开发，开发出了满足高温烟气工况的产品并已得到推广应用，因此增加定义。

——增加术语和定义：“混合区”、“化纤滤袋”、“合金滤袋”。混合区是对耦合增强电袋复合除尘器的后级除尘区的结构布置型式的定义。随着滤袋技术的发

展，从材质上分，滤袋可分为化纤滤袋和合金滤袋，而合金滤袋的开发，是电袋复合除尘器实现高温行业应用的关键技术突破，合金滤袋具有耐高温、滤袋寿命长、可回收利用、不产生二次污染等优点。合金滤袋极大推动了电袋复合除尘器的技术进步，因此增加次定义。

2.3.4 产品类型、组成和标记

增加产品类型，随着技术的发展，产品变得多样化，为了便于区分和识别，增加产品类型划分，并在产品标记中增加产品类型标记，如图 1，例如：耦合增强：Z；高温：G。当产品类型处无字母标记时，默认为常规的前电后袋结构的电袋复合除尘器。

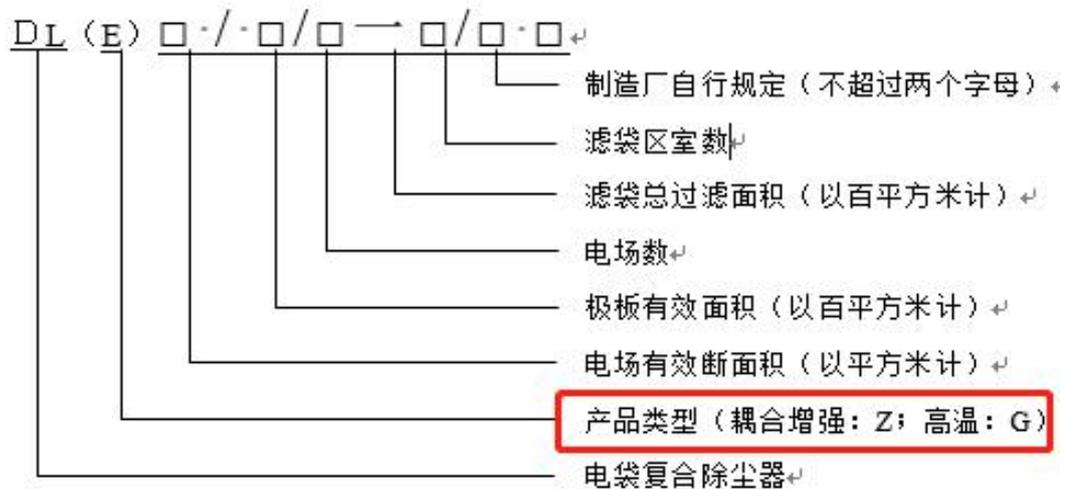


图 1 产品标记示意图

2.3.5 参数

本章节相比原来的基本参数，增加了性能参数。其中，基本参数增加了煤质分析、烟气成分、飞灰特性、飞灰的比电阻及飞灰粒度等，见表 1~表 5，因为这个是影响除尘器设计的关键因素。结构参数强调除尘器的组成，增加了包括列数、室数、通道数、极板型式、阴极线型式、滤袋规格和材质、清灰方式、脉冲阀型式规格等，通过这些重要指标实现对除尘器的描述。同时增加了性能参数，该参数包含了除尘器出口排放、压力降、漏风率、滤袋寿命、比电耗和能耗等级，性能参数是反映电袋复合除尘器水平的关键指标。

表 1 煤质分析记录表

序号	名称	符号	单位	设计煤种	校核煤种
----	----	----	----	------	------

1	收到基水分（全水分）	Mar	%		
2	空气干燥基水分（分析基）	Mad	%		
3	收到基灰分	Aar	%		
4	干燥无灰基挥发分（可燃基）	V _{daf}	%		
5	低位发热量	Q _{net,ar}	kJ/kg		
6	高位发热量	Q _{gr}	kJ/kg		
7	收到基碳	Car	%		
8	收到基氢	Har	%		
9	收到基氧	Oar	%		
10	收到基氮	Nar	%		
11	收到基硫	Sar	%		

表 2 烟气主要化学组成记录表

序号	名称	符号	单位	设计煤种	校核煤种
1	含湿量	XSW	%		
2	氧	O ₂	%		
3	氮氧化物	NO _x	mg/m ³		
4	二氧化硫	SO ₂	mg/m ³		
5	三氧化硫	SO ₃	mg/m ³		
6	氟化氢	HF	mg/m ³		
7	氯化氢	HCl	mg/m ³		
8	其他				

表 3 飞灰成分分析记录表

序号	名称	符号	单位	设计煤种	校核煤种
1	二氧化硅	SiO ₂	%		
2	三氧化二铝	Al ₂ O ₃	%		
3	氧化铁	Fe ₂ O ₃	%		
4	氧化钙	CaO	%		
5	氧化镁	MgO	%		
6	氧化钠	Na ₂ O	%		

7	氧化钾	K ₂ O	%		
8	氧化钛	TiO ₂	%		
9	三氧化硫	SO ₃	%		
10	五氧化二磷	P ₂ O ₅	%		
11	二氧化锰	MnO ₂	%		
12	氧化锂	Li ₂ O	%		
13	飞灰可燃物	C _{fh}	%		

表 4 飞灰比电阻

序号	测试温度	飞灰比电阻 (Ω·cm)	
		设计煤种	校核煤种
1	20 (常温)		
2	80		
3	100		
4	120		
5	140		
6	150		
7	160		
8	180		
9	200		
10	250		
11	300		
12	350		

注：测试温度可根据实际情况调整。

表 5 飞灰粒径分析记录表

序号	粒径分布	单位	设计煤种	校核煤种
1	0.1μm~1μm	%		
2	1μm~3μm	%		

序号	粒径分布	单位	设计煤种	校核煤种
3	3 μm ~5 μm	%		
4	5 μm ~10 μm	%		
5	10 μm ~20 μm	%		
6	>20 μm	%		
7	d (10)	μm		
8	d (50)	μm		

表 6 飞灰密度及安息角记录表

序号	名称	单位	设计煤种	校核煤种
1	真密度	t/m ³		
2	堆积密度	t/m ³		
3	安息角	°		

2.3.6 技术要求

2.3.6.1 使用条件

本章节主要根据现有技术情况进行修订，更改内容如下：

1) 修改了处理含尘气体量，随着机组向大型化发展，同时电袋复合除尘技术经过十几年的工程实践，也在不断成熟和进步，可处理的烟气量也在不断突破加大，考虑到未来技术的进一步发展，现改为：处理含尘气体量大于 $8.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

2) 修改了除尘器入口烟气温度，随着耐高温合金滤袋的开发及应用，除尘器可用在高温烟气工况，大大降低了烟气温度对除尘器的限制，改为：入口烟气温度宜不大于 500°C 。

2.3.6.2 使用性能

1) 修改了除尘器出口气体含尘浓度，随着除尘器产品发展，可根据不同出口排放标准，选择不同的产品类型。

2) 修改了除尘器压力降的条款，随着使用工况的扩大，不同工况下，粉尘性质差异较大，从而影响压力降。因此，本条款修改为：压力降应不大于 1200 Pa ，其他领域应根据使用工况、粉尘性质等确定其压力降。

3) 增加了除尘器外壳寿命、除尘器的比电耗、除尘器噪声的指标，这些也

是体现除尘器性能的关键指标。

2.3.6.3 基本要求

本章节在原来的基础上作了一些补充和完善，主要修改内容如下：

1) 电袋复合除尘器电场区的通道宽度：由 400mm~500mm，改为了：300mm~500mm，放宽了范围。

2) 比集尘面积：由原来按照烟气量划分，改为：根据进口烟气含尘浓度和出口排放浓度划分，选取比集尘面积 f 的推荐值。由于电袋复合除尘器的机理特殊性，电场区和滤袋区相互影响相互制约，比集尘面积不是决定除尘器出口的唯一因素。在不同入口含尘浓度、出口排放浓度条件下，电力行业及水泥行业的电袋复合除尘器采用不同设计方案所需的电场区比集尘面积选型见表 7、表 8。电场区比集尘面积的选型宜与袋区过滤风速相匹配，当比集尘面积选小时宜适当降低袋区过滤风速。

表 7 电力行业电场区比集尘面积选型推荐值

出口排放浓度 c_{out} mg/m ³	≤10			≤30		
进口烟气含尘浓度 c_{in} g/m ³	≤30	30 < c_{in} ≤ 60	> 60	≤30	30 < c_{in} ≤ 60	> 60
比集尘面积 f m ² / (m ³ /s)	≥25	25 < f ≤ 35	35 < f ≤ 40	≥20	20 < f ≤ 30	30 < f ≤ 35
说明	电场区比集尘面积的选型宜与袋区过滤风速相匹配，当比集尘面积选小时宜适当降低袋区过滤风速。					

表 8 水泥行业电场区比集尘面积选型推荐值

出口排放浓度 c_{out} mg/m ³	≤10		≤30	
工艺点	窑头	窑尾	窑头	窑尾
比集尘面积 f m ² / (m ³ /s)	≥20	≥30	≥16	≥25
说明	电场区比集尘面积的选型宜与袋区过滤风速相匹配，当比集尘面积选小时宜适当降低袋区过滤风速。			

3) 删除了滤袋区分室规定，现在很多采用直通式大净气室结构，本表已不

适用。

4) 增加了进口各烟道、袋区各室的烟气流量偏差的要求。

5) 增加了电场风速的要求。

6) 增加了滤袋过滤风速的要求。

7) 删除了 PPS 滤料和玻纤覆膜滤料的性能参数表，随着滤袋技术的发展及加工工艺的进步，滤袋的各项性能参数都有了较大的提升，本表已不适用。

2.3.6.4 主要零部件要求

本章节是对除尘器的关键零部件的要求，原标准写的较为简单，本次修订，对本部分技术内容进行较大程度的丰富和完善，细化了关键零部件的要求。主要更改内容如下：

1) 新增了壳体、灰斗的规定，强化了钢构件的强度要求，以及灰斗在灰位超标时的报警装置设置，确保除尘器安全运行。

2) 阳极板、阴极线新增了耦合增强电袋的阳极板厚度和开孔的规定。耦合增强电袋的阳极板选材较厚，不小于 1.5 mm，并且开孔宜采用激光加工。

3) 新增了振打清灰装置及绝缘件的要求。本次标准增加了高温除尘器的应用场合，因此，密封装置应选用耐热老化及耐候性好的密封材料，当为高温电袋复合除尘器时，绝缘子宜采用 GB/7 8411.3 中的 C700 类高铝瓷。

4) 完善了清灰系统的要求，增加了脉冲阀的要求，膜片的使用寿命，从而保障清灰性能。

5) 修改了滤袋装置的要求，原来只有化纤滤袋，现在增加了合金滤袋。

6) 删除了旁路阀的描述，在超低排放政策要求下，电袋复合除尘器一般不允许设置旁路系统。

2.3.6.5 电气及控制

电气控制应对高压、低压具有基本的控制及故障报警功能，具体的规定可按照电袋复合除尘器配套标准执行，即高压电气部分应符合 JB/T 12533 的规定，低压电气部分应符合 JB/T 12123 的规定。

2.3.6.6 安全防护

删除了噪声的规定，噪声已在除尘器使用性能中体现。增加了“除尘器运行时应确保灰斗储灰高度不超过灰斗入口平面”的规定，对保障除尘器的安全运行

具有重要意义。

2.3.6.7 防锈要求

增加了防锈要求的规定。涂层漆膜厚度和漆膜附着力应符合 GB/T 37400.12 的规定，其余应符合 DL/T 1493 的规定。

2.3.6.8 现场安装要求

完善了现场安装要求的规定。包括耦合增强电袋复合除尘器的安装应注意电场与滤袋的布置方式以及位置精度控制。合金滤袋安装前应对花板口除锈，合金滤袋安装后应通过压紧装置固定在花板上等，这些都是之前的标准中未描述的内容，有利于指导电袋复合除尘器新产品的安装。

2.3.7 试验方法

增加了气流分布、高压供电电源、电气控制系统、滤袋装置的气密性试验、脉冲阀的试验、比电耗和能效等级的试验方法，与标准正文第六章内容呼应。

2.3.8 检验规则

简化了型式检验的情形，其余保持不变。

2.3.9 标志、使用说明书

保持不变。

2.3.10 包装、运输、贮存

增加和合金滤袋的包装及运行要求。

2.4 解决的主要问题

为了解决雾霾问题，三部委连续出台相关政策，将节能减排行动计划“提速扩围”，燃煤电厂污染物减排全面进入“超低排放”阶段。同时，超低排放政策向非电行业延伸，根据《铝工业污染物排放标准》(GB25465-2010)修改单大气污染物特别排放限值要求，氧化铝厂焙烧炉、石灰窑所产生的颗粒物粉尘最高排放浓度限值为 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 。2019年4月，生态环境部、国家发改委等多部委联合发布《关于推进实施钢铁行业超低排放的意见》，提出全国新建（含搬迁）钢铁项目原则上要达到超低排放水平，推动现有钢铁企业进行超低排放改造。这一系列政策不断促进电袋复合除尘技术升级。经过十余年的发展，以及高精过滤的化纤滤袋、耐高温合金滤袋的成功开发，电袋复合除尘器已经可以在电力、建材、冶金等行业实现超低排放，并且可以满足非电行业高温复杂烟气工况的治理需要。

本文件通过对 GB/T 27869-2011 进行修改、补充完善，进一步提高了电袋复合除尘器的设计、选型、安装等技术要求，可为行业内电袋复合除尘产品的设计安装提供指导，有利于提升电袋复合除尘器的整体行业水平，实现超低排放的国家环保政策，促进我国环保产业的健康快速发展。

3. 主要试验（或验证）情况分析

目前国内电袋复合除尘器主要生产厂家和科研单位有龙净环保、国电环保研究院、东南大学、西矿环保等，据统计，截止 2021 年，由我国环保设备重点生产企业设计制造的电袋复合除尘器，在国内燃煤机组上配套应用约 2.9 亿千瓦。其中，龙净环保拥有燃煤机组超净电袋复合除尘器配套总装机容量超过 4000 万千瓦，均实现了除尘器出口 $\leq 10 \text{ mg/Nm}^3$ 或 $\leq 5 \text{ mg/Nm}^3$ 的超低排放。同时，高温超净电袋技术在国内取得了成功应用，如中铝山西新材料有限公司 5#氧化铝焙烧炉实现除尘器出口颗粒物排放浓度达到 3 mg/m^3 以下，运行阻力稳定在 400Pa 以下，运行效果良好。目前已取得石灰窑、石化链条炉、生物质、化工废液焚烧炉、废碱炉等领域工程应用等近 50 台，已投运项目 30 多台套，经测试除尘器出口排放均 小于 5 mg/m^3 。其他高温工况如铅、锌、铜等有色冶炼、玻璃窑炉等也具有非常广阔的市场空间。众多项目工程实践证明，高温超净电袋可应用于氧化铝焙烧炉、石灰炉、铅冶炼、钛白粉回转窑等有色冶炼行业，为烟尘超低排放提供科学可靠、性价比高的技术路线，解决了高温行业烟气超低排放的问题。

本文件在修订过程中认真总结了各个编制单位在电袋复合除尘器选型设计、安装、检测方面等的工程经验，将选型设计、安装、试验中修改的部分内容进行了适应性调研，并进行了验证。经大量工程实践证明，标准规定的所有技术指标、参数和要求适应国家产业技术发展水平，符合国家节能减排产业政策，能指导设计、生产和工程建设，使生产制作合理化，促进规模发展。

4. 明确标准中涉及专利的情况

本文件中不涉及专利，为自主知识产权标准。

5. 预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

通过对原标准（GB/T 27869-2011）的修改、补充及完善，在电袋复合除尘

器选型设计、安装、检测、运行维护等方面进行了系统的补充完善、优化调整及细化，修订后的标准更加适应当前电袋复合除尘器的选型设计及工程运行，为燃煤电厂电袋复合除尘器的设计、安装、运行维护提供指导，以利于提升我国除尘产品技术水平，规范电袋复合除尘器行业的发展，提升我国电袋复合除尘产业在国际上的产品竞争力。

本文件的创新点、亮点众多，主要有以下几个方面：（1）增加了“超净电袋复合除尘器出口气体含尘浓度应不大于 $10 \text{ mg} / \text{m}^3$ （标态，干基）”要求。（2）增加了除尘器外壳寿命、除尘器的比电耗、除尘器噪声等体现除尘器性能关键的指标。（3）随着高温合金滤袋的开发和应用，电袋复合除尘器可应用于高温烟气工况，入口烟气温度提升为“宜不大于 500°C ”。（4）考虑到未来技术的进一步发展，可处理的烟气体量修改为“处理含尘气体量大于 $8.0 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{h}$ ”。

6. 采用国际标准和国外先进标准情况

本次修订中没有采用国际标准。

本次修订过程中未查到同类国际、国外标准。

本次修订过程中未测试国外的样品、样机。

本次修订标准的水平为国内先进水平。

7. 在标准体系中的位置

本文件符合国家有关的现行法律、法规、规章和强制性国家标准、行业标准的要求。本文件的实施有助于《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国大气污染防治法》和《火电厂大气污染物排放标准》等一系列国家环境保护法律、法规、规章和强制性国家标准的实施。

8. 重大分歧意见的处理经过和依据

标准编制过程无重大分歧意见。

9. 标准性质的建议说明

本文件属推荐性国家标准，建议标准批准发布后6个月内实施。

10. 贯彻标准的要求和措施建议

本文件为修订标准，建议标准主管部门加快审查，尽早颁布实施。

11. 废止现行相关标准的建议

本文件正式发布实施时，代替GB/T 27869-2011。

12. 其他应予说明的事项。

无。
