

高温超净电袋复合除尘器

(征求意见稿)

编制说明

福建龙净环保股份有限公司等

二〇二二年十月

目 录

1. 工作简况	1
1.1 任务来源	1
1.2 主要工作过程	1
1.3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等	2
2. 标准编制原则和主要内容及解决的主要问题	2
2.1 标准编制原则	2
2.2 主要内容	2
2.2.4.1 进口烟气温度	5
2.2.4.2 压力降	6
2.2.4.3 漏风率	6
2.3 解决的主要问题	14
3. 主要试验（或验证）情况分析	14
4. 明确标准中涉及专利的情况	15
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	16
7. 在标准体系中的位置	16
8. 重大分歧意见的处理经过和依据	16
9. 标准性质的建议说明	16
10. 贯彻标准的要求和措施建议	16
11. 废止现行相关标准的建议	16
12. 其他应予说明的事项	17

《高温超净电袋复合除尘器》编制说明

（征求意见稿）

1. 工作简况

1.1 任务来源

本项目是根据 2022 年中国环境科学学会团体标准（第一批）立项任务制定的（中环学办字【2022】37 号），项目名称“高温超净电袋复合除尘器技术规范”进行制定，主要起草单位福建龙净环保股份有限公司、国电环境保护研究院有限公司、东南大学、北京科技大学、苏州协昌环保科技股份有限公司、华中科技大学、西安菲尔特金属过滤材料股份有限公司、新乡市新利净化技术有限公司，计划应完成时间 2023 年。

1.2 主要工作过程

调研、准备阶段：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，对投运的项目从设计、生产到运行情况进行调查，重点采集高温超净电袋的合金滤料材质及加工工艺、耐高温密封材料的选型、振打与清灰周期设置等数据，对主要技术指标进行试验验证。

起草阶段：在前期调研的基础上，编制标准草案，经过编制组的多次研讨，形成讨论稿。为了提高标准编制质量，确保标准各项技术指标的合理性和科学性，中国环境科学学会组织召开了讨论稿专家评审会，编制组根据专家意见，对标准进行修改，形成“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。

标准函审：发函给行业专家征求意见，标准编制组对收集的反馈意见进行认真的研究讨论，在充分吸纳专家意见。标准制定工作组根据提出的意见和建议，对标准征求意见稿进行修改、完善，形成标准“送审稿”及编制说明。

标准审定及报批：由中国环境科学学会组织召开标准审定会。根据标准的先进性、实用性和可操作性原则，对该标准“送审稿”、编制说明及其附件进行审查，根据会议意见和建议，标准编制组对标准“送审稿”作进一步修改、整理和完善，形成标准“报批稿”、编制说明及其附件，并提交中国环境科学学会上报。

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、国电环境保护研究院有限公司、东南大学、北京科技大学、苏州协昌环保科技股份有限公司、华中科技大学、西安菲尔金属过滤材料股份有限公司、新乡市新利净化技术有限公司共同起草。

本文件主要起草人：陈奎续、朱法华、黄亚继、邢奕、朱召平、刘瑾、刘小伟、孙鹏、邓晓东、王圣、赖志华、赵文祥、林宏、周育国。

所做的工作：由陈奎续任起草工作组组长为主起草并全面协调标准的起草工作，负责对各阶段标准的审核。朱法华、黄亚继、邢奕、朱召平、刘瑾、邓晓东、林宏主要参与标准的起草及编写工作，负责对标准各阶段意见及建议进行归纳、分析及其他材料的编制。刘小伟、孙鹏、王圣、赖志华、赵文祥、周育国负责收集国内外相关技术文献和资料。

2. 标准编制原则和主要内容及解决的主要问题

2.1 标准编制原则

1.1.1 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。

1.1.2 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。

1.1.3 本文件的编写依据《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写规则》（GB/T 1.1-2020）。

2.2 主要内容

2.2.1 适用范围

近几年持续的雾霾严重影响了人民的的生活和健康，三部委继《煤电节能减排升级与改造行动计划（2014-2020年）》（发改能源[2014]2093号）后，2015年12月又出台了《全面实施燃煤电厂超低排放和节能改造工作方案》，将节能减排行动计划“提速扩围”，标志着燃煤电厂污染物减排全面进入“超低排放”阶段。

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

10mg/m³。但现有氧化铝厂焙烧炉、石灰窑一般配套静电除尘器，实际运行排放均较高，无法满足环保要求。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。

国内企业通过自主创新，将电除尘与袋除尘技术有机复合，在国内率先研发成功具有完全自主知识产权的电袋复合除尘器。至今，电袋产品应用已近700台，技术水平和应用业绩双双全球领先，形成了我国全新的电袋除尘产业。

高温超净电袋复合除尘器是国内企业在电袋的技术研究及工程应用基础上，继续攻克了低阻力长寿命合金滤袋、高温材料和结构设计等多项关键技术，升级开发了新一代除尘技术。采用合金滤料，具有耐高温、耐腐蚀、透气性大、滤袋使用寿命长、过滤精度高、废旧滤料可回收利用、无二次污染等特点。

高温超净电袋技术在国内取得了成功应用，首台示范工程中铝山西新材料有限公司5#氧化铝焙烧炉于2018年9月成功投运，随后在石灰窑、石化链条炉、生物质、化工废液焚烧炉、废碱炉等领域取得工程应用等近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/m³，其他电力、有色冶炼、玻璃窑炉等也具有非常广阔的市场空间。因此，本文件将适用范围定义为于电力、化工、建材、有色、冶金等行业烟气净化，规范各行业通用的高温超净电袋复合除尘器的设计、制造、安装等。

2.2.2 术语和定义

重点对高温超净电袋复合除尘器、合金纤维滤料、合金滤袋进行准确定义，其它定义原则上保持与国家、行业标准中的定义相一致。其中高温超净电袋复合除尘器指入口烟气温度介于250℃~500℃，出口烟气含尘浓度不大于10mg/m³（标态、干基、含氧量按相关污染源的排放标准）的电袋复合除尘装置，简称“除尘器”。因此该除尘器可应用于高温烟气工况的除尘治理，拓展了电袋复合除尘器的应用范围。合金纤维滤料是直径为微米级的合金纤维经无纺铺制、高温烧结等工序制得的具有微孔结构的过滤材料。除了具备合成纤维滤料的高过滤性能外，合金纤维滤料的最大特点是可以耐高温（耐温400℃以上），耐磨损，使用寿命长，废旧滤料易处理，无二次污染。因此该滤料对烟气工况适应范围更广，而且对环境更友好，是滤料发展的重要方向。不同于合成纤维滤袋和滤袋框架是分体式制

作的，合金滤袋是用合金纤维滤料及支撑框架组成的袋状过滤元件，是一体式结构，因此在此做出定义。最后还对“动态除尘效率”做出来定义，他是考核滤袋性能的关键参数。

含氧量是换算排放浓度的重要参数，实测排放浓度应换算为基准含氧量状态下的准排放浓度才行，而不同行业，不同工艺，其含氧量各不相同。例如火电厂和水泥行业的含氧量如表 1：

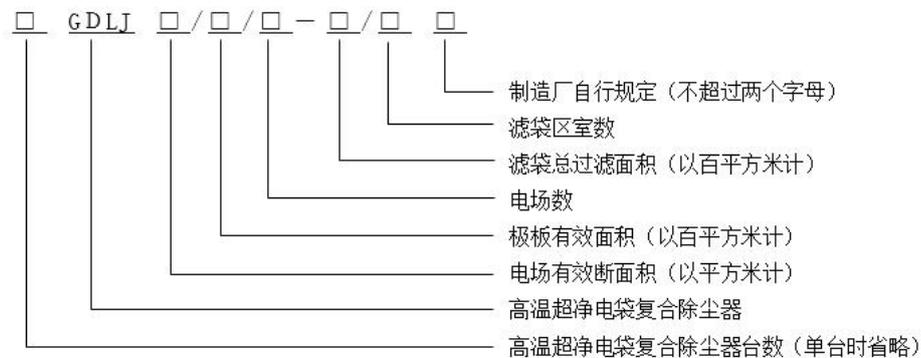
表 1 不同行业的含氧量

序号	标准名称	标准号	含氧量
1	《火电厂大气污染物排放标准》	GB 13223-2011	燃煤锅炉：6%； 燃油锅炉及燃气锅炉：3%； 燃气轮机组：15%。
2	《水泥工业大气污染物排放标准》	GB 4915-2013	水泥窑及窑尾余热利用系统排气为 10%； 采用独立热源的烘干设备排气为 8%。

考虑到本文件需要在有色、冶金、电力、化工、建材等行业使用，为了确保排放标准统一，本文件定义 3.1 中规定含氧量按相关污染源的排放标准执行，不同行业出口排放按照其对应的含氧量进行折算。

2.2.3 产品组成和标记

本章节对电袋复合除尘器结构及主要组件做了规定，对产品标记、规格型号进行了规定。主要参数含电场数、电场有效断面积、极板有效面积，滤袋总过滤面积、袋区室数，包含了关键和主要参数和布置。产品标记形式参考 GB/T 27869 和 DL/T 1493-2016。产品标记组成及各标记代表的含义如图 1。



例如：FE 型高温超净电袋复合除尘器，2 台结构，除尘器电场有效断面积为 120 m²，极板有效面积为 48×10² m²，电场数为 2，滤袋总过滤面积为 320×10² m²、滤袋区室数 16，则产品标记如下：

2 GDLJ 120/48/2—320/16 FE

图 1 产品标记图

2.2.4 基本参数

本部分主要界定烟气温度、进口气体含尘浓度、含尘气体压力范围，这几个都是影响除尘器使用、寿命及性能的关键因素，同时也是除尘器安全运行的保障因素。另外界定了在这个使用条件下，该技术可以达到的性能指标，包括除尘器出口含尘浓度、压力降、漏风率。

2.2.4.1 进口烟气温度

常规电袋复合除尘器化纤滤料，一般电袋复合除尘器都采用化纤滤袋，由 PPS、PI、PTFE 等纤维组成或者不同混纺制成，耐温较低（一般小于 160℃，小部分达到 250℃），因此常规电袋复合除尘器的进口温度 ≤ 250℃。随着近几年有色、化工、生物质、水泥等行业陆续执行超低排放标准，其烟气温度高，工况复杂，常规电袋复合除尘器已经无法满足使用要求。本文件规定的高温超净电袋复合除尘器创新采用了耐高温合金滤袋，该滤料由不同丝径的金属纤维（316L、310S、C276 等合金纤维）经过无纺铺制后烧结而成，具有耐高温（使用温度 250℃~800℃）、耐腐蚀、透气性大、滤袋寿命长、过滤精度高、废旧滤料可回收利用、无二次污染等特点，可用于解决高温行业的烟气治理难题。

由于不同行业其烟气温度差别很大，典型的高温工业烟气温度汇总如表 2。

表 2 典型的高温工业烟气温度汇总表

行业	应用场合	烟气温度
电力	生物质发电机组	260℃~350℃
冶金	氧化铝焙烧炉	160℃~350℃
	铝合金熔炼炉	350℃~500℃
	铜冶炼	380℃左右
化工	硫酸制酸	250℃~400℃
	废液焚烧炉	350℃~450℃
石化	油页岩处理	500℃左右
建材	水泥窑炉	350℃~400℃
	玻璃窑炉	350℃~450℃

从滤袋的耐受温度来看，除尘器温度可以高达 800℃。但温度越高，钢材的强度折减越多，钢材的适应能力变差，制造难度加大，甚至要选用不锈钢等牌号更高的材质。钢材的成本也成倍提升，同时，合金滤袋的材质要选用到哈氏合金

及以上等耐高温、耐腐蚀性能更强的材质，材料成本及加工制造难度都增加，导致除尘器的经济性大幅降低。而 500℃基本可以覆盖各行业应用的温度范围，个别特殊情况可单独考虑，因此将进口烟气温规定为 250℃~500℃。

2.2.4.2 压力降

除尘器的压力降直接影响设备能耗，在国家节能减排的政策下，压力降是关系除尘器综合性能及节能指标的重要参数，常规电袋复合除尘器的压力降一般在 500Pa~1200Pa 之间。但高温超净电袋考虑烟温上升或粉尘性质变化等其他工况变化，压力降就有可能超过该数值，且非电行业工况复杂，差异大。通过对 36 台已投运高温超净电袋复合除尘器的实测压力降统计（如图 2），高温超净电袋的压力降一般在 500Pa~1500Pa 之间。因此本文件规定压力降不大于 1500 Pa。

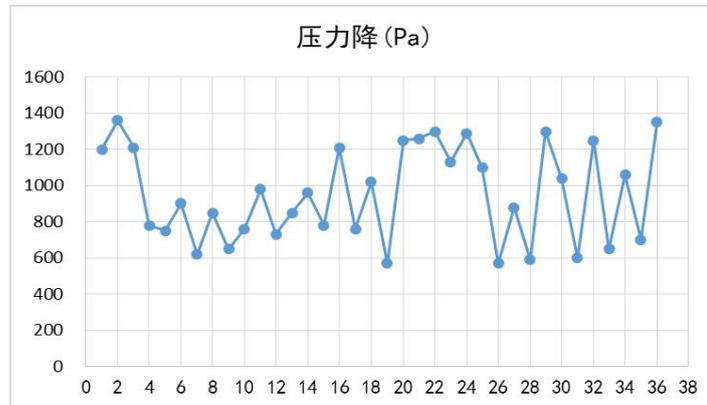


图 2 压力降分布图

2.2.4.3 漏风率

除尘器的漏风率是衡量气密性的重要指标之一，如漏风率超标，将增加烟气中的含氧量、提高电场风速、降低电区预除尘效率、引起绝缘件结露爬电和内部构件结露腐蚀等问题。不同行业除尘器的烟气量差异很大，漏风率的影响与烟气量直接相关。根据国标《电袋复合除尘器》（GB/T 27869-2011）规定，漏风率 $\leq 3\%$ 。通过对 36 台已投运高温超净电袋复合除尘器的实测漏风率统计（如图 3），高温超净电袋的漏风率为 1.50%~3.0%，平均值约为 2.0%。刚发布的《高温电除尘器》（JB/T 13732-2019）中规定漏风率不大于 2%。因此，本文件规定高温超净电袋的漏风率 $\leq 2.0\%$ 。

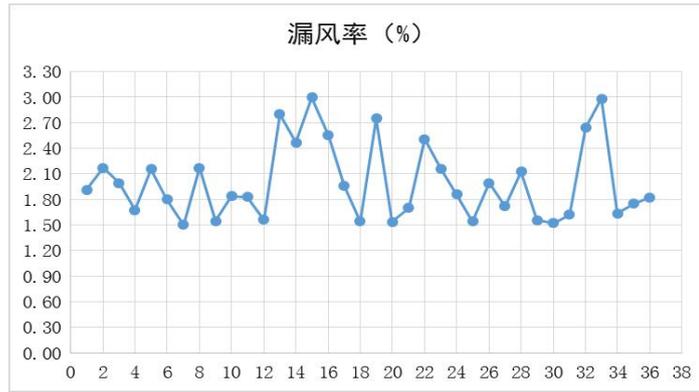


图 3 漏风率分布图

2.2.5 一般规定

本部分给出了高温超净电袋复合除尘器的基本要求，包括设备可用率、流场、过滤风速、制造材料、噪声、保温、安全防护平台、检测等。

气流分布均匀性是影响除尘效率的重要因素之一，气流分布均匀可以让粉尘均匀荷电，这是保证除尘效率的前提。同时，气流分布直接影响滤袋使用寿命和压力损失。非均匀分布的含尘气流进入滤袋区，导致滤袋受局部气流冲刷而磨损并加速破损，除尘效率大大降低，并造成灾难性损失。因此，本文件规定，基于数值模拟方法计算的进口各烟道、袋区各室的烟气流量偏差应不大于 5%，各分室滤袋的流量相对均方根差应不大于 0.2。

过滤风速是除尘器选型设计的重要参数。过滤风速大小对除尘器的运行阻力有极大的影响，对设备投资也有较大的影响，对出口排放浓度和滤袋使用寿命也有一定影响。《燃煤电厂超净电袋复合除尘器》(DL/T 1493-2016)中规定“电场风速宜小于 1.0m/s，滤袋过滤风速宜小于 1.0 m/min”；而《高温电除尘器》(JB/T 13732-2019)中规定“电场风速宜小于 0.5m/s~1.5 m/s”。通过对 36 台已投运高温超净电袋复合除尘器的选型设计统计，电场风速均小于 1.0m/s (如图 4)，过滤风速 \leq 1.2m/min (如图 5)，按此方案设计，除尘器出口排放均小于 10mg/m³。因此，本文件规定，高温超净电袋电场风速宜不大于 1.0m/s；滤袋过滤风速宜不大于 1.2m/min。

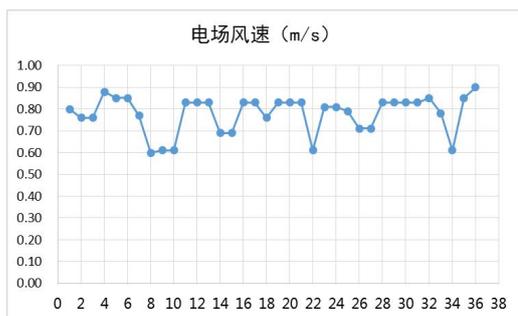


图 4 各项目电场风速选型汇总

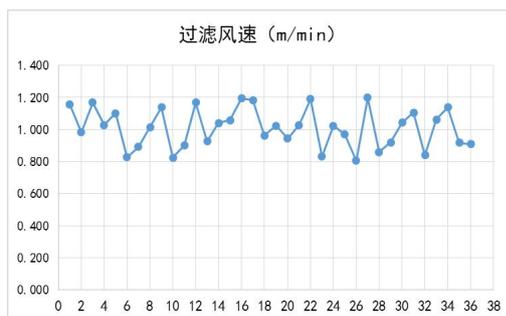


图 5 各项目过滤风速选型汇总

超低排放对除尘器的气密性提出了更高的要求，而烟气旁路容易造成泄露，因此，本文件规定高温超净电袋不宜设置烟气旁路系统。

2.2.6 主要零部件设计要求

1) 壳体

壳体的设计 requirements 是支撑除尘器内部构件重量及壳体外部附加的荷载，将烟气与外界环境隔绝，引导烟气通过电场区和滤袋区形成一个独立的收尘空间。因此壳体应密封、保温、防雨、防顶部积水。除尘器内部构件的全部质量由顶梁承受，并通过立柱传给除尘器下部钢支架，要保证除尘器不倾斜，受力均匀，因此对顶梁、立柱的直线度均提出了具体要求，同时提出了花板受载后的强度和平面度要求。为确保除尘器的气密性，所有门、孔等宜采用双层密封结构，密封材料应选用耐高温材质，使用寿命不得低于 30000 小时。由于烟气的高温、膨胀等原因，保温材料应选用耐温大于设计烟气温度的材料，保温层厚度应不小于 200mm。为了保证强度，顶梁、立柱及花板支撑梁重要承力构件宜选用 Q355B 及以上材质。

2) 灰斗

灰斗安装在除尘器下部，是除尘器收集下来的粉煤灰的临时储存容器。灰斗应具有一定的容积和灰位超限报警功能，其容积应满足入口烟气最大含尘量满负荷运行 8h 的储灰要求。为了保证除尘器的安全运行，防止排灰不畅造成积灰，或者输灰系统堵塞造成除尘器坍塌，灰斗应设置料位检测装置，超过设定高位应自动报警，报警 30min 后具有自动卸灰功能。同时，为了保证灰斗排灰顺畅，防止灰结块，灰斗壁板上应设置加热装置，仓壁振动器。当采用电加热时，应设置温度检测装置。

3) 电厂区设计要求（包括阳极系统、阴极系统、绝缘件、振打装置）

电厂区由阳极系统、阴极系统及其振打装置、绝缘件等组成。

阳极板作用是捕集荷电粉尘，通过振打清灰装置的振打，使极板发生冲击振动或抖动，将极板表面附着的粉尘呈片状或团状脱离板面落到灰斗中，达到除尘的目的。因此，阳极板要有良好的导电性能，板电流密度和极板表面的电场强度分布比较均匀；受温度影响的变形小，有较好的刚度；有良好的防止粉尘二次飞扬的性能；振打力传递性能好，且极板表面的振打加速度分布较均匀，清灰效果好；板边缘没有锐边、毛刺，没有局部放电现象。

阴极线是在电厂中产生电晕电流的零件，其性能的好坏直接影响到电场区的性能，进而影响整台除尘器的排放。为了使除尘器达到安全、经济和高效运行，阴极线应牢固可靠、机械强度大、不断线、不掉线；具备良好的电气性能；伏安特性曲线理想；振打力传递均匀，有良好的清灰效果。

因此，本文件要求阳极板、阴极线的结构型式、尺寸及其公差、形状位置公差及表面质量应符合 JB/T 5906 和 JB/T 5911 的要求。单块阳极板的板材应选用厚度不小于 1.2 mm 的整体薄钢板（不锈钢板除外），应采用专用设备轧制而成，不应拼接。轧制后的极板两端切口应平整、光洁、无毛刺；表面不应有裂纹或损伤性划痕；阴极框架组装拼焊后，其平面度应小于 5 mm。

阳极板、阴极线通过吊梁悬挂在电场内部，吊梁作为重要的承力部件，宜选用 Q355B 及以上材质。阴阳极系统设计应充分考虑高温下的热膨胀影响。

电袋复合除尘器电区绝缘件包括瓷套、绝缘子、绝缘轴和穿墙套管及其他绝缘材料。通常电场绝缘子难以长时间应用于高温烟气工况下，一旦某个电场的绝缘子出现问题将可能造成整个电区的故障，使得袋区负荷急剧上升，造成设备阻力和排放超标，严重影响设备性能。因此，本文件规定承压绝缘子及其它与烟气直接接触的绝缘材料允许工作温度应不低于工况条件下的烟气温度的；振打绝缘轴、支柱绝缘子、穿墙套管等绝缘件宜选用 95 瓷；承压绝缘子处应设置电加热器及自动恒温控制装置；承压绝缘子、振打绝缘轴、支柱绝缘子、穿墙套管的尺寸公差、形状位置公差、表面质量等应符合 GB/T 772 的要求。

电区的清灰通过振打实现，振打方式分为电磁锤振打和机械振打，振打传动应运转灵活，平稳可靠，其振打间隔时间通过实验确定。由于振打器是安装在除尘器外面，需兼顾环境变化和高温烟气的影响，因此密封装置宜选用耐高温、耐热老化的密封材料，以保证长期可靠运行。

4) 袋区清灰系统

袋区清灰系统是电袋复合除尘器的核心系统，通过周期性的压缩空气喷吹滤袋，使滤袋表面粉尘脱落并沉降于灰斗，从而使除尘器的阻力控制在一定范围内。清灰系统对除尘器的性能至关重要，有效的清灰能够提高除尘效率，降低除尘器运行阻力，还能增加滤袋使用寿命，因此对其用材、制造和安装规定具体的尺寸及控制偏差等都应该严格按照设计要求进行。滤袋区采用低压脉冲喷吹清灰，脉冲间隔、脉冲宽度、压力可调。脉冲阀应能在 $-25^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ 环境下正常工作，其膜片使用寿命应满足喷吹次数大于100万次的要求；每个分气箱(气包)应设置排污阀门，各分气箱(气包)间应设连接管；喷吹管与花板全长平行度公差为2mm；喷嘴中心与花板孔中心的同心度公差为 $\Phi 2\text{mm}$ 。行喷式脉冲喷吹管的直线度公差应为 $\phi 2\text{mm}$ ，喷嘴中心与喷吹管开口中心的同心度公差应为 $\phi 1\text{mm}$ ，喷嘴与喷吹管的垂直度公差应为1mm。

5) 花板

花板是电袋复合除尘器的重要部件，是用于悬吊滤袋的多孔板，为了确保花板在挂灰状态下还能保持良好的密封性能和平面度，在保证花板刚度、强度和耐高温性时，还应考虑花板的厚度、制造精度和安装后的平面度。根据相关计算及众多实际工程经验，花板应选用性能不低于Q355B的材质，厚度应不小于8mm。Q355B是低合金高强度的结构钢，综合性能优秀，在高温环境下折减应该相对较小，焊接起来比较方便，切削性能也很优秀，被人们用在桥梁、车辆、船舶、建筑等区域。同时要求花板平面度公差不应大于花板长度的1/2000，花板孔中心位置度极限偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ ，孔径公差为0.5mm，确保滤袋安装完成后，滤袋底部不会碰撞。

6) 滤袋组件

滤袋是电袋复合除尘器的核心部件，其质量好坏直接影响除尘效果、设备阻力等。随着技术的不断进步，在原来单一的化纤滤料的基础上，又出现了覆膜玻纤滤料(包括高硅氧)、耐高温的合金纤维滤料。鉴于合金纤维滤料相比化纤滤料和玻纤滤料具有诸多优点，如过滤精度高、耐高温，使用寿命长，废旧滤料易处理，无二次污染等。因此该滤料对烟气工况适应范围更广，而且对环境更友好，是滤料技术的发展方向。目前合金纤维滤料已经取得规模应用，据不完全

统计合金纤维滤料成功应用业绩已达到 35 台套，烟尘排放均小于 5mg/m³。

合金纤维滤料应由金属丝网和合金纤维毡组成，两者通过高温烧结合牢靠地结合在一起，无脱层现象。合金纤维毡宜采用粗细纤维分层铺设的梯度结构。迎尘面采用细纤维，纤维直径宜小于 10μm；净气面采用粗纤维，纤维直径宜小于 30μm。合金纤维滤料材质有不锈钢、钛合金、铁铬铝合金等，应根据烟气温度进行选型，耐温性能应不低于不锈钢 S31603。合金纤维滤料技术参数宜满足表 3 的要求。

表 3 合金纤维滤料技术参数

序号	项 目	单 位	技术指标	测试标准或工具
1	平均孔径（泡点法）	μm	≤20	GB/T 32361
2	最大孔径（泡点法）	μm	≤30	GB/T 32361
3	单位面积质量	g/m ²	≥800	GB/T 24218.1
4	单位面积质量偏差	%	±10	/
5	厚度	mm	≥0.5	游标卡尺或千分尺
6	厚度偏差	%	±10	/
7	断裂强力	N	≥1000	GB/T 3923.1
8	透气率	L/dm ² .min (@200Pa)	60~150	GB/T 24218.15
9	透气率偏差	%	±20	/
10	残余阻力	Pa	≤500	GB/T 6719
11	动态除尘效率	%	≥99.99%	GB/T 6719

在不同的应用场合，合金滤袋的使用寿命也参差不齐，通常其寿命可达到 8 年，考虑到部分非电行业的高浓度、烟气温度波动大等恶劣工况，降低滤袋使用寿命，因此本文件规定，合金滤袋的整体使用寿命不小于 4 年。不同于化纤滤袋的柔韧可折叠，合金纤维滤料有一定的刚性，不可折叠，同时又要给滤袋起支撑作用，因此，合金滤袋设计时，将滤袋框架嵌入在内，滤袋与框架采用一体式结构，便于滤袋的现场安装、保证质量、运输等。合金滤袋长度大于 4 米时宜采用分段结构，并采用法兰或螺纹联接。合金滤袋对接组装后，整条滤袋的直线度公差为 15mm。滤袋支撑框架由纵筋与横向支撑环组成，纵筋与横向支撑环应焊接

牢固，点焊熔透面积不小于 1.5mm^2 ，拉断强力大于 300N 。合金滤袋的直径极限偏差为 ${}^+1_0\text{ mm}$ ，长度极限偏差为 ${}^{+10}_0\text{ mm}$ ，确保安装时能与花板匹配并保证密封性能。

7) 电气及控制

高温超净电袋复合除尘器电气控制装置同时要对电场区和滤袋区的电气装置进行控制，控制对象多而复杂。高温超净电袋复合除尘器电气控制装置需监控电场区的振打清灰装置、脉冲清灰装置、电加热装置、各种检测装置，监控内容多，控制过程更加复杂，设备关联性和安全性要求更高。电袋复合除尘器历经十几年的发展，已经技术相对比较成熟，并已制定了许多配套的标准。因此，高温超净电袋复合除尘器的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。并且高压电源控制系统应具有自动跟踪和手动调压功能，能实现过流、过载、开路等基本保护及报警功能；电气控制装置应具备进出口压差显示、进口烟气温度显示及超标报警、清灰气源压力显示及超标报警、灰斗灰位超标报警、运行状态及故障报警等功能。因为除尘器要用于高温环境，所以要求用在壳体内部保温箱的电缆耐温应不低于设计烟气温度。

8) 压缩空气系统

除尘器压缩空气系统是用于滤袋清灰的，其气源应采用压缩空气或洁净气体。当采用压缩空气时：环境温度小于等于 -10°C 时，固体粒子、水、含油量的质量等级为6、3、4；环境温度大于 -10°C 时，固体粒子、水、含油量的质量等级为6、4、4。当采用洁净气体时其质量应符合清灰要求。压缩空气系统应设置加热装置，确保清灰空气温度不低于 100°C 。同时为了在寒冷地区，为了防止管道低温结露、凝冻等现象，压缩空气管道宜采用保温或伴热措施。

9) 防锈要求

钢材外露容易生锈腐蚀，一般说来，钢材的锈蚀有危害，可降低钢材的性能，使钢结构断面减小，因而承载能力降低，甚至由于局部腐蚀引发应力集中，导致钢结构突然破坏，造成严重的后果。防止钢材锈蚀的方法通常是采用表面刷防锈漆。针对高温超净电袋为了避免高温腐蚀，其壳体内表面宜涂刷耐高温防锈油漆。

10) 安装

电袋复合除尘器作为工业大型设备，重量多超过千吨，如此庞大的设备成台

组装出厂是不可能的，通常情况下以散件和零部件形式出厂，运抵施工现场后再组装成整机。因此，现场要具备JB/T 8536规定的各项安装条件，例如：“三通一平”（即水通、电通、道路通、土地平整）条件，并具备防火、防冻、防雨等安全设施。为保证实现最终设备与设计图纸的良好契合，保证设备的设计意图，使电袋复合除尘器达到预定的除尘效果，除了有正确的设计良好的制作、包装、存放、吊装、运输外，还必须有一套完善的安装工艺要求确保电袋复合除尘器整体性能的实现。现场安装作为整套设备成形的最后一个环节，既是设备零部件组合安装的过程，也是一个消除设备在制作、运输中的缺陷的过程，同时也是对图纸设计根据实际情况进行修正的一个过程，使设备更趋完美的过程。

对除尘器的安装，目前已有相关标准做了规定，可以参考执行。安装过程中，各零部件在安装前都应按设计要求进行检查，发现因运输、装卸、存放过程中产生变形，应作整形和校正。安装合金滤袋前应对花板口除锈，除锈区域应大于合金滤袋安装后袋口法兰与花板的重叠区域。合金滤袋垂直悬挂于花板上，在其袋头与花板面之间安装密封垫片，并通过锁紧压块将袋头压紧密封在花板上。现场组装焊接后，每个袋区分室的花板整体两对角线长度之差不大于3mm，平面度公差不应大于花板长度的1/1000。合金滤袋安装后整条滤袋与花板的垂直度公差为20mm。

11) 检验规则及包装、运输等

除尘器的检验分为出厂检验、安装检验和型式检验。每台除尘器所有零、部件应经制造厂质量检验部门检验合格开具合格单后方可出厂，检验项目包括零、部件的加工几何尺寸、形位公差，加工和装配精度，焊接质量，外观质量。安装检验在现场进行，应符合JB/T 11829和DL/T 1493的规定。当除尘器结构或工艺有重大改变影响到产品性能时，或者国家质量监督检验机构提出要求时，应随机抽样1台进行型式检验。型式检验项目应包含除尘器出口气体含尘浓度、压力降、漏风率、出厂检验、安装检验的全部项目。若除尘器主要性能指标出口气体含尘浓度、压力降、漏风率中有不合格项时，允许返修复检直至合格，其余项目对任一项检验不合格，对不合格项加倍抽样复检，若仍不符合规定，则判定为不合格。

标志、使用说明书、包装、运输、贮存按DL/T 1493的规定执行。

2.3 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10mg/m³。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。现有除尘器技术已经无法满足复杂恶劣工况的烟尘治理，高温超净电袋复合除尘器是国内企业在电袋的技术研究及工程应用基础上，继续攻克了低阻力长寿命合金滤袋、高温材料和结构设计等多项关键技术，升级开发了新一代除尘技术。适用于工况复杂、高难的烟气治理，如有色(氧化铝、铜、铅、锌、钛白粉)、钢铁、水泥、化工等领域，可长期稳定实现低于10mg/Nm³以下的超低排放。

国内已有《电袋复合除尘器》(GB/T 27869-2011)以及《电袋复合除尘器性能测试方法》(GB/T 32154-2015)、《燃煤电厂超净电袋复合除尘器》(DL/T 1493-2016)等一系列标准，已建立了较为完善的电袋复合除尘器标准体系。

而高温超净电袋应用行业的处理烟气温度高，高温材料和结构设计有一些特殊性，因此除尘器的技术参数选型、设备安装、运行维护等技术规范与常规的电袋复合除尘器的标准。比如钢材的选用，热膨胀的设计，密封件材料的选择，保温的厚度等。因此，迫切需要制定高温超净电袋复合除尘器技术规范的标准，为产品设计、工程施工及运行提供指导，促进我国环保产业的健康快速发展。本文件项目将与上述标准形成一个体系，将是对现有标准体系的必要补充。

3. 主要试验(或验证)情况分析

本文件规定的所有技术指标、参数和技术要求都是经过大量理论研究和工程实践而得，符合电袋复合除尘器技术发展水平，符合国家节能减排产业政策，有利于提升我国烟气治理水平，促进环保产业的健康发展。

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#氧化铝焙烧炉已于2018年9月成功投运。该项目烟气温度高(点炉时烟温可达350℃)，烟气入口含尘浓度在100mg/m³以上，经山西誉达环境监测，结果表明：

除尘器出口颗粒物排放浓度达到 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。根据排放连续 CEMS 监测结果显示，除尘器出口的粉尘排放值保持长期稳定低排放，运行阻力稳定在 400Pa 以下，运行效果良好。随后，中铝山西新材料有限公司 2#石灰炉配套高温超净电袋技术也取得了成功应用，该项目实现除尘器出口颗粒物排放浓度小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ ，大大优于设计指标。多个项目工程实践证明，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。目前石灰窑、石化链条炉、生物质、化工废液焚烧炉、废碱炉等领域取得工程应用等近 50 台，已投运项目 30 多台套，经测试除尘器出口排放均小于 $5\text{mg}/\text{m}^3$ 。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。应进一步推广应用。高温超净电袋在非电的部分应用情况如表 4。

表 4 高温超净电袋在非电行业的部分应用情况

序号	项目名称	规格	烟气量	入口浓度 (设计值)	出口排放 (实测值)
		(t/d)	(m^3/h)	(g/m^3)	(mg/m^3)
1	山西某氧化铝厂 5#焙烧炉	1500	320000	100	2.06
2	山西某氧化铝厂 6#焙烧炉	1500	320000	100	1.43
3	山西某氧化铝厂 2#石灰窑	800	300000	50	2.84
4	山东某氧化铝厂 1#焙烧炉	3000	520000	150	4.27
5	山东某氧化铝厂 3#焙烧炉	1350	300000	150	2.87
6	山东某氧化铝厂 1#焙烧炉	1350	300000	150	4.03
7	山西某氧化铝厂 2#焙烧炉	1200	240000	100	1.92
8	山西某氧化铝厂 3#焙烧炉	1200	240000	100	2.67
9	山东某化工厂废碱焚烧炉	/	120000	60	2.5
10	大连某链条炉	10	50000	20	2.26

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

本文件规范了高温超净电袋复合除尘器的设计、制造、安装等，可以加快高温超净电袋的产品技术升级，有利于市场推广及应用，助力产品竞争力的提升，带动除尘产业的发展，促进我国环保产业的健康快速发展，具有十分显著的环境效益和社会效益。

6. 采用国际标准和国外先进标准情况

本文件没有采用国际标准。

本文件制定过程中未查到同类国际、国外标准。

本文件制定过程中未测试国外的样品、样机。

本文件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

本文件编制过程无重大分歧意见。

9. 标准性质的建议说明

本文件属于团体标准，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

本文件为首次制定，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

本文件是新制定标准，无废止现行相关标准的建议。

12. 其他应予说明的事项

本文件立项名称为“高温超净电袋复合除尘器技术规范”，讨论稿专家评审时，评审专家组一致认为，本文件编写框架基本与产品标准一致，且目前团体标准中还未有此产品标准，因此建议将文件名称修改为“高温超净电袋复合除尘器”。编制组采纳专家组意见，故将名称修改为“高温超净电袋复合除尘器”。
