

《废气预处理设备 几何形折板除雾器》

编制说明

（征求意见稿）

《废气预处理设备 几何形折板除雾器》

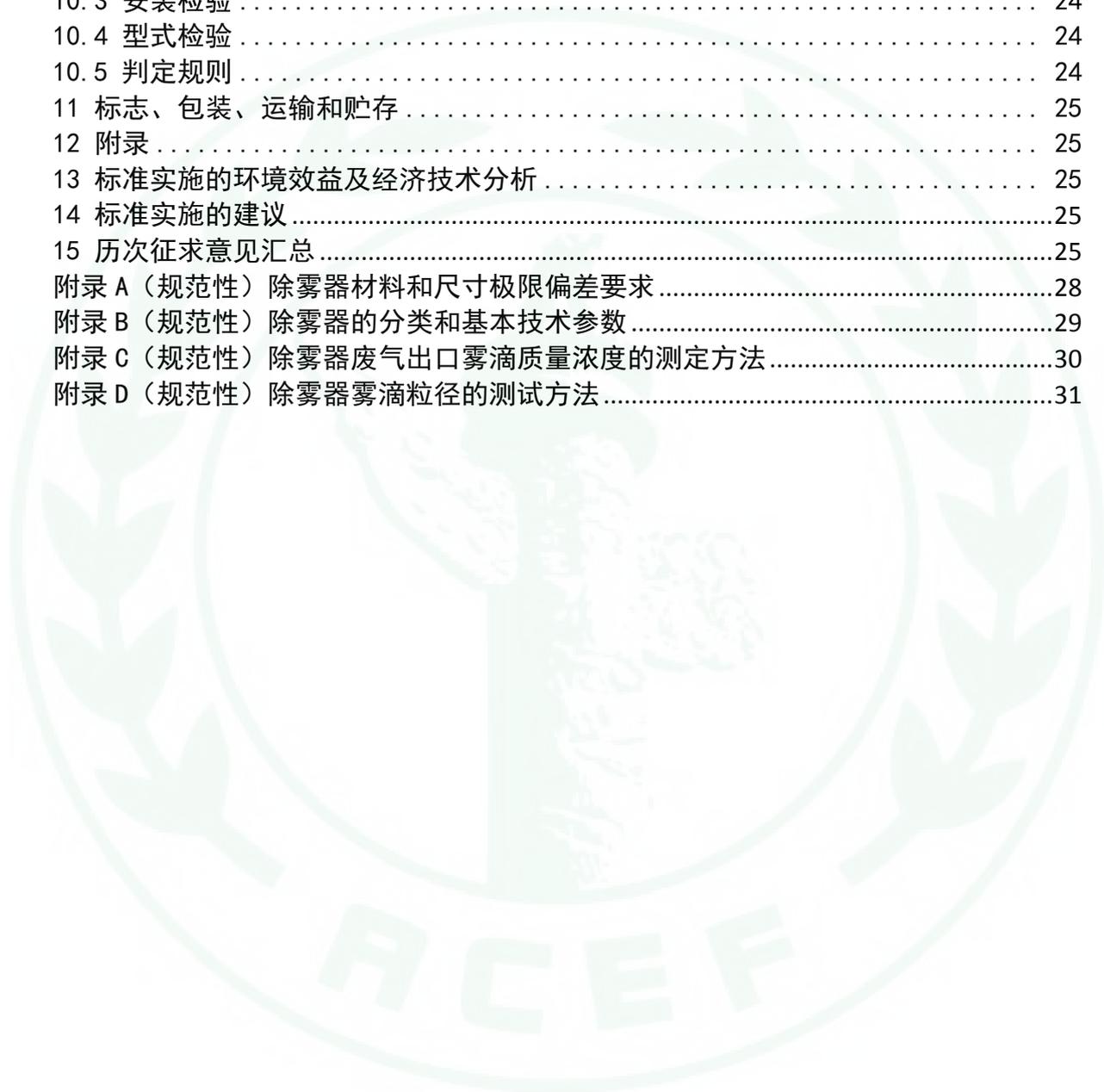
团体标准编制组

2022 年 7 月

目 次

1 标准制定必要性和总体思路	1
1.1 必要性	1
1.2 总体思路	1
2 工作流程	2
3 几何形折板除雾原理	3
3.1 除雾构造组成	3
3.2 几何形折板的除雾原理	3
3.3 刚性碰撞原理	3
3.4 刚性和柔性碰撞协同方法与原理	3
4. 现状调研	5
4.1 现行相关标准调研	5
4.2 现有除雾技术存在短板	5
4.3 国外除雾粒径检测方法调研	6
4.4 国外对雾滴浓度检测与分析方法的	9
4.5 国内外除雾设备调研案例	10
4.6 国内有机化工行业除雾器设置的现场调研	13
4.7 国外设置除雾器设备调研	15
4.8 国内外标准研究与等效采用	16
4.9 国内的法律与标准	16
4.10 国外废气排放标准与法律	17
5 标准主要技术内容说明	18
5.1 范围	18
5.2 规范性引用文件	18
5.3 术语和定义	19
6 产品结构和命名	20
6.1 产品结构	20
6.2 命名	21
7 基本要求	22
7.1 制造、加工与装配	22
7.2 结构	22
7.3 材料	22
7.4 尺寸极限偏差	22
8 性能要求	22
8.1 使用性能	22
8.2 安全保护	22
9 试验方法	23
9.1 尺寸试验	23
9.2 外观检验	23
9.3 平整度检验	23
9.4 除雾器含湿量	23
9.5 除雾器废气出口雾滴浓度	23
9.6 除雾器压力降、漏风率	23
9.7 除雾器几何形折板力学性能	23

9.8 气密性试验	23
9.9 临界速度	23
9.10 临界分离雾滴粒径	23
9.11 水压试验	23
10 检验规则	24
10.1 检验分类	24
10.2 出厂检验	24
10.3 安装检验	24
10.4 型式检验	24
10.5 判定规则	24
11 标志、包装、运输和贮存	25
12 附录	25
13 标准实施的环境效益及经济技术分析	25
14 标准实施的建议	25
15 历次征求意见汇总	25
附录 A (规范性) 除雾器材料和尺寸极限偏差要求	28
附录 B (规范性) 除雾器的分类和基本技术参数	29
附录 C (规范性) 除雾器废气出口雾滴质量浓度的测定方法	30
附录 D (规范性) 除雾器雾滴粒径的测试方法	31



1 标准制定必要性和总体思路

1.1 必要性

根据我国《大气污染防治法》、《大气污染防治行动计划》、采用世界卫生组织在 2005 年公布的《空气质量标准》, GB3095《环境空气质量标准》、GB16297《大气污染物综合排放标准》、行标 HJ/T285《环境保护产品技术要求工业粉尘湿式除尘装置》。其中 GB3095 标准阐明了大气环境中颗粒物和雾滴粒径与浓度之间的关系是检测空气质量的依据,对颗粒物 PM_{2.5} 控制在 35-75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 之间范围是评定空气质量好与坏的标志。而 GB16297 与 HJ/T285 标准仅规范了工业企业 VOCs 污染排放要求为颗粒物浓度均在 10 mg/m^3 之间,对颗粒物与雾滴粒径大小的去除率、具体量化要求与控制、浓度排放指标等,对废气预处理的重要性缺乏明确地规范。而国外对颗粒物与雾滴粒径的去除却有技术规范,对含尘雾滴废气处理设备的颗粒物与雾滴粒径 PM_{20.0}, 去除率必须达到 99%的排放标准。

加大对含尘雾滴废气、挥发性有机物预处理的规范和技术改造及提升创新力度。我们在国内各地调研发现的雾霾发生时间都是在湿法脱硫大面积改造之后,环保市场上也缺乏这种高效、无能耗或低能耗的除尘除雾(气液、气固、或气固液的三相分离)技术与设备,更没有雾滴粒径和雾滴浓度的检测方法和测试仪器及相对应的规范和排放标准。

“十三五”期间,我国对改善大气环境及节能减排力度加大,积极鼓励大专院校和企业对环保科研与技术创新协调的发展、目标值不断提高,做了大量废气净化的治理项目,对燃煤电厂、钢铁厂、铸锻造、建材、化工、智能制造、焦化、制药、喷漆、造纸印刷、食品深加工、污水污泥处理、餐厨垃圾、污泥干化与焚烧处理等污染源进行了深度技术提升和减排协同控制,重点污染源大部分进行了脱硫脱硝除尘等相关处理,硫、硝、尘、湿气、氨气、氮氧化物排放量减少相当可观,可是对燃煤电厂和钢铁厂及石化厂烟囱排放的水蒸气-带有可凝结颗粒物减少是相对有限,又因为是这些深度减排的城市雾霾最为严重。原因究竟如何产生,主要是针对废气预处理工艺落后和净化技术相对滞后,直接了当地说脱硫脱硝除尘后的除雾技术及设备欠佳而造成的,其根本在于对除雾技术和要求和具体量化规范和标准的力度不够。

今年 2022 年 1 月 13 日,由工信部、科技部、生态部等三部门联合印发了《环保装备制造业高质量发展行动计划(2022—2025 年)》,提出到 2025 年,环保装备制造行业技术水平明显提升,一批制约行业发展的关键短板技术装备取得突破, **加强关键核心技术攻关**。聚焦“十四五”期间环境治理新需求,围绕减污降碳协同增效、细颗粒物(PM_{2.5})和臭氧协同控制、非电行业多污染物处置、海洋污染治理、有毒有害污染物识别和检测以及生态环境应急等领域,开展重大技术装备联合攻关。聚焦长期存在的环境污染治理难点问题,攻克基础零部件和材料与药剂等卡脖子问题,加快环境污染治理专用的高性能风机、水泵、阀门、过滤材料、低频吸声隔声材料、绿色药剂以及环境监测专用模块、控制器、标准物质研发。**研发大气污染治理用除雾器、喷嘴、脱硝喷枪、吹灰器、换向阀等关键零部件。**

1.2 总体思路

2013 年《国家大气污染防治行动计划》中要求:在钢铁与铸造、燃煤发电、石化、建材、表面涂装、造纸印刷、食品深加工、制药、污水污泥处理、餐厨和垃圾焚烧等行业实施恶臭废气及挥发性有机物的综合整治。

2015 年公布的《中华人民共和国大气污染防治法》中第二条:对颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、恶臭废气、挥发性有机废气、氨等大气污染物和温室废气实施协同控制。2018 年以来我国各个省市都在《重点行业挥发性有机废气专项治理方案》中包括石化、表面涂装、造纸印刷、食品深加工、制药、印染、建材、铸锻造等重点行业。为了加强市场环保监管的力度,更好地促进有机废气及 VOCs 治理的技术发展,有效地控制恶臭废气和 VOCs 排放,暨需制定环保设备对除尘与除雾粒径及雾滴浓度的技术规范、提升对恶臭废气及 VOCs 的排放标准。

本文件适用于喷涂、制药、造纸、有机化工、炭素、印染、橡胶、食品加工、餐厨与垃圾处理、污水与污泥处理、垃圾干化等领域采用惯性碰撞产生旋风形成离心负压、雾滴团聚与凝并作用去除废气中雾滴的预处理设备，可去除临界分离雾滴粒径大于等于 $2.5\mu\text{m}$ 。

2 工作流程

标准编制的工作流程如下述图 1 所示：

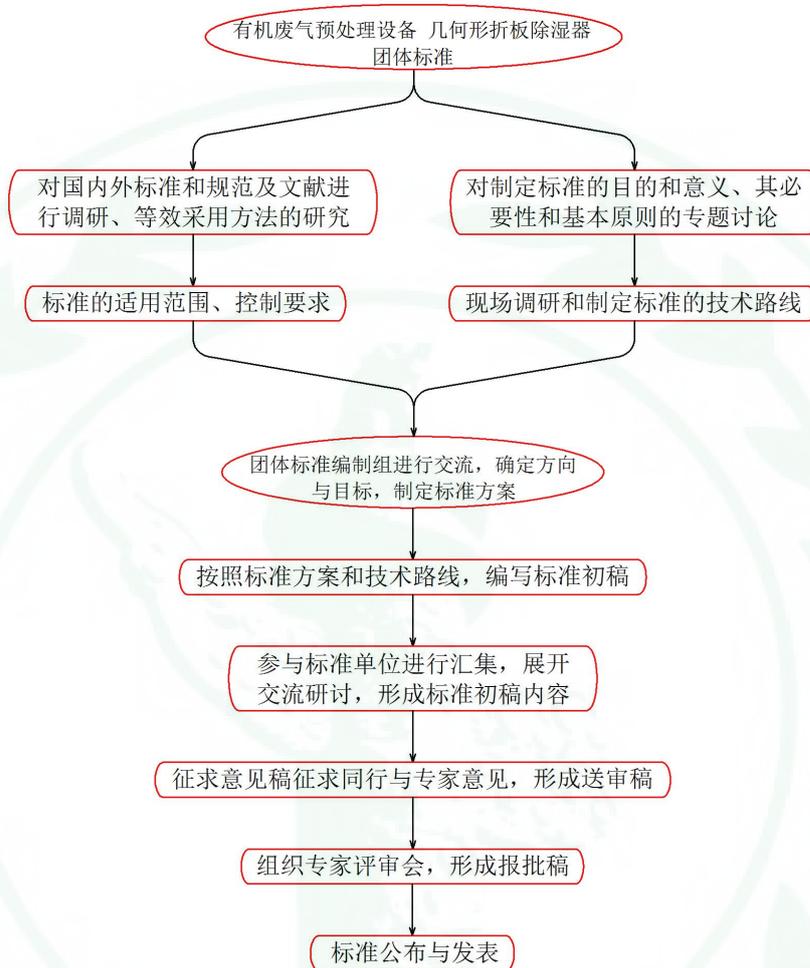


图 1 团体标准编制工作流程

工作内容和进度安排如下表 1 所示：

表 1 工作内容和进度安排

计划时间	工作内容
2021年3-5月	对国内外相关文献、标准进行调研，提交调研总结。
2021年6-9月	调研国内外目前含尘雾滴废气处理设备存在的问题，提交调研总结。
2021年10月	针对现有调研基础及方针思路，邀请行业企业科研专家等召开开题论证会。
2021年11-12月	开展专家交流会，制定详细方案，编写《废气预处理设备 几何形折板除湿器》初稿，召集项目参与单位开展讨论交流，修改完善标准相关技术内容，形成工作组讨论稿。
2022年6-7月	邀请同行业相关专家开展交流研讨，对初稿进行修改完善，形成征求意见稿。
2022年8-9月	对征求意见稿进行广泛征求意见，并收集汇总形成征求意见汇总表，根据征求意见稿进一步修改完善标准文本，形成送审稿。
2022年10月	组织专家召开评审会，对送审稿进行专家评审，并根据专家意见修改，形成报批稿。
2022年11月	标准报批稿提交中华环保联合会标准委员会审查，并进入报批、发布程序。

3 几何形折板除雾原理

3.1 除雾构造组成

对含尘雾滴废气处理与净化技术，我们利用自主原创性的离心负压机理，其构成特征之一：在几何形折板的构造上、设置多个凹凸形收集槽与 C 形截流挡板、再设有斜面凹槽内贴敷若干组柔性材料，由多块几何形折板组合成除雾过滤通道作为除雾过滤模块；特征之二：依据傅立叶级数变换与逆变换、正余弦函数和周期性相位角线性变换在几何形折板构造组合成不同波形频域大小的除雾过滤通道作为除雾过滤模块。

3.2 几何形折板的除雾原理

含尘雾滴废气流经除雾器设有几何形折板光滑与平整构造上，又与依据傅立叶级数变换与逆变换、正余弦函数和周期性相位角线性变换在几何形折板平面或凹槽构造上、与贴敷柔性材料组合成废气除雾过滤模块内间距不同的通道与板壁和刚性及柔性材料发生惯性、刚性与柔性碰撞协同结合、废气被加速旋转所形成的强烈湍流并在通道内静压、动压转换产生离心力和负压区域。通过离心力作用，在凹凸形收集槽和 C 形截流挡板形成若干组负压区域，因为负压区域不受外界压力与气流干扰影响、而又是雾滴团聚或含尘雾滴凝并的最佳场所；其区域内团聚后发生相互碰撞凝并成大颗粒液滴的同时、液滴自重增加得以沉降及流出的创新工艺；把离心负压原理的衍生技术与特征进行了除雾机理的创新，利用空气动力学和流体力学在几何形折板构造组合成除雾过滤模块内协同发挥，对废气中残余的雾滴或含尘实施团聚与凝并后达到分离效果。

其技术路线图如图 1 所示。

含雾滴或含尘废气中经由除雾器的除雾过滤模块内的临界流速、低压力降、且无能耗对雾滴粒径去除及除雾效率在实验中测试的曲线图如下述图 22、图 23 所示。

3.3 刚性碰撞原理

除雾器内除雾过滤模块，采用几何物理法，设计成多块几何形折板、其表面光滑平整构造组成的除雾过滤模块；当雾滴或含尘废气经由变径减压的分流与分离，流经除雾过滤模块内间距不同的通道，废气在通道内的几何形折板发生惯性及刚性碰撞、气体被加速旋转所形成的强烈湍流并在通道内静压、动压转换产生离心力和负压区域，引起雾滴颗粒凝结、凝并、提升雾滴颗粒效应下团聚，对废气含雾滴的高效除雾器；利用惯性及刚性碰撞、离心力、负压区域作用，把含尘和雾滴进行耦合与团聚、气液或气固二相分离后废气再流入到变径排气管向外排出。

3.4 刚性和柔性碰撞结合方法与原理

除雾器内废气除雾过滤模块，依据傅立叶级数变换与逆变换、正余弦函数和周期性相位角线性变换在几何形折板的平面或凹槽构造上、贴付厚度为4mm以上多微孔形橡胶板组成不同波形频域大小的废气除雾过滤模块内间距不同的通道；当雾滴或含尘废气经由变径减压后分流与分离，流经废气除雾过滤模块内通道，雾滴或含尘废气与折板发生惯性及刚性和柔性碰撞的协同与结合、废气被加速旋转所形成的强烈湍流并在通道内静压、动压转换产生离心力和负压区域，引起液体颗粒凝结、凝并、提升雾滴颗粒效应下的团聚，对废气含雾滴的高效除雾器；利用惯性及刚性与柔性碰撞的结合、离心力、负压区域的作用，把含尘废气中的粉尘和雾滴进行耦合与团聚、气液或气固二相分离后废气再流入到变径排气管向外排出。

请参照下述图 2、图 3 带有喷淋除雾器外形图、无喷淋除雾器外形图，下述图 4、图 5 几何形折板组合成除雾过滤模块（刚性碰撞）的构造和原理图；无喷淋除雾器的几何形折板组合成除雾过滤模块（刚性与柔性碰撞结合型）构造和原理图。

3.4.1 带有喷淋除雾器外形图

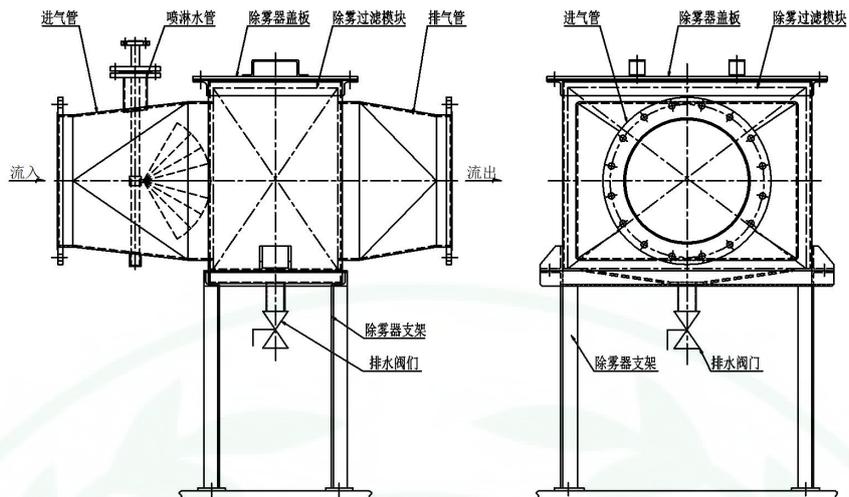


图2 带有喷淋一级除雾器外形图

3.4.2 无喷淋除雾器外形图

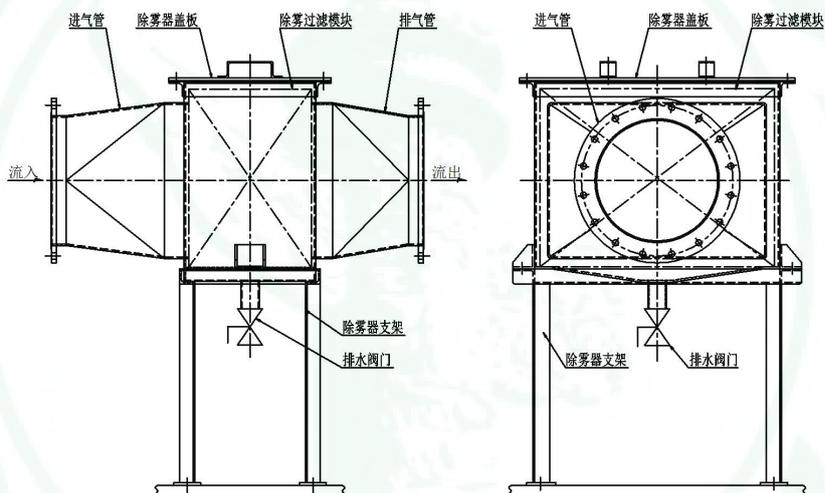


图3 无喷淋二级除雾器的外形图

3.4.3 除雾过滤模块构造图（刚性碰撞型）

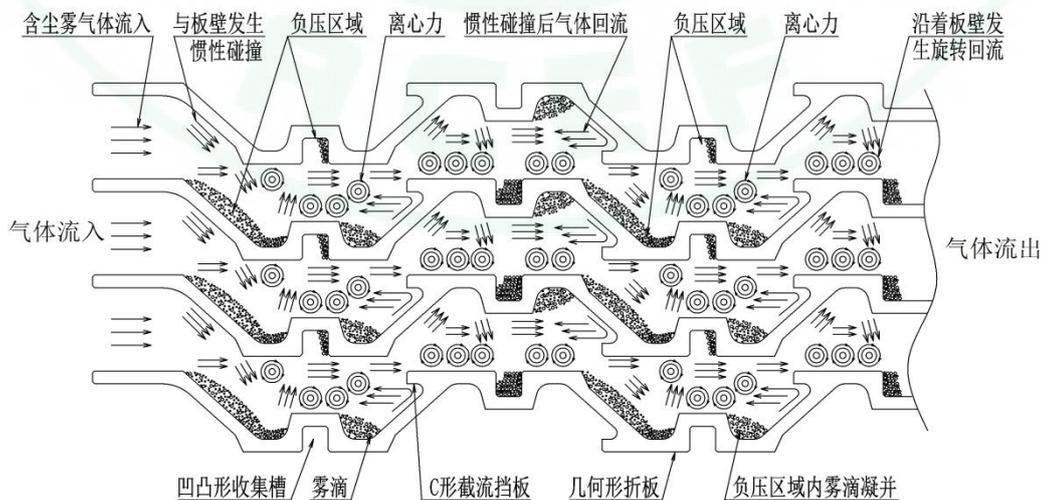


图4 带有喷淋除雾器内几何形折板（刚性碰撞型）构造和原理图

3.4.4 除雾过滤模块构造图（刚性与柔性碰撞结合型）

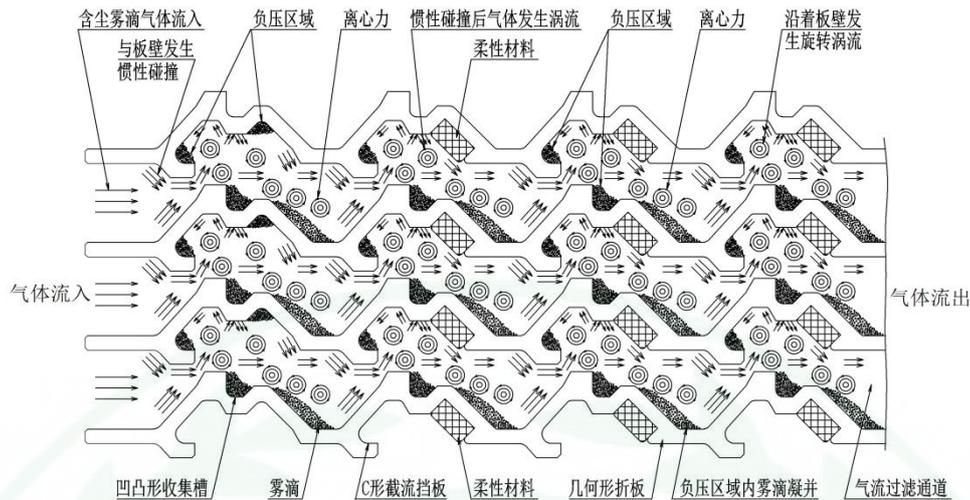


图5 无喷淋除雾器的除雾过滤模块（刚性与柔性碰撞结合型）构造和原理图

4 现状调研

4.1 现行相关标准调研

目前国内还没有对除雾粒径与除雾浓度及除雾效率的技术规范和标准，参照日本横滨市环境创造局制定的《下水道机械设备设计指针》、日本下水道协会公布的《日本下水道事业团机械设备设计指针》、日本国标《JIS K0103-2011 排废气中对硫化物的分析方法》中对去除颗粒物和雾滴浓度与粒径的量化指标。对临界分离雾滴粒径 PM_{20} 去除率为 99% 以上，对废气中含雾滴浓度的测试方法及排放指标。在废气治理中国际上还没有对去除雾滴粒径及雾滴浓度的技术要求，世界上除日本在对产品上有设计规范。

日本对污水和污泥处理、污泥消化发酵处理、污泥干化和焚烧、餐厨垃圾处理过程中产生含湿率为 100% 状态下的恶臭气体和 VOCs、在使用催化材料、活性炭材料的吸附之前必须设置预处理设备、对除尘与除雾的工艺要求，其目的是为保护后续催化材料、活性炭材料吸附对恶臭气体和 VOCs 的催化与吸附效果，提升材料的使用寿命和效率，降低运行成本，减少危险废物对环境造成二次污染的可能。

本文件《废气预处理设备 几何形折板除雾器》团体标准的制定，积极相应今年年初工信部、科技部、生态部《环保装备制造业高质量发展行动计划（2022—2025 年）》中关键零部件的研发。可弥补国内外环保产品短缺和技术标准中的空白，目的是推进废气预处理防治和有效控制大气污染及标准用于市场需求。

4.2 现有除雾技术存在短板

目前对含雾滴与含尘废气处理设备很多，但对于处理 $PM_{5.0}$ 以下的雾滴粒径，其技术单一性和效果不佳。除雾方法现有冷冻与冷凝法、固液体吸附式、热泵与压缩、膜等技术。在市场上广泛应用的废气处理设备为电除尘器、电除雾器、袋式除尘以及若干技术结合而成的新型除雾设备。短板是不能达到高效气液二相同时分离 $PM_{2.5}$ 以上雾滴粒径的难题。

为满足不同领域对含雾滴的 VOCs 治理高标准和严要求，不仅需要节能减排与工艺处理上，结合理论、技术、应用上进行改善与创新，启用离心负压技术解决气液二相同时分离的短板，必须制定出适合目前新的除雾技术规范及产品质量指标。

4.2.1 除雾预处理对催化与活性炭吸附重要性

我们已经非常明白催化材料、活性炭吸附材料对大气污染控制的重要性和唯一性，也是减少大气层中的臭氧和可凝集颗粒物及硝酸雾与硫酸雾的发生、保护大气环境的重要意义存在。但是催化与活

性炭材料也存在短板，在没有对含雾滴与颗粒物的废气预处理状态下用催化与活性炭吸附材料处理，会造成在催化与活性炭材料的多微孔表面上堵塞后，影响催化和吸附效果。

经过活性炭材料的比表面积、碘值 1000 以上、颗粒物粒径、硬度、比重在 450kg/m³ 以上、含水率 10%以下等进行改性改良后，其活性炭的微孔径在 PM5.0 至 PM30.0 之间，比表面积在 1100 (m²/g) 以上，分别对处理硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫、二硫化碳、氨气、三甲胺、苯乙烯、氯乙烯等不同化学物质浓度，调整好吸附材料的吸附平衡关系，提升对废气吸附效果高，前提时必须具备良好的预处理除尘除雾条件，可避免废气中颗粒物和雾滴来阻碍活性炭材料孔径和影响其吸附效果。通过材料的填充厚度、接触时间、空塔速度、压力降等，目的是提高除臭与吸附效率，延长活性炭材料使用寿命及一年以上效果，并可降低处理废气的运行成本。

活性炭材料微孔的具体特征：（显微镜下放大 500 倍后测出孔径是 PM5.0 至 PM30.0 之间）

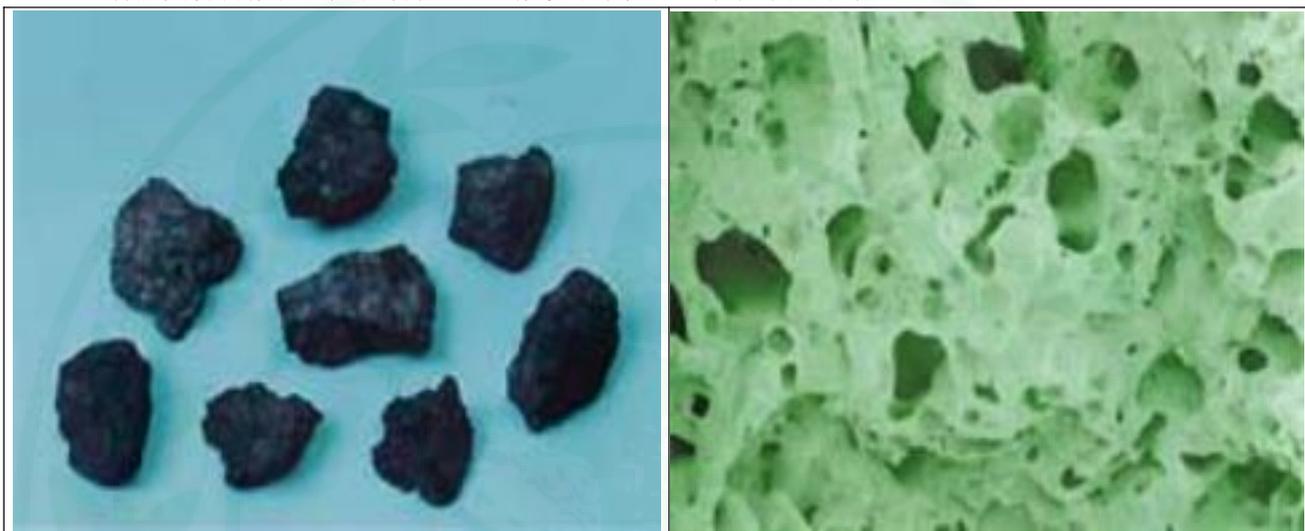


图 6 活性炭吸附材料放大图

图 7 活性炭吸附材料的孔径大小特征

4.2.2 各种除雾器性能比较

下列表 2 为本文件的几何形折板除雾器与日本拉梅拉式除雾器、国内塔式除雾器在性能与效果方面进行参数的比较。

表 2 参照废气处理行业的除雾器和日本除雾器等之间性能比较

技术参数	处理风量 (m ³ /h)	压力损失 (Pa)	电机功率 (kW)	设备重量 (t)	雾滴浓度 (m ³ /h)	除雾滴粒径 (μm)	除雾效率 %
几何形折板 除雾器	1000 -30000	≤250	无动力，阻力小，不产生二次污染，维护管理简便	0.6	≤1000	≤2.5	70
日本拉梅拉 除雾器	1000 -30000	≤300		1.0		≤20.0	99
塔式除雾器	1000 -30000	≤500	11~22	1.5	≤1000	≤30.0	60

4.3 国外除雾粒径检测方法调研

4.3.1 日本协和化工有限公司除雾器产品技术资料

参照日本协和化工股份有限公司的《拉梅拉式 除雾器 产品技术资料》，日本协和化工的拉梅拉式除雾器具备以下技术特征：

- 1) 适用于水平与垂直流入及 80℃ 以下的恶臭气体处理强度构造；
- 2) 气体分流分离的高效气液分离效果；
- 3) 不会造成堵塞；
- 4) 阻力小与低压损；
- 5) 废气流速快；
- 6) 过滤面积大和较小安装面积；
- 7) 可处理大容量废气；
- 8) 设备制造简便、维护管理方便；
- 9) 具备耐热和耐腐蚀性。

（注：拉梅拉式除雾器是日本引进德国技术和分离原理的基础上，在构造上进行了改进和完善。）

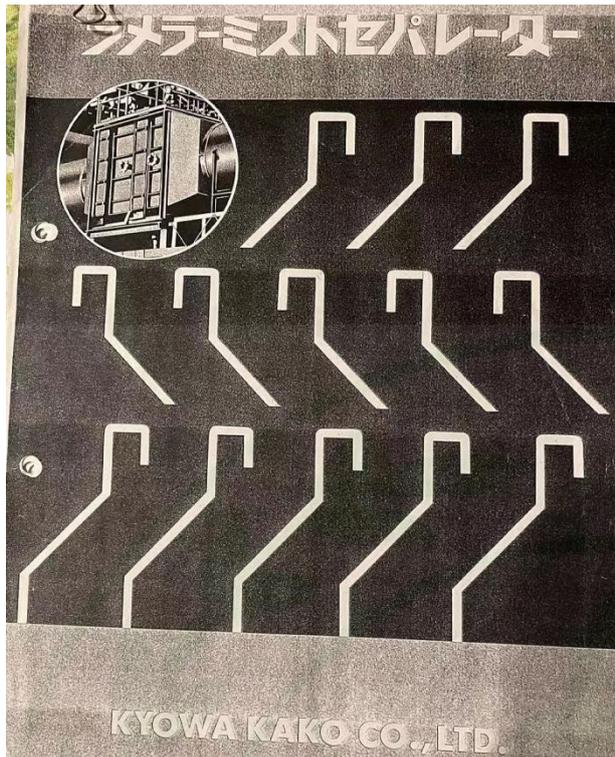


图 8 拉梅拉式除雾器的产品构造图

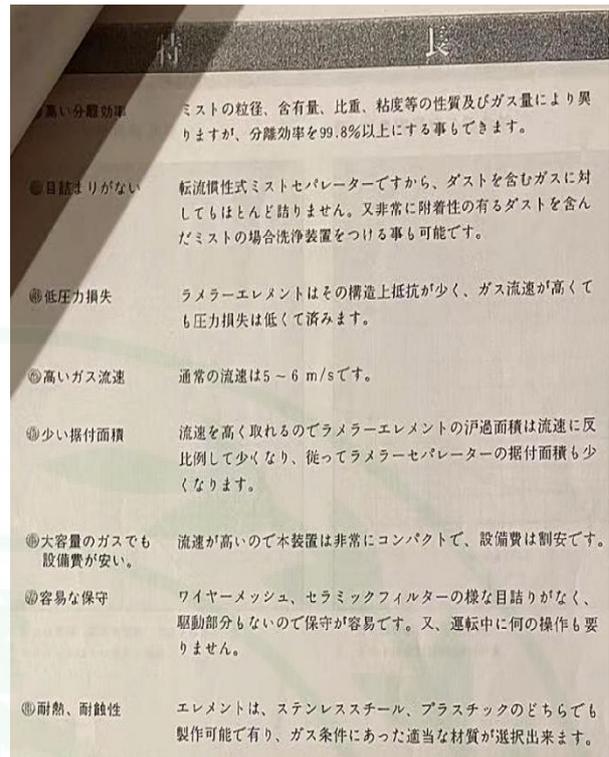


图 9 拉梅拉式除雾器产品的技术特征

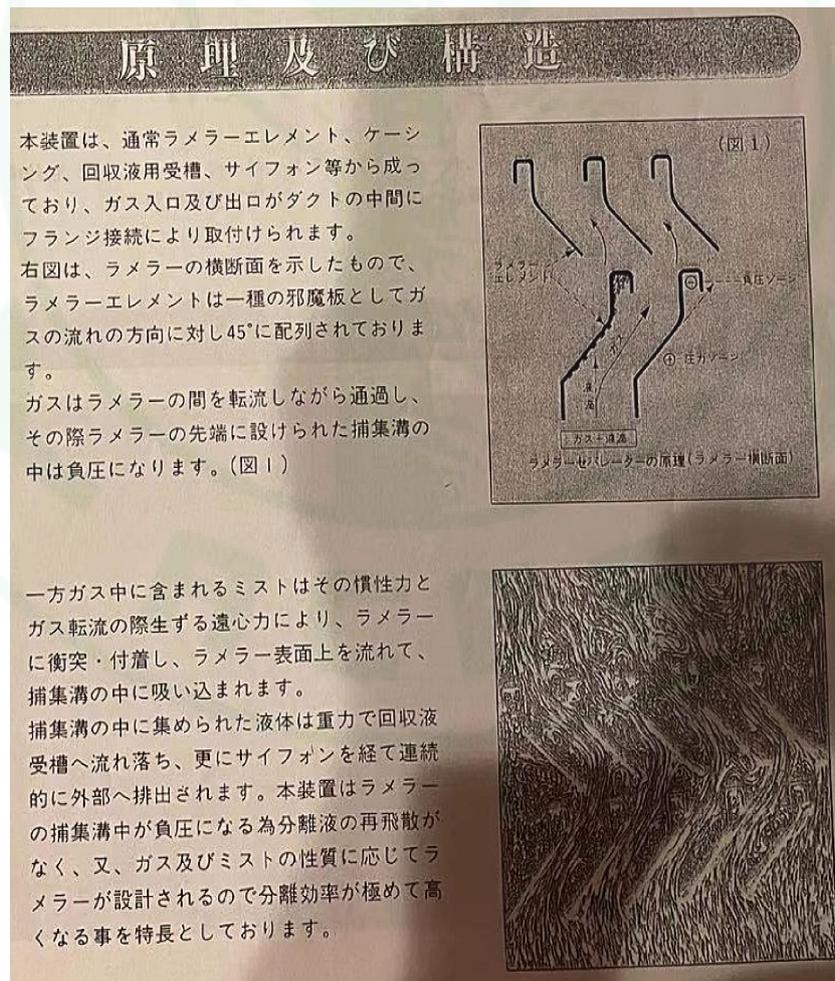


图 10 除雾器采用拉梅拉构造实施负压除雾原理

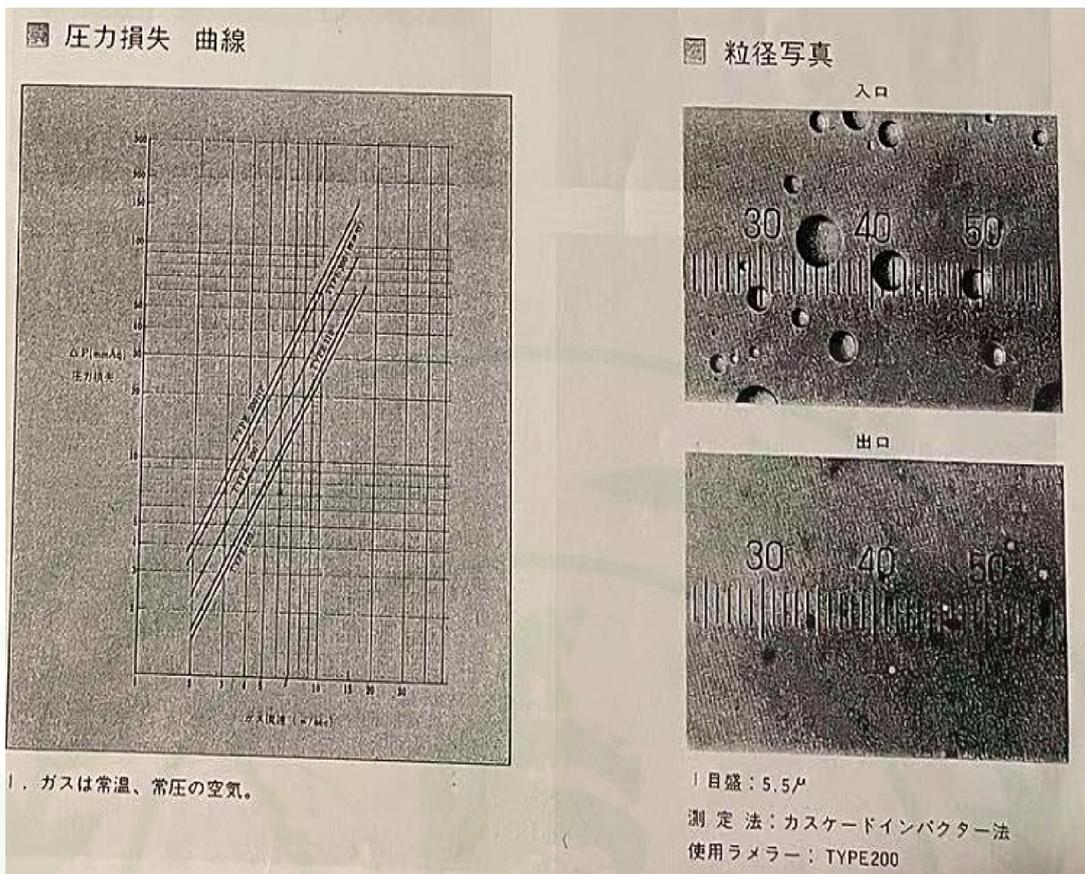


图 11 除雾器的流速与压损曲线及利用光标法测试进排气管的入口及出口雾滴粒径大小



图 12 用于测试除雾器的流速与过滤面积及压损和耐热等其他数据的实验装置

4.3.2 拉梅拉式除雾器测试设备

- a) 除雾器实验设备：用于测试空塔速度、废气流速、压力损失、临界分离雾滴粒径大小；
- b) 耐热和强度测试实验设备：进行循环测试除雾器几何形折板材料在不同工况下的耐热、耐腐蚀程度、拉伸强度、压缩强度、抗压强度、冲击韧度等设备；

4.3.3 拉梅拉式除雾器雾滴测试方法

- a) 雾滴粒径测试设备：微米级标尺，标尺刻度 5.5 微米；
- b) 雾滴粒径测试方法：级联矢量法（也称之为、光标法）；

4.3.4 国内仿制的塔式型除雾设备（拉梅拉式构造）



图 13 塔式复合构造除雾器的展示图

塔式复合型构造除雾器的技术特征：在原有拉梅拉式除雾构造与设置上，增加了塑料球的除雾效率，废气阻力和压损增加，雾滴粒径和浓度及除雾效率没有量化数据显示。

塔式复合型构造除雾器的除雾浓度测试方法，采用计量称重法。

4.3.5 国内除雾器过滤板模块



图 14 国内除雾器过滤模块的展示图

4.4 国外对雾滴浓度检测与分析方法的

排ガス中の硫黄酸化物分析方法

Methods for determination of sulfur oxides in flue gas

序文

この規格は、1989年に第1版として発行されたISO 7934及び1998年に第1版として発行されたISO 11632を基に作成した日本工業規格であるが、ISO 7934については、技術的内容を変更することなく附属書Aに規定し、ISO 11632については、対応国際規格に規定されていない規定項目及び規定内容を追加し、また、その一部を不採用としている。

なお、この規格で側線又は点線の下線を施してある箇所は、対応国際規格を変更している事項である。変更の一覧表にその説明を付けて、附属書JEに示す。また、附属書JA～附属書JDは対応国際規格にはない事項である。

1 適用範囲

この規格は、排ガス中の硫黄酸化物を分析する方法（以下、分析方法という。）について規定する。この規格において、排ガスとは、燃料などの燃焼、鋳石のばい焼、金属の精錬、硫黄製造工程、その他の化学反応、脱硫工程などにおいて、煙道、煙突、ダクトなどに排出されるガスをいう。

注記 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

ISO 7934:1989, Stationary source emissions—Determination of the mass concentration of sulfur dioxide—Hydrogen peroxide/barium perchlorate/Thorin method

ISO 11632:1998, Stationary source emissions—Determination of mass concentration of sulfur dioxide—Ion chromatography method (全体評価：MOD)

なお、対応の程度を表す記号“MOD”は、ISO/IEC Guide 21-1に基づき、“修正している”ことを示す。

2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS B 7981 排ガス中の二酸化硫黄自動計測システム及び自動計測器

注記 対応国際規格：ISO 7935:1992, Stationary source emissions—Determination of the mass concentration of sulfur dioxide—Performance characteristics of automated measuring methods (MOD)

JIS K 0050 化学分析方法通則

JIS K 0055 ガス分析装置校正方法通則

图 15 日本工业规格《废气中硫酸物的分析方法》参考示意图
针对废气排放中污染物质浓度的测试仪器与测试方法

8.3.2 自動計測システムの構成

排ガス中大気汚染物質自動計測器は、例えば図 8.3.1 のように排ガスが流れる煙道に挿入した排ガス試料採取管を用い、自動計測器本体（収納部）に排ガス試料を導入し、本体のガス検知部分（分析計）で検知した排ガス中大気汚染分析濃度に応じた電気信号を指示記録計で指示記録するよう構成されており、0 ガス、標準ガスで指示値を校正する。

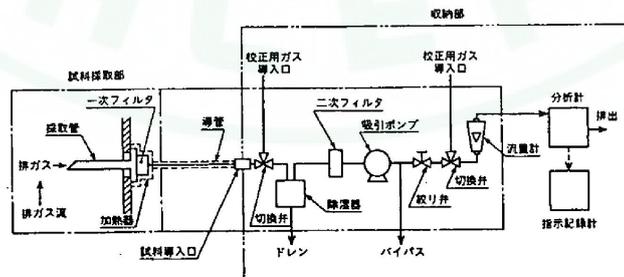


图 8.3.1 計測器構成例

图 16 日本工业规格中对废气排放中污染物质浓度的测试仪器与测试方法示意图

4.5 国内外除雾设备调研案例

在现场设置的实验装置图片：



图 17 现场设置的带有喷淋一级除雾器与二级除雾器外型图



图 18 正在测试除雾器的进口流速及湿气浓度

图 19 现场安装除雾器内几何形折板的模块



图 20 除雾器和现场正在进行测试废气浓度图

>>>>> MINHOPE <<<<<<<		仪器型号: MH3300		仪器型号: MH3300	
Y03000-D烟尘数据报表		打印项目: 直读数据报表		打印项目: 直读数据报表	
文件号: 01887	测量时间: 20-06-05/09:46:41	3#	测量地点: 玛钢旋风除尘后	文件号: 00007	测量时间: 20-06-05/09:56:15
2020-06-05 16:15	2#	文件号: 00026	文件号: 00007	测量地点: 玛钢总排口	4#
采样地点: 烟尘	采样时长: 010m00s	采样时长: 005m00s	采样时长: 005m00s	大气压: 099.63 kPa	大气压: 099.63 kPa
测试项目: 烟尘	大气压: 099.64 kPa	大气压: 099.65 kPa	大气压: 099.63 kPa	烟气温: 034.1 °C	烟气温: 034.1 °C
采样时长: 005m00s	烟气温: +0036 °C	烟气温: 038.9 °C	烟气温: 034.1 °C	含湿量: 003.5 %	含湿量: 003.5 %
大气压: 099.64 kPa	含湿量: 05.3 %	含湿量: 003.6 %	含湿量: 003.5 %	平均动压: 00071 Pa	平均动压: 00071 Pa
烟温: +0036 °C	平均动压: 0544 Pa	平均动压: 00052 Pa	平均动压: 00071 Pa	平均静压: -02.95 kPa	平均静压: -02.95 kPa
含湿量: 05.3 %	平均静压: 02.73 kPa	平均静压: -02.64 kPa	平均静压: -02.95 kPa	平均全压: -02.90 kPa	平均全压: -02.90 kPa
全压: -02.35 kPa	平均全压: -02.60 kPa	平均全压: -02.60 kPa	平均全压: -02.90 kPa	烟气流速: 09.5 m/s	烟气流速: 09.5 m/s
流速: 26.3 m/s	烟气流速: 08.2 m/s	烟气流速: 08.2 m/s	烟气流速: 09.5 m/s	烟道截面: 000.0707 m ²	烟道截面: 000.1257 m ²
截面积: 0000.0615m ²	标况体积: 00194.3 NL	标况体积: 00194.3 NL	标况体积: 00114.5 NL	跟踪率: 0.99	跟踪率: 0.99
锅炉系数: 1.00	跟踪率: 0.98	跟踪率: 0.98	跟踪率: 0.99	采样计温: 030.2 °C	采样计温: 030.2 °C
滤筒号: 1663	采样计温: 029.6 °C	采样计温: 029.6 °C	采样计温: 030.2 °C	采样计压: -17.24 kPa	采样计压: -17.24 kPa
采样嘴: 06.0 mm	采样计压: -20.60 kPa	采样计压: -20.60 kPa	采样计压: -17.24 kPa	采样嘴: 08.0 mm	采样嘴: 08.0 mm
跟踪率: 0.98	采样嘴: 08.0 mm	采样嘴: 08.0 mm	采样嘴: 08.0 mm	标干流量: 00003518 Nm ³ /h	标干流量: 00003518 Nm ³ /h
计温: +38.6 °C	标干流量: 00001686 Nm ³ /h	标干流量: 00001686 Nm ³ /h	标干流量: 00003518 Nm ³ /h	烟尘浓度: 015.94 mg/m ³	烟尘浓度: 015.94 mg/m ³
计压: -09.85 kPa	烟尘浓度: 036.11 mg/m ³	烟尘浓度: 036.11 mg/m ³	烟尘浓度: 015.94 mg/m ³	环境温度: 027.6 °C	环境温度: 027.6 °C
工体: 00228.3 L	环境温度: 027.3 °C	环境温度: 027.3 °C	环境温度: 027.6 °C	尘重: 007015 ug	尘重: 007015 ug
工标: 00176.8Nm ³	尘重: 007015 ug	尘重: 007015 ug	尘重: 001826 ug	衰减率: 13.67 %	衰减率: 07.45 %
工流: 00005826 m ³ /h	衰减率: 13.67 %	衰减率: 13.67 %	衰减率: 07.45 %		
标流: 00004662Nm ³ /h					

检测仪器所检测的数据:

1. 带有喷淋一级除雾器的进口流速: 26.3m/s, 出口流速: 8.2m/s, 除雾器过滤模块临界流速: 5.7m/s, 压力降: ≤250Pa。
2. 无喷淋二级除雾器的进口流速: 8.2m/s, 出口流速: 9.5m/s, 除雾器过滤模块临界流速: 5.7m/s, 压力降: ≤300Pa。

图 21 现场测试一级与二级除雾器的进出口及压损打印出的实验数据

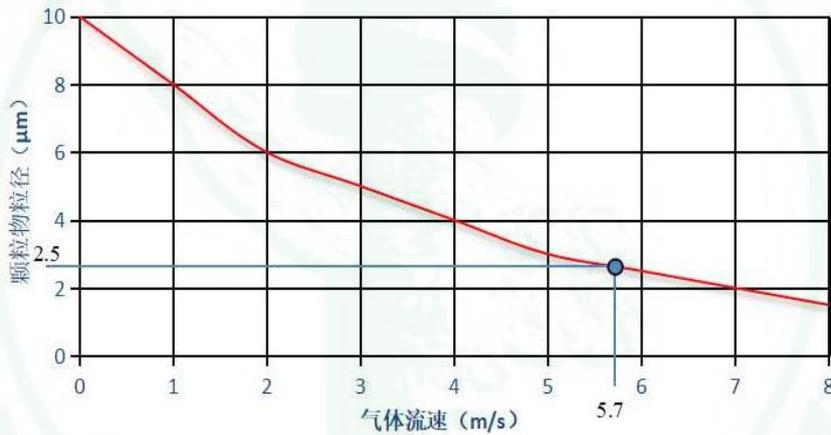


图 22 除雾器的除雾粒径实验效果图

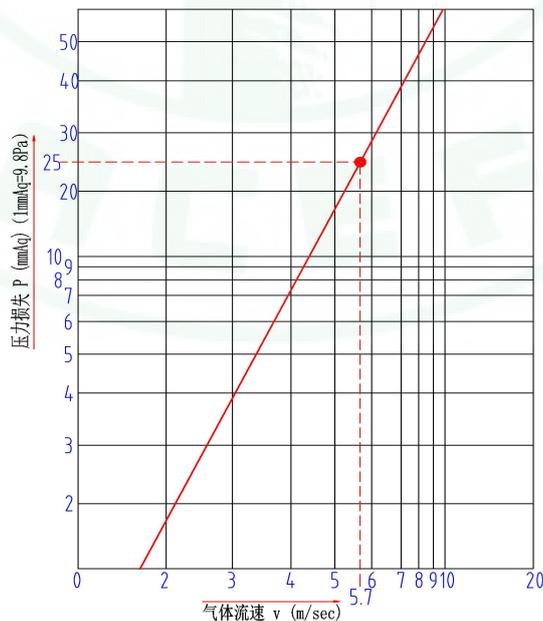


图 23 除雾器内气体临界流速与压损关系的对数曲线图

4.6 国内有机化工行业除雾器设置的现场调研



图 24 涡流强化式除尘器与一级除雾器组合的外观图

4.6.1 国内喷漆房与油烟采用布袋除尘处理现场调研



图 25 喷漆房没有对水漆进行废气预处理造成蜂窝状活性炭吸附被堵塞现象



图 26 蜂窝状活性炭上部布满粉尘造成被堵塞现象



图 27 柱状活性炭上部布满油污被堵塞现象

图 28 柱状活性炭上部布满粉尘被堵塞现象

4.6.2 国内喷漆房对含尘雾滴采用布袋除尘与过滤棉的现场调研



图 29 蜂窝状活性炭吸附前设置布袋除尘（没有经过除尘的布袋）



图 30 蜂窝状活性炭吸附前经过除尘后布袋除尘

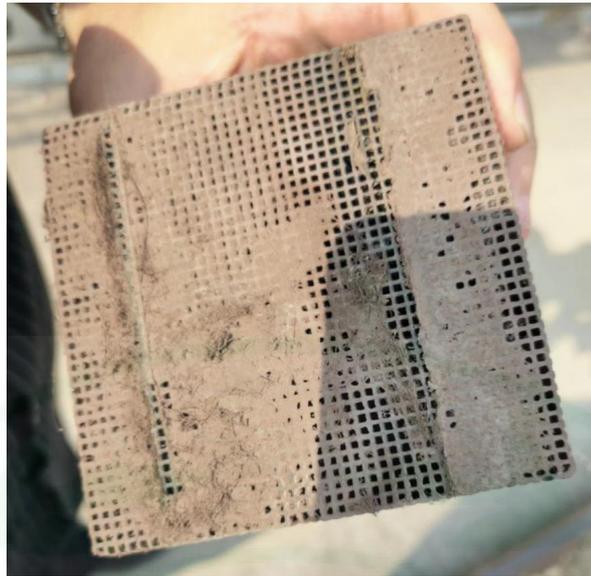


图 31 经过布袋除尘后蜂窝状活性炭吸附的状况

4.7 国外设置除雾器设备调研



图 32 日本大阪府板仓污水处理厂设置的除雾器和风机及活性炭吸附塔外观图

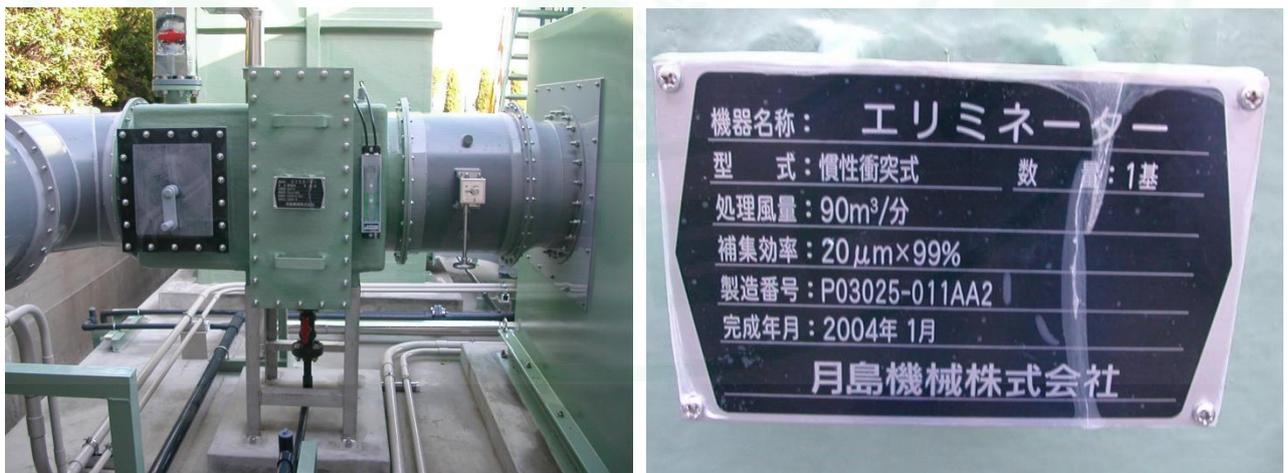


图 33 日本大阪府板仓污水处理厂设置除雾器的处理风量和雾滴捕集效率示意图



图 34 日本埼玉县荒川右岸流域污水处理厂设置的活性炭吸附装置示意图

4.8 国内外标准研究与等效采用

通过调研和收集，目前国内关于废气的除雾（除湿）等技术及相关联的规范和标准的引用文件有日本国标：JIS K0103：2011《废气中硫酸物的分析方法》、还有 2013 年版《日本横滨市环境创造局-下水道机械工事的设计指针》、2015 年版日本协和化工有限公司《拉梅拉式 除雾器 产品技术资料》。

4.9 国内的法律与标准

通过调研和收集，目前国内关于含尘雾滴废气处理设备的除雾与除尘等技术及其相关联法律、规范、标准的引用文件有：

2013 年《国家大气污染防治行动计划》

2015 年新修订的《中华人民共和国大气污染防治法》

GB 150 钢制压力容器

GB 191 包装储运图示标志

GB 8978 污水综合排放标准

GB 16297 大气污染物综合排放标准；

GB 17888.2 机械安全 进入机械的固定设施 第2部分：工作平台和通道

GB 17888.3 机械安全 进入机械的固定设施 第3部分：楼梯、阶梯和护栏

GB 50016 建筑设计防火规范

GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范

GB 50235 工业金属管道工程施工规范及条文说明

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB/T 700 碳素结构钢

GB Z1 工业企业设计卫生标准；

GBZ2.1 工作场所有害因素职业接触限值

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、废气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 986 埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸

GB/T 1040.3 塑料拉伸性能的测定 第1部分：薄塑和薄片的试验条件

GB/T 1184 形状和位置公差 未注公差值

GB/T 1236 工业通风机 用标准化风道进行性能试验

GB/T 1518 湿式除尘器性能测定方法；

GB/T 1634.1 塑料负荷变形温度的测定 第 1 部分：通用试验方法

GB/T 1800.3 极限与配合基础 第 3 部分：标准公差和基本偏差数值表；

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 1843 塑料 悬臂梁冲击强度的测定
GB/T 2547 塑料 取样方法
GB/T 2828.1 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限(AQL)检索的逐批检验抽样计划
GB/T 4267 不锈钢热轧钢板和钢带
GB/T 5836.1 建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材
GB/T 6388 运输包装收发货标志
GB/T 8237 纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂
GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则
GB/T 11653 除尘机组技术性能及测试方法
GB/T 13306 标牌
GB/T 15187 湿式除尘器性能测定方法
GB/T 15432 环境空气 总悬浮颗粒物的测定 重量法；
GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采用方法；
GB/T 16845 除尘器术语
GB/T 18369 玻璃纤维五捻粗纱
GB/T 18742.2 冷热水用聚丙烯管道系统 第2部分：管材
GB/T 18742.3 冷热水用聚丙烯管道系统 第3部分：管件
GB/T 22789.1 硬质聚氯乙烯板材 分类、尺寸和性能 第1部分：厚度1mm以上板材
HGB 2161-62 硬聚氯乙烯焊条(暂行标准)
HJ 544 固定污染源废气 硫酸雾的测定 离子色谱法
HJ 2529 环境保护产品技术要求 电袋复合除尘器
HJ/T 285 环境保护产品技术要求 工业粉尘湿式除尘装置
HJ/T 288 环境保护产品技术要求 湿式烟气脱硫除尘装置
HJ/T 323 环境保护产品技术要求 电除雾器
HJ/T 328 环境保护产品技术要求 脉冲喷吹类袋式除尘器
HJ/T 386 环境保护产品技术要求 工业废气吸附净化装置
HJ/T 387 环境保护产品技术要求 工业废气吸收净化装置
JB/T 5911 电除尘器 焊接件技术要求
JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件
JB/T 5946 工程机械 涂装通用技术条件
JB/T 8536 电除尘器机械安装 技术条件
JB/T 9054 离心式除尘器
JB/T 10989 湿法烟气脱硫装置专用设备 除雾器
JB/T 53133 回转反吹类袋式除尘器 产品质量分等
JG/T 131 增强聚丙烯(PVC)门窗增强型钢
JG/T 3011 通风器
JGJ/T 309 建筑通风效果测试与评价标准；
MT 159 矿用除尘器通用技术条件

4.10 国外废气排放标准与法律

参照日本的法律和标准：

日本政府在 2015 年颁布了：

日本に関する「大気汚染防止法施行令及び施行規則」-1

译文：（日本大气污染防治法及实施规则-1）

日本に関する「大気汚染防止法施行令及び施行規則」-2

译文：（日本大气污染防治法及实施规则-2）

日本政府在 2018 年又颁布了《大気汚染防止法》：

「ばい煙発生施設」(法施行令別表第 1)

译文：《燃煤废气发生设施》（法施行令另表第1）
别表 1-2 大气污染防治法「揮発性有機化合物排出施設」
（法施行令別表第 1-2）
译文：附表 1-2：大气污染防治法《挥发性有机化合物的排放设施》
（法施行令另表 1-2）
别表 2 大气污染防治法「一般粉塵発生施設」（法施行令別表第 2）
译文：附表 2：大气污染防治法《一般粉尘发生设施》（法施行令另表第 2）
别表 3 大气污染防治法「特定粉塵発生施設」（法施行令別表第 2 の 2）
译文：附表 3：大气污染防治法《特定粉尘发生设施》（法施行令另表第 2）
别表 4：大气污染防治法「特定粉塵排出等作業」（法施行令第 3 条の 4）
译文：附表 4：大气污染防治法《特定粉尘排出等作业》（法施行令第 3 条之 4）
日本国标：JIS K0103：2011《排ガス中の硫黄酸化物分析方法》
译文：日本国标：JIS K0103：2011《废气中硫酸物的分析方法》
2013 年版《日本横浜市环境创造局-下水道机械工事的设计指针》
2015 年版《ラメラミストセパレータ 日本協和化工株式会社 製品技術資料》
译文：2015 年版《拉梅拉式 除雾器 日本协和化工有限公司 产品技术资料》
2020 年版《日本下水道事业团-下水道机械工事的设计指针》

5 标准主要技术内容说明

5.1 范围

本文件规定了产品命名、基本要求、性能要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于喷涂、制药、造纸、有机化工、炭素、印染、橡胶、食品加工、餐厨与垃圾处理、污水与污泥处理、垃圾干化等领域采用惯性碰撞产生旋风形成离心负压、雾滴团聚与凝并作用去除废气中雾滴的预处理设备。

5.2 规范性引用文件

本文件引用了下列文件中的条款。凡是不注日期的引用文件，其有效版本适用于本文件。

GB 150 钢制压力容器

GB 191 包装储运图示标志

GB 17888.2 机械安全 进入机械的固定设施 第2部分：工作平台和通道

GB 17888.3 机械安全 进入机械的固定设施 第3部分：楼梯、阶梯和护栏

GB 50235 工业金属管道工程施工规范及条文说明

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 985.1 气焊、焊条电弧焊、废气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 986 埋弧焊焊缝坡口的基本形式与尺寸

GB/T 1040.3 塑料拉伸性能的测定 第1部分：薄塑和薄片的试验条件

GB/T 1634.1 塑料负荷变形温度的测定 第1部分：通用试验方法

GB/T 1800.3 极限与配合 基础 第3部分：标准公差和基本偏差数值表

GB/T 1804 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 1843 塑料悬臂梁冲击强度的测定

GB/T 4267 不锈钢热轧钢板和钢带

GB/T 5836.1 建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 8237 纤维增强塑料用液体不饱和聚酯树脂
GB/T 10653 高聚物多孔弹性材料压缩永久变形的测定
GB/T 13306 标牌
GB/T 15187 湿式除雾器性能测定方法
GB/T 16157 固定污染源排气中颗粒物和气态污染物采样方法
GB/T 18369 玻璃纤维五捻粗纱
GB/T 18742.2 冷热水用增强聚丙烯管道系统 第2部分：管材
GB/T 18742.3 冷热水用增强聚丙烯管道系统 第3部分：管件
HGB 2161-62 硬聚氯乙烯焊条(暂行标准)
HJ 836 固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 重量法
HJ 2529 环境保护产品技术要求 电袋复合除雾器
HJ/T 288 环境保护产品技术要求 湿式烟气脱硫除尘装置
HJ/T 323 环境保护产品技术要求 电除雾器
JB/T 5943 工程技术 焊接件通用技术条件
JB/T 5946 工程机械 涂装通用技术条件
JB/T 5908 电除雾器 主要件抽样检验及包装运输贮存规范
JB/T 8536 电除雾器机械安装 技术条件
JB/T 10989 湿法烟气脱硫装置专用设备 除雾器
DB37/T 3785 固定污染源废气 低浓度颗粒物的测定 β 射线法

5.3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

5.3.1

几何形折板除雾器 Geometric dehumidifier

利用离心负压原理和雾滴凝并作用，采用几何形折板组合成的模块用于分离废气中雾滴的装置。

5.3.2

除雾效率 Dehumidification efficiency

除雾器在单位时间内捕集到的雾滴质量与进入除雾器雾滴质量的百分比值，%。

[来源：JB/T 10989，3.3 有修改]

5.3.3

压力降 Pressure drop

除雾器进气管入口断面与排气管出口断面的气流平均全压之差，Pa。

[来源：HJ2529，3.14]

5.3.4

临界分离雾滴粒径 Critical separation droplet size

在一定气体流速下能被完全分离去除的最小雾滴粒径， μm 。

[来源：JB/T 10989，3.5，有修改]

5.3.5

临界速度 Critical speed

在正常工况下，除雾效率达到90%以上时对应除雾器出口的最小流速，m/s。

5.3.6

漏风率 air leak percentage

除雾器排气管出口废气量与进气管入口废气量之差与进气管入口废气量的百分比。

[来源：HJ2529，3.14，有修改]

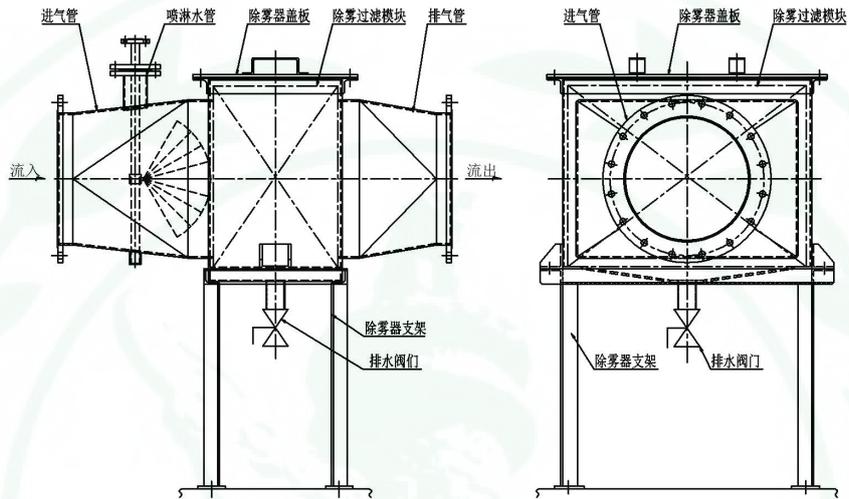
6 产品结构和命名

6.1 产品结构

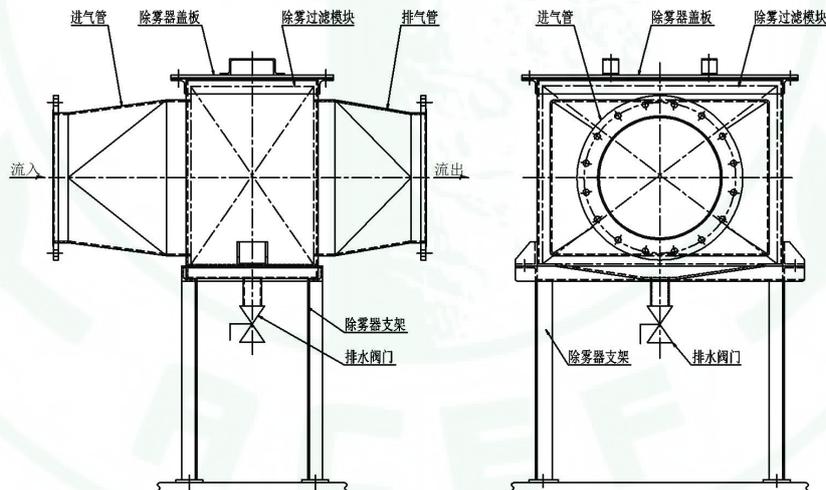
除雾器为至少6块以上的几何形折板组合成一体式除雾过滤模块。几何形折板主要包含凹凸型收集槽和C型截留挡板。除雾过滤模块型式分为无橡胶板贴附的刚性碰撞型，有橡胶板贴附的刚性与柔性碰撞结合型；根据是否有喷淋系统，除雾器分为带有喷淋和无喷淋系统两类。

6.1.1 除雾器外形图

6.1.1.1 带有喷淋除雾器外形图

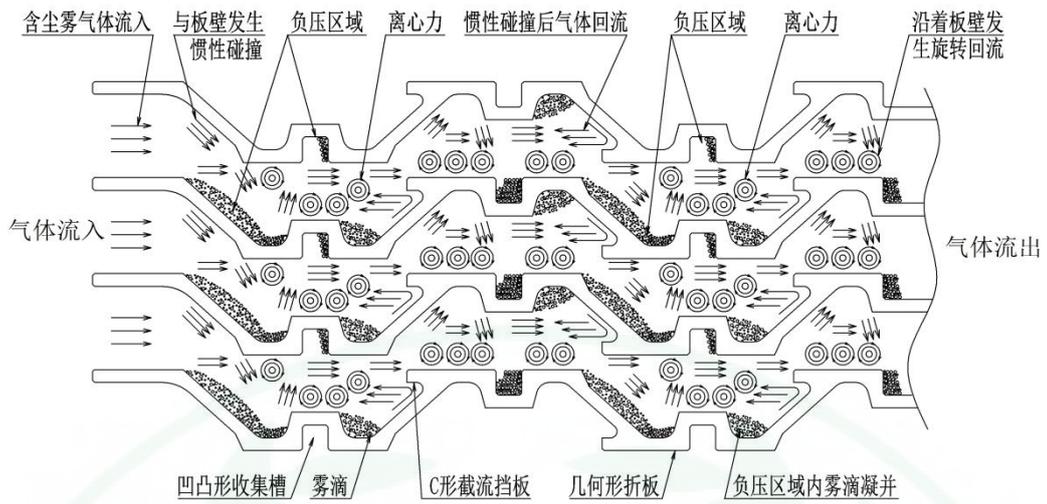


6.1.1.2 无喷淋除雾器外形图

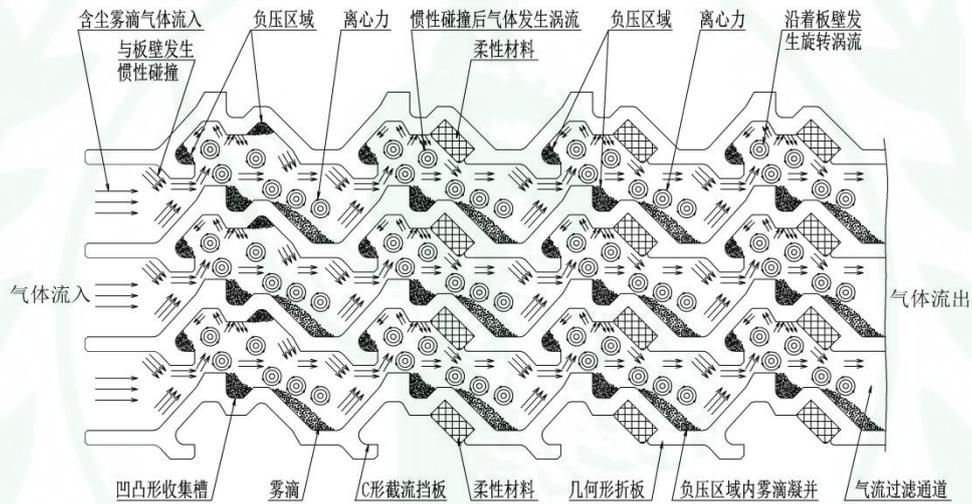


6.1.2 除雾过滤模块构造图

6.1.2.1 除雾过滤模块构造图（刚性碰撞型）



6.1.2.2 除雾过滤模块构造图（刚性与柔性碰撞结合型）



6.2 产品命名

6.2.1 除雾器的型号规定

6.2.1.1 带有喷淋除雾器



示例：PJCWQ-3000 -2，指处理风量为 $3000 m^3/h$ ，配有2个喷淋系统的几何形折板除雾器。

6.2.1.2 无喷淋除雾器



示例：JCWQ-3000，指处理风量为 3000 m³/h，无喷淋系统的几何形折板除雾器。

7 基本要求

7.1 制造、加工与装配

- 7.1.1 应按照产品图样和技术文件要求进行制造、安装、调试和验收，并符合 JB/T 10989 和本文件的要求。用户若有特殊要求，需在订货合同或技术协议上注明。
- 7.1.2 钢制材料的焊接应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2、GB/T 986、JB/T 5943 等相关规定。增强聚丙烯和聚氯乙烯材料的焊接应符合 GB/T 18742.2、HGB 2161-62 相关规定。
- 7.1.3 除雾器的废气流速、压力降等测试孔位置按 GB/T 16157 执行。
- 7.1.4 钢板件公差应符合 GB/T 1804、GB/T 1800.3 中 IT13 级。
- 7.1.5 外形总体尺寸偏差一般按 GB/T 1804、GB/T 1800.3 的 IT17 级。
- 7.1.6 钢制材料拼装件焊缝间隙应符合 GB/T 985.1、GB/T 985.2、GB/T 986 要求。增强聚丙烯和聚氯乙烯材料拼装件焊缝间隙应符合 GB/T 18742.2、HGB 2161-62 要求。
- 7.1.7 除雾器涂装前金属表面应干燥，清除油污、铁锈、焊接飞溅物、毛刺和其它影响质量的杂物。除雾器的涂装质量应符合 JB/T 5946 的规定。
- 7.1.8 除雾器内几何形折板的表面平整度应不大于 2 mm。
- 7.1.9 除雾器排水管下端连接排水槽。排水槽的承载能力应符合 JB/T 10989 要求，排水槽的承载能力为 250 kgf/m²。
- 7.1.10 现场安装按 JB/T 8536 的要求执行。

7.2 结构

- 7.2.1 除雾器的入口与出口应设置测试孔用于压力降的测量。
- 7.2.2 除雾器下部应设置带有排水阀门的排水管。无喷淋系统除雾器，设置排水管最小尺寸应不小于 DN25。
- 7.2.3 带有喷淋系统除雾器，设置排水管应是喷淋水管口径的 2 倍以上。
- 7.2.4 除雾器设置的喷淋系统中相邻喷嘴的喷淋覆盖范围在 120%~150% 之间。
- 7.2.5 含有酸、碱性等废气，应采用刚性碰撞构造型，经由喷淋系统的喷淋量与液气比见附录 B。无喷淋时采用刚性与柔性碰撞结合型。
- 7.2.6 除雾器的几何形折板之间应设置支撑挡圈，其折板间距为 22mm~28mm 之间。当除雾效率要求达到 90% 以上时，宜采用几何形折板斜面上贴附橡胶板的刚性与柔性碰撞结合型。
- 7.2.7 除雾器内几何形折板、支撑挡圈、橡胶板的材料见附录 A。

7.3 材料

- 7.3.1 除雾器应选择长期耐温 80℃ 及以上的材料。除雾器几何形折板的厚度应不小于等于 4mm。
- 7.3.2 除雾器不同部件的材料应选用同一材质，其性能要求见附录 A.1，材质要求见附录 A.2。
- 7.3.3 当含有酸、碱性等废气时，应选择耐酸、碱性的材料，其材质要求见附录 A.2。
- 7.3.4 除雾器材料的机械强度不得低于 GB/T 700、GB/T 4267 中 3 级、GB/T 18369 中 IT12 级规定的强度等级要求。
- 7.3.4 橡胶板材料的压缩永久性变形按 GB/T 10653 中规定的要求。

7.4 尺寸极限偏差

除雾器零部件的尺寸极限偏差见附录 A.3。

8 性能要求

8.1 使用性能

- 8.1.1 带有喷淋除雾器的出口临界分离颗粒粒径应不小于 $2.5\ \mu\text{m}$ ，除雾效率应大于等于 90%。无喷淋除雾器的出口临界分离颗粒粒径应不小于 $2.5\ \mu\text{m}$ ，除雾效率应大于 95%。
- 8.1.2 除雾器进出口压力降不宜超过 250 Pa。
- 8.1.3 除雾器的漏风率不宜超过 2%。
- 8.1.4 除雾器处理风量小于等于 $60000\ \text{m}^3/\text{h}$ 时，除雾器出口的临界速度应不小于等于 $6.5\ \text{m/s}$ ；除雾器处理风量大于 $60000\ \text{m}^3/\text{h}$ 时，除雾器出口的临界速度应不小于等于 $8.0\ \text{m/s}$ 。
除雾器处理风量小于等于 $30000\ \text{m}^3/\text{h}$ 时，除雾器出口的临界速度应不小于 $5.0\ \text{m/s}$ 。
- 8.1.5 除雾器出口过滤面积在 $0.035\ \text{m}^2\sim 2.0\ \text{m}^2$ 之间的废气雾滴浓度应小于等于 $5.0\ \text{mg}/\text{m}^3$ ，除雾器出口过滤面积在 $2.01\ \text{m}^2\sim 4.0\ \text{m}^2$ 之间的废气雾滴浓度应小于等于 $10.0\ \text{mg}/\text{m}^3$ 。
- 8.1.6 除雾器的气体进口温度应不大于 $80\ ^\circ\text{C}$ ，除雾器的气体进口温度在大于 $80\ ^\circ\text{C}$ 情况下，应选择带有喷淋的除雾器。

8.2 安全保护

- 8.3.1 用于支撑除雾器的支架、通道和工作平台、楼梯和阶梯、护栏和扶手的设计与构造，安全技术要求应符合 GB 17888.2、GB 17888.3 中的相关规定。
- 8.3.2 除雾器的连接处应符合 GB 50235 中的相关规定。
- 8.3.3 排水槽内的废水处置应符合国家相应规定。

9 试验方法

9.1 外观检验

采用肉眼逐个对除雾器的结构及各个零部件外观检查以及逐个进行光洁度、粗糙度、有无划伤、烧损和拉毛等缺陷等外观质量检查。

9.2 尺寸检验

采用精度等级不应低于 2 级的工具对受检的除雾器的零部件尺寸逐个进行测量，检查除雾器制造、加工、焊接、装配和材料的尺寸和极限尺寸偏差是否满足要求。

9.3 平整度检验

针对除雾器内的几何形折板，将 2 块~3 块几何形折板按要求挤压成型或焊接成型，检测相同面上几何形折板的平面和外边的平整度。

9.4 除雾器含湿量

除雾器含湿量性能检验的测定方法按 HJ 836 执行。

9.5 除雾器出口废气雾滴浓度

当含酸、碱性等废气，经由除雾器处理出口的废气雾滴浓度小于等于 $5.0\ \text{mg}/\text{m}^3$ 时；当含酸、碱性等废气，经由除雾器出口废气的雾滴浓度小于等于 $10.0\ \text{mg}/\text{m}^3$ 时，其性能测试方法参照 HJ 544 执行；见附录 B。

9.6 除雾器压力降、漏风率

除雾器压力降、漏风率性能测试方法按 GB/T 15187 执行。

9.7 除雾器几何形折板力学性能

除雾器几何形折板应进行成品的材料力学性能，如拉伸强度、冲击韧度、热变形温度等试验按 GB/T 1040.3、GB/T 1634.1、GB/T 1843 执行。

9.8 气密性试验

除雾器应进行压缩空气气密性试验按 GB 150 执行。

9.9 临界速度

除雾器临界速度测定方法按 GB/T 15187 执行。

9.10 临界分离雾滴粒径

除雾器临界分离雾滴粒径测试方法见附录 D。

9.11 水压试验

喷淋系统的喷淋水管及喷嘴的水压试验按GB 50268执行。

10 检验规则

10.1 检验分类

除雾器的检验分为出厂检验、安装检验和型式检验。

10.2 出厂检验

10.2.1 每台除雾器所有零、部件应经制造厂质量检验部门检验合格。

10.2.2 检验项目见表2。

10.3 安装检验

安装检验在现场进行，按 JB/T 8536 要求执行。

10.4 型式检验

凡属下列情况之一者，应进行型式检验：

- a) 新产品试生产或老产品转厂生产时；
- b) 产品结构、材料、主要零部件、工艺等有较大改变，可能影响性能时；
- c) 批量生产时，定期或达到一定产量后；
- d) 产品长期停产（3年以上），需要恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上一次型式检验有较大差异时。

10.4.1 抽样方法：随机抽样，抽样数不超过2台。

10.4.2 检验项目见表2。

表2 除雾器检验项目和要求

序号	项目名称	要求	试验方法	出厂检验	安装检验	型式检验
1	外观检验	7.1~8.2.3	9.1	√	√	√
2	尺寸检验	7.1~8.2.3	9.2	√	√	√
3	平整度检验	8.1~8.2.3	9.3	√	√	√
4	除雾器出口废气雾滴浓度	8.1.5	9.4	--	√*	√
5	除雾效率	8.1.1	9.5	--	√*	√
6	除雾器压力降	8.1.2	9.6	--	√*	√
7	除雾器漏风率	8.1.3	9.7	--	√*	√
8	临界分离雾滴粒径	8.1.1	9.8	--	--	√
9	临界速度	8.1.4	9.9	--	--	√
10	气密性试验	--	9.10	√	√*	√
11	水压试验	--	9.11	√	√*	√

注：打“√”表示要检验的项目，*为安装现场检验。

10.5 判定规则

10.5.1 检验结果应符合第7、8、9章的规定。

10.5.2 除雾器主要性能指标出口废气的雾滴粒径、雾滴浓度、压力降、漏风率有不合格项时，允许返修复检直至合格；其余项目任一项检验不合格，应加倍抽样复检，若仍不符合规定，就判定为不合格。

11 标志、包装、运输和贮存

11.1 标志

11.1.1 在适当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的有关规定

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

11.2 包装、运输和贮存

11.2.1 除雾器本体主要件应符合HJ/T 323、JB/T 5908的规定。

11.2.2 产品应用干净的有篷车或船舶运输。

11.2.3 产品应存放在通风干燥、不受日晒、雨淋的环境中。

12. 附录

附录包括附录 A、附录 B、附录 C、附录 D 均为规范性附录。

本标准将除雾器材料和尺寸极限偏差要求、除雾器的分类和基本技术参数、除雾器废气出口雾滴浓度的测定方法、除雾器雾滴粒径的测试方法作为规范性文件放在附录中，具体内容见附录。

13. 标准实施的环境效益及经济技术分析

标准内容体现了治理污染的全过程控制，对保证达标排放，进而保护环境，促进循环经济发展起到推动作用。

本标准推荐的处理工艺为当前国内外先进节能的预处理除雾与除尘工艺，是经济、实用、可靠的工艺技术，标准实施后可带来以下效益：

1) 有利于国家相关环保政策的贯彻执行，从技术层面上确保实现工矿企业废气治理的达标排放，降低大气环境污染，保持生态平衡，实现环境社会效益。

2) 我国现行国家标准要求粉尘排放限值为 30 mg/m^3 ，国家标准《火电厂大气污染物排放标准》（征求意见稿）拟将最高排放标准提高到 10 mg/m^3 ，国内某些省级和市级地区的地方排放标准已提高到 10 mg/m^3 以下，对于雾滴排放的规范及标准目前没有明确的规定。在发达国家，其粉尘的排放标准更高，对于雾滴的排放也有明确的规定。通过本标准的颁布与实施的排放标准可控制在 10 mg/m^3 以下；除雾设备的运转率可从当前的 60 % 提高到 90 % 以上；除雾设备的应用比例可从目前 30 % 的使用量提高到 90 % 的普及率。

3) 经济效益主要表现在项目投资、运行能耗和维护费用。以燃煤电厂 300MW 机组锅炉废气为例，排放标准小于 30 mg/m^3 ，处理风量 200 万 m^3/h ，采用除雾设备项目投资约 2000 万比采用电除雾少投资约 30 %，占地节省大于 30 %，运行能耗相当低，检修费用与常规的除雾器和电除雾相比每年约减少 100 万元以上。

4) 使得几何形折板除雾器在环境工程设计、安装、现场施工、验收及运行管理等环节的技术应用规范化，保证设备质量，提高设备运行效益。

14. 标准实施的建议

本标准属于环保产品或设备类的技术规范，主要是落实《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、钢铁、造纸、水泥、有机化工、建材及建筑施工等领域对颗粒物排放的规定，规范的产品设备标准，控制颗粒物与雾滴的排放，改善环境质量，保障人民的健康，促进生态环境的和谐。

本产品标准实施后，将规范的设计、建设和运行，保障产品或设备质量，减少含尘雾滴和颗粒物及废气的排放。

为了推行本标准的实施，改善当前大气污染治理工程的现状，需要地方政府和企业实施一系列污染治理设施的管理措施，强化污染设施运行的监管力度。同时，需要政府采用鼓励措施，调动企业开展高效预处理的除雾和除尘积极性，积极保护大气环境，尽力降低企业运行成本的同时、加大对环保关键技术的创新、新产品的应用。

15 历次征求意见汇总

在本标准制定过程中，编制组介绍了《废气预处理设备 几何形折板除雾器》编制的必要性、总体思路、工作流程、现状调研和主要技术内容等，于 2022 年 6 月 27 日召开初稿讨论会，与会专家提出了如下意见，编制组已将下列意见全部采纳，详见表 3。

表3 初稿专家论证会意见汇总及处理表

序号	意见	处理情况
1	建议有机废气的“有机”删除和除湿器改为“除雾器”	采纳，见标准文本首页
2	封面标题表述，建议增加长横线	采纳，见标准文本首页。
3	前言，参照 GB/T1.1-2020 版本修改	采纳，见标准文本的前言。
4	建议将“适用范围”扩大，	采纳，见标准文本中的“适用范围”。
5	需要斟酌“试验方法”	采纳，见标准文本中第“7 试验方法”。
6	建议“引用文件按照标准数字大小来排序”	采纳，见标准文本中的“规范性引用文件”。
7	增加“几何形折板除雾器”的定义	采纳，删除有机废气中的“有机”文字，扩大了采用除雾器的处理废气的定义和内容。
8	建议“除湿效率”更改	采纳，见标准文本中“除湿效率”更改为“除雾效率”。
9	有无喷淋系统的百分比，是否增加相应的说明	采纳，见标准文本中“6 使用性能”中“6.1.1 带有喷淋除雾器的出口临界分离颗粒粒径应不小于 2.5 μm ，除雾效率应大于等于 90%。无喷淋除雾器的出口临界分离颗粒粒径应不小于 2.5 μm ，除雾效率应大于 95%”。
10	建议可改为产品型号	采纳，见标准文本中的“产品型号”，产品型号分为“带有喷淋除雾器和无喷淋除雾器”。
11	建议增加图例，更明确	采纳，见标准文本中的增加了“带有喷淋除雾器外形图、无喷淋除雾器外形图”，除雾过滤模块构造图中的“刚性碰撞型、刚性与柔性碰撞结合型”。
12	建议“有喷淋和无喷淋，可采用 Y 或 N 的标识方式”	未采纳，在除雾器外形图上有明确表示。
13	5.1.1 中是否存在有冲突的标准，	未采纳，废气处理项目不同采用标准文本不同。
14	5.1.7 中的“焊接飞溅物”有错	采纳，已修改，见标准文本第 5.1.7 条。“焊接飞溅物”更改为“焊接飞溅物”。
15	5.1.8 部分，明确“平整度属于纵向？横向？，需要修改	采纳，见标准文本第 5.1.8 条，已修改成“表面平整度”。
16	建议“承载能力定义为 250 的依据”	采纳，见标准文本第 5.1.9 条“除雾器排水管下端连接排水槽。排水槽的承载能力应符合 JB/T 10989 要求，排水槽的承载能力为 250kgf/m ² ”。
17	5.2.1 “应设置用于测量压力降的测试孔”的语句不顺，建议更改	采纳，见标准文本第 5.2.1 条中“应设置测试孔用于压力降的测量”。
18	“有无喷淋的管径，尺寸要求的具体规定”的要求	未采纳，喷淋水量和喷淋水管径大小，是依据液气比而算出喷淋水管径尺寸大小。
19	除雾器出口过滤面积与 6.1.5 中参数的关系是什么	采纳，临界速度与出口面积和除雾质量浓度之间的关系，请参见标准文本第 6.1.4 中“除雾器处理风量

		<p>小于等于30000 m³/h时，除雾器出口的临界速度应不小于5.0 m/s”； 见标准文本第6.1.5中“除雾器处理风量大于30000 m³/h、且小于等于60000m³/h时，除雾器出口的临界速度应不小于等于6.5 m/s”； 见标准文本第6.1.6中“除雾器处理风量大于60000 m³/h时，除雾器出口的临界速度应小于等于8.0 m/s”；见标准文本第 6.1.7 条中“除雾器出口过滤面积在0.035m²~2.0m²之间的质量浓度应小于等于 5.0 mg/m³”。见标准文本第6.1.8条中“除雾器出口过滤面积在2.01m²~4.0m²之间的质量浓度应小于等于10.0 mg/m³”；其中除雾的浓度与含湿量关系见标准文本中第7.4条除雾器含湿量：除雾器含湿量性能检验的测定方法按HJ836执行。</p>
20	漏风率和气密性可选做一个，建议删除漏风率	<p>未采纳，因为漏风率与除雾器的除雾效率及排水有关；气密性是用于检测除雾器整个装置的焊接部分与法兰连接及盖板是否在一定压力情况下是否存在漏焊与密封效果不良现象发生。水压试验是采用喷淋系统除雾器时需要进行的测试。三者都需要在标准文本中体现。</p>
21	8.4 型式检验，当质量有纠纷等，需要做型式检验，现场检验放进型式检验里	<p>采纳，见标准文本 8.4.2 条中检验项目见表 2。</p>
22	表 2 中外观检验与尺寸检验及除湿器出口废气雾滴浓度，较含糊，指向不明确	<p>未采纳，除雾器的外壳及各个零部件都需要进行标准检验中的检验。除湿器出口废气雾滴浓度要求与除雾过滤模块内的几何形折板间距大小和支撑挡圈的长度尺寸误差有关。</p>
23	规范性还是规范性附录？需要再斟酌与核实	<p>采纳，见标准文本中的附录，是规范性附录。</p>
24	建议不增加硫酸雾部分内容	<p>未采纳。除雾器用于处理挥发性有机废气和恶臭气体中含有不同化学物质成分（不仅仅是对于溶解于水的硫酸雾、硝酸雾、氨气、硫化氢、甲硫醇、甲硫醚、二甲二硫等酸性、碱性、中性化学物质，还有苯乙烯、氯乙烯、庚烷、烃基等）的雾滴，因为没有对雾滴浓度检测有较为恰当的方法，作为借鉴硫酸雾检测部分内容，进行含不同雾滴化学成分的检测方法。</p>
25	在编制说明里，请补充带有喷淋和无喷淋除雾器示意图，说明刚性碰撞与刚性与柔性协同性碰撞原理及几何形折板构造图等	<p>采纳，已补充，见编制说明图 2、图 3、图 4、图 5。</p>
26	在编制说明里，需要补充标准制定必要性中“工信部、科技部、生态部等三部门联合印发了《环保装备制造业高质量发展行动计划（2022—2025 年）》，提出到 2025 年，环保装备制造行业技术水平明显提升，一批制约行业发展的关键短板技术装备取得突破， 加强关键核心技术攻关 。研发大气污染治理用 除雾器、喷嘴、脱硝喷枪、吹灰器、换向阀 等关键零部件”的内容，目的是提升废气预处理设备的重要性。	<p>采纳，在编制说明中，标准制定必要性中增加了“加强关键核心技术攻关。研发大气污染治理用除雾器、喷嘴、脱硝喷枪、吹灰器、换向阀等关键零部件”的内容。</p>

附录

附录 A

(规范性)

除雾器材料和尺寸极限偏差要求

A.1 除雾器的材料

A.1.1 除雾器关键部件材料性能要求

除雾器的零部件为几何形折板，其材料性能要求见表 A.1，零部件材质见表 A.2。

表 A.1 除雾器几何形折板的材料性能表

性能指标	单位	增强聚丙烯几何形折板 聚氯乙烯几何形折板	玻璃钢 几何形折板
拉伸强度	MPa	49.6 以上 40~52	331~552
压缩强度	MPa	45 55~90	310
抗压强度	MPa	70~120 69~110	690
C 型截留挡板冲击韧度	kJ/m ²	8 5~10	23.85
热变形温度 (0.45MPa)	℃	135 80	204

表 A.2 零部件常用材质表

序号	除雾器部件名称	材 质	备注
1	除雾器外壳	碳素结构钢	
2	一般废气	几何形折板	废气 温度
3		支撑挡圈	
4		橡胶板	
5	除雾器外壳	不锈钢、玻璃钢 (FRP)	
6	含酸、碱性 等废气	几何形折板	无碱玻璃纤维玻璃钢 (FRP)
7		支撑挡圈	
8		橡胶板	

A.2 除雾器零部件尺寸极限偏差。

零部件尺寸极限偏差见表 A.3。

表 A.3 零部件尺寸极限偏差

零部件名称	长度方向极限偏差 mm	高度方向极限偏差 mm	厚度方向极限偏差 mm
除雾器壳体	±2	±2	±0.2
几何形折板	±1	±1	±0.5
支撑挡圈	±0.5	0	±0.2
橡胶板	±1	±1	±0.5

附录 B

(规范性)

除雾器的分类和基本技术参数

B.1 分类

除雾器可依据结构形式分为带有喷淋和无喷淋两类除雾器。当含有酸性气体或碱性气体时采用刚性碰撞构造型，无喷淋时采用刚性与柔性碰撞结合型。带有喷淋除雾器采用喷淋水管和喷嘴的喷淋系统；无喷淋除雾器不采用喷淋系统。

B.2 基本技术参数

含有酸、碱性等有机废气选择喷淋时，液气比按照处理酸、碱性的浓度可分为处于小于等于 200 mg/cm^3 和处于大于 200 mg/cm^3 的两类指标；当酸、碱性浓度处于小于等于 200 mg/cm^3 时，除雾器应选择喷淋及喷雾的液气比为 $1 \text{ L/Nm}^3 \sim 2 \text{ L/Nm}^3$ 之间；当酸、碱性浓度处于大于 200 mg/cm^3 时，除雾器选择喷淋及喷雾的液气比应不小于 3 L/Nm^3 。

附录 C

(规范性)

除雾器废气出口雾滴质量浓度的测定方法

C.1 除雾器废气出口雾滴浓度的测定方法按 HJ/T323 和 HJ 544 的规定执行。

C.2 结果计算与表示

C.2.1 雾滴浓度按下式计算

$$\rho = (\rho_1 + \rho_2 - \rho_0) \times V_t \times V_{nd} \times DF \times 98.08 / 96.06$$

式中:

ρ ——废气中雾滴的浓度, mg/Nm³;

ρ_1 ——测定的滤筒及第一支吸收瓶试样中硫酸根(SO₄²⁻)浓度, ug/ml;

ρ_2 ——测定的第二支吸收瓶试样中硫酸根(SO₄²⁻)浓度, ug/ml;

ρ_0 ——测定的实验室空白试样中硫酸根(SO₄²⁻)浓度平均值, ug/ml;

V_t ——待测试样体积, ml;

V_{nd} ——标准状态(101.325kPa, 273K) 下干烟气的采样体积, L;

DF——试样稀释倍数;

98.08——H₂SO₄ 的摩尔质量, g/mol;

96.06——SO₄²⁻的摩尔质量, g/mol。

C.2.2 结果表示

当雾滴浓度大于 1.0 mg/m³ 时, 结果保留三位有效数字; 当小于 1.0 mg/Nm³ 时按 DB37/T 3785 规定执行, 结果保留至小数点后 2 位。

附录 D

(规范性)

除雾器雾滴粒径的测试方法

D.1 除雾器雾滴粒径测试设备

微米级标尺（标尺刻度 1.0~2.5 微米）；便携式 2000 倍显微镜。

D.2 测试材料

a) 微米级标尺：厚度为 1~1.5mm 不锈钢、厚度为 2~3mm 硅片、厚度为 3~4mm 透明有机玻璃(S30408、SiO₂、聚甲基丙烯酸甲酯)；

b) 微米级标尺外壳与盖板材料：硅片、透明有机玻璃（SiO₂、聚甲基丙烯酸甲酯）；

c) 显示微米级标尺光源与照明：白色 LED 灯。

D.3 测试方法

级联矢量法（也称之为：光标法）。

测试废气雾滴粒径的微米级标尺测试仪放入到废气管道的测试孔内，测试仪在测试孔内停留时间为 3 秒至 5 秒之间然后取出，再放入到便携式 2000 倍显微镜放大拍照，可测得废气中含有雾滴粒径大小。