《水处理用臭氧活性碳陶瓷膜一体化装置》

（征求意见稿）

编制说明

《水处理用臭氧活性碳陶瓷膜一体化装置》编制组

二〇二六年一月

目　次

1 工作简况…… 1

2 标准制定必要性……3

3 主要工作过程…… 5

4 国内外相关标准研究…… 7

5 同类工程现状调研…… 7

6 主要技术内容及说明…… 8

7 标准实施的环境效益与经济技术分析…… 10

8 标准实施建议…… 10

9 征求意见处理情况说明…… 10

10 技术审查工作情况说明…… 10

《水处理用臭氧活性碳陶瓷膜一体化装置》编制说明

1 工作简况

1.1 任务来源

本任务来源于中华环保联合会。为提升臭氧活性炭陶瓷膜设备的生产质量、设计水平及运行效果，指导臭氧活性炭陶瓷膜成套装置在我国村镇水处理领域规模化应用，弥补我国臭氧活性炭陶瓷膜水处理设备的标准空白，对臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的制造、设计和检验等方面进行统一规范，实现村镇水处理行业的绿色低碳和高质量发展，中华环保联合会于2023 年 8 月下达了关于《水处理用臭氧活性炭陶瓷膜一体化成套装置》团体标准(中环联字〔2024〕01 号)的标准编制任务。北京林业大学承担该标准的编制工作。参编单位有天健水务集团、山东华瓷环保设备科技有限公司、江苏达格水务有限公司。

1.2 协作单位

本标准编写主要由本文件起草单位：北京林业大学、天健水务集团、山东华瓷环保设备科技有限公司、江苏达格水务有限公司。

2 标准制定必要性、编制依据、编制原则

2.1 制定必要性和重要意义

膜分离技术有着能耗低、水处理效率高、占地面积小的特点，被认为是 21 世纪新型的水处理技术。其中有机膜在水处理中得到广泛研究与应用，但物理、化学和热稳定性较差、抗腐蚀性差、使用寿命短、易堵塞、不易清洗等缺点限制了其进一步推广应用，因而研究材料性能优势更为显著的无机膜尤为必要。无机膜中以陶瓷膜为主导，陶瓷膜是一种新型分离膜，是高性能膜材料的重要组成部分，属于国家重点大力发展的战略新兴产业。与传统聚合物分离膜相比，陶瓷膜具有耐高温、耐化学侵蚀、机械强度好、抗微生物能力强、渗透通量大、可清洗性强、孔径分布窄、使用寿命长等优势。目前，国内无机陶瓷膜的发展十分迅速，现已在化学与石油化工、食品、生物、医药、环保等领域获得成功的应用。水处理方面陶瓷膜主要应用在工业废水（纺织工业、造纸工业、含油工业废水）处理上，并取得了良好的处理效果，但在城镇供水和污水处理方面尚未形成规模化的应用。我国存在人均水资源少，水

需求量大，水环境污染严重等问题，陶瓷膜技术在此问题的解决上可以发挥重要作用，所以陶瓷膜技术在水处理领域有着巨大的市场发展空间。

目前，我国陶瓷超滤膜、微滤膜等品种已达到国际先进水平，生产规模居于国际前列。随着陶瓷膜制备工艺和应用的发展，以陶瓷膜为核心的组合工艺愈加成熟。其中，臭氧活性炭陶瓷膜组合工艺的研究与应用较多，已在工业废水深度处理中进行了规模化应用。臭氧作为一种强氧化剂，可用于脱色除臭、控制氯化消毒副产物、去除藻类和藻毒素、初步去除或转化有机污染物等。在此基础上引入活性炭工艺，能够进一步吸附和去除难降解有机物、微量污染物和残余氧化副产物，并为臭氧分解提供催化位点，促进生成更强氧化性的羟基自由基，从而实现化学氧化与物理吸附的深度耦合。将臭氧与活性炭联合陶瓷膜组成成套装置，不仅显著提高污染物去除效率，还可降低膜表面有机物污染，延缓膜污染速率，提升膜通量恢复能力和运行稳定性。通过这种多单元协同作用，能够有效提高陶瓷膜系统的运行效率和使用寿命，减少清洗频次和维护成本，降低系统运行的综合成本，适用于村镇的小型水处理系统。但目前针对臭氧-活性炭-陶瓷膜设备的标准化工作仍明显滞后于工程实践，尚未形成统一的设备标准体系，难以满足该技术在我国村镇水处理领域的快速发展需求。

本标准的编制将弥补我国臭氧活性炭陶瓷膜水处理设备的标准空白，对臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的制造、设计和检验等方面进行统一规范，有利于提升该设备的生产质量、设计水平及运行效果，从而提升臭氧活性炭陶瓷膜设备在我国村镇水处理领域的成熟度，同时引导臭氧活性炭陶瓷膜成套装置生产制造行业继续进行技术革新，推进产品的迭代升级，从而推动相关行业的健康发展。为臭氧活性炭陶瓷膜技术在我国村镇水处理领域的规模化应用提供理论依据和技术指导，有利于提高该技术在我国村镇水处理领域的应用成熟度和整体水平。

2.2 编制依据

2.2.1 政策法律依据

《中华人民共和国环境保护法》

《中华人民共和国水污染防治法》

《中华人民共和国水法》

《城镇排水与污水处理条例》

2.2.2 技术依据

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 2829	周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)
GB/T 7702.7	煤质颗粒活性炭试验方法 碘吸附值的测定
GB/T 9174	一般货物运输包装通用技术条件
GB/T 12496.8	木质活性炭试验方法 碘吸附值的测定
GB/T 20103	膜分离技术 术语
GB/T 32560	活性炭分类和命名
GB/T 37894	水处理用臭氧发生器技术要求
GB/T 39717	水处理用陶瓷膜板

2.3 编制原则

1）规范性原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020 有关规定，确定标准的结构和内在关系，标准条文层次的划分符合 GB/T 1.1 的规定。

2）统一性原则

本标准的编写和表达方式在三个方面实现统一：一是标准结构的统一，即标准中的章、条、段、表、图和附录的排列顺序与 GB/T1.1 的要求统一；二是文体的统一，即类似的条款由类似的措辞来表达，相同的条款由相同的措辞来表达；三是术语的统一，即同一个概念使用同一个术语，每一个术语尽可能只有唯一的含义。

（3）科学性原则

标准的主要内容分类科学、层次清晰、结构合理，并具有一定的可分解性和可扩展空间。

（4）先进实用和可操作性原则

标准的主要内容应既代表了当前的先进水平，又应以大量的工程实践为基础，突出技术要求的针对性和科学合理性，以便于使用。

3 主要工作过程

3.1 成立标准制订编制组

2023 年 8 月任务下达后，项目承担单位北京林业大学即成立标准制订编制组(以下简称

编制组)。编制组初步拟定了标准制订的原则、工作目标、工作内容和技术路线，讨论了在标准过程中可能遇到的问题、标准定位及侧重点，并根据标准编制任务，制定了详细的标准编制计划与任务分工。

3.2 查询国内外相关标准和文献资料、编制大纲及草案

2023 年 9 月~11 月，编制组根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》(国环规科技〔2017〕1 号)等相关规定，检索、查询和收集国内外相关标准和文献资料，对现有关于臭氧活性炭陶瓷膜设备、研究进展以及存在的问题进行了调研，在整理借鉴的基础上进行归纳和总结，对方法中涉及的设备组成、技术要求、应用设计以及检测与测试方法等的确定和选择等主要内容进行了初步的探讨和总结，确定了一体化成套装置的技术路线和主要研究内容。

3.3 编制开题论证报告及标准草案

2023 年 10 月~12 月，编制组根据拟定的技术路线，开展了村镇水处理用陶瓷膜组件性能检测方法以及臭氧发生器的检测方法等相关实验研究，并在此基础上编写了开题论证报告及标准草案。

3.4 召开专家指导审查会

2024 年 1 月 10 日，邀请行业内相关院士、专家进行了标准方向、内容和规划等方面的审查，并提出了标准草案相关修改意见。2024 年 1 月 10 日，邀请专家对团体标准制定流程及相关要求进行深度解析，标准主编人员汇报标准编制进度、修改情况及待解决的问题，专家对存在的问题提出可行性建议。

3.5 召开立项评审会

2024 年 1 月 24 日，中华环保联合会组织召开了本项目立项评审会。专家委员会听取了编制汇报，经质询和讨论，通过了本项目的立项审查，并提出以下主要修改意见：

(1) 修改标准题目；

(2) 增加相关应用案例；

(3) 一些技术参数需要对应给出测试方法；

会后，编制组根据意见进一步对标准草案进行了修改，并对方法验证方案进行了完善。

3.6 召开征求意见稿技术审查会

2025 年 12 月 07 日，中华环保联合会组织召开了专家组讨论会。专家委员会听取了标

准编制汇报，经讨论，提出了以下主要修改意见：

（1）建议名称修改为：《水处理用臭氧活性碳陶瓷膜一体化装置》；

（2）明确标准的适用范围为村镇供水及污水深度处理；

（3）补充完善专业术语，如“预臭氧”、“原位臭氧”等；

（4）将第六章和第七章内容进行梳理，突出一体化装置的特点和技术要求；

（5）按照 GB/T1.1-2020 标准语言要求修改标准条文格式。

会后，编制组根据专家修改意见对标准草案进行了进一步修改和完善，并对格式进行了修改。

4 国内外相关标准研究

现有国内外标准主要规范了平板陶瓷膜、管式陶瓷膜以及蜂窝中空板式陶瓷膜产品的生产、要求、检测与测试，主要围绕陶瓷膜分离产品及组件进行标准规范。由于臭氧活性炭陶瓷膜组合工艺较为复杂，工艺运行上具有不稳定性，且尚未发现有公开的相关标准，亟需制订一套完整的臭氧活性炭陶瓷膜成套装置标准加以指导。

5 同类工程现状调研

臭氧与活性炭（包括粉末活性炭 和生物活性炭）与膜技术的耦合已被大量实验、试点和工程实践验证，表明三者组合在去除难降解有机物、微污染物去除、改善出水色度与抑制膜污染方面具有协同效应。近年我国陶瓷超滤/微滤膜制备与产业化取得显著进展，陶瓷膜器件及模块已具备较成熟的工程化生产能力并进入污水/饮用水处理工程应用。与陶瓷膜相关的国家/行业标准已有若干，但针对臭氧活性炭陶瓷膜组合设备的专门标准尚缺乏。

农村饮用水处理方面，有中试与工程示范报道将臭氧、陶瓷膜与活性炭一体化设备用于原水直处理，指标显示对浊度、色度、CODMn 有高去除率，且臭氧对膜污染具有缓解作用。中试条件臭氧投加约 3 mg/L、粉末活性炭（PAC）投加约 15 mg/L 时获得良好出水。在印染、制药等高色度/难降解有机物废水中，短流程臭氧-活性炭组合以及与膜联用的工程实践表明该组合能显著降低出水色度和有机物负荷。国内陶瓷膜制造企业已向组合工艺提供模块化产品与整套设备，便于与臭氧发生器与活性炭单元集成。

工程常用 PAC 以便短流程投加、也有固定床生物活性炭（BAC）用于长期生物降解和截留；PAC 与陶瓷膜联用可实现“臭氧先氧化-PAC 吸附-膜截留-”的短流程深度处理，提高对微量有机物-的去除。工程实践显示-PAC-适用性强但缺乏生物稳定化功能；BAC-有助长期生物降解但对运行管理（反冲洗、生物层维护）要求更高。

6 主要技术内容及说明

本文件规定了水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的组成、分类与型号、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于村镇水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置，工业废水的深度处理可参照执行。

6.1 技术要求

水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置，包括臭氧氧化单元、活性炭单元和陶瓷膜单元，臭氧单元由臭氧发生器、臭氧浓度检测仪、臭氧接触罐、尾气处理设备、仪表和检测控制设备及辅助设备组成。活性炭单元由活性炭罐、反冲洗系统、仪表和检测控制设备及辅助设备组成。陶瓷膜单元由陶瓷膜分离组件、水泵、反冲洗系统和检测控制设备及辅助设备组成。臭氧活性炭陶瓷膜成套装置按照进水水质、处理需求、使用条件与场地，可组装成臭氧活性炭成套装置、臭氧陶瓷膜成套装置、活性炭陶瓷膜成套装置和臭氧活性炭陶瓷膜成套装置等。

组成设备及组件表面应光滑平整，无划伤、凹陷、裂痕等缺陷和损伤，表面光洁无污渍。各组件焊接处应均匀、牢固，无漏焊、虚焊、裂纹等缺陷。臭氧发生器的材料选择应符合 GB/T 37894 的规定。活性炭罐的材料选择应符合 GB/T 150.2 的规定。陶瓷膜片材料可选择碳化硅、氧化硅、氧化铝、氧化锆、氧化钛、氧化锰等。水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套设备制造所选用的材料和外购件应有供应厂的质量合格证。设备用于村镇供水时，组件整体卫生安全性应按照 GB/T 17219 的规定执行，与水直接接触的材料和部件具有卫生许可批件或卫生安全型检验报告。通过市场调研列出了不同臭氧设备的臭氧产量和臭氧浓度。通过市场调研列出了不同活性炭罐的活性炭投加量、活性炭吸附容量、空床接触时间、冲洗方式和周期等技术参数。陶瓷膜分离组件性能基本参数膜组件平均孔径、孔隙率、纯水通量，通过市场调研列出了不同设备的水通量范围和过滤速度。成套装置技术性能包括设计处理水量和成套装置从启动到稳定运行时间这两个主要参数。根据不同水处理需求臭氧活性炭陶瓷膜成套装置性能要求满足的标准。包括用于村镇饮用水处理，出水水质应符合 GB 5749 的规定。用于村镇生活污水处理，直接排放的出水水质应满足地方村镇或农村生活污水处理设施水污染物排放标准的规定，用于景观环境的出水水质应符合 GB/T 18921 的规定，用于灌溉的出水水质应符合 GB 5084 的规定。用于工业废水处理，出水水质应符合 GB 8978 及相应的国家水污染物行业排放标准的规定。最后，通过文献及市场调研列出了臭氧活性炭陶瓷膜成套装置要考虑的安全性能，包括耐压性、臭氧泄露量、噪声和电器设备防护等。

6.2 检测与测试

水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的测试与检测是一项必要工作，涉及到水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的工程验收、系统优化、安全防护和运行管理等关键环节。本标准在制定过程中，在标准充分调研了行业内各生产厂家以及消费者的基础上，最终确定水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的检测与测试项目。其中臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的处理水量、启动到稳定运行时间和水处理性能等技术要求在用户现场试验。按 GB/T 5750 规定的方法检测处理村镇饮用水进出水水质；按地方村镇或农村生活污水处理设施水污染物排放标准规定的方法检测处理村镇生活污水进出水水质；按 GB 8978 规定的方法检测处理村镇工业废水进出水水质。还要对单元设备性能进行测试，其中臭氧发生器的臭氧产量和臭氧浓度等性能检测应按 CJT 322 规定的方法检验，活性炭吸附容量应按 GB/T 12496.8 和 GB/T 7702.7 规定的方法检验，陶瓷膜的纯水通量应按 HY/T064 规定的方法检测。成套设备安全性能测试，其中臭氧发生室的耐压试验和气密性试验按照 GB/T 150 规定的方法检测；成套设备的臭氧泄露量按 HJ 590 规定的方法检测。设备噪声按 GB/T 26457 规定的方法检测。设备安全防护中电气设备安全按照 GB 19517 规定的方法进行检验。

6.3 检验

水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置在交付使用前，应进行出厂检验和型式检验。出厂检验项目为成套装置外观、装置材料、技术要求、以及安全性测试，经公司质量检验部门检验合格并签发合格证之后方可出厂。只有出厂检验和型式检验的各项结果全部符合要求时，判为合格，方可交付使用。

6.4 标志、包装、运输和贮存

为了保障水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的正常运行，设备的标志、包装、运输和贮存条件应合理合规。水处理用臭氧活性炭陶瓷膜成套装置在产品或其包装上应有配有产品名称、型号、规格等标志，上述标志应按照相关规定的要求。系统的设备及组件的包装应按照相关规定的要求进行。运输不能造成臭氧活性炭陶瓷膜成套装置的破坏。组件的贮存环境应清洁、干燥、通风。

7 标准实施的环境效益与经济技术分析

我国水环境污染问题依然严峻和人民对用水水质要求不断提升，以至于对现有的水处理工艺的优化与升级势在必行。臭氧活性炭陶瓷膜组合工艺在我国水处理领域具有广阔的应用

前景。虽然臭氧活性炭陶瓷膜组合工艺的应用已经逐渐形成了产业化，但其设备因缺乏有效的技术指导和规范，限制了行业水平的提升。本标准的编制将对规范臭氧活性炭陶瓷膜设备的设备选型、工艺设计、检测检验和安装施工等各项要求，有利于提升该设备的产品生产质量、设计水平及运行效果，从而提升臭氧活性炭陶瓷膜设备在我国水处理领域的成熟度，进一步保障人民群众的用水安全；引导臭氧活性炭陶瓷膜设备生产制造行业继续进行技术革新，推进产品的迭代升级，从而推动相关行业的健康发展；促进企业共同关注用户的需求及难题，使标准与用户更加紧密地结合，推进标准化工作的持续发展。

8 标准实施建议

本标准发布后，可为臭氧活性炭陶瓷膜成套设备用于我国村镇水处理领域提供技术依据。建议标准发布后，作为行业的一种推荐标准实施，在村镇饮用水厂、污水处理厂（场）、设计院、研究院、工程公司等相关单位进行广泛宣贯。

9 征求意见处理情况说明（送审稿）

10 技术审查工作情况说明（报批稿）