



中华人民共和国国家标准

GB/T 44376.1—2024

微细气泡技术 水处理应用 第1部分：亚甲基蓝脱色法评价 臭氧微细气泡水发生系统

Fine bubble technology—Water treatment applications—
Part 1: Test method for evaluating ozone fine bubble water generating systems
by the decolorization of methylene blue

(ISO 20304-1: 2020, MOD)

2024-08-23 发布

2025-03-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	III
引言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 臭氧微细气泡水脱色实验	2
4.1 原理	2
4.2 测试环境条件	2
4.3 测试装置	2
4.4 原料气体供应单元（A单元）	3
4.5 臭氧发生器单元（B单元）	3
4.6 臭氧化学反应单元（C单元）	4
4.7 残余臭氧尾气处理单元（D单元）	4
4.8 实验试剂	5
4.9 测试步骤	5
5 脱色效果测试结果表示	5
5.1 评估对象	5
5.2 评估过程	5
5.3 不确定度评价	7
6 测试报告	7
附录 A（资料性） 结构编号对照一览表	8
附录 B（资料性） 不同测试系统在不同臭氧投加量下吸光度的测试结果示例	10
参考文献	13

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。

本文件是 GB/T 44376《微细气泡技术 水处理应用》的第1部分。GB/T 44376 已经发布了以下部分：

——第1部分：亚甲基蓝脱色法评价臭氧微细气泡水发生系统。

本文件修改采用 ISO 20304-1：2020《微细气泡技术 水处理应用 第1部分：亚甲基蓝脱色法评价臭氧微细气泡水发生系统》。

本文件与 ISO 20304-1：2020 相比，在结构上有较多调整。两个文件之间的结构编号对照变化一览表见附录 A。

本文件与 ISO 20304-1：2020 的技术差异及其原因如下：

- 用 GB/T 41914.1 代替了 ISO 20480-1（见第3章，ISO 20304-1：2020 的第3章），以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 更改了术语“微细气泡水”的定义（见3.1，ISO 20304-1：2020 的3.1），以适应我国的技术条件；
- 增加了术语和定义“臭氧浓度”“臭氧投加量”（见3.5、3.6），以提高可操作性；
- 增加了臭氧脱色原理说明及减少气泡对测量影响的建议（见4.1），以增进对本文件的理解，提高可操作性；
- 删除了推荐使用在线测量吸光度测量仪的表述（见 ISO 20304-1：2020 的4.1），以提高可操作性；
- 更改了测试室的温度（见4.2，ISO 20304-1：2020 的4.2），以提高可操作性；
- 删除了“在线测量用的循环泵和测量仪器单元”（见 ISO 20304-1：2020 的4.6），增加了“臭氧旁路检测单元”（见图1），以提高可操作性；
- 将“残余臭氧处理单元”更改为“残余臭氧尾气处理单元”（见4.3、4.7，ISO 20304-1：2020 的4.3、4.7），更符合国内表述；
- 增加了对测试过程中反应条件选择以及气体流量计的说明[见4.5 a) 和4.9 f)]，以适用于离线测量，提高可操作性；
- 更改了对臭氧流量的要求[见4.5 a)，ISO 20304-1：2020 的4.5 a)]，增加了对臭氧浓度的要求[见4.5 a)]，增加了臭氧旁路检测对应的操作步骤[见4.5 a)]和实验溶液测试前的处理措施[见4.5 c)]，以提高可操作性；
- 删除了对气体压力表的描述[见 ISO 20304-1：2020 的4.5 a) 和4.9 e)]，以适应我国的技术条件；
- 增加了实验过程中搅拌和固定取样点的操作步骤[见4.6 b)]，更改了取样点的个数、实验的重复次数、对取样的要求、空白对照组[见4.6 c)，ISO 20304-1：2020 的4.6 h)]，以提高可操作性；
- 删除了吸收测量用循环泵的表述[见 ISO 20304-1：2020 的4.6 g)]，以提高可操作性；
- 用 GB/T 41914.2-2022 代替了 ISO 20480-2：2018[见4.8 a)，ISO 20304-1：2020 的4.6 c)]，以适应我国的技术条件，提高可操作性；
- 更改了配制母液亚甲基蓝粉末的质量[见4.8 c)，ISO 20304-1：2020 的4.6 e)]、溶液的酸碱度的范围[见4.8 d)，ISO 20304-1：2020 的4.6 f)]，以提高可操作性；
- 将评估对象中的“吸光度随时间的变化”更改为“随臭氧投加量增加，测试溶液的吸光度变

- 化”（见5.1，ISO 20304-1：2020的5.1），以提高可操作性；
- 将评估过程中浓度随时间的变化来评估更改为浓度随臭氧投加量的变化来评估（见5.2，ISO 20304-1：2020的5.2），以提高可操作性；
- 增加了臭氧投加量的计算公式[见5.2 b)]，以提高可操作性；
- 将横坐标替换为臭氧投加量，并替换其中的实验数据（见图2，ISO 20304-1：2020的图2），以适应我国的技术条件；
- 增加了对拟合曲线中拟合优度 R^2 的要求[见5.2 e)]，以提高可操作性；
- 增加了实验记录脱色效果实验说明中增加半衰期 $t_{1/2}$ 时的臭氧投加量和臭氧标况流量[见第6章的f)]，以提高可操作性；
- 删除了微细气泡的特性（微细气泡的大小和数量浓度）部分[见ISO 20304-1：2020的第6章和第7章的h)]，以适应我国的技术条件，提高可操作性。

本文件做了下列编辑性改动：

- 用GB/T 35804替换了资料性引用的ISO 1431-3；
- 删除了ISO 20304-1：2020的资料性附录A和附录B，增加了资料性附录B“不同测试系统在不同臭氧投加量下吸光度的测试结果示例”。

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。

本文件由中国科学院提出。

本文件由全国微细气泡技术标准化技术委员会（SAC/TC 584）归口。

本文件起草单位：中国科学院上海高等研究院、安徽恒宇环保设备制造股份有限公司、南京天祺超氧科技有限公司、宝武水务科技有限公司、国家纳米科学中心、同济大学、中国科学院上海应用物理研究所、武汉理工大学、泰州巨纳新能源有限公司、西安建筑科技大学、华东理工大学、昆明水啸科技有限公司、宁波海伯集团有限公司。

本文件主要起草人：张立娟、王标、兰清泉、李恩超、周兰、李攀、李继香、管楠、李兆军、杨思原、丁荣、王瑞琦、肖巍、刘博、王兴亚、刘牧、童敏、夏少华。

引 言

臭氧常用于改善水质，例如对水中难以净化和分解的物质进行分解和脱色。其常规方法是使用多孔管/板系统。然而，研究发现，采用臭氧微细气泡时，可能有助于更高效地利用臭氧的强氧化性。

近年来，微细气泡发生技术的发展使得臭氧的利用效率高于多孔管/板系统。效率的提高，有助于降低成本。

脱色主要用于处理工厂废水、再生水和污水等。此外，脱色还是污水处理设施的常规操作，例如作为印染废水的深度处理等。

GB/T 44376《微细气泡技术 水处理应用》旨在对微细气泡技术水处理应用领域中普遍适用的原则和要求进行规范，拟由两个部分构成。

- 第1部分：亚甲基蓝脱色法评价臭氧微细气泡水发生系统。目的在于确立亚甲基蓝脱色法评价臭氧微细气泡水发生系统性能的测试方法。
- 第2部分：用大肠杆菌作为试验微生物的试验方法。目的在于确立用大肠杆菌作为测试微生物评价水力空化产生的微细气泡水的杀菌活性的测试方法。

微细气泡技术 水处理应用

第1部分：亚甲基蓝脱色法评价

臭氧微细气泡水发生系统

警告—使用本文件的人员应熟悉正常的实验室操作。本文件并不旨在解决与其使用相关的所有安全问题。用户有责任建立适当的的安全和健康措施，并确定任何其他适用的限制。

1 范围

本文件描述了用于评估废水和工业用水中水溶性染料脱色的臭氧微细气泡水发生系统性能的方法。本文件不涉及臭氧对健康和环境的影响。

本文件适用于废水和工业用水中水溶性染料脱色的臭氧微细气泡水发生系统性能的评估。

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 41914.1 微细气泡技术 微细气泡使用和测量通则 第1部分：术语（GB/T 41914.1—2022，ISO 20480-1：2017，IDT）

GB/T 41914.2—2022 微细气泡技术 微细气泡使用和测量通则 第2部分：微细气泡属性分类（GB/T 41914.2—2022，ISO 20480-2：2018，MOD）

ISO 10678 精细陶瓷（高级陶瓷、高级工业陶瓷） 用亚甲基蓝降解法测定水介质中表面的光催化活性 [Fine ceramics（advanced ceramics，advanced technical ceramics）—Determination of photocatalytic activity of surfaces in an aqueous medium by degradation of methylene blue]

3 术语和定义

GB/T 41914.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 维护的用于标准化工作的术语库如下：

——ISO 在线浏览平台：<https://www.iso.org/obp>；

——IEC 电子百科：<https://www.electropedia.org/>。

3.1

微细气泡水 **fine bubble water**

含有微细气泡的水。

3.2

臭氧微细气泡水 **ozone fine bubble water**

含有臭氧微细气泡的水。

3.3

吸光度 **absorbance**

测试水溶性染料入射光和出射光强度之比的自然对数。