ICS 27.020
CCS J 92

团　　体　　标　　准

T/CSICE 007-2023

船舶发动机废气洗涤脱硫系统废水处理装置　技术规范

Technical specification for wastewater treatment equipment of marine engine exhaust gas scrubber system

2023-12-04 发布　　2023-12-04 实施

中国内燃机学会　　发 布

目　次

前　言 III
1　范围 1
2　规范性引用文件 1
3　术语与定义 1
4　可靠性要求 2
5　过滤膜 2
6　管路 3
7　泵 3
8　船舶发动机废气洗涤脱硫系统废水处理装置 3
8.1　系统组成 3
8.2　工艺流程 3
8.3　系统要求 4
9　试验方法 6
9.1　试验条件 6
9.2　外观 6
9.3　密封性试验 6
附录 A(资料性)　碱液的危险性与防护措施 7

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。

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。

本文件由中国内燃机学会标准管理部提出。

本文件由中国内燃机学会归口。

本文件起草单位：哈尔滨工程大学、海德威科技集团(青岛)有限公司、中船动力（集团）有限公司、中船发动机有限公司、重庆交通大学。

本文件主要起草人：周松、张钊、席鸿远、刘炳言、曹学磊、刘佃涛、李志、高瑞侠、杜清华、李达、徐俊、张印光、曹睿、盛进路。

本文件于2023年首次发布。

船舶发动机废气洗涤脱硫系统废水处理装置技术规范

警告：本文件的应用可能涉及到某些有危险性的材料、操作和设备，但未对与此有关的所有安全问题都提出建议。因此，用户在使用本标准之前有责任制定相应的安全和防护措施（参见附录A），并确定相关规章限制的适用性。

1 范围

本文件规定了船舶发动机废气洗涤脱硫系统废水处理装置（以下简称装置）的组成、技术要求及装置的整体要求。

本文件适用于船舶湿法脱硫系统的废水处理装置。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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 600-2008 船舶管路阀件通用技术条件

GB/T 3458-2015 船用立式离心泵

GB/T 3721-2015 船用卧式离心泵

GB/T 32082-2015 船舶管路用色彩识别标志

GB/T 39717-2020 水处理用陶瓷膜板

CB/T 4113-2016 船舶不锈钢管对接焊技术要求

T/CAQI 183-2021 燃煤电厂脱硫废水处理技术规范

MEPC.340(77) 2021 Guidelines For Exhaust Gas Cleaning Systems

CCS 《船舶废气清洗系统试验及检验指南 2022》

CCS 《船舶废气清洗系统设计与安装指南 2022》

3 术语和定义

3.1

船舶脱硫系统 marine desulphurization system

用于船舶SO_2脱除的系统。

3.2

脱硫洗涤废水 scrubbing waste water of desulphurization system

从船舶脱硫系统排出的洗涤废水。

3.3

洗涤废水处理装置 scrubbing water treatment system

用于处理和净化船舶脱硫洗涤废水的装置。

3.4

离心式废水处理装置 centrifugal wastewater treatment device

通过旋转离心方式净化洗涤废水的装置。

3.5

曝气 aeration

向系统中通入空气对亚硫酸盐进行氧化。

3.6

超微浮选 ultrafine flotation

使用超微气泡将废水中的杂质气浮到液体表面。

3.7

电絮凝 electrocoagulation

利用电化学原理实现悬浮物絮凝。

3.8

膜过滤 membrane Filtration

以压力为推动力的膜分离技术。

3.9

曝气盘 aeration tray

用于分布曝气用空气的装置。

3.10

超微气泡 ultra-microbubble

纳米级气泡。

3.11

浮选池 flotation cell

废水浮选净化容器。

3.12

刮板 scraper

用于刮擦气浮后的杂质。

3.13

排空口 exhaust port

用于排出处理后废水的通道。

3.14

净水储存罐 clean water storage tank

用于储存净化之后净水的容器。

4 可靠性要求

4.1 装置在设计过程需充分调研，明确装置匹配对象产生污水的浊度、pH值、多环芳烃含量及废水流量等具体的特性参数。

4.2 装置设计中应考虑船舶航行中的纵横摇和振动等条件，并使装置在该工况下可正常使用。

4.3 装置设计时需对装置的结构可靠性进行详细计算，确保装置结构可靠。

4.4 装置在加工时应选择耐海水、耐碱、耐酸腐蚀的材料，并针对相应的材料采用不同的工艺进行加工。

4.5 装置加工过程应严格控制各个加工环节，并进行相应的质量检测和测试。

5 过滤膜

装置使用过滤膜的外观形状、参数尺寸应根据具体使用环境进行设计，建议使用分离效率高、化学稳定性好、耐酸碱及耐有机溶剂的陶瓷膜，陶瓷膜的品质应符合GB/T 39717-2020《水处理用陶瓷膜板》中的规定。

6 管路

装置管路应当耐酸、耐碱且耐海水腐蚀，管路设计要避免过度弯折，尽可能降低管道流动阻力，管路和阀件的品质应符合 GB/T 600-2008《船舶管路阀件通用技术条件》中的规定。

7 泵

装置中泵的流量和扬程应根据废水的处理量和装置的安装方式进行选取，泵的品质应符合GB/T 3721-2015《船用卧式离心泵》和GB/T 3458-2015《船用立式离心泵》中的规定。

8 船舶发动机废气洗涤脱硫系统废水处理装置

8.1 系统组成

洗涤脱硫废水处理方式主要有氧化气浮式废水处理、离心式废水处理和自电絮凝-超微浮选废水处理三种形式。氧化气浮式废水处理装置主要包括曝气池、絮凝池和气浮装置，离心式废水处理装置主要包括离心泵和曝气装置，自电絮凝-超微浮选废水处理装置主要由曝气池、超微浮选装置、电絮凝装置和膜过滤装置等组成。

8.2 工艺流程

船舶脱硫系统废水处理工艺流程图如图 1 所示，脱硫系统废水处理装置对船舶脱硫系统产生的废水进行处理，使水质满足 IMO 法规要求，脱硫系统废水处理装置主要是对废水中亚硫酸盐、杂质、油污及无机盐进行处理，同时对洗涤废水的 pH 值进行调节，废水处理主要包含氧化曝气、絮凝、气浮及膜过滤等过程，相关工作原理如图 1 所示。

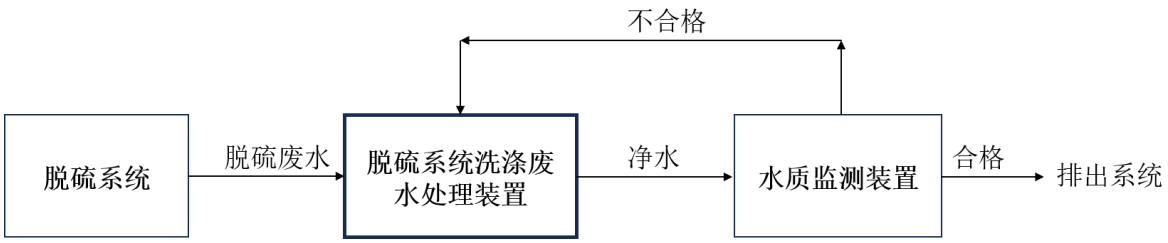


图 1 船舶脱硫系统废水处理工艺流程图

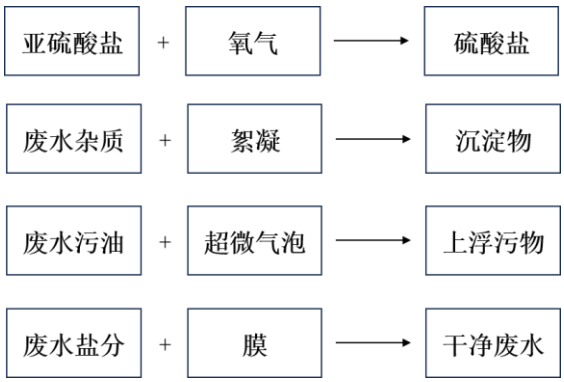


图 2 废水处理原理图

8.3 系统要求

8.3.1 工作环境

（1）废水处理装置可以在船舶运行环境下稳定工作。
（2）废水处理装置周围环境安全，装置安装结实牢固。

8.3.2 曝气池

（1）在曝气氧化阶段，通过曝气盘对废水中的亚硫酸盐进行氧化，曝气盘宜安装在底部。
（2）曝气的气体宜采用高压空气。
（3）在曝气的同时应当根据废水的初始pH值，对废水的pH值进行调节。
（4）废水的pH值调节一般是通过添加碱液实现的。
（5）曝气池中废水的pH调节值在7.0～7.5之间。
（6）pH值调节过程应当设置一定的缓冲时间，避免调节过渡，具体缓冲时间取决于曝气池的形状、曝气盘的具体参数及曝气池中的废水量。
（7）曝气池上方应当设置相应的液位报警装置和溢流口。
（8）曝气池的底部应当设置排空阀门和排空口。

8.3.3 超微浮选装置

（1）曝气池和超微浮选池之间的废水驳运为循环驳运。
（2）超微气泡发生装置应安装在超微浮选池的底部。
（3）超微浮选池应当设置液位传感器和高液位报警装置。
（4）当液位超过临界液位时，超微浮选池的液体需通过溢流装置排出。
（5）在超微浮选池的上部应设置油污排出口，油污排出口的位置和宜于刮板的位置相适应。
（6）在超微浮选池的中部应设置净水排出口。
（7）刮板的移动频率和刮板的高度应当可调节。
（8）超微浮选池的底部应当设置泄放口，必要时可将超微浮选池的废水排放干净。

8.3.4 膜过滤装置

（1）膜池的水来自于超微浮选池的水，驳运过程为单向驳运。
（2）膜池应当设置液位监测和报警装置。

（3）膜池底部应当设置泄放口，排放出的盐分浓度较高的废水要设置排出口，净化之后的废水要排放至净水储存罐。

（4）净水储存罐设置净水入口，还应设置净水出口，净水出口的废水通过加压的方式对过滤膜进行反冲洗，冲洗的频率应当根据膜污染的程度进行调节。

8.3.5 离心装置

（1）离心电机接触废水的部分应耐盐、海水和油渍腐蚀。

（2）离心装置筒体的渣滓排出口应安装抽吸泵。

（3）废水的进口宜设置在离心泵的顶部。

8.3.6 废水监测装置

（1）废水监测装置的监控参数包括洗涤液的pH值、PAHs及浊度。

（2）废水监测装置对处理之后的净水水质进行监测。

（3）废水监测装置应为实时连续监测。

（4）废水监测装置应当设置电磁三通阀，当废水的水质不满足标准时，将废水驳运至曝气氧化池中进行再次处理。

8.3.7 装置材料要求

（1）装置的管路、阀件、泵体等与废水直接接触或者间接接触的部件均应当耐酸、耐碱及耐海水腐蚀。

（2）装置的密封垫片建议采用聚四氟乙烯等具有较强抗腐蚀能力的橡胶等材料。

（3）系统的材料选择应在各因素确定之后进行。

8.3.8 装置外观要求

（1）装置外表面应当涂漆，涂漆后的表面应平整、光滑、色泽均匀，不得有开裂、脱落等缺陷。

（2）装置管路应按照GB/T 32082-2015《船舶管路用色彩识别标志》标准规定的内容进行相应的涂色。

（3）装置的管路应当布置紧凑，排列整齐，安装牢固，无任何安全隐患。

8.3.9 装置性能要求

（1）装置应可根据处理废水的水质对系统的重要控制参数（如刮板间隔时间、电流等）进行调节。

（2）正常工作时系统不得有泄露现象。

（3）所有的液体收集装置应安装液位传感器和液位报警装置。

（4）装置处理废水的流量应大于脱硫装置最大运行负荷产生废水流量的 1.2 倍。

（5）经过废水监测装置排放的废水必须满足相关的标准（MEPC.340(77)）。

8.3.10 装置管路连接要求

（1）系统管路的连接应消除热应力。

（2）为防止管路堵塞造成设备损坏，系统中连接设备的管路都应设置旁通管道。

8.3.11 装置管路焊接要求

（1）系统中所使用的焊条应符合焊接材料的要求。

（2）焊缝不允许出现烧穿、裂纹、间断和凹坑等缺陷。

（3）系统中管路焊接应符合 CB/T 4113-2016《船舶不锈钢管对接焊技术要求》的相关要求。

8.3.12 装置安全要求

（1）当任何一个水箱液位超过警戒水位时，系统应立即停止工作。
（2）系统控制电路的对地绝缘电阻应该足够大，以确保系统安全。
（3）系统中的电路应设有防爆保护、短路保护、过电流、过电压和超温报警保护装置。
（4）系统应该有可靠的接地结构和醒目的接地标志。

8.3.13 装置气密性要求

（1）系统中容器和管道的焊缝不允许出现渗漏现象。
（2）压缩空气管道不允许出现任何泄露。

8.3.14 装置气密性要求

装置中的泵和阀件等成品装备应均为取得 CCS 船级社认证的产品。

9 试验方法

9.1 试验条件

除有特殊规定外，其余试验均在正常环境条件下进行。

9.2 外观

外观用目测。

9.3 密封性试验

关闭曝气盘的入口阀，向气体管路中充入 0.45 MPa 压缩空气，关闭压缩空气的入口阀，管路的压力需保持 30 min 不变。向盛放液体的容器中加入水，加至允许的最高液位，保持 10 min，各部件不允许发生滴漏。

附录 A
（资料性）
碱液的危险性与防护措施

本标准提出的技术规范中可能用高浓度碱液作为洗涤废水pH值调节剂，碱液具有很强的腐蚀性和刺激性，当高浓度的碱液飞溅到皮肤上，会造成皮肤表面腐蚀和烧伤，当高浓度碱液滴落到金属表面，会造成金属的严重腐蚀，并有可能引发火灾，因此高浓度碱液在使用过程中必须做好以下防护措施，包括但不限于：

1)在使用高浓度碱液时，工作人员必须佩戴防毒口罩和防护面罩；

2)工作人员必须穿着耐强碱性腐蚀的工作服、手套、靴、套袖、围裙，并且在使用之前需检查耐强碱腐蚀的工作服的密封性，其中防护手套应满足 LD34-92《耐酸（碱）手套》标准。

3)操作之前必须检查阀门开关情况，并在作业区域悬挂危险操作的警示牌。

4)当发现阀门或者法兰连接处有泄露需立即停止作业，并及时联系检修处理。

5)操作过程必须密切注意盛放碱液容器的液位变化情况，发现液位降低太快必须立即停止作业。

6)当碱液飞溅到眼睛内或者皮肤上时，应迅速使用大量清水冲洗，再用 2%的稀硼砂溶液清洗眼睛或用 1%的醋酸清洗皮肤。

7)当碱液发生泄漏时，人员迅速撤离泄漏污染区到安全区域，并进行隔离，严格限制非应急人员出入现场，并在中和之后用大量清水冲洗泄露现场。