

附件：

**《国家鼓励发展的重大环保技术装备目录  
(2023 年版)》供需对接指南之四  
挥发性有机物 (VOCs) 处理  
技术装备典型案例**

## 目 录

案例一： .....	1
福建龙净环保股份有限公司工业有机废气蓄热燃烧装备 .....	1
案例二： .....	5
上海中船临港船舶装备有限公司船舶海工涂装挥发性有机污染物治理装备 .....	5

## 案例一：

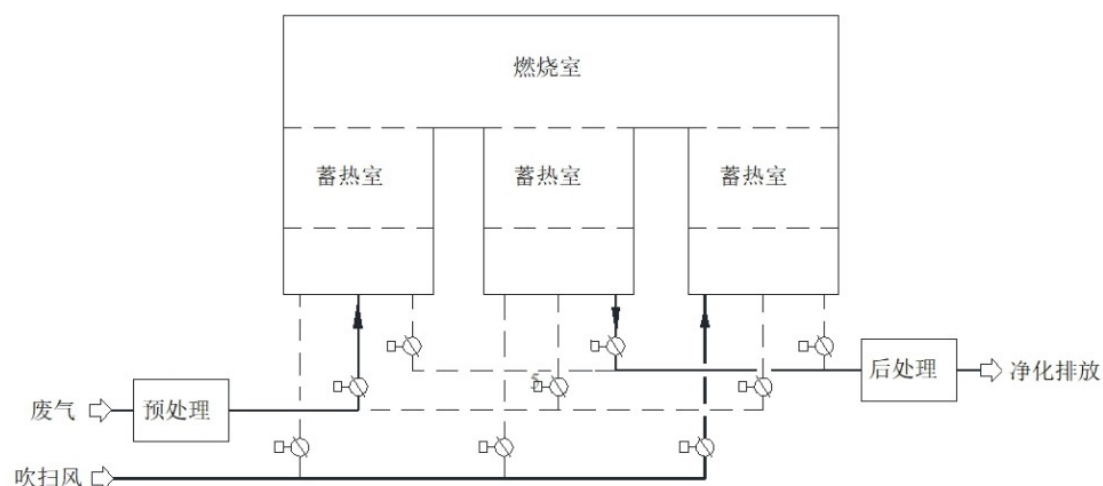
# 福建龙净环保股份有限公司工业有机废气蓄热燃烧装置

### 一、技术适用范围

适用于涂装、电子、印刷、化工、轻工等行业的挥发性有机废气终端治理。

### 二、技术原理及工艺

蓄热燃烧装置（Regenerative Thermal Oxidizer, 简称 RTO），其原理是在高温下将废气中的有机物（VOCs）氧化成对应的二氧化碳和水从而实现废气的净化，并利用蓄热陶瓷体回收废气分解所释放的热量来预热下一轮废气，同时使用闲置的室体进行吹扫，将蓄热陶瓷内残留的废气吹扫回到入口，以提高 RTO 设备的净化效率。



工艺流程图

### 三、技术指标

处理风量： $5\times 10^3\text{m}^3/\text{h}\sim 6\times 10^4\text{m}^3/\text{h}$ ；切换阀泄漏率 $\leq 0.1\%$ ；  
进口参数：VOCs(非甲烷总烃，甲苯，二甲苯)： $1\text{g}/\text{m}^3\sim 8\text{g}/\text{m}^3$ ；  
出口参数：VOCs(非甲烷总烃，甲苯，二甲苯) $\leq 50\text{mg}/\text{m}^3$ ；  
VOCs 净化效率 $\geq 99\%$ ；热回收效率 $\geq 96\%$ ；压力降 $\leq 2.5\times 10^3\text{Pa}$ 。

#### 四、技术特点及先进性

工业有机废气蓄热燃烧装置基于有机物热力燃烧的基础，加入蓄热体材料进行热量回收利用，同时匹配了近零泄漏气路切换技术、高效低阻蓄热体配置技术、无死角气流分布技术和防卡死高温阀技术等多种特色技术，通过提高切换阀的密封性能、蓄热体的蓄热效率、燃烧室的流场分布、高温阀门的耐高温性能等方面，极大的提高了设备的净化效率、热回收效率和设备的运行稳定性。另外，针对在燃烧尾气含尘量较高的工况（如含硅废气），工业有机废气蓄热燃烧装置可选择性增加在线除尘装置，能够有效避免蓄热室因粉尘堆积而堵塞，提高设备对含尘工况的适应性。

#### 五、应用案例

项目名称：上海振华重工启东海洋工程股份有限公司涂装车间有机废气（VOCs）治理改造项目

项目所在地：江苏省南通市启东市

项目概况：上海振华重工启东海洋工程股份有限公司主要经营 10 万吨以下普通及特种船舶、海洋工程平台的修造等。厂区内 C、D 涂装车间作业时将产生大量有机废气，VOCs 浓度为  $200\text{mg}/\text{m}^3\sim 500\text{mg}/\text{m}^3$ ，为满足日益严格的环保要求，业主决定采用“多级过滤+沸石转轮+RTO”治理设备处理废

气，治理设施设计总风量为 150000 m<sup>3</sup>/h，RTO 设备设计风量 20000m<sup>3</sup>/h。

本项目于 2022 年 8 月开始施工，12 月试运行后效果良好，于 2023 年 1 月完成验收工作。经龙净环保 VOCs 治理设备处理后，经第三方检测报告显示设备出口浓度 1.82 mg/m<sup>3</sup>，净化效率达到 99.2%，实现 VOCs 减排量约 13.65 吨，热回收效率高于 96%。同时利用多种节能控制方案降低设备能耗成本与碳排放，大幅降低设备耗电量与天然气消耗量，年综合碳减排达 111.6 吨。



## 六、推广前景

随着重点行业 VOCs 治理整治运动的开展和各地排放标准愈发严格，预计 RTO 市场规模的涨幅与 VOCs 治理市场的年增速（10%）相近，RTO 设备普及率自目前 12%起每年提

高 1%，在 2025 年达到 15%。

在 2023~2025 年 RTO 市场规模分别约为 147、174 和 205 亿元，即每年市场中 RTO 设备数量约为 7350、8700 和 10250 台。这些设备每年可额外减排 116.1、137.5 和 162 万吨以上的挥发性有机物。

### **七、支撑单位信息**

支撑单位名称：福建龙净环保股份有限公司

联系人：吴仁杰

联系方式：13285901813

## 案例二：

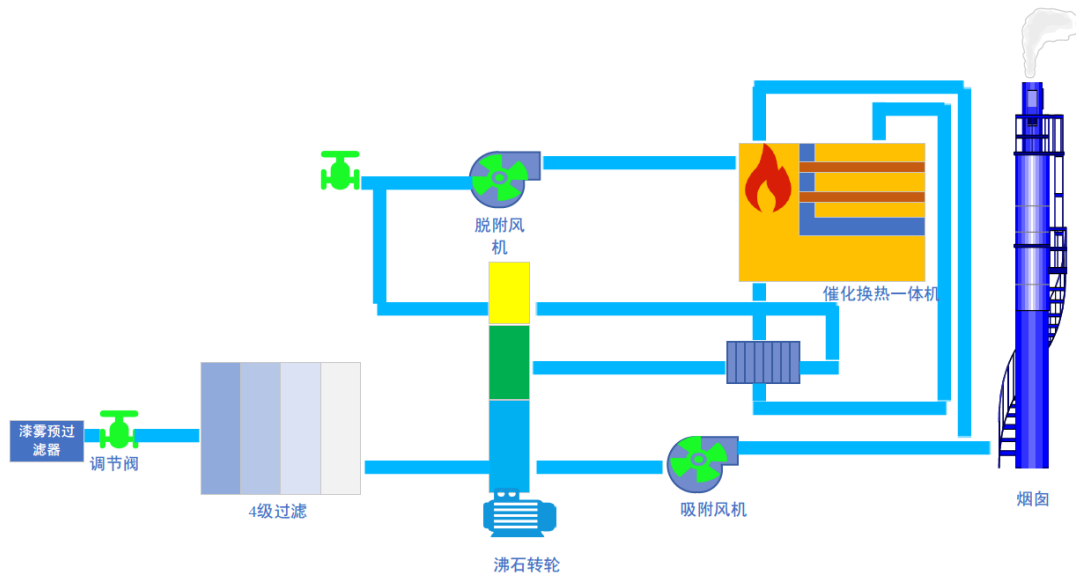
### 上海中船临港船舶装备有限公司船舶海工涂装挥发性有机污染物治理装备

#### 一、技术适用范围

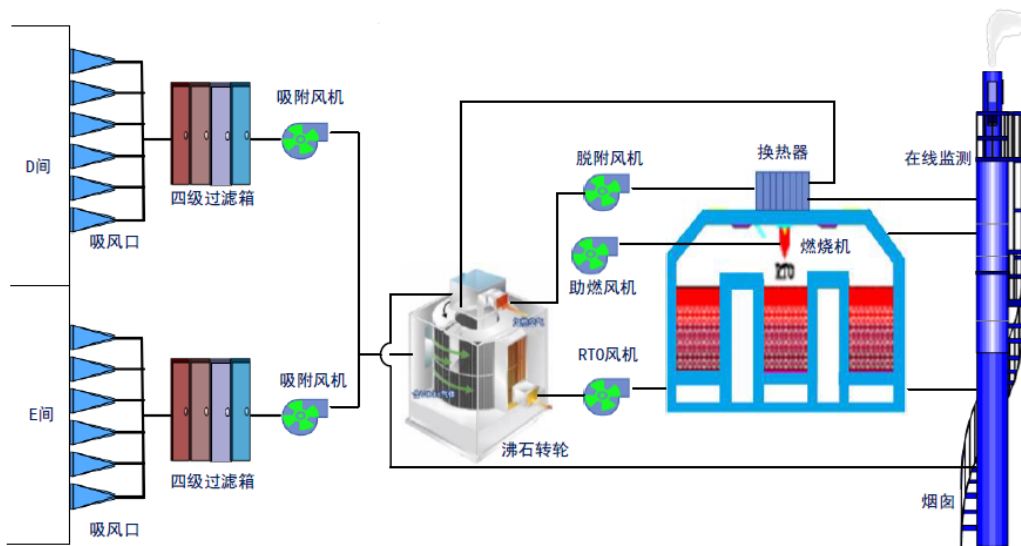
适用于船舶海工分段涂装过程中挥发性有机污染物（VOCs）治理改造。

#### 二、技术原理及工艺

沸石转轮+CO/RTO（催化燃烧/蓄热燃烧）工艺治理船舶涂装 VOCs 的原理，即先将船舶海工涂装废气通过吸风口预过滤器进行预过滤，再通过四级过滤器进行过滤，过滤后的废气进入沸石转轮，大部分废气经过沸石转轮吸附后进入烟囱达标排放，废气在沸石转轮中进行浓缩，换热器换热产生的高温气体对浓缩后的废气进行脱附，脱附风机将浓缩的废气送入 CO/RTO 室进行催化燃烧/蓄热燃烧后变为 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>O。这种处理方法具有高效、环保和经济的优势，能够有效减少船舶海工分段涂装产生的 VOCs 对环境的污染。



沸石转轮+CO 工艺流程图



沸石转轮+RTO 工艺流程图

### 三、技术指标

船舶海工涂装挥发性有机污染物治理装备处理风量  $4 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h} \sim 1.8 \times 10^5 \text{m}^3/\text{h}$ ; 进口参数, 非甲烷总烃:  $200 \text{mg}/\text{m}^3 \sim 2 \times 10^3 \text{mg}/\text{m}^3$ ; 出口参数, 非甲烷总烃  $\leq 40 \text{mg}/\text{m}^3$ , VOCs 处理效率  $\geq 98\%$ 。VOCs 排放浓度满足《天津市工业企业挥发性有机物排放控制标准 (DB12/ 524-2020, 代替 DB12/ 524-2014)》《上海市大气污染物综合排放标准 (DB31/933-2015)》等排



放标准要求。

#### 四、技术特点及先进性

船舶海工涂装 VOCs 治理装备控制形式多样，可满足不同船厂的不同涂装工况，对于分段涂装车间，可根据各船厂涂装形式的差异进行一拖二、多机联动等不同布置形式，可最大限度的降低船厂的投资成本和使用成本。通过独创的节能模式，可以使设备年运行成本降低 60%以上。

#### 五、应用案例

项目名称：中船澄西船舶修造有限公司造船涂装工场挥发性有机物治理工艺提升改造项目

项目概况：中船澄西船舶修造有限公司位于江苏省无锡江阴市，处于长江经济带，该公司造船涂装工场四间涂装间（C1、C2、C5、C6）现有 VOCs 处理工艺设备（活性炭吸附+催化燃烧）按照十多年前的标准进行设计建造，且使用年限较长，难以满足当前日趋严格的排放限值要求，于 2020 年 7 月委托上海中船临港船舶装备有限公司进行技术改造。项目总投资 2338 万元，可研报告测算三年可收回投资成本。改造后每间配置一套  $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$  处理风量的 VOCs 治理装备，采用“漆雾预过滤+沸石转轮吸附浓缩+CO(催化氧化)”工艺技术，配置 GC-FID 在线监测系统。该治理装备可满足 3~4 把喷枪同时作业时的油漆挥发性废气的治理。项目综合净化效率 $\geq 98\%$ ，排放符合天津《工业企业挥发性有机物排放控制标准》（DB12/524-2014）要求。项目实测出口非甲烷总烃排放低于  $20 \text{mg}/\text{m}^3$ ，VOCs 减排 608T/a。分段涂装作业时，

二间涂装车间联通运行，节约运行成本 40%，节能效果显著。



项目名称：上海外高桥造船海洋工程有限公司现有工程挥发性有机物(VOCs)治理工程项目(分段涂装工厂 D/E/F/G 有机废气处理装置改造项目)

项目概况：上海外高桥造船海洋工程有限公司位于上海市临港新片区，处于长江经济带，该公司现有工程挥发性有机物(VOCs)治理工程项目(分段涂装工厂 D/E/F/G 有机废气处理装置改造项目)4套 VOCs 处理工艺设备(活性炭吸附+催化燃烧)，难以满足当前日趋严格的排放限值要求，于 2021 年 4 月委托上海中船临港船舶装备有限公司进行技术改造，项目总投资投入 1748 万元。改造后涂装间 D/E、F/G 各配置一套  $1.8 \times 10^5 \text{m}^3/\text{h}$  处理风量的 VOCs 治理装备，均采用

“漆雾预过滤+沸石转轮吸附浓缩+RTO(蓄热燃烧)”工艺技术，进出口均配置 GC-FID 在线监测系统。该治理装备可满足每个喷漆间 6~7 把喷枪同时作业时的油漆挥发性废气的治理。项目综合净化效率 $\geq 98\%$ ，排放符合上海《大气污染物综合排放标准》DB31 933-2015 要求。项目实测出口非甲烷总烃排放低于  $20\text{mg}/\text{m}^3$ ，VOCs 减排 540T/a。分段涂装作业时，采用独创的节能运行模式，2 套 VOCs 治理装备年能耗成本由 600 万元降为 200 万元，节约运行成本 60%以上，节能效果显著。



项目名称：中船澄西扬州船舶有限公司挥发性有机物 VOCs 治理工艺提升改造项目

项目概况：中船澄西扬州船舶有限公司位于江苏省扬州江都市，处于长江经济带，该公司造船涂装工场 8 套（C1-C8 涂装间）和海上风塔 4 套（C1C2、C3C4、C5C6、C8C9 涂装

间)、钢板预处理线 1 套, 现有 VOCs 处理工艺设备(活性炭吸附+催化燃烧), 难以满足当前日趋严格的排放限值要求, 于 2023 年 1 月委托上海中船临港船舶装备有限公司进行技术改造。项目总投入 6985 万元, 可研报告测算 3 年可收回投资成本。改造后造船涂装间 C1-C5 五间每间配置一套  $8 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$  处理风量的 VOCs 治理装备, 造船涂装间 C6-C8 三间每间配置一套  $13 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$  处理风量的 VOCs 治理装备, 海上风塔涂装间(C1C2、C3C4、C5C6、C8C9)配置四套  $10 \times 10^4 \text{m}^3/\text{h}$  处理风量的 VOCs 治理装备, 均采用“漆雾预过滤+沸石转轮吸附浓缩+CO(催化氧化)”工艺技术; 钢板预处理线配置 1 套 RTO 工艺 VOCs 治理装备。进出口均配置 GC-FID 在线监测系统。该治理装备可满足每个喷漆间 3-4 把喷枪、预处理线 2 把喷枪同时作业时的油漆挥发性废气的治理。项目综合净化效率 $\geq 98\%$ , 排放符合江苏《大气污染物综合排放标准》(DB32/4041-2021)及天津《工业企业挥发性有机物排放控制标准》(DB12/524-2014)要求。项目实测出口非甲烷总烃排放低于  $20 \text{mg}/\text{m}^3$ , VOCs 减排 1800T/a。分段涂装作业时, 采用独创的节能运行模式, 13 套 VOCs 治理装备年能耗成本由 2000 万元降为 700 万元, 节约运行成本 60%以上, 节能效果显著。



## 六、推广前景

目前环保压力巨大，“蓝天保卫战、绿水青山就是金山银山”是时代主题和国家政策要求，地方各级政府、部门不断出台新的环保标准和要求，各船企在此大背景下求生存、谋发展，需要想办法、找对策，一方面控制和减少粉尘、废水、废气产生，确保达标排放，另一方面修造船企业将大量应用环保节能装备，努力做到绿色生产。

目前国内涂装工场的 VOCs 治理设备大多按照 10 年前的标准进行设计建造，且使用年限较长，现有的 VOCs 治理设备将无法满足不同提高的环保要求，急需进行 VOCs 治理工艺提升改造。未来三年内，船舶海工涂装挥发性有机污染物治理装备年产值可达 5000 万元，年销量 10 台套，VOCs 年减排量 1500T。

## 七、支撑单位信息

支撑单位名称：上海中船临港船舶装备有限公司

联系人：董浩

联系方式：13651738086