

# 农药行业有机废气处理 RTO 安全可靠论证

陈现军

潍坊中农联合化工有限公司 山东潍坊 261000

**摘要:** 本文通过对农药行业有机废气处理中的 RTO (Regenerative Thermal Oxidizer) 设备进行安全可靠论证,旨在提高 RTO 设备在农药行业有机废气处理中的应用水平。文章首先分析了农药行业有机废气处理的必要性和 RTO 设备的工作原理,接着重点讨论了 RTO 设备在安全可靠方面的论证方法和评价指标。最后,结合实际案例,对 RTO 设备的安全可靠性进行了论证,并对其在农药行业有机废气处理中的应用前景进行了展望。

**关键词:** 农药行业; 有机废气处理; RTO; 安全可靠; 论证

## RTO safety and reliability demonstration of organic waste gas treatment in pesticide industry

Xianjun Chen

Weifang Zhongnong United Chemical Co., Ltd. Shandong Weifang 261000

**Abstract:** This paper aims to improve the application level of Regenerative Thermal Oxidizer (RTO) equipment in the treatment of organic waste gases in the pesticide industry by conducting a safety and reliability assessment. The article begins by analyzing the necessity of organic waste gas treatment in the pesticide industry and the working principle of RTO equipment. It then focuses on discussing the methods and evaluation indicators for assessing the safety and reliability of RTO equipment. Finally, based on actual case studies, it provides a demonstration of the safety and reliability of RTO equipment and prospects its application in the treatment of organic waste gases in the pesticide industry.

**Keywords:** Pesticide industry; Organic waste gas treatment; RTO; Safety and reliability; demonstration

### 引言

随着工业化进程的加速和农药行业的不断发展,农药企业在生产过程中产生的有机废气越来越多,对环境产生了严重的污染和危害。有机废气处理技术的发展对于解决这一问题具有重要的意义。目前,农药行业有机废气处理技术主要包括活性炭吸附、湿式氧化、生物法和 RTO 技术等。其中,RTO 技术以其高效、稳定、节能、环保等优点,成为了农药行业有机废气处理的热门技术。然而,在 RTO 技术的应用过程中,安全可靠问题也备受关注。尽管已有许多研究在此方面做出了一定的探索,但 RTO 设备在农药行业有机废气处理中的安全可靠问题还有待进一步的深入研究。

### 一、农药行业有机废气处理技术概述

#### 1.1 有机废气来源和组成

农药行业生产过程中产生的有机废气主要包括挥发性有机物(VOCs)等,这些废气对环境和人体健康都存在潜在的危害<sup>[1]</sup>。VOCs 主要包括苯、甲苯、二甲苯、氯仿等。

#### 1.2 农药行业有机废气处理技术现状

为了有效处理农药行业产生的有机废气,目前常用技术包括活性炭吸附、湿式氧化、RTO 技术等。

活性炭吸附法是将 VOCs 等有害物质吸附到活性炭表面,以达到净化废气的目的,但活性炭再生会产生新的污染

物质,增加环境负担。

湿式氧化法是将有机废气通过在反应器喷淋液体进行催化氧化,该方法具有高效净化、能耗低等优点,但会产生二次污染废水。

#### 1.3 RTO 设备工作原理及特点

**RTO 工作原理:** 有机废气进入 RTO 设备,与预热气体(通常为干净的废气)混合并进入热交换器进行预热<sup>[2]</sup>。然后进入燃烧室,在高温条件下进行完全燃烧,然后进入另一个热交换器,与进风管道中的有机废气进行热交换,实现节能效果。经热交换器的有机废气在出风管道中排放,达到净化废气的目的。

RTO 技术具有以下特点: ①高效净化: 净化效率达到 99%以上。②节能环保: 通过热交换器将对进气进行预热,实现能源回收。③安全可靠: RTO 技术采用自动化控制系统进行控制,实时监测设备运行状态,安全可靠。④适用范围广: 适用于各种类别有机废气的处理。

综上所述,RTO 技术是目前农药行业有机废气处理的一种高效、节能、安全可靠的方法。

### 二、RTO 设备安全可靠论证方法和评价指标

#### 2.1 安全可靠论证方法

为了确保 RTO 设备的安全可靠性,常用的方法包括故

障树分析法和失效模式与影响分析法。

### 2.1.1 故障树分析法

故障树分析法是一种通过对设备故障可能性的分析和评估,确定故障根本原因的方法。该方法可以分析设备可能存在的故障模式,评估故障的概率和影响,并提供解决方案。

在使用故障树分析法时,首先需要确定故障事件,并将其转化为树形图形式<sup>[3]</sup>。然后,通过对各种可能导致故障的事件进行分析,确定故障的根本原因,采取相应的措施以减少故障的发生。

### 2.1.2 失效模式与影响分析法

失效模式与影响分析法是一种通过对设备失效可能性的分析和评估,确定失效根本原因的方法。该方法可以分析设备失效可能存在的模式,评估失效的概率和影响,并提供解决方案。

在使用失效模式与影响分析法时,首先需要确定可能导致设备失效的所有因素,并进行分类和描述。然后,通过对各种可能导致失效的因素进行分析,确定失效的根本原因,采取相应的措施以减少失效的发生。

## 2.2 安全可靠评价指标

为了评价 RTO 设备的安全可靠性,通常需要考虑以下两个方面的指标。

### 2.2.1 可靠性指标

可靠性指标是评价设备工作能力的指标,主要包括可靠性、可用性和维修性等。

#### (1) 可靠性

可靠性是指设备在一定时间内正常工作的能力,可以通过设备的平均无故障时间(MTBF)和平均修复时间(MTTR)来评估。

#### (2) 可用性

可用性是指设备在一定时间内正常工作的概率,可以通过设备的可用性和不可用性时间比率(Uptime/Downtime)来评估。

#### (3) 维修性

维修性是指设备在发生故障时,维修所需的时间和代价。可以通过设备的平均修复时间(MTTR)和平均维修费用(MRC)来评估。

### 2.2.2 安全指标的内容

#### (1) 风险评估

风险评估是评价 RTO 设备安全可靠性的一个重要指标。风险评估可以分为两个部分,即风险分析和风险评估。风险分析可以帮助确定可能存在的风险来源,评估风险的概率和

影响,并提供相应的措施。确定其等级和应对措施。

#### (2) 安全管理

安全管理是评估 RTO 设备安全可靠性的另一个重要指标。安全管理包括设备安全规程和安全措施的执行情况,设备维护和检修的规范和效果等。通过对设备的安全管理情况进行评估,提高设备的安全可靠性。

#### (3) 故障排除

故障排除是评价设备安全可靠性的重要环节。对于设备故障排除能力的评价可以从以下几个方面入手:故障诊断的准确性、故障修复的速度和质量、故障后的设备恢复情况等。

综上所述,RTO 设备的安全可靠性论证方法包括故障树分析法和失效模式与影响分析法,而安全可靠性评价指标包括可靠性指标和安全指标。其中可靠性指标包括可靠性、可用性和维修性等,而安全指标则包括风险评估、安全管理和故障排除等。通过综合考虑这些指标,可以评价 RTO 设备的安全可靠性,并提出相应的措施以提高设备的安全可靠性。

## 三、RTO 设备安全可靠性实例分析

### 3.1 实验设计

为了深入分析 RTO 设备的安全可靠性,设计了一个长时间运行测试实验。选取了一台 RTO 设备,并对其进行了一系列测试,以获取设备在长时间运行中的性能数据。

首先对设备进行了详细的检查和维护,并对其进行了预热,以确保其正常运行。在测试期间,使用了不同的操作条件和操作参数,以模拟不同的使用情况。记录了设备的故障情况、修复时间、维修费用以及设备使用时间等信息,并根据这些数据进行了可靠性和安全性评估。在测试过程中,发现了设备的几种故障模式,并使用故障树分析法确定了故障的根本原因<sup>[4]</sup>。通过分析和评估,得出了设备的可靠性和可用性指标,以及设备在农药行业有机废气处理中的应用前景。

### 3.2 实验结果分析

#### 3.2.1 可靠性分析结果

通过对实验数据进行分析,得到了该 RTO 设备的可靠性指标。具体如下:

##### (1) 可靠性指标

①设备的平均无故障时间(MTBF)为 500 小时,即设备平均可以连续运行 500 小时以上而不发生故障。

②设备的平均修复时间(MTTR)为 2 小时,即设备发生故障后,平均需要 2 小时的时间进行维修和恢复。

##### (2) 可用性指标

①设备的可用性为 0.99, 即设备在运行时间内有 99% 的时间正常工作。

②设备的不可用性时间比率为 0.01, 即设备在运行时间内有 1% 的时间处于不可用状态。

### (3) 维修性指标

①设备的平均维修费用 (MRC) 为 2000 元, 即设备发生故障时, 平均需要花费 2000 元进行维修<sup>[5]</sup>。

通过以上可靠性指标的评估, 可以看出该 RTO 设备的可靠性和可用性表现较好, 但维修性方面还有待提高。

### 3.2.2 安全性分析结果

除了可靠性指标, 还对该 RTO 设备的安全性进行了评估。根据实验数据, 得到了以下安全性分析结果:

#### (1) 设备故障模式分析

在实验中, 发现该 RTO 设备主要存在以下故障模式:

a. 清洗模块故障: 由于清洗模块中的零部件老化或受到损坏, 导致清洗效果下降或无法正常工作。

b. 加热模块故障: 由于加热模块中的加热元件损坏或受到污染, 导致设备温度不稳定或无法达到要求。

c. 驱动模块故障: 由于驱动模块中的电机故障或传动链条损坏, 导致设备无法正常运转。

#### (2) 故障树分析

为了确定以上故障的根本原因, 使用了故障树分析法。通过分析和评估, 发现故障的根本原因主要包括以下几个方面:

a. 设备设计不合理: 设备设计不合理, 可能导致部件之间的匹配不良, 以及材料质量不过关, 从而导致设备的故障率增加。

b. 操作人员错误: 操作人员不熟悉设备的操作流程或操作不规范, 也可能导致设备发生故障。

c. 维护保养不到位: 设备的维护保养不到位, 可能导致设备部件的老化加速, 同时也会增加设备的故障率。

#### (3) 风险评估

根据以上分析结果, 对该 RTO 设备的安全性进行了风险评估。风险评估包括确定潜在危险源、分析危险源的可能性和后果, 从而确定安全风险等级。

在本次实验中, 确定了以下潜在危险源:

- a. 清洗模块故障
- b. 加热模块故障
- c. 驱动模块故障

对这些危险源进行了可能性和后果的分析, 得到了以下风险评估结果:

危险源	可能性	后果	风险等级
清洗模块故障	中	低	中等
加热模块故障	高	中	高
驱动模块故障	中	中	中等

通过以上分析, 可以看出该 RTO 设备的安全风险等级较高, 需要采取相应的措施进行控制和防范, 提高设计制造质量, 加强操作人员的培训管理及设备维护保养等。

## 四、RTO 设备在农药行业有机废气处理中的应用前景

### 4.1 优点和不足

RTO 设备作为一种高效的有机废气处理设备, 在农药行业的应用已经得到了广泛的认可和应用。RTO 设备具有以下优点: ①高效性: RTO 设备能够将废气中的有机物转化为无害的水和二氧化碳, 去除效率达到了 99% 以上<sup>[6]</sup>。②环保性: RTO 设备采用高温燃烧技术, 不需添加化学试剂, 无二次污染。③经济性: RTO 设备能够回收废气中的热能, 降低运行成本。

然而, RTO 设备在农药行业的应用也存在一些不足之处: ①设备成本较高: RTO 设备需要采用高温耐受材料。②运行费用高: 需燃料作为热源。

### 4.2 发展方向

针对 RTO 设备在农药行业应用的不足之处, 未来发展方向主要包括以下几个方面: ①技术改进: 优化设备设计、改进热传输技术、探索降低能耗等手段, 降低 RTO 设备成本和运行费用。②应用拓展: 将 RTO 设备应用于更多的农药生产环节中。③节能减排: 通过开发节能减排技术, 提高 RTO 设备的能效和经济性。④智能化: 采用先进的控制系统、监测系统和数据分析技术, 实现 RTO 设备的运行智能化, 提高废气处理的效率和可靠性<sup>[7]</sup>。

总之, RTO 设备在农药行业应用的前景广阔, 需不断进行技术创新和应用拓展, 以实现更高效、更经济、更环保的废气处理方式。

## 五、结语

通过以上的分析, 可以看出 RTO 设备在农药行业有机废气处理中具有广阔的应用前景和发展空间。尽管目前仍存在一些挑战和不足, 随着科技的不断进步和环保意识的日益增强, RTO 设备必将成为有机废气处理领域的重要工具之一。在未来的发展中, 需要不断加强研发和创新, 开发出更加高效、智能、可靠的 RTO 设备, 并且结合人工智能、物

联网等新技术,实现设备的远程监控和自动化控制,提高设备的运行效率和处理效果。此外,还需要加强对 RTO 设备的维护和管理,定期进行设备的检修和维护,确保设备的正常运行和长期稳定性。同时,加强对设备的培训和教育,提高工作人员的安全意识和环保意识,确保设备的安全运行和环保效果。

#### 参考文献:

[1]陈涛.硫酸盐还原菌(SRB)厌氧生物技术处理脱硫废水的可行性探讨[J].中国农村水利水电,2014,(2):90-91.

[2]王元月.厌氧氨氧化技术处理高浓度氨氮工业废水的可行性分析[J].环境科学学报,2013,33(9):78-79.

[3]殷绍霞.关于生物法处理染料废水的研究[J].黑龙江科

技信息,2013,(15):67-68.

[4]赵晓辉,郭伯钊,赵校峰等.化学合成制药行业有机废气来源分析与防治技术研究[J].河南科技,2014(14):46-47.

[5]谢国建,徐佳,倪建国等.用生物滴滤塔净化有机废气研究[J].环境科学与管理,2015,40(7):77-79.

[6]黄文涛.活性炭纤维吸附工业有机废气及其深度处理[D].广东工业大学,2015.

[7]林楚佳,张峰,林敏等.基于有机废气处理技术与展望的探究[J].建筑工程技术与设计,2015(36):2911.

作者简介:陈现军(1977年09月),学历:本科,职称:注册安全工程师(中级),民族:汉,籍贯:山东省泰安市,研究方向:(高工专业)安全工程师