

doi:10.16597/j.cnki.issn.1002-154x.2021.11.002

化工企业废气处理系统安全事故分析

刘 玮¹ 李 杰^{2,*}

(1. 南通江山农药化工股份有限公司,江苏 南通 226017;2. 江苏云天环境工程有限公司,江苏 南通 226400)

摘 要 对一起化工企业废气处理系统安全事故进行了分析,提出了化工企业废气系统应关注的安全预防措施。得出的结论:化工企业废气系统的安全风险主要为有机废气组分浓度过高,若系统设计时除静电措施不到位,极易发生安全风险。同时,应在废气出口安装 LEL 检测装置和自动联锁切断系统,确保事故状态下高浓度废气不进入废气处理系统。

关键词 有机废气 安全装置 LEL

中图分类号:TQ086.2 文献标识码:A

Safety Design of Organic Waste Gas Pipeline in Chemical Industry

Liu Wei¹ Li Jie^{2,*}

(1. Nantong Jiangshan Agrochemical & Chemicals Co., Ltd, Jiangsu Nantong 226017;

2. Jiangsu Yuntian Environmental Engineering Co., Ltd, Jiangsu Nantong 226400)

Abstract This paper analyzes a safety accident of waste gas treatment system in chemical enterprise, and puts forward the safety preventive measures that should be paid attention to the waste gas system of chemical enterprise. Conclusion: the main safety risk of waste gas system in chemical enterprises is that the concentration of organic waste gas components is too high. If the electrostatic removal measures are not in place in the system design, it is very easy to have safety risks. Meanwhile, LEL detection device and automatic interlocking cut-off system shall be installed at the exhaust gas outlet to ensure that high concentration exhaust gas does not enter the exhaust gas treatment system under accident conditions.

Keywords organic waste gas pipeline safety measures LEL

1 前言

随着《化学工业挥发性有机物排放标准(江苏省)DB 32—3151—2016》(2017年2月1日实施)、《挥发性有机物无组织排放控制标准GB 37822—2019》(2019年7月1日实施)以及《制药工业大气污染物排放标准GB 37823—2019》、《涂料、油墨及胶粘剂工业大气污染物排放标准GB 37824—2019》等一系列行业大气污染物排放标准的颁布和实施,同时诸如《恶臭污染物排放标准》、《农药工业大气污染物排

放标准》、《印刷工业大气污染物排放标准》等排放标准已经处于征求意见稿的阶段。这些新颁布和即将颁布的标准对化工行业企业的废气治理提出了更高的要求。其中针对化工企业有机废气排放标准中的非甲烷总烃和臭气浓度指标,如《化学工业挥发性有机物排放标准(江苏省)DB 32—3151—2016》规定了80 mg/m³,臭气浓度1 500(无量纲)的排放限值要求,以及《恶臭污染物排放标准(征求意见稿)》中1 000(无量纲)的排放限值要求。这些标准的排放限值均和排气筒高度无关,且相比《大气污染物综合排

收稿日期:2021-09-30

作者简介:刘玮(1979—),男,工程师,主要从事三废处理装置建设运行,三废处理技术研究,E-mail:liuwei@jsac.com.cn;通讯作者:李杰(1981—),男,总工程师,主要从事三废处理工程及技术研究,E-mail:jiangsuyuntian@126.com。

放标准 GB 16297—1996》中非甲烷总烃 120 mg/m³ 的排放限值,排放指标均有了大幅度的提升。

为此,化工企业在进行全厂废气整治过程中,普遍采用了高温氧化(如 RTO)作为废气末端治理设施^[1],以达到有效去除废气中有机组分的目的。但是由于部分企业在采用 RTO 进行废气处理时,未能理解 RTO 的安全设计及运行理念,致使在设备运行过程中出现了较多的安全事故^[2-4]。

为此,本文以某化工企业 RTO 运行事故为例进行分析,提出了化工企业全厂废气管道的设计以及 RTO 的安全设计措施,以供化工企业参考。

2 案例情况

本文参照的事故案例为江苏某化工企业,该企业各车间废气收集后汇集于全厂废气总管,经二级碱液洗涤塔处理,去蓄热焚烧炉(RTO)进行处理后排放。企业废气总管采用玻璃钢材质,但接入废气总管的支管道比较杂乱,未按照每个车间一根总管进行汇总。

某天生产过程中,废气处理设施出现闪爆,导致 RTO 旁路风机出口软连接及二级碱洗塔内部连接管道爆裂。事故未出现人员伤亡,但企业因此停产整顿。

3 事故原因分析

通过分析事故情形,不难得出事故的原因,即废气浓度过高,超过了爆炸极限,同时有引火源和氧化剂,导致了闪爆出现。

再分析企业废气设施的现场情况,可以得出企业在废气收集上出现了以下一些问题:

(1) 废气收集管道采用玻璃钢材质,无法有效导出静电;

(2) 车间接入废气总管情况杂乱,存在部分废气管道直接从真空泵、活性炭吸附脱附装置出口直接接入总管的情况;

(3) 废气总管上未安装浓度监控仪表,RTO 系统虽设置了安全泄放,但并未与废气浓度进行连锁。

4 安全改造措施

针对以上问题,本文提出该化工企业应在废气收集处理、RTO 安全连锁上进行改进,主要依据《建筑设计防火规范 GB 50016—2014(2018 年版)》、《石油化工企业设计防火标准(2018 年版) GB 50160—2008》、《精细化工企业工程设计防火标准 GB

51283—2020》、《蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范 HJ 1093—2020》等相关安全标准和规范,采取如下安全措施以防范安全事故:

首先,化工企业应尽量控制每一个车间排放的废气浓度,做到有组织与无组织废气合理分配。生产车间内因使用真空进行减压蒸馏、输送含有机溶剂物料而产生的真空泵尾气严禁直接接入废气总管。

其次,由车间生产过程较长,废气排放浓度波动较大,车间有机废气应设置缓冲装置(洗涤塔)对有机废气进行预处理,以达到以下目的:(1) 去除废气中腐蚀性污染物;(2) 去除废气中颗粒物和粘性污染物;(3) 吸收部分有机物,减轻高浓度废气对后续系统的冲击。

第三,输送含有易燃易爆成分的有机废气的管道宜采用金属材质,并做好静电跨接与接地,防止静电产生。管道内废气流速控制在 10 ~ 15 m/s 范围内,防止废气流速过高产生静电。

根据《石油化工企业设计防火规范》(GB 50160—2008)、《大气污染防治工程技术导则》(HJ 2000—2010)等规范要求,应在废气收集管道的必要位置设置泄压装置,如泄爆片。

第四,全厂有机废气进入 RTO 等处理设施前,宜设置吸收装置(PP 填料塔)对有机废气进行预处理。闪爆事故情形下,填料塔可作为局部薄弱点进行压力泄爆,减少对焚烧炉体的冲击。

第五,增加废气管道上浓度检测仪表的设置。对于化工企业来说,生产中多使用诸如甲苯、二氯甲烷、甲醇等易挥发有机溶剂,如果废气收集系统未经过专业设计,容易导致车间内有组织废气管道内废气浓度过高,进入 RTO 系统时会产生安全风险。

化工企业应设置废气浓度检测仪器,以监测废气管道中的废气浓度。废气浓度检测可在各车间废气总管和全厂废气总管上进行安装,具体如下:

(1) 如果某车间使用了大量易挥发的有机溶剂,为了保证装置废气出口浓度在安全范围内(比如在爆炸下限的 25% 以下),建议企业在车间废气出口管道加装废气浓度检测,可采用 IR(红外分析),并增加连锁切断设施,在废气浓度过高时阻止装置废气进入废气总管。系统设计可参照图 1。

(2) 根据《蓄热燃烧法工业有机废气治理工程技术规范 HJ 1093—2020》,进入 RTO 的废气浓度应低于爆炸下限的 25%。因此,RTO 系统管道前应设

置 LEL 检测系统。

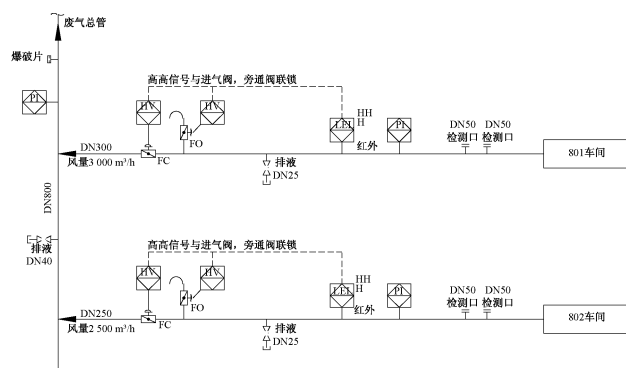


图1 车间废气出口 LEL 设置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of LEL setting for workshop exhaust gas outlet

根据相关工程经验, RTO 前 LEL 检测设备一般选择 FID(氢离子火焰)或 FTA(火焰温度分析)型。其中 FID 型仪器对碳氢化合物较为灵敏,对 CO/CS₂/NH₃/H₂ 等可燃物基本不响应,而 FTA 型仪器灵敏度最高,应用范围最广,但价格也较贵。企业可根据自身情况选择合适的仪器类型。

RTO 前 LEL 的设置一般有两种设计方案,见图 2 和图 3:

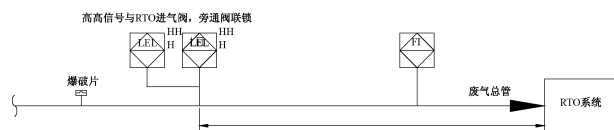


图2 RTO系统前 LEL 设置方案1

Fig. 2 LEL setting plan 1 before RTO system

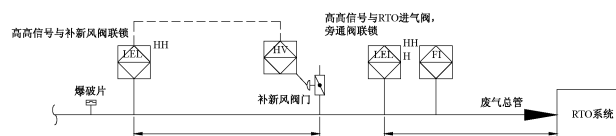


图3 RTO 系统前 LEL 设置方案2

Fig. 3 LEL setting plan 2 before RTO system

以上两种方案均能有效保护 RTO 系统的运行安全,区别在于第二种方案对全厂废气管道的距离有一定的要求。各企业可根据厂内实际情况选择合适的方案。

4 结论

综上所述,化工企业在处理厂内有机废气时,应注重安全防范措施的设计。应重点关注废气管道除静电措施、废气浓度监控措施,应注重全厂废气的系统性设计。

参考文献

- [1] 胡志军,李建军,徐明,等.蓄热式热氧化炉处理农药行业挥发性有机废气[J].广州化学,2016,41(06):53-58.
- [2] 王竹槽,胡志军,徐明,等.化工废气RTO净化系统爆炸原因分析[J].广州化学,2017,42(03):68-72.
- [3] 史风华,王文文.某制药厂RTO系统爆炸原因分析[J].化工设计通讯,2019,45(10):97-98.
- [4] 王新民,周华君,徐东平,等.化工废气处理系统爆炸原因分析及预防措施[J].宁波化工,2014(01):40-43.

化工信息

国家科学技术奖揭晓

2021 年 11 月 3 日上午,2020 年度国家科学技术奖励大会在人民大会堂举行。

经网络评审组、学科专业评审组、评审委员会和奖励委员会评审,科技部审核,2020 年度国家科学技术奖共评选出 264 个项目、10 名科技专家和 1 个国际组织。其中,国家自然科学奖 46 项,一等奖 2 项,二等奖 44 项;国家技术发明奖 61 项,一等奖 3 项,二等奖 58 项;国家科学技术进步奖 157 项;特等奖 2 项,一等奖 18 项,二等奖 137 项。有 8 位外国专家和 1 个国际组织获中华人民共和国国际科学技术合作奖。分量最重的国家最高科学技术奖颁给了中国航空工业集团有限公司顾诵芬院士和清华大学王大中院士。

此次石油化工行业共 11 个项目获奖,国家科技进步奖一等奖 3 项,二等奖 8 项;国家技术发明奖二等奖 11 项。主要完成人(单位)为“三桶油”及石油院校。另有 12 个化学化工材料类项目获得国家自然科学奖,其中一等奖 2 项,二等奖 9 项。

国家科学技术奖含金量极高,坚持要求提名成果须应用满三年以上。一项研究成果的取得,背后往往是科研工作者“十年如一日”的专注和勤奋。2020 年度获奖项目平均研究时间是 11.9 年,其中研究时间 10~15 年的项目数量最多,占比 38.9%。

(信息来源:流程工业)