

化工厂污水池尾气的治理

王莹

北京燕山玉龙石化工程股份有限公司 北京 105200

摘要: 石油化工污水处理厂污水池内的细菌繁殖会促使污水池释放出恶臭的气味, 严重污染周围的空气环境。污水池的尾气属于无组织排放, 具有尾气成分复杂, 浓度不固定的特点。目前, 国内治理技术主要采用生物降解、吸附技术、等离子体技术等, 这些治理技术存在各自的优缺点。本文介绍了燃烧技术(RTO), 从工艺安全角度分析了污水池尾气治理工艺流程, 通过工艺估算对污水池尾气的收集气量、浓度进行了理论计算, 并结合北京燕山威立雅水务有限责任公司东区污水池VOC治理项目, 验证了采用RTO治理污水池尾气的可实施性。

关键词: 污水池; 尾气; 收集; RTO

Treatment of exhaust gas of sewage tank in chemical plant

Wang Ying

Beijing Yanshan Yulong Pec Co.,Ltd Beijing 105200

Abstract: The bacteria in the sewage tank of petrochemical wastewater treatment plant will cause the sewage tank to release the odor, which will seriously pollute the surrounding air environment. The exhaust gas of the sewage tank belongs to the disorganized emission, which has the characteristics of complex composition and unfixed concentration of exhaust gas. At present, domestic treatment technology mainly uses biodegradation, adsorption technology, plasma technology, etc. These treatment technologies have their own advantages and disadvantages. This paper introduces combustion technology (RTO), and analyzes the process of sewage tank tail gas treatment from the perspective of process safety. Through the process estimation, the concentration of the sewage tank tail gas was theoretically calculated, and combined with the eastern sewage tank VOC control project of Beijing Yanshan Veolia Water Limited Responsibility Company, the feasibility of using RTO to treat sewage tank tailgas was verified.

Key words: sewage tank; Exhaust gas; Collection; RTO

1 简述

1.1 东区污水池概况

威立雅东区污水池包括化一来水池、化二来水池、小调

节池、均质池、大调节池(碱渣)、大调节池(化八), 各污水池规格参见表1-1。

表1-1 东区污水池一览表

位置	序号	名称	污水池规格 (长×宽×高m)	气相空间体积(m ³)	换气次数
东区	1	化一来水池	11.5×1×3.5	40	2
	2	化二来水池	10×2.5×3.3	82	2
	3	小调节池	40×40×6	4800	2
	4	均质池	40.5×40.5×6.5	4640	2
	5	大调节池 (碱渣)	50×35×6.5	2625	3
	6	大调节池 (化八)	50×35×6.5	3500	3

目前, 污水池顶部采用混凝土盖板进行密封, 威立雅公司对各污水池尾气浓度进行三次检测, 浓度值见表1-2。上述区域尾气的主要成分为无组织挥发性有机污染物, 并含有

少量氯化物、硫化物, 这些排放尾气既有害于职工的身体康, 也影响厂区周边地区居民的生活环境。减少此类气体的排放, 将有效地改善作业区及周围的空气质量, 减轻大气污

染和附近居民的投诉有助于提高企业的社会形象。

表1-2 东区污水池检测浓度一览表

取样点名称		化一来水池	化二来水池	小调节池	均质池	大调节池(碱渣)	大调节池(化八)
分析次数		3	3	3	3	3	3
硫化氢	mg/m ³	4.92	5.45	3.67	2.85	1.39	1.1
氨	mg/m ³	0.46	0.33	0.445	0.81	0.508	0.23
二硫化碳	mg/m ³	1.25	0.63	0.93	0.8	4.66	1.33
非甲烷总烃	mg/m ³	200	67	15	270	10819	3360

1.2 技术方案比选

不同治理技术针对VOCs尾气的组分、浓度、风量、温湿度等特性,净化效率和经济性存在较大差异。

吸附技术存在吸附剂用量大、再生困难而导致运行费用升高等问题;吸收技术由于缺少理想吸收剂,净化效率受到限制;冷凝技术在治理多组分且无回收价值的VOCs时,成本高且无实际意义;生物降解技术对多组分VOCs的治理尚停留于理论研究阶段;光催化和低温等离子等新型有机废气治理技术对多组分VOCs治理时,技术还不够成熟。

燃烧技术即利用VOCs容易燃烧的性质,将其在足够高的温度、过量空气、高温湍流的条件下,燃烧生成CO₂和H₂O等,主要包括直接燃烧和催化燃烧(又称催化氧化)。

目前国内、外制药行业污水池尾气治理,工业化的技术已经采用蓄热式焚烧(RTO)处理工艺。针对威立雅东区污水池尾气的特点,在对制药行业污水池尾气治理实地考察后采蓄热式焚烧(RTO)处理工艺

1.3 工艺流程简述

威立雅东区化一来水池、化二来水池、均质池和小调节池位于新增RTO处理设施的西南侧,大调节池(碱渣)和大调节池(化八)位于新增RTO处理设施的西北侧,南北两侧的三级汇合管汇集成一根四级汇合管,尾气通过主风机引至RTO,主风机为变频风机,通过控制入口压力变频控制尾气风量。各污水池出口二级汇合管设置流量计,通过调节出口管线阀门保证各污水池尾气风量。

四级汇合管设置2台可燃气体爆炸下限检测仪,爆炸下限检测仪信号二取一,当尾气浓度到达混合气体爆炸下限的25%^[2]时,主管线上的开关阀连锁关闭,同时旁通开关阀打开,尾气直接排至尾气烟筒。同时打开新风阀,对尾气管线进行稀释。

四级汇合管设置连续排液的液包,该液包出口排液阀RTO运行期间严禁关闭保证分水效果,输水管线排至就近污水池,为防止冬季管线冻裂,设置了蒸汽伴热。此外,RTO入口设置预热器,保证尾气中水及酸性气体充分气化。

2 污水池尾气治理工艺设计

2.1 尾气气量及浓度的工艺估算

威立雅东区污水处理厂释放点尾气成分复杂,属无组织排放,浓度变化较大,而RTO氧化室温度达到815℃以上,

因此尾气收集系统的尾气气量及浓度的工艺计算至关重要。在确保RTO炉稳定安全运行的前提下控制尾气浓度使RTO能够维持热量平衡,减少燃料的消耗。

在对制药行业的污水池尾气收集系统调研后确定了污水池的换气次数,尾气气量采用如下的计算公式。

$$\begin{aligned} \text{尾气的量} &= 40 \times 2 + 82 \times 2 + 4800 \times 2 + 4640 \times 2 + 2625 \times 3 + 3500 \times 3 \\ &= 37499 \text{ Nm}^3/\text{h} \end{aligned}$$

在确定了各污水池的尾气气量后,尾气收集系统的管径采用如下原则:一级分支管设计流速为4-6m/s,二级汇合管设计流速为10-12m/s,三级汇合管设计流速为8-10m/s,四级汇合管设计流速为6-8m/s^[3]。

尾气浓度的估算根据现有检测浓度中的非甲烷总烃(见表1-2),采用如下的计算公式。

$$\begin{aligned} \text{尾气总管非甲烷总烃最低浓度} &= (80 \times 200 \div 2 + 164 \times 67 \div 2 + 9600 \times 15 \div 2 + 9280 \times 270 \div 2 + 7875 \times 10819 \div 3 + 10500 \times 3360 \div 3) \div 37499 \\ &\approx 1107 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{尾气总管非甲烷总烃最高浓度} &= (80 \times 200 + 164 \times 67 + 9600 \times 15 + 9280 \times 270 + 7875 \times 10819 + 10500 \times 3360) \div 37499 \approx 3284 \text{ mg/m}^3 \end{aligned}$$

2.2 尾气治理安全措施

通过理论上的工艺计算,西区污水池的浓度约1107-3284mg/m³。但污水池中的水来自上游炼油和化工装置,浓度变化较大。因此各污水池尾气收集以后进RTO前设置了必要的安全措施。

(1) 尾气汇集总管RTO供应商设置2套LEL检测器(FTA),报警值设定为混合气体爆炸下限的25%^[2],要求从LEL检测至RTO系统安全切出的总体响应时间≤8s,FTA使用乙烯作为标气,氢气的热值作为基准点,具有响应时间短的优点。在管道安装时汇集总管采用的尾气流速8m/s,管径1300mm,LEL安装位置距离切出开关阀100m,尾气从LEL流至开关阀实际所用时间100÷8 = 12.5s > 8s,满足供应商要求的安全距离。

(2) 各污水池出口尾气管线设置了管道爆轰型阻火器,阻火器前后设置了压力监测,阻火器的选型应通过ISO16852国际标准规定的测试要求,并具有第三方权威实验认证^[4],阻火器的内件和壳体材质选用不锈钢。

(3) 为避免进入RTO尾气含有液滴,RTO入口主风机前设置预热器,预热器的加热温度70℃,一是保证尾气中

的水分完全气化, 避免损坏蓄热体, 二是尾气中酸性气体的露点低于 60°C , 将尾气加热至 70°C 可保证酸性气完全气化, 避免腐蚀设备。加热气体来自氧化室, 加热气体用量约 $3000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

3 运行情况

燕山威立雅东区污水池VOC治理项目于2018年6月一次开车成功, 通过管路上的阀门调节将尾气风量控制在 $37000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。RTO炉入口汇集管的尾气浓度通过在线VOCs浓

度检测仪时时记录, 浓度变化趋势见图3-1。从图中可以发现: (1) 尾气浓度约 $300\text{--}1700\text{mg}/\text{m}^3$, 从开车到运行一段时间后尾气的浓度逐步降低, 与威立雅车间技术人员共同分析认为随着RTO的运行, 污水中的油含量逐步降低导致尾气中VOCs浓度逐步降低。(2) 从RTO运行至今, 尾气浓度没有出现达到混合气体爆炸下限25%的时间点, 这为装置的安全运行提供了数据支持。

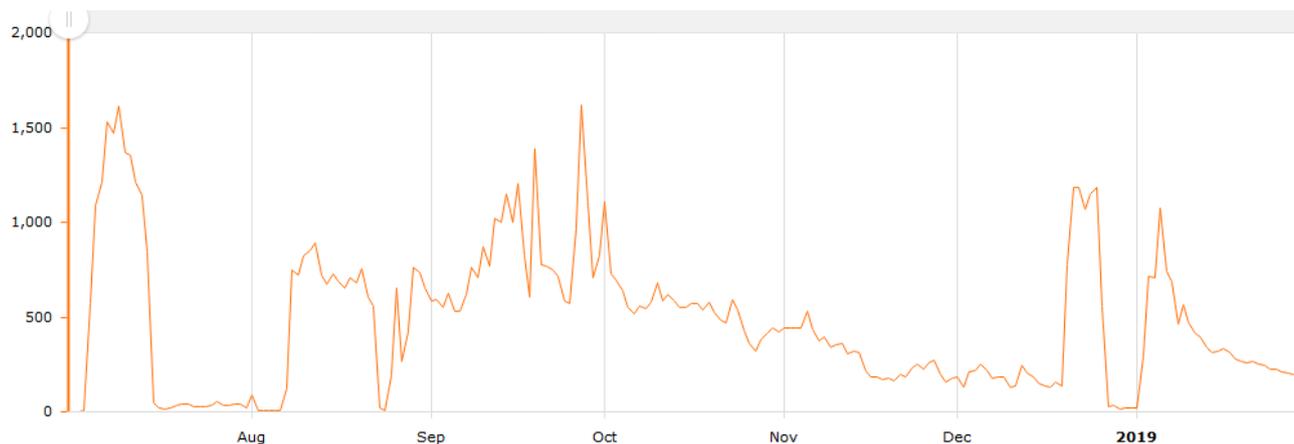


图3-1 RTO炉入口尾气非甲烷总烃浓度(纵坐标单位: mg/m^3)

RTO炉出口的尾气浓度通过在线VOCs浓度检测仪也进行了时时记录, 浓度低于国家及北京市地方标准^[1]中要求的非甲烷总烃 $\leq 20\text{mg}/\text{m}^3$ 。

4 结语

通过对燕山威立雅东区污水池VOC治理项目运行数据的收集和分析, 得出以下结论:

(1) 尾气浓度较工艺估算值偏低, 且无超过混合气体爆炸下限25%的数据点, 这为装置的安全运行提供了数据支持, 验证了污水池尾气收集系统工艺设计的合理性。

(2) 通过治理后尾气的浓度监测数据发现, 各项控制指

标符合国际及北京市环保规范的要求, 且燃烧产物是二氧化碳和水, 不会产生二次污染, 验证了污水池尾气治理采用燃烧技术(RTO)的优越性。

参考文献:

- [1]DB11/447-2015, 炼油与石油化学工业大气污染物排放标准[S]
- [2]王子宗主编. 中国石化炼化企业VOCs综合治理技术指南. 北京: 中国石油化工集团公司, 2007.
- [3]CJJ/T243-2016, 城镇污水处理厂臭气处理技术规程[S]
- [4]石油化工储运罐区罐顶油气连通安全技术要求[S]