

不同浓度苯乙烯废气的沸石转轮+催化燃烧工艺的优化设计

何文龙*

(上海兰宝环保科技有限公司,上海 201404)

摘要:研究了苯乙烯有机废气采用沸石转轮+催化燃烧工艺的可行性,对该工艺进行了系统的优化设计,可有效针对不同浓度的苯乙烯废气处理达到越来越严格的排放标准限值要求。并说明了优化工艺的特点以及运行过程中的注意事项。

关键词:苯乙烯;沸石转轮;催化燃烧;浓度;优化设计

中图分类号:X701.7

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2021)10-0221-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2021.10.045

Optimal design of zeolite runner+catalytic combustion process for different concentrations of styrene-containing waste gas

HE Wen-long*

(Shanghai Lanbao Environmental Protection Technology Co., Ltd., Shanghai 201404, China)

Abstract:The feasibility of using zeolite runner+catalytic combustion process to treat with styrene-containing waste gas is studied, and the process is optimized and designed systematically, which can effectively deal with different concentrations of styrene-containing waste gas to reach increasingly strict emission standard limits. The characteristics of the optimized process and the precautions during operation are also explained.

Key words:styrene; zeolite runner; catalytic combustion; concentrations; optimal design

苯乙烯作为化工、医药、塑胶行业重要原料,使用规模越来越大。但在工业生产过程中,苯乙烯由于具有挥发性强的特点,在装卸车、罐区储罐呼吸以及作为溶剂挥发都会产生大量的苯乙烯废气。苯乙烯对人体以及生态环境都具有很大的危害性^[1]。目前国家颁布的《石油化学工业污染物排放标准》(GB 31571—2015)明确限定了苯乙烯的排放浓度值须 $\leq 50 \text{ mg/m}^3$ ^[2]。且随着国家和地方排放标准越来越严格,对达标排放限值要求越来越高,如目前山东省已颁布的《挥发性有机物排放标准 第6部分:有机化工行业》(DB 37/2801.6—2018)排放标准要求苯乙烯 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ ^[3]。

苯乙烯是一种易聚物质,熔点 -30.6°C ,沸点 146°C ,不溶于水,暴露于空气中逐渐发生聚合及氧化^[4]。在含苯乙烯的废气处理工况下,目前针对苯乙烯废气的治理工艺通常有冷凝+氧化工艺、生物法工艺、植物液喷淋+光催化氧化工艺、活性炭吸附工艺^[5-9],这些处理工艺存在的问题是:①针对的是低浓度苯乙烯废气进行处理,不适用于高浓度苯

烯废气处理;②处理效率较低,很难满足现有的越来越严的排放标准限值要求;③投资和运行成本较高。也有提出采用活性炭三维电极法^[10]、UV-生物耦合法来处理低浓度苯乙烯^[11-12],但尚处在实验室阶段。

工程项目中也在逐渐推广使用活性炭吸脱附+CO/RTO、沸石转轮吸脱附+CO/RTO的组合工艺处理苯乙烯废气^[13-14]。但该工艺存在的主要问题有:一是苯乙烯易在浓缩装置(沸石或活性炭)表面聚合,且脱附过程中也易发生聚合反应生成聚苯乙烯,造成设备损坏,降低整个系统的净化效率;二是处理效率(活性炭的处理效率通常 $\geq 90\%$,转轮的处理效率通常 $\geq 95\%$,CO炉的处理效率通常 $\geq 97\%$,RTO的处理效率通常 $\geq 98\%$)越来越难满足排放标准的限值要求。治理苯乙烯废气依然是难点。

本文中针对低浓度($\leq 400 \text{ mg/m}^3$)苯乙烯废气以及高浓度($400 \sim 2000 \text{ mg/m}^3$)苯乙烯废气探讨采用沸石转轮+催化燃烧的优化设计工艺进行处理,最终满足出口废气浓度 $\leq 20 \text{ mg/m}^3$ 的限值要求,废

收稿日期:2020-11-03;修回日期:2021-07-27

作者简介:何文龙(1993-),男,硕士,工程师,主要从事VOCs废气治理工艺设计工作,通讯联系人,17621452357@163.com。

气风量均为 50 000 m³/h。

1 低浓度苯乙烯废气沸石转轮+催化燃烧工艺的优化设计

苯乙烯由于存在易聚合的特点,因此若采用常规的沸石转轮进行吸附处理,长时间运行会在沸石转轮里形成聚苯乙烯,难以脱附,引起沸石转轮的堵塞。目前,日本的一些沸石转轮生产企业已经研发

出专门针对苯乙烯的沸石转轮,这样可有效避免沸石转轮堵塞的问题。

常规的沸石转轮+催化燃烧工艺出口浓度是转轮出口浓度与催化燃烧炉出口浓度的混合浓度值,通常该值要高于转轮出口浓度值,为了降低出口浓度,优化的工艺对催化燃烧炉出口烟气采用内循环的形式,这样只需保证转轮出口达标即能够满足达标排放的要求。工艺流程如图 1 所示。

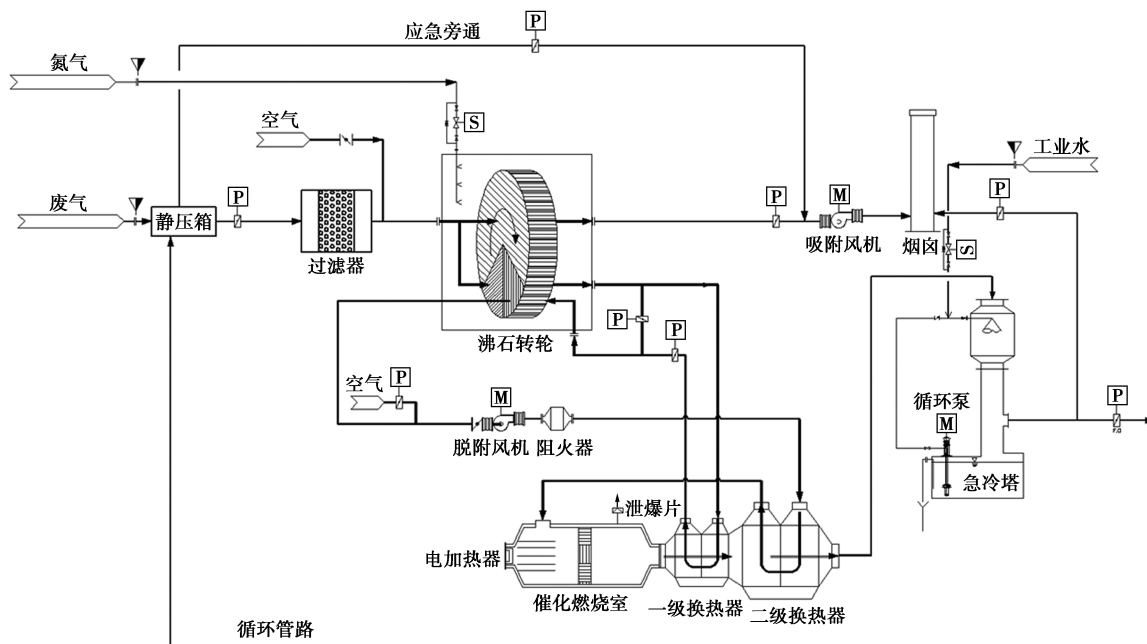


图 1 沸石转轮+催化燃烧工艺流程

从图 1 中可以看出,对催化燃烧炉出口烟气经过两级换热后,再经过急冷塔降低烟气温度,从急冷塔出口烟气回流至系统前端,这样就实现了 CO 炉出口烟气形成内循环的形式,烟囱出口浓度值即为转轮出口浓度。

针对 50 000 m³/h 风量,400 mg/m³ 的苯乙烯废气,对沸石转轮进行了设计,选用 $\phi 2\ 450\ \text{mm}$, 厚度 400 mm 的针对苯乙烯废气的转轮,转轮的去除效率为 95%,即出口浓度为 20 mg/m³,可满足达标排放,转轮的浓缩倍数为 10 倍,进 CO 炉的废气风量为 5 000 m³/h,浓度为 4 000 mg/m³。转轮参数如图 2 所示。

2 中高浓度苯乙烯废气沸石转轮+催化燃烧工艺的优化设计

针对中高浓度(400~2 000 mg/m³) 苯乙烯废气,采用转轮+CO 的工艺,为了保证达标排放,设计采用两级转轮串联的形式,设计一级转轮的去除效

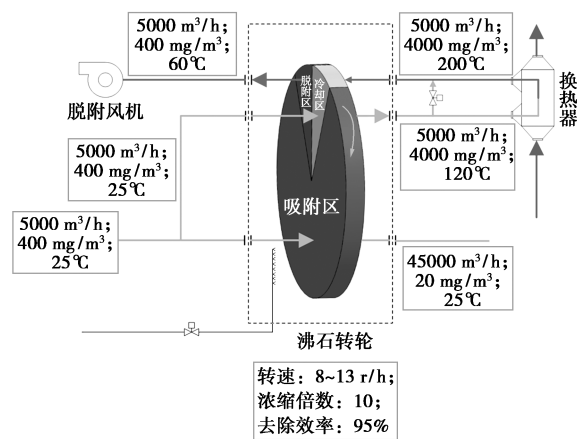


图 2 沸石转轮计算示意图

率为 95%,二级转轮的去除效率为 85%,整体去除效率可达 99.25%,可满足达标排放的要求。当废气浓度为 2 000 mg/m³ 时,一级转轮处理后浓度为 100 mg/m³,二级转轮处理后浓度为 15 mg/m³,该浓度小于 20 mg/m³。两级转轮脱附气进 CO 炉进行催

化燃烧,CO炉出口烟气同样采用回流的形式,形成内循环。从而对于中高浓度苯乙烯废气也可以实现很高的去除效率。

3 工艺特点

针对苯乙烯废气采用优化后的转轮+CO工艺有如下特点。

(1) 苯乙烯专用转轮的使用:该转轮的使用可以防止在长期运行中导致聚合现象的发生,解决了转轮使用中聚合导致堵塞的问题。

(2) CO炉出口烟气降温回流措施:CO炉出口烟气经过两级换热后,温度仍然较高,约120℃,需要通过急冷塔快速降温后再与前端烟气混合,进转轮废气温度控制在40℃以下,保证转轮的吸附效果。

(3) 中高浓度苯乙烯废气采用两级转轮串联的措施保证达标排放:对于中高浓度苯乙烯废气,采用一级转轮已经无法保证去除效果,因此考虑采用两级转轮串联的形式,当废气浓度高达2 000 mg/m³时,两级转轮的整体去除效率可高达99.25%,从而保证了稳定的达标排放。

(4) 正常运行时,整个系统不需要额外补充热量,可维持系统的自运行,降低运行成本。转轮吸附浓缩后的高浓度废气经CO炉催化燃烧后,通过两级换热,一级换热给转轮脱附提供热能,二级换热给脱附废气进行预热,可保证系统的自运行,从而降低运行成本。

(5) 出口排放浓度低,可满足越来越严格的排放标准要求。

4 注意事项

(1) 若来源端废气含有颗粒物,在进沸石转轮前需进行预处理,可采用干式过滤器来去除颗粒物后再进入转轮,保证转轮长期稳定运行。

(2) 在系统第一次运行时,需要先通新鲜空气给CO炉进行预热,保证达到起燃温度后再通入废气,这样避免升温过程中苯乙烯在CO炉发生聚合,且保证充分的催化氧化。

(3) 当系统发生故障或停机检修时,废气主管路阀门需关闭,开启旁通管路,废气从旁通管路应急排放。脱附管路引入新风给CO炉冷却降温,使CO炉正常停机。

(4) 脱附管路需设置阻火器或防火阀装置,CO

炉体设置泄爆片,废气管路设置LEL浓度检测仪装置,系统关键位置设置温度传感器、压力传感器,通过这一系列措施,保证系统的安全稳定运行。

(5) 当采用两级转轮串联使用时,每级转轮配置1台脱附风机,保证脱附效果。

5 结论

通过使用专门针对苯乙烯废气的转轮来处理苯乙烯废气可有效避免苯乙烯在转轮上的聚合问题。针对低浓度废气,通过对转轮+催化燃烧工艺的优化设计,可有效控制出口浓度,该工艺思路无论针对现有的转轮+催化燃烧工艺进行技术改造,还是新建项目工艺设计都具有普适性。针对高浓度苯乙烯废气考虑在一级转轮+催化燃烧优化工艺基础上,增设二级转轮,采用两级转轮串联可有效控制出口浓度。

参考文献

- [1] 宫中昊.高锰酸钾溶液处理苯乙烯废气中试[A].环境工程2017增刊2下册[C].工业建筑杂志社,2017:4.
- [2] GB 31571—2015.石油化学工业污染物排放标准[S].
- [3] DB 37/2801.6—2018.挥发性有机物排放标准 第6部分:有机化工行业[S].
- [4] 裘盼黎.电化学氧化强化溶液吸收去除苯乙烯和四氢呋喃废气[D].杭州:浙江工业大学,2019.
- [5] 张宏.苯乙烯废气治理技术应用实例比较[J].环境工程,2014,32(S1):576-577.
- [6] 曹聪,藤冈仁,佐藤一代,等.含苯乙烯VOCs废气排放控制治理案例分析[J].高分子材料科学与工程,2012,28(3):183-185,190.
- [7] 林雨.冷凝法治理苯乙烯废气及影响规律的研究[J].现代化工,2018,38(10):192-195.
- [8] 马瑞杰,菅秀君,朱相春,等.满足排放要求的苯乙烯废气处理工艺及应用[J].齐鲁石油化工,2020,48(1):21-25.
- [9] 杨百忍,王丽萍,梁煜新,等.生物滴滤塔净化苯乙烯废气的强化启动及工艺性能[J].环境工程学报,2015,9(11):5510-5514.
- [10] 陈江,汤宗礼,章亚芬.活性炭三维电极法处理低浓度苯乙烯废气[J].资源节约与环保,2019,(6):77-78.
- [11] 於建明,陈建孟,蒋轶锋,等.紫外光降解废气的管式反应器:CN,203002191U[P].2013-06-19.
- [12] 於建明,陈建孟,蒋轶锋,等.紫外光降解废气的管式反应器及其方法:CN,102824830A[P].2012-12-19.
- [13] 黄炳辉,蓝炳杰,蔡周祥.含苯乙烯VOCs废气治理[J].中国环保产业,2009,(9):36-38.
- [14] 王毅飞.一种含苯乙烯VOCs废气治理装置:CN,210699252U[P].2020-06-09.■