

0.5 t/h 三氧化硫磺化装置的改进

郭朝华¹, 高华明²

(1. 中国日用化学工业研究院, 山西 太原 030001; 2. 浙江绍兴南方石化有限公司, 浙江 绍兴 312025)

摘要: 介绍了 0.5 t/h 三氧化硫磺化装置的工艺流程, 比较了与传统三氧化硫磺化装置的主要差异。采用除湿机组替代了传统的空气干燥系统; 改进了电加热预热装置; 改进了静电除雾装置。该套磺化装置能满足多品种、小批量磺化产品的生产需求。

关键词: SO₃ 磺化装置; 工艺改进

中图分类号: TQ423 **文献标识码:** D **文章编号:** 1006-7264(2014)09-0011-04

DOI: 10.13222/j.cnki.dc.2014.09.003

浙江绍兴南方石化有限公司于 2012 年投资建设了 1 套 0.5 t/h 三氧化硫磺化装置, 主要用于重烷基苯、白油及其他小品种有机物磺化。该套装置由中国日用化学工业研究院设计、指导安装并提供技术服务, 根据生产多品种磺化产品需经常开停车及工艺条件不同等特点, 对传统的 SO₃ 磺化装置进行了一些改进。

1 工艺流程简述(见图1)

空气经过滤后通过直冷式除湿机组进入主风机(罗茨风机), 使工艺空气的露点达到 -60℃。固体硫磺经熔化、过滤后, 由液硫输送泵经质量流量计计量后送入燃硫炉, 液硫与一定量的工艺空气燃烧生成 SO₂, 之后进入 SO₂/SO₃ 转化塔, 在钒触媒的作用下与空气中的氧在一定的温度条件下反应转化成 SO₃ 气体, 通过 SO₃ 冷却器冷却后, 再加入一定量的工艺空气, 稀释后成为一定浓度的 SO₃ 气体供磺化使用。

SO₃ 气体经过滤后从磺化器顶部加入, 均匀地分布到列管膜式反应器的各反应管内, 与呈膜状分布的重烷基苯顺流而下完成磺化反应。磺酸和经计量的碱液进入经特殊设计的高剪切内循环式中和器进行中和反应, 反应物在压力调节下进入调整罐。磺化系统排出的尾气内含含有少量未反应的 SO₂、SO₃ 和有机酸雾,

经旋风分离器分离后进入碟片式静电除雾器, 在高压静电的作用下除去有机酸雾和微量的 SO₃, 再进入洗涤塔用碱液吸收 SO₂ 气体后排空。

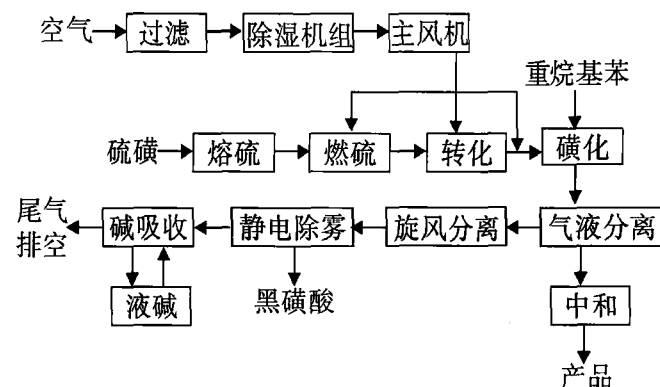


图 1 重烷基苯磺化生产工艺流程框图

Fig.1 Flow diagram of sulfonation process of heavy alkyl benzene

2 磺化装置技术改进

2.1 空气干燥系统

工艺空气是磺化生产过程中的重要物料, 其露点的高低对磺化产品的质量有一定影响。0.5 t/h 三氧化硫磺化装置的工艺空气用量相对较少, 设计时一方面要保证工艺空气的质量, 另一方面要尽可能减少能耗、便于操作和设备维修, 为此选择使用除湿机组。

收稿日期: 2014-08-12

作者简介: 郭朝华 (1965-), 男, 山西人, 高工。

2.1.1 ATR-L-850-E 除湿机主要技术参数 (见表 1)

表 1 ATR-L-850-E 除湿机主要技术参数

Tab.1 Main technical parameters of ATR-L-850-E dehumidifier

项目	ATR-L-850-E 除湿机组
额定处理风量 / $m^3 \cdot h^{-1}$	850
机组装机功率(包括制冷机) / kW	40
电源	三相、380 V、50 Hz
除湿机组外形尺寸 / mm	3 500 × 1 000 × 1 200
除湿机组重量 / kg	1 500

2.1.2 空气除湿工艺流程示意图 (见图 2)

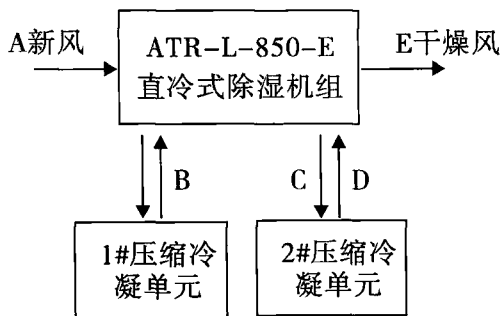


图 2 空气除湿工艺流程框图

Fig.2 Flow diagram of air dehumidification process

2.1.3 各状态点参数(夏季工况)(见表2)

表 2 各状态点参数(夏季工况)

Tab.2 Parameter of each state point (summer)

状态点	A	E
风量 / $m^3 \cdot h^{-1}$		850
干球温度 / $^{\circ}C$	35	25
湿球温度 / $^{\circ}C$	30	8.21
相对湿度 / %	70	0.06
含湿量 / $g \cdot kg^{-1}$	25.2	0.012
露点 / $^{\circ}C$	28.6	-60
焓值 / $kJ \cdot kg^{-1}$	99.9	25.3

2.1.4 技术说明

① 机组采用西门子 PLC S7-200 控制系统和 TD-400 文本显示器, 主要电器元件采用西门子产品。操作面板上设置自动 / 手动转换开关, 电源开关, 急停开关, TD-200 文本显示器, 操作面板简洁美观。所有的工艺操作, 参数设置可在 TD-200 上实现。自动运行时, 机组自动运行。手动运行时, 可从 TD-400 的按键上开 / 停, 以便于调试和维护; ② 机组具备

各种故障报警功能; ③ 机组采用 PU 发泡双层彩钢板外壳; ④ 电控说明: 控制系统主要部件为 SIEMENS CPU224, EM231, 露点仪, PT100, 再生及电加热段, 旁通等。通过在 TD-400 上参数的设定及出风温湿度的检测, 系统自动进行 PID 调节达到设定的参数。外形图见图 3。



图 3 ATR-L-850-E 除湿机外形图

Fig.3 Outside view of ATR-L-850-E dehumidifier

2.2 SO_3 气体发生系统

2.2.1 循环预热

在传统的三氧化硫磺化装置中, 一般采用预热炉 (使用柴油、天然气或煤气燃烧等间接加热工艺空气) 或电加热器 (直接加热) 对三氧化硫发生系统进行预热。采用预热炉预热时, 能耗较高且操作不方便。采用电加热技术预热时, 操作简便安全、热效率高、能耗低、开车时间和预热时间均缩短, 且工艺设备简单。因此, 本次采用电加热进行预热, 并对传统三氧化硫磺化装置中的电加热预热装置进行了改进。

传统的电加热预热装置的工艺为: 干燥除湿后的工艺空气直接进入电加热器, 将加热后的工艺热空气送入燃硫炉、转化塔, 将燃硫炉内温度加热至硫磺自燃点以上, 转化塔进口温度至 $400^{\circ}C$ 左右。

改进后的电加热预热装置的工艺为: 在转化塔与燃硫炉之间安装预热循环风机 (特殊定制的耐高温风机)、气体循环管道, 使预热空气在空气电加热器、燃硫炉、 SO_2 冷却器和转化塔之间进行内部循环, 对三氧化硫发生系统进行预热。流程图见图 4。

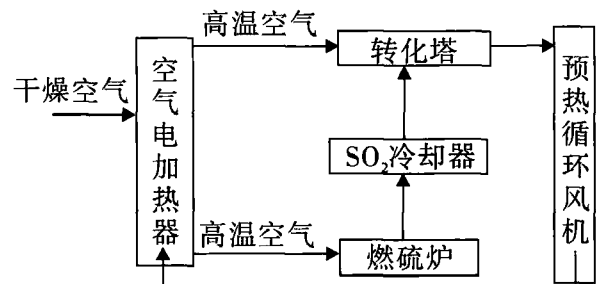


图 4 循环预热流程框图

Fig.4 Flow diagram of circulation pre-heating

来自空气干燥系统的工艺空气经电加热器(60 kW)加热后分2路分别进入燃硫炉和转化塔,当气体充满三氧化硫发生系统,转化塔底有气体排出时开启预热循环风机同时关闭主风机。加热空气在密闭的三氧化硫发生系统循环加热,这样大大节约了预热时间,同时避免了预热期间的气体排放,而且节约了电能(预热循环风机功率比主风机功率小得多)。整个加热过程约3 h,就可以满足工艺要求。

2.2.2 SO₂ 冷却器

在传统的三氧化硫磺化装置中,SO₂冷却器为立式安装的套管式换热器。在本装置中,将其改为固定管板式换热器,占地面积大大减少,车间环境得到改善。

2.3 尾气处理

中国日用化学工业研究院于2006年开发研制出碟片式静电除雾器(参数见表3),采用碟片无悬线电晕电极,高强度的电离电极呈碟形,该碟型电极由一刚性柱支承,该刚性柱又依次被接到一普通支撑板上。在每个电极的周边处会产生电晕放电,电极的几何形状能使静电场得到精确地定位。整个电极支撑是刚性的,允许较高的气体流速,一般气速可达1.5 m/s以上,达到较高的酸雾捕集率。而且没有电晕极断裂现象,维修率极低。

在本装置设计时,对碟片式静电除雾器做了进一步的改进,集尘管由原来的3 m增加到4.5 m,具体参数见表3。对一定量的气体来说,所需集尘管的数目较原设计的碟片式静电除雾器减少,碟片式静电除雾器主体直径进一步减小。

表3 碟片式静电除雾器参数

Tab.3 Parameter of disc type electrostatic precipitator

项目	设计参数	操作数据
直流电压/kV	60	35~45
直流电流/mA	30	10~15
集尘管内的气速/m·s ⁻¹	2.5	1.8~2.2
集尘管长度/m	4.5	4.5
集尘管数量/个	7	7

3 与传统SO₃磺化装置比较

3.1 除湿机组与传统空气干燥系统比较

浙江绍兴南方石化有限公司0.5 t/h三氧化硫磺化装置使用ATR-L-850-E除湿机组,与传统的空气干燥系统相比有以下特点:①能耗小,机组装机功率40 kW(包括制冷机及再生电加热器);传统的空气干燥系统需要1台制冷机、2台冷媒循环泵,总功率为40 kW,再生加热采用蒸汽(磺化整套装置运行

正常时利用系统余热);②结构紧凑,占地面积小,机组外形尺寸3 500 mm×1 000 mm×1 200 mm;③设备投资省,ATR-L-850-E除湿机组采购及安装费用约为传统空气干燥系统的30%;④操作简便,维修费用低。

3.2 循环预热与传统电加热器预热比较

采用循环预热方式对三氧化硫发生系统进行预热,与传统的电加热器预热相比(见表4),加热空气在密闭的三氧化硫发生系统循环加热,预热时间大大缩短,而且节约了电能,同时避免了预热期间的气体排放。

表4 循环预热与传统电加热器预热比较

Tab.4 Comparison of pre-heat between cycle system and conventional electric heater

项目	循环预热	传统电加热器预热	备注
空气电加热器/kW	60	60	
主风机/kW	45	45	循环预热时主风机关闭
循环风机/kW	7.5		
预热期间气体排放	无	有	
达到工艺要求所需时间/h	3	6~8	

传统的电加热器预热,需开启主风机(45 kW)送风,每次预热时间按8 h计,风机用电量:45 kW×8 h=360°;

采用循环预热方式,无需开启主风机,只需开启预热循环风机(7.5 kW),每次预热时间3 h,循环风机用电量22.5°。

由此看出,循环预热比传统的电加热器预热时间短,节电效果明显。

3.3 改进型碟片式静电除雾器与碟片式静电除雾器比较(见表5)

表5 改进型碟片式ESP与碟片式ESP比较

Tab.5 Comparison of modified disc type ESP and disc type ESP

项目	改进型碟片式ESP	碟片式ESP
设计直流电压/kV	60	60
设计直流电流/mA	30	30
操作直流电压/kV	35~45	35~45
操作直流电流/mA	10~15	10~15
集尘管内的设计气速/m·s ⁻¹	2.5	1.5
集尘管内的操作气速/m·s ⁻¹	1.8~2.2	1.0~1.2
集尘管长度/m	4.5	3.0
集尘管数量/个	7	12

改进型碟片式静电除雾器采用较长的集尘管, 气体经过电场的流速增加, 在电场中的停留时间与碟片式静电除雾器停留时间基本一致, 除雾效率相当。对处理等量的磺化尾气来说, 所需集尘管的数目较原设计的碟片式静电除雾器减少, 主体直径进一步减小, 更适合用于尾气处理量大的场合。

4 结语

浙江绍兴南方石化有限公司 0.5 t/h 三氧化硫磺化装置自 2012 年 8 月建成投产以来, 主要用于重烷基苯磺化生产润滑油添加剂, 其次还用于白油和植物油的磺化生产。经过几年的生产实践, 该套装置运转平稳, 能很好地满足多品种磺化频繁开停车生产需要。

Technology improvement of 0.5 t/h sulfur trioxide sulfonation device

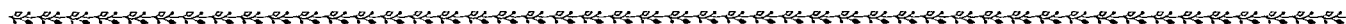
GUO Chao-hua¹, GAO Hua-ming²

(1. China Research Institute of Daily Chemical Industry, Taiyuan, Shanxi 030001, China;

2. Zhejiang Shaoxing South Petrochemical Co., Ltd., Shaoxing, Zhejiang 312025, China)

Abstract: The process of sulfonation device (0.5 t/h) with sulphur trioxide was introduced, and main difference from the traditional sulfonation device was compared. Conventional air drying system was replaced with dehumidification unit; the electrical preheating device and electrostatic demister were both improved. This sulfonation device can provide sulfonated products of multi varieties as well as small batch.

Key words: sulfur trioxide sulfonation device; process improvement



(上接第 10 页)

- [20] 徐含飞, 夏雄燕, 雷小英, 等. 脂肪酸甲酯磺酸钠在个人清洁用品中的应用[J]. 中国洗涤用品工业, 2010 (2): 72-74.
- [21] 李新. C₁₆₋₁₈MES 的物化性能及其在洗衣液中的应用研究[J]. 日用化学品科学, 2012, 35 (4): 33-37.
- [22] 段益琴, 颜杰, 唐楷. 阴离子表面活性剂 AESS 的合成[J]. 化工技术与开发, 2006, 35 (12): 21-23.
- [23] 徐铭勋. 脂肪酸甲酯乙氧基化物及其磺酸盐的生产技术与应用[J]. 化学工业, 2012, 30 (7): 30-32.
- [24] 徐铭勋. 脂肪酸甲酯乙氧基化物及其磺酸盐的生产与应用探讨[J]. 精细与专用化学品, 2012, 20 (10): 18-21.
- [25] 梁浩, 丁爱琴, 刘森, 等. 磺化油 SS 的表面活性[J]. 西部皮革, 2010, 32 (9): 20-25.
- [26] 罗建勋, 傅奕, 高慧, 等. 磺化油 SS 在制革中的应用研究[J]. 西部皮革, 2007, 29 (2): 23-27.
- [27] 赵修太, 陈立峰, 彭绪勇, 等. 驱油用磺酸盐表面活性剂的研究进展[J]. 化学研究, 2012, 23 (3): 106-110.
- [28] 刘学民, 吕春绪, 托娅, 等. 脂肪酸甘油酯磺酸盐的合成[J]. 日用化学工业, 2006, 36 (4): 219-221.

Application and development of sulfonated green surfactants in China

ZHANG Yi-yong^{1,2}, WANG Xiao-hui², WU Jiang-hao², GE Zan², HUANG Ya-ru²

(1. Jiaying Zanyu Technology Development Co., Ltd., Jiaying, Zhejiang 314201, China; 2. Zhejiang Zanyu Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang 310009, China)

Abstract: The application and development of such sulfonated green surfactants were reviewed. The excellent bio-degradability and environmental compatibility of sulfonated green surfactants which are based on natural renewable resources was produced. That could provided relevant information in product design and consumption tendency to consumers. To develop sulfonated green surfactants have become one of the main directions of anionic surfactant in future.

Key words: surfactants; sulfonated; green; application; development