



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209155464 U

(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201820908840.1

(22)申请日 2018.06.13

(73)专利权人 江苏诺伊拓环保工程有限公司  
地址 211100 江苏省南京市江宁经济技术  
开发区苏源大道19号江宁九龙湖国际  
企业总部园B1号楼第6层

(72)发明人 李洋

(74)专利代理机构 南京苏创专利代理事务所  
(普通合伙) 32273

代理人 杨勇

(51)Int.Cl.

B01D 53/04(2006.01)

B01J 20/34(2006.01)

B01J 20/16(2006.01)

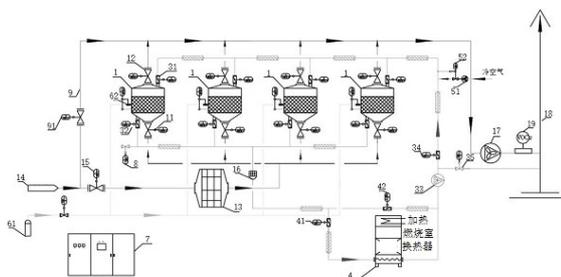
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

## (54)实用新型名称

沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统

## (57)摘要

本实用新型公开了一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,该系统由四用一备五个固定在钢架结构上的吸附床单元组成,系统包括吸附模块、脱附模块、催化燃烧模块、补冷模块、氮气保护模块和PLC控制模块。多个运行模块实现了系统的安全稳定运行,系统脱附温度高、吸附效果好,工艺控制简单,适用于间歇或连续工况条件,运行成本低,可净化喷漆、印刷、半导体制造、涂布、化工、制药等涉及有机溶剂的产生行业在生产过程中产生的低浓度、大风量有机废气。



1. 一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,其特征在于,该系统由五个固定在钢架结构上的吸附床单元(1)组成,系统包括吸附模块(2)、脱附模块(3)、催化燃烧模块(4)、补冷模块(5)、氮气保护模块(6)和PLC控制模块(7);所述吸附模块(2)包括设在所述吸附床单元(1)底部的吸附进气口(11)与顶部的吸附出气口(12),所述吸附进气口(11)通过吸附进气管道与预处理系统(13)的出气口端连接,在所述吸附进气管道上设有阻火器(16),所述吸附出气口(12)通过吸附出气管道与吸附风机(17)相连接,所述吸附风机(17)与烟囱(18)连通,在所述烟囱(18)的进气口端设有VOCs浓度检测仪(19);所述脱附模块(3)包括设在所述吸附床单元(1)顶部的脱附进气口(31)与底部的脱附出气口(32),所述脱附进气口(31)通过脱附进气管道与脱附风机(33)相连接,所述脱附风机(33)与所述催化燃烧模块(4)相连接,所述脱附风机(33)与所述烟囱(18)间设有排气管道;在所述催化燃烧模块(4)内设有加热室、催化燃烧室和换热室,在所述催化燃烧模块(4)的底部左侧通过换热管道与脱附出气管道相连通、右侧与所述脱附风机(33)相连通;所述补冷模块(5)包括与所述脱附进气管道连接的补冷风机(51)和设在所述补冷风机(51)上的补冷进气阀(52);所述氮气保护模块(6)包括氮气机组(61)和设在所述吸附床单元(1)侧壁上的氮气进口,所述氮气机组(61)与所述氮气进口间通过氮气疏通管道连接。

2. 如权利要求1所述的一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,其特征在于,所述吸附床单元(1)的外壳由碳钢板制成,内衬为镀锌板,在外壳与内衬间填充100 mm的硅酸铝纤维岩棉夹层,每个所述吸附床单元(1)的吸附处理风量为 $2000\text{ m}^3/\text{h}\sim 25000\text{ m}^3/\text{h}$ ,空床气速为 $1.2\sim 1.5\text{ m/s}$ ,在所述吸附床单元(1)内部堆砌式填充分子筛模块,模块总高度为500 mm,分子筛模块为蜂窝状,每平方厘米16个孔,密度为 $0.44\text{ g}/\text{m}^3$ 。

3. 如权利要求2所述的一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,其特征在于,在所述吸附进气口(11)与所述吸附出气口(12)上均设有气动蝶阀,在所述预处理系统(13)内设有四级过滤系统,所述预处理系统(13)的进气口端与废气总进口(14)相连接且在进气口端设有总进气阀门(15)。

4. 如权利要求3所述的一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,其特征在于,在所述脱附进气口(31)与所述脱附出气口(32)上均设有气动蝶阀,在所述脱附进气管道上设有脱附系统总进气阀(34),在所述排气管道上设有排气阀门(35)。

5. 如权利要求4所述的一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,其特征在于,在所述换热管道上设有催化燃烧总出口阀(41),所述脱附出气管道与所述脱附风机(33)间设有一备用管道,在所述备用管道上设有备用阀门(42)。

6. 如权利要求5所述的一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,其特征在于,在所述脱附出气管道上设有一空气连通管道,在所述空气连通管道上设有空气阀(8)。

7. 如权利要求6所述的一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,其特征在于,在所述氮气疏通管道上设有氮气进气阀(62)。

8. 如权利要求7所述的一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,其特征在于,在所述废气总进口(14)与所述吸附出气管道间设有一条直排管道(9),在所述直排管道上设有直排阀门(91)。

## 沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及工业废气处理领域,具体地涉及一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统。

### 背景技术

[0002] 随着我国对工业有机废气污染控制力度的不断加强,有机废气治理已成为当前我国环境治理的热点。研究表明,VOCs作为大气污染雾霾产生的重要前体物质,对人类生存环境有着显著影响。我国大气污染物主要由四种成分构成:SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>及其转化形成的硫酸盐和硝酸盐粒子、颗粒物PM以及可挥发性有机物VOCs。有机物是中国PM<sub>2.5</sub>中的重要化学物种,二次无机气溶胶是我国东部地区PM<sub>2.5</sub>中最主要的成分。VOCs对人体的毒害性主要表现为对呼吸系统、皮肤、眼睛、血液、神经系统、肝肾脏的伤害以及其三致作用。针对各行业VOCs污染问题,开发新型VOCs污染治理技术对我国环境保护具有重要的战略意义。

[0003] 目前,针对工业VOCs污染问题开发出的有机废气治理技术主要有吸附浓缩技术、热力或催化燃烧技术、生物净化技术、光电一体化技术、回收技术等。针对不同废气特征,采用不同的废气处理技术。对于大风量、中低浓度工业有机废气的治理,主要运用的是吸附浓缩+燃烧或回收处理工艺,吸附技术主要是利用吸附材料的孔隙结构对废气中的污染物进行吸附截留,从而达到净化废气的目的。目前采用的吸附剂主要有颗粒活性炭、蜂窝活性炭、活性碳纤维、颗粒分子筛、蜂窝分子筛、硅胶等。通常采用的再生方式为热力再生以及水蒸汽再生等,近年来开发出了氮气保护再生工艺,一定程度上解决了吸附剂脱附安全性不高的问题。吸附系统目前应用较多的主要分为转轮吸附和固定床吸附两种方式,广泛应用于工业废气治理中的主要为活性炭吸附浓缩+催化燃烧系统以及沸石转轮吸附浓缩+蓄热式热力燃烧系统/蓄热式催化燃烧系统/换热式催化氧化系统等。

[0004] 目前,固定床吸附系统主要采用活性炭或者活性碳纤维棉作为吸附材料,如中国专利93222819.4中公开的一种处理有机废气的净化装置。该类系统主要的工艺缺陷为活性炭材料作为吸附剂的安全性差,当热气流达到100℃以上时,吸附床容易蓄热产生着火问题;污染物中高沸点有机物容易在吸附材料中积累,长时间不清洗容易造成吸附材料的吸附能力下降等问题。因此,固定床吸附系统对饱和蒸汽压较高的污染物脱附效果较差;活性炭具有一定的吸水性,在处理高湿度的废气时,活性炭的抗压能力下降严重。转轮吸附系统主要采用活性炭纤维棉或陶瓷纤维纸外附分子筛作为吸附材料,整个转轮分为三个区域,分别为吸附区、脱附区、冷却区,系统吸附操作与脱附操作同时进行,连续工作,如中国专利中200820146326.5中公开的一种转轮式有机废气吸附及脱附装置。该类系统主要缺陷为针对工业间歇生产排放废气能耗较高,一旦停止,启动时需要大量的能耗重新启动,且启动时间较长,工艺控制复杂,故障率高。

[0005] 因此,有必要针对现有技术中存在的问题以及主流工艺的设计缺陷开发一种安全性高、脱附温度高、吸附效果好的吸附浓缩脱附再生系统,使系统能适用于间歇或连续工况条件工作,当吸附材料吸附饱和时脱附系统自动启动进行脱附操作。

## 实用新型内容

[0006] 针对上述存在的问题,本实用新型旨在解决大风量、中低浓度废气治理技术目前存在的不足,提供一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统。整套吸附系统采用多用一备的吸附方式进行工作,多个运行模块实现了系统的安全稳定运行,系统脱附温度高、吸附效果好,工艺控制简单,适用于间歇或连续工况条件。

[0007] 为了实现上述目的,本实用新型所采用的技术方案如下:一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统,该系统由四用一备共五个固定在钢架结构上的吸附床单元组成,系统包括吸附模块、脱附模块、催化燃烧模块、补冷模块、氮气保护模块和PLC控制模块。

[0008] 所述吸附床单元的外壳由碳钢板制成,内衬为镀锌板,在外壳与内衬间填充100 mm的硅酸铝纤维岩棉夹层,每个所述吸附床单元的吸附处理风量为2000 m<sup>3</sup>/h~25000 m<sup>3</sup>/h,空床风速为1.5 m/s,在所述吸附床单元内部堆砌式填充分子筛模块,模块总高度为500 mm,分子筛模块为蜂窝状,每平方厘米16介孔,密度为0.44 g/m<sup>3</sup>。

[0009] 所述吸附模块包括设在所述吸附床单元底部的吸附进气口与顶部的吸附出气口,在所述吸附进气口与所述吸附出气口上均设有气动蝶阀,所述吸附进气口通过吸附进气管道与预处理系统的出气口端连接,在所述预处理系统内设有四级过滤系统,所述预处理系统的进气口端与废气总进口相连接且在进气口端设有总进气阀门,在所述吸附进气管道上设有阻火器,所述吸附出气口通过吸附出气管道与吸附风机相连接,所述吸附风机与烟囱连通,在所述烟囱的进气口端设有VOCs浓度检测仪。

[0010] 所述脱附模块包括设在所述吸附床单元顶部的脱附进气口与底部的脱附出气口,在所述脱附进气口与所述脱附出气口上均设有气动蝶阀,所述脱附进气口通过脱附进气管道与脱附风机相连接,所述脱附风机与所述催化燃烧模块相连接,在所述脱附进气管道上设有脱附系统总进气阀门,所述脱附风机与所述烟囱间设有排气管道,在所述排气管道上设有排气阀门。

[0011] 在所述催化燃烧模块内设有加热室、催化燃烧室和换热室,在所述催化燃烧模块的底部左侧通过换热管道与所述脱附出气管道相连通、右侧与所述脱附风机相连通,在所述换热管道上设有催化燃烧总出口阀,所述脱附出气管道与所述脱附风机间设有一备用管道,在所述备用管道上设有备用阀门。

[0012] 在所述脱附出气管道上设有一空气连通管道,在所述空气连通管道上设有空气阀。

[0013] 所述补冷模块包括与所述脱附进气管道连接的补冷风机和设在所述补冷风机上的补冷进气阀。

[0014] 所述氮气保护模块包括氮气机组和设在所述吸附床单元侧壁上的氮气进口,所述氮气机组与所述氮气进口间通过氮气疏通管道连接,在所述氮气疏通管道上设有氮气进气阀。

[0015] 在所述废气总进口与所述吸附出气管道间设有一条直排管道,在所述直排管道上设有直排阀门。

[0016] 本实用新型的有益效果是:

[0017] (1)通过系统切换,方便实现吸附、脱附、冷却、应急程序的交替运行,随用随开,无需转动吸附床,脱附系统在吸附材料达到饱和时启动,吸附过程中,脱附设备无需打开,极

大节约能耗；

[0018] (2)通过阀门的切换,实现吸附床体的更替交换,系统之间互不干扰,吸附材料规整统一,模块化设计,方便拆卸及更换;

[0019] (3)脱附温度为150℃,能满足大部分有机物的脱附过程,且不易造成自燃和焖燃问题的发生,可定期对吸附材料进行脱附高温再生操作,解决高沸点污染物累积问题;

[0020] (4)相比蜂窝活性炭吸附材料,分子筛模块具有安全性高,强度高,脱附温度高,脱附效果好等特点,系统增加了冷却和应急系统,提高了系统的稳定性和吸附效率;

[0021] (5)相比沸石转轮吸附浓缩系统,本系统压力损失小、适合间歇和连续工况条件、能耗小、操作简单、造价远低于沸石转轮系统;

[0022] (6)吸附材料模块化设计,制备更方便,可实现流水线生产,可根据工况条件调整吸附材料的填充量,空床流速为1.2~1.5 m/s,对大风量、中低浓度VOCs废气实现吸附浓缩,热力脱附燃烧过程,浓缩倍数可达5~20倍;

[0023] (7)系统控制采用PLC控制方式,对吸附、脱附、冷却、应急等过程实时监控,运行数据合理存储,系统可自动报警,通过VOCs浓度测量仪、风机和催化燃烧系统的信号反馈,来实现各个系统的自动切换,采用手动和一键自动启动、关闭操作模式,无需专业人员操作,节省人力。

#### 附图说明

[0024] 图1是本实用新型沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统的整体结构示意图。

[0025] 1-吸附床单元, 4-催化燃烧模块, 7-PLC控制模块, 8-空气阀, 9-直排管道;

[0026] 11-吸附进气口, 12-吸附出气口, 13-预处理系统, 14-废气总进口, 15-总进气阀门, 16-阻火器, 17-吸附风机, 18-烟囱, 19-VOCs浓度检测仪;

[0027] 31-脱附进气口, 32-脱附出气口, 33-脱附风机, 34-脱附系统总进气阀, 35-排气阀门;

[0028] 41-催化燃烧总出口阀, 42-备用阀门;

[0029] 51-补冷风机, 52-补冷进气阀;

[0030] 61-氮气机组, 62-氮气进气阀;

[0031] 91-直排阀门。

#### 具体实施方式

[0032] 为了使本领域的普通技术人员能更好的理解本实用新型的技术方案,下面结合附图1和实施例对本实用新型的技术方案做进一步的描述。

[0033] 需要说明的是本实用新型所提供的实施例仅是为了本对实用新型的技术特征进行有效的说明,所述的左侧、右侧、上端、下端等定位词仅是为了对本实用新型实施例进行更好的描述,不能看作是对本实用新型技术方案的限制。

[0034] 本实用新型为解决大风量、中低浓度废气治理技术目前存在的不足,提供一种沸石分子筛固定床VOCs吸附浓缩脱附再生系统。

[0035] 该系统的具体结构为:该系统采用四用一备五个固定在钢架结构上的吸附床单元

1,图1中没有示出备用的吸附床单元,系统包括吸附模块、脱附模块、催化燃烧模块4、补冷模块、氮气保护模块和PLC控制模块7。

[0036] 所述吸附床单元1的外壳由碳钢板制成,内衬为镀锌板,在外壳与内衬间填充100 mm的硅酸铝纤维岩棉夹层,用于防止脱附时床体温度的流失和窜温,每个所述吸附床单元1的吸附处理风量为2000 m<sup>3</sup>/h~25000 m<sup>3</sup>/h,空床风速为1.2~1.5 m/s,在所述吸附床单元1内部堆砌式填充分子筛模块,模块总高度为500 mm,分子筛模块为蜂窝状,每平方厘米16个孔。密度为0.44 g/m<sup>3</sup>,模块化设计方便更换。

[0037] 所述吸附模块包括设在所述吸附床单元1底部的吸附进气口11与顶部的吸附出气口12,在所述吸附进气口11与所述吸附出气口12上均设有气动蝶阀,所述吸附进气口11通过吸附进气管道与预处理系统13的出气口端连接,在所述预处理系统13内设有四级过滤系统,所述预处理系统13的进气口端与废气总进口14相连接且在进气口端设有总进气阀门15,在所述吸附进气管道上设有阻火器16,所述吸附出气口12通过吸附出气管道与吸附风机17相连接,所述吸附风机17与烟囱18连通,在所述烟囱18的进气口端设有VOCs浓度检测仪19。

[0038] 所述脱附模块包括设在所述吸附床单元1顶部的脱附进气口31与底部的脱附出气口32,在所述脱附进气口31与所述脱附出气口32上均设有气动蝶阀,所述脱附进气口31通过脱附进气管道与脱附风机33相连接,所述脱附风机33与所述催化燃烧模块4相连接,在所述脱附进气管道上设有脱附系统总进气阀34,所述脱附风机33与所述烟囱18间设有排气管道,在所述排气管道上设有排气阀门35。

[0039] 在所述催化燃烧模块4内设有加热室、催化燃烧室和换热室,在所述催化燃烧模块4的底部左侧通过换热管道与所述脱附出气管道相连通、右侧与所述脱附风机33相连通,在所述换热管道上设有催化燃烧总出口阀41,所述脱附出气管道与所述脱附风机33间设有一备用管道,在所述备用管道上设有备用阀门42。

[0040] 在脱附出气管道上设有一空气连通管道,在所述空气连通管道上设有空气阀8。

[0041] 所述补冷模块包括与所述脱附进气管道连接的补冷风机51和设在所述补冷风机51上的补冷进气阀52。

[0042] 所述氮气保护模块包括氮气机组61和设在所述吸附床单元1侧壁上的氮气进口,所述氮气机组61与所述氮气进口间通过氮气疏通管道连接,在所述氮气疏通管道上设有氮气进气阀62。

[0043] 在所述废气总进口14与所述吸附出气管道间设有一条直排管道9,在所述直排管道上设有直排阀门91。

[0044] 具体实施如下:

[0045] (1)吸附过程

[0046] 通过所述PLC控制模块7控制各所述吸附床单元1的所述吸附进气口11打开,备用床的阀门保持关闭状态,所有脱附阀门均保持关闭状态。同时启动引风机,废气在引风机的作用下进入到各个吸附床中,通过汇集管道在风机作用下排放至烟筒。

[0047] (2)脱附过程

[0048] 通过所述VOCs浓度检测仪19对排气污染物浓度在线监测,当出口浓度超过设定限值时,系统自动开启脱附操作,首先是打开备用的所述吸附床单元1其上的所述吸附进气口

11,关闭吸附饱和的所述吸附床单元1,打开所述脱附进气口31,所述催化燃烧模块4自动运行,加热系统打开,加热室温度上限控制为550℃。当加热室温度超过550℃,加热系统自动停止加热,所述脱附风机33启动。通过各个床体温控点和管道温控点对脱附气体温度进行监控,保持脱附气流进入吸附床温度不高于150℃。当吸附床内温度超过150℃时,所述冷却风机51打开进行补冷风降温,并开启三分之一所述排气阀门35,当催化燃烧室温度控制超过500℃,所述空气阀8自动打开换风,所述排气阀门35全部自动打开排风,将多余热量排出,并维持系统压力平衡。所述催化燃烧模块4加热室升温程序开启,当脱附管道内温度达到60℃,所述催化燃烧总出口阀41关闭,所述备用阀门42开启,内部循环开始,内部循环过程时间为0.1~0.5h。待加热器温度升至550℃时,脱附过程开始,脱附时间为0.5~1h,单个箱体脱附周期为0.6~1.5h。

#### [0049] (3) 冷却过程

[0050] 当吸附床脱附完成后,分子筛模块需要进行冷却操作,关闭所述催化燃烧模块4上的所述催化燃烧总出口阀41,打开所述备用阀门42,所述补冷进气阀52及补冷风机51自动运行,通过补充冷风对吸附床进行冷却,将分子筛模块冷却至45℃以下,冷却过程完成。所述备用阀门42、补冷进气阀52关闭,箱体脱附及冷却过程完成,开始依次对其他床体进行脱附操作,其他吸附床的冷却循环以上过程。

#### [0051] (4) 应急系统运行过程

[0052] 应急系统采用氮气保护脱附和灭火应急,当吸附床层在脱附时由于床层的蓄热导致浓缩的溶剂发生自燃,系统自动应急,关闭所述吸附风机17及所述脱附风机33,箱体吸附及脱附的进气阀门关闭,所述氮气机组61及氮气进气阀62打开,使床体内充满氮气,从而达到灭火的作用。同时,脱附时,吸附床层温度超温达到180℃,氮气机组自动打开补充氮气,保护床层防止温度继续升高。

[0053] 系统运行时4台吸附床打开,吸附饱和后,进行脱附操作,脱附温度为150℃。每个吸附床脱附时间为0.5h。该废气处理系统通过固定床分子筛吸附系统后,废气直接达标排放,净化效率可到95%以上,废气的浓缩比例为5~20倍浓缩。

[0054] 以上显示和描述了本实用新型的基本原理、主要特征及优点。但是以上所述仅为本实用新型的具体实施例,本实用新型的技术特征并不局限于此,任何本领域的技术人员在不脱离本实用新型的技术方案下得出的其他实施方式均应涵盖在本实用新型的专利范围之内。

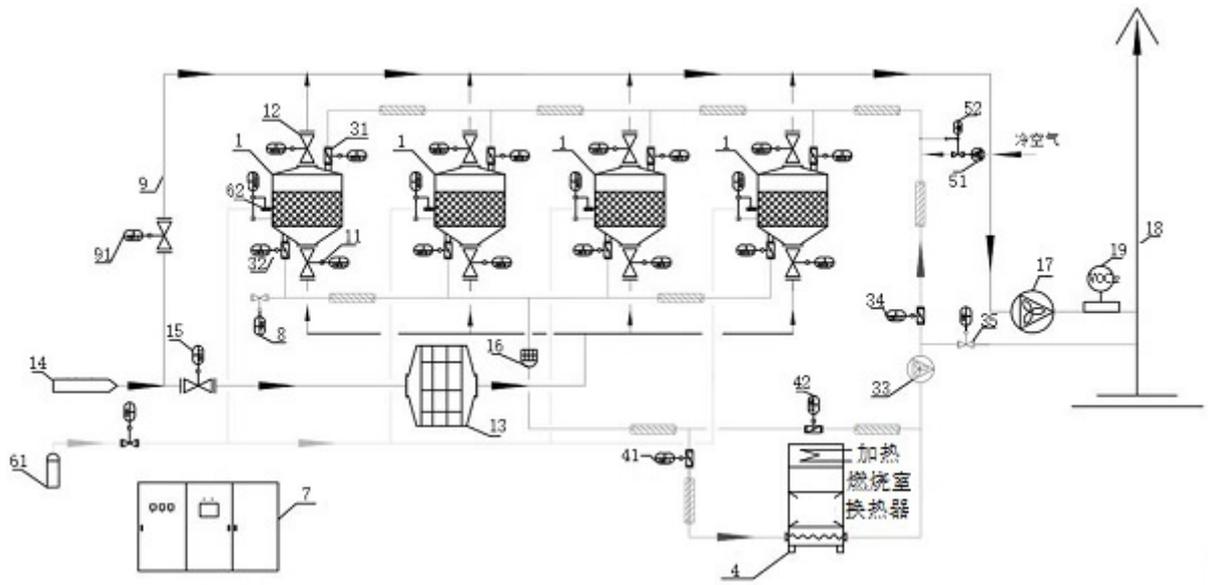


图1