



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 201643982 U

(45) 授权公告日 2010. 11. 24

(21) 申请号 200920247546. 1

(22) 申请日 2009. 10. 27

(73) 专利权人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22 号

专利权人 中国石油化工股份有限公司抚顺
石油化工研究院

(72) 发明人 李勇 王学海 彭德强

(74) 专利代理机构 抚顺宏达专利代理有限责任
公司 21102

代理人 李微

(51) Int. Cl.

B01D 53/86 (2006. 01)

B01D 53/56 (2006. 01)

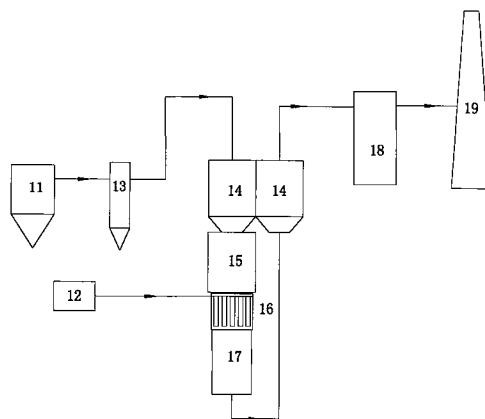
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 实用新型名称

一种 FCC 烟气脱硝催化反应装置

(57) 摘要

本实用新型提供了一种处理 FCC 烟气的脱硝催化反应装置。本实用新型的 FCC 烟气脱硝装置顺序包括除尘器、换热器、加热器、烟气-氨气混合器、催化还原反应器、脱硫塔和烟囱。来自 FCC 再生器的烟气首先经过除尘器除尘后,与催化还原反应器的烟气换热、再经加热器加热达到反应温度后,进入催化还原反应器,反应后的烟气经换热后进入脱硫单元除氨后,通过烟囱排出。本实用新型中将换热器、加热器、烟气-氨气混合器和催化还原反应器做成塔式结构,可以节约面积,节省投资。



1. 一种 FCC 烟气脱硝催化反应装置, 一端连接 FCC 锅炉系统, 另一端顺序包括除尘器、换热器、加热器、烟气-氨气混合器、催化还原反应器、脱硫单元和烟囱, 供氨装置同烟气-氨气混合器相连接。

2. 按照权利要求 1 所述的装置, 其特征在于, 所述的换热器、加热器、烟气-氨气混合器和催化还原反应器形成框架式塔式结构。

3. 按照权利要求 1 所述的装置, 其特征在于, 所述的除尘器为电除尘器或布袋除尘器。

4. 按照权利要求 1 所述的装置, 其特征在于, 所述的脱硫单元采取湿法脱硫单元。

5. 按照权利要求 1 所述的装置, 其特征在于, 在催化还原反应器的床层之间设置吹灰器。

一种 FCC 烟气脱硝催化反应装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及炼油厂 FCC 烟气的治理方法,特别是涉及炼厂 FCC 烟气选择性催化还原 SCR 脱硝工艺。

背景技术

[0002] NO_x 是大气污染的主要污染源之一。大气中的 NO_x 主要来自与燃烧过程有关的工业过程的排放气以及机动车辆、轮船等尾气的排放。全世界每年排入大气的 NO_x 总量达 5×10^7 t。我国电厂燃煤排入大气 NO_x 为 700 万 t/年。

[0003] 氮氧化物总称为 NO_x,危害最大的主要是 :NO、NO₂。NO_x 的主要危害如下:(1) 对人体有毒害作用;(2) 对植物有毒害作用;(3) 可形成酸雨、酸雾;(4) 与碳氢化合物形成光化学烟雾;(5) 破坏臭氧层。

[0004] 在炼油厂,FCC(流化催化裂化)工艺中,催化剂颗粒在催化裂化区和催化剂再生区域之间反复循环,在再生期间,催化剂颗粒上的来自裂化反应的焦炭在高温下通过空气氧化除去,焦炭沉积物的去除使催化剂的活性恢复,并在裂化反应中能再被利用。

[0005] FCC 烟气中的 NO_x 几乎全部来自催化剂上的含氮的焦炭燃烧产生的烟气。因此由于催化剂的再生,所有处理含氮原料的 FCCU 都会存在 NO_x 的排放问题。

[0006] 燃料燃烧过程中主要生成 3 种 NO_x, (1) 温度型 NO_x (Thermol NO_x): 空气中的氮气在高温下氧化产生的 NO_x; (2) 快速型 NO_x (Promot NO_x): 碳氢燃料在空气系数小(碳氢燃料过浓)的情况下,在火焰内急剧生成的大量 NO_x; (3) 燃料型 NO_x (Fuel NO_x): 燃料中的含氮化合物在燃烧过程中生成的 NO_x。

[0007] 燃烧产生的烟气中 NO 和 NO₂ 均有,但热力学和动力学的研究表明,主要生成 NO,总 NO_x 中,NO 占 90%,NO₂ 占 10%。

[0008] FCC 烟气的污染物量如下:烟气量:75000 ~ 530000 Nm³/h,粉尘量:36 ~ 700 mg/m³,SO_x:25 ~ 1050 mL/m³,NO_x:100 ~ 874 mL/m³。以 NO 计,FCC 烟气中 NO_x 的浓度一般在:14 ~ 1170 mg/m³。

[0009] 其主要的污染物是 NO、NO₂,FCC 烟气中的 NO_x 量一般占炼厂 NO_x 排放量的 50%,烟气中的 90% 是 NO,剩余 NO_x 部份绝大部分是 NO₂。

[0010] 在炼油厂,FCCU 是最大的 NO_x 排放源,年排放量以 t 计,是所在地 NO_x 排放的焦点。

[0011] 为控制炼油厂的 NO_x 排放,国外制定了各类标准。美国环保局与 13 家炼油企业签订了污染物控制协定 (Consent Decree),欧盟要求所有炼油厂执行《综合污染和控制指南》,日本制定了 FCCU 的 NO_x 的排放标准。

[0012] 《大气综合污染物排放标准 -GB16297-1996》和《锅炉大气污染物排放标准 -GWPB3-1999》均对 NO_x 的排放作出限制,前者规定:老污染源最高允许排放浓度:420 mg/m³,新污染源为 240 mg/m³。目前正在从行业角度制定《石油炼制工业污染物排放标准》。

[0013] 近年来,随着进口原油量的增加,炼油厂 NO_x 污染问题日益严重,随着环保法规的日益严格,对 NO_x 排放指标要求随之提高。因此,NO_x 污染治理到了刻不容缓的地步。

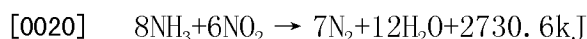
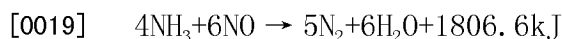
[0014] 对于固定源燃烧产生的 NO_x 污染的控制主要有 4 种方法：

[0015] (1) 燃料脱氮；(2) 燃烧时使用添加剂，减少 NO_x 的生成；(3) 改进燃烧方式和生产工艺的低 NO_x 烧焦技术；(4) 烟气脱硝。

[0016] 前 3 种方法是减少燃烧过程的 NO_x 生成量，是源头处理技术，第 4 种方法是对燃烧烟气和工业尾气中的 NO_x 进行治理，是末端治理技术。目前烟气脱硝技术主要有：气相反应的 SCR（选择性催化还原法）和 SNCR（选择性非催化还原法）、液体吸收法、固体吸附法、高能电子活化氧化法（EBA 电子束照射法和 PPCP 脉冲电晕等离子体法）等。

[0017] 在众多烟气脱硝处理技术中，液体吸收法脱硝效率低；吸附法脱硝效率高，吸附量小，再生频繁，应用不广泛；高能电子活化氧化法可以同时脱硫脱硝，但能耗高，寿命短；SNCR 法氨的逃逸率高，会产生安全问题。

[0018] SCR 技术与其他技术相比，具有脱硝效率高，技术成熟等优点，是目前国内外烟气脱硝工程应用最多的技术。SCR 法是指在反应温度 200℃～400℃，用 NH₃ 作还原剂将 NO_x 催化还原为 N₂，废气中的氧很少参加反应，放热量小。以 NH₃ 作还原剂的反应可表示如下：



[0021] 根据催化剂的适宜温度范围，SCR 可分为高温、中温和低温工艺，其温度分别为：高温 SCR 工艺：450～590℃；中温 SCR 工艺：260～380℃；低温 SCR 工艺：80～300℃。

[0022] CN1895744A 介绍了一种高尘复合 SCR 烟气脱硝工艺及脱硝催化反应装置，这套 SCR 流程主要针对电厂烟气中的 NO_x，不适用 FCC 烟气的 NO_x 治理。其缺点表现在：(1) 换热器在流程中设置不合理，未考虑烟气余热回收和烟气降温后对设备产生的严重腐蚀问题，而且烟气温度一旦有较大波动，该流程不能进行自我调节以适应变化的工况；(2) 除尘器在流程中设置不合理，未考虑粉尘对催化剂的寿命和活性的影响；(3) 逃逸 NH₃ 造成的二次污染问题；

[0023] 专利 CN1895744A 的换热器主要考虑给脱 NO_x 后的烟气降温，而未考虑降温后的腐蚀问题，未考虑把这部分热量回收。另外烟气温度均为 180～220℃，如不加热至 300～400℃，则会发生副反应，生成 NH₄HSO₃，所生成的物质粘稠性较强，会对催化剂床层形成堵塞，并污染催化剂。

[0024] 专利 CN101219329A 介绍了一种旋风预除尘 SCR 烟气脱硝工艺，旋风除尘对 FCC 再生烟气没有作用，因为 FCC 本身自带旋风除尘设施，再加一套旋风除尘并不能提高除尘效果，只会造成浪费。

发明内容

[0025] 本实用新型要解决的技术问题是针对现有技术的不足，提供一种流程更合理，特别适用于 FCC 烟气处理的脱硝催化反应装置。

[0026] 本实用新型的 FCC 烟气脱硝催化反应装置，一端连接 FCC 锅炉系统，另一端顺序包括除尘器、换热器、加热器、烟气-氨气混合器、催化还原反应器、脱硫单元和烟囱；供氨装置同烟气-氨气混合器相连接，所述换热器、加热器、烟气-氨气混合器和催化还原装置做成一个框架式塔式结构。

[0027] 本实用新型在 FCC 再生器后面连接除尘器，把粉尘对 FCC 烟气脱硝工艺的影响减

至最低 ;选用的除尘器可以是电除尘器或布袋除尘器。除尘器的前置可以在烟气中粉尘量发生波动的情况下,将烟气中粉尘对 SCR 催化剂活性影响降至最小,而且不影响烟气中 NO_x 的去除率。

[0028] 本实用新型工艺流程中在除尘器后设置换热器和加热器。换热器的设置是要有效利用 SCR 反应的余热 ;而加热器的功能是要在烟气温度未达到 SCR 反应温度时,对烟气加热。从而保证在烟气温度变化时,进入反应器的烟气温度不发生较大波动,以确保烟气中的 NO_x 和投加的 NH_3 在较佳温度反应区间反应。

[0029] 为了减少脱硝工艺中的氨逃逸,本实用新型的脱硫单元采取湿法脱硫。烟气与雾状碱液滴在文丘里洗涤器中混合,充分接触,在脱硫的同时,逃逸的 NH_3 与 SO_x 反应,生成铵盐,烟气经脱硫除氨后,烟气通过螺旋气液分离器→撞击式除雾器,将液滴分离,最后通过换热器,与脱硫单元入口烟气进行换热 ;换热升温后的烟气从烟囱排入大气,至此完成除尘、脱硝、脱硫的工艺过程。

[0030] 根据本实用新型提供的烟气脱硝催化反应装置,本实用新型优选把换热器、加热器、烟气-氨气混合器和催化还原反应器做成一个框架式塔式结构,从而可以有效提高脱硝工艺的换热效率和反应效率,并节省占地面积。

[0031] 所述催化还原反应器中的金属氧化催化剂,采用蜂窝结构,该结构具有活性面积大,抗堵塞,耐中毒,老化等优异特性,催化剂分为 3~6 层,其中 1 层设置为预留层,便于更换和添加催化剂。所述的催化剂以蜂窝状堇青石作为载体,采用二氧化钛和 Al 等组分产生的溶胶在其表面进行涂敷,然后浸渍 V、W、Fe、Mn、Ce 等金属作为催化剂的活性组份,并加入适量助剂。该催化剂对 SCR 反应具有良好的催化活性。

[0032] 与现有技术相比较,本实用新型 FCC 烟气脱硫脱硝装置的特点在于 :

[0033] (1) 本实用新型装置在烟气中粉尘量发生波动的情况下,将烟气中粉尘对 SCR 催化剂活性的影响降至最小,而且不影响烟气中 NO_x 的去除率 ;

[0034] (2) 在 FCC 烟气温度变化时,可以保证进入催化还原反应器的烟气温度保持平稳,不会发生较大的波动 ;

[0035] (3) 本实用新型的 FCC 烟气脱硝装置结构紧凑、占地面积小,提高了工艺的换热效率和反应效率。

附图说明

[0036] 图 1 是 CN1895744A 的工艺装置流程图 :

[0037] 1、FCC 锅炉系统 ;2、供氨单元 ;3、烟气-氨气混合器 ;4、催化还原反应器 ;5、换热器 ;6、除尘器 ;7、脱硫单元 ;8、烟囱 ;

[0038] 图 2 是本实用新型实施例 1 的工艺装置流程图 :

[0039] 11、FCC 锅炉系统 ;12、供氨单元 ;13、除尘器 ;14、换热器 ;15、加热器 ;16、烟气-氨气混合器 ;17、催化还原反应器 ;18、脱硫单元 ;19、烟囱。

具体实施方式

[0040] 下面通过具体实施例对本实用新型的 FCC 烟气脱硝装置作详细说明。

[0041] 比较例 1

[0042] 参照图 1, CN1895744A 的简单流程为:来自锅炉系统 1 的烟气与来自供氨单元 2 的氨气进入烟气-氨气混合器 3 混合均匀后,进入催化还原反应器 4 进行反应,反应后的气体进入换热器 5 换热,然后通过除尘器 6 以脱除烟气中的灰尘,接着进入脱硫单元 7,在脱硫单元内,逃逸的 NH_3 与 SO_2 反应,反应后的气体通过烟囱 8 排放。

[0043] 实施例 1(参见图 2)

[0044] 来自 FCC 锅炉系统 11 的含有 NO_x 的烟气经除尘器 13 除尘,在换热器 14 与催化还原反应器 17 出口的烟气换热升温后,进入加热器 15 进一步加热至 $300 \sim 400^\circ\text{C}$ 后,进入烟气-氨气混合器 16,在此烟气与来自供氨单元 12 的氨气充分均匀地混合,而后再向下进入催化还原反应器 17,在催化剂床层中, NO_x 和 NH_3 反应生成 N_2 和 H_2O ,由催化还原反应器 17 出来的脱硝后的烟气进入脱硫单元 18,在脱硫单元 18 内,烟气与雾状碱液滴在文丘里洗涤器中混合,充分接触,在脱硫的同时,逃逸的 NH_3 与 SO_x 反应,生成铵盐,完成对逃逸氨的去除;烟气经脱硫除氨后,烟气通过螺旋气液分离器→撞击式除雾器,将液滴分离,最后通过换热器,与脱硫单元入口烟气进行换热;换热升温后的烟气从烟囱 19 排入大气。

[0045] 催化剂模块采用蜂窝结构,该结构具有活性面积大,抗堵塞,耐中毒,老化等优异特性,催化剂分为 3~6 层,其中 1 层设置为预留层,便于更换和添加催化剂。该催化剂为抚研自主研发,以蜂窝状堇青石作为载体,采用二氧化钛和 Al 等组分产生的溶胶在其表面进行涂敷,然后浸渍 V、W、Fe、Mn、Ce 等金属作为催化剂的活性组份,并加入适量助剂。该催化剂对 SCR 反应具有良好的催化活性。

[0046] 在催化还原反应器的床层之间还可以设置吹灰器,吸附在催化剂表面的飞灰经空气反吹后进入灰斗中,定期排放。

[0047] 由此可以看出:本实用新型的烟气脱硝反应装置,针对 FCC 烟气的特点做了针对性的改进:将除尘器设置在 FCC 锅炉后,消除了粉尘对催化剂寿命和活性的影响;合理设置换热器和加热器,既回收了 FCC 烟气余热,又减缓了烟气降温后对设备产生的严重腐蚀问题;同时增强了装置的适应能力,在烟气温度发生较大波动时,能够进行自我调节以适应变化的工况。

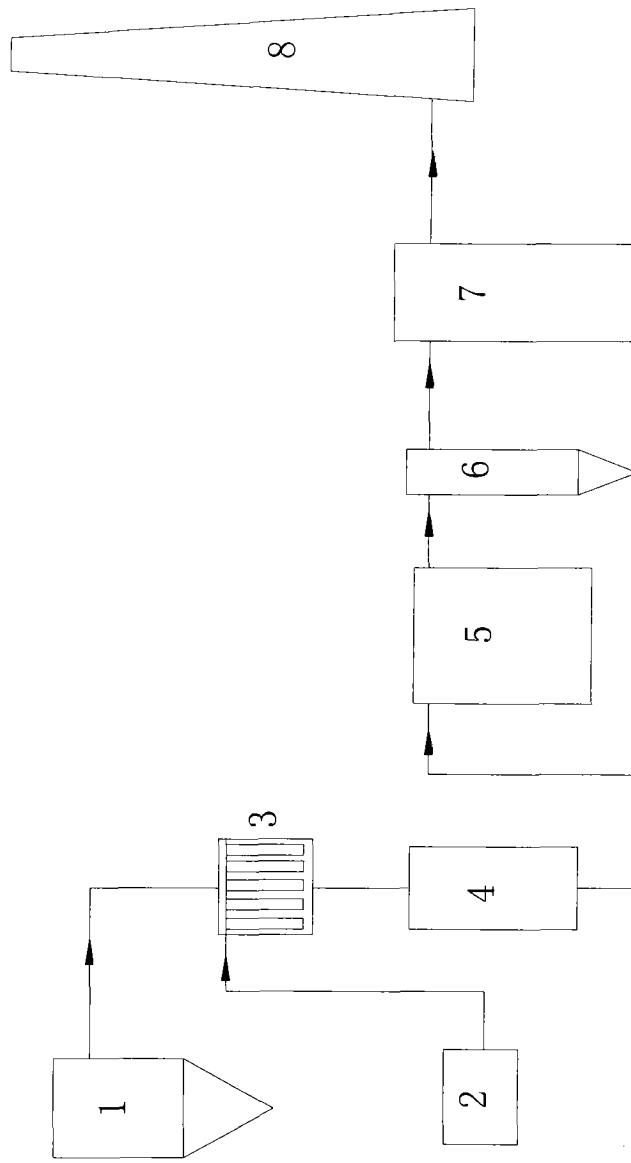


图 1

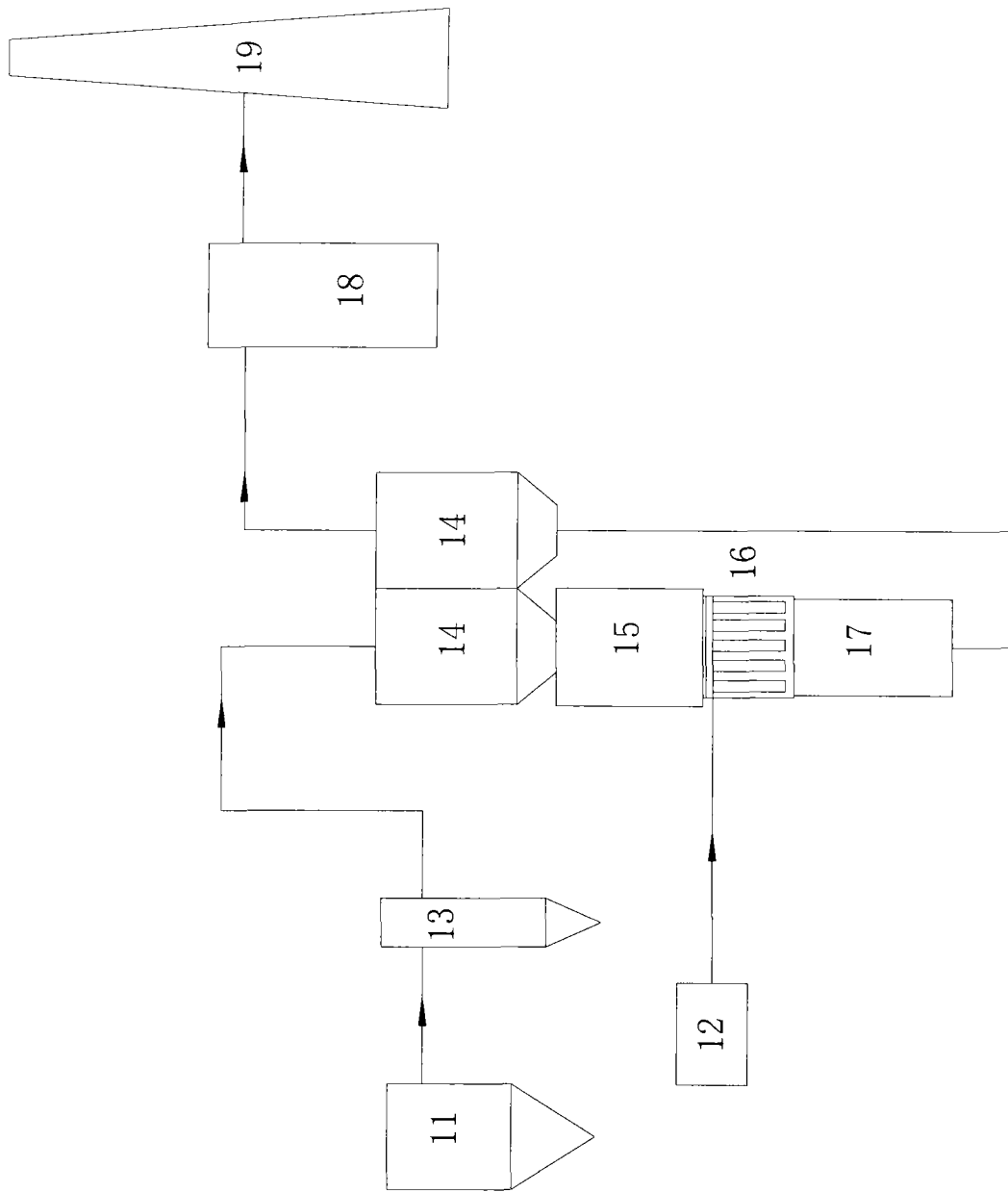


图 2