



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109569229 A

(43)申请公布日 2019.04.05

(21)申请号 201811636057.5

B01D 53/56(2006.01)

(22)申请日 2018.12.29

F23J 15/08(2006.01)

F23J 15/02(2006.01)

(71)申请人 安徽工业大学

地址 243002 安徽省马鞍山市花山区湖东
中路59号

(72)发明人 余正伟 任志祥 龙红明 张洪亮
魏汝飞 春铁军 孟庆民 雷杰
狄瞻霞 王平 张颖异 钱立新
施琦 王毅璠

(74)专利代理机构 安徽知问律师事务所 34134

代理人 于婉萍 刘佳伟

(51)Int.Cl.

B01D 53/75(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

B01D 53/86(2006.01)

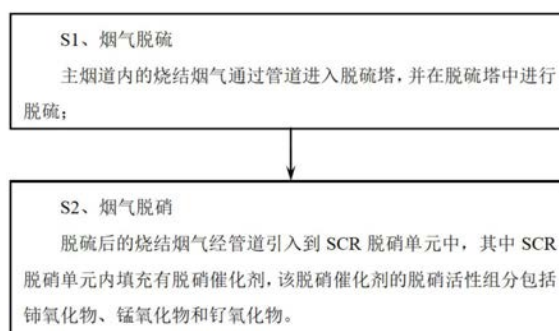
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法

(57)摘要

本发明公开了一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,属于烟气处理技术领域。本发明包括将烧结烟气先在脱硫塔中进行脱硫,脱硫后的烧结烟气通过SCR脱硝单元进行催化脱硝,其中SCR脱硝单元内填充有蜂窝催化剂模块,该蜂窝催化剂模块含有Ce-Mn/TiO₂催化剂;该Ce-Mn/TiO₂催化剂的脱硝活性组分包括铈氧化物、锰氧化物和钨氧化物。本发明的方法先对烧结烟气进行脱硫,然后在80~120℃超低温下实现对烧结烟气进行脱硝,实现了烧结烟气联合脱硫、脱硝,具有能耗低、工艺简单、减排效果好等优点。



1. 一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:

S1、烟气脱硫

主烟道内的烧结烟气通过管道进入脱硫塔,并在脱硫塔中进行脱硫;

S2、烟气脱硝

脱硫后的烧结烟气经管道引入到SCR脱硝单元中,并在SCR脱硝单元内进行催化脱硝,其中SCR脱硝单元内填充有蜂窝催化剂模块,该蜂窝催化剂模块含有Ce-Mn/TiO₂催化剂;该Ce-Mn/TiO₂催化剂的脱硝活性组分包括铈氧化物、锰氧化物和钨氧化物。

2. 根据权利要求1所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:所述SCR脱硝单元内填充的蜂窝催化剂模块为蜂窝状。

3. 根据权利要求1所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:所述SCR脱硝单元内烧结烟气的体积空速为3000~4000/h。

4. 根据权利要求1所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:Ce-Mn/TiO₂催化剂还包括活性组分载体,且活性组分载体为二氧化钛。

5. 根据权利要求2所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:蜂窝催化剂模块通过以下步骤制备而成:

(1) 制备Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂

将六水硝酸铈和四水硝酸锰配制成活性组分溶液A,用浸渍法将活性组分溶液A负载到TiO₂载体上,焙烧得到Ce-Mn/TiO₂催化剂;再将亚硝酰硝酸钨配制成活性组分溶液B,用浸渍法将活性组分溶液B负载到所述的Ce-Mn/TiO₂催化剂上,焙烧得到Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂;

(2) 制备蜂窝催化剂模块

按质量百分比计,将步骤(1)中的Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂与玻璃纤维、粘结剂、助挤剂、扩孔剂混合,再加入水进行粘合;粘合后的泥团经过挤压练泥,经过练泥后的泥团用塑料纸包裹严实,静置陈化;再将陈化后的泥团挤压成型为蜂窝状Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂胚体;干燥、焙烧后得到蜂窝催化剂模块。

6. 根据权利要求5所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:基于Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂的质量百分比,步骤(2)中玻璃纤维的量为15%、粘结剂的量为3%、助挤剂的量为12%、扩孔剂的量为2.5%,水的量为8%。

7. 根据权利要求5所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:静置陈化的时间为24h。

8. 根据权利要求5所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:焙烧得到蜂窝状Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂的焙烧温度为300~500℃。

9. 根据权利要求6所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:所述粘结剂为甲基纤维素。

10. 根据权利要求1~9任意一项所述的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,其特征在于:脱硫后的烧结烟气通过加热器进行加热,脱硫烟气经加热后引入到SCR脱硝单元。

一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法

技术领域

[0001] 本发明属于烟气处理技术领域,更具体地说,涉及一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法。

背景技术

[0002] 钢铁产业是我国国民经济的支柱产业,也是基础性行业,但钢铁产业又属于高能耗、高污染行业。 NO_x 是钢厂大气污染的主要污染源之一,烧结机 NO_x 排放量约占钢铁厂总 NO_x 排放量的50%-60%,其是钢厂 NO_x 排放主要单元。 NO_x 会引起酸雨和光化学烟雾污染,破坏臭氧层,严重破坏生态环境,危害到人类的健康。因此,为了钢铁行业尽早实现超低排放,降低钢厂 NO_x 排放,势在必行。

[0003] 目前,烧结烟气脱硝技术主要采用的方法是800℃-1000℃时使用的选择性非催化还原法(SNCR),280℃-420℃使用的中温选择性催化还原法(SCR),以及150℃-200℃及以上温度使用并要求低二氧化硫浓度的低温SCR,但是因为烧结烟气低温以及含二氧化硫等特性,难以直接移植上述技术。烧结烟气温度通常在150℃以下,二氧化硫浓度多在800mg/ Nm^3 -1500mg/ Nm^3 ,湿法脱硫后烟温多在50℃-60℃,干法脱硫后烟温可以达到70℃-90℃,脱硫前后均无法满足SCR反应条件。

[0004] 经检索发现,中国发明专利申请公布号CN106257141A,申请日:2016年9月28日,公开了一种烧结矿显热回收同时烟气脱硝系统及其实现方法,将来自烧结机的两路烧结烟气经过除尘器后,一路烧结烟气与烧结机出来的平均温度为600℃-1000℃的高温烧结矿进行换热升温至450℃-650℃再与另一路温度为100℃-190℃的烧结烟气进行混合,温度达到200℃-400℃后进入SCR反应器,在SCR反应器内进行催化还原反应,完成烧结烟气中的氮氧化物去除,去除氮氧化物后的烧结烟气再进入余热锅炉进行烟气余热回收利用。该发明的烟气脱硝系统和方法需要对烧结烟气进行升温,温度达到200℃-400℃再进入SCR反应器进行氮氧化物去除,虽然后期采用余热锅炉对去除氮氧化物后的烧结烟气进行余热回收利用,但这种烟气脱硝系统和方法仍具有能耗大、工艺复杂、装置繁多等缺点;此外,该发明也没有对这种烟气脱硝系统和方法的最终脱硝效果进行深入研究。

[0005] 中国发明专利申请公布号CN104174287A,申请日:2014年8月6日,公开了一种烧结机部分烟气脱硝系统及方法,该发明包括除尘器、烧结主抽风机、脱硫装置、脱硫引风机、升温装置、脱硝装置、脱硝引风机、不脱硝烟道和烟囱;通过在烧结主抽风机和脱硫引风机的作用下,使烧结机机头烟气排放口排出的烧结烟气经除尘器进入脱硫装置,脱硫后烟气中的一部分进入不脱硝烟道,另一部分在脱硝引风机的作用下经升温装置进入脱硝装置,然后与经过不脱硝烟道的脱硫后烟气混合经烟囱排放,当排放标准趋于严格时,可以减少进入不脱硝烟道的烟气量来进行调节。在该发明中,虽然通过对部分烟气脱硝处理来减少能耗、处理成本,但是对于进入脱硝装置进行脱硝处理的这部分烟气而言,仍需要升温装置对其进行升温,并且若脱硝装置采用中温SCR脱硝则升温到280℃-420℃,若采用低温SCR脱硝则升温到150℃-200℃。

[0006] 为了满足钢铁行业大量低温、含水、含硫、含尘复杂烟气的脱硫脱硝需求,希望开发出能耗低、工艺简单、脱硝效果好的烧结烟气脱硫脱硝的系统和方法。

发明内容

[0007] 1. 要解决的问题

[0008] 针对现有技术对烧结烟气进行脱硝处理之前,需要对烧结烟气进行升温,否则无法实现在超低温80~120℃下对烧结烟气高效脱硝的问题,本发明提供一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,该方法包括将烧结烟气先在脱硫塔中进行脱硫,脱硫后的烧结烟气通过SCR脱硝单元进行催化脱硝,其中SCR脱硝单元内填充有蜂窝催化剂模块。通过该SCR脱硝单元的处理,本发明的方法能够实现在80~120℃超低温下对烧结烟气NO_x的良好脱除,脱硝效率达到80%以上。

[0009] 2. 技术方案

[0010] 为了解决上述问题,本发明所采用的技术方案如下:

[0011] 本发明一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,

[0012] S1、烟气脱硫

[0013] 主烟道内的烧结烟气通过管道进入脱硫塔,并在脱硫塔中进行脱硫;

[0014] S2、烟气脱硝

[0015] 脱硫后的烧结烟气经管道引入到SCR脱硝单元中,并在SCR脱硝单元内进行催化脱硝,其中SCR脱硝单元内填充有蜂窝催化剂模块,该蜂窝催化剂模块含有Ce-Mn/TiO₂催化剂;该Ce-Mn/TiO₂催化剂的脱硝活性组分包括铈氧化物、锰氧化物和钨氧化物。

[0016] 优选地,所述SCR脱硝单元内填充的蜂窝催化剂模块为蜂窝状。

[0017] 优选地,所述SCR脱硝单元内烧结烟气的体积空速为3000~4000/h。

[0018] 优选地,Ce-Mn/TiO₂催化剂还包括活性组分载体,且活性组分载体为二氧化钛。

[0019] 优选地,蜂窝催化剂模块通过以下步骤制备而成:

[0020] (1) 制备Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂

[0021] 将六水硝酸铈和四水硝酸锰配制成活性组分溶液A,用浸渍法将活性组分溶液A负载到TiO₂载体上,焙烧得到Ce-Mn/TiO₂催化剂;再将亚硝酸酐硝酸钨配制成活性组分溶液B,用浸渍法将活性组分溶液B负载到所述的Ce-Mn/TiO₂催化剂上,焙烧得到Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂;

[0022] (2) 制备蜂窝催化剂模块

[0023] 按质量百分比计,将步骤(1)中的Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂与玻璃纤维、粘结剂、助挤剂、扩孔剂混合,再加入水进行粘合;粘合后的泥团经过挤压练泥,经过练泥后的泥团用塑料纸包裹严实,静置陈化;再将陈化后的泥团挤压成型为蜂窝状Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂胚体;干燥、焙烧后得到蜂窝催化剂模块。

[0024] 优选地,基于Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂的质量百分比,步骤(2)中玻璃纤维的量为15%、粘结剂的量为3%、助挤剂的量为12%、扩孔剂的量为2.5%,水的量为8%。

[0025] 优选地,静置陈化的时间为24h。

[0026] 优选地,焙烧得到蜂窝状Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂的焙烧温度为300~500℃。

[0027] 优选地,所述粘结剂为甲基纤维素。

[0028] 优选地,脱硫后的烧结烟气通过加热器进行加热,脱硫烟气经加热后引入到SCR脱硝单元。

[0029] 3.有益效果

[0030] 相比于现有技术,本发明的有益效果为:

[0031] (1) 本发明的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,包括将烧结烟气先在脱硫塔中进行脱硫,脱硫后的烧结烟气通过SCR脱硝单元进行脱硝,所述SCR脱硝单元内填充有蜂窝催化剂模块,该蜂窝催化剂模块含有Ce-Mn/TiO₂催化剂;该Ce-Mn/TiO₂催化剂的脱硝活性组分包括铈氧化物、锰氧化物和钌氧化物,由于钌(Ru)是世界上价态最多的元素,且抗酸、碱、As、Cl⁻腐蚀能力很强,在脱硝过程中,钌会形成很多氧化态,扩充了催化剂的表面缺陷,增多了催化剂表面的活性位点,进一步增强了催化剂表面对NO_x、NH₃和O₂的吸附传递效果,且大幅度降低了催化剂脱硝温度,使得本发明的方法能够实现在80~120℃超低温下对烧结烟气NO_x的良好脱除;

[0032] (2) 本发明的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,SCR脱硝单元内填充有蜂窝催化剂模块,该蜂窝催化剂模块含有Ce-Mn/TiO₂催化剂,该Ce-Mn/TiO₂催化剂通过先浸渍、焙烧制备出Ce-Mn/TiO₂催化剂,然后用已制备好的Ce-Mn/TiO₂催化剂作为载体,进一步浸渍、焙烧制备得到Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂。由于Ru是世界上价态最多的金属且Ru的氧化物表面缺陷最多,Ru最稳定的氧化态为RuO₂,其他氧化态都不稳定,所以Ru向RuO₂转化过程中的过渡态在催化剂中显得尤为重要。采用分段浸渍、焙烧可制备最佳状态的Ce-Mn/TiO₂催化剂并且使Ru更多地转化为RuO₂的过渡态,将此过渡态负载到Ce-Mn/TiO₂催化剂上,可大幅度降低该催化剂的脱硝温度,且显著提高脱硝效果和抗中毒性能;

[0033] (3) 本发明的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,能够在80~120℃超低温下实现对烧结烟气NO_x的良好脱除,且能耗低、工艺简单,为钢铁行业大量低温、含水、含硫、含尘复杂烟气的脱硝提供了新的思路和技术支撑。

附图说明

[0034] 图1为本发明的铁矿烧结烟气联合脱硫脱硝方法所使用的操作系统的结构示意图;

[0035] 图2为本发明的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法的流程图。

[0036] 图中的标号说明:

[0037] 100、主烟道;110、第一除尘器;

[0038] 200、脱硫塔;210、第二除尘器;220、加热器;230、喷氨格栅;

[0039] 240、整流器;300、SCR脱硝单元;400、烟囱。

具体实施方式

[0040] 下面结合具体实施例对本发明进一步进行描述。

[0041] 尽管这些具体实施例被充分详细地描述以使得本领域技术人员能够实施本发明,但应当理解可实现其他实施例且可在不脱离本发明的精神和范围的情况下对本发明作各种改变。下文对本发明的实施例的更详细的描述并不用于限制所要求的本发明的范围,而仅仅为了进行举例说明且不限对本发明的特点和特征的描述,以提出执行本发明的最佳

方式,并足以使得本领域技术人员能够实施本发明。因此,本发明的范围仅由所附权利要求来限定。

[0042] 实施例1

[0043] 结合图2所示,本实施例的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,

[0044] S1、烟气脱硫

[0045] 烧结机产生的烧结烟气通过主烟道100进入第一除尘器110进行除尘处理后,除去烟尘后的烧结烟气由抽风机送入脱硫塔200的底部,烧结烟气自下而上在脱硫塔200内流动,进行半干法脱硫处理;

[0046] S2、烟气脱硝

[0047] 脱硫后的烧结烟气自脱硫塔200顶部通过管道进入第二除尘器210,再次进行除尘处理,除尘处理后的脱硫烧结烟气由加热器220加热至80~120℃,并且通过喷氨格栅230向加热后的脱硫烧结烟气加入氨气(或者液氨),喷氨格栅230可以将氨气(或者液氨)均匀的喷入管道内,使得氨气(或者液氨)能更充分的与烧结烟气混合;随后,烟气通过管道引入到SCR脱硝单元300顶部,经过SCR脱硝单元300顶部设置的整流器240送入SCR脱硝单元300内部,SCR脱硝单元300内填充有蜂窝催化剂模块,该蜂窝催化剂模块含有Ce-Mn/TiO₂催化剂;该Ce-Mn/TiO₂催化剂的脱硝活性组分包括铈氧化物、锰氧化物和钨氧化物。烟气通过与蜂窝催化剂模块充分接触进行催化脱硝,SCR脱硝单元300内烧结烟气的体积空速为3000~4000/h。

[0048] 经过脱硫、脱硝处理后的烧结烟气通过烟囱400排放到大气中。

[0049] 使用本实施例的一种铁矿烧结烟气联合脱硫、脱硝的方法,可实现在80~120℃超低温下的脱硝效率可达80%以上,大幅度降低了催化剂脱硝温度,使得本发明的方法能够实现在80~120℃超低温下对烧结烟气NO_x的良好脱除。

[0050] 如图1所示,本发明的联合脱硫、脱硝系统包括主烟道100、第一除尘器110、脱硫塔200、SCR脱硝单元300和烟囱400,主烟道100上设置有第一除尘器110,第一除尘器110的出口端通过管道与烟囱400相连通,第一除尘器110与烟囱400的管道上依次设置有脱硫塔200和SCR脱硝单元300;脱硫塔200与SCR脱硝单元300之间的管道上还设置有第二除尘器210,所述第二除尘器210与SCR脱硝单元300之间的管道上依次设置有加热器220和喷氨格栅230;所述SCR脱硝单元300的顶部设置有整流器240,SCR脱硝单元300内填充有蜂窝催化剂模块,该蜂窝催化剂模块含有Ce-Mn/TiO₂催化剂;该Ce-Mn/TiO₂催化剂的脱硝活性组分包括铈氧化物、锰氧化物和钨氧化物。

[0051] 需要说明的是,第一除尘器110和第二除尘器210均为静电除尘器,用以对烧结烟气进行除尘处理,防止烟尘堵塞管道或后续脱硫、脱硝工艺设备。喷氨格栅230用于向管道内加入氨气(或者液氨)以确保SCR脱硝单元300中催化脱硝反应顺利进行;加热器220被设置用于加热脱硫后的烧结烟气,以确保SCR脱硝单元300中的催化剂达到最佳脱硝效果。

[0052] 需要特别注意的是,与现有技术不同,本实施例的系统中的加热器220不需要将脱硫后的烧结烟气加热至150℃以上,只需要加热至80~120℃,因为后续SCR脱硝单元300中的蜂窝催化剂模块在超低温80~120℃下能够实现对NO_x的良好脱除,在保证脱硝效果的同时减少了能耗,从而降低了工艺成本。

[0053] 此外,待进行脱硝处理的烟气是由SCR脱硝单元300顶部设置的整流器240送入SCR

脱硝单元300的,设置整流器的目的在于:脱硫后的烧结烟气在通过管道进入SCR脱硝单元之前,由于与SCR脱硝单元300内径相比,管道内径相对较小,直接进入SCR脱硝单元会使得烧结烟气主要集中在催化剂层中部的表面上,而无法与整个催化剂层接触,为了避免这种情况,设置整流器能够使脱硫后的烧结烟气均匀地分布在整個催化剂层表面上,确保烧结烟气与催化剂充分接触,提高对烧结烟气 NO_x 的脱除效果。

[0054] 所述SCR脱硝单元300内可以填充有3~7层蜂窝催化剂模块,如图1所示,本实施例中填充有3层蜂窝催化剂模块。该蜂窝催化剂模块为蜂窝状,由脱硝活性组分和活性组分的载体组成,其中脱硝活性组分包含铈氧化物、锰氧化物和钌氧化物,活性组分的载体为二氧化钛。

[0055] 需要进一步说明的是,本实施例的蜂窝状催化剂各金属元素占整体催化剂的质量百分数分别为:Ce 2.44%,Mn 10.74%,Ru 1.14%,Ti 47.02%,其中Ce、Mn和Ru的总活性元素的质量百分数为14.32%。催化剂的比表面积为 $68\sim 75\text{m}^2/\text{g}$ 。所述蜂窝催化剂模块通过以下步骤制备而成:

[0056] (1) 制备Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂

[0057] A、称取0.038份的六水硝酸铈和0.245份的四水硝酸锰,取5体积份的去离子水和10体积份的无水乙醇混合成乙醇水溶液,再将六水硝酸铈和四水硝酸锰加入到乙醇水溶液中,混合均匀配制成活性组分溶液A;然后称取0.393份的锐钛矿TiO₂作为载体,将锐钛矿TiO₂加入到活性组分溶液A中,剧烈搅拌时间为30min;剧烈搅拌后的溶液在60~70℃的集热式磁力搅拌器中加热搅拌100min至溶液蒸干得到沉淀物,使得活性组分溶液A负载到TiO₂载体上。将沉淀物研磨至无颗粒感后放入马弗炉中焙烧,其中马弗炉中焙烧温度T1为500℃,焙烧时间为4h,最后制得Ce-Mn/TiO₂催化剂粉末;

[0058] B、称取0.38份的亚硝酸酞硝酸钌,取5体积份的去离子水和10体积份的无水乙醇混合成乙醇水溶液,将亚硝酸酞硝酸钌加入到乙醇水溶液中,混合均匀配制成活性组分溶液B;再将制备好的Ce-Mn/TiO₂催化剂粉末加入到活性组分溶液B中,剧烈搅拌时间为30min;剧烈搅拌后的溶液在60~70℃的集热式磁力搅拌器中加热搅拌100min至溶液蒸干得到沉淀物,使得活性组分溶液B负载到Ce-Mn/TiO₂催化剂上。将沉淀物研磨至无颗粒感后放入马弗炉中焙烧,其中马弗炉中焙烧温度T1为400℃,焙烧时间为3h,制得Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂粉末;通过压片、筛分得到40~60目的Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂颗粒。其中质量份对的单位是g时,体积份对应的是ml;质量份对的单位是kg时,体积份对应的是L。

[0059] (2) 制备蜂窝催化剂模块

[0060] 按质量百分比计,将步骤(1)中的Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂与15%的玻璃纤维、3%的粘结剂甲基纤维素、12%的助挤剂甘油、2.5%的扩孔剂活性炭混合,再加入8%的水进行粘合;将粘合后的泥团经过机械挤压练泥,经过练泥后的泥团用塑料纸包裹严实静置陈化24h;再将陈化后的泥团装入挤压管道内,通过磨具挤压,制备出成型的蜂窝状Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂胚体;在105℃下干燥,在300℃~500℃下焙烧后制备得到蜂窝催化剂模块。

[0061] 值得注意的是,在步骤(1)的A阶段中,焙烧得到Ce-Mn/TiO₂催化剂粉末的焙烧温度T1为500℃,步骤(1)的B阶段中,焙烧得到Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂颗粒的焙烧温度T2为400℃,T1高于T2,并且步骤(1)的A阶段中的焙烧时间为4h,步骤(1)的B阶段中的焙烧时间为3h。通过采用这种分段浸渍、焙烧的方式以及设计不同的焙烧温度、焙烧时间,使各金属元

素都达到了最多的氧化态数量,储氧释氧性能最强,实现了Ru-Ce-Mn活性元素的最大化利用,使得蜂窝催化剂模块的脱硝效果更好。

[0062] 其主要原理如下:在适当的焙烧温度和焙烧时间下,催化剂表面Lewis酸位点最多,比表面积和孔径最大,脱硝效果最佳,通过第一阶段浸渍和焙烧制得最佳状态的Ce-Mn/TiO₂催化剂。此外,Ru是世界上价态最多的金属且抗酸、碱、As、Cl⁻腐蚀能力很强,Ru的氧化物表面缺陷最多,Ru最稳定的氧化态为RuO₂,其他氧化态都不稳定,所以Ru向RuO₂转化过程中的过渡态在催化剂中显得尤为重要。为了使大量Ru转化为RuO₂的过渡态,并且将此过渡态负载到Ce-Mn/TiO₂催化剂上,大幅度降低催化剂的脱硝温度且显著提高脱硝效果和抗中毒性能,又采用第二阶段浸渍和焙烧,并且选择不同于第一阶段的焙烧温度和时间,制得所述Ru-Ce-Mn/TiO₂催化剂。

[0063] 在上文中结合具体的示例性实施例详细描述了本发明。但是,应当理解,可在不脱离由所附权利要求限定的本发明的范围的情况下进行各种修改和变型。详细的描述和附图应仅被认为是说明性的,而不是限制性的,如果存在任何这样的修改和变型,那么它们都将落入在此描述的本发明的范围内。此外,背景技术旨在为了说明本技术的研发现状和意义,并不旨在限制本发明或本申请和本发明的应用领域。

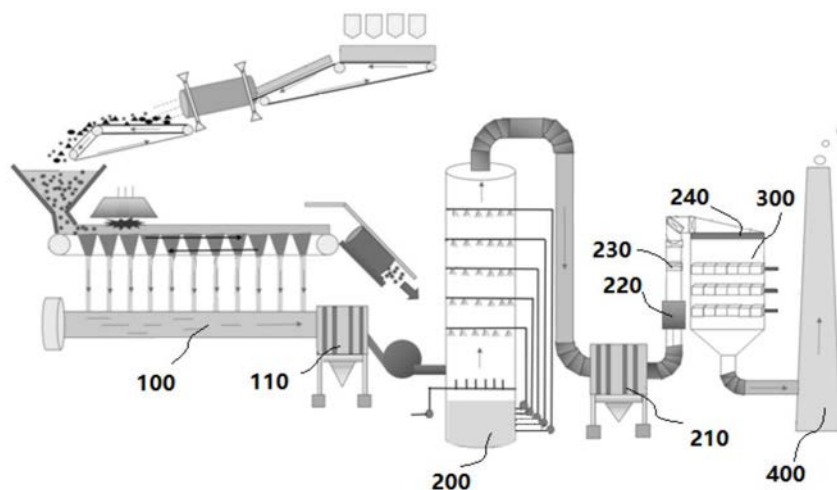


图1

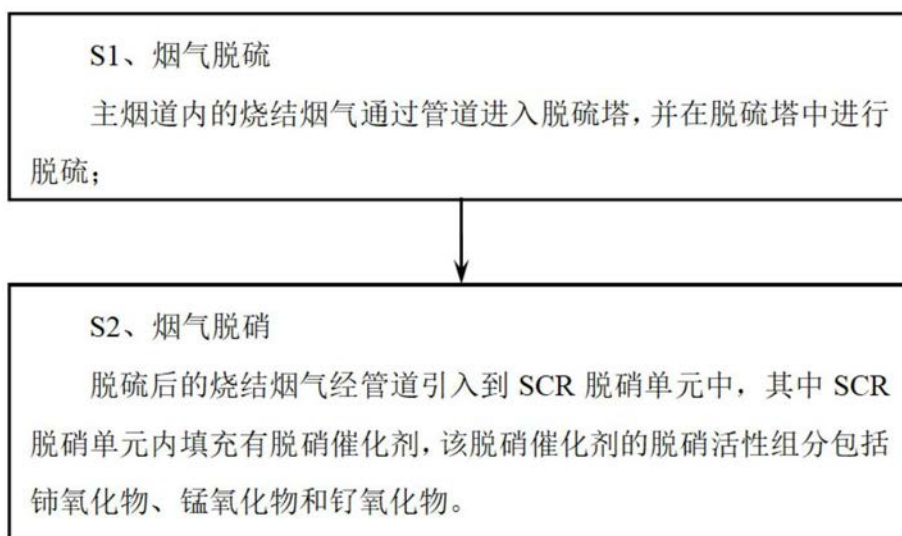


图2