



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110075681 B

(45) 授权公告日 2024.05.28

(21) 申请号 201910506499.6

B01D 53/50 (2006.01)

(22) 申请日 2019.06.12

B01D 53/56 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

B01D 53/83 (2006.01)

申请公布号 CN 110075681 A

B01D 53/90 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.08.02

F23J 15/00 (2006.01)

F23J 15/02 (2006.01)

(73) 专利权人 福建龙净脱硫脱硝工程有限公司

(56) 对比文件

地址 361009 福建省厦门市火炬高新区信

CN 105169942 A, 2015.12.23

息光电园林后路399号7层A座

CN 105214478 A, 2016.01.06

(72) 发明人 江承亮 初琨 郭厚焜 曹茂洪

CN 106925108 A, 2017.07.07

王建春 林春源 张原

CN 108339397 A, 2018.07.31

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限

CN 109731451 A, 2019.05.10

公司 11227

CN 208194115 U, 2018.12.07

专利代理师 纪志超

CN 210584405 U, 2020.05.22

审查员 郭静

(51) Int. Cl.

B01D 53/75 (2006.01)

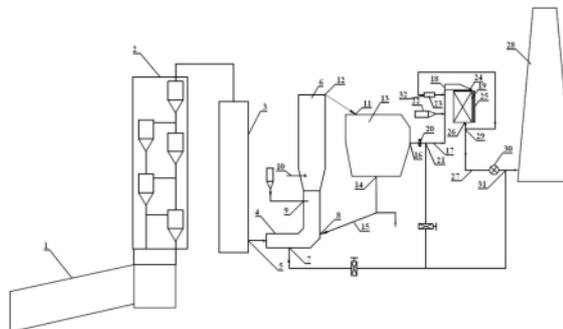
权利要求书1页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置及方法

(57) 摘要

一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置,包括:依次相连的水泥窑、预热器、余热锅炉、设有水喷枪的脱硫吸收塔、除尘器、设有整流装置和吹灰装置的SCR中低温脱硝装置;其中,除尘器的除尘物料出口通过空气斜槽与除尘物料循环入口相通,低硫低尘烟气出口连接第一烟气管路;该管路设有脱硝入口风挡、烟气循环入口II、加热装置和喷氨装置;净化气出口连接第二烟气管路;该管路依次设有与喷氨装置进料口相通的氨水蒸发风出口、引风机和净化气循环出口;净化气循环出口分别与烟气循环入口I和烟气循环入口II相通。该装置能够高效脱硫除尘脱硝,减轻污染物对催化剂的毒害,减少系统堵塞和磨损,保证整套装置长期稳定运行。



1. 一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置,其特征在于,包括:
依次相连的水泥窑、预热器和余热锅炉;
入口烟道与余热锅炉的出料口相连的脱硫吸收塔;所述入口烟道依次设有烟气循环入口I、除尘物料循环入口和吸收剂入口;所述脱硫吸收塔设有水喷枪;
进料口与脱硫吸收塔的出料口相连的除尘器;所述除尘器的除尘物料出口通过空气斜槽与所述除尘物料循环入口相通,低硫低尘烟气出口连接第一烟气管路;
进料口通过所述第一烟气管路与除尘器的低硫低尘烟气出口相连的SCR脱硝装置;所述第一烟气管路依次设有脱硝入口风挡、烟气循环入口II、加热装置和喷氨装置;所述SCR脱硝装置的顶部设有整流装置,侧部设有吹灰装置,底部净化气出口连接第二烟气管路;
通过所述第二烟气管路与SCR脱硝装置的净化气出口相连的烟囱;所述第二烟气管路依次设有氨水蒸发风出口、引风机和净化气循环出口;所述氨水蒸发风出口与喷氨装置的进料口相通;
所述净化气循环出口分别与所述烟气循环入口I和烟气循环入口II相通;
所述除尘物料出口还连接有脱硫副产物外排口;
所述烟气循环入口I通过第三烟气管路分别与所述烟气循环入口II和净化气循环出口相通;所述第三烟气管路设有再循环风挡。
2. 根据权利要求1所述的干法脱硫脱硝装置,其特征在于,所述SCR脱硝装置配套中低温催化剂,反应窗口温度为70~280℃。
3. 根据权利要求1所述的干法脱硫脱硝装置,其特征在于,所述烟气循环入口II通过第四烟气管路与第三烟气管路相通;所述第四烟气管路设有脱硫再循环风挡。
4. 根据权利要求1所述的干法脱硫脱硝装置,其特征在于,还包括:
设置在第一烟气管路和第二烟气管路上的GGH换热器。
5. 一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝方法,其特征在于,采用权利要求1所述的干法脱硫脱硝装置,包括以下步骤:
 - a) 将水泥窑烟气预热后,在吸收剂作用下进行干法脱硫,再经除尘,分别得到除尘物料和低硫低尘烟气;其中,所述除尘物料循环进行上述干法脱硫;
 - b) 将步骤a)得到的低硫低尘烟气在70℃~280℃、氨水存在下进行SCR脱硝,得到净化气。
6. 根据权利要求5所述的干法脱硫脱硝方法,其特征在于,步骤a)中所述吸收剂为钙基碱性吸收剂。
7. 根据权利要求5所述的干法脱硫脱硝方法,其特征在于,步骤a)中所述干法脱硫的出口温度为70℃~110℃。
8. 根据权利要求5所述的干法脱硫脱硝方法,其特征在于,可利用步骤b)中得到净化气循环协助干法脱硫及脱硝装置的预热。
9. 根据权利要求5~8任一项所述的干法脱硫脱硝方法,其特征在于,还包括:
将步骤a)得到的低硫低尘烟气与步骤b)得到的净化气进行换热后,再进行SCR脱硝。

一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及脱硫脱硝处理技术领域,更具体地说,是涉及一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置及方法。

背景技术

[0002] 近年来,国家大力推动非电领域的烟气超低排放改造,水泥窑烟气超低排放改造已经提上日程,多个省份出台的地方标准及大气污染防治工作方案等政策文件中要求水泥窑烟气颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的排放浓度要分别不高于 $10\text{mg}/\text{m}^3$ 、 $50\text{mg}/\text{m}^3$ 、 150 (或 100) mg/m^3 。同时,随着环保排放标准越来越严,国家治理污染的力度不断加大,水泥窑烟气排放标准已经修订完成。自2015年7月1日起,现有企业开始严格执行GB4915-2013《水泥工业大气污染物排放标准》,要求现有和新建水泥企业的 NO_x 排放限值由原来的 $800\text{mg}/\text{Nm}^3$ 降到 $400\text{mg}/\text{Nm}^3$ (重点地区 NO_x 排放限值为 $320\text{mg}/\text{Nm}^3$)。因此,水泥窑烟气增设脱硫脱硝装置势在必行。

[0003] 目前,对水泥窑烟气进行脱硫脱硝处理的净化路线很多,脱硫方面多数水泥企业采用传统湿法脱硫,但湿法脱硫腐蚀严重,存在脱硫废水,后端需增加消白等问题;而脱硝方面绝大多数水泥企业采用选择性非催化还原法(SNCR脱硝技术),但SNCR的脱硝效率为60%左右,已不能满足现有的排放要求。随着行业的发展以及环保要求的提高,采用干法脱硫、选择选择性催化还原法(SCR)脱硝,成为本领域技术人员处理水泥窑烟气的发展方向。

[0004] 申请公布号为CN109364741A的中国专利公开了一种水泥窑烟气干法脱硫及高尘SCR脱硝装置及工艺,其工艺流程为:需要净化的烟气首先进入SCR装置,经过高温SCR脱硝($\sim 350^\circ\text{C}$),再通过干法脱硫及布袋除尘后,经引风机排入烟囱。但是,上述技术方案存在以下不足:(1) 催化剂中毒和堵塞问题、脱硝效率低问题;由于该技术方案中烟气先直接进SCR装置,属于高尘布置,烟气温度高,粉尘、CaO含量高,易导致催化剂中毒失活和堵塞,使用寿命短,还易引起脱硝装置的运行和维护费用高昂等问题的发生。(2) 下游设备堵塞腐蚀问题;由于布置在此处的SCR脱硝装置下游布置有余热发电锅炉等设施,若SCR脱硝系统的氨逃逸控制不当,易造成余热锅炉的堵塞、腐蚀和热效率下降等不良问题。

[0005] 授权公告号为CN204619708U的中国专利公开了一种水泥回转窑炉烟气联合脱硝装置,其工艺流程为:首先在分解炉2喷入氨水等还原剂,需要进一步净化的烟气首选进余热锅炉,再经过布袋除尘,最后进入SCR装置,经过高温SCR脱硝($180\sim 220^\circ\text{C}$)后,经引风机排入烟囱。但是,上述技术方案存在以下不足:(1) 存在催化剂中毒和堵塞、脱硝效率低等风险;该技术方案虽然进行了除尘处置,但 SO_2 并没有得到有效的去除,易导致催化剂中毒失活和堵塞,使用寿命短,还易引起脱硝装置的运行和维护费用高昂等问题的发生。(2) 下游设备堵塞腐蚀问题;由于布置在分解炉中喷入氨水,进行SNCR反应,若氨逃逸控制不当,也易造成余热锅炉的堵塞、腐蚀和热效率下降等不良问题得发生。(3) 该技术方案无法满足水泥线启机阶段即可满足 SO_2 、 NO_x 的投运条件。

[0006] 综上,面对水泥行业日益严格的超低排放要求,开发一种低耗、可长期稳定运行的

脱硫脱硝一体化的装置具有非常重要的意义。

发明内容

[0007] 有鉴于此,本发明的目的在于提供一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置及方法,能够在高效脱硫除尘脱硝的同时,减轻粉尘、CaO及SO₂等污染物质对催化剂的毒害,减少系统堵塞和磨损,保证整套装置的长期稳定运行,同时保证全工况的脱硫脱硝。

[0008] 本发明提供了一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置,包括:

[0009] 依次相连的水泥窑、预热器和余热锅炉;

[0010] 入口烟道与余热锅炉的出料口相连的脱硫吸收塔;所述入口烟道依次设有烟气循环入口I、除尘物料循环入口和吸收剂入口;所述脱硫吸收塔设有水喷枪;

[0011] 进料口与脱硫吸收塔的出料口相连的除尘器;所述除尘器的除尘物料出口通过空气斜槽与所述除尘物料循环入口相通,低硫低尘烟气出口连接第一烟气管路;

[0012] 进料口通过所述第一烟气管路与除尘器的低硫低尘烟气出口相连的SCR脱硝装置;所述第一烟气管路依次设有脱硝入口风挡、烟气循环入口II、加热装置和喷氨装置;所述SCR脱硝装置的顶部设有整流装置,侧部设有吹灰装置,底部净化气出口连接第二烟气管路;

[0013] 通过所述第二烟气管路与SCR脱硝装置的净化气出口相连的烟囱;所述第二烟气管路依次设有氨水蒸发风出口、引风机和净化气循环出口;所述氨水蒸发风出口与喷氨装置的进料口相通;

[0014] 所述净化气循环出口分别与烟气循环入口I和烟气循环入口II相通。

[0015] 优选的,所述除尘物料出口还连接有脱硫副产物外排口。

[0016] 优选的,所述烟气循环入口通过第三烟气管路分别与所述烟气循环入口II和净化气循环出口相通;所述第三烟气管路设有再循环风挡。

[0017] 优选的,所述烟气循环入口II通过第四烟气管路与第三烟气管路相通;所述第四烟气管路设有往脱硫再循环风挡。

[0018] 优选的,所述SCR脱硝装置配套中低温催化剂,反应窗口温度为70~280℃。

[0019] 优选的,还包括:

[0020] 设置在第一烟气管路和第二烟气管路上的GGH换热器。

[0021] 本发明还提供了一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝方法,采用上述技术方案所述的干法脱硫脱硝装置,包括以下步骤:

[0022] a) 将水泥窑烟气预热后,在吸收剂作用下进行干法脱硫,再经除尘,分别得到除尘物料和低硫低尘烟气;其中,所述除尘物料循环进行上述干法脱硫;

[0023] b) 将步骤a)得到的低硫低尘烟气在70℃~280℃、氨水存在下进行SCR脱硝,得到净化气。

[0024] 优选的,步骤a)中所述吸收剂为钙基碱性吸收剂;所述吸收剂按照钙基碱性吸收剂加入量。

[0025] 优选的,步骤a)中所述干法脱硫的出口温度为70℃~110℃。

[0026] 优选的,可利用步骤b)中得到净化气循环协助干法脱硫及脱硝装置的预热。

[0027] 优选的,还包括:

[0028] 将步骤a)得到的低硫低尘烟气与步骤b)得到的净化气进行换热后,再进行SCR脱硝。

[0029] 本发明提供了一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置,包括:依次相连的水泥窑、预热器和余热锅炉;入口烟道与余热锅炉的出料口相连的脱硫吸收塔;所述入口烟道依次设有烟气循环入口I、除尘物料循环入口和吸收剂入口;所述脱硫吸收塔设有水喷枪;进料口与脱硫吸收塔的出料口相连的除尘器;所述除尘器的除尘物料出口通过空气斜槽与所述除尘物料循环入口相通,低硫低尘烟气出口连接第一烟气管路;进料口通过所述第一烟气管路与除尘器的低硫低尘烟气出口相连的SCR脱硝装置;所述第一烟气管路依次设有脱硝入口风挡、烟气循环入口II、加热装置和喷氨装置;所述SCR脱硝装置的顶部设有整流装置,侧部设有吹灰装置,底部净化气出口连接第二烟气管路;通过所述第二烟气管路与SCR脱硝装置的净化气出口相连的烟囱;所述第二烟气管路依次设有氨水蒸发风出口、引风机和净化气循环出口;所述氨水蒸发风出口与喷氨装置的进料口相通;所述净化气循环出口分别与所述烟气循环入口I和烟气循环入口II相通。与现有技术相比,本发明提供的干法脱硫脱硝装置适用于水泥窑烟气,能够在高效脱硫除尘脱硝的同时,减轻粉尘、CaO及SO₂等污染物质对催化剂的毒害,减少系统堵塞和磨损,保证SCR装置的长期稳定运行,同时保证全工况的脱硫脱硝。实验结果表明,本发明提供的干法脱硫脱硝装置的脱硫效率可达99%以上,脱硝效率可达95%以上,SO₂、NO_x排放浓度分别低于10mg/Nm³、50mg/Nm³,实现了超低排放;并且粉尘浓度低于5mg/Nm³。

[0030] 另外,本发明提供的干法脱硫脱硝装置可选择性配套GGH烟气换热器,从而节约加热能耗,具有广阔的应用前景。

附图说明

[0031] 图1为本发明实施例提供的适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置的结构示意图;

[0032] 图2为本发明实施例1提供的适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置的结构示意图;

[0033] 图3为本发明实施例2提供的适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置的结构示意图。

具体实施方式

[0034] 下面将结合本发明实施例,对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0035] 本发明提供了一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置,包括:

[0036] 依次相连的水泥窑、预热器和余热锅炉;

[0037] 入口烟道与余热锅炉的出料口相连的脱硫吸收塔;所述入口烟道依次设有烟气循环入口I、除尘物料循环入口和吸收剂入口;所述脱硫吸收塔设有水喷枪;

[0038] 进料口与脱硫吸收塔的出料口相连的除尘器;所述除尘器的除尘物料出口通过空

气斜槽与所述除尘物料循环入口相通,低硫低尘烟气出口连接第一烟气管路;

[0039] 进料口通过所述第一烟气管路与除尘器的低硫低尘烟气出口相连的SCR脱硝装置;所述第一烟气管路依次设有脱硝入口风挡、烟气循环入口II、加热装置和喷氨装置;所述SCR脱硝装置的顶部设有整流装置,侧部设有吹灰装置,底部净化气出口连接第二烟气管路;

[0040] 通过所述第二烟气管路与SCR脱硝装置的净化气出口相连的烟囱;所述第二烟气管路依次设有氨水蒸发风出口、引风机和净化气循环出口;所述氨水蒸发风出口与喷氨装置的进料口相通;

[0041] 所述净化气循环出口分别与所述烟气循环入口I和烟气循环入口II相通。

[0042] 请参阅图1,图1为本发明实施例1提供的适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置的结构示意图;其中,1为水泥窑,2为预热器,3为余热锅炉,4为入口烟道,5为余热锅炉的出料口,6为脱硫吸收塔,7为烟气循环入口I,8为除尘物料循环入口,9为吸收剂入口,10为水喷枪,11为除尘器的进料口,12为脱硫吸收塔的出料口,13为除尘器,14为除尘物料出口,15为空气斜槽,16为低硫低尘烟气出口,17为第一烟气管路,18为SCR脱硝装置的进料口,19为SCR脱硝装置,20为脱硝入口风挡,21为烟气循环入口II,22为加热装置,23为喷氨装置,24为整流装置,25为吹灰装置,26为净化气出口,27为第二烟气管路,28为烟囱,29为氨水蒸发风出口,30为引风机,31为净化气循环出口,32为喷氨装置的进料口。

[0043] 在本发明中,所述干法脱硫脱硝装置包括水泥窑(1)、预热器(2)、余热锅炉(3)、脱硫吸收塔(6)、除尘器(13)、SCR脱硝装置(19)和烟囱(28)。在本发明中,所述水泥窑(1)、预热器(2)和余热锅炉(3)依次相连;水泥窑烟气可从水泥窑(1)经预热器(2)预热后进入余热锅炉(3),并在余热锅炉(3)中尽可能回收水泥窑烟气中的热量。在本发明中,所述余热锅炉(3)设有出料口(5)。

[0044] 在本发明中,所述余热锅炉(3)设置在所述脱硫吸收塔(6)之前,能够尽可能保证烟气中的余热回收效率,并避免SCR脱硝装置(19)设置在余热锅炉(3)之前由于喷氨,亚硫酸氢铵形成所引起堵塞,腐蚀等问题的发生。

[0045] 在本发明中,所述脱硫吸收塔(6)用于对烟气进行脱硫;所述脱硫吸收塔(6)底部设有入口烟道(4),顶部设有出料口(12),下部靠近所述入口烟道(4)处设有水喷枪(10)。在本发明中,所述入口烟道(4)与余热锅炉(3)的出料口(5)相连,从而能够使余热锅炉(3)中的烟气经入口烟道(4)进入脱硫吸收塔(6)。

[0046] 在本发明中,所述入口烟道(4)依次设有烟气循环入口I(7)、除尘物料循环入口(8)和吸收剂入口(9);所述吸收剂入口(9)与吸收剂仓相连,用于将吸收剂仓中的吸收剂通入入口烟道(4)中。在本发明中,所述吸收剂优选为钙基碱性吸收剂,其能够与进入脱硫吸收塔(6)的烟气中的 SO_2 、 SO_3 、 HCl 、 NO_2 等污染物进行快速反应脱除。本发明采用干法脱硫,所述脱硫吸收塔(6)内气固两相由于气流的作用,产生激烈的湍动与混合,充分接触,极大强化了气固间的传质与传热,保证上述酸性物质的充分吸收脱除。

[0047] 在本发明中,所述水喷枪(10)用于控制脱硫吸收塔(6)的出料口(12)的温度为 $70^\circ\text{C} \sim 110^\circ\text{C}$,确保高效脱硫的同时避免高温烟气损坏后端布袋,稳定后续脱硝入口的温度便于脱硝装置的长期稳定运行。

[0048] 在本发明中,所述除尘器(13)用于对脱硫后的烟气进行除尘,收集烟尘及未反应

完的物料,并得到低硫低尘烟气;所述除尘器(13)优选为布袋除尘器。在本发明中,所述除尘器(13)设有进料口(11)、除尘物料出口(14)和低硫低尘烟气出口(16);其中,所述进料口(11)与所述脱硫吸收塔(6)的出料口(12)相连,用于将脱硫后的烟气通入除尘器(13)中。

[0049] 在本发明中,所述除尘器(13)设置在所述SCR脱硝装置(19)之前,可大量减少烟气中粉尘、CaO及SO₂的浓度,实现在进入SCR脱硝装置(19)时的烟气除NO_x外,其他污染物均达到超净,可极大程度地减轻这些污染物对催化剂的损坏,增加催化剂使用寿命。

[0050] 在本发明中,所述除尘物料出口(14)通过空气斜槽(15)与所述除尘物料循环入口(8)相通,用于将除尘物料循环至入口烟道(4)后再进入脱硫吸收塔(6)进行脱硫。在本发明中,所述除尘物料出口(14)优选还连接有脱硫副产物外排口,用于将部分除尘物料外排。

[0051] 在本发明中,所述低硫低尘烟气出口(16)连接第一烟气管路(17)。

[0052] 在本发明中,所述SCR脱硝装置(19)用于进行SCR脱硝,得到净化气。在本发明中,所述SCR脱硝装置(19)设有进料口(18)和净化气出口(26),同时顶部设有整流装置(24),侧部设有吹灰装置(25);其中,所述进料口(18)通过所述第一烟气管路(17)与除尘器(13)的低硫低尘烟气出口(16)相连;所述吹灰装置(25)优选为声波/蒸汽吹灰器。在本发明中,所述第一烟气管路(17)依次设有脱硝入口风挡(20)、烟气循环入口II(21)、加热装置(22)和喷氨装置(23);所述加热装置(22)用于对低硫低尘烟气进行温度控制;所述喷氨装置(23)用于将氨水气化后喷入SCR脱硝装置(19)。

[0053] 在本发明中,所述净化气出口(26)设置在SCR脱硝装置(19)底部,连接第二烟气管路(27)。

[0054] 在本发明中,所述整流装置(24)能够保证SCR脱硝装置(19)更加稳定的运行;所述吹灰装置(25)用于定期对催化剂进行清灰处理,防止积灰。

[0055] 在本发明中,所述烟囱(28)用于排放净化气;所述烟囱(28)通过所述第二烟气管路(27)与SCR脱硝装置(19)的净化气出口(26)相连。在本发明中,所述第二烟气管路(27)依次设有氨水蒸发风出口(29)、引风机(30)和净化气循环出口(31);其中,所述氨水蒸发风出口(29)与喷氨装置(23)的进料口(32)相通,用于实现氨蒸发。

[0056] 在本发明中,所述引风机(30)用于为烟气提供动力。在本发明中,所述烟气循环入口I(7)分别与所述烟气循环入口II(21)和净化气循环出口(31)相通;优选的,所述烟气循环入口I(7)通过第三烟气管路分别与所述烟气循环入口II(21)和净化气循环出口(31)相通。在本发明中,所述第三烟气管路优选设有再循环风挡。在本发明中,所述烟气循环入口II(21)优选通过第四烟气管路与第三烟气管路相通;所述第四烟气管路优选设有往脱硫再循环风挡。本发明在引风机(30)作用下(如利用两端压差),可根据前端负荷烟气量变化情况,调整再循环风挡及往脱硫再循环风挡的挡板开度,从而保证不同负荷工况下系统的稳定。

[0057] 另外,上述第三烟气管路与第四烟气管路的连接,还能够实现净化气循环出口(31)通过第四烟气管路与所述烟气循环入口II(21)相连,有利于更加快速的预热SCR脱硝装置,具体过程为:

[0058] 启机前,先关闭脱硝入口风挡(20)和再循环风挡,开启往脱硫再循环风挡,然后开启引风机(30),开启加热装置(22),再循环热烟气不经过脱硫吸收塔(6)和除尘器(13)降温,更加快速的预热SCR脱硝装置(19),在烧结启机前再开启脱硫再循环风挡(17),关闭或

减小脱硝入口风挡(20),提前脱硫建床,满足建床需要的时间即可,从而满足启机工况、低负荷工况下脱硫脱硝运行;这样一方面SCR脱硝装置(19)预热时,再循环热烟气散热损失更小,可更快速预热,另一方面,预热期间,再循环烟气未经过脱硫吸收塔(6)和除尘器(13),阻力更小,可节约脱硝预热时能耗。

[0059] 在本发明中,所述干法脱硫脱硝装置还包括:

[0060] 设置在第一烟气管路(17)和第二烟气管路(27)上的GGH换热器;用于除尘器(13)的低硫低尘烟气出口(16)排出的低硫低尘烟气(低温气),和SCR脱硝装置(19)的净化气出口(26)排出的净化气(高温气)进行换热,从而节约加热能耗,具体可根据所选催化剂的反应窗口温度决定是否配套GGH换热器。

[0061] 本发明提供的干法脱硫脱硝装置适用于水泥窑烟气,能够在高效脱硫除尘脱硝的同时,减轻粉尘、CaO及SO₂等污染物质对催化剂的毒害,减少系统堵塞和磨损,保证SCR装置的长期稳定运行,同时保证全工况的脱硫脱硝。实验结果表明,本发明提供的干法脱硫脱硝装置的脱硫效率可达99%以上,脱硝效率可达95%以上,SO₂、NO_x排放浓度分别低于10mg/Nm³、50mg/Nm³,实现了超低排放;并且粉尘浓度低于5mg/Nm³。

[0062] 另外,本发明提供的干法脱硫脱硝装置能够配套GGH烟气换热器,从而节约加热能耗,具有广阔的应用前景。

[0063] 本发明还提供了一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝方法,采用上述技术方案所述的干法脱硫脱硝装置,包括以下步骤:

[0064] a) 将水泥窑烟气预热后,在吸收剂作用下进行干法脱硫,再经除尘,分别得到除尘物料和低硫低尘烟气;其中,所述除尘物料循环进行上述干法脱硫;

[0065] b) 将步骤a)得到的低硫低尘烟气在70℃~280℃、氨水存在下进行SCR脱硝,得到净化气。

[0066] 本发明首先将水泥窑烟气预热后,在吸收剂作用下进行干法脱硫,再经除尘,分别得到除尘物料和低硫低尘烟气。本发明对所述水泥窑烟气的来源没有特殊限制,采用本领域技术人员熟知的水泥窑烟气即可。在本发明优选的实施例中,所述水泥窑烟气中NO_x的浓度优选为100mg/Nm³~2000mg/Nm³,更优选为400mg/Nm³~1500mg/Nm³;所述水泥窑烟气中SO₂的浓度优选为100mg/Nm³~1500mg/Nm³,更优选为400mg/Nm³~1000mg/Nm³。

[0067] 在本发明中,所述预热的过程在与水泥窑(1)相连的预热器(2)中进行,并在余热锅炉(3)中尽可能回收水泥窑烟气中的热量。在本发明中,所述吸收剂优选为钙基碱性吸收剂,更优选为Ca(OH)₂;该吸收剂能够与水泥窑烟气中的SO₂、SO₃、HCl、NO₂等污染物进行快速反应脱除。本发明对所述钙基碱性吸收剂的来源没有特殊限制,采用本领域技术人员熟知的市售商品即可。在本发明中,所述吸收剂优选按照钙基碱性吸收剂加入,利用极大的气固间的传质与传热,保证上述酸性物质的充分吸收脱除。

[0068] 在本发明中,所述干法脱硫的过程在脱硫吸收塔(6)中进行,并通过水喷枪(10)进行喷水控制反应温度。在本发明中,所述干法脱硫的出口温度优选为70℃~110℃。

[0069] 在本发明中,所述除尘的过程在除尘器(13)中进行,分别得到除尘物料和低硫低尘烟气;其中,所述除尘物料循环进行上述干法脱硫。

[0070] 得到所述低硫低尘烟气后,本发明将得到的低硫低尘烟气在70℃~280℃、氨水存在下进行SCR脱硝,得到净化气。在本发明中,所述SCR脱硝的过程在SCR脱硝装置(19)中进

行。本发明在上述温度下进行中低温SCR脱硝,运行稳定,且脱硝效率高。

[0071] 在本发明中,步骤b)中得到的部分净化气循环优选再循环回到协助干法脱硫吸收塔(6)及SCR脱硝装置(19)协助干法脱硫和预热。

[0072] 在本发明中,所述干法脱硫脱硝方法优选还包括:

[0073] 将步骤a)得到的低硫低尘烟气与步骤b)得到的净化气进行换热后,再进行SCR脱硝。在本发明中,所述换热的过程优选在GGH换热器中进行;从而节约加热能耗,具体可根据所选催化剂的反应窗口温度决定是否配置。

[0074] 本发明提供了一种适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置,包括:依次相连的水泥窑、预热器和余热锅炉;入口烟道与余热锅炉的出料口相连的脱硫吸收塔;所述入口烟道依次设有烟气循环入口I、除尘物料循环入口和吸收剂入口;所述脱硫吸收塔设有水喷枪;进料口与脱硫吸收塔的出料口相连的除尘器;所述除尘器的除尘物料出口通过空气斜槽与所述除尘物料循环入口相通,低硫低尘烟气出口连接第一烟气管路;进料口通过所述第一烟气管路与除尘器的低硫低尘烟气出口相连的SCR脱硝装置;所述第一烟气管路依次设有脱硝入口风挡、烟气循环入口II、加热装置和喷氨装置;所述SCR脱硝装置的顶部设有整流装置,侧部设有吹灰装置,底部净化气出口连接第二烟气管路;通过所述第二烟气管路与SCR脱硝装置的净化气出口相连的烟囱;所述第二烟气管路依次设有氨水蒸发风出口、引风机和净化气循环出口;所述氨水蒸发风出口与喷氨装置的进料口相通;所述烟气循环入口I分别与所述烟气循环入口II和净化气循环出口相通。与现有技术相比,本发明提供的干法脱硫脱硝装置适用于水泥窑烟气,能够在高效脱硫除尘脱硝的同时,减轻粉尘、CaO及SO₂等污染物质对催化剂的毒害,减少系统堵塞和磨损,保证整套装置的长期稳定运行,同时保证全工况的脱硫脱硝。实验结果表明,本发明提供的干法脱硫脱硝装置的脱硫效率可达99%以上,脱硝效率可达95%以上,SO₂、NO_x排放浓度分别低于10mg/Nm³、50mg/Nm³,实现了超低排放;并且粉尘浓度低于5mg/Nm³。

[0075] 另外,本发明提供的干法脱硫脱硝装置能够配套GGH烟气换热器,从而节约加热能耗,具有广阔的应用前景。

[0076] 为了进一步说明本发明,下面通过以下实施例进行详细说明。本发明以下实施例所用的水泥窑烟气来源于5000t/d的水泥窑,烟气量为380000Nm³/h(标况),水泥窑烟气中NO_x的浓度为400mg/Nm³~1500mg/Nm³,SO₂的浓度为400mg/Nm³~1000mg/Nm³。;所用的吸收剂为Ca(OH)₂,所用的脱硝还原剂为氨水。

[0077] 实施例1

[0078] 实施例1提供的适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置的结构示意图参见图2所示;其中,1为水泥窑,2为预热器,3为余热锅炉,4为余热锅炉的出料口,6为脱硫吸收塔,7为烟气循环入口I,8为除尘物料循环入口,9为吸收剂入口,10为水喷枪,11为除尘器的进料口,12为脱硫吸收塔的出料口,13为除尘器,14为除尘物料出口,15为空气斜槽,16为低硫低尘烟气出口,17为第一烟气管路,18为SCR脱硝装置的进料口,19为SCR脱硝装置,20为脱硝入口风挡,21烟气循环入口II,22为加热装置,23为喷氨装置,24为整流装置,25为吹灰装置,26为净化气出口,27为第二烟气管路,28为烟囱,29为氨水蒸发风出口,30为引风机,31为净化气循环出口,32为喷氨装置的进料口,33为脱硫副产物外排口,34为第三烟气管路,35为再循环风挡,36为第四烟气管路,37为往脱硫再循环风挡。

[0079] 采用上述干法脱硫脱硝装置进行水泥窑烟气脱硫除尘脱硝,具体工作过程如下:

[0080] (1) 将水泥窑烟气由水泥窑(1)经预热器(2)预热后进入余热锅炉(3),并在余热锅炉(3)中尽可能回收水泥窑烟气中的热量,然后经余热锅炉(3)的出料口(5)由入口烟道(4)进入脱硫吸收塔(6),在吸收剂作用下进行干法脱硫,通过水喷枪(10)控制温度使脱硫后的烟气的出口温度为70℃~110℃,再由除尘器(13)的进料口(11)进入除尘器(13)进行除尘,分别得到除尘物料和低硫低尘烟气;其中,所述除尘物料由除尘物料出口(14)经空气斜槽(15)在由除尘物料循环入口(8)进入入口烟道(4),再循环进行上述干法脱硫。

[0081] (2) 将步骤(1)得到的低硫低尘烟气通过加热装置(22)控制温度为70℃~150℃,进入SCR脱硝装置(19),所述SCR脱硝装置(19)采用低温催化剂(反应窗口70℃~150℃),在氨水存在下进行SCR脱硝,所述氨水经喷氨装置(23)蒸发稀释后喷入SCR脱硝装置(19),得到净化气,最后经引风机(30)排入烟囱(28);

[0082] 另外,为防止积灰,所述SCR脱硝装置(19)配套吹灰装置(25),定期对催化剂进行清灰处理。

[0083] 实施例2

[0084] 实施例2提供的适用于水泥窑烟气的干法脱硫脱硝装置的结构示意图参见图3所示;其中,1为水泥窑,2为预热器,3为余热锅炉,4为余热锅炉的出料口,6为脱硫吸收塔,7为烟气循环入口I,8为除尘物料循环入口,9为吸收剂入口,10为水喷枪,11为除尘器的进料口,12为脱硫吸收塔的出料口,13为除尘器,14为除尘物料出口,15为空气斜槽,16为低硫低尘烟气出口,17为第一烟气管路,18为SCR脱硝装置的进料口,19为SCR脱硝装置,20为脱硝入口风挡,21为烟气循环入口II,22为加热装置,23为喷氨装置,24为整流装置,25为吹灰装置,26为净化气出口,27为第二烟气管路,28为烟囱,29为氨水蒸发风出口,30为引风机,31为净化气循环出口,32为喷氨装置的进料口,33为脱硫副产物外排口,34为第三烟气管路,35为再循环风挡,36为第四烟气管路,37为往脱硫再循环风挡,38为GGH换热器。

[0085] 采用上述干法脱硫脱硝装置进行水泥窑烟气脱硫除尘脱硝,具体工作过程如下:

[0086] (1) 将水泥窑烟气由水泥窑(1)经预热器(2)预热后进入余热锅炉(3),并在余热锅炉(3)中尽可能回收水泥窑烟气中的热量,然后经余热锅炉(3)的出料口(5)由入口烟道(4)进入脱硫吸收塔(6),在吸收剂作用下进行干法脱硫,通过水喷枪(10)控制温度使脱硫后的烟气的出口温度为90℃~100℃,再由除尘器(13)的进料口(11)进入除尘器(13)进行除尘,分别得到除尘物料和低硫低尘烟气;其中,所述除尘物料由除尘物料出口(14)经空气斜槽(15)在由除尘物料循环入口(8)进入入口烟道(4),再循环进行上述干法脱硫。

[0087] (2) 将步骤(1)得到的低硫低尘烟气通过GGH换热器(38)换热后,温度升至250℃,再通过加热装置(22)控制温度为250℃~280℃,进入SCR脱硝装置(19),所述SCR脱硝装置(19)采用中温催化剂(反应窗口230℃~280℃),在氨水存在下进行SCR脱硝,所述氨水经喷氨装置(23)蒸发稀释后喷入SCR脱硝装置(19),得到净化气,先经GGH换热器(38)与上述低硫低尘烟气换热后温度降至120℃,最后经引风机(30)排入烟囱(28);

[0088] 另外,为防止积灰,所述SCR脱硝装置(19)配套吹灰装置(25),定期对催化剂进行清灰处理。

[0089] 经检测,本发明实施例1和实施例2提供的干法脱硫脱硝装置的脱硫效率可达99%以上,脱硝效率可达95%以上;采用上述干法脱硫脱硝装置进行上述水泥窑烟气的脱硫除

尘脱硝后,得到的净化气中SO₂、NO_x排放浓度分别低于10mg/Nm³、50mg/Nm³,实现了超低排放;并且粉尘浓度低于5mg/Nm³。

[0090] 所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

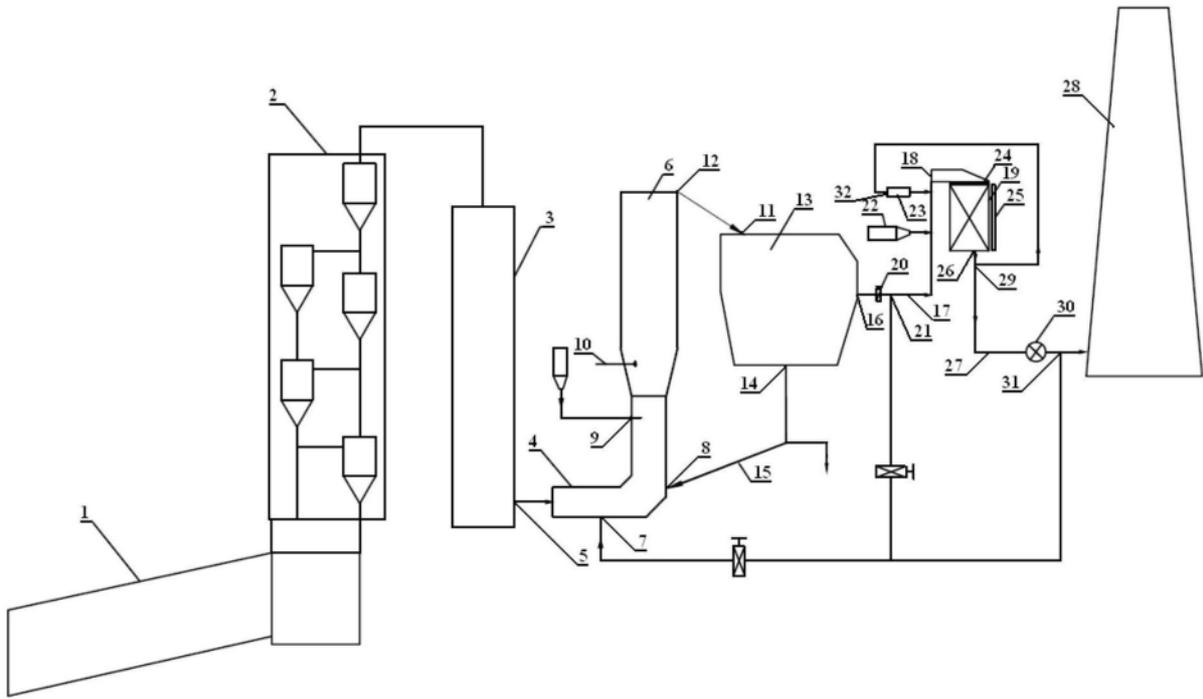


图1

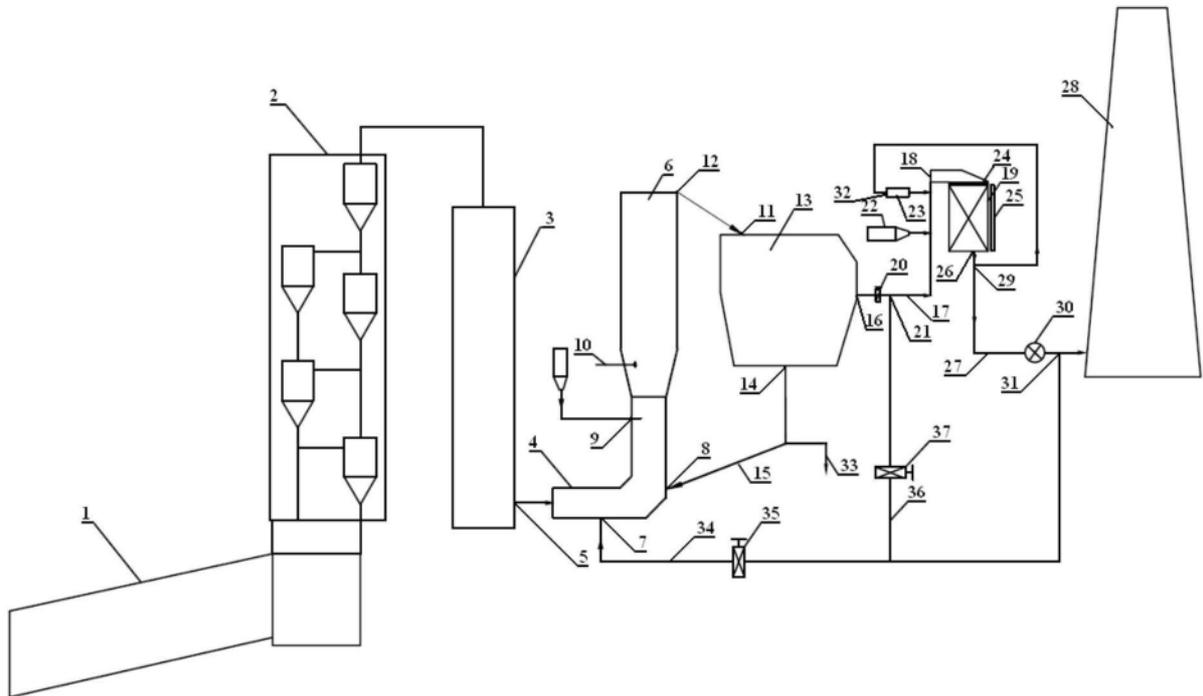


图2

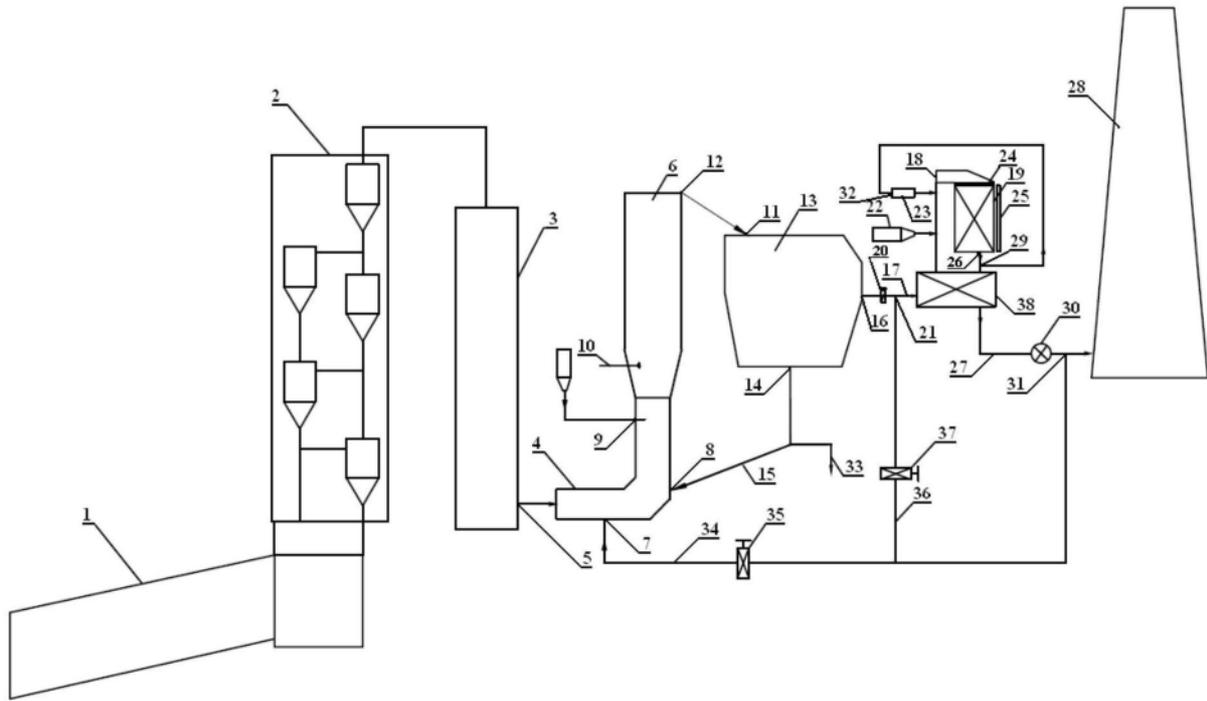


图3