



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109966812 A

(43)申请公布日 2019.07.05

(21)申请号 201910248698.1

F23J 15/02(2006.01)

(22)申请日 2019.03.29

F23J 15/06(2006.01)

(71)申请人 北京国电龙源环保工程有限公司
地址 100039 北京市海淀区西四环中路16
号院1号楼911室

(72)发明人 孙丽 王玉龙 段威 付月 姚宣
唐坚

(74)专利代理机构 北京中建联合知识产权代理
事务所(普通合伙) 11004
代理人 周妮妮 晁璐松

(51)Int.Cl.

B01D 46/02(2006.01)

B01D 50/00(2006.01)

B01D 53/86(2006.01)

B01D 53/56(2006.01)

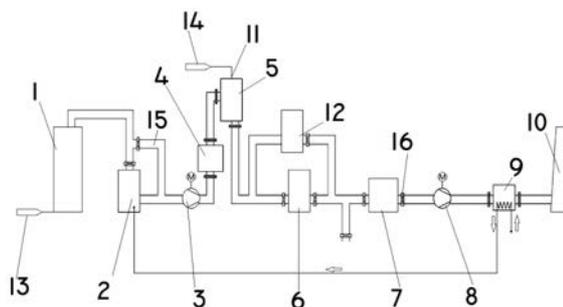
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、
工艺方法

(57)摘要

本发明公开了一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、工艺方法,包括预热器、余热锅炉、高温风机、高温袋除尘器、SCR脱硝反应器、生料磨、窑尾除尘器、引风机、换热器和烟囱,水泥回转窑窑尾的烟气出口通过管道与预热器下部的入口连通,预热器顶部的出口通过管道与余热锅炉顶部的入口连通;余热锅炉下部的出口通过管道与高温袋除尘器入口连通,高温袋除尘器出口通过管道与SCR脱硝反应器的入口连通,SCR脱硝反应器底部的出口通过管道与生料磨的入口连通;生料磨的出口通过管道与窑尾除尘器的入口连通。本发明提供了超低温余热利用与污染物超低排放的有效协同研究。能低能耗、高效率的降低水泥窑烟气中NO_x的含量,最终实现烟气的清洁排放。



1. 一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於:包括预热器(1)、余热锅炉(2)、高热风机(3)、高温袋除尘器(4)、SCR脱硝反应器(5)、生料磨(6)、窑尾除尘器(7)、引风机(8)、换热器(9)和烟囱(10),水泥回转窑(13)窑尾的烟气出口通过管道与预热器(1)下部的入口连通,预热器(1)顶部的出口通过管道与余热锅炉(2)顶部的入口连通;

余热锅炉(2)下部的出口通过管道与高温袋除尘器(4)入口连通,高温袋除尘器(4)出口通过管道与SCR脱硝反应器(5)的入口连通,SCR脱硝反应器(5)底部的出口通过管道与生料磨(6)的入口连通;

生料磨(6)的出口通过管道与窑尾除尘器(7)的入口连通,窑尾除尘器(7)的出口通过管道与换热器(9)连通,经换热器(9)降温后的气体通过管道从烟囱(10)排出。

2. 如权利要求1所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於,SCR脱硝反应器(5)出口处的氮氧化物含量低于 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

3. 如权利要求1所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於,余热锅炉(2)与高温袋除尘器(4)之间的管道上、靠近高温袋除尘器(4)入口的一侧设置有高热风机(3)。

4. 如权利要求1所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於,窑尾除尘器(7)与换热器(9)之间的管道上设置有引风机(8)。

5. 如权利要求1所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於,SCR脱硝反应器(5)的顶部设置有氨水补入口(11)。

6. 如权利要求1所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於,还包括旁路系统(15);旁路系统(15)一端和预热器(1)与余热锅炉(2)之间的管路连通,旁路系统(15)另一端和余热锅炉(2)与高温袋除尘器(4)之间的管路连通。

7. 如权利要求1所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於,还包括增湿塔(12);增湿塔(12)的入口通过支管和SCR脱硝反应器(5)与生料磨(6)之间的管路连通,增湿塔(12)的出口通过支管和生料磨(6)与窑尾除尘器(7)之间的管路连通。

8. 如权利要求1所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於,换热器(9)上设置有入水口和出水口;出水口通过管路与余热锅炉(2)底部连通。

9. 如权利要求1所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,其特征在於,高温袋除尘器(4)为金属间化合物柔性膜高温高精度除尘器;处理后的粉尘不高于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

10. 如权利要求1-9中任意一项所述的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统的工艺方法,其特征在於,具体步骤如下:

步骤一,经水泥回转窑(13)窑尾的烟气出口通过管道进入预热器(1);

步骤二,通过高热风机(3)提供吸力,烟气从预热器(1)出口进入余热锅炉(2)中;

步骤三,烟气进入SCR脱硝反应器(5)之前在高温袋除尘器(4)内降低粉尘浓度;

步骤四,经过SCR脱硝反应器(5)处理的气体进入生料磨(6)、增湿塔(12);

步骤五,经过二次除尘器后,送入换热器(9)中,进行热交换,降温后的气体通过烟囱(10)排出。

一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、工艺方法

技术领域

[0001] 本发明涉及大气污染治理技术领域,特别是一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、工艺方法。

背景技术

[0002] 水泥行业NO_x排放总量居工业排放第二位,仅次于电力行业,在电力、钢铁均已实施超低改造的情况下,实现水泥行业污染物超低排放是大势所趋。国家对水泥行业污染物的排放标准也日趋严格。

[0003] 水泥行业已应用的低氮燃烧、分级燃烧和SNCR技术减排效率难以满足日趋严格的标准要求,因此,推进水泥行业的氮氧化物控制技术势在必行。

[0004] 采用SCR脱硝技术是水泥行业实现超低排放的必由之路,虽然SCR技术在燃煤烟气的使用已经比较成熟,但水泥生产工艺特点和烟气工况与电厂有很大差别,无法直接照搬电厂SCR技术,因此需要结合水泥生产及烟气条件研发适用于水泥窑烟气特性的SCR脱硝技术。

[0005] 目前SCR脱硝技术在国外水泥生产中已有应用,但实际案例不多,例如2000年德国Solnhofen水泥厂采用高尘布置SCR,脱硝效率达到80%,存在的问题是:第一,运行时间短,容易出现催化剂系统堵塞;第二,催化剂需要频繁更换,系统停用频繁,严重影响了设备连续运转;第三,运行成本不可控。

发明内容

[0006] 本发明的目的是提供一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、工艺方法,要解决现阶段水泥窑烟气全过程氮氧化物超低排放控制过程复杂、脱硝效率低、能源消耗大且余热无法利用、催化剂易堵塞孔道等技术问题。

[0007] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:本发明提供一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,包括预热器、余热锅炉、高热风机、高温袋除尘器、SCR脱硝反应器、生料磨、窑尾除尘器、引风机、换热器和烟囱,水泥回转窑窑尾的烟气出口通过管道与预热器下部的入口连通,预热器顶部的出口通过管道与余热锅炉顶部的入口连通;

余热锅炉下部的出口通过管道与高温袋除尘器入口连通,高温袋除尘器出口通过管道与SCR脱硝反应器的入口连通,SCR脱硝反应器底部的出口通过管道与生料磨的入口连通;

生料磨的出口通过管道与窑尾除尘器的入口连通,窑尾除尘器的出口通过管道与换热器连通,经换热器降温后的气体通过管道从烟囱排出。

[0008] 进一步,SCR脱硝反应器出口处的氮氧化物含量低于50mg/Nm³。

[0009] 进一步,余热锅炉与高温袋除尘器之间的管道上、靠近高温袋除尘器入口的一侧设置有高热风机。

[0010] 进一步,窑尾除尘器与换热器之间的管道上设置有引风机。

[0011] 进一步,SCR脱硝反应器的顶部设置有氨水补水口。(氨水补水口由自有氨水系统

提供)

进一步,还包括旁路系统;旁路系统一端和预热器与余热锅炉之间的管路连通,旁路系统另一端和余热锅炉与高温袋除尘器之间的管路连通。(旁路系统可以是原有系统中的支路也可以是应急支路系统)

进一步,还包括增湿塔;增湿塔的入口通过支管和SCR脱硝反应器与生料磨之间的管路连通,增湿塔的出口通过支管和生料磨与窑尾除尘器之间的管路连通。

[0012] 进一步,换热器上设置有入水口和出水口;出水口通过管路与余热锅炉底部连通。

[0013] 进一步,高温袋除尘器为金属间化合物柔性膜高温高精度除尘器;处理后的粉尘不高于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

[0014] 进一步,高温袋除尘器与窑尾除尘器的入口和出口处均设置有挡板门。

[0015] 进一步,生料磨的的入口和出口处均设置有挡板门。

[0016] 进一步,SCR脱硝反应器的入口和出口处均设置有挡板门。

[0017] 本发明另一方面提供上述水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统的工艺方法,具体步骤如下:

步骤一,经水泥回转窑窑尾的烟气出口通过管道进入预热器;

步骤二,通过高热风机提供吸力,烟气从预热器出口进入余热锅炉中;

步骤三,烟气进入SCR脱硝反应器之前在高温袋除尘器内降低粉尘浓度;

步骤四,经过SCR脱硝反应器处理的气体进入生料磨、增湿塔;

步骤五,经过二次除尘器后,送入换热器中,进行热交换,降温后的气体通过烟囱排出。

[0018] 进一步,步骤五中,降温后气体的温度为 $70\text{--}80^\circ\text{C}$ 。

[0019] 本发明的有益效果体现在:

1,本发明提供的一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、工艺方法,提供了高温除尘器和SCR脱硝工艺系统的耦合研究及应用方式。同时进行了超低温余热利用与污染物超低排放的有效协同研究。能低能耗、高效率的降低水泥窑烟气中 NO_x 的含量,最终实现烟气的清洁排放。

[0020] 2,通常当水泥窑尾烟气中氧化钙等碱金属含量超过80%,远高于电站锅炉5-10%的水平,易引起催化剂的中毒,降低催化剂的活性。本发明提供的一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、工艺方法,对水泥生产过程中的高碱、高钙对SCR催化剂的影响做了细致的研究。

[0021] 3,在窑尾高温风机出口后先设置高温袋除尘器和窑尾除尘器,将烟气中的粉尘浓度降低,之后进入SCR反应器,喷射的还原剂在低温催化剂的作用下将低温、低尘的烟气条件下完成脱硝反应,最终将氮氧化物含量降至 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。通过余热回收装置实现余热利用。完成了固废、危废协同处置产生的有害气体对SCR催化剂的影响研究。

[0022] 克服了传统的纤维布袋除尘器在高温烟气环境中容易产生“烧袋现象”,针对水泥窑的烟气参数,采用“金属间化合物柔性膜高温高精度除尘器”,可实现粉尘不高于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的超低排放。

[0023] 4,针对水泥炉窑高活性低温SCR催化剂的研究及应用。由于烟气中的 SO_2 浓度极低,故而使用了中温催化剂,催化温度为 $200\text{--}300^\circ\text{C}$ 。催化剂的反应温度与余热锅炉后高温风机出口烟气温度($220\text{--}280^\circ\text{C}$)能较好的匹配,粉尘浓度为 $50\text{--}80\text{g}/\text{Nm}^3$ 。使用时,有效的防

止催化剂堵塞的情况,无需增大原本催化剂的体积,并且催化剂寿命较长,后期更换费用低。

[0024] 本发明是针对水泥行业典型生产工艺烟气污染物排放特征,结合源头过程及末端控制,研发水泥窑烟气全过程氮氧化物超低排放控制技术,为改善大气环境质量提供重要技术支撑。具有较好的推广作用。

[0025] 本发明的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本发明而了解。本发明的主要目的和其它优点可通过在说明书中所特别指出的方案来实现和获得。

附图说明

[0026] 下面结合附图对本发明做进一步详细的说明。

[0027] 图1是本发明一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统结构示意图。

[0028] 附图标记:1-预热器、2-余热锅炉、3-高温风机、4-高温袋除尘器、5- SCR脱硝反应器、6-生料磨、7-窑尾除尘器、8-引风机、9-换热器、10-烟囱、11-氨水补入口、12-增湿塔、13-水泥回转窑、14-自有氨水系统、15-旁路系统、16-挡板门。

具体实施方式

[0029] 以下通过实施例来详细说明本发明的技术方案,以下的实施例仅仅是示例性的,仅能用来解释和说明本发明的技术方案,而不能解释为对本发明技术方案的限制。

[0030] 如图1所示,针对水泥行业典型生产工艺及烟气污染物排放特征,结合源头过程减排及末端协同控制,本发明提供一种水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统,用以实现氮氧化物超低排放。

[0031] 具体的,包括预热器1、余热锅炉2、高热风机3、高温袋除尘器4、SCR脱硝反应器5、生料磨6、窑尾除尘器7、引风机8、换热器9、增湿塔12和烟囱10,水泥回转窑13窑尾的烟气出口通过管道与预热器1下部的入口连通,水泥窑尾余热锅炉出口烟温一般在220℃-300℃,完全满足低温催化剂的反应温度。故将SCR脱硝反应器5布置在余热锅炉2的出口处。本发明较好的克服了现有技术中的如下问题:第一,由于预热器旋风筒出口温度约为350-400℃,粉尘浓度80-100g/Nm³偏高,同时为防止催化剂堵塞而选择使用大孔催化剂的情况。第二,使用的催化剂的体积进一步增大,烟气中含有CaO等碱金属易造成催化剂中毒。第三,催化剂活性降低过快、寿命短,更换费用极高。

[0032] 处理过程中采用大比表面积的小孔低温催化剂。由于水泥窑尾烟气中粉尘含量高达80~100g/Nm³,且存在大量的碱土金属CaO,有堵塞催化剂的风险,易加快催化剂的磨损和中毒。在脱硝反应器入口设置金属间化合物柔性膜高温高精度除尘器;处理后的粉尘不高于30mg/Nm³,有效的将烟气中的粉尘浓度降低,然后再进行脱硝反应。

[0033] 预热器1顶部的出口通过管道与余热锅炉2顶部的入口连通。余热锅炉2下部的出口通过管道与高温袋除尘器4入口连通,余热锅炉2与高温袋除尘器4之间的管道上、靠近高温袋除尘器4入口的一侧还设置有高热风机3。高温袋除尘器4出口通过管道与SCR脱硝反应器5的入口连通,SCR脱硝反应器5底部的出口通过管道与生料磨6的入口连通;SCR脱硝反应器5的顶部设置有氨水补入口11。(氨水补入口11由自有氨水系统14提供)。

[0034] 生料磨6的出口通过管道与窑尾除尘器7的入口连通,窑尾除尘器7的出口通过管道与换热器9连通。

[0035] 现有烟囱排烟温度约为 -120°C ,烟气中 SO_2 、 SO_3 等浓度极低,不存在露点腐蚀的问题,因此增加了换热器9进行余热回收。换热器9上设置有入水口和出水口,换热器9将烟气温度降低至 $70-80^{\circ}\text{C}$;出水口通过管路与余热锅炉2底部连通,回收此部分热量用于提高余热锅炉2的给水温度,同时通过对余热锅炉2受热面局部改造,提高总发电量,实现超低温的余热利用,也可提供热水,用作其它供暖或其它系统。最终,经换热器9降温后的气体通过管道从烟囱10排出。

[0036] 引风机8设置在窑尾除尘器7与换热器9之间的管道上。增湿塔12的入口通过支管和SCR脱硝反应器5与生料磨6之间的管路连通,增湿塔12的出口通过支管和生料磨6与窑尾除尘器7之间的管路连通。

[0037] 高温袋除尘器4、窑尾除尘器7、生料磨6以及SCR脱硝反应器5的入口和出口处均设置有挡板门16。

上述系统还包括旁路系统15;旁路系统15一端和预热器1与余热锅炉2之间的管路连通,旁路系统15另一端和余热锅炉2与除尘器之间的管路连通。

[0038] 上述水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统的工艺方法,具体步骤如下:

步骤一,经水泥回转窑13窑尾的烟气出口通过管道进入预热器1;

步骤二,通过高热风机3提供吸力,烟气从预热器1出口进入余热锅炉2中;

步骤三,烟气进入SCR脱硝反应器5之前在高温袋除尘器4内降低粉尘浓度;

步骤四,经过SCR脱硝反应器5处理的气体进入生料磨6、增湿塔12;

步骤五,经过二次除尘器后,送入换热器9中,进行热交换,降温后的气体通过烟囱10排出。降温后气体的温度为 $70-80^{\circ}\text{C}$ 。

[0039] 采用本发明提供的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、工艺方法进行:

第一,试验研究:

结合水泥生产工艺及烟气条件,依托北京某公司#1号水泥危废协同处置生产线(2000t/d),建设烟气处理量 $10000\text{Nm}^3/\text{h}$ 的水泥低温SCR脱硝试验装置,对水泥窑烟气 NO_x 减排进行测试,研究SCR脱硝技术在水泥行业的可行性,为示范工程的设计和和实施提供数据支撑。

[0040] 第二,工程示范:

依托中试结果,对北京某公司#1号水泥危废协同处置生产线(2000t/d)加装SCR脱硝及除尘装置,实现水泥窑烟气污染物的超低排放($\text{NO}_x < 50\text{mg}/\text{Nm}^3$,粉尘 $< 30\text{mg}/\text{Nm}^3$)。

[0041] 综上所述,采用本发明提供的水泥窑尾烟气脱硝及余热回收的系统、工艺方法,可以实现在低温催化剂的作用下将低温、低尘的烟气条件下完成脱硝反应,最终将氮氧化物含量降至 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下。并且克服了传统的纤维布袋除尘器在高温烟气环境中容易产生“烧袋现象”,针对水泥窑的烟气参数,采用“金属间化合物柔性膜高温高精度除尘器”,实现了粉尘不高于 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的超低排放。

[0042] 以上所述仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内所想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

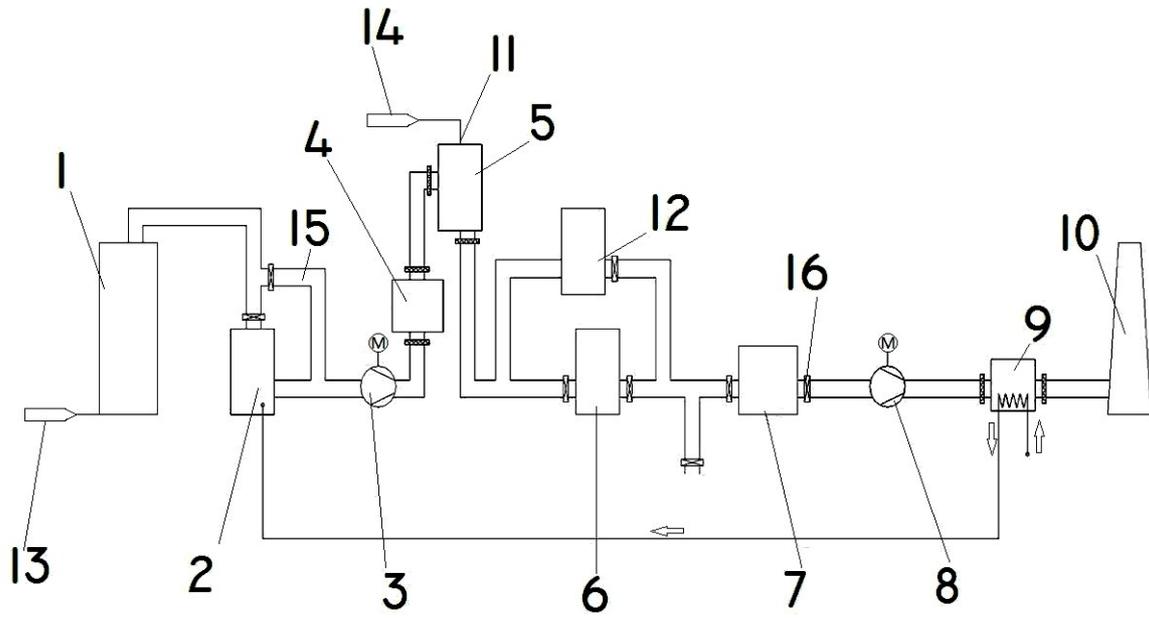


图1