



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107314677 B

(45)授权公告日 2019.04.30

(21)申请号 201710682127.X

(22)申请日 2017.08.10

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107314677 A

(43)申请公布日 2017.11.03

(73)专利权人 武汉钢铁有限公司  
地址 430083 湖北省武汉市青山区厂前2号  
门股份公司机关  
专利权人 武汉悟拓科技有限公司  
武汉大学

(72)发明人 吴高明 韩斌 吴晓晖 泰林波  
陈铁军

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104  
代理人 涂洁

(51)Int.Cl.

F27B 21/00(2006.01)

F27D 17/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 105509491 A, 2016.04.20,

CN 107198962 A, 2017.09.26,

CN 104195326 A, 2014.12.10,

CN 205678679 U, 2016.11.09,

US 4536211 A, 1985.08.20,

审查员 马英

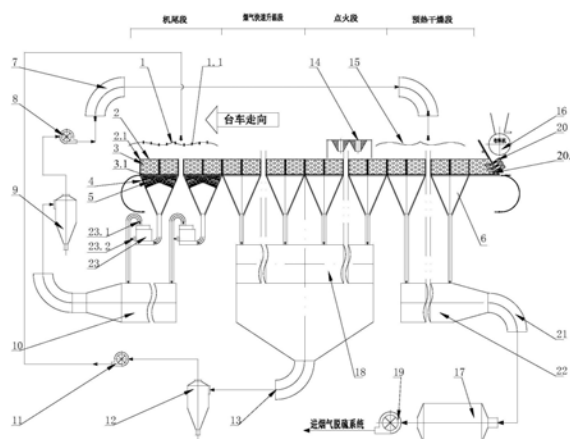
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统

(57)摘要

本发明公开了一种基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,技术方案包括烧结机,所述烧结机的台车下方设有风箱,沿台车行进方向烧结机依次分为预热干燥段、点火段、烟气快速升温段和机尾段4个区域,所述机尾段下方的风箱依次经流化床反应器、高温烟气主烟道、高温烟气除尘器、高温烟气循环风机和高温烟气循环管连接位于所述预热干燥段上方的高温循环烟气罩。本发明系统污染物排放量少、烧结烟气余热回收率高、不使用外购脱硝催化剂、有效降低烟气中NO<sub>x</sub>生成。



1. 一种基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,包括烧结机,所述烧结机的台车下方设有风箱,其特征在于,沿台车行进方向烧结机依次分为预热干燥段、点火段、烟气快速升温段和机尾段4个区域,所述机尾段下方的风箱依次经流化床反应器、高温烟气主烟道、高温烟气除尘器、高温烟气循环风机和高温烟气循环管连接位于所述预热干燥段上方的高温循环烟气罩。

2. 如权利要求1所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述流化床反应上部设流化床气流出口,下部设流化床固相出口。

3. 如权利要求1所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述预热干燥段还设有加热装置。

4. 如权利要求3所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述加热装置为红外加热装置、微波加热装置或电加热装置。

5. 如权利要求4所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述微波加热装置包括位于布料机下方的、插入台车上烧结混合料内不同深度的多个微波加热器。

6. 如权利要求5所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述微波加热器的波导管前段伸入烧结混合料内500—1000mm。

7. 如权利要求6所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述微波加热器的波导管前段伸入烧结混合料内部的部分沿台车行进方向水平布置。

8. 如权利要求1所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述预热干燥段下方对应风箱出口依次连接低温烟气主烟道、低温烟气管、静电/布袋除尘器和主抽风机。

9. 如权利要求1-8任一项所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述点火段和烟气快速升温段区域下方对应的风箱出口依次连接高NO<sub>x</sub>烟气主烟道、高NO<sub>x</sub>烟气循环管、高NO<sub>x</sub>烟气除尘器、高NO<sub>x</sub>烟气循环风机和烧结机的机尾段对应台车上方的高NO<sub>x</sub>循环烟气罩。

10. 如权利要求1-8任一项所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述机尾段下方对应的风箱侧壁上沿周向安装至少一层液氨喷嘴。

11. 如权利要求10所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述液氨喷嘴位于所述风箱的上部,沿风箱侧壁周向布置,且喷嘴喷出口倾斜向上。

12. 如权利要求9所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述高NO<sub>x</sub>循环烟气罩上均匀布置多个风量平衡管。

13. 如权利要求9所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述高温循环烟气罩安装在预热干燥段正上方,覆盖预热干燥段部分或整个区域。

14. 如权利要求1所述的基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统,其特征在于,所述预热干燥段占烧结机总长度的40—50%。

## 基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及环保领域,具体的是一种基于干燥混合料点火烧结的NO<sub>x</sub>减排系统。

### 背景技术

[0002] 随着钢铁工业的快速发展,天然富矿在产量和质量上已远远满足不了高炉冶炼的要求,为了满足日益大型化的高炉生产,人造块矿的烧结技术得到长足的发展。其物料的处理量约占钢铁联合企业的第二位,成为现代钢铁工业中重要的生产工序。然而,由于该工序能耗高、污染物产生量大,已严重制约着钢铁工业的可持续发展。该工序能耗占钢铁生产总能耗的10-20%,烟气量1500-2500m<sup>3</sup>/t-s、环冷废气量约2200m<sup>3</sup>/t-s,且烟气含有粉尘、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>、二噁英、VOCs、重金属等多种复杂的环境污染物,是钢铁业的主要污染源。

[0003] 近期国家环保部下发了《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》(GB 28662-2012)修改单(征求意见稿),将表3中烧结机和球团焙烧设备的颗粒物限值调整为20mg/m<sup>3</sup>、二氧化硫限值调整为50mg/m<sup>3</sup>、氮氧化物限值调整为100mg/m<sup>3</sup>。

[0004] 目前普遍采用的污染物去除技术主要集中在烧结系统外的末端治理。如国外对烧结烟气多污染物控制技术,主要包括脱硫技术、活性焦一体化技术、循环烧结技术、组合式脱硫+脱硝技术等。国内采用的治理技术基本从国外引进。2010年,太钢引进住友重工活性焦烟气净化装置,实现了SO<sub>2</sub>、部分NO<sub>x</sub>、二噁英、重金属、粉尘等的联合脱除。2013年,台湾中钢对其4号烧结机实施了湿式氧化镁脱硫+SCR脱硝工艺。在国内的钢铁行业内,对焦炉烟气采用钠基SDA+SCR脱硝,已有多处理工程实施例。目前国内烧结烟气脱硫脱硝的主流工艺为SDA脱硫+SCR脱硝和活性炭/焦法。

[0005] 从以上的技术及工程案例可看出,烧结烟气污染物的治理工艺大都集中于单个污染物治理的单体技术单元的组合,如此方案导致烟气治理工艺路线长、占地面积大、过程控制复杂、投资大、运行成本高等一系列问题,给钢铁企业带来了巨大的成本压力。特别是当前较普遍认可的SCR脱硝技术在烧结烟气治理中应用时,由于硫会引起催化剂中毒,SCR脱硝系统普遍设置在脱硫系统后,导致烟气温度进一步降低,远低于SCR脱硝温度窗口。所以在当前烧结烟气SCR脱硝工程案例中,需提供额外能量使烟气升温达到SCR脱硝温度窗口,额外增加的脱硝成本。同时,SCR脱硝催化剂含有贵金属,制造成本高,失效后处置难度大。

[0006] 针对这些问题,通过烧结工序源头、工艺生产全过程调控,开发烧结烟气多污染物全过程控制耦合技术,已成为钢铁烧结工序污染减排的研究热点,如在国内的宁钢、沙钢等企业开展了采用烟气循环技术以降低污染物排放总量的工程应用,尽管通过烧结烟气循环具有一定的节能、减排效果,但对烧结烟气中的NO<sub>x</sub>减排效果远远满足不了国家环保标准要求。

[0007] 现有广泛采用的带式抽风烧结工艺是将混合料(铁矿粉、燃料、熔剂及返矿)配以适量的水分,混合、制粒后,铺在带式烧结机的炉箄上,点火后用一定的负压抽风,使烧结过程自上而下地进行,即烧结过程贯穿整个烧结机。由于烧结过程自上而下地进行,因而沿料层高度方向存在明显的层结构。按照烧结料层中温度的变化和烧结过程中所发生的物理化

学变化的不同,可以将正在烧结的料层从上而下分为5层,依次为烧结矿层、燃烧层、预热层、干燥层、过湿层。点火后5层相继出现,不断往下移动。沿带式烧结台车行进方向来划分,将烧结机分为4个区域,依次为点火区域、低温烟气区域、烟气快速升温区域、高温烟气区域。

[0008] 在烧结机不同区域的烧结烟气温度及污染物浓度存在较大的差异,如在点火区域烟气温度低, $\text{NO}_x$ 浓度也低;在低温烟气区域烟气温度低, $\text{NO}_x$ 浓度高;烟气快速升温区域烟气温度从 $100^\circ\text{C}$ 以下快速升到 $200^\circ\text{C}$ 甚至以上, $\text{NO}_x$ 浓度则表现出相反的趋势;高温烟气区域烟气温度 $200^\circ\text{C}$ 以上,高达 $400^\circ\text{C}$ , $\text{NO}_x$ 浓度较低,不到 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

[0009] 通过分析烧结过程中不同时段产生不同量污染的特点,存在着通过改变现有烧结制度,在烧结过程中实现某些污染物的减排可能。如在烧结过程中,烧结烟气温度较高的区域,烟气中 $\text{NO}_x$ 的浓度较低,不到 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。同时对烧结矿组成分析发现,烧结矿中含有大量能对 $\text{NO}_x$ 具有催化还原作用的 $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 相,这说明在烧结过程本身存在着 $\text{NO}_x$ 的生成和去除过程,先是在烧结火焰前锋处生成,生成的 $\text{NO}_x$ 随烟气经过烧结料层时,在适宜的温度及烟气中的还气分下,进行SCR还原反应。所以结合烧结烟气循环,改变现有烧结制度,在烧结过程中实现污染物的减排的烧结新工艺的开发,已成为烧结工序清洁生产的迫切需求。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的是为了解决上述技术问题,提供一种系统简单、烧结烟气分级利用、烟气余热回收率高、不使用外购脱硝催化剂、脱硝效果好、有效降低烟气中 $\text{NO}_x$ 生成的基于干燥混合料点火烧结的 $\text{NO}_x$ 减排系统。

[0011] 技术方案包括烧结机,所述烧结机的台车下方设有风箱,沿台车行进方向烧结机依次分为预热干燥段、点火段、烟气快速升温段和机尾段4个区域,所述机尾段下方的风箱依次经流化床反应器、高温烟气主烟道、高温烟气除尘器、高温烟气循环风机和高温烟气循环管连接位于所述预热干燥段上方的高温循环烟气罩。

[0012] 所述流化床反应上部设流化床气流出口,下部设流化床固相出口。

[0013] 所述预热干燥段还设有加热装置。

[0014] 所述加热装置为红外加热装置、微波加热装置或电加热装置。

[0015] 所述微波加热装置包括位于布料机下方的、插入台车上烧结混合料内不同深度的多个微波加热器。

[0016] 所述微波加热器的波导管端部伸入烧结混合料内 $500\text{--}1000\text{mm}$ 。

[0017] 所述微波加热器的波导管前段伸入烧结混合料内部的部分沿台车行进方向水平布置。

[0018] 所述预热干燥段下方对应风箱出口依次连接低温烟气主烟道、低温烟气管、静电/布袋除尘器和主抽风机。

[0019] 所述点火段和烟气快速升温段区域下方对应的风箱出口依次连接高 $\text{NO}_x$ 烟气主烟道、高 $\text{NO}_x$ 烟气循环管、高 $\text{NO}_x$ 烟气除尘器、高 $\text{NO}_x$ 烟气循环风机和烧结机的机尾段对应台车上方的高 $\text{NO}_x$ 循环烟气罩。

[0020] 所述机尾段下方对应的风箱侧壁上沿周向安装至少一层液氨喷嘴。

[0021] 所述液氨喷嘴位于所述风箱的上部,沿风箱侧壁周向布置,且喷嘴出口倾斜向

上。

[0022] 所述高NO<sub>x</sub>循环烟气罩上均匀布置风量平衡管,用于连通高NO<sub>x</sub>循环烟气罩上、下空间。

[0023] 所述高温循环烟气罩安装在预热干燥段正上方,覆盖预热干燥段部分或整个区域。所述预热干燥段占烧结机总长度的40—50%。

[0024] 针对背景技术中存在的问题,发明人对烧结机进行重新分区,不同区域赋予不同功能。沿台车行进方向烧结机划分为预热干燥段、点火段、烟气快速升温段和机尾段,即烧结机原将点火段后移,同时在点火段前面增设预热干燥段,设置预热干燥段的目的是:(1)设置无烟气污染物生成区域,即在烧结混合料点火烧结前,利用烧结烟气余热及其他辅助热源先对其进行干燥脱湿,使混合料完全干燥,不新增气态污染物;(2)有效回收烧结烟气余热,即充分利用了机尾温度较高的烧结烟气余热,降低了烧结工序能耗;(3)所述预热干燥段属于烧结机的一部分,结构紧凑,生产过程控制简单;(4)烧结混合料在预热干燥段干燥升温至120℃以上,混合料易于点火,并迅速进行稳定烧结状态,可以缩短点火段的长度,降低点火温度,减少了点火过程中的气态污染物产生量;(5)所述预热干燥段的长度优选占烧结机总长度的40—50%,以保证混合料的干燥效果。另一方面,发明人对改进后的烧结机各段产生的烟气进行了研究发现:预热干燥段的仅有预热干燥过程,无烧结反应,烟气中含有水份较高,含水量可达10%(体积比)以上,NO<sub>x</sub>浓度<100mg/Nm<sup>3</sup>,温度<150℃;点火段烧结烟气温度≥150℃,NO<sub>x</sub>浓度100—200mg/Nm<sup>3</sup>;烟气快速升温段烧结烟气温度150—250℃,NO<sub>x</sub>浓度100—200mg/Nm<sup>3</sup>;机尾段烧结烟气温度>250℃,NO<sub>x</sub>浓度100mg/Nm<sup>3</sup>左右。由上可知,机尾段的烧结烟气中NO<sub>x</sub>浓度低,与预热干燥段产生烟气接近,而温度又远高于预热干燥段,因此,可以将这部分烟气收集除尘后回送至预热干燥段中作为热源直接对预干燥段中的混合物进行干燥,既有效利用了烟气中的余热,又有利于烟气集中收集,这部烟气NO<sub>x</sub>浓度低,经除尘后可直接进入后续的脱硫系统进一步脱硫,按当前国标要求不需进行脱硝处理。进一步的,将点火段和快速升温段的烧结烟气收集后送入机尾段区域再次参与烧结反应,其目的是:(1)这一部分烧结烟气中NO<sub>x</sub>浓度高,将其重新送入机尾段参与烧结反应,利用烧结料层富含有的铁系多氧化物具有的SCR催化功能及烟气中含有的还原组分,并在烧结料层中适宜的温度下,将其含有的NO<sub>x</sub>进一步还原脱硝,从而降低烟气中的NO<sub>x</sub>浓度;(2)充分利用了这一部分烟气的余热,降低了烧结工序能耗;(3)减少了外排烟气量,降低了污染物的排放量;(4)降低了烟气后续处理系统的负荷,进一步降低了烟气的后续处理成本。

[0025] 为了保证进入点火段时台车上的混合料完全干燥,物料温度能上升至120—150℃,在预热干燥段还设置了辅助加热装置,这种辅助加热装置可以为其他热气流,也可以为红外加热装置、微波加热装置或电加热装置,这类加热装置可以灵活、快速、有效的为通过预热干燥段的混合料进行辅助加热,是在烧结烟气作为热气流预热预干燥段热量不足时进行辅助加热的有效手段,如采用微波加热装置时,多个微波加热器波导管在插入烧结层中分层布置,根据需要控制开启的微波加热器的个数或层数,非常灵活方便。所述微波加热器的导管端部伸入烧结混合料内500—1000mm,过深会增加设备投资,过浅会导致现场微波辐射。进一步的,考虑到台车上混合料对波导管的磨损,所述微波加热器波的导管前段伸入烧结混合料内的部分沿台车行进方向水平布置,可以大幅降低混合料的磨损,提高装置的使用寿命。

[0026] 当采用其他热气流加热时,在预热干燥段台车上方设置单独的烟气罩,高NO<sub>x</sub>循环烟气罩覆盖预热干燥段部分区域,其他热气流设置的烟气罩覆盖预热干燥段剩余部分区域,对应的干燥后气流分别引出进入不同的后续烟气处理系统。

[0027] 为了实现进入点火段时台车上的混合料完全干燥,物料温度能上升至120—150℃,在预热干燥段靠近点火段区域的1—2个风箱内设置温度传感器,以监测该部分风箱内烧结烟气的温度,并通过该温度值控制辅助加热装置,如控制微波加热器开启层数及加热功率,当风箱内烟气温度 $\leq 120^{\circ}\text{C}$ 时,增加微波加热器的开启层数和加热功率;当该区域风箱内烟气温度 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ 时,降低微波加热器的开启层数和加热功率,甚至关门所有微波加热器。由于机尾段对应风箱内烧结烟气的NO<sub>x</sub>浓度100mg/Nm<sup>3</sup>左右,不能稳定控制在100mg/Nm<sup>3</sup>,在循环到预热干燥段回收余热后,最终外排时满足不了更严的排放标准(100mg/Nm<sup>3</sup>以下)要求,针对此,在机尾段下方对应的风箱侧壁上沿周向安装至少一层液氨喷嘴,通过液氨喷嘴向风箱内的烧结烟气中喷入液氨,由于风箱内温度高(温度在250—400℃),充分利用该区域烟气SCR脱硝温度窗口,创造出满足脱硝反应的温度、原料和催化剂条件,在烟气中颗粒物富含铁系多氧化物的催化作用下进一步脱硝,在此处喷入液氨,即使不能完全消耗,还可以在后续烟道输送和除尘等过程中继续发生脱硝反应,拓展了现有装置的使用功能,节省脱硝的设备投资及脱硝催化剂的投入。

[0028] 出机尾段对应风箱的烧结烟气进入高温烟气主烟道前先进入流化床反应器,设置流化床反应器的主要作用:一是富集烟尘中的颗粒物;二是催化脱硝,当烧结烟尘通过流化床时,在此停留时间较长,并在密相颗粒物中所含的铁系氧化物的催化作用下发生高效还原脱硝反应。当流化床反应器的床层阻力 $\geq 2000\text{Pa}$ 时,开启流化床反应器下部的流化床固相进出口处阀门10—30秒,排出全部或部分固相。

[0029] 风箱内的液氨喷嘴喷出口倾斜向上,其目的有三:(1)使液氨以及其汽化形成的氨气与烧结烟气逆向接触,提高了氨气与烧结烟气的混合效果;(2)大部分液氨会喷向台车底面的篦子上,而该区域烧结烟气中含尘浓度高,且温度正好在SCR脱硝温度窗口,脱硝效果最佳;(3)小部分液氨会穿过篦子间隙进入台车底部的烧结矿底料中,直接在底料所含的铁系氧化物的催化作用下与烟尘中的NO<sub>x</sub>发生催化还原脱硝反应,进一步提高了脱硝效果。因此,优选所述液氨喷嘴位于所述风箱的上段,所述液氨喷嘴可以设一层或多层,每层均布多个,以保证氨液与烧结烟气均匀混合。

[0030] 为了提高烟气余热利用率,将高NO<sub>x</sub>循环烟气罩安装在机尾段正上方,覆盖机尾段整个区域;高温循环烟气罩安装在预热干燥段正上方,覆盖预热干燥段部分或整个区域。若覆盖预热干燥段部分区域,则剩余区域采用其热气流作为辅助热源对混合料进行干燥,对应的干燥后气流分别引出进入不同的后续烟气处理系统。

[0031] 为了保证各区域的风量平衡,在高NO<sub>x</sub>循环烟气罩上均匀布置风量平衡孔,以保证进入机尾段整个区域烧结料层的风量稳定,从而保证进入预热干燥段整个区域的风量稳定。

[0032] 有益效果:

[0033] (1)重新划分烧结机的四个区域,点火段后移,增设预热干燥段,对混合料先进行预干燥和预热,再点火燃烧,大大降低了烧结烟气中NO<sub>x</sub>的生成;通过在预热干燥段增设加热装置,保证混合料在点火前充分预热和干燥。

[0034] (2) 根据将烧结机不同区域的烟气特点,分别引入到不同的烟道进行分质处理,充分利用了烧结机机尾段下方对应风箱内的烧结烟气温度高,含尘量大,富含铁系多氧化物,向风箱内喷入液氨,实现烟气的在线脱硝,节省了SCR脱硝时升温室需补充的外界热源和催化剂,降低了后续烟气净化系统的负荷;

[0035] (3) 点火段和快速升温段的高NO<sub>x</sub>浓度的烧结烟气循环进入机尾段,在穿过烧结料层时,该区域烧结料层富含铁系多氧化物,同时循环烟气中氧气浓度偏低(低于空气中的氧气浓度),烧结过程的烟气含有一定的还原气体,循环烟气穿过烧结料层时,在铁系多氧化物的催化作用下对NO<sub>x</sub>进行了脱除;

[0036] (4) 烧结混合料在预热干燥段干燥升温至120℃以上,混合料易于点火,并迅速进行稳定烧结状态,可以缩短点火段的长度,降低点火温度,减少了点火过程中的气态污染物产生量;

[0037] (5) 本发明工艺在不外添催化剂的前提下达到有效脱硝的目的,充分利用系统余热,NO<sub>x</sub>减排量70%,与传统SCR脱硝工艺相比,降低脱硝成本70%,不需任何脱硝设备投入,具有广阔的市场应用前景。

## 附图说明

[0038] 图1为本发明工艺流程图。

[0039] 其中,1-高NO<sub>x</sub>烟气循环罩、1.1-风量平衡管、2-烧结机、2.1-台车、3-烧结料层、3.1-底料、4-液氨喷嘴、5-液氨、6-风箱、7-高温烟气循环管、8-高温烟气循环风机、9-高温烟气除尘器、10-高温烟气主烟道、11-高NO<sub>x</sub>循环风机、12-高NO<sub>x</sub>烟气除尘器、13-高NO<sub>x</sub>烟气循环管、14-点火系统、15-高温循环烟气罩、16-布料机、17-静电/布袋除尘器、18-高NO<sub>x</sub>烟气主烟道、19-主抽风机、20-微波加热器、20.1-波导管、21-低温烟气管、22-低温烟气主烟道、23-流化床反应器、23.1-流化床气流出口、23.2-流化床固相出口。

## 具体实施方式

[0040] 参见图1,用于本发明工艺的系统,包括烧结机2,所述烧结机2的台车2.1下方设有风箱6,沿台车行进方向烧结机依次分为预热干燥段、点火段、烟气快速升温段和机尾段4个区域,所述机尾段下方的风箱6依次经流化床反应器23、高温烟气主烟道10、高温烟气除尘器9、高温烟气循环风机8和高温烟气循环管7连接位于所述预热干燥段上方的高温循环烟气罩15。所述点火段和烟气快速升温段区域下方对应的风箱6出口依次连接高NO<sub>x</sub>烟气主烟道18、高NO<sub>x</sub>烟气循环管13、高NO<sub>x</sub>烟气除尘器12、高NO<sub>x</sub>烟气循环风机11和烧结机2的机尾段对应台车上方的高NO<sub>x</sub>循环烟气罩1,所述高NO<sub>x</sub>循环烟气罩1均匀上设有多个贯通的风量平衡管1.1;所述预热干燥段下方对应风箱6出口依次连接低温烟气主烟道22、低温烟气管21、静电/布袋除尘器17和主抽风机19。

[0041] 所述机尾段下方对应的风箱6侧壁上沿周向安装至少一层氨水喷嘴4。所述氨水喷嘴5位于所述风箱6的上部,沿风箱侧壁周向布置,且喷嘴喷出口倾斜向上。

[0042] 所述流化床反应器23上部设流化床气流出口23.1,下部设流化床固相出口23.2。所述预热干燥段还设有加热装置,所述加热装置可以为红外加热装置、微波加热装置或电加热装置,优选微波加热装置,具体的所述微波加热装置包括位于布料机16下方的、插入台

车2.1上烧结混合料内不同深度的多个微波加热器20。所述微波加热器20的波导管20.1端部深入伸入烧结混合料内500—1000mm,其前段沿台车2.1行进方向水平布置。

[0043] 所述烧结机的各段区域定义如下:

[0044] 预热干燥段点火段位于烧结机2最前端,占烧结机总长度的40—50%,仅有预热干燥过程,无烧结反应,烟气中含有水份较高,含水量可达10% (体积比) 以上, $\text{NO}_x$ 浓度 $< 100\text{mg}/\text{Nm}^3$ ;点火段烧位于预热干燥段后,烧结烟气温度 $\geq 150^\circ\text{C}$ , $\text{NO}_x$ 浓度 $100\text{--}200\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,该区域在烧结机中占1—2个风箱;烟气快速升温段位于烧结机中部偏机尾方向,该区域占2—4个风箱,烧结烟气温度 $150\text{--}250^\circ\text{C}$ , $\text{NO}_x$ 浓度 $100\text{--}200\text{mg}/\text{Nm}^3$ ;机尾段位于烧结机的后半部,该区域占烧结机总长度的30—40%,烧结烟气温度 $> 250^\circ\text{C}$ , $\text{NO}_x$ 浓度 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 左右。

[0045] 工艺实施例:

[0046] 烧结混合料经布料机16均匀分布到烧结机2的台车2.1上,先经预热干燥段预热干燥,然后进入点火段被点火系统14点火燃烧、再经烟气快速升温段升温、最后进入机尾段继续烧结后排出烧结矿;燃烧产生的烧结烟气在风机的抽力作用下穿过烧结料、底料、烧结机台车底部篦子进入台车下方的多个风箱,其中,所述机尾段的烧结烟气经台车2.1下方对应的风箱6收集后进入高温烟气主烟道10,烟尘带入的颗粒物在流化床反应器10内富集,同时富含的铁系多氧化物对烧结烟尘中的 $\text{NO}_x$ 进行催化脱硝反应,脱硝后的烟气再经高温烟气除尘器9、高温烟气循环风机9和高温烟气循环管8送入位于所述预热干燥段上方的高温循环烟气罩15中,作为所述热气流由高温循环烟气罩15喷出对预热干燥段台车上的烧结混合料进行预热干燥,同时通过微波加热装置对预热干燥段的烧结混合料进行辅助加热,以保证进入预热干燥段靠近点火段区域的1—2个风箱内烟气温度在 $120\text{--}150^\circ\text{C}$ ,即出预热干燥段的物料温度在 $120\text{--}150^\circ\text{C}$ ,具体地:可在预热干燥段尾端的1—2个风箱6内设置温度传感器以监测该部分风箱6内烧结烟气的温度,当烧结烟气温度 $\leq 120^\circ\text{C}$ 时,增加微波加热器20的开启个数和加热功率;当该区域风箱6内烧结烟气温度 $\geq 150^\circ\text{C}$ 时,降低微波加热器20的开启个数和加热功率,甚至关闭所有微波加热器20。

[0047] 所述脱硝烟气从流化床反应器23上部的流化床气出口23.1排出进入高温烟气主烟道10;当流化床反应器23的床层阻力 $\geq 2000\text{Pa}$ 时,开启流化床反应器23下部的流化床固相出口23.2阀门10—30秒,排出全部或部分固相。

[0048] 所述点火段和烟气快速升温段区域产生的烧结烟气经对应风箱6收集后送入连接烟气主烟道18、高 $\text{NO}_x$ 烟气循环管13,再经高 $\text{NO}_x$ 烟气除尘器12、高 $\text{NO}_x$ 烟气循环风机11引到烧结机2的机尾段对应台车2.1上方的高 $\text{NO}_x$ 循环烟气罩1内,由高 $\text{NO}_x$ 循环烟气罩1向机尾段的台车方向喷出进入烧结料内参与烧结过程,通过高 $\text{NO}_x$ 循环烟气罩1上的多个风量平衡管1.1引入需要量的外界空气,以保持进入机尾段整个区域烧结料层的风量稳定。

[0049] 所述预热干燥段的烧结烟气经下方对应风箱6收集后送入低温烟气主烟道22,再经低温烟气管21、静电/布袋除尘器17和主抽风机19引出进入后续烟气脱硫系统。

[0050] 经处理后的烧结烟气 $\text{NO}_x$ 排放量减少75%。采用上述脱硝工艺全程不使用外购催化剂,减少脱硝设备投资,简化了脱硝工艺,充分利用了工艺过程中的余热,节能降耗效果明显,与传统SCR脱硝工艺相比,降低脱硝成本60%,省去了脱硝设备的投资。



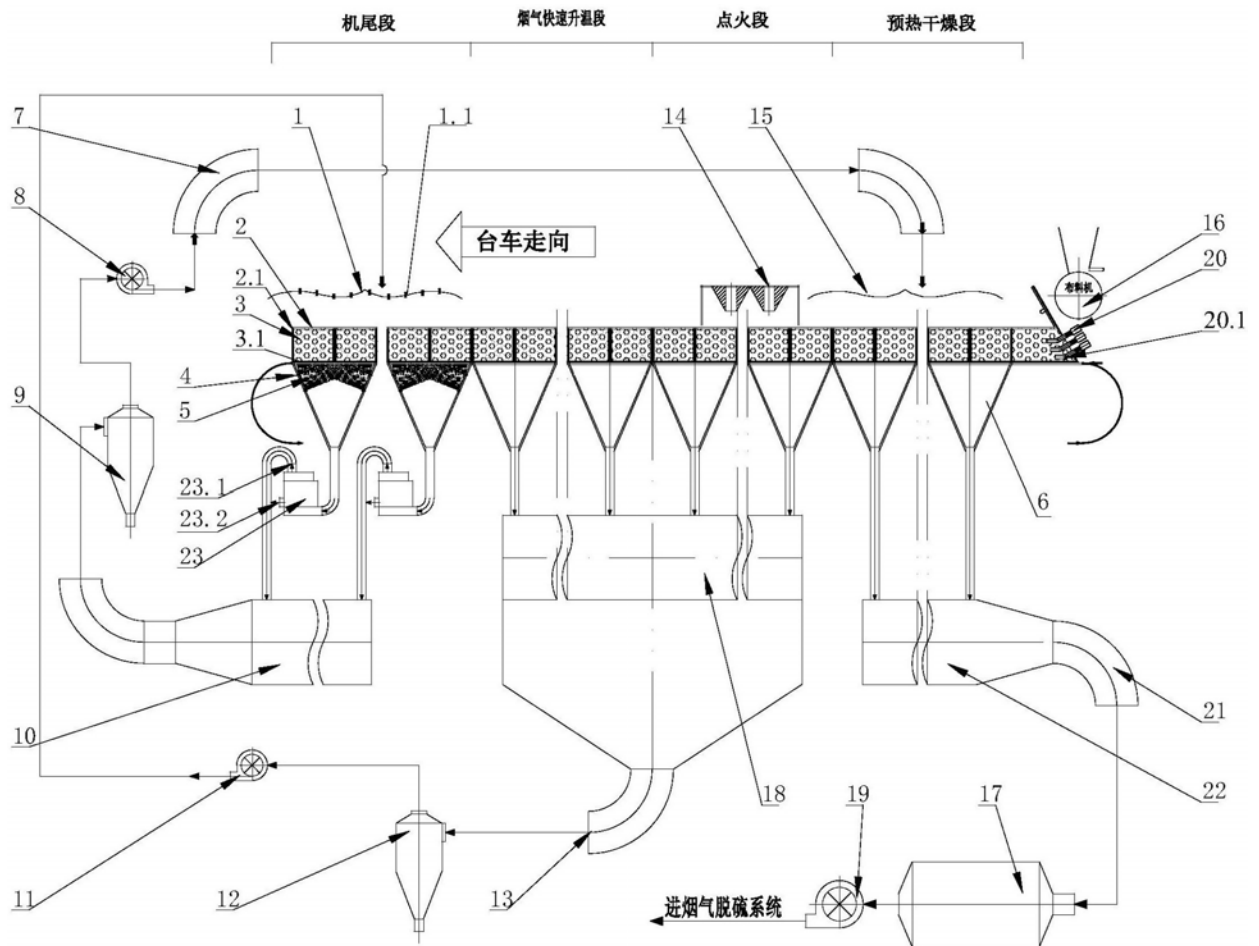


图1