



# (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209188501 U

(45)授权公告日 2019.08.02

(21)申请号 201821480655.3

(22)申请日 2018.09.11

(73)专利权人 中冶长天国际工程有限责任公司

地址 410006 湖南省长沙市岳麓区节庆路7号

(72)发明人 胡兵 魏进超 陆彪 叶恒棣 储太山

(74)专利代理机构 北京卓恒知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11394

代理人 唐曙晖

(51)Int.Cl.

B01D 53/86(2006.01)

B01D 53/79(2006.01)

B01D 53/56(2006.01)

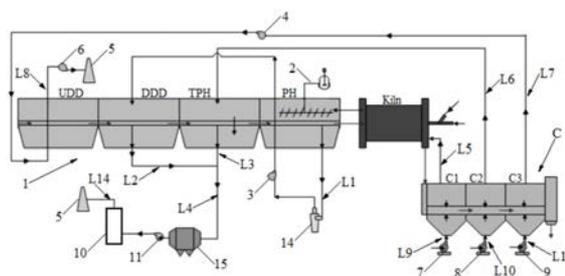
权利要求书3页 说明书9页 附图2页

## (54)实用新型名称

一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统

## (57)摘要

一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统,该系统包括链篦机(1),按照工艺走向,所述链篦机(1)依次设有鼓风干燥段(UDD)、抽风干燥段(DDD)、预热一段(TPH)和预热二段(PH);预热二段(PH)上设有还原剂喷入装置(2);其中,从抽风干燥段(DDD)的底部风箱的出风口引出的第二管道(L2)和从预热一段(TPH)的底部风箱的出风口引出的第三管道(L3)两者在合并之后经由第四管道(L4)连接至烟气处理系统。本实用新型在链篦机的预热二段设置SNCR法脱NO<sub>x</sub>装置的基础上,增设烟气处理系统对抽风干燥段和预热一段排出的烟气进行处理,脱NO<sub>x</sub>效果显著,真正实现了“节能、减排和超低NO<sub>x</sub>生产”。



1. 一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统,该系统包括链篦机(1),按照工艺走向,所述链篦机(1)依次设有鼓风干燥段(UDD)、抽风干燥段(DDD)、预热一段(TPH)和预热二段(PH);预热二段(PH)上设有还原剂喷入装置(2);其中,从抽风干燥段(DDD)的底部风箱的出风口引出的第二管道(L2)和从预热一段(TPH)的底部风箱的出风口引出的第三管道(L3)两者在合并之后经由第四管道(L4)连接至烟气处理系统。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于:该系统还包括回转窑(Kiln)和环冷机(C);环冷机(C)依次设有环冷一段(C1)、环冷二段(C2)和环冷三段(C3);回转窑(Kiln)的尾端连接链篦机(1)的预热二段(PH)和另一端连接环冷机(C)的环冷一段(C1);

其中,环冷一段(C1)的出风口经由第五管道(L5)连接至回转窑(Kiln)的前端进风口;环冷二段(C2)的出风口经由第六管道(L6)连接至预热一段(TPH)的进风口;环冷三段(C3)的出风口经由第七管道(L7)连接至鼓风干燥段(UDD)的底部风箱的进风口并且在第七管道(L7)上设有第一鼓风机(4);从预热二段(PH)的底部风箱的出风口引出的第一管道(L1)连接至抽风干燥段(DDD)的顶部的进风口并且在第一管道(L1)上设有第一抽风机(3);从鼓风干燥段(UDD)的顶部的出风口引出的第八管道(L8)连接至烟囱(5)并且在第八管道(L8)上设有第二抽风机(6);第二鼓风机(7)的出风口经由第九管道(L9)连接至环冷一段(C1)的进风口;第三鼓风机(8)的出风口经由第十管道(L10)连接至环冷二段(C2)的进风口;第四鼓风机(9)的出风口经由第十一管道(L11)连接至环冷三段(C3)的进风口。

3. 根据权利要求1或2所述的系统,其特征在于:所述烟气处理系统为活性炭吸附系统(10);从抽风干燥段(DDD)的底部风箱的出风口引出的第二管道(L2)和从预热一段(TPH)的底部风箱的出风口引出的第三管道(L3)两者在合并之后经由第四管道(L4)连接至活性炭吸附系统(10)的烟气入口。

4. 根据权利要求1或2所述的系统,其特征在于:第四管道(L4)上设有第三抽风机(11)。

5. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于:第四管道(L4)上设有第三抽风机(11)。

6. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于:活性炭吸附系统(10)的烟气出口经由烟气排放管道(L14)连接至烟囱(5)。

7. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于:活性炭吸附系统(10)的烟气出口经由烟气排放管道(L14)连接至烟囱(5)。

8. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于:活性炭吸附系统(10)的烟气出口经由烟气排放管道(L14)连接至烟囱(5)。

9. 根据权利要求1或2所述的系统,其特征在于:所述烟气处理系统为脱硫塔(12)和SCR系统(13);从抽风干燥段(DDD)的底部风箱的出风口引出的第二管道(L2)和从预热一段(TPH)的底部风箱的出风口引出的第三管道(L3)两者在合并之后经由第四管道(L4)连接至脱硫塔(12)的烟气入口;脱硫塔(12)的烟气出口经由第十二管道(L12)连接至SCR系统(13)的烟气入口。

10. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于:第四管道(L4)或第十二管道(L12)上设有第三抽风机(11)。

11. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于:SCR系统(13)的烟气出口经由烟气排放管道(L14)连接至烟囱(5)。

12. 根据权利要求10所述的系统,其特征在于:SCR系统(13)的烟气出口经由烟气排放

管道(L14)连接至烟囱(5)。

13. 根据权利要求1、2、5-8、10-12中任一项所述的系统,其特征在于:所述还原剂喷入装置(2)包括依次连接的还原剂储存罐(201)、压力输送泵(202)、混合室(203)及处于预热二段(PH)内的气体分配室(204)和与气体分配室(204)连通的还原剂输送管(205),还原剂输送管(205)上设有喷嘴(206);其中,还原剂储存罐(201)的出口通过输送管道连接至混合室(203)的进口,输送管道上设有压力输送泵(202),混合室(203)经由管道连通至位于预热二段(PH)内的气体分配室(204)。

14. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于:所述还原剂喷入装置(2)包括依次连接的还原剂储存罐(201)、压力输送泵(202)、混合室(203)及处于预热二段(PH)内的气体分配室(204)和与气体分配室(204)连通的还原剂输送管(205),还原剂输送管(205)上设有喷嘴(206);其中,还原剂储存罐(201)的出口通过输送管道连接至混合室(203)的进口,输送管道上设有压力输送泵(202),混合室(203)经由管道连通至位于预热二段(PH)内的气体分配室(204)。

15. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于:所述还原剂喷入装置(2)包括依次连接的还原剂储存罐(201)、压力输送泵(202)、混合室(203)及处于预热二段(PH)内的气体分配室(204)和与气体分配室(204)连通的还原剂输送管(205),还原剂输送管(205)上设有喷嘴(206);其中,还原剂储存罐(201)的出口通过输送管道连接至混合室(203)的进口,输送管道上设有压力输送泵(202),混合室(203)经由管道连通至位于预热二段(PH)内的气体分配室(204)。

16. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于:所述还原剂喷入装置(2)包括依次连接的还原剂储存罐(201)、压力输送泵(202)、混合室(203)及处于预热二段(PH)内的气体分配室(204)和与气体分配室(204)连通的还原剂输送管(205),还原剂输送管(205)上设有喷嘴(206);其中,还原剂储存罐(201)的出口通过输送管道连接至混合室(203)的进口,输送管道上设有压力输送泵(202),混合室(203)经由管道连通至位于预热二段(PH)内的气体分配室(204)。

17. 根据权利要求13所述的系统,其特征在于:气体分配室(204)上还连接有压缩空气管道(L13)。

18. 根据权利要求14-16中任一项所述的系统,其特征在于:气体分配室(204)上还连接有压缩空气管道(L13)。

19. 根据权利要求17所述的系统,其特征在于:压缩空气管道(L13)上设有气体流量调节阀(207)。

20. 根据权利要求18所述的系统,其特征在于:压缩空气管道(L13)上设有气体流量调节阀(207)。

21. 根据权利要求13所述的系统,其特征在于:所述还原剂喷入装置(2)还包括设置在压力输送泵(202)与混合室(203)之间的液体流量调节阀(208)。

22. 根据权利要求17所述的系统,其特征在于:所述还原剂喷入装置(2)还包括设置在压力输送泵(202)与混合室(203)之间的液体流量调节阀(208)。

23. 根据权利要求2、5-8、10-12、14-17、19-22中任一项所述的系统,其特征在于:第一管道(L1)上还设有第一除尘器(14)。

24. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于:第一管道(L1)上还设有第一除尘器(14)。
25. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于:第一管道(L1)上还设有第一除尘器(14)。
26. 根据权利要求23所述的系统,其特征在于:第一除尘器(14)为多管除尘器。
27. 根据权利要求24或25所述的系统,其特征在于:第一除尘器(14)为多管除尘器。
28. 根据权利要求23所述的系统,其特征在于:第一除尘器(14)位于第一抽风机(3)的上游。
29. 根据权利要求24-26中任一项所述的系统,其特征在于:第一除尘器(14)位于第一抽风机(3)的上游。
30. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于:第四管道(L4)上还设有第二除尘器(15)。
31. 根据权利要求9所述的系统,其特征在于:第四管道(L4)上还设有第二除尘器(15)。
32. 根据权利要求30或31所述的系统,其特征在于:第二除尘器(15)位于第三抽风机(11)的上游。

## 一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及链篦机-回转窑球团低NO<sub>x</sub>(氮氧化物)的生产,具体涉及一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统,属于工程链篦机-回转窑球团技术领域。

### 背景技术

[0002] 球团矿是我国高炉炼铁的主要含铁炉料,2015年我国球团矿产量为12800万吨。相比烧结矿,由于球团生产过程能耗低、环境相对友好,且产品具有强度高、品位高、冶金性能好的优点,应用到高炉冶炼中可起到增产节焦、改善炼铁技术经济指标、降低生铁成本、提高经济效益的作用,因此球团矿在我国最近几年得到大力发展。

[0003] 我国球团生产以链篦机-回转窑工艺为主,其产量占球团总产量的60%以上。近年来,随着铁矿原料和燃料的日趋复杂,赤铁矿比例的提高(导致焙烧温度升高)、低品质燃料的规模利用、气基回转窑含氮焦炉煤气的应用等,使得不少企业球团生产过程NO<sub>x</sub>排放浓度呈上升趋势;加之我国环保要求的日益严苛,NO<sub>x</sub>排放被纳入排放的考核体系,从2015年起,球团生产NO<sub>x</sub>(以NO<sub>2</sub>计)排放限值300mg/m<sup>3</sup>,使得这部分企业需要增设脱硝设施才能满足国家的排放标准。2017年6月国家环保部发布了《钢铁烧结、球团工业大气污染物排放标准》的修订公告,将NO<sub>x</sub>(以NO<sub>2</sub>计)排放限值从300mg/Nm<sup>3</sup>下调至100mg/Nm<sup>3</sup>,烧结和球团焙烧烟气基准含氧量为16%。

[0004] 虽然球团企业在环保方面做了大量的工作,除尘和脱硫得到了有效控制,能够满足排放要求,但是目前NO<sub>x</sub>脱除成本高、工艺复杂,在钢铁形式低迷的环境下,这给球团产业带来了新的挑战,部分企业因NO<sub>x</sub>超标不得不大量减产,甚至面临关停。从目前大多数的球团生产情况来看,NO<sub>x</sub>一般排放超标30~100mg/m<sup>3</sup>,如果能从源头和过程出发,减少NO<sub>x</sub>产生,从而能够满足排放要求,可以省去末端脱硝净化设备,对链篦机-回转窑球团生产意义重大,有利于进一步提高球团企业的生命力和竞争力。

[0005] 现有脱除烟气中氮氧化物的方法主要有选择性催化还原技术(SCR)和选择性非催化还原技术(SNCR)。其中,温度对SNCR脱硝技术起主导作用。一般认为温度范围为800℃~1100℃较为适宜,当温度过高时,NH<sub>3</sub>氧化生成NO,可能造成NO的浓度升高,导致NO<sub>x</sub>的脱除率降低;当温度过低时,NH<sub>3</sub>的反应速率下降,NO<sub>x</sub>脱除率也会下降,同时NH<sub>3</sub>的逃逸量也会增加。通常预热二段的温度范围为850℃~1000℃,满足SNCR脱硝方法的条件,但需要优化控制才能达到最佳的减排效果。

[0006] SCR脱硝技术的选择性是指在催化剂的作用和在氧气存在条件下,NH<sub>3</sub>优先和NO<sub>x</sub>发生还原脱除反应,生成N<sub>2</sub>和H<sub>2</sub>O,而不和烟气中的氧进行氧化反应。

[0007] 现有的链篦机-回转窑球团生产工艺如图1所示,链篦机分成鼓风干燥段、抽风干燥段、预热一段和预热二段,环冷机分成环冷一段、环冷二段和环冷三段。其中,环冷一段的风直接进入回转窑中焙烧球团矿,随后经预热二段加热预热球后鼓入到抽风干燥段对生球进行抽风干燥,再经抽风干燥段向外排放(排放之前经过烟气净化处理);环冷二段的风进入预热一段加热预热球后向外排放;环冷三段的风进入鼓风干燥段对生球进行鼓风干燥,

从而实现链篦机-回转窑-环冷机风流系统的闭路循环。

[0008] 公开号为CN 106268270 A,公开日为2017年1月4日,名称为“一种链篦机-回转窑脱硝系统”的专利文献公开了一种链篦机-回转窑脱硝系统,该方法通过在第二预热段的内腔增加脱硝装置,喷嘴喷射方向与烟气的流动方向相同。虽然该技术能够一定程度的减少NO<sub>x</sub>的排放量,但是减少幅度有限,喷的还原剂量较难控制,过多则造成NH<sub>3</sub>逃逸,污染环境,过少则NO<sub>x</sub>的排放仍然不能达到排放的要求。

[0009] 在现有技术中,由于没有系统的研究和可靠的链篦机-回转窑球团生产过程低NO<sub>x</sub>生成和控制技术,球团厂生产过程NO<sub>x</sub>排放不达标成为常态和企业面临的巨大挑战之一。为此,企业只能通过降低球团矿产量,减少煤气或煤粉喷入量、降低球团矿强度要求,降低回转窑温度和采用较低NO<sub>x</sub>的原料和燃料等方式来降低NO<sub>x</sub>的生成。这些方式不仅在产量和质量上影响了球团矿生产,对原燃料的质量要求也很高,造成成本的增加,而且不能从根本上解决球团低NO<sub>x</sub>生产的难题。除此之外,在主抽风机之后增设脱硝装置,如采用选择性催化还原技术(SCR)和选择性非催化还原技术(SNCR),虽然可以达到低NO<sub>x</sub>排放的要求,但由于其投资成本高、设备要求高、能耗大、脱硝成本高及存在二次污染,在球团企业没有得到推广应用,目前国内外球团厂NO<sub>x</sub>控制方式主要还是通过过程控制实现。

[0010] 为了满足链篦机-回转窑球团生产过程NO<sub>x</sub>排放要求,响应国家的节能减排号召,必须从工艺流程本身出发,设计出更加先进的风流系统,同时利用系统自身的特点,实现低NO<sub>x</sub>球团生产。

### 实用新型内容

[0011] 针对上述现有技术中存在的缺陷和不足,本实用新型通过优化链篦机-回转窑系统的工艺流程,提出了一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统。该系统在链篦机的预热二段设置SNCR法脱NO<sub>x</sub>的装置,降低球团烟气中NO<sub>x</sub>的含量,同时设置烟气处理系统对链篦机的抽风干燥段和预热一段排出的烟气进行处理,进一步降低烟气中NO<sub>x</sub>的含量,从而实现球团烟气NO<sub>x</sub>的超低排放,以此解决上述面临的技术难题,具有“节能、减排和超低NO<sub>x</sub>生产”的特点。

[0012] 根据本实用新型的第一种实施方案,提供一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统:

[0013] 一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统,该系统包括链篦机,按照工艺走向,所述链篦机依次设有鼓风干燥段、抽风干燥段、预热一段和预热二段。预热二段上设有还原剂喷入装置。其中,从抽风干燥段的底部风箱的出风口引出的第二管道和从预热一段的底部风箱的出风口引出的第三管道两者在合并之后经由第四管道连接至烟气处理系统。

[0014] 所述工艺走向,是指链篦机中物料的走向,即进物料的一端到出物料的一端的方向。

[0015] 在本实用新型中,该系统还包括回转窑和环冷机。环冷机依次设有环冷一段、环冷二段和环冷三段。回转窑的尾端连接链篦机的预热二段和另一端连接环冷机的环冷一段。

[0016] 其中,环冷一段的出风口经由第五管道连接至回转窑的前端进风口。环冷二段的出风口经由第六管道连接至预热一段的进风口。环冷三段的出风口经由第七管道连接至鼓风干燥段的底部风箱的进风口并且在第七管道上设有第一鼓风机。从预热二段的底部风箱的出风口引出的第一管道连接至抽风干燥段的顶部的进风口并且在第一管道上设有第一

抽风机。从鼓风干燥段的顶部的出风口引出的第八管道连接至烟囱并且在第八管道上设有第二抽风机。第二鼓风机的出风口经由第九管道连接至环冷一段的进风口。第三鼓风机的出风口经由第十管道连接至环冷二段的进风口。第四鼓风机的出风口经由第十一管道连接至环冷三段的进风口。

[0017] 回转窑的前端(或窑头)一般配有一台鼓风机,用于向回转窑的中央烧嘴供应助燃风。

[0018] 在本实用新型中,所述烟气处理系统为活性炭吸附系统。从抽风干燥段的底部风箱的出风口引出的第二管道和从预热一段的底部风箱的出风口引出的第三管道两者在合并之后经由第四管道连接至活性炭吸附系统的烟气入口。优选,第四管道上设有第三抽风机。

[0019] 作为优选,活性炭吸附系统的烟气出口经由烟气排放管道连接至烟囱。

[0020] 在本实用新型中,所述还原剂喷入装置包括依次连接的还原剂储存罐、压力输送泵、混合室及处于预热二段内的气体分配室和与气体分配室连通的还原剂输送管,还原剂输送管上设有喷嘴。其中,还原剂储存罐的出口通过输送管道连接至混合室的进口,输送管道上设有压力输送泵,混合室经由管道连通至位于预热二段内的气体分配室。

[0021] 作为优选,气体分配室上还连接有压缩空气管道。优选,压缩空气管道上设有气体流量调节阀。

[0022] 一般,还原剂主要由氨剂(如氨水、尿素等)和微量助剂(如NaCl、含钒溶液、介孔/微孔纳米材料等)组成。

[0023] 作为优选,所述还原剂喷入装置还包括设置在压力输送泵与混合室之间的液体流量调节阀。

[0024] 优选的是,第一管道上还设有第一除尘器。优选,第一除尘器为多管除尘器。

[0025] 作为优选,第一除尘器位于第一抽风机的上游。

[0026] 优选的是,第四管道上还设有第二除尘器。优选,第二除尘器位于第三抽风机的上游。

[0027] 根据本实用新型的第二种实施方案,提供一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统:

[0028] 一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统,该系统包括链篦机,按照工艺走向,所述链篦机依次设有鼓风干燥段、抽风干燥段、预热一段和预热二段。预热二段上设有还原剂喷入装置。其中,从抽风干燥段的底部风箱的出风口引出的第二管道和从预热一段的底部风箱的出风口引出的第三管道两者在合并之后经由第四管道连接至烟气处理系统。

[0029] 所述工艺走向,是指链篦机中物料的走向,即进物料的一端到出物料的一端的方

[0030] 在本实用新型中,该系统还包括回转窑和环冷机。环冷机依次设有环冷一段、环冷二段和环冷三段。回转窑的尾端连接链篦机的预热二段和另一端连接环冷机的环冷一段。

[0031] 其中,环冷一段的出风口经由第五管道连接至回转窑的前端进风口。环冷二段的出风口经由第六管道连接至预热一段的进风口。环冷三段的出风口经由第七管道连接至鼓风干燥段的底部风箱的进风口并且在第七管道上设有第一鼓风机。从预热二段的底部风箱的出风口引出的第一管道连接至抽风干燥段的顶部的进风口并且在第一管道上设有第一抽风机。从鼓风干燥段的顶部的出风口引出的第八管道连接至烟囱并且在第八管道上设有

第二抽风机。第二鼓风机的出风口经由第九管道连接至环冷一段的进风口。第三鼓风机的出风口经由第十管道连接至环冷二段的进风口。第四鼓风机的出风口经由第十一管道连接至环冷三段的进风口。

[0032] 回转窑的前端(或窑头)一般配有一台鼓风机,用于向回转窑的中央烧嘴供应助燃风。

[0033] 在本实用新型中,所述烟气处理系统为脱硫塔和SCR系统。从抽风干燥段的底部风箱的出风口引出的第二管道和从预热一段的底部风箱的出风口引出的第三管道两者在合并之后经由第四管道连接至脱硫塔的烟气入口。脱硫塔的烟气出口经由第十二管道连接至SCR系统的烟气入口。优选,第四管道或第十二管道上设有第三抽风机。

[0034] 作为优选,SCR系统的烟气出口经由烟气排放管道连接至烟囱。

[0035] 在本实用新型中,所述还原剂喷入装置包括依次连接的还原剂储存罐、压力输送泵、混合室及处于预热二段内的气体分配室和与气体分配室连通的还原剂输送管,还原剂输送管上设有喷嘴。其中,还原剂储存罐的出口通过输送管道连接至混合室的进口,输送管道上设有压力输送泵,混合室经由管道连通至位于预热二段内的气体分配室。

[0036] 作为优选,气体分配室上还连接有压缩空气管道。优选,压缩空气管道上设有气体流量调节阀。

[0037] 作为优选,所述还原剂喷入装置还包括设置在压力输送泵与混合室之间的液体流量调节阀。

[0038] 一般,还原剂主要由氨剂(如氨水、尿素等)和微量助剂(如NaCl、含钒溶液、介孔/微孔纳米材料等)组成。

[0039] 优选的是,第一管道上还设有第一除尘器。优选,第一除尘器为多管除尘器。

[0040] 作为优选,第一除尘器位于第一抽风机的上游。

[0041] 优选的是,第四管道上还设有第二除尘器。优选,第二除尘器位于第三抽风机的上游。

[0042] 在本实用新型中,所述还原剂喷入装置为SNCR法脱NO<sub>x</sub>的装置,设置在链篦机的预热二段。预热二段的温度范围一般为850℃~1000℃,符合SNCR法脱NO<sub>x</sub>方法的温度条件。当链篦机的预热二段与回转窑之间设有过渡段时,过渡段的温度范围一般为950℃~1100℃,也可以在过渡段设置还原剂喷入装置,通过SNCR法对烟气进行脱NO<sub>x</sub>处理。

[0043] 一般,从回转窑窑尾出来的球团烟气中NO<sub>x</sub>的含量为400-700mg/m<sup>3</sup>(例如500mg/m<sup>3</sup>)。在本实用新型的第一种实施方案中,当烟气流过链篦机的预热二段时,烟气与设置在预热二段的还原剂喷入装置逆向喷出的还原性气体进行混合,烟气中的NO<sub>x</sub>在高温下迅速与还原性气体发生还原反应生成N<sub>2</sub>,烟气中的NO<sub>x</sub>的含量降低到300mg/m<sup>3</sup>以下。在预热二段反应后的烟气经抽风干燥段后和预热一段的烟气一起进入第二除尘器,烟气除尘后进入活性炭吸附系统然后排放至烟囱。经活性炭吸附处理后,烟气中的NO<sub>x</sub>和SO<sub>x</sub>的排放浓度均被控制在超低水平,符合超低排放的要求。如此,整个球团系统NO<sub>x</sub>的排放则可以实现超低排放的要求。

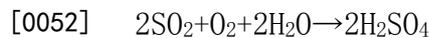
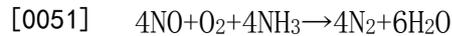
[0044] 在本实用新型的第二种实施方案中,当烟气流过链篦机的预热二段时,烟气与设置在预热二段的还原剂喷入装置逆向喷出的还原性气体进行混合,烟气中的NO<sub>x</sub>在高温下迅速与还原性气体发生选择性非催化还原反应生成N<sub>2</sub>,烟气中的NO<sub>x</sub>的含量降低到300mg/m<sup>3</sup>

以下。在预热二段反应后的烟气经抽风干燥段后和预热一段的烟气一起进入第二除尘器，烟气除尘后进入脱硫塔，脱硫后的烟气进入SCR系统，烟气在SCR系统内进行选择性催化还原反应，烟气中NO<sub>x</sub>的含量进一步降低到30mg/m<sup>3</sup>以下，且烟气中的氧气浓度控制在16-20%（优选17-19%，例如18%），按照基准氧气浓度16%折算，符合超低排放的要求。如此，整个球团系统NO<sub>x</sub>的排放则可以实现超低排放的要求。

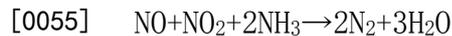
[0045] 在本实用新型中，链篦机的预热二段中烟气主要发生如下反应：



[0050] 烟气在活性炭吸附系统中主要发生如下反应：



[0054] 烟气在SCR系统中则主要发生如下反应：



[0058] 通过上述反应，可以实现烟气中的NO<sub>x</sub>（包括NO、NO<sub>2</sub>）转化为N<sub>2</sub>，有效降低了烟气中NO<sub>x</sub>的排放量。此外，在预热二段中未反应的还原剂还可以通过管道与烟气一并进入后续的活性炭吸附系统或SCR系统中继续参与反应，在保证NO<sub>x</sub>的高脱除率的同时，尽可能减少了NH<sub>3</sub>的逃逸。

[0059] 本实用新型中的还原剂喷入装置包括还原剂储存罐、压力输送泵、混合室、气体分配室、还原剂输送管、喷嘴，还原剂储存罐中贮存的还原剂在压力输送泵的抽吸下被输送到混合室中与输入其中的稀释剂进行混合，然后直接输送到位于预热二段内的气体分配室中，然后还原剂混合物进入到各个还原剂输送管中并通过输送管上的喷嘴被喷入到预热二段之中，还原剂与流过预热二段的热废气所含有的氮氧化物（NO<sub>x</sub>）进行反应，产生氮气。

[0060] 在本申请中，稀释剂可以为液体型或气体型的稀释剂，例如水或空气或氮气。

[0061] 一般，在气体分配室中经由压缩空气管道通入压缩空气。

[0062] 本实用新型中的还原剂喷入装置还包括设置在压力输送泵与混合室之间的液体流量调节阀，液体流量调节阀的设置有利于根据生产需要实时调节还原剂的液体流量。压缩空气管道上还设有气体流量调节阀，气体流量调节阀的设置有利于根据生产需要实时调节通入气体分配室中的压缩空气的气体流量。

[0063] 在本申请中，所述“上游”或“下游”是相对于管道中烟气的走向的概念。

[0064] 与现有技术相比，本实用新型具有以下有益效果：

[0065] 1、本实用新型结合SNCR法脱硝技术，在链篦机的预热二段增设SNCR法脱NO<sub>x</sub>的装置，一方面可以处理循环回去的烟气中的NO<sub>x</sub>，同时可以处理生产过程中产生的NO<sub>x</sub>，确实有效地降低了烟气中NO<sub>x</sub>的排放浓度；

[0066] 2、本实用新型在链篦机的预热二段设置SNCR法脱NO<sub>x</sub>装置的基础上，增设烟气处

理系统对抽风干燥段和预热一段排出的烟气进行处理,烟气处理系统可以为活性炭吸附系统,也可以是脱硫塔与SCR系统的组合,进一步降低了烟气中NO<sub>x</sub>的排放浓度;

[0067] 3、本实用新型从工艺流程和NO<sub>x</sub>的分解机理着手降低链篦机-回转窑球团生产过程NO<sub>x</sub>的排放,工艺简单,脱NO<sub>x</sub>成本低,脱NO<sub>x</sub>效果显著,解决了目前球团企业NO<sub>x</sub>排放超标的技术难题,真正实现了“节能、减排和超低NO<sub>x</sub>生产”。

### 附图说明

[0068] 图1为现有技术链篦机-回转窑球团生产工艺简图;

[0069] 图2为本实用新型一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统的结构示意图;

[0070] 图3为本实用新型另一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统的结构示意图;

[0071] 图4为本实用新型还原剂喷入装置的结构示意图。

[0072] 附图标记:1:链篦机;UDD:鼓风干燥段;DDD:抽风干燥段;TPH:预热一段;PH:预热二段;Kiln:回转窑;C:环冷机;C1:环冷一段;C2:环冷二段;C3:环冷三段;2:还原剂喷入装置;201:还原剂储存罐;202:压力输送泵;203:混合室;204:气体分配室;205:还原剂输送管;206:喷嘴;207:气体流量调节阀;208:液体流量调节阀;3:第一抽风机;4:第一鼓风机;5:烟囱;6:第二抽风机;7:第二鼓风机;8:第三鼓风机;9:第四鼓风机;10:活性炭吸附系统;11:第三抽风机;12:脱硫塔;13:SCR系统;14:第一除尘器;15:第二除尘器;

[0073] L1:第一管道;L2:第二管道;L3:第三管道;L4:第四管道;L5:第五管道;L6:第六管道;L7:第七管道;L8:第八管道;L9:第九管道;L10:第十管道;L11:第十一管道;L12:第十二管道;L13:压缩空气管道;L14:烟气排放管道。

### 具体实施方式

[0074] 根据本实用新型的第一种实施方案,提供一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统:

[0075] 一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统,该系统包括链篦机1,按照工艺走向,所述链篦机1依次设有鼓风干燥段UDD、抽风干燥段DDD、预热一段TPH和预热二段PH。预热二段PH上设有还原剂喷入装置2。其中,从抽风干燥段DDD的底部风箱的出风口引出的第二管道L2和从预热一段TPH的底部风箱的出风口引出的第三管道L3两者在合并之后经由第四管道L4连接至烟气处理系统。

[0076] 在本实用新型中,该系统还包括回转窑Kiln和环冷机C。环冷机C依次设有环冷一段C1、环冷二段C2和环冷三段C3。回转窑Kiln的尾端连接链篦机1的预热二段PH和另一端连接环冷机C的环冷一段C1。

[0077] 其中,环冷一段C1的出风口经由第五管道L5连接至回转窑Kiln的前端进风口。环冷二段C2的出风口经由第六管道L6连接至预热一段TPH的进风口。环冷三段C3的出风口经由第七管道L7连接至鼓风干燥段UDD的底部风箱的进风口并且在第七管道L7上设有第一鼓风机4。从预热二段PH的底部风箱的出风口引出的第一管道L1连接至抽风干燥段DDD的顶部的进风口并且在第一管道L1上设有第一抽风机3。从鼓风干燥段UDD的顶部的出风口引出的第八管道L8连接至烟囱5并且在第八管道L8上设有第二抽风机6。第二鼓风机7的出风口经由第九管道L9连接至环冷一段C1的进风口。第三鼓风机8的出风口经由第十管道L10连接至环冷二段C2的进风口。第四鼓风机9的出风口经由第十一管道L11连接至环冷三段C3的进风

口。

[0078] 在本实用新型中,所述烟气处理系统为活性炭吸附系统10。从抽风干燥段DDD的底部风箱的出风口引出的第二管道L2和从预热一段TPH的底部风箱的出风口引出的第三管道L3两者在合并之后经由第四管道L4连接至活性炭吸附系统10的烟气入口。优选,第四管道L4上设有第三抽风机11。

[0079] 作为优选,活性炭吸附系统10的烟气出口经由烟气排放管道L14连接至烟囱5。

[0080] 在本实用新型中,所述还原剂喷入装置2包括依次连接的还原剂储存罐201、压力输送泵202、混合室203及处于预热二段PH内的气体分配室204和与气体分配室204连通的还原剂输送管205,还原剂输送管205上设有喷嘴206。其中,还原剂储存罐201的出口通过输送管道连接至混合室203的进口,输送管道上设有压力输送泵202,混合室203经由管道连通至位于预热二段PH内的气体分配室204。

[0081] 作为优选,气体分配室204上还连接有压缩空气管道L13。优选,压缩空气管道L13上设有气体流量调节阀207。

[0082] 作为优选,所述还原剂喷入装置2还包括设置在压力输送泵202与混合室203之间的液体流量调节阀208。

[0083] 优选的是,第一管道L1上还设有第一除尘器14。优选,第一除尘器14为多管除尘器。

[0084] 作为优选,第一除尘器14位于第一抽风机3的上游。

[0085] 优选的是,第四管道L4上还设有第二除尘器15。优选,第二除尘器15位于第三抽风机11的上游。

[0086] 根据本实用新型的第二种实施方案,提供一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统:

[0087] 一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统,该系统包括链篦机1,按照工艺走向,所述链篦机1依次设有鼓风干燥段UDD、抽风干燥段DDD、预热一段TPH和预热二段PH。预热二段PH上设有还原剂喷入装置2。其中,从抽风干燥段DDD的底部风箱的出风口引出的第二管道L2和从预热一段TPH的底部风箱的出风口引出的第三管道L3两者在合并之后经由第四管道L4连接至烟气处理系统。

[0088] 在本实用新型中,该系统还包括回转窑Kiln和环冷机C。环冷机C依次设有环冷一段C1、环冷二段C2和环冷三段C3。回转窑Kiln的尾端连接链篦机1的预热二段PH和另一端连接环冷机C的环冷一段C1。

[0089] 其中,环冷一段C1的出风口经由第五管道L5连接至回转窑Kiln的前端进风口。环冷二段C2的出风口经由第六管道L6连接至预热一段TPH的进风口。环冷三段C3的出风口经由第七管道L7连接至鼓风干燥段UDD的底部风箱的进风口并且在第七管道L7上设有第一鼓风机4。从预热二段PH的底部风箱的出风口引出的第一管道L1连接至抽风干燥段DDD的顶部的进风口并且在第一管道L1上设有第一抽风机3。从鼓风干燥段UDD的顶部的出风口引出的第八管道L8连接至烟囱5并且在第八管道L8上设有第二抽风机6。第二鼓风机7的出风口经由第九管道L9连接至环冷一段C1的进风口。第三鼓风机8的出风口经由第十管道L10连接至环冷二段C2的进风口。第四鼓风机9的出风口经由第十一管道L11连接至环冷三段C3的进风口。

[0090] 在本实用新型中,所述烟气处理系统为脱硫塔12和SCR系统13。从抽风干燥段DDD

的底部风箱的出风口引出的第二管道L2和从预热一段TPH的底部风箱的出风口引出的第三管道L3两者在合并之后经由第四管道L4连接至脱硫塔12的烟气入口。脱硫塔12的烟气出口经由第十二管道L12连接至SCR系统13的烟气入口。优选，第四管道L4或第十二管道L12上设有第三抽风机11。

[0091] 作为优选，SCR系统13的烟气出口经由烟气排放管道L14连接至烟囱5。

[0092] 在本实用新型中，所述还原剂喷入装置2包括依次连接的还原剂储存罐201、压力输送泵202、混合室203及处于预热二段PH内的气体分配室204和与气体分配室204连通的还原剂输送管205，还原剂输送管205上设有喷嘴206。其中，还原剂储存罐201的出口通过输送管道连接至混合室203的进口，输送管道上设有压力输送泵202，混合室203经由管道连通至位于预热二段PH内的气体分配室204。

[0093] 作为优选，气体分配室204上还连接有压缩空气管道L13。优选，压缩空气管道L13上设有气体流量调节阀207。

[0094] 作为优选，所述还原剂喷入装置2还包括设置在压力输送泵202与混合室203之间的液体流量调节阀208。

[0095] 优选的是，第一管道L1上还设有第一除尘器14。优选，第一除尘器14为多管除尘器。

[0096] 作为优选，第一除尘器14位于第一抽风机3的上游。

[0097] 优选的是，第四管道L4上还设有第二除尘器15。优选，第二除尘器15位于第三抽风机11的上游。

[0098] 实施例1

[0099] 如图2所示，一种高效脱除球团烟气中NO<sub>x</sub>的系统，该系统包括链篦机1，按照工艺走向，所述链篦机1依次设有鼓风干燥段UDD、抽风干燥段DDD、预热一段TPH和预热二段PH。预热二段PH上设有还原剂喷入装置2。其中，从抽风干燥段DDD的底部风箱的出风口引出的第二管道L2和从预热一段TPH的底部风箱的出风口引出的第三管道L3两者在合并之后经由第四管道L4连接至烟气处理系统。

[0100] 该系统还包括回转窑Kiln和环冷机C。环冷机C依次设有环冷一段C1、环冷二段C2和环冷三段C3。回转窑Kiln的尾端连接链篦机1的预热二段PH和另一端连接环冷机C的环冷一段C1。其中，环冷一段C1的出风口经由第五管道L5连接至回转窑Kiln的前端进风口。环冷二段C2的出风口经由第六管道L6连接至预热一段TPH的进风口。环冷三段C3的出风口经由第七管道L7连接至鼓风干燥段UDD的底部风箱的进风口并且在第七管道L7上设有第一鼓风机4。从预热二段PH的底部风箱的出风口引出的第一管道L1连接至抽风干燥段DDD的顶部的进风口并且在第一管道L1上设有第一抽风机3。从鼓风干燥段UDD的顶部的出风口引出的第八管道L8连接至烟囱5并且在第八管道L8上设有第二抽风机6。第二鼓风机7的出风口经由第九管道L9连接至环冷一段C1的进风口。第三鼓风机8的出风口经由第十管道L10连接至环冷二段C2的进风口。第四鼓风机9的出风口经由第十一管道L11连接至环冷三段C3的进风口。

[0101] 所述烟气处理系统为活性炭吸附系统10。从抽风干燥段DDD的底部风箱的出风口引出的第二管道L2和从预热一段TPH的底部风箱的出风口引出的第三管道L3两者在合并之后经由第四管道L4连接至活性炭吸附系统10的烟气入口。第四管道L4上设有第三抽风机

11。活性炭吸附系统10的烟气出口经由烟气排放管道L14连接至烟囱5。

[0102] 如图4所示,所述还原剂喷入装置2包括依次连接的还原剂储存罐201、压力输送泵202、混合室203及处于预热二段PH内的气体分配室204和与气体分配室204连通的还原剂输送管205,还原剂输送管205上设有喷嘴206。其中,还原剂储存罐201的出口通过输送管道连接至混合室203的进口,输送管道上设有压力输送泵202,混合室203经由管道连通至位于预热二段PH内的气体分配室204。气体分配室204上还连接有压缩空气管道L13。压缩空气管道L13上设有气体流量调节阀207。所述还原剂喷入装置2还包括设置在压力输送泵202与混合室203之间的液体流量调节阀208。

[0103] 第一管道L1上还设有第一除尘器14。第一除尘器14位于第一抽风机3的上游。第一除尘器14为多管除尘器。

[0104] 实施例2

[0105] 重复实施例1,只是第四管道L4上还设有第二除尘器15。第二除尘器15位于第三抽风机11的上游。

[0106] 实施例3

[0107] 如图3所示,重复实施例2,只是所述烟气处理系统为脱硫塔12和SCR系统13。从抽风干燥段DDD的底部风箱的出风口引出的第二管道L2和从预热一段TPH的底部风箱的出风口引出的第三管道L3两者在合并之后经由第四管道L4连接至脱硫塔12的烟气入口。脱硫塔12的烟气出口经由第十二管道L12连接至SCR系统13的烟气入口。第四管道L4上设有第三抽风机11。SCR系统13的烟气出口经由烟气排放管道L14连接至烟囱5。

[0108] 使用实施例2的系统对球团烟气进行处理,其中,回转窑Kiln窑尾出来的烟气中NO<sub>x</sub>的含量为500mg/m<sup>3</sup>,设置在预热二段PH的还原剂喷入装置2逆向(即与烟气走向相反的方向)喷射还原性气体,还原性气体与流过预热二段PH的热烟气进行混合,实现烟气中NO<sub>x</sub>的选择性非催化还原,烟气中NO<sub>x</sub>的含量降低到300mg/m<sup>3</sup>以下。在预热二段PH反应后的烟气经抽风干燥段DDD后和预热一段TPH的烟气一起进入第二除尘器15,烟气除尘后进入活性炭吸附系统10然后排放至烟囱5。经活性炭吸附处理后,烟气中的NO<sub>x</sub>和SO<sub>x</sub>的排放浓度均被控制在超低水平,符合超低排放的要求。

[0109] 使用实施例3的系统对球团烟气进行处理,其中,回转窑Kiln窑尾出来的烟气中NO<sub>x</sub>的含量为500mg/m<sup>3</sup>,设置在预热二段PH的还原剂喷入装置2逆向(即与烟气走向相反的方向)喷射还原性气体,还原性气体与流过预热二段PH的热烟气进行混合,实现烟气中NO<sub>x</sub>的选择性非催化还原,烟气中NO<sub>x</sub>的含量降低到300mg/m<sup>3</sup>以下。在预热二段PH反应后的烟气经抽风干燥段DDD后和预热一段TPH的烟气一起进入第二除尘器15,烟气除尘后进入脱硫塔12,脱硫后的烟气进入SCR系统13,烟气在SCR系统13内进行选择性催化还原反应,烟气中NO<sub>x</sub>的含量进一步降低到30mg/m<sup>3</sup>以下,且烟气中的氧气浓度控制在18%左右,按照基准氧气浓度16%折算,符合超低排放的要求。

[0110] 可见,使用实施例2或实施例3的系统,相比于现有的脱硝技术及设备,其工艺简单,脱硝效果显著,避免了烟气对环境的污染,真正实现了“节能、减排和超低NO<sub>x</sub>生产”。

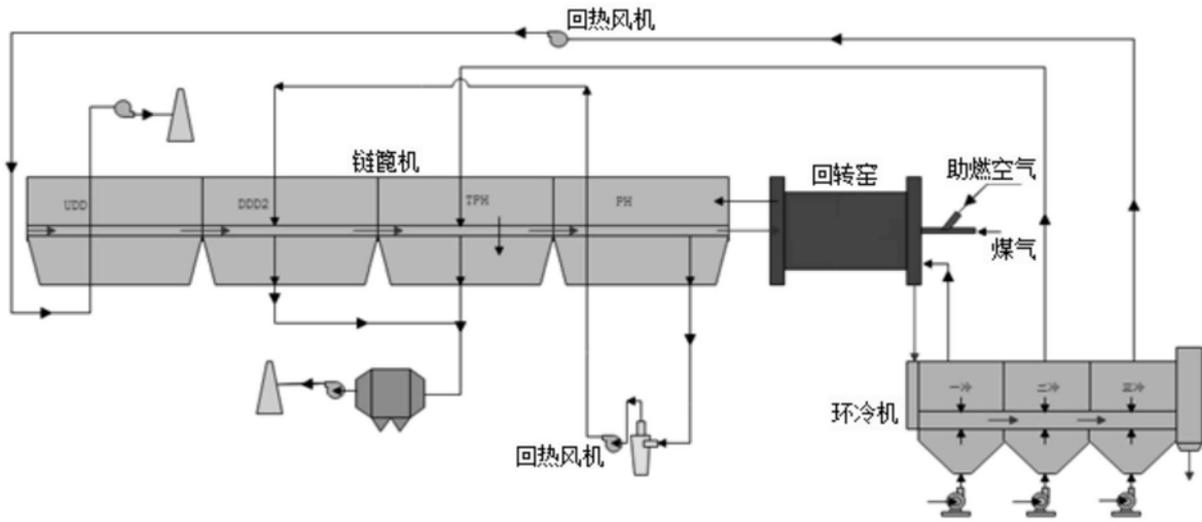


图1

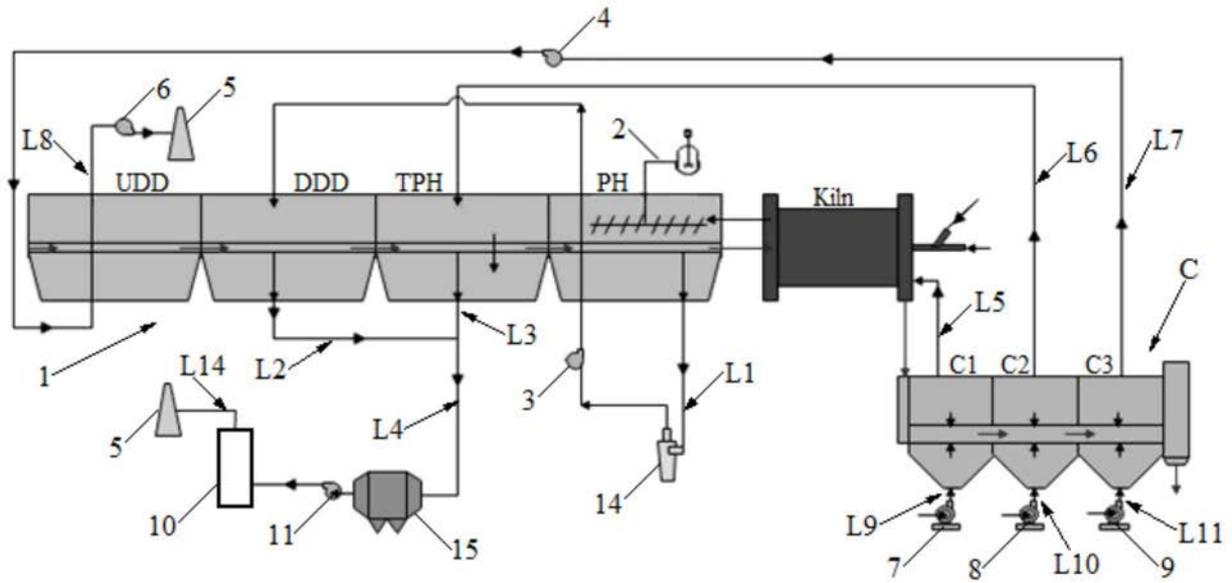


图2

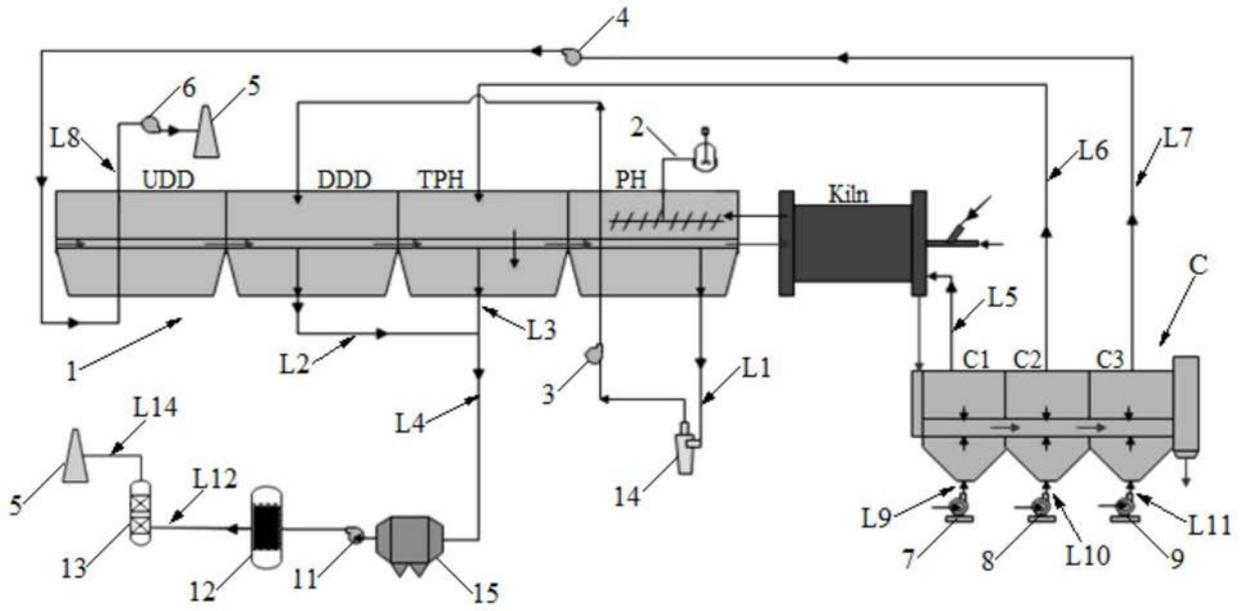


图3

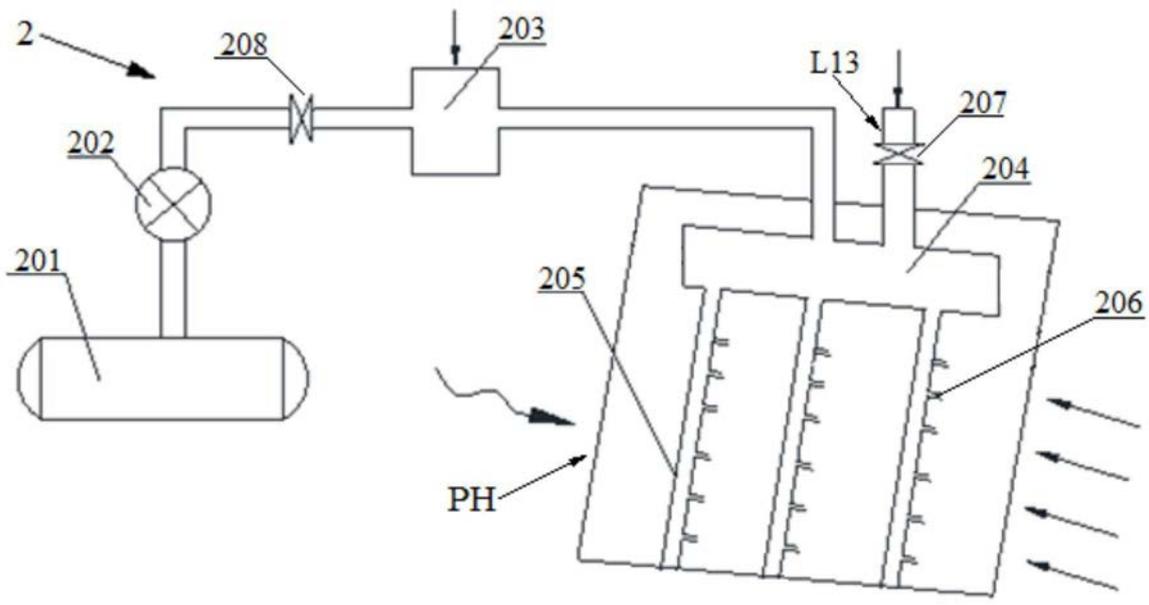


图4