



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104075335 B

(45)授权公告日 2017.01.11

(21)申请号 201410350509.9

(22)申请日 2014.07.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104075335 A

(43)申请公布日 2014.10.01

(73)专利权人 山东神华山大能源环境有限公司
地址 250014 山东省济南市历下区历山路
173号历山名郡B座南四层
专利权人 山东大学

(72)发明人 常景彩 宋家秋 李洪梅 张波
陈双双 李玲燕

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 杨琪

(51)Int.Cl.

F23J 15/02(2006.01)

B01D 53/75(2006.01)

B01D 53/60(2006.01)

B01D 53/64(2006.01)

审查员 曲艳霖

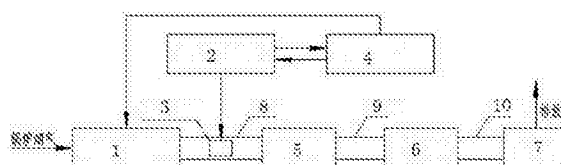
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺及其装置

(57)摘要

本发明公开了一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺及其装置,包括静电增效除尘器,所述静电增效除尘器通过烟道I与引风机相连,所述引风机的另一端通过烟道II与脱硫塔的进口相连,所述脱硫塔的出口通过烟道III与烟囱相连;所述烟道I内布设有混合装置,臭氧发生装置通过臭氧输送管线与混合装置相连,工艺水箱通过输水管线分别与静电增效电除尘器、臭氧发生装置相连。本发明通过对现有静电除尘器进行局部改造、增加臭氧发生装置等措施,成功实现了静电增效除尘、臭氧氧化、湿式吸收等三种技术的耦合,技术实施不用新建氧化反应器、吸收塔等单元,因此具有投资省、占地面积小,改造工作量小、运行成本低等优势。



1. 一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺,其特征在于,步骤如下:

(1) 锅炉烟气首先通过静电增效除尘器捕集烟气中的颗粒物,使静电增效除尘器出口的烟尘浓度小于 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$;

(2) 将臭氧发生装置产生的臭氧加入到布设于烟道I内的混合装置中,通过混合装置将臭氧快速分散于烟道I内,并与经过步骤(1)除尘后的烟气中的Hg以及NO发生氧化反应,Hg被氧化为高价态可溶性化合物,NO被氧化为 NO_2 ,反应的温度为 $100\text{--}150^\circ\text{C}$,反应时间为 $1\text{--}3\text{s}$,加入的臭氧与烟气中的NO的摩尔比为 $0.9\text{--}1.1$;

(3) 步骤(2)中完成氧化反应的烟气在引风机的吸引下通过烟道II进入脱硫塔,在脱硫塔内 SO_2 、高价态的汞化合物以及 NO_2 被吸收并以浆液的形式排出脱硫塔,完成除尘、脱硫,脱硝的烟气最终通过烟道III烟囱排出;

所述步骤(1)中,水由工艺水箱中被输送至静电增效除尘器,作为阳极冲洗水;

所述静电增效除尘器电场临近气体出口的阳极为柔性阳极,柔性阳极的清灰方式为浸润液膜清灰。

2. 如权利要求1所述的利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺,其特征在于,所述步骤(2)中,反应温度为 $120\text{--}130^\circ\text{C}$ 。

3. 如权利要求1所述的利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺,其特征在于,所述步骤(2)中,反应时间为 2s 。

4. 如权利要求1所述的利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺,其特征在于,所述步骤(2)中,水由工艺水箱中被输送至臭氧发生装置,并循环使用。

5. 一种权利要求1所述的利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺所采用的装置,其特征在于,包括静电增效除尘器,所述静电增效除尘器通过烟道I与引风机相连,所述引风机的另一端通过烟道II与脱硫塔的进口相连,所述脱硫塔的出口通过烟道III与烟囱相连;所述烟道I内布设有混合装置,臭氧发生装置通过臭氧输送管线与混合装置相连,工艺水箱通过输水管线分别与静电增效电除尘器、臭氧发生装置相连;

所述静电增效除尘器电场临近气体出口的阳极为柔性阳极,柔性阳极的清灰方式为浸润液膜清灰。

6. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,所述静电增效除尘器的柔性阳极材料为有机纤维织物。

7. 如权利要求5所述的装置,其特征在于,所述混合装置为组合喷头装置。

一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺及其装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺及其装置,属于烟气净化技术领域。

背景技术

[0002] 自2014年7月1日起,现有火力发电锅炉开始执行《火电厂大气污染物排放标准》(GB13223-2011)表1规定的烟尘、二氧化硫、氮氧化物和烟气黑度排放限值,且自2015年1月1日起,燃煤发电锅炉排放的汞及其化合物也有了排放限值。与此同时,新的《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2014)自2014年7月1日起开始实施,标准对新建及在用锅炉排放的颗粒物、二氧化硫、氮氧化物、汞及其化合物等大气污染物有了更加严格的排放要求。

[0003] 随着新的排放标准的陆续出台,“十二五”期间,现役火力发电锅炉及其它燃煤锅炉将有80%以上的机组将面临进行脱硫、脱硝、除尘及脱汞技术改造。目前,国内对于燃煤烟气中SO₂、NO_x、颗粒物等污染物的有效控制一般采用通过建立不同设备分别加以脱除的方法。例如SO₂的脱除主要采用石灰石-石膏湿法;NO_x的脱除主要采用低NO_x燃烧技术和烟气脱硝技术;颗粒物主要采用多电场静电除尘或高效袋式除尘或电袋除尘等方法;

[0004] 采用这种“一对一”的独立脱除方法往往面临设备叠加、场地限制、系统复杂、投资巨大等难题。所以,多种污染物的联合脱除技术应运而生。

[0005] 现有的锅炉烟气联合脱除的方法主要分为湿法、干法、半干法三种。典型的代表技术为:(1)湿法联合脱除方法:CN102091517A提出了一体化同时脱硫、脱硝、脱汞的吸收液及其制备方法和应用,其技术方案是利用现有湿法脱硫设施,通过对现有碱性脱硫吸收液的改进,采用含氮还原剂+添加剂的混合吸收液洗涤脱除烟气中的SO₂、NO_x和Hg。此方法存在的问题为实施过程需要对现有脱硫设施的制浆系统将进行较大改造,且运行成本大幅增加。(2)干法联合脱除方法:CN102500226A提出了一种干式烟气脱硫脱硝脱汞一体化装置及方法,其技术方案是向消化增湿器内加入吸收剂、氧化性添加剂、循环灰,形成含湿的混合灰,混合灰喷入反应塔,与塔内烟气中SO₂、NO_x和Hg等物质反应,使得烟气得到净化。此方法属于气液、气固非均相反应,存在接触反应效率不高、需要新增复杂喷射系统等问题。(3)半干法联合脱除方法:CN103566725A提出了一种循环流化床半干法联合脱硫脱硝脱汞装置及方法,其技术方案为通过臭氧分布器向烟道中喷入臭氧,烟气中的NO和Hg⁰在烟道中被氧化为高价态NO_x和Hg²⁺,氧化后的烟气送入循环流化床反应塔,烟气中的SO₂、高价态NO_x和Hg²⁺在反应塔中与Ca基吸收剂在雾化水的作用下进行反应脱除。此种方法存在的问题是需要新建循环流化床反应器及其配套设施,系统较复杂。

[0006] 除此之外,CN1923341A公开了一种燃煤锅炉烟气臭氧氧化同时脱硫脱硝装置及其方法,其技术方案为在静电除尘器前或后的低温段喷入臭氧,将锅炉烟气中不溶于水的低价态氮氧化物氧化成为易溶于水的高价态NO_x,SO₂氧化成SO₃,然后再送入碱液洗涤塔中对烟气进行洗涤,吸收烟气中高价态的NO_x和SO_x,实现同时脱硫脱硝。此种方法存在的问题是未考虑臭氧与NO、SO₂的反应速率差异。研究证明,SO₂与臭氧反应活化能为NO与臭氧的3.5

倍,150℃下的反应速率常数为后者的十万分之一,即臭氧选择性氧化NO。所以本技术方案
的实施势必造成氧化单元效率低下,消耗大量臭氧,系统能耗大增,同时也大大增加了氧化
单元后续管道与设备的酸腐蚀风险。

[0007] 公知技术表面, SO_4^{2-} 与 SO_2 相比对环境具有更大的危害性,其是产生酸腐蚀的直接
原因,又加之烟气中 SO_2 与NO相比是臭氧氧化反应的限速步骤,所以在臭氧氧化单元应尽量
避免臭氧与 SO_2 发生反应。

[0008] 总之,上述联合脱除相关技术实施依然存在改造系统复杂、改造费用高、新增占地
与能耗大等问题。对于已经建设脱硫或脱硝装置并且运行正常、污染物排放接近或达到现
行标准的在用锅炉机组而言技术实施的难度更加突出。因此,开发出一种能充分利用现有
锅炉机组环保装置,在不增加大投资、大设备的原则下,对现有锅炉机组环保装置进行利旧
改造,最终实现污染物达标排放的工艺及方法迫切需要。

发明内容

[0009] 本发明的目的是针对已经建设静电除尘装置及湿法脱硫或半干法脱硫装置的锅
炉机组,提供一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺及其装置。可实现锅炉烟气
脱硫、脱硝、脱汞、除尘的联合脱除。

[0010] 为实现上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0011] 一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的工艺,步骤如下:

[0012] (1)锅炉烟气首先通过静电增效除尘器捕集烟气中的颗粒物,使静电增效除尘器
出口的烟尘浓度小于 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$;

[0013] (2)将臭氧发生装置产生的臭氧加入到布设于烟道I内的混合装置中,通过混合装
置将臭氧快速分散于烟道I内,并与经过步骤(1)除尘后的烟气中的Hg以及NO发生氧化反
应,Hg被氧化为 Hg^{2+} ,NO被氧化为 NO_2 ,反应的温度为 $100\text{--}150^\circ\text{C}$,优选 $120\text{--}130^\circ\text{C}$,反应时间为
 $1\text{--}3\text{s}$,优选 2s 。加入的臭氧与烟气中的NO的摩尔比为 $0.9\text{--}1.1$;

[0014] (3)步骤(2)中完成氧化反应的烟气在引风机的吸引下通过烟道II进入脱硫塔,在
脱硫塔内 SO_2 、高价态的汞化合物以及 NO_2 被吸收并以浆液的形式排出脱硫塔,完成除尘、脱
硫,脱硝的烟气最终通过烟道III又烟囱排出。

[0015] 所述步骤(1)中,水由工艺水箱中被输送至静电增效除尘器,作为阳极冲洗水;

[0016] 所述步骤(2)中,水由工艺水箱中被输送至臭氧发生装置,并循环使用。

[0017] 一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的装置,包括静电增效除尘器,所述静
电增效除尘器通过烟道I与引风机相连,所述引风机的另一端通过烟道II与脱硫塔的进口
相连,所述脱硫塔的出口通过烟道III与烟囱相连;所述烟道I内布设有混合装置,臭氧发生
装置通过臭氧输送管线与混合装置相连,工艺水箱通过输水管线分别与静电增效电除尘
器、臭氧发生装置相连。

[0018] 所述静电增效除尘器临近气体出口的电场的阳极为柔性阳极,柔性阳极的清灰方
式为浸润液膜清灰;

[0019] 所述静电增效除尘器的柔性阳极材料为具有绝缘、疏水、耐腐蚀特性的有机纤维
织物。

[0020] 所述混合装置为组合喷头装置或其他能实现气体快速混合的装置。

[0021] 本发明的有益效果:

[0022] (1)本发明通过对现有静电除尘器进行局部改造、增加臭氧发生装置等措施,成功实现了静电增效除尘、臭氧氧化、吸收等三种技术的耦合。开创了利旧现有环保装置实现污染物联合脱除新的观念;

[0023] (2)本发明技术实施不用新建氧化反应器、吸收塔等单元,因此具有投资省、占地面积小,改造工作量小、运行成本低等优势;

[0024] (3)本发明将静电增效细颗粒物脱除、NO_x臭氧氧化、气态污染物吸收等单元融为一体,相辅相成,前一单元为后一单元的高效运行、功能实现创造条件,即在多重技术共同配合下实现了烟气的达标排放。突出表现为静电增效细颗粒物的去除,最大程度上避免了臭氧、SO₂、水三者以细颗粒物为载体发生非均相反应产生SO₄²⁻的可能,细颗粒物在前一单元的高效脱除使后一单元的氧化反应更加具有针对性,更加高效。在脱硫塔中,SO₂吸收相存在着SO₃²⁻、HSO₃⁻等还原性物质,它们会促使NO₂与之反应,使传质速率变大,增强NO₂脱除效果;另一方面,由于烟气中NO_x的浓度远小于SO₂,对吸收液的pH改变较弱,使得对SO₂的脱除效率并没有明显降低。

[0025] (4)本技术实施具有显著的减排效果,脱硝效率可达85%以上,脱汞效率可达90%以上,烟尘浓度小于15mg/Nm³,最终排放烟气可满足最新的环保标准;

[0026] (5)静电增效电除尘器及臭氧发生装置可利用全厂工艺水箱来水,且臭氧冷却装置冷却水可循环利用,技术实施可最大程度提高水的重复利用率、减少水的耗量。

附图说明

[0027] 图1是本发明的利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的装置结构示意图;

[0028] 其中,1-静电增效除尘器,2-臭氧发生装置,3-混合装置,4-工艺水箱,5-引风机,6-脱硫塔,7-烟囱,8-烟道I,9-烟道II,10-烟道III。

具体实施方式

[0029] 结合实施例对本发明作进一步的说明,应该说明的是,下述说明仅是为了解释本发明,并不对其内容进行限定。

[0030] 实施例1

[0031] 如图1所示,一种利用耦合技术实现锅炉烟气达标排放的装置,包括静电增效除尘器1,所述静电增效除尘器1通过烟道I与引风机5相连,所述引风机5的另一端通过烟道II与脱硫塔6的进口相连,所述脱硫塔6的出口通过烟道III与烟囱7相连;所述烟道I内布设有混合装置3,臭氧发生装置2通过臭氧输送管线与混合装置3相连,工艺水箱4通过输水管线分别与静电增效电除尘器1、臭氧发生装置2相连。

[0032] 本发明的静电增效除尘器1仍保留静电除尘器主体,主要用于脱除10μm以上颗粒的颗粒,只把静电除尘器临近气体出口的电场改为湿式静电除尘方式,用于防止微细颗粒二次扬尘,提高整体除尘器的脱除效率,同时为后续气态污染物的氧化反应提供稳定可靠的入口条件;具体来讲,针对现有静电除尘器主要的改造为:①将静电除尘器的临近气体出口的电场的阳极板改造成柔性阳极,阳极材料为具有绝缘、疏水、耐腐蚀特性的有机纤维织物。②柔性阳极的清灰方式采用浸润液膜清灰,即水膜冲洗阳极后自流出装置外。浸润液膜

清灰方法突破了传统静电除尘器喷雾液膜冲刷清灰的方式,大幅度的减少了冲洗水耗量,降低了除尘器运行成本。③从工艺水箱引一股工艺水作为极板冲洗水。干湿刚柔耦合阳极板静电场作用机制,可有效避免传统干式电除尘器振打清灰产生的“二次飞扬”,保障除尘器出口气体烟尘浓度低限值排放。

[0033] 利用该装置对锅炉烟气进行净化处理,实现锅炉烟气达标排放的工艺,以某电站的锅炉烟气排放为例,具体如下:

[0034] 某电站锅炉烟气量为 $8000\text{Nm}^3/\text{h}$,烟气温度 130°C ,烟气中烟尘浓度 $10\text{g}/\text{Nm}^3$, SO_2 浓度为 $2000\text{mg}/\text{Nm}^3$,氮氧化物(以 NO 计量)浓度为 $400\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。锅炉烟气进入到静电增效电除尘器1中,烟气中的颗粒物被捕集,静电增效电除尘器1出口处烟气浓度小于 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$,以氧气为气源的臭氧发生装置2产生臭氧,产生的臭氧的物质的量与烟气中 NO 的物质的量之比为1:1,产生的臭氧进入到布设烟道I中的混合装置3中。通过混合装置3,臭氧被快速分散于烟道I内,并与经过除尘后的烟气中的低价态气态污染物 NO 等发生氧化反应,反应的温度为 120°C ,反应可在瞬间完成,70%以上的一氧化氮被氧化为 NO_2 , Hg 被氧化为 Hg^{2+} ,完成氧化反应的烟气在引风机5的吸引下通过烟道II进入石灰石—石膏湿式脱硫塔6。在脱硫塔6内, SO_2 、 Hg^{2+} 、 NO_2 被吸收并以浆液的形式排出脱硫塔。一路工艺水从工艺水箱4被输送至静电增效电除尘器1作为阳极冲洗水;第二路工艺水被输送至臭氧发生装置2作为冷却水,并循环使用。完成除尘、脱硫,脱销的烟气最终通过烟道III由烟囱7排放,排放的烟气中烟尘浓度小于 $15\text{mg}/\text{Nm}^3$,氮氧化物(以 NO_2 计量)小于 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$, SO_2 浓度小于 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。

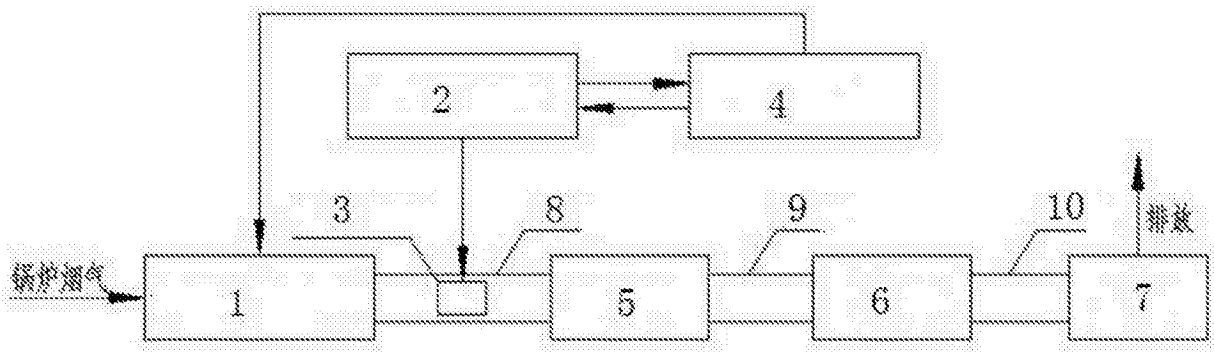


图1