



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104437024 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410719093. 3

*B01D 53/96*(2006. 01)

(22) 申请日 2014. 12. 03

(71) 申请人 吴伟扬

地址 410001 湖南省长沙市车站北路 117 号  
瑞丰苑 906 室

(72) 发明人 吴伟扬

(74) 专利代理机构 长沙正奇专利事务所有限责  
任公司 43113

代理人 陈立武

(51) Int. Cl.

*B01D 53/50*(2006. 01)

*B01D 53/56*(2006. 01)

*B01D 53/81*(2006. 01)

*B01D 53/78*(2006. 01)

*B01D 50/00*(2006. 01)

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

一种高效节能净化烟气的方法

(57) 摘要

本发明介绍了一种高效节能净化烟气的方法,包括下述步骤:(1)、购置烟道、复式脱硝反应器、复式脱硫反应器;(2)、将烟道输入端接待净化烟气的火电厂工业锅炉排烟口;(3)、烟尘预处理器接烟道;(4)、复式脱硝反应器接烟尘预处理器;(5)、空预器接复式脱硝反应器;(6)、电布联体除尘器接空预器;(7)、复式脱硫反应器接电布联体除尘器;(8)、多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置接复式脱硫反应器;(9)、收霾脱水烟囱接多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置。该方法可清除工业锅炉或窑炉脱硝脱硫后残存的PM2.5,彻底解决烟囱腐蚀破裂难题,环境效益与经济效益显著。

1. 一种高效节能净化烟气的方法,该方法包括下述步骤:

(1)、购置烟道、烟尘预处理器、复式脱硝反应器、空预器、电布联体除尘器、复式脱硫反应器、多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置、防腐收霾脱水烟囱各一台;

(2)、将步骤(1)所置烟道的输入端与待净化烟气的火电厂工业锅炉排烟口或待净化烟气的工业窑炉排烟口贯通连接,烟气流速 $\leq 18\text{s/m}$ ,流水比例 $\leq 15^\circ\text{C}$ ;

(3)、将步骤(1)所置烟尘预处理器的输入端贯通连接步骤(2)中与待净化烟气的火电厂工业锅炉排烟口或待净化烟气的工业窑炉排烟口连接的烟道的输出端贯通连接,所述烟尘预处理器,压力损失 $\leq 600\text{pd}$ ,除尘效率 $\geq 90\%$ ;

(4)、将步骤(1)所置复式脱硝反应器的输入端贯通连接步骤(3)中与烟道连接的烟尘预处理器的输出端;

所述复式脱硝反应器使用时的烟气流速控制在 $3.6\text{s/m}$ ,压力损失 $\leq 600\text{pd}$ ,一级脱硝效率 $\geq 80\%$ ,二级脱硝效率 $\geq 16\%$ ,两级脱硝效率 $\geq 96\%$ ,将烟气中的氮氧化物 $\text{NO}_x$ 还原为无害的氮气( $\text{N}_2$ )和水( $\text{H}_2\text{O}$ ),脱除氮氧化物 $\text{NO}_x$ ;

(5)、将步骤(1)所置空预器的输入口贯通连接步骤(4)中与烟尘预处理器连接的复式脱硝反应器的输出口,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理;

(6)、将步骤(1)所置电布联体除尘器的输入端贯通连接步骤(5)中与复式脱硝反应器连接的空预器的输出端;

(7)、将步骤(1)所置复式脱硫反应器的输入端贯通连接步骤(6)中与空预器连接的电布联体除尘器的输出端,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理,所述复式脱硫反应器,烟气上升流速 $\leq 3.6\text{s/m}$ ,一级脱硫效率 $\geq 90\%$ ,二级脱硫效率 $\geq 8\%$ ,复式二级脱硫总效率 $\geq 98\%$ ,烟气含湿率 $\leq 4\%$ ,压力损失 $\leq 1200\text{pd}$ ;

(8)、将步骤(1)所置多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的输入口贯通连接步骤(7)中与电布联体除尘器连接的复式脱硫反应器的输出端,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理;

所述复式脱硫反应器的输出端的管道或沟或槽以 $45^\circ\text{C}$ 角俯冲方式插接在该多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的脱硫废水废气池内,该脱硫废水废气池池底设U型槽,U型槽下方设灰渣挂滤机;

(9)、将步骤(1)所置收霾脱水烟囱的输入口贯通连接步骤(8)中与复式脱硫反应器连接的多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的输出口。

## 一种高效节能净化烟气的方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于环境保护技术领域,涉及一种高效节能净化烟气的方法。

### 背景技术

[0002] 传统的消烟、除尘、脱硝、脱硫和对烟气中的汞、硝、硫、废水及重金属粉尘的净化、回收方法和设备很多,但均存在技术和设备配套工艺过于简单、低效等缺陷。例如传统锅炉出口烟道内的烟气流速过快而造成锅炉炉膛内低氧、煤碳燃烧不充分,易导致燃烧工况异常。小颗粒煤炭及煤粉随烟气喷出,亦造成浪费并加剧烟道磨损,此其一;其二,传统烟尘滤网只能滤除粗颗粒,导致大量灰尘进入烟气造成林格曼黑度增高;其三,传统的脱硝反应器脱硝效率偏低、设备磨损快,维护程序复杂,增加了维修量和运行成本;其四,传统的单体电除尘器除尘效率偏低,灰尘排放浓度高,且除尘效率呈逐渐下降趋势,导致飞灰和 PM2.5(雾霾)得不到有效捕集与净化,是构成雾霾的元凶;其五,传统单级的石灰石/石灰石膏脱硫法脱硫效率一般为 80~90%,导致二氧化硫残存,产生酸雨和雾霾;其六,传统的脱硫废水沉淀池易腐蚀;其七,传统水处理池露天开放,其散发的有害气体污染环境;其八,传统烟囱不能脱水、除雾、防腐和回收 PM2.5,且易破裂易腐蚀污染环境,存在安全隐患,使用周期短。上述缺陷造成大面积雾霾,经济损失巨大,社会发展受到制约。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是,针对现有技术存在的缺陷,提供一种高效节能净化烟气的方法,使用该方法可脱硫、脱氮、脱硝、脱水、除尘,从而实现高效率地净化烟气。

[0004] 本发明的技术方案是,所述一种高效节能净化烟气的方法包括下述步骤:

(1)、购置烟道、烟尘预处理器、复式脱硝反应器、空预器、电布联体除尘器、复式脱硫反应器、多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置、防腐收霾脱水烟囱各一台;

(2)、将步骤(1)所置烟道的输入端与待净化烟气的火电厂工业锅炉排烟口或待净化烟气的工业窑炉排烟口贯通连接,烟气流速 $\leq 18\text{s/m}$ ,流水比例 $\leq 15^\circ\text{C}$ ,以保证烟道的减振、减压效果,保护风机、电机及其附属设备,从而有利于烟气中的烟尘沉降。对于购置的烟道内部应对其进行打磨、抛光的除锈处理,然后用四布五油环氧树脂胶泥或玻璃鳞片树脂作涂抹防腐处理,再用耐 $1000^\circ\text{C}$ 以上高温的耐火砖砌筑内衬以防腐保温;

(3)、将步骤(1)所置烟尘预处理器的输入端贯通连接步骤(2)中与待净化烟气的火电厂工业锅炉排烟口或待净化烟气的工业窑炉排烟口连接的烟道的输出端贯通连接。所述烟尘预处理器,压力损失 $\leq 600\text{pd}$ ,除尘效率 $\geq 90\%$ 。由于传统滤网的除尘效率仅为 $30\sim 40\%$ ,故该烟尘预处理器可以有效地减轻后续设备的磨损从而减少维修量,提高脱硝后副产品例如所排水水质及气体或化肥的品质;

(4)、将步骤(1)所置复式脱硝反应器的输入端贯通连接步骤(3)中与烟道连接的烟尘预处理器的输出端。所述复式脱硝反应器使用时的烟气流速控制在 $3.6\text{s/m}$ ,压力损失 $\leq 600\text{pd}$ ,一级脱硝效率 $\geq 80\%$ ,二级脱硝效率 $\geq 16\%$ ,两级脱硝效率 $\geq 96\%$ ,将烟气中的氮氧化物

NO<sub>x</sub> 还原为无害的氮气(N<sub>2</sub>)和水(H<sub>2</sub>O),脱除氮氧化物 NO<sub>x</sub>。传统脱硝反应器的单级脱硝效率为 50 ~ 85%、氨氮摩尔比 ≤ 0.875,氨的逃逸量 ≤ 3ppm 脱硝装置可用率 ≥ 98%,脱硝后排出物为无害的氮气和水,连续运行温度在 300 ~ 415℃ 之间;

(5)、将步骤(1)所置空预器的输入口贯通连接步骤(4)中与烟尘预处理器连接的复式脱硝反应器的输出口,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理;

(6)、将步骤(1)所置电布联体除尘器的输入端贯通连接步骤(5)中与复式脱硝反应器连接的空预器的输出端。所述电布联体除尘器的前端为四电场静电除尘器,压力损失 ≤ 400pd,除尘效率 99 ~ 99.8%,烟尘排放浓度 ≤ 100mg/nm<sup>3</sup>,脱汞效率 90%。该电除尘器的后端为加强型布袋除尘器,除尘效率 ≥ 99.9%,脱汞效率 ≥ 5%,压力损失 ≤ 1500PD,烟尘排放浓度 ≤ 30mg/m<sup>3</sup>。适用于处理偏小和烟气体量特大的火电厂工业锅炉或工业窑炉。其技术成熟、设备可靠工作稳定、净化效率高、烟气阻力低;

(7)、将步骤(1)所置复式脱硫反应器的输入端贯通连接步骤(6)中与空预器连接的电布联体除尘器的输出端,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理。所述复式脱硫反应器,烟气上升流速 ≤ 3.6s/m,一级脱硫效率 ≥ 90%,二级脱硫效率 ≥ 8%,复式二级脱硫总效率 ≥ 98%,烟气含湿率 ≤ 4%,压力损失 ≤ 1200pd。由于两级脱硫效率 ≥ 98%,脱硫副产物为石膏,石膏品质可达 90%,对燃料适用性无限制,故可使用高中低含硫煤种,且吸收剂为石灰石或石灰,具有技术成熟、设备可靠、吸收剂石灰石及石灰资源丰富,副产品石膏有经济创收价值、脱硫价格低廉的优势;

(8)、将步骤(1)所置多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的输入口贯通连接步骤(7)中与电布联体除尘器连接的复式脱硫反应器的输出端,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理。所述复式脱硫反应器的输出端的密封管道或密封沟或槽以 45°角俯冲方式插接在该多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的脱硫废水废气池内。该脱硫废水废气池可设地下向空中延伸以节省占地面积,提高利用率。该脱硫废水废气池分为脱硝后的废水废气副产物灰渣沉淀净化池和脱硫后的废水副产物灰渣沉淀池两部分,池底设 U 型槽,以利脱硝后的副产物氮和水及脱硫后的副产物及灰渣沉降至 U 型槽内而不外泄。U 型槽下方设灰渣挂滤机,该机经电动传送带将滤干水份的灰渣传送到外设灰浆压滤机或板状压滤机内,经压滤脱水或送水泥厂作水泥掺和料或作灰渣砖掺和料,或作路基拌和料或坑井填埋料。所述多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的脱硫废水废气池分四级处理脱硫废水废气。该池的第一级实施水浴沉淀、第二级过滤、第三级为清水、第四级为深度水处理及水回收再生利用装置,脱硫后的废水经深度处理可重复利用。池底为钢混结构,池底、池壁均采用优质天然机切 15cm 厚麻石砌筑,用环氧树脂胶泥或耐酸胶泥沟缝、密封。要求脱硝、脱硫后的废气、废水经上述四级处理后,以 1sm 速度上升至该池上部。该池上部设三级纳米级喷雾装置,该装置喷射的雾气与烟气中的 PM<sub>2.5</sub>、氮氧化物 NO<sub>x</sub>、SO<sub>2</sub>(二氧化硫)、汞凝集成细水珠,细水珠经碰撞又凝集成大水珠复沉降池中外排至后续装置中净化以利循环利用于净化烟气中的 PM<sub>2.5</sub>、汞及脱硝、脱硫;

(9)、将步骤(1)所置防腐收霾脱水烟囱的输入口贯通连接步骤(8)中与复式脱硫反应器连接的多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的输出口,由于经步骤(8)脱硝、脱硫处理后的气体温度低于 55℃,可在所述脱硫反应器输出口下端底部安装一套锅炉余热加热器,将烟温提升至 ≥ 80℃,可有效保护烟囱内壁 促进钢性烟羽抬升。上述以 45°角俯冲方式

插接在该多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的脱硫废水废气池内将烟气输送到所述收霾脱水烟囱的输入口进入该烟囱的蜗进底部中心,在烟囱内的烟气导流柱的旋流槽和烟囱内壁上的涡流脱水除雾装置与烟囱负压引力双重作用下,烟气沿烟囱中央 $\leq 3.6\text{s/m}$ 呈负压的旋风涡流上升,烟气中的烟雾、灰霾(PM<sub>2.5</sub>)、水份,在烟囱基底中心设立的烟气导流柱的凹槽和烟囱内壁所设凸状脱水除雾装置中凝集、碰撞与捕集下沉至烟囱基底部,由自动清灰排水装置吸刮外排,烟气中 PM<sub>2.5</sub> 的净化效率和重金属的净化效率均 $\geq 99.8\%$ 或达到 100% 净化排放。

[0005] 上述本发明的一种高效节能净化烟气的方法可适用于国内外各种含 600ww 以上超临界大机组发电锅炉、工业锅炉或工业窑炉烟气尘和重金属粉尘的净化。如步骤(1)所述的减速、减压、减振伸缩节式钢烟道,其技术核心是将传统锅炉尾部烟气流速由 $\geq 20\text{s/m}$ 降至 18s/m。其好处是,有利于锅炉或窑炉带多氧燃烧,可改善燃料炉膛内的燃烧工况、节省能源;可减少烟气尘对烟道的磨损和压力,减轻设备振动,有利于风机烟道的安全运行;可减少设备维护,延长设备使用周期。再如步骤(2)所述的市售烟尘预处理器一般采用优质花岗岩制造,有极好的耐酸、耐碱、耐磨、抗拉、抗腐蚀、不氧化、使用寿命长的特点,除尘效率 $\geq 90\%$ ,比传统滤网的除尘效率提高 50% 以上。有利于减轻复式脱硝反应器、电布联体除尘器的磨损,提高最终产品氮气和石膏产品的质量。又如复式脱硝反应装置总脱硝效率 $\geq 96$ 。采用铜质空预器,有节电和提高空预容量,提高工作效率的特点。而电布联体除尘器总除尘效率达 99.9%,可净化烟气中 95% 以上的重金属粉尘。利用脱硝、脱硫后的废水进行深度处理,采用纳米级雾化 pH8.0 碱性液可节水 90%,高效净化气体中的灰霾和其它有害物质。步骤(7)所述的纳米级喷雾器及废水深度处理后可重复脱硫脱硝或转化为中水。它的灰渣沉淀池可将废水中的灰渣沉淀净化收集在 U 型槽中由电动刮板机吸刮后经板状压滤机脱水干燥。由此获得的废灰渣可作水泥掺和料或煤灰砖,填埋矿井、空坑、路基,且无二次扬尘污染。步骤(8)所述的烟囱的特点是防腐、负压运行,其湿烟气不贴壁运行,可保证十年内无需停炉检修,经电布联体除尘后剩余的烟尘和湿法脱硫产生的粉尘飞灰可 99% 以上收集于筒底不外扬,节能 20%。

[0006] 综上所述,本发明的这一种高效节能净化烟气的方法可配套各种大小电厂含 600ww 以上超临界机组锅炉、工业锅炉、工业窑炉,除尘效率可达 99% 甚或零排放,可净化烟气中 95% 以上的汞及重金属,脱硝综合效率大于 96%,脱硫效率大于 98%,脱硝和脱硫废水回收利用率大于 98%。完全可以替代国内外现有技术改造和新建火电厂、工业锅炉、工业窑炉脱硝、脱硫后残存的 PM<sub>2.5</sub>,从而彻底解决烟囱腐蚀破裂难题,有极其显著的环境效益、社会效益和经济效益。故亦有大力开发、全面推广的潜质。

[0007] 具体实施方式:

实施例 1:

(1)、本步骤所购置烟道采用一台市售 10cm 厚钢板制作的伸缩节型烟道;烟尘预处理器采用一台市售 ST-III 型烟尘预处理器;复式脱硝反应器采用一台市售 SCR-III 型复式脱硝反应器;空预器采用一台市售 KCR-III 型空预器;电布联体除尘器采用一台市售由前端为 MKDC 型四电场静电除尘器和后端为 CDY 型布袋除尘器组成的电布联体除尘器;复式脱硫反应器采用一台市售 STX-III 型复式脱硫反应器;多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置采用一台市售带有多级水浴沉淀池的通用纳米喷雾净化水处理器;防腐收霾脱水烟囱采用一台

市售通用高效节能防腐收霾脱水烟囱；

(2)、将步骤(1)所置烟道的输入端与待净化烟气的火电厂工业锅炉排烟口贯通连接,烟气流速 $\leq 18\text{s/m}$ ,流水比例 $\leq 15^\circ\text{C}$ ；

(3)、将步骤(1)所置烟尘预处理器的输入端贯通连接步骤(2)中与待净化烟气的火电厂工业锅炉排烟口连接的烟道的输出端贯通连接。所述烟尘预处理器,压力损失 $\leq 600\text{pd}$ ,除尘效率 $\geq 90\%$ ；

(4)、将步骤(1)所置复式脱硝反应器的输入端贯通连接步骤(3)中与烟道连接的烟尘预处理器的输出端。所述复式脱硝反应器使用时的烟气流速控制在 $3.6\text{s/m}$ ,压力损失 $\leq 600\text{pd}$ ,一级脱硝效率 $\geq 80\%$ ,二级脱硝效率 $\geq 16\%$ ,两级脱硝效率 $\geq 96\%$ ,将烟气中的氮氧化物 $\text{NO}_x$ 还原为无害的氮气( $\text{N}_2$ )和水( $\text{H}_2\text{O}$ ),脱除氮氧化物 $\text{NO}_x$ ；

(5)、将步骤(1)所置空预器的输入口贯通连接步骤(4)中与烟尘预处理器连接的复式脱硝反应器的输出口,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理；

(6)、将步骤(1)所置电布联体除尘器的输入端贯通连接步骤(5)中与复式脱硝反应器连接的空预器的输出端；

(7)、将步骤(1)所置复式脱硫反应器的输入端贯通连接步骤(6)中与空预器连接的电布联体除尘器的输出端,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理。所述复式脱硫反应器,烟气上升流速 $\leq 3.6\text{s/m}$ ,一级脱硫效率 $\geq 90\%$ ,二级脱硫效率 $\geq 8\%$ ,复式二级脱硫总效率 $\geq 98\%$ ,烟气含湿率 $\leq 4\%$ ,压力损失 $\leq 1200\text{pd}$ ；

(8)、将步骤(1)所置多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的输入口贯通连接步骤(7)中与电布联体除尘器连接的复式脱硫反应器的输出端,实施常规紧固、密封、防腐、保温处理。所述复式脱硫反应器的输出端的管道或沟或槽以 $45^\circ\text{C}$ 角俯冲方式插接在该多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的脱硫废水废气池内。该脱硫废水废气池池底设U型槽,U型槽下方设灰渣挂滤机；

(9)、将步骤(1)所置收霾脱水烟囱的输入口贯通连接步骤(8)中与复式脱硫反应器连接的多级水浴沉淀池及纳米喷雾净化装置的输出口。

[0008] 实施例2：

步骤(1)同实施例1；

(2)、将步骤(1)所置烟道的输入端与待净化烟气的工业窑炉排烟口贯通连接,烟气流速 $\leq 18\text{s/m}$ ,流水比例 $\leq 15^\circ\text{C}$ ；

(3)、将步骤(1)所置烟尘预处理器的输入端贯通连接步骤(2)中与待净化烟气的工业窑炉排烟口连接的烟道的输出端贯通连接。所述烟尘预处理器,压力损失 $\leq 600\text{pd}$ ,除尘效率 $\geq 90\%$ ；

步骤(4)~(9)同实施例1。