



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103768908 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 23

(21) 申请号 201310526495. 7

(56) 对比文件

(22) 申请日 2013. 10. 30

CN 102553428 A, 2012. 07. 11,

CN 103055644 A, 2013. 04. 24,

(73) 专利权人 上海龙净环保科技工程有限公司
地址 200331 上海市浦东新区张江高科技园
区郭守敬路 351 号 2 号楼 665-18 室

审查员 施啸奔

(72) 发明人 高继贤 张小娟 阎冬 洪小松
范治国

(74) 专利代理机构 上海硕力知识产权代理事务
所 31251

代理人 郭桂峰

(51) Int. Cl.

B01D 53/75(2006. 01)

B01D 53/50(2006. 01)

B01D 53/56(2006. 01)

B01D 53/64(2006. 01)

B01D 50/00(2006. 01)

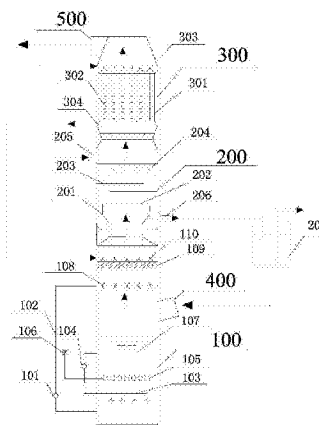
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM2. 5 的脱除塔及工艺

(57) 摘要

本发明公开了一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM2. 5 的脱除塔及工艺, 所述脱除塔内由下至上依次设置有: 湿法脱硫段、氧化脱硝脱汞段和湿电除尘段, 所述烟气进口设置在所述湿法脱硫段上, 所述净烟气出口设置在所述湿电除尘段上。所述工艺包括以下步骤: 步骤 S101, 湿式脱硫阶段; 步骤 S102, 脱硝脱汞阶段; 步骤 S103, 脱 PM2. 5 阶段; 步骤 S104, 排放净烟气阶段。本发明实现了在同一个脱除塔内先后依次脱除烟气中的硫氧化物、NO_x、Hg、PM2. 5 等微细颗粒, 可有效防止“石膏雨”的形成, 提高了对烟气的净化效率, 可实现烟气超低排放, 并且极大节省了占地面积, 降低了运行成本。



1. 一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 $PM_{2.5}$ 的脱除塔, 其特征在于:

所述脱除塔内由下至上依次设置有: 湿法脱硫段、氧化脱硝脱汞段和湿电除尘段, 烟气进口设置在所述湿法脱硫段上, 净烟气出口设置在所述湿电除尘段上;

所述氧化脱硝脱汞段内由上至下依次设置有: 氧化剂溶液入口、烟气分布板、烟气均布装置以及氧化剂溶液出口, 所述烟气均布装置导通连接所述湿法脱硫段和氧化脱硝脱汞段;

所述烟气均布装置上均匀开设有气孔, 烟气从所述烟气均布装置进入所述氧化脱硝脱汞段后由此气孔喷出, 与所述氧化脱硝脱汞段内的氧化剂溶液接触并反应;

所述氧化脱硝脱汞段外部还设置有一氧化剂溶液储槽, 所述氧化剂溶液出口引出与塔内均布烟气发生气液接触并反应后的氧化剂溶液至所述氧化剂溶液储槽内, 所述氧化剂溶液储槽内的氧化剂溶液再被引至所述氧化剂溶液入口, 再次进入所述氧化脱硝脱汞段内, 构成氧化剂流通回路; 所述烟气分布板为单层或多层结构, 所述烟气分布板上均匀开设有气孔; 所述湿电除尘段内由上至下依次设置有: 净烟气出口、极板冲洗水喷淋装置、电场区和冲洗水出口, 所述电场区由若干直立布置的阴极板和阳极板交替间隔排列形成, 所述电场区设为单级或多级;

所述湿法脱硫段内还设置有除雾器, 所述除雾器布置在脱硫剂浆液喷淋层上方, 所述除雾器的冲洗水管道的入水口与所述湿电除尘段极板冲洗水出口导通连接, 除雾器冲洗水落入塔底浆液池后, 再经由浆液脱水系统脱水后, 继续回用于湿电除尘段极板冲洗水, 由此构成冲洗水循环回路;

所述湿法脱硫段包括塔底浆液池和脱硫剂浆液喷淋层, 所述脱硫剂浆液喷淋层设置在所述塔底浆液池上方, 所述烟气进口设置在所述脱硫剂浆液喷淋层和所述塔底浆液池之间;

所述塔底浆液池内置有氧化空气管, 所述氧化空气管由设置在所述湿法脱硫段外部的氧化风机驱动, 所述氧化空气管的下方设置有射流搅拌器, 所述射流搅拌器通过设置在所述湿法脱硫段外部的射流泵与所述塔底浆液池的上部导通连接;

所述脱硫剂浆液喷淋层与设置在所述湿法脱硫段外部的循环泵和所述塔底浆液池相连通, 构成浆液循环回路, 将所述塔底浆液池内的浆液导入到所述脱硫剂浆液喷淋层中。

2. 一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 $PM_{2.5}$ 的脱除工艺, 其特征在于: 采用权利要求 1 所述的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 $PM_{2.5}$ 的脱除塔进行烟气净化处理, 包括以下步骤:

步骤 S101, 湿式脱硫阶段: 将待处理烟气由烟气进口导入所述湿法脱硫段内, 启动所述脱硫剂浆液喷淋层对所述待处理烟气进行喷淋, 完成湿式脱硫;

步骤 S102, 脱硝脱汞阶段: 脱硫后的待处理烟气进入所述氧化脱硝脱汞段内, 经过烟气均布装置和烟气分布板与所述氧化脱硝脱汞段内的氧化剂溶液充分接触并反应, 氧化除去待处理烟气中的 NO_x 和 Hg;

步骤 S103, 脱 $PM_{2.5}$ 阶段: 脱硝脱汞后的待处理烟气进入所述湿电除尘段内, 经过所述阴阳极板形成的高压电场区, 待处理烟气中的 $PM_{2.5}$ 、石膏微粒等微细颗粒被荷电, 并迁移至所述阳极板, 被阳极板上的均匀水膜冲刷除去;

步骤 S104, 排放净烟气阶段: 将脱 $PM_{2.5}$ 后的待处理烟气通过净烟气排放口进行排放。

3. 如权利要求 2 所述的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 $PM_{2.5}$ 的脱除工艺, 其特征在于: 所述

脱硫剂浆液喷淋层采用的脱硫剂为石灰石、生石灰、电石渣或者白泥。

4. 如权利要求 2 所述的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM_{2.5} 的脱除工艺, 其特征在于: 所述氧化脱硝脱汞段内的氧化剂溶液为 NaClO 溶液、H₂O₂ 溶液或 KMnO₄ 溶液。

一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM2.5 的脱除塔及工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及大气污染控制的技术领域,尤其涉及一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM2.5 的脱除塔及工艺。

背景技术

[0002] 工业化的快速进展为人类带来了突飞猛进的经济发展和生活水平的不断提高,然而人类在享受着工业化成果的同时,也承受着工业生产中化石燃料所导致的各种环境污染问题。其中,大气污染是 21 世纪人类社会生存和发展所面临的最严重的环境问题之一。我国是一个煤储量丰富的国家,煤炭占一次能源的 75%,能源消费结构对煤的过分依赖导致了大气污染的加剧,煤炭燃烧所排出的二氧化硫和氮氧化物是酸雨和细颗粒物及雾霾天气的主要前体物,排放的汞污染也造成多种危害。因此,燃煤烟气中的 SO₂、NO_x、汞和细颗粒物的污染控制是目前大气污染控制领域中最主要的任务。

[0003] 环保意识的日益增强使污染控制的任務成为各国环保事业的重要部分。为了遏制 SO₂、NO_x、PM2.5 以及汞的危害,实现可持续发展,我国不断加强对燃煤设施 SO₂和 NO_x、PM2.5 以及汞的排放量的控制,NO_x、SO₂等气体污染物的排放标准日趋严格。

[0004] 国际上把开发技术简单,运行成本低,具有更好的运行性能的脱硫脱硝一体化技术作为燃煤烟气治理技术发展的方向之一。目前世界上研究开发的烟气脱硫脱硝技术可分为两大类:一类是应用传统的烟气脱硫技术(FGD)联合选择性催化还原技术(SCR)各自独立工作分别脱除烟气中的 SO₂和 NO_x的联合脱硫脱硝技术;另一类是应用一种技术在整个系统内同时脱除 SO₂和 NO_x的新的联合脱除技术,即同时脱硫脱硝技术。

[0005] 近年来,国内普遍采用第一类脱硫脱硝技术,即将湿法脱硫技术(WFGD)与选择性催化还原技术(SCR)分体式相结合的方法来脱硫脱硝。虽然此种方法能够分别实现脱硫与脱硝,但投资与运行成本较高,且工艺复杂,因此发展多种烟气污染物协同脱除技术已成为当前国际上的一个研究热点。我国国家科技部已将烟气同时脱硫脱硝脱汞技术开发列入了“863”高技术研究计划。

[0006] 目前,我国燃煤电厂普遍采用湿法脱硫技术(WFGD),该技术具有很高的脱硫效率,但却难以同时脱硝脱汞,这是因为实际工业烟气中的 NO_x90%以上都是 NO,NO 除了生成络合物以外,几乎不被水或碱液吸收。在实际应用中要达到较好的湿法脱硝效率,可以采用氧化剂将 NO 氧化,并把汞氧化为高价汞,形成可溶于水的汞盐。在湿法吸收过程中如何提高 NO_x的氧化度,是湿法同时脱硫、脱硝和脱汞技术的关键。

[0007] 燃煤烟气脱硫脱硝脱汞一体化控制技术具有广阔的应用前景,与单独采用脱硫或脱硝工艺相比,在一个系统内同时脱硫、脱硝优势明显,如系统复杂性降低、具有更好的运行性能、管理方便、占地面积小以及投资少、低成本。因而是未来大气污染治理与可持续发展的重要方向。

[0008] 更重要的是,由于化石燃料燃烧而带来严重大气污染的因素除了 SO₂和 NO_x外,雾霾的恶劣影响也日益加剧,此污染物即细颗粒物(PM2.5)。PM2.5 是指空气动力学直径小于

2.5 μm 的微细颗粒,是导致大气能见度降低、雾霾天气、酸雨和全球气候变化等环境问题的重要因素。

[0009] 目前,PM2.5 污染日益成为我国突出的大气环境问题的另一个核心问题。由于其比表面积很大,容易富集重金属元素,是影响人类身体健康的最主要的污染物之一,现有常规除尘技术对 PM₁₀ 及以下的微细颗粒难以有效捕集。而湿式静电除尘技术的开发对 PM2.5 排放的控制将起到重要作用。

[0010] 然而目前已有技术中将湿式静电除尘技术与烟气同时脱硫脱硝脱汞技术相结合的工艺或设备鲜见报道,本申请人致力于开发出这一新产品,实现多种污染物如 SO₂、NO_x、汞和 PM2.5 等联合脱除,并能有效防止湿法脱硫后产生的“石膏雨”现象,既提高了大气污染治理效果,达到了超低排放要求,又能有效降低运行费用和占地面积,所形成的新型“烟气治理塔”设备及工艺是环保技术创新的重要进展,对于协同控制多种污染物具有十分重要的意义。

发明内容

[0011] 鉴于上述现有技术存在的不足,本发明提出一种能够在同一个脱除塔内同塔一体实现脱硫、脱硝、除汞并联合脱除烟气中的 PM2.5 等微细颗粒的湿式集成脱除塔及工艺。

[0012] 为达到上述目的,本发明提供了一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM2.5 的脱除塔,所述脱除塔内由下至上依次设置有:湿法脱硫段、氧化脱硝脱汞段和湿电除尘段,烟气进口设置在所述湿法脱硫段上,净烟气出口设置在所述湿电除尘段上。

[0013] 作为本发明的进一步改进,所述湿法脱硫段包括塔底浆液池和脱硫剂浆液喷淋层,所述脱硫剂浆液喷淋层设置在所述塔底浆液池上方,所述烟气进口通道设置在所述脱硫剂浆液喷淋层和所述塔底浆液池之间。

[0014] 所述塔底浆液池内置有氧化空气管,所述氧化空气管由设置在所述湿法脱硫段外部的氧化风机驱动,所述氧化空气管的下方设置有射流搅拌器,所述射流搅拌器通过设置在所述湿法脱硫段外部的射流泵与所述塔底浆液池的上部导通连接。

[0015] 所述脱硫剂浆液喷淋层与设置在所述湿法脱硫段外部的循环泵和所述塔底浆液池相连通,构成浆液循环回路,将所述塔底浆液池内的浆液导入到所述脱硫剂浆液喷淋层中。

[0016] 作为本发明的进一步改进,所述氧化脱硝脱汞段内由上至下依次设置有:氧化剂溶液入口、烟气分布板、烟气均布装置以及氧化剂溶液出口,所述烟气均布装置导通连接所述湿法脱硫段和氧化脱硝脱汞段。所述烟气均布装置上均匀开设有气孔,烟气从所述烟气均布装置进入所述氧化脱硝脱汞段后由此气孔喷出,与所述氧化脱硝脱汞段内的氧化剂溶液接触并反应。

[0017] 作为本发明的进一步改进,所述氧化脱硝脱汞段外部还设置有一氧化剂溶液储槽,所述氧化剂溶液出口引出与塔内均布烟气发生气液接触并反应后的氧化剂溶液至所述氧化剂溶液储槽内,所述氧化剂溶液储槽内的氧化剂溶液再被引至所述氧化剂溶液入口,再次进入所述氧化脱硝脱汞段内,构成氧化剂流通回路。

[0018] 作为本发明的进一步改进,所述烟气分布板为单层或多层结构,所述烟气分布板和所述烟气均布装置上均匀开设有气孔。

[0019] 作为本发明的进一步改进,所述湿电除尘段内由上至下依次设置有:净烟气出口、极板冲洗水喷淋装置、电场区和冲洗水出口,所述电场区由若干直立布置的阴极板和阳极板交替间隔排列形成,所述湿电除尘段的电场区可设为单级或多级。

[0020] 作为本发明的进一步改进,所述湿法脱硫段内还设置有除雾器,所述除雾器布置在脱硫剂浆液喷淋层上方,所述除雾器的冲洗水管道的入水口与所述湿电除尘段极板冲洗水出口导通连接,除雾器冲洗水落入浆液池后,再经由浆液脱水系统脱水后,回用于湿电除尘段极板冲洗水,由此构成冲洗水循环回路。

[0021] 本发明还提出一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM_{2.5} 的脱除工艺,采用所述的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM_{2.5} 的脱除塔进行烟气净化处理,包括以下步骤:

[0022] 步骤 S101,湿式脱硫阶段:将待处理烟气由烟气进口导入所述湿法脱硫段内,启动所述脱硫剂浆液喷淋层对所述待处理烟气进行喷淋,完成湿式脱硫。

[0023] 步骤 S102,脱硝脱汞阶段:脱硫后的待处理烟气进入所述氧化脱硝脱汞段内,经过烟气均布装置和烟气分布板与所述氧化脱硝脱汞段内的氧化剂溶液充分接触并反应,氧化除去待处理烟气中的 NO_x和 Hg。

[0024] 步骤 S103,脱 PM_{2.5} 阶段:脱硝脱汞后的待处理烟气进入所述湿电除尘段内,经过所述阴阳极板形成的高压电场区,待处理烟气中的 PM_{2.5}、石膏微粒等微细颗粒被荷电,并迁移至所述阳极板,被阳极板上的均匀水膜冲刷除去。

[0025] 步骤 S104,排放净烟气阶段:将脱 PM_{2.5} 后的待处理烟气通过净烟气排放口进行排放。

[0026] 作为本发明的进一步改进,所述脱硫剂浆液喷淋层采用的脱硫剂为 石灰石、生石灰、电石渣或者白泥等。

[0027] 作为本发明的进一步改进,所述氧化脱硝脱汞段内的氧化剂溶液为 NaClO 溶液、H₂O₂溶液或 KMnO₄溶液等强氧化性溶液。

[0028] 本发明的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM_{2.5} 的脱除塔及工艺与现有技术相比至少具有如下技术效果:

[0029] 本发明的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM_{2.5} 的脱除塔,将传统湿法脱硫工艺与氧化脱硝脱汞技术及湿电除尘技术三者有效地相互结合,实现了在同一个脱除塔内先后依次脱除烟气中的硫氧化物、NO_x、Hg、PM_{2.5} 等微细颗粒,可有效防止“石膏雨”的形成,提高了对烟气的净化效率,可实现烟气超低排放,并且极大节省了占地面积,降低了运行成本。

[0030] 本发明的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM_{2.5} 的脱除工艺,在现有的湿法烟气脱硫技术的基础上,将强氧化性溶液与脱硫后烟气充分接触并反应,使烟气中的 NO 被氧化为 NO₂,NO₂再被溶液吸收而得以脱除,该过程可同步脱除重金属 Hg,随后烟气进入高压电场,PM_{2.5} 等被荷电转移并清洗除去。如此就实现了在同一个塔内对多种污染物的联合脱除,提高了烟气污染治理的效率。

附图说明

[0031] 图 1 为本发明的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM_{2.5} 的脱除塔的结构示意图。

[0032] 图 2 为本发明的烟气均布装置的俯视结构示意图。

[0033] 图中主要组件符号说明:

[0034]	100、湿法脱硫段	101、循环泵	102、浆液循环回路
[0035]	103、射流搅拌器	104、射流泵	105、氧化空气管
[0036]	106、氧化风机	107、塔底浆液池	108、脱硫剂浆液喷淋层
[0037]	109、除雾器	110、冲洗水管道	200、氧化脱硝脱汞段
[0038]	201、烟气均布装置	202、气孔	203、烟气分布板
[0039]	204、氧化剂溶液	205、氧化剂溶液入口	206、氧化剂溶液出口
[0040]	207、氧化剂溶液储槽	300、湿电除尘段	301、阳极板
[0041]	302、阴极板	303、极板冲洗水喷淋装置	304、冲洗水出口
[0042]	400、烟气进口	500、净烟气出口。	

具体实施方式

[0043] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0044] 实施例一：

[0045] 图 1 为本发明的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM2.5 的脱除塔的结构示意图。如图 1 所示，本实施例提出的一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 PM2.5 的脱除塔，所述脱除塔内由下至上依次设置有：湿法脱硫段 100、氧化脱硝脱汞段 200 和湿电除尘段 300，烟气进口 400 设置在湿法脱硫段 100 上，净烟气出口 500 设置在湿电除尘段 300 上。

[0046] 具体而言，湿法脱硫段 100 包括塔底浆液池 107 和脱硫剂浆液喷淋层 108，脱硫剂浆液喷淋层 108 设置在塔底浆液池 107 上方，烟气进口 400 通道设置在脱硫剂浆液喷淋层 108 和塔底浆液池 107 之间。

[0047] 塔底浆液池 107 的中部内置有氧化空气管 105，氧化空气管 105 由设置在湿法脱硫段 100 外部的氧化风机 106 驱动，氧化空气管 105 的下方设置有射流搅拌器 103，射流搅拌器 103 通过设置在湿法脱硫段 100 外部的射流泵 104 与塔底浆液池 107 的上部导通连接。

[0048] 脱硫剂浆液喷淋层 108 与设置在湿法脱硫段 100 外部的循环泵 101 和所述塔底浆液池 107 相连通，构成浆液循环回路 102，将塔底浆液池 107 内的浆液导入到脱硫剂浆液喷淋层 108 中。

[0049] 如上所述，射流搅拌器 103 与射流泵 104 在塔外连接，射流搅拌器 103 对塔底浆液起到搅拌作用，防止浆液结块。氧化风机 106 为氧化空气管 105 提供氧化空气，用于提高浆液氧化效果，提升副产物品质。脱硫剂浆液喷淋层 108 向下喷洒脱硫剂浆液，与烟气逆向接触，达到脱硫目的。

[0050] 具体而言，氧化脱硝脱汞段 200 内由上至下依次设置有：氧化剂溶液入口 205、烟气分布板 203、烟气均布装置 201 以及氧化剂溶液出口 206，烟气均布装置 201 导通连接湿法脱硫段 100 和氧化脱硝脱汞段 200。

[0051] 氧化脱硝脱汞段 200 外部还设置有一氧化剂溶液储槽 207，氧化剂溶液出口 206 引出与塔内均布烟气发生气液接触并反应后的氧化剂溶液 204 至氧化剂溶液储槽 207 内，氧化剂溶液储槽 207 内的氧化剂溶液再被引至氧化剂溶液入口 205，再次进入氧化脱硝脱汞

段 200 内,构成氧化剂流通回路。

[0052] 如图 1 所示,烟气分布板 203 为多层结构,烟气分布板 203 上均匀开设有气孔,各层烟气分布板交错插设在氧化脱硝脱汞段 200 内。当然了,在其他具体实施例中烟气分布板也可以是一层结构,此处不再赘述。

[0053] 如图 1 和图 2 所示,烟气均布装置 201 上开设有均匀气孔 202,烟气由烟气均布装置 201 进入氧化脱硝脱汞段 200 后由此气孔喷出,与氧化脱硝脱汞段 200 内的氧化剂溶液 204 接触并反应。

[0054] 氧化脱硝脱汞段 200 内充满氧化剂溶液 204,烟气从氧化脱硝脱汞段 200 底部通入,由烟气均布装置 201 以及烟气分布板 203 上的气孔均匀喷出,在氧化剂溶液 204 中分散成气泡并上升,气液接触进行反应,烟气中的 NO 被氧化剂氧化成 NO₂, NO₂被溶解吸收,烟气中的 NO_x得以脱除,与此同时,烟气中的单质汞也被氧化剂溶液 204 氧化成 Hg²⁺ 除去。

[0055] 本实施例使用过程中,氧化脱硝脱汞段 200 中由于烟速较高,气泡快速形成同时搅动液体,一方面起到了搅拌作用,另一方面也增加了传质效率。烟气分布板 203 的设置可使烟气在氧化剂溶液 204 中均匀分布,提高气液接触效果。

[0056] 具体而言,湿电除尘段 300 内由上至下依次设置有:净烟气出口 500、极板冲洗水喷淋装置 303、电场区和冲洗水出口 304,所述电场区为若干直立布置的阴极板 302 和阳极板 301 交替间隔排列形成。

[0057] 湿法脱硫段 100 内还设置有除雾器 109,除雾器 109 布置在脱硫剂浆液喷淋层 108 上方,除雾器 109 的冲洗水管道 110 的入水口与冲洗水出口 304 导通连接。脱硫后烟气携带的雾滴由除雾器 109 除去,除雾器 109 上设有冲洗水管道 110,重复回收利用湿电除尘段的极板冲洗水间歇性的对除雾器进行清洗。

[0058] 如图 1 所示,本实施例的湿电除尘段 300 内阴极板 302 和阳极板 301 直立间隔交替叠合排列形成所述阴阳极板块,所述阴阳极板块上方设置极板冲洗水喷淋装置 303,于阳极板 301 上形成平整均匀水膜,阴极板 302 芒刺尖端放电,可将烟气中 PM2.5 等微细颗粒荷电并移动至阳极板 301,被阳极板 301 上的水膜冲刷除去,最后实现净烟气由湿电除尘段 300 上部的净烟气出口 500 排出。

[0059] 示例性的,湿电除尘段 300 的电场可设为单级或多级式。湿电除尘段 300 用于形成水膜的极板冲洗水由阴阳极板块下端引出后作为湿法脱硫段 100 的除雾器 109 的冲洗水,该冲洗水落入塔底浆液池 107,再经浆液脱水系统后回收,继续用作湿电除尘段 300 的阳极板冲洗水,由此构成冲洗水循环回路。

[0060] 本实施例中,采用石灰石作为脱硫剂,NaClO 溶液作为脱硝氧化剂。待处理烟气从烟气进口 400 进入脱除塔,先与湿法脱硫段 100 中脱硫剂浆液喷淋层 108 所喷洒的脱硫剂浆液接触并脱硫,后经由除雾器 109 进入氧化脱硝脱汞段 200,接着被烟气均布装置 201 及其上部设置的多层烟气分布板 203 上的气孔均匀分布,并与氧化脱硝脱汞段 200 内所充满的氧化剂溶液 204 进行气液接触并反应以脱除 NO_x,同时 Hg 等重金属也被氧化除去;最后,烟气进入湿电除尘段 300,该段阴极板 302 和阳极板 301 间隔排列,阴极板 302 芒刺尖端放电,将烟气中 PM2.5 等微细颗粒荷电并移动至阳极板 301,被阳极板 301 上的均匀水膜冲刷除去,净烟气由湿电除尘段 300 上部净烟气出口 500 排出。

[0061] 湿法脱硫段 100 的塔底浆液池 107 的浆液经皮带脱水系统脱水后得副产物石膏,

脱硫后烟气中携带的石膏颗粒及 SO_3 雾滴等被湿电除尘段 300 除去, 烟气中原有的、以及脱硫脱硝新产生的 $\text{PM}_{2.5}$ 等颗粒亦被湿电除尘段 300 脱除, 除尘效率达到 97%, 脱硝效率达到 80% 以上, 脱硫效率达到 95% 以上, 同时脱汞效率达 95% 以上。

[0062] 实施例二:

[0063] 本实施例提出一种湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 $\text{PM}_{2.5}$ 的脱除工艺, 采用实施例 1 所述的湿式集成脱硫脱硝脱汞脱 $\text{PM}_{2.5}$ 的脱除塔进行烟气净化处理, 结合附图所示, 包括以下步骤:

[0064] 步骤 S101, 湿式脱硫阶段: 将待处理烟气由烟气进口 400 导入所述湿法脱硫段 100 内, 启动所述脱硫剂浆液喷淋层 108 对所述待处理烟气进行喷淋, 完成湿式脱硫。

[0065] 步骤 S102, 脱硝脱汞阶段: 脱硫后的待处理烟气进入所述氧化脱硝脱汞段 200 内, 经过烟气均布装置 201 和烟气分布板 203 与所述氧化脱硝脱汞段 200 内的氧化剂溶液 204 充分接触并反应, 氧化除去待处理烟气中的 NO_x 和 Hg。

[0066] 步骤 S103, 脱 $\text{PM}_{2.5}$ 阶段: 脱硝脱汞后的待处理烟气进入所述湿电除尘段 300 内, 经过所述阴阳极板块 302、301 形成的高压电场区, 待处理烟气中的 $\text{PM}_{2.5}$ 、石膏微粒等微细颗粒被荷电, 并移至所述阳极板 301, 被阳极板 301 上的均匀水膜冲刷除去。

[0067] 步骤 S104, 排放净烟气阶段: 将脱 $\text{PM}_{2.5}$ 后的待处理烟气通过净烟气排放口 500 进行排放。

[0068] 示例性的, 本实施例的所述脱硫剂浆液喷淋层采用的脱硫剂为石灰石, 所述氧化脱硝脱汞段内的氧化剂溶液为 NaClO 溶液。当然了, 在其他具体实施例中, 所述脱硫剂浆液喷淋层采用的脱硫剂还可以为生石灰、电石渣或者白泥等, 所述氧化脱硝脱汞段内的氧化剂溶液还可以为 H_2O_2 溶液或 KMnO_4 溶液。

[0069] 以上所述仅是本发明的优选实施方式, 应当指出, 对于本技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明原理的前提下, 还可以做出若干改进和润饰, 这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

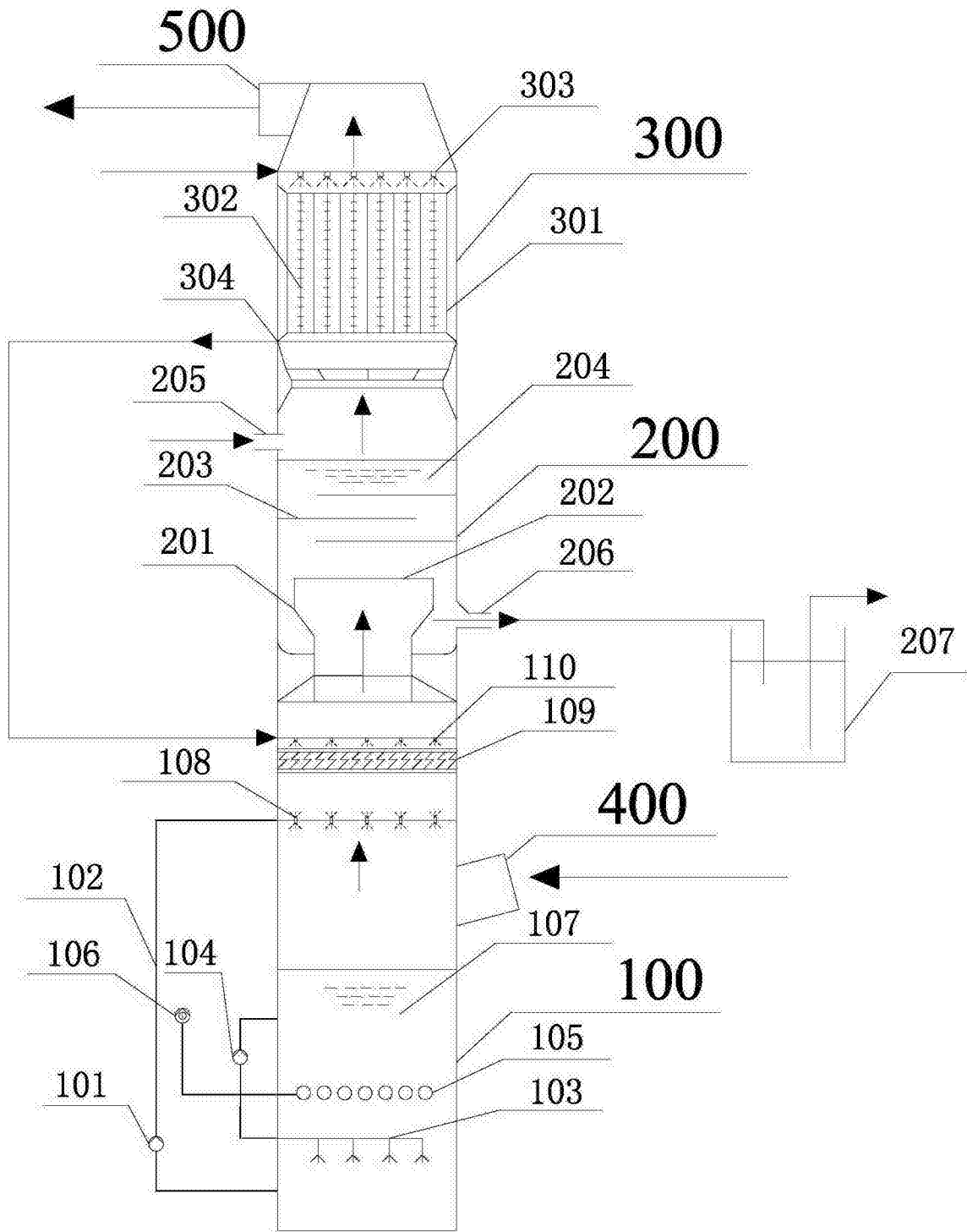


图 1

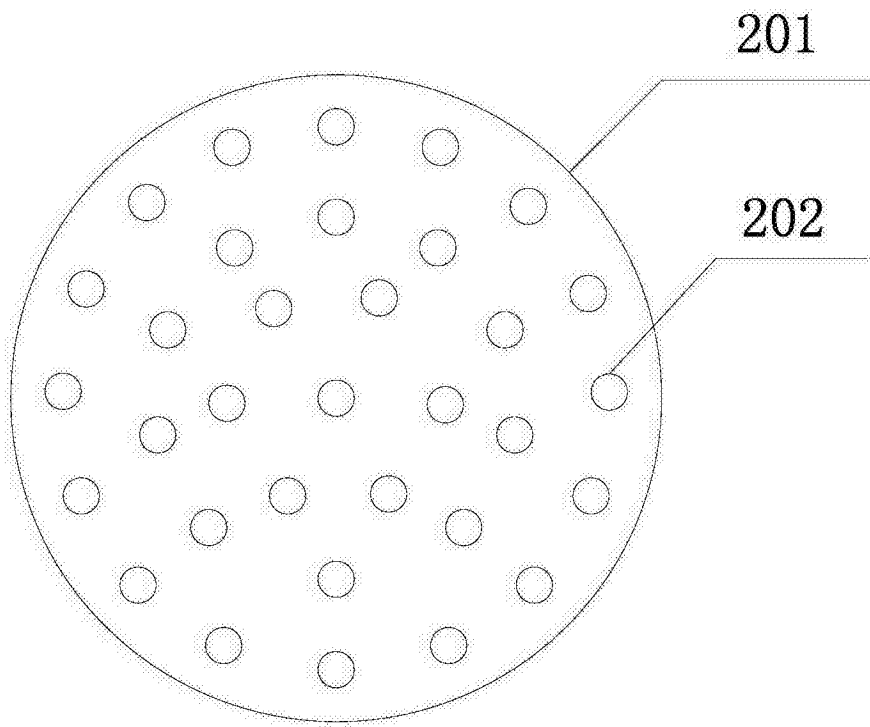


图 2