



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104307352 A

(43) 申请公布日 2015. 01. 28

(21) 申请号 201410657519. 7

(22) 申请日 2014. 11. 18

(71) 申请人 上海龙净环保科技工程有限公司
地址 201203 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

(72) 发明人 高继贤 李静 阎冬 陈泽民

(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 53/80 (2006. 01)

B01D 53/50 (2006. 01)

B01D 50/00 (2006. 01)

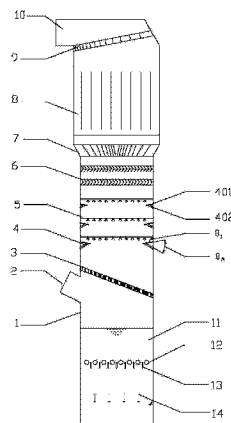
权利要求书2页 说明书6页 附图6页

(54) 发明名称

一种高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构

(57) 摘要

本发明提供了一种高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,包括塔体;所述塔体从上至下依次设有烟气出口、烟气出口导流栅、除雾器、喷淋层、提效环、烟气入口导流环、烟气入口、脱硫浆液池;其中,所述喷淋层为多层,且每层所述喷淋层处均设有用于聚拢烟气的所述提效环;其中,所述脱硫浆液池内设有 pH 调节器、氧化空气管道和射流搅拌。本发明的提效环可以是设置在喷淋层下方的保护提效板和支撑板的结构,也可以是与喷淋层等高设置的环状弧形板结构。而且本发明还可进一步在塔体上方设置湿式电除尘器,进行深度除尘。通过本发明能够进一步提高石灰石-石膏湿法脱硫的脱除效率,降低粉尘浓度,并节约投资和占地面积。



1. 一种高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,包括塔体;

其特征在于:

所述塔体从上至下依次设有烟气出口、烟气出口导流栅、除雾器、喷淋层、提效环、烟气入口导流环、烟气入口、脱硫浆液池,所述脱硫浆液池内设有 pH 调节器、氧化空气管道和射流搅拌;

其中,所述喷淋层为多层,且每层所述喷淋层处均设有用于聚拢烟气的所述提效环,所述提效环包括如下结构:

在每层所述喷淋层处,所述提效环位于所述喷淋层的下方;所述提效环包括上层的提效板和下层对所述提效板进行支撑的支撑板;所述提效板为环状板,并依所述塔体的内壁设置;

或者;

在每层所述喷淋层处,所述提效环位于与所述喷淋层等高的位置;所述提效环包括上下两层环状弧形板,该两层环状弧形板依塔体的内壁设置并分设于喷淋层的上下两侧,所述环状弧形板的第一端与塔体内壁连接,第二端与喷淋层连接,以对每层所述喷淋层进行安装固定;上下两层环状弧形板上布有孔。

2. 根据权利要求 1 所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,其特征在于:

当所述提效环为设置于所述喷淋层下方的提效环时,所述提效板为一倾斜板,所述提效板与塔体内壁连接的一端为其第一端,另一端为其第二端,所述提效板的第一端高于第二端;

所述提效板与塔体内壁的夹角为 θ_1 , $90^\circ < \theta_1 < 120^\circ$ 。

3. 根据权利要求 2 所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,其特征在于:

多层所述提效板在所述塔体径向上的长度,从最下层向最上层依次递减。

4. 根据权利要求 2 所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,其特征在于:

所述支撑板包括均匀分布的多块分支板;

所述分支板为一倾斜板,每块所述分支板与塔体内壁连接的一端为其第一端,另一端为其第二端,所述分支板的第一端低于第二端;

且所述分支板的第二端向上延伸直至与所述提效板连接,并与所述提效板之间形成一夹角 θ_2 , $30^\circ < \theta_2 < 60^\circ$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,其特征在于:

同层所述分支板在所述塔体径向上的长度相同,且在多层所述支撑板中,其分支板的长度从最下层向最上层依次递减。

6. 根据权利要求 1 所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,其特征在于:

当所述提效环为与所述喷淋层等高设置的所述提效环时,上下两层的所述环状弧形板从其第一端向第二端圆滑过渡,且向远离所述喷淋层的方向拱起;

上下两层的所述环状弧形板对称设置,且弧形角度为 θ_3 , $0^\circ \leq \theta_3 < 90^\circ$ 。

7. 根据权利要求 1-6 任一项所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,其特征在于,进一步包括:

湿式电除尘器,其设于所述除雾器和所述烟气出口导流栅之间;

扩径均布器,其设于所述除雾器和所述湿式电除尘器之间。

8. 根据权利要求 7 所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,其特征在于:
所述扩径均布器包括多个同轴的圆锥筒,每个所述圆锥筒的下部口径小,上部口径大。

9. 根据权利要求 1-6 任一项所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,其特征在于:

所述烟气入口导流环为倾斜放置的椭圆形孔板,其靠近所述烟气入口的一侧高于其远离所述烟气入口的一侧;所述椭圆形孔板上开具多个孔径相同的气流孔,且多个所述气流孔在所述椭圆形孔板上的分布密度从靠近所述烟气入口的一侧向远离所述烟气入口的一侧渐降;

和/或;

所述烟气出口的气流通道方向与塔体内的气流流向不同;所述烟气出口导流栅包括相垂直交错的直板,所述直板垂直交错构成多个用于气流流过的格栅孔,且多个所述格栅孔的开孔面积从靠近所述烟气出口的一侧向远离所述烟气出口的一侧渐增。

一种高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构

技术领域

[0001] 本发明涉及大气污染控制技术领域,尤指一种高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构。

背景技术

[0002] 随着新环保政策的落实,火电厂大气排放的 SO_2 浓度进一步降低。目前,火电厂已经开始普遍实施将大气排放中的 SO_2 浓度降低至 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$,并且在超洁净排放的政策推动下,东部和中部部分地区的火电厂也已开始示范并推广将大气排放的 SO_2 要求浓度降低至 $35\text{mg}/\text{Nm}^3$ 。相比之前 SO_2 排放浓度为 $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ 的要求,新标准意味着各火电厂的脱硫效率需要大幅提升。考虑到我国火电厂排放烟气中 SO_2 的浓度普遍都在 $5000\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下,因此 98% -98.5 的脱硫效率已可使绝大部分脱硫装置满足原有排放标准的要求,而且 98.5% 的脱硫效率也基本上成为常用的石灰石 - 石膏湿法脱硫装置的上限值。

[0003] 在采用新的排放标准后,火电厂的脱硫效率普遍都达到了 98.5% 以上甚至接近 99%;并且在超洁净排放的标准要求下,多数脱硫塔需实现 99% -99.5% 的脱硫效率,不难看出,高效脱硫技术已成为发展的新趋势。

[0004] 为了突破 98.5% 的脱硫效率上限值,并实现之前较少提出的高脱硫效率,石灰石 - 石膏湿法脱硫装置采取了一些措施,普遍方法是采用两个或类似两个吸收塔串联的方式来达到高脱硫效率,包括单塔双循环、双塔双循环等技术。这样虽能在一定程度上提高脱硫效率,但是却带来了投资和占地上的增加,降低了很多不具有足够场地的项目实施的可行性。

[0005] 并且,新环保政策同时对微细粉尘、 SO_3 气溶胶、重金属颗粒等 $\text{PM}_{2.5}$ 污染物的减排也已提上了日程,因而在高效脱硫的同时还能够进一步降低粉尘浓度、减轻“石膏雨”已经成为了大气环保行业人士的研究热点。

[0006] 综上,开发节地、投资低的高效脱硫净化装置和技术,是现在面临的重要问题。

发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,能够进一步提高石灰石 - 石膏湿法脱硫的脱除效率,降低粉尘浓度,并节约投资和占地面积。

[0008] 本发明提供的技术方案如下:

[0009] 一种高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构,包括塔体;

[0010] 所述塔体从上至下依次设有烟气出口、烟气出口导流栅、除雾器、喷淋层、提效环、烟气入口导流环、烟气入口、脱硫浆液池,所述脱硫浆液池内设有 pH 调节器、氧化空气管道和射流搅拌;

[0011] 其中,所述喷淋层为多层,且每层所述喷淋层处均设有用于聚拢烟气的所述提效环,所述提效环包括如下结构:

[0012] 在每层所述喷淋层处,所述提效环位于所述喷淋层的下方;所述提效环包括上层

的提效板和下层对所述提效板进行支撑的支撑板；所述提效板为环状板，并依所述塔体的内壁设置；

[0013] 或者；

[0014] 在每层所述喷淋层处，所述提效环位于与所述喷淋层等高的位置；所述提效环包括上下两层环状弧形板，该两层环状弧形板依塔体的内壁设置并分设于喷淋层的上下两侧，所述环状弧形板的第一端与塔体内壁连接，第二端与喷淋层连接，以对每层所述喷淋层进行安装固定；上下两层环状弧形板上布有孔。

[0015] 较佳地，当所述提效环为设置于所述喷淋层下方的提效环时，所述提效板为一倾斜板，所述提效板与塔体内壁连接的一端为其第一端，另一端为其第二端，所述提效板的第一端高于第二端；

[0016] 所述提效板与塔体内壁的夹角为 θ_1 ， $90^\circ < \theta_1 < 120^\circ$ 。

[0017] 较佳地，多层所述提效板在所述塔体径向上的长度，从最下层向最上层依次递减。

[0018] 较佳地，所述支撑板包括均匀分布的多块分支板；

[0019] 所述分支板为一倾斜板，每块所述分支板与塔体内壁连接的一端为其第一端，另一端为其第二端，所述分支板的第一端低于第二端；

[0020] 且所述分支板的第二端向上延伸直至与所述提效板连接，并与所述提效板之间形成一夹角 θ_2 ， $30^\circ < \theta_2 < 60^\circ$ 。

[0021] 较佳地，同层所述分支板在所述塔体径向上的长度相同，且在多层所述支撑板中，其分支板的长度从最下层向最上层依次递减。

[0022] 较佳地，当所述提效环为与所述喷淋层等高设置的所述提效环时，上下两层的所述环状弧形板从其第一端向第二端圆滑过渡，且向远离所述喷淋层的方向拱起；

[0023] 上下两层的所述环状弧形板对称设置，且弧形角度为 θ_3 ， $0^\circ \leq \theta_3 < 90^\circ$ 。

[0024] 较佳地，所述的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构进一步包括：

[0025] 湿式电除尘器，其设于所述除雾器和所述烟气出口导流栅之间；

[0026] 扩径均布器，其设于所述除雾器和所述湿式电除尘器之间。

[0027] 较佳地，所述扩径均布器包括多个同轴的圆锥筒，每个所述圆锥筒的下部口径小，上部口径大。

[0028] 较佳地，所述烟气入口导流环为倾斜放置的椭圆形孔板，其靠近所述烟气入口的一侧高于其远离所述烟气入口的一侧；所述椭圆形孔板上开具多个孔径相同的气流孔，且多个所述气流孔在所述椭圆形孔板上的分布密度从靠近所述烟气入口的一侧向远离所述烟气入口的一侧渐降；

[0029] 较佳地，所述烟气出口的气流通道方向与塔体内的气流流向不同；所述烟气出口导流栅包括相垂直交错的直板，所述直板垂直交错构成多个用于气流流过的格栅孔，且多个所述格栅孔的开孔面积从靠近所述烟气出口的一侧向远离所述烟气出口的一侧渐增。

[0030] 通过本发明提供的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构，能够带来以下至少一种有益效果：

[0031] 1. 脱硫效率高、烟气流动阻力小。本发明在每层喷淋层的位置设置提效环，能够聚拢烟气，降低烟气的流动阻力。具体地，本发明提供了提效环的两种结构：(1) 在每层喷淋层的下方布置提效环；或者，(2) 与每层喷淋层同等高度的塔壁处布置提效环，有效的阻挡

了短路烟气,使其向中心区域流动。且多层提效环的宽度(在塔体径向上的长度)自下而上依次减小,这样的设计不仅可以保证石灰石浆液越往下流越往塔心聚集,从而与烟气充分混合;另外,烟气经过最底层提效环的阻流,会向塔体的中心区域聚拢,塔壁处的烟气减少且烟气开始从塔中心区域往上逐渐均匀扩散。而且提效环从下至上的宽度逐渐减小还可以节省材料,降低成本。而且第二种提效环的环状弧形板设计,不仅可以降低烟气阻力,还可将喷淋层夹设在上下两层弧形板之间,作为喷淋层的支撑结构使用。综上,本发明的整体结构可以有效防止脱硫效率降低,保证高脱硫效率。

[0032] 2. 烟气均布性好、除尘率高。(1) 烟气入口导流环为椭圆形孔板,孔板上部开具 n 个孔径相同但密度分布不均的孔,椭圆形环板上从靠近烟气入口的一侧向远离烟气入口的一侧,环板上的开孔面积逐渐变小,也可以理解为孔的分布密度逐渐降低。由于烟气从烟气入口流入后,随着烟气流入的冲入力和惯性力使得塔体内远离烟气入口的区域烟气分布较多,塔体内靠近烟气入口的区域烟气分布较少,上述烟气入口导流环的结构可以有效改善这种烟气分布不均的情况,导流烟气在整个塔体截面上均匀分散。(2) 烟气出口导流栅为横竖直板交错(直板垂直交错)而成,烟气通过直板交错组成的格栅孔排出,交错直板在越靠近烟气出口方向数量越多,所构成的格栅开孔面积越小(即多个格栅孔的开孔面积从靠近烟气出口的一侧向远离烟气出口的一侧渐增),该结构有效防止了由于烟气出口方向转变导致的远离烟气出口方向处烟气减少的情况,更有力保证了湿式电除尘器电场内部或塔内烟气的均匀性,从而充分利用电场达到高的除尘效果。(3) 扩径均布器由多个同轴的圆锥筒组成,每个圆锥筒的下部口径小、上部口径大,该结构可解决经扩径增设湿式电除尘器而导致的烟气中心区域集中的现象。

[0033] 3. 脱硫除尘一体化,减少占地面积。脱硫塔的上部布置湿式电除尘器可以有效去除 PM_{2.5}、微细粉尘、重金属颗粒等,而且由于并未像现有技术一样增设其他塔体或塔外湿式电除尘器,因而减少了设备的占地面积。

附图说明

[0034] 下面将以明确易懂的方式,结合附图说明优选实施方式,对高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构的上述特性、技术特征、优点及其实现方式予以进一步说明。

[0035] 图 1 为本发明的无湿式电除尘器的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构的一种实施例的结构示意图;

[0036] 图 2 为本发明的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构的一种实施例的结构示意图;

[0037] 图 3 为本发明的第一种提效环的一种实施例的结构俯视图;

[0038] 图 4 为本发明的第二种提效环的一种实施例的结构立面图;

[0039] 图 5 为图 4 的俯视图;

[0040] 图 6 为本发明的烟气入口导流环的一种实施例的俯视图;

[0041] 图 7 为本发明的烟气出口导流栅的一种实施例的俯视图;

[0042] 图 8 为本发明的扩径均布器的一种实施例的俯视图;

[0043] 图 9 为图 8 的圆锥筒的立体图;

[0044] 附图标号说明:

[0045] 1、塔体；2、烟气入口；3、烟气入口导流环；301、气流孔；4、第一种提效环；401、提效板；402、支撑板；4'、第二种提效环；401'、环状弧形板；402'、孔；5、喷淋层；6、除雾器；7、扩径均布器；701、圆锥筒；8、湿式电除尘器；9、烟气出口导流栅；901、直板；902、格栅孔；10、烟气出口；11、脱硫浆液池；12、pH调节器；13、氧化空气管道；14、射流搅拌； θ_1 、提效板与塔体内壁的夹角； θ_2 、提效板与支撑板的夹角； θ_3 、环状弧形板的弧形角度。

具体实施方式

[0046] 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，下面将对照附图说明本发明的具体实施方式。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，并获得其他的实施方式。

[0047] 为使图面简洁，各图中的只示意性地表示出了与本发明相关的部分，它们并不代表其作为产品的实际结构。另外，以使图面简洁便于理解，在有些图中具有相同结构或功能的部件，仅示意性地绘示了其中的一个，或仅标出了其中的一个。在本文中，“一个”不仅表示“仅此一个”，也可以表示“多于一个”的情形。

[0048] 本发明提供的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构应用于高效脱硫净化系统中，在本发明的实施例中，提效环的结构多样化，可以采用如图3所示的第一种提效环4，也可以采用如图4所示的第二种提效环4'，还可以采用其他结构，只要能够起到聚拢烟气，降低烟气流动阻力的效果即可。

[0049] 在本发明的实施例一中，如图1为一种无需除尘的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构，其采用了第一种提效环4。高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构包括塔体1，塔体1从上至下依次设有烟气出口10、烟气出口导流栅9、除雾器6、喷淋层5、第一种提效环4、烟气入口导流环3、烟气入口2和脱硫浆液池11，脱硫浆液池11内设有pH调节器12、氧化空气管道13和射流搅拌14。

[0050] 烟气通过倾斜向下的烟气入口2进入塔内，由于进入的烟气在惯性作用下会使得塔体内远离烟气入口处的烟气量大，因此在烟气入口上方布置倾斜的烟气入口导流环3，其倾斜方向与烟气入口的倾斜方向一致，使靠近烟气入口的一侧高于其远离烟气入口的一侧。参照如图6所示，烟气入口导流环3为椭圆形孔板，孔板上部开具多个（此处孔的数目较多，可用n个表示）孔径相同的气流孔301，该气流孔可以为圆孔或椭圆孔或其他形状的孔，且多个气流孔不均匀分布，多个气流孔在椭圆形孔板上的分布密度从靠近烟气入口的一侧向远离烟气入口的一侧渐降（图中的箭头表示烟气入口方向），也可以理解为椭圆形孔板上的在越远离烟气入口方向的位置开孔面积越小，可以有效导流烟气在整个塔体截面上均匀分散。应说明的是，图6仅为示意图，具体开孔面积需要根据实际项目进行不同的调整，一般整个导流环上开孔面积 $\geq 60\%$ ，达到降低烟气阻力的目的。

[0051] 在烟气入口导流环3上方布置第一种提效环4，在每层喷淋层5的下方布置提效环。第一种提效环为中空环形，包括上层的提效板401和下层对提效板401进行支撑的支撑板402。提效板为环状板，并依塔体的内壁设置，提效板401为一倾斜板，提效板与塔体内壁连接的一端为其第一端，另一端为其第二端，提效板的第一端高于第二端；提效板与塔体内壁的夹角为 θ_1 （可参照图2）， $90^\circ < \theta_1 < 120^\circ$ 。为了实现对提效板的稳定支撑，支

撑板包括均匀分布的多块分支板；参照图 1，支撑板 402 在图中所示即为一块分支板，由图中可看出，分支板为一倾斜板，每块分支板与塔体内壁连接的一端为其第一端，另一端为其第二端，分支板的第一端低于第二端；且分支板的第二端向上延伸直至与提效板 401 连接，并与提效板 401 之间形成一夹角 θ_2 （可参照图 2）， $30^\circ < \theta_2 < 60^\circ$ 。多层提效板的宽度（在塔体径向上的长度），从最下层向最上层依次递减；同层分支板的宽度（在塔体径向上的长度）相同，且在多层支撑板中，其分支板的宽度从最下层向最上层依次递减。支撑板的数量根据实际工程需要设计，针对 30 万火电机项目，支撑板一般需要 20 块以上。提效板靠近塔心处的边缘可以采用平整圆形或者波浪形、曲折形等多种形状。提效环可选用普通碳钢材质。提效环的布置有效的阻挡了短路烟气，使其向中心区域流动。且多层提效环的宽度（在塔体径向上的长度）自下而上依次减小，参照图 1，这样的设计不仅可以保证石灰石浆液越往下流越往塔心聚集，从而与烟气充分混合；另外，经过最底层提效环的阻流，烟气向塔中心区域聚拢，塔壁烟气减少且烟气开始从塔中心区域往上逐渐均匀扩散，降低烟气阻力并达到良好的阻流效果，而且提效环宽度逐渐减小还可节省材料。

[0052] 在第一种提效环 4 的上方布置喷淋层 5，每个净化塔内的喷淋层数量根据实际工程的入口烟气含硫量和脱硫效率决定。

[0053] 烟气在塔体 1 内一直向上流动，被喷淋层 5 冲洗后，还需经除雾器 6 脱除水雾及较大液滴。此时如粉尘含量在规定标准以内，则烟气可直接排出。由于烟气出口一般要改变气流的流向，如图 1 所示的烟气出口 10 为水平设置，与塔体内烟气自下向上的流动方向不同，为了在这种情况下保证塔体内的气体均匀流动，在烟气出口处设计烟气出口导流栅 9（具体结构见图 7），烟气出口导流栅 9 为直板 901 横竖垂直交错而成，烟气通过交错直板组成的格栅孔 902 排出，交错直板在越靠近烟气出口 10 的数量越多，所构成的格栅孔面积越小，也可以理解为，多个格栅孔 902 的开孔面积从靠近烟气出口 10 的一侧向远离烟气出口 10 的一侧渐增（图 7 中箭头所示为烟气出口方向）。该装置有效防止由于烟气出口方向转变导致的远离烟气出口方向处烟气减少，更有力保证了电场内部或塔内烟气的均匀性。最后，净化后的烟气通过烟气出口 10 排出。

[0054] 在塔体内的脱硫浆液池 11 内，设置有 pH 调节器 12、氧化空气管道 13 和射流搅拌 14 的组合，其具体结构参见专利 CN201020188307.6，该结构有力保证了塔内的高效氧化吸收。

[0055] 在本发明的实施例二中，如图 2 为一种含除尘装置的高效脱硫净化的提效环及塔内提效结构，塔体 1 从上至下依次设有烟气出口 10、烟气出口导流栅 9、湿式电除尘器 8、扩径均布器 7、除雾器 6、喷淋层 5、第一种提效环 4、烟气入口导流环 3、烟气入口 2 和脱硫浆液池 11，脱硫浆液池内设有 pH 调节器 12、氧化空气管道 13 和射流搅拌 14。

[0056] 本实施例的烟气净化方向与实施例一相似，不同的是，需要通过扩径设置湿式电除尘器 8。在本实施例中，烟气经除雾器 6 脱除水雾及较大液滴后，还需要进行深度除尘。为了降低塔高，一般设计湿式电除尘器 8 的径向尺寸大于下部的脱硫塔，因而需要进行扩径设置。由于烟气是从下部尺寸较小的脱硫塔流入上部尺寸更大的湿式电除尘器，为了保证烟气的均匀分布，须设置扩径均布器 7。见图 8、图 9 所示的具体结构，扩径均布器 7 包括多个同轴的圆锥筒 701，每个圆锥筒的下部口径小、上部口径大，从而实现导引烟气均匀扩散。之后烟气通过湿电除尘后排出。

[0057] 在本发明的其他实施例中,提效环还可以采用如图 4、图 5 所示的第二种提效环 4'。具体地,在每层喷淋层 5 处,第二种提效环 4' 位于与喷淋层等高的位置;第二种提效环 4' 包括上下两层环状弧形板 401',该两层环状弧形板依塔体的内壁设置并分设于喷淋层 5 的上下两侧,二者拼接并将喷淋层 5 夹设于中间位置,以对每层所述喷淋层进行安装固定。环状弧形板的第一端与塔体内壁连接,第二端与喷淋层连接;上下两层环状弧形板上分别开具数个孔 402',该孔可以是圆孔或椭圆孔或其他形状的孔。上下两层的环状弧形板 401' 从其第一端向第二端圆滑过渡,且向远离喷淋层 5 的方向拱起,如图 4 所示;上下两层的环状弧形板对称设置,且弧形角度为 θ_3 , $0^\circ \leq \theta_3 < 90^\circ$,弧形角度可根据实际进行调整。而且参照第一种提效环,第二种提效环的宽度(在塔体径向上的长度)也从最下层向上层依次递减。该第二种提效环的弧形提效结构可降低烟气阻力,还可作为喷淋层的支撑结构。整体结构有效防止脱硫效率无谓降低,保证高脱硫效率。

[0058] 在本发明的其他实施例中,烟气入口导流环的结构和烟气出口导流栅的结构可以进行互换,或者入口与出口的导流装置采用同一种导流环或导流栅结构,两种结构均可对烟气进行良好的导流。

[0059] 在本发明的其他实施例中,每个净化塔内的喷淋层数量根据实际工程的入口烟气含硫量和脱硫效率决定,根据目前 SO_2 排放浓度降低至 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$,一般新建单塔喷淋层数量均 ≥ 4 层,每层喷淋层的喷淋覆盖率 $> 200\%$ 。

[0060] 在本发明的其他实施例中,除雾器可选择平板式除雾器、屋脊式除雾器或管式除雾器,或者两种的结合。

[0061] 应当说明的是,上述实施例均可根据需要自由组合。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。

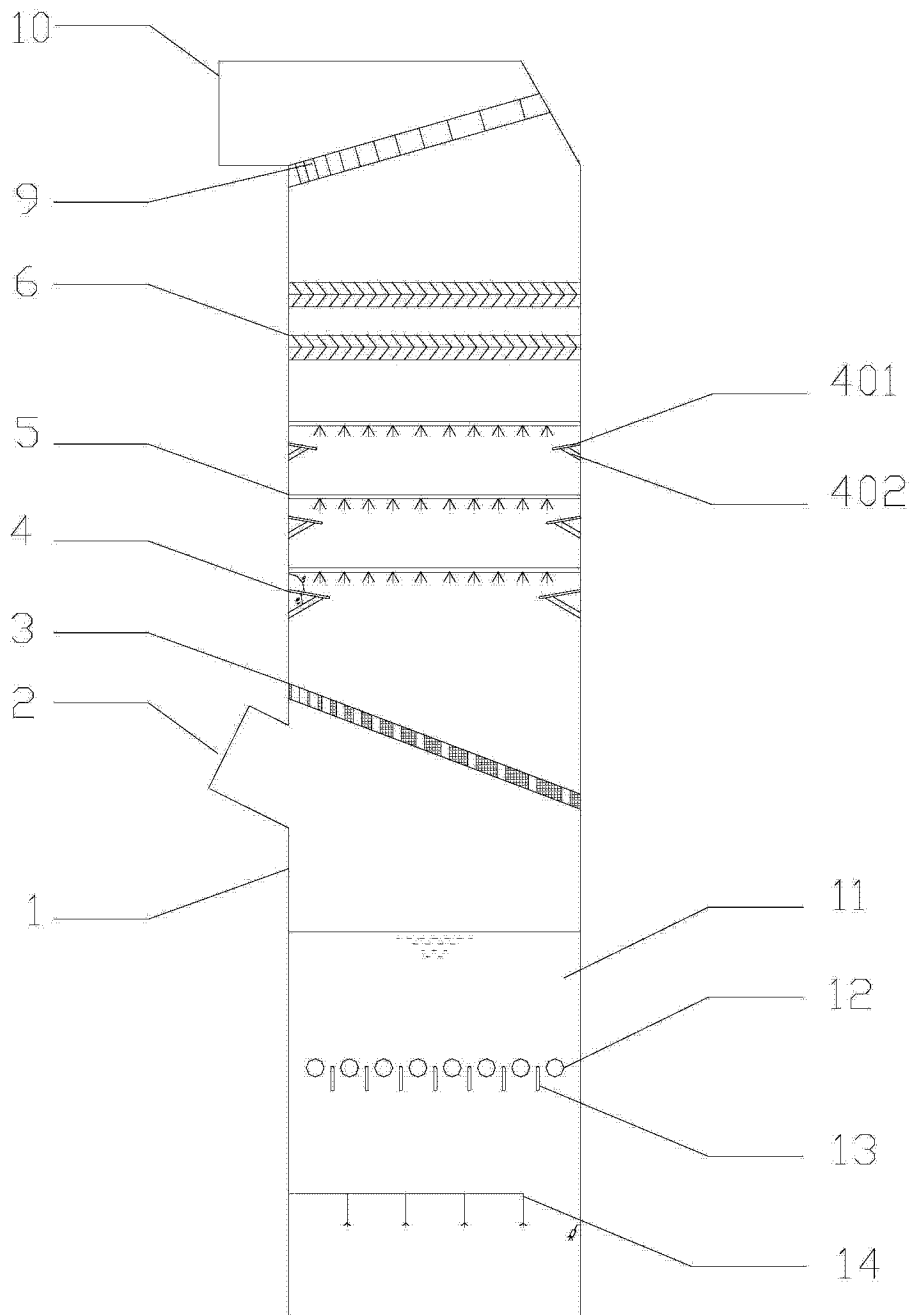


图 1

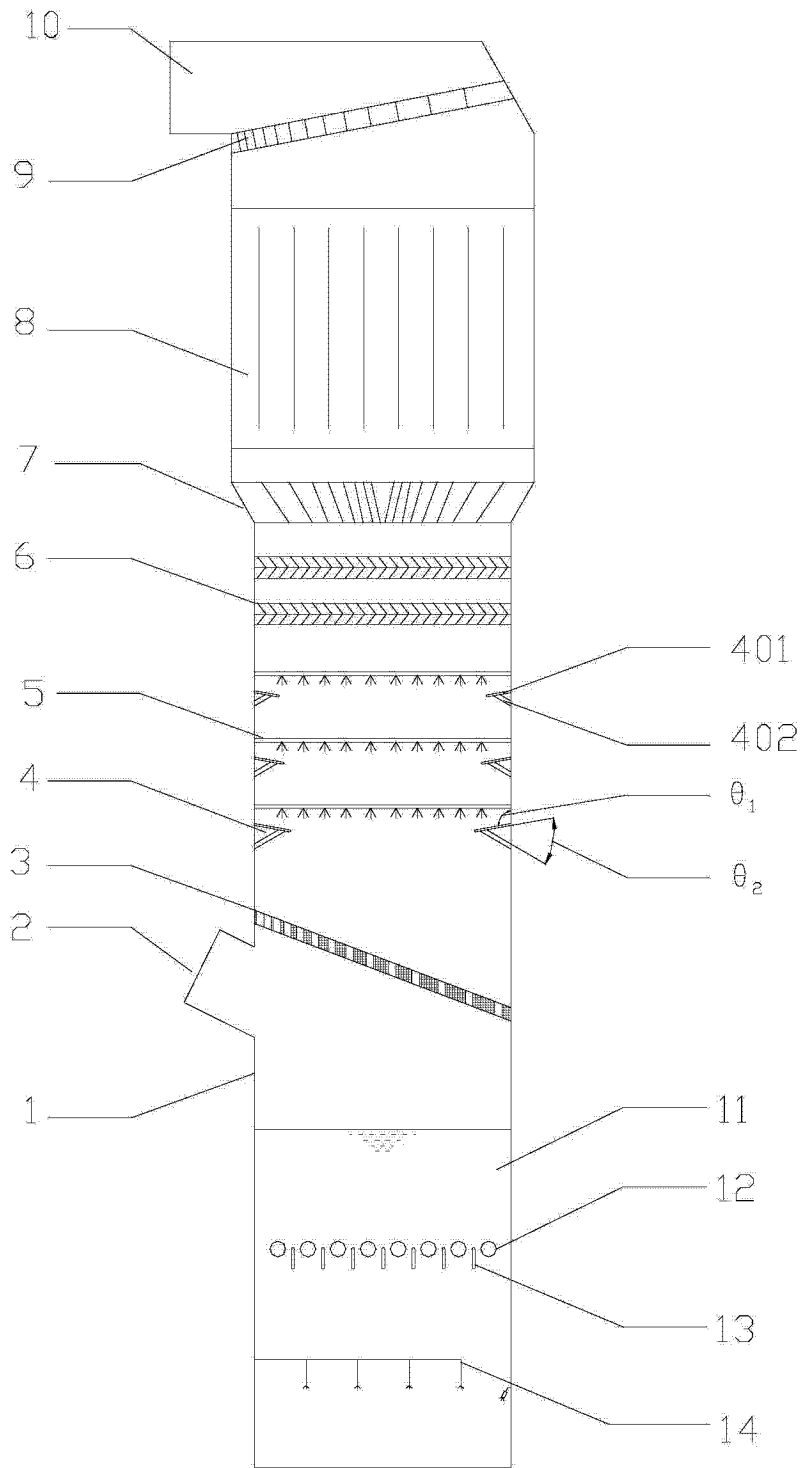


图 2

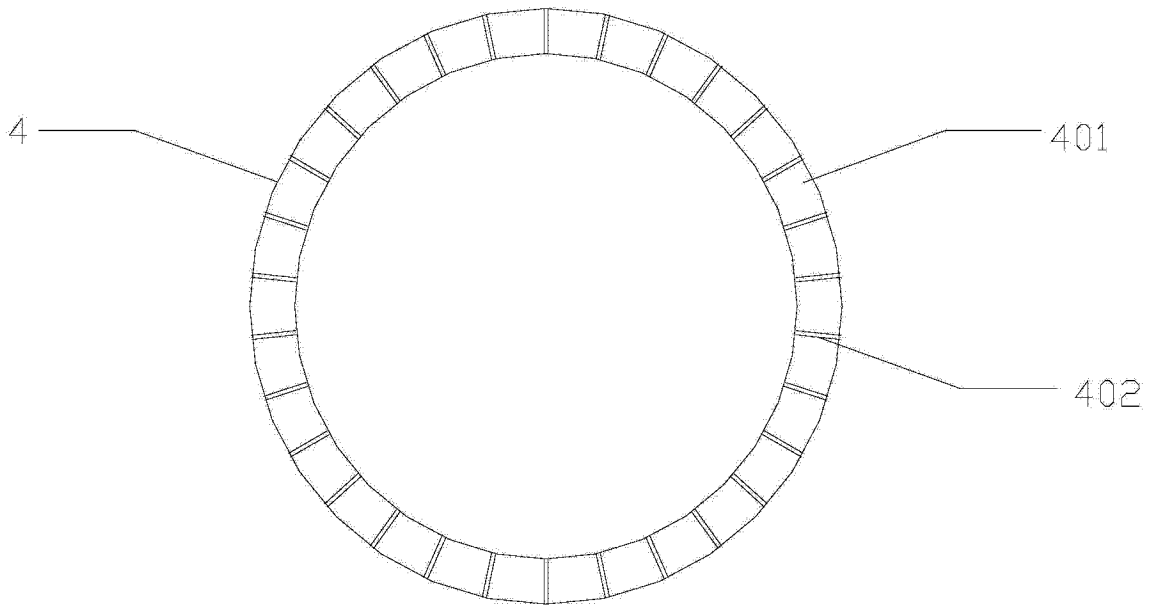


图 3

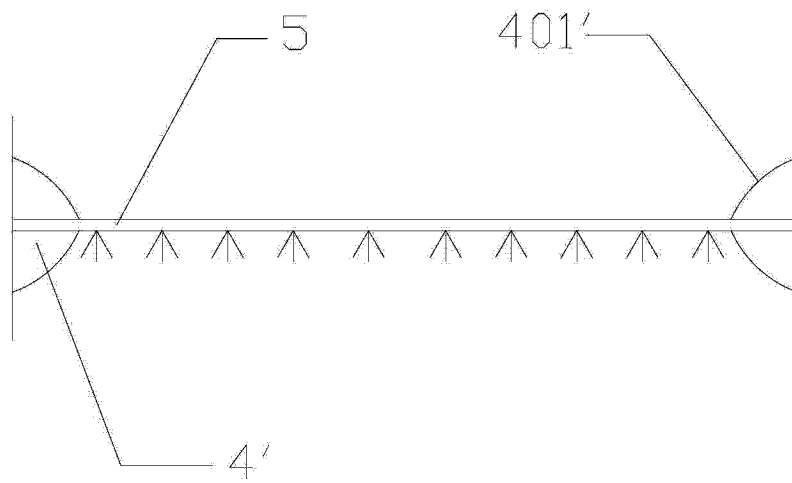


图 4

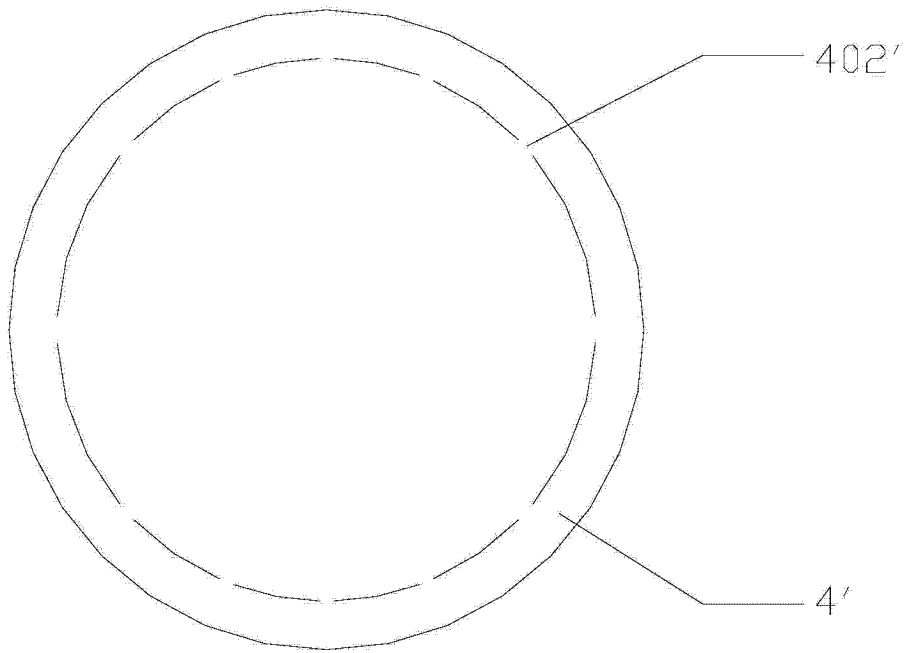


图 5

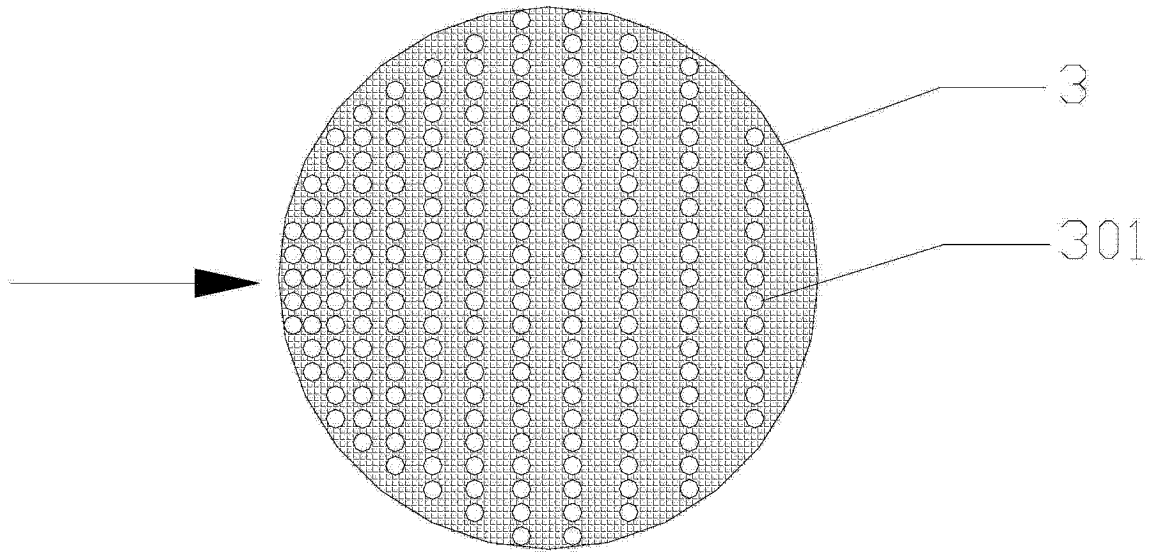


图 6

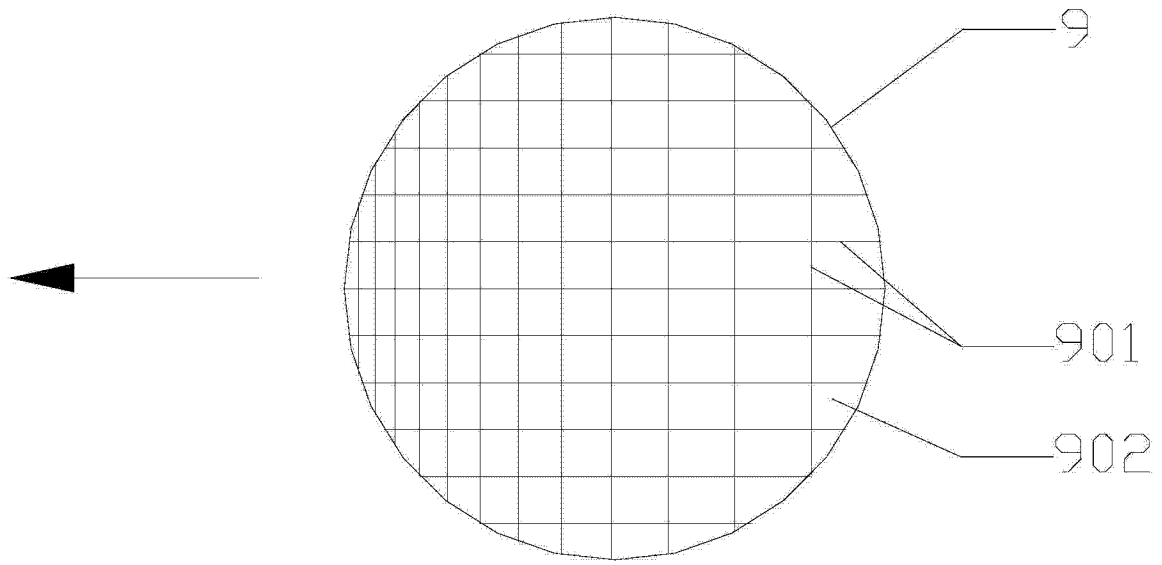


图 7

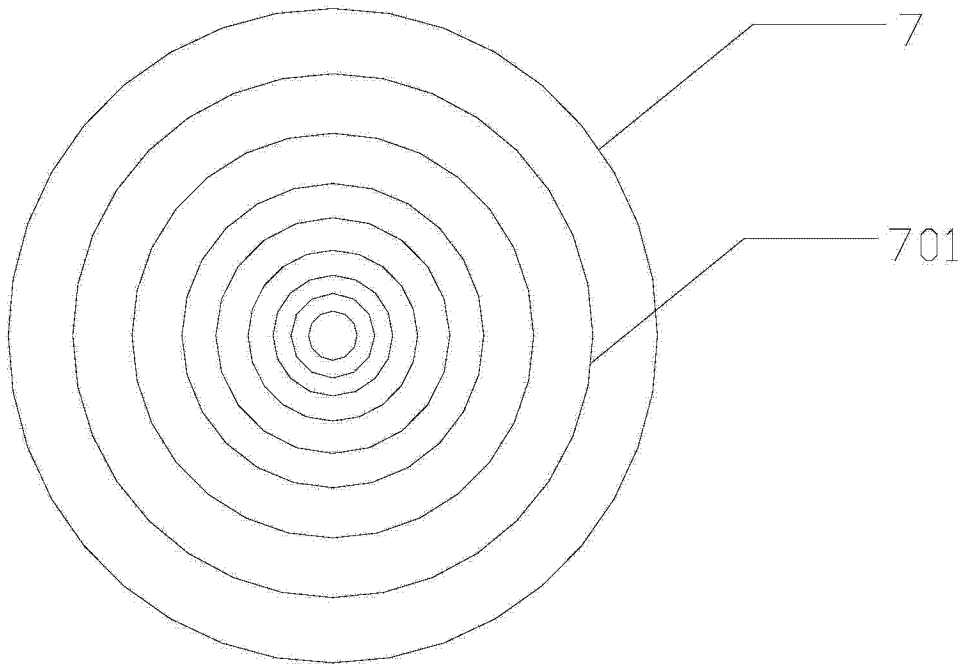


图 8

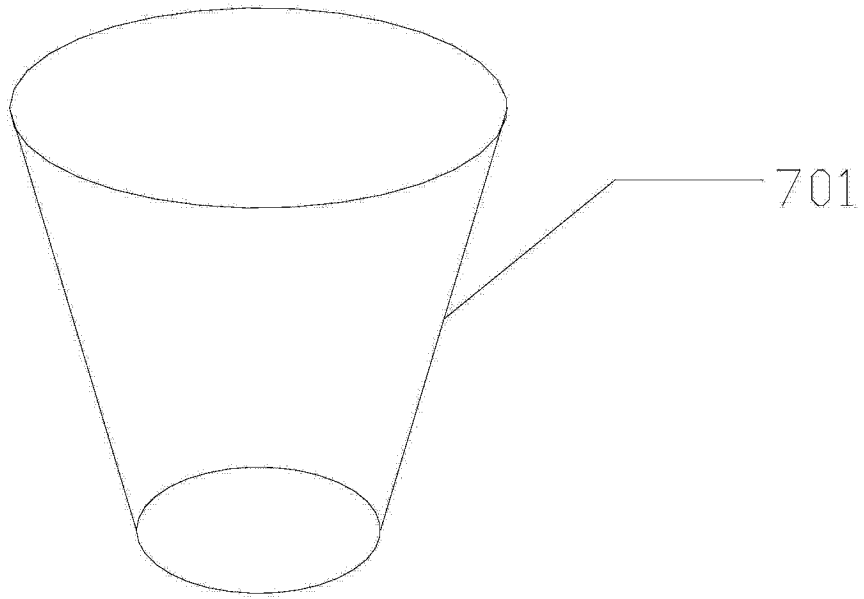


图 9