



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105457468 B

(45)授权公告日 2017. 10. 10

(21)申请号 201610011810.6

B01D 53/60(2006.01)

(22)申请日 2016.01.08

G02F 1/12(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105457468 A

(56)对比文件

CN 205461708 U, 2016.08.17, 权利要求1-7.

(43)申请公布日 2016.04.06

CN 104084028 A, 2014.10.08, 说明书第[0019]-[0020]段, 说明书附图1.

(73)专利权人 华北电力大学

地址 102206 北京市昌平区朱辛庄北农路2号

CN 204569462 U, 2015.08.19, 说明书第[0014]-[0015]段, 说明书附图1.

专利权人 神华国华(北京)电力研究院有限公司

CN 105148709 A, 2015.12.16, 说明书第[0021]-[0030]段, 说明书附图1.

(72)发明人 肖海平 陈宇 张千

CN 204897466 U, 2015.12.23, 全文.

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

CN 105180187 A, 2015.12.23, 全文.

代理人 陈波

CN 104548924 A, 2015.04.29, 全文.

JP 2001009238 A, 2001.01.16, 全文.

审查员 吴辉燃

(51)Int.Cl.

B01D 53/75(2006.01)

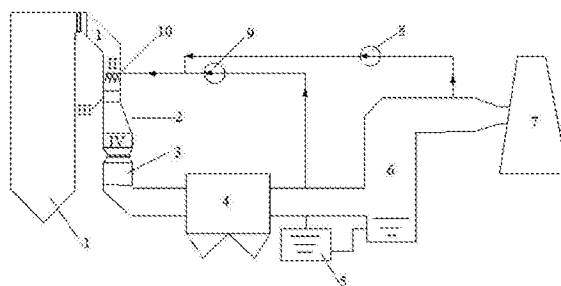
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种塔式锅炉再循环烟气雾化脱硫废水的工艺

(57)摘要

本发明涉及一种塔式锅炉再循环烟气雾化脱硫废水工艺。脱硫塔的脱硫废水排至沉水池进行初步沉淀后,由泵加压并输送至喷嘴的管道;再循环风机将脱硫后的部分烟气输送至喷嘴的管道,使再循环烟气与脱硫废水在喷嘴的管道内接触,提高脱硫废水的初始温度;喷嘴安装在锅炉尾部的垂直烟道内,喷射脱硫废水使其雾化,雾化液滴在烟道内迅速蒸发,脱硫废水中各离子迅速结晶析出,随烟气进入除尘器被其捕获,随灰外排。本设计改善了脱硫废水的雾化性能,加速了脱硫废水的蒸发,可以防止喷射系统的堵塞,有效防止脱硫废水喷射到管壁上,避免了一般烟道处理脱硫废水易出现的烟道壁面腐蚀问题,实现了脱硫废水真正的无害化处理,且改造投资小,运行成本低。



1. 一种塔式锅炉再循环烟气雾化脱硫废水的工艺装置, 锅炉尾部烟道依次为倾斜烟道(I)和垂直烟道(II), 垂直烟道(II)连接至脱硝塔(2)的SCR喷氨区(III), 脱硝塔(2)的SCR区(IV)、空气预热器(3)、除尘器(4)、脱硫塔(6)和烟囱(7)依次连接, 其特征在于, 垂直烟道(II)内安装喷嘴(10), 所述喷嘴(10)采用顺流布置方式; 脱硫塔(6)的脱硫废水排出口连接至沉水池(5), 沉水池(5)通过泵(9)连通至喷嘴(10)的管道; 再循环风机(8)的进风口连通至脱硫塔(6)的烟气出口, 排风口连通至喷嘴(10)的管道, 使再循环烟气与脱硫废水在喷嘴(10)的管道内接触;

所述喷嘴(10)喷射雾化后的液滴粒径小于 $400\mu\text{m}$, 喷嘴(10)的安装位置距SCR喷氨区(III)为 $X=8\sim 10\text{m}$, 距锅炉顶端为 $Y=17.5\sim 19.5\text{m}$;

喷嘴(10)采用母管制方式将脱硫废水引入烟道, 母管由烟道管壁的中部延伸至烟道内, 并在烟道内, 母管两侧各分出多个相互平行的支管, 在各支管上等距布置喷嘴(10), 喷嘴(10)距平行于支管的烟道管壁的最小距离为 $A=1.5\sim 2\text{m}$, 距垂直于支管的烟道管壁的最小距离为 $B=3\sim 4\text{m}$;

喷嘴(10)的喷射角度为 $\beta=50^\circ\sim 80^\circ$, 采用压力式两相流雾化喷嘴, 沉水池(5)通过泵(9)连通至喷嘴(10)的进液管道, 再循环风机(8)的排风口连通至喷嘴(10)的进气管道, 进液管道与进气管道连通使脱硫废水与再循环烟气在喷嘴(10)的管道内接触。

2. 根据权利要求1所述的装置处理脱硫废水的工艺, 其特征在于, 脱硫塔(6)内的脱硫废水排至沉水池(5)内进行初步沉淀处理后, 由泵(9)输送至喷嘴(10)的管道, 同时脱硫塔(6)烟气出口处的部分烟气由再循环风机(8)输送至喷嘴(10)的管道, 利用再循环烟气提高脱硫废水的初始温度, 随后脱硫废水经喷嘴(10)喷射雾化, 喷入烟道的雾化脱硫废水迅速在烟道中蒸发, 水蒸气随烟气排放; 在蒸发过程中, 脱硫废水中各离子迅速结晶析出, 并随烟气通过SCR区(IV)和空气预热器(3)后进入除尘器(4)被其捕获, 随灰一起外排。

3. 根据权利要求2所述处理脱硫废水的工艺, 其特征在于, 所述喷入烟道的雾化脱硫废水迅速在烟道中蒸发, 蒸干时间低于 0.1s 。

4. 根据权利要求2所述处理脱硫废水的工艺, 其特征在于, 脱硫废水由泵(9)加压后输送, 压力为 $0.05\sim 0.3\text{MPa}$; 再循环烟气的压力为 0.2MPa 。

一种塔式锅炉再循环烟气雾化脱硫废水的工艺

技术领域

[0001] 本发明属于水处理技术领域,特别涉及一种塔式锅炉再循环烟气雾化脱硫废水的工艺。

背景技术

[0002] 目前,烟气脱硫被认为是控制SO₂排放量最有效的途径。石灰石-石膏湿式烟气脱硫是世界上应用最多、技术最成熟的脱硫工艺,其适用煤种范围广、适用煤种含硫量范围大、脱硫效率高(≥90%)、系统可用率高(≥95%)、吸收剂利用率高(≥90%),但这种工艺会产生5~20m³/h的脱硫废水。在烟气湿法脱硫装置运行中,因为SO₂吸收液是循环使用的,所以吸收浆液中的盐分和悬浮杂质浓度会越来越高。杂质浓度过高会影响脱硫效率和副产品石膏的品质,因此当杂质浓度达到一定值后,需要定时从系统内排出一部分废水,使吸收液的杂质浓度不超过设计上限,排出的这部分废水即为脱硫废水,特点如下:

[0003] 1) 含盐量高。脱硫废水中的含盐量很高,变化范围大,一般在30000~60000mg/L。

[0004] 2) 悬浮物含量高。脱硫废水中的悬浮物大多在10000mg/L以上,并且由于受煤种的变化和脱硫运行工况的影响,在某些极端情况下,悬浮物质量浓度甚至高达60000mg/L。

[0005] 3) 硬度高导致易结垢。脱硫废水中的Ca²⁺、SO₄²⁻、Mg²⁺含量高,其中SO₄²⁻在4000mg/L以上, Ca²⁺在1500~5000mg/L, Mg²⁺在3000~6000mg/L,并且CaSO₄处于过饱和状态,在加热浓缩过程中容易结垢。

[0006] 4) 腐蚀性强。脱硫废水中的盐分高,尤其是Cl⁻含量高,且呈酸性,pH为4~6.5,腐蚀性非常强,对设备、管道材质防腐蚀要求高。

[0007] 5) 水质随时间和工况不同而变化。废水中主要含有Ca²⁺、Mg²⁺、Cl⁻、Na⁺、K⁺等各种重金属离子,并且组分变化大。

[0008] 目前常见的处理脱硫废水的方法有:

[0009] 1) 将脱硫废水与经浓缩的副产品石膏混合后排至灰场堆放。该方法导致脱硫废水中的各种杂质进入石膏中,降低石膏的品质,使得石膏无法二次利用,影响了电厂的经济性;同时,脱硫废水进入灰场堆放,对灰场的防渗设施有一定要求,因此需要额外的改造来防止脱硫废水渗入地下水,污染环境,成本提高,环境友好性降低。

[0010] 2) 化学水处理法

[0011] 化学水处理法是目前脱硫系统废水处理的主流技术。典型的脱硫废水化学水处理法流程包括4个步骤:废水中和、重金属沉淀、凝聚和絮凝剂浓缩/澄清。处理过程中,首先通过加碱中和脱硫废水,使得废水中的大部分重金属形成沉淀;加絮凝剂使得沉淀物浓缩成污泥,污泥脱水后送往灰场堆放;废水的pH值和悬浮物达标后直接外排。

[0012] 化学水处理法需要设置专门的脱硫废水处理系统,该方法仅能除去废水中的重金属及悬浮杂质,无法除去水中的Cl⁻,导致了处理后的废水仍无法循环利用,且系统产生的污泥难以进行处理;同时该脱硫废水处理系统系统复杂、占地面积大、投资较大、运行成本高和设备的检修维护量较大;该方法的适应性较差,由于国内电厂所用燃煤来源容易改变,

煤质并不固定,会出现运行加药量与设计加药量偏差过大的情况;部分电厂因脱硫系统设计或运行存在问题,使得废水排量较大,处理成本增大。

[0013] 3) 水力除灰系统处理脱硫废水

[0014] 脱硫废水不经处理,直接进入水力除灰系统,脱硫废水中的重金属或酸性物质与灰中的CaO反应生成固体而得到去除,从而达到以废治废的目的。但脱硫废水的大流量掺入,对除灰设备及管道造成腐蚀,而且脱硫废水中的污染物没有经过处理,只是被稀释排放,无法达到有害物质的零排放,同时该方法不适用于气力除灰系统的电厂。在废水排放标准日益严格的趋势下,该技术不适合大规模的推广。

[0015] 4) 传统烟道喷射处理法

[0016] 将脱硫废水用泵送到除尘器前烟道,经压缩空气将脱硫废水在除尘器前烟道内雾化。该方法中,在除尘器和空预器相连管道内,脱硫废水喷射处的烟气温度为 $120^{\circ}\text{C}\sim 160^{\circ}\text{C}$,雾化后的液滴蒸发结晶,固体产物随烟气进入电除尘器,被其捕获。但在除尘器前的管道空间较小,喷射的脱硫废水会溅射到管壁上,造成管壁的腐蚀和积垢;除尘器前烟气温度低,脱硫废水蒸发速度较慢;该工艺还要求控制烟气温度高于酸露点温度,否则会对除尘器电极板造成腐蚀。

发明内容

[0017] 针对现有技术不足,本发明提供了一种塔式锅炉再循环烟气雾化脱硫废水的工艺。

[0018] 一种塔式锅炉再循环烟气雾化脱硫废水的工艺装置,锅炉尾部烟道依次为倾斜烟道I和垂直烟道II,垂直烟道II连接至脱硝塔2的SCR喷氨区III,脱硝塔2的SCR区IV、空气预热器3、除尘器4、脱硫塔6和烟囱7依次连接,垂直烟道II内安装喷嘴10,所述喷嘴10采用顺流布置方式;脱硫塔6的脱硫废水排出口连接至沉水池5,沉水池5通过泵9连通至喷嘴10的管道;再循环风机8的进风口连通至脱硫塔6的烟气出口,排风口连通至喷嘴10的管道,使再循环烟气与脱硫废水在喷嘴10的管道内接触。

[0019] 所述喷嘴10喷射雾化后的液滴粒径小于 $400\mu\text{m}$ 。

[0020] 所述喷嘴10的安装位置距SCR喷氨区III为 $X=8\sim 10\text{m}$,距锅炉顶端为 $Y=17.5\sim 19.5\text{m}$ 。

[0021] 所述喷嘴10采用母管制方式将脱硫废水引入烟道,母管由烟道管壁的中部延伸至烟道内,并在烟道内,母管两侧各分出多个相互平行的支管,在各支管上等距布置喷嘴10;喷嘴10距平行于支管的烟道管壁的最小距离为 $A=1.5\sim 2\text{m}$,距垂直于支管的烟道管壁的最小距离为 $B=3\sim 4\text{m}$ 。

[0022] 所述喷嘴10的喷射角度为 $\beta=50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。

[0023] 所述喷嘴10采用压力式两相流雾化喷嘴,所述沉水池5通过泵9连通至喷嘴10的进液管道;再循环风机8的排风口连通至喷嘴10的进气管道,进液管道与进气管道连通使脱硫废水与再循环烟气在喷嘴10的管道内接触。

[0024] 所述泵9选用多级离心泵。

[0025] 上述装置处理脱硫废水的工艺,脱硫塔6内的脱硫废水排至沉水池5内进行初步沉淀处理后,由泵9输送至喷嘴10的管道,同时脱硫塔6烟气出口处的部分烟气由再循环风机8

输送至喷嘴10的管道,利用再循环烟气提高脱硫废水的初始温度,随后脱硫废水经喷嘴10喷射雾化,喷入烟道的雾化脱硫废水迅速在烟道中蒸发,水蒸气随烟气排放;在蒸发过程中,脱硫废水中各离子迅速结晶析出,并随烟气通过SCR区IV和空气预热器3后进入除尘器4被其捕获,随灰一起外排。

[0026] 所述喷入烟道的雾化脱硫废水迅速在烟道中蒸发,蒸干时间低于0.1s。

[0027] 脱硫废水由泵(9)加压后输送,压力为0.05~0.3MPa;再循环烟气的压力为0.2MPa。

[0028] 本发明的有益效果为:

[0029] (1)避免了一般烟道处理脱硫废水易出现的烟道壁面腐蚀问题。塔式锅炉尾部烟道的垂直管道,空间足够,脱硫废水喷射系统易于安装,喷射出的液体能够在空间内充分流动,避免了空间不足导致部分脱硫废水飞溅到烟道壁面的情况,从而避免了烟道出现腐蚀的情况;本设计的喷射位置处,烟气温度一般为300~400℃,喷入的脱硫废水能够快速蒸发,形成结晶颗粒,随烟气流动,避免了低温下脱硫废水蒸发慢导致设备腐蚀的问题;同时采用烟气再循环的方法,提高了脱硫废水喷入烟道时的初始温度,改善了脱硫废水的雾化性能,加速了脱硫废水的蒸发,可以防止喷射系统的堵塞,也可避免烟道腐蚀问题。

[0030] (2)实现脱硫废水真正的无害化处理。通过烟气再循环作为压力式喷嘴气体来源,改善脱硫废水的雾化性能,控制液滴粒径在合适范围,加速脱硫废水蒸发;采用压力式喷嘴,并进行优化布置,确保了喷射的脱硫废水不会喷射到烟道管壁,避免了烟道管壁的腐蚀。烟道喷射法将脱硫废水转化为水蒸气和结晶颗粒,水蒸气随烟气排放,而结晶颗粒被电除尘器捕获脱除,实现了脱硫废水真正零排放。

[0031] (3)避免了过多的设备改造和能耗需求。脱硫废水处理系统仅用雾化喷嘴、管道及一定量的再循环烟气即可完成脱硫废水的处理,所需设备少,设备改造方便且投资小,运行成本低,能耗低,对锅炉现有的设备改装需求少。

附图说明

[0032] 图1a-b为塔式锅炉尾部烟道结构图;其中a为主视图,b为侧视图;

[0033] 图2为一种塔式锅炉再循环烟气雾化脱硫废水的工艺流程图;

[0034] 图3为实施例中喷嘴安装位置示意图;

[0035] 图4为管道内喷嘴布置示意图。

[0036] 标号说明:1-塔式锅炉,2-脱硝塔,3-空气预热器,4-除尘器,5-沉水池,6-脱硫塔,7-烟囱,8-再循环风机,9-泵,10-喷嘴,I-倾斜烟道,II-垂直烟道,III-SCR喷氨区,IV-SCR区。

具体实施方式

[0037] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步说明。应该强调的是,下述说明仅仅是示例性的,而不是为了限制本发明的范围及其应用。

[0038] 目前世界上大容量锅炉类型主要有塔式锅炉和 π 型炉,塔式锅炉主要采用单炉膛单烟道布置,以某1000MW机组的塔式锅炉1为例,图1a-b是塔式锅炉尾部烟道结构图。在该尾部烟道中,垂直烟道II处于倾斜烟道I和SCR喷氨区III之间,垂直烟道II长度为12.8m,横

截面积为 $6.3\text{m}\times 20.9\text{m}$,垂直烟道II内烟气温度的为 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$,烟气流速为 $6\sim 10\text{m/s}$ 。塔式锅炉1尾部的垂直烟道II处有较大的管路空间和较高的烟气温度,有利于脱硫废水的快速蒸发。

[0039] 基于该塔式锅炉1的再循环烟气雾化脱硫废水工艺包括脱硫废水输送系统,再循环烟气系统和雾化喷嘴系统。脱硫废水输送系统的作用是将脱硫废水加压输送到雾化喷嘴系统;再循环烟气系统的作用是将脱硫后的部分烟气引出送至雾化喷嘴系统,提供雾化脱硫废水的动力;雾化喷嘴系统将脱硫废水快速雾化成一定粒径的液滴,以确保液滴能够快速蒸发结晶。

[0040] 如图2所示,雾化喷嘴系统包括喷嘴10,喷嘴10为系统最核心的部件,其雾化效果直接关系脱硫废水在管道内的蒸发效果,同时脱硫废水黏度较高,故本实施例中喷嘴10采用压力式两相流雾化喷嘴,其雾化效果较好且适合高黏度流体。喷嘴10采用顺流布置方式,安装在塔式锅炉1尾部的垂直烟道II内,图3示出了喷嘴10在垂直烟道II中的安装位置,该喷射点距SCR喷氨区III为 $X=8\sim 10\text{m}$,距塔式锅炉1顶端为 $Y=17.5\sim 19.5\text{m}$,保证了脱硫废水有充分的蒸发空间,解决了蒸发不完全的问题;同时可预留足够的长度 X ,避免未完全蒸发的脱硫废水对SCR喷氨区III的设备造成腐蚀;此处烟气温度的为 $300\sim 400^{\circ}\text{C}$,烟气的高温增大了脱硫废水的蒸发速率;烟气和喷出的脱硫废水雾化液滴形成对流,强化了脱硫废水的蒸发;且采用顺流布置方式,降低了喷嘴10的磨损,延长了喷嘴10的工作寿命。

[0041] 图4为喷嘴10在垂直烟道II水平截面的布置方式。垂直烟道II的截面尺寸为 $6.3\text{m}\times 20.9\text{m}$,采用母管制方式将脱硫废水引入烟道,母管由烟道管壁的中部延伸至烟道内,并在烟道内,母管两侧各分出两个相互平行的支管,在各支管上等距布置喷嘴10,喷嘴10距平行于支管的烟道管壁的最小距离为 $A=1.5\sim 2\text{m}$,距垂直于支管的烟道管壁的最小距离为 $B=3\sim 4\text{m}$ 。喷嘴10的喷射角度为 $\beta=50^{\circ}\sim 80^{\circ}$,喷射的雾化液滴呈圆锥体状;喷嘴10出口液滴粒径为 $150\sim 400\mu\text{m}$ 。垂直烟道II截面积大,喷嘴10有充分的布置空间,较大的烟道截面使得喷嘴10数量的选择多样化,可布置较多的小流量喷嘴10,通过分流强化脱硫废水液滴的蒸发。在烟道内,各喷嘴10与管壁预留足够的距离 A 和 B ,解决了呈圆锥体状喷射的脱硫废水可能溅射到管壁,造成管壁腐蚀和积灰的问题。

[0042] 脱硫塔6的脱硫废水产量为 $5\sim 20\text{m}^3/\text{h}$ 。脱硫废水输送系统包括沉水池5和泵9,本实施方式中所述泵9选用多级离心泵。沉水池5连接至脱硫塔6的脱硫废水排出口,收集烟气湿法脱硫塔6中产生的脱硫废水。考虑到脱硫废水中有较多的不可溶杂质,故在沉水池5中对脱硫废水进行初步沉淀处理,然后通过泵9将沉水池5中的脱硫废水加压至 $0.05\sim 0.3\text{MPa}$ 后输送至喷嘴10的进液管路。再循环烟气系统包括再循环风机8,其进风口连通至脱硫塔6的烟气出口,排风口连通至喷嘴10的进气管路,使用再循环风机8将脱硫塔6烟气出口的部分低温烟气引出,送至喷嘴10的进气管路中。再循环烟气的压力为 0.2MPa ,其流量随脱硫废水流量的增加而减少。本装置中,脱硫废水的流量为 $5\text{m}^3/\text{h}$ 时,再循环烟气的流量控制为 $500\text{m}^3/\text{h}$;脱硫废水的流量为 $20\text{m}^3/\text{h}$ 时,再循环烟气的流量控制为 $400\text{m}^3/\text{h}$ 。喷嘴10的进液管路与进气管路连通, 50°C 左右的再循环烟气与脱硫废水在喷嘴10的管道内接触,提高了脱硫废水的初始温度,改善了脱硫废水的雾化效果,使雾化后的液滴粒径小于 $400\mu\text{m}$ 。

[0043] 由喷嘴10喷射入烟道的雾化脱硫废水在烟道中迅速蒸发,蒸干时间低于 0.1s ,水蒸气随烟气排放。在蒸发过程中,脱硫废水中各离子迅速结晶析出,产物为 $\text{CaCl}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、

MgSO₄·H₂O、NaCl等固体,并随烟气通过SCR区IV和空气预热器3后进入电除尘器4被其捕获,随灰一起外排。因脱硫废水中固体量和各种金属盐含量较小,对灰的物性及综合利用不会产生影响。在该工艺中,喷入的脱硫废水量较小,烟气温度降低幅度小于2℃,烟气中水蒸汽含量增幅小于1%,因此对塔式锅炉1的正常运行无显著影响。由于脱硫废水具有较强的腐蚀性,故喷嘴10、泵9、沉水池5和废水管道必须具备耐腐蚀特性。

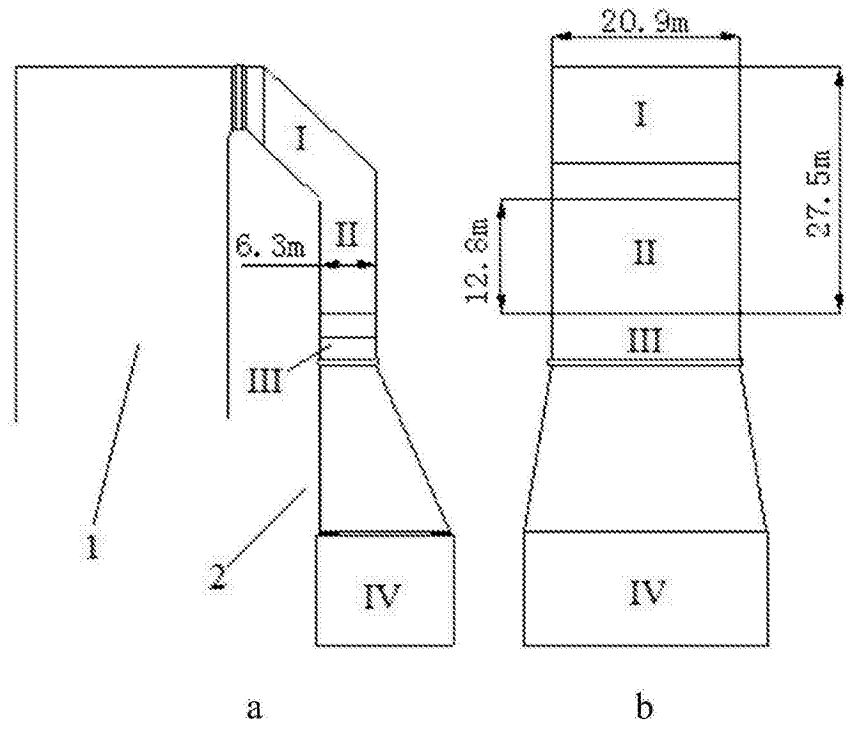


图1

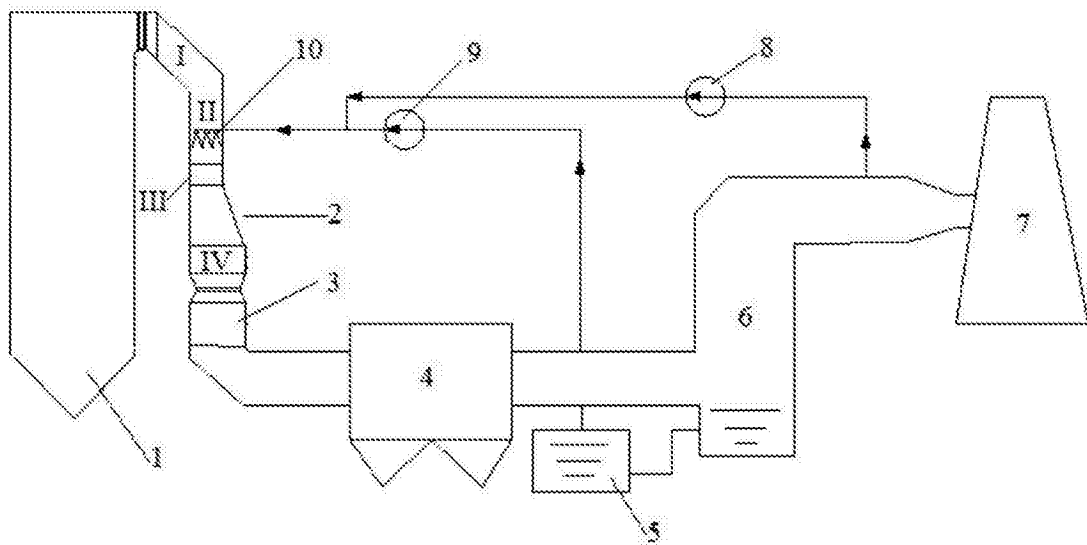


图2

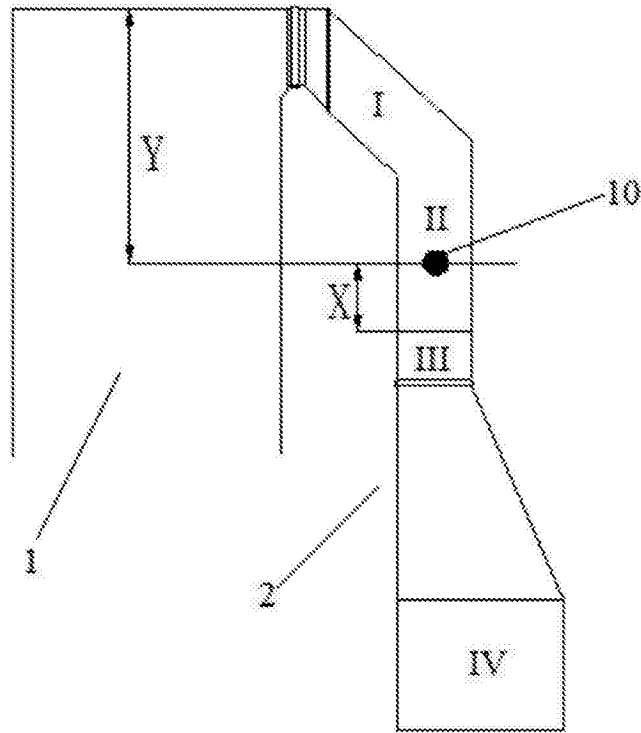


图3

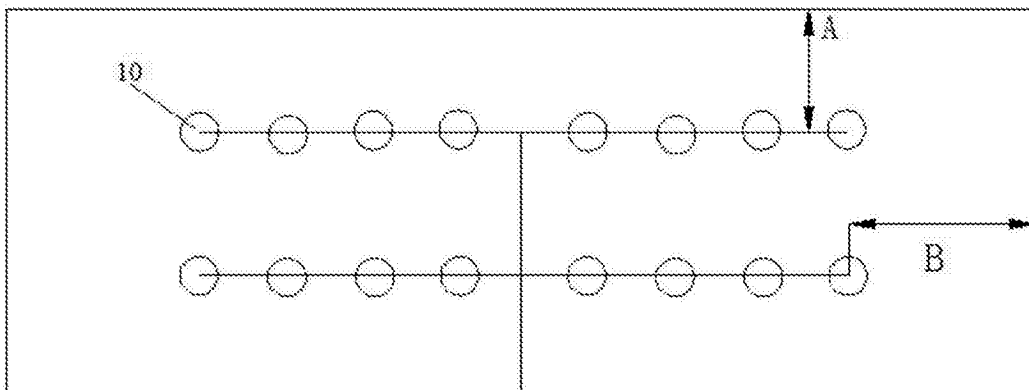


图4