



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102688668 B

(45) 授权公告日 2014. 10. 08

(21) 申请号 201210159501. 5

1 段 .

(22) 申请日 2012. 05. 21

CN 101168118 A, 2008. 04. 30, 具体实施方式, 附图 1、2.

(73) 专利权人 北京中航泰达环保科技有限公司  
地址 100070 北京市丰台区南四环西路 188 号十一区 18 号楼二层(园区)

CN 202555159 U, 2012. 11. 28, 权利要求 1-18.

(72) 发明人 刘斌 何建中 邹义舫 马广武  
李转丽 李茂华 邓松林 刘国锋

审查员 史芸

(74) 专利代理机构 北京五洲洋和知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11387  
代理人 刘春成 温泉

(51) Int. Cl.

B01D 53/74(2006. 01)

B60P 3/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1772346 A, 2006. 05. 17, 说明书第 2 页第 1 段 .

CN 1772346 A, 2006. 05. 17, 说明书第 2 页第

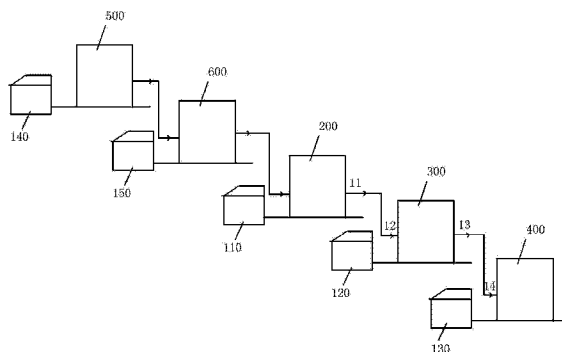
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

(54) 发明名称

移动式模块化烟气净化装置

(57) 摘要

本发明公开了一种属于烟气净化领域的移动式模块化烟气净化装置,其包括:多辆运行台车以及分开置于所述多辆运行台车上的烟气净化模块,该装置能够移动到需要烟气净化的排烟管道旁并与所述排烟管道连接进行烟气净化,可以应用于电厂系统、冶金企业烧结脱硫系统、城市燃煤供热系统以及其他行业如石油、石化、机械、化工和军事的燃煤、动力或供热系统的烟气净化,可根据锅炉大小或烧结机占地面积来设计本发明装置的大小。采用本发明的装置可以解决无地可建的窘境,也可避免场地浪费,利用率高,可方便简单有效地实施,用于小型需脱硫系统、中小型城市燃煤供热系统脱硫和各种系统的现场测评。



1. 一种移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,包括:
  - 多辆运行台车;以及
  - 烟气净化模块,分开置于所述多辆运行台车上;
  - 所述移动式模块化烟气净化装置能够移动到需要烟气净化的排烟管道旁并与所述排烟管道连接进行烟气净化;
  - 所述烟气净化模块为烟气脱硫模块和/或烟气脱硝模块;其中,所述烟气脱硫模块为湿法脱硫模块、干法脱硫模块或半干法脱硫模块,所述烟气脱硝模块为选择性催化还原脱硝模块或选择性非催化还原脱硝模块;
  - 所述湿法脱硫模块,包括:
    - 冷却子模块,是冷却脱氟脱氯子模块或包括烟气换热器的冷却子模块,对待处理烟气进行冷却或冷却脱氟脱氯;
    - 脱硫反应子模块,对冷却脱氟脱氯后的烟气进行脱硫,包括:
      - 脱硫吸收塔,对自所述冷却子模块出来的烟气进行脱硫,所述脱硫吸收塔为气喷旋冲塔或旋涡撞击塔;
      - 除雾器,对自所述脱硫吸收塔出来的烟气进行气液分离,当所述脱硫吸收塔为气喷旋冲塔时,所述除雾器设置在水平烟道上,当所述脱硫吸收塔为旋涡撞击塔时,所述除雾器设置所述旋涡撞击塔内部的上部;
      - 浆液供给装置,向所述脱硫吸收塔供给浆液;和
      - 烟囱,将除雾后的烟气排入大气中,当所述脱硫吸收塔为气喷旋冲塔时,所述烟囱固定于相应运行台车的车厢底面上,并通过水平烟道与气喷旋冲塔的顶部连接;当所述脱硫吸收塔为旋涡撞击塔时,所述烟囱垂直设于脱硫吸收塔的顶部;以及
      - 石膏脱水子模块,对所述脱硫反应子模块流出的石膏液进行脱水,包括:
        - 污泥脱水机,对所述脱硫反应子模块流出的石膏液进行脱水。
2. 根据权利要求1所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述冷却脱氟脱氯子模块包括:
  - 接口,与排烟管道连接;
  - 冷却脱氟装置,对自所述接口进来的烟气进行冷却脱氟;
  - 废液回收或处理系统,对自所述冷却脱氟装置出来的废液进行回收或处理;和
  - 碱液提供装置,向所述冷却脱氟装置供给碱液。
3. 根据权利要求2所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述接口和冷却脱氟装置之间设置增压风机。
4. 根据权利要求2所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述碱液为石灰石浆液、石灰浆液、钠基溶液、镁基溶液或铵基溶液。
5. 根据权利要求1所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述浆液为石灰石浆液、石灰浆液、钠基溶液、镁基溶液或铵基溶液。
6. 根据权利要求1所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述除雾器与所述烟囱之间设置烟气再热器。
7. 根据权利要求1所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述湿法脱硫模块还包括:除尘子模块,用于烟气冷却脱氟前的除尘。

8. 根据权利要求 1 所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述湿法脱硫模块还包括:废弃物消纳子模块,以将脱水后的石膏进行再利用。

9. 根据权利要求 1 所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述湿法脱硫模块还包括:

动力子模块,用于给各子模块提供能源;以及

控制子模块,用于控制各子模块的动态参数。

10. 根据权利要求 1 所述的移动式模块化烟气净化装置,其特征在于,所述湿法脱硫模块还包括:烟尘发生子模块,用于制造标准烟气,供实验演示使用。

## 移动式模块化烟气净化装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种烟气净化装置,特别涉及一种移动式、模块化烟气净化装置。

### 背景技术

[0002] 电厂、钢铁企业、城市供热系统以及石化、机械、化工和军事的燃煤、动力或供热系统排放的烟气中含有较高浓度的  $\text{SO}_2$ 、氮氧化物、微细粉尘  $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$ ,甚至还含有汞、铬、铜等。既不符合越来越严格的环保要求,也对生态环境和人体的健康造成了直接危害。

[0003] 对于钢铁行业的  $\text{SO}_2$  污染主要来自烧结生产工序,其产生的  $\text{SO}_2$  占钢铁企业排放总量的 70% 以上,随着我国环保要求的不断提高,“十二五”期间,不但对烧结烟气中的  $\text{SO}_2$  排放限定更严,对氮氧化物等污染物排放也有了明确的控制要求,脱硝、脱汞等重金属以及脱二噁英、脱氯化氢等也逐步成为减排重点。

[0004] 微细粉尘  $\text{PM}_{10}$  和  $\text{PM}_{2.5}$ ,对人体健康和大气能见度影响都很大。 $\text{PM}_{10}$  是可吸入颗粒物,能在大气中长期漂浮,由于飘尘粒径小,能被人直接吸入呼吸道造成危害;又由于它能在大气中长期漂浮,易将污染物带到很远的地方,导致污染范围扩大,同时在大气中还可作为化学反应提供反应床,国家环保总局 1996 年颁布修订的《环境空气质量标准(GB3095—1996)》中将其正式作为大气环境质量标准。 $\text{PM}_{2.5}$  也称为可入肺颗粒物,粒径小,富含大量的有毒、有害物质且在大气中的停留时间长、输送距离远,因而对人体健康和大气环境质量的影响更大。2012 年 2 月,国务院同意发布新修订的《环境空气质量标准》增加了  $\text{PM}_{2.5}$  监测指标。 $\text{PM}_{2.5}$  产生的主要来源,是日常发电、钢铁企业、城市供热系统、工业生产、汽车尾气排放等过程中经过燃烧而排放的残留物,大多含有重金属等有毒物质。 $\text{PM}_{2.5}$  正式纳入国标,因此,需要加快钢铁行业、发电等行业的节能减排步伐。

[0005] 为了满足环保要求且减少对人体健康的危害,无论在厂矿企业还是城市供热系统上都采取了烟气净化装置进行烟气的净化,比如脱硫、脱硝、脱氟化氢、脱氯化氢、除尘等,其中,脱硫工艺较常用的是石灰石—石膏湿法脱硫技术,该法目前多采用吸收塔形式的脱硫装置,根据具体的工艺不同又分为喷淋塔和鼓泡塔等。

[0006] 此外,实现烟气净化的装置目前所面临的问题是建设场地问题。对于烧结烟气脱硫而言,由于历史原因,我国很大一部分烧结机建成年代较早,设计和建设时没有预留烧结烟气脱硫项目建设场地,而且烧结烟气脱硫由于烟气量大,脱硫工程所需建设场地大,造成了现在即使想上脱硫装置也无地可建的窘境;且投资高、维护费用高;综合运行率不高。对于应用在供热系统中的烟气净化装置而言,使用效率低,由于北方的大部分地区供暖期限是自上年的 10—11 月 15 日到下年的 3—4 月 15 日,总共 4—6 个月,但是尽管每年的供暖期间只有 4—6 个月,但是用于烟气净化的装置,特别是脱硫的吸收塔无法移动,要常年地占用固定大小的面积,造成土地使用面积的浪费,而且为了确保使用时不至于出现故障,还要花费一定的费用对吸收塔加以维修保养,相当于提高了利用供暖设备进行供暖的运行成本,所以在供暖设备的设计自由度方面、运行成本方面受限制。

[0007] 另外,对握有烟气净化技术的生产厂家来说,要想向有需求的客户宣传自己的技

术,目前除了采用文字宣传外,没有其他更直观的宣传方法,因为烟气净化系统如脱硫系统目前都是固定在现场的设备,在宣传时没有办法做到既不泄露自己的技术秘密又能让客户相信自己已经掌握符合客户要求的脱硫技术,从而无法给客户直观的烟气净化效果感受,因此也迫切希望能够制作出能够在展览会、客户工地上实际展示烟气净化技术效果的一个平台。

## 发明内容

[0008] 本发明的目的在于克服现有技术中提及的上述问题,提供一种移动式模块化烟气净化装置,该移动式模块化烟气净化装置将通常的烟气净化装置模块化,每个模块执行不同的功能,而每个模块又分为执行不同功能的子模块,多个子模块分别置于不同的运行台车上或者根据实际烟气处理量将每个子模块再分开置于多辆的运行台车上,以实现不同目的的烟气净化,以及废弃物的回收利用,其中模块化的烟气净化装置均可自由移动,可根据需要将其部分子模块或全部子模块移动到相应的地方进行烟气净化。

[0009] 本发明的另一目的在于克服现有技术中提及的上述问题,提供一种移动式模块化烟气净化装置作为实验装置,该装置可以在展览会现场、实际烟气产生源地现场演示给客户所能达到的技术效果,增强对客户的说服力,以利于开展业务。

[0010] 为了实现上述目的,本发明提供的移动式模块化烟气净化装置,包括:多辆运行台车以及分开置于所述多辆运行台车上的烟气净化模块,其能够移动到需要烟气净化的排烟管道旁并与所述排烟管道连接进行烟气净化。

[0011] 优选地,所述烟气净化模块是烟气脱硫模块和/或烟气脱硝模块;其中,所述烟气脱硫模块为湿法脱硫模块、干法脱硫模块或半干法脱硫模块,所述烟气脱硝模块为选择性催化还原脱硝模块或选择性非催化还原脱硝模块。

[0012] 所述湿法脱硫模块,包括:冷却子模块,是冷却脱氟脱氯子模块或包括烟气换热器的冷却子模块,对待处理烟气进行冷却或冷却脱氟脱氯;脱硫反应子模块,对冷却脱氟脱氯后的烟气进行脱硫;和石膏脱水子模块,对所述脱硫反应子模块流出的石膏液进行脱水。

[0013] 所述冷却脱氟脱氯子模块包括:接口,与排烟管道连接;冷却脱氟装置,对自所述接口进来的烟气进行冷却脱氟;废液回收或处理系统,对自所述冷却脱氟装置出来的废液进行回收或处理;和碱液提供装置,向所述冷却脱氟装置供给碱液。

[0014] 优选地,所述接口和冷却脱氟装置之间设置增压风机。

[0015] 所述碱液为石灰石浆液、石灰浆液、钠基溶液、镁基溶液或铵基溶液。

[0016] 所述脱硫反应子模块,包括:脱硫吸收塔,对自所述冷却子模块出来的烟气进行脱硫;除雾器,对自所述脱硫吸收塔出来的烟气进行气液分离;浆液供给装置,向所述脱硫吸收塔供给浆液;和烟囱,将除雾后的烟气排入大气中。

[0017] 所述脱硫吸收塔优选为气喷旋冲塔或旋涡撞击塔。当所述脱硫吸收塔为气喷旋冲塔时,所述除雾器设置在水平烟道上;当所述脱硫吸收塔为旋涡撞击塔时,所述除雾器设置所述旋涡撞击塔内部的上部。

[0018] 所述浆液优选为石灰石浆液、石灰浆液、钠基溶液、镁基溶液或铵基溶液。

[0019] 优选地,所述除雾器与所述烟囱之间设置烟气再热器。

[0020] 所述石膏脱水子模块优选两种方式,一种方式包括:旋流器,对所述脱硫反应子模

块流出的石膏液进行离心脱水 ;和真空皮带脱水机,对所述旋流器脱水后的石膏液进一步脱水。另一种方式包括 :污泥脱水机,对所述脱硫反应子模块流出的石膏液进行脱水。

[0021] 所述湿法脱硫模块还可以包括 :除尘子模块,用于烟气冷却脱氟前的除尘。

[0022] 所述湿法脱硫模块还可以包括 :废弃物消纳子模块,以将脱水后的石膏进行再利用。

[0023] 所述湿法脱硫模块还可以包括 :动力子模块,用于给各子模块提供能源 ;以及控制子模块,用于控制各子模块的动态参数。

[0024] 所述湿法脱硫模块还可以包括 :烟尘发生子模块,用于制造标准烟气,供实验演示使用。

[0025] 本发明的移动式模块化烟气净化装置还可以包括 :废弃物消纳模块,用于处理所述烟气净化模块产生的废弃物。

[0026] 本发明的移动式模块化烟气净化装置可以应用于电厂系统、冶金企业烧结脱硫系统、城市燃煤供热系统以及其他行业如石油、石化、机械、化工和军事的燃煤、动力或供热系统的烟气净化。可根据锅炉大小或烧结机占地面积来设计本发明装置的大小,也就是设计出与其处理烟气量配套的移动式模块化烟气净化装置。

[0027] 本发明与现有技术相比,具有如下优点 :该移动式模块化烟气净化装置由置于多辆运行台车上执行不能功能的模块组成,而每个模块又分级为多个子模块,多个子模块组装后对待处理烟气进行净化,多个子模块可分别置于不同的运行台车上或每个模块再分开置于多辆运行台车上,均可移动和根据实际需要自由组装,以实现不同地点和不同目的的烟气净化,以及废弃物的回收利用。采用本装置对钢铁企业的烧结烟气进行烟气净化时,可以解决无地可建的窘境,也避免了场地的浪费,同时由于可移动,因此提高了本装置的利用率,相对降低了投资成本和维护费用。采用本发明的装置对北方冬季烧煤供热过程中产生的烟气进行净化,在需要时将其移至现场,在不需时将其移走,以减少占地面积,美化环境,降低设备的维护费用,由于其具有可移动性,设备的利用率随之增加。由于该移动式模块化烟气净化装置是可移动的,所以可方便简单有效地实施,用于小型需脱硫系统、中小型城市燃煤供热系统脱硫和各种系统的现场测评。本发明的石膏液脱水模块优选是污泥脱水机,该污泥脱水机占地面积小,脱水率在 50% 左右。

## 附图说明

[0028] 图 1 是本发明烟气净化模块为湿法脱硫模块时,冷却脱氟脱氯子模块的结构示意图 ;

[0029] 图 2 是本发明烟气净化模块为湿法脱硫模块时,脱硫反应子模块的结构示意图 ;其中,图 2A 中的脱硫吸收塔是气喷旋冲塔 ;图 2B 中的脱硫吸收塔是旋涡撞击塔。

[0030] 图 3 是本发明烟气净化模块为湿法脱硫模块时,石膏脱水子模块的结构示意图 ;

[0031] 图 4 是烟气净化模块为湿法脱硫模块时,本发明作为实验装置时,该移动式模块化烟气净化装置的组合使用结构示意图。

[0032] 其中,附图标记说明如下 :

[0033] 11- 第一出口、12- 第一入口、13- 第二出口、14- 第二入口 ;

[0034] 110- 第一运行台车、120- 第二运行台车、130- 第三运行台车、140- 第四运行台车、

150- 第五运行台车；

[0035] 200- 冷却子模块、210- 接口、220- 冷却脱氟装置、230- 废液回收或处理系统、240- 碱液提供装置、250- 增压风机、260- 冷却水泵、270- 供碱液泵；

[0036] 300- 脱硫反应子模块、310- 脱硫吸收塔、320- 除雾器、330- 浆液供给装置、340- 烟囱、350- 水平烟道、360- 供浆泵；

[0037] 400- 石膏脱水子模块、410- 旋流器、420- 真空皮带脱水机、430- 石膏排浆泵；

[0038] 500- 烟尘发生子模块；

[0039] 600- 除尘子模块。

### 具体实施方式

[0040] 下面结合附图对本发明进一步说明，但不作为对本发明保护范围的限定。

[0041] 作为第一实施方式，烟气净化模块是湿法脱硫模块为例进行说明。其中，不同的子模块可以分开置于不同的运行台车上，也可将一个子模块分开置于多辆运行台车上，也就是说，为了与城市不同规模的燃煤锅炉或烧结机等匹配，要根据实际烟气处理量来确定烟气净化模块的规模和占地面积，以考量各子模块采用几辆运行台车进行移动。下面为了方便说明起见，将不同的子模块分开置于不同的运行台车上，即一个子模块置于一辆运行台车上。

[0042] 所述运行台车，可以是具有箱体的箱式半挂车或拖车，其中烟气净化模块设置于箱体内或拖车上。

[0043] 如图 4 所示，本发明所述的移动式模块化烟气净化装置，包括：

[0044] 设置于第一运行台车 110 上的冷却子模块 200、设置于第二运行台车 120 上的脱硫反应子模块 300、设置于第三运行台车 130 的石膏脱水子模块 400、设置于第四运行台车 140 上的烟尘发生子模块 500 以及设置于第五运行台车 150 上的除尘子模块 600。所述移动式模块化烟气净化装置能够移动到需要烟气净化的排烟管道旁并与所述排烟管道连接进行烟气净化，所述移动式模块化烟气净化装置在使用状态下，是将上述子模块的全部或部分组装在一起使用；在不使用状态下，上述子模块处于分开状态。图 4 示出了上述全部子模块组装在一起时的使用状态图。

[0045] 其中，冷却子模块 200，对现场已初步除尘的待处理烟气进行冷却或冷却的同时脱氟脱氯，其第一出口 11 通过管道与第一入口 12 连接；脱硫反应子模块 300，对自冷却子模块 200 第一出口 11 出来的烟气进行脱硫；石膏脱水子模块 400，对所述脱硫反应子模块 300 第二出口 13 流出的石膏液进行脱水，其第二出口 13 通过管道与第二入口 14 连接；烟尘发生子模块 500 供展会展示时使用，以提供标准的待处理烟气；除尘子模块 600，用于烟气冷却或冷却脱氟脱氯前的除尘，如果现场待处理烟气未经除尘，需先将待处理烟气经除尘子模块 600 除尘后再进入冷却子模块 200 进行冷却或冷却脱氟脱氯；如果待处理烟气来自烟尘发生子模块 500，则也需将待处理烟气经除尘子模块 600 除尘后再进入冷却子模块 200 进行冷却或冷却脱氟脱氯。

[0046] 作为一种优选实施方式，本发明所述的湿法脱硫模块还可以包括：动力子模块，供给其他子模块中各个设备能源；和控制子模块，用于控制如下项目：待处理烟气入口温度、二氧化硫含量、压力、流速，脱硫吸收塔内进气段温度、浆液段温度、PH 值，出气段温度、除雾

器各级压力、出口烟气温度的、二氧化硫含量、压力、流速等，浆液 PH 值和供浆泵实现连锁控制。

[0047] 作为一种优选实施方式，湿法脱硫模块还包括：废弃物消纳子模块（废弃物消纳模块之一），以将脱水后的石膏（烟气净化模块的废弃物之一）进行再利用。脱水后的石膏可用作渣砌块的原料，还可将石膏掺至水泥中形成骨料、制砖等。

[0048] 所述冷却子模块 200 可以为冷却脱氟脱氯子模块和包括烟气换热器的冷却子模块，本发明以冷却脱氟脱氯子模块为例进行图示说明，如图 1 所示，所述冷却脱氟脱氯子模块，包括：接口 210，与排烟管道连接；冷却脱氟装置 220，对自所述接口进来的烟气进行冷却脱氟；废液回收或处理系统 230，对自所述冷却脱氟装置出来的废液（烟气净化模块的废弃物之一）进行回收或处理；和碱液提供装置 240，向所述冷却脱氟装置供给碱液。

[0049] 优选地，所述接口和冷却脱氟装置之间设置增压风机 250，如轴流或离心风机，以克服后续脱硫过程的压力损失，如图 1 所示。

[0050] 所述碱液可以为石灰石浆液、石灰浆液、钠基溶液、镁基溶液或铵基溶液。

[0051] 所述接口 210 可与供热系统、供电系统、烧结机等烟气排放烟道连接或与其他供待处理烟气排放的管道连接，以便将待处理烟气接入本发明的装置中，进入该接口的烟气温度控制在 150℃ 以下。

[0052] 所述冷却脱氟装置 220 与接口 210 连接，对自所述接口进来的烟气进行冷却脱氟；该冷却脱氟装置 220 为水平直筒式结构，包括功能不同的前后两段；直筒前段中喷出碱液将烟气中的大部分 HF 除去（从而有效减轻了对脱硫吸收塔的氟腐蚀），碱液的蒸发使烟气得到一级冷却，直筒后段中喷出的水将烟气进一步冷却到 80℃ 以下，冷却后的烟气以安全的烟温进入脱硫吸收塔 310，该冷却脱氟装置 220 集烟气降温、增湿、除尘、解决干湿交界面的灰堵和结垢、解决脱硫吸收塔入口腐蚀严重问题等功能于一体化，还具有除氟和除盐酸等功能；该冷却脱氟装置 220 的具体结构见中国发明专利 ZL200610117517.4。产生的废液进入废液回收或处理系统 230，该废液可以经回收后外送处理；另外，如果该运行台车上的空间允许或另外增加一辆运行台车，其上设置废液处理系统（废弃物消纳模块之二），废液经废水处理系统处理后回收其中有用成分。例如，对于烧结烟气而言，含有大量的重金属，将冷却脱氟装置 220 中排出的废水通过废液处理系统的沉淀、pH 值调节等工序，从而分离出重金属，烘干的重金属污泥经磁选后回收其中的铁，回收后的铁再返回烧结机头参与配矿，从而提高烧结系统的资源利用。其中，碱液由碱液供给装置 240 通过供碱液泵 270 提供，后段中喷出的水由冷却水泵 260 供应。

[0053] 所述脱硫反应子模块 300，包括：脱硫吸收塔 310，对自所述冷却子模块 200 第一出口 11 出来的烟气进行脱硫；除雾器 320，对自所述脱硫吸收塔 310 出来的烟气进行气液分离；浆液供给装置 330，向所述脱硫吸收塔 310 供给浆液；和烟囱 340，将除雾后的烟气排入大气中，如图 2 所示。

[0054] 所述脱硫吸收塔 310 的第一入口 12 与所述冷却脱氟装置 220 的第一出口 11 连接，该脱硫吸收塔 310 对自所述冷却脱氟装置 220 出来的烟气进行脱硫；本发明的脱硫吸收塔 310 可以是用于湿法脱硫的各种脱硫塔，比如鼓泡塔、喷淋塔、气喷旋冲塔（见中国发明专利 ZL200710036692.5）或旋涡撞击塔（见中国实用新型专利 ZL200720195551.3）。本发明以气喷旋冲塔（如图 2A 所示）或旋涡撞击塔（如图 2B 所示）为例进行图示。



[0055] 所述除雾器 320 对自所述脱硫吸收塔 310 出来的烟气进行气液分离,当所述脱硫吸收塔 310 为气喷旋冲塔时,所述除雾器 320 设置在水平烟道 350 上,如图 2A 所示;当所述脱硫吸收塔 310 为旋涡撞击塔时,所述除雾器 320 设置所述旋涡撞击塔内部的上部,如图 2B 所示。脱硫后的烟气从脱硫吸收塔 310 出来进入除雾器 320 进行气液分离,以便除去烟气中的小液滴,防止碱液中的水被带出,避免烟囱雨。

[0056] 所述浆液供给装置 330 通过供浆泵 360 向脱硫吸收塔 310 供给浆液,所述浆液为石灰石或石灰浆液等。烟气中的  $\text{SO}_2$  与脱硫吸收塔 310 内的浆液通过气液接触发生反应从而去除烟气中的  $\text{SO}_2$ 。在此过程中,烟气中的  $\text{SO}_2$  溶解在浆液中并与浆液进行化学吸收反应后生成亚硫酸钙,亚硫酸钙再经氧化生成硫酸钙。另外,烟气中残留的烟尘也在接触浆液后被除去。

[0057] 所述烟囱 340,将自所述除雾器 320 出来的烟气排入大气中,当所述脱硫吸收塔 310 为气喷旋冲塔时,所述烟囱 340 通过水平烟道 350 与气喷旋冲塔的顶部连接,为了使烟囱 340 稳定,优选将其固定在运行台车的车厢底面上,如图 2A 所示;当所述脱硫吸收塔 230 为旋涡撞击塔时,烟囱 340 垂直设于脱硫吸收塔 310 的顶部即可,如图 2B 所示。

[0058] 在所述除雾器 320 与所述烟囱 340 之间还可以设置烟气再热器(未示出)。作为再热器,可以是传统的蓄热式气气换热器 GGH,也可以是其他加热设备,加热的目的是防止湿烟气中所含有的酸性物质在塔壁上结露、进而会对塔壁加以腐蚀。

[0059] 所述石膏脱水子模块 400,包括:旋流器 410,对所述脱硫反应子模块第二出口 13 流出的石膏液进行离心脱水;真空皮带脱水机 420,对所述旋流器脱水后的石膏液进一步脱水,使其含水率降到 10% 以下,得到成品石膏;以及石膏排浆泵 430,将脱硫吸收塔 310 下部流出的石膏液抽入旋流器 410,如图 3 所示。

[0060] 在空间比较小的情况下,所述石膏脱水系统还可以采用污泥脱水机(未示出),对所述脱硫吸收塔 310 下部流出的石膏液进行脱水,经脱水后的石膏含水率为 50% 左右。

[0061] 所述烟尘发生子模块 500 包括烟尘发生器,以提供标准的待处理烟气,供展会展示时使用。

[0062] 除尘子模块 600,包括除尘器,可以是一级除尘也可以是二级除尘。所述除尘器可以选用布袋除尘器、电除尘器或旋风除尘器。

[0063] 比如本发明的移动式模块化烟气净化装置的入口烟气量设计为  $25000\text{m}^3/\text{h}$ ,采用该移动式模块化烟气净化装置进行实验,其中,脱硫吸收塔选用气喷旋冲塔待处理烟气由烟尘发生子模块产生,待处理烟气经电除尘器除尘后经增压风机进入冷却脱氟装置,待处理烟气温度为  $150^\circ\text{C}$ ,二氧化硫浓度  $600\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,氮氧化物浓度为  $150\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,PM10 的浓度为  $100\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,PM2.5 的浓度为  $80\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,采用的脱硫剂为石灰石粉,经该移动式模块化烟气净化装置脱硫后烟囱出口处二氧化硫浓度  $60\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,氮氧化物浓度为  $75\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,PM10 浓度为  $20\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,PM2.5 浓度为  $16\text{mg}/\text{Nm}^3$ ,符合国家标准。

[0064] 作为本发明的第二实施方式,烟气净化模块以干法脱硫模块为例进行简单说明,包括:脱硫反应子模块,对除尘后的待处理烟气进行脱硫;和除尘子模块,用于分离脱硫反应产物。

[0065] 本发明的上述移动式模块化烟气脱硫装置中的烟气净化模块虽然以湿法脱硫模块为例进行了详细说明,但是作为烟气净化模块,也可以设计成使用各种干法脱硫技术(比

如循环硫化床法、旋转喷雾法等) 或者已经公开的各种半干法脱硫技术的脱硫模块, 还可以设计为采用选择性催化还原脱硝技术或选择性非催化还原脱硝技术等脱硝模块, 更可以设计为脱硫脱硝技术相结合的烟气脱硫脱硝模块, 即将脱硫和脱硝模块组合在一起使用, 由于上述脱硫和脱硝技术均为本领域常规技术, 所以在此不再一一赘述, 只要将上述脱硫和 / 或脱硝技术所涉及的设备合理的布置在多辆运行台车上以达到随处移动的目的即可。

[0066] 此外, 作为湿法脱硫技术, 虽然上述说明以气喷旋冲塔或旋涡撞击塔为例进行了说明, 但是对于本领域的普通技术人员来说, 可以显而易见地看出, 也可以应用于其他方式的湿法脱硫技术。

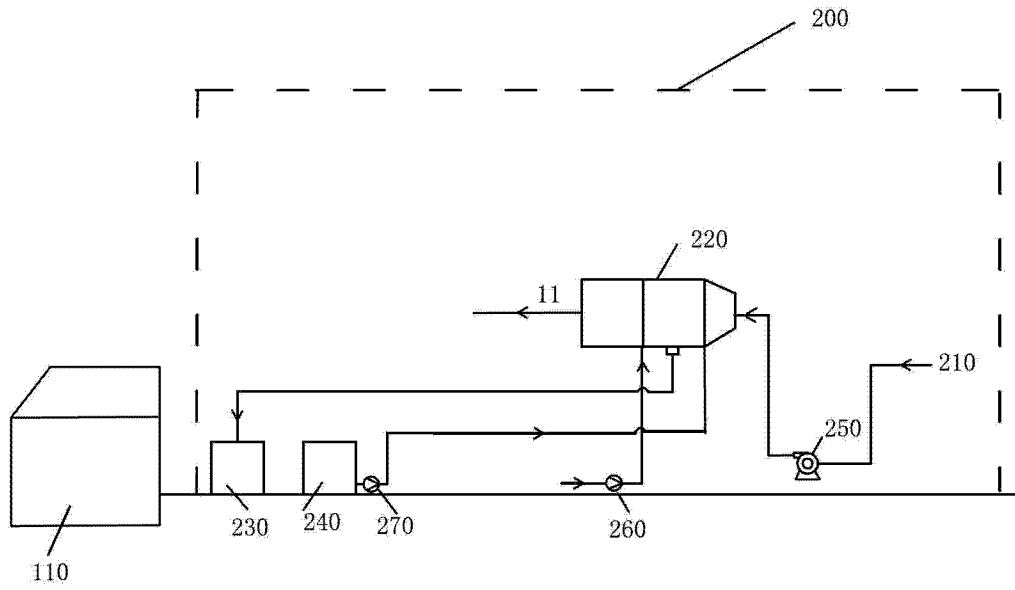


图 1

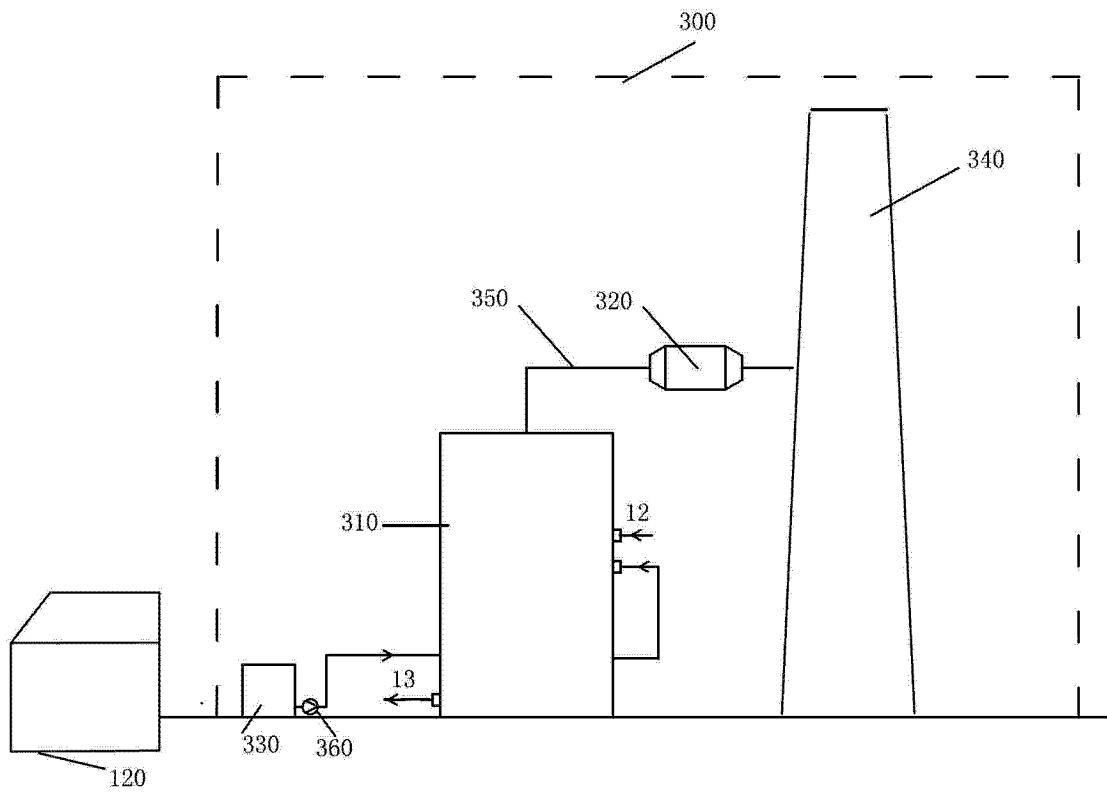


图 2(A)

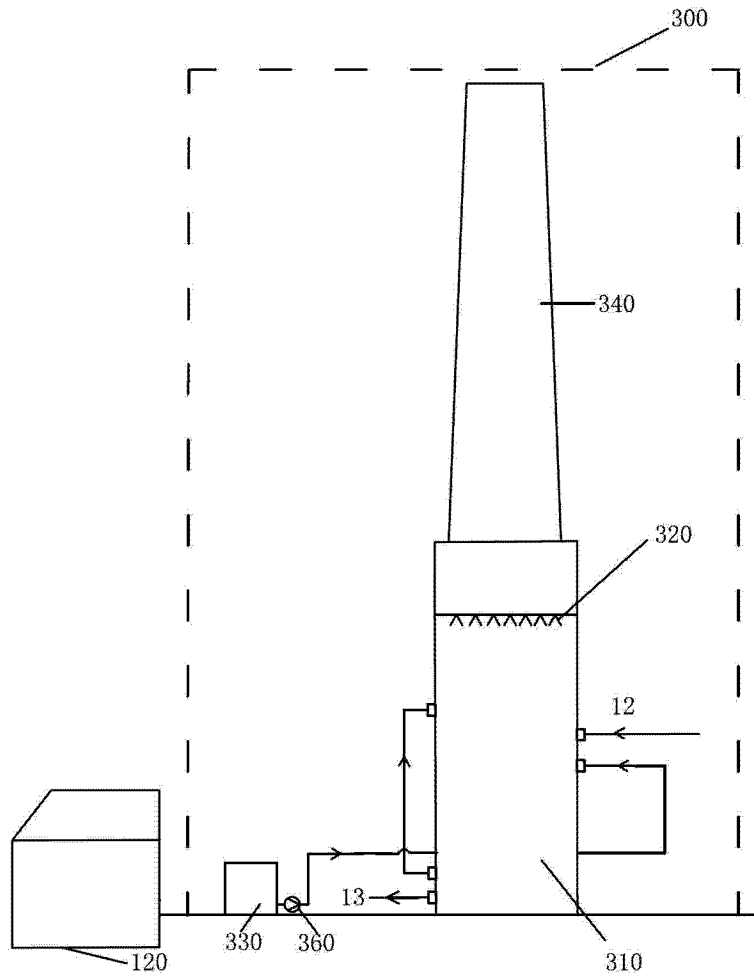


图 2(B)

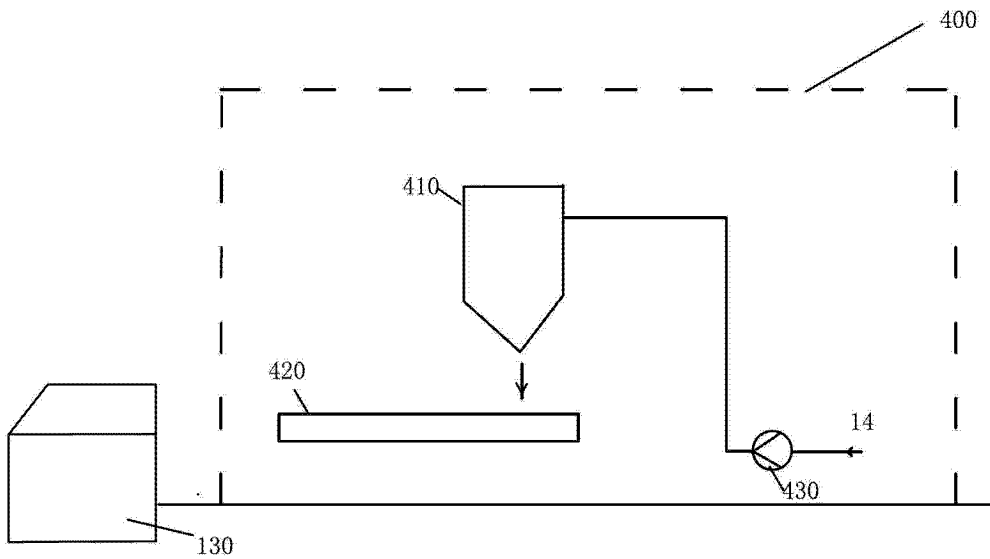


图 3

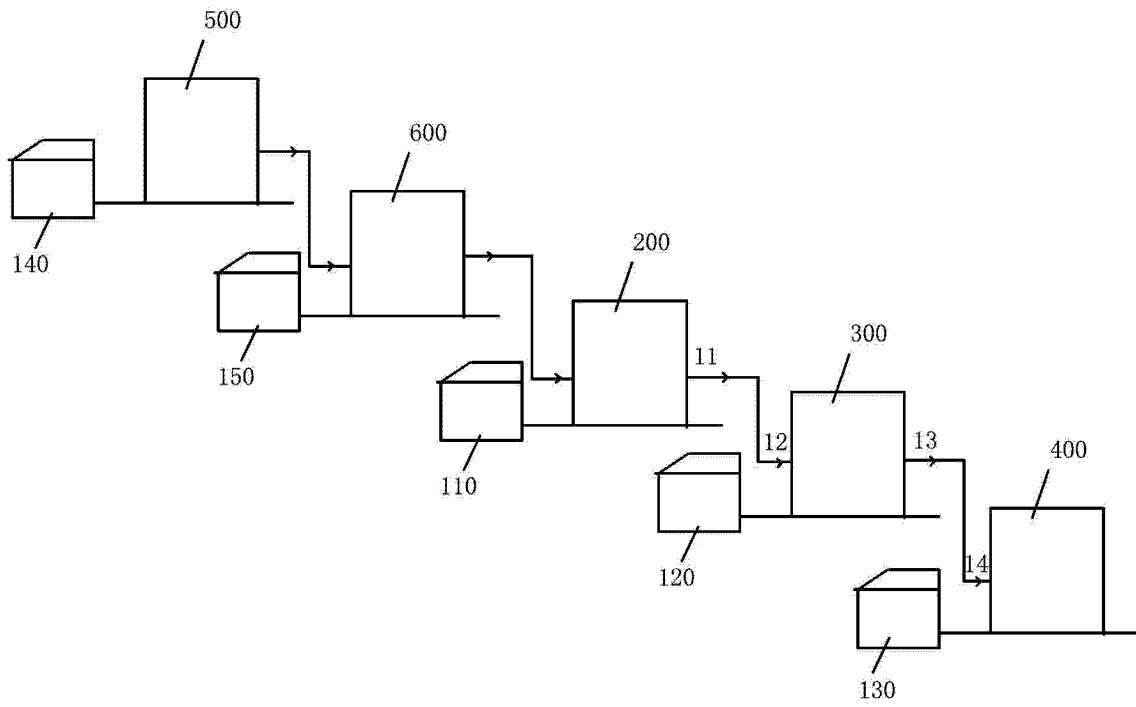


图 4