

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



[12] 发明专利申请公布说明书

B01D 53/78 (2006.01)

B01D 53/50 (2006.01)

B01D 47/06 (2006.01)

F23J 15/04 (2006.01)

[21] 申请号 200810033597.4

[43] 公开日 2008年11月19日

[11] 公开号 CN 101306317A

[22] 申请日 2008.2.14

[21] 申请号 200810033597.4

[71] 申请人 娄爱娟

地址 200237 上海市徐汇区梅陇路 130 号化
工一村 139/501 室

[72] 发明人 娄爱娟

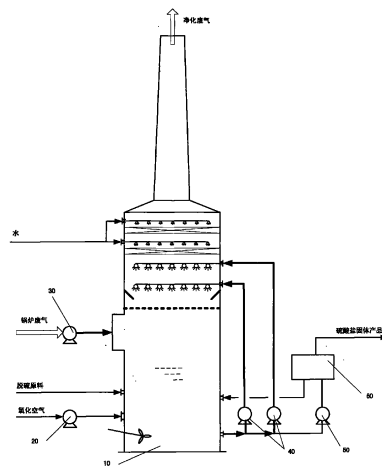
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

[54] 发明名称

一种塔顶排放式烟气脱硫方法

[57] 摘要

本发明涉及一种塔顶排放式烟气脱硫方法，它包括烟气脱硫塔，特征是所属脱硫塔的净化烟气出口的上方设置有直立排烟筒。原烟气进入脱硫塔后，向上流经喷淋段，与从喷淋器喷淋下来的洗涤吸收液逆流接触，脱出二氧化硫和其他污染物，继续向上进入填料段除沫，所得净化烟气从脱硫塔顶设置的烟气出口进入位于其上方的直立烟筒直接排入大气，喷淋段下落的吸收液进入脱硫塔底的鼓泡段氧化结晶，并经分离得到硫酸盐固体产品。该发明的脱硫方法使脱硫净化烟气不再由原烟囱排放，避免了对原烟囱的防腐和增强施工，节省了投资，并缩短了工期。



1、一种塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，原烟气进入脱硫塔体内完成脱硫净化后形成的净化烟气从所述脱硫塔顶连接的直立排烟筒直接排入大气。

2、根据权利要求1所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，所述原烟气由鼓风机增压后，从所述脱硫塔的烟气进口进入脱硫塔体内，并且所述烟气进口的形状为矩形，或者近似矩形的其他形状。

3、根据权利要求2所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，所述原烟气进入所述脱硫塔体内向上流动，依次经过喷淋段脱硫净化和填料段除去液沫后，再进入直立排烟筒。

4、根据权利要求3所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，所述喷淋段中设置有至少一组吸收液喷淋器，并且所述洗涤液喷淋器每一组都单独使用一台洗涤吸收液循环泵，单独使用一个洗涤吸收液进口。

5、根据权利要求4所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，所述喷淋器包括至少7个喷嘴，优选为以喷淋段横截面为基础布置0.5-2.0个喷嘴/m²，所述喷嘴的喷液流量为10~100m³/h，优选为20~80m³/h。

6、根据权利要求3所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，所述喷淋段中设置有烟气分布器，所述烟气分布器为筛板或栅板，其开孔率为10~50%，优选为20-30%。

7、根据权利要求3至6中任一项所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，从所述喷淋段下来的液体直接落入所述脱硫塔体下部的鼓泡段，并且在所述鼓泡段，空气压缩机通过设置在所述鼓泡段中的空气鼓泡器向洗涤吸收液鼓入氧化空气，使亚硫酸盐被氧化为硫酸盐，并析出硫酸盐固体颗粒或者晶体，设置在所述鼓泡段的侧进轴搅拌器持续搅动，促进气-液-固三相浆液的混合和传质，和防止固体在底部沉积。

8、根据权利要求7所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，使用吸收液循环泵，从所述鼓泡段塔体上设置的洗涤吸收液出口抽取吸收液，输送到设置在所述喷淋段的洗涤吸收液进口，并且所述循环泵输送流量在500-5000m³/h之间。

9、根据权利要求7或8所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，使用排料泵，从所述鼓泡段塔体上设置的排料口抽取吸收液，输送到脱硫塔体外的固-液分离设备，获得硫酸盐固体产品，分离的剩余液体从所述鼓泡段塔体上设置的回流液进口回到鼓泡段。

10、根据权利要求1至9任一项所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，使用的脱硫原料为钙的碳酸盐、氧化物或氢氧化物，循环吸收液为一种含有钙的硫酸盐、亚硫酸盐、卤化物的浆状水混合物，并且所述浆状水混合物中含固体质量3-30%，优选为10-20%，脱硫产品为二水结晶石膏，并且所述石膏的含水质量在2.0-20.0%之间。

11、根据权利要求1至9任一项所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，使用的脱硫原料为液态氨、气态氨、氨水混合物或碳铵，循环吸收液为一种含有铵的硫酸盐、亚硫酸盐、卤化物的浆状水混合物，并且所述浆状水混合物中含固体质量3-30%，优选为10-20%，脱硫产品为结晶硫酸铵，并且所述硫酸铵的含水质量在0.5-5.0%之间。

12、根据权利要求1至11任一项所述的塔顶排放式烟气脱硫方法，其特征在于，净化烟气在所述直立烟筒中的温度在40-60°C之间。

一种塔顶排放式烟气脱硫方法

技术领域

本发明涉及一种塔顶排放式烟气净化排放一体化脱硫方法，尤其涉及从烟气中回收硫氧化物的工艺，属于电力、冶金、环保、化工技术领域，尤其适合烟气脱硫技术领域。

背景技术

庞大的烟囱一直是广大锅炉、火电厂的必备装置。而且，烟囱的施工工艺非常复杂，影响工业生产的维护、加固、增强性施工一般受到排斥。例如，以煤或石油为燃料的火力发电厂排放大量锅炉烟道气，经过烟囱直接排向大气。电厂锅炉的排放烟囱高度在120~250m之间，一般都采用钢筋混凝土材料作为强度外壳。由于烟气中含有SO_x、NO_x、HCl和HF等酸性气态物质，尤其其中的SO₃气体，使得烟气表现出酸露点腐蚀性。烟气的酸露点随烟气中SO₃和水汽含量增加而增加，一般在100~150°C之间。为了确保烟气排放过程中不出现酸露点腐蚀，从锅炉系统出口，即通常的锅炉引风机出口的烟气温度比露点高15~25°C。但是，为了安全和设计保守起见，烟囱内壁都需要内衬保温，尤其是防腐材料，在与烟气接触的最里层衬以耐酸胶泥，次里层衬以耐酸砖。

随着环保要求越来越严格，电厂或锅炉都需要安装烟气脱硫装置，且主流的烟气脱硫技术都是含水浆液洗涤吸收的方法，或称为湿法，脱硫剂是碱性物质，比如天然的石灰石，即碳酸钙，氧化镁/碳酸镁，氢氧化钠/碳酸钠，或者合成氨等，脱硫产品分别是石膏（二水硫酸钙晶体），七水硫酸镁晶体，硫酸钠或硫酸铵。这些方法的一个共同点都是，脱硫尾气排放温度低于酸露点腐蚀温度，而且接近烟气水饱和的水露点温度，在40~60°C之间，尽管在脱硫设备，通常称为脱硫塔中，SO₃的脱除效率也很高，但是由于SO₃遇水会形成酸雾，不可能100%去除，脱硫后的尾气含有硫酸雾，仍然表现出明显的腐蚀性。

消除脱硫尾气酸雾不能采用加热的办法，因为硫酸的沸点大于320°C，不可能消耗巨大的能量将尾气加热到超过硫酸的沸点。

现有的方法是对锅炉原有烟囱进一步实施防腐蚀处理，比如在原有的耐酸胶泥层再内衬防腐材料，增强其防腐蚀能力。对于新建机组，增强性防腐使施工周期大大延长，而且增强性防腐使烟囱建设费用增加，后续维护和防腐材料更新的难度也很大。对于老机组，如果对原有烟囱进行新的防腐处理，施工难度大，施工周期长，更关键的是，这对机组或锅炉的生产会造成较大影响，在实践中缺乏应用价值。

发明内容

本发明公开了一种塔顶排放式烟气净化脱硫方法，还公开了使用该方法的新型塔顶排放式烟气净化排放一体化脱硫塔，尤其公开了一种从烟气中回收硫氧化物的脱硫塔。该方法使烟气再脱硫塔内净化脱硫后，直接从脱硫塔顶部烟气出口上方设置的直立排烟筒排放进入大气，不再需要经原来庞大的烟囱排放。这样，原来的烟囱不再需要进行防腐增强处理，甚至原来的烟囱被完全废弃，克服了现有技术存在的上述缺陷，节约了投资，也明显缩短了施工工期。

本发明的主要技术创新还在于，使烟气在脱硫塔内部，相对于向下流动的洗涤吸收液逆流向上，净化烟气最后直接从脱硫塔的直立烟筒上行排放，不再需要经原来的烟囱排放。因

此, 本发明提到的直立烟筒, 或者直排烟囱, 或者直排烟道, 都是指直接连接烟气脱硫塔的净化烟气出口并直接向大气排放尾气的构件, 安装该构件的脱硫塔可以直接排放净化气体, 完全废弃锅炉或者电厂原来使用的烟囱。

本发明的技术创新还在于, 它通过脱硫塔内设置的喷淋段, 洗涤吸收液高度分散为细小液滴与烟气充分接触, 同时发生质量和热量的传递, 提高了烟气的脱硫净化效果, 烟气中的二氧化硫变为亚硫酸酸盐水溶液。

本发明的技术创新还在于, 它通过脱硫塔内设置的填料段, 高效去除从喷淋段上来的烟气中夹带的雾状液体滴, 或称为液沫, 使得净化烟气可以直接经入直立烟筒排放。

本发明的技术创新还在于, 它通过脱硫塔内设置的鼓泡段, 实现亚硫酸盐的高效氧化, 同时实现硫酸盐的高效结晶。本发明的鼓泡段设置在烟气净化设备的下部或者底部, 通过配件布置和流程设计, 该鼓泡段能够使洗涤吸收液进行塔体内部的上下循环、塔体内外之间的循环, 同时发挥承接洗涤吸收原剂、溶解槽、氧化处理、吸收液循环槽四大功能, 极大地提高了洗涤吸收原剂的使用效率, 提高了烟气洗涤吸收效率。通过向鼓泡段加入不同的脱硫剂, 鼓泡段可以配合其他部件, 通过物理、化学、生物方法吸收灰尘、 NO_x 、 HCl 和 HF 等有害成份, 还能够大量回收硫氧化物, 生产具有较大使用价值的硫酸盐副产品。

参照附图 1、附图 2, 本发明公开的塔顶排放式烟气脱硫净化方法主要包括如下工艺步骤:

第一, 烟气进入

含有 SO_2 (含量一般在 $500-15000\text{mg}/\text{Nm}^3$), SO_3 (含量一般在 $10-300\text{mg}/\text{Nm}^3$), NO_x (含量一般在 $100-1000\text{mg}/\text{Nm}^3$), HCl/HF (含量一般在 $10-100\text{mg}/\text{Nm}^3$), 尘 (含量一般在 $50-500\text{mg}/\text{Nm}^3$) 等污染物, 且温度为 $100-160^\circ\text{C}$ 的烟气, 从烟气进口进入脱硫塔, 优选采用鼓风机把未处理的烟气送入脱硫塔。

第二, 喷淋洗涤吸收

烟气进入脱硫塔后, 向上流经脱硫塔内设置的喷淋段, 与从喷淋段的喷淋器喷淋下来的洗涤吸收液雾滴逆流接触, 发生气-液传质和液相中的化学反应, 吸收和脱出以上污染物。在喷淋段, 烟气中的 SO_2 变为亚硫酸盐当采用钙的碳酸盐、氧化物或氢氧化物为脱硫原料时, SO_2 则变为亚硫酸钙, 对应的循环吸收液为一种含有钙的硫酸盐、亚硫酸盐、卤化物的浆状水混合物, 并且所述浆状水混合物中含固体质量 3-30%, 优选为 10-20%。当采用氨 (可以是液态氨、气态氨、氨水混合物或碳酸铵) 作为脱硫原料使, SO_2 则变为亚硫酸铵, 对应的循环吸收液为一种含有铵的硫酸盐、亚硫酸盐、卤化物的浆状水混合物, 并且所述浆状水混合物中含固体质量 3-30%, 优选为 10-20%。在脱硫的同时, 烟气中的其他酸性污染物也被吸收净化, SO_3 变为硫酸盐, HCl 变为氯化物, NO_x 变为硝酸或亚硝酸盐。这些酸性污染物的脱出效率可达到 95-99%以上, 而且烟气中的粉煤灰 (尘) 的脱出效率也可大于 60%-90%。尤其是, 烟气被吸收液中的水冷却和增湿, 温度降低到 $40-60^\circ\text{C}$ 之间。

第三, 烟气除沫

烟气完成脱硫净化后, 继续向上流动, 进入填料段, 目的是除去从喷淋段带来的液滴, 或称液沫, 除沫效率大于 95%。填料段有两层填料, 每层填料上方都有一组喷水器, 用以冲洗除沫填料上粘附的固体, 比如石膏, 硫酸铵或硫酸镁等, 防止持续累积堵塞填料中的气体通道。连续运行状态下, 下层填料的喷水器运行, 停车时, 必须运行上层填料的喷水器一段时间, 优选上、下层填料的喷水器同时运行。

第四，烟气直排

经过填料段后的烟气称为净化烟气，通过净化烟气出口直接从直立烟筒排入大气，不再通过原烟囱排入大气，净化烟气载所属直立烟筒中的温度也在 40-60°C 之间，而且直立烟筒的高度在 20-80 米之间，优选在 30-60 米之间。

第五，洗涤吸收液循环

洗涤吸收液为含有碱性脱硫剂、硫酸盐及其结晶固体，以及其他污染物的盐化合物的浆状水溶液，尤其是被硫酸盐饱和或过饱和的浆状水溶液。洗涤吸收液在循环泵的作用下，在位于脱硫塔下部的鼓泡段和位于脱硫塔上部的喷淋段之间实现洗涤吸收液在脱硫塔内外，和上下的两个循环，将洗涤吸收液从鼓泡段提到喷淋段，同时，从喷淋段，洗涤吸收液又会自然下落到鼓泡段。

第六，喷淋器并联多层喷淋

对于机组或锅炉容量大，或者烟气中 SO_2 浓度高的情况，或者如果采用溶解度极低的钙原料（可以是碳酸钙，即石灰石，或氧化钙，即生石灰，或氢氧化钙，即消石灰），洗涤吸收液的循环流量将十分巨大，现有的泵技术难以满足大流量的要求，最好多台循环泵并联使用。尤其是，每一台循环泵都对应一个洗涤液进口和一组洗涤液喷淋器，使得洗涤吸收液经过至少一组喷淋器雾化。每组喷淋器都由吸收液主管、支管和喷嘴组成，确保洗涤吸收液沿脱硫塔横截面均匀分布和细小雾化。雾化喷嘴的数量至少需要 7 个，尤其是以脱硫塔横截面积为基准每 0.5-2.0 个 m^2 布置 1 个喷嘴，而且所述喷嘴的喷液流量为 10~100 m^3/h ，优选为 20~50 m^3/h 。每台循环泵的流量为 500-5000 m^3/h 。

第七，氧化结晶

从喷淋段下来的洗涤吸收液，直接进入位于脱硫塔下部的鼓泡段。在鼓泡段，由空气压缩机送来的氧化空气通过空气鼓泡器向洗涤吸收液鼓入氧化空气，设置在鼓泡段的侧进轴搅拌器持续搅动，促进烟气中物质的化学、物理吸收效果，吸收液经过空气氧化后，亚硫酸盐变为硫酸盐，并在过饱和情况下结晶析出硫酸盐晶体。鼓泡段还充当了吸收液循环槽的作用，经过脱硫塔外的循环泵不断将含有脱硫剂的吸收液输送到喷淋段，不断吸收烟气中的污染物，尤其 SO_2 ，再回到脱硫塔底部的鼓泡段。鼓泡段还充当了脱硫剂溶解槽的功能。一般情况下，新鲜的脱硫剂比如粒度在 250-325 目以上的石灰石粉末浆液，氧化镁/碳酸镁浆液，或液化氨/气化氨/氨水，直接加到鼓泡段，与吸收液混合、溶解、稀释。

第八，脱硫产品分离

从鼓泡段通过排料泵必须不断排出吸收液，使它包含的物质进入固化分离程序，例如进入后续的硫酸盐固体分离和加工设备，从分离设备剩余的液体，或称为母液，又回流到鼓泡段，使得本发明的方法不产生，或很少产生废水。

由上述技术方案可见，本发明的塔顶排放式烟气净化脱硫方法所使用的脱硫塔，主要包括了四个部分：从下至上分别为鼓泡段、喷淋段、填料段和直立烟筒，使在净化脱硫塔塔中脱出烟气中的污染物质，尤其 SO_2 之后，净化尾气不经过原来的锅炉烟囱排放，从而避免了现有技术需要对锅炉烟囱增强防腐，节省了投资，缩短了工期。

具体而言，本发明公开的塔顶排放式烟气净化脱硫方法，优选使用如下塔顶排放式烟气净化排放一体化脱硫塔，该塔为圆筒形或方形，其创新性设计还包括：

塔体；

塔体上的烟气进口，位置在塔体中下部或者中下部至中上部之间，优选中部；

塔体上的烟气出口，位置在塔体上部或顶部，优选顶部；

设置在烟气进口和烟气出口之间的塔体内的填料段；

设置在烟气进口和填料段之间的塔体内的喷淋段；

设置在烟气进口下部的位于塔体内的鼓泡段；

填料段用波纹状塑料板片平行排列而成，片间距 20~50mm，所选塑料为聚丙烯或者它与玻璃纤维的复合材料，塑料板片的厚度介于 1.0mm~5.0mm 之间，优选在 2.0mm~3.5mm 之间；

尤其是，设置在净化烟气出口之上方的直立烟筒，直立烟筒的横截面为圆形、椭圆形、方形，或者矩形；

此外，填料段中设置了两段填料，并且每段填料之上都布置有喷水器；

喷淋段中设置有气体分布器，洗涤吸收液喷淋器和液体壁流挡环；

鼓泡段中设置有了空气分布器，和侧进轴搅拌器，侧进轴搅拌器的作用是，在设备运行时持续搅动，促进气-液-固三相浆液的混合和传质，和防止固体在底部沉积，在设备停车时，持续搅动防止固体在底部沉积；

直排烟囱的横截面积是喷淋段横截面积的 0.05~0.35 倍，较好地是 0.10~0.25 倍，最好是 0.125~0.15 倍；

直排烟囱的高度在 20~100m 之间，较好地在 30~70m 之间；

本发明的喷淋段可以包含如下部件：第一，烟气分布器；第二，洗涤吸收液喷淋器；第三，液体壁流挡板。

本发明的烟气分布器设计有如下要点：

烟气分布器的目的是确保烟气进入塔内后沿塔的横截面均匀分布，使烟气可以同喷淋而下的洗涤吸收液均匀接触，确保洗涤和吸收的效率。

优选的烟气分布器为筛板状，其开孔率为 10~50%，优选为 20~30%，孔直径为 10~100mm；所说的筛板可以是带孔的平板，也可以是带孔波纹板或折板；

所说的开孔率为开孔总面积与塔体的横截面积之比；

或者，所说的烟气分布器为栅板，其开孔率为 10~50%，优选为 20~30%，栅条缝隙的宽度为 10~100mm，长度为 0.5~15.0m；所说的栅板可以是平板，也可以是弧型板，或斜板。

本发明的喷淋器设计要点如下：

喷淋器有两个目的和效果：一是使洗涤吸收液均匀分布，二是使洗涤吸收液高度分散，成为细小的液滴。

喷淋器包括分布管和喷嘴，分布管与喷嘴相连接，喷嘴为螺旋喷嘴；

优选的分布管分为主管和支管，支管与主管相连接，主管的内径为 0.15~1.5m，支管的内径为 0.05~0.5mm；吸收液在管内的流动速度为 1.0~5.0m/s，更好为 1.5~2.5m/s。

喷嘴的数量为在脱硫塔的横截面上，每 0.5-2.0 平方米布置 1 个喷嘴，每个喷嘴的喷液流量为 10~100m³/h，优化为 20~80m³/h；喷嘴的喷口内径为 10~120mm，优选为 20~60mm。

本发明的壁流挡板设计要点如下：

壁流挡板的应用目的是减弱或消除脱硫塔内壁的液体流动，尽量使喷淋的洗涤吸收液在塔的横截面上均匀流动，提高洗涤吸收液的利用效率。由于喷淋器配置的喷嘴的角度较大，因为要高度分散，必然会有大量喷洒的液体会洒到塔内壁上，沿内壁向下流动的洗涤吸收液

与烟气的传质效果较差，从而降低了洗涤吸收液的利用效率。

壁流挡板的设置可以消除洗涤吸收液的塔内壁流，使壁流液体转向塔内，提高洗涤吸收液的利用效率，某种意义上可以降低洗涤吸收液的循环量。

壁流挡板直接连接在塔的内壁，与内壁形成的竖直方向的角度在 30~90 度，一般在喷淋器以下 0.5~1.5 米的位置，壁流挡板的宽度为 0.1~0.5m，壁流挡板可以是一个整体，也可以断开。

附图说明

图 1 为塔顶排放式烟气脱硫塔的结构示意图。

图 2 为塔顶排放式烟气脱硫方法的工艺流程示意图。

具体实施方式

实施例 1

一种塔顶排放式烟气脱硫方法，用于以下条件烟气的脱硫净化：

它是一种烟气含有 SO_2 3000mg/Nm³， SO_3 30 mg/Nm³， NO_x 500 mg/Nm³，HCl 和 HF 含量 30 mg/Nm³，尘含量 100 mg/Nm³ 污染物，且温度为 135°C 的锅炉原烟气，烟气流量为 45 万 Nm³/h。

参见图 1，本发明采用的烟气净化排放一体化脱硫塔，为圆筒形的塔，包括：

塔体 (1)，塔体 (1) 直径为 8.0m；

设置在塔体 (1) 下部的位于塔体内的鼓泡段 (2)，鼓泡段 (2) 中设置有一组空气鼓泡器，和三台侧进轴搅拌器；

设置在塔体 (1) 中部或者中下部的烟气进口 (3)，其流通截面为矩形，高 2.5m，宽 6.0m；

设置在塔体 (1) 中上部的位于塔体内的喷淋段 (4)，喷淋段 (4) 中设置有筛板式气体分布器，2 组吸收液喷淋器和液体壁流挡板，且喷淋器由主管、支管和喷嘴构成，喷嘴为螺旋喷嘴，每组喷嘴数量为 50 个；

设置塔体 (1) 上部的位于塔体内的填料段 (5)，填料段 (5) 中设置两段填料，每段填料之上都布置有喷水器；

设置在塔体 (1) 顶部的净化烟气出口 (6)；

设置在净化烟气出口 (6) 之上方的直立烟筒 (7)，直立烟筒 (7) 的横截面积是圆形，并且从其进气口到其排气口，横截面积不断减小，与喷淋段 (4) 的横截面积的比例从 0.25 减小到 0.125 倍；

直排烟囱的高度是 55 米。

参见图 2，本发明的塔顶排放式烟气脱硫方法的具体工艺设计如下：

鼓风机 (30) 把烟气，从烟气进口 (3) 鼓入净化排放一体化的净化处理塔 (10)。脱硫原料为液态合成氨，循环的洗涤吸收液为含硫酸铵结晶固体的硫酸铵、亚硫酸铵、氯化铵浆状水混合物，并且该循环吸收液还含有从烟气中洗涤下来的粉煤灰，其含固体质量为 15%。洗涤吸收液在循环泵 (40) 的作用下，在净化处理塔 (10) 的鼓泡段 (2)、喷淋段 (4) 之间实现塔体 (1) 上下、塔体 (1) 内外两个循环。

采用两台循环泵，每台循环泵的流量为 1500m³/h。

烟气进入净化处理塔 (10) 的塔体 (1) 后，向上流经塔内设置的喷淋段 (4)。在喷淋段，两组洗涤液喷淋器持续喷淋（每一组洗涤液喷淋器都对应各自的循环泵，对应各自的洗涤液

进口),把烟气中的 SO_2 变为亚硫酸铵。烟气被洗涤吸收液冷激,温度降低到 52°C 。

喷淋段中,每个喷嘴的喷淋量为 $30\text{m}^3/\text{h}$ 。

烟气向上逆流经过喷淋段(4)后,继续向上,进入填料段(5)。填料段(5)有两层填料,每层填料上方都有一组喷水器。烟气净化设备连续运行状态下,下层填料的喷水器持续运行;停车时,上层填料的喷水器运行3分钟。喷水器的运行方式和时间以塔下部的鼓泡段(2)的液位为基准来调节。当液位低于设定液位时,开启喷水器,既冲洗除雾填料层,又向吸收塔(10)补充工艺水。

经过填料段(5)后的烟气称为净化烟气,通过净化烟气出口(6)直接从直立烟筒(7)排入大气,排气温度 51°C 。

从喷淋段(4)下来的洗涤吸收液,直接进入位于净化处理塔(10)下部的鼓泡段(2)。在鼓泡段(2),空压机(20)通过空气分鼓泡器向吸收液鼓入氧化空气,将喷淋段获得的亚硫酸铵变为硫酸铵,并在过饱和情况下析出硫酸铵晶体,设置在鼓泡段(2)的侧进轴搅拌器持续搅动,促进烟气中物质的化学、物理吸收效果,包括促进气-液和固-液混合和传质,还促进固-液悬浮。硫酸铵固体产品被排料泵(50)送入固液分离设备(60),具体包括固液分离、干燥和包装设备,得到硫酸铵固体产品,产品的含水质量为0.5%,同时分离出固体后剩余的液体,为含有硫酸铵的过饱和溶液,称为母液,回流到脱硫塔(10)下部的鼓泡段(2),进一步被新吸收和氧化得到的硫酸铵过饱和,并再结晶为固体硫酸铵。

脱硫原料,液氨,从位于脱硫塔(10)下部的鼓泡段(2)的塔体(1)上的脱硫原料进口直接进入净化处理塔(10),以确保可以连续吸收烟气中的酸性气体,包括硫氧化物,卤化氢,氧化氮等,尤其 SO_2 ,最后得到相应的铵盐。

实施例2

该实施例的烟气条件如下:

它是一种烟气含有 SO_2 $2000\text{mg}/\text{Nm}^3$, SO_3 $20\text{mg}/\text{Nm}^3$, NO_x $500\text{mg}/\text{Nm}^3$, HCl 和 HF 含量 $30\text{mg}/\text{Nm}^3$, 尘含量 $200\text{mg}/\text{Nm}^3$ 污染物,且温度为 145°C 的锅炉原烟气,烟气流量为 $30\text{万 Nm}^3/\text{h}$ 。

参见图1,其采用的烟气净化排放一体化脱硫塔,为圆筒形的塔,包括:

塔体(1),塔体(1)直径为 6.6m ;

设置在塔体(1)下部的位于塔体内的鼓泡段(2),鼓泡段(2)中设置有一组空气鼓泡器,和两台侧进轴搅拌器;

设置在塔体(1)中部或者中下部的烟气进口(3),其流通截面为矩形,高 2.0m ,宽 5.0m ;

设置在塔体(1)中上部的位于塔体内的喷淋段(4),喷淋段(4)中设置有筛板式气体分布器,2组吸收液喷淋器和液体壁流挡板,且喷淋器由主管、支管和喷嘴构成,喷嘴为螺旋喷嘴,每组喷嘴数量为40个;

设置塔体(1)上部的位于塔体内的填料段(5),填料段(5)中设置两段填料,每段填料之上都布置有喷水器;

设置在塔体(1)顶部的净化烟气出口(6);

设置在净化烟气出口(6)之上方的直立烟筒(7),直立烟筒(7)的横截面积是圆形,并且从其进气口到其排气口,横截面积不断减小,与喷淋段(4)的横截面积的比例从0.25减小到0.125倍;

直排烟囱的高度是 58 米。

参见图 2，本发明的塔顶排放式烟气脱硫方法的具体的工艺设计如下：

鼓风机（30）把烟气，从烟气进口（3）鼓入净化排放一体化的净化处理塔（10）。脱硫原料为碳酸钙，即石灰石，循环的洗涤吸收液为含硫酸钙结晶（即石膏）固体的硫酸钙、亚硫酸钙、氯化钙的浆状水混合物，并且该循环吸收液还含有从烟气中洗涤下来的粉煤灰，其含固体质量为 18.0%。洗涤吸收液在循环泵（40）的作用下，在净化处理塔（10）的鼓泡段（2）、喷淋段（4）之间实现塔体（1）上下、塔体（1）内外两个循环。

采用两台循环泵，循环泵的流量为 $2000\text{m}^3/\text{h}$ 。

烟气进入净化处理塔（10）的塔体（1）后，向上流经塔内设置的喷淋段（4）。在喷淋段，两组洗涤液喷淋器持续喷淋（每一组洗涤液喷淋器都对应各自的循环泵，对应各自的洗涤液进口），把烟气中的 SO_2 变为亚硫酸铵。烟气被洗涤吸收液冷激，温度降低到 49°C 。

喷淋段中，每个喷嘴的喷淋量为 $50\text{m}^3/\text{h}$ 。

烟气向上逆流经过喷淋段（4）后，继续向上，进入填料段（5）。填料段（5）有两层填料，每层填料上方都有一组喷水器。烟气净化设备连续运行状态下，下层填料的喷水器持续运行；停车时，上层填料的喷水器运行 2 分钟。喷水器的运行方式和时间以塔下部的鼓泡段（2）的液位为基准来调节。当液位低于设定液位时，开启喷水器，既冲洗除雾填料层，又向吸收塔（10）补充工艺水。

经过填料段（5）后的烟气称为净化烟气，通过净化烟气出口（6）直接从直立烟筒（7）排入大气，排气温度 48°C 。

从喷淋段（4）下来的洗涤吸收液，直接进入位于净化处理塔（10）下部的鼓泡段（2）。在鼓泡段（2），空压机（20）通过空气分鼓泡器向吸收液鼓入氧化空气，将喷淋段获得的亚硫酸钙变为硫酸钙，并在过饱和情况下析出石膏晶体，设置在鼓泡段（2）的侧进轴搅拌器持续搅动，促进烟气中物质的化学、物理吸收效果，包括促进气-液和固-液混合和传质，还促进固-液悬浮。石膏固体产品被排料泵（50）送入固液分离设备（60），得到石膏固体产品，产品的含水质量为 8.5%，同时分离出固体后剩余的液体，为含有石膏的过饱和溶液，称为母液，回流到脱硫塔（10）下部的鼓泡段（2），进一步被新吸收和氧化得到的石膏过饱和，并再结晶为固体石膏。

脱硫原料，石灰石，从位于脱硫塔（10）下部的鼓泡段（2）的塔体（1）上的脱硫原料进口直接进入净化处理塔（10），以确保可以连续吸收烟气中的酸性气体，包括硫氧化物，卤化氢，氧化氮等，尤其 SO_2 ，最后得到相应的钙盐。

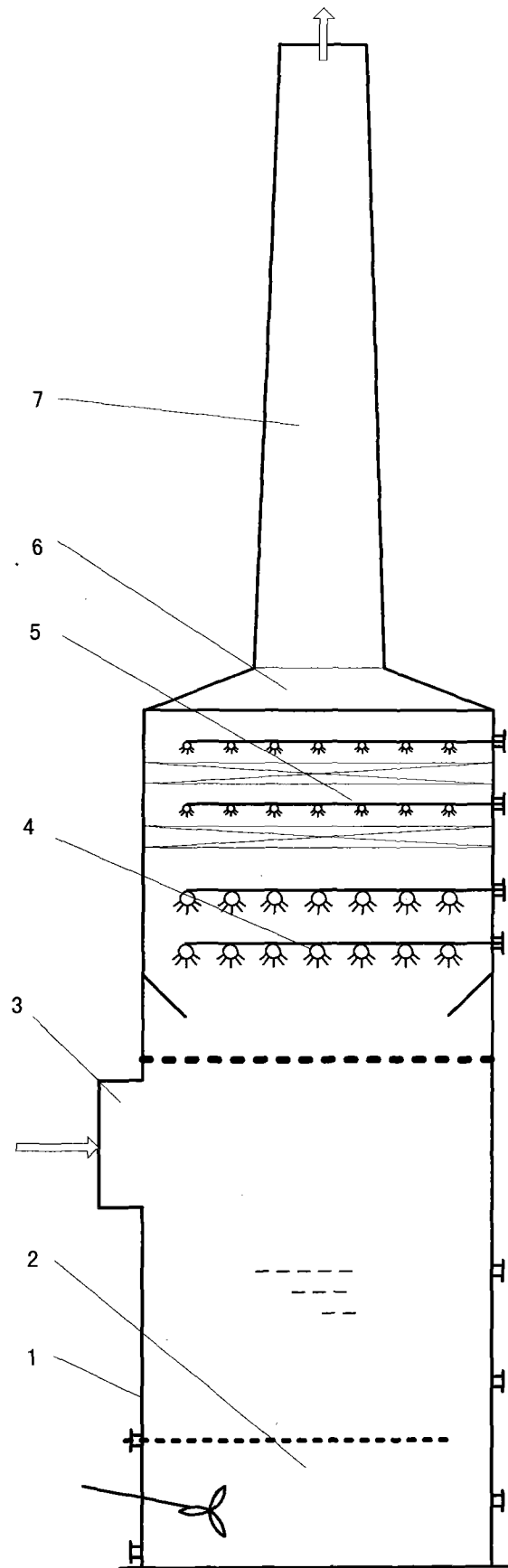


图 1

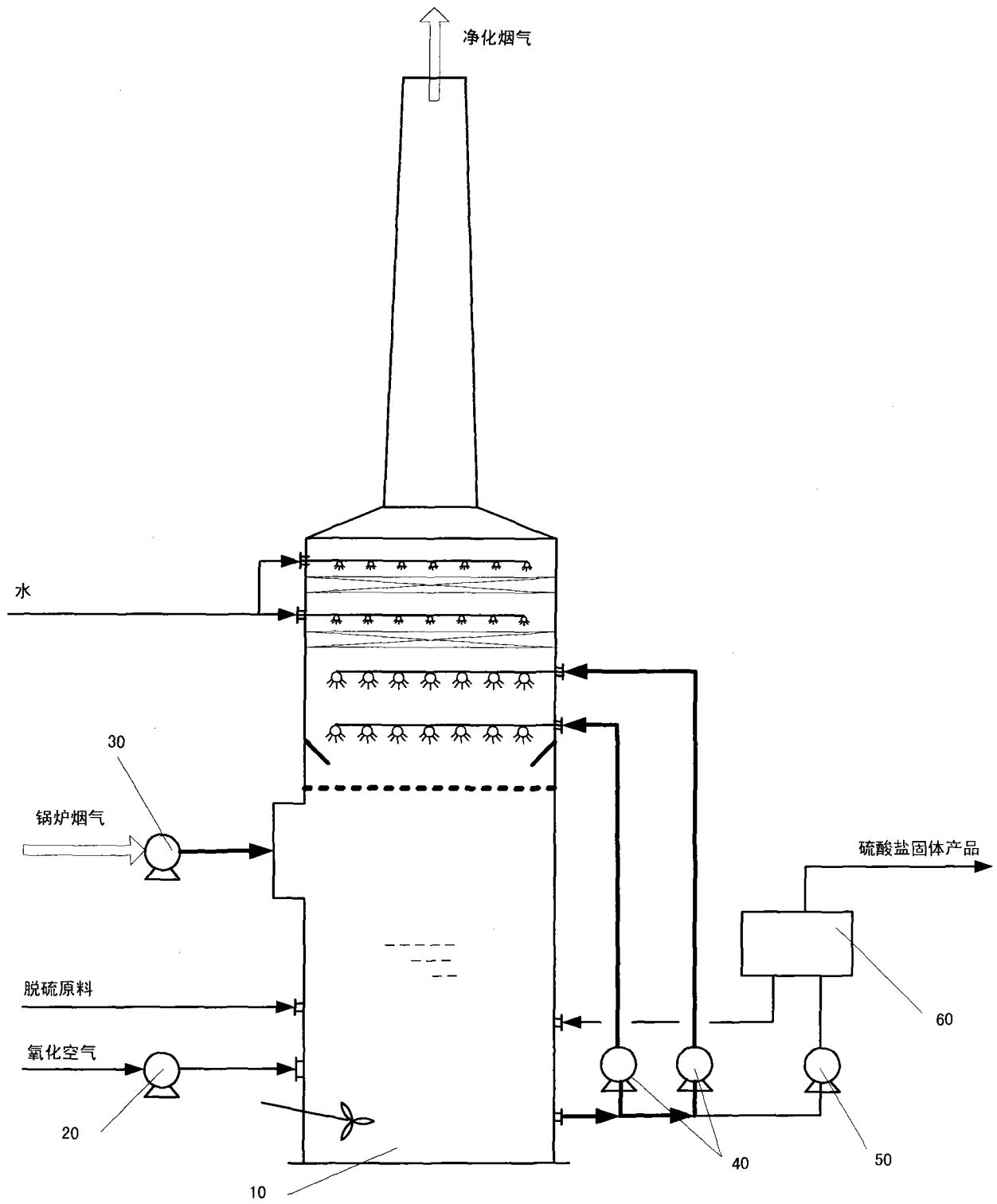


图 2