



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101745305 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201010100009. 1

B01D 53/54 (2006. 01)

(22) 申请日 2010. 01. 24

审查员 刘辉

(73) 专利权人 华北电力大学 (保定)

地址 071003 河北省保定市北市区永华北大
街 619 号

(72) 发明人 马双忱 赵毅 苏敏 孙云雪

(74) 专利代理机构 石家庄冀科专利商标事务所
有限公司 13108

代理人 李羨民 周晓萍

(51) Int. Cl.

B01D 53/78 (2006. 01)

B01D 53/60 (2006. 01)

B01D 53/62 (2006. 01)

B01D 53/64 (2006. 01)

B01D 53/66 (2006. 01)

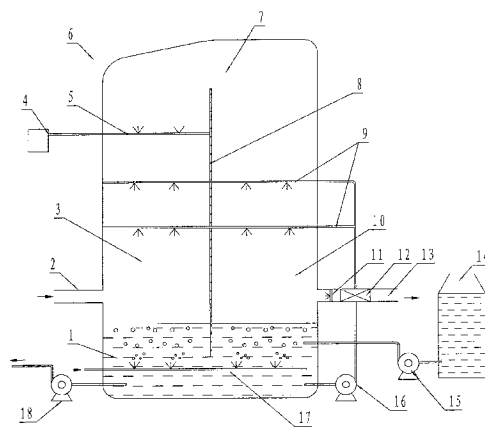
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种脱除烟气中气态多种污染物的方法

(57) 摘要

一种脱除烟气中气态多种污染物的方法, 用于解决烟气中多污染物控制治理技术的局限性问题。它利用一个吸收塔对烟气中 SO₂、NO_x、汞蒸气以及 CO₂ 进行全面脱除, 所述吸收塔下部设置吸收浆液池, 中部设置喷淋管、上部设有氧化剂管, 吸收塔沿纵向设有隔板, 隔板两侧分别为脱硫工作段和脱硝脱碳工作段, 吸收塔上部为连通的氧化区; 烟气由吸收塔进口进入脱硫工作段, 完成 SO₂ 和 HCl 的脱除; 烟气继续向上进入氧化区, 在氧化区 NO_x 化成易溶于水的高价态氧化物后进入脱硝脱碳工作段, 完成 NO_x、汞蒸气及 CO₂ 脱除。本发明突破了现有技术烟气中气态多种污染物同时脱除设备复杂、运行成本高的技术瓶颈, 其工艺方法和装置具有独特的创新性。



1. 一种脱除烟气中气态多种污染物的方法,其特征在于:它利用一个吸收塔(6)对烟气中 SO_2 、 NO_x 、汞蒸气以及 CO_2 进行全面脱除,所述吸收塔下部设置吸收浆液池(1),中部设置喷淋管(9)、上部设有氧化剂管(5),吸收塔沿纵向设有隔板(8),隔板下部探入吸收液池中,隔板将吸收塔分隔为脱硫工作段(3)和脱硝脱碳工作段(10),吸收塔上部为连通的氧化区(7);烟气由吸收塔进口(2)进入脱硫工作段逆流向上,经与喷淋管喷射的吸收液接触,完成 SO_2 和氯化氢的脱除;烟气继续向上进入氧化区,在氧化区 NO_x 被氧化剂管喷出的氧化剂氧化成易溶于水的高价态氧化物后进入脱硝脱碳工作段,所述氧化剂为臭氧、二氧化氯、过氧化氢气体或其混合物;在脱硝脱碳工作段烟气顺流向下经喷淋管喷出的吸收液洗涤,完成 NO_x 、汞蒸气及 CO_2 脱除,净化后的烟气由吸收塔出口(13)排出;

所述吸收液为氨水。

2. 根据权利要求1所述的脱除烟气中气态多种污染物的方法,其特征在于:所述喷淋管(9)在两工作段间连通,或在各工作段内分置,喷淋管经吸收液循环泵(16)及管路连通吸收浆液池(1)。

3. 根据权利要求2所述的脱除烟气中气态多种污染物的方法,其特征在于:所述吸收浆液池(1)在两工作段下部连通,或由隔板(8)分置为分别对应两工作段的独立池。

4. 根据权利要求3所述的脱除烟气中气态多种污染物的方法,其特征在于:所述吸收塔旁设有吸收液补充罐(14),吸收液补充罐经吸收液补充泵(15)和管路连通吸收浆液池(1);所述吸收浆液池外设有吸收液排出泵(18),吸收液排出泵经管路连通吸收浆液池;所述塔吸收浆液池内设有与鼓风机装置相连的氧化空气管(17)。

5. 根据权利要求4所述的脱除烟气中气态多种污染物的方法,其特征在于:所述吸收塔出口(13)依次设有冲洗水装置(11)和除雾器(12)。

一种脱除烟气中气态多种污染物的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种烟气净化方法,特别是脱除电站锅炉和工业锅炉烟气气态多种污染物的方法,属烟气净化技术领域。

背景技术

[0002] 众所周知,化石燃料燃烧过程排放的二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x),形成酸雨和其他二次污染物,已严重影响到人类的生产和生活。因此,SO₂和NO_x的控制和净化迫在眉睫,关系到国民经济的发展和人类的生存。

[0003] 烟气脱硫(FGD)是目前世界上开展的惟一大规模商业化应用的脱硫方法,是控制酸雨和SO₂污染最为有效和主要的技术手段。其主流的技术是湿式石灰石石膏洗涤法,其技术比较成熟、脱除效率高、工艺可靠性好,但却存在设备投资高、系统复杂、易于堵塞、结垢、腐蚀、泄漏以及淤泥的后处理等问题。这些因素使得湿法脱硫在经济性、运行维护方面出现一定的局限性。酸雨前体物SO₂被大量脱除后,在环保要求较高的地区,NO_x将成为酸雨前体物减排的主要控制目标。烟气脱硝是当前治理NO_x中最重要的方法。现行的NO_x治理技术主要是采用选择性催化还原法脱硝(SCR),SCR法脱硝投资巨大,运行成本高。除了酸雨问题,最近温室效应越来越引起人们的关注。二氧化碳等温室气体的大量排放已引起全球温度不断升高,全球气候变化是当前最紧迫的环境压力之一。据经济合作发展组织和国际能源署数据显示,燃煤电厂是CO₂的主要来源,现有电厂CO₂年排放量约106亿吨,占全世界排放总量的40.6%。这就要求采用碳捕获和存储(CCS)等技术控制CO₂的排放。上述各种独立的烟气污染物控制技术(FGD、SCR、CCS)虽然都能达到各自理想的脱除和捕集效率,但如果分别脱除,几种设备同时运行必然给电厂带来巨大的经济压力,这就要求发展气态多种污染物同时脱除技术,以简化工艺系统,降低脱除成本,提高脱除效率。而传统的烟气脱硫脱硝工艺需要分级进行,存在投资高、占地面积大、系统复杂等缺点。中国专利CN200910095344.4号公开了一种臭氧氧化结合双塔洗涤对烟气同时脱硫脱硝的技术,该技术使用的装置包括烟道、与烟道依次相连的换热器、碱液洗涤塔A、碱液洗涤塔B,利用该装置可同时对烟气脱硫脱硝。但该技术的目标脱除物不包括CO₂,而且存在双吸收塔结构复杂、占地面积大等问题,另外,该专利的臭氧加入到碱液洗涤塔A下部的液相区,参与脱硫浆液中的亚硫酸盐的氧化,势必增加臭氧消耗,增大系统地运行成本。中国专利200810197731.4号公开了一种燃煤烟气多污染物脱除工艺及其设备。该工艺先用SCR脱硝法脱除烟气中的NO_x,而后用除尘器脱除烟气中的粉尘灰粒,然后用湿式钙基脱硫法消除烟气中的SO₂,最后再用一乙醇胺(MEA)脱碳法吸收烟气中的CO₂。该技术采用MEA脱碳存在成本高昂、MEA损失较大、CO₂吸收容量低、腐蚀速率高等问题。另外,由于其工艺系统复杂,不适合在大烟气量的电厂应用。

[0004] 综上所述,研发工艺简单、可靠、经济实用的烟气气态多种污染物控制方法具有十分重要的意义。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的问题是提供一种使用设备简单、系统集成度高、运行费用低的脱除烟气中气态多种污染物的方法。

[0006] 本发明所称问题是由以下技术方案解决的：

[0007] 一种脱除烟气中气态多种污染物的方法，它利用一个吸收塔对烟气中 SO_2 、 NO_x 、汞蒸气以及 CO_2 进行全面脱除，所述吸收塔下部设置吸收浆液池，中部设置喷淋管、上部设有氧化剂管，吸收塔沿纵向设有隔板，隔板下部探入吸收浆液池中，隔板将吸收塔分隔为脱硫工作段和脱硝脱碳工作段，吸收塔上部为连通的氧化区；烟气由吸收塔进口进入脱硫工作段逆流向上，经与喷淋管喷射的吸收液接触，完成 SO_2 和氯化氢的脱除；烟气继续向上进入氧化区，在氧化区 NO_x 被氧化剂管喷出的氧化剂氧化成易溶于水的高价态氧化物后进入脱硝脱碳工作段，所述氧化剂为臭氧、二氧化氯、过氧化氢气体或其混合物；在脱硝脱碳工作段烟气顺流向下经喷淋管喷出的吸收液洗涤，完成 NO_x 、汞 (Hg) 蒸气及 CO_2 脱除，净化后的烟气由吸收塔出口排出。

[0008] 上述脱除烟气中气态多种污染物的方法，所述喷淋管在两工作段间连通，或在各工作段内分置，喷淋管经吸收液循环泵及管路连通吸收浆液池。

[0009] 上述脱除烟气中气态多种污染物的方法，所述吸收浆液池在两工作段下部连通，或由隔板分置为分别对应两工作段的独立池。

[0010] 上述脱除烟气中气态多种污染物的方法，所述吸收塔旁设有吸收液补充罐，吸收液补充罐经吸收液补充泵和管路连通吸收液池；所述吸收浆液池外设有吸收液排出泵，吸收液排出泵经管路连通吸收液池；所述塔吸收浆液池内设有与鼓风装置相连的氧化空气管。

[0011] 上述脱除烟气中气态多种污染物的方法，所述吸收塔出口依次设有冲洗水装置和除雾器。

[0012] 本发明针对现有燃煤电厂烟气气态多污染物治理技术的局限性进行了改进，提供了一种新的治理方法，该方法解决了烟气污染物分别治理的问题，并且突破了现有技术烟气中气态多污染物同时脱除设备复杂、运行成本高的技术瓶颈，其工艺方法和装置具有独特的创新性。本发明在吸收塔内添加臭氧 (O_3) 等强氧化剂，将锅炉烟气中一氧化氮 (NO) 氧化成为易溶于水的高价态 NO_x ，如 NO_2 、 NO_3 或 N_2O_5 ，然后采用传统的碱液水洗涤锅炉烟气，脱除烟气中的 SO_2 、 NO_x 以及 CO_2 。同时该工艺还具有较高的脱汞性能，可以达到 95% 以上的脱硫率和 85% 以上的脱硝和脱碳率。本发明利用一个吸收塔内同时去除 NO_x ， SO_x ，氯化氢 (HCl)，汞蒸气和 CO_2 ，而且可以回收有价值的副产品。此工艺不仅可以满足目前环保的需要，而且可以满足未来环保标准提高的要求（比如对汞和 CO_2 的脱除）。具有系统简单，脱除成本低，易于实现，回收率高等特点。

附图说明

[0013] 图 1 是本发明实施例 1 示意图；

[0014] 图 2 是本发明实施例 2 示意图

[0015] 图 3 是本发明实施例 3 示意图。

[0016] 图中标号含义如下：1. 吸收浆液池；2. 吸收塔进口；3. 脱硫工作段；4. 臭氧发生器；5. 氧化剂管；6. 吸收塔；7. 氧化区；8. 隔板；9. 喷淋管；10. 脱硝脱碳工作段；11. 冲洗

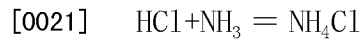
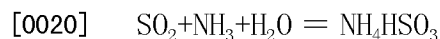
水装置 ;12. 除雾器 ;13. 吸收塔出口 ;14. 吸收液补充罐 ;15. 吸收液补充泵 ;16. 吸收液循环泵 ;17. 氧化空气管 ;18. 吸收液排出泵。

具体实施方式

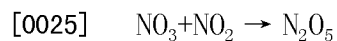
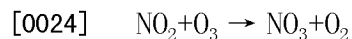
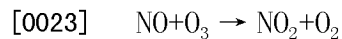
[0017] 本发明利用一个吸收塔完成对烟气中 SO_2 、 NO_x 、汞蒸气以及 CO_2 等的全面脱除,以下结合实施例对此作进一步说明:

[0018] 实施例 1:参看图 1,吸收塔 6 下部设置吸收浆液池 1;中部设置喷淋管 9,喷淋管由吸收液循环泵 16 及管路与吸收液池连通,吸收浆液池中吸收液 pH 值维持在 5~7,吸收液采用氨水;吸收塔上部设有氧化剂管 5,氧化剂为臭氧,臭氧以气相的方式加入氧化区 7,由于绝大部分 SO_2 在脱硫工作段 3 被脱除,减少了由于 SO_2 氧化所消耗的臭氧量,从而降低了系统对臭氧的消耗,氧化剂管连通臭氧发生器 4,加入的臭氧与烟气中的 NO_x 摩尔比 (O_3/NO) 控制在 0.5~2.0 范围内,本实施例中 NO_x 摩尔比 O_3/NO 为 0.5。氧化剂并不仅限于臭氧,其他氧化剂,比如次氯酸钠、过氧化氢等也可以代替或者以一定比例与臭氧混合作为氧化剂。吸收塔沿纵向设有隔板 8,隔板两侧分别为脱硫工作段 3 和脱硝脱碳工作段 10,为防止烟气从隔板底部泄露,隔板下部要探入吸收浆液池中,吸收塔上部为将两工作段连通的氧化区 7。本实施例烟气脱除过程如下:

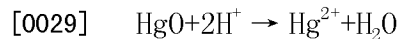
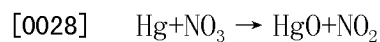
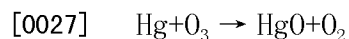
[0019] (1)90-120℃烟气由吸收塔进口 2 进入脱硫工作段 3,在该工作段主要完成 SO_2 和 HCl 的脱除,在脱硫工作段烟气逆流向上,经与喷淋管 9 喷射的吸收液接触反应,温度降至 50~100℃,并完成 SO_2 和 HCl 的脱除,吸收反应原理如下:



[0022] (2)脱除了 SO_2 和 HCl 的烟气继续向上进入氧化区 7,在此区域烟气中 NO 被氧化剂管喷出的臭氧氧化成更高氧化态的 NO_x ,基本反应原理如下:



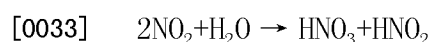
[0026] 氧化区加入的氧化剂同时也将烟气中元素汞氧化成二价汞,二价汞溶于水,易在后续的洗涤过程中被去除。基本反应原理如下:

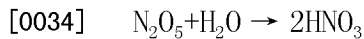


[0030] 本发明烟气先经过逆流洗涤,而后加入臭氧氧化,由于绝大部分 SO_2 在脱硫段被脱除,因而可以减少由于 SO_2 氧化所消耗的臭氧量。

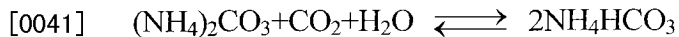
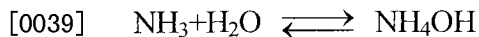
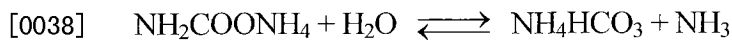
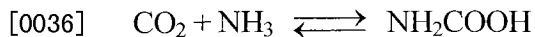
[0031] (3)经氧化的烟气继续下行进入脱硝脱碳工作段 10,在此工作段烟气中高氧化态的 NO_x 、二价汞及 CO_2 与喷淋管 9 喷出吸收液反应,主要完成 NO_x 、汞蒸气及 CO_2 脱除,也可以脱除未被完全利用的氨和臭氧。此工作段烟气温度降至 30~50℃,氨水在此温度区间脱碳可减少氨的挥发损失。

[0032] 脱硝基本反应原理如下:





[0035] 脱碳基本反应原理如下：



[0042] 脱硝过程生成的 HNO_3 被碱性物质氨水中和生成稳定产物。二价汞进入脱除废液中,可在后续的废液固分离过程中可以采用目前烟气脱硫工艺中常用的加入有机硫试剂 TMT-15 的方法予以去除。

[0043] (4) 脱除多污染物以后的清洁烟气由吸收塔出口 13 排出。为防止氨泄漏,在烟气出口部位加装冲洗水装置 11,在其后面安装有除雾器,以除去烟气中携带的小水滴。

[0044] 在吸收塔旁设有吸收液补充罐,吸收液补充罐经吸收液补充泵和管路连通吸收液池。吸收液补充罐中氨水浓度在 10 ~ 25%,吸收液池中吸收液的 pH 由补加的氨水流量来调节。为保持吸收液池中的吸收液离子含量不超过限定值,部分吸收液由吸收液排出泵 18 抽出。为得到硫酸铵、硝酸铵以及碳酸氢铵的混合氨态肥料,吸收浆液池内设有与鼓风装置相连的氧化空气管 17。

[0045] 实施例 2:参看图 2,90-120℃烟气由吸收塔进口 2 进入脱硫工作段 3,在该工作段完成 SO_2 和 HCl 的脱除,在脱硫工作段烟气逆流向上,经与喷淋管 9 喷射的吸收液(氨水)接触反应,温度降至 50 ~ 100℃,完成 SO_2 和 HCl 的脱除;烟气继续向上进入氧化区,在此区域烟气中 NO 被氧化剂管喷出的臭氧氧化成更高氧化态的 NO_x ,同时元素汞氧化成二价汞,本实施例中 NO_x 摩尔比 O_3/NO 为 1.0;烟气继续下行进入脱硝脱碳工作段 10,在此工作段烟气中高氧化态的 NO_x 、二价汞及 CO_2 与喷淋管 9 喷出吸收液反应,完成 NO_x 、汞蒸气及 CO_2 脱除。此工作段烟气温降至 30 ~ 50℃,氨水在此温度区间脱碳可减少氨的挥发损失;脱除多污染物以后的清洁烟气由吸收塔烟气排出口排出。本实施烟气脱除过程的各步骤基本反应原理同实施例 1。与实施例 1 的不同之处在于,为了控制脱硫工作段与脱硝脱碳工作段不同的液气比,喷淋管 9 在各工作段内分置,并设置了两个分别与各工作段喷淋管连通的吸收液循环泵 16。

[0046] 实施例 3,参看图 3,90-120℃烟气由吸收塔进口 2 进入脱硫工作段 3,在该工作段完成 SO_2 和 HCl 的脱除,在脱硫工作段烟气逆流向上,经与喷淋管 9 喷射的吸收液接触反应,温度降至 50 ~ 100℃,完成 SO_2 和氯化氢的脱除;烟气继续向上进入氧化区 7,在此区域烟气中 NO 被臭氧氧化成更高氧化态的 NO_x ,同时元素汞氧化成二价汞,本实施例 NO_x 摩尔比 O_3/NO 为 2.0;烟气继续下行进入脱硝脱碳工作段 10,在此工作段烟气中高氧化态的 NO_x 、二价汞及 CO_2 与喷淋管 9 喷出吸收液反应,完成 NO_x 、汞蒸气及 CO_2 脱除。脱除多污染物以后的清洁烟气由吸收塔出口 13 排出。本实施喷淋管仍采用如实施例 2 在两工作段分置方式,与实施例 2 的不同之处在于,吸收塔内隔板 8 直接插入到吸收塔底部,由隔板将吸收液池分置为分别对应两工作段的独立池。含有脱除副产品的吸收液分别由两个吸收液排出泵 18 排出,该设置脱硫工作段和脱硝脱碳工作段可以根据市场的需要来提供不同的副产品。本实施例

中,脱硫工作段采用石灰石作为吸收液,脱硫工作段的副产品是石膏;脱硝脱碳工作段采用氨水为吸收液,其副产品是硝酸铵与碳酸氢铵。

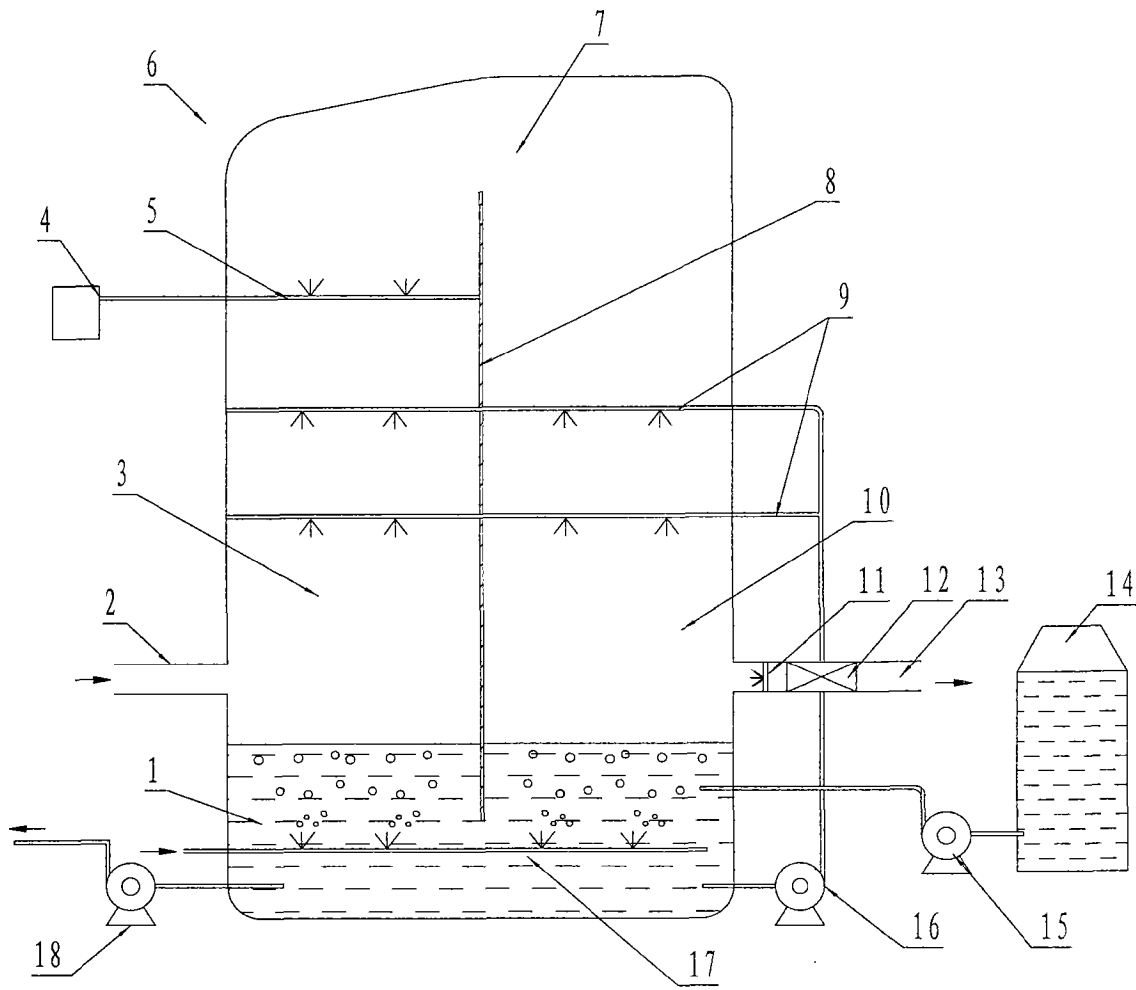


图 1

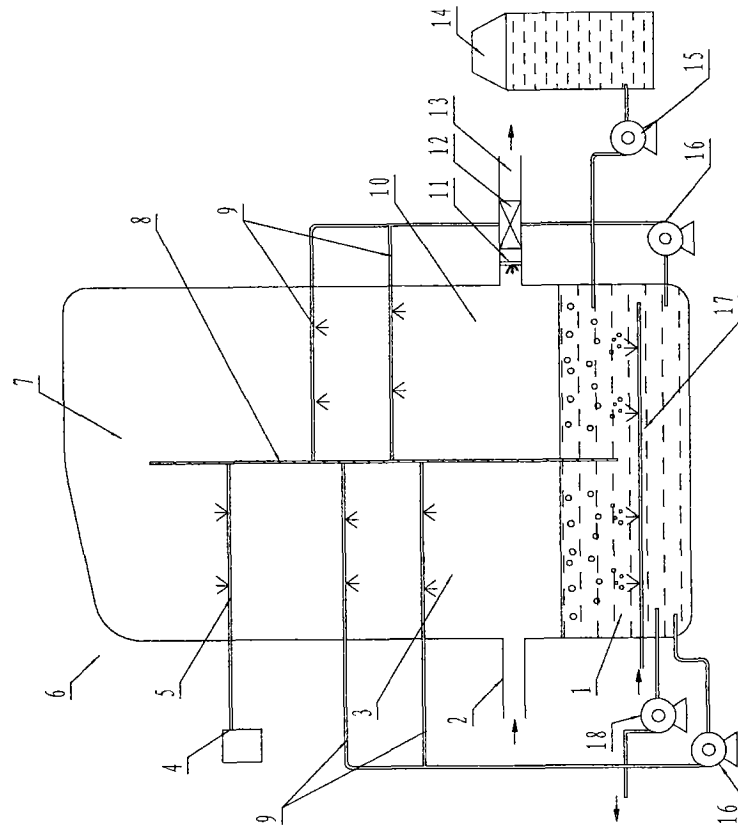


图 2

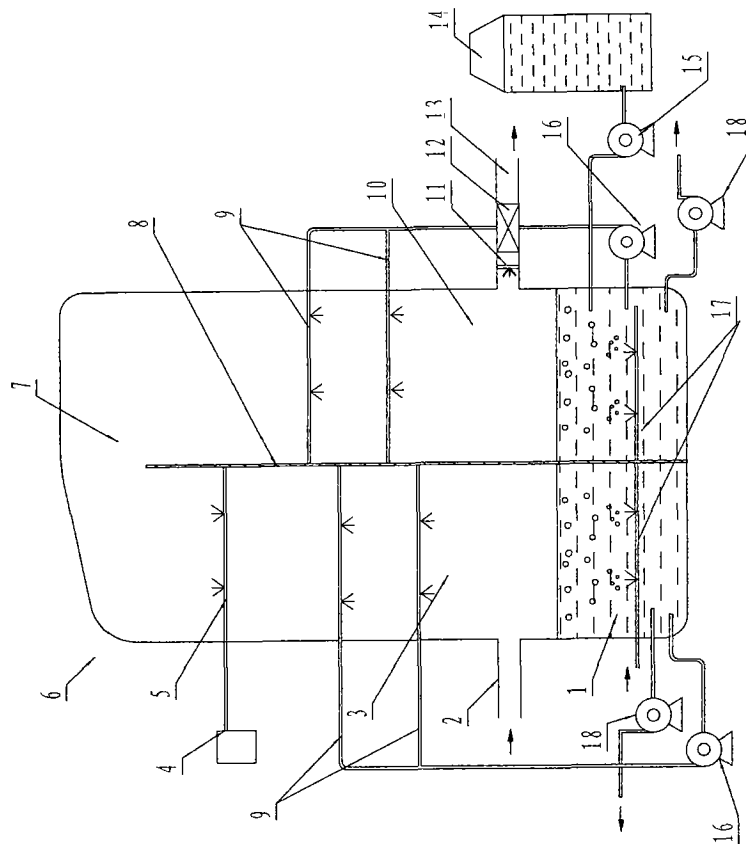


图 3