

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95191840.0

[45] 授权公告日 2002 年 8 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1089265C

[22] 申请日 1995.10.23

[21] 申请号 95191840.0

[30] 优先权

[32] 1994.11.8 [33] US [31] 08/335,589

[86] 国际申请 PCT/US95/13739 1995.10.23

[87] 国际公布 WO96/14138 英 1996.5.17

[85] 进入国家阶段日期 1996.8.28

[73] 专利权人 马苏里克斯环境技术公司

地址 美国宾夕法尼亚州

[72] 发明人 D·J·拉斯罗

[56] 参考文献

DE1769945 1972.4.13 F23J15/00

JP58-177106A 1983.10.17 B01D3/26

JP58-177106A 1983.10.17 B01D3/26

JP62-102820A 1987.5.13 JP62-102820A

审查员 付明星

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

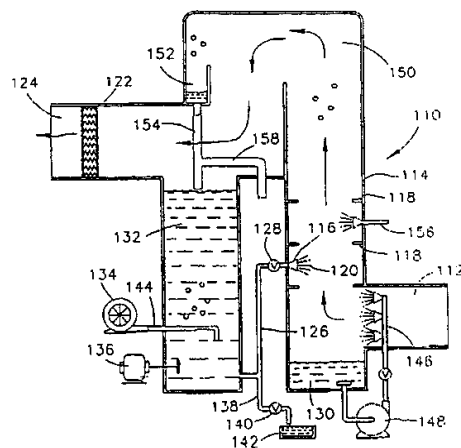
代理人 魏金玺 吴大建

权利要求书 3 页 说明书 9 页 附图页数 1 页

[54] 发明名称 烟气洗涤设备

[57] 摘要

提供一种从烟气,例如在公用工程和工业设备中进行的工艺操作产生的气体中,清除气体和散粒的气液接触器。该接触器包括一个向其中引入一种用于吸收气体和散粒的浆液的塔,其结构使得可以不用泵就能向塔中输送浆液。此外塔的结构使其能适应一个通过塔的最大烟气流速,同时能维持塔的正常操作。夹带有气体和散粒的液滴被收集在一个储罐中,通过储罐将浆液循环到塔中。罐中的浆液液面高于进塔的浆液入口,使浆液能在重力作用下返回到塔中。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种气液接触器(110)，具有通道(114)，入口(112)，通过它将气体引入通道(114)，位于通道(114)中的装置(116)，
 5 用于将流体(120)在通过通道(114)向上流动的气体中夹带至位于通道(114)上端近旁的分离段(150)，在该分离段，流体(120)被与该气体分离，位于分离段(150)下方和通道(114)外的储罐(132)，用于由分离段(150)收集流体(120)，并使流体(120)在重力下返回夹带装置(116)，储罐(132)将流体
 10 (120)在夹带装置(116)之上的水平积聚，以及与通道(114)相连的出口(124)，气体通过它逸出气液接触器(110)，其特征在于，气液接触器(110)还具有装置(112、114、118)，用于保持通过通道(114)的气体以足以将基本上所有的流体(120)从夹带装置(116)带到分离段(150)的速度流动并防止流体(120)
 15 向下流动和聚积在通道(114)的下端。

2. 权利要求1所述的气液接触器(110)，其特征在于还包括装置(128)，用于控制流体(120)向夹带装置(116)流动。

3. 权利要求1所述的气液接触器(110)，其特征在于流体(120)是一种含有碱性物质的水基浆液。

20 4. 权利要求3所述的气液接触器(110)，其特征在于所述碱性物质以超过该碱性物质在水中的化学计算量的数量存在于该浆液中。

5. 权利要求1所述的气液接触器(110)，其特征在于还包括从气体中消除雾滴的装置(122)。

25 6. 权利要求1所述的气液接触器(110)，其特征在于还包括将储罐(132)与夹带装置(116)内连接的流体通道(126)。

7. 权利要求1所述的气液接触器(110)，其特征在于还包括装置(138、140、142)，用于在流体(120)被传送至夹带装

置(116)之前将固体从流体(120)中去除。

5 8. 权利要求1所述的气液接触器(110), 其特征在于还包括位于通道(114)下端的第二储罐(130), 位于通道(114)下端近旁并在第二储罐(130)之上的预饱和段(112), 装置(146), 用于将液体引入预饱和段(112)以由烟道气中除去部分气体和颗粒物质, 之后该液体在第二储罐(130)中积聚, 以及装置(148), 用于使该液体由第二储罐(130)返回至引入装置(146)中。

10 9. 权利要求8所述的气液接触器(110), 其特征在于流体(120)是一种含有碱性物质的水基浆液, 而且所述液体的碱性物质浓度低于流体(120)的碱性物质浓度。

10. 权利要求1所述的气液接触器(110), 其特征在于还包括置于通道(114)中的挡板(118), 用于阻止流体(120)向下流动。

15 11. 权利要求1所述的气液接触器(110), 其特征在于分离段(150)的结构将气体向下引导, 以使该流体与气体分离。

12. 一种涤气方法, 其中, 气体被引入通道(114), 使得气体向上流动通过通道(114), 所述方法包括下列步骤:

20 将流体(120)在向上流动通过通道(114)的气体中夹带至位于通道(114)上端近旁的分离段(150), 在该分离段, 流体(120)被与气体分离, 将通过通道(114)的气体流动保持在足以将基本上所有的流体(120)从夹带装置(116)带到分离段(150)的速度并防止流体(120)向下流动和聚积在通道(114)的下端; 由分离段(150)用位于分离段(150)下方和通道(114)外的储罐(132)收集流体(120); 以及

25 使流体(120)在重力下返回至通道(114)。

13. 按照权利要求12所述的涤气方法, 其特征在于:

液体被引入位于通道(114)下端近旁并在第二储罐(130)之上的预饱和段(112), 预饱和段(112)由烟道气中除去部分

气体和颗粒物质，之后该液体积聚在位于通道（114）下端的第二储罐（130）中；以及

使该液体由第二储罐（130）返回至引入装置（146）中。

5 14. 按照权利要求 13 所述的涤气方法，其特征在于流体（120）是一种含有碱性物质的水基浆液，而且所述液体的碱性物质浓度低于流体（120）的碱性物质浓度。

15. 按照权利要求 12 所述的涤气方法，其特征在于流体（120）的向下流动被置于通道（114）中的挡板（118）所阻止。

10 16. 按照权利要求 12 所述的涤气方法，其特征在于分离段（150）向下引导气体以将该流体与气体分离。

说明书

烟气洗涤设备

一般地说，本发明涉及用于例如从公用工程和工业烟气中清除散粒和气体的气液接触器。更具体地说，本发明涉及一种气液接触器，其结构排除了用泵来将一种接触液体输送到气液接触器的接触段的要求，此外其结构具有一个高速段，能促进接触液体对气体和散粒的吸收，使气液接触器的效率得以提高，而同时却降低了它的操作和维修费用。

发明背景

10 气液接触器被广泛地用于从公用工程和工业装置产生的燃烧气或烟道气中除去例如气体和散粒物质。经常受到特别关注的是矿物燃料燃烧以及各种工业操作产生的二氧化硫(SO₂)和其它酸性气体。已经知道这些气体对环境是有危害的，因此向大气的排放受到清洁空气法规的严格限制。使用一种喷淋塔或其它类型的气液接触器来清除这些气体的方法被称为湿法烟气脱硫(FGD)。

15 气液接触器产生的清洗作用通常是因气体向上流经一个塔，和一种向下流动的起清洗气体作用的液体逆向流动而得到的。湿法烟气脱硫一般包括使用钙基浆液或者钠基或铵基溶液。如在此所用，浆液是一种固体和液体的混合物，其中固体含量可以是任何要求的程度，包括浆液被称为一种润湿固体的极端情况。钙基浆液的例子为石灰石(碳酸钙; CaCO₃)浆液和用水作用于石灰(氧化钙; CaO)形成的熟石灰(氢氧化钙; Ca(OH)₂)浆液。这些浆液和酸性气体反应形成沉淀，可将沉淀收集起来以进行处置或循环。碱性浆液和存在于烟气中的酸性气体，例如二氧化硫，氯化氢(HCl)和氟化氢(HF)的充分接触造成浆液对这些气体的吸收。

20 然后将浆液聚集在一个储罐中。

25 一种已知类型的气液接触器是一种在图1中以剖面形式表示的喷淋塔10。喷淋塔10通常是一种直立设备，由塔14组成，装有一个入口管12，燃烧气通过入口管进入塔14。在入口管12上方是一组下喷淋管排16，将一种碱性浆状喷淋液20送入塔14。一般在下喷淋管排16上方装设一组第二或上喷淋管排18，根据特定应用需要可以使用更多的喷淋管排。需要一台或多台泵26将碱性浆液从储罐30循环到喷淋管排16和18。可以为每个喷淋管排16和18各配一台泵26，以使输送和喷淋操作有更

大灵活性，从而能满足洗涤操作的各种需求。

碱性浆状喷淋液 20 和经塔 14 上升的烟气之间的充分接触产生一种清洗作用，将浆液和被截留或反应的气体收集在塔 14 底部的储罐 30 中。清洗过的气体继续上升通过塔 14，一般通过一个除雾器 22，然后或被
5 加热，或经烟囱 24 直接排入大气。

由于必须泵送大量浆液来洗涤烟气，在气液接触器的制造、操作和维修中大量的费用都归因于泵 26。此外泵 26 对洗涤操作造成的一个重要限制在于不容易调节由泵 26 输送的浆液量，来适应洗涤操作的变化，例如必须被洗涤的烟气量或烟气中污染物量的变化。

10 先有技术气液接触器的另一个限制在于当用一种浆液作为清洗液体时所允许的固含量相对较低。一般必须限制这类浆液的固含量在大约 10 - 15 重量%。然而采用较高的浓度将允许使用较小的储罐 30，这是因为除其它许多因素外储罐的大小通常受使浆液中的固体物结晶所需停留时间的制约。较高的固含量还排除了一次除水设备，例如增稠器或水
15 力旋流器的需要，这类设备是在本领域中所熟悉的用来从一种浆液中除去固体物和/或副产物的设备。但是高固含量显著增加了在塔 14，储罐 30，流体管道，喷淋集管 16 和 18，以及泵 26 中的磨蚀，同时因浆液的比重较高，还增加了泵送浆液所需的能耗。

最后，从改善浆液和烟气间接触的角度考虑，使塔 14 中的烟气流速
20 最大是有利的，以便能减低到塔 14 的浆液流量。较高的烟气流速也使塔 14 的截面积减少，从而降低喷淋塔 10 的建造费用。但是习惯上采用的设计实践一般将塔 14 内的烟气流速限制在大约 10 英尺/秒(约 3m/s)，以保证除雾器 22 的正常操作。在塔 14 内用较高烟气流速会增加塔 14 内的气体压降，因此会增加将液滴夹带到除雾器 22 并发生液泛的可能性。

25 由于上述考虑，本领域的技术人员可体会到若能得到一种烟气洗涤设备，它能克服上述与使用浆液泵相关联的缺点，又能使用有较高固体物浓度的浆液和较高烟气流速是最理想的。

发明概述

30 本发明的一个目的是提供一种能从例如公用工程和工业设备产生的烟气中除去散粒、二氧化硫和其它酸性气体的烟气洗涤设备。

本发明进一步的目的是这样一种洗涤设备，能排除对于泵送用于从烟气中清除气体和散粒的接触液体的设备的需求，因此能使接触液体有较

高的固体物浓度。

本发明的又一个目的是这样一种洗涤设备的结构和构型使得在与接触液体接触时能用最大的烟气流速。

5 本发明的另一个目的是这样一种洗涤设备的操作方式不会对用于从烟气中除去液滴的设备的操作产生不利影响。

最后，本发明的再一个目的是这样一种洗涤设备的构型使它的制造、操作和维护费用最低。

10 本发明提供一种适合于从公用工程和工业装置产生的烟气中清除气体和散粒的气液接触器。此气液接触器通常由一个有下底和上顶的通道组成。该通道可以由一个塔组成，在下底附近装有一个入口管，通过入口管将烟气引入塔中。该气液接触器还包括一个在入口管上方将一种洗涤液喷入或用其它方法引入塔内的设备。该洗涤液用于从烟气中吸收气体和散粒，从而产生一种其中悬浮有液滴的清洗过的气体。为从烟气中除去二氧化硫，洗涤液最好是一种碱性浆液，其特点是在洗涤液中有固
15 体物存在。洗涤液和烟气接触的结果是气体和散粒被吸收在液滴中。

按照本发明，塔的大小在使塔内烟气流速足以将液滴带到位于塔上顶的一个分离段中。该分离段用于从清洗过的烟气中分离液滴，使液滴从气流中下落，并聚集在一个洗涤罐或其它适合于盛放洗涤液的容器中。
20 重要的是将洗涤罐中的洗涤液液面保持在高于将洗涤液引入塔内的设备的高度上，以使洗涤液不需要用泵就能靠重力加到该设备中。气液接触器在分离段下游最好包括一个除雾设备，以便从清洗过的烟气中除去任何仍残留的液滴。在其下游设有一个出口管，通过出口管将清洗过的烟气排出气液接触器。

25 本发明的一个显著优点是不需要用一台泵来将洗涤液输送到设备中，而是借洗涤液液面高于设备高度将洗涤液送到塔中。除能省掉这类泵所造成的附加的设备投资、操作和维修费用外，另一个优点是洗涤液可以有高固含量，而无需担心对浆液泵的磨蚀。本发明允许较高的固含量使得洗涤罐的尺寸小于先有技术气液接触器一般要求的设备大小，因为较高的碱浓度可提供相同的固体物停留时间。使用较高的浓度还排除
30 了对一次脱水设备的需要，因为对二次脱水设备，例如过滤器和离心机来说洗涤液已被充分浓缩。

本发明的另一个优点是可以将通过塔的气流速度提高到显著超过先

有技术气液接触器可采用的气速。由于塔内相当高的气速，使洗涤液和烟气的接触得到改善，从而可以降低进塔的浆液流量，同时保证正常的洗涤效果。采用较高的烟气流速还可以降低塔的截面积，使气液接触器的建造费用降低。

5 通过以下的详述可以更好地体会本发明的其它目的和优点。

附图简述

通过以下结合附图所做的叙述，本发明以上的和其它的优越性会变得更加明显，在附图中：

图 1 以剖面图形式表示一种在先有技术中已知的气液接触器；以及

10 图 2 以剖面图形式表示一种按照本发明的一种优选实施方案提供的气液接触器。

发明详述

图 2 说明一种烟气洗涤器，它采用按本发明的讲述构成的一种喷淋塔 110 的形式。如图所示，喷淋塔 110 和图 1 所示的先有技术塔 10 具有某种结构上的相似性。但是按照本发明，喷淋塔 110 的结构使其摒除了用泵输送一种洗涤液到喷淋塔 110 进行一次洗涤操作的需要，同时能在喷淋塔 110 内使用较高的烟气流速。

20 尽管喷淋塔 110 如图所示具有一种特定的结构，本领域的技术人员可以发现本发明的内容可以很容易地被应用于各种其它的设备和操作中作为气液接触器，例如从一种气流中清除不必要的气体，雾滴，灰尘，烟雾，烟尘和/或散粒。此外，本发明的内容可被扩展为向一种气体中引入一种物质的设备，例如增湿器或气提塔。

25 图 2 所示的喷淋塔 110 通常有一个由塔 114 构成的直立设备。塔 114 的下段装有一个入口管 112，在塔 114 的周边上形成一个开孔，烟气通过它进入塔 114。烟气的来源可以是一种包括矿物燃料燃烧或多种工业操作，能产生不必要的气体或散粒的工艺过程。

30 和具有图 1 所示类型的先有技术喷淋塔一样，在塔 114 的下端是一个盛放液体的容器或储罐 130。泵 148 和储罐 130 相连通，以便从储罐 130 将液体输送到一组位于入口管 112 内的喷淋管排 146 去。液体被喷淋到入口管 112 和塔 114 的交叉区，此区域通常形成喷淋塔 110 的一个预饱和段。如本领域技术人员所知，送到预饱和段的液体被用来急冷热烟气，并可除去夹带在烟气中的部分散粒和某些气体，主要是氯化氢和氟化

氢。虽然图中示出了喷淋集管 146，可以用本领域已知类型的一种雾化器来代替喷淋集管 146，向喷淋塔 114 的预饱和段输送雾滴。

5 虽然本发明的优选实施方案采用了一个预饱和段，但为实现本发明可能产生的操作改进，并不必须要有或采用包括储罐 130、泵 148 和喷淋集管 146 的预饱和段。然而如果预饱和段仅需要相当低的操作和维护费用，同时通过对烟气的急冷能获得已知操作上的好处，采用一个预饱和段通常是最理想的。

10 并不打算用储罐 130 中的液体来完成主要的洗涤操作。因此这种液体可以是水或另一种适合的急冷溶液，并不必须是一种碱性浆液。但是可以预见到在此液体中可以有相当低浓度的碱。在与烟气接触之后，液体流回到储罐 130 中，从那里被泵 148 循环到喷淋集管 146 去。由于这种液体顶多只含有少量的碱，在液体流经泵 148 和喷淋管 146 时只会发生最低程度的腐蚀。

15 在塔 114 内预饱和段的上方至少提供一组第二喷淋管排 116，如果需要或优先选用，则可以有多组喷淋管排。如图 2 所示，向这些喷淋集管 116 送入储放在第二储罐 132 中的一种水基浆液。与前述相同，可以用一种本领域已知类型的雾化器来代替喷淋集管 116，向喷淋塔 114 内输送雾滴。许多其它类型的能向一种气体中引入一种液体的设备也可被用于此目的。

20 由第二喷淋管排 116 排出的浆液被用作为喷淋塔 110 的主要洗涤介质。因此这种浆液最好是含有相当高浓度碱的水，碱的数量大大高于所选用的特定碱的化学计算量。为了从烟气中清除酸性气体和散粒，此浆液可由悬浮在水中的石灰或石灰石组成，尽管可以预见到也可采用其它浆液组成。此外浆液的固含量可大大超过先有技术喷淋塔所强加的习惯上 10 - 15 重量%的限制，用本发明的喷淋塔 110 可预见到浆液可能成
25 一种润湿固体形式。在这种情况下，不同于喷淋集管 116 的设备可被用来将浆液输送到塔 114 中。

30 浆液最好被喷淋到塔 114 中，以使喷淋浆液 120 和沿塔 114 上升的烟气充分接触。可以将额外的碱以粉末或浆液形式通过管道 156 或以任何其它适合的方式直接加到塔 114 中，以补充碱，这可能是必需的。浆液和烟气间的相互作用产生清洗过的烟气，其中悬浮着液滴。夹带在烟气中的残余散粒和气体，例如二氧化硫、氯化氢和氟化氢事实上被吸收在

液滴中。

作为本发明的一个重要特点，浆液并非如先有技术气液接触器所要求的那样和烟气逆向流动，而是和塔 114 内的烟气同向流动。准确地说塔 114 内的烟气流速足够高，从而能将液滴带到位于塔 114 上部的分离段 150 中，并能阻止液滴下流到第一储罐 130 中。为此目的优选的最低气速至少是大约 20 - 25 英尺/秒(约 6 - 8m/s)，尽管还可能采用更高的气速。可以根据需要处理的烟气量适当地确定塔 114 的截面积以达到这样的流速，尽管也可以采用各种设备来提高塔 114 内的烟气流速。

最好设置附在塔 114 内壁上的挡板 118，以便进一步阻止液滴凝聚和沿塔 114 的壁面下流到第一储罐 130 中。特别当塔 114 的直径相对较小，壁效应比较显著时，借挡板 118 截留液体使烟气最终能将液体悬浮并输送到分离段 150 去。

此外可在塔 114 内设置本领域所知的填料、塔板或其它构件以促进气液接触。使用这类构件的好处是通过降低塔 114 内发生其它吸收过程的区域所需的高度，可使塔 114 的总高度降低。

分离段 150 的结构最好使在分离段 150 内的流速和在塔 114 内大致相等。和本领域已知的各种相分离设备一样，分离段 150 被用来从洗涤过的烟气中分离液滴，然后将液滴聚集在位于分离段 150 下方的第二储罐 132 中。如图所示，分离段 150 的结构使液滴撞击分离段 150 的内表面，并沿其流向集液槽 152，从集液槽，目前为浆液的液体经管 154 返回到储罐 132 中。值得注意的是已经知道许多种类的分流设备，例如水力旋流器，都可被用来代替图 2 所示的结构。

正如前面所指出的那样，第二储罐 132 储存作为喷淋塔 110 主要洗涤介质的浆液。在第二储罐 132 中浆液中的二氧化硫和水反应形成亚硫酸盐(SO_3^-)和亚硫酸氢盐(HSO_3^-)。重要的是如图 2 所示，第二储罐 132 中的浆液液面被保持在高于第二喷淋管排 116 的高度上。其结果是浆液无须借助一台泵，就可以靠重力经管道 126、加料到第二喷淋管排 116 去。第二储罐 132 还可被用来使浆液分层，使得靠近储罐 132 顶部的浆液的密度低于沉降 to 接近储罐 132 底部的浆液。如果需要的话，可将靠近罐 132 顶部较稀的浆液抽送到第二喷淋管排 116 去，而将罐 132 底部较稠的浆液用作为过滤器的进料。

虽然储罐 132 被表示出来，本领域技术人员可以认识到各种其它设备

都可被用来从分离段 150 接受液滴。例如可用一种本领域已知类型的结晶器来代替储罐 132，以控制在浆液中形成的沉淀的结晶大小。此外，可用一种传统的增稠设备或脱水设备来代替储罐 132，或者在适当情况下可简单地使用一段管道。总起来说，从分离段 150 接受液滴的设备不一定要是一个容器，可以是任何能恰当地处理浆液并将其返回到第二喷淋管排 116 的设备。

从管 126 分出一个旁路管 138，如果因所用的碱的种类要求，可用此支管将一部分浆液输送到脱水设备 140 去。脱水设备 140 可以是本领域所知的任何适合类型的设备，它被用来从浆液中去除了过量的水以便从浆液中提取出某些固体物。例如作为硫酸盐和一种钙基碱(例如石灰或石灰石)之间反应的产物，可在浆液中产生石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)。如果浆液有足够高的固体物浓度，可将其直接加料到脱水设备 140 中。脱水设备 140 产生的石膏饼可被重新使用或另外做适当的处置。

一个流量控制阀 128 最好位于第二喷淋管排 116 上游的管道 126 上。有利的是可以手动或自动调节流量控制阀 128，以调节到第二喷淋管排 116 去的浆液流量，使得仅只为吸收烟气所需要数量的浆液被输送到塔 114 中。

尽管不是必须的，但第二储罐 132 最好还包括一个氧化系统，将浆液中的亚硫酸盐转化为硫酸盐(SO_4^{2-})，这样能有助于回收作为一种可出售的洗涤操作副产品的石膏。氧化系统可以包括一台将空气通过管道 144 注入第二储罐 132 的鼓风机。此外，可以用曝气设备 136 来帮助氧在浆液中的分散和溶解。

最后在分离段 150 下游的是一个本领域所知的任何适合型式的除雾器 122。除雾器 122 被用来从清洗过的烟气中除去残留的液滴。其后清洗过的烟气通过一个烟囱 124 排出，在此处气体可以被加热或直接排入大气。

从上面所述中可以看出本发明的一个显著优点是因为在第二储罐 132 中的浆液液面高于第二喷淋管排 116 的高度，可以不需要用泵就能将浆液输送到第二喷淋管排 116 去。其结果是喷淋塔 110 的建造、操作和维修费用明显低于先有技术喷淋塔 10。此外不用泵使得可以使用流量控制阀 128，从而可以根据喷淋塔 114 的操作条件来调节输送到喷淋塔 114 去的浆液数量。

一个额外的好处是浆液可以有远超过 15 重量%的固含量和超过化学

计算量的碱浓度。由于浆液的固含量较高，第二储罐 132 的大小可以小于先有技术喷淋塔一般要求的尺寸。本发明使浆液可能有较高的固含量还排除了对用于从浆液中提取副产物，例如石膏的一次脱水设备的需求。

5 本发明另一个显著优点是通过塔 114 的气流速度明显高于先有技术喷淋塔可能采用的气速。此外，塔 114 内的高气速改善了浆液和烟气之间的接触，这样就可以降低到塔 114 去的浆液流量，同时还能保持一个适当的洗涤效果。较高的烟气流速还使得塔 114 有较小的截面积，从而降低了喷淋塔 110 的建造和维修费用。

10 尽管本发明是通过优选的实施方案来叙述的，很明显本领域技术人员可以采用其它形式，例如将本发明的新颖特点结合到在结构和功能上与附图所示不相同的气液接触器中。

例如可以在一个不使用预饱和段、除雾器、强制氧化系统或搅拌器的气液接触器中采用本发明讲述的内容。此外一个采用本发明内容的气液接触器，如果需要的话，可以从多个点将洗涤液注入到塔 114 中，这样的接触器可以从储罐 132 的不同高度抽取浆液，从而可以将有不同化学组成和固含量的浆液有选择地在不同位置送入塔 114 内。

另一个可以预想到的变更是使用一台水力旋流器将储罐 132 中的浆液输送到塔 114 中。有利的是采用这种方法可以将有相对高固含量的一次浆液在接近塔的下端处注入，而将有效低固含量的二次浆液在塔的一个较高位置注入，从而使得操作费用较低，同时能有效地调整有不同固含量，因而对应不同反应时间和特性的浆液的加入。

再一种变更是可以将部分液体旁路，从集液槽 152 直接送到输送浆液到塔 114 的管道 126 去。为此可利用旁路管 158(如图 2 所示)将液体从管 154 分流到管道 126 去。这样做的好处是可使浆液和 pH 值很低且溶解亚硫酸氢盐量高的液体相混合。通过将储罐 132 旁路，该液体在浆液进入塔 114 以前提高了浆液的溶解含碱量。可预想到能以各种方式来控制通过旁路管 158 的液体流量，控制旁路流量可能降低必须在储罐 132 内控制氧化程度的范围。这种方法用在图 1 的传统喷淋塔中可能是困难的，这是因为喷淋浆液 20 和储罐 30 中的浆液几乎达到完全混合。

此外，上升发明可被用作为一个以并联或串联方式使用二个或多个气体接触器段的设备的一个单独的气体接触器段。其它段则可以按照本发

明，或是先有技术的气液接触器，或者是这两者。
因此本发明的范围将仅限于以下权利要求。

说明书附图

