(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104234174 B
(45)授权公告日 2016.05.18

(21)申请号 201410415247.X

(22)申请日 2014.08.22

(73)专利权人 中国水利水电科学研究院
地址 100038 北京市海淀区玉渊潭南路3号D座3层312

(72)发明人 纪平 付辉 刘召平 杨开林 郭新蕾 郭永鑫 王涛 施春蓉 赵懿珺 曾利 秦晓 张强

(74)专利代理机构 北京国林贸知识产权代理有限公司 11001
代理人 李桂玲 王敬智

(51)Int.Cl.
E03F 5/00(2006.01)
E03F 5/20(2006.01)

(56)对比文件
JP 2011106196 A,2011.06.02,
CN 101148866 A,2008.03.26,
CN 101672024 A,2010.03.17,
CN 102966080 A,2013.03.13,
JP 201376303 A,2013.04.25,
邱静等．台山发电厂一期工程循环水泵进水流道水力性能试验研究．《广东水利水电》.2002,(第2期),第14-17页．
龙国庆．核电站循环水虹吸井出水口改造设计．《中国给水排水》.2004,第20卷(第10期),第67-69页．
郭永鑫等．香港雨洪排海出水口消能工试验研究．《水力学与水利信息学进展2009》.2009,第281-286页．
郭斌．汕尾发电厂循环水泵房进水前池及流道优化设计研究．《电力建设》.2008,第82-84页．
麦永华．整流墩在旗岭泵站进水前池流态改善中的应用．《中国农村水利水电》.2005,(第10期),第85-86页．
赵刚等．核电厂循环水系统排水口泡沫问题综合治理措施．《中国给水排水》.2013,第29卷(第22期),第138-141页．
黄艳君等．大型发电机组循环水系统虹吸井溢流堰型优化．《华中电力》.2003,第16卷(第1期),第47-49页．

审查员 李小维

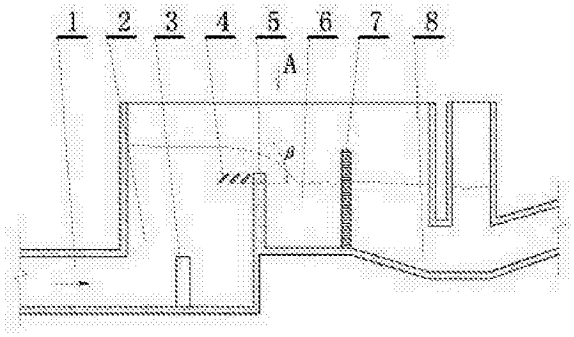
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种组合式消泡虹吸井和方法

(57)摘要

本发明涉及一种组合式消泡虹吸井和方法，包括至少一个虹吸井组合体，虹吸井组合体包括带有进水方涵的竖井，溢流池，溢流堰，溢流池，输水方涵，竖井底部进水方涵与溢流堰之间，正对进水方涵出水方向的中心轴线上设置导流墩，溢流堰在竖井一侧，接近溢流堰顶部的位置设置水平排列的堰前导流栅，溢流池中溢流堰与输水方涵出口之间设置至少一块竖直放置并将溢流池割为两部分的消泡孔板；溢流池与出水方涵连接的底部向下倾斜。本发明在虹吸井设置导流墩和堰前导流栅，使得过堰水流均匀稳定。消泡孔板用于消能和均流，降低了跃后水流流速。降低了输水方涵进口高程，阻止气泡进入输水方涵，经过以上措施，解决了排水虹吸井的气泡问题。



CN 104234174 B

1.一种组合式消泡虹吸井，包括至少一个虹吸井组合体，所述的虹吸井组合体包括带有进水方涵的竖井，所述的竖井与溢流池连接，所述的溢流池与竖井之间设有溢流堰，所述的溢流堰设置在竖井中与进水方涵相对的一侧，所述的溢流池中与溢流堰相对的一侧设有输水方涵，其特征在于，所述的竖井底部进水方涵与溢流堰之间，正对进水方涵出水方向的中心轴线上设置导流墩，所述的溢流堰在竖井一侧，接近溢流堰顶部的位置设置水平排列的堰前导流栅，所述的溢流池中溢流堰与输水方涵出口之间设置至少一块竖直放置并将溢流池割为两部分的消泡孔板；所述的溢流池与出水方涵连接的底部由消泡孔板到输水方涵的进口处底部向下倾斜，所述导流墩的水平截面形状为等腰三角形，所述等腰三角形的顶角为迎水面，底边为背水面，所述导流墩的高度为虹吸井底部到进水方涵出口最高处平齐。

2.根据权利要求1所述的虹吸井，其特征在于，包括两个并排设置的虹吸井组合体，所述虹吸井组合体共用一个侧墙。

3.根据权利要求2所述的虹吸井，其特征在于，所述的等腰三角形的顶角α为30-40度。

4.根据权利要求1或2所述的虹吸井，其特征在于，所述的堰前导流栅有多块平行安装的与水平面成角β的长条形导流板。

5.根据权利要求4所述的虹吸井，其特征在于，所述的堰前导流栅与水平面成角β为40-50度。

6.根据权利要求1或2所述的虹吸井，其特征在于，所述的溢流池中设置两块消泡孔板，所述的消泡孔板上的消泡孔成纵横网状排列，前后两对孔板的消泡孔交错排列。

7.一种使用权利要求1所述组合式消泡虹吸井的消泡方法，其特征在于，所述的方法的步骤如下：

利用进水方涵的出口处设置的导流墩，使进入竖井的水流迅速扩散，避免形成左右两股旋流，使水体进入虹吸井时能尽量扩散均匀；

利用溢流堰顶部竖井一侧的堰前导流栅阻挡由竖井底部涌起的水流，破坏由于水流涌起而产生阵发性水体壅高，使得过堰水流均匀、稳定，避免产生过量的气泡；

利用堰后设置的消泡孔板消能和均流，降低跃后水流流速，使得气泡随水流进入箱涵前能及时上浮至水面；

利用降低了的输水方涵进口高程，使得输水方涵的进口有一定的淹没深度，进一步阻止气泡进入输水方涵的箱涵中。

一种组合式消泡虹吸井和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种组合式消泡虹吸井和方法，是一种水工设施和方法，是一种环保设施和方法。

背景技术

[0002] 采用直流冷却方式的滨海火电或核电站，一般都设有排水虹吸井，以利用虹吸作用降低水泵扬程，节省能源。虹吸井内设有顶高程超过平均潮位的出流堰，以减轻外海潮位变化对虹吸井上游段的影响。这些堰多采用薄壁堰、实用堰和宽顶堰等堰顶自由溢流排水，造成堰后跌水过程中产生强烈的水气掺混，从而产生不易破灭的微黄色泡沫，形成泡沫污染区，飞溅的含盐水雾也会腐蚀排水口附近的金属结构物，而且许多电站设计时为了降低工程量，设计的虹吸井尺寸往往偏小，导致堰上水流的流态较差，更加剧了泡沫的产生。这些泡沫一旦随水流进入排水口附近海域，将会形成泡沫污染区，形成视觉污染，影响电站附近的海域环境。

发明内容

[0003] 为了克服现有技术的问题，本发明提出了一种组合式消泡虹吸井和方法。所述的虹吸井和方法，在尽量保持原虹吸井工程的前提下，在已有虹吸井的基础上，增加一些水工设施，大大减少了虹吸井排出的水中的气泡，减少了对周围环境的影响。对于新设计的排水虹吸井，使用所述的虹吸井和方法可以在成本相对较低的情况下，排除气泡污染的干扰，实现相对清洁的排水。

[0004] 本发明的目的是这样实现的：一种组合式消泡虹吸井，包括至少一个虹吸井组合体，所述的虹吸井组合体包括带有进水方涵的竖井，所述的竖井与溢流池连接，所述的溢流池与竖井之间设有溢流堰，所述的溢流堰设置在竖井中与进水方涵相对的一侧，所述的溢流池中与溢流堰相对的一侧设有输水方涵，所述的竖井底部进水方涵与溢流堰之间，正对进水方涵出水方向的中心轴线上设置导流墩，所述的溢流堰在竖井一侧，接近溢流堰顶部的位置设置水平排列的堰前导流栅，所述的溢流池中溢流堰与输水方涵出口之间设置至少一块竖直放置并将溢流池割为两部分的消泡孔板；所述的溢流池与出水方涵连接的底部由消泡孔板到输水方涵的进口处底部向下倾斜。

[0005] 进一步的，包括两个并排设置的虹吸井组合体，所述虹吸井组合体共用一个侧墙。

[0006] 进一步的，导流墩的水平截面形状为等腰三角形，所述等腰三角形的顶角为迎水面，底边为背水面，所述导流墩的高度为虹吸井底部到进水方涵出口最高处平齐。

[0007] 进一步的，所述的等腰三角形的顶角α为30-40度。

[0008] 进一步的，所述的堰前导流栅有多块平行安装的与水平面成角β的长条形导流板。

[0009] 进一步的，所述的堰前导流栅与水平面成角β为40-50度。

[0010] 进一步的，所述的溢流池中设置两块消泡孔板，所述的消泡孔板上的消泡孔成纵横网状排列，前后两对孔板的消泡孔交错排列。

[0011] 一种使用上述组合式消泡虹吸井的消泡方法，所述的方法的步骤如下：

[0012] 利用进水方涵的出口处设置的导流墩，使进入竖井的水流迅速扩散，避免形成左右两股旋流，使水体流入虹吸井时能尽量扩散均匀；

[0013] 利用溢流堰顶部竖井一侧的堰前导流栅阻挡由竖井底部涌起的水流，破坏由于水流涌起而产生阵发性水体壅高，使得过堰水流均匀、稳定，避免产生过量的气泡；

[0014] 利用堰后设置的消泡孔板消能和均流，降低跃后水流流速，使得气泡随水流进入箱涵前能及时上浮至水面；

[0015] 利用降低了的输水方涵进口高程，使得输水方涵的进口有一定的淹没深度，进一步阻止气泡进入输水方涵的箱涵中。

[0016] 本发明产生的有益效果是：本发明在虹吸井的竖井中采用在溢流堰前设置导流墩和堰前导流栅，以竖井中的水体流态，使得过堰水流均匀、稳定；堰后设置消泡孔板用于消能和均流，降低了跃后水流流速，使得气泡随水流进入输水方涵之前能及时上浮至水面；同时降低了输水方涵进口高程，使得出水方涵进口有一定的淹没深度，进一步阻止气泡进入输水方涵的箱涵中，经过以上措施，解决了排水虹吸井的气泡问题。

附图说明

[0017] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0018] 图1是本发明的实施例一所述虹吸井的结构示意图；

[0019] 图2是本发明的实施例一所述虹吸井的结构示意图，是图1中A方向的视图；

[0020] 图3是传统虹吸井的结构示意图；

[0021] 图4是传统虹吸井的结构示意图，是图3中B中A方向的视图；

[0022] 图5是本发明的实施例二所述的两个虹吸井组合体的结构示意图；

[0023] 图6是本发明的实施例七所述的消泡孔板的排列示意图；

[0024] 图7是本发明的实施例七所述的前后两块孔板上的孔排列示意图，是图6中C-C点的向视图。

具体实施方式

[0025] 实施例一：

[0026] 本实施例是一种组合式消泡虹吸井，如图1、2所示。本实施例包括至少一个虹吸井组合体，所述的虹吸井组合体包括带有进水方涵1的竖井2，所述的竖井与溢流池6连接，所述的溢流池与竖井之间设有溢流堰5，所述的溢流堰设置在竖井中与进水方涵相对的一侧，所述的溢流池中与溢流堰相对的一侧设有输水方涵8，所述的竖井底部进水方涵与溢流堰之间，正对进水方涵出水方向的中心轴线上设置导流墩3，所述的溢流堰在竖井一侧，接近溢流堰顶部的位置设置水平排列的堰前导流栅4，所述的溢流池中溢流堰与输水方涵出口之间设置至少一块竖直放置并将溢流池割为两部分的消泡孔板7；所述的溢流池与出水方涵连接的底部由消泡孔板到输水方涵的底部向下倾斜。

[0027] 传统的排水虹吸井的竖井水流流态如图3、4所示。在竖井底部，水流从进水方涵进入竖井时，进水方涵出口中部的流速较大，出现明显的回流区，即两侧的水流形成左右两股绕竖直轴旋转的相向水流，见图4，使得竖井中的流态较差，堰前（竖井上部）上出现阵发性

的水体壅高。而中心部分的水流会对竖井迎面的墙壁产生撞击，一部分向上翻起，形成向水面的冲击水流，另一小部分被返回，形成的左右两股旋转水流的干扰紊流，减弱了两股旋转水流的消耗作用。进水方涵出口对面的井壁向上延伸正好就是溢流堰的坝体，向上冲击的水流（水体壅高）往往会干扰堰顶的过流水流。同时，这股向上的水流还在输水方涵出口的上方形成水平轴滚动的水流，破坏过堰水流的平稳，如图3所示。过堰水流进入溢流池后，在溢流池中产生两股水平轴的滚流，一股位于水舌的下方，一股位于水舌的前方。两股水舌所产生的水流搅动，会产生大量的气泡，严重影响水质和感官。在低水位下时（堰后水位），水跌较大，堰后水跃过程中产生大量气泡未能及时上浮至水面，便进入下游箱涵，特别是箱涵进水口前出现强烈的吸气漩涡加剧了这一现象。

[0028] 本实施例针对传统排水虹吸井的问题，采取了四项措施。

[0029] 在进水方涵出口的正前方设置导流墩，避免进水方涵流出的水流直接冲撞出口对面的井壁，并削弱水流向左右流动所形成的左右旋流（绕竖直轴旋转的水流）。导流墩还可以减轻从进水方涵出口涌出的水流在冲击井壁后向上涌起，减轻了对堰顶过流水流的干扰，也减弱了进水方涵出口上方出现的滚流。导流墩可以有各种形式，如水平截面形状为三角形，或水平截面为一字型短墙等。导流墩的高度一般与进水方涵的出口高度相同或略高。

[0030] 为使过堰水流进一步平稳，本实施例还在竖井一侧，接近堰顶的位置设置了堰前导流栅。导流栅的作用在于干扰和阻挡由井底向上涌起的水流，减轻水流在输水方涵出口的上方形成滚流（水流绕水平轴旋转），并干扰堰顶水流上下震荡，使堰顶的水流平稳。堰前导流栅可以有多种形式。可以是多条平行安装的圆管，或者是多条平行安装的长条板。长条板的平面可以与水流平行，也可以与水平面成一定角度。当长条板与水平面成一定角度时，也有两种选择，一种是向溢流堰方向倾斜，即：从竖直截面看，长条板的上部接近溢流堰，而下部则距离溢流堰较远。另一种则是相反。

[0031] 为改善溢流池中的水流状态，减轻溢流池中水流的激烈冲撞，本实施例在溢流池中设置了消泡孔板。孔板的消泡作用是公认，但如何布置，则可以有多种方案。

[0032] 多数消泡措施所采取的方式是将孔板水平或倾斜放置，利用孔板上的孔在水中的张力作用，消除水中的气泡。本实施例为使消泡孔板发挥出最大的消泡作用，不是单纯的利用孔板中的孔消泡，而是将孔板作为一道墙板将溢流池分割为两半，利用孔板的阻挡作用，对过堰水舌进行消能，降低过堰水舌对溢流池中水体的冲击作用，改善水流状态，减少气泡的产生。同时利用孔板的过流消泡作用，消除水中产生的气泡。

[0033] 采用多孔孔板，有良好的均流作用，有效降低了跃后水流流速，改善了沿断面流速分布的均匀性，使得气泡随水流进入下游输水箱涵前能及时上浮至水面，同时可适应不同潮位时的消能、消泡要求。将孔板设置在合理的高度，当外海水位升高时，大部分水体从孔板上方经过，孔板增加的水头损失很小，可以充分利用虹吸作用节省水泵扬程。在不同设计运行工况下虹吸井堰前和堰后流态均稳定、均匀；虹吸井下游箱涵在各工况下气泡进入很少，虹吸井过流堰上游水位较之原方案变幅不大，可很好地满足电厂排水消能消泡要求。

[0034] 孔板可以使用一块，也可以使用多块，按水流方向串联排列，各块孔板上孔交错排列，使消泡作用更加有效。

[0035] 最后一个消泡的措施是，将输水方涵的进口下沉设计，使溢流池的底部从孔板开始向下倾斜。降低下游箱涵进口高程的目的是提高下游出口箱涵的淹没深度，进一步阻止

泡沫进入下游箱涵，水流在进入输水方涵之前，水中的气泡会在水流向下流动时自然上升，这样在水流进入输水方涵之前再进行一次消泡，进而避免泡沫输向外海，造成污染。

[0036] 经过以上消泡措施，排水虹吸井所输出的水体流动平稳，气泡产生量较小，同时经过多道消泡设施，特别是竖直安装的孔板具有很好均流和消泡效果，使流出排水虹吸井的水流中的气泡量极少，这一点从1比10的实验模型和真实工程的应用中都得到了验证。

[0037] 本实施例总的来说方案结构简单，增加导流墩、堰前导流栅、孔板等措施基本没有土方工程量，只有下沉输水方涵有一些土方工程，总体工程量很小，施工方便，改造现有排水虹吸井的成本极低，即便在新设计的排水虹吸井中也可以方便的得到应用，为滨海电厂虹吸井的设计提供新方法。

[0038] 实施例二：

[0039] 本实施例是实施一的改进，是实施例一关于虹吸井组合体的细化，本实施例包括两个并排设置的虹吸井组合体，所述虹吸井组合体共用一个侧墙，所述的输水方涵的出水方向中心轴线向共用的侧墙偏移，如图5所示。

[0040] 本实施例是一个电站使用两个并排设置的虹吸井组合体，冬夏季排水变化较大，同时外部水位变化也比较大的情况下，使用两个或者三个虹吸井组合体，可以适应这些变化。但虹吸井组合体过多，则工程费用将会成倍增加，这是必须考虑的问题。现在一个电站基本用一个组合体，这样一半机组检修的时候一个虹吸井组合体虽然不会影响另外的机组发电，但虹吸井中的水位变化过大，一个虹吸井组合体很难适应在水位变化很大的情况下都不产生或少产生气泡。而用两个以上的虹吸井组合体可以解决这个问题。在一半机组停产后，只是用一个虹吸井组合体，就可以适应来水量过少的问题。但多个组合体的费用很高，而且还牵涉到上游的泵房问题。因此，选用两个虹吸井组合体为最佳。

[0041] 实施例三：

[0042] 本实施例是上述实施例的改进，是上述实施例关于导流墩的细化。本实施例导流墩的水平截面形状为等腰三角形，所述等腰三角形的顶角为迎水面，底边为背水面，所述导流墩的高度为虹吸井底部到进水方涵出口最高处平齐，如图1、2所示。

[0043] 三角形导流墩的作用是使进水方涵出口处的水体向两侧分流，避免水体集中在竖井的中部出流，造成水体波动过大。

[0044] 三角形为等腰三角形，其顶角可以在一定范围内选取，角度过大则会产生类似墙壁的作用，使竖井底部的紊流，过小不能起到分流的作用。

[0045] 实施例四：

[0046] 本实施例是实施例三的改进，是实施例三关于等腰三角形顶角的细化。本实施例所述的等腰三角形的顶角α为30-40度。

[0047] 实施例五：

[0048] 本实施例是上述实施例的改进，是上述实施例关于堰前导流栅的细化。本实施例所述的堰前导流栅有多块平行安装的与水平面成角β的长条形导流板。

[0049] 堰前导流栅的作用是进一步提高过堰水体的平顺性，使得过堰水流的流量沿溢流堰宽度方向上均匀分布。本实施例所述的导流栅有长条的平板组成，多块与水面成一定角度的长条板平行安装，形成导流栅。本实施例所述的长条板是这样安装的，其翘起的一端接近溢流堰，如图1所示。从界面图上看，其截面形状的高点接近溢流堰。

[0050] 堰前导流栅翘起的角度，不能太小，应当小于90度，但也不能太大，应当大于10度。

[0051] 实施例六：

[0052] 本实施例是实施例五的改进，是实施例五关于堰前导流栅与水平面夹角的细化。本实施例所述的堰前导流栅与水平面成角β为40-50度。

[0053] 实施例七：

[0054] 本实施例是上述实施例的改进，是上述实施例关于消泡孔板的细化。本实施例所述的溢流池中设置两块消泡孔板701、701，如图6所示，所述的消泡孔板上的消泡孔成纵横网状排列，前后两对孔板的消泡孔交错排列，如图7所示。

[0055] 双层孔板的作用是缩短堰后水跃长度，减少水气掺混面积，进而减少气泡的产生量，同时通过降低跃后水流流速，降低气泡运动距离。

[0056] 但多数消泡孔板以大致水平的形式放置在水中，而本实施例则使用了前后两块竖直放置的孔板，即可以消能，也可以产生消泡的作用。

[0057] 实施例八：

[0058] 本实施例是一种使用上述实施例所述组合式消泡虹吸井的消泡方法，所述的方法的步骤如下：

[0059] 利用进水方涵的出口处设置的导流墩，使进入竖井的水流迅速扩散，避免形成左右两股旋流，使水流流进虹吸井是能尽量扩散均匀。本步骤主要是针对进水方涵出口处的水流冲击和竖井井底的旋流，使水流在堰前平稳流动。

[0060] 利用溢流堰顶部竖井一侧的堰前导流栅阻挡由竖井底部涌起的水流，破坏由于水流涌起而产生阵发性水体壅高，使得过堰水流均匀、稳定，避免产生过量的气泡。本步骤主要是针对水流从竖井底部向上的冲击，并消除在进水方涵出口处上方的滚流。

[0061] 利用堰后设置的消泡孔板消能和均流，降低跃后水流流速，使得气泡随水流进入箱涵前能及时上浮至水面。本步骤针对堰后水舌在溢流池中所引起的搅动作用，同时利用孔板的作用消泡。孔板可以产生阻力，具有消能作用。孔板的阻力损失原理为：流体在各孔内收缩，使过孔时的流速增大，流向发生改变，流体流出孔时再一次发生流速和流向的改变，进而产生水头损失。而孔板的消泡作用则是公认的。

[0062] 利用降低了的输水方涵进口高程，使得输水方涵的进口有一定的淹没深度，进一步阻止气泡进入输水方涵的箱涵中。本步骤利用输水方涵的进口沉降，是原来浮在水中的气泡，在水流下降过程中上浮，依次排出水中的气泡。

[0063] 最后应说明的是，以上仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照较佳布置方案对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案(比如竖井的形式、溢流堰和溢流池的形式，以及步骤的先后顺序等)进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的精神和范围。

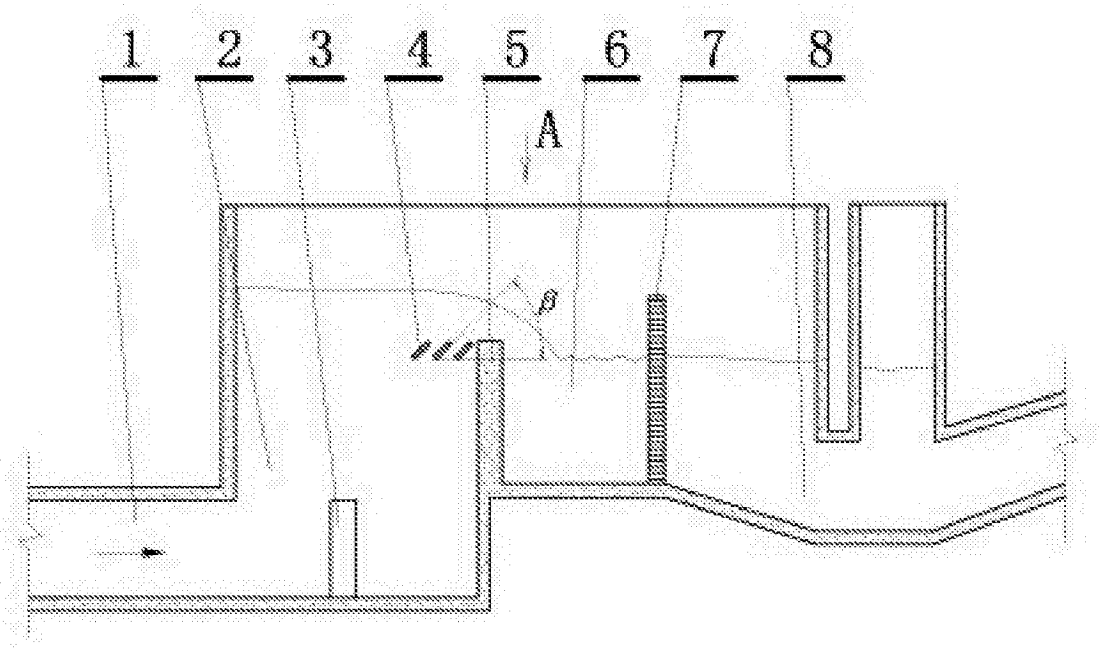


图1

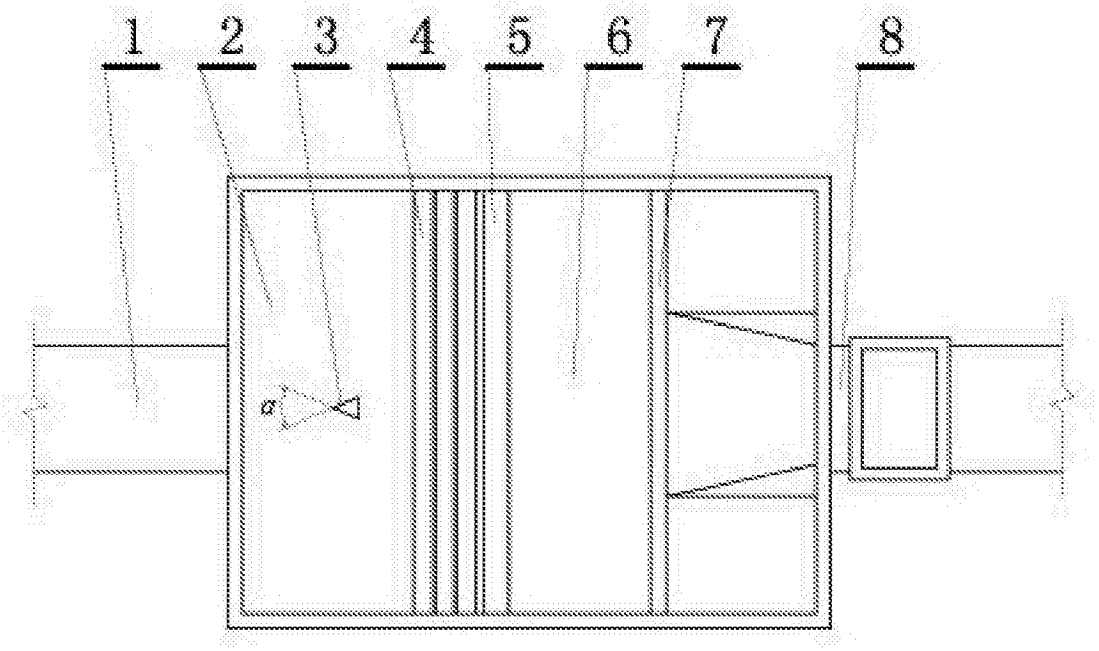


图2

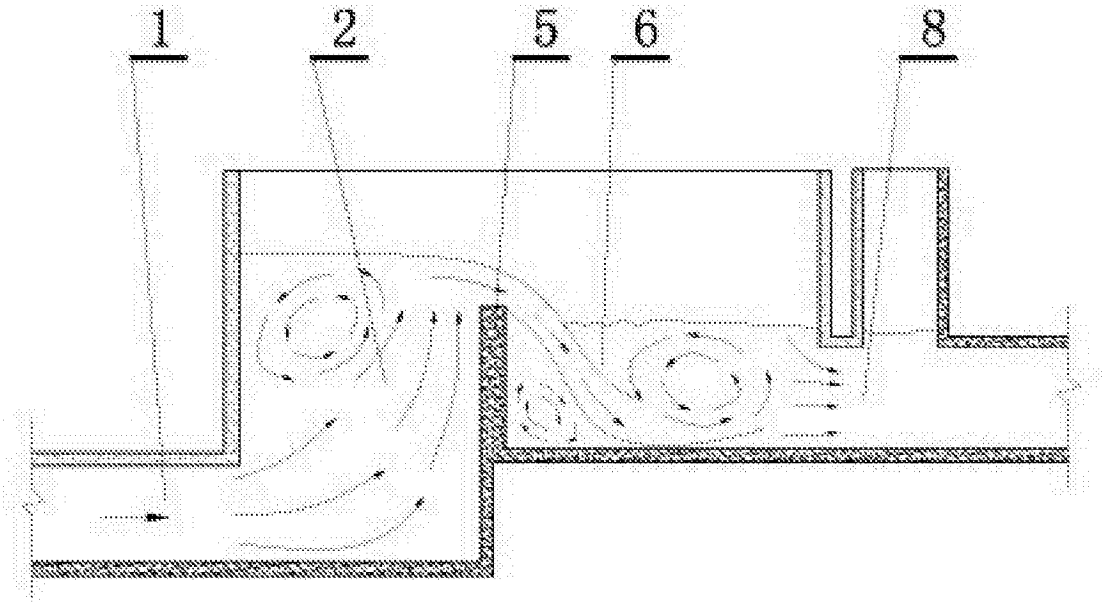


图3

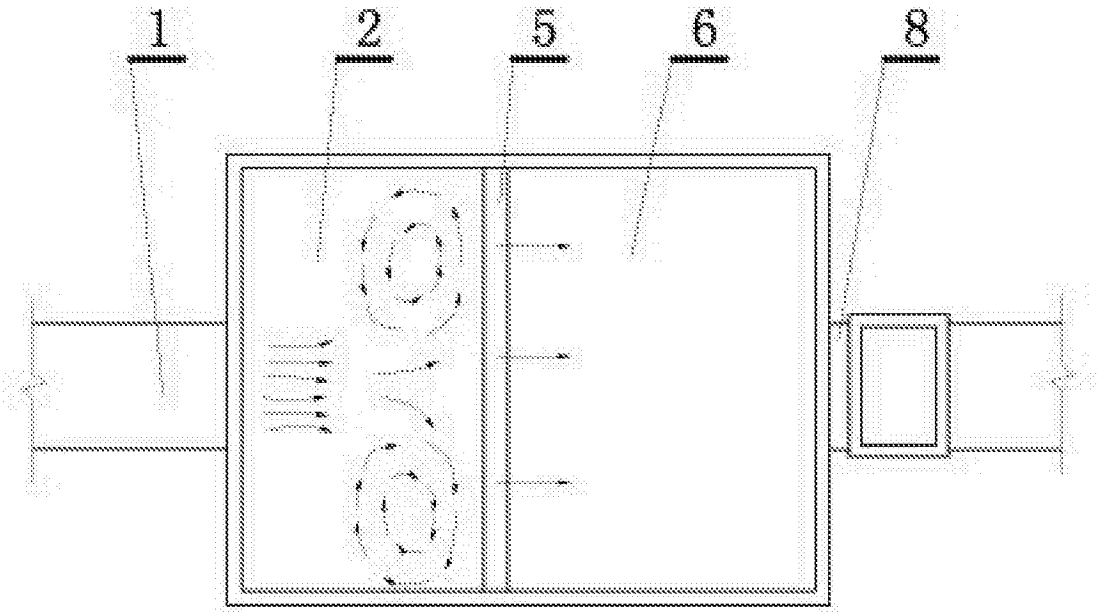


图4

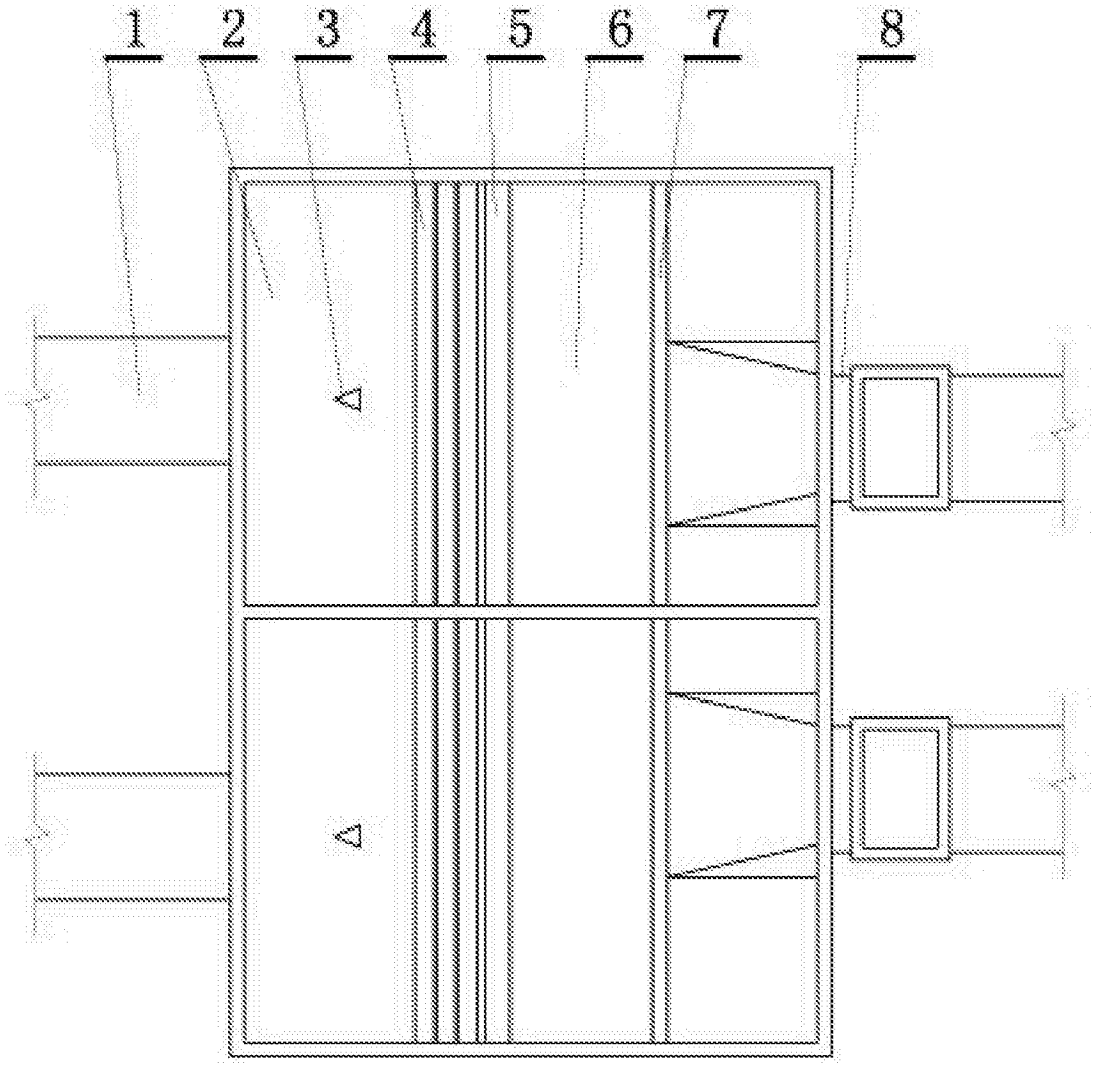


图5

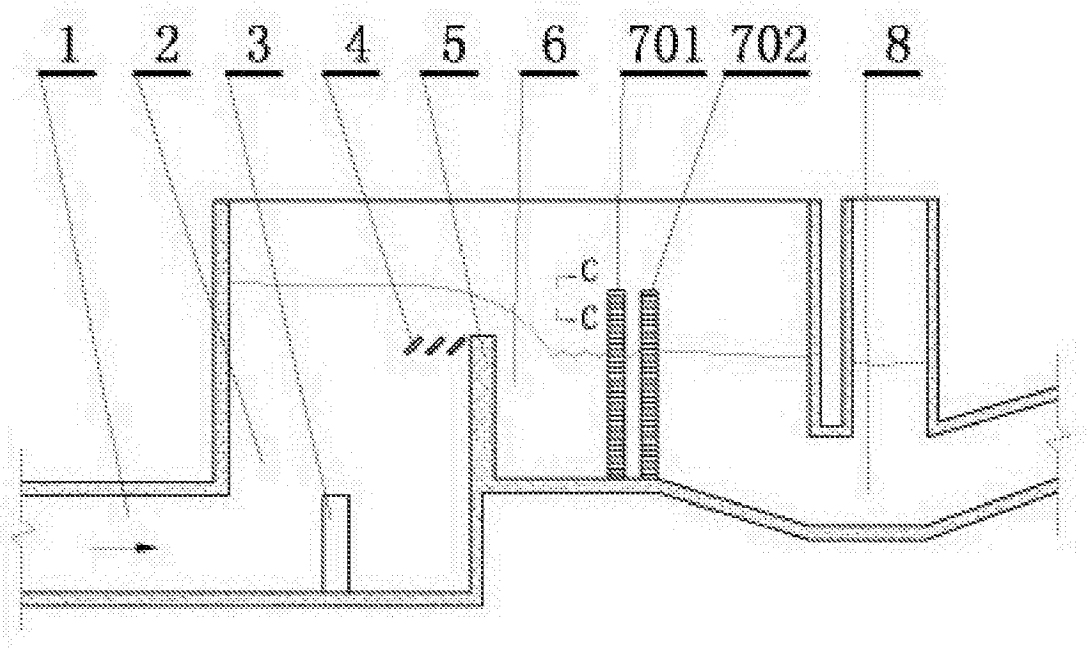


图6

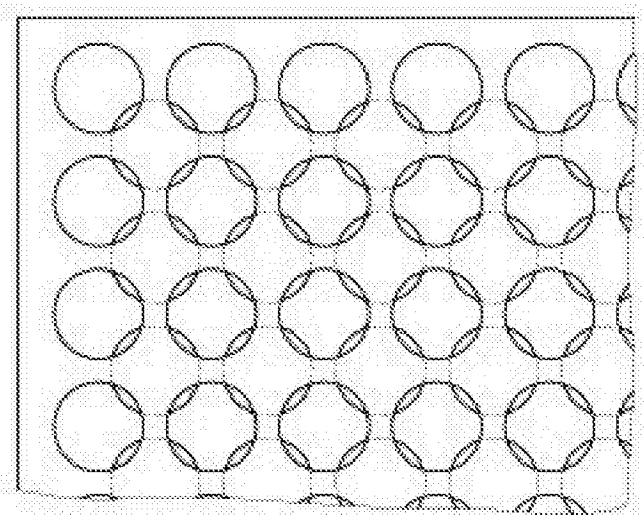


图7