(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 201437586 U
(45)授权公告日 2010.04.14

(21)申请号 200920110191.1

(22)申请日 2009.07.24

(73)专利权人 中国水利水电科学研究院
地址 100038 北京市复兴路甲 1 号中国水利水电科学研究院 D 座 401

(72)发明人 董兴林 杨开林 郭新蕾 郭永鑫 付辉 王涛

(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 孙福春 李桂玲

(51)Int.Cl.
E02B 8/06(2006.01)

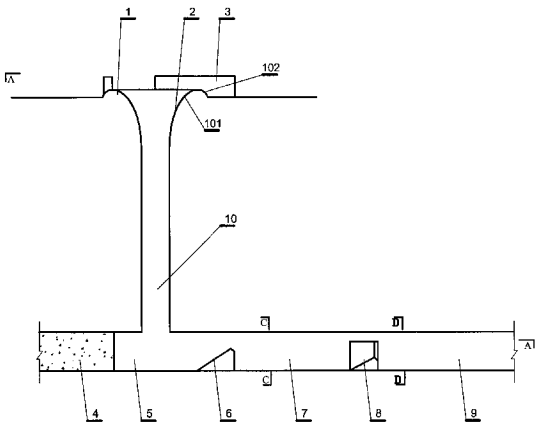
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54)实用新型名称

一种旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置

(57)摘要

本实用新型涉及一种旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置。所述的装置包括：一个竖井，竖井底部与水平的消能洞相贯连接，消能洞与导流洞贯通连接，竖井的进口处设置环形堰，环形堰的内环与竖井形成光滑的收缩型曲面连接；所述环形堰外设置几个导流墩，所述导流墩的中心线与环形堰的切线成 0° ≤ θ < 45° 的夹角；竖井与消能洞连接的部位与消能洞相对的位置有一空间；消能洞设置有集水墩和收缩墩，集水墩和收缩墩之间是水垫塘。本实用新型利用几个导流墩与环形堰周边相切或成一小角度连接，使水流旋转，在竖井内形成螺旋流运动。其结构简单，施工方便，投资少，不用维修，防蚀和消能效果好，泄洪洞出口不产生雾化现象，保护生态环境。



CN 201437586 U

1. 一种旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置，所述的装置包括：一个竖井，所述竖井底部与水平的消能洞相贯连接，所述消能洞与导流洞贯通连接，其特征在于，所述的竖井的进口处设置环形堰，所述环形堰的内环与竖井形成光滑的收缩型曲面连接；所述环形堰外设置几个导流墩，所述导流墩的中心线与环形堰的切线成大于或等于 0°，小于 45° 的夹角；所述的竖井与消能洞连接的部位与消能洞相对的位置有一空间；所述的消能洞设置有集水墩和收缩墩，集水墩和收缩墩之间是水垫塘。

2. 根据权利要求 1 所述的泄洪装置，其特征在于，所述的导流墩数为 4 ～ 8 个。

3. 根据权利要求 2 所述的泄洪装置，其特征在于，所述的截面形状是矩形连接楔形，导流墩离环形堰近端的楔形头部呈钝圆型，导流墩的矩形尾部呈圆形。

4. 根据权利要求 3 所述的泄洪装置，其特征在于，所述的环形堰外缘的断面呈圆形曲线形，环形堰内缘与竖井连接的断面曲线呈椭圆曲线形。

5. 根据权利要求 4 所述的泄洪装置，其特征在于，所述的集水墩设置在消能洞的底板上；所述的集水墩截面呈三角形，顶部截去，形成小斜坡；所述集水墩的迎水面与水平线呈 30 ～ 45° 角，背水面与水平线垂直。

6. 根据权利要求 5 所述的泄洪装置，其特征在于，所述的集水墩的截流面积等于竖井截面积的一半。

7. 根据权利要求 6 所述的泄洪装置，其特征在于，所述的收缩墩设置在消能洞的底板和两侧洞壁上；所述收缩墩截面呈三角形，顶部截去，形成小斜坡；所述收缩墩的迎水面与水平线呈 30 ～ 45° 角，背水面与水平线垂直。

8. 根据权利要求 7 所述的泄洪装置，其特征在于，所述的收缩墩的截流面积等于竖井截面积的一半。

一种旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置，是一种水利防洪泄水的装置，是一种用于水库泄洪洞防蚀和消能的装置。

背景技术

[0002] 修建大坝主要是为了防洪、发电、城市供水和农业灌溉等目的，而泄洪结构设施是汛期保证大坝安全的重要枢纽组成部分。对于一个好的泄水结构设施它必需满足运行安全可靠、工程投资少和不破坏下游生态环境的要求。我国的大、中型水库有数万座，其中大部分是土石坝，达不到防洪标准的工程为数不少，特大洪水到来时，往往因泄洪能力不足，或因闸门打不开，发生洪水漫溢溃坝现象，给人民生命财产造成灭顶之灾，如 1975 年 8 月河南的板桥和石漫滩水库垮坝事件对我国政治、经济和社会带来极大的负面影响，广西石大开水库在洪水来临时，闸门打不开，洪水位猛涨，正在水流要漫坝的瞬间，闸门被洪水冲垮，避免了一场大灾难。国内外垮坝事件很多，特别是中小型水库不计其数。为防止垮坝事件的发生，除在水坝附近建造溢流设施外。有时需增建一条非常溢洪道，这种溢流设施通常利用建造水坝时的导流洞（水坝完成后即废弃）增加一条竖井，在竖井上设环形堰的进水口形成泄洪洞。堰顶高程即水库正常水位，当水位高于正常水位时泄洪洞开始泄洪。种种传统的环形溢流堰竖井式泄洪洞（美国称 Morning-glory spillway），在 20 世纪 40 ～ 50 年代美国修建很多，其主要缺点是：

[0003] (1) 为了适应设计流量，在环形堰顶设分流墩，而为了防止由于开挖地形引起的漩涡对泄流能力的影响，还需要专门设置防漩墩。

[0004] (2) 环形堰下的竖井普遍存在较大的负压，除此之外，竖井与出水洞连接的顶部负压更大易发生空蚀破坏，还有洞内流速高（总水头 100 ～ 200m，流速 38 ～ 50m/s），也易发生空蚀破坏，而在洞的出口采用挑流坎射流产生雾化现象，破坏生态环境。

[0005] (3) 已往为了解决竖井的空蚀问题，将整体竖井从上到下改成逐渐收缩断面，以增加压力（美国），或在竖井上部设置环形通气坎，在出水洞的进口顶部和底板设置掺气坎和通气槽（前苏联）。

[0006] (4) 虽然多处设置了掺气设施，在与出水洞连接段的底板上也有发生空蚀破坏的可能性（如我国二滩 1# 泄洪洞）。

[0007] (5) 通气管道系统复杂，增加施工困难，不经济。

[0008] 在导流洞中也要设置消能设施，传统的消能设施是在竖井的洞底部位开挖消力井，在竖井与导流洞连接的部位的导流洞顶设置反向收缩坎（或称压板），同时设通气井，目的是增加消能效果和保持下游形成稳定的明流流态。通过许多试验证明这种设施对消能率的增加甚小（不到 2%），洞内水面波动也较大。

发明内容

[0009] 为解决现有技术的问题，本实用新型提出一种旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置，

或者称为旋流环形堰防蚀、消能的泄洪设施。所述的设施的目的是为水电站水库提供一种可靠的高效率防蚀、消能的新型泄洪建筑物。本实用新型所述装置是利用环形堰易发生漩涡的机理，巧妙地利用几个导流墩使环形堰进水口和竖井形成稳定的螺旋流流态，增加壁面压力并掺入大量空气，在竖井下部产生环状水跃，与洞内水垫联合消能，达到防蚀和提高消能率的目的。

[0010] 本实用新型的目的是这样实现的：一种旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置，所述的装置包括：一个竖井，所述竖井底部与水平的消能洞相贯连接，所述消能洞与导流洞贯通连接，所述的竖井的进口处设置环形堰，所述环形堰的内环与竖井形成光滑的收缩型曲面连接；所述环形堰外设置几个导流墩，所述导流墩的中心线与环形堰的切线成大于或等于0° 小于 45° 的夹角；所述的竖井与消能洞连接的部位与消能洞相对的位置有一空间；所述的消能洞设置有集水墩和收缩墩，集水墩和收缩墩之间是水垫塘。

[0011] 本实用新型产生的有益效果是：使环形堰产生稳定的带有空腔的螺旋流运动是本实用新型的基础，它不同于现有的涡室或起旋室需要修建一专门的起旋结构物，而是利用几个导流墩与环形堰周边相切或成一小角度连接，使水流旋转，在竖井内形成螺旋流运动。其结构简单，施工方便，投资少，不用维修，防蚀和消能效果好，泄洪洞出口不产生雾化现象，保护生态环境。

[0012] 本实用新型所述的旋流环形堰竖井式泄洪道是最灵活的防洪泄水设施，它很适用于紧急泄洪，防止洪水漫坝，其主要特点是：

[0013] (1) 环形堰顶高程为正常高水位（堰上水头一般小于 5m)，不设置闸门，洪水到达堰顶时自动下泄流量。

[0014] (2) 利用几道导流墩使环形堰产生旋转流进入竖井，形成带有空腔的螺旋流运动，吸入大量空气，消能效果好，并可防止结构物发生空蚀破坏。

[0015] (3) 竖井底部不用开挖消力井，可节省开支。

[0016] (4) 在消能洞中有集水墩、水垫塘、收缩墩组成的消能设施十分有效。

[0017] 采用环形堰和竖井的旋流加消能洞内水垫旋滚流联合消能的结果，消能率高，总消能率可达 90％，泄洪洞出口无雾化现象，可防止河床冲刷和生态植被破坏，出口不用浇筑挑流坎，整个设施更加简化。

附图说明

[0018] 下面结合附图和实施例对本实用新型作进一步说明。

[0019] 图 1 是本实用新型实施例一所述的旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置示意图；

[0020] 图 2 是本实用新型实施例五所述的集水墩示意图，是图 1 的 C-C 剖面图；

[0021] 图 3 是本实用新型实施例七所述的收缩墩示意图，是图 1 的 D-D 剖面图；

[0022] 图 4 是图 1 的 A-A 剖面示意图；

[0023] 图 5 是本实用新型实施例二所述的五个导流墩的示意图；

[0024] 图 6 是本实用新型实施例二所述的八个导流墩的示意图；

[0025] 图 7 是本实用新型实施例九所述的旋流环形堰防蚀、消能的泄洪方法的水流示意图；

[0026] 图 8 是图 7 的 E-E 剖面图。

具体实施方式

[0027] 实施例一：

[0028] 本实施例是一种旋流环形堰防蚀、消能的泄洪装置，如图 1、4 所示。本实施例所述的装置包括：一个竖井 10，竖井底部与水平的消能洞相贯连接，消能洞与导流洞 9 贯通连接，竖井的进口处设置环形堰 1，环形堰的内环与竖井形成光滑的收缩型曲面连接，形成缩口 2。环形堰外设置若干导流墩 3，导流墩的中心线与环形堰的切线成大于或等于 0°，小于 45° 的夹角。竖井与消能洞连接的部位与消能洞相对的位置有一空间 5，见图 1、4 所示。消能洞设置有集水墩 6 和收缩墩 8，集水墩和收缩墩之间是水垫塘 7。

[0029] 本实施例由旋流环形堰、竖井、消能洞和导流洞组成。其中的导流洞是原水坝施工时建造的，用于将上游的水流引到下游，以便水坝施工，水坝建造完工即废弃。这种导流洞的截面通常是城门洞型，即顶部为半圆形，下部为矩形。导流洞改造为水平旋流泄洪洞时通常要对城门洞型的截面进行改造，例如改造为圆形截面，但本实施例无需对导流洞的截面进行任何改造。本实施例在大坝上游开挖竖井，与原导流洞相贯连接，在连接部位将上游的一段导流洞用混凝土塞 4 堵死，并在下游的导流洞中简单的改造，形成消能洞和出水引导水道，为方便起见将出水引导水道还称为导流洞。混凝土塞并不是紧挨在竖井的井壁设置，而是留有一定的空间，以便下落的水流在这个空间中产生旋滚流，有一定的消能作用。

[0030] 本实施例的进水口采用环形堰，而不需要采用专门的涡室或起旋室。传统的环形堰总是担心产生影响泄洪的漩涡水流，因此，往往设置防旋墩阻止水流在进入竖井时产生漩涡。而本实施例反其道而行之，利用导流墩产生漩涡水流，利用漩涡水流进行掺气和形成环形水跃，产生消能作用。只要竖井的直径设计合理，不会影响泄洪能力。本实施例采用数道导流墩与环形堰周边相切或成一角度布置，导流墩结构和平面布置遵守流体力学的原理和规律。环形堰导流墩的数量越多旋流效果越好，但流量系数相应会减小，即流量会减少，一般墩的数量取 4 ～ 8 个，导流墩与环形堰周边切线的夹角对流量系数影响也较大，角度越大流量系数越大，反之就越小，通常夹角取 0 ～ 30°，（图 4 中采用 10° 角）如墩子数量多时，为了增加流量系数可将角度放大一些。环形堰上水头 H 与堰半径 R_h 之比对流量系数也影响较大，当 $H/R_h > 0.5$ 时开始变成淹没流，而当 $H/R_h < 0.4$ 时开始形成自由流，前者的流量系数小于 0.3，后者要大于 0.35，视导流墩的数量和夹角而变化。

[0031] 传统的设计在环形堰和竖井的联系部位使用复杂的曲面形状，建造比较复杂，而本实施例采用环形堰断面为 1/4 椭圆曲线同竖井连接。由于旋流离心力的作用使壁面压力升高，可防止发生空蚀，同时在竖井下部产生环状水跃加大了消能力度。

[0032] 竖井下部直接与原导流洞相贯连接，在原导流洞与竖井相贯处附近浇注集水墩形成水垫，而在集水墩下游浇注收缩墩形成水垫塘，总称为消能洞，消能洞下游直接连接原导流洞。集水墩是设在消能洞进口的底板上，自然形成一水垫，高速水流从集水墩顶部射流到由收缩墩构成的水垫塘内，而收缩墩的两侧墩产生立轴漩涡，中墩产生横向漩滚流，致使压力消能洞的消能率达 40％左右，再加上竖井旋流和环状水跃的消能作用，泄洪洞总消能率可达 90％。

[0033] 为说明下面举一个实现的设计例：假设某水利枢纽的挡水坝为堆石面板坝，除修建泄洪和放空洞外，按 MPF（最大可能洪水量）洪水标准需要利用导流洞改建一条环形堰竖井式非常泄洪洞。该工程基本资料：最大泄量 $Q = 1300m^3/s$，堰上水头 $H = 4.8m$，总水头 Z

= 120m，导流洞尺是宽 13m、高 15m 城门洞形断面。

[0034] 根据旋流环形堰防蚀、消能泄洪结构的设计原理，首先按四个导流墩设计旋流环形堰，墩子与环形堰圆周切线夹角取 10°，当 $H/R_h = 0.22$ 时，流量系数 $m \approx 0.4$，计算环形堰半径 R_h：

[0035] $$R_h = \left(\frac{Q}{m2\pi\sqrt{2g}(H/R_h)^{3/2}}\right)^{2/5} = \left(\frac{1300}{0.4\times6.28\times4.43\times0.4^{1.5}}\right)^{0.4} = 16.66m$$，取 R_h = 16.5m，

[0036] 环形堰直径 D_h = 33m，

[0037] 竖井直径：

[0038] $$D = \left(\frac{Q^2}{g}\right)^{1/5} = \left(\frac{1300^2}{9.81}\right)^{0.2} = 11.15m$$，取 D = 11m，

[0039] 环形堰断面尺寸采用 1/4 椭圆曲线（$x^2/a^2+y^2/b^2 = 1$），首先确定椭圆曲线短半轴：$b \leqslant D$(D- 竖井直径），长半轴：$a \approx 2b$。

[0040] 消能洞的集水墩和收缩墩的特点是：

[0041] 1) 墩的体型为三角形，其背水坡为垂直面，使负压涡脱离结构物，再加上自然掺气，确保结构物不发生空蚀；

[0042] 2) 保持各墩的过流面积约等于竖井截面积的一半，若过流面积太小，由于雍水在竖井和消能洞进口段将会产生不稳定涡线流态，可能引起结构物振动，同时降低泄流能力，若收缩面积太大，则进口洞段不能形成压力消能工，使消能率大为降低。

[0043] 实施例二：

[0044] 本实施例是实施例一的改进，是实施例一关于导流墩的改进。本实施例所述的导流墩数为 4 ～ 8 个。

[0045] 图 4 所示的是 4 个导流墩的情况。图 5 是五个导流墩的情况。图 6 是八个导流墩的情况。

[0046] 实施例三：

[0047] 本实施例是实施例二的改进，是实施例二关于导流墩的改进。本实施例所述的截面形状是矩形 303 连接楔形 302，导流墩离环形堰近端的楔形头部 301 呈钝圆型，导流墩的矩形尾部 304 呈圆形，如图 4 所示。

[0048] 导流墩更准确的说应该是导流墙，类似一堵短墙。短墙的截面形状是矩形的。为使导流效果更好，本实施例采用的一种头部为楔形，楔形的角度比较尖锐，楔形的尖端以一段圆弧过渡。为使水流顺畅，导流墩的所有棱角均使用圆弧过渡。

[0049] 实施例四：

[0050] 本实施例是实施例三的改进，是实施例三关于环形堰的改进。本实施例所述的环形堰外缘 102 的断面呈圆形曲线形，环形堰内缘 101 与竖井连接的断面曲线呈椭圆曲线形，见图 1 所示。

[0051] 环形堰的外缘使用简单的圆弧曲线，建造方便。环形堰的内缘与竖井的连接面使用四分之一椭圆曲线回转获得的曲面，形成收缩口。环形堰内缘的断面的椭圆曲线（$x^2/a^2+y^2/b^2 = 1$）十分简单，施工方便。

[0052] 实施例五：

[0053] 本实施例是实施例四的改进，是实施例四关于集水墩的改进，如图 2 所示。本实施例所述的集水墩设置在消能洞的底板上。集水墩截面呈三角形，顶部截去，形成小斜坡 601。集水墩的迎水面与水平线呈 30 ～ 45° 角，背水面与水平线垂直。

[0054] 实施例六：

[0055] 本实施例是实施例五的改进，是实施例五关于集水墩的改进。本实施例所述的集水墩的截流面积等于竖井截面积的一半。

[0056] 实施例七：

[0057] 本实施例是实施例六的改进，是实施例六关于收缩墩的改进，如图 3 所示。本实施例所述的收缩墩设置在消能洞的底板上 803 和两侧洞壁上 801。收缩墩截面呈三角形，顶部截去，形成小斜坡 802。收缩墩迎水面与水平线呈 30 ～ 45° 角，背水面与水平线垂直。

[0058] 实施例八：

[0059] 本实施例是实施例七的改进，是实施例七关于导流墩的改进。本实施例所述的收缩墩的截流面积等于竖井截面积的一半。

[0060] 实施例九：

[0061] 本实施例是一种使用上述实施例所述装置的旋流环形堰防蚀、消能的泄洪方法如图 7、8 所示。本实施例所述方法的步骤如下：

[0062] 水流漫过环形堰 1101；

[0063] 水流在导流墩的作用下与环形堰切线成一定角度的方向进入环形堰 1108；

[0064] 在多个导流墩的作用下，水流在环形堰内缘与竖井连接的光滑的收缩型曲面上形成绕垂直轴的旋流 1102；

[0065] 旋流中部带有空腔，带有空腔的水流带入大量空气进入竖井；

[0066] 带有大量空气的旋流沿竖井下落，在竖井下部位形成环形水跃和气水混合垫层 1103，消耗大量能量；

[0067] 在竖井与消能洞结合的部位，水流在消能洞进口与消能洞相对的空间中形成旋滚流，与原绕垂直轴的旋流形成复杂的掺气流动 1104，进行消能；

[0068] 水流进入消能洞，在集水墩的作用下，高速掺气水流从集水墩的顶部敞口射入水垫塘，在水垫塘内水流产生旋滚流进行强力的气水剪切作用继续消耗大量能量 1105，再次消能；

[0069] 当水流流出收缩墩时，两侧墩诱发出立轴漩涡再次掺气 1109，和底板上的中墩产生的横向漩滚水流 1106 互相碰撞剪切作用又消耗掉大量能量，再次消能；

[0070] 消能后水流经导流洞排出 1107。

[0071] 本实施例所述泄洪洞运行过程：水流经导流墩起旋进入环形堰和竖井，形成带有空腔的螺旋流，在竖井下部产生环状水跃和气水混合垫层，消耗大量能量，接着高速掺气水流从集水墩顶部敞口射入水垫塘内，产生旋滚流进行强力的气水剪切作用继续消耗大量能量，当水流流出收缩墩时，两侧墩诱发出立轴漩涡再次掺气，和中墩产生的横向漩滚水流互相碰撞剪切作用又消耗掉大量能量，致使残留的动能所剩无几，洞内流速急剧降低（总水头 100 ～ 200m 的泄洪洞流速降至 14 ～ 18m/s），导流洞内水面平稳，出口无冲刷，亦无雾化现象，完好地保护下游生态。

[0072] 最后应说明的是，以上仅用以说明本实用新型的技术方案而非限制，尽管参照较

佳布置方案对本实用新型进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本实用新型的技术方案（比如导流墩和环形堰的外形、大小，集水墩和收缩墩的外形、安排等）进行修改或者等同替换，而不脱离本实用新型技术方案的精神和范围。

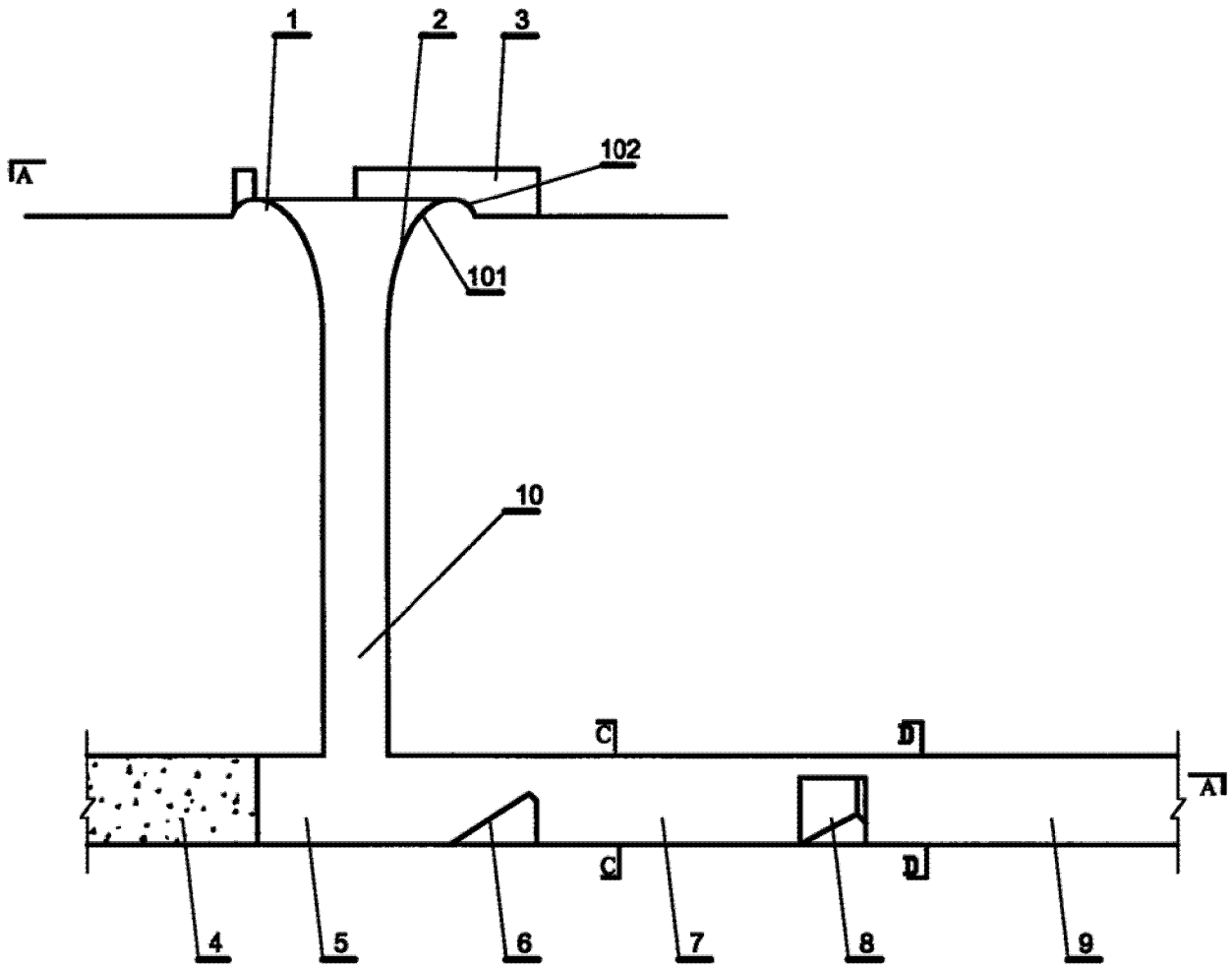


图 1

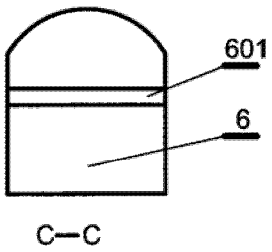


图 2

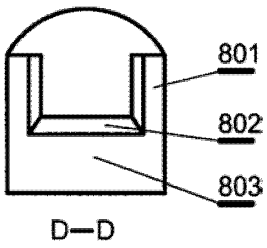


图 3

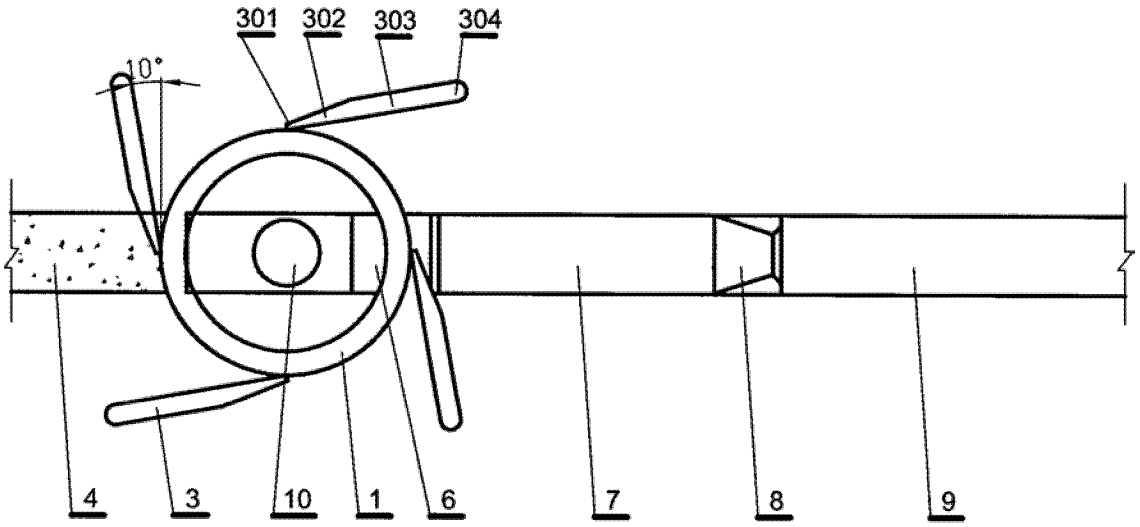


图 4

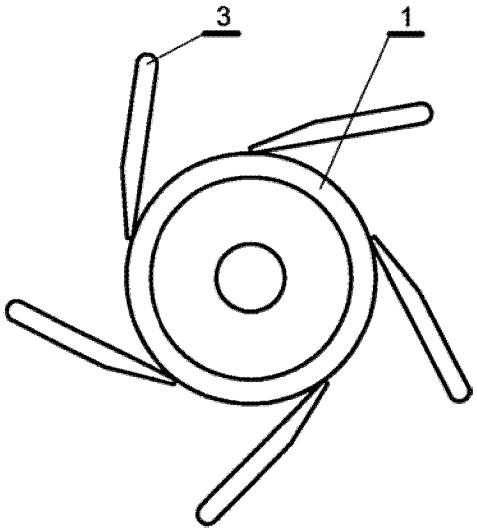


图 5

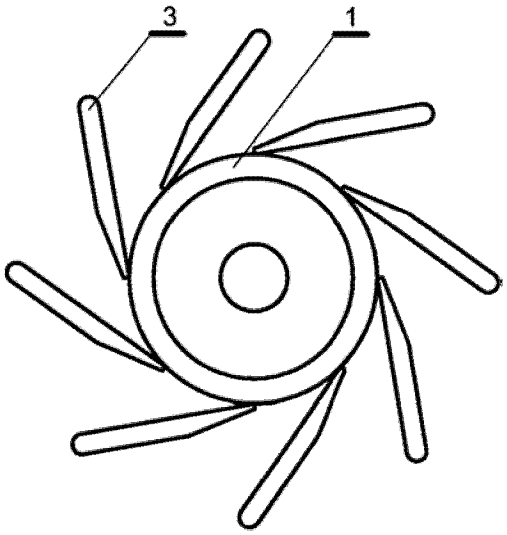


图 6

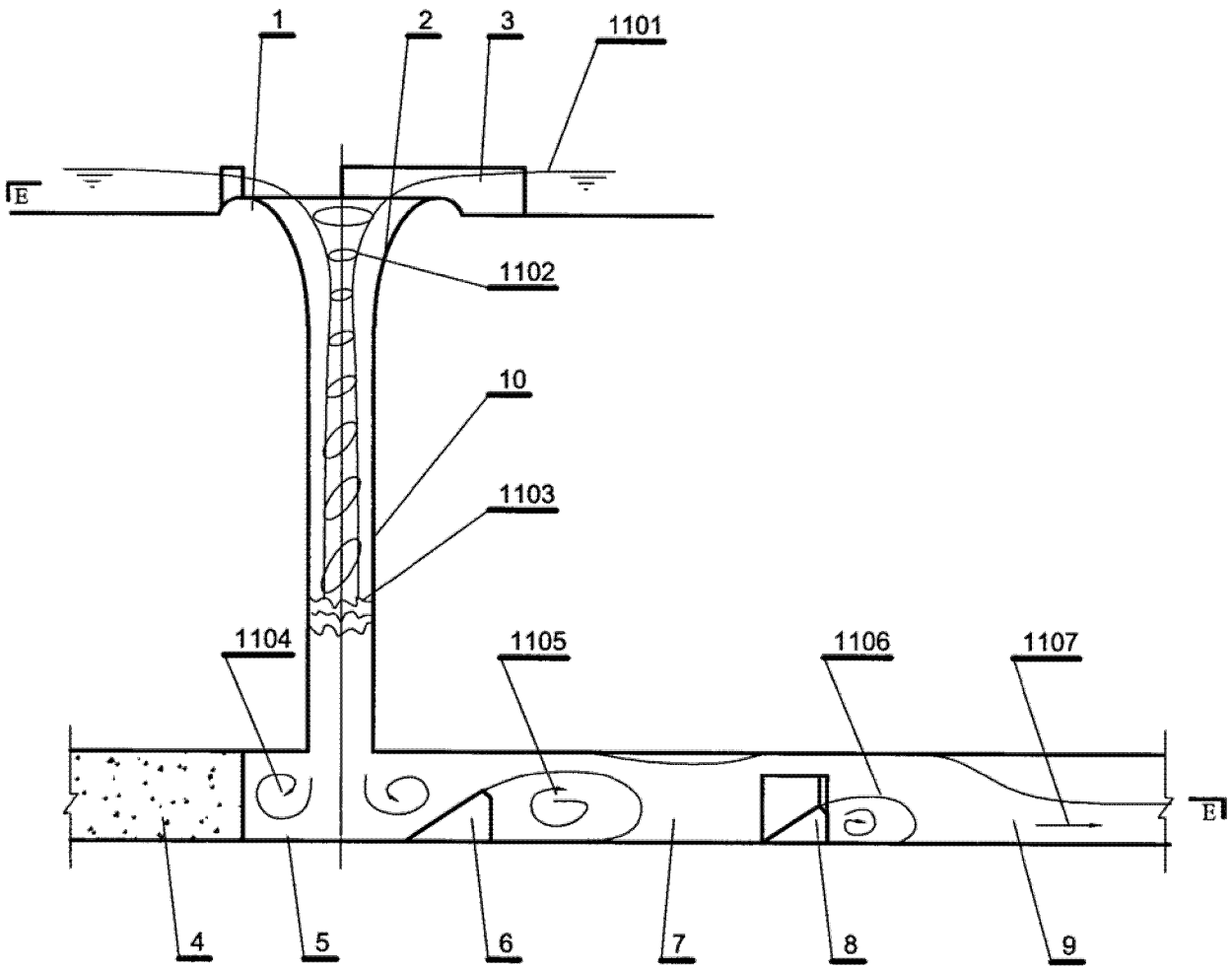


图 7

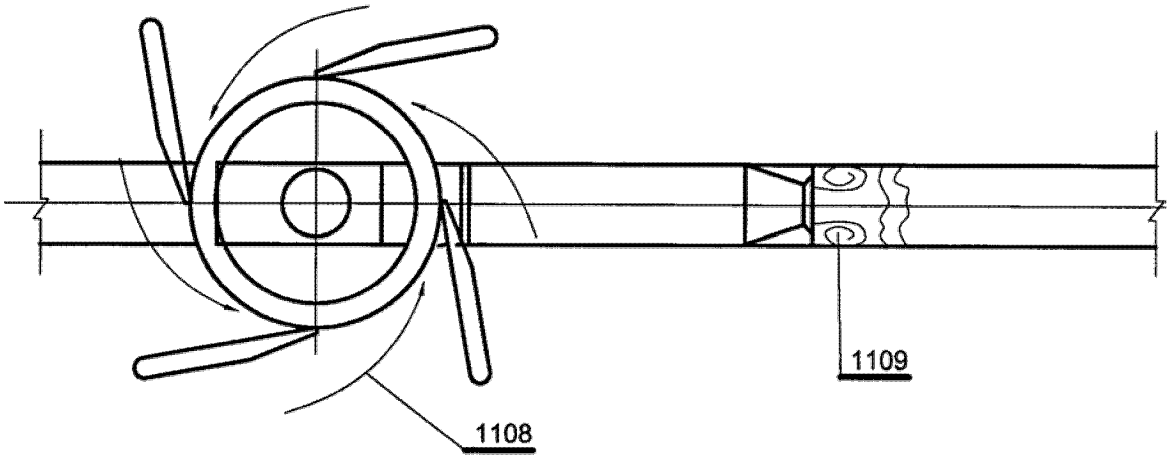


图 8