



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203429607 U

(45) 授权公告日 2014. 02. 12

(21) 申请号 201320504694. 3

(22) 申请日 2013. 08. 19

(73) 专利权人 中国长江三峡集团公司
地址 100038 北京市海淀区玉渊潭南路 1 号

(72) 发明人 朱红兵 孙志禹 牛志攀

(74) 专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

代理人 程伟 王刚

(51) Int. Cl.

E02B 8/06 (2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

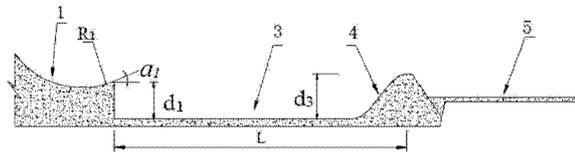
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 实用新型名称

具有挑流结构的组合式高低坎消力池

(57) 摘要

本实用新型涉及一种具有挑流结构的组合式高低坎消力池,其包括高坎泄流孔和低坎泄流孔组成的反弧挑流结构水流进口段、与水流进口段相接的消力池、消力池尾坎以及与消力池相接的护坦。将水流进水段设计成为挑流结构;设计高、低坎泄流孔出口的挑射角,使高坎泄流孔出流和低坎泄流孔出流的入池部位分区域错开,达到分散消能的效果;尾坎的迎水面设计为 WES 堰面曲线,可使消力池水流出流平顺,削减消力池内的流激振动。本实用新型的特点在于此种组合式消能工结构可以消减、均化下泄流量对消力池前段的冲击,充分利用消力池的长度进行分散消能,消除集中消能区水流紊动剧烈、水面波动较大的现象。



1. 一种具有挑流结构的组合式高低坎消力池,其特征在于,所述具有挑流结构的组合式高低坎消力池包括水流进口段、与水流进口段相接的消力池(3)、消力池后端的尾坎(4)以及与消力池相接的护坦(5);

所述水流进口段由相间排列的高坎泄流孔(1)和低坎泄流孔(2)及高坎泄流孔(1)与低坎泄流孔(2)之间的中隔墙(6)构成;

所述水流进口段为反弧挑流结构,所述高坎泄流孔(1)水流出口的挑射角(α_1)和所述低坎泄流孔(2)水流出口的挑射角(α_2)被设置成使得高坎泄流孔(1)的出流进入消力池(3)内的部位和低坎泄流孔(2)的出流进入消力池(3)内的部位分区域地错开。

2. 根据权利要求1所述的具有挑流结构的组合式高低坎消力池,其特征在于,所述尾坎(4)的迎水面为WES堰面曲线。

3. 根据权利要求1所述的具有挑流结构的组合式高低坎消力池,其特征在于,所述高坎泄流孔(1)水流出口的挑射角(α_1)和所述低坎泄流孔(2)水流出口的挑射角(α_2)满足如下关系式:

$$\alpha_2 \leq \alpha_1 \leq 25^\circ。$$

4. 根据权利要求1所述的具有挑流结构的组合式高低坎消力池,其特征在于,所述高坎泄流孔(1)和低坎泄流孔(2)的表面曲线均为反弧段;

所述高坎泄流孔(1)反弧段半径(R_1)和低坎泄流孔(2)的反弧段半径(R_2)满足如下关系式:

$$R_1 \leq R_2;$$

$$6h_1 \leq R_1 \leq 10h_1;$$

$$6h_2 \leq R_2 \leq 10h_2;$$

其中, R_1 为高坎泄流孔(1)反弧段半径; R_2 为低坎泄流孔(2)反弧段半径; h_1 为高坎泄流孔(1)反弧段最低点处的最大水深; h_2 为低坎泄流孔(2)反弧段最低点处的最大水深。

5. 根据权利要求1所述的具有挑流结构的组合式高低坎消力池,其特征在于,所述具有挑流结构的组合式高低坎消力池满足如下关系式:

$$2d_2 \leq 1.5d_1 \leq d_3;$$

其中, d_1 为高坎泄流孔(1)水流出口端部到消力池(3)底板的高度, d_2 为低坎泄流孔(2)水流出口端部到消力池(3)底板的高度, d_3 为尾坎(4)顶端到消力池(3)底板的高度。

6. 根据权利要求1所述的具有挑流结构的组合式高低坎消力池,其特征在于,所述水流进口段的最外两侧为高坎泄流孔(1)或者低坎泄流孔(2)。

具有挑流结构的组合式高低坎消力池

技术领域

[0001] 本实用新型涉及水利水电工程中高水头、大单宽流量的低雾化、高效的泄洪消能技术领域,特别涉及一种新型消能工结构,其为一种具有挑流结构的组合式高低坎消力池。

背景技术

[0002] 高水头、大单宽流量泄洪消能问题是水利工程里面一个难度较大又至关重要的问题。公开号为 CN101215828A 的专利中提出了一种高低坎底流消力池;公开号为 CN101624818A 的专利中对该高低坎底流消力池进行了改进,采用差动分裂式进口,包括水流进口段、与水流进口段相接的消力池以及与消力池相接的护坦。

[0003] 此种结构的消能设施使下泄水流通过高低坎消力池时,呈现出淹没射流状态,降低了底板压力,也可以较大程度的降低消力池内的临底流速,具有较高的消能率,消力池运行较为安全,相对于其他形式的消能工具有显著的优越性。

[0004] 同时,研究发现泄洪过程中,水流进口段跌坎下方消力池的前半部分形成强消能区,大部分能量集中于前半段消散,消力池后半部分消能较弱,虽然达到了高效消能的作用,但没有完全充分的利用消力池的长度进行消能;集中消能区水流紊动剧烈,水面波动较大,存在流态不稳定的问题,同时也存在损坏消力池结构、影响泄洪建筑物的正常运行的可能性。

[0005] 因此,消除消力池的集中消能特点,消除集中消能区水流紊动剧烈、水面波动较大的现象显得尤为必要。

[0006] 综上所述,提供一种有效解决消力池安全稳定运行中可能出现的不利水力学问题的消能工结构,成为本领域技术人员亟待解决的问题。

[0007] 公开于该实用新型背景技术部分的信息仅仅旨在加深对本实用新型的一般背景技术的理解,而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域技术人员所公知的现有技术。

实用新型内容

[0008] 本实用新型要解决的问题是提供一种能够有效解决消力池安全稳定运行中可能出现的不利水力学问题的消能工结构。

[0009] 为了解决上述问题,本实用新型提供一种具有挑流结构的组合式高低坎消力池,以消减、均化下泄流量对消力池前半段的冲击,将高低坎泄流孔下泄水流纵向拉伸、分区域错开,分散高低坎消力池前半部分集中消能区域,达到沿程分散消能的效果,消除集中消能区水流紊动剧烈、水面波动较大的现象,设计消力池尾坎迎水面为 WES 堰面曲线,减小消力池内部的流激振动。

[0010] 本实用新型的一种具有挑流结构的组合式高低坎消力池,其包括水流进口段、与水流进口段相接的消力池、消力池后端的尾坎以及与消力池相接的护坦;所述水流进口段由相间排列的高坎泄流孔和低坎泄流孔及高坎泄流孔与低坎泄流孔之间的中隔墙构成;所

述水流进口段为反弧挑流结构,所述高坎泄流孔水流出口的挑射角 α_1 和所述低坎泄流孔水流出口的挑射角 α_2 被设置成使得高坎泄流孔的出流进入消力池内的部位和低坎泄流孔的出流进入消力池内的部位分区域地错开。

[0011] 优选地,所述尾坎的迎水面为 WES 堰面曲线。

[0012] 优选地,所述高坎泄流孔水流出口的挑射角 α_1 和所述低坎泄流孔水流出口的挑射角 α_2 满足如下关系式: $\alpha_2 \leq \alpha_1 \leq 25^\circ$ 。

[0013] 优选地,所述高坎泄流孔和低坎泄流孔的表面曲线均为反弧段;所述高坎泄流孔反弧段半径和低坎泄流孔的反弧段半径满足如下关系式: $R_1 \leq R_2$; $6h_1 \leq R_1 \leq 10h_1$; $6h_2 \leq R_2 \leq 10h_2$; 其中, R_1 为高坎泄流孔反弧段半径; R_2 为低坎泄流孔反弧段半径; h_1 为高坎泄流孔反弧段最低点处的最大水深; h_2 为低坎泄流孔反弧段最低点处的最大水深。

[0014] 优选地,所述具有挑流结构的组合式高低坎消力池满足如下关系式: $2d_2 \leq 1.5d_1 \leq d_3$; 其中, d_1 为高坎泄流孔水流出口端部到消力池底板的高度, d_2 为低坎泄流孔水流出口端部到消力池底板的高度, d_3 为尾坎顶端到消力池底板的高度。

[0015] 优选地,所述水流进口段的最外两侧为高坎泄流孔或者低坎泄流孔。

[0016] 本实用新型的有益效果是:

[0017] 1、本实用新型所述的具有挑流结构的组合式高低坎消力池,将水流进水段的高、低坎泄流孔设计成为挑流结构,使高坎泄流孔和低坎泄流孔的出流纵向拉伸,高、低坎泄流孔的入池水流分区域错开,达到沿程分散消能的效果,缓解了跌坎附近集中消能区域水流内部紊动剧烈以及水面波动较大的问题,提高了泄流建筑物的安全性和使用寿命。

[0018] 2、本实用新型所述的具有挑流结构的组合式高低坎消能工改变了泄流曲线,下泄水流通过挑流结构段之后进入消力池,挑流结构泄孔段的旋滚消耗部分能量,并将高速水流微挑至消力池的上层水体中,避免水流直接冲击消力池底板,在一定程度上降低了消力池的脉动压强和临底流速等水力学指标,进而减弱流激振动,保障了泄流建筑物的安全运行及使用寿命。

[0019] 3、尾坎的迎水面设计为 WES 堰面曲线,可使消力池水流出流平顺,削减消力池内的流激振动;并且控制尾坎高度,使高、低坎泄流孔的过流段通过挑流结构之后仍是淹没出流,提高消能效率并且减轻了下泄水流对消能建筑物的冲刷,可使用在高水头、大单宽流量的泄水建筑物中,适用于地基条件较差,周围环境限制要求较高的工程中。

[0020] 综上所述,本实用新型专利克服了上述已有技术的局限,可以有效解决消力池安全稳定运行中可能出现的不利水力学问题,同时对于推广到其他水电工程具有重大的应用价值。

附图说明

[0021] 通过说明书附图以及随后与说明书附图一起用于说明本实用新型某些原理的具体实施方式,本实用新型所具有的其它特征和优点将变得清楚或得以更为具体地阐明。

[0022] 图 1 为本实用新型的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的第一种平面布置图,消力池水流进口段两边孔为高坎泄流孔,消力池中高坎泄流孔与低坎泄流孔相间布置。

[0023] 图 2 为本实用新型的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的第二种平面布置图,消力池水流进口段两边孔为低坎泄流孔,消力池中低坎泄流孔与高坎泄流孔相间布置。

[0024] 图 3 为高坎泄流孔的剖视图及与其同一剖面处的消力池、消力池尾坎和护坦的示意图。

[0025] 图 4 为低坎泄流孔的剖视图及与其同一剖面处的消力池、消力池尾坎和护坦的示意图。

[0026] 图 5 为图 1 所示的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的沿 a-a 线的剖面图。

[0027] 图 6 为图 2 所示的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的沿 b-b 线的剖面图。

[0028] 应当了解,说明书附图并不一定按比例地显示本实用新型的具体结构,并且在说明书附图中用于说明本实用新型某些原理的图示性特征也会采取略微简化的画法。本文所公开的本实用新型的具体设计特征包括例如具体尺寸、方向、位置和外形将部分地由具体所要应用和使用的环境来确定。

[0029] 在说明书附图的多幅附图中,相同的附图标记表示本实用新型的相同或等同的部分。

[0030] 主要部件符号说明:

[0031] 1 高坎泄流孔

[0032] 2 低坎泄流孔

[0033] 3 消力池

[0034] 4 消力池尾坎

[0035] 5 护坦

[0036] 6 中隔墙

[0037] α_1 高坎泄流孔反弧段水流出口的挑射角

[0038] α_2 低坎泄流孔反弧段水流出口的挑射角

[0039] R_1 高坎泄流孔反弧段半径

[0040] R_2 低坎泄流孔反弧段半径

[0041] W_1 水流进口段的最外两侧为高坎泄流孔的消力池宽度

[0042] W_2 水流进口段的最外两侧为低坎泄流孔的消力池宽度

[0043] L 消力池长度

[0044] B_1 单个高坎泄流孔宽度

[0045] B_2 单个低坎泄流孔宽度

[0046] d_1 高坎泄流孔水流出口端部到消力池底板的高度

[0047] d_2 低坎泄流孔水流出口端部到消力池底板的高度

[0048] d_3 消力池尾坎顶端到消力池底板的高度。

具体实施方式

[0049] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本实用新型。但是本实用新型能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本实用新型内涵的情况下做类似推广,因此本实用新型不受下面公开的具体实施例的限制。

[0050] 本实用新型的具有挑流结构的组合式高低坎消力池包括高坎泄流孔和低坎泄流孔组成的反弧挑流结构水流进口段、与水流进口段相接的消力池、消力池尾部的尾坎以及与消力池相接的护坦。

[0051] 为了解决跌坎附近紊动剧烈,水面波动较大及消能区域过于集中于消力池前半段

的问题,将水流进水段设计成为挑流结构,使高坎泄流孔和低坎泄流孔的出流纵向拉伸;设计高低坎泄流孔出口的挑射角,使高坎泄流孔出流和低坎泄流孔出流的入池部位分区域错开,充分利用消力池的长度进行分散消能。尾坎的迎水面设计为 WES 堰面曲线,控制尾坎高度,使高低坎泄流孔的过流段通过挑流结构之后仍是淹没出流,使消力池水流出流平顺,削减消力池内的流激振动。

[0052] 高低坎泄流孔的挑流结构位于流道的末端位置,常规流道经水平段过度之后平顺衔接挑流结构段,挑流结构段采用反弧结构。高坎泄流孔反弧半径小于或等于低坎泄流孔反弧半径,高坎泄流孔反弧段水流出口的挑射角大于或等于低坎泄流孔反弧段水流出口的挑射角,并且都不大于 25° ,此种设计可使高坎泄流孔下泄水流的主要消能区域分布于低坎泄流孔下泄水流的主要消能区域之后,充分利用消力池的长度进行消能,减弱集中消能的强度。

[0053] 另外,高、低坎泄流反弧段半径的取值在泄流孔反弧最低点处的最大水深的 6 ~ 10 倍之间;消力池尾坎的迎水面设计为 WES 堰面曲线,尾坎的高度大于高坎泄流孔出口端部高度,消力中有一定的淹没度和正压,下泄水流不会直接干砸于消力池底板;保障泄洪消能建筑物的安全并提高其使用寿命,保证本实用新型的实用可行性。

[0054] 上述具有挑流结构的组合高低坎消力池优选以下的结构: $\alpha_2 \leq \alpha_1 \leq 25^\circ$; $R_1 \leq R_2$; $6h_1 \leq R_1 \leq 10h_1$; $6h_2 \leq R_2 \leq 10h_2$; $2d_2 \leq 1.5d_1 \leq d_3$ 。其中, α_1 为高坎泄流孔反弧段水流出口的挑射角, α_2 为低坎泄流孔反弧段水流出口的挑射角, R_1 为高坎泄流孔反弧段半径, R_2 为低坎泄流孔反弧段半径, h_1 为高坎泄流孔反弧最低点处的最大水深, h_2 为低坎泄流孔反弧最低点处的最大水深, d_1 为高坎泄流孔出口端部到消力池底板的高度; d_2 为低坎泄流孔出口端部到消力池底板的高度, d_3 为尾坎顶端到消力池底板的高度。

[0055] 下面结合附图并通过实施例对本实用新型作进一步说明。但所给出的实施例不能理解为对本实用新型保护范围的限制,因此根据本实用新型的内容和设计思想所作出的非本质的改进和调整也应属于本实用新型的保护范围。

[0056] 实施例中的具有挑流结构的组合式高低坎消力池用于某大型水电站枢纽工程设计,水电站枢纽工程装机为 6400MW,采用混凝土重力坝,最大坝高为 161m。水电站设计洪水 ($P=0.2\%$) 流量为 $41200\text{m}^3/\text{s}$,校核洪水 ($P=0.02\%$) 流量为 $49800\text{m}^3/\text{s}$,上下游最大水位差为 120m,最大下泄总功率约为 40000MW。消力池内最大单宽流量为 $225\text{m}^2/\text{s}$,消力池入池流速达到 40m/s 左右。

[0057] 实施例 1 中的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的结构如图 1、图 3、图 4、图 5 以及图 6 所示,包括水流进口段、与水流进口段相接的消力池 3、消力池的尾坎 4 以及与消力池相接的护坦 5,水流进口段由沿横过水流方向的相间排列组合的高坎泄流孔 1 和低坎泄流孔 2 及高坎泄流孔 1 与低坎泄流孔 2 之间的中隔墙 6 构成。

[0058] 图 1 显示高坎泄流孔 1 的孔数 N_1 为 3,低坎泄流孔 2 的孔数 N_2 为 2,在水流进口段的最外两侧都是高坎泄流孔 1 的基础上,实施例 1 与图 1 不同之处是高坎泄流孔 1 的孔数 N_1 为 6,低坎泄流孔 2 的孔数 N_2 为 5。

[0059] 实施例 1 的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的有关结构参数如下:高坎泄流孔 1 的宽度 B_1 为 6m,低坎泄流孔 2 的宽度 B_2 为 8m,高坎泄流孔 1 反弧段水流出口的挑射角 α_1 为 25° ,高坎泄流孔 1 反弧段半径 R_1 为 48m,低坎泄流孔 2 反弧段水流出口的挑射角 α_2

为 25° ，低坎泄流孔 2 反弧段半径 R_2 为 48m，消力池 3 的宽度 W_1 为 108m，消力池 3 的长度 L 为 228m，高坎泄流孔 1 出口端部到消力池 3 底板的高度 d_1 为 16m，低坎泄流孔 2 出口端部到消力池 3 底板的高度 d_2 为 12m，消力池尾坎 4 顶端到消力池 3 底板的高度 d_3 为 24m。

[0060] 实施例 2 中的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的结构如图 1、图 3、图 4、图 5 以及图 6 所示，消力池的具体结构组成与实施例 1 中相同，不同之处是各个部位具体相关的结构参数。

[0061] 实施例 2 的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的有关结构参数如下：高坎泄流孔 1 的宽度 B_1 为 6m，低坎泄流孔 2 的宽度 B_2 为 8m，高坎泄流孔 1 反弧段水流出口的挑射角 α_1 为 20° ，高坎泄流孔 1 反弧段半径 R_1 为 60m，低坎泄流孔 2 反弧段水流出口的挑射角 α_2 为 10° ，低坎泄流孔 2 反弧段半径 R_2 为 118m，消力池 3 的宽度 W_1 为 108m，消力池 3 的长度 L 为 228m，高坎泄流孔 1 水流出口端部到消力池 3 底板的高度 d_1 为 16m，低坎泄流孔 2 水流出口端部到消力池 3 底板的高度 d_2 为 8m，消力池尾坎 4 顶端到消力池 3 底板的高度 d_3 为 25m。

[0062] 实施例 3 中的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的结构如图 2、图 3、图 4、图 5 以及图 6 所示，包括水流进口段、与水流进口段相接的消力池 3、消力池尾部的尾坎 4 以及与消力池相接的护坦 5，水流进口段由沿横过水流方向的相间排列组合的高坎泄流孔 1 和低坎泄流孔 2 及高坎泄流孔与低坎泄流孔之间的中隔墙 6 构成。

[0063] 图 2 显示高坎泄流孔 1 的孔数 N_1 为 2，低坎泄流孔 2 的孔数 N_2 为 3，在水流进口段的最外两侧都是低坎泄流孔 2 的基础上，实施例 3 与图 2 不同之处是高坎泄流孔 1 的孔数 N_1 为 5，低坎泄流孔 2 的孔数 N_2 为 6。

[0064] 实施例 3 的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的有关结构参数如下：高坎泄流孔 1 的宽度 B_1 为 8m，低坎泄流孔 2 的宽度 B_2 为 8m，高坎泄流孔反弧段水流出口的挑射角 α_1 为 15° ，高坎泄流孔 1 反弧段半径 R_1 为 80m，低坎泄流孔 2 反弧段水流出口的挑射角 α_2 为 15° ，低坎泄流孔 1 反弧段半径 R_2 为 80m，消力池 3 的宽度 W_2 为 120m，消力池 3 的长度 L 为 228m，高坎泄流孔 1 水流出口端部到消力池 3 底板的高度 d_1 为 15m，低坎泄流孔 2 水流出口端部到消力池 3 底板的高度 d_2 为 9m，消力池尾坎 4 顶端到消力池 3 底板的高度 d_3 为 25m。

[0065] 实施例 4 中的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的结构如图 2、图 3、图 4、图 5 以及图 6 所示，消力池的具体结构与实施例 3 中相同，不同之处是各个部位具体相关的结构参数。

[0066] 实施例 4 的具有挑流结构的组合式高低坎消力池的有关结构参数如下：高坎泄流孔 1 的宽度 B_1 为 8m，低坎泄流孔 2 的宽度 B_2 为 8m，高坎泄流孔 1 反弧段水流出口的挑射角 α_1 为 25° ，高坎泄流孔反弧段半径 R_1 为 48m，低坎泄流孔反弧段水流出口的挑射角 α_2 为 15° ，低坎泄流孔 2 反弧段半径 R_2 为 80m，消力池 3 的宽度 W_2 为 120m，消力池 3 的长度 L 为 228m，高坎泄流孔 1 水流出口端部到消力池 3 底板的高度 d_1 为 18m，低坎泄流孔 2 水流出口端部到消力池 3 底板的高度 d_2 为 10m，消力池尾坎 4 顶端到消力池 3 底板的高度 d_3 为 30m。

[0067] 上述实施例是用于例示性说明本实用新型的原理及其功效，但是本实用新型并不限于上述实施方式。本领域的技术人员均可在不违背本实用新型的精神及范畴下，在权利要求保护范围内，对上述实施例进行修改。因此本实用新型的保护范围，应如本实用新型的权利要求书覆盖。

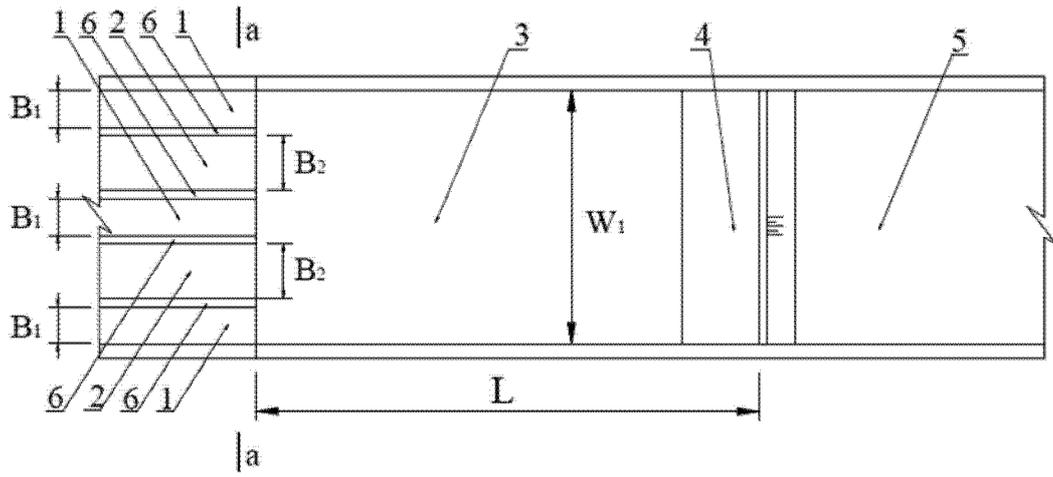


图 1

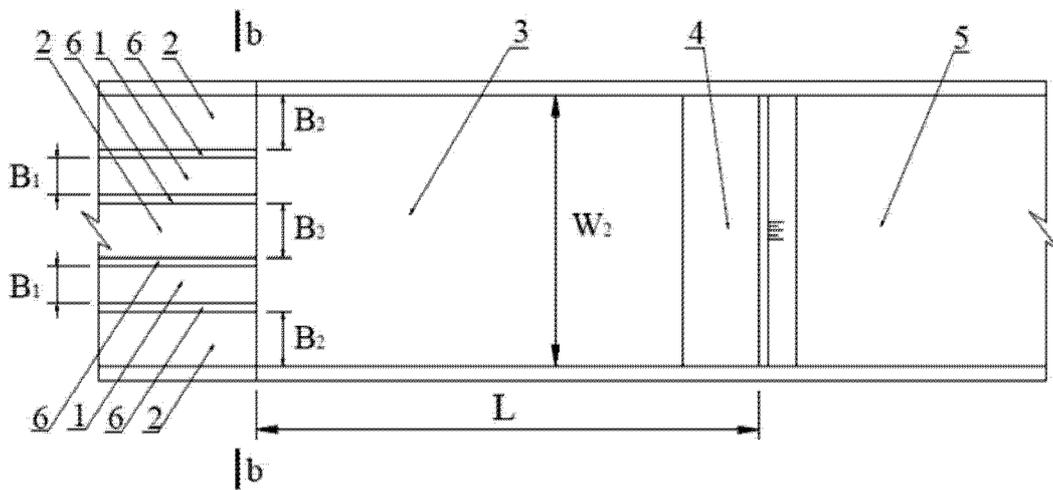


图 2

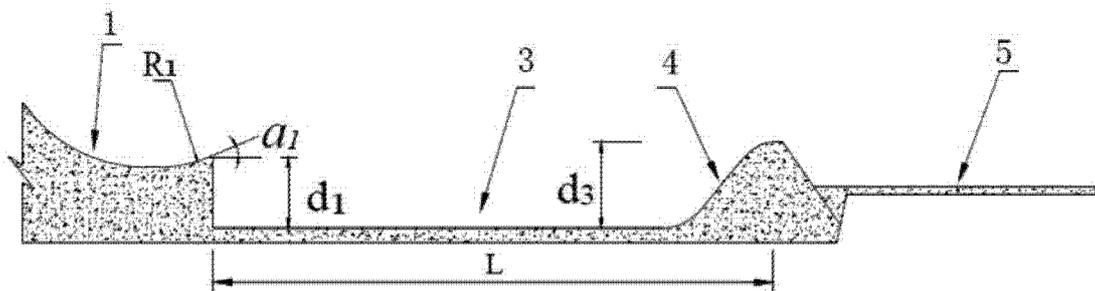


图 3

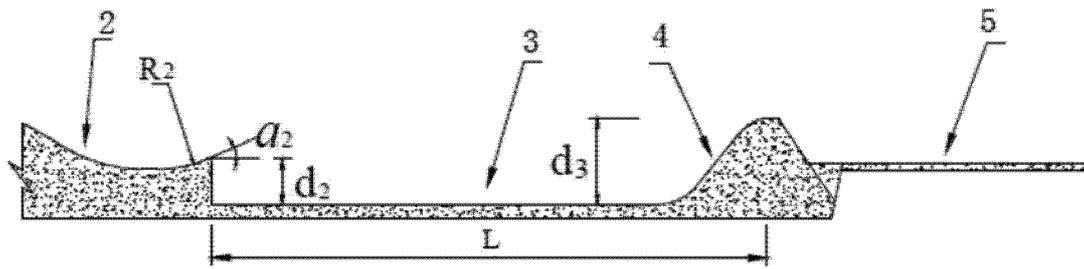


图 4

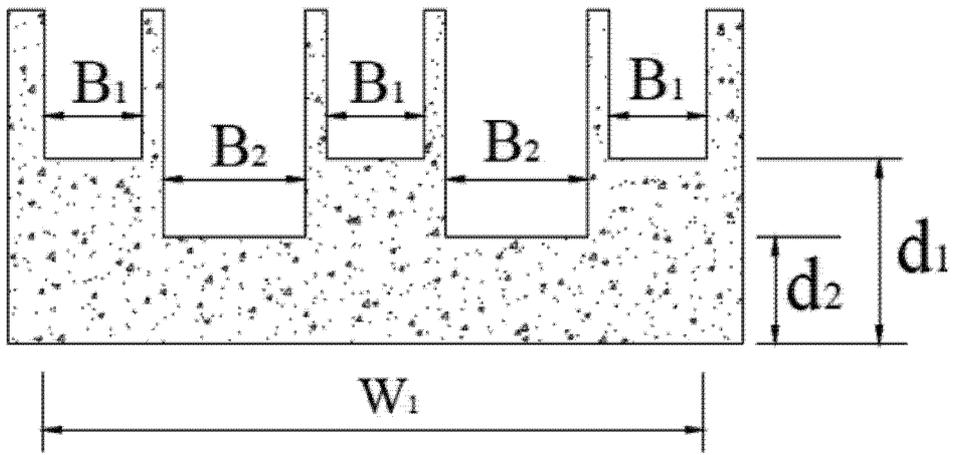


图 5

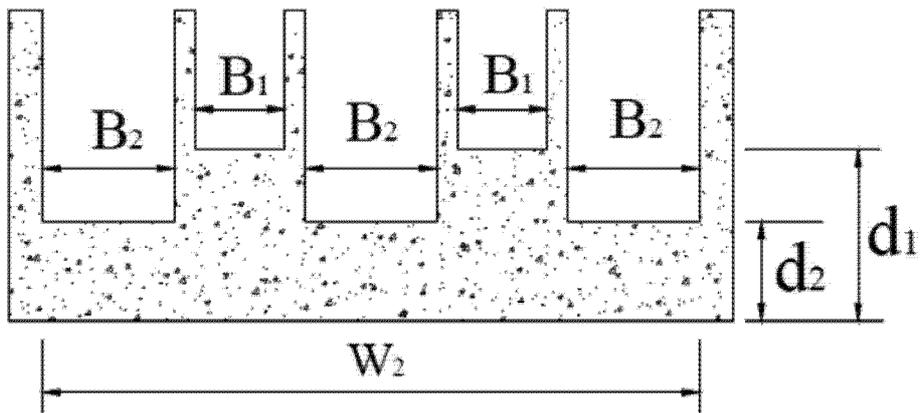


图 6