



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104294801 B

(45) 授权公告日 2016. 06. 22

(21) 申请号 201410460592. 5

(22) 申请日 2014. 09. 11

(73) 专利权人 四川大学

地址 610065 四川省成都市武侯区一环路南
一段 24 号

(72) 发明人 许唯临 张建民 何小泷 彭勇
刘善均 王韦 邓军 曲景学
田忠 张法星 周茂林

(74) 专利代理机构 成都科海专利事务有限责任
公司 51202

代理人 黄幼陵

(51) Int. Cl.

E02B 8/06(2006. 01)

审查员 谢芳

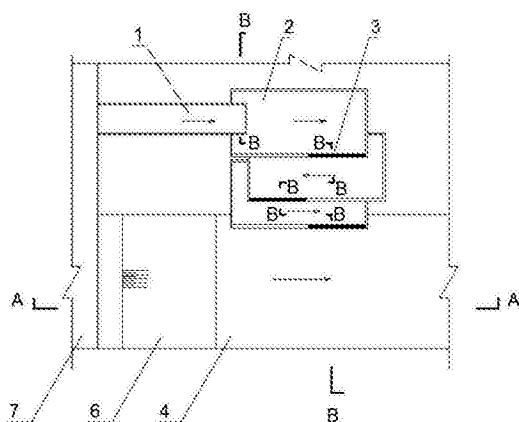
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

悬挂跌流式水垫塘消能系统

(57) 摘要

本发明所述悬挂跌流式水垫塘消能系统，包括设置在水库坝体侧面山体不同高程处的多级水垫塘和将水库中的水引出的上游引水渠。上游引水渠的出水口位于最高高程水垫塘的上游上方，相邻两级水垫塘的水平投影部分重叠，在落入下一高程水垫塘水平投影的上一高程水垫塘的侧壁开设溢流堰，通过溢流堰将上一高程水垫塘内的水跌落至下一高程水垫塘中，最低高程水垫塘的水平投影与下游河道的水平投影部分重叠，在落入下游河道水平投影的最低高程水垫塘的侧壁开设溢流堰。本发明所述消能系统适用于狭窄河谷，下游河道逐渐缩窄的小流量高水头水利工程，能提高消能率及工程安全性和经济性，减小枢纽布置的困难程度。



1. 一种悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于该系统包括设置在水库坝体侧面山体不同高程处的多级水垫塘(2)和将水库中的水引出的上游引水渠(1);

所述上游引水渠(1)的出水口位于最高高程水垫塘的上游上方,将来自水库的水跌落至最高高程水垫塘中,相邻两级水垫塘的水平投影部分重叠,在落入下一高程水垫塘水平投影的上一高程水垫塘的侧壁开设溢流堰(3),通过所述溢流堰将上一高程水垫塘内的水跌落至下一高程水垫塘中,最低高程水垫塘的水平投影与下游河道(4)的水平投影部分重叠,在落入下游河道水平投影的最低高程水垫塘的侧壁开设溢流堰,通过所述溢流堰将最低高程水垫塘内的水跌落至下游河道中。

2. 根据权利要求1所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于相邻两级水垫塘之间的高程差 $\Delta x=30\sim45m$ 。

3. 根据权利要求1或2所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于水垫塘的长度 $l=20\sim40m$ 、宽度 $b_1=15\sim30m$ 、深度 $h_1=最大水位高度+波动高度+安全超高$ 。

4. 根据权利要求1或2所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于所述溢流堰(3)的宽度 $b_2=0.31\sim0.51$,式中,1为水垫塘的长度。

5. 根据权利要求3所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于所述溢流堰(3)的宽度 $b_2=0.31\sim0.51$,式中,1为水垫塘的长度。

6. 根据权利要求1或2所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于各级水垫塘的轴线相互平行。

7. 根据权利要求3所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于各级水垫塘的轴线相互平行。

8. 根据权利要求4所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于各级水垫塘的轴线相互平行。

9. 根据权利要求5所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,其特征在于各级水垫塘的轴线相互平行。

悬挂跌流式水垫塘消能系统

技术领域

[0001] 本发明属于水利水电工程中的新型消能技术领域,特别涉及一种适用于狭窄河谷、下游河道逐渐缩窄的小流量高水头水利工程的水垫塘与底流消能结合的消能系统。

背景技术

[0002] 高水头电站建设中,为保证水利工程在运行中的安全,需要采用一系列泄洪消能措施。传统的消能措施包括传统的底流消能,挑流消能和面流消能,新型消能设施包括竖井旋流消能,宽尾墩,阶梯消能,洞塞孔板消能等。但对于狭窄河谷、两岸山体垂直、上游较宽,下游河道逐渐缩窄、岸坡岩体地质条件复杂的工程,难以按现有技术中的模式布置消力池以及大单宽流量的泄洪隧洞,或采用现有技术的消能设施布置方式,工程耗费较高,工期增长。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于针对现有消能方式受到地形地貌布置条件限制的不足,提供一种适用于狭窄河谷,下游河道逐渐缩窄的小流量高水头水利工程的悬挂跌流式水垫塘消能系统,以提高消能率及工程安全性和经济性,减小枢纽布置的困难程度。

[0004] 本发明所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,包括设置在水库坝体侧面山体不同高程处的多级水垫塘和将水库中的水引出的上游引水渠;所述上游引水渠的出水口位于最高高程水垫塘的上游上方,将来自水库的水跌落至最高高程水垫塘中,相邻两级水垫塘的水平投影部分重叠,在落入下一高程水垫塘水平投影的上一高程水垫塘的侧壁开设溢流堰,通过所述溢流堰将上一高程水垫塘内的水跌落至下一高程水垫塘中,最低高程水垫塘的水平投影与下游河道的水平投影部分重叠,在落入下游河道水平投影的最低高程水垫塘的侧壁开设溢流堰,通过所述溢流堰将最低高程水垫塘内的水跌落至下游河道中。在这个过程中,利用跌流使水流碰撞,发生强烈的撞击、紊动、混掺及剪切,消除部分能量,达到提高消能率,避免工程破坏的目的。

[0005] 上述悬挂跌流式水垫塘消能系统,相邻两级水垫塘之间的高程差 $\Delta x=30\sim45m$,以防止跌落流速过大破坏水垫塘,且保证工程量最小。各级水垫塘之间的高程差根据地质条件进行选择,可以相等,也可以不等。水垫塘全部或大部分放在山体上,以保证水垫塘的稳定性。

[0006] 上述悬挂跌流式水垫塘消能系统,水垫塘的长度 $l=20\sim40m$ 、宽度 $b_1=15\sim30m$ 、深度 $h_1=\text{最大水位高度}+\text{波动高度}+\text{安全超高}$,所述最大水位高度为最大泄流量对应的水垫塘中的水位高度,所述波动高度为水流剧烈翻滚引起的水位变化,所述安全超高为保证水流不会翻出水垫塘所需高度。

[0007] 为避免水垫塘发生破坏,应避免水垫塘中混凝土产生拉应力,水垫塘应修建在挖方中,尽量避免填方,且水垫塘应当做好防渗措施,避免渗漏引起消能系统的破坏。同时各级水垫塘内应保证一定水深,防止泄洪时最大流量跌落水流直接冲击水垫塘底板引发水垫

塘破坏,进而冲刷山体导致不可修复的破坏,危及枢纽运行安全。

[0008] 上述悬挂跌流式水垫塘消能系统,所述溢流堰的宽度 $b_2=0.31\sim0.51$,式中,1为水垫塘的长度。

[0009] 本发明具有以下有益效果:

[0010] 1、本发明所述消能系统中水流逐级跌流,分段进行消能,相对于地表陡槽溢洪道($i>1$)增大了消能率,同时避免小流量、高水头产生的高速水流对工程带来的安全隐患,或采用挑流时对下游河道的冲刷,保证枢纽的安全性,特别适用于河谷狭窄,下游河道逐渐缩窄的小流量高水头水利工程,解决了现有消能方式布置的场地条件限制、地形地质条件限制的问题。

[0011] 2、本发明所述消能系中的水垫塘布置在坝体侧山体上,配合枢纽所在坝址的工程地质条件和地貌条件进行修建,通过调整水垫塘大小,使得挖填方数量达到最小,避免在狭窄河谷中开挖泄洪洞或溢洪道时为减小坡度而通常需要的大量填挖方量,提高了工程经济性。

[0012] 3、本发明所述消能系统配合枢纽所在坝址的工程地质条件和地貌条件进行修建,根据地形地貌条件灵活设计相邻两级水垫塘之间的高程差,布置灵活,因而能避开不利地质条件,大大降低了枢纽布置难度。

附图说明

[0013] 图1为本发明所述悬挂跌流式水垫塘消能系统的总体布置图。

[0014] 图2为图1的A-A剖视图。

[0015] 图3为图1的B-B剖视图。

[0016] 图4为单个水垫塘的结构示意图。

[0017] 图5为图4的俯视图。

[0018] 图6为图5的C-C剖视图。

[0019] 图中,1——上游引水渠,2——水垫塘,3——溢流堰,4——下游河道,5——山体,6——大坝,7——水库,8——水面线, h_1 ——水垫塘深度, h_2 ——溢流堰高度,1—水垫塘长度, b_1 —水垫塘宽度, b_2 —溢流堰宽度, Δx —相邻两级水垫塘之间的高程差。

具体实施方式

[0020] 下面通过实施例对本发明所述悬挂跌流式水垫塘消能系统作进一步说明。

[0021] 实施例1和对比例1的工程概况如下:

[0022] 某电站修建在狭窄河谷之中,两岸山体陡峭,下游河道逐渐缩窄,水库上游水位高程为762.30m,下游水位高程为672.30m,落差为90m,泄洪流量为 $320m^3/s$ 。

[0023] 针对上述工程,采用实施例1和对比例1两种消能系统进行水工模型试验。

[0024] 实施例1

[0025] 本实施例所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,包括设置在水库坝体侧面山体不同高程处的三级水垫塘2和将水库中的水引出的上游引水渠1;上述设施的布置方式如图1、图2、图3所示,各级水垫塘的轴线相互平行,相邻两级水垫塘的水平投影部分重叠,在落入第二高程水垫塘水平投影的最高高程水垫塘的侧壁开设溢流堰3,在落入最低高程水垫塘水平

投影的第二高程水垫塘的侧壁开设溢流堰3，在落入下游河道水平投影的最低高程水垫塘的侧壁开设溢流堰3，所述上游引水渠1的出水口位于最高高程水垫塘的上游上方，将来自水库的水跌落至最高高程水垫塘中，通过最高高程水垫塘的溢流堰将最高高程水垫塘内的水跌落至第二高程水垫塘中，通过第二高程水垫塘的溢流堰将第二高程水垫塘内的水跌落至最低高程水垫塘中，通过最低高程水垫塘的溢流堰将最低高程水垫塘内的水跌落至下游河道4中。

[0026] 水垫塘的结构见图4、图5、图6。三级水垫塘的尺寸相同，它们的长度 $l=20m$ 、宽度 $b_1=15m$ 、深度 $h_1=10m$ ，它们的溢流堰高度 $h_2=5m$ 、宽度 $b_2=10m$ 。最高高程水垫塘与第二高程水垫塘之间的高程差=第二高程水垫塘与最低高程水垫塘之间的高程差=30m，所述上游引水渠采用梯形断面布置，各级水垫塘放在山体上宽度均为10m。

[0027] 试验结果：泄洪流量为 $320m^3/s$ 时，水流平稳进入下游河道，对下游河道无明显冲刷，测得最低高程水垫塘溢流堰上平均水流流速为 $5.5m/s$ ，该消能系统消能率达到96.6%；工程开挖量为 $2.1万m^3$ ，总混凝土浇筑量为 $3.2万m^3$ 。

[0028] 对比例1

[0029] 本对比例采用泄洪洞+挑坎布置，水流直接挑入下游河道，泄洪洞坡度为0.8，总开挖方量达到 $23万m^3$ ，由于地质条件限制，支护混凝土总用量达到 $4.3万m^3$ 。

[0030] 试验结果：泄洪流量为 $320m^3/s$ 时，测得挑坎前段水平引水渠道内最大水流流速达到 $24.2m/s$ ，挑流落点距河道对岸 $7.2m$ ，冲坑深度最深达到 $22.3m$ ，危及到下游岸坡和枢纽运行安全。

[0031] 实施例2和对比例2的工程概况如下：

[0032] 某电站修建在狭窄河谷之中，两岸山体陡峭，下游河道逐渐缩窄，水库入口高程为 $1126.00m$ ，出口高程为 $1021.00m$ ，落差为 $105m$ ，泄洪流量为 $650m^3/s$ 。针对上述工程，采用实施例2和对比例2两种消能系统进行水工模型试验。

[0033] 实施例2

[0034] 本实施例所述悬挂跌流式水垫塘消能系统，包括设置在水库坝体侧面山体不同高程处的三级水垫塘2和将水库中的水引出的上游引水渠1；上述设施的布置方式如图1、图2、图3所示，与实施例1相同。

[0035] 水垫塘的结构见图4、图5、图6。最高高程水垫塘和第二高程水垫塘的尺寸相同，它们的长度 $l=30m$ 、宽度 $b_1=25m$ 、深度 $h_1=20m$ ，它们溢流堰深度 $h_2=15m$ 、宽度 $b_2=9m$ ，最高高程水垫塘与第二高程水垫塘之间的高程差=30m，该两级水垫塘放在山体上的宽度为 $20m$ 。最低高程水垫塘的长度 $l=40m$ 、宽度 $b_1=30m$ 、深度 $h_1=20m$ ，溢流堰深度 $h_2=15m$ 、宽度 $b_2=20m$ ，放在山体上的宽度为 $25m$ ，最低高程水垫塘与第二高程水垫塘之间的高程差=45m，所述上游引水渠采用梯形断面布置。

[0036] 试验结果：泄洪流量为 $600m^3/s$ 时，水流平顺进入河道，对下游岸坡及河流底部无明显冲刷，测得最低高程水垫塘溢流堰上平均水流流速为 $8.3m/s$ ，该消能系统的消能率为94.4%。工程开挖量为 $2.7万m^3$ ，混凝土浇筑量为 $2.1万m^3$ 。

[0037] 对比例2

[0038] 本对比例采用陡槽溢洪道+水垫塘消能系统，陡槽溢洪道坡度为1.2，下游水垫塘长度 $60m$ 、宽度 $40m$ 、深度 $27m$ ，工程共填方 $4.2万m^3$ ，混凝土浇筑量达到 $3.3万m^3$ 。

[0039] 试验结果:泄洪流量为 $600\text{m}^3/\text{s}$ 时,测得水垫塘末端平均水流流速为 10.23m/s ,水垫塘中最大流速达到 31.21m/s ,消能率为 87.9% ,该工程经济性和消能效果较实施例2差。

[0040] 实施例3和对比例3的工程概况如下:

[0041] 某电站修建在狭窄河谷之中,两岸山体陡峭,下游河道逐渐缩窄,水库入口高程为 747.00m ,出口高程为 627.00m ,落差为 120m ,泄洪流量为 $570\text{m}^3/\text{s}$ 。针对上述工程,采用实施例3和对比例3两种消能系统进行水工模型试验。

[0042] 实施例3

[0043] 本实施例所述悬挂跌流式水垫塘消能系统,包括设置在水库坝体侧面山体不同高程处的三级水垫塘2和将水库中的水引出的上游引水渠1;上述设施的布置方式如图1、图2、图3所示,与实施例1相同。

[0044] 水垫塘的结构见图4、图5、图6。三级水垫塘的尺寸相同,它们的长度 $l=30\text{m}$ 、宽度 $b_1=25\text{m}$ 、深度 $h_1=10\text{m}$,它们的溢流堰高度 $h_2=5\text{m}$ 、宽度 $b_2=10\text{m}$ 。最高高程水垫塘与第二高程水垫塘之间的高程差=第二高程水垫塘与最低高程水垫塘之间的高程差= 40m ,所述上游引水渠采用梯形断面布置,各级水垫塘均全部放在山体上。

[0045] 试验结果:泄洪流量为 $570\text{m}^3/\text{s}$ 时,水流平顺进入河道,对下游岸坡及河流底部无明显冲刷,测得最低高程水垫塘溢流堰上平均流速为 4.7m/s ,该消能系统消能率为 92.5% 。工程开挖量为 3.2万m^3 ,混凝土浇筑量为 1.7万m^3 。

[0046] 对比例3

[0047] 本对比例采用陡槽溢洪道+水垫塘消能系统,陡槽溢洪道坡度为 1.4 ,下游水垫塘长度 80m 、宽度 40m 、深度 26m ,工程共填方 7.1万m^3 ,混凝土浇筑量达到 5.4万m^3 。

[0048] 试验结果:水泄洪流量为 $570\text{m}^3/\text{s}$ 时,测得水垫塘末端平均流速为 11.27m/s ,水垫塘中最大流速达到 28.69m/s ,消能率达到 65.4% ,该工程经济性和消能效果较实施例3差。

[0049] 需要说明的是:上述各实施例中的“第二高程水垫塘”又可称为“次低高程水垫塘”。

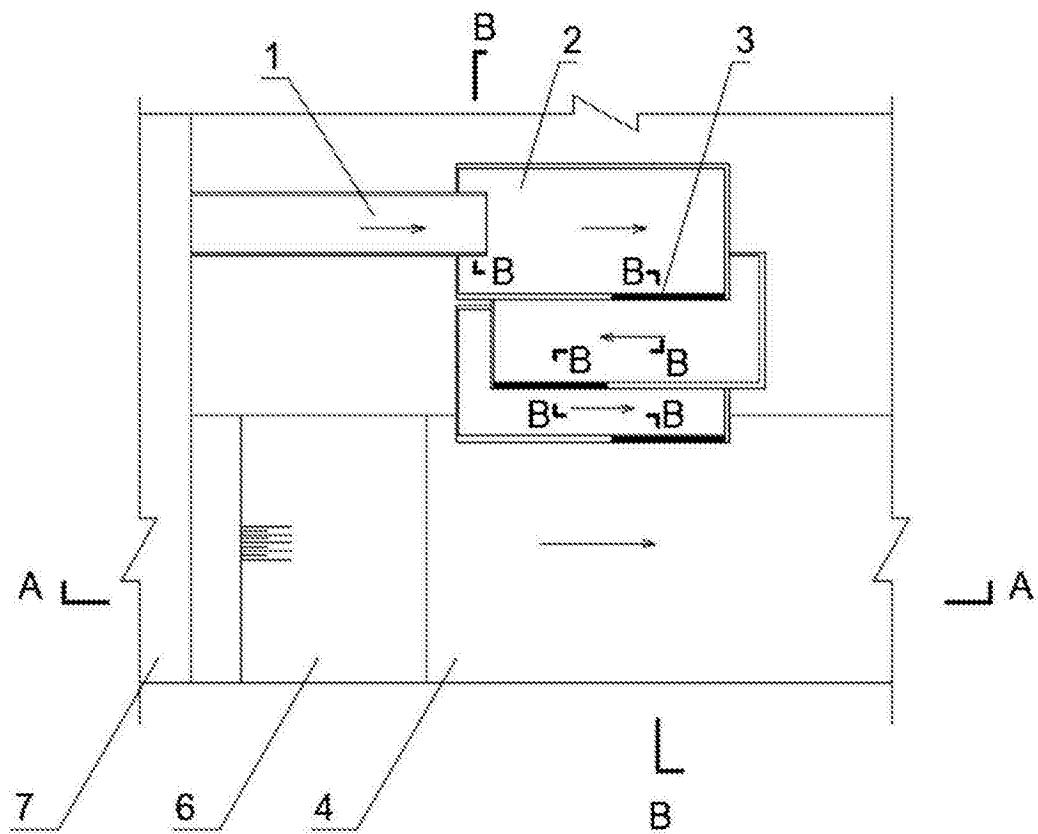


图1

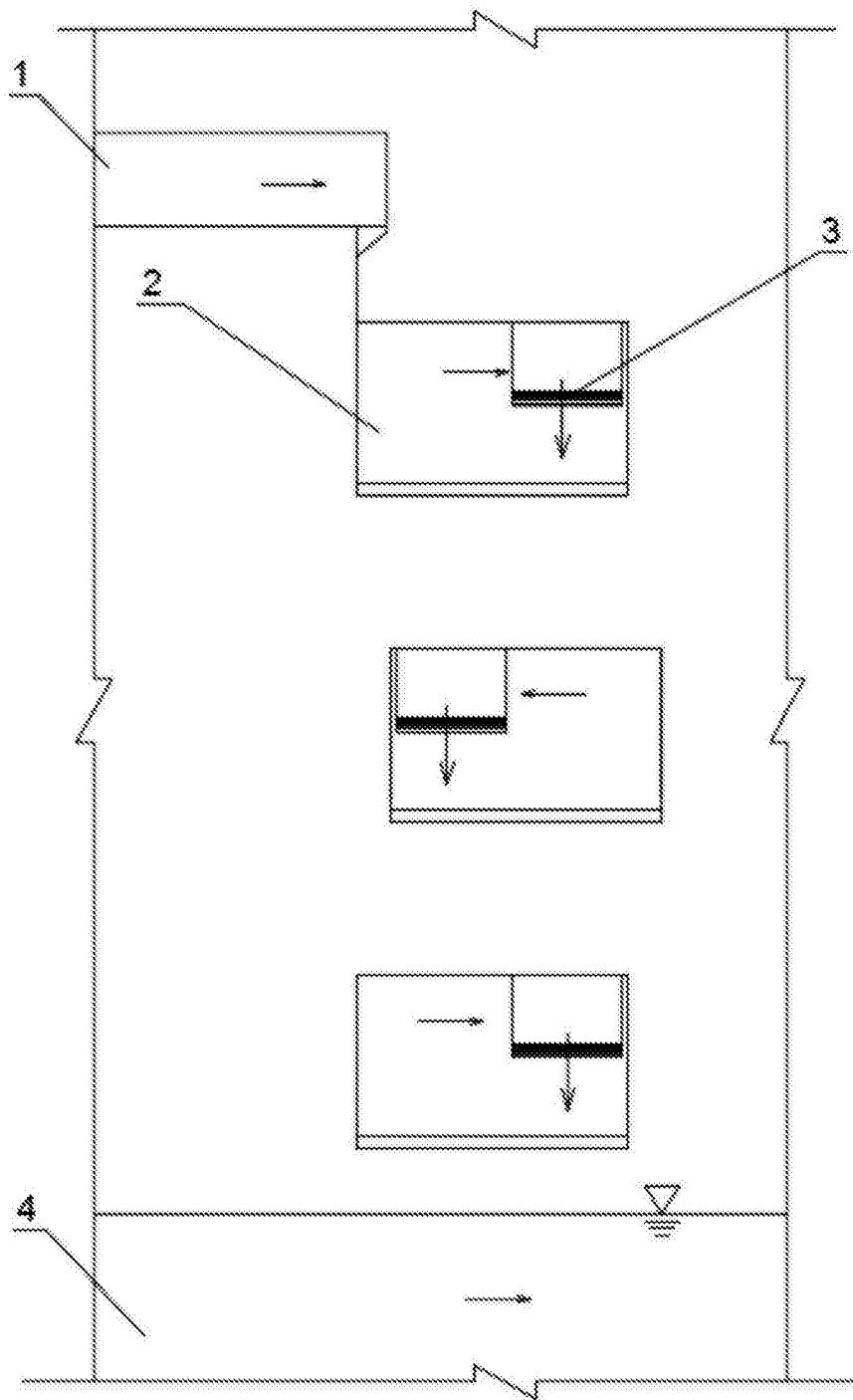


图2

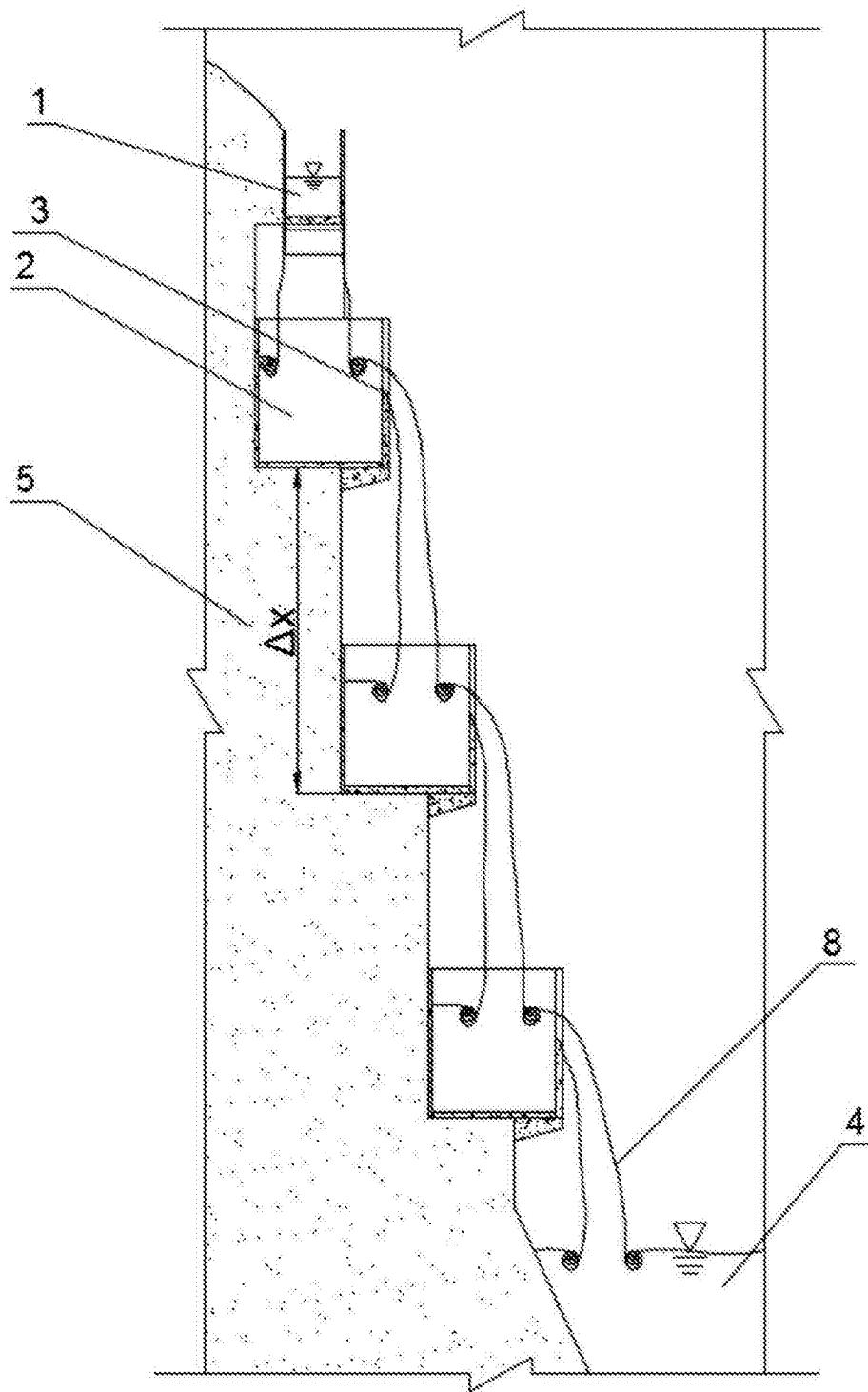


图3

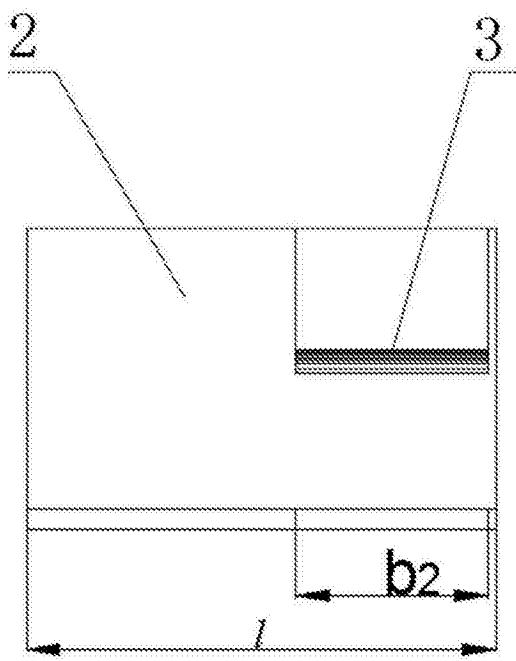


图4

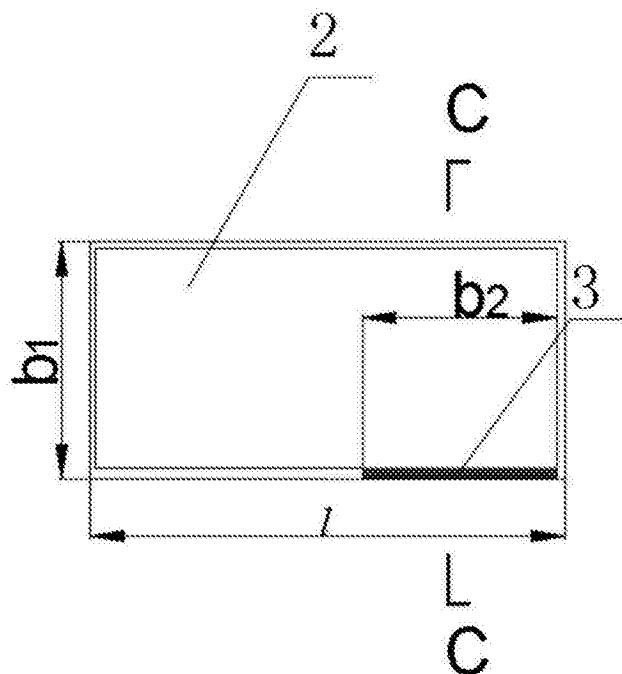


图5

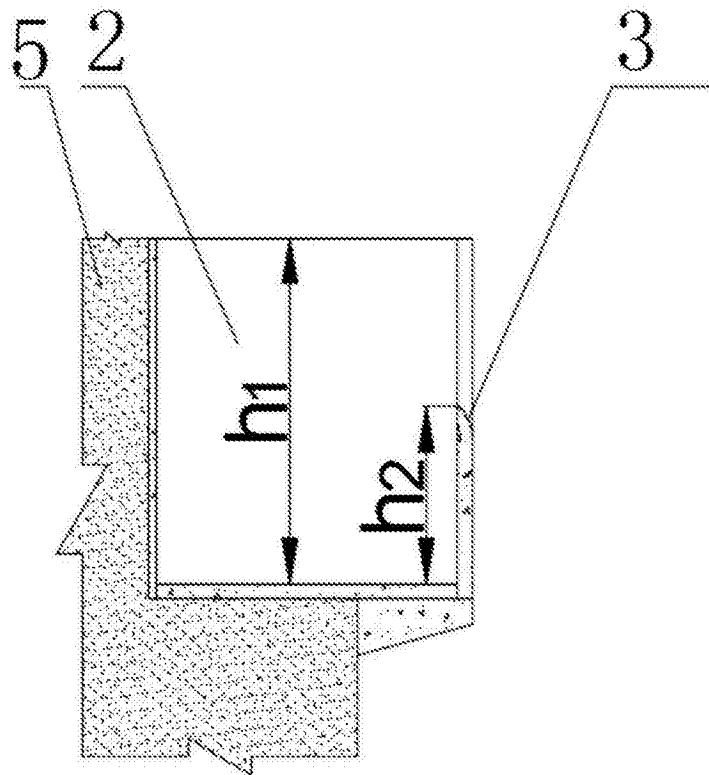


图6