



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109594533 A

(43)申请公布日 2019.04.09

(21)申请号 201811500222.4

(22)申请日 2018.12.10

(71)申请人 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 王磊 刁明军

(74)专利代理机构 成都虹盛汇泉专利代理有限
公司 51268

代理人 周敏

(51) Int. Cl.

E02B 8/06(2006.01)

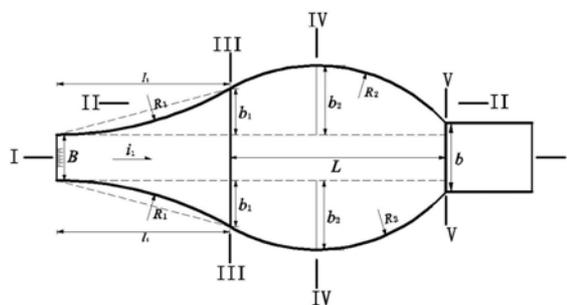
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54)发明名称

一种涡流室消力池

(57)摘要

本发明提供一种涡流室消力池,设置在溢洪道或泄洪洞出口,由沿水流方向依次相接的渐扩反坡段、涡流室、尾坎组成,渐扩反坡段与上游溢洪道或泄洪洞出口相接,所述渐扩反坡段由坡面底板和地板两侧对称的边墙构成,形成沿水流方向渐扩的通道,通道末端出口设置跌坎,跌坎下接涡流室;所述涡流室由底板和底板两侧对称的两弧面边墙构成,使得涡流室宽度由渐扩反坡段出口渐变扩大至最大后渐变缩小,至与尾坎相接。所述消力池特别适用于中高水头水电站大单宽流量溢洪道或泄洪洞出口的底流消能,避免挑流消能所带来的雾化问题。



1. 一种涡流室消力池,其特征在于,由沿水流方向依次相接的渐扩反坡段、涡流室、尾坎组成,渐扩反坡段与上游溢洪道或泄洪洞出口相接,所述渐扩反坡段由坡面底板和地板两侧对称的边墙构成,形成沿水流方向渐扩的通道,通道末端出口设置跌坎,跌坎下接涡流室;所述涡流室由底板和底板两侧对称的两弧面边墙构成,使得涡流室宽度由渐扩反坡段出口渐变扩大至最大后渐变缩小,至与尾坎相接。

2. 根据权利要求1所述涡流室消力池,其特征在于所述渐扩反坡段的边墙为弧面且与涡流室的弧面边墙相切衔接。

3. 根据权利要求2所述涡流室消力池,其特征在于所述渐扩反坡段的边墙和涡流室的边墙均均为圆弧面。

4. 根据权利要求1所述涡流室消力池,其特征在于所述涡流室段的底板为弧面,且弧的方向垂直于消力池的纵轴向。

5. 根据权利要求4所述流室消力池,其特征在于涡流室段的底板为内凹型椭圆柱曲面。

6. 根据权利要求1-5中任一权利要求所述流室消力池,其特征在于所述渐扩反坡段的坡度为 i_1 , $i_1=h_1/l_1=1:25\sim 1:10$,其中 h_1 为渐扩反坡段垂直高度, l_1 为渐扩反坡段水平长度;渐扩反坡段末端的左右扩散宽度均为 b_1 ,溢洪道或泄洪洞的宽度为 B , $b_1/B=0.5\sim 1.0$, $l_1/b_1=1:2\sim 1:10$;边墙的圆弧半径为 R_1 , $R_1=0.5(l_1^2+b_1^2)/b_1$ 。

7. 根据权利要求6中所述流室消力池,其特征在于所述涡流室相对溢洪道或泄洪洞底板宽度 B 的最大扩散宽度为 b_2 , $b_2/b_1=1.5\sim 2.5$,涡流室最宽处宽度为 $(B+2b_2)$;涡流室椭圆柱曲面拱高为 d , $d/B=0.2\sim 0.5$,拱长为 $(B+2b_2)$;涡流室两侧边墙圆弧的半径为 R_2 , $R_2=(l_1^2+b_1^2)(b_2-b_1)/2b_1^2$ 。

8. 根据权利要求7所述流室消力池,其特征在于消力池出口宽度为 b , $b/B=1.0\sim 2.0$;涡流室长度为 L ,

$$L = \sqrt{(l_1^2 + b_1^2)(b_2 - b_1)(b_2 - \frac{b-B}{2}) / b_1^2 - (b_2 - \frac{b-B}{2})^2}。$$

9. 根据权利要求8所述流室消力池,其特征在于所述尾坎为垂直坎,尾坎垂直高度为 h_2 , $h_2/(h_1+d)=0.8\sim 1.0$, d 为涡流室椭圆柱曲面拱高。

10. 根据权利要求1-5中任一权利要求所述流室消力池,其特征在于所述消力池尾坎与下游海漫和天然河床相接。

一种涡流室消力池

技术领域

[0001] 本发明属于水利水电工程中使用的泄洪消能设施领域,具体涉及一种消力池。

背景技术

[0002] 在水利水电工程中,泄洪消能是非常突出的关键技术问题,泄水建筑物下游的消能防冲直接关系到工程的安全。根据对大量实际工程资料的粗略统计分析显示,泄洪消能造价约占工程总造价的40%~50%,而消能防冲设施的费用在泄水建筑物中又占了40%~50%。因此,选择适宜的泄洪建筑物还是合理利用资金的重要途径。对于中高水头水电站大单宽流量溢洪道或泄洪洞出口消能,工程中往往采用挑流消能,虽然技术相对成熟,但是挑流消能也会带来比较严重的泄洪雾化,影响发电和人员安全。由于消力池的建造不受地形与地质等条件的限制,并且检修比较方便,相对于挑流消能工基本上没有雾化现象。因此现在已建成和正在建设的中高水头电站,消力池消能正在逐步推广。但是对于中高水头水电站大单宽流量溢洪道或泄洪洞出口的底流消能,常规的消力池结构设计不足以满足实际工程需要。因此有必要设计一种新型消力池来适用中高水头水电站大单宽流量溢洪道或泄洪洞出口的底流消能。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种涡流室消力池,特别适用于中高水头水电站大单宽流量溢洪道或泄洪洞出口的底流消能,避免挑流消能所带来的雾化问题。

[0004] 本发明所述涡流室消力池,设置在溢洪道或泄洪洞出口,由沿水流方向依次相接的渐扩反坡段、涡流室、尾坎组成,渐扩反坡段与上游溢洪道或泄洪洞出口相接,所述渐扩反坡段由坡面底板和地板两侧对称的边墙构成,形成沿水流方向渐扩的通道,通道末端出口设置跌坎,跌坎下接涡流室;所述涡流室由底板和地板两侧对称的两弧面边墙构成,使得涡流室宽度由渐扩反坡段出口渐变扩大至最大后渐变缩小,至与尾坎相接。

[0005] 进一步地,所述渐扩反坡段的边墙为与涡流室的弧面边墙相切衔接的弧面边墙,渐扩反坡段的边墙与涡流室的边墙均优选为圆弧面。

[0006] 进一步地,所述涡流室段的底板为弧面,且弧的方向垂直消力池的纵轴向(及沿涡流室进口水流方向,底板两边高中间低,进一步优选为内凹型椭圆柱曲面(即内凹型椭圆柱曲面,涉及到曲面问题,内凹型椭圆柱曲面顶点处的法向法向向下,外凸型椭圆柱曲面顶点处的法向向上,即通常所说的下陷与隆起。))

[0007] 进一步地,渐扩反坡段的坡度为 i_1 , $i_1=h_1/l_1=1:25\sim 1:10$,其中 h_1 为渐扩反坡段垂直高度, l_1 为渐扩反坡段水平长度;渐扩反坡段末端的左右扩散宽度均为 b_1 ,溢洪道或泄洪洞的宽度为 B , $b_1/B=0.5\sim 1.0$, $l_1/b_1=1:2\sim 1:10$;边墙的圆弧半径为 R_1 , $R_1=0.5(l_1^2+b_1^2)/b_1$ 。

[0008] 进一步地,涡流室相对溢洪道或泄洪洞底板宽度 B 的最大扩散宽度为 b_2 , $b_2/b_1=1.5\sim 2.5$,故涡流室最宽处宽度为 $(B+2b_2)$;涡流室椭圆柱曲面拱高为 d , $d/B=0.2\sim 0.5$,拱

长为 $(B+2b_2)$ ；涡流室两侧边墙为内凹型圆弧墙（内凹型圆弧墙平面投影为圆弧，且壁面垂直于水平面并与内凹型椭圆柱曲面底板相交接），圆弧的半径为 R_2 ， $R_2 = (l_1^2 + b_1^2) / (b_2 - b_1) / 2b_1^2$ ，消力池出口宽度为 b ， $b/B = 1.0 \sim 2.0$ ；涡流室长度为 L ，

$$[0009] \quad L = \sqrt{(l_1^2 + b_1^2)(b_2 - b_1)(b_2 - \frac{b-B}{2}) / b_1^2 - (b_2 - \frac{b-B}{2})^2}。$$

[0010] 进一步地，所述消力池尾坎为垂直坎，尾坎垂直高度为 h_2 ， $h_2 / (h_1 + d) = 0.8 \sim 1.0$ ， d 为涡流室椭圆柱曲面拱高（内凹型椭圆柱曲面底板的最低点与渐变反坡段末端的高差，也即是跌坎的最大高度）。

[0011] 进一步地，所述消力池与下游海漫和天然河床相接。

[0012] 与现有技术相比，本发明具有以下有益效果：

[0013] 1、本发明所述涡流室消力池消能属于底流消能，在泄洪消能中基本没有雾化现象，不会影响发电和工作人员的安全。涡流室消力池内水流流态良好，出池水流稳定，消能充分，对河道边坡冲刷较轻微，在中高水头水电站中大单宽流量的溢洪道或泄洪洞出口的可以作为主要的消能工。

[0014] 2、由于涡流室底板为垂直水流方向的弧面，使得消力池的跌坎在横向高度渐变，且涡流室两侧边墙为圆弧状，使入池水流形成垂向的流速梯度，左右两侧水流向中间偏转并与中间主流发生碰撞而消耗了大量能量，同时由于底板是内凹型曲面，消力池内还存在一定程度的双向横向环流使消力池内的水流变得平稳，出池水流进入河道很快得到扩散，减轻了尾水波动。

[0015] 3、由于涡流室圆弧边墙向内弯曲，消力池宽度逐渐减小到尾坎出口宽度，因此消力池内存在纵向主流水跃和两侧副水跃，消力池内的水流存在各种尺度的三维漩涡，水流掺气强烈，紊动强烈，因此消能效果较好。

[0016] 4、本发明所述的涡流室消力池，结构相对简单，体型优化容易，检修更换方便，地形地质条件适用性好。

附图说明

[0017] 图1是本发明所述涡流室消力池平面示意图；

[0018] 图2是图1的I-I剖面图；

[0019] 图3是图1的II-II剖面图；

[0020] 图4是图1的III-III剖面图；

[0021] 图5是图1的IV-IV剖面图；

[0022] 图6是图1的V-V剖面图；

[0023] 图7是涡流室消力池的平面流态示意图；

[0024] 图8是涡流室消力池的I-I剖面流态示意图；

[0025] 图9是涡流室消力池的IV-IV剖面流态示意图；

[0026] 图10是涡流室消力池和上下游整体平面流态示意图；

[0027] 图中，1—溢洪道或泄洪洞、2—渐扩反坡段、3—涡流室、4—海漫、5—河道岸坡

具体实施方式

[0028] 下面通过具体实施例与附图对本发明所述涡流室消力池做进一步说明。

[0029] 实施例1

[0030] 本实施案例中的涡流室消力池用于中高水头水电站溢洪道出口的底流消能。

[0031] 某工程最高运行水头为80m,溢洪道宽度 $B=8\text{m}$,最大单宽流量为 $q=125\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$;渐扩反坡段坡度 $i_1=h_1/l_1=1:10$,渐扩反坡段水平长度 $l_1=30\text{m}$,渐扩反坡段垂直高度 $h_1=3\text{m}$,渐扩反坡段底板为平面,圆弧边墙圆弧的半径 $R_1=102\text{m}$,渐扩反坡段末端的左右扩散宽度均为 $b_1=4.0\text{m}$;涡流室长度 $L=57.75\text{m}$,最宽处 $(B+2b_2)=28\text{m}$, $b_2=10.0\text{m}$,曲面底板拱高 $d=2.0\text{m}$,拱长为 $(B+2b_2)=28\text{m}$,涡流室两侧边墙圆弧的半径 $R_2=171.75\text{m}$,消力池出口宽度为 $b=8.0\text{m}$;消力池尾坎为垂直坎,尾坎垂直高度 $h_2=5\text{m}$,出池水流经过海漫与天然河床相接。

[0032] 本实施案例中的涡流室消力池消力池的消能率约为65%,消力池内为淹没水跃,消力池内大量掺气,水流紊动强烈,出池水流平稳,出池水流很快扩散到河道中,对河流岸坡的冲刷轻微。其平面流态示意图如图7-10所示。

[0033] 实施案例2

[0034] 本实施案例中的涡流室消力池用于中高水头水电站泄洪洞出口的底流消能。

[0035] 某工程最高运行水头为120m,溢洪道宽度 $B=10\text{m}$,最大单宽流量为 $q=100\text{m}^3/\text{s}\cdot\text{m}$;渐扩反坡段坡度 $i_1=h_1/l_1=1:20$,渐扩反坡段水平长度 $l_1=100\text{m}$,渐扩反坡段垂直高度 $h_1=5\text{m}$,渐扩反坡段底板为平面,圆弧边墙圆弧的半径 $R_1=50.5\text{m}$,渐扩反坡段末端的左右扩散宽度均为 $b_1=10.0\text{m}$;涡流室长度 $L=66.81\text{m}$,最宽处 $(B+2b_2)=40\text{m}$, $b_2=15\text{m}$,涡流室曲面底板拱高 $d=5\text{m}$,拱长为 $(B+2b_2)=40\text{m}$,涡流室两侧圆弧边墙的圆弧半径为 $R_2=252.5\text{m}$,消力池出口宽度为 $b=24.0\text{m}$;消力池尾坎为垂直坎,尾坎垂直高度 $h_2=8.0\text{m}$,出池水流经过海漫与天然河床相接。

[0036] 本实施案例中的涡流室消力池消力池的消能率约为68%,消力池内为淹没水跃,消力池内大量掺气,水流紊动强烈,出池水流平稳,出池水流很快扩散到河道中,对河流岸坡的冲刷轻微。其平面流态示意图如图7-10所示。

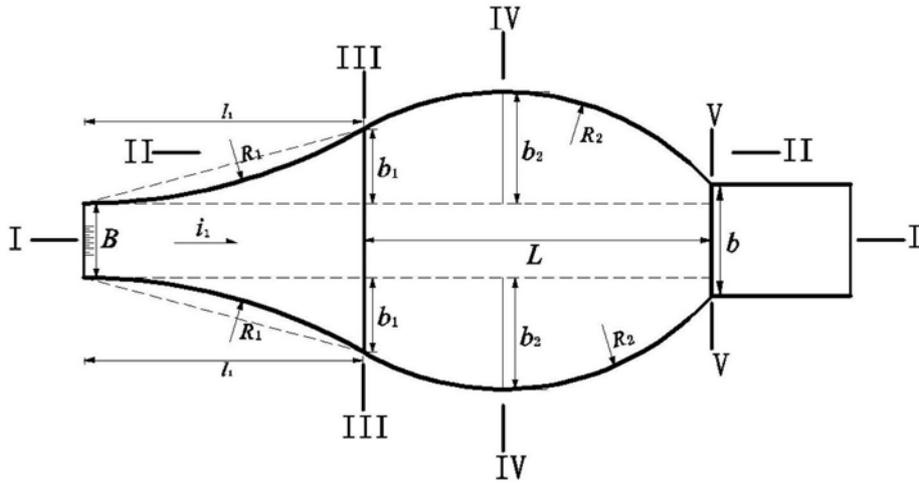


图1



图2



图3

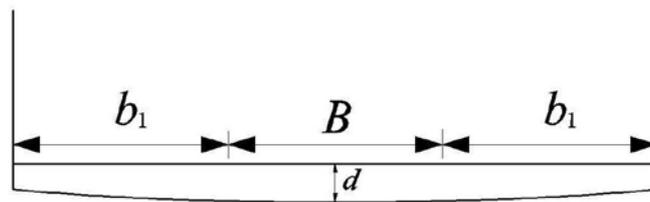


图4

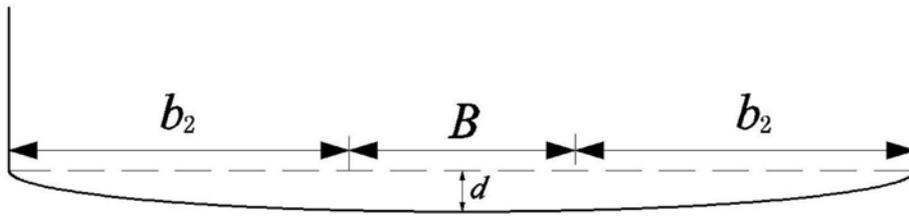


图5

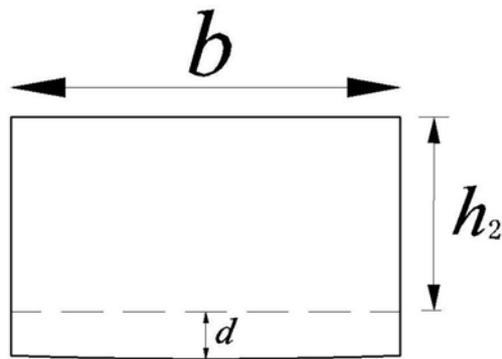


图6

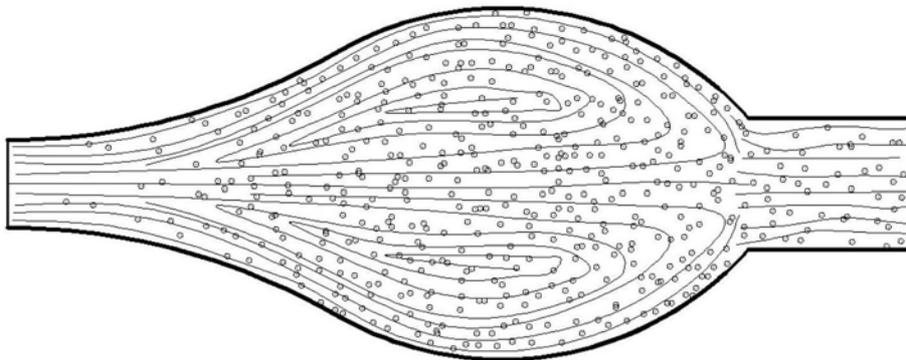


图7

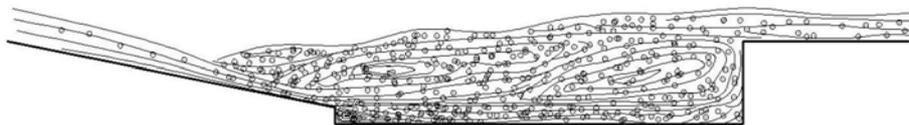


图8

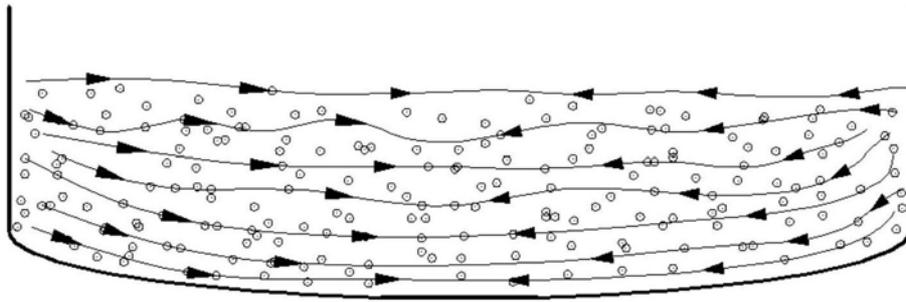


图9

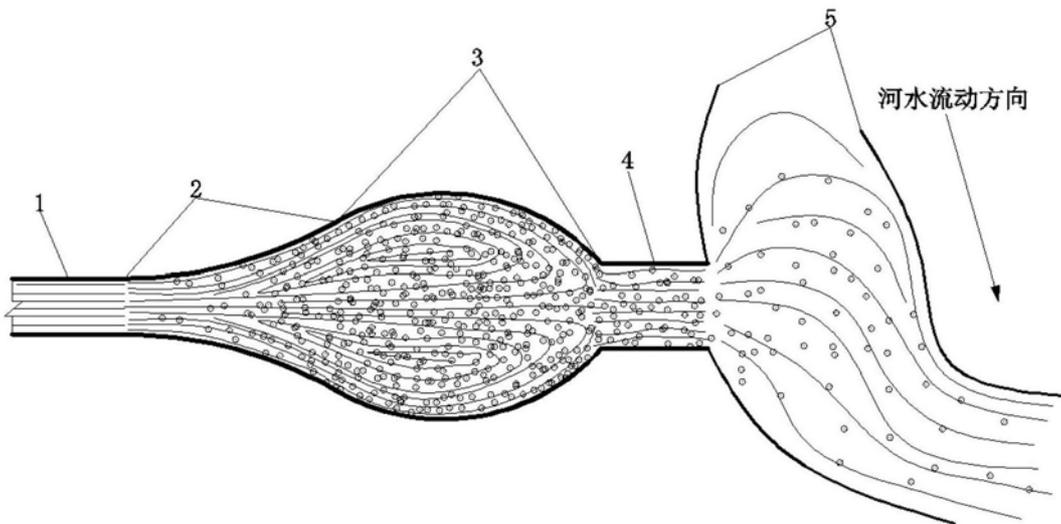


图10