



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101538841 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200910058659.1

CN 101089296 A, 2007.12.19,

(22) 申请日 2009.03.20

肖兴斌. 高坝挑流消能设计研究与应用现状述评. 长江职工大学学报. 1998, (4), 59-62.

(73) 专利权人 四川大学

地址 610065 四川省成都市一环路南一段
24 号

审查员 陈婕

(72) 发明人 李连侠 沈焕荣 易文敏

(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 刘双兰

(51) Int. Cl.

E02B 8/06 (2006.01)

(56) 对比文件

US 5195846 A, 1993.03.23,

JP 2005282081 A, 2005.10.13,

CN 101092814 A, 2007.12.26,

CN 101215828 A, 2008.07.09,

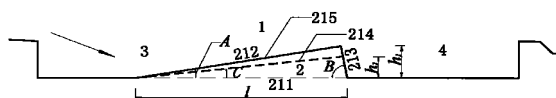
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 2 页

(54) 发明名称

消力池内的差动式挑流消能工

(57) 摘要

本发明涉及一种消力池内的差动式挑流消能工,属于工程水力学领域。所述差动式挑流消能工包括消力池,还包括在消力池内设置的差动式三角形挑坎消能工,该差动式三角形挑坎将消力池分为前池和后池两个部分;其起挑位置可在消力池长度的 $1/4 \sim 2/3$ 之间改变。所述差动式三角形挑坎的迎水面上坡度不连续,坡度较陡的为主挑坎,坡度较缓的为挑流槽,其背水面坡度是连续的。本发明消力池内差动式挑流消能工的设置不仅缩短了消力池长度,有利于节约工程造价;且提高了消能率;还具有自身的极强的抗空化能力。本发明可在任何常规消力池内单独采用,也可与池内的其它辅助消能工结合使用。



1. 一种消力池内的差动式挑流消能工,包括消力池(1),其特征在于还包括在消力池(1)内设置的沿水流方向剖面的差动式三角形挑坎(2);该差动式三角形挑坎将消力池分成前池(3)和后池(4)两个部分;其起挑位置在消力池长度的 $1/4 \sim 2/3$ 之间;所述差动式三角形挑坎的迎水面(212)上坡度不连续,坡度缓的为挑流槽(214),坡度陡的为主挑流坎(215),差动式三角形挑坎背水面(213)坡度为连续的。

2. 根据权利要求1所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述差动式三角形挑坎(2)的迎水面(212)上坡度缓的挑流槽(214)与坡度陡的主挑流坎(215)二者交替布置。

3. 根据权利要求1或2所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述差动式三角形挑坎(2)迎水面(212)的主挑流坎(215)的主挑角A为 $8 \sim 45^\circ$ 。

4. 根据权利要求1或2所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述差动式三角形挑坎(2)迎水面(212)槽挑角(C)为 $5 \sim 30^\circ$ 。

5. 根据权利要求1或2所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述差动式三角形挑坎(2)背水面挑角(B)为 $45 \sim 90^\circ$ 。

6. 根据权利要求1所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述差动式三角形挑坎的底边(211)长度(1)占消力池总长度的 $1/6 \sim 1/3$ 。

7. 根据权利要求1或2所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述差动式三角形挑坎横向总宽度(b)和消力池长度相同,其主挑流坎高度(h_1)为差动式三角形挑坎底边长度的 $1/8 \sim 1/4$,每个主挑流坎宽度(B1)为消力池宽度的 $1/10 \sim 1/3$ 。

8. 根据权利要求1或2所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述差动式三角形挑坎的挑流槽(214)的高度(h_2)为差动式三角形主挑流坎高度的 $1/4 \sim 3/4$ 。

9. 根据权利要求1或2所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述每个挑流槽宽度(B2)为消力池宽度的 $1/10 \sim 1/3$ 。

10. 根据权利要求1或2所述的差动式挑流消能工,其特征在于所述差动式三角形挑坎(2)迎水面槽挑角(C)角度为主挑角(A)的 $1/2$ 。

消力池内的差动式挑流消能工

技术领域

[0001] 本发明涉及一种消力池内的挑流消能工,特别涉及一种消力池内的差动式挑流消能工,属于工程水力学领域。

背景技术

[0002] 水力工程中,在一些低坝泄洪洞、溢洪道及闸坝等泄水建筑物由于其出口能量较大,需要在其出口处设置消力池以消杀余能。水力学上所谓“消能”并非为将能量“消”掉,而是指能量的转换。常规消力池主要是利用池内产生水跃进行底流消能,也就是底流消能是利用消力池使下泄水流在泄水建筑物出口限定范围内产生水跃,水跃将上下游水流衔接,并通过水跃上下游水流产生表面剧烈的紊动漩滚作用使机械能转换为热能以达到消能的目的。底流水跃消能历史悠久,它能适应高、中、低各级水头和不同的地质条件下,以水跃型式与下游水流衔接,其水流流态稳定,消能效果也较好,因此底流消能工在水利工程中得到了广泛的应用 [Katakam V. and Rama P., Spatial B-Jump at sudden channel enlargements with abrupt drop, J. of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 124, No. 6, June, 1998.]。但它也存在不足之处,如常规消力池在消力池长度不足的情况,往往由于不能提供与共轭水深相匹配的下游水深而不能形成水跃;另外,过大的消力池临底流速常对消力池底板造成破坏。

[0003] 针对上面所述问题,在高水头、大流量的泄水建筑物上,采用表孔-底孔-消力池联合的新型消能工布置,如目前国内安康、五强溪、清江隔河岩等高坝枢纽水工建筑;对于大单宽流量低佛氏数水跃,可根据工程实际情况采用一级或多级消力池进行底流消能;对拱坝消力池的向心水流,也找到了一些特殊措施,如采用表孔加不对称的宽尾墩或在消力池中加“T”型墩,均可使水流恢复到均匀出流。为提高消能率,有效地保证水跃的产生,因而在工程应用当中出现了消力池内各式的辅助消能工,如消力坎、挖深式消力池、趾墩及T型墩等 [Rajaratnam N., The forced hydraulic jump, Part 1 and Part 2, Water Power, Vol. 16, No. 1 and No. 2, Jan. and Feb., 1964. 倪汉根. 宽尾墩-消力池的简化计算方法,水利学报,第6期,1998年6月. 江锋等. 低佛氏数T型墩消力池设计及消能研究,水利学报,增刊,1998年1月.]。这些辅助消能工的使用尽管在多数工程中奏效,但同时也存在缺陷,一方面,消力池内布置的辅助消能工给自身和消力池带来的空蚀破坏等副作用也见明显 [艾可明,底流消能的冲刷破坏和防治,泄水工程与高速水流,1995(3)。],另一方面,布置的辅助消能工并没有解决消力池临底流速大的根本问题 [王才欢,肖兴斌. 底流消能设计研究与应用现状述评 [J]. 四川水力发电,第1卷第1期,2000年3月]。挑流消能是泄水建筑物最常见的一种消能方式,这种消能方式就是在泄水建筑物下游端修建有一定仰角的挑流坎,利用下泄水流的巨大动能,将水流挑入空中,然后与降落在远离建筑物的下游与下游水流相衔接。其特点是:既能借助于自由射流在空气中的扩散掺气消能;又可利用水舌入下游水垫后淹没射流的紊动扩散及水股与两侧漩滚的剪切作用来消能。挑流消能的优点是可以节约下游护坦,构造简单,便于维修。

[0004] 许光祥等提出了纵向分级、横向差动的复式消力池 [许光祥, 崔予达, 杨忠超. 复式消力池在山区小水电中的应用研究 [J]. 水力发电学报, 第 26 卷第 2 期, 2007 年 4 月: 87-92], 左侧主池纵向分为两级、右侧辅池适当抬高池底高程的两级差动式消力池, 在重庆郁江斑竹园水电站消能工模型试验研究中达到较好的消能效果。但该体型的挡坎是一个常规挡坎, 其相对于整个消力池尺寸较小, 仅起到将消力池分为两级的作用, 并没有起到挑流的作用。郭伟成针对普宁乌石拦河闸工程提出了多级消力池的概念 [郭伟成. 多级消力池的应用. 西部探矿工程. 总第 98 期 2004(7): 11-12], 但每一级消力池都是一个完整的消力池, 属于级联式。而且这种级联式消力池本身需要占用较大的空间, 因而受到地形、地质条件的限制。差动坎在很多水利建筑物中也得到了较好的利用, 它一方面可以阻挡水流, 雍高水面, 起到消能作用, 另一方面, 差动坎掺气减蚀作用比连续坎好很多, 能够有效增强自身的抗空化能力 [[12] 张挺, 麦栋玲. 差动式挑坎水力特性数值模拟研究 [A]. 第二十届全国水动力学研讨会文集 [C], 2007. 张林夫. 差动式挑流鼻坎气蚀特性的原型验证 [J]. 河海大学学报 (自然科学版), 1980, (03). 张挺, 麦栋玲. 高扩散低收缩差动坎高坎空中挑射水舌运动特性 [J]. 福州大学学报 (自然科学版), 2008, (03).]。

[0005] 综上所述, 常规传统型式的消力池, 或者因为消力池尺寸过小而不能满足水跃形成, 不能满足充分消能的要求; 或者又因为消力池尺寸过大占用空间也大, 而且其临底流速还会对消力池底板造成破坏; 因此, 常规消力池及其消力池内布置的消能工产生的消能效果不理想或自身易发生空化破坏, 如果在消力池内设置一差动式挑流消能工, 则能很好地解决上述问题, 这正是本发明的任务所在。

发明内容

[0006] 本发明的目的正是针对上述现有技术中所存在的缺陷, 提出一种在保证较高消能率的基础上缩短消力池长度, 从而节约工程造价; 且构造简单, 便于维修; 并可大大增加水跃产生的单宽流量范围; 以及在任何常规消力池内既可单独使用也可配合其他辅助消能工使用的差动式挑流消能工。

[0007] 为实现本发明的目的, 本发明采用以下措施构成的技术方案来实现的。

[0008] 本发明消力池内的差动式挑流消能工, 包括消力池, 按照本发明, 还包括在消力池内设置的沿水流方向剖面的差动式三角形挑坎; 该差动式三角形挑坎将消力池分成前池和后池两个部分; 其起挑位置可在消力池长度的 $1/4 \sim 2/3$ 范围内变化; 差动式三角形挑坎的迎水面上坡度并不连续, 坡度较陡的为主挑流坎, 坡度较缓的为挑流槽, 差动式三角形挑坎的背水面坡度是连续的。

[0009] 上述技术方案中, 所述差动式三角形挑坎的迎水面上坡度缓的挑流槽与坡度陡的主挑流坎其二者可交替布置。

[0010] 上述技术方案中, 所述差动式三角形挑坎迎水面的主挑流坎的主挑角为 $8 \sim 45^\circ$ 。

[0011] 上述技术方案中, 所述差动式三角形挑坎迎水面槽挑角为 $5 \sim 30^\circ$ 。

[0012] 上述技术方案中, 所述差动式三角形挑坎背水面挑角为 $45 \sim 90^\circ$ 。

[0013] 上述技术方案中, 所述差动式三角形挑坎的底边长度占消力池总长度的 $1/6 \sim 1/3$ 。

[0014] 上述技术方案中,所述差动式三角形挑坎横向总宽度和消力池长度相同,其主挑流坎高度为差动式三角形挑坎底边长度的 $1/8 \sim 1/4$,每个主挑流坎宽度为消力池宽度的 $1/10 \sim 1/3$ 。

[0015] 上述技术方案中,所述差动式三角形挑坎的挑流槽的高度为差动式三角形主挑流坎高度的 $1/4 \sim 3/4$ 。

[0016] 上述技术方案中,所述每个挑流槽宽度为消力池宽度的 $1/10 \sim 1/3$ 。

[0017] 上述技术方案中,所述差动式三角形挑坎迎水面槽挑角的最佳角度为主挑角的 $1/2$ 。

[0018] 本发明的差动式挑流消能工既可在常规消力池内设有其它辅助消能工的基础上再设置差动式三角形挑流坎消能工配合使用;也可在常规消力池内单独设置差动式三角形挑流坎消能工,消能效果均好。

[0019] 本发明与现有技术相比具有如下特点及有益技术效果:

[0020] 1. 本发明的差动式挑流消能工可以保证在较高消能率的基础上缩短消力池长度,故可节约工程造价;或者在消力池长度相同情况下,提高消能率。

[0021] 2. 本发明的差动式挑流消能工大大增加了水跃发生的单宽流量范围。

[0022] 3. 本发明的差动式挑流消能工具有自身的极强的抗空化能力。

[0023] 4. 本发明差动式挑流消能工结构简单,容易实施,可在任何常规消力池内单独采用;还可配合消力池内的其他辅助挑流消能工使用,均能达到理想效果。

[0024] 附图说明

[0025] 图 1 本发明消力池内差动式挑流消能工的立面示意图;

[0026] 图 2 本发明消力池内差动式挑流消能工的平面示意图;

[0027] 图 3 本发明消力池内使用差动式挑流消能工的水流流态示意图;

[0028] 图 4 本发明的差动式挑流消能工在消力池内应用的一个实施例示意图;

[0029] 图 5 为图 4 的实施例中消力池底板三维示意图。

[0030] 图中,1 消力池,2 差动式三角形挑坎,211 差动式三角形挑坎底边,212 差动式三角形挑坎迎水面,213 差动式三角形挑坎背水面,214 挑流槽,215 主挑流坎,A 主挑流坎挑角,B 背水面挑角,C 挑流槽挑角,B1 主挑流坎宽度,B2 挑流槽宽度,l 差动式三角形挑坎底边长度,b 差动式三角形挑坎横向总宽度, h_1 主挑流坎高度, h_2 挑流槽高度,3 消力池前池,4 消力池后池。

[0031] 具体实施方式

[0032] 下面结合附图及工作原理并用具体实施例对本发明作进一步的详细说明,以下描述了当前所考虑到的用于执行本发明的最佳实施例,旨在描述本发明的一般原理及差动式挑坎构成情况;但并非意味着对本发明保护范围的任何限定。

[0033] 本发明图 1 中,在消力池 1 内设置的差动式三角形挑坎 2 的,差动式三角形挑坎底边 211 长 l 占消力池总长度的 $1/6 \sim 1/3$;主挑流坎 215 高度 h_1 为差动式三角形挑坎底边长度的 $1/8 \sim 1/4$,主挑流坎迎水面 212 长度小于挑坎底边长度而大于背水面 213 长度;每个主挑流坎宽度 B1 为消力池宽度的 $1/10 \sim 1/3$;挑流槽 214 高度 h_2 可在差动式三角形主挑流坎高度的 $1/4 \sim 3/4$ 之间改变,每个挑流槽宽度 B2 也为消力池宽度的 $1/10 \sim 1/3$;差动式三角形挑坎主挑流坎迎水面主挑角 A 的角度可在 $8 \sim 45^\circ$ 之间改变;其背水面挑角 B

的角度可在 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 之间改变 ; 差动式三角形挑坎迎水面槽挑角 C 可在 $5^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 之间改变, 其最佳角度为主挑角 A 的 $1/2$ 。

[0034] 从本发明图 2 中可知, 差动式三角形挑坎的横向总宽度 b 和消力池宽度相同。

[0035] 本发明图 3 中所示的消力池 1 内差动式三角形挑坎的水流消能原理是 : 泄洪建筑物出口的射流在差动式三角形挑坎 2 迎水面 212 的反射与挑流使得消力池内紊动和回流更为激烈 ; 差动式三角形挑坎将整个消力池分为前池 3 和后池 4, 这样使得水跃在较大单宽流量范围内均能稳定形成, 单宽流量小时, 水跃消能可能在前池内已经充分, 后池作为水垫塘有效地保护了下游护坦段 ; 单宽流量较大时, 则前后两个消力池均发挥作用, 底部形成的回流和水垫有效地降低了临底流速及出池流速 ; 所述差动式三角形挑流坎能有效地将空气掺入水中, 在挑流槽 214 内形成掺气水流, 因此, 增加了差动式三角形挑流坎自身的抗空化能力。

[0036] 实施例

[0037] 图 4 是本发明为某一工程泄洪洞出口消力池优化水力学模型试验中采用在常规消力池内设置一台阶辅助消能工和差动式三角形挑流坎消能工相结合的实例图, 本实例的结构是 : 消力池 1 与差动式三角形挑坎 2 制造成一个连续的整体。差动式三角形挑坎将消力池分为前池 3 和后池 4 两部分, 其中差动式三角形挑坎沿水流方向长度为 25m ; 差动式三角形挑坎横向总宽度 b 与消力池宽度相同, 为 30m, 起挑位置距离消力池进口 25m, 约为消力池长度 $1/3$; 差动式三角形挑坎内共设有 4 个挑流槽和 3 个主挑流坎, 挑流槽和主挑流坎左右对称交叉布置。3 个主挑流坎宽度均为 5m, 主挑流坎 215 底边 211 与迎水面 212 夹角 $A = 15^{\circ}$, 差动式三角形挑坎被水面 213 与差动式三角形挑坎底边夹角被水面挑角 $B = 80^{\circ}$, 主挑流坎高度 h_1 为 5m, 为底边长度 l 的 $1/5$; 两边墙处各有一个挑流槽, 宽度均为 2.5m, 中间两个挑流槽宽度均为 5m, 其槽挑角 $C = 7.5^{\circ}$, 为主挑角的 $1/2$ 。实验结果表明, 消力池内增设了差动式三角形挑流坎后, 消力池内能够形成稳定的水跃, 跃首位置稳定在泄洪洞出口下游 10m 范围内, 消力池内水流紊动剧烈, 消能效果显著 ; 水流冲击到差动式三角挑坎面上形成反射, 水花翻腾 ; 挑流槽内水流剧烈掺气, 从而有效的增加了挑坎自身的、消力池底板以及其边墙的抗空化能力 ; 水流在挑坎后形成回流, 水垫较深, 临底流速与没有加挑坎时相比大大降低, 有效地保护了消力池底板。如果采用常规消力池, 则消力池长度需要 130m, 增设了差动式三角形挑坎后, 消力池长度缩短为 87m, 这不但有效地解决了地质条件对消力池尺寸的限制问题, 而且在各级流量下消力池消能效果和流态均非常好。

[0038] 本发明的差动式三角形挑流消能工既可在常规消力池内设有其它辅助消能工的基础上再增设差动式三角形挑流坎消能工配合使用, 如以上实施例 ; 也可在常规消力池内单独设置差动式三角形挑流坎消能工, 消能效果均好。

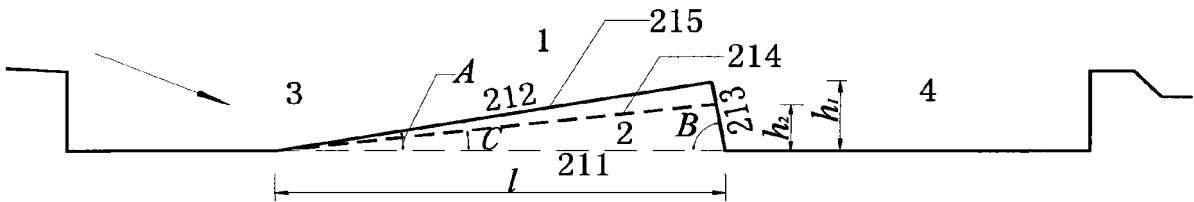


图 1

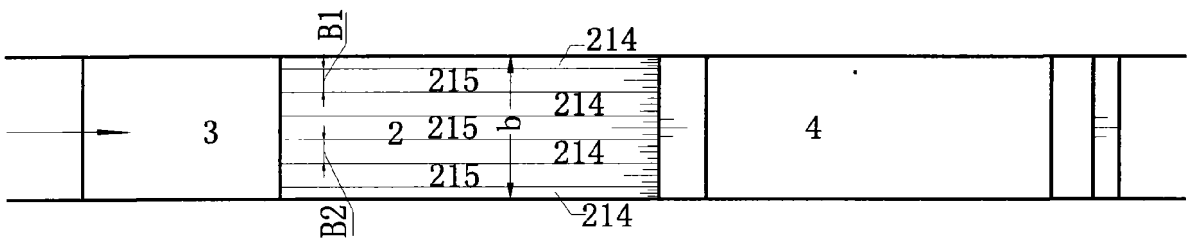


图 2

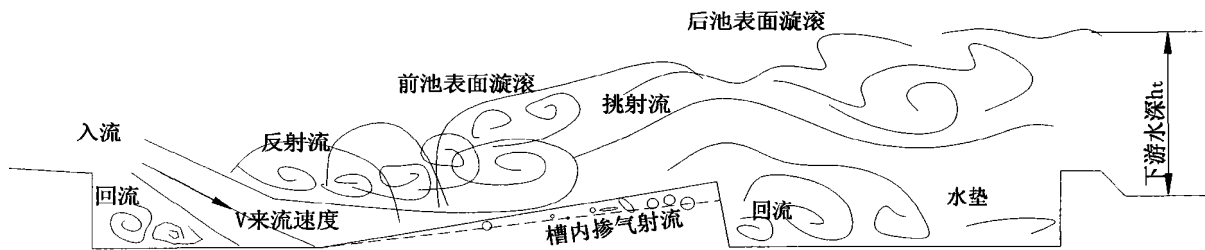


图 3

