



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101831892 B

(45) 授权公告日 2011. 07. 20

(21) 申请号 201010142467. 1

(22) 申请日 2010. 04. 08

(73) 专利权人 重庆交通大学

地址 400074 重庆市南岸区学府大道 66 号
河海学院

(72) 发明人 杨胜发 付旭辉 胡鹏飞 金龙
许俊杰 刘汉天

(74) 专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司 50212

代理人 梁展湖 张先芸

(51) Int. Cl.

E02B 8/06 (2006. 01)

审查员 杨林

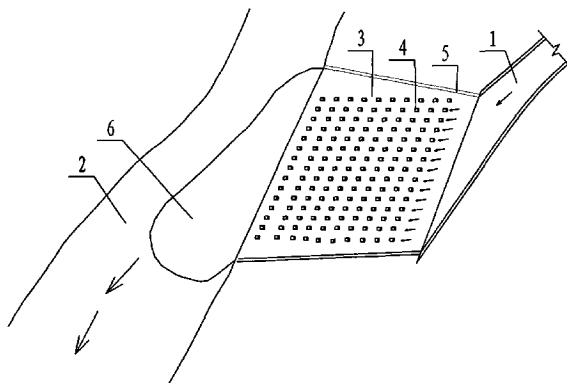
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

水电站岸坡消能结构

(57) 摘要

本发明公开了一种水电站岸坡消能结构,包括过水断面宽度逐渐增大的溢洪道泄槽出口段,和斜向下设置于大坝溢洪道泄槽出口段与大坝下游河床之间的消能岸坡,该消能岸坡上固定设置有若干排消力墩。本技术方案中逐渐增大泄槽出口段过水断面宽度,可以有效地减小水流单宽流量,在消能岸坡上水流不断地碰撞消力墩并与空气互相混掺消散掉小部分能量,高速水流流过消能岸坡后以一定的入水角度冲击岸坡底部河床,在岸坡底部河床位置形成局部冲刷坑,水流在冲刷坑内形成较大漩滚,由于漩滚的强烈紊动剪切作用而消散掉水流的大部分能量。本消能结构工程开挖量小,造价低,结构简单紧凑,对岸坡和下游河道冲刷轻微,堆积物少,具备消能效果好的优点。



1. 一种水电站岸坡消能结构,其特征在于,包括斜向下设置于大坝溢洪道泄槽出口段与大坝下游河床之间的消能岸坡,所述消能岸坡坡度小于 70° ,该消能岸坡上固定设置有若干排消力墩,所述消能岸坡下端直接与河床相接,消能岸坡整体平面呈上窄下宽的梯形,在消能岸坡两侧设置有挡水墙;所述大坝溢洪道泄槽出口段的过水断面宽度逐渐增大,所述消力墩沿横向和竖向均呈整齐的排状设置;消力墩的横向间距为单个消力墩横向宽度的 $3 \sim 4$ 倍,纵向间距为消力墩高度的 $2 \sim 3$ 倍,所述消力墩纵断面形状为直角梯形,消力墩迎水受力面与消能岸坡垂直,消力墩垂直锚固在消能岸坡上。

水电站岸坡消能结构

技术领域

[0001] 本发明涉及水利工程领域,尤其是一种水电站岸坡消能结构。

背景技术

[0002] 消能结构,是一种消除泄水建筑物下泄急流的动能,防止或减轻水流对水工建筑物及其下游河渠等的冲刷破坏,并使水流在较短的距离内与下游正常水流取得妥善衔接而修建的工程设施。

[0003] 目前,随着我国山区性河流水力资源的逐步开发,我国水电工程建设事业发展进入了高潮阶段,尤其是在西部山区修建了大量的中小型水电站。天然河道中的水流一般多属于缓流,单宽流量沿河宽方向的分布较均匀。但当河道中修建了坝、闸等泄水建筑物后,河道中流动条件发生了较大变化,下泄水流(比未建坝前的水流)流速大,水流能量大,对下游河床具有较大破坏力。这个问题在实际工程中如果解决不好,不仅将在下游河床产生严重的冲刷、河道淤积,而且会造成恶劣的流态,影响枢纽中其他建筑物的正常运行,甚至会危及大坝的安全。因此,采取有效的工程措施,人为地控制泄水建筑物下游水流的衔接与消能,以确保建筑物的安全是十分必要的。

[0004] 在山区河流峡谷地带兴建中小型水利枢纽工程时,为了方便水工建筑物布置需要,常常考虑修建溢洪道来泄放水库中多余水量。山区河流往往具有河谷狭窄,地形地质条件复杂,洪水暴涨暴落,流量和水位变幅大,河床组成多为砂卵石或基岩等特点。因此,山区河流的上述特点,给消能结构型式的选择、布置、设计带来相当大的难度,泄洪消能问题也变得复杂多变,成为了工程设计中必须慎重考虑的关键性技术问题。

[0005] 现有的消能结构常常有以下型式,一种是采用挑流消能的方法,在泄洪建筑物末端设置挑流鼻坎,将泄放的高速水流导向下游离泄水建筑物较远的位置,跌落水流冲刷河床形成一个冲刷坑,大部分能量在冲坑水垫中紊动剪切消散。虽然挑流消能因具有结构型式简单,可以有效控制射流落入下游河床的位置、范围和流量分布,对尾水变幅适应性强,工程量小等优点成为工程应用最广泛的消能结构,但在工程实践中它也存在如下缺点:下游局部冲刷问题较严重,堆积物较多,尾水波动与雾化都比较大。尤其是山区河流中的峡谷河道存在高陡边坡的稳定问题,如果岸边存在如松散崩滑体等不利地质条件时,也常常造成岸坡失稳崩滑等现象产生。

[0006] 另外一种常见的消能结构型式为在泄水建筑物下游人工设置消力池。其消能机理为:通过在消力池中形成水跃,将泄水建筑物泄出的急流转变为缓流,以消除多余动能的消能方法。消能主要靠水跃产生的表面漩滚与底部主流间的强烈紊动、剪切和混掺作用。采用人工修建消力池进行消能的方法,往往具有流态稳定、消能效果较好、对地质条件和尾水变幅适应性强以及水流雾化很小等优点,但是在山区河流修建水电站工程时,根据前述山区河流存在的特点常常面临着修筑护坦较长,建筑物的布置空间不足,土石方开挖量和混凝土方量较大,工程造价较高等问题。

[0007] 所以如何设计出一种工程造价低、消能效果好且便于在山区河流水电站中实施应

用的消能结构即成为本技术领域有待解决的难题。

发明内容

[0008] 本发明所要解决的技术问题是,为了克服上述现有技术的不足,而提供一种工程造价低、消能效果良好且特别适合在山区河流水电站中实施的水电站消能结构。

[0009] 为了解决上述技术问题,本发明中采用了如下的技术方案:

[0010] 水电站岸坡消能结构,其特点在于,包括斜向下设置于大坝溢洪道泄槽出口段与大坝下游河床之间的消能岸坡,所述消能岸坡坡度小于 70° ,该消能岸坡上固定设置有若干排消力墩。消能岸坡仅需由原河床坡岸平整衬砌,且它和消力墩均只需由混凝土制造,总体工程量小,成本便宜,且因无需另外单独设置消能结构而节省了布局空间,在消能岸坡上水流不断地碰撞消力墩并与空气互相混掺消散掉下泄水流能量,具备消能效果好的优点。同时消能岸坡坡度小于 70° ,可保证消能岸坡上端出水口水流不会挑射而出,同时降低岸坡施工难度;如坡度过高则无法保证施工效果,当然具体实施时,在布局空间允许的实际环境条件下可使消能岸坡坡度尽量小,以提高消能效果。

[0011] 作为优化,所述消能岸坡下端直接与河床相接,消能岸坡整体平面呈上窄下宽的梯形,在消能岸坡两侧设置有挡水墙;所述大坝溢洪道泄槽出口段的过水断面宽度逐渐增大。这是因为,如果在洪水期间当泄洪量很大时,仅仅靠消力墩可能难以保证消能效果,这样改进后,由于消能岸坡直接与河床相接,故消能岸坡下泄的河水可直接冲击河床从而形成一冲刷坑,该冲刷坑作为自然消力池,从消能岸坡流下的水流可在其内形成较大的漩滚,同时靠产生的漩滚水流在冲刷坑内的强烈紊动、剪切和混掺作用进行消能。由于消能岸坡整体平面呈上窄下宽的梯形且大坝溢洪道泄槽出口段的过水断面宽度逐渐增大;故可以极大地减小消能岸坡出水口处的水流单宽流量,不会由于未完全消能的下泄水流因水流单宽流量过大,水流能量集中而造成自然消力池的冲刷深度和范围过大,下游河床堆积物多,河床形态巨变且对两岸岸坡的稳定构成威胁的现象,保证自然消力池的消能效果。确保进入到河床内部的下泄水流多余能量均被完全消耗掉,保证下游河床不会产生冲刷破坏及沿岸建筑物的安全。同时,该自然消力池是水流在河床内冲刷形成,故和单独人工修建的独立的消力池相比,在大大降低实施成本的同时还可以有效地节省建筑物布置空间,使其特别适合在峡谷地带河谷较窄的山区河流的水电站中实施应用。另外,设置的挡水墙还可以起到约束水流在挡水墙内充分消能,避免水流溢出对其他水工建筑物造成破坏的作用。

[0012] 作为进一步优化,所述消力墩沿横向和竖向均呈整齐的排状设置;消力墩的横向间距为单个消力墩横向宽度的 $3 \sim 4$ 倍,纵向间距为消力墩高度的 $2 \sim 3$ 倍。这样,可以使每一个消力墩正面所受到的水流恰好沿其两侧跌落到其两侧的下一排消力墩上,故可最大化地增加水流与消力墩撞击机会,最大化地消散水流能量。每股水流不断地与后排消力墩碰撞,这样逐步充分地消耗从溢洪道泄槽中下泄的高速水流的能量,起到初次消散水流能量的良好效果。

[0013] 所述消力墩结构可做如下优化,所述消力墩纵断面形状为直角梯形,消力墩迎水受力面与过水岸坡垂直,消力墩垂直锚固在消能岸坡上。相邻消力墩侧面可保持平行,消力墩迎水面尽量与来流方向垂直,保证水流正面冲击消力墩,使每个消力墩的消能效果最大化,同时又保证了消力墩的稳固性。

[0014] 上述技术方案中,消能岸坡出口处两挡水墙之间的距离,即该处过水断面宽度的确定,可根据单宽流量的大小初步确定,采用公式 (1) $B = Q/q$ 来确定,式中 B - 消能岸坡出口处过水断面宽度, Q - 洪水流量, q - 单宽流量。单宽流量大小的选择主要依赖于允许的下游河床冲刷坑深度的大小。因为冲刷坑的深度与单宽流量、上下游水位差、入水角度、下游水深以及冲坑部位地质条件等因素有关,因此,可根据冲坑部位地质条件情况,首先确定出允许的下游河床冲刷坑深度值,再根据下面的估算公式 (2) 反求出单宽流量的大小。

$$[0015] \quad t_s = 2.4q \left(\frac{\eta}{\omega} - \frac{2.5}{v_t} \right) \frac{\sin \beta}{1 - 0.175 \cot \beta} - 0.75h_1 \quad (2)$$

[0016] 式中, t_s - 冲刷坑深度, m ; h_1 - 冲刷坑后的下游水深, m ;

[0017] η - 为反映流速脉动的某一系数值,可取 $1.5 \sim 2.0$;

[0018] v_t - 下游水面流速, m/s ; q - 单宽流量, $m^3/(m \cdot s)$;

[0019] ω - 河床颗粒的水力粗度, m/s ; β - 水流入水角度;

[0020] 水流经过消能岸坡初次消能后以一定的入水角度(与消能岸坡倾斜角度一致)直接冲击河床,在岸坡底部河床位置形成冲刷深度较小的局部冲刷坑,水流在冲刷坑内不断冲击碰撞坑内砂石并形成较大的漩滚,由于冲刷坑内漩滚的强烈紊动剪切作用而消散掉水流的大部分能量。冲刷坑在平面形态上沿河床纵向呈带状。由于单宽流量的减小和经过消能岸坡上消力墩的初次消能,河床中形成的局部冲刷坑无论在深度和冲刷范围上都比较小,不会对对岸岸坡造成冲刷破坏,且冲刷坑后溢出的堆积物较少,在下游河床中没有出现泥沙淤塞河道和威胁沿岸建筑物安全的现象。

[0021] 另外,作为优化,布置时,所述消力墩纵向方向与泄流方向一致,或者尽量一致,这样可保证水流正面冲击碰撞消力墩,优化消能效果。消力墩布置时,可在水流比较密集的地方加密布置,增加水流与消力墩碰撞次数,增强水流的紊动程度,使其充分混掺耗散能量,提高消能效果;在分散水流量比较稀疏的地方可以适当减小消力墩的布置密度,节约成本的同时,也不会对河床造成强烈的局部冲刷。一般沿溢洪道泄槽中心主流线位置流出的水流较为集中,而偏离主流线位置的分散水流量较少。另外,消力墩高度可略小于水流深度,使消力墩处于恰好被淹没状态,这样可取得下泄水流正面冲击消力墩后从其两侧分散水流和消力墩顶部短距离挑射水流的双重消能效果,前排分散和挑射的每股水流在岸坡上相互碰撞掺气摩擦,并不断地与后排消力墩发生碰撞,进一步分散和挑射水流,耗散水流能量。

[0022] 综上所述,相比于现有技术,本水电站岸坡消能结构具备以下优点:

[0023] 1、本发明中的消能岸坡,可直接在泄槽出口段与下游河床之间的岸坡上实施。这种布置方式既减少了工程开挖量,又能起到良好的分散水流效果。

[0024] 2、采用多排并列布置消力墩的方式,使下泄高速水流在与消力墩不断的碰撞过程中,掺杂空气并充分地相互碰撞、挑射、混掺耗散能量。经过逐排初次消能后,以一定入水角度冲击岸坡底部河床的水流,在自然形成的冲刷坑中进一步漩滚、碰撞、剪切消散掉水流的大部分能量,使得溢出冲坑的水流流速减小至允许的河床抗冲流速范围内,下泄水流能够平稳地与天然水流相衔接,对河岸和其他水工建筑物也没造成冲刷破坏,河床中泥沙堆积物较少,河势较为稳定,水流的消能效果十分明显。

[0025] 3、其消能结构由消能岸坡和消力墩构成,其结构型式简单,施工技术成熟,而且消能岸坡仅需平整处理和混凝土衬砌即可,减少了土石方开挖量,工程量较小,施工造价低。

[0026] 4、本消能结构只需较为平整、坡度不大的岸坡作为过水通道来布置消能设施,特别适合在山区河流水电站中实施应用,而且经模型对比试验验证表明:该消能结构具有消能效果较好,下游流态稳定,对尾水变幅的适应性强,水流雾化小等特点。

附图说明

[0027] 附图 1 是本发明实施后的纵断面结构示意图。

[0028] 附图 2 是本发明实施后的俯视结构示意图。

具体实施方式

[0029] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

[0030] 具体实施时,如图 1 和图 2 所示,一种水电站岸坡消能结构,其结构为,包括过水断面宽度逐渐增大的溢洪道泄槽出口段 1,和斜向下设置于大坝溢洪道出口段 1 与大坝下游河床 2 之间的消能岸坡 3,该消能岸坡 3 上固定设置有若干排消力墩 4。其中所述的溢洪道泄槽出口段 1 宽度逐渐放宽,起到减小单宽流量的目的;所述消能岸坡 3 坡度为 60° ;所述消力墩 4 沿横向和竖向均呈整齐的排状设置;消力墩 4 的横向间距为单个消力墩横向宽度的 3~4 倍,纵向间距为消力墩高度的 2~3 倍;消力墩 4 纵断面形状为直角梯形,消力墩 4 迎水受力面与过水岸坡垂直,消力墩 4 垂直锚固在消能岸坡 3 上,相邻消力墩侧面为平行设置。所述消能岸坡 3 整体呈上宽下窄的梯形状,在消能岸坡 3 两侧设置有挡水墙 5;在消能岸坡底部河床位置水流冲击河床形成有局部冲刷坑 6,由于单宽流量的减小和经过消能岸坡 3 上消力墩 4 的初次消能后,局部冲刷坑 6 无论在冲刷深度和冲刷范围上都比较小,局部冲刷坑 6 在平面形状上沿河流纵向呈带状。另外由于局部冲刷坑 6 冲刷深度和范围较小,局部冲刷坑外溢出的泥沙堆积体较小。

[0031] 另外,实施时,所述消力墩纵向方向可与泄流方向一致,或者尽量一致,这样可保证水流正面冲击碰撞消力墩,优化消能效果。消力墩布置时,可在水流比较密集的地方加密布置,增加水流与消力墩碰撞次数,增强水流的紊动程度,使其充分混掺耗散能量,提高消能效果;在分散水流量比较稀疏的地方可以适当减小消力墩的布置密度,节约成本的同时,也不会对河床造成强烈的局部冲刷。一般沿溢洪道泄槽中心主流线位置流出的水流较为集中,而偏离主流线位置的分散水流量较少。另外,消力墩高度可略小于水流深度,使消力墩处于恰好被淹没状态,这样可取得下泄水流正面冲击消力墩后从其两侧分散水流和消力墩顶部短距离挑射水流的双重消能效果,前排分散和挑射的每股水流在岸坡上相互碰撞掺气摩擦,并不断地与后排消力墩发生碰撞,进一步分散和挑射水流,耗散水流能量。

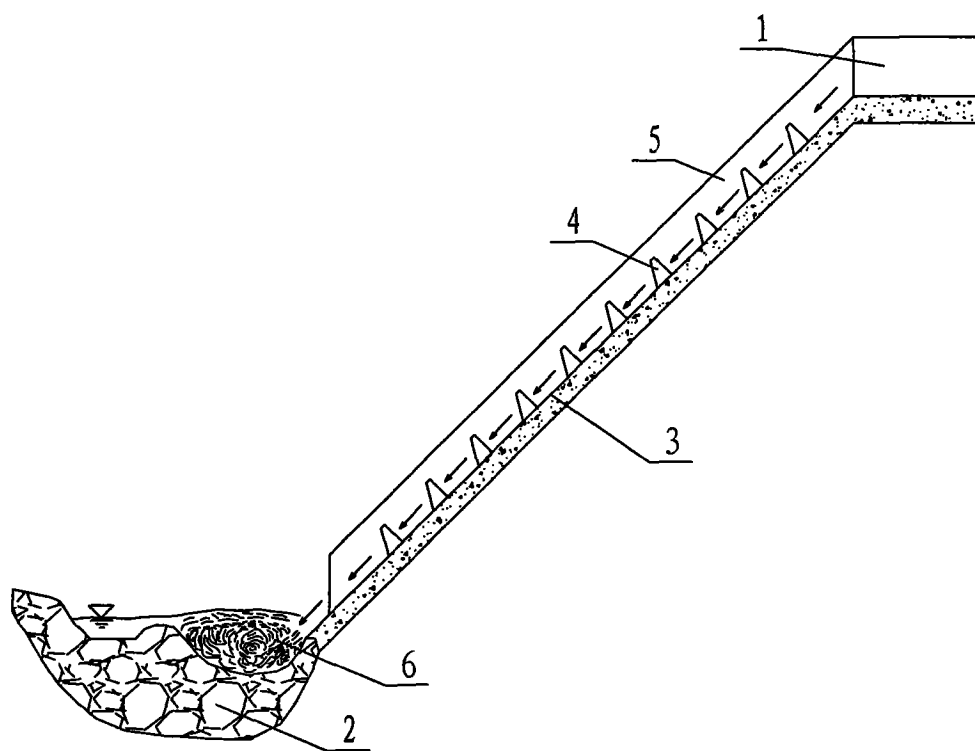


图 1

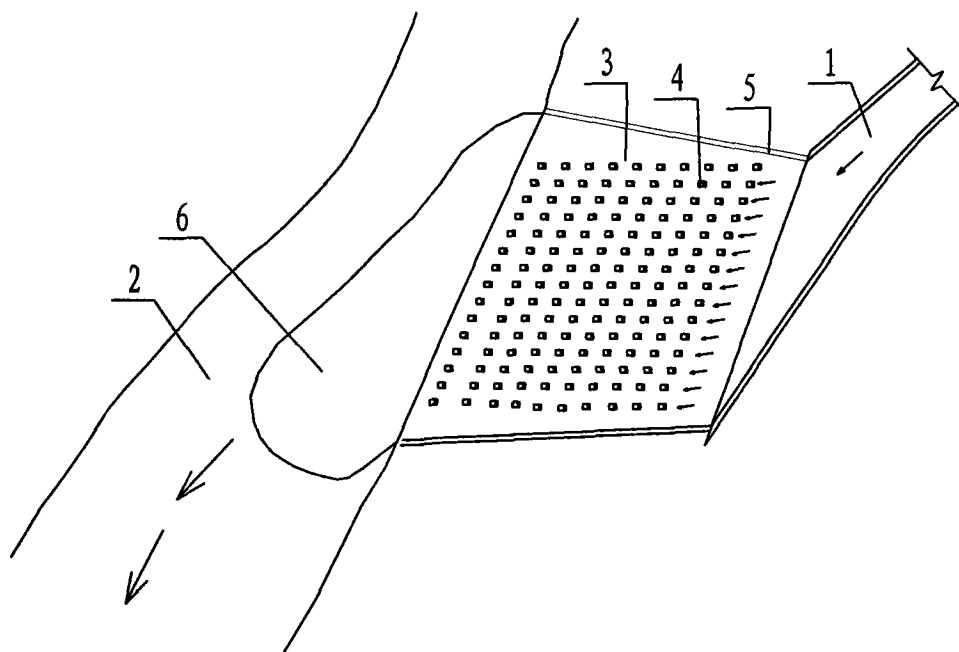


图 2