



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111395280 A

(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 201910000616.1

(22)申请日 2019.01.02

(71)申请人 大连嘉宏至伟新技术开发有限公司

地址 116021 辽宁省大连市高新技术产业  
园区希贤街29号弘泰大厦A座11层部  
分区域(1105-1)

(72)发明人 肖敏

(51)Int.Cl.

*E02B 9/00*(2006.01)

*F03B 9/00*(2006.01)

*F03B 13/00*(2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

无坝式水电站

(57)摘要

本发明提出了一种无坝式水电站的建造方案,无需建造高落差的主坝,只在原河道上修建多个低落差的挡水坝,同时,修建上游库区直通下游库区的引水管道;引水管道采取直线架设的方式,对水流流速无阻碍,采用链条式水力发电系统,理论上可以使水流动能得到100%的吸收,在实现高效发电的同时,挡水坝形成的多个梯级水库,基本保持了原河道的生态环境和自然景观,所以不用移民;原河道变成水库,航道变深、变宽,既能增大船舶吨位,又能增加行船数量,还能提高行船速度;在极大提高航运效益的同时,还能增加水产养殖效益。

1. 一种无坝式水电站,包括:引水管道、链条式水轮机发电系统、挡水坝、船闸;其特征在于:水电站无需建主坝,发电系统建在下游库区的沿岸江堤之上,发电所需水流由引水管道从上游库区就近直线引入。

2. 根据权利要求1中所述的无坝式水电站,其特征在于:为了将上游水流通过引水管道引入下游库区,以实现发电的目的,同时又不影响原河道的航运和生态环境,需要在原有河道上相隔一定距离修建多个挡水坝,每个挡水坝上均建有船闸;相邻的挡水坝,坝顶高度向下游依次降低,蓄水后形成多个阶梯型水库,这样可以使库区水面高度与原河道水面高度不会产生大的改变,以尽量保持原生态环境。

3. 根据权利要求2中所述的挡水坝,其特征在于:所述挡水坝,可以同时作为桥梁存在,两侧靠近岸边的桥墩之间建坝,中间桥墩之间修建船闸,以保证航运的畅通;这样可以桥上通车,桥下行船。

4. 根据权利要求1中所述的船闸,可以采用转门式旋转船闸,其特征在于:所述转门式旋转船闸包括:圆弧形坝体和S形闸门;S形闸门为两侧具有90度圆弧形门板,中间为平直门板,平直门板中心具有转轴的可以水平旋转的闸门;其中心转轴插装在固定在坝体上的上下横梁之上,闸门两端的圆弧形门板,与坝体上的圆弧形坝体相互吻合,S形闸门在不受外力的情况下,上下游水位差造成的压力对其左右门板形成的力矩大小相等方向相反,所以,不受外力的情况下,S形闸门在任何角度都处于平衡静止状态;行船通过时,靠行船自身动力推动S形闸门旋转,闸门旋转180度,行船自下游进入上游,或者从上游进入下游。

5. 根据权利要求1中所述的链条式水轮机发电系统,其特征在于:包括链条式水轮机、安装在链条式水轮机上部的出水管、与出水管相连的引水管、安装在引水管上的流量控制阀门、用于承载链条式水轮机和出水管,随水位起伏升降的浮箱、用于在水位变化时传递动力的固定链条传动机构、发电机。

## 无坝式水电站

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种无坝式水电站,属于新能源技术领域。

### 背景技术

[0002] 水力发电作为传统的发电形式,以其容量大,环保,综合效益高等特点,历来受到世界各国的高度重视。我国国土辽阔,水力资源非常丰富,但由于种种原因,丰富的水力资源并未得到合理的利用,水力发电占总发电量的比例偏低,现有技术的水轮机体积重量大,发电效率低,且需要修筑巨型水坝,安置移民,所以,前期资金投入巨大,而且还会造成生态环境的改变;本发明提出的无坝式水电站,发电效率高,无需修筑主坝,不用移民,很好地解决了现有技术水电站存在的问题。

### 发明内容

[0003] 本发明的技术方案是这样实现的:

水力发电是将水的动能转换成旋转机械能,再将旋转机械能转换成电能的过程。这个转换过程是通过水轮机实现的。水轮机的种类繁多,轴流式和混流式水轮机,实际上其转轮是在转轮前水流的推动下旋转的,其转轮前水流速度与转轮后水流速度相差不大,转轮前水流速度和压力代表着输入能量,转轮的旋转速度代表着吸收的能量,转轮后水流速度代表着流失的能量;因为转轮前水流速度与转轮后水流速度不会有很大的差别;所以为了减少能量的流失,只能将转轮前的水流速度尽可能降低;采用低转速的水轮发电机发电;但这样却因为水流速度的降低,使得水流的流量也大幅的降低了;流量的降低使总的能量降低;为了加大流量增加总能量,只得加大引水管通径和加大水轮机转轮直径;这必然造成制造成本的大幅提高和增加运输安装的难度;即使这样,水轮机转轮后流出的水的速度也不可能为零,意味着这部分水的动能流失是不可避免的;针对这个问题,现有技术采用尾水管对这部分流失的能量进行回收,但回收效果有限,所以,理论上这种水轮机效率不会太高。轴流式和混流式水轮机,为了减少转轮后水流动能的流失,通过增大转轮对水流的阻力而将水流速度降低,以三峡70万千瓦发电机组为例:其额定水头80.6米,额定流量991.8立方米/秒,额定容量710MW。如果水流没有任何阻力,自80.6米处自由落体,其速度为: $1/2 * M * V^2 = M * g * 80.6$ ;  $V = \sqrt{80.6 * 9.8 * 2} = 39.75$ 米/秒;而其额定流量991.8立方米/秒,引水管直径12.8米,流通截面= $(12.8/2) * (12.8/2) * 3.14 = 128.6$ 平方米,说明其实际水流速度为: $V = 991.8 / 128.6 = 7.7$ 米/秒;而同样的水头下,本发明的链条式水力发电系统,因其无需对水流进行降速,只需要直径5.4米的引水管就可以满足流量910立方米/秒,发电72万千瓦的需求,引水管流通截面23平方米,只是128.6平方米的17.8%。冲击式水斗型水轮机,是利用高速水流冲击叶轮水斗产生旋转推力的原理来工作的,这与本发明的链条式水轮机发电系统的基本工作原理相同,理想情况下,其理论上是可以做到对水流动能100%吸收的。但是,其为了达到获得高速水流的目的,需要缩小喷嘴口径来增加喷嘴压力,利用压力产生高速水流;但这样同样会增加对水流的阻力,降低喷嘴前水流速度。而且其只适于在高水头低流量的情况下使用。因为,其水

斗的尺寸受到加工制造能力和安装现场的限制,不可能做得太大,因此其单位时间通过的水流量非常有限,有限的水流量要产生大的能量,只有提高水流的速度,而低水头是不可能产生高速度的。所以其不适于低水头大流量的场合。而链条式水力发电系统,其链条式水轮机长长链条上的众多叶片,在很长的距离上同时受到从上部出水管下部开口流出的具有水平速度的水流撞击,因为水流冲击链条叶片的过程,其实就是两个弹性物体的碰撞过程,根据动量守恒定律和机械能守恒定律得出如下方程:设水流的质量为 $m$ ;叶片链条发电机等效质量为 $M$ ;碰撞前链条速度为 $V_1$ ;碰撞前水流速度 $v_1$ ;碰撞后链条速度 $V_2$ ;碰撞后水流速度 $v_2$ ;则得:

$$\text{方程1: } 1/2MV_1^2 + 1/2mv_1^2 = 1/2MV_2^2 + 1/2mv_2^2;$$

$$\text{方程2: } MV_1 + mv_1 = MV_2 + mv_2;$$

联立以上2方程:将 $v_2 = (MV_1 + mv_1 - MV_2) / m$ 带入方程1;得:  $1/2MV_1^2 + 1/2mv_1^2 = 1/2MV_2^2 + 1/2m((MV_1 + mv_1 - MV_2) / m)^2$ ;

等式两端同时除以 $1/2m$ ,得:

$$M/mV_1^2 + v_1^2 = M/mV_2^2 + (M/mV_1 + v_1 - M/mV_2)^2;$$

$$M/mV_1^2 + v_1^2 = M/mV_2^2 + (M/mV_1 + v_1)^2 - 2*(M/mV_1 + v_1)*M/mV_2 + M^2/m^2 * V_2^2;$$

$$(M/m + M^2/m^2) V_2^2 - 2*M/m(M/mV_1 + v_1) V_2 - M/mV_1^2 - v_1^2 + (M/mV_1 + v_1)^2;$$

$$(M/m + M^2/m^2) V_2^2 - 2*M/m(M/mV_1 + v_1) V_2 + (M/mV_1 + v_1)^2 - M/mV_1^2 - v_1^2;$$

对此一元二次方程求解:

$$V_2 = \frac{2*M/m(M/mV_1 + v_1) \pm \sqrt{(2*M/m(M/mV_1 + v_1))^2 - 4*(M/m + M^2/m^2)*((M/mV_1^2 - v_1^2) + (M/mV_1 + v_1)^2)}}{2*(M/m + M^2/m^2)}$$

$$v_2 = (MV_1 + mv_1 - MV_2) / m;$$

如果水流的质量为 $m=10$ ;叶片链条发电机等效质量为 $M=10000$ ;

碰撞前链条速度 $V_1=19$ ;碰撞前水流速度 $v_1=38$ ;解方程得:

碰撞后水流速度 $V_2=0.03796$ 米/秒;碰撞后链条速度 $v_2=19.376$ 米/秒;链条碰撞前后动能差7219.99;

碰撞前链条速度 $V_1=18$ ;碰撞前水流速度 $v_1=38$ ;解方程得:

碰撞后水流速度 $V_2=-1.96$ 米/秒;碰撞后链条速度 $v_2=18.04$ 米/秒;链条碰撞前后动能差7200.79;

碰撞前链条速度 $V_1=20$ ;碰撞前水流速度 $v_1=38$ ;解方程得:

碰撞后水流速度 $V_2=2.036$ 米/秒;碰撞后链条速度 $v_2=20.036$ 米/秒;链条碰撞前后动能差7199.27;

以上计算数据说明:水流速度大于或者小于链条速度的2倍时,碰撞后水流速度的绝对值均大于碰撞前水流速度正好是链条速度2倍时的速度绝对值;而水流速度大于等于链条速度的2倍时,碰撞后的水流速度趋近于零;且链条等效质量越大,速度越趋近于零;碰撞后的水流速度为零,说明其全部动能传递给了叶片和链条;叶片链条碰撞前后的动能差,也说明在水流速度是链条速度的2倍时叶片链条碰撞前后的动能差最大,即吸收的动能最多;

根据这个原理,如果将链条速度调整为水流速度的一半,则发电系统的效率将是100%;因为本发明的链条式水轮机发电系统,发电时不会对水流速度产生阻碍,所以其不仅适用

于高水头低流量,更适合于低水头大流量的场合;理论上,在理想条件下,其在各种场合下都能做到对水流动能的100%吸收。

[0004] 因为链条式水轮机发电系统,纯粹依靠水流动能发电,发电过程不会对水流速度产生阻碍,根据这个特点,可以采用无需建造巨型主坝的方式建设水电站;

以三峡电站和葛洲坝电站为例,两个电站之间河道长度38公里,直线距离25公里。三峡大坝下游水位与葛洲坝上游水位落差60米左右。如果在三峡大坝的下游与葛洲坝大坝的上游取最短距离,灵活采用水渠、隧道、埋设或者架设钢管的办法,将三峡大坝泄出的水,从三峡大坝下游坝底直接引到葛洲坝上游水库,引水管道采用直线布设,尽量减少阻力;这样,到达葛洲坝的水流将具有60米的水头,在葛洲坝大坝上游库区合适位址安装链条式水力发电系统,将会增加一个三峡水电站的发电量。

[0005] 链条式水轮机发电系统的安装无需建坝,可以建在紧邻大坝的下游水库的沿岸江堤之上;同时,在三峡大坝至葛洲坝大坝之间的原有河道上修建挡水坝。强制使水流绝大部分通过引水管道到达葛洲坝库区;以水头60米计算,没有任何阻力的水流到达葛洲坝的速度为34.29米/秒;这样,以出水管直径5米计算,每根出水管每秒出水672.9立方米,每秒具有的动能为: $1/2 * 672.9 * 1000 * 34.29 * 34.29 = 39.56$ 万千瓦;三峡泄水常年平均流量为14300立方米/秒,雨季流量:39700立方米/秒;旱季流量:5736立方米/秒;这样,雨季流量可以带动 $39700 / 672.9 = 59$ 个系统;旱季流量可以带动 $5736 / 672.9 = 8.52$ 个系统;常年平均带动 $14300 / 672.9 = 21.25$ 个系统;以每个系统39万千瓦计算,年发电量为: $21.25$ (系统数)\* $390000$ (单台发电机功率)\* $365$ (天数)\* $24$ (小时)=726亿千瓦时,接近三峡水电站多年平均发电量846.8亿千瓦时。

[0006] 葛洲坝库区来水主要来自三峡大坝的泄水,三峡和葛洲坝之间水位差60米,如果以落差3米建一个坝计算,需要建19个坝,将形成20个水位呈阶梯式降低的独立水库,建坝时选择航道水深最浅处为坝址,这样,即降低坝的高度,又有利于形成水库后增加航道深度;因形成水库后水深有所增加,河道两侧江堤需要适当加高;大坝将原河道水流拦住,来自三峡的泄水将全部通过引水管道流入葛洲坝库区,但因为有了挡水坝形成的水库,此时原河道的水位并不会降低,仍能维持航运、灌溉、养殖等功能;河道上建了大坝,航运问题可以利用船闸解决。河道上建的19个大坝,因坝的上游和下游之间只有3米的落差,所以坝的承重只有三米水深的压强,相当于每平方米坝体承受3吨的压力;原河道为2级航道,所以航道水深平均不超过4米,河道宽度平均700米左右;平均估算挡水坝的高度7米,坝顶宽度2米,坝底宽度3米,长度800米;而三峡大坝全长2309米、坝顶高程185米,最大坝高181米,坝顶宽度15米,底部宽度为124米;一个三峡大坝的土石方是19个挡水坝土石方总和的118倍;加上三峡大坝的内部功能使其结构复杂而增加的施工难度而增加的造价,修建19个这样的挡水坝,其造价不到三峡大坝的1%。而且这个大坝还可以同时兼有大桥的功能,与其说是建坝,不如说是建桥;两侧的桥墩之间建坝,中间的桥墩之间,为了行船,可以修建一个船闸;这个船闸,可以采用本发明人的另外一个专利中提出的转门式旋转船闸,转门式船闸,不需要动力驱动,行船自助过闸,随到随走,无需等待;河道被分割成十几个库区,航道的水会变得更深,水流速度会变低,甚至静止;航道等级提升,通航船舶的吨位可以增大,没有了急流和险滩,船会行驶得更加平稳;没有了逆流而上的艰难,可以大大减少能源的消耗,节省行船的费用;改善了航运条件的同时,库区还可以发展水产养殖,原来的河道,因为水流湍急,不适

于水产养殖,修建了大坝后,水流速度减缓,非常适于养殖作业。

[0007] 本发明的有益效果为:

本发明的方案如能成功实施,其综合经济效益将十分显著。1) 建站成本低,三峡工程采用的70万千瓦水轮发电机组单台采购价4.3亿元人民币,链条式水力发电系统,水轮机为链条式水轮机,其制造简单,造价很低,发电机因为可以采用主轴非直连的方式安装,水轮机与发电机之间可以加装增速齿轮,所以可以选用高转速发电机,一台100万千瓦额定转速为1500转/分的发电机价格在1.2亿元左右,核算70万千瓦为8400万,所以,相同容量的设备采购费用可以降低5倍;三峡水电站的70万千瓦水轮机,其底环直径13.2米,高0.7米。重量112吨;导页重230.4吨;转轮直径10.6米,高5.1米,重量445吨;主轴直径4米,高6.68米,重110吨;其全重近4000吨。由于其体积庞大,运输和安装难度都极高;而本发明的发电技术不需要水轮机,只需要链轮、链条和叶片,这些部件的制造工艺简单,造价低廉,单件体积小、重量轻,现场组装,安装方便;三峡电站采用的70万千瓦水轮发电机,其外径达23米,高5米,主轴直径4米。重量达到3333.5吨。而由哈电集团自主研发的体积最小的1000兆瓦超临界汽轮发电机,长宽高为11000×3800×4200毫米,运输重量为380吨;体积重量相差悬殊,运输安装费用自然不可同日而语;不用建主坝,省却的建主坝费用,足够建设十几个简易拦水坝和铺设引水管道而大大有余;2) 不影响原自然景观和生态环境。3) 不用移民,可省去可观的移民费用,三峡移民费用400多亿元。4) 河道变成水库,大江上凭空出现了近20座横跨两岸的桥梁,这对两岸的人文交流和陆上交通运输将带来极大的便利,降低运输成本的同时,将会极大地促进两岸的经济发展;水流速度减缓,航道变深、变宽,相当于建造了一条水上高速公路,既能增大船舶的吨位,又能增加行船的数量,还能提高行船的速度;在极大地提高航运效益的同时,还能增加水产养殖效益;而能产生这样的效果,完全得益于本系统的独特特性,即吸收水流动能的发电过程对水流不产生任何阻力,这是现有技术水轮机无法做到的。

## 附图说明

[0008] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一个实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0009] 附图1为链条式水轮机发电系统组成示意图;

附图2为链条式水轮机组组成示意图;

附图3为转门式船闸结构示意图;

图中:00、沿岸江堤;10、链条式水轮机;121、动力输出链轮;21、引水管;22、流量控制阀门;23、出水管;30、浮箱;31、浮箱导轨;40、固定链条传动机构;41、增速齿轮;50、发电机;51、发电机主轴齿轮;60、圆弧形坝体;71、圆弧形闸门;72、直板闸门;73、闸门转轴。

## 具体实施方式

[0010] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有

其他实施例,都属于本发明的保护范围。

[0011] 在葛洲坝水库库区江岸的左右江堤00之上,修建链条式水轮机发电系统;引水管21自水底以90度转弯升至水面之上;紧贴江堤沿水流方向布置,出水管23和链条式水轮机10,通过出水管支架24和水轮机支架25固定在浮箱30之上,浮箱30沿浮箱导轨31上下浮动;动力输出链轮121与固定链条传动机构的链条啮合,将链条式水轮机10吸收的水流动力传递给升速齿轮41;升速齿轮41与发电机50主轴上的输入齿轮51啮合,带动发电机50发电。

[0012] 原河道上修建19个挡水坝,相邻挡水坝高度差为3米;挡水坝同时兼有大桥的功能,位于江中心的两个桥墩之间修建转门式船闸,其他桥墩之间建坝;转门式船闸如图3所示,其由两个圆弧形闸门和一个直板闸门组成,直板闸门的中心设有转轴,转轴插入固定在坝体上的上下横梁上的轴承内孔中;圆弧形闸门与圆弧形坝体配合,相互之间间隙很小;转门式船闸不需要动力驱动,其旋转靠行船的动力推动;在没有行船推动的情况下,上下游水库水位差产生的压力,对转门式船闸产生的旋转力矩大小相等方向相反,正负相抵,闸门处于静止状态;闸门旋转180度,上行船进入上游库区,同时,下行船进入下游库区。

[0013] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

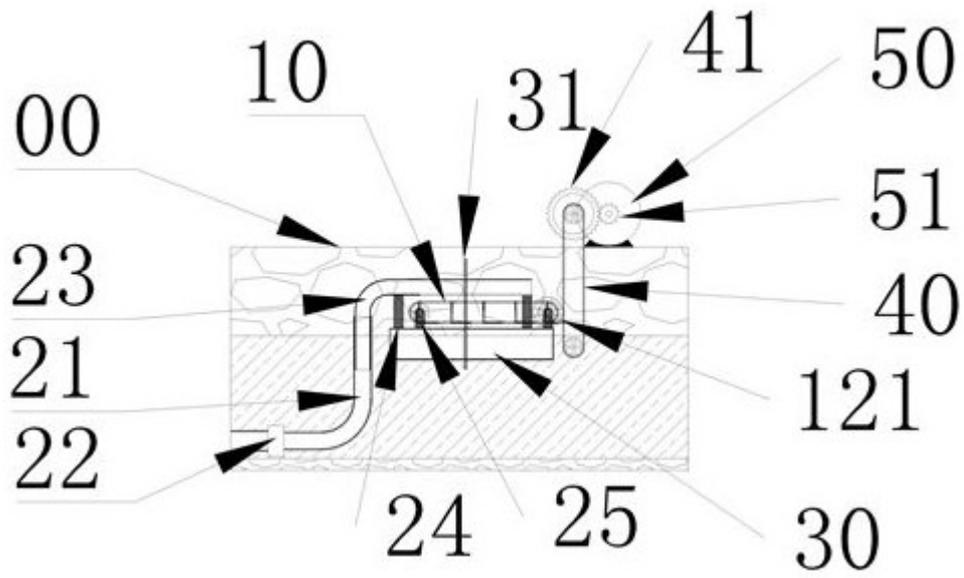


图1

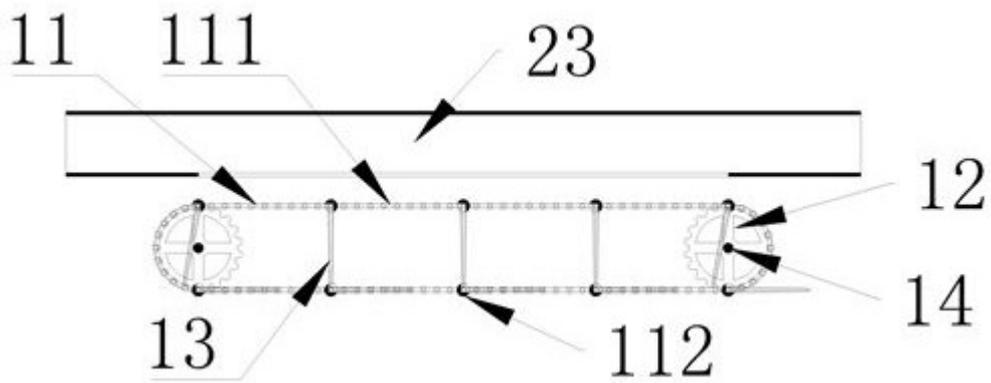


图2

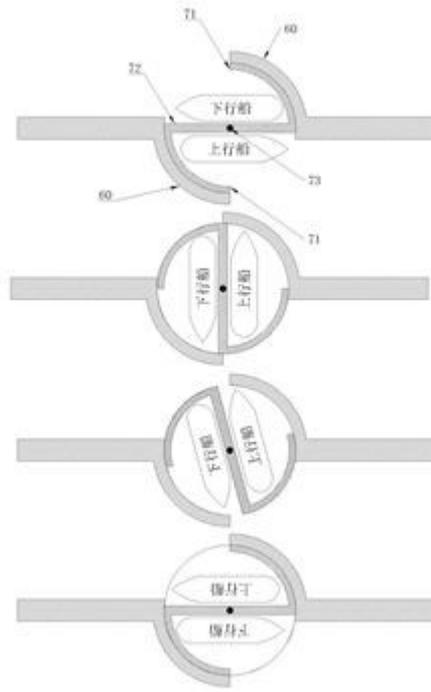


图3