



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105090048 B

(45)授权公告日 2017.06.23

(21)申请号 201510422804.5

F03B 3/12(2006.01)

(22)申请日 2015.07.17

审查员 安丽丽

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105090048 A

(43)申请公布日 2015.11.25

(73)专利权人 河海大学

地址 211100 江苏省南京市江宁区佛城西路8号

(72)发明人 周大庆 沈萍菲 陈会向 王斌

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 张华蒙

(51)Int.Cl.

F04D 13/04(2006.01)

F03B 11/02(2006.01)

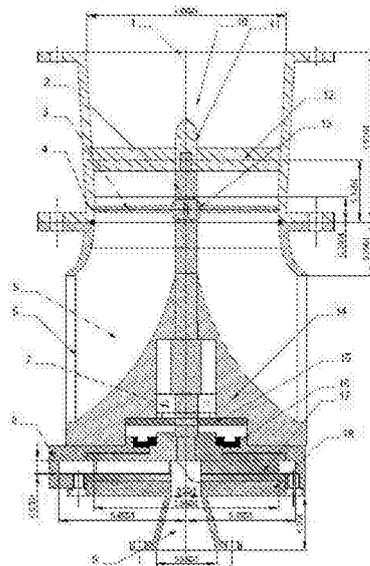
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

微水头流速型水轮泵

(57)摘要

本发明公开了微水头流速型水轮泵,属于水轮泵技术领域,包括水轮机、水泵和泵轴;所述的水轮机包括水轮机进水流道、水轮机转轮室和尾水管,水泵包括进水泵进水流道、水泵叶轮室和蜗壳,水轮机进水流道和水轮机转轮室为一体式设计,水轮机转轮室与尾水管相连,尾水管与轴承体为一体式设计,蜗壳的另一端与水泵进水流道连接,在水泵进水流道的进口设有水泵进水流道进口,在水轮机进水流道的入口设有水轮机进水流道进口。本发明通过利用水流流动产生的动能作为动力解决了传统水轮泵在平原地区无法使用或者有效工作时间少的问题,在相同水头下,它比低水头常用的轴流式水轮机通过的流量要大1/4左右。



1. 微水头流速型水轮泵,其特征在于:包括水轮机、水泵和泵轴(2);所述的水轮机包括水轮机进水流道(10)、水轮机转轮室(4)和尾水管(5),所述的水泵包括水泵进水流道(18)、水泵叶轮室(17)和蜗壳(8),所述的水轮机进水流道(10)和水轮机转轮室(4)为一体式设计,水轮机转轮室(4)与尾水管(5)相连,尾水管(5)与轴承体(14)为一体式设计,尾水管(5)为喇叭状金属外壳,轴承体(14)通过4个周向均匀分布的螺栓与蜗壳(8)的一端相连,蜗壳(8)的另一端与水泵进水流道(18)连接,在水泵进水流道(18)的进口设有水泵进水流道进口(9),在水轮机进水流道(10)的入口设有水轮机进水流道进口(1);在泵轴(2)的前端设置导水锥(11),导水锥(11)位于水轮机进水流道(10)内;所述的泵轴(2)分为第一段泵轴及第二段泵轴,转轮叶片(3)设置在第一段泵轴上,水泵叶轮室(17)设置在第二段泵轴上;转轮叶片(3)与轮毂(13)焊接固定,轮毂(13)通过键槽固定在泵轴(2)上;水轮机转轮室(4)为一球形金属外壳,转轮叶片(3)转轮直径 $D_1$ ,水轮机转轮室(4)长度 $L_1$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.133\sim 0.141$ ;水轮机进水流道(10)为一长度为 $0.92D_1$ 的渐缩筒型金属外壳,水轮机进水流道进口(1)为一个 $1.08D_1$ 直径的圆孔;轮毂(13)直径 $D_h$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.156\sim 0.164$ ,轮毂(13)长度 $L_0$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.106\sim 0.114$ ;转轮叶片(3)的转轴直径 $D_0$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.112\sim 0.120$ ;水泵进水流道(18)为一渐缩筒型金属外壳,长度为 $0.3D_1$ ,水泵进水流道进口(9)为一个 $0.33D_1$ 直径的圆孔,水泵进水流道进口(9)的出口为一个 $0.2D_1$ 直径的圆孔。

2. 根据权利要求1所述的微水头流速型水轮泵,其特征在于:所述的泵轴(2)的顶端设有螺纹,在导水锥(11)底部设置有与泵轴(2)顶端的螺纹配合的螺钉孔。

3. 根据权利要求1所述的微水头流速型水轮泵,其特征在于:所述的水泵叶轮室(17)的桨叶与水泵前后盖板焊接成一体,蜗壳(8)设置在所述的水泵叶轮室(17)外侧。

4. 根据权利要求1所述的微水头流速型水轮泵,其特征在于:所述的导水锥(11)与径向均匀分布的3个支墩(12)焊接成一体,3个支墩(12)的另一端均分别焊接在水轮机进水流道(10)内壁上。

5. 根据权利要求1所述的微水头流速型水轮泵,其特征在于:在所述的水轮机进水流道(10)外侧焊接一圈法兰,在法兰四周均匀设置6个螺栓孔;在水轮机转轮室(4)出口外侧和尾水管进口外侧均分别焊接一圈法兰,在法兰四周都均匀布置6个螺栓孔;在所述的水泵进水流道进口(9)的外侧焊接一圈法兰,在法兰四周均匀设置4个螺栓孔。

6. 根据权利要求1所述的微水头流速型水轮泵,其特征在于:所述的轴承体(14)内设置有一对轴承(7),轴承(7)为不锈钢201深沟球轴承(7);在所述的轴承体(14)上设有顶盖(15),顶盖(15)通过3个周向均匀分布的螺钉固定。

7. 根据权利要求1所述的微水头流速型水轮泵,其特征在于:所述的水泵叶轮室(17)中的水泵桨叶(19)桨叶数为 $5\sim 7$ 个,水泵桨叶(19)由一个等厚度翼型沿轴向拉伸而成,其桨叶包角为 $120^\circ$ 。

## 微水头流速型水轮泵

### 技术领域

[0001] 本发明属于水轮泵技术领域,具体涉及微水头流速型水轮泵。

### 背景技术

[0002] 水轮泵由水轮机和水泵两部分组成,其基本原理为用水流推动水轮机转轮叶片旋转做功,从而带动安装在水轮机转轮上的主轴旋转,使主轴获得一定的旋转机械能,通过主轴将机械能传递给水泵叶轮,使水泵桨叶旋转,桨叶推动一部分水流旋转,将水流流体从低处送至高处,水泵叶轮机械能就转变为该水体的势能,从而达到了将水泵中流过的较小水体提升到高处的目的。这种直接提水方式,免去了水力发电及将电能通过电动机驱动水泵提水过程中的若干中间能量转换环节,省去了输变电系统,效率高、投资省。它还具有不用油,不耗电,无污染的优点,所以这样一种经济实惠的水力提灌机械在能源和水资源都极度匮乏的当代中国对人们的农、林、牧业生产、生活用水当中仍能起到重要作用。

[0003] 然而传统的水轮泵结构较为复杂,对水流的水头要求比较高,因此在地势梯度不明显的平原地带,传统水轮泵的使用受到了有效工作时间少、工作效益低下等缺点的限制。

### 发明内容

[0004] 发明目的:本发明提供了微水头流速型水轮泵,在相同水头下,它比低水头常用的轴流式水轮机通过的流量要大1/4左右,因此功率也大;同时其具有扬程高、流量连续均匀、效率高和结构简单等优点。

[0005] 技术方案:本发明的微水头流速型水轮泵,具体包括以下几个步骤:

[0006] 微水头流速型水轮泵,包括水轮机、水泵和泵轴;所述的水轮机包括水轮机进水流道、水轮机转轮室和尾水管,所述的水泵包括进水泵进水流道、水泵叶轮室和蜗壳,所述的水轮机进水流道和水轮机转轮室为一体式设计,水轮机转轮室与尾水管相连,尾水管与轴承体为一体式设计,尾水管为喇叭状金属外壳,轴承体通过4个周向均匀分布的螺栓与蜗壳的一端相连,蜗壳的另一端与水泵进水流道连接,在水泵进水流道的进口设有水泵进水流道进口,在水轮机进水流道的入口设有水轮机进水流道进口;在泵轴的前端设置导水锥,导水锥位于水轮机进水流道内;所述的泵轴分为第一段泵轴及第二段泵轴,转轮叶片设置在第一段泵轴上,水泵叶轮室设置在第二段泵轴上;转轮叶片与轮毂焊接固定,轮毂通过键槽固定在泵轴上。

[0007] 水轮机转轮室为一球形金属外壳,转轮叶片转轮直径 $D_1$ ,水轮机转轮室长度 $L_1$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.133\sim 0.141$ ;水轮机进水流道为一长度为 $0.92D_1$ 的渐缩筒型金属外壳,水轮机进水流道进口为一个 $1.08D_1$ 直径的圆孔;轮毂直径 $D_h$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.156\sim 0.164$ ,轮毂长度 $L_0$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.106\sim 0.114$ ;转轮叶片的转轴直径 $D_0$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.112\sim 0.120$ ;水泵进水流道为一渐缩筒型金属外壳,长度为 $0.3D_1$ ,水泵进水流道进口为一个 $0.33D_1$ 直径的圆孔,水泵进水流道进口的出口为一个 $0.2D_1$ 直径的圆孔。

[0008] 所述的泵轴的顶端设有螺纹,在导水锥底部设置有与泵轴2顶端的螺纹配合的螺钉孔。

[0009] 所述的水泵叶轮的桨叶与离心泵前后盖板焊接成一体,蜗壳设置在所述的水泵叶轮外侧。

[0010] 所述的导水锥与径向均匀分布的3个支墩焊接成一体,3个支墩的另一端均分别焊接在水轮机进水流道内壁上。

[0011] 在所述的水轮机进水流道外侧焊接一圈法兰,在法兰四周均匀设置6个螺栓孔;在水轮机转轮室出口外侧和尾水管进口外侧均分别焊接一圈法兰,在法兰四周都均匀布置6个螺栓孔;在所述的水泵进水流道进口的外侧焊接一圈法兰,在法兰四周均匀设置4个螺栓孔。

[0012] 所述的轴承体内设置有一对轴承,轴承为不锈钢201深沟球轴承;在所述的轴承体上设有顶盖,顶盖通过3个周向均匀分布的螺钉固定。

[0013] 所述的水泵叶轮室中的水泵桨叶桨叶数为5~7个,水泵桨叶由一个等厚度翼型沿轴向拉伸而成,其桨叶包角为 $120^{\circ}$ 。

[0014] 有益效果:与现有技术相比,本发明的微水头流速型水轮泵结构简单,制造工艺简单,通过利用水流流动产生的动能作为动力解决了传统水轮泵在平原地区无法使用或者有效工作时间少的问题,并保持了传统水轮泵节能、环保、无污染、能源利用率高的特性;在相同水头下,它比低水头常用的轴流式水轮机通过的流量要大1/4左右。设计并推广适用于平原的流速型水轮泵有极大的现实意义,不仅能有效改进平原地区农业灌溉方式,提高灌溉效率,并且能有效减少能源水资源负载,提高生产效益,具备很好的实用性。

## 附图说明

[0015] 图1是微水头流速型水轮泵整体结构示意图;

[0016] 图2是水轮机转轮各部分尺寸示意图;

[0017] 图3是水轮机转轮叶片在轮毂处的翼型分布及形状示意图;

[0018] 图4是水轮机转轮叶片在 $0.6D_1$ 处的翼型分布及形状示意图;

[0019] 图5是水轮机转轮叶片在 $D_1$ 处的翼型分布及形状示意图;

[0020] 图6是水轮机转轮叶片立体结构示意图;

[0021] 图7是水泵蜗壳示意图;

[0022] 图8是水泵桨叶翼型形状示意图。

## 具体实施方式

[0023] 下面结合附图及具体实例对本发明作进一步说明。

[0024] 如图1~8所示,其包含如下零部件和尺寸标记:水轮机进水流道进口1、泵轴2、转轮叶片3、水轮机转轮室4、尾水管5、尾水管出口6、轴承7、蜗壳8、水泵进水流道进口9、水轮机进水流道10、导水锥11、支墩12、轮毂13、轴承体14、顶盖15、密封圈16、水泵叶轮室17、水泵进水流道18、水泵桨叶19;转轮直径 $D_1$ 、转轴直径 $D_0$ 、轮毂直径 $D_h$ 、轮毂长度 $L_0$ 、叶轮室长度 $L_1$ ;叶轮叶片翼型弦长 $l$ 、叶轮叶片栅距 $t$ 、叶轮叶片处翼型最大厚度 $d$ 、叶轮叶片翼型最大厚度点到前缘距离 $x_d$ 、叶轮叶片翼型最大弯度 $f$ 、叶轮叶片翼型最大弯度点到前缘距离 $x_f$ 、叶

轮叶片翼型边侧厚度 $b$ 、蜗壳螺旋线第1段圆弧 $R_1$ 、蜗壳螺旋线第2段圆弧 $R_2$ 、蜗壳螺旋线第3段圆弧 $R_3$ (注:下标1~3分别代表水轮机转轮叶片在轮毂、 $0.6D_1$ 及 $D_1$ 处翼型参数,下表 $p$ 代表水泵浆叶的翼型参数)。

[0025] 如图1~8所示,微水头流速型水轮泵包括水轮机、水泵和泵轴2。水轮机包括进水轮机进水流道10、水轮机转轮室4和尾水管5,水泵包括进水泵进水流道18、水泵叶轮室17和蜗壳8,泵轴2分为第一段轴及第二段轴,第一段泵轴用于固定水轮机转轮室4,第二段泵轴用于固定水泵叶轮室17。在泵轴顶端加工有螺纹。在第一段轴上固定设置转轮叶片3,在泵轴2的前端设置有导水锥11,导水锥11与径向均匀分布的3个支墩12焊接成一体,3个支墩12的另一端均分别焊接在水轮机进水流道10内壁上,在导水锥11底部设置有螺钉孔,与泵轴2顶端的螺栓间隙配合;在第二段轴上固定有水泵叶轮室17,水泵叶轮室17桨叶与离心泵前后盖板焊接成一体,在水泵叶轮室17外侧设置有矩形断面的蜗壳8。密封圈16设置在蜗壳8和水泵叶轮室17的贴合处外表面上,用于防止蜗壳8和水泵叶轮室17的水从间隙中漏出。

[0026] 为了避免水流流经泵轴2时发生剧烈的撞击,减少水力损失,在进水流道10内设置了流线型导水锥11;支墩12为等截面的柱体,起到支撑转轮叶片3和减少泵轴2的径向振动的作用。

[0027] 其中,水轮机进水流道10和水轮机转轮室4加工成为一个整体,在水轮机进水流道10外侧焊接一圈法兰,在法兰四周均匀设置6个螺栓孔,方便抽水灌溉时装置的固定。在水轮机转轮室4出口外侧和尾水管5进口外侧均分别焊接一圈法兰,在法兰四周都均匀布置6个螺栓孔,通过螺栓将法兰固定从而将水轮机转轮室4与尾水管5连接起来,在水轮机转轮室4与尾水管5的连接面外圈垫上垫片,防止漏水。

[0028] 其中,尾水管5与轴承体14焊接为一个整体。在轴承体14内设置有一对轴承7,轴承7为不锈钢201深沟球轴承7,用来承受水轮泵在运转过程中产生的双向轴向力。两个轴承7均用润滑油润滑。在轴承体14上设有顶盖15,顶盖15通过3个周向均匀分布的螺钉固定,中间垫上垫片,防止润滑油外漏或轴承进水。

[0029] 水轮机进水流道10为一渐缩筒型金属外壳,长度为 $0.92D_1$ ,水轮机进水流道进口1为一个 $1.08D_1$ 直径的圆孔。水轮机转轮室4为一球形金属外壳,转轮直径 $D_1$ ,叶轮室长度 $L_1$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.133\sim 0.141$ 。水轮机转轮室4内设置有贯流式转轮,转轮叶片数为4~6。转轮叶片3的叶片由不等厚度、不等弦长的翼型组成,两端翼型大小不同。转轮轮毂13与水轮机叶片3通过焊接连接,在轮毂13上开设有凹槽,泵轴2上安装水轮机转轮的对应位置设置有键槽,转轮与泵轴2通过键相互固定。轮毂比即轮毂直径 $D_h$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.156\sim 0.164$ ,轮毂长度 $L_0$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.106\sim 0.114$ 。尾水管5为一喇叭状金属外壳,尾水管进口6为一个垂直于泵轴方向的一定直径的圆孔,尾水管出口6为沿泵轴径向均匀分布的4个倒有圆角的矩形。转轴直径 $D_0$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为 $0.112\sim 0.120$ 。

[0030] 工作过程:微水头流速型水轮泵适用于平原地区,其中,水轮机、水泵及可转动的设置在泵体内的泵轴2。当河流中有 $2\text{m/s}$ 及以上的流动水流时,即可将此微水头流速型水轮泵置于河流中进行抽水。水流从水轮机进水流道进口1流入,流经导水锥11后以一定的压力与流速推动水轮机转轮叶片3旋转做功,将水能转化为机械能,从而使泵轴2旋转,水流流经水轮机转轮后进入尾水管5,由于受到尾水管5流道的约束作用,水流由轴向流动逐渐过渡为径向流动,最后从尾水管5出口流出;旋转的泵轴2带动固定在泵轴2上的水泵叶轮室17转

动,旋转的浆叶对叶轮中的水做功,迫使它旋转。旋转的水流在惯性离心力的作用下流入蜗壳8,于是在叶轮中心形成低压区,水泵进水流道18内的水就被吸入叶轮,从而将水从低处移到高处。

[0031] 如图2至图6所示,转轮叶片3以轮毂13,即直径为 $D_h$ 的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{l}{l})_1$ 为0.945~0.949,以0.6倍转轮直径 $D_1$ 为直径的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{l}{l})_2$ 为0.301~0.305,转轮最外缘圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{l}{l})_3$ 为0.211~0.215。

[0032] 如图2和图3所示,转轮叶片3在轮毂13处,即直径为 $D_h$ 处翼型弦长 $l_1$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值约为0.093~0.097,该翼型最大厚度 $d_1$ 与其弦长 $l_1$ 的比值 $(\frac{d}{l})_1$ 为0.122~0.126,该翼型最大厚度点到前缘的距离 $x_{d1}$ 与其弦长 $l_1$ 的比值 $(\frac{x_d}{l})_1$ 为0.314~0.318,该翼型最大弯度 $f_1$ 与其弦长 $l_1$ 的比值 $(\frac{f}{l})_1$ 为0.091~0.095,该翼型最大弯度点至前缘的距离 $x_{f1}$ 与其弦长 $l_1$ 的比值 $(\frac{x_f}{l})_1$ 为0.470~0.474,为了方便制造加工,翼型后部增加厚度 $b_1$ ,它与弦长 $l_1$ 的比值 $(\frac{b}{l})_1$ 为0.001~0.005。

[0033] 如图2和图4所示,转轮叶片3在0.6倍转轮直径 $D_1$ 处翼型弦长 $l_2$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为0.112~0.116,该翼型最大厚度 $d_2$ 与其弦长 $l_2$ 的比值 $(\frac{d}{l})_2$ 为0.109~0.113,该翼型最大厚度点到前缘的距离 $x_{d2}$ 与其弦长 $l_2$ 的比值 $(\frac{x_d}{l})_2$ 为0.303~0.308,该翼型最大弯度 $f_2$ 与其弦长 $l_2$ 的比值 $(\frac{f}{l})_2$ 为0.074~0.078,该翼型最大弯度点至前缘的距离 $x_{f2}$ 与其弦长 $l_2$ 的比值 $(\frac{x_f}{l})_2$ 为0.496~0.450,为了方便制造加工,翼型后部增加厚度 $b_2$ ,它与弦长 $l_2$ 的比值 $(\frac{b}{l})_2$ 为0.002~0.006。

[0034] 如图2和图5所示,转轮叶片3轮缘外侧即转轮直径 $D_1$ 处翼型弦长 $l_3$ 与转轮直径 $D_1$ 的比值为0.131~0.135,该翼型最大厚度 $d_3$ 与其弦长 $l_3$ 的比值 $(\frac{d}{l})_3$ 为0.100~0.104,该翼型最大厚度点到前缘的距离 $x_{d3}$ 与其弦长 $l_3$ 的比值 $(\frac{x_d}{l})_3$ 为0.305~0.309,该翼型最大弯度 $f_3$ 与其弦长 $l_3$ 的比值 $(\frac{f}{l})_3$ 为0.063~0.067,该翼型最大弯度点至前缘的距离 $x_{f3}$ 与其弦长 $l_3$ 的比值 $(\frac{x_f}{l})_3$ 为0.499~0.503,为了方便制造加工,翼型后部增加厚度 $b_3$ ,它与弦长 $l_3$ 的比值

$(\frac{b}{l})_s$  为 0.004~0.008。

[0035] 如图1和图7所示,水泵包括进水泵进水流道18、水泵叶轮室17和蜗壳8。蜗壳8一端通过4个周向均匀分布的螺栓与轴承体连接,另一端通过6个周向均匀分布的螺钉与水泵进水流道18连接。水泵进水流道18为一渐缩筒型金属外壳,长度为0.3D1,水泵进水流道进口9为一个0.33D1直径的圆孔,水泵进水流道进口9的出口为一个0.2D1直径的圆孔。在水泵进水流道进口9的外侧焊接一圈一定厚度的法兰,法兰四周均匀设置4个螺栓孔,方便抽水灌溉时与刚性过渡管道的连接。

[0036] 其中,水泵叶轮室17为一圆柱形金属外壳,叶轮室直径为1.04D1,宽度为0.07D1,叶轮室17内设置有离心式叶轮。水泵浆叶19个数为5~7个,水泵浆叶19由一个等厚度翼型沿轴向拉伸而成,其浆叶包角为120°。浆叶翼型弦长 $l_p$ 与叶轮直径的比值为0.536~0.540,该翼型最大弯度 $f_p$ 与其弦长 $l_p$ 的比值 $(\frac{f}{l})_p$ 为0.258~0.262,该翼型最大弯度点至前缘的距离 $x_{fp}$ 与其弦长 $l_p$ 的比值 $(\frac{x_f}{l})_p$ 为0.419~0.423。

[0037] 如图8所示,以翼型前缘点为坐标原点0,翼型的弦为x轴,过翼型前缘点且垂直于弦的直线为y轴,则单位弦长翼型的翼型中线的拟合方程为: $y=0.5616x^3-1.8184x^2+1.2404x+0.0278$ ,拟合精度 $R^2=0.9875$ 。水泵浆叶19通过焊接与离心泵前后盖板连接成一个整体。叶轮上开设有凹槽,泵轴2上安装离心泵叶轮的对应位置设置有对应的键槽,叶轮与泵轴2通过键相互固定。蜗壳8断面为矩形,便于加工制造。蜗壳包角为345°,宽度为0.07D1,出口断面为0.22D1×0.07D1的矩形。蜗壳外圈螺旋线可近似拟合为3段圆弧线R1、R2、R3,圆弧线R1的半径为0.57D1,圆心在 $x_1y_1$ 坐标系中的坐标为(-0.032D1,0.02D1);圆弧R2的半径为0.63D1,圆心在 $x_1y_1$ 坐标系中的坐标为(-0.011D1,-0.038D1);圆弧线R3的半径为0.69D1,圆心在 $x_1y_1$ 坐标系中的坐标为(0.038D1,0.007D1)。蜗壳8出口通过螺栓连接一端管道,管道截面由矩形逐渐过渡为圆形,方便连接送水管道。

[0038] 以下是几个具体的计算实施例:

[0039] 实施例1

[0040] 设水轮泵转轮直径D1为200mm,转轮额定转速为954.93r/min,水轮机进口水流流速为2m/s,水轮机实测流量为72.72L/s,出力为295.40W,水轮机效率为66.52%;水泵实测流量为2.8L/s,轴功率242.68W,水泵扬程为6.81m,水泵效率为77.09%;水轮机进口水流流速为2.1m/s,水轮机实测流量为76.35L/s,出力为358.97W,水轮机效率为68.28%;水泵实测流量为3.6L/s,轴功率294.46W,水泵扬程为6.60m,水泵效率为79.12%;水轮机进口水流流速为2.2m/s,水轮机实测流量为79.99L/s,出力为424.90W,水轮机效率为69.34%;水泵实测流量为4.4L/s,轴功率324.07W,水泵扬程为5.57m,水泵效率为74.25%;符合设计要求。

[0041] 实施例2

[0042] 设水轮泵转轮直径D1为300mm,转轮额定转速为636.62r/min,水轮机进口水流流速为2m/s,水轮机实测流量为163.61L/s,出力为677.26W,水轮机效率为67.54%,水泵实测流量为6.3L/s,轴功率546.51W,水泵扬程为6.87m,水泵效率为77.73%;水轮机进口水流流

速为2.1m/s,水轮机实测流量为171.79L/s,出力为821.66W,水轮机效率为69.15%,水泵实测流量为8.1L/s,轴功率665.15W,水泵扬程为6.67m,水泵效率为79.69%;水轮机进口水流流速为2.2m/s,水轮机实测流量为179.97L/s,出力为971.46W,水轮机效率为70.28%,水泵实测流量为9.9L/s,轴功率732.89W,水泵扬程为5.66m,水泵效率为75.02%;符合设计要求。

[0043] 实施例3

[0044] 设水轮泵转轮直径D1为400mm,转轮额定转速为477.46r/min,水轮机进口水流流速为2m/s,水轮机实测流量为290.86L/s,出力为1218.91W,水轮机效率为68.06%,水泵实测流量为11.2L/s,轴功率971.93W,水泵扬程为6.89m,水泵效率为77.88%;水轮机进口水流流速为2.1m/s,水轮机实测流量为305.40L/s,出力为1477.27W,水轮机效率为69.74%,水泵实测流量为14.4L/s,轴功率1182.24W,水泵扬程为6.70m,水泵效率为80.07%;水轮机进口水流流速为2.2m/s,水轮机实测流量为319.95L/s,出力为1745.42W,水轮机效率为70.95%,水泵实测流量为17.6L/s,轴功率1306.19W,水泵扬程为5.72m,水泵效率为75.55%;符合设计要求。

[0045] 实施例4

[0046] 设水轮泵转轮直径D1为500mm,转轮额定转速为381.97r/min,水轮机进口水流流速为2m/s,水轮机实测流量为454.47L/s,出力为1921.96W,水轮机效率为68.64%,水泵实测流量为17.5L/s,轴功率1516.85W,水泵扬程为6.92m,水泵效率为78.29%;水轮机进口水流流速为2.1m/s,水轮机实测流量为477.20L/s,出力为2327.34W,水轮机效率为70.11%,水泵实测流量为22.5L/s,轴功率1852.88W,水泵扬程为6.76m,水泵效率为80.49%;水轮机进口水流流速为2.2m/s,水轮机实测流量为499.92L/s,出力为2748.59W,水轮机效率为71.33%,水泵实测流量为27.5L/s,轴功率2044.24W,水泵扬程为5.76m,水泵效率为75.95%;符合设计要求。

[0047] 本发明中涉及的未说明部份与现有技术相同或采用现有技术加以实现。应当指出:对于本技术领域的技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

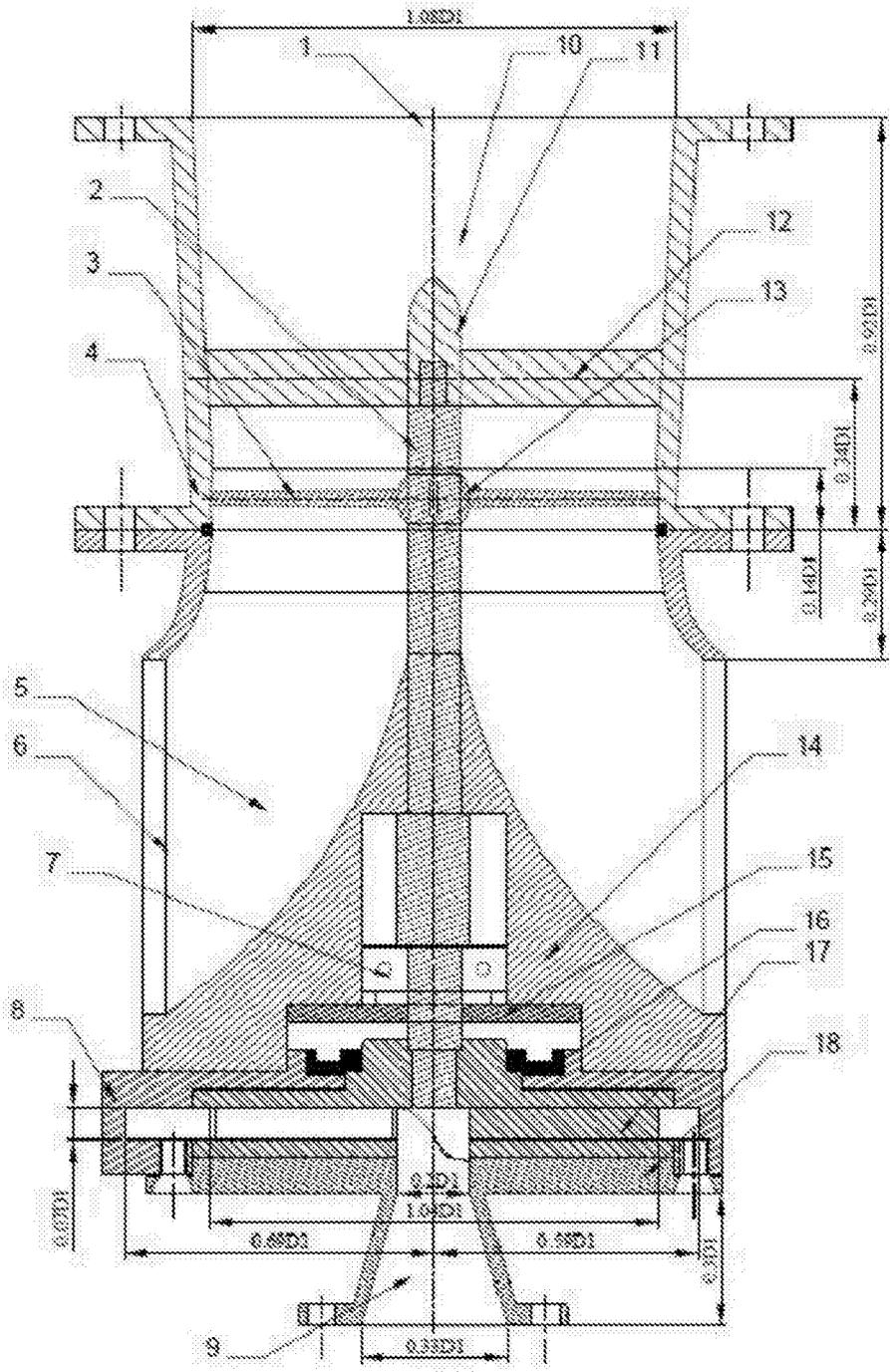


图1

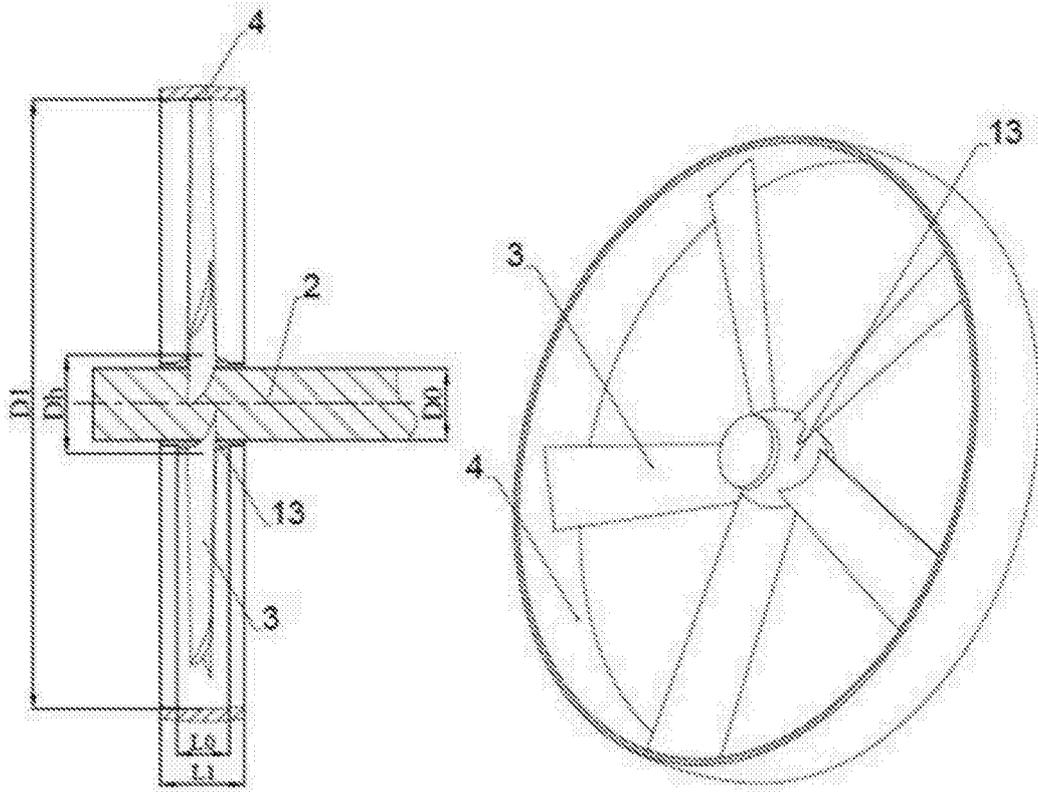


图2

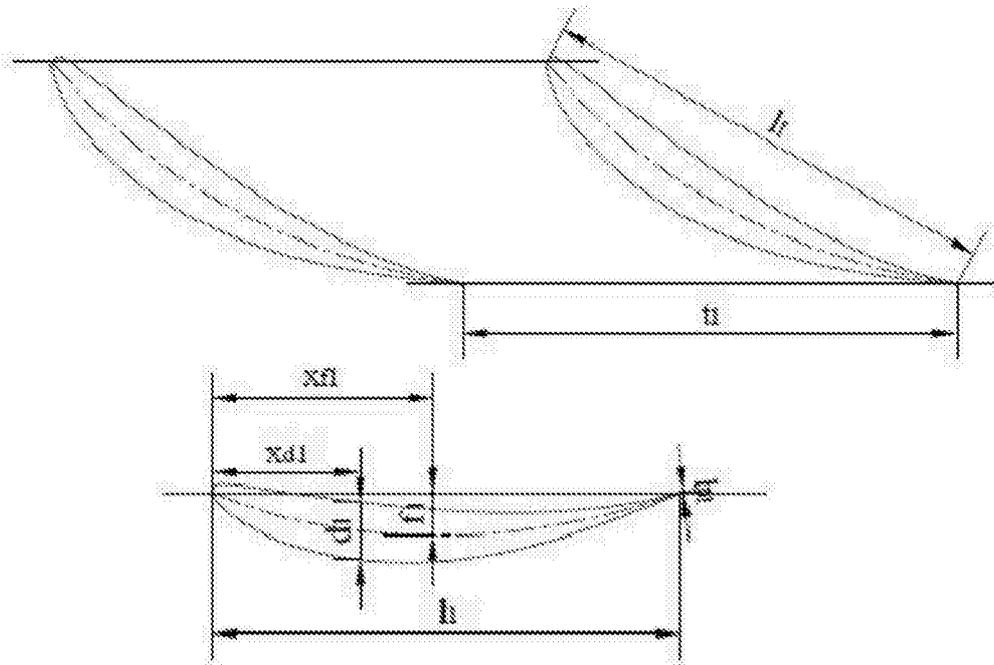


图3

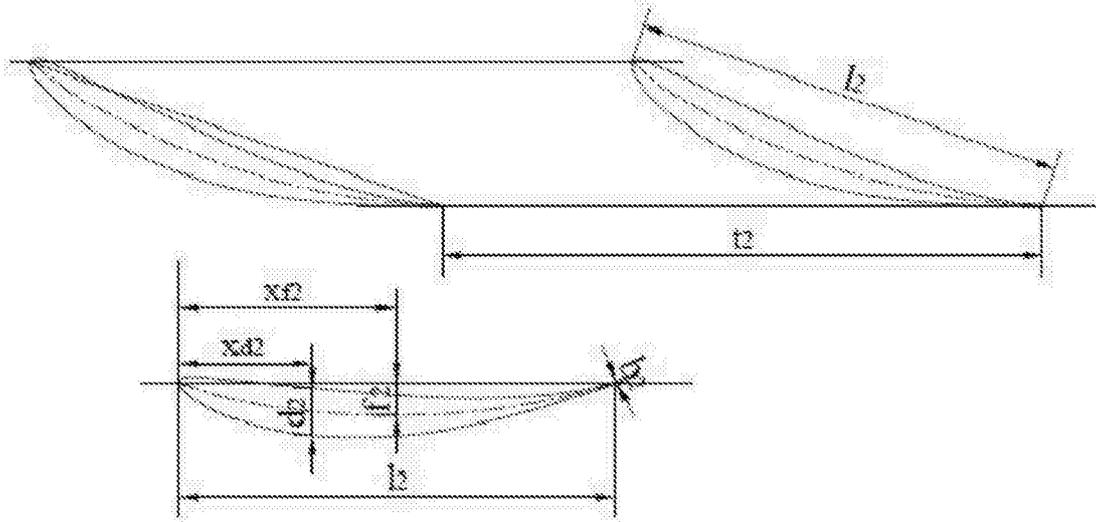


图4

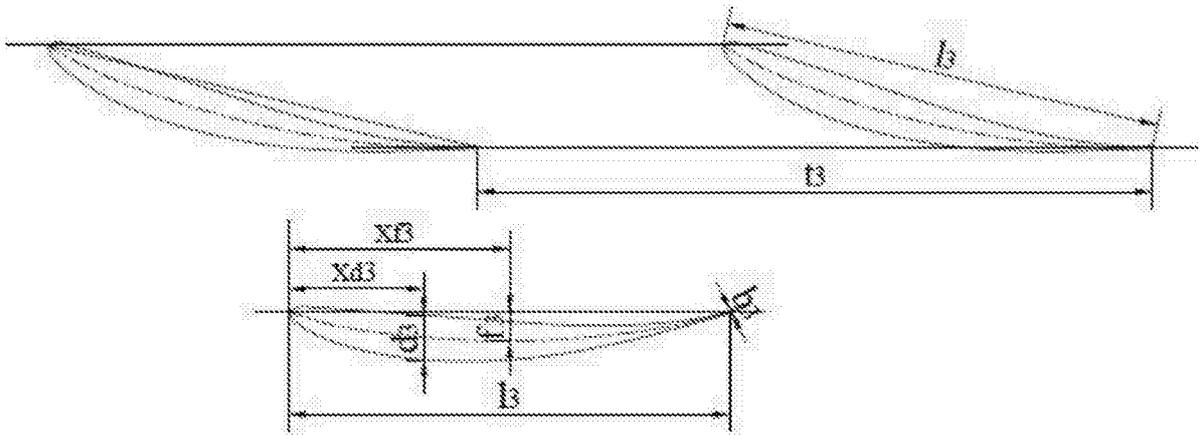


图5

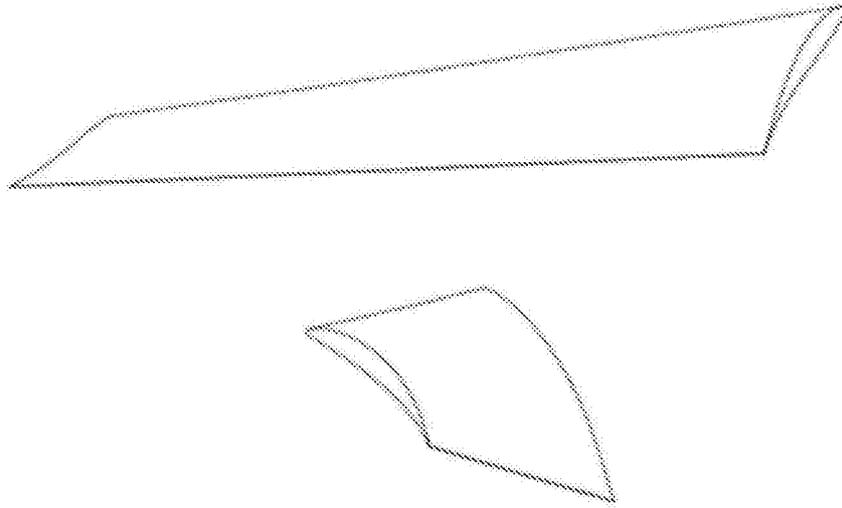


图6

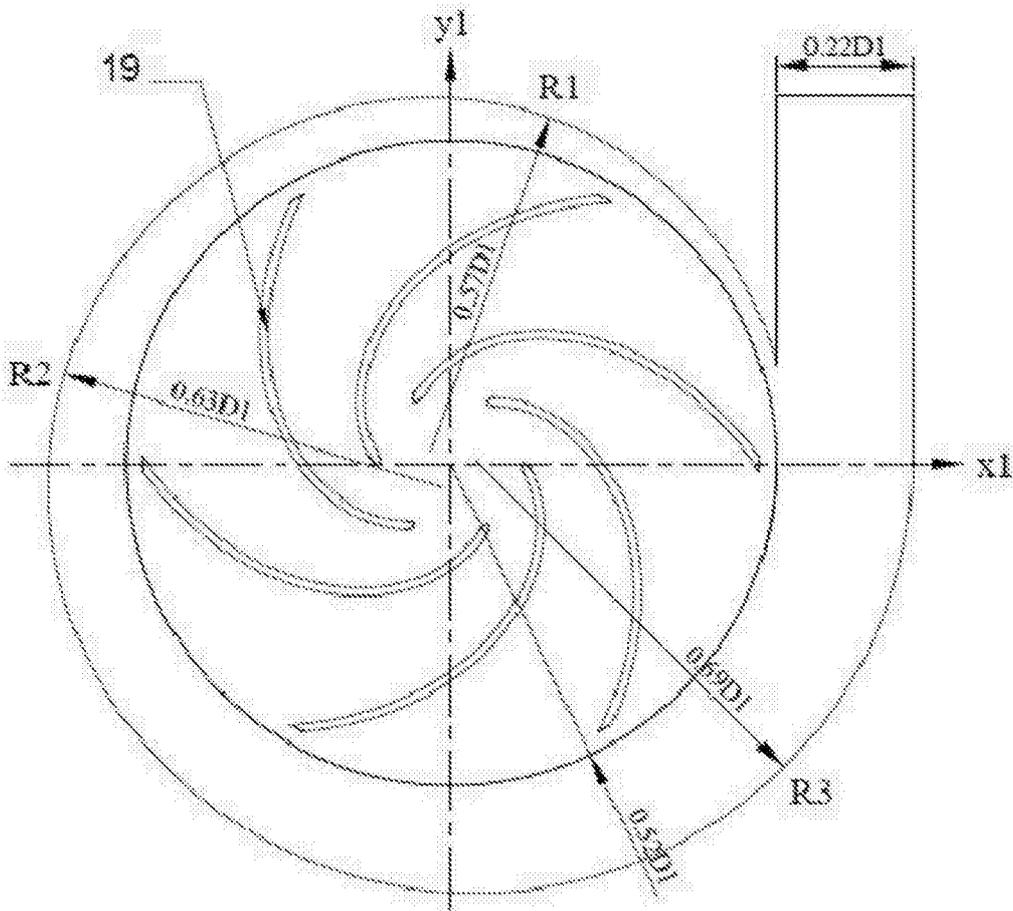


图7

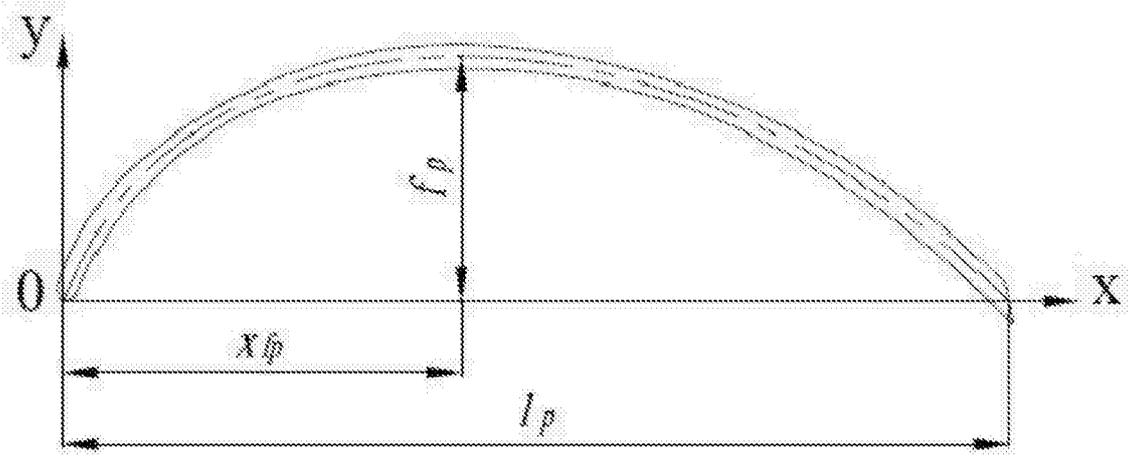


图8