



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112461533 A

(43) 申请公布日 2021.03.09

(21) 申请号 202011340433.3

(22) 申请日 2020.11.25

(71) 申请人 扬州大学

地址 225009 江苏省扬州市大学路88号

(72) 发明人 徐波 刘健峰 陆伟刚 陆林广

徐磊 陈华

(74) 专利代理机构 南京理工大学专利中心

32203

代理人 唐代盛 张玲

(51) Int.Cl.

G01M 13/003 (2019.01)

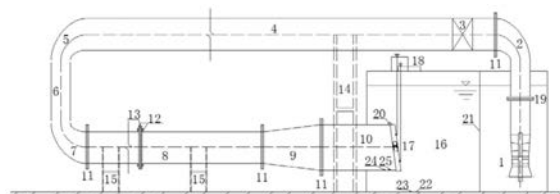
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

一种拍门水头损失实验测试系统及其使用方法

(57) 摘要

本发明公开了一种拍门水头损失实验测试系统及其使用方法。包括由贯流潜水电泵、PVC直角扩散弯头I、调控闸阀、PVC水平直管、PVC直角收缩弯头、PVC竖直直管、PVC直角扩散弯头II、有机玻璃水平直管、有机玻璃渐变管和透明塑料管依次连接形成的管道，管道支撑结构，拍门开角控制装置，透明塑料箱和测试子系统；透明塑料管尾端设置在透明塑料箱内，贯流潜水电泵位于透明塑料箱内，待测试的拍门门体通过铰接的方式连接于透明塑料管尾端上部，测试子系统用于数据的测试和采集。本发明可以通过渐变段及转弯段等管段的设计调整模型流道的规格尺寸；另一方面可以通过改变拍门布置型式、尺寸和开角，测得不同型式、规格尺寸的拍门在不同开度下的水头损失。



1. 一种拍门水头损失实验测试系统,其特征在于,包括由贯流潜水电泵(1)、PVC直角扩散弯头I(2)、调控闸阀(3)、PVC水平直管(4)、PVC直角收缩弯头(5)、PVC竖直直管(6)、PVC直角扩散弯头II(7)、有机玻璃水平直管(8)、有机玻璃渐变管(9)和透明塑料管(10)依次连接形成的管道,管道支撑结构,拍门开角控制装置(18),透明塑料箱(16)和测试子系统;

所述透明塑料管(10)尾端设置在透明塑料箱(16)内,所述贯流潜水电泵(1)位于透明塑料箱(16)内,待测试的拍门门体(17)通过铰接的方式连接于透明塑料管(10)尾端上部,所述管道支撑结构用于支撑管道,所述拍门开角控制装置用于控制拍门的开角,所述测试子系统用于数据的测试和采集。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,还包括稳流板(11),测压孔(12),标准孔板(13)和稳流栅(21);

所述PVC直角扩散弯头I(2)和PVC水平直管(4)连接处设有稳流板,有机玻璃水平直管(8)中设有标准孔板(13),在PVC直角扩散弯头II(7)和有机玻璃水平直管(8)连接处设有稳流板,在有机玻璃水平直管(8)和有机玻璃渐变管(9)连接处和有机玻璃渐变管(9)和透明塑料管(10)连接处都设有稳流板,在贯流潜水电泵(1)前的透明塑料箱中增设稳流栅(21)。

3. 根据权利要求2所述的系统,其特征在于,所述管道支撑结构包括“H”型固定支架I(14)和“H”型固定支架II(15);

所述PVC水平直管(4)在水泵侧通过一个“H”型固定架(14)固定支撑,在对应的另一侧通过一PVC竖直直管(6)和有机玻璃水平直管(8)支撑,所述PVC竖直直管(6)和有机玻璃水平直管(8)通过2个“H”型固定架(15)固定支撑。

4. 根据权利要求3所述的系统,其特征在于,所述拍门开角控制装置(18)包括手动螺旋杆(26),螺杆箱(27),连接螺杆(28)和铰接螺栓(29);所述透明塑料箱(16)上表面设有螺杆箱运行轨道(33);

所述螺杆箱(27)安装在透明塑料箱(16)上部,所述连接螺杆(28)一端通过铰接螺栓(29)与拍门门体(17)连接,通过调节手动螺旋杆(26)控制连接螺杆(28)移动,从而调节拍门门体(17)的开角。

5. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述拍门开角控制装置(18)安装有一微调装置(34),通过微调装置(34)轻幅度调节螺杆(28)的位置,从而对拍门开角进行微调。

6. 根据权利要求5所述的系统,其特征在于,所述测试子系统包括设置在拍门门体内、外测压点处的三通,和设置在拍门门体内布置的多普勒流速仪;所述三通的一端接压力、压差传感器,另一端接水位传感器,进行数据采集并将测试系统中拍门门体内、外的水位及水压数据通过传感器电信号发送到计算机。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,在安装单节拍门时,在拍门门轴中安装单节拍门的无触点角位移传感器(30A);

在安装有双节拍门时,在拍门门轴(20)中安装了上节拍门B的无触点角位移传感器(30B),在双节拍门中上节拍门B和下节拍门C铰接处安装了上节拍门B和下节拍门C铰接处的无触点角位移传感器(30C),无触点角位移传感器能够将机械转动或者角位移转化为电信号,最终将数据发送到计算机。

8. 根据权利要求7所述的系统,其特征在于,所述贯流潜水电泵(1)和PVC直角扩散弯头I(2)之间设有伸缩节(19);所述双节拍门中部设有柔性伸缩材料(31)。

9.一种采用权利要求1-8任一项所述的系统进行拍门水头损失实验的方法,其特征在于,包括如下步骤:

步骤(1):拟定模型管道尺寸和拍门尺寸;

步骤(2):拟定和调节拍门开角;

步骤(3):测量拍门水头损失;

打开贯流潜水电泵(1),整个装置开始运行,水流从透明塑料箱(16)中流出,依次通过PVC直角扩散弯头I(2)、调控闸阀(3)、PVC水平直管(4)、PVC直角收缩弯头(5)、PVC竖直直管(6)、PVC直角扩散弯头II(7)、有机玻璃水平直管(8)、标准测压孔板(13)、有机玻璃渐变管(9)、透明塑料管(10),冲开对应的拍门门体(17),重新进入透明塑料箱(16),完成一次管路系统循环;在整个管路循环运行的同时,计算机实时采集测压管水头数据,三通处的压力、压差、水位传感器实时获得相应的水压及水位数据并发送给计算机,同时水流通过有机玻璃管中的标准测压孔板产生压差信号并通过传感器电信号将数据发送到计算机,布置在测点处的多普勒流速仪实时将流速数据发送到计算机;

在测试系统运行的同时,角位移传感器一直处于工作状态,实时将角度数据发送到计算机,待计算机收集完拍门开角为第一组设计开角时的相关水力参数后,重复步骤(2),调整拍门开角;按照上述步骤(3)测量拍门开角为第二组设计开角时的相关水力参数,以此类推,测量出其他各个拍门开角时的相关水力参数;

步骤(4):计算拍门水头损失系数;

两断面1-1、2-2上的水流可以看作渐变流,两断面上的动力压强按静水压强计算,设拍门出口前后过流断面1-1和2-2上的平均流速、流道中心线上的压力以及位置高程分别为 V_1, P_1, Z_1 和 V_2, P_2, Z_2 ,根据1-1和2-2两断面间的伯努利方程,得出两端面间的水头损失为:

$$\Delta h_{1-2} = (Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g}) - (Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g})$$

根据水力学理论,水流在边界急剧变化的地方,总是要产生局部水力阻力和局部水头损失,其中 Δh_{1-2} 包含了拍门17水头损失和流道水头损失,用流道出口前的平均流速水头 $\frac{V_1^2}{2g}$ 和水头损失系数 Δh_{1-2} 来表示水头损失,就可以写成:

$$\Delta h_{1-2} = (\xi_{\text{拍门}} + \xi_{\text{出口}}) \frac{V_1^2}{2g}; \quad \xi_{\text{拍门}} + \xi_{\text{出口}} = \Delta h_{1-2} / \frac{V_1^2}{2g}$$

采用同样的方法,也可实验计算出流道出口没有安装拍门时,流道出口突然扩大造成的局部水头损失 $\Delta h'_{1-2}$ 和水头损失系数 $\xi_{\text{出口}}$,即

$$\Delta h'_{1-2} = \xi_{\text{出口}} \frac{V_1^2}{2g}; \quad \xi_{\text{出口}} = \Delta h'_{1-2} / \frac{V_1^2}{2g}$$

在流量相同和流道出口淹没深度相等的条件下,根据上述的水头损失系数计算就可以求得拍门17水头损失系数和拍门开启角度之间的对应关系为 $\xi_{\text{拍门}} = f(\Delta h'_{1-2}, \Delta h_{1-2}, \alpha)$ 或 $\xi_{\text{拍门}} = f(\Delta h'_{1-2}, \alpha, \Delta h_{1-2}, \alpha_{\text{下}})$ 。

一种拍门水头损失实验测试系统及其使用方法

技术领域

[0001] 本发明属于水利机械工程领域,具体涉及一种拍门水头损失实验测试系统及其使用方法。

背景技术

[0002] 运用拍门作为泵站断流措施时,工程技术人员在拍门的设计和运行中主要关心的是拍门的开启角度和水头损失,以及停机时拍门的撞击力和建筑物安全等问题。拍门的设计、出水流道水力计算以及泵装置工况点的确定都需要知道拍门的水头损失系数,而拍门有单节拍门和双节拍门等几种类型,每一种类型由于结构不同又有不同的形式,特别是对于双节拍门来说,由于其在运行中上下两门的开启角度并非一致而存在角差,加上双节拍门可以有不同的上、下门尺寸比,导致在拍门出口水流运动相当复杂,在工程设计计算中往往不能准确计算出其水头损失系数。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种拍门水头损失实验测试系统,能够通过模型试验研究,测定不同规格尺寸的拍门在不同开角下的水头损失并计算出其相应水头损失系数。

[0004] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种拍门水头损失实验测试系统,包括由贯流潜水电泵、PVC直角扩散弯头I、调控闸阀、PVC水平直管、PVC直角收缩弯头、PVC竖直直管、PVC直角扩散弯头II、有机玻璃水平直管、有机玻璃渐变管和透明塑料管依次连接形成的管道,管道支撑结构,拍门开角控制装置,透明塑料箱和测试子系统;

[0005] 所述透明塑料管尾端设置在透明塑料箱内,所述贯流潜水电泵位于透明塑料箱内,待测试的拍门门体通过铰接的方式连接于透明塑料管尾端上部,所述管道支撑结构用于支撑管道,所述拍门开角控制装置用于控制拍门的开角,所述测试子系统用于数据的测试和采集。

[0006] 进一步的,还包括稳流板,测压孔,标准孔板和稳流栅;

[0007] 所述PVC直角扩散弯头I和PVC水平直管连接处设有稳流板,有机玻璃水平直管中设有标准孔板,在PVC直角扩散弯头II和有机玻璃水平直管连接处设有稳流板,在有机玻璃水平直管和有机玻璃渐变管连接处和有机玻璃渐变管和透明塑料管连接处都设有稳流板,在贯流潜水电泵前的透明塑料箱中增设稳流栅。

[0008] 进一步的,所述管道支撑结构包括“H”型固定支架I和“H”型固定支架II;

[0009] 所述PVC水平直管在水泵侧通过一个“H”型固定架固定支撑,在对应的另一侧通过一PVC竖直直管和有机玻璃水平直管支撑,所述PVC竖直直管和有机玻璃水平直管通过2个“H”型固定架固定支撑。

[0010] 进一步的,所述拍门开角控制装置包括手动螺旋杆,螺杆箱,连接螺杆和铰接螺栓;所述透明塑料箱上表面设有螺杆箱运行轨道;

[0011] 所述螺杆箱安装在透明塑料箱上部,所述连接螺杆一端通过铰接螺栓与拍门门体

连接,通过调节手动螺旋杆控制连接螺杆移动,从而调节拍门门体的开角。

[0012] 进一步的,所述拍门开角控制装置安装有一微调装置,通过微调装置轻幅度调节螺杆的位置,从而对拍门开角进行微调。

[0013] 进一步的,所述测试子系统包括设置在拍门门体内、外测压点处的三通,和设置在拍门门体内外布置的多普勒流速仪;所述三通的一端接压力、压差传感器,另一端接水位传感器,进行数据采集并将测试系统中拍门门体内、外的水位及水压数据通过传感器电信号发送到计算机。

[0014] 进一步的,在安装单节拍门时,在拍门门轴中安装单节拍门的无触点角位移传感器;

[0015] 在安装有双节拍门时,在拍门门轴中安装了上节拍门B的无触点角位移传感器,在双节拍门中上节拍门B和下节拍门C铰接处安装了上节拍门B和下节拍门C铰接处的无触点角位移传感器,无触点角位移传感器能够将机械转动或者角位移转化为电信号,最终将数据发送到计算机。

[0016] 进一步的,所述贯流潜水电泵和PVC直角扩散弯头I之间设有伸缩节;所述双节拍门中部设有柔性伸缩材料。

[0017] 一种采用上述的系统进行拍门水头损失实验的方法,包括如下步骤:

[0018] 步骤(1):拟定模型管道尺寸和拍门尺寸;

[0019] 步骤(2):拟定和调节拍门开角;

[0020] 步骤(3):测量拍门水头损失;

[0021] 打开贯流潜水电泵(1),整个装置开始运行,水流从透明塑料箱中流出,依次通过PVC直角扩散弯头I、调控闸阀、PVC水平直管、PVC直角收缩弯头、PVC竖直直管、PVC直角扩散弯头II、有机玻璃水平直管、标准测压孔板、有机玻璃渐变管、透明塑料管,冲开对应的拍门门体,重新进入透明塑料箱,完成一次管路系统循环;在整个管路循环运行的同时,计算机实时采集测压管水头数据,三通处的压力、压差、水位传感器实时获得相应的水压及水位数据并发送给计算机,同时水流通过有机玻璃管中的标准测压孔板产生压差信号并通过传感器电信号将数据发送到计算机,布置在测点处的多普勒流速仪实时将流速数据发送到计算机;

[0022] 在测试系统运行的同时,角位移传感器一直处于工作状态,实时将角度数据发送到计算机,待计算机收集完拍门开角为第一组设计开角时的相关水力参数后,重复步骤(2),调整拍门开角;按照上述步骤(3)测量拍门开角为第二组设计开角时的相关水力参数,以此类推,测量出其他各个拍门开角时的相关水力参数;

[0023] 步骤(4):计算拍门水头损失系数;

[0024] 两断面1-1、2-2上的水流可以看作渐变流,两断面上的动力压强按静水压强计算,设拍门出口前后过流断面1-1和2-2上的平均流速、流道中心线上的压力以及位置高程分别为 V_1 、 P_1 、 Z_1 和 V_2 、 P_2 、 Z_2 ,根据1-1和2-2两断面间的伯努利方程,得出两端面间的水头损失为:

$$[0025] \quad \Delta h_{1-2} = \left(Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} \right) - \left(Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} \right)$$

[0026] 根据水力学理论,水流在边界急剧变化的地方,总是要产生局部水力阻力和局部水头损失,其中 Δh_{1-2} 包含了拍门17水头损失和流道水头损失,用流道出口前的平均流速水

头 $\frac{V_1^2}{2g}$ 和水头损失系数 Δh_{1-2} 来表示水头损失,就可以写成:

$$[0027] \quad \Delta h_{1-2} = (\xi_{\text{拍门}} + \xi_{\text{出口}}) \frac{V_1^2}{2g}, \quad \xi_{\text{拍门}} + \xi_{\text{出口}} = \Delta h_{1-2} / \frac{V_1^2}{2g}$$

[0028] 采用同样的方法,也可实验计算出流道出口没有安装拍门时,流道出口突然扩大造成的局部水头损失 $\Delta h'_{1-2}$ 和水头损失系数 $\xi_{\text{出口}}$,即

$$[0029] \quad \Delta h'_{1-2} = \xi_{\text{出口}} \frac{V_1^2}{2g}, \quad \xi_{\text{出口}} = \Delta h'_{1-2} / \frac{V_1^2}{2g}$$

[0030] 在流量相同和流道出口淹没深度相等的条件下,根据上述的水头损失系数计算就可以求得拍门17水头损失系数和拍门开启角度之间的对应关系为 $\xi_{\text{拍门}} = f(\Delta h'_{1-2}, \Delta h_{1-2}, \alpha)$ 或 $\xi_{\text{拍门}} = f(\Delta h'_{1-2}, \alpha, \Delta h_{1-2}, \alpha_{\text{下}})$ 。

[0031] 本发明与现有技术相比,其显著优点在于:

[0032] 1、本发明一方面可以通过渐变段及转弯段等管段的设计调整模型流道的规格尺寸;另一方面可以通过改变拍门布置型式、尺寸和开角,测得不同型式、规格尺寸的拍门在不同开度下的水头损失;

[0033] 2、本发明能够通过拍门开角控制装置、无触点角位移传感器和计算机计算,准确控制、测量、校准单节拍门和双节拍门的开启角度,可以针对各种水力条件下不同尺寸的拍门精准调整其工作开角;

[0034] 3、本发明使用了接有计算机系统、压力、压差、水位传感器的三通、节流式差压流量计、无触点角位移传感器WYH-3等自动化设备,能够实时获得需要的实验数据,提高实验精度与试验效率;

[0035] 4、本发明在拍门水头损失实验测试系统测得水头损失的基础上,能够根据计算公式,得出相对应的水头损失系数,为实际工程中的拍门设计提供有力的参考;

[0036] 5、本发明在满足试验规程的前提下,能够通过调整模型比尺,改变整个实验系统的大小以适应试验场地范围;

[0037] 6、本发明的拍门水头测试系统借助“H型”支撑架支撑,使其成为一个整体,该系统可拆卸、便于移动、容易组装;

[0038] 7、本发明运用了独立的自循环供水系统,可以重复利用实验水体,有益于节约水资源。

附图说明

[0039] 图1为本发明的拍门水头损失实验测试系统示意图。

[0040] 图2为本发明的拍门水头损失实验测试系统接单节拍门时的示意图。

[0041] 图3为本发明的拍门水头损失实验测试系统接双节拍门时的示意图。

[0042] 图4为本发明的拍门开角控制装置示意图。

[0043] 图5为本发明双节拍门结构图。

[0044] 图6为本发明的拍门水头损失测试的模型实验结果与数值计算结果随流量变化曲线图。

[0045] 图7为本发明拍门水头损失实验测试系统拍门水头损失系数计算图。

[0046] A-单节拍门,B-双节拍门中的上节拍门,C-双节拍门中的下节拍门,

[0047] 1-贯流潜水电泵,2-PVC直角扩散弯头I,3-调控闸阀,4-PVC水平直管,5-PVC直角收缩弯头,6-PVC竖直直管,7-PVC直角扩散弯头II,8-有机玻璃水平直管,9-有机玻璃渐变管,10-透明塑料管,11-稳流板,12-测压孔,13-标准孔板,14-“H”型固定支架I,15-“H”型固定支架II,16-透明塑料箱,17-拍门门体,18-拍门开角控制装置,19-伸缩节,20-刚性门轴,21-稳流栅,22-拍门门外测点,23-拍门门外的多普勒流速仪(ADV),24-拍门门内测点,25-拍门门内的多普勒流速仪(ADV),26-手动螺旋杆,26A-单节拍门手动螺旋杆,26B-上节拍门手动螺旋杆,26C-下节拍门手动螺旋杆,27-螺杆箱,27A-单节拍门螺杆箱,27B-上节拍门螺杆箱,27C-下节拍门螺杆箱,28-螺杆,28A-单节拍门螺杆,28B-上节拍门螺杆,28C-下节拍门螺杆,29-铰接螺栓,29A-单节拍门铰接螺栓,29B-上节拍门铰接螺栓,29C-下节拍门铰接螺栓,30-无触点角位移传感器,30A-单节拍门的无触点角位移传感器,30B-上节拍门B的无触点角位移传感器,30C-上节拍门B和下节拍门C铰接处的无触点角位移传感器,31-双节拍门中部的柔性伸缩材料,32-螺栓拧紧装置,33-螺杆箱运行轨道,34-拍门开角微调装置。

具体实施方式

[0048] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

[0049] 如图1至图7所示,本发明一种拍门水头损失实验测试系统及其使用方法,包括:

[0050] 单节拍门A,双节拍门中的上节拍门B,双节拍门中的下节拍门C,贯流潜水电泵1,PVC直角扩散弯头I2,调控闸阀3,PVC水平直管4,PVC直角收缩弯头5,PVC竖直直管6,PVC直角扩散弯头II7,有机玻璃水平直管8,有机玻璃渐变管9,透明塑料管10,稳流板11,测压孔12,标准孔板13,“H”型固定支架I14,“H”型固定支架II15,透明塑料箱16,拍门门体17,拍门开角控制装置18,伸缩节19,刚性门轴20,稳流栅21,拍门门外测点22,拍门门外的多普勒流速仪(ADV)23,拍门门内测点24,拍门门内的多普勒流速仪(ADV)25,手动螺旋杆26,螺杆箱27,螺杆28,铰接螺栓29,无触点角位移传感器30,双节拍门中部的柔性伸缩材料31,螺栓拧紧装置32,螺杆箱运行轨道33,拍门开角微调装置34。

[0051] 上述PVC水平直管4在水泵侧通过一个“H”型固定架14固定支撑,在对应的另一侧通过一PVC竖直直管6和有机玻璃水平直管8支撑,所述PVC竖直直管和有机玻璃直管通过2个“H”型固定架15固定支撑,所述固定支架使得整套测试系统成为一个整体,便于移动。

[0052] 上述拍门水头损失测试系统在所述PVC直角扩散弯头I2和PVC水平直管4连接处设有稳流板11,用以保持调控闸阀3前流速分布均匀;在PVC直角扩散弯头II7和有机玻璃水平直管8连接处设有稳流板11,用以保持标准孔板13处流速分布均匀;在有机玻璃水平直管8和有机玻璃渐变管9连接处和有机玻璃渐变管9和透明塑料管10连接处都设有稳流板11,用以保持拍门门体17前流速分布均匀;在贯流潜水电泵1前增设了一稳流栅21,有利于贯流潜水电泵1进口处的水流保持良好的流态。

[0053] 上述拍门水头损失测试系统在水泵出水口后的后面设置一调控闸阀3,通过所述调控闸阀3对水位进行控制。

[0054] 上述拍门水头损失测试系统中的拍门门体17通过刚性轴20铰接的方式连接于透明塑料管10尾端上部,能够保证拍门17灵活启闭。

[0055] 上述拍门开角控制装置18中的螺杆箱27筒支安装在透明塑料箱16上部,螺杆28穿过所述螺杆箱27并可以通过水平推动所述螺杆箱27控制螺杆28水平移动。

[0056] 上述拍门开角控制装置18中的手动螺旋杆26由轻质钢结构制成,能够通过人工转动所述手动螺旋杆26控制螺杆28在竖直方向移动。

[0057] 上述拍门水头损失测试系统中拍门门体17外侧中心安装有铰接螺栓29,用以连接螺杆28,使得所述拍门开角控制装置18能够通过控制螺杆28的移动从而调节拍门17的开角。

[0058] 上述拍门开角控制装置18安装有一微调装置34,可以通过所述微调装置34轻幅度调节螺杆28的位置,从而对拍门开角进行微调。

[0059] 上述拍门水头损失测试系统的拍门门体17内、外测压管水头均通过计算机数据采集系统获得,拍门门体17内、外均设置10个测压点,门外测压点22垂直于水流方向等间隔布置于透明塑料箱16底部,即图1点22所示位置;门内测压点24垂直于水流方向等间隔布置于透明塑料箱16底部,即图1点24所示位置。

[0060] 上述拍门水头损失测试系统在拍门门体17内、外的测压点22和24处都接上三通,三通的一端接压力、压差传感器,另一端接水位传感器,进行数据采集并将测试系统中拍门门体17内、外的水位及水压数据通过传感器电信号发送到计算机。

[0061] 上述拍门水头损失测试系统采用节流式差压流量计获取流量数据,即在有机玻璃管顺水流方向中点处布置标准孔板13,材料选用不锈钢材质,取压方式为法兰取压,取压口轴线与管道轴线相交形成直角,取压口穿透处为圆形,其边缘与管壁内表面齐平,并尽可能的做到锐利,水流通过所述标准孔板13,产生差压信号并通过传感器电信号将数据发送到计算机。

[0062] 上述拍门水头损失测试系统在拍门门体17内、外均布置有一多普勒流速仪(ADV),即图所示点23和25位置,能够实时将流速数据发送到计算机。

[0063] 上述拍门水头损失测试系统在安装有单节拍门时,于拍门门轴20中安装了无触点角位移传感器30A;在安装有双节拍门时,于拍门门轴20中安装了无触点角位移传感器30B,于双节拍门中上节拍门B和下节拍门C铰接处安装了无触点角位移传感器30C,上述无触点角位移传感器30能够将机械转动或者角位移转化为电信号,最终将数据发送到计算机。

[0064] 上述拍门水头损失测试系统中的双节拍门B和C上下节连接处设置有柔性伸缩材料31,能够起到止水和缓冲作用,并能保护所述上节拍门B和下节拍门C铰接处的无触点角位移传感器30C。

[0065] 如图1-图7所示,一种拍门水头损失实验测试系统,其具体使用方法如下。

[0066] 1) 拟定模型管道尺寸和拍门尺寸。

[0067] 根据不同的模型比尺,优选拟定所述水头损失测试系统的管道尺寸,并可结合试验需求设计调整某个管道段类型;之后根据门重和浮力及其相应的力矩通过配重法拟定模型拍门门体17的类型和尺寸,结合不同的实验要求在透明塑料管10尾端上部安装不同类型和尺寸的拍门门体。

[0068] 2) 拟定和调节拍门开角。

[0069] 对于单节拍门A而言,拍门开角可以通过所述拍门开角控制装置18进行调节。拟定所述单节拍门A在不同工况下的开启角度,根据拟定的拍门尺寸和开启角度,计算得出拍门

A打开时在水平方向和竖直方向的位移距离,再根据螺杆28A螺纹构造计算出手动螺旋杆26A需要转动圈数的计算值。之后即开始调节拍门A开角,完全打开螺栓拧紧装置32,转动手动螺旋杆26A控制拍门A在竖直方向向上移动,同时推动所述螺杆箱27A使其可以在顺水流方向沿轨道33水平移动,待所述手动螺旋杆26A转动圈数到达计算值时且螺杆箱27A在水平方向的位移距离和计算得出的位移距离相等时,拧紧所述螺栓拧紧装置32,之后由角位移传感器30A自动检测出单节拍门A的开角并将数据发送到计算机。将所述实验值跟计算值作比较,若误差小于试验允许的误差值,则拍门A开角调节完成;若误差大于试验允许的误差值,则调节微调装置34,使得拍门A开角误差在试验允许值之内。

[0070] 对于双节式拍门B和C而言,其拍门开角可以通过所述拍门开角控制装置18进行调节。分别拟定所述双节式拍门中上节拍门B和下节拍门C在不同工况下的开启角度,根据拟定的上、下节拍门尺寸和上、下节拍门开启角度,分别计算得出上节拍门B、下节拍门C打开时在水平方向和竖直方向的位移距离,再分别根据上节拍门B的螺杆28B螺纹构造和下节拍门C的螺杆28C螺纹构造计算出手动螺旋杆26B和手动螺旋杆26C需要转动圈数的计算值。之后即开始调节拍门的开角,上、下节拍门分开调节,首先完全打开螺栓拧紧装置32,转动手动螺旋杆26B控制上节拍门B在竖直方向向上移动,同时推动所述螺杆箱27B使其可以在顺水流方向沿轨道33水平移动,待所述手动螺旋杆26B转动圈数到达计算值时且螺杆箱27B在水平方向的位移距离和计算得出的位移距离相等时,拧紧所述螺栓拧紧装置28。之后由角位移传感器30C测出上节拍门B和下节拍门C的夹角,将数据发送到计算机,最终在计算机上显示双节拍门中的上节拍门B的实际开角,跟计算值作比较,若误差小于试验允许的误差值,则上节拍门B开角调节完成;若误差大于试验允许的误差值,则调节微调装置34,使得拍门B开角误差在试验允许值之内。待上节拍门B开角调节完成后,类似的,按照上述步骤初调下节拍门C的开角,由角位移传感器30C测出上节拍门B和下节拍门C的夹角,将数据发送到计算机,最终根据上节拍门B的开角,由计算机计算出下节拍门的实际开角,跟计算值作比较,若误差小于试验允许的误差值,则下节拍门C开角调节完成;若误差大于试验允许的误差值,则调节微调装置34,使得拍门C开角使其误差在试验允许值之内。

[0071] 3) 测量拍门水头损失。

[0072] 打开贯流潜水电泵1,整个装置开始运行,水流从透明塑料箱16中流出,依次通过PVC直角扩散弯头I2、调控闸阀3、PVC水平直管4、PVC直角收缩弯头5、PVC竖直直管6、PVC直角扩散弯头II7、有机玻璃水平直管8、标准测压孔板13、有机玻璃渐变管9、透明塑料管10,冲开对应的拍门门体17,重新进入透明塑料箱16,完成一次管路系统循环。在整个管路循环运行的同时,计算机实时采集测压管水头数据,三通处的压力、压差、水位传感器实时获得相应的水压及水位数据并发送给计算机,同时水流通过有机玻璃管9中的标准测压孔板13产生压差信号并通过传感器电信号将数据发送到计算机,布置在测点22处的多普勒流速仪(ADV)23和测点24处的多普勒流速仪(ADV)25实时将流速数据发送到计算机。

[0073] 在测试系统运行的同时,角位移传感器30一直处于工作状态,实时将角度数据发送到计算机,若拍门开角发生变化且变化幅度超过试验允许误差的,计算机发出报警提示音,此时需人工再次调节微调装置34,修正拍门开角。

[0074] 待计算机收集完拍门开角为第一组设计开角时的相关水力参数后,重复步骤二,调整拍门开角;按照上述步骤三测量拍门开角为第二组设计开角时的相关水力参数,以此

类推,测量出其他各个拍门开角时的相关水力参数。

[0075] 如图6所示,分别通过模型试验和数值分析研究了拍门开度控制在几组角度下,通过改变流量来改变计算拍门水力损失大小以及变化规律。由图6可知,数值计算的水头损失随流量变化的规律与模型试验结果所呈现的规律整体一致且数值计算和模型试验结果很接近,说明该拍门水头损失实验测试系统及其使用方法合理可行并且可靠,可用于实际工程的设计与优化。

[0076] 4) 计算拍门水头损失系数。

[0077] 根据拍门水头损失试验测试系统和测量结果,可以计算拍门水头损失系数,为实际工程中拍门设计提供有力的参考。现以双节拍门为例陈述计算拍门水头损失系数的方法。图7为双节拍门B和C在任意开角组合下水头损失系数的计算简图。1-1、2-2两断面上的水流可以看作渐变流,两断面上的动力压强按静水压强计算。设拍门17出口前后过流断面1-1和2-2上的平均流速、流道中心线上的压力以及位置高程分别为 V_1 、 P_1 、 Z_1 和 V_2 、 P_2 、 Z_2 ,根据1-1和2-2两端面间的伯努利方程,得出两端面间的水头损失为:

$$[0078] \quad \Delta h_{1-2} = (Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g}) - (Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g})$$

[0079] 根据水力学理论,水流在边界急剧变化的地方,总是要产生局部水力阻力和局部水头损失,其中 Δh_{1-2} 包含了拍门17水头损失和流道水头损失,用流道出口前的平均流速水头 $\frac{V_1^2}{2g}$ 和水头损失系数 Δh_{1-2} 来表示水头损失,就可以写成:

$$[0080] \quad \Delta h_{1-2} = (\xi_{\text{拍门}} + \xi_{\text{出口}}) \frac{V_1^2}{2g}, \quad \xi_{\text{拍门}} + \xi_{\text{出口}} = \Delta h_{1-2} / \frac{V_1^2}{2g}$$

[0081] 采用同样的方法,也可实验计算出流道出口没有安装拍门时,流道出口突然扩大造成的局部水头损失 $\Delta h'_{1-2}$ 和水头损失系数 $\xi_{\text{出口}}$,即

$$[0082] \quad \Delta h'_{1-2} = \xi_{\text{出口}} \frac{V_1^2}{2g}, \quad \xi_{\text{出口}} = \Delta h'_{1-2} / \frac{V_1^2}{2g}$$

[0083] 在流量相同和流道出口淹没深度相等的条件下,根据上述的水头损失系数计算就可以求得拍门17水头损失系数和拍门开启角度之间的对应关系为 $\xi_{\text{拍门}} = f(\Delta h'_{1-2}, \Delta h_{1-2}, \alpha)$ 或 $\xi_{\text{拍门}} = f(\Delta h'_{1-2}, \alpha, \Delta h_{1-2}, \alpha_{\text{下}})$ 。

[0084] 综上,本发明介绍了一种拍门水头损失实验测试系统及其使用方法,具有较高的推广应用价值。

[0085] 上述内容已经用一般性文字和具体实施步骤对本发明作了较为详尽的描述,但并非是对本发明进行限制,在不偏离本发明精神的基础上所进行的相关修改,都属于本发明要求保护的范围。

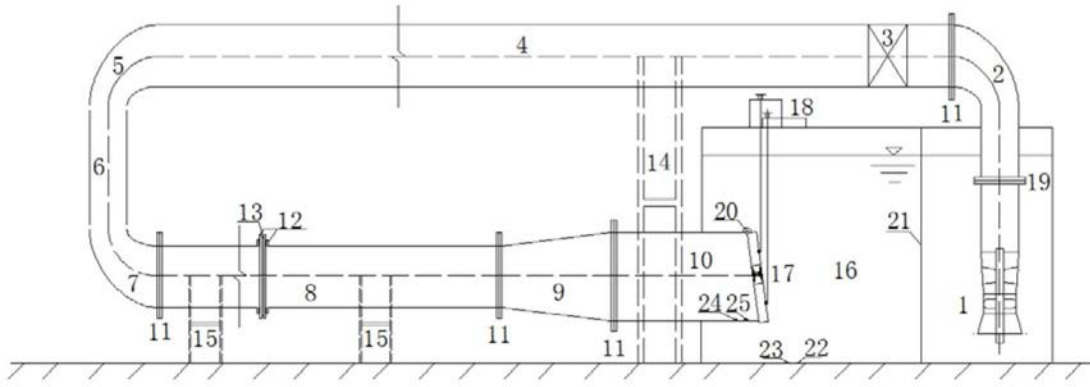


图1

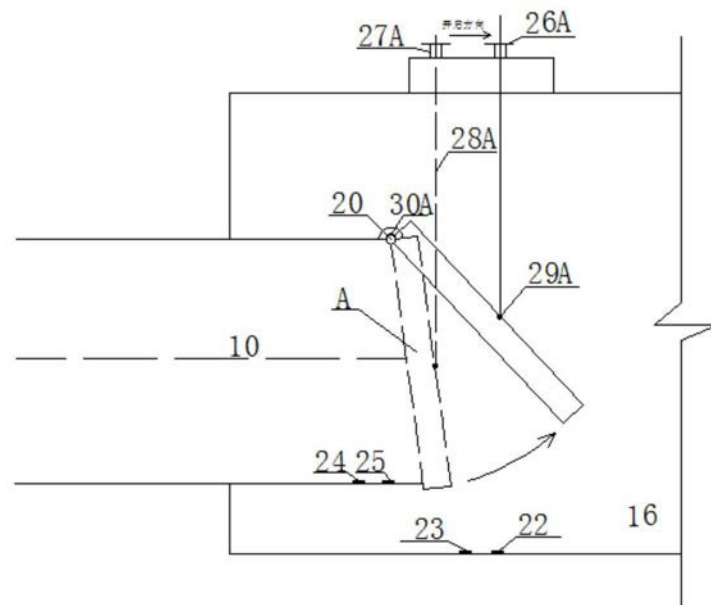


图2

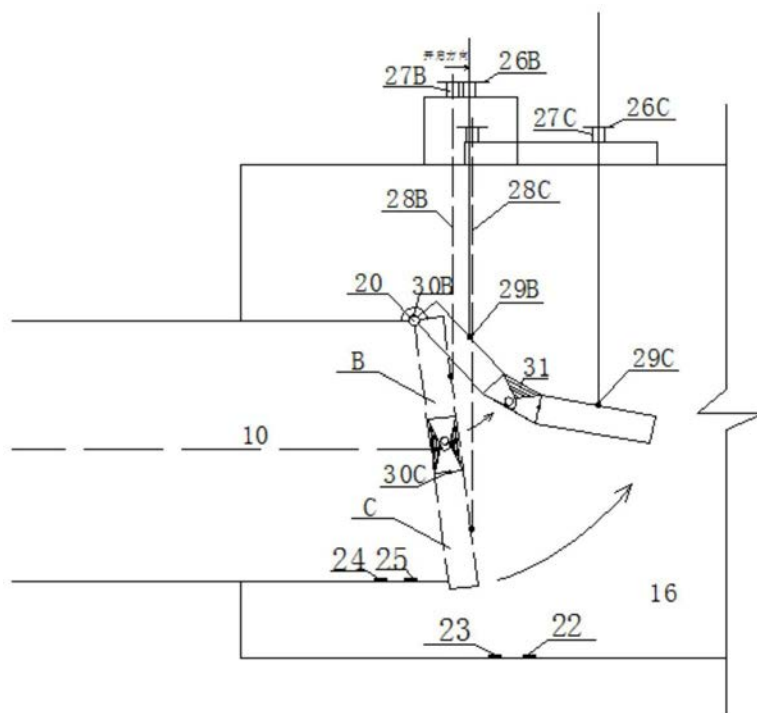


图3

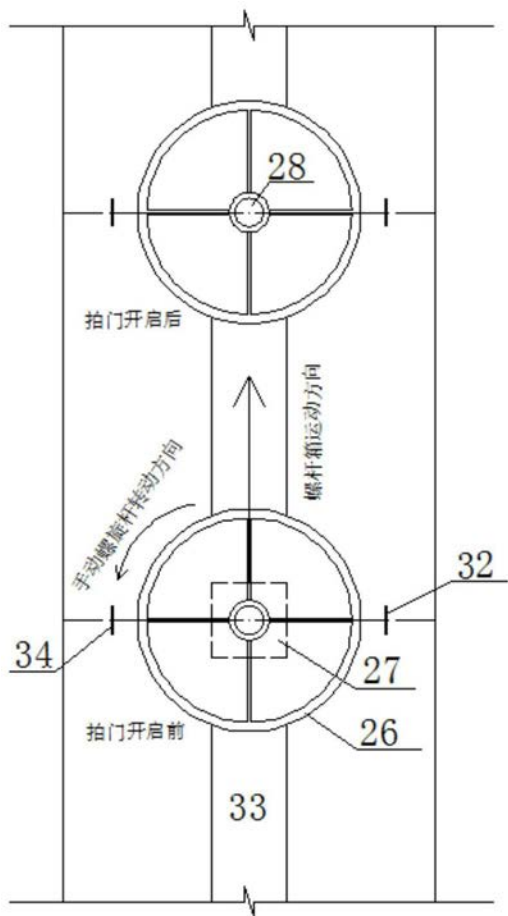


图4

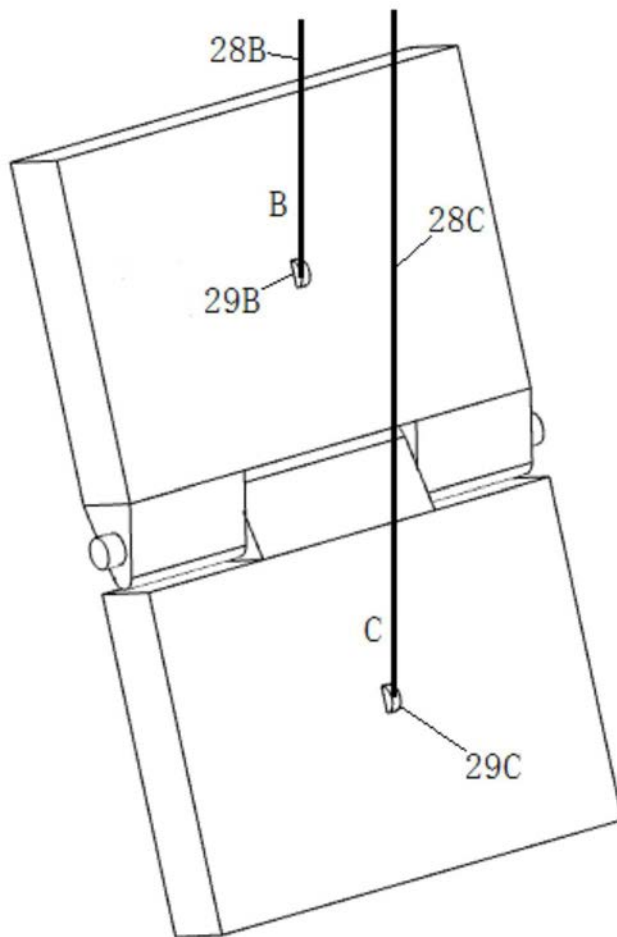


图5

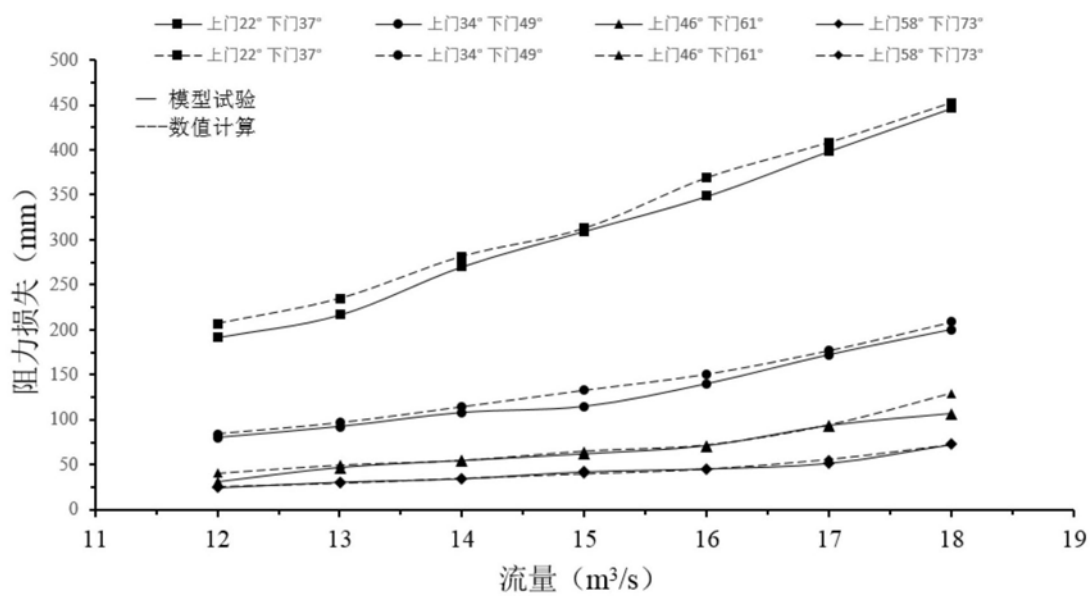


图6

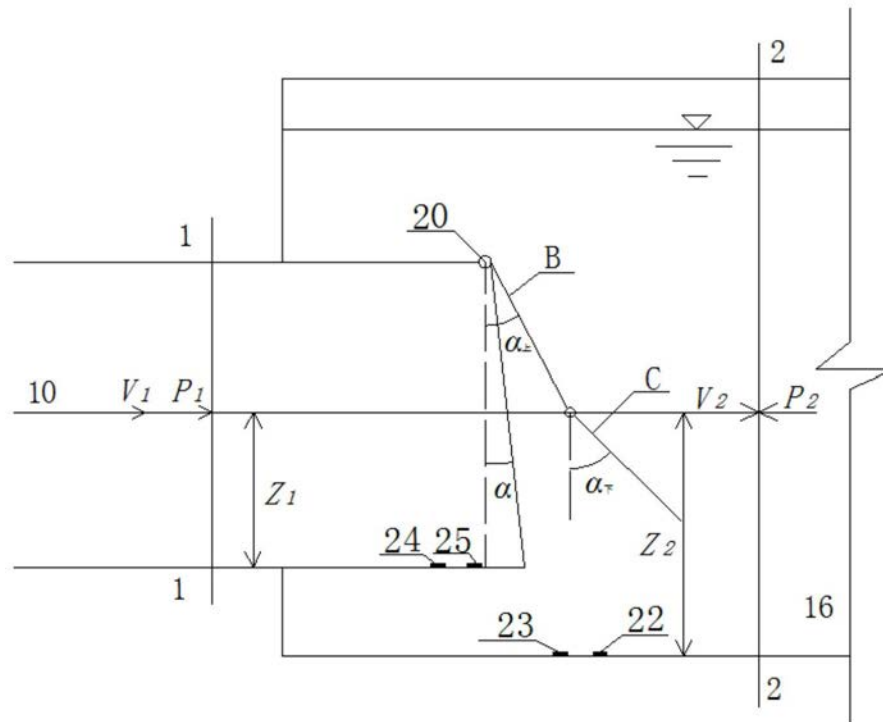


图7