

流速流向仪的研发与应用

王磊, 陈若舟, 丘瑾炜

(水利部珠江水利委员会珠江水利科学研究院, 广东 广州 510611)

摘要:为有效测量水体的流速和流向, 介绍模型用流速流向仪的研发思路、测量原理及应用情况。该流速流向仪采用红外旋桨流速测杆测量流速, 采用红外光电管加流向尾翼进行流向追踪, 实现了流速、流向的同步准确测量。应用于物理模型试验的结果表明, 该流速流向仪启动流速为 2 cm/s, 测向准确度为 0.5°, 测向分辨率为 0.5°, 流向跟踪速度为 50°/s。

关键词:流速流向仪; 红外旋桨流速测杆; 红外感应器; 绝对式光电编码器; 微处理器

中图分类号:TV131.66

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2012)S2-0023-02

河工、水工和港工模型试验是江河治理、港航整治以及水利工程研究的重要手段, 水体的流速和流向是模型试验的主要研究对象。流速流向仪是用于流速流向测量的必备仪器。长期以来, 流速的测量手段多样, 但流向测量手段较为落后。以前流向测量多采用撒纸花观测的方式, 不但费时费力, 且测量结果不准确。近年来出现了 PIV 和 ADV 等测量手段, 可有效地解决流向测量问题。PIV 一般应用于测量大范围的表面流场, 安装较为复杂, 不便移动; ADV 可用于单点不同深度的流速流向测量, 但该类产品均为进口产品, 价格昂贵, 不适合大面积推广应用。本文介绍了一款模型用流速流向仪, 该仪器既可以实现单点不同深度的流速流向测量, 又可以通过局域以太网实现多点流速流向的测量。

1 测量原理

流速流向仪流速测量采用光反射和光电效应原理, 其原理如图 1 所示。

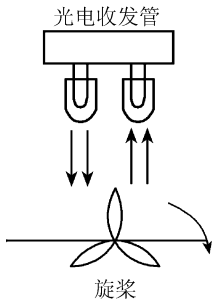


图1 流速测量原理示意图

旋桨的桨叶上贴有反光膜, 当旋桨转动时, 贴有反光膜的桨叶会将照射光反射回去, 使得光电接收管产生电脉冲。旋桨的转速与脉冲宽度成比例关系, 即旋桨转得越快, 脉冲宽度就越窄, 反之亦然。根据这一现象, 当水体流动带动旋桨转动时, 可以通过计算电脉冲宽度来求出水体流速。流速流向仪流向测量采用红外感应原理, 其原理如图 2 所示。

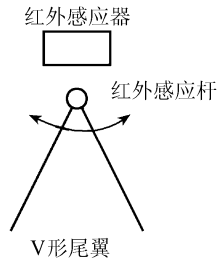


图2 流向测量原理示意图

红外感应器输出一个固定频率的脉冲, 当红外感应杆在红外感应器的中间位置时, 其输出脉冲的占空比为 50%, 当红外杆发生右偏时, 占空比将随之变大; 红外杆发生左偏时, 占空比将变小。根据这一原理, 当水体流向发生改变时, V 形尾翼将带动红外感应杆发生偏转, 仪器将自动根据脉冲占空比的变化追踪水体流向。

2 仪器整体结构

流速流向仪(图 3)由微控制器模块、流速测量模块、流向测量模块、人机交互模块和通信模块五部分组成。



图3 流速流向仪

2.1 微控制器模块

微控制器模块由微控制器、流速测量模块接口电路、流向测量模块接口电路、人机交互模块接口电路、步进电机驱动电路和通信模块接口电路等组成。微控制器采用德州仪器公司的低功耗微控制器MSP430F168,系统工作频率高达8 MHz。微控制器负责流速脉冲的读取、流向脉宽占空比的判别、编码器角度读取、通信、键盘命令、显示和电机控制。为最大限度地降低硬件开销,按照硬件软件化设计原则,流速脉冲的读取和流向脉宽占空比的判别采用定时器中断的方式,有效提高了响应速度和精度。

仪器流向的测量精度除受编码器分辨率的影响外,还受步进电机每步转动角度的影响。仪器选用的42系列步进电机每步转角为 1.8° ,不能满足实际测量的需求,因此优化了步进电机驱动电路的设计,使其对电机的步进角度能够细分,达到每步 0.45° ,满足 0.5° 分辨率的设计要求。

2.2 流速测量模块

红外旋桨流速测杆由红外光电收发管、测杆杆体、旋桨和旋桨支架组成。采用红外光电收发管可有效抵抗太阳光等可见光对光电收发管的干扰;测杆杆体内充满光纤,有效减弱了红外光传输过程中的衰减;旋桨采用低启动流速旋桨,其对称的桨叶上贴有反光膜。当水体流动时,带动旋桨转动,贴有反光膜的桨叶会将红外光反射回去,使得光电接收管产生电脉冲,水体流速与旋桨的转动速度成比例关系,进而与光电接收管产生电脉冲的宽度成比例关系。可通过几种特定流速确定与电脉冲宽度比例关系,从而通过检测电脉冲宽度实现对水体流速的测量。

2.3 流向测量模块

流速流向仪流向测量结构由绝对式光电编码器、导电环、红外感应器、步进电机、V形尾翼和尾翼支架组成,其结构如图4所示。当水体流向发生改

变时,尾翼将偏向一边,红外感应器输出脉冲的占空比发生改变,根据占空比的变化,步进电机带动编码器及流速测杆转动追踪流向,仪器根据编码器的输出计算出流向,并计算出在该流向下的流速。仪器引入了导电环,解决了流速测杆和红外感应器与控制主板的连接电缆的缠绕问题。

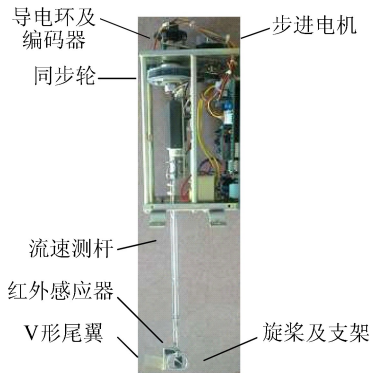


图4 流速流向仪流向测量结构

2.4 人机交互模块

人机交互模块由键盘和显示器组成。键盘为3位复用轻触按键,显示器为6位高亮LED数码动态扫描显示,既可通过键盘和显示器对仪器进行参数设置,如设置初始偏向角、流速测杆K、C值、仪器编号等,也可以通过显示器查看当前的流速和流向。

2.5 通信模块

为满足多点流速流向的测量要求,仪器配备以太网通信模块,可方便地接入局域网中,通信波特率可达100 Mbps。

3 结 语

本文设计的模型用流速流向仪已成功应用于珠江水利科学研究院珠江河口磨刀门咸潮物理模型试验、磨刀门水道河口延伸控制研究等物理模型试验,取得了良好的结果。该仪器具有操作简便、界面友好、测量准确和性价比高等优点,已为广东省水利水电科学研究院和上海河口海岸科学研究中心等科研院所采用,受到一致好评。

参考文献:

- [1] 董小琼. 红外传感器的应用研究[J]. 科技文汇, 2006 (2): 161-162.
- [2] 陈永甫. 红外探测与控制电路[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [3] 沈建华. MSP430系列16位超低功耗单片机原理与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

(收稿日期: 2012-07-10 编辑: 骆超)