

水位、流速自动控制及采集系统原理与应用

刘明明, 吕家才, 傅宗甫

(河海大学水利水电工程学院, 江苏南京 210098)

摘要 介绍了水位自动控制和流速、水位数据采集处理系统以及该系统在水工模型试验中的应用方法和结果. 应用表明, 该系统可以自动控制边界水位, 对模型中的水位、流速进行多点采集, 具有快速数据处理、绘图和建立数据库的功能, 且智能化程度高、高效、可靠、操作方便.

关键词 水工模型试验 数据采集 计算机控制

中图分类号 TP273 **文献标识码** A **文章编号** 1000-1980(2000)02-0088-04

模型试验是解决工程复杂课题的重要手段. 其试验成果的质量在很大程度上取决于量测技术的水平. 水工模型试验对流量、水位的控制精度要求较高, 测量水位、流速等水力要素的工作量也较大. 因此, 有效的控制设备和先进的量测技术是确保试验精度和成果质量, 缩短试验周期的必备手段. 为了能对模型边界水位实施自动控制, 并对多点流速和水位进行同步采集, 我们研制了以 IPC—586 工控机为核心的水位、流速自动量测和控制系统.

1 系统概述

1.1 硬件设计

本系统由主控计算机、多种传感器、放大器、数据采集接口板、I/O 接口板及多路计数板组成. 由于水工模型试验时间较长, 工作环境复杂, 为确保系统的可靠运行, 主控计算机选用抗干扰能力强的工控机. 系统工作框图如图 1 所示.

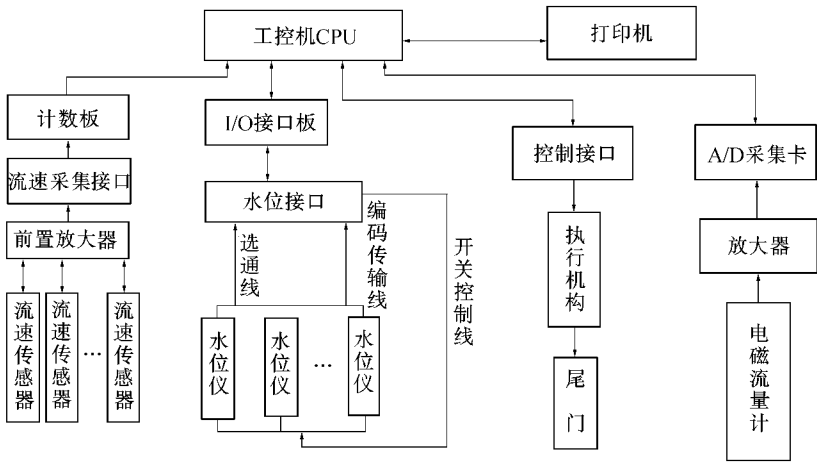


图 1 系统工作框图

Fig.1 Block diagram of the system

1.2 系统功能

本系统适用于各类水工模型试验, 如定床和动床模型试验, 恒定流和非恒定流模型试验. 系统可按给定

水位值自动控制边界水位,能同步采集 16 点流速和 8 点水位,具有计算、显示各测点流速 v_p 、垂线平均流速 v_L 、垂线间距、垂线水深、断面面积 S 、断面平均流速 $\bar{v}$ 和头部入流流量值的功能,并可显示、打印各断面流速分布图和水面线图形. 本系统具有人机对话、操作简便的优点.

2 水位控制

水位过程控制是通过调节口门开度来实现的. 下游水位通过下游推拉式、翻板式尾门调节. 系统水位控制接口由若干个驱动放大电路和门电路等组成,计算机根据水位给定值与水位仪反馈采集的水位值进行比较,按率定的调节规律控制各门电路和驱动放大器,导通相应的继电器,再由电机控制尾门开度,直至调节到给定水位值的偏差范围之内. 水位控制系统如图 2 所示.

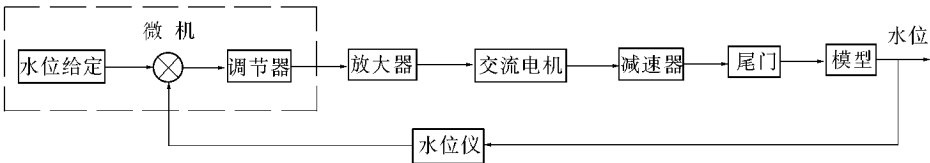


图 2 水位控制系统

Fig.2 Water level control system

3 流速和水位的数据采集

3.1 流速的数据采集

流速是水工模型试验中的主要量测内容之一,因其测量精度要求高,本系统采用了高灵敏度的光电式旋桨流速传感器(测杆)^[1],如图 3 所示. 流速传感器检测端装有一非通孔微型旋桨叶轮,其叶片边缘电镀两个对称反射面. 旋桨叶轮在水流的作用下旋转,当反射面掠过光导纤维测杆的检测面时,受到光照并产生一个光反射脉冲,此讯号通过光导纤维送到上端,被光敏三极管接受后转换为电脉冲输出. 该脉冲信号经前置放大器的驱动放大,通过长线传输,再经光电耦合、施密特触发整形电路,通往流速计数板进行计数. 模型中的测点与控制室之间距离通常较长,为避免长线传输易带来的干扰,选用了光电耦合电路,使输入与输出间完全隔离,信号单向传递,达到了稳定可靠的效果.

旋桨叶轮的材质有黑、白之分,直径也有几种规格. 通过各类旋桨叶轮的对比试验,我们发现不同类型叶轮的起动流速、最大流速不同,其结果见表 1. 分析表 1 可知:黑色叶轮由于加入黑色填充剂,其相对体积质量大于白色叶轮,所以黑色叶轮的起动流速大于白色叶轮;直径大的叶轮起动流速小,所能测量的最大流速也小,适用于低流速的测量,而直径小的叶轮起动流速大,所能测量的最大流速也大,适用于高流速的测量. 因此,在实际测量流速时,应根据水流特性选择叶轮.

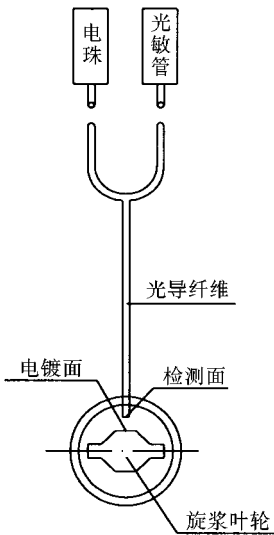


图 3 流速传感器结构

Fig.3 Structure of velocity sensor

表 1 各类叶轮的对比试验

Table 1 Contrast test of various impellers

叶轮直径/mm	7		11		15	
	黑 色	白 色	黑 色	白 色	黑 色	白 色
起动流速/(cm·s ⁻¹)	3.3	3.0	2.2	2.0	2.0	1.8
最大流速/(cm·s ⁻¹)	300 ~ 350		200 ~ 250		120	
精度/%	< 5.0		< 5.0		< 5.0	

3.2 水位数据采集

本系统选用多台数字编码跟踪式水位仪^[1]. 水位仪的自动跟踪由可逆电机带动,将直线位移变成角位

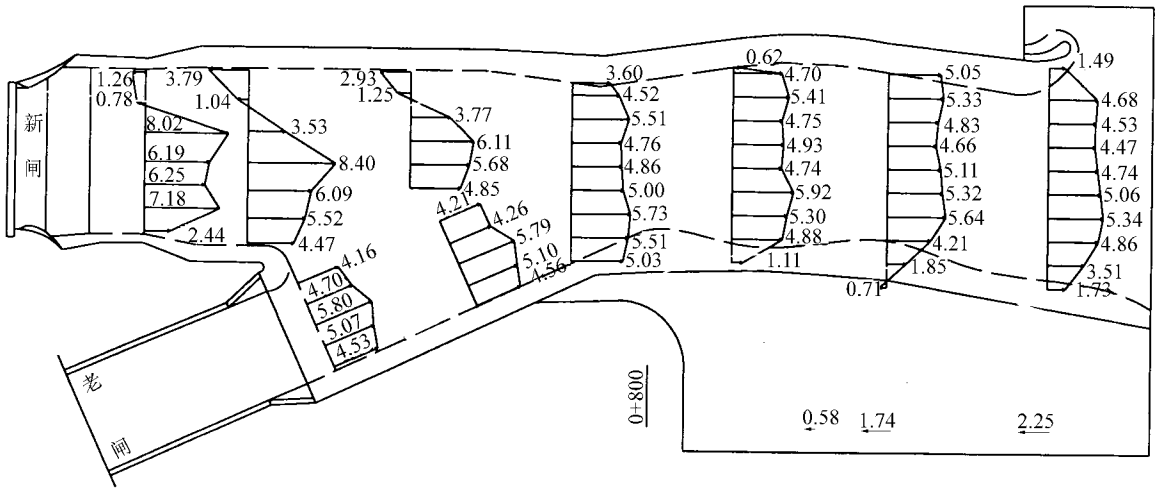
移,角度-数字转换采用循环码数字编码盘技术.多台水位仪的 11 位数字循环码(格雷码)输出线并联后,经光电耦合反向送往 I/O 11 位数据口,计算机控制各台水位仪的开关、选通和数据传送.当采集第一台水位仪数据时,计算机先送出开机信号,此时其余各台水位仪对应的格雷码的二极管全部处于截止状态,并联的 11 位数据线上仅反映的是第一台水位仪的水位值,当计算机查询到该台水位仪的选通信号(短探针一触及水面)时,就立即采集水位值并送出关机信号.这样不仅可以避免水位仪长时间工作造成的机械运动磨损和探针极化,而且还可以减少水位仪继电器电路触发吸合次数.

4 系统的应用

4.1 石梁河水库扩大泄量水工模型试验

该模型模拟了新、老泄洪闸、部分库区和部分下游河道,布置了 6 个水位测点和 450 个流速测点.流量用两台 LDG-400s 电磁流量计量测,下游水位由尾门自动调节,水位选用数字编码跟踪式水位仪量测,流速配备 16 根流速传感器,一次可同步采集 16 点流速.

在 2000 年一遇工况下,采用流速自动采集系统,检测出新闸海漫末端最大垂线平均流速达 8 m/s,老闸在二级消力池形成大片回流区,最大回流流速达 3.79 m/s,使得出池水流单宽流量集中,海漫末端最大垂线平均流速达 8.02 m/s,河道中流速较大.河道 0+800 以下右侧滩地出现大范围回流区,最大回流流速达 2.25 m/s,水流流态复杂,量测工作量大,仅下游流流量测断面就有 9 个,垂线 69 条,测点 345 个.使用该系统,流量、水位控制在 0.5 h 内达到试验要求,量测工作在 1 h 内全部完成.其量测结果经二次处理后得到的 2000 年一遇工况闸下流速分布如图 4 所示.



调整在 1.5 ~ 1.6 V 内. 当流速值大于 1 m/s 时, 传感器叶轮的旋转速度加快, 叶轮反射标记回输的输出信号减弱, 出现反射面漏记现象, 这时应提高各传感器电珠的供电电压, 可调为 1.7 ~ 1.8 V. 如果不是每个测点流速都小, 应检查流速偏小的传感器. 这时可能出现两种情况: 一种情况是水中杂物(细丝)缠在转轴上, 使叶轮旋转受阻, 转速减慢, 此时应清除缠绕物; 另一种情况是叶轮反射面的光洁度下降, 从而削弱了输出信号, 此时应更换叶轮或重新电镀.

若量测值大于计算值, 则有两点原因. 其一, 量测断面存在回流, 测点布置不合理. 测量处于回流区内测点流速应为负值, 而流速传感器不能辨别流速方向, 经采集系统量测仍按正值计算得到的断面平均流速就偏大. 因此在较复杂的水流区域, 要借助人工观测流速方向, 最好是采用流速流向仪, 实时跟踪流向, 以减少误差. 其二, 电镀反射面与光纤检测断面间的间隙过小, 使输出信号增强, 出现非反射面也有输出的现象, 这时应增大两者之间的间隙.

5 小 结

本系统对流量和水位可自动控制, 对模型各测点的水位和流速可实时、同步检测和处理, 并具有人机对话、自动保存数据、快速处理数据和绘图等功能. 它已在河海大学水工水力学实验室模型试验中多次使用, 并取得了令人满意的效果. 使用该系统, 可大大缩短试验周期, 提高数据测量的准确性, 实现试验过程自动化, 且系统的准确、高效、可靠性均得以体现.

参考文献:

[1] 华东水利学院《模型试验量测技术》编写组. 模型试验量测技术 [M]. 北京: 水利水电出版社, 1983. 15 ~ 92.

Principle and Application of an Automatic Water Level and Velocity Control and Acquisition System

LIU Ming-ming, LU Jia-cai, FU Zong-fu

(College of Water Conservancy and Hydropower Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China)

Abstract This paper introduces an automatic water level and velocity control and acquisition system for hydraulic model tests. Application of the system indicates that it can automatically control the boundary water level and collect and process the data of water level and velocity from the model. It has the function of fast data processing, drawing and data base establishment, and it is highly intelligent, efficient, reliable and convenient.

Key words hydraulic model test; data acquisition; computer control