

水利工程模型试验的计算机波高测量系统

蔡守允¹ 杨大明² 张晓红¹ 朱其俊¹

(1. 南京水利科学研究院水文水资源与水利工程科学国家重点实验室 江苏 南京 210029 ;
2. 江苏科技大学 江苏 镇江 212003)

摘要 : 将计算机波高测量系统应用于水利工程模型试验 , 设计应用先进的电容式波高传感器、高集成运算放大器、控制接口、计算机硬件和软件组成计算机波高测量系统。应用结果表明 , 计算机波高测量系统提高了模型试验测量与控制的精度和工作效率 , 缩短了模型试验周期 , 有利于水利工程研究成果质量和科研水平的提高。

关键词 : 波高测量系统 ; 模型试验 ; 传感器 ; 计算机应用

中图分类号 : O353.5 **文献标识码** : B **文章编号** : 1006-764X(2007)05-0062-03

Computer wave height measurement system for model tests of hydraulic engineering//CAI Shou-yun¹ , YANG Da-ming² , ZHANG Xiao-hong¹ , ZHU Qi-jun¹ (1. Nanjing Hydraulic Research Institute , State Key Laboratory of Water Resources and Hydraulic Engineering , Nanjing 210029 , China ; 2. Jiangsu Scientific and Technical University , Zhenjiang 212003 , China)

Abstract : A wave height measurement system was designed and applied to model tests of hydraulic engineering , which was composed of advanced capacitive wave height sensors , highly integrated operational amplifier , control interface , and computer software and hardware . Application shows that the system improves the accuracy of measurement and control and shortens the period of model tests , and it is favorable for improving the research on hydraulic engineering .

Key words : wave height measurement system ; model test ; sensor ; computer application

波高和水位在水利工程模型试验中是必不可少的水力要素 , 二者在测量要求上有所不同 , 水位对于测量的精度要求较高 , 而波高需要能敏捷可靠地反映瞬时的波浪幅度变化(波浪要素有波高、周期和波长)。测量波高的仪器和传感器应具有频响快、灵敏度高、体积小、防水性能好等特点。目前测量波高的仪器较多 , 通常有电阻式波高仪、电容式波高仪、压力式水位计、超声水位计和计算机波高测量系统等^[1-6]。

计算机波高测量系统采用先进的电容式波高传感器、高集成运算放大器和计算机硬、软件技术研制而成 , 系统可同步采集处理多点波高 , 具有丰富的自检自诊断功能 , 系统设计有先进的硬件调零功能和硬件放大倍数调节功能 , 可以静态地检测每路传感器的输出信号 , 也可以动态地检测和显示每路测量信号的数据和跟踪曲线。系统软件功能丰富 , 使用简便 , 界面美观新颖 , 具有很强的可视性和交互性。计算机波高测量系统现已广泛应用于水工、河工和港工物理模型试验。

1 传感器和测量系统

电阻式波高传感器由于受水温、水质和极化影响 , 以及率定系数的非线性等 , 测量误差较大。计算机波高测量系统应用了电容式波高传感器(有一氧化膜钽丝传感器和聚乙烯绝缘线传感器) , 电容式波高传感器由钽丝、一氧化膜、水组成 , 其精度取决于绝缘膜的均匀性和耐久性^[2] , 当水面沿钽丝上下移动时 , 电容量线性地变化。传感器入水深度 h 与电容量 C 的关系为

$$C = \frac{2\pi\epsilon h}{\ln \frac{r}{R}}$$

式中 : ϵ 为极板间绝缘质的介电常数 ; r 为钽丝半径 ; R 为氧化膜半径。

由于氧化膜涂得很薄 , 故传感器的灵敏度很高。实际上 , 传感器钽丝(或高性能聚乙烯绝缘线) 的直径和氧化膜半径(或绝缘层) 的厚度都是固定不变的常数 , 因此电容量只与传感器在水中的深度成正比。

作者简介 : 蔡守允(1951 —) , 男 , 江苏南京人 , 教授级高级工程师 , 硕士 , 从事测试仪器、传感器和计算机控制系统研究。 E-mail : caishouyun@163.com

如果传感器的位置固定不变,那么水位变化将引起电容量的变化和相应电压降的变化,同样这个电压降与传感器在水中的深度成正比。电容量的检出电路和放大电路由恒流源、惠斯登测量电桥和高集成运算放大器等组成,当传感器在水中的深度发生变化,引起电路中的阻抗变化,桥路失去平衡时,则产生相应的电压输出。放大电路的输出经 A/D 转化后由计算机采集和处理^[7]。计算机波高测量系统和波高传感器如图 1 所示,工作框图如图 2 所示。

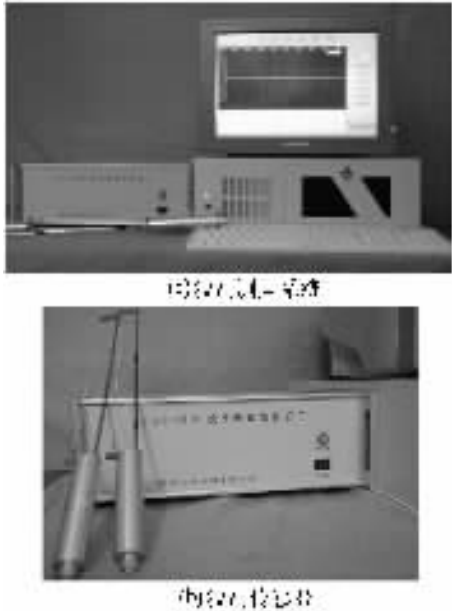


图 1 计算机波高测量系统和波高传感器

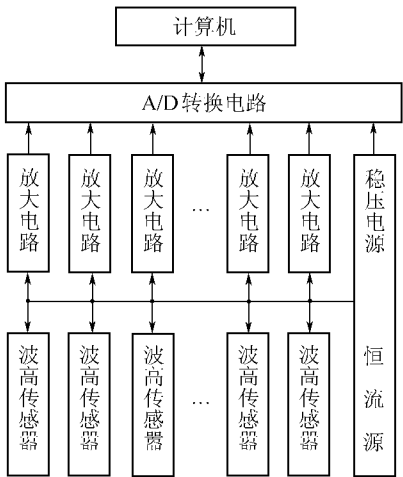


图 2 系统工作框图

2 测量系统软件

计算机波高测量系统软件界面设计为按钮控制的主菜单模式^[8],具有常系数建立修改、传感器自检、零点测量、浪(波)高测量、浪(波)高处理、流速测量等功能,数据采集与处理功能丰富,使用简便,界面美观新颖,具有很强的可视性和交互性。波高传感器自检和测量系统主界面如图 3 所示。

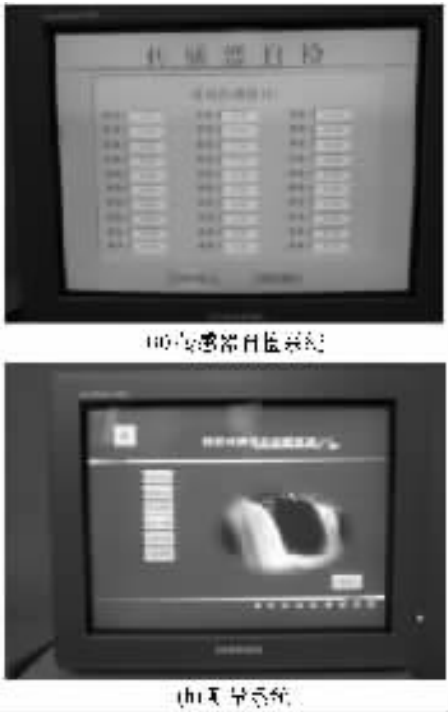


图 3 传感器自检和测量系统主界面

波高传感器在测量时可以不用硬件调零,因为在波高和周期的分析计算时,与调零无关。但进行波面数据处理时(例如计算波峰和波谷值时),必须硬件调零(调零应在造波之前的静水中进行)。多路传感器在浪高测量前通常都应先进行零点测量。测量系统具有丰富的自检自诊断功能,可以静态地检测每路传感器的输出信号,也可以动态地检测和显示每路测量信号的数据和跟踪曲线。

数据采集时可以根据试验的要求,选择不同的通道数、每秒钟采集次数和采样时间,测量数据经处理和统计后可以分别显示每路传感器在设定采样时间内测量的平均波高、波数、最大波、次大波、4% 大波和 13% 大波等,也可以分别显示每路传感器测量的数据和曲线图像。曲线图像可根据试验需要选择单路或多路显示,也可放大 1~7 倍显示。

计算机波高测量系统软件有以下主要技术特点^[9] ①在 WINDOWS 下运行,界面美观新颖,具有很强的可视性和交互性。②常系数建立、修改方便,可对各类参数进行单独保存。③具有很强的自检自诊断功能,可以方便地检测传感器、控制接口的工作状态正常与否,具有很好的实时性、快速性、可靠性。④可显示采集的数据和曲线,根据试验需要选择单路或多路显示,也可放大几倍显示。⑤测量过程线动态实时显示,以不同颜色在同一画面显示多路测量过程线。⑥多个模块的主菜单模式,运用多媒体功能,界面配以动态的音视频效果。

3 测量系统应用

随着海洋资源的不断开发利用,人类在近海的活动日益加强,如海上采油平台及输油管线、深水防波堤、跨海大桥和大型港口等近海建筑物迅速发展。然而,大型建筑物的建成将使其附近海域的波浪、水流条件发生改变。波浪作用下大型墩柱周围局部冲刷问题和舰船甲板上浪问题均需在波浪港池或水槽中进行模型试验研究。笔者应用计算机波高测量系统在波浪水槽中布置了 20 个波高测量点进行试验研究,取得了很好的试验研究成果,测量数据界面如图 4 所示,波高测量系统的测量精度可达 0.3% ~ 0.5%。在波高数据处理中,可采用阈值设定和调节功能,根据波高数据测量和处理的需要设定不同的阈值。



图 4 测量数据界面

4 结 语

在水利堤防工程、护岸工程、围垦工程、港口工程、风暴潮灾害防治、海洋资源开发利用等方面的科学研究中,通常不能用理论的方法得到精确解,需要应用模型试验来模拟波浪,研究波浪对结构物的作用,需要进行波高的测量和分析,计算机波高测量系统的成功应用较好地解决了这一难题,因此得到了广泛应用。

参考文献:

[1] SJT301—88 波浪模型试验规程(试行) [S].
[2] 蔡守允,周益人,谢瑞,等.河流海岸模型测试技术 [M]. 北京:海洋出版社,2004.
[3] 蔡守允,谢瑞,韩世进,等.多功能智能流速仪 [J]. 海洋工程,2004,22(2):83-86.
[4] 蔡守允,雷学锋,魏延文.河工模型试验测量与控制系统 [J]. 水利水运科学研究,1999(4):402-408.
[5] 蔡守允,魏延文,汪亚平,等.VSMS 系统在潮滩水沙测量中的应用 [J]. 水利水运工程学报,2001(2):67-70.
[6] 蔡守允,王昕,周灵杰,等.三峡工程坝区泥沙模型试验测量与控制系统 [J]. 水利水电技术,2002,33(10):48-50.
[7] 蔡守允,魏延文,雷学锋.LGY-III 型智能测沙颗粒分析仪 [J]. 海洋工程,1999,17(4):49-54.
[8] 蔡守允,戴杰,张定安,等.水利工程模型试验的压强和总力测量系统 [J]. 水资源与水工程学报,2006,17(2):36-38.
[9] 蔡守允,戴杰,张定安,等.大型模型试验水沙循环调制设备及控制系统 [J]. 海洋工程,2006,24(2):118-122.

(收稿日期 2006-07-26 编辑:高建群)

(上接第 58 页)

混凝土的温度梯度^[4,5];②在允许条件下提高流道内的气温;③设法减少混凝土的自生体积变形(优选水泥品种和配合比,加膨胀剂);④进行合理的施工分缝或设置后浇带。

参考文献:

[1] 朱伯芳.大体积混凝土温度应力与温度控制 [M]. 北京:中国电力出版社,1998.
[2] 朱岳明,刘勇军,谢先坤,等.确定混凝土温度特性参数的试验与反演分析 [J]. 岩土工程学报,2002,24(2):714-717.
[3] 张国新,罗健,杨波,等.鱼简河 RCC 拱坝的温度应力仿真分析及温控措施研究 [J]. 水利水电技术,2005(5):26-29.
[4] 龚召熊,张锡祥,肖汉江,等.水工混凝土的温控与防裂 [M]. 北京:中国水利水电出版社,1999.
[5] 朱岳明,贺金仁,石青春.龙滩高碾压混凝土重力坝仓面长间歇和寒潮冷击温控防裂分析 [J]. 水力发电,2003,29(5):6-9.

(收稿日期 2006-10-16 编辑:高建群)

