

Bore 2010 涌潮测控系统在涌潮水槽试验中的应用

黄 静¹, 李最森², 潘存鸿², 匡翠萍¹, 李红燕²

(1. 同济大学土木工程学院, 上海 200090; 2. 浙江省水利河口研究院, 浙江 杭州 310020)

摘要:从 Bore 2010 涌潮测控系统的基本原理出发, 介绍了该测控系统在涌潮水槽试验中的应用。在涌潮水槽试验中, Bore 2010 涌潮测控系统通过调节上下游变频器运行频率来控制涌潮潮前水深的稳定, 使水体具有一定大小的潮前落潮流速。在这种工况条件下, 增加下游变频器不同的运行频率产生了波状涌潮或漩滚涌潮, 符合涌潮实际情况。通过各种潮前水深、潮前落潮流速和涌潮高度多方案试验研究, 表明 Bore 2010 涌潮测控系统能很好地应用于涌潮水槽试验。

关键词:涌潮; 水槽试验; 测控系统; 潮前落潮流速

中图分类号: P334⁺. 92

文献标志码: B

文章编号: 1006 - 7647(2012) S2 - 0028 - 03

涌潮是潮波在入海河流河口段传播过程中产生的波陡趋于极限而破碎的潮水暴涨现象, 是世界上不少强潮河口特有的自然现象, 也是河口水域主要的水动力因素。

涌潮到达时, 水位骤然上涨, 流速突变, 动力强劲, 现场测试较难精确测量涌潮的水流特征参数数值。室内水槽试验不但能弥补上述不足, 并且还能模拟天然河道中难以测到的水流工况, 精确捕捉涌潮潮头, 预测涉水工程建成后的涌潮变化。所以, 水槽试验已被广泛应用于涌潮的相关研究。杨火其等^[1-5]利用涌潮水槽试验分别研究了涌潮水力学特性、涌潮对钱塘江丁坝和异型块体的冲刷以及涌潮对垂直方桩的正向作用力。卢祥兴等^[6]通过资料分析、涌潮水槽试验和现场观测等方法研究了钱塘江下游尖山河段建桥对涌潮景观的影响。周建炯和杨火其^[7]采用涌潮水槽模拟了曹娥江口门大闸的涌潮作用力, 分析了不同闸址位置及不同水闸底板高程条件下闸门所受涌潮作用力的特征。赵渭军等^[8]在水槽中测试了涌潮条件下不同透水率的排桩式护塘低丁坝群的水力学冲淤特性, 探讨了低丁坝的护滩保塘机理。Chanson^[9]通过矩形玻璃水槽生成了波状涌潮, 在分析波状涌潮潮流场的基础上, 研究了涌潮的混合和弥散作用。这些试验都是潮前

落潮流速为零条件下的研究成果。然而, 在实际江道中, 涌潮前的水体都具有一定大小的落潮流速。为此, 本文采用 Bore 2010 涌潮测控系统调节上下游变频器运行频率直接控制涨落潮流量, 从而使潮前水体具有一定大小的潮前落潮流速, 稳定了潮前水深, 并以此为工况条件, 对不同潮前落潮流速条件下的涌潮进行了试验研究。

1 Bore 2010 涌潮测控系统

本文模型采用的 Bore 2010 涌潮测控系统是珠江水利委员会珠江水利科学研究院研发的多台水泵变频调速控制系统。它是在 HMMC 水力物理模型测控系统^[10]的基础上增加了控制涌潮产生设备以及涌潮测量等功能, 尤其适用于物理模型试验中涌潮的产生、测量和控制。

Bore 2010 涌潮测控系统利用变频调速器直接控制潜水泵转速来产生潮汐过程, 采用 RS485 串行通讯接口采集水位、流速、流量等水力参数, 实现了水力参数与变频器的数据交换, 运用 LOCAL BUS 通讯协议进行水位仪、流速仪的通讯, 使得该系统具有通讯速度快、传输距离远、连线节省、抗干扰能力强、通讯可靠等优点, 很好地满足了物理模型的实时性、可靠性要求。

基金项目: 国家自然科学基金(51109188); 水利部公益性行业科研专项(201001072); 浙江省自然科学基金(Y5100243); 浙江省重点科技创新团队建设项目(2010R50035)

作者简介: 黄静(1985—), 女, 上海人, 博士, 主要从事海洋环境及地质灾害治理研究。E-mail: hjk1985cool@126.com

通讯作者: 李最森(1976—), 男, 浙江龙泉人, 高级工程师, 主要从事河流动力学及河口海岸工程研究。E-mail: lizs@hhu.edu.cn

涌潮产生设备由上游闸板启闭控制系统(包括相应的交流伺服电机及其控制器)、下游闸板启闭控制系统(包括相应的交流伺服电机及其控制器)、控制计算机内的 DA 控制卡和 DIO 控制卡,以及上下游变频器、水泵组成;测量设备由高速水位仪、钼丝波高仪与控制计算机内的 AD 转换卡组成^[11]。根据实际情况,本试验的涌潮水槽试验上游安装了 4 台变频器,下游安装了 8 台变频器。为保证试验的重复性,在配电室中安装了三相稳压电源。涌潮玻璃水槽模型示意图如图 1 所示。

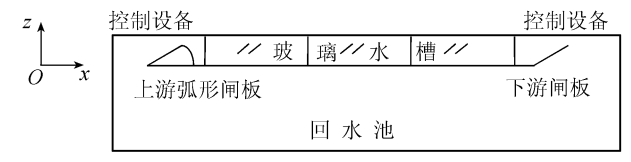


图 1 涌潮玻璃水槽模型示意图

Bore 2010 涌潮测控系统提供了开环和闭环 2 种控制方法产生涌潮过程。经吴华良^[11]的试验研究表明,开环适用于模拟准确度要求不高但稳定度要求很高的试验研究,而闭环控制则适用于涌潮的潮头高度、形状和向前推进的速度都能准确控制的模型试验。所以,本文试验采用闭环控制方法,调节上下游变频器运行频率使上下游水池蓄水,执行测控程序中的“开泵”命令,产生涨落潮流,直到潮前水位和落潮流速稳定。在此工况条件下,再增加下游变频器的运行频率,水从蓄水池中涌出,形成了一定强度的涌潮。最后,当涌潮潮头即将到达上游闸板时,上游闸板自动放平,潮头通过闸板流入蓄水池,相当于潮头向试验河流段的上游继续涌去,这样就防止了闸板阻挡潮头引起的潮头反射,避免了反射波的干扰。

2 涌潮水槽试验

2.1 仪器设备

本文试验是在浙江省水利河口研究院六堡试验基地新建的长为 50 m、宽为 1.2 m、高为 0.6 m 的涌潮玻璃水槽中进行。

在给定潮前水深条件下,由两端电机频率及水泵进出水量来控制潮前落潮流速以及涌潮强度。试验中采用了电容式波高传感器测试涌潮高度,流速测量采用了挪威 Nortek 公司的 Vectrino Plus 小威龙点式三维声学多普勒流速仪(ADV)。数据采集的时间间隔为 0.01 s。

2.2 测点位置

试验区域布设在涌潮水槽中段,波高和流速测点位置如图 2 所示。

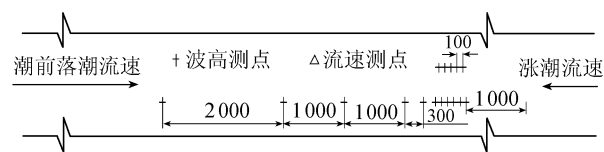
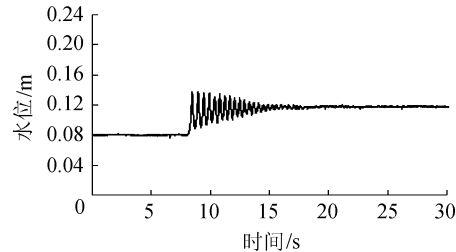


图 2 测点位置示意图(单位:mm)

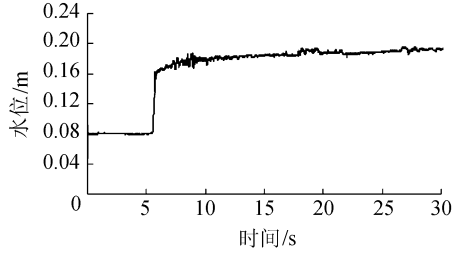
2.3 不同潮前落潮流速条件下的涌潮测试

通过 Bore 2010 涌潮测控系统进行了各种潮前水深、潮前落潮流速和涌潮高度多方案涌潮试验。本文以潮前水深为 0.08 m、潮前落潮流速分别为 0.10 m/s 与 0.20 m/s 为例,研究了不同潮前落潮流速时的波状涌潮和漩滚涌潮。

观测点涌潮潮头测试结果如图 3、图 4 所示。从图 3(a)可以看到,当落潮流速为 0.10 m/s 时,模型时间 8.25 s 之前,涌潮潮头还未到达观测点,水位低,仍是潮前水深,研究区域水体处于落潮状态;模型时间 8.25 s 时,涌潮潮头到达观测点,观测点水位以跳变方式升高。与波状涌潮相比,漩滚涌潮强度更大,流速更快,涌潮传播速度也更快,所以,潮头到达观测点的时间更早,即在模型时间 5.49 s 时刻,观测点水位突变(图 3(b))。之后,潮头涌过观测点,继续向上游涌去,观测点水位升高,直至潮头通过上游闸板跌入蓄水池。而当潮前落潮流速增大至 0.20 m/s 时,模型时间 9.16 s 后波状涌潮潮头到达观测点,漩滚涌潮潮头大约在模型时间 6.38 s 时才到达观测点(图 4)。



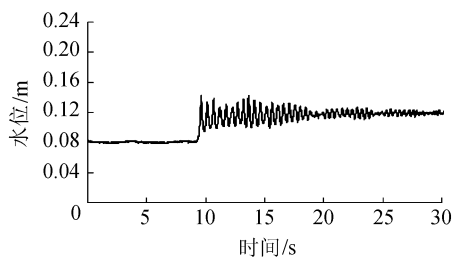
(a) 波状涌潮的潮头 ($\Delta f_{下游}=2\text{ Hz}$)



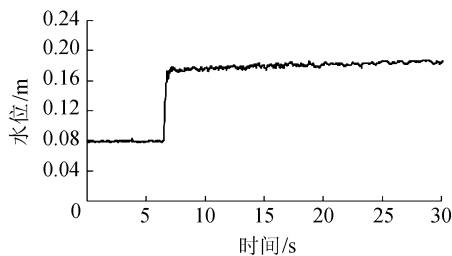
(b) 漩滚涌潮的潮头 ($\Delta f_{下游}=6\text{ Hz}$)

图 3 测点涌潮潮头测试结果(潮前水深为 0.08 m, 潮前落潮流速为 0.10 m/s)

综上所述,由于落潮流对涨潮流的阻水作用,所以,在相同潮前水深时,涌潮行进时间会随着潮前落潮流速的增大而推迟,符合涌潮实际情况。



(a) 波状涌潮的潮头 ($\Delta f_{\text{下游}} = 2 \text{ Hz}$)



(b) 流滚涌潮的潮头 ($\Delta f_{\text{下游}} = 6 \text{ Hz}$)

图4 测点涌潮潮头测试结果(潮前水深为 0.08 m, 潮前落潮流速为 0.20 m/s)

3 结 语

在涌潮水槽试验中,Bore 2010 涌潮测控系统提供了调节上下游变频器运行频率的方法来直接控制潜水泵的出水量,从而保证了涌潮潮前水深的稳定,并使水体具有一定大小的潮前落潮流速,在此工况条件下,增加下游变频器的不同运行频率能复演不同强度的涌潮。

本文对同一潮前水深、不同潮前落潮流速条件下的涌潮试验结果进行了分析研究。研究表明:潮前落潮流速越大,阻水作用越强,涌潮行进时间越

(上接第 17 页)

本系统中使用支持 SMS 的手机模块收发 AT 指令。AT 指令的收发分为文本模式和 PDU 模式两种:文本模式通常可用于传送汉字,而 PDU 模式又细分为 ASCII, BINERARY 和 UNICODE 3 种模式。其中 ASCII 一般用于发送 0 ~ 127 之间的 ASCII 字符, BINERARY 可用于发送 16 进制码,而 UNICODE 可发送 UNICODE 字符集中的编码。以 PDU 模式进行数据发送时要尤其注意, ASCII 码每个字符占用一个字符宽度, BINERARY 的每个字符占用两个字符宽度,而 UNICODE 则要占 4 个字符的宽度。在数据解析时也要注意是文本模式还是 PDU 模式,如果是 PDU 模式,还要确定返回的是何种模式的编码,否则解析后将会出现乱码。

3 结 语

本文分析了 GPRS 和 SMS 两种无线传输技术的融合在地下水观测系统中的应用,并给出了两种

迟,符合涌潮的实际情况。经各种潮前水深、潮前落潮流速和涌潮高度多方案试验,表明 Bore 2010 涌潮测控系统能很好地应用于涌潮水槽试验。

参考文献:

- [1] 杨火其,潘存鸿,周建炯,等.涌潮水力学特性试验研究[J].水电能源科学,2008,26(4):136-138.
- [2] 杨火其,蒋纬.钱塘江河口护塘丁坝坝根防冲工程措施试验研究[J].浙江水利科技,2000(6):8-10.
- [3] 杨火其,王文杰.强潮河口丁坝坝头块体抗冲稳定分析[J].泥沙研究,2001(5):14-18.
- [4] 杨火其,王文杰.钱塘江河口异型块体抗冲稳定特性试验研究[J].长江科学院院报,2001,18(2):19-22.
- [5] 杨火其,卢祥兴,周建炯.涌潮对垂直方桩正向作用力试验研究[J].水电能源科学,2008,26(3):118-119.
- [6] 卢祥兴,杨火其,曾剑.跨钱塘江大桥对涌潮景观影响的研究[C]//第十届全国海事技术研讨会论文集.北京:海洋出版社,2005:211-216.
- [7] 周建炯,杨火其.曹娥江口门大闸涌潮作用力试验研究[J].浙江水利科技,2004(4):13-14.
- [8] 赵渭军,韩海骞,林炳尧.涌潮条件下排桩式低丁坝水力学冲淤试验研究[J].水动力学研究与进展:A 辑,2001,16(1):62-70.
- [9] CHANSON H. Physical modelling of the flow field in all undular tidal bore[J]. Journal of Hydraulic Research, 2005,43 a (3):234-244.
- [10] 林俊,吴华良,何启莲.HMMC 水力物理模型计算机测控系统及其应用[J].中国水利 B 刊,2003(4):57-58.
- [11] 吴华良.物理模型试验中涌潮的产生和测控[J].人民珠江,2011(5):9-11.

(收稿日期:2012-07-25 编辑:胡新宇)

技术的软件实现和系统的整体结构图。实际上,这两种技术的融合除了能解决地下水观测系统的实时性和可靠性问题以外,同样也适用于其他有类似需求的无线采集传输系统,这种技术的推广也将产生一定的经济和社会效益。同时,为了增强系统的可靠性,避免网络运营商的设备故障对系统采集造成的影响,还可以在采集终端添加数据记录仪^[1],这样即使短暂的网络故障,系统也不会丢失数据。

参考文献:

- [1] SL183—2005 地下水监测规范[S].
- [2] 李磊,雒义全,姜尚望.青岛市大沽河地下水文监测系统设计[J].山东水利,2010(5):54-56
- [3] 杨莉.用 WinForm 实现客户端基础数据维护模块[J].电脑编程技巧与维护,2006(7):7-13.
- [4] 赵森,苏庆,肖蓉.中文 SQL Server 2005 程序设计教程[M].北京:冶金工业出版社,2006.

(收稿日期:2012-07-21 编辑:熊水斌)