

一种轨道式自动测流系统

栗克国,倪文军,刘 锐,李志飞

(交通运输部天津水运工程科学研究院,天津 300456)

摘要:介绍了一种适用于灌区断面流量自动测量的轨道式自动测流系统,该系统由轨道、移动测量平台、定位系统、控制系统、电源系统、升降系统、传感系统、通信系统组成硬件系统,软件部分包括智能控制软件和远程控制软件两部分。分析了系统的基本工作原理、主要功能、性能指标及部分问题的解决方法。经过现场实际测试,系统具有较好的实用性,具有一定的推广价值。

关键词:自动测流;轨道小车;智能控制;水深测量

中图分类号:P332.4

文献标志码:B

文章编号:1006-7647(2012)S2-0012-02

渠道断面流速流量测量是灌区日常工作中的一项重要内容,目前多数灌区进行断面流量测量都仍然在使用传统的人工方式,整个过程需要耗费大量的人力物力,测量结果的精度也不尽如人意。针对断面流量测量中存在的实际问题,笔者通过与山东某灌区的合作研究,开发出一套轨道式的断面自动测流系统,经过现场试验,实现了预期设计指标,有较大的推广价值。

1 系统组成及工作方式

自动测流系统包括硬件和软件两大部分,硬件部分包括轨道、移动测量平台、定位系统、控制系统、电源系统、升降系统、传感系统和通信系统共八部分,软件部分包括智能控制软件和远程控制软件,硬件与软件相互结合,构成了该自动测流系统。

1.1 系统组成

轨道是保证测流小车平稳运行的基础,因此轨道设计时主要考虑承载力、倾覆限制、平行度要求、后期维护等。图1为现场轨道及小车运行图。

移动测量平台是指测量小车,该小车由两个主动轮、两个从动轮、减速齿轮组和驱动电机组成。平台尺寸与轨道宽度有关,只需要保证有足够的相关设备的安装空间即可。

定位系统包括限位开关和限位器两个设备,限位开关安装在测量平台上,测量平台在运动过程中,遇到端点限位器即停止或者反向运动,遇到测点限位则停止运动开始测量过程。



图1 测流系统轨道及小车运行

控制系统为整个自动测流系统的核心,由控制器、采集模块、输出模块组成,该系统负责整个小车的运行控制、数据采集处理、与外界通信、自身状态监视等。有关整个控制流程,在软件部分进行详细介绍。电源部分设计为蓄电池供电,在测量过程中不需要再外接电源。

升降系统主要功能是带动铅鱼和流速传感器进行下放和收回,该系统由步进电机和绕线轮以及槽轮组成,依靠步进电机的定位特性实现流速传感器高度的定位,系统设计有定零功能,每次使用完成可以自动定零。

传感系统主要指测流传感器和水位传感器,以及与步进电机连接的旋转编码器,该系统主要实现水位采集、流速采集、高度计算、蓄电池电压计算等功能。

在黄河灌区中,目前使用较多的还是旋浆式流速仪,由于黄河水含沙量较大,旋浆传感器使用中维

护清洗工作量比较大,一些灌区进行了 ADCP 超声波流速传感器的现场试验,效果也不十分理想,为此,在本设计中采用电磁式流速仪,由于没有机械部件,不受水体含沙量影响,使用过程中几乎不需要清洗维护,具有较好的适用性。

泥位测量使用接近传感器作为前端传感器,接近传感器安装在铅鱼下方,当铅鱼在钢丝绳带动下向下移动时,接近传感器随之移动,当接近传感器到达距离水底一定距离时,传感器输出接近信号,根据铅鱼下降的高度即可推算出渠底淤积变化。

通信系统主要负责与上位机和数据网络的通信,设计两种通信方式,一种是通过无线 WiFi 网络与上位机进行通信,另一种为通过 GPRS 数据传输模块与信息化网络通信。当使用 WiFi 通信时,测量平台与本地采集软件通信,当使用 GPRS 时,测量平台与信息化软件平台通信,测量数据可以直接存入信息平台的数据库。

1.2 测量平台工作方式

测量平台支持 3 种工作方式:现场手动控制、本地控制和远程控制。

a. 现场手动控制。在现场手动控制模式下,用户按下“启动测量”按钮,即可完成人工操作,测量平台便会在 PLC 控制下自动完成整个断面的测量工作。测量完成后,测量平台自动返回测流房,并且将测量数据发送到上位机或者存储到内部存储器。

b. 本地控制。本地控制是指在现场通过控制软件控制,在这种控制方式下,用户可以在控制软件上实时查看测量平台工作状态和测量数据,用户还可以通过软件实时停止测量过程。

c. 远程控制。在远程控制方式下,用户通过信息管理平台通过无线网络向测量平台发送测量命令,测量平台接收到命令自动执行测量流程,测量完毕后自动将数据上传到信息平台,现场不需要人工参与。

2 控制流程及测量方法

2.1 控制流程

程序设计是整个自动控制的核心,自动测流系统的大部分核心功能均由控制程序实现,其主要功能包括:①采集各个传感器的数据并进行相关处理;②采集各个设备的工作状态数据,并进行逻辑判断处理;③根据设备工作状态决定测量平台的下一步动作;④接收并处理无线网络上的命令和数据;⑤自动控制测量流程,并上传相关测量数据。

控制程序的测量流程如图 2 所示。

2.2 测量方法

渠道断面流速测量系统包括水位、流速、泥位 3

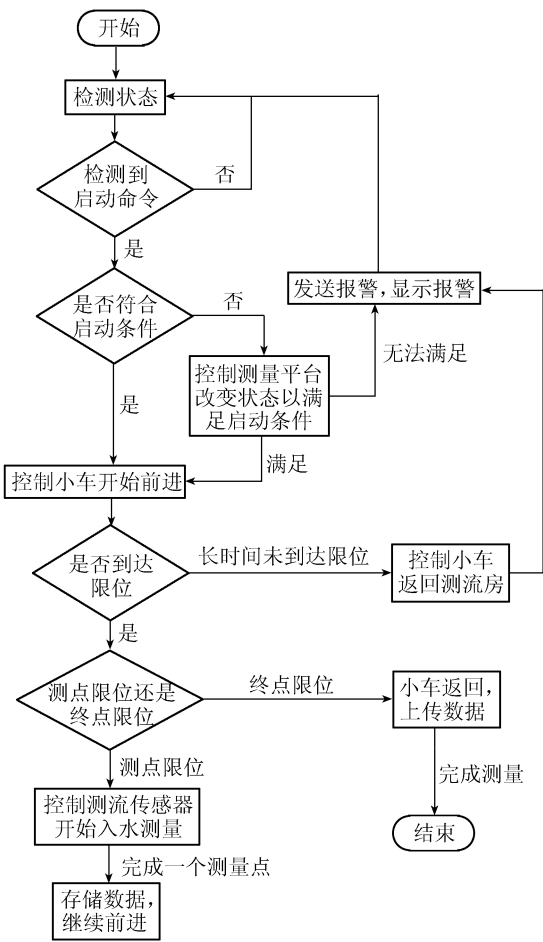


图 2 软件流程

个基本参数以及流量 1 个计算参数的测量,其中流量参数由其他 3 个参数计算得到。

明渠大多是处于紊流流速分布状态,沿其铅垂线的速度分布情况和圆管道的紊流速度分布的一半基本一样。按指数方程

$$u = \left(\frac{y}{h}\right)^{1/n} u_{\max} \tag{1}$$

在(0,h)范围内积分,除以渠深 h,得到垂线平均流速,并求得垂线流速分布系数 k₁。明渠端面水平的流速分布与圆管道相同。对式(1)在(B/2,+B/2)范围内积分除以渠宽 B,便得到水平线平均流速。同样可求得水平流速分布系数是 k₂。计算公式为

$$k_1 = k_2 = \frac{n}{n+1} \quad k = \left(\frac{n}{n+1}\right)^2 \tag{2}$$

式中:k 是面流速分布系数。明渠的 n 值大约为 4~8,所以,k₁,k₂ 在 0.8~0.88 之间,k 在 0.64~0.8 之间。按式(2)也可求出平均流速点大约在 0.6 倍水深和 0.2 倍渠宽水平的坐标位置上,由于渠道淤积作用,需要根据水位和泥位对流速传感器入水深度进行动态修正。

(下转第 27 页)

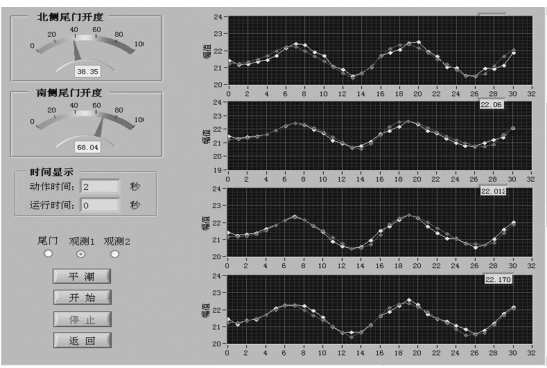


图2 潮汐模拟系统软件部分观测点潮位结果

5 结 语

为模拟天然潮汐,设计了双尾门潮汐模拟系统。

(上接第 13 页)

3 电磁流速仪测试结果分析

自动测流系统直接测量的与流量有关的参数包括水位、流速和泥位,其中水位数据可以通过超声波水位计得到,精度能够有效保证,泥位数据通过接近传感器和步进电机测量,精度也在可控范围内,而系统设计中流速传感器使用了新型的电磁流速仪,因此需要对电磁流速仪的测试结果进行数据分析。

首先是对电磁流速仪实验室环境下的线性度进行分析,数据见表 1。

表 1 电磁流速仪率定

序号	标准流速/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	测量流速/ ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)	相对误差/%
1	0.10	0.09	-0.20
2	0.20	0.18	-0.40
3	0.50	0.50	0.00
4	0.80	0.78	-0.40
5	1.00	1.01	0.20
6	1.20	1.21	0.20
7	1.50	1.49	-0.20
8	1.80	1.82	0.40
9	2.00	1.99	-0.20
10	2.50	2.55	1.00
11	3.00	3.02	0.40
12	4.00	3.99	-0.20
13	5.00	4.92	-1.60

其次对电磁流速仪与人工测量结果的现场数据比对分析,结果见表 2。

由表 2 可以看出,使用电磁流速仪进行测量,精度能够满足实际需要,测量结果与传统的旋浆流速仪测量结果没有明显差异。

介绍了双尾门潮汐控制系统的基本原理、模型布置、硬件组成及控制算法。该系统在交通运输部天津水运工程科学研究所的多组潮汐模型试验中得以应用,应用情况表明该系统具有良好的稳定性、重现性以及潮汐控制精度。在模型试验中还可以在模型边界上增加径流、流量控制系统等以提高系统的整体性能。

参考文献:

[1] 刘其奇. 流量控制型潮汐控制系统[J]. 测控技术,2001, 20(5):38-40.
[2] 吴昌林,崔建峰. 潮汐模型尾门的串联控制系统[J]. 机床与液压,2006(3):182-184.

(收稿日期:2012-08-10 编辑:骆超)

表 2 电磁流速仪与人工测量结果对比			m/s
序号	旋浆测量流速	电磁流速仪测量流速	误差
1	0.31	0.30	-0.01
2	0.52	0.53	0.01
3	0.56	0.57	0.01
4	0.59	0.61	0.02
5	0.50	0.49	-0.01
6	0.40	0.39	-0.01

4 结 语

本文设计的自动测流系统通过集成采用 PLC 控制技术、选用新型电磁流速传感器、角形轨道、无线数据传输技术等,避免了以前自动测流系统的缺点,提高了系统的自动化水平,减轻了相关人员的工作负担,具有较大的推广价值。

参考文献:

[1] 苏红鲁,张扩成,张厚芹. 邢家渡灌区自动测水量水系统研制[J]. 山东水利,2011(10):14-15.
[2] 楚恩国. 三河闸全自动水文缆道测流系统及其应用[J]. 水利水电技术,2008(1):32-35.
[3] 周振华. EKL-3 型全自动水文缆道测流系统的应用与改进[J]. 河南水利,2002(5):116.
[4] 戴建国,姚刚,唐炜. 一种新型水文缆道综合测量装置的研究[J]. 水利水电自动化,1999(4):44-46.
[5] 李渡峰,崔新华,徐文翔. 全自动水文缆道测流系统简介[J]. 河南水利,2001(6):24.
[6] 张孝兵,沈晓红. PLC 在步进电机控制中的应用[J]. 机电工程技术,2008(1):104-106.
[7] 吴嘉. 流速测量方法综述及仪器的最新进展[J]. 计测技术,2005(6):1-4.
[8] 刘晓凤,张滨. 电磁流速仪在水文测验中的应用[J]. 气象水文海洋仪器,2008(4):47-49.

(收稿日期:2012-07-30 编辑:熊水斌)