

# SZF 型波浪浮标中波高数字化检测系统设计

屠长涛,唐原广

(中国海洋大学 工程学院,山东 青岛 266100)

**摘要:**在海洋监测技术中,SZF 型波浪浮标是一种无人值守的能自动、定点、定时地对海面波浪高度、波浪周期及波向进行遥测的小型浮标测量系统。在实验室生产过程中,过去一直是利用波浪旋转台对波高数据采集电路所获得的模拟信号直接绘制图形进行性能检测。伴随着计算机技术和微电子技术的发展,对浮标中波高数据采集电路的模拟信号数字化处理,通过串口和计算机相连,利用 VC++ 良好的界面设计及 Matlab 强大的绘图功能,实现对采集到的波高数据进行实时显示,使我国波浪浮标的生产检测向智能化又迈进了一步。

**关键词:**波高;检测;VC++;Matlab;智能化

**中图分类号:**TP368;TH766

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2011)06-0012-04

## Design on Digital Wave Height Detection System of SZF Type Wave Buoy

TU Chang-tao, TANG Yuan-guang

(School of Engineering, Ocean University of China, Qingdao 266100, China)

**Abstract:** In the marine monitoring technology, SZF Type wave buoy is an accuracy wave monitoring equipment. It can automatically measure the wave height, wave period and wave direction at a fixed time and a regular place. Use wave rotary table, inverter and electronic potentiometer to detect the wave height acquisition circuit good or not. The method is look the wave height graphics performance. With computer technology and microelectronics technology improvement, do the analog signal digital processing. Connect the wave height acquisition circuit to the computer through serial port. As we all know that the VC++ technology can have good interface design and the Matlab is stronger at draw graphics. So can acquire the collect wave height data graphic in time.

**Key words:** wave height; detection; VC++; Matlab; intelligent

### 0 引言

海浪是海洋科学研究的重要对象之一,利用波浪浮标可以实现对各项波浪参数的采集与处理<sup>[1]</sup>。其中波高的测量是采用重力加速度传感器,经过二次积分、滤波、模数转换及必要的数据处理等得到;波向则需要方位传感器及倾斜传感器的结合使用并计算得到<sup>[2]</sup>。

文中是在我国 SZF 型波浪浮标的实际生产研发为背景下,在原有的波高数据采集电路检测方法基础上,设计出的新型数字化检测方法。主要介绍波高数据采集系统的数字化电路设计,及利用 VC++ 和 Matlab 的各自优势开发出的能够实时绘制波高采样数据的软件系统,该检测方法能够更方便、更清晰地对波高采集系统进行检测。

### 1 原有的检测方法概述

SZF 型波浪浮标波高数据采集系统是由重力加速度传感器,放大电路,两次积分电路,滤波电路等几部分组成,所获得的是模拟信号,其组成框图如图 1 所示。

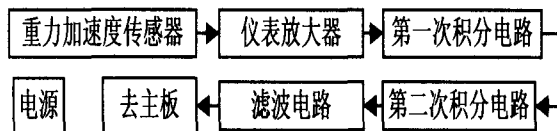


图 1 波浪浮标波高数据采集电路

原有的检测方法是利用波浪旋转测试台(包括可调高度旋转架、变频器和纸质记录仪等)。将波高数据采集系统板放在测试台上,利用变频器控制旋转架,将采集板上的模拟数据直接接到纸质记录仪上进行绘制波高曲线,根据所绘制的曲线对电路板进行调试和检测,经过不断地调试之后如果系统能满足所要求的性能指标(如表 1 所示<sup>[3]</sup>),则合格;反之则需要查找原因,重新调试。

收稿日期:2010-12-08;修回日期:2011-02-15

基金项目:国家 863 计划(200407)

作者简介:屠长涛(1985-),男,河南南阳人,硕士研究生,研究方向为海洋监测技术;唐原广,教授,从事海洋仪器的研究开发工作。

表 1 系统测量指标

型号	波高		周期	
	范围	准确度	范围	准确度
SZF	0.3m	$\pm(0.3+5\%$	3s	$\pm 0.5s$
	~20m	$\times \text{测量值})m$ (F.S)	~20s	(F.S)

2 新的检测方法中数字化电路及程序设计

在上述的检测系统中可以看出,波高数据是通过纸质记录仪绘制而成,其图形显示效果较差。随着计算机技术的发展,本次设计力求实现波高数据数字化显示,数字化绘图。由于波高数据采集系统所输出的是模拟信号,不能够直接在计算机上进行处理,需要将其数字化。

具体方法是将采集系统输出的模拟信号连接到 14 位 A/D 转换芯片 Max194 进行模数转换,获得的数字信号再接到微控制器中,微控制器负责控制波高数据的采样频率和 A/D 转换芯片。再利用串口转换芯片 Max3222 将输出的 TTL 电平信号转化成 RS232 信号,通过串口线连接到计算机上,从而可以利用相应的计算机软件进行波高数据处理,包括数据存储、排序和计算<sup>[4]</sup>。

在设计时,选用的微控制器是 Atmel 公司生产的 AT89C52 系列单片机<sup>[5]</sup>。随着单片机开发技术的不断发展,目前有汇编、PL/M、C 和 BASIC 四种语言支持。Keil 是目前最流行的单片机开发软件,对于使用 C 语言进行单片机开发的用户来说,Keil 已经成为必备的开发工具,文中软件就是基于 KeilC51 软件进行的程序编写。该程序负责对波高采样数据采样间隔、模数转换芯片、串口发送接收的控制,其程序流程图如图 2 所示。

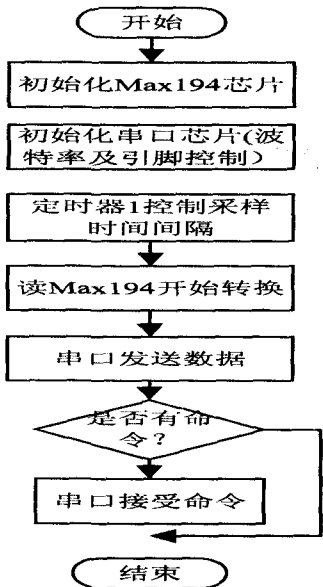


图 2 单片机中程序流程图

该程序中包括相应的头文件、引脚连接定义、Void main();void Max194\_send(uchar i\_data);void UartInit(void);void UartSendData(void);void Interrupt\_Uart(void) Interrupt 1 using1 等几个函数,实现对 A/D 转换、采样时间间隔和串口发送接收数据的控制。

3 波高检测系统的上位机软件设计

该软件负责将采集到的波高数据进行存储、绘图,然后进行排序和计算。本设计采用 Matlab 进行绘图程序的开发,用 VC++制作出友好的人机交互界面,然后将两者结合起来。

3.1 应用程序界面的开发

利用 VC++进行界面开发时,由于要用到串口进行数据通信,采用 Visual C++6.0 中提供的 MSComm 控件实现串口通讯,编程简洁并能够适合实际工控需求<sup>[6]</sup>。首先创建基于对话框界面的应用程序框架,在其中载入 MSComm 控件并设置通讯参数:波特率为 1200bps,8 位数据位,无奇偶校检位,接收数据采用事件驱动方式,响应 OnComm 事件<sup>[7]</sup>。

由于传感器所采集到的数据为 19 位,且有固定的数据包头,因此在数据输入时,要寻找到数据包头后再进行数据的处理,将得到的波高数据存入到 \*.txt 文件中,便于绘图和查询,如图 3 所示为文本文件里存储的部分波高数据。

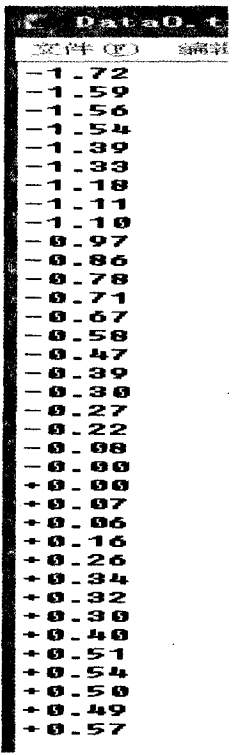


图 3 文本文件里存储的部分波高数据

另外,调用 Matlab 绘图程序时,需要加入相应的头文件:

#import "myWH\_1\_0.dll" raw\_interfaces\_only using namespace myWH; 才能调用绘图函数。需要注意的是由于采集数据的处理和绘制图形都需要占用较多的 CPU 资源和内存,为了尽可能减少对彼此的影响,程序开发中采用多线程技术,将两者分开。应用程序人机交互界面如图 4 所示。

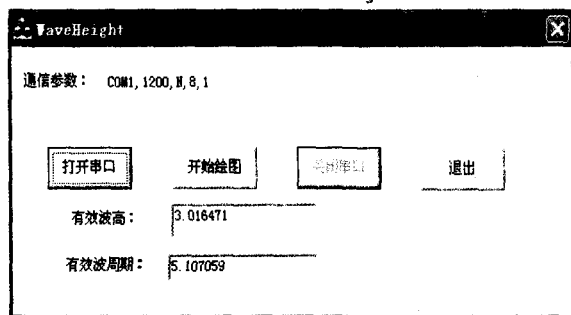


图 4 波高数据采集系统检测应用程序人机交互界面

在进行有效波高和有效波周期计算时,取平均水位为零线,波面向上与零线的交点定义为上跨零点,波面下降与零线的交点为下跨零点。波高定义为两个相邻的上跨零点间最大波峰与最小波谷间的垂直距离,周期定义为连续两个相邻上跨零点间的时间间隔。按照《海滨观测规范》的要求,有效波高即把波高由大到小排序后取前面 1/3 个大波的平均波高。在程序中先找到上跨零点,然后分离出一个个波,并用一个二维数组存储,再经过排序计算出有效波高和相对应的有效波周期<sup>[8]</sup>。

### 3.2 利用 Matlab 绘制实时波高采样曲线

#### 3.2.1 编写 m 文件

首先建立一个新的 m-file 文件,编写绘图函数。纵坐标用 load 函数打开在 VC++ 中存入的波高数据文件;横坐标为时间,间隔 100 毫秒,与采样时间一致,且要求绘图窗口中显示 200 个波高点,在前 200 个采样点里时间轴静止显示,当波高采样点数大于 200 个时,时间轴会动态右移;利用 plot 函数进行绘图。

#### 3.2.2 MATLAB 里创建 COM 组件

##### 1) 创建 COM 组件。

在 MATLAB 命令窗口输入命令 comtool,打开 Matlab Builder 对话框。点击 File->New Project,会弹出一个新工程设置对话框,填入组件名 'myWH' 和类名 'WH',完成之后点 OK,完成新工程的创建。

##### 2) 添加 M 文件到组件。

执行完第一步后回到 matlab builder 界面。点击刚才创建的工程,单击 Add files 按钮,将 M 文件添加到新建的组件类中。然后点击 Build->COM Object 编译当前工程的 COM 组件,编译完成以后在用户设置的项目目录下将产生两个子文件夹 src 和 distrib,src 里

包含组件的源代码,distrib 里包含供用户最终发布使用的 COM 组件<sup>[9]</sup>。

##### 3) 打包组件及 MCR。

选择 Component->package component 命令,comtool 将会把发布该组件所需要的所有文件打包到一个和工程同名的可执行文件中。

#### 3.2.3 将 DLL 文件导入到 VC++ 应用程序中

在 Matlab 中将上述生成的 distrib 文件夹里的 my-WH\_1\_0.dll 拷贝到 VC++ 工程文件夹中,进行编译运行<sup>[10]</sup>。

## 4 实验结果及分析

将波高数据采集电路和检测系统电路连接起来,固定在波浪旋转架上,将串口信号连接到计算机上,打开检测软件<sup>[11]</sup>。通过变频器控制波浪旋转架,通电 3 分钟待采集系统稳定后,按下图 4 中的 '打开串口' 按钮,会弹出串口打开成功对话框,点击确定。再按下 '开始绘图' 按钮,系统开始采样和实时绘制波高曲线图形。根据该图形检测其数据采集电路能否满足系统所需要的性能指标(如表 1 所示),若误差在其要求的范围内则合格,否则需要查找原因直到合格为止。

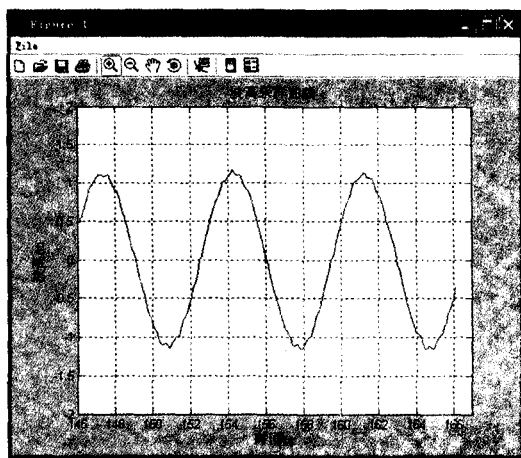


图 5 调试前波高采样曲线图

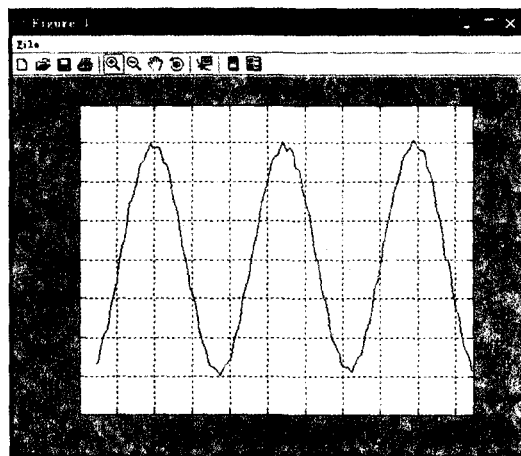


图 6 调试后波高采样曲线图

图5为实际检测中调试前波浪旋转架旋转半径为1.5米时所绘制的实时波高采样曲线,图6则为同一采集系统调试后所绘制的相对应的实时波高曲线。

通过对比,可以发现调试后的波高数据采集电路已经能够很好地满足系统的性能要求。当采样结束后,该检测系统会计算出采样区间内的有效波高和相对应的有效波周期,并显示在应用程序界面上,如图4中所示,该数据可以进一步验证波高数据采集电路的性能<sup>[12]</sup>。

## 5 结束语

该数字化检测系统可以以100毫秒甚至更小的采样间隔采集数据,因此所绘制的实时波高曲线更加平滑,有效波周期可以精确到0.1秒,便于检测。经过多次试验验证,收效甚好。

### 参考文献:

- [1] 叶安乐,李凤歧.物理海洋学[M].青岛:青岛海洋大学出版社,1992.
- [2] Huang Min-Chih, Chen Jia-Yuan. Wave direction analysis from data buoys ocean engineering[J]. Ocean Engineering, 1998, 25(8): 621-637.

- [3] 唐原广,李琛.多功能波浪浮标的研制[J].气象水文海洋仪器, 2004(3/4): 12-15.
- [4] 唐原广,赵曙东.基于单片机的倾角测量系统设计[J].微计算机信息, 2007, 3-2: 96-97.
- [5] 戴佳,戴卫恒.51单片机C语言应用程序设计实例精讲[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [6] 龚建伟,熊光明. Visual C++/Turbo C 串口通信编程实践[M].北京:电子工业出版社,2004.
- [7] 李长林,高洁. Visual C++ 串口通信技术与典型实例[M].北京:清华大学出版社,2006.
- [8] Han Kun Yean. Flooding undation analysis resulting from le-nee-break[J]. Journal of Hydraulic Research, 1998, 136(5): 747-759.
- [9] 杨高波,亓波.精通 MATLAB7.0 混合编程[M].北京:电子工业出版社,2006.
- [10] 唐原广,王金平.基于VB和Matlab接口的海浪谱分析软件设计[J].计算机技术与发展, 2008, 18(9): 37-39.
- [11] Heron S F, Heron M L. A Comparison of Algorithms for Extracting Significant Wave Height form HF Radar Ocean Backscatter Spectra[J]. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 1998, 15(6): 1157-1163.
- [12] 赵进平,朱光文.海洋监测仪器设备成果标准化[M].北京:海洋出版社,2004.

(上接第11页)

分文本图像中的平滑曲线和拐角,达到保持沿着边缘的平滑性,以及穿越边缘的尖锐的非连续性的效果。在平坦区域,能量函数更多地依赖于平滑项同时减少数据项的惩罚量。在图像的边缘处,情况刚好相反。提出的基于MRF模型的能量函数,利用图像分层技术,构建了由低分辨率到高分辨率的金字塔栅格图层,有效地减少了置信度传播算法中的消息迭代运算次数,提高了运算速度并求出最优解。本算法较好地恢复了文本字符的信息,且无须先验算法训练集,可以运用到文本图像处理的实时清晰化处理中。

### 参考文献:

- [1] 苏秉华,金伟其,牛丽红,等.超分辨率图像复原及其进展[J].光学技术, 2001, 27(1): 6-9.
- [2] 张红英,彭启琮.数字图像修复技术综述[J].中国图像图形学报, 2007, 12(1): 1-10.
- [3] Sun J, Zheng N N, Shum H Y. Stereo matching using belief propagation[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2005, 25(7): 787-800.
- [4] 方恒,吴怀宇.基于MRF和颜色空间的立体图像匹配算法[J].计算机技术与发展, 2008, 18(12): 28-31.
- [5] Geman S, Geman D. Stochastic Relaxation, Gibbs Distributions and the Bayesian Restoration of Images[J]. IEEE Trans

- Pattern Anal Machine Intell, 1984, 6(6): 721-741.
- [6] Weiss Y, Freeman W T. On the Optimality of Solutions of the Max-Product Belief Propagation Algorithm in Arbitrary Graphs[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2001, 47(2): 736-744.
- [7] Donaldson K, Myers G K. Bayesian super-resolution of text in video with a text-specific bimodal prior[J]. IJDAR, 2005, 7(2-3): 159-167.
- [8] Thouin P D, Chang C I. A method for restoration of low-resolution document images[J]. IJDAR, 2000, 2(4): 200-210.
- [9] 何华君,卢朝阳,焦卫东,等.基于梯度和MRF模型的视差估计算法[J].西安电子科技大学学报, 2007, 34(3): 373-376.
- [10] 耿英楠,赵岩,陈贺新.基于运动估计的置信度传播立体视频匹配算法[J].吉林大学学报(信息科学版), 2010, 28(4): 329-333.
- [11] Willsky A S. Multi-Resolution Markov Models for Signal and Image Processing[J]. Proc of the IEEE, 2002, 90(8): 1396-1458.
- [12] Borgefors G. Distance Transformation in Digital Images[J]. Graphics and Image Processing, 1986, 34(3): 344-371.
- [13] 刘丽梅,孙玉荣,李莉.中值滤波技术发展研究[J].云南师范大学学报, 2004, 24(1): 23-27.