

李毅伟, 何星源, 吴劲柏, 等. 砂层应变数据处理系统的实现[J]. 华南地震, 2017, 37(S1): 94-98. [LI Yiwei, HE Xingyuan, WU Jinbo, et al. The Realization of Sand Strain Data Processing System[J]. South China journal of seismology, 2017, 37(S1): 94-98.]

砂层应变数据处理系统的实现

李毅伟, 何星源, 吴劲柏, 蔡佩蕊, 陈伟, 宋超

(莆田地震台, 福建 莆田 351100)

摘要: 依靠已建成的砂层应变观测项目数据中心, 整合全国砂层应变台站的数据, 开发一套基于 C/S 的砂层应变数据处理系统, 可实现砂层应变数据的下载、图形绘制及数据分析等功能, 采用 C# 与 Matlab 的混编技术, 系统可加入针对砂层应变数据的特有分析方法, 为砂层应变分析研究人员提供界面友好、运算高效的专业数据分析软件。

关键词: 砂层应变; 软件系统; C#; Matlab; 混合编程

中图分类号: P315.7 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2017) S1-0094-05

DOI: 10.13512/j.hndz.2017.S1.015

The Realization of Sand Strain Data Processing System

LI Yiwei, HE Xingyuan, WU Jinbo, CAI Peirui, CHEN Wei, SONG Chao

(Putian Seismic Station, Putian 351100, China)

Abstract: Relying on the sand strain data center which have been completed, the paper integrated all sand strain station data and developed a Strain Data Processing System Programming based on C/S. The software system can achieve sand strain data downloading, graphics rendering, data analysis and so on. By using the mixed programming of C# and Matlab, the system can be added special analytical method for the sand strain data, and provide a professional and efficient data analysis software with friendly interface for sand strain analysis researchers.

Keywords: Sand Strain; Software system; C#; Matlab; Mixed programming

0 前言

自 1999 年以来, 全国已建成 19 个砂层应变观测台站, 2010 年莆田市建成了砂层应变观测台站 1 个, 2010 年 11 月 3 日在莆田召开了全国砂层应力观测技术研讨会, 与会代表针对砂层应力台站的运行情况及数据处理分析情况进行交流, 交

流得出, 目前全国砂层应变台站总体处于单台观测的状态, 缺少综合对比研究。2011 年, 在中国地震局监测司的支持下, 由莆田地震台承担在莆田建立了我国第一个砂层应变数据中心, 收录了全国 19 个砂层应变台站的观测数据、统一入库, 实现了各台之间的数据共享, 并提供数据应用服务^[1]。相关专业人员对砂层应变资料进行分析处理, 研究了

收稿日期: 2017-07-30

作者简介: 李毅伟(1970-), 男, 工程师, 现主要前兆流体测项仪器设备安装运维、资料分析等。

E-mail: 23571766@qq.com.

全球中强以上地震与砂层应变数据之间的关系,探讨了两者间的内在联系,但一方面这些研究基本上都是基于单台观测数据的分析,缺少多台综合对比研究^[2],另一方面随着数据中心的建立及对砂层应变研究的深入,人们对砂层应变数据处理和分析的需求不断增加,传统数据分析软件在分析处理砂层应变数据上存在一定的局限性,因此开发具有共享功能的实用性砂层应变数据处理系统成为必须。

1 系统总体思路

依靠已建成的砂层应变数据中心,整合全国砂层应变台站的数据,开发一套基于 C/S 的砂层应变数据处理系统,可实现砂层应变数据的下载、图形绘制及数据分析等功能,有利于对全国各个台站砂层应变数据进行横向对比和综合对比分析,研究颗粒介质与地震的关系,提取地震前兆信息。结合 C# 与 Matlab 混编技术,加入基本的数学分析方法,如各种滤波分析、频谱分析、拟合、检验等,同时该系统具有扩展性,在对砂层应变进行深入研究后,还可以加入一些特有分析方法。

2 系统的实现

2.1 系统功能需求

(1) 系统具备对全国砂层应变数据中心数据库的访问,查询需要的相关数据进行分析。

(2) 系统可根据实际情况,设置需要的测项、时间,查询相应的观测数据,加入到该软件的数据集中,方便进行多维数据对比分析的功能。

(3) 系统提供滤波和平滑等方法,针对砂层应变数据经常会出现各种缺数、突跳、超限等情况,过滤明显的干扰信息和噪声,提取出适用日常分析研究的观测数据。

(4) 系统提供周期分析、拟合分析、滤波分析、谱分析和回归分析等多种基本的数学分析方法。

(5) 将砂层应变的原始观测数据和处理分析后的数据以曲线的形式表现,提供自定义数据的显示范围、显示模式等。

2.2 技术路线

基于已建立的砂层应变数据中心数据库,采用 C/S 架构,基于 .NET Framework 框架结合,应用 C# 与 Matlab 混合编程的开发方法,设计和开发砂层应变数据分析与处理系统。C# 语言具有开发界

面友好、执行速度快、数据库连接方便、升级维护方便等的优点,在开发过程中可实现界面设计、数据库连接和读写等的功能^[3],Matlab 是专业的数据处理分析软件,其以矩阵方式实现的数据算法模型具有对海量数据快速处理运算的特点^[4],在开发过程中主要用于砂层应变数据相关处理分析算法的编写,再编译成 C# 语言可引用的 DLL(动态链接库)^[5],实现砂层应变数据分析与处理系统。针对系统的需求,主要采用以下技术路线实现:

(1) 采用 ADO.NET 技术实现对砂层应变数据中心数据库的访问、连接和数据读取的功能,以数据实体类模型将数据保存在内存中,数据实体类的属性包括砂层应变原始数据、开始结束时间、采样率、台站信息、测项信息等,数据实体类模型保存在内存中,用于数据曲线绘制、数据处理和数据分析等。

(2) 在 Matlab 编译环境中,将各种数据处理和分析的算法分别形成 M 文件,再利用 Matlab 的 Deployment 工具将编写好的 M 文件统一编译成一个 C# 可引用的 DLL 文件,再将 DLL 文件加入到 C# 项目的引用中。

(3) 软件系统的数据绘制功能采用 ZedGraph 绘图控件来实现。ZedGraph 是 C# 开发的一个同时支持 WinForm 和 WebForm 的 .NET 开源图表控件,该控件具有比较高的灵活性,可以修改图表的各个属性,满足砂层应变数据分析与处理系统对数据曲线绘制、标注地震、图层控制、图件修改等的需求。

3 砂层应变数据处理系统的功能

3.1 数据库管理模块

数据库设置提供对现有数据库的 IP 地址、数据库实例名、用户名和密码进行设置、修改和保存等操作,同时提供测试连接,测试该数据库连接参数是否正确。系统可保存多个数据库的连接参数(图 1)。

3.2 数据集管理模块

系统每次对数据库进行一次查询,查询出来的前兆观测数据都会作为一个数据集保存在系统内存中,该数据集的元素主要包括时间值、前兆观测数值、起始时间、结束时间、数据类型、台站代码、测点编号、分量代码、分量名称和数据描述等,该模块提供对系统中所有的数据集进行查询、生成、删除等管理工作(图 2)。



图 1 数据库设置

Fig.1 The interface of database setup



图 2 数据集管理界面

Fig.2 The interface of data set management

3.3 数据处理模块

经过多年的观测,针对砂层应变观测仪器普遍存在的问题,如数据串道、人为干扰、停电等原因引起的毛刺、阶变、缺数等,编写相关的算法,对原始数据进行预处理,以最真实反映砂层应变状况的数据用于后续的地震前兆预测和分析,目前该系统的的功能主要包括最大振幅法(用于突跳和毛刺的处理)、移动平均法(用于平滑处理)等。

(1) 最大振幅法。主要针对砂层应变观测数据普遍存在的数据串道、电压不稳等导致的毛刺进行滤波处理,算法原理是对观测数据进行判断,前后差值超过设定的振幅值,即对该时间点的数据进行内插处理,图 3 为该算法处理前后的效果。

(2) 移动平均法。针对砂层应变数据中出现

的杂乱无序的情况进行平滑处理,突出观测数据曲线的趋势,其原理是对某一时间的数据取设定时间内观测数据的平均值(如前 60 min),可以使观测数据曲线的趋势更加明显,又可以保持曲线的趋势不改变。图 4 为该算法处理前后的效果。

3.3 数据分析模块

该模块主要是使用户可以针对当前砂层应变观测数据或者处理后的观测数据,采用常用的各种数学算法,进行计算分析,方便用户从不同角度、不同层次对砂层应变观测数据进行分析预测,有效地提取观测数据中的地震前兆信息。该系统中的数据分析主要包括:周期分析、拟合分析、滤波分析、谱分析和回归分析等基本的数理分析方法(图 5)。以三阶正交多项式平滑滤波方法为例,对砂层应变观测数据处理结果见图 6。

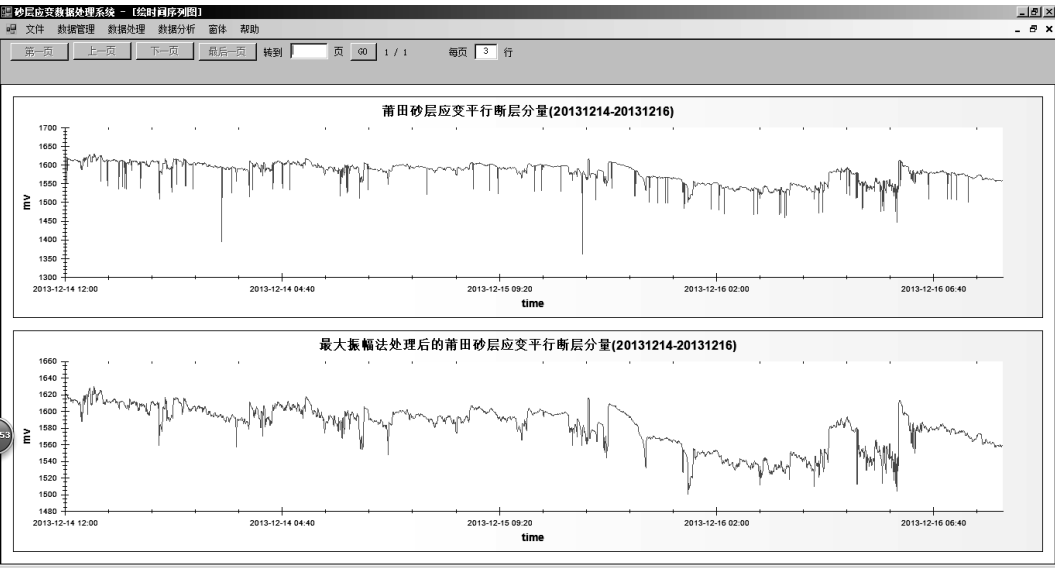


图 3 最大振幅法处理前后效果

Fig.3 Data comparison before and after processed by maximum amplitude method

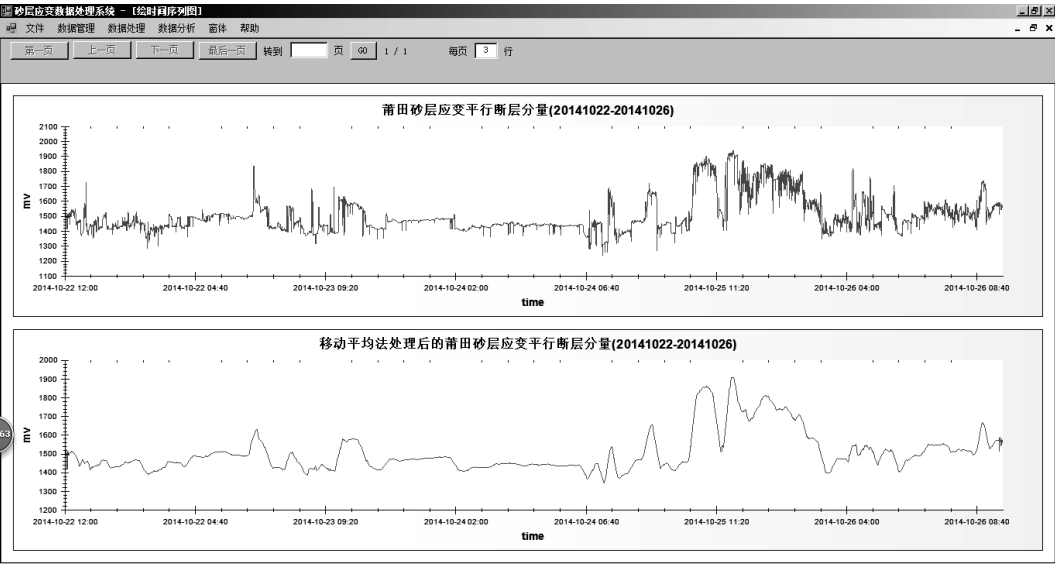


图 4 移动平均法处理前后效果

Fig.4 Data comparison before and after processed by moving average method



图 5 数据分析模块

Fig.5 Data analysis module

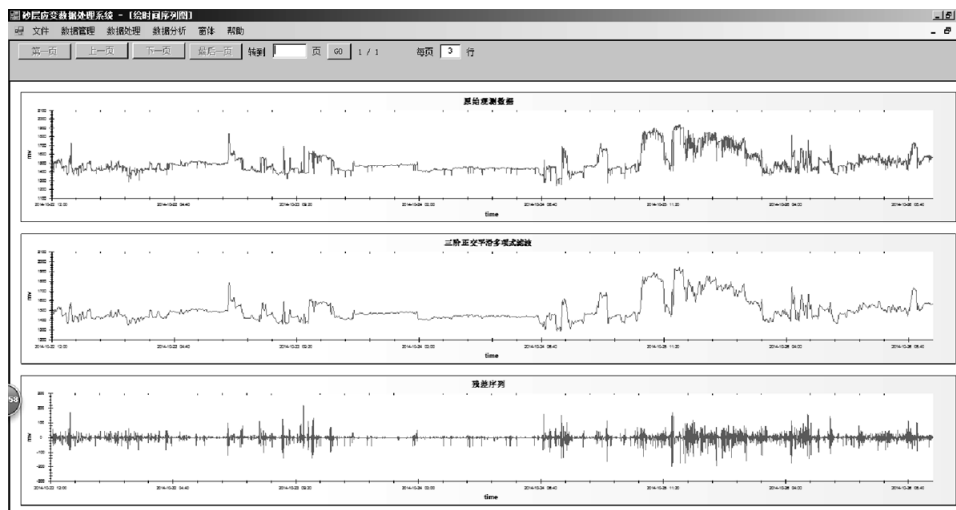


图6 三阶正交多项式平滑滤波处理效果

Fig.6 Data comparison before and after processed by three order orthogonal polynomial smoothing filtering

4 结语

砂层应变数据处理系统目前已应用到砂层应变数据中心的观测资料处理和分析,应用结果表明,该软件能有效地对砂层应变数据进行处理分析,提取观测数据中的某些地震前兆信息,具有系统稳定、界面友好、运算高效等特性。由于目前砂层应变观测的局限,对于砂层应变观测数据的数据处理方法上还有待于不断研究探索。笔者开发的砂层应变数据分析与处理系统对于观测数据在功能上做到了日常观测处理使用的一般方法,如基本的滤波、移动平均法等。将来在对砂层应变观测数据进行更加深入的研究和更加持久的观测,研究总结更多的针对砂层应变数据分析的算法模型,以进一步对该系统进行扩展和完善。

参考文献:

- [1] 蔡佩蕊,沈勇,陈伟,等. 基于 Oracle 的全国砂层应变数据中心设计及应用[J]. 华南地震,2012,32(04):88-95.
- [2] 李毅伟. 基于 Matlab 的砂层应力分析软件系统的设计与开发[J]. 华南地震,2011,31(04):123-129.
- [3] 软件开发技术联盟. C# 开发实战 [M]. 北京:清华大学出版社,2013.
- [4] 陈杰. MATLAB 宝典 [M]. 电子工业出版社,2010.
- [5] 王娟,周万珍,李媛,等. C#.net 与 Matlab 混合编程的快速实现[J]. 科技资讯,2006(33):60-61.