

DOI: 10.13512/j.hndz.2014.01.007

天津测震台网地脉动处理系统的设计与实现

孙路强¹, 李志雄², 栗连弟¹, 刘磊¹, 卞真付¹, 刘双庆¹

(1. 天津市地震局, 中国 天津 300201; 2. 海南省地震局, 海南 海口 570203)

摘要: 利用天津测震台网产出数据, 研制基于 ACCESS 数据库的地脉动处理系统, 系统采用 FTP 协议自动获取地脉动数据并对其进行计算, 将计算得到的 RMS(速度均方根)值存储到数据库中, 提供数据查询、变化曲线绘图等功能。根据设定的台站平均阈值, 将超出一定范围的数据以红名显示以达到突出异常的目的。

关键词: 数据库; 地脉动; RMS; 测震台网

中图分类号: P391.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-8662 (2014) 01-0048-04

Design and Implementation of Tianjin Ground Pulsation System

SUN Luqiang¹, LI Zhixiong², LI Liandi¹, LIU Lei¹, BIAN Zhenfu¹, LIU Shuangqing¹

(1. *Earthquake Administration of Tianjin Municipality, Tianjin 300201, China*; 2. *Earthquake Administration of Hainan Province, Haikou 570203, China*)

Abstract: BY using of the output data of Tianjin seismic network, the paper developed the ground pulsation system based on ACCESS database. The system automatically obtains the data by FTP and calculates their RMS. The result of RMS are automatically stored to database. The system provides the functions, such as data query, drawing, and so on. The data will be shown in red which beyond the average threshold to achieve the purpose of alarm.

Keywords: Database; Ground pulsation; RMS; Seismic network

0 引言

地震对地脉动观测的影响有两种表现: 一是震后地震波对正常地脉动信息的干扰, 另一个是震前出现的地脉动异常^[1]。对于这些包含丰富信息的地脉动信号经过计算能够得到背景噪声水平、地动噪声功率谱等情况。利用地脉动自动处理系统将地脉动噪声的计算作为一项日常工作, 从中

强地震前后地脉动噪声的变化中寻找地震预报的规律。同时提高了数字观测台网数字资料的使用率, 并为预报工作提供一种新的思路。

1 应用技术

1.1 Teechart 绘图技术

Teechart 是支持 Windows 和 Linux 系统平台的

收稿日期: 2012-11-12

基金项目: 地震科技星火计划项目(XH14005Y)和星火计划项目(XH14002Y)及天津地震背景场探测工程测震台网分项共同资助

作者简介: 孙路强, 男, 1985年生, 工程师, 主要从事地震速报、地震编目、系统运行工作

E-mail: sunluqiang163@163.com.

图表制作组件，同时满足 VisualStudioC ++ 、 VisualStudio.NET 和 ASP 等系统平台的需要。该控件提供上百种 2D 和 3D 图形风格，加上无限制的轴和多种调色板组件可以选择，为程序设计人员提供了一个高效、直观、节省时间的编程接口，为终端用户提供了发挥的空间。

1.2 数据库连接技术

系统采用 Microsoft Visual Basic.net 语言开发，利用 Microsoft.jet.OLEDB.4.0 创建系统各模块与数据库各表之间的连接。SQL 语言作为国际标准语言，可独立完成数据全部活动，实现数字计算结果自动入库、查询、异常数据红名显示等功能。

1.3 RMS 值计算

根据《地震台站观测环境技术要求》中规定用 1/3 倍频程滤波器在 1~20 Hz 范围内，由速度功率谱密度 PSD 计算地动噪声水平(RMS)，计算公式为：

$$RMS=\sqrt{2PSD\times f_0\times RBW}$$
 (1)

在公式中 f_0 为分度倍频程中心频率，RBW 为相对带宽。

2 软件设计

2.1 功能界面

根据地脉动处理系统的功能需求，将结果计算、绘图以及系统管理等模块作为系统一级模块，其中结果计算模块包括数据处理和结果查询报警功能。同时利用 TreeView 控件来显示信息的分级视图，如同 Windows 里的资源管理器的目录功能。通过显示等级结构的树状外观控件，不仅美观大方而且方便使用(图 1)。

2.2 功能架构

根据功能架构图(图 2)，设计实现各模块功

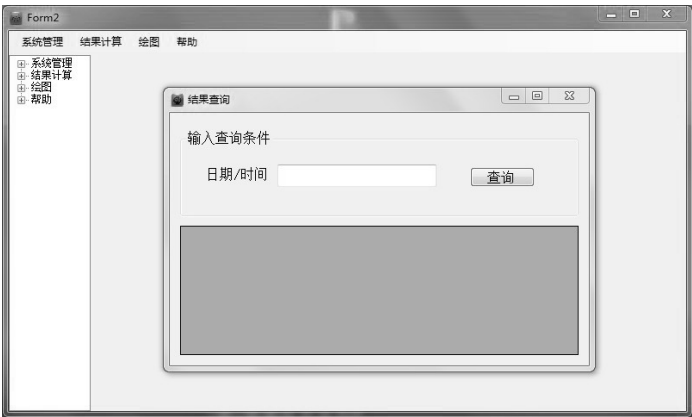


图 1 地脉动处理系统主界面
Fig.1 The main interface of the ground pulsation system

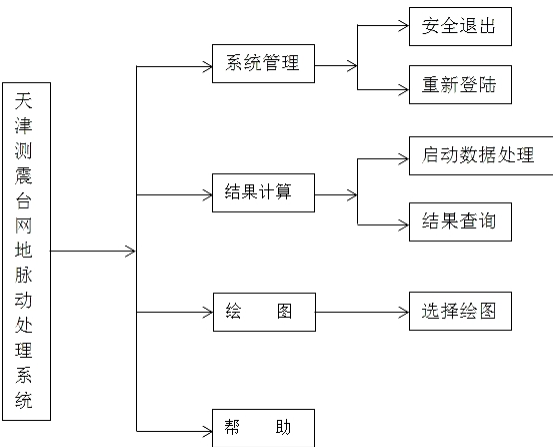


图 2 地脉动处理系统架构图
Fig.2 The architecture figure of the ground pulsation system

能，同时建立相关数据库表格，实现系统与数据库的互联，从而实现系统用户管理、计算结果自动入库、结果查询报警功能。

(1) 系统管理，根据用户在系统登录窗口中输入的信息判断是否和数据库中的用户信息一致，根据一致性判断是否准予登录，最终达到管理系统的目的。

(2) 结果计算，在数据链路正常的情况下启动数据计算功能，通过 FTP 协议截取归档完毕的地脉动波形文件，并计算得到 RMS 值，同时提供结果查询功能，如果结果超出设定阈值对其进行报警。

(3) 绘图功能，利用 Teechart 控件实现绘图功能。通过选择台站信息、起止时间来进行 RMS 值

变化曲线的绘制, 通过变化曲线能够直观感受数值变化情况。

2.3 数据库的构建

本系统采用 Visual Basic.net 语言开发, 利用 Access 构建地脉动处理系统数据库 seisis.mdb 以及相关数据表 tb_login、tb_result, 利用 Microsoft.jet.OLEDB.4.0 创建系统各模块与数据库各表之间的链接。SQL 作为一种结构化查询语言, 通常用于存取数据以及查询、更新和管理关系数据库系统, 语言风格统一, 可独立完成数据的全部活动, 解决了该系统数据存储、查询等功能的实现。

遵循数据库建设的约定, 以及数据自动存储的要求, 本数据库采取自动编排序号的方式, 同时设置台站代码关键字段, 便于按照时间以及台站名来查询结果信息, 现将主要数据表的创建结构列出(见表 1、表 2)。

表 1 用户管理数据表(tb_login)

Table 1 The data table of user

序号	字段名	类型	长度	默认值	允许空	说明
1	id	自动编号	长整型			序号
2	name	文本	250			用户名
3	password	文本	50			密码

表 2 RMS 结果数据存储表

Table 2 The table of RMS result

序号	字段名	类型	长度	默认值	允许空	说明
1	id	自动编号	长整型			序号
2	time	日期/时间				时间
3	result	文本	双精度			结果(m/s)
4	station	文本	50			台站代码

2.4 绘图功能的实现

变化曲线绘图是整个系统实现难点之一, 系统利用 TeeChart 控件进行曲线绘图, 该控件作为一种封装好的产品, 使用方便可控性强, 它可以直接存取 ODBC 数据源, 作为一款优秀的 ActiveX 图形控件, 具有许多优良的特性, 它可以有效解决图形显示问题, 通过实现 RMS 结果选择绘图功能, 使得观测数据能够更加直观的展现在用户面前, 便于预报人员分析预测地震发生前地脉动变化情况(图 3), 核心代码如下:

```

AxTChart1.ClearChart ()
AxTChart1.RemoveAllSeries ()
AxTChart1.Header().Caption = ("背景噪声计算")
AxTChart1.Frame().Visible = True
AxTChart1.Series(0).Color = (RGB(255, 0, 255))
AxTChart1.Series(1).Color = (RGB(122, 122, 122))
'---设置图形标题
AxTChart1.Header.Text.Add (" RMS 峰值")
'设置 y 轴坐标
AxTChart1.Axis.Left.Automatic = True
'---x 轴的范围
AxTChart1.Axis().Bottom().SetMinMax(0, 100)
Dim Conn As New ADODB.Connection
Dim Reco As New ADODB.Recordset
Dim time As String, k As Integer
Dim result As Double

```

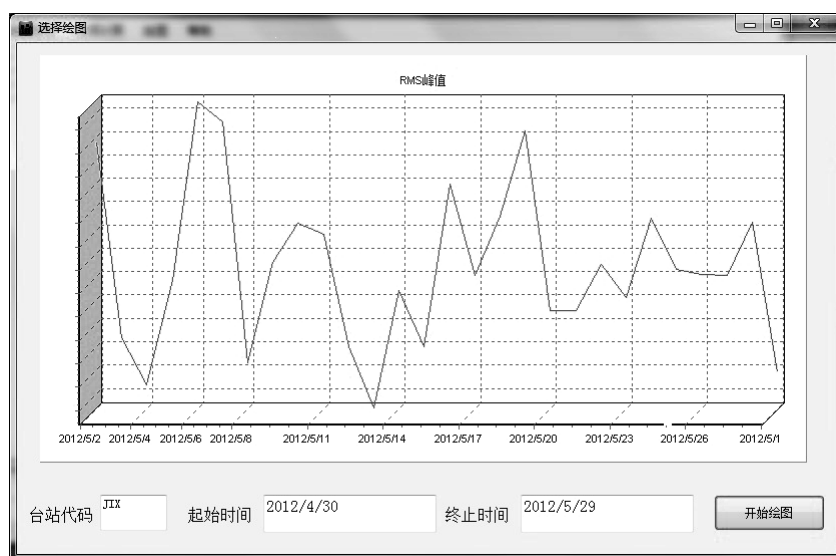


图 3 选择绘图界面

Fig.3 The interface of select drawing

```

AxTChart1.Axis.Bottom.Automatic = True
Conn.Open("Provider=Microsoft.Jet.OLEDB.4.0;
Data
Source=C:\seis\seismsys\seismsys\Database\seisys.mdb")
Reco.Open("select * from tb_result where time
>Datevalue ('" + TextBox1.Text + "') and time <
Datevalue ('" + TextBox2.Text + "') and station ='" +
TextBox3.Text + "'", Conn, 3, 3)
k = 1
Do While Not Reco.EOF
    time = Reco (" time") .Value
    result = Reco (" result") .Value
    AxTChart1.Series (0) .AddXY (k, result,
time, AxTChart1.Series (0) .Color)
    k = k + 5
    Reco.MoveNext ()
Loop
Reco.Close ()
Conn.Close ()

```

2.5 技术流程

根据系统需求以及程序需要设计实现过程,通过系统管理限制对于数据库的操作,计算获取台基噪声值,并提供数据自动入库、更新、查询功能,根据设定阈值对异常结果进行红名报警^[2],同时提供选择数据绘图功能,地脉动处理系统业务流程见图4。

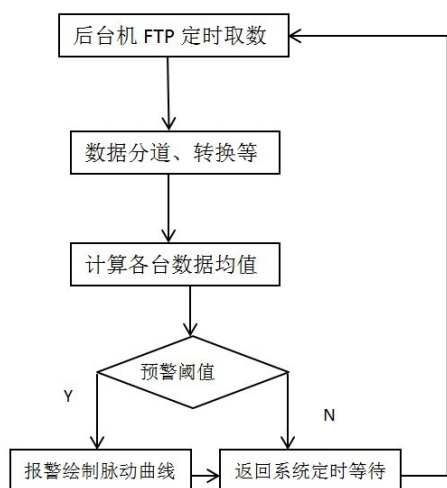


图4 地脉动处理系统业务流程图

Fig.4 The process diagram of the ground pulsation system

3 软件应用与作用

天津市地震局地脉动处理系统自2012年4月

投入使用,采取不间断方式对地脉动数据进行处理计算,并将结果自动保存到tb_result数据表中,选择绘图功能运行稳定,在试运行过程中由于官港(GUG)台对井下地震计进行维修,架设地表临时观测设备,背景噪声值计算结果超出最初设定阈值,造成结果查询时以红名方式显示异常结果,经过对该台站阈值的重新设定,系统运行恢复正常。

由于该系统的投入使用,使得地震预报人员在利用传统前兆观测分析地震形势外,可将地脉动噪声变化情况引入到地震预报当中^[3],是对天津市地震局地震预报手段的有益补充,同时在数字地震观测资料利用方面同样取得了一定效果^[4]。

4 结语

该系统通过一年多的试运行,其合理性、实用性得到了印证。在地震预报中得到初步应用,通过对年变化曲线的分析,天津测震台网总结出季节变化对地脉动的变化影响规律^[5],以及起到监控台站观测环境变化的作用。

致谢:本文系统在研究、开发和测试过程中,得到了天津市地震局监测预报中心曹井泉、卞真付,应急信息中心李刚、刘磊,海南省地震局李志雄老师的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

参考文献:

- [1] 刘文兵,马丽,陈会忠,等.地学和地震科学研究中的应用网格计算[J].国际地震动态,2005,318(6):9-13.
- [2] 李刚,王晓磊,孙路强,等.天津市地震局手机短信息地震应急系统[J].地震地磁观测与研究,2013,34(1/2):172-175.
- [3] 李文昌,张玲,李君,等.地脉动特征波形自动分析方法[J].东北地震研究,2009,25(4):32-37.
- [4] 李志雄,袁锡文,朱航,等.海南数字地脉动参数处理系统[J].地震,2008,28(2):87-92.
- [5] 岳秀侠,杨跃文,栗连弟,等.天津测震台网子台地脉动分析与应用[J].华北地震科学,2009,27(4):36-40.