

数字化地震前兆台网日常工作管理软件^{*}

王建国, 栗连弟, 崔晓峰, 吴 强, 聂永安

(天津市地震局, 天津 300201)

摘要: 数字化地震前兆台网日常工作管理软件是天津市地震局区域前兆中心和台站日常工作核心软件之一。首先分析了软件的层次结构及数据流程, 然后从台站应用模块、文件汇集、数据检索、数据入库、文件分级保存、日志管理、数据绘图、数据质量监控、数据库管理维护、数据报表、数据报送共 11 个方面介绍了软件的功能及特点, 并对软件研制采用的关键技术、应用情况予以阐述说明。该软件的应用, 提高了工作效率, 规范了前兆台网的日常管理工作。

关键词: 前兆台网; 日常工作; 运行管理; 关键技术; 软件应用

中图分类号: TP311.52 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-0666(2009)01-0079-05

0 前言

天津数字化地震前兆台网于 2001 年建成并开始运行, 台网每天产出海量的原始观测数据。在日常的数据处理和数据库管理工作中, 为了提高工作效率, 减少数据差错率, 确保观测数据质量, 我们开发了数字化地震前兆台网日常工作管理软件。

本软件集成多个界面, 每个功能项包含多个分级菜单, 操作简便。主要功能模块采用 Visual Basic 6.0 编写, 数据绘图模块采用 Visual C# .NET 编写。软件可实时监控前兆台网运行状况, 为数据管理和数据共享工作提供技术保障。经过三年多的实际应用和不断地改进、完善, 本软件现已成为区域前兆中心和前兆台站的日常工作核心软件之一, 提高了天津地区前兆台网的管理水平。

1 软件层次结构与数据流程

天津数字化地震前兆台网以本软件为基础平台, 由台站(地办)完成观测日志录入、IN-3 型水位仪原始数据格式转换和文件压缩上传等工作, 再由区域前兆中心完成数据管理和数据共享等工作(哈斯高娃和陈勇, 2002)。

台站(地办)每天的模拟、数字化文件经过上传、下载、转换、检索、入库和分级保存后, 再由区域前兆中心值班人员处理, 完成数据绘图、日志管理、数据质量监控、数据库管理维护、数据报表制作和数据报送等工作。地震预报人员可通过客户端软件绘图并查阅日志。系统采用 Microsoft SQL Server 2000 数据库复制方式将模拟数据和数字化数据自动上传至中国地震台网中心前兆台网部, 并通过 Email 方式向中国地震局地下流体学科技术管理组报送天津流体月(年)评比数据。在局域网和广域网内, 以 SQL Server 2000 分布式网络数据库为服务平台, 实现了数据共享(李圣强等, 2001)。

本软件采用 C/S 模式, 前台计算机与后台 FTP 服务器、数据库服务器完全分离, 软件层次结构与数据流程见图 1(李倩等, 2004)。

2 软件功能及特点

2.1 台站应用模块

(1) 模拟和数字化观测日志录入

中国地震台网中心前兆台网部对观测日志文件的命名、格式和内容进行了约定^①。以天津宝坻台 2008 年 12 月 15 日的观测日志文件 Q120081215.log 的内容

^{*} 收稿日期: 2007-09-10

基金项目: 天津市科技支撑计划重点项目“基于 Web 的地震前兆台网运行监控与数据管理平台研究”和“十五”天津市数字地震观测网络项目前兆分项(22P22)联合资助。

^① 周克昌, 纪寿文, 赵玉浦, 等: 2005. 前兆台网运行管理及数据报送培训材料。

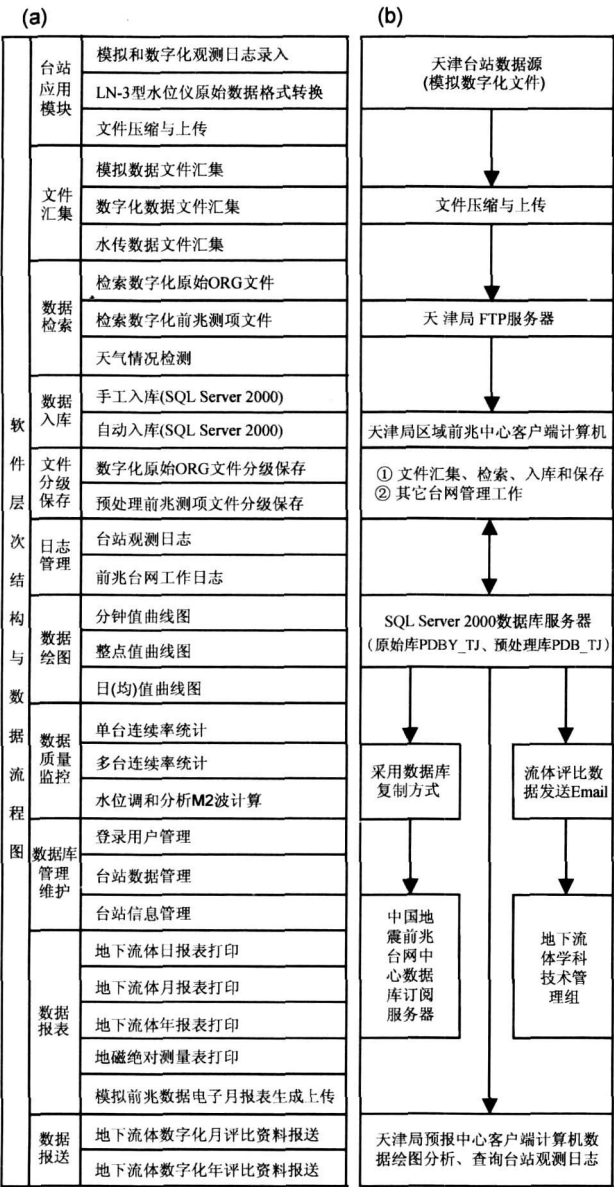


图 1 软件层次结构 (a) 和数据流程 (b)

为例如, 文件录入格式为: “姓名”, “20081215100300”, “20081215100700”, “LN-型水位仪”, “NULL”, “3”, “宝坻台 LN-3型水位仪 10时 03分至 10时 07分现场校测静水位仪, 校测合格。”, “天气: 晴”。

系统提供了可视化的观测日志录入和修改窗体, 对“事件记录人员、事件起始时间、事件结束时间、仪器类型、仪器方向、事件编号和事件描述”等内容预先提供默认项或多个选择项。

在生成观测日志文件之前, 采用以下措施确保台站观测日志报送的准确率:

① 若“事件记录人员、事件起始时间、事件结束时间、仪器类型、仪器方向、事件编号、事

件描述、备注”中任意一个字段内容为空, 系统会以对话框形式报警提示。

② 当台站工作人员在事件描述中修改了默认项“××台仪器设备运转正常, 观测数据无异常变化。”时, 若未设置仪器类型、仪器方向、事件编号, 系统会以对话框形式报警提示。

③ 若在事件描述中出现关键字“停电、标定、调零、雷击或突跳”等, 则事件编号自动设置为“1停电、3标定、4调零、5雷击或 11数据突跳”等。

④ 若事件描述与事件编号之间不一致, 系统会以对话框形式报警提示。

在生成观测日志文件之后, 如果值班人员未按照格式要求修改当前观测日志文件, 系统会报警提示, 不予保存。

(2) LN-3型水位仪原始数据格式转换

系统读取 LN-3型水位仪的原始 ORG文件 (十六进制编码), 根据“原探头埋深、新探头埋深、启用日期、启用时间”等水位转换参数, 生成水位和水温测项文件, 水位测值已换算为水面至井口值。例如, 辛庄井 2008年 12月 30日 16时 05分启用新的探头埋深值 101.722 5 m, 启用前探头埋深为 102.232 m, 则在当天静水位 $H_{静}$ 转换时, 00 00 ~ 16 04使用原探头埋深值 102.232 m, 16 05 ~ 23 59使用新探头埋深值 101.722 5 m。

(3) 文件压缩与上传

系统自动生成 3类 RAR格式压缩文件: ① 原始前兆数据 A类压缩文件, 含原始前兆测项文件; ② 预处理前兆数据 B类压缩文件, 含原始 ORG文件、预处理测项文件和观测日志文件; ③ 模拟观测日志 C类压缩文件。3类文件自动上传至天津局 FTP服务器各台站目录中。

例如, 宝坻台 2008年 12月 15日的压缩文件分别为 Q120081215 A RAR Q120081215 B RAR Q120081215 C RAR, 并被上传至天津局 FTP服务器 /home/tjtz/xx1/2008 data目录下, 其中文件名的前 2位“Q1”表示宝坻台代码, 第 11位 A B C分别为上述 3类 RAR格式压缩文件的标识码。

2.2 文件汇集

(1) 模拟数据文件汇集

系统将存放在天津局和河北局 FTP服务器中的模拟数据文件自动下载到本地计算机, 并对每个文件进行格式转换, 将其转换成前兆测项文件,

准备写入 SQL Server 前兆数据库（王秀英和牛从达，2004）。

(2) 数字化数据文件汇集

系统从天津局 FTP 服务器中自动下载 A 类、B 类和 C 类压缩文件，并自动解压缩，观测日志自动写入 SQL Serve 前兆数据库。

(3) 水传数据文件汇集

汉沽地办的汉 1 井、双桥 1 井和双桥 2 井均采用天津市地震局研制的“SSC-III 型水位无线传输系统”进行地下水位观测（吴强等，2008）。系统从天津局 FTP 服务器中自动下载汉沽地办水位数据压缩文件，并自动解压缩，测项文件符合 SQL Serve 前兆数据库的入库要求。

2.3 数据检索

数据检索功能包括：原始 ORG 文件个数和字节数检测、前兆测项文件个数和缺数检测、天气情况检测，以对话框形式给出提示信息，并写入区域前兆中心日志。

(1) 检索原始 ORG 文件

区域前兆中心每天应接收 44 个原始 ORG 文件。通过读取各个数字化前兆台站的台站代码、仪器连接和分量表等参数文件，统计已经收到和尚未收到的上一天的原始 ORG 文件（统计个数随仪器连接和分量表信息变化），并检测已收到的原始 ORG 文件字节数是否正确。

(2) 检索前兆测项文件

区域前兆中心每天应接收 138 个数字化原始前兆测项文件和 148 个预处理前兆测项文件。通过读取 SQL Server 前兆数据库的台站测项信息表 StationMethodInfo 检索已收到和未收到的上一天的前兆测项文件，并对文件缺数情况进行检测。

(3) 天气情况检测

8 个有人职守台站每天在填写观测日志时，均应在“备注”字段中填写天气情况。系统通过读取 SQL Server 预处理前兆数据库 PDB_T 台站日志表的“备注”字段，检查台站是否填写了天气情况。

2.4 数据入库

数据入库包括手工入库和自动入库两种方式，入库过程中有进度指示，显示当前入库的台站和文件（武孔春等，2006）。

(1) “手工入库”功能弹出“文件选择”对话框。用户可以选择一个或多个前兆测项文件进

行数据入库。

(2) 采用“同一个台站相同采样率的数据一次写入技术”实现了数据自动入库。

2.5 文件分级保存

在完成数据入库操作后，该功能将 ORG 文件、前兆测项文件按台站和时间的不同分级存放，解决了大量文件堆积在一起的问题。

2.6 日志管理

区域前兆中心值班人员在可视化窗体中查阅日志，掌握数据汇集、数据检索和数据异常识别等信息，及时了解台站仪器运行的状况及数据变化的原因，以便对数据异常做出准确判断。

(1) 区域前兆中心日志

区域前兆中心日志每天都记录文件汇集、文件检索、数据异常识别、值班记录、数据入库和数据备份等内容。

(2) 台站观测日志

台站上传的观测日志包含本台及各自子台仪器设备运行状况和前兆数据异常处理等情况。区域前兆中心值班人员每天进行必要的检查和修改，并及时与各台站沟通联系，确保日志内容详细准确。地震预报人员使用“台站观测日志查询模块”浏览观测日志内容，以便在做数据分析时参考（图 2）（周克昌等，2006）。

2.7 数据绘图

该功能模块采用 Visual C# NET 编写，程序从 SQL Server 预处理前兆数据库 PDB_T 中读取数据，绘制曲线图（图 2）。

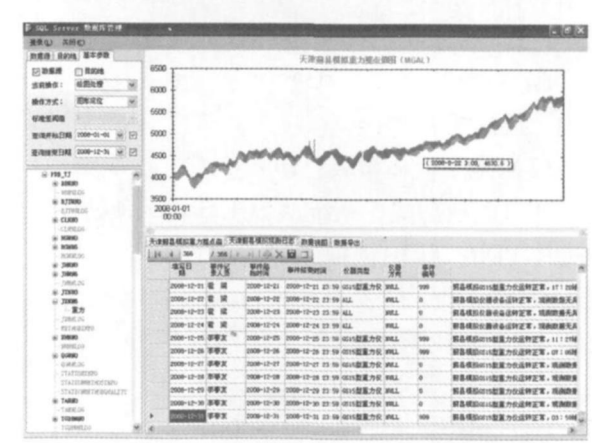


图 2 天津蓟县重力整点值曲线图

2.8 数据质量监控

(1) 单台连续率的统计

通过读取 SQL Server 预处理前兆数据库，逐台

统计选定时段的分钟值、小时值或日值测项的连续率,并打印输出统计结果。数据连续率的计算公式(刘春国等,2002)为

$$\text{数据连续率}(\%) = \frac{\text{应有的数据个数} - \text{缺少的数据个数}}{\text{应有的数据个数}}$$

(2) 多台连续率的统计

通过读取 SQL Server 预处理前兆数据库,一次完成多台、多测项的连续率统计,并以表格、柱状图形式打印输出统计结果。

(3) 水位调和分析 M₂波计算

“水位调和分析 M₂波计算程序”由中国地震台网中心刘春国副研究员编制。系统为计算程序准备参数文件、数据文件,并从计算结果文件中读取数据写入 Excel,然后按照中国地震局地下流体学科静水位观测评分标准,给出每月潮汐因子、中误差、观测精度、潮汐因子得分和观测精度得分等信息(王建国等,2006b)。

2.9 数据库管理维护

(1) 登录用户管理

管理员能够创建访问 SQL Server 前兆数据库的用户,并给予其表操作权限,也能够删除用户。

(2) 台站数据管理

管理员能够查询 SQL Server 前兆数据库中的数据,对错误数据进行修改。

(3) 台站信息管理

管理员能够进行添加台站、添加测项、创建数据表、创建日志表、删除测项和删除台站等数据库操作,对 SQL Server 前兆数据库进行管理与维护(陈述新和朱燕,2003)。

2.10 数据报表

(1) 地下流体报表打印

通过此项功能,系统从 SQL Server 预处理前兆数据库 PDB_TJ 中读取数据,打印地下流体日报表、月报表和年报表,报表格式符合《地震及前兆数字观测技术规范(地下流体观测)》(中国地震局,2001)要求。

(2) 模拟纸介质和电子月报表

系统中的“地磁绝对测量表打印输出程序”自动生成地磁绝对测量表并上传至天津局 FTP 服务器,各台站下载、校核、签名后返回,由区域前兆中心负责打印邮寄。

系统中的“模拟前兆数据电子月报表生成上

传程序”向中国地震台网中心前兆台网部 FTP 服务器报送电子月报表压缩文件。

2.11 数据报送

该项功能包括“地下流体数字化月、年评比资料报送”两个模块,完成向中国地震局地下流体学科技术管理组报送数据的任务(王建国等,2007)。

3 软件研制采用的关键技术

3.1 自动化处理技术

该项功能实现了区域前兆中心主要工作的自动化处理,其核心内容如下:

(1) 每天自动下载和转换台站(地办)的模拟前兆数据文件,自动下载和解压缩台站(地办)的数字化数据压缩文件;

(2) 每天自动检索原始 ORG 文件,自动检索前兆测项文件,自动检索天气填写情况;

(3) 每天数据自动入库;

(4) 每天原始 ORG 文件、前兆测项文件自动分级保存;

(5) 每天异常自动识别;

(6) 每天自动将检索信息写入区域前兆中心日志;

(7) 每周一自动下载上周所有未下载的文件。

3.2 文件上传与下载技术

采用该项技术实现了台站(地办)模拟、数字化等数据文件的自动上传与下载,在 VB 程序中采用 EZFTP 控件向 FTP 服务器上传文件或从 FTP 服务器下载文件。

3.3 文件压缩与解压缩技术

在 VB 程序中采用 Shell 函数调用 WinRAR.exe 完成文件压缩、解压缩任务。

3.4 数据库管理与开发技术

将 SQL 结构化查询语言嵌入到 Visual Basic 或 Visual C# .NET 高级语言中,对 SQL Server 数据库进行管理与维护(王建国等,2001)。

SQL 作为国际标准语言,集数据定义语言 DDL、数据操纵语言 DML 和数据控制语言 DCL 的功能于一体,语言风格统一,可以独立完成数据库的全部活动,包括定义关系模式、建立数据库、插入数据库、查询更新维护、数据库重构、数据库安全性控制等一系列操作要求,为数据库应用

系统的开发提供了良好的环境。

3.5 数据写入 Excel 模板, 输出图表技术

系统包含地下流体报表、地磁绝对测量数据表、连续率统计和水位调和分析等多个 Excel 模板, 从 SQL Server 预处理前兆数据库 PDB_T 或计算结果文件中读取数据, 写入 Excel 模板, 实现图表的打印输出 (王建国等, 2006^a)。

3.6 注册表读写技术

系统提供的多个功能窗体中, 用户设置的参数信息会存储到注册表中, 下次再次启动时从注册表中读取这些参数信息作为默认项。

4 结语

数字化地震前兆台网日常工作管理软件自编制完成以来一直在天津市地震局区域前兆中心、预报中心预报部、蓟县台、宝坻台、青光台、张道口台、塘沽台、宁河台、静海台、徐庄子台、汉沽地办、塘沽地办以及北京市地震局地下流体学科组共 13 家单位应用, 在工作中发挥了重要作用, 得到了使用单位的一致好评。

参考文献:

陈述新, 朱燕. 2003. 地震前兆数据库软件的使用 [J]. 内陆地震, 17 (3): 252—258.

- 哈斯高娃, 陈勇. 2002. 新疆数字地震前兆台网的数据传输功能分析 [J]. 内陆地震, 16 (3): 266—270
- 李倩, 任勇, 牛从达, 等. 2004. 云南省前兆模拟观测数据库系统的设计及实现 [J]. 地震研究, 27 (3): 287—292
- 李圣强, 杨满栋, 米宏亮, 等. 2001. 地震前兆数据的管理与服务 [J]. 地震, 21 (4): 29—34.
- 刘春国, 谷元珠, 赵红丽, 等. 2002. 地下流体前兆数据库的质量监控系统研制及其开发技术 [J]. 地震, 22 (4): 74—80
- 王建国, 崔晓峰, 陈化然, 等. 2006^a. Microsoft SQL Server 2000 在天津市地震前兆台网中心的应用 [J]. 华北地震科学, 24 (3): 56—60
- 王建国, 陈化然, 邓守琴. 2001. 利用 Sybase SQL Anywhere 管理平台前兆数据 [J]. 地震工程与工程震动, 21 (2): 188—192
- 王建国, 吴强, 荣跃华, 等. 2006^b. 天津市地震前兆台网管理软件的研制 [M] // 加强防震减灾构建和谐天津. 北京: 地震出版社, 293—309.
- 王建国, 刘春国, 吴强, 等. 2007. 地下流体学科月、年评比数据报送软件 [J]. 地震地磁观测与研究, 28 (4): 64—68
- 王秀英, 牛从达. 2004. 台网中心地震前兆数据库的结构及其管理维护 [J]. 华北地震科学, 22 (3): 28—32
- 吴强, 荣跃华, 王建国, 等. 2008. SSC—III 型水位无线传输系统简介 [J]. 防灾科技学院学报, 10 (增刊): 120—124
- 武孔春, 胡建华, 王清心, 等. 2006. 云南省地震观测数据库软件的开发与实现 [J]. 地震研究, 29 (3): 294—299
- 周克昌, 李志雄, 王松, 等. 2006. 地震前兆数据监视与管理系统 [J]. 地震, 26 (1): 115—122
- 中国地震局. 2001. 地震及前兆数字观测技术规范: 地下流体观测 (试行) [S]. 北京: 地震出版社.

Management Software for Daily Routine of Digital Seismic Precursor Network

WANG Jian-guo LILian-di CUIXiao-feng WUQiang NIEYong-an
(Earthquake Administration of Tianjin City, Tianjin 300201, China)

Abstract

Management software for daily routine of digital seismic precursor network is one of the core software of the regional precursor network of Earthquake Administration of Tianjin City. We analyze the hierarchy and data flow of the software, and introduce its function and features from 11 aspects of the application mode, the file composition, the search and loading of data, the hierarchical storage of file, the log management, the plotting and quality control of data, the management and maintenance of database, the data table, and the data sending. We also explain the key technique and application of the software development. The use of the software has improved work efficiency and standardized the routine of the precursor seismic network.

Key words: precursor network; daily routine; operation management; key technique; software application