

区域(天津)地震前兆台网“九五”接入 “十五”系统升级改造*

王建国¹, 王晨², 姚会琴¹, 李悦¹, 徐学恭¹, 王宝锁¹, 徐诚¹

(1. 天津市地震局, 天津 300201; 2. 中国地震局地球物理研究所, 北京 100081)

摘要: 重点介绍了天津前兆台网仪器网络化改造、历史数据迁移、并行运行情况及相关技术。通过“九五”接入“十五”系统改造, 解决了前兆数据管理多系统、多格式问题, 数据分析与应用更加高效, 促进了运行管理工作的标准化、系统化和一体化。

关键词: 前兆台网; 数据管理; 系统升级; 网络化改造

中图分类号: P315-391

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2013)02-0243-05

0 引言

我国地震前兆台网发展至今, 先后经历了模拟观测、“九五”数字化、“十五”网络化等阶段, 各阶段建设了相应的观测系统, 积累了大量的观测数据, 为地震预测预报探索和科学研究工作提供了非常有价值的观测资料。由于受不同建设时期技术条件的限制, 观测模式、数据管理、运行管理等方面存在较大的差异, 前兆台网并行运转“模拟”、“九五”、“十五”3套观测系统, 加大了台网运行维护的复杂性, 也造成数据应用的诸多不变。为了简化台网运行维护与管理, 提高台网观测质量及应用效能, 中国地震局决定开展前兆台网观测系统的并网改造工作, 其主要任务是“九五”和模拟观测仪器的接入改造、前兆台网专业软件升级完善与部署、历史数据迁移等^①。

在中国地震局各级领导、专家的大力支持下, 按照《关于在全国前兆台网开展“九五”及模拟观测系统并入“十五”观测系统工作的通知》(中震测函〔2010〕13号)、《关于尽快实施全国前兆台网“九五”系统接入改造工作的通知》(中震测函〔2011〕19号)、《关于报送前兆台网“九五”系统接入改造任务实施方案的函》(津震函

〔2011〕174号)等文件要求, 天津区域地震前兆台网完成了“九五”前兆仪器网络化改造、“十五”系统软硬件升级、“九五”和“人工”前兆仪器接入“十五”前兆数据管理系统、数据对比分析、历史数据迁移、并行运行等几个阶段的任务。天津区域地震前兆台网9个台站22套“九五”前兆仪器、6个台站7套“人工”前兆仪器接入“十五”系统, 新增17个通信协议转换器, 改造1个台站网络通信方式, 对1个区域中心节点、3个台站节点的中国地震前兆台网数据管理系统、中国地震前兆台网数据处理系统、中国地震前兆台网运行评价系统进行升级, 迁移13个台站29套仪器175个测项分量失480 094 787个历史数据。本文重点介绍天津“九五”前兆仪器网络化改造、历史数据迁移、并行运行情况及相关技术。

1 网络化改造

中国地震局有关专家先后开展了“九五”前兆仪器入网方案研究。赵刚等(2007)开展了“九五”前兆仪器接入因特网的研究, 在不影响“九五”台站的连接方式及工作模式的前提下, 通过将台站通信计算机接入因特网并安装Web服务软件, 中心安装因特网版EPCC软件, 实现了中心

* 收稿日期: 2012-08-27.

基金项目: 中国地震局地震科技星火计划项目“区域(天津)地震前兆台网运行管理方法研究与应用”(XH12004)和天津市地震安全基础工程“前兆仪器更新改造”(ZAGC-8)联合资助。

① 周克昌, 腾云田, 赵刚, 等. 2012. 全国前兆台网“九五”系统接入改造项目总结报告.

通过因特网收取台站“九五”前兆仪器数据的目的；台站通信计算机 Web 服务软件起到了“网桥”的功能，当中心通过因特网收取仪器数据时，控制命令通过因特网发送到台站通信计算机，然后将控制命令传送到仪器，仪器接收到命令后，将数据发送到台站通信计算机，台站 Web 服务软件将数据“透明”的通过因特网发送到中心（王军等，2008）。何案华等（2008）进一步开展了“九五”前兆仪器接入“十五”系统研究。通过在“九五”前兆现场总线上添加一个具有固定 IP 地址的协议转换器，将“九五”前兆仪器接入到局域网中，并由协议转换器自动采集“九五”前兆仪器数据，生成“九五”、“十五”两种格式文件，响应“十五”前兆数据管理系统命令等（何案华等，2010；马文娟等，2010）。

“九五”前兆仪器通过协议转换器接入“十五”系统，协议转换器起到了承上启下的作用。天津市地震局“九五”前兆仪器采用中国地震局地球物理研究所研制的地震前兆设备网络协议转换器接入 VPN 内网，并按照前兆“十五”网络通信规程响应“十五”通信指令和生成十五格式的前兆数据^①。该协议转换器采用 itx 工控主板 945GSE，内存 1 GB，主频 1.33 GHz，性能高；嵌入式 Linux 操作系统，运行稳定，不易受病毒感染；嵌入式数据库 SQLite 的应用，数据读取更快，数据管理更为便捷。

1.1 协议转换器连接方式

采用协议转换器连接通信单元或仪器（数采）方式，对“九五”前兆仪器进行网络化改造，“十五”前兆数据管理系统可通过网络完成对“九五”前兆仪器产出数据的自动汇集，同时通过 EPCC 通信控制软件仍可对本地区、远程的“九五”前兆仪器进行数据采集和处理，真正做到了“九五”和“十五”并行观测^②。

（1）协议转换器连接通信单元

一个协议转换器可以同现场总线上的所有仪器设备通信，此连接方式具有响应速度快、节省服务器资源等优点，同时有一定的避雷效果（图 1）。

（2）协议转换器连接仪器（数采）

每个协议转换器的串口连接一套仪器（数采），此连接方式每一套仪器（数采）需要占用一个协议转换器，仪器响应速度快，可同时采集各套仪器（数采）上的数据，误码率低（图 2）。

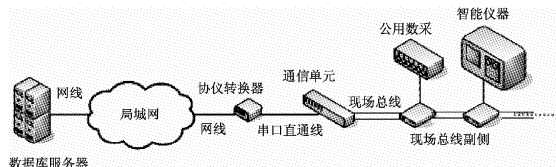


图 1 协议转换器连接通信单元

Fig. 1 Protocol converter connecting to the communication unit

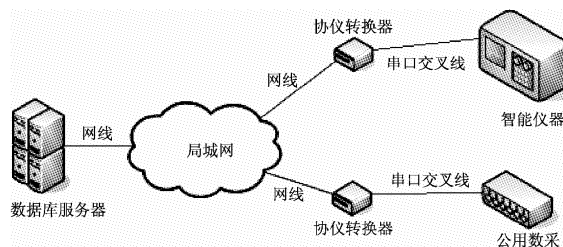


图 2 协议转换器连接仪器（数采）

Fig. 2 Protocol converter connecting to instrument (data acquisition)

1.2 协议转换器连接实例

（1）有人职守台站

宝坻台为有人职守主台，其安装的“九五”ZD9A 地电场仪、LN-3 数字水位仪、SZW-1 数字式温度计为智能仪器，协议转换器 COM1 口和主台通信单元总线 232 口连接，协议转换器 COM2 口和主台通信单元数采 2 口连接，主台通信单元 MODEM RS-232C 口和有线口相连（图 3）（中国地震局监测预报司，2003）。

蓟县台为有人职守主台，其安装的“九五”GS-15 重力仪的数采类型为 DSC-2 公用数采，协议转换器 COM1 口和数采 RS-232C 口连接，协议转换器 COM2 口和主台通信单元数采 2 口连接，主台通信单元 MODEM RS-232C 口和有线口相连（图 4）（中国地震局监测预报司，2003）。

① 王晨，王建国，赵刚. 2012. 全国前兆台网“九五”系统接入改造项目台站接入改造报告（地球所承担部分）.

② 赵刚，何案华，王晨. 2012. 全国前兆台网“九五”系统接入改造项目台站接入改造报告（地壳所承担部分）.

(2) 无人职守台站

桑梓井为蓟县台负责管理的无人职守台站,其安装的“九五”LN-3 数字水位仪、SZW-1 数字式温度计为智能仪器,协议转换器 COM1 口和子台通信单元总线 232 口连接,协议转换器 COM2 口和子台通信单元 MODEM RS-232C 口连接(图 5)(中国地震局监测预报司,2003)。

1.3 协议转换器参数配置

当安装新的协议转换器时，需要登录协议转换器主页，进行台站配置、网络配置和仪器配置。台站配置包括台站名称、台站代码、经度、纬度、

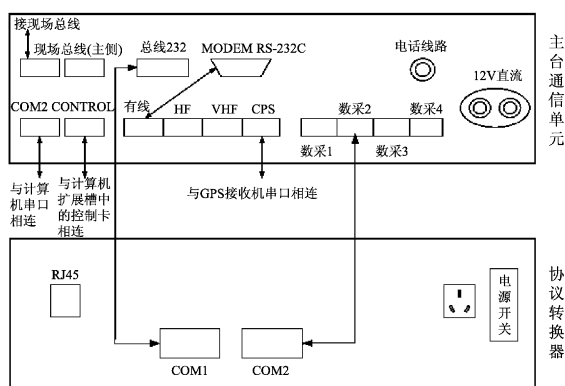


图3 宝坻台协议转换器连接示意图

Fig. 3 Schematic diagram of protocol converter connection at Baodi Station

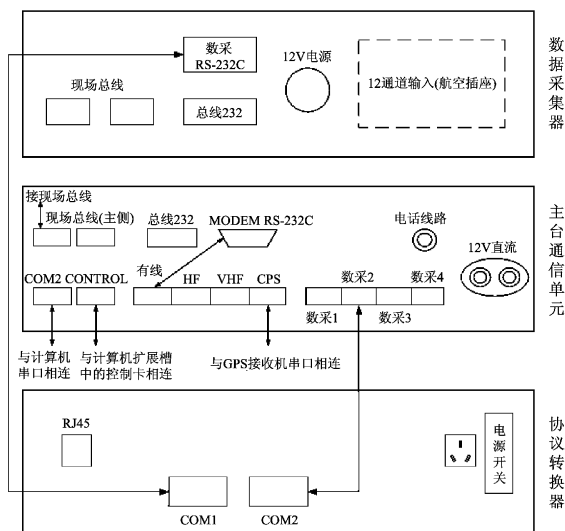


图4 蓟县台协议转换器连接示意图

Fig. 4 Schematic diagram of protocol converter connection at Jixian Station

高程等参数的配置，网络配置包括协议转换器的 IP 地址、子网掩码、网关等参数的配置，仪器配置包括所属台站、仪器名称、采样率、仪器 ID、仪器地址、仪器密码等参数的配置。当调整形变仪器标定改正值、水位探头埋深时，当天要及时录入标定时间、标定结果，并重启协议转换器才能生效。

并行运行期间,发现协议转换器校对仪器(数采)时钟无效。通过 SSH 软件,将修复后的程序文件 device-settime.jsp 拷贝到协议转换器/mnt/hda1/miniAdaptor/webapp/caiji 目录下,替换原文件,并重启协议转换器,可解决该问题。

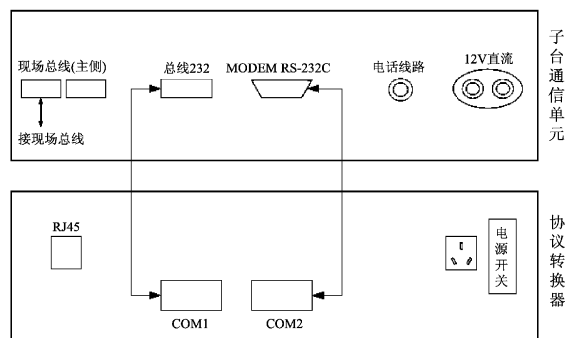


图5 桑梓井协议转换器连接示意图

Fig. 5 Schematic diagram of protocol converter connection at Sangzi Well

2 历史数据迁移

2.1 迁移流程

前兆台网历史数据迁移工作流程主要包括数据迁移清单整理, 台站、测点、仪器、测项分量等基础信息匹配, 数据迁移任务生成与执行, 数据对比与归档上报等环节^①。其关键在于台站、测点、仪器、测项分量等基础信息匹配, “九五”台站代码、测项分量代码、采样率、数据库表等要逐条对应“十五”台站代码、测点编码、仪器代码、测项分量代码、采样率、数据库表等, 才能保证从“九五”数据库迁移数据到“十五”数据库的准确无误。数据迁移框图如图 6 所示。

2.2 迁移情况

按照《前兆台网历史数据迁移工作细则》梳

① 周克昌, 邹钟毅, 王方建, 等. 2012. 全国前兆台网“九五”系统接入改造项目前兆历史数据迁移报告.

理出天津前兆台网历史数据迁移清单,并根据专家审查意见对清单进行了修改完善,最后以“天津市地震局关于报送前兆台网历史数据迁移清单的函(津震函〔2011〕162号)”上报中国地震台网中心。根据天津前兆台网历史数据迁移清单,对历史数据整理工具生成的历史数据迁移任务逐条复核修改,并打印即将迁移的任务信息,由天津市地震局监测预报处批准盖章后,才执行历史数据迁移任务。天津区域地震前兆台网迁移完成的台项数和数据量见表1。

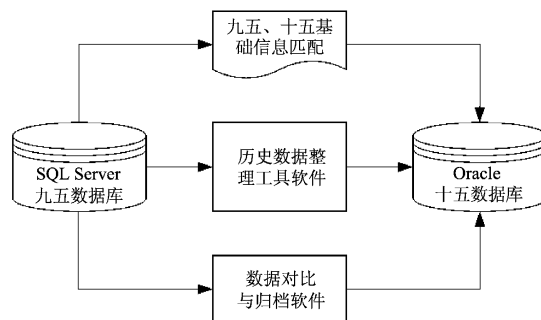


图6 历史数据迁移框图

Fig. 6 Block diagram of historical data migration

表1 天津迁移完成的台项数和数据量

Tab. 1 The total number of station items and data amount migrated in Tianjin

序号	单位	数据类型	迁移的台站数	迁移的仪器套数	迁移测项分量数	迁移的数据个数
1	天津	原始数据	13	29	80	237 542 987
2	天津	预处理数据	9	22	57	239 225 616
3	天津	产品数据	8	18	38	3 326 184
		合 计			175	480 094 787

2.3 解决问题

在使用历史数据整理工具从“九五”数据库中迁移数据到“十五”数据库时,由于测项分量较多,需要逐个修改数据迁移开始日期、结束日期,如果“十五”数据库中存在数据,还需要逐个确认是否覆盖数据,比较繁琐。通过使用 SQL 语句,修改 qzdata 方案中的 history_listing、history_mission 两张表,解决了重复操作的问题,成倍提高了工作效率(Wang *et al*, 2010)。

(1) 修改数据迁移起止日期: Update qzdata.history_listing set startdate = to_date ('2001-01-01', 'yyyy-mm-dd'), enddate = to_date ('2011-12-31', 'yyyy-mm-dd');

(2) 修改数据覆盖模式: 当 coveredmode 等于 0 表示逐个询问, 等于 1 表示逐个覆盖, 等于 2 表示逐个忽略, 等于 3 表示全部覆盖, 等于 4 表示全部忽略。从“九五”数据库中迁移数据到“十五”数据库时, “十五”数据库中已有的数据全部覆盖, 采用 SQL 语句为: Update qzdata.history_mission set coveredmode = '3';

3 并行运行

3.1 并行流程

“九五”、“十五”并行运行从2011年12月开始至今^①, 为了检验“九五”前兆仪器按照“九五”和“十五”两种模式产出数据的一致性, 及系统软硬件运行的稳定性, 其并行观测主要流程如下:

(1) 按照核对后的台站仪器信息, 将“九五”、“人工”前兆仪器接入“十五”前兆数据管理系统。

(2) 按照“九五”、“十五”两种模式并行运行。“九五”技术系统原有运行模式及日常工作保持不变, 仍按“九五”系统运行要求完成数据采集, 日志填报, 数据预处理、入库, 数据报送等日常运行、维护工作。并同时按照“十五”系统运行模式及要求, 完成原“九五”系统数据的采集、预处理以及观测日志的填写。每天检查数据采集器、协议转换器和网络通信设备的运行情况, 及时排除设备故障(李刚等, 2012)。

(3) 数据对比。每周一使用数据对比与归档软件对上周“九五”与“十五”模式产出的数据进行对比, 并形成数据对比报告提交给国家中心。

3.2 并行情况

天津区域地震前兆台网经过几个月的并行运行,

① 刘高川, 何案华, 王军, 等. 2012. 全国前兆台网“九五”系统接入改造项目并行运行报告.

各个台站接入设备运行率 100%、专业软件运行率 100%，两套系统产出的数据一致。为此，可以采用“十五”模式代替“九五”模式，进一步提高前兆台网系统运行、产出与应用和技术管理的效率。

4 效益分析

通过“九五”接入“十五”系统改造，解决了前兆数据管理多系统、多格式问题，前兆监测预报人员能够通过“十五”数据库查看人工、九五、十五数据及日志，数据分析与应用更加高效；促进了运行管理的标准化、系统化和一体化，从数据采集、数据处理、数据存储、数据备份、数据交换、数据服务、数据共享到系统监控、运行评价等实现了统一的工作模式。

参考文献:

何案华,黄晓华,陈懿德,等. 2010. 前兆观测仪器入网方案研究[J].

大地测量与地球动力学,30(3):156-159.

何案华,赵刚,王军,等. 2008. 串口前兆仪器的因特网接入方案与配套软件开发[J]. 地震研究,31(3):279-283.

李刚,王晓磊,孙路强,等. 2012. 基于 Nagios 软件的综合短信联动告警系统在地震行业中的应用研究[J]. 地震研究,35(1):133-138.

马文娟,何案华,曹开,等. 2010. “九五”前兆仪器与“十五”前兆管理系统的整合[J]. 地震研究,33(4):360-364.

王军,赵刚,何案华,等. 2008. “九五”前兆台站与“十五”前兆台网的整合研究[J]. 大地测量与地球动力学,28(4):125-130.

赵刚,何案华,秦久刚,等. 2007. “九五”数字化地震前兆台站整体接入因特网的研究[J]. 地震地磁观测与研究,28(1):103-108.

中国地震局监测预报司. 2003. 地震前兆数字观测公用技术与台网[M]. 北京:地震出版社.

Wang J G, Ji S W, Liu C G, et al. (2010) [2012-08-27]. Application of SQL Server Distributed Database in Seismic Precursor Network [EB/OL]. Internet Technology and Applications, 2010 International Conference on, <http://ieeexplore.ieee.org>, 10.1109/ITAPP.2010.5566468, Page(s):1-4.

System Upgrading of Tianjin Regional Seismic Precursory Network from “Ninth Five-years” into “Tenth Five-Years”

WANG Jian-guo¹, WANG Chen², YAO Hui-qin¹, LI Yue¹,
XU Xue-gong¹, WANG Bao-suo¹, XU Cheng¹

(1. Earthquake Administration of Tianjin Municipality, Tianjin 300201, China)

(2. Institute of Geophysics, CEA, Beijing 100081, China)

Abstract

We introduce the network reconstruction of “Ninth Five-years” instrument, historical data migration, and parallel operation situation of “Ninth Five-years” and “Tenth Five-years” instruments and their key technology. Through the system upgrading from “Ninth Five-years” into “Tenth Five-years”, the problems such as multiple system and multi-format of precursor data management can be solved, the efficiency of data analysis and application can be improved, the operation management work can be more standardized, systematic and integrated.

Key words: precursory network; data management; system upgrading; network reconstruction