

# “九五”前兆仪器与“十五”前兆管理系统的整合<sup>\*</sup>

马文娟<sup>1,2</sup>, 何案华<sup>3</sup>, 曹开<sup>4</sup>, 赵刚<sup>3</sup>, 李芳芳<sup>1</sup>, 常明<sup>1</sup>, 吴晓燕<sup>1</sup>, 延海军<sup>1</sup>

(1. 宁夏回族自治区地震局, 银川 750004; 2. 同济大学 软件学院, 上海 200092

3. 中国地震局地壳应力研究所, 北京 100085; 4. 北京市地震局, 北京 100045)

**摘要:** 2009 年 5 月开始以北京市地震局板桥台、东三旗台、赵各庄台等 7 个台站为试点, 逐步完成“九五”前兆仪器网络化改造, 在保留原“九五”通信模式的前提下, 完成其“九五”前兆仪器无缝接入到“十五”前兆数据管理系统。从各台为期半年多的运行结果可以看出, 其运行稳定、产出资料可靠且改造方案成本低, 为“九五”前兆仪器整体接入“十五”管理系统提供了高效可靠的技术参考。

**关键词:** “九五”前兆仪器; 协议转换; “十五”前兆系统

**中图分类号:** TP392      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-0666(2010)04-0360-05

## 0 引言

随着中国地震局“十五”网络化项目改造的完成, “十五”仪器都已接入到中国地震局“十五”前兆网络, 且利用“十五”管理系统实现了仪器的网络化控制与数据自动采集。在实施“首都圈项目”与“九五”项目期间, 我们安装了大批遵从“九五”通信规程的前兆仪器, 这些仪器在“九五”台网中已连续、稳定运行多年。“九五”前兆仪器和“十五”前兆仪器的数据汇集、管理、分析处理是独立运行的, 从而导致“九五”前兆台网与“十五”前兆台网并存的局面, 使得台站监测人员既要收取、处理“九五”台网的数据, 又要管理“十五”台网的数据; 既要保留远程电话拨号收数功能, 又要实现台站的网络化管理; 数据处理人员既要处理“九五”格式数据, 又要处理“十五”格式数据等。所以从数据管理难易程度、管理费用、工作量大小等方面来说, 这两种前兆台网并存的局面给台站工作带来一系列困难。

对“九五”前兆仪器与“十五”前兆台网进行整合的关键在于: 如何最大限度地不影响现行“九五”台网数据采集及数据观测结果, 不影响仪器的数据产出质量; 如何在不影响现有台站工作模式的前提下, 以最小的投入实现“九五”仪器

整体接入“十五”前兆台网, 实现“九五”仪器与“十五”前兆台网的无缝衔接。

## 1 “九五”前兆仪器与“十五”台网整合的技术方案

### 1.1 原“九五”前兆仪器接入方式

在实施“首都圈项目”与“九五”项目期间, 北京市地震局一共改造了 44 套前兆仪器, 建设了 21 个台站 (包括有人值守台站和无人值守台站)。仪器都是基于“九五”通讯规程实现, 其中无人值守台站通过电话拨号方式进行数据汇集; 有人值守台站则由本地台站将数据收集后通过 FTP 将数据上传到前兆台网中心。

“九五”前兆仪器的接入方式有串口、电话拨号、IP 转串口、串口设备联网服务器等, 其主要连接如图 1 所示。

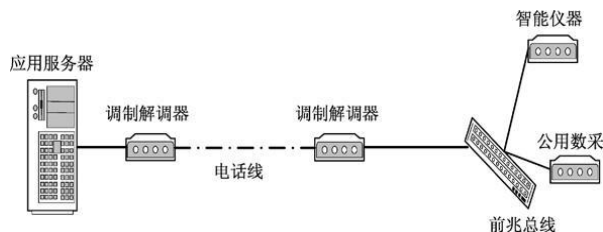


图 1 “九五”前兆仪器接入方式  
Fig. 1 “The 9<sup>th</sup> Five Year Plan” on on instrument connection

\* 收稿日期: 2009-11-03

基金项目: 2007 年公益性行业专项 (H200708045) 资助

“九五”台站中的多台“九五”仪器通过现场总线利用调制解调器通过电话线接入前兆台网应用服务器，或在现场总线主侧利用协议转换器通过网络接入前兆台网应用服务器。电话拨号接入方式在仪器端与应用服务器端都需要调制解调器分别进行数据的调制与解调（付子忠，2003）。

## 1.2 前兆仪器协议转换器

本文协议转换器硬件采用性能稳定的 PQ104 工控机实现, 通过网络接收前兆台网运行管理系统发送的“十五”仪器通信规程指令信息, 通过软件解析转换成符合“九五”仪器通信规程的指令信息, 再通过现场总线副侧发送到“九五”仪器进行控制与访问(赵刚, 何案华, 2004)。“协议转换器”可实现对台站所有“九五”前兆仪器的自动数据采集、数据存储、数据转换, 同时具有一定的仪器控制和数据处理功能, 还具备仪器数据采集和仪器监控的日志记录功能。

协议转换器主要由系统监控、串口数据采集、“九五”协议、“十五”规程模块、FIP模块、WEB模块等部分组成(图2)。

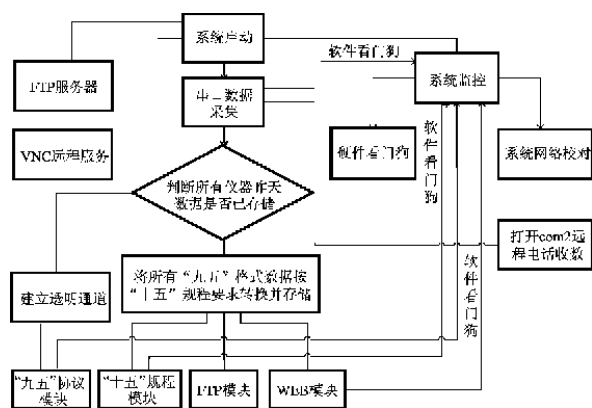


图 2 协议转换器工作流程图

FIG 2 The technological process of exchanging device

其各部分主要功能如下:

(1) 系统监控模块是整个软件的核心, 通过它时刻监控“九五”协议模块、“十五”规程模块、FTP模块、WEB模块的工作状态。当检测到某一模块工作不正常时, 强行重新启动该模块; 系统监控模块将利用网络时间服务器 SNTP即时进行时间校准; 当整个系统工作不正常时, 硬件看门狗将被启动, 保障整个系统的正常工作。

(2) 串口数据采集模块主要完成“九五”前兆仪器的数据采集。首先检查所有当前连接前兆

仪器的数据存储是否存在, 若数据不存在, 则补收其数据并按照“十五”规程格式存储; 其次, 打开协议转换器  $Com_2$  用来接收台站“九五”收数计算机命令, 当  $Com_2$  接收到数据时, 直接将数据转送到  $Com_1$ , 从而下发到“九五”前兆现场总线上。同样, 仪器通过  $Com_1$  返回的数据直接转送到  $Com_2$  上。从外部看来,  $Com_1$  与  $Com_2$  之间为一透明通道, 但从某种意义上来说, 原有“九五”通信方式完全没做任何改变 (何案华等, 2007)。

(3) “九五”协议和“十五”规程模块主要负责响应“九五”前兆通信协议和“十五”网络通信规程。通过该程序可查看仪器运行状态、传输仪器数据、控制仪器、修改仪器参数等(何案华等, 2007)

(4) FTP和 WEB模块。FTP模块主要是为用户提供远程软件更新、数据下载等功能；WEB服务器主要负责远程用户访问仪器网页，从网页上可以浏览仪器、设置仪器的基本参数、下载仪器数据、显示仪器说明等。

### 1.3 利用协议转换器实现“九五”仪器与“十五”前兆台网整合

### 1.3.1 无人值守台站的整合技术方案

利用协议转换器进行整合的方案，特别适合已经建有信息节点、或者通过 VPN 接入的无人值守台站。利用该方案，台站的串口前兆仪器通讯完全依托在已有的网络资源上，所以不需要地震行业专网的链路建设（何案华等，2007）。

该方案将台站所有串口仪器通过光隔副侧与现场总线相连, 现场总线接入到数据采集系统(一般为“九五”前兆机柜)里的光隔主侧, 协议转化器的  $Com_1$  直接连接到数据采集系统, 协议转化器的  $Com_2$  与通信单元相连, 协议转化器的网口通过因特网或者地震局 VPN 连接到台网中心服务器, 这样该方案的链路连接配置完毕(图 3)。

“九五”无人职守台站的前兆仪器数据收取是通过用安装在台网中心的 EPCG通信控制软件自动收取的。首先进行电话拨号，建立与台站 MODEM 的连接，将所发送的控制命令通过电话线传给协议转换器的 Com<sub>2</sub>，协议转换器将 Com<sub>2</sub> 收到的命令透明地传输到与 Com<sub>1</sub> 相连的主测上，并将“收取数据”的命令发到各个仪器上（王秀英等，2004）仪器将返回的数据发送到 Com<sub>1</sub>，协议转换器将 Com<sub>1</sub> 数据透明发送到 Com<sub>2</sub>，通过 MODEM

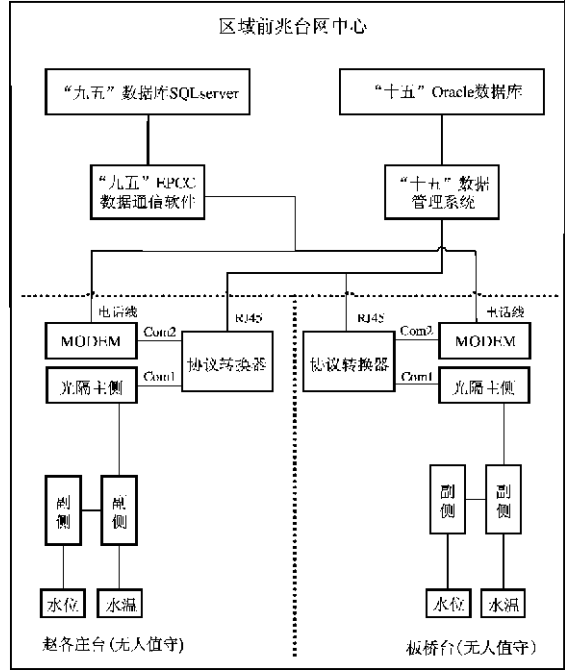


图 3 无人值守台站的技术方案图

Fig 3 The technical scheme of non-guarding station

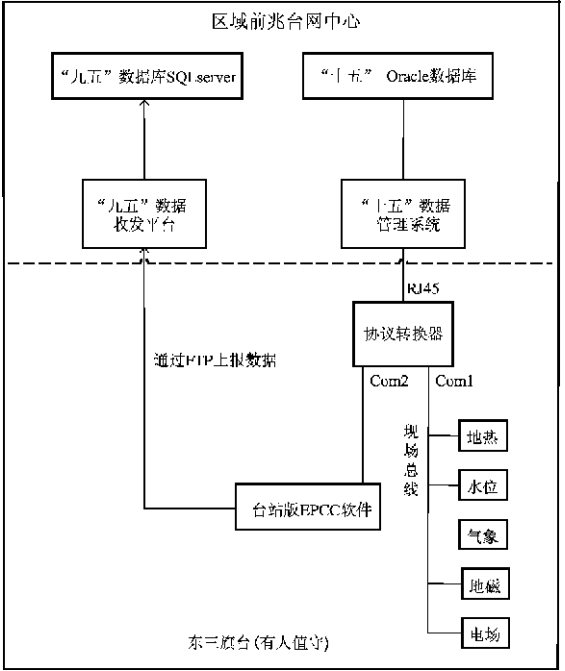


图 4 有人值守台站的技术方案图

Fig 4 The technical scheme of guarding station

建立电话链路传回台网中心的 EPCC通信控制软件, 经过预处理后的前兆数据由入库软件保存到“九五”SQL server数据库, 保持了“九五”数据收集的原有工作方式不变。

在该方案中, 协议转换器开启网络数据通讯服务, 打开指定端口进入侦听状态, 等待来自数据管理系统的 SOCKET请求。在区域中心端, “十五”管理系统按台站协议转换器的 IP地址、端口等信息进行网络配置与连接, 当区域中心与台站协议转换器成功建立起 SOCKET连接后 (Joyce Van de Vegete 2004), 区域中心“十五”管理系统发送命令到协议转换器, 协议转换器会将“十五”格式的前兆数据通过 SOCKET连接发回到区域中心, 从而实现区域中心通过“十五”管理系统对台站“九五”前兆仪器进行控制与数据汇集。

### 1.3.2 有人值守台站的整合技术方案

利用协议转换器进行有人值守台站整合的方案, 特别适合于观测手段多的专业台站。

该方案下链路示意图如图 4所示。将台站所有串口仪器通过光隔副侧与现场总线相连, 现场总线接入到数据采集系统 (一般为“九五”前兆机柜) 里的光隔主侧 (周振安, 2004) 协议转化器的 Com1 直接连接到数据采集系统, 协议转化器的

Com2与装有台站版的 EPCC通讯控制软件的计算机相连 (魏银珍等, 2005) 协议转化器的网口 RJ45通过网络与台站“十五”管理系统相连。这样该方案的链路连接配置完毕。

“九五”有人值守台站, 其数据是通过安装在台站本地的 EPCC通信控制软件来实现的, 每天 EPCC通信控制软件自动定时收取前兆仪器数据 (中国地震局, 2001), 协议转换器将 Com2收到“收数命令”透明地发送到接在现场总线上的 Com1, 在现场总线上的前兆仪器收到命令后将数据返回给 EPCC通信控制软件, 台站人员每天定时将前兆数据利用 FIP传输到台网中心, 再由入库软件保存到“九五”SQL server数据库, 保持了“九五”数据收集的原有工作模式不变。

在该方案中, 协议转换器开启网络数据通讯服务, 打开指定端口进入侦听状态, 等待来自管理系统的 SOCKET请求。在区域中心端, “十五”管理系统按台站协议转换器的 IP地址、端口等信息进行网络配置与连接, 当区域中心与台站协议转换器成功建立起 SOCKET连接后, 区域中心“十五”管理系统发送给协议转换器的命令, 协议转换器会将“十五”格式的前兆数据通过 SOCKET连接发回到区域中心 (何案华等, 2008), 从而实

现区域中心通过“十五”管理系统对台站“九五”前兆仪器进行控制与数据汇集。

## 2 北京市地震局“九五”前兆仪器与“十五”台网整合的运行情况

北京市地震局“九五”前兆仪器与“十五”台网整合于 2009 年 5 月开始,先后成功完成了赵各庄、东三旗、板桥、良乡、徐兴庄、松山等“九五”前兆台站的整合。为了保证数据衔接,检测数据的可靠性,在将近半年时间里采取原“九五”电话拨号模式与“十五”网络汇集方式同时运行并存的方案,从其运行情况统计来看,其数据完整率大于 95%;从运行效果来看,这次改造很好地维持台站原有的工作流程、数据管理模式,同时使原有的“九五”前兆仪器通过“十五”数据管理系统自动完成“九五”前兆仪器产出数据的汇集。从两套台网产出的数据对比可看出,改造后的“十五”台网产出数据与“九五”所采集到的数据完全一致,从而证明本次改造任务方案完全可行、数据真实可靠。

但是在运行中也出现一些问题,具体有如下几种:

(1) 由于“九五”标准通信协议与“十五”规程存在一些差异,导致协议转换器不能完全支持“十五”规程里规定的操作,譬如当前五个数据,由于“九五”仪器不支持当前五个数据,所以返回值只能用空数据代替。

(2) 由于“九五”仪器一般串口波特率为 2 400 所以采集所有通道的当天数据要几分钟时间,如果将当天数据采集完全后再转换成“十五”格式的当天数据,一般会出现网络超时,所以在本次改造中暂不支持“十五”格式的当天数据。

(3) 2009 年 6 月中旬,顺义板桥台水位仪连续缺数,经检查发现与水位已相连的光隔副侧因接触不良而导致数据无法收取。在此期间水温仪数据收取正常。

(4) 东三旗台的“十五”数据管理系统崩溃数次导致“十五”数据不能及时入库,但协议转换器工作正常。

## 3 结语

从北京市地震局下属 7 个台站通讯改造为期半年多试运行情况来看,基于“十五”通信规程的“九五”台站整体改造其思路正确、方案可行,从其数据完整率、可靠性分析可以得知,本次针对“十五”规程的“九五”仪器整合取得了预期效果,达到预期目标;网络建设成本低,在台站端完全实现了“九五”仪器的接入,同时不会影响“九五”工作方式,“九五”模式与“十五”模式可完全共存。

本文撰写过程中得到中国地震局地壳应力研究所赵刚老师和何案华老师的指导,在此深表感谢!

### 参考文献:

- 付子忠. 2003 地震前兆台站数字观测技术[M]//见:地震前兆数字观测公用技术与台网. 北京:地震出版社, 24—28.
- 何案华, 赵刚, 郭藐西, 等. 2007. 基于 VPN 技术的无线网络在地震前兆台网中的应用[J]. 大地测量与地球动力学, 27(增刊): 51—55.
- 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.
- 王秀英, 周振安, 牛从达, 等. 2004. 高精度数据采集器网络通讯功能的实现[J]. 地震研究, 27(2): 203—207.
- 魏银珍, 郭唐永, 廖成旺, 等. 2005. 地震观测仪器网络化探讨[J]. 大地测量与地球动力学, 25(03): 133—137.
- 赵刚, 何案华. 2004. GPRS 技术在地震前兆台网中的应用研究[J]. 地震研究, 27(3): 265—270.
- 中国地震局. 2001 地震及前兆数字观测技术规范[M]. 北京:地震出版社.
- 周振安. 2004. 地震前兆数据采集器的设计考虑[J]. 大地测量与地球动力学, 24(03): 120—123.
- Joyce Van de Vegie. 2004. 数字信号处理基础[M]. 北京:电子工业出版社.

“ The ninth Five-Year Plan” comen instrument and “ The tenth Five-Year Plan” comen manage system atic integrating

MA Wen-juan<sup>2</sup>, HE An-hua<sup>1</sup>, CAO Kai<sup>1</sup>, ZHAO Gang<sup>1</sup>, LI Fang-fang<sup>1</sup>,  
CHANG Ming<sup>1</sup>, WU Xiao-yun<sup>1</sup>, YAN Hai-jun<sup>1</sup>

(1. Earthquake Administration of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan 750001, Ningxia, China)

(2. School of Software Engineering, Tongji University, Shanghai 200092, China)

(3. The Institute of Crustal Dynamics, CEA, Beijing 100085, China)

(4. Earthquake Administration of Beijing Municipality, Beijing 100045, China)

Abstract

Take the station about Banqiao Dong San and Zhao Ge zhuang etc of Beijing as experimental unit after the network rization make over beginning to accomplish “ The ninth Five-Year Plan” comen instrument step by step on May 15, 2009, accomplish whose seamless “ The ninth Five-Year Plan” comen instrument cut over under the premise reserving plain “ The ninth Five-Year Plan” communication pattern, arriving at “ The tenth Five-Year Plan” comen data management system. From operation result, It can be seen every station lasting for the half a year, whose runs the data stabilizing, outputing reliably and reforms scheme cost low, “ The tenth Five-Year Plan” management system has provided the reliable high-effect technology reference to “ The ninth Five-Year Plan” comen station overall cut over.

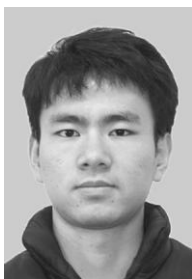
Key words: “ The ninth Five-Year Plan” instrument, protocol conversion, “ The tenth Five-Year Plan” instruments



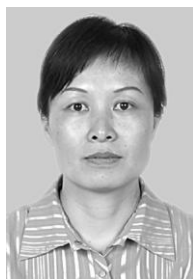
徐桂明 江苏省地震局高级工程师。毕业于河海大学水文地质与工程地质专业，获学士学位。主要从事地震流体预报地震工作。中国地震学会地震流体专业委员会委员。



刘 锦 广东省地震局工程师。1991年毕业于防灾技术学院应用地球物理系，获大专学历；2004年毕业于华南理工大学工商管理系，获管理学学士学位。主要从事地下流体分析预报等研究。



阮 祥 四川省地震局预报研究所助理工程师。2004年云南大学固体地球物理专业毕业，获理学学士学位；2007年中国地震局兰州地震研究所固体地球物理专业毕业，获理学硕士学位。目前从事地震学与地震预报方面的研究。



杨晶琼 云南省地震局高级工程师。1990年毕业于云南师范大学地理系，获学士学位。主要从事地震分析编目与数字地震资料应用研究工作。



蒋翠荣 河北省地震局张家口中心台工程师。1985年毕业于河北电大。现主要从事地震台站监测工作。



王建军 甘肃省地震局工程师。1996年毕业于防灾科技学院地球物理系；2008年兰州地震研究所固体地球物理专业毕业，获硕士学位。曾参与开发中国地震前兆数据处理系统、中国地震前兆数据管理系统，现主要从事地震监测、软件开发、地磁基本场研究等方面的工作。



郭婷婷 山东省地震局助理研究员。2004年毕业于西北农林科技大学水利与建筑工程学院，获硕士学位；现就读于中国地震局地质研究所攻读博士学位。主要从事构造应力场分析及其相关数值模拟等工作。



马文娟 宁夏地震局工程师。1999年毕业于宁夏大学数学系软件工程专业，获理学学士学位；现为同济大学在读硕士研究生。主要从事前兆观测技术、数据处理、数据库开发利用等研究。2009年中国地震局地壳应力研究所交流访问学者。



单维锋 防灾科技学院讲师。1998年毕业于山东大学威海分校计算机应用专业；2005年毕业于云南大学软件工程专业，获硕士学位；现于北京工业大学计算机学院攻读博士学位。主要从事地震前兆数据处理、并行计算等方面研究工作。ACM专业会员、新加坡国际计算机科学与技术协会（IACSII）会员。

注：钱晓东、张希、苏琴、张昱、刘强、施伟华、吴立辛、曾宪伟、何案华、周光全的简历分别刊登在本刊 Vol.29 No.1; Vol.30 No.3 Vol.32 No.2 Vol.31 No.3 Vol.30 No.4 Vol.30 No.4 Vol.30 No.1; Vol.31 No.2 Vol.31 No.3 Vol.29 No.4