

全国前兆台网“九五”系统台站接入的设计与实施^{*}

贾鸿飞¹, 陈 敏², 马广庆³, 何案华¹, 邓卫平¹

(1. 中国地震局地壳应力研究所, 北京 100085; 2. 重庆市地震局, 重庆 401147;
3. 河北省地震局, 河北 石家庄 050021)

摘要:介绍了“全国前兆台网‘九五’系统台站接入改造”项目的技术方案,即采用接入地震前兆通信协议转换器或更换“九五”前兆公用数据采集器方式将“九五”前兆仪器接入“十五”前兆系统,并详述了该方案的技术特点;介绍了方案的部署实施情况,测试平台运行情况以及通过对测试平台的监控而发现并解决的问题。并行运行结果显示,接入改造系统运行稳定,产出数据可靠。

关键词:前兆仪器;接入改造;并行运行

中图分类号: P315-391

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2013)03-0384-06

0 引言

随着网络技术的发展,地震前兆观测仪器的网络化成为必然趋势。在国家十五重点项目“中国数字化观测网络项目”中,大部分前兆观测仪器实现了网络化;国家台网中心、各区域台网中心以及台站可以通过网络实现仪器的统一管理,观测数据的自动采集与综合分析。然而,在“九五”前兆数字化改造期间建立的全国“九五”前兆台网仍在运行观测,且整体运行稳定、数据可靠,具有自己独立的数据库与数据分析系统(中国地震局监测预报司,2003)。

“九五”前兆台网与“十五”前兆台网的独立并存,增加了台站监测人员工作的复杂程度,且台站既要保留“九五”前兆仪器接入的远程电话拨号收数功能,又要实现“十五”台站的网络接入功能,加大了对前兆仪器、台站管理维护的难度。从数据分析角度,由于“九五”前兆台网采用SQLserver数据库进行数据管理,而“十五”前兆台网采用oracle数据库,数据分析处理软件也不相同,这为需要经常访问观测数据的分析预报人员带来了不便。

为了实现“九五”、“十五”前兆仪器的统一规范化管理,观测数据的统一分析处理,实现

“九五”前兆仪器网络化,减小台站运行维护的复杂程度,中国地震局开展了“全国前兆台网‘九五’系统台站接入改造”工作。

1 技术方案

为了尽量避免影响观测数据质量,同时对“九五”前兆系统进行最为彻底的接入改造,方便“九五”、“十五”前兆系统综合管理,接入方案采用“九五”前兆仪器连接专用网络通信接口即地震前兆通信协议转换器(以下简称协转)方式或更换“九五”前兆数据采集器方式接入“十五”前兆台网,在不具备网络条件的台站首先针对不同情况采用SDH光纤、无线网络、ADSL等方式对网络进行改造。

该方案具有如下特点:

(1)改造后的“九五”前兆仪器,在服务器端及用户端与“十五”前兆仪器操作完全相同,做到了“九五”前兆仪器彻底接入“十五”前兆系统,即改造后“九五”前兆仪器的仪器管理方式、数据采集方式、数据格式、产出数据分析方式与“十五”系统相同。

(2)改造方式相对简单,对“九五”前兆观测数据质量影响较小。此改造方案中,不需对前兆仪器进行任何升级改造,只需增加一套专用设

^{*} 收稿日期: 2012-09-26.

基金项目: “十二五国家科技支撑计划项“地震盈利环境探测技术与方案研究(2012BAK19B03)。

备；且改造完成后，允许“十五”模式与“九五”模式并存，可在改造后的一段时间，进行双系统并行运行，避免观测数据的缺失，通过比较“九五”与“十五”前兆系统产出数据，方便判断接入系统运行情况是否稳定、可靠以及产出是否准确、可信（王军等，2008）。

(3) 协转支持“十五”前兆通信规程，可实现数据的自动采集、自动转换，方便台站人员操作，适用于无人值守台站。

(4) 本改造方案只需在台站端进行改造，无需对省局中心节点或台网中心改造。

1.1 网络通信环境改造方案

网络通信环境的改造，主要针对不具备网络环境的“九五”前兆台站、不同台站的特点，改造方案主要有以下3种：SDH 光纤、无线网络、ADSL。

SDH 光纤连接稳定，传输速率较大，适用于仪器量多，传输数据量较大的台站节点与省局台网中心连接，以及距离台站网络节点较远（100 m 外）的仪器与台站之间的通信网络连接。

受地理环境复杂或其他因素影响，一些台站节点与仪器之间不适于架构有线网络，无线通信方式，如 GPRS、CDMA 等 2G 网络或 WCDMA、CDMA2000 等 3G 网络，较为适用。但无线通信方式相较光纤以及 ADSL 等有线连接方式，传输速率较慢，传输质量相对不稳定，适用于传输数据量小，仪器相对单一的无人值守台站（何案华，2007）。

ADSL 与 SDH 光纤相比有如下特点：网络铺设相对简单、传输速率较慢、改造价格相对便宜。因此，基于 ADSL 技术的网络改造适用于仪器数量较少，数据传输量较小的台站与省局或区域台网中心间的通信。

1.2 仪器接入方案

接入方案采用接入协转或更换“九五”公用数据采集器，在台站端将“九五”前兆仪器接入网络，并通过带有 VPN 功能的路由器接入中国地震局地震行业专用网。

协转可实现以下功能：（1）串口数据采集，通过串口收取存储在 前兆仪器中的原始数据，并存入协转中的存数卡内；（2）内部数据转换，协转自带数据转换程序，可以将从串口采集到的原始数据文件转换成“九五”及“十五”格式文件；

（3）支持 FTP、web 等网络服务，可通过网页修改相关参数，控制前兆仪器，查询观测数据；（4）支持“十五”前兆通信规程，可将“十五”前兆数据自动采集至“十五”前兆数据库中；（5）具备一对串口，支持“九五”、“十五”前兆采集模式并行运行，且两串口可互作备用，使设备更加稳定可靠；（6）自带 VNC 客户端，用户可在同一网段的计算机下通过 VNC 访问协转，方便远程维护，便于软件更新与升级；（7）具有 USB 接口，支持显示器、鼠标、键盘等输入输出设备；（8）设有“看门狗”，可在死机后 112 s 自动重启。

针对原有“九五”前兆台站的仪器布局，接入改造具体分为 3 个方案：①不更换“九五”前兆仪器，直接接入协转；②更换“九五”前兆公用数据采集器；③接入协转与更换“九五”前兆公用数据采集器相结合。以下针对每个方案详细说明。

1.2.1 不更换“九五”前兆仪器，直接采用协转方式

该方案适用于所有“九五”前兆台站。如图 1 所示，接入改造前“九五”前兆台站仪器通过现场总线与台站端调制解调器相连接。收取数据过程为：台网中心收数计算机首先发送命令，通过台网中心调制解调器拨号连接台站调制解调器端并将命令传送至台站端，台站调制解调器将命令通过现场总线传送给前兆仪器，前兆仪器对命令

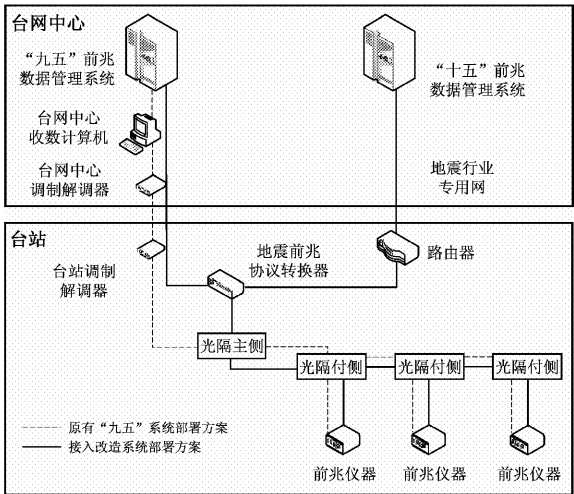


图1 原有系统及接入改造系统部署情况(方案一)
Fig.1 Deployment of the original system and its accessing transformation system(the first scheme)

做出响应,同时开始自动传送数据。前兆数据通过现场总线,经过台站调制解调器远程拨号发送至台网中心调制解调器,最终汇集到台网中心收数计算机,利用入库软件,保存至“九五”前兆数据库(马文娟等,2010)。

改造后的连接方式(图1),保留了“九五”前兆管理系统收数方式,同时增加了对“十五”前兆管理系统收数方式的支持,且在台网中心端不需进行任何改造。协转的COM1口连接前兆仪器现场总线,COM2口连接台站调制解调器,COM1与COM2在协转内部形成一个透明通道,即可将COM1与COM2看作相互连通,协转与带VPN功能的路由器通过网线相连。

“九五”前兆仪器收数流程与改造前基本相同,只是台站调制解调器通过协转透明通道把命令传递给前兆仪器,且观测数据也通过透明通道传输至“九五”前兆数据管理系统。“十五”前兆系统的收数流程为:每天固定时间(一般为0时45分),协转通过串口向前兆仪器发送收数命令,前兆仪器对收到的命令进行响应并传回org文件。协转内部依照通过网页设置的参数将原始数据转换为“九五”及“十五”前兆数据,转换后的前兆数据同原始数据存储在协转中,存储时间可长达一年或更长。这样的设计使得即使在网络环境故障的情况下,也不会出现数据丢失的情况,只需故障排除时在管理系统中进行数据的人工采集。当“十五”前兆数据管理系统收数时,协转通过地震行业专用网接收命令并传送数据至“十五”前兆数据库中。此外,在地震行业专用网的用户还可以通过网页直接下载查看存储在协转上的观测数据。

1.2.2 更换“九五”前兆公用数据采集器

该方案只适用于所有前兆仪器均与“九五”前兆公用数据采集器相连的“九五”前兆台站。如图2所示,前兆仪器的输出直接接入“九五”公用数据采集器的各个输入通道,再由其统一采集、存储数据,最后通过串口进行数据传输。

部分“九五”前兆公用数据采集器由于老化及故障等原因,需要进行更换。在接入改造中,可直接用DSC-1A地震前兆数据采集器替换原有的数采,既解决了设备老化及故障等问题,又将原有的“九五”前兆仪器接入“十五”前兆系统中,如图2所示。本方案接入改造效果与方案一

完全一致,台站既可采用“九五”前兆系统收数方式进行数据采集,又可通过“十五”前兆系统收数方式采集数据;用户还可以通过web服务或FTP服务对仪器进行控制,更改仪器参数,查看、下载观测数据。

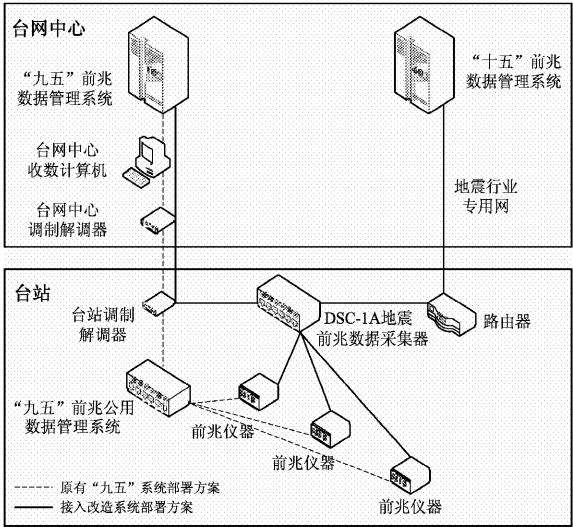


图2 原有系统及接入改造系统部署情况(方案二)

Fig. 2 Deployment of the original system and its accessing transformation system(the second scheme)

1.2.3 接入协转与更换“九五”前兆公用数据采集器相结合

一些“九五”前兆台站,既有智能化前兆仪器,又有“九五”前兆公用数据采集器,此时可

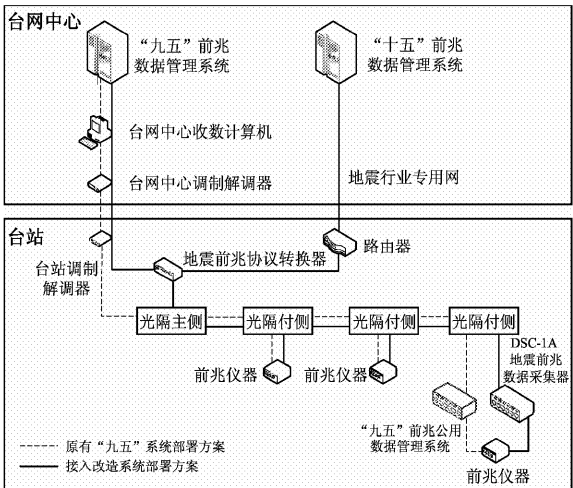


图3 原有系统及接入改造系统部署情况(方案三)

Fig. 3 Deployment of the original system and its accessing transformation system(the third scheme)

以采用方案一与方案二相结合的方式对台站接入改造。图 3 所示为“九五”前兆台站原有连接方式以及接入改造后的台站连接方式，该方案避免更换前兆仪器，节约了经费成本；且经过方案三改造后的台站，同样具有“九五”、“十五”前兆系统的并行采数功能，用户可以通过“十五”方式在网络上对仪器进行控制与远程维护。该方案实现了“九五”前兆设备彻底接入“十五”前兆系统的目标。

2 实施及试运行测试

2.1 实施情况

截至 2012 年 1 月底，共计完成 433 套“九五”

前兆仪器的改造，其中通过接入改造完成 367 套，直接更新为“十五”前兆仪器的“九五”前兆仪器为 66 套（含前兆传感器改造）。表 1 为依照各仪器类型统计的实际完成改造仪器数量。

2.2 测试及典型问题

为了测试接入仪器的运行情况，由台网中心、地壳所、河北、山西、吉林、陕西、福建、云南、新疆、山东、江苏、北京、甘肃等 13 个区域中心的 13 台服务器组成的“十五”运行测试平台于 2011 年 7 月搭建。随着接入的完成，改造后的“九五”仪器逐步接入至测试平台。

通过对测试平台上仪器的跟踪，一些典型问题被发现并解决，确保了“九五”前兆仪器顺利、稳定地接入“十五”前兆系统。这些典型问题及

表 1 分学科“九五”仪器接入数据统计
Tab. 1 Statistic of “Ninth Five-Years” instruments accessing the data by different subjects

仪器型号	仪器名称	“九五”接入仪器数量/套	升级为“十五”仪器数量/套	学科
CZB-1	竖直摆钻孔倾斜仪	3	1	形变
DSQ	水管倾斜仪	22	3	
DZW	相对重力仪	7		
GS-15	相对重力仪	1		
SQ70D	石英摆倾斜仪	4		
SSY-2	石英伸缩仪		1	
SS-Y	钢瓦棒伸缩仪	20	3	
SSQ	水平摆倾斜仪	2		
TJ-1	体积式钻孔应变仪	12	2	
VS	垂直摆倾斜仪	15	1	
YRY-2	分量式钻孔应变仪	1	1	
DFG-B	数字式测汞仪	8	2	流体
LN-3	数字式水位仪	56	9	
LWGY-15	涡轮流量计	1		
SD-3A	测氦仪	24	7	
SZW-1	数字式温度计	56	8	
W GK-1	测氦仪	3		
EMAOS	电磁辐射观测仪	8		电磁
FHD-1	质子矢量磁力仪	13	8	
GM-3	磁通门磁力仪	4	2	
FGE	磁通门磁力仪	2		
ZD8B	地电仪	23	1	
ZD9A	地电场仪	6	4	
TCM-3	铜体应变辅助铜温仪	24		辅助
RTP-1	雨量气温气压观测仪	41	12	
PTH	气象参数测量仪	11	1	
共计		367	66	

解决办法包括:

(1) 由于部分“九五”前兆仪器在 00:20 不能采数或形变、电磁类仪器在 00:15 时要生成观测数据文件, 为了避免测试平台上的管理系统自动采集数为“空结果”, 管理系统自动采数时间由原来设定的 00:15 推迟至 00:45。

(2) 由于部分“九五”前兆仪器的手段代码一直使用错误或“九五”、“十五”前兆仪器手段代码不能一一对应, 造成在仪器接入时测项代码配置的混淆。如: 水位“九五”手段代码是 D99921, “十五”测项分量分为动水位 4111、静水位 4112; 水温“九五”手段代码是 D99931, “十五”测项分量分为浅层水温 4311 (100 m 以内)、中层水温 4312 (100 ~ 500 m)、深层水温 4313 (500 m 以上) 等, 为了保证接入仪器产出的“十五”前兆数据的正确性, 在配置“十五”测项分量时以当前台站实际情况为准。

(3) 部分台站部分测项“九五”与“十五”前兆系统产出数据的精度不同。在咨询相应学科专家的意见后, 调整了数据转换参数, 使“十五”生成数据精度满足学科要求。

(4) 改造后, 前兆仪器的转换参数需要登录仪器网页配置。部分仪器在标定、调零等操作之后, 台站人员只在“九五”前兆系统上的 EPCC 中修改了转换参数, 而未在仪器网页上修改, 致使“九五”与“十五”前兆系统产出数据出现较固定差值。在发现问题后, 及时根据 EPCC 中的转换参数, 修改了仪器网页的参数, 使两套系统产出一致。

2.3 并行运行

为了检验完成改造后的“九五”前兆仪器运行的稳定性, 以及“九五”、“十五”两套前兆系统产出数据的一致性, 在接入改造工作基本完成后, 改造仪器于 2011 年 12 月至 2012 年 2 月在“九五”及“十五”前兆系统上并行运行, 并由台站人员对两套系统产出数据分别进行预处理、报数、数据评价等工作, 同时利用专门的数据对比与归档软件, 对并行数据的一致性进行对比。

在并行运行期间, 接入改造后的“九五”前兆系统保持原有运行模式及日常工作, 台站、各区域中心、国家中心按照“九五”前兆系统运行要求进行数据采集、日志填报、数据预处理、报

送等日常工作; 同时加入新的“十五”前兆系统工作模式, 要求台站人员及时在网页更新转换参数, 并通过“十五”前兆管理系统完成数据采集、仪器维护等工作。

并行运行的 3 个月中, “九五”前兆仪器平均汇集率为 97.72%, 高于 2010 年台网运行的平均值 96.84%。各月具体汇集率如表 2 所示。

表 2 并行运行期间“九五”仪器数据汇集率
Tab. 2 The data iflux rate of “Ninth Five-Years”
instruments during parallel operation

范围	时间/年-月	数据汇集率
改造后的“九五”仪器	2011-12	96%
	2012-01	98.62%
	2012-02	98.53%

通过对同一套仪器两套系统的产出数据比较可知, 两套系统产数据出除个别仪器外, 基本一致。不一致的情况主要有: ① 气象三要素仪器中的雨量测项在“九五”前兆系统中的产出为累计值而“十五”前兆系统中的产出为小时值; ② 个别仪器“九五”前兆系统与“十五”前兆系统数据精度不同, 但不影响数据使用。

综上所述, 在并行运行阶段, 接入改造后前兆仪器运行稳定、可靠, 产出数据准确、可信。接入系统整体运行良好。

3 结束语

“十五”前兆数据管理系统可以对改造后的“九五”前兆仪器实现自动采集数据、在线统一管理等功能, 达到了“九五”前兆仪器接入“十五”前兆系统的目标。改造后的“九五”前兆仪器实现了网络化功能, 相关人员可以在线设置参数, 查看数据。接入改造完成了“九五”前兆数据入“十五”前兆数据库的目标, 为分析预报人员访问、处理数据提供了方便。

当然, 本系统仍有一些不足亟待改善。首先, 部分非标准化仪器未在此次接入改造项目中接入“十五”前兆系统, 尽管此类仪器数量较少, 但仍需继续进行接入改造工作。此外, 部分台站人员仍然按照“九五”前兆系统运行模式进行台站管

理与仪器维护，因此需要对台站人员进行必要培训，使其熟悉协转的操作机维护方法，使改造后仪器采集的数据完整、可信。

参考文献：

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(Spec):47-51.
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.
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.

Design and Deployment of Upgrading of Stations in “Ninth Five-years” Precursory System in National Seismic Precursory Network

JIA Hong-fei¹, CHEN Min², MA Guang-qing³, HE An-hua¹, DENG Wei-ping¹
(1. *The Institute of Crustal Dynamics, CEA, Beijing 100085, China*)
(2. *Earthquake Administration of Chongqing Municipality, Chongqing 401147, China*)
(3. *Earthquake Administration of Hebei Province, Shijiazhuang 050021, Hebei, China*)

Abstract

We introduce the technical scheme of the program named Upgrading of Stations in the “Ninth Five-years” Precursory System in National Seismic Precursory Network. The technical scheme made the precursory instruments of “Ninth five-years” access to the “Tenth five-years” precursory system by accessing precursory communication protocol converter units or replacing “Ninth five-years” precursory common data collectors, and the technology characteristics of this scheme are described in detail. We introduce deployment and implementation, running and monitoring of testing platform of the scheme to find out and solve the problems. The parallel running results show that the accessing system is steady and its outcome data is reliable.

Key words: earthquake precursory instrument; accessing transformation; parallel operation