龚永俭，陈嵩，胡雪琪，马丽丽，2013. 前兆远程子台 CDMA 传输故障诊断及排除. 震灾防御技术，**8**（1）：97—103.

前兆远程子台 CDMA 传输故障诊断及排除 [1]

龚永俭　陈　嵩　胡雪琪　马丽丽

（天津市地震局，天津 300201）

摘要　本文简要介绍了 CDMA 传输技术及其在地震前兆远程子台的应用，之后以天津市地震局宝坻地震台的远程子台为实例，对地震前兆远程子台 CDMA 传输中的故障原因进行了研究，指出导致 CDMA 传输故障的原因主要有：仪器通讯部分故障、资费余额不足、路由器“假死”、路由器死机、路由器内部故障（特别是 SIM 卡接触不良）、CDMA 信号强度不够、交换机故障、传输硬件连接断路等。在此基础上提出了一套行之有效的故障诊断流程，并对常见故障原因的判定和排除方法做了归纳整理。本文对使用 CDMA 传输方式或其他无线传输方式的地震前兆远程子台的维护管理人员有一定的参考意义。

关键词：远程子台　CDMA 传输　故障诊断　故障排除　网络维护

引言

天津市地震局宝坻地震台始建于 1970 年，属国家基准地震台，该台是“首都圈”地震前兆监测的一个重点台站，承担着重要的防震减灾任务。宝坻地震台是以流体和电磁观测为主的地震前兆综合观测台站，由主台和高村井、王 3 井等前兆远程子台组成。高村井远程子台有水位、水温测项，原使用“九五”观测仪器，传输方式采取电话拨号，期间因通信线缆多次被盗不能及时修复而造成通信故障，值班人员不得不驱车近百里赶往该远程子台用笔记本电脑直接收数，既增加了人力负担，也在经济上造成了较大的开销。2011 年 6 月，高村井远程子台增设“十五”水位、水温观测仪器，改变了先前的传输方式，采用了 CDMA 1X 无线网络传输。这种传输方式既能够保证随时随地（需登录内网）在线查看观测仪器的状态和收数，还能根据需要采用远程方式对仪器重启、对钟和调整参数，数据传输速率也有了显著提高。更重要的是这种无线传输方式避免了先前因通信线缆被盗导致的不得不去子台收数的问题。宝坻地震台王 3 井远程子台的水位、水温和测氡仪器也采用了 CDMA 1X 无线传输方式（龚永俭等，2012）。

1 基金项目　华北强震强化跟踪监测项目
[收稿日期]　2012-11-29
[作者简介]　龚永俭，男，生于 1972 年。工程师，1992 年 6 月毕业于防灾技术高等专科学校应用地球物理专业，2009 年 7 月毕业于西南大学计算机科学与技术专业（网络教育），工学学士。主要从事地震台站前兆观测技术和网络管理的研究。E-mail: gong_123@126.com

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

任何传输链路都需要精心的维护，在长期的运行过程中也难免会出现故障，CDMA 无线传输也不例外。尽管近年来国内有学者对将 CDMA 传输技术应用于测震、强震台网做过研究（卞真付等，2010；吴卫远等，2010），也有人提出将 CDMA 传输技术应用于地震前兆远程子台的观测，但对远程子台 CDMA 传输故障的诊断和排除方法的研究却很鲜见，为此笔者进行了相关研究。

1 CDMA 传输技术在地震前兆远程子台的应用

1.1 CDMA 1X 无线传输技术简介

CDMA(Code Division Multiple Access)又称码分多址，是在无线通信中使用的技术，它允许所有的使用者同时使用全部频带，并且把其他使用者发出的讯号视为杂讯，完全不必考虑到讯号碰撞的问题。近年来，CDMA 网络运营商在原有 CDMA 的基础上升级系统，推出了更为稳定的 CDMA 1X 网络系统。CDMA 1X 网络系统速度更快，容量更高（师杰等，2007），基于这种平台的应用发展迅猛。CDMA 无线传输就是基于 CDMA 1X 网络，在企业内部网提供丰富的数据传输应用服务（胡玉等, 2008）。与传统的基于电路交换的数据业务相比, CDMA 无线传输网络具有永远在线、按流量计费、高速传输、支持 TCP／IP 协议等特点（卞真付等，2010）。

（1）永远在线。只要激活 CDMA 1X 的无线数据应用，它就将保持在线，这就类似于一种无线专线网络。永远在线为实时查看前兆远程子台观测仪器的状态、调整仪器参数、重启仪器和收数提供了技术支撑。

（2）按流量计费。它是一种面向使用的计费，对于前兆远程子台每天定时收数、数据量不大且需要随时监控仪器设备状态等需求，CDMA 1X 提供了一种较经济的传输方式。

（3）高速传输。CDMA 1X 技术的最大特点是高速数据传输能力，理论最高传输速度为 307.2 kbps，实际现在应用传输分组数据峰值传输速率也高达 153.6kbps（周伯扬，2006）。

（4）支持 TCP/IP 协议。CDMA 1X 网络支持 TCP/IP 协议，能与“ IP 到仪器 ”的地震前兆观测仪器直接相连，保证应用服务顺利实现。

1.2 前兆远程子台 CDMA 传输的硬件架构

前兆远程子台 CDMA 传输方式通过中国电信 CDMA 1X 网络接入 Internet 网络，利用 VPN 技术在 Internet 网络上开辟出一条安全、稳定的虚拟隧道，从而实现行业内部网间的传输功能和目标（泽仁志玛等，2009）。构建 VPN 有软件和硬件两套方案，考虑到 VPN 的加密传输机制需要消耗系统资源，软件处理会影响到网络性能（吴卫远等，2010），本文在构建前兆远程子台 CDMA 传输链路时采用了硬件 VPN 方式，即使用自带 VPN 功能的 CDMA 无线路由器。

宝坻地震台王 3 井等前兆远程子台 CDMA 传输链路的建设依托于此前建设完成的天津市地震局强震观测网络系统, 地震台站的维护人员只需负责前兆远程子台内的传输链路维护, 因此了解前兆远程子台 CDMA 传输硬件架构是必须的。前兆远程子台 CDMA 传输链路由以下仪器设备构成：“ 十五 ”前兆观测仪器（或“ 九五 ”前兆观测仪器接入协议转换器）、小型交换机（LAN 口数要大于或等于该远程子台需接入的仪器设备总数）、CDMA 无线路由器和足够长网线（双绞线）。在设备的选择方面，重点是路由器的选择，本文选用了北京映翰通网络技术有限公司生产的 InRouter300CT01 型 CDMA 无线路由器，该型号路由器自带 VPN 功

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

能，能够实现安全稳定的无线传输，目前广泛应用于石油、天然气、环保、交通、电力等行业。前兆远程子台 CDMA 传输设备的连接如图 1 所示。

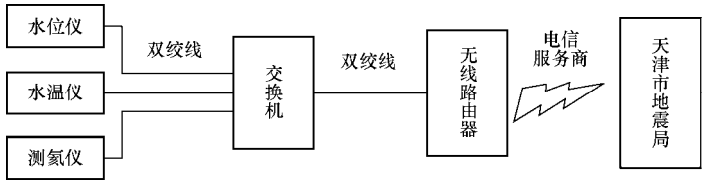

图 1　王 3 井远程子台 CDMA 传输设备连接框图

Fig. 1　Connection diagram of CDMA transmission equipment used in Wang #3 Well remote sub-station

2　地震前兆远程子台 CDMA 传输故障的诊断及排除

宝坻地震台王 3 井和高村井前兆远程子台 CDMA 传输运行一年多来，状况基本良好，在功能、效率和成本方面均达到了预期目标。运行过程中也出现过一些故障，均被及时排除。

2.1　CDMA 传输故障的诊断流程

根据经验和理论分析，笔者认为导致 CDMA 传输故障的原因主要有：仪器通讯部分故障、资费余额不足、路由器“假死”、路由器死机、路由器内部故障（特别是 SIM 卡接触不良）、CDMA 信号强度不够、交换机故障、传输硬件连接断路等。

根据传输故障原因及排除故障的实践经验，笔者梳理出一个故障的诊断流程（图 2）。基于大多数故障均能通过远程操作解决，故诊断流程也基本上遵循了“先远程，后现场”的原则。实践证明，传输故障诊断流程是行之有效的，在客观上也降低了维护的成本和人力开销。

2.2　传输故障原因的判定和排除方法

（1）仪器通讯部分故障。前兆远程子台某台仪器不能正常登录或收数，有时并不是路由器或交换机的问题，而是观测仪器自身通讯单元故障。要判定是否为仪器通讯故障，可以对同一远程子台的其它仪器进行登录或收数实验，如果仅某一台仪器不正常，而其它仪器均正常，则很有可能是该台仪器的内部通讯部分出现了问题（当然也可能是由于该仪器与交换机连接的网线虚接导致）。如果确定是仪器通讯部分故障，则需要更换通讯芯片等方式解决。

（2）资费余额不足。CDMA 传输方式中的电信资费一般采用预付费，当资费余额不足时将会被 CDMA 运营商断网。判断是否为资费余额不足，最简单的方法是通过电信运营商的网站在线查询，输入 CDMA 路由器所嵌入的 SIM 卡的卡号及向运营商申请的密码即可。如确系资费余额不足，应及时补缴，补缴后几个小时内传输会恢复正常。

（3）路由器“假死”。在使用 ping 命令对路由器的连通状态进行检查时，往往会出现路由器能够“ping”通，但远程子台的所有仪器均不能正常收数，也不能通过 IE 登录到仪器主页的情况，这往往是路由器“假死”造成的。遇到这种情况，不要着急赶往远程子台，先试试远程重启路由器。步骤如下：①点击 Windows 左下角“开始”，选择“运行”，输入“cmd”，进入 Dos 命令模式；②输入“telnet xxx.xxx.xxx.xxx (注：路由器的 IP 地址)”；③输入标号，选择提示的语种；④输入用户名和密码。注意：密码在输入时不在屏幕上显示；⑤当登录成功，出现图 3 界面时输入字母“Z”，等待几分钟后，CDMA 无线路由器即可完成重启。远程重启路由器后 CDMA 传输往往能够恢复畅通。

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

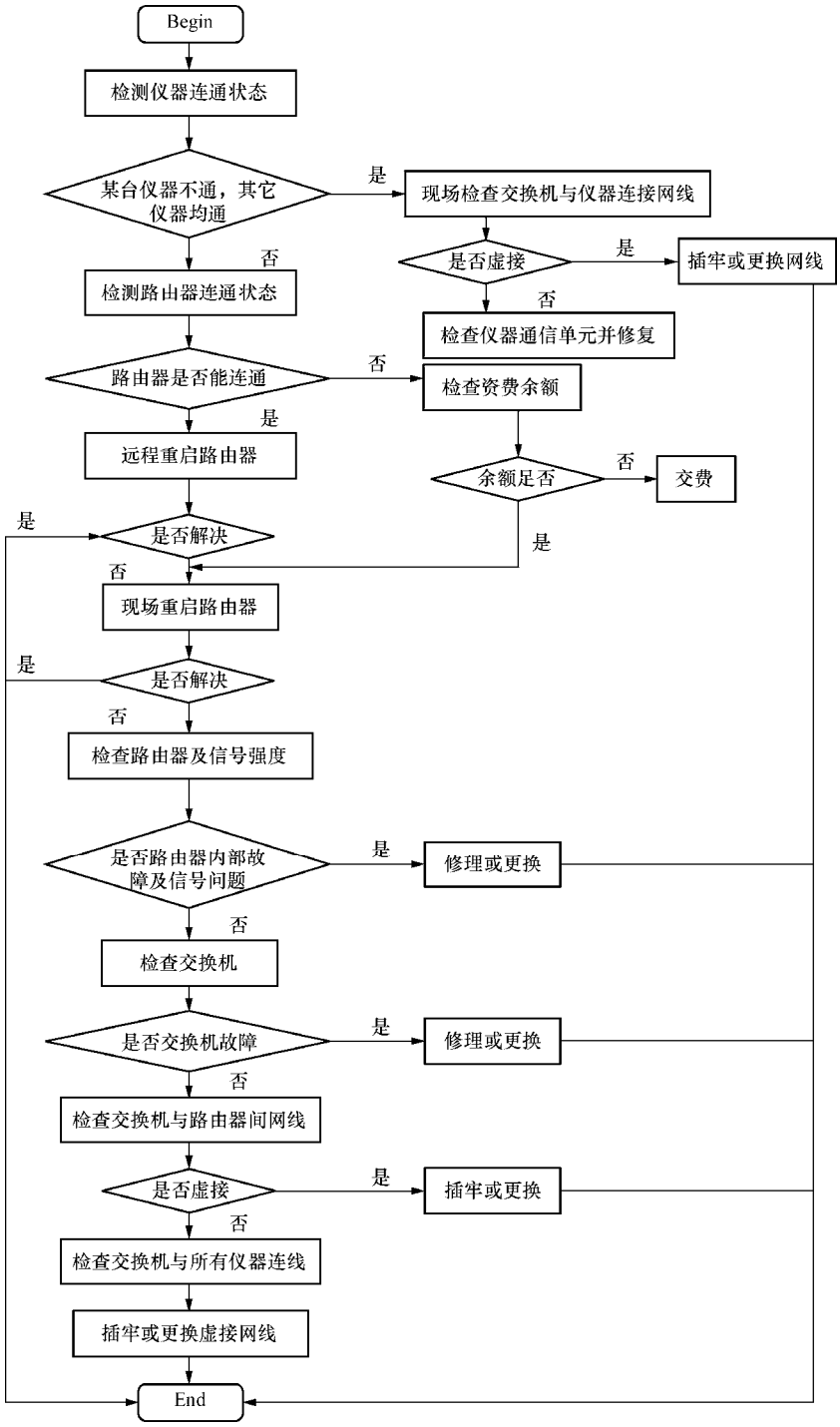

图 2　远程子台 CDMA 传输故障诊断流程图

Fig. 2　Flowchart of CDMA transmission failure diagnosis for remote sub-station

（4）路由器死机。由于长时间连续通电工作，CDMA 无线路由器可能会出死机现象，致

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

使不能实现正常的传输。这种情况在实践中不多见。如果出现远程子台全部仪器不能连通，且不能远程登录到无线路由器上实现远程重启，可怀疑是路由器死机问题导致。路由器死机一般可以通过切断电源几秒钟，然后重新接通电源的方式解决。

（5）路由器内部故障。路由器内部故障主要有 SIM 卡接触不良和路由器部件损坏等故障。SIM 卡接触不良较为常见，这主要是因为 CDMA 无线路由器工作环境不良，导致 SIM 卡的表面或路由器安装 SIM 卡位置的触点被氧化。出现这种情况，可以将 SIM 卡从路由器里取出，在表面稍粗糙的布料或在纸张上轻轻摩擦 SIM 卡和路由器安装 SIM 卡位置的触点，以清除 SIM 卡及触点表面的氧化层，然后将 SIM 卡重新装入路由器，即可恢复。如果上述方法不能解决，则很可能是路由部件损坏导致，须更换一台新的路由器来解决。有时通过 ping 命令可以连通路由器，但却不能用 IE 登陆全部仪器的主页或者对所有仪器收数均不成功，而且在此期间偶尔还会出现传输顺畅能登录仪器的瞬间，这种情况往往也是路由器内部故障所导致。这种情况笔者遇到过 2 次，通过更换一台新的路由器解决了问题。在无法确定是否为路由器故障时，如有备用路由器，可以先假定路由器内部损坏，更换一台新的路由器试试。实践证明这种“ 替换法 ”是行之有效的。需要注意的是，在更换新的路由器前要对路由器进行相关设置，步骤如下：①连接路由器与计算机。打开路由器的外包装，装好天线和 SIM 卡，用网线将 CDMA 路由器连接到一台计算机上；②配置计算机。进入“ 网络连接 ”，配置计算机的 TCP/IP 协议。路由器默认的 IP 地址为 192.168.2.1，计算机的 IP 地址需要设置成 192.168.2.xxx(xxx 取值范围为 2 至 254)，保持与路由器在同一网段。子网掩码一般为 255.255.255.0，默认网关为 192.168.2.1，DNS 服务器可向移动运营商咨询；③配置路由器。在连接路由器的计算机上打开 IE 浏览器，在地址栏输入 http://192.168.2.1，进入路由器主页，输入用户名和密码（出厂时默认为 adm/123456），进入“ 网络设置 ”中的“ LAN 设置 ”，按照省局规定的该远程子台的 IP 地址等参数，将参数作相应的修改，然后保存设置。配置好的路由器即可接入到远程子台 CDMA 传输链路中。

（6）信号强度不够。研究表明，当 CDMA 的导频强度低于-15dB 并持续 T5m 以上时，就会导致掉话（李亮，2010），从而造成传输上的故障。前兆远程子台往往地处较偏僻的乡村，CDMA 信号的覆盖本身就不太稳定，加之在繁忙时段该地区的手机用户通话和上网等应用较多，出现“ 竞争 ”现象，导致传输故障。这种情况可以采用在远程子台使用 CDMA 手机进行检测，如 CDMA 手机显示信号不强，则可以判定为远程子台 CDMA 的信号强度不够。如遇信号强度不够，应尽量避开信号“ 竞争 ”时段使用传输功能，必要时也可联系当地 CDMA 运营商寻求帮助解决途径。

（7）交换机故障。交换机在长期的运行中也可能出现死机或是损坏，需要断电重启或是更换新的交换机。“ 替换法 ”对于交换机故障的判定和解决也是完全适用的。尽管在工作中还没遇到过交换机故障的情况，但并不能因此忽视它。

（8）传输硬件连接断路。传输硬件均通过网线连接，端口为 RJ45 接口，在长期使用过程中可能会出现网络的 RJ45 插头与导线连接松动虚脱或是 RJ45 插头与仪器设备的网络接口接触不实，从而导致传输故障。这种故障原因可以通过对网线逐一检查判定，并可通过重新插牢 RJ45 插头或是更换合格的网线来排除。

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

图 3 远程重启 CDMA 无线路由器截图

Fig. 3 Snapshot of resetting CDMA wireless router on remote

3 结束语

将 CDMA 传输技术应用于地震前兆观测中是近年来才兴起。由于 CDMA 传输方式在技术和成本上有着明显的优势，相信在未来也会有更为广泛的应用前景。了解 CDMA 传输的相关知识，掌握 CDMA 传输中故障的诊断及常见故障原因的判定和排除方法，在出现传输故障后迅速排除故障，是保证地震前兆观测数据可靠、完整、连续产出的基础和关键。尽管本文是对地震前兆远程子台 CDMA 传输故障诊断和排除的经验总结，但对于使用 CDMA 传输的测震和强震远程子台也同样适用，对于其他无线传输方式（例如：GPRS）也具有一定的参考意义。

参考文献

卞真付，郭巍，孙晶岩，2010. 基于 CDMA1X／GPRS 网络采用 VPN 技术组建强地震观测网络系统. 地震地磁观测与研究，**31**（2）：95—100.

龚永俭，陈嵩，2012. 浅谈地震台站信息节点的维护管理——以天津市宝坻地震台为例. 高原地震，**24**（3）：48—53.

胡玉，李国佑，2008. 无线技术在前兆台站中的应用. 高原地震，**20**（2）：54—56.

李亮，2010. 浅析 CDMA 掉话原因及优化方法. 科技信息，（24）：347.

师杰，程冬焱，2007. CDMA 无线远程传输技术在山西地震网络系统中的应用. 山西地震，（3）：37—40.

吴卫远，周银兴，2010. CDMA 无线传输在乌江数字地震台网的实施. 地震地磁观测与研究，**31**（6）：82—86.

泽仁志玛，李志雄，周克昌等，2009. 利用 CDMA IX+VPN 技术实现十三陵地震前兆观测系统信息集成. 地震，**29**（3）：86—92.

周伯扬，2006. CDMA 网络技术. 北京：国防工业出版社.

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

CDMA Transmission Failure Diagnosis and Troubleshooting in Precursor Remote Sub-stations

Gong Yongjian, Chen Song, Hu Xueqi and Ma Lili

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

Abstract This paper introduces briefly the CDMA transmission technology and its application in earthquake precursor remote sub-stations. Taking Baodi seismic remote sub-stations of Earthquake Administration of Tianjin Municipality as an example, we study the causes of the CDMA transmission failure on the earthquake precursor remote sub-stations, and summarize the following major reasons: instrument communication part failure, tariff balance shortage, 'suspended death' of routers, router system halted, internal fault (especially the SIM card bad contact), weak CDMA signal, the switch fault, transmission hardware connection circuit breaking, etc. On this basis, we develop a set of effective failure diagnosis process, and make a summery for the judgment and elimination method of the reason of the common faults. Our results provide useful references for earthquake precursor remote sub-stations maintenance management with CDMA transmission mode or other means for wireless transmission.

Key words: Remote sub-station; CDMA transmission; Fault diagnosis; Troubleshooting; Network maintenance

© 1994-2014 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net