

云南强震动通信自控系统的设计与实现*

段洪杰, 刘琼仙, 崔建文

(云南省地震局, 昆明 650224)

摘要: 根据云南强震动台网的设计并实现了云南强震动通信自控系统。该系统基于先进成熟的 J2EE 技术, 具有自动扫描、扫描结果查询和权限管理等功能, 及时跟踪云南省 270 余个强震台站设备通信状况, 节约了强震台网维护和保养成本, 提高了强震台站运行率, 实现了对云南强震动台网通信设备多层次的检测和管理。

关键词: 云南强震动台网; 扫描系统; 查询系统; J2EE

中图分类号: P315.69

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2009)增刊-0507-05

0 前言

云南数字强震动台网建设完成后, 共建立了 176 个固定强震动台、50 个地震动强度(烈度)速报台、30 个活断层影响子台阵、30 个场地影响子台、40 个流动台和 1 个云南强震动观测中心(崔建文等, 2006)。云南数字强震动台网使用新一代的数字化网络地震动记录仪, 它们均具有动态范围大、大存储容量、宽频带、自动报警、本地串口通讯、远程 Modem 通讯和远程 TCP/IP 网络通讯等功能。台网的通信和数据传输采用 CDMA 专网和 SDH 地震系统内部专网 IP 联接方案, 为强震动信息自动传输和管理创造了硬件基础条件。为了充分利用数字化、自动化、具备远程通讯、远程报警和支持网络化管理的先进设备, 把强震动观测技术人员从远距离进行人工设备维护、管理、收取数据等繁琐的工作中解脱出来, 需要开发相应的强震动台网系列应用管理软件。云南强震动台网监控系统软件实现了强震动台网的数据接收和存储、仪器状态监控和仪器参数远程设置等功能, 但这些功能需进一步的完善和补充(刘琼仙等, 2008)。监控软件只能在网页上用直观图形显示实时 CDMA 的通信情况, 而无法了解 SDH 的通信情况, 并且对它们的通信的正常和故障情况没有统计结果功能等。作为监控软件通信系统监控的补充和对比, 云南强震动通信自控系统软件实现了对强震动台网 CDMA 和 SDH 通信多层次的监

测和管理, 系统采用 J2EE 下的 Struts + Spring + Hibernate 架构、Mysql 数据库技术进行组合开发。实现的主要功能为: (1) 每天自动扫描每个强震动观测点的通信情况, 在网页上直观提供每个强震动观测点通信正常、通信故障情况, 以及它们的统计情况; (2) 对用户进行权限设备管理, 分别设置不同权限用户, 控制使用网页浏览和查询功能; (3) 权限用户可在网页上进行历史通信状况查询, 并把查询结果显示出来, 以 Word 和 Excel 的形式保存在客户端。

随着强震动观测台网规模和密度的增大, 强震动观测不仅能为近场地震学研究和地震工程学研究提供基础资料, 还能直接应用于减轻地震灾害实践中。其中, 地震动烈度速报、地震预警、震害快速评估、地震应急反映与智能控制就是国内外广泛应用的领域(李山有, 2004)。强震动通信在强震动观测中充当了主要的角色, 它是地震预警最基础和最重要的功能部分。

日本政府有线遥测台网(K-NET)计划的强震仪观测数据采用微波传送(李山有等, 2003); 墨西哥城地震预警系统(SAS)采用双通道无线通讯系统传输数据; 澳大利亚的地震快速反应系统采用电话线将地震数据传送至分析中心; 立陶宛 Ignalina 核电站的地震预警系统警报信号经数字编码后用无线电发送到控制中心; 土耳其伊斯坦布尔地震快速反应和预警系统(IERREWS)采用数字无线调制解调通信; 美国加州理工大学、加州矿产地质局和美国地质调查局建立的南加州数字

* 收稿日期: 2009-03-10.

基金项目: 云南省社会发展科技计划(2007CA002)项目资助.

强震仪台网 (TriNet) 合作计划中, 主要使用 TCP/IP 协议传输技术、异步传输技术和中继站等设备进行数据传输; 瑞士 Beznau 核电站测震仪器网络系统的数据通信设备为光缆 (周雍年, 2001)。

尽管地震预警系统在发达国家已经发展了很长时间, 但除了强震台网的建设规模、通讯线路的使用情况外, 国外地震预警系统的数据接收、数据处理系统以及系统采用的构架和数据库等部分被作为技术保密部分, 在相关资料中都很难见到介绍。

1995 年我国台湾地区气象局与美国 USGS 合作布设的地震预警系统, 采用电话线通讯方式。台湾气象局与美国南加州地震中心合作布设的 1000 台强震仪, 则利用电话线传送数据 (Wu Y M, 1999)。同样地, 数据接收和数据处理系统部分也被作为技术保密部分。

李彩华等 (2005) 提出随着国内强震动台网规模的扩大, 国家级、区域级台网中心的建立, 监控中心网络硬件设备和软件的逐渐完善, 网络通讯的加强, 建立信息管理自动化强震动无人值守观测已经成为可能, 该信息系统可由监控中心自动监控台网通讯状况。广东省地震局于 2005 年 6 月实现监控, 使用 GPRS 无线传输, 系统软件则采用 C/C++、PHP 和 MYSQL 数据库技术组合开发 (吴华灯等, 2006)。新疆维吾尔自治区、江苏省强震动台网中心通信系统监控均采用人工拨号方式进行监控。

云南强震动通信自控系统目前所实现的功能, 在国内强震动领域内尚属首例, 其强大的用户权限控制、自动扫描通信状态、自动统计、按条件自动查询等功能, 以及系统开发使用的架构等, 在国内均处于领先地位。

1 系统设计思想和特色

1.1 设计思想

强震观测和地震观测都使用仪器来测量地震运动, 但两者具有完全不同的目的和特点。在观测目地、观测参数、仪器设计、观测对象和数据应用上都有很大的区别, 从管理维护上来说, 强震观测点属于无人值守台站, 大部分采用远程手工操作方式进行通信检查和自动触发式记录、人

工回收或近实时数据传输。而地震观测点是有人值守台站, 能连续不断地观测、并进行实时数据传输。因此, 地震观测点若出现通信中断的情况, 非常容易发现, 与此相比, 强震仪只有在发生地震时, 震级及发震距离在强震动仪器监测的范围内, 仪器记录到地震事件后, 才会向中心机房传输数据, 其余时间基本处于通信中断状态。如果无人值守的强震动监测台站长期处于通信中断状态, 工作人员无法及时发现。

为了能即时了解强震台网通信情况和历史通信状况情况, 系统主要应具备以下功能:

(1) 通信状态自动扫描和统计功能: 系统能自动扫描强震台网 CDMA、SDH 通信状况, 并把扫描统计结果放在网页上, 供工作人员方便查看。

(2) 用户权限管理功能: 由网站管理员设置查询人员权限, 限制普通人员的浏览权限, 以实现强震相关资料的保密。

(3) 文档和报表生成及保存至客户端功能: 网页提供保存文档及查询后的报表功能, 方便工作人员作为档案保管。

(4) 对比查询历史状态搜索功能: 由于云南省强震动观测点分布范围广, 无线 CDMA 通信系统受到天气和地形情况的影响, 信号有时会存在覆盖不均匀的情况, 因此通过对比查询和连续查询, 找出真正存在通信故障的观测点, 及时维护, 提高强震观测点通信率。

1.2 设计特色

通信自控系统每天自动对云南省内 200 多个无人值守的强震动观测点的工作状况进行扫描, 提供每个强震动观测台站的 CDMA、SDH 通信正常、通信故障情况以及它们的统计情况, 工作人员在网站上进行历史通信状况查询, 同时系统能满足用户进行历史日志单日期查询和多日期段的查询, 并把查询结果显示出来或以 Word 和 Excel 的形式保存在客户端。

系统建立用户权限管理系统, 可以对用户进行注册, 授予访问权限, 保证数据的安全性 (张磊, 钟表, 2007)。

系统分为两个主要部分进行安装: 一是自动扫描部分, 安装在 CDMA 和 SDH 专用网网段服务器上, 以服务程序的方式运行; 另一个是查询部分, 安装在因特网网段的服务器上, 以 WEB 网站的方式运行。两个部分的扫描数据通过 CDMA 和

SDH 网关自动进行衔接。

通信自控系统采用 J2EE 下的 Struts + Spring + Hibernate 架构、Mysql 数据库技术进行组合开发，Struts + Spring + Hibernate 是企业开发中比较新的技术（袁嘉，2008）。Struts 是 Apache 软件组织提供的一项开放源码项目，它为 Java Web 应用提供了模型—视图—控制器（Model - View - Controller，简称 MVC）框架，适用于开发大型可扩展的 Web 应用系统。Hibernate 是目前在 JAVA 界使用非常广泛的 ORMapping 的一种实现，可以实现关系型数据库和对象之间的映射（马晓波等，2008）。Spring 是为了解决企业应用开发的复杂性而创建的轻量级的框架。三种框架的组合可以实现 Web 应用的分层，能充分发挥三种框架各自的优势，从而很好地解决了系统开发效率低、不易于维护、低耦合及可移植性差等问题（史胜辉，王春明，2006）。MySQL 数据库以其强大的功能，灵活、丰富的应用编程接口（API）及精巧的系统结构在基于数据库的动态网站开发和基于 B/S 模式的管理信息系统开发中得到了广泛的应用（钱爱增等，2006）。

通信自控系统两个主要部分均安装在 Linux 系统服务器上。Linux 是一个强大的多用户、多任务操作系统，支持多种处理器架构，具有技术成熟、可靠性高、网络和数据库功能强、伸缩性突出和开放性好等特色，可满足各行各业的实际需要，特别能满足企业重要业务的需要，已经成为主要的工作站平台和重要的企业操作平台，它经过长期的发展和完善，目前已成为一种主流的操作系统。

2 系统设计

2.1 主要功能设计

根据系统的设计思想，系统具有以下几个功能：（1）定时控制功能；（2）统计扫描结果；（3）仪器状态扫描；（4）仪器扫描的参数配置；（5）WEB 页面扫描查询和浏览；（6）用户权限管理。其中，仪器状态扫描、实现在 WEB 页面上的数据查询是系统设计中需要解决的核心问题。

2.2 系统结构设计

系统由台站扫描和数据查询两个部分组成。台站扫描安装在无线 CDMA 网段的服务器上，负责扫描全省各地的强震仪的通信状况，并形成报表保存到数据库中；数据查询部分是一个网站形

式的 WEB 程序，安装在因特网的服务器上，提供对强震仪通信工作状态的浏览和查询。台站扫描的数据通过 CDMA 无线网关，实时传输到因特网的数据库中，供数据查询网站调用（图 1）。

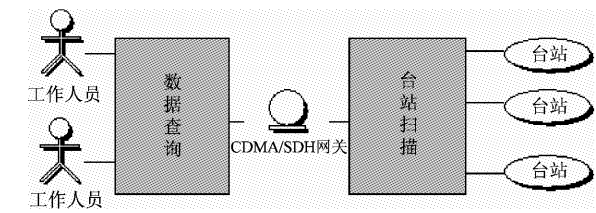


图 1 系统结构图
Fig. 1 System structural chart

2.3 系统模块设计

强震台站扫描部分由定时控制模块、扫描信号发生模块、强震仪信号接收解读模块、统计报表模块和日志模块组成；数据查询部分由用户授权管理模块、数据浏览模块、数据查询模块组成（图 2）。

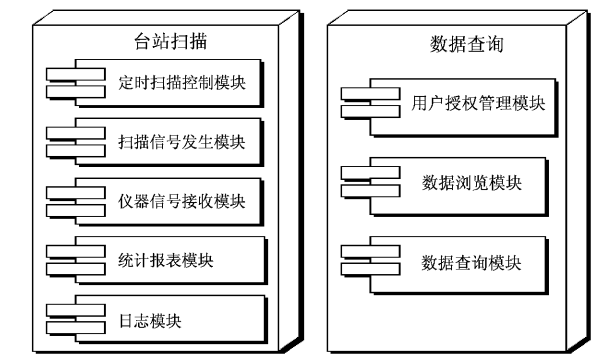


图 2 系统软件模块图
Fig. 2 System software module chart

系统启动后，每天通过读取计算机时钟内的时间定时扫描模块，并定时向系统发出开始工作的指令；扫描信号发生模块接到开始工作的指令后，依次向所有强震台站的强震仪发出通信命令；强震仪接到信号后根据系统发出来的指令进行反馈。强震仪信号接收解读模块根据强震仪是否响应指令和解读强震仪的信号，判断强震台站是否工作正常。通过统计报表模块进行统计，统计结果保存到数据库中，同时日志模块自动形成工作日志。

工作人员需要对数据进行查询时，需要网站管理员事先通过用户授权管理模块对工作人员进

行注册和授权。工作人员通过网站登录,即可通过数据浏览模块、数据查询模块对数据进行查询和管理。

3 系统实现

3.1 框架建构

使用 J2EE 框架能增加系统的灵活性和扩展性。除了能在软件开发过程中带来便捷外,还由于软件的应用过程,就是不断修改和升级的过程,因此增加系统的灵活性和扩展性,让软件的维护和升级变得很方便具有重要意义。系统采用 J2EE 的 Struts + Spring + Hibernate 框架组合技术进行开发。Struts、Spring、Hibernate 来源于不同的软件开发组织,实现了不同的设计模式,需要整合在一起才能运用。为此笔者研究了各种整合方案,最后利用 Spring 是一个 Ioc 容器的特点,以 Spring 为核心,通过 XML 配置,在业务逻辑层装载 Struts、Hibernate 模块,实现了一种比较理想的框架整合方法。并通过 Spring 已经集成的 Quartz 开源项目来实现系统定时扫描控制。

3.2 强震台站扫描的实现

强震台站扫描以服务的方式安装在 Linux 操作系统上运行。程序的软件模块主要包括:定时控制器、数据库接口、强震仪通信状态监视。

(1) 定时控制器的实现:通过调用 Quartz 项目的 API 开发,可以修改 XML 配置文件,实现定时扫描功能的时间设定。

(2) 数据库接口实现:扫描完成后,强震台站的仪器状态和统计结果自动存入到数据库,Hibernate 将数据库中的表映射为 JAVA 类。使对线性关系数据库和表的操作变为面向对象 (OOP) 的 JAVA 类的操作,程序的易用性和可读性大为提高。

(3) 强震仪通信状态监视实现:通过强震仪的 TCP/IP 通信协议,开发一个信号发生和接收软件模块,根据发出的信号内容和接收的信号内容,判断强震台的工作状况。

3.3 数据查询实现

数据查询通过 WEB 网站进行,通过调用 Struts 框架的 API,把程序分为视图、模型、控制 (MVC 设计模式) 3 个部分,使浏览的 JSP 网页和程序代码分离。系统包括用户权限管理、强震台站通信状况扫描数据浏览、数据查询、报告下载等。每

个台站的扫描查询结果见图 3。

(1) 用户权限管理的实现:由部门、人员、角色和权限四个模块组成,先创建一个部门,再创建人员,把人员归到一个部门中。创建角色,为人员指定一个角色。再把权限和角色联系起来。这样实现的权限管理具有很强的灵活和易用性,能和现实产生比较好的结合。

(2) 扫描数据浏览的实现:强震台站的仪器状态和统计结果已存入到数据库,直接从数据库中读取数据。

(3) 数据查询的实现:按用户的搜索条件,对数据库进行检索,实现单日查询,多日对比查询。

(4) 报告下载的实现:能直接在网上下载 Word 格式的扫描结果统计文件和 Excel 格式的台站通信状况文件。从数据库中读取数据,通过微软 Office 的网页开发协议,动态生成报告文件,供用户下载。

| 台站名称 | 仪器状态 | 通信状态 | 数据完整性 | 其他指标 |
|-----------|------|------|-------|------|
| 10-001-01 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-02 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-03 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-04 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-05 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-06 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-07 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-08 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-09 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-10 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-11 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-12 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-13 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-14 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-15 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-16 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-17 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-18 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-19 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-20 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-21 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-22 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-23 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-24 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-25 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-26 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-27 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-28 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-29 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-30 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-31 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-32 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-33 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-34 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-35 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-36 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-37 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-38 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-39 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-40 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-41 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-42 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-43 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-44 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-45 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-46 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-47 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-48 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-49 | 正常 | 正常 | 100% | ... |
| 10-001-50 | 正常 | 正常 | 100% | ... |

图 3 各台站的扫描查询结果

Fig. 3 Inquiring scanning outcomes of each station

4 结语

云南强震动通信自控系统于 2008 年 7 月安装测试运行,所有 CDMA 和 SDH 网段的强震动监测点纳入了测试范围。初始测试时,从自动启动扫描开始至结束的时间,需要 5 ~ 8 h,扫描时间太长,没有达到预期的效果,针对这一主要问题,笔者又进行了不断的调整。经过完善后的系统,扫描时间大大缩短,全程只需 5 ~ 8 min。测试结果表明,云南强震动通信自控系统的用户权限管理、

强震台站通信扫描模块、通信状况查询等内容覆盖了系统的主要关键环节, 测试结果达到系统的功能设计的目的。

目前, 该系统内加入的强震动观测仪器已达 271 部, 强震台站通信状况查询网站显示的查询数据表明, 已经投入实际运行的系统运行正常、工作稳定、产生的数据连续可靠, 准确反映了全省 270 余个强震台站每天的工作情况和通信状况, 达到了系统的设计目标。

系统于 2008 年 9 月正式投入运行后, 相继提供给云南省地震局的强震观测技术人员使用, 同时也提供给云南地、州地震部门强震动台站维护人员使用。强震观测技术人员、台站维护人员通过 WEB 平台对强震台站通信状况进行当日查询和对比查询, 就能了解它们的通信状况, 而不需要到达台站现场, 不仅节约了时间、资金和人力资源, 更节约了系统运行、维护和保养的成本。因此, 该系统的运行在强震观测人员和维护人员中获得了一致好评。

该系统的实现, 达到了及时跟踪云南省 270 余个强震台站设备的工作状况和网络通信状况的目的, 有利于更好地对强震动台网进行及时的维护和管理。系统的实现不仅丰富了强震动观测数据, 为建立云南省强震观测数据库、进行震动区域规划打下了基础, 同时也为烈度速报、震害评估、大震预警系统的建立奠定了基础。

参考文献:

- 崔建文, 高东, 李世成, 等. 2006. 新的云南数字强震动观测网络[J]. 地震研究, 29(增刊): 453-458.
- 李彩华, 郭讯, 周正华. 2005. 强震动观测无人值守信息管理自动化[J]. 地球物理学进展, 20(3): 818-821.
- 李山有, 金星, 刘启方, 等. 2003. 中国强震观测展望, 应用及地震预警关键技术[J]. 地震工程与工程振动, (2): 2-8.
- 李山有. 2004. 强震动观测的应用[J]. 东北地震研究, 20(4): 64-74.
- 刘琼仙, 周兰江, 崔建文, 等. 2008. 云南数字强震动台网监控系统的设计与实现[J]. 地震研究, 31(3): 274-278.
- 马晓波. 2008. 基于 Struts + Spring + Hibernate 的 Web 应用开发研究[J]. 内蒙农业大学学报(自然科学版), (2): 164-168.
- 钱爱增, 徐凤生, 谢延红. 2006. 基于 Linux 平台的 MySQL 数据库的自动备份与恢复[J]. 福建电脑, (3): 177-179.
- 史胜辉, 王春明. 2006. Struts + Spring + Hibernate 三种架构在管理信息系统中的应用[J]. 中国管理信息化(综合版), (12): 19-21.
- 王余伟, 龙承厚. 2007. CDMA 无线数据传输在地震监测系统中的应用[J]. 地震地磁观测与研究, (2): 117-120.
- 吴华灯, 叶春明, 谢剑波, 等. 2006. GPRS 强震无线数据传输系统[J]. 地震地磁观测与研究, (5): 68-76.
- 袁嘉. 2008. 基于 Struts + Spring + Hibernate 的 Web 开发框架[J]. 网络安全技术与应用, (4): 74-46.
- 张磊, 钟表. 2007. 利用 AOP 实现 Web 应用中的用户权限管理[J]. 科技广场, (3): 164-166.
- 周雍年. 2001. 强震观测的发展趋势和任务[J]. 世界地震工程, 17(4): 19-26.
- Wu Y M, Chung J K, Shin T C, et al. 1999. Development of an Integrated Earthquake Early Warning System in Taiwan-Case for the Hualien Area Earthquakes[J]. Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences, 10(4): 719-736.

Design and Realization of Communication Autocontrol System of Yunnan Strong Earthquake Network

DUAN Hong-jie, LIU Qiong-xian, CUI Jian-wen

(Earthquake Administration of Yunnan Province, Kunming 650041, Yunnan, China)

Abstract

According to the characteristics of the net structure of Yunnan Strong Earthquake Network, we have designed and realized the Communicative Autocontrol System, which bases on mature and advanced J2EE technology. It has the functions of automatic scanning, inquiring the scanning results and user's administration, which meets the object of tracking the communications of over 280 strong earthquake stations throughout Yunnan province. Not only does the system reduce the cost of the maintenance of the Strong Earthquake Network, but improved its working efficiency.

Key words: Yunnan Strong Earthquake Network, scanning system, inquiring system, J2EE