

# 地震前兆观测系统综合开发应用模式探讨<sup>1</sup>

王秀英<sup>1)</sup> 周振安<sup>1)</sup> 刘爱春<sup>1)</sup> 冯霞<sup>2)</sup>

1) 中国地震局地壳应力研究所, 北京 100085

2) 中国地震台网中心, 北京 100045

**摘要** “十五”数字化观测网络项目完成后, 我国地震前兆观测系统形成了一个覆盖全国的观测网络体系, 前兆信息的汇集达到了一定的规模, 对前兆信息进行开发应用使其满足“资源共享”的发展需求是目前的工作重点。本文就前兆观测系统在实际应用中所面对的用户进行了分类, 提出了前兆系统开发中的两种应用模式, 并探讨了综合信息应用、前兆信息地理信息系统应用、实时数据应用、海量数据挖掘应用等今后应该重点关注的前兆信息应用类型。同时, 给出了进行前兆信息系统的结构模型以及在新系统设计时应注意的问题。

**关键词:** 前兆观测系统 应用开发 综合应用 开发模式

## 引言

我国地震前兆观测系统经过几十年的探索、研究和建设, 特别是经过“九五”数字化改造项目和“十五”数字地震观测网络项目的建设, 已经形成了一个覆盖全国范围的综合化、网络化、多学科的观测技术系统; 建立了从数据采集、传输、存储到专业数据处理等一套相对完善的工作流程; 实现了数据汇集的高度自动化。

“十五”项目完成后, 地震前兆观测系统面临的首要任务是如何对其进行综合开发应用, 使产出的各种数据为用户提供尽可能多的信息, 满足尽可能多的用户需求。同时需要以最简洁的方式为用户提供服务, 改变目前地震数据和信息技术开发应用, 仅限于小范围初级阶段的局面(杜鹰主, 2007), 以适应“数据共享”、“资源共享”、“电子政务”等信息技术发展的趋势和要求。

## 1 地震前兆观测系统用户类型

对用户的定位是进行地震前兆观测网络系统应用开发的关键。用户的需求决定了应用系统的功能和模式。地震前兆观测系统建设的目的就是: 为地震预测预报提供基础数据, 同时服务于地球科学研究、国民经济建设和国防建设。所以, 其服务的对象类型不应仅仅局限于

1 基金项目 中国地震局地壳应力研究所中央公益性基本科研业务专项基金支持项目 ZDJ2007-4 资助

[收稿日期] 2008-10-14

[作者简介] 王秀英, 女, 生于1972年。硕士, 副研究员。主要从事地震前兆观测技术、前兆设备通讯技术、前兆台网技术研究。E-mail: xiuyw@sohu.com

地震前兆数据采集、传输、入库和处理这样一个基本工作流程中所涉及到的专业技术人员，还应该包括监测管理人员、地震行业非专业人员以及社会公众等。

仅就地震系统的用户而言，根据其获取信息的目的和途径，大致可以分为以下几类：

#### (1) 前兆台站、台网用户

前兆台站、台网用户主要负责地震前兆数据汇集、传输和入库，是前兆数据的数据管理和数据维护用户。该类用户使用前兆数据的目的是：保证数据的连续一致性，记录数据观测过程中发生的事件，对前兆数据进行初步预处理操作等。

该类用户属于专业用户，但对数据本身的专业物理、化学含义并不一定非常熟悉。由于他们的日常工作对前兆数据有特殊的使用要求，所以要为该类用户提供功能强大的综合信息管理、维护功能，对数据库操作要拥有很高权限，数据处理一般也应重点放在适用于各种观测方法的通用数据处理上。

#### (2) 学科用户

学科用户具有两重性，他们既是前兆数据的使用者，同时也是本学科产品数据的产出者。学科用户一般只对本学科的观测手段进行数据管理、数据一致性检查、数据连续率检查、数据质量控制等，对数据处理采用的是一些专业性很强的处理方法，经数据处理后所产生的产品数据，可以提供给其他数据用户。所以，要为学科用户提供两方面的服务，一方面要为他们提供前兆数据的管理控制功能；另一方面还要为他们提供对前兆数据进行处理和产出数据的功能，使之在前兆数据库中能够生成新的产品数据表和产品数据。学科用户对数据库操作也要具有很高的权限。

#### (3) 分析预报用户

分析预报用户属于专业用户，但其只限于对前兆数据以及相关信息的使用，使用的数据可能是原始产出的数据，也可能是经过处理的产品数据。所以，针对分析预报用户的应用开发重点应放在前兆数据的各种处理分析，以及数据与相关信息的集成应用上。

#### (4) 监测管理用户

监测管理用户由于其特殊的管理角色，他们对前兆信息的应用是整个台站、台网的整体运行状态的跟踪、管理，产出数据的连续率、产出数据的质量、仪器运行状况、台站分布情况等都是其应用的范畴。所以，对监测管理用户的开发重点应放在综合信息展现、各种信息统计分析、信息查询检索及定位的应用上。

#### (5) 非专业用户

由于使用目的的不同，非专业用户对前兆信息的使用范围主要集中在观测数据、台站背景资料、仪器设备信息、台站布局信息以及各类技术规范信息等。所以，对非专业用户的开发应用可以针对不同类型的资源进行分类，拥有该类资源使用权限的用户才能使用，否则限制其使用，从而确保前兆信息的安全。

针对上述不同的用户类型，为他们提供相应的服务内容，既要达到“信息共享”的目的，还要确保数据在一定范围、一定时期内的保密性和受限性，是前兆观测系统应用开发应该遵循的原则。

## 2 地震前兆观测系统开发应用模式

根据用户对前兆观测系统需要提供的功能及服务类型，按照目前比较流行的应用系统开

发模式可以划分为两种类型：C/S 应用模式和 B/S 应用模式。

#### (1) C/S 应用模式

C/S 应用模式是指通常所说的客户端/服务器应用方式 (Client/Server)。其客户端是针对特定功能专门开发的软件, 需要使用这些功能和前兆信息的用户必须在本地计算机上安装并且运行这个软件才能获取所提供的服务。

在使用 C/S 应用模式的客户端软件时, 用户需要由本地的客户端软件通过网络与前兆数据库系统连接并读取。出于安全的考虑, 所有的数据库管理系统对连接用户都要进行安全认证, 只有有权限的用户才能够登录到数据库。同时, 根据数据库管理员为其分配的登陆权限, 只能对其权限范围的数据进行操作。

由于 C/S 应用模式具有上述定制特性, 所以客户端可以实现对前兆信息强大的处理功能及管理功能, 比较适合于专业用户使用。而对于一般非专业用户, 由于他们受限于对前兆数据库的连接, 即使安装了客户端软件也不一定能够使用其功能; 另外, 由于必须在本地安装, 所以需要安装客户端的计算机在软、硬件配置上都要满足其要求才能运行, 因而对用户计算机的要求较高。

#### (2) B/S 应用模式

B/S 应用模式即浏览器/服务器模式 (Browser/Server), 是指利用浏览器访问提供特定功能的服务器以获取信息或服务的方式。B/S 应用模式不需要在本地安装专门的软件, 用户只需利用浏览器即可获取服务, 这对于许多非专业、非常规的用户来说, 是最易接受的服务模式。

利用 B/S 应用模式, 用户不需要知道数据库是如何连接的, 所有的数据库操作都是在服务端设定的, 用户只要能利用系统为其分配的账号登录到服务系统, 即可使用其登录权限规定的服务。由于 B/S 应用模式的主要功能是在服务端实现的, 所以对用户计算机的要求比较少。

随着计算机技术、网络技术的发展, B/S 应用模式的开发几乎可以实现 C/S 应用模式的所有功能, 使其成为当前最热门、最流行的应用系统开发模式, 是各种系统开发应用的首选模式。

地震前兆观测网络系统一直以来主要是针对专业用户的定制开发, B/S 应用模式的开发还很少, 但随着“十五”地震前兆观测网络系统建成后, 在数据汇集、入库环节上已经实现 B/S 应用模式管理, 这在很大程度上方便了用户操作。目前, 地震前兆观测网络平台已经具备了实现 B/S 应用模式开发的基本条件, 随着前兆信息使用用户的增加以及用户对使用功能要求的提高, B/S 应用模式的开发将成为今后前兆观测系统主要的开发方式。

### 3 地震前兆观测系统应用类型

地震前兆观测系统在今后的应用开发中, 需要根据用户的需求并结合信息技术的发展水平, 充分利用最新的技术为用户提供更多元化的信息展现形式和信息分析方法。在应用开发中应充分关注以下几个方面:

#### (1) 综合信息应用

随着人们对地震认识水平的提高和深入, 单点、单手段的数据分析使用已经不能满足日常分析需求。“十五”地震前兆观测系统项目完成后, 已经建成了地磁、地电、重力、形变、流体等观测网络, 形成了一个比较完备的地震前兆观测系统和地震前兆数据库系统。如何将

各种前兆观测数据以及与前兆数据相关的基础背景资料信息、干扰信息、前兆观测设备运行状况信息进行综合利用,是今后应用系统开发应该重点关注的。同时,将不同观测手段的观测数据与辅助信息(GIS)、遥感(RS)、全球定位系统(GPS)联合使用,从而完成各种前兆数据与3S系统的互补分析应用也是前兆观测系统进行综合信息应用应该重点关注的方向。地震前兆信息的综合应用可以大大提高区域地震前兆场监测能力,发挥前兆方法在地震预测预报中的作用。

### (2) 与地理信息系统相结合的应用

上世纪80年代,地理信息系统被引入我国并得到了广泛应用,经过20多年的探索发展,已经在资源管理、土地规划、城市管理、地质矿产预测等领域取得了卓有成效的成果。在此期间,地理信息系统也逐渐被应用到地震信息系统中,在地震灾害评估、地震工程应用中取得了可喜的进展和成果(单新建,1996;周斌等,2005)。然而到目前为止,地理信息系统在前兆观测网络系统中的应用还非常有限。如何将地理信息系统与前兆数据(信息)及其它信息进行综合开发利用,是今后一段时间内应重点关注的方向。

前兆观测网络系统为地面离散点观测系统,对单独观测点资料的分析利用,无法反映构造活动过程中出现的大规模前兆空间信息场以及动态演化过程。研究表明,震前异常经常表现出一定的地球物理与地球化学“场”的变化,具有“场”的特性(王静瑶等,1999)。因此,应从“场”的尺度上进行前兆信息的应用,而与地理信息系统相结合更适合于“场”的概念。

通过地理信息系统,可以将前兆信息单点的时间分析扩展到空间的多点时间分析,使其不仅可以反映前兆观测物理量和化学量随时间的变化,还可以反映这种变化在空间上的展布,同时结合其它地理基础信息,从而反映前兆观测数据在空间上随时间的综合变化,为用户提供更加准确的动态信息。

### (3) 实时数据开发应用

“十五”地震前兆观测系统项目完成后,实现了观测数据的准实时传输入库。数据用户获取的最新数据可以为到当天请求数据时刻的数据。利用这些实时数据信息,不仅可以为台站、台网用户提供仪器实时监控运行状态信息,还可以为数据用户提供最新的观测量变化信息。由于观测设备采样率和采样精度的大幅度提高,使得观测数据的分辨率更高、频带更宽,提高了地震前兆监测反应能力。如果能够将实时数据充分应用到地震短临监控或者大震后余震序列期间,动态监控观测物理量(或化学量)的变化过程,这或许可以为地震震源机制的分析提供非常重要的信息。

### (4) 海量数据挖掘应用

随着观测技术、通讯技术、网络技术、数据存储技术等完善和提高,前兆观测数据采集频率也在逐步提高,由几个月、几天一个数值采样发展到日值、整点值、分钟值、甚至是秒钟采样。采样率和数据精度的提高、观测手段的增加、观测台网的加密、观测项目的连续观测记录等,使得产出的资料越来越多。

数据库管理系统为海量数据的存储、管理、维护、查询检索、在线分析等提供了便捷的工具体,但如何高效的应用这些前兆资料,使用什么方法从中获取有效信息,是当前亟待解决的关键问题之一。

对海量数据的应用开发,不仅需要已有的计算和分析方法进行改进,更需要研究和创新针对大数据量的新方法、新系统,充分利用工具软件提供的数据挖掘功能并结合地震科学

发展方向,从海量数据中挖掘、分析并获取携带地球内部变化的信息,寻求地震预测预报的新突破。

#### 4 地震前兆观测系统结构及功能设计建议

随着地震前兆观测技术和研究方法在实际应用中的不断发展和完善,前兆信息应用系统在设计 and 开发时,需考虑系统的开放性和嵌入功能,使一些新方法和新功能可以方便地嵌入其中并提供给用户使用。为此,本文给出了一个进行前兆观测系统应用开发的结构模型(图1)。该模型着重考虑了以下4个方面的问题,目的是使新系统从运行模式、信息提供和服务功能上都可以满足用户对前兆信息的实际需求。

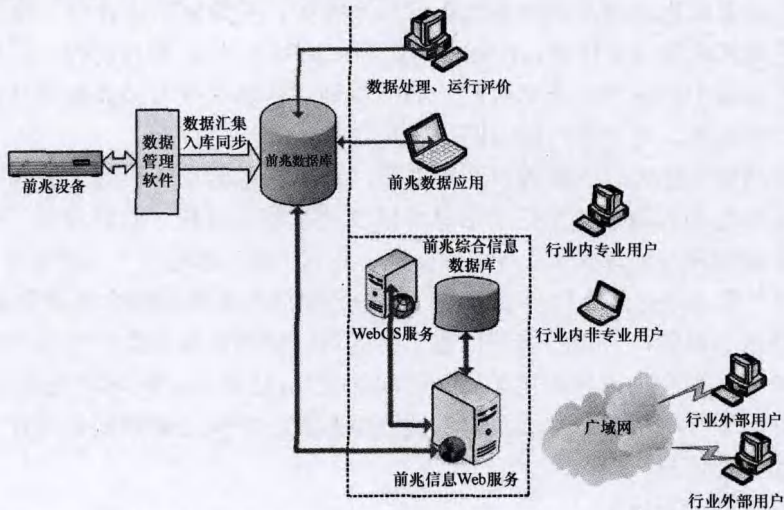


图1 前兆信息应用系统结构及与现行软件的关系

Fig. 1 Sketch diagram showing the structure of precursory information application system

##### (1) 新系统应采用 B/S 工作模式

B/S 工作模式可以使信息在服务端集中存储和管理,方便信息的统一维护和更新以及管理部门对信息一致性的约定,并可以将信息的最新变化实时提供给使用者;

##### (2) 引入 WebGIS 功能

地震前兆信息中包括了多种与地理位置相关的信息,如台站分布、观测设备布设等。引入 WebGIS 功能可以增强空间信息的展示能力,为数据分析提供更为直观的参考内容;

##### (3) 与现有系统形成互补工作模式

新系统在设计和应用功能上,应设计成与现有前兆应用系统互补的工作模式,以弥补现有系统的不足,这样可以充分利用已有的信息和数据资源,避免重复开发;

##### (4) 采用独立数据结构

为确保现有系统的正常运转,新系统需设计独立的数据结构,并与现有系统建立信息联系,从而达到整合资源的目的,为用户提供完善的前兆综合信息服务。

#### 5 结语

随着地震前兆观测和研究水平的提高以及对地震机理认识的深入,人们对地震前兆信息

能够提供的数据内容和种类的需求不断增加，对前兆信息服务性能的要求也越来越高。计算机技术、信息技术的发展，地震前兆观测网络系统的完善，为这些需求提供了实现的途径。开发具有共享功能的实用型地震前兆信息服务系统，可以实现前兆信息的高效利用，使其更好地服务于地震预报、科学研究和更多的用户群体，从而创造更好的社会效益。

## 参考文献

- 杜鹰主编, 2007. 国家空间信息基础设施发展规划研究. 北京: 科学出版社.
- 单新建, 1996. 地理信息系统在地震学中的应用. 地震地质译丛, 5 期: 1—7.
- 王静瑶, 吴云, 1999. “数字地球”在我国地震信息系统与地球科学发展中的地位 and 作用. 国际地震动态, 12 期: 9—12.
- 周斌, 刘涛, 文俊武, 2005. GIS 技术在地震学研究中的应用. 地球物理学进展, 20 (1): 160—164.

# Discussion of Comprehensive Development Application in Earthquake Precursory Observatory System

Wang Xiuying<sup>1)</sup>, Zhou Zhenan<sup>1)</sup>, Liu Aichun<sup>1)</sup> and Feng Xia<sup>2)</sup>

1) Institute of Crustal Dynamics, China Earthquake Administration, Beijing 100085, China

2) China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China

**Abstract** After finishing the tenth-five year plan project, an earthquake precursor observatory network system have been developed, which covers the whole area of China and a large amount of datum related earthquake precursors. Currently, it is very important to develop a precursory application system to adapt to the requirement of ‘information sharing’ project. This paper classifies the users of precursory datum system into several types and provides two ways of application development mode. It also discusses applications which should be noticed during the development process of the precursory system, such as comprehensive precursory datum application, integration with the GIS system, real-time application and data mining of precursory datum etc. At last, we proposes the development reference model and some important issues that should be taken into account during the developing period of this application system.

**Key words:** Earthquake precursory observatory system; Applicable development; Comprehensive application; Development mode