

地震前兆台网产出与服务进展*

刘春国, 李正媛, 王 军, 叶 青, 刘高川, 纪寿文, 樊俊屹, 周克昌

(中国地震台网中心, 北京 100045)

摘要: 回顾与总结了近年来我国地震前兆台网在观测数据产品质量监控、专业产品产出、产品管理与服务平台建设等方面取得的进展。介绍了当前地震前兆台网产出的主要产品、产品管理与服务平台和近年来的产出与服务情况, 并对前兆台网产出产品的应用服务问题进行分析 and 讨论。

关键词: 地震前兆台网; 观测数据产品; 专业产品; 产出与服务

中图分类号: P315.6

文献标识码: A

文章编号: 1000-0666(2015)02-0313-07

0 引言

我国地震前兆台网(本文特指地震前兆固定台网)由地下流体、地壳形变和电磁三大学科台网组成, 观测项目超过50种, 主要观测手段包括水位、水温、氦、汞、地倾斜、地应变、重力、地磁、地电阻率、地电场等。经过40多年的建设和发展, 积累了丰富的地球物理、地壳运动和地球化学连续观测数据, 这些原始观测数据及观测资料(统称为观测数据产品)作为地震前兆台网产出的核心产品, 不仅是开展地震分析预测的重要基础, 也是推动我国地学科学研究、环境保护、国防建设的宝贵财富。

通过“十五”数字地震观测网络项目, 我国现已建成1个国家前兆台网中心(以下简称国家中心)、5个学科台网中心(包括重力、地磁、形变、地电和地下流体台网中心(以下简称学科中心)和35个区域前兆台网中心(以下简称区域中心)。我国地震前兆台网拥有了一个集观测数据采集与入库、数据处理与加工、数据交换与汇集、数据质量监控与共享服务为一体的技术系统(以下简称为“十五”技术系统), 实现了观测数据产品从前兆台站到区域中心、区域中心到国家中心

的自动汇集, 从国家中心到向学科中心的自动分发^①(王方建等, 2009)。

为了进一步推动观测数据产品在监测预报、科研中的应用, 充分发挥国家中心、学科中心和区域中心的作用, 提高前兆台网的监测效能, 2008年起, 由中国地震局监测预报司组织、国家中心牵头, 地磁、形变、地下流体学科组专家指导, 在国家中心、学科中心和区域中心共同努力下, 我国前兆台网的产出和服务能力迈上了一个崭新的台阶。

1 进展概况

我国地震前兆台网的产出与服务工作主要围绕着观测数据产品质量的提升、专业产品产出的规范与加强以及产品管理与服务平台的建设与完善3个方面开展, 取得了比较显著的进展。

1.1 观测数据产品质量监控

观测数据产品质量是其应用的重要基础。2008年以前, 前兆台网主要通过各学科技术管理组开展的年度质量评比工作来进行质量控制。2008年以后, 为了及时跟踪台网质量动态, 进一步提升观测数据产品质量, 逐步建立了一个较为完整的质量监控体系。

* 收稿日期: 2014-12-17.

基金项目: 中国地震局地震科技星火计划项目——区域(天津)地震前兆台网运行管理方法研究与应用(XH12004)和2013年度国家重点基础研究发展计划(973计划)——多源观测数据与滑坡机理模型同化理论与方法(2013CB733205)联合资助.

① 中国地震局监测预报司. 2008. 中国地震前兆台网试运行报告.

(1) 2008 ~ 2010 年

这一时期,前兆台网有“十五”和“九五”两个技术系统(贾鸿飞等,2013)并行运行。2008年,依托“十五”技术系统,以学科中心为主,开展了“十五”前兆台网日常质量监控、月质量评比工作,与全台网的年度质量评比一起,构成了前兆台网日、月、年3个时间尺度的质量监控体系雏形。其中日常质量监控成为了及时跟踪质量动态的重要手段,监控内容包括数据汇集、仪器运行、观测日志、预处理和观测质量等。2009年前兆台网开始将日常质量监控纳入到学科台网、区域台网的月评比中,区域中心与台站对学科中心日常质量监控信息响应与反馈更加积极与及时。

(2) 2011 ~ 2013 年

这一时期,前兆台网实施并完成了“九五”技术系统并入“十五”技术系统的工程项目(周克昌等,2013a, b),告别了两个技术系统并行的历史,学科中心的日常质量监控、月评比工作相应扩展至全台网,一个相对完整的质量监控体系已经建立(图1)。

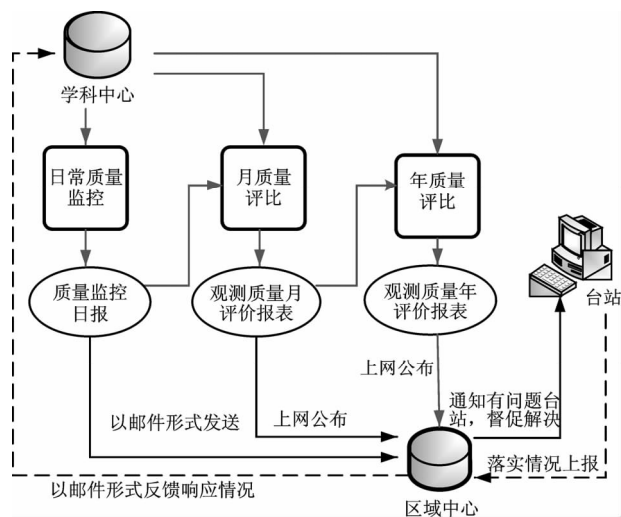


图1 前兆台网质量监控体系示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the quality monitoring system for the earthquake precursory observation networks

1.2 专业产品产出的规范与加强

2008年以前,地震前兆台网产出产品主要为

观测数据产品。2008年以后,经过几个阶段的推进,区域中心、学科中心和国家中心的专业产品开始陆续产出并不断规范、完善和常态化。

(1) 2008 ~ 2009 年

2008年8月《地震前兆台网运行管理办法(试行)》^①发布,规定各级台网中心按月、年产出观测月报、观测年报。同年11月,《区域地震前兆台网运行管理技术要求(试行)》^②发布,规定了观测月报、观测年报产出的时间、内容和格式,同时国家中心、学科中心、区域中心制定相应的工作细则。至此,各级台网中心观测月报、观测年报定期编写、产出变为一种制度,观测月报、观测年报成为前兆台网推出的反映台网监测与运行背景动态的第一批专业产品。

(2) 2010 ~ 2011 年

根据《关于强化地震前兆台网产品产出工作的通知》^③的要求,学科中心制定了各自学科台网产出产品清单及其具体的产出内容。2010年5月国家中心牵头完成了《地震前兆台网产出与汇集服务技术约定》(以下简称为技术约定)和《地震前兆台网产出规范》(试行)(以下简称为产出规范)的编写工作。

该技术约定与产出规范明确了国家中心、学科中心、区域中心产出产品类型、产出内容与格式、产出时限与周期、产品报送与服务等相关方面,将前兆台网的专业产品类型从2种扩充至50种,且规定其中42种产品为常态化定期产出。

2010年6月起,国家中心、学科中心、区域中心严格按照规范与约定的要求产出专业产品,并在规定时限内上报至国家中心。

(3) 2012 ~ 2013 年

2012年4~10月,前兆台网对产出规范进行了第1次修订。修订的内容包括:①对已产出的专业产品进行初步清理,对无实际应用价值的产品,不再列入产出规范中;②增加数据跟踪分析简报和地震应急产品。

2013年,根据“十一五”中国地震背景场探测工程项目“前兆数据处理与加工系统”总体设计(刘春国等,2014)和阶段成果,前兆台网对技术约

① 中国地震局监测预报司. 2008. 关于印发《地震前兆台网运行管理办法(试行)》的通知.

② 中国地震局监测预报司. 2008. 区域地震前兆台网运行管理技术要求(试行).

③ 中国地震局监测预报司. 2009. 关于强化地震前兆台网产品产出工作的通知.

定与产出规范进行了第2次修订，重点为学科专业图件产品相关内容。

1.3 产品管理与服务平台的建设与完善

2008年以前，台站观测数据产品通过FTP文件传输到区域中心，区域中心通过FTP文件传输或数据库复制向国家中心汇集。区域中心和国家中心采用SQL Server数据库进行数据产品的存储管理，通过专业软件连接数据库，为地震系统内部科研人员进行震情分析提供数据服务。

2008年以后，由“十五”数字地震观测网络项目建成的基于Oracle数据库的地震前兆台网数据管理系统和国家中心网站开始正式运行，实现了前兆台网观测数据产品自动汇集与交换、存储与管理、行业内外用户共享服务。2010~2011年，

地震科学数据共享工程项目（刘瑞丰等，2007）陆续在省级单位部署数据共享网站，对外提供所辖区域台网观测数据服务。

2010年6月30日，国家中心完成了产品管理与服务平台的研制。该平台采用tomcat + java + jsp + hibernate技术（刘斌，2011）搭建，与同类型的数据共享平台相比，因采用了hibernate的缓冲技术，系统的运行速度大大提高；观测数据产品服务采用Bresenham算法（刘晶等，2008），实现了快速曲线绘制与浏览。同年8月，该平台与国家中心网站整合并正式运行。通过国家中心网站的产品管理与服务相关栏目（图2），按照产出规范与约定要求各级单位产出的专业产品能够汇集到国家中心的产品数据库，实现产品的统一管理与对外服务。

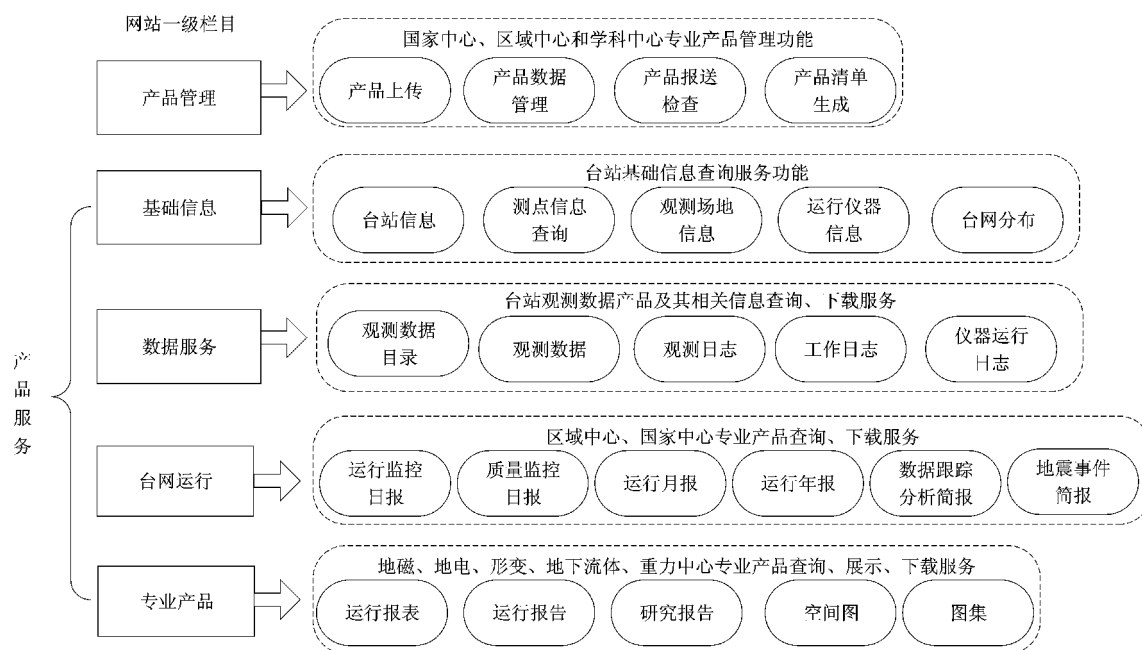


图2 国家中心网站产品管理与服务相关栏目及其主要功能框图

Fig. 2 Block diagram of product management and service related column and its main function of the national precursory networks center web site

2 产品产出内容

2.1 产品类型

前兆台网产出产品包括了台站、区域中心、学科中心和国家中心所有的产品。按照数据加工程度，前兆台网产出产品包括以下3类：

（1）原始观测数据及观测资料：人工观测数

据、模拟观测数据、数字化原始观测数据、模拟记录图纸、人工观测记录等。

（2）经台站预处理的观测数据及均值类产品：其中均值类产品主要为小时值、日均值等。

（3）专业产品：经国家中心、学科中心、区域中心加工处理、产品制作形成的成果数据、专业图件或图集、报告、报表等。

其中（1）和（2）又统称为观测数据产品。

2.2 专业产品

专业产品特指承担前兆台网监测、运维与质量控制的国家中心、学科中心、区域中心产出的产品。根据产出内容与形式又可划分为分析研究产品数据、可视化图形产品、台网运行报告、分析研究报告4类:

(1) 分析研究产品数据: 主要为各学科中心处理和深加工形成的成果数据。包括形变的潮波参数、地磁基本磁场各要素、地下流体变差或相对变差等。

(2) 可视化图形产品: 包括根据分析研究产品数据编制的专业图件和针对典型观测事件、地球物理事件(含地震事件)产出的专业图集。又可细分为专业图件和专业图集两类。

(3) 台网运行报告: 主要包括台网运行监控产出的各类报表、运行月报和运行年报:

① 监控报表: 包括国家中心、学科中心、区域中心产出的台网运行监控日报、数据质量监控日报和观测质量月、年评价报表等。

② 运行月报(也称观测月报): 包括国家中心、学科中心、区域中心产出的运行月报。主要

内容为各级台网的月观测背景及动态、观测系统运行状况、数据质量等。

③ 运行年报(也称观测年报): 包括国家中心、学科中心、区域中心产出的运行年报。主要内容为各级台网的年观测背景及动态、观测系统运行状况、数据质量及典型事件记录等。

(4) 分析研究报告: 包括国家中心、学科中心、区域中心每月产出的数据跟踪分析简报; 中强地震震后产出的地震应急快报、地震事件简报; 当观测出现较大的异常或事件时, 开展异常落实与事件分析研究工作产出的异常或事件研究报告等。其中数据跟踪分析简报归纳和综合分析台网的监测数据跟踪分析成果及存在问题, 并附有数据跟踪分析事件图集; 地震事件简报包括震中附近台网分布情况、台站的仪器运行、观测环境及数据产出及变化情况和台网映震情况等内容。

目前, 前兆台网主要专业产品包括各类监控日报、运行月报、运行年报、数据跟踪分析简报、地震事件简报、专业图件、专业图集等。各级单位产出的主要产品与汇集流程如图3所示。

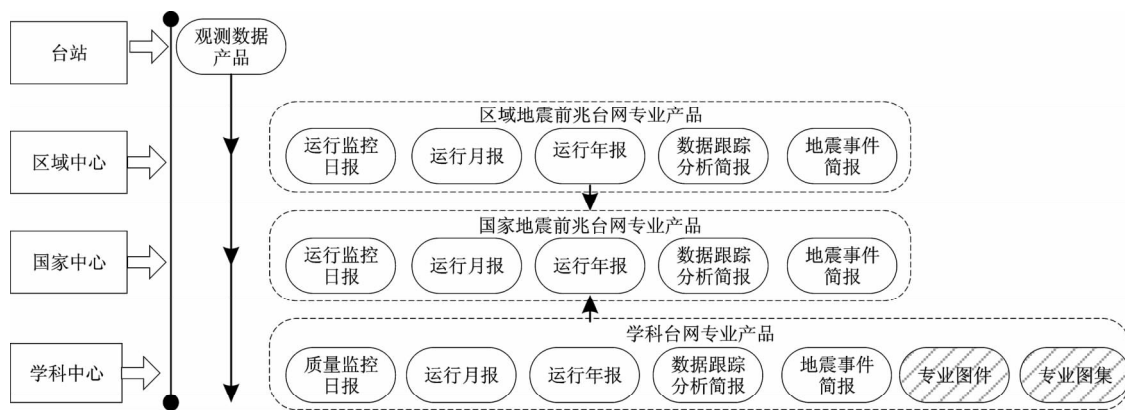


图3 各级单位产品产出与汇集流程示意图

Fig. 3 The flow diagram of the output and collection of the product of different units

3 2011~2013年产出与服务情况

3.1 产出情况

(1) 观测数据产品

根据国家中心前兆数据库的统计, 2011~2013年前兆台网727个台站2412套观测仪器共产出

约1.2TB的原始观测数据和预处理数据及均值类产品, 年均产出量为400GB, 其中秒采样仪器数据量比例约占80%, 其余为分钟、小时、日采样仪器产出的数据量。

前兆台网质量监控结果显示, 台站观测数据预处理与观测日志填写工作趋于规范, 2013年全台网累计预处理问题为5381台项次数, 较2012

年下降了 9.87%，观测日志问题有 5 247 台项次数，较 2012 年下降了 20.90%；观测质量趋于稳定，数据质量优秀率基本保持在 80% 左右。

(2) 专业产品

根据国家中心网站产出管理与服务平台统计，2011~2013 年前兆台网（国家中心、5 个学科中心和 35 个区域中心）产出的运行月报、运行年报、地震事件简报、数据跟踪分析简报、专业图件、专业图集等专业产品共计 18 095 份（表 1）。

表 1 2011~2013 年前兆台网主要专业产品产出情况
Tab. 1 Output of main professional products of the Earthquake Precursory Observation Networks from 2011 to 2013

产品类型	2011 年	2012 年	2013 年	合计	产出周期
运行月报	489	489	492	1 470	1 份/月
运行年报	38	41	41	120	1 份/年
数据跟踪分析简报	50	220	278	548	1 份/月
地震事件简报	32	45	79	156	不定期
专业图件	5 110	5 124	5 110	15 344	1 幅/日
	168	131	132	431	1 幅/月
专业图集	7	7	12	26	不定期

台网运行年报共计 120 份，2011 年有 38 个单位编写了所辖台网运行年报，2012 年、2013 年所有单位（41 个）均按照规范要求编写了运行年报。

台网运行月报共计 1 470 份，2011 年、2012 年有 38 个单位按要求产出了月报，2013 年所有单位均按照规范要求编写了运行月报。

地震事件简报共计产出 156 份，其中区域中心对所辖区域或邻区发生的 41 次中强地震（以 105°E 为界，东部 $M \geq 4$ 地震，西部 $M \geq 5$ 地震）进行资料分析，编写了地震事件简报 62 份，学科中心、国家中心对我国大陆发生的 19 次中强地震（东部 $M \geq 5$ 地震，西部 $M \geq 6$ 地震）进行了资料分析研究，编写地震事件简报 94 份。

数据跟踪分析简报共计产出 548 份。2011~2013 年正处于数据分析跟踪工作及其简报的编写试点、试点扩大阶段。2011 年 8~12 月，6 个区域中心、5 个学科中心和国家中心，共计产出了数据跟踪分析简报 50 份；2012 年 7 月开始，区域中心扩大到 18 个，共计产出 220 份；2013 年产出

278 份。

专业图件共计 15 775 幅，其中按日产出的主要为地磁的 D 、 M 、 Z 、 F 分量的日变幅、日变形态、日变畸变空间分布图，占到专业图件的 97.3%；按月产出 431 幅，主要为地磁 F 月均值 ZIZ 空间分布、地磁 F 滑动平均月均值 ZIZ 空间分布图，水温月变化分布图，倾斜、应变和重力的潮汐因子空间变化图以及钻孔应变月变化空间图等。专业图集共计产出 26 份。

3.2 服务情况

目前，前兆台网产品主要通过数据库、网站两种方式对外提供服务。

数据库服务方式主要采用专业软件连接各级中心的前兆数据库直接访问观测数据产品，专业软件包括监测人员常用的数据处理分析软件—前兆台网数据处理系统（周克昌等，2011）、预报人员常用的地震分析预报软件—MAPSIS（陆远忠等，2002）等。

用于前兆产品服务的网站包括各省级单位数据共享网站、学科中心网站和国家中心网站。其中国家中心网站服务信息最为丰富和全面。服务内容包括了前兆台网产出的所有产品：原始观测数据、预处理数据及其均值类产品和专业产品（保密数据除外）。截至 2013 年 12 月 31 日，国家中心网站拥有 1 214 个注册用户，其中包含 1 个分析预报集体用户。2011~2013 年累计访问量达到 318 480 次，数据下载量高达 34 GB。用户主要为地震行业分析预报人员，高校及研究机构的科研人员，以及水利、国土资源管理开发人员。

4 问题与讨论

前兆台网产出与服务仍然存在不少问题，其中以产品的服务与应用问题较为突出。

4.1 观测数据产品的服务仍处于较低水平

目前，观测数据产品的共享服务采取了与前兆数据库中其存储表类别的方式分类对外提供服务，如数据类型分为原始数据、预处理数据和产品数据，每类数据又按采样率不同分为分钟值、小时值、日值等，不了解监测和前兆数据库结构的用户很难找到需要的数据；由于台站改造或仪

器更新等原因,同一个测点的历史观测数据和当前观测数据在数据库中存放在不同表或同一数据表的不同测点上,服务时不能提供衔接服务,给需要较长时间观测数据的用户带来极大的不便;此外观测数据产品与台站基础信息、日志信息、质量监控信息等辅助信息分开服务,也影响了服务的效率。

为了解决以上问题,笔者认为应从数据管理的层面着手,开展当前观测数据与历史数据、不同时间尺度观测数据、观测数据产品与基础信息、日志信息、质量监控信息等的融合管理研究,在此基础上,提高观测数据产品服务水平,打造一个快捷、便利、高效的观测数据产品服务共享平台。

4.2 专业图件产品应用价值不高,专业产品服务范围亟待拓展

目前,专业图件以观测数据浅加工分析产品为主,一些专业图件物理意义不是很明确,与地震预测预报、科学研究的需求存在一定的差距。为此,笔者建议,加强对现有专业图件产品的实用化研究,淘汰无应用价值的产品;加强具有明确物理含义及应用前景的成场产品和深层次数据分析产品的加工模型与应用研究,逐步推出具有实际应用价值的专业图件产品。

尽管专业图件产品不尽如人意,但运行月报、运行年报、地震事件简报、数据跟踪分析简报等其他大多数专业产品相对已经成熟,这些产品记录了台网监测与运行背景动态,从监测的视角给出了前兆台网的观测结果解释和观测现象的说明,对观测数据产品在地震分析预报、科研中应用具有较高的参考价值。

目前,这些专业产品的用户主要为台网监测人员,只有少数用户为地震分析预报人员,原因主要有两个。一个是缺乏必要的宣传,这些产品不为外人所熟悉;另外一个原因则是出于安全的考虑,这些产品服务只在行业内网对少数高级用户开放。

为了改变这种现状,笔者建议加强产品宣传

与交流,建立专业产品用户的审核、专业产品使用管理机制,加强服务平台的安全管理能力,尽快将专业产品的服务范围拓展至分析预报及其他行业外用户。

5 结语

经过近几年的工作推进,地震前兆台网在产出与服务方面取得了较大的进展:(1)一个相对完整的观测数据产品质量监控体系已经形成,观测数据产品质量良好;(2)制定了前兆台网产出产品规范与技术约定,专业产品产出从少到多、到规范化常态化产出;(3)产品管理与服务平台日趋完善等。

产品产出的最终目的是为了应用服务,只有在应用中才能体现价值,才能不断完善。产品服务应用中存在的问题应尽快解决,笔者建议将提升产品的服务应用能力作为未来前兆台网产出与服务的工作重点。

参考文献:

- 贾鸿飞,陈敏,马广庆,等. 2013. 全国前兆台网“九五”系统台站接入的设计与实施[J]. 地震研究,36(3):384-389.
- 刘斌. 2011. 精通 Java Web 整合开发(JSP + AJAX + Struts + Hibernate)[M]. 北京:电子工业出版社.
- 刘春国,李正媛,王建国,等. 2014. 地下流体数据处理与产品加工软件系统设计[J]. 中国地震,30(2):260-271.
- 刘晶,李俊,孙涵. 2008. 改进的 Bresenham 直线生成算法[J]. 计算机应用与软件,5(10):247-249.
- 刘瑞丰,蔡晋安,彭克银,等. 2007. 地震科学数据共享工程[J]. 地震,27(2):9-16.
- 陆远忠,李胜乐,邓志辉,等. 2002. 基于 GIS 的地震分析预报系统[M]. 成都:成都地图出版社.
- 王方建,李卫东,赵国峰. 2009. 地震观测数据平台体系架构研究[J]. 中国地震,25(2):214-221.
- 周克昌,李辉,杨冬梅,等. 2011. 前兆台网数据处理与评价方法理论模型[M]. 北京:地震出版社.
- 周克昌,王方建,邹钟毅,等. 2013a. 前兆台网历史数据迁移与整合[J]. 地震,33(3):90-97.
- 周克昌,赵刚,王晨,等. 2013b. 中国地震前兆台网观测技术系统整合[J]. 中国地震,29(2):270-275.

Progress in Production and Service of the Earthquake Precursory Observation Networks in China

LIU Chun-guo, LI Zheng-yuan, WANG Jun, YE Qing, LIU Gao-chuang,
JI Shou-wen, FAN Jun-yi, ZHOU Ke-chang
(*China Earthquake Networks Center, Beijing 100045, China*)

Abstract

The progress of Earthquake Precursory Observation Networks (EPON) in China in the quality control of observation data product, the output of professional product, the management and service platform construction of the product etc. in recent years is reviewed and summarized. The current main products, the main management and service platform of the product, and the status of the recent outputs and services are also introduced. Finally, the main problems of the application and service of output products of the EPON are analyzed and discussed.

Key words: Earthquake Precursory Observation Networks; observational data products; professional products; output and service