

叶佳宁, 王力伟, 吕仲航. 珠江口海陆联测数据管理系统的设计与应用[J]. 华南地震, 2018, 38(S1): 88–93. [YE Jianing, WANG Liwei, LYU Zhonghang. Design and Application of Data Management System for Onshore–offshore Seismic Exploration in Pearl River Estuary[J]. South China journal of seismology, 2018, 38(S1): 88–93]

## 珠江口海陆联测数据管理系统的设计与应用

叶佳宁<sup>1,2,3</sup>, 王力伟<sup>1,2,3</sup>, 吕仲航<sup>1,2,3</sup>

(1. 广东省地震局, 广州 510070; 2. 中国地震局地震监测与减灾技术重点实验室, 广州 510070;  
3. 广东省地震预警与重大工程安全诊断重点实验室(筹), 广州 510070)

**摘要:** 目前国内人工深地震探测数据具有海量性、离散性且格式多样, 同时数据未进行统一的存储及管理, 不利于研究人员的后期研究工作。珠江口海陆联测数据管理系统将珠江口海陆联测项目数据进行统一格式存储, 并能按用户需求批量下载, 减少了研究过程中因数据错误、丢失、格式等产生的问题, 方便研究人员对数据的后期处理工作。

**关键词:** 数据; 存储; 管理; 系统

中图分类号: P315.69; TP311.52 文献标志码: A 文章编号: 1001-8662(2018)S1-0088-06

DOI: 10.13512/j.hndz.2018.S1.014

## Design and Application of Data Management System for Onshore–offshore Seismic Exploration in Pearl River Estuary

YE Jianing<sup>1,2,3</sup>, WANG Liwei<sup>1,2,3</sup>, LYU Zhonghang<sup>1,2,3</sup>

(1. Guangdong Earthquake Agency, Guangzhou, 510070, China;

2. Key Laboratory of Earthquake Monitoring and Disaster Mitigation Technology, CEA Guangzhou 510070, China; 3. Key Laboratory of Guangdong Province Earthquake Early Warning and Safety Diagnosis of Major Projects, Guangzhou 510070, China)

**Abstract:** At present, the artificial seismic triggered data for basic research in China are massive, discrete and diverse in format. At the same time, these data are not uniformly stored and managed, which are not conducive to the research work of researchers. The onshore–offshore joint seismic exploration data management system carries out storage in the unified format of the data of the onshore–offshore joint exploration project at the Pearl River Estuary, and data can be downloaded in bulk according to users' needs, which reduced the problems caused by data errors, loss and format in the research process, so that researchers can make data post-processing work easily.

**Keywords:** Data; Store; Manage; System

收稿日期: 2018-03-28

基金项目: 中国地震局“三结合”项目(1830104); “珠江口区域海陆联合三维地震构造探测数据管理系统”项目(1830104)联合资助  
作者简介: 叶佳宁(1985–), 女, 工程师, 主要研究方向为信息网络、地震应急工作。

E-mail: 510889962@qq.com.

## 0 引言

国内人工深地震探测数据具有海量性、离散性且格式多样。据了解国内对这些野外深地震探测数据处理大多采用人工手动查找的方式进行,极其耗时费力,大大降低数据处理人员的工作效率。建立统一的数据管理平台可用于地震行业类似研究的数据管理,以此来提高数据处理人员的工作效率,节约时间和人力成本。

珠江口海陆联测项目使用仪器多样,数据类型多样,原始数据格式多达 8 种,数据量高达 1.38T,数据涉及到海域 OBS 数据、陆地固定台数据、陆地流动台数据等。建立珠江口海陆联测数据管理系统不仅可方便的对此项目的数据进行管理和使用,还可以为地震行业其它类似研究的数据管理积累经验。

## 1 系统设计

### 1.1 系统的主要功能

本系统为方便客户对数据的使用,采用的是 B/S 架构,主要功能为用户管理、数据上传、数据下载、项目结果的展示。普通用户可通过此系统对数据进行浏览,查看数据中是否有自身需要的研究数据;项目用户可通过此系统,对符合格式要求的数据文件进行上传,对自定义查询条件的数据文件进行下载,还可浏览项目成员利用系统内的数据做出的研究成果。

### 1.2 系统的总体结构

系统主要由三个功能模块组成,分别为用户管理、数据管理、数据成果展示。它们共同组成该系统的基本框架,完成系统的各项功能,如图 1 所示。

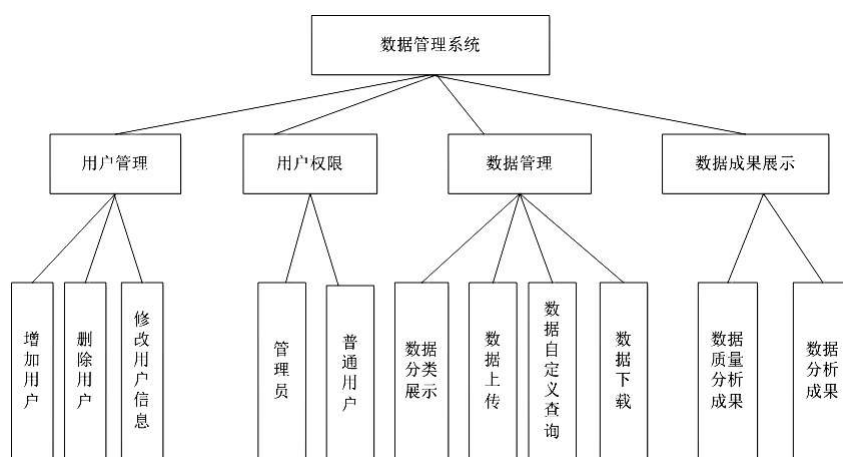


图 1 系统的总体结构

Fig.1 The structure of the system

### 1.3 功能模块

(1) 用户管理。用户管理分为增加用户、删除用户、修改用户信息三个功能。用户可通过系统提供的在线注册,填写相应的相关信息申请成为系统的普通用户。

(2) 权限管理。系统拥有两种用户类型:普通用户、系统管理员。普通用户具有数据查询、数据下载的权限;系统管理员具有数据查询、数据上传、数据下载、数据成果上传、用户删除的权限。

① 下载权限:用户可通过在线注册获取基础数据的查看权限,如需获取下载权限,需向系统管理员提交数据下载申请,申请通过后将会留有

申请记录于系统,方便管理人员查看数据的流向。

② 上传权限:为保证系统的安全,只有系统管理员拥有数据的上传、项目成果的上传权限。

(3) 数据管理。数据管理分为数据分类展示、数据上传、数据下载、数据自定义查询四个功能。

① 数据分类展示:从震源角度,分为人工爆破、气枪激发、地震事件;从归属台网角度,分为陆地固定台、陆地流动台、海上 OBS 台。

② 数据上传:管理员可按系统要求的数据格式和数据文件基础信息进行上传。数据格式要求 miniSEED,数据文件基础信息,包含台站信息、仪器信息、数据的基础信息等,台站名、经度、纬度、高程、采用的地震计和数采等。

③ 数据下载：用户可根据查询出的数据进行数据下载。

④ 数据自定义查询：用户可根据数据记录的时间、台站等条件进行数据查询。

(4) 数据成果展示。数据成果展示分为数据质量分析成果和数据分析成果展示。成果展示都以图片为主，每一项成果展示都将留有成果说明及研究者的联系方式，获得研究成果，需与研究者联系，系统不提供成果下载功能。

1.4 系统环境与开发环境

本系统利用现在流行的 XAMPP ( Apache + MySQL+PHP +PERL) 集成软件包，采用 struts + spring+hibernate 集成框架进行系统的开发。系统主要部署于广东省地震局局内建设的华为私有云平台，具体的软硬件信息如下：

表 1 硬件环境  
Table 1 Hardware environment

CPU	内存	硬盘
8 核 1.9 GHz	32 G	1.5 T

表 2 软件环境  
Table 2 Software environment

操作系统	数据库	Web 服务
Windows Server2008 R2	Mysql	tomcat

2 技术开发与实现

2.1 数据格式的转换

项目收集的数据为 2015 年 6 月 8 日到 2015

年 6 月 28 日共 20 天的所有部署仪器记录的数据，具体有中国科学院南海海洋所部署的 OBS 海域地震台(OBS RAW 格式)、广东省地震局部署的 REFTEK 流动台(REFTEK DB 格式)、泰德流动台 (TRC 格式)、港震流动台(EVT 格式)、中国地震局物探中心部署的陆炮加密测线(PDS 格式)、广东省地震局省网固定台(JOPENS SEED 格式)、佛山市地震局固定台(TRC 格式)、深圳市地震局固定台(TRC 格式)、广州市地震局固定台(TRC 格式)、香港固定台(GCF 格式)和澳门固定台(IRIS SEED 格式)，因此项目数据的原始格式多达 8 种。

为方便项目人员后期对数据的使用与研究，需要将数据转化为统一的格式。考虑到此项目的数据量较大，所以采用 miniSEED 格式进行文件存储。miniSEED 格式是美国地震地质调查局对测震数据约定的国际数据格式，这种格式的数据采用 steim 压缩算法，将数据压缩成更小的数据包，便于在网络带宽小和存储容量有限的条件下使用，一直沿用至今<sup>[4]</sup>。经整理，共有台站 438 个，震源共有 12 546 个，项目共有原始数据文件 27 251 个。

每种数据通过各自适用的转换程序进行数据格式的转换，详见表 3。根据转换程序所需的环境，分为 linux 和 windows。另外，为保证数据高效的转换，对无法批量转换的程序都通过编写 shell 脚本对数据进行批量的数据格式转换，如图 2 所示。

(1) linux 环境。

表 3 数据转换程序列表  
Table 3 Data conversion program list

原始数据	数据转换程序	数据转换程序提供者
SEED	Rdseed/ Event2SAC.sh	IRIS/广东省地震台网中心
PDS	pds2sac/sac2mseed	中国地震局地球物理勘探中心/IRIS
SAC	sac2mseed	IRIS
REFTEK	rt2db/msmod	中国地震局地球物理研究所
EVT	evt2sac/sac2mseed	中国地震局地球物理研究所/IRIS
GCF	gcf2sac/ sac2mseed	中国地震局地球物理研究所/IRIS
OBS RAW	raw2sac/sac2mseed	中国科学院南海海洋研究所/IRIS

注：IRIS(Incorporated Research Institutions for Seismology)。

(2) windows 环境。TRC 数据格式文件利用泰德公司提供的 chgdata 程序将 TRC 格式的数据文件批量转换成 SAC 格式。再利用 sac2tidy.sh 脚本程序通过 sac2mseed 程序将 SAC 格式的数据文件批量转换成 miniSEED 格式。

2.2 基础信息的读取和入库

为方便用户对数据信息有一个基本的了解便于查询和使用，系统将每一份数据文件的基本信息和台站信息都进行提取并入库。

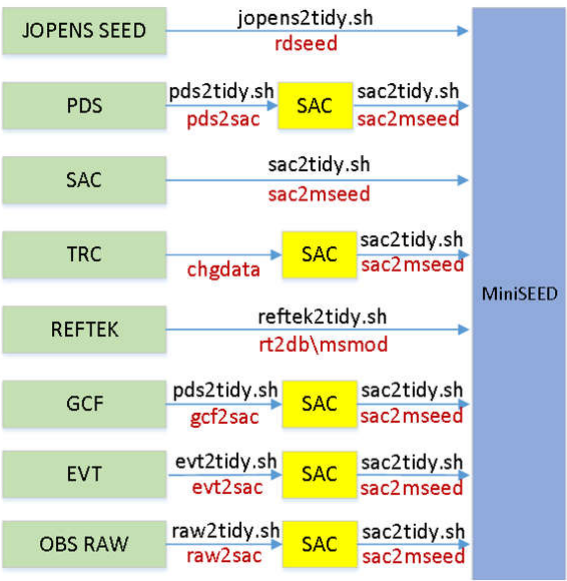


图2 数据格式转换详  
Fig.2 Data format conversion

(1) 基本信息的读取。根据研究人员的需求, 基本信息包括文件信息和台站信息。文件信息的提取有利于研究人员对数据的查询, 台站信息的提取有利于研究人员对仪器参数的校核。文件信息包含: 台网名、台站名、台站类型、测项分量、记录的开始时间、记录的截止时间、采样率、采样点数; 台站信息包含: 台站名、台站经度、台站纬度、台站高程、地震计型号、数采型号。

文件信息的读取是在文件转换成 miniSEED 格式的同时, 读取文件的基本信息, 以作为后期数据查询的索引。

台站信息的读取是根据台网的类别, 对每类台网下的每个台站都选取一个数据文件, 利用程序批量读取台站的基础信息并形成索引文件入库。

(2) 基础信息入库。根据已整理好的基础信息文件, 在数据库中建立如下两个表格, 如图 3、4。

	字段	类型	整理	属性	空	默认	额外	操作
<input type="checkbox"/>	id	bigint(20)			否	无	auto_increment	
<input type="checkbox"/>	version	bigint(20)			否	无		
<input type="checkbox"/>	collector	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	elevation	double			是	NULL		
<input type="checkbox"/>	lat	double			是	NULL		
<input type="checkbox"/>	lon	double			是	NULL		
<input type="checkbox"/>	net_code	varchar(255)	utf8_unicode_ci		否	无		
<input type="checkbox"/>	remark	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	seismograph	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	sta_code	varchar(255)	utf8_unicode_ci		否	无		

图3 数据文件基本信息  
Fig.3 Basic information of data file

	字段	类型	整理	属性	空	默认	额外	操作
<input type="checkbox"/>	id	bigint(20)			否	无	auto_increment	
<input type="checkbox"/>	version	bigint(20)			否	无		
<input type="checkbox"/>	channel	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	d_data	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	end_time	datetime			否	无		
<input type="checkbox"/>	file_name	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	file_path	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	net_code	varchar(255)	utf8_unicode_ci		否	无		
<input type="checkbox"/>	one_data	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	rate_point	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	sampling	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	sta_code	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		
<input type="checkbox"/>	start_time	datetime			否	无		
<input type="checkbox"/>	type	varchar(255)	utf8_unicode_ci		是	NULL		

图4 台站信息  
Fig.4 Stations information table

编写程序批量入库。主要程序代码如下  
public static void dataInbase ()  
{SimpleDateFormat sdf = new SimpleDateFormat

(" yyyy-MM-dd HH:mm:ss"); //规范时间格式  
DBConnection DBconn = new DBConnection (" sanjiehe", " localhost", " yfstock", " stockyf");

```

Connection conn = DBconn.getConnection ();
//连接数据库
Statement st
mt; ResultSet rus;
String filePath = "/db.portable.G3"; //入库文件
File file = new File (filePath);
try {
stmt
=conn.createStatement (ResultSet.TYPE
_SCROLL _SENSITIVE, ResultSet.CONCUR
_UPDATABLE);
BufferedReader br = new BufferedReader (new
FileReader (file));
String str = null;
while ((str = br.readLine ()) != null) //循环
读入每一行数据
{String strs [] = str.split (" #");
if (strs.length < 10) {
System.out.println (str);
continue;}
String startTime = sdf.format (new Date (Long.
parseLong (strs [5] .substring (0, 13))));
String endTime = sdf.format (new Date (Long.
parseLong (strs [6] .substring (0, 13))));
String fileName = strs [9] .split (" /") [12];
String sql = " INSERT INTO mseed_data (version,

```

```

net_code, sta_code, type, channel, d_data,
one_data, start_time, end_time, sampling,
rate_point, file_name, file_path) " + " VALUES
(0, 'G2', '" + strs [0] + " ', '" + strs [1] + "
', '" + strs [2] + " ', '" + strs [3] + " ', '"
+ strs [4] + " ', '" + startTime + " ', '"
+ endTime + " ', '" + strs [7] + " ', '" + strs [8]
+ " ', '" + fileName + " ', '" + strs [9] + "
)"; //sql 语句
System.out.println (sql);
stmt.execute (sql); //录入数据库
stmt.close ();
conn.close ();} //关闭连接
catch (SQLException e1) //捕获异常
{e1.printStackTrace ();}
catch (FileNotFoundException e)
{e.printStackTrace ();}
catch (IOException e)
{e.printStackTrace ();}}

```

### 3 应用实例

在系统首界面展示的是所有台站的地理信息位置及某类型台站共有多少、数据文件共有多少等信息,图5展示的为所有台站与气枪震源分布图。数据人员可以根据所选择的数据类型,在地图上查看某类台站的基本信息。

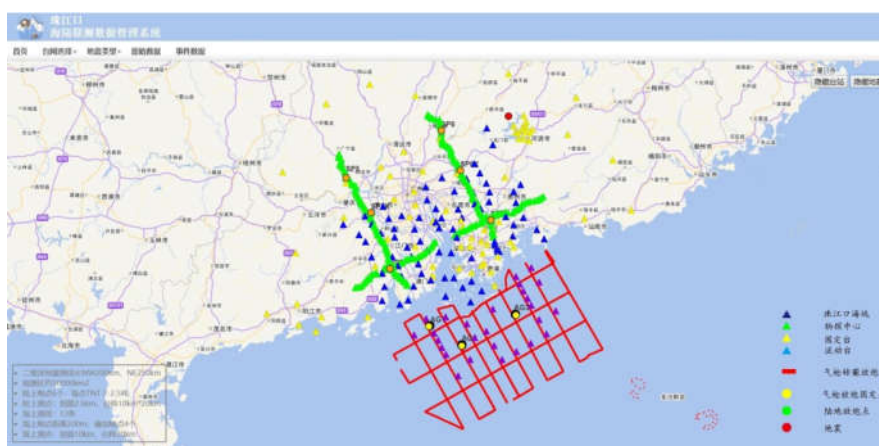


图5 珠江口区域海陆联合地震构造探测项目野外观测系统

Fig.5 Field observation system for the exploration project of sea-land combined seismic structure in the Pearl River Estuary

根据震源的不同,分为人工震源和地震事件,其中人工震源又分为陆地爆破和海上气枪,图6展示的是震源分布图。将鼠标移至某个炮点,可获得放炮的时间、经纬度、炮点的岩石性状及钻

井深度等信息。

数据处理人员可依据需要,通过时间、台站、分量、经纬度等条件,查询所需要的数据信息并下载。如图7所示。



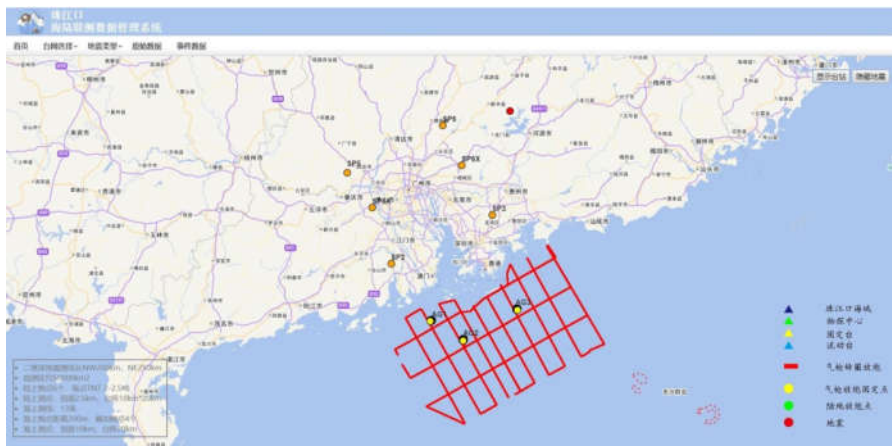


图 6 震源分布

Fig.6 Source distribution

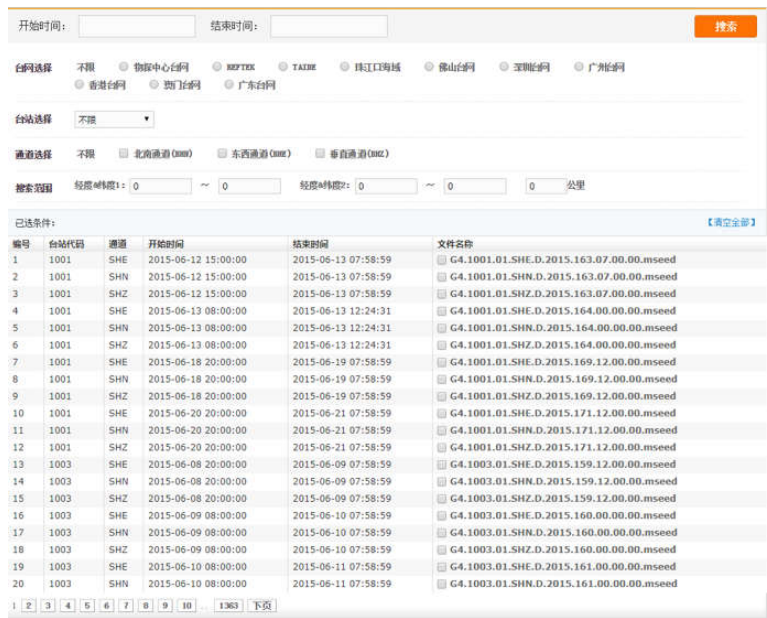


图 7 数据查询和下载

Fig.7 Data query and download

4 结语

本文针对珠江口海陆联测项目开发了数据管理系统,实现了野外繁杂探测数据的统一格式的存储、查询、格式转换、下载等功能,减少了研究过程中因数据错误、丢失、格式等产生的问题。为深地震探测数据的管理做了初期的探索,为后续类似探测项目的数据管理积累了经验,其他地震数据的管理也可以此为蓝本,在此基础上做进一步的开发。本系统目前只是最基本的数据管理,仍然需要不断的功能完善,例如对数据使用率的统计、数据流向的记录、数据成果的展示等功能,为研究人员提供更多更好的服务。

参考文献:

[1] 王晓磊,李刚,卞真付,等. 测震 miniSEED 格式数据在线实时展示方法研究和 Java 实现[J]. 震灾防御技术, 2016, 11 (4):823-829.

[2] Zhang X,Ye X,Lv J,et al. Crustal structure revealed by a deep seismic sounding profile of Baijing-Gaoming-Jinwan in the Pearl River Delta [J]. Journal of Ocean University of China, 2018,17(1):186-194.

[3] Zhang X,Gong X,Sun J. Application of large capacity air gun in three-dimensional crustal structure exploration of the Pearl River estuary area [C]/IOP Conference Series. IOP Conference Series:Earth and Environmental Science, 2017.

[4] 吕作勇,丘学林,叶春明,等. 珠江口区域海陆联合三维地震构造探测的数据处理与震相识别[J]. 热带海洋学报, 2017, 36 (3):80-85.