

王帅, 邓晓华. 基于WAMP的深地震测深信息数据库系统的设计及实现[J]. 华南地震, 2024, 44(3): 173-179. [WANG Shuai, DENG Xiaohua. Design and Implementation of a Deep Seismic Sounding Information Database System Based on WAMP [J]. South China journal of seismology, 2024, 44(3): 173-179]

# 基于WAMP的深地震测深信息数据库系统的设计及实现

王 帅<sup>1</sup>, 邓晓华<sup>2</sup>

(1.河南省地震局, 郑州 450016; 2.中国地震局地球物理勘探中心, 郑州 450002)

**摘要:** 从地震探测数据的共享方面考虑, 阐述深地震测深信息数据库设计架构的理念。结合当前国内主流数据库设计框架的基本思路, 分析深地震测深信息数据库共享信息平台的软件架构, 采用Web、Apache、MySQL和PHP的设计模式, 自主设计并开发一套软件框架。完成了基于WAMP的共享数据信息发布模块、数据信息查询及用户回馈模块、成果信息展示模块等相关功能。深地震测深信息数据库的建设为社会大众共享了数据资源, 也为深地震测深数据成果转化提供了信息平台。

**关键词:** WAMP; 深地震; 数据库; 数据共享

中图分类号: TP311

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)03-0173-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.03.19

## Design and Implementation of a Deep Seismic Sounding Information Database System Based on WAMP

WANG Shuai<sup>1</sup>, DENG Xiaohua<sup>2</sup>

(1. Henan Earthquake Agency, Zhengzhou 450016, China; 2. Geophysical Exploration Center, China Earthquake Administration, Zhengzhou 450002, China)

**Abstract:** From the perspective of sharing seismic detection data, the concept of designing a deep seismic sounding information database architecture was explained. Based on the basic ideas of the current mainstream database design framework in China, this paper analyzed the software architecture of the shared information platform for deep seismic sounding information databases and adopted the design patterns of Web, Apache, MySQL, and PHP to independently design and develop a software framework. The paper completed related functions such as the WAMP-based shared data information publishing module, data information query and user feedback module, and achievement information display module. The construction of the deep seismic sounding

收稿日期: 2024-6-28

基金项目: 深地震测深数据分中心数据服务(SJGX-2024-02-08); 河南省地震局科技创新团队(第四批)联合资助。

作者简介: 王帅(1992-), 男, 工程师, 主要从事地震数据处理与数据库建设。

E-mail: wangs\_persevere@126.com

通信作者: 邓晓华(1982-), 女, 工程师, 主要从事信息系统建设及管理。

E-mail: dengxiaohua0111@163.com

information database has shared data resources with the public and provided an information platform for the transformation of deep seismic sounding data results.

**Keywords:** WAMP; Deep seismic; Database; Data sharing

## 0 引言

地震科学数据是防震减灾工作的主要信息来源,同时又是重要的战略资源<sup>[1]</sup>。随着人工智能、物联网、大数据等信息技术水平的不断提高,地震科学数据的观测手段随之丰富,全球地震行业数据量也迅速增加,地震科学数据共享平台和网站也相继而生,如国际地震中心(ISC)、美国地震学研究联合会(IRIS)、美国地调局下属的国家地震信息中心(NEIC),为世界各地提供海量、迅捷的地震科学数据服务,促进了数据资源在震学领域的开放、共享<sup>[2]</sup>。深地震测深数据是指利用人工激发产生的地震波,通过在地表布设大量地震检波器来接收地下深部界面产生的各种折射/反射波而获取的波形数据<sup>[3]</sup>。

自1976年至今,中国地震局地球物理勘探中心(以下简称物探中心)已在全国完成130多条深地震测深勘探剖面,获得的剖面信息为研究区域地壳结构和地震发震构造提供了有价值的资料。由于时间跨度较大,部分剖面资料甚至仅保存在磁带、光盘、软盘等老式存储设备中,虽然绝大多数已完成了硬盘存储格式的转化,但研究人员通常需要花费大量的精力来查找相关剖面信息,并无从申请数据来源,这给深地震测深数据的共享带来了极大的阻力<sup>[4]</sup>。

在信息技术飞速发展的今天,地震科学数据量日益增长,如何对其管理、存储、展示以及共享是亟需解决的问题<sup>[5]</sup>。因此,搭建地震科学数据库和信息共享平台是解决问题的关键,需要用到的技术有Web开发、数据库、GIS等<sup>[6-8]</sup>。本文借鉴地震系统内其他平台数据库的建设思路,从深地震测深数据库的需求分析和功能定位两方面对数据库体系结构进行了分析。根据服务对象需求,对数据库中存储的基本信息进行分析和组织,使用Apache、PHP、MySQL等相关软件,依托物探中心常年积累的海量人工地震探测数据资源,以国家地震科学数据共享平台为支撑,构建深地震测深信息数据库共享信息平台。该系统可为科研人员提供数据检索、查询、展示及共享等功能,同时,通过该系统的建设,也为地震部门的数据

深度挖掘提供良好的渠道,发挥数据资源巨大潜能。

## 1 系统体系架构

深地震测深信息数据库共享信息平台设计的初衷即是满足政府部门、科研院所以及社会公众等对人工地震探测数据的需求,通过搭建共享信息传播平台,充分挖掘地球深部探测数据的潜在科研价值,为明晰地壳深部构造和地震灾害风险防治能力提升发挥更大贡献力。本系统平台的搭建采用WAMP技术,Apache2.4、MySQL5.7、PHP7.0等软件环境<sup>[9]</sup>,系统架构采用浏览器/服务器模式(下文简称B/S架构),前端和后端页面分离开发设计<sup>[10-11]</sup>。分离的设计模式不仅提升了开发效率,且降低了页面开发过程中的耦合性<sup>[12]</sup>。根据实际业务需求和服务性质,系统层位设计自上至下分为:用户层、业务逻辑层及数据访问层,总体设计架构见图1。

(1)数据访问层:此层是对现有深地震测深数据的集成、存储、管理及更新。通过对人工地震探测深反射数据、宽角反/折射数据等原始数据的收集、整理、格式转换和集成等操作,入库形成深地震测深数据库,进而为用户层提供数据支撑。在数据访问层,使用Navicat工具创建MySQL数据库引擎和数据表单,系统的后端采用SSH架构模式进行开发,PHP引擎可以在后端开发接口中直接访问MySQL数据库对象。根据深地震测深数据结构特征,数据可分为结构化数据和非结构化数据,结构化数据即是可用二维数据表单存储的数据,主要包括工程项目的基表、测线表、炮点表和观测点表,如图2所示。

(2)业务逻辑层:该层主要服务于用户层相关的需求功能调用,且能直接访问最底层的数据访问库。应用层不仅可以对系统获取的地震科学数据信息进行分类和处理,还可以对同一类型的数据信息进行统一存储和管理<sup>[12]</sup>。系统开发了地震科学数据信息检索页面,用户可以通过关键词搜索来查询相关数据信息。根据系统总体框架进行设计,应用层开发采用了Apache Web服务器和PHP语言,以实现前端和后端的实时交互,满足系

统的不同需求。Apache服务器支持当下最成熟的http通讯协议和专用网接口(下文简称CGI), CGI的作用是把前端页面的信息转化为后台数据库能执行的结构化语言(SQL)。PHP作为一种通用的

开源脚本语言, 可用于系统前后端的Web网页开发, 且能嵌入到html5.0中, 运行在浏览器/服务器端,通过和数据库交互形成动态网页。

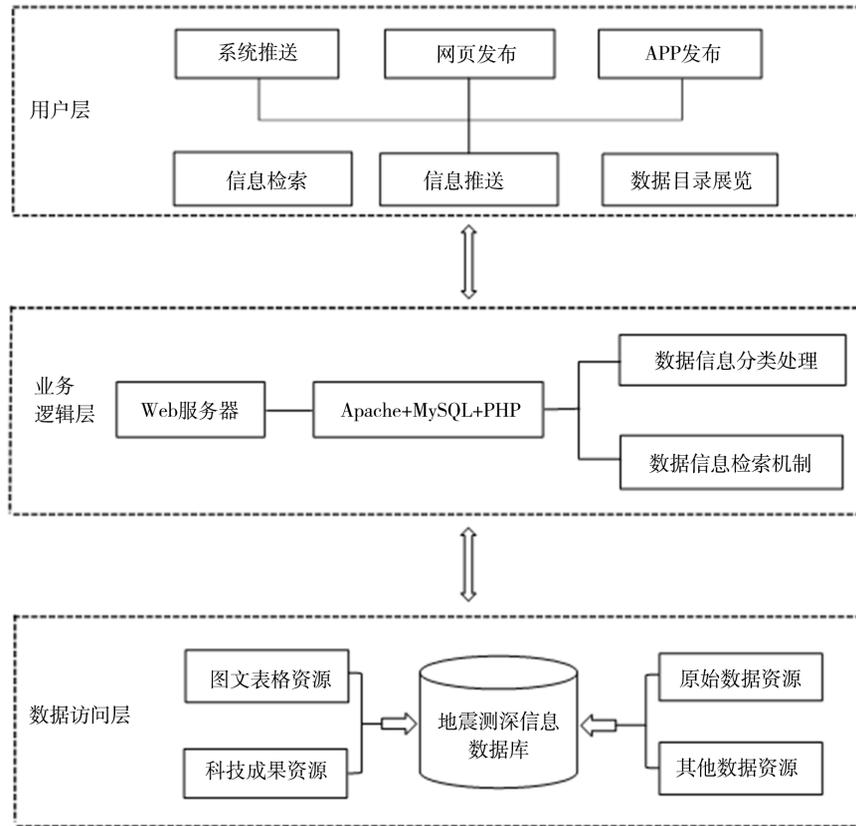


图1 地震数据信息服务平台总体架构图

Fig.1 Overall architecture of earthquake data information service platform

| 基本表    | 测线表    | 炮点表    | 观测点表   |
|--------|--------|--------|--------|
| 工程来源   | 施工日期   | 炮点名称   | 经度     |
| 工程来源   | 施工单位   | 经度     | 纬度     |
| 承担单位   | 测线名称   | 纬度     | 高程     |
| 委托单位   | 起点经度   | 高程     | 地震仪型号  |
| 震源类型   | 起点纬度   | 桩号     | 检波器型号  |
| 测线条数   | 终点经度   | 井数     | 炮间距    |
| 炮点个数   | 终点纬度   | 井深     | 方位角    |
| 观测点数   | 测线长度   | 炸药类型   | 钟差     |
| 负责人    | 炮点数    | 总炸药量   | 放大倍数   |
| 起止日期   | 观测点数   | 爆炸地质环境 | 记录通道方向 |
| 经费总额   | 设计文档名称 | 爆炸时间   | 检波器极性  |
| 设计文档名称 | 设计文档路径 | 观测点数   | 滤波方式   |
| 设计文档路径 | 备注     | 爆破评价   | 采样率    |
| 备注     |        | 放炮员    | 记录员    |
|        |        | 记录员    | 记录文件名  |
|        |        | 备注     | 文件路径   |
|        |        |        | 备注     |

图2 数据库表

Fig.2 Database tables

(3)用户层：该层主要用于显示用户层输出的深地震测深数据信息，通过 www 服务、html5.0 和 css 标记来实现。www 服务为用户查询信息提供方便并可访问其他远程服务器的网络资源，html5.0 是建立 Web 页面内容的一种语言表述，通过模块化的方式将系统前端的页面展现出来，css 标记是一种用于页面布局和页面美化的标记语言，主要用于改变页面中元素的位置及外观。用户层以模块化的形式在系统前端展示其提供的各项服务功能，主要涵盖深地震测深数据目录展览、信息检

索以及信息推送等功能。此外，信息推送还支持系统运维日志推送、网页信息发布和手机 APP 在线发布等功能。

## 2 系统功能展示

依据系统的架构设计，基于 WAMP 技术开发完成了深地震测深信息数据库服务平台。系统平台开发的功能模块有信息管理、数据管理、系统管理和用户管理四大类(图3)。

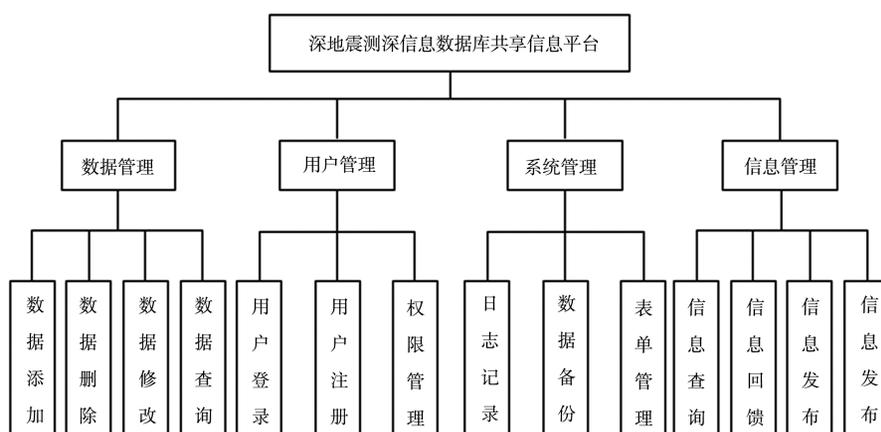


图3 深地震测深信息数据库服务平台功能模块树

Fig.3 Function module tree of deep seismic sounding information database service platform

### 2.1 功能模块一:信息管理

该模块主要有地震科学数据信息查询、用户信息回馈、共享数据信息发布、成果信息展示等，以上功能都可以在系统首页直观的显示出来(图4)。

#### 2.1.1 共享数据信息发布功能

该功能是对系统内最近的地震测深数据进行及时更新和发布，并根据时间进度在系统首页的“共享数据”栏中以列表的形式显示，用户也可根据个人需求选定“共享数据”栏右侧的“相关成果”一栏获取探测剖面数据目录。

#### 2.1.2 数据信息查询及用户回馈功能

此功能在系统“共享数据”主栏目下的“数据目录”子栏目和“用户回馈”主栏目中(图5、图6)，用户可在“数据目录”子栏目中查找需要的深地震测深数据信息，待确认个人所需数据后以“用户回馈”的形式提交个人信息及数据内容描述，后台收到用户回馈后根据数据使用相关规

定将数据共享给用户。

#### 2.1.3 成果信息展示功能

该功能把深地震测深数据所支撑项目取得的成果做一展示，体现系统平台在数据共享方面的应用价值。选定主页中的“相关成果”一栏即可进入成果展示页面，数据支撑的科研项目包括地震科技创新、震灾风险防治、地震监测预报、地震预警及地震地质等方面内容。选定二级栏目即可进入对应项目的科技成果展示信息，为用户提供数据共享成果。

### 2.2 功能模块二:数据管理

该模块的核心功能为数据处理与数据维护，模块主要包括系统内地震科学数据信息的添加、删除、修改和查询功能，为前端页面的数据信息查询服务提供技术支撑，同时系统前端接收到由后台返回特定格式的数据请求指令。在该系统建设中，主页下所有栏目都采用统一标准进行信息新增、修改和删除，提高了数据处理效率且优化



图4 系统主界面  
Fig.4 Main interface of system



图5 探测剖面数据目录  
Fig.5 Catalog of detection profile data



图6 系统主界面数据信息查询及用户反馈功能展示

Fig.6 Display of data information query and user feedback function on main interface of system

了信息的修改及设置。在系统平台的信息添加页面，可以对数据信息的图文表格和成果信息进行编辑、导入和设置。输入上述数据信息后，系统还支持删除数据和修改数据。

### 2.3 功能模块三:系统管理

该功能模块基于系统后台数据库的数据资源管理，主要包括日志管理、数据备份和表单管理等。系统管理模块还可以使用SQL命令执行结构化查询、数据清洗和数据恢复等操作<sup>[12]</sup>。在系统的基本操作中，可以导入和导出数据库、备份数据库、管理安全策略，以及对数据表单进行新建、删除和修改。

### 2.4 功能模块四:用户管理

为了使系统的安全性更易于维护，系统平台设计了用户管理模块。该模块包括用户注册、用户登录、用户权限管理等功能。在用户登录模块中设置

了两种登录类型：普通用户(User)登录和系统管理员(Root)登录(图7)<sup>[12]</sup>。



图7 系统登录信息框

Fig.7 System login information box

以上两种登录方式分别对应普通用户(User)和管理员用户(Root)，普通用户(User)可以在前端页面浏览信息和查询数据，但不能删除和修改信息，普通用户(User)在线注册登录后，可以选择首页上方导航页的“用户反馈”栏，对需要使用的数据内容和个人信息进行在线填写。系统管理员(Root)具

有更大的权限,包括修改用户信息、设置用户权限、数据表单修改以及数据处理等操作。

### 3 结论

本文分析了深地震测深信息数据库服务平台系统设计的逻辑流程,在研究当前市面主流软件设计框架和地震数据信息化应用框架的基础上,结合两者的优点,设计开发了一个基于WAMP的软件框架。系统的总体框架设计秉持化繁为简、集约高效、界面友好的原则,框架具有高效、灵活、便捷等特点,在深地震测深信息数据库服务平台开发中取得了显著成效。此外,对系统的总体框架进行了大量的测试、修改和优化工作,使系统性能得到改善,实现了大容量、高性能的深地震测深信息数据库服务平台的目标。

深地震测深信息数据库服务平台的建立实现了地震科学数据的管理、展示及查询功能,为科研院所、社会大众等提供了全面、可靠、权威的地震测深数据共享服务平台,为地震数据查询、获取提供了便利,同时通过对深地震测深数据的深度挖掘也提高了其科研价值,为“解剖地震”、“透明地壳”等国家科学计划提供基础数据支持,从而更好地服务防震减灾事业。

### 参考文献

- [1] 马斌,周平,张建业,等. 大数据时代的数据挖掘[J]. 中国科技信息,2014(23):117-118.
- [2] 马策军,孙一男,邓晓果. 基于人工地震剖面的深地测深数据库建设[J]. 地震地磁观测与研究,2022,43(02):208-213.
- [3] 陈兆辉. 鄂尔多斯地块及其周缘地区地壳上地幔速度结构研究[D]. 北京:中国地质大学(北京),2014.
- [4] 林吉焱,段永红. 华北地区深地震测深成果库建设及应用[J]. 地球物理学进展,2017,32(5):1901-1906.
- [5] 孙一男. 人工地震数据管理平台[J]. 地震地磁观测与研究,2022,43(02):219-224.
- [6] 詹小艳,许红梅,朱升初,等. 江苏省地震科学数据共享平台技术研究[J]. 防灾科技学院学报,2012,14(01):57-63.
- [7] Mahdi H, Ali A A. A GIS-based earthquake damage assessment and settlement methodology[J]. Soil Dynamics and Earthquake Engineering,2011,31(11):1607-1617.
- [8] 俞超,蔡维华,洪镇洲. 基于GIS的地震科学数据共享平台的设计与实现[J]. 计算机应用与软件,2011,28(07):86-88,158.
- [9] 杨张弛,王琰,肖凌云,等. 基于WAMP的汽车缺陷信息数据库的设计与实现[J]. 标准科学,2018(09):71-75.
- [10] 王建,罗政,张希,等. Web项目前后端分离的设计与实现[J]. 软件工程,2020,23(04):22-24.
- [11] 王锋,刘俊波. 前后端分离模式下的WEB系统集成方案[J]. 通信技术,2020(09):2347-2350.
- [12] 李志恒,金兴,李红,等. 基于WAMP的地震科普信息数据库发布系统设计与实现[J]. 地震工程学报,2021,43(05):1214-1219.