甘肃地震信息系统国产化研究与实践*

董思秀，马晓妹，朱　琳，李艳芹，张婧瑶
（甘肃省地震局，甘肃　兰州　730000）

摘　要：在当前甘肃地震信息系统上，深度应用新一代云计算、软硬件、网络安全等技术，从基础硬件环境层对系统进行国产化技术适配探究，自底向上整合运行支撑、管理层等架构设施，提出该系统的国产化方案。结合地震业务开展系统适配测试，结果显示新环境与原 X86 架构的 Red Hat 操作系统、PostgreSQL 数据库及 Tomcat 中间件性能相当，具备安全、稳定、高效运行能力。该研究可为行业系统国产化、实现自主安全提供有益参考。

关键词：信息安全；地震信息系统；国产化；自主安全
中图分类号：TP391　　**文献标识码：**A　　**DOI：**10. 19358/j. issn. 2097 - 1788. 2025. 02. 004
引用格式：董思秀，马晓妹，朱琳，等. 甘肃地震信息系统国产化研究与实践［J］. 网络安全与数据治理，2025，44（2）：26 - 31.

Research and practice on the localization of Gansu earthquake information system

Dong Sixiu，Ma Xiaomei，Zhu Lin，Li Yanqin，Zhang Jingyao
（Gansu Earthquake Agency，Lanzhou 730000，China）

Abstract：In this paper，we deeply apply the latest generation of cloud computing，hardware and software，network security technologies on the current Gansu earthquake information system，and conduct research on the localization technology adaptation from the basic hardware environment layer of the system. From the bottom up，we integrate the infrastructure facilities of the running support and management layer，and propose a localization solution for the system. We conduct system adaptation tests based on earthquake business，and the results show that the new environment has similar performance to the original X86 architecture-based Red Hat operating system，PostgreSQL database，and Tomcat middleware，and has the ability to operate safely，stably，and efficiently. This study aims to provide useful references for the localization of industry systems and the realization of independent and secure systems.

Key words：information security；earthquake information system；localization；self-reliance and security

0　引言

当前国家网络安全态势受到不断冲击，数据泄露、供应链攻击、勒索病毒、高级持续性威胁（Advanced Persistent Threat，APT）等网络安全事件频发，网络安全所面临的威胁演进升级，给政府、企事业单位及个人都带来了信息安全风险和不良影响。我国高度重视网络安全工作，将网络安全提到了国家战略的高度。自主安全是一切信息安全工作的基石[1-2]。核心技术受制于人[3]，严重威胁着国家安全，按照国家针对信创产业建立的“2 + 8 + *N*”体系（“2”指党政、“8”为关系国计民生的八大行业），各党政机关、事业单位纷纷向全面国产化工程迈进。

在国产化工程如火如荼进行的大背景下，地震行业信息系统[4]国产化，可以减少国外恶意 IP 对重要信息系统的攻击，从根源上杜绝系统重要地震信息被监听及窃取，对信息安全至关重要。为了应对潜在的网络安全风险，中国地震局于 2023 年开始基于信创的国产化研究[5]。信创是国家新基建最底层的一环，即数字基建[6]，信创国产化工程是数据安全、网络安全的基础[7]。随着《数字中国整体建设规划》发布，以 5G 网络、人工智能、云计算、物联网、大数据等细分领域为首的“新基建”极大地推动了信创产业发展新高潮[8]。信创技术应用创新主要涵盖了 IT 基础设施、基础软件、应用软件、信息安全四大部分[9]，国产 CPU 和操作系统是信创产业的根

*基金项目：中国地震局地震信息青年重点任务（CEAITNS202426）

基，也是技术壁垒最高的环节，尤其是操作系统[10]，在IT国产化中更是具有承下启下的关键作用。在自主安全大趋势下，经过多年的研发和创新，我国在国产化操作系统、数据库、中间件、应用软件及安全技术等方面取得了很大的突破，已基本形成自主安全的国产化软硬件全产业链产品体系，极大地缩小了与国外同类产品之间的差距，足以支撑起各行业信息系统的整体性应用建设。

随着国产化工程建设任务的不断深入，信创产业目前整体发展势头强劲。目前国内主要的软硬件品牌有鲲鹏[11]、海光、飞腾、龙芯、申威等CPU，麒麟、统信、欧拉等操作系统，人大金仓、达梦、南大通用、瀚高、神通等数据库，东方通、宝兰德、金蝶、中创、普元等中间件，金山WPS，长城终端整机等。但目前的国产化系统性实证案例相对较少，仍在不断研究探索过程中[12]。围绕自成体系策略，我国自主安全技术发展现状可以概括为：一是软硬件产品种类比较齐全，可以支撑自主安全信息系统的构建；二是软硬件产品功能性能可以支撑典型应用需求；三是国产生态圈可以基本保证系统的实际使用；四是相关软硬件产品经过了典型系统应用验证[2,13]。

甘肃地震信息系统以人工智能视角出发，采用了数据挖掘、聚类、自然语言处理等多种先进技术为平台支撑，实现了媒体素材的多渠道采集汇聚、统一编辑加工入库、各平台素材多元发布、传播效果统一检测分析，构建了一个统一、智能、安全的全媒体门户网站群管理系统。门户网站作为单位对外门户的核心载体，在安保、日常运维中都是重中之重，网站群管理系统是集站群管理、内容管理及门户应用集成的基础平台，可以基于一套平台完成微信、微博、头条以及传统网站等多种媒体的账号管理和信息发布。为了应对2024年6月Red Hat和Cent OS服务器停服事件，对使用Red Hat服务器的甘肃地震信息系统进行国产化升级改造势在必行[14-15]。

目前地震行业信息系统国产化安全开发还比较少，甘肃地震信息系统国产化研究对该行业信息安全的研究十分重要，可以减少国外恶意IP对该关键信息系统的攻击、本质上杜绝系统重要地震信息被窃取。甘肃地震信息系统基于J2EE（Java 2 Platform Enterprise Edition）三层架构体系，采用博达自主研发WEBBERCORE框架为主框架，后端支撑系统为国产自主研发的内容管理系统（Content Management System，CMS），目前使用X86架构，Red Hat操作系统、PostgreSQL数据库及Tomcat中间件。对甘肃地震信息系统进行国产化技术对接与适配升级研究，主要包括国产服务器、操作系统、数据库、中间件、应用环境等，实现该系统的自主安全、可靠运行。

1 国产化技术架构方案

经调研相关党政单位，铁路、银行等行业的信息系统国产化成功案例，考虑安全性、兼容性、扩展性等方面因素，此次甘肃地震信息系统国产化改造技术架构方案采用逐步替代策略，主要步骤如下：（1）架构方案设计；（2）安装调试设备；（3）系统迁移；（4）系统适配测试。研究技术路线如图1所示。

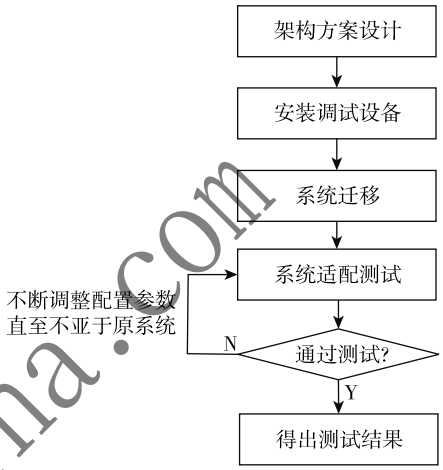

图1 研究技术路线

甘肃地震信息系统集资源采集、信息编辑、内容发布、运营分析等全周期管理于一体，在此次国产化研究中，特定地震业务对应特殊迁移方案。如网站页面上对公众展示的地震速报信息只有省级地震单位才具有发布权限，官方地震速报信息包含完整的地震三要素等数据字段，在数据迁移过程中，需按照地震业务特殊性迁移。

在传统网站管理的基础上，甘肃地震信息系统架构设计以“全方位、智能化、大融合”为主。该系统主要由基础环境层、运行支撑层、管理中心层和发布渠道四大模块构成，在一套平台上实现传统网站功能和新媒体的统一规范管理，系统结构如图2所示。

此次国产化信息设备需求：服务器、操作系统、数据库、中间件、运行环境。系统国产化前后配置对比见表1。

（1）甘肃地震信息系统支持在鲲鹏、海光、龙芯芯片服务器上部署。初步选择鲲鹏是因为鲲鹏在性能、兼容性、生态等方面要优于其他国产芯片。

（2）对比麒麟、统信、欧拉等国产化操作系统，麒麟操作系统的内核、配置命令和防火墙安全策略等均与原操作系统Red Hat大体一致，所以在此次国产化部署中，麒麟操作系统接入调试适配性最强。

图 2　甘肃地震信息系统结构图

（3）甘肃地震信息系统使用博达自主研发的 WEB-BERCORE 数据持久层框架，对比人大金仓、达梦、海亮等国产化数据库，人大金仓能够在较少改动的情况下兼容 MySQL 语句 。

（4）对比东方通、宝兰德、金蝶等国产化中间件，初步选择的宝兰德应用服务器软件 V9. 5 是完整实现了 J2EE 规范的 Web 中间件，是国内厂商同类产品中第一个通过 Java EE 7 兼容性的产品。

表 1　系统国产化前后配置对比

	原有系统配置 X86 架构	国产化配置 ARM 架构
服务器	Intel	鲲鹏
操作系统	Red Hat 4. 8. 5	银河麒麟（Kylin） V10
数据库	PostgreSQL 9	人大金仓（Kingbase） V8. 0
中间件	Tomcat 9. 0. 44	宝兰德应用服务器软件 V9. 5
运行环境	JDK 1. 8. 0	OpenJDK 1. 8

在不影响系统正常运转的情况下，又保证系统国产化工作能最大限度地开展，本研究设计了测试区与生产区相同的拓扑实施方案，如图 3 所示。

本研究测试区搭建 ARM 技术架构，选择鲲鹏 CPU 服务器、麒麟操作系统、人大金仓数据库、宝兰德中间件，通过测试系统性能，将其与原生产系统做详细对比，并不断调整配置参数直至新系统与原系统性能相当或者超越原系统，最终决定选型并投入使用。国产化部署架构如图 4 所示。

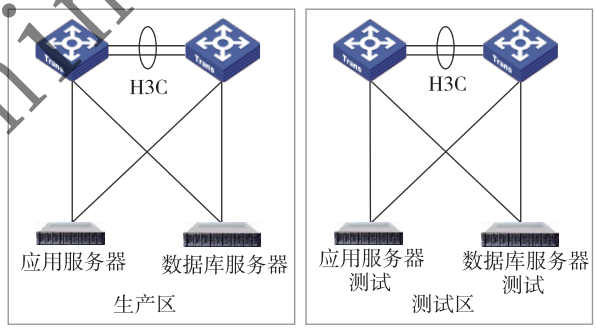

图 3　网络拓扑结构

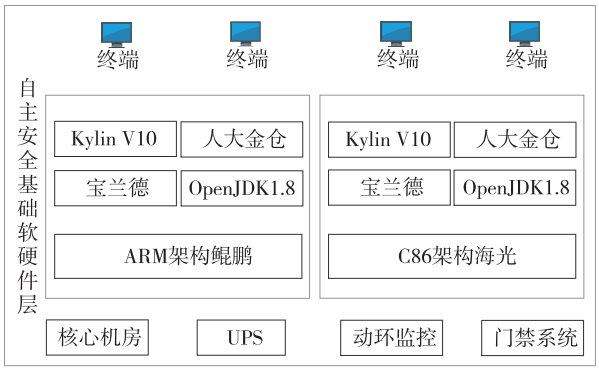

图 4　系统国产化部署架构图

甘肃地震信息系统目前使用 X86 架构，采用 DELL 应用服务器和数据库服务器、Intel CPU、Red Hat 系统、MySQL 数据库、Tomcat 中间件及 JDK 运行环境。根据全国产化、全新设备、改动量少、原厂质保的国产化根本原则，整体国产化方案概括如图 5 所示。

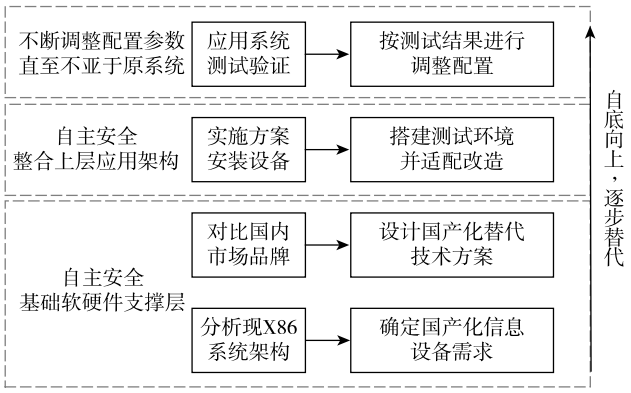

图 5　甘肃地震信息系统国产化方案

2　安装调试设备

完成软硬件设备的安装和调试，确保系统在国产化环境下正常运行。

硬件安装：在数据中心部署鲲鹏架构服务器群，连接至 H3C 交换机，配置 RAID 存储卡，以确保硬件在数据传输和存储中的可靠性。

软件安装：在服务器上安装麒麟操作系统，并进行系统初始化配置，包括网络设置、防火墙配置、SE Linux 策略制定。

中间件和数据库调试：宝兰德中间件用于处理前端业务与后端数据的交互，人大金仓数据库用于存储和查询地震信息数据。在调试过程中，需确保中间件和数据库与操作系统之间的兼容性，同时调试中间件与数据库连接的效率和稳定性。

预留扩展接口：设备安装完成后，预留硬件扩展接口和网络带宽扩展方案，以便后续能够快速扩容或升级。

3　系统迁移

系统迁移主要包括数据迁移和应用迁移两大部分。在迁移过程中采取零停机策略，并制定完善的灾备方案，以确保系统平稳过渡。

在数据迁移之前，必须先进行数据清理与备份，删除冗余数据，然后完整备份现有的地震数据，并做好版本控制，以便在必要时进行数据回滚；数据库兼容性适配中，原有系统使用 PostgreSQL，而国产化系统使用人大金仓数据库，需要对存储过程、视图、表结构和 SQL 查询语句进行适配修改，特别是涉及不同数据库特性的部分；在迁移步骤规划时，数据迁移要分批次进行，尤其是大规模的地震历史数据，先进行非关键性数据的迁移和测试，后逐步迁移核心地震实时数据，最后统一迁移备份数据；针对实时监测数据处理，迁移过程中不能中断数据采集，设置中间层代理系统，在迁移期间将新生成的数据缓存在原系统中，待迁移完成后再导入新系统，保证实时数据不丢失。在每一阶段数据迁移后，还需检查总记录字数进行数据一致性验证，需要对新旧系统的数据进行比对，确保迁移后的数据与原系统中的数据保持一致。

应用迁移时，首先要考虑源代码适配，原系统使用 Java、PHP 等开发语言，并依赖国外的开发环境和框架（如 Tomcat 中间件），在迁移至国产化环境中（如宝兰德中间件）时，需对 Java 类库、依赖包和配置文件进行修改，并集成调试中间件；为了避免一次性切换导致地震信息服务中断，迁移应逐步切换，先将部分非关键服务迁移到新环境，并保持新、旧系统同步运行，待新系统稳定运行后，再逐步将所有服务迁移过来；使用自动化工具 Docker 实现环境部署和服务迁移，减少人为错误，并加快部署速度，对于应用程序的迁移，利用容器化技术可以帮助程序在新旧环境中灵活切换。

4　系统适配测试

在系统国产化版本下进行了各项功能测试以确保功能完整性、多种并发条件下的性能测试，以及安全性测试。

4.1　功能测试

（1）核心功能测试：针对地震信息发布、地震数据查询、数据存储等关键模块进行全面的功能测试。包括模拟不同用户角色（如普通用户、管理员）的操作流程，确保各项功能在国产化系统中正常运行。对该应用的国产化方案进行了兼容性和用例测试，结果显示，通过率为 100%，且在性能上与原有 X86 架构系统相当。

（2）界面交互测试：用不同的浏览器和设备对用户交互界面（UI）进行兼容性测试，页面加载速度、表单提交、查询结果显示等都能按预期正常工作。

（3）API 和接口测试：甘肃地震信息系统涉及第三方系统（如中国地震局、各地市地震监测站）的数据交互，对这些接口进行测试，数据收发在国产化环境中无异常。

4.2　性能测试

4.2.1　数据库性能测试

针对人大金仓数据库，测试其在大规模地震数据查询和实时数据写入场景下的响应能力。重点关注数据库的 TPS（每秒事务处理数）和 TPMC（每分钟事务处理数），以及在大数据量情况下的索引性能。

对数据库进行了非业务性能测试，结果如表 2 所示，表明人大金仓数据库在 TPS 和 TPMC 指标上均优于 PostgreSQL 数据库。

表 2　数据库性能测试结果

并发数	数据库	TPS	TPMC
50	人大金仓	686 013	1 701 363
	PostgreSQL	108 632	395 036
200	人大金仓	1 688 203	5 728 961
	PostgreSQL	388 692	1 102 032

4.2.2　中间件性能测试

使用如 JMeter、LoadRunner 等工具对系统进行高并发测试，模拟多用户同时访问地震数据的场景。通过测试响应时间、吞吐量、CPU 和内存占用情况，确保系统在高负载下依然能够稳定运行。

对中间件进行了非业务性能测试，结果如表 3 所示，可见在不同并发负载下，宝兰德中间件的响应时间和吞吐量性能均显著超过了 Tomcat 中间件。

表 3　中间件性能测试结果

并发数	中间件	响应时间/s	吞吐量/tps	CPU 占用/%	内存占用/GB
100	宝兰德	0. 006	14 231. 5	21	4
	Tomcat	0. 015	5 023	20	4
200	宝兰德	0. 012	14 556. 9	22	4
	Tomcat	0. 031	6 910	21	4
300	宝兰德	0. 017	14 496. 1	25	4
	Tomcat	0. 058	7 321	25	4

4.2.3　带业务 1 h 系统性能测试

对国产化和 X86 架构下甘肃地震信息系统的性能进行测试，在不同并发数下计算系统响应时间和吞吐量，结果如表 4 所示，当用户数在 100 以内时，国产化系统响应时间比 X86 架构系统短、吞吐量比 X86 架构系统大，性能较优；当用户数在 100 到 200 之间时，国产化系统和 X86 架构系统响应时间、吞吐量基本持平；当用户数大于 300 时，国产化系统响应时间、吞吐量性能略差于 X86 架构系统。

表 4　国产化系统与 X86 架构系统 1 h 的压力测试结果

并发数	架构	响应时间/s	吞吐量/tps
100	国产	0. 08	855
	X86	0. 10	763
200	国产	0. 24	871
	X86	0. 25	865
300	国产	0. 61	890
	X86	0. 58	921

5　结论

信创是网络安全与信息化高度融合的国产化信息研究工程，此次研究实践将传统地震业务信息系统进行国产化转型升级，高度融合信息安全，进而形成一套自主、安全可靠的甘肃地震信息系统。本研究基于甘肃省地震局原有 X86 架构信息系统，对比、研究国内主要软硬件品牌配置详情，搭建 ARM 技术架构，选择鲲鹏 CPU 服务器、麒麟操作系统、人大金仓数据库、宝兰德中间件，完成此次国产化总框架设计。通过测试、验证新旧系统的功能、性能等，不断调整参数适配，在功能上表现与原有 X86 架构系统相当，在性能上国产化数据库和中间件明显优于原版本，整体地震信息业务运行性能上，该系统国产化版本与原系统性能相当，可满足平台运行支撑、管理一体化、地震信息发布等重要业务，能更好地支持甘肃地震信息系统的安全、稳定持续运行。该研究以期为接下来地震行业信息系统实现安全可靠替代提供有益参考。

参考文献

[1] 倪光南. 自主可控是网络安全的“基石”[J]. 中国科技奖励，2020（7）：6－7.

[2] 胡志强. 基于自主可控技术的国产化替代综述 [J]. 网络空间安全，2018，9（8）：90－97.

[3] 倪光南，朱新忠. 自主可控关键软硬件在我国宇航领域的应用与发展建议 [J]. 上海航天（中英文），2021，38（3）：30－34.

[4] 马晓妹，朱琳. 可视化网络智能运维管理平台在地震信息网络中的应用 [J]. 甘肃科技，2021，37（5）：21－22，39.

[5] 朱宏，高文晶，马蕴玢，等. 地震核心业务系统国产化迁移适配研究与实现 [J]. 华南地震，2024，44（2）：32－38.

[6] 冯静，李玲. 信创产业为新基建构筑安全之基 [J]. 保密工作，2020（7）：15－17.

[7] 叶茂，杨仕瑞，马壮壮. 信创在等保测评中的设计与应用 [J]. 无线互联科技，2023，20（14）：157－160.

[8] 中共中央国务院印发《数字中国建设整体布局规划》[N]. 人民日报，2023－02－28（001）.

[9] 范晶. 国产化替代的实践与思考——以云报集团为例 [C]//中国新闻技术工作者联合会 2022 年学术年会论文集，2022：45－49.

[10] 韩乃平，李蕾. 国产操作系统生态体系建设现状分析 [J]. 信息安全研究，2020，6（10）：887－891.

[11] 王玉中. 基于信创技术的 JAVA 应用国产化替代实践 [J]. 铁道建筑技术，2023（6）：109－112.

[12] 李越. 铁路列车确报信息系统数据库国产化替代及信创适

配研究［J］. 中国铁路，2023（8）：106－111.
［13］董哲一，王超. 以 CPU、操作系统为核心的国内外信息技术产品生态体系现状对比分析［J］. 网络空间安全，2018，9（12）：56－62.
［14］王硕，胡现刚，杨欢，等. 多通道 10G 网络安全设备的设计与实现［J］. 网络安全与数据治理，2024，43（10）：7－13，35.
［15］朱琳，马晓妹. 等保 2.0 标准在地震信息系统的应用［J］. 网络安全技术与应用，2024（6）：133－135.

（收稿日期：2024－11－14）

作者简介：

董思秀（1996－），女，硕士，工程师，主要研究方向：地震信息网络建设、网络安全、核心系统监测。

马晓妹（1989－），女，硕士，工程师，主要研究方向：地震信息网络建设、网络运维、地震监测。

朱琳（1993－），女，硕士，工程师，主要研究方向：地震信息网络建设、信息服务、核心系统监测。

（上接第 16 页）

［14］范海菊，马锦程，李名. 基于深度神经网络的遗传算法对抗攻击［J/OL］. 河南师范大学学报（自然科学版），1－10［2024－11－24］. https：//doi. org/10. 16366/j. cnki. 1000－2367. 2023. 09. 21. 0003.
［15］杨秀璋，彭国军，刘思德，等. 面向 APT 攻击的溯源和推理研究综述［J/OL］. 软件学报，1－50［2024－11－24］. https：//doi. org/10. 13328/j. cnki. jos. 007162.
［16］刘立亮，文涛，叶磊. 基于卷积神经网络模型的电力信息系统安全状态监测［J］. 电气自动化，2024，46（5）：11－14.
［17］马鹏，傅剑锋，俞文超，等. 深度学习算法在网络安全态势感知模型中的研究与实现［J］. 信息与电脑（理论版），2024，36（16）：135－138.
［18］王刚，彭倩，段宏军，等. 基于人工智能技术的计算机网络安全防御系统的设计与实现［J］. 黑龙江科学，2024，15（18）：70－73.
［19］王勇亮，谭远波，郑学通. 基于深度学习的网络安全主动防御策略研究［J］. 工业信息安全，2024（4）：59－66.
［20］向蓉. 基于机器学习算法的电力系统故障预测与安全评估［J］. 现代工业经济和信息化，2024，14（7）：93－94.

（收稿日期：2024－12－25）

作者简介：

邱情芳（1982－），女，硕士，高级工程师，主要研究方向：风电领域安全性、新能源信息化等。

曹学铭（1988－），男，硕士，工程师，主要研究方向：风电机组控制系统、大数据分析等。

周成胜（1982－），通信作者，男，硕士，高级工程师，主要研究方向：网络安全、大数据、人工智能等。E-mail：zhouchengsheng@ caict. ac. cn。

版权声明

凡《网络安全与数据治理》录用的文章，如作者没有关于汇编权、翻译权、印刷权及电子版的复制权、信息网络传播权与发行权等版权的特殊声明，即视作该文章署名作者同意将该文章的汇编权、翻译权、印刷权及电子版的复制权、信息网络传播权与发行权授予本刊，本刊有权授权本刊合作数据库、合作媒体等合作伙伴使用。同时，本刊支付的稿酬已包含上述使用的费用，特此声明。

《网络安全与数据治理》编辑部