

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. [ZHU Hong, GAO Wenjing, MA Yunbin, et al. Research and Implementation of Localization Migration and Adaptation for Earthquake Core Business Systems[J]. South China journal of seismology, 2024, 44(2): 32-38]

地震核心业务系统国产化迁移适配研究与实现

朱 宏, 高文晶, 马蕴玢, 杨 朝, 贺景刚, 孙选超, 赵士达

(天津市地震局, 天津 300201)

摘要: 加快推进地震核心业务系统安全、自主、可控对国家安全意义重大。基于地震核心业务系统国产化迁移适配工作, 通过对比选择, 采用 C86 和 ARM 技术架构, 海光和鲲鹏服务器、Kylin V10 操作系统、东方通中间件、VastBase 数据库作为运行环境的国产化替代方案, 与 X86 架构下以华为应用服务器、Intel CPU、Mysql 数据库、FreeBSD 操作系统、Wildfly 和 Tomcat 中间件作为运行环境的国外产品方案相比, 在功能和性能上相当, 可满足地震行业业务使用需求, 为后期地震行业进行全面国产化替代工作提供极具价值的创新实践参考。

关键词: 地震核心业务系统; 国产化替代; 安全自主可控; 迁移适配

中图分类号: P315.7-39

文献标识码: A

文章编号: 1001-8662(2024)02-0032-07

DOI: 10.13512/j.hndz.2024.02.05

Research and Implementation of Localization Migration and Adaptation for Earthquake Core Business Systems

ZHU Hong, GAO Wenjing, MA Yunbin, YANG Chao,

HE Jinggang, SUN Xuanchao, ZHAO Shida

(Tianjin Earthquake Agency, Tianjin 300201, China)

Abstract: Enhancing the security, autonomy, and controllability of the earthquake core business systems is of great significance to national security. Based on the localization migration and adaptation of the earthquake core business systems, the localization alternative solution using C86 and ARM technology architectures, Haiguang and Kunpeng servers, Kylin V10 operating system, Dongfangtong middleware, and VastBase database as the operating environment was selected after comparison. Compared with the foreign product solution under the X86 architecture using Huawei application servers, Intel CPUs, Mysql database, FreeBSD operating systems, and Wildfly and Tomcat middleware as the operating environment, the localization alternative solution is equivalent in function and performance, meeting the needs of business use in the earthquake industry. It provides a valuable reference for innovative practice in the subsequent comprehensive localization substitution work of the earthquake industry.

收稿日期: 2024-02-10

基金项目: 中国地震局地震应急与信息青年重点任务: 面向国产化地震业务迁移能力研究(CEAITNS202301); 基于云平台组网的低成本地磁场观测网络数据采集关键技术研究(3JH-202402036)联合资助。

作者简介: 朱宏(1989-), 男, 高级工程师, 主要从事地震信息化建设、地震核心业务系统网络安全。

E-mail: kaka2208brazil@126.com

Keywords: Earthquake core business system; Localization substitution; Security, autonomy, and controllability; Migration and adaptation

0 引言

2013年,自斯诺登曝光美国“棱镜(PRISM)”计划以来,对我国的网络与信息安全敲响了警钟^[1]。2014年,习近平总书记在中央网络安全和信息化领导小组第一次会议上提出了“没有网络安全就没有国家安全,没有信息化就没有现代化”。据此,我国就将网络安全上升到国家安全的高度,强调要将“安全、自主、可控”作为网络安全的基石^[2]。基于这样的时代背景,地震核心业务系统要逐步进行国产化迁移与适配已是必然选择。

经过多年发展,我国已基本形成了安全、自主、可控的国产软硬件产品体系,各类产品性能已与国外同类产品差距不大,已经可以支撑起大规模系统性应用建设^[3]。目前,在CPU方面,国内现在主要有鲲鹏、海光、飞腾、龙芯、兆芯等;在数据库、中间件等方面,达梦、人大金仓、东方通等厂商已经占据了绝大多数市场份额^[4-6]。但是,这些应用与插件在地震核心业务系统的国产化迁移适配上实证案例较少,还处于起步研究阶段。

地震核心业务系统信息化历经九五、十五、十一五、国家地震烈度速报与预警工程等重大项目的建设、升级和改造工作,已经具备了15 000个台站数据的实时传输能力,全面具备了秒级地震预警的能力。

1 核心业务系统迁移选择

随着近年来信创产业和技术的日益完善,为应对未来潜在的网络安全风险,中国地震局于2023年开始了基于信创技术的国产化替代研究与实践。为全面满足2027年地震核心业务信息化系统安全、自主、可控的要求,体现核心业务系统全面替代工作的示范价值,特别选取了预警系统的两个核心业务系统,基于X86架构下研发的EEW系统和JEEW系统进行国产化替代研究。以天津局为例,EEW系统和JEEW系统同时接收京津冀1653个台站的实时数据,两套系统各自独立产出预警结果发送至台网中心的决策平台,由决

策平台对产出的预警结果进行融合,融合完成后反馈预警信息结果。

2 核心业务系统迁移方案

2.1 技术路线

地震核心业务系统国产化替代是一项庞大的系统工程,形成稳定、可复制、可推广的环境是推进国产化替代的前提^[6-8],在环境构建过程中,技术路线的选择是核心环节,选择的技术路线需具有良好的发展前景、生态可拓展性、技术发展性,同时具备良好的稳定性和高可靠性。因此应选择适配程度深、稳定性好的技术路线,避免信息系统的兼容性和运行效率问题。在设备稳定的前提下,充分利用原有的信息化建设成果,确保项目建设方案使用主流技术路线,并拥有良好生态,具备业务迭代发展的连续性^[10-12]。

2.2 架构方案设计

由于地震行业内没有成功的、完整的、具备参考价值的业务系统的国产化替代解决方案,作者通过多次多轮的现场测试,形成了两套系统的国产化替代整体规划和具体的实施步骤,具体包括:①架构方案设计:包含系统架构方案、网络拓扑设计等;②应用安装与调试:数据库、中间件、操作系统、服务器环境等进行兼容性适配;③系统迁移:提前进行总体规划,做好系统迁移测试准备,避免冲突;④适配测试:包括功能测试与性能测试等。

本次EEW系统和JEEW系统的国产化替代主要考虑以下几个因素:安全性、可靠性、兼容性、易用性。根据“全国产化、全新设备、改动量小”的原则确定了基于C86和ARM架构的双栈技术方案。

2.2.1 网络结构

为了不影响地震预警业务的正常运转,同时最大限度的对系统迁移进行适配测试,本次EEW系统和JEEW系统采用并行的方式进行设计,但生产环境和测试环境相互之间进行了逻辑隔离。具体网络结构见图1。

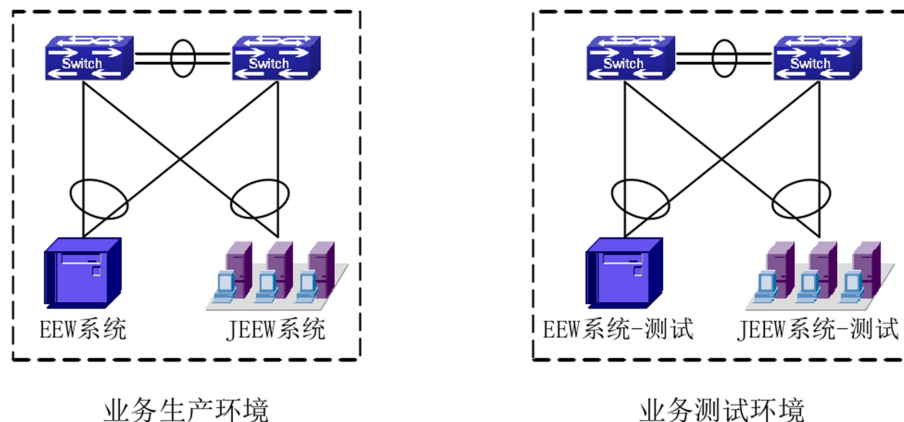


图1 EEW系统和JEEW系统国产化迁移适配网络拓扑图

Fig.1 Network topology of localization migration and adaptation of EEW system and JEEW system

2.2.2 系统架构

EEW系统和JEEW系统现阶段部署在基于Intel X86架构芯片的华为2288H V5版本服务器上,操作系统为OpenEuler和FreeBSD,数据库为Mysql 5.7,中间件采用的是Tomcat和Wildfly,基础运行环境为JDK8。为实现两套系统在国产化替代的过程中能够平稳运行,笔者对业务系统迁移时重点考虑的操作系统、中间件、数据库等做了细致全面的对比分析。其中,对比麒麟、统信、欧拉等国产化操作系统后,发现银河麒麟(Kylin V10)和欧拉的操作系统,在内核、安全策略、配置文件等方面与CentOS和Suse可基本保持一致。管理员可以通过简单的学习后直接上手操作,无论从前部署、后期运维均为最佳选择。在中间件上,

对比东方通、金蝶、宝兰德等国产化中间件后发现,东方通的产品仅需修改少数几个配置文件即可正常运行源自wildfly和Tomcat发布的web业务。对比达梦、人大金仓、海量数据等国产化数据库,发现海量数据基于OpenGauss技术路线的产品Vastbase可很好的对GIS函数和Mysql语法进行兼容^[13-14]。基于上述选型对比分析结果,确定了此次EEW系统和JEEW系统国产化替代方案:服务器采用ARM和C86双栈技术路线对比性能,H3C的S6520作为接入交换机、海量数据Vastbase G100作为国产化数据库、东方通作为应用中间件,银河麒麟V10作为操作系统。具体部署架构见图2,配置见表1。

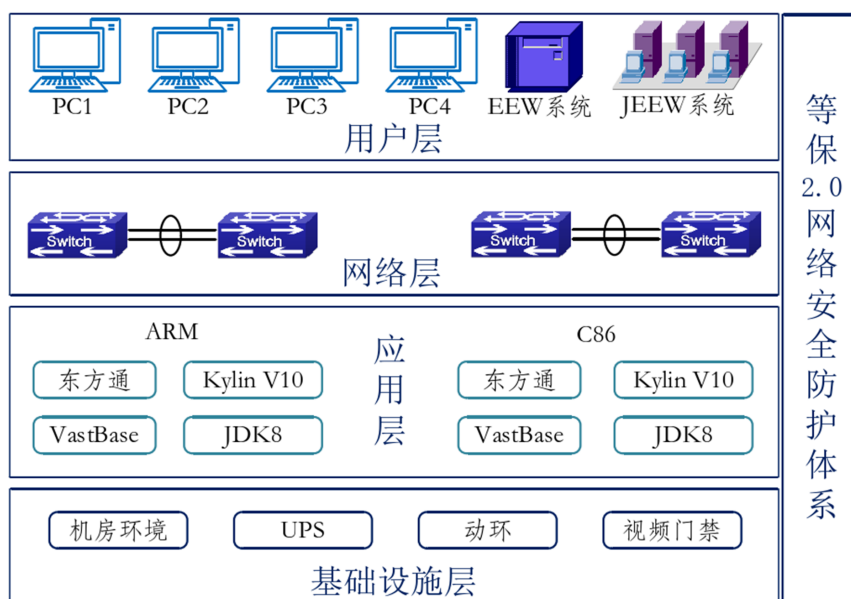


图2 地震核心业务系统国产化替代部署架构

Fig.2 Deployment architecture for localization substitution of earthquake core business systems

表1 地震核心业务系统国产化替代前后配置对比

Table 1 Comparison of configuration before and after localization substitution of earthquake core business systems

| 设备名称 | X86架构配置 | | ARM和C86架构配置 | |
|----------|-----------------|-----------------|-------------|------------|
| | EEW系统 | JEEW系统 | EEW系统 | JEEW系统 |
| 应用服务器CPU | Intel Xeon-Gold | Intel Xeon-Gold | 海光7380(32C) | 鲲鹏920(64C) |
| 应用服务器内存 | 64GB | 64GB | 64GB | 64GB |
| 操作系统 | OpenEuler | FreeBSD | Kylin V10 | Kylin V10 |
| 中间件 | Tomcat | wildfly | 东方通 | 东方通 |
| 数据库 | Mysql | Mysql | Vastbase | Vastbase |
| 交换机 | H3C S6520 | H3C S6520 | H3C S6520 | H3C S6520 |
| 运行环境 | JDK8 | JDK8 | JDK8 | JDK8 |

2.3 EEW系统和JEEW系统适配调试

根据EEW系统和JEEW系统部署架构方案及配置详情,参考电力、铁路等行业国产化替代路线方案,确定了主要适配项。其中,Kylin V10操作系统对照FreeBSD和OpenEuler进行了安全性配置,包括防火墙规则、中间件部署等。对部分安装脚本,进行了代码的修改,如中间件URL编码、引入数据库驱动与连接池信息、重新适配SQL语句和存储过程等。

2.4 EEW系统和JEEW系统迁移研究

无论在生产环境还是测试环境,EEW系统和JEEW系统的迁移都是一个高风险的系统工程,特别是针对时序数据和数据完整性有要求的业务,任何的数据传输中断都是不可接受的^[15]。鉴于EEW系统和JEEW系统的重要性,适配迁移要采用双环境运行模式,即生产环境和国产化替代测试环境同时运行。在此之前,应当了解服务器资源占用情况、网络带宽占用情况、数据量大小情况等。

业务整体迁移时,数据库是重点关注对象。数据库迁移可采用的方法有两种,一种是生产环境的数据库通过触发器或其他方式将增量数据同步至测试环境。第二种是对业务系统进行代码级改造,按照国产化数据库语法要求,重新加载驱动,对SQL语句、存储过程等进行编译、打包、发布。两种方法迁移完成后,都应对业务开展一次数据一致性测试、数据完整性测试、应用会话状态完整性测试、连接中断测试、数据恢复测试,只有这样才能保证迁移的安全性和有效性。

2.5 EEW系统和JEEW系统适配测试

在测试环境搭建完毕后,开展功能测试、性能测试,检验适配后的业务系统整体运行情况,并根据测试结果,不断调整方案、配置和参数,直至测试环境与生产环境性能相当^[14]。

2.5.1 功能测试结果

对EEW系统和JEEW系统的国产化替代方案进行系统兼容性和业务用例测试,通过率为100%。两套业务系统国产化替代完成后与原X86生产环境下功能测试结果一致。测试结果如图3所示。

2.5.2 性能测试结果

采用对比观测的方式,对生产环境和测试环境进行业务性能测试。充分利用TPC-C、JMeter、LoadRunner、Benchmark等工具对业务系统主机、数据库、中间件等进行测试,结果如表2所示。

2.5.3 不带业务性能测试

经Benchmark测试工具不带业务实际测试表明,在测试环境下,Vastbase数据库无论是TPS(吞吐量)还是TPMC(事务处理能力)已经可以超越mysql。东方通中间件在不同并发量的情况下和wildfly、Tomcat等开源中间件性能差距不大,测试结果如表3所示。

2.5.4 带业务24小时性能测试

对国产化替代测试环境下的EEW系统和JEEW系统进行不间断24小时性能测试,结果见表4。以京津冀及华北地区近3000个台站的数据进行测试后表明,当台站接入数量在0~1600个时,应用响应时间和吞吐率与X86架构生产环境相当,当台站接入数量超过2500个,应用响应时间和吞吐率略低于X86架构,C86(32C)架构性能和ARM(64C)

表3 Jmeter和LoadRunner工具中间件性能测试结果

Table 3 Performance test results of middleware of Jmeter and LoadRunner tools

| 并发数 | 中间件 | 响应时间/s | 吞吐量/tps | 资源占用情况 | |
|------|----------------|-------------|---------|---------|-------|
| 1000 | Tomcat/Wildfly | 0.17/0.20 | 49830 | CPU:17% | 内存:4G |
| | 东方通 | 0.05 | 142370 | CPU:16% | 内存:4G |
| 2000 | Tomcat/Wildfly | 0.173/0.208 | 71892 | CPU:17% | 内存:4G |
| | 东方通 | 0.06 | 139485 | CPU:17% | 内存:4G |
| 3000 | Tomcat/Wildfly | 0.182/0.217 | 75013 | CPU:16% | 内存:4G |
| | 东方通 | 0.11 | 138523 | CPU:16% | 内存:4G |

表4 EEW系统和JEEW系统国产化替代前后压力测试对比

Table 4 Comparison of pressure tests of EEW system and JEEW system before and after localization substitution

| 应用名称 | 台站接入数量 | 配置方案 | 吞吐量 | 平均响应时间/s |
|--------|--------|------|--------|----------|
| EEW系统 | 1600 | C86 | 130127 | 0.50 |
| | | ARM | 129074 | 0.55 |
| | | X86 | 132442 | 0.44 |
| | 2500 | C86 | 109417 | 0.58 |
| | | ARM | 104632 | 0.59 |
| | | X86 | 112743 | 0.52 |
| | 3500 | C86 | 99761 | 0.68 |
| | | ARM | 81034 | 0.84 |
| | | X86 | 109899 | 0.55 |
| JEEW系统 | 1600 | C86 | 117648 | 0.86 |
| | | ARM | 116640 | 0.90 |
| | | X86 | 120960 | 0.65 |
| | 2500 | C86 | 82080 | 0.99 |
| | | ARM | 76896 | 1.02 |
| | | X86 | 90720 | 0.70 |
| | 3500 | C86 | 72144 | 1.10 |
| | | ARM | 70272 | 1.23 |
| | | X86 | 82368 | 0.90 |

3 结语

当前国际形势风云变幻，国外部分敌对势力不断加大对我国的科技封锁与制裁，因此加快实现核心业务的安全、自主、可控对我国的国家安全有重要意义。本文基于地震核心业务系统(EEW系统和JEEW系统)国产化迁移适配，进行了系统与应用的功能与性能测试，验证了C86和ARM架

构下以海光CPU和鲲鹏CPU为核心的国产化替代方案的可行性和易用性，为后期地震行业内各业务系统的国产化替代迁移指明了方向并提供了有益参考。

参考文献

[1] 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):09-112

- [2] 倪光南. 自主可控是网络安全的“基石”[J]. 中国科技奖励, 2020(7):6-8.
- [3] 胡志强. 基于自主可控技术的国产化替代综[J]. 网络空间安全, 2018, 9(8):90-97.
- [4] 韩乃平. 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.
- [5] 张晓清, 龚波, 田丽韞, 等. 国产自主可控应用性能优化研究[J]. 软件, 2015, 36(2):5-9.
- [6] 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):56-63.
- [7] 周亚洁. 数据库国产化替代面临的问题及对策研究[J]. 信息安全研究, 2022, 4(1):24-30.
- [8] 许尚农, 张敏波, 吕宇, 等. 自主可控的城轨云与大数据平台关键技术研究与应用[J]. 都市快轨交通, 2022, 35(6):51-58.
- [9] 山成英, 赵大伟. 金融业信息技术应用创新实践与思考[J]. 浙江金融, 2021(11):35-45.
- [10] 钱褚佳. 广播电视国产化软硬件办公系统适配浅析[J]. 电视技术, 2022, 46(10):177-181.
- [11] 李祥震, 王桂强. 舰艇显控平台自主可控发展趋势[C] // 2017 年装备技术发展论坛论文集. 北京: 中国造船工程学会电子技术学术委员会, 2017.
- [12] 马晓光, 封桂荣, 孙睿, 等. 自主可控软件性能需求与关键技术研究[J]. 工业控制计算机, 2022, 35(3):1-3.
- [13] 欧阳美旺, 陈晓军, 鲁慧. A R M 架构下数据库迁移的中间件性能优化策略实现[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(4):45-48.
- [14] 王军, 黄经国, 余丹, 等. 分析数据库 ClickHouse 在国家地球物理台网中心的应用[J]. 地震研究, 2023, 46(2):308-314.
- [15] 吕广杰, 刘庆良, 吴超, 等. 城市轨道交通自主可控云平台业务系统迁移探析[J]. 都市快轨交通, 2022, 35(1):48-53.