

重庆市水土保持监测信息管理系统国产化改造升级探索与实践

黄嵩¹, 于秀娟¹, 郑云泽¹, 路炳军², 卢永志², 吴东辉²

(1. 重庆市水土保持监测总站, 重庆 401147; 2. 北京易科立德生态环境科技有限责任公司, 北京 100141)

摘要: 为提升水土保持监测信息管理系统的自主可控性和数据安全性, 重庆市开展了水土保持监测信息管理系统的国产化改造升级。介绍了改造的背景、技术选型、实施步骤, 以及系统架构和功能。此次改造选用统信 UOS 操作系统、达梦数据库和东方通中间件, 通过分层架构设计, 优化了系统的业务功能和用户界面。经过测评, 新系统在安全性、稳定性及成本效益方面均有显著提升。改造的成功实施不仅响应了国家关于软件自主、可控的号召, 而且为其他信息系统国产化提供了参考。

关键词: 国产化改造; 管理系统; 监测信息; 水土保持; 重庆市

中图分类号: S157 **文献标识码:** C **DOI:** 10.3969/j.issn.1000-0941.2025.07.005

引用格式: 黄嵩, 于秀娟, 郑云泽, 等. 重庆市水土保持监测信息管理系统国产化改造升级探索与实践[J]. 中国水土保持, 2025(7): 14-17.

近年来重庆市以需求为牵引, 以问题为导向, 开展了水土保持信息化工程建设, 建成了自动化与半自动化相结合的监测站点前端感知体系, 搭建了支撑水土保持监测评价、监督管理、综合治理等核心业务的重庆市水土保持监测信息管理系统。但是, 受技术、安全、环境等因素影响, 重庆市水土保持监测信息管理系统一期(以下简称“一期系统”)存在数据安全、数据泄露、网络攻击、软硬件知识产权纠纷等风险或问题。作为改革的重要方向, 重庆市水土保持监测信息管理系统国产化新系统(以下简称“新系统”)可以在有效规避这些风险的同时, 响应国家政策, 推动国产化系统技术创新。

当前信息化工作面临操作系统、网络及数据安全的严峻挑战。在这种背景下, 国内一些机关和企事业单位频繁遭受黑客攻击、系统蓝屏和勒索软件的威胁。比如, 近期微软 Windows 系统的蓝屏问题导致全球范围内计算机大规模故障, 严重影响了航空、银行、电信、媒体和医疗等多个行业的正常运营, 造成高达数十亿元的直接经济损失。《重庆市数字产业发展“十四五”规划(2021—2025年)》指出, 依托重庆市良好的工业基础与制造业优势, 围绕汽摩、电子信息、装备制造等重点产业, 加快工业软件集成适配优化, 开发一批国产自主可控、面向重点行业和关键领域的建模仿真软件, 着力发展一批面向工业过程控制及管理的工业现场数据采集和应用的专业化工业软件产品, 大力推动协同办公软件国产化并加大在党政机关、国

防、城市管理等重点单位或领域的普及力度。为此, 基础软件系统支持国产系统同类产品快速替换、消除基础软件层面的潜在漏洞和后门、增强对监测敏感信息的安全防护、从基础软件层面消除安全隐患, 已经成为重庆市水土保持信息化工程建设的急迫任务。

1 国产化信息技术产业现状

“十四五”期间, 国家高度重视国产化信息技术产业的自主研发和自主可控。在芯片制造领域, 国产化进程取得了显著进展, 芯片尺寸已成功从 28 nm 缩减至 14 nm, 甚至实现了 7 nm 工艺的小批量生产。这一成就催生了众多国产芯片品牌, 例如采用 7 nm 工艺的华为鲲鹏处理器、国防科技大学研发的银河飞腾处理器、中国科学院基于 LoongISA 指令集的龙芯处理器、采用 Alpha 指令集的申威处理器、获得 AMD ZEN1 架构和 X86 指令集永久使用权的海光处理器等^[1]。

在操作系统领域, 国产软件同样展现出强劲的发展势头。麒麟软件公司研发的银河麒麟、中标麒麟和优麒麟操作系统, 广东新支点公司推出的中兴新支点操作系统, 统信公司开发的统信 UOS, 以及华为公司推出的华为欧拉和鸿蒙操作系统等, 均在各自领域内

收稿日期: 2024-09-18

第一作者: 黄嵩(1989—), 男, 重庆云阳人, 工程师, 学士, 主要从事水土保持监测与信息管理工作。

通信作者: 吴东辉(1988—), 男, 山西运城人, 工程师, 硕士, 主要从事土壤侵蚀研究、水利工程、水土保持监测信息系统建设与产品应用推广工作。

E-mail: 1009084618@qq.com

迅速发展并得到广泛应用^[2]。

国产数据库技术也在不断进步,涌现出了很多优秀的数据库产品,比如融合了关系型数据库和 NoSQL 优势的 TiDB、基于 PostgreSQL 的 openGauss、云原生的分布式数据库 GaussDB、分布式关系数据库 OceanBase、达梦数据库等。这些国产数据库在某些关键技术领域已经超越了国际竞争对手,达到全球领先水平。

在国产中间件领域,东方通、普元信息、中创软件、华为和阿里等企业在应用服务器、消息中间件、交易中间件、应用交付平台、分布式数据缓存中间件及金融级中间件等方面均有建树。这些中间件产品不仅在国内市场占据重要份额,而且在全球技术创新和服务质量上展现出了强大的竞争力。

与国外软件相比,国产软件在安全性、本地化服务、定制化适配和技术创新等方面具有明显优势^[3]。此外,这些国产软件大多基于 Linux 内核开发,具备较好的抗病毒特性。应用国产软件能够有效预防国际关系紧张导致的操作系统不可用和数据丢失风险,保障关键领域和行业的信息安全。

2 新系统的数据基础

新系统的数据来源广泛,包括实时监测数据、人工填报数据、一期系统遗留数据、国家公共地图数据等。其中,实时监测数据是基于万州付沟、渝北东河等 21 个监测站点,通过自记雨量计、径流小区自动采集系统、便携式覆盖度测量系统、多参数土壤水分传感器、雷达水位计及气象监测设备等,实时收集的降雨量、径流量、土壤水分、电导率、水位等数据;人工填报数据是借助便携式覆盖度测量系统、泵抽式径流泥沙自动监测设备、实验室仪器及其他辅助设备,获取的植被覆盖度、郁闭度、径流量、泥沙量、土壤质量等数据;一期系统遗留数据主要是系统内保存的填报数据、监测数据和整编数据;国家公共地图数据主要是系统使用的底图和矢量数据,均来源于国家公共数据源^[4]。

实时监测数据,先通过安全的数据传输链路发送至重庆市水土保持监测总站信息中心的服务器,再由接收软件对其进行解析,按照类别存储在数据采集数据库中,经数据抽取和清洗,最终被存储在业务数据库中,供进一步分析使用;人工采集的数据,通过系统的人工填报模块定期输入;一期系统遗留数据,通过创建特定的数据表或使用同构数据导入技术无缝集成到业务数据库中;国家公共地图数据,通过定制的程序直接集成到系统的前端界面,确保数据的实时更

新和易用性。

3 新系统的实现

3.1 国产化软件选择

在国产化软件选择方面,技术团队推荐选用统信 UOS。统信 UOS 在用户界面和操作习惯上与 Windows 系统有着高度的相似性,这使得用户能够轻松地从 Windows 系统过渡到统信 UOS,实现无缝切换。此外,统信 UOS 在软件生态建设上也取得了显著成就,大多数在 Windows 系统上常用的软件都能在统信 UOS 上找到对应的版本。在安全性方面,统信 UOS 基于 Linux 内核开发,提供了强大的内核级安全保障。

在数据库的选择上,技术团队推荐使用达梦数据库。与其他国产数据库相比,达梦数据库展现出卓越的兼容性,不仅支持 Windows 系统,而且完美兼容统信 UOS,与主流的 Oracle 数据库在功能上高度相似,使得开发人员能够轻松地进行平台迁移。在性能方面,达梦数据库的表现可与国外主流数据库相媲美^[5]。特别值得一提的是,达梦数据库提供了自动化的数据迁移工具,能够从 MySQL 等数据库平滑迁移数据,大大简化迁移过程。

在中间件的选择上,东方通是一个理想的选择。与其他国产中间件相比,东方通在多个行业领域有着广泛的应用,以其高安全性和高稳定性获得了市场的认可。得益于政府政策的大力支持,东方通在国产中间件市场中占据了重要的份额。

配合这些精心挑选的国产软件,用户不仅能够享受到与国际主流软件相媲美的性能和兼容性,而且能体验到更加安全、稳定且符合本土化需求的软件服务。

3.2 国产化步骤

1) 数据库迁移。先将原有的 MySQL 数据库中的表结构和数据,通过特定的迁移工具无缝迁移到达梦数据库。在迁移过程中,应确保表结构的一致性及数据的完整性。对达梦数据库 SQL 语句有特殊要求的视图进行必要的调整,以确保查询结果与原 MySQL 数据库保持一致,从而满足业务需求。

2) 代码适配。对系统代码进行修改,特别是数据库相关配置部分,以确保系统能够平滑地连接到达梦数据库,并满足所有业务需求。

3) 数据抽取优化。对前期的数据抽取代码和软件进行修改,将抽取结果的存储目标从其他数据库更改为达梦数据库,以实现数据的统一管理和优化存储。

4) 国产服务器与操作系统安装。采购了国产服

务器,并在其上安装了统信 UOS 操作系统,同时配置了所需的运行环境,为系统的稳定运行打下了坚实的基础。

5) 中间件部署。在统信 UOS 操作系统上,部署了东方通中间件,这为后续业务系统的部署和运行提供了强有力的支持。

6) 系统测试。对整个系统进行了全面的业务、性能和压力测试,确保系统在各种条件下都能保持稳定性和流畅性。

这一系列精心设计的步骤,不仅实现了系统的国产化改造,而且提升了系统的安全性、稳定性,为重庆市水土保持信息化工程建设的长远发展奠定了坚实的基础。

3.3 系统架构

新系统采用了分层架构,这一架构共包括外业基础层、内业硬件基础层、数据库层、数据层、业务层和表示层 6 层,见图 1。



图 1 新系统架构设计

1) 外业基础层。外业基础层由数据采集层和外业网络传输层组成。由部署在监测站点现场的数据采集器,根据设备配置的采集规则,执行定时或条件触发的数据采集任务^[6]。采集的要素包括降雨量、径流量、水位和泥沙量等监测数据。在外业网络传输层,数据采集器通过移动 4G 或 5G 网络、北斗卫星通信或光纤等,利用 HTTP 协议或北斗通信协议,将数据传输至中心机房服务器的接收软件中。

2) 内业硬件基础层。内业硬件基础层重点是对服务器及操作系统的国产化改造。将原有的戴尔服

务器更换为国产联想服务器,将操作系统从 Windows Server 2012 更换为统信 UOS。同时,根据网络需求对网络拓扑结构进行了优化,以确保网络的安全性、高效性和稳定性。

3) 数据库层。在数据库层,将原有的 MySQL 数据库替换为国产的达梦数据库。通过先进的数据抽取技术,从接收数据库中提取数据,经过清洗和整理存储至业务数据库中,为后续的数据调用提供坚实的支撑。

4) 数据层。数据层主要负责根据业务需求对数据库中的数据进行查询、增加、删除和更正。新系统采用 MyBatis 作为持久层框架,简化了加载驱动、创建连接等复杂过程,提高了数据处理效率。

5) 业务层。业务层是系统业务逻辑处理的核心,它连接表示层与数据层,筛选出符合要求的数据并进行特定的转换后将数据传递至表示层。为满足业务需求和国产数据库的更新需求,对业务统计、综合展示、数据填报、计算整编、设备预警、历史数据、水保公报和系统管理八大功能模块进行了改造。

6) 表示层。表示层专注于用户交互和界面展示。针对一期系统原有页面加载影像数据和矢量数据速度慢的问题,进行了概化地图处理,提升了加载速度,优化了页面展示,提升了用户体验。

3.4 主要功能

新系统主要功能有业务统计、综合展示、数据填报、计算整编、设备预警、历史数据、水保公报及系统管理等,见图 2。①业务统计,统计年降雨量和实时降雨量、水位等;②综合展示,实现控制站、径流场的基础信息、可视化信息的数据对比、空间分析等;③数据填报,主要是人工观测数据填报及审核;④计算整编,对提交的人工数据、自动监测数据依据水土保持监测规范进行计算和整编,以满足水利部整编格式相关要求^[7];⑤设备预警,包括电池电压预警、数据传输预警等;⑥历史数据,实现一期系统整编后数据的存储、查询和展示;⑦水保公报,可展示历年重庆市及下属各区县水土保持公报,并提供下载;⑧系统管理,主要是管理用户信息、站点信息及填报所需的其他基础信息等。

3.5 系统测评

在完成系统部署后,从多个维度对新系统和一期系统进行了全面评估^[8]。结果表明新系统在系统安全性、性能稳定性及成本效益上均展现出了显著的优势,为未来重庆市水土保持信息化建设和发展打下了坚实基础。

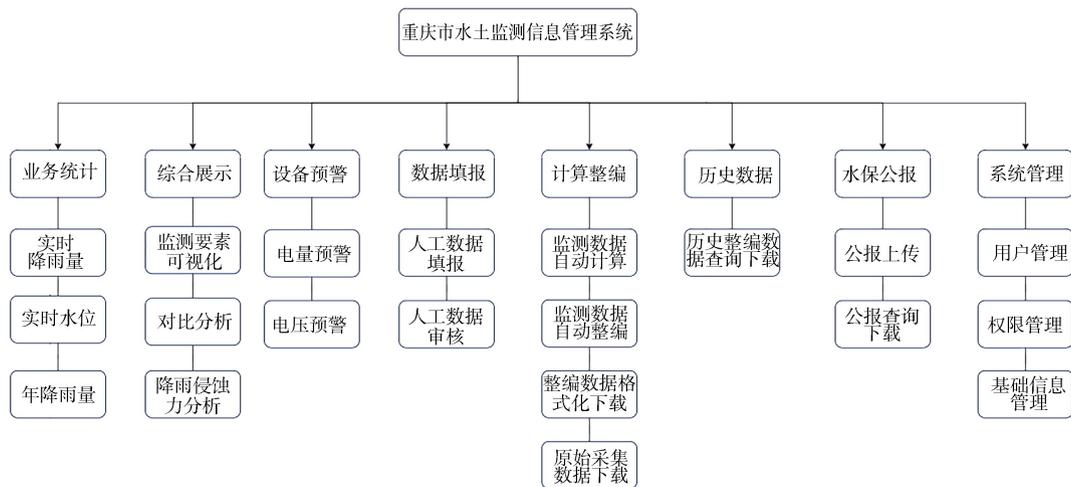


图2 新系统功能结构

1) 系统安全性。与先前的 Windows Server 2012 系统相比,统信 UOS 采用了自主可控的操作系统架构,具备包括安全启动、内核保护、应用签名机制、软硬件一体化安全机制在内的全栈系统安全防护体系。这一体系从芯片到软件、从内核到应用、从主动防御到安全合作,为新系统提供了全方位的安全保障。在数据库层面,相较于 MySQL,达梦数据库不仅提供了访问控制、数据加密、安全审计等高级安全功能,而且在安全级别上也有所超越。此外,东方通中间件作为自主研发的产品,完全可控,其漏洞数量远低于 Tomcat。综合来看,新系统在安全性方面显著优于一期系统。

2) 性能稳定性。相较于 Windows Server 2012,统信 UOS 性能表现更为出色,特别是内存拷贝性能提升了 70%,文件读写性能提升了 4%。达梦数据库的兼容性和写入性能均优于 MySQL。经过国产化改造的新系统页面加载速度提升了 4%,并且在试运行期间表现出优异的稳定性,没有出现任何停机或安全事故。

3) 成本效益方面。在成本效益分析中,国产服务器、操作系统、数据库和中间件的费用均低于国外同类产品。国产化改造的总成本比原有系统降低了 20%,这不仅体现了国产软件的经济性,也显示了其在性价比方面的优势。

4 结束语

以重庆市水土保持监测信息管理系统为例,通过实施操作系统、数据库、中间件及应用系统的国产化改造,不仅显著增强了系统的自主可控能力,确保了数据的安全性与稳定性,而且大幅提升了系统运行的可靠

性与效率。在经济效益方面,国产化进程有效降低了系统升级与维护的经济负担,为重庆市水土保持监测工作的可持续发展提供了坚实的技术支撑。随着国产操作系统及其应用生态的不断成熟与发展,将会有更多领域的信息系统加入国产化行列。国产化信息系统凭借其高性价比、定制化服务及快速响应市场变化的能力,将在信息化市场中展现出独特的竞争力和广阔的发展前景。

参考文献:

- [1] 崔建岷,卢志强,赵恬,等. 交通企业信息系统国产化改造路线[J]. 科技与创新,2023(18):169-172.
- [2] 蔡友保,陈翼,冯暄,等. 科技政务信息系统国产化改造方案研究[J]. 技术与市场,2023,30(3):5-9.
- [3] 黄斯阳. 信息系统国产化改造及与发展探究[J]. 数字通信世界,2023(7):68-70.
- [4] 路炳军,袁爱萍,段淑怀. 北京市水土保持监测网络建设与成效[J]. 中国水土保持,2010(6):9-10,21.
- [5] 全鑫,杨晓冬,金正晗. 铁路信息系统国产化改造方案及建议[J]. 铁路计算机应用,2021,30(11):26-31.
- [6] 衣强,刘瑛娜,吴东辉,等. 基于物联网的河南省水土流失监测数据整编和可视化系统构建[J]. 中国水土保持,2020(12):63-66.
- [7] 水利部水土保持监测中心. 径流小区和小流域水土保持监测手册[M]. 北京:中国水利水电出版社,2015:83-89.
- [8] 房涛,李莉,崔冰. 电力信息系统国产化改造的设计和实现[J]. 陕西电力,2010,38(12):59-62.

(责任编辑 李杨杨)