



超融合双活数据中心在血站的应用研究

——尹艳平 张大伟 何叶 唐飞 朱思刚 崔欣 孙瑞

【摘要】 基于采供血行业特点,结合贵州省血液中心信息化基础设施建设现状及信息化发展需求,以提升业务连续性、提高数据安全性、降低建设成本为导向,建设了超融合双活数据中心。当主备机房其中一个发生故障时,业务可在5 s内将故障节点会话切换至正常节点,前端业务使用无感知,可有效保障采供血业务的连续性和数据安全,为推进血站现代化建设奠定了基础。

【关键词】 超融合双活数据中心;血站;信息化建设;数据安全

中图分类号:R197.6;R331.1

文献标识码:B

Research on the Application of Hyper-Converged Active-Active Data Center in Blood Station/YIN Yanping, ZHANG Dawei, HE Ye, et al. // Chinese Health Quality Management, 2025, 32(5): 86-89

Abstract Based on the characteristics of the blood collection and supply industry, combined with the current status of information technology infrastructure construction and development needs of the Guizhou Blood Center, an hyper-converged active-active data center was established with the demand orientation of enhancing business continuity, improving data security, and reducing construction costs. When a failure occurs in one of the primary and backup machine rooms, the business can switch the session of the failed node to a normal node within 5 seconds, ensuring seamless front-end business operations. This effectively safeguards the continuity of blood collection and supply business and data security, providing conditions for advancing the modernization of blood station.

Key words Hyper-Converged Active-Active Data Center; Blood Station; Information Construction; Data Security

First-author's address Guizhou Blood Center, Guiyang, Guizhou, 550002, China

随着云计算、物联网、大数据、移动互联网、人工智能等新技术的逐步应用,社会整体信息化水平提高,以保障血液安全为前提,提高采供血效率,改善献血者体验,为医疗机构提供更加便捷、高效的血液供应服务,成为血站信息化建设的主要内容^[1-3]。这就对采供血业务连续性以及血站数据中心资源配置、运维管理、可靠性、安全性、可扩展性、兼容性等方面提出了更高要求。传统的异地容灾备份方案在保障数据安全和业务连续性等方面发挥了一定作用,但存在切换停机导致业务中断、资源利用率低等问

题^[4]。因此,建设数据中心,实现业务系统的高可用性,提高资源利用率,提升数据安全性尤为重要。

1 现状分析

1.1 现有数据中心问题分析

随着信息技术的发展,贵州省血液中心数据中心经历了从服务器单机模式到服务器集群模式的演变,选用3台小型机承载采供血业务,多台X86服务器运行实验室信息管理系统、成分聚合平台等配套业务,提高了采供血业务系统的稳定性和数据处理服务能力,在提高

性能和高可用性等方面具有一定优势,但也存在一些不足,主要表现在:(1)服务器节点数量较多,部署和维护难度大;(2)服务器集群不仅需要较高性能的服务器,还需要配备相关存储设备和网络设备等,软硬件采购成本高;(3)每个应用系统使用一台或多台服务器和存储设备,无法根据采供血业务工作需求灵活调整资源配置,导致资源利用率低;(4)现有数据中心采用硬件服务器+存储方式,整体架构复杂,信息技术资源缺乏弹性扩容能力;(5)无法实现“互联网+”新业务的快速上线^[5];(6)机房空间占用和能源消

耗大;(7)主备机房切换存在业务中断时间,影响采供血业务运行,业务连续性差。

1.2 数据中心架构对比分析

随着信息技术的不断进步,数据中心的发展经历了多个阶段,信息技术基础架构也在不断演进,以满足用户的多重需求^[6]。传统数据中心基础架构资源由不同品类的硬件服务器、外置存储设备和硬件交换机等构成,采用垂直架构,各系统采用独立的物理服务器,一般情况下一台服务器承载一个应用,产生的数据通过传统交换机传输到单独存储设备^[7],存在资源浪费、扩容难度大、运维管理复杂等问题。虚拟化数据中心采用传统的基础交换设备、服务器和存储设备,通过服务器虚拟化软件与硬件搭建,整体架构仍然是垂直结构。超融合数据中心采用虚拟化软件,在 X86 服务器硬件上实现网络、计算、存储、安全等资源的弹性分配。各种数据中心架构对比见表 1。

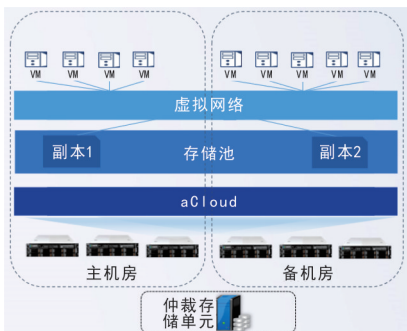
2 超融合双活数据中心建设

基于采供血行业特点,结合贵州省血液中心信息化基础设施建设现状及信息化发展需求,经过充分调研分析,最终选择在主机房和备机房建设超融合双活数据中心。超融合双活数据中心是基于分布式架构的超融合基础设施,采用超融合集群跨站点延伸技术,实现计算层和存储层的高可用性架构,并结合负载均衡设备实现物理网络与虚拟化网络的统一编排与调度。

2.1 整体设计

超融合双活数据中心分别从计算、存储和网络 3 个层面建设超融合

私有云平台,分别部署在主备机房,部署双活数据中心仲裁节点,主机房与备机房搭建业务双活,实现业务无缝衔接,确保在发生故障或灾难时,业务能够持续运行,数据不会丢失。超融合双活架构如图 1 所示。



注: VM (Virtual Machine) 即虚拟机。

图 1 超融合双活架构示意图

2.2 超融合私有云平台建设

超融合基础设施将计算、网络和存储等资源作为基本组成元素,依托超融合技术将数据中心简化为两种设备,即 X86 服务器和交换机。在同一套单元节点(X86 服务器)中融入软件虚拟化技术(包括计算、网络、存储、安全等虚拟化),每一套单元节点可以通过网络聚合起来,实现模块化的无缝横向扩展,构建统

一的资源池。中心主备机房分别配备 3 台超融合一体机(X86 服务器)和 2 台超融合交换机,构建超融合私有云平台,主备机房之间采用万兆光纤相连,并打通二层网络,网络延时 ≤ 1 ms。

2.3 双活集群建设

2.3.1 应用双活

将采供血应用架构部署为双节点集群,启用集群运行互斥策略,确保两个节点始终分别运行在主备机房。数据库部署为 Oracle RAC 架构,RAC(Real Application Cluster,实时应用集群)节点分别部署在不同的数据中心,启用集群运行互斥策略,确保两个数据库节点分别运行在主备机房。架构调整后,当主机发生故障时,核心业务系统的双节点将自动切换,实现业务无缝对接,保障核心采供血业务系统的持续性和稳定性。

2.3.2 存储双活

中心主备机房采用延伸集群存储双活方案,采供血业务系统数据库虚拟机采用三副本存储策略,其他虚拟机采用双副本存储策略,业

表 1 各种数据中心架构对比

数据中心	资源利用率	可靠性	扩展性	数据安全性
传统数据中心	利用率低,存在资源浪费	通过每个硬件组成部分构建一个双机加应用的双机集群(Highly Available,HA)架构实现	需要停机扩容,影响业务的正常运行,且存储扩容复杂	主要依赖于传统硬件存储的独立磁盘冗余阵列(Redundant Array of Independent Disks, RAID)技术和第三方数据备份软件
虚拟化数据中心	利用率较高,需外置硬件存储	依托于 Center 管理中心的方式,存在管理中心故障而影响整个平台稳定性的风险	可以加硬件服务器和虚拟化软件授权,但存储扩容复杂	主要依赖于 RAID 技术,但 RAID 技术是单主机层面技术,如果主机的 RAID 卡损坏,则数据丢失风险高
超融合数据中心	利用率高,将网络、计算、存储、安全组成资源池,可根据实际应用需要划分资源	采用分布式管理平台,任何单一节点故障都会重新选取平台的主控节点,实现无缝接管	可以实现横向和纵向两个维度的扩展,当平台资源不足时,除可以增加每个节点上的内存和磁盘资源外,还可以横向扩展超融合节点实现平台的无中断扩容	通过超融合存储虚拟化提供的数据多副本,并结合快照、备份、数据重构技术,即使在人为误操作或者硬件损坏情况下,仍能保证数据不丢失

务数据同步写入两个数据中心。业务正常运行时,优先访问本地数据副本,当本地数据副本无法访问时,切换为访问异地数据中心。当一个数据中心故障时,可在另一个数据中心 HA 拉起延伸集群内故障的虚拟机,并访问数据副本 2,最大化保护业务系统的连续运行。当故障数据中心恢复上线后,会将差异数据同步至原故障数据中心,实现数据双活,达到数据零丢失目标。存储双活架构如图 2 所示。

2.3.3 网络双活

中心主备机房分别部署一台核心交换机,采用堆叠技术实现冗余备份。超融合交换机做堆叠,上连核心交换机。楼层汇聚交换机采用双链路连接核心交换机,分别接入主备机房,当其中一台交换机发生故障时,不影响终端网络接入。

2.4 数据容灾

超融合双活架构实现了应用双活,为确保当主备故障域都发生故障时的数据安全,部署 Oracle DataGuard 作为数据库备机,实现生产环境的数据实时同步,确保故障发生时可以在最短时间内完成主备数据库切换,保证数据不丢失。同时,将采供血业务系统数据库备库虚拟机挂载外置存储,定期将数据库文件备份至外置存储设备,可以通过文件传输协议方式查看及下载备份文件,提升核心业务数据的安全性。

2.5 安全建设

超融合双活架构将安全资源虚拟化,部署防火墙、安全运维审计、日志审计、数据库审计等虚拟化安全组件,在业务虚拟机之间部署分布式防火墙进行东西向流量防护。同时,部署服务器安全管理系统,第

一时间精准发现服务器安全威胁及入侵事件,有效防止各类恶意入侵及破坏性攻击,加强对服务器主机的综合防护。

3 应用效果

3.1 可用性及安全性提高

中心采供血信息主系统由原来的单机应用及单实例数据库部署调整为业务双活,实现了主系统的高可用性;同时,将实验室信息管理系统、成分聚合平台等配套业务迁移至双活集群,保障了业务的安全性、可靠性。经应急演练测试,当设备设施故障或主机房网络故障时,业务可在 5 s 内将故障节点会话切换至正常节点,实现无感知切换。当虚拟机运行异常或虚拟机运行所在主机离线时,可在 10 s 内快速重启切换恢复虚拟机,保障业务的连续性。仲裁节点或机房间的链路故障时,虚拟机正常运行,不受影响。当主(备)故障域需进行计划内硬件维护时,将主(备)故障域内的业务系统手动迁移到备(主)故障域,迁移期间不影响业务正常运行。故障数据中心恢复上线,差异数据同步至原故障数据中心后,进行虚拟存储

数据副本一致性检测,所有副本数据一致,可有效保障业务数据安全,达到了数据恢复点目标为零、业务恢复时间目标接近零的建设目标。

3.2 资源利用率及扩展能力提升

原数据中心采用硬件服务器+存储方式,采供血业务系统及配套系统共使用 11 台物理服务器和 3 套磁盘阵列,新增业务需要新购置物理服务器,而实际运用中服务器的可用处理能力仅被利用到 20% 左右^[8]。超融合双活建设仅配备 6 台超融合一体机,即可满足采供血业务系统、配套系统及运维管理所需 16 台虚拟机的运行,并预计能满足未来 3 a~5 a 的增长需求,实现了业务双活,解决了单台服务器资源浪费问题。同时,与物理机比较,各虚拟机的中央处理器核心数、主频及内存等配置参数均有所改善,从而提高了并发处理能力和处理效率。此外,还可以根据使用情况动态调整虚拟机配置,当存储容量不足时,通过主机添加磁盘方式即可纵向扩展分布式存储容量,无需替换式更新,且支持热添加虚拟机,可以在不影响业务正常运行的情况下直接扩容^[9],实现新业务

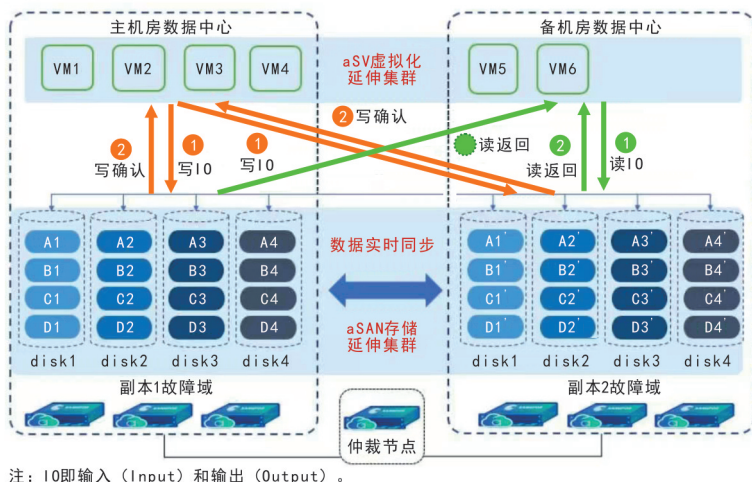


图 2 存储双活架构示意图

的快速上线。

3.3 智慧化管理水平提高

超融合双活建设较大地提高了血站的智慧化管理水平。一是可以通过网页编排方式进行超融合内部的虚拟网络组网,为不同业务系统创建专属逻辑网络,实现快速业务发布及精细化网络管理和业务隔离。二是提高了管理和运维效率。如:超融合平台能够对集群硬件状态和虚拟机的资源使用情况进行集中化监测,出现故障时可精准告警故障部件;超融合平台可对系统运行状态、系统配置及硬件健康进行一键检测,降低了运维人员的工作难度;当需要进行主备故障域计划内迁移时,只需在主备故障域之间、主备故障域与仲裁节点之间链路正常及一键检测没有异常的情况下,将主备故障域内虚拟机迁移至目前位置,即可进行故障处理。

4 讨论

随着数字化转型的加速,企业的业务经营活动越来越多地依赖于数据中心等基础设施,“全天候”业务连续性运营成为企业追求的目标,如何实现减少甚至消除正常和非正常的停机对业务可用性造成的影响,是企业决策层高度关注的工作。在此背景下,双活数据中心逐渐成为数据中心建设的趋势。

贵州省血液中心超融合双活数据中心已使用近两年,运行稳定,较大地提高了信息系统的性能和安全等级,提高了资源使用的灵活性,提升了运维管理效率,减少了数据中心在空间、能耗、服务器等方面的投入。使用期间进行多场景应急演练,均达到了预期演练目的,可以有

效保障核心采供血业务系统的持续性和稳定性。

随着信息技术的发展,采供血行业需不断持续改进,提高智慧化管理水平,推进血站现代化建设。建议从以下方面努力:第一,加强网络管理。持续加强应急预案建设,多维度全方位梳理并不断细化应急场景,保证应急预案全面覆盖^[10]。可以考虑采用网络管理软件,将网络设备和网络安全设备进行集中监测,及时发现并处理网络问题。同时,需加强外置存储业务数据备份的检查与数据恢复演练,避免超融合架构整体故障时数据丢失情况发生。第二,持续优化数据中心建设。本次建设双活节点均位于单位内部,仲裁节点位于备机房,因没有满足仲裁节点运行的第三方环境空间,故未在第三方部署仲裁节点,当备机房发生自然灾害或火灾等极端情况时,业务虚拟机会保持挂起状态,从而影响业务运行。因此,应在满足仲裁节点与集群间链路网络要求的前提下,考虑设立第三方仲裁节点^[6]。同时,建立异地容灾系统,避免灾难发生时关键业务数据丢失。第三,推进国产化改造。本次超融合双活数据中心建设的设施设备采用国产品牌,但芯片、存储、基础软件等仍是国外公司产品。随着信息技术应用创新产业的发展,结合国家政策要求,采供血行业面临着信息系统的国产化改造挑战,届时将涉及国产基础软硬件的适配、选型、数据迁移和应用上线等^[11]。而采供血行业因血液资源稀缺、血液产品质量要求严格等特殊特性,对国产化改造提出了更高要求。需制订符合行业特性的改造方案,按步骤分阶段改造,保障业务不间断安全稳定运行。新建数据中心可选择

国产超融合设备,完成基础软硬件和采供血信息系统的适配验证后再行建设部署。

参考文献

- [1] 韩浙东,郑悦,徐烨彪,等.智慧血站建设中的全血采集无纸化探索与实践[J].中国输血杂志,2023,36(10):957-960.
- [2] 李智成,贺国林,田耘博,等.血站网络架构改进与应用效果分析[J].中国卫生质量管理,2021,28(11):91-93.
- [3] 刘蓉莉,杜英,宋春苗.“互联网+”模式下智慧化服务对献血者血液复检合格率及满意度的影响[J].山西医药杂志,2023,52(23):1790-1793.
- [4] 李彬,苏悦洪,麦子铭,等.医院双活数据中心的设计和应用[J].医学信息学杂志,2017,38(2):33-37.
- [5] 吴风富,黄碧香,宋莹,等.火神山医院信息化建设思考及展望[J].中国卫生质量管理,2020,27(5):10-19.
- [6] 陈荣山,姚婕,吴昊.从单机到双活数据中心建设的思考[J].科技创新与应用,2023(5):169-172.
- [7] 邹丹,邱春旭,郑荣添,等.基于超融合架构的虚拟化平台在新建医院的应用实践探索[J].中国数字医学,2022,17(8):52-56.
- [8] 陈乃阔,李保来,吴登勇.国产自主服务器的虚拟化技术研究[J].工业控制计算机,2014,27(9):48-49.
- [9] 尹艳平,唐飞,朱思刚.血站网络升级改造与管理实践[J].电脑与信息技术,2023,31(1):61-64.
- [10] 李小庆.双活数据中心的构建及运维[J].金融科技时代,2016(1):15-19.
- [11] 全鑫,杨晓冬,金正哈.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.

通信作者:

唐飞:贵州省血液中心业务信息管理科科长

E-mail:326196107@qq.com

收稿日期:2024-09-18

修回日期:2024-11-14

责任编辑:吴小红