 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i1.9040

Deployment and Practice of Enterprise Multi-Service Servers Based on Hyper-Converged Infrastructure

Shun An Deshuai Yan

Shandong Erye Pharmaceutical Co., Ltd., Heze, Shandong, 274100, China

Abstract

As the core infrastructure for enterprise digital transformation, hyper-converged infrastructure (HCI) integrates computing, storage, and network resources to create a unified, intelligent, and scalable resource platform. It not only dismantles the isolation and rigidity of traditional "siloed" systems but also demonstrates revolutionary advantages in resource consolidation, operational management, business continuity, and cost control. In diverse business scenarios across manufacturing, healthcare, and education, this architecture has successfully supported high-performance, highly available core systems, achieving systematic optimizations in response speed, resource utilization, and total cost of ownership. Its key technical framework and flexible deployment models provide replicable advanced paradigms for building agile, reliable, and efficient IT infrastructures, significantly driving business innovation and intelligent transformation.

Keywords

hyper-converged infrastructure; enterprise multi-service; software-defined infrastructure

基于超融合架构的企业多业务服务器的部署与实践

安顺 闫德帅

山东二叶制药有限公司，中国 · 山东 菏泽 274100

摘 要

超融合架构作为企业数字化转型的核心基础设施，通过深度融合计算、存储、网络资源，构建了统一、智能、弹性的资源供给平台。它不仅彻底解构了传统“烟囱式”系统的孤立与僵化，更在资源整合、运维管理、业务连续性与成本控制层面展现了革命性优势。在制造业、医疗、教育等多元化业务场景的实践中，该架构成功支撑了高性能、高可用的核心系统，实现了从响应速度、资源利用率到总体拥有成本的系统性优化。其关键技术体系与灵活的部署模式，为企业构建敏捷、可靠、高效的IT基础架构提供了可复制的先进范式，有力推动了业务创新与智能化转型。

关键词

超融合架构；企业多业务；软件定义基础设施

1 引言

近年来，为加速产业数字化与智能化升级，国家在“十四五”规划和“新基建”战略布局中，明确将数据中心、云计算、工业互联网等数字基础设施作为发展重点。工信部等部门联合印发的《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》明确提出，要推进数据中心从存储型向计算型升级，推动云边协同，提升资源利用率和算力服务品质。

【作者简介】安顺（1988–），男，中国山东曹县人，本科，助理工程师，从事超融合架构在企业的多业务服务器部署与GMP合规实践研究。

2 超融合架构与多业务服务器部署方案

2.1 超融合架构硬件与软件选型

凭借对公司的业务负载的深入的了解后，我们的超融合集群就将 4 台标准的 x86 的服务器作为其的一般的节点组成，单个的节点的配置也就逐渐的明朗了：CPU 方面我们就选用了 Intel 的 Xeon 的 Silver4214（就 12 核 24 线程的配置来满足我们的多业务的并发的算力需求），内存方面我们就将 128GB 的 DDR4 的内存都配置了上去（并且都支持了 ECC 的纠错的功能，从而也就对我们的数据库与分析系统的稳定性的保障都得到了很好的保证）。同时我们也将存储的架构也采用了“2 块 1TB 的 SSD（作为缓存层）+6 块 3TB 的 HDD（作为容量层）”这样的混合的架构来更好的满足了我们的数据的高效的存取与快的检索；另外网络的适配我们也将 2 块 25GbE 的万兆的网卡都配置了上去（从而也就对我们将要部署的 OpenLab、Waters 等大数据的传

输都无瓶颈了）等等。通过对软件的配置，我们将 VMware 的高性价比的 vSphere 6.7（其对各类的业务系统的虚拟机的部署都有着很好的兼容性）作为虚拟化的平台，结合了 VMware 的 vSAN 6.6 的分布式存储的优势，实现了对存储的资源的池化的高效的利用，同时又将 Veeam 的 Backup & Replication 10 作为我们的备份系统，它既可以对虚拟机的全量的备份，又能对其实现到增量的备份，从而充分的满足了 GMP 对备份的时效性的要求。

2.2 多业务服务器的超融合平台部署策略

针对不同业务系统的 “算力需求、兼容性、安全性” 差异，在超融合平台采用 “资源按需分配 + 隔离部署” 的策略，具体部署方案如下：

AD 域控服务器：通过部署 2 台虚拟机（主备模式），每台配置 2vCPU、32GB 内存、100GB 存储，通过 vSphere HA（高可用）功能实现主节点故障时 1 分钟内自动切换至备用节点，从而为公司 500+ 用户（可替换为实际用户数）的身份认证、权限管理不中断工作；同时将 AD 域控虚拟机部署在独立的虚拟网络（VLAN 100），限制与其他业务系统的直接通信，大大降低 AD 域控身份信息泄露的风险。

重要业务服务器：为 OpenLab、Waters（气相、液相）业务提供高效的服务支撑，我们分别部署 2 台高性能虚拟机 —— 配置 2vCPU、32GB 内存、500GB SSD 存储（提升数据读取速度），并通过 vSAN 存储策略设置 “2 副本 + SSD 缓存”，确保实验数据写入与分析过程无延迟；同时，为满足 GMP 对“实验数据不可篡改”的要求，对部署的虚拟机禁用本地磁盘写入权限，将所有数据直接存储至分布式存储池中，并开启存储审计日志，记录每一次数据读写操作。

一卡通与打印服务器：通过 vSphere 的资源调度的功能，在一卡通的早高峰（上班打卡的那些时段，尤其是 7:30-8:30 的那段时间）就自动的为其分配了另外的 2vCPU 的算力，从而避免了因打卡的系统的卡顿而给用户带来的不便，而一卡通的非高峰时段则将这些分配的资源又回收给了打印的服务器，从而大大提升了对这些“轻负载”的资源的利用率。

数据库服务器：基于公司 OpenLab 业务系统的分布式架构，通过部署 1 台虚拟机，配置 16vCPU、64GB 内存、2TB 存储，采用 “vSAN Raid 5” 存储策略（兼顾容量与可靠性），并通过虚拟机磁盘加密（AES-256 算法）保护敏感数据；同时，数据库虚拟机与其他业务虚拟机通过 SDN（软件定义网络）划分独立 VLAN（VLAN 20），仅开放数据库访问端口，防止未经授权访问。

3 基于 Veeam 的备份体系构建与 GMP 合规适配

3.1 多业务服务器的分级备份策略

通过对核心业务数据安全性的深入了解，结合各系统的重要性与数据更新频率等因素的分析研判，对 Veeam 备份服务器制定了相应的备份策略：

通过对数据库服务器、OpenLab 系统、Waters 系统等业务系统数据，高频（日均更新数据 100GB+）更新的特点分析，采用了 “每日增量备份 + 每周全量备份” 的备份策略。备份文件存储至超融合集群外接的独立存储阵列（容量 10TB），从而有效避免由于数据备份所对应的存储资源与业务数据共用存储资源所带来的各种风险。

Veeam 备份服务器通过 “应用感知备份” 技术，确保备份过程不影响业务运行 —— 备份数据库服务器时，自动暂停数据库写入操作（仅需 10 秒），完成增量数据捕获后立即恢复写入，用户无感知备份过程；备份 OpenLab 系统时，可直接读取 vSAN 存储快照，避免对虚拟机性能造成占用。

3.2 GMP 导向的备份数据恢复测试实践

作为医药生产企业，需满足 GMP 对“数据备份与恢复”的合规要求 —— 需证明备份数据可成功恢复，且恢复后的数据完整性、准确性符合规范。公司建立 “年度恢复测试” 机制：

年度恢复测试：每年 7-8 月选取 3 类核心业务服务器（数据库、OpenLab、Waters）的备份数据进行全量恢复测试，测试流程如下：

搭建独立的测试环境（与生产环境配置一致的超融合节点），避免影响生产业务；

从 Veeam 备份服务器调取 3 个月前的全量备份数据（模拟历史数据恢复场景），执行恢复操作；

对系统恢复完成后，我们通过核对数据库数量、用户信息等信息与备份前一致；OpenLab 系统需测试色谱图谱文件可正常打开、分析功能正常；对 Waters 系统验证历史检测数据可追溯至原始操作记录等，都做了充分的验证；

依托于对数据库恢复时长（数据库恢复平均耗时 45 分钟，OpenLab 系统恢复耗时 30 分钟）与通过率，形成《数据恢复测试报告》，留存备查。

2022-2025 年度，公司共开展 4 次年度恢复测试，备份数据恢复成功率 100%，测试通过率 100%，完全符合 GMP 对 “数据可恢复、可追溯” 的管理要求。

4 超融合架构在企业多业务服务器中的实践应用

4.1 制造业智能产线系统实践

制造业智能产线系统对 IT 基础设施的性能、稳定性和实时性要求极高（如图 1）。东风汽车零部件集团采用超融合架构支撑 ERP、MES、WMS 等核心生产系统，将原有分散部署的 30 台物理服务器整合为 5 节点超融合集群。部署过程中，采用“双活数据中心 + 边缘节点”的拓扑结构，核心层在武汉总部数据中心部署 4 节点集群，灾备层在襄阳数据中心部署 3 节点集群，边缘层在十堰、襄阳、武汉三大工厂各部署 2 节点微型集群。通过 VXLAN 构建 Overlay 网络，主备中心间采用 100Gbps 裸光纤直连，分支机构通过 IPSec VPN 接入，实现网络资源的统一管理与自动化配置。



图 1 制造业智能产线

数据迁移采用“三级渐进式迁移法”，第一阶段利用 VMware vMotion 迁移工具批量迁移非关键业务虚拟机，第二阶段通过在线迁移技术实现 ERP 系统迁移，第三阶段针对 Oracle RAC 数据库采用双活架构，最终切换窗口仅需 127 秒。实践效果显示，ERP 系统响应速度提升 40%，存储延迟从 15ms 降至 3ms，备份窗口由 8 小时压缩至 1.5 小时，年度运维成本降低 35 万元。双活架构实现产线系统零中断升级，满足制造业对业务连续性的高要求。超融合架构的横向扩展能力支持产线系统快速扩容，新增节点可在线加入集群，无需停机，保障生产连续性。通过统一管理平台，实现计算、存储、网络资源的集中监控与智能调度，提升运维效率 60% 以上，为智能制造转型提供坚实的技术支撑。

4.2 医疗行业影像平台实践

医疗行业影像平台对数据存储容量、访问速度和安全性要求极高。北京协和医院采用超融合架构支撑 HIS、PACS、LIS 等核心医疗系统，构建同城双活容灾架构。部署方案采用全闪存配置，单节点配 2 × Intel 至强铂金 8380 处理器、1.5TB 内存、25TB NVMe 闪存，通过分布式存储技术实现数据三副本存储，确保数据高可用。网络配置采用 25GbE 网卡，构建高速存储网络，保障影像数据快速调阅。

安全防护方面，通过三副本机制、数据加密和访问控制，满足医疗行业等保 2.0 三级安全要求。实践效果显示，影像调阅速度提升 5 倍，业务连续性达 99.99%，机房空间节省 60%。超融合架构的横向扩展能力支持医院业务快速增长，新增节点可在线加入集群，无需停机扩容，保障医疗服务的连续性。通过统一管理平台，实现医疗数据的集中存储与快速访问，支持 PACS 系统存储海量影像数据，满足放射科、病理科等科室对影像调阅的实时性要求。容灾架构确保在单数据中心故障时，业务自动切换到备用中心，实现 RPO=0、RTO<15 分钟的高可用保障，为患者提供不间断的医疗服务。资源池化技术实现计算、存储资源的按需分配，支持医院业务系统的弹性扩展，满足医院信息化建设的长期发展需求。

4.3 教育行业虚拟桌面实践

教育行业虚拟桌面场景对资源弹性和管理效率要求较高。清华大学采用超融合架构支撑 VDI 虚拟桌面系统（如图 2），构建统一资源池，支撑数千个虚拟桌面并发运行。部署方案采用混合存储配置，SSD 作为缓存层加速桌面启动和热点数据访问，HDD 作为容量层存储用户数据。网络配置采用 10GbE 网卡，构建高速网络环境，保障桌面访问流畅性。资源调度方面，通过动态资源调度技术，根据用户负载动态调整资源分配，避免资源浪费。



图 2 VDI 虚拟桌面系统图

安全防护方面，通过多租户隔离、数据加密和访问控制，保障用户数据安全。实践效果显示，虚拟桌面部署时间从传统架构的 2 小时压缩至 5 分钟，资源利用率提升至 75% 以上，运维成本降低 40%。超融合架构的横向扩展能力支持学校业务快速增长，新增节点可在线加入集群，无需停机扩容，保障教学服务的连续性。通过统一管理平台，实现虚拟桌面的集中部署与管理，支持教学、科研、办公等不同场景的虚拟桌面需求。资源池化技术实现计算、存储资源的按需分配，支持虚拟桌面的弹性扩展，满足学校在不同学期、不同课程对虚拟桌面资源的需求变化。

5 结语

超融合架构以其深刻的集成性和平台化能力，正在重塑企业 IT 基础设施的构建与管理模式。从制造业的精益生产到医疗行业的影像协同，再从教育场景的资源分发，其实践应用充分证明了其在复杂业务环境中的普适价值与强大支撑力。它解决了传统架构资源孤岛、运维复杂、扩展困难等问题，通过软件定义核心技术，为企业带来敏捷性与韧性。

参考文献

[1] 顾桦杰.高校中的服务器超融合技术应用分析[J].信息与电脑, 2024, 36(15):139-141.

[2] 刘昇,毛海镰,刘晓宇,等.一种基于超融合平台卷包集控系统管理[J].中国科技信息, 2025(7).

[3] 甘祖平,赵伟光,李前义.一种对称架构的超融合云计算微模块:CN2017114250 12.9[P].

[4] 裴明哲,张志刚,郑春光,等.基于超融合架构的数据中心设计[J].信息记录材料, 2024, 25(1):29-31.