 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i7.11406

Design of Government Cloud Storage Infrastructure and Practices for High-Availability Hierarchical Optimization

Zhiyi Xie[1] Qiuli Zhang[2] Jinming Jia[1*]

1. China Telecom Corporation Limited Jiaxing Branch, Jiaxing, Zhejiang, 314000, China
2. Ningbo Bank Co., Ltd. Jiaxing Branch, Jiaxing, Zhejiang, 314000, China

Abstract

In 2023, our company won the bid for the cloud construction project of County B's government. As the project leader, I participated throughout the technical transformation and layout activities. Based on the development and construction requirements of the government cloud, the technical team conducted a comprehensive review of the network structure, virtualization hardware, and storage modules. After discussions and validation, the project team decided to deploy the cloud primary hard drive using an FC-SAN solution and to create the government cloud storage module with a NAS solution. This article, based on the above technical solutions, attempts to explore cloud storage infrastructure design methods from the dimensions of technology selection, data storage, and security backup, aiming to build a high-availability layered optimization path. The goal is to comprehensively enhance the government cloud storage capability, improve the stability, efficiency, and standardization of government operations, and ensure that the technical solutions meet expectations.

Keywords

cloud platform deployment; development and construction; technological transformation

政务云存储基础设施设计与高可用分层优化实践

谢治毅[1] 张秋丽[2] 贾金明[1*]

1. 中国电信股份有限公司嘉兴分公司，中国 · 浙江 嘉兴 314000
2. 宁波银行股份有限公司嘉兴分行，中国 · 浙江 嘉兴 314000

摘　要

我公司2023年中标B县政府云建设项目，本人作为项目负责人，全程参与技术改造与布局活动。基于政务云的开发建设要求，技术团队对网络结构、虚拟化硬件、存储模块进行了全面梳理，经过研讨与验证，项目组决定FC-SAN方案布设云主硬盘，借助NAS方案打造云政务存储模块，文章以上述技术方案为基础，尝试从技术选型、数据存储、安全备份等维度出发，探索云存储基础设施设计方法，打造高可用分层优化路径，旨在全面提升政务云存储能力，针对性政务院运行的稳定性、高效性和规范性，确保技术方案符合预期。

关键词

云平台搭建；开发建设；技术改造

1 引言

我公司位于 XX 市，作为网络运营商分公司，下设两座分局与五座县局，公司业务涉及政府 ICT、无线通讯等各类业务。为适应云计算技术的发展趋势与使用需求，我公司持续加大云业务的资金、技术投入，先后共参与 XX 市政务云、A 县政务云、XX 市国土局等多个项目，在项目参与过程中，积累了大量的实践经验。2023 年，我公司成功中标 B 县政务云项目，该项目共计投入资金 1200 万，要求在 6 个月的建设周期内，搭建起安全性高、可靠性强的政务云平台。

建设一座私有云，不仅要考虑网络结构、虚拟化硬件 / 软件，存储的设计和施工也是尤为重要。存储系统是政务云的数据基石，其性能、可靠性和安全性直接决定了上层应用的体验和政务数据的安全。在该项目中，我和项目组同事通过详细的讨论，根据安全性、可靠性、可拓展性和经济性等原则，决定采用 FC-SAN 来承载 B 县政务云的云主机硬盘，采用 NAS 方案来满足 B 县政务云对大容量文件存储的需求。下面是我从项目目标与质量控制的角度出发，对 B 县政务云存储系统进行的规划与设计 [1]。

【作者简介】谢治毅（1988–），男，中国浙江嘉兴人，硕士，副高级工程师，从事网络通信技术研究。

【通讯作者】贾金明（1982–），男，中国浙江嘉兴人，本科，工程师，从事信息系统集成研究。

2 项目需求分析与设计原则

基于需求调研，我们确立了以下五项核心设计原则：

1. 数据安全性：严格遵循《中华人民共和国数据安全法》《信息安全技术网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239）相关规范，结合政务数据涉密性、敏感性特点，构建“分层防护、全生命周期管控”的安全体系。

2. 业务可靠性：着眼政务云使用对象、使用场景，在功能设置、框架优化过程中，应当做最大程度地保障业务的可靠性与完整性。

3. 可扩展性：立足数字政府建设要求，综合考量 B 县政府目标定位，技术团队按照芯云解耦、弹性扩展的基本思路，通过预留技术的应用与升级，做好资源接口的拓宽。

4. 经济性：综合项目的成本投入情况以及容错率，技术人员选用成熟度高、稳定性好、性价比优的 FC-SAN 与 NAS 等模组，通过这种方式，强化资金利用效能。同时，做好存储资源的合理分配，设立分层存储方案，对高频访问数据、低频访问数据，分别存储到高性能存储介质和底成本存储介质中，形成最优化的存储方案。

5. 易管理性：创建云存储运维指引，健全故障排查机制，为故障排查、处置提供便利，运维人员可以遵循相关指引与机制，提升事故处置能力。考虑到政务云使用部门的技术储备与专业能力，技术人员综合部门特点，设置简洁、实用的运维操作界面，通过这种方式，便于工作人员更好地完成政务云故障维修和识别任务 [2]。

3 网络存储技术分析和硬盘阵列选型

目前主流的网络存储技术主要有 DAS、NAS 和 SAN 三种。DAS（Direct Attached Storage，直连式存储）将存储设备直接连接到服务器，管理开销大，扩展性差，不适合多服务器共享，因此在云环境中已很少采用。NAS（Network Attached Storage，网络附加存储）通过以太网提供文件级别的共享访问，部署简单，性价比高，适合文件共享、备份归档等场景。SAN（Storage Area Network，存储区域网络）通过专用网络提供块级别的存储访问，具有高带宽、低延迟、高扩展性的特点，适合数据库、虚拟化环境等对性能要求苛刻的场景。

SAN 架构又分为 IP SAN 和 FC SAN 两种。IP SAN 基于 iSCSI 协议，利用普通以太网和 TCP/IP 协议传输存储数据，成本较低，但协议开销大，延迟较高，且易受网络拥塞影响。FC SAN（Fibre Channel SAN）使用专用的光纤交换机和光纤线缆，传输效率高、延迟极低（微秒级），且不占用业务网络带宽，但成本较高。

本项目存储需要分配给政务云主机作为系统盘和数据盘使用，云主机的运行依赖存储的随机读写性能。同时，政务云存在大量结构化数据（数据库）和非结构化数据（文档、图片、视频）。因此，单一的存储方案难以同时满足高性能和大容量的需求。

结合上述分析，我们团队经过多次技术论证，决定采用 FC-SAN 与 NAS 融合的方案：

FC-SAN：用于承载云主机硬盘（系统盘和数据盘），提供高 IOPS、低延迟的块存储服务。

NAS：用于提供大容量的文件存储空间，作为云主机的共享外挂存储，满足各部门之间文件交换、日志归档、备份等大容量需求。

4 华为 OceanStor V3 系列存储阵列技术优势与特点

在存储阵列的品牌选型过程中，我们全面考察并对比了华为、浪潮、新华三等多家主流厂商提供的存储产品。经过从性能表现、系统稳定性、售后服务质量以及总体拥有成本等多个关键维度的深入评估与综合权衡，最终决定选用华为 OceanStor V3 系列存储阵列作为解决方案的核心。具体部署上，针对 FC-SAN（光纤通道存储区域网络）部分，我们采用了华为 OceanStor 6800 V3 型号；而在 NAS（网络附加存储）部分，则选用了华为 OceanStor S5300 V3 型号。华为 OceanStor V3 系列存储阵列之所以脱颖而出，主要得益于其以下几项突出的技术优势与特点：

4.1 强大的统一存储能力

结合 B 县政府云建设项目的核心需求，依托我公司在政务云领域的技术积累，构建兼具兼容性、整合性与高效性的统一存储体系，实现对 FC-SAN 云主硬盘、NAS 政务存储模块及各类异构存储资源的集中管控与协同调度。该体系打破传统存储架构的碎片化壁垒，支持政务数据跨模块、跨场景的无缝流转与共享，可高效承载行政审批、公共服务、数据共享等各类政务业务的存储需求，同时为后续存储资源扩容、业务场景拓展提供统一的技术支撑。

4.2 卓越的高性能表现

1. 高规格硬件平台加速：着眼政务云可靠性和稳定性的要求，技术人员选择工业规格的高性能存储设备，在此基础上，搭建相应的硬件基础架构。在硬件选型环节，严格落实政务云规划、建设的行业规范，选用兼容性好、抗干扰能力强的设备组件，同步优化接口参数，增强政务云对数据传输、存储能力，最大程度地减少数据读取的延迟率，增强 IOPS 性能。

2. 智能数据分层（SmartTier）技术加速：技术人员使用智能数据分层技术，综合数据访问频率、业务优先级等因素，做好不同数据的智能化识别，实现存储介质内数据的迁移、调度和应用，通过分层技术的合理运用，将低频访问数据、高频访问数据分类处理，实现数据类型与存储方式精准匹配和有效利用 [3]。

3. 全闪存配置加速：技术人员在上述方案的基础上，借助固态硬盘技术特点，做好存储性能的有效提升，通过固

态硬盘的介入，能够有效减少数据延迟，增强政务云对数据的调取、共享以及应用。

5 政务云存储硬盘方案详细设计：

技术人员在政务云存储硬盘设计过程中，综合项目经费、使用需求以及可行性，采取硬盘分配和阵列配置方案，更好地兼顾安全性、经济性和有效性，确保 B 县政府云的使用需求，为后续政府云的使用、维护提供有力支撑。

针对这三个存储层，我们制定了以下具体分配方案：

5.1 高性能层配置

在系统内设置了 33 块固态硬盘，每块硬盘存储能力为 400G，以此为基础，构建 SmartTier 高性能层，在此基础上，设置 RAID 10 磁盘阵列方案。

考虑到 SSD 存在写入寿命受限、故障发生时数据恢复难度较大的固有短板，本项目专门配置了 RAID 10 备份架构以保障数据安全。RAID 10 架构融合了 RAID 1（镜像备份）与 RAID 0（条带化存储）的双重技术优势，既具备 RAID 0 的高速读取性能，又继承了 RAID 1 的高可靠性。在数据写入过程中，尽管需要同步生成多份镜像数据，但其写入速率仍高于 RAID 5 与 RAID 6 架构。该备份方案可实现数据的完全冗余存储，可靠性处于行业较高水平，支持故障状态下的秒级重建，能够最大限度降低业务中断风险，确保数据与业务运行的稳定性。

5.2 性能层配置

性能层规划了 32T 的可用存储容量，采用串行连接 SCSI（SAS）硬盘作为存储介质，并搭配 RAID 5 存储方案，实现成本与性能的最优平衡。在存储介质的选型上，基于成本控制与性能需求的双重考量，性能层最终确定采用 SAS 硬盘。该类型硬盘的性能表现与价格定位均介于 SSD 与 SATA 硬盘之间，兼具较高的读写速率、出色的可靠性及耐用性。本项目所选用的 SAS 硬盘，其平均无故障运行时间可达到 200 万小时以上，能够很好地适配访问频率中等的温数据存储需求，在保障使用稳定性的同时，凸显出较高的性价比优势。性能层的存储备份采用 RAID 5 架构，具体配置为 4 块数据盘搭配 1 块校验盘（4D+1P）的组合模式，硬盘利用率可达 80%，有效提升了存储资源的利用效率。从性能表现来看，RAID 5 虽不及 RAID 10 架构，但部署成本更为经济。与 RAID 6 架构相比，RAID 5 的写入性能与故障重建速度更具优势，核心原因在于 RAID 5 仅需生成一组校验数据，而 RAID 6 则需构建两组校验数据；在故障重建阶段，RAID 5 采用全条带计算模式，而 RAID 6 则需执行双重校验计算，这一差异直接导致二者在运行效率上的差距 [4]。

5.3 容量层配置

容量层配置了 118T 可用容量，同样采用 SAS 硬盘，并部署 RAID 6 方案，使用 16 块数据盘加 2 块校验盘（16D+2P）的模式，硬盘利用率提升至 88.9%。

对于多数云主机，闲置文件通常占据大部分存储空间，因此容量层设计为最大存储层级。该层在降低成本的同时，通过 RAID 6 提供双盘故障保护，确保数据存储的可靠性。

5.4 NAS 存储应用

以“分布式架构、集中化管理、高效化共享”为核心，基于 TCP/IP 协议实现跨平台、跨节点的数据访问与共享，可高效承载政务云中非结构化数据与半结构化数据的存储需求，涵盖政务公文、电子证照、视频会议录像、政务档案、公共服务表单等各类数据，解决传统存储模式下跨部门数据共享繁琐、访问效率低、管理难度大等痛点。结合政务业务的层级化管理需求，NAS 存储系统采用权限分级管控机制，按政务部门职能划分数据访问权限，实现不同部门、不同岗位对存储数据的精准访问与操作审计，确保政务数据共享过程中的安全性与规范性。NAS 存储系统预留扩容接口过程中，根据 B 县政府未来政务数据量增长及业务拓展需求，灵活扩展存储容量与节点数量，适配数字政府建设的迭代升级趋势，避免重复建设，提升资源利用的可持续性 [5]。

6 项目运行效果及总结

性能表现：依托高规格硬件平台、SmartTier 智能数据分层技术及全闪存高性能层配置，项目运行期间存储系统性能表现卓越，完全满足政务业务高频访问与高效交互需求。

可靠性：完全满足政务业务 7×24 小时不间断运行的要求。FC-SAN 与 NAS 存储系统协同运行稳定，RAID 10 与 RAID 5 阵列方案有效规避了数据丢失、篡改风险，本地实时同步 + 异地容灾备份的双重保障机制，确保政务数据全生命周期安全可控；智能负载均衡与故障实时监测机制的应用，实现了故障秒级响应、分钟级处置，

可扩展性：留了完善的资源扩容与技术升级接口，可灵活适配 B 县政府未来政务业务的迭代升级需求。

经济性：建设严格遵循“成本可控、集约高效”的原则，在保障技术先进性与性能达标的前提下，实现了资金利用率的最大化。

参考文献

[1] 存储双模合一：SAN与NAS融合架构的协同创新与实践突破【EB/OL】. 天翼云, 2025-10-29.-

[2] 韩某. 一个高性能的FC-SAN存储系统的设计与实现[J].（安徽省新能源汽车产业知识服务平台收录）.-

[3] A Highly Efficient FC-SAN Based on Load Stream[C]// Springer.（Springer收录论文）.-

[4] 华为. 化繁为简，华为OceanStor助斯洛伐克科技信息中心整合逾百个IT系统[EB/OL]. 华为成功故事, 2026-01-29.-

[5] 亚信安慧携手华为推出高性能高可靠解决方案[EB/OL]. C114通信网, 2024-09-27.-