



T/CECS G XXXX: 2021

中国工程建设标准化协会标准
Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

高速公路云平台架构设计标准

(征求意见稿)

Highway Cloud Platform Architecture Design Standard

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

高速公路云平台架构设计标准

Highway Cloud Platform Architecture Design Standard

T/CECS G XXXX: 2021

主编单位：武汉中交交通工程有限责任公司

广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司

批准部门：中国工程建设标准化协会

实施日期：202X 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

目次

1 总 则	1
2 术语和缩略语	2
2.1 术语	2
2.2 缩略语	3
3 总体架构设计	4
3.1 基本要求	4
3.2 云平台架构	5
4 技术架构设计	7
4.1 基础设施层	7
4.2 虚拟化层	10
4.3 云服务层	11
4.4 云应用层	12
4.5 运维管理	12
4.6 网络管理	13
附录 A 调研需求表	15
附录 B 基础硬件设施配置要求	16
附录 C 存储配置原则	18
本标准用词用语说明	19

1 总 则

1.0.1 为规范和指导高速公路云平台（以下简称“云平台”）架构设计，保障云平台建设规模和技术指标的科学性、合理性，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改（扩）建及在役高速公路的智慧化建设中云平台架构设计。

1.0.3 本标准规定了高速公路云平台总体架构和技术架构的设计要求。

1.0.4 除应符合本标准的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定法律法规。

1.0.5 在满足安全和使用功能的条件下，应积极稳妥地使用新技术、新产品。

征求意见稿

2 术语和缩略语

2.1 术语

2.1.1 云计算 cloud computing

通过网络按需提供可扩展的共享物理与虚拟资源池的技术模式。

2.1.2 高速公路云平台 highway cloud platform

基于云计算技术，为高速公路建设、管理、养护、运营及服务提供弹性计算、存储、网络及安全资源的专用平台。

2.1.3 计算虚拟化 compute virtualization

通过虚拟化技术将物理计算资源（如 CPU、内存等）抽象为多个虚拟机，使多个虚拟机可以共享同一物理资源的技术。

2.1.4 存储虚拟化 storage virtualization

存储虚拟化主要是通过服务器上的磁盘资源虚拟化，形成存储资源池，对业务提供块、文件、对象等存储服务的技术。

2.1.5 超融合 hyper-converged infrastructure

在多个服务器节点上通过软件定义方式实现计算、存储和网络资源融合供给和管理的信息技术。

2.2 缩略语

下列英文缩略语适用于本文件。

API	应用程序编程接口(Application Programming Interface)
ARM	高级精简指令集机器 (Advanced RISC Machines)
C86	China x86 (中国自主x86兼容架构)
CDP	持续数据保护 (Continuous Data Protection)
CPU	中央处理器 (Central Processing Unit)
DWPD	每日全盘写入次数 (Drive Writes Per Day)
GPU	图形处理器 (Graphics Processing Unit)
IOPS	每秒输入输出操作次数 (Input/Output Operations Per Second)
IPV6	互联网协议第6版 (Internet Protocol version 6)
JBOD	简单磁盘捆绑 (Just a Bunch Of Disks)
KVM	基于内核的虚拟机 (Kernel-based Virtual Machine)
M-LAG	多机箱链路聚合 (Multi-Chassis Link Aggregation Group)
NON-RAID	非RAID模式 (无冗余或条带化的独立磁盘)
RAID	独立磁盘冗余阵列 (Redundant Array of Independent Disks)
TFLOPS	每秒浮点运算次数 (Floating-point operations per second)
VPC	虚拟私有云 (Virtual Private Cloud)
VXLAN	虚拟可扩展局域网 (Virtual Extensible Local Area Network)
X86	Intel通用计算机标准编号 (The X86 architecture)

3 总体架构设计

3.1 基本要求

3.1.1 统筹规划与灵活适配

高速公路云平台架构的设计和建设应符合高速公路信息化总体规划，架构的设计应与高速公路建设、管理、养护、运营、服务等相适应，需适应不同层级业务需求，支持资源集中管理与灵活扩展。

3.1.2 高可用性保障

云平台架构服务可用率的设计应满足《信息技术 云计算 云服务质量评价指标》(GB/T 37738-2019)中第 5 章的规定。

3.1.3 弹性扩展能力

云平台应具备资源弹性扩展机制，满足云服务资源扩展时的颗粒度或者规模控制要求，在规定时间内完成扩展。

3.1.4 资源复用与成本控制

云平台在扩展资源过程中，应充分评估现有磁盘的健康状态、性能指标和兼容性，实现旧磁盘在满足系统稳定性与数据安全要求的前提下进行二次利用，降低资源浪费和设备投入成本。

3.1.5 业务连续性

1 应支持全量备份、增量备份、差异备份、秒级备份等备份能力，备份数据存储于本机以外的存储设备或第三方云平台，为核心应用数据提供有效备份。

2 应支持多种不同的快照能力，如：存储快照、磁盘快照、一致性快照等。存储快照支持的最大快照个数 ≥ 48 个，磁盘快照总个数 ≥ 7 个，一致性组快照组内虚拟机磁盘数量总和 ≥ 64 个。

3 宜基于云平台扩展实现跨机房双活、容灾和两地三中心的高级别灾备能力，核心数据与系统的恢复时间 ≤ 15 分钟，数据丢失时间 ≤ 30 分钟。

条文说明

1.本标准中存储快照的要求是基于主流云计算厂商的存储系统默认配置能力，并结合高速公路机电系统运维需求综合确定。其中，48 个快照可满足高频数据保护场景（如每小时 1 次、保留 2 天）或季度级历史数据回溯需求；7 个手动快照则覆盖核心系统每日备份、保留一周的典型运维周期。

2.灾备指标中，15 分钟恢复时间和 30 分钟数据丢失时间参考了《安全与韧性 业务连续性管理体系 要求》(GB/T 30146-2023)对基础设施的要求，并通过广东、浙江等省级云平台实测验证，确保在跨机房双活架构下实现关键业务快速切换与数据完整性保障。

3.2 云平台架构

云平台架构如图 1 所示，其中省级中心负责全省（自治区、直辖市）高速公路交通状况的监视、数据汇总、统计，协调路段监控分中心之间的管理和应急处置工作；路段分中心负责管辖路段的视频、数据信息的采集、处理及发布，协调管辖路段的交通管理及应急处置；基层监控单元（收费站/服务区）实负责视频、数据的汇聚，也作为现场指挥、调试、维护的操作点。三级架构独立运作，按层级职能保障路网全链条服务能力。

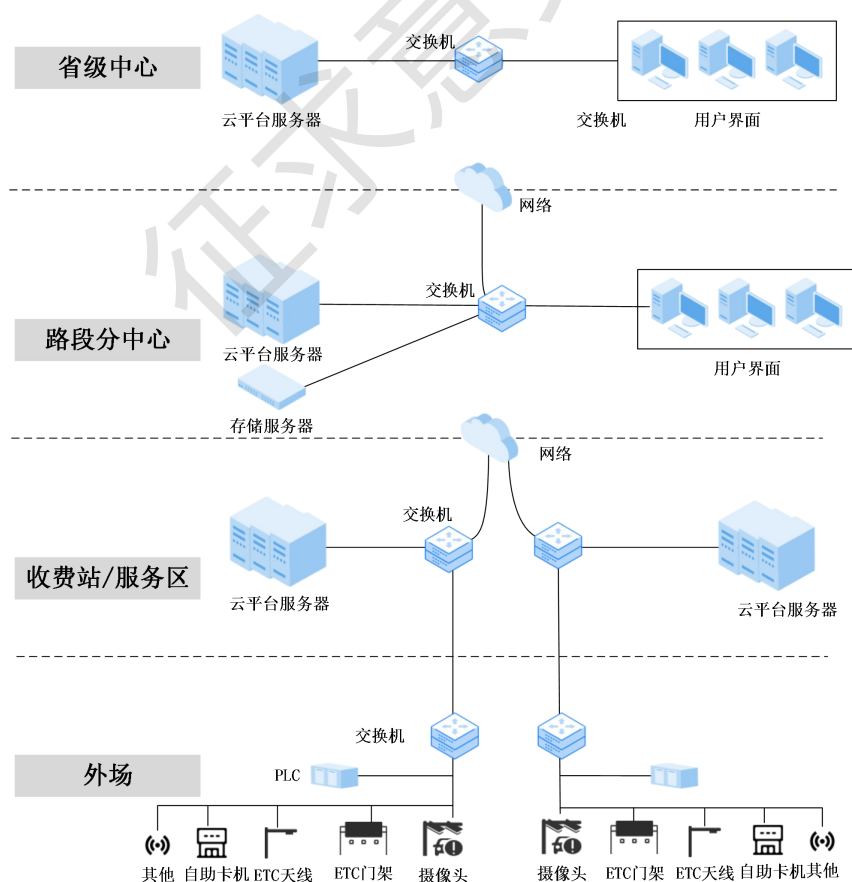


图 1 高速云平台架构

省级云平台、路段分中心云平台、收费站/服务区边缘云平台需结合自身业务特点及技术场景选择云平台架构，具体部署要求如表 3.2。

表 3.2 云平台架构

部署层级	省级云平台	路段分中心云平台	收费站/服务区边缘云平台
推荐架构	超融合	超融合或计算虚拟化+存储	超融合
存储需求	>100TB 时需扩展存储服务器	≤100T 超融合	超融合存储能力（默认容量内）
		>100TB 计算虚拟化+存储	
网络要求	万兆骨干网，冗余架构	千兆/万兆混合组网，冗余设计	千兆/万兆混合组网，冗余设计
扩展说明	支持横向扩展存储节点	按需选择架构，灵活性高	轻量化部署，低延迟优先

4 技术架构设计

高速公路云平台技术架构如图 2 所示，包括基础设施层、虚拟化层、云服务层、云应用层、运维管理和安全管理等方面。



图 2 云平台技术架构

4.1 基础设施层

需调研高速公路业务场景、数据规模及资源需求，明确性能基线，指导后续硬件及资源规划。

调研需求表可参考附录 A。

4.1.1 硬件配置

服务器硬件配置需基于高速公路业务场景、数据规模及扩展需求调研，明确性能基线后制定，确保 CPU、内存及存储资源精准匹配实际业务负载。

基础硬件设施要求见附录 B。

4.1.2 CPU 配置

为了充分利用物理主机的 CPU 资源，需要对物理主机 CPU 进行超配，具体比例根据应用情况而定。

表 4.1.2 CPU 超分配系数

序号	场景	CPU 超分配系数	备注
1	轻量化应用	1:2	WEB 类业务应用，推荐可以采用较高的复用比
2	普通业务	1:1.5	中间件，邮件等通用应用
3	重载业务	1:1	应用对数据库有明确性能保障诉求

虚拟化 vCPU 应按式（4.1.2-1）计算：

$$Q_v = (N \cdot n \cdot q \cdot h - t) \cdot R \cdot U \tag{4.1.2-1}$$

式中：Q_v——可用 vCPU 核心数；
N——服务器数量；
n——单台 CPU 个数；
q——单 CPU 核数；
h——CPU 超线程系数固定值 2；
t——平台资源预留；
R——CPU 超分配系数，按表 4.1.2 取值；
U——CPU 使用率。

条文说明

当前商用 CPU 普遍采用超线程技术，物理核心默认支持 2 个逻辑线程，这一设计在硬件层面已优化了指令级并行性与资源利用率。厂商通过固定超线程系数为 2，可在不显著增加芯片功耗与软件适配复杂度的前提下，平衡物理资源利用率与稳定性需求。

CPU 使用率阈值源自《云计算服务可用性要求》（GB/T 38870-2020）对资源负载冗余的建议，确保突发流量下仍可维持服务响应。此配置已在多省份高速公路云平台（如江苏、四川）验证，实测资源利用率提升 15%-20%，同时保障关键业务（收费、监控）的稳定性。

4.1.3 内存配置

虚拟化内存资源容量按实际物理内存来计算，内存计算公式应按式（4.1.3-1）计算：

$$Y = N \cdot (g - t) \cdot p \tag{4.1.3-1}$$

式中：Y——内存数量；

- N——服务器数量；
g——单台服务器内存容量；
t——平台资源预留；
p——内存使用率。

条文说明

本标准中资源预留及使用率参考《信息安全技术 云计算服务安全能力要求》(GB/T 31168-2023)，规定“关键资源利用率需保留至少 20%冗余，以应对突发负载”，其中云平台资源预留各云厂商预留范围在 24–32GB/节点，内存使用率不高于 80%，实际需根据业务规模、数据策略及厂商建议综合配置。

4.1.4 存储配置

可用存储资源计算公式如下：

1 副本模式：

可用存储资源=数据盘总容量*硬盘容量可用率/副本数*资源利用率

2 纠删码模式：

将数据分块（如 k 个数据块）并生成冗余校验块（如 m 个校验块），总块数为 k+m。允许最多丢失 m 个块时仍可恢复数据。

可用存储资源=数据盘总容量*硬盘容量可用率*k/(k+m)

RAID 模式：

1) RAID0（条带化）：

$$S_{\text{可用}} = \sum S_{\text{磁盘}} \quad (4.1.4-1)$$

2) RAID1（镜像）：

$$S_{\text{可用}} = \frac{\sum S_{\text{磁盘}}}{2} \quad (4.1.4-2)$$

3) RAID5（单奇偶校验）：

$$S_{\text{可用}} = (N-1) \times S_{\text{单盘}} \quad (4.1.4-3)$$

4) RAID10（镜像+条带化）：

$$S_{\text{可用}} = \frac{\sum S_{\text{磁盘}}}{2} \quad (4.1.4-4)$$

式中： $S_{\text{可用}}$ ——可用磁盘总容量；

$S_{\text{磁盘}}$ ——裸磁盘总容量。

条文说明：

本标准中资源预留及使用率参考《信息安全技术云计算服务安全能力要求》（GB/T 31168-2023），规定“关键资源利用率需保留至少 20% 冗余，以应对突发负载”，平台存储资源利用率不可高于 80%。

具体配置原则见附录 C。

4.1.5 功能要求

- 1 支持 X86、ARM、C86 架构。
- 2 RAID 支持直通（JBOD、NON-RAID）模式。
- 3 内存不低于 128G。
- 4 系统盘推荐使用企业级硬盘。容量不低于 128G。
- 5 交换机支持堆叠/M-LAG，VXLAN 交换机额外支持巨帧。
- 6 新建云平台支持与既有监控系统无缝对接，遵循 JT/T 808-2019 协议。

4.2 虚拟化层

4.2.1 计算资源池

- 1 提供不同种类和规格的计算资源：至少可以提供 X86、C86、ARM 等不同类型的 CPU 资源。
- 2 提供不同种类和规格的 GPU 资源，并且可以支持 GPU 直通和 vGPU 切分。
- 3 支持 CPU 和内存等计算资源的虚拟化和超分配，支持计算资源回收和资源扩容。
- 4 具备故障告警、使用状态预警和实时监控。
- 5 GPU、CPU、内存、磁盘、网络的配置管理。
- 6 计算资源的迁移、扩容、销毁。

7 可靠性和可用性管理。

4.2.2 网络资源池

- 1 提供不同类型的云内网络，包括：VPC 网络、经典网络等。
- 2 为保障隐私数据，应具备云内网络隔离的能力。
- 3 可以提供云内虚拟网络设备，并支持云内网络编排，如虚拟交换机、虚拟路由器等。
- 4 为高速数据的互联互通提供不同网络间数据交互能力和横向网络隔离能力。

4.2.3 存储资源池

- 1 支持进行数据重建操作，重建速率 ≤ 30 分钟/TB。
- 2 存储系统应支持集中式存储和分布式存储，存储资源的交付时间应小于 1min/TB。
- 3 支持硬盘寿命预测功能，可以查看磁盘寿命页面列表项信息，包括硬盘名称、剩余寿命、预计剩余可用时长和寿命风险。

4.3 云服务层

提供云服务器、云存储、云数据库、中间件、镜像仓库、云安全、容器等云计算基础服务，解决上层高速应用软件所需的计算、存储、网络、安全、数据库、中间件等资源，并通过云计算管理平台实现资源的统一管理和多云管理。

表 4.3 云服务推荐配置

序号	部署位置	推荐云服务
1	省中心	云服务器、云存储、云网络、云数据库、中间件、镜像仓库、云安全、容器等
2	路段分中心	云服务器、云存储、云网络、云安全、中间件等
3	收费站/服务区	云服务器、云存储、云网络等

4.3.1 功能要求

- 1 提供可靠的向导化勒索病毒处理流程，包括紧急隔离、保留当前状态、恢复云主机、扫描病毒、恢复网络。
- 2 业务在云平台需要无中断、安全运行，当出现网络攻击时，云平台需在主机操作系统不打补丁的情况下直接在网络层对指定虚拟机开启虚拟补丁防护。

3 随着政策要求和业务对 IPv6 的覆盖,要求支持为虚拟机配置 IPv6 地址,并可通过 IPv6 地址访问该业务。

4 支持自动化扩容数据库节点,包括节点规格和存储容量。

5 数据库单机和集群在出现严重故障的情况下,提供数据库故障自愈能力。

4.4 云应用层

基于云服务层部署高速行业软件应用,并提供服务接口以实现第三方厂商开发时的统一接口调用。

4.4.1 功能要求

1 根据业务负载(如节假日车流量激增)自动调整资源规模,保障服务响应时间 $\leq 100\text{ms}$ 。

2 提供标准化 API 接口,支持路段监控、收费、应急指挥等多系统数据互通,支持 IPv6 协议接入。

3 关键业务(如收费系统)支持跨区域多活部署,单数据中心故障时业务切换时间 < 30 秒,并通过分布式事务框架确保跨节点数据强一致性。

4.5 运维管理

4.5.1 应制定并落实管理规章制度,执行国家、行业、地方颁布的技术规范和操作标准。

4.5.2 支持对高速行业云平台的基础设施资源(计算、存储、网络、安全等)进行统一编排、调度和监控告警的能力。

4.5.3 支持多种不同异构资源的管理至少能够实现 KVM、裸金属、公有云等不同类型的多云资源管理。

4.5.4 能够实现云主机管理、用户配额管理、计费管理、应用管理、数据库管理等高级别运维管理能力。

4.5.5 应提供 $7\text{d}\times 24\text{h}$ 在线服务(包括远程监控告警等服务),响应时间不超过 5min 。

4.5.6 宜建立完善的组织保障体系,制定网络系统运行维护与安全保障应急处置预案,并定期组织应急演练。

4.6 网络管理

4.6.1 网络安全总体原则

高速公路云平台宜采用“三级、三网络”架构，省中心和各路段分中心应在满足网络安全通用要求的基础上按照收费网、监控网、互联网网络安全要求进行具体建设，并满足高速云平台运营环境安全要求和安全管理要求。省中心和具备条件的各路段分中心宜满足安全运营要求，构建完整的安全运营机制和流程。

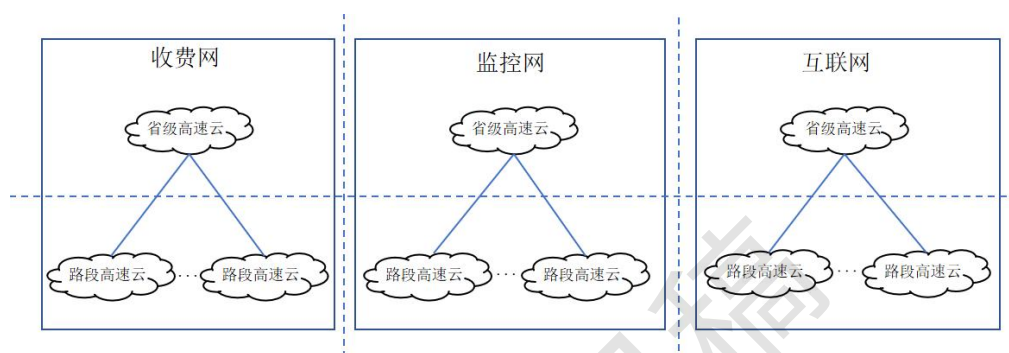


图3 高速公路云平台安全设计架构

4.6.2 网络安全要求

1 收费网安全建设：遵循《交通运输行业网络安全等级保护基本要求》（JT/T 1417-2022）第三级安全要求，重点落实数据完整性保护、访问控制、入侵防范、安全审计等核心措施，保障计费系统、交易数据传输等高敏感业务的安全性。

2 监控网安全建设：根据《公路水路关键信息基础设施安全保护管理办法》、《全国高速公路视频云联网技术要求》，公路关键信息基础设施的网络安全保护等级应当不低于第三级，省级监控中心应按照网络安全等级保护三级要求实施，路段分中心不低于等级保护二级要求建设，基层监控单元网络安全建设依据《公共安全视频图像信息系统管理条例》，按不低于网络安全等级保护第一级要求实施，聚焦本地监控设备防护与区域事件响应安全。安全建设需覆盖物理环境防护（机房准入、设备冗余）、网络边界隔离（下一代防火墙、入侵检测）、终端安全防护、日志审计（ ≥ 180 天）等，同时严格实现监控网与收费网隔离，具体实施依据《信息安全技术 网络安全等级保护基本要求》（GB/T 22239-2019）执行。

3 互联网安全建设：遵循《交通运输行业网络安全等级保护基本要求》（JT/T 1417-2022）第二级安全要求，重点落实边界防护、访问控制、安全审计等核心措施，保障互联网业务的安全性。

4 建立数据安全体系化管理，梳理资产底账，实行分级分类，建立风险评估、结果报告、信息共享、应急处置等工作机制。

5 建立个人信息保护制度，开展个人信息安全隐患排查、监测和预警，应对共享的信息采取脱敏脱密措施。

征求意见稿

附录 A 调研需求表

表 A 调研需求参考表

序号	调研对象	调研方式	系统名称	vCPU	内存(GB)	系统盘(TB)	数据盘(TB)	GPU 需求(TFLOPS)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
		合计						

注：调研方式包括但不限于：

现场访谈：与路段分中心、收费站运维人员面对面沟通需求；

问卷调查：通过标准化表格收集业务系统负载数据；

系统日志分析：提取既有监控系统历史性能数据。

附录 B 基础硬件设施配置要求

本附录主要提出基础硬件设施（包括计算、存储、网络等硬件设备）的配置要求。

表 B 基础硬件设施（包括计算、存储、网络等硬件设备）的配置表

名称	项目	建议值	注意事项
服务器	RAID 卡	应支持直通（JBOD、NON-RAID）模式。 应支持 RAID1。	缓存盘和数据盘不应使用 RAID0 模式。
	CPU	应支持 X86、ARM、C86 架构。	/
	内存	内存不宜低于 128G。	/
	系统盘	系统盘应使用企业级硬盘。容量不宜低于 128G。	服务器系统盘不应部署单盘 RAID0。 不应使用 SD 卡做超融合的系统盘
	数据盘	分布式存储宜使用 SSD 作为缓存盘。 SATA（也可以是 SAS）宜作为数据盘。 SSD: HDD 容量比越高，整体性能越好。	不应使用非企业级 HDD 盘。 不宜使用 7200 转以下 HDD 硬盘。 不宜使用小于 600G 硬盘作为数据盘。 缓存盘 SSD/数据盘 HDD 容量比例不宜小于 1:20（最佳实践推荐容量比为 20%）。 如果使用读密集型 SSD, SSD 缓存盘/HDD 容量比例不宜低于 7%。 缓存盘 SSD/数据盘 HDD 个数比例不宜小于 1: 7。 各个主机之间的数据盘容量总和，最高的容量不宜超过剩下所有主机之和的 80%。 单个主机内数据盘容量的大小存在差异是允许的，但最大和最小的数据盘的容量差距不宜超过 2 倍。 要求 SSD 接口速率为 6Gbps，如果速率为 3Gbps，不宜加入虚拟存储卷。 速率低于 50MB/s 的 HDD 不宜加入虚拟存储卷。 IOPS 低于 1 万的 SSD 数据盘（全闪）不宜加入虚拟存储卷。
	缓存盘		不应使用非企业级 SSD。 缓存盘不宜使用小于 240GB 的 SSD。 不宜使用 DWPD 小于 1 的 SSD。 不宜使用不支持掉电数据保护的 SSD。 IOPS 低于 3 万的 SSD 不宜加入虚拟存储卷

交换机	VXLAN 管理业务交换机	应支持堆叠/M-LAG，VXLAN 交换机额外支持巨帧。	不应选择非巨帧交换机
	存储交换机	宜采用万兆交换机。	存储私网不宜使用千兆交换机

征求意见稿

附录 C 存储配置原则

表 C 存储配置原则表

策略类型	适用场景	技术简介	限制条件
双副本	业务类型：实时性要求高、数据可靠性要求中等。	实现简单，读写性能高。	存储利用率 50%。
	数据特征：小规模（PB 级以下）。	仲裁机制增强容错能力（允许 1 主机或 1 磁盘故障）。	仅容忍单副本故障（剩余可用副本数需 > 总副本数 50%）。
	性能要求：低延迟写入。		
三副本	业务类型：关键业务、高可用性要求。	容忍双副本故障（ ≥ 5 主机时允许 2 主机故障）。	存储利用率 33.3%。
	数据特征：中大规模。	读性能优异（多副本并行读取）。	写入延迟较高（需同步多副本）。
	性能要求：高并发读取。		
纠删码（EC）	业务类型：冷数据存储、低成本需求。	存储利用率高（如 EC4+2 为 66.7%）。	编解码计算开销大，读写性能低。
	数据特征：海量非结构化数据（PB 级以上）。	容忍多磁盘/节点故障（ $\leq M$ 个故障域）。	数据重建耗时长，不适合实时业务。
	性能要求：低频访问。		

本标准用词用语说明

1 本标准执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“除应符合本标准的规定外，还应符合国家和行业现行有关标准的规定”。

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准和行业标准时，表述为“应符合《××××××》（×××）的有关规定”。

3) 当引用本标准中的其他规定时，表述为“应符合本标准第×章的有关规定”、“应符合本标准第×.×节的有关规定”、“应符合本标准第×.×.×条的有关规定”或“应按本标准第×.×.×条的有关规定执行”。