

ICS 35.220
CCS L 77

T/CCIASC

中国计算机行业协会团体标准

T/CCIASC 0050—2025

分布式存储系统测试与评价规范

The specification for testing and evaluation of Distributed Storage Systems

2025 - 12 - 01 发布

2025 - 12 - 08 实施

中国计算机行业协会 发布

目 次

前 言	III
引 言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 测试内容与要求	2
5.1 功能完整性	2
5.1.1 通用要求	2
5.1.2 分布式块存储	2
5.1.3 分布式文件存储	3
5.1.4 分布式对象存储	3
5.2 性价比	3
5.2.1 分布式块存储	3
5.2.2 分布式文件存储	3
5.2.3 分布式对象存储	3
5.3 可靠性	4
5.4 代码掌控程度	4
5.4.1 源代码自主率	4
5.4.2 许可风险	4
5.4.3 知识产权	4
5.5 信息安全性	4
5.6 能效	5
6 测试方法	5
6.1 功能完整性	5
6.1.1 通用要求	5
6.1.2 分布式块存储	6
6.1.3 分布式文件存储	8
6.1.4 分布式对象存储	11
6.2 性价比	14
6.2.1 分布式文件存储	14
6.2.2 分布式对象存储	14
6.2.3 分布式块存储	15
6.3 可靠性	15
6.3.1 硬盘故障注入	16
6.3.2 链路故障注入	16
6.3.3 节点故障注入	16
6.3.4 在线升级	17

6.3.5 7*24 小时稳定性	17
6.4 代码掌控程度	17
6.4.1 源代码自主率	17
6.4.2 许可风险	18
6.4.3 知识产权	18
6.5 信息安全程度	19
6.5.1 用户身份鉴别	19
6.5.2 终端访问限制	19
6.5.3 安全算法	19
6.5.4 日志记录	19
6.5.5 日志保护	20
6.5.6 网络隔离部署	20
6.5.7 安全漏洞	20
6.5.8 敏感信息加密传输	21
6.6 能效	21
6.6.1 单位数据存储功耗	21
6.6.2 单位 I/O 存储功耗	22
6.6.3 单位带宽存储功耗	22
7 评价方法	22
8 结果报告	23
附录 A (资料性) 工作负载定义	24

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国计算机行业协会提出。

本文件由中国计算机行业协会归口。

本文件起草单位：浙江科正电子信息产品检验有限公司（国家电子计算机外部设备质量检验检测中心）、杭州宏杉科技股份有限公司、北京同有飞骥科技股份有限公司、北京星震同源数字系统股份有限公司、宝德计算机系统股份有限公司、深圳市杉岩数据技术有限公司、百代（上海）数据技术有限公司、上海霄云信息科技有限公司、广东省绿算技术有限公司、英韧科技股份有限公司、北京尊冠科技有限公司、北京迪力科技有限责任公司、长沙理工大学、曙光信息产业股份有限公司、济南浪潮数据技术有限公司、中国电子科技集团公司第五十二研究所、深圳市计算机行业协会、华中科技大学、北京交通大学、南开大学、天津大学、山东管理学院、北京市文物局综合事务中心、杭州电子科技大学、上海微小卫星工程中心（中国科学院卫星软件评测中心）、北京迪美视科技有限公司、中移（苏州）软件技术有限公司、极道科技（北京）有限公司、浙江咨钛服务器制造有限公司、浙江方圆检测集团股份有限公司、广东省数力引擎科技有限公司、杭州云象网络技术有限公司、杭州连接智能科技有限公司。

本文件主要起草人：欧阳小珊、莫谋孝、刘灿辉、石拓、张南、孙璐、薛轶、汪超、黄永、谌显、赵伟东、王京、苏镇涛、彭树红、许富红、陈坚、王丽华、邱尚高、孙楠楠、赵磊、黄飞、杜松、邱全伟、刘根、黄振桓、李姣、何振、张新风、石静、张海军、李岩、龚骁敏、胡志成、周浩、杜和平、周可、王鹏、王东、李雨森、李幼萌、张琦琮、王如梅、樊凌雁、刘春晔、游泳、郭建楠、李康、关云飞、徐山根、詹德佑、梁峰、黄步添、罗丰阁。

引 言

随着信息技术的快速发展，数据量呈爆炸式增长，数据存储需求日益增加。传统的集中式存储系统难以满足大规模数据处理和高并发访问等诸多要求。分布式存储系统凭借其高扩展性、高可用性和高性价比等优点，成为解决海量数据存储问题的关键技术之一。然而，不同分布式存储系统的性能、稳定性、安全性等存在较大差异，在没有统一测评标准的情况下，用户对分布式存储系统的设计和研发、测试、采购、运维等存在诸多困难。

为规范分布式存储系统市场，引导技术健康发展，提升行业整体技术水平，本规范旨在建立一套相对全面、科学、公正的分布式存储系统测试与评价体系。通过明确和统一的测评指标、评价方法和评价流程，从功能完整性、性价比、可靠性、代码掌控程度、信息安全性和能效等重要维度帮助用户客观评估分布式存储系统，以期促进技术进步和产业升级。

本规范适用于分布式块存储、分布式文件存储、分布式对象存储，适用于分布式存储系统的设计与开发、测试、采购、运维等多个环节，可为用户提供一套较为完整的评价指南。

分布式存储系统测试与评价规范

1 范围

本文件规定了分布式存储系统的测试与评价规范，从功能完整性、性价比、可靠性、代码掌控程度、信息安全性和能效等维度提出了测试内容与要求、测试方法，并提供了评价方法和结果报告要求。

本文件适用于分布式存储系统（包括分布式块存储、分布式文件存储、分布式对象存储）的设计与开发、测试、采购、运维等。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 5271.17-2010 《信息技术 词汇 第17部分：数据库》

GB/T 36437-2018 《信息技术 云计算 分布式存储系统应用接口规范》

GB/T 37737-2019 《信息技术 云计算 分布式块存储系统总体技术要求》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

元数据 metadata

关于数据或数据元素的数据（可能包括其数据描述），以及关于数据所有权、存取路径、访问权和数据易变性的数据。

[来源：GB/T 5271.17-2010，17.6.5]

3.2

元数据管理 meta data management

关于对分布式存储系统中的元数据进行识别、存储、维护和应用的过程，用于提高数据的可用性、可维护性和可信赖度。

3.3

纠删码 erasure code

一种数据保护方法，它将数据分割成片段，把冗余数据块扩展、编码，并将其存储在不同的位置，比如磁盘、存储节点或者其它地理位置。

3.4

吞吐率 throughput

分布式存储系统在单位时间内传输的数据量。

3.5

响应时间 response time

分布式存储系统处理读写请求所需的时间。

3.6

节点 node

单台物理设备（如服务器或盘阵列），主要用于存储数据。

3.7

多租户 multi-tenancy technology

分布式存储系统允许多个用户或组织（租户）共享相同的存储基础设施和资源，同时每个租户的数据和操作在逻辑上是隔离和独立的。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CIFS: 通用 Internet 文件系统（Common Internet File System）

FTP: 文件传输协议（File Transfer Protocol）

IOPS: I/O操作数每秒（Input/Output Operations Per Second）

I/O: 输入/输出次数（Input/Output Operations）

OPS: 操作数每秒（Operations Per Second）

PDU: 电源分配单元（Power Distribution Unit）

QoS: 服务质量（Quality of Service）

SMB: 服务器消息块（Server Message Block）

NFS: 网络文件系统（Network File System）

5 测试内容与要求

5.1 功能完整性

分布式存储系统根据其对数据存储的形态（如分布式块存储、分布式文件存储、分布式对象存储），应满足下列相应存储形态的功能要求。

5.1.1 通用要求

分布式存储系统的功能应满足以下通用要求：

- （1）负载均衡：各节点间的负载上下波动差值不超过10%；
- （2）节点扩缩容：节点扩缩容后存储容量拟线性增加或减少；
- （3）存储监控：支持监控处理器、内存、硬盘、网络、存储容量的使用率、读写速率和故障告警等信息；
- （4）纠删码或多副本：支持纠删码或多副本。

5.1.2 分布式块存储

分布式块存储需具备以下功能：

- (1) 卷扩缩容：卷扩缩容后存储容量拟线性增加或减少；
- (2) QoS：支持为块设备设置QoS策略（IOPS、带宽）；
- (3) 快照：支持对块设备进行快照配置；
- (4) 克隆：支持对块设备进行克隆配置；
- (5) 双活：宜支持块设备双活功能。

5.1.3 分布式文件存储

分布式文件存储需具备以下功能：

- (1) 文件存储多协议支持：应支持NFS、SMB/CIFS、FTP等协议；
- (2) 配额管理：应支持对共享目录和用户进行配额管理；
- (3) QoS：应支持为目录或客户端设置QoS策略（IOPS、带宽）；
- (4) 文件和目录管理：应支持对文件和目录进行增删改查操作；
- (5) 文件系统扩缩容：应在文件系统扩缩容后存储容量拟线性增加或减少；
- (6) 权限管理：应支持对文件和目录进行读写权限管理；
- (7) 协议互通：宜支持文件和对象的互通访问；
- (8) 自动分级：宜支持对文件进行自动分级。

5.1.4 分布式对象存储

分布式对象存储需具备以下功能：

- (1) 配额管理：应支持对用户和桶进行容量管理；
- (2) 对象检索：应支持检索对象；
- (3) 多租户功能：应支持对租户进行增删改查操作和权限管理；
- (4) 桶权限管理：应支持对桶进行读写权限管理。
- (5) 协议互通：宜支持文件和对象的互通访问；

5.2 性价比

分布式存储系统应根据其存储的数据形式，通过以下方法测试性能值，并根据分布式存储系统的软硬件（含一年服务费）总价和性能值的比值计算获取性价比。

5.2.1 分布式块存储

分布式块存储的性能值应在以下测试要求下测得：

- (1) IOPS：数据块4KB、文件大小64KB、文件数量1000000个、响应时间在100毫秒时，分布式存储系统的混合读写性能；
- (2) 吞吐率：数据块16MB、数据量4000GB，分布式存储系统的顺序写性能。

5.2.2 分布式文件存储

分布式文件存储的性能值应在以下测试要求下测得：

- (1) IOPS：数据块4KB、文件大小64KB、文件数量1000000个、响应时间在100毫秒时，分布式存储系统的混合读写性能；
- (2) 吞吐率：文件大小100MB、文件数量4000个，分布式存储系统的顺序写性能。

5.2.3 分布式对象存储

分布式对象存储的性能值在以下测试要求下测得：

(1) OPS：数据块4KB、文件大小64KB、文件数量1000000个、响应时间在100毫秒时，分布式存储系统的混合读写性能；

(2) 吞吐率：文件大小100MB、文件数量4000个，分布式存储系统的顺序写性能。

5.3 可靠性

分布式存储系统的可靠性应满足以下要求：

(1) 硬盘故障注入：在最大可容错故障硬盘数量的情况下，数据不丢失，服务不中断（升级成功后60秒内业务恢复，I/O不跌到0）；

(2) 链路故障注入：在出现链路故障时，数据不丢失，服务不中断（升级成功后60秒内业务恢复，I/O不跌到0）；

(3) 节点故障注入：在出现节点故障时，数据不丢失，服务不中断（升级成功后60秒内业务恢复，I/O不跌到0）；

(4) 在线升级：对固件和存储软件在线升级时，数据不丢失，服务不中断（升级成功后60秒内业务恢复，I/O不跌到0）；

(5) 7*24小时稳定性：在高负载压力下服务不中断（I/O不跌0）且性能稳定（波动幅度不超过平均值的正负20%）。

5.4 代码掌控程度

分布式存储系统的代码掌控程度应满足以下要求。

5.4.1 源代码自主率

对分布式存储系统的源代码（含核心源代码）进行溯源分析，代码自主率 = 自主代码量 / 总代码量 * 100%。

注：代码量的单位以字节表示。

5.4.2 许可风险

不包含高风险许可，存在许可冲突的文件数量不超过总文件数量的10%。

5.4.3 知识产权

应具有分布式存储系统相关的知识产权，如专利和软件著作权等；相关知识产权应与被评价产品相关。

5.5 信息安全性

分布式存储系统的信息安全性需满足以下要求：

(1) 用户身份鉴别：应具备用户身份鉴别功能；

(2) 终端访问限制：应具备终端访问限制功能；

(3) 日志记录：应具备日志记录功能；

(4) 日志保护：应对日志进行保护；

(5) 网络隔离部署：应支持网络隔离部署；

(6) 安全漏洞：应不存在已知的中高危漏洞；

- (7) 安全算法：宜使用数据加解密算法；
- (8) 敏感信息加密传输：宜对敏感信息进行加密传输。

5.6 能效

分布式存储系统的能效应满足以下测试要求：

- (1) 单位数据存储功耗：测试其单位数据存储的功耗；
- (2) 单位I/O存储功耗：测试其单位I/O存储的功耗；
- (3) 单位带宽存储功耗：测试其单位带宽存储的功耗。

6 测试方法

6.1 功能完整性

6.1.1 通用要求

6.1.1.1 负载均衡

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤：

(1) 向系统中写入数据，检查各个存储节点的数据量分布情况，各节点数据读写性能值等，各节点间上下波动不超过正负5%；

(2) 在数据持续写入过程中，模拟节点故障，等待负载转移到其他节点后，恢复故障节点，检查系统是否将负载恢复至故障节点，恢复完成后恢复节点与其他各节点间的负载上下波动不超过正负5%。

6.1.1.2 节点扩缩容

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 ；
- (3) 存储系统无铺底数据（或用户数据）。

测试步骤：

(1) 增加新的存储节点，检查系统是否能正确识别新加入的节点，并将其纳入资源池；

(2) 发起读写请求，验证数据是否能均匀分布到新扩容的节点上；

(3) 在系统运行过程中进行扩容操作，监控系统性能值（如IOPS、OPS、吞吐率等），确保在扩容过程中服务不中断且性能上下波动不超过正负5%；

(4) 选择要移除的节点，验证系统是否能正确迁移该节点上的数据到其他节点，检查缩容后系统的状态和数据完整性；

(5) 在系统运行时执行缩容操作，监测缩容过程中系统的服务不中断且性能上下波动不超过正负5%；

(6) 确认缩容完成后, 被移除节点的资源已正确释放, 检查缩容后数据的正确性, 对缩容后的系统进行数据读取和验证操作, 确保数据没有丢失或损坏。

6.1.1.3 存储监控

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常;
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 对存储进行数据读写操作, 查看系统是否具有监控功能, 并包含CPU (中央处理器, Central Processing Unit) 利用率、内存使用、磁盘 I/O、网络带宽等性能指标的实时数据;
- (2) 向存储系统中写入数据, 查看系统是否包含总容量、已用容量、可用容量等信息的显示;
- (3) 执行不同规模的数据读写操作, 检查监控界面中显示的读速率和写速率;
- (4) 模拟节点故障 (如网络中断、硬件故障等), 查看监控界面中节点的状态变化 (正常、故障、离线等)。

6.1.1.4 纠删码或多副本

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常;
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 通过系统管理界面或配置文件, 设置不同的纠删码策略, 如 $k+m$ (k 个数据块, m 个校验块) 的组合, 如 $4+2$ 、 $6+3$ 等;
- (2) 写入测试数据, 检查系统是否按照配置的纠删码策略进行数据存储, 读取数据, 验证数据的正确性;
- (3) 模拟存储节点故障或数据块丢失/损坏的情况, 触发数据修复机制, 观察系统是否能够自动检测到数据丢失/损坏, 并进行修复, 检查修复后的数据是否完整和正确;
- (4) 通过系统管理界面或配置文件, 设置不同的副本数量, 如 2 副本、3 副本等;
- (5) 写入测试文件, 检查实际生成的副本数量是否与配置一致;
- (6) 模拟一个副本节点故障, 进行文件读取和写入操作, 检查是否能正常完成;
- (7) 恢复故障副本节点, 观察数据同步情况。

6.1.2 分布式块存储

6.1.2.1 卷扩缩容

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常;
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 创建一个初始容量为100GB的卷, 并挂载到测试客户端, 在客户端上持续写入数据;

(2) 在存储系统中对该卷进行在线扩容，扩容至200GB，检查数据写入是否中断，检查扩容后的卷容量是否正确；

(3) 创建一个初始容量为50GB的卷，并挂载到测试客户端，进行第一次扩容，扩容至 100GB，进行第二次扩容，扩容至 150GB，进行第三次扩容，扩容至200GB，每次扩容后检查卷容量是否正确，数据是否完整；

(4) 创建一个容量为200GB的卷，并挂载到测试客户端，向卷中写入一定量的数据，确保数据量小于拟缩容后的容量；

(5) 在存储系统中对该卷进行在线缩容，缩容至100GB，检查缩容后的卷容量是否正确，数据是否完整；

(6) 创建一个容量为200GB的卷，并挂载到测试客户端，向卷中写入大量数据，接近或超过拟缩容后的容量；

(7) 进行缩容操作，缩容至100GB，观察系统是否拒绝缩容操作，并给出相应提示。

6.1.2.2 QoS

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

(1) 为不同的目录或用户设置不同的QoS性能级别（IOPS、带宽），使用测试工具对每个目录或用户进行读写测试，记录每个目录或用户的实际性能指标；

(2) 模拟某个存储节点故障的情况，记录系统在异常情况下的性能指标，检查QoS功能是否能够在异常情况下自动调整性能分配，确保关键业务的正常运行。

6.1.2.3 快照

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 创建一个快照，验证快照是否成功创建；
- (2) 创建多个快照，验证是否可以正确管理快照列表；
- (3) 在写入数据时创建快照，验证快照是否包含一致的数据；
- (4) 从快照恢复数据，验证数据是否恢复到快照时的状态；
- (5) 从不同时间点的快照恢复数据，并验证恢复的正确性；
- (6) 删除一个快照，验证快照是否被成功删除，快照列表是否更新正确。

6.1.2.4 克隆

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；

- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 在分布式存储系统中创建一个容量为 100GB 的存储卷，并写入一定量的数据；
- (2) 执行完整克隆操作，生成克隆卷；
- (3) 对克隆前后的数据进行完整性校验（如哈希值计算），对比原始卷和克隆卷的数据，检查是否完全一致；
- (4) 在分布式存储系统中创建一个容量为200GB的存储卷，其中包含不同类型的数据；
- (5) 定义要克隆的部分数据范围，从50GB到120GB；
- (6) 执行克隆部分数据的操作；
- (7) 克隆完成后，对比克隆部分和原始部分的数据一致性。

6.1.2.5 双活

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 按照产品说明文档配置双活存储系统，检查配置参数是否正确应用；
- (2) 在不同的节点中写入不同大小和类型的数据，检查节点中的数据是否实时同步；
- (3) 关闭任意一个存储节点，检查业务是否自动切换到其他节点上并且数据访问正常。

6.1.3 分布式文件存储

6.1.3.1 文件存储多协议支持

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 创建3个文件目录；
- (2) 将3个目录分别通过NFS、SMB/CIFS、FTP方式映射给3个客户端，进行读写操作；
- (3) 检测系统是否允许用户通过NFS、SMB/CIFS、FTP方式读写数据。

6.1.3.2 配额管理

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 选择一个共享目录，设置名称配额和空间配额，验证配额设置是否成功，并检查该目录的配额信息是否正确显示；

(2) 在设置了配额的目录中创建超过配额限制的文件或子目录，验证系统是否拒绝超出配额的创建操作，并给出相应的错误提示；

(3) 对一个已设置配额的目录进行重命名操作，验证重命名后的目录是否仍然保留原有的配额设置；

(4) 将一个有大量文件的目录重命名为已设置配额的目录名，验证系统是否拒绝可能导致配额冲突的重命名操作，并给出相应的错误提示；

(5) 修改已设置配额的目录的配额值，验证新的配额设置是否生效，并检查目录的配额信息是否已更新；

(6) 删除已设置配额的目录的配额限制，验证配额删除是否成功，并检查目录是否不再受配额限制。

6.1.3.3 QoS

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 ；
- (3) 满足测试要求的性能测试工具。

测试步骤：

(1) 为不同的目录或用户设置不同的QoS性能级别（IOPS、带宽），使用测试工具对每个目录或用户进行读写测试，记录每个目录或用户的实际性能指标；

(2) 模拟某个存储节点故障的情况，记录系统在异常情况下的性能指标，检查QoS功能是否能够在异常情况下自动调整性能分配，确保关键业务的正常运行。

6.1.3.4 文件和目录管理

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤：

(1) 在命名空间中创建文件和目录，验证是否成功创建并可以正确显示；

(2) 删除已创建的文件和目录，验证是否成功删除且不影响其他文件和目录；

(3) 对已创建的文件和目录进行重命名操作，验证重命名是否成功且不影响其他文件和目录；

(4) 移动文件和目录：将文件和目录从一个位置移动到另一个位置，验证移动操作是否成功且文件内容保持不变；

(5) 写入1万个文件，在文件系统查看文件个数，验证是否符合测试要求。

6.1.3.5 文件系统扩缩容

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

(1) 系统初始状态下,记录文件系统的容量和使用情况,按照1TB增量进行扩容操作,扩容后检查文件系统的总容量是否正确增加;

(2) 记录文件系统的当前状态和重要数据位置,执行1TB容量的缩容操作,缩容成功后,检查重要数据是否丢失,系统正常运行。

6.1.3.6 权限管理

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常;
- (2) 节点数 ≥ 3 ;
- (3) 创建12个测试用户,分别命名为User1到User12。

测试步骤:

(1) 创建文件File1,为用户User1授予对File1的读权限,使用用户User1读取File1,测试读取文件内容是否成功;

(2) 创建文件File2,不为用户User2授权对File2的读权限,使用用户User2读取File2,测试读取文件内容是否失败;

(3) 创建文件File3,为用户User3授予对File3的写权限,使用用户User3向File3中写入内容,测试写入文件内容是否成功;

(4) 创建文件File4,不为用户User4授予对File4的写权限,使用用户User4向File4中写入内容,测试写入文件内容是否失败;

(5) 创建文件File5,为用户User5同时授予读和写权限,使用用户User5先读取File5的内容,然后修改并保存,测试读取和写入操作是否成功;

(6) 创建目录Dir1,为用户User6授予对Dir1的读权限,使用用户User6查看Dir1的内容(包括其中的文件和子目录列表),测试查看目录内的信息是否成功;

(7) 创建目录Dir2,不为用户User7授予对Dir2的读权限,用户User7查看Dir2的内容,测试查看目录内的信息是否失败;

(8) 创建目录Dir3,为用户User8授予对Dir3的写权限,使用用户User8在Dir3中创建新文件NewFile1,测试创建文件是否成功;

(9) 创建目录Dir4,不为用户User9授予对Dir4的写权限,使用用户User9在Dir4中创建新文件NewFile2,测试创建文件是否失败;

(10) 创建目录Dir5,在目录Dir5中创建文件File6,为用户User10授予对Dir5的写权限,使用用户User10删除File6,测试删除文件是否成功;

(11) 创建文件File7并为用户User11授予读权限,用户成功读取文件,然后回收读权限,使用用户User11再次读取File7,测试读取文件是否成功;

(12) 创建目录Dir6并为用户User12授予写权限,用户成功在目录中创建文件,然后回收写权限,使用用户User12再次在目录中创建文件,测试用户创建文件是否成功。

6.1.3.7 协议互通

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤：

- (1) 使用文件协议客户端，创建一个文件，并写入一定量的数据（例如文本、图片等）；
- (2) 通过对象协议客户端，读取步骤1创建的文件数据，检查数据的准确性和完整性；
- (3) 使用对象协议客户端，创建一个对象，并写入一定量的数据（例如二进制数据、JSON字符串等）；
- (4) 通过文件协议客户端，读取步骤3创建的对象数据，检查数据的准确性和完整性；
- (5) 使用文件协议客户端，打开之前创建的文件，修改其中的部分数据，并保存；
- (6) 通过对象协议客户端，读取该文件，检查更新后的数据是否正确；
- (7) 使用对象协议客户端，更新之前创建的对象数据；
- (8) 通过文件协议客户端，读取该对象，检查更新后的数据是否正确；
- (9) 使用文件协议客户端，删除之前创建的文件；
- (10) 通过对象协议客户端，尝试读取已删除的文件，检查是否提示文件不存在；
- (11) 使用对象协议客户端，删除之前创建的对象；
- (12) 通过文件协议客户端，尝试读取已删除的对象，检查是否提示对象不存在。

6.1.3.8 自动分级

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤：

- (1) 测试不同类型文件（如文档、图片、视频等）按照预设策略（如文件大小、访问频率、修改时间等）能否正确分级到不同存储层级（如高速层、普通层、低速层）；
- (2) 验证文件系统在初始化时，自动分级功能是否默认开启，并按照默认策略进行分级；
- (3) 更改分级策略的参数（如文件大小阈值、访问频率阈值等），检查文件是否能根据新策略重新分级；
- (4) 暂停自动分级功能，手动修改文件的位置，然后重新启用自动分级，验证系统能否正确处理并调整文件的分级；
- (5) 观察当文件的属性（如大小、访问频率等）发生变化满足分级迁移条件时，文件是否能自动从一个层级迁移到另一个层级。

6.1.4 分布式对象存储

6.1.4.1 配额管理

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤：

- (1) 为单个用户设置不同容量的存储配额（如10GB、50GB、100GB 等）；

(2) 该用户进行文件上传操作，直到达到配额限制，检查系统是否阻止继续上传，并给出相应提示；

(3) 创建用户组，并为组设置存储配额，将多个用户添加到该组，检查组内所有用户的累计存储使用量是否受到组配额的限制；

(4) 为用户或用户组设置初始配额，在使用过程中更改配额大小，验证更改后的配额是否立即生效，用户或组能否在新的配额范围内继续操作；

(5) 不同存储类型（如标准存储、低频存储、归档存储等）分别设置配额，针对不同的存储类型为用户或用户组设置独立的配额，用户上传不同类型的对象，验证每种存储类型的使用量是否受到各自配额的限制；

(6) 用户将对象从一种存储类型转换为另一种存储类型，检查转换后的存储使用量是否正确计算在相应类型的配额中；

(7) 设置用户或用户组在存储使用量达到配额的 80%、90% 等时发送通知，模拟达到通知阈值，检查通知是否及时发送，通知内容是否准确（包含用户/组信息、已使用容量、剩余容量等）；

(8) 当用户或用户组超过配额时，设置发送告警信息，模拟超配额情况，验证告警的及时性和准确性，以及系统是否采取相应的限制措施（如禁止写入）；

(9) 查看系统提供的实时配额使用情况统计界面或API，验证显示的已使用容量、剩余容量等信息是否准确。

6.1.4.2 对象检索

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤：

(1) 上传一个对象，使用对象检索功能，输入准确的对象标识符和对象字段，执行检索操作，检查返回的元数据是否与上传时设置的一致；

(2) 上传多个对象，并为每个对象设置不同的元数据；

(3) 使用元数据检索功能，输入多个对象的标识符和相同的元数据字段，执行检索操作，检查返回的每个对象的元数据是否与上传时设置的一致；

(4) 上传一个对象，并设置多个元数据字段（例如：文件名、文件大小、创建时间、所有者、访问权限等）；

(5) 使用对象检索功能，不指定具体的元数据字段，执行检索操作，检查返回的元数据是否包含所有设置的元数据字段；

(6) 上传一个对象，并设置多个元数据字段；

(7) 使用元数据检索功能，指定部分元数据字段（例如：只指定文件名和文件大小），执行检索操作，检查返回的元数据是否只包含指定的部分元数据字段，且数据准确。

6.1.4.3 协议互通（文件、对象）

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 存储系统工作正常；

(2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 使用文件协议客户端，创建一个文件，并写入一定量的数据（例如文本、图片等）；
- (2) 通过对象协议客户端，读取步骤1创建的文件数据，检查数据的准确性和完整性；
- (3) 使用对象协议客户端，创建一个对象，并写入一定量的数据（例如二进制数据、JSON 字符串等）；
- (4) 通过文件协议客户端，读取步骤3创建的对象数据，检查数据的准确性和完整性；
- (5) 使用文件协议客户端，打开之前创建的文件，修改其中的部分数据，并保存；
- (6) 通过对象协议客户端，读取该文件，检查更新后的数据是否正确；
- (7) 使用对象协议客户端，更新之前创建的对象数据；
- (8) 通过文件协议客户端，读取该对象，检查更新后的数据是否正确；
- (9) 使用文件协议客户端，删除之前创建的文件；
- (10) 通过对象协议客户端，读取已删除的文件，检查是否提示文件不存在；
- (11) 使用对象协议客户端，删除之前创建的对象；
- (12) 通过文件协议客户端，读取已删除的对象，检查是否提示对象不存在。

6.1.4.4 多租户管理功能

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 。

测试步骤:

- (1) 测试租户创建、删除、修改功能是否正常；
- (2) 测试租户隔离机制，确保租户间的数据、配置和权限不会相互干扰；
- (3) 测试租户资源配额（存储空间、请求频率等）是否能够正确设置和限制；
- (4) 测试租户间的数据共享（例如，通过 bucket 级别的访问控制）是否正常工作；
- (5) 测试租户的独立访问控制，确保不同租户不能互相访问对方的数据。

6.1.4.5 桶权限管理

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 存储系统工作正常；
- (2) 节点数 ≥ 3 ；
- (3) 测试用的数据对象。

测试步骤:

- (1) 创建一个存储桶，并上传对象；
- (2) 分别创建具有只读、只写、读写、无权限的用户账号；
- (3) 使用对应用户账号登录，访问存储桶中的对象以及往存储桶中上传的对象；
- (4) 查看对应桶权限设置是否正确并生效；
- (5) 以初始权限配置创建用户和存储桶；
- (6) 以上述创建的用户进行对象读写操作；

- (7) 更改用户对存储桶的权限；
- (8) 以上述创建的用户立即再次进行对象读写操作，检查权限是否已更新并有效。

6.2 性价比

性价比的计算方法如下：

性价比 = 性能值 / 分布式存储系统的软硬件（含一年服务费）总价
 分布式存储系统的性能值根据其对数据存储的形态，按下述方法测得。

6.2.1 分布式文件存储

6.2.1.1 IOPS

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 被测样品的软硬件总价（含一年服务费）以及诚信承诺书；
- (2) 存储系统工作正常；
- (3) 节点数>3，且使用多副本或纠删码数据保护策略，若采用多副本冗余模式，副本数应 ≥ 2 （含原始数据），若采用N+M纠删码冗余模式，M应 ≥ 2 。

测试步骤：

- (1) 在测试客户端中，使用性能测试工具，预热30秒，执行70%随机读/30%随机写的混合读写；
- (2) 执行三次，记录响应时间为100毫秒时的单位存储容量性能的平均值。

6.2.1.2 吞吐量

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 被测样品的软硬件总价（含一年服务费）以及诚信承诺书；
- (2) 存储系统工作正常；
- (3) 节点数>3，且使用多副本或纠删码数据保护策略，若采用多副本冗余模式，副本数应 ≥ 2 （含原始数据），若采用N+M纠删码冗余模式，M应 ≥ 2 。

测试步骤：

- (1) 在测试客户端中，使用性能测试工具，预热30秒，执行文件的顺序写；
- (2) 执行三次，记录每次测试的吞吐量；
- (3) 计算三次测试的吞吐率的平均值。

6.2.2 分布式对象存储

6.2.2.1 OPS

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 被测样品的软硬件总价（含一年服务费）以及诚信承诺书；
- (2) 存储系统工作正常；
- (3) 节点数>3，且使用多副本或纠删码数据保护策略，若采用多副本冗余模式，副本数应 ≥ 2 （含原始数据），若采用N+M纠删码冗余模式，M应 ≥ 2 。

测试步骤:

- (1) 在测试客户端中, 使用性能测试工具, 预热30秒, 执行70%随机读/30%随机写的混合读写;
- (2) 执行三次, 记录响应时间为100毫秒时的单位存储容量性能的平均值。

6.2.2.2 吞吐量

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 被测样品的软硬件总价(含一年服务费)以及诚信承诺书;
- (2) 存储系统工作正常;
- (3) 节点数 >3 , 且使用多副本或纠删码数据保护策略, 若采用多副本冗余模式, 副本数应 ≥ 2 (含原始数据), 若采用N+M纠删码冗余模式, M应 ≥ 2 。

测试步骤:

- (1) 在测试客户端中, 使用性能测试工具, 预热30秒, 执行读写测试;
- (2) 执行三次, 记录每次测试的吞吐量;
- (3) 计算三次测试的吞吐率的平均值。

6.2.3 分布式块存储**6.2.3.1 IOPS**

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 被测样品的软硬件总价(含一年服务费)以及诚信承诺书;
- (2) 存储系统工作正常;
- (3) 节点数 >3 , 且使用多副本或纠删码数据保护策略, 若采用多副本冗余模式, 副本数应 ≥ 2 (含原始数据), 若采用N+M纠删码冗余模式, M应 ≥ 2 。

测试步骤:

- (1) 在测试客户端中, 使用性能测试工具, 预热30秒, 执行70%随机读/30%随机写的混合读写。
- (2) 执行三次, 记录响应时间为100毫秒时的单位存储容量性能的平均值。

6.2.3.2 吞吐量

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 被测样品的软硬件总价(含一年服务费)以及诚信承诺书;
- (2) 存储系统工作正常;
- (3) 节点数 >3 , 且使用多副本或纠删码数据保护策略, 若采用多副本冗余模式, 副本数应 ≥ 2 (含原始数据), 若采用N+M纠删码冗余模式, M应 ≥ 2 。

测试步骤:

- (1) 在测试客户端中, 使用性能测试工具, 预热30秒, 执行顺序写;
- (2) 执行三次, 记录每次测试的吞吐量;
- (3) 计算三次吞吐率的平均值。

6.3 可靠性

6.3.1 硬盘故障注入

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 设备运行正常;
- (2) 存储节点应 ≥ 3 个;
- (3) 配置多副本或纠删码数据保护策略;
- (4) 满足测试要求的性能测试工具。

测试步骤:

- (1) 在测试客户端中, 使用性能测试工具对存储进行中负载读写;
- (2) 拔出存储系统支持的最大可故障数量的数据盘(根据多副本或纠删码的配置决定);
- (3) 查看性能测试工具监控的数据读写流量是否正常(如跌到0、中断等)。

6.3.2 链路故障注入

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 设备运行正常;
- (2) 存储系统每个节点的业务链路应 > 1 条;
- (3) 满足测试要求的性能测试工具。

测试步骤:

- (1) 配置链路冗余策略为均衡;
- (2) 在测试客户端中, 使用性能测试工具对存储进行中负载读写;
- (3) 在存储系统和测试客户端中查看数据流量是否均衡;
- (4) 拔出存储系统中一个节点中的一条链路;
- (5) 查看该节点的数据流量是否切换到其他链路上, 并记录切换时间;
- (6) 查看性能测试工具监控的数据读写流量是否正常(如降低超过10%, 或中断), 如有明显降低, 应记录明显降低的持续时间。

6.3.3 节点故障注入

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 设备运行正常;
- (2) 存储节点应 ≥ 3 个;
- (3) 配置多副本或纠删码数据保护策略, 并准备一个与原配置一致的节点作为扩容节点使用;
- (4) 满足测试要求的性能测试工具。

测试步骤:

- (1) 在测试客户端中, 使用性能测试工具对存储进行中负载读写;
- (2) 在存储系统中扩容一个节点, 查看是否能扩容成功, 并记录扩容的时间;
- (3) 查看性能测试工具监控的数据读写流量是否正常(如降低超过10%, 或中断), 如有明显降低, 应记录明显降低的持续时间;
- (4) 扩容成功后, 在存储系统中移除一个节点, 查看是否能移除成功;
- (5) 查看数据流量是否能自动切换到其他节点上, 并记录切换时间;

(6) 查看性能测试工具监控的数据读写流量是否正常（如降低超过10%，或中断），如有明显降低，应记录明显降低的持续时间。

6.3.4 在线升级

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 设备运行正常;
- (2) 存储节点应 ≥ 3 个;
- (3) 配置多副本或纠删码数据保护策略;
- (4) 满足测试要求的性能测试工具。

测试步骤:

- (1) 在测试客户端中，使用性能测试工具对存储进行中负载读写;
- (2) 在存储系统中进行在线升级操作，查看是否能在线升级成功，系统是否无报错;
- (3) 查看性能测试工具监控的数据读写流量是否正常（如降低超过10%，或中断），如有明显降低，应记录明显降低的持续时间。

6.3.5 7*24 小时稳定性

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 设备运行正常;
- (2) 存储节点应 ≥ 3 个;
- (3) 配置多副本或纠删码数据保护策略;
- (4) 满足测试要求的性能测试工具。

测试步骤:

- (1) 在测试客户端中向存储中写入100GB随机文件A，并记录哈希值;
- (2) 在测试客户端中，使用性能测试工具对存储进行高负载测试，达到稳定状态后，开始进行7*24小时读写测试;
- (3) 查看性能测试工具监控的数据读写流量是否正常（如降低超过10%，或中断），性能降级是否超过平均性能的20%、被测样品是否出现硬件故障无法启动系统;
- (4) 完成稳定性测试后，校验文件A的哈希值，查看是否与原始值一致。

6.4 代码掌控程度

6.4.1 源代码自主率

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 产品功能清单，并对功能有简单介绍;
- (2) 产品源代码，包含代码、配置文件等编译所需内容;
- (3) 诚信承诺书，所提交内容的真实性、完整性承诺;
- (4) 可读写硬盘，容量满足使用需求。

测试步骤:

- (1) 使用送检方提供的硬盘安装溯源分析工具;

- (2) 将源代码导入溯源分析工具内进行代码分析；
- (3) 代码溯源分析结束后，记录溯源分析报告并记录其中的代码自主率结果；
- (4) 根据代码自主率测试的结果，按以下方法进行评估：
 - a. 不存在无授权且无源代码的商业组件，提供全部源代码，源代码自主率 $>80\%$ ，得分 100；
 - b. 不存在无授权且无源代码的商业组件，提供全部源代码，源代码自主率 $>60\%$ ，得分 50~90；
 - c. 不存在无授权且无源代码的商业组件，存在商业授权组件以组件形式参与扫描，源代码自主率 $>40\%$ ，得分 30~40；
 - d. 存在无授权且无源代码的商业组件以组件形式参与扫描，源代码自主率 $>20\%$ ，得分 10~20；
 - e. 不能达到以上要求，得分 0。

6.4.2 许可风险

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 产品功能清单，并对功能有简单介绍；
- (2) 产品源代码，包含代码、配置文件等编译所需内容；
- (3) 诚信承诺书，所提交内容的真实性、完整性承诺；
- (4) 准备放置源代码的硬盘。

测试步骤：

- (1) 使用送检方提供的硬盘安装溯源分析工具；
- (2) 将源代码导入溯源分析工具内进行代码分析；
- (3) 代码溯源分析结束后，记录溯源分析报告并记录其中的代码许可合规性结果；
- (4) 根据测试的结果：
 - a. 引用的开源内容中不存在传播性的开源协议与许可证，且使用的多个许可证之间不存在冲突，得分 100；
 - b. 引用的开源内容中存在传播性的开源协议与许可证，但是遵守了相关要求，得分 50；
 - c. 引用的开源内容中存在传播性许可证，且未遵守其要求，或使用的多个许可证之间存在冲突，得分 0。

6.4.3 知识产权

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

- (1) 产品功能清单，并对功能有简单介绍；
- (2) 产品源代码，包含代码、配置文件等编译所需内容；
- (3) 被测评的分布式存储系统的软件所涉及的专利和软件著作权；
- (4) 诚信承诺书，所提交内容的真实性、完整性承诺。

测试步骤：

- (1) 检查分布式存储系统相关的专利和软件著作权数量；
- (2) 根据以下方法进行评分：
 - a. 软件本身已获得软件著作权和授权专利数量，完整覆盖设计与实现的核心技术，得分 90~100；
 - b. 软件本身已申请软件著作权，存在授权专利，部分覆盖设计与实现的核心技术，得分 30~80；
 - c. 软件本身未申请软件著作权，不存在授权专利，得分 0。

6.5 信息安全程度

6.5.1 用户身份鉴别

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：系统正常运行。

测试步骤：

(1) 在系统用户管理模块，新建用户，输入已存在的用户名；

注：系统应提示新建用户失败，用户名需要唯一，或类似提示。

(2) 新建用户，使用已删除的用户名，用户新建后原有的权限设置、授权信息等相关信息被重置；

(3) 为不同的用户设置不同的密码或证书，使用不同用户登录，查看登录时是否分别对不同用户进行鉴别认证；

(4) 检查系统是否对系统用户进行角色划分；

(5) 检查系统是否允许用户更改自身角色（管理员可更改自身角色除外）；

(6) 管理员新建用户，检查系统是否要求管理员对新建用户进行角色选择；

(7) 依次使用每一类角色的用户登录系统，查看是否只存在对应权限的页面；

(8) 检查管理系统非管理类服务类型为第三方标准协议开源实现，如果开源实现支持角色或权限划分，系统需提供配置支持（如samba支持多用户管理，则系统需提供samba多用户权限配置功能；如vnc只支持口令验证，无角色权限划分，则系统不需要提供相关角色权限配置功能；如snmp支持读写用户权限划分，则系统需提供相关角色权限配置功能）；如果相关服务为非第三方标准协议开源实现，则需要提供相关角色权限控制机制（如私有通信协议等）。

6.5.2 终端访问限制

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：系统正常运行。

测试步骤：

(1) 进入管理系统，查看是否有对访问的网络范围进行限制的功能；

(2) 进行网络范围配置（包括IP、MAC及时间段），查看被禁止的IP范围/MAC范围/时间段是否无法通过任何端口访问平台，是否只有允许的IP范围/MAC范围/时间段可以正常访问。

6.5.3 安全算法

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：提供加密算法相关举证材料。

测试步骤：

(1) 检查系统是否使用私有算法实现加解密，例如自行定义的通过变形/字符移位/替换等方式执行的数据转换算法，用编码的方式（如Base64编码）实现数据加密目的的伪加密实现等；

(2) 检查系统是否使用当前已知的不安全的密码算法（如MD5、DES、RC序列）；

(3) 检查系统是否使用AES256、SHA-256、SHA384、RSA-3072、ECDSA384或国产SM1、SM2、SM3、SM4等算法（协议规定的密码算法除外）。

6.5.4 日志记录

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 系统正常运行;
- (2) 系统可查看到系统日志。

测试步骤:

- (1) 查看系统是否记录以下操作需记录日志:
 - a. 登录和注销;
 - b. 增加、删除用户和用户属性(帐号、口令等)的变更;
 - c. 用户的锁定和解锁(管理员解锁和自动解锁), 禁用和恢复;
 - d. 角色权限变更;
 - e. 系统相关安全配置(如访问控制策略、自动更新策略、安全监控策略、审计功能的开启/关闭)的变更;
 - f. 重要资源的变更, 如某个重要文件或日志的删除、修改、导出等, 宿主机/虚拟机/虚拟网络设备的修改等;
 - g. 软件的安装及升级操作(包括远程升级和本地升级);
 - h. 系统后台操作需要记录日志, 如后台模块的启动、停止、重启;
 - i. 用户个人数据访问或修改等;
 - j. 重要业务数据(特别是逻辑卷、文件系统、对象等)的创建、删除和修改等。
- (2) 查看系统日志内容是否至少包含下列内容:
 - a. 事件发生的时间;
 - b. 用户 ID(包括关联终端、端口、网络地址或通信设备);
 - c. 事件类型;
 - d. 被访问的资源名称;
 - e. 事件的结果。

6.5.5 日志保护

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 系统正常运行;
- (2) 系统可查看系统日志。

测试步骤:

- (1) 测试日志模块/文件是否有相应的访问控制机制(如用户名、口令等或独立的审计权限)。
- (2) 测试系统是否包含日志删除权限。

6.5.6 网络隔离部署

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件: 产品文档, 如部署手册、用户手册。

测试步骤:

- (1) 查看产品文档(部署手册)中存在网络逻辑独立部署要求的说明和指导;
- (2) 检查是否将业务网、管理网、数据网使用独立的网段进行隔离部署验证;
- (3) 测试不同网段的连通性。

6.5.7 安全漏洞

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：系统正常运行。

测试步骤：

- (1) 配置漏洞扫描工具，设置扫描参数，如扫描范围、扫描深度；
- (2) 确保扫描工具能够访问分布式存储系统的相关端口和服务；
- (3) 对分布式存储系统的各个节点进行漏洞扫描；
- (4) 记录扫描过程中发现的潜在漏洞和安全风险等；
- (5) 对扫描结果进行详细分析，统计分析识别出系统中的漏洞和风险点。

6.5.8 敏感信息加密传输

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：系统正常运行。

测试步骤：

(1) 检查外部数据传输的服务是否为web界面应用，查看是否为https协议，如果是，则开启Burpsuite，配置对GET和POST请求进行拦截，进行登录及配置等各项操作，查看拦截的GET请求URL中是否有明文敏感信息；

(2) 检查外部数据传输的服务是否为rest类接口，查看其是否为https协议，查看接口文档中所有GET接口URL中是否传输明文敏感信息；

(3) 检查外部数据传输的服务为非http/https应用（如snmp、icenter与inode、rabbitmq、ipmi等），查看是否传输敏感信息，通过在数据传输通道的一侧（client或server端）开启wireshark进行抓包，检查通信是否加密。

6.6 能效

本标准的能效测试在未加特殊说明时，均应在以下环境下进行：

- (1) 测试客户端与存储集群之间通过交换机互联，存储集群内部互联使用交换机；
- (2) 测试客户端数量和存储集群节点数相同。

6.6.1 单位数据存储功耗

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件：

(1) 使用全部分布式存储集群节点，且使用多副本或纠删码数据保护策略，若采用多副本冗余模式，副本数应 ≥ 2 （含原始数据），若采用N+M纠删码冗余模式，M应 ≥ 2 ；

(2) 集群使用全部硬盘创建空间，并使用1MB数据块预埋数据使集群已用达50%；

(3) 将存储卷平分挂载至各个测试客户端；

(4) 测试客户端禁用系统缓存。

测试步骤：

(1) 将存储集群全部节点和内部互联交换机都接到同一个PDU，并在此PDU上连接功耗仪，用于测量存储集群的整体功耗；

(2) 使用性能测试工具，预热300秒，执行1MB块大小的顺序持续写入，统计当数据量写入达到100TB数据时，所消耗的整体功耗值记录为A（单位：W）；

(3) 计算存储集群能效为A/100（单位：W/TB）。

6.6.2 单位 I/O 存储功耗

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 使用全部分布式存储集群节点，且使用多副本或纠删码数据保护策略，若采用多副本冗余模式，副本数应 ≥ 2 （含原始数据），若采用N+M纠删码冗余模式，M应 ≥ 2 ；
- (2) 集群使用全部硬盘创建空间，并使用1MB数据块预埋数据使集群已用达50%；
- (3) 将存储卷平分，并挂载至各个测试客户端；
- (4) 测试客户端禁用系统缓存；
- (5) 功耗测试负载数据模型如表6-1所示。

表 6-1 存储功耗测试负载数据模型

读写模式	块大小	比例
随机读	4K	15%
随机写	4K	5%
顺序读	64K	70%
顺序写	64K	10%

测试步骤:

- (1) 将存储集群全部节点和内部互联交换机连接到同一个PDU，并在PDU上连接功耗测试仪；
- (2) 使用性能测试工具，预热300秒，使用以上模型进行测试，当存储集群整体性能连续5次的IOPS波动不超过10%且存储集群IOPS > 10 万时，记录10分钟性能结果平均值A（单位：IOPS），并使用功耗测试仪测量集群功耗，记录10分钟平均功耗做为存储集群的功耗值，记录功耗值B（单位：W）；
- (3) 分别计算存储集群在不同测试模型下的能效A/B（单位：IOPS/W）。

6.6.3 单位带宽存储功耗

本测试项目按以下预置条件和测试步骤执行。

预置条件:

- (1) 使用全部分布式存储集群节点，且使用多副本或纠删码数据保护策略，若采用多副本冗余模式，副本数应 ≥ 2 （含原始数据），若采用N+M纠删码冗余模式，M应 ≥ 2 ；
- (2) 集群使用全部硬盘创建空间，并使用1MB数据块预埋数据使集群已用达50%；
- (3) 将存储卷平分挂载至各个测试客户端；
- (4) 测试客户端禁用系统缓存。

测试步骤:

- (1) 将存储集群全部节点和内部互联交换机连接到同一个PDU，并在PDU上连接功耗测试仪；
- (2) 运行性能测试工具进行1MB数据块持续写测试，当存储集群整体性能连续5次的带宽波动不超过10%时，记录10分钟内性能结果的平均值A（单位：MBPS），并使用功耗测试仪测量集群功耗，记录10分钟平均功耗做为存储集群的功耗值，记录功耗值B（单位：W）；
- (3) 计算存储集群能效为A/B（单位：MBPS/W）。

7 评价方法

分布式存储系统的评价方法如表7-1所示。

表 7-1 分布式存储系统评价方法

评价维度	评价方法
功能完整性	全部满足本文件必选功能要求，获得满分100分，不满足的功能项，根据该项目的权重扣减此项目的分数。如有不通过的必选项，通过可选项测试的，可根据可选项权重进行加分，最终计算出被评价系统的功能完整性总分。具体信息如下： 1. 通用项必选项：4项，每项权重为10%； 2. 块存储必选项：5项，每项权重为12%； 3. 文件存储必选项：6项，每项权重为10%，可选项2项，每项权重为10%； 4. 对象存储必选项：4项，每项权重为15%，可选项1项，每项权重为15%。
性价比	性价比=厂商声明的软硬件总价/性能（根据被测样品产品类型选择以下性能指标），在测评结果库进行横向比较。 性能指标为： 1. IOPS/OPS：响应时间为100毫秒时的单位存储容量性能； 2. 吞吐率：4000个100MB文件的顺序写性能。
可靠性	全部满足本文件可靠性要求，获得满分100分，不满足的项根据该项目的权重（每项权重为20%）进行扣减此项目的分数，最终计算出被评价系统的可靠性总分。
代码掌控程度	本文件中代码掌控程度三项要求单独测试均获得100分时，记为代码掌控程度获得100分，当代码掌控程度中的测试项中没有获得100分时，则根据该项目的具体得分以及权重进行此项目分数计算并最终计算出被评价系统的代码掌控程度总分。 1. 源代码自主率：权重60%； 2. 许可风险分析：权重20%； 3. 知识产权：权重20%。
信息安全程度	全部满足本文件信息安全程度要求，获得满分100分，不满足的项根据该项目的权重，扣减此项目的分数。如有不通过的必选项，通过可选项测试的，可根据可选项权重进行加分，最终计算出被评价系统的总分，其中信息安全程度必选项为7项，除安全漏洞项权重为16%外，其余项权重均为14%，可选项1项，权重为14%。
能效	能效根据能效测试结果，在测评结果库进行横向比较。 能效指标为： 1. 单位数据存储功耗：单位数据存储所需的功耗； 2. 单位I/O存储功耗：单位I/O存储所需的功耗； 3. 单位带宽存储功耗：单位带宽存储所需的功耗。

注：必选项是指“应”满足的项，可选项是指“宜”满足的项。

8 结果报告

被测试和评价产品经过测试和评定后，按单项评价维度对产品的综合质量进行判定，判定结果以雷达图的形式展示。

附 录 A
(资料性)
工作负载定义

中负载的定义：块大小 1MB，线程数为 32，读比例 60%，随机比例 100%。

高负载的定义：块大小 2MB，线程数为 64，读比例 60%，随机比例 100%。
