

ICS 35.020

L70

YD

中华人民共和国通信行业标准

YD/T 3772—2020

大数据 时序数据库技术要求与测试方法

Technical specification and test methods on big data time series
database

2020-12-09 发布

2021-01-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 术语定义及缩略语.....	1
2.1 术语及定义.....	1
2.2 缩略语.....	2
3 总体要求.....	2
4 技术要求.....	3
4.1 基本功能.....	3
4.2 兼容能力.....	3
4.3 管理能力.....	3
4.4 容错能力.....	4
4.5 扩展性.....	4
4.6 安全性.....	4
4.7 性能.....	4
5 测试方法.....	5
5.1 基本功能.....	5
5.2 兼容能力.....	11
5.3 管理能力.....	12
5.4 高可用特性.....	14
5.5 扩展性.....	16
5.6 安全性.....	18

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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。

本标准由中国通信标准化协会提出并归口。

本标准起草单位：中国信息通信研究院、北京百度网讯科技有限公司、阿里云计算有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司、华为技术有限公司。

本标准主要起草人：魏凯、姜春宇、王妙琼、黄淼、沈达宇、彭良友、王宗瑞、王宏宇、艾乐强、钟宇、马宋铮、李晓慧、姜国强、雷云飞、郭益君、钟超强、高巍、钟颀、朱松、余利华、蒋鸿翔、范欣欣、廖浩均、陶建辉、毛旭初、胡杰英。

大数据 时序数据库技术要求与测试方法

1 范围

本标准规定了时序数据库应具备的技术能力及相应的测试方法。
本标准适用于商用时序数据库产品的研发、测试、评估和验收等。

2 术语定义及缩略语

2.1 术语及定义

下列定义及术语适用于本文件。

2.1.1

时序数据 **time series data**

稳定频率或非固定周期频率持续产生的一系列基于时间维度的指标监测数据。由时间戳、标签和指标三要素组成。

2.1.2

时间戳 **timestamp**

数据产生的时间点。

2.1.3

指标 **metric**

描述数据的概念及其数值，由指标名和指标值组成。

2.1.4

域 **field**

指标中的子类别。

2.1.5

标签 **tag**

标识指标所对应的不同对象，由标签键和标签值组成。

2.1.6

时序数据库 **time series database**

用于保存海量时序数据的数据库。

2.1.7

时间序列 **time series**

同一指标或域随时间变化而产生的数据集。

2.1.8

数据点 **data point**

一个时间序列中某一时刻的值。

2.1.9

时间精度 **time precision**

分为秒级、毫秒级等，用于表示时序数据的时间分辨率。

2.1.10

降采样 **downsampling**

当查询的时间区间跨度较长且原始数据时间精度较细时，为了满足业务需求的场景、提升查询效率，会降低数据的查询展现精度，比如按秒采集的一年的数据，按照天级别查询展现。

2.1.11

压缩比 **compression ratio**

一段时间内数据压缩前后的大小对比。

2.2 缩略语

下列缩略语适用于本标准。

TSDB 时序数据库 Time Series Database

3 总体要求

时序数据库应满足如下功能和性能要求：

- a) 具备写入、存储、查询、管理时序数据的基本功能；
- b) 具备与主流外围软硬件系统及大数据处理生态的兼容性；
- c) 具备一定的管理能力，包括安装部署能力、配置管理能力及实时监控能力、用户管理能力、在线升级能力、元信息查看以及导入导出能力；
- d) 应具备容错能力，以确保在发生故障时，不会影响到业务的运行，故障包括但不限于硬件故障、操作系统故障、数据库服务故障；
- e) 具备过载保护能力以及数据多副本能力；
- f) 具备扩展性，包括集群的在线扩容能力和缩容能力；

- g) 具备安全性，保证数据在传输和使用过程中的安全，包括对用户进行身份认证的能力、操作审计能力以及加密通信能力；
- h) 具备较高的性能，需要考察写入性能、查询性能、聚合性能、数据导入性能及数据压缩能力。

4 技术要求

4.1 基本功能

时序数据库应该具备数据处理的基本功能，包括支持多类型、高精度的数据，支持时序数据读写能力、工具支持能力、以及数据迁移能力等，具体如下：

- a) 涵盖常用的数据类型，如 int、long、float、string、bool、bytearray 等；
- b) 数据的操作不丢失精度，支持毫秒精度数据读写；
- c) 支持单域或多域写入，提供单次和批量写入接口。支持海量数据的高吞吐率写入；
- d) 可以增加时间序列；
- e) 提供完善的数据查询接口，支持单个时间序列和多个时间序列的查询；
- f) 支持按标签进行过滤，包括精确匹配和模糊匹配；
- g) 提供插值查询能力，将数据补齐，并支持多种插值算法；
- h) 支持按数据值进行时间序列和数据点过滤；
- i) 支持直接获取时间序列的最后一个数据点；
- j) 提供多种维度的聚合查询接口，包括时间窗口聚合，标签分组及 min、max、avg、count、sum 等基本聚合函数；
- k) 能够实现可编程函数以满足一些定制化的查询要求；
- l) 在物联网的使用场景下，能进行基于地理位置的聚合查询；
- m) 支持按时间管理历史数据，提供过期时间设置接口，可以高效清理历史数据。

4.2 兼容能力

时序数据库应具备与主流硬件、软件及大数据生态的兼容性，主要包括：

- a) 数据库能够在 X86/X86-64 等主流硬件上正常运行，异构硬件特别是不同 CPU 型号和主流操作系统能够兼容；
- b) 建议支持容器部署；
- c) 能够与 hadoop/spark 等大数据分析平台对接。

4.3 管理能力

时序数据库应具备对用户友好的管理能力，主要包括：

- a) 线下数据库产品具备友好的部署能力，线上产品支持友好的服务开通能力；
- b) 全局范围内的数据库配置在线管理能力；
- c) 能够对数据库状态进行实时监控，并具备告警能力；
- d) 支持用户的新增、删除等管理能力，支持为用户分配不同的权限；

- e) 数据库具备在线组件升级功能;
- f) 能够查看时间序列的定义、标签的定义、指标的定义;
- g) 支持与其他类型数据库间的数据导入和导出。

4.4 容错能力

时序数据库应该具备一定的容错能力,确保集群在硬件或软件异常的情况下仍能保证数据与服务的完整性,包括如下内容:

- a) 具备电源、硬盘、网线、交换机、机架、机房故障下的数据库服务能力,能够实现故障监测、任务自动切换、副本自动补齐;
- b) 具备 CPU 资源占用、I/O 资源占用、内存资源占用、磁盘空间占用下数据库服务能力,能够实现故障监测、任务自动切换、副本自动补齐;
- c) 具备数据库系统文件被损坏情况下的数据库服务能力,能够实现故障监测、任务自动切换、副本自动补齐;
- d) 能够根据当前集群的配置来处理请求,当请求超过集群能承载的请求量时仍然能够保证集群高可用;
- e) 支持数据多副本存储。

4.5 扩展性

时序数据库应该具备良好的扩展性,能够根据业务需求随时进行集群的扩展和收缩,并保持数据的均衡:

- a) 数据库集群具备集群扩展能力,扩展前后保持数据均衡,且性能能够随之提升;
- b) 数据库集群具备集群缩减能力,缩减前后保持数据均衡。

4.6 安全性

时序数据库应该具备安全保障能力,主要包含以下内容。

- a) 能够对接入数据库用户进行身份认证工作;
- b) 能够对数据库内操作进行审计工作;
- c) 能够支持客户端与服务器段的加密通信,如:HTTPS。

4.7 性能

时序数据库应具备较高的处理性能,需要考察的内容包括:

- a) 写入吞吐量、写入时延;
- b) 查询并发度、查询时延;
- c) 聚合操作时延;
- d) 数据导入并发度、时延;
- e) 数据压缩的效率。

5 测试方法

5.1 基本功能

5.1.1 数据类型

测试编号：6.1.1
测试项目：验证时序数据库产品数据类型的支持度，是否涵盖如 int、long、float、string、bool、bytearray 等常用数据类型
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 准备测试环境； 2) 披露产品支持的主要数据类型，在数据库中写入各类型的数据； 3) 执行查询语句，查询步骤 2 写入的数据，验证结果正确性
预期结果： 1) 测试环境可用； 2) 成功插入数据没有报错； 3) 查询语句能够正常查询，返回结果的数据类型合理正确

5.1.2 数据精度

测试编号：6.1.2
测试项目： 1) 验证数据库支持毫秒精度数据写入以及查询； 2) 验证数据库在数据操作中不会丢失数据精度
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中分别以 int、double、float 类型连续写入当前时间毫秒级数据； 3) 执行查询语句，查询步骤 2 写入的数据； 4) 对同一指标下相同数据类型的指标值进行相加计算，查询操作后的数据
预期结果： 1) 测试环境可用； 2) 成功插入数据没有报错； 3) 查询语句能够正常查询，返回结果的数据类型合理正确

5.1.3 时序数据写入

测试编号：6.1.3
测试项目： 1) 验证数据库支持多域或多指标数据写入 2) 验证数据库支持批量数据写入提供批量写入接口
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写入包含多个标签列、多个域（或多个指标）的数据； 3) 执行查询语句，查询步骤 2 写入的数据； 4) 在数据库中批量写入数据； 5) 执行查询语句，查询步骤 4 写入的数据
预期结果： 1) 测试环境可用； 2) 成功插入数据没有报错； 3) 查询语句能够正常查询且查询结果与写入数据一致； 4) 批量插入全部成功没有报错； 5) 查询语句能够正常查询且查询结果与写入数据一致

5.1.4 时间序列可扩展

测试编号：6.1.4
测试项目：验证数据库时间序列可动态增加
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写入单个时间序列数据； 3) 查询当前时间序列的个数； 4) 在数据库中写入另外一个时间序列数据； 5) 查询当前时间序列的个数
预期结果： 1) 测试环境可用； 2) 成功插入数据没有报错； 3) 当前时间序列数目为 1； 4) 成功插入数据没有报错； 5) 当前时间序列数目为 2

5.1.5 数据普通查询

测试编号：6.1.5
测试项目： 1) 验证数据库支持时间范围查询 2) 验证数据库支持多域或多指标查询
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写入多个时间序列数据，数据中应包含多域或多指标； 3) 执行查询语句，指定时间范围进行查询； 4) 执行查询语句，对多个指标指定精确的查询条件进行查询
预期结果： 1) 测试环境可用； 2) 成功写入数据没有报错； 3) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的保持一致； 4) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的保持一致

5.1.6 标签条件查询

测试编号：6.1.6
测试项目： 1) 验证数据库支持单个/多个标签查询； 2) 验证数据库支持对标签进行精确查询和模糊查询； 3) 验证数据库支持对多个标签条件的与、或查询
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写入多个时间序列数据，数据中应包含多个标签列； 3) 执行查询语句，对多个标签列指定精确查询的条件； 4) 执行查询语句，对多个标签列指定模糊查询的条件； 5) 执行查询语句，对不同的标签列指定“AND”“OR”条件查询，对相同标签列的不同值指定“OR”条件查询
预期结果： 1) 测试环境可用； 2) 成功写入数据没有报错； 3) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的保持一致； 4) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的保持一致； 5) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的保持一致

5.1.7 插值条件查询

测试编号：6.1.7
测试项目：验证时序数据库具备基础的插值查询能力，支持线性插值、固定值插值等算法
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写入单个时间序列，自定义场景模拟时间序列值缺失的情况； 3) 执行线性插值查询语句，查询包含值缺失时间段的数据； 4) 执行固定值插值查询语句，查询包含值缺失时间段的数据
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 测试环境可用； 2) 成功写入数据没有报错，自定义场景可以反映插值查询效果； 3) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果在合理范围内； 4) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果在合理范围内

5.1.8 值过滤查询

测试编号：6.1.8
测试项目：验证数据库值过滤查询的能力，是否支持“AND”“OR”“>”“<”“=”“<=”“>=”“!=”等基础过滤条件
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写入多个时间序列数据，数据中应包含多域或多指标； 3) 执行查询语句，对多个指标值设置查询条件，条件应覆盖“AND”“OR”“>”“<”“=”“<=”“>=”“!=”
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 测试环境可用； 2) 成功写入数据没有报错； 3) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的保持一致

5.1.9 最新周期数据查询

测试编号：6.1.9
测试项目：验证数据库支持获取时间序列最后一个数据点
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写入一段最近时刻的时间序列数据；

3) 执行查询语句，查询写入时间序列的最后一个数据点；
4) 等待一段时间，执行查询语句，查询写入时间序列的最后一个数据点
预期结果：
1) 测试环境可用；
2) 成功写入数据没有报错；
3) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的保持一致；
4) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与上一条保持一致

5.1.10 数据聚合查询

测试编号：6.1.10
测试项目：验证数据库支持数据聚合查询的能力，包括但不限于时间窗口聚合、标签分组、以及 Min, Max, Avg, Count, Sum 等基本的聚合函数
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤：
1) 准备测试环境；
2) 在数据库中写多个时间序列的数据；
3) 执行查询语句，查询按设定的时间窗口聚合后的数据；
4) 执行查询语句，查询按指定标签分组聚合后的数据；
5) 执行查询语句，依次查询按 Min, Max, Avg, Count, Sum 聚合函数聚合后的数据
预期结果：
1) 测试环境可用；
2) 成功写入数据没有报错；
3) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果在合理范围内；
4) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果在合理范围内；
5) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果在合理范围内

5.1.11 自定义函数

测试编号：6.1.11
测试项目：验证数据库自定义函数的支持度
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤：
1) 准备测试环境；
2) 在数据库中写多个时间序列的数据；
3) 编写自定义函数，描述自定义函数的功能、输入和输出；
4) 执行查询语句，验证自定义函数的可执行性与正确性
预期结果：
1) 测试环境可用；

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 2) 成功写入数据，没有报错； 3) 自定义函数的功能、输入、输出具备可行性与可理解性； 4) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的结果一致 |
|---|

5.1.12 地理位置查询

测试编号：6.1.12
测试项目：验证数据库支持地理位置查询的能力
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： <ul style="list-style-type: none"> 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写多个时间序列的数据，数据应包含地理位置信息； 3) 设置合理的时间范围和地理空间范围； 4) 执行查询语句，查询设定条件范围内满足条件的数据
预期结果： <ul style="list-style-type: none"> 1) 测试环境可用； 2) 成功写入数据没有报错； 3) 设置的时间范围和地理空间范围应具备合理性与可执行性； 4) 查询语句正常运行无报错，查询返回的结果与预期的结果一致

5.1.13 数据生命周期管理

测试编号：6.1.13
测试项目：验证数据库支持数据过期时间设置，可以自动或手动地对历史数据进行清理
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： <ul style="list-style-type: none"> 1) 准备测试环境； 2) 在数据库中写多个时间序列的数据； 3) 在数据库中设置合理的过期时间； 4) 查看历史数据是否按设定的时间完成清
预期结果： <ul style="list-style-type: none"> 1) 测试环境可用； 2) 成功写入数据没有报错； 3) 成功设置过期时间； 4) 指定的数据清理成功

5.2 兼容能力

5.2.1 X86 等主流硬件兼容性

测试编号：6.2.1
测试项目：验证时序数据库对于主流硬件兼容性
预置条件：主流 X86 硬件，不同 CPU 型号和不同 Linux 操作系统
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1) 查看数据库能否在 X86/X86-64 等主流硬件上正常运行； 2) 查看集群中节点配置情况，是否支持两款不同的 CPU 型号； 3) 查看数据库是否支持在主流的操作系统的运行
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1) 数据库可以在 X86/X86-64 等主流硬件上正常运行； 2) 集群中有两款不同的 CPU 型号； 3) 支持在主流的操作系统的运行，如 Windows 或 Linux 的主流发行版

5.2.2 容器部署兼容性

测试编号：6.2.2
测试项目：验证时序数据库对于容器部署的兼容性
预置条件：
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1) 通过容器技术例如 docker 安装部署时序数据库产品
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1) 时序数据库产品部署正常且正常运行

5.2.3 大数据处理生态对接

测试编号：6.2.3
测试项目：验证时序数据库对于大数据生态的兼容性
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1) 配置数据目的源，将时序数据库中的数据写入到大数据平台的存储，如 HDFS
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1) 数据成功写入 HDFS

5.3 管理能力

5.3.1 安装部署能力

测试编号：6.3.1
测试项目：验证时序数据库具备友好的安装部署方式
前置条件：硬件环境准备完毕
测试步骤： 1) 线下数据库产品依据安装手册进行安装； 2) 线上产品依据操作手册进行服务开通
预期结果： 1) 线下数据库产品安装部署成功且操作过程友好； 2) 线上产品服务开通成功且操作过程友好； 3) 时序数据库访问正常

5.3.2 配置管理能力

测试编号：6.3.2
测试项目：验证时序数据库全局范围内配置在线管理能力，包括对配置参数的查看和修改
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 在控制台查看服务配置参数； 2) 修改数据库某一项服务配置参数
预期结果： 1) 可以查看配置参数； 2) 配置参数修改生效

5.3.3 实时监控

测试编号：6.3.3
测试项目：能够对数据库状态进行实时监控，并具备告警能力
前置条件：线上或者线下操作控制台使用正常，后台监控程序正常运行。
测试步骤： 1) 查看系统是否具备对外提供监控信息的接口； 2) 通过数据库自身或外部的监控系统查看监控信息，如空间使用量等
预期结果： 1) 数据库具备对外提供监控信息的接口； 2) 可以通过其中一种方式查看到监控信息

5.3.4 用户管理

测试编号：6.3.4
测试项目：验证时序数据库支持用户管理能力，包括用户的创建、删除、修改及权限分配能力，其中权限分为读写权限和管理权限
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 登录管理员用户； 2) 创建一个新的用户 userA； 3) 为用户 userA 设置只读权限，并使用该用户进行写入、删除、修改操作； 4) 为用户 userA 设置管理员权限，并使用该用户创建新用户 userB； 5) 删除用户 userA、userB
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 成功登陆管理员账户； 2) 新用户创建成功； 3) 权限设置成功，写入、删除、修改操作报错； 4) 权限设置成功，新用户创建成功； 5) 用户删除成功

5.3.5 在线升级

测试编号：6.3.5
测试项目：验证时序数据库支持在线升级能力
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 准备高版本组件； 2) 在时序数据库中持续写入时间序列数据； 3) 开始高版本组件升级，并监控任务和集群状态
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 组件成功升级，中间过程无报错； 2) 对运行中任务的影响控制在可接受范围内

5.3.6 元信息查看

测试编号：6.3.6
测试项目：验证时序数据库支持查看时间序列的定义、标签的定义、指标的定义
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 向数据库中写入带标签的时间序列数据；

2) 查看时间序列的定义、标签的定义、指标的定义信息

预期结果:

- 1) 数据成功写入无报错;
- 2) 能够准确、全面、便捷地获取时间序列、标签、指标的元信息

5.3.7 导入导出能力

测试编号: 6.3.7

测试项目: 验证时序数据库支持数据导入和导出能力

前置条件: 时序数据库产品部署运行正常

测试步骤:

- 1) 向数据库中写入时间序列数据;
- 2) 调用外围工具从其他存储或消息队列批量导入数据至时序数据库;
- 3) 调用外围工具将数据导出至其他存储

预期结果:

- 1) 数据成功写入无报错;
- 2) 数据导入成功, 数据结果完整无丢失;
- 3) 数据导出成功, 数据结果完整无丢失

5.4 高可用特性

5.4.1 硬件故障

测试编号: 6.4.1

测试项目: 验证在电源、硬盘、网线、交换机、机架、机房故障下的数据库服务具备故障监测、自动切换、副本自动补齐能力

前置条件: 时序数据库产品部署运行正常

测试步骤:

- 1) 准备数据库测试环境;
- 2) 向数据库中持续每秒写入时序数据;
- 3) 以合理的方式构造单台数据库节点故障场景, 查看相应的告警和故障信息, 查询步骤 2 持续写入的数据。
- 4) 持续 5 分钟后, 恢复故障节点, 查看响应的告警信息和故障恢复信息, 查询步骤 2 持续写入的数据

预期结果:

- 1) 数据库环境可用;
- 2) 数据持续写入成功无报错;
- 3) 系统正常告警并且期间内不影响系统可用性, 查询结果与预期一致;
- 4) 系统恢复正常, 停止告警, 并且期间不影响系统可用性, 查询结果与预期一致

5.4.2 操作系统故障

测试编号：6.4.2
测试项目：验证 CPU 资源占用、I/O 资源占用、内存资源占用、磁盘空间占用下，数据库服务能支持故障监测、自动切换、副本自动补齐
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 准备数据库测试环境； 2) 向数据库中持续每秒写入时序数据； 3) 以合理的方式模拟文件系统故障场景，查看相应的告警和故障信息，查询步骤 2 持续写入的数据； 4) 持续 5 分钟后，恢复故障节点，查看响应的告警信息和故障恢复信息，查询步骤 2 持续写入的数据。 5) 将 CPU 资源上线降低至 5%，模拟 CPU 占用过高的场景，查看相应的告警和故障信息，查询步骤 2 持续写入的数据； 6) 持续 5 分钟后，恢复故障节点，查看响应的告警信息和故障恢复信息，查询步骤 2 持续写入的数据
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 数据库环境可用； 2) 数据持续写入成功无报错； 3) 系统正常告警并且期间内不影响系统可用性，查询结果与预期一致； 4) 系统恢复正常，停止告警，并且期间不影响系统可用性，查询结果与预期一致； 5) 系统正常告警并且期间内不影响系统可用性，查询结果与预期一致； 6) 系统恢复正常，停止告警，并且期间不影响系统可用性，查询结果与预期一致

5.4.3 数据库服务故障

测试编号：6.4.3
测试项目：验证分布式数据库产品数据库系统文件被损坏情况下的数据库服务能力
预置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 准备数据库测试环境； 2) 向数据库中持续每秒写入时序数据； 3) 修改数据库系统文件模拟文件被损坏场景，查看相应的告警和故障信息，查询步骤 2 持续写入的数据
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 数据库环境可用； 2) 数据持续写入成功无报错； 3) 系统正常告警并且期间内不影响系统可用性，查询结果与预期一致

5.4.4 过载保护

测试编号：6.4.4
测试项目：验证数据库出现超过系统承载压力时的可用性
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 准备数据库测试环境； 2) 向数据库中持续写入时序数据； 3) 逐步增加写入压力，直至系统出现过载现象，并保持相同写入压力一段时间，观察进程监控； 4) 查询步骤 2 写入的数据
预期结果： 1) 数据库环境可用； 2) 数据写入成功无报错； 3) 系统正常告警并且期间内不影响系统可用性，进程监测无问题； 4) 写入数据可正常查询

5.4.5 数据多副本能力

测试编号：6.4.5
测试项目：验证时序数据库支持多副本
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
测试步骤： 1) 确认数据库设置了至少 2 个副本； 2) 向数据库写入一个时间序列的数据； 3) 删除该时间序列的 1 个副本； 4) 查询步骤 2 写入的数据
预期结果： 1) 数据库设置了至少 2 个副本； 2) 数据写入成功无报错； 3) 成功删除副本； 4) 写入数据可正常查询

5.5 扩展性

5.5.1 集群在线扩容能力

测试编号：6.5.1
测试项目：验证数据库集群具备集群在线扩展能力，且性能随之提升
前置条件：时序数据库产品部署运行正常

<p>测试步骤:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 准备数据库测试环境; 2) 向数据库中持续写入时序数据; 3) 观察各节点存储空间占用是否趋于平衡; 4) 向数据库集群扩容增加一个或多个全新节点; 5) 一段时间后观察各节点存储空间占用是否趋于平衡; 6) 查询之前写入的数据
<p>预期结果:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 数据库环境可用; 2) 数据写入成功无报错; 3) 各节点存储空间占用趋于平衡; 4) 集群扩容成功; 5) 各节点存储空间占用趋于平衡; 6) 数据可正常查询

5.5.2 集群缩容能力

测试编号: 6.5.2
测试项目: 验证时序数据库产品支持在线缩容能力
预置条件: 时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 准备数据库测试环境; 2) 向数据库中持续写入时序数据; 3) 观察各节点存储空间占用是否趋于平衡; 4) 数据库集群按正常步骤减少一个节点; 5) 一段时间后观察各节点存储空间占用是否趋于平衡; 6) 查询之前写入的数据
<p>预期结果:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 数据库环境可用; 2) 数据写入成功无报错; 3) 各节点存储空间占用趋于平衡; 4) 集群缩容成功; 5) 各节点存储空间占用趋于平衡; 6) 数据可正常查询

5.6 安全性

5.6.1 身份认证

测试编号：6.6.1
测试项目：验证时序数据库产品支持对用户进行身份认证
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 用户 A 设置数据库 a 的读写权限；用户 B 设置数据库 b 的读写权限； 2) 用户 A 登录成功后向 a 库写入少量时序数据； 3) 切换到用户 B 登录，查询步骤 2 的数据； 4) 用户 B 向 b 库写入少量时序数据； 5) 用户 A 和 B 分别查询自己写入的时间序列数据； 6) 切换到用户 C 登录，用户 C 为时序数据库非法用户，进行时序数据写入和查询
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 用户 A 和用户 B 权限设置成功； 2) 用户 A 登陆成功且数据写入成功； 3) 切换用户后无法查询到 A 用户的数据； 4) 用户 B 数据写入成功； 5) 用户 A 和用户 B 数据查询均正确； 6) 用户 C 查询和写入操作均抛出异常

5.6.2 操作审计

测试编号：6.6.2
测试项目：验证时序数据库产品支持操作审计
前置条件：时序数据库产品部署运行正常
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 对数据库中的元数据信息进行修改，查看是否有日志记录； 2) 对数据库中的数据删除操作，查看是否有日志记录； 3) 修改数据库中的配置信息，查看是否有日志记录
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 对应操作均有日志记录，可审计

5.6.3 加密通信

测试编号：6.6.3
测试项目：验证时序数据库产品是否支持加密通信，如 HTTPS
前置条件：时序数据库产品部署运行正常

测试步骤:

- 1) 选择一种加密通信方式访问数据库, 进行数据写入;
- 2) 使用抓包工具抓取传输中的数据包, 并读取数据包内容

预期结果:

- 1) 数据库数据写入成功;
- 2) 抓包成功, 数据读取不成功