

团 体 标 准

T/CCSA 570—2024

数据库管理系统智能化技术要求 与测试方法

Technical specification and test methods on database management system
intellectualize

2024 - 11 - 11 发布

2025 - 01 - 01 实施

中国通信标准化协会 发布

版权声明

本技术文件的版权属于中国通信标准化协会，任何单位和个人未经许可，不得进行技术文件的纸质和电子等任何形式的复制、印刷、出版、翻译、传播、发行、合订和宣贯等，也不得引用其具体内容编制本协会以外各类标准和技术文件。如果有以上需要请与本协会联系。

邮箱：IPR@ccsa.org.cn

电话：62302847



目 次

前言	II
引言	III
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 总体要求	2
5.1 参考架构	2
5.2 功能要求	3
6 技术要求	3
6.1 自动感知能力	3
6.2 自动诊断能力	3
6.3 自动修复能力	4
6.4 自动优化能力	4
6.5 安全自治能力	4
7 测试方法	4
7.1 自动感知能力	4
7.2 自动诊断能力	8
7.3 自动修复能力	10
7.4 自动优化能力	12
7.5 安全自治能力	14

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。

请注意本文件某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国通信标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：中国信息通信研究院、中移（苏州）软件技术有限公司、华为技术有限公司、阿里云技术有限公司、云和恩墨（北京）信息技术有限公司、中兴通讯股份有限公司、北京融信数联科技有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司、北京人大金仓信息技术股份有限公司、蚂蚁科技集团股份有限公司。

本文件主要起草人：马嘉慧、刘蔚、刘思源、马鹏玮、齐丹阳、魏凯、姜春宇、田稼丰、时家幸、姜伟、赵东辉、王晓东、李士福、王天庆、郭亮、陈杰、梁高中、胡航丽、李轶楠、田兵、杨俊、李忠良、陈河堆、陆晓飞、张广志、于笑博、李国强、雷尚顺、罗云、张觥、杜胜、宋瑞、李楠、彭晋、郭智慧、王栩。



引 言

为适应信息通信业发展对标准文件的需求，由中国通信标准化协会组织制定“中国通信标准化协会团体标准”，推荐有关方面采用。有关对本标准的建议和意见，向中国通信标准化协会反映。

本文件规定了数据库管理系统智能化的技术要求与测试方法的范围、总体框架。指利用各类运行时态数据，采用数据分析和人工智能技术，实现了对数据库的自动感知、自动诊断、自动修复、自动优化和安全自治能力，达成了降低运维成本，提升运维效率，提升数据库性能，提高数据库可用性，提升数据库安全性的目标。

本文件适用于各智能化数据库管理系统的评价与指导，可供各行业组织参考，也可作为第三方评估机构衡量智能化数据库管理系统产品技术的标准依据。



数据库管理系统智能化技术要求 与测试方法

1 范围

本文件规定了数据库管理系统智能化的技术要求与测试方法,包括:参考框架、功能要求、自动感知能力,自动诊断能力等要求和对应的测试方法

本文件适用于各智能化数据库管理系统的评价与指导,可供各行业组织参考,也可作为第三方评估机构衡量智能化数据库管理系统产品技术的标准依据。

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

3 术语和定义

GB/T 5271.17-2010界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据库 database

按照数据结构来组织、存储和管理数据的仓库,是一个长期存储在计算机内的、有组织的、可共享的、统一管理的大量数据的集合。

3.2

数据库管理系统 database management system

为操纵和管理数据库的大型计算机软件,主要用于建立、使用和维护数据库。

3.3

数据库管理系统智能化 database management system intellectualize

数据库管理系统内利用各类运行时态数据,采用数据分析和人工智能技术,实现了对数据库的自动感知、自动诊断、自动修复、自动优化和安全自治能力,达成了降低运维成本,提升运维效率,提升数据库性能,提高数据库可用性,提升数据库安全性的目标。

3.4

问题感知 problem sensing

数据库管理系统通过对数据库内各种运行数据和事件进行采集、分析和决策,并且判断数据库的运行状态及存在问题。

3.5

问题诊断 problem diagnosis

在发现数据库出现问题时,能够进一步分析问题和故障出现的根本原因。

3.6

问题修复 problem fixed

数据库出现问题或故障并且判断根本原因,能够根据故障原因执行特定的操作解决问题和故障,恢复数据库正常运行状态。

3.7

性能优化 performance optimization

数据库出现性能问题时，能够对数据库相关参数、SQL以及索引等因素进行有效调整，提升数据库运行性能。

3.8

数据库安全 database security

为数据库系统采取的安全保护措施，防止系统软件和其中数据遭到破坏、更改和泄漏。

3.9

数据库集群 database cluster

利用至少两台或者多台数据库服务器，构成一个虚拟单一数据库逻辑映像，像单数据库系统那样，向客户端提供透明的数据服务。

3.10

数据库节点 database node

构成数据库集群的单台数据库服务器，是构成数据库集群的最小单元。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

CPU：中央处理器(Central Processing Unit)

I/O：输入/输出(Input/Output)

IOPS：每秒输入/输出(Input/Output Per Second)

OLAP：联机分析处理(On-Line Analysis Processing)

OLTP：联机事务处理(On-Line Transaction Processing)

QPS：每秒查询率(Queries Per Second)

SQL：结构化查询语言(Structured Query Language)

5 总体要求

5.1 参考架构

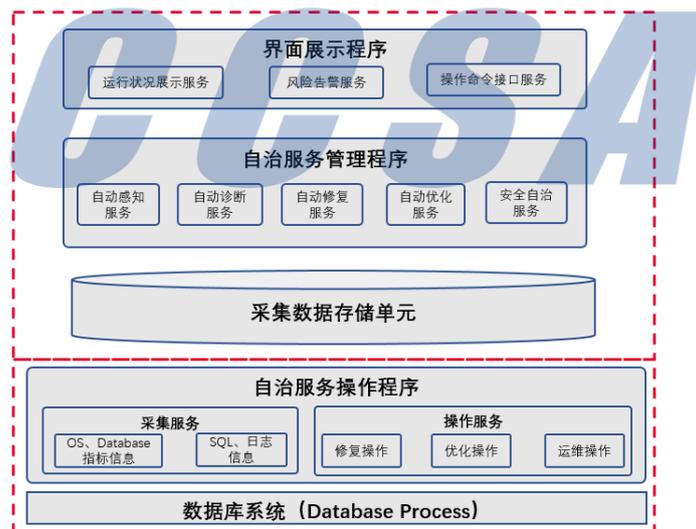


图1 参考框架

自治服务管理程序中为本文件的五大技术要求能力，分别为：自动感知能力指数据库在线运行过程中，实时获取数据库运行数据，能够自动发现数据库风险的能力。自动诊断能力是指对数据库运行中的风险进行根因分析的能力。自动修复能力是指基于自动诊断的结果，进行故障处置、止损、恢复等自动修复操作，提升系统可用性的能力。自动优化能力是指基于自动诊断的结果，在数据库配置、SQL等方

向自动生成优化方案并执行，提升数据库运行效率的能力。安全自治能力是指基于自动诊断的结果，在数据库操作、数据访问等方向自动进行安全加固操作，提升数据库安全性的能力。参见图1。

5.2 功能要求

数据库管理智能化系统主要包括下面几部分功能：

a) 服务操作程序

自治服务操作程序提供采集服务和操作服务两方面能力。其中采集服务是指采集数据库系统节点所在操作系统指标、数据库指标、全量SQL信息、慢SQL信息及数据库运行日志信息等内容；操作服务针对数据库系统实施修复操作、优化操作及运维操作的命令。

b) 采集数据存储单元

采集数据存储单元用于接受或者拉取保存代理程序采集到的数据，用于自治服务程序进行分析和管理的，通常存储单元具备数据更新、数据合并及数据淘汰能力。

c) 自治服务管理程序

自治服务管理程序指数据库管理智能化系统面向使用者提供的端到端运维管理能力，包括自动感知服务、自动诊断服务、自动修复服务、自动优化服务及安全自治服务。每个服务提供多样性能力，满足数据库系统智能化管理诉求。

d) 界面展示程序

界面展示程序为使用者提供运行状态展示服务、风险告警服务及操作命令接口服务，满足使用者方便快捷操作需求。

6 技术要求

6.1 自动感知能力

自动感知能力指数据库在线运行过程中，实时获取数据库运行数据，能够自动发现数据库风险的能力。

数据库管理系统智能化产品应具备自动感知的基本能力，具体包括：

- a) 数据库运行数据自动获取：应支持自动收集、汇聚数据库运行数据（如数据库容量、锁、性能、数据同步、故障发生、安全访问等）和环境数据，以便进行数据库状态感知和查看的能力，同时应具备对收集数据自动清理的能力；
- b) 性能风险感知：应支持判断数据库性能衰变（如 SQL 响应时间变长、内存消耗增长、慢 SQL 趋势增多、锁等待时间增长、流量异常增长、连接数异常）的能力；
- c) 容量风险感知：应支持感知数据库空间风险、带宽风险或基于空间异常变化（急速增加或者缩小）判断空间风险的能力；
- d) 运行环境风险感知：应支持感知数据库运行环境风险（如操作系统配置不合理、CPU 利用率升高、IOPS 增多）的能力；
- e) 同步风险感知：宜支持感知数据库数据同步（如主备复制、主从复制）故障、延迟的能力；
- f) 备份状态感知：宜支持基于数据变化量判断数据备份行为、自动诊断备份有效性的能力；
- g) 风险告警：应支持自动对风险进行识别与评级，并根据评级、受影响的业务发送告警给指定的运维人员。

6.2 自动诊断能力

自动诊断能力是指对数据库运行中的风险进行根因分析的能力，具体包括：

- a) 性能风险根因诊断：应支持对感知的性能故障、性能风险进行判断，结合运行数据自动分析性能问题（如 SQL 诊断、死锁诊断、慢会话诊断等）根因的能力；
- b) 容量风险根因诊断：应支持结合空间故障、带宽风险、空间风险与数据库对象大小增长历史数据，自动判断容量异常根因的能力；

- c) 运行环境风险根因诊断：应支持对感知到的数据库所处软硬件环境的风险进行根因分析的能力；
- d) 同步风险根因诊断：宜支持对数据同步故障、延迟自动分析，确定根因的能力；
- e) 备份状态根因诊断：宜支持对备份状态异常、备份策略合理性进行根因诊断的能力。

6.3 自动修复能力

自动修复能力是指基于自动诊断的结果，进行故障处置、止损、恢复等自动修复操作，提升系统可用性的能力。

- a) 数据库存储空间扩容：应具备基于诊断结论，结合空间容量使用情况，自动对数据库容量扩容的能力；
- b) CPU 内存扩容：宜支持基于诊断结论，结合服务器环境的 CPU 内存使用情况，自动对数据库 CPU 内存扩容的能力；
- c) 集群节点增加：宜支持基于流量异常场景的诊断结论，自动对集群节点扩容的能力；
- d) 操作系统故障：应支持对操作系统中配置不当、资源陡变等情况自动修复的能力；
- e) 异常会话自动查杀：宜支持基于诊断结果，自动清理异常会话、锁阻塞会话等严重影响数据库运行性能的会话的能力；
- f) SQL 并发队列自动限流：应支持对影响数据库运行性能的高负载操作、并发队列进行限流的能力。

6.4 自动优化能力

自动优化能力是指基于自动诊断的结果，在数据库配置、SQL 等方向自动生成优化方案并执行，提升数据库运行效率的能力。

- a) 集群节点减少：宜支持基于诊断结论，自动对集群节点缩容的能力；
- b) 智能调参：应支持基于诊断结论，结合服务器软硬件配置和数据库负载情况，提供数据库参数配置建议或自动调参的能力；
- c) 智能索引优化：应支持基于诊断结论，结合表结构和相关 SQL 信息，自动提供索引优化建议（包括但不限于索引新建、索引合并、索引删除）的能力；
- d) 分布列智能推荐：宜支持基于诊断结论，结合表结构和相关 SQL 信息，提供分布列的建议的能力（适用于分布式数据库）；
- e) SQL 智能建议：宜支持基于 SQL 运行的诊断结论，自动调整数据库中影响该 SQL 的性能因素，以达到进一步优化 SQL 的能力。

6.5 安全自治能力

安全自治能力是指基于自动诊断的结果，在数据库操作、数据访问等方向自动进行安全加固操作，提升数据库安全性的能力。

- a) 异常模式感知：应支持对数据库操作、数据访问中的安全风险，自动进行识别和感知的能力；
- b) 异常数据感知：应支持对系统中请求信息包含的异常数据、非法数据的进行识别和感知的能力；
- c) 敏感数据感知：应支持对数据隐私的分析，识别和感知数据信息泄露或隐私泄露风险的能力；
- d) 异常行为处理：应支持针对数据库操作、数据访问中的安全风险，自动进行安全告警提示、安全策略健全、安全建议的能力；
- e) 最小化权限分析：宜支持依据业务分析，对数据库内的账户进行权限分析，给出消除不必要权限的建议的能力；
- f) 安全配置分析：宜支持感知数据库安全加固配置策略，防止误操作引出漏洞，提供安全配置增强建议的能力。

7 测试方法

7.1 自动感知能力

7.1.1 数据库运行数据自动获取

测试编号：7.1.1
测试项目：数据库与运行数据自动获取
测试目的：测试数据库运行数据自动获取能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 数据库指标采集系统运行正常 3. 执行任意数据库业务（查询语句）
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库运行数据正常采集，采集数据存储指定的存储单元（如时序数据库、文件等）； 2. 通过查询语句或者打开可读文件或者界面，可以正常获取采集的数据； 3. 采集的数据类型包括：数据库容量、锁、性能、主备时延数据、故障日志信息、安全访问相关数据等； 4. 可以根据自动清理时间阈值，查看数据在指定时间段存在。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 可以查看采集的数据信息，包括：数据库容量、锁、性能、主备时延数据、故障日志信息、安全访问相关数据等内容； 2. 可以查看数据记录时间段，判断数据自动清理能力。

7.1.2 性能风险感知

测试编号：7.1.2
测试项目：性能风险感知
测试目的：测试数据库感知性能风险的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 指标采集模块常运行； 3. 异常检测模块正常运行； 4. 运行异常相关业务。
测试步骤： 以下5种测试步骤为并列关系，实现其中三种即可。 第一种： <ol style="list-style-type: none"> 1. 打开运行数据采集模块，采集系统指标数据，查看可以正常采集系统CPU利用率及内存使用大小数据 2. 执行SQL压测程序，开始进行单SQL并发循环执行，观察当前CPU利用率、内存使用大小以及执行作业的性能情况； 3. 压测SQL并发数据增大至少一倍，验证数据库使用CPU资源利用率动态提升；内存使用大小随之升高 4. 在CPU利用率较高（如100%）或内存使用量较大的情况下，继续增压SQL并发数量，验证SQL响应时间变长。 第二种： <ol style="list-style-type: none"> 1. 往预置的数据表中装载数据； 2. 根据表结构和已插入的数据，组合不同的查询语句； 3. 随着测试时间的推移，加大查询语句的访问频次。 第三种： <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过数据库id及用户信息验证接入实例监控 2. 采集数据库运行数据 3. 创建事务锁定一张表，长时间不提交

<p>第四种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过数据库id及用户信息验证接入实例监控 2. 采集数据库运行数据 3. 运行少量读写业务 4. 运行大量高并发读写业务 <p>第五种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 打开运行数据采集模块，可以查看到数据库采集系统连接数； 2. 客户端负载启动，持续增加数据库的连接数 3. 观察是否出现异常趋势告警
<p>预期结果：</p> <p>上述测试步骤的结果分别如下完成其中三种即可。</p> <p>第一种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 系统cpu利用率数据及内存使用大小可以正常查看； 2. CPU利用率、内存使用大小以及执行作业的性能情况正常； 3. CPU资源利用率及内存使用大小按时间持续上升；触发CPU资源利用率及内存使用大小异常告警。 4. SQL响应时间随着SQL并发数量的增长而上升。 <p>第二种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据装载成功； 2. 至少组合2条不同的查询语句； 3. 可观测到数据库的慢SQL语句数量持续增加。 <p>第三种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库接入验证通过，可监控该数据库 2. 获取数据库运行数据 3. 能够检测到数据库锁等待时间增长，并能够展示指标变化趋势 <p>第四种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库接入验证通过，可监控该数据库 2. 获取数据库运行数据 3. 能够检测数据库流量变化，并能够展示指标变化趋势 4. 能够检测数据库流量异常增长，并能够展示指标变化趋势，触发数据库流量异常增长告警。 <p>第五种：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据采集模块正常运行，数据库采集系统链接数可以正常查看 2. 客户端负载启动，数据库链接数持续增多 3. 出现数据库链接异常趋势告警。

7.1.3 容量风险感知

测试编号：7.1.3
测试项目：容量风险感知
测试目的：测试数据库容量风险感知的能力
<p>预置条件：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 开启数据库实例服务 2. 创建数据库用户以提供监控权限验证 3. 执行数据库业务
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过数据库id及用户信息验证接入实例监控 2. 采集数据库运行数据，如运行状态，空间容量，性能数据，参数配置，会话连接等信息

<ul style="list-style-type: none"> 3. 设置风险阈值告警规则 4. 运行业务持续写入数据，占用较高数据库空间或网络带宽 5. 运行少量数据写入业务，持续较长时间 6. 运行大量高并发数据写入业务
<p>预期结果：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 数据库接入验证通过，可监控该数据库 2. 可感知数据库实时空间使用率以及网络带宽使用率 3. 设置风险阈值告警规则帮助动态判断风险异常，可进行实时告警推送 4. 基于空间使用状况和异常库表提供运维信息，识别存在数据库空间风险或带宽风险 5. 基于采集数据检测数据空间稳定增长，识别为无风险 6. 基于采集数据检测数据空间发生极速增长，识别为空间异常变化风险

7.1.4 运行环境风险感知

测试编号：7.1.4
测试项目：运行环境风险感知
测试目的：测试数据库运行环境风险感知的能力
<p>预置条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 指标采集系统正常运行； 3. 异常检测模块正常运行。
<p>测试步骤：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 通过采集模块采集运行环境相关数据：操作系统配置信息、CPU使用率、IO利用率等；（任选二） 2. 通过采集的数据，基于人工智能技术进行异常检测分析，可以检测操作系统配置不合理设置； 3. 通过采集的数据，基于人工智能技术进行数据相关异常检测分析，可以CPU利用率提升、IOPS增多等；
<p>预期结果：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 信息已采集； 2. 通过查看异常检测模块的分析结果，可以获取操作系统配置不合理情况； 3. 通过查看异常检测模块的分析结果，获取CPU和IO使用异常信息，包括发生时间、发生类型等。

7.1.5 同步风险感知

测试编号：7.1.5（可选）
测试项目：同步风险感知
测试目的：测试数据库同步风险感知的能力
<p>预置条件：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 各检测模块正常运行。
<p>测试步骤：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 设置数据同步策略； 2. 模拟数据库同步延迟； 3. 查看延迟时系统的反应。
<p>预期结果：</p> <ul style="list-style-type: none"> 1. 数据同步策略设置成功 2. 数据库之间同步出现延迟

3. 当系统检测到数据同步延迟，会提示数据同步异常

7.1.6 备份状态感知

测试编号：7.1.6（可选）
测试项目：备份状态感知
测试目的：测试数据库备份状态感知的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库正常部署且正常运行 2. 建议初始规模不大于10G。
测试步骤： <p>如下测试方法至少完成一种</p> 方法一： <ol style="list-style-type: none"> 1. 设置备份策略并成功备份 2. 向数据库加载大量数据，增加数据库规模 3. 完成下一次备份 4. 感知到备份策略时间超长，存在风险 方法二： <ol style="list-style-type: none"> 1. 设置备份策略并成功备份， 2. 开始下一次备份，在备份的同时，在备份设备上，模拟IO操作 3. 感知到备份策略时间超长，存在风险
预期结果： <p>方法一的结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 备份策略设置成功并成功备份； 2. 数据库规模增大 3. 成功备份 4. 备份策略风险提示 <p>方法二的结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 备份策略设置成功并成功备份； 2. 在备份设备上，IO操作模拟成功，备份成功 3. 备份策略风险提示

7.1.7 风险告警

测试编号：7.1.7
测试项目：风险告警
测试目的：测试数据库风险告警能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库启动运行； 2. 指标采集系统正常运行； 3. 异常检测模块正常运行； 4. 运维人员在指定平台上订阅告警； 5. 准备一份自定义风险评级标准
测试步骤： <p>执行上述所有必选项的风险场景；</p>
预期结果： <p>相关运维人员可以通过告警通道，接收到告警，并且可以清晰的显示告警对象、告警的级别和风险描述；告警评级和事先准备的自定义的风险评级标准相符。</p>

7.2 自动诊断能力

7.2.1 性能风险根因诊断

测试编号：7.2.1
测试项目：性能风险根因诊断
测试目的：测试数据库性能风险根因诊断的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 性能数据采集系统正常运行； 3. 异常检测模块正常运行。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 从性能风险感知中的测试场景，模拟性能风险 2. 获取自动诊断中获得的根因信息。
预期结果： <p>支持定位到异常SQL、锁、数据库参数等根因并输出优化建议</p>

7.2.2 容量风险根因诊断

测试编号：7.2.2
测试项目：容量风险根因诊断
测试目的：测试数据库容量风险根因诊断的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 性能数据采集系统正常运行； 3. 异常检测模块正常运行。
测试步骤： <p>执行7.1.3容量风险感知的测试步骤，查看发送给运维人员的信息中包含的容量风险诊断分析。</p>
预期结果： <p>告警中包含针对容量风险提出相应的诊断及优化建议。</p>

7.2.3 运行环境风险根因诊断

测试编号：7.2.3
测试项目：运行环境风险根因诊断
测试目的：测试数据库运行环境风险根因诊断的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态 2. 操作模块运行指标收集工作正常 3. 数据库运行状态收集工作正常
测试步骤： <p>根据运行环境风险感知结果，查看运行环境风险根因诊断</p>
预期结果： <p>通过诊断系统结果异常，给出问题发生的根因及优化建议。</p>

7.2.4 同步风险根因诊断

测试编号：7.2.4（可选）
测试项目：同步风险根因诊断
测试目的：测试数据库具有可诊断数据库同步风险根因的能力
预置条件：

1. 数据库处于正常运行状态 2. 各检测模块正常运行
测试步骤： 根据数据库同步风险感知的测试步骤，查看发送给运维人员的信息中包含的数据库同步风险诊断分析。
预期结果： 出现数据库同步风险告警，并给出问题发生的根因及优化建议。

7.2.5 备份状态风险根因诊断

测试编号：7.2.5（可选）
测试项目：备份状态风险根因诊断
测试目的：测试数据库具有可诊断数据库备份状态风险根因的能力
预置条件： 1. 数据库处于正常运行状态 2. 各检测模块正常运行
测试步骤： 根据数据库同步风险感知的测试步骤，查看发送给运维人员的信息中包含的数据库同步风险诊断分析
预期结果： 出现数据库同步风险告警，并给出问题发生的根因及优化建议。

7.3 自动修复能力

7.3.1 数据库存储空间扩容

测试编号：7.3.1
测试项目：数据库存储空间扩容
测试目的：测试数据库具有存储空间扩容的能力
预置条件： 1. 数据库处于正常运行状态 2. 基于容量风险感知诊断结果判断需要扩容的磁盘量
测试步骤： 以下两种步骤满足其一即可。 针对分布式集群： 1. 触发集群扩容命令，并且执行成功 2. 查看当前扩容的拓扑结构（集群状态信息）已包含集群扩容节点 3. 正确执行相关业务语句 4. 查看当前磁盘的使用量在合理的阈值内 针对云原生式： 1. 触发硬盘扩容命令，并且执行成功 2. 正确执行相关业务语句 3. 查看当前硬盘的使用量在合理的阈值内
预期结果： 针对分布式集群： 1. 集群扩容命令触发成功 2. 当前集群状态信息中已包含集群扩容节点 3. 相关业务语句执行正确 4. 当前磁盘的使用量在合理的阈值内（至少应该低于触发告警的阈值） 针对云原生式：

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. 硬盘扩容命令触发成功，扩容后的硬盘空间确认已经生效 2. 相关业务语句执行正确 3. 当前硬盘的使用量在合理的阈值内（至少应该低于触发告警的阈值） |
|--|

7.3.2 CPU 内存扩容

测试编号：7.3.2（可选）
测试项目：CPU 内存扩容
测试目的：测试数据库具有 CPU 内存扩容能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 基于性能风险感知（CPU或内存利用率升高）诊断结果判断需要扩容的CPU内存。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 触发CPU或内存扩容命令，并且执行成功 2. 正确执行相关业务语句 3. 查看当前CPU或内存的使用量在合理的阈值内
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. CPU或内存扩容命令触发成功，扩容后的CPU或内存确认已经生效 2. 相关业务语句执行正确 3. 当前CPU或内存的使用量在合理的阈值内（至少应该低于触发告警的阈值）

7.3.3 集群节点增加

测试编号：7.3.3（可选）
测试项目：集群节点增加
测试目的：测试数据库是否具有支持集群节点自动增加的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 基于性能风险感知（CPU或内存利用率升高）诊断结果判断需要增加新的节点
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 触发集群增加节点命令，并且执行成功 2. 查看当前扩容的拓扑结构（集群状态信息）已包含集群扩容节点 3. 正确执行相关业务语句 4. 查看当前CPU或内存的使用量在合理的阈值内
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 节点扩容命令触发成功， 2. 扩容后的节点在集群确认已经生效； 3. 相关业务语句执行正确 4. 当前CPU或内存的使用量在合理的阈值内（至少应该低于触发告警的阈值）

7.3.4 操作系统故障

测试编号：7.3.4
测试项目：操作系统故障
测试目的：测试数据库是否具有支持自动修复操作系统故障能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 各检测模块正常运行。
测试步骤： <p>基于上述测试用例，检查是否有对配置不当、资源陡变问题的报警或自动调整动作。</p>

<p>预期结果： 发生报警或自动调整动作。</p>

7.3.5 异常会话自动查杀

测试编号：7.3.5（可选）
测试项目：异常会话自动查杀
测试目的：测试数据库是否支持对异常会话进行终止的能力
<p>预置条件：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态 2. 操作系统运行指标收集工作正常 3. 数据库运行状态收集工作正常 4. 运行异常查询作业。
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 验证可以查询异常的SQL语句，包括执行超长事务语句、锁阻塞等（基于诊断结果）； 2. 验证可以针对异常SQL进行终止，并且验证终止成功；
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过命令、SQL命令或者界面显示异常SQL信息； 2. 成功终止异常SQL（慢SQL列表中出现的SQL）。

7.3.6 SQL 并发队列自动限流

测试编号：7.3.6
测试项目：SQL 并发队列自动限流
测试目的：测试数据库是否支持对高负载并发队列限流的能力。
<p>预置条件：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态 2. 基于性能风险感知（数据流量异常增长结果进行优化）
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 触发高负载操作并进行限流处理； 2. 查看限流作业状态，可以看到部分作业处于等待状态； 3. 验证处于等待状态作业后续可以执行完成。
<p>预期结果：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 自动限流成功 2. 通过命令或者SQL命令可以查看限流负载处于等待状态； 2. 处于等待状态语句可以在后续执行完成。

7.4 自动优化能力

7.4.1 集群节点减少

测试编号：7.4.1（可选）
测试项目：集群节点减少
测试目的：测试数据库是否具有支持集群节点缩容能力
<p>预置条件：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态，且为集群部署方式；
<p>测试步骤：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 触发集群减少节点命令，并且执行成功 2. 查看当前拓扑结构（集群状态信息）已删除集群缩容节点 3. 正确执行相关业务语句 4. 查看当前CPU或内存的使用量在合理的阈值内

预期结果：

1. 节点缩容命令触发成功，
2. 确认节点已在集群中删除；
3. 相关业务语句执行正确
4. 当前CPU或内存的使用量在合理的阈值内（至少应该大于触发集群减少节点命令值）

7.4.2 智能调参

测试编号：7.4.2
测试项目：智能调参
测试目的：测试数据库是否具备智能调参能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 确定数据库运行环境硬件资源 2. 安装部署数据库系统 3. 启动数据库服务 4. 构建包含增删改查的业务模型，并注入业务数据
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 安装数据采集收集工具 2. 采集数据，包括数据库运行状态、当前参数、及执行负载信息。 3. 触发数据库智能调参程序，通过智能调参命令，推荐参数组合 4. 应用推荐参数，重新执行负载，比较性能的提升。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据采集收集工具安装成功 2. 三项数据采集成功 3. 智能调参程序成功触发，并生成推荐的参数组合 （如果针对TPS进行调参，提升10%以上则推荐给用户，否则不予推荐；如果针对时延进行调参，提升10%以上则推荐给用户，否则不予推荐。） 4. 性能得到提升（QPS数量提升或query执行时间减少）

7.4.3 智能索引优化

测试编号：7.4.3
测试项目：智能索引优化
测试目的：测试数据库具备智能索引优化的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 运行相关负载语句。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过命令行或者SQL语句提供单条语句索引推荐能力； 2. 通过采集已执行的一批（大于5条）负载语句或者给定一批负载语句（大于5条），推荐适合这一批负载语句的索引列表； 3. 识别无关SQL语句、性能提升SQL语句、性能下降SQL语句信息； 4. 通过设置推荐的索引，验证整批负载性能提升。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 推荐的单条索引验证能够提升当前语句的执行效率（语句执行时间减少）； 2. 推荐的一批索引验证能够提升当前一批语句的执行效率（语句执行时间减少）； 3. 利用该批索引，成功识别性能提升SQL语句，以及无关SQL语句或性能下降语句 4. 整批负载性能提升（整批QPS数量提升或者query执行时间减少）

7.4.4 分布列智能推荐

测试编号：7.4.4（可选）
测试项目：分布列智能推荐
测试目的：测试数据库具有分布列智能推荐的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 运行相关负载语句。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过采集已执行的一批（大于5条）负载语句或者给定一批（大于5条）负载语句，推荐适合这一批负载语句的分布列； 2. 通过修改分布列，验证整体负载性能提升。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 负载语句采集成功，并且推荐这一批负载语句的分布列 2. 分布列修改成功，整批负载性能提升（整批QPS数量提升或者query执行时间减少）

7.4.5 SQL 智能建议

测试编号：7.4.5（可选）
测试项目：SQL 智能建议
测试目的：测试数据库是否具有 SQL 智能建议的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 运行相关负载语句。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 通过采集已执行的一批（大于5条）负载语句或者给定一批负载语句，针对这一批负载语句中可重写语句推荐重写后语句； 2. 执行重写后的语句，验证该语句性能提升。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 负载语句采集成功，并针对可重写语句给出推荐语句 2. 执行推荐语句，整批负载性能提升（整批QPS数量提升或者query执行时间减少）

7.5 安全自治能力

7.5.1 异常模式感知

测试编号：7.5.1
测试项目：异常模式感知
测试目的：测试数据库是否具有异常模式感知的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 开启异常模式感知相关组件，并且保证和数据库的通信正常。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 在较短的时间内，用户反复登录数据库失败； 2. 在非常规的登陆时间或用非正常登录IP进行登录，数据库发现异常。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 查看到登陆异常的提示； 2. 被测试方提供异常登录时间或异常登录IP的相关报警提示（如日志等）。

7.5.2 异常数据感知

测试编号：7.5.2

测试项目：异常数据感知
测试目的：测试数据库是否具有异常数据感知的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 开启异常模式感知相关组件，并且保证和数据库的通信正常。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 用户连接数据库； 2. 用户以正常语句查询表内容； 3. 用户以带异常数据“如SQL注入数据”等查询表内容。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库连接成功； 2. 以正常语句查询表内容，查询正常； 3. 以异常数据查询表内容，查询正常但会在日志中记录提示风险。

7.5.3 敏感数据感知

测试编号：7.5.3
测试项目：敏感数据感知
测试目的：测试数据库是否具有敏感数据感知的能力
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态 2. 开启敏感数据感知相关组件，并且保证和数据库的通信正常 3. 创建表，并且准备至少1个敏感数据字段作为目标字段，采用采样等方式获取数据，采样数据量达到1000条以上。同时准备不少于3个非敏感字段作为对比字段。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 启动异常数据感知相关组件功能； 2. 通过异常数据感知组件对包含目标敏感字段和非敏感字段的多个表进行扫描； 3. 分别返回该字段是否为敏感数据，并给出敏感数据类型。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 异常数据感知相关组件启动成功； 2. 扫描成功执行； 3. 返回各列是否是敏感数据列，并给出敏感数据类型，其结果与预期相符。

7.5.4 异常行为处理

测试编号：7.5.4
测试项目：异常行为处理
测试目的：测试数据库是否支持异常行为处理的能力。
预置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 开启异常行为处理相关组件，并且保证和数据库的通信正常。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 启动异常行为处理相关组件； 2. 设置参数，针对上述三个场景的异常感知分别实现提示、审计、访问控制、脱敏等至少2种行为处理方式； 3. 针对上述三个场景分别操作数据库，并触发相关行为。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 异常行为处理相关组件启动成功； 2. 参数设置成功；

3. 上述三个场景分别感知，并实现至少2种符合预期的异常行为处理能力。

7.5.5 最小化权限分析

测试编号：7.5.5（可选）
测试项目：最小化权限分析
测试目的：测试数据库是否支持最小化权限分析的能力。
前置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 开启最小化权限分析相关组件，并且保证和数据库的通信正常。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 多个用户登录并进行请求操作； 2. 启动最小化权限分析功能。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 操作执行成功； 2. 针对账户给出权限配置建议，且符合实际使用情况（或由被测试方提供上述场景的证明材料，如数据库历史访问行为记录以及与之相匹配的配置建议截图等）。

7.5.6 安全配置分析

测试编号：7.5.6（可选）
测试项目：安全配置分析
测试目的：测试数据库是否支持安全配置分析的能力。
前置条件： <ol style="list-style-type: none"> 1. 数据库处于正常运行状态； 2. 开启安全配置分析相关组件，并且保证和数据库的通信正常。
测试步骤： <ol style="list-style-type: none"> 1. 多个用户登录并进行请求操作； 2. 启动安全配置分析功能。
预期结果： <ol style="list-style-type: none"> 1. 操作执行成功； 2. 针对安全配置给出提示和建议，且符合实际使用情况（或由被测试方提供上述场景的证明材料，如数据库历史访问行为记录以及与之相匹配的配置建议截图等）。