

团 体 标 准

T/CESA 1322—2024

云原生关系型数据库技术要求

Technical requirements for cloud-native relational database system

2024 - 03 - 29 发布

2024 - 03 - 29 实施



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构，除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目 次

| | |
|---------------------|-----|
| 前言..... | 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 云原生数据库技术架构..... | 2 |
| 6 基本功能..... | 2 |
| 6.1 事务能力..... | 3 |
| 6.2 分布式能力..... | 3 |
| 6.3 接口兼容..... | 3 |
| 7 云原生数据库技术特性..... | 3 |
| 7.1 无服务器..... | 3 |
| 7.2 多可用区强一致部署..... | 3 |
| 7.3 近数据的计算下推能力..... | 3 |
| 7.4 日志即数据..... | 3 |
| 7.5 混合事务分析..... | 3 |
| 7.6 全局一致性读写..... | 3 |
| 7.7 多节点写入..... | 4 |
| 8 云原生数据库安全..... | 4 |
| 8.1 用户管理..... | 4 |
| 8.2 数据安全..... | 4 |
| 8.3 传输安全..... | 4 |
| 8.4 存储安全..... | 4 |
| 8.5 全密态技术..... | 4 |
| 8.6 会话连接管理..... | 5 |
| 8.7 访问控制..... | 5 |
| 9 云原生数据库运维..... | 5 |
| 9.1 自助服务..... | 5 |
| 9.2 资源管理..... | 5 |
| 9.3 资源隔离..... | 5 |
| 9.4 弹性伸缩..... | 5 |
| 9.5 实例创建..... | 6 |
| 9.6 高可用能力..... | 6 |
| 9.7 备份恢复..... | 6 |
| 9.8 优化诊断..... | 6 |
| 9.9 系统监控..... | 6 |
| 9.10 数据迁移..... | 7 |

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专利的责任。

本文件由华为云计算技术有限公司提出。

本文件由中国电子工业标准化技术协会归口。

本文件起草单位：华为云计算技术有限公司、中国电子技术标准化研究院、蚂蚁科技集团股份有限公司、北京奥星贝斯科技有限公司、平凯星辰（北京）科技有限公司、成都虚谷伟业科技有限公司、武汉达梦数据库有限公司、北京人大金仓信息技术股份有限公司、北京优炫软件股份有限公司。

本文件主要起草人：杨锐、陈伟红，张浩、付平、郭智慧、彭晋、王栩、王枫、余梦杰、曹金龙、明玉琢、马攀、陶天林、李庄庄、黄葳唯、李楠、梁星。



云原生关系型数据库技术要求

1 范围

本文件确立了云原生关系型数据库（以下简称“云原生数据库”）的技术架构，规定了云原生数据库的基本功能、技术特性、安全和运维的要求。

本文件适用于云原生数据库的选型、测试、评估和验收。

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 28821-2012 关系数据管理系统技术要求

3 术语和定义

GB/T 28821-2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数据库 database

长期储存在计算机中，有组织、可共享的数据集合。

[来源：GB/T 28821-2012，3.2]

3.2

云原生关系型数据库 cloud native relational database

应用或服务基于云架构来设计和构建的关系型数据库。

3.3

联机事务处理 online transaction processing

要求快速响应用户请求的数据库联机操作，对于数据的安全性、完整性要求很高。

[来源：GB/T 28821-2012，3.4]

3.4

事务 transaction

一组由原子性、一致性、持久性、隔离性为特征的相关操作。

3.5

分布式事务 distributed transaction

事务的参与者、支持事务的服务器、资源服务器以及事务管理器分别位于不同节点之上的事务。

3.6

水平扩展 scale out

动态增加或者减少数据库集群中服务器的数量。

3.7

数据分片 data sharding

为实现数据容量和负载在数据库集群内的均衡分布，将数据库表中的数据水平分散到多个数据存储节点。

3.8

数据副本 data replica

一份数据的多个拷贝。

3.9

可用区 availability zone

一个或多个通过高速网络连接的物理数据中心的集合。

3.10

无服务器架构 serverless

是云计算的一种模型，通过将应用与基础设施分离的架构思想，使开发人员无需关心基础设施的运维工作。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ACID 原子性、一致性、隔离性、持久性 (Atomicity, Consistency, Isolation, Durability)

HTAP 混合事务分析 (Hybrid Transactional Analytical Processing)

IOPS 每秒的读写次数 (Input/Output Operations Per Second)

JDBC JAVA数据库互联规范 (Java Database Connectivity Specification)

ODBC 开放数据库互联规范 (Open Database Connectivity Specification)

QPS 查询/秒 (Queries Per Second)

TPS 事务数/秒 (Transactions Per Second)

5 云原生数据库技术架构

云原生数据库包括云基础设施、存储层（包括分布式存储系统和内存池）、计算层和云管控平台，在存储层和计算层中间通过高速网络连接。具体参考图1云原生数据库技术架构。

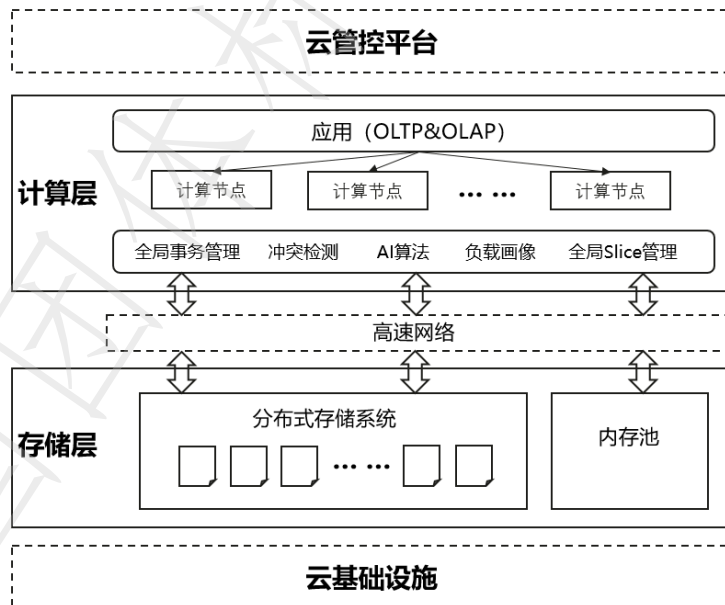


图1 云原生数据库技术架构

云原生数据库具备以下特点：

- a) 满足计算存储分离的架构，根据用户需求分别对计算与存储资源进行扩展调配；
- b) 深度结合云基础设施，充分利用云基础设施内在的能力来完善数据库的功能；
- c) 针对不同的引擎，具备统一入口，对应用做到透明无感知。

6 基本功能

6.1 事务能力

云原生数据库产品应满足数据库的ACID事务能力。

6.2 分布式能力

云原生数据库应具备分布式计算和存储的能力。

6.3 接口兼容

云原生数据库应保证与现有业务系统和通用数据存储模式的衔接能力，具体功能应：

- a) 满足以 ODBC、JDBC 两种连接方式连接关系型云原生数据库；
- b) 提供开放接口，如 Restful 或者 SDK 等，供用户进行继承和二次开发。

7 云原生数据库技术特性

7.1 无服务器

云原生数据库应具备无服务器能力，具体功能应符合下列要求：

- a) 根据应用需求，符合满足本地的弹性伸缩和跨服务器的横向扩展；
- b) 按需付费，不局限于服务器节点；
- c) 实例迁移需要对应用无感知，符合数据库事务状态的分布式迁移能力，将事务从一个实例在线迁移到另一个实例。

7.2 多可用区强一致部署

云原生数据库应具备跨可用区的部署能力，并且提供跨可用区的读一致性访问，多可用区节点应读到一致的数据。具体功能应符合下列要求：

- a) 2 个可用区部署下保证单可用区故障不影响云原生数据库的读访问；
- b) 3 个可用区部署下保证单可用区故障不影响云原生数据库的正常读写。

7.3 近数据的计算下推能力

云原生数据库宜具备将选定的SQL操作下推到数据所在的存储节点中，存储节点具备计算处理能力。

7.4 日志即数据

云原生数据库应具备日志即数据功能：

- a) 将日志写到存储层，由存储层负责重放日志、回写数据页并尽量减少写放大；
- b) 分布式存储具备解析日志的能力将日志直接解析为页面保存，所有节点直接读取数据页面。

7.5 混合事务分析

云原生数据库应符合OLTP和OLAP不同的应用场景，在具备事务型数据库能力的同时，满足分析场景应用，具体功能符合下列要求：

- a) 底层存储宜支持行存和列存；
- b) 底层存储宜具备高效压缩能力；
- c) 云原生数据库应具备分层存储方案，例如将热数据、温数据和冷数据分别存在不同的存储介质中。

7.6 全局一致性读写

云原生数据库应提供全局的读写一致性能力：

- a) 会话级一致性，即一个会话内部的读写操作分别发送到读或写节点执行；
- b) 全局一致性：即所有读操作发送到任意节点都能确保和写节点一致的 ACID 特性。

7.7 多节点写入

云原生数据库应具备多节点写入能力。

8 云原生数据库安全

8.1 用户管理

8.1.1 访问控制

云原生数据库应具备用户身份认证、应用连接身份认证来实现用户管理，保证数据库访问的安全，具体功能应符合下列要求：

- a) 管理用户身份标识及鉴别：对管理用户进行身份标识和鉴别；
- b) 用户标识唯一性：云关系数据库的用户名具有唯一性；
- c) 用户口令加密存储：用户的身份认证信息采用加密存储，并采用国产加密算法。

8.1.2 用户权限

云原生数据库应具备权限管理能力，包括：库级、表级权限，权限包括创建、更新、删除等。

8.2 数据安全

云原生数据库应根据运行环境的特点，对数据的安全进行保护，具体功能应符合下列要求：

- a) 从存储安全、网络安全、传输安全和计算安全几个方面来提供云原生数据库的全栈数据保护；
- b) 对于云管控平台提供相应的用户管理机制，配置方法包括：系统管理权限、安全管理权限、审计权限、登录权限、云关系数据库创建权限的用户授权。

8.3 传输安全

云原生数据库应满足传输加密，不仅客户端和数据库端的通信协议需要满足加密传输，数据库内部节点之间的通信也应满足传输加密，保证敏感数据和个人信息传输的保密性，应同时检测到数据在传输过程中完整性是否受到破坏。

8.4 存储安全

云原生数据库应符合存储安全，具体功能应符合下列要求：

- a) 满足透明存储加密，根据国家与行业主管部门相关规定对存储的敏感数据进行加密，加密包括基线数据透明加密和事务日志透明加密；
- b) 满足采用密码算法技术对整库、数据表、字段进行加密；
- c) 满足数据的备份及恢复。备份数据应包括数据库上的任何操作，包括：用户权限、表定义、用户信息、视图信息等逻辑数据以及其他数据；
- d) 对备份文件及导出文件进行加密，保证数据的完整性和保密性；
- e) 具备将数据恢复到具备恢复条件时间段内任意时刻的能力。

8.5 全密态技术

云原生数据库应具备全密态功能，保证数据在云上对运维人员依然可以做到相应的保护，具体功能要求应符合下列要求：

- a) 满足全密态的等值查询；
- b) 密态等值查询符合满足JDBC。

8.6 会话连接管理

云原生数据库应具备下列功能：

- a) 提供白名单功能，白名单为访问云原生数据库的公网地址或者私网地址，具备基于IP地址、端口、数据库、用户和密码的连接认证功能；
- b) 并发控制策略，防止高并发连接影响数据库整体服务质量。

8.7 访问控制

云原生数据库应具备下列功能：

- a) 对访问权限进行细分，如设立系统管理员、租户管理员、普通用户等角色，并定义各个角色的权限；
- b) 对用户口令复杂度进行设置、检测及限制使用弱口令的功能，用户身份鉴别信息（如用户口令）应加密存储；
- c) 基于用户的授权，赋予用户不同的角色，使其拥有该角色对应的权限；
- d) 对各类数据库对象（如库表）的访问、创建、更改、删除等权限进行配置；
- e) 提供行级访问控制，控制某用户只有对某表内的某些行具有访问权限，无法访问其他行数据。

9 云原生数据库运维

9.1 自助服务

9.1.1 实例配置

云原生数据库应提供自助数据库服务，用户根据具体业务场景需求可灵活申请、升级、注销数据库实例资源，具体功能应符合下列要求：

- a) 支持用户自助的变更数据库实例参数；
- b) 支持提供多种规格的实例配置调整，例如，内存和磁盘等。
- c) 支持用户自助进行数据库实例版本升级，且具备滚动升级；
- d) 支持用户自助进行实例注销。

9.1.2 租户管理

租户管理应支持用户自助进行数据库租户管理，管理内容包括给数据库实例分配不同的用户及权限。

9.2 资源管理

云原生数据库应具备在客户业务不间断的情况下，通过灵活的可扩展性，进行云计算资源的调配，具体功能应符合下列要求：

- a) 满足根据用户需求，进行数据库实例配置（CPU，内存及磁盘大小）的升级或降级；
- b) 具备通过云平台管理工具，动态扩展每个数据库节点的资源，包括CPU、内存、存储等。

9.3 资源隔离

云原生数据库应具备资源隔离能力，具体功能符合下列要求：

- a) 具备通过CPU、内存、磁盘IOPS隔离的能力，宜具备网络带宽隔离的能力，在租户或者数据库实例之间实现TPS、QPS隔离，拥有自己专属的资源池；
- b) 保证分配给用户的资源之间相互隔离，应创建自己专属的数据库、表、DML等操作，确保数据安全。

9.4 弹性伸缩

云原生数据库应具备弹性伸缩的特性，具体功能符合下列要求：

- a) 支持在线增加计算节点、存储节点、管理节点进行扩展；
- b) 支持在线删减计算节点、存储节点、管理节点进行资源回收；
- c) 支持在线增加计算节点、存储节点，满足性能类线性扩展要求；
- d) 支持通过数据拆分规则完成在线数据重分布。

9.5 实例创建

实例创建应支持可根据用户需求，灵活的进行数据库实例创建，并可以按照需求选择CPU，内存及磁盘大小等资源。

9.6 高可用能力

云原生数据库应保障系统的业务连续性；对于云原生数据库产品，应同时具备跨可用区、跨区域的高可用能力，具体功能符合下列要求：

- a) 应满足多副本数据存储（大于或等于2个副本）；
- b) 应满足多可用区实例；
- c) 应具备跨区域的数据容灾；
- d) 宜具备实例能够在可用区间迁移；
- e) 云原生数据库的全链路组件应高可用部署，包括管理节点、计算节点、数据存储节点等；
- f) 当云原生数据库所依赖的少数可用区故障时，应自动恢复数据库的可用性，RTO时间应该在秒级，且保证业务数据不会丢失。

9.7 备份恢复

云原生数据库服务通过图型化控制对实例数据进行备份及恢复操作，满足业务误操作时进行数据恢复。关系型云原生数据库服务系统应满足数据备份及通过图型化配置数据库的备份策略，具体功能要求如下：

- a) 应具备自动备份的能力，可按备份策略每天、每周特定时间点进行自动备份；
- b) 应具备手动备份的能力，用户自行操作实现数据备份；
- c) 应提供增量备份能力，在每次自动或手动备份后，持续进行增量数据备份，以降低备份使用的存储空间；
- d) 宜具备闪回查询，支持不同级别的闪回恢复。

9.8 优化诊断

云原生数据库产品应具备通过图型化系统提供对数据库运行提供性能诊断和优化服务，具体功能应符合下列要求：

- a) 提供数据库性能诊断功能，可以快速了解集群中各个实例关键指标的纵向性能对比和性能趋势情况，当集群出现性能异常时，快速定位集群的性能问题；
- b) 提供天级别的 SQL 报表功能，用于分析历史慢 SQL 的优化效果；同时提供实时慢 SQL 分析功能，快速定位查询性能问题；
- c) 提供容量诊断功能，展示数据库容量和变化趋势，以及数据库中表空间、表的增长率，分析数据库对象容量增长与查询量的对应关系，提供容量优化建议；
- d) 提供会话诊断功能，查看分析实时会话信息，定位实例会话存在的锁等待、慢 SQL 或其他性能问题，快速定位异常会话；
- e) 提供数据库深度诊断报告，提供实例的性能情况、容量情况、容灾情况等，全方位了解数据库的健康状况；
- f) 提供问题管理功能，针对平台监控和分析发现的数据库问题，提供问题生成、处理、验证和关闭的完整生命周期管理。

9.9 系统监控

云原生数据库产品应具备完善的系统监控功能，包括系统监控、性能监控、SQL监控、空间监控和告警能力，具体功能符合下列要求：

- a) 应具备常用监控指标，包括：CPU，内存，磁盘空间等使用信息，集群状态信息、流量信息、数据信息、锁情况等；
- b) 宜支持用户可以通过控制台进行查看，并进行频率或范围的自定义；
- c) 应提供反映数据库实例的性能及运行状况图形直观展示，能快速定位问题；
- d) 应满足多维度、可视化实时性能监控信息：单例实时性能、多实例性能对比、多实例性能看板；
- e) 应满足能够显式展现 SQL 语句的执行计划以及SQL语句执行历史记录，包括：执行时间、执行次数等关键指标；
- f) 应支持将执行报错SQL通过控制台界面、日志或者API调用的方式返回给用户；
- g) 应支持将执行过的慢 SQL（即执行时长大于一定时间的SQL）通过控制台界面、日志或者 API 调用的方式返回给用户；
- h) 应支持查看异常列表、实例空间概况、对象概况、数据库空间概况等，帮助用户及时发现数据库中的空间异常，避免影响数据库稳定性。

9.10 数据迁移

云原生数据库产品应具备相应的迁移工具，能够具备本地或云端异构数据库应用及数据的迁移能力，具体功能应符合下列要求：

- a) 支持数据对象采集；
- b) 支持支持云原生数据库对象迁移；
- c) 同构或异构数据库的语法转换；
- d) 支持SQL优化；
- e) 全量数据迁移；
- f) 增量数据同步；
- g) 支持数据校验。