

T/ZGCMCA

中国移动通信联合会团体标准

T/ZGCMCA 024.3—2024

工业数据库规范 第3部分：时序数据库

Industrial database specification--Part 3: Time-series database

2025-06-25 发布

2025-06-25 实施

中国移动通信联合会 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 2

参考文献 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。

《工业数据库规范》分为如下部分：

- 第1部分：云数据库
- 第2部分：实时数据库
- 第3部分：时序数据库

本部分为《工业数据库规范》的第3部分。

本文件由中国移动通信联合会提出。

本文件由中国移动通信联合会归口。

本文件起草单位：中国工业互联网研究院（工业和信息化部密码应用研究中心）、山东鲁软数字科技有限公司、天谋科技(北京)有限公司、朗坤智慧科技股份有限公司、上海沅熹科技有限公司、中冶赛迪信息技术(重庆)有限公司、北京涛思数据科技有限公司、北京力控元通科技有限公司、南京南瑞继保电气有限公司、北京中泰华电科技有限公司、浙江智奥科技有限公司、上海麦杰科技股份有限公司、安捷中科(北京)数据科技有限公司、北京亚控科技发展有限公司、同方智慧能源有限责任公司、煤炭科学研究总院有限公司、兰州兰石爱特互联科技有限公司、西安热工研究院有限公司、中核武汉核电运行技术股份有限公司、华能信息技术有限公司、成都航天科工大数据研究院有限公司、浙江省北大信息技术高等研究院、昆仑数智科技有限责任公司、山东省工业互联网发展研究中心、石化盈科智能科技有限公司、西南石油大学、中核控制系统工程有限公司、和利时卡优倍科技有限公司、国家管网集团西南管道有限责任公司、北京演能科技有限公司、昆山中创软件工程有限责任公司、达梦数据技术（江苏）有限公司、南方电网数字电网科技（广东）有限公司、广东正德智能设备有限公司、宁波数益工联科技有限公司、许继电气股份有限公司、武汉迎风聚智科技有限公司、赛飞特工程技术集团有限公司、知观知策（黑龙江）数字科技有限公司、北京中标政联科技有限公司、中标政联标准化技术服务（北京）有限公司。

本文件主要起草人：朱浩、刘康旭、赵斯琦、李小刚、陈磊、李月飞、立言、薛强、刘杰、乔嘉林、田原、钱学伟、朱凯林、李志、郑强、陈肃、陈展隆、王炜灼、张丙川、艾文凯、夏晨、见伟、张东华、林亮、冯永进、田鹏、范桂丽、刘帅、张硕、李贝贝、费冬强、邓旭平、石磊、冯昱、牛旭东、刘聪睿、王毅、郑明、肖勇、谢鹏飞、范波、谭董、王飞、曹东刚、马金莲、朱翔鹏、卢海龙、余洋、王晋晖、谢峰、夏季、曹文琛、吴浩峰、陈新、张东、尚超、张立峰、陈理、徐怡山、丁江锋、孙建中、董焕辰、李旭、徐波、石玉水、邓建慎、郑成龙、孙东蕾、李超、张媛。

工业数据库规范 第3部分:时序数据库

1 范围

本标准规定了工业数据库中时序数据库的技术要求。

本标准适用于工业数据库中时序数据库产品的研发、测试、评估和验收等。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

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。

[来源: GB/T 41778-2022, 3.52]

3.2

时序数据库 time series database, TSDB

一种专门设计用于高效存储、检索和管理时间序列数据的数据库系统。

[来源: YD/T 3772-2020, 2.1.6, 有修改]

3.3

时间戳 timestamp

特定时间点的一个标记。

注: 通常是一个唯一的数字或字符串, 精确到秒、毫秒甚至更短的时间单位。

[来源: YD/T 3772-2020, 2.1.2, 有修改]

3.4

指标 metric

描述数据的概念及其数值, 由指标名、指标值及标签组成。

[来源: YD/T 3772-2020, 2.1.3]

3.5

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。

[来源: YD/T 3772-2020, 2.1.5]

3.6

指标名 field

指标的指标名称。

3.7

时间序列 time series

同一指标随时间变化而产生的数据集。

[来源: YD/T 3772-2020, 2.1.7]

3.8

数据点 data point

一个时间序列中某一时刻的值。

[来源: YD/T 3772-2020, 2.1.8]

3.9

测点 measurement point

被测量系统或设备中，用于采集特定物理量或过程变量的测量位置或点位，能够表示所在环境的物理量，如温度、压力、湿度等。

3.10

降采样 downsampling

降低时间序列数据采样频率的过程。

3.11

压缩比 compression ratio

一段时间内数据压缩前后的大小对比。

[来源：GB/T 41778-2022，2.1.11]

3.12

数据压缩 compression

通过算法减少数据存储空间的技术，目的是减少存储成本和提高存储效率。

3.13

实时 real-time

指数据的产生、处理和展示几乎是同步发生的，没有明显的延迟。

3.14

窗口连接 window join

根据左/右表中每一行的主键时间戳和窗口边界构造窗口并据此进行窗口连接，支持窗口内进行投影、标量和聚合操作。

3.15

应用编程接口 application programming interface, API

定义了软件组件之间如何通信的一组规则，包括数据的格式、操作的顺序以及调用方式等，从而实现软件之间的功能调用和协同工作。

3.16

垂直扩展 vertical scaling

通过提高单个节点的处理能力（如增加CPU、内存或存储）来提升集群性能的过程。

3.17

水平扩展 horizontal scaling

通过增加节点数量来提升集群性能的过程。

4 技术要求

4.1 基础功能要求

4.1.1 数据建模要求

数据建模符合条件如下：

- a) 应支持基本数据类型包括但不限于布尔型（Boolean）、整型(Int)、浮点型（Float/Double）、字符串型（String）、时间戳（Timestamp）；
- b) 可支持扩展数据类型：包括但不限于二进制数据（Blob）、数组（Array）、自定义类型等；
- c) 应支持动态标签和静态标签；
- d) 应支持标签索引；
- e) 应支持标签在线的增、删、改、查、导入导出；
- f) 应具备按工业场景层级进行数据建模的能力；
- g) 应支持单值模型与多值模型；
- h) 宜支持时间精度到毫秒（ms）、微秒（ μ s）、纳秒（ns）。

4.1.2 数据写入要求

数据写入应满足以下要求：

- a) 支持通用的工业数据交互标准接口；
- b) 支持批量数据写入；
- c) 支持乱序写入；
- d) 支持流数据写入；
- e) 支持批量方式导入数据库，包括但不限于 CSV 标准数据格式导入、其它数据库数据、离线数据集、文本文件数据。

4.1.3 数据查询要求

数据查询符合要求如下：

- a) 应支持最新数据查询；
- b) 应支持单点查询、聚合查询、分组查询、范围查询、嵌套查询、多表关联查询、窗口切分查询等；
- c) 应支持原数据查询、降采样查询、插值查询、Top-K 查询、流式查询等；
- d) 可支持多维度查询、正则表达式匹配查询、联合查询等；
- e) 应支持多种数据查询填充模式；
- f) 应支持模糊匹配、窗口连接等方式。

4.1.4 数据存储要求

数据存储应满足以下要求：

- a) 支持数据分区分片，以便合理地管理海量数据；
- b) 支持有损压缩、无损压缩；
- c) 支持数据存储加密；
- d) 支持数据缓存和持久化存储；
- e) 支持设置过期策略；
- f) 支持数据的删除、修改。

4.2 进阶功能要求

4.2.1 视图要求

可支持视图功能，包括但不限于查询视图等。

4.2.2 多级存储要求

应支持多级存储功能，能够灵活配置多种存储介质并分级管理。根据数据的时间属性，自动分类冷热数据，将热数据存储于高性能介质以保障实时性，冷数据则迁移到低成本介质以降低成本。

4.2.3 连续查询要求

可支持连续查询功能，能够周期性地自动执行对实时数据的查询，并将结果写入指定的时间序列中。

4.2.4 流处理能力要求

可支持流处理能力，实现对存储引擎变更的监听和捕获、对变更数据的变形以及对变形后数据的向外推送等功能，满足实时数据处理需求。

4.2.5 脚本编程要求

脚本编程可符合以下要求：

- a) 支持用户自定义函数功能，通过扩展数据库功能，满足特定业务需求；
- b) 支持配合用户自定义逻辑，完成告警、数据转发等功能。

4.3 互联互通能力要求

4.3.1 端边云部署要求

端边云部署应满足以下要求：

- a) 支持端侧、边侧、云侧集群的异构部署，以满足不同场景下的数据存储和处理需求；
- b) 支持多级同步能力，即数据跨越多级链路传输，一台数据库接收到的数据应能够同步至下游。

4.3.2 数据同步要求

数据同步应满足以下要求：

- a) 具备高效的数据同步机制，确保数据在边缘侧和云端之间快速、稳定地传输；
- b) 支持灵活同步规则，支持全量同步和增量同步策略；
- c) 支持压缩、限流等流量控制措施；
- d) 支持数据同步过程的监控。

4.3.3 数据订阅要求

数据订阅符合要求如下：

- a) 应支持用户订阅特定的数据流或数据集，并能够实时获取数据更新；
- b) 应支持灵活定义数据的粒度；
- c) 应提供数据订阅 API，满足多种编程语言和框架下的数据订阅需求；
- d) 可支持数据回放功能；
- e) 应支持数据重新订阅。

4.3.4 生态集成能力建设要求

生态集成能力建设符合条件如下：

- a) 宜提供多种数据接口，包括但不限于 C/C++、Java、Python、Go、C#、RESTful；
- b) 应支持 SQL 或类 SQL 命令；
- c) 应支持常用数据库连接器标准；
- d) 宜支持其他主流时序数据库写入协议；
- e) 应支持与数据采集类工具的集成；
- f) 应支持与可视化工具的集成；
- g) 应支持与数据分析类工具的集成；
- h) 宜支持与数据库管理开发工具的集成。

4.4 性能要求

4.4.1 写入性能要求

写入性能应满足以下要求：

- a) 支持较高并发连接数；
- b) 支持高吞吐写入；
- c) 支持数据写入低延迟；
- d) 支持集群线性扩展，其写入性能可实现相应扩展。

4.4.2 查询性能要求

查询性能应满足以下要求：

- a) 支持高吞吐、低延迟最新值数据查询，查询响应时间宜在数十毫秒内；
- b) 支持高效历史数据查询，查询响应时间宜在数秒内，具体取决于数据量和查询复杂度。

4.4.3 数据压缩要求

数据压缩应满足以下要求：

- a) 具备对各种类型数据高效压缩及解压能力；
- b) 无损压缩具备高压缩比。

4.4.4 单节点数据容量要求

单节点数据容量符合条件如下：

- a) 单个节点应支持 TB 级数据存储，宜支持 PB 级以上数据存储；

- b) 单个时间序列的测点数存储，应支持不低于十亿行，宜支持万亿行以上；
- c) 单个节点宜支持海量时间序列存储。

4.4.5 数据订阅性能要求

数据订阅性能应满足以下要求：

- a) 支持高频率、高吞吐量的实时数据订阅响应能力，确保响应实时性；
- b) 支撑大数据量订阅，并保障稳定性与响应实时性。

4.4.6 批量数据文件导入性能要求

应支持高效导入一批数据库数据文件。

4.4.7 批量数据文件导出性能要求

应支持将数据库中的数据文件高效导出。

4.5 安全性要求

4.5.1 身份鉴别要求

应支持对登录用户进行身份标识和鉴别。

4.5.2 权限管理要求

权限管理符合条件如下：

- a) 应支持角色设置，授予不同角色为完成各自承担任务所需的最小权限；
- b) 应支持表级的安全分级、用户分类的读/写权限策略设置；
- c) 宜支持测点变量的安全分级、用户分类的读/写权限策略设置。

4.5.3 连接管理要求

连接管理符合条件如下：

- a) 应提供设置 IP 白名单访问功能，防止非法 IP 的连接；
- b) 宜提供实时监控，实时监控记录连接的来源、时间等信息。

4.5.4 数据安全要求

数据安全应满足以下要求：

- a) 支持数据加密传输；
- b) 支持数据加密存储。

4.5.5 审计功能要求

审计功能建议符合下列条件：

- a) 支持安全审计功能，可记录用户对数据库的重要操作，包括但不限于修改、删除、系统操作等；
- b) 支持日志存储归档，提供日志完整性机制；
- c) 支持日志记录留存时间至少保存 6 个月以上；
- d) 支持条件化检索审计数据，包括但不限于搜索、分类、排序等。

4.6 可靠性要求

4.6.1 数据备份要求

数据备份应满足以下要求：

- a) 支持在线备份；
- b) 支持全量备份以及增量备份；
- c) 支持备份指定数据库或表；
- d) 支持备份数据库表结构；

- e) 支持用户自定义备份策略；
- f) 支持用户备份计划。

4.6.2 数据恢复要求

数据恢复应满足以下要求：

- a) 支持备份数据的还原；
- b) 支持数据的快速恢复。

4.6.3 高稳定性要求

高稳定性应满足以下要求：

- a) 支持高可用架构，包括但不限于集群、双活；
- b) 支持数据写入高可靠；
- c) 支持数据高可用；
- d) 支持在满足高可靠、高可用（多副本）条件下，具备高性能的逐行写入的能力。

4.6.4 容错能力要求

容错能力符合条件如下：

- a) 应支持完善的故障后恢复机制；
- b) 应支持完善的灾备机制；
- c) 宜支持数据错误检测和修复机制；
- d) 应支持断网重传与断点续传。

4.6.5 可维护性要求

可维护性应满足以下要求：

- a) 应提供数据库运维文档；
- b) 应支持数据迁移；
- c) 应支持水平扩展、垂直扩展；
- d) 应提供数据库运行监控机制。

参 考 文 献

- [1] GB/T 35295-2017 信息技术 大数据 术语
 - [2] GB/T 41778-2022 信息技术 工业大数据 术语
 - [3] YD/T 3772-2020 大数据 时序数据库技术要求与测试方法
-