

中兴通讯技术

ZTE TECHNOLOGIES | 第29卷 第12期 · 2025年12月

简讯

视点

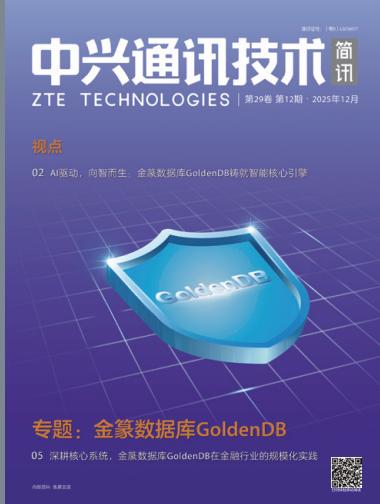
02 AI驱动，向智而生：金篆数据库GoldenDB铸就智能核心引擎



专题：金篆数据库GoldenDB

05 深耕核心系统，金篆数据库GoldenDB在金融行业的规模化实践





1996年创办
第29卷 总第447期
2025年12月 第12期 (月度出版)

中兴通讯技术 (简讯)
ZHONGXING TONGXUN JISHU (JIANXUN)

《中兴通讯技术 (简讯)》顾问委员会
主任: 刘健
副主任: 方晖 孙方平 俞义方 张万春
顾问: 柏钢 董伟杰 胡俊勤 华新海
阚杰 李伟正 刘明伟 陆平
唐雪王全 郑鹏

《中兴通讯技术 (简讯)》编辑委员会
主任: 林晓东
副主任: 卢丹
编委: 邓志峰 代岩斌 黄新明 姜永湖
孔建华 卢丹 梁大鹏 刘爽
林晓东 马小松 施军 余方宏
杨兆江

《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部
总编: 林晓东
常务副总编: 卢丹
编辑部主任: 刘杨
执行主编: 方丽
发行: 王萍萍

主管: 中兴通讯股份有限公司
主办: 中兴通讯技术杂志社
出版: 《中兴通讯技术 (简讯)》编辑部

编辑部地址: 深圳市科技南路55号中兴通讯研发大楼
发行部地址: 合肥市金寨路329号国轩凯旋大厦12楼
发行部电话: 0551-65533356
<https://www.zte.com.cn/china/about/magazine>

发行范围: 国内业务相关单位
印数: 5000本

设计: 深圳市奥尔美广告有限公司
印刷: 深圳市旺盈彩盒纸品有限公司
印刷日期: 2025年12月25日

未经中兴通讯股份有限公司书面授权, 禁止以转载、
摘编、复制等方式使用本资料的任何内容。



赵培
金篆信科总经理

专注专业, 金篆数据库助力行业高质量发展

在数字经济时代, 面对海量数据增长与移动支付普及带来的高并发、高频交易等需求, 数据库作为信息系统的引擎, 其重要性日益凸显。

金篆数据库GoldenDB凝聚了中兴通讯在数据库领域20多年的技术积累。2021年底, 在中兴通讯以及各方支持下, 正式成立金篆信科公司。金篆信科专注于数据库产品的研发和经营, 致力于解决重点行业关键领域数据库应用问题, 成为行业的探路者和领先者。

面对金融、运营商等重点行业对数据一致性、系统连续性和安全性等要求极高的场景, 金篆数据库GoldenDB持续深耕强一致性、高性能、高可靠、高兼容、云原生以及易运维六大核心能力, 已突破传统集中式数据库的性能瓶颈, 产品性能和容量达到国内领先水平, 可靠性、交易时延和功耗性能与国外同类型产品持平, 在银行核心系统连续稳定运行超6年时间。

截至目前, 金篆数据库GoldenDB已在国有大型商业银行、股份制银行、城商行、农信系统以及运营商、能源、交通、医疗等重点行业上百家客户实现广泛应用, 积累了丰富的实战经验。这些成功实践不仅验证了金篆数据库GoldenDB的技术先进性与工程可靠性, 也为持续优化产品、贴近客户需求提供了宝贵反馈。

本期专题将系统呈现金篆数据库GoldenDB在技术架构创新、解决方案演进及典型客户实践方面的成果, 展现我们在支撑重点行业客户核心系统转型升级中的思考与担当。

未来, 金篆数据库GoldenDB将在坚持拼搏创新、精诚服务客户的基础上, 秉承开放合作的理念, 携手生态伙伴, 深化产学研用协同, 推动国产数据库在更广范围、更深层次实现价值落地, 为行业的高质量发展贡献力量。

目次

中兴通讯技术（简讯）2025年第12期



视点

02 AI驱动，向智而生：金篆数据库GoldenDB铸就智能核心引擎

屠要峰

专题：金篆数据库GoldenDB

05 深耕核心系统，金篆数据库GoldenDB在金融行业的规模化实践

张校逸

09 加强分布式数据库建设，助力金融行业数字化转型

陆天炜

13 国有大行分布式数据库云化部署实践

郭啸

17 金篆数据库GoldenDB跨集群访问解决方案

李磊

20 基于数据库内核进行SQL治理的应用实践

周日明

24 大规模数据处理的核心技术：GoldenDB数据批量处理协议

狄晓伟

26 金篆数据库GoldenDB分布式优化器关键技术

马玉伟

28 GoldenDB索引推荐技术：破解海量数据下的“慢SQL”

治理难题

张雪峰，马玉伟

30 全链路数据迁移平台GoldenDB Sloth解析

章婷婷

成功故事

32 金篆数据库GoldenDB：守护每一笔交易，繁荣金融

生态建设

叶龙

34 浙江移动：基于中兴通讯GoldenDB成功实现账务核心

系统分布式改造

朱宸希

36 自主可控赋能民生服务：公积金核心系统国产数据库

改造实践

尹一鹏

38 国产数据库助力智慧港口建设：天津港物流一站式协同

服务平台应用实践

李宇轩

媒体转载

40 中兴通讯金篆GoldenDB数据库，护航重点行业科技安全

摘自《人民日报》



屠要峰

金篆信科副总经理

AI驱动，向智而生：金篆数据库

GoldenDB铸就智能核心引擎



前，国产数据库自主创新已进入深水区，重点行业对数据库的核心诉求可概括为“四个不能”：数据在任何场景下不能丢失，不能出错，服务不能中断，响应不能缓慢。具体而言，系统需支持百万级TPS、达到99.9999%的可用性，实现“RPO=0”的可靠性，并能够扩展至百亿级用户量，同时确保数据强一致与故障零中断。这些严苛要求表明，自主创新不仅是技术突破，更是企业数字化与数智化转型的核心支撑。

在实际落地中，国产数据库面临多重挑战：应用系统多元、业务数据异构，导致数据库需求碎片化，独立部署资源利用率低、管理复杂；数据量随AI、5G等新技术应用快速增长，迁移风险高；国产数据库兼容性参差不齐，导致业务改造

范围广、周期长，亟需支持平滑迁移与代码零修改；配套工具链的缺失，进一步造成替代过程费时、费力、费心，整体成本居高不下。

破局利器：金篆数据库GoldenDB核心能力行业领先

为应对上述挑战，GoldenDB以“强一致、高性能、高可靠、高兼容、高扩展、易运维”六大连核心能力，成为推动各行业实现数字化破局的关键利器。其优势体现在“多、快、好、省”四个方面：

- “多”：一套GoldenDB同时支持多种数据库应用场景，兼容Oracle、MySQL等语法模式，支持结构化、半结构化与非结构化数

据多模处理，实现分布式与集中式一体化部署；

- “快”：通过迁移评估、数据同步、回流比对、流量录制与回放等全链路工具，将业务迁移效率提升83%，大幅缩短系统上线周期；
- “好”：核心性能指标领先，全面兼容国外主流数据库，语法兼容度超99%，业务迁移几乎无需代码改动；已完成与400余家国产芯片、服务器、操作系统的全栈适配；
- “省”：集约化建设节省硬件投入50%以上，AI驱动的智能运维降低70%人力成本，线性扩展性能损耗低于5%，真正实现省心、省力、省资源。

基于此，GoldenDB连续五年入选工信部信息技术应用创新典型解决方案。赛迪顾问报告显示，GoldenDB位居中国分布式事务型数据库市场第一。IDC报告显示，GoldenDB在银行业本地部署分布式事务型数据库市场份额占比28.9%，持续蝉联榜首。

智驱未来：金篆数据库GoldenDB AI×DB双向赋能

AI技术正推动数据库向多模态、智能化与自主化演进。GoldenDB率先探索AI与数据库的融合创新——“AI For DB”与“DB For AI”双向赋能，推动数据管理从“存储-计算”向“理解-生成”的范式升级。

首先是“AI for DB”，即利用人工智能技术拓展数据库的能力边界，全面提升其智能化水平。这不仅仅是功能的叠加，更是运维模式的根本变革，目标是打造一个能够自我感知、自我优化、自我修复的“自动驾驶”级数据库。

- NL to SQL：借助大语言模型（large language model），GoldenDB能理解用户的自然语言查询意图，通过表字段映射与SQL生成两阶段转换，使非专业用户无需掌握复杂的SQL

语法，只需通过自然语言描述即可完成查询，“语言即查询”成为现实。

- 运维智能体：通过引入AI能力，实现数据库的自调优与自运维。系统能够自动进行性能诊断、参数优化和故障预测，将根因分析（RCA）时间从小时级缩短至分钟级，显著提升运维效率与数据库服务的稳定性。
 - 智能问数：通过拉通多模态数据，统一语义解析，GoldenDB能够提供深度的数据洞察，支持用户以更高效的方式进行数据价值挖掘，不仅可查询结构化数据，还能融合处理非结构化数据，真正实现从“数据管理”到“数据认知”的跨越。
 - 多模检索：传统数据库依赖关键字精确匹配，难以应对AI时代对语义检索的需求。GoldenDB引入向量计算，实现对文本、图像等非结构化数据的语义级精准匹配，突破传统关键字检索局限。
- 第二条路径是“DB for AI”，即数据库赋能AI，构建AI基础设施，支撑AIGC应用。大模型训练完成后，其知识体系便趋于固化，容易产生“幻觉”且无法感知实时业务状态。GoldenDB以上下文工程（context engineering）为核心，通过RAG（检索增强生成）与多模态融合能力，解决AI落地的关键瓶颈，让AI真正“看见正在发生的事”。

首先，我们率先实现结构化、非结构化与向量数据的统一存储与混合检索，打破数据孤岛，全面满足AI多样化的数据需求。AI推理的本质是多模态数据的融合。以金融风控为例，判断一笔交易是否异常，需要同时分析结构化的交易金额、地理位置，以及非结构化的客户历史行为日志和相似欺诈案例的向量化特征。GoldenDB通过多模数据统一存储及混合检索，在单条SQL中无缝融合条件过滤、全文检索与向量相似度计算，动态构建“高保真”语义上下文包，让AI真正理解数据，这也是RAG效能释放的基石。

更进一步，我们推动“模型入驻数据”，将



随着业务拓展，GoldenDB成为首家全面支撑国有大行、股份制银行农信联社、城商行、农商行、证券、保险等全系列金融机构核心系统的国产数据库。

AI推理能力内嵌于数据库引擎，实现“数据不出库、推理在内核”。此举不仅消除数据外传风险，提升响应效率，也更契合MCP (model context protocol) 生态趋势。面对动态上下文带来的新安全挑战，GoldenDB以细粒度访问控制、动态脱敏与审计追踪构筑安全防线，确保在释放AI潜能的同时，牢牢守住数据安全与合规的防线。

未来，大模型将通过MCP协议成为数据库的直接用户，就像今天的DBA和业务系统一样。这意味着数据库需要支撑更大量级、更复杂类型的智能访问，对其可用性、兼容性和稳定性也提出了更高要求。

“AI for DB”让数据库变得更聪明，“DB for AI”让AI变得更可靠、更高效。二者相辅相成，共同推动产品创新与行业变革。GoldenDB凭借高度灵活的组装式架构，深度融合SQL与AI技术栈，不追求单一固化形态，而是按场景动态组合能力——这正是应对复杂生态挑战的最优解。AI与数据库双向驱动，在提升GoldenDB自身能力和智能化水平的同时，推动GoldenDB从数据存储系统跃升为AI时代的智能核心基础设施。

实践真章：金篆数据库GoldenDB助力全行业数字化转型

GoldenDB自2002年启动研发，初衷是降本增效——在那个Oracle如日中天的时代，我们多数系统仍依赖国外数据库。随后，我们逐步在非关系型、非核心场景中推进自研替代，陆续研发了内存数据库、KV存储等产品。2014年GoldenDB产品正式立项。

2019年，GoldenDB实现国内首个核心业务——中信银行信用卡核心系统上线，2020年完成中信银行账务系统核心上线。随着业务拓展，GoldenDB成为首家全面支撑国有大行、股份制银行农信联社、城商行、农商行、证券、保险等全系列金融机构核心系统的国产数据库。此外，GoldenDB还广泛应用于运营商核心系统，并持续拓展至能源、政务、航空等领域，积累了丰富的高价值案例。

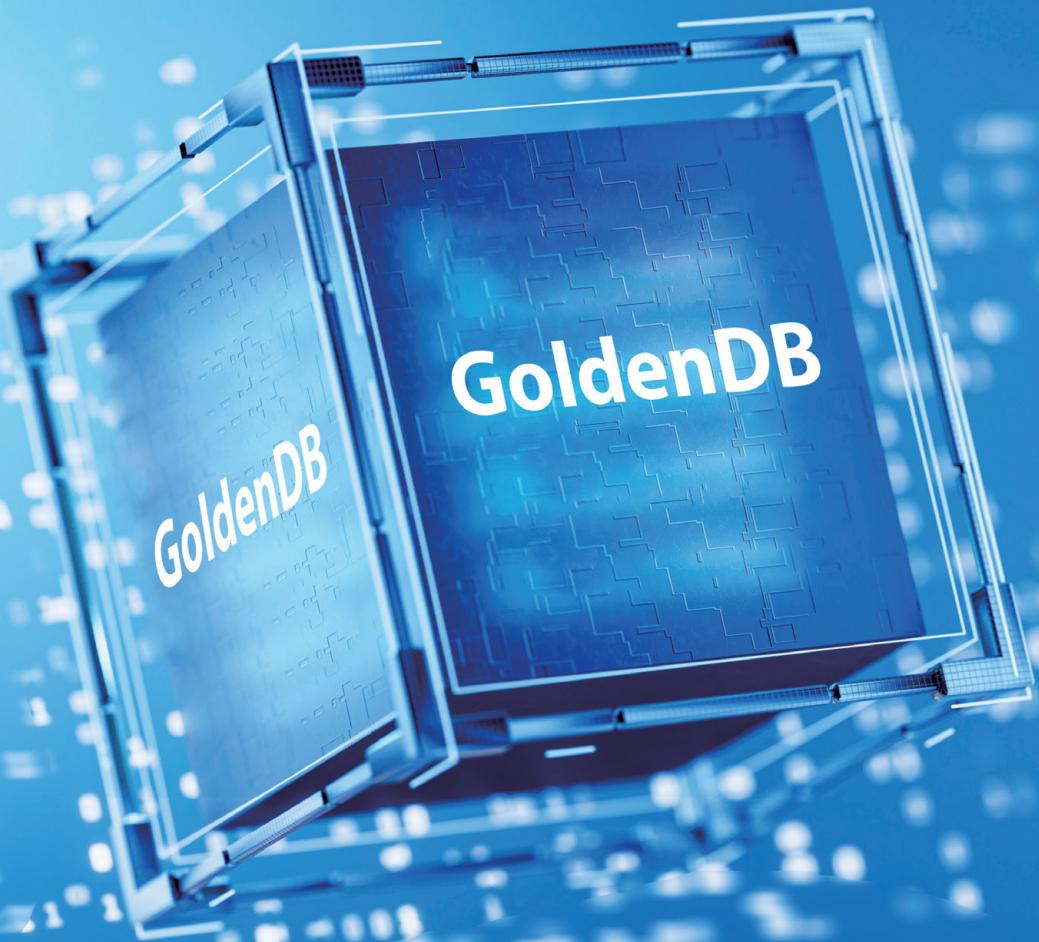
信息技术自主创新不仅是国产数据库的发展机遇，更是实现“换道超车”的关键路径。AI为数据库创新注入新动力，金篆数据库GoldenDB以“多快好省”夯实根基，以AI原生铸就智能引擎，持续赋能千行百业的数字化与智能化升级。ZTE中兴

深耕核心系统，

金篆数据库GoldenDB

在金融行业的规模化实践

金篆信科 张校逸





张校逸

金篆信科市场部总经理

数

据库作为金融系统的核心基础设施，其稳定性、安全性和扩展性直接影响到金融业务的连续性与创新能力。金篆数据库GoldenDB凭借深厚的技术积累和规模化替代实践，已成为助力金融行业数据库自主创新的关键力量。本文聚焦金篆数据库GoldenDB在金融领域的规模化实践，深入分析三条技术路径——大单元方案、小单元方案和非单元方案，展现国产数据库在金融核心系统中的技术突破。

金融行业数据库与单元化部署方案

在当前国际形势下，金融行业对数据安全和自主可控的需求愈发迫切。数据库作为金融IT系统的“核心引擎”，其重要性不言而喻。随着金融行业数字化转型的加速，业务量的爆发式增长、业务创新的不断推进以及对数据安全和自主可控的要求日益提升，传统数据库在性能、扩展性、安全性等方面面临着严峻挑战。一方面，金融交易的高并发、低延迟特性对数据库的性能提出了极高要求；另一方面，金融业务的不断创新对数据库的扩展性和灵活性也提出了新的挑战。

采用单元化方案部署数据库，核心是为了解决传统集中式架构在高并发、高可用和灵活迭代上的瓶颈，通过“分而治之”的思路提升系统整体能力。该方案通过将系统划分为若干个独立自治的单元，提升了线性扩展能力——每个单元承载特定范围的数据与流量，新单元可直接扩容，避免传统集中式数据库的扩容瓶颈。同时，单元间天然的故障隔离特性确保单个单元发生异常时，影响范围被严格限制，极大提升了系统韧性。此外，新的功能或版本可以先在一个或少数单元进行灰度发布和测试，一旦出现问题，影响范围仅限于该单元，可以迅速切走流量或回滚，实现风险隔离，保障绝大多数用户的稳定服务。

当然，并非所有场景都必须采用单元化方案，这取决于业务规模、复杂度等需求，过多的单元化拆分也会提升架构复杂度，增加迁移、运维成本。

金融核心系统规模化实践的三大技术路径

GoldenDB在金融核心系统的规模化实践中，针对不同机构的业务特点和技术需求，形成了三种典型技术路径，分别为小单元方案、大单元方案和非单元方案。这三种方案并非替代关系，而是根据业务规模、复杂度、改造目标的不同提供的定制化选择。

GoldenDB金融核心系统规模化实践的三大技术路径各有侧重，分别适配不同规模金融机构的需求，其核心差异体现在业务改造量、事务处理方式和适用场景上（见表1）。

这三种方案共同构成了GoldenDB的规模化实践体系，体现了“因地制宜”的技术适配思路——既满足了国有大行超大规模业务的精细化管理需求，又兼顾了中小金融机构快速迁移的诉求，推动金融数据库从“能用”向“好用”“用好”升级。

小单元方案：精细化拆分

小单元方案将整个业务系统拆分为多个独立的小单元，每个单元以单服务器的性能和容量为上限，单元内采用集中式或小规模分布式架构，跨单元的分布式事务由业务层通过TCC、SAGA等补偿机制实现。以某国有大行对公核心系统为例，其业务覆盖全国企业客户，交易量大、数据规模庞大，通过32个小单元的拆分，实现了业务的精细化管理。

小单元方案具备以下特点：

- 业务改造量大，分布式事务需由业务层实

▼ 表1 GoldenDB金融核心系统规模化实践的三大技术路径

技术路径	业务拆分方式	分布式事务处理	业务改造量
小单元方案	拆分为8个以上小单元	业务层实现 (TCC/SAGA)	大
大单元方案	拆分为4~8个大单元	单元内数据库处理, 跨单元业务层处理	中
非单元化方案	无拆分, 一套分布式库	由数据库实现	小

现, 需对原有业务逻辑进行大规模重构, 改造成本较高;

- 事务复杂度高, 小单元导致单元数量大, 使得跨单元事务的种类和频次大幅增加, 业务异常时的数据冲正压力较大。

为此, 该国有大行配套建设了自动冲正平台, 并结合人工干预机制, 提升数据一致性保障能力。

大单元方案: 平衡效率与复杂度

大单元方案将业务系统拆分为少量大单元, 每个单元由一套分布式数据库承载, 单元内的分布式事务由数据库原生支持, 跨单元事务由业务层通过TCC、SAGA等方式处理。

大单元方案具备以下特点:

- 线性扩展能力强, 每个大单元可通过增加节点实现性能和容量的线性扩展, 单个单元支持数千节点部署, 满足区域内业务的增长需求;
- 确保单元内事务一致性, 单元内的分布式事务由数据库负责, 分布式事务处理性能高, 且可确保单元内数据一致性;
- 跨单元事务可控, 由于单元数量少 (通常4~8个), 跨单元事务的种类和频次远低于

小单元方案, 业务改造量可控, 业务侧出现分布式事务异常的冲正操作频次更低, 数据不一致风险低。

某国有大行采用大单元方案, 把对私核心系统划分为4个大单元, 对应北方区、华东区、中西区、华南区, 实现了全行对私核心业务的平稳迁移和高效处理, 支撑了日均数十亿笔交易。

非单元方案: 全链路透明, 适配快速迁移场景

非单元方案指业务系统不进行拆分, 整个系统由一套分布式数据库承载, 所有分布式事务均由数据库原生支持, 通过多副本+一致性日志同步技术保证高可用, 对业务层完全透明。

非单元方案具备以下特点:

- 业务零改造, 分布式事务由GoldenDB的GTM和分布式事务协议处理, 业务层无需感知数据库架构, 原有应用程序可直接迁移, 改造成本极低;
- 强一致性保障, 数据库原生支持跨节点的强一致性事务, 避免了业务层实现分布式事务带来的复杂性和数据不一致风险;
- 运维复杂度低, 一套分布式数据库统一管理所有业务数据, 无需处理单元间的协同



问题。

某股份制银行账务核心系统采用非单元方案，在业务改造工作量最小化的基础上，快速实现了核心系统转型升级。

持续创新，赋能金融行业数字化转型

GoldenDB肩负保障金融科技安全的使命，凭借20余年研发积累与10余年金融行业实践，已在全系列金融机构实现规模化替代，并创下国内首个大型银行、政策性银行、证券、国有大行核心系统上线，标志着国产数据库在金融领域实现关键跨越。截至目前，GoldenDB已在银行核心系统零故障稳定运行超6年，每日承载超100亿

笔、10万亿元交易。

随着数字化转型的加速，金融机构面临着多样化的业务场景。GoldenDB采用一体化设计，满足全场景部署需求，支持分布集中式灵活切换、结构化与非结构化多模融合，以及OLTP、OLAP与HTAP混合负载处理。同时，GoldenDB正推进AI融合，基于Insight AI Agent实现智能问答、性能预测与故障诊断，提升主动运维能力；未来将持续深化AI for DB与DB for AI融合，筑牢金融业创新与安全的根基。

从技术突破、规模化落地到持续创新，GoldenDB将继续筑牢金融数字化转型的核心基石，以稳定可靠的数据底座，为行业的安全运营与创新探索保驾护航。ZTE中兴

加强分布式数据库建设， 助力金融行业数字化转型

随着移动互联网、云计算、大数据等技术的飞速发展，全球数据量和数据并发处理量呈现爆发式增长，远超出了传统关系型数据库的处理能力，再加上“传统大小型机+高端商用数据库”的采购运维成本昂贵，各行各业迫切需要具备支持海量数据场景下的高性能、高扩展、高可用等关键特征的安全可靠的分布式数据库。尤其随着我国移动支付的普及和外部形势变化，自主原创的分布式架构研发成为我国数据库技术发展的必然之路，国内关键行业如金融、电信对分布式数据库有着强烈的需求。

国内金融行业较早启动国产数据库的应用实践，并已取得了系列成果，尤其是在核心业务系统方面，中信银行在国内股份制银行中率先完成国产数据库的部署。如今，国产分布式数据库在国有大行核心业务的实践备受各方关注，其在国有大行的成功实践具有极高的示范价值。

某国有大行在现有分布式计算整体架构基础上，引入金篆数据库GoldenDB解决核心业务下移到开放式平台的关键问题，并使用全行实际业务流量进行了长达一年的并网验证。在整个验证过程中，对分布式数据库的功能、性能，数据的

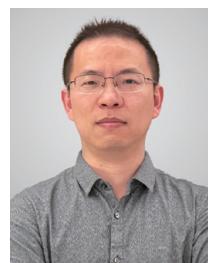
流转、迁移，业务的并行双发、结果比对等问题，进行了技术攻关和并网实施，确保了实施替代的效果，为下移成功奠定了基础。

银行核心系统的稳定性非常重要，为了确保能够顺利地完成主机替代，需要有能够替换原有传统数据库的产品，并能准确且完整地验证替代方案是否可行。

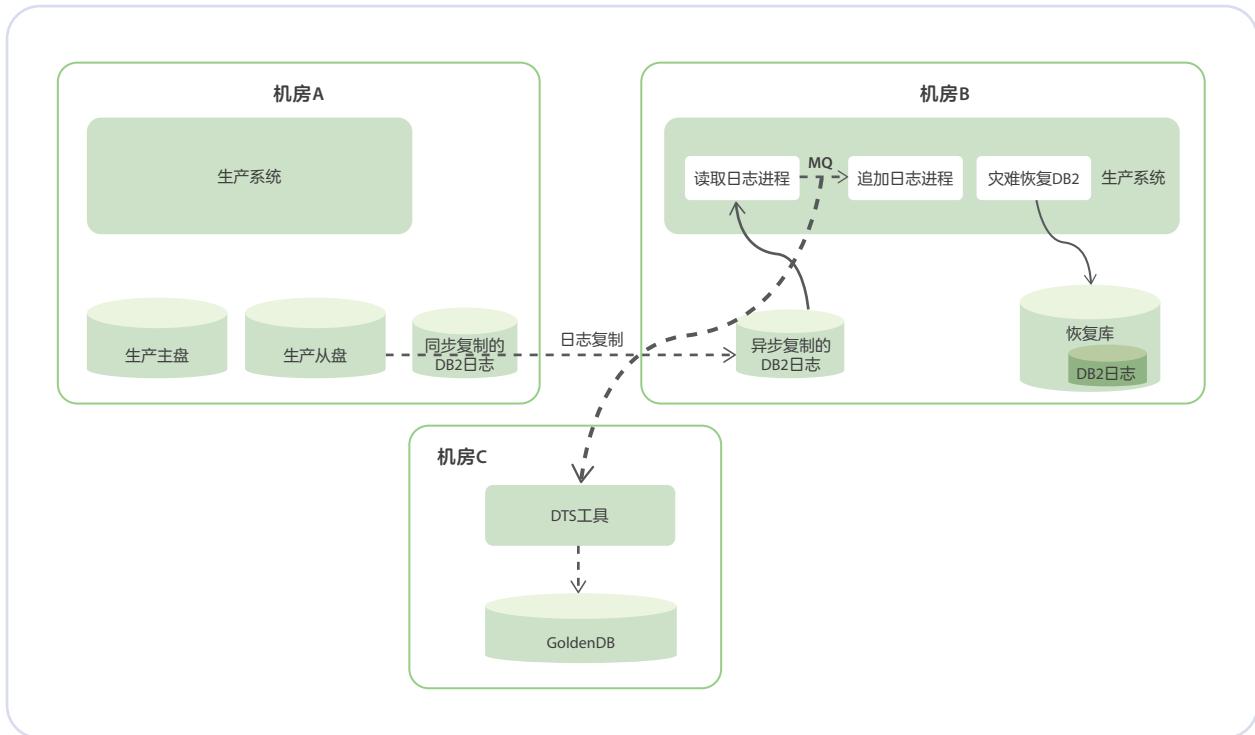
生产系统的数据库切换涉及到的影响面非常大，从数据库装载数据到应用稳定运行之间存在众多关键流程。本文主要通过数据迁移这一关键环节，来说明金篆数据库GoldenDB在国有大行核心系统数据库创新实践上所做的工作。

海量数据与短暂停机窗口的矛盾

该国有大行业务系统按照新系统与老系统并网方式同步运行，持续观察优化，对“开放式架构+分布式数据库”进行整体验证。两套系统从应用、平台到数据库，处理流程都有一些不同，为保障系统能够顺利进行数据迁移，兼容原有业务请求执行，业务平台在验证过程中，需要进行应用功能数据库无关性改造、数据迁移、应用报文缓存双发、开启白名单交易等一系列工作，来



陆天炜
金篆信科GoldenDB金融
行业产品总监



▲ 图1 基于数据库日志进行迁移

保障核心业务系统完整的全链路跟账比对。而这些动作的前提是让两套系统在一个数据界面之后同步运行。

从主机向分布式迁移，需要保留的数据达到200TB级别。为了让新系统能够跟随主机进行业务请求处理，分布式数据库需要从一个截面数据之后，开始进行事务处理。获取200TB的快照数据，按照万兆网卡的传输速度估算，需要70小时。在这个基础上还需要加上数据处理的时间、数据导入的时间。一次性整体迁移需要较大的停机窗口，这在核心业务系统上是不可行的。

双方案并行设计，同步功能验证

金篆数据库GoldenDB配合客户从性能、可行性以及正确性上考虑，针对性地制定了工具追

数方案及基于修改时间的数据迁移方案，两个方案进行同步验证。

工具追数方案

工具追数方案如图1所示，方案主要有3个操作步骤：

- 当前主机核心系统利用磁盘复制技术将DB2日志复制到机房B，该机房Q-Rep读取日志文件并写入灾备数据库；
- DTS工具远程调用MQ接口，将当前灾备系统中MQ内的消息旁路一份出来，解析并封装成DTS数据同步工具的格式，同步到工具组件内存存储；
- DTS工具将存储的记录按事务封装，并对事务之间的关系进行分析与解耦，并发地向目标端GoldenDB数据库写入；写入到目标端

的内容为标准DML语句。

该方案需要解决的主要问题包括：DTS工具需要解析大机DB2日志；DTS工具迁移速度需要大于生产上日志生成速度。

基于修改时间的数据迁移方案

基于修改时间的数据迁移方案如图2所示，方案分5个主要步骤：

- 利用生产同城双活的备机，获取全量数据库；
- 执行第一次数转：在同城基于全量数据库做全量数转文件生成，将全量数转文件导入分布式数据库，大约N1天完成，记开始时间戳为T1；
- 重新连接生产与同城数据库，进行数据复制；执行第二次数转，将第一次数转N1天的增量数转文件导入分布式数据库，N2天完成，记开始时间戳为T2；

● 重新连接生产与同城数据库，进行数据复制；执行第三次数转，将第二次数转N2天的增量数转文件导入分布式数据库，N3小时完成；

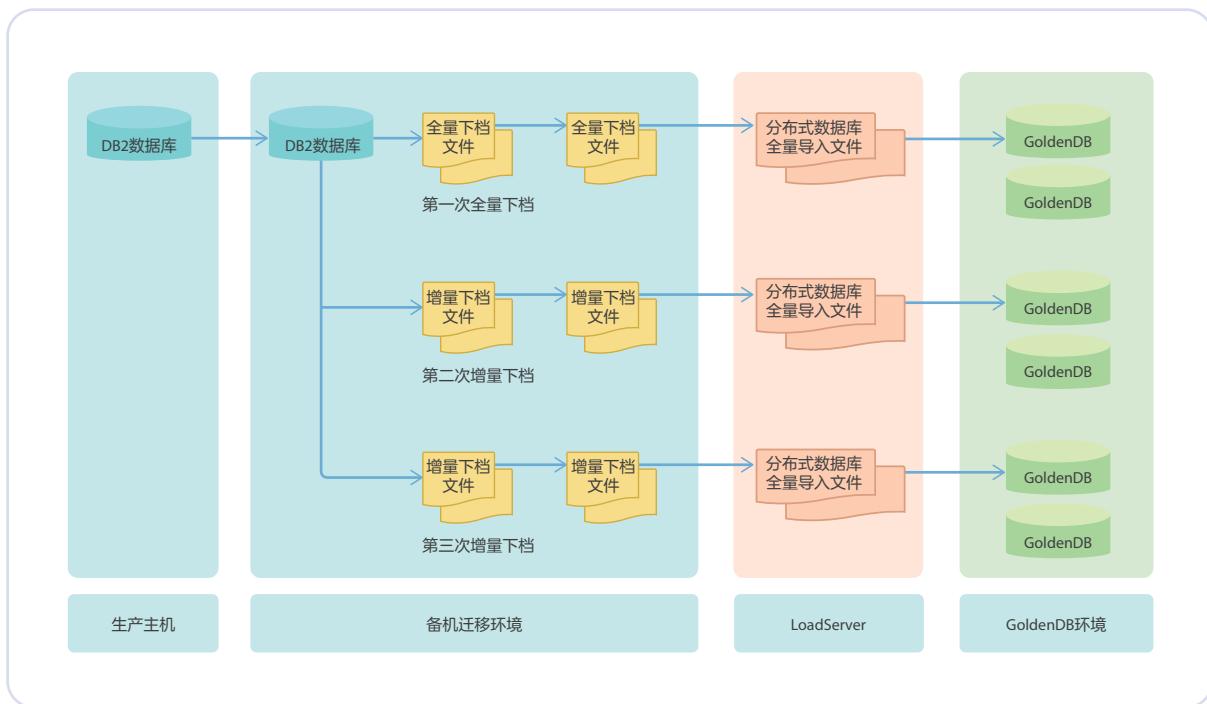
- 在GoldenDB上剔除数据迁移期间主机DB2上删除的数据行。

该方案需要解决的主要问题包括：

- 主档表、数据量特别大的表都需要有时间戳字段，并要求行数据变更时更新时间戳；
- 对于覆盖更新，没法将数据的删除操作同步过来，对于执行过删除操作的表需要特殊处理；
- 需要经历多轮数据上下档，上下档的时间决定了方案是否可行。

方案验证

对于以上两种方案，项目组分析了数据迁移



▲ 图2 基于数据快照的数据迁移

金篆数据库GoldenDB在国有大行核心系统数据库上的迁移实践经验，为其他银行在采用国产数据库转型中数据迁移的关键环节提供了参考依据，具有较高的示范价值。

过程，从实现难度、同步效率、方案可靠性、数据准确性等角度出发，针对性地进行了方案验证，验证内容如下：

- 对方案一数据迁移工具解析DB2日志的正确性进行验证；对方案一数据迁移工具能否在迁移过程中进行数据调整转换进行验证；对方案一数据迁移工具的效率进行验证。
- 对方案二全量的迁移时间进行验证；对方案二几轮增量迁移时间进行验证；对方案二的效率以及对业务的影响进行验证。

创新设计，进一步匹配应用易用性和产品化要求

最终，项目组通过实际测试验证了方案二的可行性。

方案二通过不断迭代的方式，在尽量减少最终停机时间的同时，允许在每轮迁移过程中对数据做自定义的调整，这些调整由业务自定义，较为复杂无法在方案一的DTS中进行。

针对方案二，金篆数据库GoldenDB从匹配业务场景的角度进行了功能创新和优化，这些功能从易用性、稳定性的角度进一步满足了业务迁移的要求，不仅做到准确地迁移，更实现方便地迁移。

- 支持以覆盖更新的方式导入数据；

- 支持FTP以及流式传输两种导入方式；
- 支持定长处理的模式，支持按照字节长度处理字段；
- 增加串行重试功能，避免多并发下gap锁导致的死锁问题；
- 增加对字段跳过、补充默认值等功能。

项目组基于方案二进行了200T全量数据迁移实施，在生产环境上，通过下档的方式，将数据库数据文件以文件方式传到搬迁环境，搬迁环境下档后，将文件装载到分布式数据库。从T日开始实施，经过三轮全量/增量数据迁移，在T+13日完成所有数据到分布式的处理，仅在T+13日利用了常规停机窗口进行了变更，前两次迁移均未申请停机窗口，对生产业务影响降到了最低。

金篆数据库GoldenDB针对异构的数据库类型，既支持全量的数据迁移也支持增量的数据同步；同时，针对数据需要修改、转换的处理逻辑，也能够提供完善的解决方案。金篆数据库GoldenDB在国有大行核心系统数据库上的迁移实践经验，为其他银行在采用国产数据库转型中数据迁移的关键环节提供了参考依据，具有较高的示范价值。ZTE中兴

国有大行分布式数据库云化部署实践

在金融信息科技领域，集中式数据库向分布式数据库的转型正在如火如荼地开展。相较于集中式数据库将所有数据存放在一个节点中的做法，分布式数据库将数据分布到多个独立的节点中，每个节点都有自己的计算和存储单元，相互之间通过网络连接。这样的架构带来的好处是，可以通过大量节点来构建支持海量存储的数据库，大大增加了系统容量，同时还可以通过增加、删除节点的方式来进行动态扩容。此外，通过在不同节点上存储数据的多个副本，当某个节点损坏时，其他节点可以接替故障节点继续对外服务，以提供高可用的能力。

分布式数据库在国内蓬勃发展，目前主要的部署方式是本地部署，即通过产品内置的部署工具，直接在裸金属服务器（下称物理机）上执行安装，数据库程序直接运行在物理机上。本地部署的

优点是简洁明了，但同时也存在一些不可忽视的缺点。首先，本地部署方式下，数据库系统独占硬件资源，无法与其他系统共享硬件资源池，资源利用率低；其次，部署方式是封闭的，无法实现DBaaS，最终用户不能按需申请数据库服务。

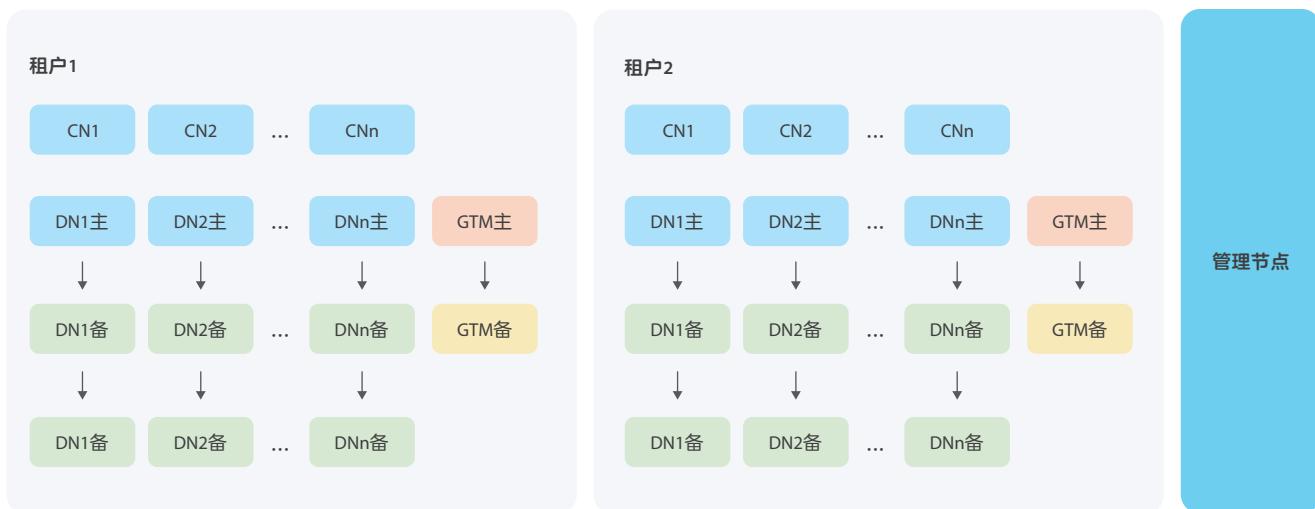
基于此，中兴通讯旗下金篆信科GoldenDB分布式数据库结合某国有大行PaaS平台环境，对本地部署方式进行改造，探索出了云化部署方式。依托行内PaaS平台，达成了以下两个目标：首先，GoldenDB从PaaS中动态获取硬件资源，而非直接独占裸金属服务器；其次，构建GoldenDB私有云，数据库管理员可以通过行内云管平台，实现分布式数据库动态部署。



郭峻
金篆信科GoldenDB资深架构师

逻辑架构

GoldenDB的逻辑架构如图1所示，整个数据



▲图1 GoldenDB逻辑架构

库由管理节点与多个租户组成。租户是可以独立对应用提供数据库服务的基本单位，它由计算节点（CN）、存储节点（DN）和全局事务管理器（GTM）组成，并且，不同租户的节点相互隔离。每个租户中，计算节点负责向应用提供接入服务，CN可以有多个，是无状态的。存储节点则负责存储数据，有主备之分。租户的数据被分散存储到多个主节点，每个主节点又可以有多个备节点。GTM负责分配和管理分布式事务（跨分片事务）的ID。管理节点负责管理这些租户，记录租户下所有节点的地址、隶属的租户、DN的主备关系等信息，这些信息称为元数据，同时，管理节点还会对各节点的运行状态进行监控，在节点发生故障时，执行主备切换。

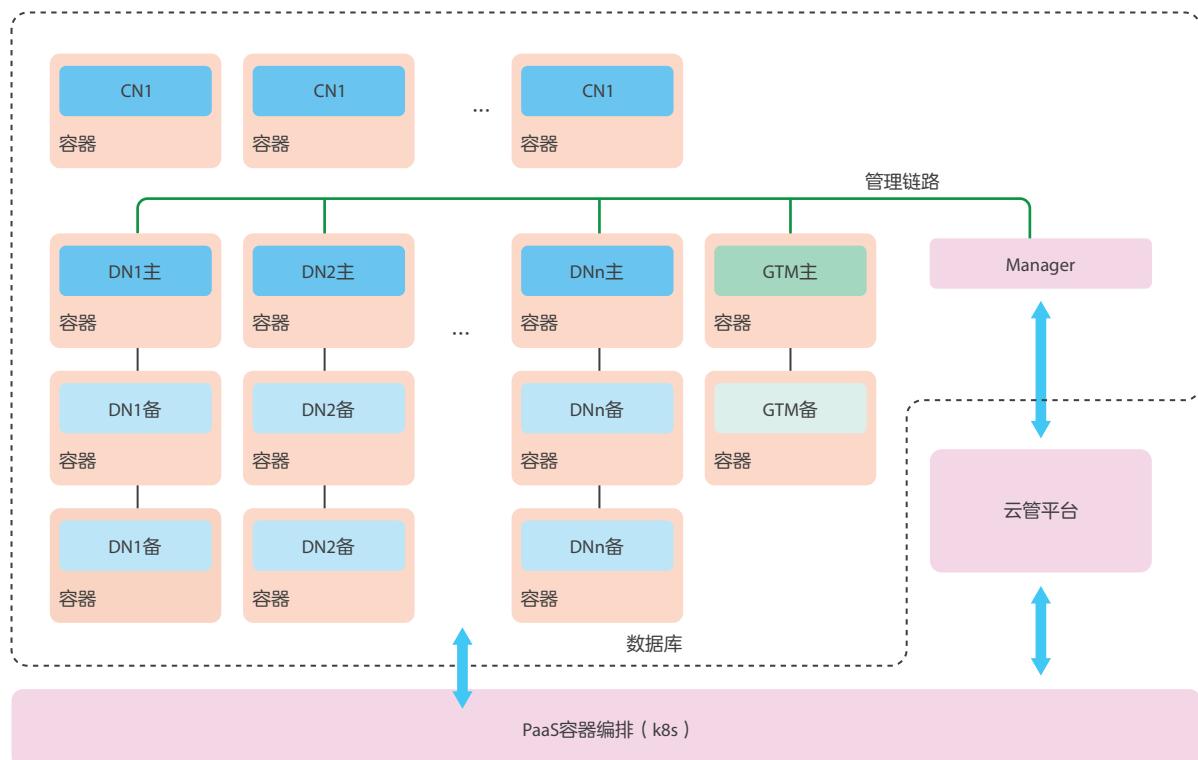
在本地部署模式下，每个节点都直接部署在物理机上，一个节点可以独占一台物理机，同时

也允许多个节点共享一台物理机。部署前，需要人工判断物理机剩余资源是否能满足节点要求，此外，多个节点共享物理机的情况下，无法对节点使用的资源进行控制，可能发生节点之间争抢资源的情况，影响系统稳定性。

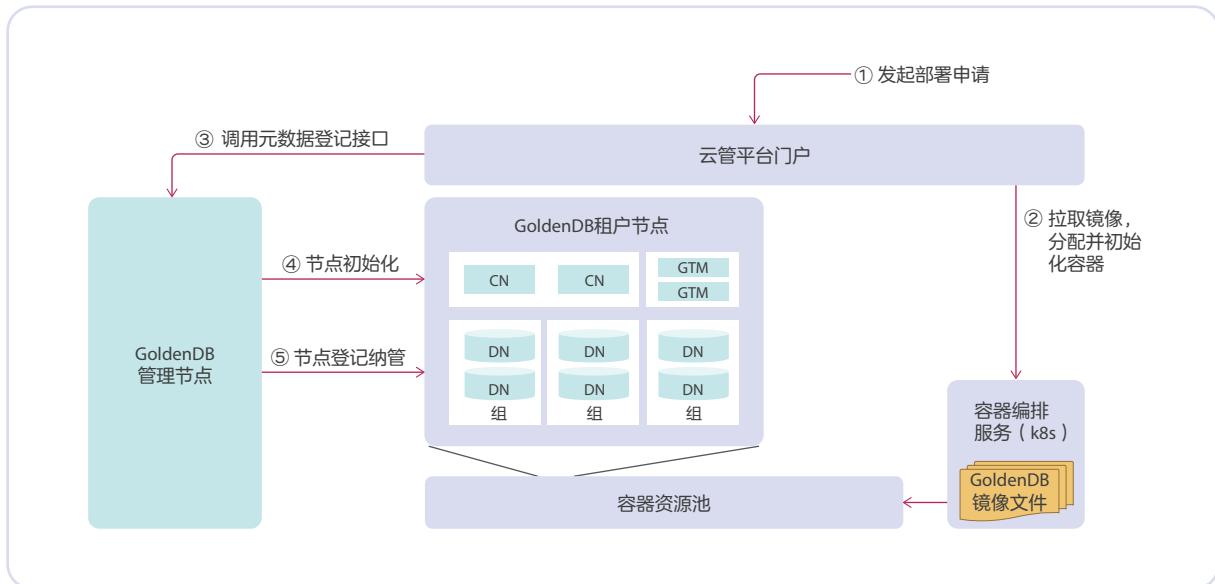
云化部署架构

在实现云化部署的同时，也要尽可能兼容本地部署方式，确保方案的简洁性和产品的统一性。在此原则下，GoldenDB提供如图2所示的云化部署架构。

首先，将数据库租户节点放到容器中运行，管理节点可继续在物理机中运行。管理节点占用资源相对固定，且一次部署后通常不再变化，因此动态资源分配等特性不是必须的，保持本地部



▲ 图2 GoldenDB云化部署架构



▲ 图3 GoldenDB云化部署流程

署可以降低改造工作量。另外，租户节点的部署需要依赖管理节点，因此也需要先使用本地部署方式安装好管理节点，作为后续租户云化部署的基础条件。租户节点容器化可以带来诸多好处：其一，容器实现了节点资源的按需分配；其二，行内有成熟的容器平台（下称PaaS平台）基础设施，无需重复建设；其三，改造方便，将节点的安装文件制作成镜像，就可以完成容器化部署。

其次，向管理节点登记租户节点，完成租户的部署。分布式数据库的租户由节点和节点间的关系组成，容器化只完成了节点的创建，之后我们还需要对节点间的关系进行登记管理。例如节点与租户的隶属关系、DN所属的分片、DN的主备角色等信息，这些关系信息登记纳管到管理节点中后，才能算真正意义上完成了租户的创建，可以对外服务。因此，还需要对管理节点进行改造，开放创建租户的接口，将节点清单及节点关系作为参数传入，最终完成租户的部署。

GoldenDB云化部署有两个关键点。一是节点容器化，将数据库的节点运行环境从物理机改

为容器，并以行内PaaS平台（如k8s）为底座，使得数据库和其他各类服务能共享统一的硬件资源池；二是管理节点开放纳管接口，将容器节点及其相互之间的关系登记到管理节点中，实际上完成租户的创建。

统一部署入口

目前为止，已经在容器环境中部署租户，但还剩最后一个目标待完成，即统一的部署入口。数据库需要与其他基础设施一样，支持统一的部署入口，以达到DBaaS的效果。管理员或者最终用户可以在云管平台门户上申请数据库资源，填写所需规格和租户信息，即可完成环境的部署和交付。需要对云管平台进行少量的改造，从而能将容器创建、节点纳管等部署流程串接起来。

最终的部署流程如图3所示：

- 管理员或最终用户通过云管平台发起部署申请，填写节点类型、节点数、节点主备关系

GoldenDB通过与PaaS的有机结合，实现了分布式数据库的云化部署。这种方式兼容业界主流的容器化生态，架构简洁清晰，与云管平台简单适配后，可快速落地。同时，在最终使用和运维的体验上，与本地部署方式高度统一，降低了应用开发和运维的成本，是分布式数据库云化部署的有效实践。

等信息；

- 云管平台调用PaaS平台，拉取预先制作的节点镜像，创建相应的容器，分配IP地址等；
- 云管平台调用GoldenDB管理节点元数据登记接口，将节点元数据、容器IP地址等信息作为参数传递；
- GoldenDB管理节点解析收到的参数，对节点进行初始化，比如建立DN的主备复制关系；
- GoldenDB管理节点最终将节点的元数据信息写入自身存储，至此，租户建立完成，可以对外服务。

高可用

分布式数据库与PaaS平台有一个重叠的功能，即高可用。前文提到，分布式数据库本地部署时，管理节点会对其他节点的运行状况进行监控，如果发生节点故障，管理节点会发起故障切换，以保证数据库的高可用。而云化部署下，容器发生故障时，PaaS平台也有自动重建容器的能力。那么在云化部署下，数据库的高可用应该依靠管理节点还是容器来实现？答案是仍然依赖管理节点。

原因有二。首先，数据库的高可用并不是简单地拉起节点，尤其对于有状态的DN节点。DN节点宕机后，必须仔细处理数据的一致性，而PaaS平台显然无法做到这一点。其次，继续由管理节点提供高可用能力，使得本地部署和云化部署模式下，高可用的行为一致、使用体验高度统一，简化了系统复杂度。

小结

综上，GoldenDB通过与PaaS的有机结合，实现了分布式数据库的云化部署。这种方式兼容业界主流的容器化生态，架构简洁清晰，与云管平台简单适配后，可快速落地。同时，在最终使用和运维的体验上，与本地部署方式高度统一，降低了应用开发和运维的成本，是分布式数据库云化部署的有效实践。

目前在行内已经全面实现云化部署，并且已用于生产环境，已累计为10多个应用的测试和生产环境部署了近200个租户，达成了节点资源按需分配、资源隔离、快速部署等目标。后续还将继续改进管理节点的租户管理能力，支持海量节点（1000以上）管理及节点在管理节点间迁移的能力。ZTE中兴

金篆数据库GoldenDB

跨集群访问解决方案

经过十几年的高速发展，金融企业的系统架构建设无论是在性能还是复杂度方面都发生了巨大的变化。在探索建设金融企业系统架构的道路上，很多金融企业都不约而同选择了单元化架构。使用单元化设计可以按分行业务数据进行拆分，减少耦合度，并按照区域就近部署业务，提升业务的响应速度。比如银行的代收付业务就可以按照分行所处地域进行单元化拆分，按业务需求使用南北两个数据库集群分别承载业务数据。但单元化设计也给一些全行类的统计查询业务带来不便。业务需要开发专门的归并逻辑，分别从南北两个数据库集群获取数据并进一步处理，逻辑复杂，并行运算速度慢。

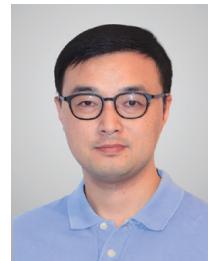
单元化拆分带来的全局业务挑战

某银行在实施改造前，代收付系统使用Oracle单机数据库实现分库分表。实现方式是使用2个Oracle实例进行单元拆分，业务应用单元分别对接到这2个数据库实例进行数据处理。2个Oracle实例承载的数据有相同的数据结构，业务数据按分行的维度进行拆分。代收付应用按照分行维度根据路由规则将不同分行的请求分别发送到不同的单元处理。

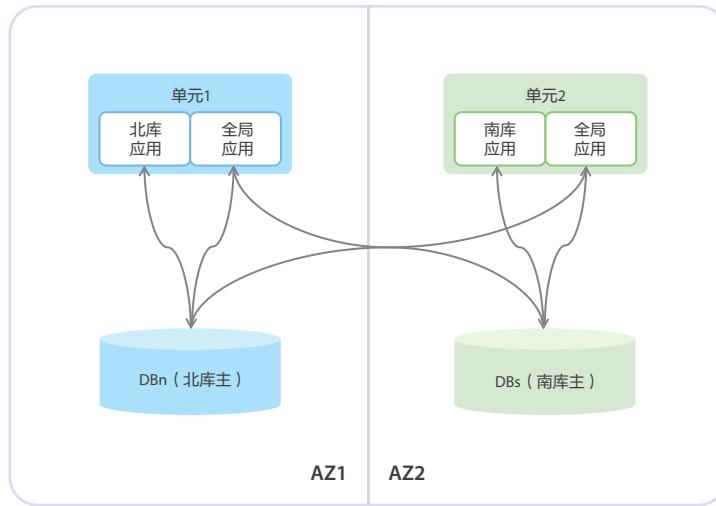
按照分行维度进行单元化拆分后可以带来增大系统处理能力、缩小故障带来的影响范围等好

处，但同时给业务设计也带来挑战。代收付业务中有一些业务涉及到全行数据统计与汇聚。改造前代收付系统使用的方案是由南北单元的全局业务分别进行跨区域、跨库查询，对所查询结果进行最终汇总，如图1所示。

该方案对于全局业务并不友好，需要增加额外的逻辑处理跨数据库访问，包括2个数据源状态的维护、异常处理及跨数据源访问的同步与并发控制。此外跨区域访问不同数据库，事务响应的时延会加长，对业务的可用性也带来挑战。同时，由于业务需要维护2套数据源，并实时根据状态调整逻辑且需要对不同异常情况进行处理，增加了业务运维难度。



李磊
金篆信科GoldenDB资深架构师



▲图1 改造前的单元化结构

金篆数据库GoldenDB全局计算节点助力业务单元化

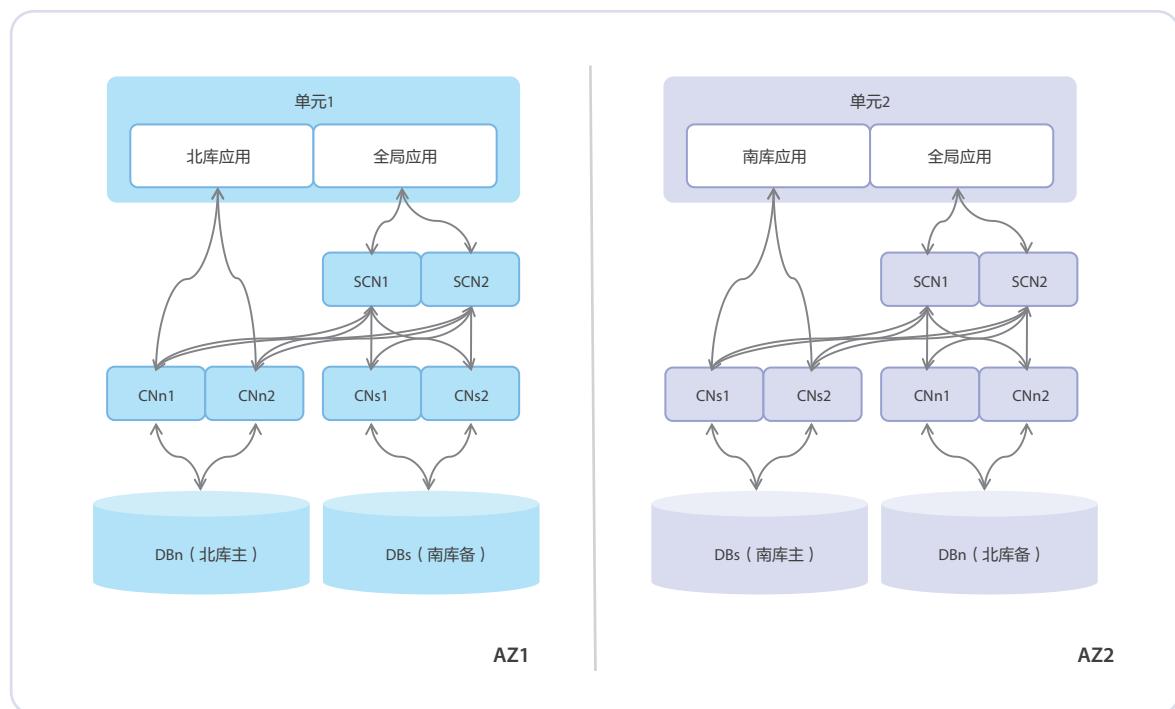
金篆数据库GoldenDB既可以实现超大数据规模及大并发特点的应用数据承载，也可以适配小规模数据的单元化业务。

金篆数据库GoldenDB主要由计算节点、数据节点、全局事务管理节点以及管理节点等组件组成。计算节点负责SQL的解析、优化、分发，并将最终结果返回给应用。一般情况下，计算节点隶属于一个特定的GoldenDB集群（租户）。DB节点负责SQL的进一步执行并实现数据持久化。全局事务管理器实现分布式事务的全局一致性。管理节点对整个系统进行运维监控。在充分研究了代收付业务单元化的需求基础上，金篆数据库GoldenDB团队开发实现了计算节点的另外一种模式。该种模式下的计算节点不隶属于任何一个数据集群，可以进行跨集群访问，并将多个集群的数据结果进行查询、排序、汇聚等操作，

减少业务逻辑的复杂度。此外，计算节点可以就近访问本机房的备机，实现同机房内跨集群读，极大提升了跨集群访问的效率。

在新方案中，跨库（集群）查询可以由金篆数据库GoldenDB内部组件实现，业务应用只关注业务处理逻辑即可。金篆数据库GoldenDB团队对计算节点进行了必要的改造，形成了跨库（集群）查询的方案。

如图2所示，方案由全局计算节点（SCN）对接南北库的计算节点（CN）而成，在相应的计算节点上实现就近读、高可靠、高可用等特点。使用新方案后，应用单元内部的跨库查询逻辑可以将之前的“获取不同集群数据”“对不同数据进行归并处理”“在某个集群数据获取出现意外之后的异常处理”逻辑全部去除，直接对SCN发送跨库查询语句即可，大大降低了业务复杂度，提升了业务性能。方案设计充分考虑系统的高可靠和高可用，每个组件都采用双机热备的设计方案，最大限度保证系统的可靠性。



▲图2 GoldenDB全局计算节点方案

GoldenDB跨集群全局访问方案在投产的一年多时间内系统运行平稳，实际使用效果符合预期，为代收业务平稳过渡到GoldenDB数据库平台上提供了坚实的技术支撑。

跨集群全局查询简化业务逻辑

金篆数据库GoldenDB对计算节点进行了功能扩展，将后向链路由单纯与数据节点对接扩展成可以同时与计算节点和数据节点对接。改造后的跨库计算节点（SCN）可以与2个及以上GoldenDB的计算节点（CN）对接，横跨多个集群进行查询。

改造后，应用需要进行跨库全局数据查询时，无需再维护多个数据源，只需直接对接到SCN上，向其发送需要进行跨库查询的SQL语句，即可得到结果。该方案大大简化了全局业务的跨库维护逻辑，使其专注业务处理本身。

全局跨库查询除了支持简单结果汇总外还支持聚合函数、排序、分类、分页等常见聚合操作。

机房内就近查询，缩短业务时延

在代收付的金篆数据库GoldenDB分库部署方案中，南北2个数据库集群采用跨区域交叉互备设计。在跨库查询设计中充分利用本机房内的对端数据库集群的备机，实现机房内就近查询，解决了跨区域查询带来时延较长的问题。

方案中SCN对接南北2个集群的计算节点CN。在对端数据库集群的计算节点上开启了读写分离，并使用了就近读的原则。就近读即读取与计算节点最近的备机的数据，避免了跨机房甚至

跨区域读带来的网络时延，大大提升了应用的查询效率。

智能数据源选择，提升业务精确度

在遵循就近读的原则基础上，有时也会带来副作用。就近读一般情况下会读取对端数据库在本机房内的备机。主备复制之间有一定的时延，如果数据库处于业务高峰期，主备时延可能会进一步增大。有的业务对数据的实时性有要求，对于超过一定时间的数据，查询的结果会不准确。

为了解决上述问题，金篆数据库GoldenDB允许业务设定对数据时延的容忍度。如果主备数据时延超过应用的容忍度时延，金篆数据库GoldenDB将舍弃就近读的原则，选择读主数据库，最大限度保证业务的准确性。

随着金融科技及其他领域数字化建设越来越趋向于单元化、集群化，单元化基础设施之间的数据访问或全局数据访问成为亟待解决的问题。GoldenDB的跨集群访问解决方案有效解决了数据库集群间全局数据访问等问题，极大地简化了单元化业务的处理逻辑，提升了数据的访问效率。GoldenDB跨集群全局访问方案在投产的一年多时间内系统运行平稳，实际使用效果符合预期，为代收业务平稳过渡到GoldenDB数据库平台上提供了坚实的技术支撑。 

基于数据库内核进行SQL治理的应用实践



周日明

金篆信科GoldenDB高级架构师

银

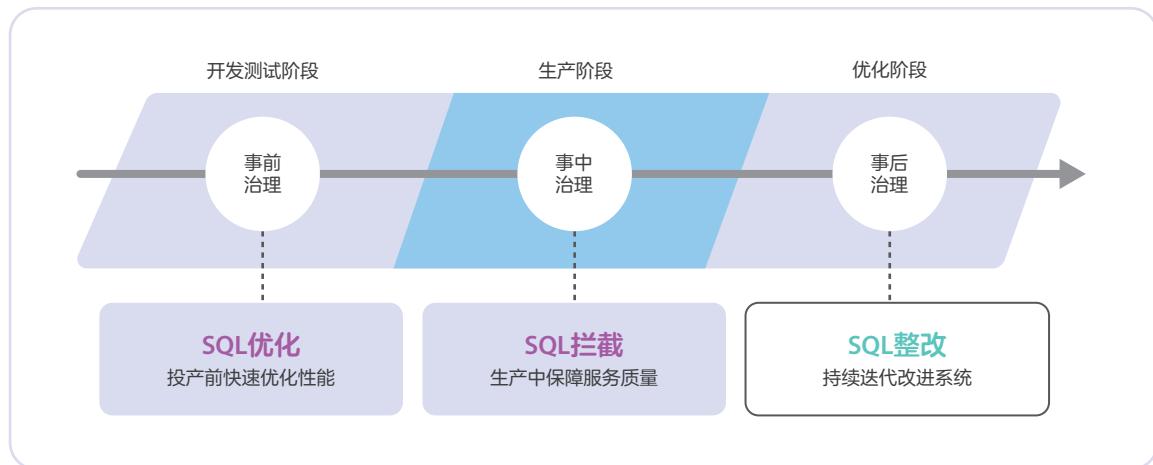
行联机交易系统对服务质量有极高要求，通常要求单笔业务在数十毫秒内完成，这对整个联机交易系统的性能设计提出很大挑战，其中数据库SQL的执行效率是尤为关键的环节。不良的SQL语句会极大影响数据库处理响应时间，导致系统开销过大，整体处理响应变慢，无法满足业务服务质量要求，甚至会耗尽整个服务器资源，导致全网业务请求得不到及时处理。因此，对应用系统的SQL治理非常重要。

过往银行应用系统严重依赖国外数据库产品，SQL治理手段有限，通常采用应用层拦截或网络旁路方案，实施静态代码检查或网络请求截

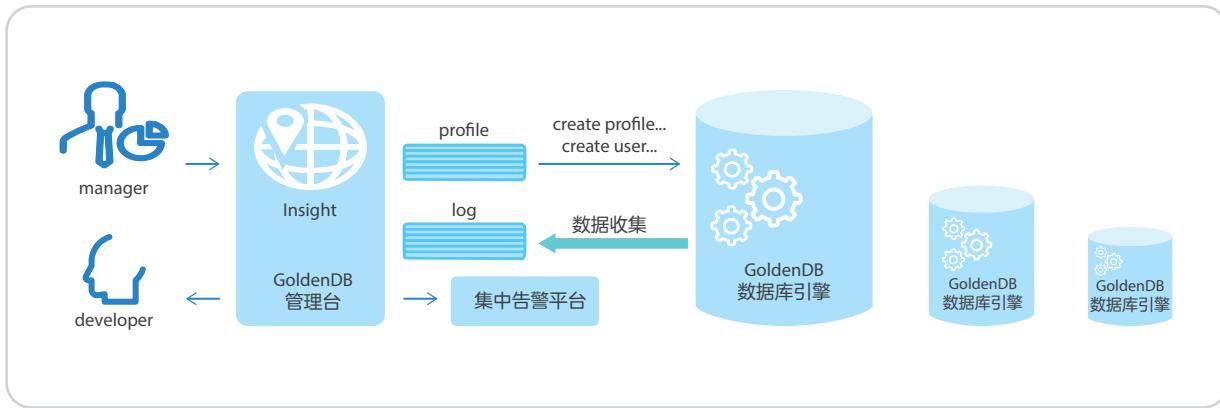
获进行SQL治理，准确度不高，实施复杂。随着国内自主创新步伐逐步加快，基于国产数据库的应用系统越来越多，通过应用方与厂商联合技术攻关，开拓出更广阔的技术实现途径。某头部大型国有银行联合GoldenDB分布式数据库，探索在数据库内核层实现SQL治理，达到了良好的治理效果。

全流程治理

SQL治理涉及应用的开发阶段、生产阶段和事后优化等全流程环节，以保障生产系统稳健运行，并持续提升质量（见图1）。在开发阶段进



▲图1 SQL全流程治理



▲ 图2 SQL治理框架

行SQL审核，提升SQL编写质量；生产过程中快速终止严重影响服务的SQL任务，并在事后对不良SQL进行迭代优化。

应用开发阶段，使用模拟数据对应用SQL进行压测，收集设计不合理、性能差、影响系统运行的SQL，进行不良SQL改写和代码优化。通过这个阶段治理，可以快速提升应用处理性能，达到基本的投产性能要求。

系统上线初期，业务数据量相对较少，随着业务的快速发展和数据量的持续激增，不良SQL对系统和数据库的性能压力才会逐步表现出来，进而影响生产服务质量，需要快速干预。通过内核层识别出对生产系统过大开销的业务SQL并中止运行，避免整个生产系统受到影响，导致服务质量下降。

终止业务请求方式会影响到当前业务处理成功率，应设置足够阈值，且避免过度使用。更均衡的方式是收集生产上运行开销大的SQL，纳入到后续迭代版本中进行整改优化。

SQL治理框架

SQL治理涉及系统管理员、运维人员和应用开发团队。管理员在GoldenDB管理台上设SQL治

理规则（profile），管理台基于GoldenDB内核SQL治理能力和语法功能，下发规则到GoldenDB数据库引擎节点，数据库引擎实时收集SQL各环节执行信息，识别慢SQL请求，根据规则判断是否终止或者产生警告，并将该SQL语句以及采集的详细信息输出到运行日志中（见图2）。

管理台对采集上来的慢SQL语句和日志进行分类统计，由管理员派发给开发团队进行版本优化或改进迭代。此外，GoldenDB管理台统计因治理规则而终止的SQL达到一定数量时，产生告警上报到集中告警平台，由运维人员评估服务质量影响并系统干预。

GoldenDB数据库引擎通过以下手段识别慢SQL：

- 基于实际执行的开销来判断慢SQL，包含执行时间过长、查询或者关联的结果集过大、扫描数据块数过多等情况；
- 基于静态SQL规则，设定对生产系统造成性能影响或者安全危害的SQL类型；
- 采集用户占用的资源数据，包括CPU、连接数等系统和数据库资源。

本项目中，也实现了一种试验性方案，即通过判断SQL执行计划中的开销估计进行过滤，对开销估计过高的SQL，在执行前进行终止，提前

避免不良SQL对系统的影响。

由于识别和干预位置在数据库不同的执行阶段，数据库内核关键模块均需要进行修改扩展，包括SQL解析器（基于静态SQL规则）、SQL优化（基于开销估计）和执行器（基于实际执行统计）。涉及SQL治理的主要模块如图3所示。

SQL治理能力

GoldenDB数据库支持多种SQL治理规则，如：

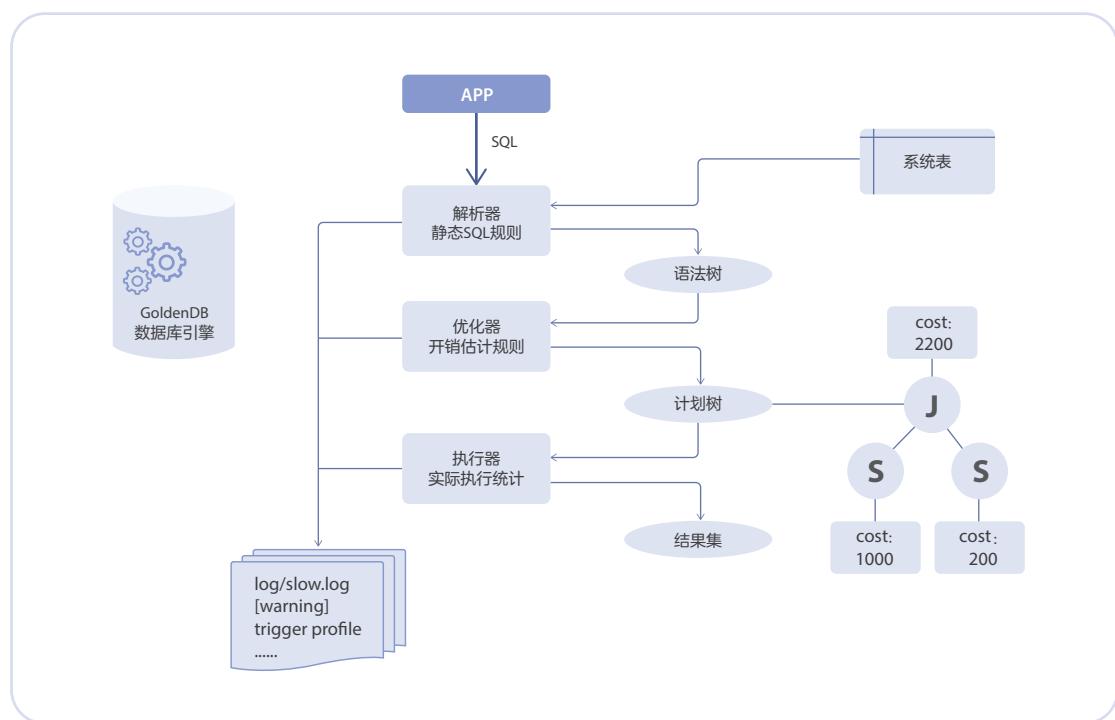
- 基于实际开销的治理规则：DML和DQL语句允许的最大执行时间、单次SQL执行允许返回的最大结果集行数、多表关联查询中关联行数、单次SQL执行所允许读的数据块的最大数目、单会话允许读的数据块的最大数目，包括从内存和磁盘读的所有数据块。

- 高危SQL的治理规则：SQL黑名单拦截、禁

止不带索引的查询（全表扫描等场景）、禁止笛卡尔积、禁止DROP DATABASE、禁止DROP TABLE、禁止TRUNCATE TABLE、禁止TRUNCATE PARTITION。

- 基于资源统计的治理规则：设置该用户能够创建的最大会话数、单个会话允许的最大CPU时间、单次SQL执行允许的最大CPU时间、SQL语句允许的最大代价。

GoldenDB可以对不同用户设置不同的治理规则，以适应各种应用场景。例如，联机交易的特点为高并发、低时延的短平快请求，而批量处理场景则为大规模数据查询和更新，耗时更长，数据量更大。对联机交易用户，最大执行时间设置在毫秒级别，并禁止其使用TRUNCATE PARTITION获得更高的安全性；而对批量处理用户，最大执行时间放宽到分钟级别，同时允许其运行TRUNCATE PARTITION以获得更快的数据清理效率。



▲图3 涉及SQL治理的主要模块

基于数据库内核进行SQL治理在优化效率、轻量化部署和快速精准定位上具有诸多优势，在银行试点应用中已取得了良好的治理效果，后续将进一步推广到更多新建系统中。

实施效果

目前该行多个应用系统使用该SQL治理平台进行开发阶段的SQL治理，治理效率明显提升，问题SQL得到快速收敛。同时在试点生产应用中实施慢SQL采集和拦截，对过慢SQL进行快速干预，生产系统服务平稳性得到提高；将试点生产应用上采集的慢SQL列表，同步给应用团队定期整改，虽然业务数据量不断增加，但系统平均SQL执行时间维持在良好状态。

基于数据库内核层的SQL治理，相比较应用层治理和旁路治理具有诸多方面的优势：

- 准确度高。由于是在数据库内部实现，SQL质量评判来自真实数据，相比较静态代码检查、基于SQL文本规则检查的方式更加准确全面，不容易遗漏；随着实际生产数据量和处理负荷变化，该方案的持续治理优势更加凸显。
- 开销小。旁路治理需要采集大量数据进行中间分析，增加了系统负担，且需要部署专用生产设备；而该方案在数据库执行过程采集内部结构和少量统计数据，几乎不增加系统开销；基于SQL扩展语法，实施过程简洁轻便。
- 定位精准。由于深入到数据库内核层，直接

访问数据库内部结构数据，可以快速做出规则判断，并输出关联的日志信息，包括执行SQL、执行开销、数据库当前状态等，事后分析和优化更加精准快速。

- 快速干预。质量差的SQL，影响到系统处理性能的请求，可以就地终止，保障整体服务质量不受影响。

实践总结

基于数据库内核进行SQL治理在优化效率、轻量化部署和快速精准定位上具有诸多优势，在银行试点应用中已取得了良好的治理效果，后续将进一步推广到更多新建系统中。目前数据库内核SQL治理功能仍较为基础，后续结合应用具体场景进一步完善，比如可以将多个治理规则进行条件组合，匹配更复杂的SQL治理要求；支持插件在线安装，让已投产数据库在线扩充SQL治理规则的能力。

以往银行系统依赖国外数据库技术，难以开展此类技术创新实践，得益于国产数据库应用的推进，国内数据库技术发展迅速，通过数据库底层技术的增强来解决应用痛点的开创性工作将会越来越多，同时也推动数据库技术不断进步。ZTE中兴

大规模数据处理的核心技术：

GoldenDB数据批量处理协议



狄晓伟
金篆信科GoldenDB专家级
工程师

随

着中国数字经济的蓬勃发展，以金融和运营商为代表的行业对批量数据处理的场景需求日益增多。尤其金融行业，存在大量高难度的批量数据操作场景，比如证券核心交易系统在数据上场阶段，要求数分钟内完成数十亿条数据插入；银行等金融机构需要高效处理金融交易、业务数据，同时快速响应批次运行、监管报送等需求。

针对海量数据的批处理需求，传统数据写入方式已无法匹配这些业务场景，需要专门的批量协议提升处理效率。与此同时，金融、运营商等重点行业正加速推进IT基础设施全栈国产化，分布式架构转型也已蔚然成风。但有一个不容忽视的现实情况，分布式架构下的技术新生态建设还在完善，在这个过程中，传统的单机批量处理协议无法充分发挥分布式架构的优势。

GoldenDB数据库为应对金融、运营商等重点行业的海量数据处理需求，解决传统数据操作协议在性能、适配性上的瓶颈，自主研发数据批量处理协议，其核心能力包括：超高传输效率、超强兼容性、高可靠性、通用性。

超高传输效率，突破批量处理性能瓶颈

GoldenDB数据批量处理协议针对分布式

架构进行了深度优化设计。协议以全流程的PREPARE能力为核心支撑，采用预处理语句批量绑定参数的机制，只需对SQL模板进行一次解析与编译，后续批量数据仅需传递参数值即可执行。这一设计省去了传统模式下重复解析SQL语法、生成执行计划的计算开销。

数据库会自动识别数据批量处理协议中的分片键信息，按照预设的分片规则对数据进行精准分组，将属于同一分片节点的操作请求合并为批量任务包。这种机制使得原本可能分散在数百次跨节点交互中的操作，被压缩为与分片节点数量对等的少数几次通信，极大减少了网络传输的往返次数和数据量，从根本上降低了分布式架构下的通信延迟与资源消耗，最终实现了批量处理性能的跨越式提升。

兼容适配，最大化降低应用迁移改造成本

GoldenDB深度整合数据批量处理协议至标准JDBC/ODBC驱动中，应用层无需大幅改造，可直接复用addBatch() / executeBatch() 等原有接口及代码逻辑，确保系统迁移后批量业务无缝衔接、平稳运行。同时，批量处理协议全面支持 insert、replace、update、delete、merge into等核心语句类型，并兼容 MySQL、Oracle等

GoldenDB数据批量处理协议凭借高效、兼容、可靠、通用的核心优势，已在金融、运营商等多领域落地实践，成为大规模数据处理的核心支撑技术。

主流数据库的基本数据类型，从接口复用、语法支持到数据类型适配多维度发力，显著缩短企业技术迁移周期，大幅降低适配过程中的人力与时间成本。

容错机制，保障数据操作可靠稳定

在严格保障数据一致性的基础上，协议能精准识别业务主键冲突等特定场景的异常，通过实时记录数据处理偏移量实现断点续传，无需对全量任务进行重试，仅需补传未完成部分即可恢复流程。这一设计既避免了重复操作造成的资源冗余消耗，又确保批量任务在异常中断后能快速、精准地接续执行，从根本上保障了数据处理的稳定性与高效性。

高效支撑复合型业务场景需求

金融行业的核心系统常面临OLTP（联机事务处理）和OLAP（联机分析处理）类复合型场景，这类场景既要求高并发的实时交易处理，又需要大容量的批量数据分析与插入操作，传统协议难以平衡实时交易与批量处理的资源占用和效率。GoldenDB的批量协议通过针对性优化，可在保障实时交易低延时的同时，高效完成大批量数据的处理工作，避免批量操作对在线业务造成

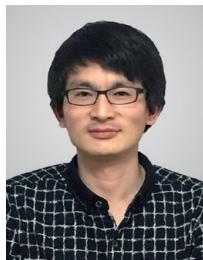
性能干扰，适配复合型场景的综合运行要求。

批量协议以生态化赋能为核心，为GoldenDB数据库生态建设注入强劲发展动能，全方位助力生态体系迭代完善。一方面，基于该批量协议，数据库计算节点成功实现insert select并行化、create as select并行化等特色功能升级，进一步强化了GoldenDB的产品核心竞争力；另一方面，协议深度融入生态核心工具链，为LDS数据导入导出工具、Sloth数据迁移平台、安全审计系统等关键组件提供统一、高效的底层批量处理支撑，不仅打通了数据流转全链路，更实现了生态内部工具间的能力协同与高效联动，显著提升了数据迁移、备份、审计等场景的处理效率与稳定性，推动GoldenDB生态形成“核心能力强化+工具链协同”的良性发展格局。

GoldenDB数据批量处理协议凭借高效、兼容、可靠、通用的核心优势，已在金融、运营商等多领域落地实践，成为大规模数据处理的核心支撑技术。其不仅通过性能优化与成本控制为企业降本增效，更以稳定的容错机制与场景适配能力，保障核心业务的连续运行与数据安全，是分布式数据库领域批量数据交互协议的优质标杆方案，为企业数字化转型提供坚实的数据技术底座。ZTE中兴

金篆数据库GoldenDB

分布式优化器关键技术



马玉伟

金篆信科开发部副部长

在

分布式架构的诸多技术挑战中，分布式优化器的能力尤为关键。尤其是高并发、高可用的金融级应用场景，对查询优化、执行效率和系统稳定性提出了极高要求。金篆数据库GoldenDB凭借其强大的分布式优化能力，成功支撑了多个大型核心系统的上线运行——包括中信银行信用卡核心系统（16分片）、中信银行凌云账务核心系统（128分片），以及中国建设银行四大对私核心集群（每个集群20分片）等重要项目。金篆数据库GoldenDB的分布式优化器是保障其核心系统高效运行的核心技术支柱。

并非所有SQL语句都能通过分片规则完全下推至数据节点执行，计算节点（CN）必须具备完整的算子计算能力。为此，金篆数据库GoldenDB在计算层实现了完整的执行引擎，并围绕分布式优化器构建了完善的逻辑与物理优化机制。逻辑优化都是基于规则的优化（RBO）。物理优化既有基于规则的优化又有基于代价的优化（CBO）。其中，RBO源自长期实践经验，每项规则均经过大量真实业务验证，确保性能提升的确定性和稳定性；而CBO则依赖统计信息与代价模型，在复杂查询场景中实现更智能的执行计划选择。

逻辑优化

逻辑优化是金篆数据库GoldenDB分布式优

化器的核心竞争力之一，凝聚了多年在金融、电信等行业的实践经验。例如，在浙江移动、安徽移动等账务核心系统建设过程中，针对实际业务需求提出了“rownum转limit”“not exists转left join”等关键优化策略。目前，计算节点已经实现多项逻辑优化规则，如：

- 过滤条件下推from子查询；
- 等值关联传递优化；
- not exists转left join；
- avg改成写sum和count；
- 视图展开成from子查询。

这些优化在不改变语义的情况下，对语法树进行了等价修改。这种修改对性能提升是有益的，体现了金篆数据库GoldenDB对规则优化的深度积累。

物理优化阶段

物理优化阶段，金篆数据库GoldenDB也实现了多项关键的基于规则的优化。与逻辑优化不同，物理优化阶段基于规则的优化器，主要是算子计算方式的优化，如下：

- join算子按分片规则下推；
- 过滤算子下推数据节点；
- in/not in子查询转换成in函数过滤算子下推数据节点过滤主查询；
- 聚合算子下推数据节点，先分组聚合再到计算节点进行归并聚合并计算；

- 聚合算子分组列带分片键，聚合算子下推数据节点之后无需计算节点二次归并聚合。

物理优化阶段，除了基于规则的优化，还包括基于代价的优化。基于代价的优化主要用于选择最优的连接顺序，是优化器最核心的功能之一。

通常情况下，连接顺序优化器会将小表放在前面，大表放在后面，减少中间连接产生的数据。在单机数据库中，小表放在前面，扫描大表时可以利用小表数据在大表索引中快速定位关联数据，提升join效率。但是在分布式数据库中，join关联可能是在计算节点中执行，计算节点没有索引，则无法利用这种单机数据库中小表驱动大表的方式。

在江苏移动、广东移动等订单库业务对接过程中，金篆数据库GoldenDB对这类案例进行了总结。分布式join不能下推但是符合小表驱动大表执行方式，计算节点拉取大表数据在计算节点进行join，查询大表的数据很多都不满足关联条件，但却极大地消耗了网络资源。基于这一特性，金篆数据库GoldenDB计算节点实现了一种分布式小表驱动大表执行计划的方法。先查询小表数据，查询大表时利用小表数据对大表进行过滤，只查询符合关联条件的数据。相比传统执行计划，显著减少了数据拉取量，大幅降低网络负载，提升了整体查询效率。

GoldenDB分布式优化器增强特性

除了前述传统优化器能力，金篆数据库GoldenDB还提供多项增强特性，如分布式全局索引优化、异步计算优化框架、SQL自动优化推荐工具等优化手段。

金篆数据库GoldenDB发展初期就支持分布式全局索引，主要用于提升分布式where等值过滤查询效率。该优化特性是在查询过程中，先查

询全局索引表，根据全局索引表中存储的分发键定位目标数据所在的数据节点，避免全节点扫描。此外，分布式全局索引还解决了分布式唯一性问题。

异步计算优化主要针对AP和TP类SQL混合负载场景，复杂的AP类SQL容易阻塞高优先级的TP请求，造成系统“毛刺”现象。为此，金篆数据库GoldenDB基于多线程异步执行框架，研发了异步计算优化机制。根据SQL的COST代价自动识别计算密集型任务，将AP类SQL交由独立的异步线程组处理，实现TP与AP任务隔离，彻底消除相互干扰。该特性已在山东城商行、浦发银行、宁波银行信贷系统等项目中成功应用，显著提升了系统稳定性与响应一致性。

随着金篆数据库GoldenDB从金融行业向电信、能源、交通、政务等领域拓展，业务SQL日趋复杂，人工调优成本不断上升。为应对这一挑战，金篆数据库GoldenDB自主研发了基于分布式优化器的SQL自动优化工具。自动分析执行计划瓶颈，智能推荐索引创建、语句改写、执行路径调整等优化建议，大幅降低优化门槛，减少人力投入，提升整体运维效率。

金篆数据库GoldenDB分布式优化器不仅是数据库的核心“大脑”，更是支撑大规模分布式系统稳定高效运行的技术基石。从逻辑优化到物理优化，从规则驱动到代价评估，再到全局索引、异步计算与智能推荐，金篆数据库GoldenDB持续构建全栈式优化体系，全面满足现代核心系统对性能、可扩展性与易用性的多重需求。

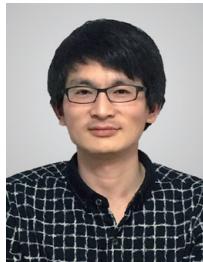
面向未来，金篆数据库GoldenDB将继续深化优化器能力建设，推动数据库技术在更多行业场景中落地生根，助力企业数字化转型迈向新高度。ZTE中兴

GoldenDB索引推荐技术：

破解海量数据下的“慢SQL”治理难题



张雪峰
金篆信科GoldenDB
高级研发工程师



马玉伟
金篆信科开发部副部长

数

字经济时代，数据已成为企业核心战略资产，而数据库作为数据存储与管理的核心基础设施，其性能表现直接关系到企业数字化转型的成效。随着各行业业务量的爆发式增长，数据库系统面临着前所未有的性能挑战，其中由低效SQL语句引发的性能问题尤为突出。智能化的索引推荐技术正在成为确保数据库高效稳定运行的关键突破点。

“慢SQL”之痛：性能瓶颈与运维挑战

当前，数字经济正在深刻重塑各行业的运营模式。在金融领域，证券交易所在开市前需要在数分钟内完成数十亿条交易记录的装载与校验；银行核心系统在日终批处理时面临着万亿级金融交易的快速清算；电信行业，运营商需要实时处理百亿级别的信令数据。这些高并发、大数据量的业务场景，都对数据库处理能力提出了极致要求，给数据库运维提出严峻挑战。

当数据库缺乏合适的索引时，一条业务SQL查询可能生成低效的执行计划，进而演变为消耗大量系统资源的“慢SQL”。这种“慢SQL”不仅会拉长业务响应时间，影响用户体验，更会持续挤占宝贵的CPU、内存与I/O资源。在极端情况下，大量“慢SQL”可能引发数据库CPU使用率急剧冲高，导致服务僵死，对业务系统稳定运行构成威胁。

传统“慢SQL”治理高度依赖数据库维护人员的专业经验。优化人员需要深入理解SQL语法、数据库内核原理、索引结构，还要把握业务数据特征。这种复合型人才的稀缺性使得传统优化模式难以为继。特别是在分布式架构下，数据分片加剧了问题定位的复杂性。

行业困境：传统工具的局限性

为应对这一挑战，市场上曾涌现出SQLAdvisor、Soar等索引推荐工具。这些外挂组件在实际应用中暴露出明显的局限性：语法兼容性差、计算时间长、推荐结果准确性存疑。

这些工具内置的SQL解析器往往难以跟上数据库产品的快速迭代。对于MySQL、Oracle等数据库的复杂语法、特定函数或高级特性（如窗口函数、CTE公用表表达式、JSON查询等），支持度有限或解析错误频发，导致在面对真实业务场景中形态各异的SQL时，推荐功能时常“失灵”。

为了获取索引推荐所需的统计信息（如数据分布、列的选择性等），这些工具通常需要向业务数据库下发大量的统计查询SQL。这些查询本身可能引发全表扫描或大规模数据采样，不仅使得推荐过程耗时漫长（对于大表可能达到小时级别），更关键的是，其巨大的资源消耗会对线上正在运行的业务查询造成性能干扰，形成“为解

金篆数据库GoldenDB索引推荐功能以其内核集成、高效精准的特点，成功破解了海量数据下的“慢SQL”治理难题，为各行业数字化转型提供了强有力的技术支撑。

决一个问题而制造另一个问题”的尴尬局面。

此外，外挂工具的推荐逻辑往往与目标数据库自身的优化器是“两张皮”。它们高度依赖自身采集的统计信息，却无法完全模拟和融入数据库优化器在生成执行计划时所考虑的全部成本因素、启发式规则和版本特性。这种“隔靴搔痒”的方式，导致其推荐出的索引可能在理论上区分度高，但实际被优化器采纳后，对查询性能的提升效果有限，甚至可能出现推荐索引未被使用或产生负面效果的情况。

创新突破：金篆数据库GoldenDB解决方案

直面行业痛点，金篆数据库GoldenDB推出了深度融合于数据库内部的索引推荐功能，实现了从“外部建议”到“内核诊断”的重要跨越。

其核心创新体现在四个维度：

- 内核集成确保兼容性。作为原生能力，它直接复用数据库的解析器与优化器，彻底消除语法兼容性问题，应对各种复杂查询的场景。
- 高效采样降低影响。采用直方图采样技术，通过小规模采样精准估算数据特征，无需全表扫描；即使面对亿级数据大表，也能在10

秒内完成分析，且对业务影响极小。

- 优化器协同保障精准。深度依托数据库优化器工作，模拟不同索引配置下的执行计划，基于成本模型评估收益；这种机制确保推荐的索引能被优化器有效采纳。
- 简洁易用促进融合。只需在SQL前添简单加前缀语句，即可一键获取详细推荐报告；低门槛操作便于全生命周期集成使用。

实践价值：构建智能数据基础

金篆数据库GoldenDB索引推荐功能以其内核集成、高效精准的特点，成功破解了海量数据下的“慢SQL”治理难题，为各行业数字化转型提供了强有力的技术支撑。

该技术带来多重价值：通过精准索引推荐，从源头减少“慢SQL”产生，降低系统负载，预防资源故障；将复杂优化工作自动化，降低对高级人才的依赖，节约企业成本；快速诊断，及早发现性能隐患，缩短调优周期，支撑业务创新。

随着在证券、银行、电信等核心业务系统中的深度应用，金篆数据库GoldenDB正以其持续的技术创新，为企业构建高效、智能的数据基础设施贡献关键力量，助力企业在数字经济发展中稳健前行。ZTE中兴

全链路数据迁移平台

GoldenDB Sloth解析



章婷婷

金篆信科GoldenDB高级
开发工程师

在

数字经济时代，数据已成为企业核心战略资产，而数据库作为数据存储与管理的关键基础设施，其迁移过程的效率与可靠性直接关系到企业数字化转型的成败。随着业务场景的持续拓展和技术架构的快速演进，传统的数据迁移方式面临前所未有的挑战。

当前，企业数字化转型已进入深水区。据IDC研究显示，到2025年，全球数据总量将达到175ZB，其中企业级数据占比超过60%。数据库迁移已从一个相对孤立的运维动作，演变为一项涉及业务、技术、管理的系统性工程。企业面临的核心痛点集中在三个方面：首先，业务连续性要求使得传统迁移方式中的停机窗口变得不可接受；其次，数据量的指数级增长对迁移效率提出更高要求；第三，监管趋严使得数据完整性和一致性成为不可妥协的底线。

全链路数据迁移平台的架构创新

GoldenDB Sloth作为集管控、运维、编排于一体的专业化数据迁移平台，构建了覆盖“迁移-同步-校验-修复-运维”的全链路能力体系，通过架构层面的多重创新，为企业提供了全方位的解决方案。

GoldenDB Sloth平台核心能力架构包含三个层次：基础能力层、运维层和可靠性保障层。

在基础能力层，Sloth实现了全链路的数据

治理。通过对对象（表、函数、存储过程、触发器、视图、同义词等）迁移先行机制，确保数据库结构定义的无损传输，特别是在异构数据库场景下，通过配置化类型映射保障结构一致性。

“全量+增量”的无缝衔接技术，使得业务切换实现平滑过渡，而双重校验机制（实时同步比对+快照比对）与差异修复功能，共同构建了完善的数据质量保障体系。

在运维层，Sloth将深度诊断融入管理全流程。表画像功能通过多维度数据可视化，实现了运维管理的精细化和透明化，涵盖任务级、表级基本信息、数据统计、性能指标（时延、RPS、流量）等多个维度。动态编排能力支持业务运行过程中的灵活调整，包括动态加减表、黑白名单实时更新、暂停/继续任务回放或者表回放、暂停/继续/关闭表比对等。断点续传和故障自愈机制则确保了系统在异常情况下的持续稳定运行，支持机房级故障自动修复。

在可靠性保障层，针对金融、电信等高要求行业，Sloth提供了多活架构设计和完善的数据安全保障。通过系统级高可用和单模块高可用架构，确保关键业务场景下的服务连续性。

核心技术突破

GoldenDB Sloth在多个技术维度实现了重要突破。

在数据同步方面，Sloth支持精准增量同

从实践效果看,GoldenDB Sloth作为一个全链路精准化数据迁移产品的价值已经得到充分验证。在业务敏捷性方面,使用Sloth进行业务迁移效率提升83%,大幅缩短系统上线时间。

步,能够基于指定位点实现增量数据的实时同步,同时支持在增量业务数据同步过程中进行DDL语句同步,并支持配置库、表、字段、SQL表达式等多种方式在数据迁移同步过程中对源数据事件进行过滤和ETL等处理。

在数据流转方面,Sloth目前已支持Oracle、DB2、SQLServer、MySQL、PostgreSQL、TiDB等数据源与GoldenDB之间正向和反向数据迁移与同步,数据传输服务底层采取了多种性能优化措施,包括:

- 在回放做了DML类型数据合并减少到目的端的交互;
- 根据表级数据并发或者主键级数据并发等性能优化,相对于传统的数据迁移工具,极大提升了同步性能。

此外,Sloth还提供数据发布功能,可将增量数据按特定格式同步到第三方Kafka存储设备,为企业数据湖建设提供支持。

在运维管理方面,图形化部署和可视化监控大大降低了运维操作门槛,实现“即拿即用”的一站式便捷体验。

实践价值

从实践效果看,GoldenDB Sloth作为一个全链路精准化数据迁移产品的价值已经得到充分验证。在业务敏捷性方面,使用Sloth进行业务迁移效率提升83%,大幅缩短系统上线时间。在成本控制方面,通过引导式的运维管理和完善的数据

校验机制,大幅降低了因数据不一致导致的业务风险和经济损失,展现出了显著的技术优势与场景适配能力。

在金融行业实践中,Sloth已成功服务于中信银行、浦发银行、广发银行、光大银行等全国性股份制银行,以及多家省级城商行、农商行,通过全量+增量实时同步,在长达数月的迁移准备期和最终割接窗口内,银行业务系统在业务无感知的情况下顺利完成割接上线,数据一致性达到100%;同时提供快速数据回流能力,将演练或故障恢复时间从数天缩短至数小时,提供业务连续性保障,极大降低了项目风险。

在电信行业,Sloth已在山东移动、四川移动、河北移动、江苏移动等多个业务大省运营商成功实施,助力BOSS、CRM等核心系统的版本割接,实现了多源、异构数据的统一汇聚与整合,保证了业务的平滑迁移,成功率接近100%。

在数字经济蓬勃发展的今天,现代数据迁移平台已从一个纯粹的技术支持工具演进为企业数字化转型的核心赋能器。通过持续的架构创新和技术突破与实践深入,GoldenDB Sloth数据迁移平台将持续向“深度自治、广度融合、极致体验”方向演进,通过打造更完善可靠、更融合、更易用的数据流动基础设施,为企业的数字化转型注入更强大的动力,助力数据库国产化替代,让企业在数字经济浪潮中稳健前行,把握先机。ZTE中兴



金篆数据库GoldenDB：

守护每一笔交易，
繁荣金融生态建设

2025年3月,由中国人民银行旗下的北京金融科技产业联盟创新应用专委会主办、中信银行承办、中兴通讯、金篆信科协办的首届GoldenDB金融核心应用技术研讨会在北京举行。来自国有大行、股份制银行、农信联社、城商行、农商行等全国超20家金融机构近百位领导、专家参会,旨在深入了解金篆数据库GoldenDB在核心业务系统应用过程中的实践经验,共商问题和需求,加速推进行业生态建设。



叶龙
金篆信科GoldenDB
品牌总监

金

融是国民经济的血脉,是国家核心竞争力的重要组成部分,金融高质量发展是强国建设、民族复兴的重要动力。当前,关键信息技术的自主创新成为金融行业共识,其中数据库作为金融信息系统的核心基础设施,承载着金融行业的关键业务数据,金融行业中的每一笔交易都离不开数据

库的支撑。

正因为对数据库极强的依赖性,金融行业也对数据库提出了极高的要求,包括数据完整性、数据正确性、服务连续性、高并发场景的服务响应速度。面对金融行业的严苛要求和性能演进需要,金篆数据库GoldenDB基于中兴通讯在数据库领域20余年的技术积累以及10多年金融行

业锤炼，已得到银行、证券、保险、交易所等上百家金融机构认可。根据信通院、赛迪顾问以及IDC咨询和弗若斯特沙利文等多家国内外第三方咨询机构的报告显示，金篆数据库GoldenDB已成为金融行业国产分布式数据库头部品牌，尤其是在金融核心系统方面，稳居第一。

金融核心系统是保证金融机构业务稳定运行的关键软件系统，比如银行中的存款、贷款、清算核算业务系统，证券的柜台交易业务系统，保险的财险业务系统。这些系统对于数据库的技术成熟度和稳定性要求极高，数据库须经过成熟度的验证才能应用到核心系统中。因此，核心系统案例的沉淀在行业中具有重要地位。

本次研讨会上，来自中国建设银行、中信银行、广发银行、贵州银行、山东城商行合作联盟的技术专家分别从核心系统建设方案，如何利用金篆数据库GoldenDB实现异构数据库迁移，如何提升性能、支持复杂业务、优化运维体系等方面作深度分享。

中国建设银行已将其境内外全部核心系统从主机迁移至分布式平台，标志着核心系统主机时代的彻底结束。新系统底层采用了金篆数据库GoldenDB，中国建设银行成为首家完成全部核心系统主机下移的国有大行，该成果获评“2024金融信息化十件大事”。

中信银行是金篆数据库GoldenDB的天使客户，自2014年开始，中信银行就携手中兴通讯面向金融核心业务场景打磨金篆数据库GoldenDB。在2019年10月和2020年5月，金篆数据库GoldenDB分别支撑中信银行信用卡核心系统、账务核心系统成功投产，助力中信银行成为国内首个实现核心系统数据库替代的大型银行。

广发银行携手金篆数据库GoldenDB连续打

造分布式银行核心系统、信用卡核心系统，成为国内率先实现银行核心系统从大机一次性下移至国产数据库的股份制银行，也是华南地区首个基于国产分布式数据库建设新银行核心系统的大型银行。新系统高效支撑广发银行业务演进，也为其他银行核心业务系统改造提供了可借鉴的样板。

贵州银行联合金篆数据库GoldenDB早在2020年11月就打造了全新核心业务系统，新系统实现全行数据统一管理；业务和数据库均基于分布式架构，业务实现快速开发、快速迭代、快速投产；数据库采用两地三中心建设，实现数据库同城“RPO=0”。

山东城商行合作联盟与金篆数据库GoldenDB联合攻关关键业务系统数据库，通过构建GoldenDB资源池，定制标准化租户规格套餐，实现业务快速上线，在2023年投产了40余个业务系统。2024年，山东城商行合作联盟与GoldenDB加快业务改造，在9月实现手机银行业务顺利投产，为将来核心系统的投产打下良好基础。

据统计，金篆数据库GoldenDB支撑了金融行业超过一半的核心系统改造建设。正如金篆信科常务副总经理赵培在大会致辞中所说，数字经济的蓬勃发展为金融业带来巨大机遇，核心系统作为金融业务的“心脏”，其技术自主性、安全性和稳定性至关重要。随着金融科技深入发展，应用场景持续拓展，金篆数据库GoldenDB数据库需要进一步加强与金融机构、合作伙伴的合作，加大技术研发投入，不断提升产品和服务质量，共同构建更加完善的金融科技生态体系，为金融行业的数字化转型和高质量发展提供坚实的技术支撑。ZTE中兴



浙江移动：基于中兴通讯

GoldenDB成功实现账务

核心系统分布式改造



朱宸希
金纂信科GoldenDB
运营商市场总监

浙

江移动账务核心业务系统承载着8000万用户，为满足业务高速发展需求，系统需具备高并发、高可靠、低时延、可扩展、安全易用等特性；而原有集中式架构的账务系统数据量已超100TB，CPU利用率超60%，数据规模大，数据库连接数多，且底层依赖国外数据库集群，无法实现数据安全自主可控。基于此，浙江移动按照新一代云原生架构、自主可控的目标，全面启动账务核心系统分布式架构改造。

系统改造需求

浙江移动账务核心系统改造对系统可靠性和可用性提出了极高要求，并要求支持线性不停机扩容，要有完善的迁移和运维工具，保障迁移的平滑与稳定，同时要保障数据安全，并与业内主

流ISV核心系统兼容适配。

综合以上考虑，浙江移动最终选择中兴通讯金纂GoldenDB系统进行财务核心系统改造。

- 金纂GoldenDB支持两地三中心部署的核心系统，业务稳定性达到99.9999%，同城核心业务RPO=0，RTO<30s；
- 采用独创的gData和GTM技术，可以实现应用系统代码零修改，最短6个月内实现核心系统快速上线；
- 各组件均支持横线扩展，性能扩展损耗率小于5%，支持上万节点，升级不停业务；提供全套迁移和运维工具，全流程智能监控，故障AI分析，保障迁移成功率；
- 金纂GoldenDB首批通过数据库领域最高安全标准EAL4+，支持国密算法，代码100%自研；
- 金纂GoldenDB具备业内主流ISV（亚信、思

“此次实践验证了中兴通讯金篆GoldenDB在海量数据、高并发场景下的稳定与性能，迈出了电信行业数据库技术自主创新的坚实一步。”

特奇、浩鲸）全系列核心系统替换落地案例，案例具有高可复制性。

实践方案

目前，浙江移动账务核心系统数据库按地市分为A/B/C/D库，存放客户的话费、账单、积分、流量、发票、渠道资金、相关业务工单类数据与外围系统交互的接口表数据，以及相关历史表数据。账务D库采用中兴通讯金篆GoldenDB同城双活部署方案，业务可以从两机房同时接入数据库，CN、DN、管理、GTM等组件可以在两机房间人工切换或故障自动切换，也可支持机房级互切；BC库采用单机房部署方案，组件故障在单机房内自动切换。

账务D库部署方案

中兴通讯金篆GoldenDB采用同城双活架构规划，单边机房各部署20个CN节点、20个数据分片。DN节点采用1主3备冗余模式，浙东、杭州湾机房各部署2副本。管理节点单边机房各部署3套。全局事务管理节点（GTM）单边机房各自2套，与管理节点合设。

BC库部署方案

BC库规划独立一套中兴通讯金篆GoldenDB

集群，单边机房部署；管理节点、GTM均与CN节点、DN节点合设。规划10个CN节点、20个数据分片。BC库自动从账务库同步数据，具备定时开启与关闭功能，对外围系统供数。CN节点按照不同外围系统分配；DN节点采用1主1备冗余部署。

应用成果

浙江移动通过引入中兴通讯金篆GoldenDB，对账务核心系统进行分布式改造，实现了硬软件成本双下降与产业示范三重收益：硬件层面，替换为低成本均衡型服务器，数据库硬件投资显著降低；软件层面，相比国外数据库高昂的成本，GoldenDB有明显的优势，同时内置HTAP（hybrid transactional/analytical processing）能力，省去额外采购和数据迁移开销，进一步放大成本优势；产业层面，该项目为浙江移动后续分布式改造提供了“经济适用”模板，可大幅摊薄未来数字化转型成本。

浙江移动账务核心系统成功完成国产化改造并上线，为国内运营商在关键业务领域使用国产分布式数据库提供了可复制、可落地的经验范本。此次实践验证了中兴通讯金篆GoldenDB在海量数据、高并发场景下的稳定与性能，迈出了电信行业数据库技术自主创新的坚实一步。ZTE中兴

自主可控赋能民生服务：

公积金核心系统国产数据库 改造实践

某市住房公积金管理中心携手金篆信科，基于金篆数据库GoldenDB，实现了核心业务系统自主可控与服务效能质的飞跃，为公积金行业IT系统自主创新树立了标杆，为政务系统数字化转型升级提供了值得借鉴的实践范例。



尹一鹏
金篆信科GoldenDB
售前经理

公

积金系统作为民生服务的重要支撑，其稳定与安全至关重要。此前，公积金系统多依赖于国外数据库技术，不仅面临着潜在供应链中断和安全隐患修复不及时的风险，也在业务实践中遭遇了明显的性能瓶颈。原有系统架构运维成本高昂，横向扩展能力不足，难以适应快速增长的民生服务需求。

该市公积金中心以“安全可靠、性能高效、生态成熟”为标准，经过全面调研与严格测

试，最终选定金篆数据库GoldenDB作为核心系统底层数据库。公积金管理系统改造方案的实施路径清晰而稳健：

在数据迁移层面，利用GoldenDB自研的Sloth迁移工具，制定了从原数据库到GoldenDB的全量加增量数据同步方案，迁移效率较传统工具提升超过50%，实现了业务无感知的平滑切割。

在系统架构层面，项目采用创新的“分片+多副本”分布式部署策略，依据业务特性和地域对数据进行合理划分，支撑百万级别的并发访问

66 基于金篆数据库GoldenDB的公积金中心核心系统改造，在安全、性能、成本等多个方面取得积极成果。

请求。

在容灾部署上，方案采用了“混合云”模式，将生产系统主节点部署于政务云平台，同时在公积金中心本地机房建立基于DRSP (Disaster Recovery Switching Platform) 复制方案的静态容灾库，构建起“两地三中心”的高可用架构，并确保了数据零丢失 (RPO=0) 。

在系统运维方面，引入基于AI技术的GoldenDB Insight智能运维平台。该平台能够实现自动化监控、故障诊断、SQL智能优化与系统巡检，将运维人员从大量重复性工作中解放出来，运维效率提升显著。

此外，系统按照“三中台（业务、数据、技术）、三系统（综合业务、综合服务、业务协同）”架构设计，建成10大能力中心的业务中台、日均处理500万条数据的数据中台和并发量提升5倍的技术中台，实现各系统信息共享与流程协同，全面支撑全业务线上服务与智能风控。

基于金篆数据库GoldenDB的公积金中心核心系统改造，在安全、性能、成本等多个方面取得积极成果。

新系统采用全栈国产化架构，摆脱了对国外技术路线的依赖，实现核心技术自主可控。多副本存储、异地灾备、数据加密脱敏等多重保障措施，确保公积金资金安全与职工敏感信息安全，筑牢业务与数据双重安全防线。

改造后，系统性能实现质的飞跃。核心业务

响应时间从2.5秒缩短到0.8秒，年度计息耗时从12小时压缩至3小时，系统整体性能提升50%。高效的系统支撑让缴存、提取、贷款等高频业务办理更快捷，跨部门数据共享减少了纸质材料提交，推动“网上办、掌上办、一次办”落地见效，切实提升了群众办事便捷度。

依托GoldenDB的高兼容性，改造过程实现了业务代码“零改动”平滑迁移，单中心改造成本降低40%以上，形成“低成本、低风险”的改造范式。同时，统一的运营运维服务体系与AI智能运维平台，实现了数据库自动化监控、故障诊断与SQL智能优化，故障修复时间从小时级缩至分钟级，降低了运维成本与风险。

该公积金核心系统的成功改造，具有深远的行业示范意义与产业带动价值。作为国内首个聚焦住房公积金领域的国产数据库联合实验室成果，该案例验证了国产数据库在政务核心系统领域的实用价值，破解了“迁移风险大、业务中断难避免”的行业痛点，为社保、医保等同类系统国产化替代提供了可复制、可推广的技术范本。

未来，金篆数据库GoldenDB将与该公积金中心持续深化国产数据库的应用与拓展，进一步挖掘数据价值，推动服务模式创新，同时将改造经验辐射推广，助力更多政务领域实现核心技术自主可控，为数字政府建设与民生服务升级注入持久动力。ZTE中兴



国产数据库助力智慧港口建设：

天津港物流一站式协同服务平台 应用实践

为破解传统架构瓶颈、提升服务效率，天津港基于金篆数据库GoldenDB打造物流一站式协同服务平台，系统在15天内快速上线，实现了数据整合、业务协同与效率提升的跨越式发展。



李宇轩
金篆信科GoldenDB
品牌经理

作 为京津冀地区的海上门户，天津港近年来业务规模持续增长，庞大的物流规模对数据治理能力提出了严苛挑战。随着业务量持续攀升，传统集中式数据库在扩展性、并发处理能力和资源利用率方面逐渐显露出瓶颈。港口亟需构建一套具备弹性扩展、多租户管理、高并发支持能力的新型数据底座，以支撑未来分阶段建设的综合服务平台。天津港选择金篆数据库GoldenDB作为平台的核心数据引擎，不仅考虑到技术层面的先进性，更着

眼于未来业务发展的可持续性，为打造“智慧港口”奠定坚实基础。

新的一站式协同服务平台基于国产软硬件，构建了安全可控、高性能、高可用的技术底座。该架构展现出多项核心技术优势：数据可靠性、灵活扩展、多租户服务。

在性能保障方面，通过多副本技术保障数据高可靠，依据负载和操作类型，将写操作发往主库，读操作负载均衡到从库，缓解主副本压力。金篆数据库GoldenDB支持读流量均衡分布，控

“66”天津港物流一站式协同服务平台的成功实践不仅验证了国数据库在高并发、海量数据场景下的技术能力，更为港口乃至整个物流行业的数字化转型提供了可复制、可推广的典范。

制读副本数据延迟，提供灵活调度策略，让应用使用读写分离机制更简便，提升系统整体效能。

在扩展能力方面，金篆数据库GoldenDB支持线性扩展，扩展比超95%。业务初期无需大量部署机器，可随业务增长动态增加节点，提升存储和处理性能。扩容时业务不停机，扩缩容后能在线重分布数据，轻松应对后续分阶段建设的需求，解决传统数据库扩容瓶颈问题。

在多租户方面，金篆数据库GoldenDB支持数据库多租户服务，实现数据库实例资源隔离、按需定制与弹性扩缩容，还提供统一运维管理。将数据库集群资源池化，提高资源利用率，降低运维难度，满足原架构多支业务系统的管理需求。

平台上线以来，天津港在业务效率、服务体验和系统可靠性方面取得显著提升。

金篆数据库GoldenDB支持高并发的交易处理和PB级别存储，可满足平台在业务高峰期的需求，确保系统的稳定性和响应速度。平台运行效率显著提升：船舶进出港动态兑现率保持高位，交办流程高效顺畅，服务窗口各项业务手续均能快速办结，有效保障了连续作业效率。

依托金篆数据库GoldenDB扩展能力和多租户功能，系统按需部署，硬件成本节省超50%；

金篆数据库GoldenDB提供完善的数据迁移工具和方案，数据迁移时间大幅缩短，降低迁移风险和成本；金篆数据库GoldenDB自动化运维管理功能和资源池化，减少人工运维工作量和复杂度，降低运维成本。

依托金篆数据库GoldenDB完善的工具集和高兼容性，系统在15天内快速上线，上线经验和应用模式具有可复制性，能在行业内进行大规模推广应用，为其他港口或相关行业在数据库选型和平台建设方面提供借鉴。

天津港物流一站式协同服务平台的成功实践不仅验证了国数据库在高并发、海量数据场景下的技术能力，更为港口乃至整个物流行业的数字化转型提供了可复制、可推广的典范。未来，随着技术的持续迭代，该平台将进一步释放数据价值，为智慧港口建设注入更强动力。

截至目前，金篆数据库GoldenDB已全面覆盖公路、铁路、民航、港口全场景业务需求，轻松应对流量监测、票务系统等高并发业务场景，保障出行服务顺畅。金篆数据库GoldenDB将继续携手交通运输行业用户，加快国产数据库的推广和应用，联合打造更加稳固、开放的行业数据库生态，助力交通运输行业的数字化转型和高质量发展。ZTE中兴

中兴通讯金篆GoldenDB数据库， 护航重点行业科技安全

摘自2024年3月5日《人民日报》



前，基础信息系统的自主可控已成为金融、电信等重点行业共识，数据库作为关键基础设施，承载着重点行业关键业务数据。

面对重点行业对自主可控的高性能分布式数据库的严格要求，中兴通讯迎难而上，自主研发了金融级分布式数据库金篆GoldenDB。历经20余年技术积累和10年重点行业锤炼，现已应用于银行、证券公司、保险公司等60余家金融机构，同时服务中国移动和中国联通，并积极拓展政务、交通、能源等行业，为重点行业关键领域的重要业务系统保驾护航，实现了对传统集中式数据库的国产化替代。

攻坚克难，自主掌控数据库关键技术

中兴通讯于2002年启动数据库技术研发，2014年进入对数据库技术要求严格的金融行业，聚焦核心业务场景的联机交易型分布式数据库研发，目前已申请专利超500件，实现核心代码自主掌控。

金篆GoldenDB自2014年立项之初就聚焦金融行业核心业务系统数据库自主创新，分别在2019年和2020年，先后实现中信银行信用卡核心

业务和总行账务核心业务投产。随后，携手中国工商银行、中国建设银行开启账务核心业务系统数据库的替代工作。同时，联合中国移动启动运营商账务计费核心业务系统数据库的替代工作。截至目前，金篆GoldenDB已在众多银行核心系统稳定运行超过4年。

金篆GoldenDB在实践中磨炼出了强一致、高性能、高可靠、易扩展、高兼容、易维护六项产品特性，具备支撑重点行业关键领域重要业务的能力。

肩负使命，打造国产数据库标杆

保障重点行业关键领域科技安全，是金篆GoldenDB的责任和使命。自2014年立项以来，金篆GoldenDB已成功服务近百家重点行业客户，成为金融、运营商市场的领军国产分布式数据库。

核心业务系统是保证重点行业业务稳定运行的关键软件系统，在金融行业中，银行的存款、贷款、清算核算业务系统，证券公司的柜台交易业务系统、保险公司的财险业务系统等均是核心业务系统。核心业务系统对于数据库的技术成熟度和稳定性要求很高。



金篆GoldenDB坚持服务国家战略，聚焦重点行业关键领域科技安全，致力于打造优质、可靠的国产分布式数据库。持续加强资源投入和人才培养，提升底层基础软件的自主创新能力，助力加快实现高水平科技自立自强，为发展新质生产力贡献力量。

金篆GoldenDB深耕金融核心业务系统数据改造，不断拓宽在金融领域落地应用的深度与广度，在银行业金融级分布式数据库市场份额处于领先地位。

2023年，金篆GoldenDB打造了多个服务重点行业核心业务系统的典型案例。2023年6月，金篆GoldenDB助力中国工商银行启动对公核心业务系统切流，系统通过容器化部署实现超大规模集群。2023年11月18日，金篆GoldenDB支撑中国建设银行全行对私核心业务系统投产，实现中国建设银行主机核心业务分布式改造。

如今，金篆GoldenDB已覆盖国有银行、政策性银行、股份制商业银行、农村信用合作联社、城市商业银行、农村商业银行等，并在交易所、头部券商及保险机构打造典型案例。

在运营商领域，金篆GoldenDB先后以第一名成绩中标中国移动（70%份额）和中国联通（60%份额）的分布式数据库集采项目。目前，金篆GoldenDB正在支持中国移动打造全球最大的物联网集中化平台，单系统承载超8亿用户；服务中国移动在多个重点省份完成账务计费核心业务系统数据库的替代工作，在20多个省份进行核心数据库的替代工作。此外，还抓紧推进政务、交通、能源等领域的业务布局和拓展。

金篆GoldenDB坚持服务国家战略，聚焦重点行业关键领域科技安全，致力于打造优质、可靠的国产分布式数据库。持续加强资源投入和人才培养，提升底层基础软件的自主创新能力，助力加快实现高水平科技自立自强，为发展新质生产力贡献力量。ZTE中兴

ZTE中兴

成为网络连接和智能算力的领导者
让沟通与信任无处不在