



# 金融业数据库供应链安全 发展报告

---

(2022)

金融信息化研究所 (FITI)

2022年11月



## 编制委员会

主任:

潘润红

副主任:

刁辉、庄文君

编委会成员（排名不分先后，按姓氏拼音排序）：

董晓杰、杜志明、冯程、冯源、高波、胡书能、黄玉锋、李振、刘雷、鲁金彪、陆健华、彭晓、苏光牛、田永江、万化、王锦怡、王丽静、王新明、王义成、隗华、夏浩淳、肖国彬、肖良华、邢磊、徐建国、徐晓剑、徐志扬、许建辉、俞瑾、余梦杰、赵培

编写组成员（排名不分先后，按姓氏拼音排序）：

曹秀彬、陈志勇、程静、从平平、杜蓉、范宇、谷磊、管文琦、桂俊鸿、何振岩、胡一鸣、黄睿、李俊杰、李世辉、李文彬、李晓欢、林宇、刘畅、刘强、骆君柱、吕伟初、马成才、孟繁明、石宏飞、史新龙、苏强、孙伟、唐思源、王成、王枫、王莉莉、王荣鑫、王帅强、王栩、王云峰、王志刚、肖淑男、杨锐、岳艳涛、张浩、张积斌、张晓、张占越、赵义斌、钟悦、周日明

主要执笔人（排名不分先后，按姓氏拼音排序）：

程静、从平平、杜蓉、李晓欢、吕伟初、肖淑男、张占越、钟悦、赵义斌

**主编单位:**

金融信息化研究所

华为云计算技术有限公司

中兴通讯股份有限公司

**参编单位:**

中国工商银行股份有限公司

中国农业银行股份有限公司

中国银行股份有限公司

中国建设银行股份有限公司

交通银行股份有限公司

中国邮政储蓄银行股份有限公司

中信银行股份有限公司

中国光大银行股份有限公司

上海浦东发展银行股份有限公司

招商银行股份有限公司

上海银行股份有限公司

北京农村商业银行股份有限公司

四川省农村信用社联合社

深圳证券交易所

华泰证券股份有限公司

申万宏源证券有限公司

浙商证券股份有限公司

中国人寿保险股份有限公司

中国太平洋保险（集团）有限公司

北京国家金融认证中心有限公司

武汉达梦数据库股份有限公司

超聚变数字技术有限公司

阿里云计算有限公司

腾讯云计算（北京）有限责任公司

蚂蚁金服（杭州）网络技术有限公司

**支持单位：**

北京人大金仓信息技术股份有限公司

广州巨杉软件开发有限公司

平凯星辰（北京）科技有限公司

## 摘 要

在当前复杂的供应链安全形势下，为确保金融信息系统安全稳定运行、推动金融业创新发展，全面提升金融核心信息技术供应链安全水平成为当务之急。数据库作为金融信息系统的关键环节、支持金融业数字化转型的核心基础软件，其供应链安全成为当前的热点和难点。近年来，金融业不断加大我国数据库技术产品应用的广度和深度，无论是传统集中式数据库、还是新型分布式数据库，在各自适用的场景中支持金融业务创新发展。部分系统重要性银行实现了我国数据库产品在核心系统的应用突破，为行业树立标杆、积累经验。但是，我国数据库在金融领域的深入应用还面临产品性能不足、服务能力有待加强、生态不够健全等诸多挑战，亟需加大各方协作，以应用创新拉动产业发展，以产业发展支持应用创新，形成合力，构建完善的金融数据库应用生态，切实提升金融业数据库供应链安全水平。

# 目 录

1. 概 述	1
2. 金融业加快应用我国数据库产品提升供应链安全水平	3
2.1. 多种数据库产品在金融业应用推广成效显著	3
2.2. 金融业不同领域应用进展存在差异	4
2.3. 不同类型金融业务系统应用进展差异明显	5
3. 金融业提升数据库供应链安全水平实践分析	6
3.1. 技术路线和商业模式多样	6
3.1.1. 数据库多种技术路线共存发展	6
3.1.2. 数据库产品金融业应用呈现不同商业模式	8
3.2. 集中式数据库支持金融业创新发展的作用不容忽视	9
3.2.1. 金融业集中式数据库应用占比较高	9
3.2.2. 集中式数据库产品在金融业深入应用独具优势	10
3.2.3. 集中式数据库产品在金融业应用成效明显	11
3.3. 分布式数据库成为金融业的新选择	12
3.3.1. 金融 IT 架构转型加速分布式数据库应用	12
3.3.2. 分布式数据库在金融业应用优势明显	13
3.3.3. 分布式数据库在金融业应用成效明显	14
3.4. 金融业云数据库应用崭露头角	16
3.5. 金融业加大数据库应用标准研制及应用研究	17
4. 金融业数据库供应链安全面临的机遇与挑战	19
4.1. 金融业数据库供应链安全的发展机遇	19
4.1.1. 传统主流数据库难以适应我国金融业发展需要	19

4.1.2. 数据库产业已具备支持金融应用基本能力	21
4.2. 金融业数据库供应链安全面临的挑战	23
4.2.1. 我国数据库产业存在技术产品和产业发展短板	23
4.2.2. 金融业务创新发展对数据库提出更高要求	26
4.2.3. 数据库人才队伍难以满足金融业快速发展的需求	28
4.2.4. 我国数据库在金融业应用风险防范压力较大	31
5. 提升金融业数据库供应链安全水平的建议	34
5.1. 数据库产业切实提升供给能力	34
5.2. 进一步加大我国数据库深入应用力度	35
5.3. 完善我国金融业数据库应用生态	36
附录: 案例集	38

## 图目录

图 1	银行业不同类型机构我国数据库产品应用占比图	4
图 2	不同领域金融机构使用我国数据库产品示意图	5
图 3	金融业集中式数据库占比情况示意图	9
图 4	金融业分布式数据库占比情况示意图	15
图 5	金融业云数据库占比情况示意图	17

## 1. 概述

当前，数字经济发展方兴未艾，数字中国建设如火如荼。数字产业化、产业数字化进程在新冠疫情的影响下加快推进，金融机构数字化转型探索日益深入，基于封闭技术体系的集中式数据库已难以满足数字金融海量数据、超高并发、超高峰值等业务需求。同时，金融机构面临信息技术供应链复杂严峻的安全形势，给金融业务稳定性带来风险隐患。

金融机构为高效支持金融业务创新发展，在确保安全生产的前提下，采取购买成熟商用产品、与专业厂商联合攻关、自研等多种模式推动解决数据库供应链安全问题，在不同应用场景开展我国数据库技术产品的探索应用，取得了明显成效。特别是部分系统重要性银行在核心系统实现了应用突破，取得标杆效应。如工商银行、建设银行、邮政储蓄银行、中信银行等金融机构实现了我国数据库产品 GaussDB、GoldenDB 等在核心及其它系统广泛与深入应用。因此，金融业在数据库技术产品应用中有了更多选择，助力提升行业数据库供应链安全水平。

目前，金融业不同领域、不同体量金融机构、不同类型业务系统在解决数据库供应链安全问题上的进展差异明显。其中，金融领域办公及一般业务系统相对核心系统进展更快，银行业相对证券和保险业进展更快。从行业实践看，金融机构积极联合我国

数据库厂商，加大应用创新，结合集中式数据库和分布式数据库的性能特点，在各自适用的场景中开展应用，同时积极探索应用云数据库，有效推动了金融业数据库供应链安全水平提升。

金融业是数据库技术产品的应用方，全面提升数据库供应链安全水平还有赖于数据库产业的充分发展，需要成熟可靠的技术产品支持以及高水平服务能力支撑。而且，数字金融快速发展对数据库产品的性能、可用性、可靠性、安全性提出更为严格要求。然而，我国数据库产业还处于发展中，技术产品性能还有待提升，服务生态需要进一步完善，金融业深入应用我国数据库产品仍面临选型困难、实施难度大、管理运维复杂、人才队伍不足等挑战。

因此，金融机构解决数据库供应链安全问题，不是简单的产品替换，而是根据业务发展需要，从 IT 发展的整体规划、技术路线、协同兼容、产品选型、服务能力、运维管理、生态发展、风险防控等多维度进行综合考虑、科学决策。为此，金融信息化研究所组织各方力量，在深入调研、交流研讨基础上，编制《金融业数据库供应链安全发展报告》（2022），进行现状梳理、经验总结、问题分析、建言献策及成果展示，为管理决策提供参考、为金融机构创新发展提供支持、为我国数据库产业发展提供助力，推动解决金融业数据库供应链安全问题，助力金融科技稳步发展和金融数字化转型深入推进。

## 2. 金融业加快应用我国数据库产品提升供应链安全水平

金融业始终走在 IT 技术应用和发展变革的前列，根据创新发展和安全可控的需要，引入多款我国优秀的数据库产品支持业务发展，提升数据库供应链安全水平。由于数字化转型进展、工作部署等多种因素，金融业不同领域、不同类型业务系统中我国数据库产品应用进展差异较大。

### 2.1. 多种数据库产品在金融业应用推广成效显著

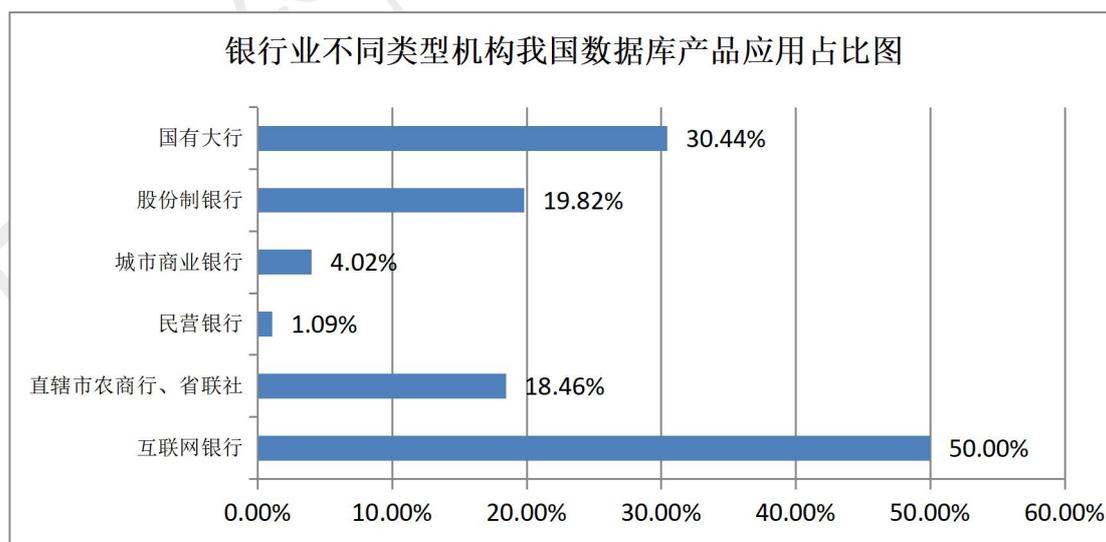
目前，我国数据库产品在金融业应用占比不断提高，显著提升了金融业数据库供应链安全水平。数据库厂商不断加大数据库产品研发投入，加强与金融机构联合攻关，逐步打造适用金融业务场景的数据库技术产品，为金融机构数据库选型提供更多选择。金融机构在不同业务系统积极探索我国数据库产品的应用，在核心系统引入华为 GaussDB、中兴 GoldenDB、腾讯 TDSQL、达梦数据库、蚂蚁集团 OceanBase、阿里 PolarDB 及平凯星辰 TiDB 等数据库产品；在办公管理及一般系统中，除了核心系统用到的产品外，还用到阿里 RDS/ADB、人大金仓 KingbaseES、巨杉 SequoiaDB、南大通用 Gbase 等。同时部分金融机构自研的数据库也实现了在核心及其它系统中的应用，如工商银行 iSQL、光大银行 EverDB 等。

我国数据库产品在金融业应用实践中得到了进一步打磨优

化，拉动数据库产业快速发展，促进金融业数据库应用生态不断完善，全面提升金融业数据库供应链安全水平。

## 2.2. 金融业不同领域应用进展存在差异

银行业数字化转型步伐更快，在整体 IT 架构转型、新一代分布式金融信息系统建设以及提升安全可控能力的部署中，更快地推动了我国数据库产品的全面与深入应用，应用占比达到 18%，明显高于证券和保险业。从银行业不同类型机构情况看，新兴互联网银行天然具备的数字化基因、转型创新力度更大，依托母公司自研的数据库产品，实现了我国数据库产品广泛应用，占比达到一半。国有大型银行依托强大的技术实力和资金支持，在我国数据库产品应用推进中取得明显进展。全国性股份制银行、代表性农商行和省联社也取得较快进展，城商行和其他民营银行还处于起步阶段。详细情况如图 1 所示：



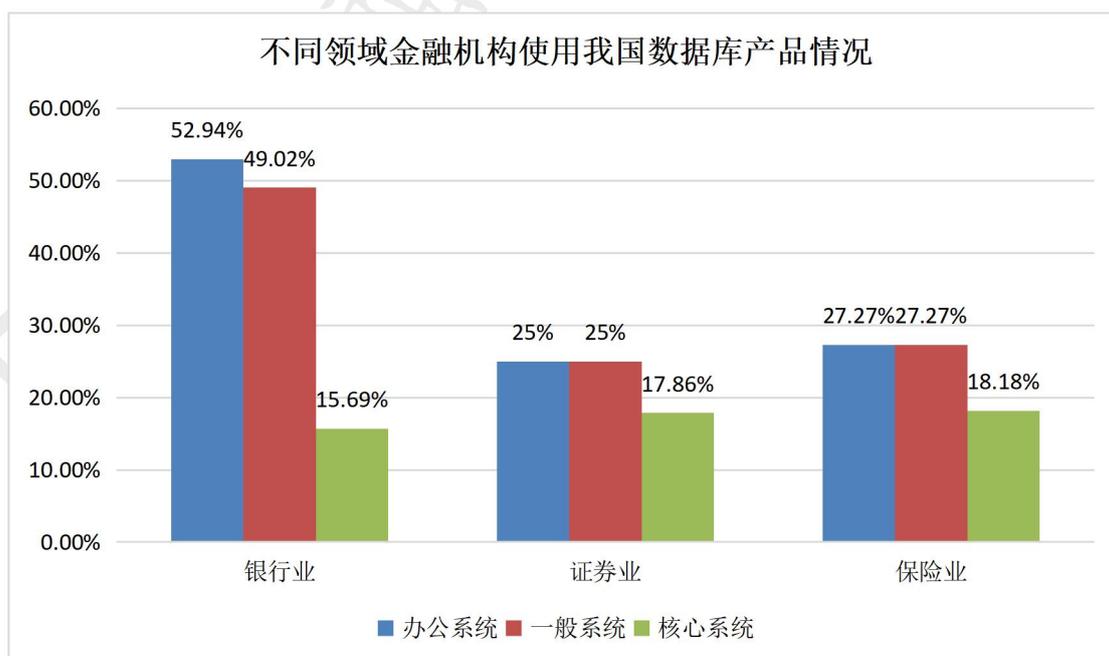
数据来源：金融信息化研究所

图 1 银行业不同类型机构我国数据库产品应用占比图

### 2.3. 不同类型金融业务系统应用进展差异明显

为确保安全生产，顺利实施，金融机构普遍采取“先外围、后核心”的策略推进我国数据库产品的应用。金融行业整体超过40%的金融机构在办公和一般系统中实现了我国数据库产品的应用，成效明显。而核心系统更为复杂，安全稳定运行要求更高，牵一发而动全身，进行数据库迭代升级的难度更大，金融机构普遍采取稳妥策略推进，通过充分的调研考察、测评验证，进行重点突破，取得较大进展。

另外，银行、证券和保险业在办公、一般和核心系统中使用我国数据库产品的机构数量占比存在差异，同样反应了进展不平衡的实际情况。详细情况如图2所示：



数据来源：金融信息化研究所

图 2 不同领域金融机构使用我国数据库产品示意图

### 3. 金融业提升数据库供应链安全水平实践分析

金融机构采取多种技术路线和商业模式，推动不同数据库产品的应用推广。同时根据业务需求、自身技术积累、技术产品发展情况、服务能力等逐步形成了包括我国传统集中式数据库推广应用、新型分布式数据库突破应用以及云数据库探索应用共三种主要模式，并加快推动相关标准研制及研究工作。

#### 3.1. 技术路线和商业模式多样

##### 3.1.1. 数据库多种技术路线共存发展

我国早期数据库主要以闭源自研为主，多年发展结果表明，这种模式在市场规模和技术深度上面临挑战。近年来，随着开源技术的流行，以及开源文化的普及，我国出现了大量以国外开源数据库（主要是 MySQL 和 PostgreSQL）为技术核心的产品。我国自研的数据库也纷纷开放源代码，建立各自的开源社区，带动以我国开源为核心的商用数据库研发和应用，目前形成了多种不同的技术路线。

一是闭源自研。闭源自研须有确定的开发主体和服务提供者，软件的迭代升级能自主实现，数据库开发者完全主导和决策产品的研发方向，甚至可以对特定行业和特定客户提供定制版本。但是，目前国内还没有出现能引领市场、研发力量强大的数据库开

发企业，其产品的迭代速度、服务能力和长期发展都有待考验。

**二是自主开源。**DB-Engines 所统计的数据库产品中开源数据库数量占比为 52%，开源数据库的流行度和数量都超过商业数据库，正成为技术与市场变革的新引擎。开源数据库也已经成为我国数据库实现突围的主要途径。目前自主开源数据库基本上采用最宽松的木兰协议或 Apache2.0 协议，以最大的诚意吸引开发者进入。但是，目前我国开源数据库还没有形成足够多的开发者社区和服务者群体，使用者也较少，生态圈尚显稚嫩。

**三是基于自主开源的商业化产品。**由于自主开源的生态圈不够成熟，以之为核心的商业化产品也不多见，更多的是开源产品的主导企业在开发其商业化产品。其升级迭代能力、长期发展能力取决于主导企业的投入水平和战略定位。

**四是国外开源。**国外开源的技术和商业模式成熟，生态完整，但由于地缘政治的原因，其断供风险极高。如俄乌冲突带来的后果要引起金融业警惕。

**五是基于国外开源的商业化产品。**这种模式继承了国外开源数据库的技术和生态优势，增加了企业级特性。但是，需要关注开源协议所隐含的法律风险，同时如果不具备形成国内分支技术的能力，同样面临断供的风险。

### 3.1.2. 数据库产品金融业应用呈现不同商业模式

长期以来，传统主流数据库和开源数据库不仅占据国内金融业大部分市场份额，也培养国内金融行业用户较为固定的商业模式。我国的数据库产品在金融行业的推广应用，形成了常见的三种商业模式。

**一是购买许可。**按照 CPU 核数、服务器数量计量，按用量购买永久许可，每年支付维保费用。目前支持购买许可的有华为 GaussDB、中兴 GoldenDB、达梦、腾讯 TDSQL、蚂蚁 OceanBase、巨杉 SequoiaDB、人大金仓、南大通用等。

**二是服务订阅。**按年购买订阅服务，买方拥有此年份软件使用许可，服务提供商提供技术支持服务。目前支持订阅模式的有华为 GaussDB、平凯星辰 TiDB 及阿里 RDS-MySQL 等。

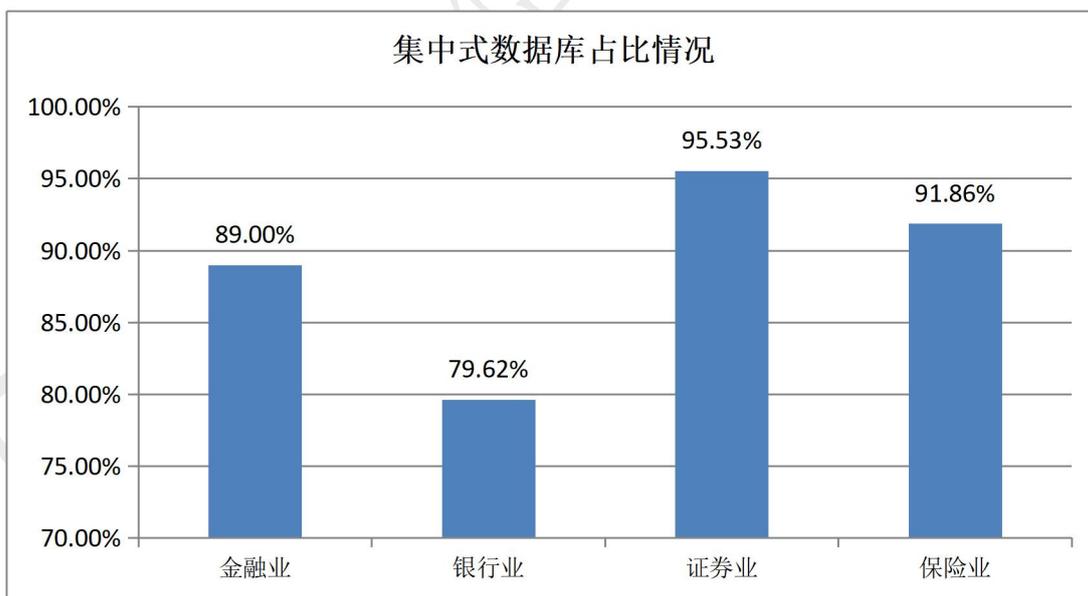
**三是联合开发。**用户方与厂商加大合作，在实际的金融业务应用场景进行数据库产品的研发与优化，更有效支持金融业务系统的数据库应用，知识产权归属由双方协商。如工商银行与华为在 GaussDB 上的联合开发攻关，打造适合工商银行应用场景的 OLAP 数据库，并推动产品不断成熟；中信银行与中兴通讯联合攻关打造的 GoldenDB，实现了在中信银行的深入应用和推广，树立行业标杆。中国银行、建设银行分别与腾讯云在建立联合实

验室，共同打磨 TDSQL。

### 3.2. 集中式数据库支持金融业创新发展的作用不容忽视

#### 3.2.1. 金融业集中式数据库应用占比较高

传统集中式数据库以高效的数据存储效率和优异的系统稳定性首先在我国金融业得到广泛应用，有力支持数据共享集中处理系统建设，在数据大集中时期形成绝对的主导地位。近几年，数据库向分布式、多元化、内存化快速发展，虽然分布式数据库在金融行业取得较大的应用突破，但集中式数据库在金融业总体占比仍高达 89%。尽管银行业数字化转型推进更快，分布式数据库应用更多，但集中式数据库应用占比仍接近 80%，证券和保险业占比均超过 90%。详细情况如图 3 所示：



数据来源：金融信息化研究所

图 3 金融业集中式数据库占比情况示意图

### 3.2.2. 集中式数据库产品在金融业深入应用独具优势

金融机构选择我国集中式数据库产品开展数据库迭代升级和应用创新，既是发展规律和技术特点共同作用的结果，也是市场的自然选择。

一是我国集中式数据库具有自然的技术继承性。金融业长期使用的 Oracle、DB2、SQL Server、MySQL、PostgreSQL 等数据库均为集中式架构，平移到同类型集中式数据库相对难度小、成本低、风险可控，成为很多用户的自然选择。而且我国主要的集中式数据库产品对传统主流数据库进行大量兼容，确保迁移过程中对应用侵入性小，同时对于开发人员和运维人员，其原有的技术、技能均可沿用，为我国数据库产品应用规避知识和技能壁垒。我国集中式数据库厂商经过多年的经营，初步形成可用、部分易用的生态体系，更适应金融行业现有 IT 环境。

二是我国集中式数据库技术产品发展早、相对成熟。在 50 多年前，理论界就开始集中式数据库研究，提出了关系模型概念和范式理论等。另外，我国集中式关系型数据库也经历了近 30 年发展，已经在政企等不同领域得到较为充分的应用和打磨，也初步具备支持金融应用的能力，基本满足金融行业对可靠性、可用性、高性能、高安全性的需求。同时，集中式数据库由于更短

的数据流程和决策机制，更容易保障数据一致性和交易响应时间。

**三是集中式数据库更适合业务量适中的交易类业务场景。**集中式数据库在严格遵守事务 ACID 特性、数据强一致性方面非常成熟，同时具备一定的可靠性，天然契合交易复杂度高、数据强一致性、响应时间低、业务量适中的金融业 OLTP 业务场景。比如银行业存取款等核心业务对数据的强实时一致性要求；证券业实时交易对响应时间要求极其苛刻；保险业核保交易需要核实和校验大量的信息，交易涉及的规则非常复杂。

### 3.2.3. 集中式数据库产品在金融业应用成效明显

我国集中式数据库在金融行业办公管理、一般业务系统以及部分关键核心业务系统等场景顺利实现对现有数据库的迭代升级，大量的应用实践积累形成了比较成熟的金融应用解决方案、便于使用的相关工具以及可借鉴的方法和经验。

**一是有效满足金融业务所需的高性能和高可用性要求。**我国集中式数据库利用集群技术实现系统的高可用和可扩展能力，在金融行业进行应用实践，取得良好应用效果。目前，在适用的业务场景，已基本具备金融级数据库支持能力，随着技术的进步和应用场景的打磨，其技术产品性能会进一步提升和完善。比如某保险核心业务系统，支持了平时 2 至 3 万 TPS、峰值 7 万 TPS、18TB 数据量，同时，还建立超过 1000 公里的异地容灾系统的高

可用部署。

二是研发并检验了支持不同金融业务系统数据库应用的相关工具。我国集中式数据库厂商经过多年发展以及金融业应用探索，陆续研发数据库内核级兼容相关语法的评测工具、异构平台下的数据迁移工具、海量数据处理场景下的数据交换工具、数据治理工具以及决策支持类的大数据可视化或智能软件等，并得到实践检验。这些工具对于提高迁移效率、降低迁移成本和防范风险发挥重要作用。

三是积累可借鉴的解决方案和经验。近些年，金融机构数百个业务系统迁移改造实践，充分验证了我国集中式数据库产品在功能、性能、稳定性方面能满足很多金融业务场景的需求。金融机构对我国集中式数据库产品的广泛应用，验证了我国相关产品性能，逐步提升了用户使用信心，培养了专业技术队伍，并总结了大量实用方法和经验，为深入推广应用提供可借鉴的案例，奠定了坚实的基础。

### 3.3. 分布式数据库成为金融业的新选择

#### 3.3.1. 金融 IT 架构转型加速分布式数据库应用

现代金融服务逐步从柜面向网上、移动响应式服务转变，为用户带来极大的便利。现代金融业务系统海量数据、高并发、实时处理等需求推动了新一代分布式应用系统建设。由于分布式数

据库所具备计算与存储分离、弹性扩展、高可用等特征，契合新一代金融分布式体系建设要求，迅速实现推广应用。

### 3.3.2. 分布式数据库在金融业应用优势明显

分布式、云化是数据库未来发展趋势已成为多方共识，特别是分布式数据库已在金融业实现了突破应用，具有明显的优势。

**在整体性能和扩展性方面**，分布式数据库利用普通 PC 服务器，通过横向扩展，实现存储容量和处理性能的线性提升。不仅满足金融应用系统 PB 级海量数据存储和百万级 TPS/QPS 高并发的处理要求，而且有效降低业务响应时间，提升客户满意度。同时，可随业务需求变化，进行系统在线扩缩容，避免硬件资源浪费，提高性价比。

**在高可靠和高可用方面**，分布式数据库采用多副本冗余存储，将数据副本存储在多台设备上，避免存储冗余不够导致的不稳定问题，保障数据可靠性。通过一致性复制协议，保证数据副本间的一致性。数据副本可跨可用区、跨数据中心或城市部署，满足可用区级、数据中心级或城市级的不同等级的容灾要求。在少数机构、个别数据中心故障或单城市发生灾难时，可实现数据不丢失、服务不中断。满足金融核心业务对数据 100%可靠、99.999%以上的可用性极致要求。

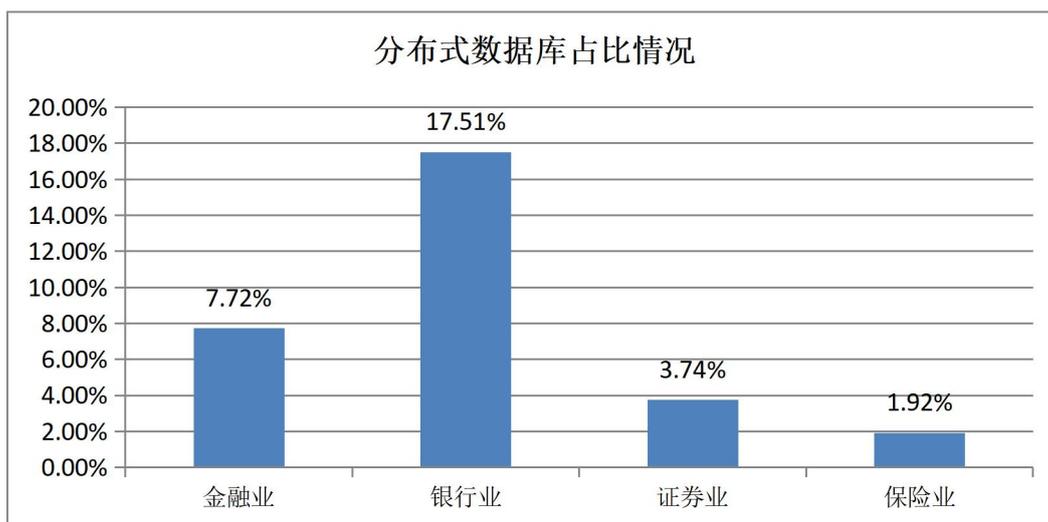
**在成本和安全可控方面**，分布式数据库基于开放 PC 服务器，

取代数据库对高端小型机和大型机的依赖，硬件和维保资源投入显著降低。同时，数据存储于低成本本地磁盘，替代昂贵的高端集中式磁盘阵列，并利用高压缩比数据存储技术，可进一步降低存储成本。依托丰富的应用场景，我国数据库厂商在分布式数据库技术和产品上实现了弯道超车。金融业实现了我国分布式数据库产品的深入应用和创新发展，降低了系统对国外高端硬件的依赖，提升安全可控水平。

总之，现代金融分布式系统利用分布式数据库，以更低的成本，更多的硬件选择，实现更大规模的数据存储能力、更高的业务处理响应能力、最佳的横向扩展能力和更好的容灾能力，显著提升系统处理能力，保证业务连续性，提升客户满意度。

### 3.3.3. 分布式数据库在金融业应用成效明显

分布式数据库已在我国金融业不同领域逐步开展应用，涵盖不同类型的业务系统，总体占比达到 7%，其中银行业超过了 17%，证券业和保险业相对较低。详细情况如图 4 所示：



数据来源：金融信息化研究所

图 4 金融业分布式数据库占比情况示意图

目前，分布式数据库在主机下移、新一代分布式平台建设以及湖仓一体的数据分析平台构建中加快应用，积累可供行业借鉴的实践经验，全面提升安全可控能力，助力金融业数字化转型，支持数字金融快速发展。

一是分布式数据库在关键系统主机下移中发挥重要作用。传统银行关键系统运行在集中式架构下，体系相对封闭、扩展能力差、建设成本高、迭代升级困难等。分布式数据库通过普通服务器堆叠，实现海量数据存储、高并发处理能力，通过多副本实现系统高可靠，满足金融核心容灾和业务连续性要求，有力支持核心系统构架向开放式架构转型，降低建设成本。

二是分布式数据库在构建新一代金融信息系统中作用明显。随着数字金融快速发展，金融机构纷纷启动新一代分布式金融信息系统建设。分布式数据库具备大数据量、高并发处理、平滑扩

容、灰度升级以及平台化管理能力，具备灵活开放的系统架构和开发语言，支撑金融应用快速开发和业务系统快速投产，推动金融机构架构转型，实现信息技术驱动业务发展目标。当前金融系统数据规模越来越庞大，联机交易和实时分析要求高，分布式数据库具有良好的扩展性，适合海量数据存储和处理，实现多元全量数据高效存储、联机处理与联机分析混合处理，适合金融业务中对联机交易和联机分析有较强需求的场景，可用于实时风控、反欺诈等实时数据分析系统。

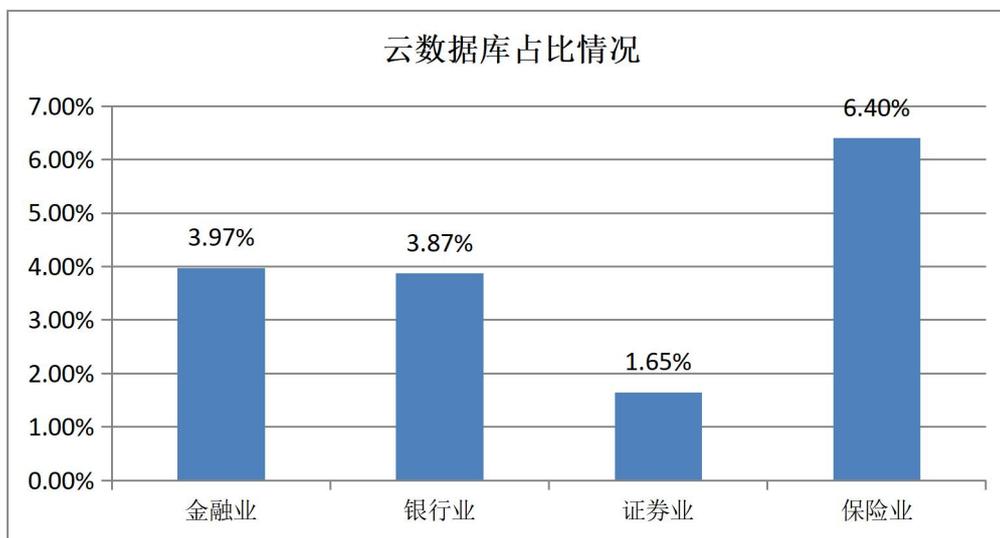
**三是分布式数据库支持构建湖仓一体数据平台。**将数据仓库的高性能、管理能力以及数据湖的灵活性相互融合，支持多种数据类型并存，实现数据间相互共享，并通过统一封装接口进行访问。湖仓一体使得数据入湖后可原地进行数据处理加工，避免数据多份冗余及流动导致的算力、网络及成本开销，同时有效支持开展数据治理。基于分布式数据库的全量数据服务平台对发挥数据要素的潜能，推动数据有序共享，深化数据综合应用起到积极作用。

### 3.4. 金融业云数据库应用崭露头角

金融行业 IT 基础设施上云已成为趋势，全球头部云厂商依托云技术优势，重构数据库软件架构，推动云数据库技术发展不断成熟，而且云数据库在金融业应用中可发挥快速弹性、全栈的

高可用部署以及高效智能运维的独特优势。

我国金融行业逐步开展云数据库应用探索，并顺利实现实践落地，其中保险业相对于银行和证券业进展较快，如图 5 所示：



数据来源：金融信息化研究所

图 5 金融业云数据库占比情况示意图

从应用实践看，云数据库适用的业务场景具有可用性要求高、时效性高、业务流量变化大等特点，可支持混合负载应用，具有较高的性价比。目前，形成了两种类型的云数据库建设方案：一是云数据库与云底座全栈建设，更易发挥云优势；二是云底座与云数据库分层建设，数据库选型更灵活。

### 3.5. 金融业加大数据库应用标准研制及应用研究

为稳步推动、规范分布式数据库在金融领域的应用，2020年11月26日，人民银行发布 GR/T 0203-2020《分布式数据库技术金融应用规范 技术架构》、GR/T 0204-2020《分布式数据

库技术金融应用规范 安全技术要求》和 GR/T 0205-2020《分布式数据库技术金融应用规范 灾难恢复要求》等一系列行业标准。工信部也加大涉及数据库安全、集中式与分布式数据库的标准研制，国家工业信息安全发展研究中心联合北京国家金融科技认证中心开展数据库产品和工具的优选活动。北京金融科技产业联盟于 2021 年 4 月发布团体标准《分布式数据库技术金融应用 评估规范》和《分布式数据库技术金融应用 检测指南》，配合行标的实施落地。同时，北京金融科技产业联盟分布式数据库专委会依托分布式数据库联合实验室，联合主要数据库厂商和行业机构开展联合技术攻关，研提前瞻性、建设性金融应用解决方案，陆续完成了《分布式数据库金融应用评价模型》《分布式数据库混合应用负载 (HTAP) 研究》和《分布式数据库运维体系建设指引》等课题研究。

## 4. 金融业数据库供应链安全面临的机遇与挑战

随着数字金融快速发展，金融业务系统对数据库性能、可用性、可靠性和安全性提出了更高要求，传统主流数据库难以适应数字化发展需要。同时，我国数据库产业快速发展，基本具备支持金融业务应用的能力，为全面提升金融业数据库供应链安全水平提供难得机遇。同时，我国数据库技术产品性能还不够完善、产业发展碎片化现象明显、服务能力还不完全满足金融业发展需要等，为金融业使用我国数据库产品带来选型困难、实施难度大、管理运维复杂等困难。

### 4.1. 金融业数据库供应链安全的发展机遇

#### 4.1.1. 传统主流数据库难以适应我国金融业发展需要

传统主流数据库因横向扩展能力不足导致处理能力存在明显的“天花板”，已难以适应金融业务线上化、移动化、场景生态化、业务规模迅速增长等发展需要。因此，金融业创新发展需要进行数据库的迭代升级。

一是传统主流数据库技术基因难以适应数字金融快速发展需要。传统主流数据库从技术基因、技术架构上难以适应数字金融快速发展形势。架构方面，传统主流数据库普遍只能纵向扩展而无法横向扩展，导致数据量和并发访问量无法满足业务的需要，虽然个别金融机构尝试用数据拆分方式解决扩展问题，但增加了

业务复杂性和运维难度。**弹性扩展方面**，传统主流数据库无法平滑扩容和缩容，导致数据库无法满足在线支付、线上贷款、线上促销等交易量突增的业务场景需求。**云化趋势发展方面**，金融机构对数据库云化部署、或者云上云下混合部署的需求越来越迫切，传统主流数据库目前在中国主要专注在私有化部署场景，无法满足金融机构多样化的需求。同时，国内金融机构也无法使用传统主流数据库厂商在公有云上推出的云数据库产品，比如 Amazon 的 Aurora 数据库、Oracle 的 MySQL HeatWave 等。**快速发展方面**，金融业务对数据库的需求已不单单是关系型数据库，图数据库、时序数据库等技术可以更好地支撑金融风控和风险管理等业务，而传统主流数据库在新兴领域的发展较慢。**个性化服务方面**，传统主流数据库厂商很少将我国金融机构的需求纳入到产品版本规划中，无法满足我国数字金融业务快速发展对数据库的需求。因此，以大型主机和传统主流数据库为核心的架构已无法满足金融业大规模交易和数据处理的需求。

**二是传统主流数据库使用成本高成为金融机构的负担。**长期以来，金融机构根据自身规模差异，使用基于 IBM 大型主机 DB2、开放平台 Oracle 等传统主流数据库来支撑核心应用，但传统主流数据库使用成本越来越高。**首先**，主机设备购置或者扩容成本均达数亿元，开放平台商业数据库的许可费用也非常高，基本按照数据库服务器 CPU 核数计量。在应用系统日益增加、数据量日益增长带来的节点增加情况下，许可证成本压力日益加重。**其次**，

为了获得厂商的服务支持以及软件的升级，每年主机设备维护费用达数千万元，而商业数据库有 20% 以上的维保服务费，用户对这些收费项目的可谈判空间非常小。再次，为了确保关键系统的可靠性，金融机构往往被迫采购传统主流数据库厂商价格高昂的专业服务。

#### 4.1.2. 数据库产业已具备支持金融应用基本能力

目前，我国数据库产品呈现百花齐放的局面，市场竞争力不断增强，其中优秀产品具备支持金融应用的能力。

一是数据库呈现快速发展态势。我国数据库在产品门类和技术水平上实现快速发展，已涵盖关系型、键值、空间、列簇、时序、搜索、图等多个门类。截止 2021 年 6 月，我国数据库产品共有 135 款，其中关系型数据库 81 个，非关系型 54 个，分别占比 60% 和 40%，呈现快速发展态势<sup>1</sup>。艾瑞咨询发布的《中国数据库行业研究报告 2021 年》显示，中国数据库市场总规模达 247.1 亿元，同比增长 16.2%；国外数据库厂商的市场份额下降至 52.6%，这不仅代表着我国数据库发展日益强大，也预示着中国将数据库发展的命门逐步掌握在自己手里。

二是集中式数据库发展取得长足进步。我国集中式数据库产品无论从应用范围还是核心技术均取得不同程度的进步，重视与国外主流传统数据库的兼容，在数据库迭代升级和迁移中修改的

<sup>1</sup> 数据来源于信通院《数据库发展研究报告（2021）》

代码量小、应用改造风险低，已在不同行业和领域顺利实现对传统主流数据库的升级。随着我国集中式数据库产品陆续攻克缓存融合和多点写入等关键核心技术，以及我国配套的软硬件技术产品不断成熟，已成为数据库市场有力的竞争者。

**三是分布式数据库发展处于领先地位。**我国分布式数据库在数据存储和处理能力上取得重大突破，使用不同的分布式技术架构，如中间件加单机数据库架构、原生分布式架构、分布式共享存储卷架构等，普遍采用横向扩容、数据多副本和全局时钟技术，集成高性能、高可用、可扩展于一身，且在基准测试中表现出色。在应用实践中，通过数据分片实现存储容量横向扩容，达到数十万级 TPS、数百万级 QPS、数千亿行单表行数、数百 PB 存储容量的性能水平，满足海量数据及高并发的访问需求。通过数据多副本技术实现跨可用区、数据中心或城市部署，满足数据中心级或城市级的容灾要求。我国分布式数据库已在部分系统重要性银行的核心系统中实现了深入应用，为确保数据库供应链安全打下坚实的基础。

**四是我国分布式数据库在 HTAP 领域同样表现不俗。**我国分布式数据库已经具备混合负载能力，通过行列混合存储、并行计算、向量化引擎等技术，配合智能识别 SQL 类型和灵活调度，在保障 OLTP 高性能的同时，还可以支持 OLAP 实时分析的任务，在 TPC-C 和 TPC-H 两种性能测试中都取得优异成绩。HTAP 数据库大

幅减少数据搬运次数，降低架构复杂度，一站式地解决企业级应用的各种需求，帮助金融业更从容地应对大规模用户并发与实时数据分析的需求。

## 4.2. 金融业数据库供应链安全面临的挑战

### 4.2.1. 我国数据库产业存在技术产品和产业发展短板

金融业使用我国数据库产品相对传统主流数据库，时间短、范围小，还处于不断摸索和逐步推广阶段，距离规模化替代和升级，还需要经历一个较长的经验积累、逐步发展完善的过程。

一是技术产品性能有待提升，满足金融需求的能力还需要提高。数据库传统核心技术仍有待沉淀和突破。传统主流数据库经过长期迭代，在基础核心技术上已经发展到极致。而我国数据库起步较晚，规模应用较小，在 SQL 优化器、存储过程、列存和行列混存、共享集群、可观测性等多个关键核心技术上仍然需要沉淀和进一步提升，在产品小型化、稳定性、单机处理性能等方面与国外产品仍有一定差距。数据库功能还不健全，增加应用开发难度。我国新型数据库产品与现有主流数据库的兼容性不够，导致应用改造和迁移成本的增加。分布式数据库虽然通过多节点分布式技术，在性能上可以超过国际商业主流数据库，但需要应用开发人员参与进行分片规划，计算下推等性能优化不足，增加应用侧的开发难度。我国数据库厂商在降低应用开发门槛、发布更丰富的产品文档和培训教程、满足金融个性化需求等方面还存在

不足。与金融应用场景还缺乏深度融合。新兴数据库技术更多来源于互联网应用，但互联网场景与金融应用场景存在较大差别。金融业务联机处理逻辑复杂、实时性要求高，批量处理规模庞大、批处理时间窗口要求苛刻；金融业务对分布式事务一致性要求高，多地多中心技术与实际的金融信息基础设施不匹配等。我国数据库厂商对数据库运维支持不够，运维的自动化和智能化水平不高。新型数据库特别是分布式数据库架构复杂，集群规模庞大，技术多样化，运维管理复杂，给金融机构运维带来巨大挑战。人工智能、机器学习等新技术与数据库技术缺乏融合，可视化、集中式智能运维及配套的备份容灾工具还难以满足金融业务系统需要。

二是我国数据库适配兼容能力还不能完全满足应用需求。纵向的基础软硬件适配基本完成，但与应用适配更为复杂艰巨。我国数据库与其它基础软硬件适配基本完成，仍须持续打磨优化。而数据库与金融核心业务应用系统的适配尤为紧迫和重要。因为应用系统开发厂家众多，缺乏明确的数据库开发规范，除了使用标准的 SQL，还使用较多的 Oracle 等传统主流数据库的“私有语法和功能”，导致许多应用都已经被传统主流数据库不同程度的“绑定”。我国数据库还没有形成强大的生态，由于功能细节繁多以及知识产权等原因无法实现 100%兼容 Oracle 等国外数据库。横向兼容保持了一定的开放性，但缺乏数据互通标准规范。横向来看，数据库需要对接多种不同类型软件，如中间件等其它基础软件及备份、监控、管理等第三方工具软件等。数据库周边

配套软件是金融业生产环境运行必备工具，需要互相加强认证和兼容，保持产品的开放性。另外，不同数据库之间、以及与其它数据处理平台在数据格式、流程方面缺乏统一的标准规范，导致数据迁移面临较大障碍。

**三是我国数据库产业整体发展水平不高。产业发展碎片化问题突出。**我国数据库厂商仅部分头部企业掌握内核自研能力，研发投入较大，拥有较好的开发者生态，可以保证产品长期稳定的发展。而其它大部分厂商的产品还是基于开源版本开发，产品的竞争力难以保障，普遍缺乏产品的发展蓝图和规划，没有清晰的产品路线图，尚未建立长期持续发展的机制。目前我国数据库产品的市场版图呈现碎片化态势，虽然数据库厂商众多，但“小、散、弱”的问题突出，单个厂商和国外巨头相比差距较大。**安全可控能力不强。**当前我国完全自主研发的数据库厂商较少，在关键技术上跟随国外数据库产品或直接借鉴国外开源技术较为普遍。通过模仿或引用开源技术虽然可以快速构建可交付的产品，但故障分析能力、技术风险防范能力较低。产品架构庞大复杂，在解决实际场景问题时不能快速深入底层源代码。**服务能力难以满足用户需求。**我国自研厂商主要依靠原厂技术人员支撑项目落地，无论服务覆盖范围还是服务质量都难以满足大规模应用需要。特别是金融行业对服务响应时间（如2小时到达现场）、服务质量（如业务恢复时间趋于零）有极高要求，给我国数据库服务能力提出更高的挑战。

#### 4.2.2. 金融业务创新发展对数据库提出更高要求

金融业务系统历来对数据库的功能、性能、稳定性和安全性有很高要求，目前金融业在推动我国数据库深入应用与迭代升级面临实施、运维和安全等不同方面的困难。

一是数字金融快速发展对我国数据库产品应用提出更高要求。随着金融业务快速发展，线上化、智能化服务逐步普及，数据爆发式增长，金融业对我国数据库的高可用、高可靠、高并发、高实时、数据强一致性、弹性扩展、数据处理能力等多方面提出更高要求。实现高可用、高可靠的难度更大。金融核心关键系统要求 7×24 小时的不间断服务，RTO 为秒级，RPO 为 0。传统主流数据库产品通过长期发展，已形成完整稳定可靠的解决方案，满足同机房、同城、异地灾备等金融业的高可用要求。相比之下，我国仅部分数据库厂商在金融业高可用要求的同城双活、异地灾备应用中实现产品的落地应用，但大多数数据库产品尚未经过生产环境的验证。对数据库高并发、高实时提出更高要求。我国人口和经济规模庞大，数字金融的广度和深度不断拓展，金融交易场景嵌入到生产生活的方方面面，交易量显著增加，对系统的并发处理能力要求更高。OLTP 场景要求数据库响应时间能够达到毫秒甚至亚毫秒级别，OLAP 场景要求数据库响应时间能够达到秒甚至毫秒级别。同时由于业务场景越来越复杂，一个交易请求在后台多是由不同域的应用聚合起来提供服务，对每个应用、每

个数据库的响应时间要求更加严格。随着分布式架构应用越来越多，一笔业务需要跨越多台设备才能完成业务处理，时延增加较为显著，给数据库实时性带来更大挑战。**弹性扩展成为数字金融业务的基本要求。**当前，新技术、新业态不断涌现，市场瞬息万变，为满足金融业务快速灵活地变化，提升资源利用率，数据库需具备很强的弹性伸缩能力，突破单机限制，按需分配计算和存储资源，实现业务系统无感扩展，扩缩容后数据可顺利实现负载均衡。**对数据分析和挖掘能力提出新要求。**高效管理、智能分析、挖掘海量数据，为业务增长、客户服务及风险控制提供重要支撑成为数字金融的基本特征，要求金融数据库具备大数据量的分析和挖掘能力。金融科技发展和数字化转型带来的大量非结构化数据分析需求，OLTP+OLAP 分离的模式已不能满足金融机构对数据分析、挖掘的实时性要求，需要数据库具备同时支持 OLTP 和 OLAP 的能力，即 HTAP 能力。**对数据库安全防护提出更高要求。**数据已成为金融机构的核心资产，作为数据处理的核心技术，严密防范数据库面临的各种安全威胁是我国数据库在金融业深入应用的重要保障，也是金融网络安全的重要内容。数据库安全涉及异常操作监测、入侵检测发现、数据泄露和漏洞防范、行为审计等方面。特别是目前网络安全形势复杂多变，以及新兴技术的普及应用，机器学习、深度学习、神经网络等人工智能技术业逐步加大在数据库安全防范中的应用，对数据库安全防范的自动化、智能化水平提出更高要求。

二是金融业深入应用我国数据库产品还存在一定难度。目前，金融机构在开展我国数据库应用中面临产品选型、成本控制及运维管理等困难。**选型困难。**据市场调查，目前国内数据库厂商多达上百家，仅关系型数据库赛道就有几十家，但还没有一家具备与国外主流商用数据库全方位匹敌的能力。另外，我国数据库产业还处于快速发展阶段，不同产品的技术路线各异，与周边技术产品适配兼容困难，技术产品成熟度不够高，发展具有不确定性，整体服务能力不强。同时金融机构产品选型要兼顾业务发展需要、整体系统架构和技术路线匹配度、自身技术能力、资金实力等多种因素。因此，金融机构产品选型面临较大困难。**成本压力。**金融机构逐步增加我国数据库产品的推广使用，需要大量投入软硬件及人力资源，成本压力较大。当前，降本增效、绿色发展成为主流，成本控制越来越精细化，而金融机构的 IT 投入持续增长，进一步加剧成本压力。**管理运维难度大。**目前，金融机构使用多种异构的数据库产品，特别是分布式数据库作为完全不同于传统技术架构的产品，对金融业的技术储备，管理、研发及运维体系，人才队伍等都带来挑战。

#### 4.2.3. 数据库人才队伍难以满足金融业快速发展的需求

人才问题是目前我国数据库产业的明显短板。无论是理论研究、产品研发还是服务提供，都处于存量人才少、增量人才供不应求的局面。而人才的培育无法一蹴而就，需要投入和时间，更

需要专注和定力。提升供应链安全水平，需要迫切解决人才问题。

一是研发人员难以满足技术发展和应用需要。数据库产品研发人员无论是数量还是质量均无法匹配行业发展需要。从信通院2021年数据库年报中统计80家数据库企业的总人员数量显示，有34家数据库企业人员为21至50人，占比最高为43%；只有7家数据库企业人员超过500至1500，占比不到1%。按照总人员与研发人员3:1比例估算，7家头部数据库企业每家研发人数大约在166至500人，每家数据库产品的种类和数据库相关工具的种类繁多，按照每类数据库研发人员占总研发人员的1/3比例估算，最终头部7家数据库企业，每类数据库产品核心研发人员和产品研发人员大约在55至166人左右。类似估算，人员占比最高的34家数据库企业，其研发人员仅有7至16人左右。目前人员数量已无法满足数据库产业发展速度，以及产品和技术路线多样化的本土现状。据了解，数据库龙头企业Oracle的数据库产品核心研发队伍常年保持在数千人以上，还不包括周边产品的研发人员。

二是技术服务人员的存量和增量均存在巨大缺口。当前国内数据库企业的技术服务人员无论存量和增量均无法满足国内市场的需求。我国任何一个数据库企业，其产品的市场占有率均未超过5%，绝大部分小于1%，即便如此，几乎所有企业的技术服务人员均处于捉襟见肘的窘境。当应用不断深入与扩展，对技术服务人员的需求将会爆发式增长，企业的技术服务人员缺口将更

加巨大。特别是我国数据库应用生态还不健全，用户更多依赖原厂服务，加之国内激烈的市场环境，加剧人员的流动，进一步放大技术服务的困难。尽管各大数据库企业推动技术服务人员的快速培养，但短期内依然很难满足各行业大量业务系统的大范围、长时间的技术服务支持。根据信通院 2021 年数据库年报中的统计 80 家数据企业的总人员数量来看，服务人员比例高于研发人员，按照服务人员占去除研发的剩余人员 2/3 比例计算，7 家头部数据库企业，数据库技术服务人员在 222 至 666 人左右，占比 43% 最多的 34 家数据库厂家，技术服务人员大致 9 至 22 人左右。这个数据量级的技术服务人员很难满足近些年突发性增长、不同行业众多业务系统使用我国数据库产品的实施维护。

目前我们学术界和工业界合作成立有针对性的研究和培训机构，进行有益的探索和尝试。如表 1 所示。

表 1 数据库研究及合作情况统计表<sup>2</sup>

时间	企业	举措及合作情况
2008 年	人大金仓	成立金仓学院
2014 年	达梦	成立达梦大学
2015 年	阿里云	联合 8 所高校，成立 AUPC
2016 年	南大通用	成立 GBase 学院
2018 年	星环科技	成立星环大学，联合大数据分析与应用技术国家工程实验室，共建星瀚大数据联合实验室。
2019 年	华为	华为和教育部夯实“智能基座”和“新工科”项目，覆盖超 100 所高校。
2019 年	腾讯云	基于腾讯大学，开展多渠道培训。发布诺亚计划，招募 50 个重点合作伙伴，提供超 100 场定向培训。
2019 年	巨杉数据库	与太原理工大学成立联合实验室
2020 年	蚂蚁金服	与华东师大共建“分布式数据库联合实验室”
2021 年	中兴通讯	成立中兴通讯-北京大学基础软件联合实验室

#### 4.2.4. 我国数据库在金融业应用风险防范压力较大

一是专利侵权风险不容忽视。数据库已经有近五十年的发展时间，绝大部分的专利、技术都被国外所拥有。据不完全统计，截止到 2020 年，国外单 Oracle 一家企业的专利数就超过 1 万 4 千件，而国内所有关系型数据库厂商加起来的专利数不足 4000 件，差距非常明显。我国数据库作为后来者，在发展过程中难免

<sup>2</sup> 信息来源于信通院 2021 年数据库年报

存在对其它商用或开源产品功能特性的参考、引用等情况。另外，在产品自研过程中，我国数据库厂商对国外商用产品或论文参考实现产品特性的专利侵权风险也关注比较少。**代码引用的侵权风险。**代码引用风险主要存在于论文和专利中的代码、商用产品私有代码或 API 等非授权使用风险，以及代码库中所渗透进来的开源代码使用风险。据 Synopsys 《2022 开源安全和风险分析报告》显示，97%的代码仓库包含开源代码，而其中超过一半（53%）的被审代码库存在许可证冲突，因此企业进行自主研发时必须保证开发工具及集成环境的安全。**实现方法型专利的侵权风险。**有些专利申请的是实现方法型专利，虽然没有引用其文献代码，也存在侵权风险。对于此类风险，产品开发过程中应予以规避，改用其他的实现方式。

**二是开源协议风险成为焦点。**很多开源许可协议对开源技术和产品的商业化都有约束规定，对开源技术和产品的不当使用会导致巨大风险，主要表现在以下几个方面。**开源许可协议约束风险。**目前被 OSI 认可的开源许可协议已超过 100 种，不同种类的许可协议约束各不相同。当前全球最流行的六大开源协议（GPL、BSD、MIT、Mozilla、Apache、LGPL）中，其约束规定差别很大。如有些开源协议具有传染性，要求使用许可协议的代码再发布时必须提供源代码的 GPL 许可协议，有些许可协议对产品所包含的专利并未包含明确的专利许可条款，如 BSD、MIT 等。当用户不当使用这些许可协议的开源技术或者产品时，就存在侵权的风险。

**开源许可协议的变更风险。**开源许可协议是脆弱的，协议本身可以通过协商、修订、补充等方式进行修改，使得使用规则存在不确定性。自 2018 年以来，多个开源软件开发商（如 Redis、MongoDB、Kafka 等）已经对其过去使用的开源许可证进行修改。Oracle 则宣布 2019 年 1 月以后发布的 Oracle Java SE 8 的公开更新将不再向没有商用许可证的业务、商用或生产用途提供。

**开源许可协议的法律风险。**开源相关的法律约束除了开源许可协议的约束条款，还包括出口管制和司法管辖权，以往较少被关注。有些开源基金会和托管平台的条款中如果明确说明遵循该国的出口管制，一旦所在国政策出现变化，修改出口管制条例，相关的开源代码或国内企业托管在其上的源代码资产将受到出口管制。如 GitHub 托管平台在 2019 年 7 月因美国贸易管制政策限制克里米亚开发者帐户，同样的情况也发生在 2022 年俄乌冲突中。司法管辖权在开源知识产权纠纷中也很关键。一旦一个开源项目或者开源组织指定司法管辖权的归属地，就意味着围绕该条款展开的知识产权纠纷只能在该地法院展开，这将给国内企业带来非常大的困扰，胜诉的几率也非常低。

**开源许可协议的兼容性风险。**在当前开源技术大流行的背景下，企业在研发过程中使用众多的开源技术和产品，这些开源技术和产品中有可能也使用其他的开源技术和产品，其所遵循的开源许可协议有可能不兼容，不但带来开源组件传统漏洞类的安全管理问题，相关开源许可协议不兼容及许可协议的依赖传递性也带来知识产权风险。

## 5. 提升金融业数据库供应链安全水平的建议

提升金融业数据库供应链安全水平是一项系统工程，建议从组织领导、多方协作、整体规划、方案设计、实施落地、管理运维、风险防范等方面统筹推进，确保顺利开展各项工作，实现预期目标。在对金融业数据库供应链安全现状梳理、应用实践、深度分析的基础上，本文针对目前行业关注的热点和难点提出相应的建议，供各方参考。

### 5.1. 数据库产业切实提升供给能力

一是数据库厂商尽快提升产品成熟度。提升产品成熟度涉及核心技术突破、功能健全、适配兼容及用户体验等。如前文提到的 SQL 优化器、存储过程、行列混存、共享集群、可观测性等多个关键核心技术的沉淀和提升；数据库产品小型化、稳定性、单机处理性能的提升；采取数据库解耦策略，降低对数据库的要求，避免数据库层“过重”影响不同数据库切换，提高数据库兼容性，降低对应用过度入侵带来的复杂性等；提高数据库与其它基础软件、第三方工具的兼容性；提升文档的完备性，完善培训体系，降低应用开发门槛，满足金融个性化需求等。

二是推动数据库产业良性发展。重视知识产权保护，规范市场经营，避免恶性竞争，为我国数据库产业发展创造良好的外部

环境。提升对数据库底层技术机制和源代码的掌控能力，提高独立解决底层代码等核心技术问题的能力，实现独立主导技术产品发展方向。加强国际主流数据库开源软件在我国分支的建设，打造我国有影响力的自主开源社区，开展开源风险联合防范等。加大政府资金投入、鼓励和引导社会资本进入数据库领域，扶持相关企业通过融资、并购等方式打造领军企业，提升核心竞争力。

## 5.2. 进一步加大我国数据库深入应用力度

一是**建议重视解决数据库供应链安全问题进展慢和不平衡问题**。目前为止，我国数据库产品在金融业应用占比还不高，建议金融机构进一步加大高层推动力度，树立战略意识、危机意识，切实加快解决数据库供应链安全问题。特别是对于目前进展较慢的领域、机构，充分借鉴成功应用经验，加快我国数据库产品的应用推进。

二是**不同类型数据库技术产品形成创新发展的合力**。各方客观评价不同类型数据库产品在金融业应用状况及发展趋势。从金融业实践看，集中式数据库和分布式数据库成为解决金融业数据库供应链安全问题的两大主要产品类型。两者优劣势分明，也有各自适用的业务场景，目前还不存在完全代替对方的可能。各方应发挥不同类型产品的优势，形成合力，共同推动解决金融业数据库供应链安全问题。

三是**金融机构多维度综合考虑、科学判断，进行合理选型**。

建议金融机构综合考虑业务需求、发展诉求、产品成熟度、厂商服务能力、与总体技术路线的吻合度、技术储备和人才队伍情况等多种因素，进行产品选型。其中，数据库产品成熟度除了金融业务普遍关注的高可用、高可靠、高性能、强一致外，还要关注产品的适配兼容、工具支持、应用案例等。针对目前我国数据库产品应用过度依赖原厂服务比较普遍的情况，从服务能力考虑，应选择行业头部、服务生态相对完善的厂商。另外，如果更多考虑实施难度、投入压力等因素，所选数据库产品应与用户已有技术路线、技术储备尽可能保持匹配，降低使用难度；如果考虑数字金融发展重构新一代系统，可加大投入，选择异构产品支持业务发展。为防止单一绑定，可考虑引入多家产品，做好备选的技术储备。

### 5.3. 完善我国金融业数据库应用生态

一是加强合作与交流。加大产学研用的合作力度，特别是开源生态的建设，进行重点攻关，推动我国数据库在金融业深入应用。充分发挥学会、联盟、协会等第三方组织的作用，为金融同业、产学研用等不同领域的交流合作提供平台，建立经验交流、成果分享的良好机制，推动全行业快速发展。

二是提升标准化水平。构建由国家标准、行业标准及团体标准构成的我国数据库标准体系，覆盖技术、应用、服务、人才等不同领域，加强检测认证，推动标准落地实施，提升标准化水平，

实现稳定供给。特别重视可落地、可实施的标准研制，如应用开发规范、统一的数据库存储格式和迁移规范，屏蔽不同异构数据库并存应用规范等，降低应用难度和成本。

**三是建立完善的数据库人才培养体系。**重视数据库技术认证，扩大我国头部厂商数据库产品技术认证范围和影响力，夯实金融数据库应用生态的人才基础，实现金融业数据库专业人才供、需、用的良性循环机制。制定人才激励政策，吸引更多高层次人才进入数据库行业，将数据库高级人才纳入高级工程师行列。加大高校、科研机构、企业、金融机构在数据库相关人才培养力度，从政策、待遇等方面吸引和鼓励更多人才进入数据库行业。

## 附录：案例集

### 案例 1：国家开发银行新一代核心系统 GoldenDB 应用实践

2022 年 5 月，国家开发银行对外宣布，其新一代核心业务系统工程（简称“新核心工程”）成功投产上线并稳定运行。新核心系统采用我国分布式数据库 GoldenDB，助力国家开发银行有效满足其业务运行发展要求。

#### 一、案例内容

新核心工程是国家开发银行成立以来最重要的一次系统建设和升级，是应对银行业数字化转型浪潮、推动建设“数字开行”的重要载体。新核心系统采用我国分布式数据库 GoldenDB 两地三中心部署架构，提供完善的数据库异地灾备能力，支持任意节点故障自动切换，同城 RPO 为 0，RTO < 30s，数据库支持对业务透明的水平扩展能力，同时提供本地同城多活能力，在引入先进同业核心系统建设成果和业务管理经验的基础上，结合开发银行自身机构与业务特点进行改造和实施，有效支持存款、贷款、支付、授信、信贷、资金、客户信息、反洗钱等前中后台业务处理。

#### 二、案例成效

新核心工程的成功上线运行是国家开发银行积极打造信息

科技核心竞争力、增强服务国家战略的能力的重要标志，是国家开发银行信息科技发展历程上一个新的里程碑；同时也为行内其它业务系统迁移我国分布式数据库奠定技术基础。

## 案例 2：工商银行全球风险资产管理等多个系统 GaussDB 应用实践

工商银行结合金融科技发展趋势和数字金融业务需求，统筹考虑核心基础设施供应链安全，综合研判分布式数据库技术发展情况，积极推动我国数据库产品的应用突破。

### 一、案例内容

工商银行联合华为 GaussDB 合作开展数据库深入应用，主要内容有：

1. 夯实数据库核心承载能力，具备同城双园区+异地园区部署能力，在业务不中断前提下具备主备集群数据库版本轮换升级和应用版本灰度升级能力，满足金融核心应用 7x24 小时服务连续性要求。

2. 锤炼数据库平滑迁移能力，包括异构数据库的自动迁移、异构数据库转型全过程的自动化测试、试运行阶段生产环境测试验证的系统级解决方案、新旧系统并行阶段数据一致性的系统级解决方案。

3. 构建整套系统性技术资产、解决方案和转型方法论。

## 二、案例成效

GaussDB 已在工商银行全球风险资产管理系统、综合档案管理、境外客户营销管理、银行卡辅助管理和电子公文系统等 20 个业务系统转型中推广使用，平均 95% 以上的数据库代码可以实现自动化迁移，数据库对象迁移方面工作量均降低 90% 以上。我国数据库在大量业务系统应用实践表明，工商银行基于 GaussDB 的平滑迁移一体化解决方案是普遍适用数据库迭代升级整体解决方案，在确保重要应用转型的便捷性和稳定性、有序推进转型具有重要的借鉴和指导意义。

### 案例 3: 工商银行在对公理财业务系统 OceanBase 应用实践

工商银行理财业务支撑着企业客户万亿级别的资产，需要满足 7x24 小时持续服务，高可用容灾要求达到 5 级。原有业务系统基于传统大机和 DB2 数据库的封闭模式运行架构，业务容灾系统建设成本高昂。近年来随着业务并发量的不断增加，数据库系统处理能力不足的问题凸显，与此同时冷备机房随时待命但不提供数据服务，使得整体资源利用率偏低。

#### 一、案例内容

OceanBase 数据库支持数据多副本，节点间通过 Paxos 协议流复制，实现集群高可用和多地灾备能力。结合不同的副本属性组合实现“数据库同城双活、异地 RPO=0 的两地三中心方案”的容灾部署模式。

集群统一管理调度所有服务器资源，实时动态计算，将业务负载调度到最空闲合理的服务器上运行。故障管理服务自动排查故障机器，调度事务到健康机器上执行，保证全局事务强一致性，无需人工干预。

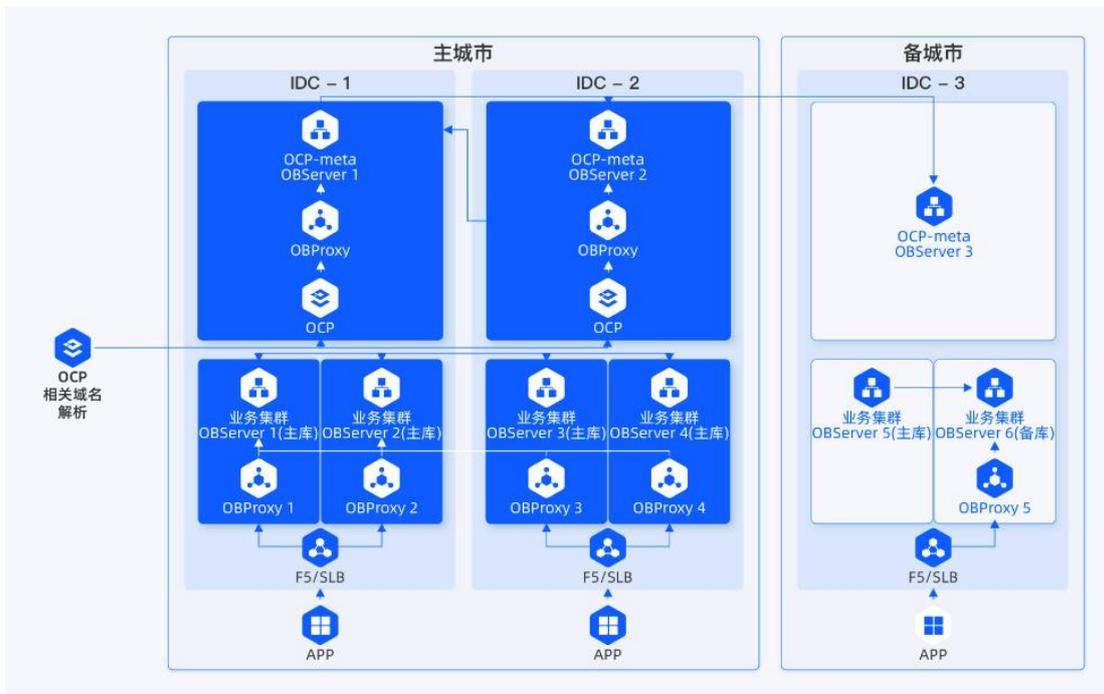


图 1 部署模式示意图

## 二、案例成效

OceanBase 数据库帮助工商银行实现了两地三中心的城市级容灾方案，支持数据库同城双活、异地 RPO=0，达到工商银行 5 级容灾要求，满足 7x24 小时服务要求，取得了如下成效：

1. 系统从大型主机下移到安全可控的 ARM 服务器，降低了整个系统的投入成本。

2. 实现业务数据库系统分布式转型，数据库服务器资源利用率达到 75%，在系统处理能力遭遇瓶颈的时候，可进行便捷的水平扩展，增加集群计算资源来提升处理能力。

3. 安全可控的服务器、操作系统，结合蚂蚁自研的分布式数据库，实现核心系统的分布式改造。

#### 案例 4：建设银行核心业务系统 GoldenDB 应用实践

作为国内六大行之一的建设银行，原有核心系统均在大机上运行，数据库采用 DB2。在业务层面分布式改造的成果基础之上，建设银行启动最难的部分——数据库的分布式改造，推进主机完全下移。

##### 一、案例内容

项目基于 GoldenDB 进行实施改造，建设目标如下：

1. 为以大型银行 Z 系列主机为代表的核心应用系统实现分布式改造提供基础的开发和运行平台全面提升分布式平台能力，解决架构转型中遇到的基础性技术问题；

2. 实现大行核心应用的多中心多活部署加快对我国数据库对软硬件的兼容适配能力，解决应用的平滑迁移难题，为以核心银行为代表的核心应用系统实现分布式改造提供基础的开发和运行平台；

3. 实现多中心多活部署能力，提供数据高可靠保障。

## 二、案例成效

2020年初建设银行正式启动核心业务系统的分布式数据库POC测试选型工作。2020年10月，完成POC测试，GoldenDB测试排名第一。2021年3月，个贷、代收代付及对私核心全国并网运行。截止2021年12月，个贷及代收付完成全国投产，对私核心完成青海、宁夏两省的投产，承载8亿用户，目前对私核心（青海、宁夏两省）达4000+TPS，个贷达2万+TPS，系统投产至今运行稳定。本次项目实现了两地4AZ多地多活部署（未来扩展到4地）、性能容量线性扩展，解决了应用从主机平滑迁移到分布式数据库的难题，满足建设银行未来业务发展需求，是国内首个大型银行Z系列主机为代表的核心应用系统多地多活分布式改造的成功商用实践案例，为其他大中型银行提供参考借鉴。

### 案例 5：建设银行信用卡核心系统 GaussDB 应用实践

早在2019年伊始，为响应行业转型发展要求，进一步提升信用卡业务的快速增长、支撑业务的快速增长，同时节约资源和成本、开展技术突破应用，建设银行携手华为，启动信用卡应用系统的重构与分布式改造。

#### 一、案例内容

建设银行信用卡核心系统运行于传统架构的主机平台之上，主机系统规模庞大、交易模式复杂、交易量的不确定性增加，只

能依赖纵向扩容实现，基础设施投入成本和外部采购成本居高不下，依赖单一数据库集群的处理性能，高度集中容易发生故障，故障影响范围巨大，具有成本高昂、可扩展性差、自主性差等缺点。

本次联合项目采用颠覆性的分布式架构，采用微服务、全局路由与配置中心机制、共享数据访问、分布式消息机制、集中调度自动任务、分布式日志采集等技术，实现系统的高性能、高可用、高可扩展性，使系统具备充分的横向扩展能力，实现近乎线性的处理能力扩展，支持海量的客户和发卡量。同时，也实现系统核心模块软硬件平台的自有，采用鲲鹏硬件平台、华为 GaussDB 数据库服务、中标麒麟操作系统的组合，与存量 x86 系统组成融合异构基础设施，双线并行运行。信用卡系统计划于 2022 年底前将全量亿级用户迁移至 GaussDB。

## 二、案例成效

面对亿级卡数和账户数的信用卡业务量，建设银行信用卡系统基于 GaussDB 的一站式国产化方案的实施，在响应速度、系统运维、安全性等方面有大幅提升，这对推进银行 IT 架构体系及关键应用向分布式方向转型，起到强化示范的效应。

## 案例 6：农业银行分布式数据库 TDSQL 应用实践

中国农业银行于 2017 年启动分布式数据库的研究工作。在经过全面细致的技术调研后，农业银行于 2021 年引进了 TDSQL（MySQL 版）分布式数据库，选取试点项目进行技术攻关，对 TDSQL 的可用性进行充分验证。

### 一、案例内容

个人金融服务平台作为第一批试点应用于 2021 年三季度完成投产。为进一步验证 TDSQL 的承载能力，农业银行扩大了分布式数据库应用案例，形成了核心系统并行验证方案，所涉及的个人负债、信用卡、对公存款等多个核心模块已于 2022 年上半年投产。在扩大应用案例方面，农业银行的的核心系统并行验证方案是：搭建并行验证环境，承载生产环境实际数据，与主机生产环境同步运行，将包括个人负债、信用卡、对公存款等核心业务系统均纳入验证，以核心业务的大数据量与高并发要求，考验 TDSQL 的承载能力。这期间形成了主机数据下移至 TDSQL 数据库的方案，推动主机数据下移工作。

### 二、案例成效

截至目前，分布式数据库所承载的并行验证环境每日交易量约 5.8 亿笔，峰值 TPS 约 11000。

## 案例 7: 交通银行原生分布式数据库应用实践

交通银行于 2014 年启动分布式数据库创新研制项目, 自主建设分布式数据库 (以下简称 CBase) 系统。Cbase 数据库是一款以原生分布式数据库技术研发和应用实践为总体建设思路, 面向商业银行交易处理特性, 具有事务特性的关系型数据库系统。在应用实践中, 最大程度地保护现有 IT 应用资产, 降低架构转型的风险和成本。

### 一、案例内容

CBase 创新研制项目采用“应用驱动、问题导向”方式, 至 2022 年 8 月已有序完成三个里程碑阶段任务:

一是 2015 年 10 月系统首次投产上线。完成首个迭代版本的研发工作, 并在海量数据管理的历史库中试点成功。提供全行对私/对公客户的历史数据查询交易, 日均交易量 500 万笔, 平均响应时间低于 200 毫秒, 替换 SybaseIQ, 同时验证数据库存储能力横向扩展, 并具备 7×24 小时稳定运营能力。

二是迭代优化及规模化应用。一方面立足自主研发, 依托自身科技力量完成整体架构设计, 确保架构转型安全可控。2015~2021 年, 陆续完成 SQL 标准化、高可用架构、弹性伸缩、异地容灾、开发运维工具体系等多个迭代版本的研发。另一方面, 持续推动深入应用, 先后在供应链、网联、贷记卡代授权、核心

业务异构融合系统等 17 套银行业务系统中规模化应用。

三是完善产品及提升数据库供应链安全水平。通过分布式数据库适配，推进不同芯片指令体系、操作系统、中间件在交通银行产品生态体系中的成熟应用。继续加大对现有 CBase 分布式数据库的研发投入，完善产品化体系及生态建设，积极探索多租户云化技术。通过以分布式数据库为代表的基础软件研发，分散科技供应链不可控的系统性风险。此外，有序推进分布式数据库在金融应用中的探索和实践，结合产学研合作和产业孵化，为分布式数据库产品的迁移保障规范、新型运维体系等行业难题探明方向。

## 二、案例成效

目前网络支付场景已全链路使用 CBase 数据库，并从容应对 2017 至 2021 年“双十一”等“潮汐式”、“爆发式”高难度业务场景。同步完善内部管理制度、业务连续性计划及运营保障流程。

### 案例 8：邮政储蓄银行新一代个人业务分布式核心系统 GaussDB 的应用实践

2022 年 4 月 23 日，中国邮政储蓄银行新一代个人业务分布式核心系统全面投产上线。该系统是大型商业银行中首家同时采用企业级业务建模和分布式微服务架构，基于鲲鹏硬件底座、openGauss 开源数据库与 GaussDB 分布式云数据库共同打造的全

新个人业务核心系统，是中国银行业金融科技关键技术可控的重大实践。

## 一、案例内容

核心系统是银行 IT 系统建设的重中之重，是一家银行的大脑和心脏。其中，统一查询系统是核心系统中的重要组成部分，该系统承载着柜员和客户关于历史交易明细、账户信息等多个场景的查询以及实时收支分析的任务。系统拥有百 TB 级的海量历史数据、千亿级单表数据量，高峰期需面对上万的用户并发量，规模庞大、场景复杂、数据量巨大的业务特点对数据库大容量、高并发、高可用、高性能提出了极高的要求，这些要求，对任何传统商业数据库来说都是巨大挑战。华为云 GaussDB 采用行业先进的全并行分布式架构，通过多个节点并行分担系统压力，提供极致吞吐量；还拥有超大存储容量，支持事务的强一致性；在数据保护方面，提供两地三中心的容灾方案和多层级冗余保障数据的实时安全，实现系统无任何单点故障。

## 二、案例成效

系统上线后可支撑海量交易、弹性伸缩、金融核心级高可靠和高可用，可具备为全行 6.37 亿个人客户、4 万个网点提供日均 20 亿笔，峰值 6.7 万笔/秒的交易处理能力。邮储银行新一代个人业务核心系统全面投产上线，使邮储银行科技金融再添一部新引擎，将为邮储银行提供源源不断的科技动能，加速建设“一

流大型零售银行”。同时鲲鹏、openGauss 开源数据库与 GaussDB 分布式云数据库将继续全力支持邮储银行数字化升级，共同为同业积累经验，探明路径，树立标杆。

## 案例 9：中信银行 GoldenDB 应用实践

随着互联网金融的快速发展，金融服务的生活化使得金融交易量和数据量呈爆发式增长，传统集中式数据库无论性能、成本还是自主可控都难以满足发展需要。为提升在互联网金融中的技术支撑能力，逐步摆脱对国外商业产品的依赖，中信银行 2016 年开始规划，2020 年 5 月完成国内核心系统从 AS400 平台到 X86 平台的一次性切换投产，并研发了 GoldenDB，实现对国外数据库产品的替代。

### 一、案例内容

中信银行联合中兴通讯经过六年研发推出了 GoldenDB，在强一致分布式事务、数据在线重分布、同城和异地灾备等关键技术方面取得重大突破，并在核心系统场景下，对其分布式事务的一致性、性能进行了充分验证。凌云核心以银行转账交易为业务背景，在 100%跨节点分布式事务持续执行条件下，测试在发生死锁、锁冲突、进程异常、网络异常、服务器资源耗尽、断电、插拔磁盘等 7 大类 72 个异常场景下检验数据库的分布式事务的一致性；对分布式数据库进行转账交易、明细查询交易及两者混合交易在不同 DB 集群条件、不同数据量下的性能测试，基于 3

亿客户表、15 亿账户表和 30 亿明细表的测试数据，混合交易场景下数据库处理能力最高达到 40000TPS，平均响应时间约 100ms。

## 二、案例成效

项目研发成果 GoldenDB 已成为全面满足银行核心系统需求的通用金融级分布式数据库，完全可以实现对国外商业数据库的替代，能够运用到大中型银行核心系统的。

### 案例 10：光大银行数据库创新应用案例

为落实国家加强信息技术领域自主创新的要求以及光大银行 123+N 数字化发展战略，推进信息系统分布式架构转型，尤其是在数据库等技术领域突破传统架构的处理能力瓶颈，进一步支持理财、缴费、支付等重点业务发展，光大银行于 2019 年初启动了分布式数据库建设项目，并作为 2019 至 2022 年度重点项目之一着力进行推进。

#### 一、案例内容

2019 年底，在光大科技等合作厂商的支持下，光大银行自有知识产权的“安沃分布式数据库系统 (EverDB)” 1.0 版本完成研发，并于 2020 年获得国家版权局颁发的软件著作权证书。2021 年 3 月，EverDB 引入混沌工程项目领域技术，打造 EverDB 自动化混沌测试能力，应用于 EverDB 发版流程，提升发版质量。

光大自有分布式数据库 EverDB，成功投产 6 个业务系统，支持

光大重点业务发展,并且在光大银行全栈云上推广应用。云缴费作为光大银行打造的数字名品业务,具有高频次交易、高并发、大数据量业务特性,被率先应用到分布式数据库 EverDB 方案中,采用并行双写机制,在现有云缴费系统不变的同时,将全部交易流量并行写入分布式数据库 EverDB,支持业务监控功能。通过并行运行,验证分布式数据库系统的处理能力和可靠性。在并行验证的基础上,逐步将业务生产交易迁移至分布式环境。随后, EverDB 在云缴费客户端、统一支付、对公手机银行、对私手机银行、信用卡非金融查询平台陆续投产上线,对外提供服务,运行平稳。

## 二、案例成效

截至目前, EverDB 高可用方案已在全栈云上门户网站等 20 余个业务系统投产上线,对外提供服务。通过分布式数据库项目自主研发,一方面使用低成本标准化的硬件产品扩展云缴费、统一支付、对公手机银行、对私手机银行等业务系统的处理能力,支持业务快速增长,节约了采购常规小型机和传统国外数据库产品的高额成本。同时,以技术产品多样化发展策略和原创组件应用,摆脱对单一厂商和产品的依赖,提升基础技术组件安全可控,通过应用开源产品和原创性产品,降低科技成本。

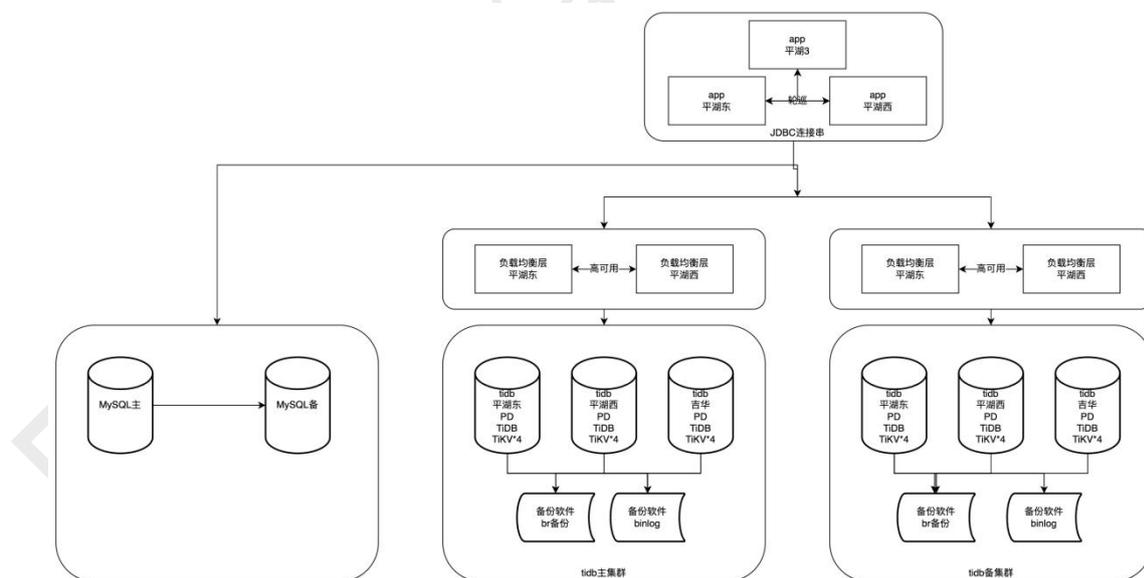
### 案例 11: 招商银行信用卡历史账单查询系统 TiDB 应用实践

招商银行信用卡历史账单查询系统数据量和查询量巨大,查询耗时短,直接对客,是极为重要的核心类业务。在系统的升级

迭代中，招商银行在保证现有查询性能的基础上精简技术栈，进一步优化成本，经过全方面验证后，选择 TiDB 替代原有数据库产品，从性能和服务连续性上满足对客系统的要求。

## 一、案例内容

招商银行在同城三中心部署两套 TiDB 集群，两套集群采用数据复制高可用方案。上层应用部署在三中心内，通过 DNS 实现业务轮询，数据双写入新旧集群，查询侧目标态将以底层数据查询双查的实现方式对外提供服务（最先返回的记录作为对外输出的结果），过渡态暂以 TiDB 替代原有备集群，数据双写，定期做主备集群查询流量切换演练的方式，来保障业务稳定过渡。如图 2 所示：



借助 TiDB 多中心高可用能力实现业务系统的跨数据中心灵活切换，对外提供更好的服务标准能力。

## 二、案例成效

招商银行信用卡历史账单查询系统上线以来稳定运行，从以下四个方面全面提升招商银行的金融服务能力：

### 1. 提升金融服务能力

分布式核心系统具备产品快速创新、差异化服务等能力，助力招商银行构建以客户体验为中心、产品丰富、交易查询分离的核心业务系统。

### 2. 架构高可用

整套方案无单点，两边查询耗时在同一量级，查询性能较之ES侧有数十倍提升，抖动幅度大大降低，有效保障业务连续性，

### 3. 提升了用户体验。

基于一致性算法保证交易数据的强一致性，依托数据日志的备份恢复能力，提升数据的可追溯性，满足监管要求，提高自动化运维能力。

### 4. 降本增效

TiDB 三副本的存储占用仅为原数据（CSV）的四分之一，极大的降低了硬件资源使用成本。

### 5. 提升系统性能

TiDB 并行写入有效将数据加载时间缩短 50%，进一步压缩了业务空窗期。

## 案例 12: 招商银行容器数据库应用案例

招商银行 ACS 私有云上线投产后, MySQL 作为云上主要服务的 RDS 数据库服务, 规模急剧增长且部分承载着部分重要业务, 对业务连续性要求也越来越高, 因此迫切需要建立并完善云 MySQL 支持服务体系和提升 MySQL 服务能力。

### 一、案例内容

当前行内的 MySQL 架构, 主要是基于 VM 虚机和 Redhat RHCS 技术的单实例 MySQL, 在生产环境经常出现基础环境不稳定, 容易仲裁超时、共享盘丢失等问题; 同时还面临资源利用率低, 问题定位难, 使用成本高, 自动化建设无法穿透贯通至 PaaS 层, 部署交付能力低, 故障恢复时间长等问题。

因此, 为了提升资源利用率和提高 MySQL 数据库服务的交付能力、高可用性、自动化运维能力, 招商银行基于 K8s+Docker+MySQL MGR 构筑了自研 CDD 平台, 通过容器特性+K8S 成熟的容器集群调度管理能力和容器化数据库的高可用策略, 提升数据库服务可用性、故障恢复能力。

### 二、案例成效

1. 加强数据库自主可控能力建设, 提升资源利用率, 提升基础环境稳定性, 摆脱对 VMware 的依赖, 实现降本增效。

2. 提高 MySQL 数据库敏捷交付能力、自动化运维能力和运维

效率、提升 MySQL 资源池自构建和管理能力。

3. 通过 K8S+Docker+MySQL MGR 技术特性提高 MySQL 数据库服务可用性、同时实现资源快速供给、弹性伸缩等优势，提升业务连续性保障。

4. 实现 MySQL 同城跨 AZ 高可用部署架构，异地容灾一键切换能力，解决 MySQL 传统高可用架构短板，实现 MySQL 高可用架构优化改进。

### 案例 13：平安银行信用卡核心系统 TDSQL 应用实践

平安银行作为全国性股份制商业银行，以打造“中国最卓越、全球领先的智能化零售银行”为战略目标，着力打造“数字银行、生态银行、平台银行”三张名片。近年来，平安银行的业务发展和经营特色深受权威机构好评。

#### 一、案例内容

平安银行选用腾讯云企业级分布式数据库 TDSQL，以期构建一套能够快速实现业务交付且灵活富有弹性的新信用卡核心系统来替代以 Oracle 等传统集中式数据库为主，MySQL、PostgreSQL 等为辅的原有的信用卡核心系统。平安银行信用卡 A+核心基于私有云和 PaaS 平台建设，采用典型的“两地三中心”部署架构、一主五备的架构，实现了同城多活、异地容灾、一键切换等需求，提高系统的并发处理能力、隔离故障能力和灵活扩

展能力。在运维层面，基于 TDSQL 建设一套全链路的分布式运维工具，集统一管理、智能监控、容量管理、多租户管理、容量管理为一体，具备一键切换、资源扩容、数据同步等自动运维功能。

## 二、案例成效

平安银行信用卡 A+新核心是全球首个将金融机构核心业务系统由大型机集中式架构迁移到 PC 服务器分布式架构系统的成功案例，实现信用卡系统支持 10 亿级交易账户和 10 亿级日交易量的目标。在成本方面，根据实际的测算，以 5 年为周期，新核心系统相比老系统成本节约近 70%，节省费用超 10 亿。在可靠性方面，通过可视化分布式调度平台，支持金融级高可用，同城双活异地灾备，故障场景下秒级切换。在性能方面，能够支持 10 万+业务作业统一处理、跨地域分布式调度以及可视化管理，满足金融级核心系统的要求，支持 10 万 TPS 交易高并发，相比老系统的交易处理能力提升了数十倍，日终业务批处理小时级时效，并具备无限横向扩展能力。

### 案例 14：广发银行“数据核心”巨杉 SequoiaDB 应用实践

随着业务的持续发展，广发银行业务产生了海量的数据，包括传统的结构化数据及大量的非结构化数据，如语音、图像、文本等等。这些海量的数据，不仅要做好存储，同时要做好多模数据的分析处理，支持业务高并发查询，支持好业务运营决策，释放全量数据价值。

## 一、案例内容

巨杉数据库和广发银行鼎力合作，通过巨杉湖仓一体的原生分布式数据库，解决传统交易核心数据库无法管理的大数据量及多模数据处理的综合需求，打造广发银行全新“数据核心”，提升全量数据场景下的查询及分析性能，释放全量数据价值。目前应用案例场景涵盖：广发银行内容管理平台，包括影像平台、电子档案平台等非结构化数据平台，广发银行历史数据平台，广发银行在线数据平台，广发银行客户资产平台，广发银行实时数据查询平台等。

## 二、案例成效

巨杉数据库在广发银行的应用，通过和广发银行的深度合作，逐步建立广发银行的“数据核心”，释放出全量数据的价值。实现高并发高性能的实时数据查询，很好地支持银行业务发展，实现银行核心的“读-写”分离，保障核心系统的稳定运行，同时节省大量成本，建成数据核心“存-算”分离的基础架构平台，支持系统的无限弹性可扩容，建立可信的基础数据底座，保证了“数据核心”的安全可靠。

### 案例 15：常熟农商银行新一代分布式核心系统 OceanBase 应用实践

常熟农商银行每天的增量数据激增，传统基于 Power 小型机+DB2 关系型数据库架构，已越来越无法支撑核心业务的快速发

展。尤其是活动推广时的高并发场景，传统数据库很容易达到性能瓶颈。

传统封闭式架构给数据互通、智能化驱动带来限制，亟需运用科技手段真正实现数字银行，从整体上改造银行传统的前后台 IT 系统架构。

## 一、案例内容

方案包括常熟核心和村镇核心，主集群采用两地三中心五副本的部署方案，同时配置本地备集群和异地备集群，备集群承担离线数据的同步和分析，做到应用读写分离。

**1. 多活容灾，超强逃生。**充分利用分布式数据库的架构优势，可容忍机房级别故障；同时增加一主拖两备的高可用架构，可容忍城市级别故障；在此基础上，通过 OMS 将数据实时同步至 DB2。

**2. 一库多芯，混部灰度。**OceanBase 一主拖两备架构，主集群和异地备集群采用 X86 芯片，本地备集群自主空芯片和操作系统，做到一库多芯，混合部署；同时最细粒度支持按表分区灰度切换，支持平滑灰度迁移替换。

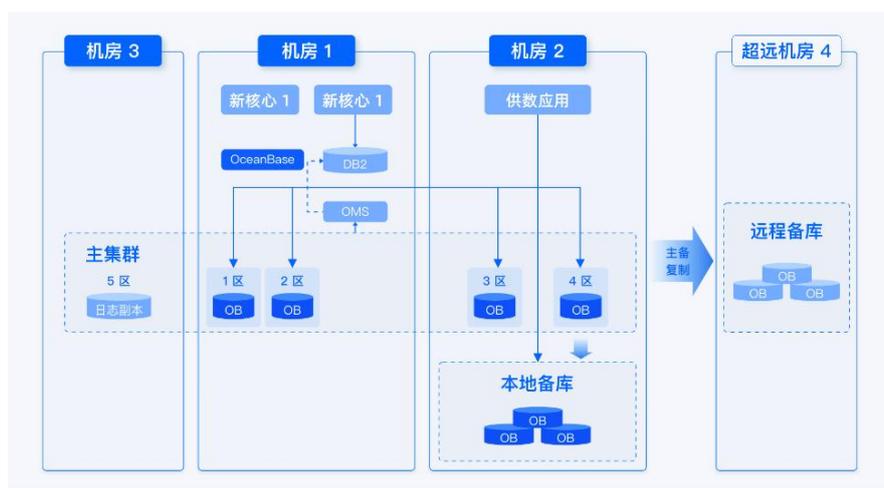


图 3 部署模式示意图

## 二、案例成效

OceanBase 数据库助力常熟农商银行核心系统实现同城、异地多活容灾，业务连续性更有保障，取得了如下成效。

1. 性能提升。批量代发代扣场景下，新核心系统实现 20W 笔/55 秒，性能提升 651 倍；日终批量场景下，新核心系统仅需 8 分 46 秒，处理能力提升 41 倍；每秒交易处理能力提升 46 倍。

2. 数据治理落地。按照行内数据治理规范进行核心系统数据标准落地，实现全行业务数据的标准化治理，提升数据治理能力。

### 案例 16：梅州客商银行新核心系统达梦数据库应用实践

梅州客商银行应用达梦数据库首先开展兼容性适配及验证工作，后续在本地核心系统建设中利用达梦数据库在核心系统部分模块运行。

## 一、案例内容

梅州客商银行新核心业务系统改造项目，主要目标为从原 Oracle RAC + Data Guard 迁移至达梦数据共享存储集群 (DM DSC) + 达梦数据守护集群 (DM DataWatch) + 达梦数据实时同步软件 (HS) 的异地容灾高可用架构。主要技术特点如下。

达梦 DMDSC 集群提供了一种高可用、高性能、高吞吐量的解决方案。一是针对高可用，解决了系统故障、硬件故障、或人为操作失误，实现了故障自动恢复，保障业务持续性；二是针对高性能，达梦结合应用特点实现技术突破，通过分配优先级策略解决了数据库节点间数据交互带来的性能问题。三是针对高吞吐量，达梦攻克缓存融合和多点写的共享存储集群核心技术，每个数据库实例访问独立的处理器、内存，数据库实例之间通过缓存交换技术提升共享数据的访问速度，每个数据库实例都可以接收并处理用户的各种数据库请求。

## 二、案例成效

梅州客商银行核心业务系统迁移改造项目，通过我国核心软件、本土化管理工具、完善的用户手册、以及高效原厂服务等保障了系统安全稳定运行，实现了两地双中心高可用容灾架构。具体如下。

1. 通过部署 DMDSC 集群，带来了高可用、高性能、高吞吐量的数据库整体处理能力的提升。

2. 达梦提供的全图形化数据库管理类工具，功能强大，界面友好，操作方便，满足了用户各种数据管理的需求。

3. 通过此项目积累了我国数据库技术储备，逐渐培养出掌握我国数据库人才的技术队伍，比如《基于达梦数据库的信息系统运维技术规范》、多人考取了达梦数据库管理员认证等。

### 案例 17：某银行超聚变 FusionDB 的应用实践

某商业银行的统一报表、网上支付、对公互联网智能收付等系统，随着业务量增加，当前的数据库系统已经不再能满足业务需求，如高峰期的并发数已经达到上限，无法进一步承接业务会话，并且数据库的写入能力现已达不到业务的要求。经过客户多轮的调研评估，FusionDB 以领先的技术优势进入到客户的数据库项目名单中。

#### 一、案例内容

##### 1. 架构设计

所有系统的数据库搭建均为跨数据中心部署，本地数据中心和同城数据中心均采用一主一备架构，两个数据中心之间的数据库使用自研工具进行同步，在架构上做到灾备冗余与读写分离。

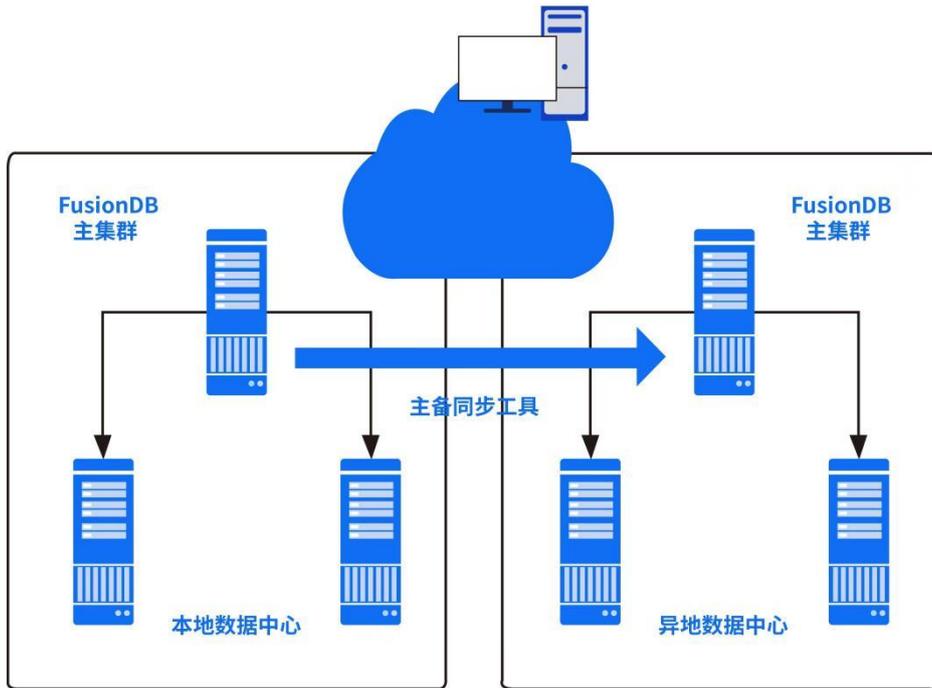


图 4 部署模式示意图

## 2. 数据库设计

根据业务特点与 FusionDB 的特性，定制化设计表，索引等数据库对象；使用贴合业务场景的功能与数据库参数，并发挥 FusionDB 自身优化器与相关 SQL 功能的优势，将可能发生的性能问题提前解决。

## 二、案例成效

高可用：跨数据中心部署，同一机房主备 Switch Turbo 秒级切换。

高可靠：使用 PITR 技术及多种备份恢复机制保障数据高可靠性。

高并发：读写分离，工作线程池化，实现 1W 大并发混合负载场景下系统稳定吞吐。

高性能：应用迁移后，依靠 FusionDB 多种数据库技术，特别是原子写技术，数据库写入能力提高 50%以上，综合性能对比源系统提高 30%以上。

### 案例 18：申万宏源阿里云原生数仓 AnalyticDB 应用实践

申万宏源证券原 TeraData 数据仓库平台历经近 10 年的服务，目前面临的主要问题为：一方面面临着硬件老化、资源耗尽、难以升级等诸多亟待解决的风险隐患；另一方面，随着公司整合逐步完成，业务发展也进入了关键期，TD 数据仓库已难以满足业务需求。

同时，新的数据基础设施—数据中台建设及安全可控要求，需要选择我国的成熟数据库产品实现迭代升级。

#### 一、案例内容

阿里的云原生数据仓库 AnalyticDB 支持水平扩展架构，TB~PB 级数据查询加速可实现秒级响应；内置向量化计算及列存储智能索引，较传统数据库引擎性能有 10~20x 提升；内置新一代优化器 ORCA，以实现复杂 SQL 自动优化；自研国内领先的云原生部署架构，实现了存储计算全量分离，具备面向业务的资源超高响应能力，同时提供数据共享等差异化产品能力。

AnalyticDB 支持对接 RDS, Flink, MaxCompute 等数据源构建实时数仓, 同时可高并行访问 OSS, 构筑全套数据湖分析; 支持主流 BI 和 ETL 工具进行数据工程开发及商业智能搭建; 支持分布式事务及四种标准数据库隔离级别; 满足高吞吐在线交易应用场景需求, 实现 HTAP 混合负载。

申万宏源证券引入阿里云云原生数据仓库 AnalyticDB, 搭建具备数据接入、数据存储、数据计算、横向扩展、数据共享的先进数据仓库平台。结合多年行业 SDOM 模型的实践经验, 完成了数据模型从原数据仓库平滑迁移至新平台 AnalyticDB, 实现了大数据分析、大赢家官方 APP、报表分析等混合业务应用场景支持。

## 二、案例成效

云原生数据仓库 AnalyticDB 具备实时处理能力和高可扩展性, 可实现大规模数据处理。通过采用 AnalyticDB, 申万宏源的数据仓库系统性能提升 1 倍以上, 支撑了数万张核心表, 为运营及业务快速发展提供了可靠、高效的基础设施环境。同时在达到安全可控的前提下, 实现了成本和风险双降, 效率和能力大幅提升的目标。基于 AnalyticDB 等阿里云产品构建的数据中台, 已成为支撑申万宏源证券数字化转型的重要底座

## 案例 19：东吴证券腾讯 TDSQL 应用实践

东吴证券为中国大陆第 18 家上市券商，拥有以证券经纪、资产管理、投资银行服务、投资服务、基金债券代销服务等为基本架构的专业证券服务体系。

### 一、案例内容

东吴证券与腾讯云以及交易系统建设方顶点软件密切合作，推进顶点交易系统与腾讯云企业级分布式数据库 TDSQL 全面对接，并实现与东吴证券数据中台系统的关联和打通，解决了环境适配、异构环境下的系统兼容运行及数据采集等难点技术问题。TDSQL 负责 A5 数据同步模块的落地库角色，同步模块职责包含内存交易数据、实时异步落地、报单数据实时查询、外围交易信息查询等。交易流水库采用 NoShard 模式，每个交易单元配两个独立的主实例，由实时交易内存库将交易流水进行数据双写持久化。

### 二、案例成效

东吴证券新一代核心交易系统成为行业首个从基础设施和底层系统到上层应用全面自主可控的核心交易系统。截至 2021 年 12 月底，该系统平稳承载了 16 万多客户实盘交易业务，日均交易量接近亿元。

## 案例 20: 浙商证券应用阿里 PolarDB 实践

浙商证券的办公 OA 系统经过多年的建设应用, 承担公司日常业务流程审批、公文发文和处理、信息发布、督办处理等, 在进行系统迭代升级改造中, 需要一次性切换到新的办公 OA 上, 不影响到员工日常办公, 实现平滑过渡。

### 一、案例内容

为实现改造目标, 浙商证券以云计算技术为核心, 建成可信专有云平台, 在 PASS 层选择云原生的 PolarDB 数据库, 具有以下优势。

1. 浙商证券的办公 OA 是在开发商提供的系统上做了多年的深度二次开发, 与办公 OA 对接的系统有 10 几套之多, 完全新建难以实施, 选择对 Oracle 兼容度比较高的 PolarDB 完成了替换升级。

2. 办公 OA 系统已积累了超过 50G 的数据, 为了保持办公业务的连续性, 需要一次完成数据迁移工作, 需要数据库厂商提供可视化的评估工具和迁移工具, 经过 POC 验证, PolarDB 提供的 ADAM 和 DTS 工具很好的满足公司要求, 降低迁移带来出错率。

3. 从应用的长远看, 数据库需要高可用和高容灾能力。PolarDB 采用一写多读架构, 主节点与读节点间采用 Active-Active 的 Failover 方式, 数据库可用性高; 采用存储与计算分

离架构，可提供分钟级的配置升降级、秒级的故障恢复、全局数据一致性和数据备份容灾服务。

## 二、案例成效

通过 PolarDB 提供的 ADAM 评估工具，可以准确评估数据库迁移改造的工作点和工作量，一个月内完成了改造迁移。

通过 PolarDB 提供 DTS 工具，50G 的数据迁移时间缩减到 2 小时内完成，并且可以将增量数据同步反写到 Oracle 数据库，保持灾备应急服务能力。公司一次性成功完成切换，员工未感知到切换带来的变化。同时，PolarDB 在数据库的性能和迁移支持能力上的优势，对其他系统有良好的示范效用。

### 案例 21：中国人寿企业年金核心系统达梦数据库应用实践

中国人寿多个一般业务系统在达梦数据库上稳定迁移改造后，企业年金系统开始作为第一个核心业务系统开始数据库的迭代升级。

#### 一、案例内容

企业年金系统（以下简称“年金系统”），是客户整体信息化架构下的六大核心生产系统之一，受托管理达千亿规模。达梦数据库作为该系统的核心生产库，为契约、保全、理赔、跨域收费付费、投资报表等业务模块，以及精算系统、ERP 系统、MIS 系统（销售员管理系统）等周边配套系统，提供全面可靠的数据库

服务。

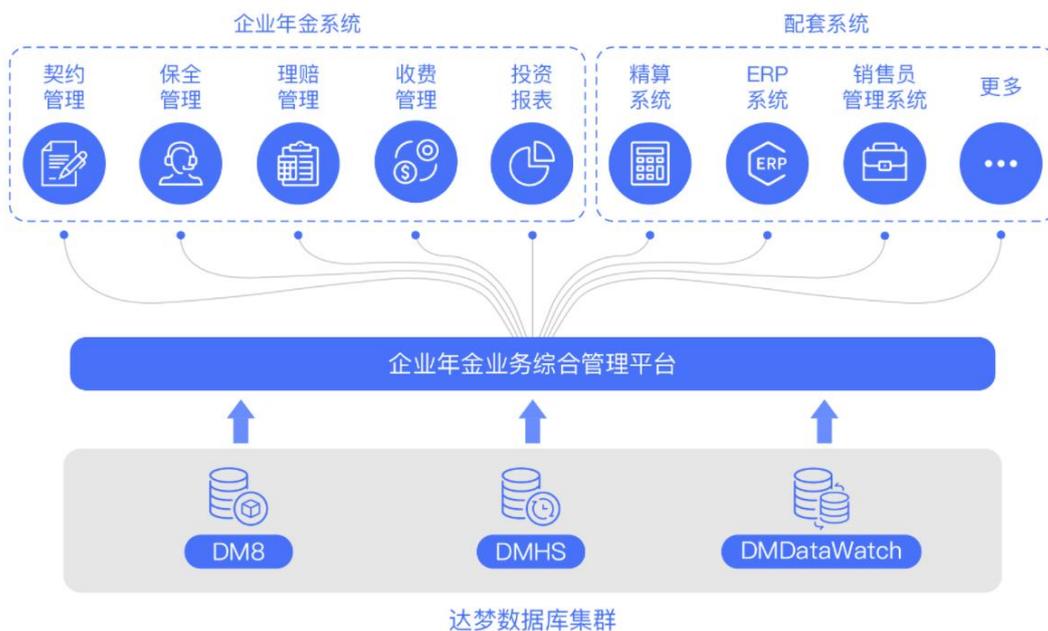


图 5 部署模式示意图

该项目于 2020 年 12 月正式上线，基于达梦数据库的年金系统，性能超客户预期 30% 以上，完全满足客户在新形势下的业务发展需求。具体产品特性如下：

- 达梦数据库管理系统 (DM)：首先应用系统无缝移植，应用系统几乎无需修改，即可完成跨数据库平台的迁移；其次，良好的支持金融领域核心系统架构，突破 Tuxedo + Pro-C 架构，支持 XA 事务，实现业务流量的负载均衡。

- 达梦数据实时同步软件 (DMHS)：首先，实现了异构数据在线快速同步，5 小时内将 TB 级数据从原生产库同步至 DM，缩短切换数据库的窗口；其次，满足了金融级异地灾备需求，实现上海、北京两地双中心的数据同步。

- 达梦数据守护集群软件 (DMDataWatch)：提升系统作业效率，基于年金系统进行对比测试，DM 性能至少优于原数据库 10% 至 20%。

## 二、案例成效

本项目是客户单位实现金融核心系统升级改造的一次重要探索，达梦数据库在性能、成本、风险防控等方面，均为客户带来优质的体验：

1. 显著提升系统交易处理能力，年金系统在年终结算批作业、精算等业务上，处理时间大幅缩短 50% 以上。

2. 开发团队针对性修改代码不到 10 行，快速完成应用系统从原生产数据库到 DM 的移植，有效降低客户运维成本，最大化保护项目原有投资。

3. 基于达梦在线增量迁移方案，业务系统在上线窗口期，耗时 5 小时快速完成 TB 级数据从原生产数据库到 DM 的同步，并在数秒内完成数据库间的切换，保证了系统的高可用性。

4. 达梦帮助提升系统安全性。项目采用的达梦数据库，具备四级信息安全防护能力，从数据层上保护了系统的安全、可靠性。

**案例 22：中国人民保险互联网保险业务系统 OceanBase 应用实践**

人保集团健康险互联网项目是中国人保健康 2018 年 4 月份上线的一个新项目，数据量在百 GB、10 亿行以上，随着项目发展，数据量也在快速增长。在 IT 架构方面，传统集中式架构已经无法满足高并发的要求；同时横向扩展能力差，难以支撑大数据、人工智能等新兴应用。业务系统方面，出单时间长，新品上线时间长，客户体验差。

## 一、案例内容

人保集团使用 OceanBase 分布式数据库+SOFA 分布式中间件解决了高并发保单处理能力速度慢的问题，OceanBase 数据库采用 6 台 Q41 物理机、3 台 Q46 物理机。得益于 OceanBase 同时支撑 OLTP 和 OLAP 应用的 HTAP 能力，人保集团使用 OceanBase 可以更好的支撑复杂查询、多表关联、大数据量事务等业务场景的需求。

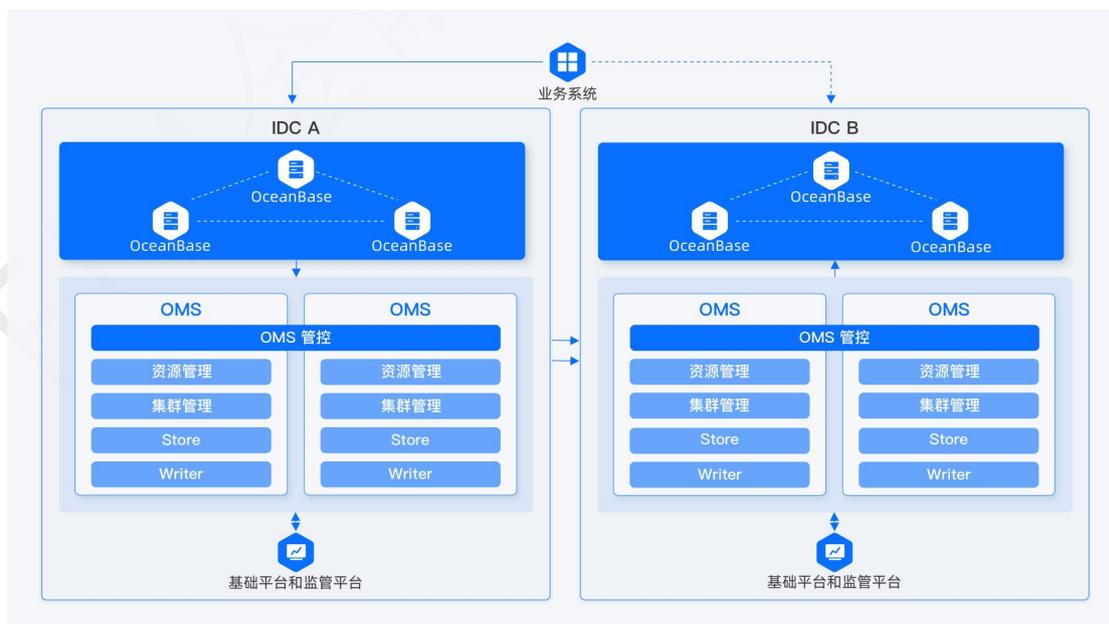


图 6 部署模式示意图

## 二、案例成效

自 2018 年 4 月 11 日人保健康险好医保产品成功上线后，好医保已成为支付宝网红保险产品，在以 OceanBase 数据库为核心运算处理 DB 的新型架构下，目前业务日常出单速率在 3400/min 上下。OceanBase 帮助中国人保取得了显著的收益：

1. 处理能力提升了上千倍，并可根据业务情况动态扩容；
2. 2018 款好医保住院医疗保险，每天 1 万单的日结文件，处理速度从以前的 4 小时缩短至 6 分钟；
3. 新产品上线时间缩短 80% 以上，从原来的数周缩短至数天；
4. 采用多种协议转换和标准化对接流程，使外部渠道接入效率提升 6 倍，支持第三方业务快速拓展。

## 致 谢

本报告是金融信息化研究所首次联合金融机构和科技公司针对金融信息技术关键难题开展联合研究的成果，报告基于行业广泛调研结果、采用 FITI - PIGTH 分析法，数易其稿，终于面世。报告编制得到中国人民银行科技司有关领导和部门的指导，得到金融机构和科技公司的大力支持；受到中国金电集团公司领导的高度重视，也得到金电信科、国金认证、生态实验室、金融电子化杂志社等兄弟公司的大力支持。报告完成后，广泛征集了行业专家的意见，并邀请行业数据库专家宋瑞、刘文涛、孙科等为报告评审把关，进一步提升报告质量。在此，对上述机构的领导和专家们一并表示感谢。

稳妥发展金融科技，深入推进金融业数字化转型，有难题找 FITI！我们一起携手并肩，为金融业务数字技术解决方案贡献力量！

FITI 金科智库，一揽子解决金科难题  
更多详情，欢迎前往金融信息化研究所公众号



中国金电集团



金融信息化研究所



FTPC 金科智库

网站: [www.fitipbc.com](http://www.fitipbc.com)

邮箱: [yjs@icfcc.com](mailto:yjs@icfcc.com)