FROST & SULLIVAN 沙利文 头豹 LeadLeo

2020年
中国金融级分布式数据库市场报告

2020 China Financial-grade Distributed Database Market Report

2020年中国金融グレードの分散データベース市場レポート

报告标签：金融信创、金融科技、银行IT

概览说明

沙利文谨此发布中国数据管理系列报告之《2020年中国金融级分布式数据库市场报告》年度报告。本报告旨在分析中国数据管理解决方案的概念定义、应用前景、技术动向及发展趋势，并识别金融级分布式数据库市场竞争态势，反映该细分市场领袖梯队品牌的差异化竞争优势。

沙利文联合头豹研究院对金融级分布式数据库进行了下游用户体验调查。受访者来自银行、保险公司、证券公司等多种金融机构，所在公司规模不一，细分领域有别。

本市场报告提供的金融级分布式数据库发展趋势分析亦反映出数据库行业整体的动向。报告最终对市场排名、领袖梯队的判断仅适用于本年度中国数据管理解决方案发展周期。

本报告所有图、表、文字中的数据均源自弗若斯特沙利文咨询（中国）及头豹研究院调查，数据均采用四舍五入，小数计一位。

报告提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系弗若斯特沙利文及头豹研究院独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经弗若斯特沙利文及头豹研究院事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，弗若斯特沙利文及头豹研究院保留采取法律措施、追究相关人员责任的权利。弗若斯特沙利文及头豹研究院开展的所有商业活动均使用“弗若斯特沙利文”、“沙利文”、“头豹研究院”或“头豹”的商号、商标，弗若斯特沙利文及头豹研究院无任何前述名称之外的其他分支机构，也未授权或聘用其他任何第三方代表弗若斯特沙利文或头豹研究院开展商业活动。

概览摘要

01 传统数据库面临的问题与挑战

随着井喷式的需求进程，数据处理所面对的数据类型、数据规模、计算速度的要求趋于严苛。而云计算通过存算分离、资源弹性动态分配、边缘节点计算打破了传统计算场景的瓶颈，实现了当前数据处理的需求，云计算场景的需求推动了分布式数据库的应用发展。

02 金融级分布式数据库的必要性

目前金融业务架构普遍采用“大/小型机+集中式数据库系统”的方案，而分布式数据库通过提供高安全、高性能、高质量及低成本的数据存储处理方案或将成为未来金融业发展中必不可少的技术基础。信息安全风险考量驱动分布式数据库技术的发展。

03 数据库解决方案向不同金融业务场景细分化

银行的核心业务系统正从传统的集中式结构逐步向服务化、分布式这样的体系在演进。不同规模的银行机构都启动了对于核心的改造工作，引入分布式的技术来支撑他们业务的发展。

趋势中，银行的非核心业务和其他业务也会更多的向单元化、服务化发展；而云、微服务、未来的 serverless 等应用架构，会在保证安全高可用后逐渐向核心业务系统引入。

目录

◆ 分布式数据库综述 ---------- 06
- 传统数据库面临的问题与挑战 ---------- 07
- 分布式数据库概述 ---------- 08
- 分布式数据库与传统数据库的区别 ---------- 09

◆ 金融级分布式数据库综述 ---------- 10
- 金融级分布式数据库的必要性 ---------- 11
- 金融业务对分布式数据库的要求 ---------- 13
- 分布式数据库架构设计路径 ---------- 14
- 原有业务由集中式向分布式迁移的路径 ---------- 15

◆ 金融级分布式数据库技术洞察 ---------- 16
- 分布式事务一致性 ---------- 17
- 无共享架构 ---------- 20
- HTAP混合交易分析型数据库 ---------- 21
- 云化与微服务化不可逆 ---------- 22
- 运维上云与智能化 ---------- 23
- 人工智能赋能数据库 ---------- 24
- 开源生态 ---------- 25

◆ 金融级分布式数据库发展趋势分析 ---------- 27
- 国有大行核心业务趋于分布式改造 ---------- 28
- 数据库解决方案向不同金融业务场景细分化 ---------- 29
- 数据库厂商发展关键因素分析 ---------- 30

◆ 中国金融级分布式数据库行业竞争分析 ---------- 31
- 中国金融级分布式数据库行业综合竞争表现 ---------- 32
- 中国金融级分布式数据库行业评分维度 ---------- 33
- 中国金融级分布式数据库行业领导者 ---------- 35

◆ 名词解释 ---------- 38

◆ 方法论 ---------- 40

◆ 法律声明 ---------- 41

CONTENTS

- Overview of Distributed Database 06
  - Problems and challenges faced by traditional database 07
  - Overview of distributed database 08
  - Difference between traditional database and distributed database 09
- Overview of Financial-grade Distributed Database 10
  - The necessity of financial-grade distributed databases 11
  - Financial business requirements for distributed databases 13
  - Distributed database architecture design path 14
  - Database migration path 15
- Technology Insight of Distributed Database 16
  - Consistency of Distributed Transactions 17
  - Share-nothing Architecture 20
  - HTAP Hybrid Transaction Analysis Database 21
  - Cloud Service and Micro-service 22
  - Operation and Maintenance 23
  - AI for Database 24
  - Open Source Community 25
- Trend Analysis of Financial-grade Distributed Database 27
  - Distributed Database application on State-owned large banks core business 28
  - Database solutions are segmented into different financial business scenarios 29
  - Analysis of Key Factors in the Development of Database Vendors 30
- Competition Analysis of Financial-grade Distributed Database 31
  - Comprehensive Vendors Assessment 32
  - Assessment Scoring 33
  - Leading Competitors 35
- Terms 38
- Methodology 40
- Legal Statement 41

图表目录

- 数据属性、计算载体与数据库的演进 ---------- 07
- 分布式数据库的技术框架 ---------- 08
- 集中式数据库 vs. 分布式数据库 ---------- 09
- 数据库的分类 ---------- 09
- 银行业务系统的需求变化 ---------- 11
- 数据库的发展历程 ---------- 12
- “IOE”架构 vs. “XML”架构 ---------- 12
- 金融业对分布式数据库的要求 ---------- 13
- 架构师视角的分布式搭建思路 ---------- 14
- 分布式数据库迁移路径 ---------- 15
- 事务一致性属性及实现思路 ---------- 17
- 一致性协议简要原理 ---------- 18
- 2PC vs. 3PC vs. Paxos vs. Raft ---------- 18
- Raft协议原理 ---------- 19
- 三中心跨机房多活部署 ---------- 19
- 数据库集群架构分类 ---------- 20
- SN vs. SM vs. SD ---------- 20
- 传统数据库应用架构数据流 ---------- 21
- 分离架构HTAP简要原理 ---------- 21
- OLTP vs. OLAP vs. HTAP ---------- 21
- 云化与微服务化的演进 ---------- 22
- 运维演变历程 ---------- 23
- 智能运维原理 ---------- 23
- AI赋能数据库对比 ---------- 24
- 开源社区构成 ---------- 25
- 国有大行分布式改造 ---------- 28
- 供给端数据资源流 ---------- 29
- 银行的不同业务场景 ---------- 29
- 数据库厂商关键成功因素分析 ---------- 30

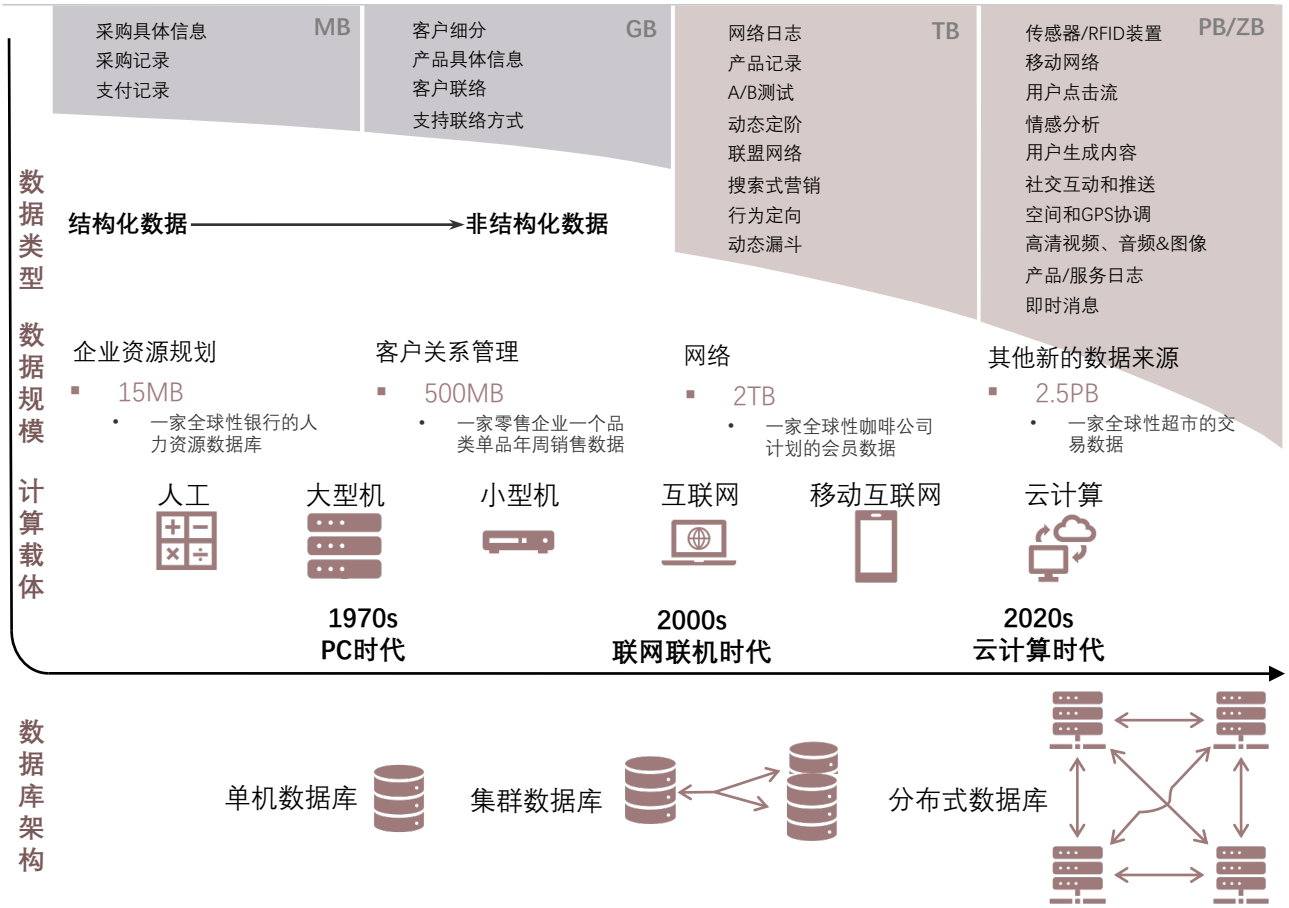
01
分布式数据库综述

- 传统数据库面临的问题与挑战
- 分布式数据库与传统数据库的区别
- 分布式数据库概述

传统数据库面临的问题与挑战

- 随着计算载体的迭代与业务需求的相互促进，传统数据库已落后于计算场景的需求，让步于分布式数据库

数据属性、计算载体与数据库的演进



来源：沙利文

❑ **计算载体更新迭代与业务需求演化的相互作用**

以银行的信息化发展历程为例，过去没有计算机作为工具时，靠人工处理账务、手工对账核算；在PC时代，手工处理的工作开始电子化，优化了记账速度和核算效率，建立起一个网点的电子账本；互联网基础设施的建设，开始将各网点通过中心城市的大型机连接起来，初步实现业务联网区域的通存通兑；随着省市级、国家级数据联通的实现，银行进一步拓宽网络、电话、移动渠道，使银行的金融服务体系从“以账户为中心”过渡为“以客户为中心”，且在存贷汇的基础上开拓了资管、理财、代销等表外业务。

❑ **数据属性正在经历代际剧变**

随着井喷式的需求进程，数据处理所面对的数据类型、数据规模、计算速度的要求趋于严苛。云已经领先传统终端成为了最重要的计算场景，而分布式架构也正在替代传统架构实现海量高效的数据处理。

分布式数据库概述

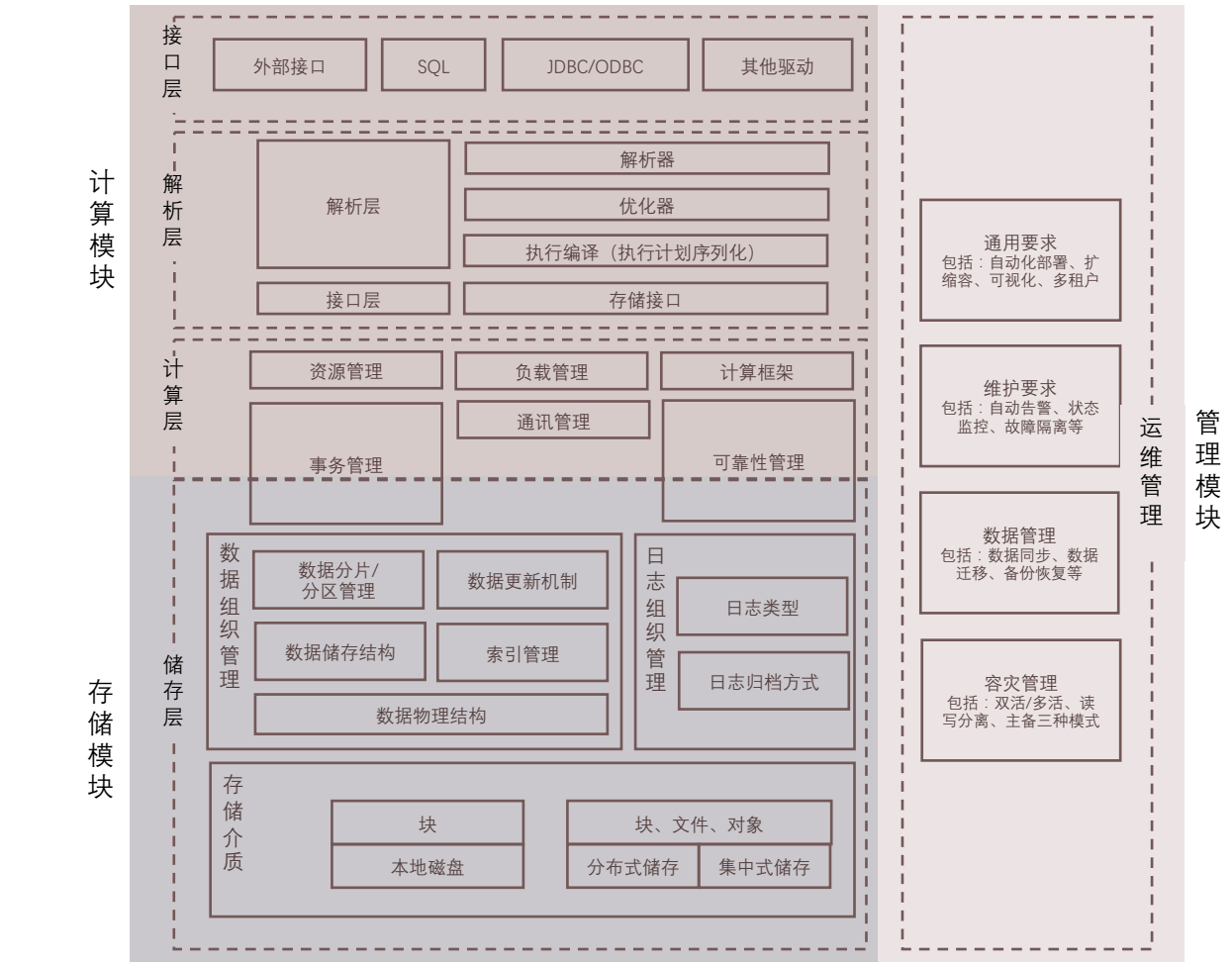
- **分布式数据库凭借资源池化管理与兼容多类型接口的数据服务能力满足了云计算场景的需求**

❑ 云计算场景推动分布式数据库的发展

随着数据类型、数据规模的高速增长，传统的终端计算场景已经难以应对数据存储处理的工作量与复杂度。而云计算通过存算分离、资源弹性动态分配、边缘节点计算打破了传统计算场景的瓶颈，实现了当前数据处理的需求，云计算场景的需求推动了分布式数据库的应用发展。

- 分布式数据库通过资源池化管理实现物理或逻辑层的相互隔离与资源的自由伸缩，具备弹性扩张、HTAP事务能力、多租户管理能力、高可用性，与云计算场景需求相匹配。
- 分布式数据库对多种访问接口和数据类型的兼容，可以实现对存储与不同物理服务器、不同格式的数据进行结构与算法的优化，突破服务器类型的限制，为上层不同类型的应用提供多模式的数据服务。

分布式数据库的技术框架



来源：ITPUB, 沙利文

分布式数据库与传统数据库的区别

- 分布式数据库在经济性、安全自主、灵活性、可伸缩性对比及重视架构有明显优势

集中式数据库 vs 分布式数据库

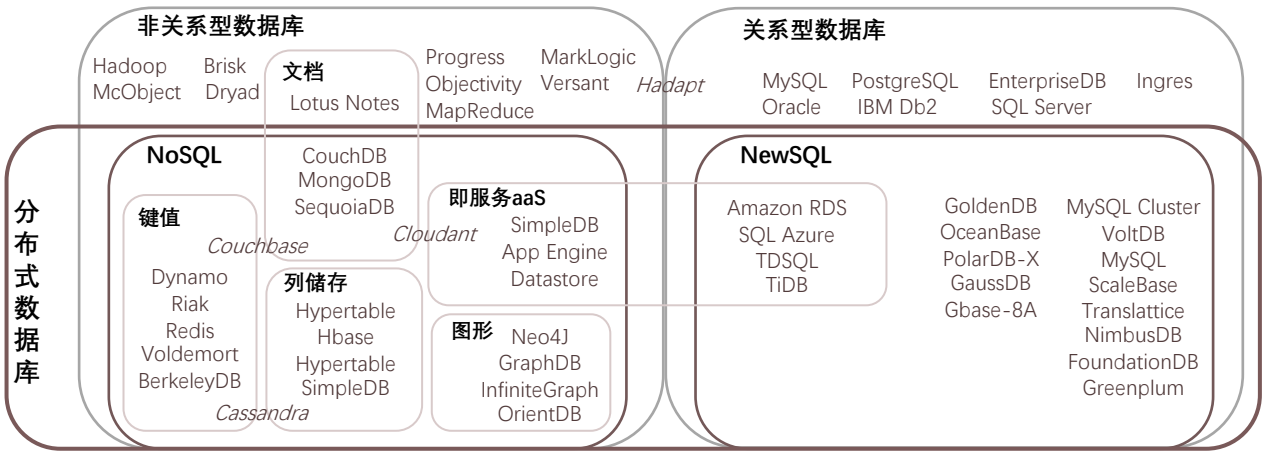
	集中式数据库	分布式数据库
定义	仅在一个位置上储存、定位和维护的数据库	分布于计算机网络且逻辑上统一的数据库
可扩展性	横向扩展受限，支持纵向扩展	支持横向扩展
扩容弹性	大变更需停机	快速迭代、小时级投产、分钟级在线扩容
成本	扩展需要高配置硬件，成本较高；单账户成本几十元，单笔交易成本几角钱	利用廉价PC Server组建集群，成本相对较低；单账户成本1元以下，单笔交易成本几分钱
兼容性	无法进行非结构化大数据处理，硬件兼容能力弱	支持非结构化大数据处理，硬件兼容能力强
高并发能力	可以支持单表千万级数据量的存储，但是难以支撑密集的并发读写，存在容量与性能瓶颈	关联多个节点，减少单个节点数据量；实现并行计算，支持PB级数据量访问，以及百万级高并发
事务性	遵循ACID	遵循CAP、BASE，少数提供ACID能力
自治性	集中式控制，厂商标准，封闭	局部DBMS自治性，产业标准，开放
可用性	系统监控与发布部署有架构优势	容灾机制和故障恢复有架构优势

来源：沙利文

❑ 分布式数据库优势

与集中式数据库相比，分布式架构在经济性、安全自主、灵活性、可伸缩性等方面有明显优势。虽然集中式架构在可维护性、一致性方面更具优势，但分布式系统可以通过分布式中间件与运维平台来达到同等甚至更高的水平。

数据库的分类



来源：451 Group，沙利文

02

金融级分布式数据库综述

- 金融级分布式数据库的必要性
- 金融业务对分布式数据库的要求
- 分布式数据库架构设计路径
- 原有业务由集中式向分布式迁移的路径

金融级分布式数据库的必要性（一）

- **随着经济和科技的发展，现有系统已越来越难以满足金融类企业的需求，分布式架构系统成为金融行业的必然选择之一**

❑ 金融科技以技术创新推动金融创新

金融业是数据密集型行业，从穿孔卡片到芯片电路，实现了会计电算化、金融电子化，金融业一直是信息科技的产品和服务的客户，推动了数字化时代的进程。目前金融业务架构普遍采用“大/小型机+集中式数据库系统”的方案，而分布式数据库通过提供高安全、高性能、高质量及低成本的数据存储处理方案或将成为未来金融业发展中必不可少的技术基础。

❑ 业务需求升级倒逼架构创新

以银行业为例，随着银行自身的业务发展变迁，短连接、高频次交易爆发式增长：

1. 已从“存贷汇”的基础业务拓宽到包括结算、投行、资管的中间业务以及包括基金、保险、信托等金融产品的经营和交叉销售。
2. 银行规模不断扩大，以达到更全面、更便捷地服务到更多的客户，银行在不断扩张物理网点的同时开发电子银行渠道。

银行创收在规模导向下，还需要同时关注结构、效率、质量维度的驱动力，在客户群、网点规模与业务线的三维高速增长之中，更需要对业务逻辑执行管理：

3. 以客户为中心，打破产品与账户之间的耦合关系，差异化定制产品；
4. 构建业务中台，通过参数化定义与配置新产品，快速推出产品。

银行业务系统的需求变化

	需求成因	需求新系统	具体要素
混业经营	从传统业务拓展到中间业务、零售业务	业务子系统	支付 消费信贷 理财 基金 保险
网点扩张	物理网点铺设仍不足以满足需求	线上网点	网络银行 移动银行 电话银行 银行卡系统 渠道管理系统
以客户为中心	打破产品与账户之间的耦合关系	“以客户为中心”业务系统	个人客户 家庭客户 高净值客户 企业客户 集团客户
业务中台	参数化定义完整配置新产品	产品工厂	贷款产品 功能对象 对象参数 参数列表

来源：ChunSheng，沙利文

金融级分布式数据库的必要性（二）

- 随着经济和科技的发展，现有系统已越来越难以满足金融类企业的需求，分布式架构系统成为金融行业的必然选择之一

中国数据库行业发展历程

1978	1989	1998	2000	2009	2015…
数据库理论进入中国	**国际玩家进入中国市场**	**中国数据库行业格局雏形形成**	**互联网玩家的崛起改变数据库业态**	**开源存储逐步取代传统数据库**	**云数据诞生**
• 1978年，萨师煊将数据库理论引入中国 • 1985年，中国数据库技术首先应用于国防、竣工等领域	• 1989年，Oracle在中国注册中文名称“甲骨文” • 1997年，中国第一代DBA诞生（Oracle承接中国东三省邮电管理局5期工程项目）	• 1998年，金融业使用IBM的DB2数据库和Informix数据库，电信业使用Oracle的数据库 • 1999年，数据库社区星期，成为主要技术知识获取手段	• 2000年，互联网行业兴起和Oracle数据库的高成本催生了MySQL数据库的应用（雅虎公司率先使用MySQL） • 2004年，阿里巴巴放弃Oracle数据库并转而使用开源的MySQL	• 2009年，**去IOE**的兴起促使PC Sever、MySQL及中低端存储逐步分别取代IBM小型机、Oracle集中式数据库和EMC的高端SAN存储 • 2013年，棱镜门事件使得中国本土玩家的数据库产品开始为本土市场所关注	• 2015年，AWS发布Amazon Aurora云数据库 • 2015年，阿里巴巴和蚂蚁金服自研金融数据库OceanBase • 2017年阿里云发布中国本土首个自研云数据库PolarDB

来源：沙利文

❑ 早期金融业信息系统

金融业信息系统相比互联网系统有着更为复杂的底层技术栈和基础设施体系，一方面金融业开始采用数据库的时间相对更早，另一方面金融业对信息系统对稳定性的要求很高。因此早期金融机构采用COBOL + DB2实现核心信息系统，采用IOE实现其他信息管理系统。而这套体系有着显著的三个特点：稳定， 昂贵，国外垄断。

❑ 信息安全风险

“棱镜门”曝光之后，银监发[2014]39号文件中指出：“中国的银行业已逐步迈入互联网金融和大数据时代，核心数据的暴露和集中将引发更大的安全挑战，所以，安全、自主、可控是金融信息化持续健康发展的基础。”可推导出基础设施与信息技术服务国产化已然是一个明确的方向，“XML”取代“IOE”呼之欲出。

“IOE”架构 vs. “XML”架构

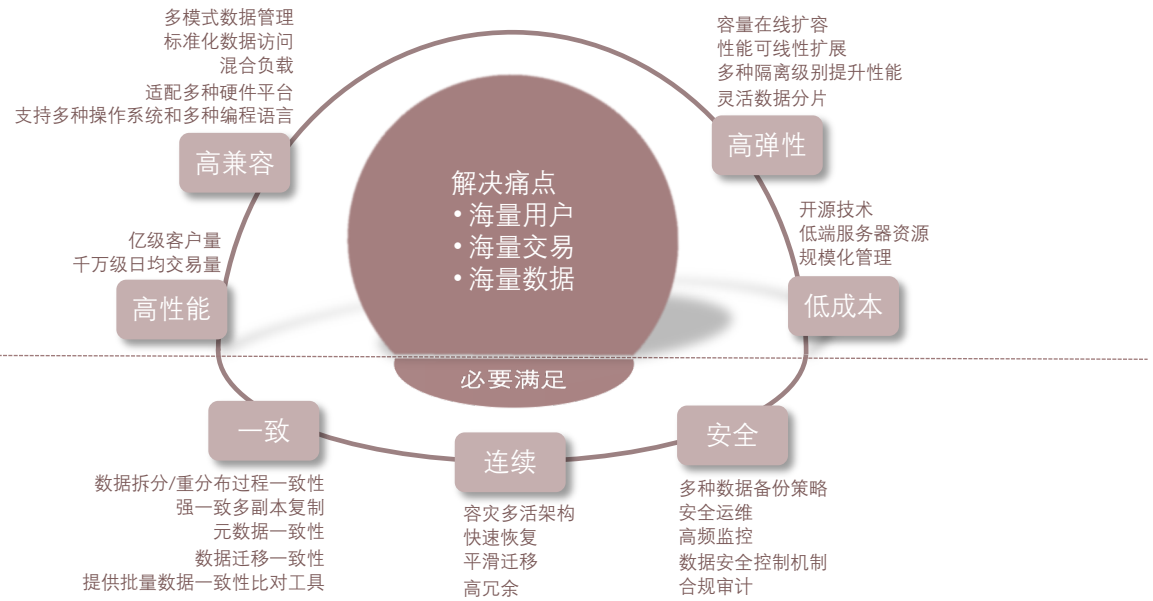
	小型机 IBM (I) • 商业化硬件设施解决方案 • 基于封闭技术体系的操作系统、虚拟化技术 • 以IBM、HP为代表	(X) X86框架的PC服务器 • 低端硬件资源组成的集群 • 基于开放框架的X86服务器 • 不依赖任何专用存储技术	
•初始采购成本高 •难以自主运维且服务成本高 •技术不可控，可用性、扩展性完全依赖服务商 •具有有限的扩展能力，且扩展成本高 •业务支撑能力有限，依赖供应商支持	集中式关系数据库 ORACLE (O) • 商业化数据库解决方案 • 提供复杂的事务管理、数据高可用技术 • 以DB2、ORACLE为代表	(M) MySQL开源数据库 • 基于开源的MySQL分布式数据库技术 • 通过自主研发的同步技术实现数据高可用	•采购成本低 •技术完全自主可控 •可自主运维 •可自行制定容量管理等方案，无需依赖第三方提供商 •具备无线扩展能力，扩展成本低，时效性高 •可按需支撑业务发展需要
	SAN储存系统 EMC (E) • 商业化数据存储解决方案 • 提供高性能、高可用的数据存储技术 • 以EMC为代表	(L) Linux 开源操作系统 • 基于开源技术的操作系统、虚拟化技术	

来源：OSChina，沙利文

金融业务对分布式数据库的要求

- 金融领域对比其他领域在应用场景、技术条件和关键诉求上存在差异且更为严苛

金融业对分布式数据库的要求



来源：中国软件评测中心、微众银行、GoldenDB，沙利文

- **数据一致性**

互联网领域普遍采用最终一致性方案以实现更高的性能，但金融核心业务要求数据库必须支持强一致性方案以优先保证数据正确性。

- **业务连续性**

多数据中心部署后，数据需要在灾难情况下不丢数据，保持业务连续服务

- **数据安全性**

数据服务需要具备安全防护手段，防止非法访问与篡改

- **服务可扩展性**

金融服务尤其是互联网金融服务带来的瞬时数据库并发负载，往往要达到万次/秒的读写请求，要求数据服务能够线性扩展性能与容量

- **多模式数据管理**

满足应用程序对于结构化、半结构化、非结构化数据的储存和管理需求。支持跨部门、跨业务的数据统一存储与管理，实现多业务数据融合，以支撑多样化的金融服务

- **标准化数据访问**

需要对结构化数据提供标准SQL语言的支持，还需要针对半结构化、非结构化数据提供如JSON、对象存储管理等访问能力

- **混合负载**

支持复杂的业务场景，同个数据库平台能同时兼容OLTP应用和OLAP应用，打破数据的孤岛效应

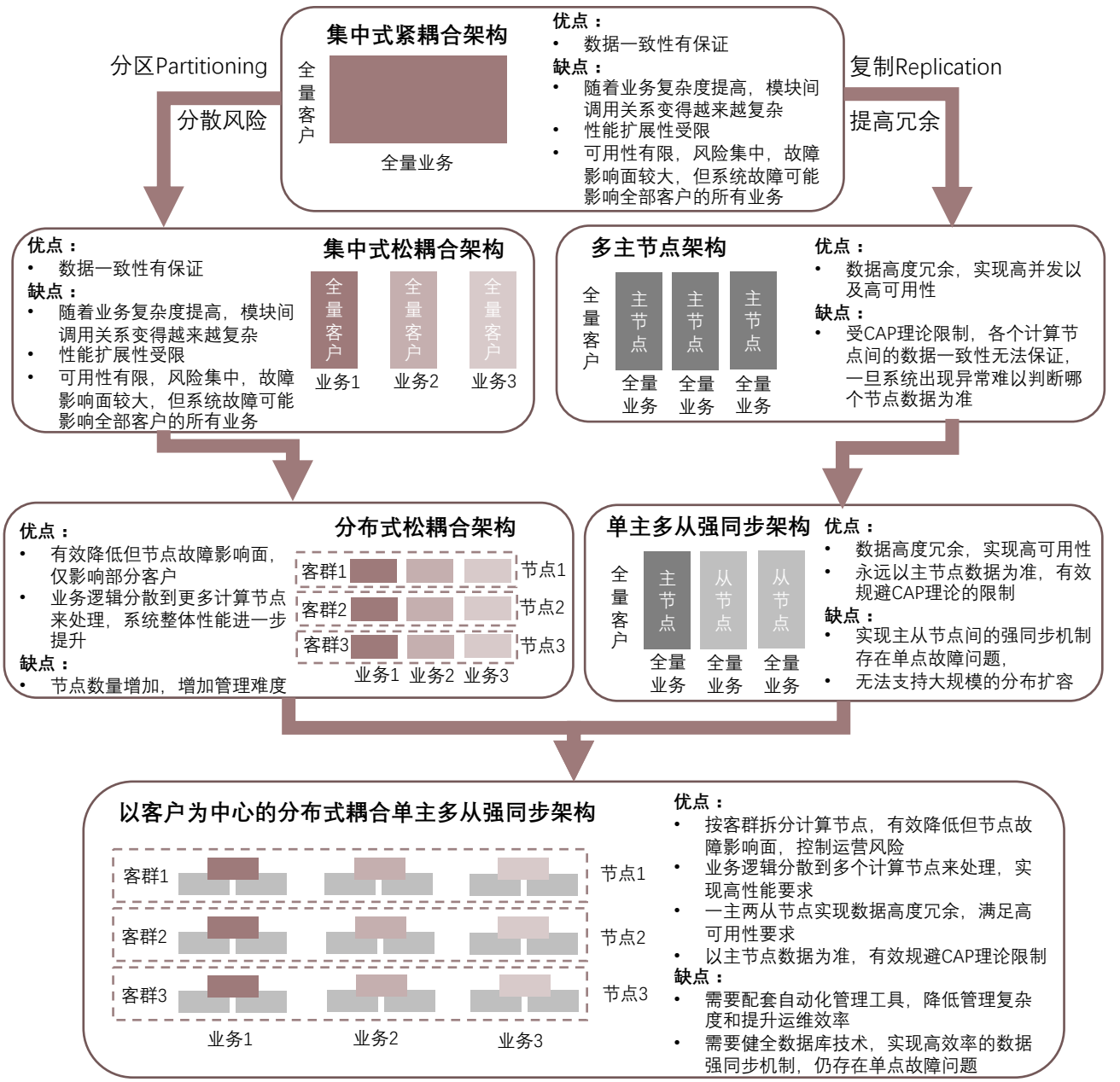
- **适配性**

支持多种操作系统和多种编程语言，并适配多种硬件平台

分布式数据库架构设计路径

- 以主从同步架构为案例，分布式架构的搭建需要考虑众多综合因素，在CAP限制下对不同的属性调整优化与牺牲

架构师视角的分布式搭建思路



来源：微众银行，沙利文

❑ 分布式架构的选型展望

主从同步架构仅仅是一个较为简单的分布式架构模型，正如在其缺点中所提到的运维问题、强一致同步问题都没有解决。搭建分布式数据库必须要面对CAP理论设定的边界，但随着Paxos算法解决一致性问题、HTAP混合负载解决高并发和扩展性能、AI结合运维管理、云原生应用架构与分布式数据库架构的结合，分布式架构的潜力得到了无限的释放。

原有业务由集中式向分布式迁移的路径

- 数据库迁移需要精准规划评估、稳步实施测试和专业运维保障。在要求专业的同时，需要多方多部门人员的深度协作

❑ **分布式数据库迁移的目的**

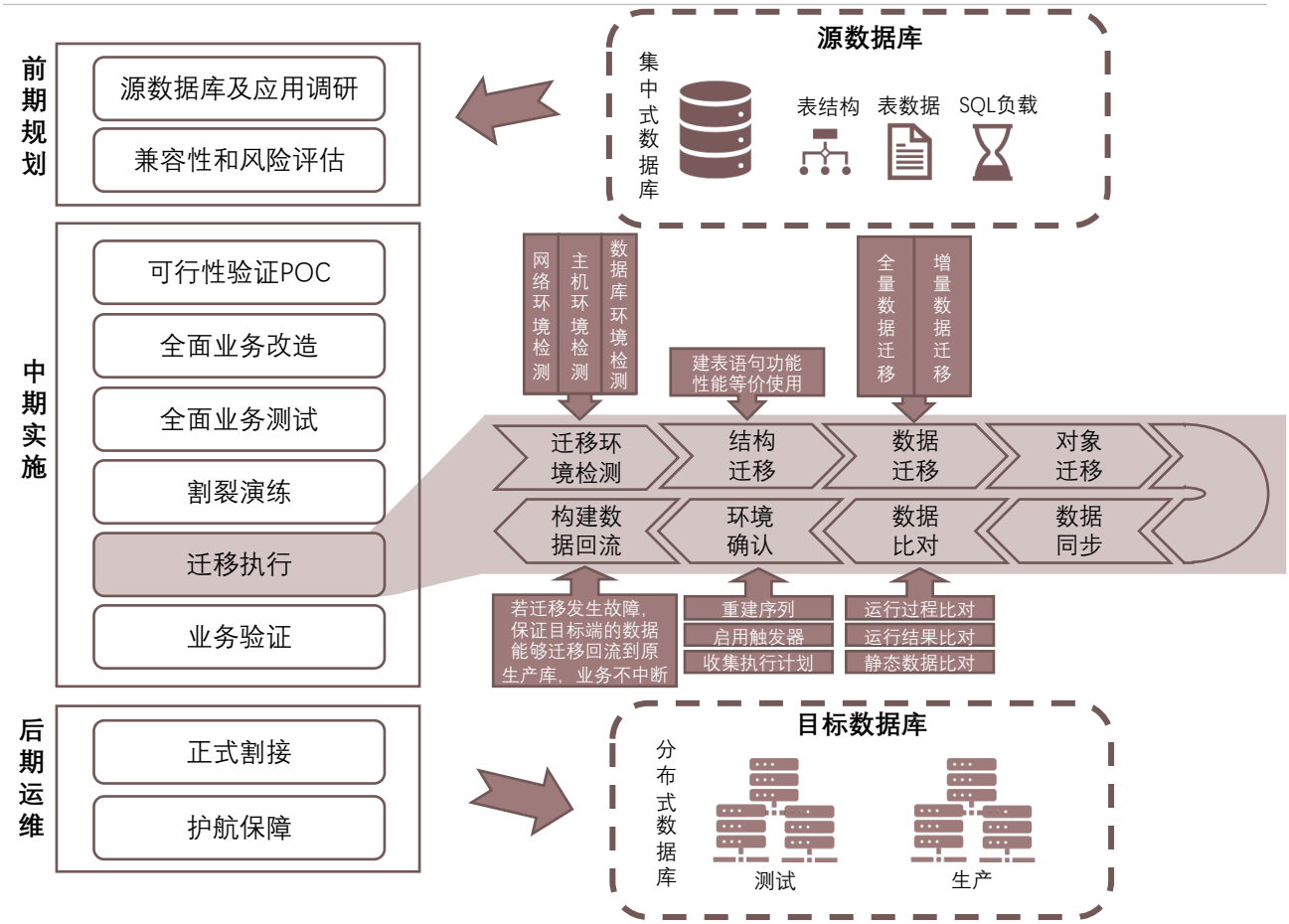
保证原有数据无损，原有业务不变的前提下，提升原有的用户体验，是数据库迁移的基本原则。尤其在金融级数据库中，保障数据质量无损是底线。

❑ **分布式数据库迁移的难点**

数据库迁移本质上是两个数据库系统之间的比较和转换。目前行业缺乏对数据迁移的指导性工程方法和标准配套工具，依赖应用系统使用方、应用开发测试团队和数据库厂商等多方的有序组织配合。

为了避免迁移失败导致的数据丢失、系统混乱、业务中断等灾难性后果，分布式数据库迁移需要完备的规划方案和谨慎的实时操作。

分布式数据库迁移路径



来源：中国信通院，OceanBase，沙利文

03
金融级分布式数据库技术洞察

- 分布式事务强一致性
- 无共享架构
- HTAP混合交易分析型数据库
- 云化与微服务化
- 运维上云与智能化
- 人工智能赋能数据库
- 开源生态

分布式事务强一致性（一）

- **金融核心业务要求数据库必须支持强一致性方案以优先保证数据正确性，保障钱财安全是最重要的应用场景**

❑ 一致性的定义

在数据库系统中通常用事务来保证数据的一致性和完整性。在分布式系统中，数据一致性往往指的是由于数据的复制，不同数据节点中的数据内容是否完整并且相同。

弱一致性：异步复制，不能保证任何一次读都能读到最近一次写入的数据。

强一致性：同步复制，任何服务器上的读操作总是能看到最新写入的数据。

❑ 实现强一致性的底层路径

写一致性：在写入数据的同时将数据复制到其他服务器上；

读一致性：写入后不再复制，在读取时使用版本来协调复制；

多数派一致性：引入数据版本号判断并读取最新写入的多数派数据副本。

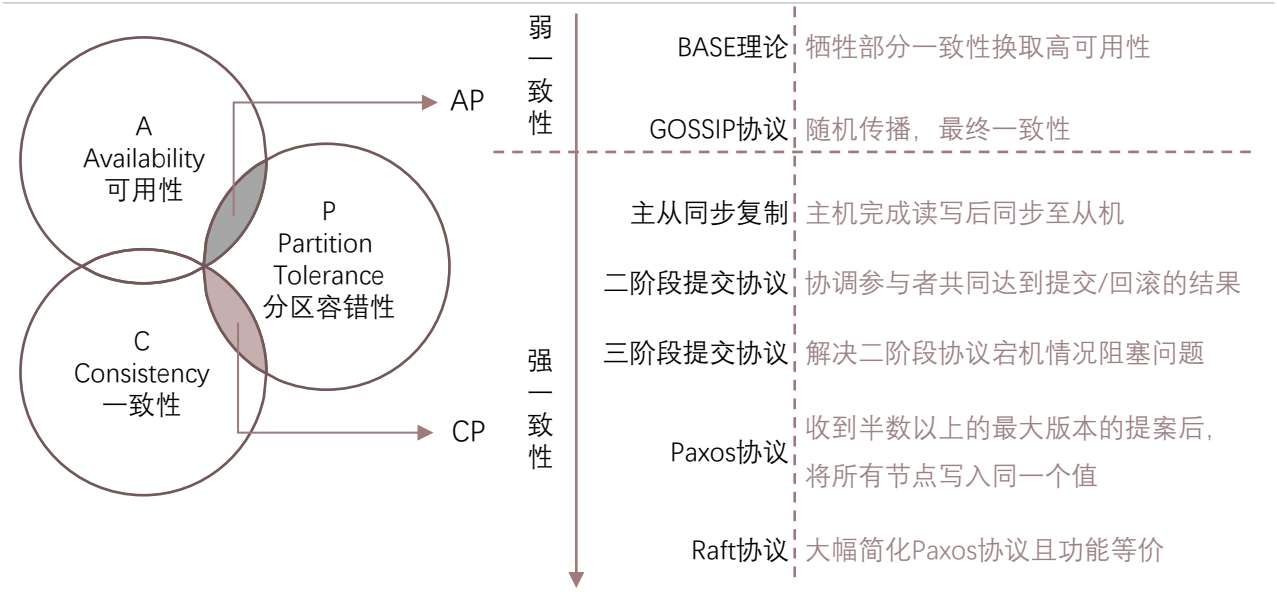
❑ CAP理论

CAP理论证明了，任何分布式系统只可同时满足以上两点，无法完全兼顾三者。而分布式系统都需要满足分区容错性，必须在一致性和可用性之间进行权衡。

AP系统：选择了高可用和分区容错性，此时，那个失去联系的节点依然可以向系统提供服务，不过它的数据就不能保证是实时同步的。

CP系统：要求数据在各个服务器上是强一致的，然而网络分区会导致同步时间延长，可用性得不到保障。适合对结果一致性非常敏感的金融级数据库，保障钱财安全是最大的应用场景。

事务一致性属性及实现思路

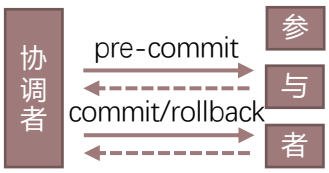


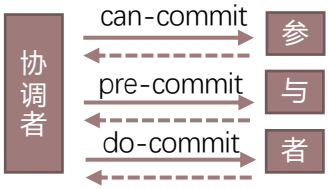
来源：沙利文

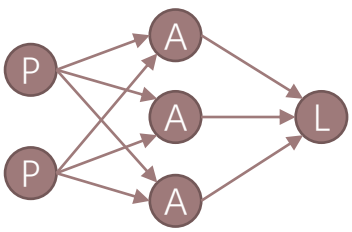
分布式事务强一致性（二）

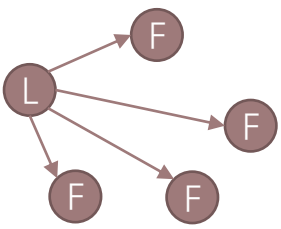
- 从以2PC为代表的写一致性协议过渡到以Paxos为代表的多数派一致性协议，可应用的分布式事务处理技术走向成熟

一致性协议简要原理









2PC 两阶段提交协议

2PC是一种原理比较简单的分布式一致性协议，由一个中心化协调者节点对N个参与者节点组成，事务的提交过程分成了两个阶段来进行处理。

优点：原理简单，方便实现强一致性。

缺点：阻塞性协议，单点协调者服务宕机会严重影响系统的可用性。

案例：TiDB、GoldenDB、GaussDB

3PC 三阶段提交协议

将 2PC 的Pre-Commit过程一分为二(Can-Commit、Pre-Commit)

优点：降低了阻塞，解缓了单点故障问题。

缺点：没有摆脱中心化单点服务，仍存在不一致性隐患，性能较慢。

案例：N/A

Paxos协议

基于消息传递且具有高度容错特性的共识算法，一个分布式系统中的各个进程如何就某个值（决议）通过共识达成一致。Paxos将系统中的角色分为Proposer，Acceptor和Learner，一个进程可能同时充当多种角色，当一半以上的Acceptor同意了一个提案，就认为该提案被选定了。

优点：彻底避免了单点故障，支持多节点同时写入，高并发度。

缺点：算法实现难度和运行开销非常大，算法陷入活锁的情况没有解决。

案例：OceanBase、GaussDB、PolarDB

Raft协议

Raft协议是Paxos协议的一种简化实现，Raft将系统中的角色分为Leader，Candidate和Follower。Raft强化了节点间的日志同步，使得选举后的日志同步更加清晰，在效果上与Paxos等价

优点：实现与运行更简单，多场景适用，单节点写入保证更强的一致性。

缺点：同步日志机制降低了新加入节点性能，单节点投票机制降低并发度。

案例：TiDB、RadonDB、DM8、GoldenDB

2PC vs. 3PC vs. Paxos vs. Raft

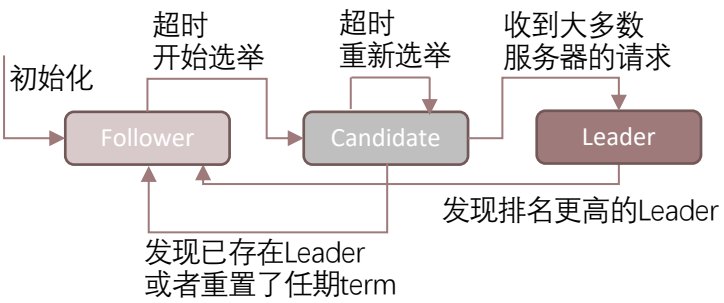
	2PC	3PC	Paxos	Raft
数据一致性	2	2	3	3+
安全性	1	1+	2	3
容错性	1	2	3	3+
低复杂性	3	3	1	2
高并发性能	2	1	3	2
低维护成本	3	2	1	1

1-3 为推荐分，更推荐得分高者
来源：51CTO，上海交通大学，纽约大学，沙利文

分布式事务强一致性（三）

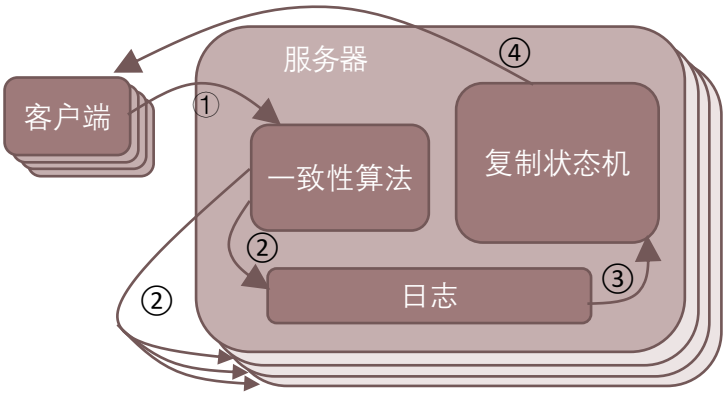
- 分布式数据库以多副本机制来保证系统的安全可靠，而多副本带来的一致性问题则让以Raft为代表的一致性协议成为关键

Raft协议原理



Raft算法中服务器主要分为三种角色，并且三种角色相互独立，在同一时间内只可能扮演其中一种角色。

- Leader：用于对所有用户的请求进行处理以及日志的复制等等。
- Follower：不会主动发送消息，只响应来自Leader与Candidate的请求。
- Candidate：用于选举新的Leader。



① 客户端发起请求，Raft一致性算法将请求交由Leader处理

② Leader将操作写入日志，紧接着对Follower发起追加请求，尝试让Follower更新日志副本

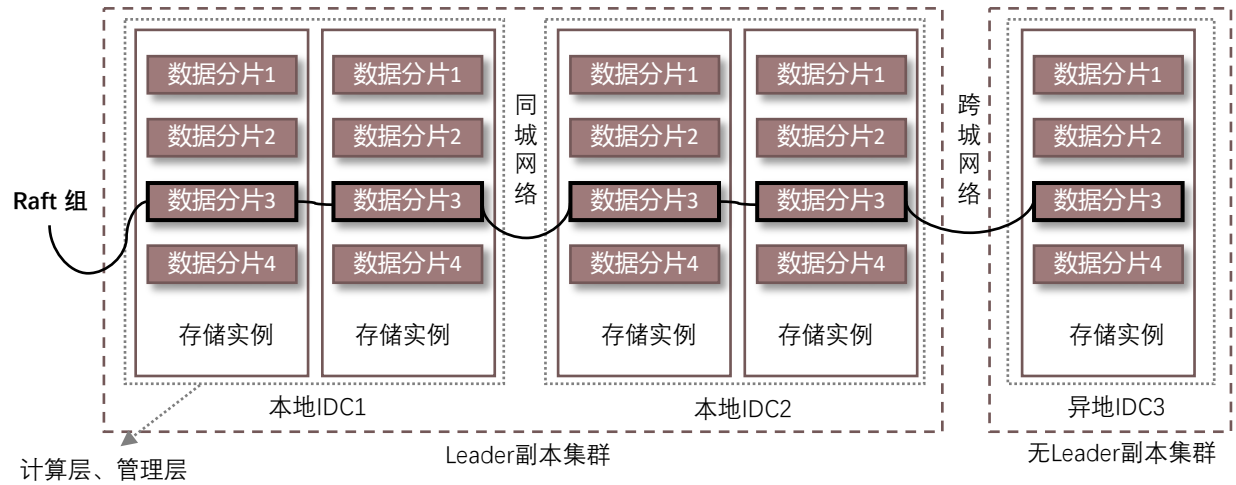
③ 如果Follower过半数同意请求，Leader进行commit操作，把指令交由状态机处理

④ 状态机处理完成后，返回结果给客户端。

一致性算法管理来自客户端状态命令的复制日志，保证状态机处理的日志中的命令的顺序都是一致的，因此会得到相同的执行结果。

来源：斯坦福大学，沙利文

三中心跨机房多活部署

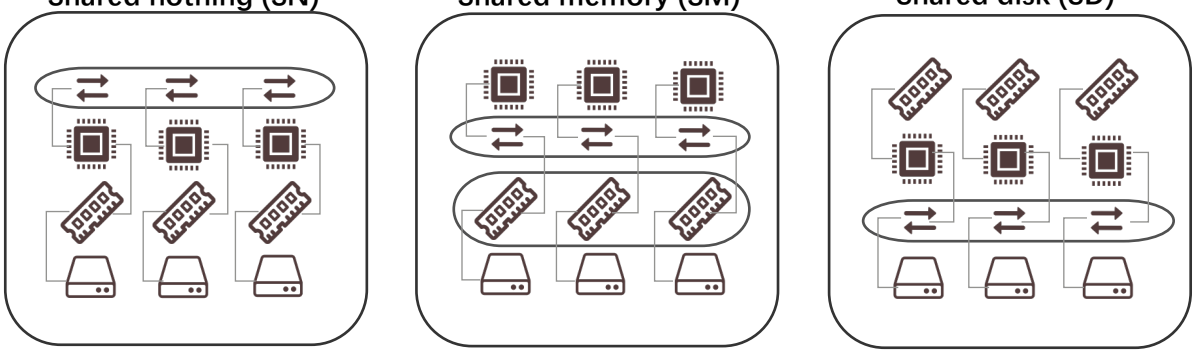


来源：TiDB，沙利文

无共享架构

- 在高可用性、带宽要求低、平滑扩展能力与远程部署能力上的优势决定了无共享架构将成为未来的存储应用主流

数据库集群架构分类



	无共享架构 Shared nothing (SN)	共享内存架构 Shared memory (SM)	共享磁盘架构 Shared disk (SD)
定义	• 每个处理器都私有内存和磁盘空间 • 处理器之间通讯通过网络连接	• 多个处理器共享一片内存区域 • 通过内部通讯机制访问所有内存	• 每个处理器自带私有内存区域 • 通过内部通讯机制访问所有磁盘
案例	• GaussDB、TiDB、Oceanbase • Golden DB、PolarDB	• Redis	• Amazon Aurora • KDRDS
优势	• 无限的水平扩展 • 无单点，可用性强 • 业务侵入性小	• 故障恢复能力高 • 单个系统镜像，管理简单 • 主存转换效率高，消息数量积累少	• 快速适应变化的负载 • 高可用 • 数据不需要分区
劣势	• 实现较为复杂 • 在某些场景下需要重新思考业务设计	• 内存访问干涉与网络带宽竞争问题 • 扩展能力有限	• 写入瓶颈并没有解决，单机写入 • 依靠文件系统的多副本复制及高可用

来源：Oracle，ScaleDB,，韩国工业科学院RIST，加州大学伯克利分校，沙利文

SN vs. SM vs. SD

	SN	SM	SD
并行控制能力	2	2	1
灾难恢复能力	2	3	1
数据库设计易度	1	2	2
负载均衡能力	1	3	2
高可用性	3	1	2
消息数量处理	1	3	2
带宽要求	3	1	2
横向扩展能力	3	1	2
远程部署能力	3	1	2
关键会话敏感性	3	1	2
系统镜像数量	1	3	1
热点敏感度	1	1	1

1-3 为推荐分，更推荐得分高者
来源：加州大学伯克利分校，沙利文

❑ 三种架构的比较

共享内存架构无法大规模扩容处理器，使得此架构相较于其他二者失去了最为重要的竞争优势，扩展能力决定了其集群性能的上限；

共享磁盘架构没有在任何一项能力之中胜出（所有得分都为1或2）；

尽管无共享架构存在难以对付的缺陷，但其在高可用性、带宽要求低、扩展能力与远程部署能力上的优势决定了无共享架构将成为未来的应用主流。

❑ 无共享架构设计思路深化

对于共享内存架构与共享磁盘架构而言，扩展更多的处理器，反而会使系统减慢，因为增加了对内存访问和网络带宽的竞争，由于内存系统和磁盘系统都由内部通讯机制联系在一起，而出现了明显的瓶颈。

当随着事务数量不断增加，无共享架构通过增加额外的处理器和内存，降低了竞争资源的等待时间，从而提高了性能，保证了每个事务处理时间不变。反过来，如果一个数据库应用系统要获得良好的可扩展的性能，它从设计和优化上就要考虑无共享体系结构

HTAP混合交易分析型数据库

- **HTAP解决了金融级数据库面对海量数据库下的存储与并发处理的扩展性问题，实现在线高并发OLTP及OLAP海量数据分析**

传统数据库应用架构数据流

来源：卡内基梅隆大学，PingCAP，沙利文

❑ **传统数据库应用架构存储属性**

OLTP：将不同属性连续存储，即行存储，一条数据的所有属性是连续存储的，可以使得插入/更新/删除更快。

OLAP：将不同数据的同一属性连续存储，即列存储，使得查询操作只读关心的数据属性，而不是一整条数据，减少浪费；可以更好地支持复杂查询。

❑ **传统数据库应用架构的问题**

- OLAP 和 OLTP 系统间会有分钟/小时级的时延，且OLAP和OLTP数据库之间的一致性无法保证，难以满足对分析的实时性要求很高的业务场景。
- 高可用冗余的副本数量大且分散，ETL数据异步传输链路运维复杂度高，副本同步和运维的难度和成本高。
- 软件开发团队需要为不同的数据库编写查询语句，且有可能需要将不同系统的数据进行聚合，开发成本高。

❑ **分离架构的HTAP实现收敛技术栈**

低成本，底层数据可快速复制，并且同时满足高并发的实时更新。

块连续存储，行存储频繁被修改的热数据，列存储需要查询和分析的冷数据。

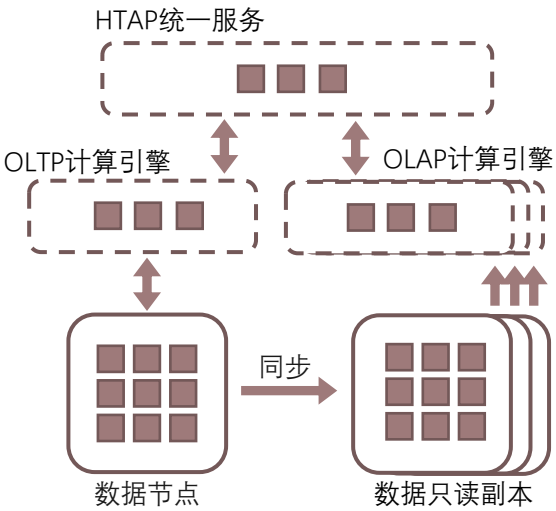
大规模多级并行处理能力MPP，以无共享架构集群具备线性扩展能力。

资源隔离，提供AP、TP资源链隔离机制，避免相互影响。

❑ **HTAP数据库案例**

GoldenDB、GaussDB、TiDB、PolarDB、Oceanbase

分离架构HTAP简要原理



来源：GBASE, PolarDB-X, 沙利文

OLTP vs. OLAP vs. HTAP

	OLTP	OLAP	HTAP
响应速度	3	2	3
吞吐量	1	2	3
并发访问量	2	1	3
事务大小	1	2	3
数据访问量	1	2	3
索引规模	2	3	3
实时性	3	1	2
物化视图	1	3	3

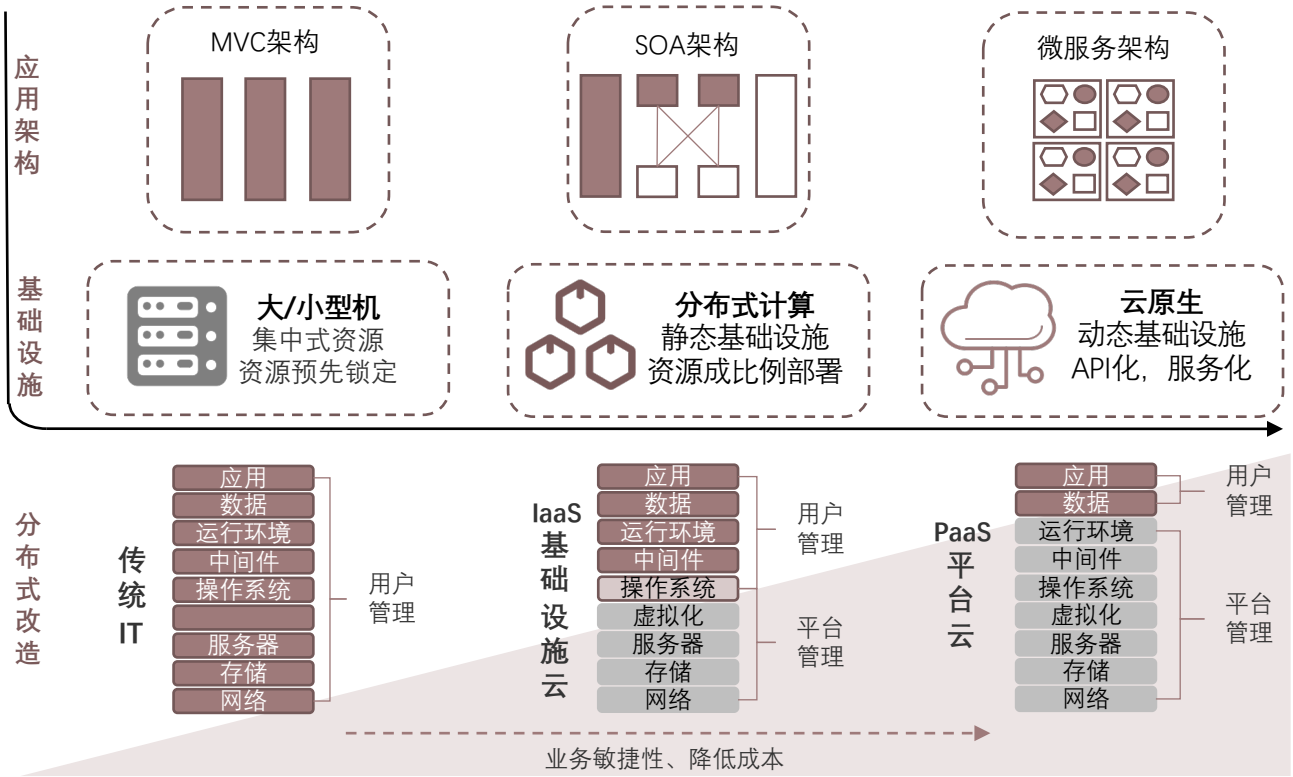
1-3 为推荐分，更推荐得分高者

来源：卡内基梅隆大学，沙利文

云化与微服务化

- 分布式数据库满足云原生需求，在微服务化应用开发及云化平台的趋势下，混合云与私有云部署将成为长期暂态

云化与微服务化的演进



来源：华为云、PingCAP、中兴通讯，沙利文

❑ **云化基础设施改造**

现阶段数据库基于X86环境的分布式架构替代大/小型机环境的集中式架构，并开始逐步迁移各类应用到云平台上，实现数据与业务分离，在保持接口兼容性和数据一致性前提下提供分布式存储与服务能力。

❑ **云化与微服务**

微服务架构是一种将单应用程序作为一套小型服务开发的方法，以使每个应用可独立地进行开发、管理和加速，小团队敏捷交付缩短周期，运营成本大幅下降。随着敏捷开发、持续支付、DevOps理论的实践，以及Docker等LXC（轻量级容器）部署的成熟，微服务架构开始流行。

在微服务化应用开发以及云化平台的趋势下，云分布式数据库调用云基础设施资源将不存在限制，满足了上层应用的弹性扩展、高并发、高吞吐量与灵活敏捷的要求。

❑ **云化趋势**

在中国的金融级需求中，处于核心业务对于数据主权、安全隐私的考量，混合云与私有云部署已成为金融级需求上云的长期暂态。

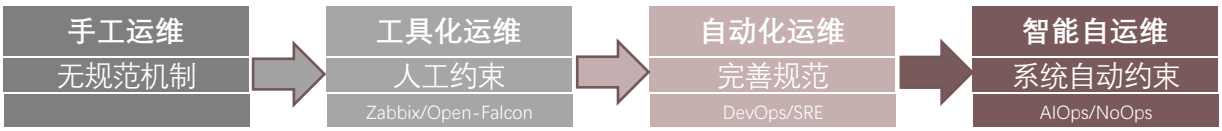
❑ **云分布式数据库案例**

TiDB、GoldenDB、GaussDB、Oceanbase、PolarDB-X

运维上云与智能化

- 运维云化与智能化是适应海量计算环境中保障数据库安全高效得运行的必然发展路线

运维演变历程



来源：运维派、阿里云, 沙利文

❑ **传统IT运维**

在手工运维和工具化运维的阶段中，运维服务是由技术驱动的，服务形式单一，多以机房或数据中心的IT基础架构为范围，实行响应式、救火式的被动工作模式，自动化程度低，人员成本高。

❑ **云运维**

运维上云是由客户需求驱动服务，服务形式从机房拓展到桌面端、移动端、云端，实行主动式、自动化的工作模式，人员成本低。对比传统IT运维，极大降低了对运维人员的依赖，从故障后处理进阶到故障前规避。

❑ **生产力工具适配生产力发展**

用户增长与企业投入系统建设维护的成本呈非线性关系，仅增加运维人员的数量无法满足系统发展需求。为了提高IT的整体效率与质量，总结重复、可追溯的现象，形成规则，完成自动运行维护成为发展的必要。

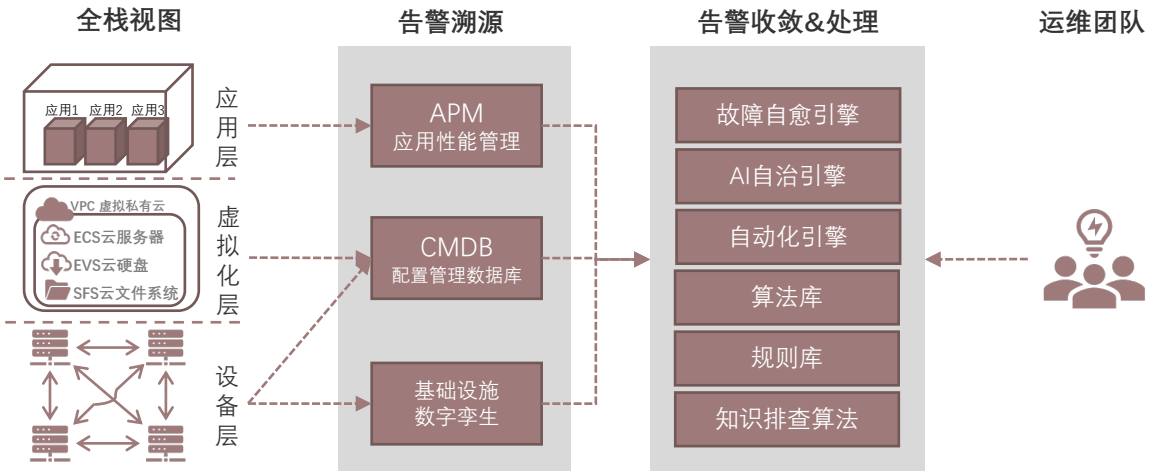
❑ **技术欠账**

“技术欠账(Technical Debt)”是IT运维团队在代码、技术文档、开发环境、第三方工具、应用冗余和开发实践方面，阻碍变革、降低效率的不足之处。技术欠账可以借助上云实现清晰化，在云上运维中把AI嵌入最关键的业务流程，AIOps通过自动收集和分析基础架构、应用程序和云服务等指标，以及日志和事件等原始数据，通过机器学习分析并从技术角度识别问题。

❑ **具备云化与智能化运维的数据库案例**

GoldenDB、GaussDB、PolarDB-X

智能运维原理



来源：华为云、阿里云, 沙利文

人工智能赋能数据库

- AI算法替代启发式算法，通过学习历史数据，根据现状在运行时进行动态调整，解决传统数据库的痛点

❑ 传统数据库

在传统数据库中，大量地使用启发式算法通过传统经验去优化数据库，已然无法满足更高的执行要求，比如针对众多用户的实际场景进行定制化开发。过去采用系统预定义参数组合或可调节参数开关等方式，由DBA根据经验进行调整。

❑ AI for DB （AI4DB）

利用AI算法替代启发式算法，解决传统数据库的痛点，典型方向有：

- **优化器：**传统代价优化基于采样统计信息进行表连接规划，存在统计信息不准、启发是连接规划等问题。
- **参数调优：**数据库有数十至上百个可调节参数，其中很多参数时连续值调节空间，依靠人工经验无法找到最优参数组合。
- **自动化索引推荐和视图推荐：**在数据库的众多表与列中自动构建索引和视图，来提升数据库的性能。
- **事务智能调度：**事务的并发冲突时OLTP的难点，可以通过人工智能进行智能调度来提升数据库的并发性能。

AI赋能数据库对比

	调优时长	训练时间成本	质量	工作负载适应性	硬件适用性
人工调优	数日-数周	数月（训练DBA）	低	✗	✗
基于搜索	数小时	数小时	低	✗	✗
传统机器学习	数秒	数小时	中+	✓	✗
强化学习	毫秒	数小时-数日	高	✓	✓
深度学习	毫秒	数小时-数日	中	✓	✓

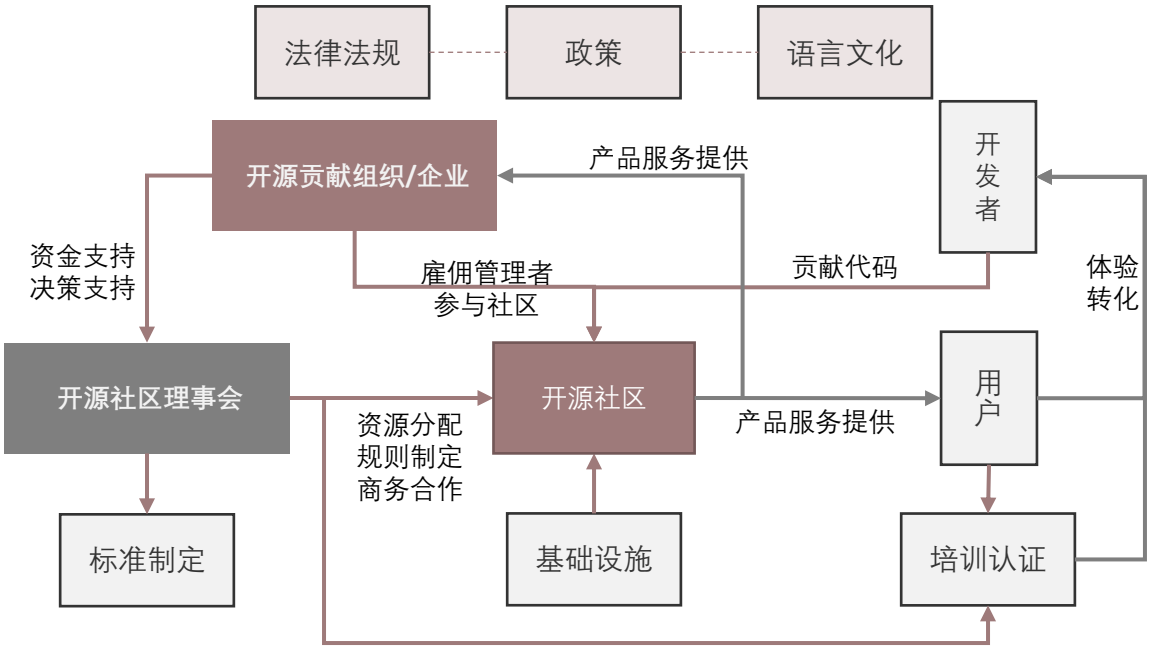
	数据场景	质量	适用性
线下索引选择	静态	低	低
线上索引选择	动态	中	中
半自动索引选择	动态	高	中
基于机器学习的索引选择	动态	高	高

来源：清华大学、头豹研究院

开源生态

- **开源是发展开发者群体和用户群体以及放大技术影响力的最佳选择，是生态推进的重要手段**

开源社区构成



来源：头豹研究院

❑ **开源生态吸引产业链上下游协作**

开源数据库能够吸引包括ISV独立软件应用开发商、中间件开发商、OS操作系统开发商、服务器/底层硬件提供商的产业链上下游厂商参与，通过免费提供开源版本，企业获取了用户体验的验证，也形成了对外部开发者持续的吸引力。

❑ **开源数据库需求侧**

- **取消技术绑定，降低迁移成本**

企业端用户在使用开源数据库作为数据库支撑，可以免除被闭源系统的技术绑定，在开源社区内实现数据库迁移，进行企业需求个性化定制，实现系统间的兼容，解决业务连续性。

- **标准制定**

通过开源确保技术趋于成为数据库行业的主流技术方案。参与国家部门和不同行业监管机构的数据库执行标准的制定，提升自身产品服务能力并符合执行标准，提高用户认可度。

❑ **开源数据库供给侧**

开源数据库体系架构相较于封闭式的数据库系统能吸引更多开发者参与。

- **流行度**

随着开源数据库的流行程度上升，人才供给将源源不断地支持基于开源数据库的不同开发项目，从而进一步扩大开眼数据库的影响力，同时加速开源版本的迭代演进。

- **高校合作**

通过产、学、研、用，打通人才体系建设，通过基础理论对接产业和市场需求构建知识体系，比如openGauss已成为国家计算机等级考试的科目内容，构建良性人才生态，激发产业持续活力。

- **培训认证**

面向数据库从业者、架构师、开发人员和运营职位的人员打造的基于角色的技能认证，验证数据库领域技术技能和专业知识，让求职者的职业发展与公司业务发展相匹配，从理论到实践到应用相结合，减少入职学习成本和新人上岗的培训成本，从而绑定人才与企业对本开源数据库的认可度，进而提高开源数据库的可持续发展性。

❑ **外部环境**

- 法律法规：开源社区必须满足所处地区相应的法律法规。
- 政策引导：信创大环境下，数据库的软硬件国产化替代加速，开源是推动技术创新实现可用、好用、推广替代的重要手段。
- 语言文化：国产开源社区积累的大量中英文文档资源对海外熟悉中文的代码贡献人和DBA用户等华人更有吸引力。

❑ **盈利模式**

MySQL是主流的开源数据库架构，被Oracle收购并控股，Oracle同时作为全球领先的数据库厂商正控制着MySQL的竞争力，稳固自家付费产品和服务的地位。相似的，开源数据库厂商大都保留了具备企业级特性的分布式架构内容转而以付费项目根据具体需求提供更优质的服务，在开源社区中实现提供商和用户的双赢。

❑ **开源数据库案例**

openGauss、TiDB、Oceanbase、PolarDB、MySQL、PostgreSQL

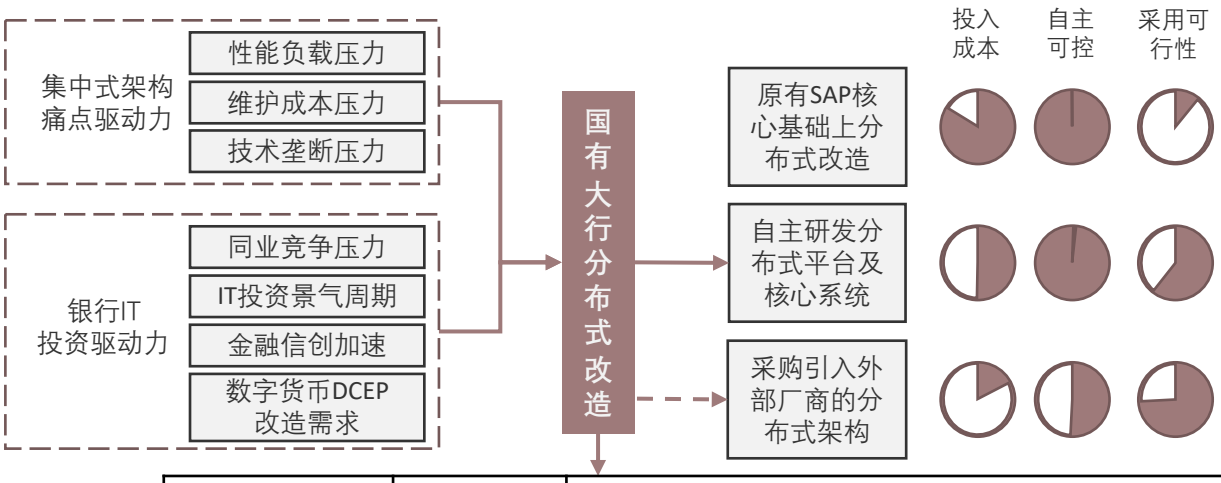
04
金融级分布式数据库发展趋势分析

- 国有大行核心业务趋于分布式改造
- 数据库解决方案向不同金融业务场景细分化
- 数据库厂商发展关键因素分析

国有大行核心业务趋于分布式改造

- 国有大行需求代表国内金融行业的发展趋势，其核心业务分布式改造进程标志着金融级分布式数据库技术的成熟与稳定

国有大行分布式改造



金融科技子公司	IT投入	分布式架构应用业务
中银金科	167.07亿元	分布式非金融核心银行系统 X86贷记卡系统
工银科技	238.19亿元	包括核心业务基础支撑框架、账户体系、产品服务在内的开放平台核心银行系统 借记卡账户下移主机
交银金科	57.24亿元	平台分流借记卡类 账务类交易
农银金科	183亿元	完成分布式核心工程总控、运营和电子银行客户信息等关键基础应用下移至开放平台
建信金科	221.09亿元	核心系统分布式改造完成并进入双轨并行验证
无	90.27亿元	分布式部署桌面云系统 个人业务核心系统

来源：各银行年报，沙利文

❑ 国有大行分布式改造的困难

一家银行通常有几百套信息和数据系统，国有大行甚至可能有几千套，各种架构、各种软件标准五花八门，对改造迁移的要求极高。在国有大行的体量下，数据的融通和业务流程的穿透困难重重，核心业务对数据库的严苛要求意味着国有大行的分布式改造需要远多于小体量银行分布式改造的时间与应用场景进行验证测试。

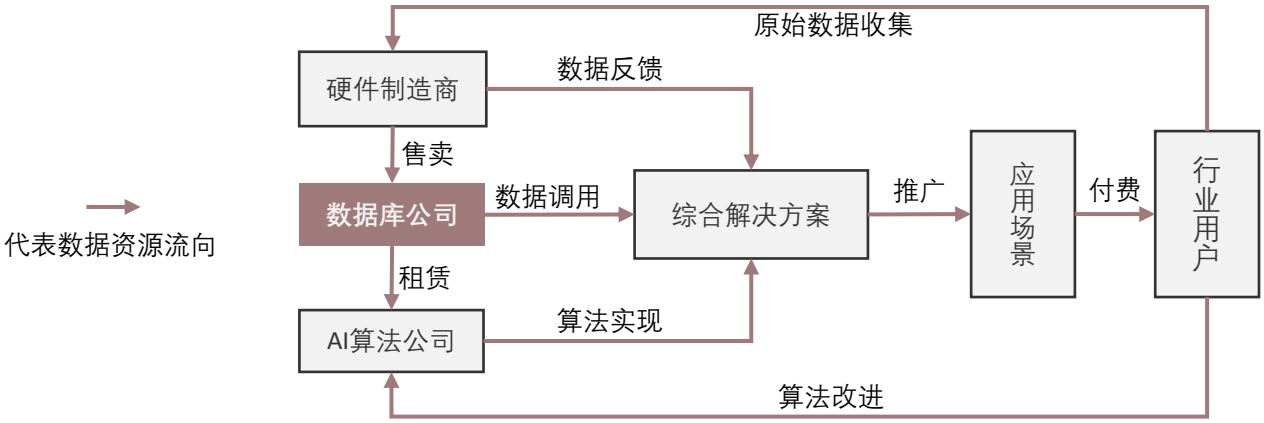
❑ 国有大行核心业务改造现状

国有大行需求代表国内金融行业的发展趋势，业界已有分布式数据库在股份制银行、城商行实现了核心业务系统的改造落地，但是针对国有大行的核心业务改造仍在起步阶段。国有大行的核心业务分布式改造进程标志着金融级分布式数据库技术的成熟与稳定，将加速释放金融领域的数据库分布式改造规模潜力。

数据库解决方案向不同金融业务场景细分化

- 银行的业务系统非常复杂，在满足核心系统改造后，外围系统的分布式改造带动银行业务升级已是未来发展趋势

供给端数据资源流



来源：沙利文

❑ **数据库公司商业模式**

数据库运营的商业模式，主要是来自于硬件厂商提供数据，而数据库公司与AI厂商联合，针对特定的应用场景而开发综合解决方案，从而提供给下游用户使用，而用户的付费则是数据库公司的主要收入来源。

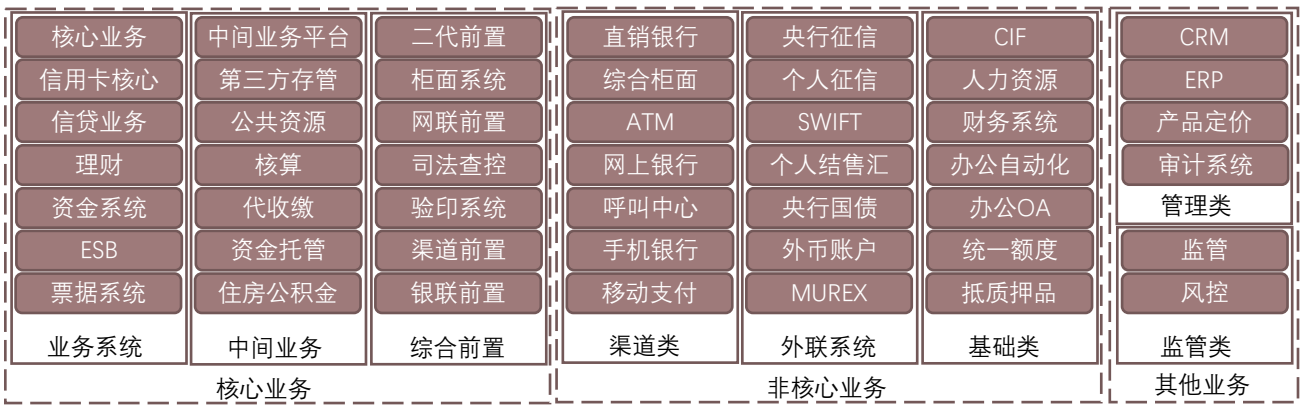
❑ **银行IT系统**

核心业务系统是金融行业最重要的业务系统模块，对数据库的要求最高，核心业务系统的应用情况最能体现数据库产品在金融行业的能力和认可。

银行的核心业务系统正从传统的集中式结构逐步向服务化、分布式这样的体系在演进。不同规模的银行机构都启动了对于核心的改造工作，引入分布式的技术来支撑他们业务的发展。

趋势中，银行的非核心业务和其他业务也会更多的向单元化、服务化发展；而云、微服务、未来的 serverless 等应用架构，会在保证安全高可用后逐渐向核心业务系统引入。

银行的不同业务场景



来源：中兴，沙利文

数据库厂商发展关键因素分析

- 数据库厂商发展的关键因素在于关注技术、产品质量和政策关系，重视此三方面有助于数据库厂商扩大比较优势

数据库厂商发展关键因素矩阵

	总分	技术	销售	市场推广	品牌	物流	售后服务	采购	产品成本	产品质量	资金	政策关系	生产能力	人力资源
技术	20	1	2	2	1	2	2	2	1	1	1	2	1	2
产品质量	18	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
政策关系	17	0	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2
资金	16	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
产品成本	16	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
人力资源	15	0	2	2	1	2	2	1	1	1	0	1	1	1
生产能力	14	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
采购	14	0	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1
销售	12	0	1	2	2	2	2	1	1	0	0	0	1	0
品牌	11	1	0	1	1	1	2	1	0	0	1	1	1	1
市场推广	9	1	0	1	1	2	2	1	1	0	0	0	0	0
售后服务	6	0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	1	0
物流	4	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0

如果纵列因素比横行因素重要则打2分，同样重要打1分，不重要打0分
来源：沙利文

❑ **技术**

由于数据库产品的制造和研发特点导致，数据库行业的技术壁垒明显，各数据库厂商也纷纷通过加大研发力度来获得更高的数据库产品竞争力。

❑ **产品质量**

数据库产品质量将直接影响行业用户管理效率和价值创造，尤其在对于数据资源依赖度较高的互联网、金融保险、消费品等领域。

❑ **政策关系**

中国政府对于计算机软件行业存在明显的政策指引，并且某些数据库的应用会涉及数据安全问题，因此数据库产品在监管上会受到明显的宏观政策影响。

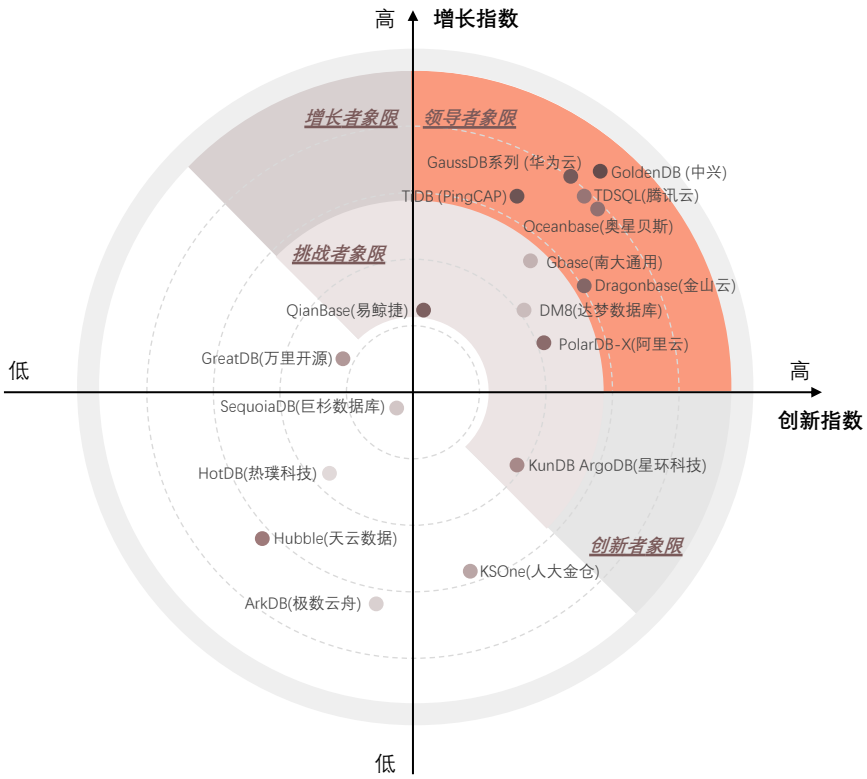
05
中国金融级分布式数据库行业竞争分析

- 中国金融级分布式数据库行业综合竞争表现
- 中国金融级分布式数据库行业评价维度
- 中国金融级分布式数据库行业领导者

综合竞争表现

- 中国金融级分布式数据库市场处于快速增长阶段，竞争主体将根据其在创新能力及成长能力两个维度的表现划分梯队

中国金融级分布式数据库市场综合竞争表现——Frost Radar (弗若斯特雷达)™



注：圆环按由内向外递增的逻辑对应由低至高的综合评分，竞争力由“创新指数”以及“增长指数”综合得出

中国金融级分布式数据库市场发展处于快速增长期，本报告对竞争主体数据库产品和服务综合竞争力的分析结论仅适用于该阶段数据库市场发展情况。

沙利文将持续关注数据库市场，捕捉竞争动向。

纵坐标代表“增长指数”：

- 衡量竞争主体在数据库增长维度的竞争力，位置越靠上方，数据库的服务能力、生态能力和金融级解决方案越强

横坐标代表“创新指数”：

- 衡量竞争主体在数据库创新维度的竞争力，位置越靠右侧，数据库的性能突破水平和功能创新能力越强

评分维度说明——增长指数

- 本报告设立增长指数评估体系对数据库进行评价及分析，下设服务能力、用户反馈评估和行业渗透能力三大指标

	一级指标	二级指标	要点
增长指数	服务能力	基本功能评估	评估厂商在数据碎片支持能力及执行计划能力等多个维度的表现
		兼容性评估	评估厂商数据库在应用程序编程接口支持能力及数据类型隐式转化支持能力等多个维度的表现
		数据管理能力	评估厂商数据库在配置管理能力及日志管理能力等多个维度的表现
		服务支持能力	评估厂商数据库在原有体系迁移规范化能力及运维服务保障准则标准化能力等多个维度的表现
	用户反馈评估	安全性保障	考察厂商落实数据储存安全的方案能力及协助用户建立数据安全管理机制的服务能力
		可持续发展性	考察厂商目标用户的成长性及数据库用户对产品的留存度
	行业渗透能力	产业链协作能力	评估厂商数据库在ISV、中间件、操作系统、处理器、服务器产业链的融合表现
		行业解决方案	评估厂商数据库在已交付的场景丰富度及开发验证能力等多个维度的表现

评分维度说明——创新指数

- 本报告设立创新指数评估体系对数据库进行评价及分析，下设性能水平评估和产品功能能力评估两大指标

	一级指标	二级指标	要点
创新指数	性能突破水平	存储性能评估	评估厂商数据库在I/O性能测试水平及存储模型支持能力等多个维度的表现
		查询性能评估	评估厂商数据库在控制语言语法兼容能力及事务查询响应速度等多个维度的表现
		进程优化能力	评估厂商数据库在配置参数资源优化能力及高并发性能压力测试等多个维度的表现
		扩展能力	评估厂商数据库在分区分片能力及动态扩展能力等多个维度的表现
	功能创新能力	数据安全性评估	评估厂商数据库在攻击防护能力及权限安全等多个维度的表现
		高可用性评估	评估厂商数据库在灾备能力及故障处理能力等多个维度的表现
		分布式架构能力	评估厂商数据库应用分布式架构，提供无共享架构及一致性事务处理协议的能力等多个维度的能力

领导者-中兴GoldenDB

- **中兴通讯是中国金融级分布式数据库领导者，通过持续战略投入数据库，具备领先的测评表现，聚焦布局金融级实践，核心业务分布式改造业界领先，具备软硬件全栈解决方案**

❑ **持续战略投入数据库**

自2002年开始研发，500+数据库研发团队，200+专利技术积累。

2014年进一步启动金融级分布式数据库的研发，累计投入10亿资金。

❑ **能力测评表现佳**

在2019年中国信息通信院分布式事务数据库能力测评中，唯一满分通过50项评测，排名第一；

在2020年中国人民银行金融标准符合度测试中，337个条目全部测试完成，排名第一；

在2020年某国有大行核心业务数据库选型测试中，排名第一。

❑ **软硬件全栈解决方案**

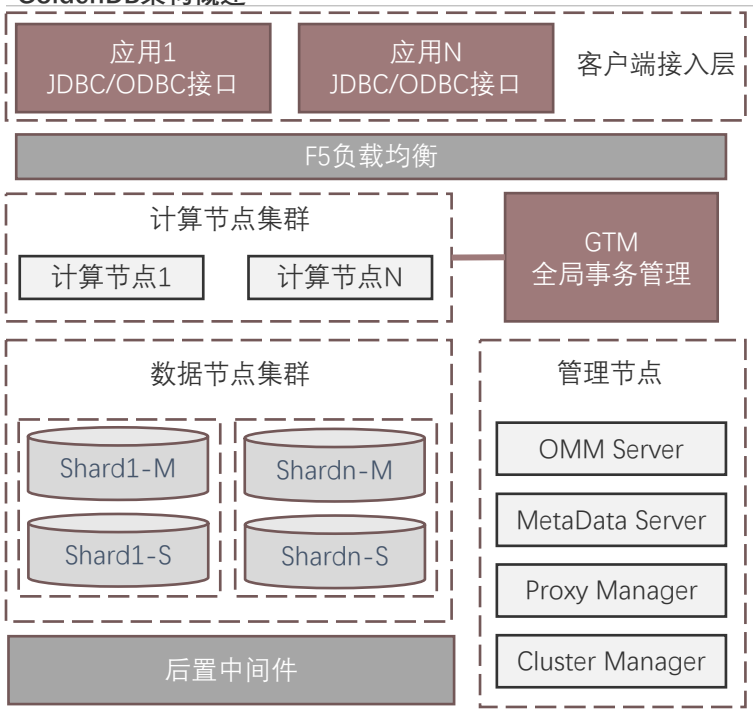
已完成国内外主流的CPU、操作系统、中间件的认证，已和金融行业主流ISV完成对接，可提供全栈解决方案

❑ **核心业务商用领先**

已在国有大行、股份制银行、城商行及大型金融机构核心业务系统成功投产并稳定运行，引领金融核心业务分布式改造。

业内首家实现在大型商业银行（中信银行）核心系统投产，并稳定运行超过三年。截至目前，GoldenDB承载3亿+用户规模、3亿+笔日均交易，实现10万亿累计交易额。

GoldenDB架构概述



高性能

金融核心业务场景实测最高纪录

B+树存储引擎提升导出性能

独立内核提升OLAP场景性能

高可用

支持多机房灵活部署

同城金融级容灾RPO=0，RTO<30s

可扩展

支持哈希、列表等多种和多级分片规则

支持热点库分裂，保证数据分布均衡

支持多表关联扩容，减少跨库关联查询

支持业务无感知的扩容和缩容

Share Nothing全分布式架构，无单点瓶颈

高兼容

兼容标准SQL语法、MySQL语法、Oracle常见语法、DB2常见语法，

支持分布式优化、分布式批处理

HTAP混合负载

支持PB级海量数据分析

基于内存的计算框架，通过插件方式接入数据源

领导者-华为云GaussDB

- 华为云GaussDB是中国金融级分布式数据库领导者，通过持续战略投入数据库，开源内核汇聚用户生态，提供软硬件全栈协同的数据库产品，具备国有大行级别的金融级实践经验

❑ **持续战略投入数据库**

自2007年开始发展，十余年跨度的研发投入。

1,000+数据库研发团队，100+海外高级专家。

❑ **软硬件全栈协同服务**

ARM/x86多核算力，NDP算子下推存储结合，RDMA高速网络等包括了芯片、存储、网络的端到端硬件核心技术专利积累，提供软硬全栈解决方案。

❑ **内核开源汇聚用户生态**

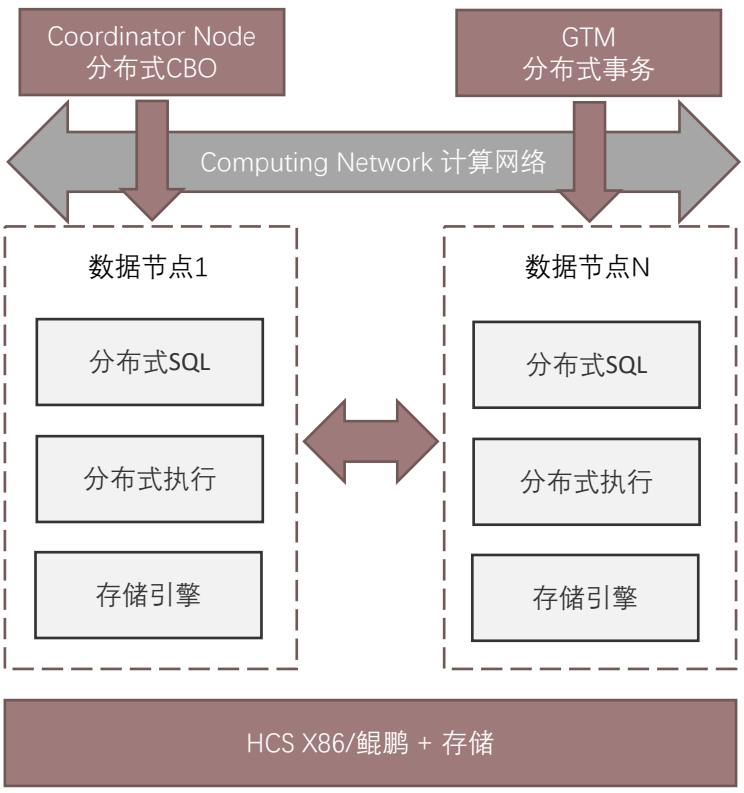
进入计算机等级考试教材，联合百所高校，已覆盖2万学生，储备人才供应。

GaussDB培训认证体系打造开发者使能平台，开源社区助力开发运维人员。

❑ **金融级实践**

多家国有大行级案例，覆盖包括核心交易业务、信用卡业务、互联网金融类业务、贵金属交易业务、渠道类业务、CRM/ERP/OA等数十个A-D类银行系统，近1,000节点。

GaussDB(for openGauss)架构概述



高性能

单节点：处理能力达150万tmpC

分布式强一致：32节点1,500万tpmC

高可用

同城AZ内节点故障，RPO=0，RTO<10s

同城跨AZ级故障，RPO=0，RTO<60s

两地三中心异地容灾方案

实现1,000公里以上城市级容灾能力

可扩展

1,000+计算节点在线扩展能力，卓越线性比

自动完成数据的在线重新分布

高安全

纯软全密态数据库技术：实现数据从传输、计算到存储的全程加密，解决数据库云上隐私泄露及第三方信任问题

混合负载

分布式优化器、全并行分布式执行框架、多节点多核CPU处理

AI-Native自治

智能参数调优、慢SQL诊断、智能索引推荐等能力、智能分布键推荐技术

领导者-奥星贝斯Oceanbase

- **奥星贝斯是中国金融级分布式数据库领导者，开源内核汇聚用户生态，兼具丰富的金融级内部实践与商用实践，提供高性能、高可用的数据库产品与解决方案**

❑ **内核开源汇聚用户生态**

Oceanbase培训认证体系打造一站式学习成长平台

开源社区与开发者中心满足快速上手需求，提升开发人员与DBA的协作效率

❑ **内部实践**

2012年开始支持支付宝，2014年替换支付宝交易系统，

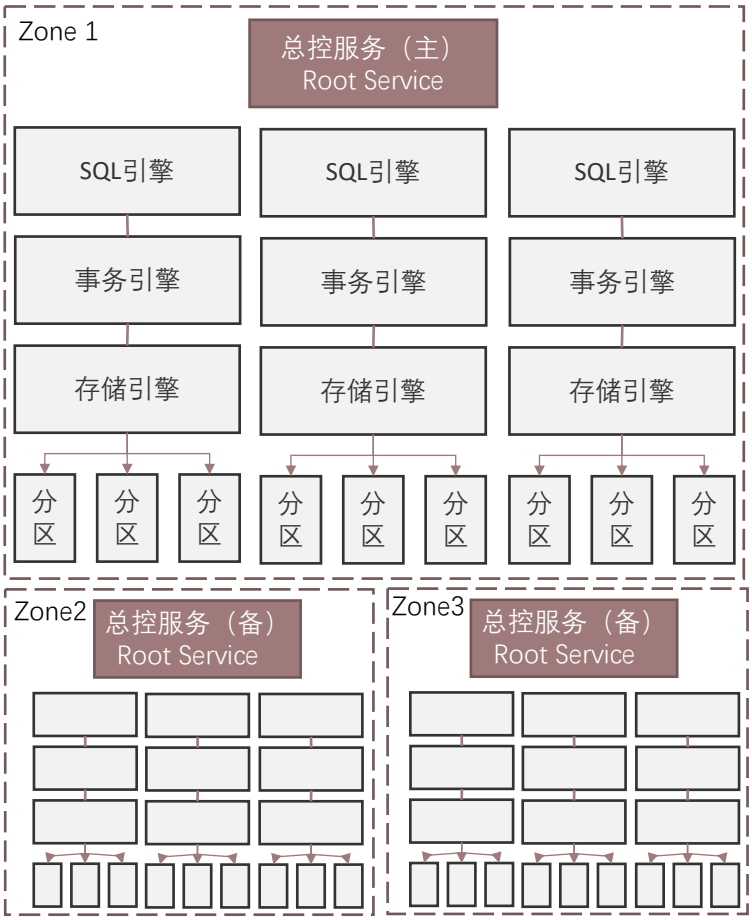
2015年双十一，100%支持交易数据链和支付数据链，

2016年双十一迁移整个核心账务库，2017年蚂蚁全面去IOE。

❑ **金融级商用实践**

分布式改造案例覆盖国有大行、城商行、农商行、证券及保险行业。

Oceanbase架构概述



高性能

单节点：理论最高达460,800 tmpC

TPC-C榜首，1,557节点达7.07亿tmpC

单集群最大数据量超过3PB，最大单表行数达万亿级

高可用

Paxos 高可用协议，在主库故障后，剩余的服务器会很快自动选举出新的主库，并继续提供服务

首创三地三中心五副本异地容灾方案

金融行业6级容灾标准，RPO=0，RTO<=30秒

闪回查询、回收站、执行计划演进

可扩展

透明扩展，自动负载均衡，应用透明的水平扩展

独创总控服务和分区级负载均衡能力

多租户

单集群多租户设计，天然支持云数据库架构，支持公有云、私有云、混合云等多种部署形式

通过租户实现资源隔离，让每个数据库服务的实例不感知其他实例的存在，并通过权限控制确保不同租户数据的安全性

数据压缩

采用全新设计的行列混合存储结构，高效的数据编码技术与一系列综合的数据压缩算法结合的方法

HTAP混合负载

分布式计算引擎同时支持OLAP、OLTP混合负载

名词解释

- **小型机：**一种介于PC服务器和大型机之间的高性能计算机，一般认为，传统小型机是指采用RISC、MIPS等专用处理器，主要支持UNIX操作系统的封闭、专用的计算机系统。
- **大型机：** 又名大型主机，使用专用的处理器指令集、操作系统和应用软件。故此，大型机不仅仅是一个硬件上的概念，更是一个硬件和专属软件的有机整体。
- **ACID理论 ：**是指数据库管理系统（DBMS）在写入或更新资料的过程中，为保证事务（transaction）是正确可靠的，所必须具备的四个特性：原子性（atomicity，或称不可分割性）、一致性（consistency）、隔离性（isolation，又称独立性）、持久性（durability）
- **BASE理论：**通过牺牲强一致性来获得可用性，并允许数据段时间内的不一致，但是最终达到一致状态。BASE是三个短语的缩写：基本可用（Basically Available），软状态（Soft State），最终一致性（Eventually Consistent）。
- **CAP理论：** 指的是在一个分布式系统中，一致性（Consistency）、可用性（Availability）、分区容错性（Partition tolerance）。CAP 原则指的是，这三个要素最多只能同时实现两点，不可能三者兼顾。
- **DBMS：**数据库管理系统(Database Management System)是一种操纵和管理数据库的大型软件，用于建立、使用和维护数据库，简称DBMS。
- **NoSQL：** Not only SQL, 泛指非关系型的数据库，区别于关系数据库，它们不保证关系数据的ACID特性。NoSQL具有非常高的读写性能，无关系性也使数据库的结构简单。
- **NewSQL：**NewSQL 是对各种新的可扩展/高性能数据库的简称，这类数据库不仅具有NoSQL对海量数据的存储管理能力，还保持了传统数据库支持ACID和SQL等特性。
- **穿孔卡片：**一种由薄纸板制成,用孔洞位置或其组合表示信息,通过穿孔或轧口方式记录和存储信息的方形卡片。是手工检索和机械化情报检索系统的重要工具。
- **会计电算化：**是利用会计软件，指挥在各种计算机设备替代手工完成或在手工下很难完成的会计工作过程。
- **耦合关系：**指某两个事物之间如果存在一种相互作用、相互影响的关系。
- **棱镜门：** 美国情报部门监视网民数据和电话项目被曝光，而且，硅谷互联网巨头和智能手机服务商为其情报监控、搜集提供了方便。这一计划代号“棱镜”。
- **SAN存储系统：**SAN(Storage Area Network)存储局域网络,一个存储系统的构成包含存储组件、存储装置、计算机系统等设备,再加上相关的控制软件及网络上通信讯息的传递。
- **GOSSIP协议：**又称 epidemic 协议(epidemic protocol),是基于流行病传播方式的节点或者进程之间信息交换的协议,在分布式系统中被广泛使用。

名词解释

- **大规模多级并行处理能力MPP ：**massively parallel processing，是采用大量处理单元对问题进行求解的一种并行处理技术。
- **MVC架构：**M是指业务模型，V是指用户界面，C则是控制器，使用MVC的目的是将M和V的实现代码分离，从而使同一个程序可以使用不同的表现形式。
- **SOA架构：**面向服务的架构（SOA）是一个组件模型，它将应用程序的不同功能单元（称为服务）进行拆分，并通过这些服务之间定义良好的接口和协议联系起来。
- **微服务架构：**微服务架构 = 80% 的 SOA 服务架构思想 + 100% 的组件化架构思想 + 80% 的领域建模思想，系统中的各个微服务可被独立部署，各个微服务之间是松耦合的。每个微服务仅关注于完成一件任务并很好地完成该任务。
- **DevOps：**Development和Operations的组合词，是一组过程、方法与系统的统称，用于促进开发（应用程序/软件工程）、技术运营和质量保障（QA）部门之间的沟通、协作与整合。
- **AIOps：**是应用人工智能 (AI) 包括大数据、分析和机器学习的功能来改进 IT 运营的方法。
- **NoOps：**使开发、部署和维护，以便可以将人从循环中移除，一切都得到了处理。
- **LXC轻量级容器：**Linux Container容器是一种内核虚拟化技术，可以提供轻量级的虚拟化，以便隔离进程和资源。
- **Zabbix：**一个基于WEB界面的提供分布式系统监视以及网络监视功能的企业级的开源解决方案。能监视各种网络参数，保证服务器系统的安全运营；并提供灵活的通知机制以让系统管理员快速定位/解决存在的各种问题。
- **数字孪生：**数字孪生是充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，集成多学科、多物理量、多尺度、多概率的仿真过程，在虚拟空间中完成映射，从而反映相对应的实体装备的全生命周期过程。
- **APM应用性能管理：**Application Performance Management，是一个比较新的网络管理方向，主要指对企业的关键业务应用进行监测、优化，提高企业应用的可靠性和质量，保证用户得到良好的服务，降低IT总拥有成本。
- **CMDB配置管理数据库：**Configuration Management Database，配置管理数据库包含一个组织的IT服务使用的信息系统的组件的所有相关信息以及这些组件之间的关系。
- **金融信创：**金融信息技术应用创新，在核心芯片、基础硬件、操作系统、中间件、数据服务器等领域实现国产替代。
- **数字货币DCEP：**Digital Currency Electronic Payment，中国版数字货币项目，即数字货币和电子支付工具，是中国人民银行研究中的法定数字货币，是DIGICCY（数字货币）的一种。

方法论

- 头豹研究院布局中国市场，深入研究10大行业，54个垂直行业的市场变化，已经积累了近50万行业研究样本，完成近10,000多个独立的研究咨询项目。
- 研究院依托中国活跃的经济环境，从社会保险、人工智能、大数据等领域着手，研究内容覆盖整个行业的发展周期，伴随着行业中企业的创立，发展，扩张，到企业走向上市及上市后的成熟期，研究院的各行业研究员探索和评估行业中多变的产业模式，企业的商业模式和运营模式，以专业的视野解读行业的沿革。
- 研究院融合传统与新型的研究方法，采用自主研发的算法，结合行业交叉的大数据，以多元化的调研方法，挖掘定量数据背后的逻辑，分析定性内容背后的观点，客观和真实地阐述行业的现状，前瞻性地预测行业未来的发展趋势，在研究院的每一份研究报告中，完整地呈现行业的过去，现在和未来。
- 研究院密切关注行业发展最新动向，报告内容及数据会随着行业发展、技术革新、竞争格局变化、政策法规颁布、市场调研深入，保持不断更新与优化。
- 研究院秉承匠心研究，砥砺前行的宗旨，从战略的角度分析行业，从执行的层面阅读行业，为每一个行业的报告阅读者提供值得品鉴的研究报告。

法律声明

- 本报告著作权归头豹所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式翻版、复刻、发表或引用。若征得头豹同意进行引用、刊发的，需在允许的范围内使用，并注明出处为“头豹研究院”，且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节或修改。
- 本报告分析师具有专业研究能力，保证报告数据均来自合法合规渠道，观点产出及数据分析基于分析师对行业的客观理解，本报告不受任何第三方授意或影响。
- 本报告所涉及的观点或信息仅供参考，不构成任何证券或基金投资建议。本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告或证券研究报告。在法律许可的情况下，头豹可能会为报告中提及的企业提供或争取提供投融资或咨询等相关服务。
- 本报告的部分信息来源于公开资料，头豹对该等信息的准确性、完整性或可靠性不做任何保证。本报告所载的资料、意见及推测仅反映头豹于发布本报告当日的判断，过往报告中的描述不应作为日后的表现依据。在不同时期，头豹可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告或文章。头豹均不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，头豹对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，读者应当自行关注相应的更新或修改。任何机构或个人应对其利用本报告的数据、分析、研究、部分或者全部内容所进行的一切活动负责并承担该等活动所导致的任何损失或伤害。