



2021年 中国分布式数据库市场报告

2021 China Distributed Database Market Report
2021中国の分散データベース市場レポート

报告标签：云原生、多模化、分布式、开源、落地场景

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。

概览说明

沙利文谨此发布中国数据管理系列报告之《2021年中国分布式数据库市场报告》年度报告。本报告旨在分析中国分布式数据库市场的发展现状、产品特点及技术发展趋势，并判断中国分布式数据库市场竞争态势，反映该细分市场领导者品牌的差异化竞争优势。

2021年第四季度，沙利文联合头豹研究院对分布式数据库领域核心产品进行了下游用户体验调查。受访者来自互联网、媒体、电信、交通、政府等多个领域，所在组织规模不一，细分领域有别。

金融领域的分布式数据库产品表现详见《中国金融级分布式数据库市场报告》系列。

本市场报告提供的分布式数据库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、领导者的判断仅适用于本年度中国分布式数据库发展周期。

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。

01 分布式数据库行业概述

新一代的分布式数据库以易用性、扩展性、快速更新迭代、相对较低成本投入等优势特性满足了企业用户的核心诉求。

软件应用的繁荣造就了数据库技术发展所需的多场景、多生态、多用户的市场环境；GitHub 预计 2030 年中国成为全球最大开发者来源；2021年是中国数据库赛道投融资最活跃的一年，进一步催化中国数据库市场的高速增长。

02 分布式数据库技术发展

目前数据库分布式技术路线选择上，都是以解决数据容量扩展问题为首要目标，主流方案为分库分表中间件、原生分布式等，不同技术路线及产品各有优劣。

云计算的蓬勃发展促使各种IT应用转向了云端，而云服务独有的按需服务的灵活性与按需计费或按配置计费的低成本性更是与数据库用户深度匹配。在云上建设数据库服务，设计出以基础云先行，全线适应云特点的云原生数据库尤为重要。

03 分布式数据库市场发展

分布式数据库技术的发展需要满足时代和市场需求，回归数据库用户的刚性需求。目前的分布式数据库需要在各个维度上达到集中式架构产品的水平从而在各个场景上发挥其性能及成本优势，渗透进各行各业。

架构选型上是单体数据库，单体数据库分库分表+分布式中间件还是原生分布式数据库，都有着其最具优势的应用场景。分布式数据库的潮流之下，企业应当理性选择分布式。

目录

| | | |
|-------------------|-------|----|
| ◆ 中国分布式数据库行业综述 | ----- | 07 |
| • 数据库的定义与分类 | | |
| • 分布式数据库概念及技术发展沿革 | | |
| • 分布式数据库行业支撑体系建设 | | |
| • 分布式数据库厂商专利分析 | | |
| • 2021年中国数据库大事件 | | |
| • 政策分析 | | |
| • 数字化转型浪潮与业务发展需求 | | |
| • 分布式数据库的中国机遇 | | |
| • 中国数据库产品图谱 | | |
| ◆ 分布式数据库技术发展概述 | ----- | 17 |
| • 分布式数据库技术路线分类 | | |
| • 数据库安全与加密技术 | | |
| • 异构多模态化数据库 | | |
| • HTAP混合负载 | | |
| • AI原生数据库 | | |
| • 云原生数据库 | | |
| • 数据库的未来发展趋势总结 | | |
| ◆ 分布式数据库市场分析 | ----- | 31 |
| • 分布式数据库架构选型思想 | | |
| • 数据迁移工具 | | |
| • 数据库厂商顾问支持 | | |
| • 开源情况 | | |
| • 分布式数据库用户画像梳理 | | |
| • 应用落地场景企业图谱 | | |
| ◆ 中国分布式数据库市场竞争态势 | ----- | 39 |
| • 分布式数据库行业评估体系指标 | | |
| • 分布式数据库行业综合竞争表现 | | |
| • 分布式数据库行业领导者 | | |
| ◆ 名词解释 | ----- | 49 |
| ◆ 方法论 | ----- | 50 |
| ◆ 法律声明 | ----- | 51 |

CONTENTS

| | | |
|--|----|----|
| ◆ Overview of China's Distributed Database Industry | -- | 07 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Definition and classification of databases • Distributed database concept and technology development evolution • Construction of distributed database industry support system • Patent analysis of distributed database vendors • 2021 major events about database in china • Policy Analysis • The wave of digital transformation and business development needs • China Opportunities for Distributed Databases • China Database Product Atlas | | |
| ◆ Overview of the development of distributed database technology | -- | 17 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Distributed database technical route classification • Database security and encryption technology • Heterogeneous multimodal database • HTAP • AI native database • Cloud native database • Summary of the future development trend of the database | | |
| ◆ Distributed database market analysis | -- | 31 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Distributed database architecture selection • Data migration tools • Database vendor consultant support • Open source situation • Distributed database user portrait • Application landing scene enterprise map | | |
| ◆ Competition in China's distributed database market | -- | 39 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Comprehensive Vendors Assessment • Assessment Scoring • Leading Competitors | | |
| ◆ Terms | -- | 49 |
| ◆ Methodology | -- | 50 |
| ◆ Legal Statement | -- | 51 |

图表目录

| | | |
|----------------------------------|-------|----|
| ▪ 电脑科学全景 | ----- | 08 |
| ▪ 数据库的分类 | ----- | 08 |
| ▪ 分布式数据库经典架构的发展沿革 | ----- | 09 |
| ▪ 中国数据库行业的支撑体系 | ----- | 10 |
| ▪ 全球及中国分布式数据库专利申请量，2012年-2021年 | ----- | 11 |
| ▪ 中国各省的分布式数据库专利申请量，2012年-2022年2月 | ----- | 11 |
| • 部分分布式数据库专利申请企业，2012年-2022年2月 | ----- | 11 |
| ▪ 分布式数据库专利主题关键词旭日图 | ----- | 11 |
| ▪ 2021年国产数据库及政策大事件梳理 | ----- | 12 |
| ▪ 各国或地区数据库产业建设与发展方针 | ----- | 13 |
| ▪ 数字化转型与分布式数据库迁移改造 | ----- | 14 |
| ▪ 当前企业的业务发展需求与面临的难题 | ----- | 14 |
| ▪ 中国数据库市场的场景、人才、资本环境 | ----- | 15 |
| ▪ 中国数据库厂商及代表数据库产品 | ----- | 16 |
| ▪ 分布式数据库架构示意图 | ----- | 18 |
| ▪ 数据库数据安全 | ----- | 19 |
| ▪ 全密态数据处理 | ----- | 19 |
| ▪ 不同数据模型的特点、应用场景以及典型数据库 | ----- | 20 |
| ▪ 不同模型的数据库数量 | ----- | 21 |
| ▪ 负载需求与架构演进的分析 | ----- | 22 |
| ▪ 数据价值随实时性递减 | ----- | 23 |
| ▪ OLTP、OLAP、HTAP的适用场景与能力 | ----- | 23 |
| ▪ 不同HTAP方案的性能与实时性 | ----- | 24 |
| ▪ 混合负载的实现方式 | ----- | 24 |

图表目录

| | | |
|--------------------------------|-------|----|
| ▪ HTAP架构 | ----- | 25 |
| ▪ 人工智能与数据库 | ----- | 26 |
| ▪ 数据库治理模式的演化 | ----- | 26 |
| ▪ 数据库AI自治技术 | ----- | 27 |
| ▪ 云时代中数据库发展的趋势 | ----- | 28 |
| ▪ 数据库迁移上云的数据方案 | ----- | 28 |
| ▪ 云部署产品 | ----- | 29 |
| ▪ 云原生数据库架构的演进 | ----- | 29 |
| ▪ 数据库技术的发展维度拆解 | ----- | 30 |
| ▪ 未来五十年的数据库发展趋势 | ----- | 30 |
| ▪ 分布式数据库架构设计的考虑因素 | ----- | 32 |
| ▪ 传统数据库迁移面临的问题 | ----- | 33 |
| ▪ 各数据库厂商的数据迁移工具或平台 | ----- | 33 |
| ▪ 数据库厂商顾问支持服务流程参考 | ----- | 34 |
| ▪ 开源创新理念的发展沿革 | ----- | 35 |
| ▪ 国产数据库厂商开源情况 | ----- | 35 |
| ▪ 数据库用户的刚性需求七大要素 | ----- | 36 |
| ▪ 不同行业数据库用户的需求要素 | ----- | 36 |
| ▪ 中国数据库行业应用图谱 | ----- | 37 |
| ▪ 创新指数评估体系指标 | ----- | 40 |
| ▪ 增长指数评估体系指标 | ----- | 41 |
| ▪ 中国分布式数据库市场综合竞争表现-Frost Radar | ----- | 42 |
| ▪ TDSQL架构概述 | ----- | 44 |
| ▪ Oceanbase架构概述 | ----- | 46 |
| ▪ TiDB架构概述 | ----- | 48 |

01

中国分布式数据库行业综述

- 数据库的定义与分类
- 分布式数据库概念及技术发展沿革
- 分布式数据库行业支撑体系建设
- 分布式数据库厂商专利分析
- 2021年中国数据库大事件
- 数据库行业政策分析
- 数字化转型浪潮与业务发展需求
- 分布式数据库的中国机遇
- 中国数据库产品图谱

数据库的定义与分类

- 数据库作为大多数信息系统的基础设施，向下发挥硬件算力，向上使能上层应用，各式各样的数据库产品分别满足不同的业务需求。数据库的速度、易用性、稳定性、扩展性、成本都对企业的基础业务与增长弹性至关重要

电脑科学全景



来源：清华大学，头豹研究院

数据库的重要性

数据库作为大多数信息系统的基础设施，向下发挥硬件算力，向上使能上层应用，是IT行业中大厦的地基、飞船的引擎、更是开发者的必备武器。数据库的速度、易用性、稳定性、扩展性、成本都对企业的基础业务与增长弹性至关重要。

假如数据库从未诞生，程序员需要面对海量的数据关系与不可靠的计算机系统。而在数据库的基础上，程序员不需要重新设计复杂的系统流程保证数据处理的事务性，转而只需要增删改查CRUD的简单操作，大大降低了数据存储与处理的复杂性。

就在数据库诞生后，应用程序快速爆发，成为了计算机发展史上的革命。

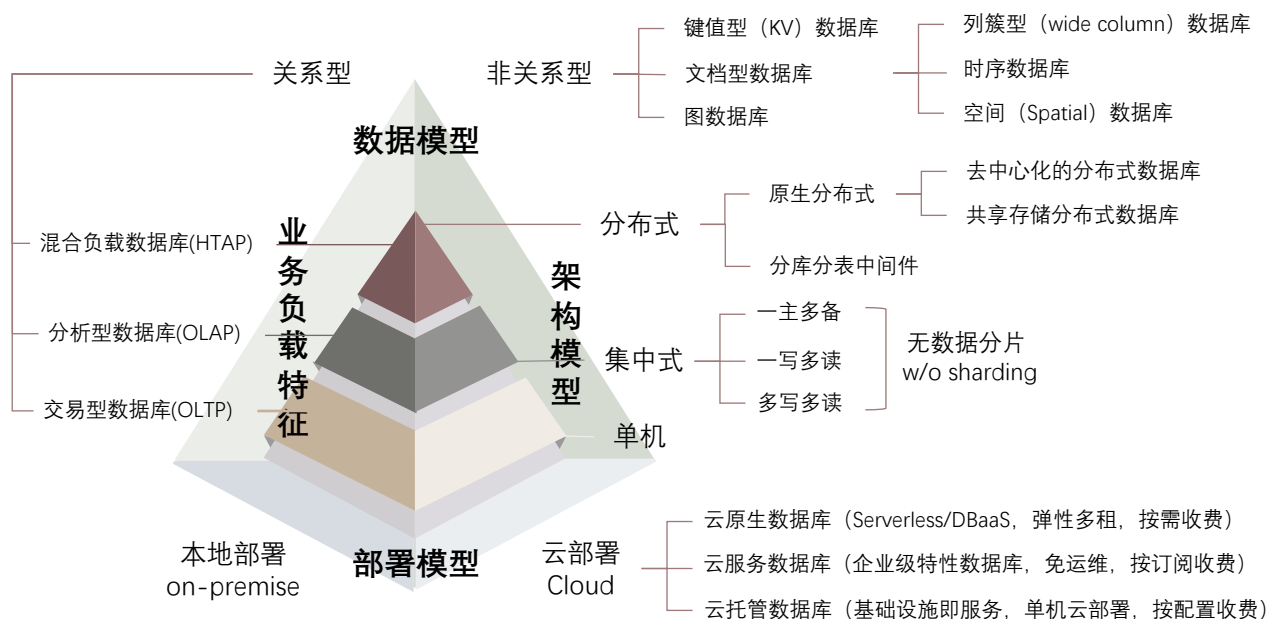
数据库的定义与分类

数据库系统：是按照特定数据结构组织，存储和管理数据的基础软件。

分布式数据库：是用计算机网络将物理上分散的多个数据库单元连接起来组成的一个逻辑上统一的数据库。

本篇报告从分布式架构的视角出发，多方位关注数据库行业的前沿动向。

数据库的分类

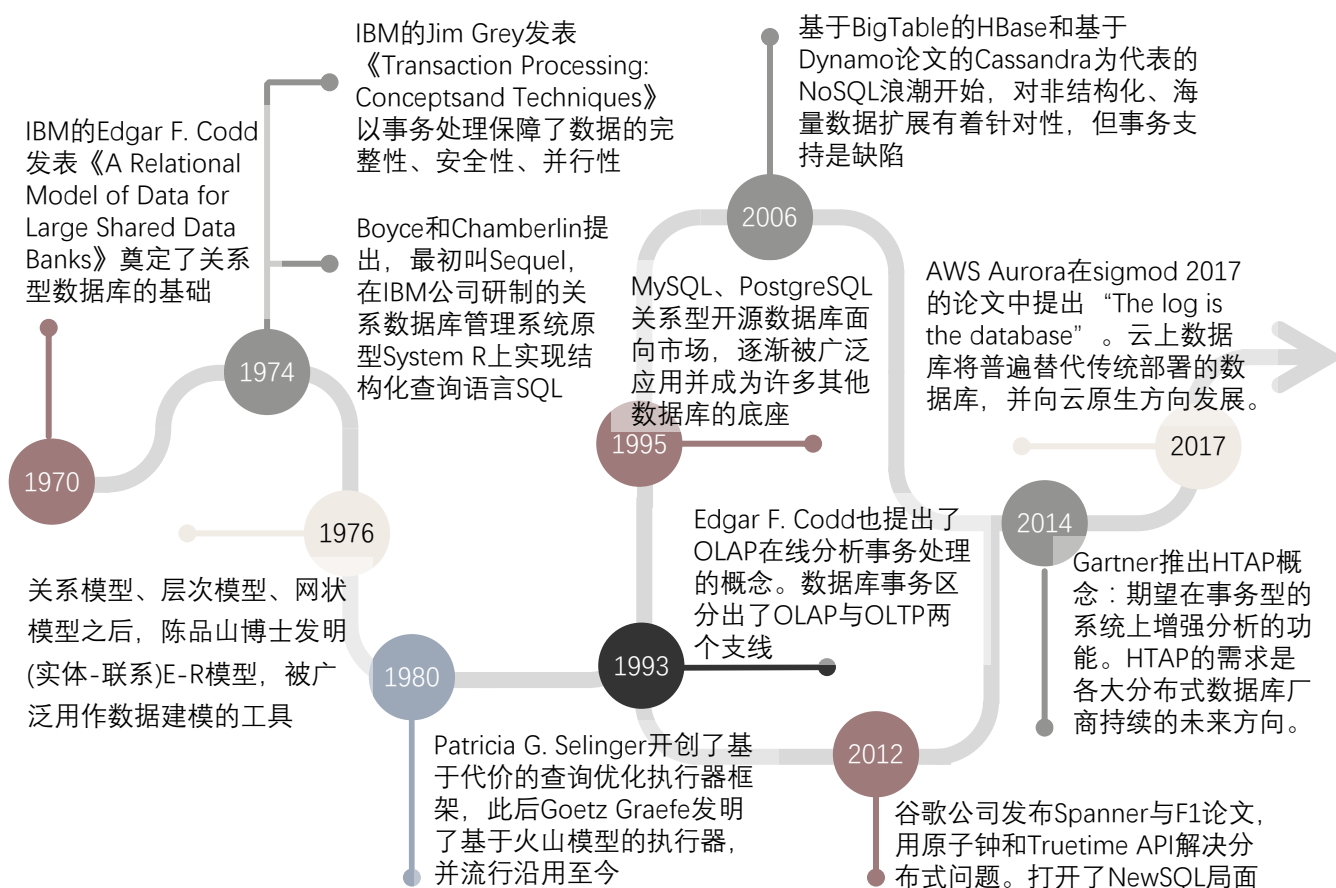


来源：CCF数据库专委会，头豹研究院

分布式数据库概念及技术发展沿革

- 自1970年，数据库领域的发展由学研端引领发展，并在1995年后步入商业化快速发展的阶段，并持续驱动应用程序生态的发展，2015年后在互联网基础设施的发展中向分布式架构与云化方向发展创新

分布式数据库经典架构的发展沿革



来源：头豹研究院

数据库的发展沿革

数据库已经经历了半个世纪的发展，经历了学术界驱动、商业化落地、论文工业实现、企业应用需求驱动等技术发展阶段。

从一开始的层面模型，网状模型，关系模型，到对象模型，对象关系模型，半结构化等，数据模型一直是数据库的核心和理论基础，而扎实的理论支撑和更佳的逻辑独立性仍然将是未来数据库的根本。

在商业化落地后，Oracle带着MySQL、微软的SQL Server等领衔关系型数据库占领市场多年。从SQL、NoSQL到NewSQL，甚至是HTAP，都在迭代中推动着业务能力的发展。

当前，云+分布式已经成为了企业极限需求的唯一解决方案，并造就了当前数据库行业的爆发期。在当前与持续的行业周期中，先进的产品与技术都需要围绕市场，才能成为最重要的竞争优势。

分布式数据库行业支撑体系建设

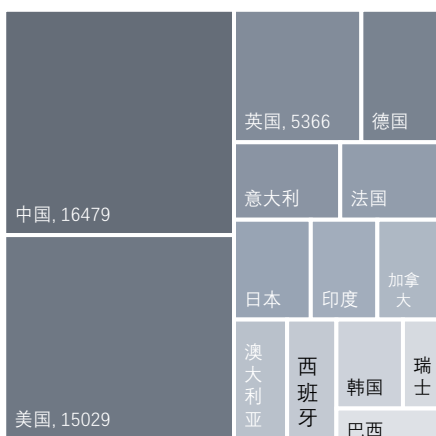
- 中国分布式数据库的发展取得了人口红利。而技术创新需要先进的学术研究体系，产研结合需要紧密的产业交流，行业渗透则需要紧跟时代需求的人才培训体系

技术创新需要先进的学术研究体系，产研结合需要紧密的产业交流，行业渗透则需要紧跟时代需求的人才培训体系。

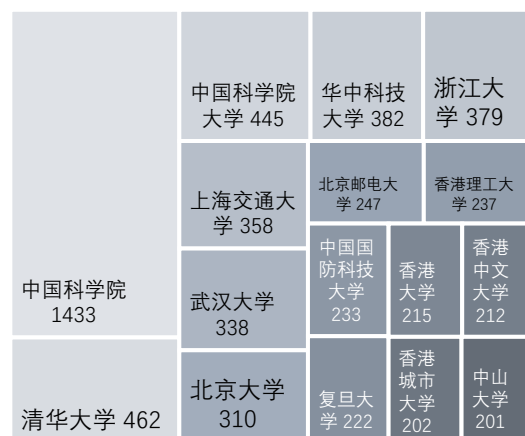
中国数据库行业的支撑体系

数据库学术组织

各国分布式数据库论文数



中国地区学术机构分布式数据库论文数



基于 Web of science 核心合集，检索 Distributed Database 的论文国家与地区。检索时间为 2022 年 2 月。来源：Web of Science，头豹研究院

基于 Web of science 核心合集，选取中国地区。检索主题为 Distributed Database 的论文所属机构。检索时间为 2022 年 2 月。来源：Web of Science，头豹研究院

数据库领域顶级会议

VLDB、SIGMOD、ICDE

高校

清华大学、中国科学院大学、华中科技大学、浙江大学等

企业

阿里巴巴、华为、腾讯、百度、平凯星辰、达梦、人大金仓等

数据库行业支撑组织

数据库技术爱好者自发的用户组织

面向DBA的ACDU、面向Oracle用户的ACOUG、面向MySQL用户的ACMUG、面向PostgreSQL用户的中国开源软件推进联盟PostgreSQL分会

特定数据库产品讨论的官方技术社区

阿里云开发者社区、华为云openGauss社区、PingCAP AskTUG社区、PostgreSQL中文社区、爱可生开源社区、移动云开发者社区

官方背景的研究组织

中国计算机学会 (CCF)数据库专业委员会、通信标准化协会大数据技术标准推进委员会(CCSA TC601)

第三方技术社区

ITPUB、墨天轮、DBAplus

数据库人才培养体系

教材

专业课程

教学服务

竞赛大赛

考试认证

创新中心

生态人才市场

数据库厂商

PingCAP University、Oceanbase学院、阿里云大学AUCP、腾讯云诺亚计划opengauss社区、巨杉大学等

专业培训机构

恩墨学院、新炬学院、盘古云课堂等

高校

西北工业大学、清华大学、武汉大学、中国人民大学等

来源：中国信息通讯研究院、CCF数据库专委会、各公司官网，头豹研究院

2021年中国数据库大事件

- 回顾2021年的数据库行业大事件，政策方面的关键词是国产化、数据安全、开源，企业产品方面的关键词是分布式、HTAP、云原生、开源。中国数据库行业在政策及市场的驱动下百花齐放、蓬勃发展

2021年国产数据库及政策大事件梳理

产品、技术及政策发展回顾

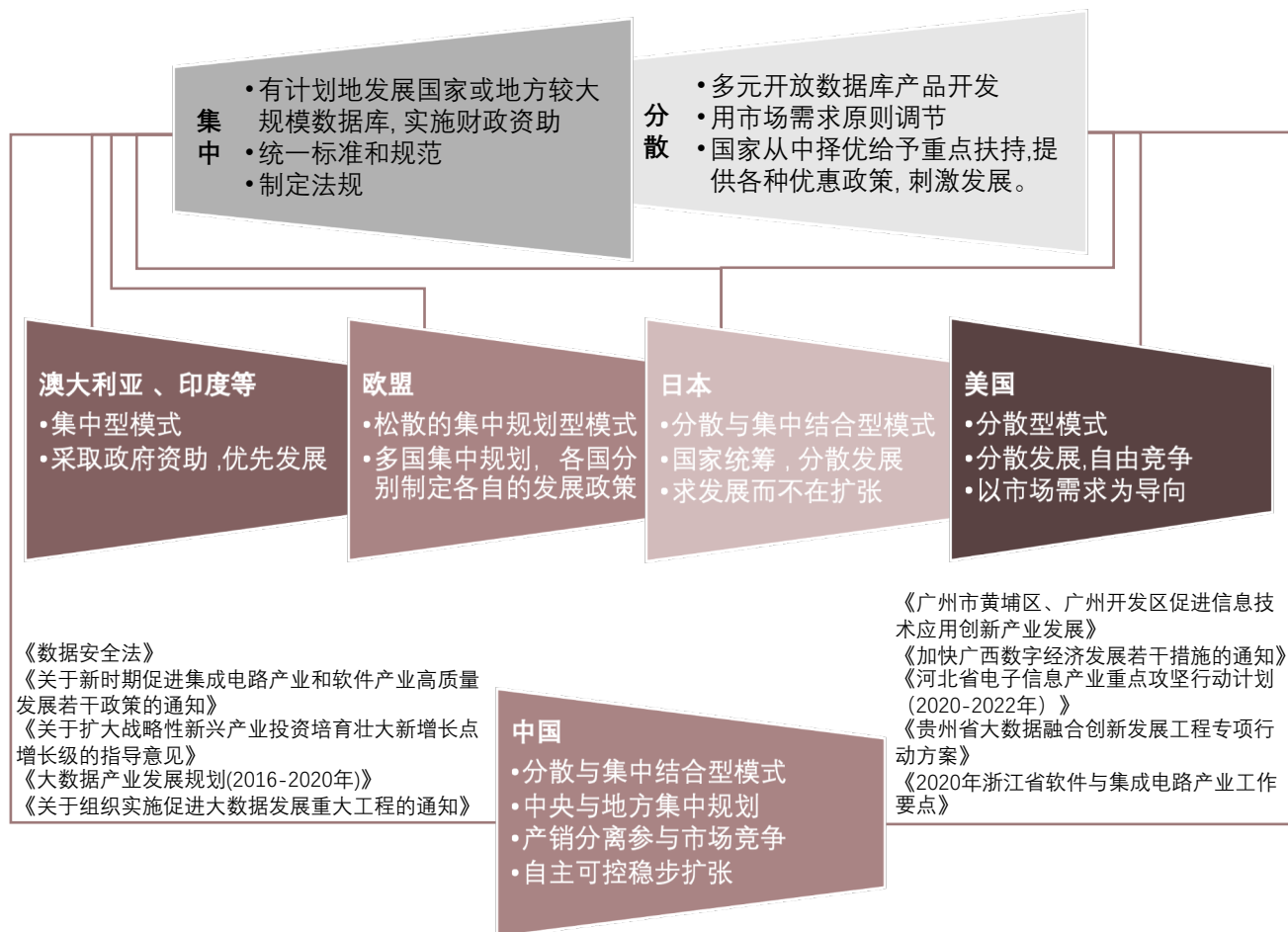
| | | |
|-----|-----|---|
| 12月 | 20日 | OceanBase 通过工信部电子标准院首批开源项目成熟度评估。 |
| 10月 | 20日 | 阿里云在 2021 云栖大会现场宣布正式开源云原生分布式数据库 PolarDB-X 的源代码 |
| 9月 | 17日 | TiDB 社区首批通过可信开源社区评估，获评 OSCAR 尖峰开源项目及开源社区 |
| | 1日 | 《数据安全法》正式落地实施。中国信息通信研究院联合 30 余家单位正式发起“数据安全推进计划”（Data Security Initiative，以下简称“DSI”），致力于打造健康规范的数据安全生态体系，帮助企业了解监管要求，全方位提升企业数据安全能力 |
| 7月 | 9日 | 国家电网有限公司具有自主知识产权的电力行业图数据库产品“GridGraph”正式发布 |
| | 8日 | 阿里云 RDS 数据库进行品牌升级，推出云原生企业级自治数据库 |
| 6月 | 20日 | 全球公认三大数据库顶尖会议之首的 SIGMOD 在西安举办，这也是时隔 14 年后 SIGMOD 大会再度回归（2007 年 SIGMOD 第一次在中国北京举办） |
| | 10日 | 《中华人民共和国数据安全法》经十三届全国人大常委会第二十九次会议表决通过，并将于 2021 年 9 月 1 日起正式施行。通过法律文本的形式进行了明确和强化，为数据作为新的生产要素推动创新和经济发展提供了法律依据，将为下一阶段数字经济的安全发展保驾护航。 |
| | 1日 | 蚂蚁集团自研数据库 OceanBase 宣布开源，开放近 300 万行源代码，采用木兰协议，代码托管主站在 Gitee，镜像在 GitHub，同时成立 OceanBase 开源社区 |
| 5月 | 18日 | 腾讯云发布首款全自研分布式分析型数据库 TDSQL-A，以应对海量数据实时分析需求。这是腾讯云数据库在品牌升级后的首次新品发布。 |
| | 11日 | 浪潮发布开源 ZNBase 2021发展规划，一款 NewSQL 分布式数据库 |
| 4月 | 25日 | PingCAP 正式发布面向企业级核心场景的 TiDB 5.0 版本，在性能、稳定性、易用性等方面均取得了巨大进步。过引入 MPP 架构成为具备完整 HTAP 能力的分布式数据库 |
| 3月 | 19日 | 中央政府采购网发布《中央国家机关 2021 年数据库软件协议供货采购项目成交公告》，21 家数据库厂商入围，其中除了甲骨文的 Oracle 和微软的 SQL Server，其余全部为国产数据库，份额达到 90% |
| | 12日 | 新华社授权全文播发《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。其中值得关注的是，“开源”首次被明确列入国民经济和社会发展五年规划纲要。 |
| 2月 | 24日 | 华为云正式发布云数据库 GaussDB (for openGauss) 全网商用。GaussDB (for openGauss) 是华为基于 openGauss 自研生态推出的企业级分布式数据库 |

来源：InfoQ、头豹研究院

数据库行业政策分析

- 中国数据库产业政策制定采取分散与集中结合型模式，具体政策是实现宏观政策目标的手段和措施，包括产权保护政策、需求引导政策、安全保密政策、鼓励开发政策、经营政策、国际合作交流政策、人才政策等

各国或地区数据库产业建设与发展方针



来源：中共哈尔滨市委党校、北京大学、全国人大常委会、发改委、国务院、工信部、各省市厅，头豹研究院

中国数据库产业政策分析

伴随数字经济建设速度的加快，政府对数据行业的发展重视程度逐渐提升，数据产业多层次政策体系逐渐完善。中国数据库产业政策制定采取分散与集中结合的模式，具体政策是实现宏观政策目标的手段和措施，其中包括了产权保护、需求引导、安全保密、人才政策等等，制定统一的行业标准和规范。

在数字化政府、数字化城市、国企数字化转型等场景集中规划，实施财政资助优先采用。并开放多元的数据产品开发，鼓励产销分离参与市场竞争，用市场需求原则调节，逐步实现自主可控和扩张输出。

数字化转型浪潮与业务发展需求

- 当前中国企业面临存量经营、出海布局和产业升级三方面的需求和挑战。新一代的分布式数据库以易用性、扩展性、快速更新迭代、相对较低成本投入等优势特性满足了企业用户的核心诉求

当前企业的业务发展需求与面临的难题



来源：远川研究院、华观数智、头豹研究院

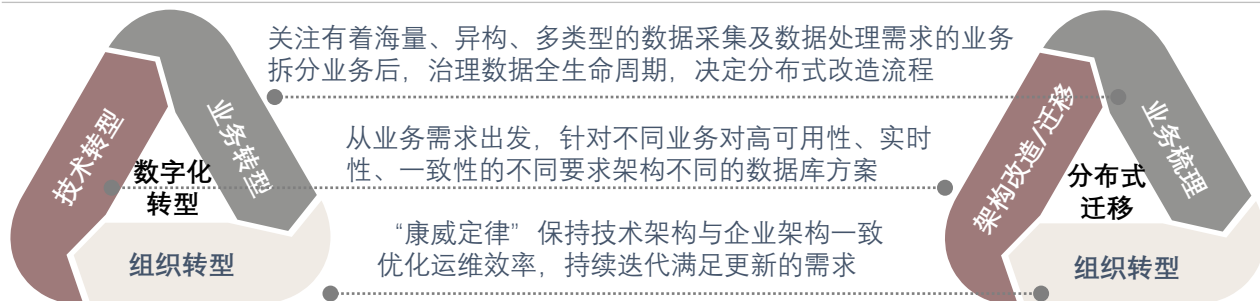
中国企业的数字化转型

当前中国企业面临存量经营、出海布局和产业升级三方面的需求和挑战。而中国企业正在快步迈向数字化转型的新时代，而数字化能力的提升成为关键。

随着企业数字化转型进程中，越来越多的业务转向数字化、在线化、智能化，随之而来的是存储与计算需求开始呈指数级增长。传统商业数据库已经难以满足企业降本增效的需求，另外面对快速变化、持续增长的业务也表现乏力。

而新一代的分布式数据库，以满足存算解耦、功能复用、可配置等理念的架构，融合成熟的传统数据库技术与创新技术，同时具备高可用性、高可扩展性、快速更新迭代、相对较低成本投入等特性，解决了企业用户的核心需求。

数字化转型与分布式数据库迁移改造



来源：腾讯云、头豹研究院

分布式数据库的中国机遇

- 软件应用的繁荣造就了数据库技术发展所需的多场景、多生态、多用户的市场环境；GitHub 预计 2030 年中国成为全球最大开发者来源；2021 年是中国数据库赛道投融资最活跃的一年，进一步催化中国数据库市场的高速增长

中国的分布式数据库发展环境

中国的人口基数、城镇化后的人口密度以及高度发展的经济行为构成了海量、高并发的数据环境属性，中国分布式数据库的发展取得了流量红利。

中国数据库市场的场景、人才、资本环境



场景红利

互联网及移动互联网的流量环境造就了中国信息科技过去十年的快速发展，软件应用的繁荣造就了数据库技术发展所需的多场景、多生态、多用户的市场环境，给了数据库厂商充分的研发-实践-试错的市场环境。

在海量、高并发的数据环境中，分布式数据库赛道繁荣。不仅有传统集中式数据库厂商，还吸引了云厂商、初创型企业以及跨界的ICT企业。

人才红利

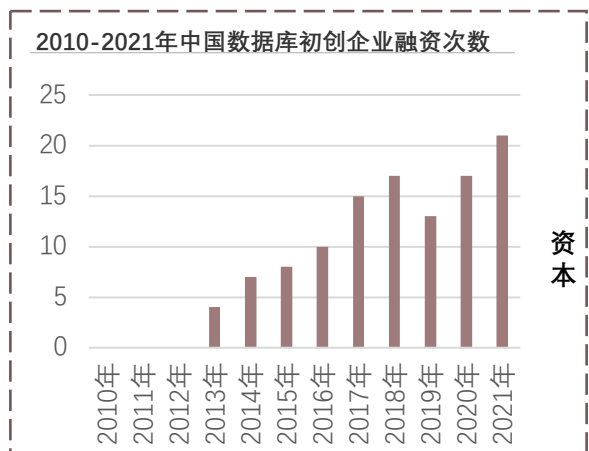
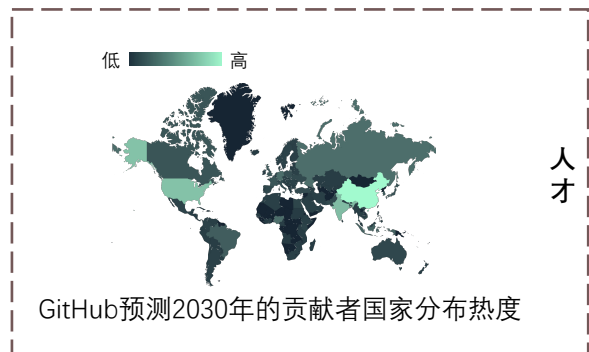
从Github的2021年度报告可见，美国以 22.7% 的比例占据全球最大开发者来源的位置，但相比 2015 年的 30.4% 有所下降。中国以755万开发者，占比9.76%，排名全球第二正快速追赶。GitHub 预计 2030 年情况会发生逆转，中国成为全球最大开发者来源。

资本热度

2020 年 9 月，Snowflake 在纽约证券交易所上市，引领了数字基础设施的投资热潮。

据不完全统计，2021年获得新一轮融资的企业就多达20家，且完成千万级甚至上亿级融资数量在 14 轮以上。2021年是中国数据库赛道投融资最活跃的一年，且红杉、高瓴、腾讯、经纬、云启、明势等投资方都在数据库赛道深度关注并投资。

资本对数据库企业的持续注资，进一步催化中国数据库市场的高速增长。



来源：明势资本、Github、中国信通院，36Kr，头豹研究院

中国数据库产品图谱

- 中国数据库厂商分为传统数据库厂商、新兴数据库厂商、云厂商、ICT跨界厂商四类，各家提供不同的集中式数据库与分布式数据库产品

中国数据库厂商及代表数据库产品

| 传统数据库厂商 | 新兴数据库厂商 |
|--|---|
|  达梦数据库 DM8 |  PingCAP TiDB |
|  人大金仓 Kingbase KSOne KingbaseES KingbaseAnalyticsDB |  SequoiaDB 巨杉数据库 SequoiaDB |
|  GBASE® Gbase 8a Gbase 8s Gbase 8c Gbase XDM |  TRANSWARP 星环科技 ArgoDB KunDB |
|  GreatDB 万里数据库 GreatDB Cluster |  热璞科技 HOTPU HotDB |
|  神舟通用 神通数据库 OSCAR |  极数云舟 ArkDB |
| <p>云厂商</p>  腾讯云 TDSQL TencentDB TcaplusDB |  OCEANBASE Oceanbase |
|  阿里云 PolarDB Lindorm AnalyticDB |  易鲸捷 EsgynDB |
|  HUAWEI GaussDB OpenGauss TaurusDB |  BeagleData 天云数据 Hubble |
|  金山云 Dragonbase KingDB KRDS |  云和恩墨 ENMOTEC MogDB |
|  百度智能云 GaiaDB Palo |  ACTION 爱可生 云树 RDS 云树 Shard |
|  京东云 StarDB | <p>ICT跨界厂商</p>  ZTE中兴 GoldenDB |
|  天翼云 TeleDB |  inspur 浪潮 ZNBase K-DB |
| |  H3C 新华三集团 SeaSQL |

来源：各公司官网头豹研究院



02

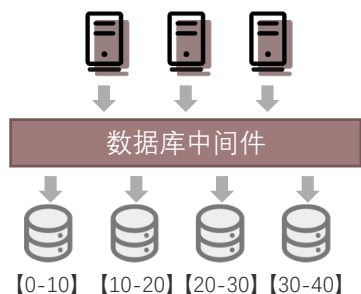
分布式数据库技术发展概述

- 分布式数据库技术路线分类
- 数据库安全与加密技术
- 异构多模态化数据库
- HTAP混合负载
- AI原生数据库
- 云原生数据库
- 数据库的未来发展趋势总结

分布式数据库技术路线分类

- 目前数据库分布式技术路线选择上，都是以解决数据容量扩展问题为首要目标，主流方案为分库分表中间件、原生分布式等，不同技术路线及产品各有优劣

分布式数据库架构示意图



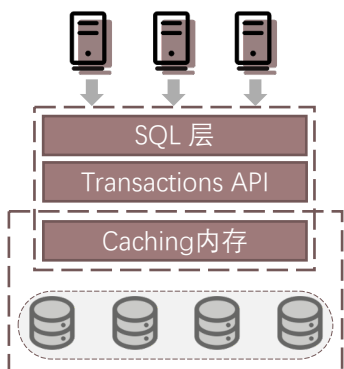
□ 分库分表+中间件

方案：下层的单机数据库提供存储和执行能力，在多个单机数据库上封装一层中间层补充分布式能力，以统一的数据分片规则管理分布在不同数据库节点的数据，并提供SQL解析，请求转发和结果合并的能力。

优势：可以利用现有开源数据库成熟稳定的产品功能，具备高性能、低成本、稳定性、用户门槛低，（能力上限低但下限高）

劣势：Sharding拆分成成本高、底层架构不具备分布式能力，中间件通讯及单体数据库功能受限存在扩展性瓶颈

案例：GoldenDB、TDSQL MySQL版、GreatDB、HotDB、MogDB、GaiaDB-X、openGauss



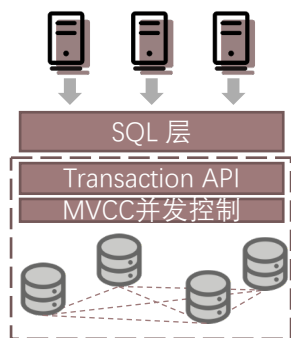
□ 共享存储分布式数据库

方案：计算节点独立并且共享一个不带计算功能的存储集群(Shared-storage)，数据存储的底层是动态扩容的分布式高性能存储，以存算分离架构，计算层和存储层都可以动态扩缩容，并且这些分布式数据库都会对网络以及存储层的优化来保证高可用和高性能。

优势：事务性能优、读写响应最快、最大程度提升写入容量限制

劣势：架构可改造性低、依赖共享存储系统，移植性低

案例：AWS Aurora、PolarDB、TDSQL-C、SequoiaDB-MySQL、GaussDB for MySQL、ArkDB



□ 去中心化的分布式数据库

方案：每个节点有独立的计算和存储功能并且节点之间不共享数据(Shared-nothing)，为了平滑的扩缩容也采用了存算分离的架构，分布式集群的每个节点都是独立节点，通过multi-paxos或者multi-raft等共识算法来保证多副本的可用性。

优势：架构解耦性高、高兼容性、高可移植部署性、强一致高可用

劣势：具备较高的硬件要求、分布式事务锁机制，多写性能低

案例：TiDB、Oceanbase、Google Spanner、Cockroach、Hubble

来源：头豹研究院

数据库安全与加密技术

- 数据加密是防止数据库中数据在存储和传输中失密的有效手段，其中包括表加密、传输加密、透明加密、全密态等

数据库数据安全

| | 保护阶段 | 威胁 | 方案 |
|---------------------------|-------|--------------|------------------|
| 数据安全传输 in transfer | 传输状态下 | 仿冒、钓鱼攻击、重放 | HTTPS、SSL、TSL |
| 数据安全运维 under operation | 运维形态下 | 权限提升、篡改数据、抵赖 | 防篡改数据库、多方安全计算 |
| 数据安全展示 outside system | 数据查询后 | 隐私泄露、权限提升 | 数据动态脱敏、安全隐私保护 |
| 数据安全计算 in calculation | 查询计算中 | 栈溢出信息泄露 | 全密态数据库 |
| 数据安全存储 at rest | 存储状态下 | 拖库、信息提取 | 透明加密、数据存储加密、备份加密 |

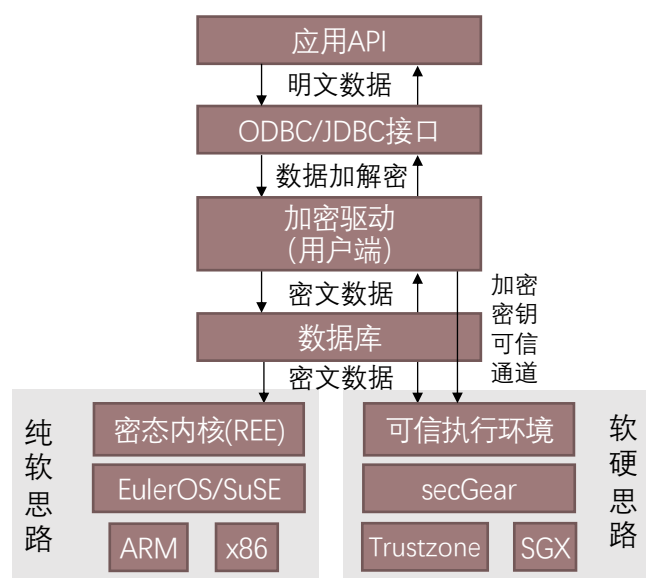
来源：清华大学、CCF，头豹研究院

数据安全与数据加密

数据库的安全问题是重中之重。在基础设施安全的基础上，确保链路安全与数据存储安全。数据库安全可信技术遵循“可靠、可控、可见”原则，覆盖“事前鉴权-事中保护-事后审计”的完整数据访问过程。

数据库的安全性是指保护数据库以防止不合法使用所造成的数据泄露、更改或破坏。而数据加密是防止数据库中数据在存储和传输中失密的有效手段，其中包括表加密、传输加密、透明加密、全密态等

全密态数据处理



来源：清华大学、CCF，头豹研究院

全密态数据处理

密态数据处理利用全同态加密等技术对数据进行加密的存储以实现在保证数据安全的情况下尽可能地提高处理加密数据的能力。保证数据从传输、计算到存储的全生命周期的安全性。

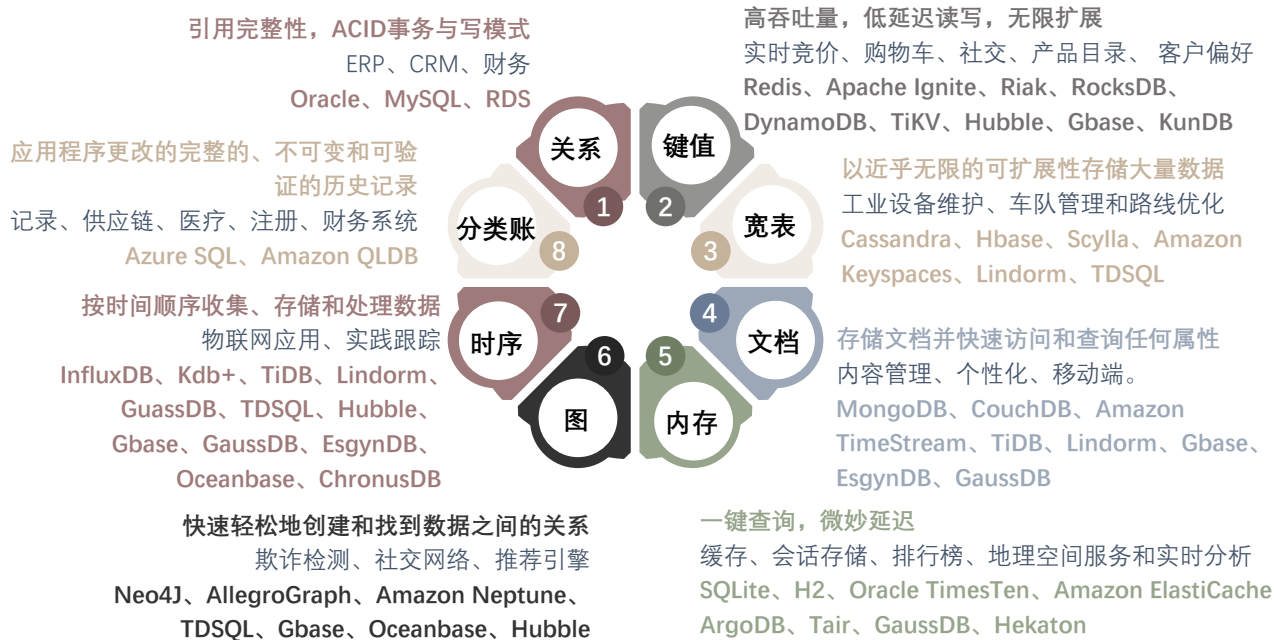
- 纯软思路：在密态内核强调密态索引、密态算法。密钥不离开用户环境；全生命周期密态处理；不同模型采用不同算法；支持常见SQL查询。
- 软硬思路：在TEE可执行环境中强调明文与密文的隔离粒度以及明文与密文的交换算法。依赖可信安全硬件、软硬协同处理、支持全功能SQL查询。

提供全密态数据库方案的厂商有：华为云、腾讯云、阿里云、南大通用、易鲸捷、星环科技、天云数据、平凯星辰等。

异构多模态化数据库

- 数据库的异构多模态化已经成为主流，但值得注意的是多模的发展离不开单模数据库技术的成熟化，将单模能力下沉给垂直引擎成为多模的内置能力，在不同模型的处理效率上有所侧重倾斜

不同数据模型的特点、应用场景以及典型数据库



来源：亚马逊云科技、各公司官网，头豹研究院

□ 数据模型

在NoSQL浪潮中涌现了众多非关系型的数据结构，而不同的数据模型对应的数据库技术分别具有不同的理论核心和架构思路，针对不同的数据场景化需求分别满足，提供不同的数据管理和处理方式。

□ 专用数据库

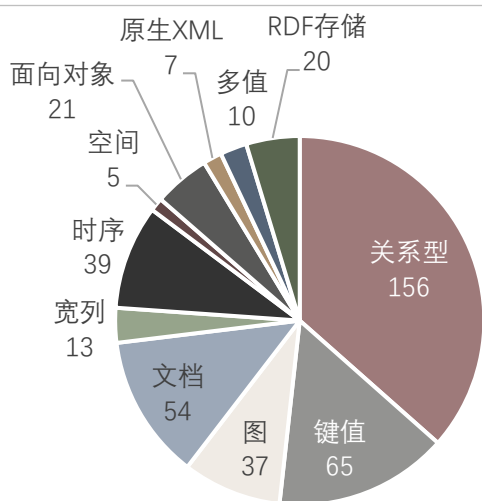
专用数据库路线的代表是亚马逊云科技，强调专库专用带来的极致扩展性和稳定性，在数据库选型工程实践中以“Purposed built, Not all in database”作为架构理念，为数据库用户搭建最佳场景的实现。

□ 多模态数据库

多模数据库是在关系型模型数据库的基础上通过扩展SQL支持多种数据模型，实现一库多用，从而降低对不同数据模型的管理、运维、开发的复杂度，易于使用。

但多模态的思路也有弊端，在同一数据类型的场景中，多模通用数据库相较于专用数据库，在存储成本和查询性能都有所不足。所以具体的数据库选型需要依据用户的使用场景决定。

不同模型的数据库数量



来源：DB-Engine，头豹研究院
显示了每个类别中的数据库数量，有些数据库属于不止一个类别。

多模数据库发展现状

在DB-Engines上，可以见Oracle、MySQL、SQL Server、PostgreSQL本身都是关系型基础上支持多模的，MongoDB、Redis等也在向其它类型兼容。

多模已经成为主流，但值得注意的是多模的发展离不开单模数据库技术的成熟化，将单模能力下沉给垂直引擎成为多模的内置能力，在不同模型的处理效率上有所侧重倾斜。

根据中国计算机协会CCF的结论，多模数据库应该是一种原生支持各种数据模型，有着统一访问接口，能自动化管理各模型的数据转化，模式进化且避免数据冗余的新型数据库系统。

多模数据库的发展

从用户的使用层面出发，在一个数据库中同时支持多模型，以更简单的数据库架构处理更多的不要求高性能的异构数据，大大提升了使用易用性、运维效率、存储成本。对不同数据类型采用统一的SQL访问接口，极大优化了数据库体验。

随着应用数据需求的多样化，单模数据库的技术成熟化，用户经常需要面对异构数据的分析。每一个应用都需要开发数据中间层来对接多种数据库，去处理模型转换、数据分发、数据同步、查询合并等一系列问题。

当大数据量在关系型，其它数据类型的分析频次不高时，一个能够面向上层的业务逻辑提供统一存储、统一访问并保证数据正确的异构多模数据库系统成为了共性需求。另外，HTAP也正是这个需求的延伸概念。

统一的多数据类型访问接口

一个多模数据库包含了关系、键值、文档等数据模型的存储，需要采用统一的SQL访问接口，提供面向上层的业务逻辑提供统一存储、统一访问，将极大优化数据库体验。

支持统一访问接口的数据库：TiDB、Lindorm、GaussDB、TDSQL、Oceanbase、Hubble、Gbase、ArgoDB

自动化管理各模型的数据转化

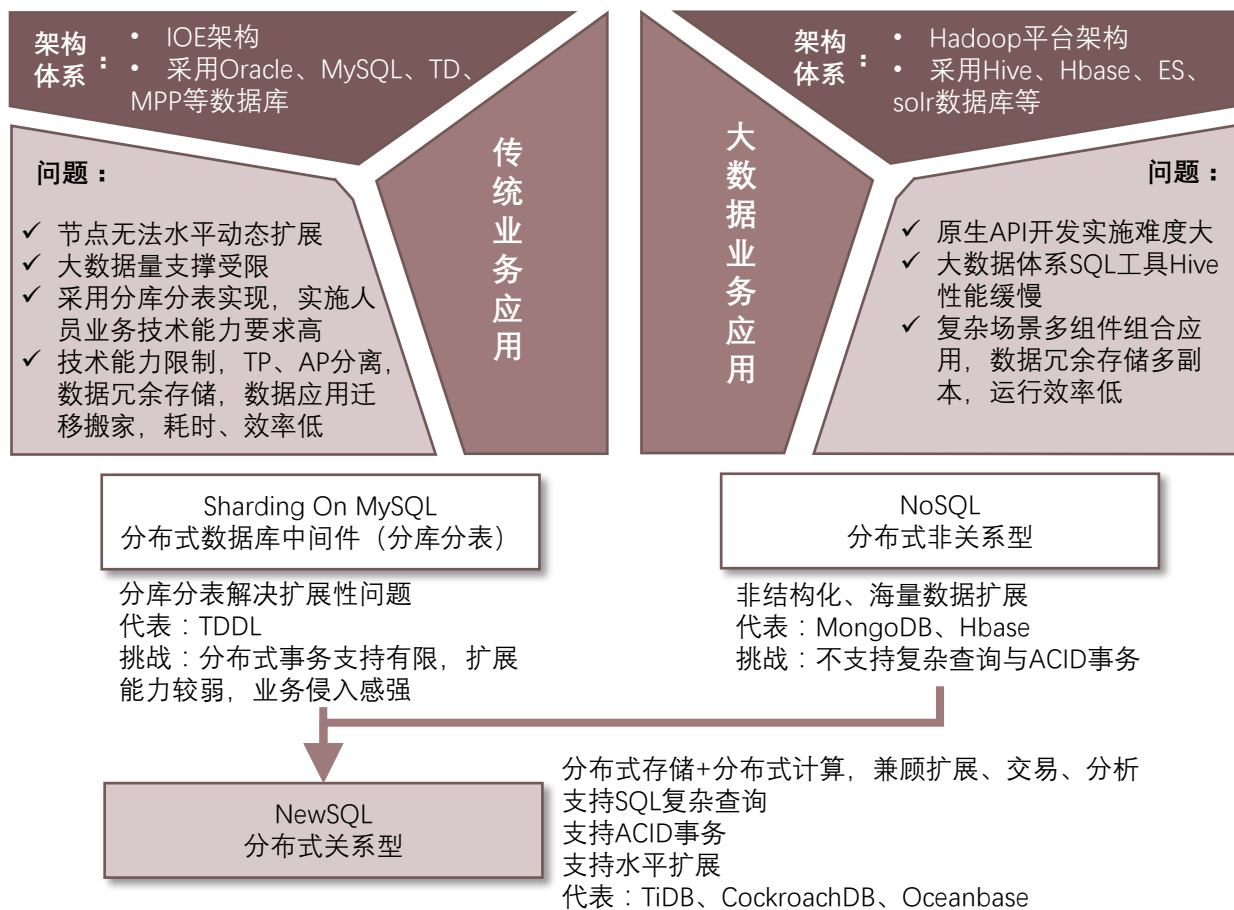
随着数据来源多样化，需要数据库对不同类型的数据进行自动化整合、转换和管理，方便对数据价值的利用分析。

支持自动化数据转化的数据库：Lindorm、TDSQL、Oceanbase、ArgoDB

HTAP混合负载

- 随着业务系统接入的数据源及业务复杂性的不断增加，混合负载的需求越发普遍，数据库技术正在导向多源异构、高实时并发、多SQL标准接口的方向

负载需求与架构演进的分析



来源：DTCC、PingCAP，头豹研究院

业务混合负载需求成为常态

无论是传统业务应用需求依托IOE架构通过分库分表的方式扩容，还是大数据业务应用需求依托Hadoop平台架构，两者都积聚了众多问题且难以解决，运维和使用受限已不能满足时代需要。

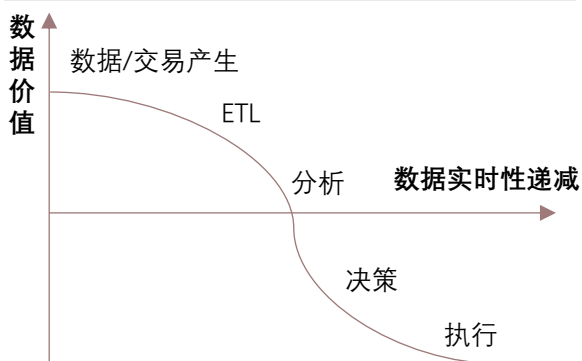
随着业务系统接入的数据源及业务复杂性的不断增加，数据库技术正在导向多源异构、高实时并发、多SQL标准接口的方向。混合负载的需求越发普遍，用户希望通过统一的访问接口（如SQL），按不同的方式（如离线、在线）使用数据。

2012年，Google Spanner和Google F1的论文创造性地提出了将事务型数据库的ACID保证与NoSQL的可扩展性与高性能结合的NewSQL形态启发了众多数据库公司研发分布式架构、具备混合负载支撑能力的数据库。

□ HTAP的应用场景

HTAP保证一定的实时性能的同时也能充分提升响应速度、吞吐量、并发访问量、事务大小、数据访问量及索引规模，为以下两个场景带来了业务与架构的创新和提升：

数据价值随实时性递减



来源：DTCC，头豹研究院

1. 数据密集型业务

将分析能力内嵌进传统的OLTP业务系统。物联网、医疗、风控、个性化推荐营销等数据密集型业务可以在交易侧完成实时的分析，且不会影响交易的性能与数据一致性。

2. 以“用”为核心的实时数据服务平台

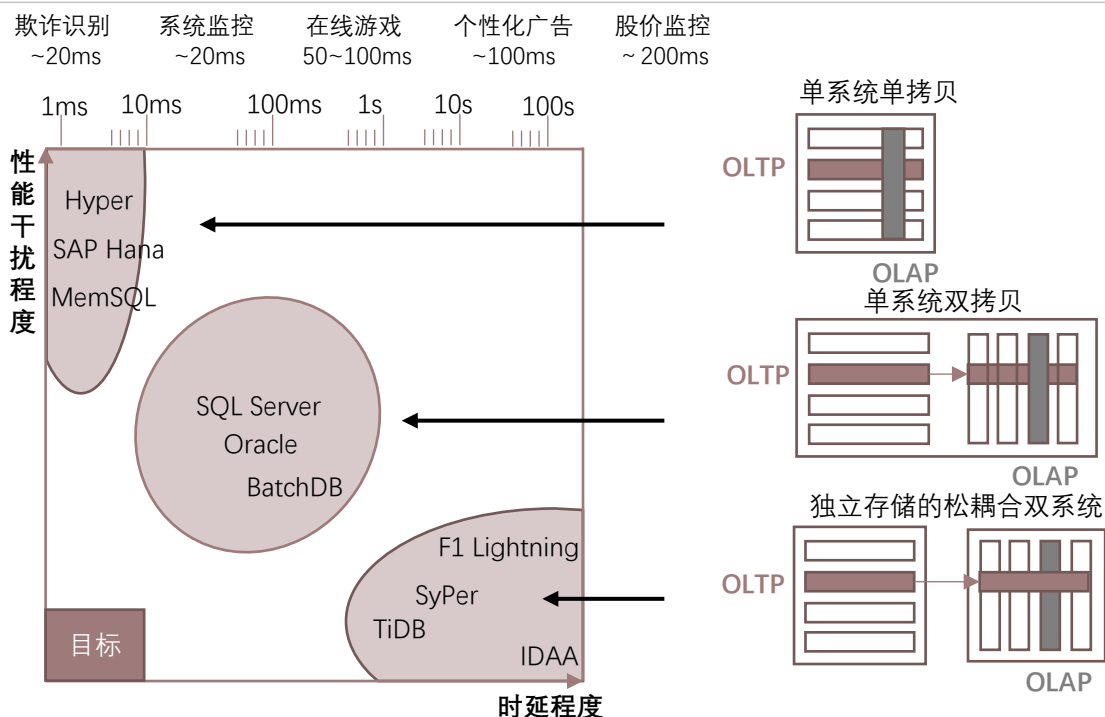
在现有的数据平台以“用”为核心，以“管”为基础的数据中台，将成为企业数字化规划与实施的重点创新与升级。让全企业用户能自由选择与应用数据资产，实时变现数据红利。

OLTP、OLAP、HTAP的适用场景与能力

| 需求分类 | 适用场景 | | 数据库能力 | | | |
|----------------------|---|--------------------------|------------------|--------------|------|------|
| | 业务场景 | 典型负载 | 事务一致性 | 应用适配能力 | 数据规模 | 分析能力 |
| OLTP 事务类 | 联机交易 轻量数据分析 | 高并发小数据量 小数据量分析 | 单库强一致 多库应用层一致 | 高 | 中 | 弱 |
| | 联机交易 简单事物 高并发 | 点查、点写 有限的关联 和分析支持 | 应用层最终一致性 | 低应用 逻辑有入侵 | 大 | 弱 |
| | 联机交易 批量处理 实时分析 混合负载 | 点查、点写 有限的关联 和分析支持 | 强一致 | 高 对应用透明 | 大 | 弱 |
| OLAP 分析类 | 批量处理 复杂分析 非实时查询 | 复杂分析查询 | 弱一致 | 低应用 逻辑入侵 | 大 | 强 |
| HTAP 事务/分析 混合类 | 联机交易 批量处理 实时分析 混合数在 轻量级负载分析 | 高并发小数据量 事务性读写 复杂分析 | 强一致 | 高 对应用透明 | 大 | 强 |

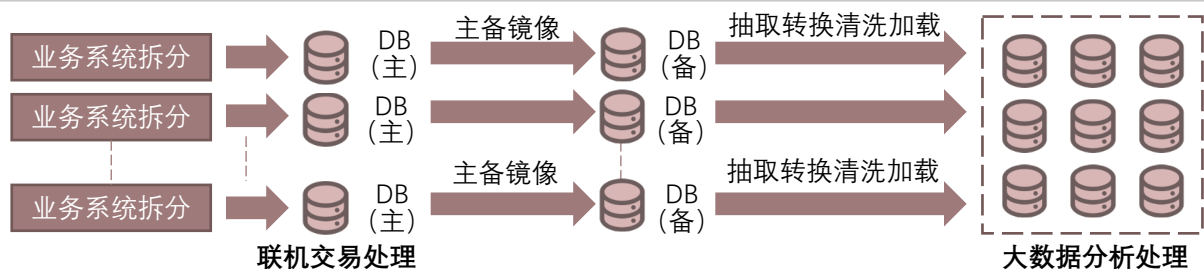
来源：中国计算机协会CCIA，头豹研究院

不同HTAP方案的性能与实时性



来源：DTCC、上海交通大学，头豹研究院

混合负载的实现方式

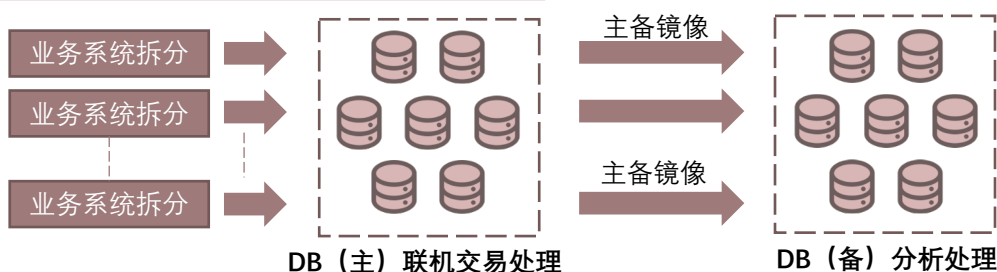


业务拆分+分库分表

1. 方案复杂，业务系统需重新设计规划
2. 多个数据库，事务ACID缺失
3. 缺乏全局索引/约束，唯一ID等需在业务层实现
4. 数据库操作在每个分库上进行，数据管理成本高
5. 单一切分和访问维度，其他维度无法进行
6. 数据分析/决策需异构的数据仓库，数据难实时同步

1. 方案简洁，业务系统无需重新规划和设计
2. 单个数据库，保证事务ACID
3. 具备全局索引/约束，数据库支持唯一ID等
4. 数据库操作在单个数据库上进行，无额外管理成本
5. 数据可从任意维度访问
6. 数据分析/决策支持库与交易库同构，实时同步，

原生分布式HTAP



来源：Oceanbase，头豹研究院

□ HTAP混合事务和分析处理

HTAP描述的是消除OLTP和OLAP之间的间隔，使一个分布式数据库系统既可以应用于事务型数据库场景，又可以应用于分析型数据库场景，从而满足实时业务决策的需求。

HTAP能让数据产生后马上就可以进入分析场景，但它面临最大的问题是如何把OLTP和OLAP两类互斥的工作负载更好放在一个系统上运行，并且实现资源干扰小、数据可见度高、延时短。

目前HTAP有两种方案：分离架构和统一架构，分离架构是目前的主流方案。趋势中，云原生架构环境与HTAP系统的融合将衍生新的HTAP产品方案和技术特征。

HTAP架构

| | 非HTAP | 分离架构HTAP | 统一架构HTAP |
|----|--|---|---|
| | OLTP+OLAP不同系统 | 行存+列存分离存储引擎 | 单一存储引擎 |
| 架构 | | | |
| 定义 | OLTP和OLAP松耦合，通过ETL将OLTP结果同步到OLAP，底层共享存储缩短数据同步时间，在应用层实现混合处理，整体呈现HTAP能力。 | 基于分布式架构，行存储引擎处理事务OLTP、列存储引擎进行分析OLAP，遵循共识协议在引擎间复制数据，在数据库层实现HTAP。 | 使用单一存储引擎同时支持OLTP事务处理和OLAP分析，在最底层实现HTAP。 |
| 产品 | <ul style="list-style-type: none"> SAP | <ul style="list-style-type: none"> TiDB、PolarDB、Oceanbase、GaussDB、TDSQL、F1 | <ul style="list-style-type: none"> Hive、Impala、Kudu、Hyper、MemSQL |
| 优势 | <ul style="list-style-type: none"> 初步融合TP、AP | <ul style="list-style-type: none"> 支持弹性扩容，按需扩展 资源隔离技术成熟，高性能 | <ul style="list-style-type: none"> 彻底融合TP和AP，延迟低 数据可见度高 |
| 劣势 | <ul style="list-style-type: none"> 运维成本高 同步延时、事务分析延时 | <ul style="list-style-type: none"> 存在数据同步延迟 数据可见度差 | <ul style="list-style-type: none"> 技术不成熟 行列隔离性差 |

来源：DTCC，头豹研究院

AI原生数据库

- 未来的数据库技术要充分满足人工智能对数据管理的需求，得从人工智能的角度，重新定义和设计数据库，从数据模型、数据操作模型、执行优化引擎等层面

人工智能与数据库

AI4DB 人工智能赋能数据库

手动 → 自动

- 自优化
- 自调参

实验式 → 数据驱动

- 自监控
- 自运维

启发式 → 智能化

- 自设计
- 自诊断

通过AI实现数据库的自优化、自运维、自监控、自诊断

DB4AI 数据库赋能人工智能

分开的 → 一体化

- AI+DB混合模型
- AI+DB统一界面

难用 → 易用

- 声明式AI
- 数据管治

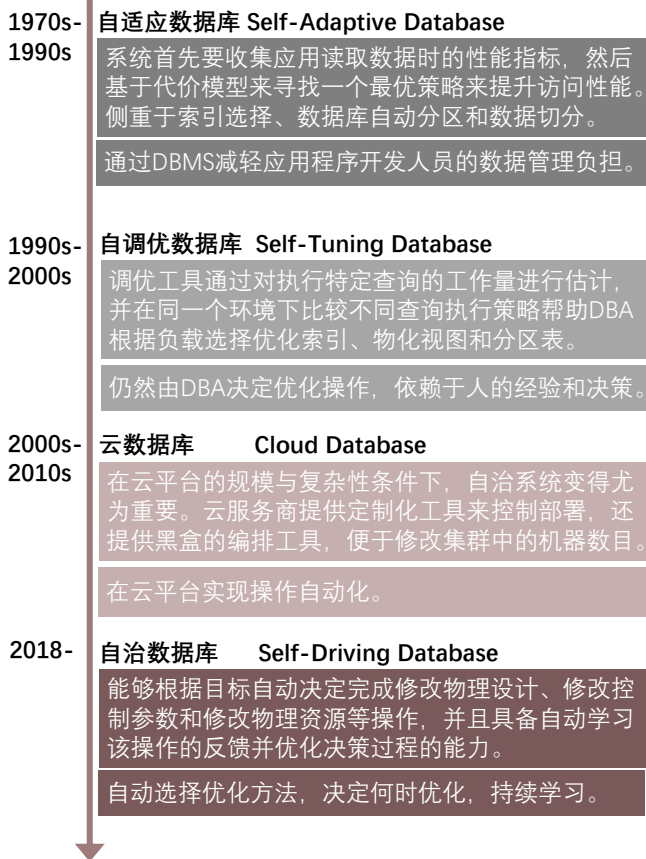
难优化 → 易管理

- AI优化
- 模型管理

实现数据库内置AI，降低AI使用门槛

来源：清华大学、CCF，头豹研究院

数据库治理模式的演化



来源：CMU、Andy Pavlo、墨天轮，头豹研究院

DB4AI

支持内置AI算法的数据库，在数据管理、查询处理、查询优化等各个角度实现库内AI优化。但目前主流的数据库都是以传统的SQL语言操作进行设计和优化的，与AI的复杂操作不能够友好地兼容进而高效得支持。

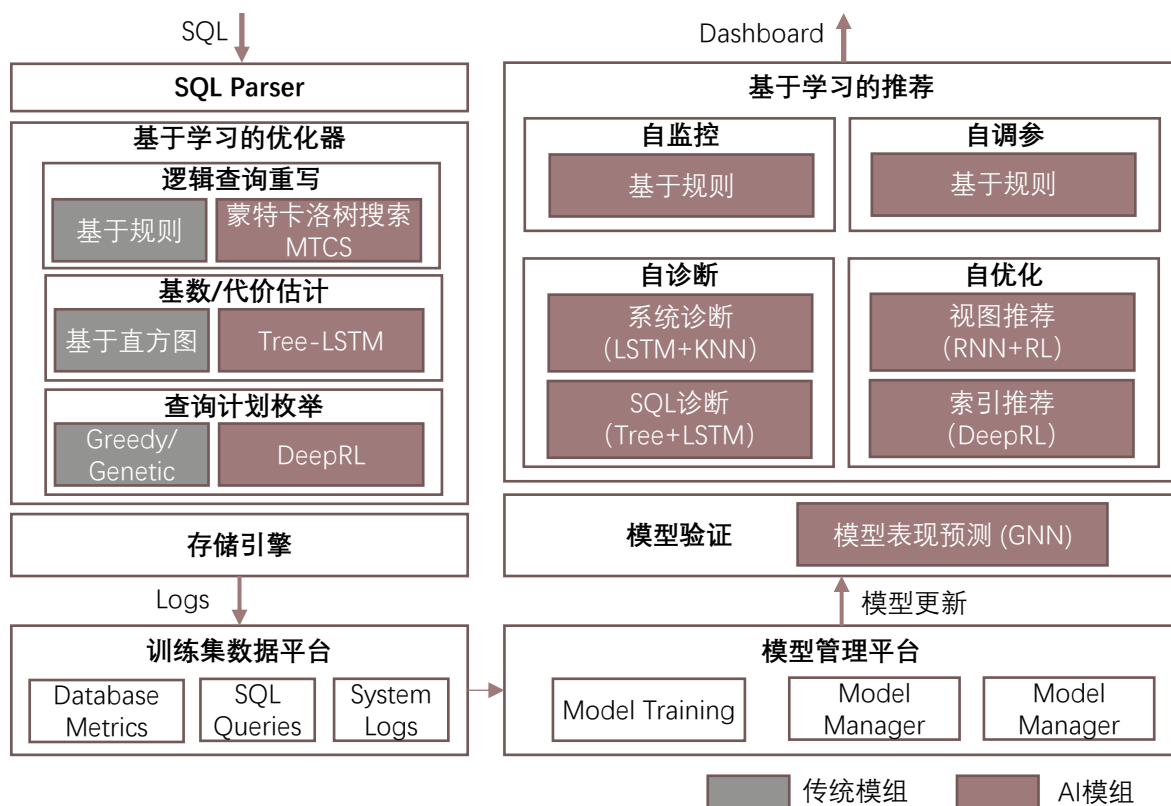
未来的数据库技术要充分满足人工智能对数据管理的需求，得从人工智能的角度，重新定义和设计数据库，从数据模型、数据操作模型、执行优化引擎等层面推动数据管理理论和实际的创新。

AI4DB

数据库的治理是保障数据库安全可控的重要方式。随着业务信息化的发展，数据库面对的数据规模及复杂度井喷式增长，传统的基于经验的数据库优化工具已不能满足负载调优等高性能要求，需要基于学习的数据库优化工具：AI4DB。

数据库治理模式亟需基于云平台的操作自动化与基于AI的自动的调参优化、由数据驱动的自监控自运维、智能化自诊断自设计，来减轻甚至取消对DBA的依赖，使得数据库更加智能，更好适应不同场景。

数据库AI自治技术



来源：清华大学、VLDB、opengauss、头豹研究院

- **智能参数调优：** 通过结合深度强化学习和全局搜索算法等AI技术，实现在无需人工干预的情况下，获取最佳数据库参数配置。

支持智能参数调优的厂商有：华为云、腾讯云、Oceanbase、百度智能云、易鲸捷、星云科技、天云数据、阿里云等。

- **慢SQL诊断：** SQL语句执行时间预测工具，通过模板化方法，实现在不获取SQL语句执行计划的前提下，依据语句逻辑相似性与历史执行记录，预测SQL语句的执行时间。

支持慢SQL诊断的厂商有：华为云、PingCAP、腾讯云、Oceanbase、百度智能云、易鲸捷、星云科技、天云数据、南大通用、阿里云等。

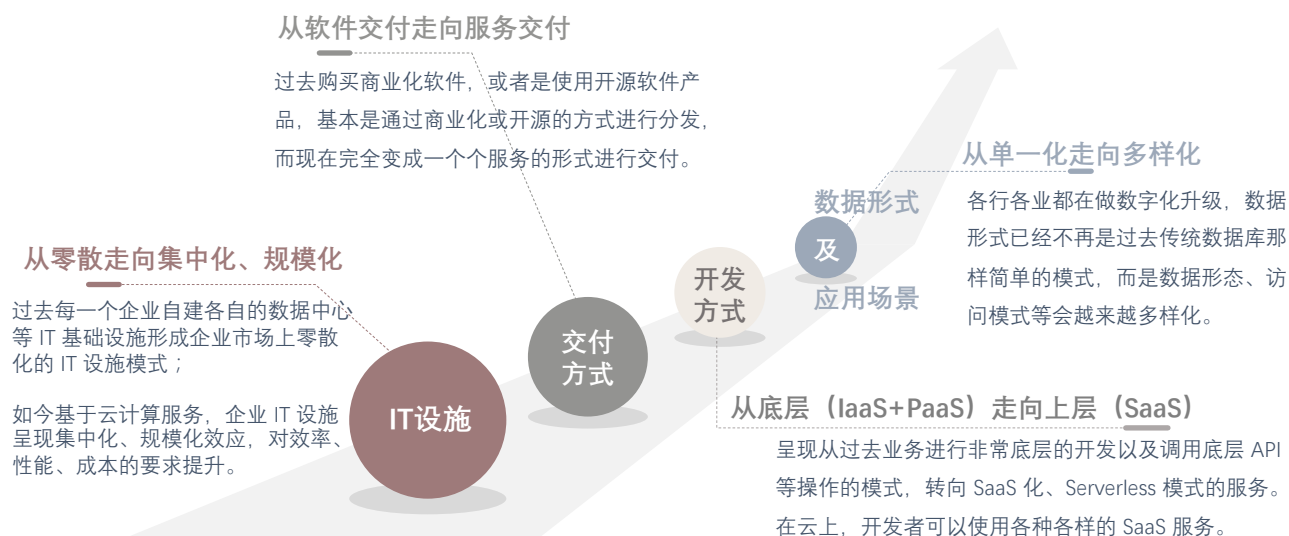
- **智能索引推荐：** 共包含三个子功能：单query索引推荐、虚拟索引和workload级别索引推荐。基于机器学习算法来预测和分类哪种查询计划，采用基于神经网络的代价模型来缓解传统模型带来的问题。

支持智能索引推荐的厂商有：华为云、腾讯云、天云数据、星环科技、百度智能云等。

云原生数据库

- 云计算的蓬勃发展促使各种IT应用转向了云端，而云服务独有的按需服务的灵活性与按需计费或按配置计费的低成本性更是与数据库用户深度匹配。在云上建设数据库服务，设计出以基础云先行，全线适应云特点的云原生数据库尤为重要

云时代中数据库发展的趋势



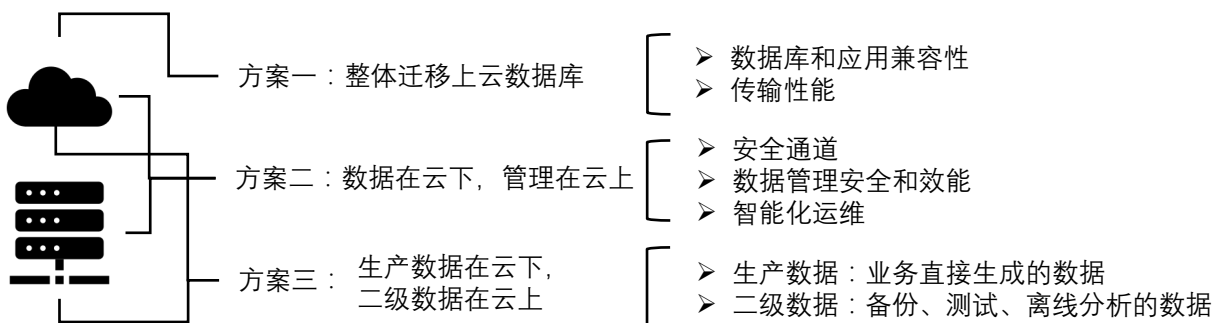
来源：腾讯云、全球分布式云联盟，头豹研究院

云时代背景

云计算、雾计算、边缘计算共同构成了云时代的基础设施，但三者相似又不同的，云计算是集中式计算；雾计算是具有层次性、网式结构的分布式计算方式；边缘计算则是依赖于不构成网络的单独节点。

目前的云数据库都是以云计算为底，并在持续发展中。云计算、雾计算、边缘计算会对数据库提出对于数据存储、管理、计算、交换等差异化的需求，未来数据库的类型和形态也将不断演进以适配不同类型的应用。

数据库迁移上云的数据方案



来源：DTCC，头豹研究院

云部署产品

| | 云托管数据库 | 云服务数据库 | 云原生数据库 |
|-------------|---|--|---|
| 部署特征 | <ul style="list-style-type: none"> 基础设施即服务部署 单机云部署 迁移实施 | <ul style="list-style-type: none"> 平台即服务部署 企业级特性数据库 免运维 | <ul style="list-style-type: none"> 数据库即服务DBaaS Serverless 弹性多租 |
| 定义 | <p>将原本部署于IDC的物理机房上的传统数据库部署在云主机上，使用云服务提供商的计算存储资源。</p> <p>用户需要拥有IT运维团队和数据库管理人员，负责数据库系统的可用性、安全性和性能，以保持数据库的企业级能力。</p> | <p>云服务模式在云托管模式的基础上，用户无需关注数据库的具体部署方式，并提供企业级特性包括高可用、数据安全、在线缩扩容等。</p> <p>用户可直接通过接口访问，而无需拥有数据库管理和运维团队。数据库厂商还能额外提供包括数据模型设计、SQL语句优化、性能压测等专家服务。</p> | <p>在动态“资源池”基础上，通过数据库内部计算与存储分离，将存储管理放到下层共享存储中，从而解决数据同步带来的延时问题，并同时增加了计算能力的横向扩展性。</p> <p>云原生模式规模化了数据库运维服务及供应链管理能力，进一步降低客户使用数据库系统的成本。</p> |
| 付费模式 | <ul style="list-style-type: none"> 按配置收费 | <ul style="list-style-type: none"> 按订阅收费 | <ul style="list-style-type: none"> 按需收费 |
| 优势 | <ul style="list-style-type: none"> 直接迁移上云，实施容易 隔离性强 | <ul style="list-style-type: none"> 免运维成本，高投资回报 用户体验提升 高安全、高性能 | <ul style="list-style-type: none"> 极致弹性、资源利用率高 高可用、高安全、高性能 智能自治、持续迭代功能 |
| 劣势 | <ul style="list-style-type: none"> 仅整合服务器和存储，资源整合密度低 服务低，维护成本高 可用性低 | <ul style="list-style-type: none"> 存在负载优化隐患 弱弹性，资源利用率一般 | <ul style="list-style-type: none"> 前期架构成本高 |
| 产品 | <ul style="list-style-type: none"> Oracle RDS、Gbase | <ul style="list-style-type: none"> TiDB、GaussDB、TDSQL、PolarDB-X、Oceanbase | <ul style="list-style-type: none"> Aurora、Socrates、PolarDB TiDB Cloud、TDSQL-C、GaussDB(for opengauss)、 |

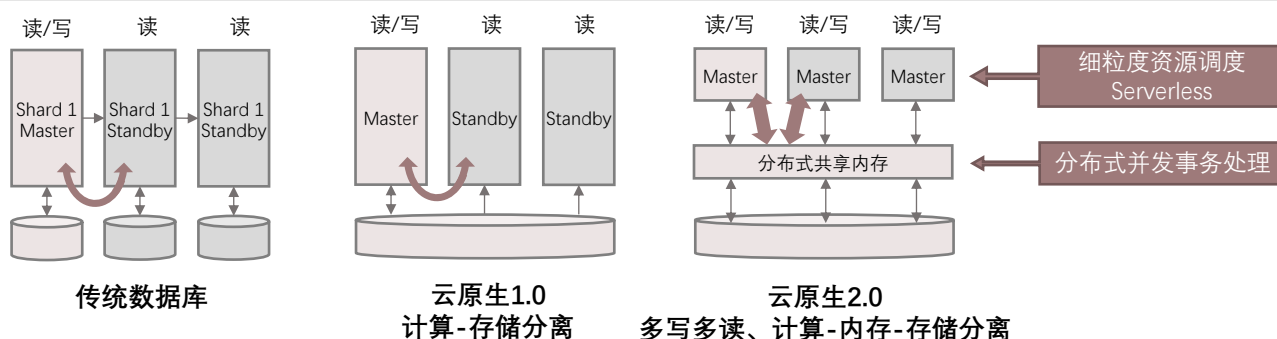
来源：头豹研究院

□ 从云托管到云原生的数据库发展趋势

数据库上云，起初借助基础设施即服务（IaaS），直接将传统数据库托管在云上，关系型数据库服务（RDS）就是这样的产品。而RDS这类方案，在迁移上云的过程中需要对性能和事务作出妥协，存在资源利用率低、维护成本高、可用性低等问题。

于是，相比于迁移数据库上云，在云上建设数据库服务，设计出以基础云先行，从应用、中间件、数据库服务全线适应云特点的云原生数据库尤为重要。

云原生数据库架构的演进

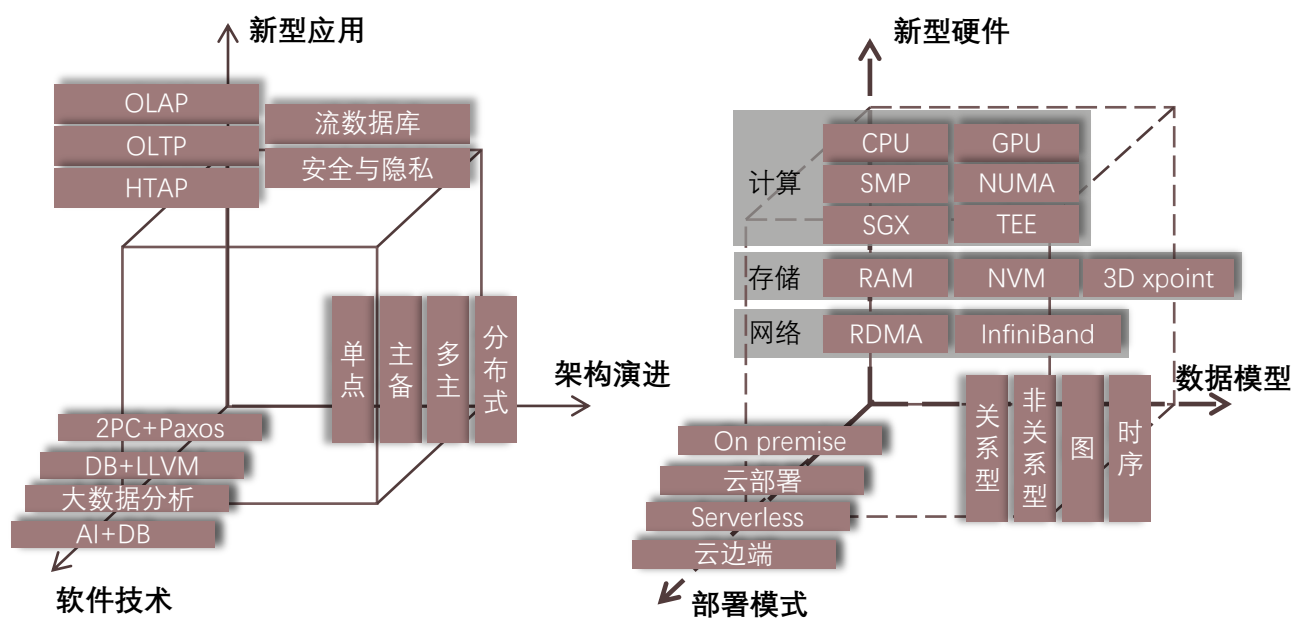


来源：清华大学，头豹研究院

数据库的未来发展趋势总结

- 分布式数据库技术已经步入商业应用的成熟期，但分布式仅是数据库众多维度中的一环，那么从长远的眼光中，再将视角放诸整个数据库技术的大厦中，数据库的未来将如何发展

数据库技术的发展维度拆解



来源：清华大学 李国良，头豹研究院

未来五十年的数据库发展趋势



来源：卡内基梅隆大学 Andy Pavlo，头豹研究院

 03

分布式数据库市场分析

- 分布式数据库架构选型思想
- 数据迁移工具
- 数据库厂商顾问支持
- 开源情况
- 分布式数据库用户画像梳理
- 应用落地场景企业图谱

分布式数据库架构选型思想

- 架构选型上是单体数据库，单体数据库分库分表+分布式中间件还是原生分布式数据库，都有着其最具优势的应用场景。分布式数据库的潮流之下，企业应当理性选择分布式

□ 分布式数据库架构

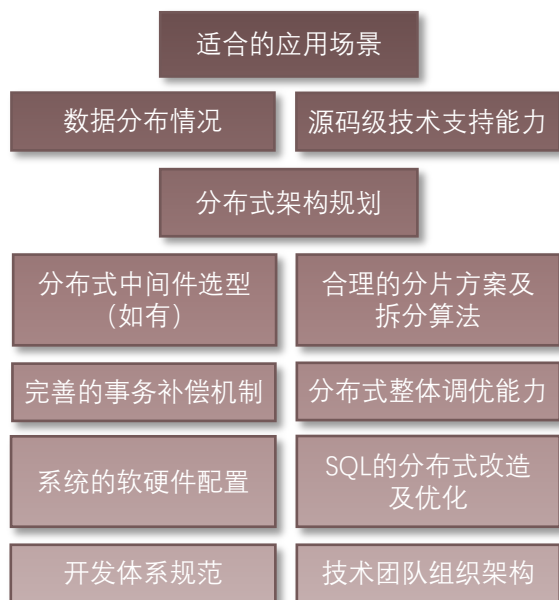
数据库架构是数据库系统为了适应外部需求，对数据处理组建进行搭建的一种方式。而分布式数据库架构则需要以事务一致性、可用性为核心，集齐存储、计算、可扩展性、用户易用性等一系列满足用户需求的特性为一体的软件架构技术。

□ 数据库系统架构的复杂性

提供何种功能、如何使用功能、模块之间以什么方式协作都是数据库架构设计时需要考虑的。在数据库系统中，软件的各个模块存在着各种显性或隐性的依赖关系，随着业务系统的成长，增多的模块也使模块间的复杂关系呈几何级数增长，使数据库本身成为一个高耦合的复杂系统。

目前数据库分布式技术路线选择上，都是以解决数据容量扩展问题为首要目标，主流方案为分库分表中间件、原生分布式等。

分布式数据库架构设计的考虑因素



□ 不能脱离业务讨论架构

数据库选型上，不同技术路线及产品各有优劣，且根据不同的实际需求，存在着截然不同的数据库适配改造方案，不能脱离业务讨论数据库架构。

软件工程中并没有“银弹”，也就是没有任何一条技术路线或系统产品是完美的，分布式中的ACID特性需要系统的各项特性相互平衡与取舍，最适配的数据库产品需要实际业务场景作为最重要的依据。

□ 业务需求主导数据库创新

因此，需求端对数据库选型要避免走向“一个数据库解决所有问题”的误区，与数据库技术领先性无关，未来仍将是多种技术路线并存。数据库选型需要全面了解实际业务场景、遵循软件架构的客观规律，进而选择优化扩容现有集中式系统或是分布式架构改造。

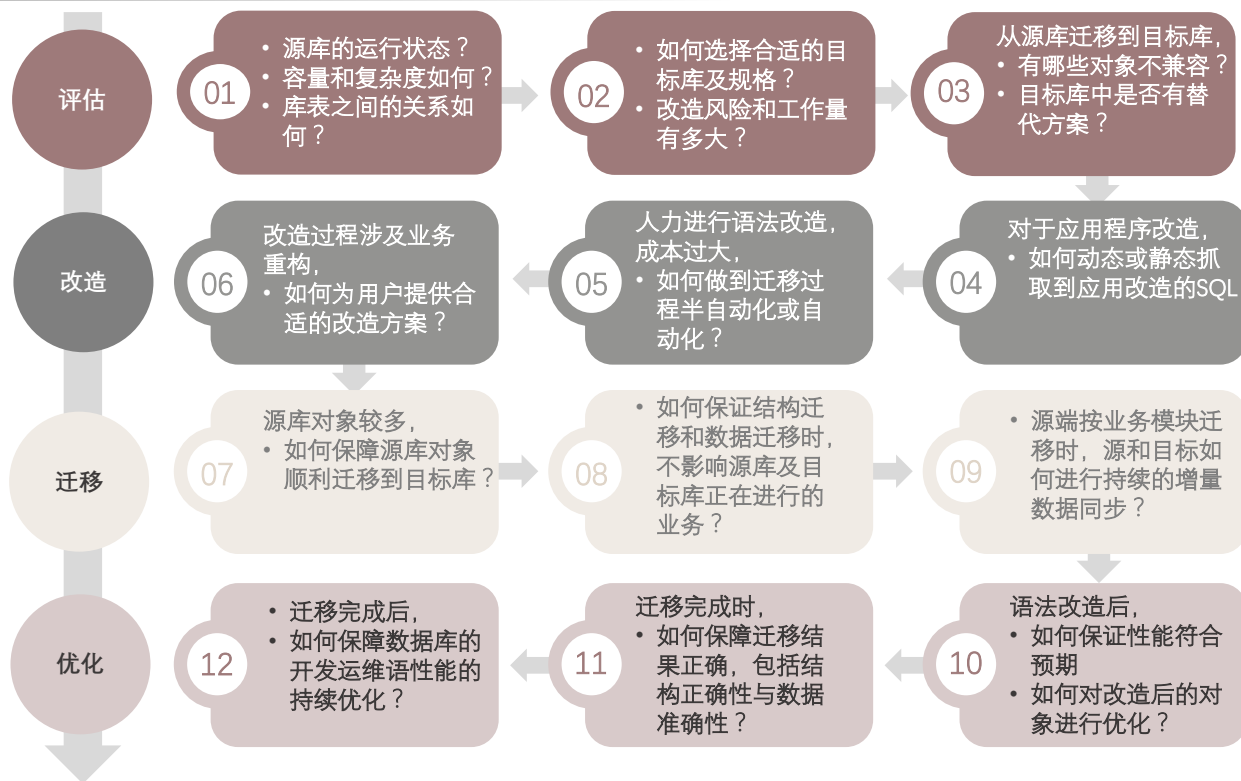
架构选型上是单体数据库，单体数据库分库分表+分布式中间件还是原生分布式数据库，都有着其最具优势的应用场景。分布式数据库的潮流之下，企业的数据库选型应当仔细研判需求，理性选择分布式。

来源：头豹研究院

数据迁移工具

- 数据库迁移是一个复杂的工程，为了提高迁移效率，数据库厂商推出了针对自身数据库的迁移工具和一体化数据迁移任务管理平台。但工具与平台只是辅助迁移过程

传统数据库迁移面临的问题



来源：DTCC2020，头豹研究院

各数据库厂商的数据迁移工具或平台

| 数据库厂商 | 数据迁移工具或平台 |
|-----------|---|
| PingCAP | TiDB Data Migration TiCDC、TiDB Lightning |
| 阿里云 | Data Transmission Service, DTS |
| Oceanbase | Oceanbase Migration Service(OMS) |
| 南大通用 | GBase Migration Toolkit |
| 腾讯云 | Data Transmission Service, DTS |
| 华为云 | 数据库和应用迁移 UGO 数据复制服务 DRS |
| 亚马逊云科技 | AWS Database Migration Service |

来源：各公司官网，头豹研究院

数据迁移 Data Migration

数据库迁移是一个复杂的工程，需要遵循评估、改造、迁移及优化一系列过程，涉及包括基础架构、应用研发、业务过程等方面，往往迁移过程会持续很久。

数据迁移工具

为了提高迁移效率，数据库厂商推出了针对自身数据库的迁移工具和一体化数据迁移任务管理平台。但工具与平台只是辅助迁移过程，通过管理和调度数据同步任务的操作、执行特定的数据同步任务、控制 DM 集群的命令行等等，将可自动化管理的迁移操作组件化，形成方便用户自己调用的数据迁移工具。

数据库厂商顾问支持服务

- 数据库选型需要考虑厂商由交付工程师、运维工程师、DBA、研发组成的专家团队为客户提供售前、中、后咨询服务、技术指导及解决方案构建等。厂商的服务能力对于用户选型也是重要的考核指标

数据库厂商顾问支持服务流程参考



数据库选型需要考虑厂商由交付工程师、运维工程师、DBA、研发组成的专家团队为客户提供售前、中、后咨询服务、技术指导及解决方案构建等。厂商的服务能力对于用户选型也是重要的考核指标。

来源：腾讯云、PingCAP，头豹研究院

开源情况

- 开源理念的发展经历了以Linux为代表的自由开发者运动，以Hadoop为代表的技术栈驱动社区，数据库开源生态步入了极致场景驱动社区协作阶段

开源创新理念的发展沿革

1 自由开放者运动

PC时代

从传统软件开发采用的的大教堂模式改变为集市模式：并行的、点对点的、动态的多人协同开发模式。

开发者之间通常仅仅靠互联网联系，在这种貌似混乱而无序的开发环境中，居然产生了质量极高和极具效率与生命力的软件，产生了诸如Linux这种世界的操作系统。

2 技术栈驱动社区

移动互联网时代

业务需求对技术栈更新速度的要求提高了一个层次。

在分布式系统的开发过程中，由于业务的拆分，被迫会衍生出更多的分布式需求以及应对这些需求的技术，逐渐形成了像Hadoop、Spark、Spring Cloud这样的技术栈社区，例如Hadoop旗下又包含了Hive、MapReduce、HDFS等技术以实现不同的职能。

3 场景驱动社区

云原生与多云时代

业务与技术相互更加紧密，迭代速度更快、增长率更好、更代表未来的方案将是竞争力王牌。

“场景驱动开发”执行于一款流行的开源软件之上，产品“触感”源于对普遍需求的准确把握，高流行度代表着高用户基数与多场景触达，经过一轮又一轮的用户反馈、bug修改、迭代建议后实现正向的迭代循环，覆盖更广的应用场景。

来源：PingCAP，头豹研究院

国产数据库厂商开源情况

| 开源项目 | 贡献者 | 开源时间 | 社区版本 | 已解决Issues | 社区贡献者 | 社区版本用户数量 |
|------------------------|-----------|-------|-------|-----------|-------|----------|
| TiDB | PingCAP | 2015年 | 企业级版本 | 8.3k | 1.6k | 2k |
| OpenGauss-server | 华为云 | 2019年 | 数据库内核 | 3k | 2.7k | 500+ |
| Tbase | 腾讯云 | 2019年 | 数据库内核 | 60k | 30+ | 50+ |
| Oceanbase | Oceanbase | 2021年 | 企业级版本 | 640+ | 100+ | 2.3k |
| PolarDB for PostgreSQL | 阿里云 | 2021年 | 企业级版本 | 30+ | 53 | N/A |
| PolarDB-X for MySQL | 阿里云 | 2021年 | 高可用版本 | 19 | 13 | N/A |
| SequoiaDB | 巨杉数据库 | 2014年 | 企业级版本 | 68 | N/A | N/A |

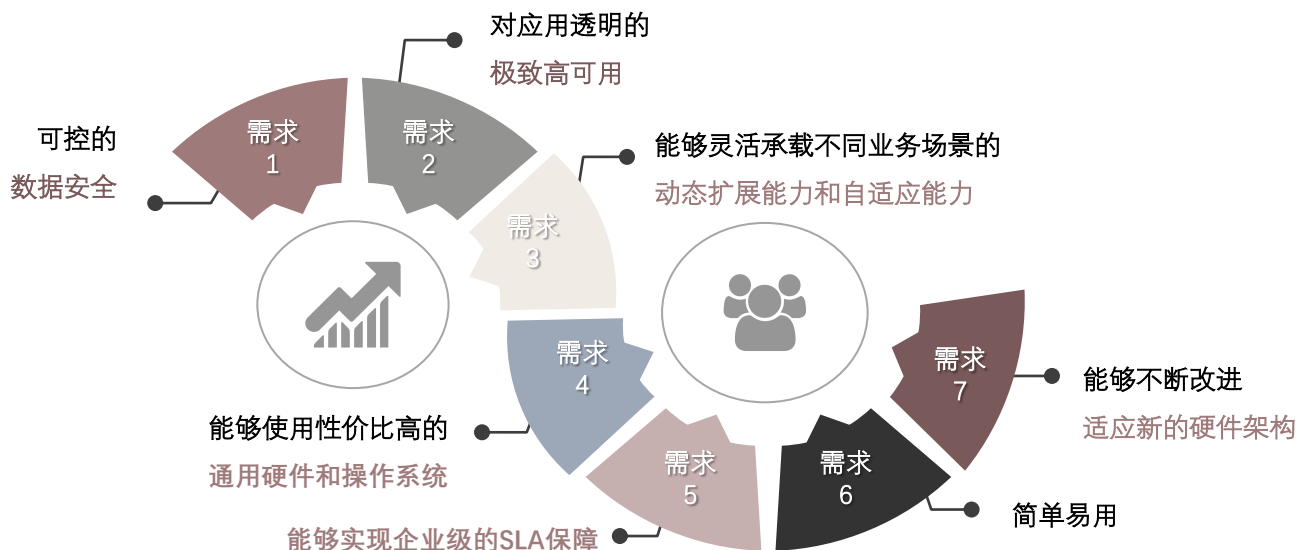
统计时间截止至2022/3

来源：Github、Gitee、沙利文、头豹研究院

分布式数据库用户画像梳理

- 分布式数据库技术的发展需要满足时代和市场需求，回归数据库用户的刚性需求。目前的分布式数据库需要在各个维度上达到集中式架构产品的水平从而在各个场景上发挥其性能及成本优势，渗透进各行各业

数据库用户的刚性需求七大要素



来源：易鲸捷，头豹研究院

分布式数据库技术发展应与需求紧密结合

分布式数据库技术的发展需要满足时代和市场需求，回归数据库用户的刚性需求。目前的分布式数据库需要在各个维度上达到集中式架构产品的水平从而在各个场景上发挥其性能及成本优势，渗透进各行各业。

不同行业数据库用户的需求要素

| | IT监管环境 | 数据业务复杂性 | 核心数据业务特点 | 成本敏感性 | IT能力储备情况 |
|-----|--------|---------|--------------|-------|----------|
| 互联网 | 弱 | 强 | 海量、高并发读、弹性 | 强 | 强 |
| 电信 | 强 | 强 | 强事务、高并发 | 弱 | 强 |
| 文娱 | 强 | 一般 | 弹性扩容、海量、低延时 | 强 | 一般 |
| 交通 | 强 | 强 | 高并发写、高可用、低延时 | 弱 | 一般 |
| 物流 | 一般 | 强 | 海量、高并发、高频 | 一般 | 强 |
| 政务 | 强 | 一般 | 强事务、高可用、关联分析 | 一般 | 弱 |
| 医疗 | 一般 | 一般 | 低延时、关联分析 | 弱 | 弱 |
| 制造 | 一般 | 一般 | 时间变量分析、高频 | 一般 | 弱 |

来源：中国信息通讯研究院，头豹研究院

应用落地场景企业图谱

- 中国分布式数据库厂商呈现差异化布局态势，图谱筛选出互联网、电信、交通、物流、电子政务等行业的企业与机构提供分布式数据库及衍生服务的中国数据库代表厂商

中国数据库行业应用图谱



注：图谱中展示Logo顺序及大小无实际意义，不涉及排名，仅展示部分行业代表性企业
来源：沙利文，头豹研究院

中国数据库行业应用图谱(续)

数据库各个行业应用场景代表厂商

交通行业

机场客户管理系统、物流业务系统、智能交通系统、充电管理系统、汽车租赁系统、订票查询系统、铁路货运信息主题应用平台、铁路信息运维管控平台、民航信息中心综合分析平台



物流行业

订单与流水系统、明细历史数据查询、运营分析与决策、货运系统、仓储系统、物流系统



电子政务&公共服务行业

政务服务系统、涉企政务服务平台系统、移动办公平台系统、数字财政系统、疫情防控系统、公安支撑系统、数据中枢系统、智慧应用系统、信息管理系统



医疗行业

药物靶点预测、基因图谱构建、医疗保障信息平台系统、国家疾控中心医疗免疫系统



能源行业

电力户变关系识别、国家电网全业务数据中心、能源分析平台、油田知识图谱



制造行业

供应链与物流系统、算法平台后端服务、电销派单模型服务



注：图谱中展示Logo顺序及大小无实际意义，不涉及排名，仅展示部分行业代表性企业
来源：沙利文，头豹研究院



04

中国分布式数据库市场竞争态势

- 分布式数据库竞争力评分维度
- 分布式数据库综合竞争表现
- 分布式数据库领导者

创新指数评估体系指标

- 数据库创新指数评估体系围绕分布式架构能力、数据库管理创新能力、云能力三大一级指标，设立14个二级指标，78个三级指标

创新指数评估体系指标

| 一级指标 | 二级指标 | 要点 |
|-----------|--------------|----------------------------------|
| 分布式架构能力 | 分布式事务处理技术 | 分布式事务架构、事务原则、加锁机制、一致性协议等 |
| | 优化器与并发执行器 | 分布式事务并发控制技术、可通信性、自适应并发访问控制 |
| | 分布式架构中的物理资源层 | 单个数据库资源扩展上限、动态监测网元、计算加速等 |
| | 计算模块 | HTAP、行列混寸计算、混合负载处理智能路由等 |
| | 存储模块 | 压缩存储技术、触发器、全局序列方案、入库性能加速等 |
| | 管理模块 | 主机负载下移、分布式事务性能与吞吐优化等 |
| 数据库管理创新能力 | 多模数据技术 | 数据模型、数据转化、原生多模 |
| | 运维管理能力 | 图形化界面、负载均衡、资源隔离级别设置、慢SQL展示等 |
| | 数据库AI自治能力 | 智能参数调优、慢SQL诊断、智能索引推荐等 |
| | 数据加密能力 | 表加密、传输加密、备份加密、透明加密、纯软全密态等 |
| | 动态脱敏能力 | 多重身份特征访问控制、脱敏策略、脱敏算法等 |
| | 高可用能力 | 连续归档和时间点恢复、闪回、热补丁、慢节点检测等 |
| | 大数据融合能力 | 整合ML、实时湖仓等 |
| 云能力 | 云产品能力 | 云托管数据库、云服务数据库、云原生数据库的商用化 |
| | 云原生数据库支持能力 | 多读多写、资源扩容升级时效性、存算资源解耦方案、云原生生态工具等 |
| | 云服务能力 | 多部署形态、计费方式、网络接入方式、控制台与操作等 |
| | 多租户能力 | 多租户操作、多租户隔离、专属集群模式 |

来源：头豹研究院

增长指数评估体系指标

- 数据库创新指数评估体系围绕兼容性评估、可扩展性评估、开源及产业影响力、行业解决方案等七大一级指标，设立12个二级指标，99个三级指标

增长指数评估体系指标

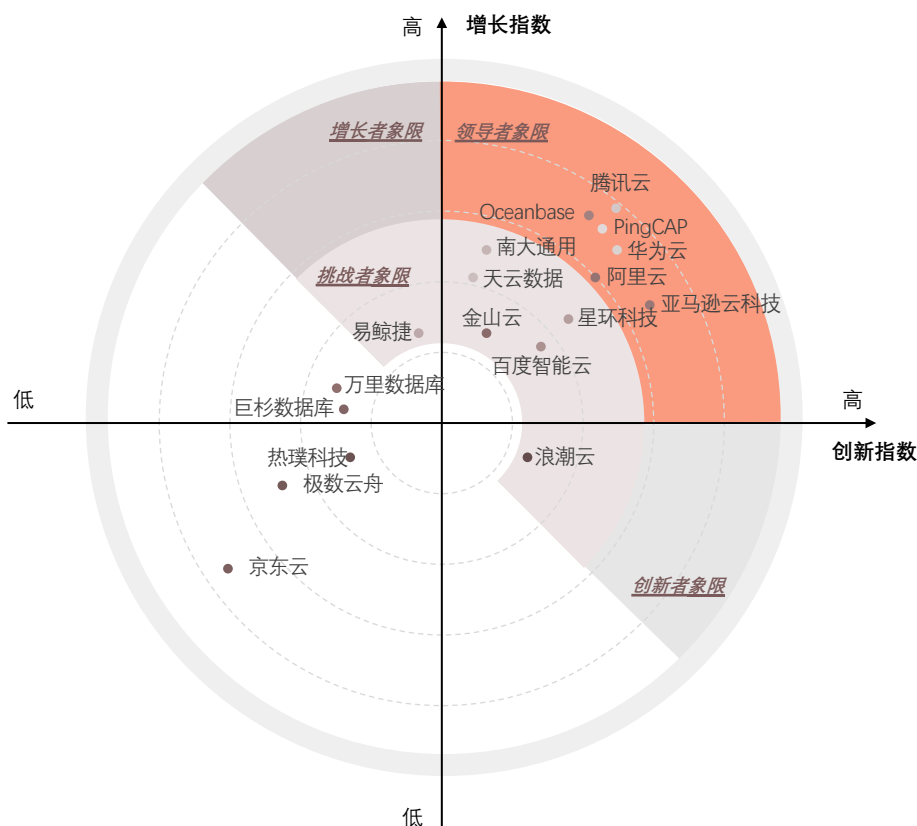
| 一级指标 | 二级指标 | 要点 |
|----------|---|---------------------------------------|
| 兼容性评估 | 迁移兼容性 | 数据迁移方式、迁移模式、迁移工具与平台等 |
| | 开源兼容性 | 开放计算引擎、数据库语法、数据库协议等 |
| | 新型硬件兼容性 | 新型计算硬件、存储硬件、高性能网络协议等 |
| 可扩展性评估 | 水平及垂直扩展能力 | 热点库、平滑扩展、在线快速扩容、单机架构性能等 |
| | 分区分片及跨地域部署能力 | 自动数据分片、冷热数据分离、数据就近访问等 |
| 灾备恢复能力评估 | 数据备份管理能力 | 一致性检测、恢复校验、备份、日志等 |
| | 灾备建设及恢复效率 | 部署架构、可用性检测机制、故障切换方案等 |
| 数据安全性评估 | 身份认证及权限管理能力 | 多因素认证、细粒度访问权限控制、节点访问控制等 |
| | 数据资产清算与审计能力 | 敏感数据归集、脱敏、监控、审计、追溯等 |
| 服务支持水平 | 厂商顾问支持及产品文档 | 售前、中、后专家团队支持、规范化产品文档等 |
| 开源及产业影响力 | 开源情况及产业链合作情况 | 开源组件、社区用户、产业链合作伙伴等 |
| 行业解决方案 | 互联网、电信、文娱、交通、物流、电子政务&公共服务、医疗、能源、制造等行业企业用户实践水平 | 行业细分领域 业务场景 企业用户总数 优势技术及服务模式 |

来源：头豹研究院

综合竞争表现

- 中国分布式数据库市场处于稳步增长阶段，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（数据需与各厂商最终确认）

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



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

中国分布式数据库市场发展处于稳步增长期，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，数据库的基础及性能水平、服务及生态水平、行业解决方案积累水平越强

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，数据库的分布式架构能力、数据库管理创新能力、云能力越强

腾讯云 — TDSQL

2021年度分布式数据库Frost Radar排名说明

- ✓ 腾讯云（TDSQL）在2021年度分布式数据库Frost Radar中入围领导者象限
- ✓ 腾讯云（TDSQL）在2021年度分布式数据库Frost Radar中增长指数排名第一
- ✓ 腾讯云（TDSQL）在2021年度分布式数据库Frost Radar中创新指数排名第三

- 腾讯云在创新指数的以下指标项得到较高评分：

创新指数较高分指标项

分布式架构能力（6项中5项较高分）

数据库管理创新能力（7项中3项较高分）

云能力（4项中4项较高分）

- 腾讯云在增长指数的以下指标项得到较高评分：

增长指数较高分指标项

兼容性评估（4项中3项较高分）

可扩展性评估（5项中5项较高分）

灾备恢复能力评估（4项中3项较高分）

数据安全性评估（4项中2项较高分）

服务支持水平（2项中1项较高分）

开源及产业影响力（2项中1项较高分）

行业解决方案服务支持水平（8项中8项较高分）

领导者：腾讯云 — TDSQL

- 腾讯云企业级分布式数据库TDSQL是中国分布式数据库领导者，提供事务型、云原生、分析型等多种产品架构，具备智能运维平台、Serverless版本等标准统一的产品服务方案，支持第七次全国人口普查实现全面电子化

□ 持续战略投入

2002年开始内部孵化，源于腾讯金融业务，对内服务了微信支付、腾讯会议、王者荣耀、腾讯音乐、腾讯视频、腾讯文档等业务。TDSQL登上腾讯2021Q3财报，服务横跨金融、公共服务和电信等多个垂直领域的超过 3000 家客户。

□ 领先的创新技术

11个权威期刊发布前沿领域论文；中国电子学会《科学技术成果鉴定报告》显示TDSQL整体技术达到国际先进水平；自研内核TXSQL和TDStore，并持续回馈开源社区。

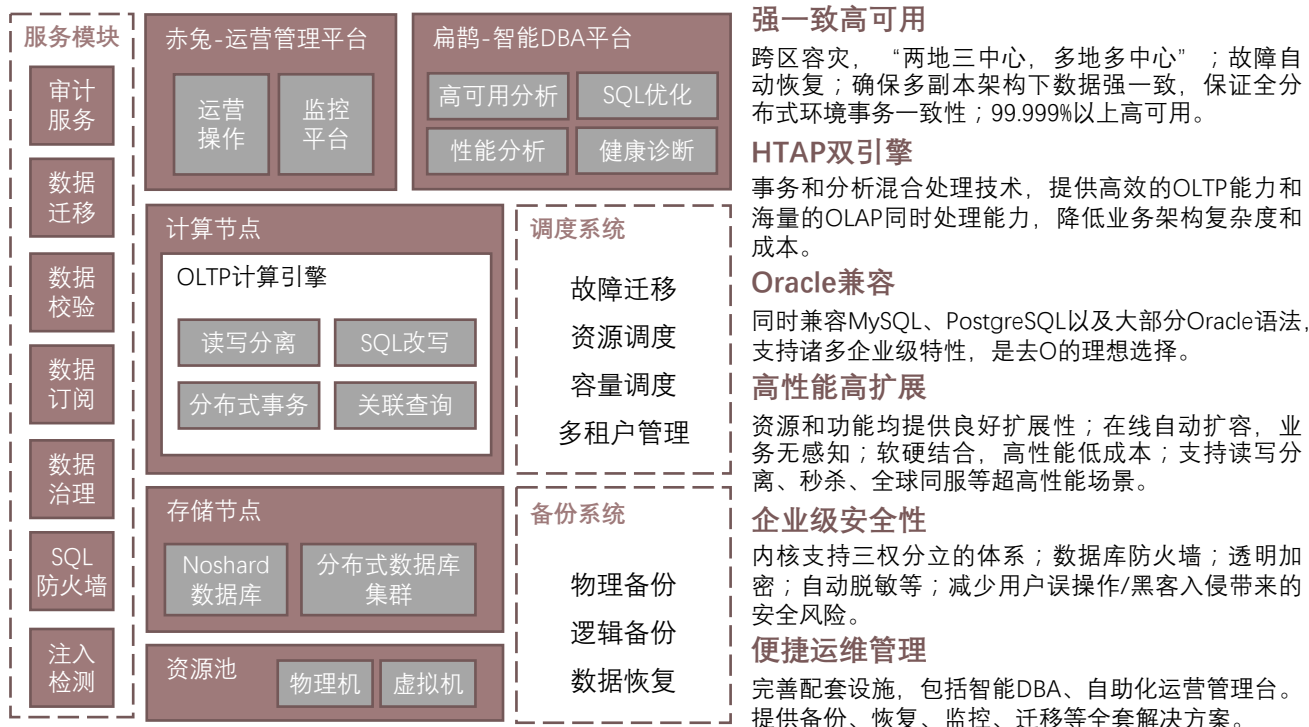
□ 构建国产数据库生态圈

TDSQL积极拥抱国产化生态，年度投入数千万资金与资源开展国产化上下游生态适配；在国家级别政务民生、金融核心系统上支撑关键业务。腾讯云数据库创新实验室对外提供资源和人力支持并助力产业上下游厂商的系统适配和解决方案孵化，已完成百余家头部厂商、270余个业务系统的全面测试，行业覆盖政务、财政、金融、运营商、制造业、医疗、通用、平台产品等数十个典型行业场景。

TDSQL拥有阶梯式人才培养认证体系，培训认证体系入选工委、电子四院信创人才培养目录，已有上万人取得TDSQL相关认证。在高校人才培养方面，共计走进20余所高校，培养3000余名学生，与中国人民大学建立联合协同实验室，共计发表CCF会议/期刊5篇，19余项国内外专利，系统及技术方案10余项。

作为MariaDB基金会最高级白金会员，腾讯云数据库内核团队持续输出腾讯在MariaDB数据库上的经验和技術，多位腾讯工程师凭借对MySQL 8.0版本的重大贡献荣获MySQL社区开源贡献大奖。

TDSQL架构概述



■ 奥星贝斯 — Oceanbase

2021年度分布式数据库Frost Radar排名说明

- ✓ 奥星贝斯（Oceanbase）在2021年度分布式数据库Frost Radar中入围领导者象限
- ✓ 奥星贝斯（Oceanbase）在2021年度分布式数据库Frost Radar中增长指数排名第二
- ✓ 奥星贝斯（Oceanbase）在2021年度分布式数据库Frost Radar中创新指数排名第六

- Oceanbase在创新指数的以下指标项得到较高评分：

创新指数较高分指标项

分布式架构能力（6项中5项较高分）

数据库管理创新能力（7项中3项较高分）

云能力（4项中3项较高分）

- Oceanbase在增长指数的以下指标项得到较高评分：

增长指数较高分指标项

兼容性评估（4项中4项较高分）

可扩展性评估（5项中5项较高分）

灾备恢复能力评估（4项中2项较高分）

数据安全性评估（4项中2项较高分）

服务支持水平（2项中1项较高分）

开源及产业影响力（2项中1项较高分）

行业解决方案服务支持水平（8项中3项较高分）

领导者：奥星贝斯 — Oceanbase

- OceanBase是中国企业级原生分布式数据库领导者，100% 自主研发，是全球唯一在 TPC-C 和 TPC-H 测试上都刷新了世界纪录的国产原生分布式数据库。具有数据强一致、高可用、高性能、在线扩展、高度兼容 SQL 标准和主流关系数据库、对应用透明，高性价比等特点

商业案例实践

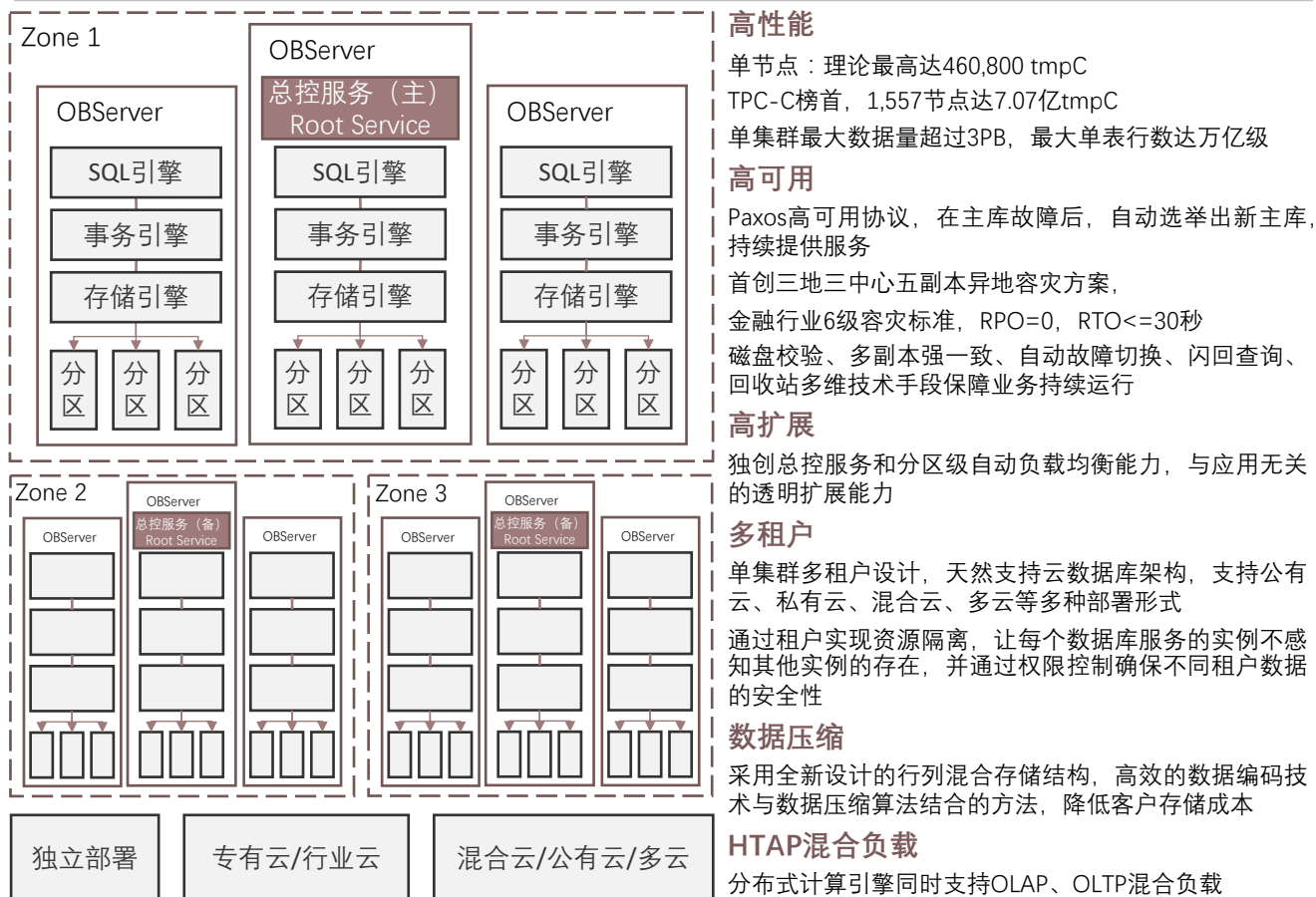
已助力400+行业客户实现核心系统升级，案例覆盖金融、政务、运营商、能源、人社、交通等领域。

山东移动核心计费系统业务迁移入选工信部“2020年网络安全技术应用试点示范项目”名单

OceanBase高兼容性和OMS迁移服务保障多核心业务系统平滑迁移至OceanBase，实现大幅降本增效：

1. 详单处理率提升30%，存储成本降低90%，硬件和维保成本大幅降低。
2. 源系统数据类型、对象、存储过程仅少量修改达成应用适配，1小时完成应用切割，一站式数据库无损迁移，过渡方案确保柔性切割。
3. 性能无损的数据高压缩比，分区、读写分离、LSM等技术提升OLTP事务效率。
4. 使用普通PC服务器，下线小机+集中式存储等传统架构降低硬件成本。
5. 整合多套分散系统，基于Paxos 协议和分区等技术，多机房部署实现高可用和容灾。

Oceanbase架构概述



PingCAP — TiDB

2021年度分布式数据库Frost Radar排名说明

- ✓ PingCAP (TiDB) 在2021年度分布式数据库Frost Radar中入围领导者象限
- ✓ PingCAP (TiDB) 在2021年度分布式数据库Frost Radar中增长指数排名第三
- ✓ PingCAP (TiDB) 在2021年度分布式数据库Frost Radar中创新指数排名第四

- PingCAP在创新指数的以下指标项得到较高评分：

创新指数较高分指标项

分布式架构能力 (6项中5项较高分)

数据库管理创新能力 (7项中2项较高分)

云能力 (4项中4项较高分)

- PingCAP在增长指数的以下指标项得到较高评分：

增长指数较高分指标项

兼容性评估 (4项中4项较高分)

可扩展性评估 (5项中5项较高分)

灾备恢复能力评估 (4项中4项较高分)

数据安全性评估 (2项中1项较高分)

服务支持水平 (2项中1项较高分)

开源及产业影响力 (2项中2项较高分)

行业解决方案服务支持水平 (8项中4项较高分)

领导者：PingCAP — TiDB

- PingCAP自主设计研发的开源分布式关系型数据库TiDB是中国分布式数据库领导者，具备水平扩缩容、金融级高可用、实时 HTAP、云原生的分布式数据库、兼容MySQL生态等重要特性

□ 开源技术体系和云原生基础设施融合支撑数字化场景爆发

TiDB坚持开源作为新技术的创新引擎，通过全球社区的协作结合稳定的云原生基础设施，为企业级用户提供不断迭代和演进的产品服务，支撑企业的数字化场景大爆发的需求。

□ 面向IT决策者、开发者、架构师、运维的高用户价值

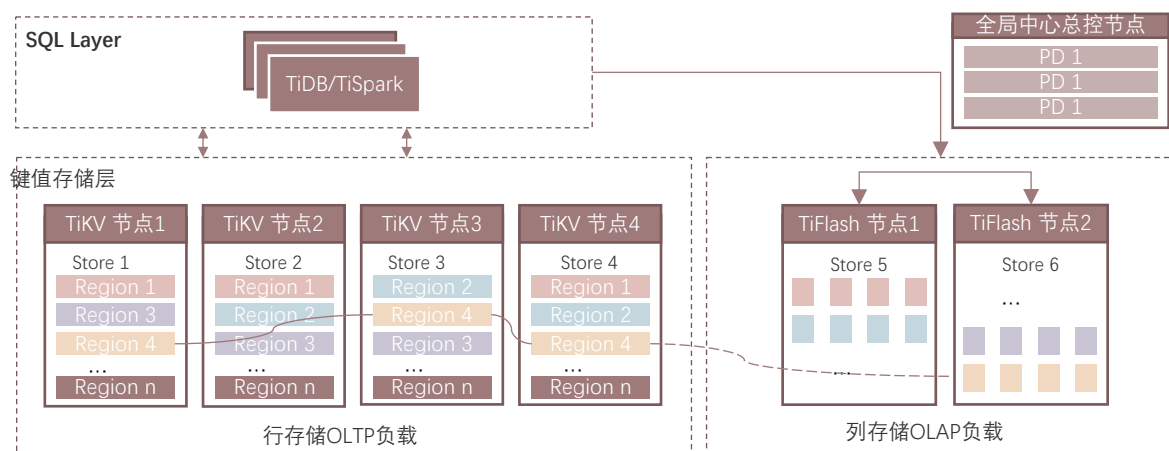
TiDB深度融合数据库与大数据应用，大幅提升企业运营效率、降低TCO；TiDB支持敏态开发、在线业务变更，降低开发与学习的隐性成本；TiDB简化技术栈，自服务程度高，提供交互式运维界面。

□ TiDB 助力中通快递数字化转型升级

TiDB通过愈发完备的HTAP能力满足超大规模数据量处理、实时多维分析、打造一站式数据生态：

1. 已有系统数据存储周期增加到三倍以上，取消数据库单点压力
2. 5.0 集群在 618 期间的整体数据负载体量在40 亿 - 50 亿 +，报表分析数据达到 10 亿 +，集群响应整体平稳，报表达到了分钟级以内的时效

TiDB架构概述



一键水平扩容或者缩容

得益于 TiDB 存储计算分离的架构的设计，可按需对计算、存储分别进行在线扩容或者缩容，扩容或者缩容过程中对应用运维人员透明

兼容 MySQL 5.7 协议和 MySQL 生态

兼容 MySQL 5.7 协议、MySQL 常用的功能、MySQL 生态，应用无需或者修改少量代码即可从 MySQL 迁移到 TiDB。提供丰富的数据迁移工具帮助应用便捷完成数据迁移

云原生的分布式数据库

专为云而设计的分布式数据库，通过 TiDB Operator 可在公有云、私有云、混合云中实现部署工具化、自动化

实时 HTAP

提供行存储引擎 TiKV、列存储引擎 TiFlash 两款存储引擎，TiFlash 通过 Multi-Raft Learner 协议实时从 TiKV 复制数据，确保行存储引擎 TiKV 和列存储引擎 TiFlash 之间的数据强一致。TiKV、TiFlash 可按需部署在不同的机器，解决 HTAP 资源隔离的问题

金融级高可用

数据采用多副本存储，数据副本通过 Multi-Raft 协议同步事务日志，多数派写入成功事务才能提交，确保数据强一致性且少数副本发生故障时不影响数据的可用性。可按需配置副本地理位置、副本数量等策略满足不同容灾级别的要求

名词解释

- ◆ **数据库系统**：按照特定数据结构组织，存储和管理数据的基础软件。
- ◆ **分布式数据库**：是用计算机网络将物理上分散的多个数据库单元连接起来组成的一个逻辑上统一的数据库。
- ◆ **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。
- ◆ **数据迁移 Data Migration**：数据库迁移是一个复杂的工程，需要遵循评估、改造、迁移及优化一系列过程，涉及包括基础架构、应用研发、业务过程等方面，往往迁移过程会持续很久。
- ◆ **多模数据库**：多模数据库是在关系型模型数据库的基础上通过扩展SQL支持多种数据模型，实现一库多用，从而降低对不同数据模型的管理、运维、开发的复杂度，易于使用。
- ◆ **专用数据库**：强调专库专用带来的极致扩展性和稳定性
- ◆ **DB4AI**：支持内置AI算法的数据库，在数据管理、查询处理、查询优化等各个角度实现库内AI优化
- ◆ **AI4DB**：利用AI算法优化和管理数据库，使得数据库更加智能，更好适应不同场景。例如学习型索引、参数调优、索引/视图/分布、分片推荐、智能代价估计、智能计划选择等技术。
- ◆ **云托管数据库**：将原本部署于IDC的物理机房上的传统数据库部署在云主机上，使用云服务提供商的计算存储资源。用户需要拥有IT运维团队和数据库管理人员，负责数据库系统的可用性、安全性和性能，以保持数据库的企业级能力。
- ◆ **云服务数据库**：云服务模式在云托管模式的基础上，用户无需关注数据库的具体部署方式，并提供企业级特性包括高可用、数据安全、在线缩扩容等。用户可直接通过接口访问，而无需拥有数据库管理和运维团队。数据库厂商还能额外提供包括数据模型设计、SQL语句优化、性能压测等专家服务。
- ◆ **云原生数据库**：云原生模式规模化了数据库运维服务及供应链管理能力，进一步降低客户使用数据库系统的成本。云原生数据库服务包括了基于云IaaS构建的数据库、数据库DevOps团队、配套云原生生态工具。在用户视角中，具备存算分离、极致弹性、高可用、高安全、高性能、智能自治、持续迭代功能等能力。
- ◆ **地域 (Region)**：Region 指一个地域或者城市（例如杭州、上海、深圳等），一个 Region 包含一个或者多个 Zone，不同 Region 通常距离较远。
- ◆ **可用区/区 (Zone)**：Zone 是 Availability Zone 的简称。通常由一个机房内的若干服务器组成一个 Zone。为了数据安全性和高可用性，一般会把数据的多个副本分布在不同的 Zone 上，可以实现单个 Zone 故障不影响数据库服务。
- ◆ **资源池 (Resource Pool)**：一个租户拥有若干个资源池，这些资源池的集合描述了这个租户所能使用的所有资源。一个资源池由具有相同资源规格 (Unit Config) 的若干个 UNIT (资源单元) 组成。一个资源池只能属于一个租户。每个 UNIT 描述了位于一个 Server 上的一组计算和存储资源，可以视为一个轻量级虚拟机，包括若干 CPU 资源，内存资源，磁盘资源等。

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，从纵深防御、快速响应、轻量化部署等领域着手，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。



©头豹研究院
©弗若斯特沙利文咨询（中国）

 www.leadleo.com

 <https://space.bilibili.com/647223552>

 <https://weibo.com/u/7303360042>