

李飞飞

阿里巴巴集团副总裁，高级研究员，
阿里云智能数据库总负责人

下一代云原生数据库技术趋势

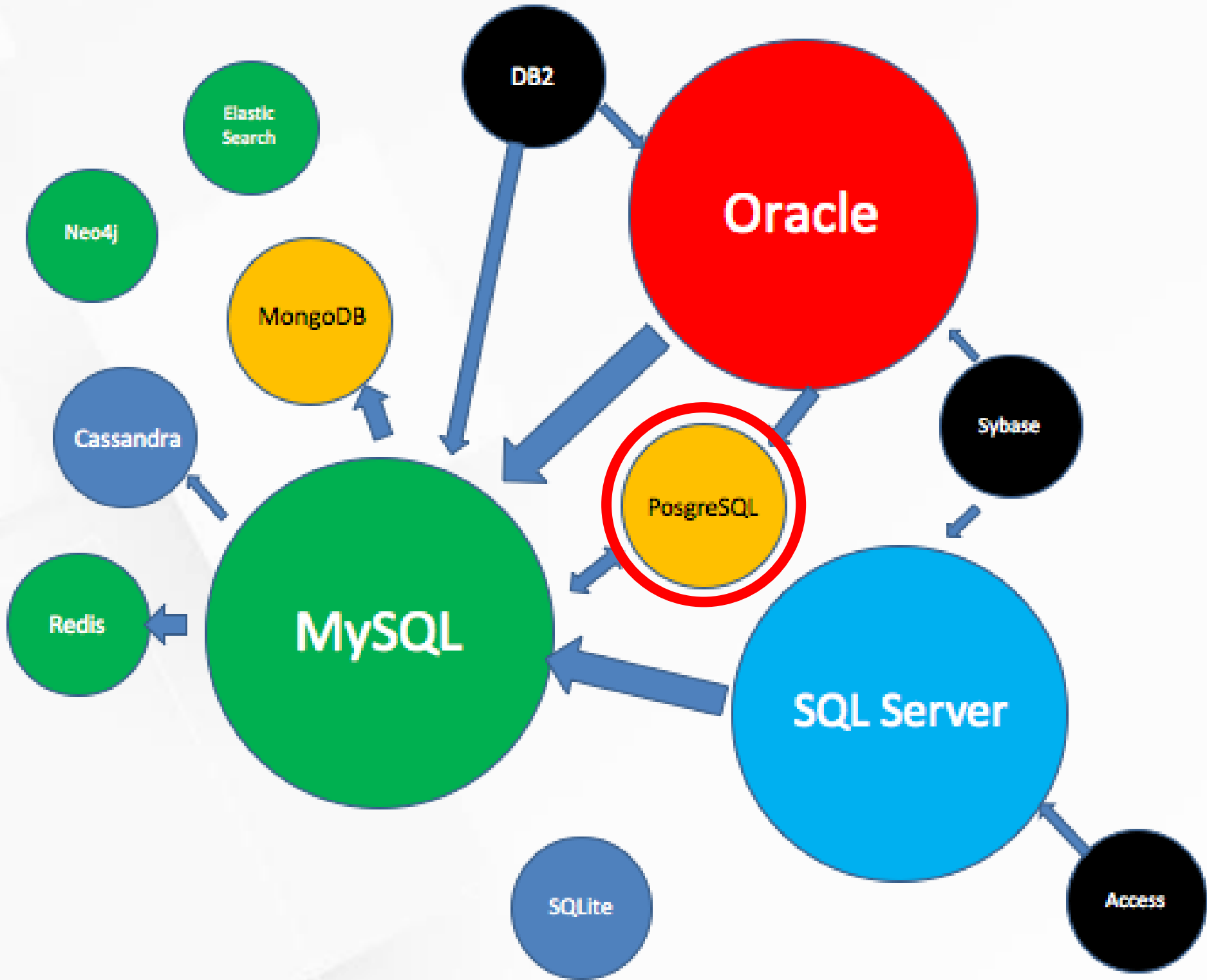
李飞飞

阿里巴巴集团副总裁

数据库产品事业部总裁

达摩院数据库首席科学家，ACM杰出科学家

不同种类的数据库系统

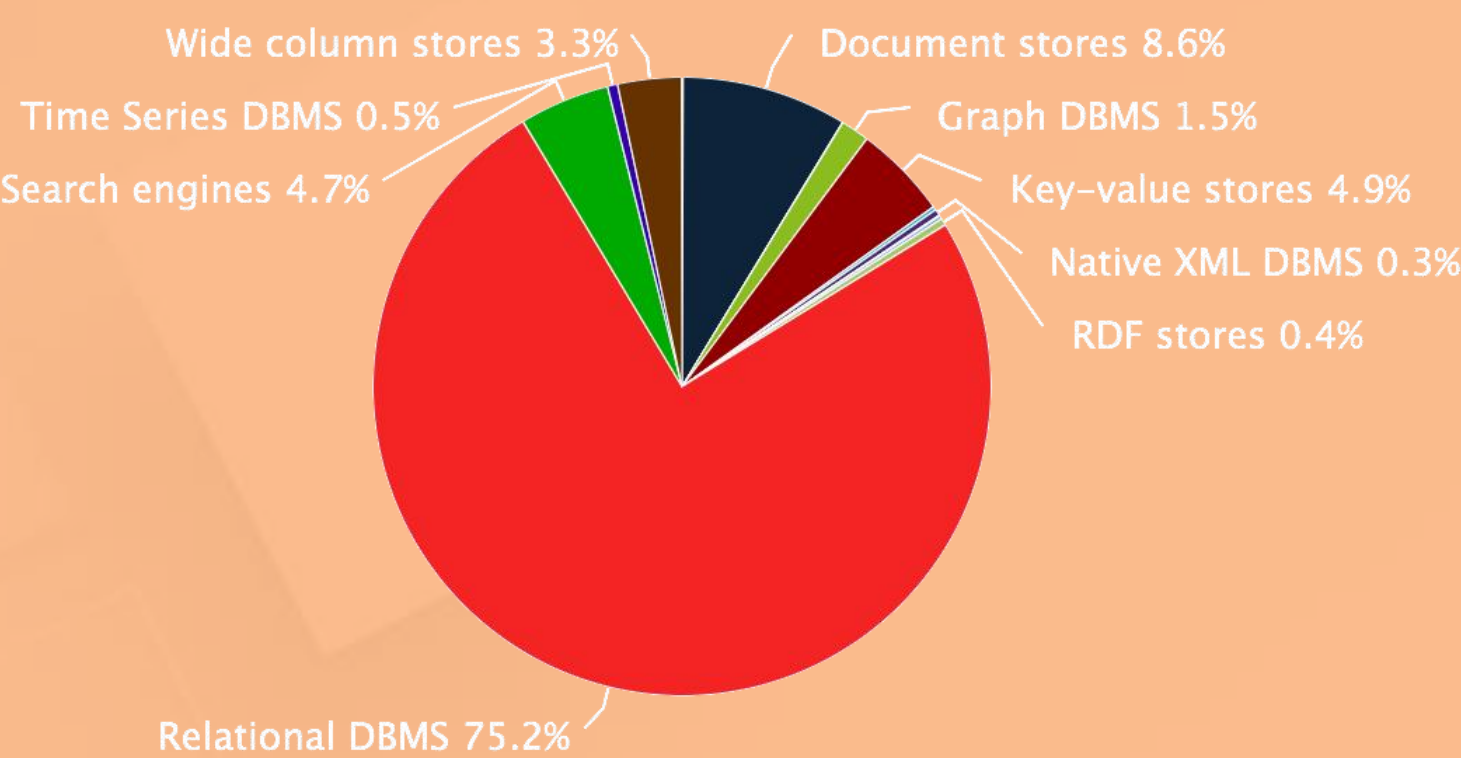


TOP 30 Database Products

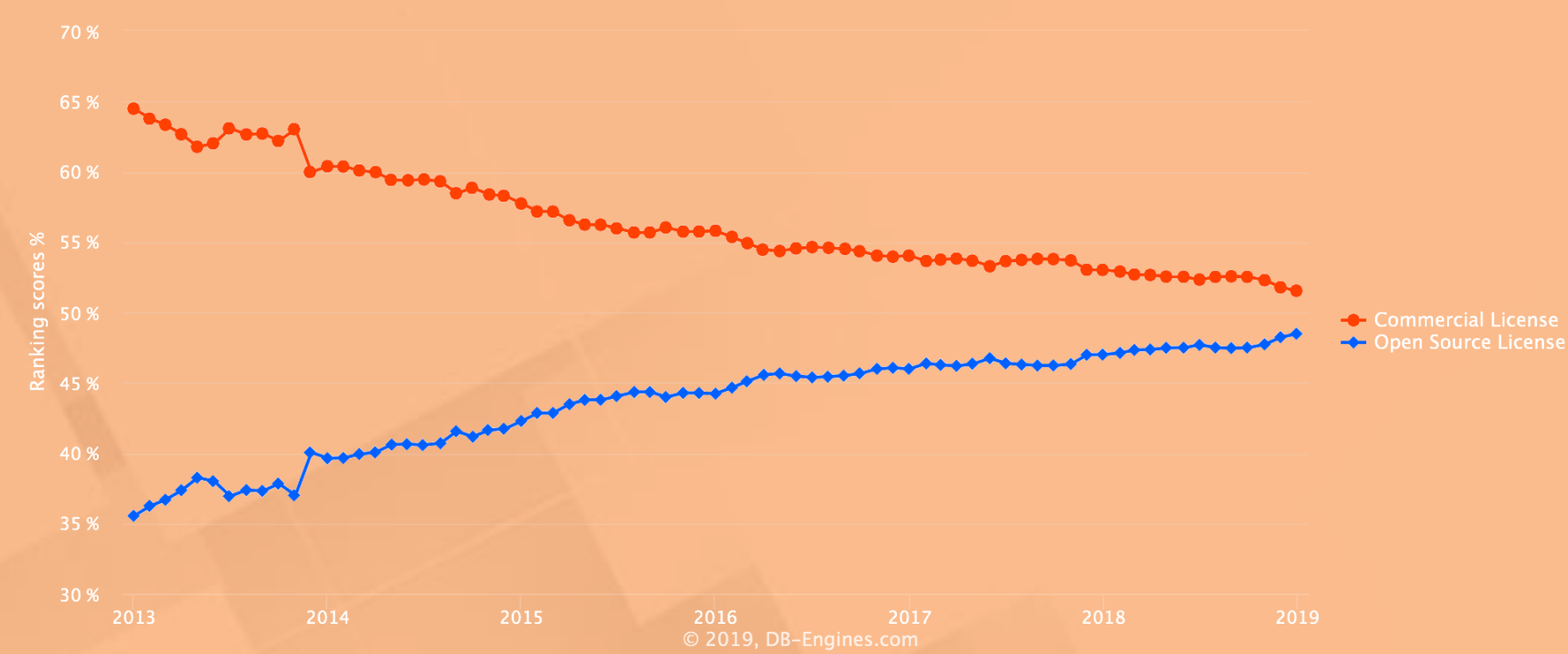
Rank			DBMS	Database Model	Score		
Jan 2019	Dec 2018	Jan 2018			Jan 2019	Dec 2018	Jan 2018
1.	1.	1.	Oracle +	Relational DBMS	1268.84	-14.39	-73.11
2.	2.	2.	MySQL +	Relational DBMS	1154.27	-6.98	-145.44
3.	3.	3.	Microsoft SQL Server +	Relational DBMS	1040.26	-0.08	-107.81
4.	4.	4.	PostgreSQL +	Relational DBMS	466.11	+5.48	+79.93
5.	5.	5.	MongoDB +	Document store	387.18	+8.57	+56.24
6.	6.	6.	IBM Db2 +	Relational DBMS	179.85	-0.90	-10.43
7.	7.	↑ 9.	Redis +	Key-value store	149.01	+2.19	+25.88
8.	8.	↑ 10.	Elasticsearch +	Search engine	143.44	-1.26	+20.89
9.	9.	↓ 7.	Microsoft Access	Relational DBMS	141.62	+2.10	+14.92
10.	10.	↑ 11.	SQLite +	Relational DBMS	126.80	+3.78	+12.54
11.	11.	↓ 8.	Cassandra +	Wide column store	122.98	+1.17	-0.89
12.	12.	↑ 15.	Splunk	Search engine	81.43	-0.76	+17.42
13.	↑ 14.	↑ 17.	MariaDB +	Relational DBMS	78.82	+1.56	+20.52
14.	↓ 13.	↓ 12.	Teradata +	Relational DBMS	76.19	-2.98	+3.56
15.	15.	↑ 18.	Hive +	Relational DBMS	69.91	+2.52	+14.42
16.	16.	↓ 14.	Solr	Search engine	61.48	+0.13	-2.89
17.	17.	↓ 16.	HBase +	Wide column store	60.39	+0.38	-1.24
18.	18.	↑ 19.	FileMaker	Relational DBMS	57.15	+0.50	+1.95
19.	19.	↑ 20.	SAP HANA +	Relational DBMS	56.64	+0.33	+10.47
20.	↑ 21.	↑ 22.	Amazon DynamoDB +	Multi-model	55.09	+0.80	+17.17
21.	↓ 20.	↓ 13.	SAP Adaptive Server +	Relational DBMS	55.04	-0.78	-10.42
22.	22.	↓ 21.	Neo4j +	Graph DBMS	46.80	+1.24	+6.83
23.	23.	23.	Couchbase +	Document store	34.59	-1.00	+3.16
24.	24.	↑ 25.	Memcached	Key-value store	29.54	-0.07	+1.39
25.	25.	↑ 26.	Microsoft Azure SQL Database +	Relational DBMS	27.20	+0.17	+4.17
26.	26.	↓ 24.	Informix	Relational DBMS	26.76	-0.17	-1.92
27.	27.	↑ 31.	Microsoft Azure Cosmos DB +	Multi-model	24.38	+1.01	+9.53
28.	28.	28.	Vertica +	Relational DBMS	21.78	+0.40	+1.47
29.	29.	29.	Firebird	Relational DBMS	20.18	+0.13	+2.79
30.	30.	↑ 33.	Amazon Redshift +	Relational DBMS	20.05	+0.05	+6.99

DB-Engines (343 in total)

DB-Engines



Popularity trend



The top 5 commercial systems, January 2019

Rank	System	Score	Overall Rank
1.	Oracle	1269	1.
2.	Microsoft SQL Server	1040	3.
3.	IBM Db2	180	6.
4.	Microsoft Access	142	9.
5.	Splunk	81	12.

The top 5 open source systems, January 2019

Rank	System	Score	Overall Rank
1.	MySQL	1154	2.
2.	PostgreSQL	466	4.
3.	MongoDB	387	5.
4.	Redis	149	7.
5.	Elasticsearch	143	8.

Top 云厂商数据库产品

数据库引擎产品

自研引擎

工具服务

核心自研产品

AWS

14

8

4



DynamoDB



Amazon Redshift



Amazon Aurora

Azure

9

5

3



Microsoft SQL Server



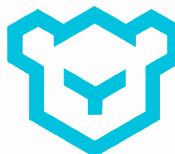
Cosmos DB

阿里云

14

6

4



POLARDB



ADB

Google

7

3

1



Cloud Bigtable



Cloud Spanner

腾讯云

14

5

1



腾讯分布式数据库



CynosDB

华为云

11

5

2

高斯数据库系列 (100/200/300)

数据库: 云上应用关键一环

“The real battle will be in databases”

Source:

- “How Amazon Web Services aims to win cloud computing’s next big battle” SiliconANGLE
- “AWS to Oracle: Now it's our turn and we got next” ZDNet



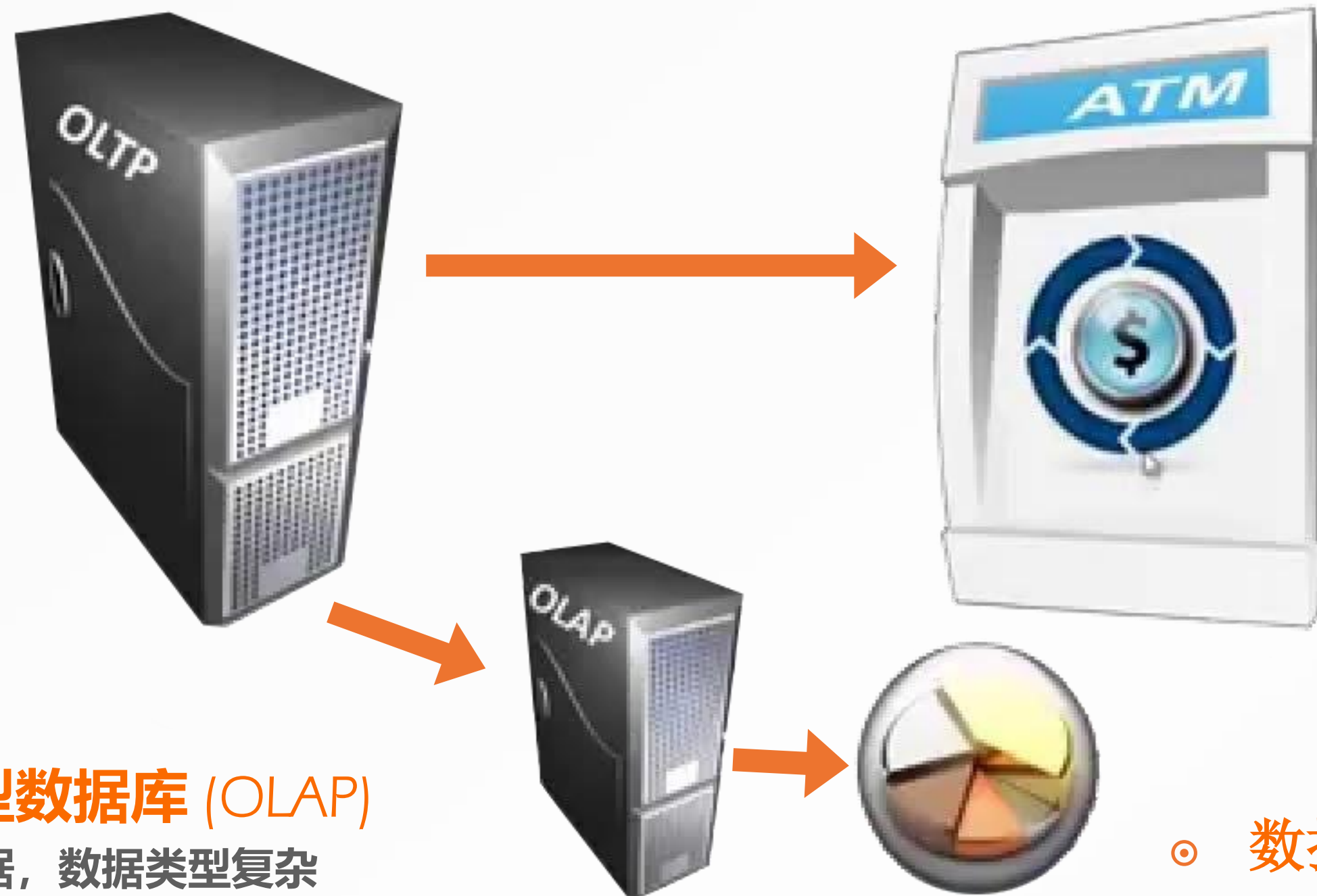
数据的产生，存储， 和消费

Oracle, Google, Amazon, Apple, Microsoft, IBM, Facebook, SAP, Alibaba, Huawei, Tencent, Baidu
Oracle、Google、Amazon、Apple、Microsoft、IBM、Facebook、SAP | 阿里巴巴、华为、腾讯、百度

数据库发展-业务视角

事务性数据库 (OLTP)

- 结构化数据库
- 银行转账记账, 淘宝下单订单商品库存管理
- 挑战: 高并发, 高可用, 高性能下的正确性和数据一致性



分析型数据库 (OLAP)

- 海量数据, 数据类型复杂
- 分析条件复杂
- 深度智能化分析
- 挑战: 高性能, 分析深度, 与TP数据库的联动联动

NoSQL数据库及专用型数据库

- 非结构化或半结构化数据 (例如文档, 图), 不强制数据一致性

数据库服务+管理类工具

- 数据传输, 数据备份, 数据库管理等

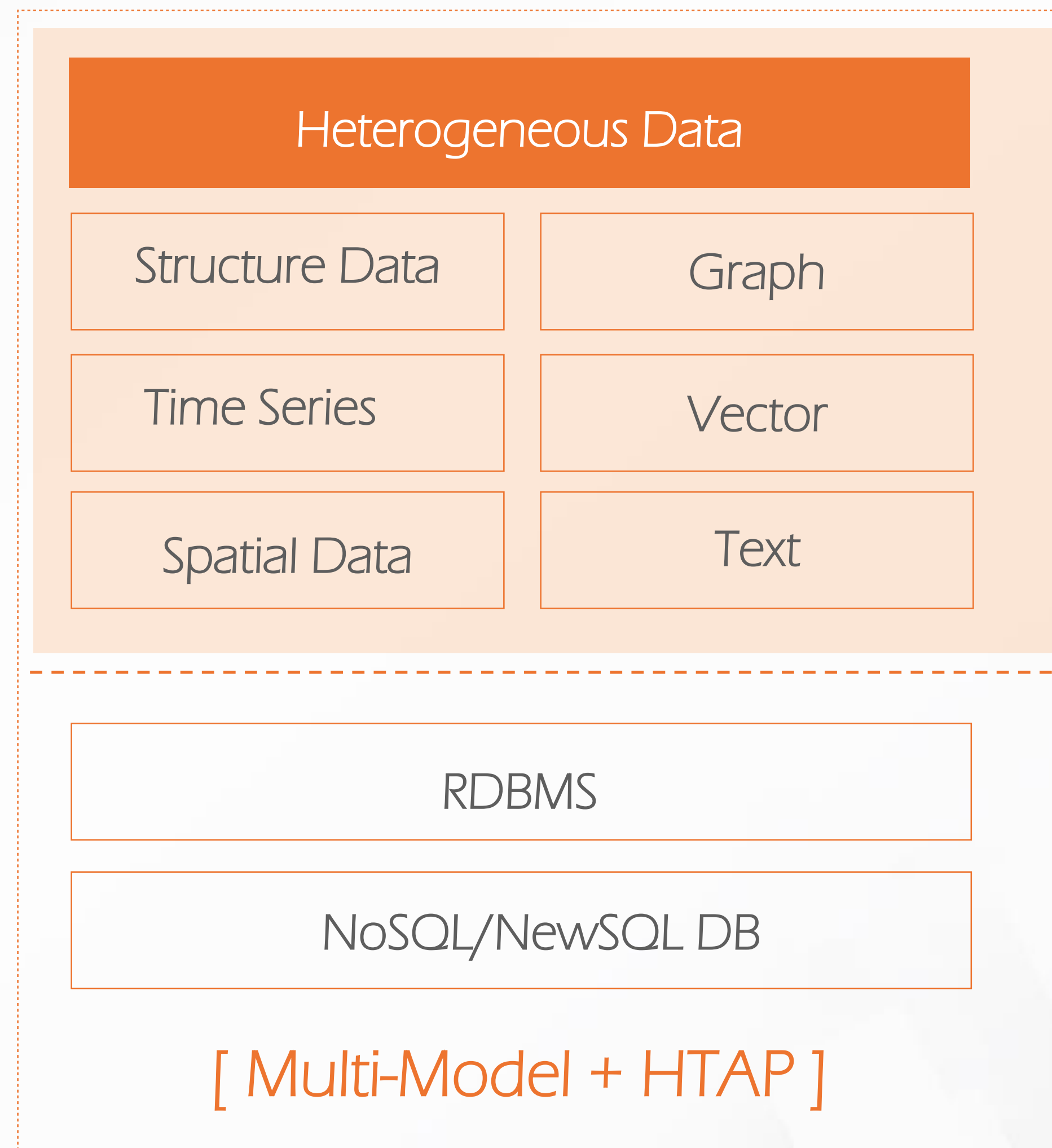
数据库系统演进

结构化数据

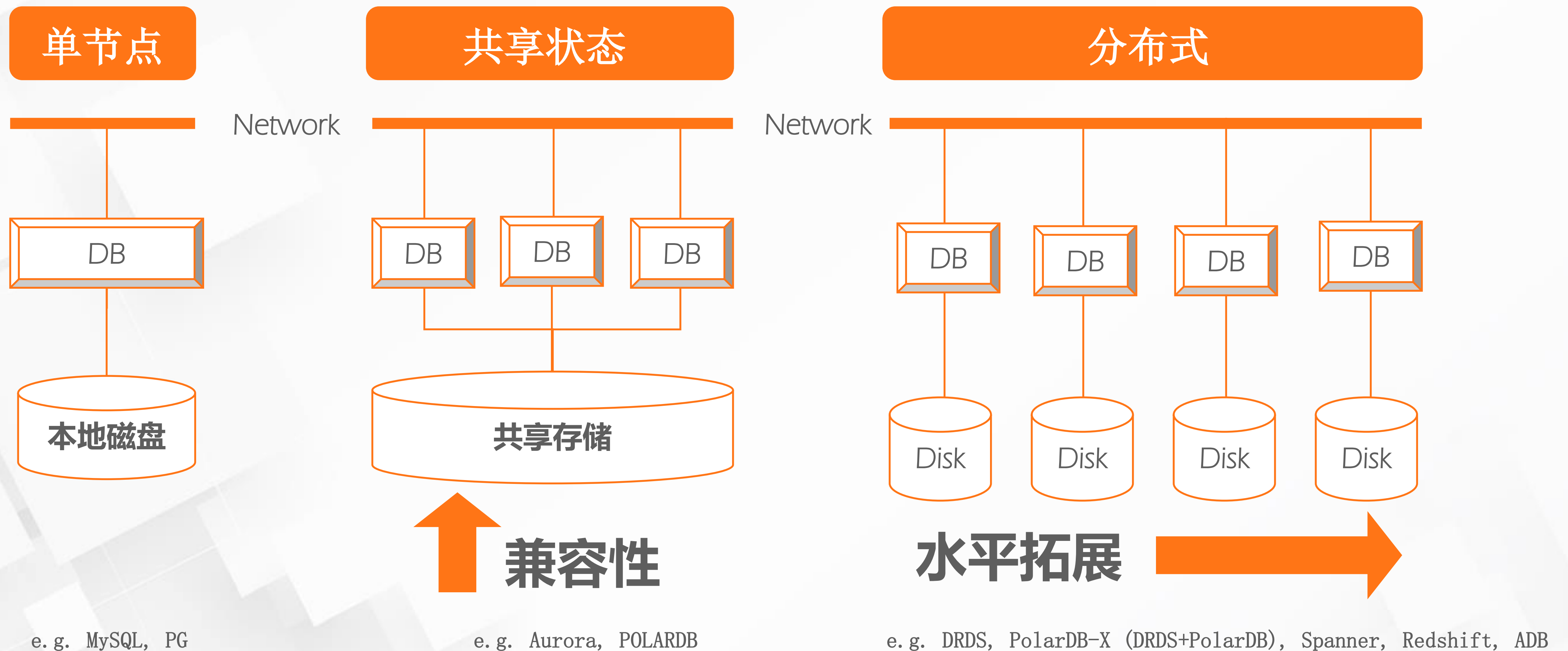
RDBMS
[SQL+OLTP]

结构化数据

Data warehouse
Data Cube
[ETL+OLAP]



云原生架构+分布式: 弹性计算、弹性存储、水平拓展



Multi-Model 多模数据库系统

北向

查询接口与标准

SQL

Put/Get

SPARQL

DocQL

GQL

....

数据库引擎

数据结构与类型

结构化数据

图

时序

向量

文档

时空数据

非结构化数据

南向

数据库智能化+自动化管控平台

提升数据库内核与数据库平台运行效率、节省运行成本



平台Portal数据展现

自动优化

SQL优化

空间优化

配置优化

全链路优化

自动异常修复

异常检测

运行保护

异常定位

异常修复

自动安全保护

安全检测

安全保护

漏洞定位

安全修复

容量自动管理

资源预测

容量预警

智能调度

机器学习算法

运维自动化

资源管理

安装配置升级

HA、容灾

监控告警

备份恢复

扩容缩容

元数据

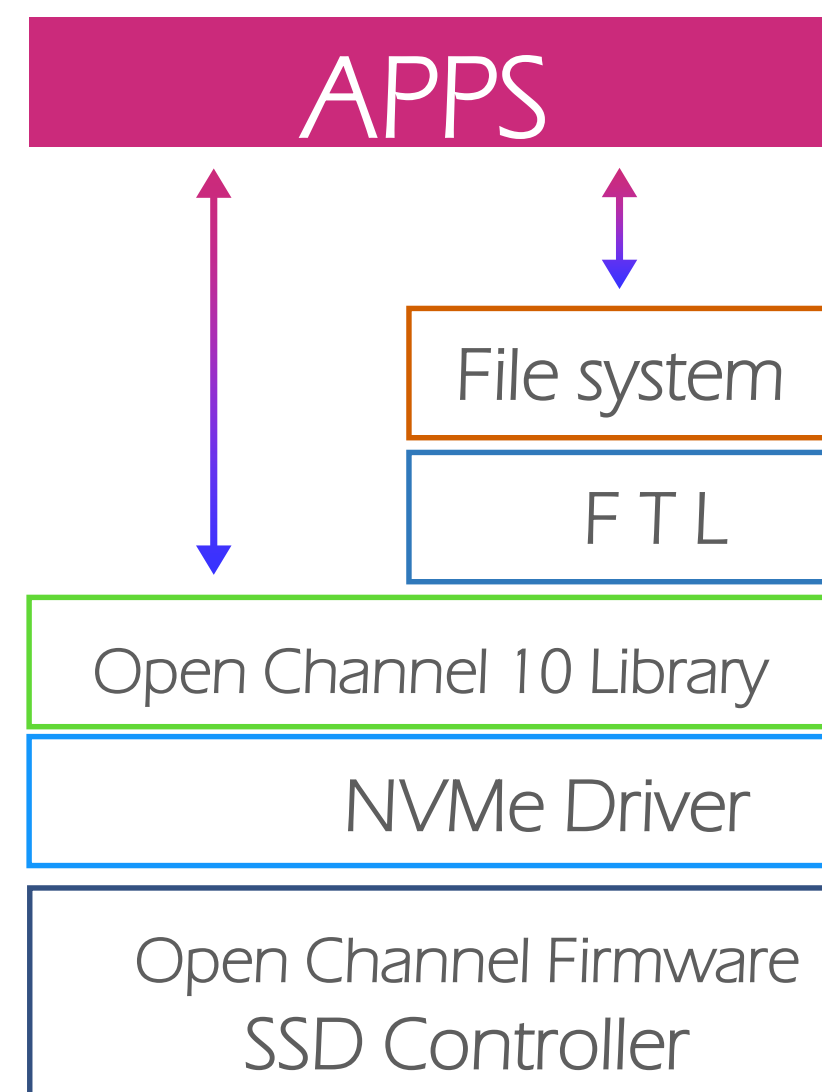
任务调度

数据采集

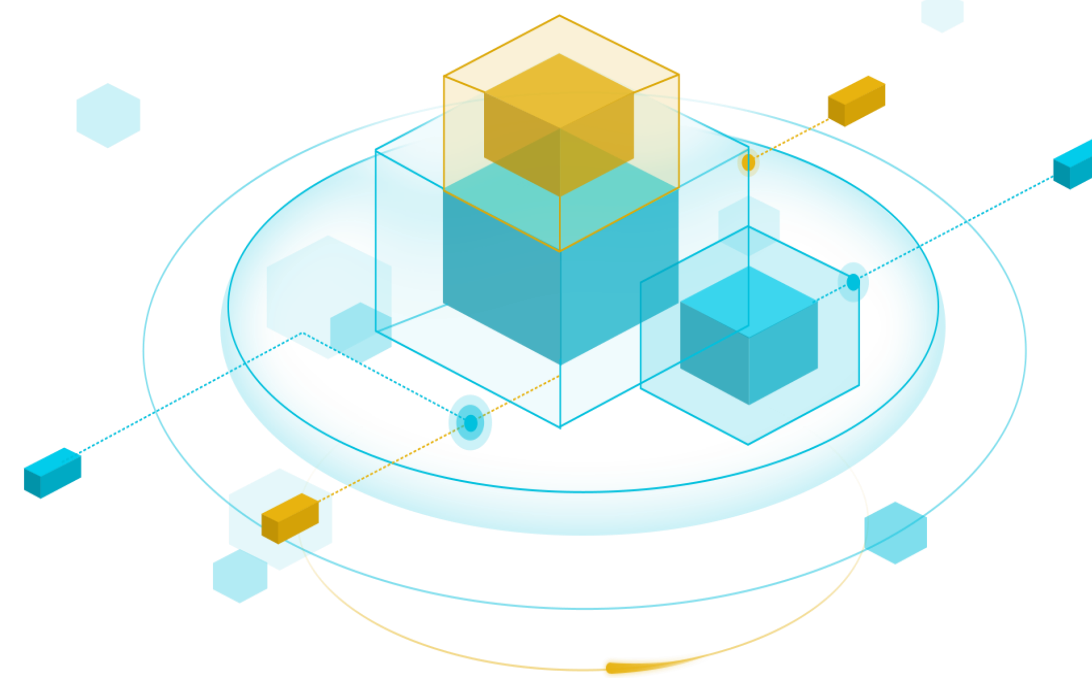
新硬件：软硬件一体化设计



RDMA



Open-Channel SSD



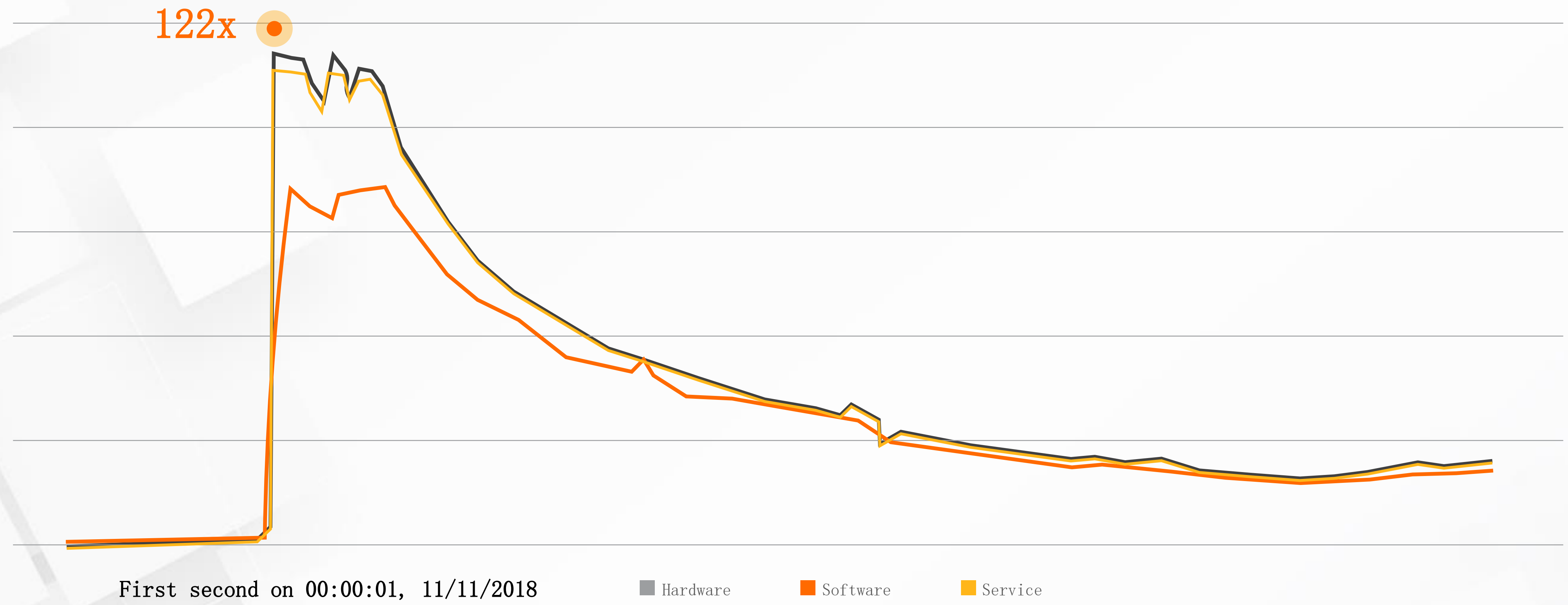
NVM 3DX Point



GPU/FPGA

Singles Day (11/11) 2018

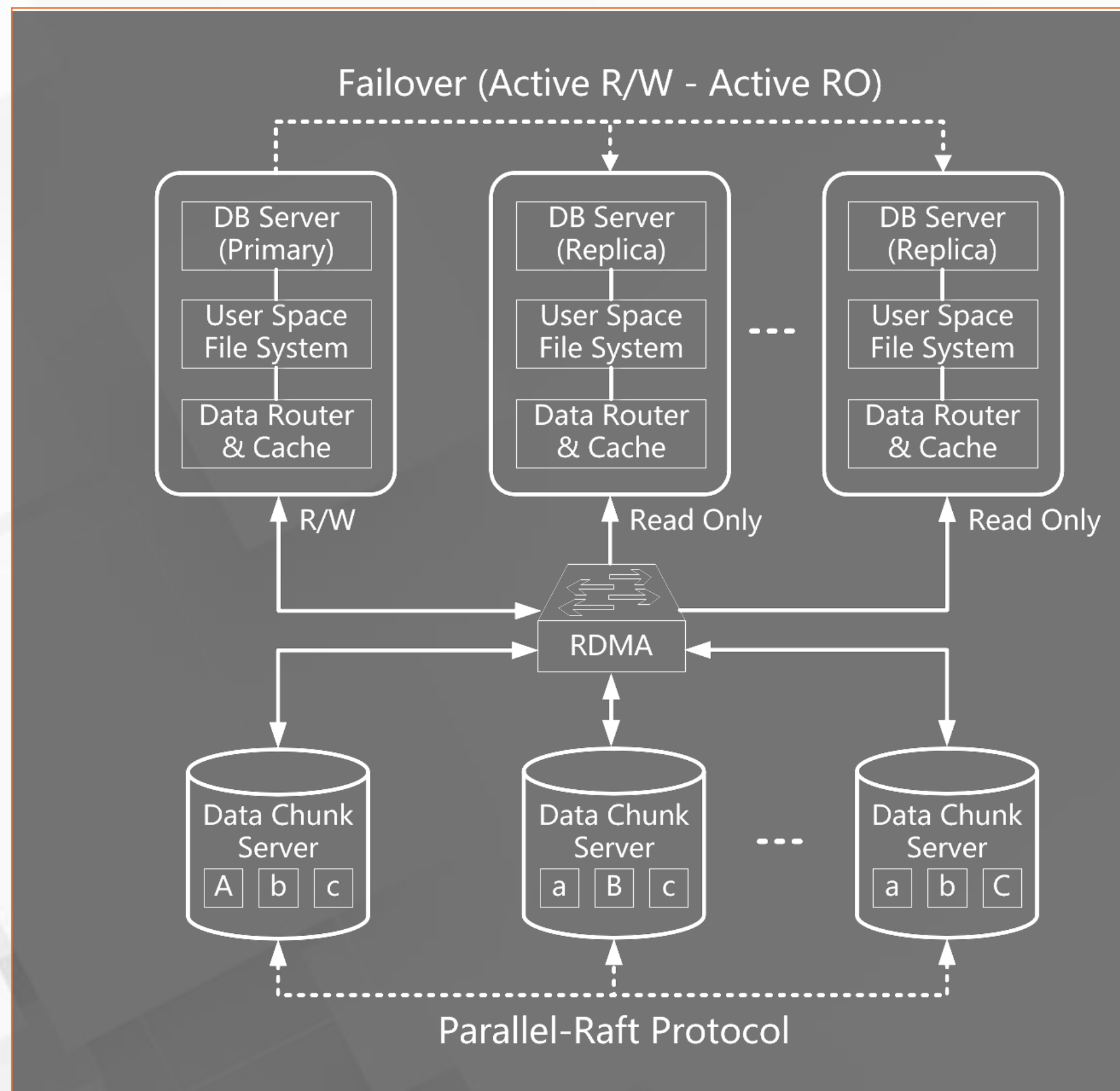
Database workloads



阿里云数据库产品是一个完整的生态体系



云原生数据库: POLARDB (VLDB2018, SIGMOD2019)



共享存储 + 一写多读: 弹性+按需+按量

- ▶ 存储计算分离
- ▶ 100TB 存储容量
- ▶ 100万 QPS / 节点

唯快不破

- ▶ 分钟级 备份恢复
- ▶ 秒级 弹性扩容

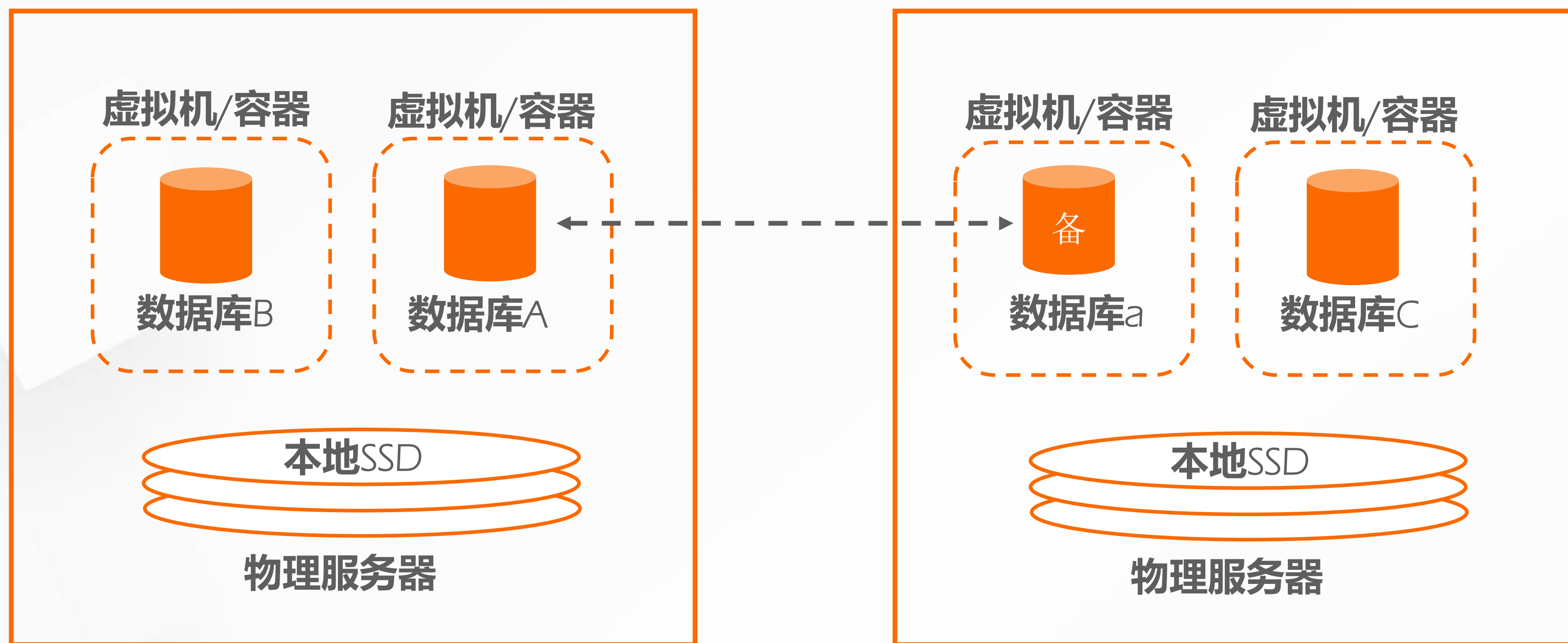
高可用

- ▶ Raft 协议提供金融级高可用

兼容生态

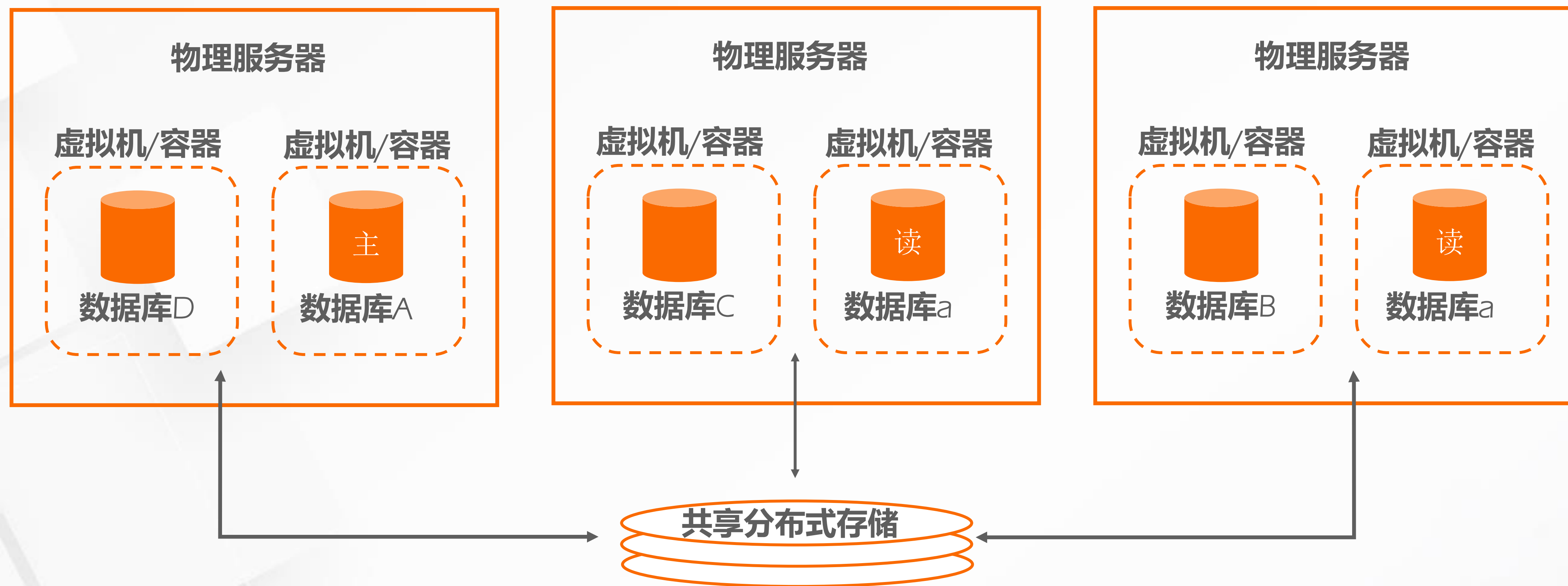
- ▶ 100%兼容 MySQL 5.6
- ▶ 2019: MySQL 8.0, Oracle, PG

MySQL高可用



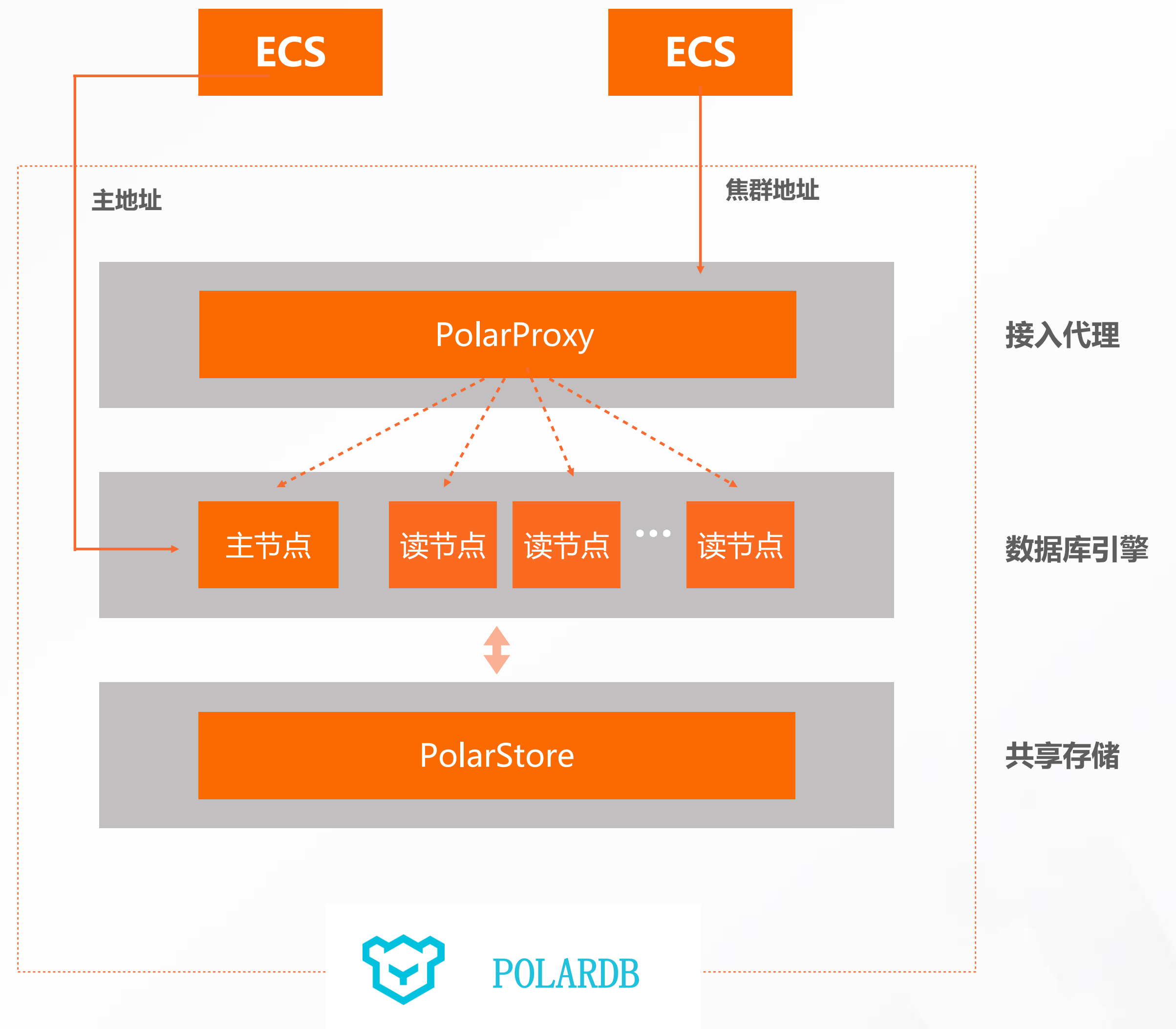
MySQL 高可用 (Active/Standby)

POLARDB架构细节

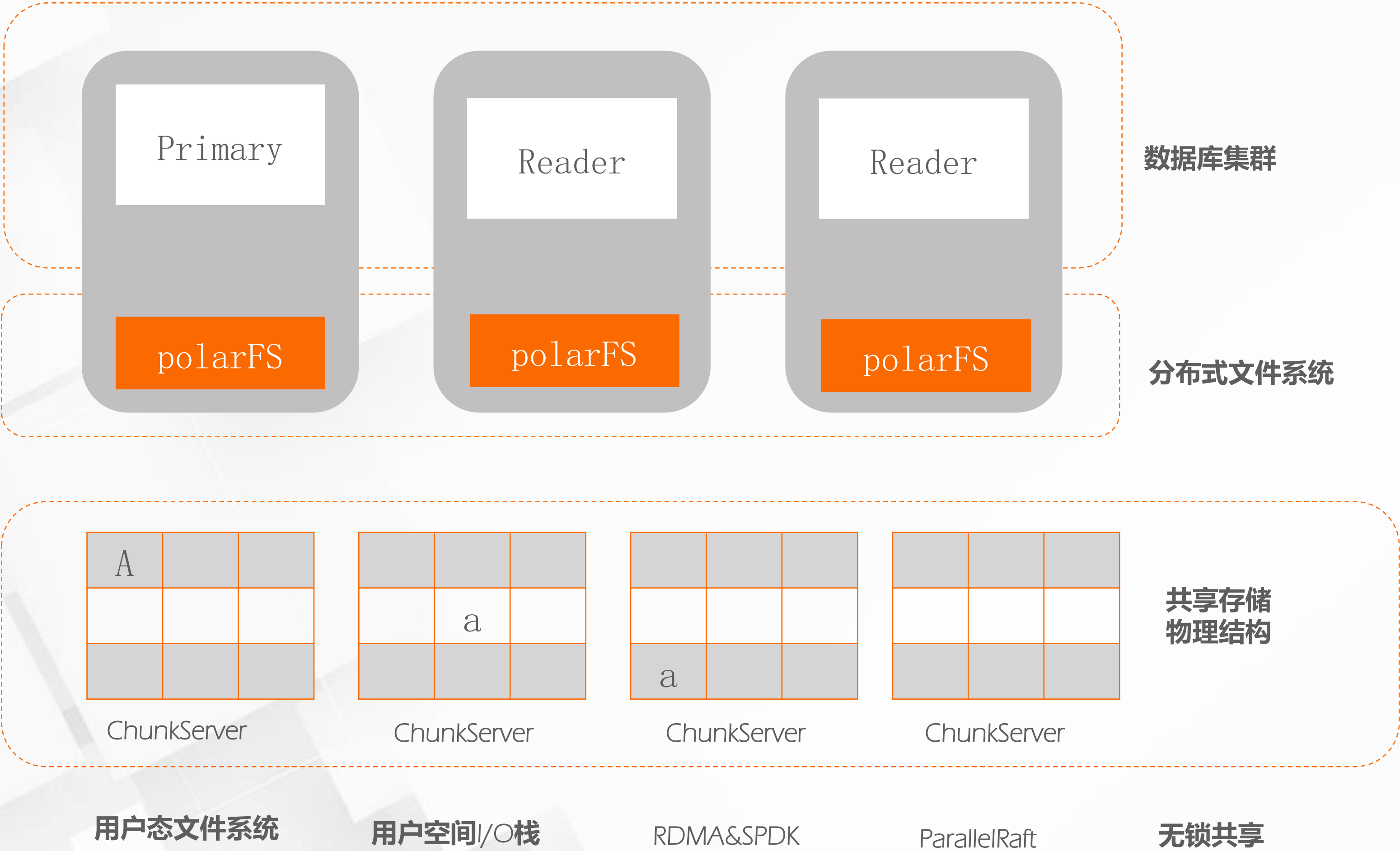


Active-Active + **读写分离** + Serverless **存储**

POLARDB架构细节



POLARDB架构细节: 共享存储-分布式+三副本



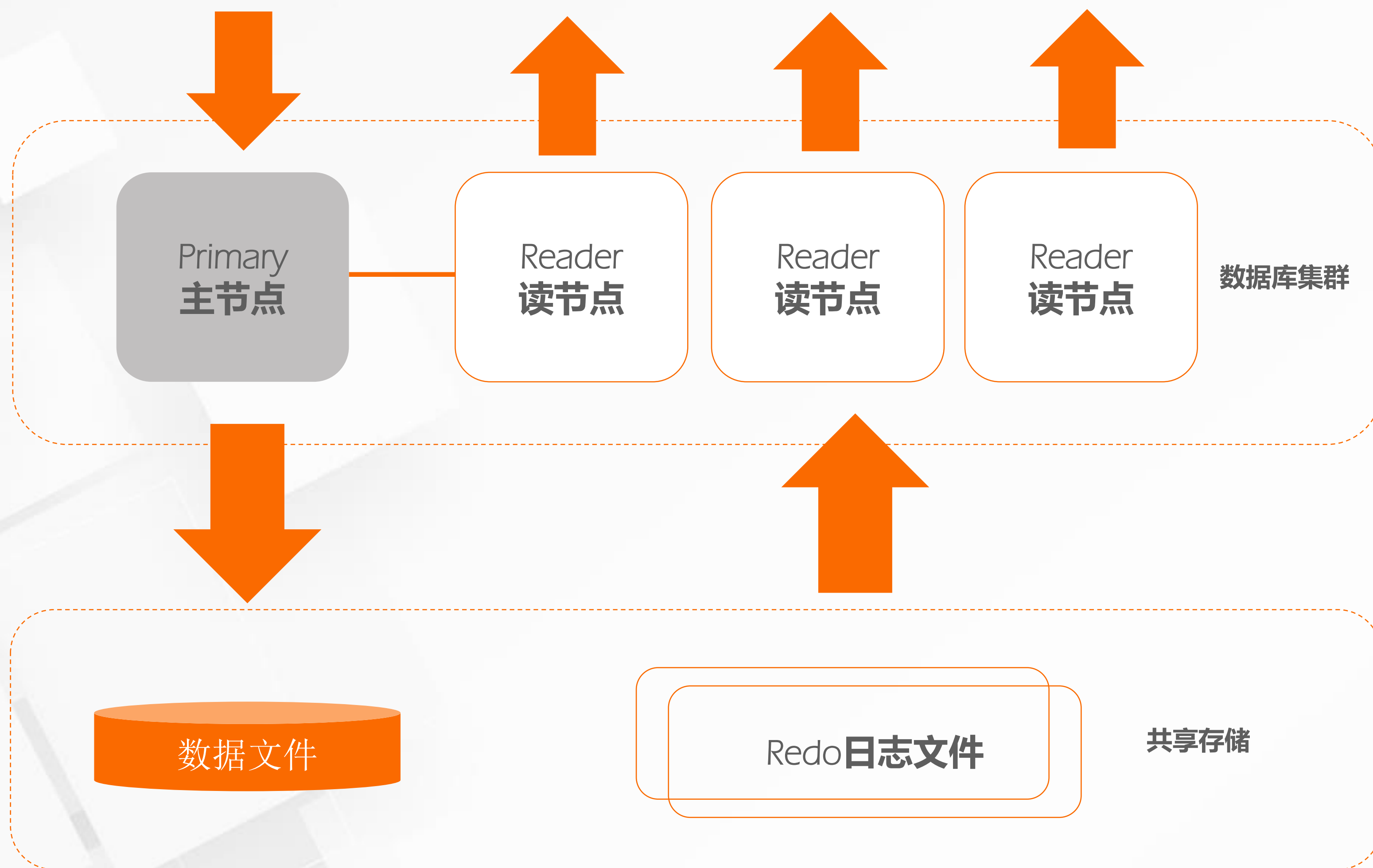
100T，最高容量

存储于计算分离，分布式存储集群可线性扩展

无锁备份

存储层快照，秒级备份，数据库无需加锁

POLARDB架构细节: 一写多读集群



5分钟，快速伸缩

2核vCPU升级到32核，5分钟生效！
双节点扩展到4节点，5分钟生效！

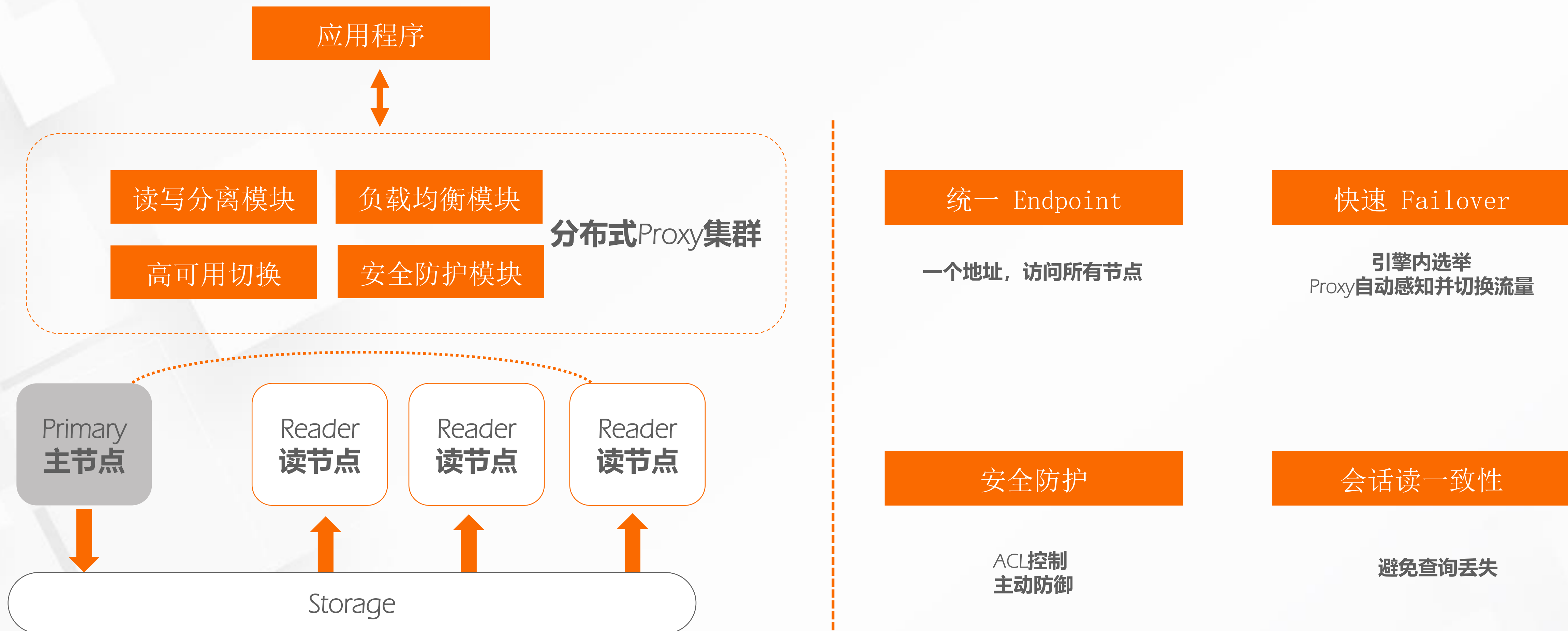
成本降低30%~50%

Serverless计费
16个节点，只需1分钟存储
统一存储池，减少资源碎片

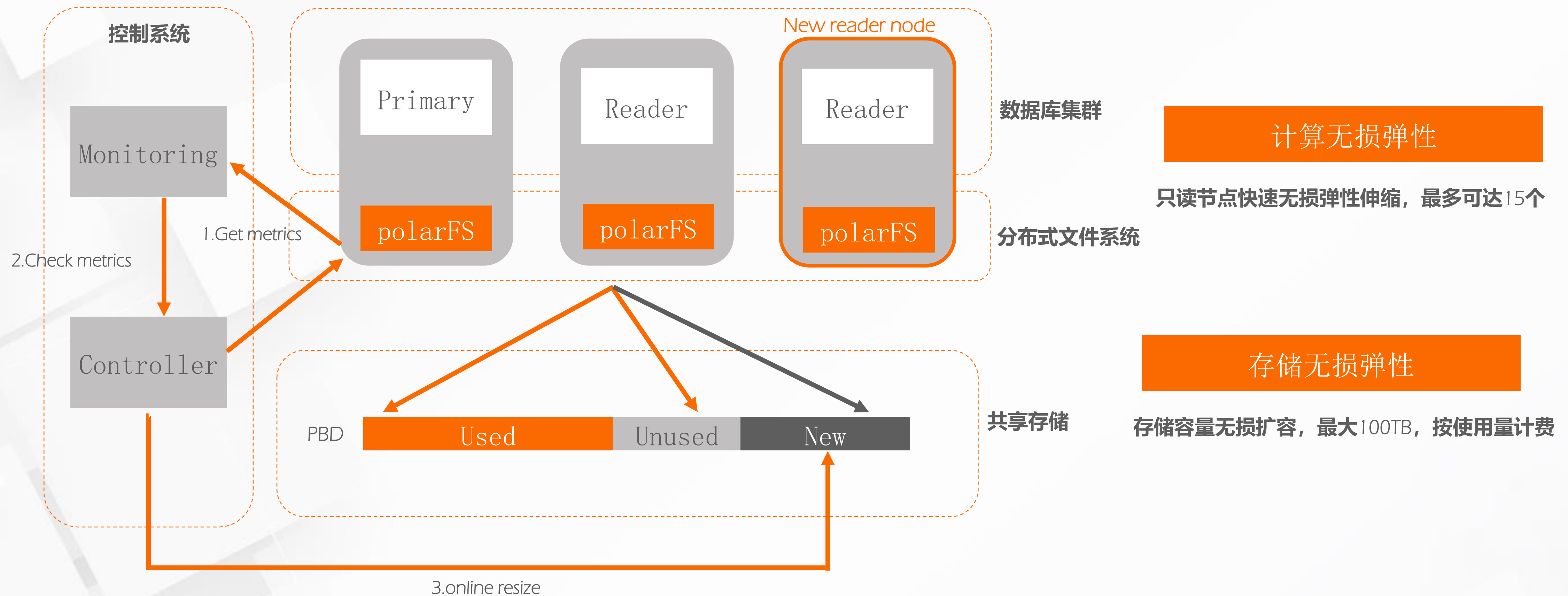
物理日志

一写多读

POLARDB架构细节: 接入代理-调度+读写分离



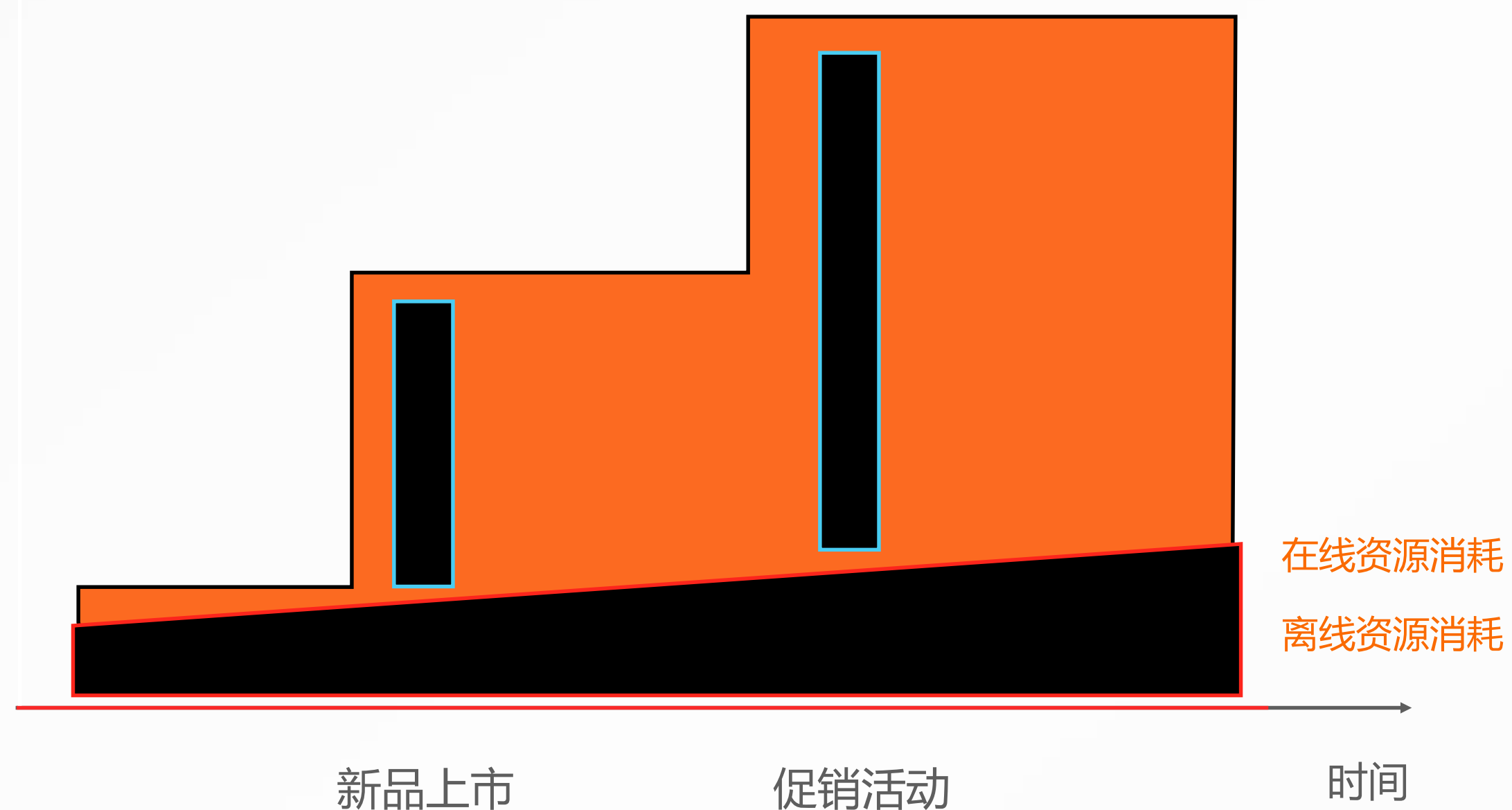
POLARDB架构细节: 无损弹性



云上极致弹性

on-demand usage and elastic billing

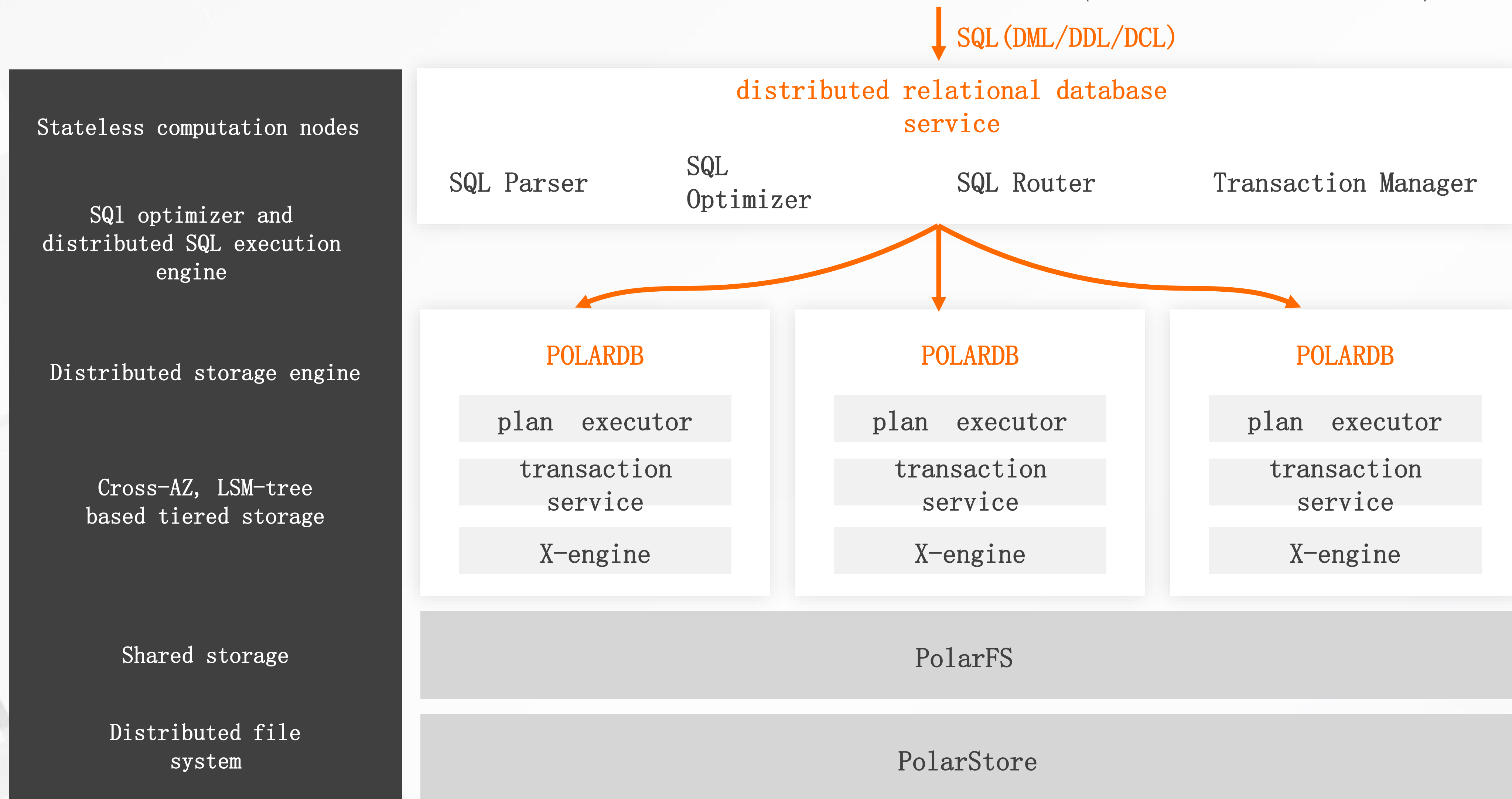
计算节点资源需求



Yearly subscription—50% off

分钟级别弹性按需按量

POLARDB-X: 分布式版本-支持水平拓展 (SIGMOD 2019)



OLAP: AnalyticDB-下一代实时交互式数仓 (VLDB 2019)

兼容生态

- ▶ MySQL 版本兼容 MySQL 生态
- ▶ PostgreSQL 版本兼容 PG 生态

行列混存引擎

- ▶ 高吞吐写入 (140,000 rows/s)
- ▶ 高并发查询

海量数据处理

- ▶ PB 级数据存储+分析

查询优化

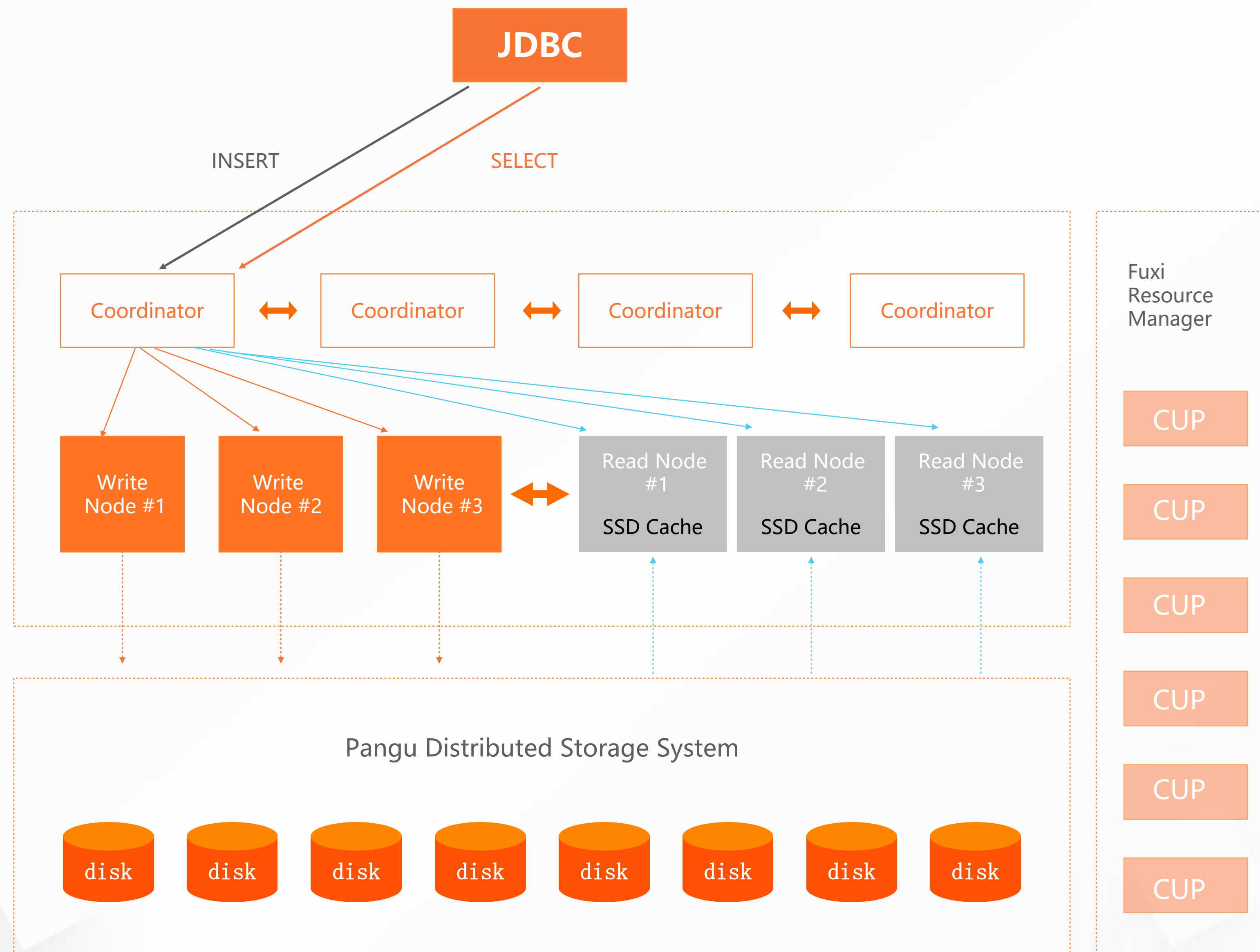
- ▶ CBO+全量代码生成
- ▶ 低延时分析 (毫秒级别响应)

高可用

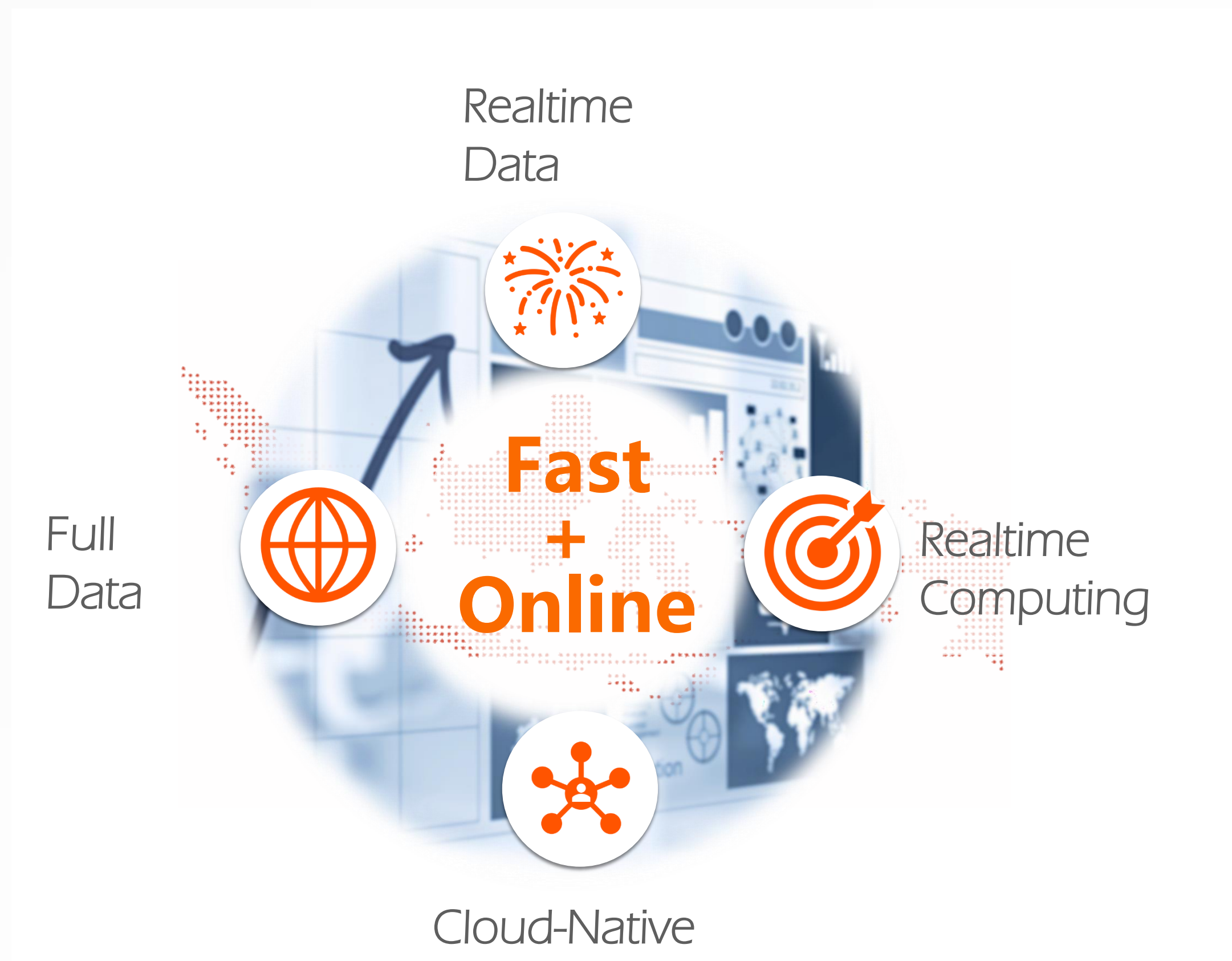
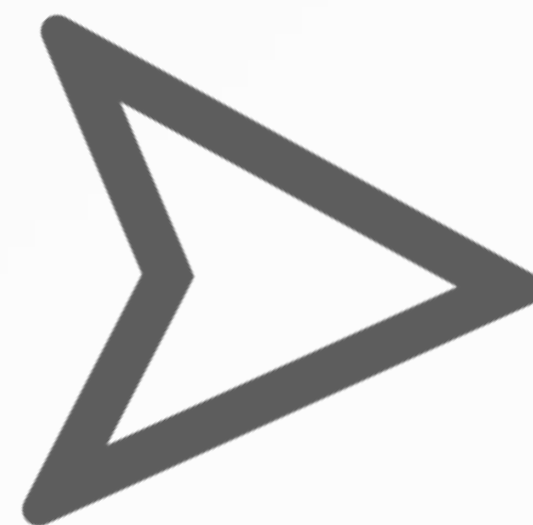
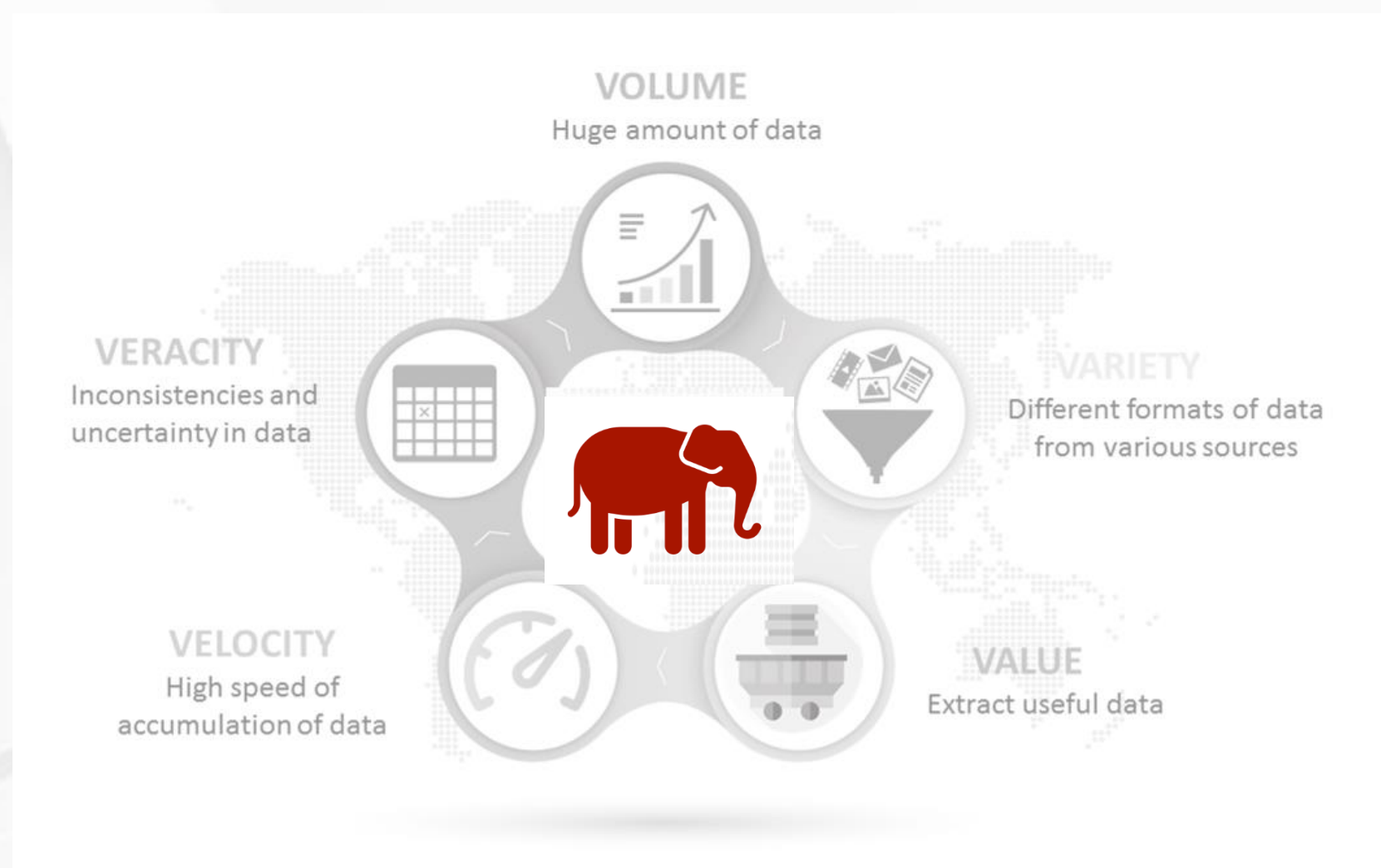
- ▶ 99.99 HA

向量分析

- ▶ 结构化+非结构化数据联合分析



Big Data 生态演进, Fast Data 是未来



41% ↓



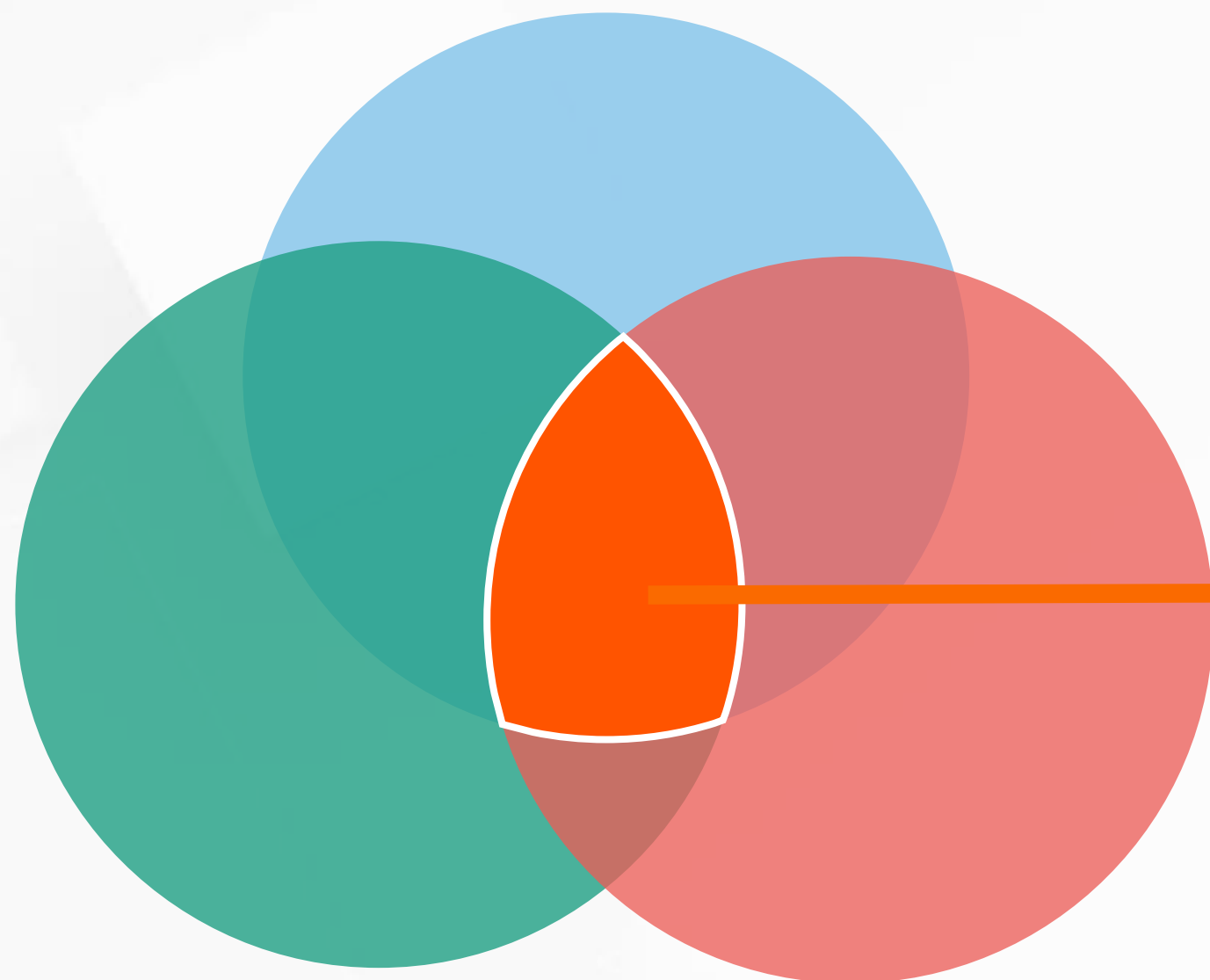
寻求买家...



AnalyticDB-一个系统一套存储兼顾多种场景

多维分析

- ✓ 任意列Join
- ✓ 复杂长计算任务、ETL

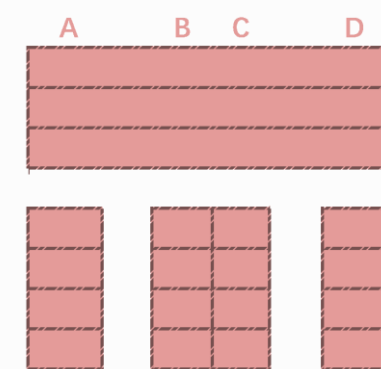


明细查询

- ✓ 1000+ 列 超宽表
- ✓ 半结构化、大字段 (JSON/ARRAY等)

实时查询和写入

- ✓ 实时写入和更新
- ✓ 600+ 万记录/秒 写入
- ✓ 10000+ QPS



行列混存 (Hybrid Store)

表组/列簇/分区组/Co-located
智能全索引



混合负载管理 (Hybrid Workload)

CPU/Mem/Net/IO
高并发低延迟 / 复杂ETL



融合计算引擎 (Hybrid MPP+DAG)

大规模分布式执行
Autonomous Optimizer

AnalyticDB-典型场景



营销平台

13000+
表数目

70T+
总数据量

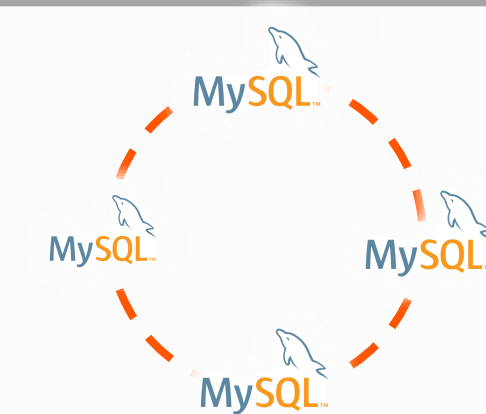
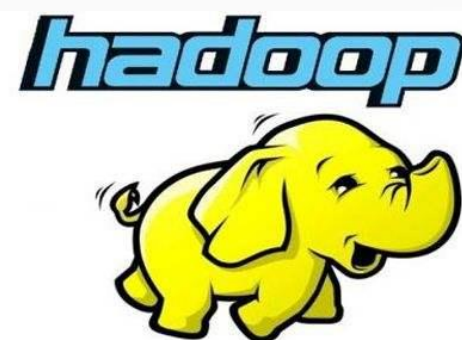
10+
百亿大表
Join数量

任意纬度
筛选

120万+ 条/秒
峰值写入

50+ QPS
10张以上百亿大表Join

5000+ QPS
明细查询



Sharding Cluster



Oracle RAC

Dataworks
100亿/天

Dataworks
600万/秒



DTS
10亿/天



1000+ QPS



某专有云客户
200+ node / 5PB
10+ App



价值关键词

平台统一

无需维护离线在线混合复杂架构

性能大幅提升

提升3-10x

分析实时化

T+1 → 实时

兼容性不错

迁移和接入比较快

Data Lake Analytics - 全域数据，全局开放分析



无服务器化、扩容能力极强，助力分析极低成本

- ✓ 智能的存储感知和分层缓存设计 存储0预留成本
- ✓ 智能的资源弹性调度和计算引擎感知 支持快速扩容至2000 worker 计算0预留成本



丰富的生态兼容

- ✓ 全面兼容MySQL 生态
(BI / ETL / 可视化 / 编程语言)
- ✓ 全面兼容Spark生态
(GraphX/Streaming/ML/SparkR)



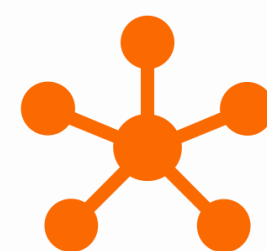
统一元数据，双计算引擎按需切换

- ✓ 极速分析引擎XIHU TPC-H、TPC-DS 领先 3x
- ✓ Spark引擎 支持共享内存加速 2x (On-going)



智能探测,开箱即用

- ✓ Metadata 自动识别
- ✓ SQL查询时动态生成Metadata
- ✓ 智能查询下推

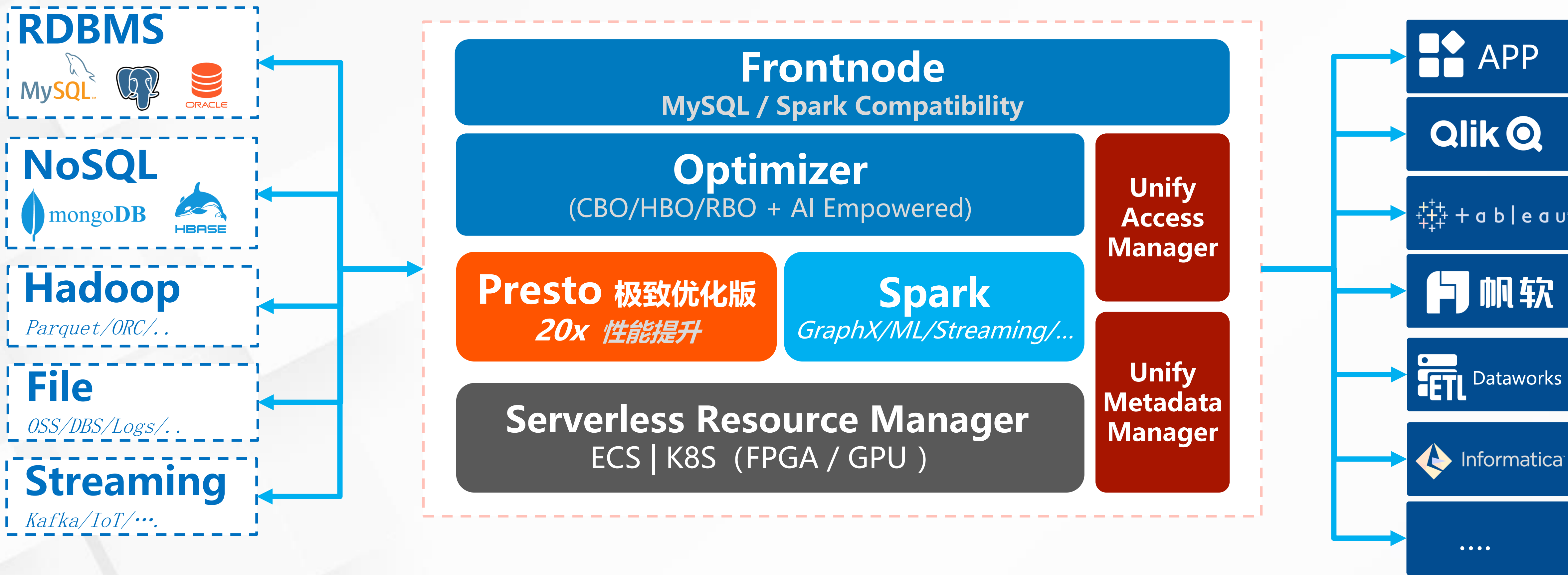


无需迁移即可统一分析全域数据

- ✓ RDMS 5+ (MySQL/Oracle/...)
- ✓ Hadoop 4+ (ORC/Parquet/...)
- ✓ NoSQL 3+ (MongoDB/...)
- ✓ OSS/DBS/SLS/...

15+
数据源

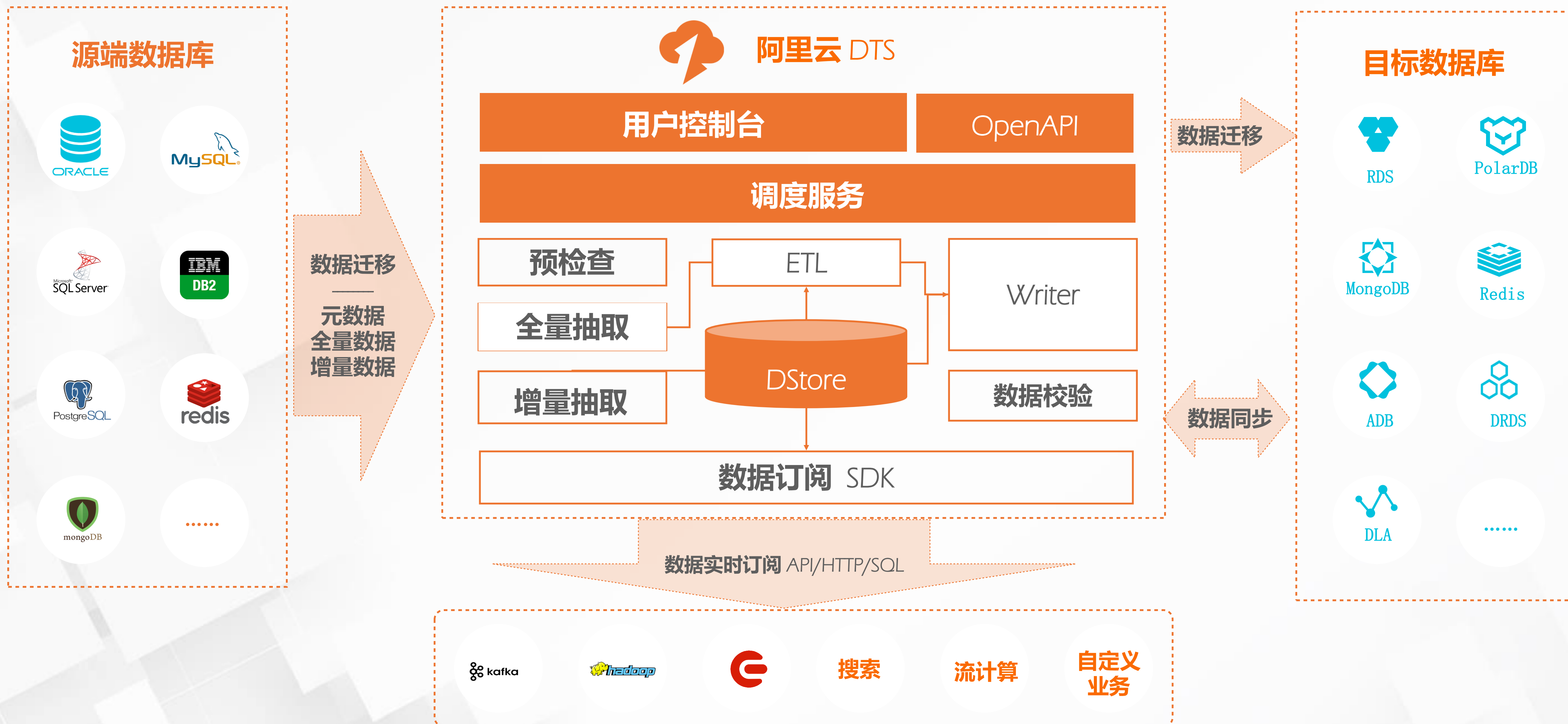
Data Lake Analytics - 全域数据，全局开放分析



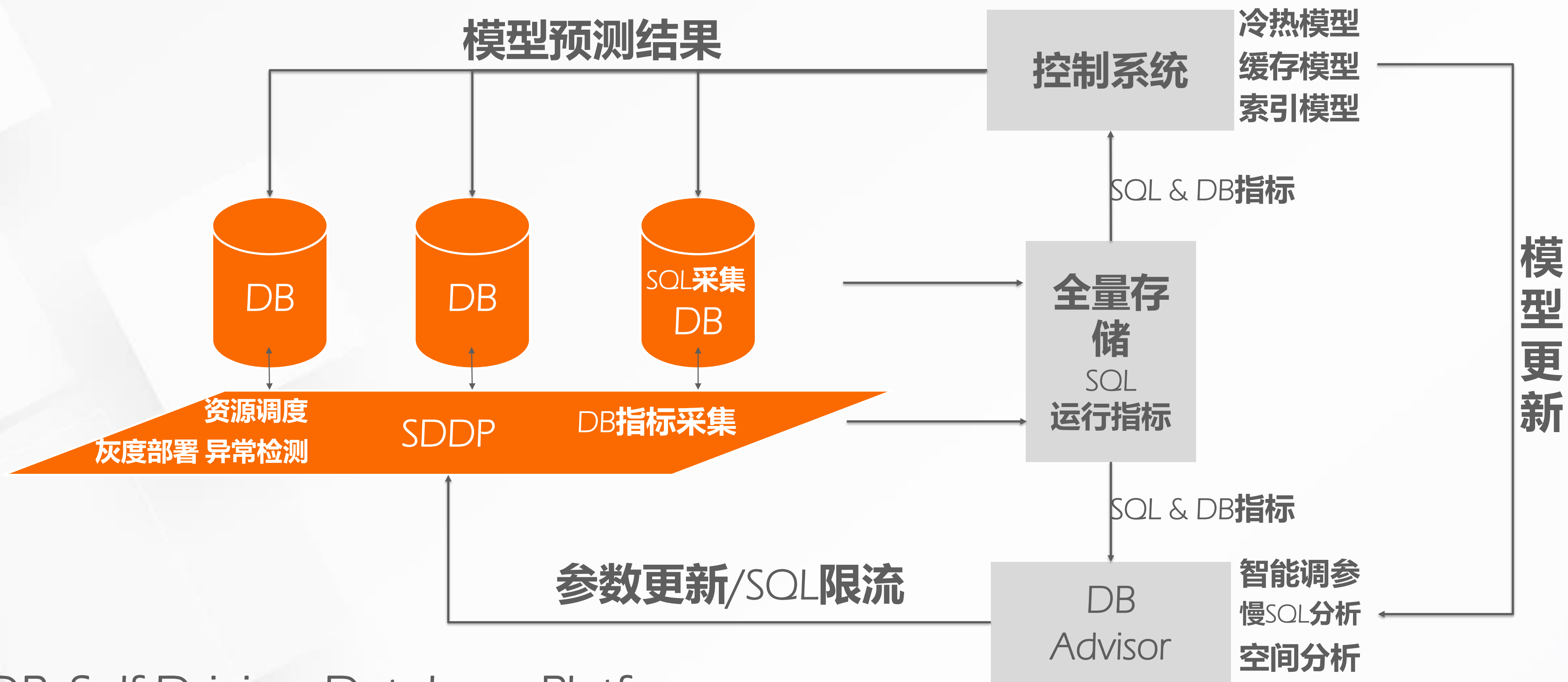
公共云 某互联网电商	数据源	转换	分析	回流	关联
		Text->ORC	QuickBI	MySQL	MySQL
	10000+ 周查询数	1TB+ 周扫描数据量	100+ 内置分析函数		

数据传输云服务 DTS

数据高速公路



智能数据库管控系统

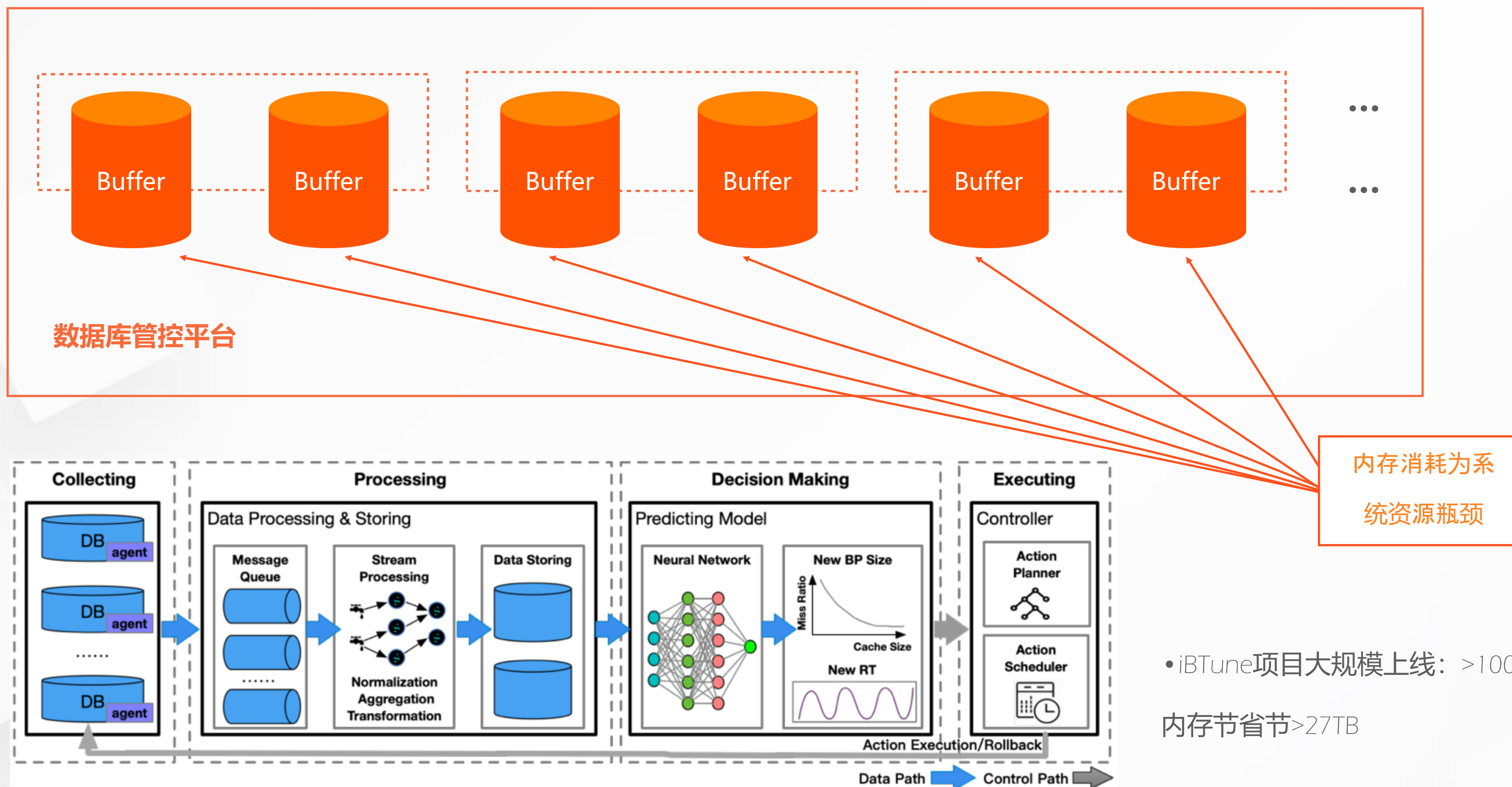


SDDP: Self-Driving Database Platform

智能数据库闭环生态体系

智能数据库案例:

智能调参上线 iBTune (individualized Buffer Tuning, VLDB 2019)



• iBTune项目大规模上线: >10000实例,
内存节省>27TB

高可用: 跨中心、跨可用区

用户应用

mydb.mysql.rds.aliyuncs.com

Gateway/Proxy

Backup
AZ-A

Master
AZ-B

Backup
AZ-C

Raft/Paxos 协议, binlog 日志同步

Parallel Raft/Paxos for Binlog

Master: Shanghai (三个可用区)

Binlog 同步

DTS

DRC

MQ

Gateway/Proxy

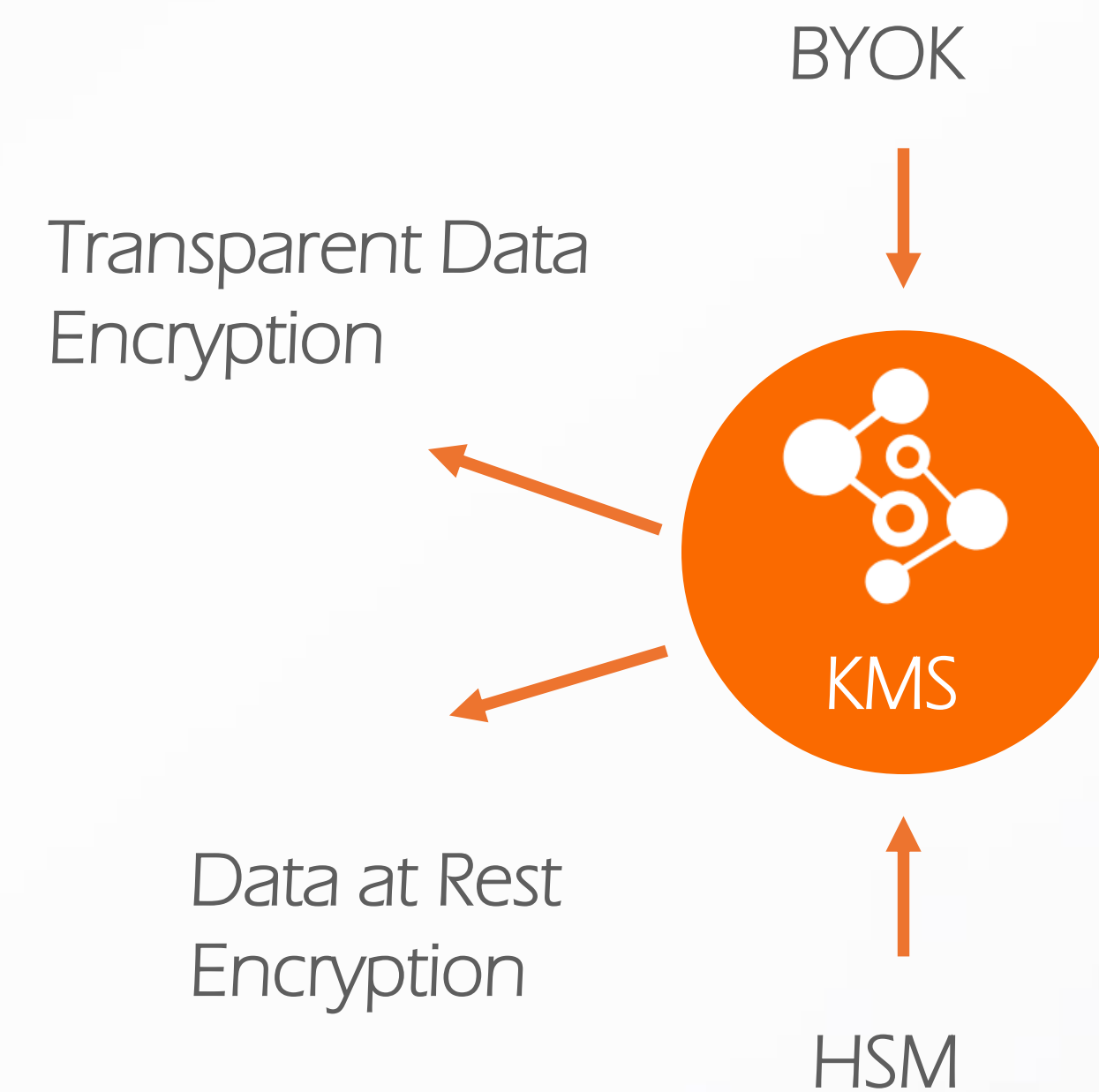
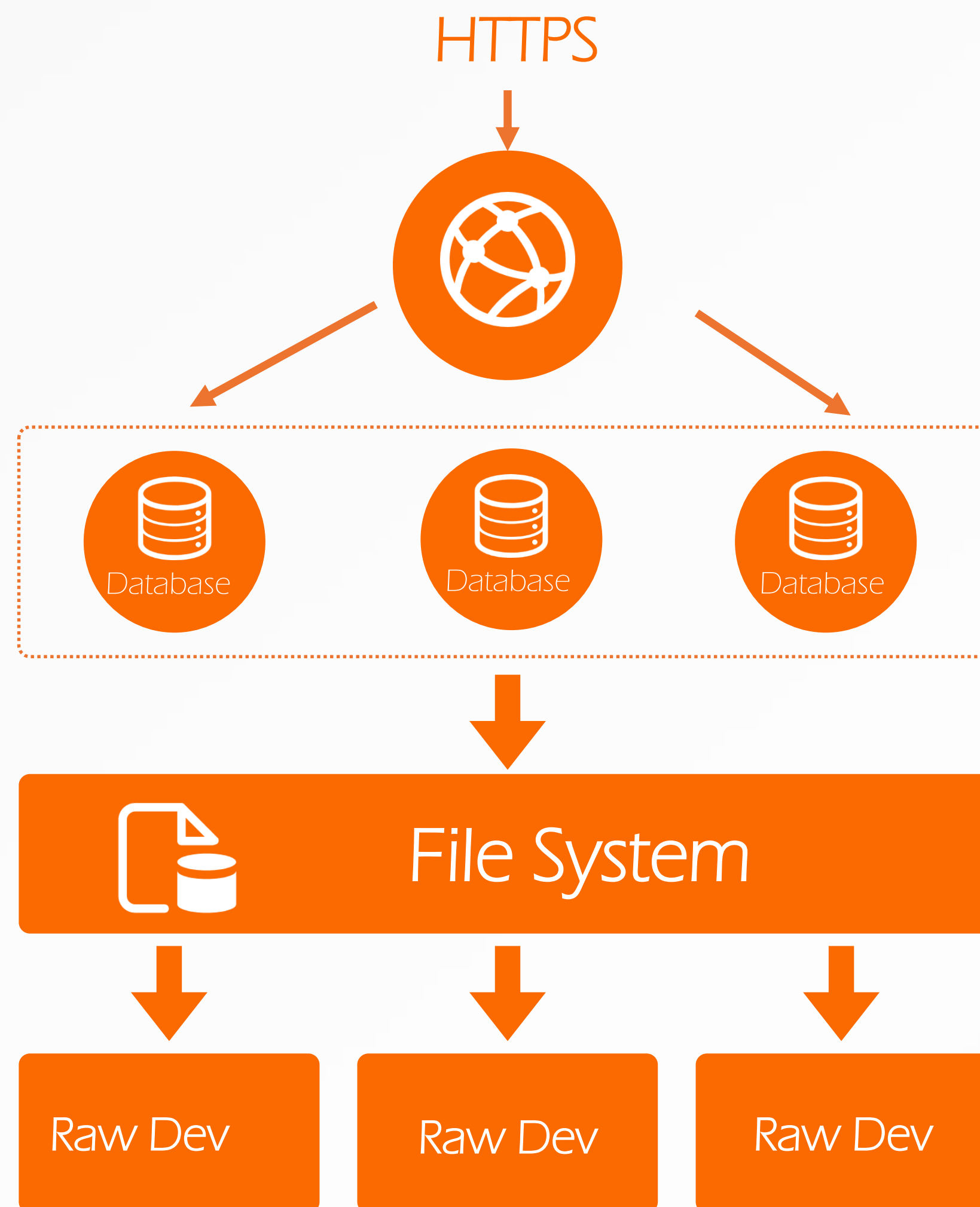
Backup

Master

机房A

Backup: Beijing (一个可用区)

数据安全



云上数据库安全



外部 - 黑客攻击

Inside Attack

- 管理员/用户越权操作
- 窃取数据备份
- 恶意修改数据

Trusted Log

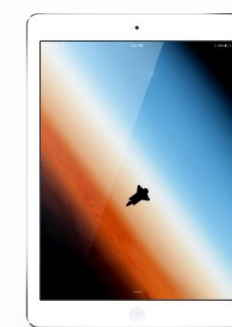
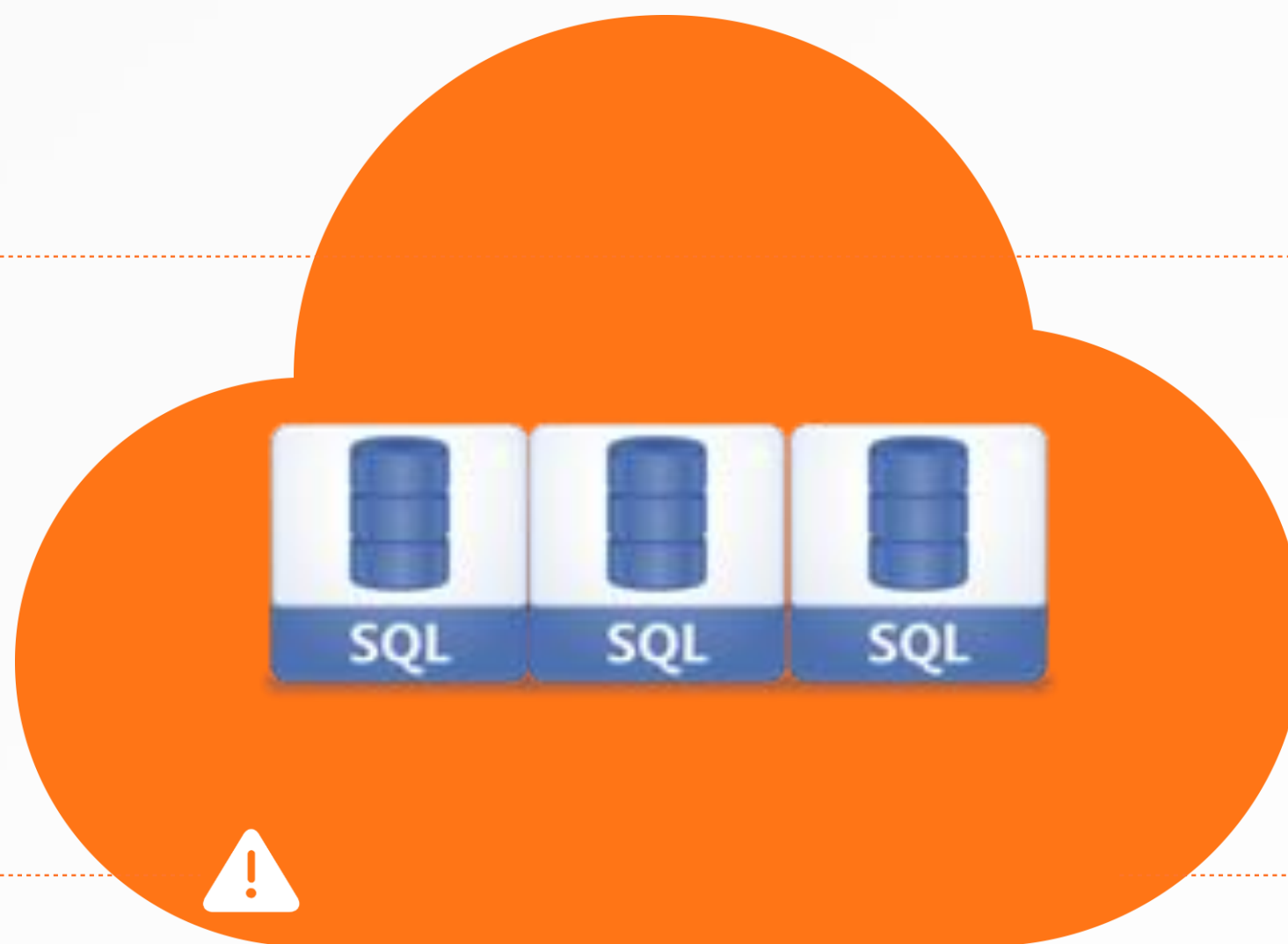
- 保证日志在不可信环境中的完整性
- 任何人(包括管理员)无法篡改日志文件
- eg - Amazon AWS Quantum Ledger Database (QLDB)

Encrypted Database

- 数据在存储、查询、共享过程中全程加密
- 任何人(包括管理员)无法获取明文数据
- eg. - Microsoft Azure Always-Encrypted for SQL Server

Verifiable Queries

- 保证查询结果在不可信环境中的正确性
- 任何人(包括管理员)无法篡改查询结果
- eg. - Microsoft Research Concerto (研究项目)



企业级数据库云服务

代表自研产品

代表开源及第三方产品

工具
产品

DTS
数据传输服务，异构多活数据
同步中心

ADAM
数据库和应用迁移
评估

DMS
数据管理服务，数据库统一管
理/DevOps/研发效率与安全

DBS
数据库云备份
服务

HDM
混合云数据库管理，实
现混合云数据库架构

引擎
产品

OLTP: 在线交易

POLARDB-X
分布式关系型数据库系统，横向扩展架构设计，
应用于跨IDC多活和双十一等高并发业务场景

POLARDB
Cloud Native数据库，基于共享存储计算分离
架构的软硬件一体化设计、弹性缩扩容

AliSQL-MySQL/PG/MSSQL/MariaDB/PPAS
开源及第三方商业数据库

OLAP: 分析在线化

AnalyticDB
海量数据实时高并发实时在线分析

Data Lake Analytics
Serverless化的联邦数据湖交互式分析服务
集成Presto+Spark交互式分析

TSDB
时序时空数据库，应用于IoT/城市大脑等

NoSQL: 非结构化及专有领域

GraphDB
高性能分布式缓存系统及
基于此的图数据库

Redis
开源缓存云服务

HBase+X-Pack
分布式列式存储数据库，
存储结构化和半结构化松
散数据+多模分析+Spark

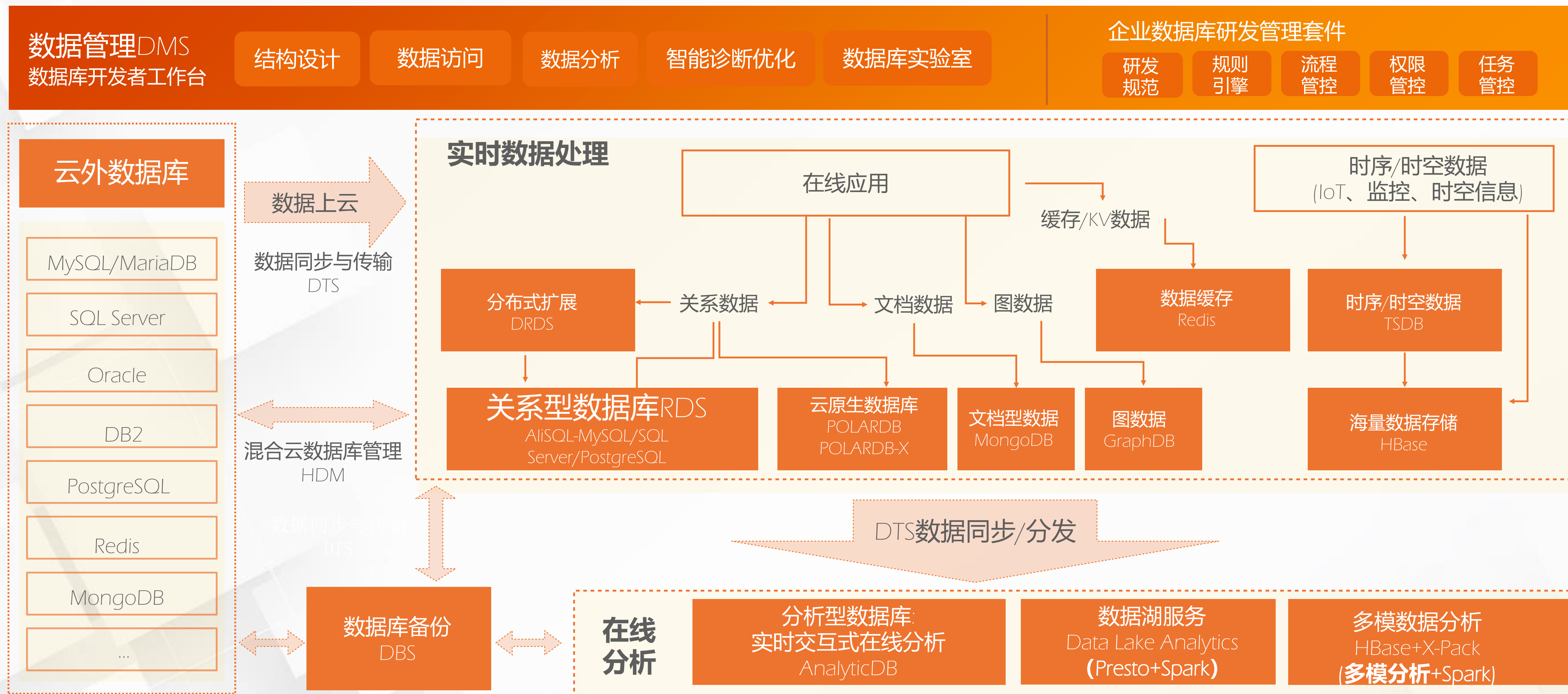
MongoDB
文档型数据库

运营
管控

云管控平台 数据库云服务

全链路监测与分析

云数据库产品体系与数据链路



国际分析师报告

Gartner

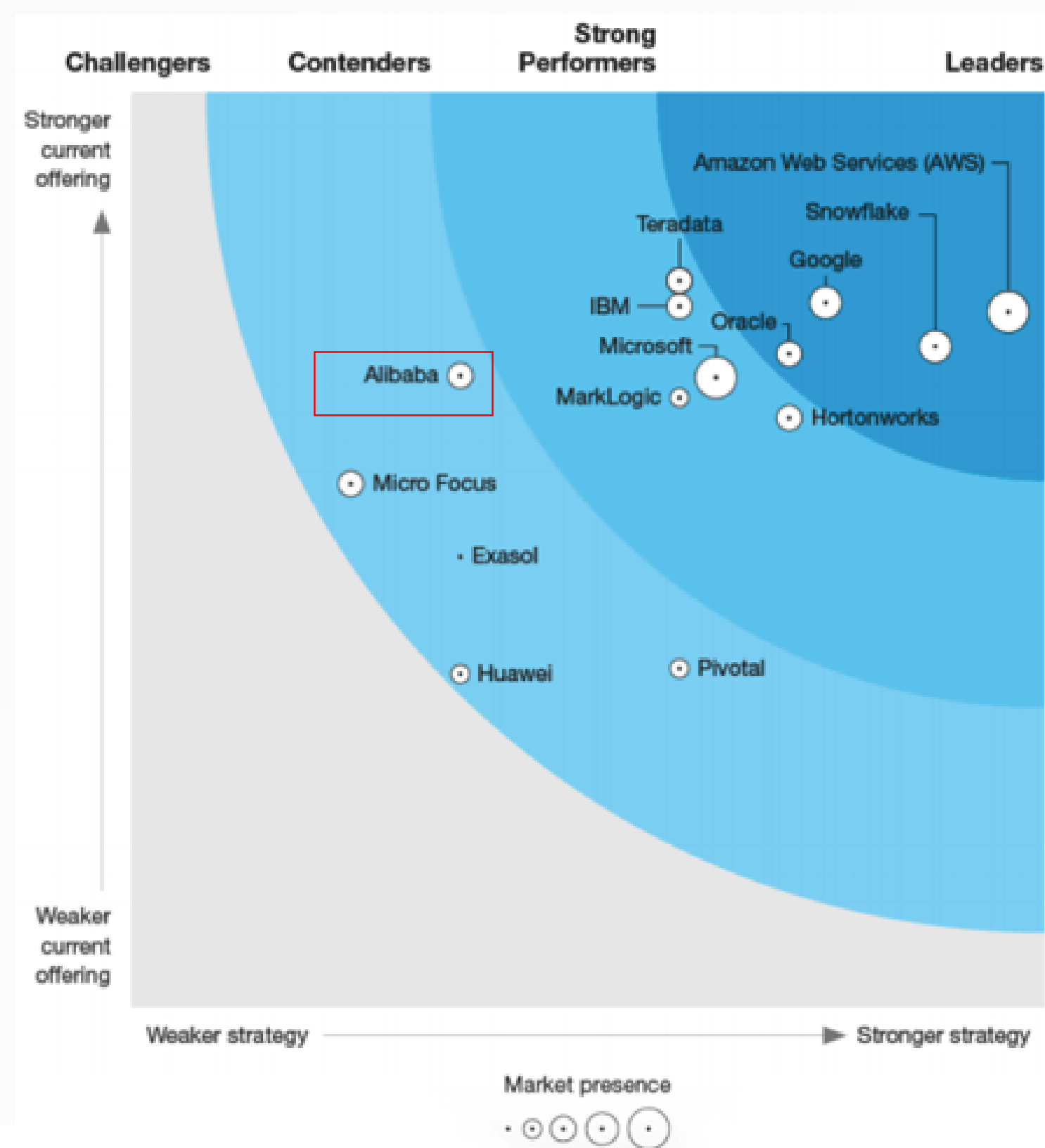
OPDBMS MQ 2018.10



OLTP

FORRESTER

Cloud Data Warehouse, Q4 2018



OLAP

FORRESTER



DBaaS

云数据库营收排行榜-Gartner

Table 1. DBMS Cloud Services Revenue (2016-2018)

	Revenue			Revenue Growth	
	2016	2017	2018	2017	2018
Amazon	1,700.64	3,615.90	6,319.11	112.62%	74.76%
Microsoft	53.38	918.27	2,149.40	1620.11%	134.07%
Alibaba	96.93	213.44	460.55	120.21%	115.77%
Oracle	100.16	224.76	373.12	124.40%	66.01%
Google	101.47	164.36	285.49	61.98%	73.70%
Tencent	21.87	110.85	247.30	406.96%	123.09%
Huawei	77.42	70.99	137.87	-8.32%	94.22%
IBM	57.28	73.35	120.22	28.06%	63.90%
Cloudera	23.85	45.35	79.21	90.15%	74.66%
MongoDB	9.12	8.77	65.70	-3.90%	649.33%
Other	127.07	171.69	250.74		
Grand Total	2,369.19	5,617.73	10,488.70	137.12%	86.71%
<i>% of Total DBMS</i>	<i>6.87%</i>	<i>14.43%</i>	<i>22.75%</i>		

Data sourced from "Market Share: Enterprise Platform as a Service, Worldwide, 2018"

Source: Gartner (June 2019)

城市大脑案例



ADB、TSDB、POLARDB、DRDS、DMS、DTS



阿里云开发者社区

扫码加入社群
与志同道合的码友一起
Code Up



阿里云数据库微信公众号

Thanks