



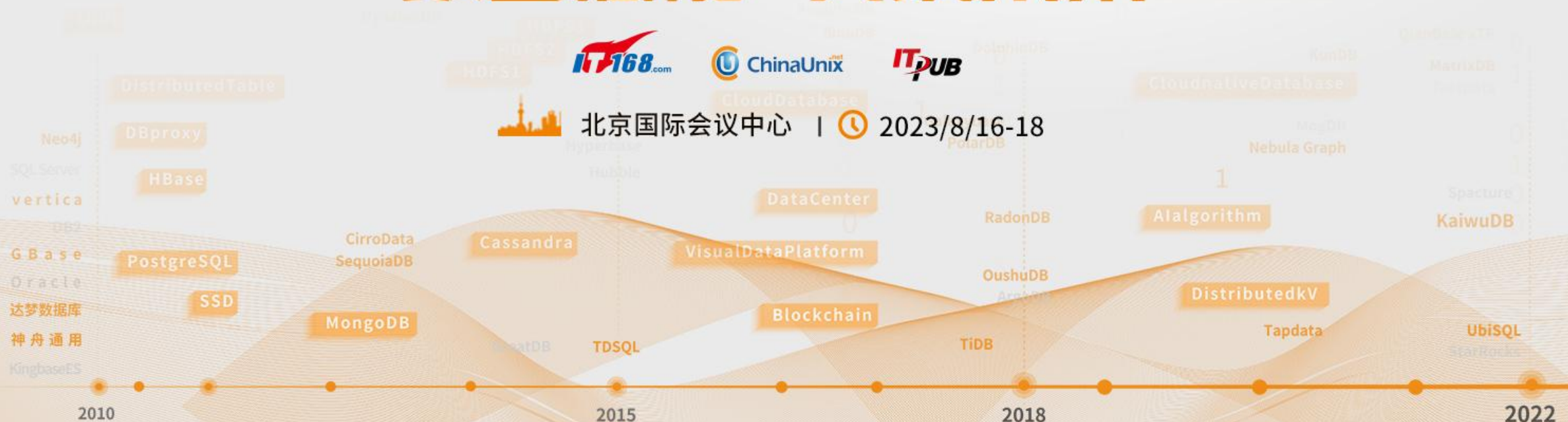
第十四届中国数据库技术大会

DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA

数智赋能 共筑未来



北京国际会议中心 | 2023/8/16-18



运营商核心系统国产化实践 +新一代多写共享存储数据库的演进之路

谭爱武

北京万里开源软件有限公司 华南区总经理

目录

一

数据库选型六大难点

二

万里数据库运营商行业核心国产化实践成果

三

万里数据库+华为存储下一代多主技术架构

国产数据库选型之路

- 生态

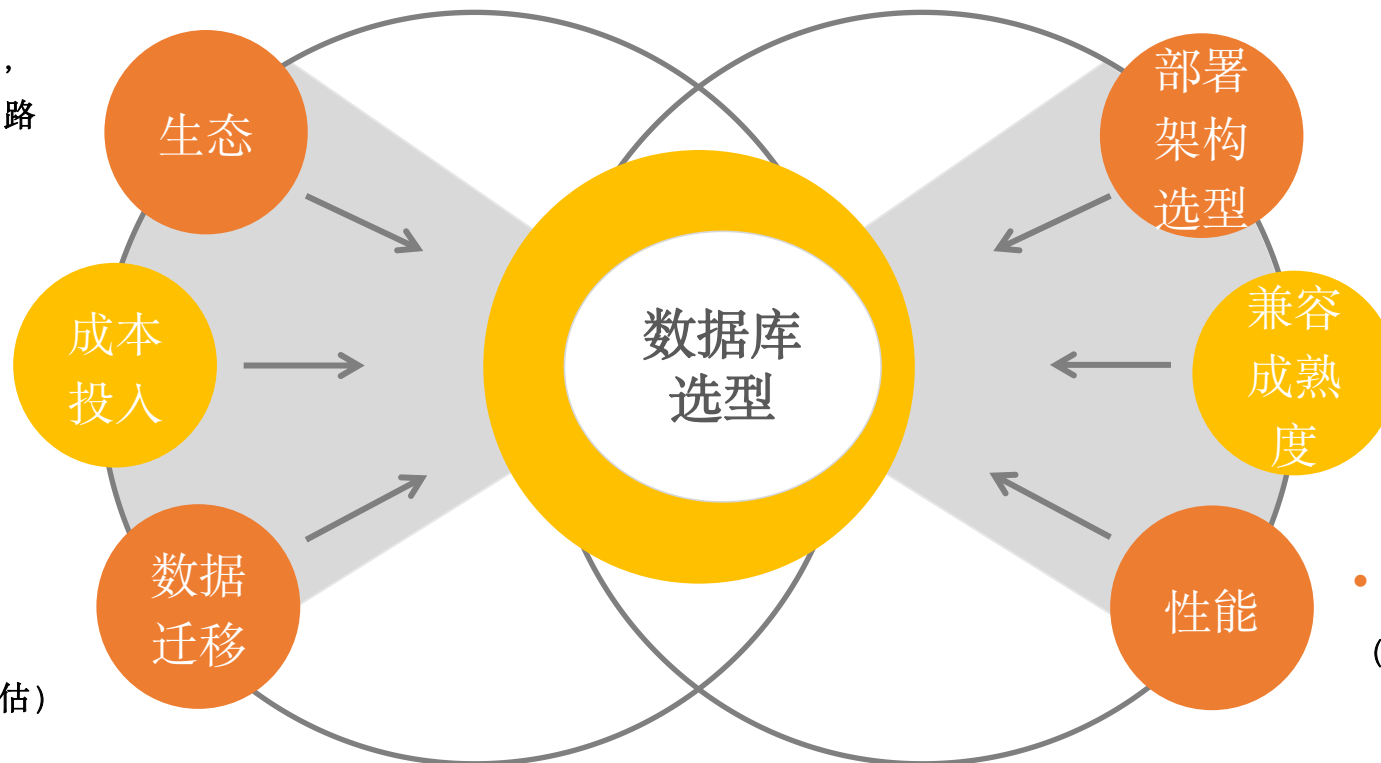
(自主可控, 业务场景, 生态, 系统规模, 产品路线)

- 成本投入

(学习与人力成本, 软硬件成本)

- 数据迁移

(异构迁移, 验证, 评估)



部署
架构
选型

- 部署架构选型

(业务, 副本数, 容灾, 性能)

兼容
成熟
度

- 兼容成熟度

(Oracle/MySQL, 开发, 运维, 迁移)

性能

- 性能

(业务模式下复杂SQL, 并发能力)

国产数据库选型考量因素

软硬件生态，决定了数据库推广难度和可持续发展性；**兼容性**，直接影响应用改造代价；**部署架构**，决定日后投产架构与产品能力上限；

性能，决定了可支撑的应用规模，是否扛得住大型应用高峰期的压力。**数据迁移**，决定了数据库替换可行性与割接的成败；**成本投入**，决定了项目的战略与规划。

1、生态

- 生态健全，上下游第三方软件适配
- 大量的社区案例经验文档，从业人员快速学习
- 大量技术储备人员，能提供源码兜底能力

2、兼容性

- 兼容各类开发软件工具，支持如：mybatis, hibernate等常见开发框架
- 支持数据库访问的图形化访问工具
- 兼容数据库接口协议，标准的SQL协议
- 兼容数据库常见特性：过程，函数，触发器

3、部署架构

- 决定了集群高可用、故障处理
- 决定了性能提升
- 决定了灾备解决方案，RPO、RTO

4、性能

- 集群并发能力，TPS、QPS
- 复杂SQL语句性能
- 在业务场景下的性能表现

5、数据迁移

- 快速工具化的导入导出能力
- 支持全量增量迁移与同步，拥有并行执行迁移与断点续传、数据校验能力，反向同步能力

6、成本投入

- 开发成本
- 测试成本
- 运维成本
- 迁移成本
- 硬件成本
- 学习成本

目录

一

数据库选型六大难点

二

万里数据库运营商行业核心国产化实践成果

三

万里数据库+华为存储下一代多主技术架构

关于万里数据库

北京万里开源软件有限公司：专注国产自主可控基础软件产品研发与服务



成立于2000年10月，20+年基础软件

技术沉淀，100%内资背景

深耕数据库15+年，掌握核心源代码；
产品成功应用在金融、电信和能源等行业核心应用系统

专业售后实施团队，提供开发支持、系统优化和驻场支持等多种服务模式，给客户
提供原厂7x24小时技术服务。

基本情况

核心竞争力

服务团队

国产数据库
最优选

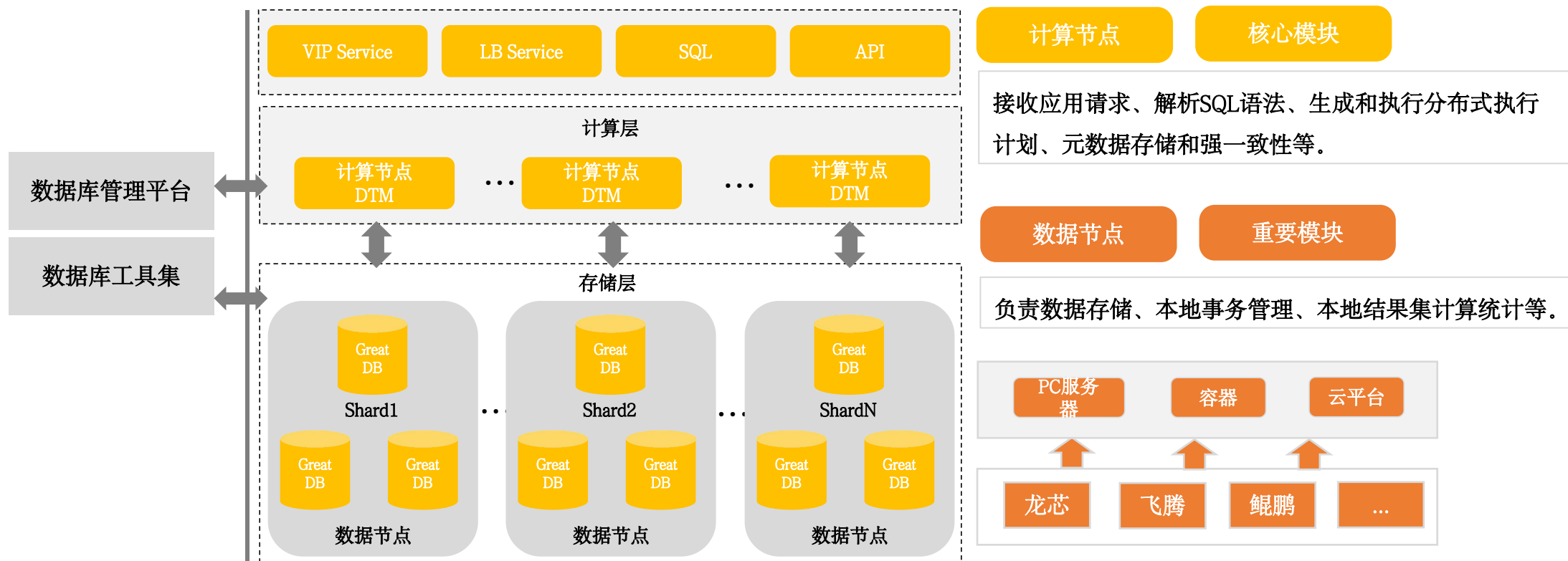
GreatDB安全数据库产品介绍

DTCC 2023

第十四届中国数据库技术大会
DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA 2023

GreatDB是万里数据库自主研发的一款关系型数据库软件，可根据业务需求选择集中式与分布式两种部署模式。其中，分布式主要面向大数据量、高并发场景下的结构化数据存储和事务处理。

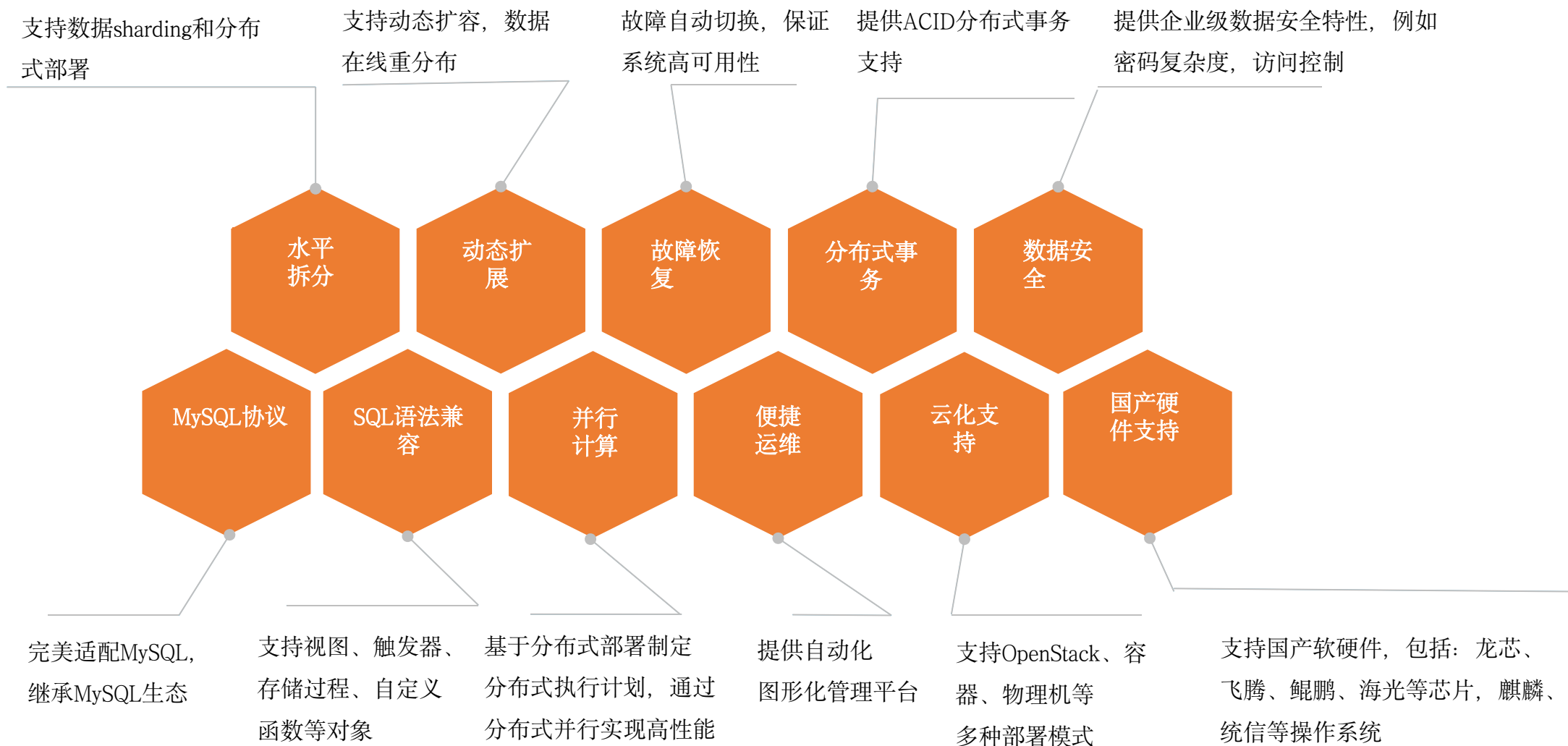
- 极致稳定、极致性能、极致易用
- 重事务轻分析、MySQL生态、大数据高并发
- 简单好用、原生分布式数据库



GreatDB安全数据库（分布式）关键技术特性

DTCC 2023

第十四届中国数据库技术大会
DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA 2023



迁移替换方案：Oracle-GreatDB

Oracle迁移到GreatDB方案

迁移评估

收集源数据库信息

系统画像

兼容性评估

给出静态提示

迁移后存储消耗评估

表分片评估

数据库改造

对象迁移

数据全量迁移

数据增量迁移

数据校验及表数据量分析

数据割接演练

反向回流

对象迁移

应用适配方案

架构对比改造

基础功能对比改造

函数与用法对比改造

兼容包能力对比改造

应用评估

应用改造

功能测试

压力测试

系统并行

模拟割接

割接上线/回退

运营商业务支撑系统核心项目替换挑战点

时间紧

业务开发测试周期6个月，业务割接影响范围不超过5分钟

业务重要

业务覆盖全国31网省的重要系统，40+平台

异构种类多

含多种数据库Oracle、MySQL、PostgreSQL，数据量庞大，最大单库70T，迁移校验准确

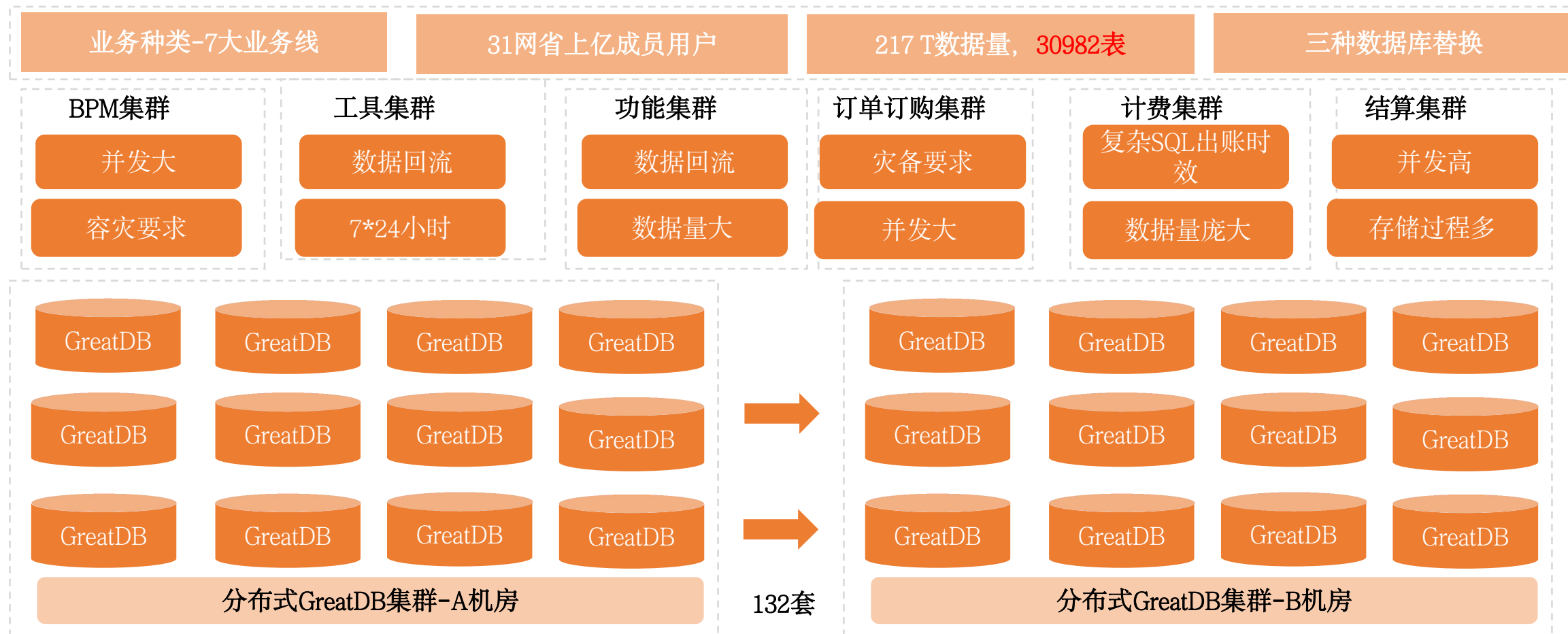
迁移要求高

对迁移效率、评估要求、回流要求、校验时长等要求高

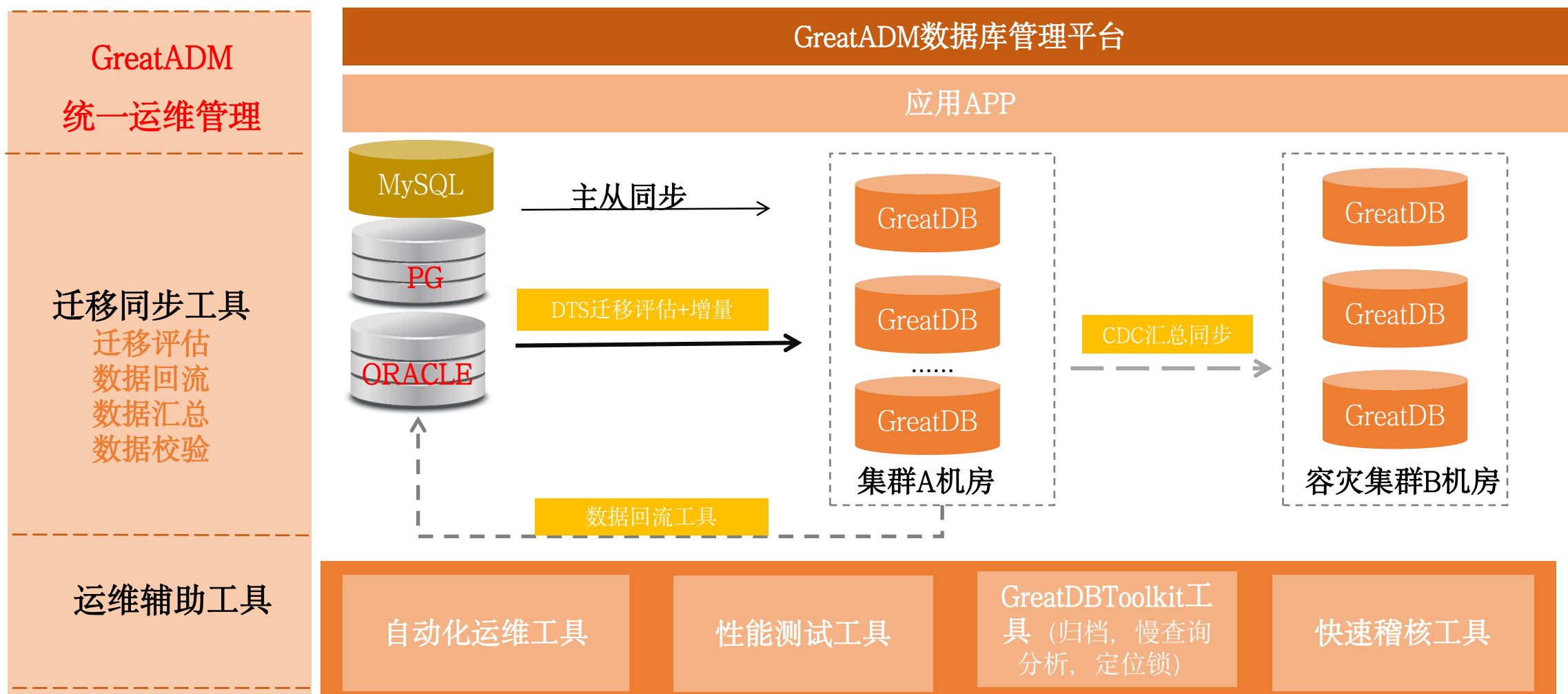
场景要求复杂

包含OLAP+OLTP型场景，涵盖大量的月结出账结算、AP+TP时间要求

运营商业务支撑系统系统总体架构图



运营商业务支撑系统数据库方案图

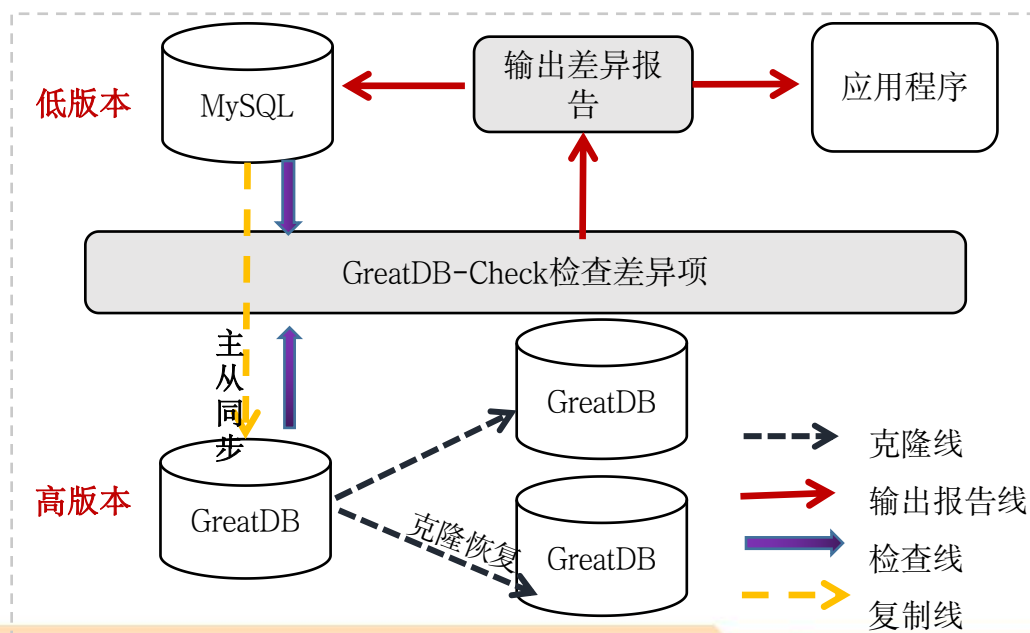


在线快速替换MySQL技术

能力介绍

目前开源技术在同版本或跨小版本的情况才可以实现在线同步。因此在替换版本时，应用与业务要花大精力计算业务可能受到的影响与升级前期的准备工作。为保障业务7*24小时不中断，万里数据库提供在线替换MySQL的方案，非常友好地支持DBA与应用工作，满足在线扩容与升级操作，减少了业务受影响的被动与风险。

替换方案



方案优势

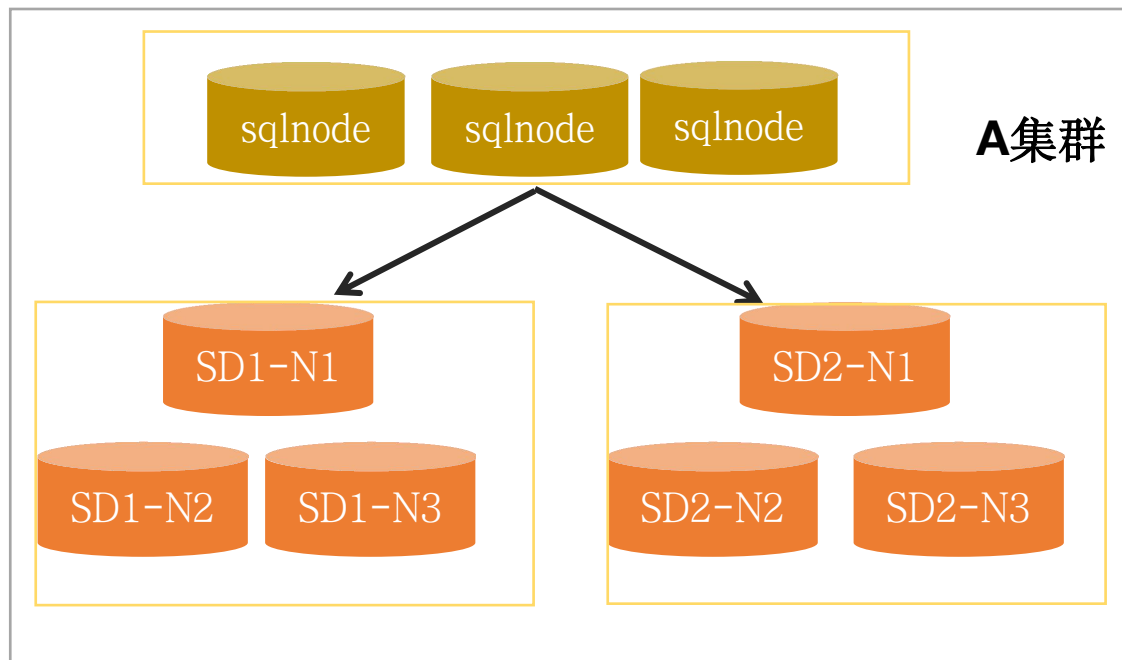
- 在线检查与对比差异
- 检查替换可能影响21大项
- 输出修正建议
- 输出执行语句
- 报告清晰可见
- 可在线扩展节点
- 兼容低版本在线迁移
- 提供图形化界面升级版本

项目关键技术-容灾CDC

DTCC 2023

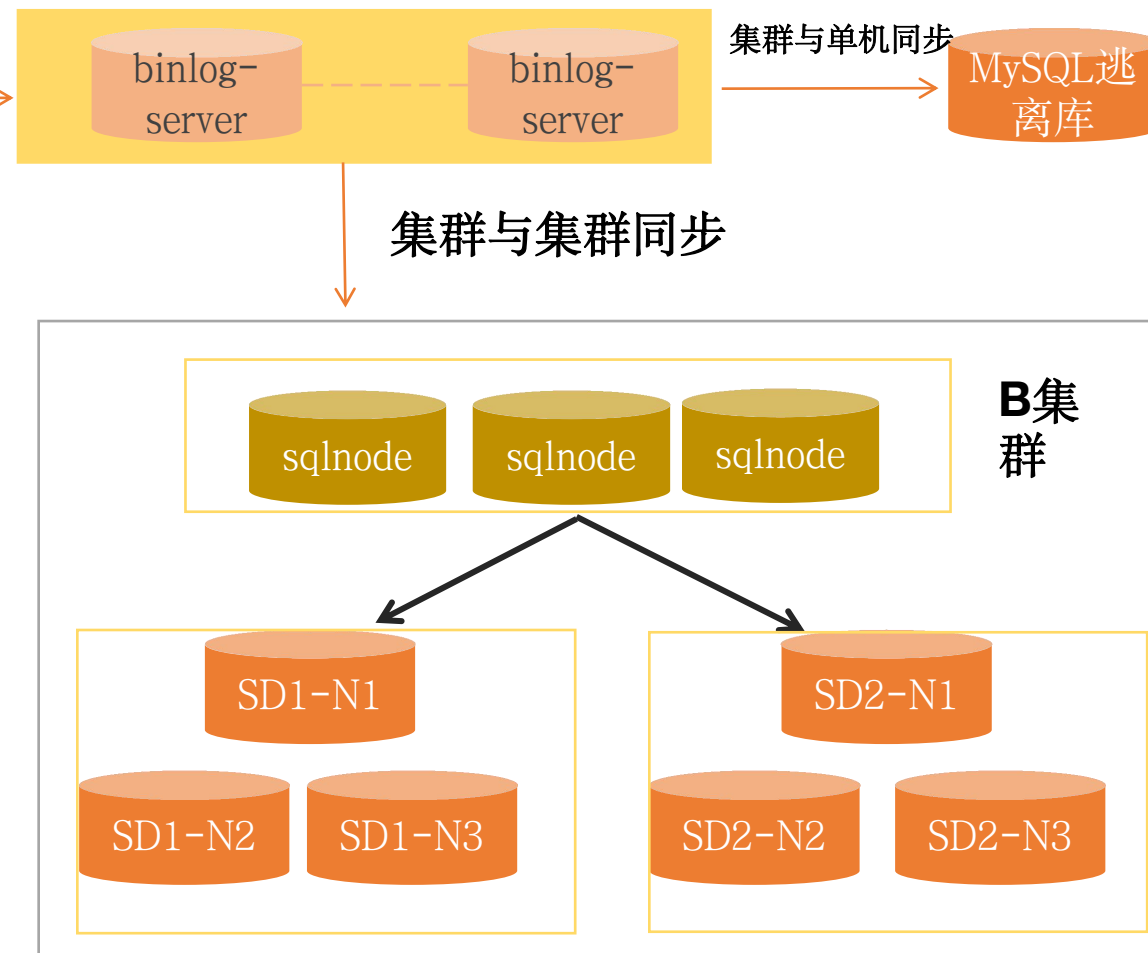
第十四届中国数据库技术大会
DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA 2023

CDC整体示意图



方案优势

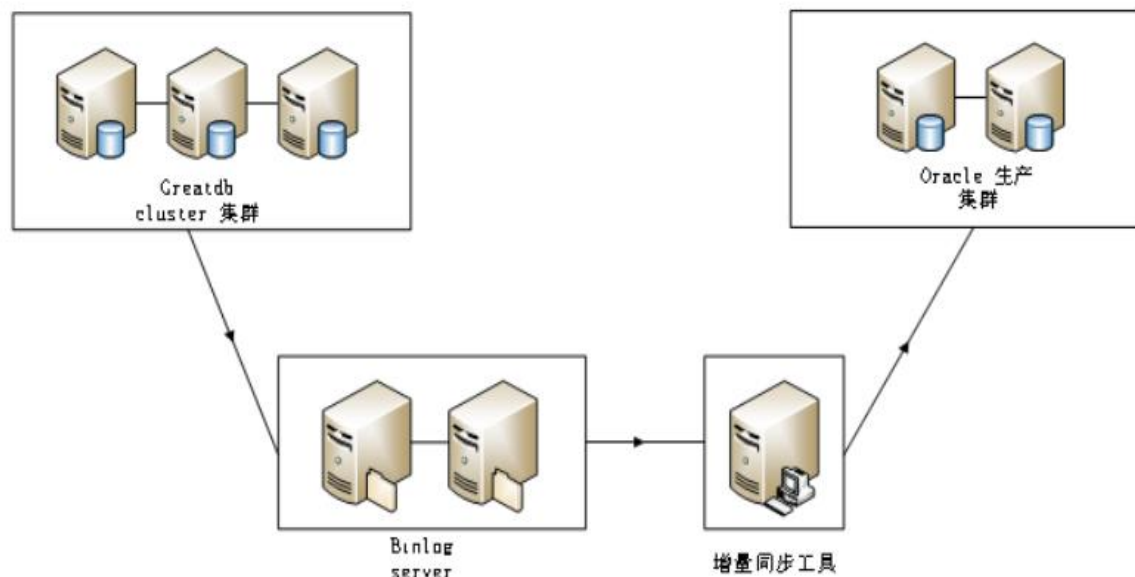
- 原生复制方式，配置简单，维护方便
- 性能可控，对源库无影响
- binlogserver配套高可用，保障自身高可靠
- 自动判断源库状态，自动调整复制关系
- 配套ADM管理，实现一键式配置管理



运营商业务支撑系统数据回流技术

数据回流Oracle是万里数据库开发的一款易配置、便捷管理回流工具。只需简单配置权限与GTID点，就可以完成数据按需回流到Oracle，同时配套回流监控与并发设置，是一款用于业务模拟割接的利器。

回流示意图



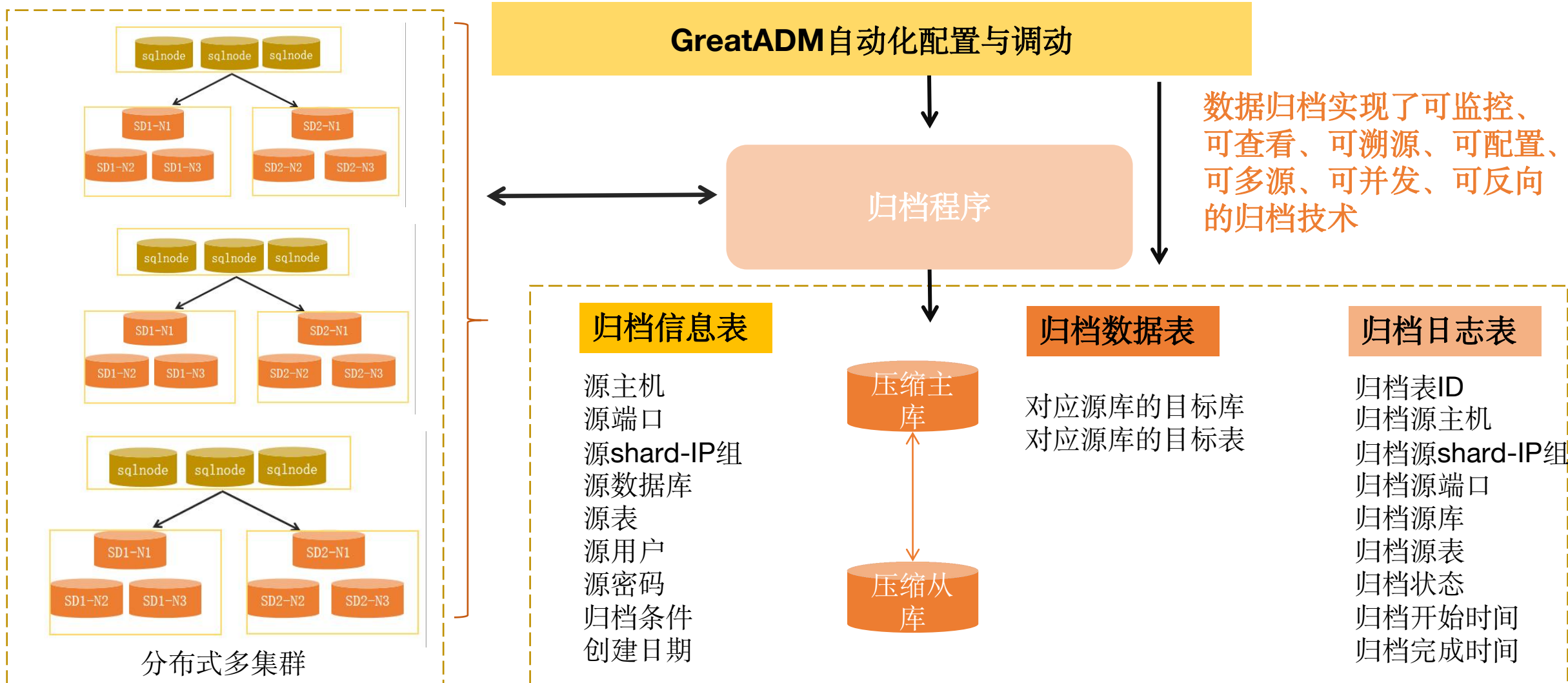
回流优势

- WEB图形化页面管理回流
- 配置维护简单
- 配套回流运维监控，实时监控效率与延迟情况
- 配套日志检查体系，便于回流同步问题排查
- 项目内完成3套核心子系统的割接，20多次模拟割接测试

分布式数据库数据归档技术

DTCC 2023

第十四届中国数据库技术大会
DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA 2023



运营商业务支撑系统的突破点

DTCC 2023

第十四届中国数据库技术大会
DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA 2023

1. Oracle兼容增加

Oracle SQL语法兼容 (32+种)

Oracle函数兼容 (29+种)

存储过程兼容 (20+种)

Oracle大量包兼容

兼容项目
90%-Oracle

2. 优化提升工具

数据对象迁移工具

迁移评估工具

应用改造评估工具

快速稽核工具

数据验证工具

性能测试工具

自动化运维工具

数据回流工具

监控管理工具

迁移速度
提升4倍

3. 复杂SQL专项优化

成立优化专项组

优化慢SQL超过1000个

大事务拆解上万行到500行

针对存储过程专项下推优化

数据瘦身缩短出账时间

应用代码配合改造

复杂SQL
7-8秒缩短4-5秒

GreatDB兼容大部分Oracle功能

DTCC 2023

第十四届中国数据库技术大会
DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA 2023

Oracle SQL语法兼容 (32+种)

GreatDB实现的扩展兼容(无需设定sql_mode), 包括:

- DATETIME INTERVAL
- EXECUTE IMMEDIATE
- EXPLAIN PLAN FOR
- INSERT ALL INTO
- MERGE INTO
- CONNECT BY [START WITH] | START WITH CONNECT BY
- ORACLE HINT
- ROWNUM
- PRIOR
- CONNECT_BY_ROOT
- LEVEL
- CONNECT_BY_ISLEAF
- CONNECT_BY_ISCYCLE
- SEQUENCE
- 子查询无别名
- (+) 外连接
- 空串"与null等价开关
- KEEP FIRST/LAST
- MINUS
- SELECT...OFFSET...FETCH
- SELECT...FOR UPDATE OF COLUMNS

GreatDB实现的兼容模式(需设定sql_mode), 包括:

- DATETIME运算(加减)
- 带双引号的存储过程创建
- MATERIALIZED VIEW
- DELETE语句支持不带FROM
- ORDER BY兼容
- RATIO_TO_REPORT
- SELECT...FOR UPDATE WAIT N
- UPDATE SET 多字段更新
- SQLCODE_SQLERRM_FUNCTION
- 全局临时表

Oracle函数兼容 (29+种)

GreatDB实现的扩展兼容(无需设定sql_mode), 包括:

- ADD_MONTHS
- CHR
- DECODE
- DUMP
- SYS_GUID
- INITCAP
- LENGTHB
- LIST_AGG
- MONTHS_BETWEEN
- NVL
- NVL2
- REGEXP_COUNT
- REPLACE
- SUBSTRB
- SYSTIMESTAMP
- TO_CHAR
- TO_DATE
- TO_NUMBER
- TO_TIMESTAMP
- TRANSLATE
- TRUNC
- VSIZE
- SYS_CONNECT_BY_PATH

GreatDB实现的兼容模式(需设定sql_mode=oracle), 包括:

- INSTR
- LPAD/RPAD
- TRIM/LTRIM/RTRIM
- SUBSTR
- LENGTH
- SYSDATE

存储过程兼容 (20+种)

GreatDB实现的扩展兼容(无需设定sql_mode), 包括:

- CREATE OR REPLACE
- GreatDB实现的兼容模式(需设定sql_mode=oracle), 包括:
- 存储过程/函数基础结构兼容
- CURSOR游标
- REF_CURSOR
- EXIT/EXIT WHEN
- FOR LOOP
- FORALL LOOP
- SELECT BULK_INTO
- VAR_TYPE
- TRIGGER
- TYPE IS RECORD
- TYPE IS TABLE
- 异常处理 EXCEPTION HANDLER
- IF .. ELSIF支持
- WHILE...LOOP... END LOOP
- 存储过程/函数支持默认参数(DEFAULT)
- 存储过程支持使用RETURN
- 匿名存储块
- 命名标记法传递参数
- PACKAGE

GreatDB对Oracle的兼容性主要通过以下方式实现:

- **原生支持:** Oracle、MySQL等关系型数据库都支持或部分支持通用SQL标准, 对于部分简单语句, 无需调整即可兼容;
- **兼容扩展:** 对于部分Oracle独有函数和语法, 在SQL引擎层实现对MySQL的扩展, 如: MERGE INTO、CONNECT BY等。
- **兼容模式:** 在GreatDB中开启Oracle兼容模式, 解决Oracle语法与MySQL语法或语义冲突等问题。

攻坚克难平滑完成数据迁移

1. 全量支持按分区迁移
2. 全量支持不分片，分片，动态分片
3. 支持多线程异步回流
4. 支持断点续传，任务失败影响小
5. 支持可视化迁移速度观测
6. 支持指定逻辑主键
7. 支持无主键
8. 支持数据回流与跨不同版本
9. 跳出logminer框架，直接解析归档
10.

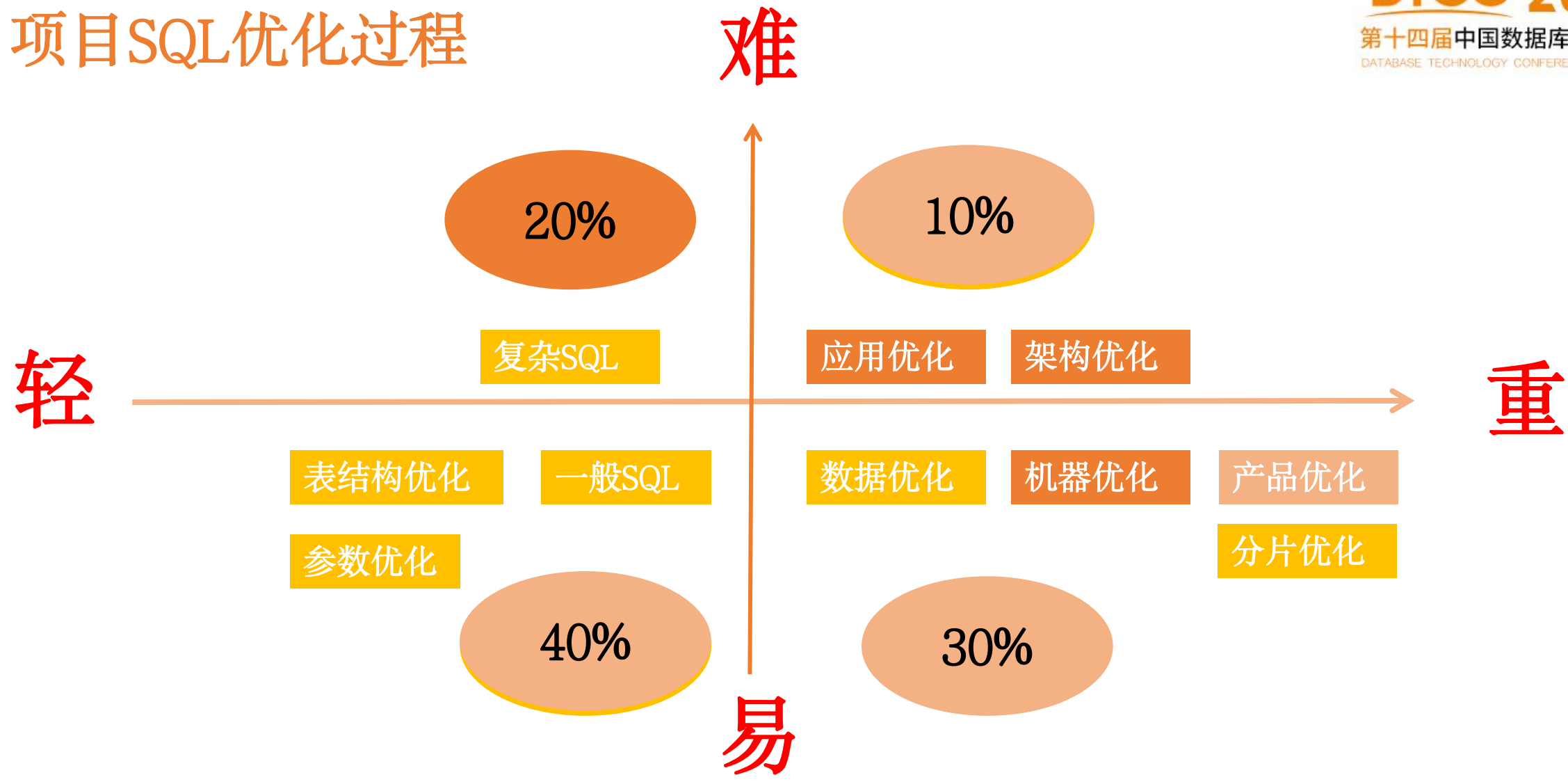
功能提升

数据迁移同步工具
GreatDTS

性能提升

1. 迁移性能提升超过1个数量级
(20倍以上)
2. 全量**TB级**数据平稳迁移
3. 完善并改进了对超大事务的支持 (**无上限**)，方便批处理和月底出账场景同步
4. 灵活**动态调整**并发线程，让迁移更便捷

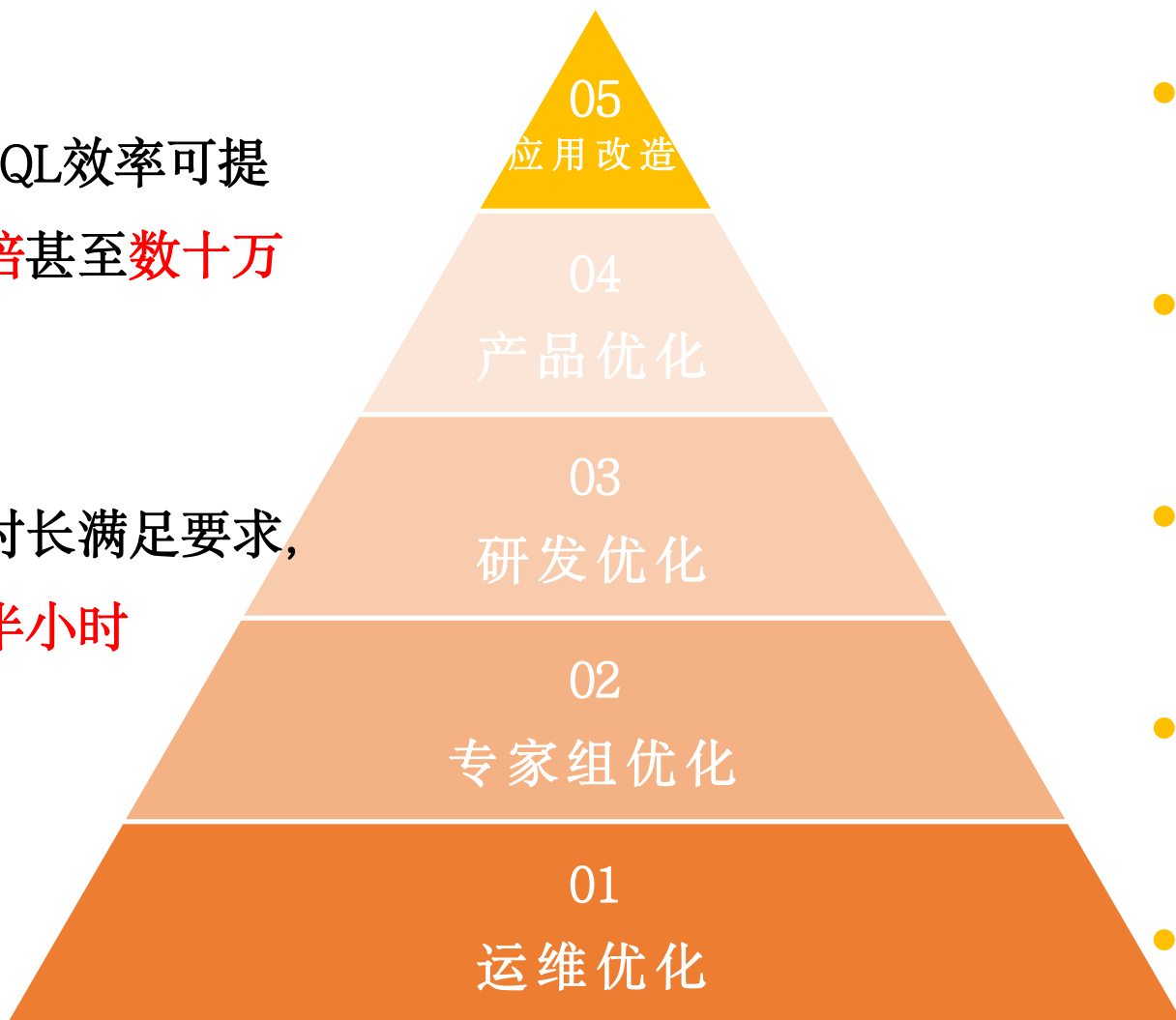
项目SQL优化过程



复杂SQL优化-优化专项组

➤ 很多SQL效率可提
升**数倍甚至数十万**
倍

➤ 出账时长满足要求,
提前**半小时**

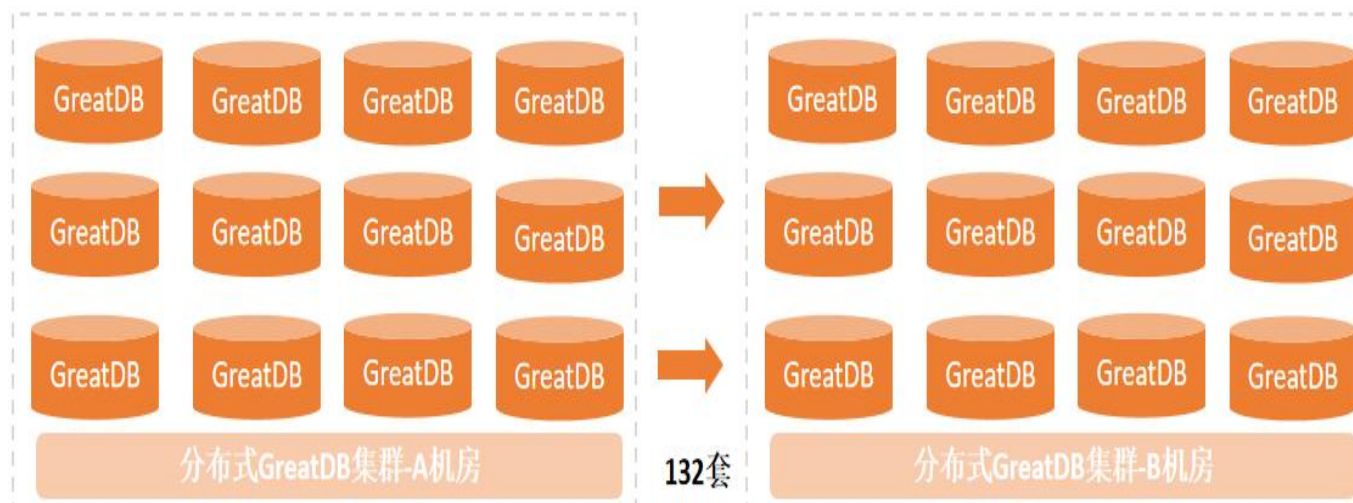


- 2%
 - ✓ 修改业务逻辑
 - ✓ 改造业务谓词条件
 - ✓ 简化查询与修正事务大小
- 2%
 - ✓ 优化并行查询
 - ✓ 优化策略更全面
 - ✓ 执行算法更合理
- 3%
 - ✓ 研发配合检查效率
 - ✓ 下推规则完善
 - ✓ 聚合方式更合理
- 3%
 - ✓ 按业务SQL规划表分布，实现下推
 - ✓ 分区表重构，相关联的分区表采用相同分区规则，实现MPP计划下推
 - ✓ 使用hint干涉优化器，控制表的连接方式
 - ✓ 对SQL进行等价改写，如使用CTE表减少表的访问
- 10%
 - ✓ 索引使用是否得当
 - ✓ 表设计是否合理
 - ✓ 检查执行计划是否合理

建设成果：业务支撑系统全网政企业务成果

全部政企业务已经跑在国产数据库上，经受住多轮业务高峰考验。

数据库部署



0 影响

接受了高峰11.2万TPS，持续发版33次考验



上亿用户

业务覆盖某运营商全国31网省，40+平台



132+套

国产分布式集群部署



217+T

破记录完成核心数据搬迁工作，217T数据，单库70T

建设成果： 实施创新沉淀国产化

孵化与完善**8款**
产品工具



申报**国产化试**
点奖项，获监
管局认可

项目建设成果

获得**6项**
数据库荣誉



补充完善**30+**
份运维文档

目录

一

数据库选型六大难点

二

万里数据库运营商行业核心国产化实践成果

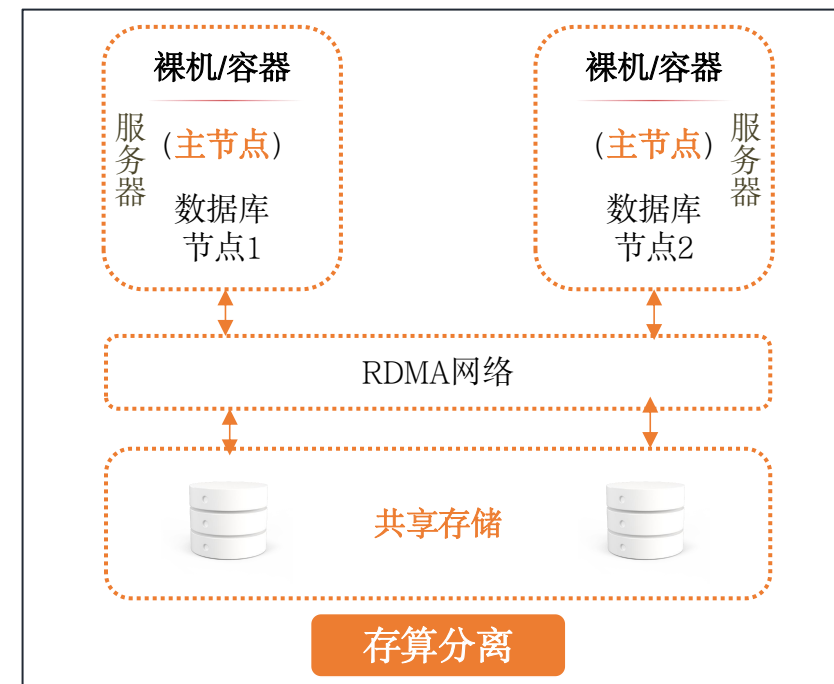
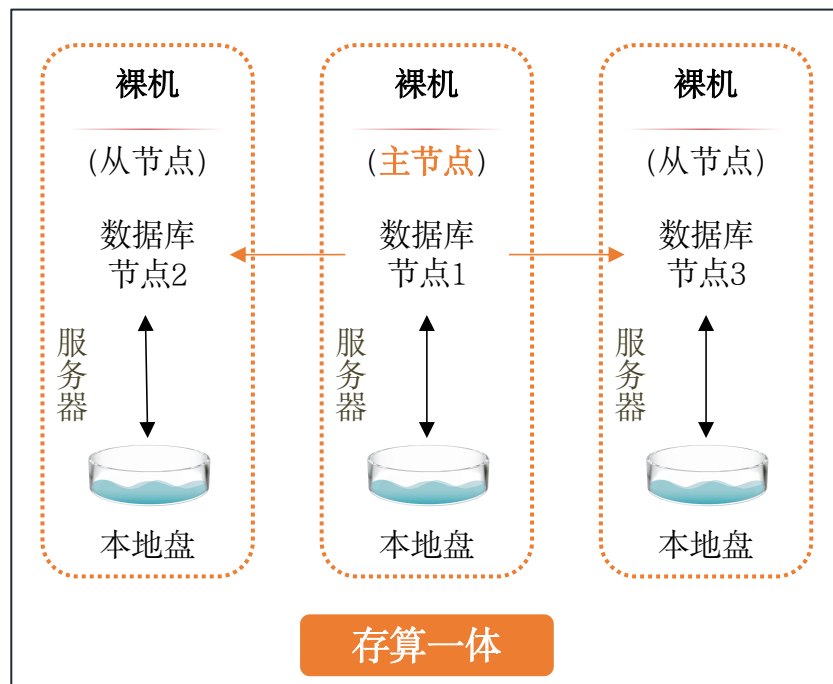
三

万里数据库+华为存储下一代多主技术架构

存算分离+共享存储是下一代数据库架构

DTCC 2023

第十四届中国数据库技术大会
DATABASE TECHNOLOGY CONFERENCE CHINA 2023



金融级高可用

- 存算解耦，主从解耦
- 强事务一致性
- 双集群容灾

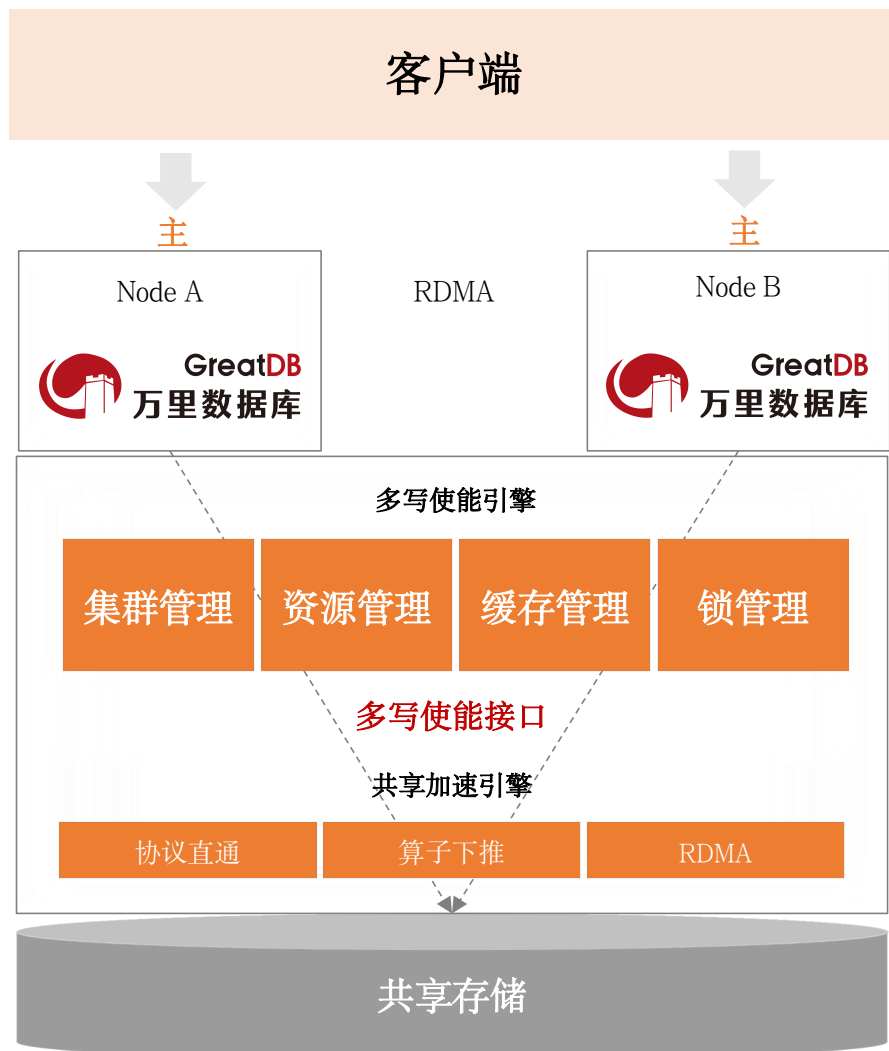
极致性能

- 多读多写，多活部署
- 数据库能力向存储沉
- 专业存储能力

降本增效

- 多副本归一
- 减少业务改造分库分表
- 减少服务器数量，提升利用率

万里+华为存储，打造免分库分表、多读多写新方案



联合方案架构

GreatDB数据库+多写引擎+企业级存储，打造**存算分离架构**创新方案，**实现多读多写，免分库分表**

联合方案特性

- GreatDB数据库：**Oracle兼容**、安全增强、执行计划与性能增强、可观测性与性能分析增强、数据可靠性增强
- 多写引擎：**多读多写性能提升10倍**、**多副本归一**、支持TB级大表、快速故障切换、存储级容灾等
- 企业级存储：6个9高可靠、硬盘亚健康检测、快照、克隆等企业级存储加持

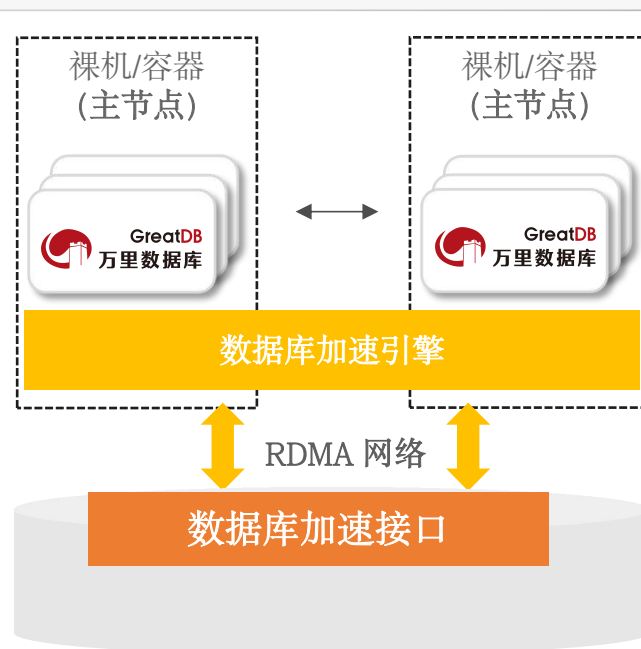
联合方案亮点

- 多读多写，性能相比原生MySQL提升10倍
- 多副本归一，降低TCO
- 分离架构，计算、存储按需扩展
- 强大的兼容性与安全性

基于存算分离和专业存储，构筑核心数据库选型架构新格局

华为存储 x 万里数据库 打造存算分离架构方案

存算分离+专业存储成为新一代数据库选型架构新趋势



1 高可靠:

- 存算分离减小故障域
- 全局缓存实现事务强一致性
- 专业存储6个9的可用性, RPO=0

2 高性能:

- 多读多写, 并发访问
- 端到端NVMe和存储算法优化保证低时延
- 算力下沉, 存储参与计算

3 低成本:

- RAID替代多副本
- 减少设备数量, 降低运维成本
- 支持大表, 降低业务改造成本

THANKS

