

云原生分布式数据库 PolarDB-X

最佳实践

最佳实践

如何选择 DRDS 与 RDS 实例规格

DRDS 与 RDS 按照 CPU 的处理能力、内存容量和磁盘空间等来划分实例的规格，并提供多种不同规格的实例供选择，规格越高代表实例的处理能力越强。

DRDS 实例系列对比

DRDS提供至少两个服务节点起步的专项实例保证高可用及稳定性，不同实例系列对比如下：

入门版：单节点规格 4 Core 16 GB。面向初期的业务开发、测试场景，不具备复杂查询加速能力

标准版：单节点规格 8 Core 32 GB。规格丰富，性价比高。面向具备超高并发、复杂查询及轻量分析的在线业务场景，默认提供Parallel Query并行查询能力，可有效提升对于在线业务的多表关联、聚合排序等复杂查询的执行效率

企业版：单节点规格 16 Core 64 GB。大规格资源，面向具备企业级超高并发、大规模数据复杂查询、加速分析的业务场景，默认提供Parallel Query并行查询能力，可大幅提升海量数据下复杂查询、报表分析的执行效率

DRDS 实例类型与规格的选择

DRDS 属于计算密集型的服务，处理能力主要与 CPU 相关，并以 QPS 为衡量指标。选择实例时，应参照不同规格支持的最大 QPS，并结合估算的业务最大 QPS 来进行选择。例如，某用户估算其业务应用对 DRDS 访问的最大 QPS 为 50000，那么应选择规格为 标准版 16Core 96 GB 实例，不同 DRDS 系列规格对比请参考 DRDS 实例规格详情。

RDS 实例规格的选择

- 预估 1 到 2 年的数据增长量，判断需要的最大磁盘空间
- 估算一个RDS实例需要的最大 IOPS

建议购买多个中小规格的 RDS 实例，有利于后期遇到存储瓶颈时可对RDS进行快速升配以及DRDS平滑扩容，更多关于 RDS 实例规格的选择，请参考 RDS 购买指南。

如何选择拆分键

拆分键即分库/分表字段，是水平拆分过程中用于生成拆分规则的数据表字段。DRDS 将拆分键值通过拆分函数计算得到一个计算结果，然后根据这个结果将数据分拆到 RDS 实例上。

数据表拆分的首要原则是尽可能找到数据所归属的业务逻辑实体，并确定大部分（或核心的）SQL 操作或者具备一定并发的 SQL 都是围绕这个实体进行，然后可使用该实体对应的字段作为拆分键。

业务逻辑实体通常与应用场景相关，下面的一些典型应用场景都有明确的业务逻辑实体，其标识型字段可用来做拆分键：

- 面向用户的互联网应用，围绕用户维度来做各种操作，那么业务逻辑实体就是用户，相关联的表便可使用用户 id 作为拆分键
- 侧重于卖家的电商应用，围绕卖家维度来做各种操作，那么业务逻辑实体就是卖家，可使用卖家 id 作为拆分键
- 游戏类在线应用，围绕玩家维度来做各种操作，那么业务逻辑实体就是玩家，可使用玩家 id 作为拆分键
- 车联网在线应用，围绕车辆维度来做各种操作，那么业务逻辑实体就是车辆，可使用车辆 id 作为拆分键
- 税务类在线应用，围绕纳税人来进行前台业务，那么业务逻辑实体就是纳税人，可使用纳税人 id 作为拆分键

以此类推，其它应用场景也能找到合适的业务逻辑实体。

例如，某面向卖家的电商应用，需要对下面的一张单表进行水平拆分：

```
CREATE TABLE sample_order (  
  id INT(11) NOT NULL,  
  sellerId INT(11) NOT NULL,  
  trade_id INT(11) NOT NULL,  
  buyer_id INT(11) NOT NULL,  
  buyer_nick VARCHAR(64) DEFAULT NULL,  
  PRIMARY KEY (id)  
)
```

确定业务逻辑实体为卖家，那么选择字段 sellerId 作为拆分键，分布式 DDL 建表语句为：

```
CREATE TABLE sample_order (  
  id INT(11) NOT NULL,  
  sellerId INT(11) NOT NULL,  
  trade_id INT(11) NOT NULL,
```

```
buyer_id INT(11) NOT NULL,  
buyer_nick VARCHAR(64) DEFAULT NULL,  
PRIMARY KEY (id)  
) DBPARTITION BY HASH(sellerId)
```

如果确实找不到合适的业务逻辑实体作为拆分键，特别是传统企业级应用，那么可以考虑下面的方法来选择拆分键：

根据数据分布和访问的均衡度来考虑拆分键，尽量将数据表中的数据相对均匀地分布在不同分表中，DRDS 后续推出的全局强一致二级索引和 Parallel Query 能够改善在此场景下 SQL 并发度和响应时间

按照数字（字符串）类型与时间类型字段相结合作为拆分键，进行分库和分表，适用于日志检索类的应用场景

例如，某日志系统记录用户的所有操作，需要对下面的日志单表进行水平拆分：

```
CREATE TABLE user_log (  
  userId INT(11) NOT NULL,  
  name VARCHAR(64) NOT NULL,  
  operation VARCHAR(128) DEFAULT NULL,  
  actionDate DATE DEFAULT NULL  
)
```

可以选择用户标识与时间字段相结合作为拆分键，并按照一周七天进行分表，则分布式 DDL 建表语句为：

```
CREATE TABLE user_log (  
  userId INT(11) NOT NULL,  
  name VARCHAR(64) NOT NULL,  
  operation VARCHAR(128) DEFAULT NULL,  
  actionDate DATE DEFAULT NULL  
) DBPARTITION BY HASH(userId) TBPARTITION BY WEEK(actionDate) TBPARTITIONS 7
```

更多拆分键的选择和分表形式，请参考 [DRDS Create Table 文档](#)和 [DRDS 拆分函数 文档](#)

如何选择分片数

DRDS 中的水平拆分有两个层次：分库和分表。每个 RDS 实例上默认会创建8个物理分库，每个物理分库上可以创建一个或多个物理分表。分表数通常也被称为分片数。

一般情况下，建议单个物理分表的容量不超过500万行数据。通常可以预估1到2年的数据增长量，用估算出的总数据量除以总的物理分库数，再除以建议的最大数据量500万，即可得出每个物理分库上需要创建的物理分

表数：

$$\text{物理分库上的物理分表数} = \text{向上取整}(\text{估算的总数据量} / (\text{RDS 实例数} * 8) / 5,000,000)$$

因此，当计算出的物理分表数等于1时，分库即可，无需再进一步分表，即每个物理分库上一个物理分表；若计算结果大于1，则建议既分库又分表，即每个物理分库上多个物理分表。

例如，某用户预估一张表在2年后的总数据量大概是1亿行，购买了4个 RDS 实例，那么按照上述公式计算：

$$\text{物理分库上的物理分表数} = \text{CEILING}(100,000,000 / (4 * 8) / 5,000,000) = \text{CEILING}(0.625) = 1$$

结果为1，那么只分库即可，即每个物理分库上1个物理分表。

若上述例子中仅购买了1个 RDS 实例，那么按照上述公式计算：

$$\text{物理分库上的物理分表数} = \text{CEILING}(100,000,000 / (1 * 8) / 5,000,000) = \text{CEILING}(2.5) = 3$$

结果为3，那么建议既分库又分表，即每个物理分库上3个物理分表。

何时选择升配

数据库性能主要可以从响应时间（RT）和容量（QPS）两个指标进行衡量。RT 指标反映的是单个 SQL 的性能，这类性能问题可以通过 SQL 优化等方法进行解决。DRDS 升配则主要通过扩充容量来提升性能，适用于低延时高 QPS 类型的数据库访问业务。

DRDS 实例性能取决于 DRDS 本身和 RDS 的性能表现，任一 DRDS 或者 RDS 节点性能不足都会导致整体性能出现瓶颈。本文主要说明如何观察 DRDS 实例的性能指标，并通过升配来解决性能不足的问题。RDS 的性能判断及升配方法请参考 RDS 文档。

判断 DRDS 实例性能瓶颈

DRDS 实例的 QPS 和 CPU 性能是正相关的。当 DRDS 性能出现瓶颈时，主要表现为实例的 CPU 利用率居高不下。

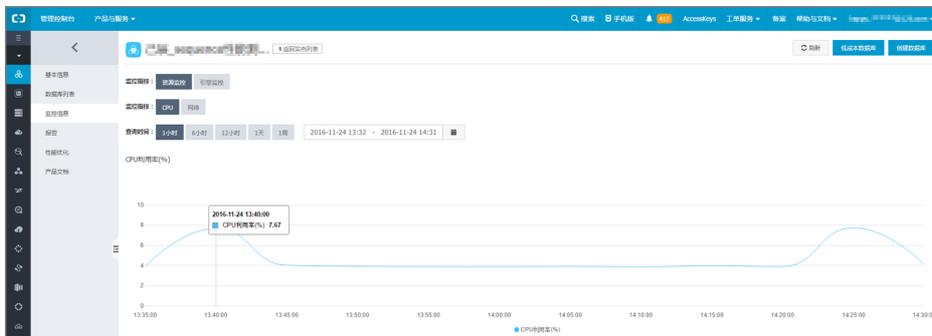
观察 CPU 利用率监控项

在 DRDS 控制台左侧菜单栏选择**实例列表**。

单击需要查看的实例名称进入实例基本信息页。

在左侧菜单栏选择**监控信息**。

如果发现 CPU 利用率**超出90%**或**持续超出80%**，则意味着当前实例性能出现瓶。在 RDS 不存在瓶颈的情况下，可以判断当前的 DRDS 实例规格无法满足业务的 QPS 性能需求，需要通过升配解决。



更多性能相关的业务监控场景及配置 DRDS CPU 利用率报警的方法请参考 [DRDS 实例监控](#)。

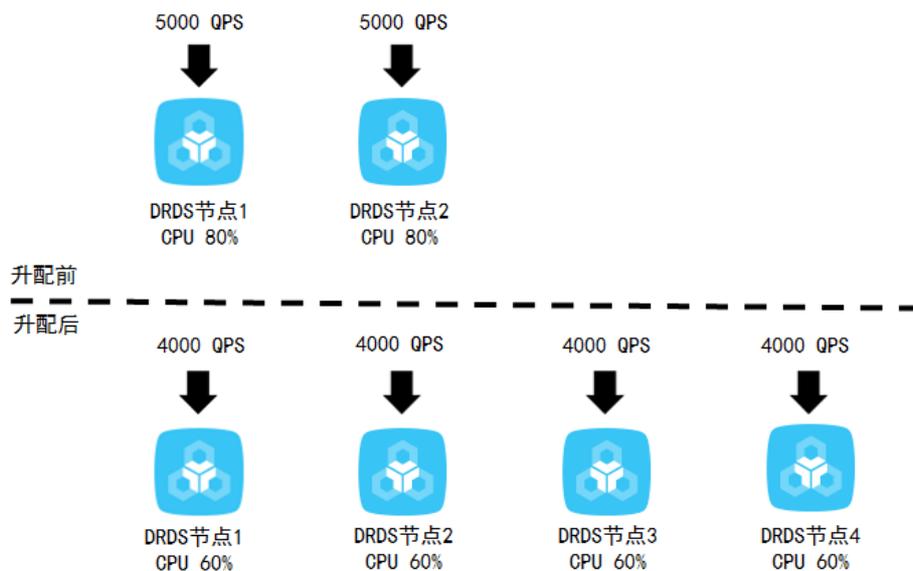
DRDS 升配

QPS 是衡量 DRDS 实例规格的重要指标。每种实例规格对应一定的 QPS 参考值，具体请参考文档 [DRDS 实例规格](#)。

注意：有些特殊的 SQL 语句在 DRDS 层面需要更多的计算（如临时表排序、聚合计算等），此时每个 DRDS 实例可以支撑的 QPS 相比规格中的标准值会有所下降。

DRDS 升配以增加处理节点，均摊 QPS 的方式来提高实例的处理性能。由于 DRDS 节点本身是无状态的，因此这种升配方式对 DRDS 实例的性能会有线性的提升。

例如业务 A 需要1.5万左右的 QPS 性能，当前 DRDS 实例规格为 4C4G，两个节点，QPS 只能达到1万。通过观察发现 DRDS 的 CPU 占用一直处于高位后，升级到 8C8G，升配后实例节点约各承担4000的 QPS。此时性能满足了用户的需求，同时 CPU 利用率也下降到合理位。如下图所示：



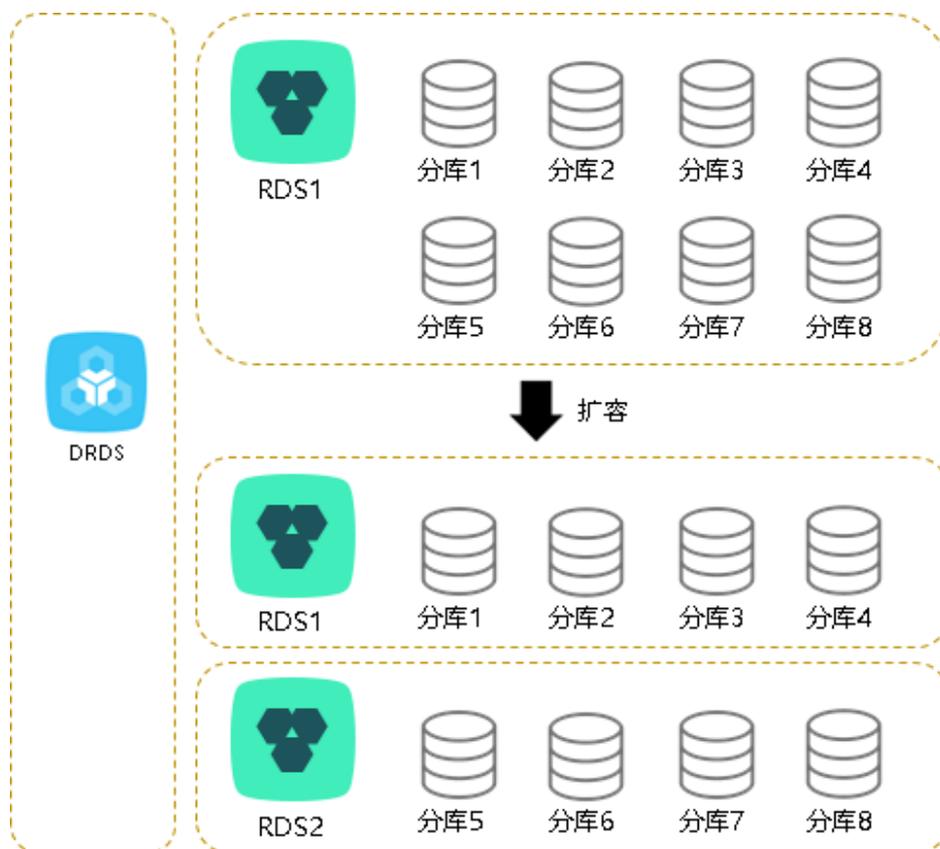
实例升配的具体操作请参考 DRDS 实例变配。

何时选择平滑扩容

什么是平滑扩容

DRDS 平滑扩容是指通过增加 RDS 的数量以提升整体性能。当 RDS 的 IOPS、CPU、磁盘容量等指标到达瓶颈，并且 SQL 优化、RDS 升配已无法解决瓶颈（例如磁盘已升至顶配）时，可通过 DRDS 水平扩容增加 RDS 数量，提升 DRDS 数据库的容量。

DRDS 平滑扩容通过迁移分库到新 RDS 来降低原 RDS 的压力。例如，扩容前8个库的压力集中在一个 RDS 实例上，扩容后8个库分别部署在两个 RDS 实例上，单个 RDS 实例的压力就明显降低。如下图所示：



说明：平滑扩容多次后，如果出现 RDS 数量和分库数量相等的情况，需要创建另外一个 DRDS 和预期容量 RDS 的数据库，再进行数据迁移以达到更大规模数据容量扩展的目标。此过程较复杂，推荐创建 DRDS 数据库时要考虑未来2-3年数据的增长预期，做好 RDS 数量规划。

判断是否需要平滑扩容

DRDS 是否需要进行平滑扩容，可以通过观察 RDS 的三个指标进行判断：IOPS、CPU、磁盘空间。在 RDS 控

控制台可以查看这些指标，详情请参见 RDS 相关文档。

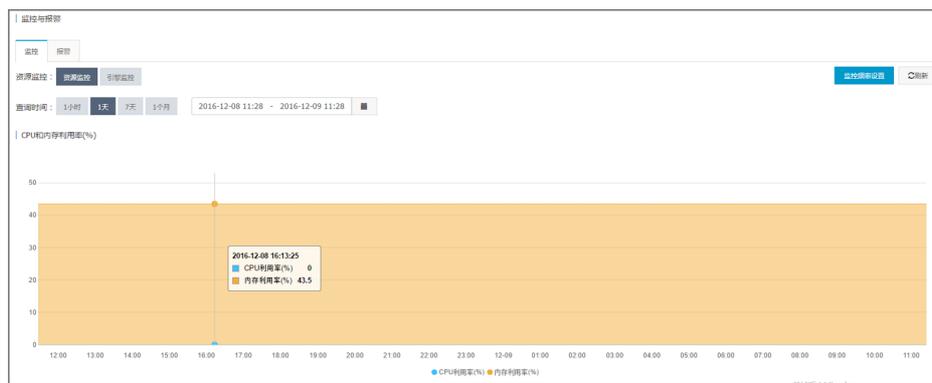
在 RDS 控制台也可以针对这些指标设置专门的报警项，报警策略及默认阈值见下图。

| 监控项 | 统计周期 | 报警规则 | 状态 | 报警联系人组 |
|---------|------|---------------------------------------|----|----------|
| IOPS使用率 | 5分钟 | 如果 IOPS使用率 出现3次 平均值>=80% 就通知 云账号报警联系人 | 正常 | 云账号报警联系人 |
| 连接数使用率 | 5分钟 | 如果 连接数使用率 出现3次 平均值>=80% 就通知 云账号报警联系人 | 正常 | 云账号报警联系人 |
| CPU使用率 | 5分钟 | 如果 CPU使用率 出现3次 平均值>=80% 就通知 云账号报警联系人 | 正常 | 云账号报警联系人 |
| 磁盘空间使用率 | 5分钟 | 如果 磁盘空间使用率 出现3次 平均值>=80% 就通知 云账号报警联系人 | 正常 | 云账号报警联系人 |

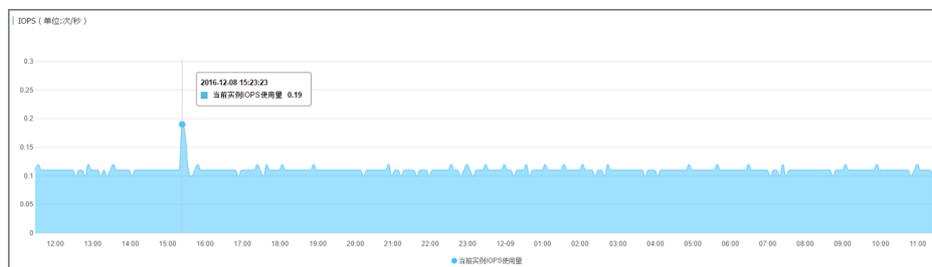
注：报警策略由云监控提供。

CPU 及 IOPS 指标

RDS 平台 CPU 监控信息。



RDS 对 IO 的频率做了限制，体现在 IOPS 这个指标上。



对于以上两个指标，如果发现任何一个指标长期保持在80%以上或频繁收到报警信息，请考虑通过以下步骤来解决：

尝试 SQL 优化。CPU 利用率过高的问题通常都可以通过这一步解决，详情请参考 MySQL CPU 使用率高的解决方法及MySQL IOPS 使用率高的解决方法。

SQL 优化无法解决问题时，可以升高 RDS 的相关规格。详情请参考 RDS 升配文档。

当 CPU 和 IOPS 超标时，可以通过设置只读库的方式来分担主库负荷。注意读写分离会影响读一致性。详情请参见设置读写分离文档。

当以上步骤无法很好地解决问题时，请考虑进行 DRDS 扩容。

磁盘空间

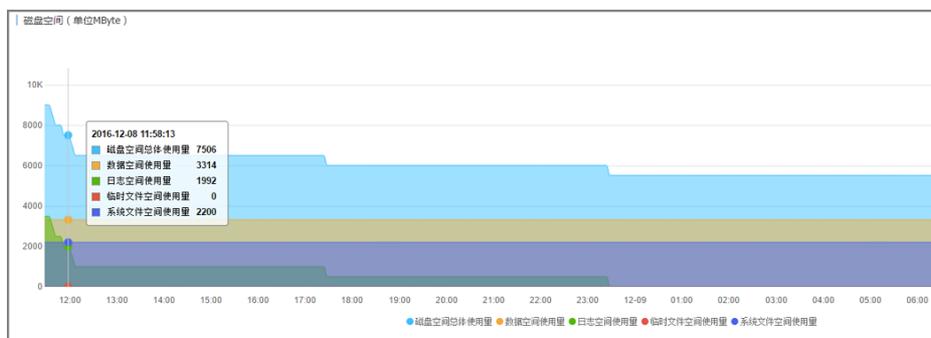
RDS 的磁盘空间有以下几种：

数据空间：数据所占用的空间。随着数据的插入，空间占用量会一直增长。磁盘存储容量的余量建议保持在30%以上。

系统文件空间：包括共享表空间、错误日志文件等。

Binlog 文件空间：这是数据库运行过程中产生的空间。更新事务越多，空间占用量就越大。

判断是否需要扩容主要关注**数据空间**即可。当数据空间将要或预期要超出磁盘容量时，可以通过扩容的方式将数据分散到多个 RDS。



扩容风险及注意事项

DRDS 扩容流程分为 **配置>迁移>切换>清理** 四个步骤。具体请参考扩容操作文档。

在扩容前请注意以下事项：

如果需要新增5个或5个以上 RDS 实例，需要事先提工单，以防后端迁移资源不足造成迁移不成功。

源 RDS 实例扩容过程中会有读压力，请尽量在源 RDS 低负载时操作。

扩容期间请勿在控制台提交 DDL 任务或连接 DRDS 直接执行 DDL SQL，否则会导致扩容任务失败。

扩容需要源库表中有主键，如果没有需要事先加好主键。

扩容的切换动作会将读写流量切换到新增的 RDS 上，切换过程大约持续3~5分钟，建议在停业务的情况下进行切换。

在执行切换前，扩容动作不会对 DRDS 产生任何影响。因此在切换前都可以通过回滚来放弃本次扩容。

扩容操作对数据库有一定压力，建议在业务低谷期操作。

如何选择应用连接池

数据库连接池是对数据库连接进行统一管理的技术，主要目的是提高应用性能，减轻数据库负载。

资源复用：连接可以重复利用，避免了频繁创建、释放连接引起的大量性能开销。在减少系统消耗的基础上，同时增进了系统的平稳性。

提高系统响应效率：连接的初始化工作完成后，所有请求可以直接利用现有连接，避免了连接初始化和释放的开销，提高了系统的响应效率。

避免连接泄漏：连接池可根据预设的回收策略，强制回收连接，从而避免了连接资源泄漏。

连接池推荐

将应用和数据库连接进行业务操作，建议使用连接池。如果是 Java 程序，推荐使用 Druid 连接池，最低要求版本1.1.11。

Druid 的 Spring 标准配置

```
<bean id="dataSource" class="com.alibaba.druid.pool.DruidDataSource" init-method="init" destroy-  
method="close">  
<property name="driverClassName" value="com.mysql.jdbc.Driver" />  
<!-- 基本属性 URL、user、password -->  
<property name="url"  
value="jdbc:mysql://ip:port/db?autoReconnect=true&rewriteBatchedStatements=true&socketTimeout=30000&con  
nectTimeout=3000" />  
<property name="username" value="root" />  
<property name="password" value="123456" />  
<!-- 配置初始化大小、最小、最大 -->  
<property name="maxActive" value="20" />  
<property name="initialSize" value="3" />  
<property name="minIdle" value="3" />  
<!-- maxWait 获取连接等待超时的时间 -->  
<property name="maxWait" value="60000" />
```

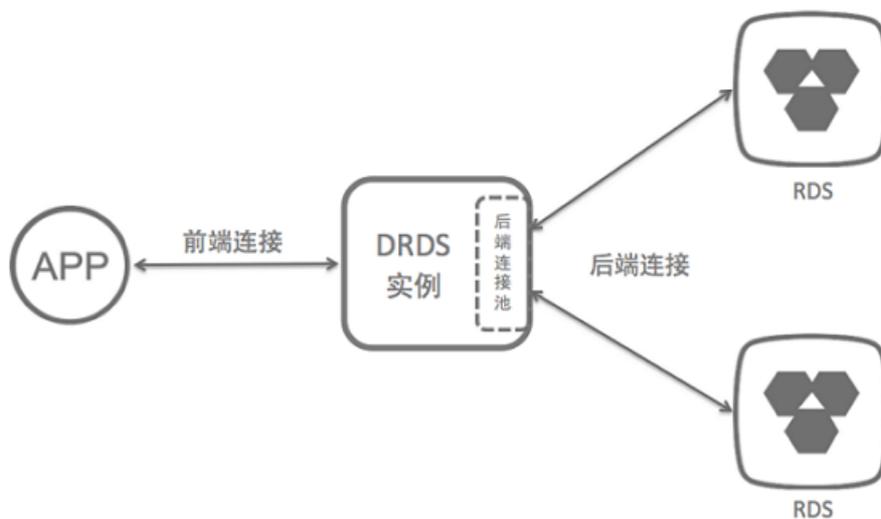
```
<!-- timeBetweenEvictionRunsMillis 间隔多久才进行一次检测，检测需要关闭的空闲连接，单位是毫秒 -->
<property name="timeBetweenEvictionRunsMillis" value="60000" />
<!-- minEvictableIdleTimeMillis 一个连接在池中最小空闲的时间，单位是毫秒-->
<property name="minEvictableIdleTimeMillis" value="300000" />
<!-- 检测连接是否可用的 SQL -->
<property name="validationQuery" value="select 'z' from dual" />
<!-- 是否开启空闲连接检查 -->
<property name="testWhileIdle" value="true" />
<!-- 是否在获取连接前检查连接状态 -->
<property name="testOnBorrow" value="false" />
<!-- 是否在归还连接时检查连接状态 -->
<property name="testOnReturn" value="false" />
<!-- 是否在固定时间关闭连接。此参数默认可以不加，但是增加此参数可以均衡后端服务节点参数 -->
<property name="phyTimeoutMillis" value="1800000" />
<!-- 是否在固定SQL使用次数之后关闭连接，此参数默认可以不加，但是增加此参数可以均衡后端服务节点参数-->
<property name="phyMaxUseCount" value="10000" />
</bean>
```

DRDS 实例中的连接

当应用程序连接 DRDS 实例执行操作时，从 DRDS 实例的角度看，会有两种类型的连接：

前端连接：由应用程序建立的，到 DRDS 实例中逻辑库的连接；

后端连接：由 DRDS 实例中的节点建立的，到后端 RDS 实例中物理库的连接。



前端连接

前端连接的数量理论上仅受限于 DRDS 实例节点可用的内存大小和网络连接数。但在实际的应用场景中，应用程序连接到 DRDS 实例时，通常会管理有限数量的连接来执行请求的操作，并不会维持很高并发量的持久化长连接（例如，数万个并发的长连接），因此可认为 DRDS 实例能接受的前端连接数量是无限制的。

由于前端连接数量不受限制，可以允许有大量空闲连接存在，因此适用于业务端部署应用程序的服务器数量较多，需要同时保持连接到 DRDS 实例的场景。

注意：虽然前端连接的数量可被认为是无限制的，但从前端连接获取的操作请求是由 DRDS 实例的内部线程通过后端连接实际执行，而内部线程和后端连接的数量有限，因此 DRDS 实例处理请求的整体并发度是有限的。

后端连接

DRDS 实例的每个节点内部都会创建后端连接池，自动管理和维护到 RDS 实例中物理库的后端连接。因此，DRDS 实例中后端连接池的最大连接数与 RDS 实例支持的最大连接数直接相关。可参照以下公式来计算 DRDS 实例中后端连接池的最大连接数：

$$\text{DRDS 实例后端连接池的最大连接数} = \text{向下取整}(\text{RDS 实例最大连接数} / \text{RDS 实例物理分库数} / \text{DRDS 实例节点数})$$

例如，某用户搭配购买了如下规格的 RDS 实例和 DRDS 实例：

- 1个 RDS 实例，包含8个物理分库，规格为 4Core16G，最大连接数为 4000；
- 1个 DRDS 专享实例，规格为 32Core32G（每 2Core2G 为1个 DRDS 节点，即该实例包含16个 DRDS 节点）。

按照上述公式可计算出 DRDS 实例中后端连接池的最大连接数：

$$\text{DRDS 实例后端连接池的最大连接数} = \text{FLOOR}(4000 / 8 / 16) = \text{FLOOR}(31.25) = 31$$

注意：

上述公式计算的结果为 DRDS 实例中后端连接池的最大连接数的上限。实际使用中，为了减轻 RDS 实例的连接压力，留出一定的缓冲余地，DRDS 实例会适当调整后端连接池的最大连接数，使其小于上限值。

建议 DRDS 实例中的数据库创建在专用的 RDS 实例上，即专用 RDS 实例上不应创建其它应用或其它 DRDS 实例的数据库。

调整后端连接数

若增大 RDS 实例的最大连接数后，想调整 DRDS 实例中后端连接池的最大连接数，请按以下步骤操作。

1. 登录 DRDS 控制台，在数据库列表页选择相应的数据库。

在数据库**基本信息**页，单击**调整数据库连接池信息**。DRDS 控制台会自动进行调整。



前后端连接的关系

在应用程序与 DRDS 实例建立了前端连接并发出 SQL 语句的执行请求后，DRDS 实例节点会异步地处理请求，并通过内部后端连接池获取后端连接，在一个或多个物理库上执行经过优化处理的 SQL 语句。

由于 DRDS 实例节点内部为异步的处理流程，前端连接和后端连接并无绑定关系，因此在通常的短事务和简单查询情况下，少量的后端连接有能力处理并发量较高的前端连接所带来的大量请求。这也是在 DRDS 中应关注 QPS 指标，而非并发连接数的原因。

虽然前端连接数量可被认为近乎无限制，但 DRDS 实例节点内部的后端连接池所维护的最大连接数是有限的（参见上文“后端连接”一节的说明），因此在实际的应用场景中，需要注意以下几点：

应用程序中应尽量避免长的（或称为大的）事务，以免其长时间未提交或回滚而占用后端连接，造成后端连接池紧张或达到上限，降低整体的并发处理能力，增加响应时间；

应监控并优化或消除在 DRDS 中执行的慢查询，以免其长时间执行而占用后端连接，造成后端连接池紧张或达到上限。这种情况下 DRDS 实例或 RDS 实例会面临更大的处理压力，导致整体的并发处理能力下降，增加响应时间，还可能因为执行超时导致 SQL 执行失败率上升。对于慢查询的排查和优化，请参考 [排查 DRDS 慢 SQL](#) 和 [SQL 优化](#)；

若在正常使用连接和执行查询的情况下，对后端连接的使用仍然达到了 DRDS 实例中后端连接池的最大连接数，请联系客服协助解决。

如何处理 DDL 异常

DDL 原理简介

DRDS 的 DDL 指令会在所有分表上执行对应的 DDL 操作。失败的情况可以分为两类：

1. DDL 在分库执行失败。DDL 在任意分库执行出错都可能导致各分表结构不一致。
2. 执行长时间无响应。在对大表执行 DDL 操作时，有可能由于分库的执行时间过长导致 DDL 长时间无响应。

分库执行报错的原因多种多样，如建表时表已存在、加列时列已存在等各类冲突、磁盘空间不足等。

长时间无响应一般是由分库的执行时间过长导致的。以 MySQL（RDS 原理与之类似）为例，DDL 的耗时大部分取决于该操作是 In-Place（直接在源表修改）还是 Copy Table（拷贝表数据）。In-Place 只需要修改元数据就可以了，而 Copy Table 需要重建整张表数据，此外还涉及日志和 buffer 操作。

各类操作与这两项因素的关系详见 MySQL 官方文档 [Summary of Online Status for DDL Operations](#)。

判断 DDL 操作是 In-place 还是 Copy Table 操作，可以查看操作结束后 “rows affected” 这一项的返回值。

示例：

改变某列的默认值（非常快，完全不会影响表数据）：

```
Query OK, 0 rows affected (0.07 sec)
```

增加一个索引（需要花些时间，但是 0 rows affected 说明表数据没有被复制）：

```
Query OK, 0 rows affected (21.42 sec)
```

改变某列的数据类型（耗费大量时间并且需要重建表中的所有数据行）：

```
Query OK, 1671168 rows affected (1 min 35.54 sec)
```

因此，执行一个大表 DDL 操作前，可以先通过以下步骤判定这是一个快速或慢速操作：

1. 复制表结构生成一张克隆表。
2. 插入一些数据。
3. 在克隆表上执行这个 DDL 操作。
4. 检查操作完成后 “rows affected” 值是否是 0。一个非 0 的值意味着该操作需要重建整张表，这时可能需要考虑在流量低谷去执行该操作。

失败处理

DRDS DDL 操作会将所有 SQL 分发到所有分库上并行执行。任一分库上执行失败不会影响其他分库。另外，DRDS 还提供了 CHECK TABLE 指令来检测分表结构的一致性。因此，失败的 DDL 操作可以重新执行，已经执行成功的分库上失败报错并不会影响其他分库。只要保证最终所有分表结构一致即可。

DDL 失败处理步骤

1. 使用 CHECK TABLE 指令检查表结构。如果返回结果只有一行且为状态正常则可认为**表状态一致**。此时进行步骤2，否则进行步骤3。
2. 使用 SHOW CREATE TABLE 指令检查表结构。如果显示的表结构符合 DDL 执行后的预期则可认为**DDL 执行成功**，否则继续进行步骤3。
3. 使用 SHOW PROCESSLIST 指令观察所有当前执行的 SQL 状态。如有仍在执行的 DDL 操作，请等候其执行完成后再进行步骤1、2，检查表结构是否符合预期，否则进行步骤4。
4. 在 DRDS 上重新执行 DDL 操作。如果出现 **Lock conflict** 的报错请进行步骤5，否则进行步骤3。
5. 使用 RELEASE DBLOCK 指令释放 DDL 操作锁，然后进行步骤4。

详细操作如下：

检查表结构一致性

使用 CHECK TABLE 指令检查表结构，当返回结果只有一行且显示状态 OK 时，表明**表结构一致**。

注意：如果在 DMS 上执行 CHECK TABLE 没有返回结果，请在命令行下重试。

```
mysql> check table `xxxx`;
+-----+-----+-----+-----+
| TABLE          | OP   | MSG_TYPE | MSG_TEXT |
+-----+-----+-----+-----+
| TDDL5_APP.xxxx  | check | status   | OK       |
+-----+-----+-----+-----+
1 row in set (0.05 sec)
```

检查表结构

使用 SHOW CREATE TABLE 指令检查表结构，如果**表结构一致且表结构无误**时，可认为 DDL 已执行成功。

```
mysql> show create table `xxxx`;
+-----+-----+-----+-----+
| Table | Create Table
+-----+-----+-----+-----+
| xxxx  | CREATE TABLE `xxxx` (
```


放，此时再执行 DDL 会有以下报错：

```
Lock conflict , maybe last DDL is still running
```

此时执行 **RELEASE DBLOCK** 释放该锁即可。指令取消及锁释放后，选择业务低谷甚至停止期间，重新执行该 DDL。

其它问题

DMS 或其它客户端无法显示修改后的表结构

为了兼容某些客户端从系统表（如 COLUMNS 或 TABLES）中获取表结构的功能，DRDS 在用户0分库 RDS 里建立了一个影子库，影子库名与用户的 DRDS 逻辑库名一致。存储了所有用户库里的表结构等信息。

DMS 获取 DRDS 表结构是从影子库系统表中获取的。在处理异常 DDL 过程中，由于种种原因可能会出现用户库表结构正常修改，但是影子库中的表结构却未修改的现象。此时需要用户连接到影子库，在该库中重新对表进行一次 DDL 操作即可。

注意： CHECK TABLE 不会检测影子库表结构与用户库是否一致。

如何高效扫描 DRDS 数据

DRDS 支持高效的数据扫描方式，并支持在全表扫描时使用聚合函数进行统计汇总。

常见的扫描场景如下：

没有分库分表： DRDS 会把原 SQL 传递到后端 MySQL 执行。这种情况下 DRDS 支持任何聚合函数。

非全表扫描： SQL 经过 DRDS 路由后，发送到单个 MySQL 库上执行。比如说拆分键在 WHERE 中是等于关系时，就会出现非全表扫描。此时同样可以支持任何聚合函数。

全表扫描： 目前支持的聚合函数有 COUNT、MAX、MIN、SUM。另外在全表扫描时同样支持 LIKE、ORDER BY、LIMIT 以及 GROUP BY 语法。

并行的全表扫描： 如果要从所有库导出数据，可以通过 SHOW 指令查看表拓扑结构，针对分表并

行处理。详见下文。

通过 HINT 来进行表遍历

执行 SHOW TOPOLOGY FROM TABLE_NAME 指令获取表拓扑结构。

```
mysql:> SHOW TOPOLOGY FROM DRDS_USERS;
+-----+-----+-----+
| ID | GROUP_NAME | TABLE_NAME |
+-----+-----+-----+
| 0 | DRDS_00_RDS | drds_users |
| 1 | DRDS_01_RDS | drds_users |
+-----+-----+-----+
2 rows in set (0.06 sec)
```

非分库分表的表默认存储在第0个分库。

针对 TOPOLOGY 进行单表遍历。

- 第0个分库运行当前 SQL

```
/!TDDL:node='DRDS_00_RDS'*/ SELECT * FROM DRDS_USERS;
```

- 第1个分库运行当前 SQL

```
/!TDDL:node='DRDS_01_RDS'*/ SELECT * FROM DRDS_USERS;
```

注意：推荐每次扫描前执行 SHOW TOPOLOGY FROM TABLE_NAME 获取最新的表拓扑结构。

并行扫描

DRDS 支持 mysqldump 指令导出数据。但如果想要更快地扫描数据，可以针对每个分表开启多个会话的方式并行加速扫描。

```
mysql> SHOW TOPOLOGY FROM LJLTEST;
+-----+-----+-----+
| ID | GROUP_NAME | TABLE_NAME |
+-----+-----+-----+
| 0 | TDDL5_00_GROUP | ljlttest_00 |
| 1 | TDDL5_00_GROUP | ljlttest_01 |
| 2 | TDDL5_00_GROUP | ljlttest_02 |
| 3 | TDDL5_01_GROUP | ljlttest_03 |
| 4 | TDDL5_01_GROUP | ljlttest_04 |
| 5 | TDDL5_01_GROUP | ljlttest_05 |
| 6 | TDDL5_02_GROUP | ljlttest_06 |
| 7 | TDDL5_02_GROUP | ljlttest_07 |
| 8 | TDDL5_02_GROUP | ljlttest_08 |
```

```
| 9 | TDDL5_03_GROUP | ljltest_09 |  
| 10 | TDDL5_03_GROUP | ljltest_10 |  
| 11 | TDDL5_03_GROUP | ljltest_11 |  
+-----+-----+-----+  
12 rows in set (0.06 sec)
```

如上所示该表有四个分库，每个分库有三个分表。使用以下的 SQL 对 TDDL5_00_GROUP 库上的分表进行操作：

```
/!TDDL:node='TDDL5_00_GROUP'*/ select * from ljltest_00;
```

注意： HINT 中的 TDDL5_00_GROUP 与 SHOW TOPOLOGY 指令结果中的 GROUP_NAME 列相对应。另外 SQL 中的表名为分表名。

此时可开启最多12个会话（分别对应12张分表）并行处理数据。

DRDS分析型只读实例最佳实践

DRDS分析型只读实例最佳实践

简介

分析型只读实例是用来增强DRDS主实例对于复杂的大查询的处理能力，通过在DRDS主实例的本地执行引擎基础上增加MPP架构的分布式计算引擎，可以通过外接计算集群突破DRDS主实例上单机计算资源（内存、CPU、IO）的限制。分析型只读实例主要用于加速海量数据下的复杂分析类 SQL 的执行效率，可极大降低此类 SQL 的响应时间，尤其是对于海量数据量下的多表Join、聚合、排序操作有明显效果。

对于已使用 DRDS 主实例的业务来说，分析型只读实例可以用于支撑涉及分析型需求的业务场景例如运营、BI相关后台系统的报表以及统计大盘等。这类业务的SQL一般都涉及大数据量下join、聚合、排序、子查询等一种或多种操作。由于主实例执行引擎的内存和CPU限制此类SQL很可能无法执行或者执行速度不够理想从而无法满足业务需求。针对这种情况，推荐将此类SQL迁往DRDS分析型只读实例上执行来获得一个比较理想的执行效率。此外还可以通过使用DRDS的垂直拆分能力进行跨库的关联查询，将各个业务模块的数据进行关联分析，挖掘出更多的数据价值（5.3.8及以上版本）。

典型场景

经典电商场景下的数据分析

在电商场景，业务系统里为了降低耦合性，通常会被会拆分成很多子系统。下图就是模拟电商场景分别对交易库

、商品库、用户库进行关联查询的示意图，各个子系统会使用单独MySQL实例(即RDS实例)进行存储：

一旦业务要搞营销活动，如双11大促、发红包等，应用的逻辑必然会涉及到多个数据库实例的读写，由于MySQL本身是不能支持跨实例级别的关联聚合查询的，同时这种涉及多个业务库的查询通常涉及的数据量巨大，常规的面向在线联机交易处理的数据库执行引擎很难支撑这种量级的计算，这会对业务后台的数据分析、监控、对账等场景会带来很大的麻烦，而使用DRDS分析型只读实例提供的跨库查询以及MPP引擎加速能力能够解决这个问题。DRDS对于挂载的每一个RDS数据库会统一抽象成逻辑库的概念，简单理解，就是会为每个库生成一份配置信息和元数据，在整个过程中用户本身并不需要做任何数据导入或数据同步的操作。基于这一层逻辑库的抽象，可以如同在单机MySQL一般地随意执行跨DRDS数据库的关联分析查询，并且不需要对业务的数据库任何其它改造，带来极大的使用便利。例如可以进行如下的查询：

演示环境：

| 逻辑库 | trade_db | user_db | Item_db |
|-----|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| RDS | RDS_A (rm-2zeh1uo159149j62z) | RDS_A (rm-2zeh1uo159149j62z) | RDS_B (rm-2ze8290f7r82ey066) |
| DB | trade_db | user_db | Item_db |
| TB | order_tb | user_tb | Item_tb |

演示SQL：

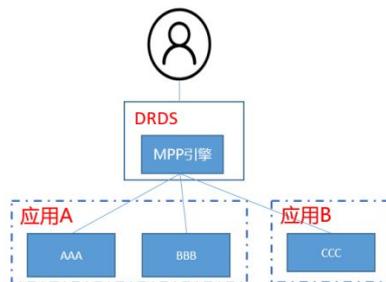
```
SELECT
  count(o.id) cnt,
  o.order_time time
FROM trade_db.order_tb o
JOIN (
  SELECT id, user_name, sex
  FROM user_db.user_tb
  WHERE id > 0
) u ON o.user_id=u.id
JOIN (
  SELECT id, item_count, item_price
  FROM item_db.item_tb
  WHERE item_price > 0
) i ON o.item_id=i.id
GROUP BY o.order_time;
```

新零售场景下的数据分析

新零售业务一定程度上相较传统电商业务来说更为复杂，新零售业务一般围绕人、货、场、仓四个维度展开，即线上业务与线下门店以及仓库实时联动，子系统相较普通线上电商业务更多，对全维度数据分析的需求更多，实时性要求更高，例如日结库存对账需求、实时跨域库存查询及实时履约情况统计。这种场景一般只能通过使用数据仓库将各个子系统的数据库统一收集后进行离线分析，在付出较大的额外成本的同时分析结果的时效性也大打折扣。而此种情况下使用DRDS分析型只读实例可以很好的兼顾计算速度与数据实时性，免去离线数据同步的需要。DRDS只读实例在内部一直以来在内部为新零售的代表业务盒马提供了支持，使盒马业务可以方便地进行多种跨业务库的复杂分析类查询（如下图），满足不同场景的需要。

盒马业务生产更复杂的真实SQL(已脱敏处理):

```
SELECT COUNT(*) AS total FROM (
  SELECT DISTINCT t1.id , t1.c4,
    t1.c3, t1.c12
  FROM (
    SELECT * FROM BBB.t1
    WHERE c3 = '11'
  ) t1
  LEFT JOIN (
    SELECT * FROM CCC.t7
    WHERE c10 = 123
  ) t10
  ON t10.c15 = t1.c12
  LEFT JOIN (
    SELECT bc.c14, d.name, d.code
    FROM AAA.t2 d
    LEFT JOIN AAA.t3 tdr ON tdr.t8 = d.t8 AND tdr.c4 = d.c4
    LEFT JOIN AAA.t4 wdtr ON wdtr.c9 = tdr.c9
    LEFT JOIN AAA.t5 tdar ON tdar.c2 = tdr.c11
    LEFT JOIN AAA.t6 bc ON bc.c7 = tdar.c7
  ) WHERE
    tdr.c12 = 1
    AND wdtr.c12 = 1 AND d.c12 = 1
    AND bc.c12 = 1 AND tdar.c12 = 1 AND wdtr.c3 = '11'
  ) dept ON t1.c13 = dept.c14)
```



3层子查询 + 多表JOIN + GroupBy

实际性能参考

以16C32的规格为例，参与计算数据量规模为100万行。

注：

1. 数据拉取速度受拉取到的行自身大小及数据捞取SQL执行时间影响，数据仅供参考。
2. 此Join场景为100万行数据与40万行数据进行关联。
3. 以下所列的计算部分的速度与分析型只读实例规格正相关。
4. SQL执行时间估算需考虑数据拉取时间，如本例中的join对于左右两侧数据拉取耗时分别为1s与0.4s,因两侧数据拉取可以并行执行，故最终估算执行时间为2.5s。

| 数据拉取 | Join | Aggregation (Group By) | Sorting |
|------|------|--------------------------|---------|
| 1s | 1.5s | 1.4s | 0.1s |

执行模式

DRDS分析型只读实例拥有两种执行模式：多机并行执行与单机本地执行。分析型只读实例的默认执行模式为多机并行模式并且可以识别出大多数不需要使用多机并行计算的简单查询，自动切换为单机本地执行模式。对于个别无法做到自动切换的SQL，可以使用如下HINT来强制使用单机本地执行模式：

```
/*+TDDL:cmd_extra(rbo_rule_type="CoronaDB", execution_engine="CoronaDB")*/
```

多机并行执行模式

默认情况下对于需要进行比较耗时的二次计算的SQL，分析型只读实例会启动多机并行执行模式，将该SQL转换成一组分布式计算任务下发给后端的计算集群（Fireworks），通过同时调用多计算节点的资源来实现SQL执行

的加速（相较主实例），通常来说加速效果与所购买的分析型只读实例规格正相关。分析型只读实例会通过分析执行计划来决定是否开启多机并行执行模式，对于含有join、聚合、排序中一个或多个的SQL，将会默认使用多机并行模式来执行，此模式下因总体计算资源受限，尽量不要并发。

例如：

```
SELECT COUNT(*) FROM T1 INNER JOIN T2 ON T1.ID = T2.ID GROUP BY T1.NAME;
```

其执行计划为：

```
Project(COUNT(*)="COUNT(*)")
Aggregate(group="name", COUNT(*)="COUNT()")
Project(id="id")
NLJoin(n_nationkey="n_nationkey", id="id", condition="T1.id = T2.id", type="inner")
LogicalView(tables="0000.NATION1", sql="SELECT `id`,`name` FROM `T1`")
UnionAll(concurrent=true)
LogicalView(tables="[0000-0003].T2_[0000-0007]", shardCount=8, sql="SELECT `id`,`NAME` FROM `T2`")
```

这个SQL的执行计划中包含有聚合以及连接两种涉及较多计算的算子。对于Join算子，可以将两表数据分别按照id进行重新分布（Shuffle）到多个Partition中再利用计算集群多机并行的能力将各个Partition内使用HASH JOIN或SORT MERGE JOIN的算法将最终的结果计算出来。

对于Aggregate(聚合)算子，同样可以采取按聚合键将数据重新分区的方法来生成多个可以并行计算的Partition，在各个Partition内再分别进行聚合，最后合并全部Partition的到最终结果。各个Partition间利用多机并行模式的能力同时进行计算，从而算获得整个聚合计算的加速。

从这个例子可以看出，多数情况下（尤其是数据量较大时）对于含有Join或者聚合操作的SQL使用多机并行执行模式不仅可以突破单机执行模式下内存的限制还可以获得数倍的执行速度提升。

单机本地执行模式

在一些特殊情况下用户可能会在分析型只读实例上执行一些不需要进行进一步汇总计算的简单查询，例如像这种：

```
SELECT * FROM T1 WHERE ID = 5;
```

通过多机并行方式执行简单查询不仅无法获得加速反而会因为额外启动分布式集群的开销而影响执行效率。对于此类SQL，DRDS分析型只读实例可以自动识别，并直接通过自身的本地执行引擎执行可以实现与DRDS主实例一致的执行效率。对于一些特殊场景，因为DRDS优化器所具有的信息有限可能无法判断，此时需要用户根据实际情况使用HINT来指定一种执行模式来获得最高的执行效率。

例如：

```
SELECT * FROM T1 ORDER BY ID DESC LIMIT 10;
```

其中T1为为拆分表且字段ID上建有索引。从表面上看这条SQL因为包含有排序这一涉及到大量计算的操作，所

以使用多机并行执行模式会比较快，尤其是在数据量较大的情况下。然而实际上因为ID字段上建有索引而MySQL的索引又是按顺序组织的并且最后又是只取TOP 10, 那么实际上这条SQL的最优执行模式应该是直接将排序下推MySQL各自取分片内TOP 10, 然后再以单机模式在DRDS节点上做一次归并排序得出最终的TOP 10。因为可以使用索引进行分片内排序的加速，所以整个SQL执行速度要远远高于使用多机并行模式直接排序。对于此类SQL，可以在SQL里添加上文所提及的HINT切换为单机本地执行模式来获取更快的执行速度。

最佳实践

总的来说，判断一个SQL是否适合使用分析型只读实例来执行，多数情况下均可通过分析执行计划来得出结论，然而对于普通用户来说通过执行计划来判断可能过于繁琐与困难，下面总结一些常见的适合使用分析型只读实例的场景：

1. SQL在主实例执行时报出内存不足相关错误。
2. SQL包含复杂计算（Join, Agg, Sort等）且主实例上执行较慢，需要数秒甚至数十秒。
3. SQL为简单查询但是有权限隔离方面的需求。
4. SQL在主实例执行效率满足需求但是执行时占用较多主实例的资源（连接、cpu等），需要隔离来保证主实例稳定性。此种情况可能需要考虑添加强制使用单机本地执行的HINT。

另外如果只是需求流量和资源相对于主实例的隔离，对复杂SQL的加速几乎无需求，可以考虑使用DRDS并发型只读实例。

从 GTS 迁移到 DRDS 原生分布式事务

本教程适用于公有云 GTS 用户迁移到 DRDS 原生分布式事务。

DRDS 原生分布式事务的原理参见 DRDS 分布式事务。

优点

1. DRDS 原生事务不依赖任何第三方服务，事务数据保存在用户 RDS 中。不产生额外的资源费用。
2. DRDS 原生事务具有更高的性能、稳定性、SQL 兼容性。

使用场景

将事务从 GTS 迁移到 DRDS 原生事务有以下几种使用方式，您可以根据业务场景决定使用哪一个。

柔性事务

GTS 与 DRDS 柔性事务的工作方式相似。主要区别在于，当事务在提交阶段遇到“一些分库提交成功、另一些分库提交失败，脏数据需要回滚”时，处理方式不同：

GTS 事务内的 INSERT、UPDATE、DELETE 语句如果修改脏数据*，会被阻塞到回滚完成后。

* 备注：GTS 对于事务外的 SQL 无法提供上述保证。

DRDS 柔性事务 异步回滚中会检查数据，如果恰好在回滚期间更新过脏数据，事务回滚操作中止，并在状态中显示原因。

* 备注：只有在高并发并且故障的情况下才会发生异步回滚。

其他事务策略

如果柔性事务不能满足您的业务需要，更多事务策略（XA、2PC 事务等）请参见 DRDS 分布式事务。

迁移指南

如果您要使用柔性事务，在迁移前，请您务必确保您的应用能处理脏读，或者按照文档指导规避上述问题。

迁移过程：

1) 在 DRDS 管理控制台中，升级 DRDS 实例到最新推荐版本。



2) 提交工单，或添加 DRDS 官方旗舰店钉钉账号 13148457943 / 13064722338，在 DRDS 工程师协助下关闭 GTS 并进行测试。

GTS 关闭后，SELECT last_txc_xid() 将会开启 DRDS 柔性事务。从返回的事务编号能够区别 GTS 事务和 DRDS 原生事务：

GTS 事务：

```
mysql> SELECT last_txc_xid();
+-----+
| last_txc_xid() |
+-----+
| 11.192.91.133:8091:410346728 |
+-----+
```

DRDS 柔性事务（兼容 GTS 语法）：

```
mysql> SELECT last_tx_xid();
+-----+
| last_tx_xid() |
+-----+
| cdac6f1eb000000 |
+-----+
1 row in set (0.03 sec)
```