分析型数据库

使用手册

为了无法计算的价值 | 阿里云

使用手册

随着企业IT和互联网系统的发展，越来越多的数据被产生了。数据的量的积累带来了质的飞跃，使得数据系统从业务系统的一部分演变得愈发独立，通过对数据的分析和挖掘产生自己独特的价值。在业务系统中，我们通常使用的是OLTP（OnLine Transaction Processing ，联机事务处理）系统，如MySQL, MicroSoft SQL Server等关系数据库系统。这些关系数据库系统擅长事务处理，在数据操作中保持着很强的一致性和原子性，能够很好的支持频繁的数据插入和修改，但是，一旦需要进行计算的数据量过大，达到数千万甚至数十亿条，或需要进行的计算非常复杂的情况下，OLTP类数据库系统便力不从心了。

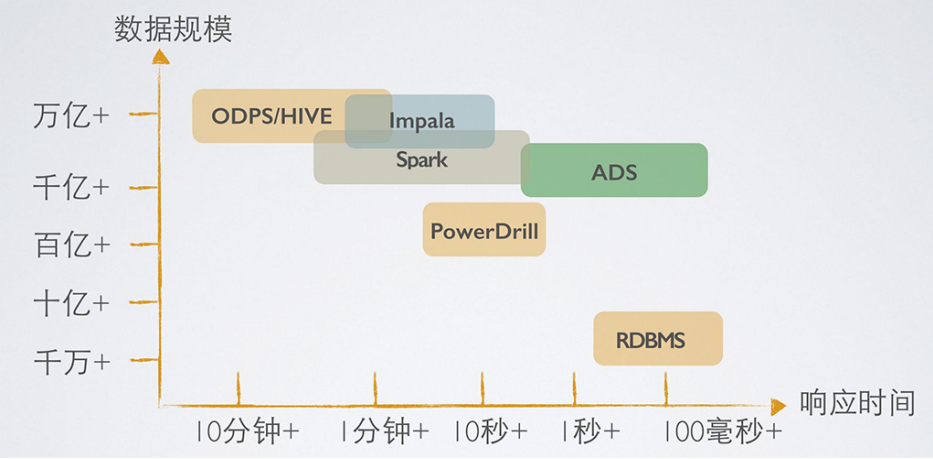


图0-1 分析型数据库和主流数据系统的对比（数据未经严格测试，仅供参考）

这个时候，我们便需要OLAP（On-Line Analytical Processing，联机分析处理）系统，来进行处理。从广义上，OLAP系统是针对OLTP系统而言的，暨不特别关心对数据进行输入、修改等事务性处理，而是关心对已有的大量数据进行多维度的、复杂的分析的一类数据系统。而在具体的产品中，我们通常将OLAP系统分为MOLAP、ROLAP和HOLAP三种。多维OLAP（Multi-Dimensional OLAP，简称MOLAP），是预先根据数据需要分析的维度进行建模，在数据的物理存储层面以“立方体”(Cube)的结构进行存储，具有查询速度快等的优点，但是数据必须预先建模，无法依据使用者的意愿进行即时的修改。而关系型OLAP（RelationalOLAP，简称ROLAP），则使用类似关系数据库的模型进行数据存储，通过类似SQL等语言进行查询和计算，优点是数据查询计算自由，可以灵活的根据使用者的要求进行分析，但是缺点是在海量数据的情况下分析计算缓慢。至于HOLAP，则是MOLAP和ROLAP的混合模式。而阿里云分析型数据库（原名：分析数据库服务ADS），则是一套RT-OLAP（Realtime OLAP，实时OLAP）系统。在数据存储模型上，采用自由灵活的关系模型存储，可以使用SQL进行自由灵活的计算分析，无需预先建模，而利用云计算技术，分析型数据库可以在处理百亿条甚至更多量级的数据上达到甚至超越MOLAP类系统的处理性能，真正实现百亿数据毫秒级计算。

阿里云分析型数据库让海量数据和实时与自由的计算可以兼得，实现了速度驱动的大数据商业变革。一方面，分析型数据库拥有快速处理百亿级别的大数据的能力，使得数据分析中使用的数据可以不再是抽样的，而是业务系统中产生的全量数据，使得数据分析的结果具有最大的代表性。而更重要的是，分析型数据库采用云计

算技术，拥有强大的实时计算能力，通常可以在数百毫秒内完成十亿百亿的数据计算，使得使用者可以根据自己的想法在海量数据中自由的进行探索，而不是根据预先设定好的逻辑查看已有的数据报表。同时，由于分析型数据库能够支撑较高并发查询量，并且通过动态的多副本数据存储计算技术来保证较高的系统可用性，所以能够直接作为面向最终用户（End User）的产品（包括互联网产品和企业内部的分析产品）的后端系统。如淘宝数据魔方、淘宝指数、快的打车、阿里妈妈达摩盘（DMP）、淘宝美食频道等拥有数十万至上千万最终用户的互联网业务系统中，都使用了分析型数据库。分析型数据库作为海量数据下的实时计算系统，给使用者带来极速自由的大数据OLAP分析体验，最终期望为大数据行业带来巨大的变革。我们欢迎有各类相关需求的用户使用分析型数据库并向我们提出宝贵的建议。

第一章 快速开始

在公共云上，满足开通条件的用户可以在 https://buy.aliyun.com/ads 上进行按量付费开通，或访问 https://common-buy.aliyun.com/?commodityCode=prepaid_ads#/buy 购买包月套餐。

在专有云中，开通分析型数据库服务的方式请咨询您的系统管理员或运维人员。

分析型数据库中，需要通过DMS for Analytic DB页面进行创建数据库。

在目前的分析型数据库版本中，创建数据库时，需要填写数据库名，注意这个数据库名称需要在分析型数据库全部集群上全局唯一。然后选择分析型数据库的Region所在地，如杭州、北京等。

分析型数据库以ECU（弹性计算单元）作为资源计量的最小单位。ECU（弹性计算单元）拥有多种型号，每种型号的ECU，标识着不同的vCPU核数、内存大小、磁盘空间大小。用户在创建数据库时需要根据自己的需求选择这个数据库的ECU型号，以及初始的ECU数量（必须是偶数个，至少两个），ECU型号DB创建后不可修改，ECU数量可以在使用中随时调整（扩容/缩容），关于ECU的详细信息，详见 2.4节 ECU详解。

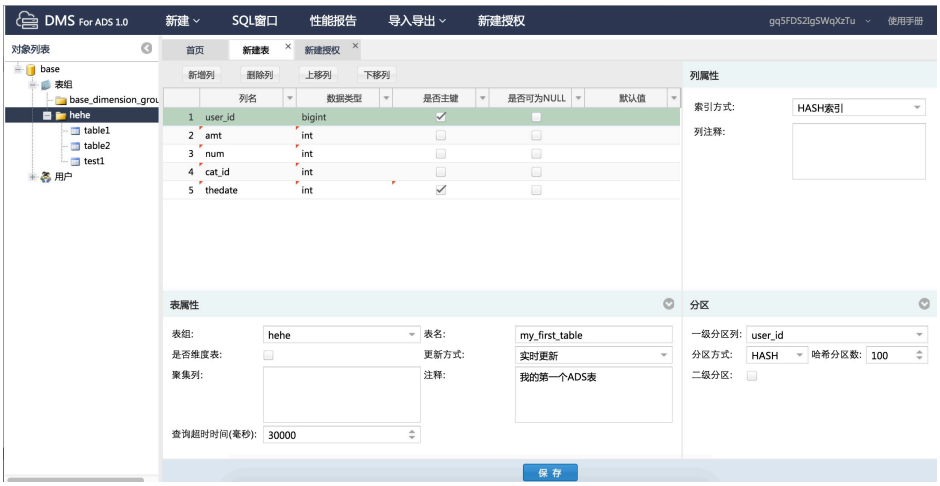
填好所有选项后，点击创建数据库，若返回错误，则根据错误提示进行修正（通常是数据库名称重复或不符合规范，或提交的ECU资源量超过了分析型数据库允许的最大限制），否则则创建成功。十分钟以内DMS界面中会显示出新的数据库的连接地址。

前文中，我们已经创建了一个分析型数据库数据库，分析型数据库采用关系模型存储数据，也就是使用二维表来进行数据的组织和存储。像MySQL一样，将数据灌入分析型数据库前需要需要建立对应的数据表。而分析型数据库为了管理相关联的数据表，又引入了表组的概念。

表组是数据库的下一级实体，也是表的上一级。在分析型数据库中一个表必须从属于一个表组。关于表组的具体介绍我们会在3.2节中进行。在这里，我们首先创建一个表组。

在DMS for 分析型数据库中，右击左侧表组对象，选择新建表组，弹出新建表组对话框，弹出如下图所示内容，我们填写表组名为test_group，其余参数先暂时使用默认值。

点击确定建立好表组后，我们右击表组，选择新建表。在这里，我们根据测试数据的情况，建立一张有五列和一级分区的数据表。如下图所示：



在分析型数据库中，数据根据分区列进行分布式的存储和计算。举例来讲，我们在这里的原始数据是按照user_id较均匀的进行分布的，所以我们指定按照user_id进行hash分区，分区数调整为40个（一般来讲，每个分区的数据不超过800万条为宜，当然也不绝对，分区数不能超过256个）。表名和列名根实际情况填写，目前需要和源头数据表的字段名称一致。

另外，如果这个表的数据来源是批量的从其他系统导入（例如从ODPS），那么在更新方式一项，则选择批量更新，随后阅读1.4节中的导入数据部分。如果这个表的数据来源来自于直接的insert插入，那么在更新方式一项选择实时更新，随后阅读1.4节中的插入数据一项。

分析型数据库拥有强大的自动索引功能，用户在创建表时通常无需关心一个列的索引情况，分析型数据库会根据实际数据的分布情况来自动进行索引。所以这里我们先不调整列的索引设置。而表名任意填写，表组名选择我们刚刚创建的test_group，然后点击保存，弹出实际的建表DDL供校验。

有关表和列的详细说明，我们会在3.3和3.4节中稍后叙述。创建表完毕后，右击已有的表可以进行编辑。

分析型数据库支持多种接入数据的方式，您可以直接将数据通过insert/delete SQL写入实时表（详见使用手册第四章），或通过Kettle等ETL工具将本地文件写入分析型数据库，或是通过阿里云数据传输从阿里云RDS中实时同步数据变更（见使用手册8.5节），或者建立批量导入表从阿里云MaxCompute（原名ODPS）大批量的导入数据。

如果在建立表时选择数据来源是批量导入，则分析型数据库提供多种数据导入的方式，如通过data pipeline系列命令（详见5.1），等方式。在这里，作为测试使用，我们通过控制台界面进行数据导入。

在操作导入数据之前，我们需要对数据的来源表进行授权，例如数据的来源表在odps上，在公有云上则需要在ODPS上对 garuda_build@aliyun.com 与 garuda_data@aliyun.com 授予describe和select权限（各个专有云授权的账号名参照专有云的相关配置文档，不一定是这个账号）。另外要注意，分析型数据库目前仅允许操作者导入自身为Project Owner的ODPS Project中，或者操作者是ODPS表的Table Creator的数据。

进入DMS页面，选择菜单栏上的导入按钮，弹出导入对话框。这里我们的数据源表在阿里云ODPS上。因此数据导入路径按照 “odps://project_name/table_name/partition_spec” 的格式来填写。关于导入数据的分区信息，在仅有Hash分区的情况下iDB Cloud会帮我们自动识别并填写。填写完毕后，如下图所示，点击“确定”按钮。

之后页面会展示导入状态一览，分析型数据库会对导入任务进行调度，根据当前系统繁忙情况和待导入数据的大小和结构不同，二十分钟至数个小时内数据导入会结束。

如果建表时数据来源选择的是实时写入，那么则可以在建表后直接在SQL窗口中编写SQL:

```
insert into my_first_table (user_id,amt,num,cat_id,thedate) values (12345, 80, 900, 1555, 20140101);
```

实时写入的表刚刚建立后，会有一分钟左右（公共云当前版本：0.9.*版本数据，若使用0.8版本的ADS一般为十五分钟左右）的准备时间，这时候写入的数据需要在准备完成后才能查询，否则查询会报错。在准备完成后

，实时进行insert/delete的数据变更一般延迟一分钟内可查。

需要注意的是，分析型数据库进行实时插入和删除时，不支持事务，并且仅遵循最终一致性的设计，所以分析型数据库并不能作为OLTP系统使用。

若表的数据是离线批量导入，但是数据源是RDS等其它的云上系统，那么我们可以通过阿里云的CDP产品进行数据同步，在 http://www.aliyun.com/product/cdp/ 上开通CDP（可能需要申请公测）后，按照如下示例配置同步Job：

```
{
"type": "job",
"traceId": "rds to ads job test",
"version": "1.0",
"configuration": {
"setting": {
},
"reader": {
"plugin": "mysql",
"parameter": {
"instanceName": "你的RDS的实例名",
"database": "RDS数据库名",
"table": "RDS表名",
"splitPk": "任意一个列的名字",
"username": "RDS用户名",
"password": "RDS密码",
"column": ["*"],
}
},
"writer": {
"plugin": "ads",
"parameter": {
"url": "在分析型数据库的控制台中选择数据库时提供的连接信息",
"schema": "分析型数据库数据库名",
"table": "分析型数据库表名",
"username": "你的access key id",
"password": "你的access key secret",
"partition": "",
"lifeCycle": 2,
"overWrite": true
}
}
}
}
```

需要注意的是，在运行这个任务之前，需要在分析型数据库中对cloud-data-pipeline@aliyun-inner.com 至少授予表的Load Data权限。

若表是实时写入的，但是仍需要通过数据集成CDP从其他数据源导入到分析型数据库中，则>上述reader配置不变，但是writer配置需要变为（以原表列和目标表列相同为例，若不同需要在column选项中配置Mapping）：

```
"writer": {
"name": "adswriter",
"parameter": {
"writeMode": "insert",
"url": "在分析型数据库的控制台中选择数据库时提供的连接信息",
"schema": "分析型数据库数据库名",
"table": "分析型数据库表名",
"column": ["*"],
"username": "你的access key id",
"password": "你的access key secret",
"partition": "id,ds=2015"
}
```

首次成功导入数据到分析型数据库后，我们便希望我们的应用系统能够连接到分析型数据库来进行数据查询。分析型数据库可以通过任何支持 5.1.x 5.4.x 5.6.x协议的客户端进行连接。连接所使用的域名和端口号可以在iDB Cloud的右上角进行查看。连接使用的用户名和密码为用户在阿里云的Access Key，可以在https://i.aliyun.com/access_key/ 查看和管理。其中Access Key ID为用户名，Access Key Secret为密码（分析型数据库承诺不会保存用户的Access Key信息）。

若需要使用阿里云访问控制(RAM)子账号连接分析型数据库，请参阅使用手册的8.6节。

在PHP中连接分析型数据库

在PHP环境下，假设我们已经安装好了php-mysql 5.1.x模块（Windows下为php_MySQL.dll），那么我们新建一个ads_conn.php，内容如下：

```
$ads_server_name="mydbname-xxxx.ads-cn-hangzhou-1.aliyuncs.com "; //数据库的连接url，请在控制台中的连接信息中获取
$ads_username="my_access_key_id"; // 连接数据库用户名
$ads_password="my_access_key_secret"; // 连接数据库密码
$ads_database="my_ads_db"; // 数据库的名字
$ads_port=3003; //数据库的端口号，请在控制台中的连接信息中获取
// 连接到数据库
$ads_conn=mysqli_connect($ads_server_name, $ads_username, $ads_password, $ads_database, $ads_port);
```

执行查询时，可以使用：

```
$strsql="SELECT user_id FROM my_ads_db.my_first_table limit 20;"; $result=mysqli_query($ads_conn, $strsql);

while($row = mysqli_fetch_array($result)) {
echo $row["user_id"] ; //user_id为列名
}
```

上述代码即可取出任意十条记录的user_id并打印出。注意分析型数据库在数据查询中是不支持SELECT *方式查询所有列的。

在JAVA中连接分析型数据库

通常，在JAVA中，我们通过连接池来使用分析型数据库。在这里我们以国产的高性能连接池Druid为例来演示连接分析型数据库的方式。

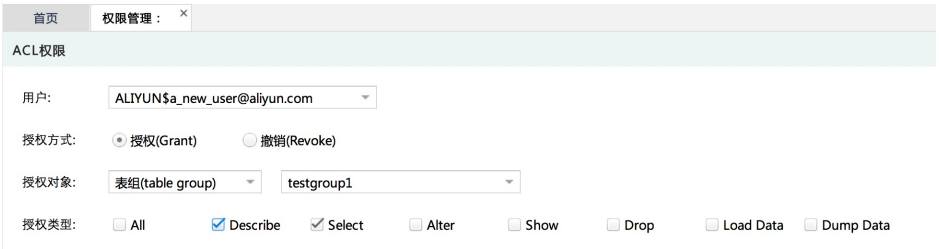
```
import com.alibaba.druid.pool.*;
DruidDataSource dataSource = new DruidDataSource();
dataSource.setDriverClassName("com.mysql.jdbc.Driver");
dataSource.setUsername("my_access_key_id");
dataSource.setPassword("my_access_key_secret");
dataSource.setUrl("jdbc:mysql://mydbname-xxxx.ads-hz.aliyuncs.com:5544/my_ads_db");
// 连接数配置
dataSource.setInitialSize(5);
dataSource.setMinIdle(1);
dataSource.setMaxActive(10);
// 启用监控统计功能
dataSource.setFilters("stat");
// for mysql
dataSource.setPoolPreparedStatements(false);
// 使用心跳语句检测空闲连接
dataSource.setValidationQuery('show status like "%Service_Status%";');
dataSource.setTestWhileIdle(true);
```

如上，需要注意的是，若是在任何语言中需要使用心跳SQL来进行分析型数据库服务状态检测，请使用 show status like “%Service_Status%” 语句，若返回一行两列且第二列为1，则分析型数据库服务正常。

在分析型数据库中，创建一个数据库的账号为这个数据库的owner账号，拥有最大化的权限。在很多情况下，我们不希望这个账号被更多的人掌握，所以需要授权其他人仅使用较小的权限连接分析型数据库。这时我们便需要进行权限管理，完整的权限体系我们将会在第六章详细描述，这里先给出一个简单的例子。

在DMS中，左侧的对象列表中，点击用户可以看到可以访问该数据库的全部用户列表。若要新增一个授权，则我们点击菜单栏上的“权限”按钮。

在打开的窗口中，我们输入待授权的用户账号，注意由于分析型数据库将会支持多种账号来源，所以需要在输入账号时声明账号来源，例如 ALIYUN$ 前缀代表该账号是阿里云账号。我们输入一个待授权的云账号例如 ALIYUN$a_new_user@aliyun.com 。然后假设我们希望这个账号对testgroup1表组下的所有表有查看元信息和只读权限，那么我们进行如下选项操作：



然后点击保存，完成授权操作。随后 a_new_user@aliyun.com 该用户便可使用自己的Access Key登录分析型数据库执行有权限的操作了。

第二章 基本概念

在传统的关系数据库系统中，表直接隶属于某个数据库。而在分析型数据库中，为了方便的进行数据的关联的管理，以及进行资源分配，我们引入了表组的概念。并且在分析型数据库中数据库、表组、表的概念有其独特的地方。

在分析型数据库中，数据库是用户所关心的最大单元，也是用户和分析型数据库系统管理员的管理职权的分界点。分析型数据库系统管理员最小可管理数据库粒度的参数，而无法未经用户授权来查看和管理数据库内部的结构和信息。而数据库级别的参数对于用户来讲大多只能查看而不能修改。在分析型数据库中，一个数据库对应着一个用于访问的域名和端口号，并且有且只有一个onwer暨为数据库的创建者。另外对用户的宏观的资源配置是以数据库为粒度进行的，因此创建数据库时用户需要输入业务预估的QPS、数据量、Query类型等信息用于智能的判断初始的资源分配。

表组是一系列可发生关联的数据表的集合。分析型数据库中表组分为两类：普通表组和维度表组。其中维度表组用于存放维度表（特征上是一种数据量较小但是需要和任何表进行关联的表），目前有且仅有一个，并且在分析型数据库数据库建立时会自动创建，用户不可修改和删除。而普通表组有如下特征：

- 表组是数据物理分配的最小单元，数据的物理分布情况通常无需用户关心，但是因此数据的副本数（指数据在分析型数据库中同时存在的份数）必须在表组上进行设定，一个表组所有表副本数一致。
- 一个表组内的表才能够进行快速的hash join。0.9版本之前分析型数据库对非维度表仅支持同表组内的表进行Join操作（维度表除外），0.9.15版本后开启Full MPP Mode（目前为邀请测试功能，后续全面开放）支持非相同表组内的表进行Join关联，但是性能较差。
- 一个表组的表可以共享一些配置，例如查询超时时间，如果表组中的单表也进行了这些配置的个性化，那么进行表关联时会通表组级别的配置进行覆盖。
- 一个表组中的所有表的一级Hash分区数建议一致（非强制）。

分析型数据库中的表分为普通表和维度表。普通表创建时需要指定至少一级分区列和相关分区信息，并且需要指定存放在一个表组中。维度表可以和任意表组的任意表进行关联，并且创建时不需要配置分区信息，但是对单表数据量大小有所限制，并且需要消耗更多的存储资源。

在分析型数据库中，普通表的分区目前最多可以有两级。分区种类有Hash分区和List分区两种，其中Hash分区是根据导入数据时已有的一列的内容进行散列后进行分区的，因此目前多张事实表进行快速的Hash Join时Join Key必须有分区列参与，并且这些表的Hash分区数必须一致；0.9版本之前，不支持事实表在没有Hash 分区键参与关联条件的情况下进行关联，0.9.15版本后，通过Full MPP Mode（目前为邀请测试功能，后续全面开放）或小表广播进行计算时无此限制，关于join的详细内容请看4.4节。

另外仅采用Hash分区的数据表，在数据装载时，是进行全量覆盖历史数据的。而List分区则是根据进行导入操作时所填写的分区列值来进行分区的，暨一次导入的数据会进入同一个List分区中，因此List分区是支持增量的数据导入的。目前分析型数据库支持将表的一级分区设置为Hash分区，二级分区设置为List分区，即可支持Hash join又可支持增量数据导入。另外无论采用何种分区形态，分析型数据库均不需要在用户查询时指定分区列，但是指定分区列或分区列的范围进行查询可能会提高查询性能。

另外根据表的更新方式不同，分析型数据库的表分为离线批量更新的表（适合从离线系统如ODPS产出的数据结果导入到分析型数据库供在线系统使用），以及实时更新的表（可以直接insert/delete单条数据，适合业务系统直接写入数据），实时更新的表不提供二级分区功能（因为天生支持增量，无需二级分区）。

另外请注意，分析型数据库不支持读写事务，并且数据实时更新时一分钟左右才可查询，另外在一致性方面分析型数据库遵循最终一致性。

1、分析型数据库支持的数据类型

boolean 布尔类型，值只能是0或1；取值0的逻辑意义为假，取值1的逻辑意义为真；存储字节数1比特位

tinyint 微整数类型，取值范围-128到127； 存储字节数1字节

smallint 整数类型，取值范围-32768到32767；存储字节数2字节

int 整数类型，取值范围-2147483648到2147483647； 存储字节数4字节

bigint 大整数类型，取值范围-9223372036854775808到9223372036854775807; 存储字节数8字节

float 单精度浮点数，取值范围-3.402823466E+38到-1.175494351E-38, 0, 1.175494351E-38到3.402823466E+38, IEEE标准; 存储字节数4字节

double 双精度浮点数，取值范围-1.7976931348623157E+308到-2.2250738585072014E-308, 0, 2.2250738585072014E-308 到 1.7976931348623157E+308. IEEE标准; 存储字节数4字节

varchar 变长字符串类型

date 日期类型，取值范围： '1000-01-01' 到 '9999-12-31', 支持的数据格式为'YYYY-MM-DD' 存储字节数为4字节

timestamp 时间戳类型， 取值范围： 1970-01-01 00:00:01.000' UTC 到 '2038-01-19 03:14:07.999' UTC., 支持的的数据格式为：'YYYY-MM-DD HH:MM:SS' 存储字节数为4字节

multivalue 多值列类型，即一个cell中包含多个值，多个值直接的分隔符默认是, 当然也可以通过delimeter关键字指定。

2、 分析型数据库数据类型和mysql数据类型对比

注： *分析型数据库所有的数据类型都不支持unsigned， 下表不包含该差异*

分析型数据库数据类型	MySQL数据类型	差异
boolean	bool,boolean	一致
tinyint	tinyint	一致
smallint	smallint	一致
int	int,integer	一致
bigint	bigint	一致
float	float[(m,d)]	分析型数据库不支持自定义m和d，而mysql可以
double	double[(m,d)]	分析型数据库不支持自定义m和d，而mysql可以
varchar	varchar	一致
date	date	一致
timestamp	timestamp	分析型数据库只支持到精确到毫秒，而mysql是可以定经度的
multivalue	-	分析型数据库特有的，MYSQL无此类型

2.3 分析型数据库特色功能

作为创新型的实时OLAP服务，分析型数据库提供很多独有的特色功能，这里便就其中常用的部分进行简要的介绍。

聚集列

在创建表时，用户可以指定一列或者若干列作为聚集列。在物理上，一个分区内聚集列内容相同的数据会尽可能的分布在同样的区块内存放，因此如果用户的查询Query的条件中会指定聚集列的内容或范围，那么这样的查询性能便会有较大的提升。需要注意的是如果用户指定多列为聚集列，那么指定的聚集列的顺序便是比较数据是否相同的顺序。

聚集列可以在建表后进行修改，但是目前修改后下次装载数据完毕后生效。

多值列

分析型数据库拥有一个特殊的数据类型，叫做多值列。顾名思义，多值列中可以存入String类型的多个值。在原始数据中多值列为一列用分隔符（默认为半角逗号，可以建表时进行配置）分隔的String类型。多值列数据存入分析型数据库后，可使用in, contains条件对该列的单个值进行查询，枚举查询后该列的每个值可像一个普

通列一样进行各类操作。但是不允许在没有进行枚举查询时对该列直接select或在group by中使用该列。

多值列的通常使用场景是，已有一个实体属性表均为普通列并以实体编号为主键的情况下，需要新增一个用于进行实体筛选的属性，而这个属性和实体编号为多对多的对应关系，按照通常的做法，则新建一张该实体编号和属性两列的数据表，和原有的实体属性表进行Join操作查询。而使用多值列后，性能会被进行Join操作计算高数倍。一个具体的例子：一个张用户表中已有用户id和性别、年龄、职业、籍贯的数据，而现在需要增加用户购买的商品品类的数据用于筛选，于是可以将这个商品的品类id存放在用户表的一个新增的多值列中使用。

智能自动索引

分析型数据库拥有智能的自动索引创建机制，通常情况下，分析型数据库会根据导入数据中每一列的分布情况，如该列的枚举值数量的多少，该列的数据是连续的或离散的，自动为导入数据的每一列创建符合该列情况的索引类型，无需用户显式指定创建索引或索引类型。而在有些情况下，用户如果认为某一列不需要进行筛选查询，可以指定该列不需要创建索引来节省数据存储空间。另外，0.9版本之前如果一个列需要作为Hash Join的Join Key，那么用户需要人工指定该列创建Hash索引，0.9版本（公共云当前版本）已废弃Hash索引，可动态根据Join SQL进行优化，完全无需用户干预。

查询CBO优化

分析型数据库拥有高度智能的CBO(Cost-Based Optimization)优化策略。在用户发起的一个Query达到分析型数据库后，分析型数据库会智能的判断该Query涉及的数据的分布情况、索引使用情况、缓存使用情况、Query条件分布等，进行逻辑和物理执行计划优化和重组，尽可能的以最优的路径执行Query查询。因此用户大部分情况下无需关心Query的具体写法，只要保证语义正确即可。另外分析型数据库提供一些Hint参数，可以在Query时对执行计划进行部分调整，详见4.4节。

ECU（弹性计算单元），是分析型数据库中存储和计算资源的分配单位。

分析型数据库对每个用户的每一个DB会分配若干个计算节点（COMPUTENODE），以及若干个接入节点（BUFFERNODE），接入节点用于接收用户的应用前端连接等工作，计算节点用于存储用户的数据和进行计算，另外还有若干个用于放置实时化数据写入缓冲的缓冲节点（BUFFERNODE）。目前分析型数据库仅计算节点是用户可按ECU模式配置，分析型数据库会自动根据用户的计算节点的量来配置接入节点等其它角色的数量。

计算节点的ECU具有如下属性：

- 内存容量：该ECU的内存大小
- 磁盘容量：该ECU的磁盘容量，用户在一个DB中存储的物理数据总量不能超过该DB的全部的磁盘容量，并且由于分析型数据库将用户的数据分布到每一个ECU中，若用户的数据倾斜导致单个ECU的磁盘空间占满，也会导致数据无法再进入分析型数据库。各个ECU的磁盘使用情况可以在云监控（http://cms.console.aliyun.com/）中查看

目前分析型数据库公共云提供的ECU规格为（专有云参照此标准灵活执行）：

型号	内存	磁盘类型	磁盘容量(SSD)	磁盘容量(SATA)
c1	7.5GB	SSD	60GB	
c8	45GB	SSD	480GB	

0.9版本的分析型数据库，提供基于SATA存储的大容量实例（目前为邀请测试功能，后续开放购买），采用SATA和SSD混合存储，能够大幅度降低存储成本，但是同时查询性能也以数量级而下降。大容量实例的ECU型号通常以字母s开头。专有云中原则上仅万兆网物理机能够运行大容量实例。

ECU数量，可以通过DMS for 分析型数据库界面的扩容/缩容功能，或相应DDL动态修改。

第三章 DDL

目前，公共云计算上分析型数据库的用户不能直接通过CREATE DATABASE的DDL语句创建数据库，只能通过DMS控制台界面来创建需要的业务数据库。

用户需要根据自己的业务需求来估算使用分析型数据库时所需的查询类型等配置参数，并在DMS的界面上进行填写。由于已在1.2节中叙述过相关流程，所以再次不再叙述。

专有云中若需要创建数据库，请联系您的运维管理员或DBA。

在第一章中，我们已经介绍了如何通过DMS界面创建和修改表组，本节中，我们详细描述如何通过DDL来创建和修改表组以及表组各属性的含义。

创建表组时，我们提交如下SQL：

```
create tablegroup db_name.tablegroup_name options(minRedundancy=2 executeTimeout=30000);
```

其中db_name为数据库名称，tablegroup_name为表组名称（不能和现有表组重叠）。

options部分为可选项：minRedundancy表示该表组的副本数，默认为2，可配置为1、2、4、8。需要注意的是，如果将一个表组配置为1副本，那么这个表组中的表在数据导入时会有不可用的时间。而将表组副本数配置为4或更高，可以一定程度的增加分析型数据库的最大承受的QPS，但是数据存储费用也会相应增加。在绝大部分情况下，不推荐修改任何表组默认配置。

executeTimeout表示该表组的全局Query超时时间，默认为30000，单位毫秒。

当我们需要删除一个表组时，我们可以提交如下SQL：

```
drop tablegroup db_name.tablegroup_name;
```

注意，仅允许删除没有任何表的空表组，维度表组不允许删除。

当我们需要修改表组的两个属性中的任何一个时，我们可以提交如下SQL：

```
alter tablegroup db_name.tablegroup_name key=value;
```

其中key为属性名，value为新的属性值。需要注意的是，minRedundancy修改后需要下次装载数据时才会生效。

在快速开始中，我们已经大概了解了在如何通过iDB Cloud创建和修改表。在这一节中，我们将详细描述如何通过DDL创建和修改表。

由于分析型数据库有一些传统关系型数据库没有的特性，所以分析型数据库的DDL在遵循类MySQL规范的基础上，有不少的独有的属性和语法。分析型数据库中创建事实表DDL语法结构如下：

```
CREATE TABLE db_name.table_name (
col1 bigint COMMENT 'col1',
col2 varchar COMMENT 'col2',
col3 int COMMENT 'col3',
col4 bigint COMMENT 'col4',
col5 multivalue COMMENT 'col5 多值列',
[primary key (col1, col3)]
)
PARTITION BY HASH KEY(col1)
PARTITION NUM 50
[SUBPARTITION BY LIST (part_col2 long)]
[SUBPARTITION OPTIONS (available_partition_num = 30)]
[CLUSTERED BY (col3,col4)]
TABLEGROUP ads_test ;
[options (updateType='{realtime | batch}')]
```

其中’[]’中的内容为视情况填写的可选项。创建事实表（也就是非维度表）时，必须指定的是一个数据库名（db_name）和表名（table_name），以及至少一列的列信息，至少一个分区的信息以及一个表组。

首先，根据表的数据更新方式不同，分析型数据库的表根据updateType分为批量更新表（仅能够离线批量更新数据）和实时更新表（能够通过insert/delete实时更新数据），用updateType以区分，如果updateType选项不填则默认为批量更新表。需要注意的是，updateType=realtime暨为实时更新表时，必须指定合法的主键并且不能有二级分区。

列信息的基本格式为”列名 类型 COMMENT ‘注释’ ”，关于列的更多属性，请参照后文3.4节。”[primary key (col1, col3)]”一段指定了表的主键，如果表为批量更新的，则主键没有意义，而表为实时更新的，则必须指定主键并且主键中必须含有一级Hash分区列（可以是联合主键）。

关于分区方面，目前分析型数据库支持最多两级分区，并且一级分区仅支持HASH分区，二级分区仅支持LIST分区。HASH分区是一种动态分区值类型，暨根据实际数据中的某一列的内容进行分区。所以在语法上，一级HASH分区的用法是：

```
PARTITION BY HASH KEY(col1)
PARTITION NUM 50
```

其中col1为需要进行分区的列名，必须是表中实际存在的列。’ PARTITION NUM’为分区数量，一般根据该表的数据量确定，每个分区一般不超过1500万条记录为宜（亦可通过划分二级分区实现无限扩展）。另外

HASH分区列的数据分布要尽可能均匀，不能有非常明显的倾斜（暨分区列值），否则会较严重的影响查询性能。

一定需要注意的一点：目前分析型数据库要求一个表组下所有表的一级分区数目一致，所以建立第一张表时指定一级分区数量时请谨慎。一级分区数量默认不能超过256个。

另外需要注意的是，若一张表仅有一级HASH分区并且是批量导入的表，则每次导入数据时会对已有进行全量覆盖。若需要每次导入数据时增量导入，则需要再指定二级List分区信息：

```
SUBPARTITION BY LIST (part_col2 bigint)
SUBPARTITION OPTIONS (available_partition_num = 30)
```

二级List分区为非动态分区，暨分区值不是由数据本身决定的，而是由每次导入/写入数据时用户指定的。所以在进行分区信息定义时需要指定一个和现有数据中的列不同的新列名，以及这个列的类型（目前仅支持long）。二级分区有一个可选属性，available_partition_num，即为最大保留的二级分区数，当新的数据装载进来后，若线上存在的二级分区数大于这个值，那么会根据二级分区的值进行排序，下线最小的若干分区的数据。

0.8版本的实时更新表暂不支持二级分区，0.9版本支持。但是实时更新表的二级分区仅用于极大的扩展单表容量，以及进行生命周期管理，实时更新表的增量更新不依赖于二级分区。

惯常的用法是，将经常需要进行Join的列（例如买家ID）作为一级Hash分区列，而将日期列作为二级分区列。这样的表既可以进行大表Join的加速，又可以每天进行增量数据导入，并且指定保留若干天的数据在线上来进行生命周期管理。

但是，一级分区数量和二级分区数量的设置，并不是越多越好的。而是要看表的数据量，以及数据库拥有的资源数。若一级二级分区过多而数据库的资源数过少，则很容易让分区的数据Meta将内存耗尽。

CLUSTERED BY子句用于指定聚集列，用户可以把一列或者多列指定为聚集列，注意如果指定多列，那么该表的数据聚集顺序按照DDL中这个子句中指定的列组合顺序进行排序。通常，我们将一个表的查询中肯定会涉及到的并且数据区分度很大的列设置为聚集列，有时候能较显著的提升查询性能。

事实表的创建上，默认有如下限制：（1）一张事实表至少有一级Hash分区并且分区数不能小于8个；（2）一个事实表组最多可以创建256个事实表；（3）一个事实表最多不能超过1024个列。

与创建事实表相比，创建维度表要简单的多：

```
CREATE DIMENSION TABLE db_name.dim_table_name (
col1 int comment 'col1',
col2 varchar comment 'col2'
[primary key (col1)]
)
[options (updateType='{realtime | batch}')]
;
```

创建维度表时只需要指定数据库名和表名即可，维度表会创建到统一的维度表组，并且无需指定分区信息。

在表已经创建好之后，目前支持有限的修改：主要是支持增加列。

```
ALTER TABLE db_name.table_name ADD column col_new varchar;
```

注意，批量导入表新增加的列在数据重新装载后才会生效，实时写入表新增列后，一般需要几分钟后才可以读写。

最大二级分区数目前可以在建表后进行修改，但是修改后的下一次数据导入发起后才会生效：

```
ALTER TABLE db_name.table_name subpartition_available_partition_num = N
```

N为新的二级分区数。

在DDL中，建表时一列的定义是：

```
col_name type [NOT NULL | NULL] [DEFAULT default_value] [PRIMARY KEY] [COMMENT 'string']
[column_options(precision, scale, disableIndex...)]
```

其中col_name为列名，type为列的数据类型，详见2.3节。[NOT NULL | NULL]是否可为空，以及[DEFAULT default_value]定义的列的默认值和标准的MySQL DDL中无甚不同。

关于[PRIMARY KEY] 主键部分，对于批量更新表，分析型数据库中主键的概念是弱化的，分析型数据库不要求一个表有主键，有主键的表的性能和用法上和没有主键的表之间没有任何区别。若一个表进行数据导入时该次导入的数据中存在主键冲突，则该次导入会失败并且报错。对于实时更新表，请使用在所有列尾部的"primary key (col1, col3)"语法指定主键。

列属性上，一个列可以设置列属性disableIndex = true，用于屏蔽分析型数据库的默认列索引，不过需要注意的是，要如此做，则这个列应该不在实际查询中所筛选和计算的。precision和scale属性则是针对decimal数据类型（目前暂未上线，未来会上线该功能）特有的属性，precision为数字整体有效数字个数，scale为小数点后的数字个数。

同主键一样，分析型数据库中索引的概念也是弱化的。在前文中介绍分析型数据库拥有高度智能的自动化索引机制，所以通常用户无需亲自为自己的数据表配置索引。但是有一种情况例外：暨0.8版本下用户需要对某列进行Hash Join时，无论是事实表之间的Join还是事实表和维度表的Join，都需要为事实表的该列建立索引（公共云当前版本无需）。

建立索引的语句如下：

```
ALTER TABLE tbl_name ADD INDEX [index_name] [index_type] (index_col_name) [comment=’’];
```

其中，[index_type] 为索引类型，需要指定为HashMap，index_col_name 为被索引列的列名。例如：

```
ALTER TABLE db_name.table_name
ADD INDEX user_id_index HashMap (user_id)
```

批量导入表索引修改后，需要重新导入数据后生效。实时写入表一般在24小时内自动生效，或如果要加速这个

过程，可以执行optimize table 命令：

```
optimize table <tablename>;
```

执行成功一段时间后，新的索引会生效。

0.9及以后版本中分析型数据库会自动处理Hash Join时的索引构建，故无需用户自行创建HashMap索引也可以进行Hash Join，因此HashMap索引被废弃。

在DMS for 分析型数据库中，用户可以在图形界面上进行扩容/缩容，以及查看扩容/缩容执行状态等操作(实例管理->DB容量管理->容量变更 按钮)。同时，用户可以通过DDL来进行ECU变更，也就是扩容/缩容（需要Alter Database权限或DB owner角色）。

```
ALTER DATABASE SET ecu_count = N;
```

N为要设置的目标ECU数量，若目标ECU数量大于目前当前的ECU数量，则为扩容行为，若目标ECU数量小于当前的ECU数量，则为缩容行为。若用户的数据量大于目标ECU的总存储，则缩容会失败。

缩容和扩容都不是瞬时的同步操作，可以使用元数据查询状态：

```
select * from information_schema.resource_request;
```

查看目前已有的ECU状态：

```
select * from information_schema.current_instances;
```

第四章 DML

通过DML进行计算是用户在分析型数据库中最常用的操作。目前分析型数据库对DML支持使用SELECT进行查询，以及支持INSERT、DELETE等数据修改操作（INSERT/DELETE见4.3节）。另外本节的内容需要配合附录一：函数的使用与4.2中特殊语法，以及4.4中的双计算引擎和Hint的说明来阅读。

分析型数据库中SELECT语句的基本结构如下：

```
SELECT
[DISTINCT]
select_expr [, select_expr ...]
[FROM table_references
[WHERE filter_condition]
[GROUP BY {col_name | expr | position}
[HAVING having_condition]
```

```
[ORDER BY {col_name | expr | position}
[ASC | DESC], ...]
[UNION ALL (SELECT select_expr..)]
[{UNION|INTERSECT|MINUS} (SELECT select_expr..)]
[LIMIT {row_count}]
```

下面，我们将一个完整的SELECT分为几个部分加以介绍：列投射部分（列和列表达式）、FROM/JOIN子句（表扫描、表连接与子查询）、WHERE子句（过滤表达式）、GROUP BY/HAVING子句（分组和分组后过滤）、ORDER BY子句（排序）、两个查询间的UNION [ALL]/INTERSECT/MINUS、LIMIT子句（返回行数限制）。

列投射（列和列表达式）

分析型数据库中，SELECT语句中的列投射的基本结构为：

```
SELECT [DISTINCT] select_expr [, select_expr ...]
```

其中 select_expr 可以是基本列（直接从表或子查询中选出的），也可以是列表达式（包括算数计算、聚合函数、系统UDF等）。

当 select_expr 为基本列时：

基本列是表中的列，这里的表可以是物理表也可以是虚表（物理表的别名引用或子查询产生的表）。

例如：

- SELECT A.a FROM A：指定表名和列名，表来自FROM子句，列属于FROM子句指定的表
- SELECT a FROM A：仅指定列名，列属于FROM子句指定的表
- SELECT A.a AS x FROM A：指定表名和列名（带别名），表来自FROM子句，列属于FROM子句
- SELECT a AS x FROM A：仅指定列名（带别名），表来自FROM子句，列属于FROM子句
- SELECT b, a FROM A JOIN B ...，仅指定列名，列属于FROM子句指定的第一个包含该列的表
- SELECT A.a FROM (SELECT A.a, b FROM A JOIN B ...)，指定表名和列名，列属于子查询返回的列（<table>.<column>完全匹配）
- SELECT a FROM (SELECT a, b FROM A JOIN B ...)，仅指定列名，列属于子查询返回的列(<column>完全匹配）
- SELECT X.a FROM (SELECT a FROM A) AS X：指定表名和列名，表来自子查询且是别名引用，列属于子查询返回的列(<column>完全匹配）
- SELECT X.x FROM (SELECT A.a AS x, b FROM A JOIN B ...) AS X：指定表名和列名，表来自子查询且是别名引用，列属于子查询返回的列且带别名
- SELECT count(distinct a) from A where b = 123, a不是分区列，且经过where条件筛选后数据量不超过100万条
- SELECT NULL ...：空值列
- SELECT 1, 2 ...：常量值列
- SELECT true ...：常量值（boolean类型的取值使用1或0）列
- SELECT * ...：通配符代表所有列

暂不支持：

- SELECT A.* ...：通配符代表特定表的所有列
- SELECT a, b, a ...：重复列

0.8版本中不支持但是0.9版本的Full MPP Mode支持（详见4.4节）：

- SELECT distinct a | count(distinct a) from A group by b：其中a不是分区列
- SELECT distinct a | count(distinct a) from A where b = 123, a不是分区列，且经过where条件筛选后数据量超过100万条

当 select_expr 中使用列表达式时：

例如：

- SELECT a + b ...：常用算术操作符（+，-，*，/, %），其中表达式（a，b）是合法的值、基本列或列表达式，但必须是数值类型
- SELECT min(a), UDF_EXAMPLE(a, s) ...：系统内置或用户自定义函数，可以是值、基本列或列表达式，但数据类型要符合函数参数要求
- SELECT CASE WHEN a > 0 THEN a + b ELSE 0 END ...：CASE-WHEN表达式，其中表达式（a > 0）是合法的 **行过滤表达式**（参看后面），THEN和ELSE取值是合法的 **列表达式** 而且数据类型相同（int）
- SELECT a IS NULL, a IS NOT TRUE, a >= 0, s LIKE '%foo' ...：合法的 **关系表达式**（参看后面）
- SELECT ! a, NOT s ...：合法的 **逻辑表达式**（参看后面）

暂不支持：

- SELECT a IS [NOT] TRUE, a BETWEEN 1 AND 2, a IN (1, 2), a CONTAINS (1, 2, 3)：不支持部分关系表达
- SELECT a XOR b：不支持逻辑表达式（参看4.3节）
- SELECT a & b FROM A, B：不支持位操作

当 select_expr 为列聚集函数表达式时：

包含任何聚集函数的列表达式，即聚集表达式：

例如：

- SELECT COUNT(*)：常用聚合函数，详见附件中函数表
- SELECT UDF_SYS_COUNT_COLUMN(a) FROM A：系统内置聚合函数（UDF_SYS_...）
- SELECT SUM(CASE WHEN ... THEN ... ELSE ... END)：聚合表达式（SUM(...)）套列普通表达式（CASE WHEN ...）做为其子表达式
- SELECT SUM(a) / COUNT(a) FROM A：列普通表达式（/）套聚合表达式（做为其子表达式）

0.8版本中不支持但是0.9版本的Full MPP Mode支持（详见4.4节）：

- SELECT a + COUNT(*) FROM A：普通表达式（+）不能同时套普通表达式（a）和聚合表达式（COUNT(...)）；
- SELECT SUM(COUNT(*))：聚合表达式不能套聚合表达式做为其子表达式；

FROM/JOIN子句（表扫描、连接与子查询）

用法：

```
FROM table_references
```

或

```
FROM table_referencesA as table_aliasA JOIN table_referencesB as table_aliasB on join_conditions
```

或

```
FROM (SELECT ...) as aliasA JOIN table_referencesB as table_aliasB on join_conditions
```

或

```
FROM (SELECT ...) as aliasA JOIN (SELECT ...)as aliasB on join_conditions
```

例如：

- FROM A：指定表
- FROM (SELECT ...)：子查询
- FROM A JOIN B ON A.a = B.b JOIN C ON A.a = C.c：单表或多表连接，默认是符合条件记录的笛卡尔集。需要注意的是，目前分析型数据库中使用JOIN时若一方是物理表，那么物理表参与JOIN的列必须是分区列并且已建立HASH索引
- FROM (SELECT ...) AS X JOIN A on X.x = A.a：表、子查询和JOIN结合使用
- SELECT ... FROM A JOIN (SELECT ...)：在V0.6.x及后续版本支持
- SELECT ... FROM (SELECT ...) JOIN (SELECT ...)：两个子查询之间的Join，在V0.6.x及后续版本支持

不支持或语义错误：

- SELECT ... FROM A FULL JOIN B：不支持全连接；
- SELECT ... FROM A RIGHT JOIN B：不支持右连接，需要转换为左连接；
- SELECT ... FROM A SEMI JON B：不支持半连接；
- SELECT ... FROM A, B：单表或多表连接，但没有ON条件
- SELECT ... FROM A, B WHERE A.a = B.b：单表或多表连接在WHERE子句中有隐含ON条件，但是没有on子句的，暂不支持

0.8版本中两个表关联可运行的充要条件（四原则）：

（1）两个表均为事实表且在同一个表组，或两个表中有一个是维度表。

（2）两个表均为事实表且拥有相同的一级分区列，或两个表中有一个是维度表。

（3）两个表均为事实表且关联条件(on)中至少含有一个条件是两个表各自的分区列的等值关联条件，或两个表中有一个是维度表。

（4）关联条件（on）中的条件两端有有效的HashMap索引

0.9版本中两个表关联可加速运行的条件：

（1）两个表均为事实表且在同一个表组，或两个表中有一个是维度表。

（2）两个表均为事实表且拥有相同的一级分区列，或两个表中有一个是维度表。

（3）两个表均为事实表且关联条件(on)中至少含有一个条件是两个表各自的分区列的等值关联条件，或两个表中有一个是维度表。

0.9版本若使用Full MPP Mode支持任意形态的表关联（详见4.4节），该功能目前邀请少数客户测试，后续全面开放。

WHERE子句（过滤表达式）

在过滤表达式中，单个条件之间可以用AND和OR进行连接，支持括号决定条件表达式的优先级，亦支持表达式嵌套。

像普通的SQL一样，单个条件的组成是一个布尔判断。暨无论如何组合，单个条件最终是一个返回True/False的表达式。在最简单的情况下，单个条件由左侧的主体、中间的比较操作符和右侧的断言值组成。

例如：column_name IS NOT NULL 中， column_name 为布尔主体，IS NOT为比较操作符，NULL为断言值。

分析型数据库中比较操作符支持 = 、 >= 、 > 、 <= 、 < 、 <> 、 != 等基本操作符，也支持IS、IN、CONTAINS、BETWEEN...AND... 、LIKE这样的关系操作符，并且关系操作符均支持其反义的版本（IS NOT 、 NOT IN 、 NOT LIKE等）。

布尔主体可以是一个列，也可以是表达式的嵌套。

例如：

- WHERE a > 0： 关系表达式（>，>=，<，<=，=，<>，!=）
- WHERE a IS [NOT] NULL：关系表达式，判断是否为空值
- WHERE a BETWEEN 1 AND 10：对于表达式（a）是数字类型（long，int，short，double，boolean）和时间类型（date，time，timestamp）支持
- WHERE s LIKE '%sample'：对于表达式（s）是字符串（string）类型支持
- WHERE a IN (1,2,3)：对于表达式（a）是多值列类型支持
- WHERE a IN (select a from dim_table where c=1)：对于对于表dim_table是维度表，支持IN后带子查询（V0.6.2之后的版本支持）
- WHERE a CONTAINS (1,2,3)：对于表达式（a）是多值列类型支持
- WHERE a > 0 AND b > 0：逻辑表达式
- WHERE (a >0 OR b > 0) AND c > 0：支持括号决定条件表达式的优先级
- WHERE (CASE WHEN (a + b) > 0 THEN 0 ELSE 1 END) != 0 AND UDF_EXAMPLE(a, b) > 0：表达式嵌套。

不支持或语义错误：

- WHERE EXISTS (SELECT...)：不支持
- WHERE a = ANY (SELECT ...)：不支持

- WHERE a = ALL (SELECT ...)：不支持

0.8版本中不支持但是0.9版本的Full MPP Mode支持（详见4.4节）：

- WHERE a IN (select a from fact_table where c=1): fact_table不是维度表的情况下0.8版本不支持

GROUP BY/HAVING子句（分组和分组后过滤）

GROUP BY子句的用法：

```
GROUP BY {col_expr}
```

col_expr为列（表中的列或子查询、别名产生的列）。

例如：

- `... FROM A GROUP BY a：仅指定列
- `... FROM A GROUP BY A.a：同时指定表名和列
- GROUP BY s, a IS NULL, b + c, UDF_EXAMPLE(d)：一个或多个列表达式
- SELECT a, SUM(a) FROM A GROUP BY a, s：可以包含不属于列透视的列表达式（s`）
- `... FROM (SELECT A.a AS x, b FROM A JOIN B ...) AS X JOIN C ... GROUP BY b, c, X.x：包含在子查询或多表连接的一个或多个列表达式
- `SELECT CASE WHEN a > 1 THEN ‘Y’ ELSE ‘N’ END AS x ... GROUP BY x ：别名引用产生的列表达式
- SELECT a, b, c ... GROUP BY 3, 1：按位置引用列投射的列表达式

0.8版本中不支持但是0.9版本的Full MPP Mode支持（详见4.4节）：

- ... FROM A GROUP BY s ORDER BY COUNT(a) LIMIT 100：分区表达式（s）不是分区列（a）同时又有TOP-N（ORDER BY COUNT(a) LIMIT 100）0.8版本下计算的结果可能是不精确的（详见4.3节）

HAVING子句的用法：

HAVING子句用于在GROUP BY子句执行后对分组后的结果进行过滤。支持使用列投射和聚合表达式后的结果进行过滤。

```
HAVING having_condition
```

例如：

- SELECT a, sum(length(s)) AS x FROM A JOIN B ON A.a = B.b GROUP BY a HAVING (CASE WHEN (x / a > 1) THEN a ELSE 0 END) != 0：分组表达式（a）是分区列，HAVING表达式是基于列表达式（a，sum(length(s))，s）的行过滤表达式

0.8版本中不支持但是0.9版本的Full MPP Mode支持（详见4.4节）：

- SELECT s, count(a) AS x FROM A GROUP BY s HAVING x > 1：分组表达式（s）不是分区列（a）

ORDER BY子句（排序）

例如：

- SELECT a FROM A ORDER BY a DESC LIMIT 100：按照分区列（a）排序并返回TOP-N（100）
- SELECT a FROM A ORDER BY (a + b) DESC LIMIT 100：按照非分区列（a）排序并返回TOP-N（100）
- SELECT a, COUNT(a) FROM A GROUP BY a ORDER BY x：按照分区列（a）分组聚合再排序

0.8版本中不支持但是0.9版本的Full MPP Mode支持（详见4.4节）：

- SELECT a + b, COUNT(1) AS x FROM A GROUP BY a + b ORDER BY x：0.8版本下按照非分区列表达式（a+b）分组聚合再取TOP-N是非精确的（详见4.3）

UNION [ALL]/INTERSECT/MINUS子句

UNION/INTERSECT/MINUS 0.8版本下仅支持操作字段为分区列，但是0.9版本的Full MPP Mode无限制（详见4.4节）。

UNION ALL无任何限制。

LIMIT子句（返回行数限制）

示例：

- SELECT ... LIMIT 100：返回行限制为100行

不支持：

- SELECT ... LIMIT 100, 50：不支持带偏移量的返回行限制

需要注意的是，分析型数据库会对通过SELECT语句进行查询的返回行数做全局的最大限制，公共云上目前为10000行，若不加LIMIT或LIMIT行数超过10000，则只会返回10000行。

表Join的条件

为了更高效的进行表关联，分析型数据库对表关联操作在分析型数据库中，两个事实表进行Join的充要条件是：（1）这两个表在一个表组；（2）这两个表的Join Key是Hash分区列；（3）两张表的Hash分区数必须一致，否则Join结果不准确；（4）两张表的Join Key至少有一列建立了HashMap索引，推荐建立在数据量较小的一侧。

维度表参与的关联，只需要符合上述的（4）一点即可。

逻辑表达式

在分析型数据库中对逻辑表达式的支持如下：

- NOT a：如果表达式（a）是0则返回1，非0则返回0，NULL则返回NULL

- !a：同上
- a && b：如果表达式（a）和（b）都不是NULL且都非0则返回1，如果其中有一个是0则返回0，否则返回NULL
- a || b：如果表达式（a）和（b）都是0是返回0否则如果都不是NULL则返回1，如果其中有一个为NULL则另外一个是0则返回0，非0则返回1，如果都是NULL则返回NULL

例如：

- NOT 0：1
- NOT 5：0
- NOT NULL：NULL
- NOT a：根据表达式（a）的取值决定
- ! 0：1
- ! 5：0
- ! NULL：NULL
- ! a：根据表达式（a）的取值决定
- 1 && 5：1
- 1 && 0：0
- 5 && 0：0
- NULL && 0：0
- NULL && NULL：NULL
- NULL && 5：NULL
- a && b：根据表达式（a）和表达式（b）的取值决定
- a AND b：同上
- 0 || 0：0
- 1 || 5：1
- NULL || 1：1
- NULL || 5：1
- NULL || 0：0
- NULL || NULL：NULL
- a || b：根据表达式（a）和表达式（b）的取值决定
- a OR b：同上

多值列的用法和限制

在分析型数据库中，多值列这个数据类型有其特殊的用法和限制。对于多值列，不允许在不经由WHERE子句中用IN/CONTAINS进行枚举筛选的情况信下直接在SELECT/GROUP BY中使用。

例如：

- SELECT m, COUNT(a) FROM A WHERE m IN('foo', 'bar') GROUP BY m， m为多值列，这种情况下可支持。
- SELECT m FROM A limit 10， m为多值列时不支持
- SELECT m, COUNT(a) FROM A GROUP BY m，m为多值列时不支持

另外，由于多值列的数据结构的特殊性，在对含有多值列的行按照多值列进行分组时，多值列的每一个单值会

等价于产生一个新的行，计算count/sum等聚合函数的结果可能会被多次计算。

例如原始数据如下：

a	m
0	‘bar’
1	‘foo’ ， ‘bar’
2	‘foo’ ， ‘bar’ ， ‘oh’

在此之上执行 SELECT m, COUNT(a) FROM A WHERE m IN('foo', 'bar') GROUP BY m 的结果：

m	COUNT(a)
‘foo’	2
‘bar’	3
‘oh’	1

非分区列的使用限制

分析型数据库作为分布式实时OLAP系统，其数据根据分区列分布在不同的物理服务器中，所以在一些特殊的情况下，分区列和非分区列的使用上有所不同。

- count(distinct cor_expr)中cor_expr必须是分区列或分区列衍生的列，否则不能和group by连用
- SELECT distinct cor_expr...中若cor_expr不是分区列或分区列衍生的列，则结果可能不精确
- TOP-N计算（ order by expr limit 100 ），若是同时和非分区列的GROUP BY子句连用，结果可能不精确

0.9版本的Full MPP Mode支持上述SQL的正确运行，详见4.4节

子查询使用限制

分析型数据库中，0.8版本及先前版本，子查询使用有所限制，例如：

```
select count(*) from (
select a from tbl group by a
) tmp;

-- a不是一级分区列时结果不准确，当group by a 返回结果不超过10000条时，可以临时使用：

select udf_sys_rowcount(*) from (
select a from tbl group by a
) tmp;



select a, cnt from (
```

```
select a,count(b) as cnt from tbl group by a
) tmp;

-- a,b均不是一级分区列时结果不准确，可以临时使用：

select a, sum(cnt) from (
select a,count(b) as cnt from tbl group by a
) tmp group by a;
```

0.9版本的Full MPP Mode支持上述SQL的正确运行，详见4.4节

如果一个表是实时写入的表，则分析型数据库会支持对该表的单条数据进行Insert/Delete操作，不过由于分析型数据库不支持事务，对于Insert/Delete命令，有一些限制。

在分析型数据库中Insert语句的语法是：

```
INSERT [IGNORE]
INTO tbl_name (col1,col2...)
VALUES (value1, value2...), (value1, value2...)....
```

在分析型数据库中，能够实时插入的表一定要定义主键或组合主键，和MySQL有一个非常大的不同是，分析型数据库在进行数据插入时，若发现同主键的数据时，默认执行覆盖行为。若使用insert ignore语法，则在发现有同主键的数据时，丢弃新插入的数据，保留原有数据。但是无论如何，在主键冲突时分析型数据库无法直接返回错误给insert的执行方。

在分析型数据库中的Delete语句的语法是：

```
DELETE FROM tbl_name WHERE where_definition
```

where_definition中暂不支持函数定义。

对分析型数据库是数据插入和删除操作，原则上在分析型数据库操作返回成功后一分钟内可查（但不保证一定是一分钟的数据可见延迟），不过在表刚刚创建时的十分钟内，数据可能无法查询。

Delete语句执行后，数据会不可查询到，但不会在物理上立刻删除，原则上24小时内会自动清除掉，如果删除了大量数据想立刻生效，可以执行：

```
optimize table <tablename>;
```

执行成功一段时间后，物理上数据会被删除。

关于最终一致性：对于主键相同的数据的多次变更，分析型数据库会遵循分析型数据库返回语句执行成功的顺序进行；对于主键不同的数据的两次变更，分析型数据库不保证先执行的变更会比后执行的变更更优先的查询到。但是当业务端暂停数据写入的若干时间后，分析型数据库会保证数据的最终一致。

若希望达成数据写入速率的最大化，建议：

（1）每条insert插入多条数据，具体条数视数据列数决定。若需要极限性能，每条insert插入的数据需拥有相

同的一级分区号（后续分析型数据库提供SDK帮助客户达成此要求）；（2）每购买一个c1/c8 ECU，客户端可增加20-30个并发连接插入数据。

本节内容适用于分析型数据库的0.9.5或以上版本。

文中提及的Full MPP Mode，在公共云中当前处于内测状态，需要使用的用户请提交工单申请开通。在专有云中，若您的集群或数据库没有开通该功能，请联系运维管理员或DBA开通。

多计算引擎

在0.9.15或更新的分析型数据库版本中，拥有两套计算引擎：

- COMPUTENODE Local/Merge(简称LM)：先前版本的旧计算引擎，优点是计算性能很好，并发能力强，缺点是对部分跨一级分区列的计算支持较差。
- Full MPP Mode（简称MPP）：0.9.5版本新增的计算引起，优点是计算功能全面，对跨一级分区列的计算有良好的支持，可以通过全部TPC-H查询测试用例（22个），和60%以上的TPC-DS查询测试用例。缺点是计算性能相对LM引擎较差，并且计算并发能力相对很差。

Full MPP Mode计算引擎目前面向定向邀请的客户内测，未来会全面开放。

在已经开启Full MPP Mode引擎功能的数据库中，分析型数据库可以自动对查询Query进行路由，将LM引擎不支持的查询路由给MPP引擎，尽可能兼顾性能和通用性，目前以下几种情况会自动路由到Full MPP Mode：

```
(1)特定函数，如row_number over等，LM模式不识别，捕获异常；

(2)Join类：

- 事实表 join 事实表，join key全部在非分区列上；
- 不同表组的事实表 join 事实表；
- 维度表在前，left join 事实表；
- 事实表 right join 维度表（同上）；
- 事实表 join 事实表，一级分区数不同。

(3)Group By、Order By、Having类：

- Group By仅含非分区列，外层套子查询；
- Group By仅含非分区列，带Order By；
- Group By仅含非分区列，带Having。

(4)UNION/INTERSECT/MINUS不含分区列

(5)SELECT 复杂表达式，如SUM/SUM, 任何带聚合函数的计算表达式等

(6)COUNT DISTINCT或DISTINCT非分区列
```

但是，在一些情况下，自动路由并非最合适于用户使用，用户可以自行判断自己的Query合适哪一种计算引擎，使用Hint强制将查询路由到某一个计算引擎中：

```
--强制使用COMPUTENODE LM计算引擎
/*+engine=COMPUTENODE*/ select * from ....

--强制使用Full MPP Mode计算引擎
/*+engine=MPP*/ select * from ....
```

Join的小表广播

在0.8.35版本后，分析型数据库支持小表广播模式进行一种特殊的高性能关联：虽然不符合关联四原则中分区列等值或分区数一致的原则，但是关联的左表（或子查询）/右表（或子查询）中有一个表（或子查询）很小（一般不超过3万行，5列，512KB），则可以通过小表广播模式快速关联，例如：

```
/*+engine=COMPUTENODE*/ select A.a, B.b from (select/*+broadcast=true*/ a from B where c=100) A join B on A.a = B.a;
```

其中A子查询数据量较小，是被广播的表，B表数据量无限制。这种Join性能也是较好的。

第五章 Data Pipeline

分析型数据库目前支持从阿里云外售的ODPS（ http://www.aliyun.com/product/odps/ ）中导入数据。OSS、RDS等数据源的导入可以通过CDP进行。

将数据导入分析型数据库有两种方法：直接使用SQL命令进行导入，或通过DMS界面进行导入。通过DMS界面导入数据已在快速开始这一章中进行了介绍。下面主要详细介绍如果通过SQL命令导入数据。

（1）准备ODPS表或分区

首先我们需要创建好数据源头的 ODPS 表（可以是分区表或非分区表，目前要求分析型数据库中的字段名称和ODPS表中的字段名称一致），并在表中准备好要导入的数据。首次导入一个新的ODPS表时，公共云用户需要在ODPS中授权该表给分析型数据库的导入用账号 ALIYUN$garuda_build@aliyun.com 与 ALIYUN$garuda_data@aliyun.com，需要表的Describe和Select权限。另外为了保护用户的数据安全，分析型数据库目前仅允许导入操作者为Proejct Owner的ODPS Project的数据，或者操作者为ODPS Table的创建者。

（2）通过SQL命令导入数据

SQL语法

```
LOAD DATAFROM ‘sourcepath’ [IN VERSION dataVersion][OVERWRITE] INTO TABLE tablename [PARTITION (partition_name,...)]
```

如果使用ODPS数据源，则sourcepath为：

```
odps://<project>/<table>/[<partition-1=v1>/.../<partition-n=vn>]
```

- ODPS项目名称 project
- ODPS表名 table
- ODPS分区 partition-n=vn ，可以是多级任意类型分区

数据版本dataVersion：

数据版本（dataVersion）是分析型数据库管理一次导入数据用的批次号，可用于未来可能开放的数据回滚等feature，通常情况下可以不需要填写。

- 数据版本必须是long型，且取值在表上单调递增
- 可选，如果不指定则取当前时间（秒），格式是 yyyyMMddHHmss ，如 20140812080000

分析型数据库表（分区）：

分析型数据库表名（ tablename ）

- 格式 <table_schema>.<table_name> ，其中 table_name 是分析型数据库表名，table_schema 是表所属DB名
- 不区分大小写
- 分区格式 partition_column=partition_value ，其中 partition_column 是分区列名，partition_value 是分区值
- 分区值必须是 long 型
- 分区值不存在时表示动态分区，例如第一级hash分区
- 不区分大小写
- 目前最多支持二级分区

覆盖导入选项（ OVERWRITE ）：

- 导入时，如果指定数据日期的表在分析型数据库线上已存在，则返回异常，除非显示指定覆盖

返回值：

```
'\<jobId\>'
```

任务ID（ jobId ），用于后续查询导入状态。

- 任务ID，唯一标识该导入任务
- 字符串，最长256字节

数据导入命令发送后，数据并不会立刻导入到分析型数据库中，而是会在后台进行数据的导入工作。用户可以通过使用SQL命令或在iDB Cloud中进行查询数据导入状态。高级用户也可以直接在information_schema中查询全部数据导入的信息（具体见附录）。

查询数据的导入状态有多种方法：

（1）通过SQL语句查询：

通过SQL命令查询适合提交导入没有完成或完成不久的情况。

SQL语法：

```
select state from information_schema.current_job where job_id = '\<jobid\>'
```

返回值：

```
'\<jobState>\'
```

返回值表示该任务状态（ jobState ）：

- NEW 初始状态
- INITED 排队中
- RUNNING 正在导入
- SUCCEEDED 导入成功
- FAILED 导入失败
- ERROR 导入出错（系统内部错误）

查询导入状态

- 任务不存在，则返回空
- 已完成的任务会被会被定时清理转为历史任务

（2）通过iDB Cloud 查询数据导入状态 在iDB Cloud中，点击菜单上的导入导出->导入状态，即可查询每天的导入任务情况，并且通过多个维度进行筛选浏览。

（3）通过Meta DB进行查询

分析型数据库的查询模式适合在海量数据中进行分析计算后输出适量数据，若需要输出的数据量达到一定规模，分析型数据库提供数据导出（DUMP）的方式。注意目前DUMP方式中不能使用针对非分区列的聚合函数。

通过类DML语句导出到MaxCompute

前提须知

分析型数据库通过一个固定云账号进行数据导出到MaxCompute（与数据从MaxCompute导入到AnalyticDB情况类似）。各个专有云的导出账号名参照专有云的相关配置文档，一般为test1000000009@aliyun.com（与导入账号一致），公共云导出账号为garuda_data@aliyun.com。

需要给导入账号授予目标MaxCompute项目的createInstance权限，以及目标表的describe、select、alter、update、drop权限。

授权命令：

```
--注意正确输入需要授权的表命名、project和正确的云账号

USE prj_name；--表所属ODPS project
ADD USER ALIYUN$xxxx@aliyun.com;
GRANT createInstance ON project prj_name TO USER ALIYUN$xxxx@aliyun.com;
GRANT Describe,Select,alter,update,drop ON TABLE table_name TO USER ALIYUN$xxxx@aliyun.com;
```

导出命令

类似于普通的SQL查询语句，用户也可通过类似于DML语句进行数据导出。

语法格式：

```
DUMP DATA
[OVERWRITE] INTO 'odps://project_name/table_name'
SELECT C1, C2 FROM DB1.TABLE1 WHERE C1 = 'xxxx' LIMIT N
```

通过类DML语句导出到OSS（当前为公测功能，非商业化使用）

导出到OSS时，需要持有对该oss bucket有写权限的AK（为安全起见，必须使用子账号的AK）。

语法格式：

```
/*+ dump-oss-accesskey-id=oss的ACCESS_KEY_ID,
dump-oss-accesskey-secret=oss的ACCESS_KEY_SECRET*/ DUMP DATA
[OVERWRITE] INTO 'oss://endpoint_domain/bulket_name/filename'
SELECT C1, C2 FROM DB1.TABLE1 WHERE C1 = 'xxxx' LIMIT N
```

说明：

- endpoint_domain是与ads同一个region的oss的内网endpoint，跨region访问时需要填写oss的公网endpoint（部分region之间可能无法跨region访问oss）。
- 部分情况下，目前可能会dump oss失败（dump下的sql中有分区倾斜时）

关于返回数据行数

导出方式对海量数据的计算输出具有良好的性能（百万行数据导出在数百毫秒数据级），但是，对于数据精确度有一定牺牲，即实际返回的数据行数，可能是不完全精确。以限制导出行数为1000为例（LIMIT 1000）：

- 实际数据行数**可能稍大于1000**，例如此时有120个数据分片，则等同于每个分区明确指定”LIMIT 9”，最多肯能返回1080
- 实际数据行数**可能稍小于1000**，如果符合条件的行数的总数小于1000
- 实际数据行数**可能稍小于1000**，如果数据分片很均匀，例如此时有120个数据分片，如果某些分片返

回数据行小于9的话，则等同于每个分区明确指定”LIMIT 9”

第六章 用户与权限

分析型数据库用户基于阿里云帐号进行认证，用户建立的数据库属于该用户，用户也可以授权给其他用户访问其数据库下的表。

用户帐号与认证

阿里云帐号

- 帐号格式： ALIYUN$user_account@aliyun.com，其中ALIYUN$为账号前缀，标识该账号类型为阿里云账号，未来分析型数据库会推出更多的账号类型支持。
- 通过阿里云官方网站注册

认证

- Access Key： 通过阿里云官网的阿里云控制台生成和管理，使用分析型数据库的用户必须在 https://i.aliyun.com/access_key/ 拥有至少一个有效的access key。
- 访问分析型数据库服务时使用 Access Key。

用户类型

- 数据库拥有者：必须开通了分析型数据库服务，同时是数据库的创建者
- 用户：被授权的数据库用户，由数据库拥有者授权时添加，无须开通分析型数据库服务

添加用户

SQL语法

```
ADD USER user ON db_name.*
```

返回值

```
空
```

添加用户

- 创建数据库时，数据库的创建者即做为拥有者添加

- 用户在第一次被授权一个数据库中的任何权限时，分析型数据库会自动添加为该数据库的用户
- 主动添加到数据库的用户初始时没有任何权限

查看用户列表

SQL语法

```
LIST USERS ON db_name.*
```

返回值

```
\<user_id\> \<user_id\> ...
```

查看用户列表

- 只有数据库的拥有者可以查看该数据库的所有用户

分析型数据库支持基于数据库表的层级权限管理模型，提供类似MySQL的ACL授权模式。一个ACL授权由被授权的用户、授权对象和授予的对象权限组成。

分析型数据库中的用户

如6.1所述，任何分析型数据库支持的账号类型均可视为一个用户。和MySQL略有不同的是，分析型数据库目前不支持针对用户在host上授权。

分析型数据库的权限对象和各对象权限

- Database，即 db_name.* 或 *（默认数据库），指定数据库或数据库上所有表/表组
- Table，即 db_name.table_name 或 table_name ，指特定表
- TableGroup，即 db_name.table_group_name 或 table_group_name ，指特定表组
- Column，语法上由 column_list 和 Table 组成，指定表的特定列
- 聚合： Database -> Table[Group] -> Column，即每个权限级别能聚合其下面级别的所有权限
- 在 Database 级别上，某个权限实际可能包含多个权限，例如 GRANT CREATE ON *.* 同时包含创建数据库和创建表的权限

-	Database	Table 或 TableGroup	Column	说明
SELECT	+	+	+	查询数据
LOAD DATA	+	+	-	导入表（分区）数据
DUMP DATA	+	+	-	导出表（分区）数据
DESCRIBE	+	+	-	查看数据库、表

				/表组信息（Global、Database）、查看表/表组信息（Table[Group]）
SHOW	+	+	-	列出数据库、表/表组内部对象（Global、Database）、列出表内部对象（Table[Group]）
ALTER	+	+	-	修改表/表组定义
DROP	+	+	-	删除数据库、表/表组或分区（Global、Database）、删除表/表组或分区（Table[Group]）
CREATE	+	-	-	创建数据库、表/表组或分区（Global）、创建表/表组（Database）
INSERT	+	+	-	执行Insert的权限
DELETE	+	+	-	执行Delete的权限
ALL [PRIVILEGES]	+	+	+	以上所有权限

查询数据的权限

- 查询表数据需要 SELECT 权限，最小级别是列
- 并非所有查询都需要该权限，例如 SELECT now()

导出数据的权限

- 导出数据同时需要 DUMP DATA 和 SELECT 权限
- 同时需要数据导出目的地的数据写入相关权限

前文提到，类似MySQL，分析型数据库中的数据库创建者可以使用GRANT/REVOKE语句进行授权和权限回收。

进行授权

SQL语法

GRANT privilege_type [(column_list)] [, privilege_type [(column_list)]] ... ON [object_type] privilege_level TO user [, user] ...

返回值

空

被授权用户

user: 'user_name'[@'host_name']

- user_name 和 host_name 必须使用单引号或双引号，如 'ALIYUN$test-user@aliyun.com'@'%'
- 目前，host_name 只支持 % ，即不支持指定Host
- 可以写成 user_name ，等价于 'user_name'@'%'

权限

privilege_type 为具体的权限类型，每一级对象拥有的权限类型参见6.2节

[(column_list)] 为可选，当对象级别为表时，这里可以填写列的列表，进行针对具体列的授权

[object_type] 为可选，标明权限对象的类型，如Database、Table、TableGroup等，建议填写

privilege_level 为被授权对象的表达式，填写方法见6.2节

例子

```
GRANT describe, select ON tablegroup db_name.table_group_name TO user 'ALIYUN$test_user@aliyun.com'@'%';

GRANT describe, select (col1, col2) ON table db_name.table__name TO user 'ALIYUN$test_user@aliyun.com';
```

权限回收

SQL语法

REVOKE privilege_type [(column_list)] [, privilege_type [(column_list)]] ... ON [object_type] privilege_level FROM user [, user] ...

返回值

空

- 在语法上与授权语句基本一致

查看用户权限

SQL语法

```
SHOW GRANTS [FOR user] ON [object_type] privilege_level
```

返回值

'GRANT ALL ON db_name.* TO user' 'GRANT SELECT(column_name) ON db_name.table_name TO user'

查看用户权限

- 不指定用户或是指定用户即当前用户，则列出当前用户在指定数据库上被授予的权限
- 否则，列出当前用户在指定数据库上授予指定用户的权限

其它相关内容

权限的默认约定

- 数据库创建者拥有在该数据库上的所有权限
- 表（组）创建者拥有在该表（组）上的所有权限
- 其他数据库用户拥有被各数据库拥有者授予的权限
- SHOW DATABASES 语句不进行权限检查，可在不指定数据库的前提下之星，会返回用户所有拥有权限的数据库列表
- 创建数据库时不检查权限，但用户必须通过阿里云官网开通了分析型数据库服务并处于服务正常运行的状态

授权/回收权限的权限

- 数据库拥有者（暨创建者）在该数据库上执行 Database 及其级别以下的授权/回收权限，如 SELECT ON db_name.*
- 其他数据库用户目前无法执行授权/回收权限操作

设置ip白名单

目前分析型数据库支持设置DB粒度的ip访问白名单，该功能目前处于内测，有需要的客户可以提交工单索取设置方法和注意事项。

第七章 性能优化和诊断

在进行一个业务SQL的性能调优，或是查看一个业务SQL的计算成本消耗时，使用explain命令来进行查看是一个很好的选择。iDB Cloud for 分析型数据库中提供图形化的执行计划命令，同时，用户也可以手动使用explain指令进行查看。

explain 语句

分析型数据库支持通过explain语句来查看逻辑计划和物理执行计划，当用户发起一个explain查询到分析型数据库系统后，分析型数据库会抽样一个数据分区来分析执行计划，并以图形方式展现给用户。

explain语句的格式为， explain + select语句, 例如:

简单sql的explain

```
explain select count(*) from test4dmp.test where id > 0
```

复杂sql的explain

```
explain
select student.id, count(*)
from test4dmp.student
inner join test4dmp.grade on student.id =grade.sid
inner join test4dmp.elective on elective.id=student.id
group by student.id
having count(*) > 2
order by student.id
limit 10
```

返回文本格式

当用户通过查询的方式，想要获取文本格式的explain语句后，将会得到如下的json串：

- 返回的json格式

```
| EXPLAIN       |
| logical json  |
| physical json |
```

返回格式说明 一共会返回2行1列并且列名为EXPLAIN的ResultSet记录。其中第一行为逻辑计划，第二行为物理计划。

JSON格式说明

- Node 代表着唯一的子节点
- LeftNode 代表左子树
- RightNode 代表右子树
- MiddleNode 代表所有的中间子树（多叉执行树），可以有多个MiddleNode
- 其余key-value对统一在同层级的Node和*Node节点显示

Explain 逻辑计划详细语义

样例sql

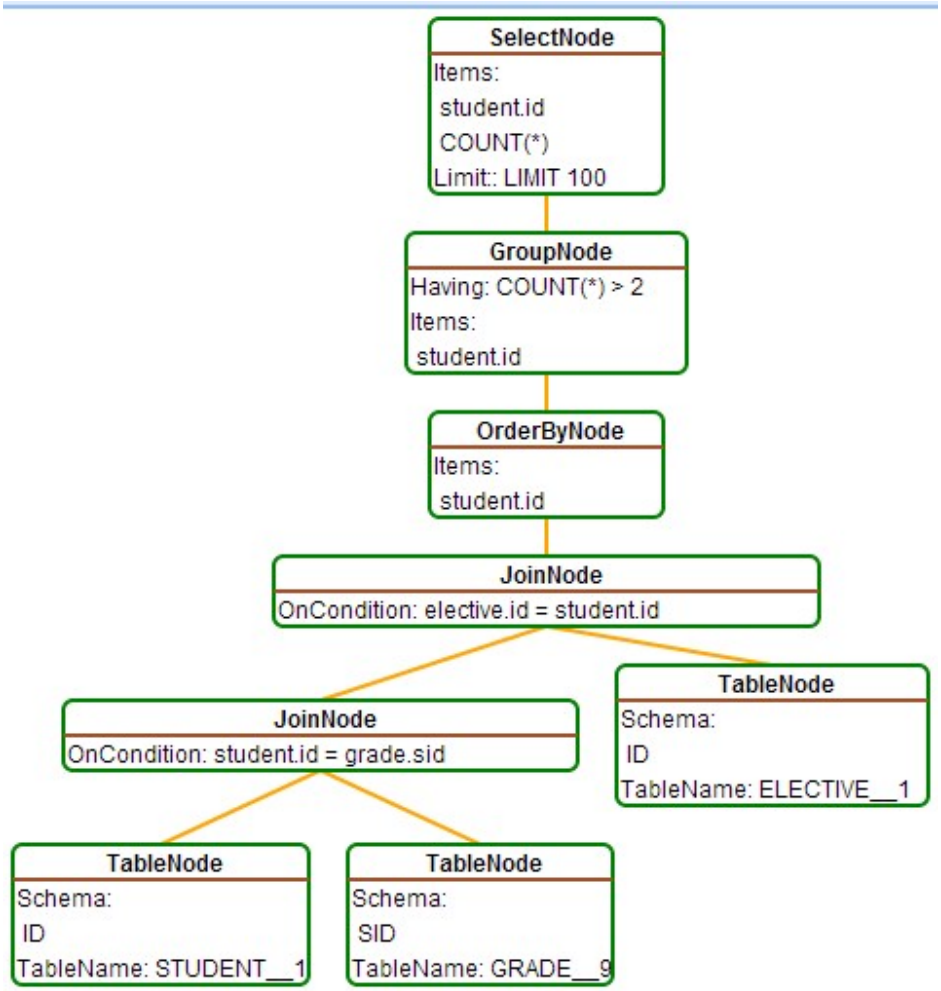
```
explain
select student.id, count(*)
from test4dmp.student
inner join test4dmp.grade on student.id =grade.sid
inner join test4dmp.elective on elective.id=student.id
group by student.id
having count(*) > 2
order by student.id
limit 10
```

逻辑计划的explain string

```
{
    "Items": ["student.id", "COUNT(*)"],
    "Name": "SelectNode",
    "Node": {
        "Having": "COUNT(*) > 2",
        "Items": ["student.id"],
        "Name": "GroupNode",
        "Node": {
            "Items": ["student.id"],
            "Name": "OrderByNode",
            "Node": {
                "Name": "JoinNode",
                "LeftNode": {
                    "Name": "JoinNode",
                    "LeftNode": {
                        "Name": "TableNode",
                        "Schema": ["ID"],
                        "TableName": "STUDENT__1"
                    },
                    "OnCondition": "student.id = grade.sid",
                    "RightNode": {
                        "Name": "TableNode",
```

```
                "Schema": ["SID"],
                "TableName": "GRADE__9"
            }
        },
        "OnCondition": "elective.id = student.id",
        "RightNode": {
            "Name": "TableNode",
            "Schema": ["ID"],
            "TableName": "ELECTIVE__1"
        }
    }
  }
 },
 "Limit:": "LIMIT 100"
}
```


逻辑计划explain string的图形化展示效果：



- 逻辑计划各个节点说明：

- SelectNode表示这select中最终输出表达式的相关信息， 例如select要输出的表达式集合
- GroupNode表示GroupBy语句的相关信息，例如groupby的列，having的表达式等
- OrderByNode表示OrderBy的列信息，例如列名，顺序等。
- JoinNode表示逻辑Join树的信息，例如join的on条件
- TableNode表示分区表的信息，例如参与计算的列，表名等。

Explain 物理执行计划详细语义

样例sql

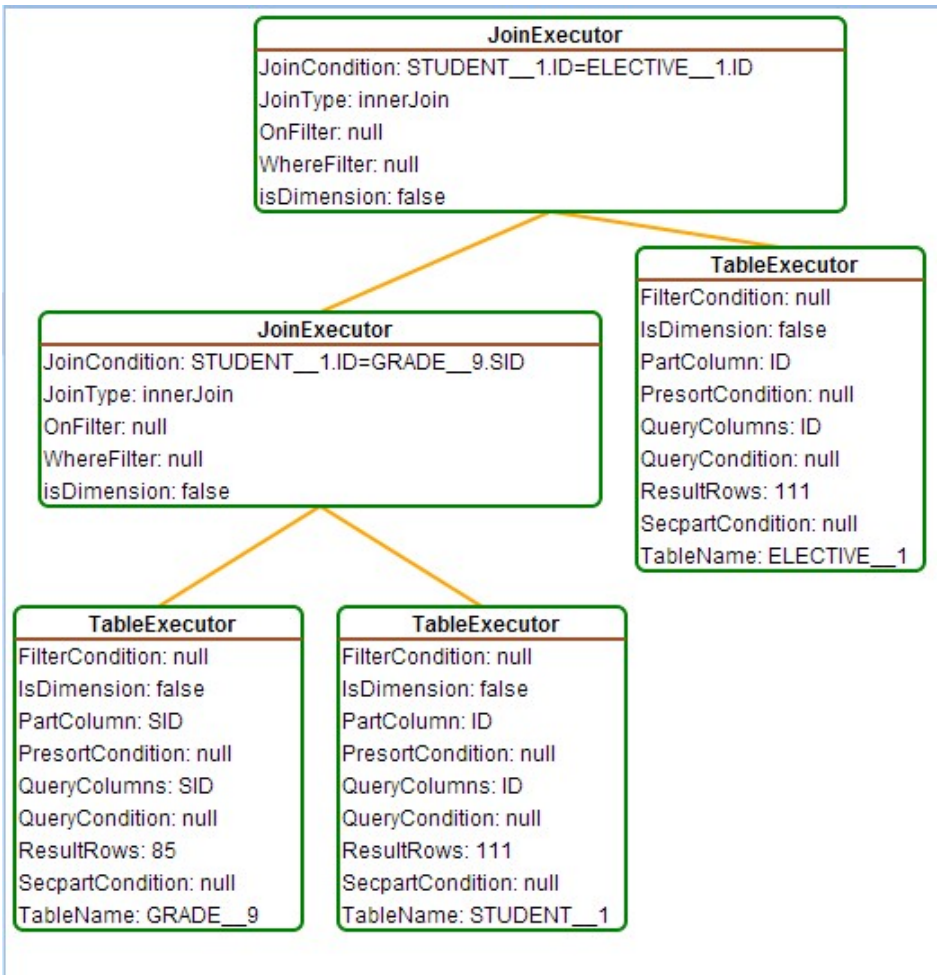
```
explain
select student.id, count(*)
from test4dmp.student
inner join test4dmp.grade on student.id =grade.sid
inner join test4dmp.elective on elective.id=student.id
group by student.id
having count(*) > 2
order by student.id
limit 10
```

物理计划的explain string

```
{
    "Name": "JoinExecutor",
    "isDimension": "false",
    "LeftNode": {
        "Name": "TableExecutor",
        "PresortCondition": "null",
        "SecpartCondition": "null",
        "QueryColumns": "ID, BOOLEAN_TEST, LONG_TEST",
        "FilterCondition": "null",
        "ResultRows": 0,
        "PartColumn": "ID",
        "IsDimension": "false",
        "TableName": "TEST__2",
        "QueryCondition": "(ID = 0)"
    },
    "JoinCondition": "TEST__2.ID=TEST__2.ID",
    "RightNode": {
        "Name": "TableExecutor",
        "PresortCondition": "null",
        "SecpartCondition": "null",
        "QueryColumns": "ID, BOOLEAN_TEST",
        "FilterCondition": "null",
        "ResultRows": 0,
        "PartColumn": "ID",
        "IsDimension": "false",
        "TableName": "TEST__2",
        "QueryCondition": "((INT_TEST < 0) AND (ID = 0))"
    },
```

```
    "JoinType": "innerJoin",
    "WhereFilter": "(BOOLEAN_TEST = BOOLEAN_TEST)",
    "OnFilter": "null"
}
```

物理计划explain string的图形化展示效果：



- 物理计划各个节点说明：
    - JoinExecutor表示Join的节点
        - JoinCondition：join的条件
        - JoinType：join的类型，innerJoin, leftJoin, rightJoin, simiJoin等
        - OnFilter: on上面的过滤条件
        - WhereFilter： where里面的过滤条件（只有leftjoin中on和where的条件才有差异）
        - IsDimension：该Join子树中是否含有维度表
    - TableExecutor表示参与计算的表信息
        - FilterCondition: 该表参与过滤计算的表达上（不能下沉索引的表达式）
        - IsDimension：该表是否是维度表
        - PartColumn：一级分区列

- SecPartColumn：二级分区列
- QueryColumns: 参与计算的列数（下沉索引计算的列不包含在此之内）
- QueryCondition： 索引条件
- ResultRows： 该节点预估cost
- PresortCondition： 预排序条件，可以用做优先索引条件下沉
- SecpartCondition：二级分区筛选条件，可以用做二级分区筛选。
- TableName: 分区表名

在日常的管理中，了解数据库的各项性能指标是非常重要的一个环节。分析型数据库提供实时的性能指标以及定时产生的性能报告，可以通过查询Meta DB的方式获取，也可以在iDB Cloud界面中查看图形化的报告。

在Meta DB中，DB的性能指标目前主要是存储在performance_schema中。实时性能指标存储在performance_schema.minute_db_profile 表中。

由于分析型数据库是一个分布式系统，所以minute_db_profile中存储了每一个前端服务节点记录的信息。要查询准确的DB层级汇总信息，需要先在performance_schema.servers中查询一个数据库当前在线的前端服务节点ID。可使用如下SQL查询：

```
select distinct online_server_id from performance_schema.servers where table_schema = 'db_name';
```

其中db_name为数据库名。之后再用上述SQL返回的online_server_id列表查询minute_db_profile表获取数据库30s粒度的实时信息：

```
select update_time, qps, pv, avg_rt, data_size from performance_schema.minute_db_profile where server_id in
('4d8b2019a04df41acaf83b5101d64e5e', 'a1408c344ebc134587f684d586703ede') and table_schema = 'db_name';
```

其中db_name为数据库名，server_id的内容为servers表中返回的所有online_server_id。这条SQL会返回多条记录，原则上每个server_id一条，每条记录的update_time是一个四个数字组成的字符串，标识着这条记录的更新时间，格式为'MMSS'，原则上30秒产生一条记录。返回的具体指标的含义详见附录六。

而查询定时产生的（目前是每个小时一次，后续可能更改）性能报告则要简单的多。直接查询performance_schema.hour_db_profile表即可。查询这个表时亦必须传入table_schema参数暨数据库名。该表的thedate用'YYYYMMDD'的格式标明报告产生的日期，hour字段用'hh'的格式标明报告产生的时间。目前最多保留最近七天的报告。报告记录的具体指标亦详见附录六。

另外，performance_schema.hour_slow_query表中提供了和性能报告同样周期内的最常见的最慢查询，查询方式和hour_db_profile一致。

若不想通过SQL查询数据库的性能信息，分析型数据库在iDB Cloud中提供了图形化的性能报告。30s内更新的实时性能指标可在iDB Cloud的数据库首页中直接看到。而定时的性能报告可在iDB Cloud的数据库首页中点击性能诊断报告按钮，进入一个列表页，然后选择一个报告产生的时间即可查看图形化的性能报告和最慢查询列表。

分区列选择

基本原理分析型数据库的表一级分区采用hash分区，可指定任意一列（不支持多列）作为分区列，然后采用以下标准CRC算法，计算出CRC值，并将CRC值模分区数，得出每条记录的分区号。空值的hash值与字符串”-1”相同。

```
private static long getCRC32(String value) {
Checksum checksum = new CRC32();
byte[] bytes = value.getBytes();
checksum.update(bytes, 0, bytes.length);
return checksum.getValue();
}
```

分析型数据库的调度模块会将同一个表组下所有表的相同分区分配在同一个计算节点上。好处在于，当出现多表使用分区列join时，单计算节点内部直接计算，避免跨机计算。

分区列选择依据（按优先级高低排序）：

1. 如果有多个事实表（不包括维度表）进行join，选择参与join的列作为分区列。

如果有多列join怎么办？可根据查询重要程度或者查询性能要求（例如某SQL的查询频率特别高），选择某列作为分区列，这样可以保证基于分区列join的查询性能具有较好的性能。

选择group by 或distinct 包含的列作为分区列。

选择值分布均匀的列，不要选择分区倾斜的列作为分区列。

常用SQL包含某列的等值或in查询条件，选择该列作为分区列。

例如：

select * from table where id=123 and ….;

或

select * from table where user in(1, 2,3);

一级分区个数

基本原理

分析型数据库的COMPUTENODE Local/Merge计算引擎（大部分查询主要的计算引擎），会在每个分区并行计算，每个分区计算使用一个线程，分区计算结果汇总到FRONTNODE。因此分区数过小，会导致并发低，单查询RT时间长。而如果分区数过多，会导致计算结果数过多，增加FRONTNODE压力；同时由于分区数过大，更容易产生长尾效应。因此需要根据资源配置和查询特点，选择合适的分区数。

一级分区个数选择依据

注意:一级分区数不可修改。如需修改，必须删表重建。

- 参快速join的多个事实表分区数必须相同。
- 单分区的数据记录数建议为300万条到2000万之间。如果为二级分区，保证每个一级分区下的二级分区的记录数为300万条到2000万条之间。
- 分区数应该大于ECU数量 X 6，同时需要考虑到将来扩容。例如：某DB为8个C1，则分区数需要大于8*6=48。
- 单表一级分区数最大值为256。在某些极其特殊的环境中，可能最大值为512。
- 单计算节点的分区数（包括二级分区）不能超过1万。

二级分区表适用场景以及二级分区保留个数设置

基本原理

二级分区主要是解决数据按固定时间（例如，天，周，月）增量导入，同时需要保留历史数据设计的。每个一级分区下会包含多个二级分区，其中每个二级分区的分区列值（通常为日期）相同，并作为一个完整的索引构建单元（每次导入产生一个二级分区）。

在执行查询过程，计算引擎能够自动根据查询条件，筛选出满足的二级分级，然后对每个符合条件的二级分区执行计算。

如果二级分区过多，由于每个二级分区作为独立查询单元，导致多次索引查询，性能下降；同时由于每个二级分区有独立的meta，因此会占用更大内存。如果二级分区较少的话，用户导入频率会降低，会影响数据的实时性。因此用户需要根据实际情况综合评估合理的二级分区更新间隔，以及保留个数。

最佳实践

单表二级分区数小于等于90，同时每个计算节点上总二级分区个数不超过1万个。每个一级分区下的二级分区包含的数据条数在300万到2000万之间。

聚集列的选择和设置

基本原理

分析型数据库数据存储支持按一列或多列排序（先按第一列排序，第一列相同情况下，使用第二列排序），保证该列值相同或相近的数据在磁盘同一位置。它的好处是，当以聚集列为查询条件时，查询结果保存在磁盘相同位置，可以减少IO次数。由于主聚集列只有一列，因此需要最合适的列作为主聚集列。

聚集列选择依据

- 主要或大多数查询条件包括这一列，且该条件具有较高的筛选率。
- Join 等值条件列（通常为一级分区列）作为聚集列。

列类型选择

基本原理AnalyticDB处理数值类型的性能远好于处理字符串类型。原因在于：

- 值类型定长，占用内存少，存储空间小；
- 数值类型计算更快，尤其是join时；

因此，强烈建议用户尽可能使用数值类型，减少使用字符串类型。

常见将字符串转换为数值类型方法：

- 包含字符前缀或后缀，例如E12345，E12346等。可以直接去掉前缀或者将前缀映射为数字。
- 该列只有少数几个值，例如国家名。可以对每个国家编码，每个国家对应一个唯一数字。

单表查询

索引和扫描选择

分析型数据库默认为全索引，对于查询的多个条件分别检索索引，得出多个结果集（行集合），然后采用流式归并算法得出满足组合条件的最终结果集。索引的性能主要受key的分布影响，包括：cardinality(散列程度)，范围查询的记录数/表记录数。

但是在以下四种情况下，索引性能较差。

- 范围查询（或等值查询）筛选能力差，即满足条件的记录数/表总记录超过10%。
- 不等于条件查询（不包括not null）。
- 中缀或后缀查询，例如 like ‘%abc’ 或like ‘%abc%’ 。
- AND 条件中某一条件具有高筛选能力，其他条件走索引性能比扫描性能差。

对于以上四种情况，扫描性能反而比索引的性能好。用户通过加hint的方法强制查询不走索引。

Hint格式如下：

```
/*+ no-index=[table1.x;table2.x;y]*/。
```

例如：

```
/*+ no-index=[table1.time]*/ select * from table1 where x= 3 and time between 0 and 10000
```

表示强制条件time between 0 and 10000走扫描。计算引擎首先检索列x的索引，得出满足条件x=3的行集合，然后读取每行所对应的time列数据，如果满足time between 0 and 10000，则将该行数据加入返回结果。

二级分区查询优化

一级分区包含多个二级分区；计算时，每个二级分区依次执行条件查询，并将所有二级分区的结果进行汇总。由于每个二级分区都要参与所有条件筛选（索引查询），当二级分区较多时，查询性能较差。如果能够预知数据的分布，确定二级分区的范围，可以在查询条件中增加二级分区列条件，这样可以快速过滤无效的二级分区，减少搜索范围。

例子：

```
select * from table where id = 3 and time between ‘2016-04-01 00:00:00’ and ‘2016-04-01 12:00:00’;
```

如果根据业务场景确认满足time between ‘2016-04-01 00:00:00’ and ‘2016-04-01 12:00:00’ 的二级分区列为20160401，则可以将该SQL改写为：

```
select * from table where id = 3 and time between ‘2016-04-01 00:00:00’ and ‘2016-04-01 12:00:00’ and pid = 20160401;
```

pid为二级分区列名。

条件改写

当SQL中条件为函数时，无法走索引过滤，自动走扫描。在大多数情况下，性能会比较差，因此尽量改写条件去除函数。例如以下SQL：

```
Select * from table where year（date_test） > 1990
```

应该改为

```
Select * from table where date_test >  ‘1990-00-00’
```

多表查询

首先我们来复习一下可加速join的条件：

对于COMPUTENODE Local/Merge计算模式的表Join查询，需要满足以下几个条件：

- 连接计算的所有事实表必须在同一个表组。
- 所有事实表的一级分区数相同。
- 事实表Join时， on条件必须包含分区列且必须是等值查询，其他列无限制。
- Left join时，右表是事实表时，左表不能是维度表。

子查询使用

对于子查询，分析型数据库会首先执行子查询，并将子查询的结果保存在内存中，然后将该子查询作为一个逻辑表，执行条件筛选。由于子查询没有索引，所有条件筛选走扫描。因此如果子查询结果较大时，性能比较差；反之当子查询结果集较小时，扫描性能反而超过索引查询。

对于join查询，由于分析型数据库默认采用hash join算法，如果其中一张表结果集（条件筛选后）较大时，扫描性能会比索引差很多，因此尽量不要采用子查询。例如以下SQL：

```
Select A.id from table1 A join (select table2.id from table2 where table2.y = 6) B on A.id= B.id where A.x=5
```

当满足条件x=5 和y=6的条数较多时，应改成：

```
Select A.id from table1 A join table2 B on A.id = B.id where B.y = 6 and A.x=5
```

一个例外情况是，当结果集较大的表是实时表，应尽量采用子查询。原因在于，实时表的最新数据（基线合并

后写入的数据），索引能力很弱，查询性能非常差。子查询可以减少搜索范围，性能反而更好。

小表广播/Full MPP Mode查询优化

Full MPP Mode 与COMPUTENODE Local/Merge模式选择

COMPUTENODE Local/Merge模式是分析型数据库支持的一种极速查询模式，通过对用户SQL的有效甄别，快速判断是否和数据分布相匹配，从而达到优化数据shuffle逻辑，下沉大量计算操作的目的。

使用Full MPP Mode一般需用户使用Hint显示指定。

用户也可通过在查询hint中指定来强制查询使用MPP或COMPUTENODE模式。典型使用COMPUTENODE Local/Merge模式的场景有：

- 不包含表连接或者子查询的任意查询。
- 表连接条件为等值条件且连接列均为一级分区列的任意查询。
- 子查询包含了分区列的的groupby操作的任意查询。

小表广播

小表广播是基于COMPUTENODE Local/Merge模式扩展出的一种支持子查询内部不包含分区列的join操作的查询模式。典型的使用场景有：

- 非分区列的连接。如：

```
select name from student1 a join student2 b on a.name = b.name
```

两个表分区列都为id，由于表连接为非分区列，该查询不能使用模式。若student2表数据量不超过3万条，使用小表广播后，查询可以改写为：

```
select name from student1 a join (select /*+broadcast=true*/ name from student2) b on a.id = b.id
```

即可通过COMPUTENODE模式进行快速查询。

- 子查询内不包含分区列。如：

```
select name from student1 where name in (select name from student2 where id = 10)
```

该查询无法使用COMPUTENODE模式计算出正确结果，若id=10的name记录数不大于3万条，可修改为小表广播后：

```
select name from student1 where name in (select /*+broadcast=true*/ name from student2 where id = 10)
```

Full MPP Mode最优写法

当查询无法使用COMPUTENODE模式进行查询时，对使用MPP查询的SQL进行必要的修改，可以很大程度的

提高查询的速度。以TPC-H测试中第2个查询为例，原查询为：

```
select
s_acctbal, s_name, n_name, p_partkey, p_mfgr, s_address, s_phone, s_comment
from
(select p_partkey, p_mfgr from part p where p_size = 15 and p_type like '%BRASS') inner join partsupp ps on
p_partkey = ps_partkey
inner join supplier s on s_suppkey = ps_suppkey
inner join (
select p_partkey as min_p_partkey, min(ps_supplycost) as min_ps_supplycost from part p
inner join partsupp ps on p_partkey = ps_partkey
inner join supplier s on s_suppkey = ps_suppkey
inner join nation n on s_nationkey = n_nationkey
inner join region r on n_regionkey = r_regionkey and r_name = 'EUROPE'
group by p_partkey
)A on ps_supplycost = A.min_ps_supplycost and p_partkey =A.min_p_partkey
inner join nation n on s_nationkey = n_nationkey
inner join region r on n_regionkey = r_regionkey and r_name = 'EUROPE'
order by
s_acctbal desc,
n_name,
s_name,
p_partkey
limit 100
```

将小表结果进行前置，进行join的reordering后，查询性能提高了近1倍

```
/*+engine=MPP*/select
s_acctbal, s_name, n_name, p_partkey, p_mfgr, s_address, s_phone, s_comment
from
region r
inner join nation n on n_regionkey = r_regionkey and r_name = 'EUROPE'
inner join supplier s on s_nationkey = n_nationkey
inner join partsupp ps on s_suppkey = ps_suppkey
inner join (select p_partkey, p_mfgr from part p where p_size = 15 and p_type like '%BRASS') p on p_partkey =
ps_partkey
inner join (
select p_partkey as min_p_partkey, min(ps_supplycost) as min_ps_supplycost from region r
inner join nation n on n_regionkey = r_regionkey and r_name = 'EUROPE'
inner join supplier s on s_nationkey = n_nationkey
inner join partsupp ps on s_suppkey = ps_suppkey
inner join part p on p_partkey = ps_partkey
group by p_partkey
)A on ps_supplycost = A.min_ps_supplycost and p_partkey =A.min_p_partkey
order by
s_acctbal desc,
n_name,
s_name,
p_partkey
limit 100
```

Insert 语句最优写法

Insert语句标准语法如下：

```
INSERT [IGNORE]
[INTO] tbl_name
[(col_name,...)]
{VALUES | VALUE}
```

为了利用分析型数据库的高性能写入能力，建议写入时进行如下改造：

- 采用批量写入（batch insert）模式，即每次在VALUES部分添加多行数据，一般建议每次批量写入数据量大约为16KB，以提高网络和磁盘吞吐。
- 如果对一行的所有列都进行插入，则去除col_name并保证values顺序与表结构中的col_name顺序一致，以降低网络带宽耗用。
- 保持主键相对有序。AnalyticDB的insert语句要求必须提供主键，且主键可以为复合主键。当确定复合主键时，根据业务含义调整复合主键中各个列的次序，从业务层面保证插入时主键是严格递增或近似递增的，也可以提升实时写入速度。
- 增加ignore关键字。执行不带ignore关键字的insert sql，当主键冲突时，后续数据会覆盖之前插入的数据；带上ignore关键字，则主键冲突时，会保留之前插入的数据而自动忽略新数据。如果业务层没有数据覆盖的语义要求，则建议所有insert sql都加上ignore关键字，以减小覆盖数据带来的性能开销。

按hash分区列聚合写入

分析型数据库需要对数据进行分区存储，当一次Batch insert中含有属于不同分区的多行数据时，将会耗费大量CPU资源进行分区号计算。因此建议在写入程序中提前计算好每行数据的分区号，并且将属于同一分区的多行数据组成一个批次，一次性插入。

实现聚合写入目前主要有两种途径：其一，用户自行实现该聚合方法，对分区号的计算规则为

partition_num = CRC32(hash_partition_column_value) mod m

其中hash_partition_column_value是分区列的值，m是分区总数。

其二，采用阿里云数据集成产品进行实时数据实时同步。（专有云中“大数据开发套件”的“数据同步”任务即为采用“数据集成”工具实现）

提前进行optimize table

分析型数据库的optimize table是指对实时写入的数据进行索引构建并生成高度优化的文件结构的过程。

分析型数据库为实时写入的数据只建立了简单的索引，在进行optimize table之后则会建立相对复杂但是功能更强、性能更佳的索引；在适当时候进行optimize table是提升查询性能的好方法。

目前有两种方法进行基线合并：

其一，自动optimize table。目前系统每天会自动进行一次optimize table（一般在每晚20:00开始）。

其二，手动进行optimize table。AnalyticDB提供了optimize命令，用户可以手动发送该命令，强制系统立刻进行基线合并。命令格式如下：

```
optimize table <table_name>
```

第八章 在生产中使用分析型数据库

使用jdbc odbc php python R-Mysql等连接分析型数据库的例子和注意事项介绍，以及流控、retry链接、异常处理等方法。

分析型数据库集群系统部署在阿里云环境中，用户在部署业务应用系统时，尽可能保证业务系统与阿里云环境的网络联通性，如购买阿里云ECS主机（ https://www.aliyun.com/product/ecs/ ）作为业务系统的服务器。

JDBC直接连接分析型数据库

最简单直接的连接并访问分析型数据库的方式是通过JDBC，分析型数据库支持MySQL自带的客户端以及大部分版本的mysql-jdbc驱动。

支持的mysql jdbc驱动版本号

- **5.0系列**： 5.0.2，5.0.3，5.0.4，5.0.5，5.0.7，5.0.8
- **5.1系列**：
  5.1.1，5.1.2，5.1.3，5.1.4，5.1.5，5.1.6，5.1.7，5.1.8，5.1.11，5.1.12，5.1.13，5.1.14，5.1.15，5.1.16，5.1.17，5.1.18，5.1.19，5.1.20，5.1.21，5.1.22，5.1.23，5.1.24，5.1.25，5.1.26，5.1.27，5.1.28，5.1.29，5.1.31
- **5.4系列**
- **5.5系列**

Java程序中，将合适的mysql-jdbc驱动包（mysql-connector-java-x.x.x.jar）加入CLASSPATH中，通过以下示例程序就能连接并访问分析型数据库。通过该JDBC方式直连分析型数据库时，和直连MySQL类似，需注意在使用完连接并不准备进行复用的情况下，需要释放连接资源。 用户根据具体情况，设置${url}, ${my_access_key_id}, ${my_access_key_secret}和${query}值。

```
        Connection connection = null;
        Statement statement = null;
        ResultSet rs = null;
        try {
            Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");
            String url = "jdbc:mysql://mydbname-xxxx.ads-
hz.aliyuncs.com:5544/my_ads_db?useUnicode=true&characterEncoding=UTF-8";

            Properties connectionProps = new Properties();
```

```
        connectionProps.put("user", "my_access_key_id");
        connectionProps.put("password", "my_access_key_secret");

        connection = DriverManager.getConnection(url, connectionProps);
        statement = connection.createStatement();

        String query = "select count(*) from information_schema.tables";
        rs = statement.executeQuery(query);

        while (rs.next()) {
            System.out.println(rs.getObject(1));
        }

    } catch (ClassNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (SQLException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    } finally {
        if (rs != null) {
            try {
                rs.close();
            } catch (SQLException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
        if (statement != null) {
            try {
                statement.close();
            } catch (SQLException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
        if (connection != null) {
            try {
                connection.close();
            } catch (SQLException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
    }
```

通过JDBC连接池连接分析型数据库

通过JDBC连接池来连接分析型数据库是不错的选择，在1.5章节中，已经演示了通过连接池Druid连接分析型数据库的方式，请参考。

通过PHP连接分析型数据库

在1.5章节中，已经演示了在PHP应用中连接分析型数据库的方式，请参考。

关于负载均衡

用户在创建数据库（章节3.1）时，分析型数据库会根据用户指定的服务参数，为用户在分析型数据库集群中分配特定数量的前端服务机，这些机器对用户透明，用户得到的是访问该数据库的URL（例如：mydbname-xxxx.ads-hz.aliyuncs.com:5544，在控制台中的连接信息中获取），分析型数据库集群自己使用阿里云负载均衡产品SLB（ http://www.aliyun.com/product/slb ）来对访问请求进行负载均衡，用户无需关心访问分析型数据库时的负载均衡策略。 若用户的业务应用自己想采用一定的负载均衡方案，可以参考 http://www.aliyun.com/product/slb 。

关于重试以及异常处理

网络环境下连接和使用分析型数据库，从业务应用的角度来看，使用适当的重试和异常处理机制是保证业务应用高可用性的手段之一。 无论是通过JDBC直连、JDBC连接池、PHP，还是Python等方式连接分析型数据库，出现连接连接异常时，应用均可采用适当的重试机制来保证连接可用性。在海量数据并发处理任务量大的情况下，偶尔在查询过程中出现异常时，也可采用适当的重试机制来重发查询。

在使用分析型数据库时，稳定的数据导入是非常重要的生产要素。一般新用户经常在进行首次的数据导入时因为操作不当无法成功，或成功后无法稳定运行。这里我们来看一下建立一个生产化的数据导入任务的注意事项。

数据的准备方面

想要稳定的导入数据，首先要在数据的源头稳定的产出数据。一份对于分析型数据库来说稳定的数据至少要满足：

数据所在的项目名（对应源头为ODPS）/文件访问路径（对应源头为OSS，暂不支持）/服务器连接串（对应源头为RDS，暂不支持）和表名与LOAD DATA命令的中的源头一致并保持稳定。

数据表的字段名，在源头上与在分析型数据库上的配置一致，源头表可以比分析型数据库有更多的字段，但是不能比分析型数据库表缺少字段。

源头表进行导入的分区的数据不能为空，进行导入的数据主键不能有NULL值，HASH分区键不能存在大量NULL值或同样的HASH分区键的数据条数过多，例如超过了每个分区的平均数据量的三倍。否则不仅会对查询性能造成影响，在极端情况下也会导致数据导入时间过长或者失败。

调用导入命令

在数据产出后，可以通过MySQL连接的方式或者HTTP Rest-API的方式调用数据导入命令，这时应该注意：

调用命令时，命令所引用的源头表/分区的数据已经完整的产出完毕，并且若源头是ODPS/OSS，应该不在有任何在源头的写入操作。所以通常需要一个良好的离线任务调度系统（例如阿里云DPC中的数据开发平台）来进行相关的任务运行和调度。

调用命令时，要确保命令所引用的源头表/分区已经对ALIYUN$garuda_build@aliyun.com授予足够

的权限并未开启保护模式等阻止数据流出的安全策略。

调用命令时分析型数据库中该表没有正在运行的导入任务，否则会返回失败。

查询数据导入状态和解决导入中的问题

在生产系统中查询数据导入状态，通常更多的是通过HTTP API进行的查询的，这里如果有一个较好的离线任务调度系统，那么实现难度并不大。

在数据导入的过程中，经常会因为出现各种错误而导致导入中断，具体的错误处理可以见附录一：错误码中。

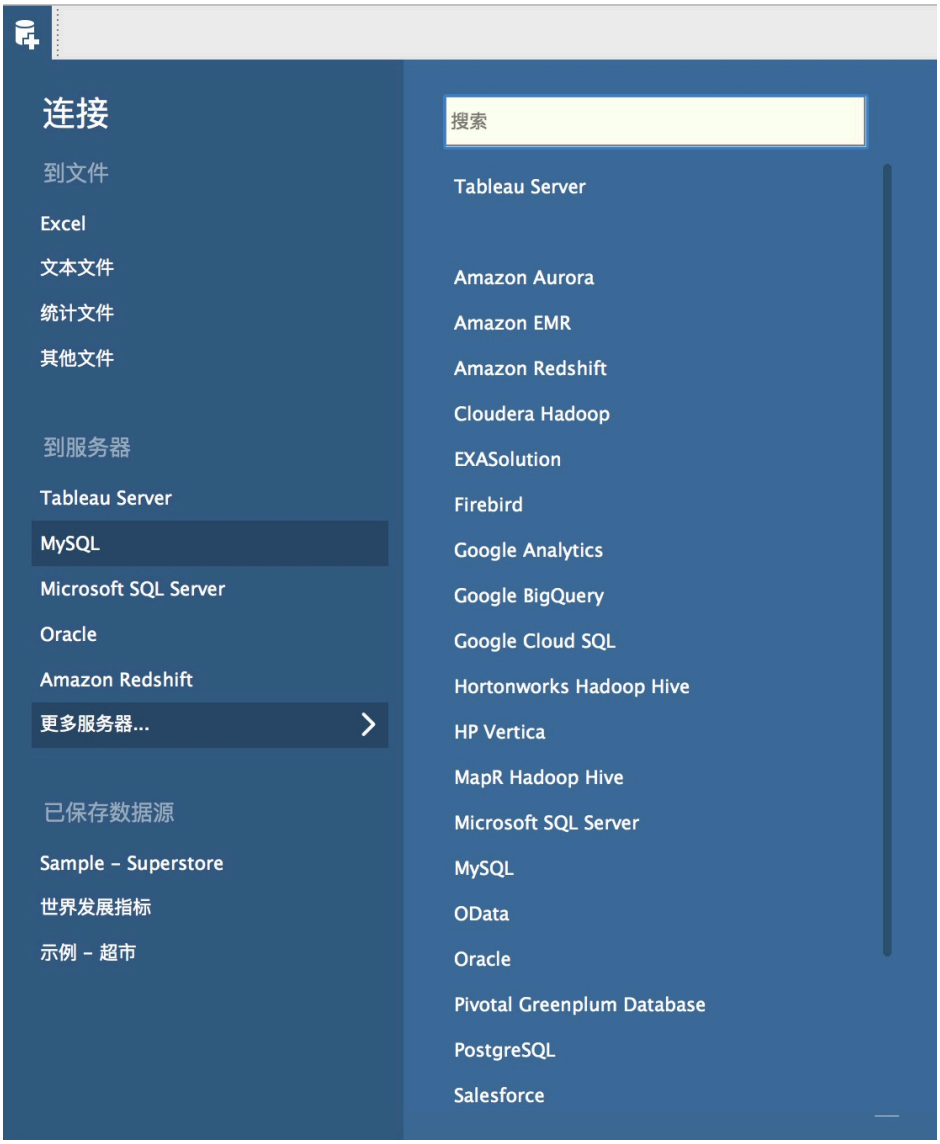
目前，阿里云分析型数据库能够支持在部分BI工具中以MySQL连接的方式进行连接和使用。

在使用这些BI工具连接分析型数据库时，通常需要先安装好OBDC MySQL Driver，这里推荐使用MySQL Connector/ODBC 3.51 版本（下载地址 http://dev.mysql.com/downloads/connector/odbc/3.51.html ）。

在Tableau Desktop中使用分析型数据库

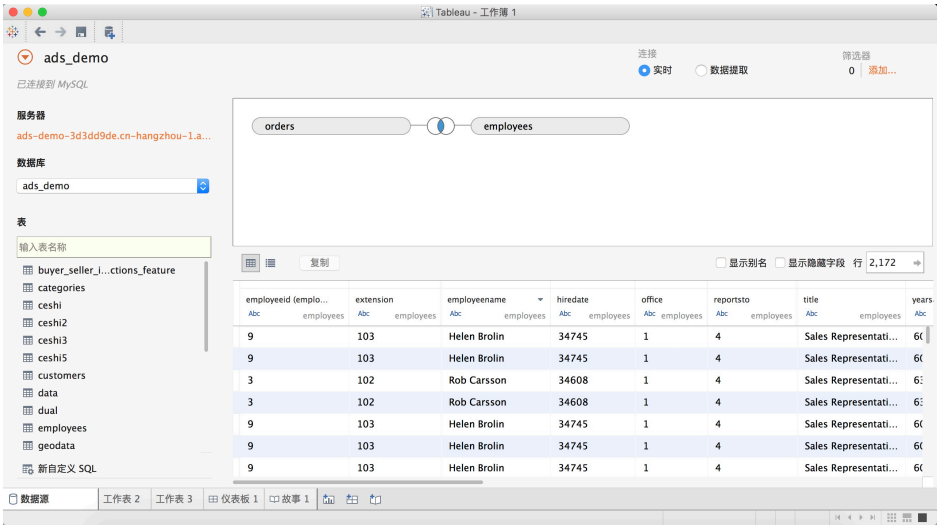
现在可以在Tableau Desktop 9.0及以上版本，通过MySQL连接的方式连接到阿里云分析型数据库读取和分析数据，产生可视化报表，大部分Tableau Desktop 9.x的功能可以在阿里云分析型数据库的连接中使用。

打开Tableau Desktop，点击“添加新的数据源”按钮 并选择数据源类型为MySQL。

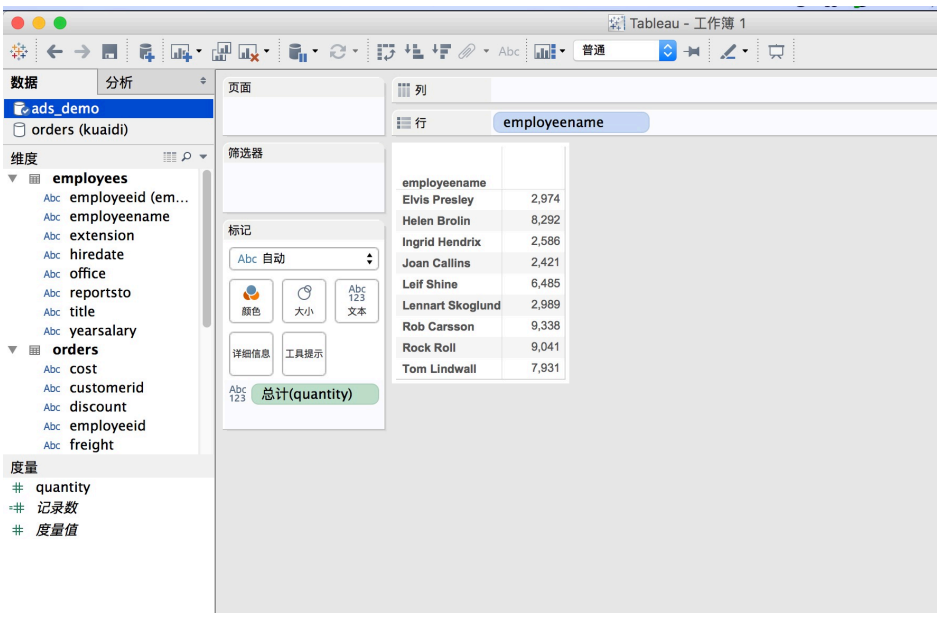


之后在弹出的对话框中，输入您要访问的数据库的域名和端口号（在DMS的数据库选择页面获取），以及将您的账号在阿里云的Access Key ID / Access Key Secret输入到用户名/密码框中，点击确定。

之后在Tableau的数据源页面上，可以看到您有权限的数据库，注意，您这里只能选择您连接到的域名端口所对应的数据库。选择后可以进行数据表选取，以及数据预览。

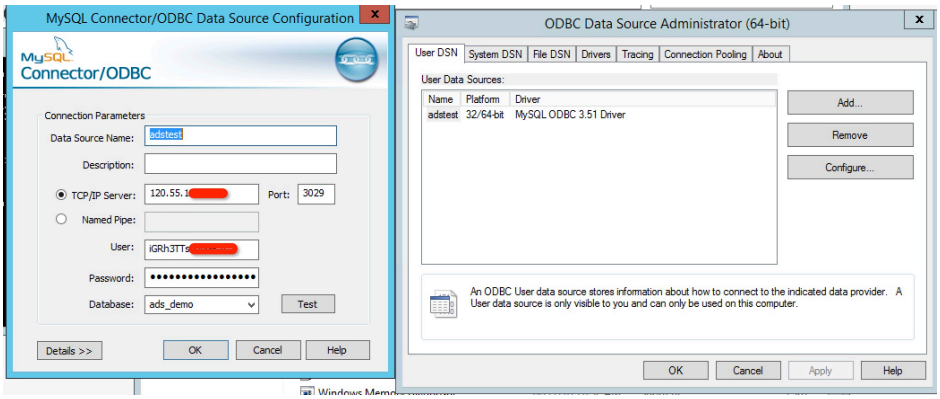


之后便可以进行工作表的建立以及更多其他功能。



在QlikView中使用分析型数据库

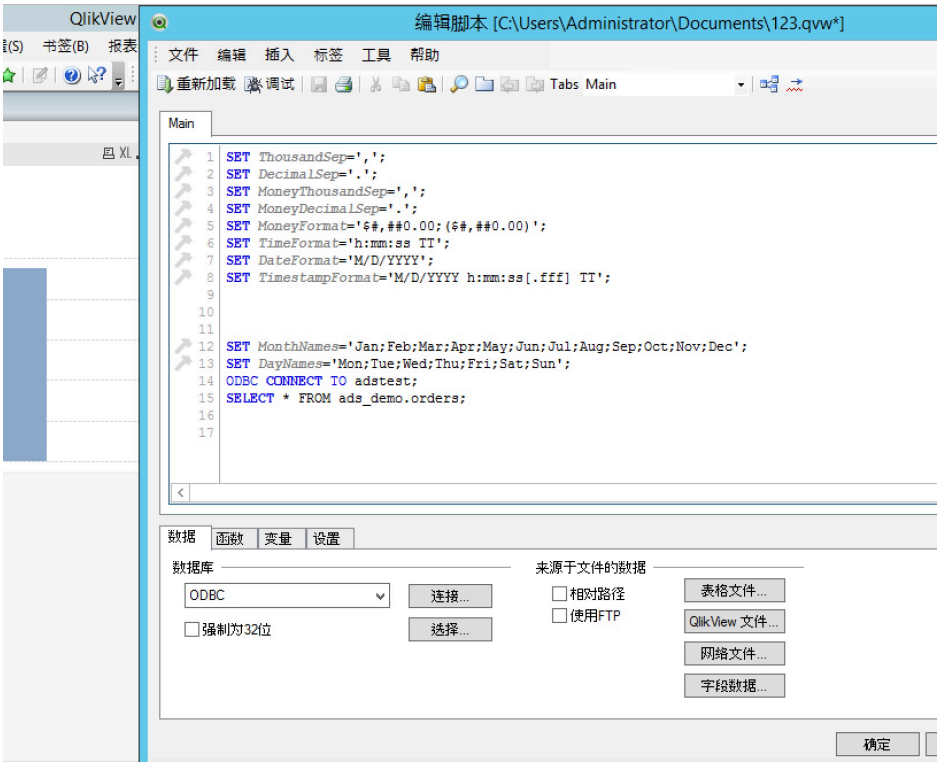
要使用QlikView连接分析型数据库，首先需要配置操作系统的ODBC数据源。安装OBDC MySQL Driver后，进入 控制面板->管理工具->ODBC数据源（不同操作系统此步骤可能不同），新建一个用户DSN，选择“MySQL ODBC 5.xx Driver”一项。



在ODBC TCP/IP服务器处填入连接分析型数据库的域名和端口号（在DMS的数据库选择页面获取），部分情况下，可能需要您将域名解析为IP地址填入；以及将您的账号在阿里云的Access Key ID / Access Key Secret输入到用户名/密码框中，在数据库一项中选择您要连接的数据库，点击测试按钮测试连接通过后，确定。

打开QlikView（建议版本：11.20.x），打开“编辑脚本”，在末端键入：

```
ODBC CONNECT TO adstest;
select * from ads_demo.example_table limit 100;
```



其中adstest为之前在ODBC中建立的数据源名称。之后运行脚本，即可在QlikView中读取和使用分析型数据库中的数据。

在Microsoft Excel中读取分析型数据库中的数据

若是要在Excel中读取分析型数据库中的数据，建议安装微软的免费插件：Microsoft Power Query for Excel。需要按照Qlikview一节中相同的方式配置好ODBC数据源之后，参照MySQL相关教程进行。

通过阿里云数据传输（ https://www.aliyun.com/product/dts/ ）,并使用 dts-ads-writer 插件， 可以将您在阿里云RDS中的数据表的变更实时同步到分析型数据库中对应的实时写入表中（RDS端目前暂时仅支持MySQL引擎）。

您需要在您RDS所在的云账号下开通阿里云数据传输服务。并 点击此处 下载dts-ads-writer插件(8月11日已更新为0.17版本，使用老版本的用户请尽快更新，MD5：0d023dd7d882bc74096e21d0c107af1a)到您的一台服务器上并解压（需要该服务器可以访问互联网，建议使用阿里云ECS以最大限度保障可用性）。服务器上需要有Java 6或以上的运行环境（JRE/JDK）。

操作步骤

1. 在分析型数据库上创建目标表，数据更新类型为实时写入，字段名称和MySQL中的建议均相同，字段类型的映射见本文档 2.2节；
2. 在阿里云数据传输的控制台上创建数据订阅通道 （见：https://help.aliyun.com/document_detail/dts/Getting-Started/data-subscription.html ），并记录这个通道的ID；
3. 配置dts-ads-writer/app.conf文件，配置方式详见下文；

4. 运行dts-ads-writer/bin/startup.sh(sh bin/startup.sh)；
5. 配置监控程序监控进程存活和日志中的常见错误码（见下文）。

插件目录结构

```
dts-ads-writer\
|--bin\
|--lib\
|--log\
|--tmp\
|--dts-ads-writer.jar
|--app.conf
|--dts-ads-writer.pid
```

各目录和文件的含义：

- bin: 保存了启动和停止进程的脚本(startup.sh和stop.sh), 停止进程请用stop.sh执行：sh stop.sh
- lib: 相关java依赖包
- log: 运行时产生的日志
- tmp: 临时目录
- dts-ads-writer.jar: 插件的主程序包
- app.conf: 配置文件
- dts-ads-writer.pid: 插件启动后的进程id

配置项

所有配置均保存在app.conf中，运行前请保证配置正确；修改配置后，请重启writer

基本配置：

```
{
"dtsAccessId": "", // 拥有数据订阅通道的云账号的accessId, 必须配置
"dtsAccessKey": "", // 拥有数据订阅通道的云账号的accessKey, 必须配置
"dtsTunnelId": "", // 数据订阅通道的id, 必须配置; 注意是id，不是通道名称
"adsUserName": "", // 访问您的分析型数据库的用户名（accessId）, 必须配置
"adsPassword": "", // 访问您的分析型数据库的密码(accessKey), 必须配置
"adsJdbcUrl": "", // 访问分析型数据库的jdbc连接串, 必须配置（格式jdbc:mysql://ip:port/dbname）
"tables": [
{
"source": {
"primaryKeys": [""] // 主键定义, 必须配置; 注意RDS和分析型数据库中的主键定义必须一致
"db": "", // 源头RDS的db名称, 必须配置
"table": "", // 源头RDS的table名称, 必须配置
"skipColumns": ["col1"] // 可选，若在此配置了RDS表某列名，则该列不会同步
},
"target": {
"table": "" // 分析型数据库表的table名称, 必须配置
},
"columnMapping": {
```

```
"": "" // rds表和ads表的列对应关系：key为rds的列名, value为分析型数据库的列名，选填，不填则按照列名一一对应
},
"options": {
"traceSql": false,
"detailLog": false,
"isReplaceInvalidInsertValue": true,
"invalidInsertValueCharacters":"\\\\n,\\\\r,\\\\t,'" //此处若配置会自动替换无法插入分析型数据库的几种特殊字符，会修改您的数据，但是建议打开。
},

}
]
}
```

tables节点的配置示例, 表示rds_db库下的rds_table表对应ads_table表，并且rds_table表的col1列对应ads_table表的col1_ads列, rds_table表的col2列对应ads_table表的col2_ads列

```
"tables": [
{
"source": {
"primaryKeys": [
"col1",
"col2"
],
"db": "rds_db",
"table": "rds_table"
},
"target": {
"table": "ads_table"
},
"columnMapping": {
"col1": "col1_ads",
"col2": "col2_ads"
}
}
]
```

注意事项

1. RDS表和分析型数据库中表的主键定义必须完全一致；如果不一致会出现数据不一致问题。如果需要调整RDS/分析型数据库表的主键，建议先停止writer进程；
2. 一个插件进程中分析型数据库db只能是一个，由adsJdbcUrl指定；
3. 一个插件进程只能对应一个数据订阅通道；如果更新通道中的订阅对象时，需要重启进程
4. RDS中DDL操作不做同步处理；
5. 更新app.conf需要重启插件进程才能生效；
6. 如果工具出现bug或某种其它原因需要重新同步历史数据，只能回溯最近24小时的数据（在阿里云数据传输的控制台中修改消费位点）；
7. 插件的最大同步性能与运行插件的服务器的互联网带宽和磁盘IOPS成正比。

常见错误码

logs目录下的日志中的异常信息均以ErrorCode=XXXX ErrorMessage=XXXX形式给出，可以进行监控，具体如下：

错误码(ErrorCode)	错误信息(ErrorMessage)	含义	解决
ConfigFileNotFound	missing config file: app.conf	app.conf文件没有找到	确认app.conf和writer.jar文件在同一路径
MissingConfig	missing required config: XXXX(注: XXXX为具体的配置名)	XXXX对应的配置项不存在	补充相应的配置
InvalidTableDefinition	missing RDS table definition at position: XXXX	第XXXX项tables定义缺少rds相关定义	检查第XXXX项tables定义, 补充rds相应的配置
InvalidTableDefinition	missing ADS table definition at position: XXXX	第XXXX项tables定义缺少目标相关定义	检查第XXXX项tables定义, 补充目标相应的配置
InvalidTableDefinition	missing required config[db] for RDS table definition at position: XXXX	第XXXX项rds定义缺少db配置项	检查第XXXX项tables定义, 补充rds表的db名称
InvalidTableDefinition	missing required config[table] for RDS table definition at position: XXXX	第XXXX项rds定义缺少table配置项	检查第XXXX项tables定义, 补充rds表的table名称
InvalidTableDefinition	missing required config[table] for ADS table definition at position: XXXX	第XXXX项ads定义缺少table配置项	检查第XXXX项tables定义, 补充ads表的table名称
DtsClientError	SignatureDoesNotMatch : Specified signature is not matched with our calculation.	dtsAccessId和dtsAccessKey不正确	检查dtsAccessId和dtsAccessKey是否为创建dts通道的账号
DtsClientError	get guid info failed	dtsTunnelId配置不正确	从阿里云控制台确认dtsTunnelId是否为正确的dts通道id
SqlExecutionError	execute sql exception: XXXX(注: XXXX为具体的错误)	分析型数据库执行sql报错	联系技术支持查看失败原因
InternalError	XXXX	writer内部错误	联系技术支持查看失败原因

在0.8.43或0.9.7以后的版本的阿里云分析型数据库中，支持通过阿里云访问控制(

https://ram.console.aliyun.com/ ）创建的子账号登录分析型数据库，并管理子账号在不同条件下是否有使用分析型数据库的权限。

主账号在阿里云访问控制的控制台中，可以新建多个子账号，通过授予对应的授权策略，使子账号在一定条件下可以访问分析型数据库。子账号访问分析型数据库的MySQL协议端时需要使用其的Access Key ID/Secret作为用户名和密码。若在访问控制中允许子账号登录阿里云控制台，子账号亦可登录分析型数据库的控制台DMS。

在阿里云访问控制中，授权一个子账号可以访问分析型数据库，可以使用系统内置的授权策略 AliyunAnalyticDBFullAccess 授予子账号权限。在需要添加更多条件，或所在环境中找不到系统内置的授权策略的，可以按照如下示例的方式制定访问策略(限制访问来源IP必须是)：

```
{
"Version": "1",
"Statement": [
{
"Action": "ads:*",
"Resource": "*",
"Effect": "Allow"
}
],
"Condition":{
"IpAddress": {
"acs:SourceIp": ["42.120.66.0/24"]
}
}
}
```

此策略限制该用户只能在42.120.66.0/24网段访问分析型数据库。详细的策略编写方法详见 https://help.aliyun.com/document_detail/28663.html 。

注意一旦授予子账号相关访问策略，子账号将继承主账号在分析型数据库的全部权限（除ACL授权相关权限），包括主账号作为owner的数据库的权限，以及主账号被授权的其他数据库的相关被授予的权限。另外需要注意，目前暂不支持STS Token访问分析型数据库。

附录

分析型数据库的元数据库分为记载性能相关信息的performance_schema和记载元数据的information_schema，并和MySQL的元数据库有一定的兼容性，但是不是100%一致。

查询元数据库可以直接在JDBC连接中使用SQL语句进行查询，如：

```
SELECT state
FROM information_schema.current_job
WHERE table_schema='db_name'
```

```
AND table_name='table_name'
ORDER BY start_time DESC
LIMIT 10
```

即可查询分析型数据库某表近期的10次数据导入的状态。

information_schema 库

SCHEMATA

- SCHEMATA表提供了关于数据库的信息

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩展字段	COMMENT
CATALOG_NAME	varchar(512)	N	分析型数据库中返回NULL
SCHEMA_NAME	varchar(64)	N	数据库名称
DEFAULT_CHARACTER_SET_NAME	varchar(32)	N	字符集名称.分析型数据库中返回Unicode
DEFAULT_COLLATION_NAME	varchar(32)	N	字符校验规则名称.分析型数据库中返回OFF
SQL_PATH	varchar(512)	N	分析型数据库中返回null
CREATOR_ID	varchar(512)	Y	创建数据库的云账号数字id
CREATOR_NAME	varchar(512)	Y	创建数据库的云账号名称
CREATE_TIME	timestamp	Y	数据库创建时间
DOMAIN_URL	varchar(512)	Y	数据库的连接地址（域名:端口）
VIP	varchar(512)	Y	数据库的连接ip地址
PORT	varchar(512)	Y	数据库的连接端口号
DISABLED	tinyint	Y	若为1则数据库被禁用（通常是已欠费）

TABLES

- TABLES表提供数据库表信息。该部分数据包括表的元数据与部分表对应数据的元数据，如分区信息等。

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩展字段	COMMENT
TABLE_SCHEMA	varchar(64)	N	数据库名称

TABLE_NAME	varchar(64)	N	表名称
TABLE_GROUP	varchar(64)	Y	表组名称
TABLE_TYPE	varchar(64)	N	分析型数据库中返回:PARTITION_TABLE/DIMENSION_TABLE
ENGINE	varchar(64)	N	数据库引擎名称,分析型数据库中目前返回ANALYSISTABLE
CREATE_TIME	timestamp	N	创建时间
UPDATE_TIME	timestamp	N	更新时间
CREATOR_ID	varchar(512)	Y	创建数据库的云账号数字id
CREATOR_NAME	varchar(512)	Y	创建数据库的云账号名称
CLUSTER_BY_COLUMNS	varchar(512)	Y	该表的聚集列
PRIMARY_KEY_COLUMNS	varchar(512)	Y	主键列
CREATOR_NAME	varchar(512)	Y	创建数据库的云账号名称
FROM_CTAS	tinyint	Y	是否是使用create table as select创建的，0-否 1-是
PARTITION_TYPE	varchar(512)	Y	分区类型，DIM/HASH
PARTITION_COLUMN	varchar(64)	Y	一级分区列名
PARTITION_COUNT	int	Y	一级分区数
IS_SUB_PARTITION	tinyint	Y	有无二级分区，0无 1有
SUB_PARTITION_TYPE	varchar(512)	Y	二级分区列类型，目前如不为空都是LIST
SUB_PARTITION_COLUMN	varchar(64)	Y	二级分区列名
SUB_PARTITION_COUNT	int	Y	二级分区个数
UPDATE_TYPE	varchar(512)	Y	数据更新类型，batch/realtime

COLUMNS

- 提供所有表的列信息

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩展字段	COMMENT
TABLE_CATALOG	varchar(512)	N	NULL
TABLE_SCHEMA	varchar(64)	N	数据库名称
TABLE_NAME	varchar(64)	N	表名称
COLUMN_NAME	varchar(64)	N	列名称
ORDINAL_POSITION	bigint(21) unsigned	N	列编号，从1开始
COLUMN_DEFAULT	varchar(1024)	N	默认值
IS_NULLABLE	varchar(3)	N	是否可以为空. 默认为’’
IS_PRIMARYKEY	varchar(3)	N	是否为主键. 默认为’’
IS_AUTOINCREMENT	varchar(3)	N	是否为自增. 默认为’’
DATA_TYPE	varchar(64)	N	数据类型，比如varchar。默认为’’
CHARACTER_MAXIMUM_LENGTH	bigint(21) unsigned	N	字符最大长度，以字符为单位。默认为NULL。如果是大对象类型，返回-1
CHARACTER_OCTET_LENGTH	bigint(21) unsigned	N	最大长度，以字节为单位.默认为NULL.大对象列类型，返回-1
NUMERIC_PRECISION	bigint(21) unsigned	N	数据最大精度。分析型数据库中返回NULL
NUMERIC_SCALE	bigint(21) unsigned	N	小数位数 分析型数据库中返回NULL
CHARACTER_SET_NAME	varchar(32)	N	字符集名称.分析型数据库中返回NULL
COLLATION_NAME	varchar(32)	N	校验规则名称.默认为NULL
COLUMN_TYPE	varchar(1024)	N	列类型，目前支持类型:boolean/short/int/bigint/float/double/date/time/timestamp/string(varchar)/multivalue
COLUMN_KEY	varchar(3)	N	字段的键类型。分析型数据库中返回’’
EXTRA	varchar(27)	N	附加信息，目前返回为’’

PRIVILEGES	varchar(80)	N	该列对应权限，分析型数据库中返回’SELECT’(大写)
COLUMN_COMMENT	varchar(255)	N	列注释.默认为’’

PARTITIONS

- 提供表分区信息。注意该表数据包含所有历史版本数据，所以不能用于计算表的存储占用、数据条数等。

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩展字段	COMMENT
TABLE_CATALOG	varchar(512)	N	NULL
TABLE_SCHEMA	varchar(64)	N	数据库名称
TABLE_NAME	varchar(64)	N	表名
PARTITION_NAME	varchar(64)	N	分区名称
SUBPARTITION_NAME	varchar(64)	N	二级分区名称
PARTITION_ORDINAL_POSITION	bigint(21) unsigned	N	分区编号，从1开始
SUBPARTITION_ORDINAL_POSITION	bigint(21) unsigned	N	子分区编号，从1开始
PARTITION_METHOD	varchar(12)	N	RANGE, LIST, HASH, LINEAR HASH, KEY, or LINEAR KEY
SUBPARTITION_METHOD	varchar(12)	N	子分区分区方法
PARTITION_EXPRESSION	varchar(1024)	N	分区表达式
SUBPARTITION_EXPRESSION	varchar(1024)	N	子分区表达式
PARTITION_DESCRIPTION	varchar(1024)	N	分区描述
TABLE_ROWS	bigint(21) unsigned	N	该分区表中的记录数。innodb中是预估的
AVG_ROW_LENGTH	bigint(21) unsigned	N	平均行记录长度，in bytes
DATA_LENGTH	bigint(21) unsigned	N	数据长度，in bytes
MAX_DATA_LENGTH	bigint(21) unsigned	N	最大数据长度
INDEX_LENGTH	bigint(21) unsigned	N	索引长度

DATA_FREE	bigint(21) unsigned	N	空闲的长度,in bytes
CREATE_TIME	datetime	N	
UPDATE_TIME	datetime	N	
CHECK_TIME	datetime	N	分区最后一次检查时间
CHECKSUM	bigint(21) unsigned	N	分区的checksum
PARTITION_COMMENT	varchar(80)	N	注释
NODEGROUP	varchar(12)	N	所属的节点组。分析型数据库中置为””
TABLESPACE_NAME	varchar(64)	N	现在都是Default. 分析型数据库中置为””
PARTITION_NO	bigint(21) unsigned	Y	分区号，从0开始
DATA_DISK_SIZE	bigint(21) unsigned	Y	该分区占用的磁盘空间
COMPRESS_RATIO	float	Y	数据压缩率
MEM_SIZE	bigint(21) unsigned	Y	装载该分区需要的内存空间
ZIP_SIZE	bigint(21) unsigned	Y	该分区压缩包的大小

INDEXES

- 提供关于表索引的信息，目前已废弃

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩展字段	COMMENT
TABLE_SCHEMA	varchar(64)	N	数据库名称。不分区大小写
TABLE_NAME	varchar(64)	N	表名称。不区分带瞎写
INDEX_NAME	varchar(64)	N	key的名称
COLUMN_NAME	varchar(64)	N	列名称
Asc_Or_Desc	varchar(1)	N	是否为倒序
INDEX_TYPE	varchar(16)	N	用过的索引方法。分析型数据库中返回BITMAP， HASH
COMMENT	varchar(16)	N	注释

CURRENT_JOB

- 数据批量导入任务或实时表的optimize table的任务信息，通常只保留最近24小时的任务

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩	COMMENT

		展字段	
TABLE_SCHEMA	varchar(64)	Y	数据库名称
TABLE_NAME	varchar(64)	Y	表名称
TABLE_GROUP	varchar(64)	Y	表组名称
DATA_VERSION	bigint	Y	数据版本号
JOB_ID	varchar(64)	Y	任务ID，任务的唯一标识
STATE	varchar(64)	Y	任务状态，INITED/RUNNING/SUCCEEDED/FAILED
USER	varchar(64)	Y	发起任务的用户名
START_TIME	timestamp	Y	任务启动时间
FINISH_TIME	timestamp	Y	任务完成时间（若任务没有完成则是最后状态更新的时间）
SOURCE_PATH	varchar(512)	Y	数据来源
PARTITION_PATH	varchar(64)	Y	在分析型数据库的分区列的信息
ERROR_CODE	varchar(512)	Y	错误代码，目前恒为空
ERROR_MSG	varchar(512)	Y	错误信息，目前恒为空

CURRENT_INSTANCES

- 展示该数据库的进程信息

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩展字段	COMMENT
TABLE_SCHEMA	varchar(64)	Y	数据库名称
WORKER_ID	int	Y	进程ID
WORKER_TYPE	varchar(64)	Y	进程类型（FRONTNODE/COMPUTENODE/BUFFERNODE）
RESOURCE_TYPE	varchar(64)	Y	ECU类型
INSTANCE_STATE	varchar(64)	Y	状态，目前为NEW或RUNNING均为正常
MEM_SIZE	BIGINT	Y	内存配额大小
DISK_SIZE	BIGINT	Y	磁盘配额大小
DISK_USED	BIGINT	Y	磁盘当前使用大小，COMPUTENODE的

			磁盘使用为实际的数据存储

RESOURCE_REQUEST

- 展示该数据库的扩容、缩容记录

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩展字段	COMMENT
TABLE_SCHEMA	varchar(64)	Y	数据库名称
REQUEST_ID	varchar(64)	Y	请求ID
REQUEST_TYPE	varchar(64)	Y	请求类型，扩容ALLOCATE，缩容DELOCATE
RESOURCE_TYPE	varchar(64)	Y	ECU类型
RESOURCE_COUNT	int	Y	目标ECU数量
CREATE_TIME	timestamp	Y	创建时间
UPDATE_TIME	timestamp	Y	更新时间
STATE	varchar(64)	Y	任务状态，ERROR/RUNNING/SUCCEEDED
ERROR_CODE	varchar(64)	Y	错误码
ERROR_MSG	varchar(64)	Y	错误详细信息
USER_ID	varchar(64)	Y	发起者账号ID
USER_NAME	varchar(64)	Y	发起者账号名

performance_schema 库

query_profile

- 该表存储了最近30天内一个数据库的每一条查询的性能信息。该表不可用select * 查询。

FIELD	TYPE	是否为分析型数据库扩展字段	COMMENT
TABLE_SCHEMA	varchar(512)	Y	数据库名称
TABLE_NAME	varchar(64)	Y	数据库名称
PID	varchar(32)	Y	查询id
CREATE_TIME	timestamp	Y	查询时间
SQL	varchar(512)	Y	sql语句，目前为空
SUCCESS	tinyint	Y	查询是否成功，0否

			1是
RT	float	Y	查询响应时间，单位毫秒
USER_NAME	varchar(512)	Y	发起查询的用户名称
ROW_COUNT	int	Y	查询返回记录的条数

特色函数

UDF_SYS_COUNT_COLUMN

作用：用于做多group by的聚合， 可以将多个group by的语句合并成多个UDF，写到一条sql中

格式：UDF_SYS_COUNT_COLUMN(columnName, columnName2...), 参数必须是列名

返回：一个json的字符串列，类似：{“0”:3331656,”2”:3338142,”1”:3330202}

实例：

a. select UDF_SYS_COUNT_COLUMN(c1) from table 等价于select count(*) from table group by c1

b. select UDF_SYS_COUNT_COLUMN(c1,c2) from table 等价于select count(*) from table group by c1,c2

c. select UDF_SYS_COUNT_COLUMN(c1), UDF_SYS_COUNT_COLUMN(c2),UDF_SYS_COUNT_COLUMN(c3), UDF_SYS_COUNT_COLUMN(c4)

等价于如下四条sql语句：select count*() from table group by c1;select count*() from table group by c2;select count*() from table group by c3;select count*() from table group by c4;

d. 一个真实的实例：select UDF_SYS_COUNT_COLUMN(user_gender), UDF_SYS_COUNT_COLUMN(user_level) from db_name.userbase返回1行，2列：{“0”:3331656,”2”:3338142,”1”:3330202}，{“0”:4668150,”2”:1891176,”1”:1984606，”6”:5818}

UDF_SYS_RANGECOUNT_COLUMN

作用：用于做静态样本分段(老的函数UDF_SYS_SEGCOUNT_COLUMN已经弃用，请使用该函数)

格式：UDF_SYS_RANGECOUNT_COLUMN(columnName, count, min, max)

- 第一个参数是列名
- 第二个参数分段数目

- 第三个参数是参与分段的该列在全表的最小值
- 第四个参数是参与分段的该列在全表的最大值

返回：一个json的字符串列，类似：{“ranges”:[{“start”:0,”end”:599},{“start”:600,”end”:1899},{“start”:1900,”end”:65326003}]}

使用说明：使用该函数进行动态分段统计，需要三个步骤：

- 第一步，通过min, max求出符合条件的最小值和最大值
- 第二步，通过UDF_SYS_RANGECOUNT_COLUMN获取各个分段。
- 第三步，通过case when+group by获取每个分段中真实聚合数据。

特别说明UDF_SYS_RAGNECOUNT_COLUMN和通过UDF_SYS_RANGECOUNT_SAMPLING_COLUMN的区别在于，前者是静态分段，也就是根据(max-min+1)/segcount进行分段，而后在是动态分段，可以保证每个分段区间内的数目是大致均衡的。

UDF_SYS_GEO_IN_CYCLE

作用：用于做基于地理位置的经纬度画圈

格式：UDF_SYS_GEO_IN_CYCLE(longitude, latitude, point, radius)

- 第一个参数为经度列名称， 类型float
- 第二个参数为纬度列名称， 类型float
- 第三个参数为圆圈中心点的位置，格式=>”经度，维度”，=>”120.85979,30.011984”
- 第四个参数为圆圈的半径，单位米

返回：返回一个boolean值

使用说明：

select count(*) db_name.usertag where udf_sys_geo_in_cycle(longitude,latitude,“120.85979,30.011984”，5000)=true求以”120.85979,30.011984”为中心点，半径为5km的圆圈内的人数

select longitude,latitude from db_name.usertag where udf_sys_geo_in_cycle(longitude,latitude, “120.85979,30.011984”，5000)=true order by longitude

UDF_SYS_GEO_IN_RECTANGLE

作用：用于做基于地理位置的经纬度画矩形

格式：UDF_SYS_GEO_IN_RECTANGLE(longitude, latitude, pointA, pointB)

- 第一个参数为经度列名称, 类型float
- 第二个参数为纬度列名称, 类型float
- 第三个参数为矩形的左下角坐标，格式=>”经度，维度”，=>”120.85979,30.011984”
- 第四个参数为矩形的右上角坐标，格式=>”经度，维度”，=>”120.88450,31.21011”

返回：返回一个boolean值

使用说明：

select count(*) db_name.usertag where udf_sys_geo_in_rectangle(longitude,latitude, “120.85979,30.011984”, “120.88450,31.21011”)=true求以”120.85979,30.011984”和”” 120.88450,31.21011”” 为2个斜角构成的矩形圈内的人数

UDF_SYS_GEO_DISTANCE

作用：用作一个经纬度列和一个固定的坐标点的距离计算

格式：UDF_SYS_GEO_DISTANCE(longitude, latitude, pointA)

- 第一个参数为经度列名称, 类型float
- 第二个参数为纬度列名称, 类型float
- 第三个参数为固定坐标点的经纬度，格式=>”经度，维度”，=>”120.85979,30.011984”

返回：返回一个int值，单位为米(M)

使用说明：

select count(*) db_name.usertag where udf_sys_geo_in_rectangle(longitude,latitude, “120.85979,30.011984”, “120.88450,31.21011”)=true求以”120.85979,30.011984”和”” 120.88450,31.21011”” 为2个斜角构成的矩形圈内的人数

字符串函数

Concat

连接2个字符串，格式类似cancat(str1, str2,...)

Lcase

返回字符串的全小写

Ucase

返回字符串的全大写

Length

返回字符串的长度

Substring

返回字符串的字串SUBSTRING (str, pos， [len])这里的pos为下标从1开始，比如substring(‘abc’，2,2)返回的是’ bc’

Trim

类似java string的trim, 用于除去字符串前后的space

MID

MID 函数用于从文本字段中提取字符。 MID(column_name,start[,length])

- column_name 必需。要提取字符的字段。
- start 必需。规定开始位置（起始值是 1）
- length 可选, 要返回的字符数。如果省略，则MID函数返回剩余文本。

Left/Rigtht

Left/Right(str,len) 返回从字符串str 开始的len 最左/右字符

Reverse

reverse(str) 返回字符串str的倒叙内容，如 reverse(‘a,b,c,d’)返回’ d,c,b,a’

instr

instr(str_col, str) 返回字符串str在某一个字段str_col的内容中的位置, 没有找到字符串返回0，否则返回位置（从1开始）

日期函数

Year

查询指定列的年份，例：year(date_test);

Month

查询指定列的月份，例：month(date_test);

Day

查询指定列的日，例：day(date_test);

Week

查询指定列的是所属年的第几周，支持mode参数（与MySQL定义相同），例：week(date_test, 1);

WeekDay

返回日期d是星期几的索引（位置），0表示星期一，1表示星期二，...，6表示星期日。

WeekofYear

相当于 WEEK(d,3)

Hour/Minute/Second

返回一个Timestamp的小时/分钟/秒，例：hour(time_stamp_test)

Datediff

用于判断在两个日期之间存在的指定时间间隔的数目，用法 Datediff(date1,date2)

to_days

给定一个日期date,返回一个天数 (从年份0开始的天数)，用法 to_days(date)

Yearmonth

查询指定列的日和月，例如YEARMONTH（‘20140602’）=201406;

Curdate

查询当前日期，例：curdate();

DateDiff

datediff(date1, date2) 返回date1 date2两个日期之间相差的天数，也可以传入timestamp类型

from_unixtime

from_unixtime(time_int[, format_str]) time_int为Unix时间戳，该函数将Unix时间戳转换为字符串格式的日期时间。若不传入format_str参数，则返回”yyyy-MM-dd hh:MM:ss”格式的字符串。如果传入format_str，则format_str中的参数格式中：yyyy代表年，MM代表月，dd代表日，hh代表小时，MM代表分

钟，ss代表秒。

unix_timestamp

unix_timestamp(date) 返回一个date或timestamp类型数据的Unix时间戳（整形）。

聚合函数

sum

求分组中一列所有数据的和。必须输入数值类型。

count([distinct])

求分组中的记录数。

若使用count(distinct col_name)去重，group by中的列或col_name建议为分区列；如果不是分区列，则不能和其他聚合函数在同一个sql语句中使用。

avg

求分组中一列所有数据的平均数。必须输入数值类型

group_concat

字符串聚合函数。

目前仅支持在聚合时Group By中包括所有参与计算的表分分区列（维度表）时可以使用。

语法：GROUP_CONCAT([DISTINCT] expr [,expr ...] [ORDER BY col_name [ASC | DESC] [,col_name ...]] [SEPARATOR str_val])

distinct用于将组内多个相同的字符串仅输出一个。若含有ORDER BY结构，则组内字符串会根据col_name列表排序输出。使用SEPARATOR可以指定聚合后的字符串分隔符，默认是逗号。

min/ max

求一个分组中的列的最小、最大值。支持传入字符串或数值类型。

其它函数

CAST

转换当前列的数据类型，例: cast(string_test as bigint)

Coalesce

返回第一个非null的表达式, 使用方式：coalesce(expression [,...n])例：colesce(string_test, “”);

Bit_Count

Bit_Count(value)：返回 value 的二进制转换中”1“字节的个数

UUID

uuid(): 返回一个字符串，在当前集群内保证唯一，算法参考mongodb的objectid实现

类别	错误码	SQL状态码	错误信息	处理方法
DML异常	-1(65535)	HY000	Reject execution of sql with #key#, statement: #sql#	SQL包含被过滤的关键字，联系阿里云团队确认
DML异常	1047	08S01	No database selected	修改语句，指定database schema，修改后重新执行
DDL异常	1064	HY000	ShowSyntaxException: You have an error in your SQL syntax	检查SHOW语句语法
权限异常	1142	42000	DenyAccessException:User[#user#] does not have[#action#] access to resource[#resource#]	确认用户的执行权限
权限异常	1142	42000	NotAllowAcessException:User[#user#] does not have[#action#] access to resource[#resource#]	确认用户的执行权限
权限异常	1142	42000	AclException:User[#user#] does not have[#action#] access to resource[#resource#]	确认用户的执行权限
DML异常	1149	42000	SQL parsing failed(SQL syntax error): #Parse error	检查SQL语法，修改后重新执行

			message#	
DML异常	1149	42000	SQL parsing unknown error: #Parse error message#	检查SQL语法，修改后重新执行
DML异常	1235	42000	SQL dump data selecting columns count exceed limit: #dump_column_count_limit#	DUMP列超过系统允许的最大值
DML异常	1235	42000	SQL selecting columns count exceed limit: #select_column_count_limit#	确认需要select的列数超过系统允许的最大值
DML异常	1235	42000	SQL feature NOT supported yet: SELECT *or SELECT #tb#.*	修改SQL，重新执行
DML异常	1236	42000	SQL feature NOT supported yet: SELECT agg_func() ... UNION/UNION ALL/INTERSECT SELECT agg_func() ...	修改SQL，采用子查询方式，重新执行
DML异常	1236	42000	SQL feature NOT supported yet: SELECT ... ORDER BY ... UNION/UNION ALL/INTERSECT SELECT ... ORDER BY ...	修改SQL，目前分布式查询模式下，UNION分支中ORDER BY无意义，考虑修改查询逻辑
DML异常	1236	42000	SQL feature NOT supported yet: SELECT ... LIMIT X UNION/UNION ALL/INTERSECT SELECT ... LIMIT X	修改SQL，目前分布式查询模式下，UNION分支中LIMIT无意义，考虑修改查询逻辑
DDL异常	3080	HY000	AcquireLockException:lockName = #schema_table#	提交重新执行
DDL异常	3081	HY000	IllegalParameterException:	检查DDL语句参数

			paramaterName=#parameter name#	
DDL异常	3081	HY000	IllegalParameterException: paramaterName=Column type is invalid: #data_type#	检查DDL列的数据类型
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-N3000]: groupName should be provided for DIMENSION tb.	检查DDL语句参数,为维度表指定groupName
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-N3001]: PARTITION NUM should = 1 for DIMENSION tb.	检查DDL语句参数,维度表分区数必须为1
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-N3002]: hashPartitionNum should be provided and set value to 1 for DIMENSION tb.	检查DDL语句参数,为维度表指定hashPartitionNum，值必须为1
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-N3003]: target tb group is not for DIMENSION tb: #tb group#	检查DDL语句参数,目标表组为分区表表组，不能创建维度表
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-N3004]: target tb group is only for DIMENSION tb: #tb group#	检查DDL语句参数,目标表组为维度表组，不能创建分区表
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-N3005]: can	检查DDL语句参数,不能使用DIMENSION_GROUP作为目标

			not use DIMENSION_GROUP as target tb group, which is reserved for virtual dimension tb group.	表组，为内部虚拟维度表组预留
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-N4000]: PARTITION NUM should # 0 for HASH partition.	检查DDL语句参数,分区表的分区数必须大于0
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-N5000]: originalTableName should not be null.	检查DDL语句参数,指定originalTableName
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: [DDL-NFFFF] Unexpected exception: #exception message#	检查DDL语句参数
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: parameterName=#parameterName#, parameterValue=#parameterValue#, correct type is #type#	检查DDL语句参数
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException: #name# is exceed the valid range, reasonable range:[#min#, #max#]	检查并修改DDL语句参数值范围
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException:loader.originalTableName is not null	检查DDL语句参数,指定originalTableName

DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException:loader.originalTableName conflict	检查DDL语句参数,目标originalTableName已存在，修改originalTableName
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException:valueType must is lllegal	检查DDL语句参数valueType
DDL异常	3082	HY000	IllegalParameterValueException:valueType is not null	检查DDL语句参数valueType
DDL异常	3084	HY000	DropTableOperationFailedException:#error message#	联系阿里云技术支持
DDL异常	3086	HY000	CreateTableOperationFailed:Table '#schema#.#tableName#' already exists	目标表已经存在，无需执行
DDL异常	3086	HY000	CreateTableOperationFailed:put tableInfo failed, sql:#DDL statement#	联系阿里云技术支持
DDL异常	3086	HY000	CreateTableOperationFailed:put onlineGroupInfo failed, sql:#DDL statement#	联系阿里云技术支持
DDL异常	3087	HY000	CreateTableRollBackException:#error message#	联系阿里云技术支持
DDL异常	3088	HY000	AlterTableIsNotExist:alter tb is not exist! tablePath:#tb path#	目标表不存在，确认表的正确性
DDL异常	3000	HY000	AlterRepeatException:indexName:#indexName# repeat	目标index已存在
DDL异常	3092	HY000	DescTableSqlFormatExcpetion:	检查并修正SHOW语法，重

			check sql	新执行
DDL异常	3094	HY000	DropSyntaxException:#DDL statement#	检查并修正DROP DDL语法，重新执行
DDL异常	3096	HY000	AlterSyntaxException:#DDL statement#	检查并修正ALTER DDL语法，重新执行
DDL异常	3099	HY000	ExceedMaxTableNumException: maxTableNumInDB=#maximun tb number allowed in this database#	目标数据库已到达允许的表数上限，请删除无用表
DML异常	31000	HY000	SQL planning partition routing error: #error message#	系统错误，联系阿里云技术支持，若消息中含有DATA_NOT_FOUND，亦有可能是离线导入的表还没第一次导入数据，无法查询
DML异常	32000	HY000	SQL planning partition routing error: ZERO_ROUTE	系统错误，联系阿里云技术支持
DML异常	51000	HY000	Partitions query error: all failed; #error message#	系统错误，联系阿里云技术支持
DML异常	55000	HY000	Partition merging error: #error message#	系统错误，联系阿里云技术支持
DML异常	55001	HY000	Partitions query error: partitions miss: #missed part count#	系统错误，联系阿里云技术支持
导入异常	1066	HY000	unable to extract param#sourcePath#	语法检查失败，检查语句中参数，重新load data
导入异常	1066	HY000	job does not exist:	确认job是否成功提交
导入异常	1066	HY000	check signature exception:	系统错误，联系阿里云技术支持
导入异常	1066	HY000	target table not exist:	确认load data中的分析型数据库

				表存在后再发送load data
导入异常	1066	HY000	target database not found:	确认load data中的分析型数据库存在后再发送load data
导入异常	1066	HY000	table DB.TABLE hash partition num:XXX more than limit XXX	分析型数据库离线导入表表HASH分区数限制为不超过256，需调整分区数
导入异常	1066	HY000	table size exceed limit	暂未使用
导入异常	1066	HY000	source table has no records	确认odps源表中有数据后再发送load data
导入异常	1066	HY000	source table column mapping with dest table error	确定分析型数据库表中的列全部在源表中找得到对应的列
导入异常	1066	HY000	get odps table error	确认是否授权garuda_build@aliyun.com对源表/视图的DESC权限
导入异常	1066	HY000	no permission to select source table	确认是否授权garuda_build@aliyun.com对原表/视图的SELECT权限

点击下载（PDF）