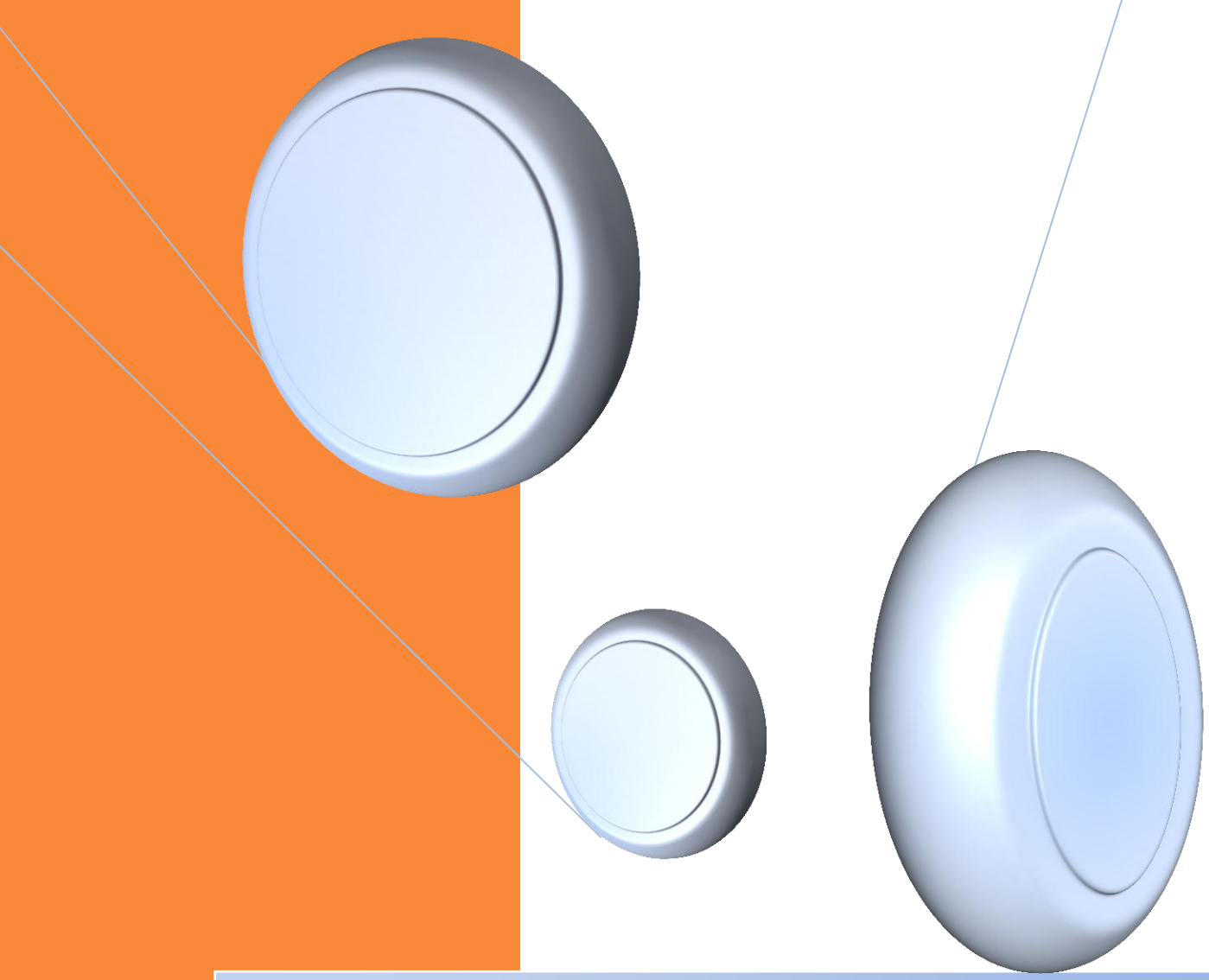


OceanBase 客户端
用户指南

文档版本：01

发布日期：2013.9.30

支付宝（中国）网络技术有限公司·OceanBase 团队

前 言

概述

本文档介绍OceanBase数据库客户端的架构和使用方法。

读者对象

本文档主要适用于：

- Java 开发工程师。
- C 开发工程师。
- 安装工程师。

通用约定

在本文档中可能出现下列各式，它们所代表的含义如下。

格式	说明
警告	表示可能导致设备损坏、数据丢失或不可预知的结果。
注意	表示可能导致设备性能降低、服务不可用。
小窍门	可以帮助您解决某个问题或节省您的时间。
说明	表示正文的附加信息，是对正文的强调和补充。
宋体	表示正文。
粗体	表示命令行中的关键字（命令中保持不变、必须照输的部分）或者正文中强调的内容。
斜体	用于变量输入。
{ a | b | ... }	表示从两个或多个选项中选取一个。
[ ]	表示用“[ ]”括起来的部分在命令配置时是可选的。

修订记录

修改记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本。

联系我们

如果您有任何疑问或是想了解 OceanBase 的最新开源动态消息，请联系我们：

支付宝（中国）网络技术有限公司·OceanBase 团队

地址：杭州市万塘路 18 号黄龙时代广场 B 座；邮编：310099

北京市朝阳区东三环中路 1 号环球金融中心西塔 14 层；邮编：100020

邮箱：alipay-oceanbase-support@list.alibaba-inc.com

新浪微博：http://weibo.com/u/2356115944

技术交流群（阿里旺旺）：853923637

目 录

1 概述

主要介绍客户端的基础知识以及安装包的获取方法。

1.1 客户端简介

OceanBase 客户端主要用于开发人员编程时连接 OceanBase 数据库。

Oceanbase 内置了对 SQL 的支持，用户可以通过 libmysql，JDBC 等方式直接访问 Oceanbase，但由于 OceanBase 是一个分布式数据库，可以由多个节点（MergeServer）同时提供 SQL 服务。而 MySQL 客户端等都是针对单机系统，在连接 OceanBase 时，客户端会绑定其中一台 MergeServer 进行 SQL 操作，而不能有效利用其他 MergeServer 资源。

为了实现了多集群间流量分配和多 MergeServer 间的负载均衡，并给应用开发人员提供一个简单接入方案，我们在 libmysql，JDBC 的基础上封装一个 OceanBase 客户端。

OceanBase 客户端可以根据“流量分配”选择 MergeServer。例如：主集群比例为 40，备集群比例为 60。那么在发送弱一致性读 SQL 语句时，将会有 40%的概率发送至主集群中的 MergeServer，60%的概率发送至备集群中的 MergeServer。

流量分配只涉及弱一致性读请求，所有非弱一致性读请求全部发送至主集群。

说明：

- *流量分配：主要指弱一致性读在主备集群中的分配比例。可以在内部表“__all_cluster”中设置。*
- *弱一致性读请求包括：hint weak sql、无 hint 的 select，除此之外的 SQL 语句类型为非弱一致性读请求。*

OceanBase 客户端主要有以下两种：

- OceanBase C 客户端
  为应用程序提供了“libobsql.so”动态库，这个库在二进制接口上与 mysql 的 libmysqlclient 库完全兼容。
- OceanBase Java 客户端
  提供了提供了符合 Java 标准的 DataSource，Java 应用程序可以使用 OceanBase Java 客户端获得与 OceanBase 服务器交互的连接。

1.2 获取安装包

OceanBase 客户端安装包的获取方式和说明如表 1-1 所示。

说明：*本文档中使用的安装包版本仅为举例，实际请采用最新安装包。*

表 1-1 安装包

类型	安装包	获取地址
OceanBase C 客户端	Linux 版本为 RedHat 5 的安装包： • curl-7.29.0-1.el5.x86_64.rpm • oceanbase-devel-0.4.2.1-1193.el5.x86_64.rpm Linux 版本为 RedHat 6 的安装包： • curl-7.29.0-1.el6.x86_64.rpm • oceanbase-devel-0.4.2.1-1193.el6.x86_64.rpm ***说明：****您可以执行**cat /etc/issue** 命令查看 Linux 版本号。*	https://github.com/alibaba/oceanbase_client 的“C”文件夹中。
OceanBase Java 客户端	jar 包： • commons-lang-2.3.jar • commons-logging-1.1.jar • druid-0.2.12.jar • mysql-connector-java-5.1.14.jar • oceanbase-1.0.1.jar • oceanbase-core-1.1.0.jar “oceanbase-core.jar”的源码：oceanbase_core_src	https://github.com/alibaba/oceanbase_client 的“Java”文件夹中。

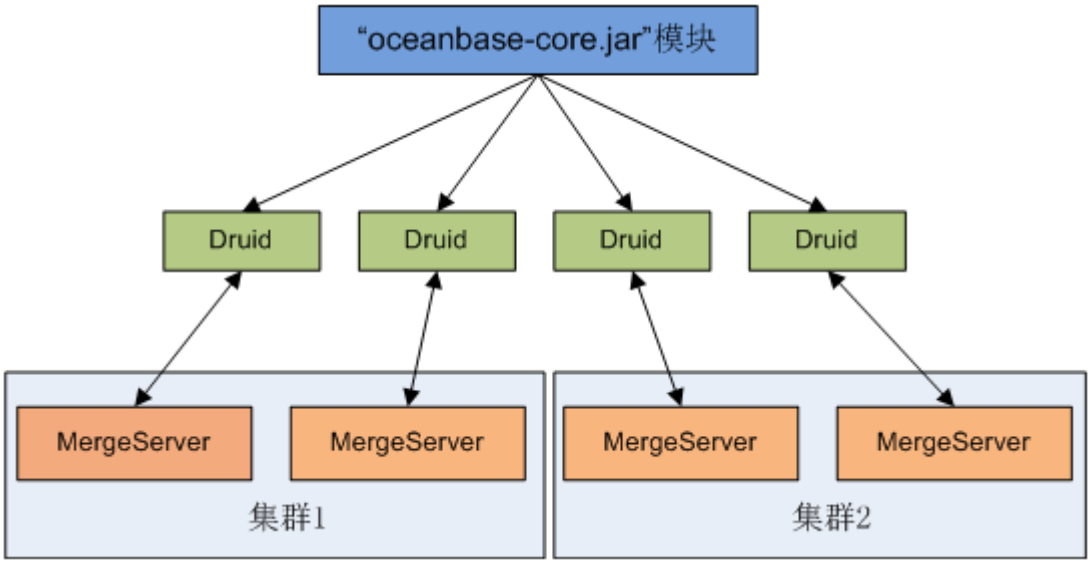
2 OceanBase Java客户端

OceanBase Java 客户端主要用于开发人员编写的 Java 程序连接 OceanBase。

2.1 客户端结构

OceanBase Java 客户端的结构示意图如图 2-1 所示。

图 2-1 结构示意图



OceanBase Java 客户端的结构介绍如下：

- “oceanbase-core.jar”模块
  根据系统内部表来完成相关初始化任务（确定主备集群角色、读流量分配、主备集群中各个 Server 的连接池初始化以及初始化每个集群中各 server 的负载策略等），定时检测集群变更并生效新变更信息，以及输出各个 Server 连接池状态。
- Druid
  数据源模块，是阿里巴巴开发的开源的数据库连接池。每个 Druid 数据源对应一个 MergeServer，用于维护到 MergeServer 的连接。关于 Druid 详细介绍请参见“http://code.alibabatech.com/wiki/display/Druid/Home”。
- MergeSever
  OceanBase 中负责提供 SQL 服务的接口模块，用于处理客户端发送的 SQL 请求。

2.2 功能模块

OceanBase Java 客户端主要通过“oceanbase-core.jar”模块提供服务。本章节主要介绍“oceanbase-core.jar”模块的功能和实现。

2.2.1 集群内部表交互

“oceanbase-core.jar”模块与 OceanBase 集群互交的内部表主要为“__all_cluster”和“__all_server”，如表 2-2 和表 2-3 所示。

表 2-2 __all_cluster

field	type	nullable	key	default	extra
gm_create	createtime	-	0	NULL	-
gm_modify	modifytime	-	0	NULL	-
cluster_id	int	-	1	NULL	-
cluster_vip	varchar(32)	-	0	NULL	-
cluster_port	int	-	0	NULL	-
cluster_role	int	-	0	NULL	-
cluster_name	varchar(128)	-	0	NULL	-
cluster_info	varchar(128)	-	0	NULL	-
cluster_flow_percent	int	-	0	NULL	-
read_strategy	int	-	0	NULL	-

***注：**“-”表示无。*

“__all_cluster”中决定 OceanBase Java 客户端行为的字段如下：

- cluster_vip 和 cluster_port：集群入口 Lms 访问地址。
- cluster_role：“1”为主集群，“2”为备集群。
- cluster_flow_percent：读流量分配占比。

- read_strategy：隶属于该集群的多个 MergeServer 负载策略，“0”为轮询，“1”为一致性 Hash，“2”为随机。

表 2-3 __all_server

field	type	nullable	key	default	extra
gm_create	createtime	-	0	NULL	-
gm_modify	modifytime	-	0	NULL	-
cluster_id	int	-	1	NULL	-
svr_type	varchar(16)	-	2	NULL	-
svr_ip	varchar(32)	-	3	NULL	-
svr_port	int	-	4	NULL	-
inner_port	int	-	0	NULL	-
svr_role	int	-	0	NULL	-
svr_version	varchar(64)	-	0	NULL	-

注：*“-”表示无。*

“__all_server”中决定 OceanBase Java 客户端行为的字段如下：

- svr_type：只查询值为“mergeserver”的记录。
- cluster_id：集群 id 与__all_cluster 表关联。
- svr_ip，svr_port：MergeServer 访问地址。

OceanBase Java 客户端和内部表互交流程如下：

1. 传入 OceanBase 集群集群的 Listener 入口地址 setLMS(String clusterAddr)。
2. 将传入的地址按照“,”分裂成多个入口地址（一般是两个）。根据第一个地址访问“__all_cluster”表，并执行“select cluster_vip, cluster_port from __all_cluster where cluster_role = 1”获取主集群的“ip”以及“port”。
   注意：*如果第一个入口地址不可用，则重试下一个入口地址，依次类推。一般情况下，配置两个入口地址，因此当第二个入口地址不可用时，启动失败。*

3. 执行“select cluster_id, cluster_role, cluster_flow_percent, cluster_vip, cluster_port, read_strategy from __all_cluster”获取集群流量分配和该集群的多 MergeServer 负载策略。
4. 根据“步骤 3”中查询到的“cluster_id”，再依次执行“select svr_ip, svr_port from __all_server where svr_type = 'mergeserver' and cluster_id=?”查询所有 MergeServer 信息。
5. 根据 MergeServer 的信息（ip、port）初始化这台 MergeServer 的真实连接池（Druid），默认连接池属性是“maxActive:20,minIdle:1,initialSize:0”。
6. 执行“show variables like 'ob_read_consistency'”，查询集群全局的默认读策略。

2.2.2 集群流量分配

集群流量分配只针对所有读服务（即 select 操作），同时综合考虑主集群的写执行量。在实现上，OceanBase Java 客户端根据内部表“__all_cluster”中的“cluster_flow_percent”字段值，构造流量分配使用的数组。默认使用的数组长度是 100，按照“cluster_flow_percent”配置的比例来填充数组的每一个元素，最后随机打散数组。

执行时，每次新请求的 getConnection()，会跟着一个全局唯一的 id，根据 id 定位使用的数组元素下标，以确定使用的集群是哪个。

另外，给主集群单独分配一个全局计数器，每次写操作的 getConnection()，会给计数器执行“+1”操作。当流量分配命中主集群而主集群的计数器大于零时，则重新进行分配，同时给计数器执行“-1”操作，直至分配备机群或者计数器为不大于零。

异常情况下的考虑：如果主集群故障，所有写请求仍然会分配至主集群，所以写请求会执行失败；而此时读请求将分配至备集群，如果备集群正常，则读请求完成执行。相反，如果备集群故障，则读写均不影响.如果主备集群都故障，则读写请求均失败。

目前我们实现的流量分配并不能做到精确的流量分配。在一定的使用场景中分配将无法按照我们实际配置的进行分配。例如：在单个事务中，执行不同数量的 select，因为我们只会在每次 getConnection 时，进行分配，而之后在该 connection 上执行的所有 SQL 无法进行分配。关于这点，后续我们将会改进。

2.2.3 负载策略

当 SQL 请求经过集群分配之后，就流入到某个具体的集群。在同一集群中的 MergeServer 选择方式由内部表“__all_cluster”中的“read_strategy”字段值决定：“0”表示轮询策略， “1”表示一致性策略，“2”表示随机策略。

- 轮询
  在默认情况下采用“轮询”策略。该策略为每个申请获取连接的线程分配一

个计数器，根据线程计数器变量的值对 MergeServer 个数求余得到下标，并定位到具体数组元素。所以，这种实现是在单个线程之中，对经过流量分配之后的集群中的多 MergeServer 进行逐个访问。
异常情况分析：当某个 MergeServer 被判定为不可用时（详细请参见“2.2.4 MergeServer 不可用判定”），轮询策略将如何工作？
在该算法内部，每次轮询到的 MergeServer 首先会判定是否已经处于不可用列表之中。如果不存在，则判定该 MergeServer 是否已经不可用，如果已经不可用，则重新选择。而重新选择则需要判定选择的次数是否大于 MergeServer 个数。如果都为否，则一直选择直到选择最后一个 MergeServer 为止。

- 一致性
一致性散列负载策略，主要是为了更好的利用 MergeServer cache，提升单节点 MergeServer 的内存 cache 命中率。
说明：*MergeServer cache 的主要作用为缓存 SQL 操作记录，提高下次读取数据的效率。*

    1. 准备构造排序映射表。每个 MergeServer 会循环存放 100 个，存放规则是：用 MergeServer 的 ip、port 和循环变量 i，通过 Hash 算法产生一个 hashcode 作为映射表的 key，而 value 则是这个 MergeServer。
    2. 在每次进行 MergeServer 选择前，对 SQL 进行还原，将占位符替换为具体的值。再对还原后的 SQL 进行 Hash 算法取值得到 hashcode。
    3. 根据 hashcode 在排序映射表中寻找大于等于该值的最小值，并最终选择该值对应的 MergeServer。

    异常情况分析：当某个 MergeServer 被判定为不可用时（详细请参见“2.2.4 MergeServer 不可用判定”），一致性策略将如何工作？
    在该算法内部，通过 SQL 散列后产生的 hashcode 定位出的 MergeServer，如果为不可用，会进行重试一次，重试的机制是在 hashcode 上采取循环加一（次数不超过 MergeServer 总个数），然后再去排序映射表中寻找大于等于该值的最小值，如果不是上次选择的 MergeServer，则选中并返回该 MergeServer。

- 随机
随机负载实现方式：产生一个在 0 和 MergeServer 个数减一之间的随机数，并通过此随机数定位到列表中的 MergeServer。
关于随机算法的详细设计，详细请参见“The Art of Computer Programming（Donald Knuth）”中的“Section 3.2.1”。
由于性能方面的考虑，在线程中绑定随机算法实例。详细实现方法请参考 Doug Lea 的 ThreadLocalRandom。
异常情况分析：当某个 MergeServer 被判定为不可用时（详细请参见“2.2.4 MergeServer 不可用判定”），随机策略将如何工作？
在该算法内部，每次随机出的 MergeServer 首先会判定是否已经处于不可用列表之中。如果不存在，则进行下一步判定，判定此 MergeServer

是否已经不可用，如果已经不可用，则重新选择，而重新选择则需要判定选择的次数是否大于 MergeServer 个数。如果都为否，则一直选择直到选择最后一个 MergeServer 为止。

2.2.4 MergeServer 不可用判定

“MergeServer 不可用判定”主要是对 MergeServer 的可用性进行判定，对于判定为不可用的 MergeServer 会进行状态标识，同时该标识会被负载策略所调用。也就说，在做负载策略选择 MergeServer 时，如果发现该 MergeServer 状态标识为“不可用”，则需要进行重新选择，详细请参见“2.2.3 负载策略”。

判定 MergeServer 故障方法如下：

当某个 MergeServer 在一分钟内的异常次数大于 47.63 次时，则判定该 MergeServer 为不可用。“不可用”状态在 1 分钟后失效，即再次进入可用状态。判定一台 MergeServer 故障后，在其他可用的 MergeServer 中进行重新选择，直至选择到正常的 MergeServer。如果该集群已经没有可用的 MergeServer，则抛出异常。

OceanBase 数据库异常主要有以下几种：

- 连接类异常
  客户端和 OceanBase 建立底层 TCP 连接时，发生的异常。如：数据库主机故障、数据库服务故障、机房（网络设备）故障等。
- 特殊类异常
  客户端和 OceanBase 能够建立 TCP 连接，但是由于 OceanBase 发生内部错误，导致在应用层所建立的连接失败。如：no memory，login error。
- 执行类异常
  客户端和 OceanBase 正确建立连接之后，在执行 SQL 语句时发生的异常。如：SQL 语法异常、无执行权限等。

OceanBase 针对以上的三种异常类型，明确了三种不同的处理逻辑。

- 对于连接类异常，根据执行的 SQL 的类型以及集群状况来选择是否需要重试。
- 对于特殊类异常，将通知物理连接池回收掉腐化的连接。
- 对于执行类异常，不执行任何操作。

目前，我们只针对连接类异常才判定为 fatal 异常，计入 MergeServer 不可用次数之中。 fatal 异常判定方法如下：

1. 查看异常信息是否为 SQLException，如果是，则继续“步骤 2”。
2. 获取该异常的 sqlState 跟 errorcode。
   - 如果 sqlState 以“08”开始，则为 fatal。

- 如果 errorcode 为 1040、1042、1043、1047、1081、1129、1130、1045、1004、1005、1015、1021、1041、1037、1038，则为 fatal。

3. 对异常的描述进行关键字定位，如果包含：“COMMUNICATIONS LINK FAILURE”、“COULD NOT CREATE CONNECTION”、“NO DATASOURCE”、“NO ALIVE DATASOURCE”则为 fatal。

2.2.5 集群不可用判定

查看该集群下的所有 MergeServer 是否都为故障。如果全部故障，则判定该集群为故障。当请求为弱一致性读请求时，主集群故障时，会重选集群，将请求发送至备集群。否则，则抛出异常。

2.2.6 定时任务

定时任务主要包括“内部表扫描任务”和“日志输出任务”。

内部表扫描任务的调度周期为 60s-120s 之间的任意时刻。选择在 60-120s 之间的随机分布，主要是为了解决应用集中在同一时刻对配置中心进行访问，导致配置中心产生比较大的压力。

内部表扫描任务过程如下：

1. 与内部表交互，详细请参见“集群内部表交互”。
2. 将这次调度执行期间获取的内部表状态与客户端当前内部状态进行比较，对于发生的差异，将促发不同的变更动作。
    - 如果是集群信息发生变化，例如：主备集群角色发生变化、主备集群的 ip 和 port、集群的负载策略等发生变化，则重新初始化数据源。
    - 如果是集群的流量比发生变化，则重新构造流量分配数组。
    - 集群中的 MergeServer 上下线，则创建或销毁 MergeServer 对应的数据源。

说明：*该任务在执行管理器执行 SQL 的过程中，如果发生 fatal 异常，同样会被触发，但是，触发周期被控制在 10s 之内。也就是说，10s 内执行管理器只能触发一次。*

日志输出任务调度周期为：30s。主要对所有的 MergeServer 的数据源的状态进行输出。目前日志输出格式如下：

```
10.209.144.37-2880[2013-07-09 16-28-11];5;0;0;41;0;38;3;5;1;0;0;0;32;1;278;276;0;0;268;10
10.209.144.38-2880[2013-07-09 16-28-11];7;2;0;35;0;34;1;7;1;0;0;0;32;1;258;258;0;0;244;14
10.209.144.39-2880[2013-07-09 16-28-11];4;0;0;32;0;30;2;4;2;0;0;0;32;1;221;221;0;0;215;8
```

日志输出任务附件说明如下：

```
Name;CreateCount;DestroyCount;CreateErrorCount;ConnectCount;ConnectErrorCount;CloseCount;ActiveCount;
ActivePeak;PoolingCount;LockQueueLength;WaitThreadCount;InitialSize;MaxActive;MinIdle;StartTransactio
nCount;CommitCount;ErrorCount;CachedPreparedStatementHitCount;CachedPreparedStatementMissCount
```

后续，我们会对客户端的日志进行统一的收集处理，由支付宝监控系统协助完成。这样，可以对客户端的各个真实的数据源进行 30s 的一个准实时监控，更好的帮助监控和定位 Server 产生的问题。

2.2.7 执行管理器

执行管理器的主要作用是第一次在虚拟 Connection 上执行 SQL 时，获取一条真实的 Connection，并成功完成整个执行过程。所以它主要管理流量分配以及集群的负载策略，和组合这两种算法的执行过程。

1. 调用流量分配，完成集群的选择，详细请参见“2.2.2 集群流量分配”。
2. 调用集群的负载策略分配器，选择 MergeServer，详细请参见“2.2.3 负载策略”。
   在 MergeServer 执行 SQL 过程中，如果发生了异常，对异常进行判断。
   - 如果是 fatal 异常，则该 MergeServer 不可用状态计一次，并且再次选择一台 MergeServer 执行。同时激活后台调度线程（激活周期为 10 秒），对“__all_server”表进行扫描，并完成相关操作，详细请参见“2.2.6 定时任务”。
   - 如果非 fatal 异常，则抛出异常。

2.2.8 JDBC 规范

OceanBase Datasource 严格按照 JDBC 规范进行设计，下面对实现 JDBC 规范的每个接口逐一进行说明。

```
com.alipay.oceanbase.OBGroupDataSource          ->  javax.sql.DataSource
com.alipay.oceanbase.TGroupConnection           ->  java.sql.Connection
com.alipay.oceanbase.TGroupStatement            ->  java.sql.Statement
com.alipay.oceanbase.TGroupPreparedStatement    ->  java.sql.PreparedStatement
```

- com.alipay.oceanbase.OBGroupDataSource
  对外提供的主要方法有：setConfigUrl(String configUrl)、setUserName(String userName)、setPassword(String password)、init()、destroy()和 getConnection()等。
  以上方法可以总结为：参数输入方法；初始化、销毁方法；获取连接方法。
  其中，“获取连接”返回的是一个虚拟连接（即 TGroupConnection），没有与 Server 产生任何真实的连接。

- com.alipay.oceanbase.TGroupConnection
  对外提供的主要方法有：createStatement()和 preparedSatement(String sql)，而对应的返回分别是 TGroupStatement 和 TGroupPrepreadStatement。
  同时，此实例会维护真实的连接。当第一次 execute 时，会通过执行管理器分配真实的连接，并且完成执行过程。如果此实例的 close 没有被调用，则一直保持这条真实连接，并且等待下一次通过此条真实连接执行 SQL。目前，通过虚拟连接无法做到真正意义上的读写分离。即读操作完全按照读流量分配执行，写操作则在主集群的 MergeServer 上执行。

- com.alipay.oceanbase.TGroupStatement
  对外提供的主要方法是：任何类型的 execute()方法。
  当执行 execute 方法时候，会检测此次执行的 SQL，判断是哪种类型，如 SELECT、INSERT 等，并调用虚拟连接 TGroupConnection，查看是否已经建立连接。如果已经建立，则直接调用执行。如果是第一次执行，则回调 TGroupDataSource 中的执行管理器，进行连接分配，然后再执行。

- com.alipay.oceanbase.TGroupPreparedStatement
  对外提供的主要方法是：execute()、executeQuery()、executeUpdate()等。
  当执行这些方法时，会检测此次执行的 SQL，调用虚拟连接 TGroupConnection，查看是否已经建立连接。如果已经建立连接，则直接执行 SQL。如果是第一次执行，则回调 TGroupDataSource 中的执行管理器，进行连接分配，然后再执行 SQL。

2.3 访问方式

主要介绍 Java 应用程序访问 OceanBase 的两种方式。

2.3.1 使用“oceanbase-core.jar”模块访问 OceanBase

OceanBase Java 客户端的“oceanbase-core.jar”模块对外提供服务的接口为“OBGroupDataSource”。

“oceanbase-core.jar”模块的 jar 包形式为:“oceanbase-core-*XXX*.jar”，其依赖的包为“druid-*XXX*.jar”，其中“*XXX*”为版本号。

应用程序会根据传入的 Listener 的地址从集群中获取 MergeServer 的列表，并且根据集群流量分配信息从中选择一个 MergeServer 来执行程序中的 SQL 请求。

* 前提条件

- OceanBase 主备集群已经安装且正常运行。
- Java 开发环境以及部署完成，如已经安装 JDK、Eclipse 等。

- 已经获取 OceanBase Java 客户端 Jar 包：“oceanbasee-core-1.1.0.jar”和“druid-0.2.12.jar”。
- 已经获取依赖包：“commons-lang-2.3.jar”、“commons-logging-1.1.jar”和“mysql-connector-java-5.1.14.jar”。

* 案例操作流程

1. 连接 OceanBase 数据库。
2. 新建 PreparedStatement 语句，来查询__all_server 表中 svr_port 为某个值的 server 信息。
3. 指定查询__all_server 表中 svr_port 为 2600 的 server 信息。
4. 打印查询结果。

* 预期结果

Eclipse Console 界面将打印出所有端口号为 2600 的 server 信息。

* 示例

假设搭建的 OceanBase 数据库包含两个集群，两个集群中的 Listener 的地址分别为：10.232.36.29:15847,10.232.36.30:15847

说明：*使用 obGroupDataSource 来访问 Oceanbase 数据库的时候，访问请求会跟进两个集群的流量分配准备来将请求发送给其中一个集群的 MergeServer 上面。*

编辑 Java 代码，如下所示：

```
import java.io.*;
import java.sql.Connection;
import java.sql.PreparedStatement;
import java.sql.ResultSet;
import java.sql.ResultSetMetaData;
import java.sql.Statement;
import java.util.*;
import javax.sql.DataSource;
public class ObGroupDataSourceExample {
        public static void main(String[] args) throws Exception {
                // 初始化 OceaBase DataSource 。
                OBGroupDataSource obGroupDataSource = new OBGroupDataSource();
                obGroupDataSource.setUsername("admin");
                obGroupDataSource.setPassword("admin");
                obGroupDataSource.setLMS("10.232.36.29:15847,10.232.36.30:15847");
                obGroupDataSource.init();
                Connection conn = obGroupDataSource.getConnection();
```

```
                PreparedStatement pstmt = conn
                                .prepareStatement("select * from __all_server where
svr_port = ?");
                pstmt.setInt(1, 2600);
                ResultSet rs = pstmt.executeQuery();
                ResultSetMetaData rSetMetaData = rs.getMetaData();
                for (int i = 1; i <=    rSetMetaData.getColumnCount(); i++) {
                        System.out.print("|" + rSetMetaData.getColumnName(i) + "");
                }
                System.out.println();
                while (rs.next()) {
                        for (int i = 1; i <=    rSetMetaData.getColumnCount(); i++) {
                                System.out.print("|" + rs.getString(i) + "");
                        }
                        System.out.println();
                }
                if (rs != null) {
                        rs.close();
                }
                if (pstmt != null) {
                        pstmt.close();
                }
                if (conn != null) {
                        conn.close();
                }
        }
}
```

如果 Eclipse Console 界面输出如下信息则表明运行正常。其中第一行为 __all_server 表的 schema 信息，而第二行才是真正的输出结果行。

```
|gm_create|gm_modify|cluster_id|svr_type|svr_ip|svr_port|inner_port|svr_role|svr_version
|2013-05-27 21:54:30.08001|2013-05-29
17:54:45.81237|0|chunkserver|10.209.144.31|2600|0|0|0.4.1.2_13189M(Apr 10 2013
12:40:32)
```

2.3.3 使用 MergeServer 直接访问 OceanBase

利用 MergeServer 访问 OceanBase 的过程最为直接，你只要知道一台 OceanBase 集群中 MergeServer 的地址和端口，就能直接进行访问，你所发出的所有 SQL 请求也都将由这台 MergeServer 进行处理。

该方式没有通过 OceanBase Java 客户端连接 OceanBase，因此，无需导入 OceanBase Java 客户端的 jar 包。

* 前提条件

- OceanBase 主备集群已经安装且正常运行。
- Java 开发环境以及部署完成，如已经安装 JDK、Eclipse 等。
- 已经获取依赖包：“commons-lang-2.3.jar”、“commons-logging-1.1.jar”和“mysql-connector-java-5.1.14.jar”。

* 案例操作流程

1. 连接 OceanBase 数据库。
2. 新建 PreparedStatement 语句，来查询__all_server 表中 svr_port 为某个值的 server 信息。
3. 指定查询__all_server 表中 svr_port 为 2600 的 server 信息。
4. 打印查询结果。

* 预期结果

Eclipse Console 界面将打印出所有端口号为 2600 的 server 信息。

* 示例

编辑 Java 代码，如下所示：

```
import java.sql.Connection;
import java.sql.DriverManager;
import java.sql.PreparedStatement;
import java.sql.ResultSet;
import java.sql.ResultSetMetaData;
import java.sql.SQLException;

public class OceanBaseMergeServerExample {
        public static void main(String[] argv) {
                executeByPreparedStatement();
        }

        public static void executeByPreparedStatement() {
                Connection conn = null;
                PreparedStatement pstmt = null;
                ResultSet rs = null;
                try {
                        Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver");
                        conn = DriverManager.getConnection(
```

```
                                                "jdbc:mysql://10.232.36.29:15847",
"admin", "admin");
                                pstmt = conn
                                                .prepareStatement("select * from
__all_server where svr_port = ?");
                                pstmt.setInt(1, 2600);
                                rs = pstmt.executeQuery();
                                ResultSetMetaData rSetMetaData = rs.getMetaData();
                                for (int i = 1; i <=    rSetMetaData.getColumnCount(); i++) {
                                        System.out.print("|" +
rSetMetaData.getColumnName(i) + "");
                                }
                                System.out.println();
                                while (rs.next()) {
                                        for (int i = 1; i <=    rSetMetaData.getColumnCount();
i++) {
                                                System.out.print("|" + rs.getString(i) + "");
                                        }
                                        System.out.println();
                                }
                        } catch (Exception e) {
                        } finally {
                                if (rs != null) {
                                        try {
                                                rs.close();
                                        } catch (SQLException ex) {
                                        }
                                }
                                if (pstmt != null) {
                                        try {
                                                pstmt.close();
                                        } catch (SQLException ex) {
                                        }
                                }
                                if (conn != null) {
                                        try {
                                                conn.close();
                                        } catch (SQLException ex) {
                                        }
                                }
                        }
                }
}
```

如果 Eclipse Console 界面输出如下信息则表明运行正常。其中第一行为 __all_server 表的 schema 信息，而第二行才是真正的输出结果行。

```
|gm_create|gm_modify|cluster_id|svr_type|svr_ip|svr_port|inner_port|svr_role|svr_version
|2013-05-27 21:54:30.08001|2013-05-29
17:54:45.81237|0|chunkserver|10.209.144.31|2600|0|0|0.4.1.2_13189M(Apr 10 2013
12:40:32)
```

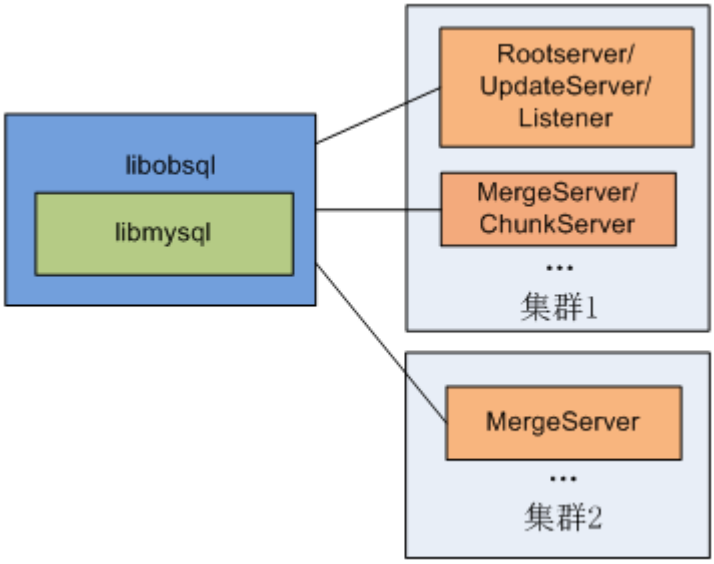
3 OceanBase C 客户端

OceanBase C 客户端主要用于开发人员编写 C 程序连接 OceanBase 数据库。它通过动态库“libobsql.so”的形式提供给用户使用。

3.1 客户端结构

OceanBase C 客户端的结构示意图如图 3-1 所示。

图 3-1 结构示意图



OceanBase C 客户端的结构介绍如下：

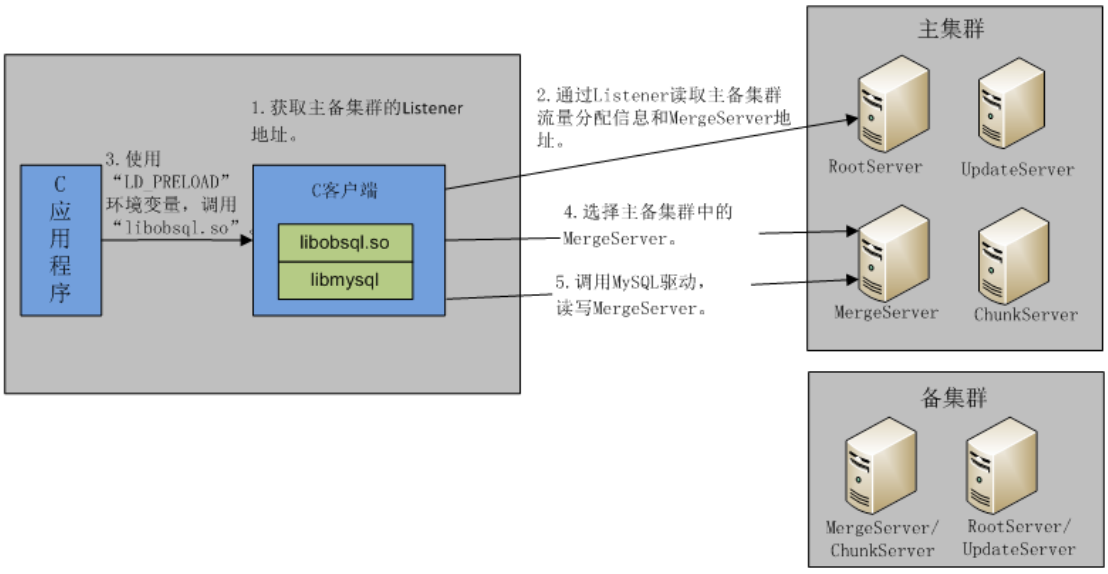
- libmysqlclient
  MySql 提供的 C 语言客户端库，用来访问 MySql 数据库。
- libobsql
  OceanBase 提供的 C 语言客户端库。libobsql 封装了 libmysqlclient，它实现了所有 libmysqlclient 的接口。用户可以通过使用“LD_PRELOAD”环境变量，调用“libmysqlclient”动态库中的接口，但是实际上是调用的 libobsql 的接口。
- RootServer/UpdateServer/MergeServer/ChunkServer
  OceanBase 集群的组成模块，具体功能介绍请参见《OceanBase 描述》。
- Listener
  OceanBase 集群内的特殊角色，是客户端获取访问 OceanBase 中 MergeServer 列表、集群流量分配的接口。

3.2 访问流程

应用程序可以使用 libmysqlclient 提供的 API 接口访问 OceanBase，通过 libmysqlclient 编译的应用程序无需重新编译即可连接 OceanBase。

OceanBase C 客户端的访问流程如图 3-2 所示。

图 3-2 访问流程



3.3 安装

假设本地计算机的用户为 **sqluser**。安装 OceanBase C 客户端的操作步骤如下：

1. 以 **sqluser** 用户登录本地计算机。
2. 执行以下命令，检出 Oceanbase 源码。
   git clone https://github.com/alibaba/oceanbase oceanbase_install
3. 执行以下命令，进入“oceanbase_0.4”分支。
   git checkout oceanbase_0.4
4. 执行以下命令，进入 OceanBase C 客户端安装包的存放目录。
   cd ~/oceanbase_install/client_package/c
5. 执行以下命令，安装依赖库 curl。
   sudo rpm -Uvh curl-7.29.0-1.el6.x86_64.rpm
6. 执行以下命令，安装 OceanBase C 客户端。
   sudo rpm -Uvh oceanbase-devel-0.4.2.1-1193.el6.x86_64.rpm
7. 使用 **vi** 编辑器在“~/.bashrc”文件中添加以下内容。

```
export LD_PRELOAD=/home/admin/oceanbase/lib/libobsql.so.0.0.0
export OB_SQL_CONFIG_DIR=/home/admin/oceanbase/etc/
```

8. 执行以下命令，使环境变量生效。
   source ~/.bashrc
9. 使用 **vi** 编辑器修改“~/oceanbase/etc/libobsql.conf”文件，参数说明如表 3-1 所示。

```
logfile=/tmp/obsql.log
#initurl=http://10.232.102.182:8080/diamond-server/config.co?dataId=197
loglevel=DEBUG
minconn=2
maxconn=50
ip=10.10.10.2
port=2828
username=admin
passwd=admin
```

表 3-1 参数说明

参数名称	说明
logfile	客户端日志路径。
initurl	仅支持阿里巴巴内部人员使用，本文暂不做介绍。
minconn	客户端到 MergeServer 的最小连接数。
maxconn	客户端到 MergeServer 的最大连接数。
ip	主集群中主 RootServer 的 IP。
port	Listener 的 MySQL 的协议端口。
username	连接 OceanBase 的用户名。 缺省值：admin
passwd	连接 OceanBase 的密码。 缺省值：admin

3.4 访问方式

主要通过一个示例介绍如何使用 OceanBase C 客户端连接 OceanBase。

* 前提条件

- OceanBase 主备集群已经安装且正常运行。
- 配置“__all_cluster”中主备集群的流量分配“cluster_flow_percent”，主集群为“0”，备集群为“100”。
- C 开发环境已经部署完成，如已安装 g++，gcc 等。
- 客户端服务器用户：**sqluser**。

* 案例操作流程

编写一段 C 程序，使用 OceanBase C 客户端进行如下操作：

1. 连接 OceanBase 数据库。
2. 创建表“test”：c1 列为主键，int 类型；c2 列为 varchar 类型。
3. 插入两行数据“1”、“ hello ob”和“2”、“hello java”。
4. 查询表“test”内容。
5. 删除表“test“。

* 预期结果

根据客户端特性，create table、insert 和 drop table 在主集群中执行，select 操作在备集群中执行。

* 示例

1. 编写一段 SQL 的 C 代码，保存为“test.c”文件，并上传至客户端服务器的“/home/sqluser”目录。
   说明：*API 的完整说明请参考《MySQL C API 文档》。*

```
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <mysql/mysql.h>   //注意，此处为“mysql.h”
int main(int argc, char *argv[])
 {
      (void)argc;
      (void)argv;
      const char* HOST = "127.0.0.1";
      int PORT = 2828;

      // 1. 初始化 libmysqlclient
```

```
    if (0 != mysql_library_init(0, NULL, NULL))
    {
      fprintf(stderr, "could not init mysql library\n");
      exit(1);
    }
    MYSQL my_;
    mysql_init(&my_);

    // 2. 连接 OceanBase SQL 服务
    fprintf(stderr, "Connecting server %s:%d...\n", HOST, PORT);
    mysql_real_connect(&my_, HOST, "admin", "admin", "", PORT, NULL, 0);

    // 3. 建表
    int ret = 0;
    ret = mysql_query(&my_, "drop table if exists test");
    if (0 != ret)
    {
        fprintf(stderr, "%sn", mysql_error(&my_));
    }
    ret = mysql_query(&my_, "create table if not exists test (c1 int primary key, c2
varchar)");
    if (0 != ret)
    {
        fprintf(stderr, "%sn", mysql_error(&my_));
    }

    //建表后预留用于主备同步的时间。
    sleep(60);

    //4. 插入数据
    ret = mysql_query(&my_, "insert into test (c1, c2) values (1, 'hello ob'), (2, 'hello
java')");
    if (0 != ret)
    {
        fprintf(stderr, "%sn", mysql_error(&my_));
    }

    // 5. 查询数据
    ret = mysql_query(&my_, "select * from test");
    if (0 != ret)
    {
        fprintf(stderr, "%sn", mysql_error(&my_));
    }
    MYSQL_RES *result = mysql_store_result(&my_);
```

```
  // 6. 删表
  ret = mysql_query(&my_, "drop table if exists test");
  if (0 != ret)
  {
    fprintf(stderr, "%sn", mysql_error(&my_));
  }

 // 7. destroy
  mysql_close(&my_);
  mysql_library_end();
  return 0;
}
```

2. 以 **sqluser** 用户登录客户端服务器。
3. 执行以下命令，编译“test.c”。
   g++ atest.c -o atest -I /usr/include -L /usr/lib64/mysql -lmysqlclient
4. 执行以下命令，运行“test.c”。
   ./atest
5. 分别登录主备集群中安装 MergeServer 的服务器，查看 MergeServer 的日志文件“/home/admin/oceanbase/log/mergeserver.log”。
   如果出现如下日志，则说明客户端运行正常。
   - 主集群

     ```
     [2013-06-08 10:51:16.467612] INFO    ob_mysql_server.cpp:1054
     [139693026940672] start query: "create table test (c1 int primary key, c2
     varchar)" real_query_len=50, peer=10.14.19.17:53472
     [2013-06-08 10:52:16.764349] INFO    ob_mysql_server.cpp:1054
     [139693440083712] start query: "insert into test values (1, 'hello ob'), (2, 'hello
     java')" real_query_len=58, peer=10.14.19.17:53472
     [2013-06-08 10:52:16.810628] INFO    ob_mysql_server.cpp:1054
     [139693062612736] start query: "drop table test" real_query_len=15,
     peer=10.14.19.17:53472
     ```

   - 备集群

     ```
     [2013-06-08 10:52:16.797199] INFO    ob_mysql_server.cpp:1056
     [140177548736256] start query: "select * from test" real_query_len=18,
     peer=10.14.19.17:53527
     ```

4 附录

4.1 OceanBase Java 客户端流量分配执行实现细节

OceanBase Java 客户端中，SQL 操作发送原则如下：

- “select /*+ read_consistency(weak) */ * from ”和“select * from”语句根据集群流量分配发送至主备集群。
- “select /*+read_cluster(master)*/ * from”和“select /*+read_cluster(slave) */ * from”，根据指定集群发送。
- 其余操作均发送至主集群。

OceanBase Java 客户端流量分配的主要依据为“__all_cluster”表中“cluster_flow_percent”列。

OceanBase Java 客户端流量分配执行流程如下：

1. 解析 SQL 语句，查看该语句类型，主要包括以下三个方面：
    a. 查看该 SQL 属于 DML 还是 DDL 语句。
    b. 如果是 DML 语句，那么该 SQL 是否为 SELECT 语句。
    c. 如果 SELECT 操作，那么该语句是否带有 hint。
2. 如果 SQL 带有 hint，且为 read_cluster 类型的 hint，则依据 hint 中指定的集群，进行分配。例如：
    - /*+ read_cluster(master)*/，直接发送至主集群。
    - /*+ read_cluster(slave) */，直接发送至备集群。
3. 判断 SQL 类型，如果是修改操作，则发送至主集群；如果是查询操作，则按照以下规则：
    - 带有/*+ read_consistency(strong) */，则发送至主集群。
    - 带有/*+ read_consistency(weak) */，则参与流量分配。
    - 不带有任何 hint，则依据 Server 配置项“ob_read_consistency”的值进行分配。
        - 如果 ob_read_consistency < 4，则为弱一致性读取操作，参与流量分配。
        - 如果 ob_read_consistency >= 4，则为强一致性读取操作，直接发送至主集群。

4. 对于参与流量分配的 SQL 操作，OceanBase Java 客户端按照“__cluster_flow_percent”的值，获取各个集群所占有的流量比例，并构建长度为 100 的数组，用于存放主集群引用或是备集群引用（主要是标识为主集群还是备集群）。然后执行 SHUFFLE 操作，随机分布数组中的各个元素。

   说明：*在“步骤 2”和“步骤 3”中，SQL 操作发送到主集群时，主集群操作计数器执行“+1”操作（该计数器主要为了进一步均衡主集群的流量，对于按流量分配到主集群的非一致性读操作，根据此参数转移至备集群）。*

   - 根据构建的数组，如果 SQL 操作被分配到的是备集群，则直接发送至备集群。
   - 根据构建的数组，如果 SQL 操作被分配到的是主集群，则先对主集群计数器执行“-1”操作，并查看“-1”之后的值是否为小于 0。
     如果是小于 0，说明主集群目前流量为 0，可以发送至主集群；如果是大于或等于 0，则根据构建的数组重新分配主备集群。

假设 1：主集群的 cluster_flow_percent 值为 50，备集群的 cluster_flow_percent 值为 50，ob_read_consistency 值为 3。

```
select * from t1 where t1 = 1;   //参与主备流量分配，一半概率至主，一半概率至备
select /*+read_consistency(strong)*/ from   t1 where t1 = 1; //直接发送至主集群，计数器“+1”
select /*+read_consistency(weak)*/ from   t1 where t1 = 1; //参与主备流量分配，一半概率至主，一半概率至备
select * from t1 where t1=1 for update;   //直接发送至主集群，计数器“+1”
select /*+read_cluster(master)*/ * from   t1 where t1=1;   //直接发送至主集群，计数器“+1”
select /*+read_cluster(slave) */ * from   t1 where t1=1;   //直接发送至备集群
insert into t1 values (1,1);   //发送至主集群，计数器“+1”
select * from t1 where t1=1; //根据数组重新分配主备集群（由于前一条主集群计数器执行了加一操作）
```

假设 2：主集群的 cluster_flow_percent 值为 50，备集群的 cluster_flow_percent 值为 50，ob_read_consistency 值为 4。

```
select * from t1 where t1 = 1; //发送至主集群，计数器“+1”
select /*+read_consistency(strong)*/ from   t1 where t1 = 1; //直接发送至主集群，计数器“+1”
select /*+read_consistency(weak)*/ from   t1 where t1 = 1;   //参与流量分配，一半概率至主，一半概率至备
select * from t1 where t1=1 for update;   //直接发送至主集群，计数器“+1”
select /*+read_cluster(master)*/ * from   t1 where t1=1;   //直接发送至主集群，计数器“+1”
select /*+read_cluster(slave) */ * from   t1 where t1=1;    //直接发送至备集群
insert into t1 values (1,1);   //发送至主集群，计数器“+1”
select /*+read_consistency(weak)*/ from   t1 where t1=1;   //根据数组重新分配主备集群（前一条主集群计数器执行了加一操作）
```

4.2 OceanBase Java 客户端定时 MergeServer 重新生效流程

OceanBase Java 客户端会启动一个定时线程，该线程的主要任务为：扫描内部表“__all_cluster”和“__all_server”，并查看这两个表中的数据是否发生了变化。如果变化，则将生效新的流量规则并上下线 MergeServer。

实现细节如下：

1. 任务调度周期 60-120s（考虑是，将调度时间分散，避免在某个集中时刻，对配置中心的访问，导致配置中心发生异常）。
   每次调度时，将首先访问 OceanBase 配置中心，获取访问入口。如果配置中心发生故障，则无法获取访问入口，调度任务将失败。但是，不影响客户端的处理外部请求的功能。
2. 获得到访问入口后，将读取内部表“__all_cluster”和“__all_server”的内容。
3. 与当前使用的信息进行对比，如果发现改变，则开始生效。
   - 流量发生变化，则对决定流量的数组进行重新分配。
   - MergeServer 列表发生变化，则对底层的 Druid 数据源进行创建或销毁。

4.3 OceanBase Java 客户端日志梳理

OceanBase Java 客户端日志主要包以下内容：

- 将每个 MergeServer 的 druid 数据源连接池的状态进行输出，其中包括：当前正在使用的连接个数、历史创建的连接总个数、历史销毁的连接总个数、历史最大连接使用个数、最大可创建的个数等等信息。
- 输出 OceanBase Java 客户端与 MergeServer 连接异常信息以及此次异常所完成的动作（重试 MergeServer，直接抛出等）。
- 完全独立 ob-datasource 的日志信息。后续将考虑从日志信息中获取并将信息展示至监控中心。

4.4 OceanBase C 客户端流量分配设计

流量分配只涉及弱一致性读请求，非弱一致性读请求全部发送至主集群，所以 OceanBase C 客户端的流量分配方案采用了一个记账的模型：

每次更新集群信息时都会根据最新的流量比列，构造出一个定长数组，并且用变量“OFFSET”表述数据的当前偏移，变量“MASTER”记录当前一致性请求的次数。

1. 在每次发起读请求时，如果是一致性请求，则直接发往主集群（不查询上述构造的数组），且“MASTER++”，“OFFSET”不变；如果是非一致性请求，则继续步骤 2。
2. 查询上述构造的数组，如果当前偏移是主集群，则继续步骤 3；如果是备集群则直接发送，且“OFFSET++”。
3. 查看 MASTER 值，如果“MASTER==0”，则直接发送请求到该主集群，且“OFFSET++”，“MASTER”不变；否则“MASTER--”, “OFFSET++”,并重复步骤 2。

由于强一致性请求固定发往主集群，弱一致性通过查询数组按流量比发送，因此会造成主集群流量偏大。通过 MASTER 这个变量就有效抵消了强一致性请求到主集群的流量，从而达到服务端设置的流量比列。

Ex: 假设有集群 A 和 B，A 是主集群，B 是备集群，流量比列是“4:6”，请求序列“cq1 Nq1 Cq2 Nq2 Nq3 Nq4”。其中“Cq”表示一致性请求，“Nq”表示非一致性请求。

构造的一个定长数组如下：

A	B	B	A	B	A	B	B	A	B

MASTER = 0, OFFSET=0

则流量分配如下：

请求	发往的集群	MASTER	OFFSET
Cq1	A	1	0
Nq1	B	0	2
Cq2	A	1	2
Nq2	B	1	3
Nq3	B	0	5
Nq4	A	0	6

4.5 OceanBase C 客户端重试设计

OceanBase 数据库为分布式系统，单点失效时需要保持对用户透明，所以在客户端需要在访问失败的时候增加重试策略。

对于普通请求，当客户端访问某 MergeServer 失败时，就给其打上标签并持续一段时间，然后随机重试该集群中的另一台 MergeServer 处理。重试过程中不修改内部的 OBGroupDataSource。

对于绑定变量的请求的，访问失败后并不重试，直接把错误交由应用处理，因为在客户端内部无法得知连接上绑定过哪些 statement。