

# 1. 日志

## 1.1 错误日志

错误日志是 MySQL 中最重要的日志之一，它记录了当 `mysqld` 启动和停止时，以及服务器在运行过程中发生任何严重错误时的相关信息。当数据库出现任何故障导致无法正常使用时，建议首先查看此日志。

该日志是默认开启的，默认存放目录 `/var/log/`，默认的日志文件名为 `mysqld.log`。查看日志位置：

```
1 show variables like '%log_error%';
```

```
mysql> show variables like '%log_error%';
+-----+-----+
| Variable_name | Value                               |
+-----+-----+
| binlog_error_action | ABORT_SERVER                       |
| log_error | /var/log/mysqld.log                 |
| log_error_services | log_filter_internal; log_sink_internal |
| log_error_suppression_list |                                     |
| log_error_verbosity | 2                                   |
+-----+-----+
5 rows in set (0.01 sec)
```

## 1.2 二进制日志

### 1.2.1 介绍

二进制日志 (BINLOG) 记录了所有的 DDL (数据定义语言) 语句和 DML (数据操纵语言) 语句，但不包括数据查询 (SELECT、SHOW) 语句。

作用：①. 灾难时的数据恢复；②. MySQL的主从复制。在MySQL8版本中，默认二进制日志是开启着的，涉及到的参数如下：

```
1 show variables like '%log_bin%';
```

```
mysql> show variables like '%log_bin%';
+-----+-----+
| Variable_name | Value                               |
+-----+-----+
| log_bin | ON                                  |
| log_bin_basename | /var/lib/mysql/binlog             |
| log_bin_index | /var/lib/mysql/binlog.index       |
| log_bin_trust_function_creators | OFF                                |
| log_bin_use_vl_row_events | OFF                                |
| sql_log_bin | ON                                  |
+-----+-----+
6 rows in set (0.00 sec)
```

```
-rw-r----- 1 mysql mysql 999 12月 31 19:51 binlog.000001
-rw-r----- 1 mysql mysql 2039 12月 31 22:43 binlog.000002
-rw-r----- 1 mysql mysql 179 1月 1 10:30 binlog.000003
-rw-r----- 1 mysql mysql 661937 1月 6 16:06 binlog.000004
-rw-r----- 1 mysql mysql 1381 1月 6 22:22 binlog.000005
-rw-r----- 1 mysql mysql 312363 1月 8 16:04 binlog.000006
-rw-r----- 1 mysql mysql 57643 1月 22 16:07 binlog.000007
-rw-r----- 1 mysql mysql 8632 1月 25 16:14 binlog.000008
-rw-r----- 1 mysql mysql 128 1月 22 16:07 binlog.index
```

二进制日志索引文件

参数说明:

- log\_bin\_basename: 当前数据库服务器的binlog日志的基础名称(前缀), 具体的binlog文件名需要再该basename的基础上加上编号(编号从000001开始)。
- log\_bin\_index: binlog的索引文件, 里面记录了当前服务器关联的binlog文件有哪些。

### 1.2.2 格式

MySQL服务器中提供了多种格式来记录二进制日志, 具体格式及特点如下:

日志格式	含义
STATEMENT	基于SQL语句的日志记录, 记录的是SQL语句, 对数据进行修改的SQL都会记录在日志文件中。
ROW	基于行的日志记录, 记录的是每一行的数据变更。(默认)
MIXED	混合了STATEMENT和ROW两种格式, 默认采用STATEMENT, 在某些特殊情况下会自动切换为ROW进行记录。

```
1 show variables like '%binlog_format%';
```

```
mysql> show variables like '%binlog_format%';
+-----+-----+
| Variable_name | Value |
+-----+-----+
| binlog_format | ROW   |
+-----+-----+
1 row in set (0.04 sec)
```

如果我们需要配置二进制日志的格式, 只需要在 `/etc/my.cnf` 中配置 `binlog_format` 参数即可。

### 1.2.3 查看

由于日志是以二进制方式存储的, 不能直接读取, 需要通过二进制日志查询工具 `mysqlbinlog` 来查看, 具体语法:

```

1  mysqlbinlog [ 参数选项 ] logfilename
2
3  参数选项:
4      -d      指定数据库名称, 只列出指定的数据库相关操作。
5      -o      忽略掉日志中的前n行命令。
6      -v      将行事件 (数据变更) 重构为SQL语句
7      -vv     将行事件 (数据变更) 重构为SQL语句, 并输出注释信息

```

### 1.2.4 删除

对于比较繁忙的业务系统, 每天生成的binlog数据巨大, 如果长时间不删除, 将会占用大量磁盘空间。可以通过以下几种方式清理日志:

指令	含义
<code>reset master</code>	删除全部 binlog 日志, 删除之后, 日志编号, 将从 binlog.000001重新开始
<code>purge master logs to 'binlog.*'</code>	删除 * 编号之前的所有日志
<code>purge master logs before 'yyyy-mm-dd hh24:mi:ss'</code>	删除日志为 "yyyy-mm-dd hh24:mi:ss" 之前产生的所有日志

也可以在mysql的配置文件中配置二进制日志的过期时间, 设置了之后, 二进制日志过期会自动删除。

```

1  show variables like '%binlog_expire_logs_seconds%';

```

## 1.3 查询日志

查询日志中记录了客户端的所有操作语句, 而二进制日志不包含查询数据的SQL语句。默认情况下, 查询日志是未开启的。

```

mysql> show variables like '%general%';
+-----+-----+
| Variable_name | Value |
+-----+-----+
| general_log   | OFF   |
| general_log_file | /var/lib/mysql/localhost.log |
+-----+-----+
2 rows in set (0.00 sec)

```

如果需要开启查询日志，可以修改MySQL的配置文件 `/etc/my.cnf` 文件，添加如下内容：

```
1 #该选项用来开启查询日志，可选值：0 或者 1；0 代表关闭，1 代表开启
2 general_log=1
3 #设置日志的文件名，如果没有指定，默认的文件名为 host_name.log
4 general_log_file=mysql_query.log
```

开启了查询日志之后，在MySQL的数据存放目录，也就是 `/var/lib/mysql/` 目录下就会出现 `mysql_query.log` 文件。之后所有的客户端的增删改查操作都会记录在该日志文件之中，长时间运行后，该日志文件将会非常大。

## 1.4 慢查询日志

慢查询日志记录了所有执行时间超过参数 `long_query_time` 设置值并且扫描记录数不小于 `min_examined_row_limit` 的所有的SQL语句的日志，默认未开启。`long_query_time` 默认为 10 秒，最小为 0，精度可以到微秒。

如果需要开启慢查询日志，需要在MySQL的配置文件 `/etc/my.cnf` 中配置如下参数：

```
1 #慢查询日志
2 slow_query_log=1
3 #执行时间参数
4 long_query_time=2
```

默认情况下，不会记录管理语句，也不会记录不使用索引进行查找的查询。可以使用 `log_slow_admin_statements`和 `更改此行为 log_queries_not_using_indexes`，如下所述。

```
1 #记录执行较慢的管理语句
2 log_slow_admin_statements =1
3 #记录执行较慢的未使用索引的语句
4 log_queries_not_using_indexes = 1
```

上述所有的参数配置完成之后，都需要重新启动MySQL服务器才可以生效。

## 2. 主从复制

### 2.1 概述

主从复制是指将主数据库的 DDL 和 DML 操作通过二进制日志传到从库服务器中，然后在从库上对这些日志重新执行（也叫重做），从而使得从库和主库的数据保持同步。

MySQL支持一台主库同时向多台从库进行复制，从库同时也可以作为其他从服务器的主库，实现链状复制。

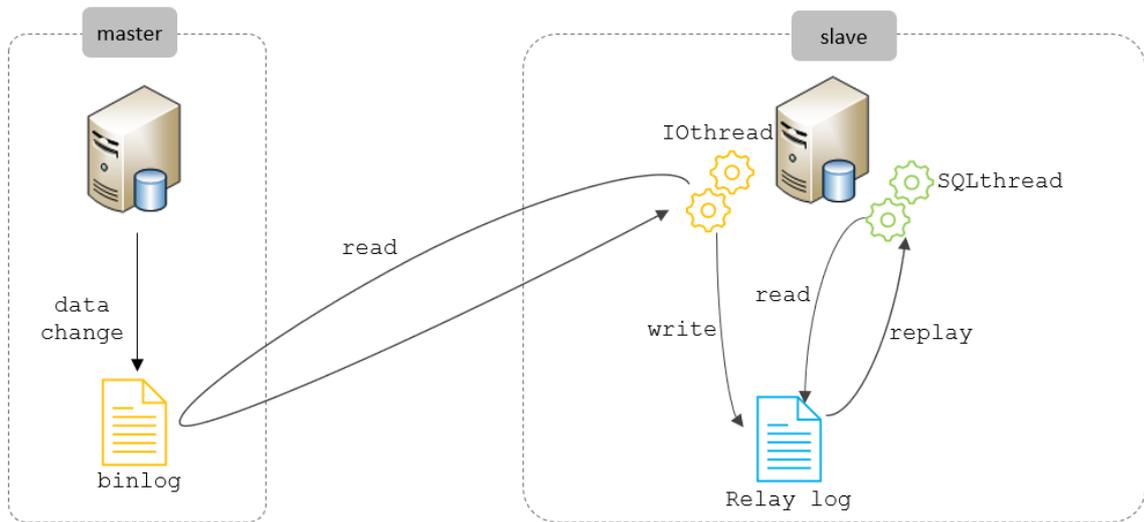


MySQL 复制的优点主要包含以下三个方面：

- 主库出现问题，可以快速切换到从库提供服务。
- 实现读写分离，降低主库的访问压力。
- 可以在从库中执行备份，以避免备份期间影响主库服务。

### 2.2 原理

MySQL主从复制的核心就是 二进制日志，具体的过程如下：



从上图来看，复制分成三步：

1. Master 主库在事务提交时，会把数据变更记录在二进制日志文件 Binlog 中。
2. 从库读取主库的二进制日志文件 Binlog，写入到从库的中继日志 Relay Log。
3. slave重做中继日志中的事件，将改变反映它自己的数据。

## 2.3 搭建

### 2.3.1 准备



准备好两台服务器之后，在上述的两台服务器中分别安装好MySQL，并完成基础的初始化准备（安装、密码配置等操作）工作。其中：

- 192.168.200.200 作为主服务器master
- 192.168.200.201 作为从服务器slave

### 2.3.2 主库配置

1. 修改配置文件 /etc/my.cnf

```
1 #mysql 服务ID, 保证整个集群环境中唯一, 取值范围: 1 - 232-1, 默认为1
2 server-id=1
3 #是否只读, 1 代表只读, 0 代表读写
4 read-only=0
5 #忽略的数据, 指不需要同步的数据库
6 #binlog-ignore-db=mysql
7 #指定同步的数据库
8 #binlog-do-db=db01
```

## 2. 重启MySQL服务器

```
1 systemctl restart mysqld
```

## 3. 登录mysql, 创建远程连接的账号, 并授予主从复制权限

```
1 #创建itcast用户, 并设置密码, 该用户可在任意主机连接该MySQL服务
2 CREATE USER 'itcast'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'Root@123456'
3 ;
4 #为 'itcast'@'%' 用户分配主从复制权限
5 GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'itcast'@'%';
```

## 4. 通过指令, 查看二进制日志坐标

```
1 show master status ;
```

```
mysql> show master status;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| File           | Position | Binlog_Do_DB | Binlog_Ignore_DB | Executed_Gtid_Set |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| binlog.000004 | 663      |               |                   |                   |
+-----+-----+-----+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

字段含义说明:

file : 从哪个日志文件开始推送日志文件

position : 从哪个位置开始推送日志

binlog\_ignore\_db : 指定不需要同步的数据库

### 2.3.3 从库配置

#### 1. 修改配置文件 /etc/my.cnf

```
1 #mysql 服务ID, 保证整个集群环境中唯一, 取值范围: 1 - 2^32-1, 和主库不一样即可
2 server-id=2
3 #是否只读, 1 代表只读, 0 代表读写
4 read-only=1
```

#### 2. 重新启动MySQL服务

```
1 systemctl restart mysqld
```

#### 3. 登录mysql, 设置主库配置

```
1 CHANGE REPLICATION SOURCE TO SOURCE_HOST='192.168.200.200', SOURCE_USER='itcast',
   SOURCE_PASSWORD='Root@123456', SOURCE_LOG_FILE='binlog.000004',
   SOURCE_LOG_POS=663;
```

上述是8.0.23中的语法。如果mysql是 8.0.23 之前的版本, 执行如下SQL:

```
1 CHANGE MASTER TO MASTER_HOST='192.168.200.200', MASTER_USER='itcast',
   MASTER_PASSWORD='Root@123456', MASTER_LOG_FILE='binlog.000004',
   MASTER_LOG_POS=663;
```

参数名	含义	8.0.23之前
SOURCE_HOST	主库IP地址	MASTER_HOST
SOURCE_USER	连接主库的用户名	MASTER_USER
SOURCE_PASSWORD	连接主库的密码	MASTER_PASSWORD
SOURCE_LOG_FILE	binlog日志文件名	MASTER_LOG_FILE
SOURCE_LOG_POS	binlog日志文件位置	MASTER_LOG_POS

#### 4. 开启同步操作

- 1 start replica ; #8.0.22之后
- 2 start slave ; #8.0.22之前

## 5. 查看主从同步状态

- 1 show replica status ; #8.0.22之后
- 2 show slave status ; #8.0.22之前

```
mysql> show replica status\G;
***** 1. row *****
      Replica_IO_State: Waiting for source to send event
      Source_Host: 192.168.200.200
      Source_User: itcast
      Source_Port: 3306
      Connect_Retry: 60
      Source_Log_File: binlog.000004
      Read_Source_Log_Pos: 663
      Relay_Log_File: localhost-relay-bin.000002
      Relay_Log_Pos: 321
      Relay_Source_Log_File: binlog.000004
      Replica_IO_Running: Yes
      Replica_SQL_Running: Yes
      Replicate_Do_DB:
      Replicate_Ignore_DB:
      Replicate_Do_Table:
      Replicate_Ignore_Table:
      Replicate_Wild_Do_Table:
      Replicate_Wild_Ignore_Table:
      Last_Errno: 0
      Last_Error:
      Skip_Counter: 0
      Exec_Source_Log_Pos: 663
      Relay_Log_Space: 534
      Until_Condition: None
      Until_Log_File:
      Until_Log_Pos: 0
      Source_SSI_Allowed: No
```

## 2.3.4 测试

1. 在主库 192.168.200.200 上创建数据库、表，并插入数据

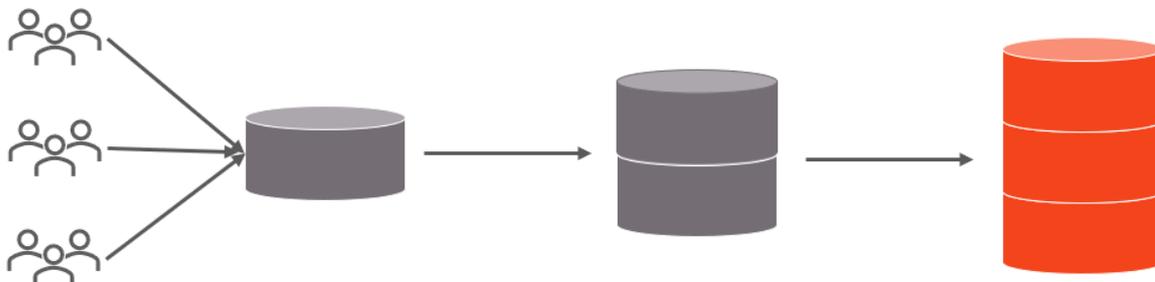
```
1 create database db01;
2 use db01;
3 create table tb_user(
4     id int(11) primary key not null auto_increment,
5     name varchar(50) not null,
6     sex varchar(1)
7 )engine=innodb default charset=utf8mb4;
8 insert into tb_user(id,name,sex) values (null,'Tom', '1'),(null,'Trigger','0'),
    (null,'Dawn','1');
```

2. 在从库 192.168.200.201 中查询数据，验证主从是否同步

## 3. 分库分表

### 3.1 介绍

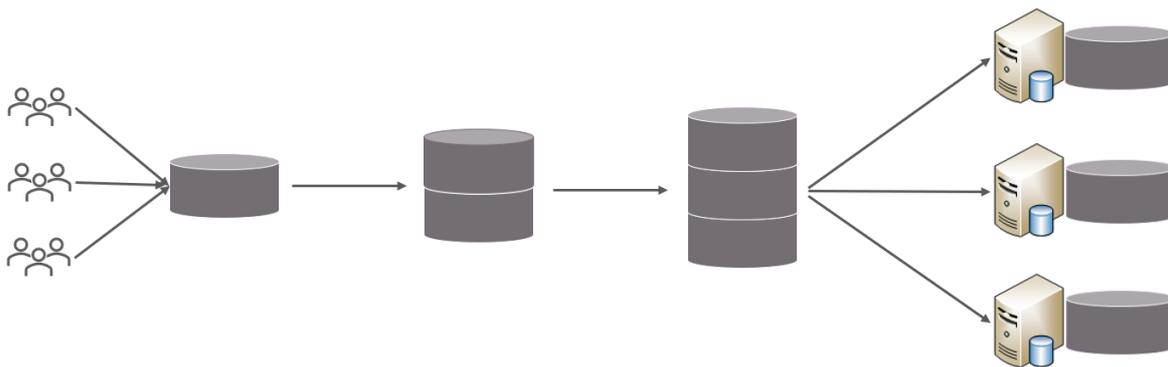
#### 3.1.1 问题分析



随着互联网及移动互联网的发展，应用系统的数据量也是成指数式增长，若采用单数据库进行数据存储，存在以下性能瓶颈：

1. IO瓶颈：热点数据太多，数据库缓存不足，产生大量磁盘IO，效率较低。请求数据太多，带宽不够，网络IO瓶颈。
2. CPU瓶颈：排序、分组、连接查询、聚合统计等SQL会耗费大量的CPU资源，请求数太多，CPU出现瓶颈。

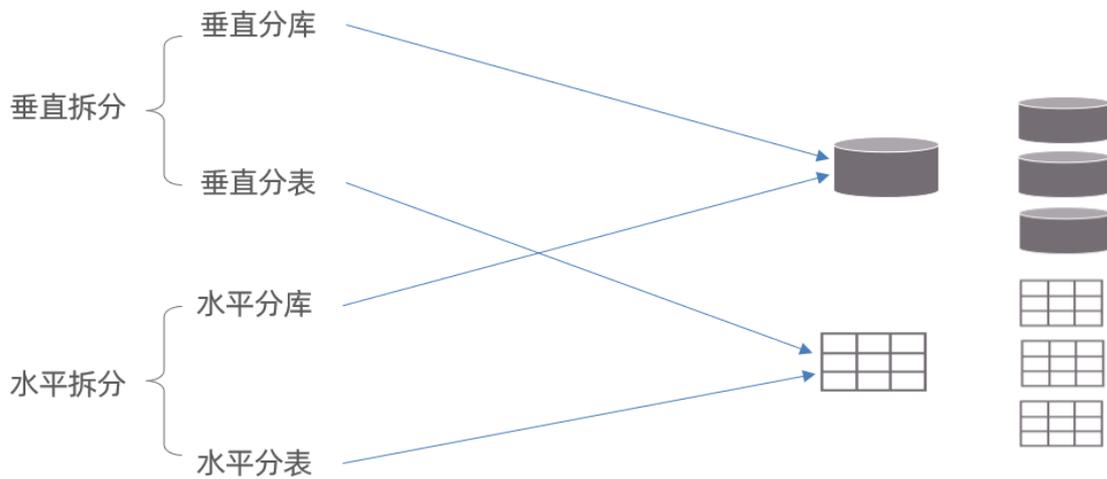
为了解决上述问题，我们需要对数据库进行分库分表处理。



分库分表的中心思想都是将数据分散存储，使得单一数据库/表的数据量变小来缓解单一数据库的性能问题，从而达到提升数据库性能的目的。

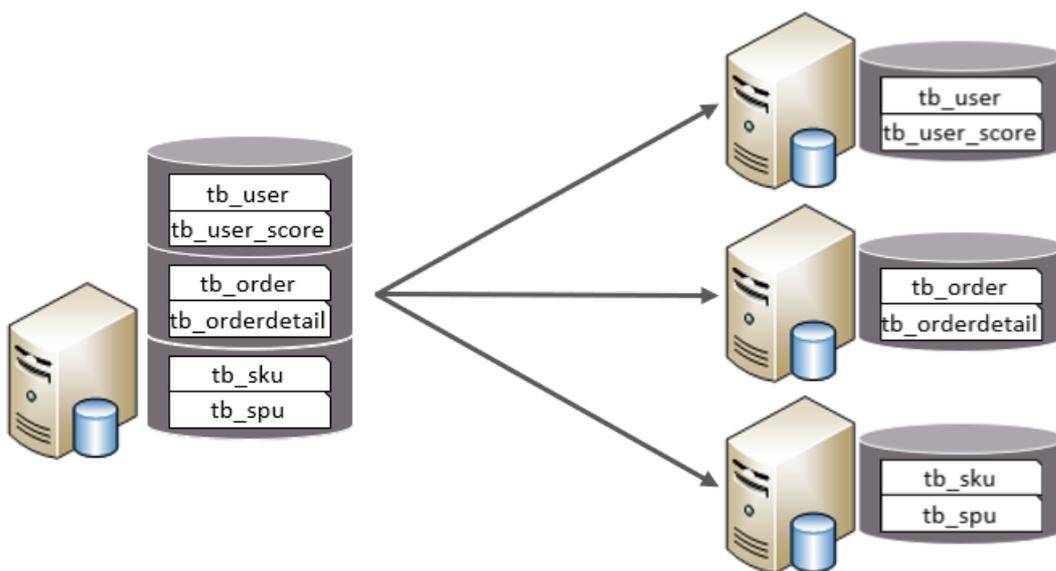
#### 3.1.2 拆分策略

分库分表的形式，主要是两种：垂直拆分和水平拆分。而拆分的粒度，一般又分为分库和分表，所以组成的拆分策略最终如下：



### 3.1.3 垂直拆分

#### 1. 垂直分库

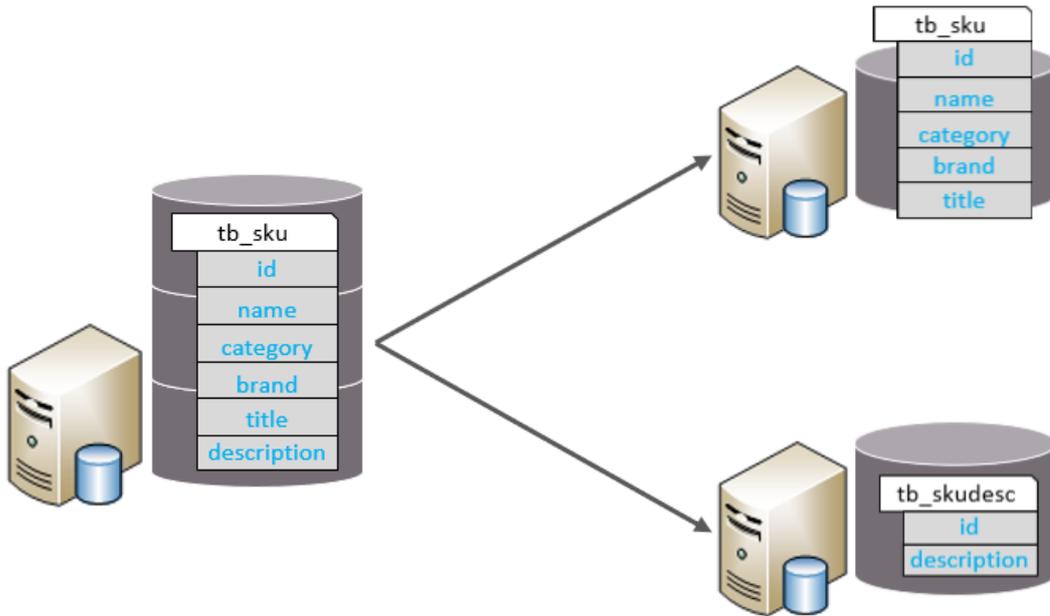


垂直分库：以表为依据，根据业务将不同表拆分到不同库中。

特点：

- 每个库的表结构都不一样。
- 每个库的数据也不一样。
- 所有库的并集是全量数据。

#### 2. 垂直分表



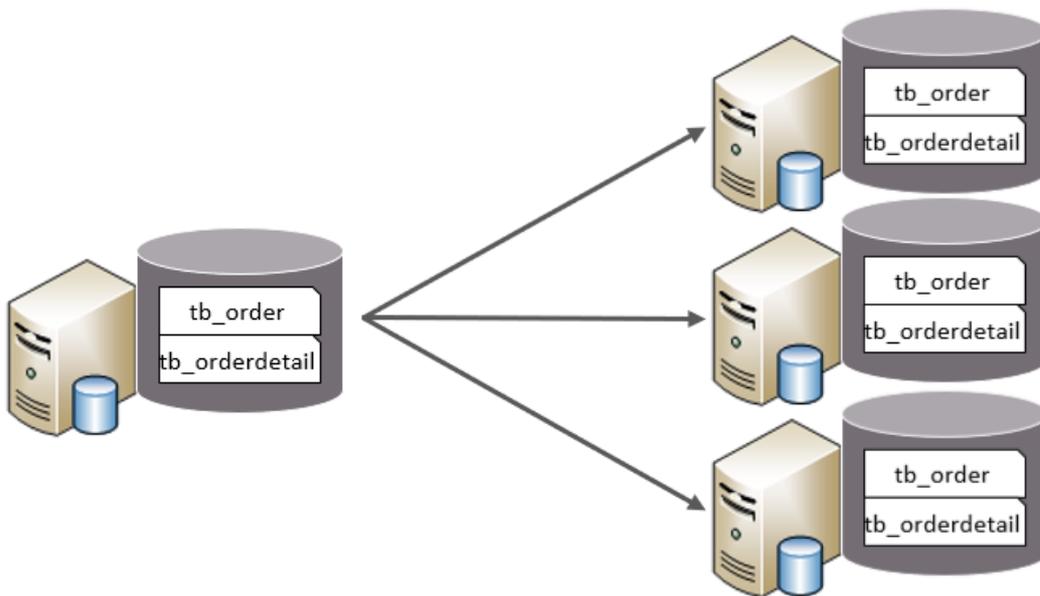
垂直分表：以字段为依据，根据字段属性将不同字段拆分到不同表中。

特点：

- 每个表的结构都不一样。
- 每个表的数据也不一样，一般通过一列（主键/外键）关联。
- 所有表的并集是全量数据。

### 3.1.4 水平拆分

#### 1. 水平分库

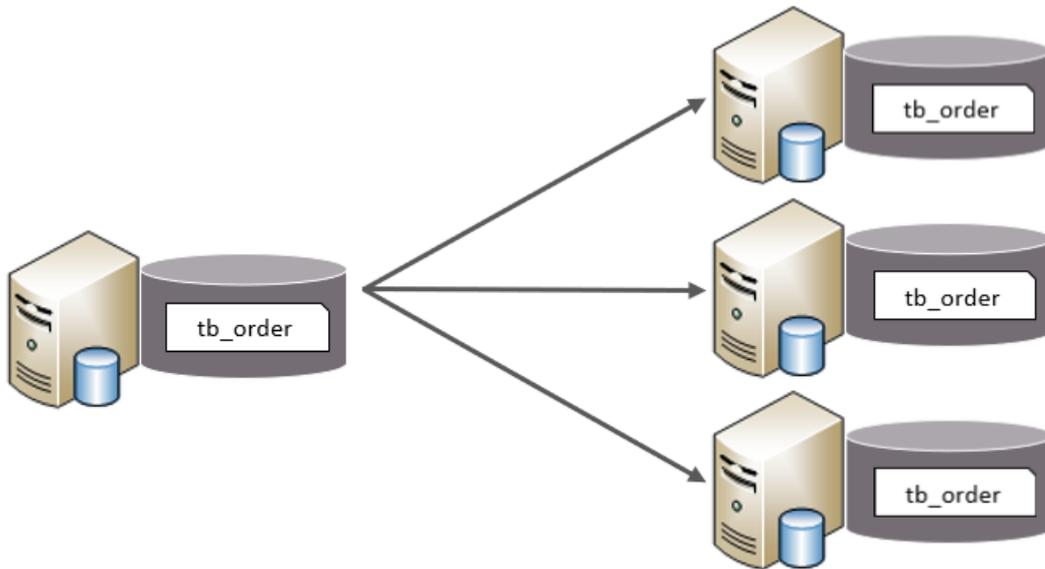


水平分库：以字段为依据，按照一定策略，将一个库的数据拆分到多个库中。

特点：

- 每个库的表结构都一样。
- 每个库的数据都不一样。
- 所有库的并集是全量数据。

## 2. 水平分表



水平分表：以字段为依据，按照一定策略，将一个表的数据拆分到多个表中。

特点：

- 每个表的表结构都一样。
- 每个表的数据都不一样。
- 所有表的并集是全量数据。

在业务系统中，为了缓解磁盘IO及CPU的性能瓶颈，到底是垂直拆分，还是水平拆分；具体是分库，还是分表，都需要根据具体的业务需求具体分析。

### 3.1.5 实现技术

- shardingJDBC：基于AOP原理，在应用程序中对本地执行的SQL进行拦截，解析、改写、路由处理。需要自行编码配置实现，只支持java语言，性能较高。
- MyCat：数据库分库分表中间件，不用调整代码即可实现分库分表，支持多种语言，性能不及前者。



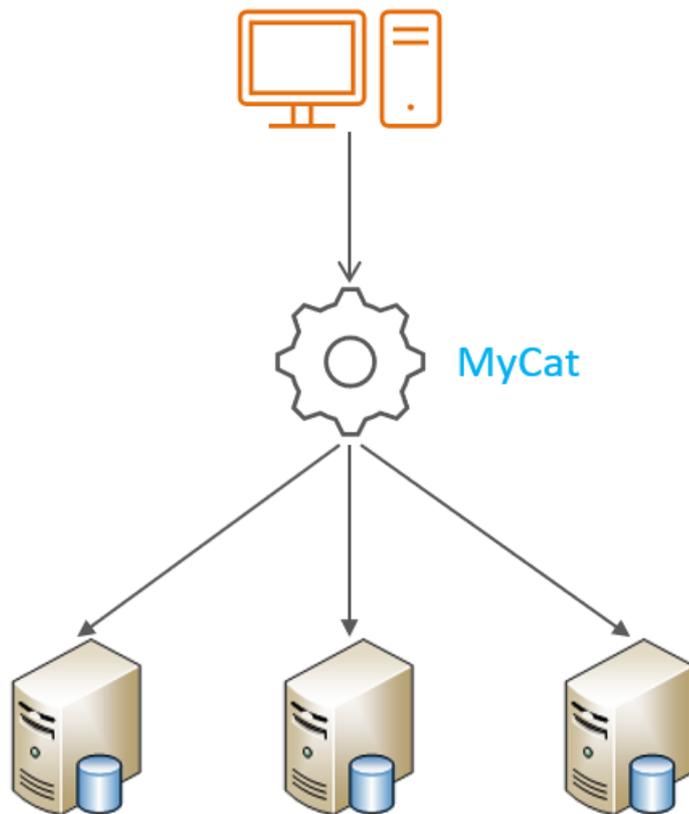
本次课程，我们选择了是MyCat数据库中间件，通过MyCat中间件来完成分库分表操作。

## 3.2 MyCat概述

### 3.2.1 介绍

MyCat是开源的、活跃的、基于Java语言编写的MySQL数据库中间件。可以像使用mysql一样来使用mycat，对于开发人员来说根本感觉不到mycat的存在。

开发人员只需要连接MyCat即可，而具体底层用到几台数据库，每一台数据库服务器里面存储了什么数据，都无需关心。具体的分库分表的策略，只需要在MyCat中配置即可。



优势：

- 性能可靠稳定
- 强大的技术团队
- 体系完善
- 社区活跃

### 3.2.2 下载

下载地址: <http://dl.mycat.org.cn/>



### 3.2.3 安装

Mycat是采用java语言开发的开源的数据库中间件,支持Windows和Linux运行环境,下面介绍MyCat的Linux中的环境搭建。我们需要在准备好的服务器中安装如下软件。

- MySQL
- JDK
- Mycat

服务器	安装软件	说明
192.168.200.210	JDK、Mycat	MyCat中间件服务器
192.168.200.210	MySQL	分片服务器
192.168.200.213	MySQL	分片服务器
192.168.200.214	MySQL	分片服务器

具体的安装步骤: 参考资料中提供的《MyCat安装文档》即可,里面有详细的安装及配置步骤。

### 3.2.4 目录介绍

```
[root@localhost mycat]# ll
总用量 12
drwxr-xr-x 2 root root 190 12月 31 00:56 bin
drwxrwxrwx 2 root root 6 4月 15 2020 conf
drwxrwxrwx 4 root root 4096 12月 31 00:56 lib
drwxr-xr-x 2 root root 4096 12月 31 00:56 logs
drwxrwxrwx 2 root root 6 12月 10 22:54 log
-rwxrwxrwx 1 root root 227 12月 21 14:22 version.txt
```

bin : 存放可执行文件, 用于启动停止mycat

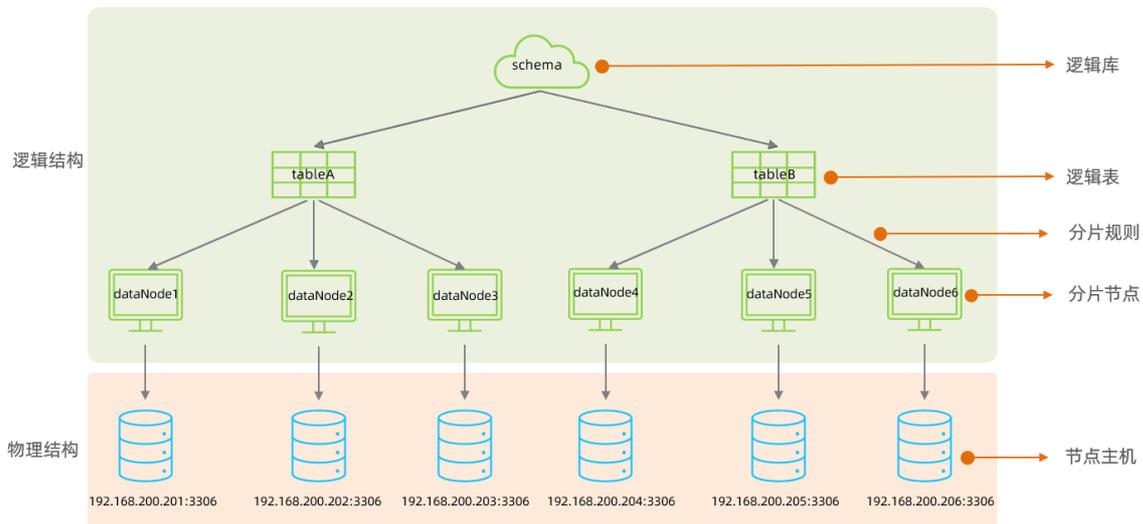
conf: 存放mycat的配置文件

lib: 存放mycat的项目依赖包 (jar)

logs: 存放mycat的日志文件

### 3.2.5 概念介绍

在MyCat的整体结构中, 分为两个部分: 上面的逻辑结构、下面的物理结构。



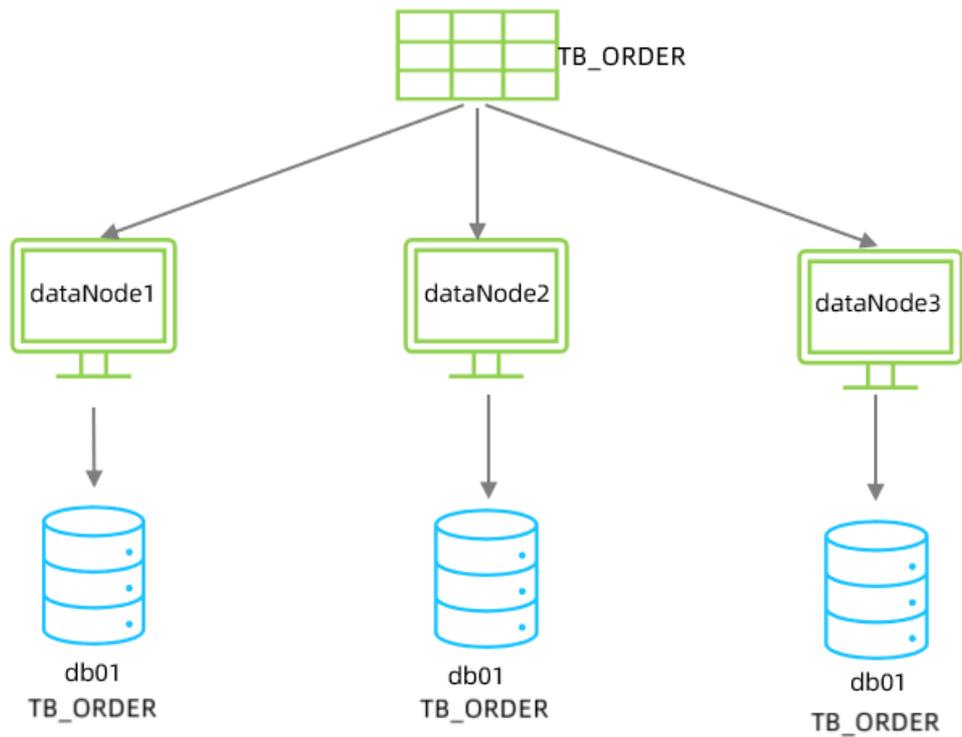
在MyCat的逻辑结构主要负责逻辑库、逻辑表、分片规则、分片节点等逻辑结构的处理, 而具体的数据存储还是在物理结构, 也就是数据库服务器中存储的。

在后面讲解MyCat入门以及MyCat分片时, 还会讲到上面所提到的概念。

## 3.3 MyCat入门

### 3.3.1 需求

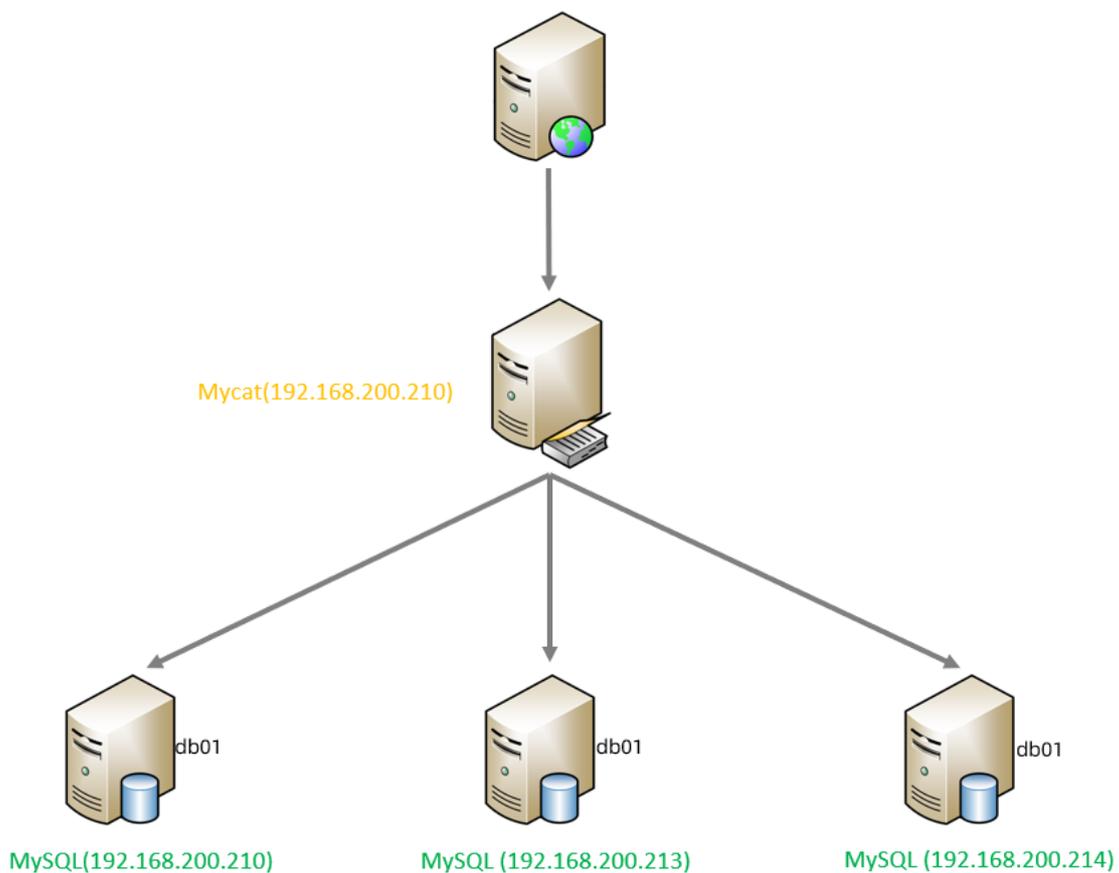
由于 `tb_order` 表中数据量很大, 磁盘IO及容量都到达了瓶颈, 现在需要对 `tb_order` 表进行数据分片, 分为三个数据节点, 每一个节点主机位于不同的服务器上, 具体的结构, 参考下图:



### 3.3.2 环境准备

准备3台服务器:

- 192.168.200.210: MyCat中间件服务器, 同时也是第一个分片服务器。
- 192.168.200.213: 第二个分片服务器。
- 192.168.200.214: 第三个分片服务器。



并且在上述3台数据库中创建数据库 db01 。

### 3.3.3 配置

1) . schema.xml

在schema.xml中配置逻辑库、逻辑表、数据节点、节点主机等相关信息。具体的配置如下：

```
1 <?xml version="1.0"?>
2 <!DOCTYPE mycat:schema SYSTEM "schema.dtd">
3 <mycat:schema xmlns:mycat="http://io.mycat/">
4     <schema name="DB01" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100">
5         <table name="TB_ORDER" dataNode="dn1,dn2,dn3" rule="auto-sharding-long"
6     />
7     </schema>
8     <dataNode name="dn1" dataHost="dhost1" database="db01" />
9     <dataNode name="dn2" dataHost="dhost2" database="db01" />
10    <dataNode name="dn3" dataHost="dhost3" database="db01" />
11
12    <dataHost name="dhost1" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
13        writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"
14        slaveThreshold="100">
15        <heartbeat>select user()</heartbeat>
16        <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.210:3306?
17        useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
18        user="root" password="1234" />
19    </dataHost>
20
21    <dataHost name="dhost2" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
22        writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"
23        slaveThreshold="100">
24        <heartbeat>select user()</heartbeat>
25        <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.213:3306?
26        useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
27        user="root" password="1234" />
```

```

24     </dataHost>
25
26     <dataHost name="dhost3" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
27         writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"
28         slaveThreshold="100">
29
30         <heartbeat>select user()</heartbeat>
31
32         <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.214:3306?
33         useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
34         user="root" password="1234" />
35     </dataHost>
36 </mycat:schema>

```

## 2). server.xml

需要在server.xml中配置用户名、密码，以及用户的访问权限信息，具体的配置如下：

```

1  <user name="root" defaultAccount="true">
2      <property name="password">123456</property>
3      <property name="schemas">DB01</property>
4
5      <!-- 表级 DML 权限设置 -->
6      <!--
7      <privileges check="true">
8          <schema name="DB01" dml="0110" >
9              <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
10             </schema>
11         </privileges>
12     -->
13 </user>
14 <user name="user">
15     <property name="password">123456</property>
16     <property name="schemas">DB01</property>
17     <property name="readOnly">true</property>
18 </user>

```

上述的配置表示，定义了两个用户 `root` 和 `user`，这两个用户都可以访问 `DB01` 这个逻辑库，访问密码都是123456，但是`root`用户访问`DB01`逻辑库，既可以读，又可以写，但是 `user`用户访问`DB01`逻辑库是只读的。

### 3.3.4 测试

#### 3.3.4.1 启动

配置完毕后，先启动涉及到的3台分片服务器，然后启动MyCat服务器。切换到Mycat的安装目录，执行如下指令，启动Mycat：

```
1 #启动
2 bin/mycat start
3 #停止
4 bin/mycat stop
```

Mycat启动之后，占用端口号 8066。

启动完毕之后，可以查看logs目录下的启动日志，查看Mycat是否启动完成。

```
[root@localhost mycat]# tail -f logs/wrapper.log
INFO | jvm 1 | 2021/12/31 01:58:24 |
INFO | jvm 1 | 2021/12/31 01:58:25 | MyCAT Server startup successfully. see logs in logs/mycat.log
STATUS | wrapper | 2021/12/31 02:03:58 | TERM trapped. Shutting down.
STATUS | wrapper | 2021/12/31 02:04:00 | <-- Wrapper Stopped
STATUS | wrapper | 2021/12/31 02:04:15 | --> Wrapper Started as Daemon
STATUS | wrapper | 2021/12/31 02:04:15 | Launching a JVM...
INFO | jvm 1 | 2021/12/31 02:04:16 | Wrapper (Version 3.2.3) http://wrapper.tanukisoftware.org
INFO | jvm 1 | 2021/12/31 02:04:16 | Copyright 1999-2006 Tanuki Software, Inc. All Rights Reserved.
INFO | jvm 1 | 2021/12/31 02:04:16 |
INFO | jvm 1 | 2021/12/31 02:04:18 | MyCAT Server startup successfully. see logs in logs/mycat.log
```

#### 3.3.4.2 测试

##### 1). 连接MyCat

通过如下指令，就可以连接并登陆MyCat。

```
1 mysql -h 192.168.200.210 -P 8066 -uroot -p123456
```

我们看到我们是通过MySQL的指令来连接的MyCat，因为MyCat在底层实际上是模拟了MySQL的协议。

##### 2). 数据测试

然后就可以在MyCat中来创建表，并往表结构中插入数据，查看数据在MySQL中的分布情况。

```
1 CREATE TABLE TB_ORDER (
2     id BIGINT(20) NOT NULL,
```

```
3     title VARCHAR(100) NOT NULL ,
4     PRIMARY KEY (id)
5 ) ENGINE=INNODB DEFAULT CHARSET=utf8 ;
6
7 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(1,'goods1');
8 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(2,'goods2');
9 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(3,'goods3');
10
11 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(1,'goods1');
12 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(2,'goods2');
13 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(3,'goods3');
14 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(5000000,'goods5000000');
15 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(10000000,'goods10000000');
16 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(10000001,'goods10000001');
17 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(15000000,'goods15000000');
18 INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(15000001,'goods15000001');
```

经过测试，我们发现，在往 TB\_ORDER 表中插入数据时：

- 如果id的值在1-500w之间，数据将会存储在第一个分片数据库中。
- 如果id的值在500w-1000w之间，数据将会存储在第二个分片数据库中。
- 如果id的值在1000w-1500w之间，数据将会存储在第三个分片数据库中。
- 如果id的值超出1500w，在插入数据时，将会报错。

为什么会出现这种现象，数据到底落在哪一个分片服务器到底是如何决定的呢？这是由逻辑表配置时的一个参数 rule 决定的，而这个参数配置的就是分片规则，关于分片规则的配置，在后面的课程中会详细讲解。

## 3.4 MyCat配置

### 3.4.1 schema.xml

schema.xml 作为MyCat中最重要的配置文件之一，涵盖了MyCat的逻辑库、逻辑表、分片规则、分片节点及数据源的配置。

```

<mycat:schema xmlns:mycat="http://io.mycat/">
  <schema name="DB01" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100">
    <table name="TB_ORDER" dataNode="dn1,dn2,dn3" rule="auto-sharding-long" />
  </schema>

  <dataNode name="dn1" dataHost="dhost1" database="db01" />
  <dataNode name="dn2" dataHost="dhost2" database="db01" />
  <dataNode name="dn3" dataHost="dhost3" database="db01" />

  <dataHost name="dhost1" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
    writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1" slaveThreshold="100">
    <heartbeat>select user() /heartbeat>
  </dataHost>

  <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.210:3306?useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8" />
</dataHost>

  <dataHost name="dhost2" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
    writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1" slaveThreshold="100">
    <heartbeat>select user() /heartbeat>
  </dataHost>

  <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.213:3306?useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8" />
</dataHost>

  <dataHost name="dhost3" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
    writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1" slaveThreshold="100">
    <heartbeat>select user() /heartbeat>
  </dataHost>

  <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.214:3306?useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8" />
</dataHost>
</mycat:schema>

```

主要包含以下三组标签：

- schema 标签
- datanode 标签
- datahost 标签

### 3.4.1.1 schema 标签

1). schema 定义逻辑库

```

<schema name="DB01" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100" >
  <table name="TB_ORDER" dataNode="dn1,dn2,dn3" rule="auto-sharding-long" />
</schema>

```

schema 标签用于定义 MyCat 实例中的逻辑库，一个 MyCat 实例中，可以有多个逻辑库，可以通过 schema 标签来划分不同的逻辑库。MyCat 中的逻辑库的概念，等同于 MySQL 中的 database 概念，需要操作某个逻辑库下的表时，也需要切换逻辑库 (use xxx)。

核心属性：

- name：指定自定义的逻辑库库名
- checkSQLschema：在 SQL 语句操作时指定了数据库名称，执行时是否自动去除；true：自动去除，false：不自动去除
- sqlMaxLimit：如果未指定 limit 进行查询，列表查询模式查询多少条记录

2). schema 中的 table 定义逻辑表

```

<schema name="DB01" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100" >
  <table name="TB ORDER" dataNode="dn1,dn2,dn3" rule="auto-sharding-long" />
</schema>

```

table 标签定义了 MyCat 中逻辑库 schema 下的逻辑表，所有需要拆分的表都需要在 table 标签中定义。

核心属性:

- name: 定义逻辑表表名, 在该逻辑库下唯一
- dataNode: 定义逻辑表所属的dataNode, 该属性需要与dataNode标签中name对应; 多个dataNode逗号分隔
- rule: 分片规则的名字, 分片规则名字是在rule.xml中定义的
- primaryKey: 逻辑表对应真实表的主键
- type: 逻辑表的类型, 目前逻辑表只有全局表和普通表, 如果未配置, 就是普通表; 全局表, 配置为 global

#### 3.4.1.2 datanode标签

```
<dataNode name="dn1" dataHost="dhost1" database="db01" />
<dataNode name="dn2" dataHost="dhost2" database="db01" />
<dataNode name="dn3" dataHost="dhost3" database="db01" />
```

核心属性:

- name: 定义数据节点名称
- dataHost: 数据库实例主机名称, 引用自 dataHost 标签中name属性
- database: 定义分片所属数据库

#### 3.4.1.3 datahost标签

```
<dataHost name="dhost1" maxCon="1000" minCon="10" balance="0" writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc">
  <heartbeat>select user ()</heartbeat>
  <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.210:3306?useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
    user="root" password="1234">
  </writeHost>
</dataHost>
```

该标签在MyCat逻辑库中作为底层标签存在, 直接定义了具体的数据库实例、读写分离、心跳语句。

核心属性:

- name: 唯一标识, 供上层标签使用
- maxCon/minCon: 最大连接数/最小连接数
- balance: 负载均衡策略, 取值 0,1,2,3
- writeType: 写操作分发方式 (0: 写操作转发到第一个writeHost, 第一个挂了, 切换到第二个; 1: 写操作随机分发到配置的writeHost)
- dbDriver: 数据库驱动, 支持 native、jdbc

### 3.4.2 rule.xml

rule.xml中定义所有拆分表的规则，在使用过程中可以灵活的使用分片算法，或者对同一个分片算法使用不同的参数，它让分片过程可配置化。主要包含两类标签：tableRule、Function。

```
<tableRule name="auto-sharding-long">
  <rule>
    <columns>id</columns>
    <algorithm>rang-long</algorithm>
  </rule>
</tableRule>

<function name="rang-long" class="io.mycat.route.function.AutoPartitionByLong">
  <property name="mapFile" value="autopartition-long.txt">
</function>

autopartition-long.txt
1 # range start-end ,data node index
2 # K=1000,M=10000.
3 0-500M=0
4 500M-1000M=1
5 1000M-1500M=2
```

### 3.4.3 server.xml

server.xml配置文件包含了MyCat的系统配置信息，主要有两个重要的标签：system、user。

1). system标签

```
<system>
  <property name="nonePasswordLogin">0</property>
  <property name="useHandshakeV10">1</property>
  <property name="useSqlStat">1</property>
</system>
```

主要配置MyCat中的系统配置信息，对应的系统配置项及其含义，如下：

属性	取值	含义
charset	utf8	设置Mycat的字符集，字符集需要与MySQL的字符集保持一致
nonePasswordLogin	0,1	0为需要密码登陆、1为不需要密码登陆，默认为0，设置为1则需要指定默认账户
useHandshakeV10	0,1	使用该选项主要的目的是为了能够兼容高版本的jdbc驱动，是否采用HandshakeV10Packet来与client进行通信，1:是，0:否
useSqlStat	0,1	开启SQL实时统计，1 为开启，0 为关闭；开启之后，MyCat会自动统计SQL语句的执行情况；mysql -h 127.0.0.1 -P 9066 -u root -p 查看MyCat执行的SQL，执行效率比较低的SQL，SQL的整体执行情况、读写比例等；show @@sql；show @@sql.slow；show @@sql.sum；
useGlobleTableCheck	0,1	是否开启全局表的一致性检测。1为开启，0为关闭。
sqlExecuteTimeout	1000	SQL语句执行的超时时间，单位为 s；
sequenceHandlerType	0,1,2	用来指定Mycat全局序列类型，0 为本地文件，1 为数据库方式，2 为时间戳列方式，默认使用本地文件方式，文件方式主要用于测试
sequenceHandlerPattern	正则表达式	必须带有MYCATSEQ或者 mycatseq进入序列匹配流程 注意MYCATSEQ_有空格的情况
subqueryRelationshipCheck	true,false	子查询中存在关联查询的情况下，检查关联字段中是否有分片字段。默认 false
useCompression	0,1	开启mysql压缩协议，0：关闭，1：开启
fakeMySQLVersion	5.5,5.6	设置模拟的MySQL版本号

属性	取值	含义
defaultSqlParser		由于MyCat的最初版本使用了FoundationDB的SQL解析器，在MyCat1.3后增加了Druid解析器，所以要设置defaultSqlParser属性来指定默认的解析器；解析器有两个：druidparser 和 fdbparser，在MyCat1.4之后，默认是druidparser，fdbparser已经废除了
processors	1,2....	指定系统可用的线程数量，默认值为CPU核心 x 每个核心运行线程数量；processors 会影响processorBufferPool, processorBufferLocalPercent, processorExecutor属性，所有，在性能调优时，可以适当地修改processors值
processorBufferChunk		指定每次分配Socket Direct Buffer默认值为4096字节，也会影响BufferPool长度，如果一次性获取字节过多而导致buffer不够用，则会出现警告，可以调大该值
processorExecutor		指定NIOProcessor上共享 businessExecutor固定线程池的大小；MyCat把异步任务交给 businessExecutor线程池中，在新版本的MyCat中这个连接池使用频次不高，可以适当地把该值调小
packetHeaderSize		指定MySQL协议中的报文头长度，默认4个字节
maxPacketSize		指定MySQL协议可以携带的数据最大大小，默认值为16M
idleTimeout	30	指定连接的空闲时间的超时长度；如果超时，将关闭资源并回收，默认30分钟

属性	取值	含义
txIsolation	1, 2, 3, 4	初始化前端连接的事务隔离级别, 默认为 REPEATED_READ , 对应数字为3 READ_UNCOMMITTED=1; READ_COMMITTED=2; REPEATED_READ=3; SERIALIZABLE=4;
sqlExecuteTimeout	300	执行SQL的超时时间, 如果SQL语句执行超时, 将关闭连接; 默认300秒;
serverPort	8066	定义MyCat的使用端口, 默认8066
managerPort	9066	定义MyCat的管理端口, 默认9066

## 2). user标签

配置MyCat中的用户、访问密码, 以及用户针对于逻辑库、逻辑表的权限信息, 具体的权限描述方式及配置说明如下:

```

<user name="root" defaultAccount="true">
  <property name="password">123456</property>
  <property name="schemas">DB01</property>

  <!-- 表级 DML 权限设置 -->
  <!--
  <privileges check="false">
    <schema name="TESTDB" dml="0110" >
      <table name="tb01" dml="0000"></table>
      <table name="tb02" dml="1111"></table>
    </schema>
  </privileges>
  -->
</user>

<user name="user">
  <property name="password">123456</property>
  <property name="schemas">DB01</property>
  <property name="readOnly">true</property>
</user>

```

用户名  
 密码  
 该用户可以访问的逻辑库, 多个逻辑库之间逗号分隔  
 是否开启DML权限检查, 默认为false  
 配置指定逻辑库的权限  
 配置指定逻辑表的权限, 就近原则  
 对应IUSD(增、改、查、删)的权限  
 是否只读, 默认为false

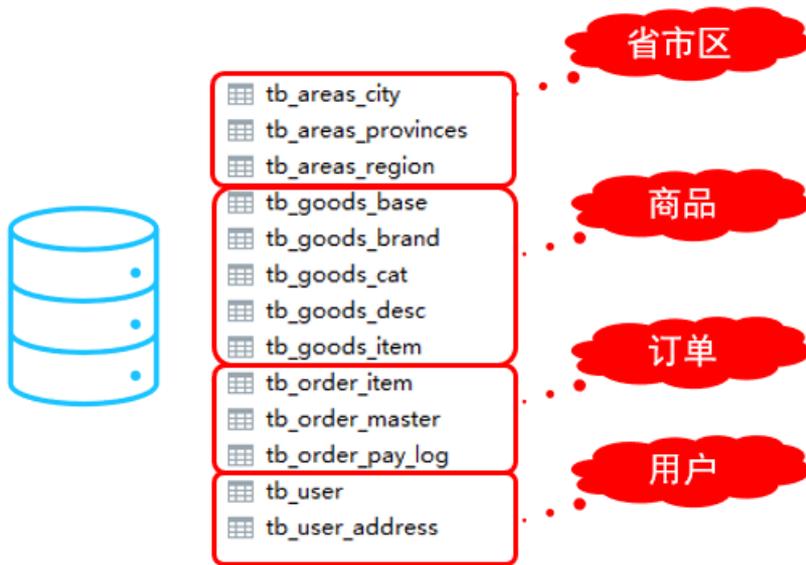
在测试权限操作时, 我们只需要将 privileges 标签的注释放开。在 privileges 下的 schema 标签中配置的 dml 属性配置的是逻辑库的权限。在 privileges 的 schema 下的 table 标签的 dml 属性中配置逻辑表的权限。

## 3.5 MyCat分片

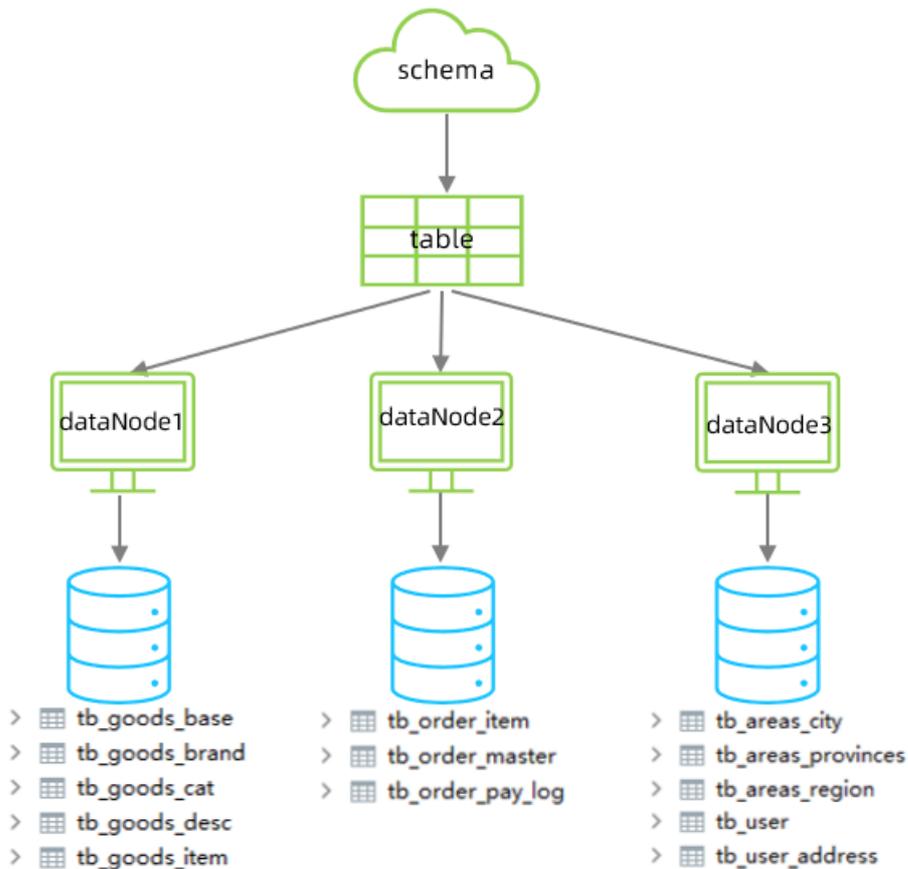
### 3.5.1 垂直拆分

### 3.5.1.1 场景

在业务系统中，涉及以下表结构，但是由于用户与订单每天都会产生大量的数据，单台服务器的数据存储及处理能力是有限的，可以对数据库表进行拆分，原有的数据库表如下。

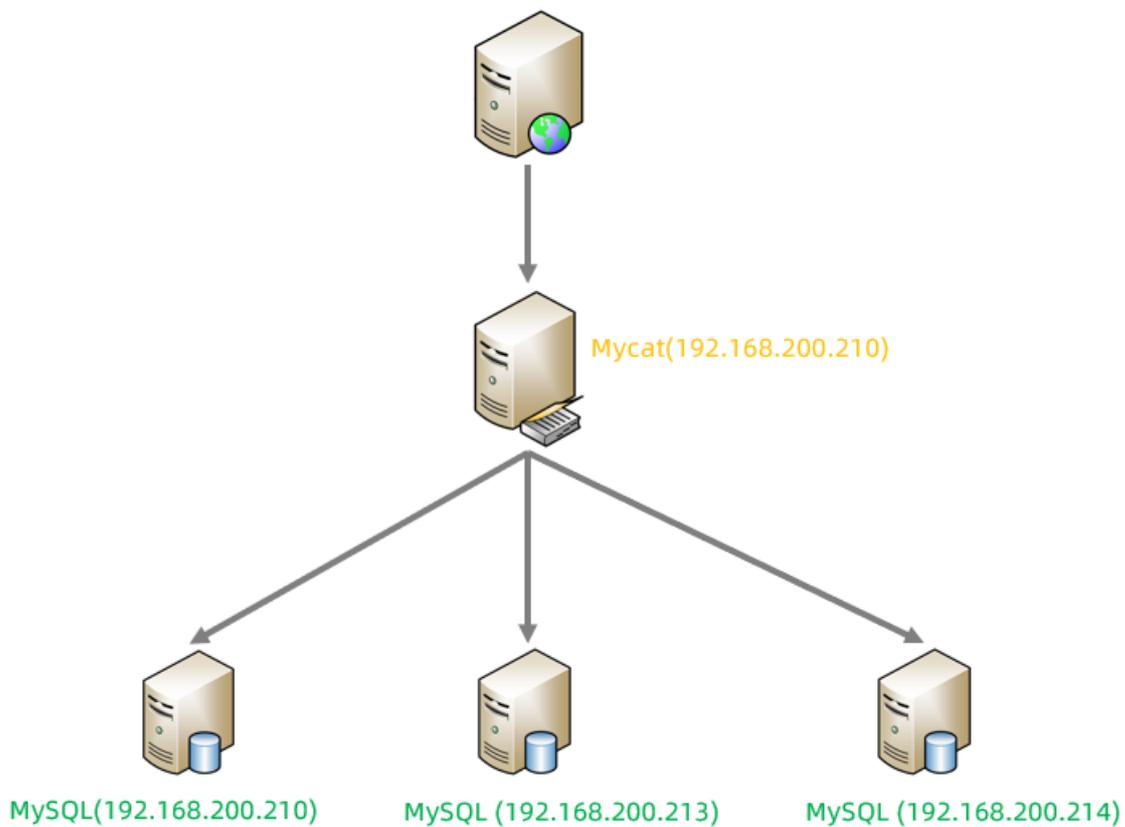


现在考虑将其进行垂直分库操作，将商品相关的表拆分到一个数据库服务器，订单表拆分的一个数据库服务器，用户及省市区表拆分到一个服务器。最终结构如下：



### 3.5.1.2 准备

准备三台服务器，IP地址如图所示：



并且在192.168.200.210, 192.168.200.213, 192.168.200.214上面创建数据库 shopping。

### 3.5.1.3 配置

1). schema.xml

```

1  <schema name="SHOPPING" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100">
2      <table name="tb_goods_base" dataNode="dn1" primaryKey="id" />
3      <table name="tb_goods_brand" dataNode="dn1" primaryKey="id" />
4      <table name="tb_goods_cat" dataNode="dn1" primaryKey="id" />
5      <table name="tb_goods_desc" dataNode="dn1" primaryKey="goods_id" />
6      <table name="tb_goods_item" dataNode="dn1" primaryKey="id" />
7
8      <table name="tb_order_item" dataNode="dn2" primaryKey="id" />
9      <table name="tb_order_master" dataNode="dn2" primaryKey="order_id" />
10     <table name="tb_order_pay_log" dataNode="dn2" primaryKey="out_trade_no" />
11
12     <table name="tb_user" dataNode="dn3" primaryKey="id" />
13     <table name="tb_user_address" dataNode="dn3" primaryKey="id" />
14
15     <table name="tb_areas_provinces" dataNode="dn3" primaryKey="id"/>

```

```

16     <table name="tb_areas_city" dataNode="dn3" primaryKey="id"/>
17     <table name="tb_areas_region" dataNode="dn3" primaryKey="id"/>
18 </schema>
19
20 <dataNode name="dn1" dataHost="dhost1" database="shopping" />
21 <dataNode name="dn2" dataHost="dhost2" database="shopping" />
22 <dataNode name="dn3" dataHost="dhost3" database="shopping" />
23
24 <dataHost name="dhost1" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
25     writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"
26     slaveThreshold="100">
27     <heartbeat>select user()</heartbeat>
28     <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.210:3306?
29     useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
30     user="root" password="1234" />
31 </dataHost>
32
33 <dataHost name="dhost2" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
34     writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"
35     slaveThreshold="100">
36     <heartbeat>select user()</heartbeat>
37     <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.213:3306?
38     useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
39     user="root" password="1234" />
40 </dataHost>

```

```

1 <user name="root" defaultAccount="true">
2     <property name="password">123456</property>
3     <property name="schemas">SHOPPING</property>
4
5     <!-- 表级 DML 权限设置 -->
6     <!--
7     <privileges check="true">
8         <schema name="DB01" dml="0110" >
9             <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
10        </schema>
11    </privileges>
12    -->
13 </user>
14
15 <user name="user">
16     <property name="password">123456</property>
17     <property name="schemas">SHOPPING</property>
18     <property name="readOnly">true</property>
19 </user>

```

### 3.5.1.4 测试

1). 上传测试SQL脚本到服务器的/root目录

```

-rw-r--r-- 1 root root 233274 1月 7 00:28 shopping-insert.sql
-rw-r--r-- 1 root root 9194 1月 7 00:28 shopping-table.sql

```

2). 执行指令导入测试数据

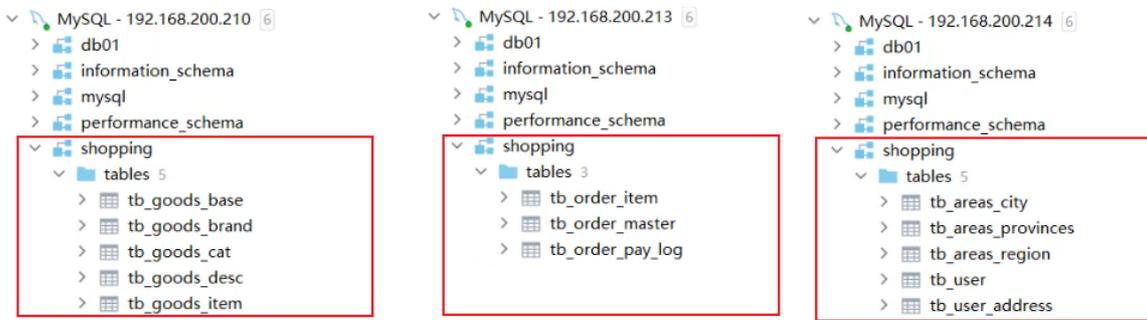
重新启动MyCat后, 在mycat的命令行中, 通过source指令导入表结构, 以及对应的数据, 查看数据分布情况。

```

1 source /root/shopping-table.sql
2 source /root/shopping-insert.sql

```

将表结构及对应的测试数据导入之后, 可以检查一下各个数据库服务器中的表结构分布情况。 检查是否和我们准备工作中规划的服务器一致。



3). 查询用户的收件人及收件人地址信息(包含省、市、区)。

在MyCat的命令行中, 当我们执行以下多表联查的SQL语句时, 可以正常查询出数据。

```
1 select ua.user_id, ua.contact, p.province, c.city, r.area , ua.address from
tb_user_address ua ,tb_areas_city c , tb_areas_provinces p ,tb_areas_region r
where ua.province_id = p.provinceid and ua.city_id = c.cityid and ua.town_id =
r.areaaid ;
```

```
mysql> select ua.user_id, ua.contact, p.province, c.city, r.area, ua.address from tb_user_address ua , tb_areas_provinces p, tb_areas_city c, tb_areas_region r where
-> ua.province_id = p.provinceid and ua.city_id = c.cityid and ua.town_id = r.areaaid;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| user_id | contact | province | city | area | address |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| deng | 叶问 | 北京市 | 市辖区 | 西城区 | 咏春武馆总部 |
| deng | 李小龙 | 北京市 | 市辖区 | 崇文区 | 永春武馆 |
| java0001 | 李佳红 | 北京市 | 市辖区 | 崇文区 | 修正大厦 |
| zhaoliu | 赵三 | 北京市 | 市辖区 | 宣武区 | 西直门 |
| java0001 | 李佳星 | 北京市 | 市辖区 | 朝阳区 | 中格大厦 |
| java0001 | 李晋斌 | 北京市 | 市辖区 | 朝阳区 | 金燕龙办公楼 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
6 rows in set (0.03 sec)
```

4). 查询每一笔订单及订单的收件地址信息(包含省、市、区)。

实现该需求对应的SQL语句如下:

```
1 SELECT order_id , payment , receiver , province , city , area FROM tb_order_master o
, tb_areas_provinces p , tb_areas_city c , tb_areas_region r WHERE
o.receiver_province = p.provinceid AND o.receiver_city = c.cityid AND
o.receiver_region = r.areaaid ;
```

但是现在存在一个问题, 订单相关的表结构是在 192.168.200.213 数据库服务器中, 而省市区的数据库表是在 192.168.200.214 数据库服务器中。那么在MyCat中执行是否可以成功呢?

```
mysql> SELECT order_id , payment , receiver , province , city , area FROM tb_order_master o , tb_areas_provinces p , tb_areas_city c , tb_areas_region r
-> WHERE o.receiver_province = p.provinceid AND o.receiver_city = c.cityid AND o.receiver_region = r.areaaid ;
ERROR 1064 (HY000): Invalid route in sql, multi tables found but datasource has no intersection. sql:SELECT order_id , payment , receiver , province , city , area FROM
tb_order_master o , tb_areas_provinces p , tb_areas_city c , tb_areas_region r
WHERE o.receiver_province = p.provinceid AND o.receiver_city = c.cityid AND o.receiver_region = r.areaaid
mysql>
mysql>
```

经过测试, 我们看到, SQL语句执行报错。原因就是因为在MyCat在执行该SQL语句时, 需要往具体的数据库服务器中路由, 而当前没有一个数据库服务器完全包含了订单以及省市区的表结构, 造成SQL语句失败, 报错。

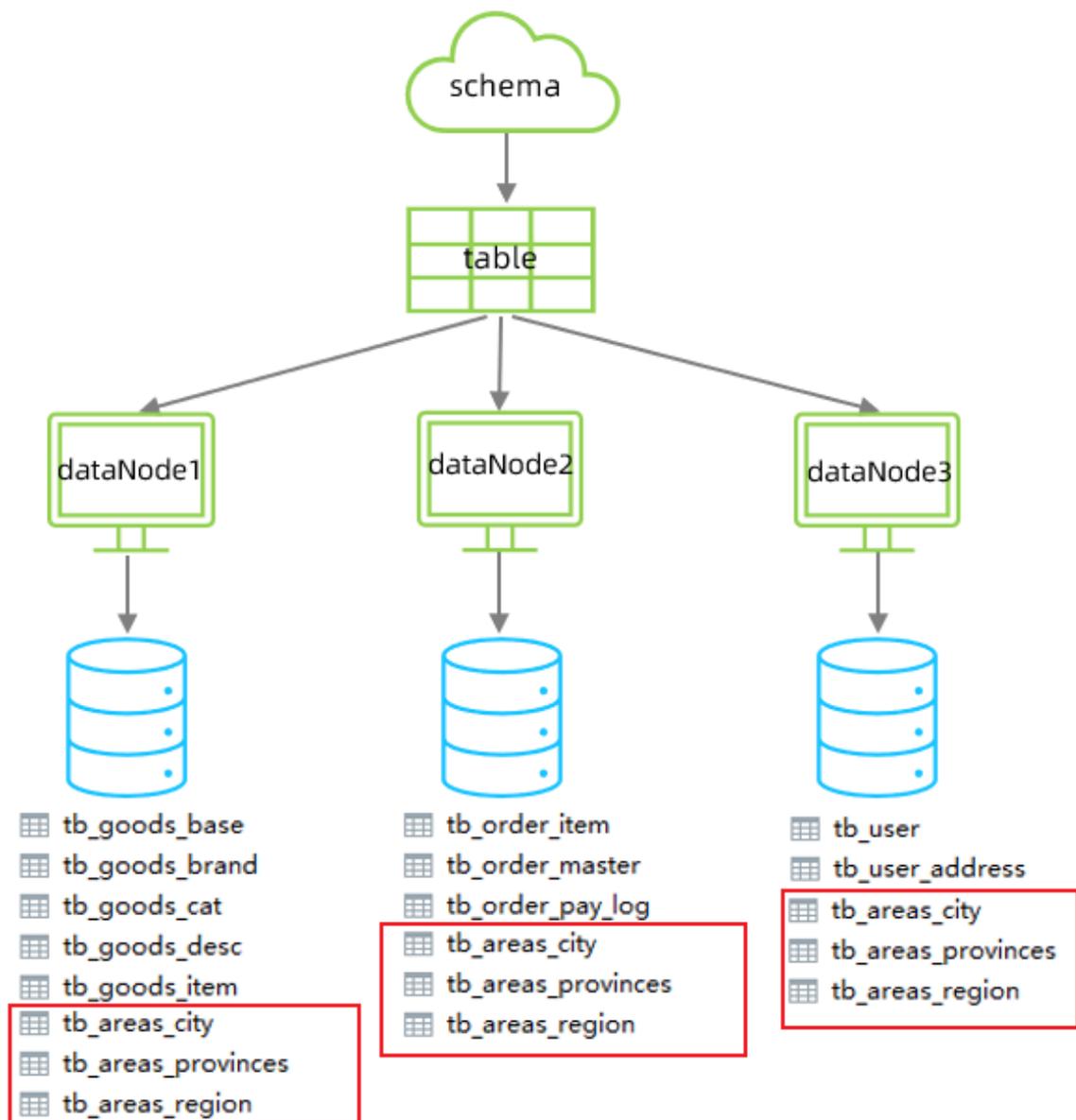
对于上述的这种现象，我们如何来解决呢？下面我们介绍的全局表，就可以轻松解决这个问题。

### 3.5.1.5 全局表

对于省、市、区/县表`tb_areas_provinces`，`tb_areas_city`，`tb_areas_region`，是属于数据字典表，在多个业务模块中都可能会遇到，可以将其设置为全局表，利于业务操作。

修改`schema.xml`中的逻辑表的配置，修改 `tb_areas_provinces`、`tb_areas_city`、`tb_areas_region` 三个逻辑表，增加 `type` 属性，配置为`global`，就代表该表是全局表，就会在所涉及到的`dataNode`中创建给表。对于当前配置来说，也就意味着所有的节点中都有该表了。

```
1 <table name="tb_areas_provinces" dataNode="dn1,dn2,dn3" primaryKey="id"
   type="global"/>
2 <table name="tb_areas_city" dataNode="dn1,dn2,dn3" primaryKey="id"
   type="global"/>
3 <table name="tb_areas_region" dataNode="dn1,dn2,dn3" primaryKey="id"
   type="global"/>
```



配置完毕后，重新启动MyCat。

- 1). 删除原来每一个数据库服务器中的所有表结构
- 2). 通过source指令，导入表及数据

```
1 source /root/shopping-table.sql
2 source /root/shopping-insert.sql
```

- 3). 检查每一个数据库服务器中的表及数据分布，看到三个节点中都有这三张全局表
- 4). 然后再次执行上面的多表联查的SQL语句

```

1  SELECT order_id , payment , receiver, province , city , area FROM tb_order_master o
   , tb_areas_provinces p , tb_areas_city c , tb_areas_region r WHERE
   o.receiver_province = p.provinceid AND o.receiver_city = c.cityid AND
   o.receiver_region = r.areaaid ;

```

```

mysql> SELECT order_id , payment , receiver, province , city , area FROM tb_order_master o , tb_areas_provinces p , tb_areas_city c , tb_areas_region r WHERE o.receiver_province = p.provinceid AND o.receiver_city = c.cityid AND o.receiver_region = r.areaaid ;

```

order_id	payment	receiver	province	city	area
99260539282190336	0.03	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992578873906429952	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992571196308455424	0.02	叶问	北京市	市辖区	海淀区
9925545456887808	0.02	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992197263067447296	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992197105567137792	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992186968627306496	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992196116772552704	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992195664538501120	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992194631628226560	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992193598722146304	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992192064319913984	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992191916919488512	0.01	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992190947183820800	0.02	叶问	北京市	市辖区	海淀区
992190237968957440	0.17	叶问	北京市	市辖区	海淀区
919059760869863424	0.02	李嘉诚	北京市	市辖区	海淀区
919055624854081536	0.01	李佳星	北京市	市辖区	海淀区
918835712441212928	0.01	李佳星	北京市	市辖区	海淀区
918833485639081984	0.01	李佳星	福建省	福州市	晋安区
918806410454654976	0.01	李佳星	福建省	福州市	晋安区
918780408353546240	0.01	李小龙	福建省	福州市	晋安区
918773289399160832	200.00	李小龙	福建省	福州市	晋安区
918334996698148864	1798.00	李小龙	福建省	福州市	晋安区

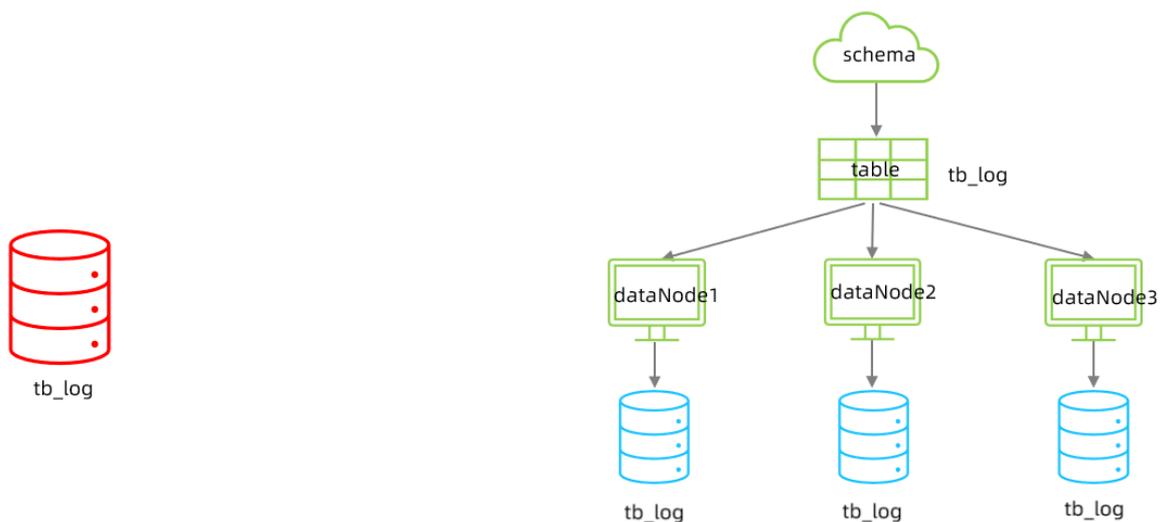
是可以正常执行成功的。

5). 当在MyCat中更新全局表的时候, 我们可以看到, 所有分片节点中的数据都发生了变化, 每个节点的全局表数据时刻保持一致。

### 3.5.2 水平拆分

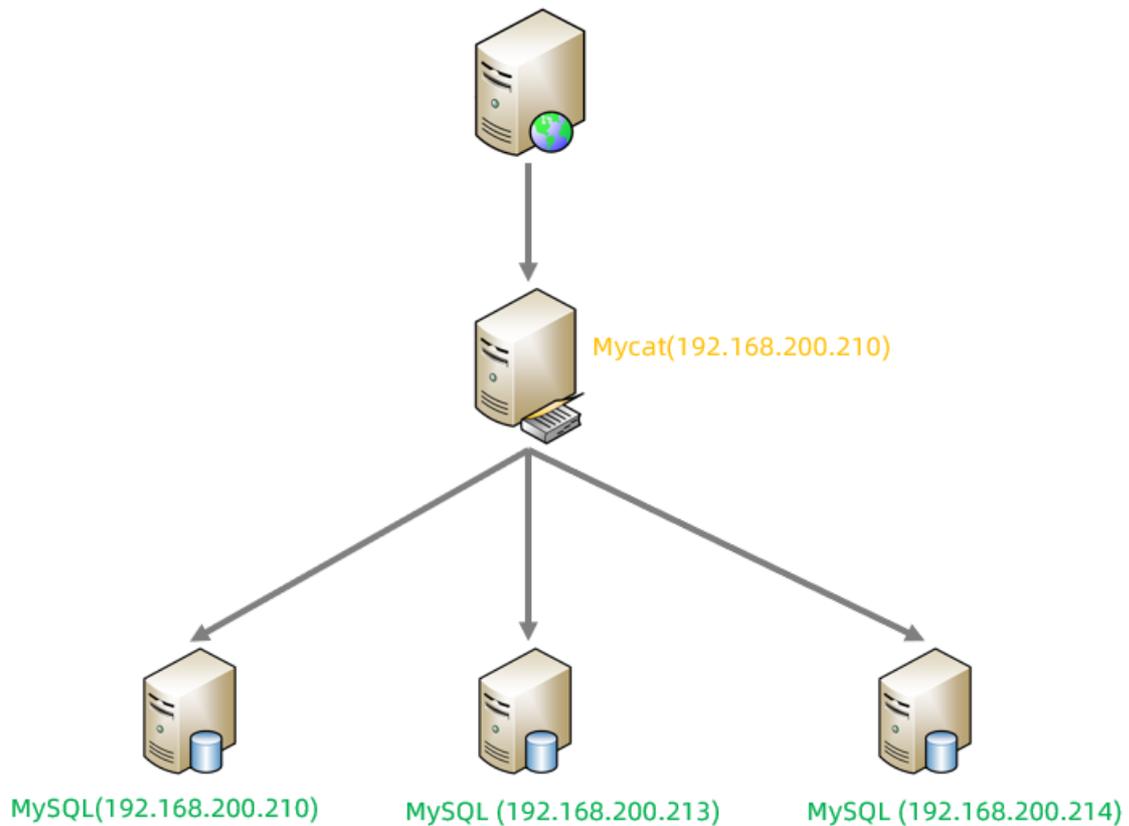
#### 3.5.2.1 场景

在业务系统中, 有一张表(日志表), 业务系统每天都会产生大量的日志数据, 单台服务器的数据存储及处理能力是有限的, 可以对数据库表进行拆分。



#### 3.5.2.2 准备

准备三台服务器，具体的结构如下：



并且，在三台数据库服务器中分表创建一个数据库itcast。

### 3.5.2.3 配置

1). schema.xml

```
1 <schema name="ITCAST" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100">
2     <table name="tb_log" dataNode="dn4,dn5,dn6" primaryKey="id" rule="mod-long" />
3 </schema>
4
5 <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
6 <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
7 <dataNode name="dn6" dataHost="dhost3" database="itcast" />
```

tb\_log表最终落在3个节点中，分别是 dn4、dn5、dn6，而具体的数据分别存储在 dhost1、dhost2、dhost3的itcast数据库中。

2). server.xml

配置root用户既可以访问 SHOPPING 逻辑库，又可以访问ITCAST逻辑库。

```

1  <user name="root" defaultAccount="true">
2      <property name="password">123456</property>
3      <property name="schemas">SHOPPING,ITCAST</property>
4
5      <!-- 表级 DML 权限设置 -->
6      <!--
7      <privileges check="true">
8          <schema name="DB01" dml="0110" >
9              <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
10             </schema>
11         </privileges>
12     -->
13 </user>

```

### 3.5.2.4 测试

配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

```

1  CREATE TABLE tb_log (
2      id bigint(20) NOT NULL COMMENT 'ID',
3      model_name varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '模块名',
4      model_value varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '模块值',
5      return_value varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '返回值',
6      return_class varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '返回值类型',
7      operate_user varchar(20) DEFAULT NULL COMMENT '操作用户',
8      operate_time varchar(20) DEFAULT NULL COMMENT '操作时间',
9      param_and_value varchar(500) DEFAULT NULL COMMENT '请求参数名及参数值',
10     operate_class varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '操作类',
11     operate_method varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '操作方法',
12     cost_time bigint(20) DEFAULT NULL COMMENT '执行方法耗时, 单位 ms',
13     source int(1) DEFAULT NULL COMMENT '来源 : 1 PC , 2 Android , 3 IOS',
14     PRIMARY KEY (id)
15 ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
16

```

```
17 INSERT INTO tb_log (id, model_name, model_value, return_value, return_class,
operate_user, operate_time, param_and_value, operate_class, operate_method,
cost_time, source)
VALUES ('1', 'user', 'insert', 'success', 'java.lang.String', '10001', '2022-01-06
18:12:28', '{"age\":\"20\", \"name\":\"Tom\", \"gender\":\"1\"}', 'cn.itcast.contro
ller.UserController', 'insert', '10', 1);

18 INSERT INTO tb_log (id, model_name, model_value, return_value, return_class,
operate_user, operate_time, param_and_value, operate_class, operate_method,
cost_time, source)
VALUES ('2', 'user', 'insert', 'success', 'java.lang.String', '10001', '2022-01-06
18:12:27', '{"age\":\"20\", \"name\":\"Tom\", \"gender\":\"1\"}', 'cn.itcast.contro
ller.UserController', 'insert', '23', 1);

19 INSERT INTO tb_log (id, model_name, model_value, return_value, return_class,
operate_user, operate_time, param_and_value, operate_class, operate_method,
cost_time, source)
VALUES ('3', 'user', 'update', 'success', 'java.lang.String', '10001', '2022-01-06
18:16:45', '{"age\":\"20\", \"name\":\"Tom\", \"gender\":\"1\"}', 'cn.itcast.contro
ller.UserController', 'update', '34', 1);

20 INSERT INTO tb_log (id, model_name, model_value, return_value, return_class,
operate_user, operate_time, param_and_value, operate_class, operate_method,
cost_time, source)
VALUES ('4', 'user', 'update', 'success', 'java.lang.String', '10001', '2022-01-06
18:16:45', '{"age\":\"20\", \"name\":\"Tom\", \"gender\":\"1\"}', 'cn.itcast.contro
ller.UserController', 'update', '13', 2);

21 INSERT INTO tb_log (id, model_name, model_value, return_value, return_class,
operate_user, operate_time, param_and_value, operate_class, operate_method,
cost_time, source)
VALUES ('5', 'user', 'insert', 'success', 'java.lang.String', '10001', '2022-01-06
18:30:31', '{"age\":\"200\", \"name\":\"TomCat\", \"gender\":\"0\"}', 'cn.itcast.co
ntroller.UserController', 'insert', '29', 3);

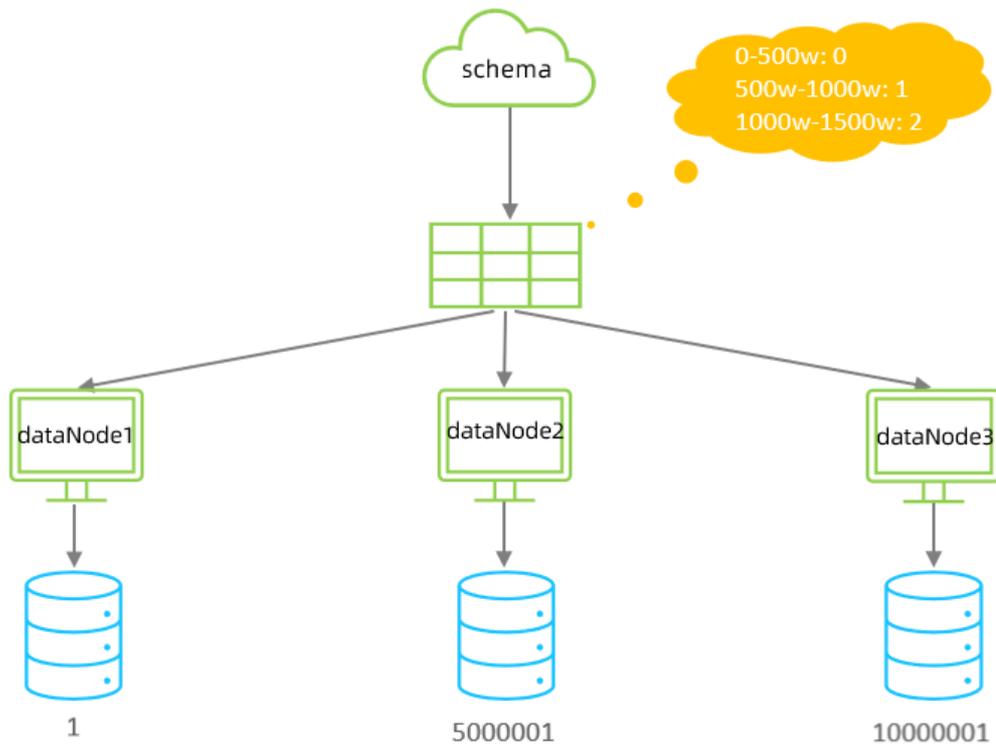
22 INSERT INTO tb_log (id, model_name, model_value, return_value, return_class,
operate_user, operate_time, param_and_value, operate_class, operate_method,
cost_time, source)
VALUES ('6', 'user', 'find', 'success', 'java.lang.String', '10001', '2022-01-06
18:30:31', '{"age\":\"200\", \"name\":\"TomCat\", \"gender\":\"0\"}', 'cn.itcast.co
ntroller.UserController', 'find', '29', 2);
```

### 3.5.3 分片规则

#### 3.5.3.1 范围分片

##### 1). 介绍

根据指定的字段及其配置的范围与数据节点的对应情况，来决定该数据属于哪一个分片。



##### 2). 配置

schema.xml逻辑表配置:

```
1 <table name="TB_ORDER" dataNode="dn1,dn2,dn3" rule="auto-sharding-long" />
```

schema.xml数据节点配置:

```
1 <dataNode name="dn1" dataHost="dhost1" database="db01" />
2 <dataNode name="dn2" dataHost="dhost2" database="db01" />
3 <dataNode name="dn3" dataHost="dhost3" database="db01" />
```

rule.xml分片规则配置:

```

1 <tableRule name="auto-sharding-long">
2     <rule>
3         <columns>id</columns>
4         <algorithm>rang-long</algorithm>
5     </rule>
6 </tableRule>
7
8 <function name="rang-long" class="io.mycat.route.function.AutoPartitionByLong">
9     <property name="mapFile">autopartition-long.txt</property>
10    <property name="defaultNode">0</property>
11 </function>

```

分片规则配置属性含义:

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
mapFile	对应的外部配置文件
type	默认值为0 ; 0 表示Integer , 1 表示String
defaultNode	默认节点 默认节点的所用:枚举分片时,如果碰到不识别的枚举值,就让它路由到默认节点 ; 如果没有默认值,碰到不识别的则报错。

在rule.xml中配置分片规则时,关联了一个映射配置文件 autopartition-long.txt,该配置文件的配置如下:

```

1 # range start-end ,data node index
2 # K=1000,M=10000.
3 0-500M=0
4 500M-1000M=1
5 1000M-1500M=2

```

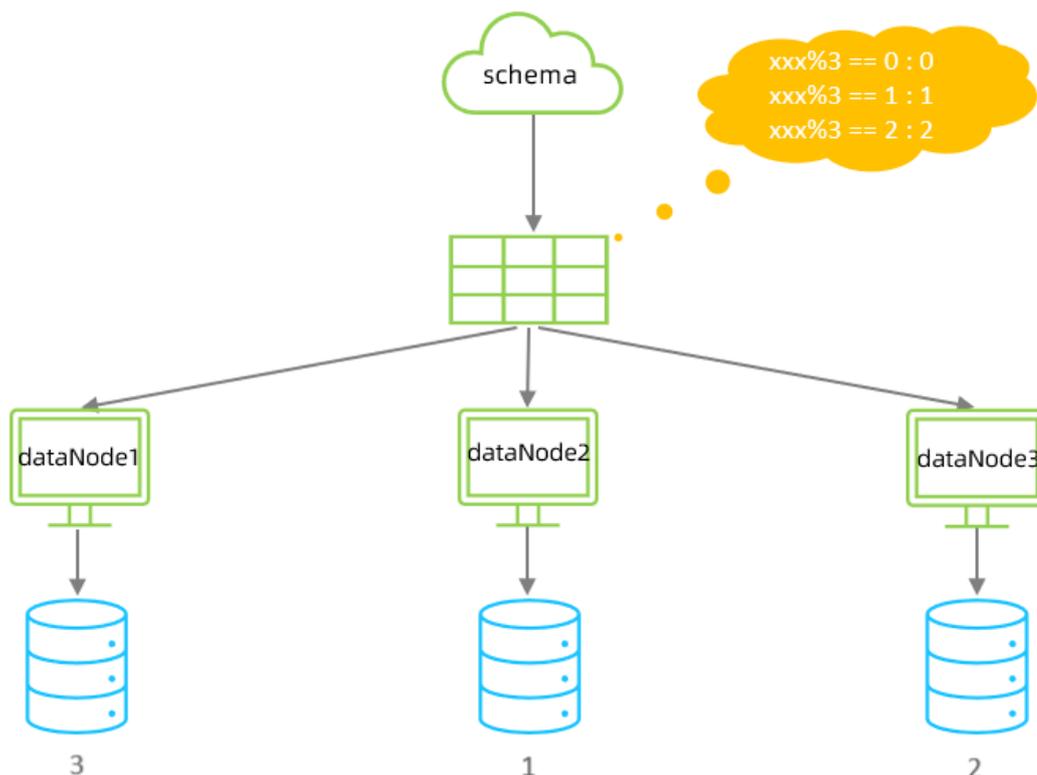
含义: 0-500万之间的值,存储在0号数据节点(数据节点的索引从0开始); 500万-1000万之间的数据存储在1号数据节点; 1000万-1500万的数据节点存储在2号节点;

该分片规则，主要是针对于数字类型的字段适用。在MyCat的入门程序中，我们使用的就是该分片规则。

### 3.5.3.2 取模分片

#### 1). 介绍

根据指定的字段值与节点数量进行求模运算，根据运算结果，来决定该数据属于哪一个分片。



#### 2). 配置

schema.xml逻辑表配置:

```
1 <table name="tb_log" dataNode="dn4,dn5,dn6" primaryKey="id" rule="mod-long" />
```

schema.xml数据节点配置:

```
1 <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
2 <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
3 <dataNode name="dn6" dataHost="dhost3" database="itcast" />
```

rule.xml分片规则配置:

```

1  <tableRule name="mod-long">
2      <rule>
3          <columns>id</columns>
4          <algorithm>mod-long</algorithm>
5      </rule>
6 </tableRule>
7
8 <function name="mod-long" class="io.mycat.route.function.PartitionByMod">
9     <property name="count">3</property>
10 </function>

```

分片规则属性说明如下：

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
count	数据节点的数量

该分片规则，主要是针对于数字类型的字段适用。在前面水平拆分的演示中，我们选择的的就是取模分片。

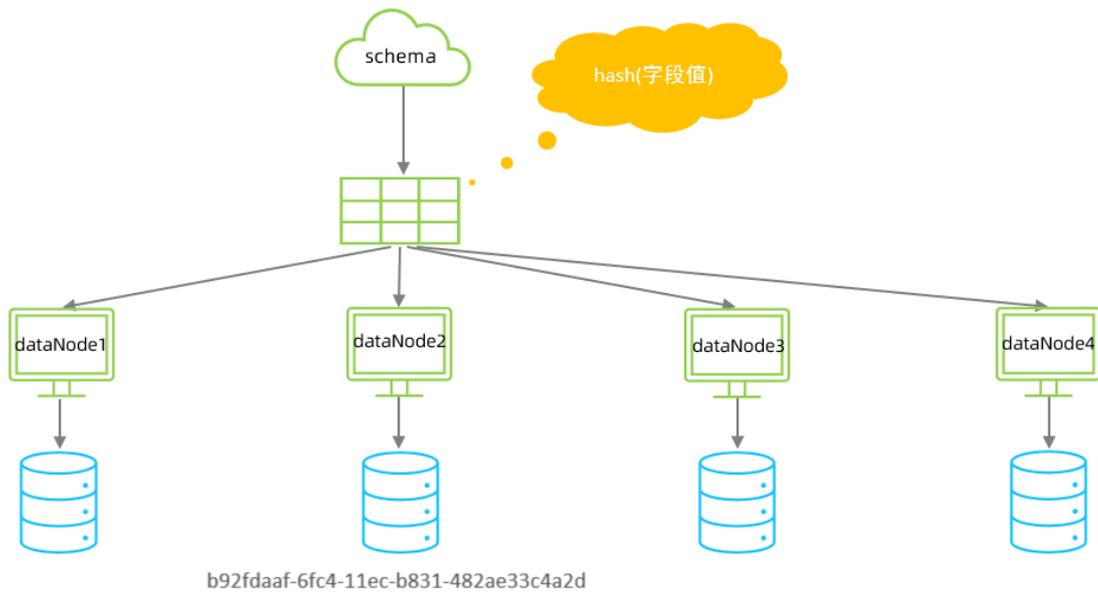
### 3) . 测试

配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

#### 3.5.3.3 一致性hash分片

##### 1) . 介绍

所谓一致性哈希，相同的哈希因子计算值总是被划分到相同的分区表中，不会因为分区节点的增加而改变原来数据的分区位置，有效的解决了分布式数据的扩容问题。



## 2). 配置

schema.xml中逻辑表配置:

```

1 <!-- 一致性hash -->
2 <table name="tb_order" dataNode="dn4,dn5,dn6" rule="sharding-by-murmur" />

```

schema.xml中数据节点配置:

```

1 <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
2 <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
3 <dataNode name="dn6" dataHost="dhost3" database="itcast" />

```

rule.xml中分片规则配置:

```

1 <tableRule name="sharding-by-murmur">
2   <rule>
3     <columns>id</columns>
4     <algorithm>murmur</algorithm>
5   </rule>
6 </tableRule>
7
8 <function name="murmur" class="io.mycat.route.function.PartitionByMurmurHash">
9   <property name="seed">0</property><!-- 默认是0 -->
10  <property name="count">3</property>
11  <property name="virtualBucketTimes">160</property>
12 </function>

```

分片规则属性含义：

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
seed	创建murmur_hash对象的种子，默认0
count	要分片的数据库节点数量，必须指定，否则没法分片
virtualBucketTimes	一个实际的数据库节点被映射为这么多虚拟节点，默认是160倍，也就是虚拟节点数是物理节点数的160倍；virtualBucketTimes*count就是虚拟结点数量；
weightMapFile	节点的权重，没有指定权重的节点默认是1。以properties文件的格式填写，以从0开始到count-1的整数值也就是节点索引为key，以节点权重值为值。所有权重值必须是正整数，否则以1代替
bucketMapPath	用于测试时观察各物理节点与虚拟节点的分布情况，如果指定了这个属性，会把虚拟节点的murmur hash值与物理节点的映射按行输出到这个文件，没有默认值，如果不指定，就不会输出任何东西

3). 测试

配置完毕后, 重新启动MyCat, 然后在mycat的命令中, 执行如下SQL创建表、并插入数据, 查看数据分布情况。

```
1  create table tb_order(  
2      id  varchar(100) not null primary key,  
3      money  int null,  
4      content varchar(200) null  
5  );  
6  
7  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b92fdaaf-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 10, 'b92fdaf8-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
8  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b93482b6-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 20, 'b93482d5-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
9  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b937e246-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 50, 'b937e25d-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
10 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b93be2dd-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 100, 'b93be2f9-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
11 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b93f2d68-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 130, 'b93f2d7d-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
12 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b9451b98-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 30, 'b9451bcc-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
13 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b9488ec1-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 560, 'b9488edb-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
14 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b94be6e6-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 10, 'b94be6ff-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
15 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b94ee10d-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 123, 'b94ee12c-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
16 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b952492a-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 145, 'b9524945-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
17 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b95553ac-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 543, 'b95553c8-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
18 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b9581cdd-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 17, 'b9581cfa-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
19 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b95afc0f-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 18, 'b95afc2a-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');  
20 INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b95daa99-6fc4-11ec-b831-  
482ae33c4a2d', 134, 'b95daab2-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
```

```

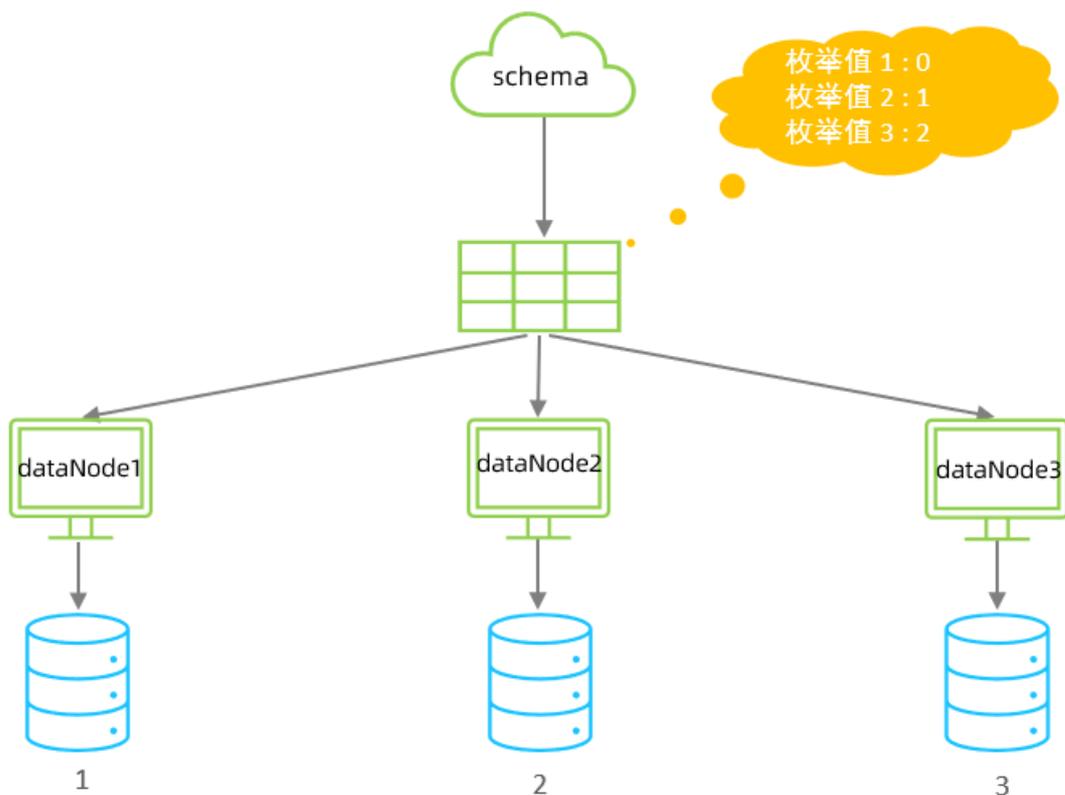
21  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b9667e3c-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 156, 'b9667e60-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
22  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b96ab489-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 175, 'b96ab4a5-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
23  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b96e2942-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 180, 'b96e295b-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
24  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b97092ec-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 123, 'b9709306-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
25  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b973727a-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 230, 'b9737293-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
26  INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b978840f-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 560, 'b978843c-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');

```

### 3.5.3.4 枚举分片

#### 1). 介绍

通过在配置文件中配置可能的枚举值，指定数据分布到不同数据节点上，本规则适用于按照省份、性别、状态拆分数据等业务。



#### 2). 配置

schema.xml中逻辑表配置:

```
1  <!-- 枚举 -->
2  <table name="tb_user" dataNode="dn4,dn5,dn6" rule="sharding-by-intfile-enumstatus"
   />
```

schema.xml中数据节点配置:

```
1  <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
2  <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
3  <dataNode name="dn6" dataHost="dhost3" database="itcast" />
```

rule.xml中分片规则配置:

```
1  <tableRule name="sharding-by-intfile">
2      <rule>
3          <columns>sharding_id</columns>
4          <algorithm>hash-int</algorithm>
5      </rule>
6 </tableRule>
7
8 <!-- 自己增加 tableRule -->
9 <tableRule name="sharding-by-intfile-enumstatus">
10     <rule>
11         <columns>status</columns>
12         <algorithm>hash-int</algorithm>
13     </rule>
14 </tableRule>
15
16 <function name="hash-int" class="io.mycat.route.function.PartitionByFileMap">
17     <property name="defaultNode">2</property>
18     <property name="mapFile">partition-hash-int.txt</property>
19 </function>
```

partition-hash-int.txt , 内容如下 :

```
1 1=0
2 2=1
3 3=2
```

分片规则属性含义:

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
mapFile	对应的外部配置文件
type	默认值为0 ; 0 表示Integer , 1 表示String
defaultNode	默认节点 ; 小于0 标识不设置默认节点 , 大于等于0代表设置默认节点 ; 默认节点的所用:枚举分片时,如果碰到不识别的枚举值,就让它路由到默认节点 ; 如果没有默认值,碰到不识别的则报错。

### 3). 测试

配置完毕后,重新启动MyCat,然后在mycat的命令行中,执行如下SQL创建表、并插入数据,查看数据分布情况。

```
1 CREATE TABLE tb_user (
2   id bigint(20) NOT NULL COMMENT 'ID',
3   username varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '姓名',
4   status int(2) DEFAULT '1' COMMENT '1: 未启用, 2: 已启用, 3: 已关闭',
5   PRIMARY KEY (`id`)
6 ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
7
8
9 insert into tb_user (id,username ,status) values(1,'Tom',1);
10 insert into tb_user (id,username ,status) values(2,'Cat',2);
11 insert into tb_user (id,username ,status) values(3,'Rose',3);
12 insert into tb_user (id,username ,status) values(4,'Coco',2);
13 insert into tb_user (id,username ,status) values(5,'Lily',1);
```

```

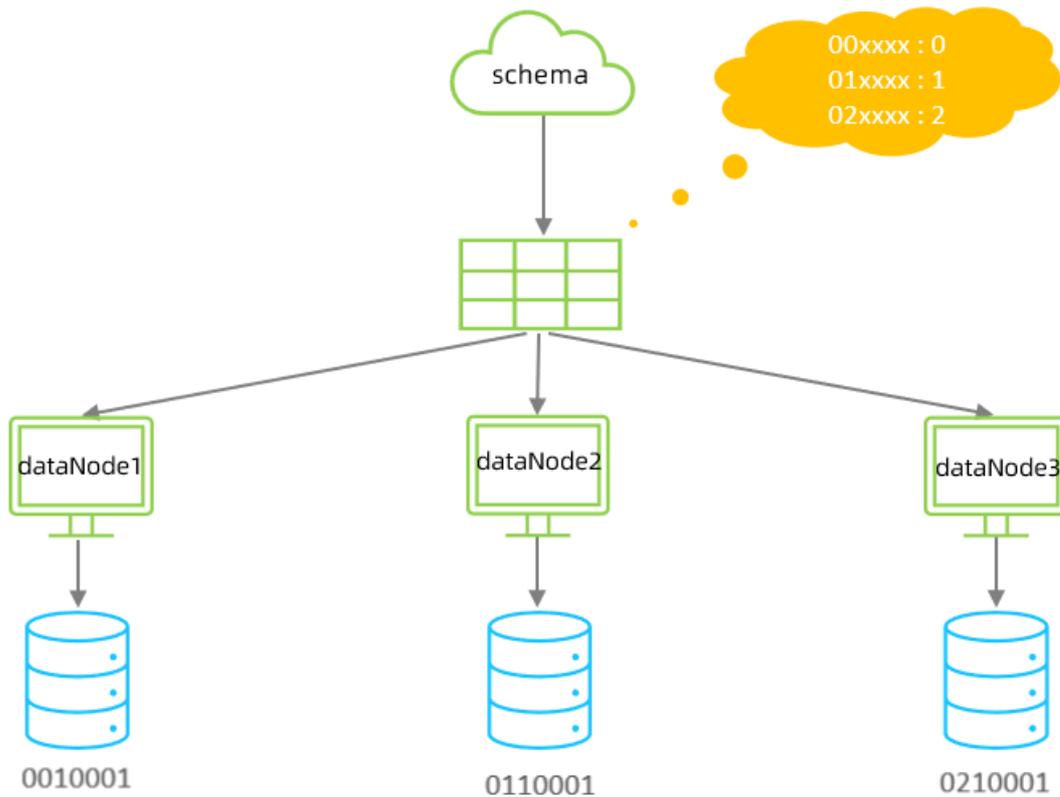
14 insert into tb_user (id,username ,status) values(6,'Tom',1);
15 insert into tb_user (id,username ,status) values(7,'Cat',2);
16 insert into tb_user (id,username ,status) values(8,'Rose',3);
17 insert into tb_user (id,username ,status) values(9,'Coco',2);
18 insert into tb_user (id,username ,status) values(10,'Lily',1);

```

### 3.5.3.5 应用指定算法

#### 1). 介绍

运行阶段由应用自主决定路由到那个分片， 直接根据字符串（必须是数字）计算分片号。



#### 2). 配置

schema.xml中逻辑表配置:

```

1 <!-- 应用指定算法 -->
2 <table name="tb_app" dataNode="dn4,dn5,dn6" rule="sharding-by-substring" />

```

schema.xml中数据节点配置:

```

1 <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
2 <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
3 <dataNode name="dn6" dataHost="dhost3" database="itcast" />

```

rule.xml中分片规则配置:

```

1 <tableRule name="sharding-by-substring">
2     <rule>
3         <columns>id</columns>
4         <algorithm>sharding-by-substring</algorithm>
5     </rule>
6 </tableRule>
7
8 <function name="sharding-by-substring"
9     class="io.mycat.route.function.PartitionDirectBySubString">
10     <property name="startIndex">0</property> <!-- zero-based -->
11     <property name="size">2</property>
12     <property name="partitionCount">3</property>
13     <property name="defaultPartition">0</property>
14 </function>

```

分片规则属性含义:

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
startIndex	字符子串起始索引
size	字符长度
partitionCount	分区(分片)数量
defaultPartition	默认分片(在分片数量定义时, 字符标示的分片编号不在分片数量内时, 使用默认分片)

示例说明：

id=05-100000002，在此配置中代表根据id中从 startIndex=0，开始，截取siz=2位数字即05，05就是获取的分区，如果没找到对应的分片则默认分配到defaultPartition。

### 3). 测试

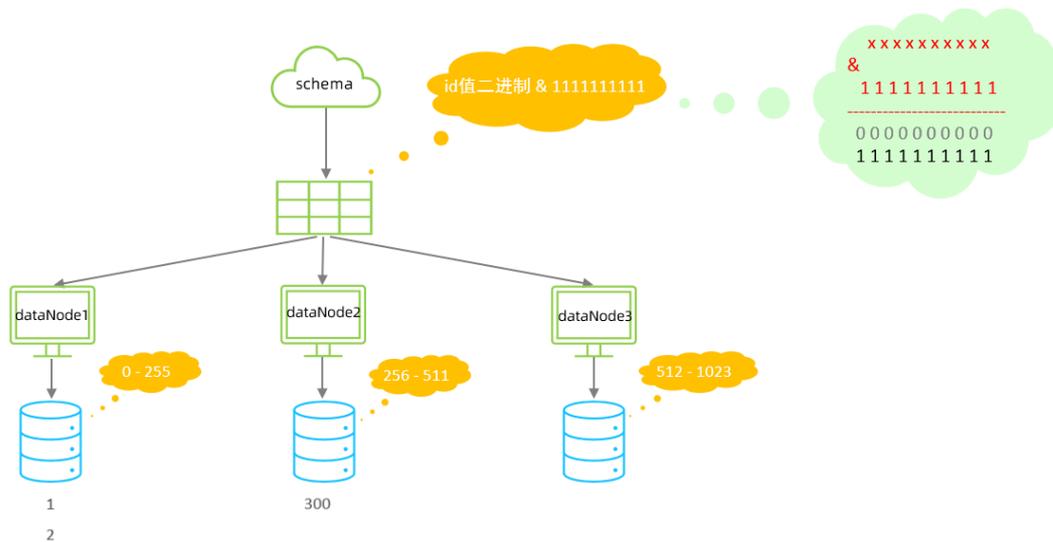
配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

```
1 CREATE TABLE tb_app (  
2   id varchar(10) NOT NULL COMMENT 'ID',  
3   name varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '名称',  
4   PRIMARY KEY (`id`)  
5 ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;  
6  
7 insert into tb_app (id,name) values('0000001','Testx00001');  
8 insert into tb_app (id,name) values('0100001','Test100001');  
9 insert into tb_app (id,name) values('0100002','Test200001');  
10 insert into tb_app (id,name) values('0200001','Test300001');  
11 insert into tb_app (id,name) values('0200002','Test400001');
```

### 3.5.3.6 固定分片hash算法

#### 1). 介绍

该算法类似于十进制的求模运算，但是为二进制的操作，例如，取 id 的二进制低 10 位与 1111111111 进行位 & 运算，位与运算最小值为 0000000000，最大值为1111111111，转换为十进制，也就是位于0-1023之间。



特点:

- 如果是求模，连续的值，分别分配到各个不同的分片；但是此算法会将连续的值可能分配到相同的分片，降低事务处理的难度。
- 可以均匀分配，也可以非均匀分配。
- 分片字段必须为数字类型。

## 2). 配置

schema.xml中逻辑表配置:

```

1 <!-- 固定分片hash算法 -->
2 <table name="tb_longhash" dataNode="dn4,dn5,dn6" rule="sharding-by-long-hash" />

```

schema.xml中数据节点配置:

```

1 <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
2 <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
3 <dataNode name="dn6" dataHost="dhost3" database="itcast" />

```

rule.xml中分片规则配置:

```

1 <tableRule name="sharding-by-long-hash">
2     <rule>
3         <columns>id</columns>
4         <algorithm>sharding-by-long-hash</algorithm>
5     </rule>
6 </tableRule>
7
8 <!-- 分片总长度为1024, count与length数组长度必须一致; -->
9 <function name="sharding-by-long-hash"
10     class="io.mycat.route.function.PartitionByLong">
11     <property name="partitionCount">2,1</property>
12     <property name="partitionLength">256,512</property>
13 </function>

```

分片规则属性含义:

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段名
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
partitionCount	分片个数列表
partitionLength	分片范围列表

约束 :

- 1). 分片长度 : 默认最大 $2^{10}$  , 为 1024 ;
- 2). count, length的数组长度必须是一致的 ;

以上分为三个分区:0-255,256-511,512-1023

示例说明 :



$$515 \& 1023 = 10\ 0000\ 0011 \& 11\ 1111\ 1111 = 10\ 0000\ 0011 = 515$$

### 3). 测试

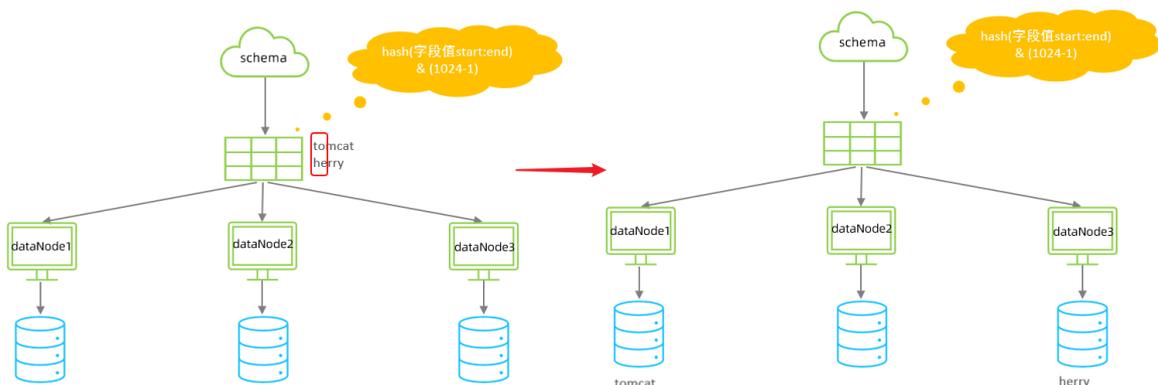
配置完毕后, 重新启动MyCat, 然后在mycat的命令中, 执行如下SQL创建表、并插入数据, 查看数据分布情况。

```
1 CREATE TABLE tb_longhash (  
2   id int(11) NOT NULL COMMENT 'ID',  
3   name varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '名称',  
4   firstChar char(1) COMMENT '首字母',  
5   PRIMARY KEY (`id`)  
6 ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;  
7  
8 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (1,'七匹狼','Q');  
9 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (2,'八匹狼','B');  
10 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (3,'九匹狼','J');  
11 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (4,'十匹狼','S');  
12 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (5,'六匹狼','L');  
13 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (6,'五匹狼','W');  
14 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (7,'四匹狼','S');  
15 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (8,'三匹狼','S');  
16 insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values (9,'两匹狼','L');
```

#### 3.5.3.7 字符串hash解析算法

##### 1). 介绍

截取字符串中的指定位置的子字符串, 进行hash算法, 算出分片。



## 2). 配置

schema.xml中逻辑表配置:

```
1 <!-- 字符串hash解析算法 -->
2 <table name="tb_strhash" dataNode="dn4,dn5" rule="sharding-by-stringhash" />
```

schema.xml中数据节点配置:

```
1 <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
2 <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
```

rule.xml中分片规则配置:

```
1 <tableRule name="sharding-by-stringhash">
2     <rule>
3         <columns>name</columns>
4         <algorithm>sharding-by-stringhash</algorithm>
5     </rule>
6 </tableRule>
7
8 <function name="sharding-by-stringhash"
9     class="io.mycat.route.function.PartitionByString">
10     <property name="partitionLength">512</property> <!-- zero-based -->
11     <property name="partitionCount">2</property>
12     <property name="hashSlice">0:2</property>
13 </function>
```

分片规则属性含义:

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
partitionLength	hash求模基数 ; length*count=1024 (出于性能考虑)
partitionCount	分区数
hashSlice	hash运算位 , 根据子字符串的hash运算 ; 0 代表 str.length() , -1 代表 str.length()-1 , 大于0只代表数字自身 ; 可以理解为substring (start, end) , start为0则只表示0

示例说明:



### 3). 测试

配置完毕后, 重新启动MyCat, 然后在mycat的命令行中, 执行如下SQL创建表、并插入数据, 查看数据分布情况。

```

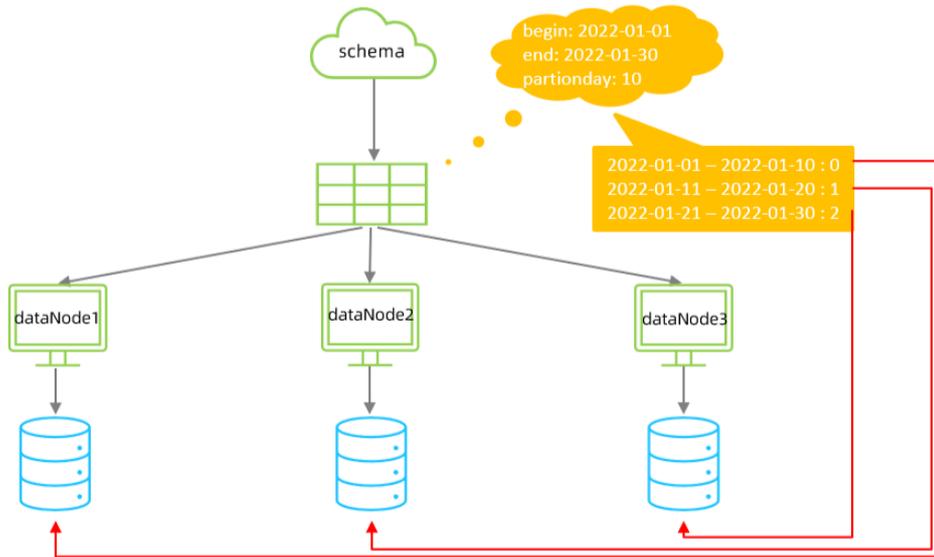
1  create table tb_strhash(
2      name varchar(20) primary key,
3      content varchar(100)
4  )engine=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
5
6  INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES ('T1001', UUID());
7  INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES ('ROSE', UUID());
8  INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES ('JERRY', UUID());
9  INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES ('CRISTINA', UUID());
10 INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES ('TOMCAT', UUID());

```

### 3.5.3.8 按天分片算法

## 1). 介绍

按照日期及对应的时间周期来分片。



## 2). 配置

schema.xml中逻辑表配置:

```
1 <!-- 按天分片 -->
2 <table name="tb_datepart" dataNode="dn4,dn5,dn6" rule="sharding-by-date" />
```

schema.xml中数据节点配置:

```
1 <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
2 <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
3 <dataNode name="dn6" dataHost="dhost3" database="itcast" />
```

rule.xml中分片规则配置:

```
1 <tableRule name="sharding-by-date">
2   <rule>
3     <columns>create_time</columns>
4     <algorithm>sharding-by-date</algorithm>
5   </rule>
6 </tableRule>
7
```

```

8   <function name="sharding-by-date"
    class="io.mycat.route.function.PartitionByDate">
9       <property name="dateFormat">yyyy-MM-dd</property>
10      <property name="sBeginDate">2022-01-01</property>
11      <property name="sEndDate">2022-01-30</property>
12      <property name="sPartitionDay">10</property>
13  </function>
14  <!--
15      从开始时间开始，每10天为一个分片，到达结束时间之后，会重复开始分片插入
16      配置表的 dataNode 的分片，必须和分片规则数量一致，例如 2022-01-01 到 2022-12-31 ，每
    10天一个分片，一共需要37个分片。
17  -->

```

分片规则属性含义：

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
dateFormat	日期格式
sBeginDate	开始日期
sEndDate	结束日期，如果配置了结束日期，则代码数据到达了这个时候的分片后，会重复从开始分片插入
sPartitionDay	分区天数，默认值 10 ，从开始日期算起，每个10天一个分区

### 3) . 测试

配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

```

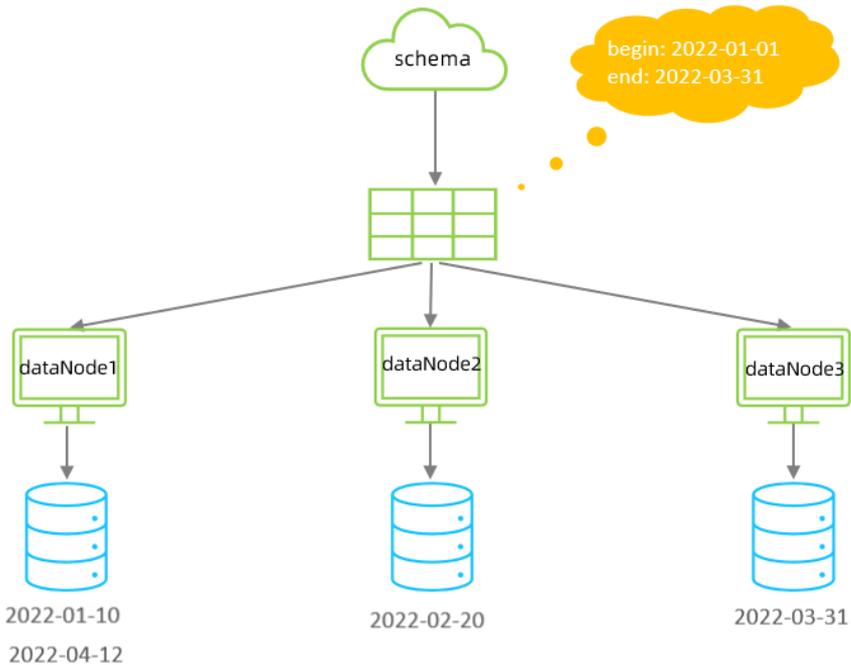
1  create table tb_datepart(
2      id  bigint not null comment 'ID' primary key,
3      name varchar(100) null comment '姓名',
4      create_time date null
5  );
6
7  insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(1,'Tom','2022-01-01');
8  insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(2,'Cat','2022-01-10');
9  insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(3,'Rose','2022-01-11');
10 insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(4,'Coco','2022-01-20');
11 insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(5,'Rose2','2022-01-21');
12 insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(6,'Coco2','2022-01-30');
13 insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(7,'Coco3','2022-01-31');

```

### 3.5.3.9 自然月分片

#### 1). 介绍

使用场景为按照月份来分片，每个自然月为一个分片。



#### 2). 配置

schema.xml中逻辑表配置:

```
1 <!-- 按自然月分片 -->
2 <table name="tb_monthpart" dataNode="dn4,dn5,dn6" rule="sharding-by-month" />
```

schema.xml中数据节点配置:

```
1 <dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
2 <dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
3 <dataNode name="dn6" dataHost="dhost3" database="itcast" />
```

rule.xml中分片规则配置:

```
1 <tableRule name="sharding-by-month">
2     <rule>
3         <columns>create_time</columns>
4         <algorithm>partbymonth</algorithm>
5     </rule>
6 </tableRule>
7
8 <function name="partbymonth" class="io.mycat.route.function.PartitionByMonth">
9     <property name="dateFormat">yyyy-MM-dd</property>
10    <property name="sBeginDate">2022-01-01</property>
11    <property name="sEndDate">2022-03-31</property>
12 </function>
13 <!--
14     从开始时间开始，一个月为一个分片，到达结束时间之后，会重复开始分片插入
15     配置表的 dataNode 的分片，必须和分片规则数量一致，例如 2022-01-01 到 2022-12-31 ， 一
16     共需要12个分片。
17 -->
```

分片规则属性含义:

属性	描述
columns	标识将要分片的表字段
algorithm	指定分片函数与function的对应关系
class	指定该分片算法对应的类
dateFormat	日期格式
sBeginDate	开始日期
sEndDate	结束日期，如果配置了结束日期，则代码数据到达了这个时候的分片后，会重复从开始分片插入

### 3). 测试

配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

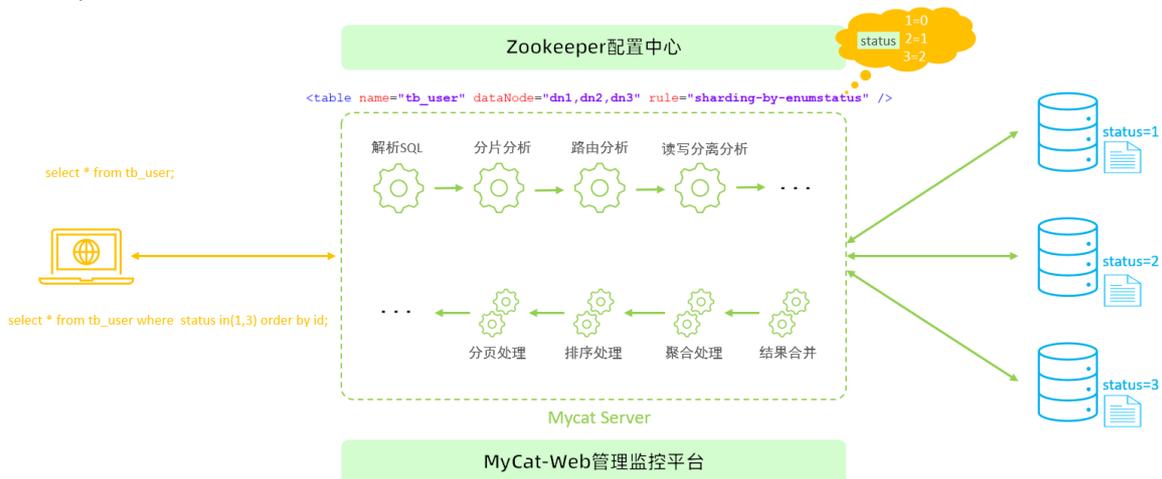
```

1  create table tb_monthpart(
2      id  bigint not null comment 'ID' primary key,
3      name varchar(100) null comment '姓名',
4      create_time date null
5  );
6
7  insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(1,'Tom','2022-01-01');
8  insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(2,'Cat','2022-01-10');
9  insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(3,'Rose','2022-01-31');
10 insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(4,'Coco','2022-02-20');
11 insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(5,'Rose2','2022-02-25');
12 insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(6,'Coco2','2022-03-10');
13 insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(7,'Coco3','2022-03-31');
14 insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(8,'Coco4','2022-04-10');
15 insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(9,'Coco5','2022-04-30');

```

## 3.6 MyCat管理及监控

### 3.6.1 MyCat原理



在MyCat中，当执行一条SQL语句时，MyCat需要进行SQL解析、分片分析、路由分析、读写分离分析等操作，最终经过一系列的分析决定将当前的SQL语句到底路由到那几个（或哪一个）节点数据库，数据库将数据执行完毕后，如果有返回的结果，则将结果返回给MyCat，最终还需要在MyCat中进行结果合并、聚合处理、排序处理、分页处理等操作，最终再将结果返回给客户端。

而在MyCat的使用过程中，MyCat官方也提供了一个管理监控平台MyCat-Web (MyCat-eye)。MyCat-Web 是 Mycat 可视化运维的管理和监控平台，弥补了 Mycat 在监控上的空白。帮 Mycat 分担统计任务和配置管理任务。MyCat-Web 引入了 ZooKeeper 作为配置中心，可以管理多个节点。MyCat-Web 主要管理和监控 Mycat 的流量、连接、活动线程和内存等，具备 IP 白名单、邮件告警等模块，还可以统计 SQL 并分析慢 SQL 和高频 SQL 等。为优化 SQL 提供依据。

### 3.6.2 MyCat管理

MyCat默认开通2个端口，可以在server.xml中进行修改。

- 8066 数据访问端口，即进行 DML 和 DDL 操作。
- 9066 数据库管理端口，即 mycat 服务管理控制功能，用于管理mycat的整个集群状态

连接MyCat的管理控制台：

```
1 mysql -h 192.168.200.210 -p 9066 -uroot -p123456
```

命令	含义
show @@help	查看Mycat管理工具帮助文档
show @@version	查看Mycat的版本
reload @@config	重新加载Mycat的配置文件
show @@datasource	查看Mycat的数据源信息
show @@datanode	查看MyCat现有的分片节点信息
show @@threadpool	查看Mycat的线程池信息
show @@sql	查看执行的SQL
show @@sql.sum	查看执行的SQL统计

### 3.6.3 MyCat-eye

#### 3.6.3.1 介绍

MyCat-web (MyCat-eye) 是对mycat-server提供监控服务，功能不局限于对mycat-server使用。他通过JDBC连接对MyCat、Mysql监控，监控远程服务器(目前仅限于linux系统)的cpu、内存、网络、磁盘。

MyCat-eye运行过程中需要依赖zookeeper，因此需要先安装zookeeper。

#### 3.6.3.2 安装

- 1). zookeeper安装
- 2). MyCat-web安装

具体的安装步骤，请参考资料中提供的《MyCat-Web安装文档》

#### 3.6.3.3 访问

<http://192.168.200.210:8082/mycat>

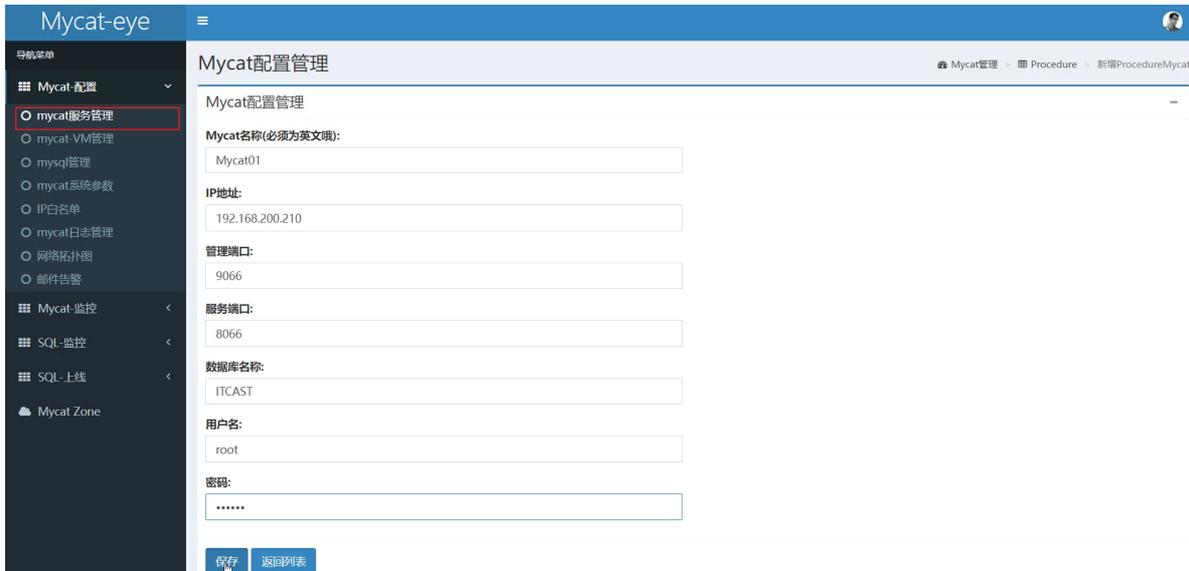


### 3.6.3.4 配置

1). 开启MyCat的实时统计功能(server.xml)

```
1 <property name="useSqlStat">1</property> <!-- 1为开启实时统计、0为关闭 -->
```

2). 在Mycat监控界面配置服务地址



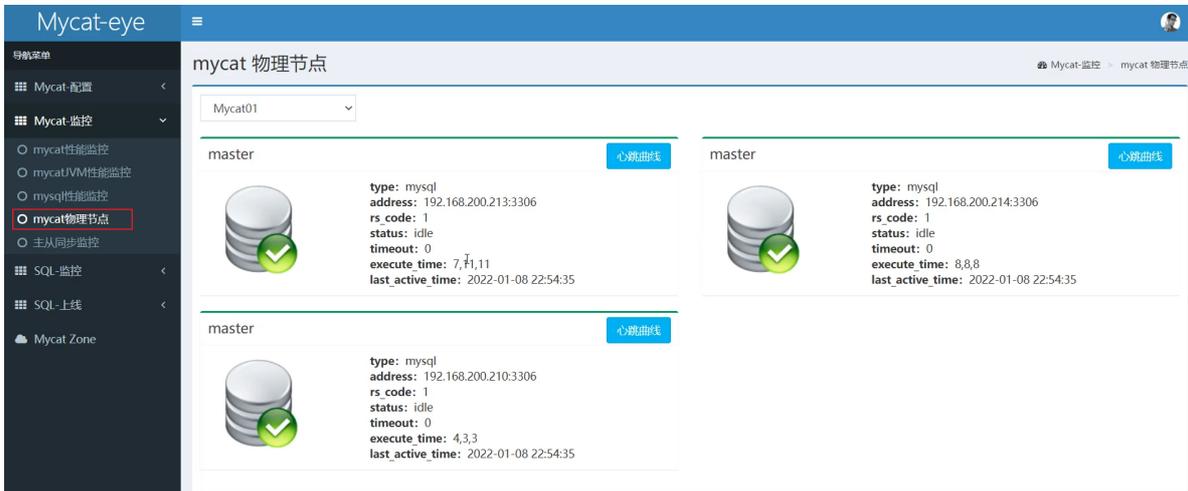
### 3.6.3.5 测试

配置好了之后，我们可以通过MyCat执行一系列的增删改查的测试，然后过一段时间之后，打开mycat-eye的管理界面，查看mycat-eye监控到的数据信息。

A. 性能监控



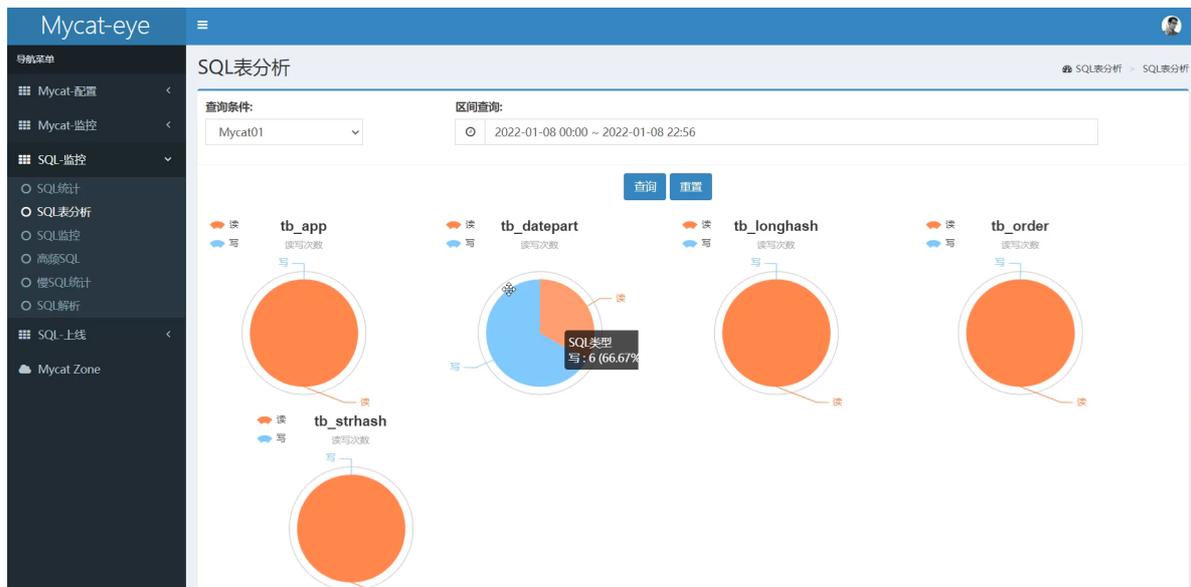
## B. 物理节点



## C. SQL统计



## D. SQL表分析



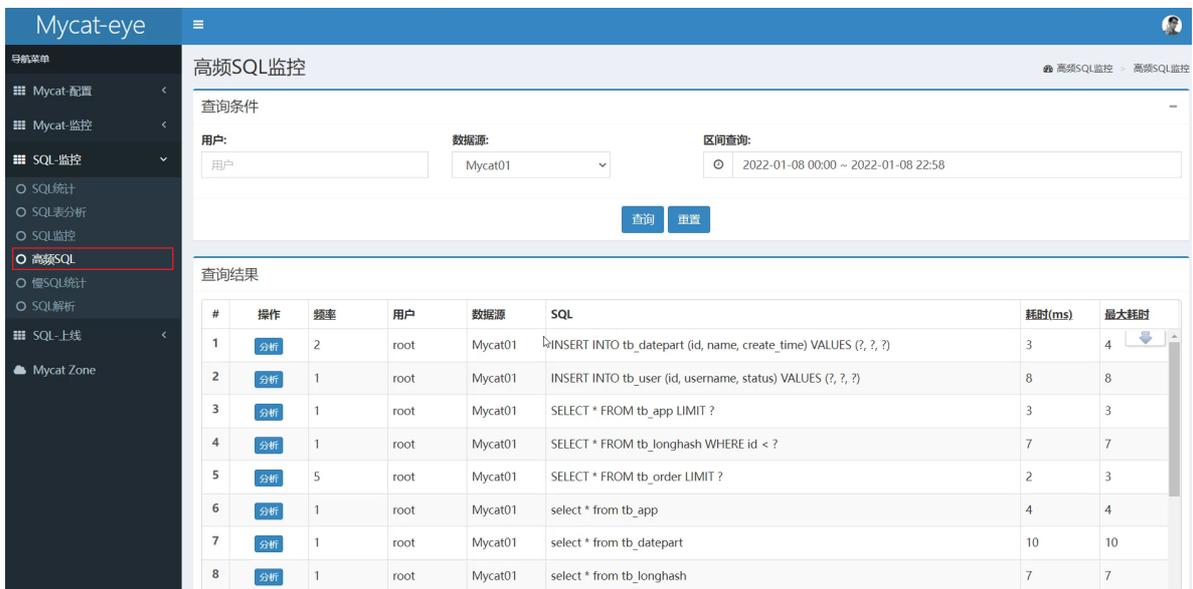
## E. SQL监控

The screenshot displays the 'SQL监控' (SQL Monitoring) page in Mycat-eye. The interface includes a navigation menu on the left and a main content area with search filters and a table of SQL queries. The search filters are set to 'Mycat01', '用户' (User), and the time range '2022-01-08 00:00 ~ 2022-01-08 22:57'. The table below shows a list of SQL queries with their execution details.

ID	数据源	用户	IP	SQL	耗时(ms)	执行时间
1	Mycat01	root		select * from tb_order limit 4	3	2022-01-08 22:50:29
2	Mycat01	root		select * from tb_order limit 3	2	2022-01-08 22:50:28
3	Mycat01	root		select * from tb_order limit 5	3	2022-01-08 22:50:25
4	Mycat01	root		select * from tb_order limit 20	2	2022-01-08 22:50:23
5	Mycat01	root		select * from tb_order limit 1	2	2022-01-08 22:50:21
6	Mycat01	root		select * from tb_order	5	2022-01-08 22:50:18
7	Mycat01	root		select * from tb_longhash where id < 100	7	2022-01-08 22:50:07
8	Mycat01	root		select * from tb_longhash	7	2022-01-08 22:50:03

共19条记录 << 1 >> 每页20条

## F. 高频SQL

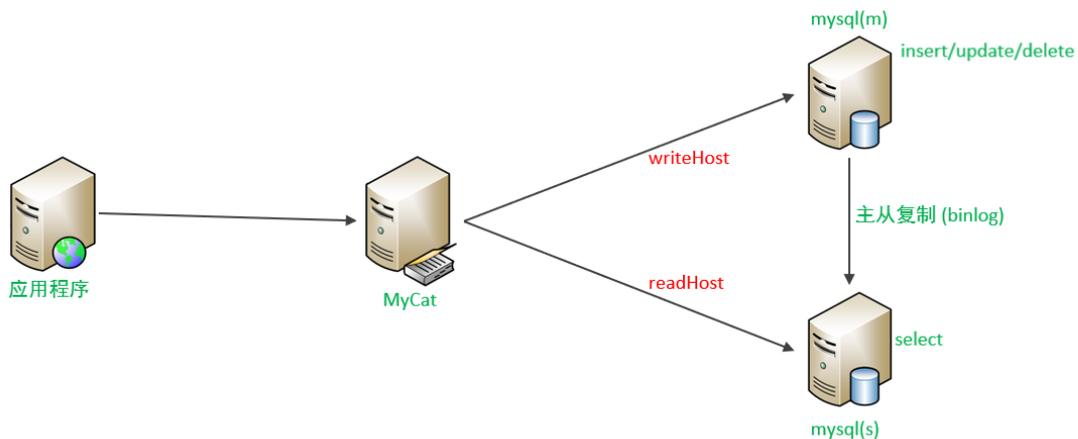


## 4. 读写分离

### 4.1 介绍

读写分离, 简单地说是把对数据库的读和写操作分开, 以对应不同的数据库服务器。主数据库提供写操作, 从数据库提供读操作, 这样能有效地减轻单台数据库的压力。

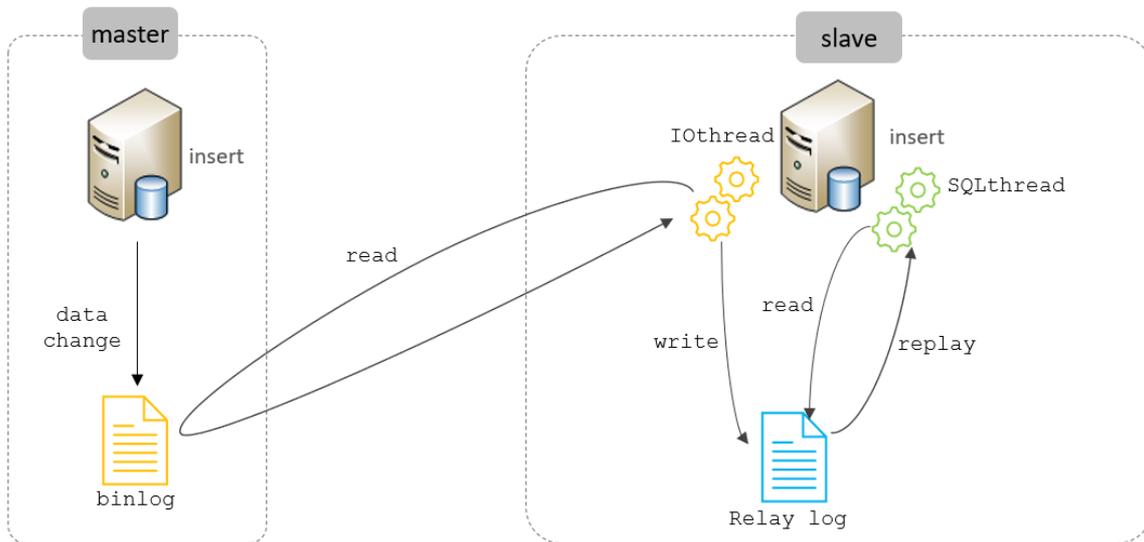
通过MyCat即可轻易实现上述功能, 不仅可以支持MySQL, 也可以支持Oracle和SQL Server。



### 4.2 一主一从

#### 4.2.1 原理

MySQL的主从复制, 是基于二进制日志 (binlog) 实现的。



#### 4.2.2 准备

主机	角色	用户名	密码
192.168.200.211	master	root	1234
192.168.200.212	slave	root	1234

备注：主从复制的搭建，可以参考前面课程中 **主从复制** 章节讲解的步骤操作。

### 4.3 一主一从读写分离

MyCat控制后台数据库的读写分离和负载均衡由schema.xml文件datahost标签的balance属性控制。

#### 4.3.1 schema.xml配置

```

1  <!-- 配置逻辑库 -->
2  <schema name="ITCAST_RW" checkSQLSchema="true" sqlMaxLimit="100" dataNode="dn7">
3  </schema>
4
5  <dataNode name="dn7" dataHost="dhost7" database="itcast" />
6
7  <dataHost name="dhost7" maxCon="1000" minCon="10" balance="1" writeType="0"
8
9  dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1" slaveThreshold="100">
10
11     <heartbeat>select user()</heartbeat>
12
13     <writeHost host="master1" url="jdbc:mysql://192.168.200.211:3306?
14
15     useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
16
17     user="root" password="1234" >
18
19     <readHost host="slave1" url="jdbc:mysql://192.168.200.212:3306?
20
21     useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
22
23     user="root" password="1234" />
24
25 </writeHost>
26 </dataHost>

```

上述配置的具体关联对应情况如下：

```

<schema name="ITCAST_RW" checkSQLSchema="true" sqlMaxLimit="100" dataNode="dn7">
  <!-- <table name="sku" dataNode="dn7" primaryKey="id" /> -->
</schema>
<dataNode name="dn7" dataHost="dhost7" database="itcast" />
<dataHost name="dhost7" maxCon="1000" minCon="10" balance="1" writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc">
  <heartbeat>select user()</heartbeat>
  <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.211:3306?useSSL=false" user="root" password="1234">
    <readHost host="slave" url="jdbc:mysql://192.168.200.212:3306?useSSL=false" user="root" password="1234" />
  </writeHost>
</dataHost>

```

writeHost代表的是写操作对应的数据库，readHost代表的是读操作对应的数据库。所以我们要想实现读写分离，就得配置writeHost关联的是主库，readHost关联的是从库。

而仅仅配置好了writeHost以及readHost还不能完成读写分离，还需要配置一个非常重要的负责均衡的参数 balance，取值有4种，具体含义如下：

参数值	含义
0	不开启读写分离机制，所有读操作都发送到当前可用的writeHost上
1	全部的readHost与备用的writeHost都参与select语句的负载均衡（主要针对于双主双从模式）
2	所有的读写操作都随机在writeHost，readHost上分发
3	所有的读请求随机分发到writeHost对应的readHost上执行，writeHost不承担读压力

所以，在一主一从模式的读写分离中，balance配置1或3都是可以完成读写分离的。

### 4.3.2 server.xml配置

配置root用户可以访问SHOPPING、ITCAST以及ITCAST\_RW逻辑库。

```

1  <user name="root" defaultAccount="true">
2      <property name="password">123456</property>
3      <property name="schemas">SHOPPING,ITCAST,ITCAST_RW</property>
4
5      <!-- 表级 DML 权限设置 -->
6      <!--
7      <privileges check="true">
8          <schema name="DB01" dml="0110" >
9              <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
10         </schema>
11     </privileges>
12     -->
13 </user>

```

### 4.3.3 测试

配置完毕MyCat后，重新启动MyCat。

```
1 bin/mycat stop
2 bin/mycat start
```

然后观察，在执行增删改操作时，对应的主库及从库的数据变化。在执行查询操作时，检查主库及从库对应的数据变化。

在测试中，我们可以发现当主节点Master宕机之后，业务系统就只能读，而不能写入数据了。

```
mysql> select * from tb_user;
+----+-----+-----+
| id | name  | sex |
+----+-----+-----+
| 1  | Tcm1  | 1   |
| 2  | Trigger | 0   |
| 3  | Dawn  | 1   |
| 4  | Itcast | 0   |
| 5  | It    | 1   |
| 6  | It5   | 1   |
| 7  | It5   | 1   |
+----+-----+-----+
7 rows in set (0.00 sec)

mysql>
mysql>
mysql> insert into tb_user(id,name,sex) values(8,'It5',1);
ERROR:
No operations allowed after connection closed.
mysql>
mysql> update tb user set sex = 1;
ERROR:
No operations allowed after connection closed.
mysql>
```

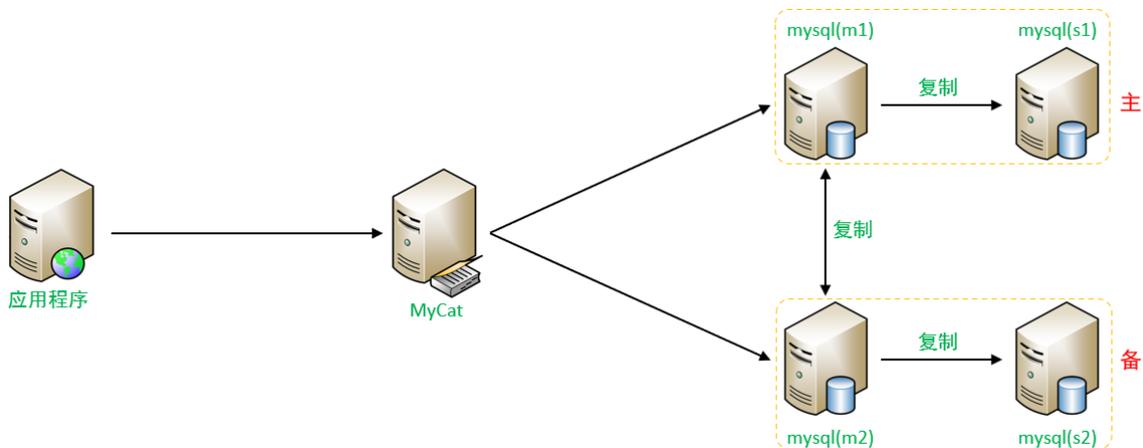
图中包含两个红色箭头标注：一个指向查询语句，标注为“只读”；另一个指向插入和更新语句，标注为“无法写入”。

那如何解决这个问题呢？这个时候我们就得通过另外一种主从复制结构来解决，也就是我们接下来讲解的双主双从。

## 4.4 双主双从

### 4.4.1 介绍

一个主机 Master1 用于处理所有写请求，它的从机 Slave1 和另一台主机 Master2 还有它的从机 Slave2 负责所有读请求。当 Master1 主机宕机后，Master2 主机负责写请求，Master1、Master2 互为备机。架构图如下：



### 4.4.2 准备

我们需要准备5台服务器，具体的服务器及软件安装情况如下：

编号	IP	预装软件	角色
1	192.168.200.210	MyCat、MySQL	MyCat中间件服务器
2	192.168.200.211	MySQL	M1
3	192.168.200.212	MySQL	S1
4	192.168.200.213	MySQL	M2
5	192.168.200.214	MySQL	S2

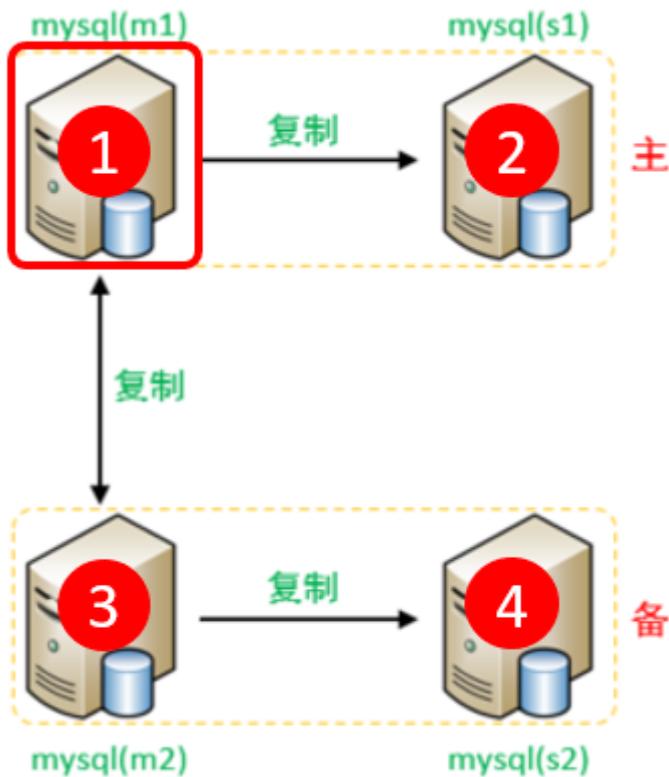
关闭以上所有服务器的防火墙：

```
systemctl stop firewalld  
  
systemctl disable firewalld
```

### 4.4.3 搭建

#### 4.4.3.1 主库配置

1). Master1 (192.168.200.211)



## A. 修改配置文件 /etc/my.cnf

```
1  #mysql 服务ID, 保证整个集群环境中唯一, 取值范围: 1 - 2^32-1, 默认为1
2  server-id=1
3  #指定同步的数据库
4  binlog-do-db=db01
5  binlog-do-db=db02
6  binlog-do-db=db03
7  # 在作为从数据库的时候, 有写入操作也要更新二进制日志文件
8  log-slave-updates
```

## B. 重启MySQL服务器

```
1  systemctl restart mysqld
```

## C. 创建账户并授权

```
1  #创建itcast用户, 并设置密码, 该用户可在任意主机连接该MySQL服务
2  CREATE USER 'itcast'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'Root@123456'
3  ;
4  #为 'itcast'@'%' 用户分配主从复制权限
5  GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'itcast'@'%';
```

通过指令, 查看两台主库的二进制日志坐标

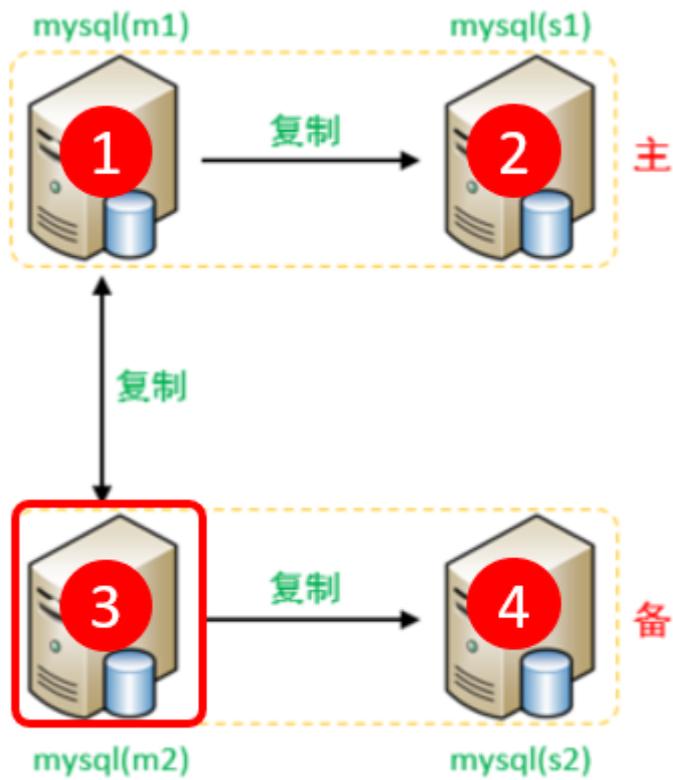
```
1  show master status ;
```

```
mysql> CREATE USER 'itcast'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'Root@123456' ;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'itcast'@'%';
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql>
mysql> show master status;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| File           | Position | Binlog_Do_DB | Binlog_Ignore_DB | Executed_Gtid_Set |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| binlog.000002 | 663      | db01,db02,db03 |                   |                   |
+-----+-----+-----+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

2) . Master2 (192.168.200.213)



#### A. 修改配置文件 /etc/my.cnf

```

1  #mysql 服务ID, 保证整个集群环境中唯一, 取值范围: 1 - 2^32-1, 默认为1
2  server-id=3
3  #指定同步的数据库
4  binlog-do-db=db01
5  binlog-do-db=db02
6  binlog-do-db=db03
7  # 在作为从数据库的时候, 有写入操作也要更新二进制日志文件
8  log-slave-updates

```

#### B. 重启MySQL服务器

```

1  systemctl restart mysqld

```

#### C. 创建账户并授权

```

1  #创建itcast用户, 并设置密码, 该用户可在任意主机连接该MySQL服务
2  CREATE USER 'itcast'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'Root@123456'
3  ;
4  #为 'itcast'@'%' 用户分配主从复制权限
5  GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'itcast'@'%';

```

通过指令，查看两台主库的二进制日志坐标

```
1 show master status ;
```

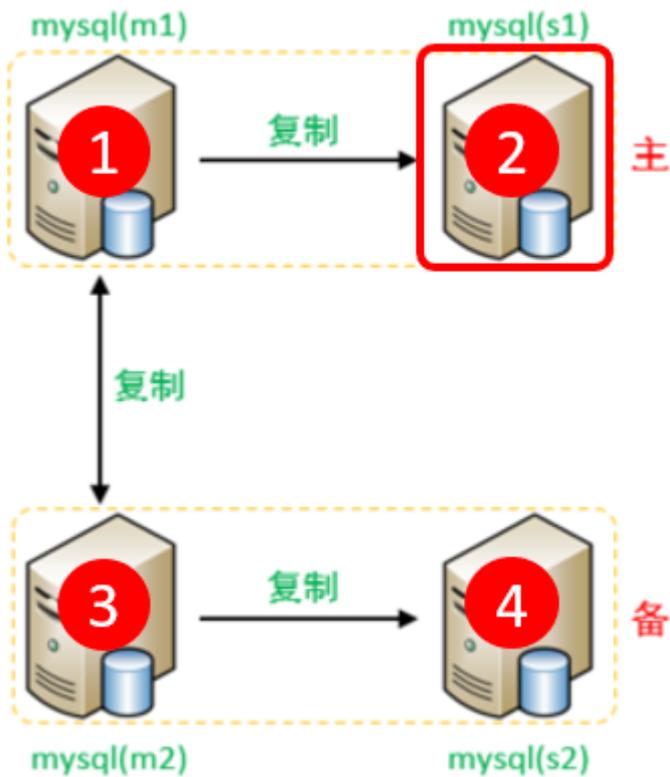
```
mysql> CREATE USER 'itcast'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'Root@123456' ;
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'itcast'@'%';
Query OK, 0 rows affected (0.00 sec)

mysql> show master status;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| File           | Position | Binlog_Do_DB | Binlog_Ignore_DB | Executed_Gtid_Set |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| binlog.000002 | 663     | db01,db02,db03 |                   |                   |
+-----+-----+-----+-----+-----+
1 row in set (0.00 sec)
```

#### 4.4.3.2 从库配置

1) . Slave1(192.168.200.212)



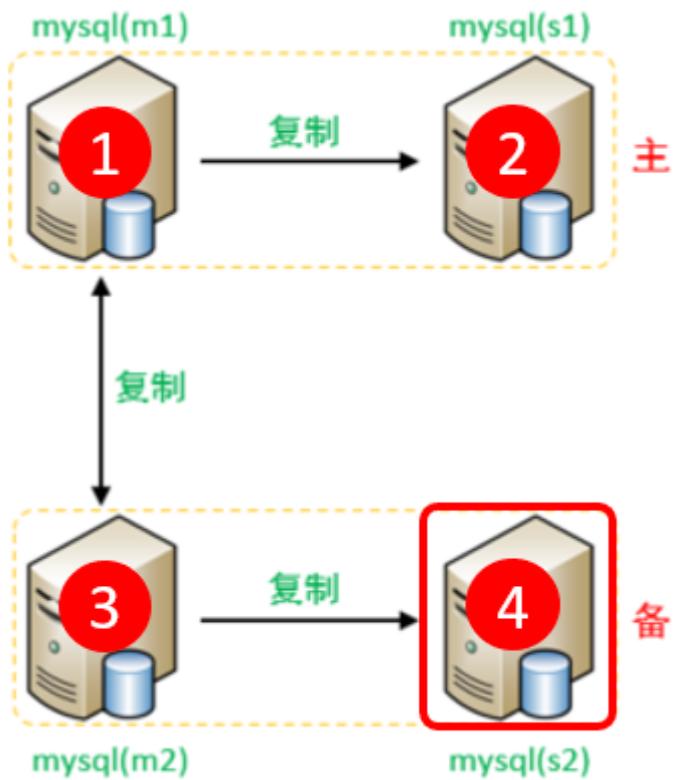
A. 修改配置文件 /etc/my.cnf

```
1 #mysql 服务ID, 保证整个集群环境中唯一, 取值范围: 1 - 232-1, 默认为1
2 server-id=2
```

B. 重新启动MySQL服务器

```
1 systemctl restart mysqld
```

2). Slave2(192.168.200.214)



A. 修改配置文件 /etc/my.cnf

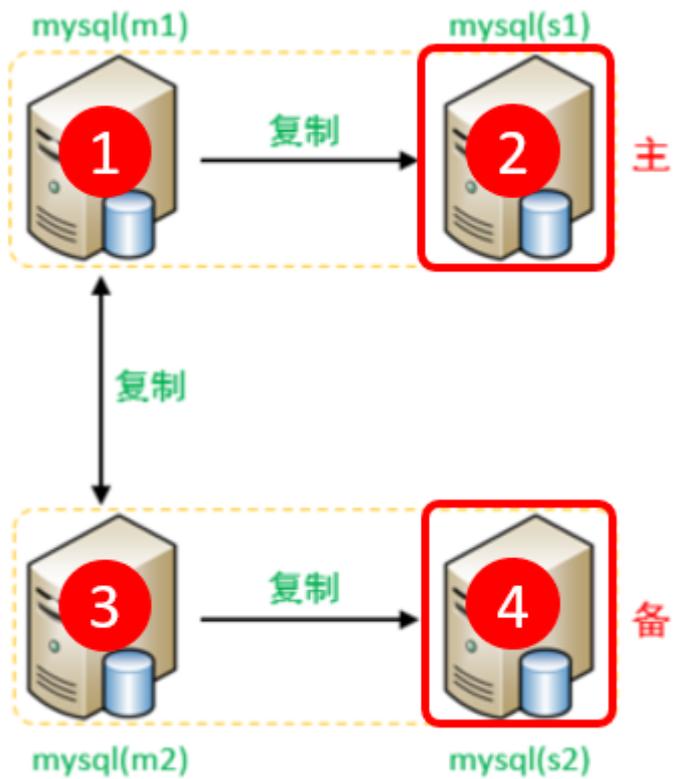
```
1 #mysql 服务ID, 保证整个集群环境中唯一, 取值范围: 1 - 232-1, 默认为1
2 server-id=4
```

B. 重新启动MySQL服务器

```
1 systemctl restart mysqld
```

#### 4.4.3.3 从库关联主库

1). 两台从库配置关联的主库



需要注意slave1对应的是master1, slave2对应的是master2。

A. 在 slave1 (192.168.200.212) 上执行

```
1 CHANGE MASTER TO MASTER_HOST='192.168.200.211', MASTER_USER='itcast',
  MASTER_PASSWORD='Root@123456', MASTER_LOG_FILE='binlog.000002',
  MASTER_LOG_POS=663;
```

B. 在 slave2 (192.168.200.214) 上执行

```
1 CHANGE MASTER TO MASTER_HOST='192.168.200.213', MASTER_USER='itcast',
  MASTER_PASSWORD='Root@123456', MASTER_LOG_FILE='binlog.000002',
  MASTER_LOG_POS=663;
```

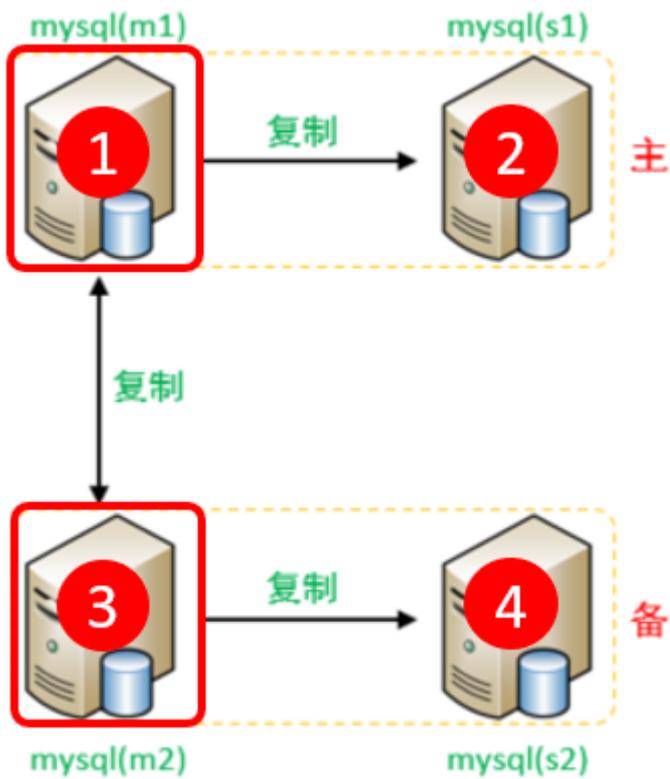
C. 启动两台从库主从复制, 查看从库状态

```
1 start slave;
2 show slave status \G;
```

```
mysql> start slave;
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.01 sec)

mysql> show slave status\G;
***** 1. row *****
Slave_IO_State: Waiting for source to send event
Master_Host: 192.168.200.211
Master_User: itcast
Master_Port: 3306
Connect_Retry: 60
Master_Log_File: binlog.000002
Read_Master_Log_Pos: 663
Relay_Log_File: localhost-relay-bin.000002
Relay_Log_Pos: 321
Relay_Master_Log_File: binlog.000002
Slave_IO_Running: Yes
Slave_SQL_Running: Yes
Replicate_Do_DB:
Replicate_Ignore_DB:
Replicate_Do_Table:
Replicate_Ignore_Table:
Replicate_Wild_Do_Table:
Replicate_Wild_Ignore_Table:
Last_Errno: 0
Last_Error:
Skip_Counter: 0
Exec_Master_Log_Pos: 663
Relay_Log_Space: 534
Until_Condition: None
Until_Log_File:
```

## 2). 两台主库相互复制



1 Master2 复制 Master1, Master1 复制 Master2。

### A. 在 Master1 (192.168.200.211) 上执行

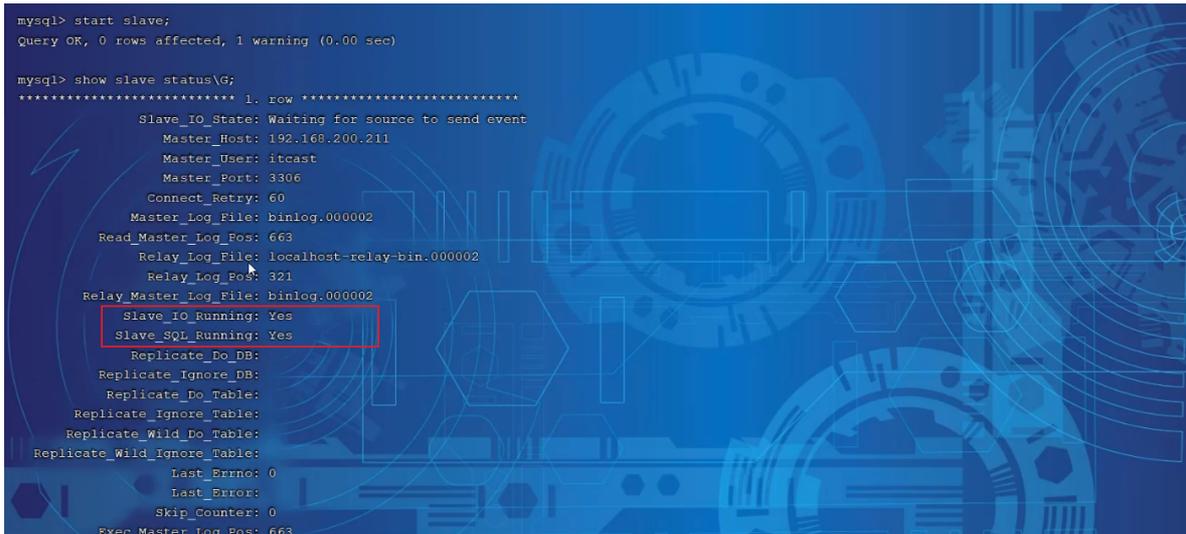
```
1 CHANGE MASTER TO MASTER_HOST='192.168.200.213', MASTER_USER='itcast',
MASTER_PASSWORD='Root@123456', MASTER_LOG_FILE='binlog.000002',
MASTER_LOG_POS=663;
```

## B. 在 Master2 (192.168.200.213) 上执行

```
1 CHANGE MASTER TO MASTER_HOST='192.168.200.211', MASTER_USER='itcast',
   MASTER_PASSWORD='Root@123456', MASTER_LOG_FILE='binlog.000002',
   MASTER_LOG_POS=663;
```

## C. 启动两台从库主从复制, 查看从库状态

```
1 start slave;
2 show slave status \G;
```

A screenshot of a MySQL terminal window with a blue background and white text. The terminal shows the execution of 'start slave;' and 'show slave status \G;'. The output of 'show slave status \G;' is displayed, showing various replication parameters. A red box highlights the 'Slave\_IO\_Running: Yes' and 'Slave\_SQL\_Running: Yes' lines, indicating that the slave is running successfully. The background features a faint, stylized gear and circuit pattern.

```
mysql> start slave;
Query OK, 0 rows affected, 1 warning (0.00 sec)

mysql> show slave status\G;
***** 1. row *****
   Slave_IO_State: Waiting for source to send event
   Master_Host: 192.168.200.211
   Master_User: itcast
   Master_Port: 3306
   Connect_Retry: 60
   Master_Log_File: binlog.000002
   Read_Master_Log_Pos: 663
   Relay_Log_File: localhost-relay-bin.000002
   Relay_Log_Pos: 321
   Relay_Master_Log_File: binlog.000002
   Slave_IO_Running: Yes
   Slave_SQL_Running: Yes
   Replicate_Do_DB:
   Replicate_Ignore_DB:
   Replicate_Do_Table:
   Replicate_Ignore_Table:
   Replicate_Wild_Do_Table:
   Replicate_Wild_Ignore_Table:
   Last_Errno: 0
   Last_Error:
   Skip_Counter: 0
   Exec_Master_Log_Pos: 663
```

经过上述的三步配置之后, 双主双从的复制结构就已经搭建完成了。接下来, 我们可以来测试验证一下。

### 4.4.4 测试

分别在两台主库Master1、Master2上执行DDL、DML语句, 查看涉及到的数据库服务器的数据同步情况。

```
1 create database db01;
2 use db01;
3 create table tb_user(
4     id int(11) not null primary key ,
5     name varchar(50) not null,
6     sex varchar(1)
7 )engine=innodb default charset=utf8mb4;
8
9 insert into tb_user(id,name,sex) values(1,'Tom','1');
```

```
10 insert into tb_user(id,name,sex) values(2,'Trigger','0');
11 insert into tb_user(id,name,sex) values(3,'Dawn','1');
12 insert into tb_user(id,name,sex) values(4,'Jack Ma','1');
13 insert into tb_user(id,name,sex) values(5,'Coco','0');
14 insert into tb_user(id,name,sex) values(6,'Jerry','1');
```

- 在Master1中执行DML、DDL操作，看看数据是否可以同步到另外的三台数据库中。
- 在Master2中执行DML、DDL操作，看看数据是否可以同步到另外的三台数据库中。

完成了上述双主双从的结构搭建之后，接下来，我们再来看看如何完成这种双主双从的读写分离。

## 4.5 双主双从读写分离

### 4.5.1 配置

MyCat控制后台数据库的读写分离和负载均衡由schema.xml文件datahost标签的balance属性控制，通过writeType及switchType来完成失败自动切换的。

1). schema.xml

配置逻辑库：

```
1 <schema name="ITCAST_RW2" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100" dataNode="dn7">
2 </schema>
```

配置数据节点：

```
1 <dataNode name="dn7" dataHost="dhost7" database="db01" />
```

配置节点主机：

```

1 <dataHost name="dhost7" maxCon="1000" minCon="10" balance="1" writeType="0"
  dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1" slaveThreshold="100">
2   <heartbeat>select user()</heartbeat>
3
4   <writeHost host="master1" url="jdbc:mysql://192.168.200.211:3306?
  useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
  user="root" password="1234" >
5     <readHost host="slave1" url="jdbc:mysql://192.168.200.212:3306?
  useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
  user="root" password="1234" />
6   </writeHost>
7
8   <writeHost host="master2" url="jdbc:mysql://192.168.200.213:3306?
  useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
  user="root" password="1234" >
9     <readHost host="slave2" url="jdbc:mysql://192.168.200.214:3306?
  useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai&characterEncoding=utf8"
  user="root" password="1234" />
10  </writeHost>
11 </dataHost>

```

具体的对应情况如下：

```

<schema name="ITCAST_RW2" checkSQLSchema="true" sqlMaxLimit="100" {dataNode="dn7"}>
  <!-- <table name="tb_user" dataNode="dn7" primaryKey="id" /> -->
</schema>
<dataNode name="dn7" dataHost="dhost7" database="db01" />
<dataHost name="dhost7" maxCon="1000" minCon="10" balance="1" writeType="0" switchType="1" dbType="mysql" dbDriver="jdbc">
  <heartbeat>select user()</heartbeat>
  <writeHost host="master1" url="jdbc:mysql://192.168.200.211:3306?useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai" user="root" password="1234">
M1-S1 <readHost host="slave1" url="jdbc:mysql://192.168.200.212:3306?useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai" user="root" password="1234"/>
  </writeHost>
  <writeHost host="master2" url="jdbc:mysql://192.168.200.213:3306?useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai" user="root" password="1234">
M2-S2 <readHost host="slave2" url="jdbc:mysql://192.168.200.214:3306?useSSL=false&serverTimezone=Asia/Shanghai" user="root" password="1234"/>
  </writeHost>
</dataHost>

```

属性说明：

balance="1"

代表全部的 readHost 与 stand by writeHost 参与 select 语句的负载均衡，简单的说，当双主双从模式 (M1->S1, M2->S2, 并且 M1 与 M2 互为主备)，正常情况下，M2,S1,S2 都参与 select 语句的负载均衡；

writeType

0 : 写操作都转发到第1台writeHost, writeHost1挂了, 会切换到writeHost2上;

1 : 所有的写操作都随机地发送到配置的writeHost上 ;

switchType

-1 : 不自动切换

1 : 自动切换

2). user.xml

配置root用户也可以访问到逻辑库 ITCAST\_RW2。

```
1 <user name="root" defaultAccount="true">
2     <property name="password">123456</property>
3     <property name="schemas">SHOPPING,ITCAST,ITCAST_RW2</property>
4
5     <!-- 表级 DML 权限设置 -->
6     <!--
7     <privileges check="true">
8         <schema name="DB01" dml="0110" >
9             <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
10        </schema>
11    </privileges>
12    -->
13 </user>
```

#### 4.5.2 测试

登录MyCat, 测试查询及更新操作, 判定是否能够进行读写分离, 以及读写分离的策略是否正确。

当主库挂掉一个之后, 是否能够自动切换。

