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%';
```

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%';
```

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%';
```

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：

```
mysqlbinlog  [ 参数选项 ]  logfilename

参数选项:
    -d      指定数据库名称，只列出指定的数据库相关操作。
    -o      忽略掉日志中的前n行命令。
    -v      将行事件(数据变更)重构为SQL语句
    -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，如果长时间不清除，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
reset master	删除全部 binlog 日志，删除之后，日志编号，将从 binlog.000001重新开始
purge master logs to 'binlog.*'	删除 * 编号之前的所有日志
purge master logs before 'yyyy-mm-dd hh24:mi:ss'	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。

```
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。

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：

```
#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
general_log=1
#设置日志的文件名 ， 如果没有指定， 默认的文件名为 host_name.log
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：

```
#慢查询日志
slow_query_log=1
#执行时间参数
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。

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

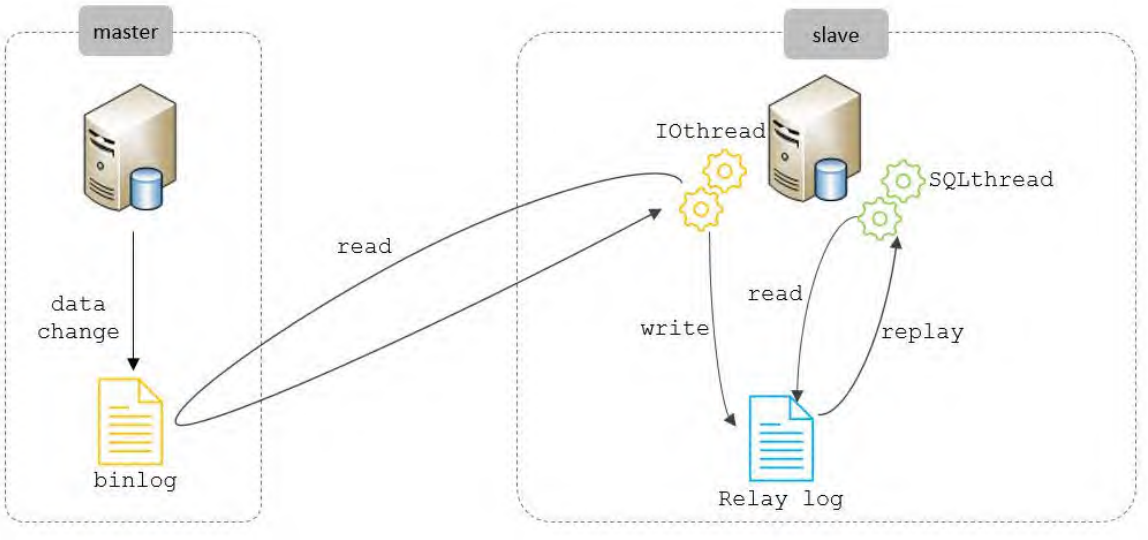
MySQL支持一台主库同时向多台从库进行复制， 从库同时也可以作为其他从服务器的主库，实现链状复制。

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

```
#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
server-id=1
#是否只读,1 代表只读, 0 代表读写
read-only=0
#忽略的数据, 指不需要同步的数据库
#binlog-ignore-db=mysql
#指定同步的数据库
#binlog-do-db=db01
```

2. 重启MySQL服务器

```
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

```
#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
CREATE USER 'itcast'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'Root@123456' ;

#为 'itcast'@'%' 用户分配主从复制权限
GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'itcast'@'%';
```

4. 通过指令，查看二进制日志坐标

```
show master status ;
```

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

```
#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
server-id=2
#是否只读,1 代表只读, 0 代表读写
read-only=1
```

2. 重新启动MySQL服务

```
systemctl  restart  mysqld
```

3. 登录mysql，设置主库配置

```
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：

```
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

```
start replica ; #8.0.22之后
start  slave ;  #8.0.22之前
```

5. 查看主从同步状态

```
show replica  status ;  #8.0.22之后
show  slave  status ;   #8.0.22之前
```

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

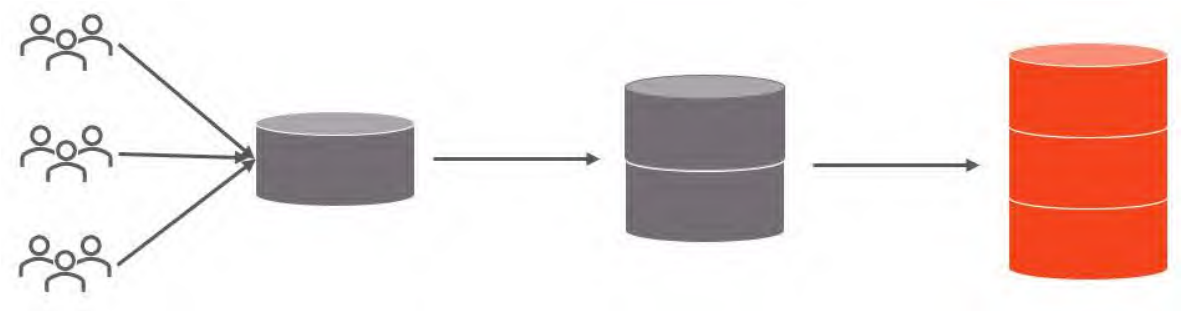
```
create database db01;
use db01;
create table tb_user(
    id int(11) primary key not null auto_increment,
    name varchar(50) not null,
    sex varchar(1)
)engine=innodb default charset=utf8mb4;
insert into tb_user(id,name,sex) values(null,'Tom', '1'),(null,'Trigger','0'),
(null,'Dawn','1');
```

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

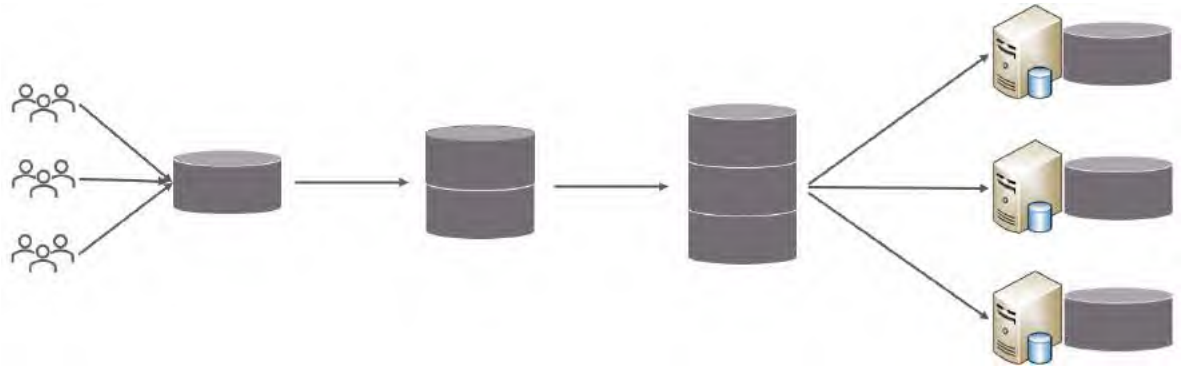
3.1.1 问题分析



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。

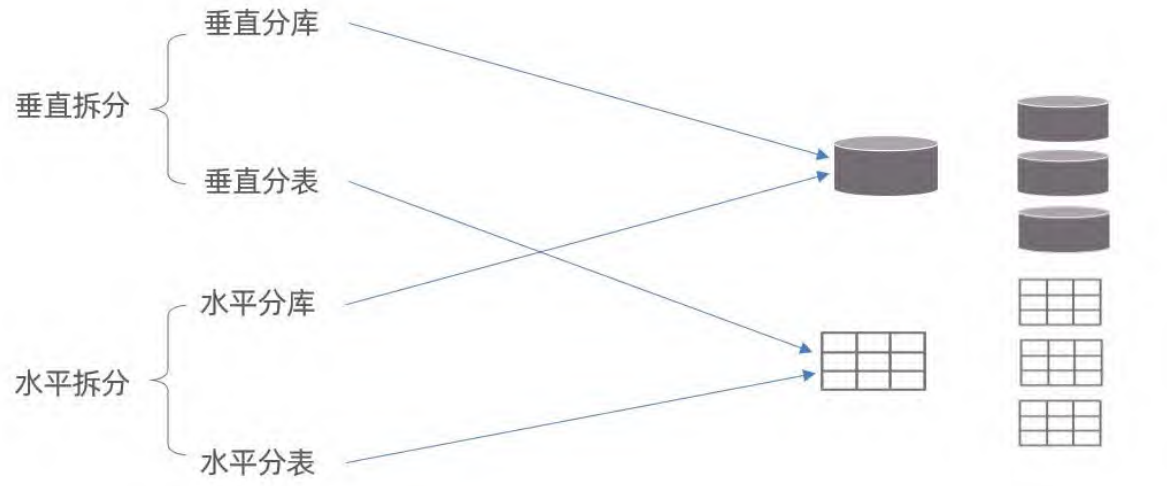
为了解决上述问题，我们需要对数据库进行分库分表处理。



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。

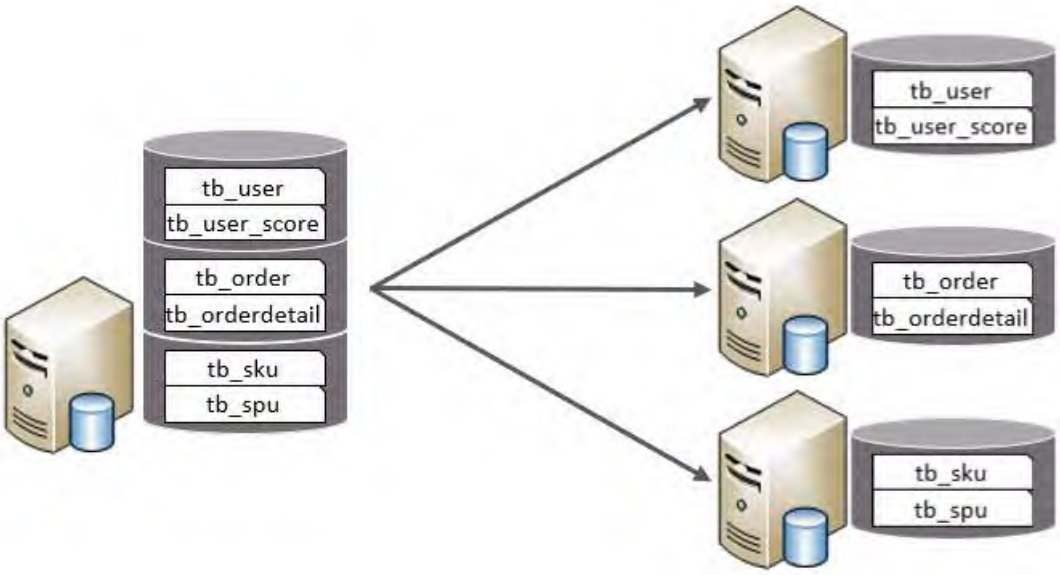
3.1.2 拆分策略

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

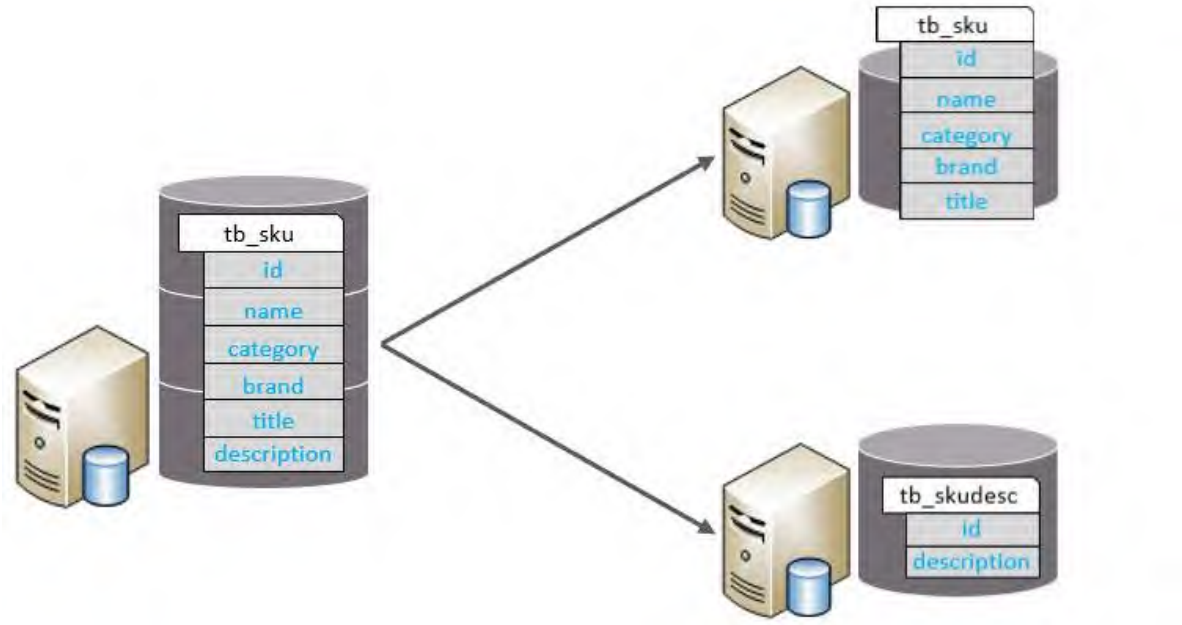


垂直分库：以表为依据，根据业务将不同表拆分到不同库中。

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



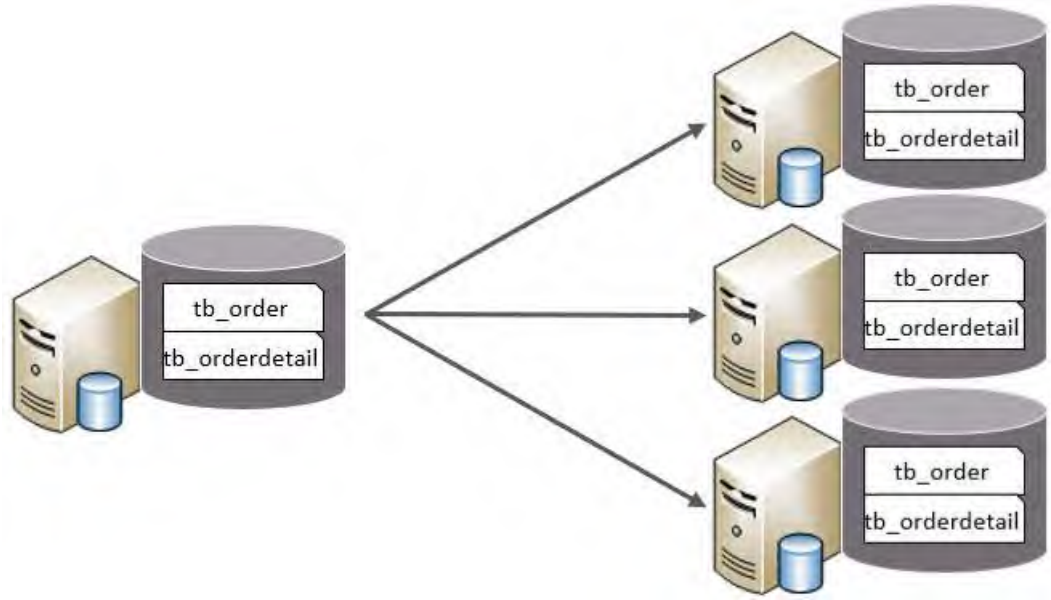
垂直分表：以字段为依据，根据字段属性将不同字段拆分到不同表中。

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

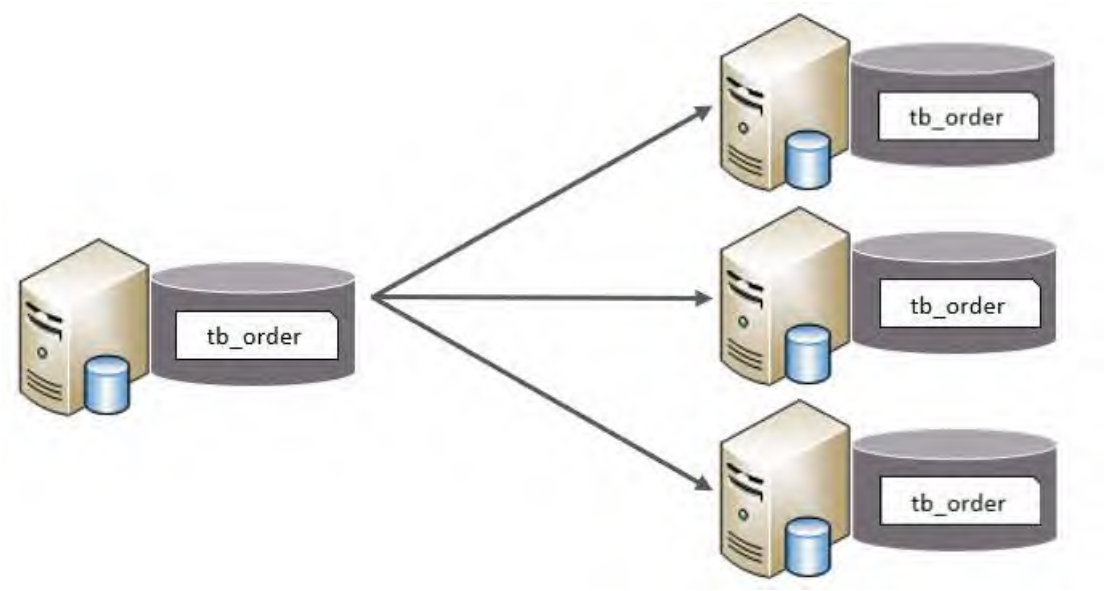


水平分库：以字段为依据，按照一定策略，将一个库的数据拆分到多个库中。

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。

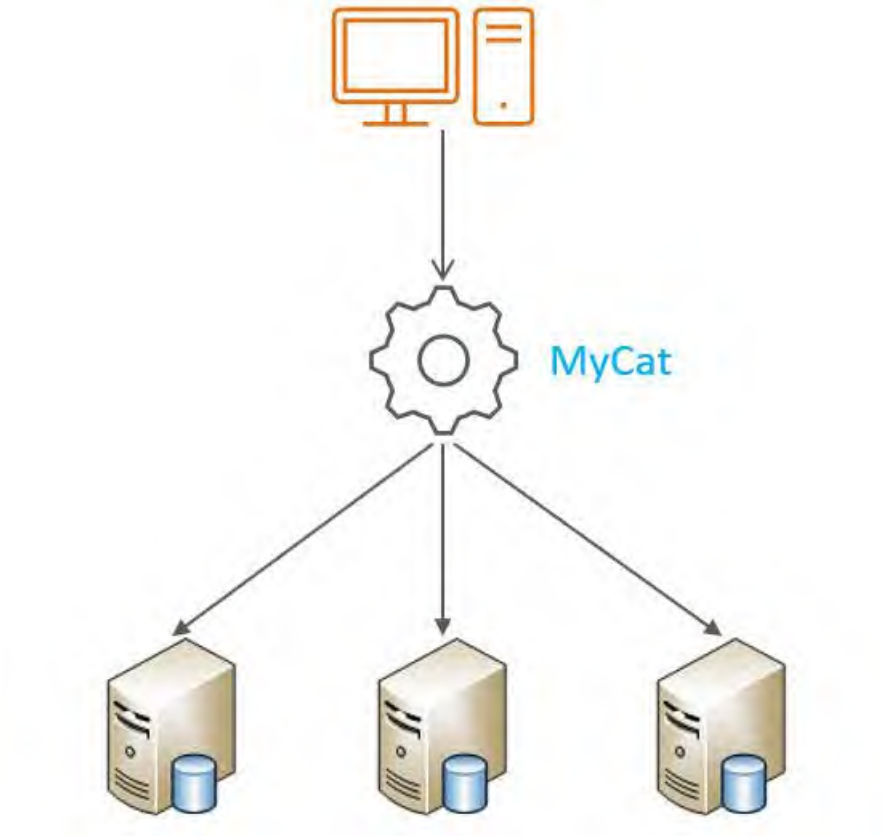
本次课程，我们选择了是MyCat数据库中间件，通过MyCat中间件来完成分库分表操作。

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

bin ： 存放可执行文件，用于启动停止mycat

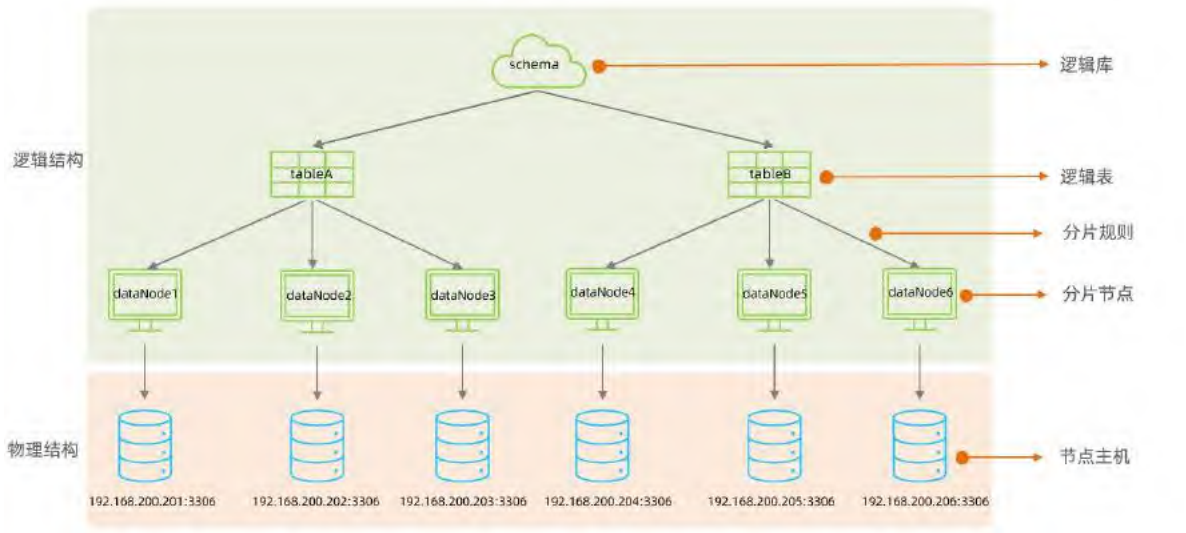
conf：存放mycat的配置文件

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。



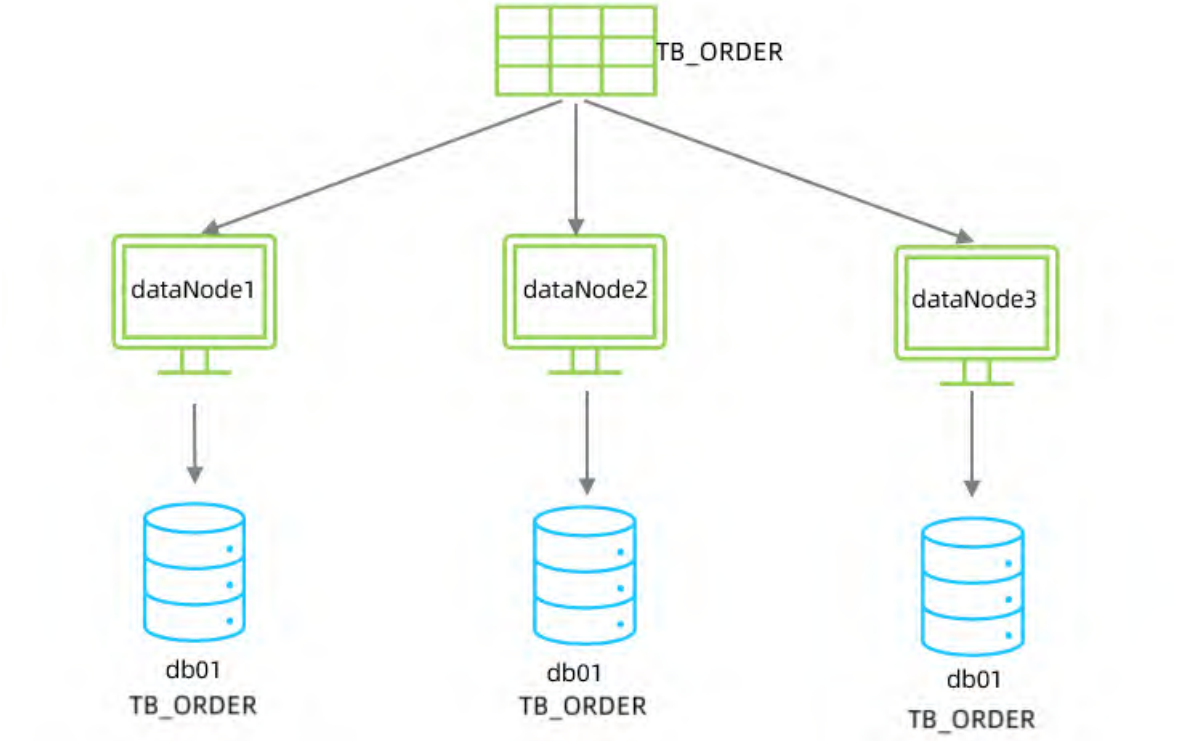
在MyCat的逻辑结构主要负责逻辑库、逻辑表、分片规则、分片节点等逻辑结构的处理，而具体的数据存储还是在物理结构，也就是数据库服务器中存储的。

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

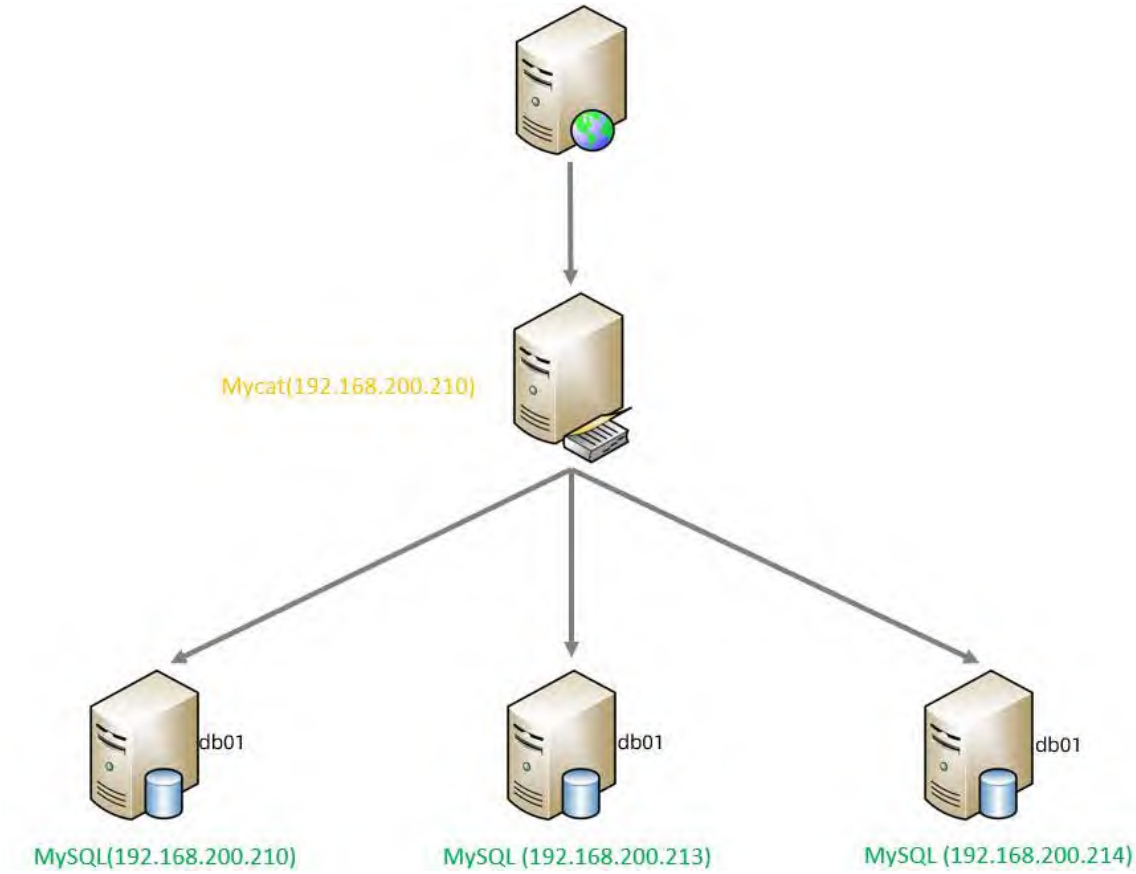
由于 tb_order 表中数据量很大，磁盘IO及容量都到达了瓶颈，现在需要对 tb_order 表进行数据分片，分为三个数据节点，每一个节点主机位于不同的服务器上， 具体的结构，参考下图：



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:

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE mycat:schema SYSTEM "schema.dtd">
<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>

        <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.210:3306?
useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
user="root" password="1234" />
    </dataHost>

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

        <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.213:3306?
useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
user="root" password="1234" />
```

```
        </dataHost>

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

            <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.214:3306?
    useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
    user="root" password="1234" />
        </dataHost>
    </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：

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

        <!-- 表级 DML 权限设置 -->
        <!--
        <privileges check="true">
            <schema name="DB01" dml="0110" >
                <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
            </schema>
        </privileges>
        -->
    </user>
    <user name="user">
        <property name="password">123456</property>
        <property name="schemas">DB01</property>
        <property name="readOnly">true</property>
    </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：

```
#启动
bin/mycat  start
#停止
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。

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。

```
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。

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

```
    title VARCHAR(100) NOT NULL ,
    PRIMARY KEY (id)
  ) ENGINE=INNODB DEFAULT CHARSET=utf8 ;

  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(1,'goods1');
  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(2,'goods2');
  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(3,'goods3');

  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(1,'goods1');
  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(2,'goods2');
  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(3,'goods3');
  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(5000000,'goods5000000');
  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(10000000,'goods10000000');
  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(10000001,'goods10000001');
  INSERT INTO TB_ORDER(id,title) VALUES(15000000,'goods15000000');
  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。

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&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
        user="root" password="1234">
    </writeHost>
</dataHost>
```

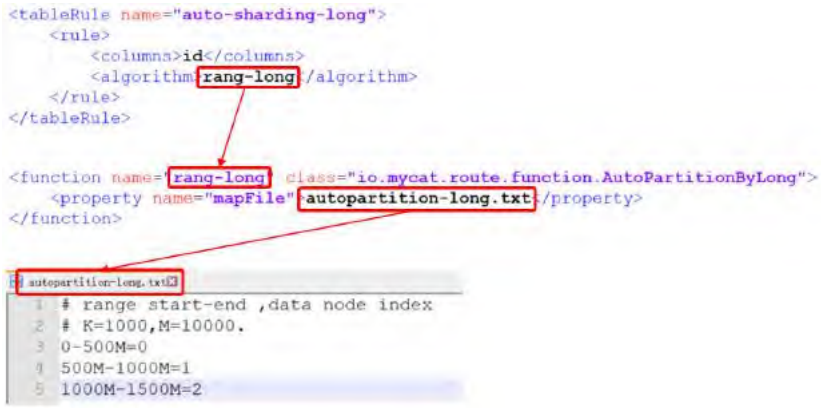
该标签在MyCat逻辑库中作为底层标签存在， 直接定义了具体的数据库实例、读写分离、心跳语句。

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。



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 ；
sequnceHandlerType	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
sequnceHandlerPattern	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_UNCOMMITED=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:

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。

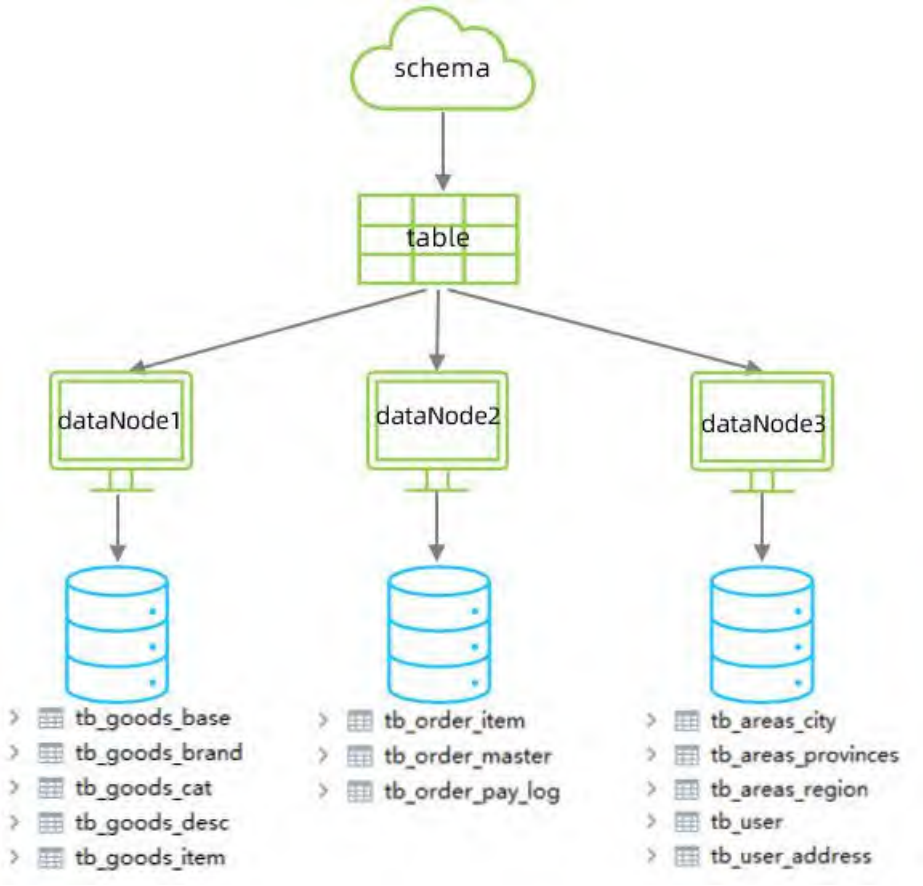
3.5 MyCat分片

3.5.1 垂直拆分

3.5.1.1 场景

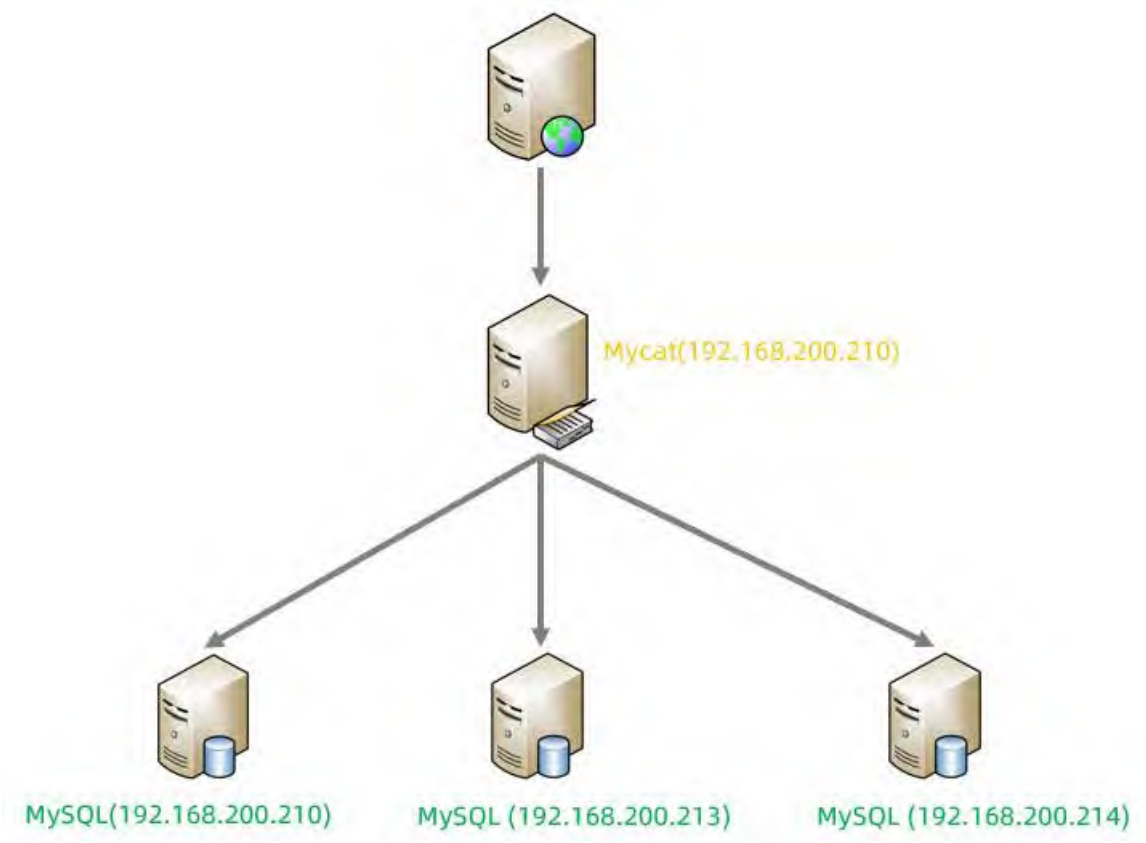
在业务系统中， 涉及以下表结构 ，但是由于用户与订单每天都会产生大量的数据， 单台服务器的数据存储及处理能力是有限的， 可以对数据库表进行拆分， 原有的数据库表如下。

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

```
<schema name="SHOPPING" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100">
    <table name="tb_goods_base" dataNode="dn1" primaryKey="id" />
    <table name="tb_goods_brand" dataNode="dn1" primaryKey="id" />
    <table name="tb_goods_cat" dataNode="dn1" primaryKey="id" />
    <table name="tb_goods_desc" dataNode="dn1" primaryKey="goods_id" />
    <table name="tb_goods_item" dataNode="dn1" primaryKey="id" />

    <table name="tb_order_item" dataNode="dn2" primaryKey="id" />
    <table name="tb_order_master" dataNode="dn2" primaryKey="order_id" />
    <table name="tb_order_pay_log" dataNode="dn2" primaryKey="out_trade_no" />

    <table name="tb_user" dataNode="dn3" primaryKey="id" />
    <table name="tb_user_address" dataNode="dn3" primaryKey="id" />

    <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"
       slaveThreshold="100">
26        <heartbeat>select user()</heartbeat>
27        <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.210:3306?
      useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
      user="root" password="1234" />
28    </dataHost>
29
30    <dataHost name="dhost2" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
31              writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"
       slaveThreshold="100">
32        <heartbeat>select user()</heartbeat>
33        <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.213:3306?
      useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
      user="root" password="1234" />
34    </dataHost>
35
36    <dataHost name="dhost3" maxCon="1000" minCon="10" balance="0"
37              writeType="0" dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"
       slaveThreshold="100">
38        <heartbeat>select user()</heartbeat>
39        <writeHost host="master" url="jdbc:mysql://192.168.200.214:3306?
      useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
      user="root" password="1234" />
40    </dataHost>
```

2). server.xml

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

    <!-- 表级 DML 权限设置 -->
    <!--
    <privileges check="true">
        <schema name="DB01" dml="0110" >
            <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
        </schema>
    </privileges>
    -->
</user>

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

3.5.1.4 测试

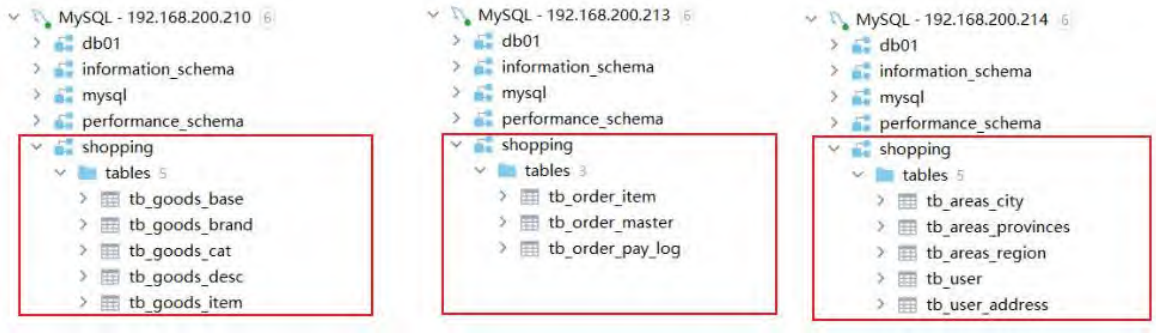
1). 上传测试SQL脚本到服务器的/root目录

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。

```
source /root/shopping-table.sql
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。

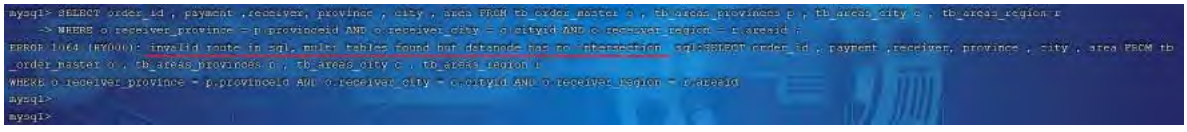
```
select ua.user_id, ua.contact, p.province, c.city, r.area , ua.address from
tb_user_address ua ,tb_areas_city c , tb_areas_provinces p ,tb_areas_region r
where ua.province_id = p.provinceid  and ua.city_id = c.cityid and ua.town_id =
r.areaid ;
```

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：

```
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.areaid ;
```

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?



经过测试，我们看到，SQL语句执行报错。原因就是因为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。

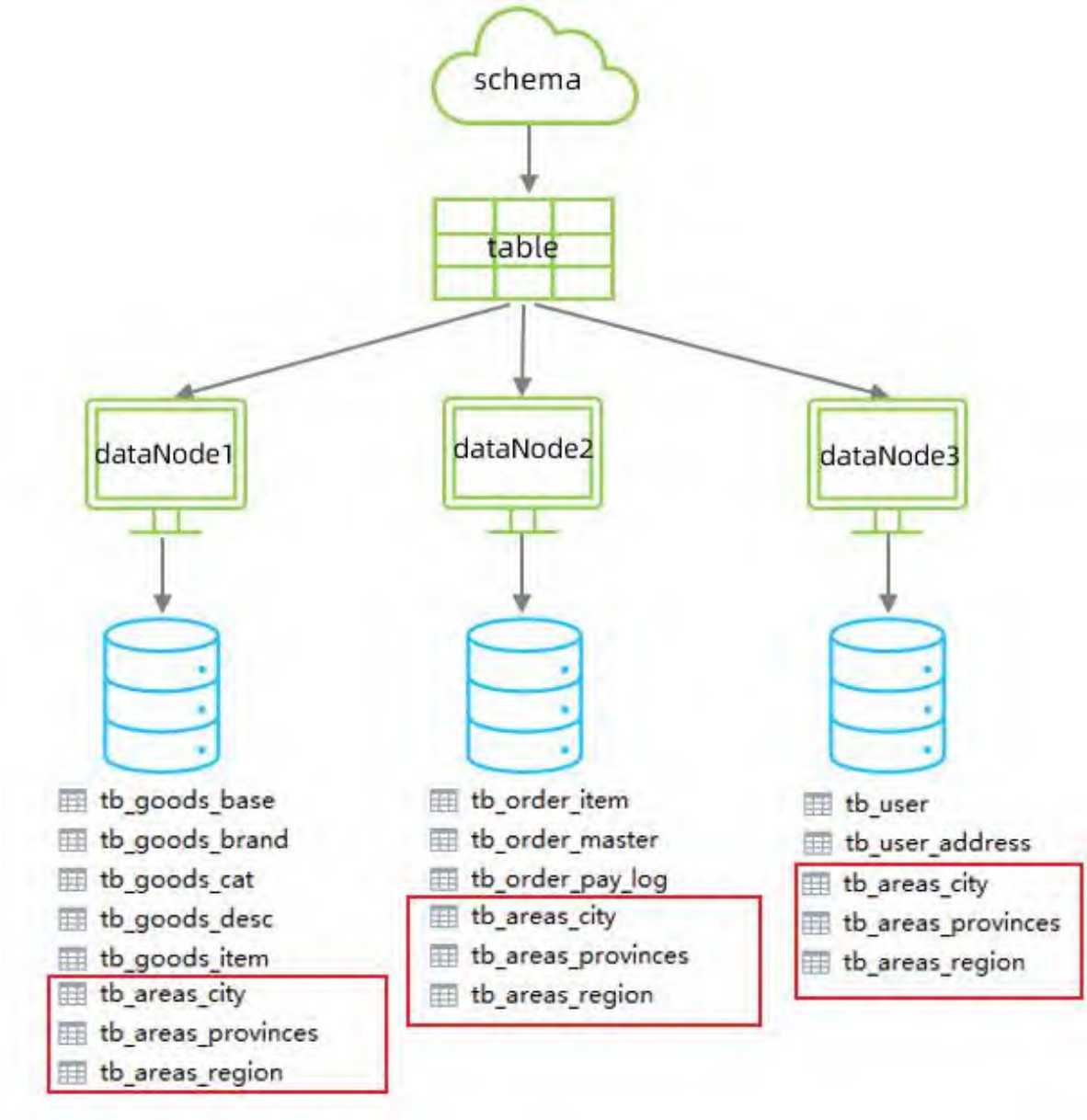
对于上述的这种现象，我们如何来解决呢？ 下面我们介绍的全局表，就可以轻松解决这个问题。

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

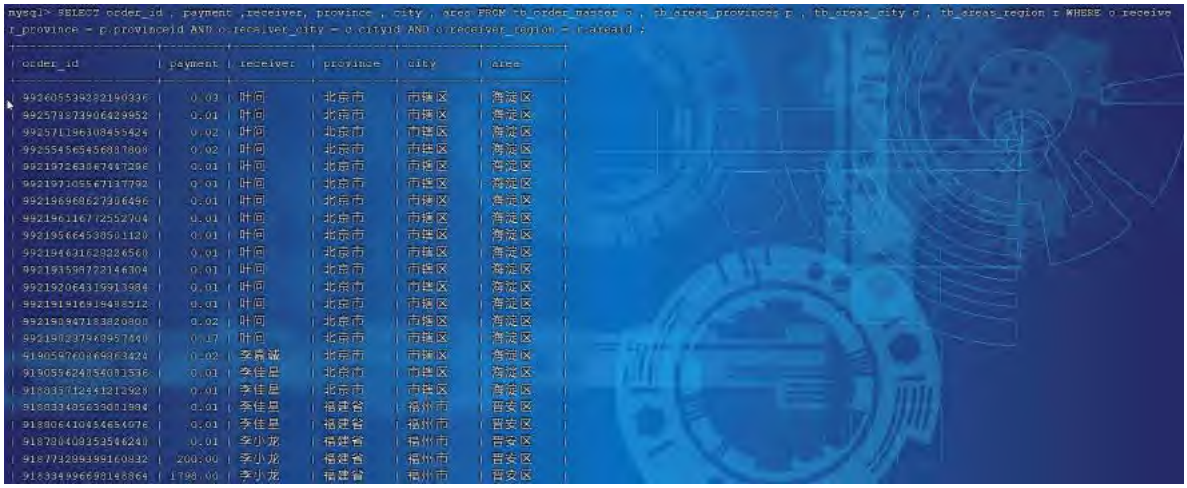
2)． 通过source指令，导入表及数据

```
source /root/shopping-table.sql
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

```
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.areaid ;
```



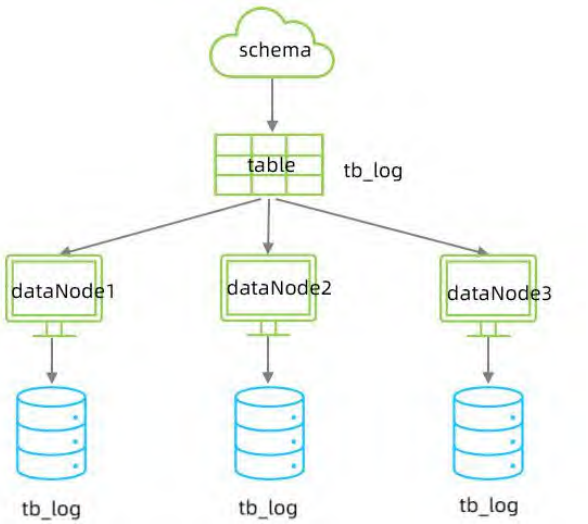
是可以正常执行成功的。

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

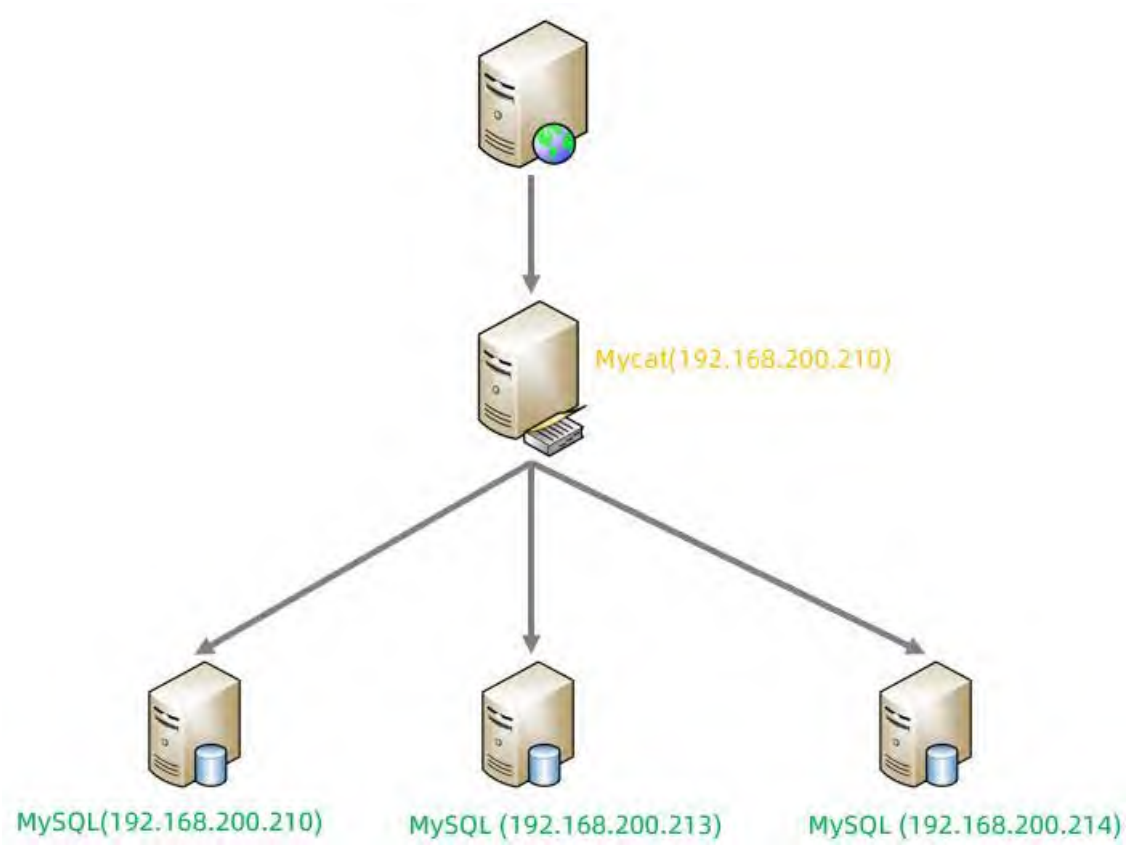
3.5.2.1 场景

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

```
<schema name="ITCAST" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100">
    <table name="tb_log" dataNode="dn4,dn5,dn6" primaryKey="id" rule="mod-long" />
</schema>

<dataNode name="dn4" dataHost="dhost1" database="itcast" />
<dataNode name="dn5" dataHost="dhost2" database="itcast" />
<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。

```
<user name="root" defaultAccount="true">
    <property name="password">123456</property>
    <property name="schemas">SHOPPING,ITCAST</property>

    <!-- 表级 DML 权限设置 -->
    <!--
    <privileges check="true">
        <schema name="DB01" dml="0110" >
            <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
        </schema>
    </privileges>
    -->
</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。

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

```

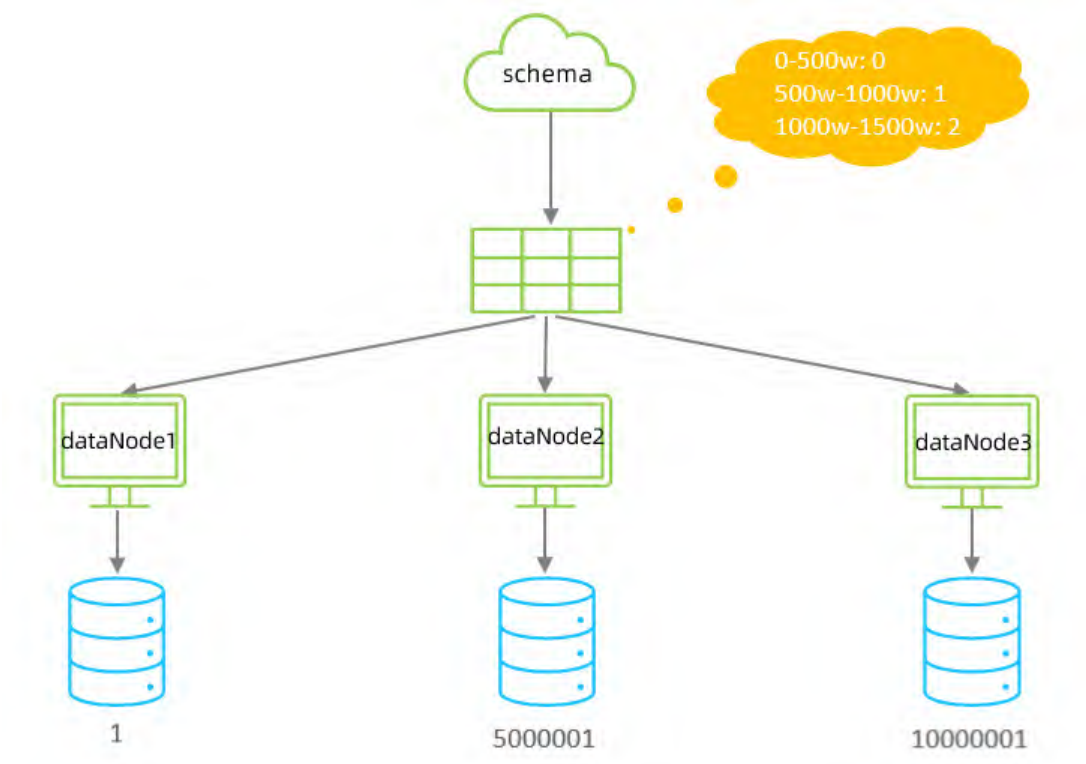
```
17  INSERT INTO tb_log (id, model_name, model_value, return_value, return_class,
    operate_user, operate_time, param_and_value, operate_class, operate_method,
    cost_time, source)
    VALUES('1','user','insert','success','java.lang.String','10001','2022-01-06
    18:12:28','{\"age\":\"20\",\"name\":\"Tom\",\"gender\":\"1\"}','cn.itcast.contro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

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

schema.xml数据节点配置：

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

rule.xml分片规则配置：

```
<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">autopartition-long.txt</property>
    <property name="defaultNode">0</property>
</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：

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

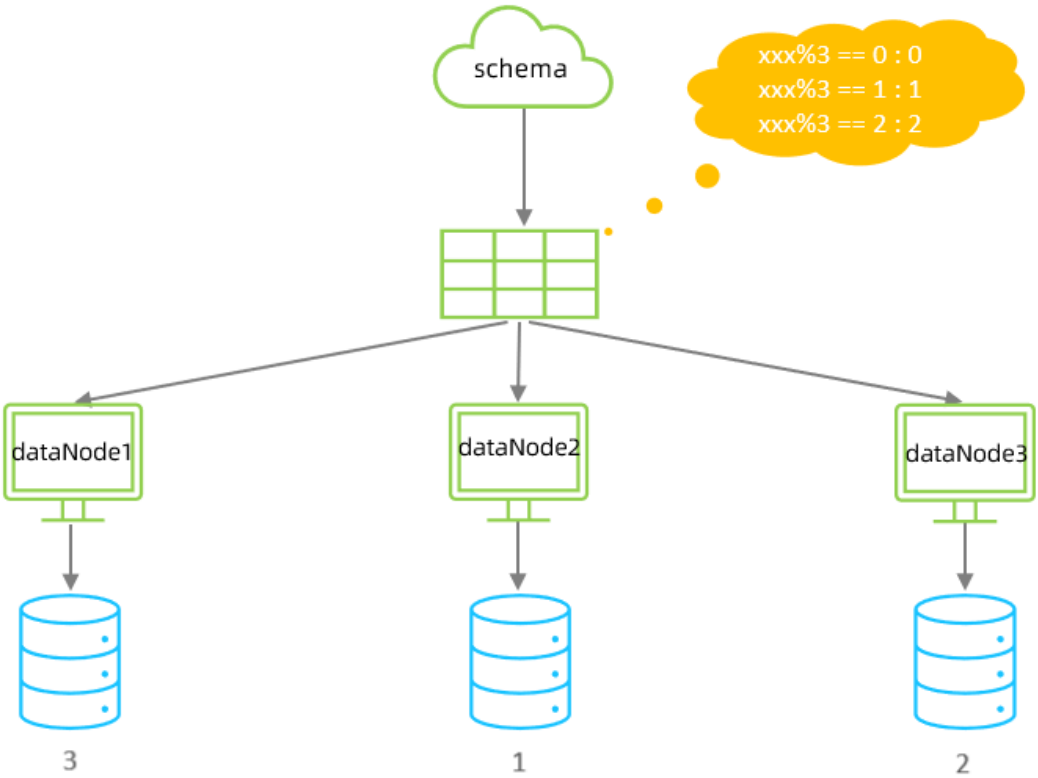
含义：0-500万之间的值，存储在0号数据节点(数据节点的索引从0开始) ； 500万-1000万之间的数据存储在1号数据节点 ； 1000万-1500万的数据节点存储在2号节点 ；

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：

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

schema.xml数据节点配置：

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

rule.xml分片规则配置：

```
<tableRule name="mod-long">
    <rule>
        <columns>id</columns>
        <algorithm>mod-long</algorithm>
    </rule>
</tableRule>

<function name="mod-long" class="io.mycat.route.function.PartitionByMod">
    <property name="count">3</property>
</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。

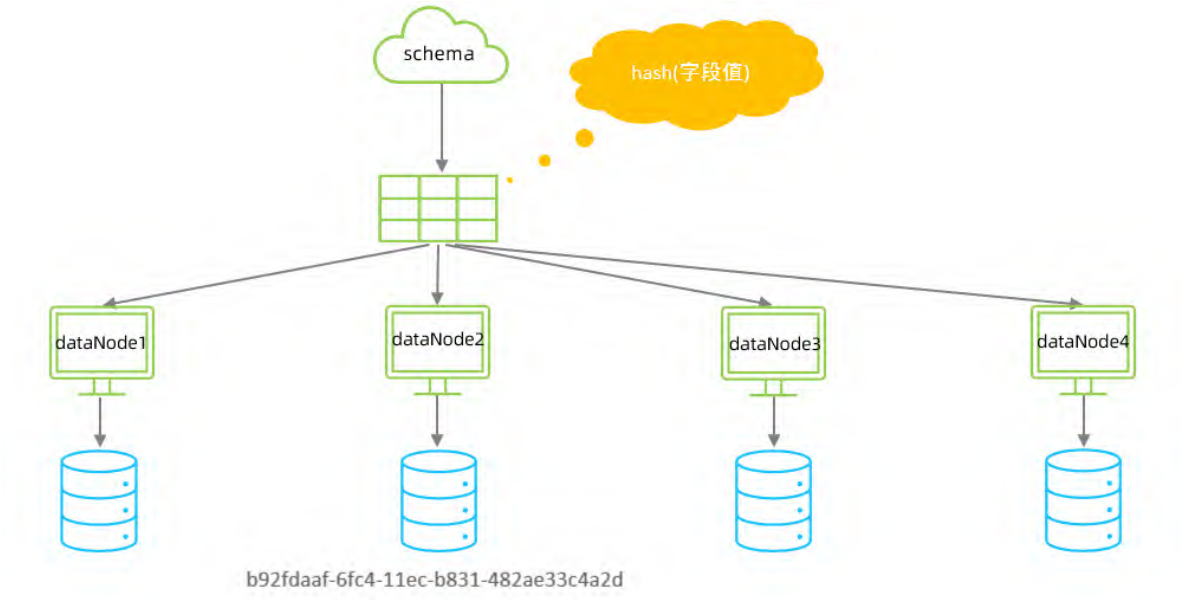
3). 测试

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拓容问题。



2). 配置

schema.xml中逻辑表配置:

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

schema.xml中数据节点配置:

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

rule.xml中分片规则配置:

```
<tableRule name="sharding-by-murmur">
    <rule>
        <columns>id</columns>
        <algorithm>murmur</algorithm>
    </rule>
</tableRule>

<function name="murmur" class="io.mycat.route.function.PartitionByMurmurHash">
    <property name="seed">0</property><!-- 默认是0 -->
    <property name="count">3</property>
    <property name="virtualBucketTimes">160</property>
</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的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

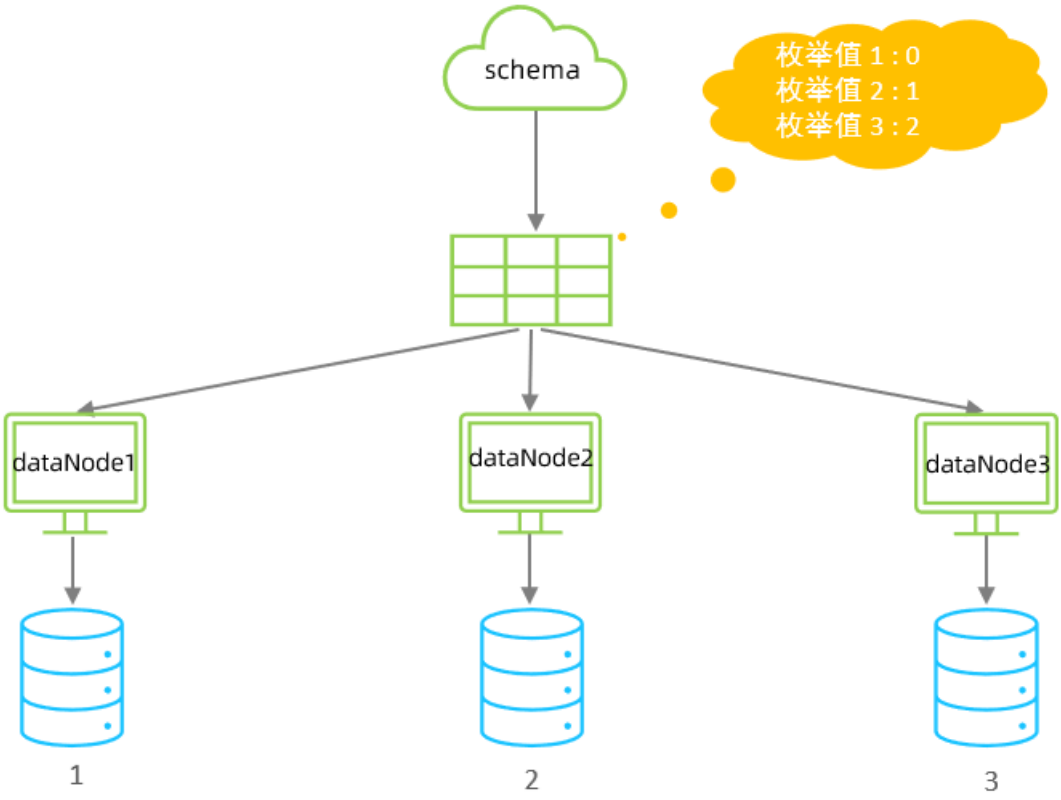
```
create table tb_order(
    id  varchar(100) not null primary key,
    money   int null,
    content varchar(200) null
);

INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b92fdaaf-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 10, 'b92fdaf8-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b93482b6-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 20, 'b93482d5-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b937e246-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 50, 'b937e25d-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b93be2dd-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 100, 'b93be2f9-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b93f2d68-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 130, 'b93f2d7d-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b9451b98-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 30, 'b9451bcc-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b9488ec1-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 560, 'b9488edb-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b94be6e6-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 10, 'b94be6ff-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b94ee10d-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 123, 'b94ee12c-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b952492a-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 145, 'b9524945-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b95553ac-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 543, 'b95553c8-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b9581cdd-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 17, 'b9581cfa-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
INSERT INTO tb_order (id, money, content) VALUES ('b95afc0f-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d', 18, 'b95afc2a-6fc4-11ec-b831-482ae33c4a2d');
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：

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

schema.xml中数据节点配置：

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

rule.xml中分片规则配置：

```
<tableRule name="sharding-by-intfile">
    <rule>
        <columns>sharding_id</columns>
        <algorithm>hash-int</algorithm>
    </rule>
</tableRule>

<!-- 自己增加 tableRule -->
<tableRule name="sharding-by-intfile-enumstatus">
    <rule>
        <columns>status</columns>
        <algorithm>hash-int</algorithm>
    </rule>
</tableRule>

<function name="hash-int" class="io.mycat.route.function.PartitionByFileMap">
    <property name="defaultNode">2</property>
    <property name="mapFile">partition-hash-int.txt</property>
</function>
```

partition-hash-int.txt ，内容如下 ：

```
1=0
2=1
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。

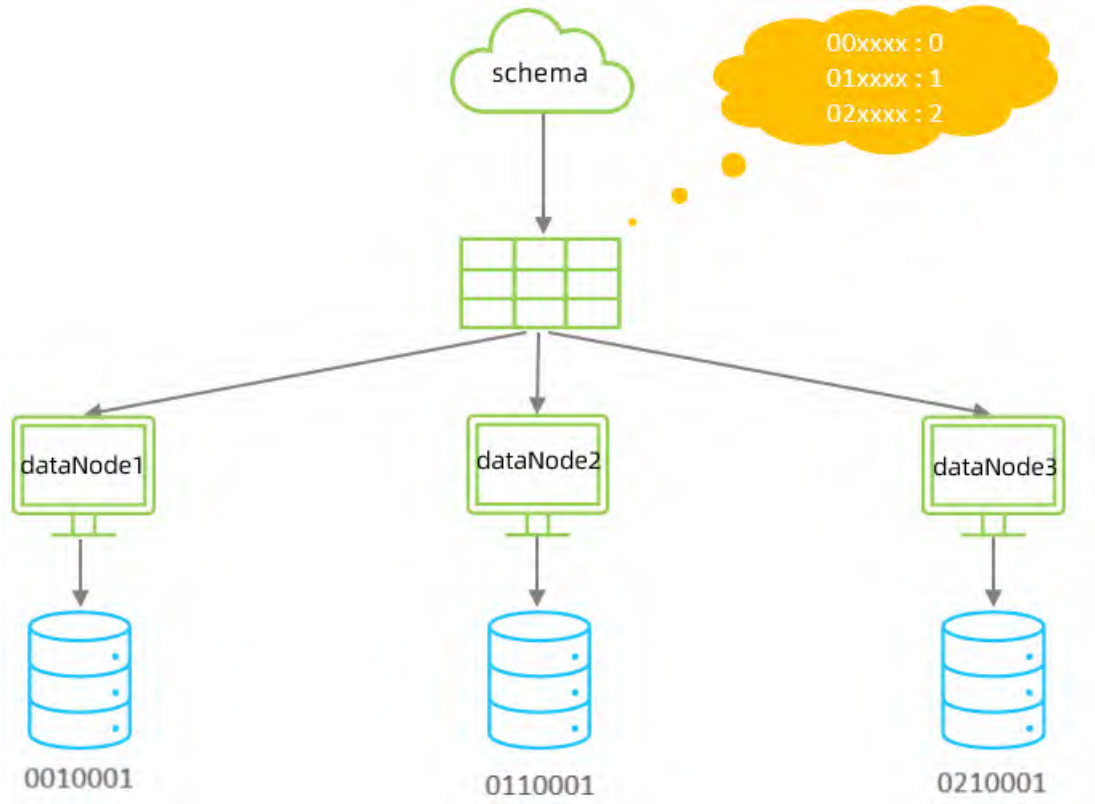
```
CREATE TABLE tb_user (
  id bigint(20) NOT NULL COMMENT 'ID',
  username varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '姓名',
  status int(2) DEFAULT '1' COMMENT '1: 未启用, 2: 已启用, 3: 已关闭',
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;


insert into tb_user (id,username ,status) values(1,'Tom',1);
insert into tb_user (id,username ,status) values(2,'Cat',2);
insert into tb_user (id,username ,status) values(3,'Rose',3);
insert into tb_user (id,username ,status) values(4,'Coco',2);
insert into tb_user (id,username ,status) values(5,'Lily',1);
```

```
insert into tb_user (id,username ,status) values(6,'Tom',1);
insert into tb_user (id,username ,status) values(7,'Cat',2);
insert into tb_user (id,username ,status) values(8,'Rose',3);
insert into tb_user (id,username ,status) values(9,'Coco',2);
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 ， 直接根据字符子串（必须是数字）计算分片号。



2). 配置

schema.xml中逻辑表配置：

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

schema.xml中数据节点配置：

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

rule.xml中分片规则配置：

```
<tableRule name="sharding-by-substring">
    <rule>
        <columns>id</columns>
        <algorithm>sharding-by-substring</algorithm>
    </rule>
</tableRule>

<function name="sharding-by-substring"
class="io.mycat.route.function.PartitionDirectBySubString">
    <property name="startIndex">0</property> <!-- zero-based -->
    <property name="size">2</property>
    <property name="partitionCount">3</property>
    <property name="defaultPartition">0</property>
</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

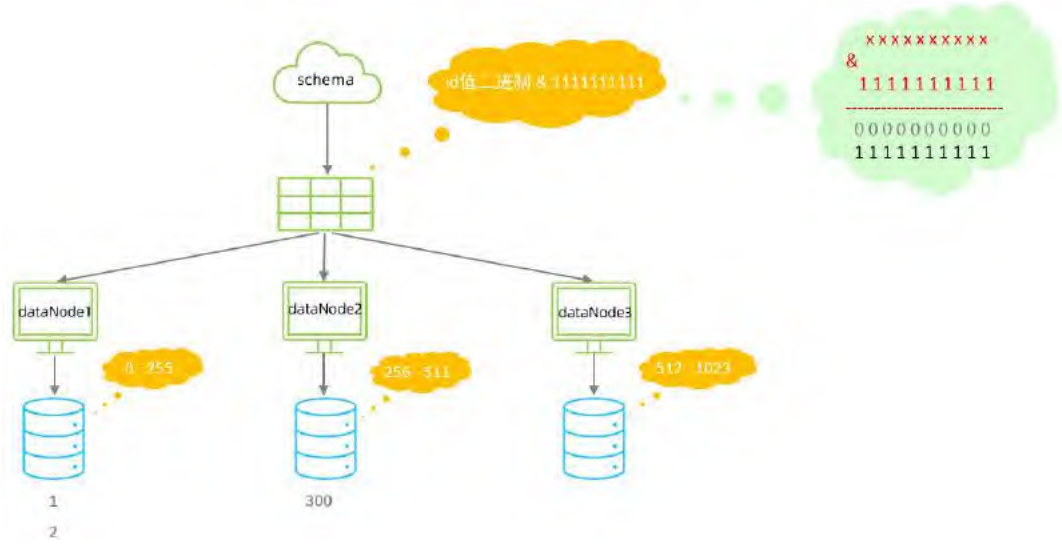
配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

```
CREATE TABLE tb_app (
  id varchar(10) NOT NULL COMMENT 'ID',
  name varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '名称',
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;

insert into tb_app (id,name) values('0000001','Testx00001');
insert into tb_app (id,name) values('0100001','Test100001');
insert into tb_app (id,name) values('0100002','Test200001');
insert into tb_app (id,name) values('0200001','Test300001');
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：

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

schema.xml中数据节点配置：

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

rule.xml中分片规则配置：

```
<tableRule name="sharding-by-long-hash">
    <rule>
        <columns>id</columns>
        <algorithm>sharding-by-long-hash</algorithm>
    </rule>
</tableRule>

<!-- 分片总长度为1024，count与length数组长度必须一致； -->
<function name="sharding-by-long-hash"
class="io.mycat.route.function.PartitionByLong">
    <property name="partitionCount">2,1</property>
    <property name="partitionLength">256,512</property>
</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

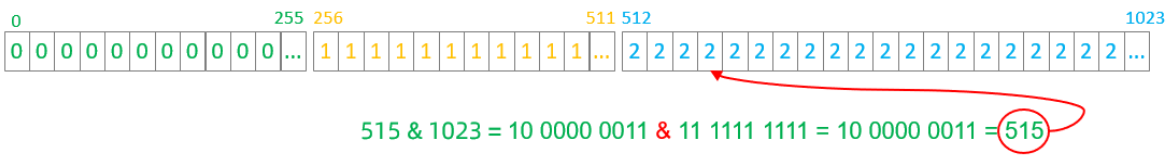
约束 ：

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 ：



3). 测试

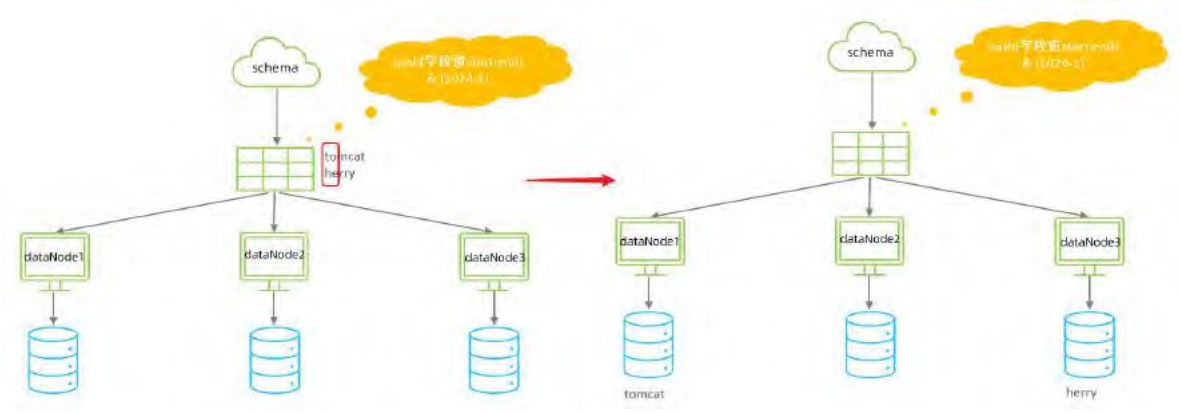
配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

```
CREATE TABLE tb_longhash (
  id int(11) NOT NULL COMMENT 'ID',
  name varchar(200) DEFAULT NULL COMMENT '名称',
  firstChar char(1)  COMMENT '首字母',
  PRIMARY KEY (`id`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;

insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values(1,'七匹狼','Q');
insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values(2,'八匹狼','B');
insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values(3,'九匹狼','J');
insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values(4,'十匹狼','S');
insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values(5,'六匹狼','L');
insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values(6,'五匹狼','W');
insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values(7,'四匹狼','S');
insert into tb_longhash (id,name,firstChar) values(8,'三匹狼','S');
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:

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

schema.xml中数据节点配置:

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

rule.xml中分片规则配置:

```
<tableRule name="sharding-by-stringhash">
    <rule>
        <columns>name</columns>
        <algorithm>sharding-by-stringhash</algorithm>
    </rule>
</tableRule>

<function name="sharding-by-stringhash"
class="io.mycat.route.function.PartitionByString">
    <property name="partitionLength">512</property> <!-- zero-based -->
    <property name="partitionCount">2</property>
    <property name="hashSlice">0:2</property>
</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

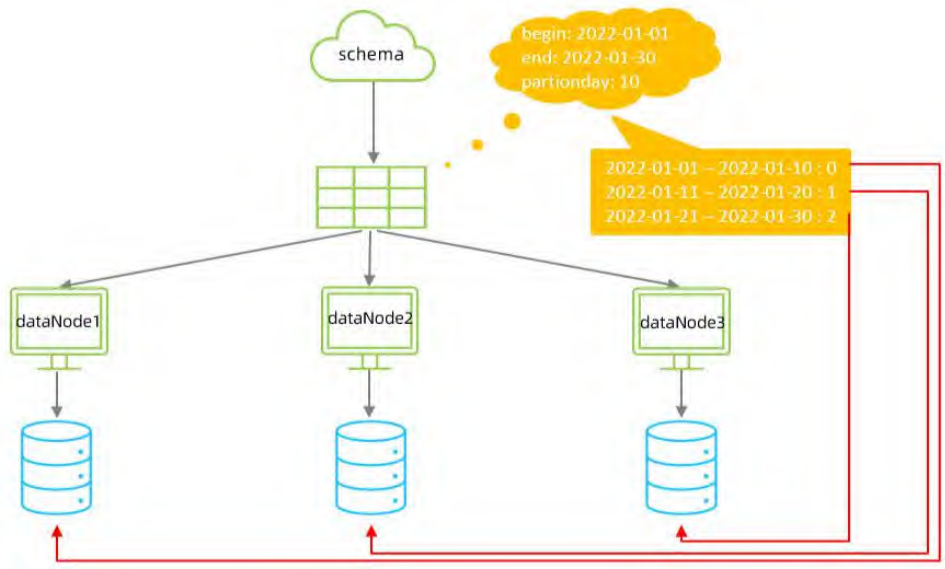
配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

```
create table tb_strhash(
    name varchar(20) primary key,
    content varchar(100)
)engine=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;

INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES('T1001', UUID());
INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES('ROSE', UUID());
INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES('JERRY', UUID());
INSERT INTO tb_strhash (name,content) VALUES('CRISTINA', UUID());
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：

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

schema.xml中数据节点配置：

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

rule.xml中分片规则配置：

```
 <tableRule name="sharding-by-date">
     <rule>
         <columns>create_time</columns>
         <algorithm>sharding-by-date</algorithm>
     </rule>
 </tableRule>

```

```
<function name="sharding-by-date"
class="io.mycat.route.function.PartitionByDate">
    <property name="dateFormat">yyyy-MM-dd</property>
    <property name="sBeginDate">2022-01-01</property>
    <property name="sEndDate">2022-01-30</property>
    <property name="sPartionDay">10</property>
</function>
<!--
    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
     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。
 -->
```

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日期的分片后，会重复从开始分片插入
sPartionDay	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

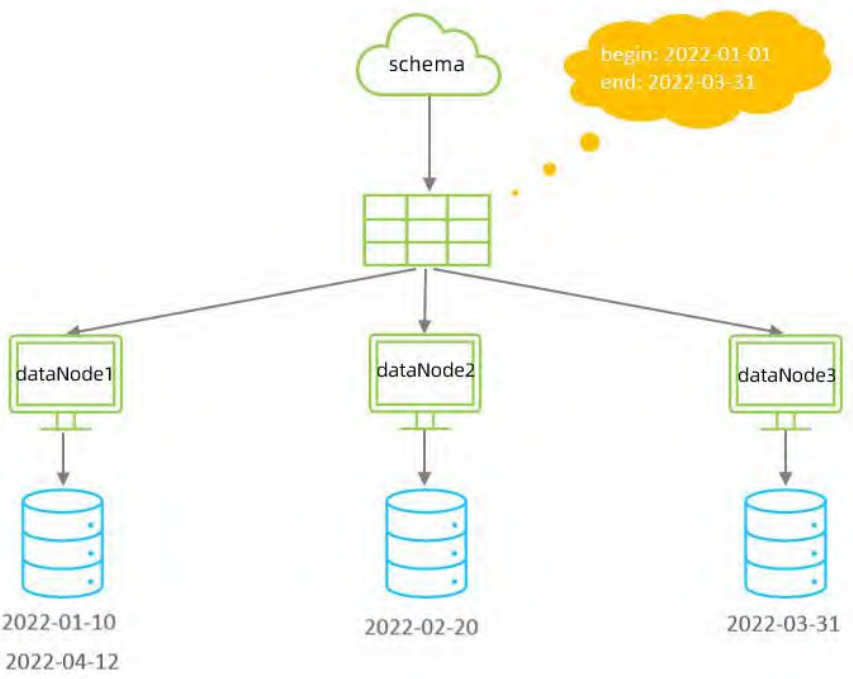
配置完毕后，重新启动MyCat，然后在mycat的命令行中，执行如下SQL创建表、并插入数据，查看数据分布情况。

```
create table tb_datepart(
    id   bigint  not null comment 'ID'  primary key,
    name varchar(100) null comment '姓名',
    create_time date  null
);

insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(1,'Tom','2022-01-01');
insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(2,'Cat','2022-01-10');
insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(3,'Rose','2022-01-11');
insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(4,'Coco','2022-01-20');
insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(5,'Rose2','2022-01-21');
insert into tb_datepart(id,name ,create_time) values(6,'Coco2','2022-01-30');
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:

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

schema.xml中数据节点配置：

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

rule.xml中分片规则配置：

```
<tableRule name="sharding-by-month">
    <rule>
        <columns>create_time</columns>
        <algorithm>partbymonth</algorithm>
    </rule>
</tableRule>

<function name="partbymonth" class="io.mycat.route.function.PartitionByMonth">
    <property name="dateFormat">yyyy-MM-dd</property>
    <property name="sBeginDate">2022-01-01</property>
    <property name="sEndDate">2022-03-31</property>
</function>
<!--
    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
    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 ，一共需要12个分片。
-->
```

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日期的分片后，会重复从开始分片插入

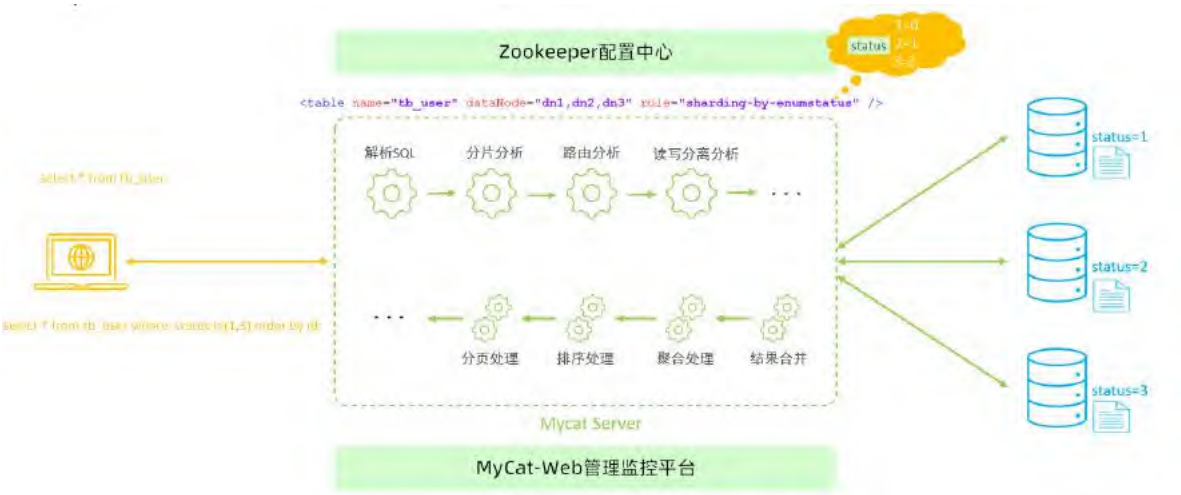
3). 测试

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。

```
create table tb_monthpart(
    id   bigint  not null comment 'ID'  primary key,
    name varchar(100) null comment '姓名',
    create_time date  null
);

insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(1,'Tom','2022-01-01');
insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(2,'Cat','2022-01-10');
insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(3,'Rose','2022-01-31');
insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(4,'Coco','2022-02-20');
insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(5,'Rose2','2022-02-25');
insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(6,'Coco2','2022-03-10');
insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(7,'Coco3','2022-03-31');
insert into tb_monthpart(id,name ,create_time) values(8,'Coco4','2022-04-10');
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：

```
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

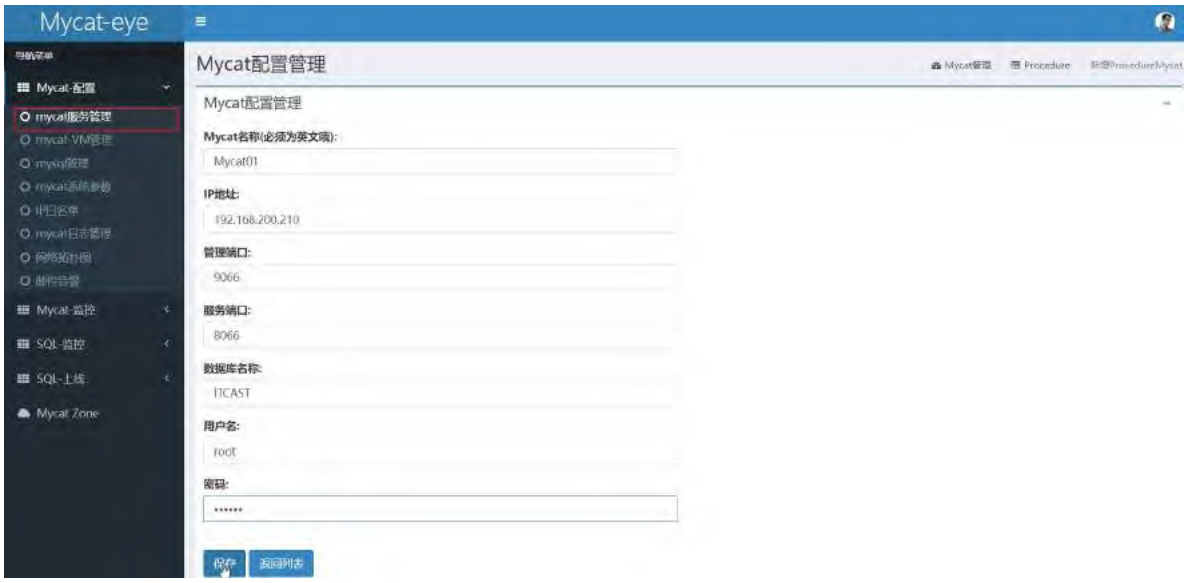
http://192.168.200.210:8082/mycat

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 -->
```

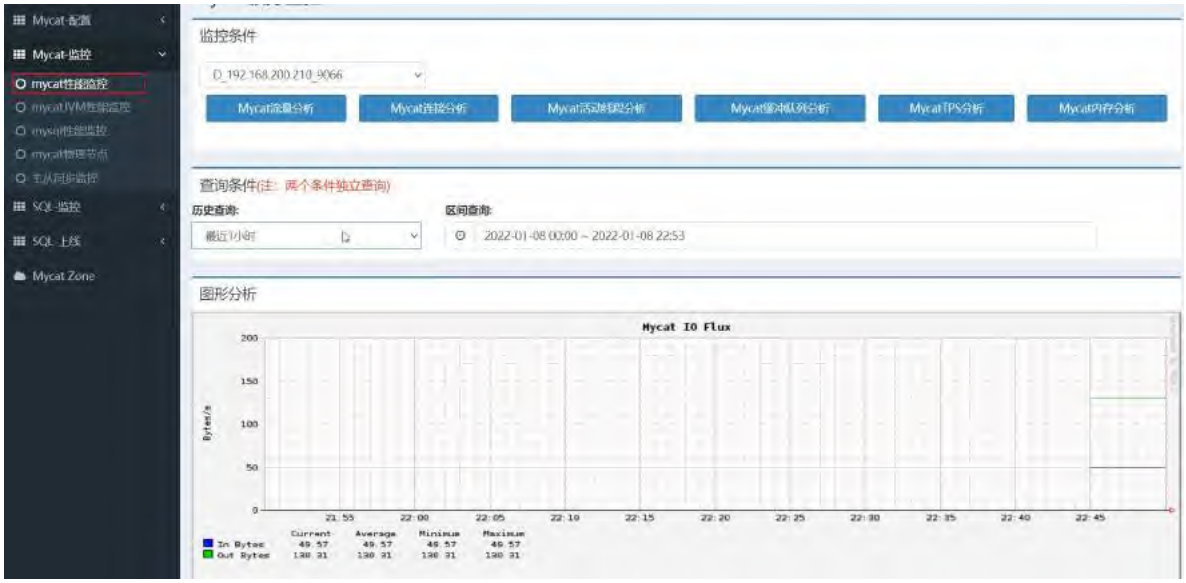
2). 在Mycat监控界面配置服务地址



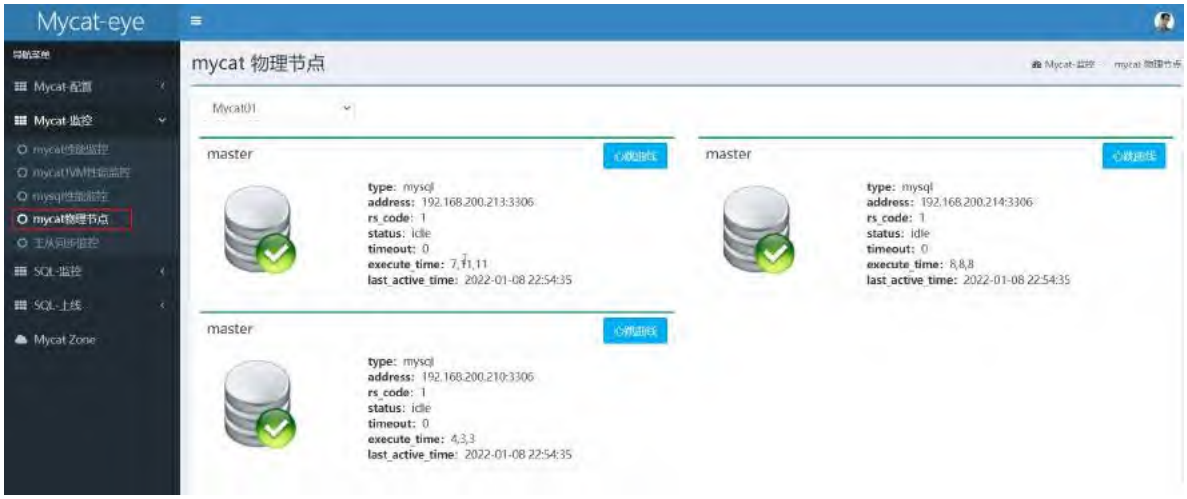
3.6.3.5 测试

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

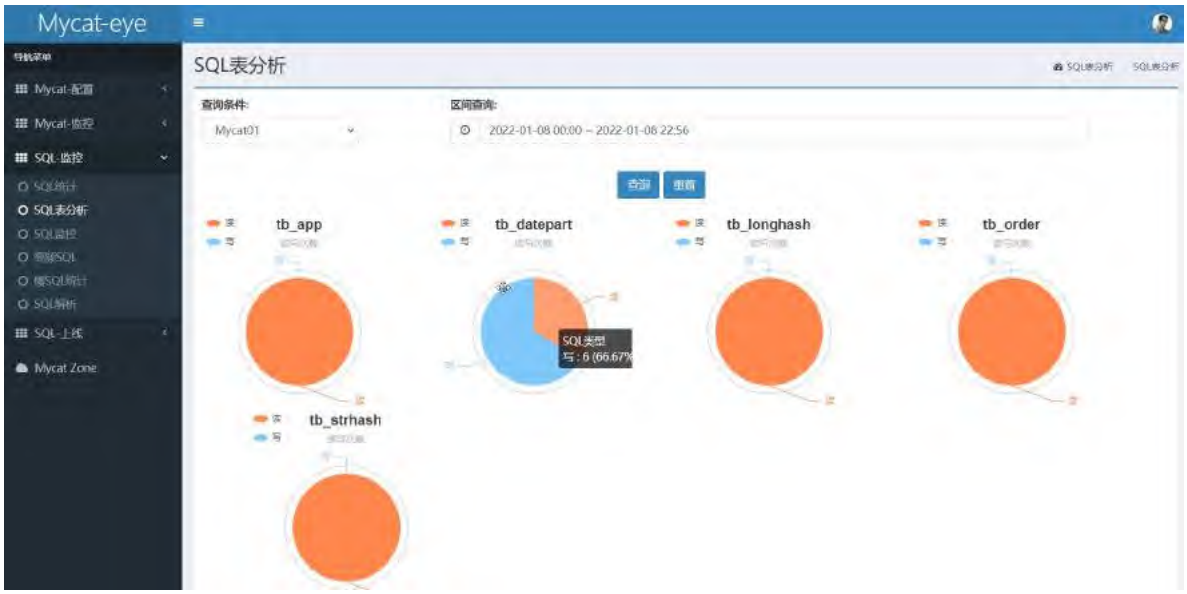


B．物理节点

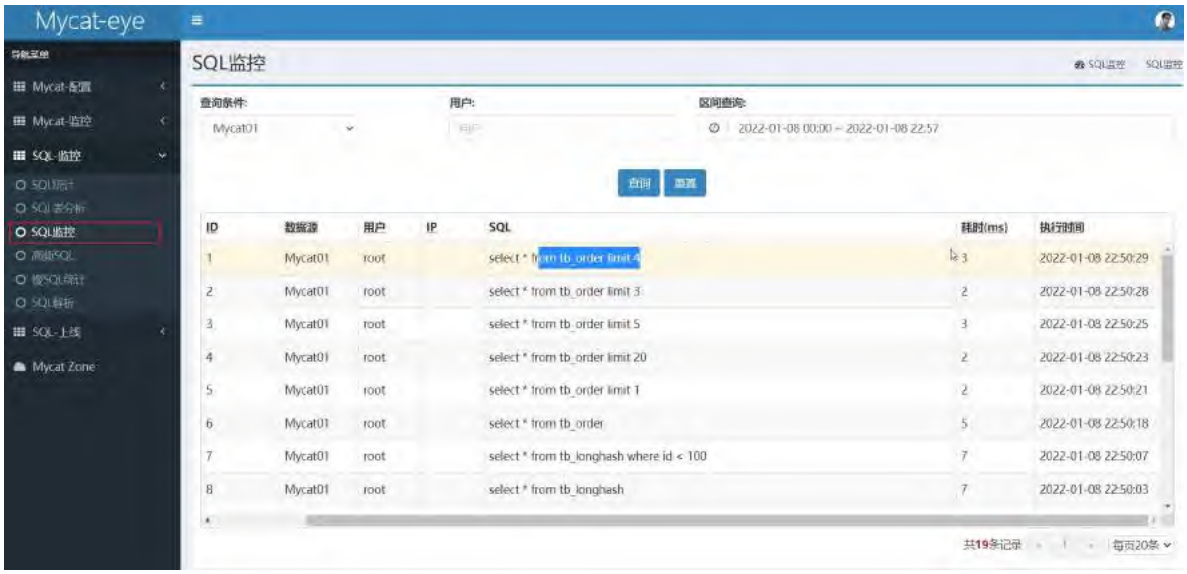


C．SQL统计

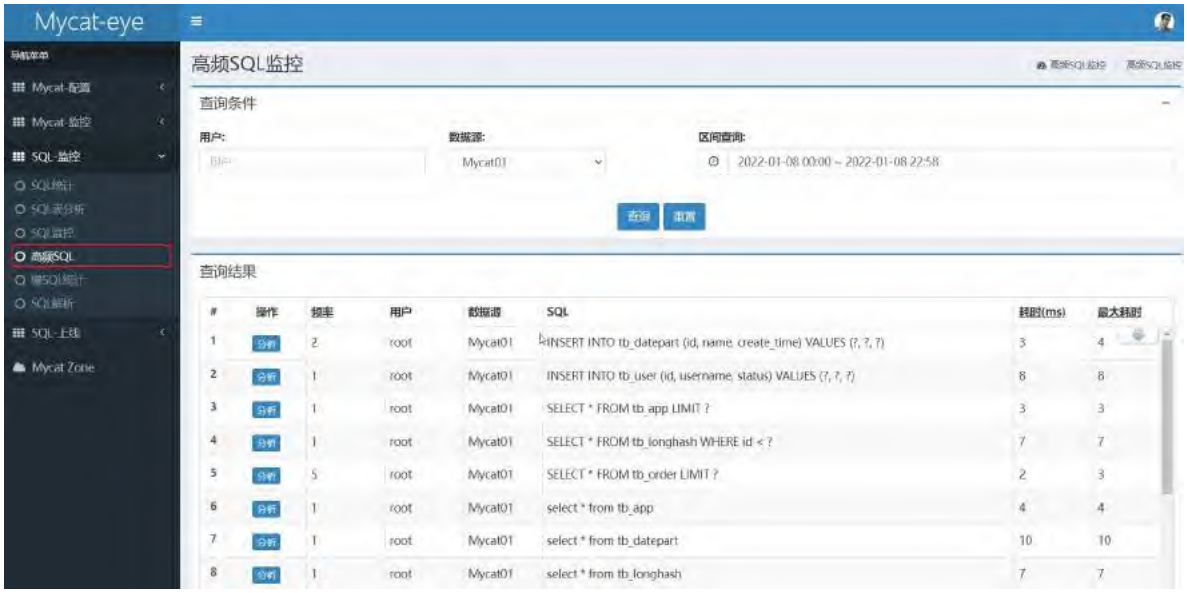
D. SQL表分析



E. SQL监控



F. 高频SQL

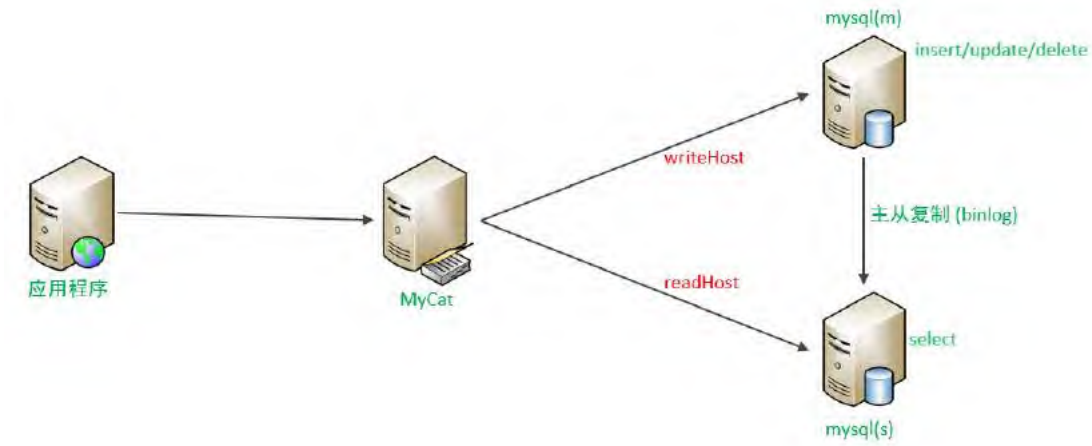


4. 读写分离

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。

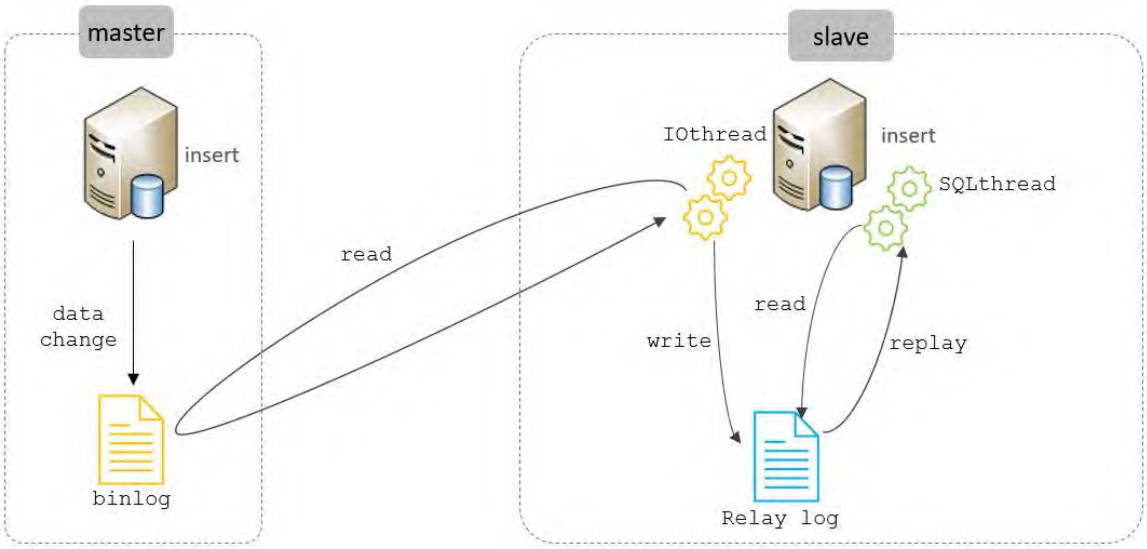
通过MyCat即可轻易实现上述功能，不仅可以支持MySQL，也可以支持Oracle和SQL Server。



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。

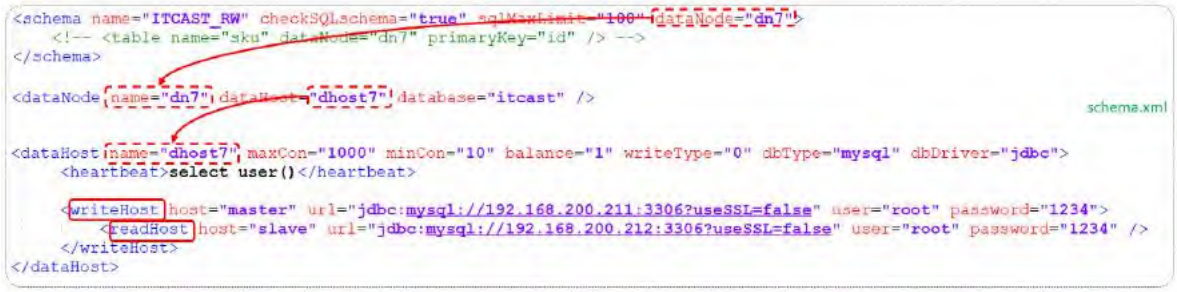
4.3 一主一从读写分离

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

```
<!-- 配置逻辑库 -->
<schema name="ITCAST_RW" checkSQLschema="true" sqlMaxLimit="100" dataNode="dn7">
</schema>

<dataNode name="dn7" dataHost="dhost7" database="itcast" />

<dataHost name="dhost7" maxCon="1000" minCon="10" balance="1" writeType="0"
dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"  slaveThreshold="100">
    <heartbeat>select user()</heartbeat>

    <writeHost host="master1" url="jdbc:mysql://192.168.200.211:3306?
useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
user="root" password="1234" >
        <readHost host="slave1" url="jdbc:mysql://192.168.200.212:3306?
useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
user="root" password="1234" />
    </writeHost>
</dataHost>
```

上述配置的具体关联对应情况如下：



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不负担读压力

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。

```
<user name="root" defaultAccount="true">
    <property name="password">123456</property>
    <property name="schemas">SHOPPING,ITCAST,ITCAST_RW</property>

    <!-- 表级 DML 权限设置 -->
    <!--
    <privileges check="true">
        <schema name="DB01" dml="0110" >
            <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
        </schema>
    </privileges>
    -->
</user>
```

4.3.3 测试

配置完毕MyCat后，重新启动MyCat。

```
bin/mycat stop
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。

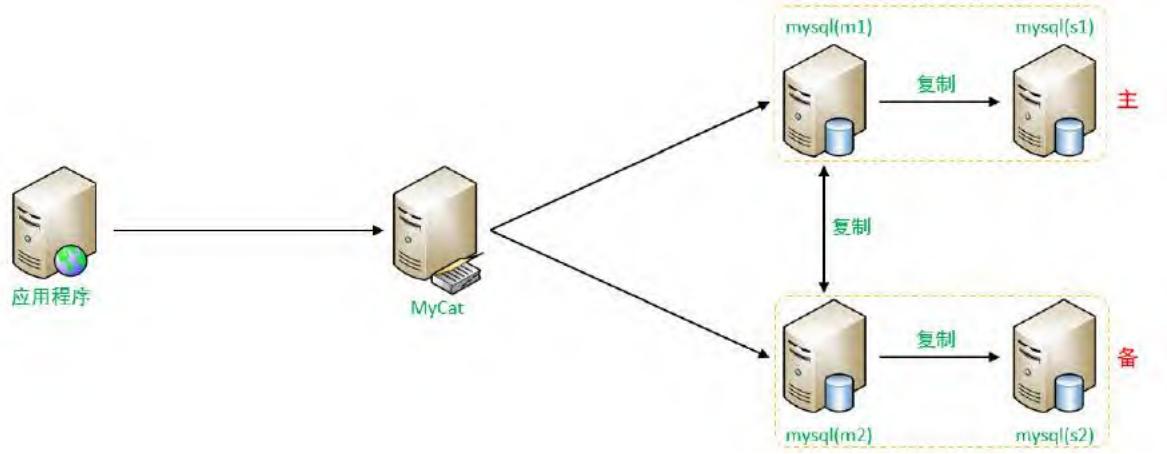
在测试中，我们可以发现当主节点Master宕机之后，业务系统就只能够读，而不能写入数据了。

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了，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：

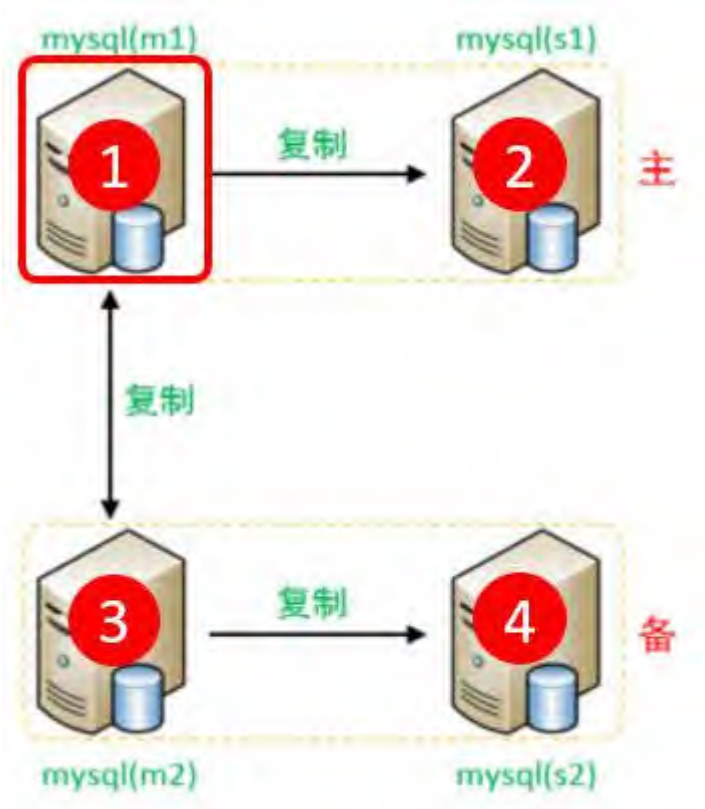
编号	IP	预装软件	角色
1	192.168.200.210	MyCat、MySQL	MyCat中间件服务器
2	192.168.200.211	MySQL	M1
3	192.168.200.212	MySQL	S1
4	192.168.200.213	MySQL	M2
5	192.168.200.214	MySQL	S2

> 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

```
#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
server-id=1
#指定同步的数据库
binlog-do-db=db01
binlog-do-db=db02
binlog-do-db=db03
# 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
log-slave-updates
```

B. 重启MySQL服务器

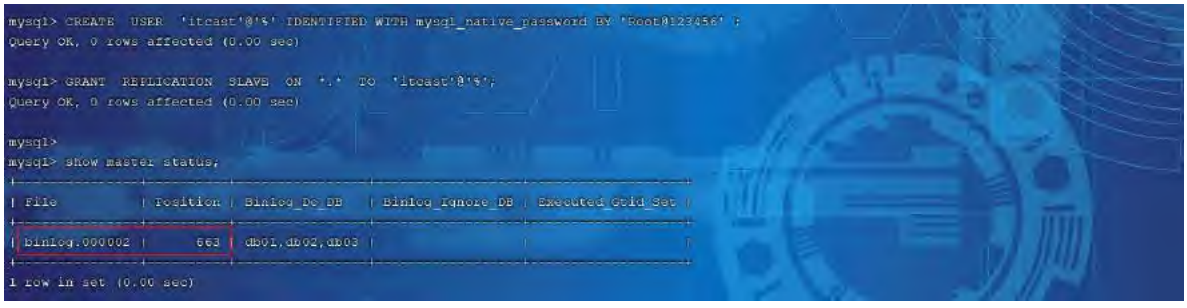
```
systemctl restart mysqld
```

C. 创建账户并授权

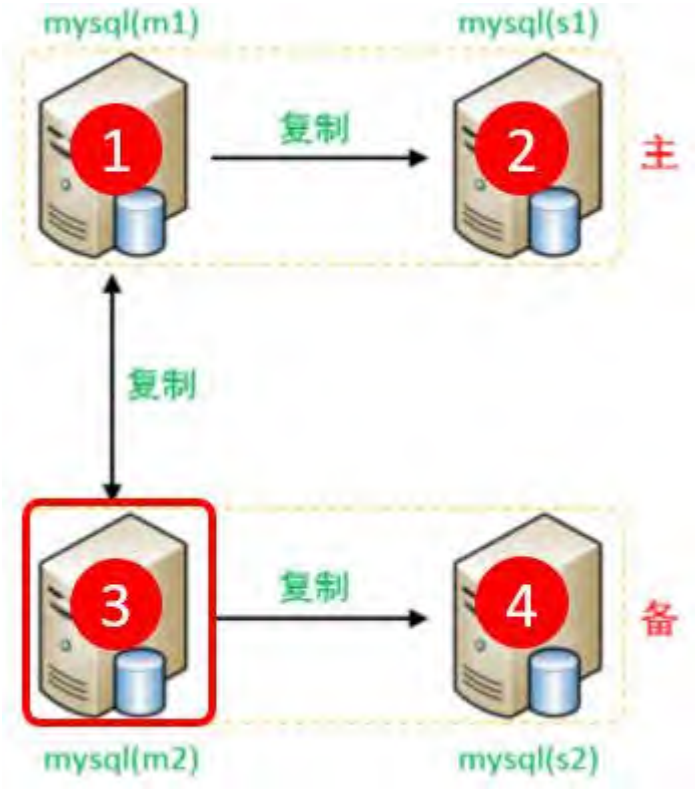
```
#创建itcast用户，并设置密码，该用户可在任意主机连接该MySQL服务
CREATE USER 'itcast'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'Root@123456'
;
#为 'itcast'@'%' 用户分配主从复制权限
GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'itcast'@'%';
```

通过指令，查看两台主库的二进制日志坐标

```
show master status ;
```



2). Master2(192.168.200.213)



A. 修改配置文件 /etc/my.cnf

```
#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
server-id=3
#指定同步的数据库
binlog-do-db=db01
binlog-do-db=db02
binlog-do-db=db03
# 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
log-slave-updates
```

B. 重启MySQL服务器

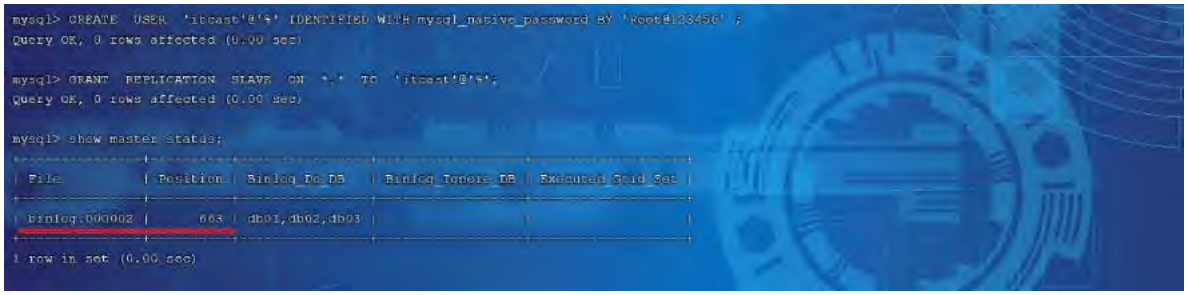
```
systemctl restart mysqld
```

C. 创建账户并授权

```
#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
CREATE USER 'itcast'@'%' IDENTIFIED WITH mysql_native_password BY 'Root@123456'
;
#为 'itcast'@'%' 用户分配主从复制权限
GRANT REPLICATION SLAVE ON *.* TO 'itcast'@'%';
```

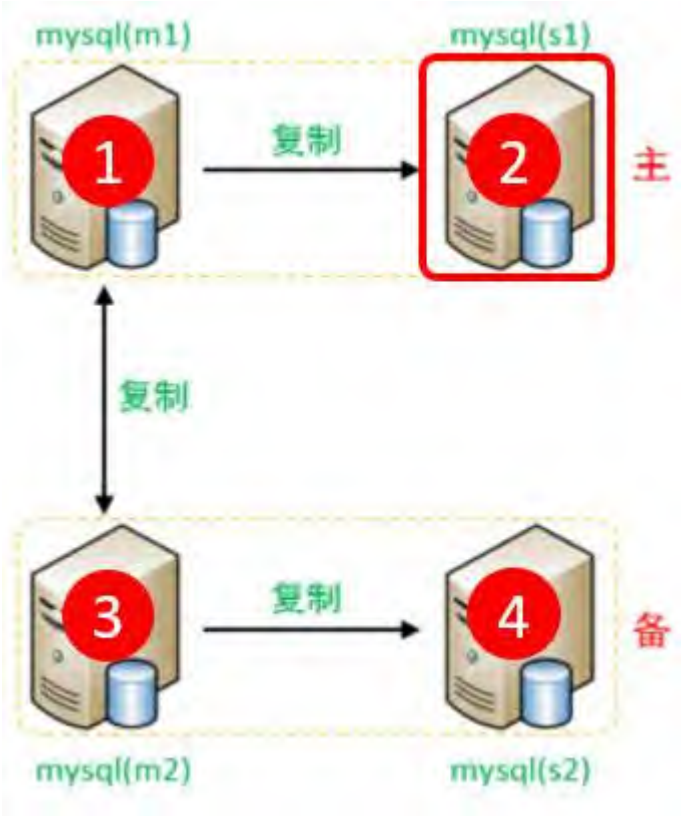
通过指令，查看两台主库的二进制日志坐标

```
show master status ;
```



4.4.3.2 从库配置

1). Slave1(192.168.200.212)



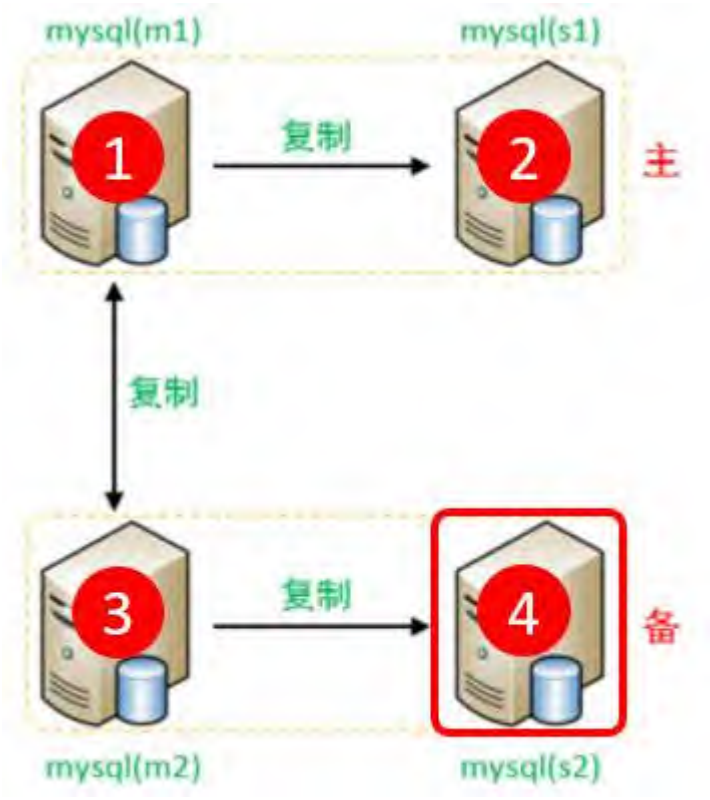
A. 修改配置文件 /etc/my.cnf

```
#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
server-id=2
```

B. 重新启动MySQL服务器

```
systemctl restart mysqld
```

2). Slave2(192.168.200.214)



A. 修改配置文件 /etc/my.cnf

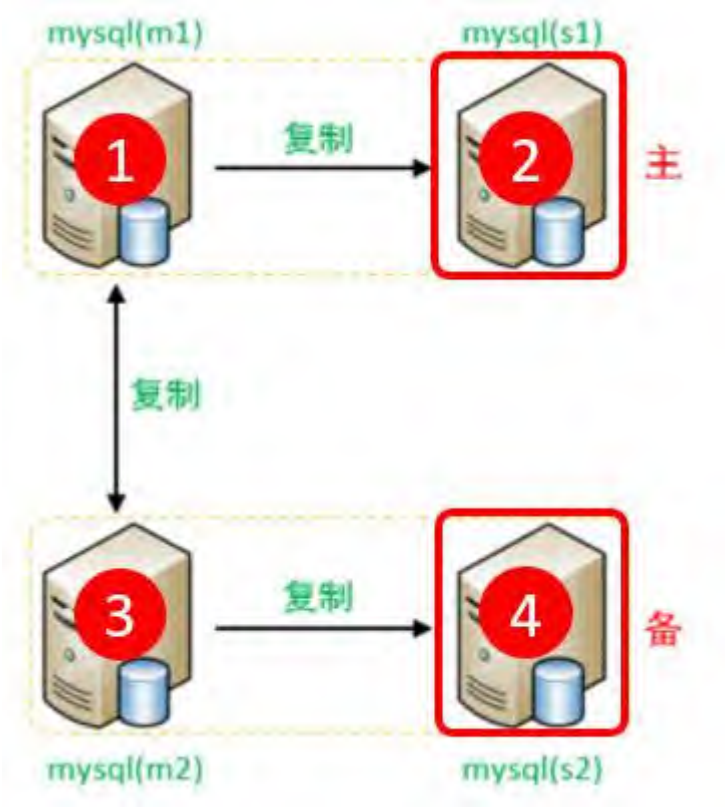
```
#mysql 服务ID，保证整个集群环境中唯一，取值范围：1 – 232-1，默认为1
server-id=4
```

B. 重新启动MySQL服务器

```
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

```
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;
```

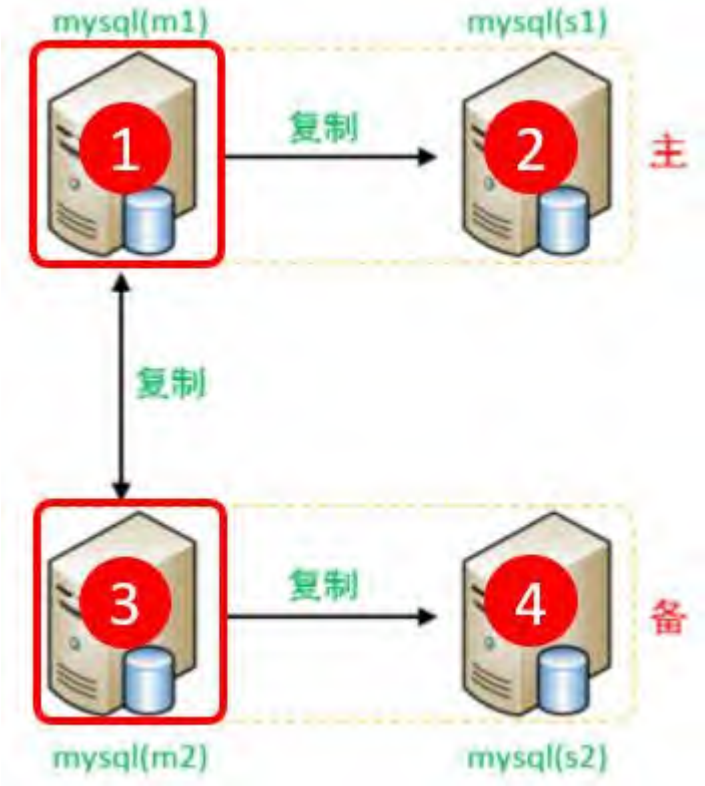
B．在 slave2(192.168.200.214)上执行

```
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

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

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

```
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

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

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。

```
create database db01;
use db01;
create table tb_user(
    id int(11) not null primary key  ,
    name varchar(50) not null,
    sex varchar(1)
)engine=innodb default charset=utf8mb4;

insert into tb_user(id,name,sex) values(1,'Tom','1');
```

```
insert into tb_user(id,name,sex) values(2,'Trigger','0');
insert into tb_user(id,name,sex) values(3,'Dawn','1');
insert into tb_user(id,name,sex) values(4,'Jack Ma','1');
insert into tb_user(id,name,sex) values(5,'Coco','0');
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：

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

配置数据节点：

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

配置节点主机：

```
<dataHost name="dhost7" maxCon="1000" minCon="10" balance="1" writeType="0"
dbType="mysql" dbDriver="jdbc" switchType="1"  slaveThreshold="100">
    <heartbeat>select user()</heartbeat>

    <writeHost host="master1" url="jdbc:mysql://192.168.200.211:3306?
useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
user="root" password="1234" >
        <readHost host="slave1" url="jdbc:mysql://192.168.200.212:3306?
useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
user="root" password="1234" />
    </writeHost>

    <writeHost host="master2" url="jdbc:mysql://192.168.200.213:3306?
useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
user="root" password="1234" >
        <readHost host="slave2" url="jdbc:mysql://192.168.200.214:3306?
useSSL=false&amp;serverTimezone=Asia/Shanghai&amp;characterEncoding=utf8"
user="root" password="1234" />
    </writeHost>
</dataHost>
```

具体的对应情况如下：

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。

```
<user name="root" defaultAccount="true">
    <property name="password">123456</property>
    <property name="schemas">SHOPPING,ITCAST,ITCAST_RW2</property>

    <!-- 表级 DML 权限设置 -->
    <!--
    <privileges check="true">
        <schema name="DB01" dml="0110" >
            <table name="TB_ORDER" dml="1110"></table>
        </schema>
    </privileges>
    -->
</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。