

**OCEANBASE**



# OceanBase 数据库

快速上手

| 产品版本：V4.0.0

| 文档版本：20230505

# 声明

**蚂蚁集团版权所有©2020，并保留一切权利。**

未经蚂蚁集团事先书面许可，任何单位、公司或个人不得擅自摘抄、翻译、复制本文档内容的部分或全部，不得以任何方式或途径进行传播和宣传。

## 商标声明

及其他蚂蚁集团相关的商标均为蚂蚁集团所有。本文档涉及的第三方的注册商标，依法由权利人所有。

## 免责声明

由于产品版本升级、调整或其他原因，本文档内容有可能变更。蚂蚁集团保留在没有任何通知或者提示下对本文档的内容进行修改的权利，并在蚂蚁集团授权通道中不时发布更新后的用户文档。您应当实时关注用户文档的版本变更并通过蚂蚁集团授权渠道下载、获取最新版的用户文档。如因文档使用不当造成的直接或间接损失，本公司不承担任何责任。

# 通用约定

格式	说明	样例
危险	该类警示信息将导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	<b>危险</b> 重置操作将丢失用户配置数据。
警告	该类警示信息可能会导致系统重大变更甚至故障，或者导致人身伤害等结果。	<b>警告</b> 重启操作将导致业务中断，恢复业务时间约十分钟。
注意	用于警示信息、补充说明等，是用户必须了解的内容。	<b>注意</b> 权重设置为0，该服务器不会再接受新请求。
说明	用于补充说明、最佳实践、窍门等，不是用户必须了解的内容。	<b>说明</b> 您也可以通过按Ctrl+A选中全部文件。
>	多级菜单递进。	单击 <b>设置&gt; 网络&gt; 设置网络类型</b> 。
粗体	表示按键、菜单、页面名称等UI元素。	在 <b>结果确认</b> 页面，单击 <b>确定</b> 。
Courier字体	命令或代码。	执行 <code>cd /d C:/window</code> 命令，进入Windows系统文件夹。
斜体	表示参数、变量。	<code>bae log list --instanceid</code> <code>Instance_ID</code>
[] 或者 [a b]	表示可选项，至多选择一个。	<code>ipconfig [-all -t]</code>
{ } 或者 {a b}	表示必选项，至多选择一个。	<code>switch {active stand}</code>

# 目录

1	快速体验 OceanBase	8
1.1	部署环境准备	8
1.2	部署 OceanBase 集群	10
1.3	创建普通租户	14
1.4	连接 OceanBase 数据库	14
2	使用前须知	15
2.1	关于内存	15
2.1.1	开启写入限速	15
2.1.2	租户内存扩容	16
2.1.3	调整租户内存中 MEMTable 的比例	16
2.2	关于超时时间	17
2.2.1	设置超时时间	17
3	SQL 基础操作（MySQL 模式）	19
3.1	创建数据库	19
3.2	表操作	19
3.2.1	创建表	19
3.2.2	查看表	19
3.2.3	修改表	20
3.2.4	删除表	22
3.3	索引操作	22
3.3.1	创建索引	23
3.3.2	查看索引	23
3.3.3	删除索引	25
3.4	插入数据	25
3.5	删除数据	26
3.6	更新数据	31
3.7	查询数据	35
3.8	提交事务	37
3.9	回滚事务	39

4 SQL 基础操作 (Oracle 模式)	42
4.1 表操作	42
4.1.1 创建表	42
4.1.2 修改表	42
4.1.3 删除表	44
4.2 索引操作	44
4.2.1 创建索引	44
4.2.2 查看索引	45
4.2.3 删除索引	50
4.3 插入数据	50
4.4 删除数据	52
4.5 更新数据	53
4.6 查询数据	54
4.7 提交事务	55
4.8 回滚事务	57
5 Python 应用程序连接 OceanBase 数据库	60
5.1 Python3.x 系列 (使用 PyMySQL)	60
5.1.1 PyMySQL 安装	60
5.1.2 PyMySQL 使用	60
5.2 Python2.x 系列 (使用 MySQL-python)	61
5.2.1 MySQL-python 安装	61
5.2.2 MySQL-python 使用	61
6 Java 应用程序连接 OceanBase 数据库	63
6.1 前提条件	63
6.2 连接 OceanBase 数据库	63
7 C 应用程序连接 OceanBase 数据库	66
7.1 前提条件	66
7.2 安装 C 驱动	66
7.2.1 Linux 安装	66
7.3 操作示例	68
7.3.1 示例代码	69
7.4 相关内容	72
8 Python 应用程序连接 OceanBase 数据库	73
8.1 前提条件	73
8.2 操作步骤	73
9 Java 应用程序连接 OceanBase 数据库	75
9.1 前提条件	75
9.2 操作步骤	75
10 C 应用程序连接 OceanBase 数据库	77
10.1 前提条件	77
10.2 安装 C 驱动	77
10.3 操作示例	77
10.3.1 示例代码	80

11 在 OceanBase 数据库上进行 TPC-C 测试 .....	86
11.1 关于 TPC-C .....	86
11.1.1 数据库模型 .....	86
11.1.2 事务类型 .....	86
11.2 环境准备 .....	87
11.2.1 OceanBase 集群 .....	87
11.2.2 安装 BenchmarkSQL .....	87
11.2.3 适配 Benchmark SQL5 .....	87
11.2.4 修改配置文件 .....	91
11.3 数据准备 .....	93
11.3.1 创建 tpccdb 数据库 .....	93
11.3.2 创建表 .....	93
11.3.3 加载数据 .....	98
11.3.4 创建索引 .....	98
11.4 开始测试 .....	98
11.5 体验 OceanBase 数据库 Scalable OLTP .....	99
12 体验 OceanBase 数据库热点行更新能力 .....	101
12.1 1.创建测试表，插入测试数据 .....	101
12.2 2.构造并发更新场景 .....	102
12.3 3.默认配置下执行测试 .....	103
12.3.1 测试结果 .....	104
12.4 4.打开 OceanBase 数据库 ELR 配置 .....	104
12.5 5.开启 OceanBase 数据库 ELR 进行测试 .....	104
12.5.1 测试结果 .....	105
13 体验 Operational OLAP .....	106
13.1 手动进行 TPC-H 测试 .....	106
13.1.1 进行环境调优 .....	106
13.1.2 安装 TPC-H Tool .....	108
13.1.3 生成数据 .....	109
13.1.4 生成查询 SQL .....	109
13.1.5 新建表 .....	111
13.1.6 加载数据 .....	115
13.1.7 执行测试 .....	120
13.1.8 FAQ .....	121
13.2 手动体验 Operational OLAP .....	122
13.2.1 不开启并发查询 .....	123
13.2.2 开启并发查询 .....	124

14	体验并行导入 数据压缩	131
14.1	并行导入	131
14.1.1	默认方式执行, 不开启 PDML	133
14.1.2	开启 PDML 执行	133
14.2	数据压缩	134
14.2.1	数据准备	134
14.2.2	数据导入	136
15	体验多租户特性	138
15.1	背景信息	138
15.2	创建资源规格 Unit Config	138
15.3	创建资源池和关联 Unit Config	139
15.4	根据创建的 Resource Pool 创建租户	139
15.5	修改租户配置和调整实例资源规格	142
16	体验 DDL 新特性 (MySQL 模式)	145
16.1	变更主键	145
16.1.1	添加主键	145
16.1.2	修改主键	147
16.1.3	删除主键	148
16.2	变更分区类型	149
16.2.1	变更分区示例	149
16.3	变更列类型	155
16.3.1	修改列类型的示例	156
16.3.1.1	字符数据类型之间的转换示例	156
16.3.1.2	数值数据类型之间的转换示例	158
16.3.1.3	二进制类型数据类型的转换示例	160
16.3.1.4	整数型数据与字符型数据的转换示例	162
16.4	修改表或者列的字符集和字符序 (COLLATION)	164
16.4.1	修改表的字符集和字符序	164
16.4.2	修改表中已有数据的字符集和字符序	166
16.4.3	修改列的字符集和字符序	167
17	体验 DDL 新特性 (Oracle 模式)	169
17.1	变更主键	169
17.1.1	添加主键	169
17.1.2	修改主键	171
17.1.3	删除主键	171
17.2	变更分区类型	172
17.2.1	变更分区示例	173
17.3	变更列类型	176
17.3.1	修改列类型的示例	176
17.3.1.1	字符数据类型之间的转换示例	177
17.3.1.2	改变数值数据类型精度的示例	179

# 1 快速体验 OceanBase

OceanBase 数据库支持部署在 x86\_64 以及 ARM\_64 架构的物理服务器和主流的虚拟机。OceanBase 数据库支持单副本部署，并且单副本 OceanBase 集群还可以扩容（增加节点），所以也称为集群。本节主要介绍在普通的物理服务器上通过使用 RPM 包安装单副本 OceanBase 集群。

有关 OceanBase 集群部署的详细信息，请参见 [部署简介](#)。

## 1.1 部署环境准备

### 1. 服务器架构及 Linux 操作系统版本要求。

支持在下表所示的 Linux 操作系统中安装 OceanBase 数据库。

Linux操作系统	版本	服务器架构
AliOS	7.2 及以上	x86_64（包括海光），ARM_64（鲲鹏、飞腾）
龙蜥 AnolisOS	8.6 及以上	x86_64（包括海光），ARM_64（鲲鹏、飞腾）
KylinOS	V10	x86_64（包括海光），ARM_64（鲲鹏、飞腾）
统信 UOS	V20	x86_64（包括海光），ARM_64（鲲鹏、飞腾）
中科方德 NFSChina	4.0 及以上	x86_64（包括海光），ARM_64（鲲鹏、飞腾）
浪潮 Inspur kos	5.8	x86_64（包括海光），ARM_64（鲲鹏、飞腾）
CentOS / Red Hat Enterprise Linux	7.2 及以上  <b>说明</b> 暂不支持 CentOS 8.X。	x86_64（包括海光），ARM_64（鲲鹏、飞腾）

### 2. 服务器配置。

服务器配置至少是 CPU 4 Core，内存 16 GB。

### 3. 安装包准备。



准备 OceanBase 数据库独立版（Antman）RPM 包、OceanBase 4.0 RPM 包和 OBClient RPM 包。

文件名	版本	说明
t-oceanbase-*.rpm	最新版本	为 OBCServer 提供标准化操作系统配置的能力，请联系技术支持获取最新 Antman 数据库安装包。
oceanbase-*.rpm	4.0.0.0	OceanBase 软件 RPM 文件，部署 OceanBase 集群时用。
obclient-*.rpm	1.2.6	命令行客户端 obclient 的 RPM 文件，连接 ORACLE 实例必需有。

### 说明

请联系技术支持获取对应安装包。

## 4. 磁盘规划。

默认情况下，使用 `/data/1` 作为数据目录，`/data/log1` 作为日志目录，`/home` 作为 OceanBase 数据库的安装目录。

创建 `/data/1` 和 `/data/log1` 目录，并把目录的拥有者（Owner）改为 admin。

```
[root@xxx /]# mkdir -p /data/1 /data/log1
[root@xxx /]# cd data
[root@xxx data]# ll
total 8
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Nov 18 14:24 1
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Nov 18 14:24 log1
[root@xxx data]# cd ..
[root@xxx /]# chown -R admin:admin data
[root@xxx /]# cd data
[root@xxx data]# ll
total 8
```

```
drwxr-xr-x 2 admin admin 4096 Nov 18 14:24 1
drwxr-xr-x 2 admin admin 4096 Nov 18 14:24 log1
```

## 1.2 部署 OceanBase 集群

1. 将 OceanBase 数据库独立版（Antman）RPM 包、OceanBase 数据库 4.0 RPM 包和 OBClient RPM 包复制到要安装 OceanBase 数据库 4.0 的服务器。

2. 安装 Antman。

使用 root 用户登录该机器，执行以下命令，安装 Antman。

```
[root@hostname /]# rpm -ivh t-oceanbase-antman-x.x.x-xxxxxxxxxxxxx.alios7.x86_64.rpm
```

安装 Antman 的详细信息，请参见 [安装 oat-cli](#)。

3. 添加 admin 用户。

observer 进程运行在 admin 用户下，相关目录的所有者必须是 admin 用户。

```
[root@hostname /]# cd /root/t-oceanbase-antman/clonescripts
[root@hostname clonescripts]# ./clone.sh -u
```

### 说明

如果已有 admin 组和 admin 用户，但 uid/gid 不是 500，建议删掉后利用上述脚本重新创建。

4. 修改操作系统内核配置。

执行以下命令，对每台 OBCServer 服务器进行设置。

```
[root@hostname /]# cd /root/t-oceanbase-antman/clonescripts
[root@hostname clonescripts]# ./clone.sh -c -r ob
```

5. 安装依赖包。

在 OBCServer 服务器执行以下命令，安装依赖包。

```
[root@hostname /]# cd /root/t-oceanbase-antman/clonescripts
[root@hostname clonescripts]# ./clone.sh -m -r ob
```

6. 安装 OceanBase 数据库 RPM 包。

示例如下：

```
[root@hostname /]# rpm -ivh oceanbase-4.0.0.0-100000152022092610.el7.x86_64.rpm
Preparing... ##### [100%]
Updating / installing...
1:oceanbase-4.0.0.0-100000152022092#####
[100%]
```

## 7. 安装 OceanBase 数据库客户端 OBClient。

OBClient 是 OceanBase 数据库命令行客户端，可以访问 OceanBase 数据库的 MySQL 租户和 Oracle 租户。

示例如下：

```
[root@hostname /]# rpm -ivh obclient-1.2.6-20210510164331.el7.alios7.x86_64.rpm
Preparing... ##### [100%]
Updating / installing...
1:obclient-1.2.6-20210510164331.el7#####
[100%]
```

核查 OBClient 是否安装成功。

```
[root@hostname /]# which obclient
/usr/bin/obclient
```

## 8. 初始化 OceanBase 目录。

OceanBase 数据库的数据目录通常建议在独立的磁盘上，然后通过软链接方式链接到软件 Home 目录下。其中 `$cluster_name` 为集群名。

先切换到 admin 用户。

```
[root@hostname /]# su - admin
```

初始化 OceanBase 目录。

```
-bash-4.2$ mkdir -p /data/1/$cluster_name/{etc3,sort_dir,sstable,slog}
-bash-4.2$ mkdir -p /data/log1/$cluster_name/{clog,etc2,ilog,oob_clog}
-bash-4.2$ mkdir -p /home/admin/oceanbase/store/$cluster_name
-bash-4.2$ for t in {etc3,sort_dir,sstable,slog};do ln -s /data/1/$cluster_name/$t
/home/admin/oceanbase/store/$cluster_name/$t; done
-bash-4.2$ for t in {clog,etc2,ilog,oob_clog};do ln -s /data/log1/$cluster_name
/$t /home/admin/oceanbase/store/$cluster_name/$t; done
```

示例如下，集群名为 obdemo：

```
-bash-4.2$ mkdir -p /data/1/obdemo/{etc3,sort_dir,sstable,slog}
-bash-4.2$ mkdir -p /data/log1/obdemo/{clog,etc2,ilog,oob_clog}
-bash-4.2$ mkdir -p /home/admin/oceanbase/store/obdemo
-bash-4.2$ for t in {etc3,sort_dir,sstable,slog};do ln -s /data/1/obdemo/$t /home
/admin/oceanbase/store/obdemo/$t; done
-bash-4.2$ for t in {clog,etc2,ilog,oob_clog};do ln -s /data/log1/obdemo/$t
/home/admin/oceanbase/store/obdemo/$t; done
```

## 9. 启动 observer 进程。

示例如下：

### 说明

示例 IP 做了脱敏处理，这不是安装需求。在部署时应根据自己机器真实 IP 填写。

先切换到 admin 用户。

```
[root@hostname /]# su - admin
```

启动 observer 进程。

```
-bash-4.2$ cd /home/admin/oceanbase && /home/admin/oceanbase/bin
/observer -i eth0 -P 2882 -p 2881 -z zone1 -d /home/admin/oceanbase/store
/obdemo -r '10.10.10.1:2882:2881' -c 10001 -n obdemo -o "system_memory=16G,
datafile_size=100G,config_additional_dir=/data/1/obdemo/etc3;/data/log1
```

```
/obdemo/etc2"
-bash-4.2$ sleep 5
-bash-4.2$ ps -ef|grep observer
```

## 10. 集群 bootstrap 操作。

### 说明

- 示例 IP 做了脱敏处理，这不是安装需求。在部署时应根据自己机器真实 IP 填写。
- 通过 obclient 命令连接已启动的 observer 进程，密码为空。

```
[root@hostname /]# obclient -h127.0.0.1 -uroot@sys -P2881 -p
Enter password:

obclient> SET SESSION ob_query_timeout=1000000000;
Query OK, 0 rows affected

obclient> ALTER SYSTEM BOOTSTRAP ZONE 'zone1' SERVER '10.10.10.1:2882';
Query OK, 0 rows affected
```

## 11. 验证集群初始化成功。

进行 bootstrap 后，执行 `SHOW DATABASES;` 命令，能看到数据库列表里有 oceanbase 即可。

```
obclient> SHOW DATABASES;
+-----+
| Database |
+-----+
| oceanbase |
| information_schema |
| mysql |
| SYS |
| LBACSYS |
```

```
| ORAAUDITOR |  
| test |  
+-----+  
7 rows in set
```

## 1.3 创建普通租户

OceanBase 集群部署完成后，数据库中默认创建 sys 租户。此后可以根据业务需要使用 sys 租户新建普通租户。

创建普通租户的详细信息，请参见 [创建租户](#)。

## 1.4 连接 OceanBase 数据库

连接 OceanBase 数据库的方式，这里命令行推荐使用 OceanBase 数据库客户端（OBClient）即 OceanBase 数据库专用的命令行客户端工具，白屏推荐 OceanBase 开发者中心（OceanBase Developer Center，ODC）。

- 使用 OBClient 连接 OceanBase 数据库，请参见 [通过 OBClient 连接 OceanBase 租户](#)。
- 使用 ODC 连接数据库，请参见 [通过 OBClient 连接 OceanBase 租户](#)。

连接 OceanBase 数据库更多详情，请参见 [连接方式概述](#)。

## 2 使用前须知

为了能否更好的体验和上手 OceanBase 分布式数据库，请您在开始尝试使用前，先了解 **内存** 和 **超时时间** 这两个最常见的特性差异。

### 2.1 关于内存

OceanBase 数据库是基于 LSM-tree 的存储引擎，不同于传统数据库实时刷脏页的机制，OceanBase 数据库将数据分为内存中的 MEMTable 和磁盘中的 SSTable，其中所有的数据更新写入操作都在内存的 MEMTable 中完成，并且在内存使用量达到一定阈值后触发 Compaction，转储至 SSTable，并释放活跃的内存。这种架构的优势是可以将随机 I/O 转化为顺序 I/O，提供更大的写入吞吐能力。详细介绍请参考 **存储架构概述**。

由于 LSM-tree 将增量数据都存放在内存中，达到一定阈值后才触发转储，这会导致小规格的租户实例运行在超过其可承载能力的密集写入场景时（例如数据导入或者运行大量数据批处理场景），会因为 MEMTable 达到上限而无法接受新的请求。OceanBase 数据库有如下几种处理方式：

- 开启写入限速：设置内存写入达到一定阈值后，OceanBase 数据库主动限制客户端导入速度。
- 租户内存扩容：环境中节点总内存资源相对充足，可扩大租户内存。
- 调整租户内存中 MEMTable 的比例：当节点总内存有限，无法扩容时，还可调整租户内存中 MEMTable 的比例，扩大可写入内存，并且调低转储阈值，让转储更快发生。

#### 2.1.1 开启写入限速

OceanBase 数据库具备写入过载保护功能，当资源有限，无法扩展内存时，可以设置通过服务端写入限速来保护内存，避免写入超限。可通过设置如下两个配置项来开启服务端的写入限速功能：

- `writing_throttling_trigger_percentage`：用于设置写入速度的阈值，即当 MEMStore 已使用的内存达到该阈值（百分比）时，触发写入限速。该配置项的取值范围为 [1, 100]，默认值为 60，取值为 100 表示关闭写入限速机制。
- `writing_throttling_maximum_duration`：指定触发写入限速后，剩余 MEMStore 内存分配完所需的时间。默认值为 2 h，该配置项一般不做修改。

在租户的管理员账号中，设置内存写入达到 80% 开始限速，并保证剩余内存足够提供 2 h 的写入限速，示例如下：

```
obclient> ALTER SYSTEM SET writing_throttling_trigger_percentage = 80;
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER SYSTEM SET writing_throttling_maximum_duration = '2h';
Query OK, 0 rows affected
```

## 2.1.2 租户内存扩容

当环境中的内存资源相对充足时，最佳处理方案是增大租户内存。

内存配置步骤如下：

1. 登录 OceanBase 集群的 sys 租户管理员账号，执行以下 SQL 语句，确认当前租户使用的 UNIT\_CONFIG NAME。

```
obclient> SELECT NAME FROM DBA_OB_UNIT_CONFIGS;
+-----+
| NAME |
+-----+
| sys_unit_config |
| test_unit |
+-----+
2 rows in set
```

### 说明

- sys\_unit\_config 是管控租户的参数，一般不做修改。
- 本示例中租户 test 的 unit\_config name 为 test\_unit。

2. 复制租户的 unit\_config name，使用如下命令，完成内存扩容。

```
obclient> ALTER RESOURCE UNIT test_unit MIN_CPU = 2, MAX_CPU = 2,
MEMORY_SIZE = '10G', MAX_IOPS = 10000, MIN_IOPS = 10000;
```

### 注意

当前版本中，仅 CPU、Memory 配置生效，其他 I/O 参数（例如 IOPS）暂不生效。

## 2.1.3 调整租户内存中 MEMTable 的比例

通过如下配置项来调整租户内存中 MEMTable 的比例：



- `freeze_trigger_percentage`：当租户的 `MemTable` 内存的使用量达到配置项 `freeze_trigger_percentage` 所限制使用的百分比时，就会自动触发转储，转储后会释放占用的内存。该配置项默认值为 20，表示当 MEMStore 使用率超过 20%，就会触发转储。
- `memstore_limit_percentage`：该配置项用于控制租户内存中可用于 MEMStore 写入的比例，默认值为 50%，表示租户可使用的 MEMStore 占其总可用内存的 50%。

当内存不足时，可以调高 `memstore_limit_percentage` 的取值，并调低 `freeze_trigger_percentage` 的取值，从而达到临时扩容和尽快转储释放的效果。

登录 `sys` 租户管理员账号，调高 `memstore_limit_percentage` 的取值，并调低 `freeze_trigger_percentage` 的取值，示例如下：

```
obclient> ALTER SYSTEM SET freeze_trigger_percentage = 20;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER SYSTEM SET memstore_limit_percentage = 70;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

## 2.2 关于超时时间

在 OceanBase 数据库中，您可能在查询或执行 DML 操作时遇到 'timeout' 或 'Transaction is timeout' 的错误，这是因为 OceanBase 数据库对查询和事务超时做了默认配置，方便用户针对不同业务场景进行调整。

OceanBase 数据库中指出如下超时时间相关的变量，可使用 `SHOW VARIABLES LIKE '%timeout%'` 命令进行查看。

- `ob_query_timeout`：查询超时时间，单位 us，默认值为 10 s。
- `ob_trx_timeout`：事务超时时间，单位 us，默认值 86400 s。
- `ob_trx_idle_timeout`：事务空闲超时时间，单位 us，默认值 86400 s。

### 2.2.4 设置超时时间

超时时间的设置方法如下：

- 在会话/全局进行变量设置。示例如下：

```
obclient> SET ob_query_timeout = 10000000;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SET GLOBAL ob_query_timeout = 10000000;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

- 在 JDBC 连接串中设置。示例如下：

```
jdbc:oceanbase://10.1.0.0:1001/unittests?
```

```
user=**u**@sys&password=*****&sessionVariables = ob_query_timeout =  
600000000000,ob_trx_timeout = 600000000000&xxxx
```

- 在 SQL 级别添加 Hint 设置。示例如下：

#### 说明

此方式只对当前 SQL 语句生效。

```
SELECT /*+query_timeout(1000000000) */ c1 FROM t1;
```

## 3 SQL 基础操作（MySQL 模式）

本节主要介绍 OceanBase 数据库 MySQL 模式下的一些 SQL 基本操作。

### 3.1 创建数据库

使用 `CREATE DATABASE` 语句创建数据库。

示例：创建数据库 `db1`，指定字符集为 `UTF8`，并创建读写属性。

```
obclient> CREATE DATABASE db1 DEFAULT CHARACTER SET UTF8 READ WRITE;  
Query OK, 1 row affected
```

### 3.2 表操作

本节主要提供数据库中表的创建、查看、修改和删除的语法和示例。

#### 3.2.1 创建表

使用 `CREATE TABLE` 语句在数据库中创建新表。

示例：在数据库 `db1` 中创建表 `test`。

```
obclient> USE db1;  
Database changed  
  
obclient> CREATE TABLE test (c1 INT PRIMARY KEY, c2 VARCHAR(3));  
Query OK, 0 rows affected
```

#### 3.2.2 查看表

使用 `SHOW CREATE TABLE` 语句查看建表语句。

示例：查看表 `test` 的建表语句。

```
obclient> SHOW CREATE TABLE test\G  
***** 1. row *****  
Table: test
```

```
Create Table: CREATE TABLE `test` (
  `c1` int(11) NOT NULL,
  `c2` varchar(3) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`c1`)
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0
1 row in set
```

使用 `SHOW TABLES` 语句查看指定数据库中的所有表。

示例：查看数据库 `db1` 中的所有表。

```
obclient> SHOW TABLES FROM db1;
+-----+
| Tables_in_db1 |
+-----+
| test |
+-----+
1 row in set
```

### 3.2.3 修改表

使用 `ALTER TABLE` 语句来修改已存在的表的结构，包括修改表及表属性、新增列、修改列及属性、删除列等。

示例 1：将表 `test` 的字段 `c2` 改名为 `c3`，并同时修改其字段类型。

```
obclient> DESCRIBE test;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| c1 | int(11) | NO | PRI | NULL | |
| c2 | varchar(3) | YES | | NULL | |
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

2 rows in set

```
obclient> ALTER TABLE test CHANGE COLUMN c2 c3 CHAR(10);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> DESCRIBE test;
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```
| c1 | int(11) | NO | PRI | NULL | |
```

```
| c3 | char(10) | YES | | NULL | |
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

2 rows in set

示例 2：在表 `test` 中增加、删除列。

```
obclient> DESCRIBE test;
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```
| c1 | int(11) | NO | PRI | NULL | |
```

```
| c2 | varchar(3) | YES | | NULL | |
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

2 rows in set

```
obclient> ALTER TABLE test ADD c3 int;
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> DESCRIBE test;
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| c1 | int(11) | NO | PRI | NULL | |
| c2 | varchar(3) | YES | | NULL | |
| c3 | int(11) | YES | | NULL | |
+-----+-----+-----+-----+-----+

3 rows in set
```

```
obclient> ALTER TABLE test DROP c3;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> DESCRIBE test;
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| c1 | int(11) | NO | PRI | NULL | |
| c2 | varchar(3) | YES | | NULL | |
+-----+-----+-----+-----+-----+

2 rows in set
```

## 3.2.4 删除表

使用 `DROP TABLE` 语句删除表。

示例：删除表 `test`。

```
obclient> DROP TABLE test;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

## 3.3 索引操作

索引是创建在表上并对数据库表中一列或多列的值进行排序的一种结构。其作用主要在于提高查询的速度，降低数据库系统的性能开销。

### 3.3.5 创建索引

使用 `CREATE INDEX` 语句创建表的索引。

示例：在表 `test` 中创建索引。

```
obclient> DESCRIBE test;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| c1 | int(11) | NO | PRI | NULL | |
| c3 | char(10) | YES | | NULL | |
+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set

obclient> CREATE INDEX test_index ON test (c1, c3);
Query OK, 0 rows affected
```

### 3.3.6 查看索引

使用 `SHOW INDEX` 语句查看表的索引。

示例：查看表 `test` 中的索引信息。

```
obclient> SHOW INDEX FROM test\G
***** 1. row *****
Table: test
Non_unique: 0
Key_name: PRIMARY
Seq_in_index: 1
Column_name: c1
```

```
Collation: A
Cardinality: NULL
Sub_part: NULL
Packed: NULL
Null:
Index_type: BTREE
Comment: available
Index_comment:
Visible: YES
***** 2. row *****
Table: test
Non_unique: 1
Key_name: test_index
Seq_in_index: 1
Column_name: c1
Collation: A
Cardinality: NULL
Sub_part: NULL
Packed: NULL
Null:
Index_type: BTREE
Comment: available
Index_comment:
Visible: YES
***** 3. row *****
Table: test
Non_unique: 1
Key_name: test_index
Seq_in_index: 2
```



```
Column_name: c3  
Collation: A  
Cardinality: NULL  
Sub_part: NULL  
Packed: NULL  
Null: YES  
Index_type: BTREE  
Comment: available  
Index_comment:  
Visible: YES  
3 rows in set
```

### 3.3.7 删除索引

使用 `DROP INDEX` 语句删除表的索引。

示例：删除表 `test` 中的索引。

```
obclient> DROP INDEX test_index ON test;  
Query OK, 0 rows affected
```

## 3.4 插入数据

使用 `INSERT` 语句在已经存在的表中插入数据。

示例 1：创建表 `t1` 并插入一行数据。

```
obclient> CREATE TABLE t1(c1 INT PRIMARY KEY, c2 int) PARTITION BY KEY(c1)  
PARTITIONS 4;  
Query OK, 0 rows affected  
  
obclient> SELECT * FROM t1;  
Empty set
```

```
obclient> INSERT t1 VALUES(1,1);
```

Query OK, 1 row affected

```
obclient> SELECT * FROM t1;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 1 | 1 |
```

```
+-----+-----+
```

1 row in set

示例 2：向表 `t1` 中插入多行数据。

```
obclient> INSERT t1 VALUES(2,2),(3,default),(2+2,3*4);
```

Query OK, 3 rows affected

Records: 3 Duplicates: 0 Warnings: 0

```
obclient> SELECT * FROM t1;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 1 | 1 |
```

```
| 2 | 2 |
```

```
| 3 | NULL |
```

```
| 4 | 12 |
```

```
+-----+-----+
```

4 rows in set

## 3.5 删除数据

使用 `DELETE` 语句删除数据，支持单表删除和多表删除数据。

示例 1：通过 CREATE TABLE 创建表 t2 和 t3。删除 c1=2 的行，其中 c1 列为表 t2 中的 PRIMARY KEY。

/\*表 `t3` 为 `KEY` 分区表，且分区名由系统根据分区命令规则自动生成，即分区名为 `p0`、`p1`、`p2`、`p3`\*/

```
obclient> CREATE TABLE t2(c1 INT PRIMARY KEY, c2 INT);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> INSERT t2 VALUES(1,1),(2,2),(3,3),(4,4);
```

Query OK, 4 rows affected

Records: 4 Duplicates: 0 Warnings: 0

```
obclient> SELECT * FROM t2;
```

+-----+-----+

| c1 | c2 |

+-----+-----+

| 1 | 1 |

| 2 | 2 |

| 3 | 3 |

| 4 | 4 |

+-----+-----+

4 rows in set

```
obclient> CREATE TABLE t3(c1 INT PRIMARY KEY, c2 INT) PARTITION BY KEY(c1)
PARTITIONS 4;
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> INSERT INTO t3 VALUES(5,5),(1,1),(2,2),(3,3);
```

Query OK, 4 rows affected

Records: 4 Duplicates: 0 Warnings: 0

```
obclient> SELECT * FROM t3;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 5 | 5 |
```

```
| 1 | 1 |
```

```
| 2 | 2 |
```

```
| 3 | 3 |
```

```
+-----+-----+
```

```
4 rows in set
```

```
obclient> DELETE FROM t2 WHERE c1 = 2;
```

```
Query OK, 1 row affected
```

```
obclient> SELECT * FROM t2;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 1 | 1 |
```

```
| 3 | 3 |
```

```
| 4 | 4 |
```

```
+-----+-----+
```

```
3 rows in set
```

示例 2：删除表 `t2` 中按照 `c2` 列排序之后的第一行数据。

```
obclient> DELETE FROM t2 ORDER BY c2 LIMIT 1;
```

```
Query OK, 1 row affected
```

```
obclient> SELECT * FROM t2;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 3 | 3 |
```

```
| 4 | 4 |
```

```
+-----+-----+
```

```
2 rows in set
```

示例 3：删除表 `t3` 的 `p2` 分区的数据。

```
obclient> SELECT * FROM t3 PARTITION(p2);
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 1 | 1 |
```

```
| 2 | 2 |
```

```
| 3 | 3 |
```

```
+-----+-----+
```

```
3 rows in set
```

```
obclient> DELETE FROM t3 PARTITION(p2);
```

```
Query OK, 3 rows affected
```

```
obclient> SELECT * FROM t3;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 5 | 5 |
```

```
+-----+-----+
```

```
1 row in set
```

示例 4：删除 t2、t3 表中 t2.c1 = t3.c1 的数据。

```
obclient> SELECT * FROM t2;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 3 | 3 |
```

```
| 5 | 5 |
```

```
+-----+-----+
```

```
2 rows in set
```

```
obclient> SELECT * FROM t3;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 5 | 5 |
```

```
+-----+-----+
```

```
1 row in set
```

```
obclient> DELETE t2, t3 FROM t2, t3 WHERE t2.c1 = t3.c1;
```

```
Query OK, 3 rows affected
```

/\*等价于：

```
obclient> DELETE FROM t2, t3 USING t2, t3 WHERE t2.c1 = t3.c1;
```

```
*/
```

```
obclient> SELECT * FROM t2;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
+----+-----+
| 3 | 3 |
+----+-----+
1 row in set
```

```
obclient> SELECT * FROM t3;
Empty set
```

## 3.6 更新数据

使用 `UPDATE` 语句修改表中的字段值。

示例 1：通过 `CREATE TABLE` 创建表 `t4` 和 `t5`，将表 `t4` 中 `t2.c1=10` 对应的那一行数据的 `c2` 列值修改为 `100`。

```
obclient> CREATE TABLE t4(c1 INT PRIMARY KEY, c2 INT);
Query OK, 0 rows affected

obclient> INSERT t4 VALUES(10,10),(20,20),(30,30),(40,40);
Query OK, 4 rows affected
Records: 4 Duplicates: 0 Warnings: 0

obclient> SELECT * FROM t4;
+----+-----+
| c1 | c2 |
+----+-----+
| 10 | 10 |
| 20 | 20 |
| 30 | 30 |
| 40 | 40 |
```

```
+-----+-----+
```

```
4 rows in set
```

```
obclient> CREATE TABLE t5(c1 INT PRIMARY KEY, c2 INT) PARTITION BY KEY(c1)
PARTITIONS 4;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> INSERT t5 VALUES(50,50),(10,10),(20,20),(30,30);
```

```
Query OK, 4 rows affected
```

```
Records: 4 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

```
obclient> SELECT * FROM t5;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 20 | 20 |
```

```
| 10 | 10 |
```

```
| 50 | 50 |
```

```
| 30 | 30 |
```

```
+-----+-----+
```

```
4 rows in set
```

```
obclient> UPDATE t4 SET t4.c2 = 100 WHERE t4.c1 = 10;
```

```
Query OK, 1 row affected
```

```
Rows matched: 1 Changed: 1 Warnings: 0
```

```
obclient> SELECT * FROM t4;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```



```
+-----+-----+
| 10 | 100 |
| 20 | 20 |
| 30 | 30 |
| 40 | 40 |
+-----+-----+
4 rows in set
```

示例 2：将表 `t4` 中按照 `c2` 列排序的前两行数据的 `c2` 列值修改为 `100`。

```
obclient> UPDATE t4 set t4.c2 = 100 ORDER BY c2 LIMIT 2;
Query OK, 2 rows affected
Rows matched: 2 Changed: 2 Warnings: 0
```

```
obclient> SELECT * FROM t4;
```

```
+-----+-----+
| c1 | c2 |
+-----+-----+
| 10 | 100 |
| 20 | 100 |
| 30 | 100 |
| 40 | 40 |
+-----+-----+
4 rows in set
```

示例 3：将表 `t5` 中 `p1` 分区的数据中 `t5.c1 > 20` 的对应行数据的 `c2` 列值修改为 `100`。

```
obclient> SELECT * FROM t5 PARTITION (p1);
```

```
+-----+-----+
| c1 | c2 |
+-----+-----+
```

```

| 10 | 10 |
| 50 | 50 |
+----+-----+
2 rows in set

obclient> UPDATE t5 PARTITION(p1) SET t5.c2 = 100 WHERE t5.c1 > 20;
Query OK, 1 row affected
Rows matched: 1 Changed: 1 Warnings: 0

obclient> SELECT * FROM t5 PARTITION(p1);
+----+-----+
| c1 | c2 |
+----+-----+
| 10 | 10 |
| 50 | 100 |
+----+-----+
2 rows in set

```

示例 4：对于表 `t4` 和表 `t5` 中满足 `t4.c2 = t5.c2` 对应行的数据，将表 `t4` 中的 `c2` 列值修改为 `100`，表 `t5` 中的 `c2` 列值修改为 `200`。

```

obclient> UPDATE t4,t5 SET t4.c2 = 100, t5.c2 = 200 WHERE t4.c2 = t5.c2;
Query OK, 1 row affected
Rows matched: 4 Changed: 1 Warnings: 0

obclient> SELECT * FROM t4;
+----+-----+
| c1 | c2 |
+----+-----+
| 10 | 100 |

```

```
| 20 | 100 |
```

```
| 30 | 100 |
```

```
| 40 | 40 |
```

```
+-----+-----+
```

```
4 rows in set
```

```
obclient> SELECT * FROM t5;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 20 | 20 |
```

```
| 10 | 10 |
```

```
| 50 | 200 |
```

```
| 30 | 30 |
```

```
+-----+-----+
```

```
4 rows in set
```

## 3.7 查询数据

使用 `SELECT` 语句查询表中的内容。

示例 1：通过 `CREATE TABLE` 创建表 `t6`。从表 `t6` 中读取 `name` 的数据。

```
obclient> CREATE TABLE t6 (id INT, name VARCHAR(50), num INT);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> INSERT INTO t6 VALUES(1,'a',100),(2,'b',200),(3,'a',50);
```

```
Query OK, 3 rows affected
```

```
Records: 3 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

```
obclient> SELECT * FROM t6;
```

```

+-----+-----+-----+
| ID | NAME | NUM |
+-----+-----+-----+
| 1 | a | 100 |
| 2 | b | 200 |
| 3 | a | 50 |
+-----+-----+-----+
3 rows in set

```

```
obclient> SELECT name FROM t6;
```

```

+-----+
| NAME |
+-----+
| a |
| b |
| a |
+-----+
3 rows in set

```

示例 2：在查询结果中对 `name` 进行去重处理。

```
obclient> SELECT DISTINCT name FROM t6;
```

```

+-----+
| NAME |
+-----+
| a |
| b |
+-----+
2 rows in set

```

示例 3：从表 `t6` 中根据筛选条件 `name = 'a'`，输出对应的 `id`、`name` 和 `num`。

```
obclient> SELECT id, name, num FROM t6 WHERE name = 'a';
```

```
+-----+-----+-----+
```

```
| ID | NAME | NUM |
```

```
+-----+-----+-----+
```

```
| 1 | a | 100 |
```

```
| 3 | a | 50 |
```

```
+-----+-----+-----+
```

```
2 rows in set
```

## 3.8 提交事务

使用 `COMMIT` 语句提交事务。

在您提交事务之前，您的修改只对当前会话可见，对其他数据库会话是不可见的；您的修改没有持久化，可以用 `ROLLBACK` 语句撤销修改。

在您提交事务之后，您的修改对所有数据库会话可见。您的修改结果持久化成功，不可以用 `ROLLBACK` 语句回滚修改。

示例：通过 `CREATE TABLE` 创建表 `t_insert`。使用 `COMMIT` 语句提交事务。

```
obclient> CREATE TABLE t_insert(
```

```
id number NOT NULL PRIMARY KEY,
```

```
name varchar(10) NOT NULL,
```

```
value number,
```

```
gmt_create DATETIME NOT NULL DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP
```

```
);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> INSERT INTO t_insert(id, name, value, gmt_create) VALUES(1,'CN',10001,
```

```
current_timestamp),(2,'US',10002, current_timestamp),(3,'EN',10003,
```

```
current_timestamp);
```

```
Query OK, 3 rows affected
```

Records: 3 Duplicates: 0 Warnings: 0

obclient> SELECT \* FROM t\_insert;

```
+-----+-----+-----+-----+
| id | name | value | gmt_create |
+-----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 2022-08-22 16:19:26 |
| 2 | US | 10002 | 2022-08-22 16:19:26 |
| 3 | EN | 10003 | 2022-08-22 16:19:26 |
+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set
```

obclient> INSERT INTO t\_insert(id,name) VALUES(4,'JP');

Query OK, 1 row affected

obclient> COMMIT;

Query OK, 0 rows affected

obclient> SELECT \* FROM t\_insert;

```
+-----+-----+-----+-----+
| id | name | value | gmt_create |
+-----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 2022-08-22 16:19:26 |
| 2 | US | 10002 | 2022-08-22 16:19:26 |
| 3 | EN | 10003 | 2022-08-22 16:19:26 |
| 4 | JP | NULL | 2022-08-22 16:21:39 |
+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set
```

## 3.9 回滚事务

使用 `ROLLBACK` 语句回滚事务。

回滚一个事务指将事务的修改全部撤销。可以回滚当前整个未提交的事务，也可以回滚到事务中任意一个保存点。如果要回滚到某个保存点，必须结合使用 `ROLLBACK` 和 `TO SAVEPOINT` 语句。其中：

- 如果回滚整个事务，则：
  - 事务会结束
  - 所有的修改会被丢弃
  - 清除所有保存点
  - 释放事务持有的所有锁
- 如果回滚到某个保存点，则：
  - 事务不会结束
  - 保存点之前的修改被保留，保存点之后的修改被丢弃
  - 清除保存点之后的保存点（不包括保存点自身）
  - 释放保存点之后事务持有的所有锁

示例：回滚事务的全部修改。

```
obclient> SELECT * FROM t_insert;

+----+-----+-----+-----+
| id | name | value | gmt_create |
+----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 2022-08-22 16:19:26 |
| 2 | US | 10002 | 2022-08-22 16:19:26 |
| 3 | EN | 10003 | 2022-08-22 16:19:26 |
+----+-----+-----+-----+

3 rows in set

obclient> BEGIN;

Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> INSERT INTO t_insert(id, name, value) VALUES(4,'JP',10004);
```

```
ERROR 1062 (23000): Duplicate entry '4' for key 'PRIMARY'
```

```
obclient> INSERT INTO t_insert(id, name, value) VALUES(5,'FR',10005),(6,'RU',10006);
```

```
Query OK, 2 rows affected
```

```
Records: 2 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

```
obclient> SELECT * FROM t_insert;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| id | name | value |gmt_create |
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 2022-08-22 16:19:26 |
```

```
| 2 | US | 10002 | 2022-08-22 16:19:26 |
```

```
| 3 | EN | 10003 | 2022-08-22 16:19:26 |
```

```
| 4 | JP | 10004 | 2022-08-22 16:25:45 |
```

```
| 5 | FR | 10005 | 2022-08-22 16:26:23 |
```

```
| 6 | RU | 10006 | 2022-08-22 16:26:23 |
```

```
+-----+-----+-----+-----+
6 rows in set
```

```
obclient> ROLLBACK;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SELECT * FROM t_insert;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| id | name | value |gmt_create |
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 2022-09-28 15:45:26 |
```

```
| 2 | US | 10002 | 2022-09-28 15:45:26 |
```



```
| 3 | EN | 10003 | 2022-09-28 15:45:26 |
```

```
| 4 | JP | NULL | 2022-09-28 15:45:48 |
```

```
+-----+-----+-----+-----+
```

```
4 rows in set
```

## 4 SQL 基础操作（Oracle 模式）

本节主要介绍 OceanBase 数据库 Oracle 模式下的一些 SQL 基本操作。

### 4.1 表操作

本节主要提供数据库中表的创建、查看、修改和删除的语法和示例。

#### 4.1.1 创建表

使用 `CREATE TABLE` 语句在数据库中创建新表。

示例：创建表 `test`。

```
obclient> CREATE TABLE test (c1 INT PRIMARY KEY, c2 VARCHAR(3));
Query OK, 0 rows affected
```

#### 4.1.2 修改表

使用 `ALTER TABLE` 语句来修改已存在的表的结构，包括修改表及表属性、新增列、修改列及属性、删除列等。

示例 1：修改表 `test` 的字段 `c2` 的字段类型。

```
obclient> DESCRIBE test;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| FIELD | TYPE | NULL | KEY | DEFAULT | EXTRA |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| C1 | NUMBER(38) | NO | PRI | NULL | NULL |
| C2 | VARCHAR2(3) | YES | NULL | NULL | NULL |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set

obclient> ALTER TABLE test MODIFY c2 CHAR(10);
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> DESCRIBE test;
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+
| FIELD | TYPE | NULL | KEY | DEFAULT | EXTRA |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| C1 | NUMBER(38) | NO | PRI | NULL | NULL |
| C2 | CHAR(10) | YES | NULL | NULL | NULL |
+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set
```

示例 2：在表 `test` 中增加、删除列。

```
obclient> ALTER TABLE test ADD c3 int;
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> DESCRIBE test;
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+
| FIELD | TYPE | NULL | KEY | DEFAULT | EXTRA |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| C1 | NUMBER(38) | NO | PRI | NULL | NULL |
| C2 | CHAR(10) | YES | NULL | NULL | NULL |
| C3 | NUMBER(38) | YES | NULL | NULL | NULL |
+-----+-----+-----+-----+-----+
3 rows in set
```

```
obclient> ALTER TABLE test DROP COLUMN c3;
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> DESCRIBE test;
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+
| FIELD | TYPE | NULL | KEY | DEFAULT | EXTRA |
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+
| C1 | NUMBER(38) | NO | PRI | NULL | NULL |
| C2 | CHAR(10) | YES | NULL | NULL | NULL |
+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set
```

### 4.1.3 删除表

使用 `DROP TABLE` 语句删除表。

示例：删除表 `test`。

```
obclient> DROP TABLE test;
Query OK, 0 rows affected
```

## 4.2 索引操作

索引是创建在表上并对数据库表中一列或多列的值进行排序的一种结构。其作用主要在于提高查询的速度，降低数据库系统的性能开销。

### 4.2.4 创建索引

使用 `CREATE INDEX` 语句创建表的索引。

示例：创建表 `test` 的索引。

```
obclient> DESCRIBE test;
+-----+-----+-----+-----+-----+
| FIELD | TYPE | NULL | KEY | DEFAULT | EXTRA |
+-----+-----+-----+-----+-----+
| C1 | NUMBER(38) | NO | PRI | NULL | NULL |
| C2 | CHAR(10) | YES | NULL | NULL | NULL |
+-----+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set
```

```
obclient> CREATE INDEX test_index ON test (c1, c2);  
Query OK, 0 rows affected
```

## 4.2.5 查看索引

通过视图 `ALL_INDEXES` 查看表的所有索引。示例如下：

```
obclient> SELECT * FROM ALL_INDEXES WHERE table_name='TEST'\G  
***** 1. row *****  
  
OWNER: SYS  
INDEX_NAME: TEST_OBPK_1664353339491130  
INDEX_TYPE: NORMAL  
TABLE_OWNER: SYS  
TABLE_NAME: TEST  
TABLE_TYPE: TABLE  
UNIQUENESS: UNIQUE  
COMPRESSION: ENABLED  
PREFIX_LENGTH: NULL  
TABLESPACE_NAME: NULL  
INI_TRANS: NULL  
MAX_TRANS: NULL  
INITIAL_EXTENT: NULL  
NEXT_EXTENT: NULL  
MIN_EXTENTS: NULL  
MAX_EXTENTS: NULL  
PCT_INCREASE: NULL  
PCT_THRESHOLD: NULL  
INCLUDE_COLUMN: NULL  
FREELISTS: NULL  
FREELIST_GROUPS: NULL  
PCT_FREE: NULL
```

LOGGING: NULL  
BLEVEL: NULL  
LEAF\_BLOCKS: NULL  
DISTINCT\_KEYS: NULL  
AVG\_LEAF\_BLOCKS\_PER\_KEY: NULL  
AVG\_DATA\_BLOCKS\_PER\_KEY: NULL  
CLUSTERING\_FACTOR: NULL  
STATUS: VALID  
NUM\_ROWS: NULL  
SAMPLE\_SIZE: NULL  
LAST\_ANALYZED: NULL  
DEGREE: 1  
INSTANCES: NULL  
PARTITIONED: NO  
TEMPORARY: NULL  
GENERATED: NULL  
SECONDARY: NULL  
BUFFER\_POOL: NULL  
FLASH\_CACHE: NULL  
CELL\_FLASH\_CACHE: NULL  
USER\_STATS: NULL  
DURATION: NULL  
PCT\_DIRECT\_ACCESS: NULL  
ITYP\_OWNER: NULL  
ITYP\_NAME: NULL  
PARAMETERS: NULL  
GLOBAL\_STATS: NULL  
DOMIDX\_STATUS: NULL  
DOMIDX\_OPSTATUS: NULL

```
FUNCIDX_STATUS: NULL
JOIN_INDEX: NO
IOT_REDUNDANT_PKEY_ELIM: NULL
DROPPED: NO
VISIBILITY: VISIBLE
DOMIDX_MANAGEMENT: NULL
SEGMENT_CREATED: NULL
ORPHANED_ENTRIES: NULL
INDEXING: NULL
AUTO: NULL
***** 2. row *****
OWNER: SYS
INDEX_NAME: TEST_INDEX
INDEX_TYPE: NORMAL
TABLE_OWNER: SYS
TABLE_NAME: TEST
TABLE_TYPE: TABLE
UNIQUENESS: NONUNIQUE
COMPRESSION: ENABLED
PREFIX_LENGTH: NULL
TABLESPACE_NAME: NULL
INI_TRANS: NULL
MAX_TRANS: NULL
INITIAL_EXTENT: NULL
NEXT_EXTENT: NULL
MIN_EXTENTS: NULL
MAX_EXTENTS: NULL
PCT_INCREASE: NULL
PCT_THRESHOLD: NULL
```

```
INCLUDE_COLUMN: NULL
FREELISTS: NULL
FREELIST_GROUPS: NULL
PCT_FREE: NULL
LOGGING: NULL
BLEVEL: NULL
LEAF_BLOCKS: NULL
DISTINCT_KEYS: NULL
AVG_LEAF_BLOCKS_PER_KEY: NULL
AVG_DATA_BLOCKS_PER_KEY: NULL
CLUSTERING_FACTOR: NULL
STATUS: VALID
NUM_ROWS: NULL
SAMPLE_SIZE: NULL
LAST_ANALYZED: NULL
DEGREE: 1
INSTANCES: NULL
PARTITIONED: NO
TEMPORARY: NULL
GENERATED: NULL
SECONDARY: NULL
BUFFER_POOL: NULL
FLASH_CACHE: NULL
CELL_FLASH_CACHE: NULL
USER_STATS: NULL
DURATION: NULL
PCT_DIRECT_ACCESS: NULL
ITYP_OWNER: NULL
ITYP_NAME: NULL
```



```
PARAMETERS: NULL
GLOBAL_STATS: NULL
DOMIDX_STATUS: NULL
DOMIDX_OPSTATUS: NULL
FUNCIDX_STATUS: NULL
JOIN_INDEX: NO
IOT_REDUNDANT_PKEY_ELIM: NULL
DROPPED: NO
VISIBILITY: VISIBLE
DOMIDX_MANAGEMENT: NULL
SEGMENT_CREATED: NULL
ORPHANED_ENTRIES: NULL
INDEXING: NULL
AUTO: NULL
2 rows in set
```

通过 `USER_IND_COLUMNS` 查看表索引的详细信息。示例如下：

```
obclient> SELECT * FROM USER_IND_COLUMNS WHERE table_name='TEST'\G
***** 1. row *****
INDEX_NAME: TEST_OBPK_1664353339491130
TABLE_NAME: TEST
COLUMN_NAME: C1
COLUMN_POSITION: 1
COLUMN_LENGTH: 22
CHAR_LENGTH: 0
DESCEND: ASC
COLLATED_COLUMN_ID: NULL
***** 2. row *****
INDEX_NAME: TEST_INDEX
```

```
TABLE_NAME: TEST
COLUMN_NAME: C1
COLUMN_POSITION: 1
COLUMN_LENGTH: 22
CHAR_LENGTH: 0
DESCEND: ASC
COLLATED_COLUMN_ID: NULL
***** 3. row *****
INDEX_NAME: TEST_INDEX
TABLE_NAME: TEST
COLUMN_NAME: C2
COLUMN_POSITION: 2
COLUMN_LENGTH: 10
CHAR_LENGTH: 10
DESCEND: ASC
COLLATED_COLUMN_ID: NULL
3 rows in set
```

## 4.2.6 删除索引

使用 `DROP INDEX` 语句删除表的索引。

示例：删除索引 `test_index`。

```
obclient> DROP INDEX test_index;
Query OK, 0 rows affected
```

## 4.3 插入数据

使用 `INSERT` 语句添加一个或多个记录到表中。

示例 1：通过 `CREATE TABLE` 创建表 `t1`，并向表 `t1` 中插入一行数据。

```
obclient> CREATE TABLE t1(c1 INT PRIMARY KEY, c2 INT);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> SELECT * FROM t1;
```

Empty set

```
obclient> INSERT INTO t1 VALUES(1,1);
```

Query OK, 1 row affected

```
obclient> SELECT * FROM t1;
```

```
+-----+-----+
```

```
| c1 | c2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 1 | 1 |
```

```
+-----+-----+
```

1 row in set

示例 2：直接向子查询中插入数据。

```
obclient> INSERT INTO (SELECT * FROM t1) VALUES(2,2);
```

Query OK, 1 row affected

```
obclient> SELECT * FROM t1;
```

```
+-----+-----+
```

```
| C1 | C2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 1 | 1 |
```

```
| 2 | 2 |
```

```
+-----+-----+
```

2 rows in set

示例 3：包含 RETURNING 子句的数据插入。

```
obclient> INSERT INTO t1 VALUES(3,3) RETURNING c1;
```

```
+-----+
```

```
| C1 |
```

```
+-----+
```

```
| 3 |
```

```
+-----+
```

```
1 row in set
```

```
obclient> SELECT * FROM t1;
```

```
+-----+-----+
```

```
| C1 | C2 |
```

```
+-----+-----+
```

```
| 1 | 1 |
```

```
| 2 | 2 |
```

```
| 3 | 3 |
```

```
+-----+-----+
```

```
3 rows in set
```

## 4.4 删除数据

使用 DELETE 语句删除数据。

示例：删除表 t1 中 c1=2 的行。

```
obclient> DELETE FROM t1 WHERE c1 = 2;
```

```
Query OK, 1 row affected
```

```
obclient> SELECT * FROM t1;
```

```
+-----+-----+
```

```
| C1 | C2 |
```

```
+-----+
| 1 | 1 |
| 3 | 3 |
+-----+
2 rows in set
```

## 4.5 更新数据

使用 `UPDATE` 语句修改表中的字段值。

示例 1：将表 `t1` 中 `t1.c1=1` 对应的那一行数据的 `c2` 列值修改为 `100`。

```
obclient> UPDATE t1 SET t1.c2 = 100 WHERE t1.c1 = 1;
Query OK, 1 row affected
Rows matched: 1 Changed: 1 Warnings: 0
```

```
obclient> SELECT * FROM t1;
+-----+
| C1 | C2 |
+-----+
| 1 | 100 |
| 3 | 3 |
+-----+
2 rows in set
```

示例 2：直接操作子查询，将子查询中 `v.c1=3` 对应的那一行数据的 `c2` 列值修改为 `300`。

```
obclient> UPDATE (SELECT * FROM t1) v SET v.c2 = 300 WHERE v.c1 = 3;
Query OK, 1 row affected
Rows matched: 1 Changed: 1 Warnings: 0
```

```
obclient> SELECT * FROM t1;
+-----+
| C1 | C2 |
+-----+
```

```
| C1 | C2 |  
+----+-----+  
| 1 | 100 |  
| 3 | 300 |  
+----+-----+  
2 rows in set
```

## 4.6 查询数据

使用 `SELECT` 语句查询表中的内容。

示例 1：通过 `CREATE TABLE` 创建表 `t2`。从表 `t2` 中读取 `name` 的数据。

```
obclient> CREATE TABLE t2 (id INT, name VARCHAR(50), num INT);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> INSERT INTO t2 VALUES(1,'a',100),(2,'b',200),(3,'a',50);
```

```
Query OK, 3 rows affected
```

```
Records: 3 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

```
obclient> SELECT * FROM t2;
```

```
+-----+-----+-----+  
| ID | NAME | NUM |  
+-----+-----+-----+  
| 1 | a | 100 |  
| 2 | b | 200 |  
| 3 | a | 50 |  
+-----+-----+-----+  
3 rows in set
```

```
obclient> SELECT name FROM t2;
```

```
+-----+
| NAME |
+-----+
| a |
| b |
| a |
+-----+
3 rows in set
```

示例 2：在查询结果中对 `name` 进行去重处理。

```
obclient> SELECT DISTINCT name FROM t2;
+-----+
| NAME |
+-----+
| a |
| b |
+-----+
2 rows in set
```

示例 3：从表 `t2` 中根据筛选条件 `name = 'a'`，输出对应的 `id`、`name` 和 `num`。

```
obclient> SELECT id, name, num FROM t2 WHERE name = 'a';
+-----+-----+-----+
| ID | NAME | NUM |
+-----+-----+-----+
| 1 | a | 100 |
| 3 | a | 50 |
+-----+-----+-----+
2 rows in set
```

## 4.7 提交事务

使用 `COMMIT` 语句提交事务。

在您提交事务之前，您的修改只对当前会话可见，对其他数据库会话是不可见的；您的修改没有持久化，可以用 `ROLLBACK` 语句撤销修改。

在您提交事务之后，您的修改对所有数据库会话可见。您的修改结果持久化成功，不可以用 `ROLLBACK` 语句回滚修改。

示例：通过 `CREATE TABLE` 创建表 `t_insert`。使用 `COMMIT` 语句提交事务。

```
obclient> CREATE TABLE t_insert(
id number NOT NULL PRIMARY KEY,
name varchar(10) NOT NULL,
value number NOT NULL,
gmt_create date NOT NULL DEFAULT sysdate
);
Query OK, 0 rows affected

obclient> INSERT INTO t_insert(id, name, value, gmt_create) VALUES(1,'CN',10001,
sysdate),(2,'US',10002, sysdate),(3,'EN',10003, sysdate);
Query OK, 3 rows affected
Records: 3 Duplicates: 0 Warnings: 0

obclient> SELECT * FROM t_insert;
+----+-----+-----+-----+
| ID | NAME | VALUE | GMT_CREATE |
+----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 22-AUG-22 |
| 2 | US | 10002 | 22-AUG-22 |
| 3 | EN | 10003 | 22-AUG-22 |
+----+-----+-----+-----+
3 rows in set
```



```
obclient> INSERT INTO t_insert(id, name, value) VALUES(4,'JP',10004);
```

```
Query OK, 1 row affected
```

```
obclient> COMMIT;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SELECT * FROM t_insert;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| ID | NAME | VALUE | GMT_CREATE |
+-----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 22-AUG-22 |
| 2 | US | 10002 | 22-AUG-22 |
| 3 | EN | 10003 | 22-AUG-22 |
| 4 | JP | 10004 | 22-AUG-22 |
+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set
```

## 4.8 回滚事务

使用 `ROLLBACK` 语句可以回滚事务。

回滚一个事务指将事务的修改全部撤销。可以回滚当前整个未提交的事务，也可以回滚到事务中任意一个保存点。如果要回滚到某个保存点，必须结合使用 `ROLLBACK` 和 `TO SAVEPOINT` 语句。

其中：

- 如果回滚整个事务，则：
  - 事务会结束
  - 所有的修改会被丢弃
  - 清除所有保存点
  - 释放事务持有的所有锁
- 如果回滚到某个保存点，则：

- 事务不会结束
- 保存点之前的修改被保留，保存点之后的修改被丢弃
- 清除保存点之后的保存点（不包括保存点自身）
- 释放保存点之后事务持有的所有锁

示例：回滚事务的全部修改。

```
obclient> SELECT * FROM t_insert;
```

```
+----+-----+-----+-----+
| ID | NAME | VALUE | GMT_CREATE |
+----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 29-SEP-22 |
| 2 | US | 10002 | 29-SEP-22 |
| 3 | EN | 10003 | 29-SEP-22 |
| 4 | JP | 10004 | 29-SEP-22 |
+----+-----+-----+-----+
```

4 rows in set

```
obclient> INSERT INTO t_insert(id, name, value) VALUES(5,'FR',10005),(6,'RU',10006);
```

Query OK, 3 rows affected

Records: 3 Duplicates: 0 Warnings: 0

```
obclient> SELECT * FROM t_insert;
```

```
+----+-----+-----+-----+
| ID | NAME | VALUE | GMT_CREATE |
+----+-----+-----+-----+
| 1 | CN | 10001 | 22-AUG-22 |
| 2 | US | 10002 | 22-AUG-22 |
| 3 | EN | 10003 | 22-AUG-22 |
| 4 | JP | 10004 | 22-AUG-22 |
| 5 | FR | 10005 | 22-AUG-22 |
```

```
| 6 | RU | 10006 | 22-AUG-22 |
```

```
+-----+-----+-----+-----+
```

6 rows in set

```
obclient> ROLLBACK;
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> SELECT * FROM t_insert;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
```

```
| ID | NAME | VALUE | GMT_CREATE |
```

```
+-----+-----+-----+-----+
```

```
| 1 | CN | 10001 | 29-SEP-22 |
```

```
| 2 | US | 10002 | 29-SEP-22 |
```

```
| 3 | EN | 10003 | 29-SEP-22 |
```

```
| 4 | JP | 10004 | 29-SEP-22 |
```

```
+-----+-----+-----+-----+
```

3 rows in set

## 5 Python 应用程序连接 OceanBase 数据库

本文介绍如何通过 Python 驱动连接 OceanBase 数据库。

### 5.1 Python3.x 系列（使用 PyMySQL）

PyMySQL 是在 Python3.x 版本中用于连接 MySQL 服务器的一个库。

PyMySQL 遵循 Python 数据库 API v2.0 规范，并包含了 pure-Python MySQL 客户端库。

有关 PyMySQL 的详细信息，您可参考 [官方文档](#) 和 [相关 API 参考文档](#)。

#### 5.1.1 PyMySQL 安装

在使用 PyMySQL 之前需要确保 PyMySQL 已安装。您可前往 [下载](#) 界面进行下载安装。

PyMySQL 有以下两种安装方式：

1. 使用命令行安装

```
python3 -m pip install PyMySQL
```

2. 源码编译

```
git clone https://github.com/PyMySQL/PyMySQL
cd PyMySQL/
python3 setup.py install
```

#### 5.1.2 PyMySQL 使用

您可通过以下命令设置 connect 对象。

```
conn = pymysql.connect(
host="localhost",
port=2881,user="root",
passwd="",
db="testdb"
)
```

示例：

```
#!/usr/bin/python3

import pymysql

conn = pymysql.connect(host="localhost", port=2881,
user="root", passwd="", db="testdb")

try:
with conn.cursor() as cur:
cur.execute('SELECT * FROM cities')
ans = cur.fetchall()
print(ans)

finally:
conn.close()
```

## 5.2 Python2.x 系列（使用 MySQL-python）

MySQL-python 是 Python2.X 版本中用于连接 MySQL 服务器的一个库。

安装 MySQL-python 是为了使用 MySQLdb 连接和操作 OceanBase 数据库。MySQLdb 是 Python 连接 MySQL 数据库的接口，它实现了 Python 数据库 API 规范 V2.0，基于 MySQL C API 建立。

有关 MySQL-python 的详细信息，您可参考 [官方文档](#) 和 [Github 文档](#)。

### 5.2.3 MySQL-python 安装

首先您需确保计算机上有 Python2.X 的环境，之后使用 pip 安装 MySQL-python。

```
pip install MySQL-python
```

### 5.2.4 MySQL-python 使用

您可通过以下命令设置 connect 对象。

```
conn= MySQLdb.connect(  
host='127.0.0.1',  
port = 2881,  
user='root',  
passwd="",  
db ='testdb'  
)
```

示例：

```
#!/usr/bin/python2  
  
import MySQLdb  
  
conn= MySQLdb.connect(  
host='127.0.0.1',  
port = 2881,  
user='root',  
passwd="",  
db ='testdb'  
)  
  
try:  
cur = conn.cursor()  
cur.execute('SELECT * from cities')  
ans = cur.fetchall()  
print(ans)  
  
finally:  
conn.close()
```

## 6 Java 应用程序连接 OceanBase 数据库

OceanBase 数据库支持通过 MySQL 官方 JDBC 驱动连接。

### 6.1 前提条件

- 确保计算机上的 Java 环境为 Java JDK 8 及以上版本。
- 安装 MySQL Connector/J，并配置运行环境。

推荐使用 MySQL Connector/J 5.1.47 版本。详细的下载及安装方法，请参考 [Connector/J Downloads](#)、[Connector/J Installation](#)。

### 6.2 连接 OceanBase 数据库

下文以 Linux 中通过 Java 驱动 Connector/J 5.1.47 连接数据库为例。

在正确安装 MySQL Connector/J 5.1.47 驱动并配置环境之后，可以通过以下 Test.java 文件的示例代码进行数据库连接。

#### 注意

如果是 MySQL Connector/J 8.x 版本，`Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver")` 中的 `com.mysql.jdbc.Driver` 需要替换成 `com.mysql.cj.jdbc.Driver`。

```
import java.sql.Connection;
import java.sql.DriverManager;
import java.sql.ResultSet;
import java.sql.SQLException;
import java.sql.Statement;

public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        try {

            Class.forName("com.mysql.jdbc.Driver").newInstance();
```

```
try{

Connection connection = DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://172.30.xx.xx:
2883/test?user=r***&password=");
System.out.println(connection.getAutoCommit());
Statement sm = connection.createStatement();
//执行删除表、新建表、插入数据等操作。
String q1="drop table if exists t_meta_form";
sm.executeUpdate(q1);
String q2="CREATE TABLE t_meta_form ( name varchar(36) NOT NULL DEFAULT ' ', id
int NOT NULL ) DEFAULT CHARSET = utf8mb4";
String q3="insert into t_meta_form (name,id) values ('an','1')";
sm.executeUpdate(q2);
sm.executeUpdate(q3);

}catch(SQLException se){
System.out.println("error!");
se.printStackTrace() ;
}
}catch (Exception ex) {
ex.printStackTrace();
}
}
```

参数说明：

```
connection = DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://{hostname}:{port}/
{dbname}?user={username}&password={password}")
```

- **hostname**: OceanBase 数据库连接 IP，通常是一个 OBProxy 地址。



- **port**: OceanBase 数据库连接端口，也是 OBProxy 的监听端口，默认是 2883，可以自定义。
- **dbname**: 需要访问的数据库名称。
- **username**: 租户的连接账户，MySQL 模式的租户管理员用户名默认是 `root`。
- **password**: 账户密码。

示例: `jdbc:mysql://172.30.xx.xx:2883/test?user=r***&password=*****`

代码编辑完成后，可以通过如下命令进行编译和执行，返回 true 说明数据库连接成功。

```
//手动添加驱动到环境配置，根据 mysql-connector-java-5.1.47.jar 实际安装路径填写
export CLASSPATH=/usr/share/java/mysql-connector-java-5.1.47.jar:$CLASSPATH
//编译
javac Test.java
//运行
java Test
```

## 7 C 应用程序连接 OceanBase 数据库

本文提供 C 应用程序连接 OceanBase 数据库的连接代码示例。

### 7.1 前提条件

在安装使用 OceanBase Connector/C 前请确保设置了基本的数据库开发环境，要求如下：

- GCC 版本为 3.4.6 及以上，推荐使用 4.8.5 版本。
- CMake 版本为 2.8.12 及以上。

### 7.2 安装 C 驱动

#### 7.2.1 Linux 安装

获取 OceanBase Connector/C 安装包（即 libobclient）和 obclient 安装包。

下载安装包，请参考 [镜像站](#)，根据自身的系统版本在镜像库中找到需要的安装包。

1. 安装 libobclient。

```
sudo rpm -ivh libobclient-xx.x86_64.rpm
```

2. 安装 obclient。

```
sudo rpm -ivh obclient-xx.x86_64.rpm
```

```
> **说明**
```

```
>
```

```
> 由于 obclient 依赖于 libobclient，所以需要先安装 libobclient。
```

### 从源代码编译

OceanBase 数据库的 Github 仓库提供的最新开发版本的源代码（包含子库 libobclient），参见 [obclient](#)。

1. 安装依赖工具。

```
sudo yum install -y git cmake gcc make openssl-devel ncurses-devel rpm-build  
gcc-c++ bison bison-devel zlib-devel gnutls-devel libxml2-devel openssl-devel \\\nlibevent-devel libaio-devel
```

## 2. 代码编译及打包

- a. 下载 [obclient 源代码](#)（包含子库）。

```
git clone --recurse-submodules https://github.com/oceanbase/obclient #下  
载 obclient 源代码（包含子库）  
cd obclient
```

- b. 执行 libobclient 编译。

```
cd obclient/libmariadb  
sh build.sh
```

- c. 打包 libobclient 的 RPM 安装包。

```
cd rpm  
sh libobclient-build.sh
```

- d. 执行 obclient 编译。

```
cd ../.. #回到 obclient 目录  
sh build.sh
```

- e. 打包 obclient 的 RPM 安装包。

```
cd rpm  
sh obclient-build.sh
```

## 3. 安装 libobclient 和 obclient。

```
cd /obclient/libmariadb/rpm  
sudo rpm -ivh libobclient-xx.x86_64.rpm  
cd ../../rpm # obclient/rpm 目录  
sudo rpm -ivh obclient-xx.x86_64.rpm
```

## 说明

由于 obclient 依赖于 libobclient, 所以需要先安装 libobclient。

## 7.3 操作示例

应用程序通过 OceanBase Connector/C 与数据库服务器 OBCServer 交互的基本方式如下：

1. 调用 `mysql_library_init()` 初始化 MySQL 库。

```
mysql_library_init(0, NULL, NULL);
```

2. 调用 `mysql_init()` 初始化一个连接句柄。

```
MYSQL *mysql = mysql_init(NULL);
```

3. 调用 `mysql_real_connect()` 连接到 OBCServer。

```
mysql_real_connect (mysql, host_name, user_name, password,  
db_name, port_num, socket_name, CLIENT_MULTI_STATEMENTS)
```

4. 调用 `mysql_real_query()` 或 `mysql_query()` 向 OBCServer 发送 SQL 语句。

```
mysql_query(mysql,"sql_statement");
```

5. 调用 `mysql_store_result()` 或 `mysql_use_result()` 处理其结果。

```
result=mysql_store_result(mysql);
```

6. 调用 `mysql_free_result()` 释放内存。

```
mysql_free_result(result);
```

7. 调用 `mysql_close()` 关闭与 OBCServer 的连接。

```
mysql_close(mysql);
```

8. 调用 `mysql_library_end()` 结束 libobclient 的使用。

```
mysql_library_end();
```

## 7.3.2 示例代码

以 mysql\_test.c 文件为例，代码如下：

```
#include "mysql.h"
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

int main(int argc, char** argv)
{
    mysql_library_init(0, NULL, NULL);
    MYSQL *mysql = mysql_init(NULL);
    char* host_name = "172.xx.xx.xx"; //set your mysql host
    char* user_name = "r****"; //set your user_name
    char* password = "*****"; //set your password
    char* db_name = "test"; //set your databasename
    int port_num = 2883; //set your mysql port
    char* socket_name = NULL;
    MYSQL_RES* result;
    int status = 0;

    /* connect to server with the CLIENT_MULTI_STATEMENTS option */
    if (mysql_real_connect (mysql, host_name, user_name, password,
        db_name, port_num, socket_name, CLIENT_MULTI_STATEMENTS) == NULL)
    {
        printf("mysql_real_connect() failed\n");
        mysql_close(mysql);
        exit(1);
    }

    /* execute multiple statements */
    status = mysql_query(mysql,
```

```
"DROP TABLE IF EXISTS test_table;\nCREATE TABLE test_table(id INT);\nINSERT INTO test_table VALUES(10);\nUPDATE test_table SET id=20 WHERE id=10;\nSELECT * FROM test_table;\nDROP TABLE test_table");\nif (status)\n{\nprintf("Could not execute statement(s)");\nmysql_close(mysql);\nexit(0);\n}\n\n/* process each statement result */\ndo {\n/* did current statement return data? */\nresult = mysql_store_result(mysql);\nif (result)\n{\n/* yes; process rows and free the result set */\n//process_result_set(mysql, result);\nmysql_free_result(result);\n}\nelse /* no result set or error */\n{\nif (mysql_field_count(mysql) == 0)\n{\nprintf("%lld rows affected\\n",\nmysql_affected_rows(mysql));
```

```
}
else /* some error occurred */
{
printf("Could not retrieve result set\n");
break;
}
}
/* more results? -1 = no, >0 = error, 0 = yes (keep looping) */
if ((status = mysql_next_result(mysql)) > 0)
printf("Could not execute statement\n");
} while (status == 0);

mysql_close(mysql);
}
```

参数说明：

- **hostname**: OceanBase 数据库连接 IP，通常是一个 OBProxy 地址。
- **username**: 租户的连接账户，MySQL 模式的租户管理员用户名默认是 `root`。
- **password**: 用户密码。
- **dbname**: 需要访问的数据库名称。
- **port**: OceanBase 数据库连接端口，也是 OBProxy 的监听端口，默认是 2883，可以自定义。

代码编辑完成后，可以通过如下命令进行编译和执行：

```
//编译
g++ -I/u01/obclient/include/ -L/u01/obclient/lib -lobclnt mysql_test.c -o mysql_test
//指定运行路径
export LD_LIBRARY_PATH=/u01/obclient/lib
//运行
./mysql_test
```

## 说明

obclient 安装的默认路径为 `/u01/obclient`。

## 7.4 相关内容

关于 OceanBase Connector/C 的详细安装和使用信息，请参考文档 《[OceanBase Connector/C 开发者指南](#)》。



## 8 Python 应用程序连接 OceanBase 数据库

本文提供 Python 应用程序使用 OceanBase Connector/J 连接 OceanBase 数据库的代码示例。

### 8.1 前提条件

- 确保设置了基本的数据库开发环境。
- 确保计算机上的 Java 环境为 Java JDK 8 版本。
- 确保计算机上的 Python 环境为 3.6.8 版本。
- 获取 OceanBase Connector/J 驱动程序安装包。请在 OceanBase 官方网站的 [资源 -> 下载中心 -> 企业版 -> 驱动和中间件](#) 下的 [OceanBase JDBC 驱动程序](#) 中单击对应的版本，填写信息后自助下载 OceanBase Connector/J 驱动程序安装包。

### 8.2 操作步骤

1. 安装 JayDeBeApi，推荐使用 pip 安装方式，详细信息参见 [使用 pip 安装 JayDeBeApi](#)。

```
//python3 安装JayDeBeApi  
pip3 install JayDeBeApi
```

2. 将 OceanBase Connector/J 的 JAR 安装包放入当前目录。
3. 与 OceanBase 数据库建立连接。以下文的 test.py 为例。

```
#!/usr/bin/env python3.6  
# -*- coding: UTF-8 -*-  
encoding = "utf8"  
import jaydebeapi  
def ob_test():  
    url = 'jdbc:oceanbase://host:port'  
    user = 's**@oracle'  
    password = '*****'  
    driver = 'com.alipay.oceanbase.jdbc.Driver'  
    jarFile = './oceanbase-client-2.2.3.jar'  
    sqlStr = 'select * from test_python'
```

```
# conn=jaydebeapi.connect('oracle.jdbc.driver.OracleDriver','jdbc:oracle:thin:
@10.0.0.0:1521/orcl',['hwf_model','hwf_model'],'E:/pycharm/lib/ojdbc14.jar')
conn = jaydebeapi.connect(driver, url, [user, password], jarFile)
curs = conn.cursor()
curs.execute(sqlStr)
result = curs.fetchall()
print(result)
curs.close()
conn.close()
ob_test()
```

参数说明：

- **url**: jdbc:oceanbase://IP:port/?pool=false 。OceanBase 数据库连接 IP，通常是一个 OBProxy 地址，以及访问所用的端口号。
- **user**: 用户名@租户名。租户的连接用户，oracle 模式的管理员用户名默认是 sys。

#### 说明

对于专有云或独立部署的场景，username 的格式为：String username = "用户名@租户#集群"。

- **password**: 用户密码。
- **driver**: 类路径，无需更改。
- **jarFile**: JAR 安装包路径。
- **sqlStr**: 执行语句，可根据实际需要更改。

4. 脚本编写完成后，执行脚本，正常返回查询数据说明数据库连接成功。

```
python3 test.py
```

关于 OceanBase Connector/J 的详细使用信息，请参考文档 《[OceanBase Connector/J](#)》。

## 9 Java 应用程序连接 OceanBase 数据库

本文提供 Java 应用程序连接 OceanBase 数据库的代码示例。

### 9.1 前提条件

- 确保设置了基本的数据库开发环境。
- 确保计算机上的 Java 环境为 Java JDK 8 版本。
- 获取 OceanBase Connector/J 驱动程序安装包。请在 OceanBase 官方网站的 [资源 -> 下载中心 -> 企业版 -> 驱动和中间件](#) 下的 [OceanBase JDBC 驱动程序](#) 中单击对应的版本，填写信息后自助下载 OceanBase Connector/J 驱动程序安装包。

### 9.2 操作步骤

1. 将 OceanBase Connector/J 的 JAR 包放入本地 `/usr/share/java` 路径中，并设置临时环境变量。

```
mv ./oceanbase-client-{version}.jar /usr/share/java
export CLASSPATH=/usr/share/java/oceanbase-client-{version}.jar:$CLASSPATH
```

#### 说明

根据下载的实际文件版本进行相应操作。

2. 编写 Java 示例文件 `Test.java`。

```
import java.sql.Connection;
import java.sql.DriverManager;
import java.sql.SQLException;

public class Test {
    public static void main(String[] args) {
        try {
            String url = "jdbc:oceanbase://172.30.xx.xx:2881/?pool=false";
            String user = "s**@oracle";
            String password = "*****";
            Class.forName("com.oceanbase.jdbc.Driver");
```

```
Connection connection = DriverManager.getConnection(url, user, password);
System.out.println(connection.getAutoCommit());
}catch (SQLException ex) {
System.out.println("error!");
ex.printStackTrace();
}catch (ClassNotFoundException e) {
e.printStackTrace();
}
}
}
```

参数说明：

- **url**: jdbc:oceanbase://IP:端口/?pool=false 。OceanBase 数据库连接 IP，通常是一个 OBProxy 地址，以及访问所用的端口号。
- **user**: 用户名@租户名。租户的连接用户，oracle 模式的管理员用户名默认是 sys。

#### 说明

对于专有云或独立部署的场景，username 的格式为：String username = "用户名@租户#集群"。

- **password**: 用户密码。

3. 代码编辑完成后，可以通过如下命令进行编译和执行，返回 true 说明数据库连接成功。

```
//编译
javac Test.java
//运行
java Test
```

关于 OceanBase Connector/J 的详细使用信息，请参考官方文档《[OceanBase Connector/J](#)》。

## 10 C 应用程序连接 OceanBase 数据库

本文提供 C 应用程序连接 OceanBase 数据库的连接代码示例。

### 10.1 前提条件

- 确保设置了基本的数据库开发环境。
- 确保满足如下硬件环境：
  - 硬件平台：x86\_64。
  - 操作系统：CentOS/Redhat 系 Linux 发行版 7.2。
  - 编译器：GCC 4.8。
- 请联系技术支持人员获取 OBCI 和 libobclient 的 RPM 安装包。

### 10.2 安装 C 驱动

当您获取 RPM 包后，在命令行工具中以 root 用户权限执行如下命令进行 OBCI 驱动的安装：

```
rpm -ivh obci-<version>.x86_64.rpm  
rpm -ivh libobclient-<version>.x86_64.rpm
```

在默认情况下，软件包中包含的程序与文件将安装在如下路径中：

- 头文件被安装在 /u01/obclient/include 路径下。
- 库文件被安装在 /u01/obclient/lib 路径下。

### 10.3 操作示例

本文通过具体实例介绍在 OceanBase 数据库 Oracle 模式下，C 应用程序通过 OBCI 与数据库服务器 OBServer 交互的基本方式。

1. 初始化 OBCI 环境和线程。

```
/*初始化 OBCI 程序环境*/  
OCIInitialize(OCI_DEFAULT, NULL, NULL, NULL, NULL)  
  
/*初始化环境句柄*/  
OCIEnvInit(&envhp, OCI_DEFAULT, 0, 0)
```

2. 分配必要的句柄与数据结构。

```
/*分配句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&svchp, OCI_HTYPE_SVCCTX, 0, 0)

/*服务器环境句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&srvhp, OCI_HTYPE_SERVER, 0, 0)

/*服务器句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&authp, OCI_HTYPE_SESSION, 0, 0)

/*会话句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&errhp, OCI_HTYPE_ERROR, 0, 0)

/*错误句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&dschp, OCI_HTYPE_DESCRIBE, 0, 0)
```

### 3. 建立与数据库的连接以及创建用户会话。

```
/*设置用户名和密码*/
OCIAttrSet(authp, OCI_HTYPE_SESSION, (text *)strUserName,
(ub4)strlen(strUserName), OCI_ATTR_USERNAME, errhp)
OCIAttrSet(authp, OCI_HTYPE_SESSION, (text *)strPassword,
(ub4)strlen(strPassword), OCI_ATTR_PASSWORD, errhp)

/*设置服务器环境句柄属性*/
OCIAttrSet((dvoid *)svchp, (ub4)OCI_HTYPE_SVCCTX, (dvoid *)srvhp, (ub4)0,
OCI_ATTR_SERVER, errhp)
OCIAttrSet(svchp, OCI_HTYPE_SVCCTX, (dvoid *)authp, 0, OCI_ATTR_SESSION, errhp)

/*创建并开始一个用户会话*/
```

```
OCISessionBegin(svchp, errhp, authp, OCI_CRED_RDBMS, OCI_DEFAULT)
```

```
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&stmthp, OCI_HTYPE_STMT, 0, 0)
```

4. 通过 SQL 与 OceanBase 服务器交换数据，而后再做数据处理。一条 SQL 语句在 OBCI 应用程序中的执行步骤如下：

- a. 通过调用函数 `OCIStmtPrepare()` 或者 `OCIStmtPrepare2()` 准备 SQL 语句。

```
OCIStmtPrepare(stmthp, errhp, (text *)sql, strlen(sql), OCI_NTV_SYNTAX,  
OCI_DEFAULT)
```

- b. 通过调用一个或者多个函数，如 `OCIBindByPos()` 或 `OCIBindByName()` 等把输入变量的地址绑定在 DML 语句中的占位符中。

```
OCIBindByPos(stmthp, &bidhp[0], errhp, 1, &szpersonid,  
sizeof(szpersonid), SQLT_INT, NULL, NULL, NULL, 0, NULL, 0)
```

```
OCIBindByName(stmthp, &bidhp[0], errhp, (const OraText*)" :personid", 9,  
&szpersonid,  
sizeof(szpersonid), SQLT_INT, NULL, NULL, NULL, 0, NULL, 0)
```

- c. 调用 `OCIStmtExecute()` 函数执行 SQL 语句。

```
OCIStmtExecute(svchp, stmthp, errhp, (ub4)1, (ub4)0, (CONST OCISnapshot *)  
0,  
(OCISnapshot *)0, (ub4)OCI_DEFAULT)
```

- d. 调用 `OCIDefineByPos()` 函数为 SQL 语句中的数据输出项定义输出变量。

```
OCIDefineByPos(stmthp, &defhp[0], errhp, 1, &szpersonid,  
sizeof(szpersonid), SQLT_INT, &ind[0], 0, 0, OCI_DEFAULT)
```

- e. 调用 `OCIStmtFetch()` 函数来获取查询的结果集。

```
OCIStmtFetch(stmthp, errhp, 1, OCI_FETCH_NEXT, OCI_DEFAULT)
```

5. 结束用户会话与断开与数据库的连接。

```
/*结束会话*/
OCISessionEnd(svchp, errhp, authp, (ub4)0)

/*断开与数据库的连接*/
OCI_SERVER_DETACH(srvhp, errhp, OCI_DEFAULT)
```

6. 释放在程序中所分配的句柄。

```
OCIHandleFree((dvoid *)dschp, OCI_HTYPE_DESCRIBE)
OCIHandleFree((dvoid *)stmthp, OCI_HTYPE_STMT)
OCIHandleFree((dvoid *)errhp, OCI_HTYPE_ERROR)
OCIHandleFree((dvoid *)authp, OCI_HTYPE_SESSION)
OCIHandleFree((dvoid *)svchp, OCI_HTYPE_SVCCTX)
OCIHandleFree((dvoid *)srvhp, OCI_HTYPE_SERVER)
```

## 10.3.1 示例代码

示例文件 `test.c` 代码如下

```
/******
 * Copyright(C) 2014 - 2020 Alibaba Inc. All Rights Reserved.
 *
 * Filename: ob_oci_test.c
 * Description: ----
 * Create: 2020-07-07 10:14:59
 * Last Modified: 2020-07-07 10:14:59
 *****/

#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <stdlib.h>
#include <malloc.h>
#include "oci.h"
```



```
/*声明句柄*/
OCIEnv *envhp; /*环境句柄*/
OCISvcCtx *svchp; /*服务环境句柄*/
OCIServer *srvhp; /*服务器句柄*/
OCISession *authp; /*会话句柄*/
OCIStmt *stmthp; /*语句句柄*/
OCIDescribe *dschp; /*描述句柄*/
OCIError *errhp; /*错误句柄*/
OCIDefine *defhp[3]; /*定义句柄*/
OCIBind *bidhp[4]; /*绑定句柄*/
sb2 ind[3]; /*指示符变量*/
/*绑定select结果集的参数*/
text szpersonid[9]; /*存储personid列*/
text szsex[2]; /*存储sex列*/
text szname[51]; /*存储name列*/
text szemail[51]; /*存储mail列*/
text szphone[26]; /*存储phone列*/
char sql[256]; /*存储执行的sql语句*/

int main(int argc, char *argv[])
{
    char strServerName[50];
    char strUserName[50];
    char strPassword[50];
    /*设置服务器，用户名和密码*/
    strcpy(strServerName, "172.30.xx.xx:2881");
    strcpy(strUserName, "s**@oracle");
    strcpy(strPassword, "*****");
    /*初始化OCI应用环境*/
```

```
OCIInitialize(OCI_DEFAULT, NULL, NULL, NULL, NULL);
/*初始化环境句柄*/
OCIEnvInit(&envhp, OCI_DEFAULT, 0, 0);
/*分配句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&svchp, OCI_HTYPE_SVCCTX, 0, 0);
/*服务器环境句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&srvhp, OCI_HTYPE_SERVER, 0, 0);
/*服务器句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&authp, OCI_HTYPE_SESSION, 0, 0);
/*会话句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&errhp, OCI_HTYPE_ERROR, 0, 0);
/*错误句柄*/
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&dschp, OCI_HTYPE_DESCRIBE, 0, 0);
/*描述符句柄*/
/*连接服务器*/
OCIServerAttach(srvhp, errhp, (text *)strServerName,
(sb4)strlen(strServerName), OCI_DEFAULT);
/*设置用户名和密码*/
OCIAttrSet(authp, OCI_HTYPE_SESSION, (text *)strUserName,
(ub4)strlen(strUserName), OCI_ATTR_USERNAME, errhp);
OCIAttrSet(authp, OCI_HTYPE_SESSION, (text *)strPassword,
(ub4)strlen(strPassword), OCI_ATTR_PASSWORD, errhp);
/*设置服务器环境句柄属性*/
OCIAttrSet((dvoid *)svchp, (ub4)OCI_HTYPE_SVCCTX,
(dvoid *)srvhp, (ub4)0, OCI_ATTR_SERVER, errhp);
OCIAttrSet(svchp, OCI_HTYPE_SVCCTX, (dvoid *)authp,
0, OCI_ATTR_SESSION, errhp);
/*创建并开始一个用户会话*/
OCISessionBegin(svchp, errhp, authp, OCI_CRED_RDBMS, OCI_DEFAULT);
```

```
OCIHandleAlloc(envhp, (dvoid **)&stmthp, OCI_HTYPE_STMT, 0, 0);
/*语句句柄*/
/*****/
/*查询person表*/
/*****/
strcpy(sql, "select personid ,name,phone from person;");
/*准备SQL语句*/
OCIStmtPrepare(stmthp, errhp, (text *)sql, strlen(sql), OCI_NTV_SYNTAX,
OCI_DEFAULT);
/*绑定输出列*/
OCIDefineByPos(stmthp, &defhp[0], errhp, 1, (ub1 *)szpersonid,
sizeof(szpersonid), SQLT_STR, &ind[0], 0, 0, OCI_DEFAULT);
OCIDefineByPos(stmthp, &defhp[1], errhp, 2, (ub1 *)szname,
sizeof(szname), SQLT_STR, &ind[1], 0, 0, OCI_DEFAULT);
OCIDefineByPos(stmthp, &defhp[2], errhp, 3, (ub1 *)szphone,
sizeof(szphone), SQLT_STR, &ind[2], 0, 0, OCI_DEFAULT);
/*执行SQL语句*/
OCIStmtExecute(svchp, stmthp, errhp, (ub4)0, 0, NULL, NULL,
OCI_DEFAULT);
printf("%-10s%-10s%-10s\n", "PERSONID", "NAME", "PHONE");
while ((OCIStmtFetch(stmthp,
errhp, 1, OCI_FETCH_NEXT, OCI_DEFAULT)) != OCI_NO_DATA)
{
printf("%-10s", szpersonid);
printf("%-10s", szname);
printf("%-10s\n", szphone);
}

/*提交到数据库*/
```

```
OCITransCommit(svchp, errhp, OCI_DEFAULT);
//结束会话
OCISessionEnd(svchp, errhp, authp, (ub4)0);
//断开与数据库的连接
OCIServerDetach(srvhp, errhp, OCI_DEFAULT);
//释放OCI句柄
OCIHandleFree((dvoid *)dschp, OCI_HTYPE_DESCRIBE);
OCIHandleFree((dvoid *)stmthp, OCI_HTYPE_STMT);
OCIHandleFree((dvoid *)errhp, OCI_HTYPE_ERROR);
OCIHandleFree((dvoid *)authp, OCI_HTYPE_SESSION);
OCIHandleFree((dvoid *)svchp, OCI_HTYPE_SVCCTX);
OCIHandleFree((dvoid *)srvhp, OCI_HTYPE_SERVER);
return 0;
}
```

代码中以下数据库连接信息需要根据实际情况填写：

- **strServerName**: ip:port 。OceanBase 数据库连接 IP，通常是一个 OBProxy 地址，以及访问所用的端口号。
- **strUserName**: 用户名@租户名 。租户的连接用户，oracle 模式的管理人员用户名默认是 sys 。

#### 说明

对于专有云或独立部署的场景，username 的格式为：String username = "用户名@租户#集群"。

- **strPassword**: 用户密码。

代码编辑完成后，可以通过如下命令进行编译和执行，正确返回查询结果说明数据库连接成功：

```
//编译
gcc test.c -I/u01/obclient/include /u01/obclient/lib/libobci.a -L/usr/local/lib64 -
lstdc++ -lpthread -ldl -lm -g -o test
```

```
//运行  
./test
```

关于 OBCI 的详细安装和使用信息，请参考官网文档《[OceanBase C 语言调用接口](#)》。

# 11 在 OceanBase 数据库上进行 TPC-C 测试

TPC-C 是 TPC 组织 (Transaction Processing Performance Council) 推出的一系列性能测试标准中的一款, 自推出以来, 一直是数据库业界性能测试的重要参考, 全世界各大数据库厂商都向 TPC 委员会提交了测试结果, 以期望在 TPC-C 测试的排行榜上取得更好的成绩。OceanBase 数据库在 2019 年和 2020 年两次刷新了 TPC-C 的世界纪录, 成为榜单上首个分布式关系型数据库。

在本篇文章中, 通过在 OceanBase 数据库上运行 TPC-C 测试的方式, 体验 OceanBase 数据库的 OLTP 能力。

## 11.1 关于 TPC-C

### 11.1.1 数据库模型

TPC-C Benchmark 规定了数据库的初始状态, 其中 ITEM 表中包含固定的 10 万种商品, 而仓库的数量可根据测试规模进行调整, 假设 WAREHOUSE 表中有 W 条记录, 那么:

- STOCK 表中应有  $W \times 10$  万条记录 (每个仓库对应 10 万种商品的库存数据)。
- DISTRICT 表中应有  $W \times 10$  条记录 (每个仓库为 10 个地区提供服务)。
- CUSTOMER 表中应有  $W \times 10 \times 3000$  条记录 (每个地区有 3000 个客户)。
- HISTORY 表中应有  $W \times 10 \times 3000$  条记录 (每个客户一条交易历史)。
- ORDER 表中应有  $W \times 10 \times 3000$  条记录 (每个地区 3000 个订单), 并且最后生成的 900 个订单将被添加到 NEW-ORDER 表中, 每个订单随机生成 5~15 条 ORDER-LINE 记录。

在测试过程中, 每一个地区 (DISTRICT) 都有一个对应的终端 (Terminal), 模拟为用户提供服务。在每个终端的生命周期内, 要循环往复地执行各类事务, 当终端执行完一个事务的周期后, 就进入下一个事务的周期。

客户下单后, 包含若干个订单明细 (ORDER-LINE) 的订单 (ORDER) 被生成, 并被加入新订单 (NEW-ORDER) 列表。

客户支付订单会产生交易历史 (HISTORY)。每个订单 (ORDER) 平均包含 10 条订单项 (ORDER-LINE), 其中 1% 需要从远程仓库中获取, 这些就是 TPC-C 模型中的 9 个数据表。

### 11.1.2 事务类型

该 Benchmark 包含 5 类事务：

- NewOrder：新订单请求从某一仓库中随机选取 5~15 件商品，创建新订单。其中 1% 的事务需要回滚（即 err）。一般地，新订单请求不可能超出全部事务请求的 45%。
- Payment：订单付款更新客户账户余额，反映其支付情况。在全部事务请求中占比 43%。
- OrderStatus：最近订单查询随机选择一个用户，查询其最近一条订单，显示该订单内的每个商品状态。在全部事务请求中占比 4%。
- Delivery：配送模拟批处理交易，更新该订单用户的余额，把发货单从 NewOrder 中删除。在全部事务请求中占比 4%。
- StockLevel：库存缺货状态分析，在全部事务请求中占比 4%。

## 11.2 环境准备

### 11.2.3 OceanBase 集群

根据部署的 OceanBase 集群类型的差异以不同的方式观察 OceanBase 数据库的表现，如果是按照快速开始章节中创建的单节点 OceanBase 集群，那么本文中可以看到 OceanBase 数据库在单机形态下的运行情况。如果希望体验 OceanBase 数据库分布式架构的 Scalable OLTP 能力，那么建议采用至少三节点的 OceanBase 集群进行测试。

本例中使用的租户模式为 MySQL 模式，租户名为 `test`，您可以创建自己的租户，具体步骤详见[体验多租户特性](#)

### 11.2.4 安装 BenchmarkSQL

TPC 组织为 TPC-C 定义了严格、详细的测试标准，一般情况下开发者如果想要模拟 TPC-C 的场景进行测试，可以使用目前常用的开源测试工具。例如本文中使用的 BenchmarkSQL。BenchmarkSQL 的官方下载地址为：<https://sourceforge.net/projects/benchmarksql/>。

#### 注意

测试环境需要有 Java 运行环境，且版本不低于 V1.8.0。

### 11.2.5 适配 Benchmark SQL5

由于 Benchmark SQL5 不支持 OceanBase 数据库的 TPC-C 测试，本节将详细介绍如何通过修改 BenchMarkSQL5 部分源码支持 OceanBase 数据库。

1. 修改 `benchmarksql-5.0/src/client/jTPCC.java` 文件，增加 OceanBase 数据库相关内容。

```
if (iDB.equals("firebird"))
dbType = DB_FIREBIRD;
else if (iDB.equals("oracle"))
dbType = DB_ORACLE;
else if (iDB.equals("postgres"))
dbType = DB_POSTGRES;
else if (iDB.equals("oceanbase"))
dbType = DB_OCEANBASE;
else
{
log.error("unknown database type '" + iDB + "'");
return;
}
```

修改 `benchmarksql-5.0/src/client/jTPCCConfig.java` 文件，增加 OceanBase 数据库类型。

```
public final static int
DB_UNKNOWN = 0,
DB_FIREBIRD = 1,
DB_ORACLE = 2,
DB_POSTGRES = 3,
DB_OCEANBASE = 4;
```

2. 修改 `benchmarksql-5.0/src/client/jTPCCConnection.java` 文件，在 SQL 子查询增加 AS L 别名。

```
default:
stmtStockLevelSelectLow = dbConn.prepareStatement(
"SELECT count(*) AS low_stock FROM (" +
" SELECT s_w_id, s_i_id, s_quantity " +
```



```
" FROM bmsql_stock " +
" WHERE s_w_id = ? AND s_quantity < ? AND s_i_id IN (" +
" SELECT ol_i_id " +
" FROM bmsql_district " +
" JOIN bmsql_order_line ON ol_w_id = d_w_id " +
" AND ol_d_id = d_id " +
" AND ol_o_id >= d_next_o_id - 20 " +
" AND ol_o_id < d_next_o_id " +
" WHERE d_w_id = ? AND d_id = ? " +
" ) " +
" )AS L");
break;
```

### 3. 重新编译修改后的源码。

```
[oceanbase@testdrier test]# cd benchmarksql-5.0
[oceanbase@testdrier benchmarksql-5.0]# ant
```

### 4. 修改文件： benchmarksql-5.0/run/funcs.sh ，添加 OceanBase 数据库类型。

```
function setCP()
{
case "$(getProp db)" in
firebird)
cp="../lib/firebird/*:../lib/*"
;;
oracle)
cp="../lib/oracle/*"
if [ ! -z "${ORACLE_HOME}" -a -d ${ORACLE_HOME}/lib ] ; then
cp="${cp}:${ORACLE_HOME}/lib/*"
fi
cp="${cp}:../lib/*"
```

```
;;
postgres)
cp="../lib/postgres/*:../lib/*"
;;
oceanbase)
cp="../lib/oceanbase/*:../lib/*"
;;
esac
myCP=".:${cp}:../dist/*"
export myCP
}

...省略

case "$(getProp db)" in
firebird|oracle|postgres|oceanbase)
;;
"") echo "ERROR: missing db= config option in ${PROPS}" >&2
exit 1
;;
*) echo "ERROR: unsupported database type 'db=$(getProp db)' in ${PROPS}" >&2
exit 1
;;
esac
```

5. 修改 `benchmarksql-5.0/run/runDatabaseBuild.sh` 。

```
AFTER_LOAD="indexCreates foreignKeys extraHistID buildFinish"
# 修改为:
AFTER_LOAD="indexCreates buildFinish"
```

## 11.2.6 修改配置文件

配置文件 `props.ob` 在 BenchmarkSQL 的 `run/` 目录下：

```
db=oceanbase
driver=com.alipay.oceanbase.jdbc.Driver
conn=jdbc:oceanbase://127.0.0.1:2881/tpccdb?
useUnicode=true&characterEncoding=utf-
8&rewriteBatchedStatements=true&allowMultiQueries=true
user=root@test
password=root

warehouses=10
loadWorkers=2
//fileLocation=/data/temp/

terminals=10
//To run specified transactions per terminal- runMins must equal zero
runTxnsPerTerminal=0
//To run for specified minutes- runTxnsPerTerminal must equal zero
runMins=10
//Number of total transactions per minute
limitTxnsPerMin=0

//Set to true to run in 4.x compatible mode. Set to false to use the
//entire configured database evenly.
terminalWarehouseFixed=true

//The following five values must add up to 100
newOrderWeight=45
```

```
paymentWeight=43
orderStatusWeight=4
deliveryWeight=4
stockLevelWeight=4

// Directory name to create for collecting detailed result data.
// Comment this out to suppress.
resultDirectory=my_result_%tY-%tm-%td_%tH%M%S
osCollectorScript=./misc/os_collector_linux.py
osCollectorInterval=1
//osCollectorSSHAddr=user@dbhost
//osCollectorDevices=net_eth0 blk_sda
```

### 说明

- `db`: 指定数据库类型。此处保持和模板一致即可。
- `driver`: 驱动程序文件, 推荐使用 OceanBase 数据库的 JDBC 驱动: `oceanbase-client`, 如果需要使用该驱动, 请联系技术支持人员获取。
- `.conn``: 此处的 IP 建议填写 OceanBase Server 的 IP, 端口为 OceanBase Server 部署端口, 其他部分保持和模板一致。
- `user & password`: 根据环境中使用的用户名、租户名以及密码即可。如果环境中有多 OceanBase 集群, 则 `user` 的格式建议为 `{user_name}@{tenant_name}#{cluster_name}`。
- `warehouses`: 指定仓库数, 仓库数决定性能测试的成绩。如果希望针对多节点的 OceanBase 集群进行测试, 建议选择 1000 仓以上。如果机器配置有限, 可以选择 100 仓进行测试。
- `loadWorkers`: 指定仓库数据加载时的并发。如果机器配置较高, 该值可以设置大一些, 例如 100。如果机器配置有限, 该值需要设置小一些, 如 10 并发。过高的并发可能会导致内存消耗太快, 出现报错, 导致数据加载需要重新进行。

- `terminals`: 指定性能压测时的并发数。建议并发数不要高于仓库数 \* 10。否则，会有不必要的锁等待。在生产环境中，建议将此参数设置为最多 1000。在测试环境中，建议从 100 开始。
- `runMins`: 指定性能测试持续的时间。时间越久，越能考验数据库的性能和稳定性。建议不要少于 10 分钟，生产环境中机器建议不少于 1 小时。

## 11.3 数据准备

### 11.3.7 创建 tpccdb 数据库

在测试租户 `test` 中，创建本次测试的数据库 `tpccdb`:

```
CREATE DATABASE tpccdb;
```

### 11.3.8 创建表

建表脚本通常放在 `benchmarskSQL` 的 `run/sql.common` 下或者其他指定目录下。建表脚本如下，采用分区表方式创建，大部分表按照仓库 ID 做 HASH 分区。分区数取决于要测试的数据规模和机器数。如果集群只有 1 台或 3 台机器，分区数设置 9 个即可。如果是 5000 仓以上，或者集群中节点数较多，则分区数可以调整到 99。

```
[root@obce-0000 run]# cat sql.common/tableCreates_parts.sql
create table bmsql_config (
cfg_name varchar(30) primary key,
cfg_value varchar(50)
);

-- drop tablegroup tpcc_group;
create tablegroup tpcc_group binding true partition by hash partitions 9;

create table bmsql_warehouse (
w_id integer not null,
w_ytd decimal(12,2),
w_tax decimal(4,4),
```

```
w_name varchar(10),
w_street_1 varchar(20),
w_street_2 varchar(20),
w_city varchar(20),
w_state char(2),
w_zip char(9),
primary key(w_id)
)tablegroup='tpcc_group' partition by hash(w_id) partitions 9;

create table bmsql_district (
d_w_id integer not null,
d_id integer not null,
d_ytd decimal(12,2),
d_tax decimal(4,4),
d_next_o_id integer,
d_name varchar(10),
d_street_1 varchar(20),
d_street_2 varchar(20),
d_city varchar(20),
d_state char(2),
d_zip char(9),
PRIMARY KEY (d_w_id, d_id)
)tablegroup='tpcc_group' partition by hash(d_w_id) partitions 9;

create table bmsql_customer (
c_w_id integer not null,
c_d_id integer not null,
c_id integer not null,
c_discount decimal(4,4),
```

```
c_credit char(2),
c_last varchar(16),
c_first varchar(16),
c_credit_lim decimal(12,2),
c_balance decimal(12,2),
c_ytd_payment decimal(12,2),
c_payment_cnt integer,
c_delivery_cnt integer,
c_street_1 varchar(20),
c_street_2 varchar(20),
c_city varchar(20),
c_state char(2),
c_zip char(9),
c_phone char(16),
c_since timestamp,
c_middle char(2),
c_data varchar(500),
PRIMARY KEY (c_w_id, c_d_id, c_id)
)tablegroup='tpcc_group' partition by hash(c_w_id) partitions 9;
```

```
create table bmsql_history (
hist_id integer,
h_c_id integer,
h_c_d_id integer,
h_c_w_id integer,
h_d_id integer,
h_w_id integer,
h_date timestamp,
```

```
h_amount decimal(6,2),
h_data varchar(24)
)tablegroup='tpcc_group' partition by hash(h_w_id) partitions 9;

create table bmsql_new_order (
no_w_id integer not null ,
no_d_id integer not null,
no_o_id integer not null,
PRIMARY KEY (no_w_id, no_d_id, no_o_id)
)tablegroup='tpcc_group' partition by hash(no_w_id) partitions 9;

create table bmsql_oorder (
o_w_id integer not null,
o_d_id integer not null,
o_id integer not null,
o_c_id integer,
o_carrier_id integer,
o_ol_cnt integer,
o_all_local integer,
o_entry_d timestamp,
PRIMARY KEY (o_w_id, o_d_id, o_id)
)tablegroup='tpcc_group' partition by hash(o_w_id) partitions 9;

create table bmsql_order_line (
ol_w_id integer not null,
ol_d_id integer not null,
ol_o_id integer not null,
ol_number integer not null,
ol_i_id integer not null,
```



```
ol_delivery_d timestamp,  
ol_amount decimal(6,2),  
ol_supply_w_id integer,  
ol_quantity integer,  
ol_dist_info char(24),  
PRIMARY KEY (ol_w_id, ol_d_id, ol_o_id, ol_number)  
)tablegroup='tpcc_group' partition by hash(ol_w_id) partitions 9;
```

```
create table bmsql_item (  
i_id integer not null,  
i_name varchar(24),  
i_price decimal(5,2),  
i_data varchar(50),  
i_im_id integer,  
PRIMARY KEY (i_id)  
);
```

```
create table bmsql_stock (  
s_w_id integer not null,  
s_i_id integer not null,  
s_quantity integer,  
s_ytd integer,  
s_order_cnt integer,  
s_remote_cnt integer,  
s_data varchar(50),  
s_dist_01 char(24),  
s_dist_02 char(24),  
s_dist_03 char(24),  
s_dist_04 char(24),
```

```
s_dist_05 char(24),
s_dist_06 char(24),
s_dist_07 char(24),
s_dist_08 char(24),
s_dist_09 char(24),
s_dist_10 char(24),
PRIMARY KEY (s_w_id, s_i_id)
)tablegroup='tpcc_group' use_bloom_filter=true partition by hash(s_w_id) partitions
9;
```

运行如下命令建表。

```
./runSQL.sh props.ob sql.common/tableCreates_parts.sql
```

## 11.3.9 加载数据

加载数据即数据初始化，加载数据的速度，取决于机器配置，配置越高的机器，加载数据的速度越快。

```
./runLoader.sh props.ob
```

加载数据的 `INSERT` SQL 使用了 Batch Insert 特性，这点是在 `props.ob` 里的 JDBC URL 里指定的。开启该特性的写入性能会有明显提升。

## 11.3.10 创建索引

当数据初始化完成后，登录到 test 租户，在 `tpccdb` 中补充创建如下两个索引。

```
[root@obce-0000 run]# cat sql.common/indexCreates.sql
create index bmsql_customer_idx1
on bmsql_customer (c_w_id, c_d_id, c_last, c_first) local;
create index bmsql_oorder_idx1
on bmsql_oorder (o_w_id, o_d_id, o_carrier_id, o_id) local;
```

## 11.4 开始测试

在开始性能测试之前，建议您先登录到对应租户做一次集群合并（major freeze），获得更好的测试结果。您可以通过如下的方式手动触发合并，这个过程并不是必须的。

```
obclient[oceanbase]> ALTER SYSTEM MAJOR FREEZE TENANT [=] tenant_name_list;
```

当看到如下查询返回 IDLE 时，表示合并完成。

```
MySQL [oceanbase]> SELECT * FROM oceanbase.CDB_OB_ZONE_MAJOR_COMPACTION;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
| TENANT_ID | ZONE | BROADCAST_SCN | LAST_SCN | LAST_FINISH_TIME | START_TIME |
STATUS |
+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
| 1 | zone1 | 1664503499339325817 | 1664503499339325817 | 2022-09-30 10:05:
19.442115 | 2022-09-30 10:04:59.369976 | IDLE |
| 1002 | zone1 | 1 | 1 | 1970-01-01 08:00:00.000000 | 1970-01-01 08:00:00.000000 |
IDLE |
+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
2 rows in set
```

合并完成后，开始执行测试：

```
./runBenchmark.sh props.ob
```

TPC-C 用 tpmC 值（Transactions per Minute）来衡量系统最大有效吞吐量。其中 Transactions 以 NewOrder Transaction 为准，即最终衡量单位为每分钟处理的订单数。

## 11.5 体验 OceanBase 数据库 Scalable OLTP

上面的测试中，不管是单节点集群测试，还是多节点集群，默认情况下参与事务处理的只有一个副本 Zone，及租户 Leader 所在的副本。这是因为默认设置下，租户的 Leader 是按照 Zone 维度以一定优先级分布的。

OceanBase 作为分布式数据库，用户可以选择将一个租户的所有数据分区的多个 Leader 打散 Shuffle 到多个副本上，实现计算处理能力的多机线性扩展。

如果您的集群环境是三节点或更多节点的配置，您只需以管理员身份执行以下命令，然后再次启动测试，即可体验分布式集群在扩展模式下的处理能力。

```
alter tenant test set primary_zone='RANDOM';
```

## 12 体验 OceanBase 数据库热点行更新能力

随着在线交易、电商行业的发展，业务系统的热点并发压力逐渐成为一种挑战。热点账户短时间内余额大量更新，或者热门商品在营销活动中限时秒杀，都是这种场景的直接体现。热点更新的本质是短时间内对数据库中的同一行数据的某些字段值进行高并发的修改（余额，库存等），这其中的瓶颈主要在于关系型数据库为了保持事务一致性，对数据行的更新都需要经过“加锁->更新->写日志提交->释放锁”的过程，而这个过程实质上是串行的。所以，提高热点行更新能力的关键在于如何尽可能缩短持有锁的时间。

虽然学术界很早就提出了“提前解行锁（Early Lock Release）”的方案（即 ELR），但是因为 ELR 的异常处理场景非常复杂，业界很少有成熟的工业实现。OceanBase 数据库在这个问题上通过持续的探索，提出了一种基于分布式架构的实现方式，提升类似业务场景中单行并发更新的能力，作为 OceanBase 数据库“可扩展的 OLTP”中的关键能力之一。

本篇文章中，我们将通过构造一个多并发单行更新的场景，介绍 OceanBase 数据库 ELR 特性的使用方法和效果对比。因为是在多并发压力场景下验证，我们建议至少使用和本例中相同的节点规格进行体验和验证，达到更好的效果。关于 OceanBase 数据库 ELR 的设计和原理实现，因其较为复杂，本文暂不做详细讨论。

本例中我们使用一台 16C-128GB 配置的节点，下面我们来分步骤体验 OceanBase 数据库 ELR 特性。

### 12.1 1.创建测试表，插入测试数据

首先我们在测试库中创建一张表，并插入测试数据。

```
CREATE TABLE `sbtest1` (  
  `id` int(11) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `k` int(11) NOT NULL DEFAULT '0',  
  `c` char(120) NOT NULL DEFAULT '',  
  `pad` char(60) NOT NULL DEFAULT '',  
  PRIMARY KEY (`id`)  
);  
  
INSERT INTO sbtest1 VALUES(1,0,'aa','aa');
```

本例中我们通过类似 `UPDATE sbtest1 SET k=k+1 WHERE id=1` 的语句，以主键查询方式针对 `k` 列进行并发更新，您也可以插入更多数据进行测试，但因为是针对单行并发的压测，对整体结果基本没有影响。

## 12.2 2.构造并发更新场景

本例中，我们使用 Python 多线程的方式来模拟并发更新，同时启动 50 个 Thread，每个 Thread 并发的对 id=1 的行数据将 k 字段值 +1。您在自己搭建的环境中也可以直接使用下面的脚本 `ob_elr.py` 进行测试。只需要将脚本中的数据库连接信息修改一下即可使用。

```
#!/usr/bin/env python3

from concurrent.futures import ThreadPoolExecutor
import pymysql
import time
import threading

# database connection info
config = {
    'user': 'root@test',
    'password': 'root',
    'host': 'xx.xx.xx.xx',
    'port': 2881,
    'database': 'test'
}

# parallel thread and updates in each thread
parallel = 50
batch_num = 2000

# update query
def update_elr():
    update_hot_row = ("update sbtest1 set k=k+1 where id=1")
    cnx = pymysql.connect(**config)
    cursor = cnx.cursor()
```

```
for i in range(0,batch_num):
    cursor.execute(update_hot_row)
    cursor.close()
    cnx.close()

start=time.time()

with ThreadPoolExecutor(max_workers=parallel) as pool:
    for i in range(parallel):
        pool.submit(update_elr)

end = time.time()
elapsed_time = round((end-start),2)

print('Parallel Degree:',parallel)
print('Total Updates:',parallel*batch_num)
print('Elapse Time:',elapsed_time,'s')
print('TPS on Hot Row:' ,round(parallel*batch_num/elapsed_time,2),'/s')
```

## 12.3 3.默认配置下执行测试

作为对比参照，我们先在默认不开启 ELR 的情况下测试，在测试机器上直接执行 `ob_elr.py` 脚本。

本例中我们采用 50 并发数，总计更新 100000 次。

```
./ob_elr.py
```

执行完成，测试脚本输出执行时间和 TPS：

```
[root@obce00 ~]# ./ob_elr.py
Parallel Degree: 50
```

```
Total Updates: 100000
```

```
Elapse Time: 54.5 s
```

```
TPS on Hot Row: 1834.86 /s
```

## 12.3.1 测试结果

在不开启 ELR 的默认配置下，本例测试环境中，单行并发更新 TPS 为 1834.86/s

## 12.4 4.打开 OceanBase 数据库 ELR 配置

接下来我们开启 OceanBase 数据库的热点行功能，首先需要登录到 `sys` 管理员租户。

```
[root@obce00 ~]# obclient -h127.0.0.1 -P2881 -uroot@sys -Doceanbase -A -p -c
```

然后进行如下两个参数的设置。其中 `enable_early_lock_release` 参数的生效范围，既可以指定具体租户，也可以指定全部租户，即 `tenant=all`。

```
ALTER SYSTEM SET _max_elr_dependent_trx_count = 1000;
```

```
ALTER SYSTEM SET enable_early_lock_release=true tenant= test;
```

## 12.5 5.开启 OceanBase 数据库 ELR 进行测试

开启热点行功能后，我们再次执行测试。在执行前我们先查看表 `sbtest` 中 `id=1` 的记录，`k` 字段值为 100000，这是因为刚刚执行了一轮默认配置下的 100000 次的更新。

```
SELECT * FROM sbtest1 WHERE id=1;
```

```
+----+-----+----+-----+
```

```
| id | k | c | pad |
```

```
+----+-----+----+-----+
```

```
| 1 | 100000 | aa | aa |
```

```
+----+-----+----+-----+
```

```
1 row in set
```

接下来我们在测试机器上再次执行 `ob_elr.py`。仍然采用 50 并发数，总计更新 100000 次。

```
./ob_elr.py
```



执行完成，测试脚本会输出执行时间和 TPS：

```
[root@obce00 ~]# ./ob_elr.py
Parallel Degree: 50
Total Updates: 100000
Elapse Time: 12.16 s
TPS on Hot Row: 8223.68 /s
```

## 12.5.2 测试结果

OceanBase 数据库在开启 ELR 提前解行锁能力后，单行更新的 TPS 达到 8223.68/s，相比默认配置下提升 4.5 倍左右。同时我们可以看到表 `sbtest1` 的 `k` 值为 200000，即本次也更新了 100000 次。

```
SELECT * FROM sbtest1 WHERE id=1;
```

```
+----+-----+----+-----+
```

```
| id | k | c | pad |
```

```
+----+-----+----+-----+
```

```
| 1 | 200000 | aa | aa |
```

```
+----+-----+----+-----+
```

```
1 row in set
```

本例中仅介绍了单行并发更新的场景，OceanBase 数据库的 ELR 能力还支持多语句事务的并发更新，根据语句数量和场景差异，同样可以获得显著的性能提升。

此外 OceanBase 数据库的 ELR 还可以应用在地部署高网络延迟的场景中，例如单个事务在默认场景下 30 ms，并发下开启 ELR 可以获得进百倍的 TPS 吞吐量提升。

由于 OceanBase 数据库的日志协议基于 Multi-Paxos 构建，并且优化了 2PC 提交过程，OceanBase 数据库在开启 ELR 后，如果发生节点宕机重启、Leader 切换，仍然可以保证事务的一致性。您可以尝试构造这些实验进行体验。

## 13 体验 Operational OLAP

OceanBase 数据库可以处理混合负载类型的场景。由于 OceanBase 数据库是基于对等节点的分布式架构，使得它既可以承载高并发和可扩展的 OLTP 任务，还可以在同一套数据引擎中基于 MPP 架构进行 OLAP 的并行计算，无需维护两套数据。

在 OceanBase 数据库中，您不但可以在大量在线业务数据上直接进行并行分析，还可以通过 PDML 能力（Parallel DML）将批量写入数据的大事务以并发的方式快速安全的执行。并且，这一切都是在严格保证事务一致性的前提下做到的。

下面让我们手动进行 TPC-H 测试，演示 OceanBase 数据库在 Operational OLAP 场景的特点和用法。TPC-H 是一个业界常用的基于决策支持业务的 Benchmark，通过一系列在大量数据集上面执行的复杂查询请求，检验数据库系统的分析以及决策支持能力。详细相信可参见 TPC 组织官方网站。（2021年5月20日，OceanBase 数据库以 1526 万 QphH 的成绩刷新了 TPC-H 世界纪录，并且是唯一一个同时刷新了 TPC-C 以及 TPC-H 纪录的数据库，证明了其能够同时处理在线交易和实时分析两类业务场景能力。详细信息请参见 [TPC-H Result](#)）

### 13.1 手动进行 TPC-H 测试

以下内容为基于 TPC 官方 TPC-H 工具进行手动 Step-by-Step 进行 TPC-H 测试。手动测试可以帮助更好的学习和了解 OceanBase 数据库，尤其是一些参数的设置。

#### 13.1.1 进行环境调优

请在系统租户 `sys` 下进行环境调优。

1. OceanBase 数据库调优。在系统租户下执行 `obclient -h$host_ip -P$host_port -uroot@sys -A` 命令。

```
alter system set enable_sql_audit=False;
alter system set enable_sql_extension=True tenant=<your tenant name>;
alter system set syslog_level='PERF';
alter system set max_syslog_file_count=100;
alter system set trace_log_slow_query_watermark='100s';
alter system set _hash_area_size='3g' tenant=<your tenant name>;
alter system set enable_rebalance=False;
alter system set memory_chunk_cache_size=0;
alter system set cache_wash_threshold='30g';
alter system set ob_enable_batched_multi_statement=True tenant=<your tenant
```

```
name>";
alter system set _bloom_filter_ratio=10;
alter system set _rowsets_enabled=True tenant=<your tenant name>;
alter system set _parallel_server_sleep_time=10;
alter system set cpu_quota_concurrency=4;
alter system set syslog_io_bandwidth_limit='30m';
alter system set enable_async_syslog=True;
alter system set large_query_worker_percentage=10;
alter system set builtin_db_data_verify_cycle=0;
alter system set micro_block_merge_verify_level=0;
alter system set freeze_trigger_percentage=50;
alter system set enable_perf_event=False;
alter system set large_query_threshold='1s';
# 存储下压和向量化设置后，如果非第一次设置，一定要刷新 plan cache 才生效
alter system flush plan cache global;
```

2. 设置租户。在测试用户下执行 `obclient -h$host_ip -P$host_port -u$user@$tenant -p$password -A` 命令。

```
set global ob_sql_work_area_percentage = 80;
set global optimizer_use_sql_plan_baselines = True;
set global optimizer_capture_sql_plan_baselines = True;
set global ob_query_timeout = 36000000000;
set global ob_trx_timeout = 36000000000;
set global max_allowed_packet = 67108864;
# parallel_servers_target = max_cpu * server_num * 8
set global parallel_servers_target = 624;
set global _groupby_nopushdown_cut_ratio = 1;
# 由于安全原因，只能使用observer本地client变更secure_file_priv
set global secure_file_priv = '';
```

3. 调优参数设置完毕后请执行 `obd cluster restart $cluster_name` 命令重启集群。

## 13.1.2 安装 TPC-H Tool

1. 下载 TPC-H Tool。详细信息请参考 [TPC-H Tool 下载页面](#)。
2. 下载完成后解压文件，进入 TPC-H 解压后的目录。

```
[wieck@localhost ~] $ unzip 7e965ead-8844-4efa-a275-34e35f8ab89b-tpc-h-tool.zip
[wieck@localhost ~] $ cd TPC-H_Tools_v3.0.0
```

3. 复制 `Makefile.suite`。

```
[wieck@localhost TPC-H_Tools_v3.0.0] $ cd dbgen/
[wieck@localhost dbgen] $ cp Makefile.suite Makefile
```

4. 修改 `Makefile` 文件中的 `CC`、`DATABASE`、`MACHINE`、`WORKLOAD` 等参数定义。

```
[wieck@localhost dbgen] $ vim Makefile

CC = gcc
# Current values for DATABASE are: INFORMIX, DB2, TDAT (Teradata)
# SQLSERVER, SYBASE, ORACLE, VECTORWISE
# Current values for MACHINE are: ATT, DOS, HP, IBM, ICL, MVS,
# SGI, SUN, U2200, VMS, LINUX, WIN32
# Current values for WORKLOAD are: TPCH

DATABASE= MYSQL
MACHINE = LINUX
WORKLOAD = TPCH
```

5. 修改 `tpcd.h` 文件，并添加新的宏定义。

```
[wieck@localhost dbgen] $ vim tpcd.h

#ifdef MYSQL
```

```
#define GEN_QUERY_PLAN ""  
#define START_TRAN "START TRANSACTION"  
#define END_TRAN "COMMIT"  
#define SET_OUTPUT ""  
#define SET_ROWCOUNT "limit %d;\n"  
#define SET_DBASE "use %s;\n"  
#endif
```

6. 编译文件。

```
make
```

### 13.1.3 生成数据

您可以根据实际环境生成 TCP-H 10G、100G 或者 1T 数据。本文以生成 100G 数据为例。

```
./dbgen -s 100  
mkdir tpch100  
mv *.tbl tpch100
```

### 13.1.4 生成查询 SQL

#### 说明

您可参考本节中的下述步骤生成查询 SQL 后进行调整，也可直接使用 [GitHub](#) 中给出的查询 SQL。

若您选择使用 GitHub 中的查询 SQL，您需将 SQL 语句中的 `cpu_num` 修改为实际并发数。

1. 复制 `qgen` 和 `dists.dss` 文件至 `queries` 目录。

```
cp qgen queries  
cp dists.dss queries
```

2. 在 `queries` 目录下创建 `gen.sh` 脚本生成查询 SQL。

```
[wieck@localhost queries] $ vim gen.sh
#!/usr/bin/bash
for i in {1..22}
do
./qgen -d $i -s 100 > db"$i".sql
done
```

### 3. 执行 `gen.sh` 脚本。

```
chmod +x gen.sh
./gen.sh
```

### 4. 查询 SQL 进行调整。

```
dos2unix *
```

调整后的查询 SQL 请参考 [GitHub](#)。您需将 GitHub 给出的 SQL 语句中的 `cpu_num` 修改为实际并发数。建议并发数的数值与可用 CPU 总数相同，两者相等时性能最好。

您可在 `sys` 租户下使用如下命令查看租户的可用 CPU 总数。

```
select sum(cpu_capacity_max) from __all_virtual_server;
```

以 `q1` 为例，修改后的 SQL 语句如下：

```
select /*+ parallel(96) */ ---增加 parallel 并发执行
l_returnflag,
l_linestatus,
sum(l_quantity) as sum_qty,
sum(l_extendedprice) as sum_base_price,
sum(l_extendedprice * (1 - l_discount)) as sum_disc_price,
sum(l_extendedprice * (1 - l_discount) * (1 + l_tax)) as sum_charge,
avg(l_quantity) as avg_qty,
avg(l_extendedprice) as avg_price,
```

```
avg(l_discount) as avg_disc,  
count(*) as count_order  
from  
lineitem  
where  
l_shipdate <= date '1998-12-01' - interval '90' day  
group by  
l_returnflag,  
l_linestatus  
order by  
l_returnflag,  
l_linestatus;
```

## 13.1.5 新建表

创建表结构文件 `create_tpch_mysql_table_part.ddl`。

```
drop table if exists lineitem;  
drop table if exists orders;  
drop table if exists partsupp;  
drop table if exists part;  
drop table if exists customer;  
drop table if exists supplier;  
drop table if exists nation;  
drop table if exists region;  
drop tablegroup if exists tpch_tg_lineitem_order_group;  
drop tablegroup if exists tpch_tg_partsupp_part;  
  
create tablegroup if not exists tpch_tg_lineitem_order_group binding true partition  
by key 1 partitions cpu_num;  
create tablegroup if not exists tpch_tg_partsupp_part binding true partition by key 1
```

```
partitions cpu_num;

drop table if exists lineitem;
create table lineitem (
  l_orderkey BIGINT NOT NULL,
  l_partkey BIGINT NOT NULL,
  l_suppkey INTEGER NOT NULL,
  l_linenumber INTEGER NOT NULL,
  l_quantity DECIMAL(15,2) NOT NULL,
  l_extendedprice DECIMAL(15,2) NOT NULL,
  l_discount DECIMAL(15,2) NOT NULL,
  l_tax DECIMAL(15,2) NOT NULL,
  l_returnflag char(1) DEFAULT NULL,
  l_linestatus char(1) DEFAULT NULL,
  l_shipdate date NOT NULL,
  l_commitdate date DEFAULT NULL,
  l_receiptdate date DEFAULT NULL,
  l_shipinstruct char(25) DEFAULT NULL,
  l_shipmode char(10) DEFAULT NULL,
  l_comment varchar(44) DEFAULT NULL,
  primary key(l_orderkey, l_linenumber))row_format = condensed
tablegroup = tpch_tg_lineitem_order_group
partition by key (l_orderkey) partitions cpu_num;

drop table if exists orders;
create table orders (
  o_orderkey bigint not null,
  o_custkey bigint not null,
  o_orderstatus char(1) default null,
```



```
o_totalprice bigint default null,  
o_orderdate date not null,  
o_orderpriority char(15) default null,  
o_clerk char(15) default null,  
o_shippriority bigint default null,  
o_comment varchar(79) default null,  
primary key (o_orderkey))row_format = condensed  
tablegroup = tpch_tg_lineitem_order_group  
partition by key(o_orderkey) partitions cpu_num;  
  
drop table if exists partsupp;  
create table partsupp (  
ps_partkey bigint not null,  
ps_suppkey bigint not null,  
ps_availqty bigint default null,  
ps_supplycost bigint default null,  
ps_comment varchar(199) default null,  
primary key (ps_partkey, ps_suppkey))row_format = condensed  
tablegroup tpch_tg_partsupp_part  
partition by key(ps_partkey) partitions cpu_num;  
  
drop table if exists part;  
create table part (  
p_partkey bigint not null,  
p_name varchar(55) default null,  
p_mfgr char(25) default null,  
p_brand char(10) default null,  
p_type varchar(25) default null,
```

```
p_size bigint default null,  
p_container char(10) default null,  
p_retailprice bigint default null,  
p_comment varchar(23) default null,  
primary key (p_partkey))row_format = condensed  
tablegroup tpch_tg_partsupp_part  
partition by key(p_partkey) partitions cpu_num;
```

```
drop table if exists customer;  
create table customer (  
c_custkey bigint not null,  
c_name varchar(25) default null,  
c_address varchar(40) default null,  
c_nationkey bigint default null,  
c_phone char(15) default null,  
c_acctbal bigint default null,  
c_mktsegment char(10) default null,  
c_comment varchar(117) default null,  
primary key (c_custkey))row_format = condensed  
partition by key(c_custkey) partitions cpu_num;
```

```
drop table if exists supplier;  
create table supplier (  
s_suppkey bigint not null,  
s_name char(25) default null,  
s_address varchar(40) default null,  
s_nationkey bigint default null,  
s_phone char(15) default null,
```

```
s_acctbal bigint default null,  
s_comment varchar(101) default null,  
primary key (s_suppkey))row_format = condensed  
partition by key(s_suppkey) partitions cpu_num;  
  
drop table if exists nation;  
create table nation (  
n_nationkey bigint not null,  
n_name char(25) default null,  
n_regionkey bigint default null,  
n_comment varchar(152) default null,  
primary key (n_nationkey))row_format = condensed;  
  
drop table if exists region;  
create table region (  
r_regionkey bigint not null,  
r_name char(25) default null,  
r_comment varchar(152) default null,  
primary key (r_regionkey))row_format = condensed;
```

## 13.1.6 加载数据

您可以根据上述步骤生成的数据和 SQL 自行编写脚本。加载数据示例操作如下：

1. 创建加载脚本目录。

```
[wieck@localhost dbgen] $ mkdir load  
[wieck@localhost dbgen] $ cd load  
[wieck@localhost load] $ cp ../dss.ri ../dss.ddl ./
```

2. 创建 `load.py` 脚本。

```
[wieck@localhost load] $ vim load.py

#!/usr/bin/env python
#-*- encoding:utf-8 -*-

import os
import sys
import time
import commands

hostname='$host_ip' # 注意！！请填写某个 observer，如 observer A 所在服务器的
IP 地址
port='$host_port' # observer A 的端口号
tenant='$tenant_name' # 租户名
user='$user' # 用户名
password='$password' # 密码
data_path='$path' # 注意！！请填写 observer A 所在服务器下 tbl 所在目录
db_name='$db_name' # 数据库名
# 创建表
cmd_str='obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -D%s <
create_tpch_mysql_table_part.ddl'%(hostname,port,user,tenant,password,
db_name)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result
cmd_str='obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -D%s -e "show tables;"'%(hostname,
port,user,tenant,password,db_name)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result
cmd_str=""" obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -c -D%s -e "load data /*+ parallel
(80) */ infile '%s/customer.tbl' into table customer fields terminated by '|';" """ %
(hostname,port,user,tenant,password,db_name,data_path)
```

```
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result

cmd_str=""" obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -c -D%s -e "load data /*+ parallel
(80) */ infile '%s/lineitem.tbl' into table lineitem fields terminated by '|';" """ %
(hostname,port,user,tenant,password,db_name,data_path)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result

cmd_str=""" obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -c -D%s -e "load data /*+ parallel
(80) */ infile '%s/nation.tbl' into table nation fields terminated by '|';" """ %
(hostname,port,user,tenant,password,db_name,data_path)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result

cmd_str=""" obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -c -D%s -e "load data /*+ parallel
(80) */ infile '%s/orders.tbl' into table orders fields terminated by '|';" """ %
(hostname,port,user,tenant,password,db_name,data_path)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result

cmd_str=""" obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -D%s -e "load data /*+ parallel
(80) */ infile '%s/partsupp.tbl' into table partsupp fields terminated by '|';" """ %
(hostname,port,user,tenant,password,db_name,data_path)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result

cmd_str=""" obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -c -D%s -e "load data /*+ parallel
(80) */ infile '%s/part.tbl' into table part fields terminated by '|';" """ %(hostname,
port,user,tenant,password,db_name,data_path)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result

cmd_str=""" obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -c -D%s -e "load data /*+ parallel
(80) */ infile '%s/region.tbl' into table region fields terminated by '|';" """ %
```

```
(hostname,port,user,tenant,password,db_name,data_path)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result
cmd_str=""" obclient -h%s -P%s -u%s@%s -p%s -c -D%s -e "load data /*+ parallel
(80) */ infile '%s/supplier.tbl' into table supplier fields terminated by '|';" """ %
(hostname,port,user,tenant,password,db_name,data_path)
result = commands.getstatusoutput(cmd_str)
print result
```

### 3. 加载数据。

#### 注意

加载数据需要安装 OBClient 客户端。

```
$ python load.py
(0,")
(0, 'obclient: [Warning] Using a password on the command line interface can be
insecure.\nTABLE_NAME\nT1\nLINEITEM\nORDERS\nPARTSUPP\nPART\nCUSTOMER\nSUPPLIER\nNATION\nREGION')
(0, 'obclient: [Warning] Using a password on the command line interface can be
insecure.')
(0, 'obclient: [Warning] Using a password on the command line interface can be
insecure.')
(0, 'obclient: [Warning] Using a password on the command line interface can be
insecure.')
(0, 'obclient: [Warning] Using a password on the command line interface can be
insecure.')
(0, 'obclient: [Warning] Using a password on the command line interface can be
insecure.')
(0, 'obclient: [Warning] Using a password on the command line interface can be
insecure.')
```

```
(0, 'obclient: [Warning] Using a password on the command line interface can be insecure.')
```

#### 4. 执行合并。

Major 合并将当前大版本的 SSTable 和 MemTable 与前一个大版本的全量静态数据进行合并，使存储层统计信息更准确，生成的执行计划更稳定。

##### 注意

执行合并需要使用 `sys` 租户登录。

```
MySQL [(none)]> use oceanbase
Database changed
MySQL [oceanbase]> alter system major freeze tenant=<your tenant name>;
Query OK, 0 rows affected
```

#### 5. 查看合并是否完成。

```
MySQL [oceanbase]> select FROZEN_SCN, LAST_SCN from oceanbase.
CDB_OB_MAJOR_COMPACTION;
+-----+-----+
| FROZEN_SCN | LAST_SCN |
+-----+-----+
| 1667239201167716767 | 1667239201167716767 |
| 1667239200111919300 | 1667239200111919300 |
| 1667239201167452168 | 1667239201167452168 |
| 1667239201168053124 | 1667239201168053124 |
| 1667239201167520213 | 1667239201167520213 |
+-----+-----+
```

##### 说明

所有的 FROZEN\_SCN 和 LAST\_SCN 的值相等即表示合并完成。

#### 6. 手动收集统计信息

在测试用户下执行 `obclient -h$host_ip -P$host_port -u$user@$tenant -p$password -A -D$database` 命令。

```
set _force_parallel_query_dop = 96;
analyze table lineitem partition(lineitem) compute statistics for all columns size
auto;
analyze table orders partition(orders) compute statistics for all columns size auto;
analyze table partsupp partition(partsupp) compute statistics for all columns size
auto;
analyze table part partition(part) compute statistics for all columns size auto;
analyze table customer partition(customer) compute statistics for all columns size
auto;
analyze table supplier partition(supplier) compute statistics for all columns size
auto;
analyze table nation compute statistics for all columns size auto;
analyze table region compute statistics for all columns size auto;
```

说明

`_force_parallel_query_dop` 可以设置当前 `session` 上的 `query` 并发度，取值为 `cpu_num`。

## 13.1.7 执行测试

您可以根据上述步骤生成的数据和 SQL 自行编写脚本。执行测试示例操作如下：

1. 在 `queries` 目录下编写测试脚本 `tpch.sh`。

```
[wieck@localhost queries] $ vim tpch.sh

#!/bin/bash

TPCH_TEST="obclient -h $host_ip -P $host_port -utpch_100g_part@tpch_mysql -D
tpch_100g_part -ptest -c"

# warmup预热
```



```
for i in {1..22}
do
sql1="source db${i}.sql"
echo $sql1| $TPCH_TEST >db${i}.log || ret=1
done
# 正式执行
for i in {1..22}
do
starttime=`date +%s%N`
echo `date '+[%Y-%m-%d %H:%M:%S]` "BEGIN Q${i}"
sql1="source db${i}.sql"
echo $sql1| $TPCH_TEST >db${i}.log || ret=1
stoptime=`date +%s%N`
costtime=`echo $stoptime $starttime | awk '{printf "%0.2f\n", ($1 - $2) /
1000000000}'`
echo `date '+[%Y-%m-%d %H:%M:%S]` "END,COST ${costtime}s"
done
```

## 2. 执行测试脚本。

```
sh tpch.sh
```

## 13.1.8 FAQ

- 导入数据失败。报错信息如下：

```
ERROR 1017 (HY000) at line 1: File not exist
```

tbl 文件必须放在所连接的 OceanBase 数据库所在机器的某个目录下，因为加载数据必须本地导入。

- 查看数据报错。报错信息如下：

```
ERROR 4624 (HY000): No memory or reach tenant memory limit
```

内存不足，建议增大租户内存。

- 导入数据报错。报错信息如下：

```
ERROR 1227 (42501) at line 1: Access denied
```

需要授予用户访问权限。运行以下命令，授予权限：

```
grant file on *.* to tpch_100g_part;
```

- 查询 SQL 进行调整 dos2unix \* 时报错，报错信息如下：

```
-bash: dos2unix: command not found
```

需要安装 dos2unix。执行以下命令，即可安装：

```
yum install -y dos2unix
```

## 13.2 手动体验 Operational OLAP

通过上一步的操作，我们已经获得了一个 TPC-H 的测试环境，下面让我们通过手动执行来看看，OceanBase 数据库在 OLAP 方面的能力和特性。我们先使用 OBClient 登录到数据库中，如果您没有安装 OBClient，使用 `mysql` 客户端也是可以的。

```
obclient -h127.0.0.1 -P2881 -uroot@test -Dtest -A -p -c
```

在开始之前，您需要根据 OceanBase 集群和租户的配置，进行并行度的设置，具体大小建议不超过当前租户配置的 CPU 核数的 2 倍。例如您的租户 CPU 最大配置为 8，那么此处建议并行度设置为 16：

```
MySQL [test]> SET GLOBAL parallel_servers_target=16;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

OceanBase 数据库兼容大多数 MySQL 的内部视图，我们可以通过如下查询查看当前环境中表的大小：

```
MySQL [test]> SELECT table_name, table_rows, CONCAT(ROUND(data_length/
(1024*1024*1024),2),' GB') table_size FROM information_schema.TABLES WHERE
table_schema = 'test' order by table_rows desc;
```

```
+-----+-----+-----+
| table_name | table_rows | table_size |
```

```
+-----+-----+-----+
| lineitem | 6001215 | 0.37 GB |
| orders  | 1500000 | 0.08 GB |
| partsupp | 800000  | 0.04 GB |
| part    | 200000  | 0.01 GB |
| customer | 150000  | 0.01 GB |
| supplier | 10000   | 0.00 GB |
| nation  | 25      | 0.00 GB |
| region  | 5       | 0.00 GB |
+-----+-----+-----+
8 rows in set
```

下面我们通过 TPC-H 测试中的 Q1 来体验 OceanBase 数据库查询能力，Q1 查询会在最大的 `lineitem` 表上，汇总分析指定时间内各类商品的价格、折扣、发货、数量等信息。这个查询对全表数据都会进行读取、并进行分区、排序、聚合等计算。

## 13.2.9 不开启并发查询

首先，我们在默认不开启并发的情况下执行该查询：

```
select
l_returnflag,
l_linestatus,
sum(l_quantity) as sum_qty,
sum(l_extendedprice) as sum_base_price,
sum(l_extendedprice * (1 - l_discount)) as sum_disc_price,
sum(l_extendedprice * (1 - l_discount) * (1 + l_tax)) as sum_charge,
avg(l_quantity) as avg_qty,
avg(l_extendedprice) as avg_price,
avg(l_discount) as avg_disc,
count(*) as count_order
from
```

```

lineitem
where
l_shipdate <= date '1998-12-01' - interval '90' day
group by
l_returnflag,
l_linestatus
order by
l_returnflag,
l_linestatus;

```

在本例的测试环境中，执行结果如下：

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
| l_returnflag | l_linestatus | sum_qty | sum_base_price | sum_disc_price | sum_charge |
| avg_qty | avg_price | avg_disc | count_order |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
| A | F | 37734107 | 56586577106 | 56586577106 | 56586577106 | 25.5220 | 38273.1451 |
| 0.0000 | 1478493 |
| N | F | 991417 | 1487505208 | 1487505208 | 1487505208 | 25.5165 | 38284.4806 |
| 0.0000 | 38854 |
| N | O | 74476040 | 111701776272 | 111701776272 | 111701776272 | 25.5022 |
| 38249.1339 | 0.0000 | 2920374 |
| R | F | 37719753 | 56568064200 | 56568064200 | 56568064200 | 25.5058 | 38250.8701 |
| 0.0000 | 1478870 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (6.791 sec)

```

## 13.2.10 开启并发查询

OceanBase 数据库的 Operational OLAP 能力基于一套数据以及执行引擎，无需进行异构的数据同步和维护。下面我们通过添加一个 `parallel` Hint，以并行度为8的方式再次执行这条语句：

```
select /*+parallel(8) */
l_returnflag,
l_linestatus,
sum(l_quantity) as sum_qty,
sum(l_extendedprice) as sum_base_price,
sum(l_extendedprice * (1 - l_discount)) as sum_disc_price,
sum(l_extendedprice * (1 - l_discount) * (1 + l_tax)) as sum_charge,
avg(l_quantity) as avg_qty,
avg(l_extendedprice) as avg_price,
avg(l_discount) as avg_disc,
count(*) as count_order
from
lineitem
where
l_shipdate <= date '1998-12-01' - interval '90' day
group by
l_returnflag,
l_linestatus
order by
l_returnflag,
l_linestatus;
```

在相同的环境和数据集中，执行结果如下：

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
| l_returnflag | l_linestatus | sum_qty | sum_base_price | sum_disc_price | sum_charge |
avg_qty | avg_price | avg_disc | count_order |
```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
| A | F | 37734107 | 56586577106 | 56586577106 | 56586577106 | 25.5220 | 38273.1451 |
0.0000 | 1478493 |
| N | F | 991417 | 1487505208 | 1487505208 | 1487505208 | 25.5165 | 38284.4806 |
0.0000 | 38854 |
| N | O | 74476040 | 111701776272 | 111701776272 | 111701776272 | 25.5022 |
38249.1339 | 0.0000 | 2920374 |
| R | F | 37719753 | 56568064200 | 56568064200 | 56568064200 | 25.5058 | 38250.8701 |
0.0000 | 1478870 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+
4 rows in set (1.197 sec)

```

可以看到，对比默认无并发的执行耗时，并行查询下速度提升了将近 6 倍。如果我们通过 `EXPLAIN` 命令查看执行计划，也可以看到并行度的展示（第 18 行，1 号算子，dop=8）：

```

=====
|ID|OPERATOR |NAME |EST. ROWS|COST |
-----
|0 |PX COORDINATOR MERGE SORT ||6 |13507125|
|1 | EXCHANGE OUT DISTR |:EX10001|6 |13507124|
|2 | SORT ||6 |13507124|
|3 | HASH GROUP BY ||6 |13507107|
|4 | EXCHANGE IN DISTR ||6 |8379337 |
|5 | EXCHANGE OUT DISTR (HASH):EX10000|6 |8379335 |
|6 | HASH GROUP BY ||6 |8379335 |
|7 | PX BLOCK ITERATOR ||5939712 |3251565 |
|8 | TABLE SCAN |lineitem|5939712 |3251565 |
=====

```

Outputs & filters:

```
-----
0 - output([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM
(lineitem.l_quantity))), [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice))),
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount))),
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount * 1 +
lineitem.l_tax))), [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_quantity)) / cast
(T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_quantity)), DECIMAL(20, 0))],
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice)) / cast(T_FUN_COUNT_SUM
(T_FUN_COUNT(lineitem.l_extendedprice)), DECIMAL(20, 0))], [T_FUN_SUM
(T_FUN_SUM(lineitem.l_discount)) / cast(T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.
l_discount)), DECIMAL(20, 0))], [T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(*))], filter(nil),
sort_keys([lineitem.l_returnflag, ASC], [lineitem.l_linestatus, ASC])
1 - output([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM
(lineitem.l_quantity))), [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice))),
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount))),
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount * 1 +
lineitem.l_tax))), [T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(*))], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM
(lineitem.l_quantity)) / cast(T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_quantity)),
DECIMAL(20, 0))], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice)) / cast
(T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_extendedprice)), DECIMAL(20, 0))],
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_discount)) / cast(T_FUN_COUNT_SUM
(T_FUN_COUNT(lineitem.l_discount)), DECIMAL(20, 0))], filter(nil), dop=8
2 - output([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM
(lineitem.l_quantity))), [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice))),
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount))),
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount * 1 +
lineitem.l_tax))), [T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(*))], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM
(lineitem.l_quantity)) / cast(T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_quantity)),
```

```

DECIMAL(20, 0))), [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice)) / cast
(T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_extendedprice)), DECIMAL(20, 0))],
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_discount)) / cast(T_FUN_COUNT_SUM
(T_FUN_COUNT(lineitem.l_discount)), DECIMAL(20, 0))], filter(nil), sort_keys([lineitem.
l_returnflag, ASC], [lineitem.l_linestatus, ASC])
3 - output([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM
(lineitem.l_quantity))), [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice))],
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount))],
[T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount * 1 +
lineitem.l_tax))], [T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_quantity))],
[T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_extendedprice))], [T_FUN_SUM
(T_FUN_SUM(lineitem.l_discount))], [T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.
l_discount))], [T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(*))], filter(nil),
group([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus]), agg_func([T_FUN_SUM
(T_FUN_SUM(lineitem.l_quantity))], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.
l_extendedprice))], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.
l_discount))], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.
l_discount * 1 + lineitem.l_tax))], [T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(*))],
[T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_quantity))], [T_FUN_COUNT_SUM
(T_FUN_COUNT(lineitem.l_extendedprice))], [T_FUN_SUM(T_FUN_SUM(lineitem.
l_discount))], [T_FUN_COUNT_SUM(T_FUN_COUNT(lineitem.l_discount))])
4 - output([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [T_FUN_SUM(lineitem.
l_quantity)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice)], [T_FUN_SUM(lineitem.
l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1
- lineitem.l_discount * 1 + lineitem.l_tax)], [T_FUN_COUNT(lineitem.l_quantity)],
[T_FUN_COUNT(lineitem.l_extendedprice)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_discount)],
[T_FUN_COUNT(lineitem.l_discount)], [T_FUN_COUNT(*)], filter(nil)
5 - (#keys=2, [lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus]), output([lineitem.
l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [T_FUN_SUM(lineitem.l_quantity)], [T_FUN_SUM

```



```

(lineitem.l_extendedprice)), [T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.
l_discount)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount * 1 +
lineitem.l_tax)], [T_FUN_COUNT(lineitem.l_quantity)], [T_FUN_COUNT(lineitem.
l_extendedprice)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_discount)], [T_FUN_COUNT(lineitem.
l_discount)], [T_FUN_COUNT(*)]], filter(nil), dop=8
6 - output([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [T_FUN_SUM(lineitem.
l_quantity)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice)], [T_FUN_SUM(lineitem.
l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1
- lineitem.l_discount * 1 + lineitem.l_tax)], [T_FUN_COUNT(lineitem.l_quantity)],
[T_FUN_COUNT(lineitem.l_extendedprice)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_discount)],
[T_FUN_COUNT(lineitem.l_discount)], [T_FUN_COUNT(*)]], filter(nil),
group([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus]), agg_func([T_FUN_SUM(lineitem.
l_quantity)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice)], [T_FUN_SUM(lineitem.
l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount)], [T_FUN_SUM(lineitem.l_extendedprice * 1
- lineitem.l_discount * 1 + lineitem.l_tax)], [T_FUN_COUNT(*)], [T_FUN_COUNT
(lineitem.l_quantity)], [T_FUN_COUNT(lineitem.l_extendedprice)], [T_FUN_SUM
(lineitem.l_discount)], [T_FUN_COUNT(lineitem.l_discount)])
7 - output([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [lineitem.l_quantity],
[lineitem.l_extendedprice], [lineitem.l_discount], [lineitem.l_extendedprice * 1 -
lineitem.l_discount], [lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount * 1 + lineitem.
l_tax]), filter(nil)
8 - output([lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [lineitem.l_quantity],
[lineitem.l_extendedprice], [lineitem.l_discount], [lineitem.l_extendedprice * 1 -
lineitem.l_discount], [lineitem.l_extendedprice * 1 - lineitem.l_discount * 1 + lineitem.
l_tax]), filter([lineitem.l_shipdate <= ?]),
access([lineitem.l_shipdate], [lineitem.l_returnflag], [lineitem.l_linestatus], [lineitem.
l_quantity], [lineitem.l_extendedprice], [lineitem.l_discount], [lineitem.l_tax]),
partitions(p[0-15])

```

本文中的例子使用单节点环境部署，值得特别说明的是，OceanBase 数据库的并行执行框架最大的特点是还可以将大量数据的分析查询以多节点并发执行的方式进行分析，例如一张表包含上亿行数据，分布在多个 OceanBase 数据库节点上，当进行分析查询时，OceanBase 数据库的分布式执行框架可以生成一个分布式并行执行计划，利用多个节点的资源进行分析，因此具备很好的扩展性，同时针对并行的设置还可以在 SQL、会话、表上多个维度进行设置。

## 14 体验并行导入 & 数据压缩

本文介绍了并行导入和数据压缩相关的使用及说明。

### 14.1 并行导入

除了分析查询，Operational OLAP 中还有很重要的一部分，那就是大量数据的并行导入，也就是数据批处理能力。OceanBase 数据库的并行执行框架能够将 DML 语句也通过并发的方式进行执行（Parallel DML），对于多节点的数据库，实现多机并发写入，并且保证大事务的一致性。结合异步转储机制，还能在很大程度上优化 LSM tree 存储引擎在内存紧张的情况下对大事务的支持。

我们通过这样一个例子来体验 PDML：仍然以 TPC-H 的 `lineitem` 表为基础，创建一张相同表结构的空表 `lineitem2`。然后以 `INSERT INTO ...SELECT` 的方式，用一条 SQL 语句将 `lineitem` 的全部 600 万行数据插入到新表 `lineitem2` 中。下面我们分别用关闭和开启 PDML 的方式执行，观察其效果和区别。

首先，复制 `lineitem` 的表结构，创建 `lineitem2`。注意，在 OceanBase 数据库中我们使用分区表进行数据扩展，此处的例子中我们使用 16 个分区，那么对应的 `lineitem2` 也应完全相同：

```
obclient> SHOW CREATE TABLE lineitem\G;
***** 1. row *****
Table: lineitem

Create Table: CREATE TABLE `lineitem` (
  `l_orderkey` bigint(20) NOT NULL,
  `l_partkey` bigint(20) NOT NULL,
  `l_suppkey` bigint(20) NOT NULL,
  `l_linenumber` bigint(20) NOT NULL,
  `l_quantity` bigint(20) NOT NULL,
  `l_extendedprice` bigint(20) NOT NULL,
  `l_discount` bigint(20) NOT NULL,
  `l_tax` bigint(20) NOT NULL,
  `l_returnflag` char(1) DEFAULT NULL,
```

```
`l_linestatus` char(1) DEFAULT NULL,  
`l_shipdate` date NOT NULL,  
`l_commitdate` date DEFAULT NULL,  
`l_receiptdate` date DEFAULT NULL,  
`l_shipinstruct` char(25) DEFAULT NULL,  
`l_shipmode` char(10) DEFAULT NULL,  
`l_comment` varchar(44) DEFAULT NULL,  
PRIMARY KEY (`l_orderkey`, `l_linenumber`),  
KEY `I_L_ORDERKEY` (`l_orderkey`) BLOCK_SIZE 16384 LOCAL,  
KEY `I_L_SHIPDATE` (`l_shipdate`) BLOCK_SIZE 16384 LOCAL  
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = COMPACT COMPRESSION = 'zstd_1.  
3.8' REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE  
= 134217728 PCTFREE = 0 TABLEGROUP = 'x_tpch_tg_lineitem_order_group'  
partition by key(l_orderkey)  
(partition p0,  
partition p1,  
partition p2,  
partition p3,  
partition p4,  
partition p5,  
partition p6,  
partition p7,  
partition p8,  
partition p9,  
partition p10,  
partition p11,  
partition p12,  
partition p13,  
partition p14,
```

```
partition p15)
1 row in set
```

## 14.1.1 默认方式执行，不开启 PDML

创建好 `lineitem2` 后，我们先以默认配置不开启并行的方式插入，因为这是一个 600 万行的大事务，我们需要将 OceanBase 数据库默认的事务超时时间调整到更大的值（单位为  $\mu\text{s}$ ）：

```
SET ob_query_timeout = 10000000000;
SET ob_trx_timeout = 10000000000;
```

插入数据，执行结果如下：

```
MySQL [test]> INSERT INTO lineitem2 SELECT * FROM lineitem;
Query OK, 6001215 rows affected (1 min 47.312 sec)
Records: 6001215 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

```
MySQL [test]> insert into lineitem2 select * from lineitem;
Query OK, 6001215 rows affected (1 min 47.312 sec)
Records: 6001215 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

可以看到，不开启并行的情况下，单个事务插入 600 万行数据，OceanBase 的耗时为 107 秒。

## 14.1.2 开启 PDML 执行

下面我们通过添加一个 Hint，开启 PDML 的执行选项。注意再次插入前，我们先将上次插入的数据清空。

```
TRUNCATE TABLE lineitem2;
INSERT /*+ parallel(16) enable_parallel_dml */ INTO lineitem2 SELECT * FROM
lineitem;
```

来看这次的执行耗时：

```
obclient> TRUNCATE TABLE lineitem2;
Query OK, 0 rows affected (0.108 sec)
```

```
obclient> INSERT /*+ parallel(16) enable_parallel_dml */ INTO lineitem2 SELECT *  
FROM lineitem;  
Query OK, 6001215 rows affected (22.117 sec)  
Records: 6001215 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

```
MySQL [test]> truncate table lineitem2;  
Query OK, 0 rows affected (0.108 sec)  
  
MySQL [test]> insert /*+ parallel(16) enable_parallel_dml */ into lineitem2 select * from lineitem;  
Query OK, 6001215 rows affected (22.117 sec)  
Records: 6001215 Duplicates: 0 Warnings: 0
```

可以看到开启 PDML 后，相同的表插入 600 万行数据，OceanBase 数据库的耗时缩短为 22 秒左右。PDML 特性带来的性能提升大约为 5 倍。这一特性可以在用户在需要批量数据处理的场景提供帮助。

## 14.2 数据压缩

OceanBase 数据库基于 LSM Tree 结构开发了自己的存储引擎。其中数据大致被分为基线数据（SSTable）和增量数据（MemTable）两部分，基线数据被保存在磁盘中，增量修改在内存中进行。这使得一方面数据在磁盘中能够以更紧凑的方式存储。除此之外由于在磁盘中的基线数据不会频繁更新，OceanBase 数据库又基于通用压缩算法对基线数据进行了再次压缩，使得数据存储在海基数据库中获得非常好的压缩比。同时这种数据压缩并未带来查询和写入性能的下降。下面我们介绍 OceanBase 数据库导入大量外部数据并且观察数据压缩比的方法。

### 14.2.3 数据准备

首先我们使用数据准备工具 [CreateData.jar](#) 生成 5 千万行模拟数据到 `/home/soft` 目录下，生成数据大概需要十几分钟时间，您也可以使用其他工具生成测试数据。

```
#mkdir /home/soft/  
#java -jar CreateData.jar /home/soft/ 50000000  
filePath is : /home/soft/  
Start Time : 2022-07-10 15:33:00  
End Time : 2022-07-10 15:52:53  
#du -sh *  
10G t_bigdata_loader.unl
```

OceanBase 数据库支持多种方式将 csv 格式的数据导入到 OceanBase 数据库中，本文我们介绍通过 Load Data 命令执行。

1. 首先您需对生成的文件进行命名，并确认实际大小。

```
mv t_bigdata_loader.unl t_f1.csv
du -sh t_f1.csv
10G t_f1.csv
```

2. 对 t\_f1.csv 文件内容查看可知，预先生成好的 csv 文件，通过随机算法，获取了 8 列数据，可对应不同的数据类型。因此在体验 OceanBase 数据压缩特性时，需要在租户下先创建一张表，将 csv 文件中的记录，导入到表中。

```
1|1896404182|1980-06-01|2004-10-25 13:30:39|7470.689|33062564.9527|nOLqnBY
tnp|BzWYjZjeodtBNzXSMYbduMNzwdPSiVmHVgPJMeEkeAwKBCorzblwovIHDKBsQh
bVjQnldoeTsiLXTNwyuAcuneuNaol|
2|572083440|2018-11-09|1998-07-11 01:23:28|6891.054|66028434.4013|UzqteeMa
HP|vQWbWBXEWgUqUTzqsOSciiOuvWVcZSrLEOQDwDVGmvGRQYWmhCFdEkpsUsq
rWEpKtmxSwURHIHxvmlXHUIxmfeYboeGEuScKKqzpuNLryFsStaFTTRqSsVlCngFFjH
nEnpaCnWsdwztbiHJyoGkaxrFmyPAmVregfydArrUZsgRqBpQ|
3|1139841892|2006-10-07|1999-06-26 17:02:22|286.43692|51306547.
5055|KJjtylgxkv|BuBdFTBIIFsEPVxsVBRqAnFXSBdtZDgfumUhlx|
4|1777342512|1982-12-18|2017-11-19 07:56:35|2986.242|85860387.8696|rTkUBWh
dPtjSazOTAmvtCBriNttDwublnJNRFDliWkHtWZXmWgKHozCKGqmmETklcYLXiSgKk
oaATNgjvPxVGjeCOODLEWqrQHqowbMjOLOKrtirWEOpUSxiUudZduTCUVZElKzZfgg
vCBNthwzKjc|
....
```

3. 在租户 test 下的 test 数据库中创建一张表，表名为 t\_f1。详细的租户创建过程，请参考管理租户内容。

```
obclient -h127.0.0.1 -P2881 -uroot@test -Dtest -A -p -c
```

```
obclient [test]> CREATE TABLE t_f1(id DECIMAL(10,0),id2 DECIMAL(10,0),id3 DATE,
id4 DATE,id5 FLOAT,id6 FLOAT,id7 VARCHAR(30),id8 VARCHAR(300));
```

## 14.2.4 数据导入

我们可以使用 OceanBase 数据库内置的 Load Data 命令导入数据，Load Data 同样支持并行导入。开始导入前进行如下设置。Load Data 命令仅支持数据文件在 OBCServer 本地执行，如果您希望远程进行数据导入，可以参考使用 OceanBase 数据库的 obloader 工具。

```
SET ob_query_timeout=1000000000;
SET ob_trx_timeout=1000000000;
SET GLOBAL secure_file_priv = "";
GRANT FILE ON *.* to username;
```

### 注意

由于安全原因，以上授权 SQL 只能使用本地访问执行，不能使用远程 OBCClient 执行。即需要在 OBCServer 所在机器上登录 OBCClient（或者 MySQL 客户端）执行。

设置完成后，重连会话使设置生效。然后运行导入语句：

```
load data /*+ parallel(16) */ infile '/home/soft/t_f1.csv' into table t_f1 fields
terminated by '\|' lines terminated by '\n';
```

可以看到，开启并行导入后，10 GB 数据耗时大约 4 分钟。本文中租户的 CPU 配置为 16 核，可以根据您的具体配置设置合适的并行度，配置越高导入速度越快。

导入后，进入数据库对该表记录条数及占用空间大小进行查看。

1. 查看表记录数有 5 千万条。

```
obclient [test]> SELECT COUNT(*) FROM t_f1;
+-----+
| count(*) |
+-----+
| 50000000 |
+-----+
```

2. 对数据库合并。



为了查看基线数据的压缩效果，我们使用 `sys` 租户管理员登录，主动触发对数据库进行合并，使增量数据可以和基线数据进行合并与压缩。您可以通过如下的方式手动触发合并。

```
obclient -h127.0.0.1 -P2881 -uroot@sys -Doceanbase -A -p -c
obclient[oceanbase]> ALTER SYSTEM MAJOR FREEZE;
```

3. 当看到如下查询返回 IDLE 时，表示合并完成。

```
obclient> SELECT name,info FROM __all_zone WHERE zone='' AND name =
'merge_status';
+-----+-----+
| name | info |
+-----+-----+
| merge_status | IDLE |
+-----+-----+
1 row in set
```

4. 使用 `sys` 租户查询如下语句，可查看导入至 OceanBase 后的数据存储占用情况。

```
obclient [oceanbase]> select b.table_name,a.svr_ip,data_size/1024/1024/1024 from
CDB_OB_TABLET_REPLICAS a,DBA_OB_TABLE_LOCATIONS b where a.tablet_id=b.
tablet_id and b.table_name='T_F1'; +-----+-----+
+-----+ | table_name | svr_ip | a.data_size/1024/1024/1024 |
+-----+-----+ | t_f1 | xxx.xx.xxx.xx |
6.144531250000 | +-----+-----+ ``
```

压缩后的表大小约为 6.145 G，压缩比为  $= 10/6.145 = 1.62$ 。

## 15 体验多租户特性

OceanBase 数据库具有多租户的特性，在集群层面实现了实例资源的池化。在 OceanBase 数据库中，每一个租户即一个实例（类比 MySQL Instance）。租户与租户之间数据、权限、资源隔离，每个租户拥有自己独立的访问端口及 CPU、内存访问资源。

### 15.1 背景信息

OceanBase 数据库可以灵活的调整租户资源分配情况（CPU、内存），并且整个过程对上层业务透明。通过多租户机制，OceanBase 集群可以帮助用户高效的利用资源，在保证可用性和性能的前提下，优化成本，并且做到按照需求弹性扩容。

为了帮助您更容易的理解 OceanBase 数据库多租户的概念。下面通过创建一个 OceanBase 数据库租户的例子分步骤进行说明。

### 15.2 创建资源规格 Unit Config

在 OceanBase 数据库中，资源单元 Unit 是一个租户使用 CPU、内存的最小逻辑单元，也是集群扩展和负载均衡的一个基本单位，在集群节点上下线，扩容、缩容时会动态调整资源单元在节点上的分布进而达到资源的使用均衡。而 Unit Config 则规定了一个 Unit 需要使用的计算存储资源（包含内存、CPU 和 IO 等）的规格，是一个配置信息。

因为其分布式的架构，一个 OceanBase 数据库租户可以在资源规格、资源池、副本类型，副本分布几个不同维度灵活定义，所以创建租户时，也需要按照 “unit config -> resource pool -> tenant” 的顺序进行创建和定义。

OceanBase 数据库在创建租户前，需要先确定租户的 Unit Config。您需要使用 `sys` 租户管理员，通过如下 SQL 语句来创建。

下面创建两个 Unit Config，分别为 `unit1` 和 `unit2` 并指定 CPU、内存、使用的最大及最小阈值。

- 创建 `unit1` 资源单元的 CPU、内存使用大小为 3 C、6 G。

```
obclient [oceanbase]> CREATE RESOURCE UNIT UNIT1 MAX_CPU =3,MIN_CPU =3 ,  
MEMORY_SIZE ='6G';
```

- 创建 `unit2` 资源单元的 CPU、内存使用大小为 4 C、8 G。

```
obclient [oceanbase]> CREATE RESOURCE UNIT UNIT2 MAX_CPU =4,MIN_CPU =4 ,  
MEMORY_SIZE ='8G';
```

## 15.3 创建资源池和关联 Unit Config

Unit Config 是一组租户的配置规格信息，而 Resource Pool 则是租户的资源实体，所以在这一步我们需要创建一个 Resource Pool，并且与 Unit Config 关联起来。

创建两个不同的资源池 `pool1`、`pool2`，并为其分别指定到 `unit1`、`unit2` 上。实现资源单元与资源池的对应。`UNIT_NUM` 表示在一个副本中指定多少个 `unit` 单元（同一个租户中，一个节点上最多只能有一个 `unit`），`ZONE_LIST` 则指定租户在当前集群中在哪几个副本进行部署。

本例中考虑到是单节点集群，我们都指定单个 Unit 和 Zone List。创建 Resource Pool 需要保证有足够的资源剩余，如果资源不足，您可以先尝试删除已有的 `test` 租户，或者将已有租户的 Unit Config 调整到更小。如何调整请参见 [调整租户资源大小](#)。

```
obclient [oceanbase]> CREATE RESOURCE POOL pool1 UNIT='UNIT1',UNIT_NUM=1,
ZONE_LIST=('zone1');
obclient [oceanbase]> CREATE RESOURCE POOL pool2 UNIT='UNIT2',UNIT_NUM=1,
ZONE_LIST=('zone1');
```

### 注意

上面的例子针对的是单节点的集群环境，如果您的集群有 3 个节点，那么 `ZONE_LIST` 的值应该为 `('zone1','zone2','zone3')`，其中 Zone 的名称需要根据您创建的情况具体填写。

## 15.4 根据创建的 Resource Pool 创建租户

在完成 Unit Config、Resource Pool 的创建，完成资源单元和资源池的对应后，就可以正常开始租户创建了。

本例中由于是单节点集群，所以我们只能创建单副本的租户。如果希望创建 3 副本的租户，OceanBase 集群至少需要 3 个节点。

定义一个名为 `tenant1` 的单副本租户，并规定字符集为 `utf8mb4`，使用 `pool1` 的资源池，`ob_tcp_invited_nodes` 是租户白名单定义，初始可以设置为 `'%'`，表示任意 IP 地址均可以访问，后期可以修改。

```
obclient [oceanbase]> CREATE TENANT IF NOT EXISTS tenant1 CHARSET='utf8mb4',
ZONE_LIST=('zone1'), PRIMARY_ZONE='zone1', RESOURCE_POOL_LIST=('pool1') SET
ob_tcp_invited_nodes='%';
```

## 注意

上面的例子针对的是单节点的集群环境，只能创建单副本的租户。如果您的集群有 3 个节点，那么 `ZONE_LIST` 的值应该为('zone1','zone2','zone3')，`PRIMARY_ZONE` 则填写 'zone1;zone2;zone3'，表示租户的 Leader 优先分布在 zone1，其次为 zone2。

类似的，定义一个名为 `tenant2` 的一个单副本的租户，并规定字符集为 `utf8mb4`，使用 `pool2` 的资源池。

```
obclient [oceanbase]> CREATE TENANT IF NOT EXISTS tenant2 CHARSET='utf8mb4',
ZONE_LIST=('zone1'), PRIMARY_ZONE='zone1', RESOURCE_POOL_LIST=('pool2') SET
ob_tcp_invited_nodes='%';
```

在完成 `tenant1`、`tenant2` 租户创建后，您可以通过查询 `oceanbase.DBA_OB_TENANTS` 视图来确认租户是否创建成功。

```
obclient [oceanbase]> SELECT * FROM DBA_OB_TENANTS;
```

上述操作确认完成后，您已完成在同一个集群下实现两个租户的创建过程。接下来便可以在租户里正常的进行数据库操作了。

使用新创建的 `tenant1` 进行登录，并创建一张测试表。

```
obclient -hXXX.XX.XXX.106 -P2883 -uroot@tenant1#ob_test -p
```

```
obclient [(none)]> SHOW DATABASES;
```

```
+-----+
| Database |
+-----+
| oceanbase |
| information_schema |
| mysql |
| test |
+-----+
4 rows in set
```

```
obclient [(none)]> USE test;
Database changed
obclient [test]> CREATE TABLE t_f1(id DECIMAL(10,0),id2 DECIMAL(10,0),id3 DATE,id4
DATE,id5 FLOAT,id6 FLOAT,id7 VARCHAR(30),id8 VARCHAR(300));
Query OK, 0 rows affected

obclient [test]> SHOW TABLES;
+-----+
| Tables_in_test |
+-----+
| t_f1 |
+-----+
1 row in set
```

使用 `tenant2` 租户进行登录，查看 `test` 库情况。

```
obclient -h***.**.***.106 -P2883 -uroot@tenant2#ob_test -p

obclient [(none)]> SHOW DATABASES;
+-----+
| Database |
+-----+
| oceanbase |
| information_schema |
| mysql |
| test |
+-----+
4 rows in set
```

```
obclient [(none)]> USE test;
Database changed
obclient [test]> SHOW TABLES;
Empty set
```

可以看到集群下两个租户的资源、数据、权限都是隔离的，您可以进行更多测试，体验 OceanBase 数据库的租户隔离特性。

## 15.5 修改租户配置和调整实例资源规格

OceanBase 数据库可以灵活的对租户资源的 CPU，内存资源进行调整，并且在线生效，对业务透明。修改租户所占用的 CPU、内存大小，您仅需要调整租户所对应的 Unit Config，不需要对资源池或者租户进行调整。

租户资源单元可通过系统视图 `oceanbase.DBA_OB_UNIT_CONFIGS` 进行查看。

```
obclient [oceanbase]> SELECT * FROM oceanbase.DBA_OB_UNIT_CONFIGS;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+
| UNIT_CONFIG_ID | NAME | CREATE_TIME | MODIFY_TIME | MAX_CPU | MIN_CPU |
MEMORY_SIZE | LOG_DISK_SIZE | MAX_IOPS | MIN_IOPS | IOPS_WEIGHT |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+
| 1 | sys_unit_config | 2022-11-17 18:00:47.297945 | 2022-11-17 18:00:47.297945 | 1 |
1 | 8053063680 | 8053063680 | 10000 | 10000 | 1 |
| 1010 | unit1 | 2022-12-15 11:40:17.811095 | 2022-12-15 11:40:17.811095 | 3 | 3 |
6442450944 | 2147483648 | 128 | 128 | 0 |
| 1011 | unit2 | 2022-12-16 16:16:27.053872 | 2022-12-16 16:16:27.053872 | 4 | 4 |
8589934592 | 8589934592 | 128 | 128 | 0 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+

```

```
+-----+-----+
```

```
6 rows in set (0.003 sec)
```

查询结果显示, unit1 资源单元 CPU、内存使用的分别是 3 C, 6 G。

通过以下命令调整 unit1 资源单元 CPU、内存的使用大小为 5 c, 10 G。

```
obclient [oceanbase]> ALTER resource unit unit1 max_cpu =5,min_cpu =5 ,
memory_size ='10G';
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [oceanbase]> SELECT * FROM oceanbase.DBA_OB_UNIT_CONFIGS;
```

```
+-----+-----+-----
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----
```

```
+-----+-----+
```

```
| UNIT_CONFIG_ID | NAME | CREATE_TIME | MODIFY_TIME | MAX_CPU | MIN_CPU |
MEMORY_SIZE | LOG_DISK_SIZE | MAX_IOPS | MIN_IOPS | IOPS_WEIGHT |
```

```
+-----+-----+-----
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----
```

```
+-----+-----+
```

```
| 1 | sys_unit_config | 2022-11-17 18:00:47.297945 | 2022-11-17 18:00:47.297945 | 1 |
```

```
1 | 8053063680 | 8053063680 | 10000 | 10000 | 1 |
```

```
| 1010 | unit1 | 2022-12-15 11:40:17.811095 | 2023-01-05 16:24:17.287801 | 5 | 5 |
```

```
10737418240 | 2147483648 | 128 | 128 | 0 |
```

```
| 1011 | unit2 | 2022-12-16 16:16:27.053872 | 2022-12-16 16:16:27.053872 | 4 | 4 |
```

```
8589934592 | 8589934592 | 128 | 128 | 0 |
```

```
+-----+-----+-----
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----
```

```
+-----+-----+
```

```
6 rows in set (0.037 sec)
```

如上所示，租户配置的调整是在线立即生效的，调整成功后，unit1 的 CPU、内存为 5 c，10 G。OceanBase 数据库通过内核的虚拟化技术，在变更配置后租户的 CPU 和内存资源可以立即生效，无需数据迁移或者切换，对业务无感知。

通过查看 DBA\_OB\_UNITS 信息，您可以获取到资源单元、资源池、租户在集群里的对应信息及 CPU、内存信息。

```
obclient [oceanbase]> SELECT * FROM DBA_OB_UNITS;
```



## 16 体验 DDL 新特性（MySQL 模式）

OceanBase 数据库 MySQL 模式下的 DDL 新特性包括变更主键、变更分区类型、变更列类型和修改字符集。

### 16.1 变更主键

OceanBase 数据库 MySQL 模式下的变更主键操作包括添加主键、修改主键和删除主键。

#### 16.1.1 添加主键

添加主键的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name ADD PRIMARY KEY (column_name);
```

添加主键的示例如下：

```
obclient> CREATE TABLE tbl1(c1 INT,c2 VARCHAR(50));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----+-----+-----+
| Table | Create Table |
+-----+-----+-----+
| tbl1 | CREATE TABLE `tbl1` (
  `c1` int(11) DEFAULT NULL,
  `c2` varchar(50) DEFAULT NULL
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
+-----+-----+-----+
```

```
obclient> ALTER TABLE tbl1 ADD PRIMARY KEY(c1);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----+-----+
| Table | Create Table |
+-----+-----+
| tbl1 | CREATE TABLE `tbl1` (
  `c1` int(11) NOT NULL,
  `c2` varchar(50) DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`c1`)
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
+-----+-----+
1 row in set
```

## 16.1.2 修改主键

修改主键的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name DROP PRIMARY KEY,ADD PRIMARY KEY (column_name_list);
```

修改主键的示例如下：

```
obclient> ALTER TABLE tbl1 DROP PRIMARY KEY,ADD PRIMARY KEY(c2);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| Table | Create Table |
+-----+-----+-----+-----+
| tbl1 | CREATE TABLE `tbl1` (
  `c1` int(11) NOT NULL,
  `c2` varchar(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`c2`)
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
+-----+-----+-----+-----+
```

```
-----+
```

```
1 row in set
```

## 16.1.3 删除主键

删除主键的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name DROP PRIMARY KEY;
```

删除主键的示例如下：

```
obclient> ALTER TABLE tbl1 DROP PRIMARY KEY;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----+
```

```
-----+
| Table | Create Table |
```

```
+-----+
```

```
-----+
| tbl1 | CREATE TABLE `tbl1` (
`c1` int(11) NOT NULL,
`c2` varchar(50) NOT NULL
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
```

```
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
```

```
134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----+
```

```
-----+
1 row in set
```

## 16.2 变更分区类型

OceanBase 数据库 MySQL 模式下变更分区类型的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name PARTITION BY (partition_definitions);
```

### 16.2.4 变更分区示例

示例 1：将 Hash 分区更改为 Key 分区方式。

```
obclient> CREATE TABLE tbl2(c1 INT, c2 DATETIME, PRIMARY KEY(c1, c2))
```

```
PARTITION BY HASH(c1) PARTITIONS 4;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE tbl2;
```

```
+-----+-----+-----+-----+
| Table | Create Table |
+-----+-----+-----+-----+
| tbl2 | CREATE TABLE `tbl2` (
`c1` int(11) NOT NULL,
`c2` datetime NOT NULL,
PRIMARY KEY (`c1`, `c2`)
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0
partition by hash(c1)
```

```
(partition p0,
partition p1,
partition p2,
partition p3) |
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```
1 row in set
```

```
obclient> ALTER TABLE tbl2 PARTITION BY KEY(c1) PARTITIONS 10;
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE tbl2;
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```
| Table | Create Table |
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```
| tbl2 | CREATE TABLE `tbl2` (
`c1` int(11) NOT NULL,
`c2` datetime NOT NULL,
PRIMARY KEY (`c1`, `c2`)
```

```
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0
partition by key(c1)
(partition p0,
partition p1,
partition p2,
partition p3,
partition p4,
partition p5,
partition p6,
partition p7,
partition p8,
partition p9) |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|
|
|
|
|
|
|
|
|
|
+-----+
```

示例 2：将一级 Hash 分区表修改为模板化 Hash+Range 二级分区表。

```
obclient> ALTER TABLE tbl2
PARTITION BY HASH(c1)
SUBPARTITION BY RANGE COLUMNS(c2)
SUBPARTITION TEMPLATE(
SUBPARTITION p1 VALUES LESS THAN ('2016-10-10'),
SUBPARTITION p2 VALUES LESS THAN ('2116-3-30')) PARTITIONS 2;
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE tbl2;
```

```
+-----+-----+
| Table | Create Table |
+-----+-----+
| tbl2 | CREATE TABLE `tbl2` (
  `c1` int(11) NOT NULL,
  `c2` datetime NOT NULL,
  PRIMARY KEY (`c1`, `c2`)
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0
partition by hash(c1) subpartition by range columns(c2) subpartition template (
subpartition p1 values less than ('2016-10-10 00:00:00'),
subpartition p2 values less than ('2116-03-30 00:00:00'))
(partition p0,
partition p1) |
+-----+-----+
```



```
-----+
-----+
-----+
1 row in set
```

示例 3：将 Hash + Range 二级分区表转为 Range Columns+Range Columns 分区。

```
obclient> ALTER TABLE tbl2
PARTITION BY RANGE COLUMNS(c1)
SUBPARTITION BY RANGE COLUMNS(c2)
(
PARTITION p0 VALUES LESS THAN (100)
(SUBPARTITION sp0 VALUES LESS THAN ('2020-01-01')
,SUBPARTITION sp1 VALUES LESS THAN ('2021-01-01')
,SUBPARTITION sp2 VALUES LESS THAN ('2022-01-01')
,SUBPARTITION sp3 VALUES LESS THAN ('2023-01-01')
),
PARTITION p1 VALUES LESS THAN (200)
(SUBPARTITION sp4 VALUES LESS THAN ('2020-01-01')
,SUBPARTITION sp5 VALUES LESS THAN ('2021-01-01')
,SUBPARTITION sp6 VALUES LESS THAN ('2022-01-01')
,SUBPARTITION sp7 VALUES LESS THAN ('2023-01-01'))
);
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE tbl2;
```

```
+-----+-----+
-----+
-----+
-----+
-----+
```

```
-----+
| Table | Create Table |
+-----+
```

```
-----+
| tbl2 | CREATE TABLE `tbl2` (
`c1` int(11) NOT NULL,
`c2` datetime NOT NULL,
PRIMARY KEY (`c1`, `c2`)
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0
partition by range columns(c1) subpartition by range columns(c2)
(partition p0 values less than (100) (
subpartition sp0 values less than ('2020-01-01 00:00:00'),
subpartition sp1 values less than ('2021-01-01 00:00:00'),
subpartition sp2 values less than ('2022-01-01 00:00:00'),
```



```
ALTER TABLE table_name MODIFY column_name data_type;
```

## 16.3.5 修改列类型的示例

### 16.3.5.1 字符数据类型之间的转换示例

如下示例为修改字符数据类型列的数据类型并提升长度。

```
obclient> CREATE TABLE test01 (c1 INT PRIMARY KEY, c2 CHAR(10), c3 CHAR(10));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test01 MODIFY C2 VARCHAR(20);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test01 MODIFY C2 VARCHAR(40);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE test01;
```

```
+-----+-----+
| Table | Create Table |
+-----+-----+
| test01 | CREATE TABLE `test01` (
  `c1` int(11) NOT NULL,
  `C2` varchar(40) DEFAULT NULL,
  `c3` char(10) DEFAULT NULL,
```



```
-----+
| test01 | CREATE TABLE `test01` (
`c1` int(11) NOT NULL,
`C2` longtext DEFAULT NULL,
`C3` varchar(30) DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`c1`)
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
+-----+
1 row in set
```

## 16.3.5.2 数值数据类型之间的转换示例

示例 1：修改整数类型列的数据类型并提升长度。

```
obclient> CREATE TABLE test02 (id INT PRIMARY KEY, name VARCHAR(10),age
TINYINT, description VARCHAR(65525));
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test02 MODIFY age SMALLINT;
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test02 MODIFY age INT;
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test02 MODIFY age BIGINT;
```

Query OK, 0 rows affected

示例 2: 修改带精度的数据类型列的数据类型和长度。

```
obclient> CREATE TABLE test03(c1 INT, c2 FLOAT(8,0), c3 FLOAT(8,0), UNIQUE(c2, c3));
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test03 MODIFY c2 FLOAT(5,0);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test03 MODIFY c2 DOUBLE(10,0);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test03 MODIFY c2 DOUBLE(5,0);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test03 MODIFY c2 DECIMAL(20, 4);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE test03;
```

This image shows a full page of primary-ruled notebook paper. It features four horizontal dashed lines spaced evenly down the page. Vertical solid lines are positioned at approximately one-tenth and nine-tenths of the page width from the left edge, creating two narrow margins. The paper has a light gray background. There are small black plus signs (+) located at the intersections of the horizontal lines with the left and right vertical margin lines. On the left side, between the second and third horizontal lines, there is faint, partially visible text that reads "Table | Create Table |". At the bottom left corner, there is some very faint, illegible text that appears to start with "test03 | CREATE TABLE `test03` (".

```
`c1` int(11) DEFAULT NULL,  
`c2` decimal(20,4) DEFAULT NULL,  
`c3` float(8,0) DEFAULT NULL,  
  
UNIQUE KEY `c2` (`c2`, `c3`) BLOCK_SIZE 16384 LOCAL  
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'  
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =  
134217728 PCTFREE = 0 |
```

---

---

---

---

1 row in set

### 16.3.5.3 二进制类型数据类型的转换示例

```
obclient> CREATE TABLE test04 (c1 TINYBLOB, c2 BINARY(64));
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test04 MODIFY c1 BLOB;
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> ALTER TABLE test04 MODIFY c1 BINARY(256);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient> SHOW CREATE TABLE test04;
```

[illegible]



```

-----+
| test04 | CREATE TABLE `test04` (
`c1` binary(256) DEFAULT NULL,
`c2` binary(64) DEFAULT NULL
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |

```

```

+-----+
1 row in set

```

```

obclient> CREATE TABLE test05 (id INT PRIMARY KEY, name TINYTEXT,age INT,
description VARCHAR(65535));

```

```

Query OK, 0 rows affected

```

```

obclient> ALTER TABLE test05 MODIFY name VARCHAR(256);

```

```

Query OK, 0 rows affected

```

```

obclient> SHOW CREATE TABLE test05;

```

```

+-----+
| Table | Create Table |
+-----+

```

```

-----+
| test05 | CREATE TABLE `test05` (
`id` int(11) NOT NULL,
`name` varchar(256) DEFAULT NULL,
`age` int(11) DEFAULT NULL,
`description` varchar(65535) DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`id`)
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
+-----+
-----+
-----+
-----+
-----+
1 row in set

```

## 16.3.5.4 整数型数据与字符型数据的转换示例

```

obclient> CREATE TABLE test06 (c1 INT);
Query OK, 0 rows affected

obclient> ALTER TABLE test06 MODIFY c1 VARCHAR(64);
Query OK, 0 rows affected

obclient [test]> SHOW CREATE TABLE test06;
+-----+
-----+
-----+
| Table | Create Table |
+-----+

```

```
-----+
| test06 | CREATE TABLE `test06` (
`c1` varchar(64) DEFAULT NULL
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
+-----+
```

```
-----+
1 row in set
```

```
obclient> CREATE TABLE test07 (c1 VARCHAR(32));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test07 MODIFY c1 INT;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE test07;
```

```
-----+
| Table | Create Table |
+-----+
```

```
-----+
| test07 | CREATE TABLE `test07` (
`c1` int(11) DEFAULT NULL
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
```

```
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
```

n	Number of rows in set
1	1
2	2
3	3
4	4

## 16.4 修改表或者列的字符集和字符序 (COLLATION)

### 16.4.6 修改表的字符集和字符序

OceanBase 数据库 MySQL 模式下修改表的字符序和字符集的语法如下：

```
ALTER TABLE table name CHARACTER SET = charset name COLLATE =collate name;
```

### 说明

此语法只修改表所在的 Schema 上的字符序和字符集，只对之后新增加的表起作用。

示例如下：

```
obclient> CREATE TABLE test_collation (c1 INT PRIMARY KEY, c2 VARCHAR(32), c3
VARCHAR(32), UNIQUE KEY idx_test_collation_c2(c2));
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE test collation;
```

[illegible]

```
-----+
| test_collation | CREATE TABLE `test_collation` (
`c1` int(11) NOT NULL,
`c2` varchar(32) DEFAULT NULL,
`c3` varchar(32) DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`c1`),
UNIQUE KEY `idx_test_collation_c2` (`c2`) BLOCK_SIZE 16384 LOCAL
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----+
```

```
1 row in set
```

```
obclient [test]> ALTER TABLE test_collation CHARACTER SET = utf16 COLLATE =
utf16_general_ci;
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE test_collation;
```

```
+-----+
```

```
-----+
| Table | Create Table |
+-----+-----+
-----+
-----+
-----+
-----+
-----+
| test_collation | CREATE TABLE `test_collation` (
`c1` int(11) NOT NULL,
`c2` varchar(32) CHARACTER SET utf8mb4 DEFAULT NULL,
`c3` varchar(32) CHARACTER SET utf8mb4 DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`c1`),
UNIQUE KEY `idx_test_collation_c2` (`c2`) BLOCK_SIZE 16384 LOCAL
) DEFAULT CHARSET = utf16 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
134217728 PCTFREE = 0 |
+-----+-----+
-----+
-----+
-----+
-----+
-----+
1 row in set
```

## 16.4.7 修改表中已有数据的字符集和字符序

OceanBase 数据库 MySQL 模式下修改表中已有数据的字符集和字符序的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name CONVERT TO CHARACTER SET charset_name COLLATE
collate_name;
```

说明

此语法不仅修改了表上已有数据的字符集和字符序，也会修改表所在的 Schema 上的字符序和字符集。

示例如下：

```
obclient> ALTER TABLE test_collation CONVERT TO CHARACTER SET utf8mb4 COLLATE
utf8mb4_bin;
Query OK, 0 rows affected
```

## 16.4.8 修改列的字符集和字符序

OceanBase 数据库 MySQL 模式下修改列的字符序和字符集的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name MODIFY COLUMN column_name data_type COLLATE
collate_name;
```

示例如下：

```
obclient> ALTER TABLE test_collation MODIFY COLUMN c2 VARCHAR(32) COLLATE
utf8mb4_bin;
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE test_collation;
```

```
+-----+-----+
| Table | Create Table |
+-----+-----+
| test_collation | CREATE TABLE `test_collation` (
  `c1` VARCHAR(32) COLLATE utf8mb4_bin DEFAULT NULL,
  `c2` VARCHAR(32) COLLATE utf8mb4_bin DEFAULT NULL,
  PRIMARY KEY (`c1`)
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_bin |
```

```
-----+
| test_collation | CREATE TABLE `test_collation` (
`c1` int(11) NOT NULL,
`c2` varchar(32) COLLATE utf8mb4_bin DEFAULT NULL,
`c3` varchar(32) COLLATE utf8mb4_bin DEFAULT NULL,
PRIMARY KEY (`c1`),
UNIQUE KEY `idx_test_collation_c2` (`c2`) BLOCK_SIZE 16384 LOCAL
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 COLLATE = utf8mb4_bin ROW_FORMAT = DYNAMIC
COMPRESSION = 'zstd_1.3.8' REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384
USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE = 134217728 PCTFREE = 0 |
+-----+
-----+
1 row in set
```



## 17 体验 DDL 新特性（Oracle 模式）

OceanBase 数据库 Oracle 模式下的 DDL 新特性包括变更主键、变更分区类型和变更列类型。

### 功能适用性

该内容仅适用于 OceanBase 数据库企业版。OceanBase 数据库社区版仅提供 MySQL 模式。

### 17.1 变更主键

OceanBase 数据库 Oracle 模式下的主键操作包括添加主键、修改主键和删除主键。

#### 添加主键

添加主键的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name ADD PRIMARY KEY (column_name);
```

添加主键的示例如下：

```
obclient> CREATE TABLE tbl1(c1 INT,c2 VARCHAR(50));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| Table | Create Table |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| tbl1 | CREATE TABLE `tbl1` (
```

```
`c1` int(11) DEFAULT NULL,
```

```
`c2` varchar(50) DEFAULT NULL
```

```
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
```

```
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =  
134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
1 row in set
```

```
obclient> ALTER TABLE tbl1 ADD PRIMARY KEY(c1);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| Table | Create Table |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| tbl1 | CREATE TABLE `tbl1` (  
`c1` int(11) NOT NULL,  
`c2` varchar(50) DEFAULT NULL,  
PRIMARY KEY (`c1`)  
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'  
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =  
134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
1 row in set
```

## 修改主键

修改主键的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name MODIFY PRIMARY KEY (column_name);
```

修改主键的示例如下：

```
obclient> ALTER TABLE tbl1 MODIFY PRIMARY KEY (c2);
```

Query OK, 0 rows affected

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| Table | Create Table |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| tbl1 | CREATE TABLE `tbl1` (
```

```
`c1` int(11) NOT NULL,
```

```
`c2` varchar(50) DEFAULT NULL,
```

```
PRIMARY KEY (`c1`)
```

```
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
```

```
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
```

```
134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
1 row in set
```

## 删除主键

删除主键的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name DROP PRIMARY KEY;
```

删除主键的示例如下：

```
obclient> ALTER TABLE tbl1 DROP PRIMARY KEY;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [test]> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| Table | Create Table |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| tbl1 | CREATE TABLE `tbl1` (
```

```
`c1` int(11) NOT NULL,
```

```
`c2` varchar(50) DEFAULT NULL
```

```
) DEFAULT CHARSET = utf8mb4 ROW_FORMAT = DYNAMIC COMPRESSION = 'zstd_1.3.8'
```

```
REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER = FALSE TABLET_SIZE =
```

```
134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
1 row in set
```

## 17.2 变更分区类型

OceanBase 数据库 Oracle 模式下变更分区类型（支持将非分区表转换为一级分区表和二级分区表）的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name MODIFY partition_option;
```

### 注意

OceanBase 数据库当前版本只支持非分区表转换成分区表。

## 变更分区示例

示例 1：将非分区表转换成为一级分区表。

```
obclient> CREATE TABLE tbl1(c1 INT PRIMARY KEY, c2 DATE);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE tbl1 MODIFY PARTITION BY HASH(c1) PARTITIONS 4;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE tbl1;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TABLE | CREATE TABLE |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TBL1 | CREATE TABLE "TBL1" (
```

```
"C1" NUMBER(*,0),
```

```
"C2" DATE,
```

```
CONSTRAINT "TBL1_OBPk_1668762793014376" PRIMARY KEY ("C1")
```

```
) COMPRESS FOR ARCHIVE REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER
```

```
= FALSE TABLET_SIZE = 134217728 PCTFREE = 0
```

```
partition by hash(c1)
```

```
(partition P0,
```

```
partition P1,
```

```
partition P2,
partition P3) |
+-----
+-----
+
1 row in set
```

示例 2：将非分区表转换成为二级分区表（模版化）。

```
obclient> CREATE TABLE tbl2(c1 INT, c2 DATE, PRIMARY KEY(c1, c2));
Query OK, 0 rows affected

obclient> ALTER TABLE tbl2 MODIFY PARTITION BY HASH(c1)
SUBPARTITION BY RANGE (c2)
SUBPARTITION TEMPLATE(
SUBPARTITION p1 VALUES LESS THAN (TO_DATE('2016/02/01','YYYY/MM/DD')),
SUBPARTITION p2 VALUES LESS THAN (TO_DATE('2116/02/01','YYYY/MM/DD'))
);
Query OK, 0 rows affected

obclient [SYS]> SHOW CREATE TABLE tbl2;
+-----
+-----
+
| TABLE | CREATE TABLE |
+-----
+-----
+
| TBL2 | CREATE TABLE "TBL2" (
"C1" NUMBER(*,0),
"C2" DATE,
```

```

CONSTRAINT "TBL2_OBPK_1668762841207762" PRIMARY KEY ("C1", "C2")
) COMPRESS FOR ARCHIVE REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER
= FALSE TABLET_SIZE = 134217728 PCTFREE = 0
partition by hash(c1) subpartition by range(c2) subpartition template (
subpartition P1 values less than (TO_DATE(' 2016-02-01 00:00:00', 'SYYYY-MM-DD
HH24:MI:SS', 'NLS_CALENDAR=GREGORIAN')),
subpartition P2 values less than (TO_DATE(' 2116-02-01 00:00:00', 'SYYYY-MM-DD
HH24:MI:SS', 'NLS_CALENDAR=GREGORIAN'))))
(partition P0) |
+-----
+-----
+
1 row in set

```

示例 3：将非分区表转换成为二级分区表（非模版化）。

```

obclient> CREATE TABLE tbl3(c1 INT, c2 DATE, PRIMARY KEY(c1, c2));
Query OK, 0 rows affected

obclient> ALTER TABLE tbl3 MODIFY PARTITION BY RANGE(c1)
SUBPARTITION BY RANGE(c2) (
PARTITION p0 VALUES LESS THAN(0),
PARTITION p1 VALUES LESS THAN(100));
Query OK, 0 rows affected

obclient> SHOW CREATE TABLE tbl3;
+-----
+-----
+
| TABLE | CREATE TABLE |
+-----

```

```
+-----+
+
| TBL3 | CREATE TABLE "TBL3" (
"C1" NUMBER(*,0),
"C2" DATE,
CONSTRAINT "TBL3_OBPK_1668762883951475" PRIMARY KEY ("C1", "C2")
) COMPRESS FOR ARCHIVE REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER
= FALSE TABLET_SIZE = 134217728 PCTFREE = 0
partition by range(c1) subpartition by range(c2)
(partition P0 values less than (0) (
subpartition P8192 values less than (MAXVALUE)),
partition P1 values less than (100) (
subpartition P8193 values less than (MAXVALUE))) |
+-----+
+-----+
+
1 row in set
```

## 17.3 变更列类型

OceanBase 数据库 Oracle 模式下所支持的列类型的相关转换如下：

- 字符类型列的数据类型转换，包括 CHAR 和 VARCHAR2。
- 数值数据类型支持改变精度，包括 NUMBER（不允许降低精度）。
- 字符数据类型支持改变精度，包括 CHAR（不允许降低精度）、VARCHAR2、NCHAR 和 NCHAR。

修改列类型的语法如下：

```
ALTER TABLE table_name MODIFY column_name data_type;
```

## 修改列类型的示例



## 字符数据类型之间的转换示例

示例 1：修改字符数据类型列的数据类型并提升长度。

```
obclient> CREATE TABLE test01 (c1 INT PRIMARY KEY, c2 CHAR(10), c3 VARCHAR2(32));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test01 MODIFY c2 VARCHAR(20);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test01 MODIFY c3 VARCHAR(64);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test01 MODIFY c3 CHAR(256);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE test01;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TABLE | CREATE TABLE |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TEST01 | CREATE TABLE "TEST01" (
```

```
"C1" NUMBER(*,0),
```

```
"C2" VARCHAR2(20),
```

```
"C3" CHAR(256),
```

```
CONSTRAINT "TEST01_OBPk_1668762938184544" PRIMARY KEY ("C1")
```

```
) COMPRESS FOR ARCHIVE REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER
```

```
= FALSE TABLET_SIZE = 134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
1 row in set
```

示例 2：缩短字符数据类型列的长度。

```
obclient> CREATE TABLE test02(c1 VARCHAR2(128));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test02 MODIFY c1 VARCHAR2(64);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [SYS]> SHOW CREATE TABLE test02;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TABLE | CREATE TABLE |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TEST02 | CREATE TABLE "TEST02" (
```

```
"C1" VARCHAR2(64)
```

```
) COMPRESS FOR ARCHIVE REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER  
= FALSE TABLET_SIZE = 134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
1 row in set
```

```
obclient> CREATE TABLE test03(c1 CHAR(10));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test03 MODIFY c1 CHAR(20);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> SHOW CREATE TABLE test03;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TABLE | CREATE TABLE |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TEST03 | CREATE TABLE "TEST03" (
```

```
"C1" CHAR(20)
```

```
) COMPRESS FOR ARCHIVE REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER  
= FALSE TABLET_SIZE = 134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
1 row in set
```

## 改变数值数据类型精度的示例

示例 1：修改整数类型列的 `NUMBER` 数据类型的精度。

```
obclient> CREATE TABLE test04 (id INT PRIMARY KEY, name VARCHAR(10),age  
TINYINT, description VARCHAR(65525));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test04 MODIFY age SMALLINT;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test04 MODIFY age INT;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test04 MODIFY age BIGGINT;
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

示例 2：修改带精度的数据类型列的数据类型和长度。

```
obclient> CREATE TABLE test05(c1 NUMBER(10,2));
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient> ALTER TABLE test05 MODIFY c1 NUMBER(11,3);
```

```
Query OK, 0 rows affected
```

```
obclient [SYS]> SHOW CREATE TABLE test05;
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TABLE | CREATE TABLE |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

```
+
```

```
| TEST05 | CREATE TABLE "TEST05" (
```

```
"C1" NUMBER(11,3)
```

```
) COMPRESS FOR ARCHIVE REPLICA_NUM = 1 BLOCK_SIZE = 16384 USE_BLOOM_FILTER
```

```
= FALSE TABLET_SIZE = 134217728 PCTFREE = 0 |
```

```
+-----
```

```
+-----
```

+

1 row in set