



关系型数据库

性能白皮书

文档版本 01

发布日期 2018-12-11

华为技术有限公司



版权所有 © 华为技术有限公司 2018。保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明



HUAWEI和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

目录

1 MySQL	1
1.1 测试方法.....	1
1.2 MySQL 5.6 测试数据.....	4
1.3 MySQL 5.7 测试数据.....	7
2 SQL Server	12
2.1 测试方法.....	12
2.2 测试结果.....	21

1 MySQL

1.1 测试方法

MySQL是最受欢迎的开源数据库之一，性能卓越，搭配LAMP，成为WEB开发的高效解决方案。主要解决用户高并发场景下，数据库性能差、数据复制延迟突出、数据库故障恢复时间长等问题。

当前，MySQL主要提供了即开即用、备份恢复、数据迁移、安全防护、轻松扩容和高可用六大功能。您可通过几步简单的配置，在几分钟内获得更高性能、更具扩展性的生产数据库，同时保证数据库环境的数据完整性和业务持续可用性。

测试环境

- 区域：华北-北京一。
- 可用分区：可用区1。
- 弹性云服务器（Elastic Cloud Server，简称ECS）：规格选择通用计算型c3.2xlarge.2，8U16GB，操作系统镜像使用CentOS7.4 64位版本，详见图1-1。由于压测工具需要安装额外的编译工具，建议ECS绑定弹性IP。

图 1-1 ECS 配置



测试工具

Sysbench是一款基于LuaJIT的，模块化多线程基准测试工具，常用于数据库基准测试。通过内置的数据库测试模型，采用多线程并发操作来评估数据库的性能。了解Sysbench更多详情，请访问<https://github.com/akopytov/sysbench>。

本次测试使用的Sysbench版本为1.0.12，具体的安装命令如下：

```
# wget -c https://github.com/akopytov/sysbench/archive/1.0.12.zip
# yum install autoconf libtool mysql mysql-devel vim unzip
# unzip 1.0.12.zip
# cd sysbench-1.0.12
# ./autogen.sh
# ./configure
# make
# make install
```

测试步骤

请根据实际信息，替换数据库、连接IP与用户密码。

步骤1 导入数据。

1. 使用mysql命令登录数据库，并创建测试数据库“loadtest”。
mysql -u root -P 3306 -h <host> -p -e "create database loadtest"
2. 使用sysbench命令导入测试背景数据到“loadtest”数据库。
sysbench --test=/usr/local/share/sysbench/tests/include/oltp_legacy/oltp.lua --db-driver=mysql --mysql-db=loadtest --mysql-user=root --mysql-password=<password> --mysql-port=3306 --mysql-host=<host> --oltp-tables-count=64 --oltp-table-size=1000000 --num-threads=20 prepare

步骤2 压测数据。

```
sysbench --test=/usr/local/share/sysbench/tests/include/oltp_legacy/oltp.lua --db-  
driver=mysql --mysql-db=loadtest --mysql-user=root --mysql-password=<password> --  
mysql-port=3306 --mysql-host=<host> --oltp-tables-count=64 --oltp-table-size=1000000  
--max-time=3600 --max-requests=0 --num-threads=200 --report-interval=3 --forced-  
shutdown=1 run
```

步骤3 清理数据。

```
sysbench --test=/usr/local/share/sysbench/tests/include/oltp_legacy/oltp.lua --db-  
driver=mysql --mysql-db=loadtest --mysql-user=root --mysql-password=<password> --  
mysql-port=3306 --mysql-host=<host> --oltp-tables-count=64 --oltp-table-size=1000000  
--max-time=3600 --max-requests=0 --num-threads=200 cleanup
```

----结束

测试模型

1. 表结构

```
CREATE TABLE `sbtest` (  
  `id` INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
  `k` INTEGER UNSIGNED DEFAULT '0' NOT NULL,  
  `c` CHAR(120) DEFAULT '' NOT NULL,  
  `pad` CHAR(60) DEFAULT '' NOT NULL,  
  PRIMARY KEY (`id`)  
) ENGINE=InnoDB
```

2. 读写比

Sysbench默认提交的事务中包含18条SQL语句，具体执行语句和条数如下：

- 主键SELECT语句，10条：

```
SELECT c FROM ${rand_table_name} where id=${rand_id};
```

- 范围SELECT语句，4条：

```
SELECT c FROM ${rand_table_name} WHERE id BETWEEN $  
{rand_id_start} AND ${rand_id_end};
```

```
SELECT SUM(K) FROM ${rand_table_name} WHERE id BETWEEN $  
{rand_id_start} AND ${rand_id_end};
```

```
SELECT c FROM ${rand_table_name} WHERE id BETWEEN $  
{rand_id_start} AND ${rand_id_end} ORDER BY c;
```

```
SELECT DISTINCT c FROM ${rand_table_name} WHERE id BETWEEN $  
{rand_id_start} AND ${rand_id_end} ORDER BY c;
```

- UPDATE语句，2条：

```
UPDATE ${rand_table_name} SET k=k+1 WHERE id=${rand_id}
```

```
UPDATE ${rand_table_name} SET c=${rand_str} WHERE id=${rand_id}
```

- DELETE语句，1条：

```
DELETE FROM ${rand_table_name} WHERE id=${rand_id}
```

- INSERT语句，1条：

```
INSERT INTO ${rand_table_name} (id, k, c, pad) VALUES (${rand_id},$  
{rand_k},${rand_str_c},${rand_str_pad})
```

测试指标

- **TPS:** Transaction Per Second，数据库每秒执行的事务数，每个事务中包含18条SQL语句。
- **QPS:** Query Per Second，数据库每秒执行的SQL数，包含insert、select、update、delete等。

1.2 MySQL 5.6 测试数据

测试列表

表 1-1 标准型

规格编号	CPU(Core)	内存 (GB)	连接数	IOPS	TPS	QPS
c3.medium.4	1	4	1500	1400	494	9880
c3.large.4	2	8	2500	4000	558	11178
c3.xlarge.4	4	16	5000	8000	1257	25155
c3.2xlarge.4	8	32	10000	12000	2580	51604
c3.4xlarge.4	16	64	18000	16000	3245	64912
c3.8xlarge.4	32	128	30000	20000	5687	113748

表 1-2 计算型

规格编号	CPU(Core)	内存 (GB)	连接数	IOPS	TPS	QPS
c3.medium.2	1	2	800	1200	295	5905
c3.large.2	2	4	1500	2000	452	9049
c3.xlarge.2	4	8	2500	6000	793	15876
c3.2xlarge.2	8	16	5000	10000	1899	37994
c3.4xlarge.2	16	32	10000	14000	3134	62685
c3.8xlarge.2	32	64	18000	18000	3696	73936

表 1-3 内存型

规格编号	CPU(Core)	内存 (GB)	连接数	IOPS	TPS	QPS
m3.medium.8	1	8	2500	1600	534	10692

规格编号	CPU(Core)	内存(GB)	连接数	IOPS	TPS	QPS
m3.large.8	2	16	5000	5000	585	11719
m3.xlarge.8	4	32	10000	7000	1228	24579
m3.2xlarge.8	8	64	18000	11000	2584	51688
m3.4xlarge.8	16	128	30000	20000	4364	87299

测试结果

图 1-2 标准型

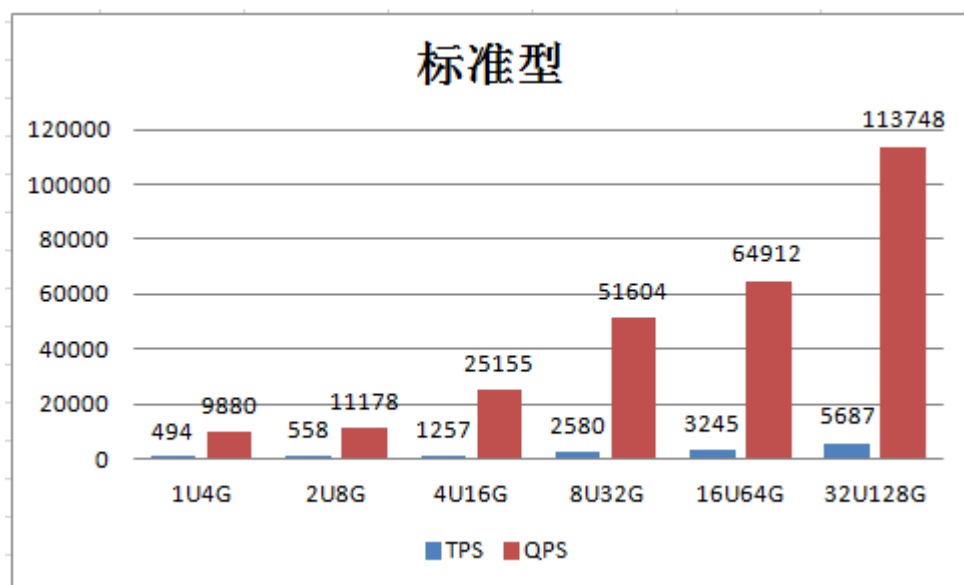


图 1-3 计算型

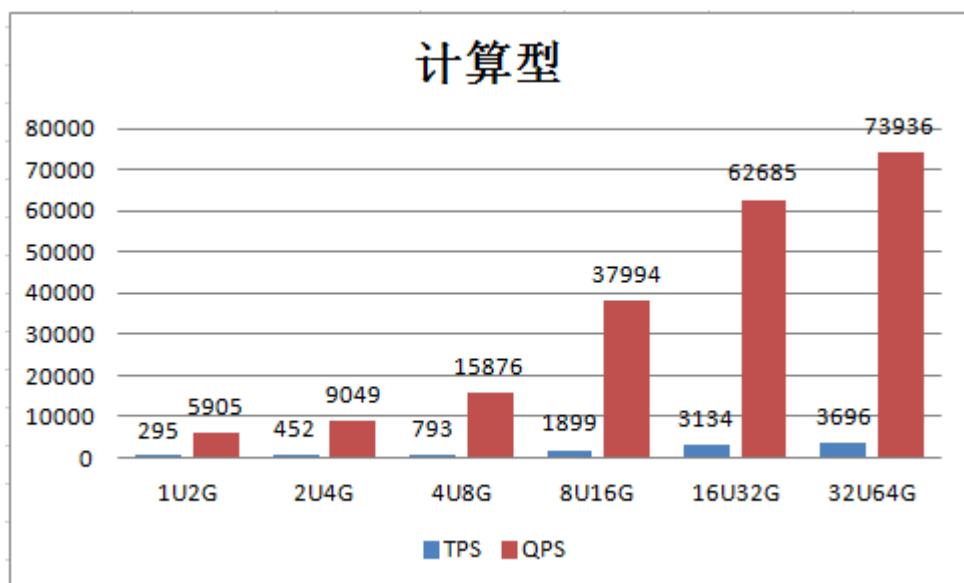


图 1-4 内存型

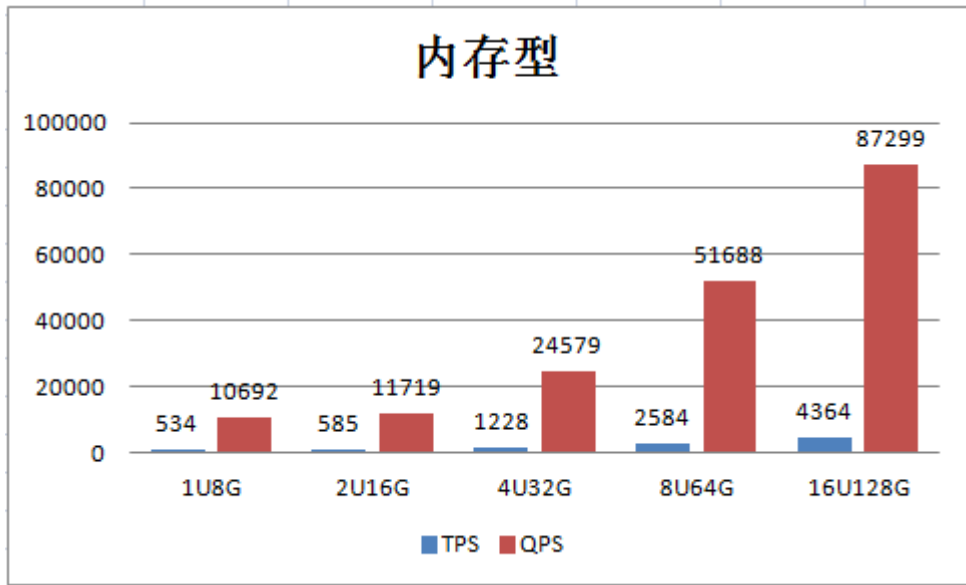


图 1-5 高并发性能（16U32G）

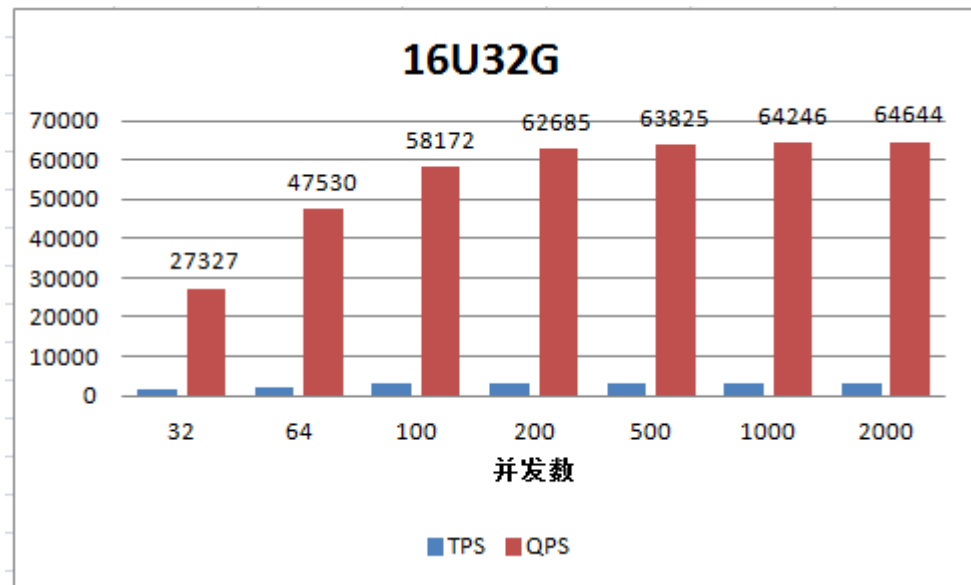


图 1-6 高并发性能（16U64G）

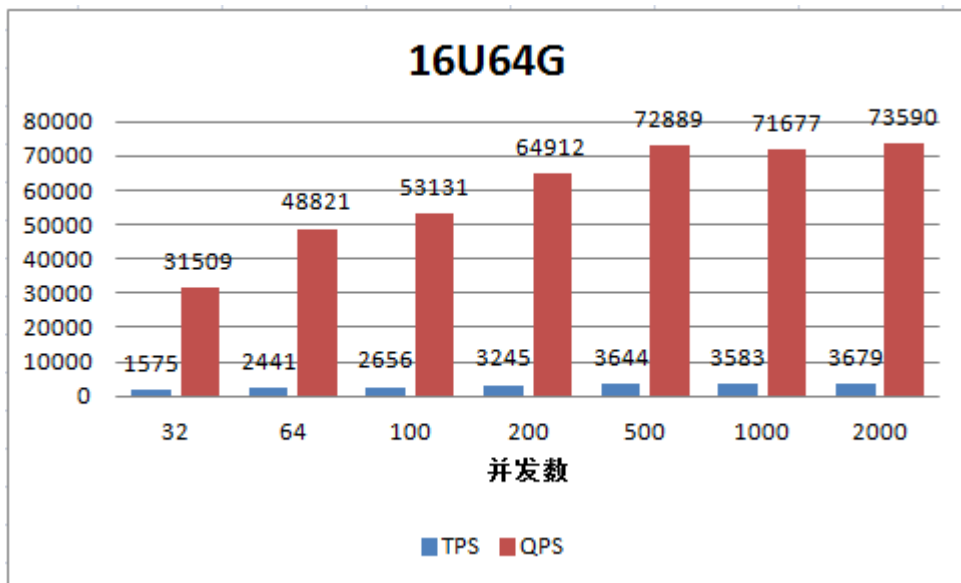
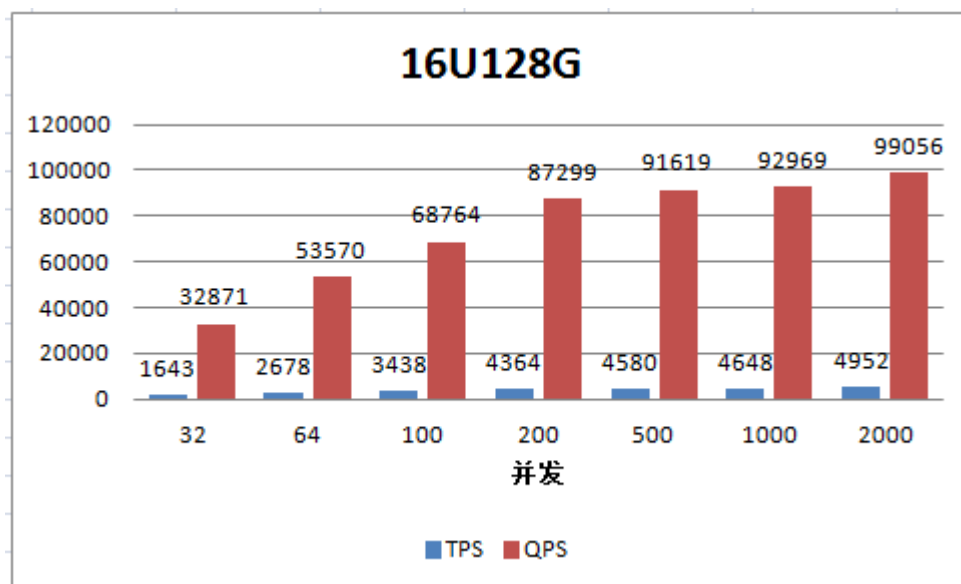


图 1-7 高并发性能（16U128G）



1.3 MySQL 5.7 测试数据

测试列表

表 1-4 标准型

规格编号	CPU(Core)	内存(GB)	连接数	IOPS	TPS	QPS
c3.medium.4	1	4	1500	1400	431	8620

规格编号	CPU(Core)	内存(GB)	连接数	IOPS	TPS	QPS
c3.large.4	2	8	2500	4000	644	12891
c3.xlarge.4	4	16	5000	8000	1366	27325
c3.2xlarge.4	8	32	10000	12000	2042	40840
c3.4xlarge.4	16	64	18000	16000	3616	72337
c3.8xlarge.4	32	128	30000	20000	6408	128173

表 1-5 计算型

规格编号	CPU(Core)	内存(GB)	连接数	IOPS	TPS	QPS
c3.medium.2	1	2	800	1200	321	6439
c3.large.2	2	4	1500	2000	444	8893
c3.xlarge.2	4	8	2500	6000	721	14422
c3.2xlarge.2	8	16	5000	10000	1708	34166
c3.4xlarge.2	16	32	10000	14000	2221	44436
c3.8xlarge.2	32	64	18000	18000	4163	83262

表 1-6 内存型

规格编号	CPU(Core)	内存(GB)	连接数	IOPS	TPS	QPS
m3.medium.8	1	8	2500	1600	637	12751
m3.large.8	2	16	5000	5000	728	14561
m3.xlarge.8	4	32	10000	7000	1542	30847
m3.2xlarge.8	8	64	18000	11000	2916	58320
m3.4xlarge.8	16	128	30000	20000	5303	106066

测试结果

图 1-8 标准型

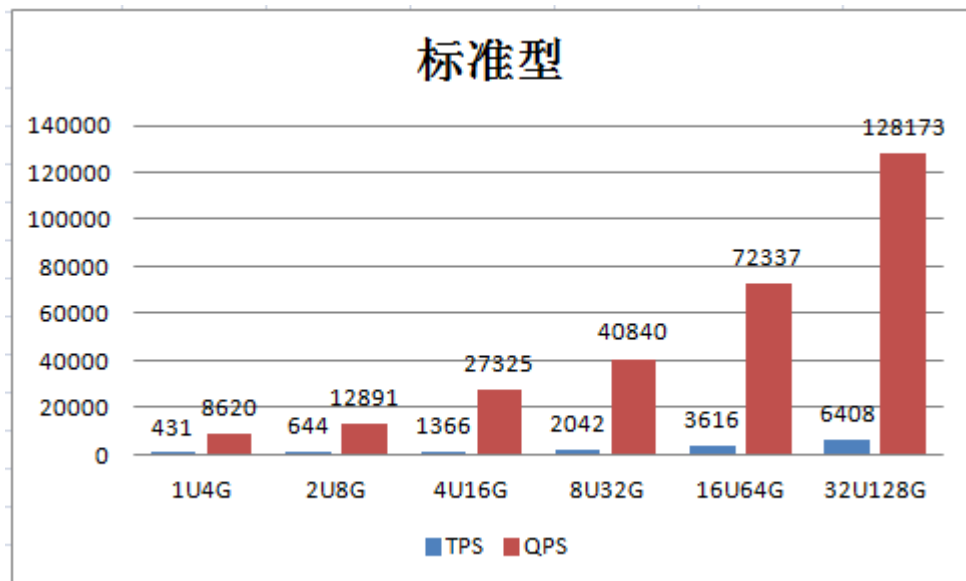


图 1-9 计算型

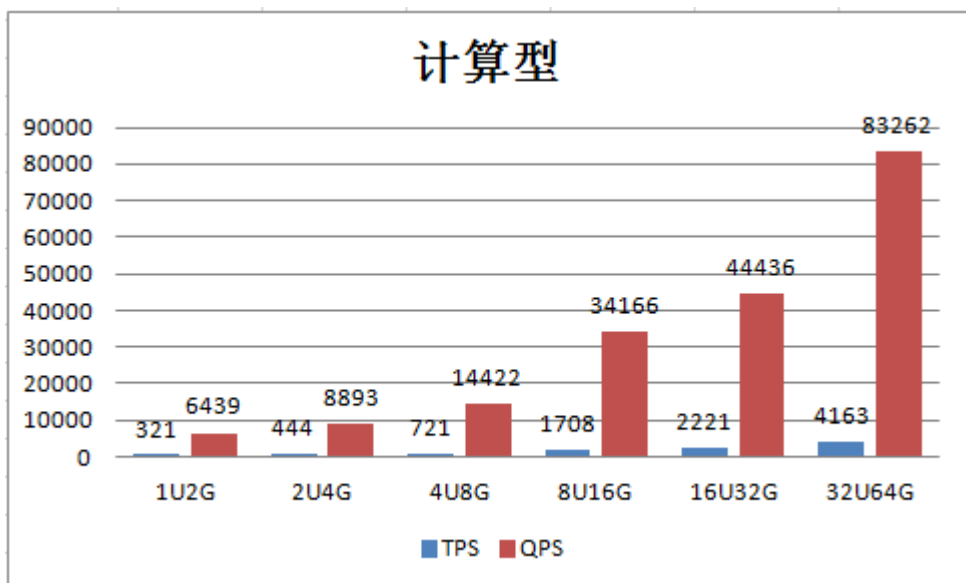


图 1-10 内存型

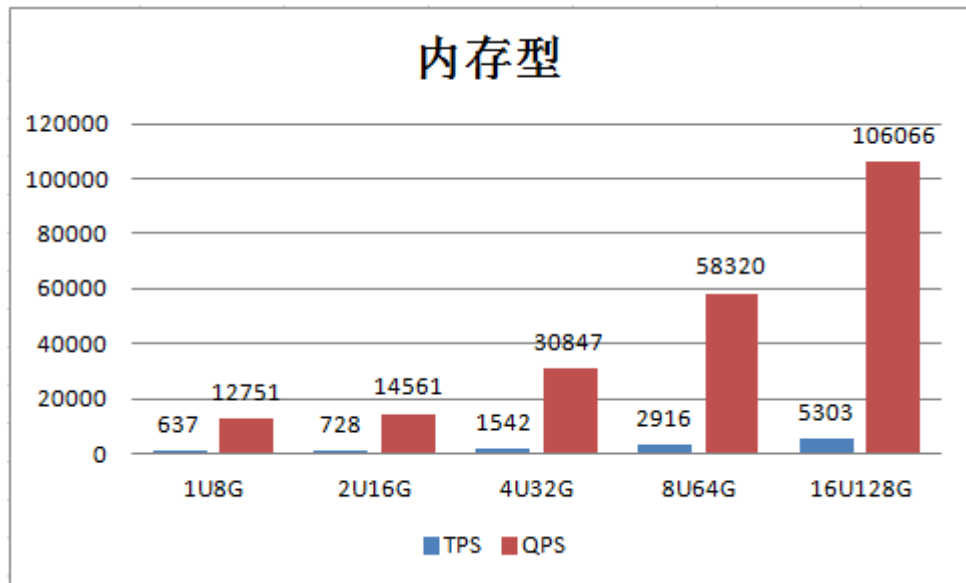


图 1-11 高并发性能 (16U32G)

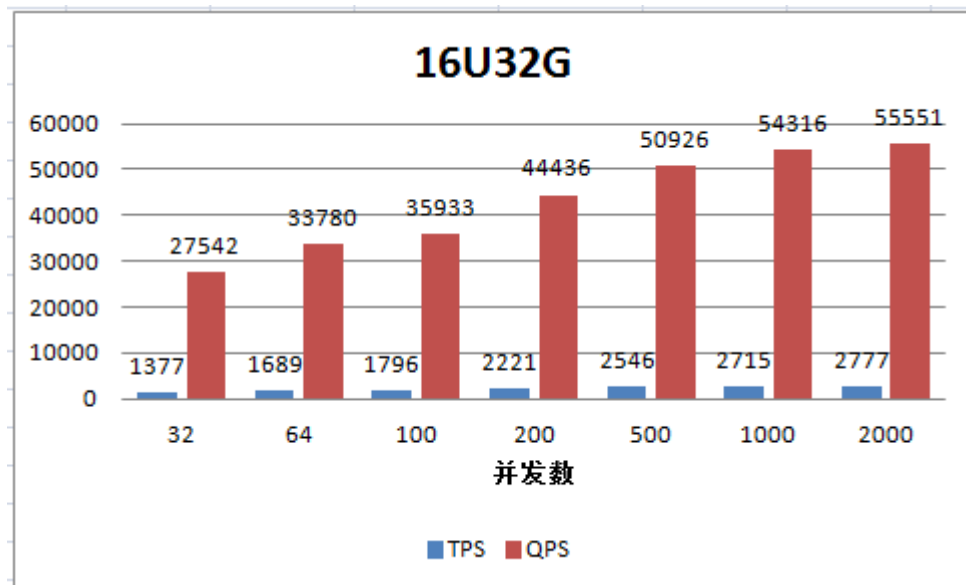


图 1-12 高并发性能 (16U64G)

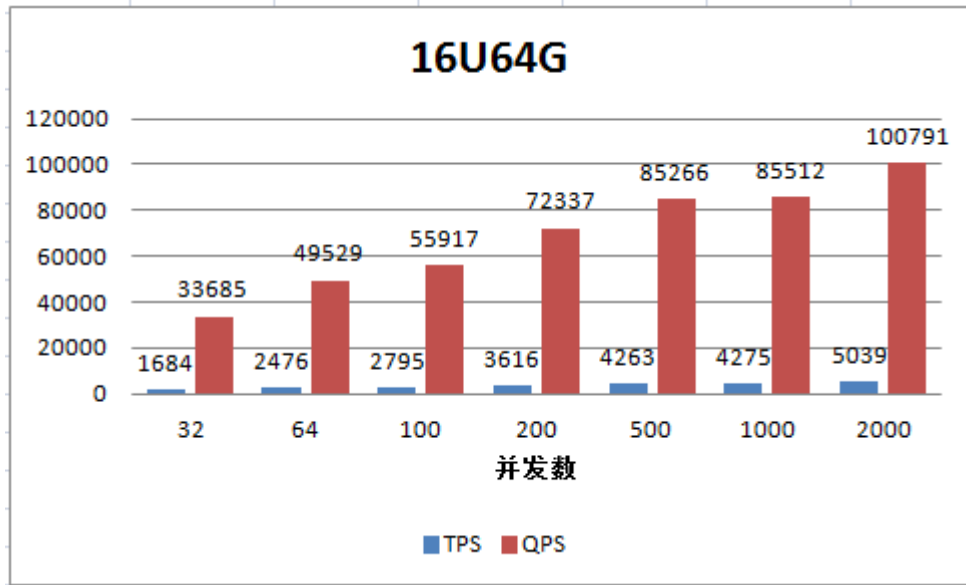
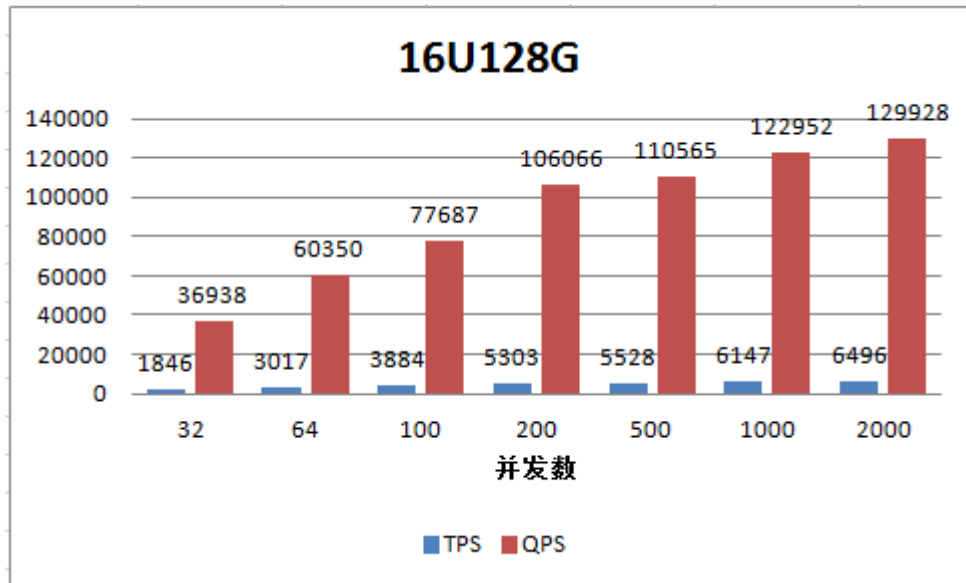


图 1-13 高并发性能 (16U128G)



2 SQL Server

2.1 测试方法

华为云数据库SQL Server是基于华为云平台的，完全兼容微软SQL Server的在线关系型数据库服务。相对于开源社区版数据库，提供更高安全性、稳定性和高性能，默认提供主备架构，并配备完善的备份、恢复、监控和迁移等方案。支持包年/包月和按需两种付费方式，由于费用已经包含微软正版授权，您无需额外关心License等合规问题。

测试环境

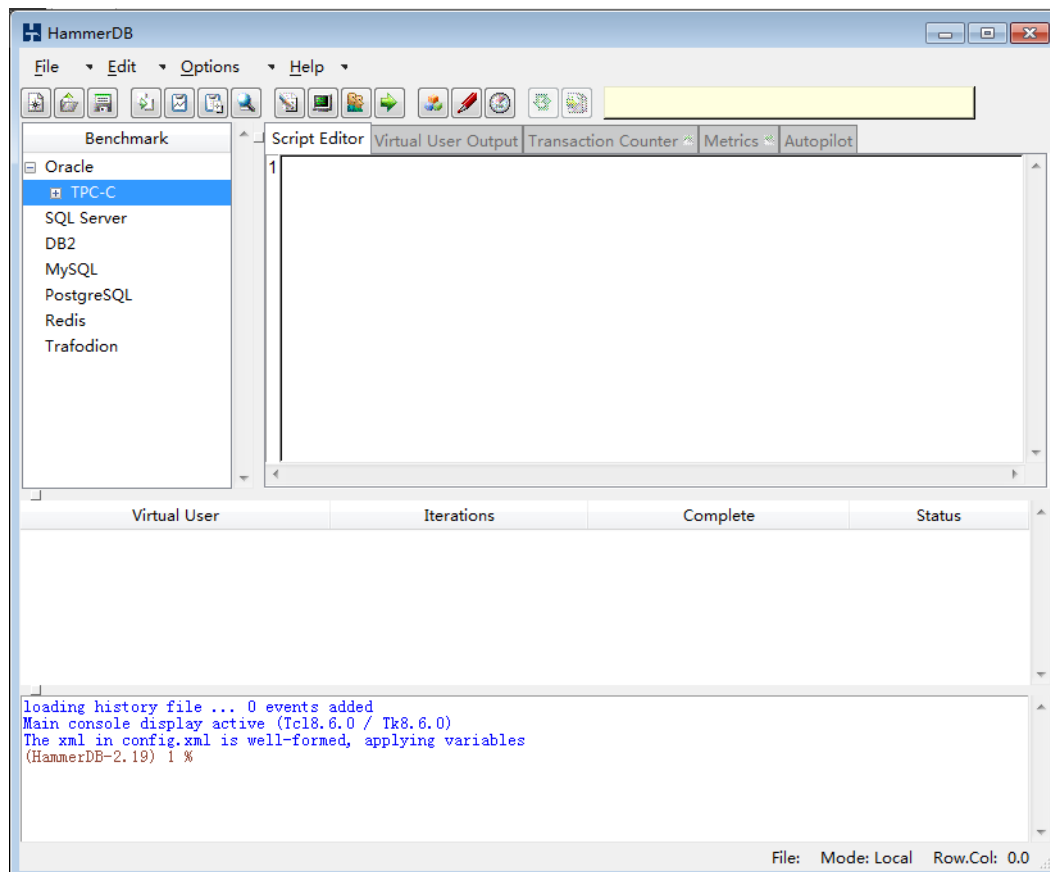
- 区域：华北-北京一。
- 可用分区：可用区1。
- ECS实例：规格为高性能计算型HC2，8核16GB，存储类型为SSD，存储空间为200GB，操作系统镜像使用Windows Server 2012 R2 Standard 64bit，网络类型为VPC。

测试工具

HammerDB是一款开源的图形化数据库负载测试和基准测试工具，可以测试任意操作系统上运行的多种数据库系统，目前有Windows和Linux版本。HammerDB支持自动化、多线程和可扩展的动态脚本。您可以使用HammerDB创建一个测试schema，加载数据，并针对OLTP（online transaction processing，联机事务处理）和OLAP（online analytical processing，在线分析处理）场景模拟多个虚拟用户对数据库的工作负载。

本文使用的HammerDB版本为2.19，[HammerDB最新下载](#)。

安装后的界面如下。



测试基准

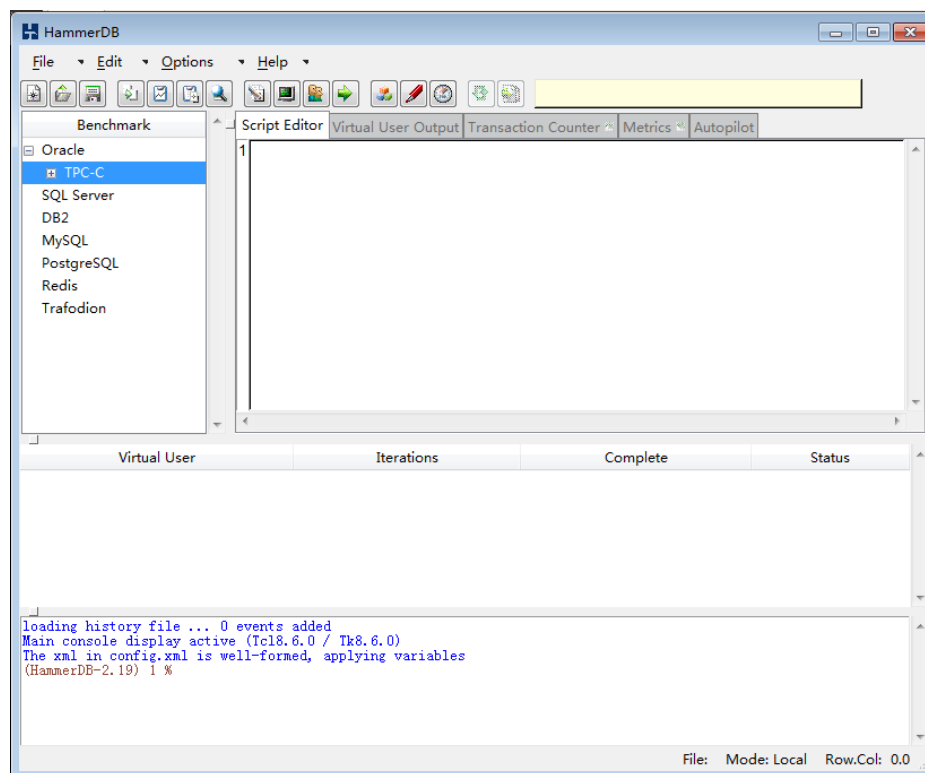
TPC(Transaction Processing Performance Council)是一家非营利性公司，旨在确定交易处理和数据库基准，并向业界传播客观、可验证的TPC性能数据。TPC包含多种测试基准，常见的有TPC-A、TPC-C和TPC-H等，详细请参见官方文档。TPC-C是一种在OLTP基准。由于TPC-C具有多种事务类型，更复杂的数据库和总体执行结构，TPC-C与TPC-A不同且更为复杂。

本次采用TPC-C测试基准。

测试步骤

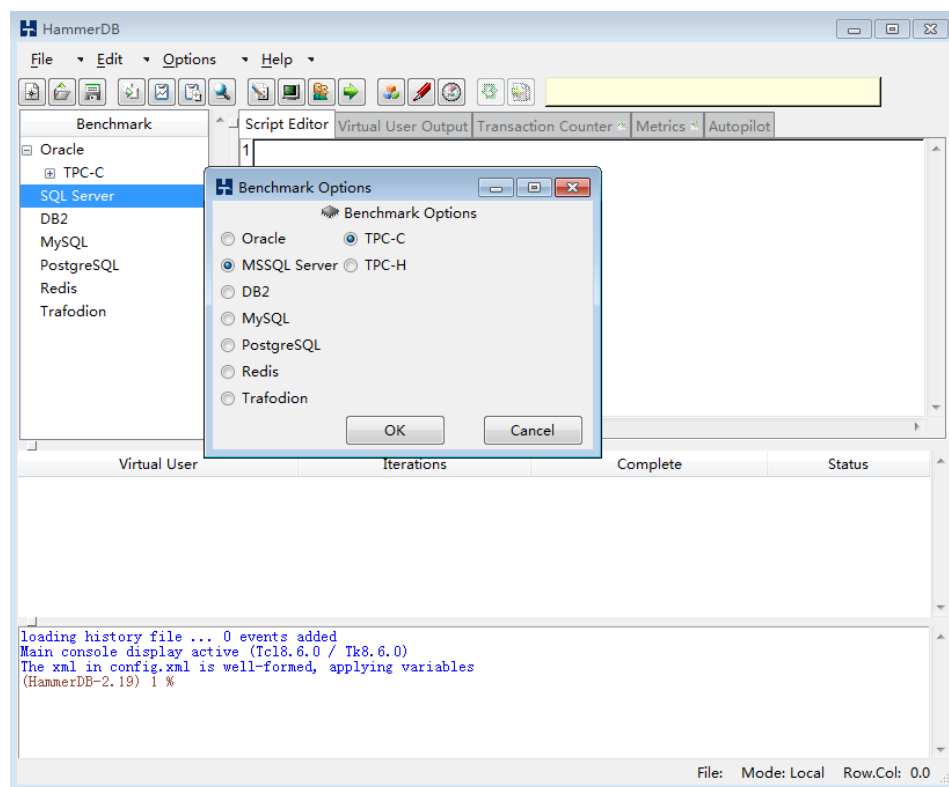
步骤1 打开HammerDB，如[图2-1](#)。

图 2-1 打开



步骤2 双击“SQL Server”，在弹出框中选择“MSSQL Server”和“TPC-C”，单击“OK”，如图2-2。

图 2-2 选择



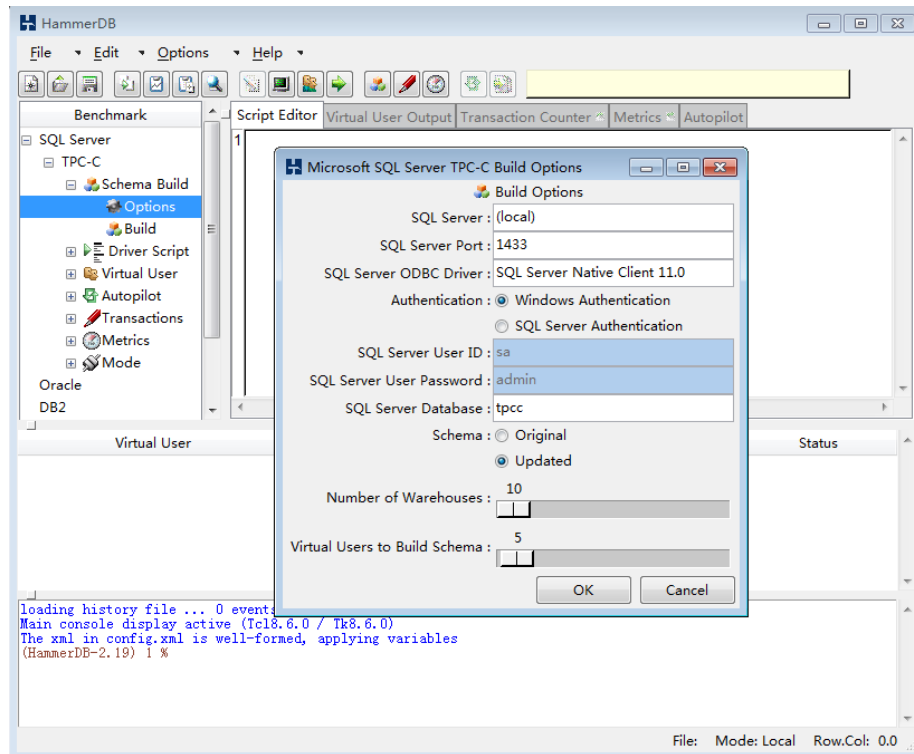
步骤3 设置连接信息，创建对象数据库“tpcc”。

选择“SQL Server > TPC-C > Schema Build”，双击“Options”，如图2-3。

注意

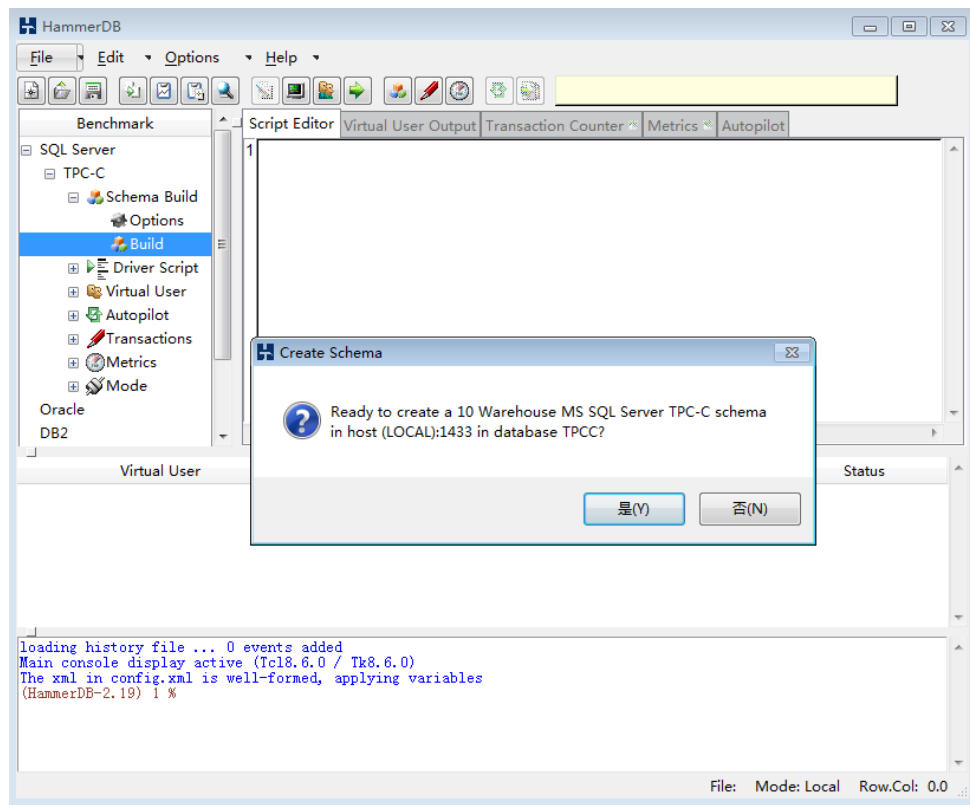
弹出框中“Schema”需选择“Updated”。

图 2-3 Options



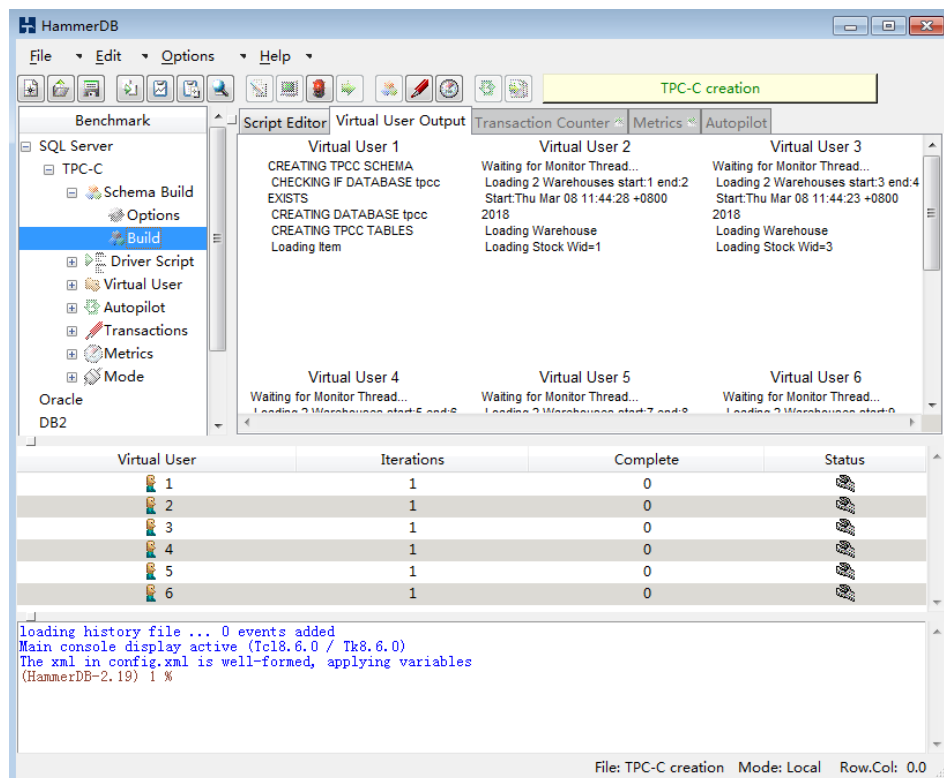
步骤4 选择“SQL Server > TPC-C > Schema Build > Build”，在弹出框点击“是”，创建 schema，如图2-4。

图 2-4 Build



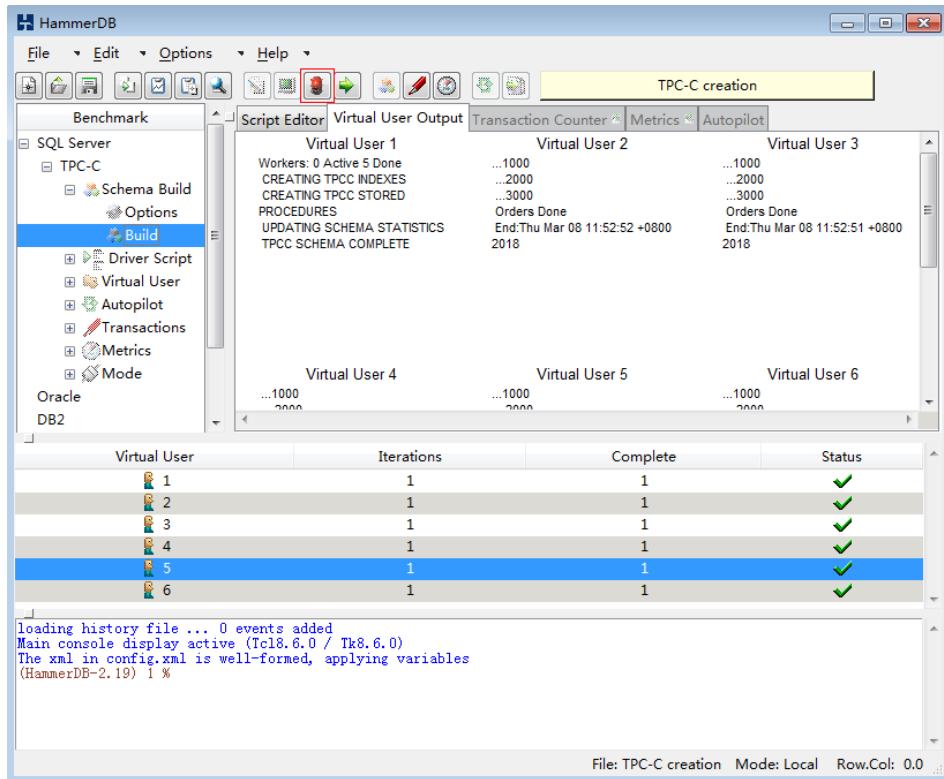
等待初始化完成，如图2-5。

图 2-5 初始化完成



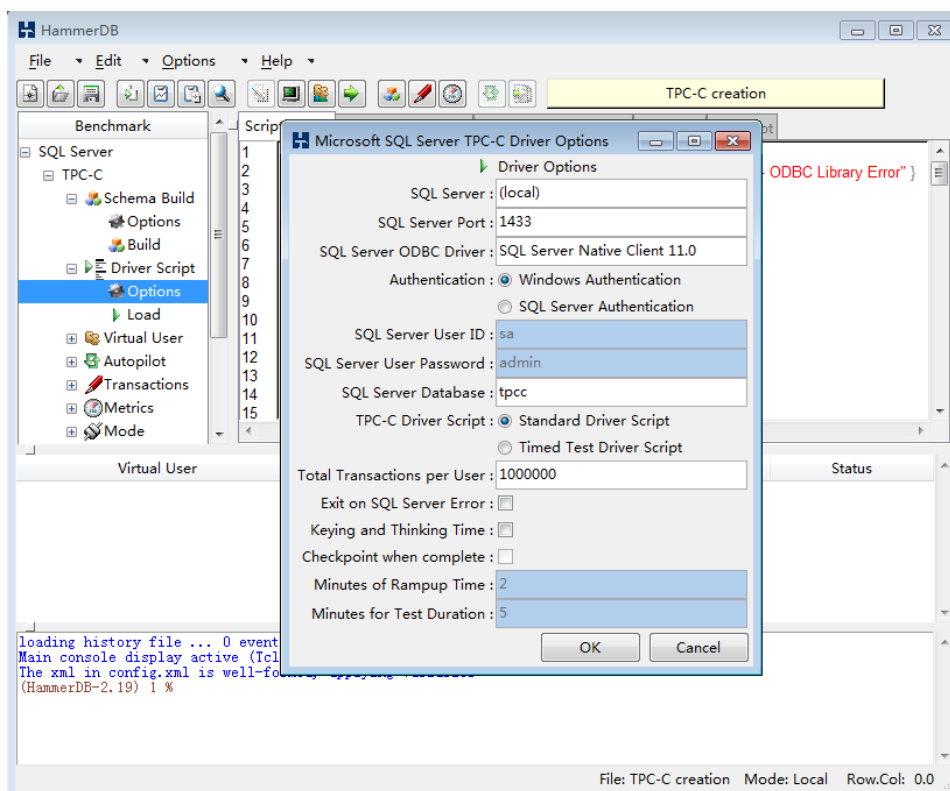
步骤5 单击 停止执行，如图2-6。

图 2-6 停止执行



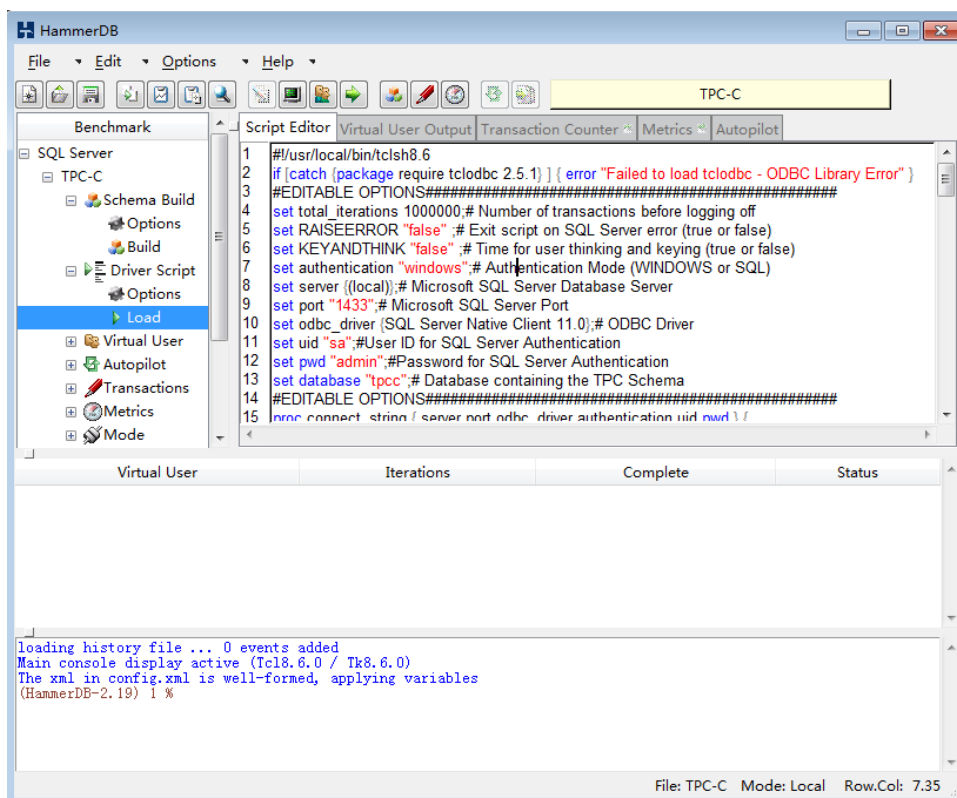
步骤6 选中“SQL Server > TPC-C > Driver Script”，双击“Options”，确保连接信息准确，如图2-7。

图 2-7 检查连接信息



步骤7 选中“SQL Server > TPC-C > Driver Script”，双击“Load”，如图2-8。

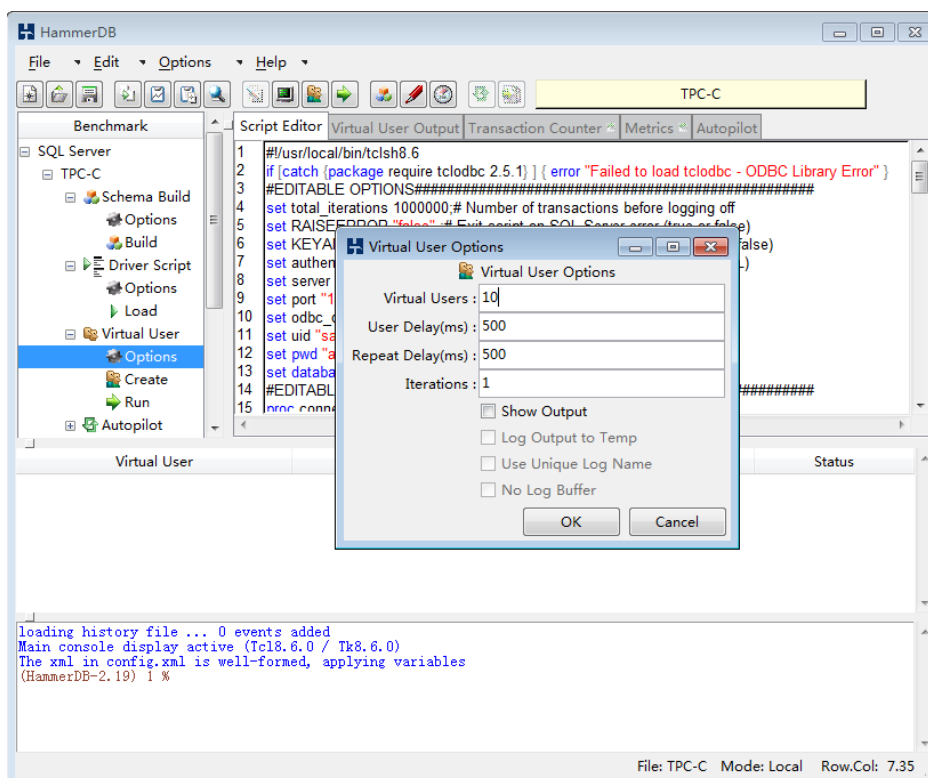
图 2-8 Load



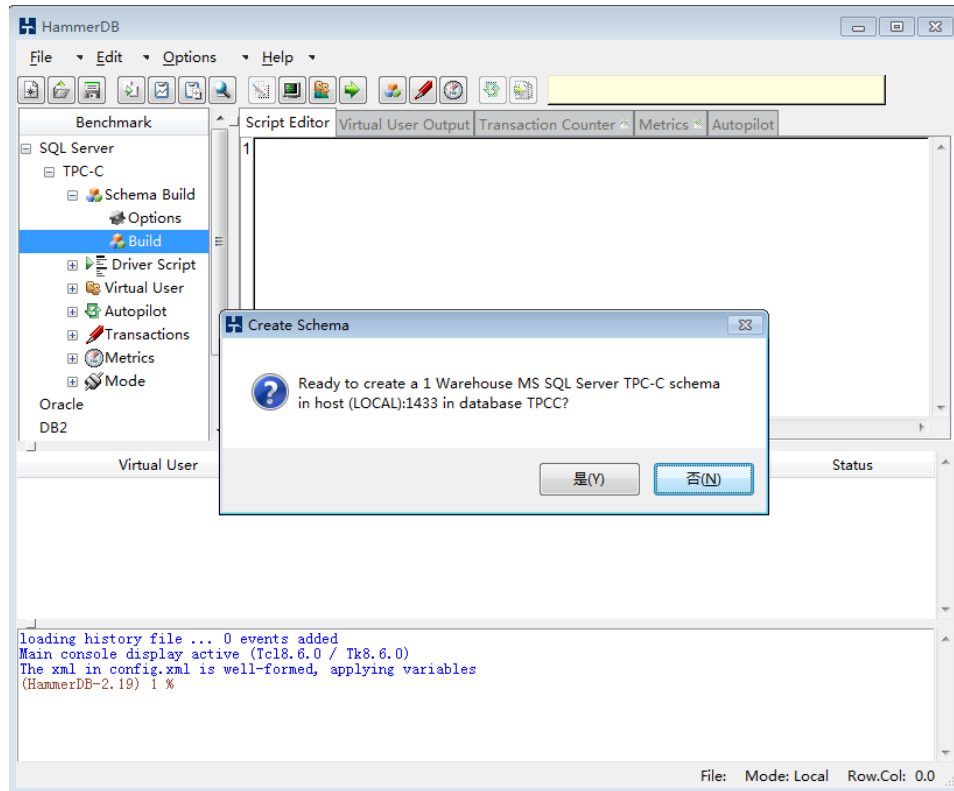
步骤8 选中“SQL Server > TPC-C > Virtual User”，双击“Options”，设置虚拟用户数，可以通过不断调整用户数，查看TPM（Transaction Per Minute，每秒处理事务数的缩写，它是衡量数据库系统处理能力的重要指标。）值，直到出现稳定最高TPM峰值。

注意

建议不要勾选“Show Output”选项，可能会导致客户端无响应。

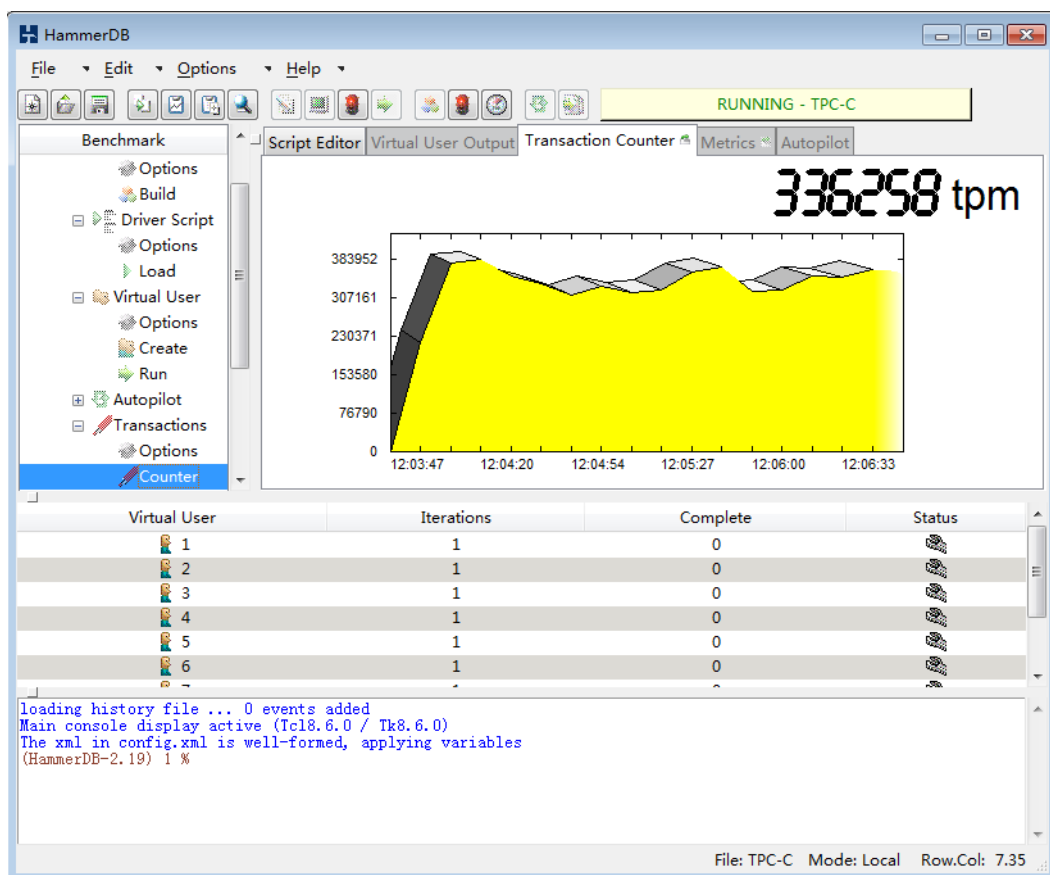


步骤9 单击“是”，完成创建。



步骤10 选择“Virtual User”，双击“Run”，直到出现稳定TPM峰值。

图 2-9 稳定 TPM 峰值



----结束

2.2 测试结果

表 2-1 测试列表

实例类型	Instance class	CPU/Core	Memory (GB)	TPM	TPS	IOPS
单实例	2014 Web	4	8	550000	10000	5000
	2014 Web	8	32	1100000	20000	12000
	2014 Web	16	128	1500000	27000	16000
HA实例	2014 标准版	4	8	500000	9000	5000
	2014 标准版	8	32	1000000	18000	12000
	2014 标准版	16	128	1400000	25000	16000