

云数据库 RDS

性能白皮书

文档版本 01
发布日期 2023-08-03



版权所有 © 华为技术有限公司 2024。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暗示的声明或保证。

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。

华为技术有限公司

地址：深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼 邮编：518129

网址：<https://www.huawei.com>

客户服务邮箱：support@huawei.com

客户服务电话：4008302118

安全声明

漏洞处理流程

华为公司对产品漏洞管理的规定以“漏洞处理流程”为准，该流程的详细内容请参见如下网址：

<https://www.huawei.com/cn/psirt/vul-response-process>

如企业客户须获取漏洞信息，请参见如下网址：

<https://securitybulletin.huawei.com/enterprise/cn/security-advisory>

目 录

1 RDS for MySQL..... 1

1.1 测试方法..... 1

1.2 RDS for MySQL 5.6 测试数据..... 4

1.2.1 通用型测试数据..... 4

1.2.2 独享型测试数据..... 5

1.3 RDS for MySQL 5.7 测试数据..... 7

1.3.1 通用型测试数据..... 7

1.3.2 独享型测试数据..... 9

1.3.3 鲲鹏通用增强型测试数据..... 11

1.4 RDS for MySQL 8.0 测试数据..... 13

1.4.1 通用型测试数据..... 13

1.4.2 独享型测试数据..... 14

2 RDS for PostgreSQL..... 17

2.1 测试方法..... 17

2.2 RDS for PostgreSQL 9.6 测试数据..... 20

2.3 RDS for PostgreSQL 12 测试数据..... 22

2.3.1 通用型测试数据..... 22

2.3.2 独享型测试数据..... 24

2.4 RDS for PostgreSQL 13 测试数据..... 26

2.4.1 通用型测试数据..... 26

2.4.2 独享型测试数据..... 27

2.5 RDS for PostgreSQL 14 测试数据..... 29

2.5.1 通用型测试数据..... 29

2.5.2 独享型测试数据..... 31

2.6 RDS for PostgreSQL 15 测试数据..... 33

2.6.1 通用型测试数据..... 33

2.6.2 独享型测试数据..... 34

3 RDS for SQL Server..... 38

3.1 测试方法..... 38

3.2 测试结果..... 47

1 RDS for 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，RDS for 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

计算模式

按年/包月

按需计费

区域

华北-北京一

选择区域

西南-贵阳(0)

华东-广州(0)

华北-北京四(0)

华北-北京一(0)

华东-上海二(0)

不同区域的云服务产品之间内网互不连通，请就近选择靠近您业务的区域，可减少网络时延，提高访问速度。如何选择区域

可用区

随机分配

可用区3

可用区2

可用区1

规格

最新系列

vCPUs全部

内存全部

规格名称

通用计算增强型

通用计算型

内存优化型

高性能计算型

磁盘密集型

超算VIO型

GPU加速型

FPGA加速型

通用入门型

规格名称	vCPUs / 内存	CPU	基准 / 最大带宽	内存收发包	规格参考价
<input type="radio"/> c3.large.2	2vCPUs 4GB	Intel SkyLake 6151 3.0GHz	0.6/1.5 Gbit/s	300,000	¥0.46/小时
<input type="radio"/> c3.large.4	2vCPUs 8GB	Intel SkyLake 6151 3.0GHz	0.6/1.5 Gbit/s	300,000	¥0.71/小时
<input type="radio"/> c3.xlarge.2	4vCPUs 8GB	Intel SkyLake 6151 3.0GHz	1/3 Gbit/s	500,000	¥0.91/小时
<input type="radio"/> c3.xlarge.4	4vCPUs 16GB	Intel SkyLake 6151 3.0GHz	1/3 Gbit/s	500,000	¥1.42/小时
<input checked="" type="radio"/> c3.2xlarge.2	8vCPUs 16GB	Intel SkyLake 6151 3.0GHz	2/5 Gbit/s	900,000	¥1.83/小时
<input type="radio"/> c3.2xlarge.4	8vCPUs 32GB	Intel SkyLake 6151 3.0GHz	2/5 Gbit/s	900,000	¥2.85/小时
<input type="radio"/> c3.3xlarge.2	12vCPUs 24GB	Intel SkyLake 6151 3.0GHz	3/7 Gbit/s	1,100,000	¥2.74/小时
<input type="radio"/> c3.3xlarge.4	12vCPUs 48GB	Intel SkyLake 6151 3.0GHz	3/7 Gbit/s	1,100,000	¥4.27/小时

当前规格

通用计算增强型 | c3.2xlarge.2 | 8vCPUs | 16GB

镜像

公共镜像

私有镜像

共享镜像

市场镜像

CentOS

CentOS 7.4 64bit(40GB)

☒ 主机安全基线版 (基础版本限时免费6个月)

📖 说明

RDS for MySQL 8.0测试环境如下：

- 区域：西南-贵阳一。
- 可用分区：可用区1。
- 弹性云服务器（Elastic Cloud Server，简称ECS）：规格选择通用计算增强型 | c6.4xlarge.2 | 16vCPUs | 32GB，操作系统镜像使用CentOS 7.6 64bit位版本。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。

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1.0.18，具体的安装命令如下：

```
# wget -c https://github.com/akopytov/sysbench/archive/1.0.18.zip
# yum install autoconf libtool mysql mysql-devel vim unzip
# unzip 1.0.18.zip
# cd sysbench-1.0.18
# ./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=10000000 --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=10000000 --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=10000000 --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 RDS for MySQL 5.6 测试数据

1.2.1 通用型测试数据

关于 IOPS

RDS for MySQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

通用型实例测试列表

须知					
如下表中的“最大连接数（压力测试值）”是RDS性能压力测试的结果，对于真实运行业务，请设置数据库实例参数“max_connections”的值。					
表 1-1 CPU:内存=1:2					
CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
1	2	800	157	3140	请参见 关于IOPS
2	4	1500	362	7239	
4	8	2500	834	16672	
8	16	5000	1701	34016	

表 1-2 CPU:内存=1:4					
CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	8	2500	483	9669	请参见 关于IOPS
4	16	5000	983	19668	
8	32	10000	2045	40902	

通用型实例测试结果

图 1-2 CPU:内存=1:2

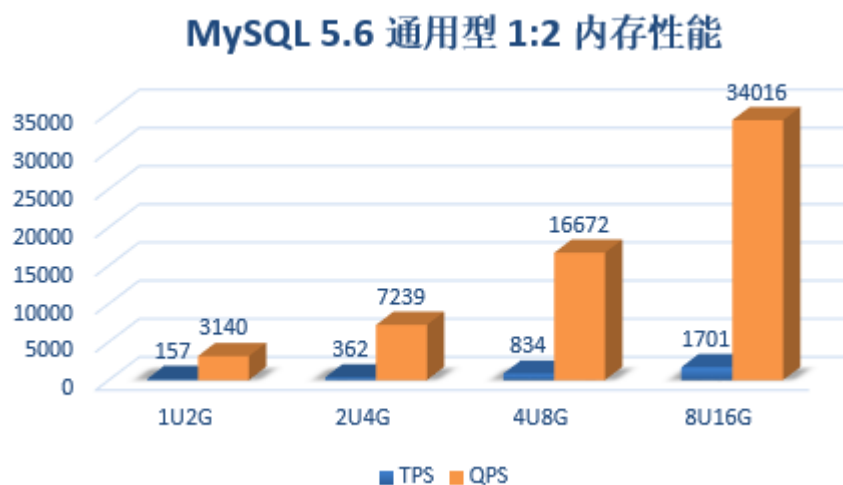
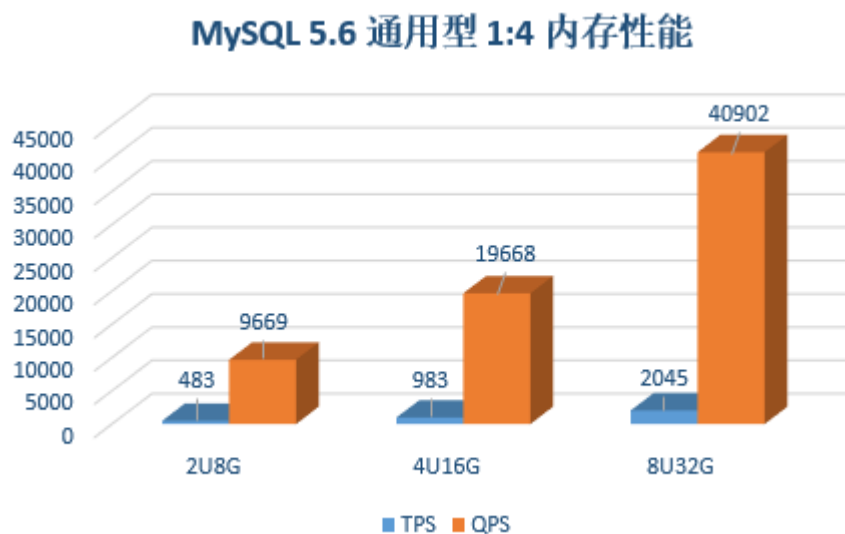


图 1-3 CPU:内存=1:4



1.2.2 独享型测试数据

关于 IOPS

RDS for MySQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

独享型实例测试列表

须知

如下表中的“最大连接数（压力测试值）”是RDS性能压力测试的结果，对于真实运行业务，请设置数据库实例参数“max_connections”的值。

表 1-3 CPU:内存=1:4

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	8	2500	519	10385	请参见 关于IOPS
4	16	5000	1192	23840	
8	32	10000	2698	53960	
16	64	18000	3149	62975	
32	128	30000	4385	87706	
64	256	60000	4811	95118	

表 1-4 CPU:内存=1:8

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
4	32	10000	1374	27480	请参见 关于IOPS
8	64	18000	2825	56493	
16	128	30000	4215	84302	
64	512	100000	4839	96771	

独享型实例测试结果

图 1-4 CPU:内存=1:4

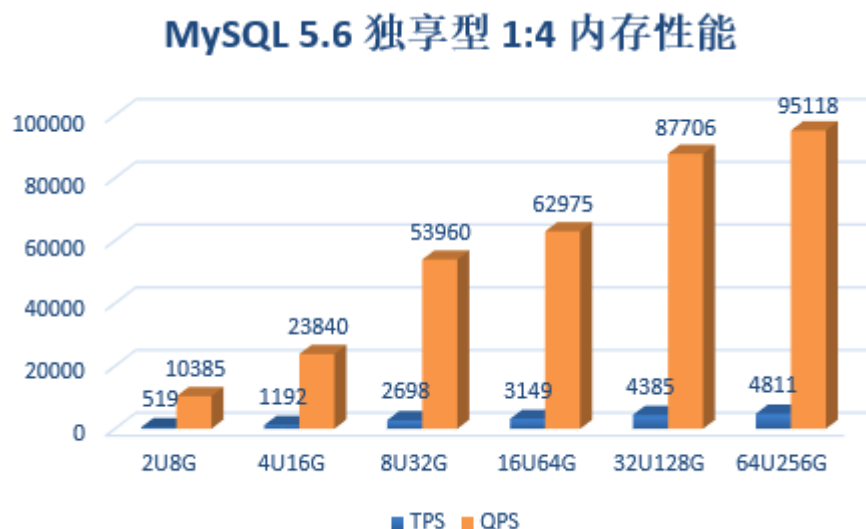
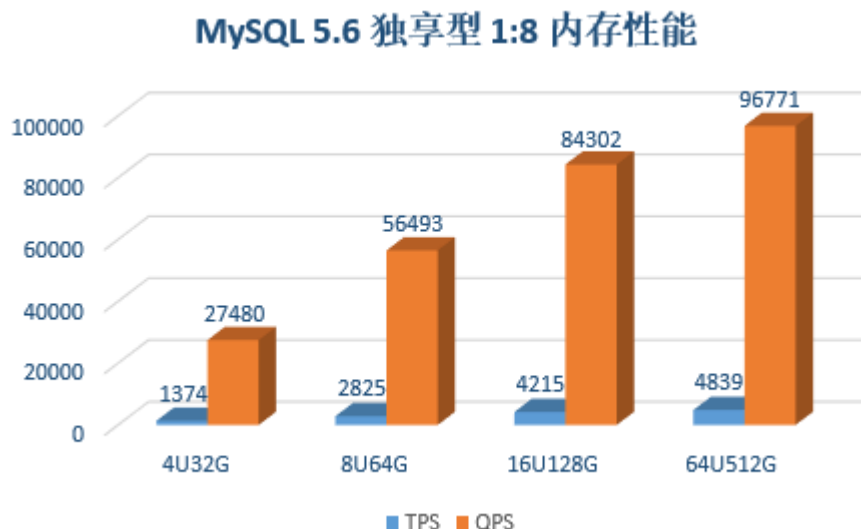


图 1-5 CPU:内存=1:8



1.3 RDS for MySQL 5.7 测试数据

1.3.1 通用型测试数据

关于 IOPS

RDS for MySQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

通用型实例测试列表

须知

如下表中的“最大连接数（压力测试值）”是RDS性能压力测试的结果，对于真实运行业务，请设置数据库实例参数“max_connections”的值。

表 1-5 CPU:内存=1:2

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
1	2	800	185	3707	请参见 关于IOPS
2	4	1500	334	6673	
4	8	2500	756	15122	
8	16	5000	1338	26756	

表 1-6 CPU:内存=1:4

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	8	2500	552	11039	请参见 关于IOPS
4	16	5000	1062	21249	
8	32	10000	2117	42335	

通用型实例测试结果

图 1-6 CPU:内存=1:2

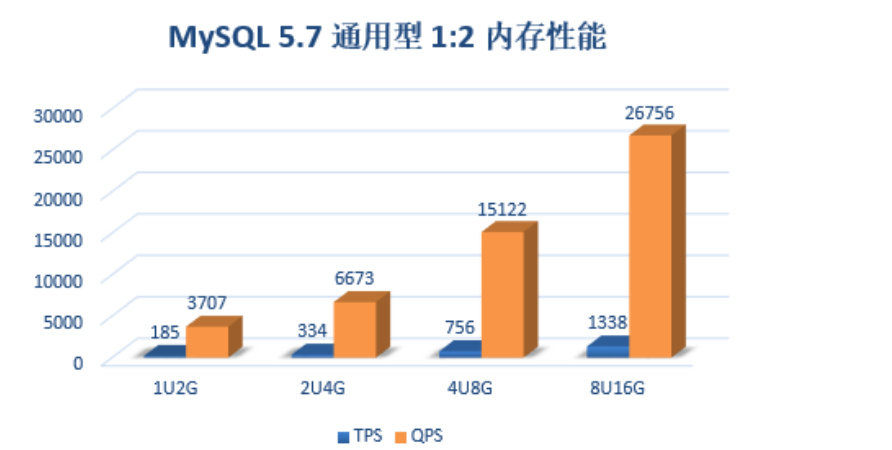
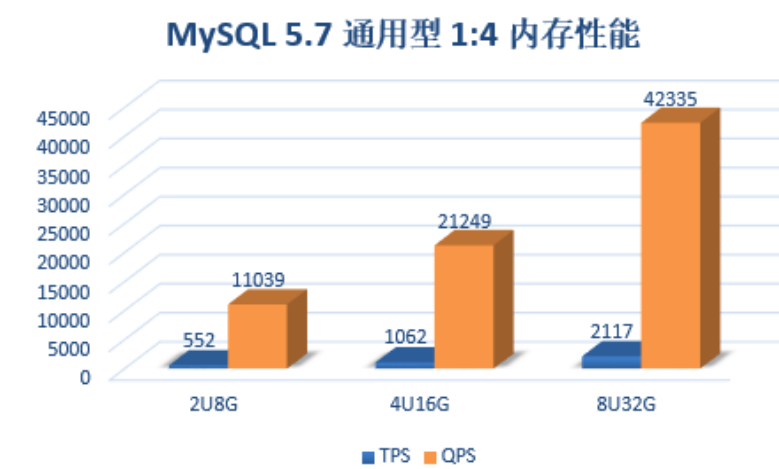


图 1-7 CPU:内存=1:4



1.3.2 独享型测试数据

关于 IOPS

RDS for MySQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

独享型实例测试列表

须知					
如下表中的“最大连接数（压力测试值）”是RDS性能压力测试的结果，对于真实运行业务，请设置数据库实例参数“max_connections”的值。					
CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	8	2500	621	12394	请参见 关于IOPS
4	16	5000	1230	24608	
8	32	10000	2514	50290	
16	64	18000	3017	60337	
32	128	30000	4368	87354	
64	256	60000	4536	90729	

表 1-8 CPU:内存=1:8

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
4	32	10000	1488	29765	请参见 关于IOPS
8	64	18000	2811	56216	
16	128	30000	4095	81910	
64	512	100000	4626	96824	

独享型实例测试结果

图 1-8 CPU:内存=1:4

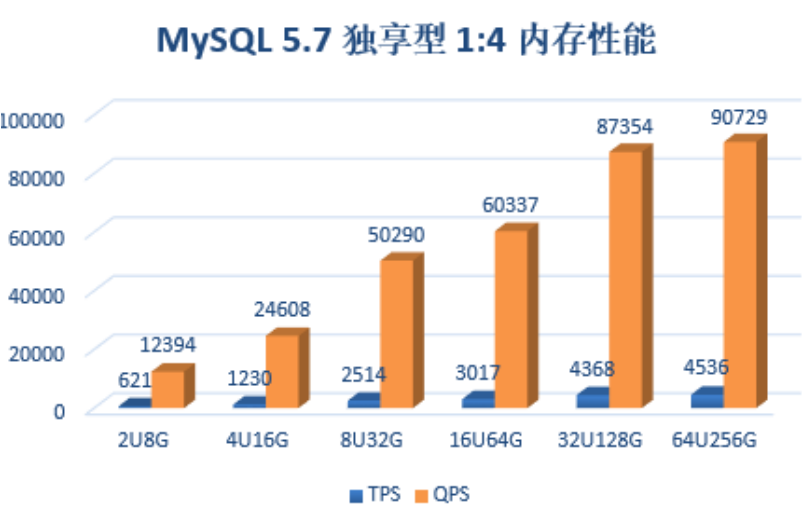
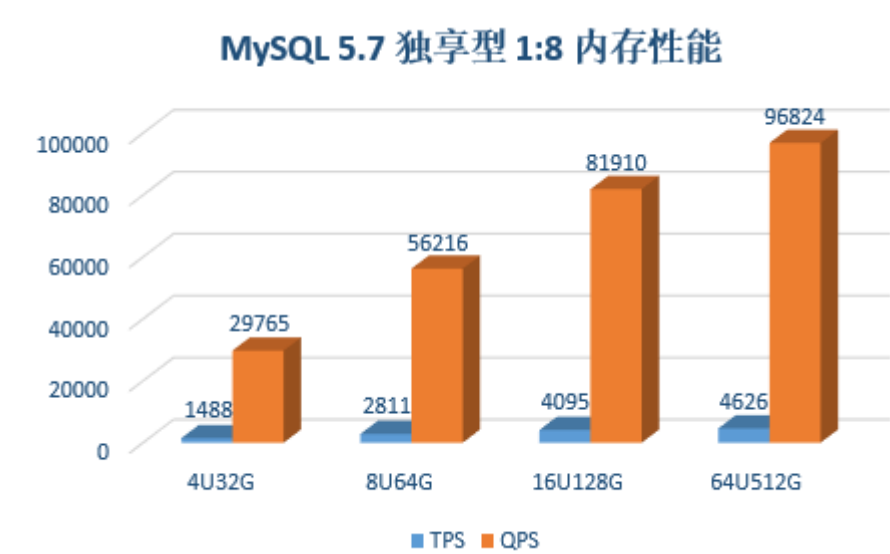


图 1-9 CPU:内存=1:8



1.3.3 鲲鹏通用增强型测试数据

关于 IOPS

RDS for MySQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

通用型实例测试列表

须知

如下表中的“最大连接数（压力测试值）”是RDS性能压力测试的结果，对于真实运行业务，请设置数据库实例参数“max_connections”的值。

表 1-9 CPU:内存=1:2

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	4	1200	375	7513	请参见 关于IOPS
4	8	2200	973	19461	
8	16	4200	1462	29256	
12	24	6000	1909	38182	
16	32	8600	2566	51325	
24	48	13000	2764	55294	
32	64	16000	2980	59608	
48	96	22000	3334	66701	
60	120	30000	3858	77180	

表 1-10 CPU:内存=1:4

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	8	2000	495	9918	请参见 关于IOPS
4	16	4000	1020	20404	
8	32	8000	2017	40342	
12	48	12000	2628	52565	

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
16	64	14400	2896	57938	
24	96	21600	3061	61219	
32	128	24000	3192	63853	
48	192	36000	3528	70570	

鲲鹏通用增强型实例测试结果

图 1-10 CPU:内存=1:2

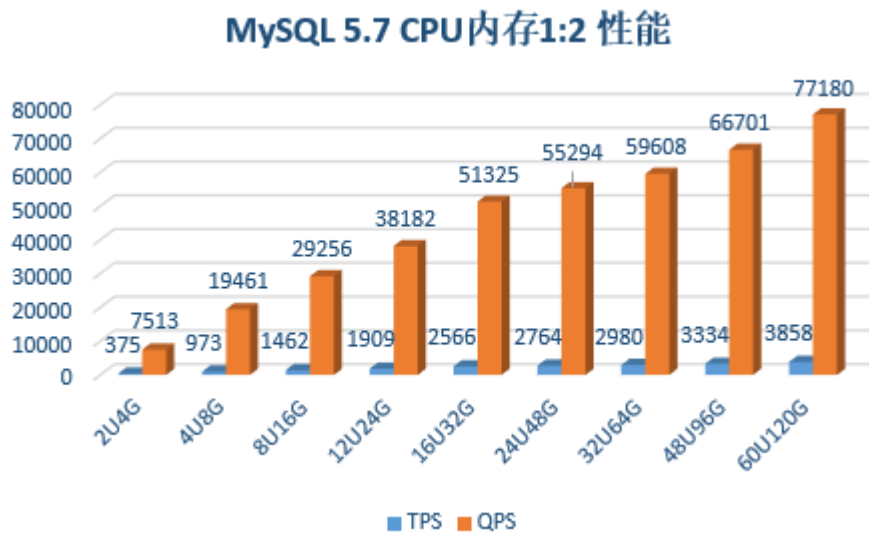
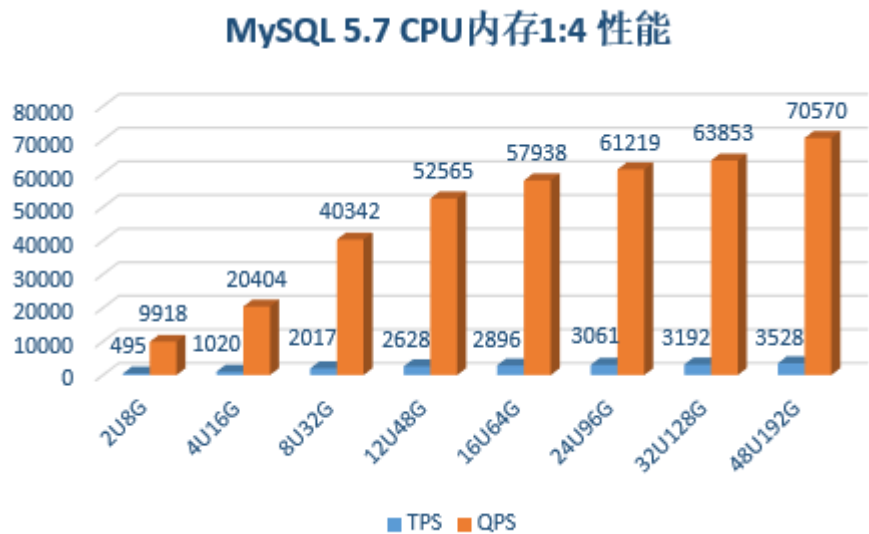


图 1-11 CPU:内存=1:4



1.4 RDS for MySQL 8.0 测试数据

1.4.1 通用型测试数据

关于 IOPS

RDS for MySQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

须知

如下表中的“最大连接数（压力测试值）”是RDS性能压力测试的结果，对于真实运行业务，请设置数据库实例参数“max_connections”的值。

通用型实例测试列表

表 1-11 CPU:内存=1:2

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	4	1500	434	8679	请参见 关于IOPS
4	8	2500	1363	27252	
8	16	5000	2014	40280	

表 1-12 CPU:内存=1:4

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	8	2500	645	12899	请参见 关于IOPS
4	16	5000	1428	28554	
8	32	10000	2422	48445	

通用型实例测试结果

图 1-12 CPU:内存=1:2

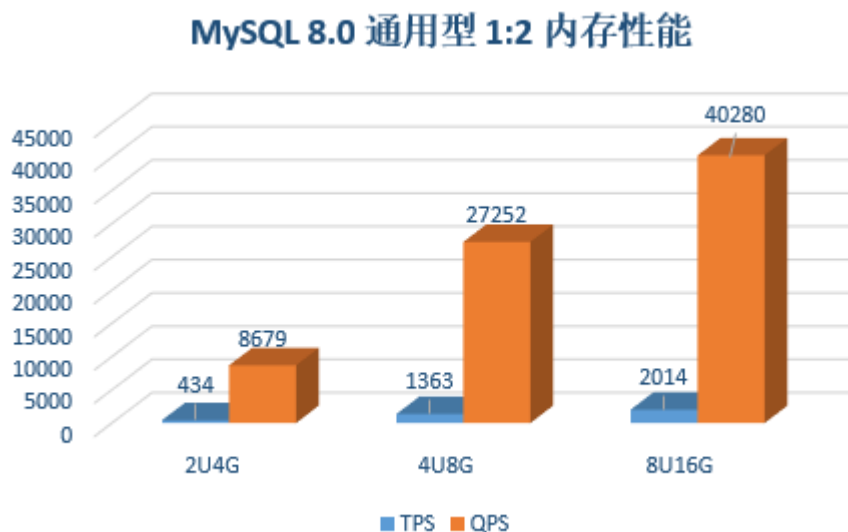
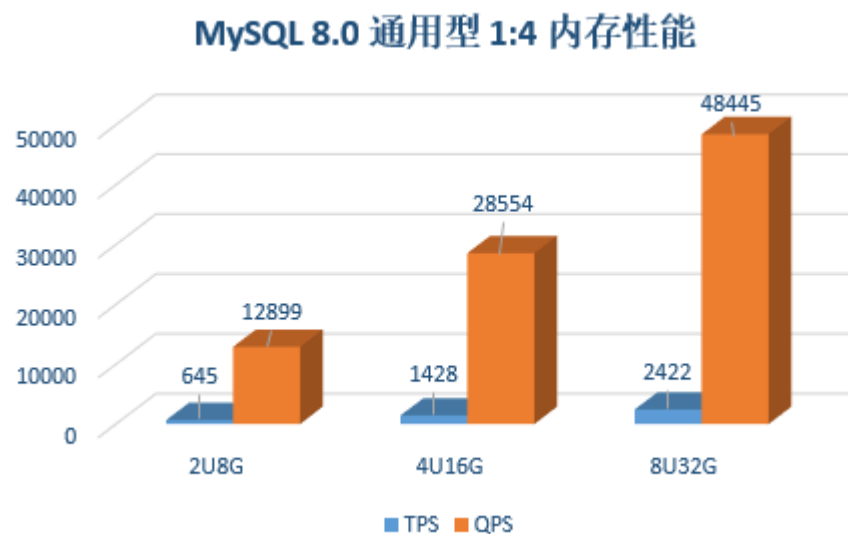


图 1-13 CPU:内存=1:4



1.4.2 独享型测试数据

关于 IOPS

RDS for MySQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

独享型实例测试列表

须知

如下表中的“最大连接数（压力测试值）”是RDS性能压力测试的结果，对于真实运行业务，请设置数据库实例参数“max_connections”的值。

表 1-13 CPU:内存=1:4

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
2	8	2500	647	12936	请参见 关于IOPS
4	16	5000	1556	31117	
8	32	10000	2543	50867	
16	64	18000	4006	80115	
32	128	30000	5979	119575	
64	256	60000	6463	129261	

表 1-14 CPU:内存=1:8

CPU(Core)	内存(GB)	最大连接数 (压力测试值)	TPS	QPS	IOPS
4	32	10000	1642	32849	请参见 关于IOPS
8	64	18000	3102	62045	
16	128	30000	5467	109349	
64	512	100000	6484	129684	

独享型实例测试结果

图 1-14 CPU:内存=1:4

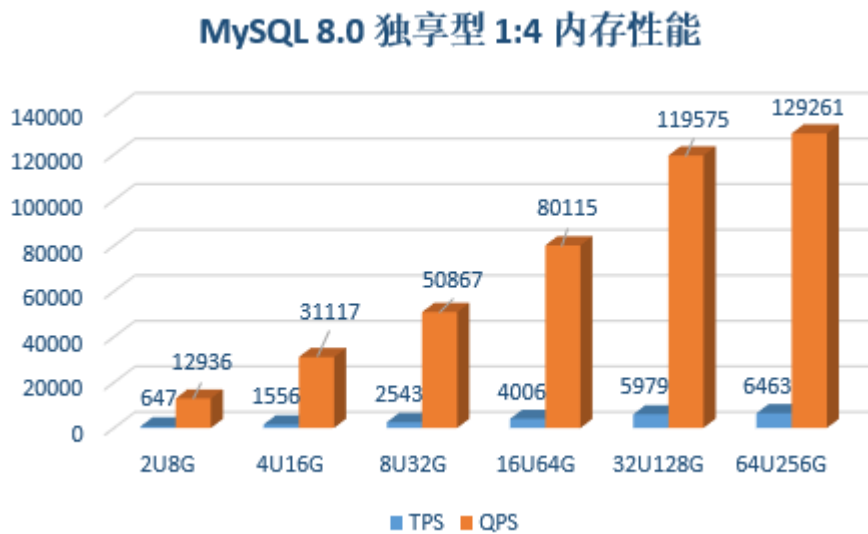
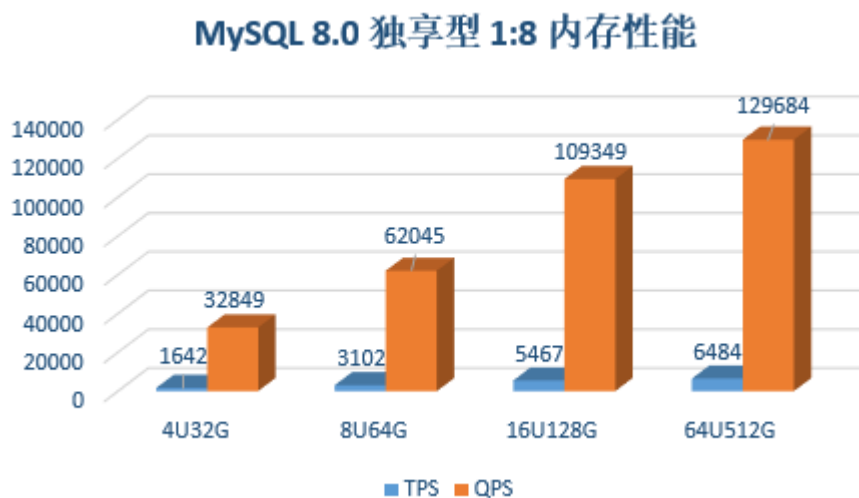


图 1-15 CPU:内存=1:8



2 RDS for PostgreSQL

2.1 测试方法

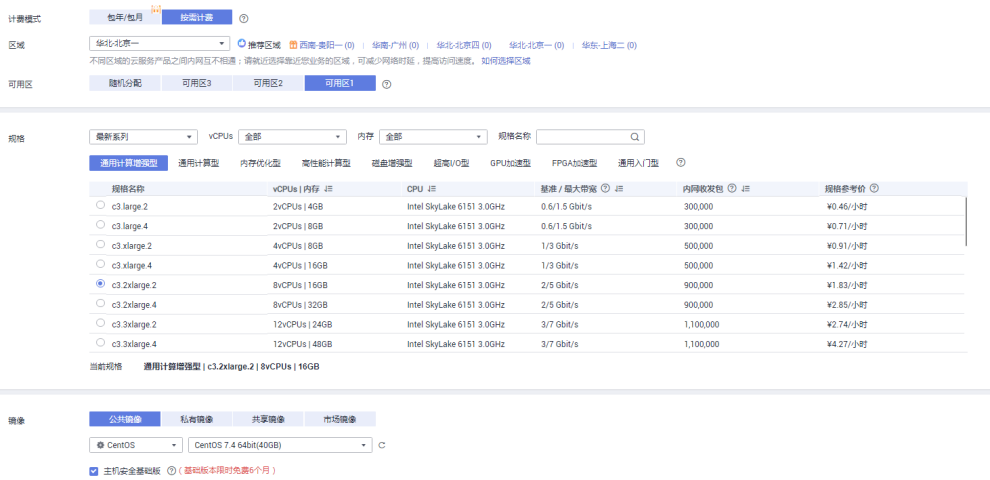
PostgreSQL是一个开源对象关系型数据库管理系统，并侧重于可扩展性和标准的符合性，被业界誉为“最先进的开源数据库”。PostgreSQL面向企业复杂SQL处理的OLTP在线事务处理场景，支持NoSQL数据类型（JSON/XML/hstore），支持GIS地理信息处理，在可靠性、数据完整性方面有良好声誉，适用于互联网网站、位置应用系统、复杂数据对象处理等应用场景。

- 支持postgis插件，空间应用卓越。
- 适用场景丰富，费用低，随时可以根据业务情况弹性伸缩所需的资源，按需开支，量身订做。

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2-1。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 2-1 ECS 配置



说明

- RDS for PostgreSQL 12, RDS for PostgreSQL 13测试环境如下：
- 区域：华北-北京四
 - 可用分区：可用区1
 - 弹性云服务器（Elastic Cloud Server，简称ECS）：规格选择通用计算增强型 | c6.4xlarge.2 | 16vCPUs | 32GB，操作系统镜像使用CentOS 7.6 64bit位版本。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。

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 make automake libtool pkgconfig libaio-devel postgresql-devel
#unzip 1.0.12.zip
#cd sysbench-1.0.12
#./autogen.sh
#./configure --with-pgsql --without-mysql
#make
#make install
```

说明

- RDS for PostgreSQL 12, RDS for PostgreSQL 13测试工具如下：
- Sysbench版本：**1.0.18**

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. 使用如下命令登录数据库，并创建测试数据库“loadtest”。

```
psql -h <host> -p5432 "dbname=postgres user=root  
password=<password>" <<TEST  
create database loadtest;  
TEST
```

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=pgsql --pgsql-db=loadtest --pgsql-user=root --pgsql-  
password=<password> --pgsql-port=5432 --pgsql-host=<host> --oltp-  
tables-count=64 --oltp-table-size=10000000 --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=pgsql --pgsql-db=loadtest --pgsql-user=root --pgsql-  
password=<password> --pgsql-port=5432 --pgsql-host=<host> --oltp-tables-  
count=64 --oltp-table-size=10000000 --max-time=3600 --max-requests=0 --  
num-threads=64 --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=pgsql --pgsql-db=loadtest --pgsql-user=root --pgsql-  
password=<password> --pgsql-port=5432 --pgsql-host=<host> --oltp-tables-  
count=64 --oltp-table-size=10000000 --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 IDENTITY(1,1) NOT NULL,  
  `k` INTEGER DEFAULT '0' NOT NULL,  
  `c` CHAR(120) DEFAULT '' NOT NULL,  
  `pad` CHAR(60) DEFAULT '' NOT NULL,  
  PRIMARY KEY (`id`)  
)
```

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。

## 2.2 RDS for PostgreSQL 9.6 测试数据

### 须知

如下表中的“最大连接数（压力测试值）”是RDS性能压力测试的结果，对于真实运行业务，请设置数据库实例参数“max\_connections”的值。

## 通用增强型实例测试列表

表 2-1 CPU:内存=1:2

| CPU(core) | 内存(GB) | 最大连接数<br>(压力测试值) | TPS  | QPS   | IOPS  |
|-----------|--------|------------------|------|-------|-------|
| 1         | 2      | 300              | 150  | 3086  | 1200  |
| 2         | 4      | 500              | 263  | 5257  | 2000  |
| 4         | 8      | 1200             | 578  | 11554 | 6000  |
| 60        | 128    | 12000            | 1398 | 27965 | 20000 |



表 2-2 CPU:内存=1:4

| CPU(core) | 内存(GB) | 最大连接数<br>( 压力测试<br>值 ) | TPS  | QPS   | IOPS  |
|-----------|--------|------------------------|------|-------|-------|
| 1         | 4      | 500                    | 166  | 3312  | 1400  |
| 2         | 8      | 1200                   | 517  | 10340 | 4000  |
| 4         | 16     | 2500                   | 705  | 14093 | 8000  |
| 8         | 32     | 5000                   | 821  | 16421 | 12000 |
| 16        | 64     | 10000                  | 880  | 17590 | 16000 |
| 32        | 128    | 12000                  | 1392 | 27832 | 20000 |
| 60        | 256    | 20000                  | 2017 | 40336 | 20000 |

表 2-3 CPU:内存=1:8

| CPU(core) | 内存(GB) | 最大连接数<br>( 压力测试<br>值 ) | TPS | QPS   | IOPS  |
|-----------|--------|------------------------|-----|-------|-------|
| 2         | 16     | 2500                   | 554 | 11099 | 5000  |
| 4         | 32     | 5000                   | 781 | 15614 | 7000  |
| 8         | 64     | 5000                   | 931 | 18613 | 11000 |

通用增强型实例测试结果

图 2-2 CPU:内存=1:2

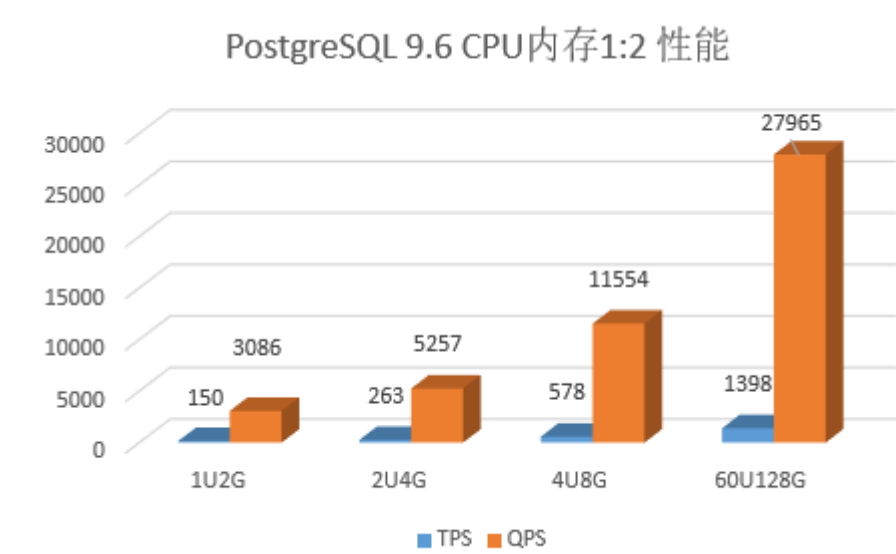


图 2-3 CPU:内存=1:4

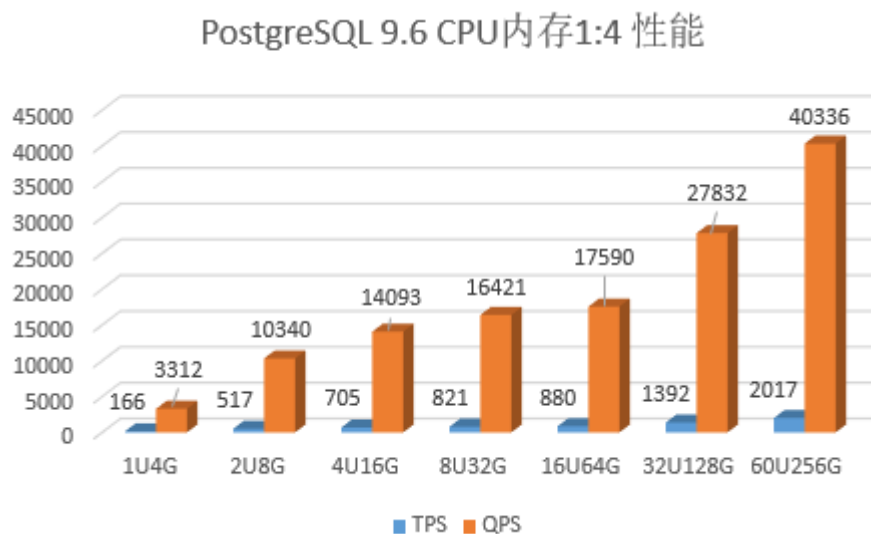
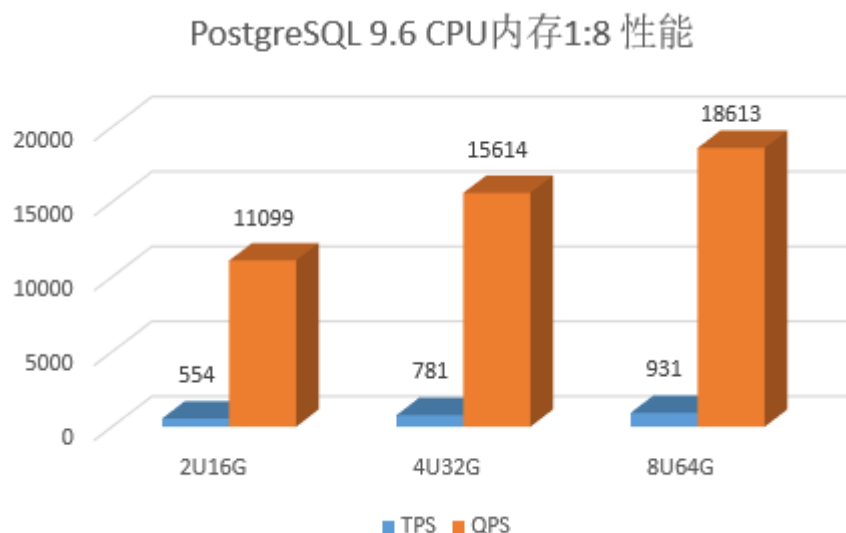


图 2-4 CPU:内存=1:8



## 2.3 RDS for PostgreSQL 12 测试数据

### 2.3.1 通用型测试数据

#### 关于 IOPS

RDS for PostgreSQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

通用型实例测试列表

表 2-4 CPU:内存=1:2

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 1         | 2      | 172.88  | 3457.69  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 2         | 4      | 387.63  | 7752.63  |                             |
| 4         | 8      | 823.89  | 16477.76 |                             |
| 8         | 16     | 1538.08 | 30761.58 |                             |

表 2-5 CPU:内存=1:4

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 8      | 461.22  | 9224.35  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 16     | 843.00  | 16860.02 |                             |
| 8         | 32     | 1786.72 | 35734.52 |                             |

通用型实例测试结果

图 2-5 CPU:内存=1:2

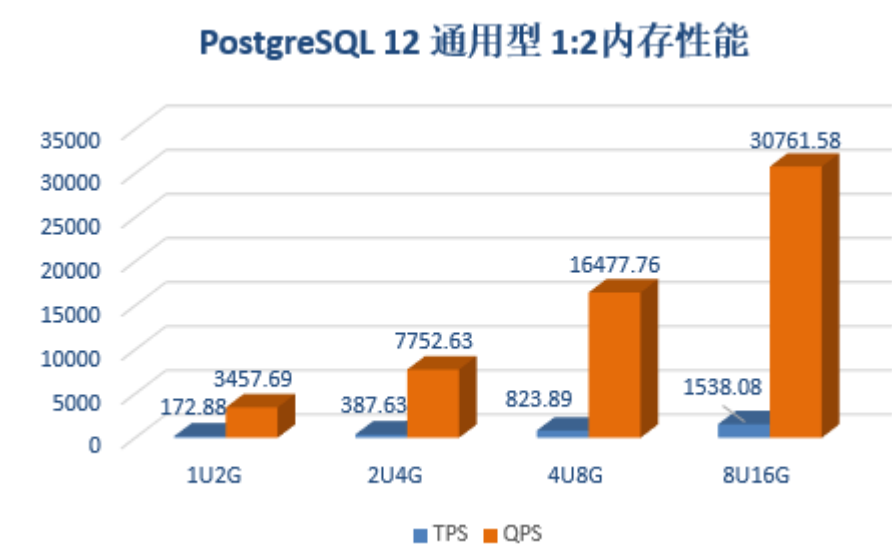
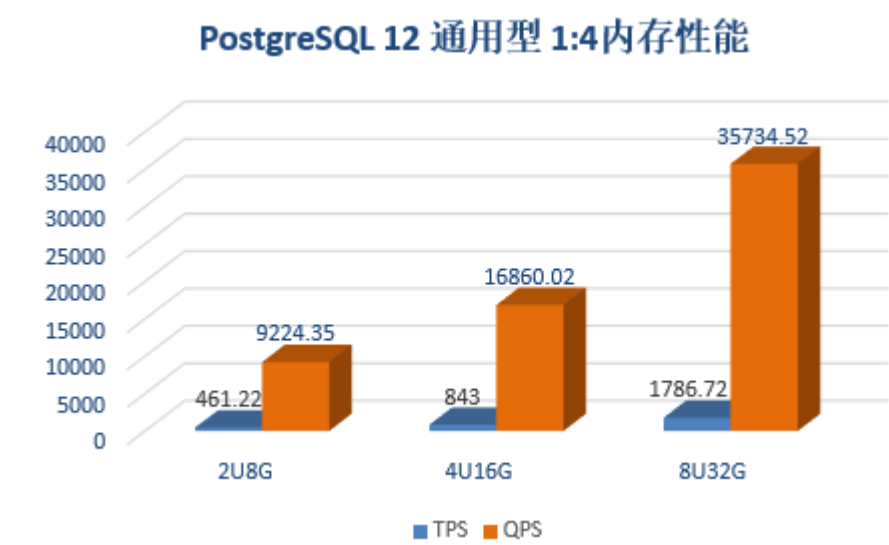


图 2-6 CPU:内存=1:4



2.3.2 独享型测试数据

关于 IOPS

RDS for PostgreSQL支持的IOPS取决于云硬盘（ Elastic Volume Service，简称EVS ）的IO性能，具体请参见《 云硬盘产品介绍 》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

独享型实例测试列表

表 2-6 CPU:内存=1:4

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS      | QPS       | IOPS                        |
|-----------|--------|----------|-----------|-----------------------------|
| 2         | 8      | 446.71   | 8934.16   | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 16     | 986.52   | 19730.43  |                             |
| 8         | 32     | 1766.29  | 35325.94  |                             |
| 16        | 64     | 2352.55  | 47051.10  |                             |
| 32        | 128    | 3731.23  | 74624.84  |                             |
| 64        | 256    | 10929.30 | 218608.04 |                             |

表 2-7 CPU:内存=1:8

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 16     | 534.28  | 10685.51 | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 32     | 1102.75 | 22054.95 |                             |

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS       | IOPS |
|-----------|--------|---------|-----------|------|
| 8         | 64     | 1998.56 | 39971.41  |      |
| 16        | 128    | 3821.89 | 76438.29  |      |
| 64        | 512    | 7633.83 | 152694.09 |      |

独享型实例测试结果

图 2-7 CPU:内存=1:4

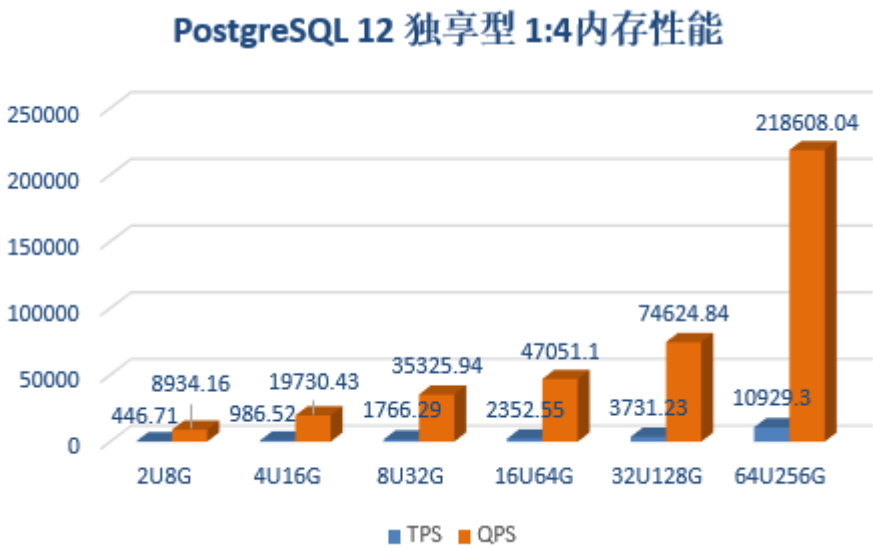
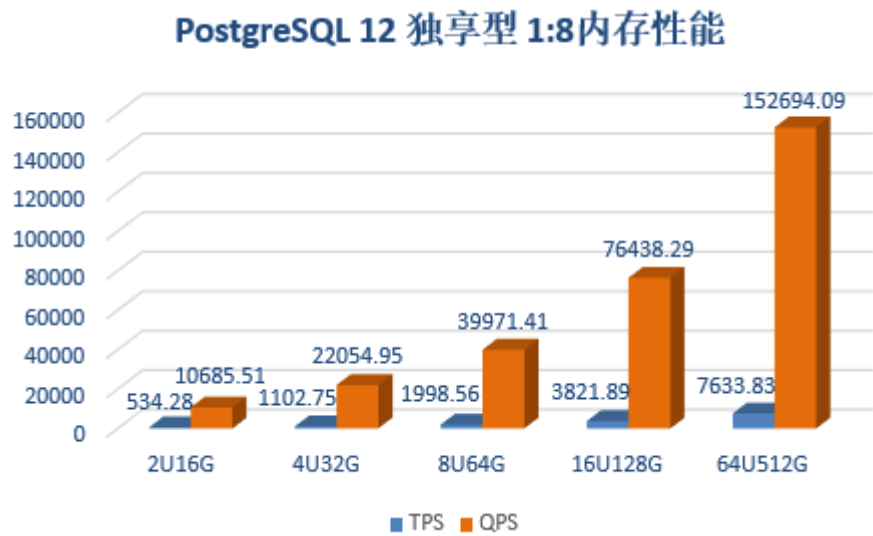


图 2-8 CPU:内存=1:8



## 2.4 RDS for PostgreSQL 13 测试数据

### 2.4.1 通用型测试数据

#### 关于 IOPS

RDS for PostgreSQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

#### 通用型实例测试列表

表 2-8 CPU:内存=1:2

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 1         | 2      | 178.71  | 3574.29  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 2         | 4      | 372.52  | 7450.35  |                             |
| 4         | 8      | 848.15  | 16963.08 |                             |
| 8         | 16     | 1505.10 | 30101.94 |                             |

表 2-9 CPU:内存=1:4

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 8      | 425.26  | 8505.16  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 16     | 879.52  | 17590.53 |                             |
| 8         | 32     | 1764.29 | 35285.91 |                             |

## 通用型实例测试结果

图 2-9 CPU:内存=1:2

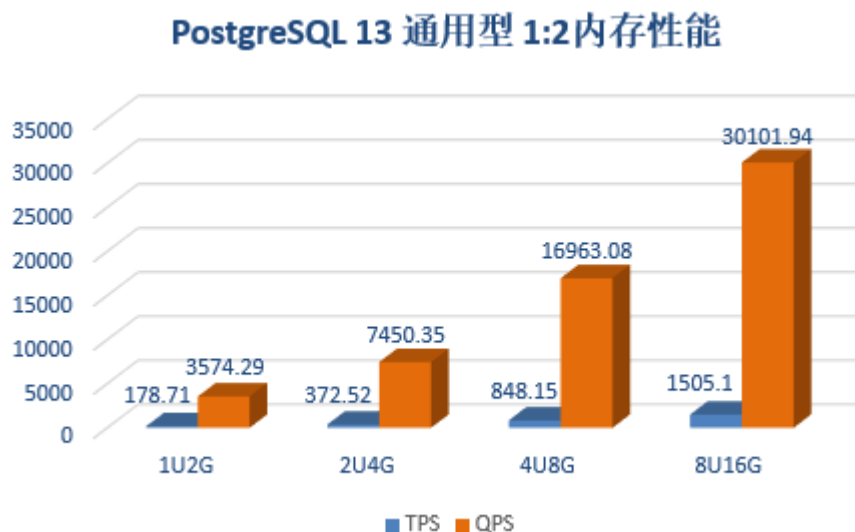
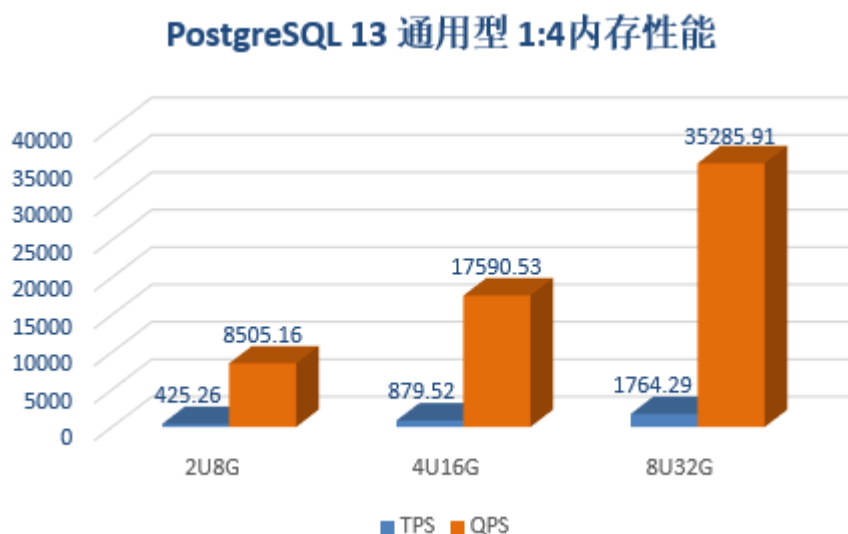


图 2-10 CPU:内存=1:4



## 2.4.2 独享型测试数据

### 关于 IOPS

RDS for PostgreSQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

独享型实例测试列表

表 2-10 CPU:内存=1:4

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS      | QPS       | IOPS                        |
|-----------|--------|----------|-----------|-----------------------------|
| 2         | 8      | 437.45   | 8748.99   | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 16     | 896.84   | 17936.72  |                             |
| 8         | 32     | 1819.93  | 36398.77  |                             |
| 16        | 64     | 2600.93  | 52018.73  |                             |
| 32        | 128    | 5428.06  | 108572.08 |                             |
| 64        | 256    | 12102.77 | 242079.30 |                             |

表 2-11 CPU:内存=1:8

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS       | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|-----------|-----------------------------|
| 2         | 16     | 528.85  | 10577.07  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 32     | 1002.06 | 20041.23  |                             |
| 8         | 64     | 1904.04 | 38080.91  |                             |
| 16        | 128    | 3928.59 | 78572.08  |                             |
| 64        | 512    | 7485.78 | 149732.20 |                             |

独享型实例测试结果

图 2-11 CPU:内存=1:4

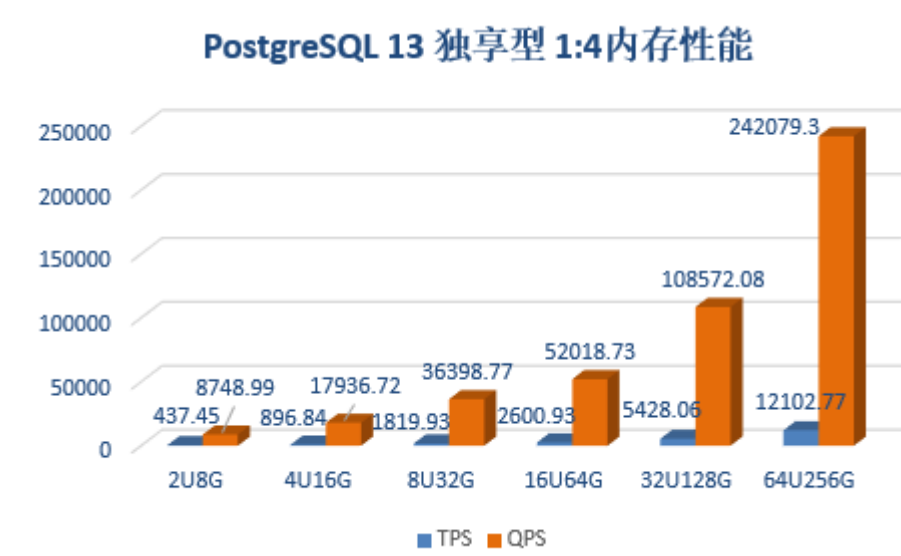
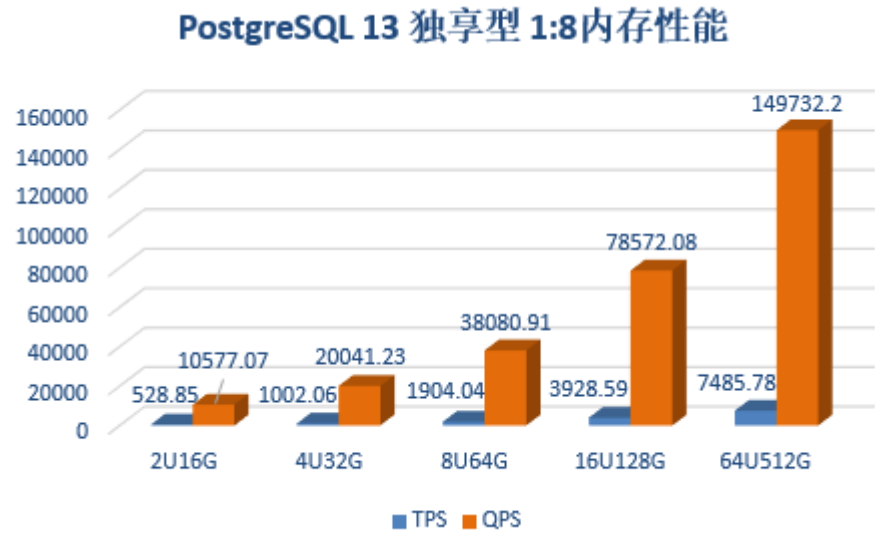




图 2-12 CPU:内存=1:8



## 2.5 RDS for PostgreSQL 14 测试数据

### 2.5.1 通用型测试数据

本节提供RDS for PostgreSQL 14 X86通用型SSD云盘测试数据。

#### 关于 IOPS

RDS for PostgreSQL支持的IOPS取决于云硬盘（Elastic Volume Service，简称EVS）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

#### 通用型实例测试列表

表 2-12 CPU:内存=1:2

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 1         | 2      | 176.26  | 3525.27  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 2         | 4      | 385.70  | 7713.97  |                             |
| 4         | 8      | 784.54  | 15690.82 |                             |
| 8         | 16     | 1560.41 | 31208.18 |                             |

表 2-13 CPU:内存=1:4

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 8      | 429.02  | 8580.42  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 16     | 999.26  | 19985.14 |                             |
| 8         | 32     | 1788.29 | 35765.97 |                             |

通用型实例测试结果

图 2-13 CPU:内存=1:2

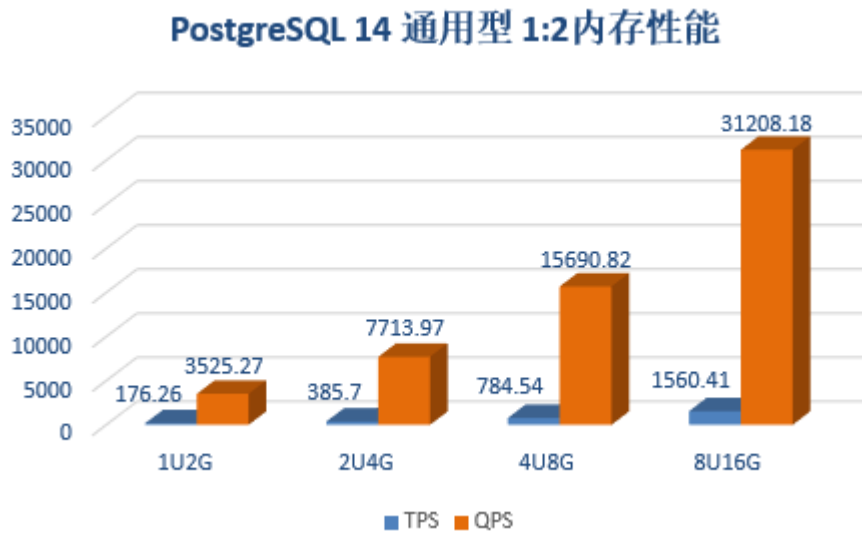
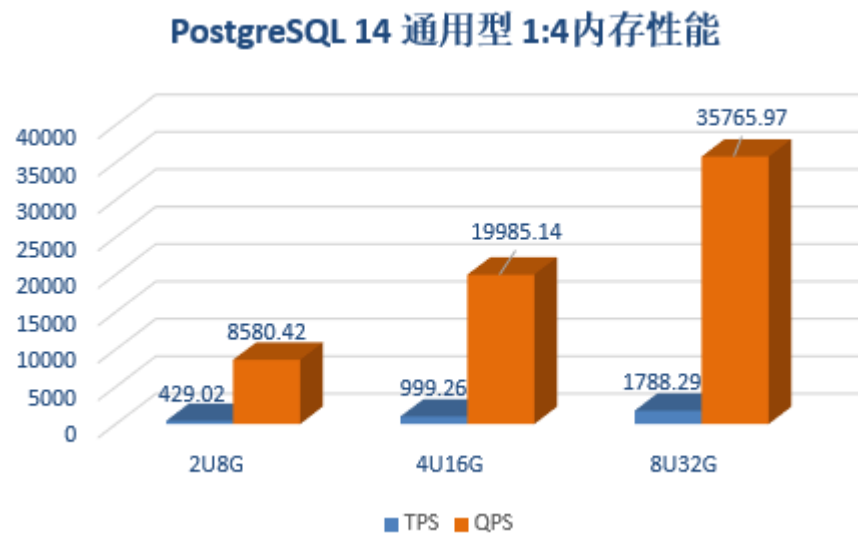


图 2-14 CPU:内存=1:4



## 2.5.2 独享型测试数据

本节提供RDS for PostgreSQL 14 X86独享型SSD云盘测试数据。

### 关于 IOPS

RDS for PostgreSQL支持的IOPS取决于云硬盘（ Elastic Volume Service，简称EVS ）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

### 独享型实例测试列表

表 2-14 CPU:内存=1:2

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 4      | 373.53  | 7470.64  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 8      | 748.80  | 14976.09 |                             |
| 8         | 16     | 1563.35 | 31266.94 |                             |
| 16        | 32     | 1873.68 | 37473.69 |                             |

表 2-15 CPU:内存=1:4

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 8      | 472.01  | 9440.15  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 16     | 994.46  | 19889.28 |                             |
| 8         | 32     | 1806.45 | 36129.18 |                             |
| 16        | 64     | 2551.62 | 51032.43 |                             |

表 2-16 CPU:内存=1:8

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 16     | 463.48  | 9269.67  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 32     | 1103.30 | 22065.92 |                             |
| 8         | 64     | 1996.53 | 39930.74 |                             |
| 16        | 128    | 3778.67 | 75573.89 |                             |

## 独享型实例测试结果

图 2-15 CPU:内存=1:2

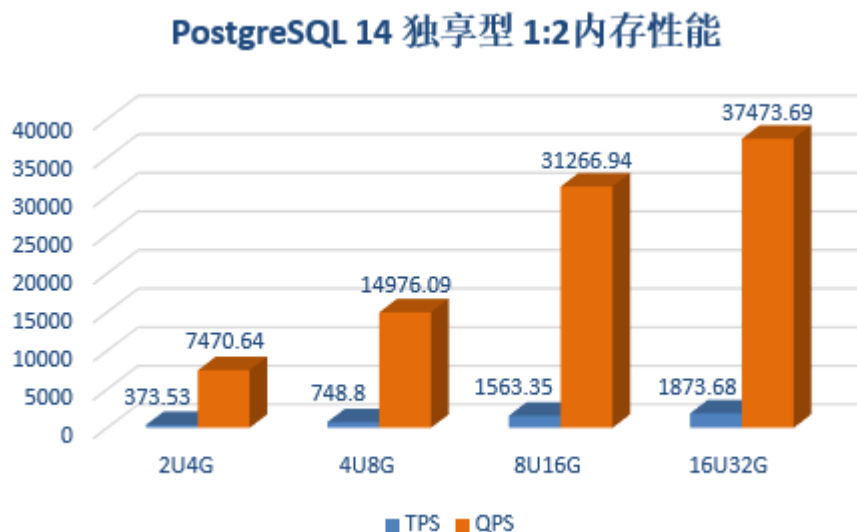


图 2-16 CPU:内存=1:4

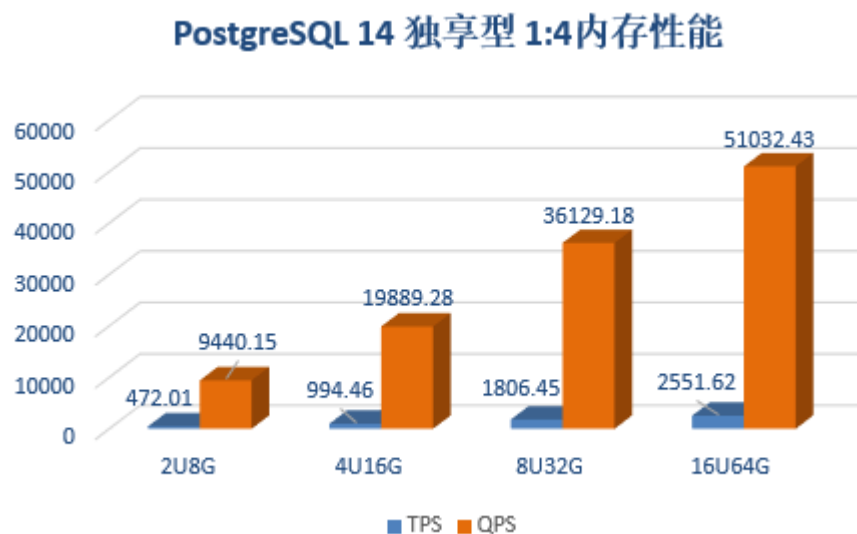
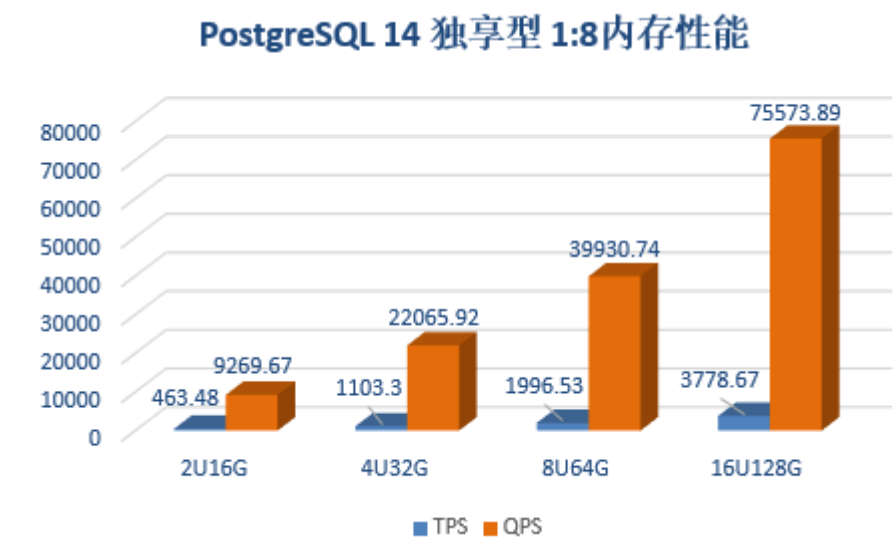


图 2-17 CPU:内存=1:8



2.6 RDS for PostgreSQL 15 测试数据

2.6.1 通用型测试数据

本节提供RDS for PostgreSQL 15 X86通用型SSD云盘测试数据。

关于 IOPS

RDS for PostgreSQL支持的IOPS取决于云硬盘（ Elastic Volume Service，简称EVS ）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

通用型实例测试列表

表 2-17 CPU:内存=1:2

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 1         | 2      | 185.21  | 3704.27  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 2         | 4      | 371.97  | 7439.43  |                             |
| 4         | 8      | 821.00  | 16420.05 |                             |
| 8         | 16     | 1517.95 | 30358.98 |                             |

表 2-18 CPU:内存=1:4

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS    | QPS     | IOPS                        |
|-----------|--------|--------|---------|-----------------------------|
| 2         | 8      | 431.72 | 8634.30 | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS |
|-----------|--------|---------|----------|------|
| 4         | 16     | 926.94  | 18538.85 |      |
| 8         | 32     | 1827.36 | 36547.27 |      |

通用型实例测试结果

图 2-18 CPU:内存=1:2

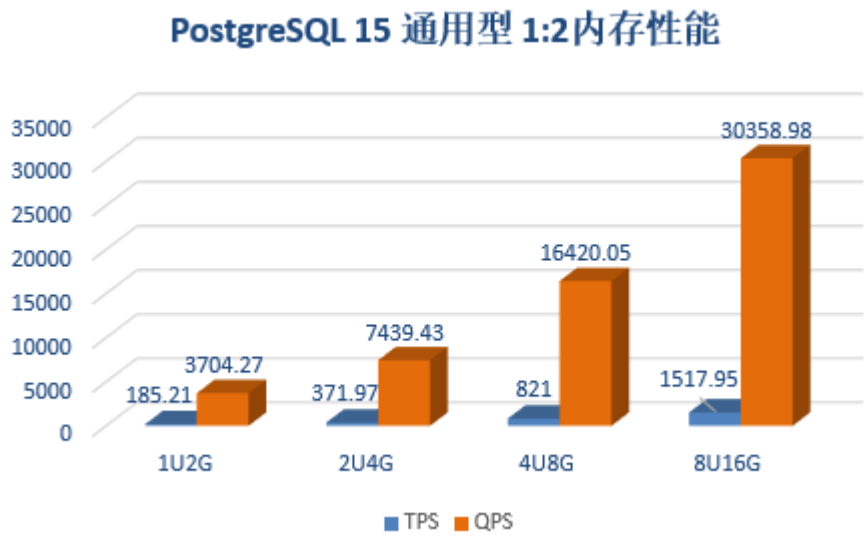
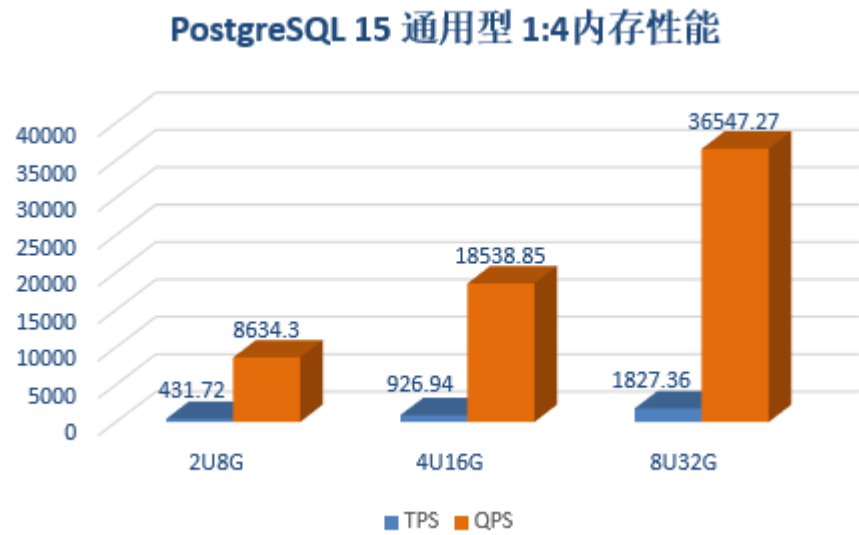


图 2-19 CPU:内存=1:4



2.6.2 独享型测试数据

本节提供RDS for PostgreSQL 15 X86独享型SSD云盘测试数据。

关于 IOPS

RDS for PostgreSQL支持的IOPS取决于云硬盘（ Elastic Volume Service，简称EVS ）的IO性能，具体请参见《云硬盘产品介绍》中“[磁盘类型及性能介绍](#)”的内容。

独享型实例测试列表

表 2-19 CPU:内存=1:2

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 4      | 378.99  | 7579.83  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 8      | 838.37  | 16767.38 |                             |
| 8         | 16     | 1577.04 | 31540.74 |                             |
| 16        | 32     | 1850.72 | 37014.46 |                             |

表 2-20 CPU:内存=1:4

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 8      | 465.93  | 9318.54  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 16     | 994.98  | 19899.65 |                             |
| 8         | 32     | 1825.27 | 36505.56 |                             |
| 16        | 64     | 2582.68 | 51653.81 |                             |

表 2-21 CPU:内存=1:8

| CPU(Core) | 内存(GB) | TPS     | QPS      | IOPS                        |
|-----------|--------|---------|----------|-----------------------------|
| 2         | 16     | 495.95  | 9919.00  | 请参见 <a href="#">关于 IOPS</a> |
| 4         | 32     | 1096.84 | 21936.72 |                             |
| 8         | 64     | 1924.42 | 38488.57 |                             |
| 16        | 128    | 3943.78 | 78875.96 |                             |

## 独享型实例测试结果

图 2-20 CPU:内存=1:2

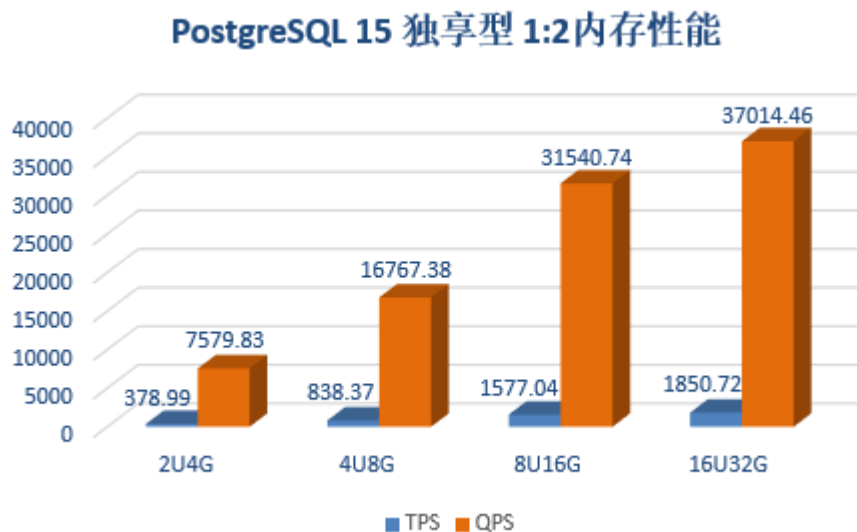


图 2-21 CPU:内存=1:4

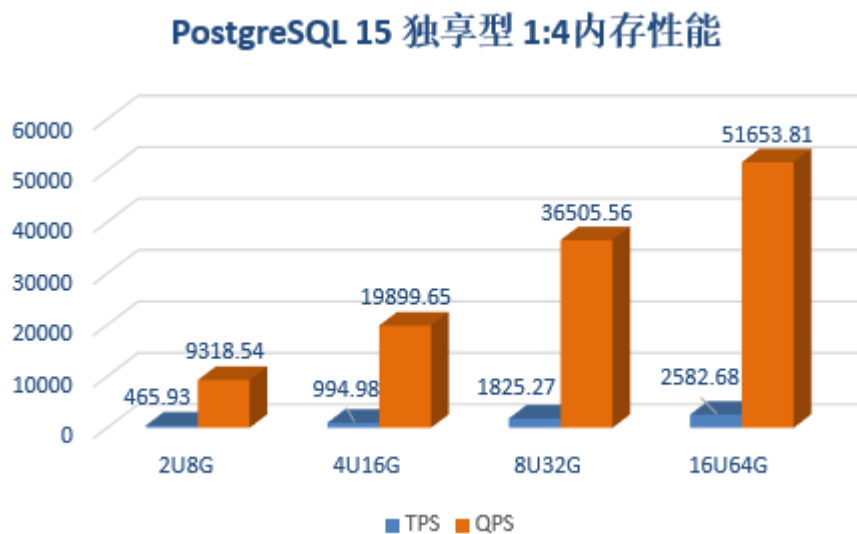
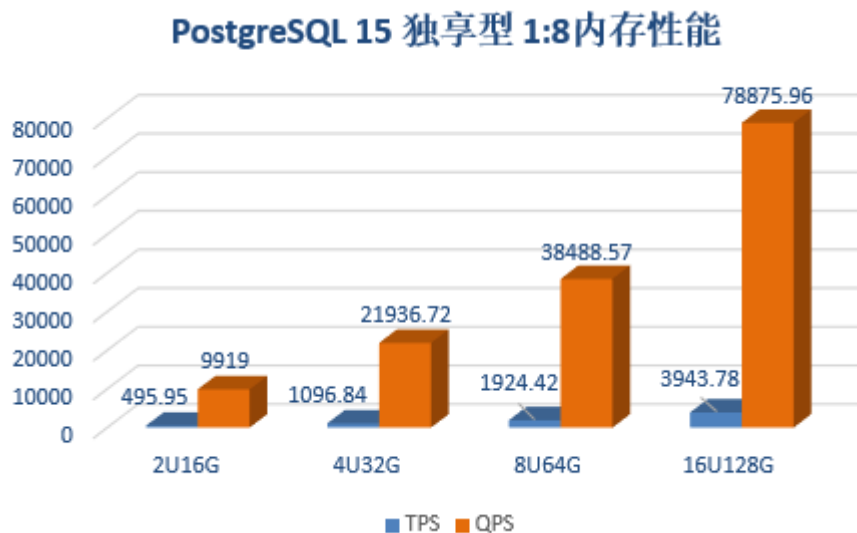




图 2-22 CPU:内存=1:8



# 3 RDS for SQL Server

---

## 3.1 测试方法

RDS for 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。

### 测试环境

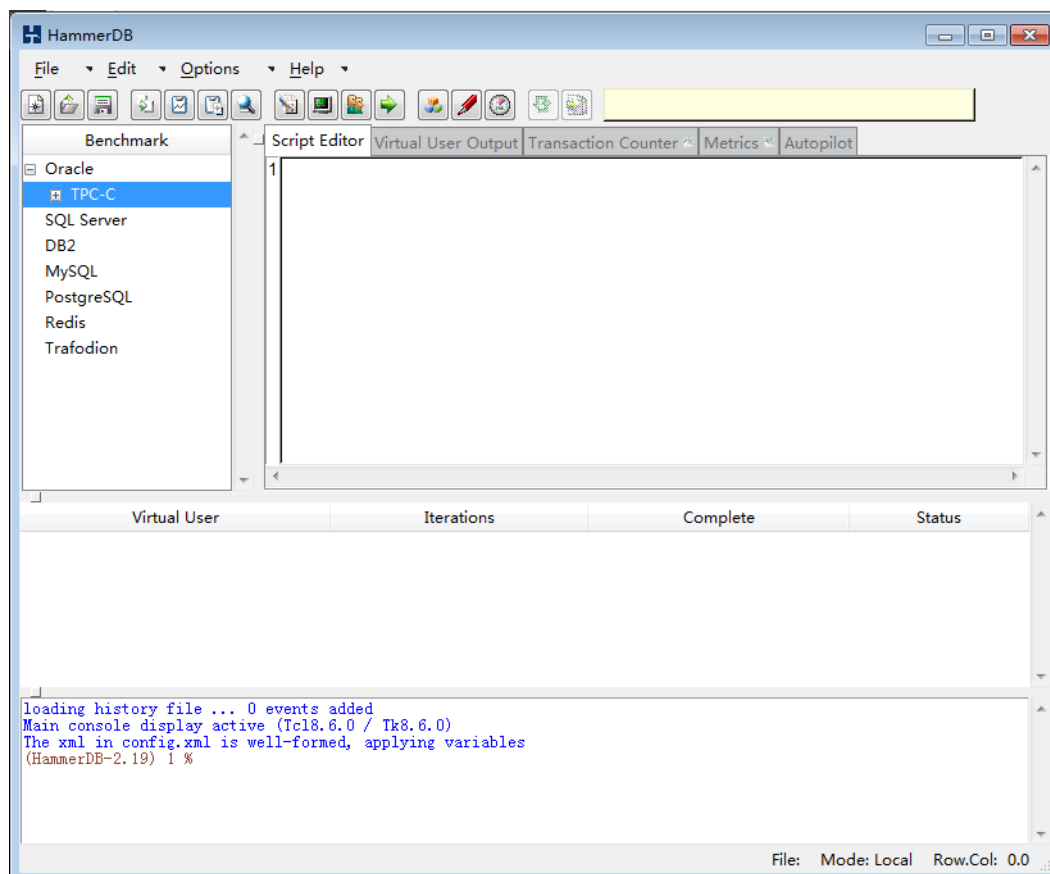
- 区域：华北-北京一。
- 可用分区：可用区1。
- ECS实例：规格为高性能计算型HC2，8核16GB，存储类型为SSD，存储空间为200GB，操作系统镜像使用Windows Server 2012 R2 Standard 64bit，网络类型为VPC。

### 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。

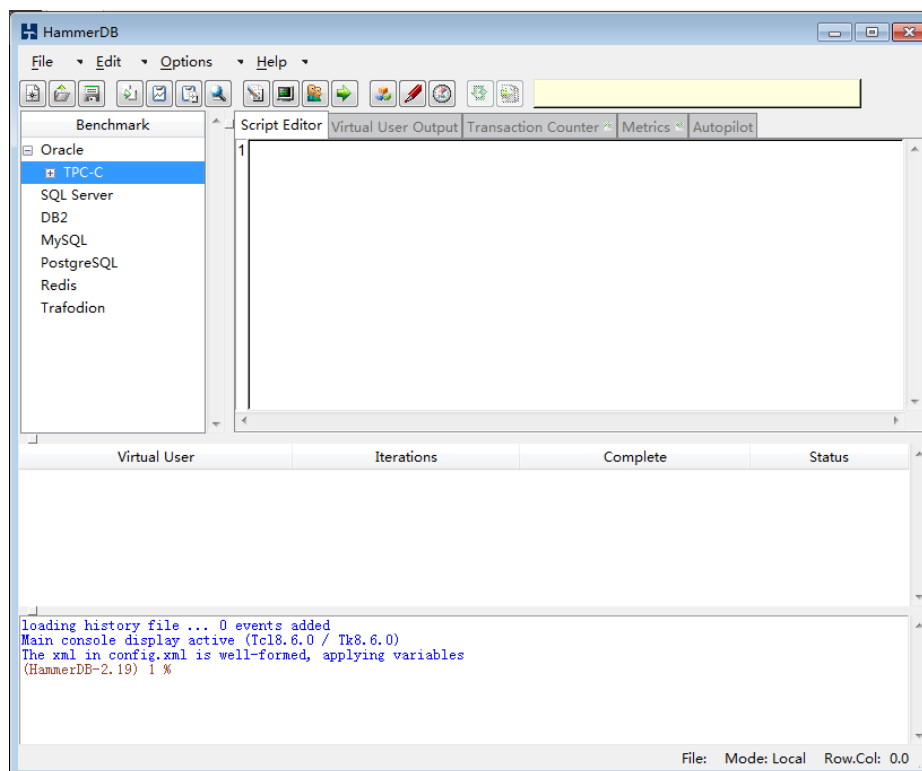
本次采用TPC-C测试基准。

华为云完全基于HammerDB工具自建测试模型，不需要对模型结构进行任何优化修改。

## 测试步骤

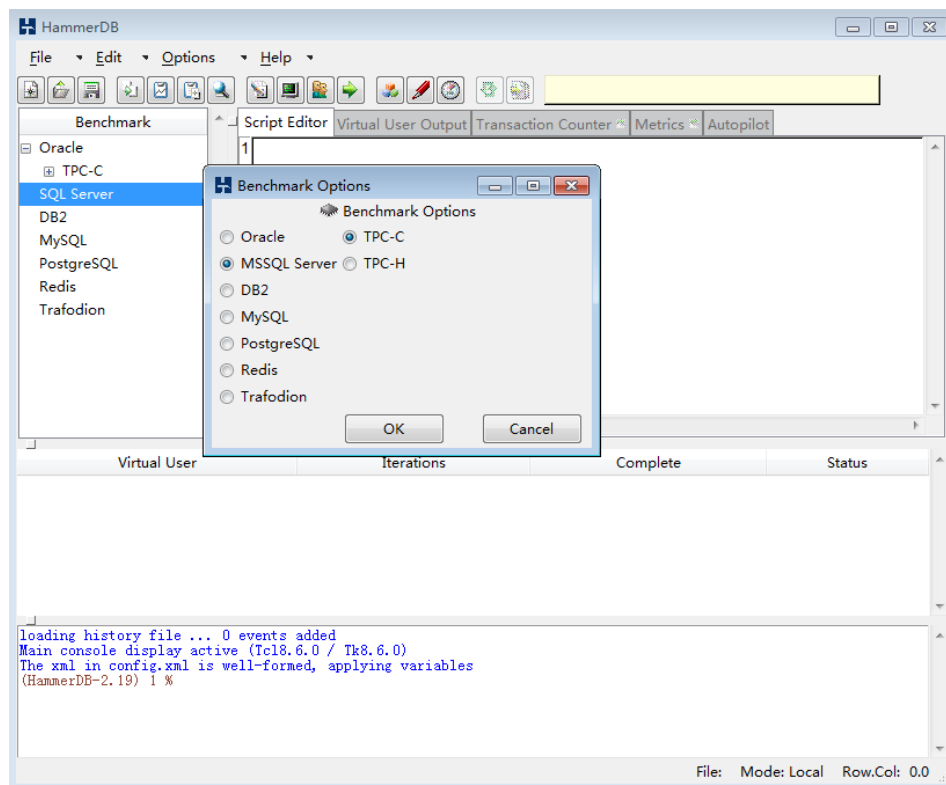
步骤1 打开HammerDB，如[图3-1](#)。

图 3-1 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3-2。

图 3-2 选择



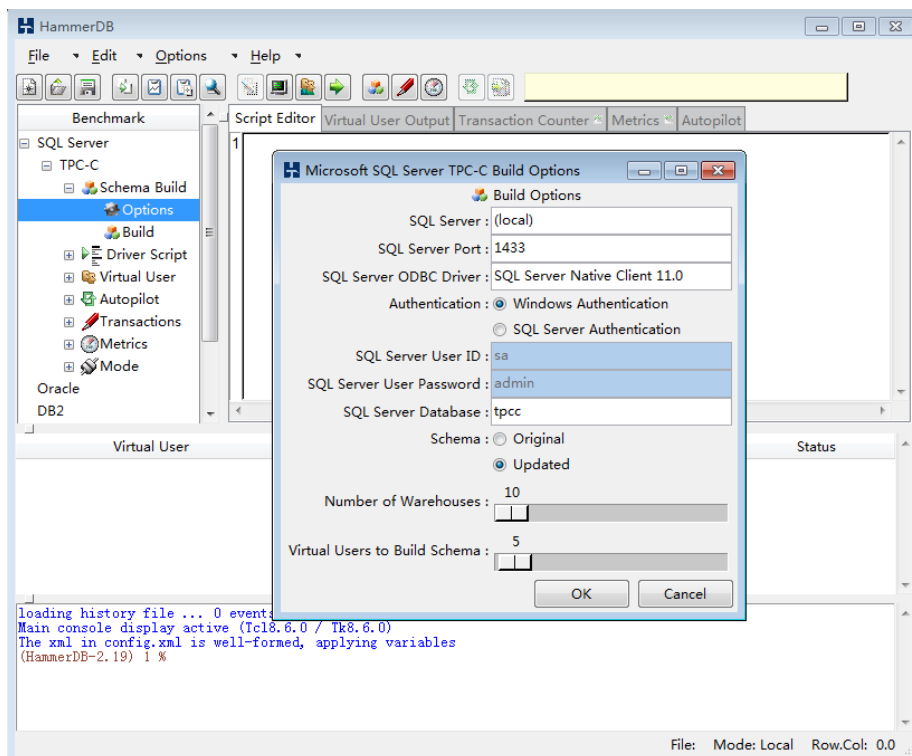
**步骤3** 设置连接信息，创建对象数据库“tpcc”。

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

#### 须知

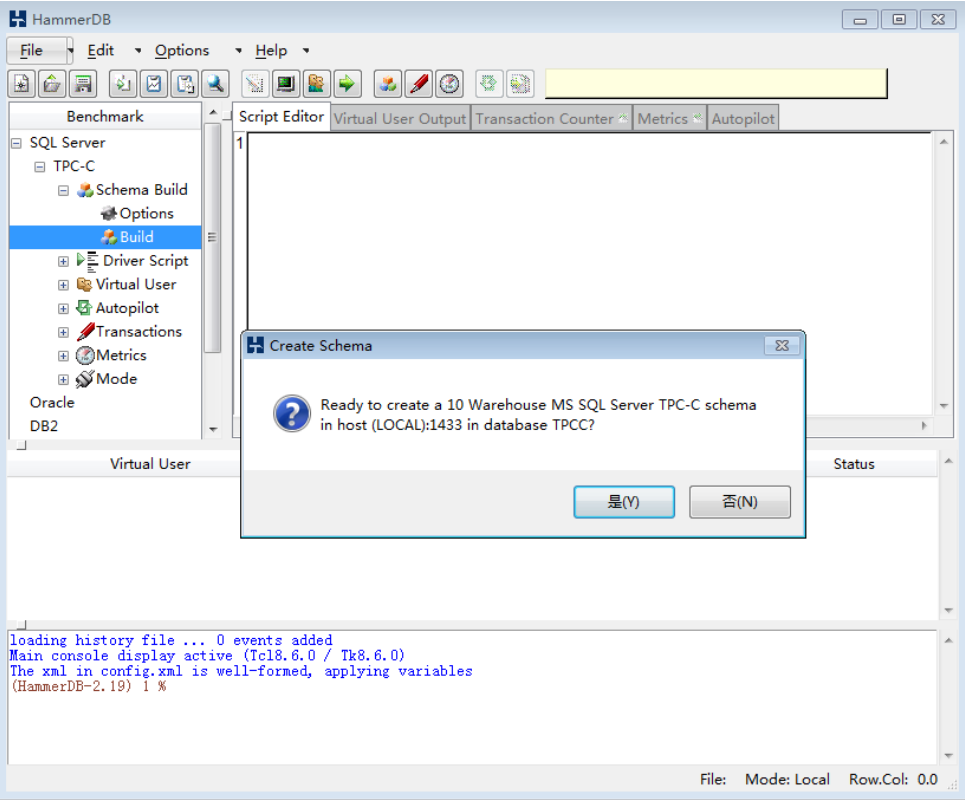
弹出框中“Schema”需选择“Updated”。

图 3-3 Options



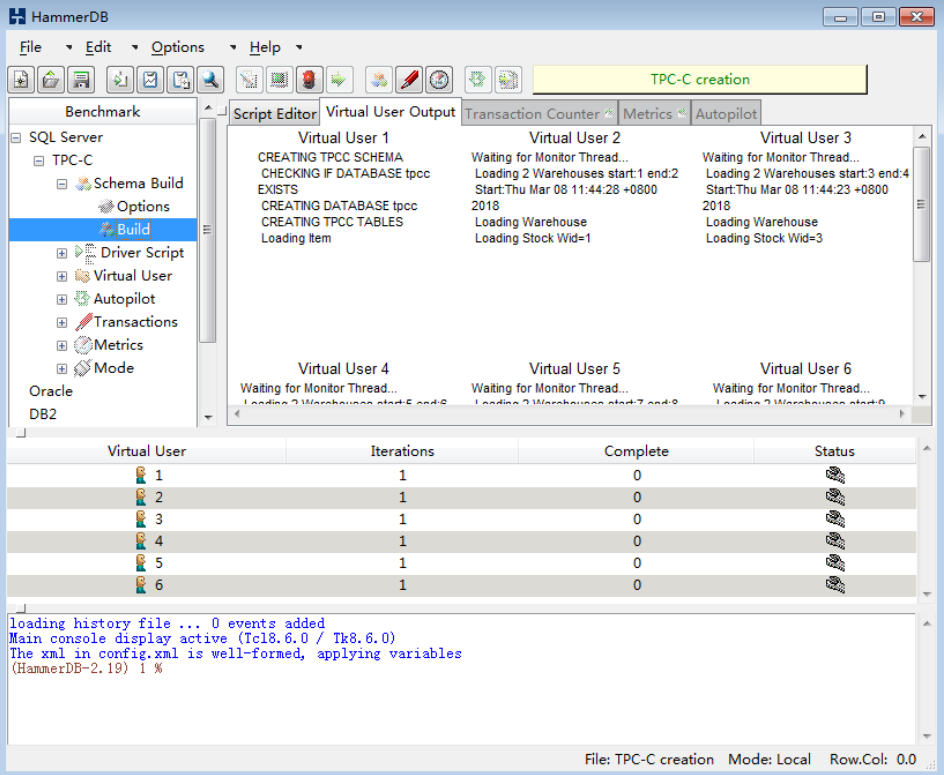
**步骤4** 选择“SQL Server > TPC-C > Schema Build > Build”，在弹出框点击“是”，创建 schema，如图3-4。

图 3-4 Build



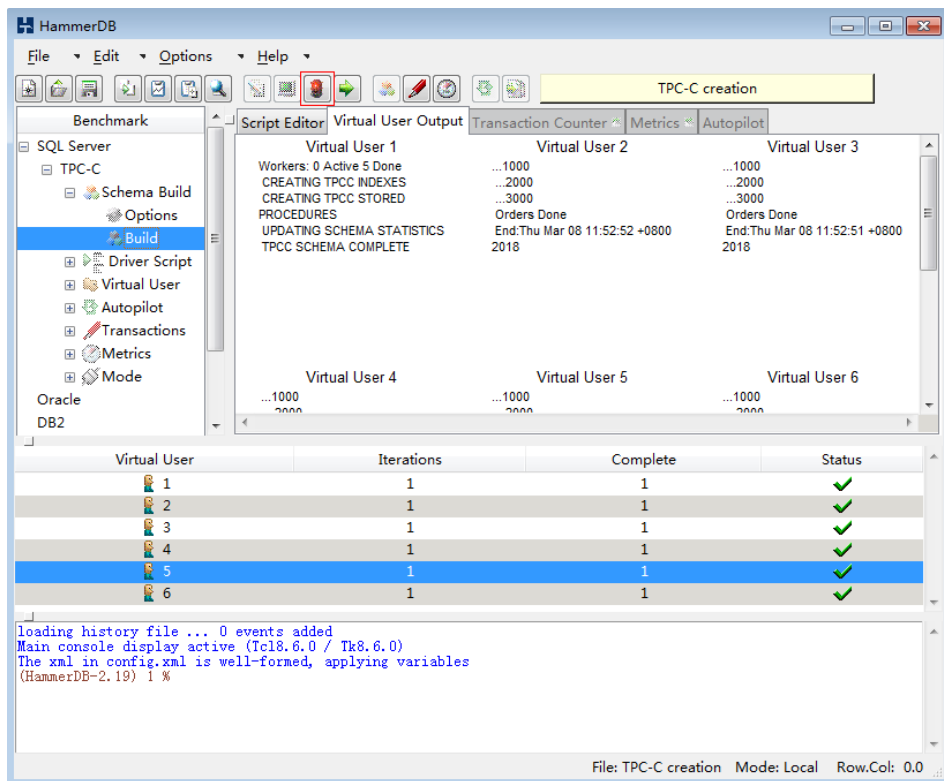
等待初始化完成，如图3-5。

图 3-5 初始化完成



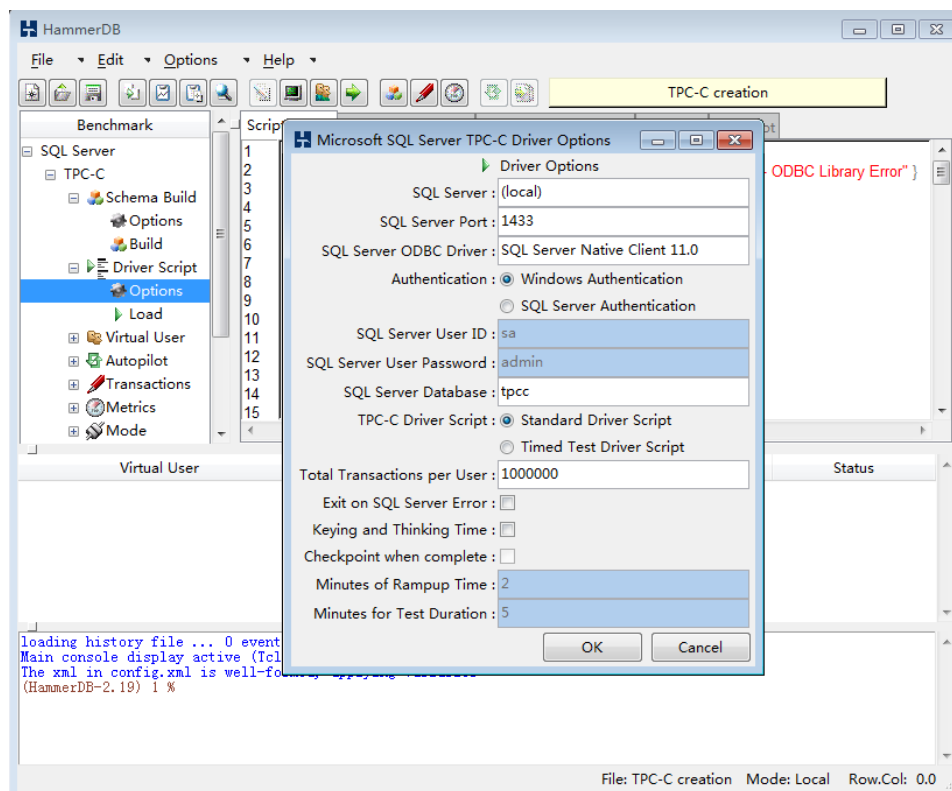
步骤5 单击 停止执行，如图3-6。

图 3-6 停止执行



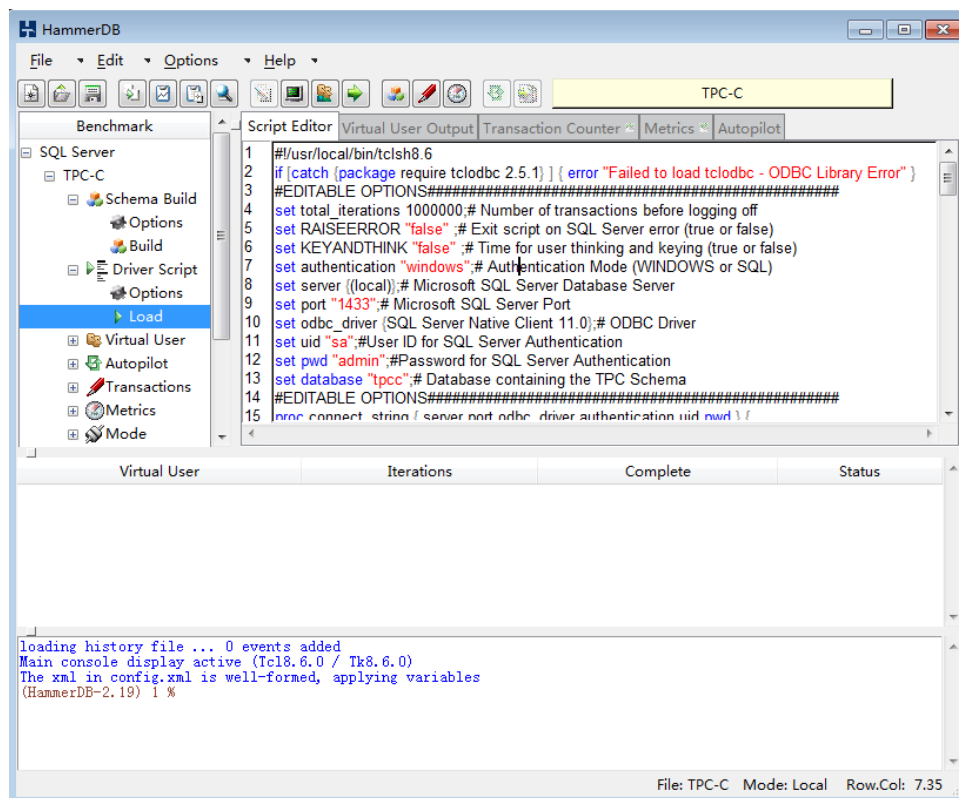
步骤6 选中“SQL Server > TPC-C > Driver Script”，双击“Options”，确保连接信息准确，如图3-7。

图 3-7 检查连接信息



步骤7 选中“SQL Server > TPC-C > Driver Script”，双击“Load”，如图3-8。

图 3-8 Load

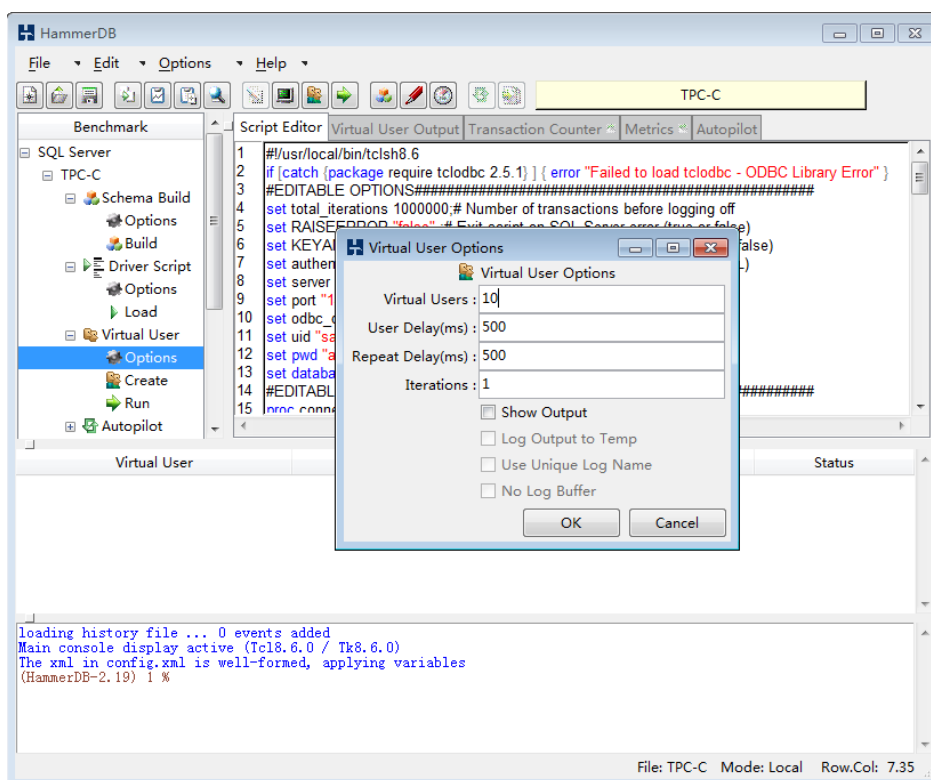




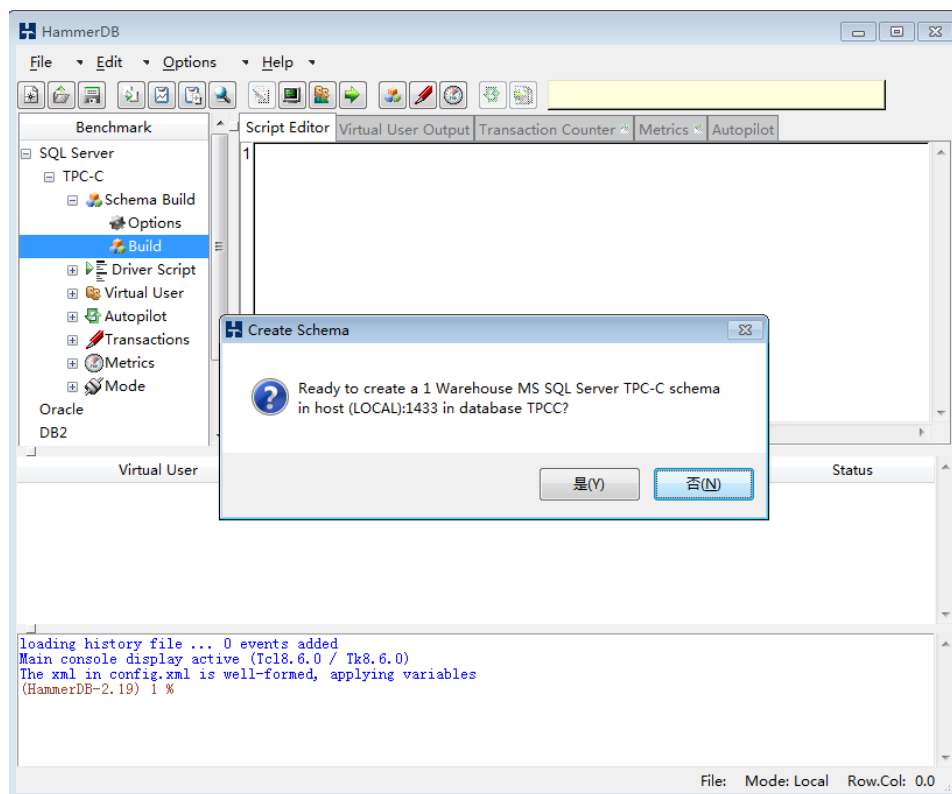
**步骤8** 选中“SQL Server > TPC-C > Virtual User”，双击“Options”，设置虚拟用户数，可以通过不断调整用户数，查看TPM值（Transaction Per Minute，每分钟处理的事务数，它是衡量数据库系统处理能力的重要指标），直到出现稳定最高TPM峰值。

### 须知

建议不要勾选“Show Output”选项，可能会导致客户端无响应。

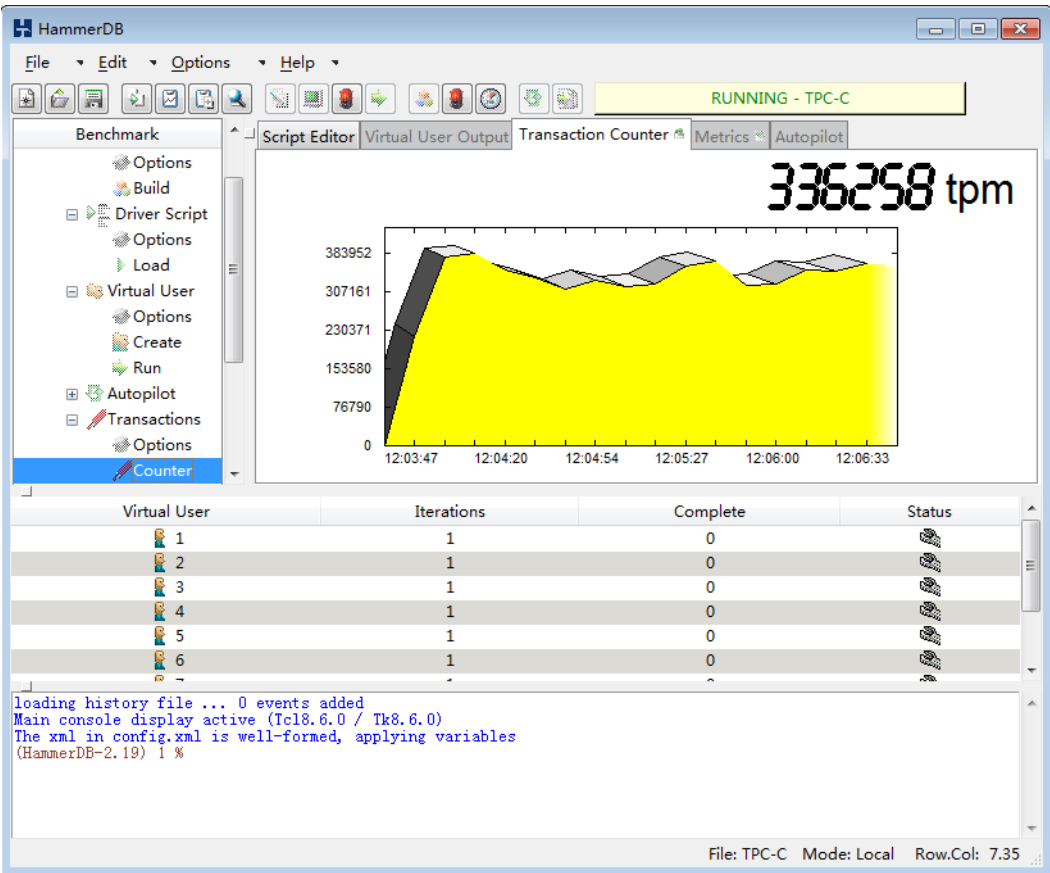


**步骤9** 单击“是”，完成创建。



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

图 3-9 稳定 TPM 峰值



----结束

## 3.2 测试结果

### 概念解释

- TPM：每分钟内系统处理的TPCC标准模型下模拟订单的个数。
- TPS：每秒内系统处理的TPCC标准模型下模拟订单的个数。
- IOPS：每秒磁盘的读写次数，本文中的IOPS特指在该规格压力能达到的峰值下，磁盘所表现出来的IOPS指标数，并非该磁盘IOPS能力的极限。

须知

总的来说TPM比TPS更能体现该实例的综合性能，而IOPS只代表当前压力下所使用的磁盘读写能力，仅供参考。

测试数据

表 3-1 测试列表

| 实例类型 | Instance class    | CPU/ Core | Memory ( GB ) | TPM     | TPS   | IOPS  |
|------|-------------------|-----------|---------------|---------|-------|-------|
| HA实例 | 2008 R2 企业版       | 2         | 8             | 300000  | 5500  | 4000  |
|      | 2008 R2 企业版       | 4         | 16            | 530000  | 9700  | 7000  |
|      | 2008 R2 企业版       | 8         | 32            | 930000  | 17050 | 15000 |
|      | 2008 R2 企业版       | 16        | 64            | 1250000 | 23000 | 20000 |
|      | 2008 R2 企业版       | 2         | 16            | 290000  | 5300  | 4000  |
|      | 2008 R2 企业版       | 4         | 32            | 540000  | 9900  | 7000  |
|      | 2008 R2 企业版       | 8         | 64            | 960000  | 17600 | 15000 |
|      | 2008 R2 企业版       | 16        | 128           | 1350000 | 24750 | 20000 |
| 单实例  | 2014 企业版、2014 标准版 | 4         | 16            | 550000  | 10083 | 7000  |
|      | 2014 企业版、2014 标准版 | 8         | 32            | 1100000 | 20166 | 16000 |
|      | 2014 企业版、2014 标准版 | 16        | 64            | 1500000 | 27500 | 22000 |
| HA实例 | 2014 企业版、2014 标准版 | 4         | 32            | 500000  | 9000  | 7000  |
|      | 2014 企业版、2014 标准版 | 8         | 64            | 1000000 | 18333 | 16000 |
|      | 2014 企业版、2014 标准版 | 16        | 128           | 1400000 | 24000 | 21000 |
| 单实例  | 2014 WEB          | 4         | 16            | 550000  | 10000 | 6000  |

| 实例类型 | Instance class | CPU/ Core | Memory ( GB ) | TPM     | TPS   | IOPS  |
|------|----------------|-----------|---------------|---------|-------|-------|
|      | 2014 WEB       | 8         | 32            | 1100000 | 20000 | 12000 |
|      | 2014 WEB       | 16        | 64            | 1500000 | 27000 | 18000 |