

恒天云之 SDN 性能测试报告

周威光

2017-08-2

目 录

1	网络性能测试指标	3
2	网络性能测试工具选择	3
2.1	常见的网络性能测试工具	3
2.2	测试方法确定	3
3	网络性能测试工具 qperf 的使用	3
3.1	qperf 的工作原理	3
3.2	qperf 测试使用命令	4
4	测试场景罗列	6
4.1	场景一：同时挂在提供者网络的两个 vm 之间	6
4.2	场景二：一个 vm 挂在租户网络, 一个 vm 在提供者网络上	6
4.3	场景三：同时挂在租户网络且同一网段的两个 vm 之间	6
4.4	场景四：同时挂在租户网络且不同一网段的两个 vm 之间	6
5	测试环境准备	7
6	具体测试结果及分析	7
6.1	集成 M 版 neutron 的恒天云 tcp 带宽和延迟测试	7
6.2	集成 M 版 neutron 的恒天云 udp 带宽和延迟测试	11
6.3	icmp 延迟测试	14
6.4	恒天云 tcp 带宽和延迟测试	15
6.5	恒天云 udp 带宽和延迟测试	17
6.6	测试总结	18

1 网络性能测试指标

常见的网络性能测试指标包含：网络带宽 (bandwidth)、网络延迟 (latency)、丢包率等

1. 网络带宽：网络带宽是指在一个固定的时间内（1 秒），能通过的最大位数据。
2. 网络延迟：通俗的讲，就是数据从电脑这边传到那边所用的时间。
3. 丢包率：测试中所丢失的数据包数量占所发送的数据包的比率。

2 网络性能测试工具选择

2.1 常见的网络性能测试工具

常用的开源网络性能测试工具有：iperf、netperf、qperf，这三种工具都可以测试 TCP 协议和 UDP 协议，从可测试的网络性能指标，我们对三种工具进行下对比：

工具	带宽	网络延迟	丢包
iperf	是	否	是
netperf	是	否	是
qperf	是	是	否

可见三个工具都可以完成基本的网络性能测试，但 netperf 更倾向于测试不同网络模式的数据传输，与本次性能测试需求不符。而 iperf 无法测试网络延迟，因此本次性能测试选择工具 qperf。

2.2 测试方法确定

测试对象	TCP 包和 UDP 包带宽、延迟	ICMP 包延迟
测试工具	qperf	ping

3 网络性能测试工具 qperf 的使用

3.1 qperf 的工作原理

使用两台机器，一台机器运行 qperf 充当服务器角色，一台机器运行 qperf 充当客户端角色

3.2 qperf 测试使用命令

1. 服务器端运行命令如下:

```
1 qperf
```

2. 客户端运行命令测试 tcp 的极限带宽和延迟

```
1 qperf 服务器端ip tcp_bw tcp_lat
```

替换服务器端 ip 为具体的 ip, 得到结果如下

```
1 tcp_bw:
2     bw = 117 MB/sec
3 tcp_lat:
4     latency = 47.1 us
```

其中, tcp_bw 代表 tcp 带宽, tcp_lat 代表 tcp 延迟。

- 3 客户端命令测试 udp 的带宽和延迟

```
1 qperf -oo msg_size:1:64k:*2 服务器端ip udp_bw udp_lat
```

替换服务器端 ip, 改变 udp 包的大小 (msg_size), 从 1 个字节到 64K, 每次倍增的方式, 带宽和延迟情况如下

```
1 udp_bw:
2     send_bw = 404 KB/sec
3     recv_bw = 291 KB/sec
4 udp_bw:
5     send_bw = 1.01 MB/sec
6     recv_bw = 728 KB/sec
7 udp_bw:
8     send_bw = 1.98 MB/sec
9     recv_bw = 1.37 MB/sec
10 udp_bw:
11     send_bw = 3.95 MB/sec
12     recv_bw = 3.06 MB/sec
13 udp_bw:
14     send_bw = 7.91 MB/sec
15     recv_bw = 6.51 MB/sec
16 udp_bw:
17     send_bw = 16.2 MB/sec
18     recv_bw = 10.7 MB/sec
19 udp_bw:
20     send_bw = 31.5 MB/sec
21     recv_bw = 24.8 MB/sec
22 udp_bw:
23     send_bw = 62.5 MB/sec
24     recv_bw = 42.3 MB/sec
25 udp_bw:
```

```
26         send_bw = 98.1 MB/sec
27         recv_bw = 95 MB/sec
28     udp_bw:
29         send_bw = 110 MB/sec
30         recv_bw = 110 MB/sec
31     udp_bw:
32         send_bw = 117 MB/sec
33         recv_bw = 117 MB/sec
34     udp_bw:
35         send_bw = 117 MB/sec
36         recv_bw = 117 MB/sec
37     udp_bw:
38         send_bw = 119 MB/sec
39         recv_bw = 119 MB/sec
40     udp_bw:
41         send_bw = 120 MB/sec
42         recv_bw = 119 MB/sec
43     udp_bw:
44         send_bw = 120 MB/sec
45         recv_bw = 119 MB/sec
46     udp_bw:
47         send_bw = 120 MB/sec
48         recv_bw = 120 MB/sec
49     udp_lat:
50         latency = 51.4 us
51     udp_lat:
52         latency = 50.3 us
53     udp_lat:
54         latency = 52.6 us
55     udp_lat:
56         latency = 49.5 us
57     udp_lat:
58         latency = 50 us
59     udp_lat:
60         latency = 55.3 us
61     udp_lat:
62         latency = 54.9 us
63     udp_lat:
64         latency = 53.2 us
65     udp_lat:
66         latency = 56.5 us
67     udp_lat:
68         latency = 63.8 us
69     udp_lat:
70         latency = 78.2 us
71     udp_lat:
72         latency = 96.2 us
73     udp_lat:
74         latency = 122 us
75     udp_lat:
76         latency = 155 us
77     udp_lat:
78         latency = 225 us
79     udp_lat:
80         latency = 373 us
```

由于 udp 是不可靠传输，传输过程会出现丢包的现象，在测带宽的时候，会有发送带宽和接收带宽两组数据。发送带宽等于发送的总数据除以发送总时间，接收带宽等于接收的总数据除以接收总时间。两者之间的差值，可以侧面表现传输过程的丢包情况，差距越大网路性能越差。

4 测试场景罗列

4.1 场景一：同时挂在提供者网络的两个 vm 之间

1. 同一租户相同节点提供者虚拟机
2. 同一租户不同节点提供者虚拟机
3. 不同租户相同节点提供者虚拟机
4. 不同租户不同节点提供者虚拟机
5. 计算节点 1 和计算节点 2
6. 同一节点提供者虚拟机和物理机
7. 不同节点提供者虚拟机和物理机

4.2 场景二：一个 vm 挂在租户网络，一个 vm 在提供者网络上

1. 同一租户相同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机
2. 同一租户不同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机
3. 不同租户相同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机
4. 不同租户不同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机

4.3 场景三：同时挂在租户网络且同一网段的两个 vm 之间

1. 相同节点同一网段的虚拟机
2. 不同节点同一网段的虚拟机

4.4 场景四：同时挂在租户网络且不同一网段的两个 vm 之间

1. 相同节点不同网段的虚拟机
2. 不同节点不同网段的虚拟机

5 测试环境准备

节点	hty-controller	hty-compute1	hty-compute2
ip	172.16.133.10	172.16.133.15	172.16.133.16
软件环境	恒天云 3.8.1 集成 M 版 neutron	同控制节点	同控制节点
网络模式	vxlan+vlan	同控制节点	同控制节点

6 具体测试结果及分析

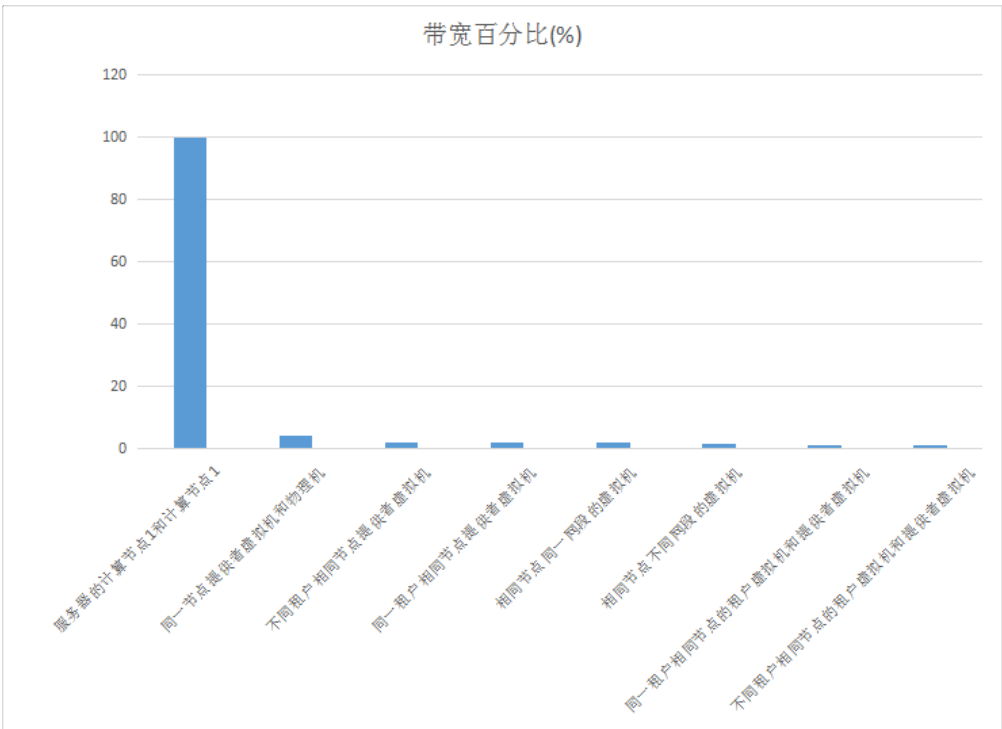
6.1 集成 M 版 neutron 的恒天云 tcp 带宽和延迟测试

测试方法：对每个应用场景的每个情况，创建对应虚拟机，使用上面提到的测试 tcp 命令，测试 5 组数据，求出均值。结果如下。为了方便分析，将所有的情况分为在同一个计算节点和不在同一个计算节点。

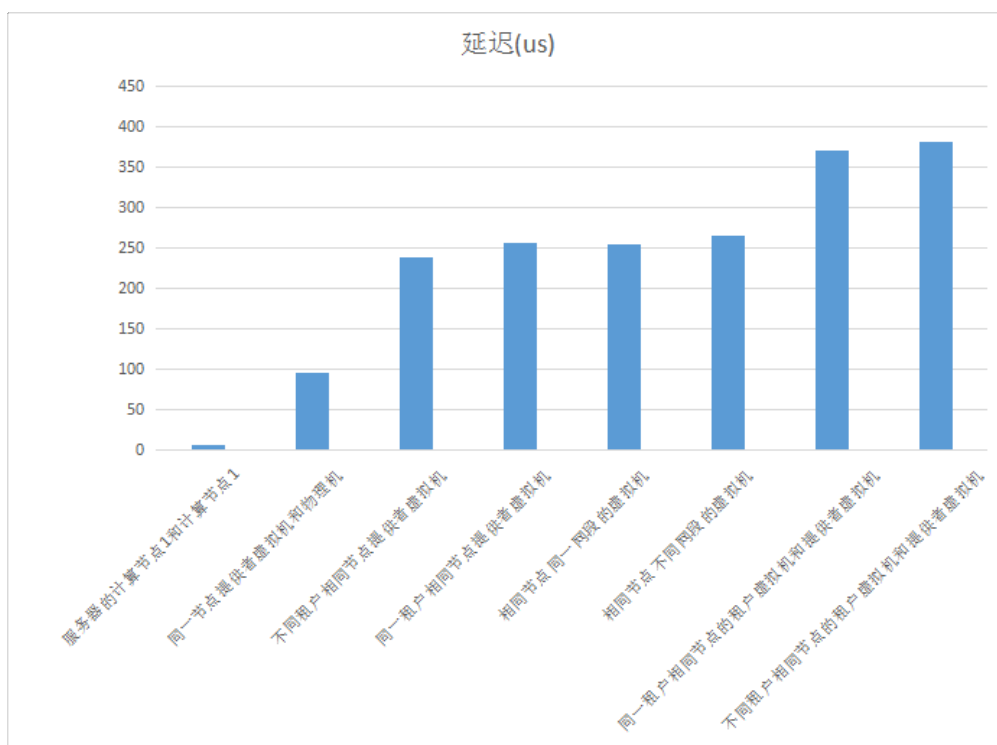
	带宽 (MByte/s)	延迟 (us)
情况一：在同一个计算节点		
服务器的计算节点 1 和计算节点 1	4342	7.394
同一节点提供者虚拟机和物理机	185.4	95.96
不同租户相同节点提供者虚拟机	97.3	239.8
同一租户相同节点提供者虚拟机	91.72	257.2
相同节点同一网段的租户虚拟机	89.6	255.4
相同节点不同网段的租户虚拟机	78.82	266
同一租户相同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	55.82	371.2
不同租户相同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	51.52	382.6
情况二：不在同一个计算节点		
服务器的计算节点 1 和计算节点 2	117	47.84
同一租户不同节点提供者虚拟机	67.96	310.8
不同租户不同节点提供者虚拟机的带宽	66.42	337
同一租户不同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	56.4	392.2
不同租户不同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	51.84	376.2
不同节点不同网段的租户虚拟机	44.4	320.4
不同节点同一网段的租户虚拟机	39.6	339.8
不同节点提供者虚拟机和物理机	35.22	259.6

现根据上表的测试数据，统计两种情况的 tcp 带宽和延迟：

情况一：在同一节点，各测试带宽占物理机带宽（最大带宽）百分比，如下图所示



对应上面测试带宽的各延迟，如下图所示



结论一：由上图，可得同一节点的两个进程之间传输 tcp 数据的带宽远远大于其他情况，能够达到 GByte/sec 的量级。

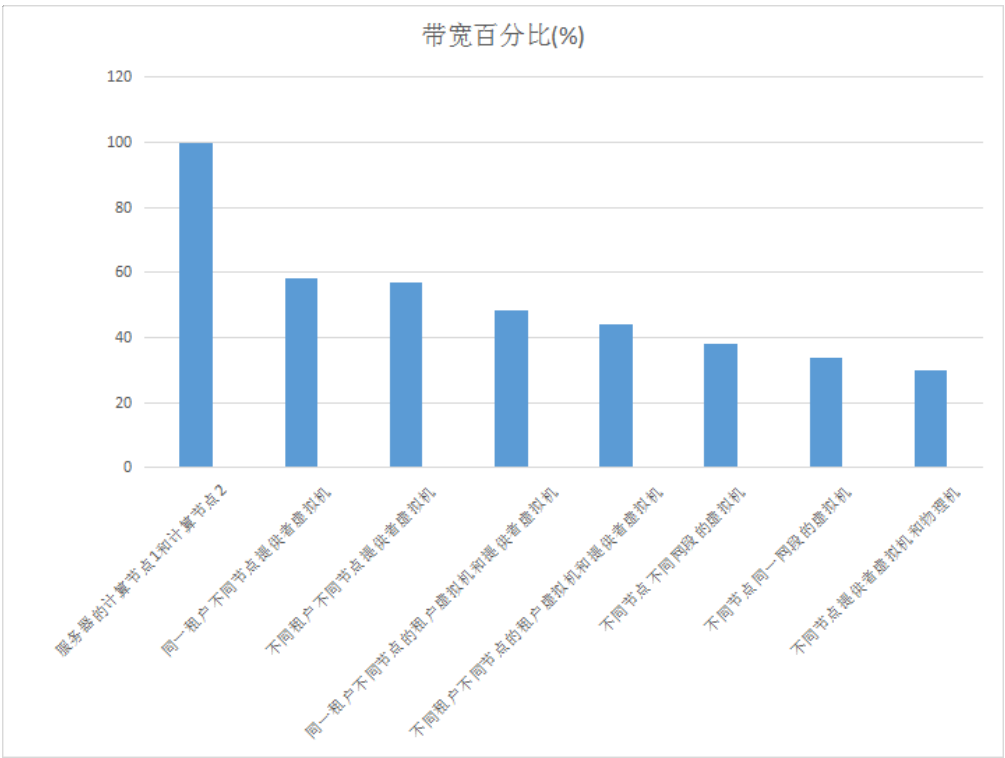
结论二：同一节点，是否同一租户并不影响网络性能。

结论三：相同节点，提供者虚拟机到物理机的带宽 > 提供者虚拟机之间的带宽 > 租户虚拟机之间的带宽 > 租户虚拟机到提供者虚拟机之间的带宽

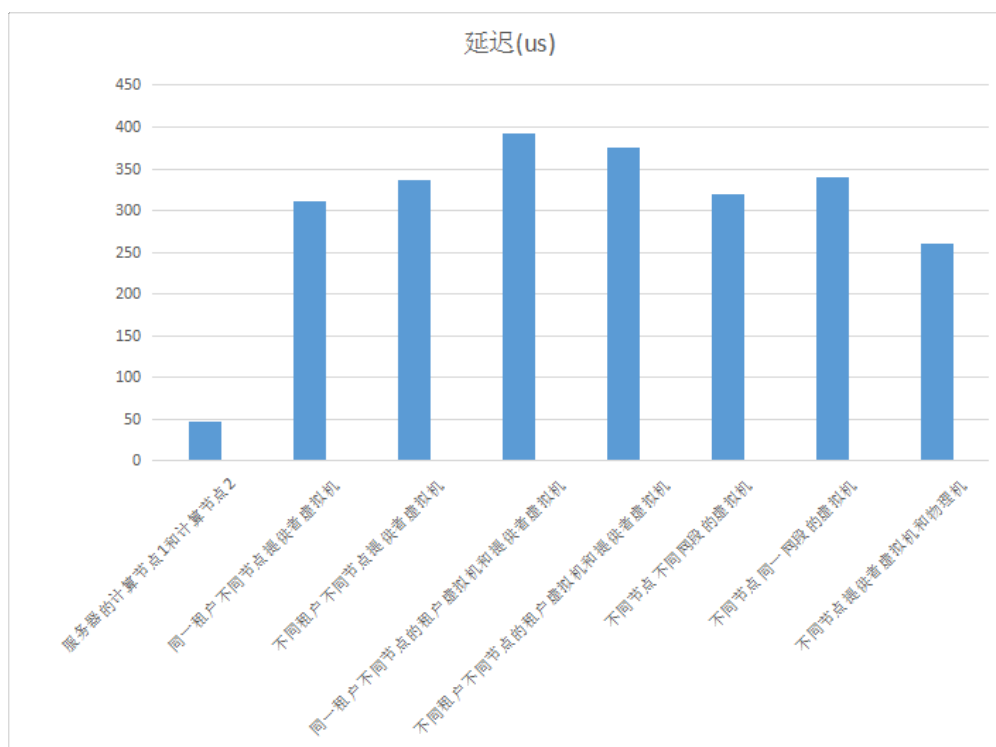
结论四：在环境一致的情况下，经过路由的信息传输带宽始终小于未经过路由的，会有节点处理延迟以及排队延迟。

结论五：延迟大小，遵循带宽越大，延迟越小的规律

情况二：在不同节点，各测试带宽占物理机带宽（最大带宽）百分比，如下图所示



对应上面测试带宽的各延迟，如下图所示



结论一：由上图，可得不同物理节点传输 tcp 数据的带宽大于虚拟机之间的传输带宽。

结论二：不同节点，是否同一租户并不影响网络性能。

结论三：不同节点，物理机之间的传输带宽 > 提供者虚拟机之间的带宽 > 租户虚拟机到提供者虚拟机之间的带宽 > 租户虚拟机之间的带宽 > 提供者虚拟机到物理机的带宽

结论四：延迟大小并没有完全遵循带宽越大，延迟越小的规律。可能带宽相差不大的时候，延迟会有波动，网络不是很稳定

疑问一：提供者虚拟机之间传输数据，一个提供者虚拟机访问另一节点的提供者虚拟机，需要先访问另一个节点的物理机，按常理其带宽应该小于到物理机的带宽，但实际测试结果却是大于，有待考量。

疑问二：租户虚拟机之间传输数据，不同网段的虚拟机之间因为走路由的缘故，其带宽应该小于同一网段虚拟机的带宽，但结果相反，有待考量

疑问三：提供者虚拟机到物理机的带宽不应该是最小的，有待考量。

6.2 集成 M 版 neutron 的恒天云 udp 带宽和延迟测试

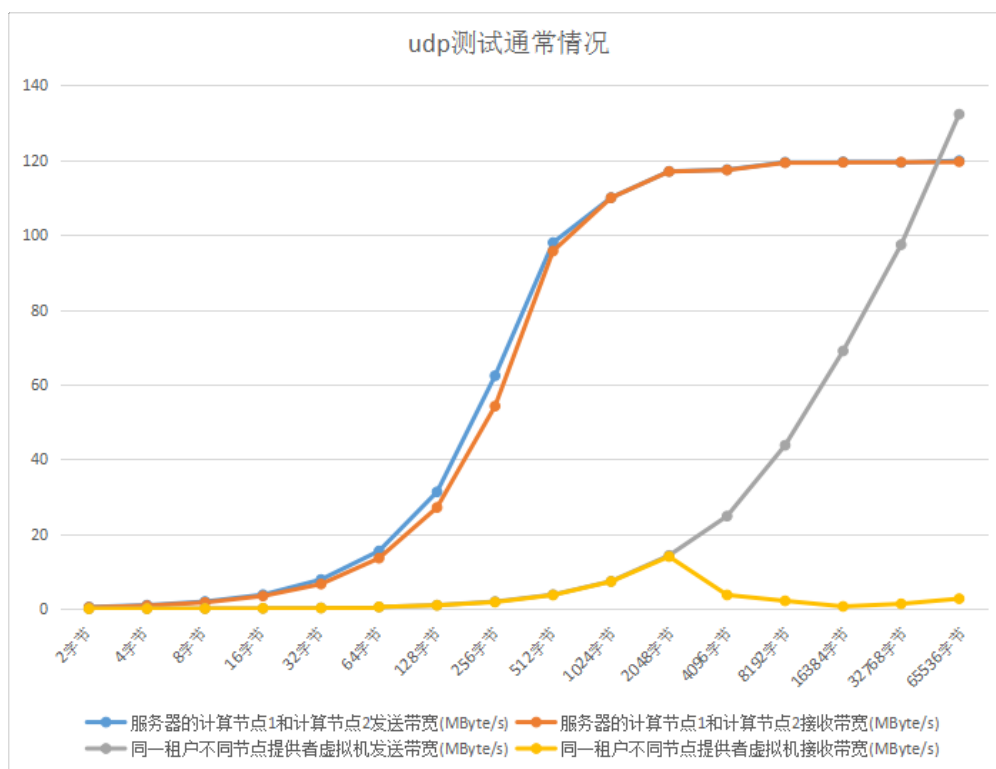
测试方法：对每个应用场景的每种情况，测试 5 组数据，每组改变 udp 包的大小 (msg_size)，从 1 个字节到 64K，每次倍增的方式，获取对应的带宽和延迟，最后对 5

组数据再次求均值。由于每种情况会有 16 个数据，无法全部展示，这里只给出最大稳定带宽。

	发送 (MB/s)	接收 (MB/s)
场景一：同时挂在提供者网络的两个 vm 之间		
同一租户相同节点提供者虚拟机	12.772	11.835
同一租户不同节点提供者虚拟机	14.2822	13.9678
不同租户相同节点提供者虚拟机	14.318	13.3892
不同租户不同节点提供者虚拟机	14.1038	11.57678
服务器的计算节点 1 和计算节点 2	119.884	119.616
同一节点提供者虚拟机和物理机	126.964	126.976
同一节点物理机到提供者虚拟机	0	0
不同节点提供者虚拟机和物理机	136.98	119.726
不同节点物理机到提供者虚拟机	0	0
场景二：一个 vm 挂在租户网络，一个 vm 在提供者网络上		
同一租户相同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	12.7682	12.64
同一租户不同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	13.7534	13.2396
不同租户相同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	12.7824	12.7678
不同租户不同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	11.8034	11.8034
场景三：同时挂在租户网络且同一网段的两个 vm 之间		
相同节点同一网段的虚拟机	11.63304	11.61194
不同节点同一网段的虚拟机	13.7186	13.732
场景四：同时挂在租户网络且不同网段的两个 vm 之间		
相同节点不同网段的虚拟机	11.2912	10.932
不同节点不同网段的虚拟机	11.7046	11.7048

根据上表的测试数据，可以有如下总结：

结论一：虚拟机之间发送 udp 包的稳定带宽只能达到物理机的十分之一左右，带宽变化如下图所示

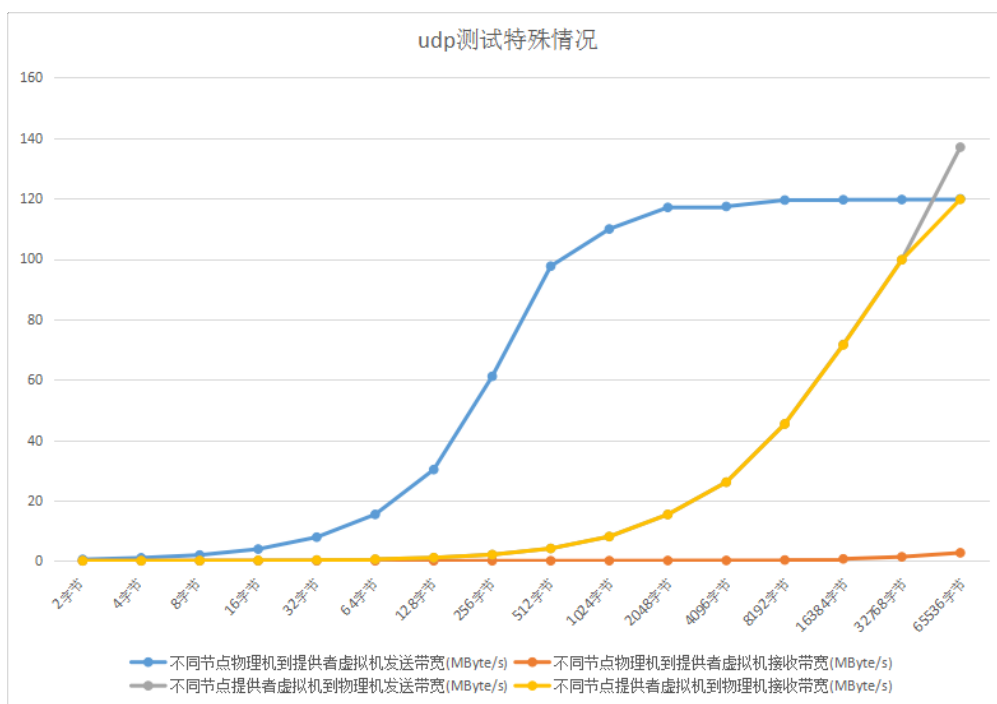


上图只是代表性的图片，展示物理机之间以及某两个虚拟机之间的发送和接收带宽对比。

基本走势：物理机之间随着传送数据包的增大，接收和发送带宽都在不断变大，并且能够保持稳定。而虚拟机之间随着传送数据包的增大，发送和接收带宽也在不断变大，但当达到物理机极限带宽的十分之一左右之后，发送带宽和接收差距不断变大，出现丢包情况。

结论二：在提供者网络的虚拟机向物理机发送数据包，基本上可以达到极限带宽

结论三：物理机向提供者网络虚拟机发送 udp 数据包，基本被全部丢弃，带宽变化如下图所示



上图展示了物理机到提供者网络虚拟机以及提供者网络虚拟机到物理机之间的发送和接收带宽对比。与结论二和三基本吻合。

6.3 icmp 延迟测试

测试方法：对每个应用场景的每个情况，测试 5 组数据，每组使用 ping 命令默认发送大小 56 字节的 icmp 包 30 次的平均延迟，最后对 5 组数据再次求均值。结果如下。

	平均延迟 (ms)
场景一：同时挂在提供者网络的两个 vm 之间	
同一租户相同节点提供者虚拟机	0.6694
同一租户不同节点提供者虚拟机	0.6456
不同租户相同节点提供者虚拟机	0.5406
不同租户不同节点提供者虚拟机	0.6428
服务器的计算节点 1 和计算节点 2	0.1638
同一节点提供者虚拟机和物理机	0.36
不同节点提供者虚拟机和物理机	0.439
场景二：一个 vm 挂在租户网络, 一个 vm 在提供者网络上	
同一租户相同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	0.8736
同一租户不同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	0.951
不同租户相同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	0.8826
不同租户不同节点的租户虚拟机和提供者虚拟机	0.9796
场景三：同时挂在租户网络且同一网段的两个 vm 之间	
相同节点同一网段的虚拟机	0.6242
不同节点同一网段的虚拟机	0.8342
场景四：同时挂在租户网络且不同网段的两个 vm 之间	
相同节点不同网段的虚拟机	0.645
不同节点不同网段的虚拟机	0.8132

根据上表的测试数据可以有如下总结：

结论：延迟较小，与上面 tcp 测试的延迟变化基本一致

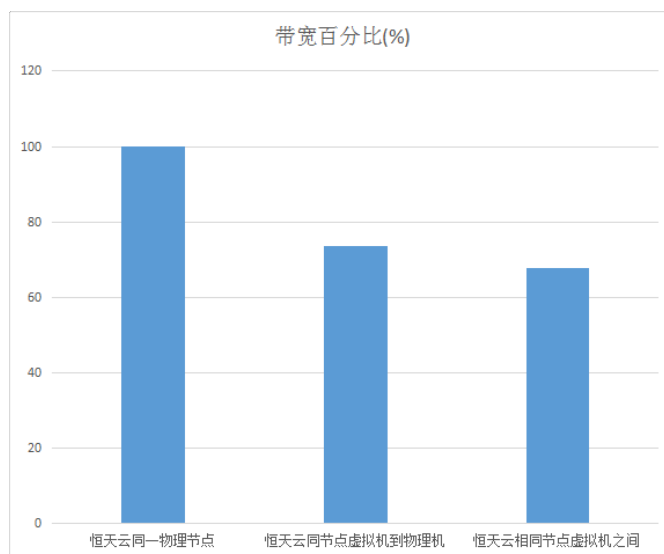
6.4 恒天云 tcp 带宽和延迟测试

测试方法同上

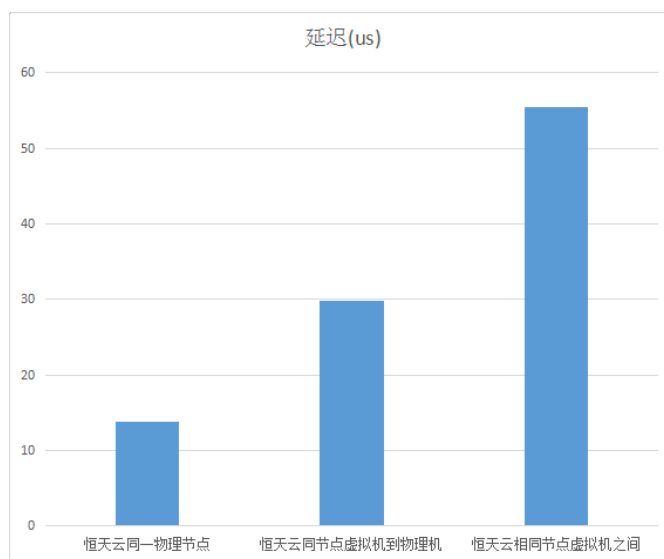
	带宽 (MByte/s)	延迟 (us)
情况一：在同一个计算节点		
恒天云同一物理节点	3901.9	13.87
恒天云同节点虚拟机到物理机	2867.4	29.812
恒天云相同节点虚拟机之间	2647.4	55.545
情况二：不在同一个计算节点		
恒天云两个物理机之间	117.67	44.908
恒天云不同节点虚拟机到物理机	117.67	86.472
恒天云不同节点虚拟机之间	117	121.06

现根据上表的测试数据，统计两种情况的 tcp 带宽和延迟：

情况一：各测试带宽占物理机带宽（最大带宽）百分比，如下图所示



对应上面测试带宽的各延迟，如下图所示

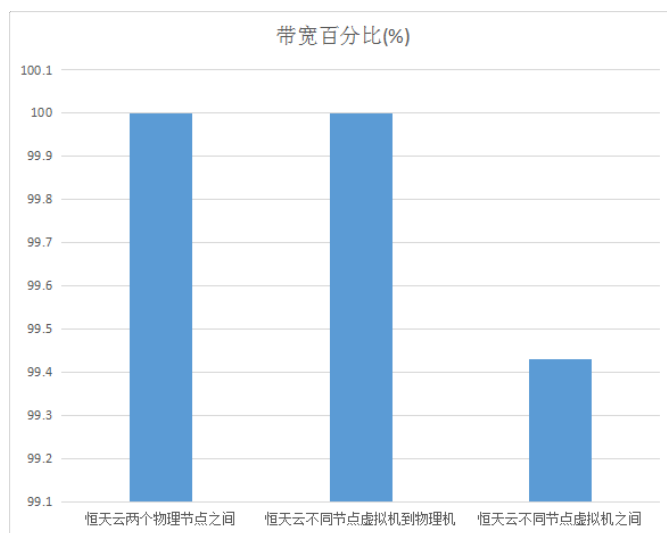


结论一：同一节点，物理机之间带宽 > 虚拟机到物理机带宽 > 虚拟机之间带宽

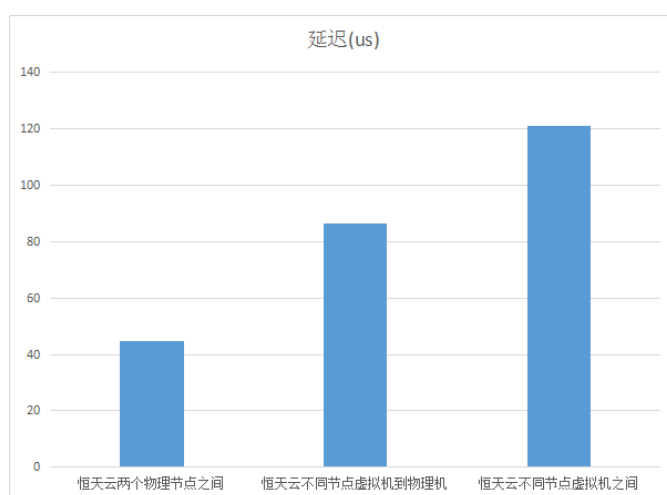
结论二：上面三种情况，全都达到 GByte/sec 的量级

结论三：延迟大小遵循带宽越大，延迟越小

情况二：各测试带宽占物理机带宽（最大带宽）百分比，如下图所示



对应上面测试带宽的各延迟，如下图所示



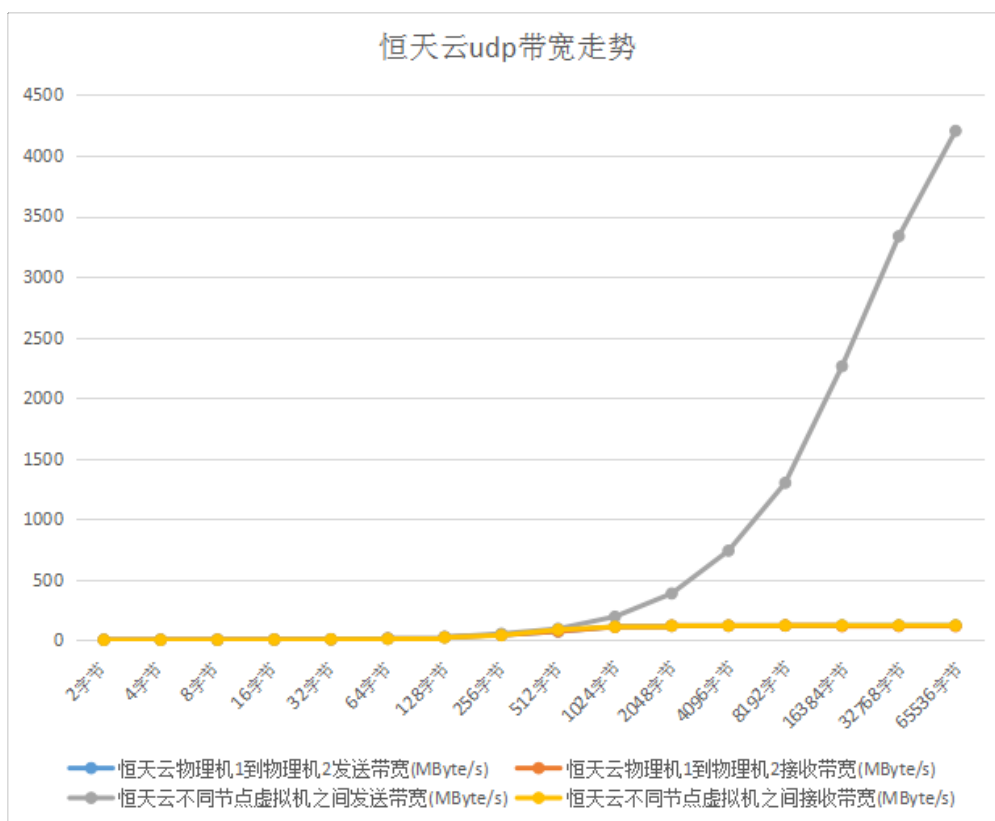
结论一：不同节点，虚拟机之间的传输带宽与物理机之间的传输带宽，相差不大

6.5 恒天云 udp 带宽和延迟测试

测试方法同上，测试具体数据由于篇幅问题，这里不再展示

根据测试数据，可得同一节点不会出现丢包问题，不同节点的虚拟机之间，物理机和虚拟机之间会出现丢包问题。

下图是，不同节点物理机与不同节点虚拟机之间的 udp 带宽走势对比。



注意：图表中有三条线重合为一条黄线

6.6 测试总结

物理网络的极限带宽是 1000Mbps，换算成字节就是 120MByte/sec

1. 对于 tcp 包的传输：集成 M 版 neutron 的恒天云根据不同的应用场景进行测试，带宽在 30M 到 70M 之间，投入生产的恒天云基本接近极限带宽
2. 对于 udp 包的传输：集成 M 版 neutron 的恒天云当带宽超过 10M 左右之后，就开始出现丢包，且随着发送带宽的增大，接收带宽在极速下降。投入生产的恒天云在若干场景下才会出现丢包现象，但基本稳定