

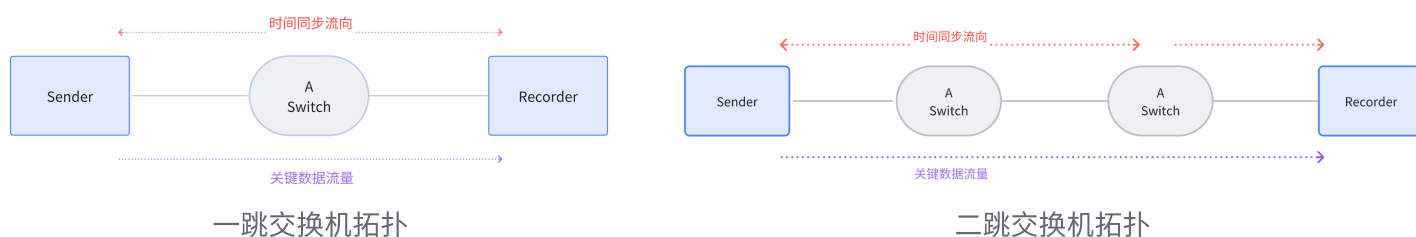
A品牌交换机测试项目

1. 测试项目介绍

1.1 基准测试

目的：测试无背景流量情况下，高优先级流量的一/二跳端到端延迟、抖动和丢包率，作为比较基准。

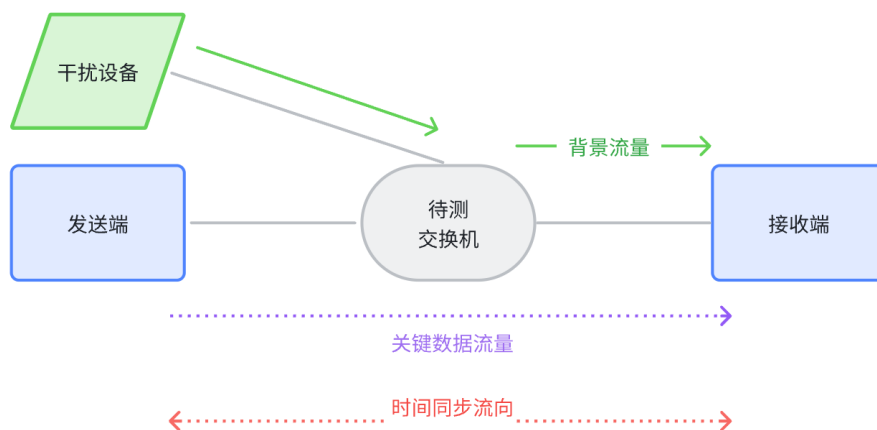
方案：使用如下拓扑进行测试



1.2 高优先级能力测试

目的：测试有背景流量情况下，高优先级流量的一/二跳端到端延迟、抖动和丢包率，与基准测试进行对比

方案：使用如下拓扑进行测试（基准测试的发送端加入背景流量）



1.3 视频流量测试

目的：测试以太网帧大小不同的视频流量经过一跳交换机的端延迟、抖动和丢包率

方案：测试拓扑如上

1.4 带宽保证

目的：一跳场景测试交换机能够进行带宽预留，两跳场景测试两个交换机之间运行cycle及offset同步正常

方案：

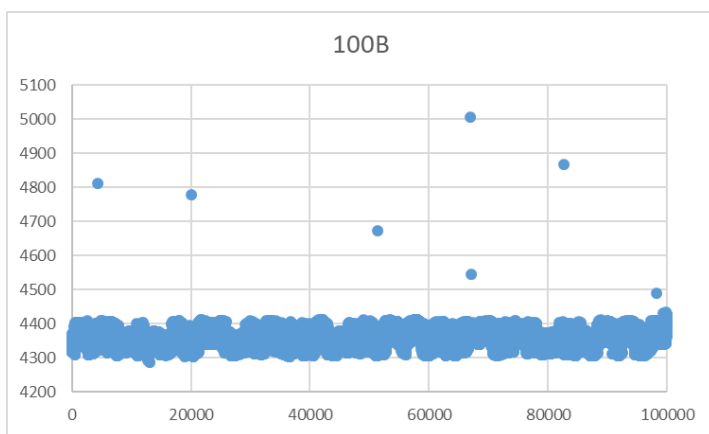
- 使用iperf3测试整体的网络带宽
- 预留 50% 时隙给高优先级流量（VLAN ID = 3），其余 50% 只允许低优先级流量，记录高优先级流量的带宽情况

2. 实验结果

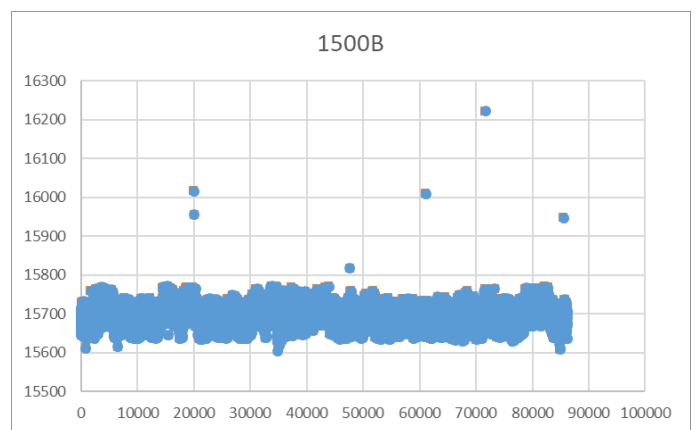
2.1 基准测试 (周期性流量， 1/2跳交换机)

2.1.1 一跳实验结果：

修改了测试方式后，我们测试了发送10w个数据包（长时间测试）的端到端时延，我们观察到，实验过程中所有时间同步均能稳定运行。实验结果如下图所示



平均延迟 4356.313ns std: 19.58ns

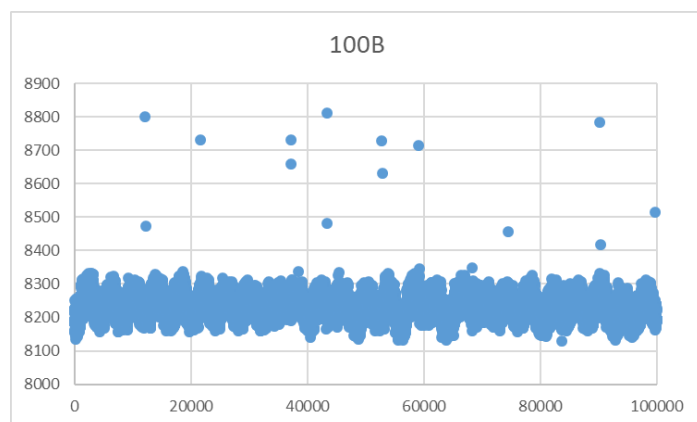


平均延迟 15694.7ns std: 43.71ns

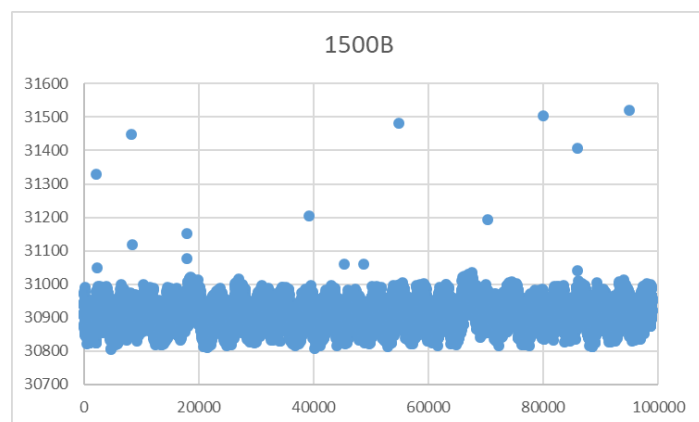
结果显示，100Byte的数据包端到端延迟约在4.4us左右，1500Byte的数据包端到端延迟约在15.7us左右，抖动不超过1us，符合实验预期。

2.1.2 两跳实验结果

我们连接了两跳交换机，门控全开，以1ms为周期发送关键数据包，测量端到端时延。下图是实验结果



平均延迟 8233.49ns std: 30.93ns



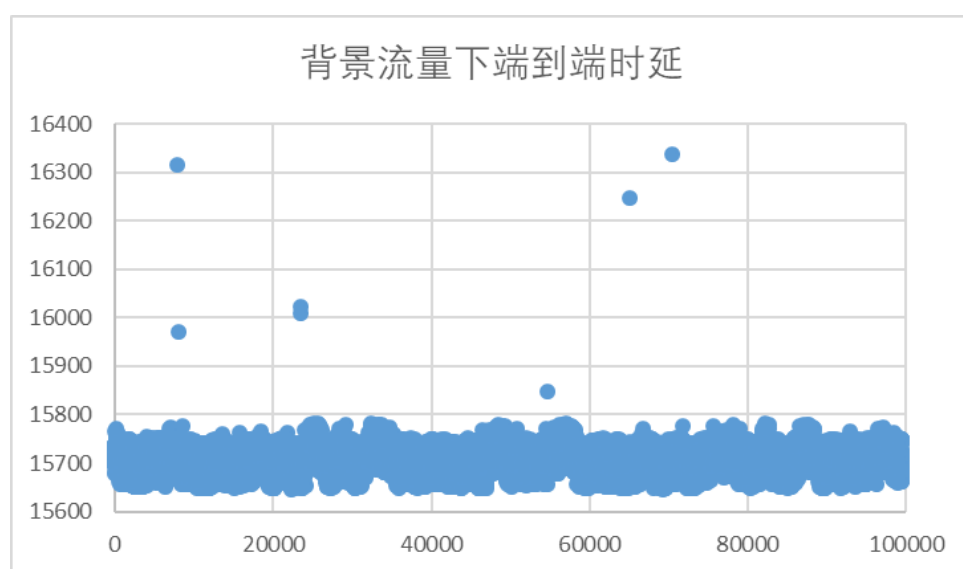
平均延迟 30309.38ns std: 30.68ns

100Byte的数据包，端到端延迟约为8.2us；1500Byte的数据包，端到端延迟约为31us；抖动均不超过1us。

在两跳实验环境下，交换机的接收存储时延和转发处理时延均为一跳实验的两倍，所以该实验结果基本符合预期。

2.2 高优先级能力测试

2.2.1 一跳实验数据

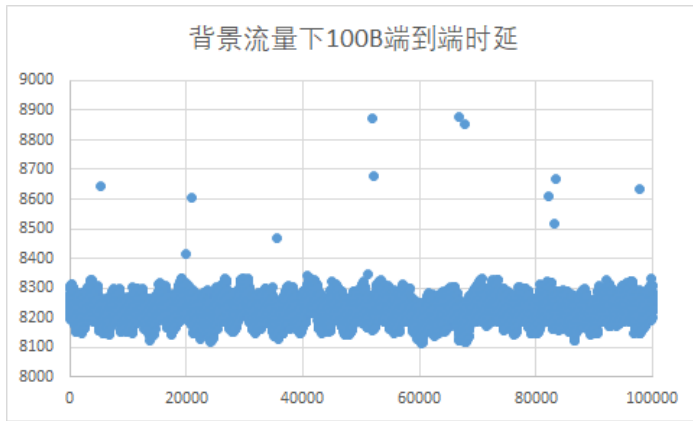


平均延迟 15705.73ns std: 20.69ns

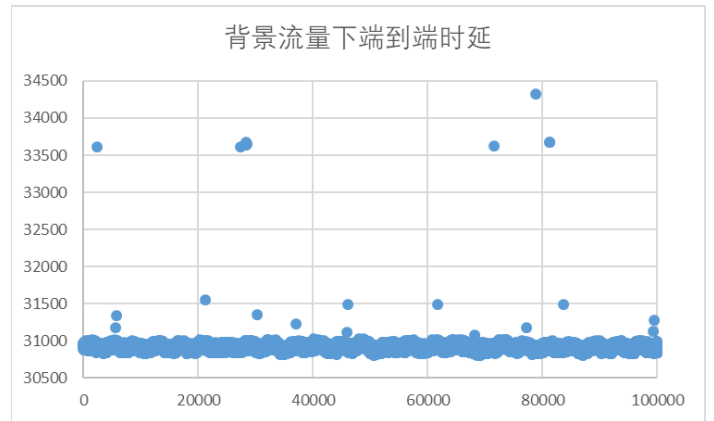
我们将Qbv门控设置为：在1ms的周期中，前20us仅高优先级流量（测试流量）的门控打开，剩下的时间仅背景流量的门控打开。

再次用 iperf 打入背景流量，将Sender的 basetime 与交换机设置的 basetime 对齐，测量了 10w 个关键数据包的端到端时延，结果如上图所示。端到端时延约为15.7us，与2.2.1中 没有背景流量的结果相近，说明交换机具有为高优先级流量预留带宽的能力。

2.2.2 两跳实验数据



100Byte 平均延迟 8227.83ns std: 32.01ns



1500Byte 平均延迟 30916.33ns std: 40.54534ns

第一跳门控：前 20us 仅高优先级门控打开，剩下的仅背景流量的门控打开

第二跳门控：前 40us 仅高优先级门控打开，剩下的仅背景流量的门控打开

两个交换机的Guardband均设置为 **20000 ns**

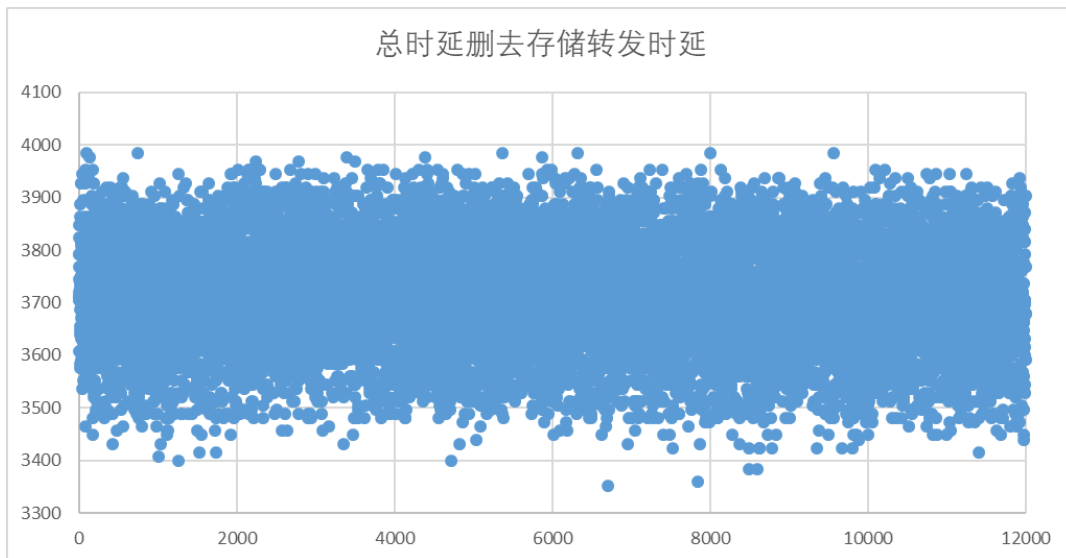
用 iperf 打入背景流量，测量了 10w 个关键数据包的端到端时延，结果如上图所示。端到端时延 约为 31 us，与2.2.2中 没有背景流量的结果相近，符合预期。

! 图中还有少许数据包，时延在33.5~34.5 us。推测有可能是这些数据包被ptp的包延迟了

2.3 视频流量测试

2.3.1 一跳实验数据

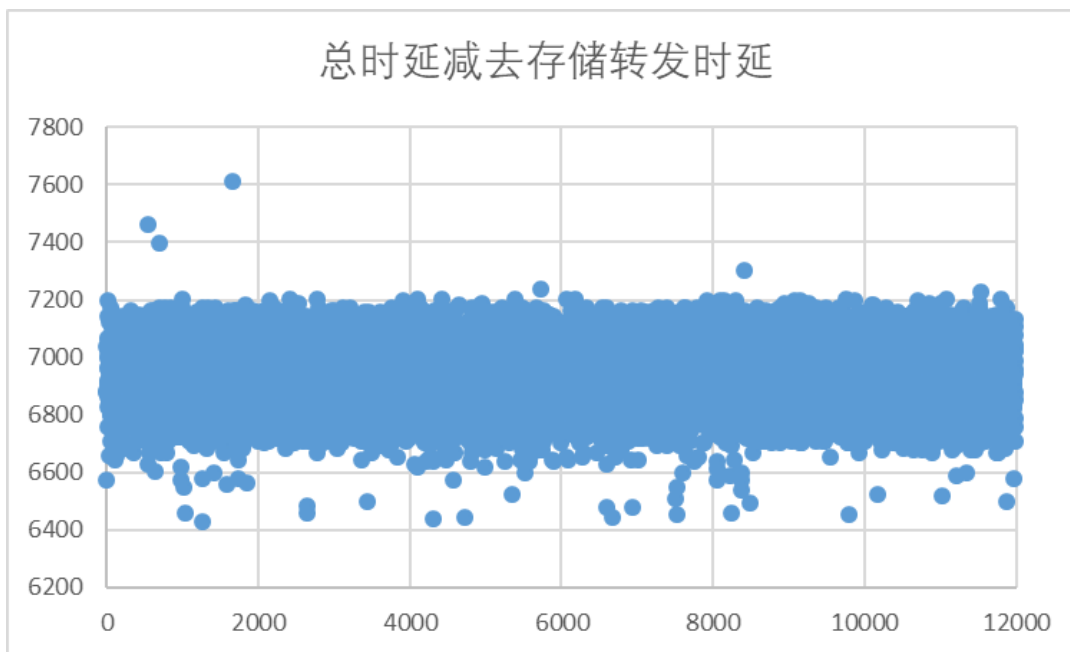
最小的时延只有 3.5 微秒（左下图），这是因为 H264 视频数据包的大小不是固定的，小的数据包甚至不到 100 Byte，这些包的端到端时延也较低。右下图，我们删去了理论存储转发时延，进行了可视化。



平均延迟 3711.942ns std: 104.9511ns

我们发现，去除了理论存储转发时延后，所有H264数据包的延迟都在 3.3~4 us。

2.3.2 两跳实验数据



平均延迟 6931.87ns std: 109.69ns

测量了经过了两个跳交换机，H264数据包的端到端时延，取出理论存储转发时延，结果如上图所示。端到端时延在 6.4us~7.6us，约是 1跳实验结果 的两倍，基本符合预期。

2.4 带宽保证

2.4.1 一跳实验数据

使用 iperf3 测试带宽，结果显示，背景流量基本可以跑满千兆。

配合交换机的门控设置，开启关键流量后，背景流量速率降为原来的一半，约500Mbps

```
[ 5] 67.00-68.00 sec 114 MBytes 956 Mbits/sec 0.013 ms 54/82896 (0.065%)
[ 5] 68.00-69.00 sec 114 MBytes 955 Mbits/sec 0.022 ms 101/82882 (0.12%)
[ 5] 69.00-70.00 sec 114 MBytes 956 Mbits/sec 0.012 ms 37/82896 (0.045%)
[ 5] 70.00-71.00 sec 114 MBytes 955 Mbits/sec 0.012 ms 97/82893 (0.12%)
[ 5] 71.00-72.00 sec 114 MBytes 956 Mbits/sec 0.021 ms 23/82884 (0.028%)
[ 5] 72.00-73.00 sec 114 MBytes 956 Mbits/sec 0.017 ms 38/82898 (0.046%)
[ 5] 73.00-74.00 sec 80.1 MBytes 672 Mbits/sec 0.031 ms 15/58292 (0.026%)
[ 5] 74.00-75.00 sec 56.7 MBytes 475 Mbits/sec 0.038 ms 74/41289 (0.18%)
[ 5] 75.00-76.00 sec 56.8 MBytes 476 Mbits/sec 0.035 ms 0/41281 (0%)
[ 5] 76.00-77.00 sec 67.9 MBytes 570 Mbits/sec 0.018 ms 2/49375 (0.0041%)
```

开始发送关键流量

将关键流量抓包统计，如下图，关键流量的速率也基本维持在约500Mbps。

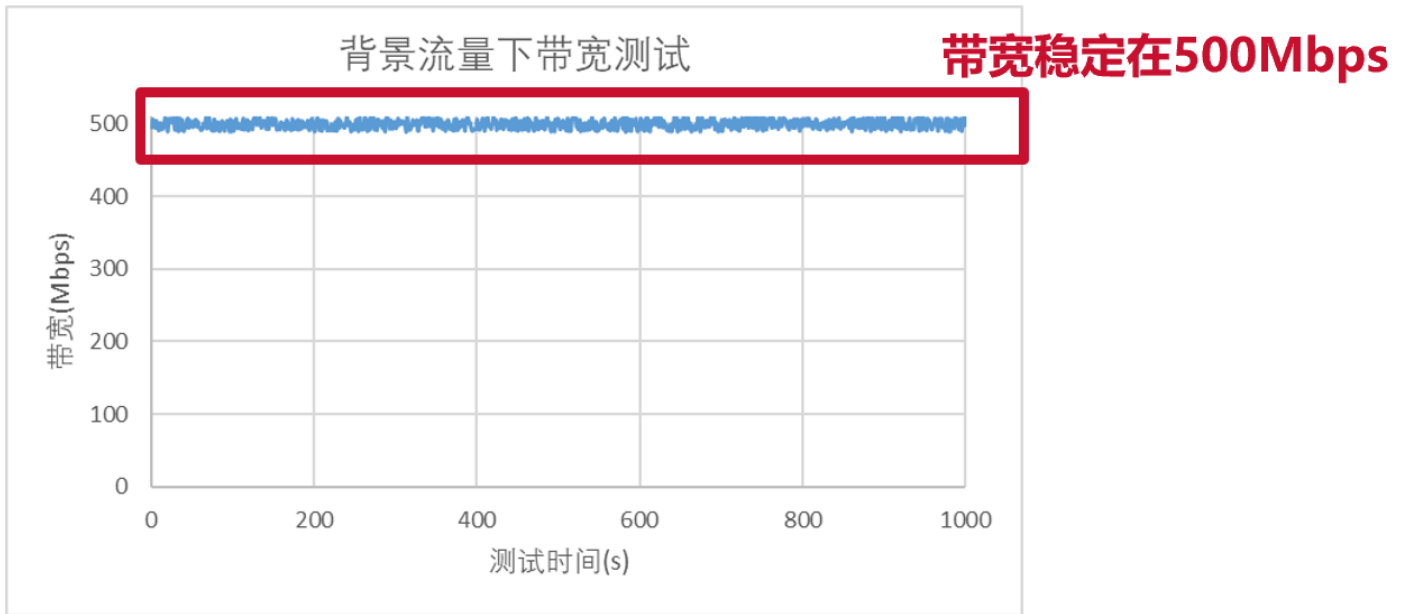
2.4.2 两跳实验数据

```
i210@i210-Inspiron-3668:~$ iperf3 -c 192.168.16.13 -t 86400 -b 1000M -u -l 1442\
>
Connecting to host 192.168.16.13, port 5201
[ 5] local 192.168.16.10 port 46743 connected to 192.168.16.13 port 5201
```

[ID]	Interval	Transfer	Bitrate	Total Datagrams
[5]	0.00-1.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82850
[5]	1.00-2.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82889
[5]	2.00-3.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82890
[5]	3.00-4.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82891
[5]	4.00-5.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82897
[5]	5.00-6.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82893
[5]	6.00-7.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82887
[5]	7.00-8.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82892
[5]	8.00-9.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82890
[5]	9.00-10.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82900
[5]	10.00-11.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82891
[5]	11.00-12.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82889
[5]	12.00-13.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82890
[5]	13.00-14.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82890
[5]	14.00-15.00	sec 114 MBytes	954 Mbits/sec	82718
[5]	15.00-16.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82890
[5]	16.00-17.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82891
[5]	17.00-18.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82889
[5]	18.00-19.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82894
[5]	19.00-20.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82897
[5]	20.00-21.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82889
[5]	21.00-22.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82891
[5]	22.00-23.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82889
[5]	23.00-24.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82894
[5]	24.00-25.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82896
[5]	25.00-26.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82890
[5]	26.00-27.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82890
[5]	27.00-28.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82889
[5]	28.00-29.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	82897

```
Server listening on 5201
Accepted connection from 192.168.16.10, port 51346
[ 5] local 192.168.16.13 port 5201 connected to 192.168.16.10 port 46743
```

[ID]	Interval	Transfer	Bitrate	Jitter	Lost/Total Datagrams
[5]	0.00-1.00	sec 109 MBytes	914 Mbits/sec	0.015 ms	0/79194 (0%)
[5]	1.00-2.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.017 ms	0/82882 (0%)
[5]	2.00-3.00	sec 114 MBytes	953 Mbits/sec	0.021 ms	282/82883 (0.34%)
[5]	3.00-4.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.012 ms	0/82891 (0%)
[5]	4.00-5.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.017 ms	0/82881 (0%)
[5]	5.00-6.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.013 ms	0/82881 (0%)
[5]	6.00-7.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.025 ms	48/82880 (0.058%)
[5]	7.00-8.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.014 ms	0/82894 (0%)
[5]	8.00-9.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.009 ms	15/82880 (0.018%)
[5]	9.00-10.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.022 ms	34/82883 (0.041%)
[5]	10.00-11.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.022 ms	39/82889 (0.047%)
[5]	11.00-12.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.021 ms	8/82897 (0.0097%)
[5]	12.00-13.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.016 ms	7/82894 (0.0084%)
[5]	13.00-14.00	sec 114 MBytes	954 Mbits/sec	0.014 ms	181/82890 (0.22%)
[5]	14.00-15.00	sec 114 MBytes	954 Mbits/sec	0.019 ms	64/82774 (0.077%)
[5]	15.00-16.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.014 ms	0/82889 (0%)
[5]	16.00-17.00	sec 114 MBytes	955 Mbits/sec	0.012 ms	105/82887 (0.13%)
[5]	17.00-18.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.018 ms	16/82880 (0.019%)
[5]	18.00-19.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.012 ms	0/82885 (0%)
[5]	19.00-20.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.015 ms	0/82882 (0%)
[5]	20.00-21.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.013 ms	0/82881 (0%)
[5]	21.00-22.00	sec 114 MBytes	955 Mbits/sec	0.023 ms	96/82882 (0.12%)
[5]	22.00-23.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.017 ms	31/82889 (0.037%)
[5]	23.00-24.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.014 ms	1/82889 (0.0012%)
[5]	24.00-25.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.013 ms	8/82892 (0.0097%)
[5]	25.00-26.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.013 ms	8/82888 (0.0097%)
[5]	26.00-27.00	sec 114 MBytes	956 Mbits/sec	0.021 ms	8/82886 (0.0097%)
[5]	27.00-28.00	sec 113 MBytes	948 Mbits/sec	0.321 ms	340/82564 (0.41%)
[5]	28.00-29.00	sec 114 MBytes	957 Mbits/sec	0.016 ms	335/83221 (0.4%)



两跳拓扑，在每台交换机上，均给关键流量打开一半的门控（500Mbps），首先用 iperf 打满千兆背景流量，再从发送端向接收端全力发送关键流量；将关键流量抓包统计，如下图，关键流量的速率也基本维持在约500Mbps。