

目 录

一、简介.....	1
1.1 广播帧转发概述.....	2
1.2 广播帧转发测试（吞吐量）.....	2
1.3 广播帧转发（吞吐量）帧长选择.....	3
1.4 广播帧转发(吞吐量) 二分法查找.....	4
1.5 广播帧转发（吞吐量）二分法举例.....	4
二、测试说明.....	5
2.1 广播帧转发测试 拓扑.....	5
2.2 DUT 配置.....	6
2.3 广播帧转发测试 流程.....	7
三、测试配置.....	8
四、测试报告.....	20

一、简介

RFC 2889 为 LAN 交换设备的基准测试提供了方法学，它将 RFC 2544 中为网络互联设备基准测试所定义的方法学扩展到了交换设备，提供了交换机转发性能（Forwarding Performance）、拥塞控制（Congestion Control）、延迟（Latency）、地址处理（Address Handling）和错误过滤（Error Filtering）等基准测试的方法说明。除去备忘录状态、介绍、要求以及后面的安全机制、参考文献等辅助性说明外，**RFC 2889 的核心内容分别为测试设置、帧格式与长度和基准测试 3 大部分。**

基准测试是 RFC 2889 的最主要内容，它从测试目标、参数设置、测试过程、测量方法和测试报告格式等方面，**详细描述了下列 10 个针对局域网交换设备的基准测试：**

- 全网状互连条件下的吞吐量、丢帧率和转发速率（Fully Meshed Throughput, Frame Loss and Forwarding Rates）；
- 部分网状互连条件下的一对多/多对一（Partially Meshed One-To-Many/Many-To-One）；
- 部分互连的多个设备（Partially Meshed Multiple Devices）；
- 部分网状互连条件下的单向通信流量（Partially Meshed Unidirectional Traffic）；
- 拥塞控制（Congestion Control）；
- 转发压力和最大转发速率（Forward Pressure Maximum Forwarding Rate）；
- 地址缓冲容量（Address Caching Capacity）；
- 地址学习速率（Address Learning Rate）；
- 错误帧过滤（Errored Frame Filtering）；
- 广播帧转发和时延（Broadcast Frame Forwarding and Latency）。

接下来将为您演示使用 BigTao-V 网络测试仪进行广播帧转发测试（吞吐量测试）





1.1 广播帧转发概述

广播帧转发测试

- 主要测试交换设备的吞吐量；
- 和 RFC2544 吞吐量测试类似，只是报文类型是广播。

吞吐量介绍

- 吞吐量，吞吐率，throughput；
- 在 RFC1242 中提出；
- 它评估网络设备性能的首要指标。

吞吐量定义

- 在设备没有丢帧的情况下，最大的转发速率；
- 通常使用每秒钟通过的最大的数据包数(PPS/FPS)或者 bit 数来衡量(bit/s, Kbit/s, Mbit/s,Gbit/s...) 。

1.2 广播帧转发测试（吞吐量）

广播报文

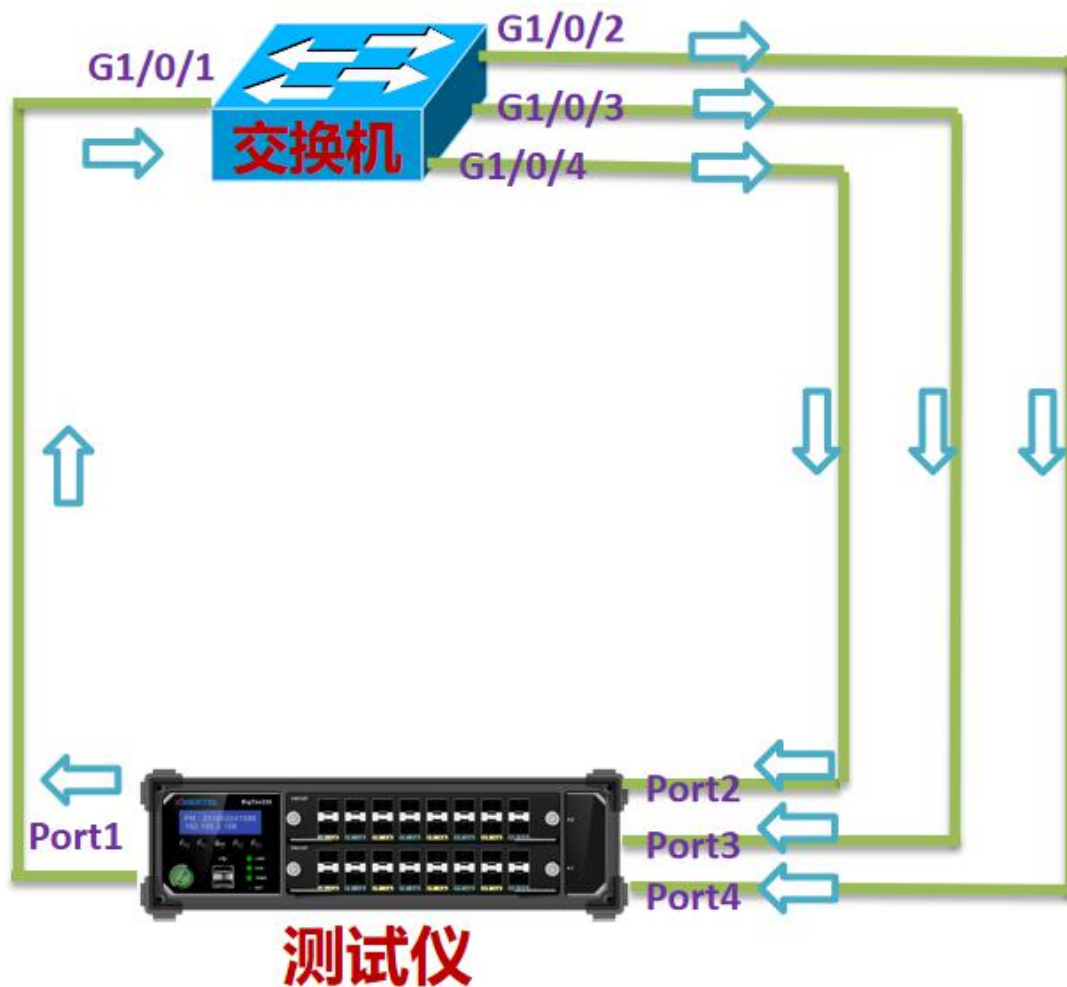
- 目的 MAC 为全 FF(FF:FF:FF:FF:FF:FF)；
- 交换机收到一个广播报文以后，会从 所有 UP 的端口(同一 VLAN)发送出去。

为什么测试广播吞吐量

- 二层网络中，存在大量的广播报文；
- 交换机作为二层网络的主力设备，需要处理大量的广播报文；
- 测量交换机对广播报文的转发吞吐量，具有非常重要的意义。

测试方法

- 二分法自动查找。



1.3 广播帧转发（吞吐量）帧长选择

帧长选择

- RFC 2889 建议 7 个值；
- 分别为 64,128,256,512,1024,1280 和 1518 字节。

为啥选择这 7 个值

- 最小 64Bytes: 以太网的特性(CSMA/CD)决定；
- 128,256,512,1024,1280 都是设备处理最容易出错的值；
- 最大 1518Bytes:以太网发展初期,受当时技术的限制。

帧长度 (字节)			
☐ 随机	最小值:	128	最大值: 256
☐ 按步长			
开始:	128	结束: 256	步长: 128
☒ 自定义	64,128,256,512,1024,1280,1518		...
☐ 使用流帧长			

1.4 广播帧转发(吞吐量) 二分法查找

吞吐量

- 二分法自动查找。

查找思路

- 在测试中以一定速率发送一定数量的帧，并统计 DUT 转发的帧；
- 如果发送的帧与接收的帧数量相等，那么就将发送速率提高并重新测试；
- 如果接收帧少于发送帧，则需要降低发送速率重新测试；
- RFC2544 使用二分法自动查找吞吐量。

查找算法: 二分法

- 初始速率: 第一次测试使用的速率；
- 最小速率: 当测试不通过且当前速率等于最小速率时，不再降速测试；
- 最大速率: 当测试通过且当前速率等于最大速率时，不再增速测试；
- 速率精度: 当相邻两次速率小于精度，测试就停止。

1.5 广播帧转发(吞吐量) 二分法举例

- 第 1 次测试仪以 50% 的速率发送 frame
- 如果没有丢包, 第 2 次以 75% 的速率发送 frame
$$75=50+(100-50)/2$$
- 如果有丢包, 第 3 次以 62.5 的速率发送 frame
$$62.5=50+(75-50)/2$$
- 如果没有丢包, 第 4 次以 68.75 的速率发送 frame
$$68.75=62.5+(75-62.5)/2$$

内容	值
初始速率	50%
最小速率	30%
最大速率	100%
速率精度	1%

二、测试说明

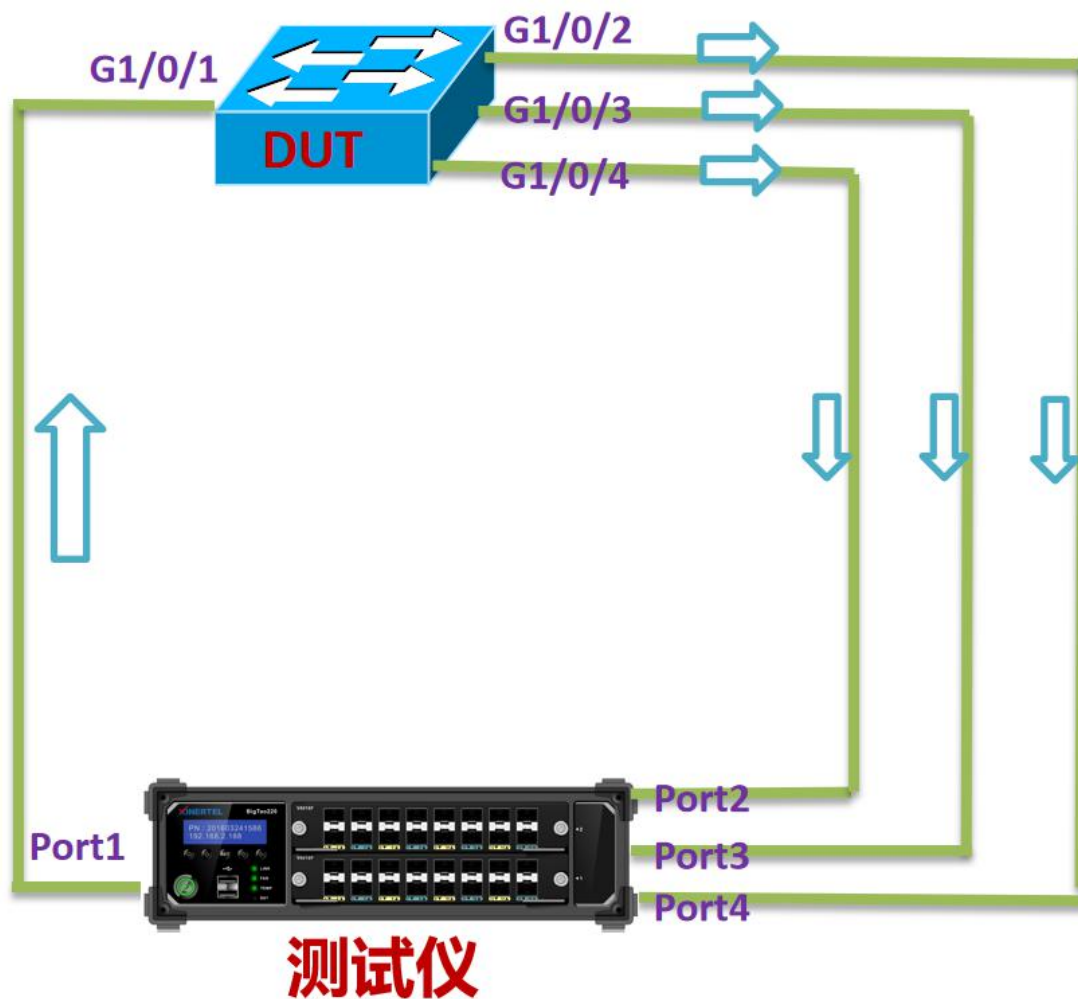
2.1 广播帧转发测试 拓扑

端口数量

- 1 个发送端口
- 1 个或多个接收端口
- 本例中有 3 个接收端口

拓扑说明

- DUT 的 4 个端口在同一个 VLAN
- 测试仪 Port1 发送广播报文
- DUT 将广播报文复制 3 份,从 3 个端口发送出去
- 测试仪 Port/2/3/4 接收广播报文



2.2 DUT 配置

以思科 C3750 交换机为例

- 为了防止干扰，将 4 个与测试仪相连的端口配置在一个 VLAN 里；
- 其它保持默认。

!

```
interface GigabitEthernet1/0/1
 switchport access vlan 20
 switchport mode access
```

!

```
interface GigabitEthernet1/0/2
 switchport access vlan 20
 switchport mode access
```

!

```
interface GigabitEthernet1/0/3
 switchport access vlan 20
 switchport mode access
```

!

```
interface GigabitEthernet1/0/4
```

```
switchport access vlan 20
```

```
switchport mode access
```

```
!
```

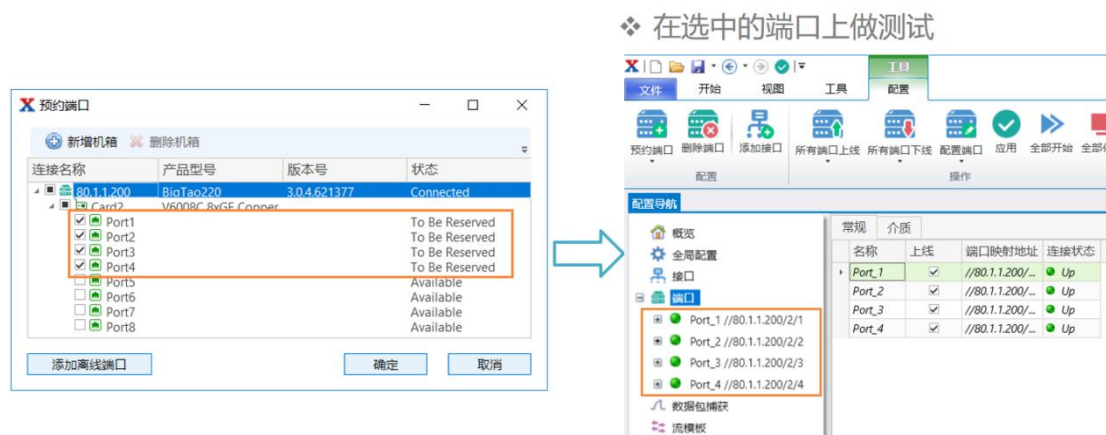
2.3 广播帧转发测试 流程

1. 添加机框
2. 占用端口
3. 选择向导
4. 选择广播帧转发测试
5. 配置接口
6. 配置流量
7. 配置测试参数
8. 配置广播帧转发参数
9. 运行测试
10. 查看结果
11. 导出报告

准备工作：添加机框



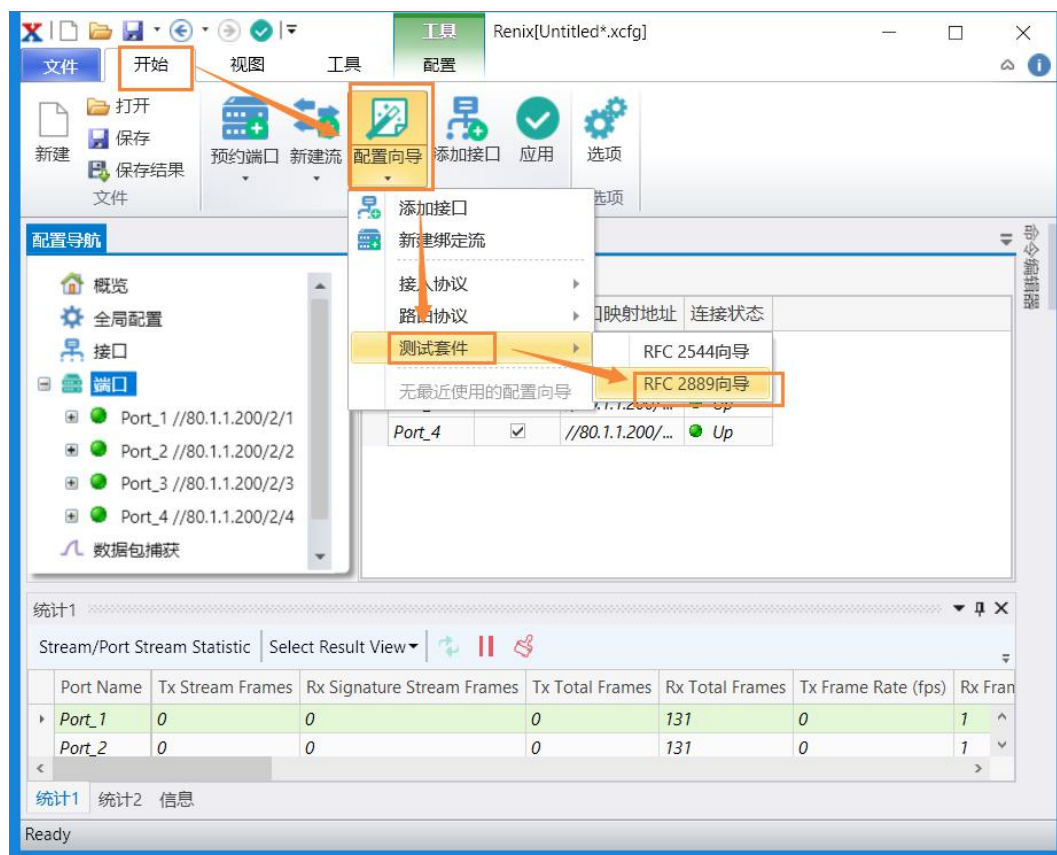
准备工作：预约端口



三、测试配置

选择向导

选择 RFC2889 向导



选择广播帧转发测试

测试项目

· 选择广播帧转发测试

RFC 2889向导

选择测试项

选择RFC 2889测试项

☐ 地址缓存容量测试 检测局域网交换设备的地址缓存容量

☐ 地址学习速率测试 检测DUT MAC地址学习速率

☒ 广播帧转发测试 检测DUT当转发广播通信时的吞吐量

☐ 广播帧时延测试 检测DUT当转发广播通信时的时延

☐ 拥塞控制测试 检测一个DUT如何处理拥塞，一个设备是否执行拥塞控制，一个拥塞的端口是否会影响到一个没有拥塞的端口？这个测试过程确定是否出现列头阻塞或者反压

☐ 错误帧过滤测试 检测DUT在错误或反常帧情况下的行为，测试结果说明DUT是过滤出错误的帧还是仅仅继续传播错误帧到目的地址

☐ 转发测试 检测包含吞吐量、丢包率和转发率

上一步 下一步 完成 退出

选择端口

选择端口

· 选择参与测试的端口

RFC 2889向导

选择端口

请选择端口。

名称

☒ 全选

☒ Port_1 //80.1.1.200/2/1

☒ Port_2 //80.1.1.200/2/2

☒ Port_3 //80.1.1.200/2/3

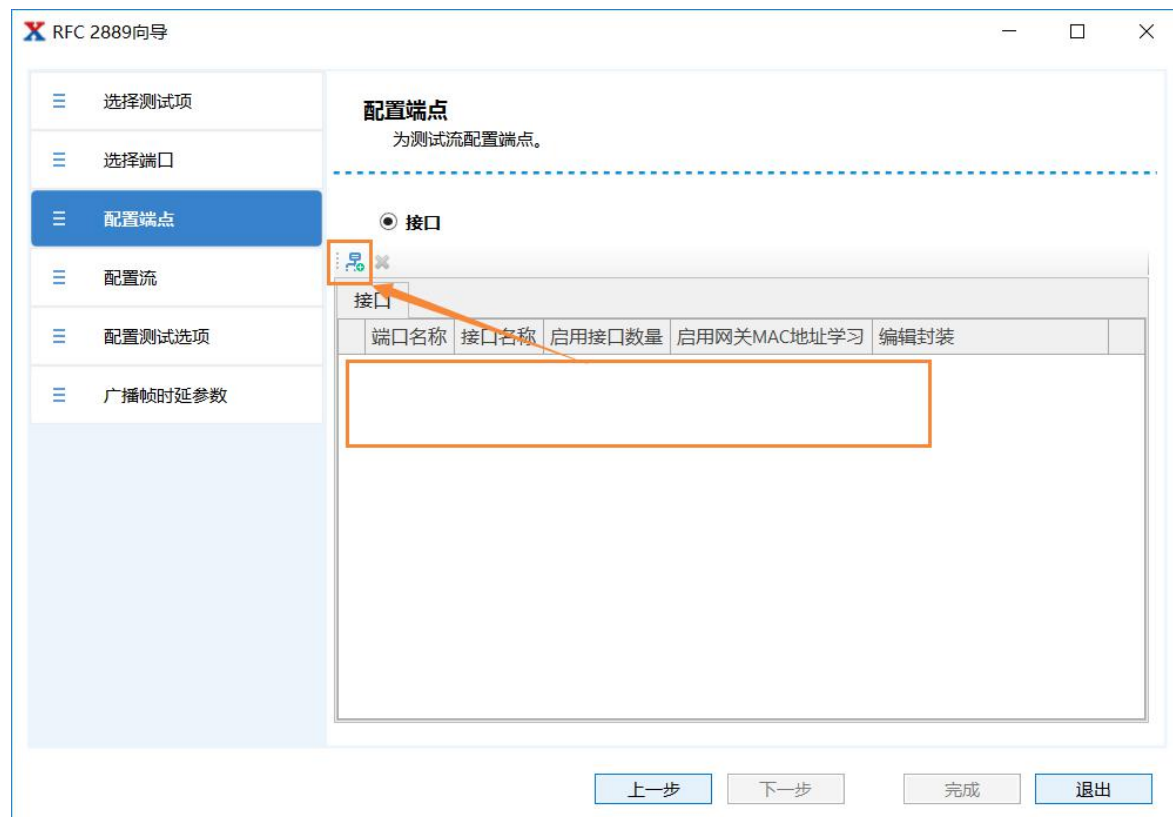
☒ Port_4 //80.1.1.200/2/4

清空过滤条件

上一步 下一步 完成 退出

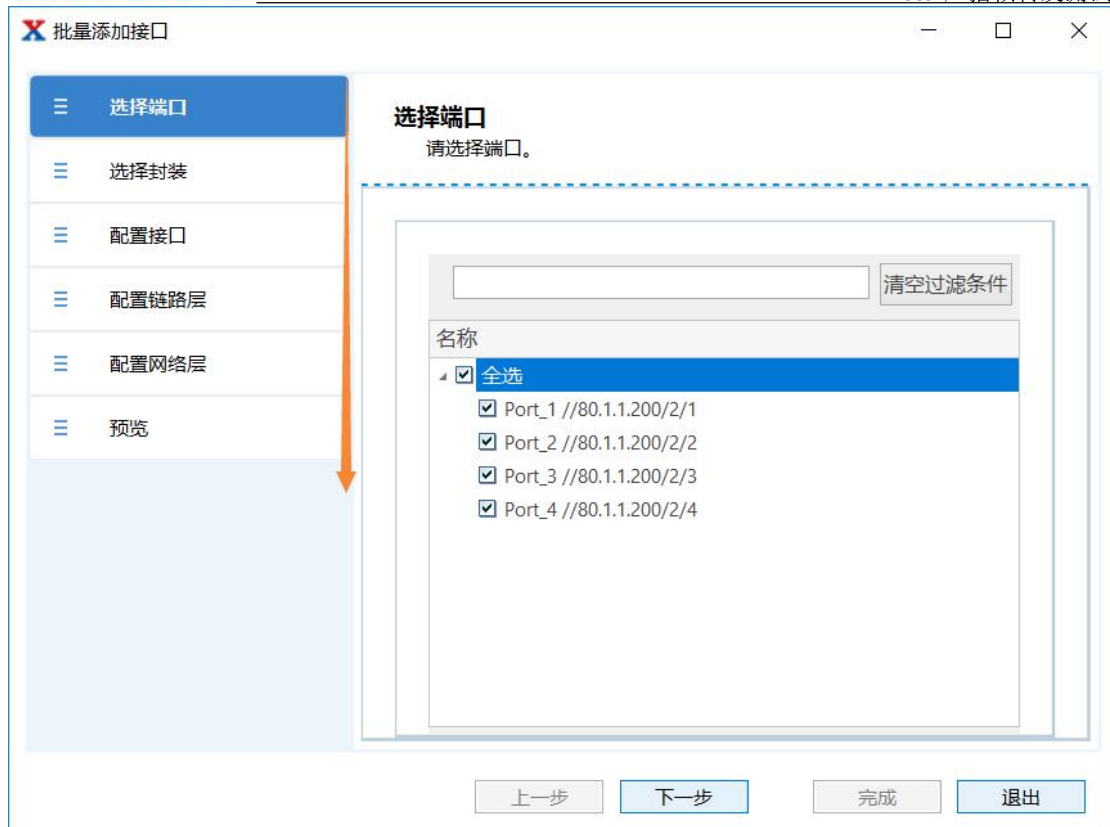
配置接口

- 默认无接口
- 选择添加接口



向导配置接口

- 一步一步根据需求填充



向导配置接口: VLAN 等

- 根据场景决定是否添加
- 本例中不需要添加

批量添加接口

- 选择端口
- 选择封装**
- 配置接口
- 配置链路层
- 配置网络层
- 预览

选择封装

选择封装。

上层

☒ 启用IPv4地址
☐ 启用IPv6地址

下层

☐ 启用PPPoE
☒ 启用Ethernet
☐ 启用VLAN

上一步

下一步

完成

退出

配置 MAC 地址

- 可选 配置
- 默认即可，也可以修改

批量添加接口

- 选择端口
- 选择封装
- 配置接口
- 配置链路层**
- 配置网络层
- 预览

配置链路层

配置链路层选项。

以太网

MAC地址: 00:00:11:11:11:11 数量: 1

接口间跳变步长: 00:00:00:00:00:01 端口间跳变步长: 00:00:01:00:00:00

虚拟局域网

上一步

下一步

完成

退出

向导接口配置结果

配置结果

- 创建 4 个 Interface, 每个 Port 各一个
- 对于二层交换机来说, 只关注 MAC 地址

批量添加接口

选择端口

选择封装

配置接口

配置链路层

配置网络层

预览

预览

预览将会创建的接口。

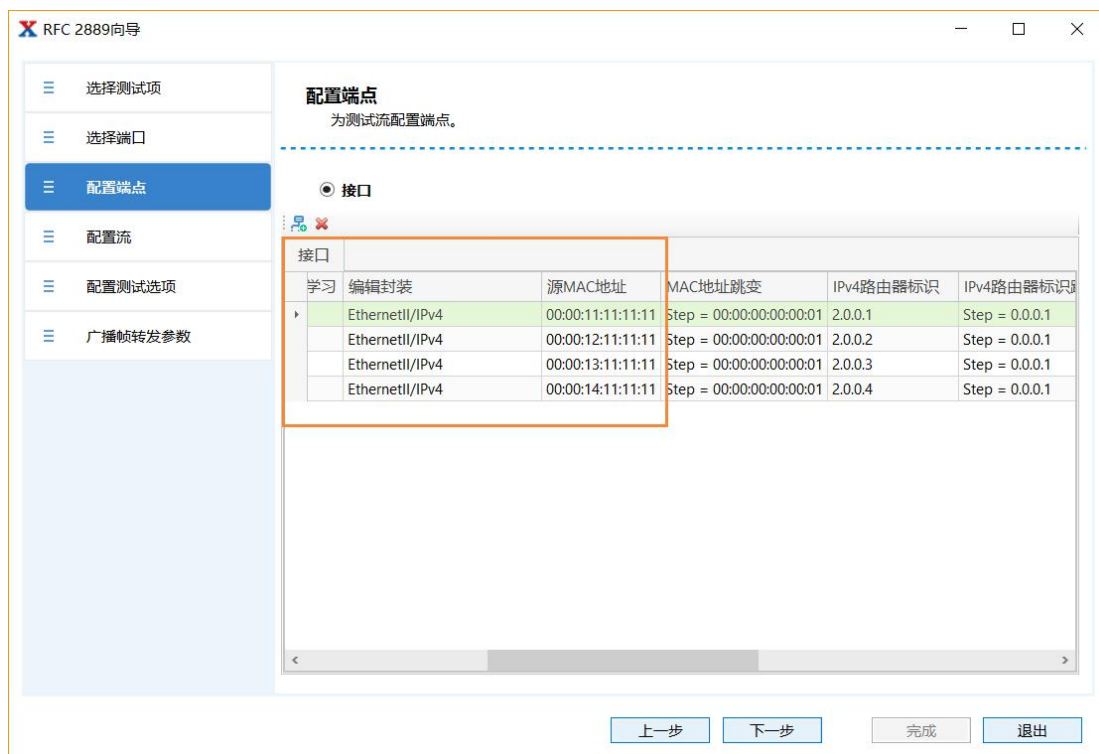
端口名称	接口名称	每个接口的地址数	IPv4路由器标识	IPv4路
Port_1	Interface_1	1	2.0.0.1	0.0.0.1
Port_2	Interface_1	1	2.0.0.2	0.0.0.1
Port_3	Interface_1	1	2.0.0.3	0.0.0.1
Port_4	Interface_1	1	2.0.0.4	0.0.0.1

上一步 下一步 完成 退出

接口名称	每个接口的地址数	IPv4路由器标识	IPv4路由器标识跳变	IPv4地址	IPv4网关地址	IPv4网关地址数量	MAC地址
Interface_1	1	2.0.0.1	0.0.0.1	2.1.1.2	2.1.1.1	1	00:00:11:11:11:11
Interface_1	1	2.0.0.2	0.0.0.1	3.1.1.2	3.1.1.1	1	00:00:12:11:11:11
Interface_1	1	2.0.0.3	0.0.0.1	4.1.1.2	4.1.1.1	1	00:00:13:11:11:11
Interface_1	1	2.0.0.4	0.0.0.1	5.1.1.2	5.1.1.1	1	00:00:14:11:11:11

选择接口

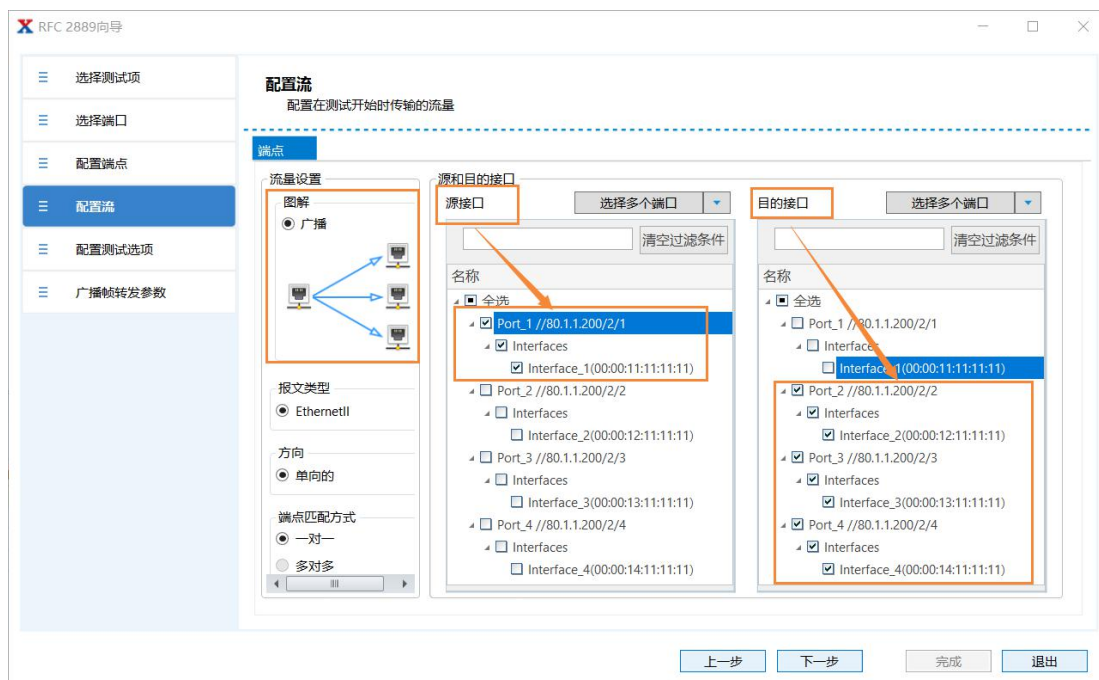
- 刚才配置的接口
- MAC/IP 等 可修改



选择流量模型

根据左侧拓扑选择

- 源端口为 Port1
- 目的端口为 Port2/3/4



配置 测试参数

时间

- 开始发送流量之前等待 2 秒
- 停止发送流量之后等待 10 秒

结果保存路径

- 默认路径
- 可以自己指定

时延类型

- 本测试项目不关注

启用学习

- 是否进行二层学习
- 本例发送广播报文, 不需要学习



The image shows a software window titled "RFC 2889向导" (RFC 2889 Wizard). On the left is a sidebar with a list of steps: "选择测试项", "选择端口", "配置端点", "配置流", "配置测试选项" (which is highlighted in blue), and "广播帧转发参数". The main area is titled "测试选项" (Test Options) with the subtitle "请配置测试选项" (Please configure test options). It is divided into four sections: 1. "时间参数" (Time Parameters): Contains two input fields, "传输前延迟时间 (秒):" with value "2" and "传输后延迟时间 (秒):" with value "10". 2. "结果选项" (Result Options): Contains a "结果路径:" (Result Path) field with the value "C:\Users\yongg\Documents\Xinerte" and a browse button "...". 3. "时延类型:" (Delay Type): Contains four radio buttons: "后进先出 (存储和转发)" (unselected), "先进先出 (位转发)" (selected), "后进后出" (unselected), and "先进后出" (unselected). 4. "启用学习" (Enable Learning): A checkbox that is unchecked. Below it is a "频率" (Frequency) section with three radio buttons: "学习一次" (selected), "每次试验学习" (unselected), and "每帧长测试学习" (unselected). At the bottom of this section are three input fields: "学习前延迟时间 (秒):" with value "2", "速率 (帧/秒):" with value "1000", and "重复次数:" with value "5". At the very bottom of the window are four buttons: "上一步" (Previous), "下一步" (Next, highlighted with a dashed border), "完成" (Finish), and "退出" (Exit).

配置 广播帧转发 参数

RFC 2889向导

配置广播帧转发测试
请配置广播帧转发测试参数

选择测试项
选择端口
配置端点
配置流
配置测试选项
广播帧转发参数

测试时长
试验次数: 1
测试时长
● 时长 (秒): 60
○ 突发个数:

帧长度 (字节)
○ 随机 最小值: 128 最大值: 256
○ 按步长
开始: 128 结束: 256 步长: 128
● 自定义 64,128,256,512,1024,1280,1518

负载
模式
○ 按步长
● 二分法
○ 混合法
速率下限 (%): 1 二分法查找百分比 (%): 50
速率上限 (%): 100
初始速率 (%): 80 可接受的丢包率 (%): 0
步长 (%): 10
精度 (%): 1 ☐ 忽略上下限
(注意: 当可接受的丢包率大于0时, 不符合RFC的标准)

突发帧数
● 按步长 开始: 1 结束: 1 步长: 1
○ 自定义 自定义以逗号隔开, 例如: 10, 20, 30...
1,2

上一步 下一步 完成 退出

广播帧转发 关键参数说明

测试时间

- 默认 60 秒

测试次数

- 默认 1 次
- 可以配置多次, 取平均值

默认取 7 个特殊字节来测试

最小速率: 当测试不通过且当前速率等于最小速率时, 不再降速测试

最大速率: 当测试通过且当前速率等于最大速率时, 不再增速测试

初始速率: 第一次测试使用的速率

速率精度: 当相邻两次速率小于精度, 测试就停止

可丢包百分比: 当丢包率小于阈值时, 也记为测试通过

测试时长

试验次数

1

☒ 时长 (秒)

60

☐ 突发个数 (帧)

1000

负载

模式

☐ 按步长
☒ 二分法
☐ 混合法

速率下限 (%) :

1

二分法查找百分比 (%) :

50

速率上限 (%) :

100

初始速率 (%) :

80

可接受的丢包率 (%) :

0

步长 (%) :

10

精度 (%) :

1

☐ 忽略上下限

(注意: 当可接受的丢包率大于0时, 不符合RFC的标准)

开始:

128

结束:

256

步长:

128

☒ 自定义

64,128,256,512,1024,1280,1518

...

☐ 使用流帧长

自动生成 Smart Script

Smart Scripts

- 根据配置自动生成 Smart Scripts
- 从右侧自动弹出

The screenshot displays the XINERTEL software interface for configuring and running a test. The main window is titled "Renix[Untitled*.xcfg]". The top menu bar includes "文件", "开始", "视图", "工具", and "配置". The "配置" (Configuration) menu is active, showing options like "新建" (New), "打开" (Open), "保存" (Save), "保存结果" (Save Results), "预约端口" (Reserve Port), "新建流" (New Stream), "配置向导" (Configuration Wizard), "添加接口" (Add Interface), "应用" (Apply), and "选项" (Options).

The "配置向导" (Configuration Wizard) panel is open, showing a tree view on the left with "端口" (Port) selected. The "常规" (General) tab is active, displaying a table of ports and their connection status.

名称	上线	端口映射地址	连接状态
Port_1	☒	//80.1.1.200/...	Up
Port_2	☒	//80.1.1.200/...	Up
Port_3	☒	//80.1.1.200/...	Up
Port_4	☒	//80.1.1.200/...	Up

The "统计1" (Statistics 1) panel is also visible, showing a table of statistics for each port.

Port Name	Tx Stream Frames	Rx Signature Stream Frames	Tx Total Frames	Rx Total Frames	Tx
Port_1	0	0	0	184	0
Port_2	0	0	0	184	0
Port_3	0	0	0	184	0
Port_4	0	0	0	184	0

The "命令编辑器" (Command Editor) panel is open on the right, showing a list of commands for the "Smart scripts" test. The "Start" button is highlighted.

命令名称: Start scripts

命令列表:

- RFC2889: Broadcast ...
- Start Benchmark ...
- Unsubscribe All R...
- Subscribe Results
- Trial Loop
- Iterate Trial Co...
- Frame Size Lo...
- Iterate Fram...
- Set Traffic ...
- Clear All Re...
- Delay Befor...
- Start Traffic
- Wait For Tr...
- Delay After ...
- Save Results
- Unsubscribe Resu...
- Stop Benchmark ...

智能脚本运行状态: 运行时间:

开始测试

点击 Start 按钮 自动 开始测试

命令编辑器

命令名称 开 运

命令名称	开	运
Smart scripts		
RFC2889: Broadcast ...		
Start Benchmark ...		
Unsubscribe All R...		
Subscribe Results		
Trial Loop		
Iterate Trial Co...		
Frame Size Lo...		
Iterate Fram...		
Set Traffic ...		
Clear All Re...		
Delay Befor...		
Start Traffic		
Wait For Tr...		
Delay After ...		
Save Results		
Unsubscribe Resu...		
Stop Benchmark ...		

Stop Benchmark Test

智能脚本运行状态: 运行时间:



命令编辑器

命令名称 开始 运行

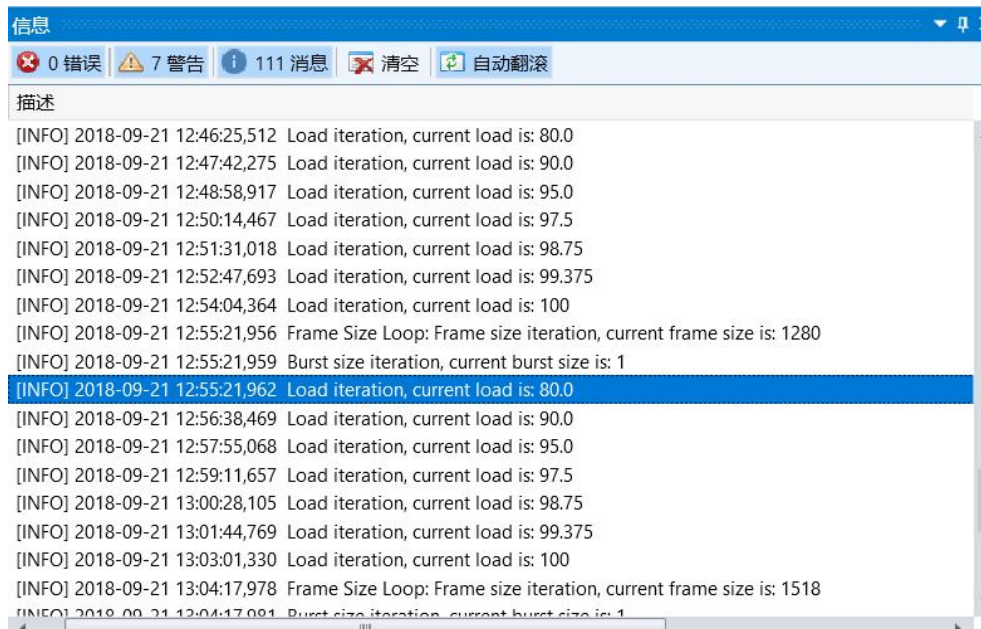
命令名称	开始	运行
Smart scripts		
RFC2889: Broadcast Fra...	2018/7...	00:00:0...
Start Benchmark Test	2018/7...	00:00:0...
Unsubscribe All Resul...	2018/7...	00:00:0...
Subscribe Results	2018/7...	00:00:0...
Trial Loop(1)	2018/7...	00:00:0...
Iterate Trial Cor	2018/7...	00:00:0...
Frame Size Loop(1)	2018/7...	00:00:0...
Iterate Frame Si...	2018/7...	00:00:0...
Set Traffic Dura...	2018/7...	00:00:0...
Clear All Results	2018/7...	00:00:0...
Delay Before St...	2018/7...	00:00:0...
Start Traffic	2018/7...	00:00:0...
Wait For Traffic ...	2018/7...	00:00:0...
Delay After Tra...	2018/7...	00:00:0...
Save Results		
Unsubscribe Results		
Stop Benchmark Test		

智能脚本运行状态: RU 运行时间: 00:0
NNI 0:07

四、测试报告

测试进度查看

- 消息界面里，实时显示当前测试的字节
- 预估进度



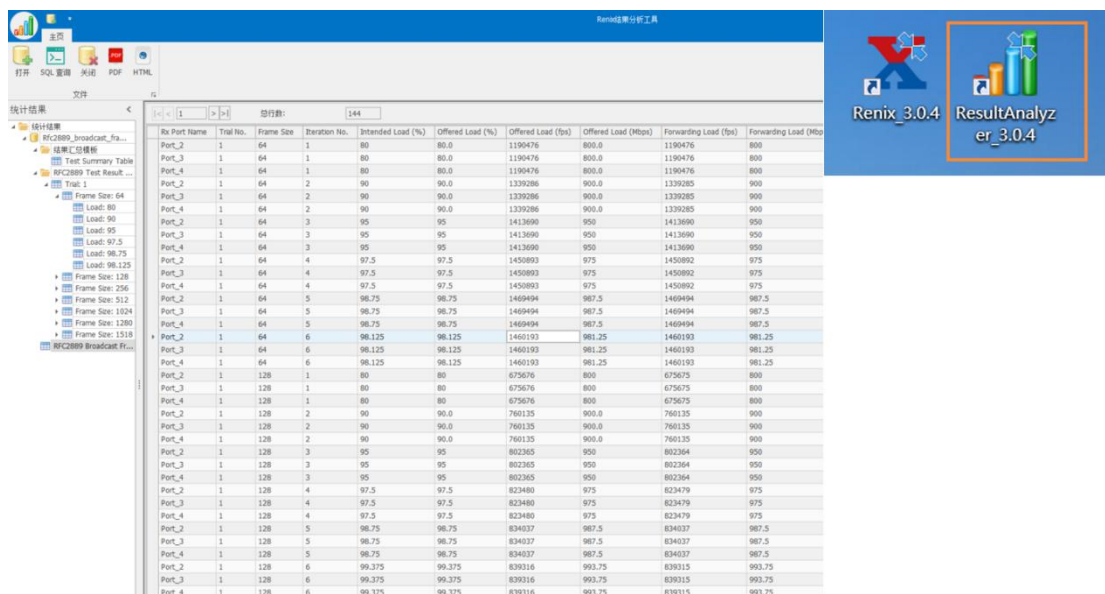
自动弹出 Result Analyzer

结果分析

- 专业软件
- 自动弹出

手工打开

- 自动安装
- 打开结果



Result Analyzer 结果分析

最理想结果

- 无任何丢包
- 吞吐量所有接收端口的理论值之和
- 本例 3 个接收端口, 则结果为 3000M 为理想值

结果查看

- 点击 RFC2889 汇总模板
- Forwarding Load(FPS) 一列就代表广播转发速率
- 也可以查看后面的 Mbps 结果, 更直观

结果分析

- 3 个接收端口, 所以速率为单个端口 3 倍
- 3 个端口都是使用二分法自动查找的结果

Trial No.	Frame Size (...)	Burst Size	Throughpu...	Intended L...	Offered Load...	Forwarding Load (fps)	Forwarding Load (Mbps)
1	64	1	98.125	98.125	98.125	4380579	2943.75
1	128	1	100	100	100	2533776	2999.994
1	256	1	100	100	100	1358691	2999.994
1	512	1	100	100	100	704883	2999.994
1	1024	1	100	100	100	359193	2999.994
1	1280	1	100	100	100	288459	2999.994
1	1518	1	100	100	100	243822	2999.994

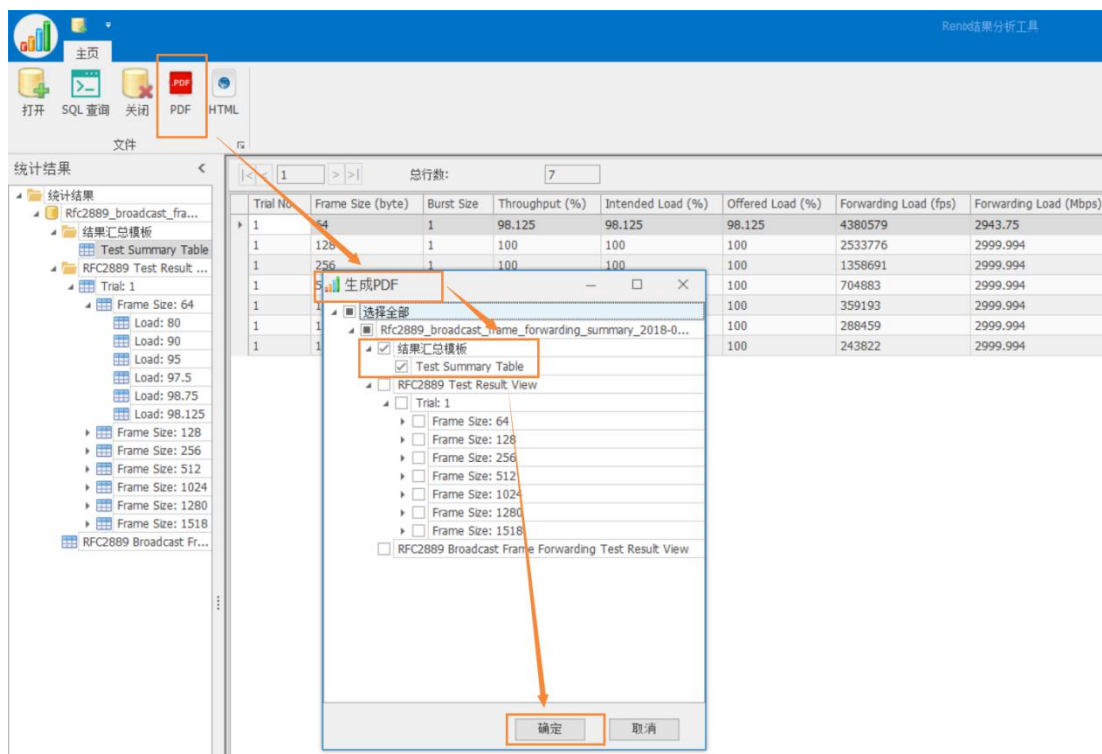
测试报告导出

导出格式

- PDF
- HTML

结果定制

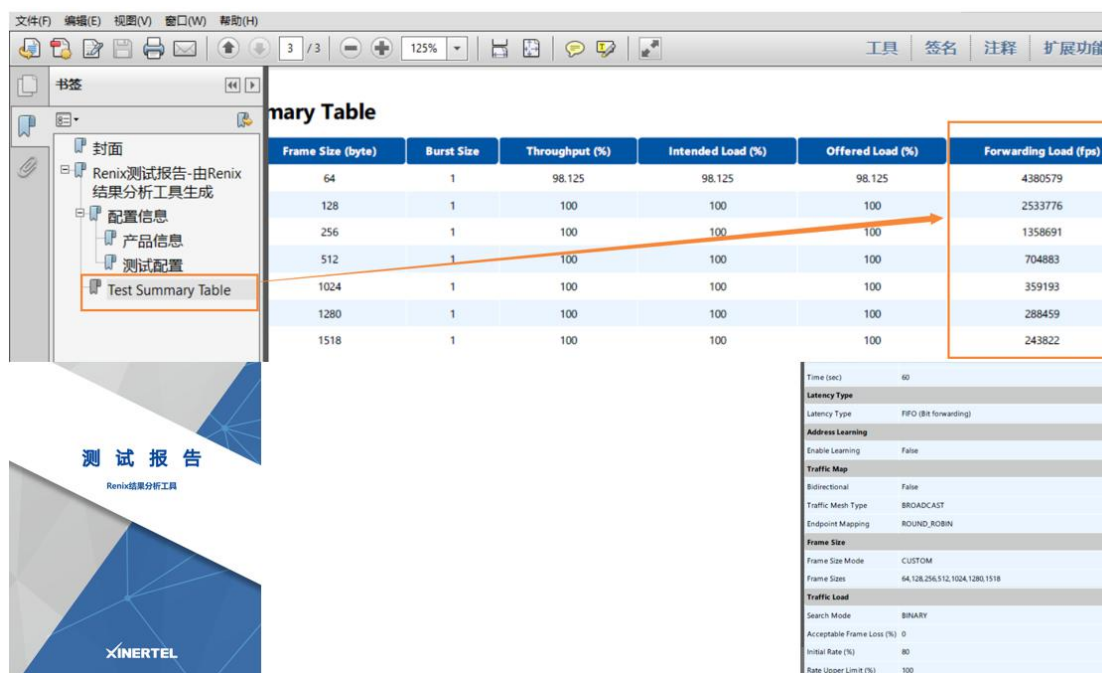
- 默认会保存所有测试内容
- 太过详细
- 可以选择汇总模板, 只保存汇总信息



测试报告内容

打开测试报告

- 查看广播帧转发速率: Forwarding Load(FPS)列
- 配置信息: 包含当前的测试配置信息



以上就是使用 BigTao-V 网络测试仪进行广播帧转发测试（吞吐量测试）全部流程。