



中华人民共和国电力行业标准

DL / T 1379 — 2014

电力调度数据网设备测试规范

Test specification for equipments of electric power dispatching data network

2014-10-15 发布

2015-03-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 缩略语 2

5 送检设备 4

6 检验要求及检验规则 5

 6.1 测试环境条件 5

 6.2 仪器要求 5

 6.3 检验分类及项目 5

 6.4 入网检验 5

 6.5 出厂检验 5

 6.6 工程验收 5

7 整机性能测试 5

 7.1 整机吞吐量 5

 7.2 整机满载丢包率 6

 7.3 整机吞吐量下的转发时延 6

 7.4 整机 ACL 容量 6

 7.5 背对背缓冲能力 6

 7.6 MAC 地址容量 7

 7.7 MAC 地址学习速率 7

 7.8 缓存容量 7

 7.9 启动电流 7

 7.10 功耗 7

8 接口测试 8

 8.1 光接口特性 8

 8.2 接口链路的双工模式和自协商 9

 8.3 异步串口 9

 8.4 多链路捆绑功能 10

 8.5 接口误码率 11

 8.6 以太网接口交叉线、直连线适应性 11

9 协议及功能测试 12

 9.1 RIPv2 协议测试 12

 9.2 OSPF 协议测试 13

 9.3 ISIS 协议测试 17

 9.4 BGP 协议测试 20

 9.5 组播测试 26

 9.6 其他业务功能测试 27

 9.7 IPv6 测试 30

9.8	服务质量 (QoS) 测试	33
9.9	MPLS 测试	36
10	网络安全测试	47
10.1	uRPF 功能	47
10.2	访问控制列表	47
10.3	网络地址翻译 NAT	48
10.4	安全审计	49
10.5	控制台登录安全	50
10.6	认证安全	50
10.7	数据安全	51
11	可靠性测试	51
11.1	硬件相关	51
11.2	BFD 功能	53
11.3	VRRP 组容量	57
11.4	VRRP 收敛时间	57
11.5	网络损伤影响	57
12	管理功能测试	59
12.1	网流分析功能	59
12.2	线卡 1:1 网流采样功能	59
12.3	VPN 网流功能	59
12.4	SNMP 协议	60
12.5	MIB 功能	60
12.6	syslog 日志功能	60
13	单机叠加性能测试	60
14	兼容性测试	61
14.1	物理接口兼容性测试	61
14.2	协议兼容性测试	64
14.3	VRRP 兼容性测试	70
14.4	跨域互联兼容性测试	70
15	组网测试	71
15.1	组网模式一测试	71
15.2	组网模式二测试	76
16	气候环境影响测试	80
16.1	温度影响测试	80
16.2	恒定湿热	80
16.3	IP 防护等级测试	80
16.4	电源影响测试	80
16.5	绝缘性能测试	81
16.6	机械性能测试	81
16.7	电磁兼容测试	81
附录 A (规范性附录)	公有及私有 MIB 库测试项目	82
附录 B (规范性附录)	入网检验、出厂检验和工程验收项目	84

前 言

电力调度数据网是为电网调度生产服务的专用数据网络，是实现各级调度中心之间及调度中心与厂站之间实时和准实时生产数据传输和交换的基础设施。为规范电力调度数据网设备（路由器、交换机）的测试和检验工作，特编制本标准。

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国电网运行与控制标准化技术委员会归口并负责解释。

本标准主要起草单位：国网电力科学研究院、国家电网公司国家电力调度控制中心、中国南方电网电力调度控制中心、国网华东电力调控分中心、国网湖北省电力公司、国网陕西省电力公司、国网山东省电力公司、中国电力科学研究院。

本标准主要起草人：黄鑫、卢长燕、李芹、张思拓、何晓阳、黄伟、向涛、赵汝英、徐建军、靳铭、杨威、胡婷。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

电力调度数据网设备测试规范

1 范围

本标准规定了电力调度数据网设备的整机性能、接口、协议及功能、网络安全、可靠性、管理功能、单机叠加性能、兼容性、组网、气候环境影响等方面的测试方法和检验规则。

本标准适用于电力调度数据网路由器和交换机设备的入网检验，出厂检验和工程验收可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.1—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
GB/T 2423.2—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
GB/T 2423.3—2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热方法
GB/T 2423.5—2006 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ea和导则：冲击
GB/T 2423.8—1995 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Ed：自由跌落
GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
GB 4208—2008 外壳防护等级（IP代码）
GB 9254—2008 信息技术设备的无线电骚扰限制和测量方法
GB/T 14598.3 电气继电器 第5部分：量度继电器和保护装置的绝缘配合要求和试验
GB/T 15153.1—1998 远动设备及系统 第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容性
GB/T 17626.2—2006 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3—2006 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.5—2008 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
GB/T 17626.11—2008 电磁兼容 试验和测量技术 电压暂降、短时中断和电压变化的抗扰度试验
GB/T 24833—2009 1000kV变电站监控系统技术规范
YD/T 1096—2009 路由器设备技术要求 边缘路由器
YD/T 1097—2009 路由器设备技术要求 核心路由器
ITU-T G.652—2005 单模光纤光缆特性（Characterics of a single-mode optical fibre and cable）
IETF RFC1657 采用SMIPv2的BGP-4边界网关协议的管理对象定义 [Definitions of Managed Objects for the Fourth Version of the Border Gateway Protocol (BGP-4) using SMIPv2]
IETF RFC1850 OSPFv2管理信息库（OSPF Version 2 Management Information Base）
IETF RFC2544 网络互联设备测试方法学（Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices）
IETF RFC2787 虚拟路由冗余协议的管理对象定义（Definitions of Managed Objects for the Virtual Router Redundancy Protocol）
IETF RFC2863 接口组的MIB（The Interfaces Group MIB）
IETF RFC 2889 局域网交换设备测试方法学（Benchmarking Methodology for LAN Switching Devices）
IETF RFC3418 简单网络管理协议的管理信息库 [Management Information Base (MIB) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)]

IETF RFC3815 标签分配协议的管理对象定义 [Definitions of Managed Objects for the Label Distribution Protocol (LDP)]

IETF RFC3918 IP 组播测试方法学 (Methodology for IP Multicast Benchmarking)

IETF RFC4444 中间系统—中间系统的管理信息库 [Management Information Base for Intermediate System to Intermediate System (IS-IS)]

IEEE 802.1d 媒体访问控制桥 (Media Access Control Bridges)

IEEE 802.1p 局域网的二层 QoS/CoS 流量优先级协议 (LAN Layer 2 QoS/CoS Protocol for Traffic Prioritization)

IEEE 802.1q 虚拟桥接局域网 (Virtual Bridged Local Area Network)

IEEE 802.1s 虚拟桥接局域网修订 3: 多生成树 (Virtual Bridged Local Area Network Amendment 3: Multiple Spanning Trees)

IEEE 802.1w 媒体访问控制桥修订 2: 快速重配 [Media Access Control (MAC) Bridges Amendment 2: Rapid Reconfiguration]

3 术语和定义

YD/T 1096—2009 和 YD/T 1097—2009 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电力调度数据网 electric power dispatching data network

为电力调度生产服务的专用广域数据网络，是实现各级调度之间及调度与厂站之间实时和准实时生产数据传输和交换的基础设施。

3.2

双平面 dual plane

在任意 2 个站点间同时提供至少 2 个独立网络路由的数据网络组网技术。

3.3

核心路由器 core router

配置在电力调度数据网拓扑中的核心层节点，用于数据交换转发并汇接网络的骨干/汇聚设备的路由器。

3.4

骨干/汇聚路由器 backbone/convergence router

配置在电力调度数据网拓扑中的骨干/汇聚层节点，用于数据交换转发并汇接网络接入设备的路由器。

3.5

接入路由器 access router

配置在电力调度数据网拓扑中的接入层节点的路由器。

3.6

接入交换机 access switch

用于电力调度数据网业务接入的交换机。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

ABR: 区域边界路由器 (Area Border Router)

ACL: 访问控制列表 (Access Control List)

AS: 自治系统 (Autonomous System)

ASBR: 自治系统边界路由器 (Autonomous System Boundary Router)
 BFD: 双向转发检测 (Bidirectional Forwarding Detection)
 BGP: 边界网关协议 (Border Gateway Protocol)
 CAR: 承诺访问速率 (Committed Access Rate)
 CE: 用户边缘 (Customer Edge)
 CIDR: 无类域间路由选择 (Classless Inter Domain Routing)
 CIR: 约定信息速率 (Committed Information Rate)
 cPOS: 通道化 POS 接口 (Channelized Packet Over SDH port)
 CPU: 中央处理器 (Central Processing Unit)
 DHCP: 动态主机配置协议 (Dynamic Host Configuration Protocol)
 DM: 密集模式 (Dense Mode)
 DSA: 数字签名算法 (Digital Signature Algorithm)
 DSCP: 差分服务代码点 (Differentiated Services Code Point)
 DR: 指定路由器 (Designated Router)
 DUT: 被测设备 (Device Under Test)
 EBGp: 外部边界网关协议 (External Border Gateway Protocol)
 ESP: 封装安全载荷 (Encapsulate Security Payload)
 FRR: 快速重路由功能 (Fast ReRoute)
 GR: 不间断重启 (Graceful Restart)
 HDLC: 高级数据链路控制协议 (High-level Data Link Control)
 HQoS: 层次化 QoS (Hierarchy Quality of Service)
 ICMP: 互联网控制消息协议 (Internet Control Message Protocol)
 IGMP: 互联网组管理协议 (Internet Group Management Protocol)
 IGP: 内部网关协议 (Interior Gateway Protocol)
 IP: 互联网协议 (Internet Protocol)
 IPv4: 互联网协议 (第 4 版) (Internet Protocol version 4)
 IPv6: 互联网协议 (第 6 版) (Internet Protocol version 6)
 IPSec: 互联网协议安全性 (Internet Protocol Security)
 IKE: 互联网密钥交换协议 (Internet Key Exchange)
 ISIS: 中间系统—中间系统 (Intermediate System to Intermediate System)
 ITE: 信息技术设备 (Information Technology Equipment)
 LDP: 标签分发协议 (Label Distribution Protocol)
 LSA: 链路状态通告 (Link State Advertise)
 LSP: 标记交换路径 (Label Switched Path)
 MAC: 媒体接入控制 (Media Access Control)
 Mbit/s: 兆比特每秒 (Million bit per second)
 MCE: 多 VPN 实例 CE (Multi-vpn-instance CE)
 MP-BGP: BGP-4 的多协议扩展 (Multiprotocol Extensions for BGP-4)
 MD5: 消息摘要算法 (第 5 版) (Message Digest Algorithm 5)
 MIB: 管理信息库 (Management Information Base)
 MPLS: 多协议标记交换 (Multiprotocol Label Switching)
 NAT: 网络地址转换 (Network Address Translation)
 NAT: 网络地址端口转换 (Network Address Port Translation)

NSR: 不间断路由 (Non-stop Routing)
NTP: 网络时间协议 (Network Time Protocol)
OSPF: 开放最短路径优先 (Open Shortest Path First)
PE: 运营商边缘 (Provider Edge)
PIM: 协议无关组播 (Protocol Independent Multicast)
PIR: 峰值信息速率 (Peak Information Rate)
POS: 利用 SDH 传输通道传送 IP 数据包的技术 (Packet Over SDH)
PPP: 点到点协议 (Point to Point Protocol)
QoS: 服务质量 (Quality of Service)
RADIUS: 远程用户拨号认证系统 (Remote Authentication Dial In User Service)
RIPv2: 路由信息协议 (第 2 版) (Routing Information Protocol version 2)
RPF: 反向路径转发 (Reverse Path Forwarding)
RR: 路由反射器 (Route Reflector)
RSVP: 资源预留协议 (Resource Reservation Protocol)
RT: 路由目标 (Route Target)
RTU: 远方终端单元 (Remote Terminal Unit)
SA: 安全联盟 (Security Association)
SDH: 同步数字体系 (Synchronous Digital Hierarchy)
SNMP: 简单网络管理协议 (Simple Network Management Protocol)
SM: 稀疏模式 (Sparse Mode)
SSH: 安全外壳 (Secure Shell)
STM: 同步传输模式 (Synchronous Transfer Module)
TCP: 传输控制协议 (Transmission Control Protocol)
TE: 流量工程 (Traffic Engineering)
TOS: 服务类型 (Type of Service)
TTL: 生存时间 (Time to Live)
UDP: 用户数据报协议 (User Datagram Protocol)
UNI: 用户网络接口 (User Network Interface)
uRPF: 单播反向路径转发 (unicast Reverse Path Forwarding)
VLAN: 虚拟局域网 (Virtual Local Area Network)
VLSM: 可变长子网掩码 (Variable Length Subnet Mask)
VPLS: 虚拟专用局域网业务 (Virtual Private LAN Service)
VPN: 虚拟专用网 (Virtual Private Network)
VRF: VPN 路由转发表 (Virtual Routing Forwarding)
VRRP: 虚拟路由器冗余协议 (Virtual Router Redundancy Protocol)

5 送检设备

送检设备 (路由器、交换机) 应满足下述要求:

- a) 提供被测设备的体系结构描述和主要性能指标参数;
- b) 提供被测设备的可靠性试验报告;
- c) 提供保证被测设备正常连接和运行的全部部件、模块、软件及相关的连接设备、电缆、光缆;
- d) 配置的各种类型接口模块满足测试使用;
- e) 应按类型满足相应的冗余性和热插拔要求;

- f) 被测路由器应针对各类型端口，至少配置 2 块相同业务板卡且安装在同一机箱不同的物理槽位上；
- g) 路由器应提供 1:1 网流采样分析功能，无需额外硬件支持；
- h) 路由器整机性能测试按单机框进行最大化配置；
- i) 性能测试在设备的缺省配置下进行，不应进行额外的参数调整。

6 检验要求及检验规则

6.1 测试环境条件

除另有规定外，对装置进行测量和试验的环境大气条件如下：

- a) 环境温度： $+15^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 相对湿度：45%~75%；
- c) 大气压力：86kPa~106kPa。

6.2 仪器要求

测试所用仪器仪表应经国家授权机构检定合格后方可使用。

6.3 检验分类及项目

电力调度数据网设备应通过下列检验：

- 入网检验；
- 出厂检验；
- 工程验收。

入网检验、出厂检验和工程验收项目见附录 B。

6.4 入网检验

下列情况下进行入网检验：

- a) 产品申请入网时；
- b) 技术、工艺或使用材料有重大改变时；
- c) 出厂检验结果与上次入网检验有较大差异时；
- d) 上次入网检验有效期满时；
- e) 停产后再生产时；
- f) 合同规定时。

入网检验的样品数量为 1 台，从批量生产的产品中随机抽取。

入网检验中出现故障时，应在查明故障原因并排除故障后，另抽取样品检验。再次检验中如又出现故障的，本次入网检验判断产品为不合格。

入网检验工作应在具有国家资质的检测中心或实验室进行。

6.5 出厂检验

对每台产品进行出厂检验。出厂检验全部项目检验合格为该产品检验合格。任一项不合格，该产品为不合格，不能出厂。

出厂检验工作应在产品生产地进行。

6.6 工程验收

电力调度数据网设备在投运前进行工程验收测试。对于工程应用有特殊要求的路由器和交换机设备，工程验收项目由工程双方协商确定。

7 整机性能测试

7.1 整机吞吐量

测试设备在不同帧长情况下的整机包转发速率，测试拓扑见图 1。

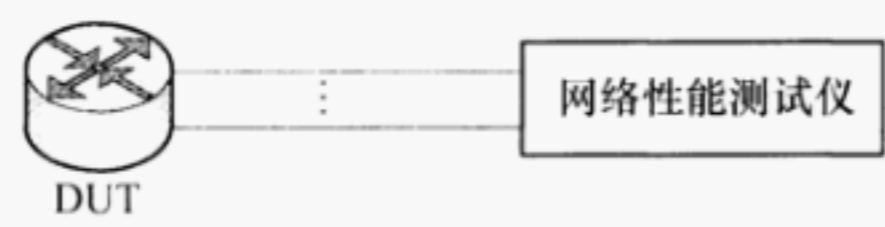


图 1 整机性能测试拓扑

- a) 测试步骤:
 - 1) 将被测设备的所有业务端口都连接至网络性能测试仪;
 - 2) 按 IETF RFC2544 标准规定的方法进行吞吐量的测试, 采用全连接拓扑结构, 帧长分别设置为 64、65、128、256、512、1024、1280、1518bytes, 每个帧长测试 60s。
- b) 预期结果: 整机吞吐量应满足被测设备的规定值。

7.2 整机满载丢包率

测试设备在不同帧长情况下的整机满载丢包率, 测试拓扑见图 1。

- a) 测试步骤:
 - 1) 将被测设备的所有业务端口连接至网络性能测试仪;
 - 2) 按 IETF RFC2544 标准规定的方法进行丢包率的测试, 采用全连接拓扑结构, 帧长分别设置为 64、65、128、256、512、1024、1280、1518bytes, 每个帧长测试 120s。
- b) 预期结果: 整机满载丢包率应满足被测设备的规定值。

7.3 整机吞吐量下的转发时延

测试设备在不同帧长情况下的整机包转发时延, 测试拓扑见图 1。

- a) 测试步骤:
 - 1) 将被测设备的所有业务端口连接至网络性能测试仪;
 - 2) 按 IETF RFC2544 标准规定的方法进行转发时延的测试, 采用全连接拓扑结构, 帧长分别设置为 64、65、128、256、512、1024、1280、1518bytes, 每个帧长测试 60s。
- b) 预期结果: 整机吞吐量下的转发时延应满足被测设备的规定值。

7.4 整机 ACL 容量

测试设备的整机 ACL 容量, 测试拓扑见图 1。

- a) 测试步骤:
 - 1) 将被测设备的多个端口连接至网络性能测试仪;
 - 2) 被测设备配置整机规格的 ACL, ACL 规则的最后一条配置为 permit any, 其他均为 deny ip (IP 的配置不应与网络性能测试仪端口 IP 重合);
 - 3) 网络性能测试仪按 IETF RFC2544 标准规定的方法进行吞吐量测试, 帧长设置为 128bytes, 测试时间为 30s, 验证 ACL 规则的有效性;
 - 4) 将 ACL 规则中的最后一条规则更改为 deny, 重复测试步骤 3)。
- b) 预期结果:
 - 1) 整机 ACL 容量应满足被测设备的规定值;
 - 2) 测试步骤 3) 中应能接收到数据;
 - 3) 测试步骤 4) 中数据中断。

7.5 背对背缓冲能力

测试设备在无帧丢失情况下能处理的最大突发帧个数, 测试拓扑见图 1。

- a) 测试步骤:
 - 1) 将被测设备的 2 个端口连接至网络性能测试仪;
 - 2) 按 IETF RFC2544 标准规定的方法进行背对背缓冲能力的测试, 帧长分别设置为 64、65、128、256、512、1024、1280、1518bytes, 每个帧长测试 2s, 重复 50 次。
- b) 预期结果: 背对背缓冲能力应满足被测设备的规定值。

注：如果被测设备能实现端口的线速转发，则不进行此项测试。

7.6 MAC 地址容量

测试设备的 MAC 地址缓存容量，测试拓扑见图 1。

- a) 测试步骤：
 - 1) 将被测设备的 3 个端口连接至网络性能测试仪；
 - 2) 按 IETF RFC2889 标准规定的方法进行 MAC 地址容量的测试，帧长设置为 64bytes。
- b) 预期结果：MAC 地址容量应满足被测设备的规定值。

7.7 MAC 地址学习速率

测试设备的 MAC 地址学习速率，测试拓扑见图 1。

- a) 测试步骤：
 - 1) 将被测设备的 3 个端口连接至网络性能测试仪；
 - 2) 按 IETF RFC2889 标准规定的方法进行 MAC 地址学习速率的测试，帧长设置为 64bytes。
- b) 预期结果：MAC 地址学习速率应满足被测设备的规定值。

7.8 缓存容量

测试路由器（线卡）的最大报文缓存容量，测试拓扑见图 1。

- a) 测试步骤：
 - 1) 将被测设备同一线卡上的 3 个端口分别连接至网络性能测试仪的端口 1 至端口 3；
 - 2) 网络性能测试仪分别构建端口 1 至端口 3 的数据流 stream1 和端口 2 至端口 3 的数据流 stream2，负载为端口线速，帧长设置为 1518bytes；
 - 3) 网络性能测试仪先发送 stream1 数据流，10s 之后再发送 stream2 数据流，当 stream1、stream2 中任意一条数据流出现丢包时，停止数据流的发送；
 - 4) 根据网络测试仪端口 1、2、3 的发送和接收数据计算缓存容量；
 - 5) 重复测试步骤 3)、4) 两次，计算缓存容量的平均值。
- b) 预期结果：缓存容量应满足被测路由器的规定值。

注：报文缓存容量计算方法：缓存容量=（端口 3 收包总数-端口 1 发包总数）×1518bytes。

7.9 启动电流

测试设备上电启动时的冲击电流，测试拓扑见图 2。

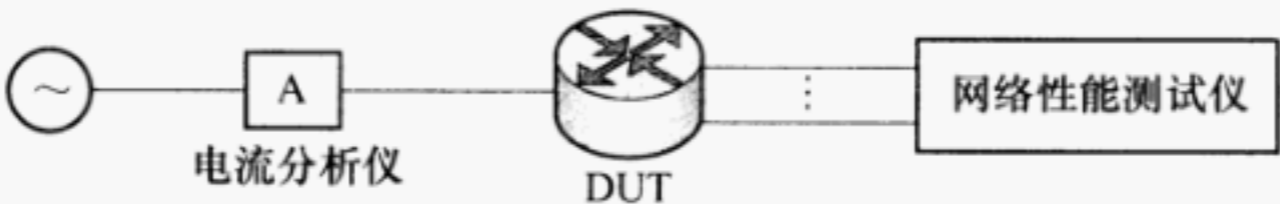


图 2 启动电流测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 将被测设备的所有电源通过电流分析仪连接至外部供电电源，所有业务端口连接至网络性能测试仪；
 - 2) 电流分析仪设置相应通道的记录功能并启动记录；
 - 3) 开启设备电源，在电流分析仪上查看并记录被测设备各路电源启动瞬间的电流情况。
- b) 预期结果：启动电流应满足被测设备的规定值。

7.10 功耗

测试设备在满载情况下的功率消耗，测试拓扑见图 2。

- a) 测试步骤：
 - 1) 将被测设备的所有电源通过电流分析仪连接至外部供电电源，所有业务端口连接至网络性能测试仪；

- 2) 电流分析仪设置相应通道的记录功能并启动记录;
 - 3) 按 IETF RFC2544 标准规定的方法进行吞吐量的测试, 采用全连接拓扑结构, 在整机吞吐量测试过程中记录电流测试仪的值, 计算功耗。
- b) 预期结果: 整机功耗应满足被测设备的规定值, 电源工作模式符合被测设备的要求。

8 接口测试

8.1 光接口特性

8.1.1 光功率

测试设备各种不同类型光接口的输出光功率, 测试拓扑见图 3。

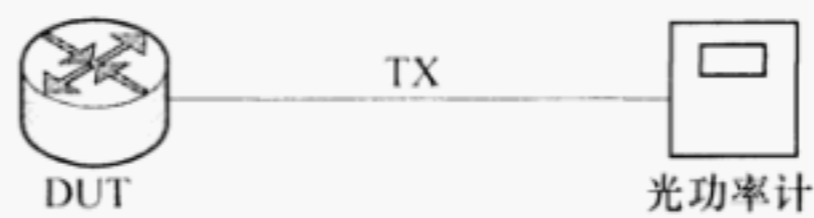


图 3 光接口的光功率测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 分别将被测设备不同类型的光接口 (POS、cPOS、光以太等) 接入光功率计;
 - 2) 光功率计分别设置对应波长的测试窗, 在光功率计上直接读出光接口的输出功率。
- b) 预期结果: 光接口的光功率应满足被测设备光接口模块的规定值。

8.1.2 中心波长

测试设备各种不同类型光接口的中心波长, 测试拓扑见图 4。

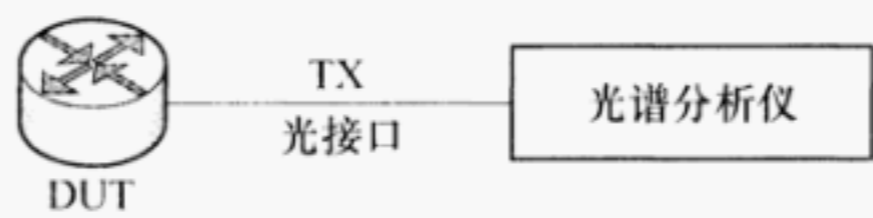


图 4 光接口的中心波长测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 分别将被测设备不同类型的光接口 (POS、cPOS、光以太等) 接入光谱分析仪;
 - 2) 光谱分析仪分别设置适当的幅度及波长分辨率, 使得光接口输出信号的频谱显示于屏幕中央;
 - 3) 光谱分析仪设置中心波长测量选项, 记录实测的光接口的中心波长。
- b) 预期结果: 光接口的中心波长应满足被测设备光接口模块的规定值。

8.1.3 接收灵敏度

测试设备各种不同类型光接口的接收灵敏度, 测试拓扑见图 5。



图 5 光接口的接收灵敏度测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 将被测设备的 2 个端口接入网络性能测试仪, 其中 1 路为光接口, 将被测设备光接口的接收端通过光衰减器接至网络性能测试仪, 光衰减器初始值设置在最小位置;
 - 2) 网络性能测试仪两个端口连续互相发送数据, 数据发送过程中缓慢增大光衰减器的衰减值, 观察测试仪两个端口数据的接收情况, 直到开始出现丢包时为止;

- 3) 将光衰减器与被测设备光接口接收端连接的光纤取下,接入光功率计,测出此时的光功率,即光接口的接收灵敏度。

b) 预期结果: 光接口的接收灵敏度应满足被测设备光接口模块的规定值。

8.1.4 光接口传输距离

测试设备各种不同类型光接口可传输的距离, 测试拓扑见图 5。

- a) 测试步骤:
 - 1) 将被测设备的 2 个光接口接入网络性能测试仪, 其中 1 路光接口的接收端通过光衰减器接入网络性能测试仪, 光衰减器初始值设置在最小位置, 光功率计接入该光接口的发送端, 测出此时的发送功率并记录为 P_1 ;
 - 2) 网络性能测试仪两个端口互相连续发送数据, 数据发送过程中缓慢增大光衰减器的衰减值, 观察测试仪两个端口数据的接收情况, 直到开始出现丢包时为止;
 - 3) 将光衰减器与被测设备连接的光纤取下, 接入光功率计, 测出此时的光功率并记录为 P_2 ;
 - 4) 根据公式 $L(km) = (P_1 - P_2) / a$ 计算光接口的理论传输距离, 其中 a 为光纤衰减常数, 光纤在 1310nm 和 1550nm 的衰减常数分别对应于 0.5dB/km 和 0.4dB/km。
- b) 预期结果: 光接口传输距离应满足被测设备光接口模块的规定值。

注 1: 被测设备与网络性能测试仪用相同的光模块进行测试。

注 2: 光纤衰减常数采用了 ITU-T G.652—2005 中第 7 章的相关规定。

8.2 接口链路的双工模式和自协商

测试设备的 FE/GE 接口和光以太网接口链路的双工模式和自协商功能, 测试拓扑见图 6。



图 6 接口链路的双工模式和自协商

- a) 测试步骤:
 - 1) 将被测设备的 1 个光以太网接口和 1 个 FE/GE 接口接入网络性能测试仪;
 - 2) 被测设备的光以太网接口和 FE/GE 接口设置为自协商模式, 网络性能测试仪的端口 1 和端口 2 的工作模式分别强制设置为 100、1000Mbit/s 的全双工和半双工模式, 在被测设备上查看接口协商成功的工作模式;
 - 3) 网络性能测试仪连接被测设备的两个端口之间互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长的数据流, 负载为双方接口协商成功的速率, 查看并记录数据的接收情况;
 - 4) 被测设备的光以太网接口和 FE/GE 接口分别强制设置为 100、1000Mbit/s 的全双工和半双工模式, 网络性能测试仪的端口 1 和端口 2 设置为自协商模式;
 - 5) 重复测试步骤 3)。
- b) 预期结果: 被测设备的光以太网接口和 FE/GE 接口可实现双工模式和自协商, 数据无丢失。

8.3 异步串口

测试设备的异步串口与其他设备异步串口的互通性, 测试拓扑见图 7。

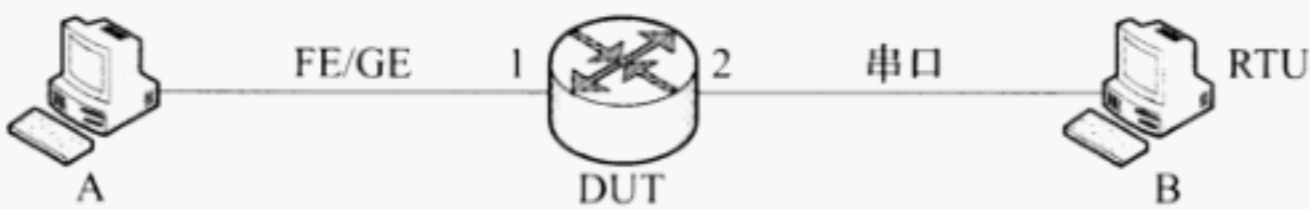


图 7 异步串口测试拓扑

- a) 测试步骤:
 - 1) 被测设备与 B 端 PC 机通过异步串口进行连接, 与 A 端 PC 机通过 FE/GE 接口连接, 其中

B 端的 PC 机用于模拟 RTU 设备；

- 2) A 端 PC 机启用串口服务器程序，将连接被测设备接口 1 的 IP 地址映射到串口，B 端 PC 机启用串口调试助手，被测设备接口 2 与 B 端 PC 机串口分别设置相同的速率（300bit/s～115 200bit/s）和奇、偶校验位，A、B 两端 PC 机通过 FE/GE、串口互相发送数据（CDT、101 等协议）；
- 3) 被测设备配置一个 VPN，并将接口 1 绑定至 VPN；
- 4) 重复测试步骤 2)。

b) 预期结果：应能实现异步串口与 FE/GE 接口的互通。

8.4 多链路捆绑功能

8.4.1 E1 接口链路捆绑

测试设备通过 PPP-Multilink 协议捆绑多个 E1 接口，增加带宽的功能，测试拓扑见图 8。

a) 测试步骤：

- 1) 两台被测设备用多条 E1 接口（优先选取跨槽位接口）对接，创建 PPP-Multilink 多链路捆绑接口（按支持的最大捆绑数配置）；
- 2) 网络性能测试仪双向发送 64bytes～1518bytes 随机帧长的数据流，负载为捆绑链路带宽，查看数据的接收情况；

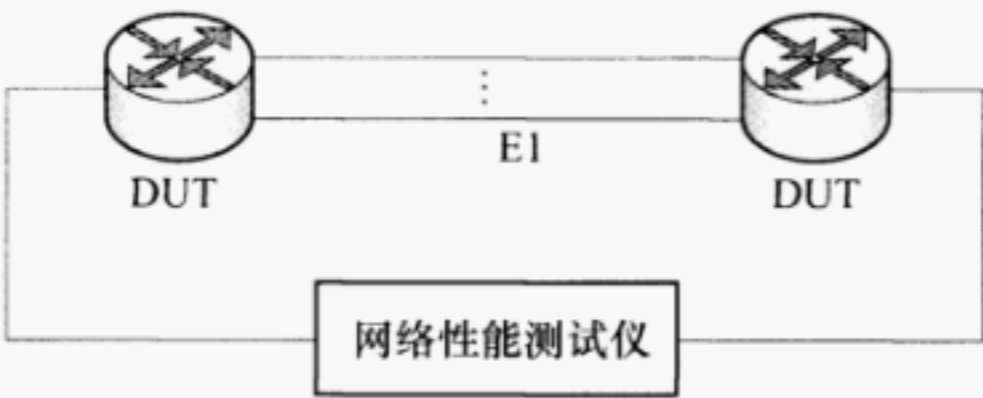


图 8 E1 接口链路捆绑测试拓扑

- 3) 网络性能测试仪发送数据的负载改变为捆绑链路带宽的一半，查看各绑定接口的负载分担情况。

b) 预期结果：捆绑链路带宽应为各捆绑接口带宽之和，各捆绑接口实现负载分担。

8.4.2 155Mbit/s cPOS 接口链路捆绑

测试设备 155Mbit/s cPOS 接口内多个 E1 的捆绑，通过 PPP-Multilink/HDLC 协议捆绑多个 E1 通道，增加带宽的功能，测试拓扑见图 9。

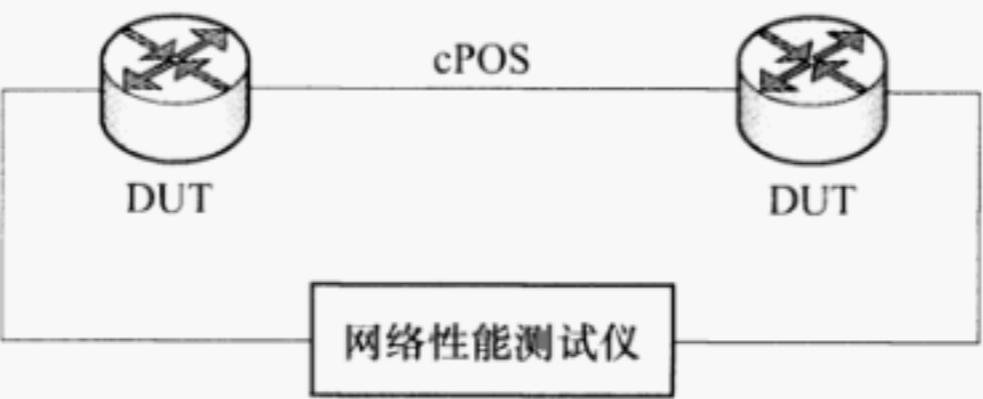


图 9 155Mbit/s cPOS 接口链路捆绑测试拓扑

a) 测试步骤：

- 1) 两台被测设备用一条 155Mbit/s cPOS 链路对接；
- 2) 分别配置两台被测设备，捆绑 155Mbit/s cPOS 接口内的多个 E1 通道（按支持的最大捆绑数配置）；
- 3) 网络性能测试仪端口互相发送 64bytes～1518bytes 随机帧长数据流，负载设置为捆绑链路的最大带宽，查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：捆绑链路带宽应为捆绑通道带宽之和。

8.4.3 155Mbit/s POS 接口链路捆绑

测试设备 155Mbit/s POS 接口通过 PPP-Multilink/HDLC 协议捆绑，增加带宽的功能，测试拓扑见图 10。

- a) 测试步骤：
- 1) 两台被测设备通过至少两个 155Mbit/s POS 接口（优先选取跨槽位接口）对接，并分别进行接口捆绑配置；

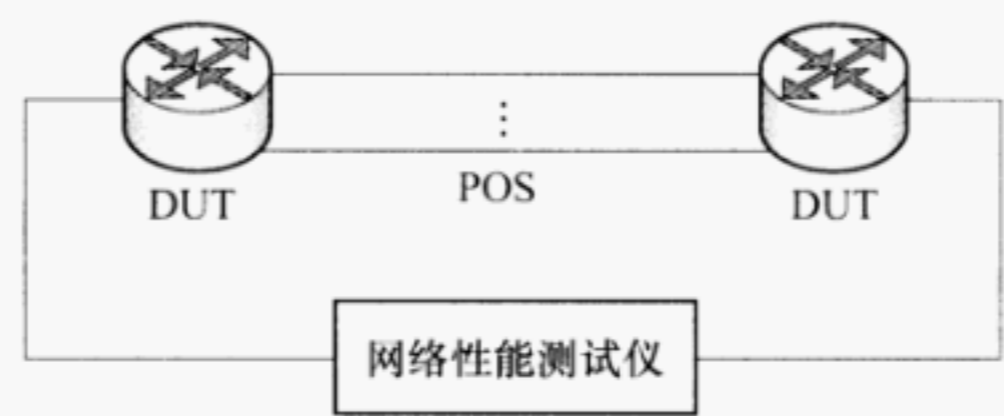


图 10 155Mbit/s POS 接口链路捆绑测试拓扑

- 2) 网络性能测试仪端口互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长数据流，负载设置为捆绑链路的最大带宽，查看并记录数据的接收情况；
 - 3) 网络性能测试仪发送数据的负载改变为捆绑链路带宽的一半，查看各绑定接口的负载分担情况。
- b) 预期结果：捆绑链路带宽应为各捆绑接口带宽之和，各捆绑接口实现负载分担。

8.5 接口误码率

测试设备各种接口（E1/FE/GE/155Mbit/s POS/155Mbit/s cPOS）的误码率，测试拓扑见图 11。



图 11 接口误码率测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 分别连接被测设备的两个 FE/GE/155Mbit/s POS/155Mbit/s cPOS 接口至网络性能测试仪的对应端口；
 - 2) 网络性能测试仪以接口吞吐量配置双向数据流并互相发送，查看并记录数据的接收情况，每种接口测试 10min；
 - 3) E1 接口的测试采用 2M 误码测试仪，测试步骤同上。
- b) 预期结果：误码率应为 0。

8.6 以太网接口交叉线、直连线适应性

测试设备以太网接口对交叉线、直连线的适应性，测试拓扑见图 12。



图 12 以太网接口交叉线、直连线适应性测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 将被测设备的以太网接口用交叉线连接到网络性能测试仪，查看双方端口的连接状态；

- 2) 将被测设备的以太网接口用直连线连接到网络性能测试仪，查看双方端口的连接状态。
- b) 预期结果：被测设备以太网接口应支持交叉线、直连线的连接。

9 协议及功能测试

9.1 RIPv2 协议测试

9.1.1 RIPv2 路由表容量

测试设备支持的 RIPv2 路由转发表容量，测试拓扑见图 13。

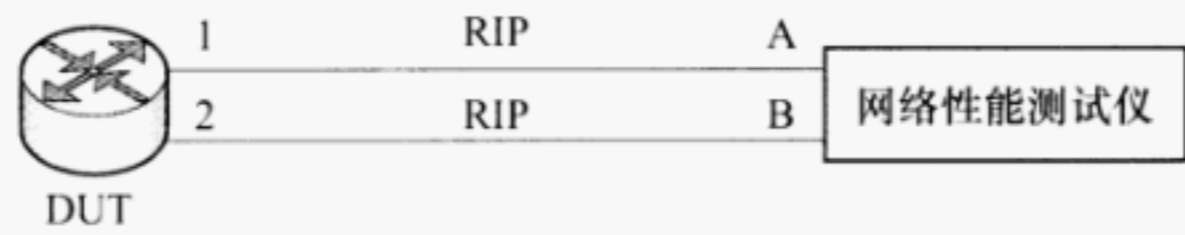


图 13 RIPv2 路由表容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 被测设备的接口 1、2 分别与网络性能测试仪建立 RIPv2 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪分别向被测设备接口 1、2 发布 RIPv2 路由，总数为被测设备 RIPv2 路由表容量的规定值；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备发送数据流，目的地址为已发布的 RIPv2 路由，查看数据的接收情况；
 - 4) 查看并记录被测设备路由表的统计信息。
- b) 预期结果：RIPv2 路由表容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.1.2 RIPv2 路由收敛性能

测试在由于网络拓扑改变使主路由不可达的情况下，设备完成 RIPv2 路由收敛和重定向转发流量到新路由上的时间，测试拓扑见图 14。

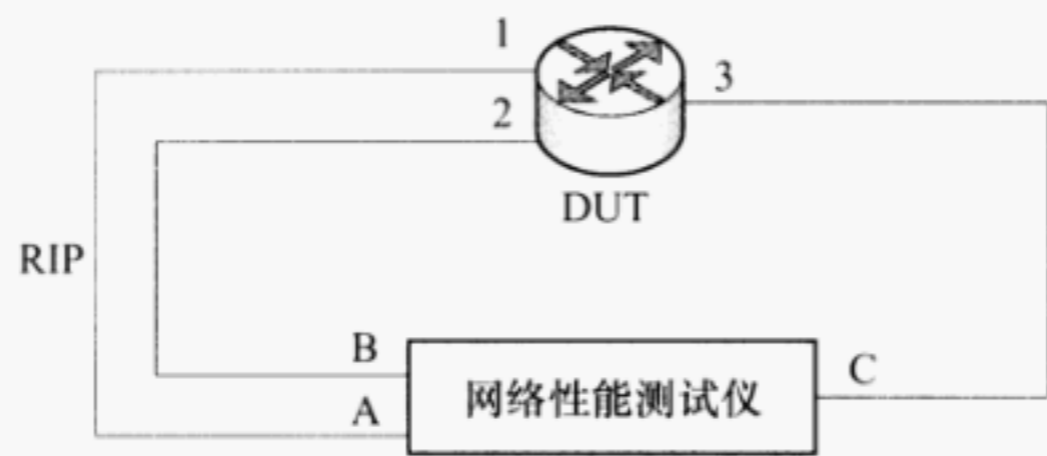


图 14 RIPv2 路由收敛性能测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 网络性能测试仪的 A、B 端口分别与被测设备的接口 1、2 建立 RIPv2 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪同时向被测设备的接口 1、2 发布 10 000 条相同路由，通过配置 Metric 值，设定接口 1 为主用路径，接口 2 为备选路径；
 - 3) 网络性能测试仪向被测设备的接口 3 发送数据流，目的地址为已发布的路由，帧长设置为 128bytes，负载设置为 100 000 帧/s，查看并记录数据的接收端口和接收报文统计；
 - 4) 切断主用路径，数据应能切换至备用路径，查看并记录数据接收端口的变化和丢包情况，根据丢包数量和发包速率计算路由收敛时间；
 - 5) 重复测试 3 次，计算收敛时间的平均值。
- b) 预期结果：RIPv2 路由收敛时间应满足被测设备的规定值。

注：测试接入路由器时发布 1000 条路由，负载设置为 10 000 帧/s。

9.1.3 RIPv2 多实例

测试 RIPv2 多实例功能，以支持 BGP/MPLS VPN 环境下 PE-CE 设备间运行动态路由，测试拓扑见图 15。

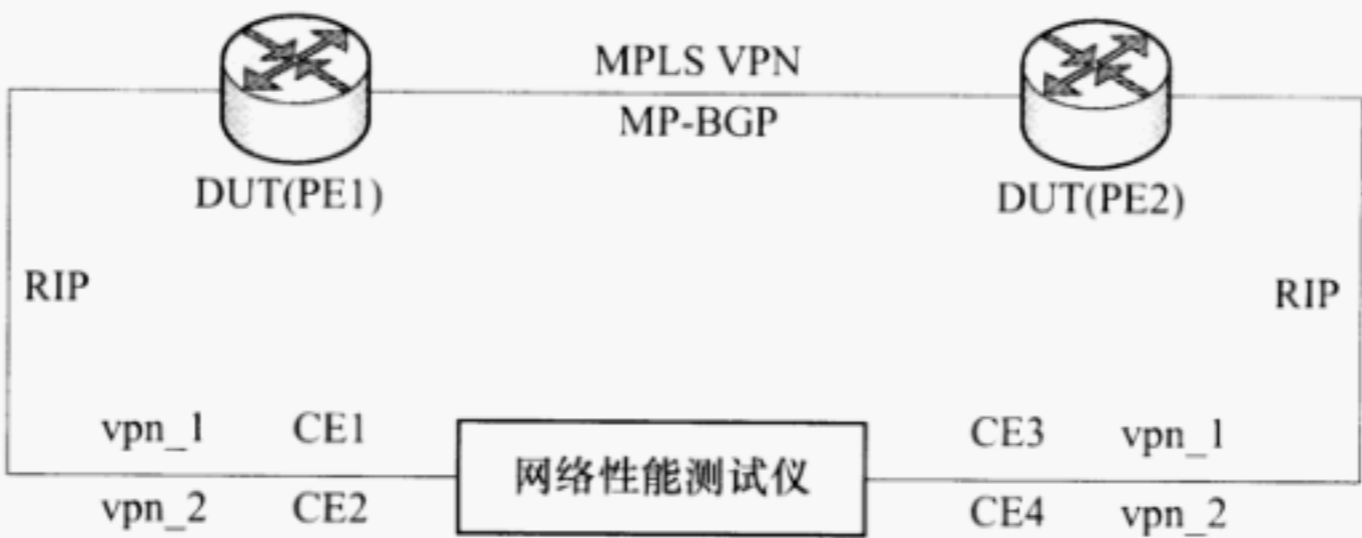


图 15 RIPv2 多实例测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 两台被测设备均配置为 PE，网络性能测试仪与被测设备连接的端口分别模拟两个 CE；
 - 2) 两台 PE 之间建立 MP-BGP 邻居，并配置 MPLS VPN 的相关参数；
 - 3) PE1 上运行 RIPv2 实例 vpn_1，与 CE1 建立 VPN 下的 RIPv2 连接，运行实例 vpn_2，与 CE2 建立 VPN 下 RIPv2 连接；
 - 4) PE2 上运行 RIPv2 实例 vpn_1，与 CE3 建立 VPN 下 RIPv2 连接，运行实例 vpn_2，与 CE4 建立 VPN 下 RIPv2 连接；
 - 5) 4 台 CE 设备运行 RIPv2 协议，并分别发布 100 条路由；
 - 6) 分别记录 4 台 CE 设备路由表条目。
- b) 预期结果:
- 1) PE1 和 PE2 可以配置 RIPv2 多实例接入不同的 CE 设备，并且可以将 RIPv2 学习到的路由通过 BGP VPNv4 传递到其他站点，也可以引入从其他站点学习到的 VPN 路由；
 - 2) CE1 和 CE3 可以互相学习到路由，CE2 和 CE4 可以互相学习到路由。

9.2 OSPF 协议测试

9.2.1 OSPF 路由表容量

测试设备在单 Area 域内支持的 OSPF 路由转发表容量，测试拓扑见图 16。

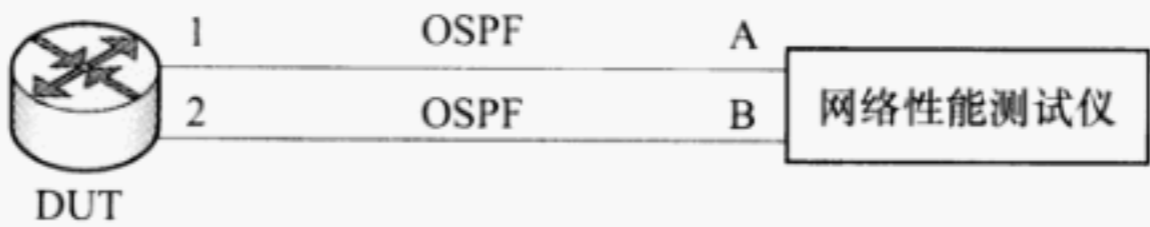


图 16 OSPF 路由表容量测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 配置被测设备与网络性能测试仪在相同 Area 域，被测设备的接口 1、2 分别与网络性能测试仪建立 OSPF 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪接口 A、B 分别向被测设备的接口 1、2 发布路由，总数为被测设备 OSPF 路由表容量的规定值；
 - 3) 查看并记录被测设备的 OSPF 路由表统计信息；
 - 4) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备端口 1、2 发送数据流，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果: OSPF 路由表容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.2.2 OSPF 邻居容量

测试设备支持的 OSPF 邻居数量，测试拓扑见图 16。

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪接口 A 模拟 N-1 个 CE，并配置 OSPF 协议，被测设备接口 1 配置 N-1 个子接口并配置 OSPF 协议，网络性能测试仪端口 B 模拟一个 CE 与被测设备建立 OSPF 邻居，N 为被测设备规定的 OSPF 邻居数量；

- 2) 网络性能测试仪端口 A 模拟的 CE 分别与被测设备配置的子接口建立 OSPF 邻居，并向每个邻居发布 10 条路由；
 - 3) 在被测设备上查看成功建立的 OSPF 邻居的数量；
 - 4) 网络性能测试仪向被测设备的接口 1、2 发送流量，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：OSPF 邻居容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.2.3 OSPF 路由通告学习

测试设备对不同类型 LSA 泛洪的支持，测试拓扑见图 16。

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备接口 1 与网络性能测试仪接口 A 建立 OSPF 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪分别向被测设备接口 1 发布 4 种不同类型的 LSA（Type1、Type3、Type5 和 Type7）各 100 条；
 - 3) 网络性能测试仪向被测设备的接口 2 发送数据流，目的地址为已发布的 LSA，查看数据的接收情况；
 - 4) 在被测设备上查看生成的路由表。
- b) 预期结果：被测设备对不同类型的 LSA 可生成路由，数据转发应无丢失。
- 注：Type1（Router-LSA）：由每个路由器产生，描述了路由器的链路状态和开销，在所属的区域内传播；Type3（Network-summary-LSA）：由 ABR 产生，描述区域内某个网段的路由，并通告给其他相关区域；Type5（AS-external-LSA）：由 ASBR 产生，描述到 AS 外部的路由，通告到所有的区域（除了 Stub 区域和 NSSA 区域）；Type7（NSSA LSA）：由 ASBR 产生，描述到 AS 外部的路由，仅在 NSSA 区域内传播。

9.2.4 OSPF 的 MD5 认证

测试 OSPF 协议的 MD5 认证功能，测试拓扑见图 17。



图 17 OSPF 的 MD5 认证测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备与网络性能测试仪的互连接口分别配置 OSPF 协议；
 - 2) 网络性能测试仪接口配置 OSPF 协议的 MD5 认证，被测设备接口不开启 MD5 认证，查看并记录 OSPF 邻居的建立情况；
 - 3) 网络性能测试仪与被测设备连接端口均开启 OSPF 协议的 MD5 认证，分别配置密码不同和相同的明文、密文方式，查看并记录 OSPF 邻居的建立情况。
- b) 预期结果：仅一端开启 MD5 认证，无法建立邻居，两端均开启 MD5 认证，且密码相同才可建立邻居。

9.2.5 OSPF 负载均衡

测试 OSPF 负载均衡功能，测试拓扑见图 18。

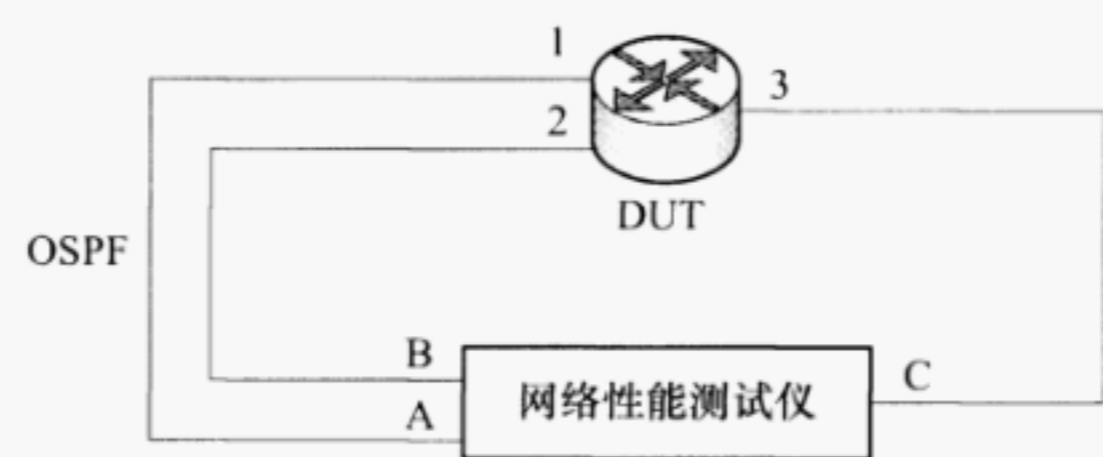


图 18 OSPF 负载均衡测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪的 A、B 端口各模拟一个 CE，分别与被测设备的接口 1、2 建立 OSPF 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪的 A、B 两个端口分别发布 1000 条相同的路由;
 - 3) 网络性能测试仪向被测设备接口 3 发送数据流，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况;
 - 4) 在被测设备上查看接口 1、2 接收数据的流量统计情况。
- b) 预期结果: 被测设备两个接口平均分担数据，实现负载均衡。

9.2.6 OSPF 路由收敛性能

测试在由于网络拓扑改变使主路由不可达的情况下，设备完成 OSPF 路由收敛和重定向转发流量到新的路由上的时间，测试拓扑见图 18。

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪的 A、B 分别与被测设备的接口 1、2 建立 OSPF 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪的端口 A、B 同时向被测设备的接口 1、2 发布 10 000 条相同路由，通过设置 Metric 值，设定接口 1 为主用路径，接口 2 为备选路径;
 - 3) 网络性能测试仪向被测设备的接口 3 发送数据流，目的地址为已发布的路由，帧长设置为 128bytes，负载设置为 100 000 帧/s，查看数据的接收端口和接收报文统计;
 - 4) 切断主用路径，数据应能切换至备用路径，查看数据接收端口的变化和丢包情况统计，根据丢包数量和发包速率计算路由收敛时间;
 - 5) 重复测试 3 次，计算收敛时间的平均值。
- b) 预期结果: OSPF 路由收敛时间应满足被测设备规定值。

注: 测试接入路由器时发布 1000 条路由，负载设置为 10 000 帧/s。

9.2.7 OSPF 外部路由汇总

测试 OSPF 路由聚合功能，以减少在域内外部路由传递的数量，测试拓扑见图 19。

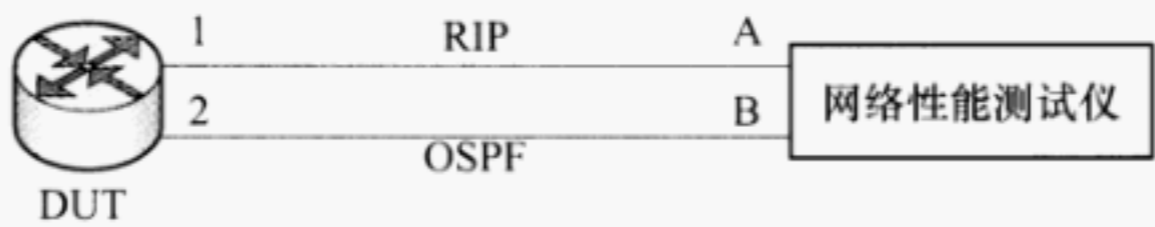


图 19 OSPF 外部路由汇总测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 A、B 分别与被测设备的接口 1、2 建立 RIPv2 邻居和 OSPF 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 发布 100 条 RIPv2 路由，被测设备配置将 RIP 路由导入 OSPF，网络性能测试仪的端口 B 使能路由查看功能，查看并记录收到的路由表;
 - 3) 被测设备配置 OSPF 对外部路由进行汇总，在网络性能测试仪的端口 B 查看并记录接收到的路由表，比较路由表在汇总前后的变化。
- b) 预期结果:
- 1) 测试步骤 2) 中网络性能测试仪端口 B 接收到 100 条路由;
 - 2) 测试步骤 3) 中网络性能测试仪端口 B 接收到 1 条聚合路由。

9.2.8 OSPF 多实例

测试 OSPF 的多实例功能，以支持 BGP/MPLS VPN 环境下 PE-CE 设备间运行动态路由，测试拓扑见图 20。

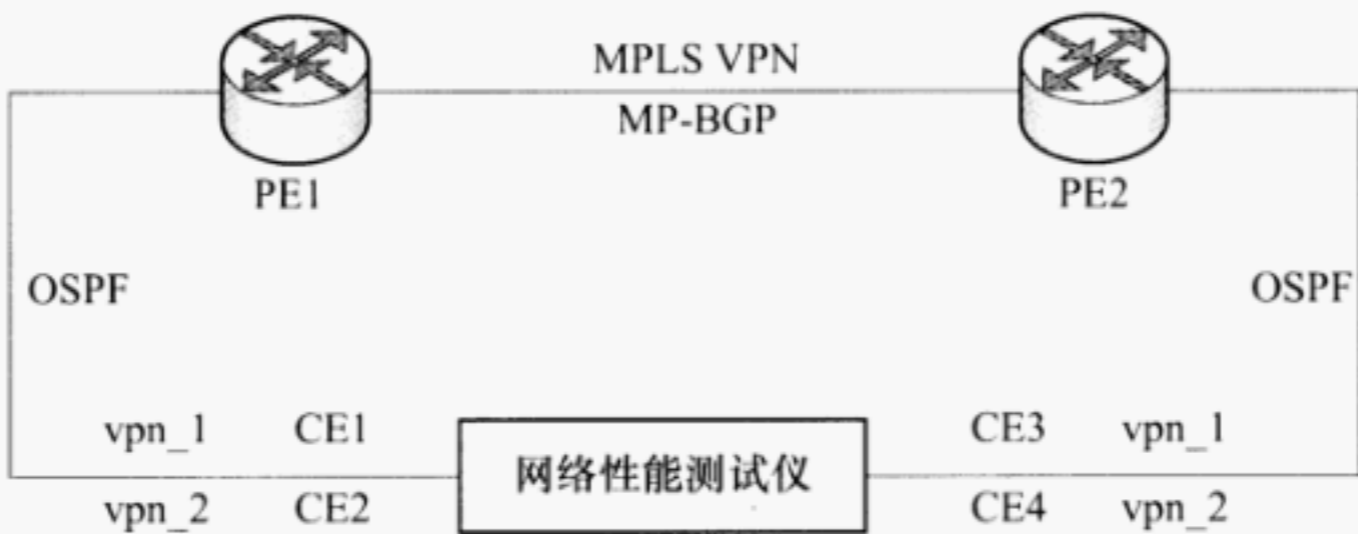


图 20 OSPF 多实例测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 两台被测设备均配置为 PE，网络性能测试仪与被测设备连接的端口分别模拟两个 CE；
 - 2) 两台 PE 之间建立 MP-BGP 邻居，并配置 MPLS VPN 的相关参数；
 - 3) PE1 上运行 OSPF 实例 vpn_1，与 CE1 建立 VPN 下的 OSPF 连接，运行实例 vpn_2，与 CE2 建立 VPN 下的 OSPF 连接；
 - 4) PE2 上运行 OSPF 实例 vpn_1，与 CE3 建立 VPN 下的 OSPF 连接，运行实例 vpn_2，与 CE4 建立 VPN 下的 OSPF 连接；
 - 5) 4 台 CE 设备运行 OSPF 协议，并分别发布 100 条路由；
 - 6) 分别记录 4 台 CE 设备路由表条目。
- b) 预期结果:
- 1) PE1 和 PE2 可以配置 OSPF 多实例接入不同的 CE 设备，并且可以将 OSPF 学习到的路由通过 BGP VPNv4 路由传递到其他站点，也可以引入从其他站点学习到的 VPN 路由；
 - 2) CE1 和 CE3 可以互相学习到路由，CE2 和 CE4 可以互相学习到路由。

9.2.9 OSPF GR 功能

测试 OSPF 协议的 GR 功能，测试拓扑见图 21。

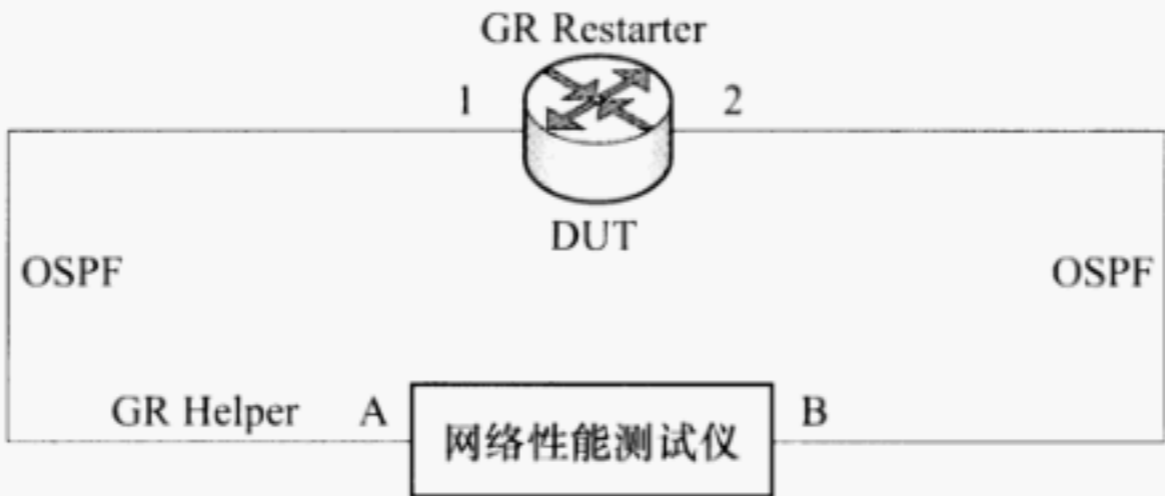


图 21 OSPF GR 功能测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备的接口 1、2 分别与网络性能测试仪的端口 A、B 建立 OSPF 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 B 发布 5000 条 OSPF 路由，端口 A 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 3) 被测设备分别进行主控板的基于命令行的主备倒换和硬件插拔的主备倒换操作，查看并记录主备倒换操作过程中数据的丢失情况；
 - 4) 被测设备使能 RFC 标准 OSPF GR Restarter 功能，网络性能测试仪端口 A 使能 RFC 标准 GR Helper 功能；
 - 5) 重复测试步骤 3)。
- b) 预期结果:
- 1) 未开启 OSPF GR 功能，主控板主备倒换过程中数据出现丢失；
 - 2) 开启 OSPF GR 功能后，主控板主备倒换过程中数据应无丢失。

9.2.10 OSPF NSR 功能

测试 OSPF 协议的 NSR 功能，测试拓扑见图 16。

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备的接口 1 与网络性能测试仪端口 A 建立 OSPF 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 发布规定数量的 OSPF 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 3) 被测设备使能 OSPF 的 NSR 功能；
 - 4) 被测设备分别进行主控板的基于命令行的主备倒换和硬件插拔的主备倒换操作，查看并记录被测设备的主备实时备份状态、OSPF 邻居状态和主备倒换操作过程中数据的丢失情况。
- b) 预期结果：主控板的主备倒换过程中数据转发应无丢失。

注：测试核心路由器时发布 50 万条路由，测试骨干/汇聚路由器时发布 10 万条路由。

9.3 ISIS 协议测试

9.3.1 ISIS 路由表容量

测试设备支持的 ISIS 路由转发表容量，测试拓扑见图 22。

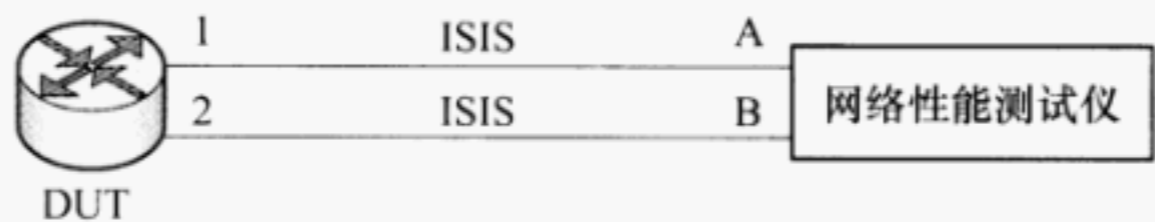


图 22 ISIS 路由容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备接口 1、2 分别与网络性能测试仪端口建立 ISIS 邻居，并属于相同 Level；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别发布 ISIS 路由器，总数为被测设备路由表容量的规定值；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备的接口 1、2 发送数据流，目的地址为已通告的 ISIS 路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 4) 查看并记录被测设备路由表的统计信息。
- b) 预期结果：ISIS 路由容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.3.2 ISIS 邻居容量

测试设备支持的 ISIS 邻居数量，测试拓扑见图 22。

- a) 测试步骤：
- 1) 网络性能测试仪接口 A 模拟 $N-1$ 个 CE 并配置 ISIS 协议，被测设备接口 1 配置 $N-1$ 个子接口并配置 ISIS 协议，网络性能测试仪端口 B 模拟一个 CE 与被测设备建立 ISIS 邻居， N 为被测设备规定的 ISIS 邻居数量；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 模拟的 CE 分别与被测设备配置的子接口建立 ISIS 邻居，并向每个邻居发布 10 条路由；
 - 3) 在被测设备上查看成功建立的 ISIS 邻居的数量；
 - 4) 网络性能测试仪向被测设备的接口 1、2 发送数据，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：ISIS 邻居容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.3.3 ISIS 的 MD5 认证

测试 ISIS 协议的 MD5 认证功能，测试拓扑见图 23。

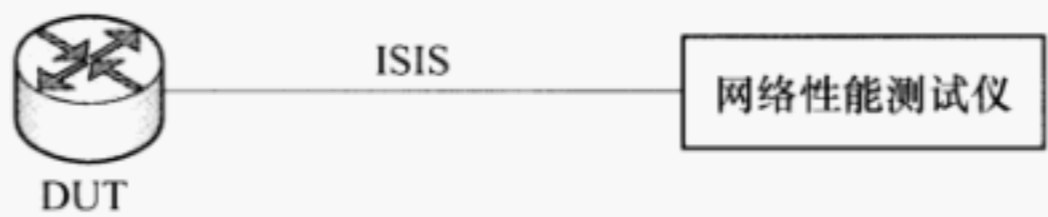


图 23 ISIS 的 MD5 认证测试拓扑

- a) 测试步骤:
 - 1) 被测设备与网络性能测试仪的互连接口分别配置 ISIS 协议;
 - 2) 网络性能测试仪接口配置 ISIS 协议的 MD5 认证, 被测设备接口不开启 MD5 认证, 查看并记录 ISIS 邻居的建立情况;
 - 3) 网络性能测试仪与被测设备连接端口均开启 ISIS 协议的 MD5 认证, 分别配置密码不同和相同的明文、密文方式, 查看并记录 ISIS 邻居的建立情况。
- b) 预期结果: 仅一端开启 MD5 认证, 无法建立邻居, 两端均开启 MD5 认证, 且密码相同才可建立邻居。

9.3.4 ISIS 负载均衡

测试 ISIS 负载均衡功能, 测试拓扑见图 24。

- a) 测试步骤:
 - 1) 网络性能测试仪的 A、B 端口分别与被测设备的接口 1、2 建立 ISIS 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪的 A、B 两个端口分别发布 1000 条相同的路由给被测设备;

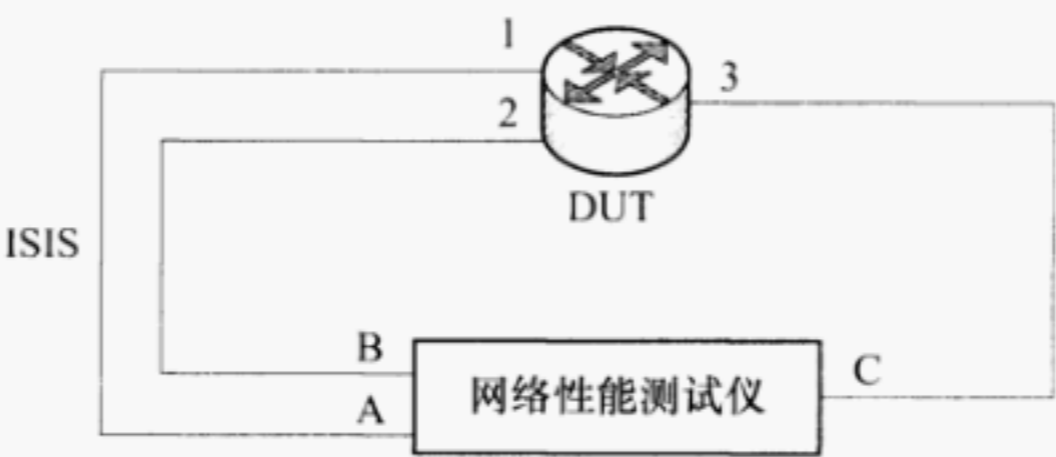


图 24 ISIS 负载均衡测试拓扑

- 3) 网络性能测试仪向被测设备的接口 3 发送数据流, 目的地址为已发布的路由, 负载为端口线速, 查看数据流的接收情况;
 - 4) 在被测设备上查看接口 1、2 接收数据的流量统计情况。
- b) 预期结果: 被测设备两个接口平均分担数据流, 实现负载均衡。

9.3.5 ISIS 路由收敛性能

测试在由于网络拓扑改变使主路由不可达的情况下, 设备完成 ISIS 路由收敛和重定向转发流量到新的路由上的时间, 测试拓扑见图 24。

- a) 测试步骤:
 - 1) 网络性能测试仪的 A、B 分别与被测设备的接口 1、2 建立 ISIS 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪的接口 A、B 同时向被测设备的接口 1、2 发布 10 000 条相同路由, 通过设置 Metric 值, 设定接口 1 为主用路径, 接口 2 为备选路径;
 - 3) 网络性能测试仪向被测设备的接口 3 发送数据流, 目的地址为已发布的路由, 帧长设置为 128bytes, 负载设置为 100 000 帧/s, 查看数据的接收端口和接收报文统计;
 - 4) 切断主用路径, 数据应能切换至备用路径, 查看数据接收端口的变化和丢包情况统计, 根据丢包数量和发包速率计算路由收敛时间;
 - 5) 重复测试 3 次, 计算收敛时间的平均值。
- b) 预期结果: ISIS 路由收敛时间应满足被测设备规定值。

注: 测试接入路由器时发布 1000 条路由, 负载设置为 10 000 帧/s。

9.3.6 ISIS GR 功能

测试 ISIS 协议的 GR 功能, 测试拓扑见图 25。

- a) 测试步骤:
 - 1) 被测设备的接口 1、2 分别与网络性能测试仪的端口 A、B 建立 ISIS 邻居;

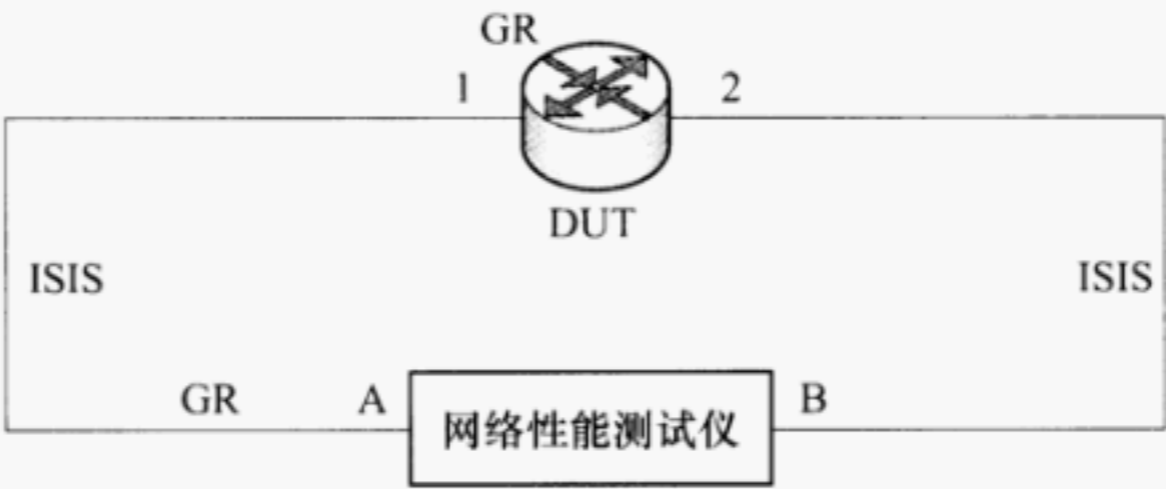


图 25 ISIS GR 功能测试拓扑

- 2) 网络性能测试仪端口 B 发布 5000 条 ISIS 路由，端口 A 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 3) 被测设备分别进行主控板的基于命令行的主备倒换和硬件插拔的主备倒换操作，查看并记录主备倒换操作过程中数据的丢失情况；
 - 4) 被测设备使能 ISIS GR 功能，网络性能测试仪端口 A 使能 ISIS GR 功能；
 - 5) 重复测试步骤 3)。
- b) 预期结果：
- 1) 未开启 ISIS GR 功能，主控板主备倒换过程中出现数据丢失；
 - 2) 开启 ISIS GR 功能后，主控板主备倒换过程中不应出现数据丢失。

9.3.7 ISIS NSR 功能

测试 ISIS 协议的 NSR 功能，测试拓扑见图 22。

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备的接口 1 与网络性能测试仪端口 A 建立 ISIS 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 发布规定数量的 ISIS 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 3) 被测设备使能 ISIS 的 NSR 功能；
 - 4) 被测设备分别进行主控板的基于命令行的主备倒换和硬件插拔的主备倒换操作，查看并记录被测设备的主备实时备份状态、ISIS 邻居状态和主备倒换操作过程中数据的丢失情况。
- b) 预期结果：主控板的主备倒换过程中数据转发应无丢失。

注：测试核心路由器时发布 50 万条路由，测试骨干/汇聚路由器时发布 10 万条路由。

9.3.8 ISIS 多实例

测试 ISIS 多实例功能，以支持 BGP/MPLS VPN 环境下 PE-CE 设备间运行动态路由，测试拓扑见图 26。

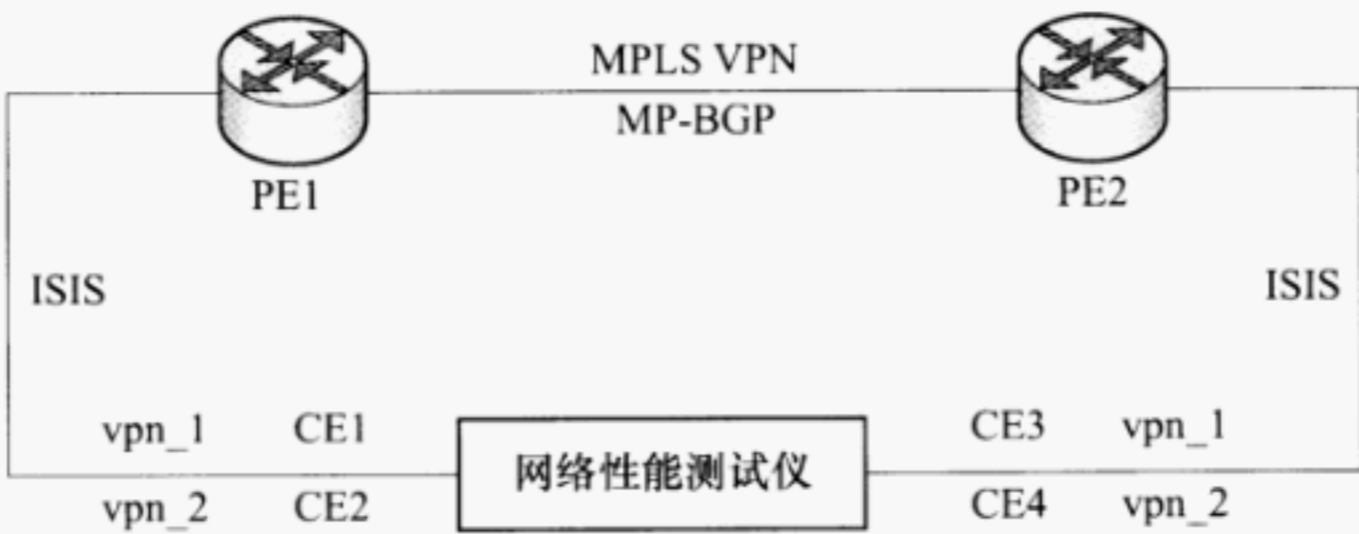


图 26 ISIS 多实例测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 两台被测设备均配置为 PE，网络性能测试仪与被测设备连接的端口分别模拟两台 CE；
 - 2) 两台 PE 之间建立 MP-BGP 邻居，并配置 MPLS VPN 的相关参数；
 - 3) PE1 上运行 ISIS 实例 vpn_1，与 CE1 建立 VPN 下的 ISIS 连接，运行实例 vpn_2，与 CE2

建立 VPN 下的 ISIS 连接；

- 4) PE2 上运行 ISIS 实例 vpn_1，与 CE3 建立 VPN 下的 ISIS 连接，运行实例 vpn_2，与 CE4 建立 VPN 下的 ISIS 连接；
 - 5) 4 台 CE 设备运行 ISIS 协议，并分别发布 100 条路由；
 - 6) 分别记录 4 台 CE 设备路由表条目。
- b) 预期结果：
- 1) PE1 和 PE2 可以配置 ISIS 多实例接入不同的 CE 设备，并且可以将 ISIS 学习到的路由通过 BGP VPNv4 路由传递到其他站点，也可以引入从其他站点学习到的 VPN 路由；
 - 2) CE1 和 CE3 可以互相学习到路由，CE2 和 CE4 可以互相学习到路由。

9.4 BGP 协议测试

9.4.1 BGP 路由表容量

测试设备支持的 BGP 路由转发表容量，测试拓扑见图 27。

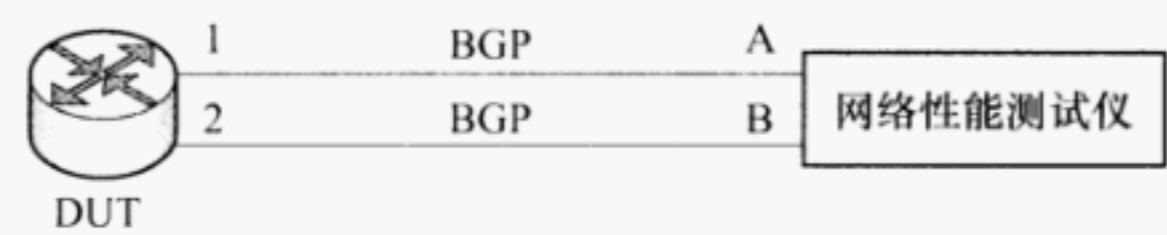


图 27 BGP 路由表容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备的接口 1、2 分别和网络性能测试仪的端口 A、B 建立 EBGP 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别发布 BGP 路由，总数为被测设备路由转发表的规定值；
 - 3) 查看并记录被测设备的 BGP 路由表统计信息；
 - 4) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备接口 1、2 发送数据，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：BGP 路由表容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.4.2 BGP 邻居容量

测试设备支持的 BGP 邻居数量，测试拓扑见图 27。

- a) 测试步骤：
- 1) 网络性能测试仪接口 A 模拟 N-1 个 CE，并配置 BGP 协议，被测设备接口 1 配置 N-1 个子接口，N 为被测设备规定的 BGP 邻居数量；
 - 2) 被测设备配置一个 VPN，将接口 1 的全部子接口和接口 2 绑定至 VPN；
 - 3) 被测设备接口 1 配置的子接口和接口 2 分别与网络性能测试仪模拟的 CE 建立 VPN 下的 BGP 邻居，并配置为反射器，网络性能测试仪端口 A 向每个邻居发布 100 条路由；
 - 4) 在被测设备上查看成功建立的 BGP 邻居的数量；
 - 5) 网络性能测试仪向被测设备的接口 2 发送流量，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：BGP 邻居容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

注：路由发布及邻居建立过程中查看被测设备 CPU 的占用率。

9.4.3 RR 路由反射容量

测试设备支持的 RR 路由反射容量，测试拓扑见图 28。

- a) 测试步骤：
- 1) 配置网络性能测试仪 A 与被测设备 R1 的接口 1 建立 IBGP 邻居，R1 配置路由反射功能，R1、R2 之间建立 IBGP 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 发布 BGP 路由，数量为被测设备规定的最大反射路由数量，在设备 R2 上查看接收到的反射路由总数；

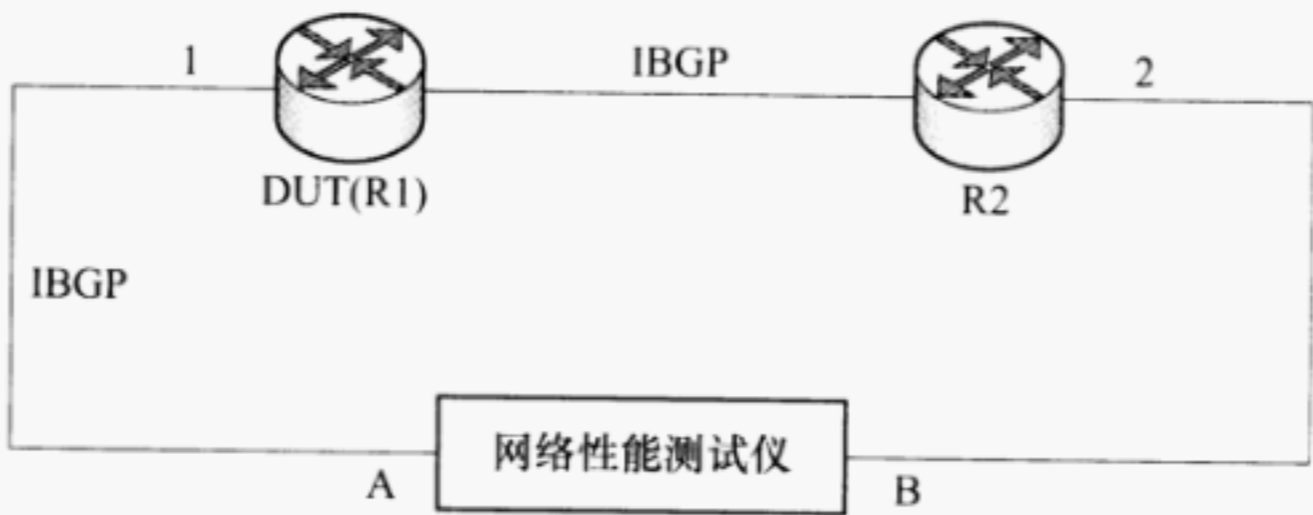


图 28 RR 路由反射容量测试拓扑

- 3) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，负载为端口线速，查看并记录数据的接收情况。
- b) 预期结果：RR 路由反射容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.4.4 BGP AS-path 过滤属性

测试通过 BGP 的 AS-path 属性控制路由传递范围的功能，测试拓扑见图 29。

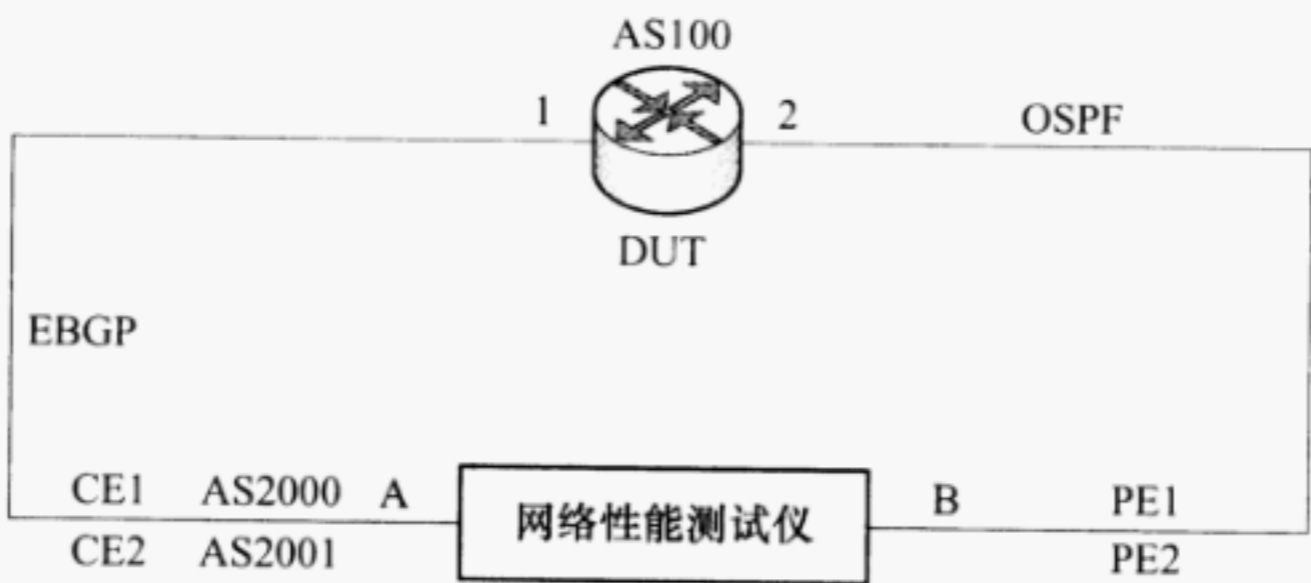


图 29 BGP AS-path 过滤属性测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 被测设备接口 1 配置两个子接口，网络性能测试仪端口 A 模拟两个 CE，分别与被测设备的两个子接口建立 EBGP 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 B 模拟两个 PE，与被测设备建立 OSPF 邻居，PE1、PE2 使能路由查看功能；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 向两个子接口分别发布以下不同网段的路由，在 PE1、PE2 上查看并记录接收到的路由，发布的路由按以下进行配置：
 - CE1 发布 10 条 1.0.0.0 网段的路由，AS-path 属性：2000；
 - CE2 发布 10 条 2.0.0.0 网段的路由，AS-path 属性：2001，500；
 - 4) 被测设备应用路由策略，匹配正则表达式^2000，使被测设备向 PE1 只传递 AS2000 起源的路由；
 - 5) 被测设备应用路由策略，匹配正则表达式 500\$，使被测设备向 PE2 只传递最后经过 AS500 的路由；
 - 6) 在 PE1、PE2 上查看并记录接收到的路由。
- b) 预期结果：
 - 1) 匹配策略前 PE1、PE2 能收到所有路由；
 - 2) 匹配 AS-path 正则表达式^2000 和 500\$后，PE1 只收到 1.0.0.0 网段的路由，PE2 只收到 2.0.0.0 网段的路由。

9.4.5 BGP local-preference 属性

测试通过 local-preference 属性控制 BGP 路径选择的功能，测试拓扑见图 30。

- a) 测试步骤：

- 1) 被测设备接口 1 配置两个子接口，网络性能测试仪端口 A 模拟两个 CE，分别与被测设备的两个子接口建立 EBGp 邻居；

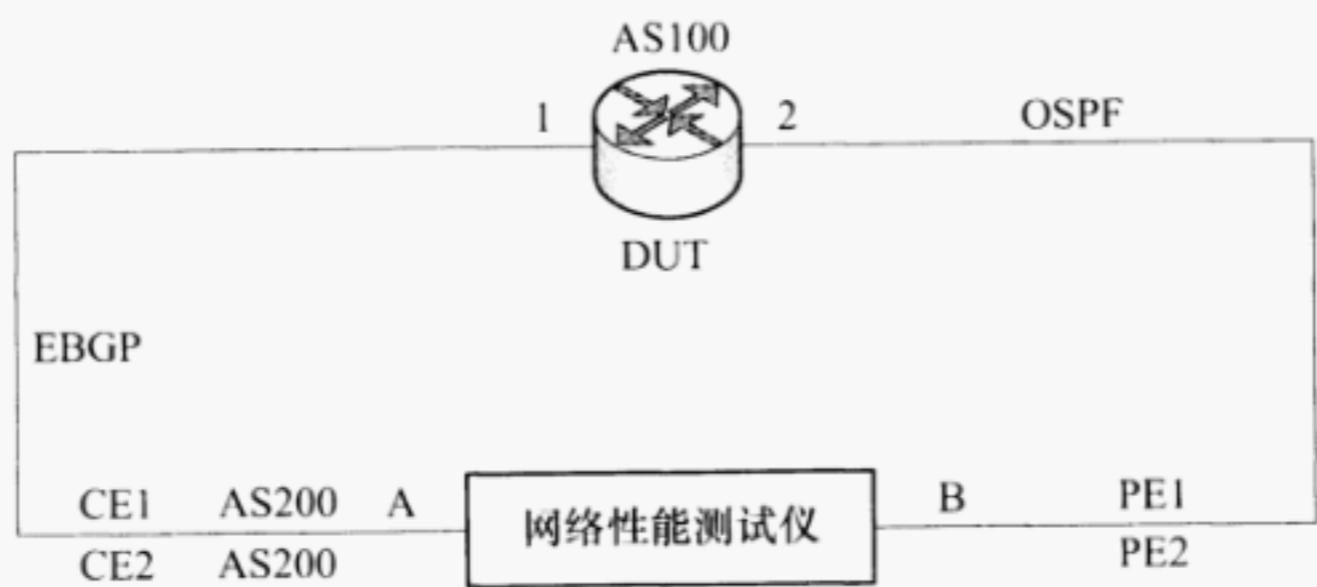


图 30 BGP local-preference 属性测试拓扑

- 2) 网络性能测试仪端口 B 模拟两个 PE，与被测设备建立 OSPF 连接；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 模拟的 CE1、CE2 分别向被测设备发布 1.0.0.0 网段的 10 条路由；
 - 4) 被测设备采用 ip-prefix 属性配置路由策略，使得 PE1 导入路由时标记 local-preference 的属性值为 150，PE2 导入路由时标记 local-preference 的属性值为 100，在被测设备上查看并记录接收到的路由信息；
 - 5) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流，负载为端口线速，在端口 A 查看 CE1 和 CE2 数据的接收情况，确定流量路径；
 - 6) 被测设备采用 ip-prefix 属性配置路由策略，使得 PE1 导入路由时标记 local-preference 的属性值为 100，PE2 导入路由时标记 local-preference 的属性值为 150，在被测设备上查看并记录接收到的路由信息；
 - 7) 重复测试步骤 5)。
- b) 预期结果：
- 1) 测试步骤 5)，流量经过 CE1 到达目的网段；
 - 2) 测试步骤 7)，流量经过 CE2 到达目的网段。

9.4.6 BGP MED 属性

测试设备可通过 MED 属性控制 BGP 路径的选择，测试拓扑见图 30。

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备接口 1 配置 2 个子接口，网络性能测试仪端口 A 模拟两个 CE，分别与被测设备的两个子接口建立 EBGp 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 B 模拟两个 PE，与被测设备建立 OSPF 连接；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 模拟的 CE1、CE2 分别向被测设备发布 1.0.0.0 网段的 10 条路由；
 - 4) 被测设备配置路由策略，使得 PE1 导入路由时标记 MED 属性值为 150，PE2 导入路由时标记 MED 属性值为 100，在被测设备上查看并记录接收到的路由信息；
 - 5) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流，负载为端口线速，在端口 A 查看 CE1 和 CE2 数据流的接收情况，确定流量路径；
 - 6) 被测设备配置路由策略，使得 PE1 导入路由时标记 MED 属性值为 100，PE2 导入路由时标记 MED 属性值为 150，在被测设备上查看并记录接收到的路由信息；
 - 7) 重复测试步骤 5)。
- b) 预期结果：
- 1) 测试步骤 5)，流量经过 CE2 到达目的网段；
 - 2) 测试步骤 7)，流量经过 CE1 到达目的网段。

9.4.7 BGP 标准 community 属性

测试设备对常用标准团体属性（no-advertise, no-export, no-export-subconfed）的支持，以便于 BGP 路由策略的部署，用来控制 BGP 路由传递，测试拓扑见图 31。

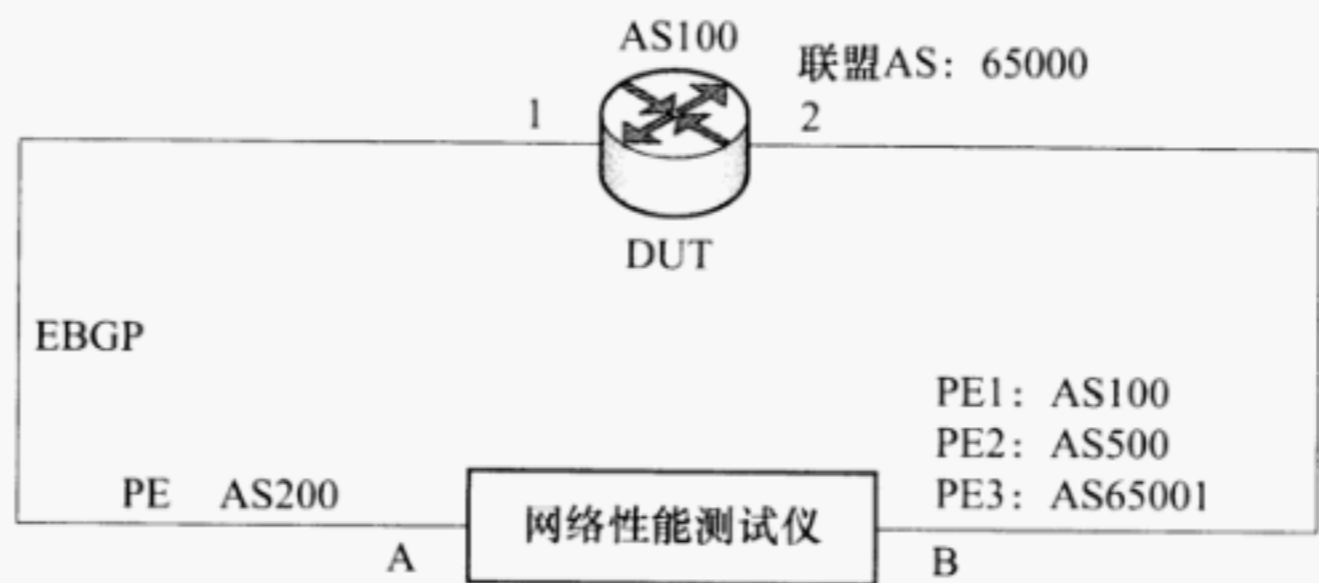


图 31 BGP 标准 community 属性测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 A 模拟 1 个 PE 与被测设备建立 EBGP 邻居，端口 B 模拟 3 个设备分别与设备接口 2 建立 IBGP、联盟外 EBGP 和联盟内 EBGP 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪接口 A 向被测设备接口 1 发布 30 条路由，分别设置于 3 个网段，10 条 1.0.0.0 网段路由、10 条 2.0.0.0 网段路由、10 条 3.0.0.0 网段路由；
 - 3) 被测设备配置标准 community 参数，配置 1.0.0.0 网段路由为 no-advertise 属性，2.0.0.0 网段路由为 no-export 属性，3.0.0.0 网段路由为 no-export-subconfed 属性；
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 使能路由查看功能，记录配置标准 community 参数后端口 B 接收到的路由条目情况。
- b) 预期结果:
- 1) PE1 能收到 2.0.0.0 和 3.0.0.0 网段的路由；
 - 2) PE2 收不到路由；
 - 3) PE3 能收到 2.0.0.0 网段的路由。

注：no-advertise 属性的应用可以控制路由不再传递任何 BGP 邻居；no-export 属性的应用不向 AS 外发送匹配的路由，但发布给其他子自治系统；no-export-subconfed 属性的应用不向 AS 外发送匹配的路由，也不发布给其他子自治系统。

9.4.8 BGP 自定义 community 属性

测试设备对自定义团体属性的支持，以便于 BGP 路由策略的部署，用来控制 BGP 路由传递，测试拓扑见图 32。

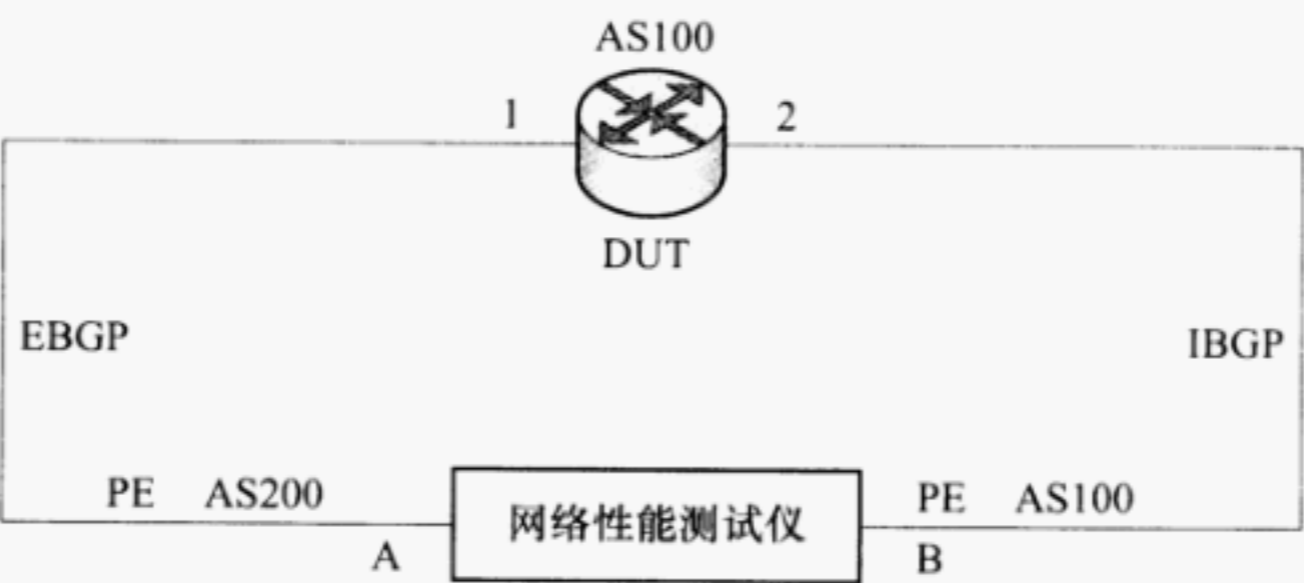


图 32 BGP 自定义 community 属性测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 A 与被测设备接口 1 建立 EBGP 邻居，网络性能测试仪端口 B 与被测设备建立 IBGP 邻居；

- 2) 网络性能测试仪端口 A 发布 10 条 BGP 路由，端口 B 使能由于查看功能，查看并记录接收到的路由信息；
- 3) 被测设备上配置路由策略，应用自定义 community，将 EBGP 邻居传递过来的路由上标记自定义的 community 参数后再传递到网络性能测试仪的 IBGP 邻居端；
- 4) 在网络性能测试仪端口 B 再次查看接收到的 BGP 路由信息，比较自定义 community 属性应用前后路由表信息的变化。

b) 预期结果：测试步骤 4) 中来自 AS200 的路由被正确标记，并传递到了 AS100 内。

9.4.9 BGP VPN 路由聚合

测试设备的 BGP VPN 路由聚合功能，测试拓扑见图 33。

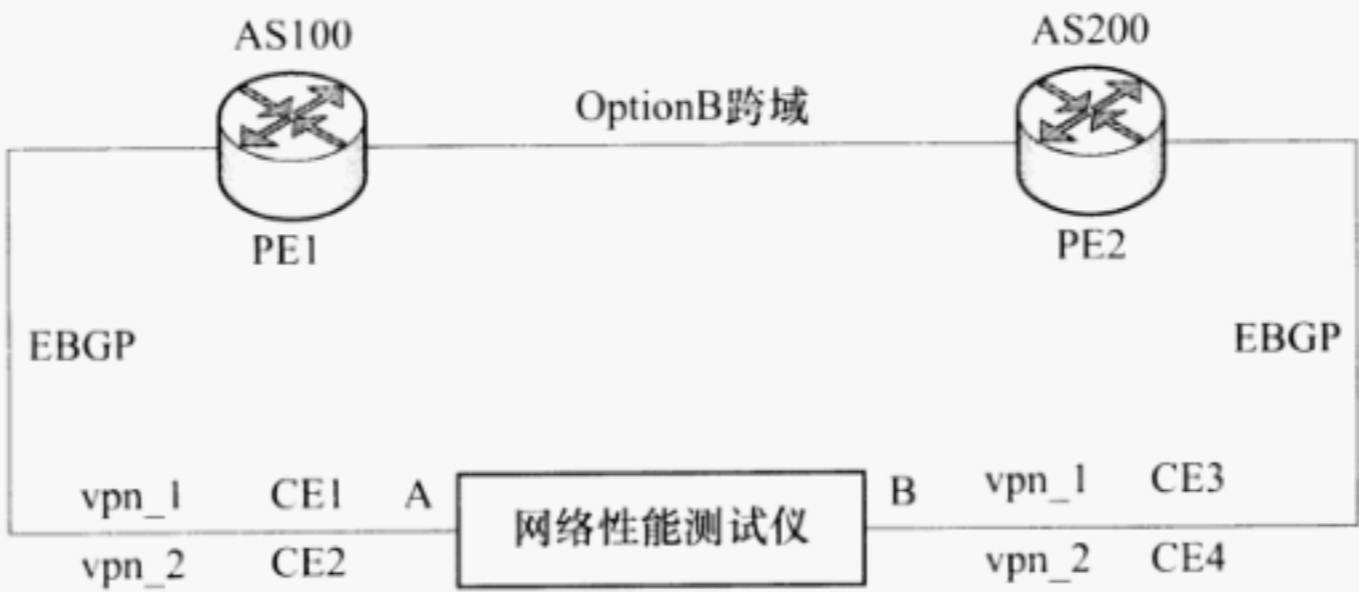


图 33 BGP VPN 路由聚合测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) PE1 (DUT)、PE2 配置 MPLS VPN 环境，采用 OptionB 跨域方式互连，网络性能测试仪与 PE1 (DUT)、PE2 连接的端口分别模拟两个 CE；
 - 2) PE1 上运行实例 vpn_1，与 CE1 建立 VPN 下的 EBGP 连接，运行实例 vpn_2，与 CE2 建立 VPN 下的 EBGP 连接；
 - 3) PE2 上运行实例 vpn_1，与 CE3 建立 VPN 下的 EBGP 连接，运行实例 vpn_2，与 CE4 建立 VPN 下的 EBGP 连接；
 - 4) 网络性能测试仪端口 A 模拟的 CE1、CE2 分别发布 1.0.0.0 和 2.0.0.0 两个网段的路由各 10 条，端口 B 模拟的 CE3、CE4 使能路由查看功能，查看并记录接收到的路由情况；
 - 5) PE1 (DUT) 配置 VPN 下 BGP 路由的聚合功能，查看并记录网络性能测试仪端口 B 模拟的 CE3、CE4 接收到的路由情况。
- b) 预期结果：
- 1) 测试步骤 4)，CE3、CE4 查看到的路由为 10 条明细路由；
 - 2) 测试步骤 5)，CE3、CE4 查看到的路由为 1 条聚合路由。

9.4.10 路由抑制

测试设备的路由抑制功能，测试拓扑见图 34。

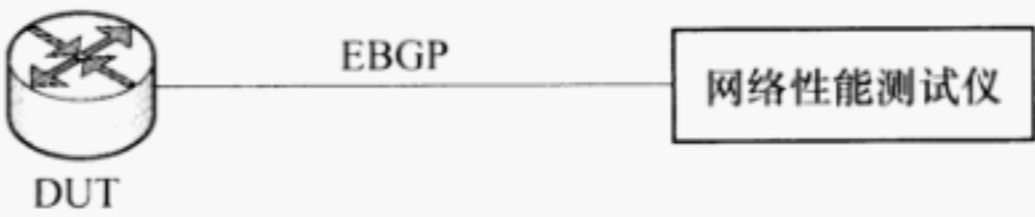


图 34 路由抑制测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 网络性能测试仪与被测设备建立 EBGP 邻居，并向被测设备发布 100 条路由，在被测设备上查看路由表信息；
 - 2) 被测设备配置路由惩罚值参数；

- 3) 网络性能测试仪进行路由的反复发送和撤销操作，测试过程中查看被测设备的路由表；
 - 4) 用命令修改被测设备路由抑制的阈值后再进行测试步骤 3) 的操作。
- b) 预期结果：路由惩罚值高于阈值，则被抑制，可修改阈值。

9.4.11 BGP 的 MD5 认证

测试 BGP 协议的 MD5 认证功能，测试拓扑见图 34。

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备与网络性能测试仪互连接口分别配置 BGP 协议；
 - 2) 网络性能测试仪接口配置 BGP 协议的 MD5 认证，被测设备接口不开启 BGP 协议的 MD5 认证，查看 BGP 邻居的建立情况；
 - 3) 网络性能测试仪与被测设备连接端口均开启 BGP 协议的 MD5 认证，分别配置错误的和正确的 MD5 密码，查看 BGP 邻居的建立情况。
- b) 预期结果：在一端开启 MD5 无法建立邻居，两端都开启 MD5 认证，并且密码一致才可以建立邻居。

9.4.12 BGP GR 功能

测试 BGP 协议的 GR 功能，测试拓扑见图 35。

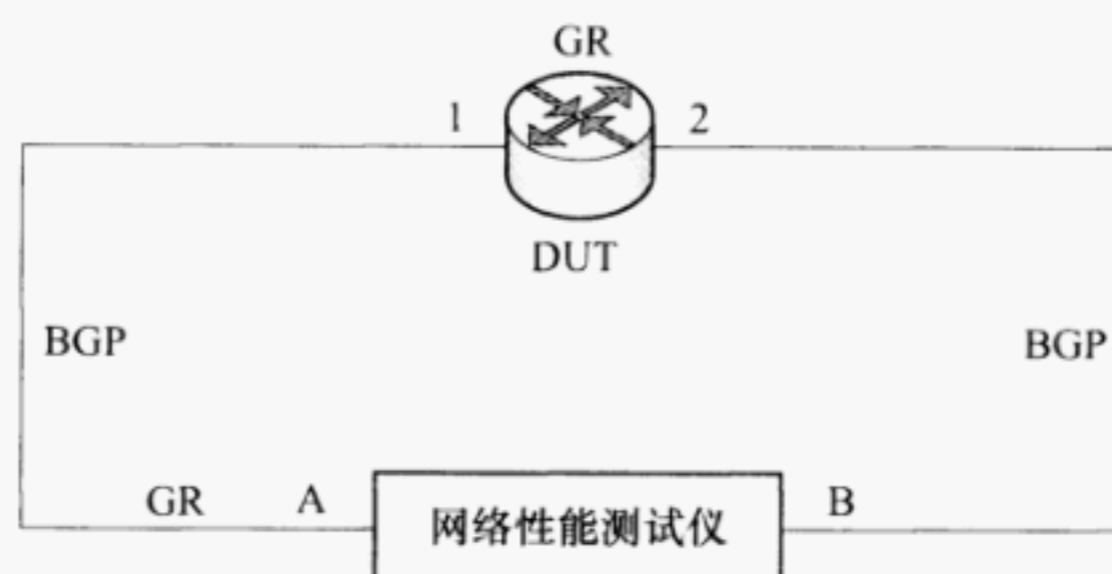


图 35 BGP GR 功能测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 网络性能测试仪的端口 A、B 与被测设备的接口 1、2 分别建立 EBGP 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 B 发布 5000 条 BGP 路由，端口 A 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 3) 被测设备分别进行主控板的基于命令行的主备倒换和硬件插拔的主备倒换操作，查看并记录主备倒换操作过程中数据的丢失情况；
 - 4) 被测设备使能 BGP GR 功能，网络性能测试仪端口 A 使能 BGP GR 功能；
 - 5) 重复测试步骤 3)。
- b) 预期结果：
- 1) 未开启 BGP GR 功能，主控板主备倒换过程中出现数据丢失；
 - 2) 开启 BGP GR 功能后，主控板主备倒换过程中不应出现数据丢失。

9.4.13 BGP NSR 功能

测试 BGP 协议的 NSR 功能，测试拓扑见图 27。

- a) 测试步骤：
- 1) 网络性能测试仪的端口 A 与被测设备的接口 1 建立 EBGP 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 发布规定数量的 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 3) 被测设备使能 BGP 的 NSR 功能；
 - 4) 被测设备分别进行主控板的基于命令行的主备倒换和硬件插拔的主备倒换操作，查看并记录

被测路由器的主控板的实时状态、BGP 邻居状态和主备倒换操作过程中数据的丢失情况。

b) 预期结果：主控板的主备倒换过程中应无数据丢失。

注：测试核心路由器时发布 50 万条路由，测试骨干/汇聚路由器时发布 10 万条路由。

9.5 组播测试

9.5.1 组播组加入/离开时延

测试组播组加入和离开的时延，测试拓扑见图 36。

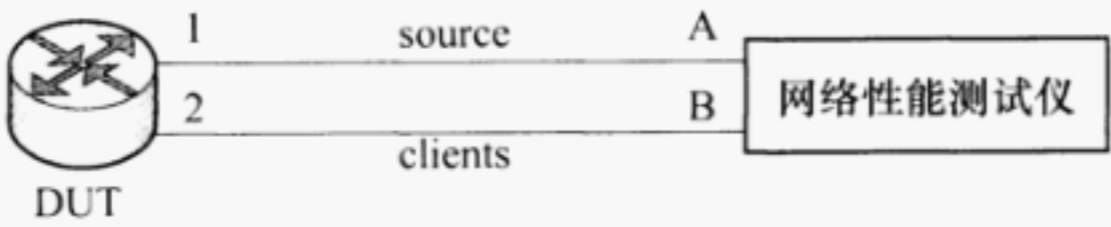


图 36 组播组加入/离开时延测试拓扑

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备使能组播路由功能，接口 1、2 使能 IGMPv2 功能，分别配置 PIM DM、PIM SM 模式，被测设备默认不开启组播快速离开功能；
- 2) 按 IETF RFC3918 标准规定方法进行组播组加入/离开时延的测试，帧长分别设置为 64、65、128、256、512、1024、1280、1518bytes，流量负载为端口线速的 10%。

b) 预期结果：组播组加入/离开时延应满足被测设备的规定值。

9.5.2 组播转发时延

测试组播组的转发时延，测试拓扑见图 36。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备使能组播路由功能，接口 1、2 使能 IGMPv2 功能，配置 PIM SM/PIM DM 模式；
- 2) 按 IETF RFC3918 标准规定的方法进行组播组转发时延的测试，分别测试 1 个组播源、10 个组播源和 100 个组播源的转发时延，帧长分别设置为 64、65、128、256、512、1024、1280、1518bytes，流量负载为端口线速的 10%，每个帧长测试 120s。

b) 预期结果：组播转发时延应满足被测设备的规定值。

9.5.3 组播组容量

测试设备支持的组播组容量，测试拓扑见图 36。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备使能组播路由功能，接口 1、2 使能 IGMPv2 功能，配置 PIM SM/PIM DM 模式；
- 2) 按 IETF RFC3918 标准规定的方法进行组播组容量的测试，帧长设置为 64bytes，每个循环时间设置为 30s。

b) 预期结果：组播组容量应满足被测设备的规定值。

9.5.4 组播 VPN 功能

测试设备在 B 类跨域组网下对组播 VPN 功能的支持，测试拓扑见图 37。

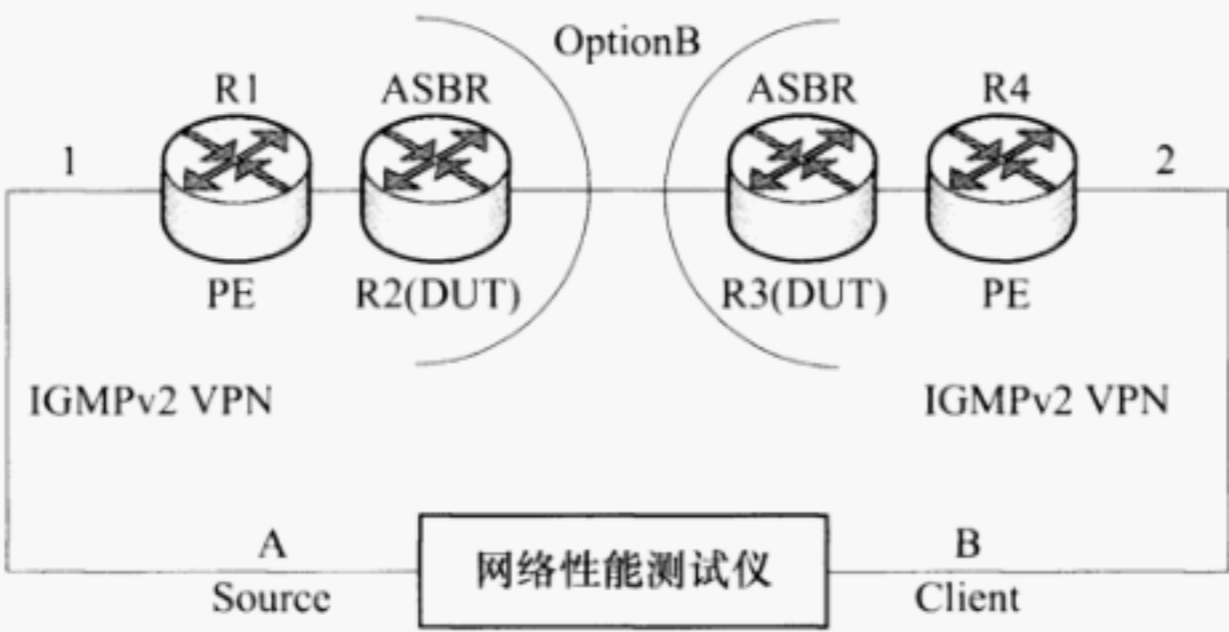


图 37 组播 VPN 功能测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪的端口 A、B 分别模拟组播源和组播客户端与 R1 和 R4 相连;
 - 2) 被测设备 R2、R3 配置为 ASBR, 建立 OptionB 跨域, 配置组播 VPN 参数;
 - 3) R1、R4 使能组播路由功能, 配置 IGMPv2 组播参数;
 - 4) 网络性能测试仪端口 A 模拟组播源发送组播测试流, 端口 B 模拟组播客户端, 加入组播组, 查看组播数据的接收情况。
- b) 预期结果: VPN 组播路由表项正确, 组播数据能够跨域传递。

9.5.5 ACL 组播组过滤

测试 ACL 组播组过滤的功能, 测试拓扑见图 36。

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备使能组播路由功能, 接口 1、2 使能 IGMPv2 功能, 配置 PIM DM/PIM SM 模式;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 分别模拟 10 个组播源 (225.0.0.1~225.0.0.10), 发送 128bytes 帧长的组播测试包, 流量负载为端口线速的 10%;
 - 3) 网络性能测试仪端口 B 开启 IGMPv2 功能, 模拟组播客户端, 发送组播加入报文, 查看并记录组播组报文的接收情况;
 - 4) 被测设备配置 ACL, 添加规则拒绝通过 225.0.0.10 的组播组, 查看并记录组播组报文的接收情况。
- b) 预期结果: ACL 规则生效, 225.0.0.10 的组播组被拒绝接收。

9.6 其他业务功能测试

9.6.1 DHCP 功能

测试 DHCP Server 和 DHCP Relay 功能, 测试拓扑见图 38。

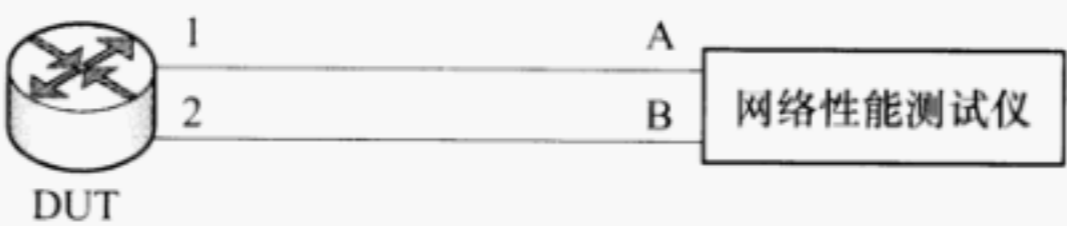


图 38 DHCP 功能测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪的端口 A 配置为 DHCP Client, 被测设备配置为 DHCP Server;
 - 2) 验证网络性能测试仪端口 A 可正常获得由被测设备分配的 IP 地址;
 - 3) 被测设备配置为 DHCP Relay, 网络性能测试仪的端口 B 配置为 DHCP Server;
 - 4) 验证网络性能测试仪端口 A 可正常获得由测试仪端口 B 分配的 IP 地址。
- b) 预期结果:
- 1) 测试步骤 2) 中网络性能测试仪端口 A 可正常获得被测设备分配的 IP 地址;
 - 2) 测试步骤 4) 中网络性能测试仪端口 A 可正常获得测试仪端口 B 分配的 IP 地址。

9.6.2 策略路由

测试通过策略路由修改下一跳的功能, 测试拓扑见图 39。

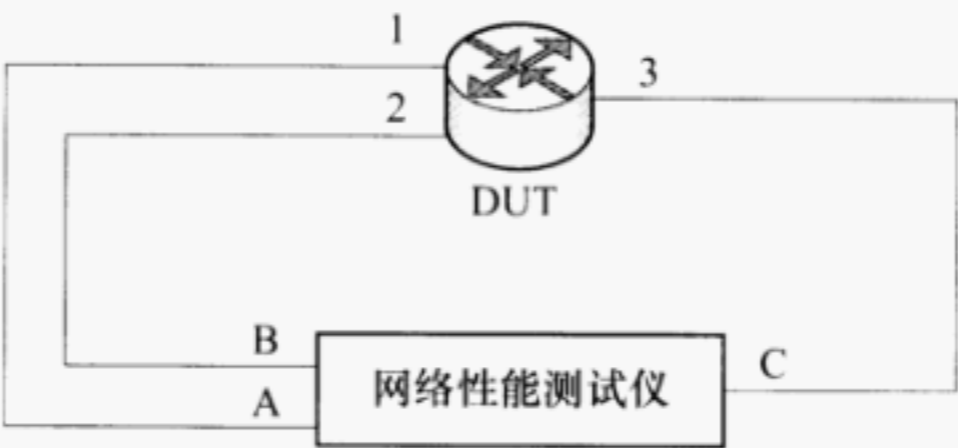


图 39 策略路由测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 C 构建目的地址为端口 A 的两条不同类型的流量并同时发送, 查看数据的接收端口及流量统计情况, 两条数据流分别配置为 TCP 流和 UDP 流;
 - 2) 被测设备上配置策略路由, 将 UDP 流的下一跳地址更改为接口 2 的 IP 地址, 查看配置策略路由后数据的接收端口和流量统计情况。
- b) 预期结果: 策略路由生效, UDP 流转入被测设备的接口 2。

9.6.3 NTP 功能

测试 NTP 功能, 测试拓扑见图 40。

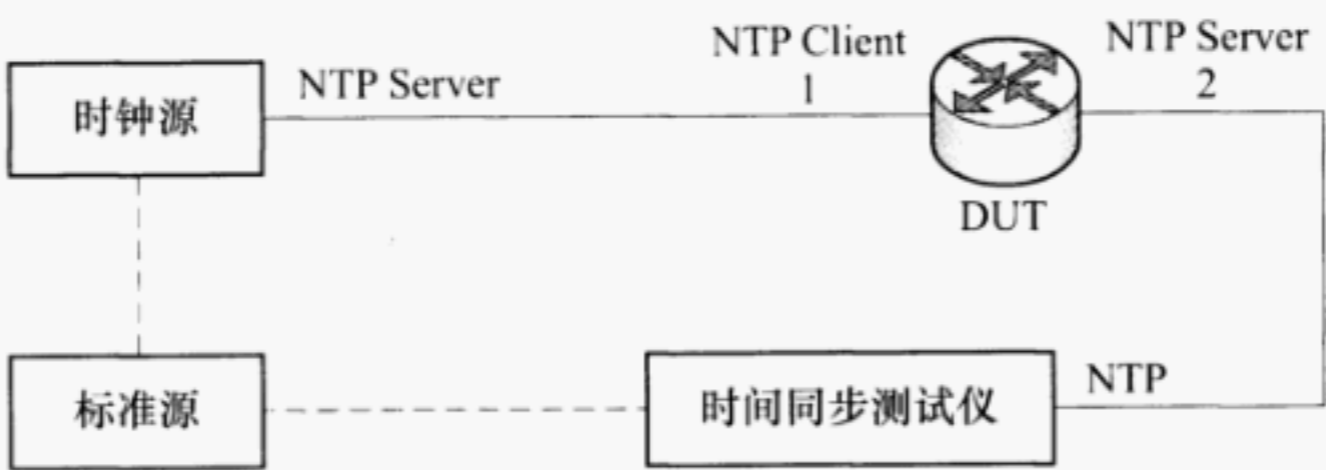


图 40 NTP 功能测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 时钟源与时间同步测试仪均同步于标准源, 时钟源同步后作为 NTP Server 给被测设备授时;
 - 2) 被测设备接口 1 配置为 NTP 客户端与时钟源对时, 同步后查看被测设备的系统显示时间, 应与时钟源一致;
 - 3) 配置被测设备接口 2 为 NTP 服务器, 用时间同步测试仪测试被测设备授时的时间准确度。
- b) 预期结果: 实测的时间准确度应优于 100ms。

9.6.4 生成树功能

测试生成树功能, 测试拓扑见图 41。

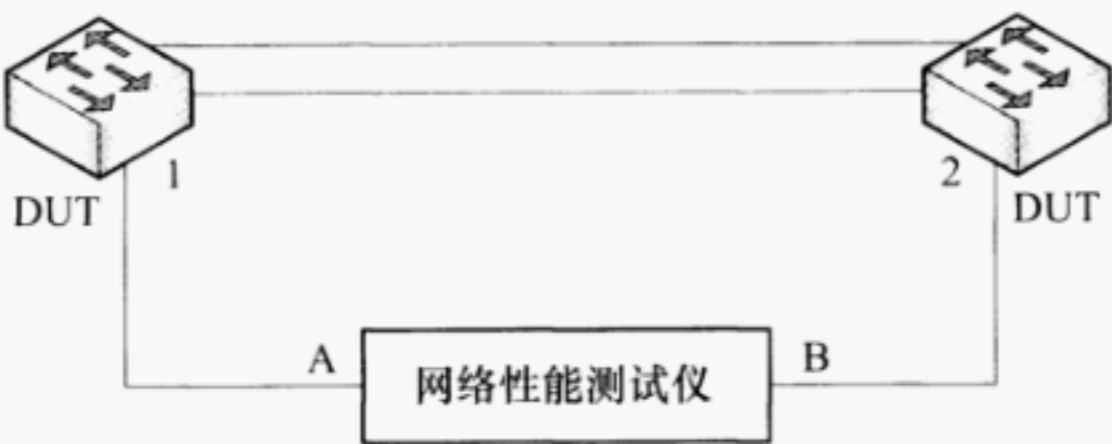


图 41 生成树功能测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 两台被测设备的互连接口分别配置 IEEE 802.1d 生成树功能;
 - 2) 网络性能测试仪构建端口 A 和端口 B 之间的双向数据流并发送, 查看并记录数据的接收端口及数据统计情;
 - 3) 断开主用链路, 查看并记录数据的接收情况;
 - 4) 恢复主用链路, 查看并记录数据的接收情况;
 - 5) 两台被测设备的互连接口分别配置 IEEE 802.1w 生成树功能, 重复测试步骤 2)、3)、4);
 - 6) 两台被测设备的互连接口分别配置 IEEE 802.1s 生成树功能, 重复测试步骤 2)、3)、4)。
- b) 预期结果:
- 1) 不应产生网络风暴;
 - 2) 断开主用链路后, 数据丢失, 一段时间后恢复到备用链路继续传输;

3) 恢复主用链路后，数据丢失，一段时间后恢复到主用链路继续传输。

9.6.5 VLAN 功能

测试 VLAN 功能，测试拓扑见图 1。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备的三个端口连接至网络性能测试仪，端口 1 配置为 VLAN trunk (VLAN100、VLAN4000) 端口，PVID 配置为 100；端口 2、3 配置为 VLAN access 端口，PVID 分别配置为 100、4000；
- 2) 网络性能测试仪分别向被测设备的三个端口发送两条广播数据流，分别携带 VLAN ID 100 和 4000，在网络性能测试仪上查看并记录各端口数据的接收情况。

b) 预期结果：

- 1) 网络性能测试仪端口 1 应能接收到端口 2 VLAN ID 为 100 的数据和端口 3 VLAN ID 为 4000 的数据；
- 2) 网络性能测试仪端口 2 应能接收到端口 1 VLAN ID 为 100 的数据；
- 3) 网络性能测试仪端口 3 应能接收到端口 1 VLAN ID 为 4000 的数据。

9.6.6 MAC 地址绑定

测试 MAC 地址绑定功能，测试拓扑见图 1。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备的两个端口连接至网络性能测试仪，配置其中一个端口的 MAC 地址绑定功能，仅允许源 MAC 地址为 00-00-01-00-00-01 的数据流接入；
- 2) 网络性能测试仪向被测设备绑定 MAC 地址的接口发送两条数据流，源 MAC 地址分别设置为 00-00-01-00-00-01 和 00-00-02-00-00-02，在网络性能测试仪的另一个端口查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：网络性能测试仪应仅接收到源 MAC 地址为 00-00-01-00-00-01 的数据。

9.6.7 端口镜像

测试端口镜像功能，测试拓扑见图 1。

a) 测试步骤：

- 1) 将被测设备的 5 个端口连接至网络性能测试仪，设置被测设备的第 1、3 端口的出、入均镜像至第 5 个端口；
- 2) 网络性能测试仪构建 1、2 端口和 3、4 端口间的双向数据流并发送，每个端口流量设置为 25%线速，查看并记录镜像端口的数据接收情况。

b) 预期结果：镜像端口接收的数据应无丢失，端口流量达到线速。

9.6.8 MCE 功能

测试 MCE 功能，测试拓扑见图 42。

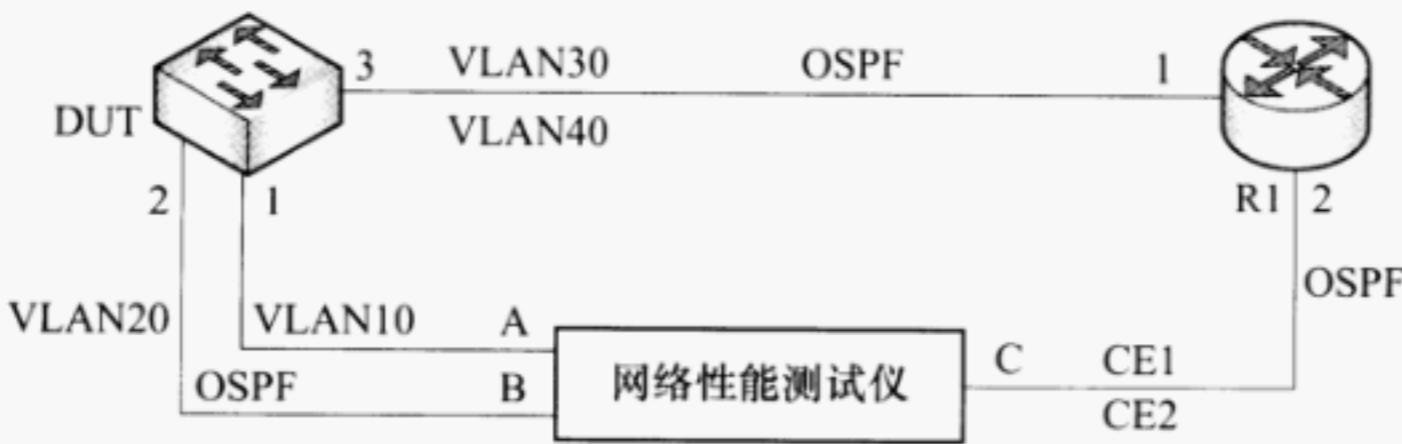


图 42 MCE 功能测试拓扑

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备接口 1 配置 VLAN10 接口，并绑定至 VPN 实例 vpn_1；接口 2 配置 VLAN20 接

- 口，并绑定至 VPN 实例 vpn_2；接口 3 配置为 VLAN trunk（VLAN30、VLAN40）接口，并分别绑定至 vpn_1、vpn_2；接口 1、2 分别与网络性能测试仪的端口 A、B 建立 VPN 下的 OSPF 邻居；
- 2) 路由器 R1 的接口 1 配置与被测设备互通的两个子接口，分别绑定至 VPN 实例 vpn_1、vpn_2，vpn_1、vpn_2 的 RT 配置与被测设备的 RT 配置相同；接口 2 配置两个子接口并分别绑定至 vpn_1、vpn_2，分别与网络性能测试仪的端口 C 模拟的两个 CE 建立 VPN 下的 OSPF 邻居；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备的两个 VPN 各发布 10 条路由，端口 C 向 R1 的两个 VPN 各发布 10 条路由，分别在被测设备和 R1 上查看接收到的路由表；
 - 4) 网络性能测试仪端口 A、B 向被测设备发送数据流，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速的 50%，查看并记录数据的接收情况；
 - 5) 网络性能测试仪端口 C 向路由器 R1 发送数据流，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看并记录数据的接收情况。
- b) 预期结果：被测设备和 R1 可互相学习到路由，数据可以互通。

9.7 IPv6 测试

9.7.1 DHCPv6 功能

测试 DHCPv6 Server 和 DHCPv6 Relay 功能，测试拓扑见图 38。

- a) 测试步骤：
- 1) 配置网络性能测试仪的端口 A 为 DHCPv6 Client，被测设备配置为 DHCPv6 Server；
 - 2) 验证网络性能测试仪端口 A 可正常获得由被测设备分配的 IPv6 地址；
 - 3) 配置被测设备为 DHCPv6 Relay，配置网络性能测试仪的端口 B 作为 DHCPv6 Server；
 - 4) 验证网络性能测试仪端口 A 可正常获得由测试仪端口 B 分配的 IPv6 地址。
- b) 预期结果：
- 1) 测试步骤 2) 中网络性能测试仪端口 A 可正常获得被测设备分配的 IPv6 地址；
 - 2) 测试步骤 4) 中网络性能测试仪端口 A 可正常获得测试仪端口 B 分配的 IPv6 地址。

9.7.2 IPv4 over IPv6 隧道

测试 IPv4 over IPv6 隧道功能，测试拓扑见图 43。

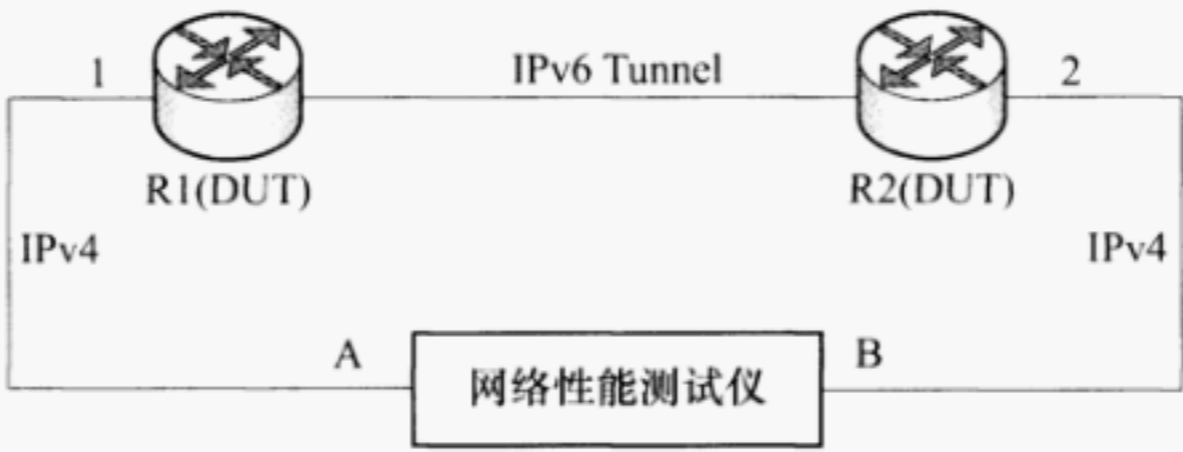


图 43 IPv4 over IPv6 隧道测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 分别配置网络性能测试仪的端口 A 和 B、R1（DUT）的接口 1 和 R2（DUT）的接口 2 的 IPv4 地址；
 - 2) R1、R2 的互连端口分别配置 IPv6 地址和 IPv4 over IPV6 隧道参数，并配置到网络性能测试仪端口的静态路由；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A、B 构建双向数据流并发送，负载为隧道端口的线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：数据转发应无丢失。

9.7.3 IPv6 over IPv4 手动隧道

测试 IPv6 over IPv4 手动隧道功能，测试拓扑见图 44。

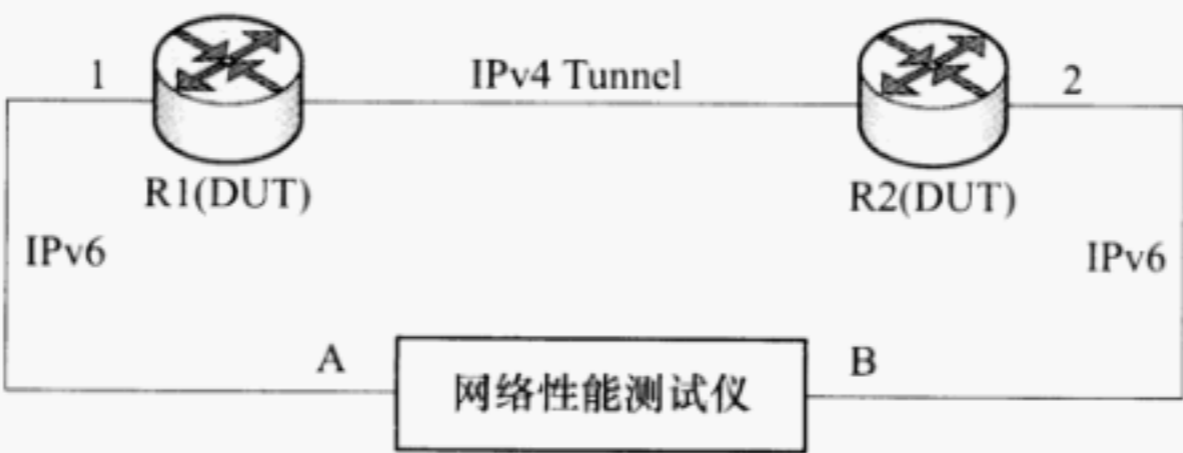


图 44 IPv6 over IPv4 手动隧道测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 分别配置网络性能测试仪的端口 A 和 B、R1 (DUT) 的接口 1 和 R2 (DUT) 的接口 2 的 IPv6 地址；
 - 2) R1、R2 的互连端口分别配置 IPv4 地址和 IPv6 over IPv4 手动隧道参数，并配置到网络性能测试仪端口的静态路由；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A、B 构建双向数据流并发送，负载为隧道端口的线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：数据应无丢失。

9.7.4 Ipv6 over Ipv4 自动隧道

测试 IPv6 over IPv4 自动隧道功能，测试拓扑见图 44。

- a) 测试步骤：
- 1) 分别配置网络性能测试仪的端口 A 和 B、R1 (DUT) 的接口 1 和 R2 (DUT) 的接口 2 的 IPv6 地址；
 - 2) R1、R2 的互连端口分别配置 IPv4 地址和 IPv6 over IPV4 自动隧道参数，并配置到网络性能测试仪端口的静态路由；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A、B 构建双向数据流并发送，负载为隧道端口的线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：数据应无丢失。

9.7.5 RIPng 路由表容量

测试设备支持的 RIPng 协议路由转发表容量，测试拓扑见图 45。

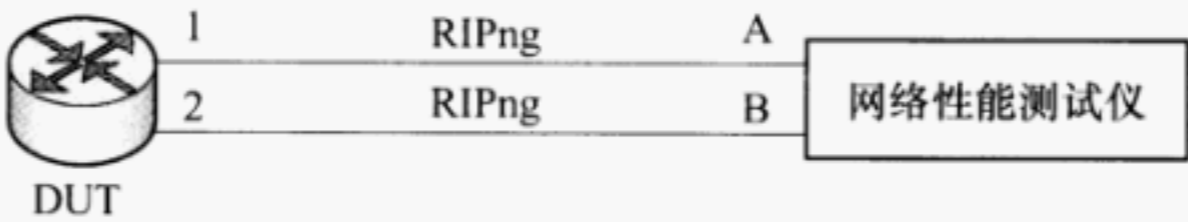


图 45 RIPng 路由表容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备的接口 1、2 分别和网络性能测试仪的端口 A、B 建立 RIPng 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别发布 RIPng 路由，总数为被测设备路由转发表的规定值；
 - 3) 查看并记录被测设备的 RIPng 路由表统计信息；
 - 4) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备接口 1、2 发送数据，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：RIPng 路由表容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.7.6 OSPFv3 路由表容量

测试设备支持的 OSPFv3 协议路由转发表容量，测试拓扑见图 46。

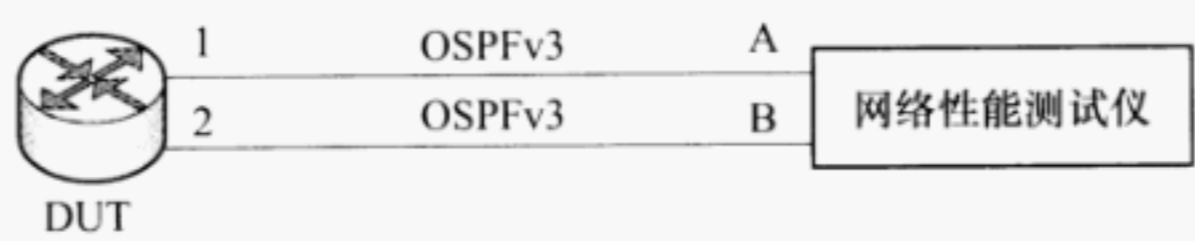


图 46 OSPFv3 路由表容量测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备的接口 1、2 分别和网络性能测试仪的端口 A、B 建立 OSPFv3 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别发布 OSPFv3 路由,总数为被测设备路由转发表的规定值;
 - 3) 查看并记录被测设备的 OSPFv3 路由表统计信息;
 - 4) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备接口 1、2 发送数据,目的地址为已发布的路由,负载为端口线速,查看数据的接收情况。
- b) 预期结果: OSPFv3 路由表容量应满足被测设备的规定值,数据转发应无丢失。

9.7.7 ISISv6 路由表容量

测试设备支持的 ISISv6 协议路由转发表容量,测试拓扑见图 47。

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备的接口 1、2 分别和网络性能测试仪的端口 A、B 建立 ISISv6 邻居;

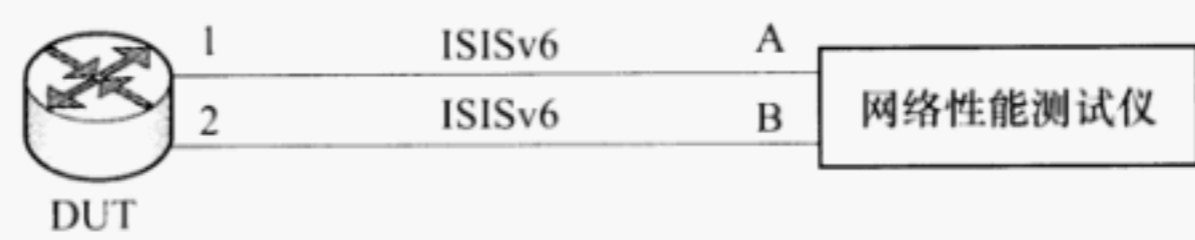


图 47 ISISv6 路由表容量测试拓扑

- 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别发布 ISISv6 路由,总数为被测设备路由转发表的规定值;
 - 3) 查看并记录被测设备的 ISISv6 路由表统计信息;
 - 4) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备接口 1、2 发送数据,目的地址为已发布的路由,负载为端口线速,查看数据的接收情况。
- b) 预期结果: ISISv6 路由表容量应满足被测设备的规定值,数据转发应无丢失。

9.7.8 BGP4+路由表容量

测试设备支持的 BGP4+路由转发表容量,测试拓扑见图 48。

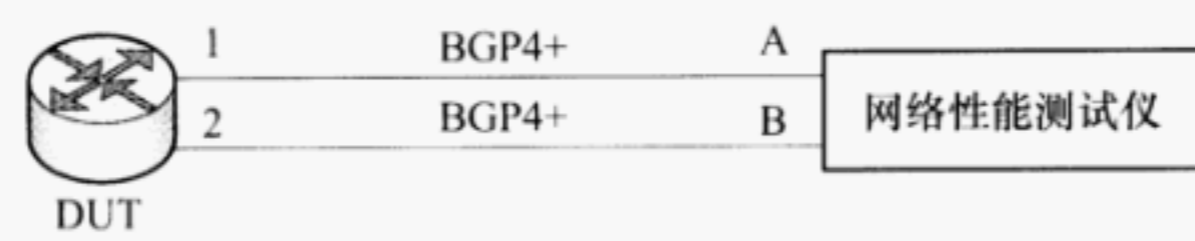


图 48 BGP4+路由表容量测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备的接口 1、2 分别和网络性能测试仪的端口 A、B 建立 BGP4+邻居;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别发布 BGP4+路由,总数为被测设备路由转发表的规定值;
 - 3) 查看并记录被测设备的 BGP4+路由表统计信息;
 - 4) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备接口 1、2 发送数据,目的地址为已发布的路由,负载为端口线速,查看数据的接收情况。
- b) 预期结果: BGP4+路由表容量应满足被测设备的规定值,数据转发应无丢失。

9.7.9 6PE 路由容量

测试设备 6PE 模式下支持的路由转发表容量,测试拓扑见图 49。

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备接口 1 配置 IPv6 地址,接口 2 配置 IPv4 地址,配置 BGP 参数,与网络性能测试仪端口 A 建立 EBGp 邻居;

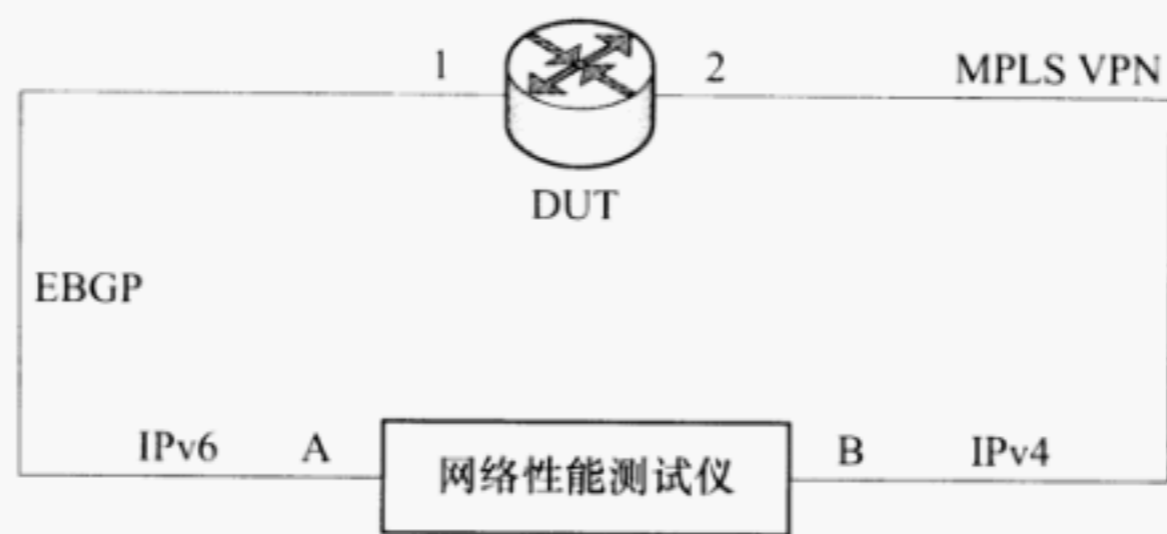


图 49 6PE 路由容量测试拓扑

- 2) 网络性能测试仪端口 B 模拟 PE 设备, 与被测设备建立 MPLS VPN 环境, 配置相应的 BGP、LDP 及 OSPF 协议;
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 发布 N 条路由, 在被测设备上查看并记录路由表统计情况, N 为被测设备规定的 6PE 支持的路由转发容量;
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 构建数据流并发送, 目的地址为已发布的路由, 负载为端口线速, 查看数据的接收情况。
- b) 预期结果: 6PE 路由容量应满足被测设备的规定值, 数据转发应无丢失。

9.7.10 6vPE 路由容量

测试设备 6vPE 模式下支持的路由转发表容量, 测试拓扑见图 50。

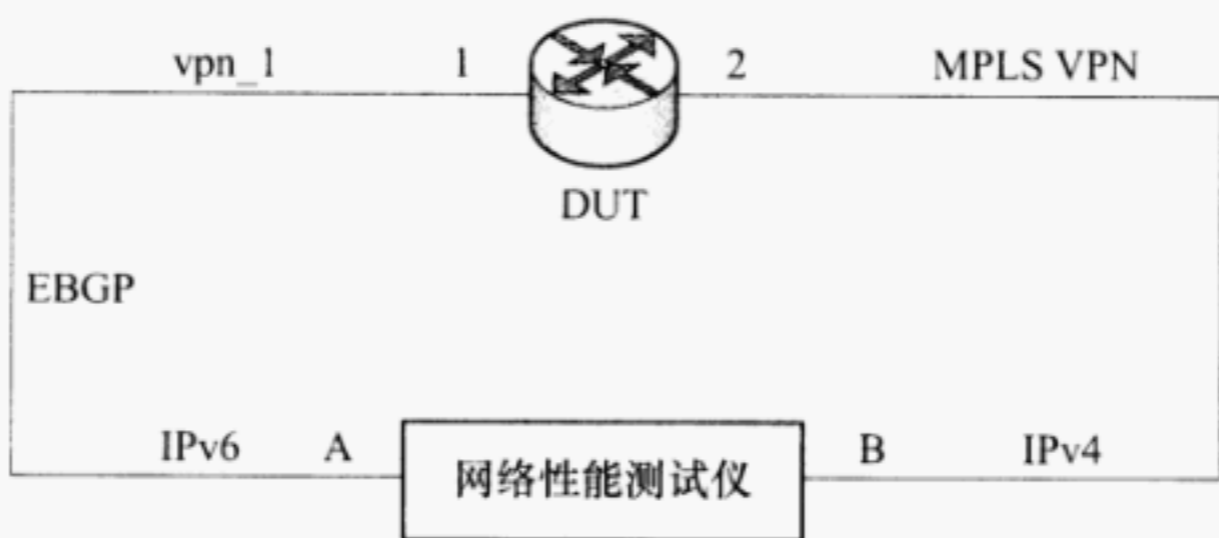


图 50 6vPE 路由容量测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备接口 1 配置 IPv6 地址, 接口 2 配置 IPv4 地址, 配置一个 VPN 实例 `vpn_1`, 绑定到接口 1, 并配置 VPN 下 BGP 参数, 与网络性能测试仪建立 VPN 下的 EBGP 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪端口 B 模拟 PE 设备, 与被测设备建立 MPLS VPN 环境, 配置相应的 BGP、LDP 及 OSPF 协议, 配置 1 个 VPN 实例;
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 发布 N 条路由, 在被测设备上查看并记录 `vpn_1` 的路由表统计情况, N 为被测设备规定的 6VPE 支持的路由转发容量;
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 构建数据流并发送, 目的地址为已发布的路由, 查看数据的接收情况。
- b) 预期结果: 6vPE 路由容量应满足被测设备的规定值, 数据转发无丢失。

9.8 服务质量 (QoS) 测试

9.8.1 优先级队列数目

测试设备支持的优先级队列数量, 测试拓扑见图 38。

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 A 构建并发送 N 条目的地址为端口 B 数据流, 每条流对应相应的优先级 (匹配不同的 DSCP 或源 IP), 总负载为端口线速, N 为被测设备规定的优先队列数;
 - 2) 被测设备接口 2 限速 10%, 在网络性能测试仪端口 B 查看每条流的接收情况, 统计各个优

优先级实际占用的带宽。

b) 预期结果：优先级队列数目应满足被测设备的规定值。

9.8.2 流量限速 (CAR) 功能

测试流量限速 (CAR) 功能，测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备接口 1 配置流量入口限速功能，分别限制速率为 M (最低限制速率) 和 10Mbit/s；
- 2) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的数据流，负载设置为 20Mbit/s，查看并记录数据的接收情况；
- 3) 被测设备接口 1 配置流量出口限速功能，分别限制速率为 M (最低限制速率) 和 10Mbit/s；
- 4) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为端口 A 的数据流，负载设置为 20Mbit/s，查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：流量限速功能有效，限速误差应小于 10%。

9.8.3 分类/标记功能

测试业务分类/标记功能，测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备配置 8 条流分类规则，根据以下参数分别标记 DSCP 值为 1~8，并将规则应用到接口 1；

IP 协议类型：	18	标记 DSCP：	1
源 IP 地址：	1.0.0.1	标记 DSCP：	2
目的 IP 地址：	2.0.0.2	标记 DSCP：	3
源端口号：	1000	标记 DSCP：	4
目的端口号：	3000	标记 DSCP：	5
TOS 值：	7	标记 DSCP：	6
802.1p：	6	标记 DSCP：	7
802.1q：	7	标记 DSCP：	8
- 2) 网络性能测试仪端口 A 配置并发送 8 条数据流 Traffic1~Traffic8，分别按测试步骤 1) 中的规则设置相应的参数，在网络性能测试仪端口 B 查看数据流中的 DSCP 标记情况。

b) 预期结果：可基于 IP 五元组、TOS、802.1q、802.1p 进行流分类，并标记 DSCP。

9.8.4 分类/整形功能

测试基于业务的 QoS 分类/整形功能，测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤：

- 1) 网络性能测试仪端口 A 配置 8 条数据流，源 IP 地址分别设置为 1.0.0.1~1.0.0.8，每条流的负载设置为接口线速的 10%；
- 2) 被测设备针对这些流的源地址将其分成 8 类 (8 个队列)，分别设置不同的 CIR/PIR，进行限速和整形并应用到接口 2 的出方向，并分别标记 DSCP 值为 1~8；

队列 1	CIR: 1%	PIR: 1%	标记 DSCP: 1
队列 2	CIR: 2%	PIR: 2%	标记 DSCP: 2
队列 3	CIR: 3%	PIR: 3%	标记 DSCP: 3
队列 4	CIR: 4%	PIR: 4%	标记 DSCP: 4
队列 5	CIR: 5%	PIR: 5%	标记 DSCP: 5
队列 6	CIR: 6%	PIR: 6%	标记 DSCP: 6
队列 7	CIR: 7%	PIR: 7%	标记 DSCP: 7
队列 8	CIR: 8%	PIR: 8%	标记 DSCP: 8

3) 在网络性能测试仪端口 B 查看并记录 8 条流的接收情况及 DSCP 的标记情况。

b) 预期结果：网络性能测试仪端口 B 接收的 8 条流被正确标记。

9.8.5 层次化 QoS

测试在承诺总带宽前提下，根据需要对业务流进行分类对待，支持 HQoS 及流量整形的能力，测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备接口 1、2 各配置 1 个子接口，使得接口 2 在 Egress 方向保证 400kbit/s 总带宽的前提下，通过 HQoS 实现 Data、Voice 两种不同业务（IP 优先级分别设置为 0 和 7）的带宽动态保证，保证 Voice 业务流的带宽为 150kbit/s；
- 2) 网络性能测试仪端口 A 构建两条数据流发送到端口 B，优先级分别设置为 0、7，两条流的负载分别设置为 500kbit/s（Data）和 200kbit/s（Voice），在端口 B 查看并记录数据流的接收情况；
- 3) 停止发送 Voice 流，继续发送 Data 流，查看数据流的接收情况。

b) 预期结果：

- 1) 测试步骤 2)：收到 150kbit/s 的 Voice 流，250kbit/s 的 Data 流；
- 2) 测试步骤 3)：收到 400kbit/s 的 Data 流。

注：只在接口 2 的 outbound 方向实施，基于 VLAN 子接口进行第一级 outbound 限速后，再基于另一个元素对语音、数据分别进行 CIR/PIR 配置（第二级限速）。

9.8.6 分类/队列

测试对不同等级业务划分优先级队列的功能，测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤：

- 1) 配置被测设备接口 2 启用队列调度功能：业务等级为 6、7 的数据流使用严格优先级队列，保证带宽设置为 20Mbit/s，业务等级为 1~5 的数据流使用轮询队列，其中业务等级为 4、5 的数据流的保证带宽设置为 30Mbit/s，业务等级为 2、3 的数据流的保证带宽设置为 20Mbit/s，业务等级为 1 的数据流的保证带宽设置为 10Mbit/s，业务等级为 0 的数据流不做带宽保证；
- 2) 被测设备接口 2 配置最大带宽为 80Mbit/s；
- 3) 网络性能测试仪端口 A 发送业务等级为 0~7 的数据流共 8 条，每条流的负载均设置为 20Mbit/s；
- 4) 在网络性能端口 B 查看各业务流量的接收情况，记录严格优先级队列的转发延时。

b) 预期结果：

- 1) 支持严格优先级和轮询的队列类型（Rate Queuing）；
- 2) 对严格优先级业务保证其带宽和延时，对轮询队列可保证其带宽。

9.8.7 802.1p-DSCP、DSCP-EXP、802.1p-EXP 映射

测试 802.1p-DSCP、DSCP-EXP、802.1p-EXP 的映射功能，测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备接口 1 建立子接口，封装 802.1q（VLAN100），将进入接口流量中的 802.1p（1）映射到 DSCP（cs1），DSCP（cs2）映射到 802.1p（2）；
- 2) 网络性能测试仪端口 B 构建两条数据流并发送，分别设置两条流量中 802.1p 和 DSCP 的值为 1、cs2，查看并记录接收到的两条数据流中 802.1p 和 DSCP 的标记情况；
- 3) 被测设备配置静态 Egress LSP，入标签为 100，将进入接口流量中的 EXP（3）映射到 DSCP（3），EXP（4）映射到 802.1p（4）；
- 4) 网络性能测试仪端口 B 构建并发送两条 MPLS 流，标签为 100，分别设置 EXP 优先级为

- 3 和 4，查看并记录接收流中 DSCP 和 802.1p 的标记情况；
- 5) 被测路由器配置静态 Ingress LSP，出标签为 100，目的 IP 地址为 1.0.0.2，将进入被测设备流量中的 DSCP (5) 映射到 EXP (5)，802.1p (6) 映射到 EXP (6)；
- 6) 网络性能测试仪端口 B 构建两条目的地址为 1.0.0.2 的 IP 流，分别设置 DSCP 和 802.1p 的值为 5 和 6，查看并记录数据流中 EXP 的标记情况。
- b) 预期结果：接收报文的 DSCP、802.1p、EXP 域被映射了相应的标记。

9.9 MPLS 测试

9.9.1 MPLS 性能

9.9.1.1 LDP 标签容量

测试设备支持的 MPLS LDP 标签容量，测试拓扑见图 51。



图 51 LDP 标签容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 网络性能测试仪端口 A 与被测设备建立 OSPF 和 LDP 连接，发送 N 条 OSPF 路由，并为发送的路由分配标签， N 为被测设备规定的 MPLS 标签容量；
- 2) 网络性能测试仪 B 端口构建数据流，目的地址为已发布的路由，流量采用 Burst 方式发送，Burst size 设为 N ，对接收数据流按 MPLS 协议类型 (0x8847) 进行过滤，查看并记录接收到的 MPLS 数据包。
- b) 预期结果：LDP 标签容量应满足被测设备的规定值。

9.9.1.2 VPN 实例容量

测试设备支持的 VPN 实例的容量，测试拓扑见图 52。

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备上配置 N 个 VPN 实例，并绑定到 N 个子接口上， N 为被测设备规定的 VPN 实例容量；
- 2) 网络性能测试仪 A 组端口模拟 N 个 CE，分别与被测设备对应的子接口建立 EBGp 邻居，模拟的每个 CE 发布 1 条路由；
- 3) 网络性能测试仪端口 B 模拟一个 PE，与被测设备建立 MPLS VPN 环境，配置相应的 BGP、LDP 及 OSPF 协议，并配置 N 个 VPN 实例，每个 VPN 实例发布 1 条路由；

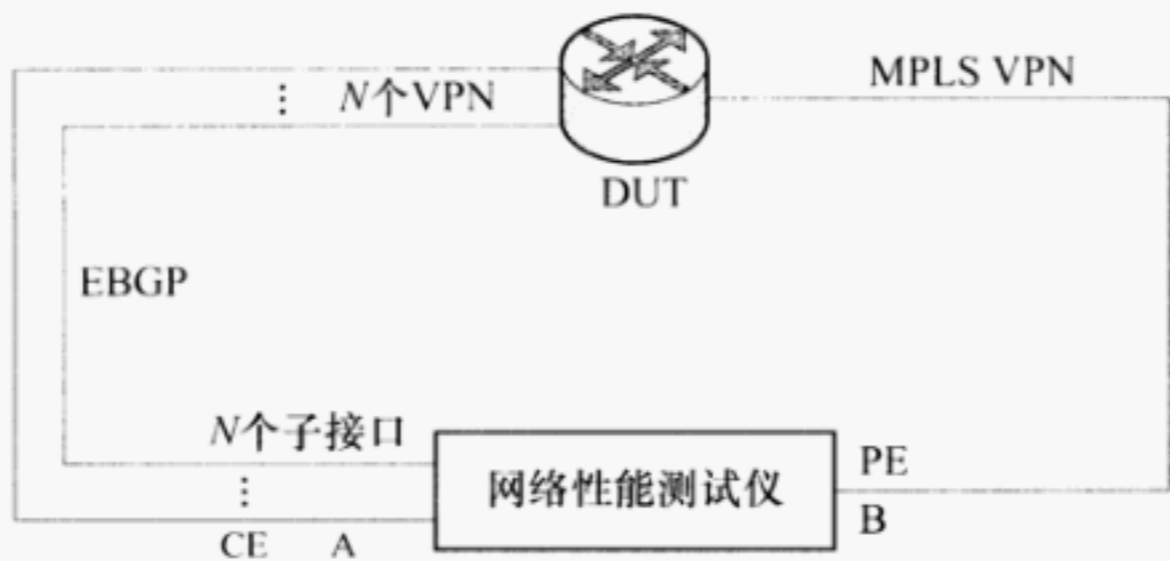


图 52 VPN 实例容量测试拓扑

- 4) 网络性能测试仪构建端口 A 与 B 端口之间的双向数据流，目的地址分别为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：VPN 实例容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

注：一般情况下采用单端口测试，若 VPN 实例数量超过 4094，则采用多端口测试。

9.9.1.3 单 VPN 实例的路由容量

测试设备单个 VPN 实例支持的路由转发表容量，测试拓扑见图 53。

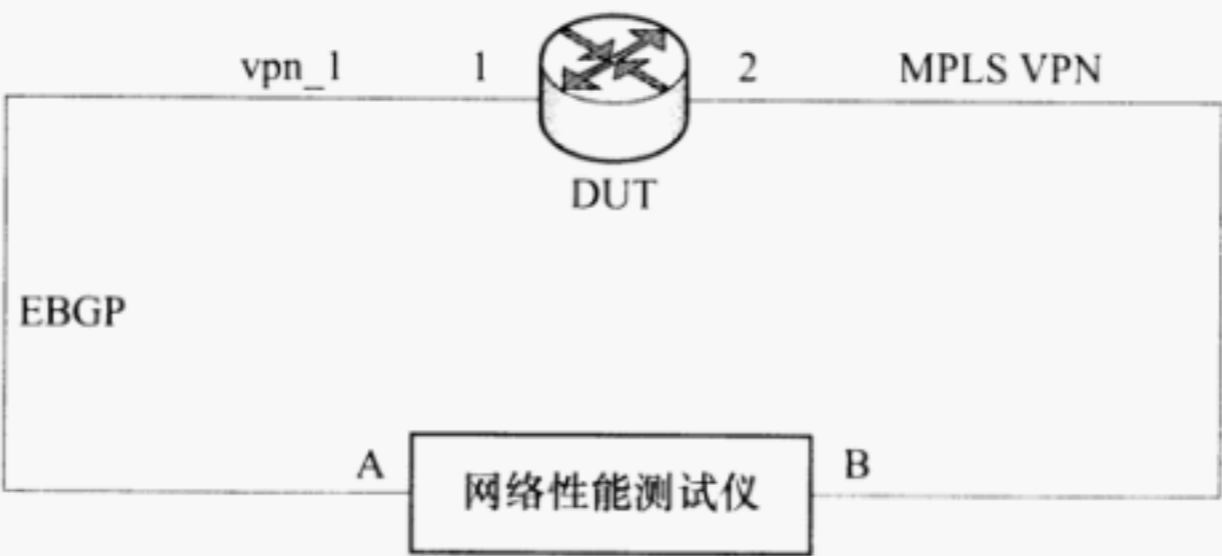


图 53 单 VPN 实例的路由容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备配置一个 VPN 实例 vpn_1，绑定到接口 1，并配置 VPN 下 BGP 参数，与网络性能测试仪建立 VPN 下的 EBGp 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 B 模拟 PE，与被测设备建立 MPLS VPN 环境，配置相应的 BGP、LDP 及 OSPF 协议，配置 1 个 VPN 实例；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 发布 N 条路由，在被测设备上查看并记录 vpn_1 的路由表统计情况，N 为被测设备规定的单个 VPN 实例支持的路由转发表容量；
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 构建数据流并发送，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：VPN 路由容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.9.1.4 多 VPN 实例的路由容量

测试设备多个 VPN 实例支持的路由转发表容量，测试拓扑见图 54。

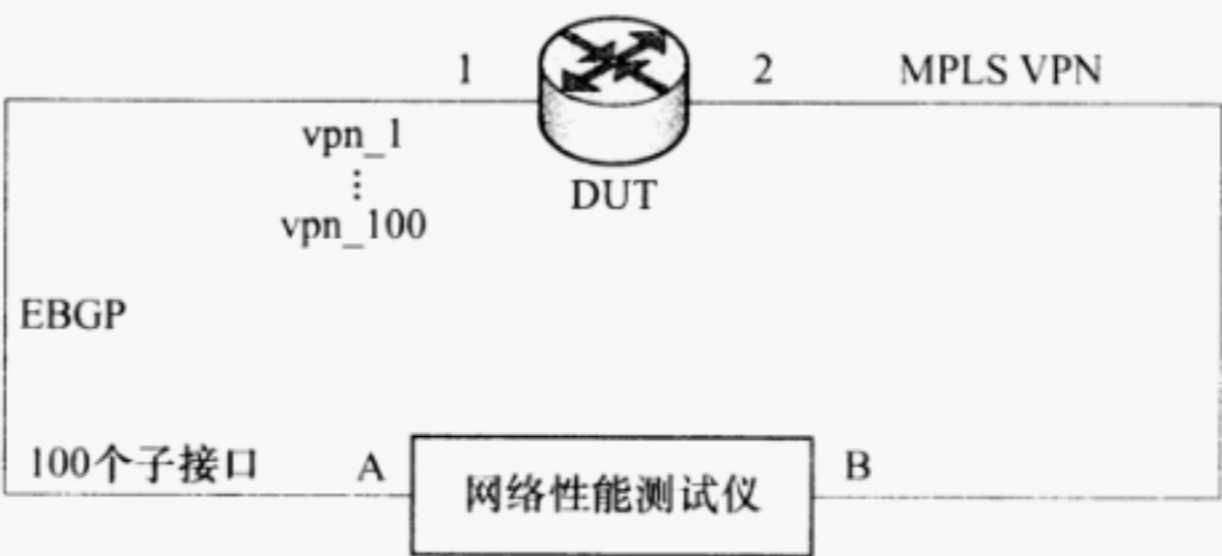


图 54 多 VPN 实例的路由容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备配置 100 个 VPN 实例 vpn_1~vpn_100，绑定到 100 个子接口上，分别配置 VPN 下 BGP 参数；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 模拟 100 个 CE，分别与被测设备的 100 个子接口建立 EBGp 邻居；
 - 3) 网络性能测试仪端口 B 模拟 PE 设备，与被测设备建立 MPLS VPN 环境，配置相应的 BGP、LDP 及 OSPF 协议，配置对应的 100 个 VPN 实例；
 - 4) 网络性能测试仪端口 A 发布总量为 N 的 BGP 路由，平均分配到每个子接口，在被测设备上查看并记录 vpn_1~vpn_100 的路由表统计情况，N 为被测设备多个 VPN 实例支持的路由转发表容量；
 - 5) 网络性能测试仪端口 B 构建数据流并发送，目的地址为已发布的路由，负载为端口线速，

查看数据的接收情况。

b) 预期结果：多 VPN 实例的路由容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.9.1.5 RT 容量

测试设备支持的单 VPN 的 RT 导入和导出数量，测试拓扑见图 55。

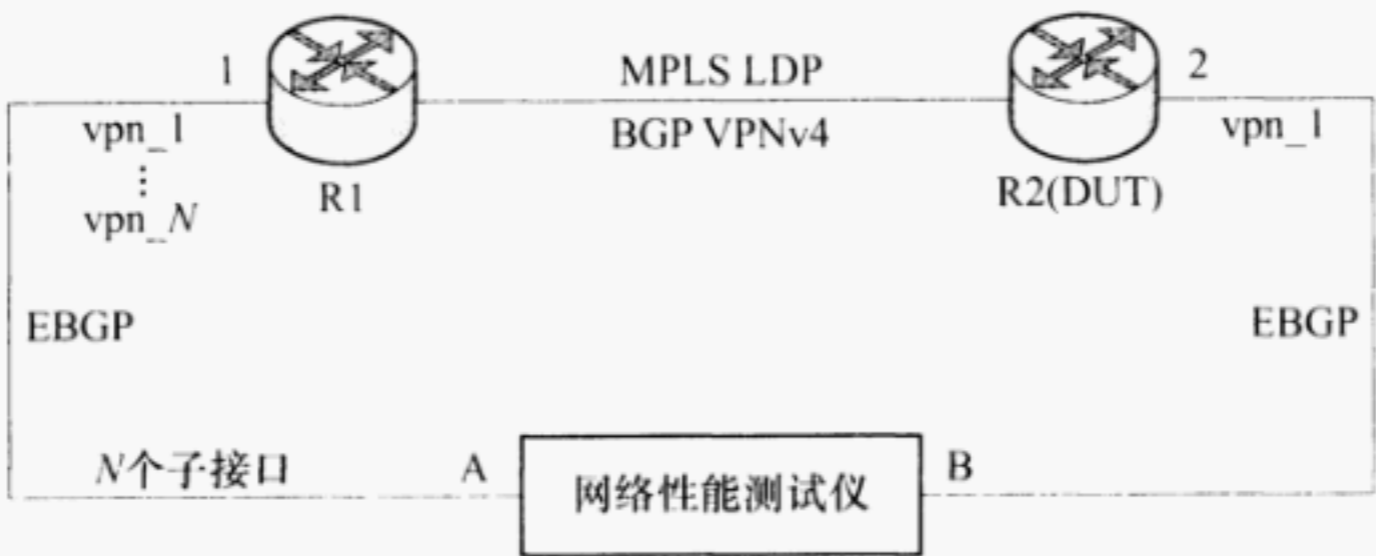


图 55 RT 容量测试拓扑

a) 测试步骤：

- 1) R1 配置 N 个 VPN ($\text{vpn}_1 \sim \text{vpn}_N$)， N 为被测设备支持的 RT 数量，每个 VPN 配置不同的 Route Target ($1:1$ 、 $1:2$ 、 \dots 、 $1:N$)；
- 2) R1 与网络性能测试仪连接的端口配置 N 个子接口，分别绑定到 N 个 VPN，配置各个子接口的 IP 地址参数和 VPN 下的 BGP 参数；
- 3) R2 配置 1 个 VPN (vpn_1)，配置不同的 Route Target ($1:1$ 、 $1:2$ 、 \dots 、 $1:N$)；
- 4) R2 与网络性能测试仪连接的端口配置 1 个子接口，并绑定到 vpn_1 ，配置子接口的 IP 地址参数和 VPN 下的 BGP 参数；
- 5) R1、R2 互连端口配置 OSPF 为 IGP 协议，配置 MPLS、MPLS LDP 功能，配置 BGP 参数，并建立 BGP VPNv4 邻居；
- 6) 网络性能测试仪端口 A 模拟 N 个 CE，配置各个 CE 的 BGP 参数，与被测设备 R1 的各个子接口建立 EBGp 邻居，每个子接口发布 100 条路由，在路由器 R2 上查看并记录路由的接收情况；
- 7) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流，查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：RT 容量应满足被测设备的规定值。

9.9.1.6 单个 VPN 绑定接口数量

测试设备单个 VPN 支持绑定的接口数量，测试拓扑见图 56。

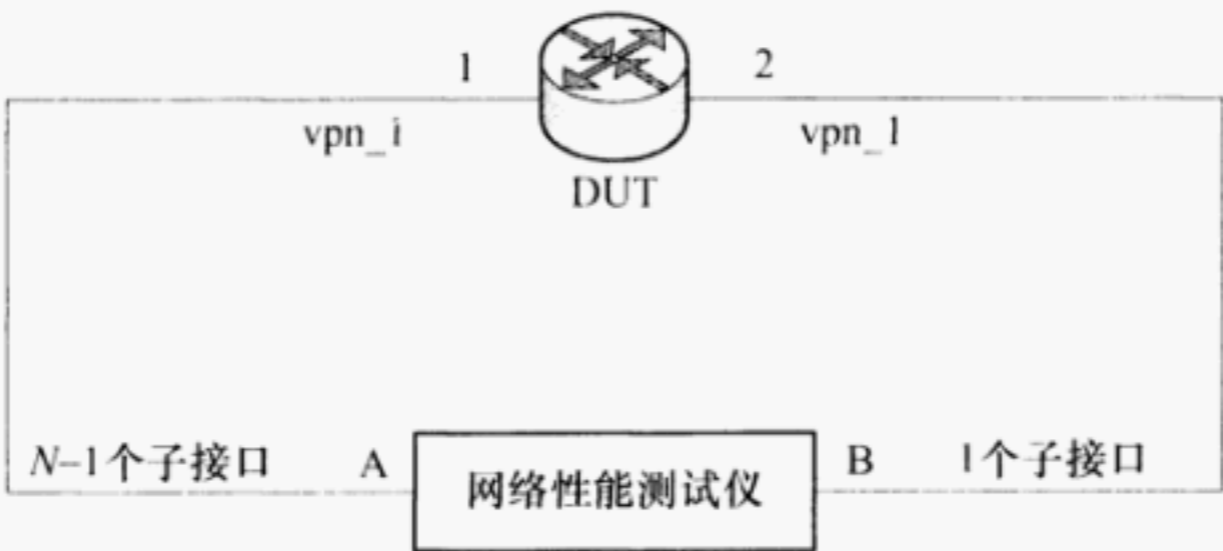


图 56 单个 VPN 绑定接口数量测试拓扑

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备上配置 1 个 VPN vpn_1 ，接口 1 配置 $N-1$ 个子接口并绑定至 vpn_1 ， N 为被测设备单个 VPN 支持绑定的接口数量，接口 2 配置 1 个子接口并绑定至 vpn_1 ；
- 2) 网络性能测试仪的端口 A 模拟 $N-1$ 个 CE，端口 B 模拟 1 个 CE；

- 3) 网络性能测试仪构建端口 A 与端口 B 模拟的各个 CE 间的双向流量，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：单个 VPN 绑定接口数量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.9.1.7 OptionA 路由容量

测试设备 Option A 跨域方式下支持的路由转发表容量，测试拓扑见图 57。

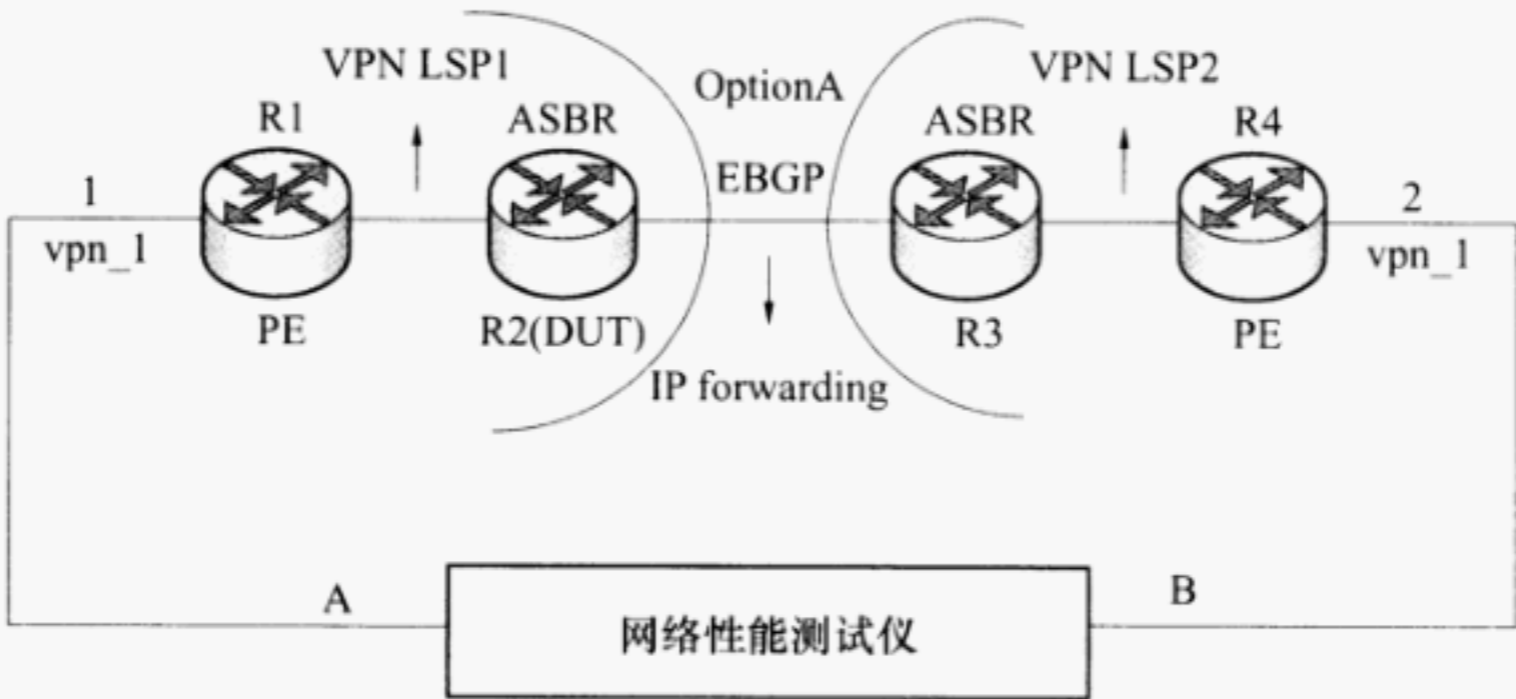


图 57 OptionA 路由容量测试

- a) 测试步骤：
 - 1) 四台设备 R1、R2（DUT）、R3、R4 建立跨域 VPN 的 OptionA 环境，配置设备与网络性能测试仪互连接口的 BGP 参数；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别与 R1、R4 建立 EBGP 邻居，端口 A 发布被测设备规定数量的路由；
 - 3) 在 R4 上查看接收到的路由统计信息；
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：OptionA 路由容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.9.1.8 OptionB 路由容量

测试设备 OptionB 跨域方式下支持的路由转发表容量，测试拓扑见图 58。

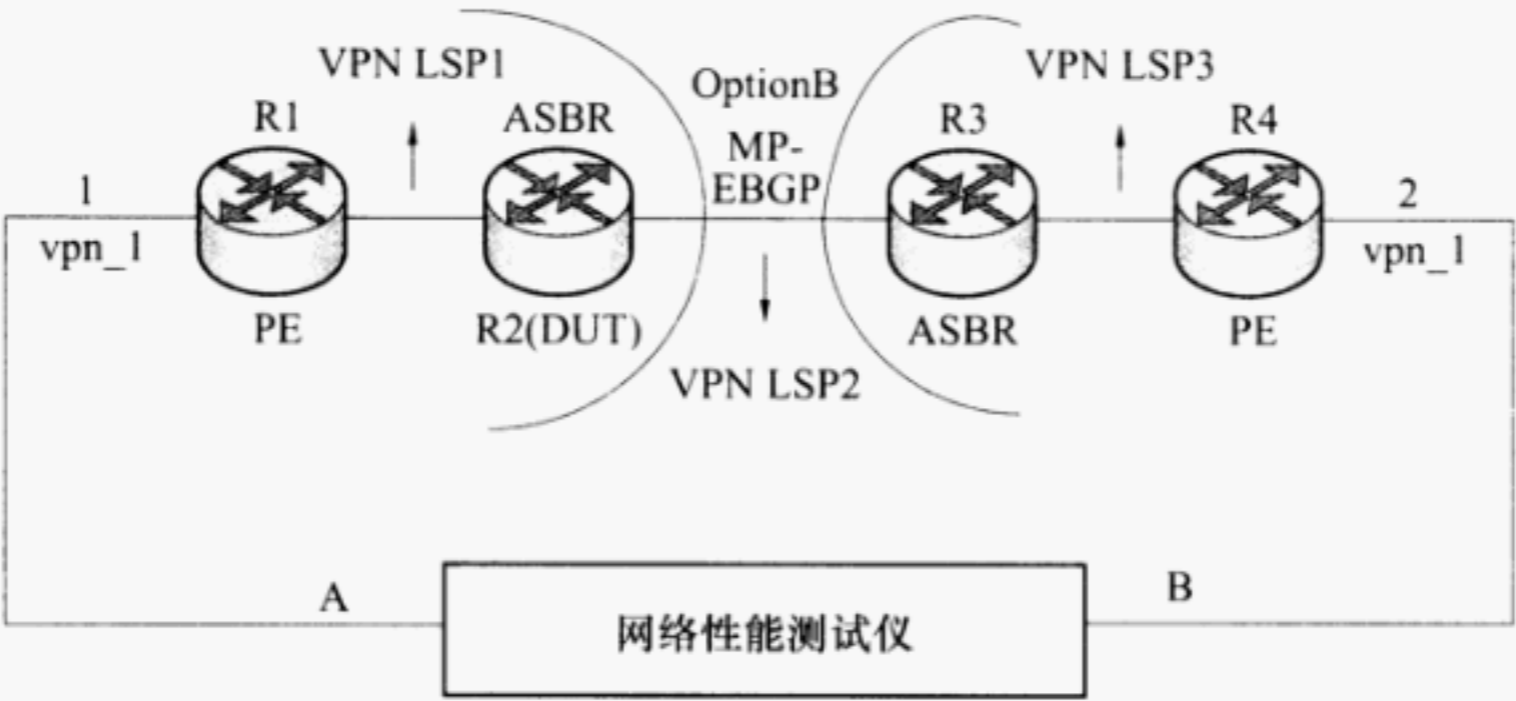


图 58 OptionB 路由容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 四台设备 R1、R2（DUT）、R3、R4 建立跨域 VPN 的 OptionB 环境，配置设备与网络性能测试仪互连接口的 BGP 参数；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别与 R1、R4 建立 EBGP 邻居，端口 A 发布被测设备规定数量的路由；
 - 3) 在 R4 上查看接收到的路由统计信息；

- 4) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：OptionB 路由容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.9.1.9 OptionC 路由容量

测试设备 OptionC 跨域方式下支持的路由转发表容量，测试拓扑见图 59。

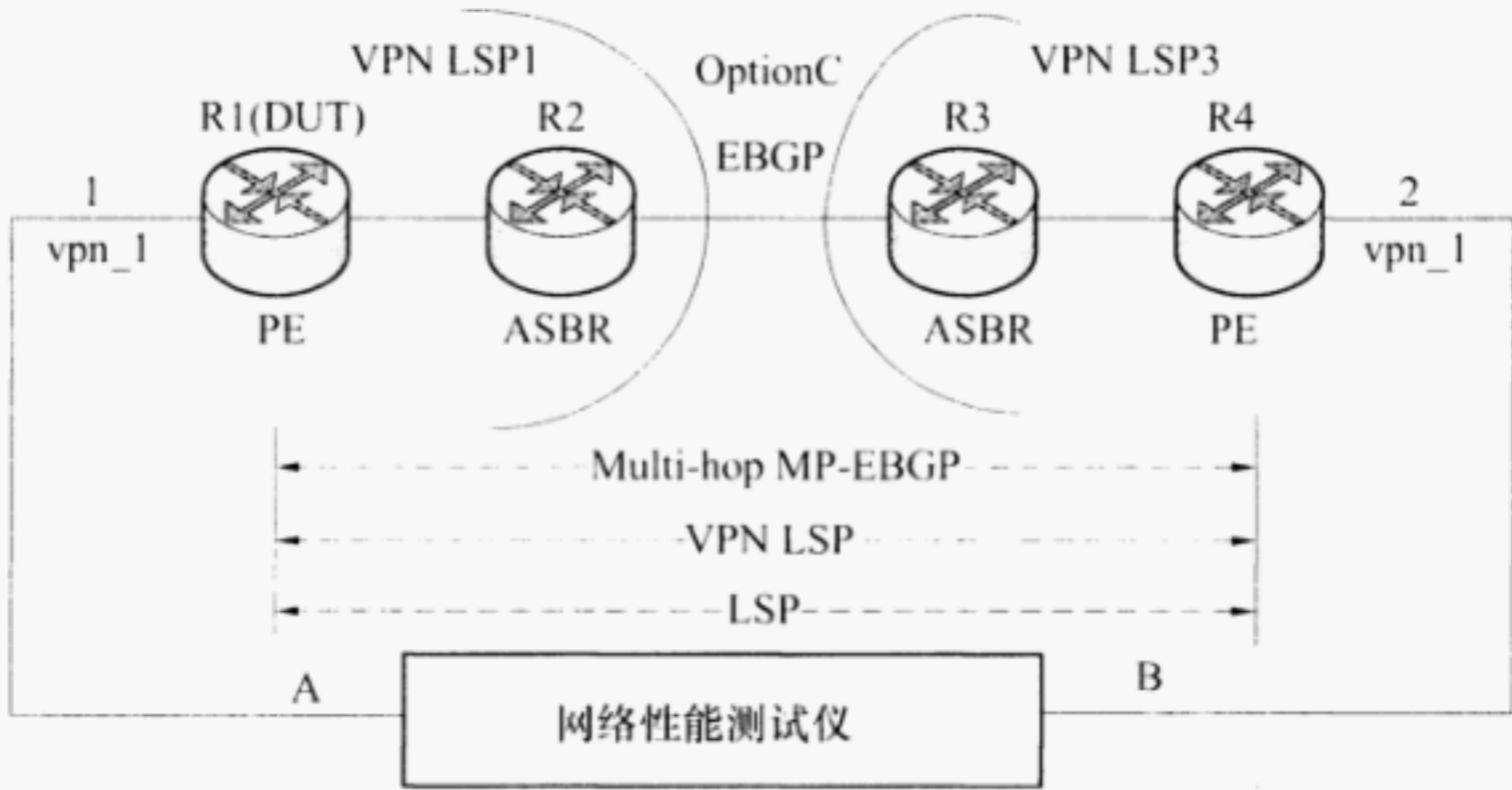


图 59 OptionC 路由容量测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 四台设备 R1 (DUT)、R2、R3、R4 建立跨域 VPN 的 OptionC 环境，配置设备与网络性能测试仪互连接口的 BGP 参数；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别与 R1、R4 建立 EBG 邻居，端口 A 发布被测设备规定数量的路由；
 - 3) 在 R4 上查看接收到的路由统计信息；
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，负载为端口线速，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：OptionC 路由容量应满足被测设备的规定值，数据转发应无丢失。

9.9.2 MPLS 功能

9.9.2.1 标签分配方式

测试设备 MPLS 标签的分配方式，测试拓扑见图 60。

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备配置 1 个 VPN 并绑定至接口 1，与网络性能测试仪端口 A 建立 VPN 下的 EBG 邻居，被测设备接口 2 与网络性能测试仪端口 B 建立普通的 EBG 邻居，接口 3 与网络性能测试仪的端口 C 建立 LDP 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪的端口 A、B 分别向被测设备发布 50 条路由，在被测设备上查看并记录已分配的标签数和标签分配的具体信息；

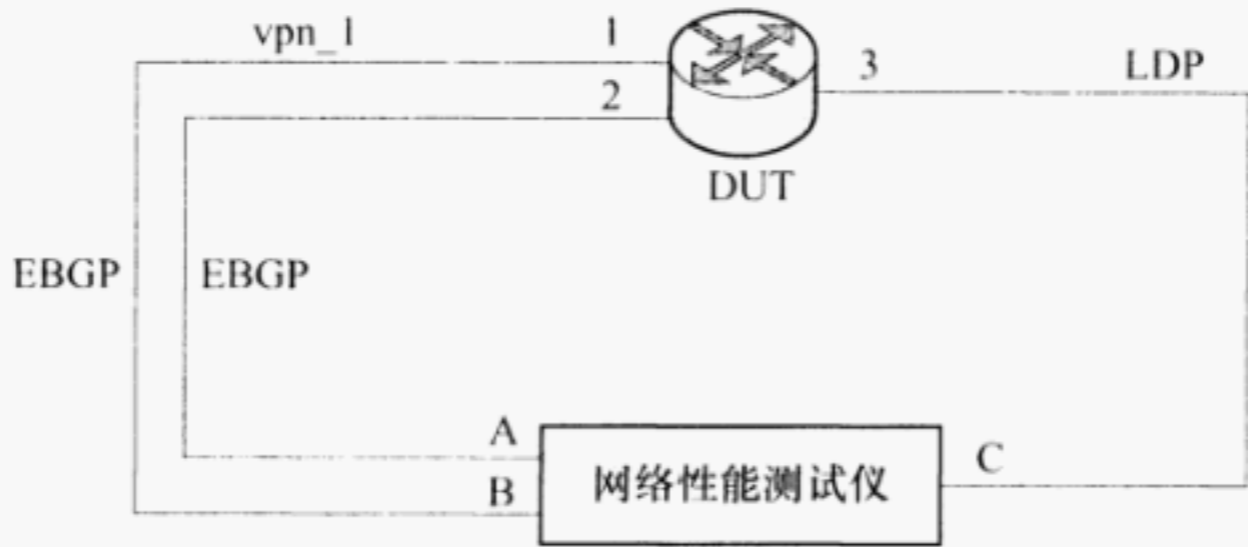


图 60 标签分配方式测试拓扑

- 3) 网络性能测试仪的端口 B 更改 IP 地址后再向被测设备发布 100 条路由，端口 A 更改路由网段后再向被测设备发布 100 条路由；
- 4) 在被测设备上查看并记录已分配的标签数和具体的标签分配信息。

b) 预期结果：

- 1) VPN 路由根据同一 VRF 下一跳分配相同的标签；
- 2) 非 VPN 路由按路由条目分配不同的标签。

9.9.2.2 标签控制功能

测试设备对 MPLS 标签控制功能的支持，测试拓扑见图 61。

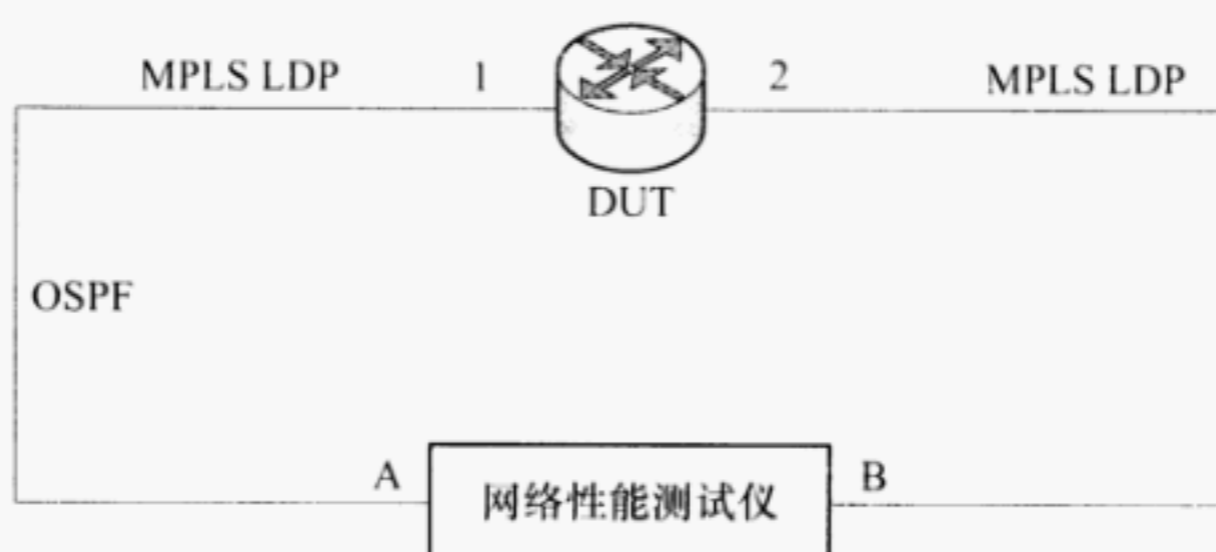


图 61 标签控制功能测试拓扑

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备接口 1 与网络性能测试仪的端口 A 配置 OSPF、MPLS LDP 协议，接口 2 与网络性能测试仪端口 B 配置 MPLS LDP 协议；
- 2) 网络性能测试仪端口 A 发布 1.0.0.0 网段、2.0.0.0 网段的 OSPF 路由各 100 条，分别配上 MPLS LDP 标签；
- 3) 网络性能测试仪端口 B 配置发往端口 A 发出的路由标签的数据流，数据流 1 目的地址为 1.0.0.0 网段标签，数据流 2 目的地址为 2.0.0.0 网段标签，查看并记录网络性能测试仪端口 B 接收到的数据流和标签情况；
- 4) 被测设备配置 MPLS 标签过滤功能，过滤 1.0.0.0 网段的标签，查看并记录网络性能测试仪端口 B 接收到的数据流和标签情况；
- 5) 被测设备配置不转发 2.0.0.0 网段的标签，查看并记录网络性能测试仪端口 B 接收到的数据流和标签情况。

b) 预期结果：

- 1) 测试步骤 3)：数据流 1 和 2 转发正常，报文类型为 0x8847，可查看到 1.0.0.0 和 2.0.0.0 网段的标签各 100 个；
- 2) 测试步骤 4)：数据流 1 和 2 转发正常，接收到的数据流 1 的报文类型为 0x0800，数据流 2 接收到的报文类型为 0x8847，只可查看到 2.0.0.0 网段的标签 100 个；
- 3) 测试步骤 5)：数据流 1 和 2 转发正常，报文类型为 0x0800，查看不到标签。

9.9.2.3 CE 双归属 PE

测试设备的 CE 双归属 PE 功能，测试拓扑见图 62。

a) 测试步骤：

- 1) R1、R2、R3 为 PE，R4 (DUT) 为 CE，R1、R2、R3 各配置 1 个 VPN，且 VPN 的 RD 配置为相同的值，R1、R2、R3 之间分别配置 MPLS LDP 参数和 BGP VPNv4 参数，并建立邻居；
- 2) R3 的接口 1 绑定 VPN，与网络性能测试仪端口 A 建立 VPN 下的 EBGP 邻居，并发布直连路由；

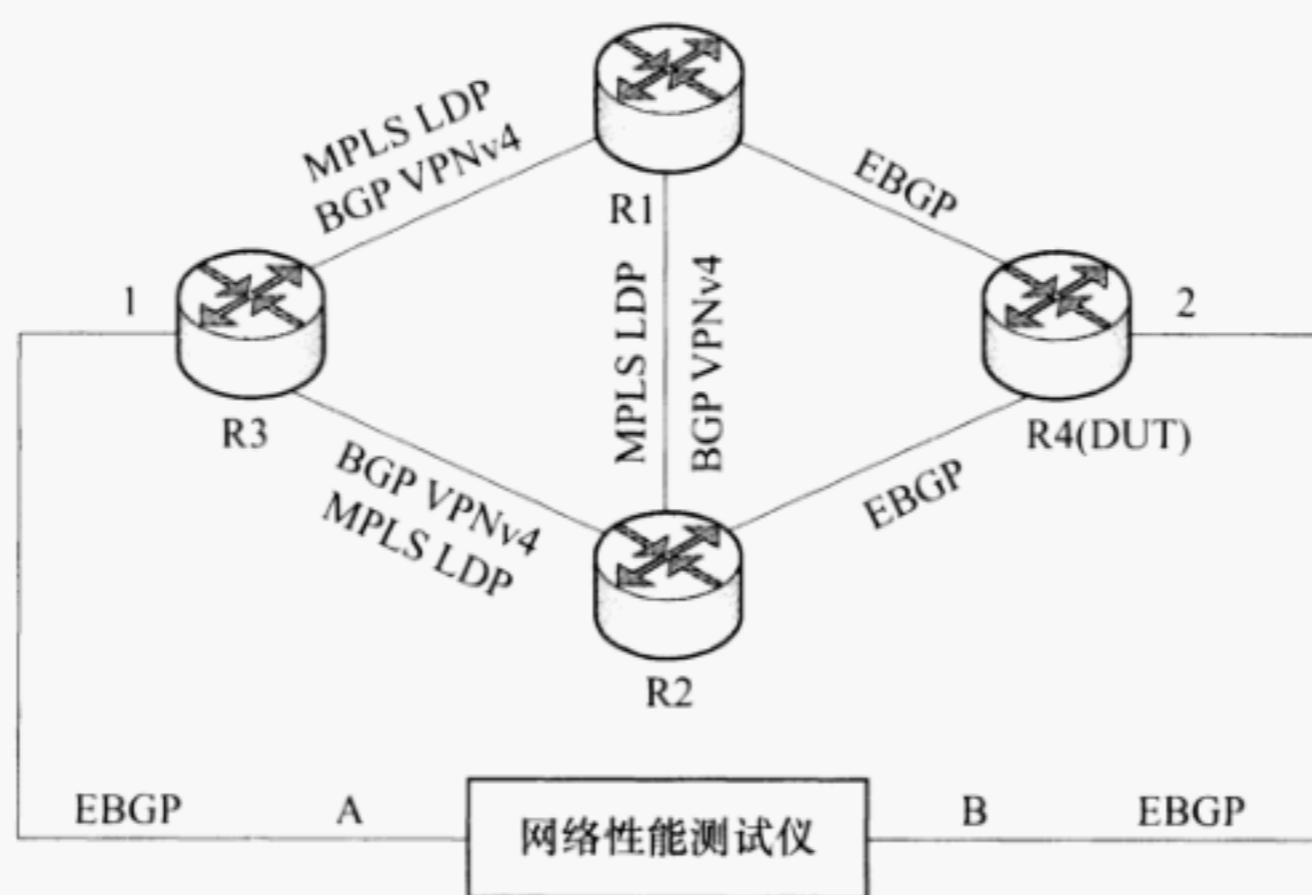


图 62 CE 双归属 PE 测试拓扑

- 3) R1、R2 与 R4 连接的端口绑定 VPN，与 R4 建立 VPN 下的 EBGP 邻居，R4 与网络性能测试仪端口 B 建立 EBGP 邻居，并发布直连路由；
- 4) 网络性能测试仪构建端口 A、B 之间的双向流量并发送，负载为端口线速，查看并记录数据的接收情况，在 R4 上查询流量的路径；
- 5) 断开流量经过的路径，查看数据的接收情况。

b) 预期结果: CE 实现双归属, 流量可恢复。

9.9.2.4 MPLS GR 功能

测试 MPLS 的 GR 功能，测试拓扑见图 63。

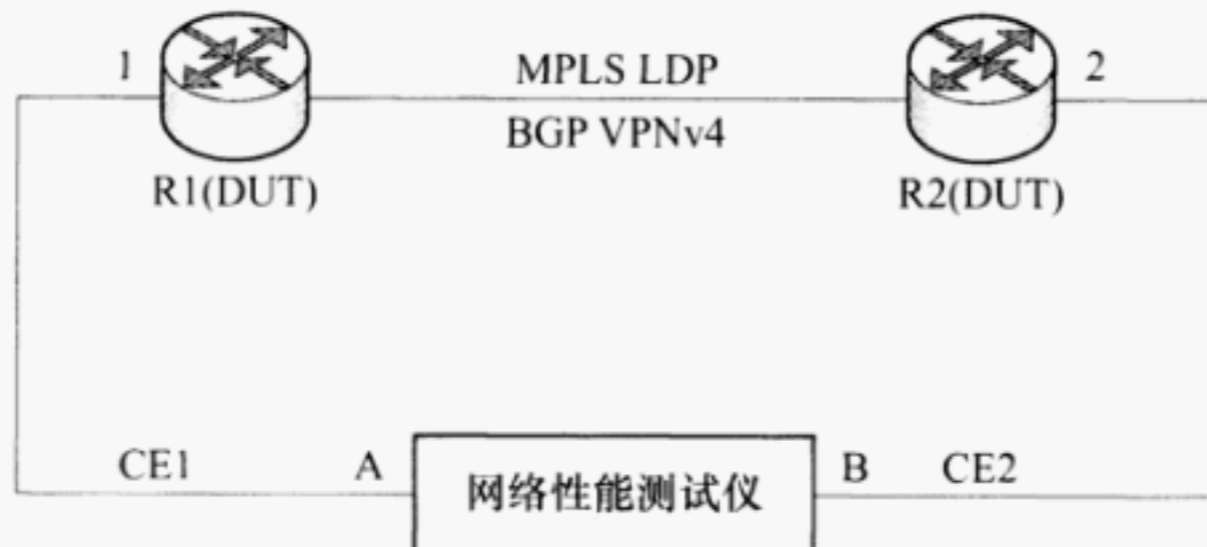


图 63 MPLS GR 功能测试拓扑

- a) 测试步骤:
 - 1) 网络性能测试仪端口 A、B 各模拟 1 个 CE，被测设备 R1、R2 为 PE，配置 BGP/MPLS VPN 环境；
 - 2) R1、R2 配置 OSPF 为 IGP 协议，配置 MPLS、MPLS LDP 功能，配置 BGP 参数，并建立 BGP VPNv4 邻居；
 - 3) R1、R2 配置 VPN 实例，并分别绑定至与网络性能测试仪相连的端口，R1 的接口 1 与网络性能测试仪建立 EBGP 邻居；
 - 4) 网络性能测试仪端口 A 发布 5000 条 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 5) R1、R2 分别进行主控板的基于命令行的主备倒换和硬件插拔的主备倒换操作，查看并记录主备倒换操作过程中数据的丢失情况；
 - 6) R1、R2 分别配置 MPLS LDP GR、BGP GR 和 OSPF GR 功能；
 - 7) 重复测试步骤 5)。
- b) 预期结果：配置 GR 后，主控板主备倒换操作过程中应无数据包丢失。

9.9.3 MP-BGP 属性

9.9.3.1 MP-BGP AS-path 过滤属性

测试通过 AS-path 属性控制 MP-BGP 路由传递范围的功能，测试拓扑见图 64。

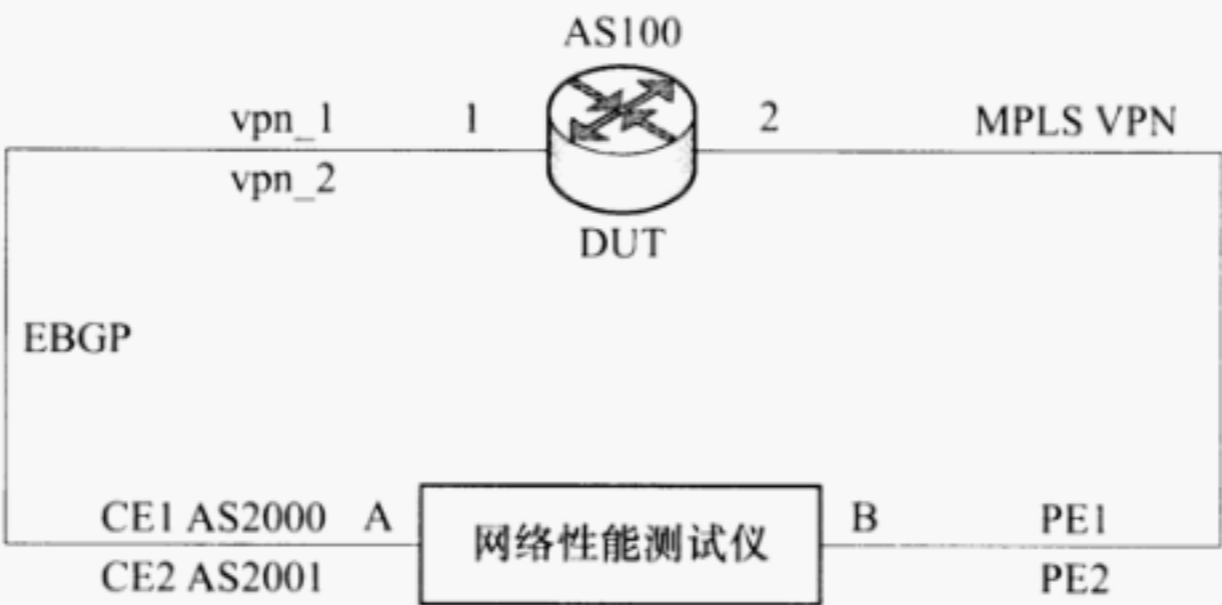


图 64 MP-BGP AS-path 过滤属性测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备配置两个 VPN vpn_1 和 vpn_2, 接口 1 配置 2 个子接口分别绑定 vpn_1 和 vpn_2;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 模拟两个 CE, 分别与被测设备建立 VPN 下的 EBGP 邻居, 端口 B 模拟两个 PE, 与被测设备建立 MPLS VPN 环境, PE1、PE2 使能路由查看功能;
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 向两个 VPN 分别发布以下不同网段的路由, 在 PE1、PE2 上查看并记录接收到的路由, 发布的路由按以下进行配置:
CE1 发布 10 条 1.0.0.0 网段的路由, AS-path 属性: 2000;
CE2 发布 10 条 2.0.0.0 网段的路由, AS-path 属性: 2001, 500;
 - 4) 被测设备应用路由策略, 匹配正则表达式^2000, 使被测设备向 PE1 只传递 AS2000 起源的路由;
 - 5) 被测设备应用路由策略, 匹配正则表达式 500\$, 使被测设备向 PE2 只传递最后经过 AS500 的路由;
 - 6) 在 PE1、PE2 上查看并记录接收到的路由。
- b) 预期结果:
- 1) 匹配策略前 PE1、PE2 能收到所有路由;
 - 2) 匹配 AS-path 正则表达式^2000 和 500\$后, PE1 只收到 1.0.0.0 网段的路由, PE2 只收到 2.0.0.0 网段的路由。

9.9.3.2 MP-BGP local-preference 属性

测试通过 local-preference 属性控制 MP-BGP 路径选择的功能，测试拓扑见图 65。

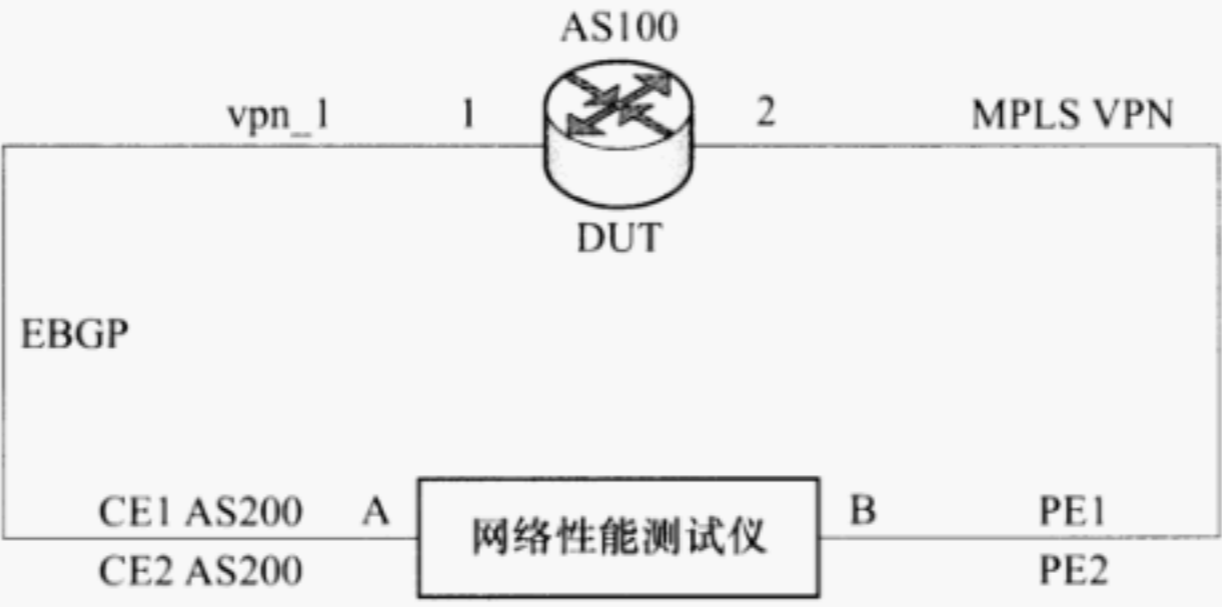


图 65 MP-BGP local-preference 属性测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备配置一个 VPN vpn_1, 接口 1 配置 2 个子接口, 并绑定到 vpn_1;

- 2) 网络性能测试仪端口 A 模拟两个 CE，分别与被测设备建立 VPN 下的 EBGP 邻居，端口 B 模拟两个 PE，与被测设备建立 MPLS VPN 环境；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 模拟的 CE1、CE2 分别向被测设备发布 1.0.0.0 网段的 10 条路由；
 - 4) 被测设备采用 ip-prefix 属性配置路由策略，使得 PE1 导入路由时标记 local-preference 的属性值为 150，PE2 导入路由时标记 local-preference 的属性值为 100，在被测设备上查看并记录 VPN 的路由信息；
 - 5) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流，负载为端口线速，在端口 A 查看 CE1 和 CE2 数据的接收情况，确定流量路径；
 - 6) 被测设备采用 ip-prefix 属性配置路由策略，使得 PE1 导入路由时标记 local-preference 的属性值为 100，PE2 导入路由时标记 local-preference 的属性值为 150，在被测设备上查看并记录 VPN 的路由信息；
 - 7) 重复测试步骤 5)。
- b) 预期结果：
- 1) 测试步骤 5)：流量经过 CE1 到达目的网段；
 - 2) 测试步骤 7)：流量经过 CE2 到达目的网段。

9.9.3.3 MP-BGP MED 属性

测试通过 MED 属性控制 MP-BGP 路径的选择，测试拓扑见图 65。

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备配置一个 VPN vpn_1，接口 1 配置 2 个子接口，并绑定到 vpn_1；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 模拟两个 CE，分别与被测设备建立 VPN 下的 EBGP 邻居，端口 B 模拟两个 PE，与被测设备建立 MPLS VPN 环境；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 模拟的 CE1、CE2 分别向被测设备发布 1.0.0.0 网段的 10 条路由；
 - 4) 被测设备配置路由策略，使得 PE1 导入路由时标记 MED 属性值为 150，PE2 导入路由时标记 MED 属性值为 100，在被测设备上查看并记录 VPN 的路由信息；
 - 5) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流，负载为端口线速，在端口 A 查看 CE1 和 CE2 数据流的接收情况，确定流量路径；
 - 6) 被测设备配置路由策略，使得 PE1 导入路由时标记 MED 属性值为 100，PE2 导入路由时标记 MED 属性值为 150，在被测设备上查看并记录 VPN 的路由信息；
 - 7) 重复测试步骤 5)。
- b) 预期结果：
- 1) 测试步骤 5)：流量经过 CE2 到达目的网段；
 - 2) 测试步骤 7)：流量经过 CE1 到达目的网段。

9.9.4 VPN 路由过滤

测试 VPN 路由过滤功能，测试拓扑见图 66。



图 66 VPN 路由过滤测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) R1 (DUT)、R2 之间配置 IGP、LDP 以及 MP-BGP 环境;
 - 2) R1、R2 分别建立一个 VPN 实例, 绑定至 R1 的接口 1 和 R2 的接口 2, R1 的接口 1 和 R2 的接口 2 分别与网络性能测试仪端口 A、B 建立 VPN 下的 EBGP 邻居;
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 向 R1 分别发布 10 条 1.0.0.0/24 网段和 10 条 2.0.0.0/24 网段的路由;
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 使能路由查看功能, 查看并记录接收到的路由, 端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流, 流量负载为端口线速的 10%, 查看并记录数据的接收情况;
 - 5) R1 上配置路由策略, 过滤 1.0.0.0/24 网段的路由, 并应用到 VPN 实例, 查看并记录网络性能测试仪 B 端口收到的路由和数据的接收情况。
- b) 预期结果:
- 1) 测试步骤 4): 收到所有 20 条路由, 数据全部通过;
 - 2) 测试步骤 5): 仅可收到 2.0.0.0/24 网段的 10 条路由, 且只接收到目的网段为 2.0.0.0/24 的数据。

9.9.5 VPN 路由汇总

测试 VPN 路由汇总功能, 测试拓扑见图 66。

- a) 测试步骤:
- 1) R1 (DUT)、R2 之间配置 IGP、LDP 以及 MP-BGP 环境;
 - 2) R1、R2 分别建立一个 VPN 实例, 绑定至 R1 的接口 1 和 R2 的接口 2, R1 的接口 1 和 R2 的接口 2 分别与网络性能测试仪端口 A、B 建立 VPN 下的 EBGP 邻居;
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 向 R1 分别发布 10 条 1.0.0.0/24 网段和 10 条 2.0.0.0/24 网段的路由;
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 使能路由查看功能, 查看并记录接收到的路由统计情况;
 - 5) R1 上配置路由策略, 将 1.0.0.0/24 网段的路由汇总为 1.0.0.0/16 网段的路由, 查看并记录网络性能测试仪 B 端口收到的路由统计情况。
- b) 预期结果:
- 1) 测试步骤 4): 收到 20 条路由, 与已发布路由相同;
 - 2) 测试步骤 5): 收到 11 条路由, 分别是 1.0.0.0/16 和 10 条 2.0.0.0/24 网段路由。

注: 不配置跨域。

9.9.6 VPLS 功能

测试 VPLS 功能, 测试拓扑见图 67。

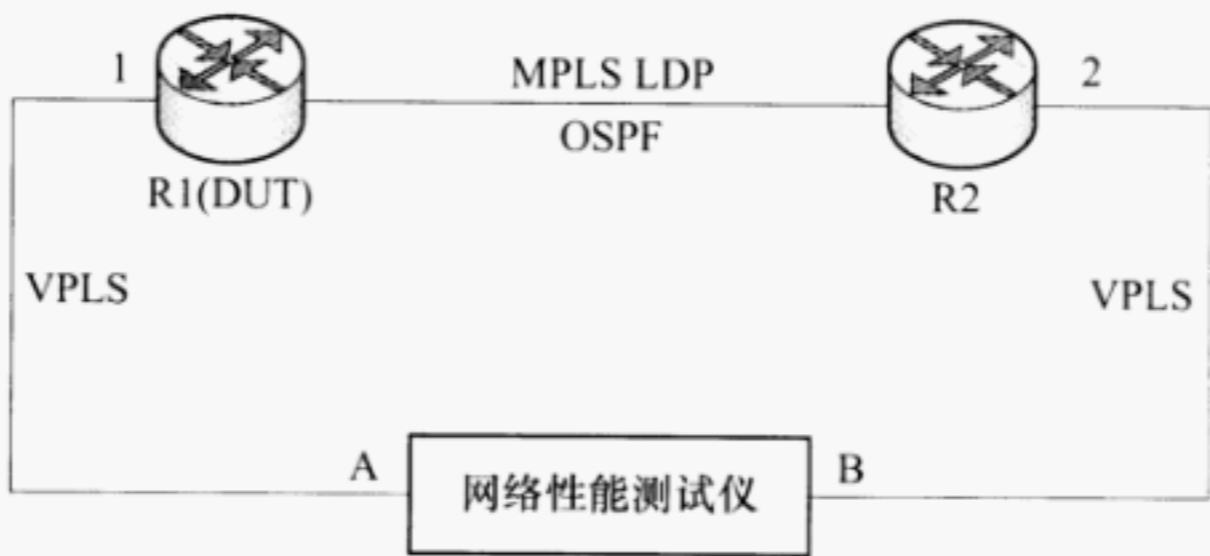


图 67 VPLS 功能测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) R1 (DUT)、R2 配置 MPLS LDP 及 OSPF 参数, 建立 LDP 邻居和 OSPF 邻居;
 - 2) R1、R2 使能 MPLS L2VPN 功能, 分别配置 1 个 VPLS 实例 (Martini 方式或 Kompella 方

式), 并绑定至与网络性能测试仪的连接端口;

3) 网络性能测试仪端口 A、B 构建二层数据流互相发送, 负载设置为被测设备 VPLS 功能支持的最大带宽, 查看数据的接收情况。

b) 预期结果: 数据应可互通, 无数据帧丢失。

9.9.7 流量工程

9.9.7.1 TE FRR 功能

测试 TE FRR 功能, 测试拓扑见图 68。

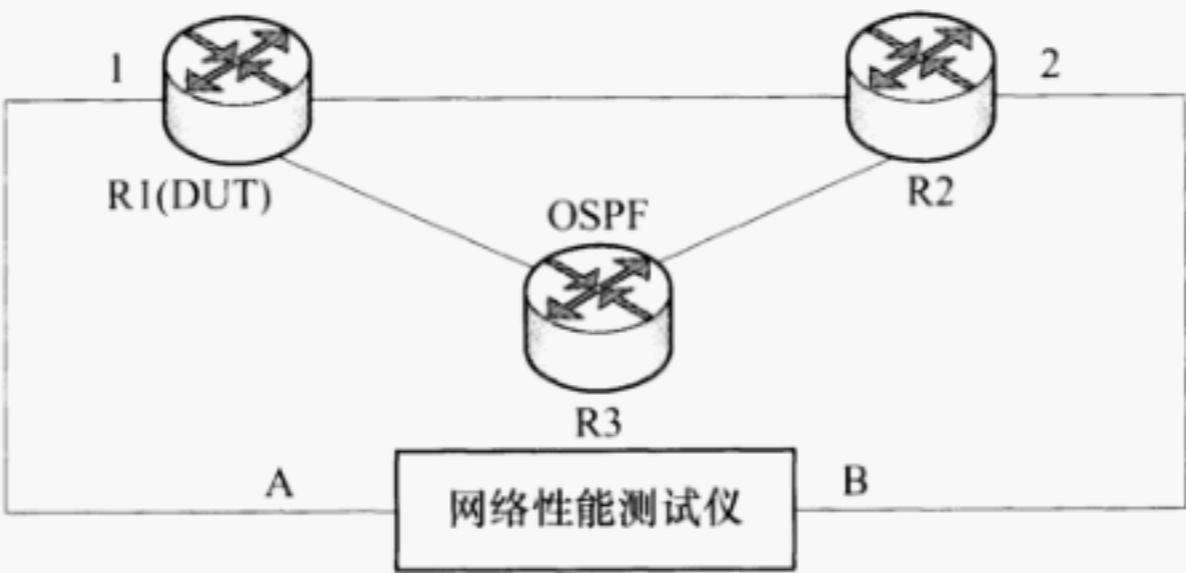


图 68 TE FRR 功能测试拓扑

a) 测试步骤:

- 1) R1 (DUT)、R2、R3 分别建立 OSPF 连接, OSPF 使能 TE, 接口使能 TE;
- 2) R1 上配置两条 RSVP 隧道, 一条为主用隧道, 路径配置为 R1-R2, 另一条为备份隧道, 路径配置为 R1-R3-R2, 在主隧道出接口上配置备份隧道;
- 3) 网络性能测试仪端口 A 构建并发送目的地址为端口 B 的数据流, 负载设置为被测设备隧道端口的线速, 查看并记录数据的接收情况;
- 4) 配置主隧道失效, 查看并记录数据的丢失情况。

b) 预期结果: 数据出现短暂丢失后恢复正常。

9.9.7.2 热备份功能

测试热备份功能, 测试拓扑见图 68。

a) 测试步骤:

- 1) R1 (DUT)、R2、R3 分别建立 OSPF 连接, OSPF 使能 TE, 接口使能 TE;
- 2) R1 配置一条 RSVP 隧道, 主路径为 R1-R2, 并建立热备份路径;
- 3) 网络性能测试仪端口 A 构建并发送目的地址为端口 B 的数据流, 负载为被测设备隧道端口的线速, 查看并记录数据流的接收情况;
- 4) 配置主路径失效, 查看并记录数据流的接收情况。

b) 预期结果: 数据出现短暂丢失后恢复正常。

9.9.7.3 带宽预留功能

测试带宽预留功能, 测试拓扑见图 69。

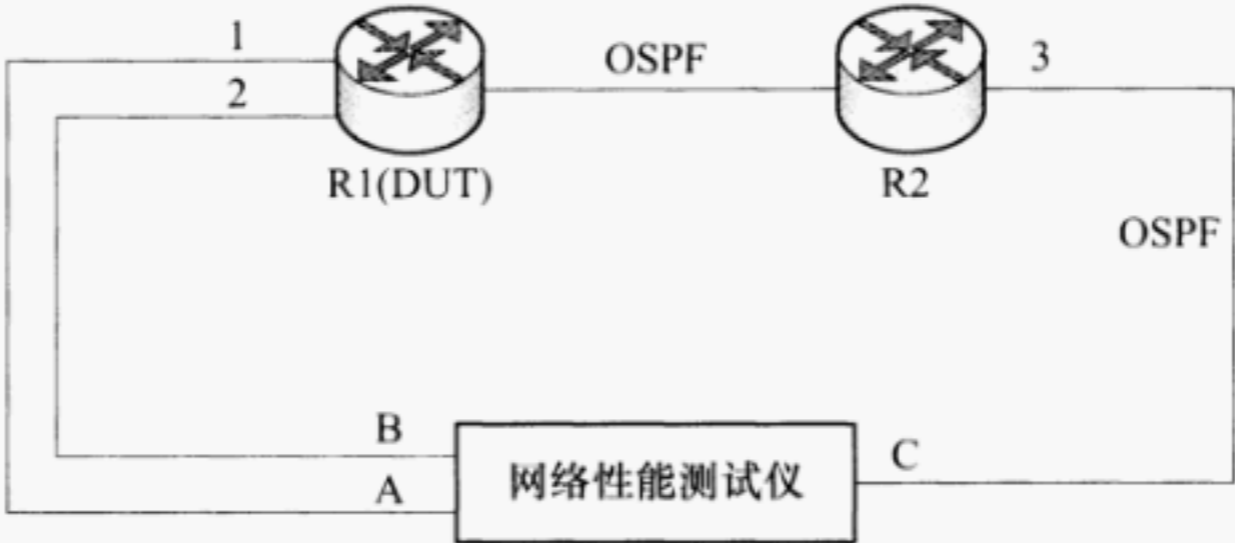


图 69 带宽预留功能测试拓扑

a) 测试步骤:

- 1) R1 (DUT)、R2 建立 OSPF 连接, OSPF 使能 TE, 接口使能 TE;
- 2) R1 上配置一条 RSVP 隧道, 路径为 R1-R2, 并配置预留带宽为端口线速的 20%;
- 3) 网络性能测试仪端口 C 向路由器 R2 发布 100 条路由, 端口 A 构建并发送相应路由的数据流, 负载配置为 100%, 端口 B 配置目的地址为端口 C 的数据流并发送, 负载设置为 20%, 路径为 RSVP 隧道查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果: 实现带宽预留功能, 端口 B 至端口 C 的数据无丢失。

10 网络安全测试

10.1 uRPF 功能

测试 uRPF 反向路径转发功能, 以防止源 IP 地址欺骗等攻击行为, 测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤:

- 1) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的数据流并发送, 查看并记录数据的接收情况;
- 2) 配置被测设备在接口启用 uRPF, 配置为 loose 模式, 查看并记录数据的接收情况;
- 3) 被测设备上配置相应的路由, 且网关地址与报文入端口地址不一致, 查看并记录数据的接收情况;
- 4) 被测设备更改 uRPF 为 strict 模式, 查看并记录数据的接收情况;
- 5) 被测设备配置 ACL 规则, 允许报文通过, 在被测设备接口上更改 uRPF 为 strict+ACL 模式。

b) 预期结果: 测试步骤 1)、3)、5) 可接收到数据; 测试步骤 2)、4) 接收不到数据。

10.2 访问控制列表

10.2.1 基于五元组的 ACL

测试基于五元组 (源 IP 地址、目的 IP 地址、源端口、目的端口、协议类型) 的 ACL 功能, 测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤:

- 1) 被测设备配置基于源 IP 地址 (1.0.0.1)、目的 IP 地址 (2.0.0.2)、源端口 (1000)、目的端口 (3000)、协议类型 (0x18) 的 ACL 规则, 对于符合所有规则的数据流拒绝通过;
- 2) 网络性能测试仪端口 A 构建并发送目的地址为端口 B 的数据流, 其源 IP 地址、目的 IP 地址、源端口、目的端口和协议类型与被测路由器的 ACL 规则配置对应匹配, 查看数据的接收情况;
- 3) 网络性能测试仪端口 A 构建并发送目的地址为端口 B 的 5 条数据流, 使其源 IP 地址、目的 IP 地址、源端口、目的端口和协议类型与被测路由器的 ACL 规则配置分别单项匹配, 查看数据的接收情况。

b) 预期结果: 测试步骤 2) 接收不到数据; 测试步骤 3) 可接收到数据。

注: 测试时打开 LOG 功能, ACL 命令行配置应支持对端口的 TIME RANGE 功能, 且 ACL 步长应可调整。

10.2.2 基于源 MAC 地址的 ACL

测试基于源 MAC 地址的 ACL 功能, 测试拓扑见图 38。

a) 测试步骤:

- 1) 被测设备配置基于源 MAC 地址的 ACL 规则, 允许源 MAC 地址为 00-00-01-00-00-01 的数据流通过;
- 2) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的 IP 数据流并发送, 其源 MAC 地址配置为 00-00-01-00-00-02, 查看并记录数据的接收情况;
- 3) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的 IP 数据流并发送, 其源 MAC 地址配置

为 00-00-01-00-00-01，查看并记录数据的接收情况。

- b) 预期结果：测试步骤 2) 接收不到数据；测试步骤 3) 可接收到数据。

10.2.3 配置 ACL 情况下的性能

测试配置 ACL 规则后对设备接口性能的影响，测试拓扑见图 38。

- a) 测试步骤：

- 1) 被测设备不配置任何 ACL 规则；
- 2) 网络性能测试仪按 IETF RFC2544 标准规定的方法进行转发时延的测试，数据帧长分别设置为 8 种典型帧长 (64、65、128、256、512、1024、1280、1518bytes)，每个帧长测试 60s；
- 3) 被测设备配置 N 条 ACL 规则，ACL 规则的最后一条配置为 permit any，其他均为 deny ip (配置的 IP 应不与网络性能测试仪端口 IP 重合)；
- 4) 重复测试步骤 2)，比较 ACL 规则配置前后被测设备接口的数据转发时延。

- b) 预期结果：配置 ACL 规则后，被测设备的接口性能应无明显下降。

注：接入路由器 N 设置为 1000 条，其他类型路由器 N 均设置为 10 000 条。

10.3 网络地址翻译 NAT

10.3.1 静态 NAT

测试静态 NAT 功能，测试拓扑见图 38。

- a) 测试步骤：

- 1) 被测设备配置静态 NAT 功能，分别将 IP 地址 10.0.0.2~10.0.0.11 翻译为 30.0.0.2~30.0.0.11，并将 NAT 应用到接口 2 的出方向；
- 2) 被测设备配置指向网络性能测试仪端口 B 的静态路由；
- 3) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的数据流并发送，其源地址配置为 10.0.0.2~10.0.0.11，查看并记录接收数据的源 IP 地址。

- b) 预期结果：接收数据的源 IP 地址为 30.0.0.2~30.0.0.11。

10.3.2 动态 NAT

测试动态 NAT 功能，测试拓扑见图 38。

- a) 测试步骤：

- 1) 被测设备配置动态 NAT 功能，分配 NAT 地址池为 30.0.0.12~30.0.0.21，并将 NAT 应用到接口 2 的出方向；
- 2) 被测设备配置指向网络性能测试仪端口 B 的静态路由；
- 3) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的数据流并发送，源地址配置为 10.0.0.2~10.0.0.11，查看并记录接收数据的源 IP 地址。

- b) 预期结果：接收数据的源 IP 地址为 30.0.0.12~30.0.0.21。

10.3.3 网络地址/端口翻译 NAPT

测试网络地址/端口翻译 NAPT 功能，测试拓扑见图 38。

- a) 测试步骤：

- 1) 被测设备配置动态 NAT 功能，分配 NAT 地址池为 30.0.0.23~30.0.0.25，并将 NAT 应用到接口 2 的出方向；
- 2) 被测设备配置指向网络性能测试仪端口 B 的静态路由；
- 3) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的数据流并发送，源地址配置为 10.0.0.2~10.0.0.11，查看并记录接收数据的源 IP 地址及源端口号。

- b) 预期结果：接收数据的源 IP 地址为 30.0.0.23~30.0.0.25，且具有不同的源端口。

10.3.4 地址映射

测试网络地址映射功能，测试拓扑见图 38。

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备接口 1 配置地址映射功能, 将访问被测设备接口 1 的目的 IP 地址为 40.0.0.1、UDP 目的端口号为 4000 的数据流映射到网络性能测试仪端口 B 的 IP 地址 20.0.0.2、UDP 端口号 5000;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 构建并发送 2 条 UDP 数据流, 目的地址设置为 40.0.0.1, 目的端口号分别设置为 4000、4001, 查看并记录接收到数据的目的 IP 和 UDP 端口号。
- b) 预期结果: 接收数据的目的 IP 地址为 20.0.0.2, 目的端口号为 5000, 流量与发送的目的端口号为 4000 的数据相等。

10.3.5 NAT 并发连接数

测试设备支持的 NAT 并发连接数量, 测试拓扑见图 38。

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备配置动态 NAT 功能, 地址池中配置 1 个 IP 地址 2.0.0.2, 并将 NAT 应用到接口 2 的出方向;
 - 2) 被测设备配置指向网络性能测试仪端口 B 的静态路由;
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的数据流并发送, 源地址设置为 5000 个, 查看并记录接收到的数据的源 IP 地址及源端口号。
- b) 预期结果: 接收到的数据的源 IP 地址为 2.0.0.2, 源端口号为 5000 个。

10.3.6 VPN NAT 功能

测试设备 NAT 穿透 VPN 的能力, 测试拓扑见图 70。

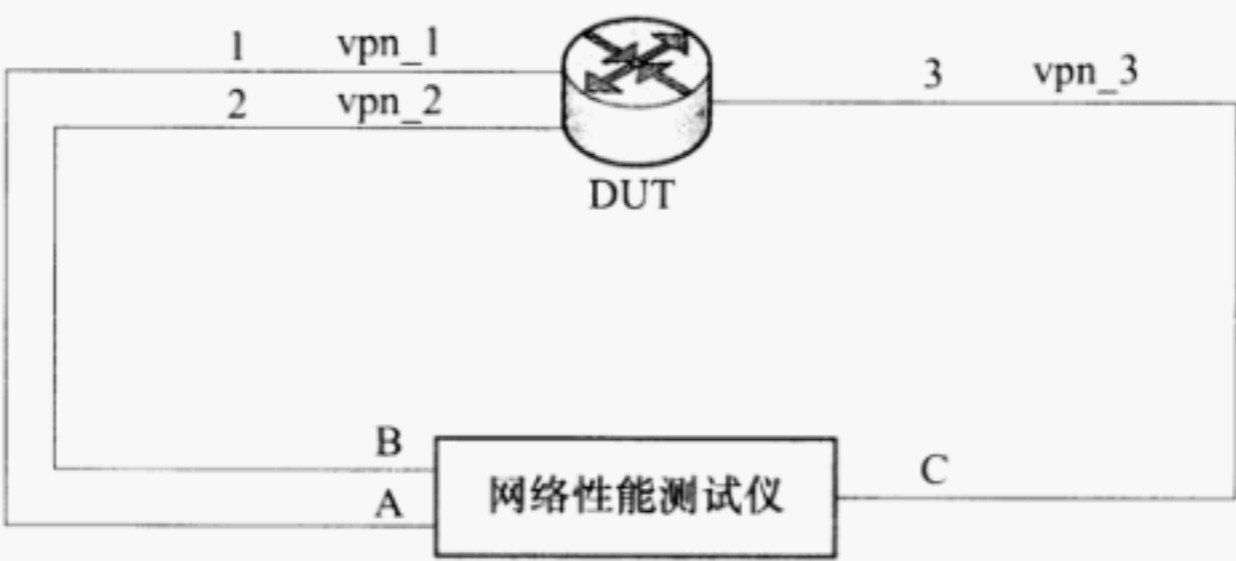


图 70 VPN NAT 功能测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 被测设备配置 3 个 VPN 实例 vpn_1、vpn_2 和 vpn_3, 分别绑定至接口 1、接口 2 和接口 3, 接口 1 和接口 2 配置相同的 IP 地址;
 - 2) 被测设备配置动态 NAT 功能, 并应用到 vpn_3 的出方向, 配置 vpn_1 至 vpn_3 和 vpn_2 至 vpn_3 的静态路由;
 - 3) 网络性能测试仪端口 A、B 分别构建目的地址为端口 C 的数据并发送, 其源地址的变化相同, 查看并记录接收到的数据的源 IP 地址和源端口号情况。
- b) 预期结果: 来自不同 VPN 的数据流, 若转换后的源地址相同, 则源端口号不同。

10.4 安全审计

测试日志功能的完善程度, 测试拓扑见图 71。



图 71 安全审计测试拓扑

- a) 测试步骤:
 - 1) 配置被测设备的日志功能;
 - 2) 对被设备进行配置管理操作;
 - 3) 在被测设备上查看日志的条目和内容,并根据筛选条件进行查阅。
- b) 预期结果:
 - 1) 应记录系统管理、配置更改等信息;
 - 2) 审计记录应至少包括事件发生的日期和时间、事件类型、严重程度、事件结果、事件描述等;
 - 3) 应仅限于授权用户提供日志查询能力;
 - 4) 应支持日志的选择性查阅功能,如按照严重程度级别输出日志信息;
 - 5) 应保护审计记录的完整性,以避免未授权的删除、修改或覆盖;
 - 6) 应支持将日志发送到日志服务器进行集中管理。

10.5 控制台登录安全

测试设备的用户身份,测试拓扑见图 71。

- a) 测试步骤:
 - 1) 被测设备启用 Telnet 登录方式,配置密码登录认证方式,对登录用户进行限制;
 - 2) 分别多次输入错误的用户名和登录密码,查看被测设备给出的信息提示和对用户鉴别过程处理方式;
 - 3) 新建用户,进行被测设备对用户口令长度和复杂度的检查。
- b) 预期结果:
 - 1) 应支持对用户的身份进行标识和鉴别能力;
 - 2) 应支持鉴别信息复杂度检查功能,口令长度和口令字符组成应满足规定的复杂度要求;
 - 3) 鉴别期间,应只有有限的鉴别信息提供给用户;
 - 4) 应提供登录失败处理功能,可采取结束会话、限制非法登录次数、自动退出等措施;
 - 5) 当达到或超过定义的不成功的鉴别次数时,应采取结束会话、锁定用户或使登录点无效等措施。

10.6 认证安全

10.6.1 RADIUS 协议认证

测试设备对 RADIUS 协议认证的支持,测试拓扑见图 72。

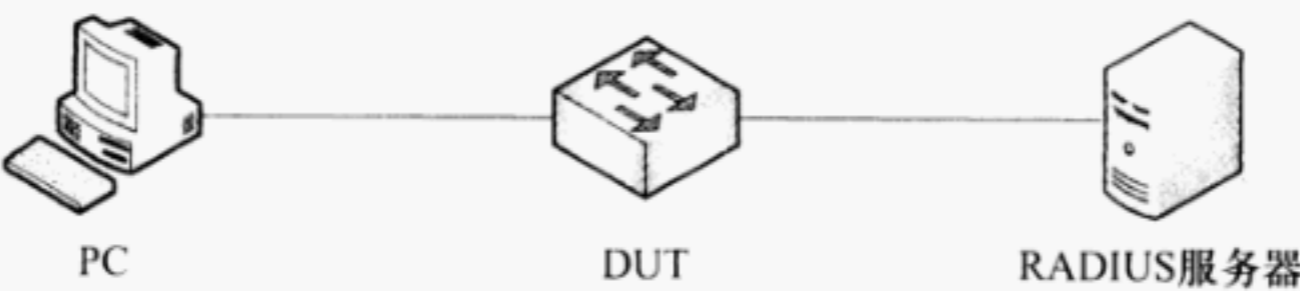


图 72 RADIUS 协议认证测试拓扑

- a) 测试步骤:
 - 1) 配置被测设备采用 RADIUS 登录认证;
 - 2) 在 RADIUS 服务器上新建认证用户名、密码,开启抓包分析工具;
 - 3) 在 PC 上远程登录被测设备;
 - 4) 查看被测设备与 RADIUS 服务器之间的通信过程。
- b) 预期结果:
 - 1) 被测设备与 RADIUS 服务器间认证采用 RADIUS 报文;
 - 2) 只有用户名、密码、端口正确且客户端与服务器间的共享密钥一致时,RADIUS 服务器才

能通过身份认证，认证失败时应向客户端返回提示信息。

10.6.2 SSH 协议

测试设备对 SSH 协议认证的支持，测试拓扑见图 71。

- a) 测试步骤：
 - 1) 被测设备配置为 SSH2 服务器，PC 配置为 SSH2 客户端；
 - 2) 被测设备分别配置口令认证和公钥认证两种方式，其中公钥认证配置 RSA 或 DSA 密钥对；
 - 3) SSH 客户端建立与服务器的连接，验证客户端与服务器认证过程。
- b) 预期结果：
 - 1) 支持口令认证和公钥认证两种方式；
 - 2) 认证时只有口令或证书正确，且通信数据没有修改过时，服务器才能通过客户端的认证；
 - 3) 开始认证后，客户端与服务器端之间以密文进行通信。

10.7 数据安全

测试设备对 IPSec 协议、IKE 协议的支持，测试拓扑见图 73。

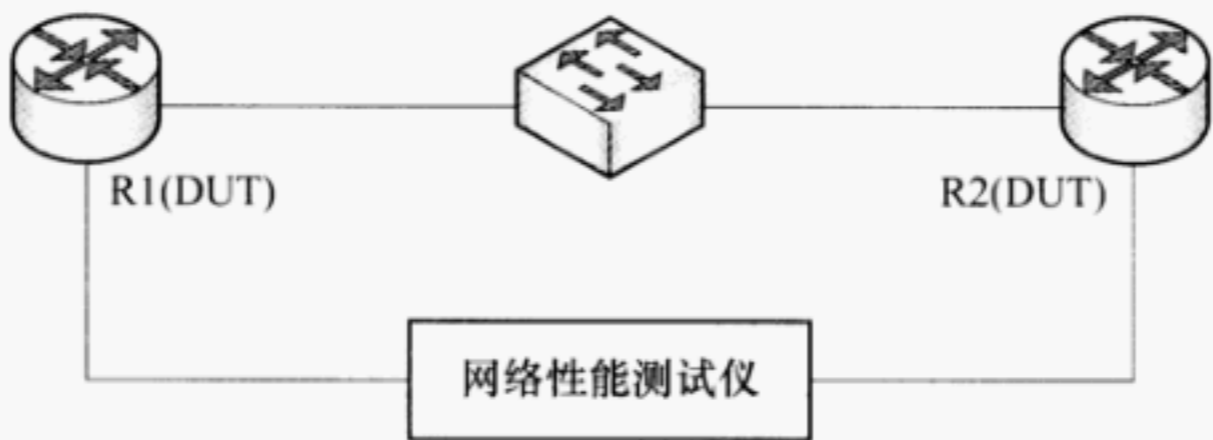


图 73 数据安全测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 被测设备 R1、R2 分别配置 ACL 列表、IPSec 的协议模式、密钥协商方式（手工协商和 IKE 协商两种方式）等；
 - 2) 交换机开启抓包分析，查看 R1、R2 间的通信情况。
- b) 预期结果：
 - 1) SA 建立前，R1、R2 间的通信采用普通报文，SA 建立后报文使用 ESP 加密；
 - 2) R1、R2 的通信报文被修改后，对端设备不能通过鉴别；
 - 3) 只有两端同时配置 IPSec，且基本参数一致时才能成功建立 SA，否则不能使用 IPSec 进行通信；
 - 4) 支持 IKE 方式协商密钥。

11 可靠性测试

11.1 硬件相关

11.1.1 电源冗余热插拔能力

测试设备交流电源和直流电源冗余模块的热插拔能力，测试拓扑见图 27。

- a) 测试步骤：
 - 1) 被测设备采用不少于 2 个电源（见注）同时供电；
 - 2) 配置被测设备的 BGP 参数，接口 1 与网络性能测试仪端口 A 建立 BGP 邻居；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 向被测设备发布 10 000 条 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
 - 4) 数据发送过程中，对被测设备进行电源冗余模块的拔插操作，操作过程中查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：被测设备电源冗余模块热插拔过程中数据应无丢失。

注：交流电源和直流电源分别进行测试，测试接入路由器时发布 1000 条路由。

11.1.2 风扇热插拔能力

测试设备风扇模块的热插拔能力，测试拓扑见图 27。

a) 测试步骤：

- 1) 配置被测设备的 BGP 参数，接口 1 与网络性能测试仪端口 A 建立 BGP 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 A 向被测设备发布 10 000 条 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
- 3) 数据发送过程中，对被测设备进行风扇模块的拔插操作，操作过程中查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：被测设备风扇模块热插拔过程中数据应无丢失。

注：测试接入路由器时发布 1000 条路由。

11.1.3 主控板热插拔能力

测试设备主控板的热插拔能力，测试拓扑见图 27。

a) 测试步骤：

- 1) 配置被测设备的 BGP 参数，接口 1 与网络性能测试仪端口 A 建立 BGP 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 A 向被测设备发布 10 000 条 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
- 3) 数据发送过程中，对被测设备进行主控板的拔插操作，操作过程中查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：

- 1) 被测设备主用主控板拔出后，数据出现丢包或中断，主控板恢复后，数据在一段时间后可恢复；
- 2) 通过网管控制台可查询主控板的热插拔情况。

注：测试接入路由器时发布 1000 条路由。

11.1.4 交换板热插拔能力

测试设备交换板卡的热插拔能力，测试拓扑见图 27。

a) 测试步骤：

- 1) 配置被测设备的 BGP 参数，业务板上接口 1 与网络性能测试仪端口 A 建立 BGP 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 A 向被测设备发布 10 000 条 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送到被测设备交换板的接口 2，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；
- 3) 数据发送过程中，对被测设备进行交换板的拔插操作，操作过程中查看并记录数据的接收情况；

b) 预期结果：

- 1) 被测设备主用交换板拔出后，数据出现丢包或中断，交换板恢复后，数据在一段时间后可恢复；
- 2) 通过网管控制台可查询交换板的热插拔情况。

注：测试接入路由器时发布 1000 条路由。

11.1.5 业务板卡热插拔能力

测试设备业务板卡的热插拔能力，测试拓扑见图 27。

a) 测试步骤：

- 1) 配置被测设备的 BGP 参数，业务板卡上接口 1 与网络性能测试仪端口 A 建立 BGP 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 A 向被测设备发布 10 000 条 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发

布路由的数据流并发送到被测路由器同一业务板块的接口 2，帧长设置为 128bytes，负载为端口线速，查看数据的接收情况；

- 3) 数据发送过程中，分别插拔未接入流量的业务线卡和子卡，操作过程中查看并记录数据的接收情况；
 - 4) 数据发送过程中，分别插拔接入流量的业务线卡和子卡，操作过程中查看并记录数据的接收情况。
- b) 预期结果：
- 1) 测试步骤 3) 操作过程中数据应无丢失；
 - 2) 测试步骤 4) 操作过程中数据出现中断，在业务板卡恢复后流量恢复正常；
 - 3) 通过网管控制台可查询业务板卡的热插拔情况。

注：测试接入路由器时发布 1000 条路由。

11.1.6 软件模块热更新功能

测试软件模块的热更新功能，测试拓扑见图 27。

- a) 测试步骤：
- 1) 配置被测设备的 BGP 参数，接口 1 与网络性能测试仪端口 A 建立 BGP 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 向被测设备发布 100 条 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送到被测设备的接口 2，查看数据的接收情况；
 - 3) 数据发送过程中，对被测设备进行软件模块的更新操作（热补丁），操作过程中查看并记录数据的接收情况。
- b) 预期结果：模块热更新过程中不影响业务数据的收发。

11.1.7 引擎复位时间

测试设备的引擎复位时间，测试拓扑见图 74。

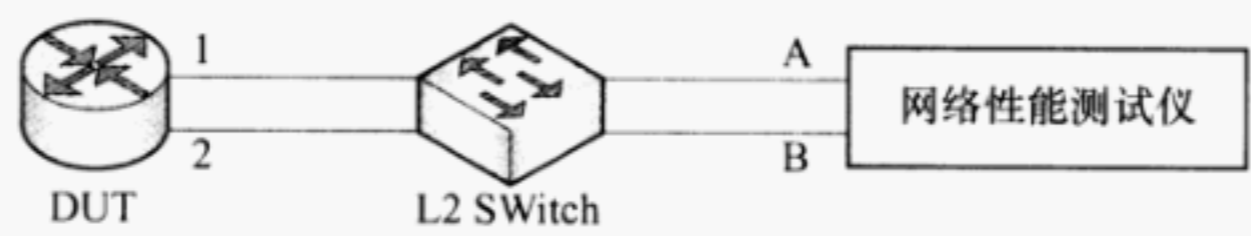


图 74 引擎复位时间测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 被测设备与网络性能测试仪通过二层交换机连接，删除被测设备上的所有配置；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 构建目的 IP 地址为端口 B 的数据流发送到被测设备，帧长设置为 128bytes，负载设置为 100 000 帧/s，查看数据的接收情况；
 - 3) 被测设备进行命令复位操作，查看并记录被测设备复位过程中数据的丢失统计情况，根据丢包数量和发帧速率计算被测设备的引擎复位时间。
- b) 预期结果：应满足被测设备的规定值。

注：测试接入路由器负载设置为 10 000 帧/s。

11.2 BFD 功能

11.2.1 OSPF BFD 功能

测试 OSPF 协议组网环境下，BFD 对链路故障的快速感知功能，测试拓扑见图 75。

- a) 测试步骤：
- 1) R1、R2 (DUT) 分别在通过 SW1、SW2 连接的接口和直连接口建立 OSPF 邻居，配置 R1、R2 通过 SW1、SW2 连接的链路为主用链路；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 与 R1 建立 OSPF 邻居并发布 10 000 条 OSPF 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载设置为 100 000 帧/s，查

看数据的接收情况；

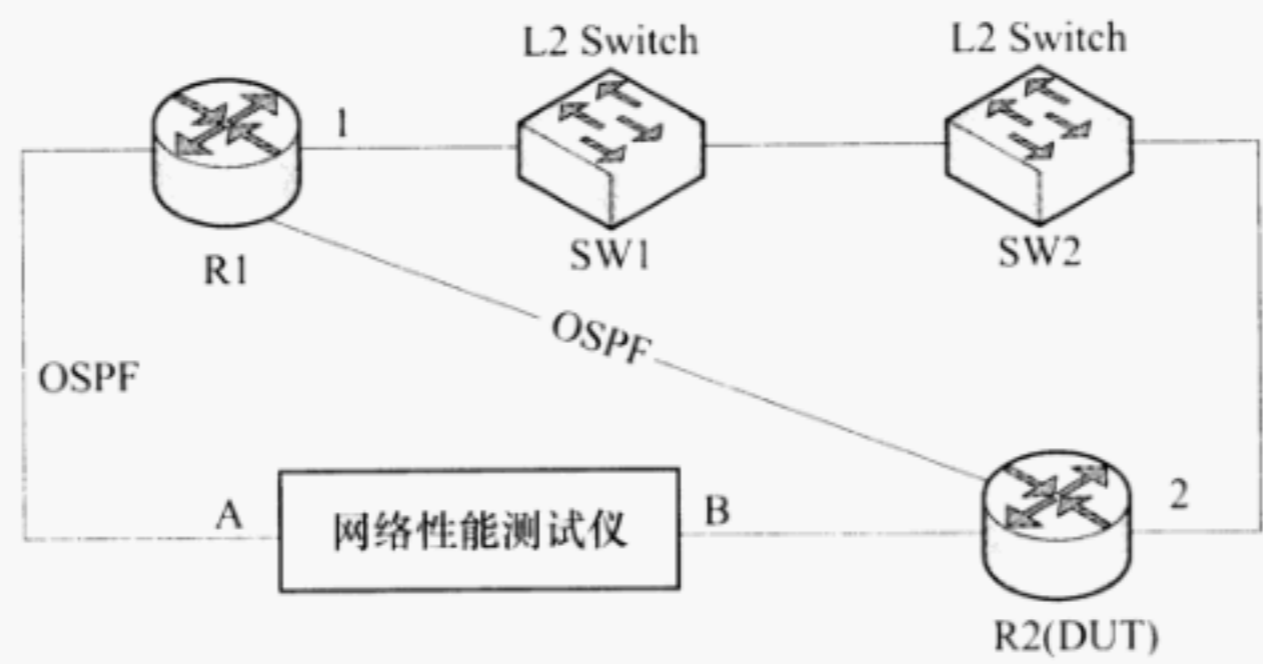


图 75 OSPF BFD 功能测试拓扑

- 3) 断开交换机 SW1 和 SW2 之间链路，查看并记录数据的丢失情况，停止发送流量并恢复 SW1 和 SW2 之间的链路，根据发包速率及丢包情况计算链路切换时间；
 - 4) R1 和 R2 上启用 OSPF 协议的 BFD，恢复流量的发送，流量发送过程中再次断开交换机 SW1 和 SW2 之间的链路，查看并记录数据的丢包情况，根据发包速率及丢包情况来计算链路切换时间。
- b) 预期结果：BFD 能快速感知故障，OSPF 路由快速收敛，流量快速切换。
- 注：测试接入路由器时发布 1000 条路由，负载设置为 10 000 帧/s。

11.2.2 BGP BFD 功能

测试 BGP 协议组网环境下，BFD 对链路故障的快速感知功能，测试拓扑见图 76。

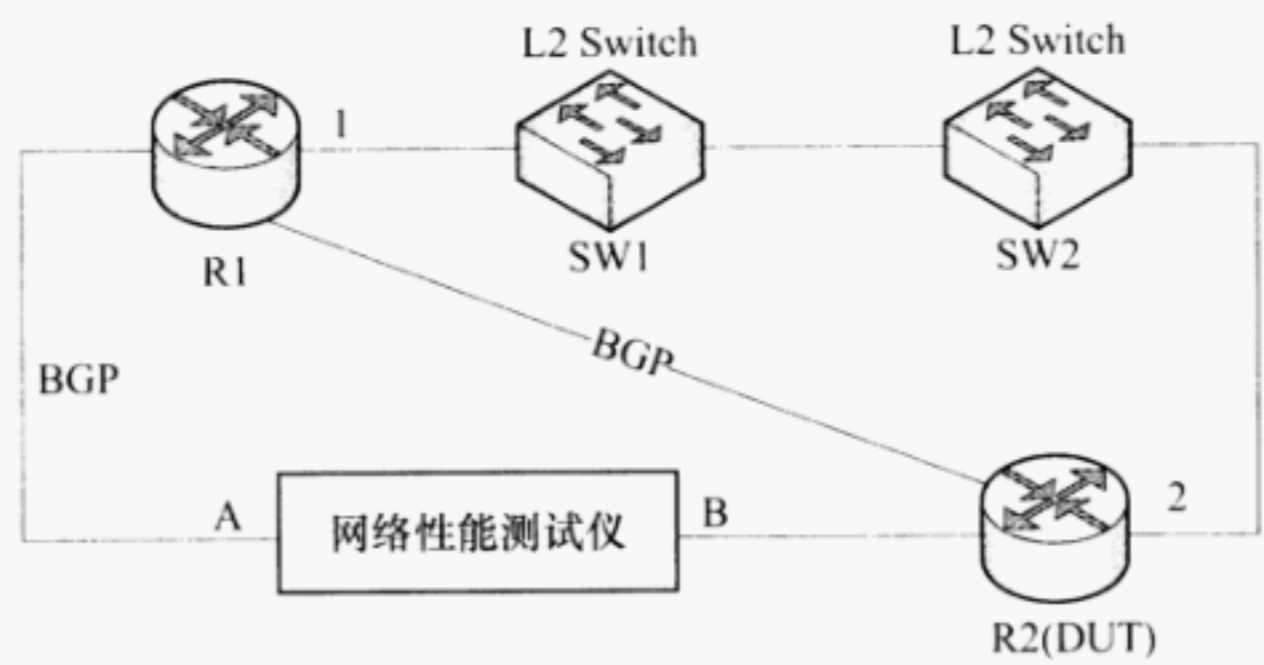


图 76 BGP BFD 功能测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) R1、R2（DUT）分别在通过 SW1、SW2 连接的接口和直连接口建立 BGP 邻居，并配置 R1、R2 通过 SW1、SW2 连接的链路为主用链路；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 与 R1 建立 BGP 邻居并发布 10 000 条 BGP 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载设置为 100 000 帧/s，查看数据的接收情况；
 - 3) 断开交换机 SW1 和 SW2 之间链路，查看并记录数据的丢失情况，停止发送流量并恢复 SW1 和 SW2 之间的链路，根据发包速率及丢包情况计算链路切换时间；
 - 4) R1 和 R2 上启用 BGP 协议的 BFD，恢复流量的发送，流量发送过程中再次断开交换机 SW1 和 SW2 之间的链路，查看并记录数据的丢失情况，根据发包速率及丢包情况来计算链路切换时间；
 - 5) R2 使能 BGP 的 NSR 功能；
 - 6) 在数据发送过程中对 R2 分别进行主控板的基于命令行的主备倒换和硬件插拔的主备倒换

操作，查看并记录被测设备的主控板的实时状态、BGP 邻居状态和主备倒换操作过程中数据的丢失情况。

- b) 预期结果：
- 1) BFD 能快速感知故障，BGP 路由快速收敛，流量快速切换；
 - 2) 步骤 6) 中，主控板的主备倒换过程中应无数据丢失。

注：测试接入路由器时发布 1000 条路由，负载设置为 10 000 帧/s。

11.2.3 ISIS BFD 功能

测试在 ISIS 协议组网环境下，BFD 对链路故障的快速感知功能，测试拓扑见图 77。

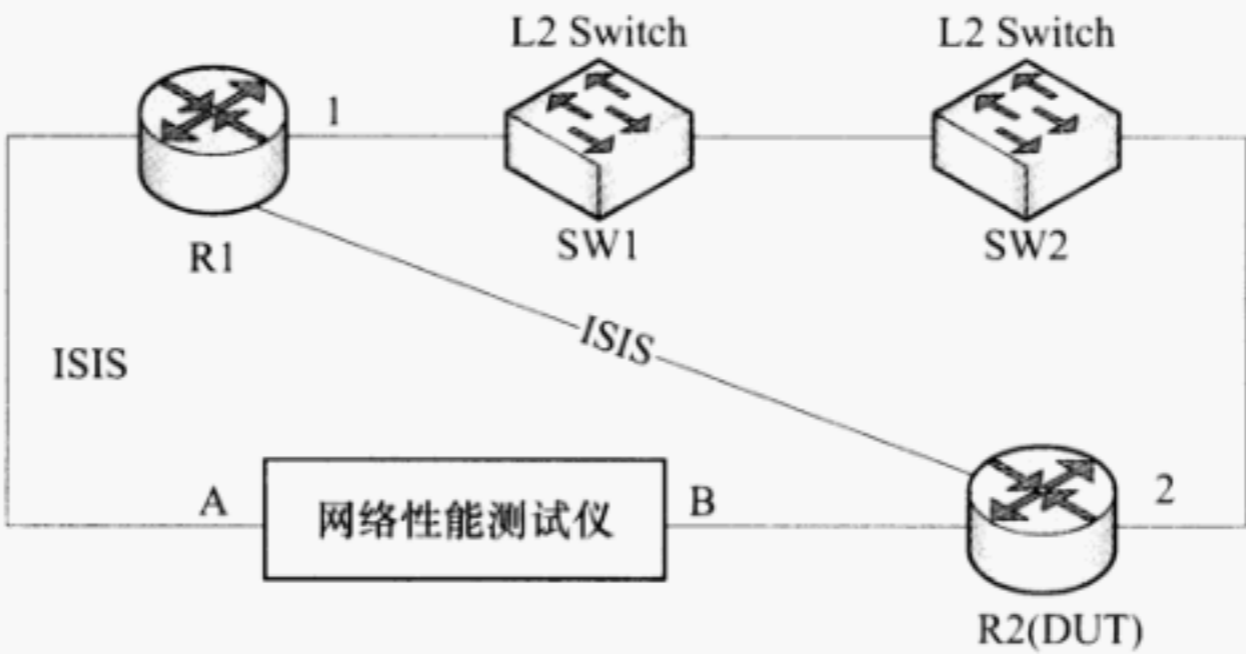


图 77 ISIS BFD 功能测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) R1、R2 (DUT) 分别在通过 SW1、SW2 连接的接口和直连接口建立 ISIS 邻居，并配置 R1、R2 通过 SW1、SW2 连接的链路为主用链路；
 - 2) 网络性能测试仪端口 A 与 R1 建立 ISIS 邻居并发布 10 000 条 ISIS 路由，端口 B 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载设置为 100 000 帧/s，查看数据的接收情况；
 - 3) 断开交换机 SW1 和 SW2 之间链路，查看并记录数据的丢失情况，停止发送流量并恢复 SW1 和 SW2 之间的链路，根据发包速率及丢包情况计算链路切换时间；
 - 4) R1 和 R2 上启用 ISIS 协议的 BFD，恢复流量的发送，流量发送过程中再次断开交换机 SW1 和 SW2 之间的链路，查看并记录数据的丢失情况，根据发包速率及丢包情况来计算链路切换时间。

- b) 预期结果：BFD 能快速感知故障，ISIS 路由快速收敛，流量快速切换。

注：测试接入路由器时发布 1000 条路由，负载设置为 10 000 帧/s。

11.2.4 RSVP BFD 功能

测试设备的 RSVP BFD 功能，测试拓扑见图 78。

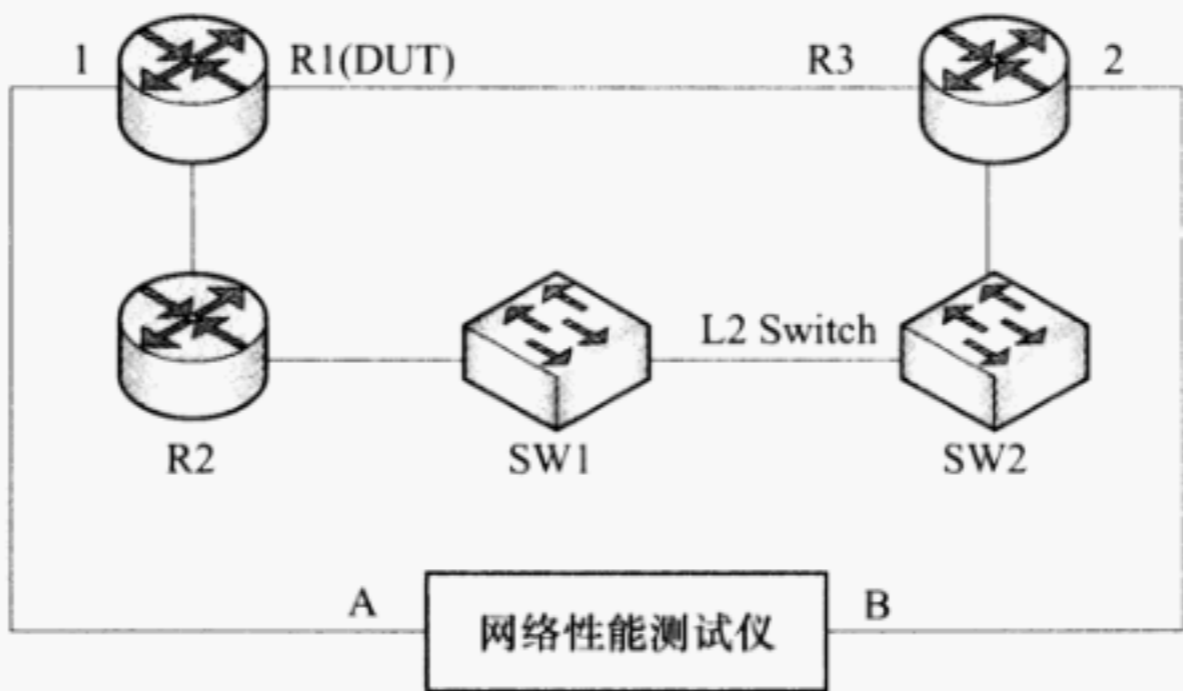


图 78 RSVP BFD 功能测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) R1 (DUT)、R2、R3 建立 OSPF 连接，OSPF 使能 TE，接口使能 TE；

- 2) R1 上创建两条 RSVP 隧道，路径 R1-R2-SW1-SW2-R3 作为主用隧道，路径 R1-R3 作为备份隧道，并在主用隧道出接口上配置备份隧道，启用 BFD 功能；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A 构建目的地址为端口 B 的数据流并发送，帧长设置为 256bytes，流量设置为 100 000 帧/s，查看并记录数据的接收情况；
 - 4) 断开交换机 SW1 和 SW2 之间链路，查看并记录数据的丢失情况，根据发包速率及丢包情况来计算链路切换时间。
- b) 预期结果：BFD 能快速感知故障，RSVP 隧道快速收敛，流量快速切换。

11.2.5 静态路由 BFD 功能

测试设备静态路由的 BFD 功能，测试拓扑见图 79。

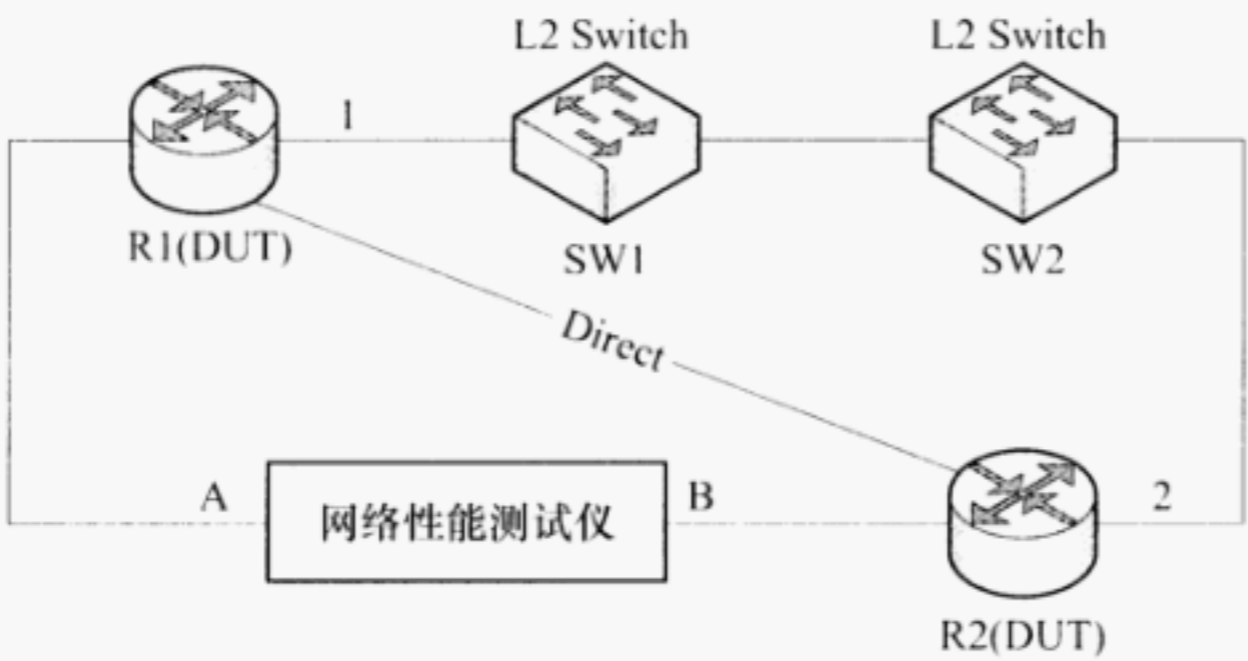


图 79 静态路由 BFD 功能测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 分别配置网络性能测试仪端口 A、B 之间通过 R1 (DUT) -R2 (DUT) 直接连接和通过 R1-SW1-SW2-R2 连接的静态路由，并配置通过 R1-SW1-SW2-R2 路径为主用链路；
 - 2) 网络性能测试仪构建端口 A 至端口 B 的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载设置为 100 000 帧/s，查看数据的接收情况；
 - 3) 断开 SW1 和 SW2 之间链路，查看并记录数据的丢失情况，停止发送流量并恢复 SW1 和 SW2 之间的链路，根据发包速率及丢包情况来计算链路切换时间；
 - 4) R1 和 R2 上启用静态路由的 BFD，恢复流量的发送，流量发送过程中再次断开交换机 SW1 和 SW2 之间的链路，查看并记录数据的丢失情况，根据发包速率及丢包情况来计算链路切换时间。
- b) 预期结果：BFD 能快速感知故障，静态路由快速收敛，流量快速切换。

11.2.6 VRRP BFD 功能

测试 VRRP 与 BFD 联动的功能，测试拓扑见图 80。

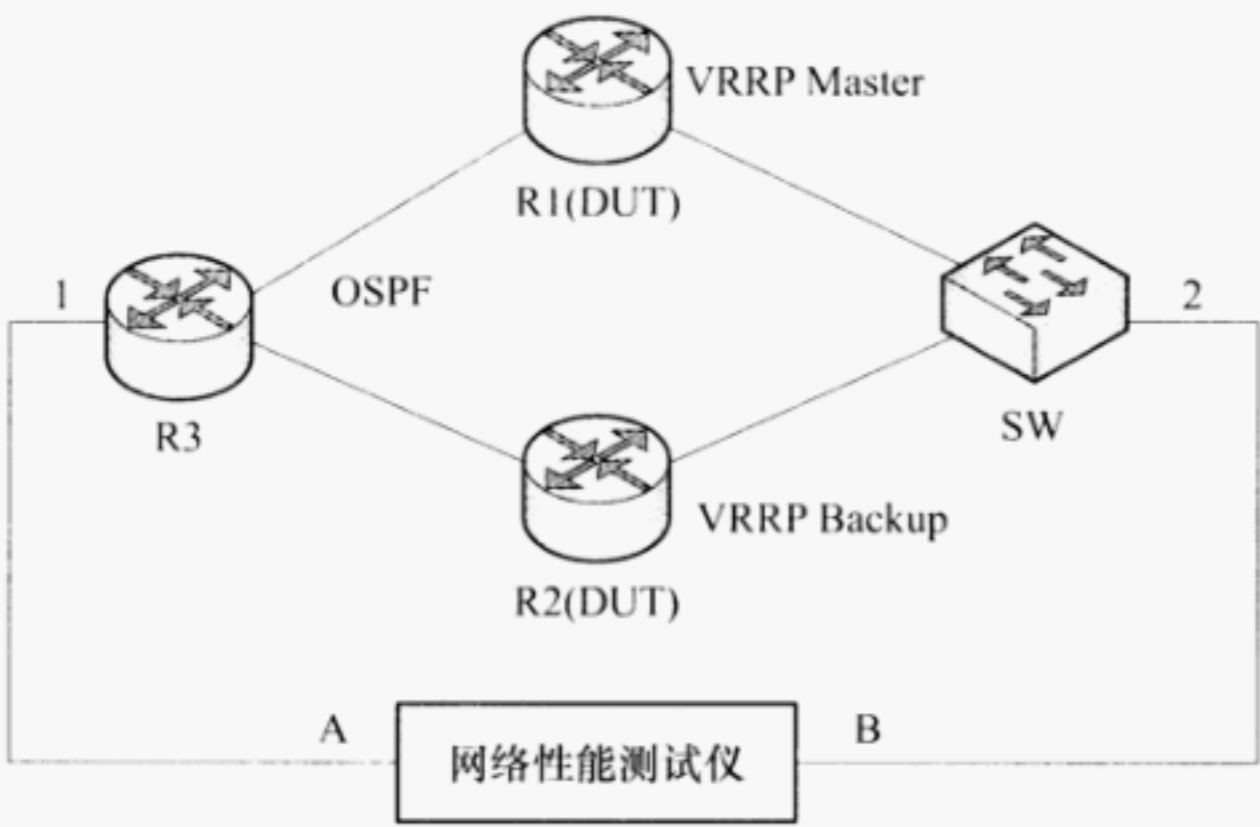


图 80 VRRP BFD 功能测试拓扑

a) 测试步骤:

- 1) R1 (DUT)、R2 (DUT)、R3 上配置 OSPF 作为 IGP 互通协议;
- 2) R1、R2 通过交换机互连的接口使能 VRRP 功能, 建立 1 个 VRRP 组, 配置 R1 为 VRRP 的 Master 接口, 配置 R3 在 OSPF 中导入直连路由;
- 3) 网络性能测试仪端口 B 构建并发送目的地址为端口 A 的流量, 帧长设置为 256bytes, 流量设置为 100 000 帧/s, 网关设置为 VRRP 组的虚拟 IP 地址, 查看并记录数据的接收情况;
- 4) 断开交换机与 VRRP Master 的连接, 查看并记录 R1、R2 上 VRRP 状态及数据的丢失情况;
- 5) 恢复交换机链路, 查看 R1、R2 上 VRRP 的状态, 重新发送数据流;
- 6) R1、R2 上配置 BFD 与 VRRP 联动;
- 7) 断开交换机与 VRRP Master 的连接, 查看并记录 R1、R2 上 VRRP 状态及数据的丢失情况;
- 8) 比较 BFD 配置前后 VRRP 收敛时间的区别。

b) 预期结果: BFD 能快速感知故障, VRRP 快速收敛, 流量快速切换。

11.3 VRRP 组容量

测试设备支持的 VRRP 组容量, 测试拓扑见图 80。

a) 测试步骤:

- 1) R1 (DUT)、R2 (DUT)、R3 上配置 OSPF 作为 IGP 互通协议;
- 2) R1、R2 通过交换机互连的接口使能 VRRP 功能, 建立被测设备规定支持的 VRRP 组, 配置 R1 为 VRRP 的 Master 接口, 配置 R3 在 OSPF 中导入直连路由;
- 3) 网络性能测试仪端口 B 构建并发送目的地址为端口 A 的流量, 网关设置为 VRRP 组的虚拟 IP 地址, 查看并记录数据的接收情况;
- 4) 断开交换机与 VRRP Master 的连接, 查看并记录 R1、R2 上 VRRP 状态及数据的接收情况。

b) 预期结果: 应满足被测设备的规定值。

11.4 VRRP 收敛时间

测试设备 VRRP 的收敛时间, 测试拓扑见图 80。

a) 测试步骤:

- 1) R1 (DUT)、R2 (DUT)、R3 上配置 OSPF 作为 IGP 互通协议;
- 2) R1、R2 通过交换机互连的接口使能 VRRP 功能, 建立 1 个 VRRP 组, 配置 R1 为 VRRP 的 Master 接口, 配置 R3 在 OSPF 中导入直连路由;
- 3) 网络性能测试仪端口 B 构建并发送目的地址为端口 A 的流量, 帧长设置为 256bytes, 流量设置为 100 000 帧/s, 网关设置为 VRRP 组的虚拟 IP 地址, 查看并记录数据的接收情况;
- 4) 断开交换机与 VRRP Master 的连接, 查看并记录 R1、R2 上 VRRP 的状态及数据的丢失情况;
- 5) 恢复交换机链路, 查看 R1、R2 上 VRRP 的状态, 重新发送数据流;
- 6) 重复测试步骤 5)、6) 两次。

b) 预期结果: VRRP 收敛时间应满足被测设备的规定值。

11.5 网络损伤影响

11.5.1 丢包影响

测试设备在网络出现丢包情况下的路由学习情况, 测试拓扑见图 81。

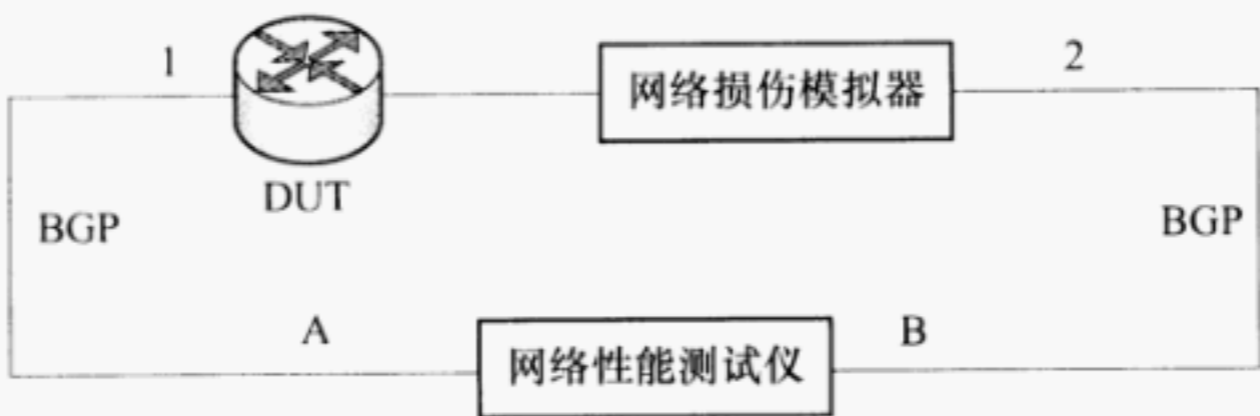


图 81 丢包影响测试拓扑

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 A 直接连接至被测设备的接口 1, 端口 B 通过网络损伤模拟器连接至被测设备接口 2, 配置网络性能测试仪与被测设备建立 EBGP 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备发布 1000 条路由, 并启用路由查看功能, 查看并记录端口接收到的路由情况;
 - 3) 网络损伤模拟器设置丢包模式, 分别按 100:1、100:5、10:1、自定义设置丢包比, 查看并记录网络性能测试仪端口 A、B 在不同丢包比情况下接收到的被测设备转发的路由情况。
- b) 预期结果: 网络出现一定数量丢包的情况下应不影响路由的学习。

11.5.2 网络延时影响

测试设备在网络出现延时情况下的路由学习情况, 测试拓扑见图 81。

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 A 直接连接至被测设备的接口 1, 端口 B 通过网络损伤模拟器连接至被测路由器接口 2, 配置网络性能测试仪与被测设备建立 EBGP 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备发布 1000 条路由, 并启用路由查看功能, 查看并记录端口接收到的路由情况;
 - 3) 网络损伤模拟器设置网络延时模式, 分别设置 500ms、自定义的固定网络时延, 查看并记录网络性能测试仪端口 A、B 接收到的路由情况。
- b) 预期结果: 网络出现一定延时的情况下应不影响路由的学习。

11.5.3 帧乱序影响

测试设备在网络出现帧乱序情况下的路由学习情况, 测试拓扑见图 81。

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 A 直接连接至被测路由器的接口 1, 端口 B 通过网络损伤模拟器连接至被测路由器接口 2, 配置网络性能测试仪与被测设备建立 EBGP 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备发布 1000 条路由, 并启用路由查看功能, 查看并记录端口接收到的路由情况;
 - 3) 网络损伤模拟器设置帧乱序模式, 分别按 100:1、100:5、10:1、自定义设置乱序比, 查看并记录网络性能测试仪端口 A、B 在不同乱序比情况下接收到的被测设备转发的路由情况。
- b) 预期结果: 网络出现一定数量帧乱序的情况下应不影响路由的学习。

11.5.4 帧损坏影响

测试设备在网络出现帧损坏情况下的路由学习情况, 测试拓扑见图 81。

- a) 测试步骤:
- 1) 网络性能测试仪端口 A 直接连接至被测路由器的接口 1, 端口 B 通过网络损伤模拟器连接至被测路由器接口 2, 配置网络性能测试仪与被测设备建立 EBGP 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别向被测设备发布 1000 条路由, 并启用路由查看功能, 查

看并记录端口接收到的路由情况；

- 3) 网络损伤模拟器设置帧损坏模式，分别按 100:1、100:5、10:1、自定义设置帧损坏的比率，查看并记录网络性能测试仪端口 A、B 在不同帧损坏情况下接收到的被测设备转发的路由情况。

b) 预期结果：网络出现一定数量帧损坏的情况下应不影响路由的学习。

12 管理功能测试

12.1 网流分析功能

测试网流分析功能，测试拓扑见图 27。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备接口 2 与网络性能测试仪端口 B 建立 EBGp 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 B 向被测设备发布 1000 条路由，端口 A 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载设置为端口线速；
- 3) 被测设备接口 1、2 分别配置入口流量和出口流量的 NetStream (NetFlow) 统计功能，配置采样比为 1:1，并配置 192.168.0.110 为 NetStream 服务器地址；
- 4) 网络性能测试仪端口 B 开启抓包功能，查看被测设备接收和转发的数据分析及统计情况；
- 5) 在被测设备上查看网流分析统计的日志信息；
- 6) 更改被测设备的系统时间；
- 7) 重复测试步骤 2) ~ 5)。

b) 预期结果：

- 1) 支持单端口 1:1 网流采样的分析统计功能；
- 2) 支持历史和实时 cache 的流量查看；
- 3) 支持基于不同变量的数据统计及分析。

12.2 线卡 1:1 网流采样功能

测试设备线卡 1:1 网流采样功能，测试拓扑见图 1。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备的一块线卡满配置，并将该线卡上的所有接口均连接至网络性能测试仪；
- 2) 网络性能测试仪按全连接的拓扑方式构建数据流并发送，帧长设置为 128bytes，根据被测设备能达到的 1:1 采样程度设置负载；
- 3) 被测设备连接网络性能测试仪的接口分别配置入口流量和出口流量的 NetStream (NetFlow) 统计功能，配置采样比为 1:1，并配置 192.168.0.110 为 NetStream 服务器地址；
- 4) 网络性能测试仪端口开启抓包功能，查看被测设备接收和转发的数据的分析及统计情况。

b) 预期结果：

- 1) 支持线卡 1:1 网流采样的分析统计功能；
- 2) 支持历史和实时 cache 的流量查看；
- 3) 支持基于不同变量的数据统计及分析。

12.3 VPN 网流功能

测试 VPN 网流分析功能，测试拓扑见图 27。

a) 测试步骤：

- 1) 被测设备配置一个 VPN 实例，分别绑定至接口 1 和接口 2，配置接口 2 与网络性能测试仪端口 B 建立 VPN 下的 BGP 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 B 向被测设备发布 1000 条路由，端口 A 构建目的地址为已发布路由的数据流并发送，帧长设置为 128bytes，负载设置为端口线速；

- 3) 被测设备接口 1、2 分别配置入口流量和出口流量的 NetStream 统计功能，配置采样比为 1:1，并配置 192.168.0.110 为 NetStream 服务器地址；
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 开启抓包功能，查看被测设备 VPN 下数据接收和转发的分析及统计情况。
- b) 预期结果：
- 1) 支持 VPN 网流分析统计功能；
 - 2) 支持历史和实时 cache 的流量查看；
 - 3) 支持基于不同变量的数据统计及分析。

12.4 SNMP 协议

测试设备对 SNMP 协议的支持，测试拓扑见图 71。

- a) 测试步骤：
- 1) PC 机安装 SNMP 网络管理软件，支持 SNMP v1、v2 和 v3；
 - 2) 被测设备分别配置 SNMP 协议的 v1、v2 及 v3 版本接入网络管理软件；
 - 3) 操作网络管理软件，与被测设备分别通过 SNMP v1、v2 协议进行通信，查询被测设备的系统状态、接口状态等参数；
 - 4) 被测设备配置 SNMP v3 协议并设置通过密码接入网络管理软件；
 - 5) 操作网络管理软件，设置与被测设备不同的密码，查看网管与被测设备的连接情况；
 - 6) 操作网络管理软件，设置与被测设备相同的密码，查看网管与被测设备的连接情况；
 - 7) 被测设备配置 trap 功能，分别进行热启动、链路 DOWN、链路 UP、鉴权失败、BGP 邻居丢失等操作，查看 PC 机上接收到的 trap 信息。
- b) 预期结果：
- 1) 被测设备支持 SNMP v1、v2 和 v3 协议；
 - 2) 被测设备支持 SNMP v3 的加密功能；
 - 3) 被测设备支持 SNMP 的 trap 功能。

12.5 MIB 功能

测试设备的 MIB 功能，测试拓扑见图 71。

- a) 测试步骤：
- 1) PC 机上安装 MIB Browser 软件；
 - 2) 操作 MIB Browser 软件，浏览公有 MIB 库及私有 MIB 库的信息，具体的 MIB 库见附录 A；
 - 3) 通告 MIB 查看当前信息。
- b) 预期结果：能够通过 MIB 查看被测设备的信息，被测设备实际配置值和测试值一致。

12.6 syslog 日志功能

测试设备的 syslog 日志功能，测试拓扑见图 71。

- a) 测试步骤：
- 1) PC 机配置为 syslog 服务器，被测设备配置 syslog 日志信息发送功能，对被测设备进行状态查看、端口配置、路由协议配置等操作，查看并记录 PC 接收的 syslog 日志信息；
 - 2) 被测设备配置 syslog 日志信息的过滤和查找功能并进行验证，记录结果；
 - 3) 被测设备配置 syslog 日志的删除和定期备份功能并进行验证，记录结果。
- b) 预期结果：实现 syslog 日志功能。

13 单机叠加性能测试

测试设备在叠加多种业务如配置 Netstream (NetFlow)、匹配大量 ACL 业务、发生路由振荡等情况

下的转发性能，测试拓扑见图 1。

- a) 测试步骤：
- 1) 将被测设备跨线卡上的两块子卡上的所有接口都接入网络性能测试仪；
 - 2) 被测设备配置整机规格的 ACL，ACL 规则的最后一条配置为 permit any，其他均为 deny ip（应不与网络性能测试仪端口 IP 重合）；
 - 3) 网络性能测试仪与被测设备连接的两个端口各发布规定数量的 EBGp 路由，在被测设备上查看路由学习情况；
 - 4) 网络性能测试仪在除步骤 3) 中占用的 2 个端口外的其他端口，按 IETF RFC2544 规定的方法进行吞吐量的测试，采用全连接方式构建拓扑，帧长分别设置为 64、512、1280、1518bytes，每个帧长测试时间 60s，记录此时的流量转发结果；
 - 5) 被测设备与网络性能测试仪连接的每个端口都配置 NetStream（NetFlow）inbound 功能，验证 NetStream（NetFlow）有效性；
 - 6) 重复步骤 4)；
 - 7) 网络性能测试仪配置路由抖动参数，路由每 5s 撤销一次，共 20 次，在路由振荡过程中重复步骤 4) 的测试；
 - 8) 在整个测试过程中查看并记录被测设备 CPU 和内存的占用率。
- b) 预期结果：整个测试过程中，被测设备的数据转发性能应不受影响。
- 注：测试核心、骨干/汇聚路由器时发布 10 000 条路由，测试接入路由器时发布 1000 条路由。

14 兼容性测试

14.1 物理接口兼容性测试

14.1.1 E1 接口

测试不同型号路由器 E1 接口的兼容性，测试拓扑见图 82。

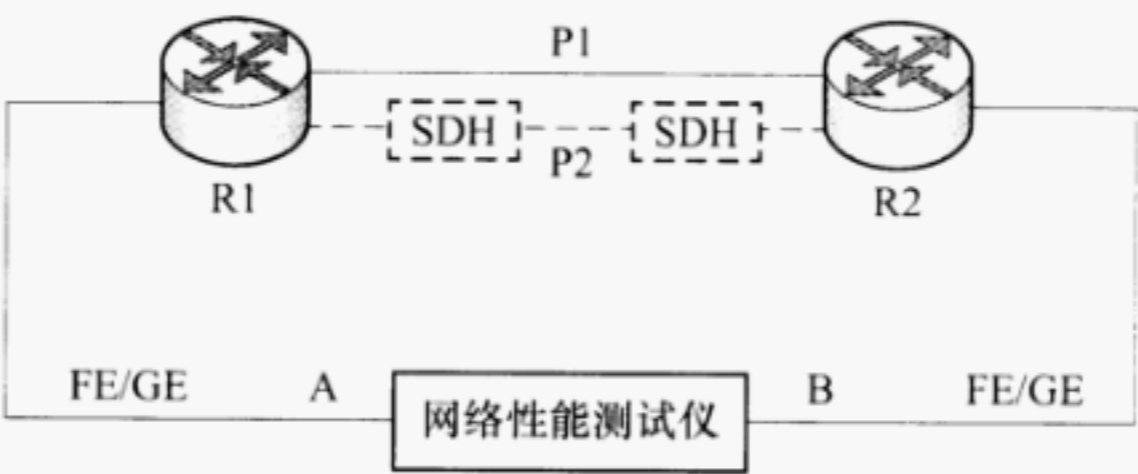


图 82 E1 接口测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 E1 接口连接（路径 P1），网络性能测试仪与 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接；
 - 2) 分别在 R1、R2 上配置到网络性能测试仪端口的静态路由；
 - 3) 网络性能测试仪端口 A、B 之间互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长数据流，负载设置为 2Mbit/s，查看并记录数据的接收情况；
 - 4) 将 R1、R2 更换为按路径 P2 的方式连接（图 82 中虚线），R1 通过 E1 接口与 SDH 设备连接，R2 通过 cPOS 接口与 SDH 设备连接；
 - 5) 重复测试步骤 3)。
- b) 预期结果：不同型号路由器的 E1 接口相互兼容，并且数据转发无丢失。

14.1.2 155Mbit/s POS 接口

测试不同型号路由器 155Mbit/s POS 接口的兼容性，测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤:

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 155Mbit/s POS 接口连接 (路径 P1), 网络性能测试仪与 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接;
- 2) 分别在 R1、R2 上配置到网络性能测试仪端口的静态路由;
- 3) 网络性能测试仪端口 A、B 之间互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长数据流, 负载设置为 100Mbit/s, 查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果: 不同型号路由器的 155Mbit/s POS 接口相互兼容, 并且数据转发无丢失。

14.1.3 155Mbit/s cPOS 接口

测试不同型号路由器 155Mbit/s cPOS 接口的兼容性, 测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤:

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 155Mbit/s cPOS 接口连接 (路径 P1), R1、R2 互连 cPOS 接口分别进行 5 个 E1 通道的捆绑设置, 网络性能测试仪与 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接;
- 2) 分别在 R1、R2 上配置到网络性能测试仪端口的静态路由;
- 3) 网络性能测试仪端口 A、B 之间互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长数据流, 负载设置为 10Mbit/s, 在测试仪端口查看数据的接收情况。

b) 预期结果: 不同型号路由器的 155Mbit/s cPOS 接口相互兼容, 并且数据转发无丢失。

14.1.4 FE/GE 接口

14.1.4.1 接口链路速度和双工模式的自协商

测试不同型号路由器或交换机 FE/GE 接口链路速度和双工模式协商的兼容性, 测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤:

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接 (路径 P1), 互连端口的模式设置为自协商模式, 网络性能测试仪两个接口分别连接到两台被测设备;
- 2) 分别在 R1、R2 上配置到网络性能测试仪端口的静态路由;
- 3) 网络性能测试仪端口 A、B 之间互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长数据流, 负载为 R1、R2 互连端口的协商速率, 查看并记录数据的接收情况, 在 R1、R2 上查看接口协商成功的工作模式。

b) 预期结果: 不同型号的路由器或交换机的 FE/GE 接口可实现自协商, 并且数据转发无丢失。

14.1.4.2 接口流量控制方式的协商

测试不同型号路由器或交换机 FE/GE 接口流量控制方式协商的兼容性, 测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤:

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接 (路径 P1);
- 2) 分别在 R1、R2 上配置到网络性能测试仪端口的静态路由;
- 3) 分别配置 R1、R2 互连接口的速率为 10、100、1000Mbit/s, 全双工及半双工模式;
- 4) 网络性能测试仪端口 A、B 之间互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长数据流, 负载分别设置为 10、100、1000Mbit/s, 查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果: 不同型号路由器或交换机的 FE/GE 接口可协商到相同的速率及工作模式, 并且数据转发无丢失。

14.1.4.3 VLAN 子接口互通

测试不同型号路由器 VLAN 子接口互通的兼容性, 测试拓扑见图 83。

a) 测试步骤:

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接, 分别在互连端口配置 2 个子接口, 并分别绑定至 VLAN 100 和 VLAN 200;
- 2) R1、R2 上分别配置通过 VLAN 100 和 VLAN 200 至网络性能测试仪端口的静态路由;



图 83 VLAN 子接口互通测试拓扑

3) 网络性能测试仪两个端口之间互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长的数据流, 查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果: 不同型号路由器 VLAN 接口相互兼容。

14.1.5 捆绑接口

14.1.5.1 E1 捆绑接口

测试不同型号路由器 E1 捆绑接口的互通兼容性, 测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤:

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 用多条 E1 接口 (优先选取跨槽位接口) 对接, 创建 PPP-Multilink 多链路接口 (被测设备支持的最大捆绑数);
- 2) 网络性能测试仪双向发送 64bytes~1518bytes 随机帧长的数据流, 负载为捆绑链路带宽, 查看数据的收发情况;
- 3) 配置网络性能测试仪发送数据流的负载为捆绑链路带宽的一半, 查看各绑定接口的负载分担情况。
- 4) R1、R2 更换为按路径 P2 的方式连接 (图 82 中虚线), R1 通过 E1 捆绑接口与 SDH 设备连接, R2 通过 cPOS 接口与 SDH 设备连接, cPOS 捆绑接口的数量与 E1 接口捆绑的数量一致;
- 5) 重复测试步骤 2)、3)。

b) 预期结果: 不同型号路由器 E1 捆绑接口相互兼容, 各绑定接口实现负载分担。

14.1.5.2 155Mbit/s cPOS 捆绑接口

测试不同型号路由器 155Mbit/s cPOS 接口内多个 E1 通道捆绑的互通兼容性, 测试拓扑见图 9。

a) 测试步骤:

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 用两个 155Mbit/s cPOS 接口对接;
- 2) 分别配置 R1、R2, 用 PPP-Multilink/HDLC 协议捆绑 155Mbit/s cPOS 接口内的多个 E1 通道 (两台路由器共同支持的最大捆绑数);
- 3) 网络性能测试仪双向 64bytes~1518bytes 随机帧长的数据流, 负载为捆绑链路带宽, 查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果: 不同型号路由器 155Mbit/s cPOS 捆绑接口相互兼容。

14.1.5.3 155Mbit/s POS 捆绑接口

测试不同型号路由器 155Mbit/s POS 捆绑接口的互通兼容性, 测试拓扑见图 10。

a) 测试步骤:

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 用两个 155Mbit/s POS 接口 (优先选取跨槽位接口) 对接, 并分别进行接口捆绑配置;
- 2) 网络性能测试仪端口互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长数据流, 负载设置为捆绑链路的最大带宽, 查看并记录数据的接收情况;
- 3) 网络性能测试仪发送数据的负载改变为捆绑链路带宽的一半, 查看各绑定接口的负载分担情况。

b) 预期结果：不同型号路由器 155Mbit/s POS 捆绑接口相互兼容，各绑定接口实现负载分担。

14.1.5.4 以太网接口的聚合端口

测试不同型号路由器或交换机以太网接口聚合端口的互通兼容性，测试拓扑见图 84。

- a) 测试步骤：
- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过两条以太网接口链路对接；
 - 2) R1、R2 上分别配置两条以太网链路 LACP 的静态聚合及动态聚合方式，设置聚合端口为负载分担模式；



图 84 以太网接口的聚合端口测试拓扑

- 3) 网络性能测试仪两个端口之间互相发送 64bytes~1518bytes 随机帧长的数据流，负载分别设置为聚合端口带宽的 50%、100% 和 200%，查看并记录网络性能测试仪数据的接收情况；
 - 4) 分别查看并记录两台路由器连接端口的流量统计情况。
- b) 预期结果：不同型号路由器或交换机的以太网聚合端口相互兼容，并实现负载分担。
- 注：R1、R2 的互连接口可配置限速功能来实现发送聚合端口带宽 200% 的流量。

14.2 协议兼容性测试

14.2.1 RIPv2 协议兼容性

14.2.1.1 RIPv2 邻居建立和路由学习

测试不同型号路由器或交换机 RIPv2 协议邻居建立和路由学习的一致性，测试拓扑见图 82。

- a) 测试步骤：
- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，并建立 RIPv2 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪 A、B 两个端口分别与 R1、R2 建立 RIPv2 邻居，与 R1 连接的端口 A 发布 100 条 RIPv2 路由；
 - 3) 网络性能测试仪与 R2 连接的端口 B 使能路由查看功能，查看并记录测试仪端口 B 接收到的路由；
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 向 R2 发送数据流，目的地址为已通告的 RIPv2 路由，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：不同型号路由器或交换机之间正常建立 RIPv2 邻居，能正常学习到路由。

14.2.1.2 RIPv2 协议明文密文认证

测试不同型号路由器 RIPv2 协议明文密文认证的兼容性，测试拓扑见图 85。

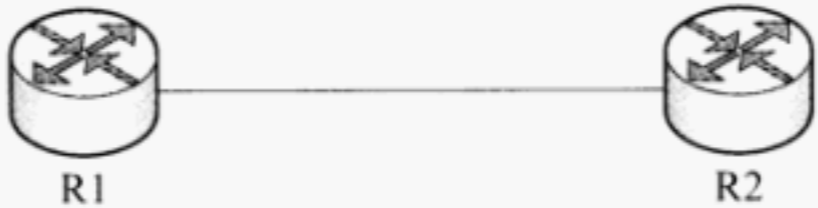


图 85 RIPv2 协议明文密文认证测试拓扑

- a) 测试步骤：
- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，并建立 RIPv2 邻居；
 - 2) R1、R2 的互连接口上分别配置 RIPv2 不同和相同的明文认证，在两台设备上查看并记录 RIPv2 邻居的建立情况；

- 3) R1、R2 上互连接口上分别配置 RIPv2 不同和相同的密文认证,在两台设备上查看并记录 RIPv2 邻居的建立情况。

b) 预期结果:不同型号路由器之间可以通过明文和密文认证建立 RIPv2 邻居。

14.2.1.3 RIPv2 多实例

测试不同型号路由器 RIP 多实例的兼容性,以支持 BGP/MPLS VPN 环境下 PE-CE 设备间运行动态路由,测试拓扑见图 15。

- a) 测试步骤:不同型号的两台设备相互连接,按 9.1.3 中 a) 的测试步骤进行测试。
- b) 预期结果:
 - 1) 不同型号路由器的 RIP 多实例相互兼容;
 - 2) CE1 和 CE3 可以互相学习到路由,CE2 和 CE4 可以互相学习到路由,数据应无丢失。

14.2.2 ISIS 协议兼容性

14.2.2.1 ISIS 邻居建立和路由学习

测试不同型号路由器或交换机 ISIS 协议邻居建立和路由学习的一致性,测试拓扑见图 82。

- a) 测试步骤:
 - 1) 不同型号的两台设备 R1、R1 通过 FE/GE 接口连接,建立 ISIS (LEVEL-1、LEVEL-2) 邻居;
 - 2) 网络性能测试仪 A、B 两个端口分别与 R1、R2 建立 ISIS 邻居,与 R1 连接的端口发布 100 条 ISIS 路由;
 - 3) 网络性能测试仪与 R2 连接的端口 B 使能路由查看功能,查看并记录测试仪端口 B 接收的路由;
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 向 R2 发送数据流,目的地址为已通告的 ISIS 路由,查看数据的接收情况。
- b) 预期结果:不同型号的路由器或交换机之间可以正常建立 ISIS 邻居,能正常学习到路由。

14.2.2.2 ISIS 协议明文密文认证

测试不同型号路由器 ISIS 协议明文密文认证的兼容性,测试拓扑见图 85。

- a) 测试步骤:
 - 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接,建立 ISIS 邻居;
 - 2) R1、R2 的互连接口上分别配置 ISIS 不同和相同的明文认证,在两台设备上查看并记录 ISIS 邻居的建立情况;
 - 3) R1、R2 上互连接口上分别配置 ISIS 不同和相同的密文认证,在两台设备上查看并记录 ISIS 邻居的建立情况。
- b) 预期结果:不同型号路由器之间可以通过明文和密文认证建立 ISIS 邻居。

14.2.2.3 ISIS 负载均衡

测试不同型号路由器 ISIS 路由负载均衡的兼容性,测试拓扑见图 84。

- a) 测试步骤:
 - 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过两个 FE/GE 接口连接,建立 ISIS 邻居并配置 ISIS 的负载均衡;
 - 2) 网络性能测试仪的端口 A、B 分别与 R1、R2 建立 ISIS 邻居,与 R1 连接的一端发布 100 条路由;
 - 3) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的流量并发送,在 R1、R2 上查看互连的两个接口数据的接收统计情况。
- b) 预期结果:实现 ISIS 路由的负载均衡。

14.2.2.4 ISIS 多实例

测试不同型号路由器 ISIS 多实例的兼容性,以支持 BGP/MPLS VPN 环境下 PE-CE 设备间运行动态

路由，测试拓扑见图 26。

- a) 测试步骤：不同型号的两台路由器相互连接，按 9.3.8 中 a) 的测试步骤进行测试。
- b) 预期结果：
 - 1) 不同型号路由器 ISIS 多实例相互兼容；
 - 2) CE1 和 CE3 可以互相学习到路由，CE2 和 CE4 可以互相学习到路由，数据应无丢失。

14.2.3 OSPF 协议兼容性

14.2.3.1 OSPF 邻居建立和路由学习

测试不同型号路由器或交换机 OSPF 协议建立和路由学习的一致性，测试拓扑见图 82。

- a) 测试步骤：
 - 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，并建立 OSPF 邻居；
 - 2) 网络性能测试仪 A、B 两个端口分别与 R1、R2 建立 OSPF 邻居，与 R1 连接的端口 A 发布 100 条 OSPF 路由；
 - 3) 网络性能测试仪与 R2 连接的端口 B 使能路由查看功能，查看并记录测试仪端口 B 接收的路由；
 - 4) 网络性能测试仪端口 B 向 R2 发送数据流，目的地址为已通告的 OSPF 路由，查看数据的接收情况。
- b) 预期结果：不同型号的路由器或交换机之间正常建立 OSPF 邻居，能正常学习到路由。

14.2.3.2 OSPF 明文密文认证

测试不同型号路由器 OSPF 协议明文密文认证的兼容性，测试拓扑见图 85。

- a) 测试步骤：
 - 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，建立 OSPF 邻居；
 - 2) R1、R2 的互连接口上分别配置 OSPF 不同和相同的明文认证，在两台路由器上查看并记录 OSPF 邻居的建立情况；
 - 3) R1、R2 上互连接口上分别配置 OSPF 不同和相同的密文认证，在两台路由器上查看并记录 OSPF 邻居的建立情况。
- b) 预期结果：不同型号路由器之间可通过明文和密文认证建立 OSPF 邻居。

14.2.3.3 OSPF 负载均衡

测试不同型号路由器 OSPF 路由负载均衡的兼容性，测试拓扑见图 84。

- a) 测试步骤：
 - 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过两个 FE/GE 接口连接，建立 OSPF 邻居并配置 OSPF 的负载均衡；
 - 2) 网络性能测试仪的端口 A、B 分别与 R1、R2 建立 OSPF 邻居，与 R1 连接的一端发布 100 条路由；
 - 3) 网络性能测试仪端口 B 构建目的地址为已发布路由的流量并发送，在 R1、R2 上查看互连的两个接口数据流的接收统计情况。
- b) 预期结果：实现 OSPF 路由的负载均衡。

14.2.3.4 OSPF 多实例

测试不同型号路由器 OSPF 多实例的兼容性，测试拓扑见图 20。

- a) 测试步骤：不同型号的两台设备相互连接，按 9.2.8 中 a) 的测试步骤进行测试。
- b) 预期结果：
 - 1) 不同型号路由器 OSPF 多实例相互兼容；
 - 2) CE1 和 CE3 可以互相学习到路由，CE2 和 CE4 可以互相学习到路由，数据应无丢失。

14.2.4 MPLS 协议兼容性

14.2.4.1 MPLS LDP 邻居建立和路径建立

测试不同型号路由器 MPLS LDP 邻居建立和路径建立的兼容性，测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口（E1、POS、cPOS 接口）连接，分别配置 MPLS LDP 参数；
- 2) 网络性能测试仪两个端口 A、B 分别与 R1、R2 建立 OSPF 邻居，与 R1 连接的一端发布 100 条路由；
- 3) 在 R1、R2 查看并记录路由分配的标签；
- 4) 网络性能测试仪端口 B 构建相应路由的流量并发送，查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：不同型号路由器可以正常建立 LDP 邻居，能正常学习到路由。

14.2.4.2 MPLS MD5 认证

测试不同型号路由器 MPLS MD5 认证的兼容性，测试拓扑见图 85。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，分别配置 MPLS LDP 参数，并配置不同的 MD5 密码，查看路由器 LDP 会话的建立情况；
- 2) R1、R2 上分别配置相同的 MPLS LDP MD5 密码，查看 LDP 会话的建立情况。

b) 预期结果：不同型号路由器之间的 MPLS MD5 认证兼容。

14.2.5 BGP 协议兼容性

14.2.5.1 BGP 邻居建立和路由学习

测试不同型号路由器或交换机 BGP 邻居建立和路由学习的兼容性，测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，建立 EBGP 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别与 R1、R2 建立 EBGP 邻居，端口 A 向 R1 发布 100 条路由；
- 3) 网络性能测试仪端口 B 构建相应路由的流量，查看数据的接收情况。

b) 预期结果：不同型号路由器或交换机可以正常建立 BGP 邻居，能正常学习到路由。

14.2.5.2 BGP VPNv4 邻居建立和路由学习

测试不同型号路由器 BGP VPNv4 邻居建立和路由学习的兼容性，测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，分别配置 VPN 和 BGP 的参数，建立 BGP VPNv4 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 A、B 分别与 R1、R2 建立 EBGP 邻居，端口 A 向 R1 发布 100 条路由；
- 3) 网络性能测试仪端口 B 构建相应路由的流量，查看数据的接收情况。

b) 预期结果：不同型号路由器可以正常建立 BGP VPNv4 邻居，能正常学习到路由。

14.2.5.3 BGP 协议明文密文认证

测试不同型号路由器 BGP 协议明文密文认证的兼容性，测试拓扑见图 85。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，建立 EBGP 邻居；
- 2) R1、R2 的互连接口上分别配置 BGP 不同和相同的明文认证，在两台设备上查看并记录 BGP 邻居的建立情况；
- 3) R1、R2 上互连接口上分别配置 BGP 不同和相同的密文认证，在两台设备上查看并记录

BGP 邻居的建立情况。

b) 预期结果：不同型号路由器之间可以通过明文和密文认证建立 BGP 邻居。

14.2.5.4 RR 反射器

测试不同型号路由器 RR 反射器互通的兼容性，测试拓扑见图 82。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的两台设备 R1、R2 通过 FE/GE 接口连接，建立 IBGP 邻居，并配置 RR 反射器，网络性能测试仪端口 A、B 分别与 R1、R2 建立 IBGP 邻居；
- 2) 网络性能测试仪端口 A 发布 100 条路由，端口 B 使能路由查看功能，查看并记录接收到的路由；
- 3) 网络性能测试仪端口 B 构建相应路由的流量并发送，查看并记录数据的接收情况；
- 4) 网络性能测试仪端口 B 发布 100 条路由，端口 A 使能路由查看功能，查看并记录接收到的路由；
- 5) 网络性能测试仪端口 A 构建相应路由的流量并发送，查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：不同型号路由器 RR 反射器功能兼容。

14.2.6 NTP 协议兼容性

14.2.6.1 单播模式下的 NTP 时间同步

测试不同型号路由器单播模式下 NTP 协议的兼容性，测试拓扑见图 86。

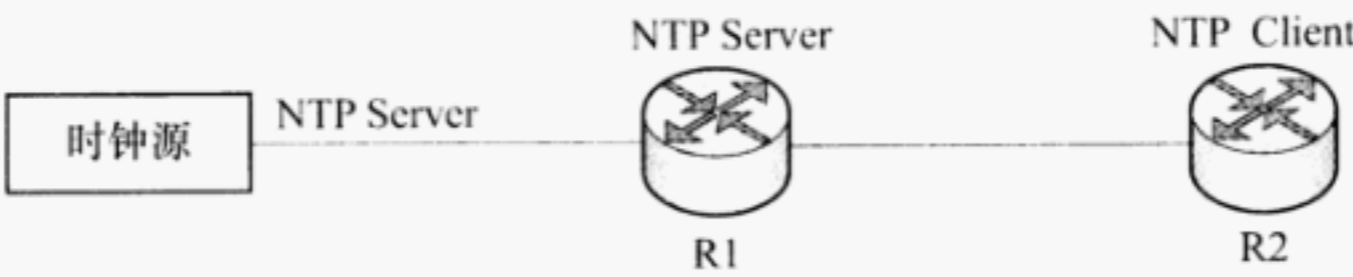


图 86 单播模式下的 NTP 时间同步测试拓扑

a) 测试步骤：

- 1) 配置 R1、R2 的 NTP 工作方式服务器/客户端模式；
- 2) 时钟源作为 NTP 服务器（层数设为 1）对 R1 进行授时；
- 3) R1 配置为 NTP 单播服务器，R2 配置为 NTP 单播客户端，层数设置为 15；
- 4) 查看并记录 R1、R2 的系统时间，应与时间源一致。

b) 预期结果：不同型号路由器单播模式下 NTP 协议的兼容。

14.2.6.2 对等体模式下的 NTP 时间同步

测试不同型号路由器对等体模式下 NTP 协议的兼容性，测试拓扑见图 87。

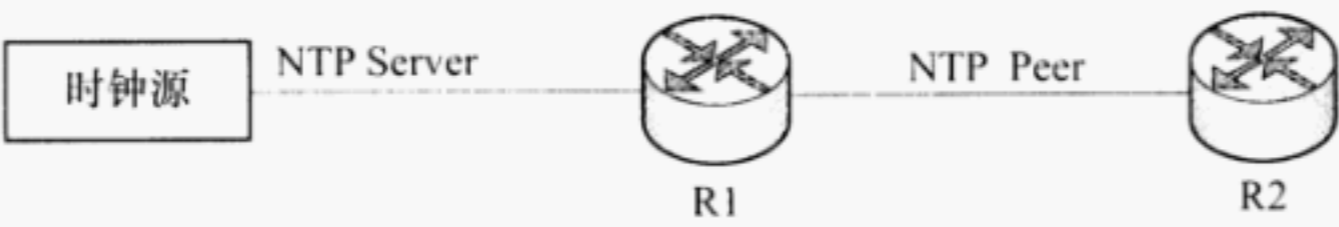


图 87 对等体模式下的 NTP 时间同步测试拓扑

a) 测试步骤：

- 1) 时钟源作为 NTP 服务器（层数设为 1）对 R1 进行授时，R1、R2 配置为 NTP 对等体模式，R2 的层数设置为 15；
- 2) 查看并记录 R1、R2 的系统时间，应与时间源一致。

b) 预期结果：不同型号路由器对等体模式下 NTP 协议的兼容。

14.2.6.3 MPLS VPN 网络中对等体模式下的 NTP 时间同步

测试不同型号路由器在 MPLS VPN 网络中对等体模式下 NTP 协议的兼容性，测试拓扑见图 88。

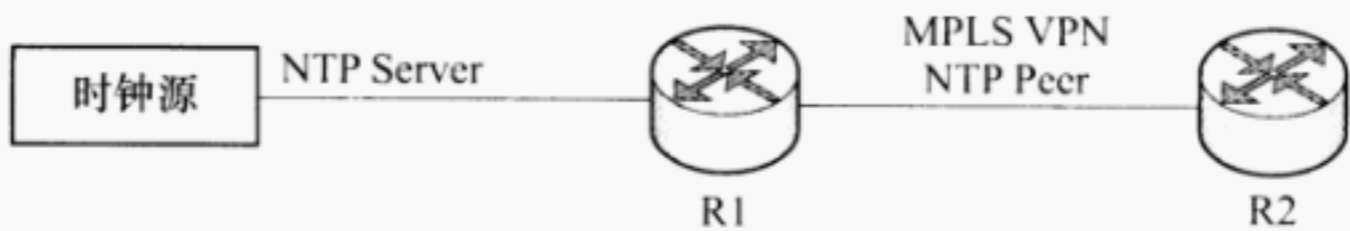


图 88 MPLS VPN 网络中对等体模式下的 NTP 时间同步测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 时钟源作为 NTP 服务器（层数设为 1）对 R1 进行授时；
 - 2) R1、R2 之间配置 MPLS VPN 参数，并配置为 VPN 下的 NTP 对等体模式，R2 的层数设置为 15；
 - 3) 查看并记录 R1、R2 的系统时间，应与时间源一致。
- b) 预期结果：不同型号路由器 MPLS VPN 网络中对等体模式下 NTP 协议的兼容。

14.2.6.4 广播模式下的 NTP 时间同步

测试不同型号路由器广播模式下 NTP 协议的兼容性，测试拓扑见图 89。



图 89 广播模式下的 NTP 时间同步测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 时钟源作为 NTP 服务器（层数设为 1）对 R1 进行授时；
 - 2) R1 配置为 NTP 广播服务器，R2 配置为广播客户端，层数为 15；
 - 3) 查看并记录 R1、R2 的系统时间，应与时间源一致。
- b) 预期结果：不同型号路由器广播模式下 NTP 协议的兼容。

14.2.6.5 组播模式下的 NTP 时间同步

测试不同型号路由器组播模式下 NTP 协议的兼容性，测试拓扑见图 90。



图 90 组播模式下的 NTP 时间同步测试拓扑

- a) 测试步骤：
 - 1) 时钟源作为 NTP 服务器（层数设为 1）对 R1 进行授时；
 - 2) R1 配置为 NTP 组播服务器，R2 配置为组播客户端，层数为 15；
 - 3) 查看并记录 R1、R2 的系统时间，应与时间源一致。
- b) 预期结果：不同型号路由器组播模式下 NTP 协议的兼容。

14.2.6.6 NTP 时间同步的 MD5 认证

测试不同型号路由器 NTP 时间同步 MD5 认证的兼容性，测试拓扑见图 90。

- a) 测试步骤：
 - 1) 时钟源作为 NTP 服务器（层数设为 1）对 R1 进行授时；
 - 2) R1 配置为 NTP 组播服务器，R2 配置为组播客户端，层数为 15；
 - 3) 使能路由器 R1、R2 NTP 的 MD5 认证，并配置不同的密码，查看并记录 R2 的系统时间；
 - 4) R1、R2 配置相同的 MD5 认证，查看并记录路由器 R2 的系统时间，应与时间源一致。
- b) 预期结果：不同型号路由器 NTP 时间同步 MD5 认证兼容。

14.3 VRRP 兼容性测试

测试不同型号路由器 VRRP 协议的兼容性，测试拓扑见图 80。

a) 测试步骤：

- 1) R1、R2 为不同型号的路由器，R1、R2、R3 上配置 OSPF 作为 IGP 互通协议；
- 2) R1 和 R2 通过交换机互连的接口使能 VRRP 功能，配置 1 个 VRRP 组，配置 R1 为 VRRP 的 Master 接口；
- 3) R3 在 OSPF 中导入直连路由；
- 4) 网络性能测试仪端口 B 构建并发送目的地址为端口 A 的流量，网关设置为 VRRP 组的虚拟 IP 地址，查看并记录数据的接收情况；
- 5) 断开交换机与 R1 的连接，查看并记录 R1、R2 上 VRRP 的状态及数据的接收情况。

b) 预期结果：测试步骤 5) 中测试仪数据流能够恢复接收，不同型号路由器 VRRP 协议兼容。

14.4 跨域互联兼容性测试

14.4.1 OptionA 跨域互联

测试不同型号路由器 VPN OptionA 跨域方式的兼容性，测试拓扑见图 91。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的路由器组成三组，分别配置于 AS100、AS200 和 AS300 中，各组路由器之间建立跨域 VPN Option A 连接；
- 2) 网络性能测试仪的 3 个端口 A、B、C 分别与 1-R1、2-R1、3-R1 的一个端口连接，并建立 EBGP 邻居；
- 3) 网络性能测试仪端口 A、B、C 分别发布 1000 条路由，端口 A、B、C 使能路由查看功能，查看并记录个端口的路由接收情况；
- 4) 网络性能测试仪端口 A、B、C 的每个端口向其他两个端口发送目的地址为已发布路由的数据流，查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：不同型号路由器可以正常建立邻居，能正常学习到路由，数据无丢失。

14.4.2 OptionB 跨域互联

测试不同型号路由器 VPN OptionB 跨域方式的兼容性，测试拓扑见图 91。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的路由器组成三组，分别配置于 AS100、AS200 和 AS300 中，各组路由器之间建立跨域 VPN OptionB 连接；
- 2) 网络性能测试仪的 3 个端口 A、B、C 分别与 1-R1、2-R1、3-R1 的一个端口连接，并建立 EBGP 邻居；
- 3) 网络性能测试仪端口 A、B、C 分别发布 1000 条路由，端口 A、B、C 使能路由查看功能，查看并记录个端口的路由接收情况；
- 4) 网络性能测试仪端口 A、B、C 的每个端口向其他两个端口发送目的地址为已发布路由的数据流，查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果：不同型号路由器可以正常建立邻居，能正常学习到路由，数据无丢失。

14.4.3 OptionC 跨域互联

测试不同型号路由器 VPN OptionC 跨域方式的兼容性，测试拓扑见图 91。

a) 测试步骤：

- 1) 不同型号的路由器组成三组，分别配置于 AS100、AS200 和 AS300 中，各组路由器之间建立跨域 VPN OptionC 连接；
- 2) 网络性能测试仪的 3 个端口 A、B、C 分别与 1-R1、2-R1、3-R1 的一个端口连接，并建立 EBGP 邻居；

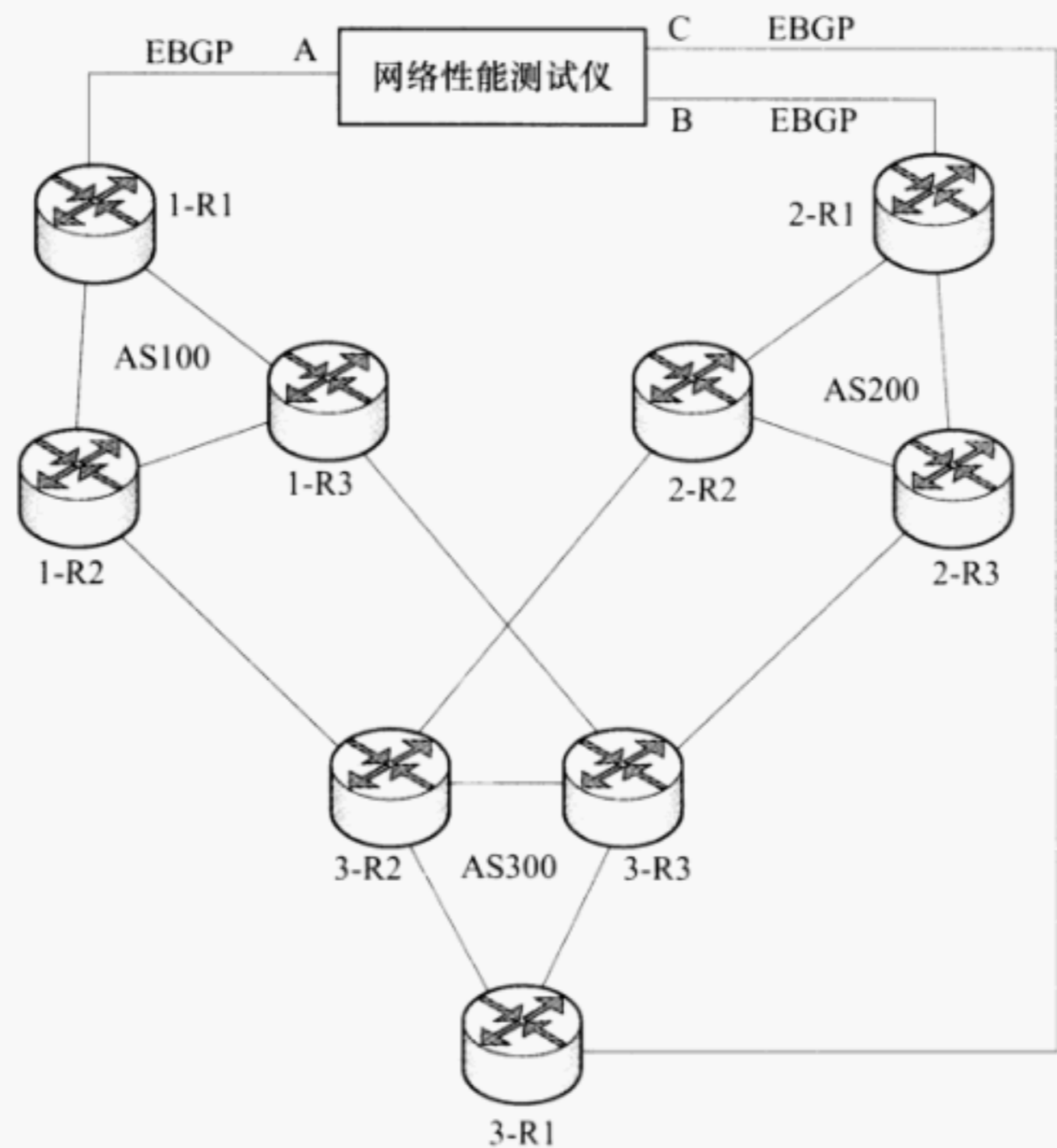


图 91 跨域互联兼容性测试拓扑

- 3) 网络性能测试仪端口 A、B、C 分别发布 1000 条路由，端口 A、B、C 使能路由查看功能，查看并记录个端口的路由接收情况；
- 4) 网络性能测试仪端口 A、B、C 的每个端口向其他两个端口发送目的地址为已发布路由的数据流，查看并记录数据的接收情况。
- b) 预期结果：不同型号路由器可以正常建立邻居，能正常学习到路由，数据无丢失。

15 组网测试

15.1 组网模式一测试

组网模式一的拓扑结构及配置说明如下：

- a) 组网模式一的拓扑结构见图 92。
- b) 网络配置说明：
 - 1) 骨干网平面 1 (AS100)、骨干网平面 2 (AS200)、接入网 A (AS300)、接入网 B (AS400) 配置为独立的 AS (自治系统)，每个 AS 内的路由器均运行 BGP/MPLS VPN，自治系统间的互连接 OptionB 跨域方式进行配置；
 - 2) 每台路由器上均配置两个 VPN，原始参数分别为：
VPN1: RD=100:100
RT=100:100
VPN2: RD=200:200
RT=200:200;
 - 3) 按 VLSM 和 CIDR 原则为每个 AS 独立设计 IP 地址和 VPN 地址，其中两个 VPN 地址空间重合；
 - 4) 接入网 A (AS300) 的自治系统内部 IGP 按静态路由进行配置，接入网 B (AS400) 的自治系统内部 IGP 按 OSPF 协议进行配置；
 - 5) 自治系统内部 BGP 配置：

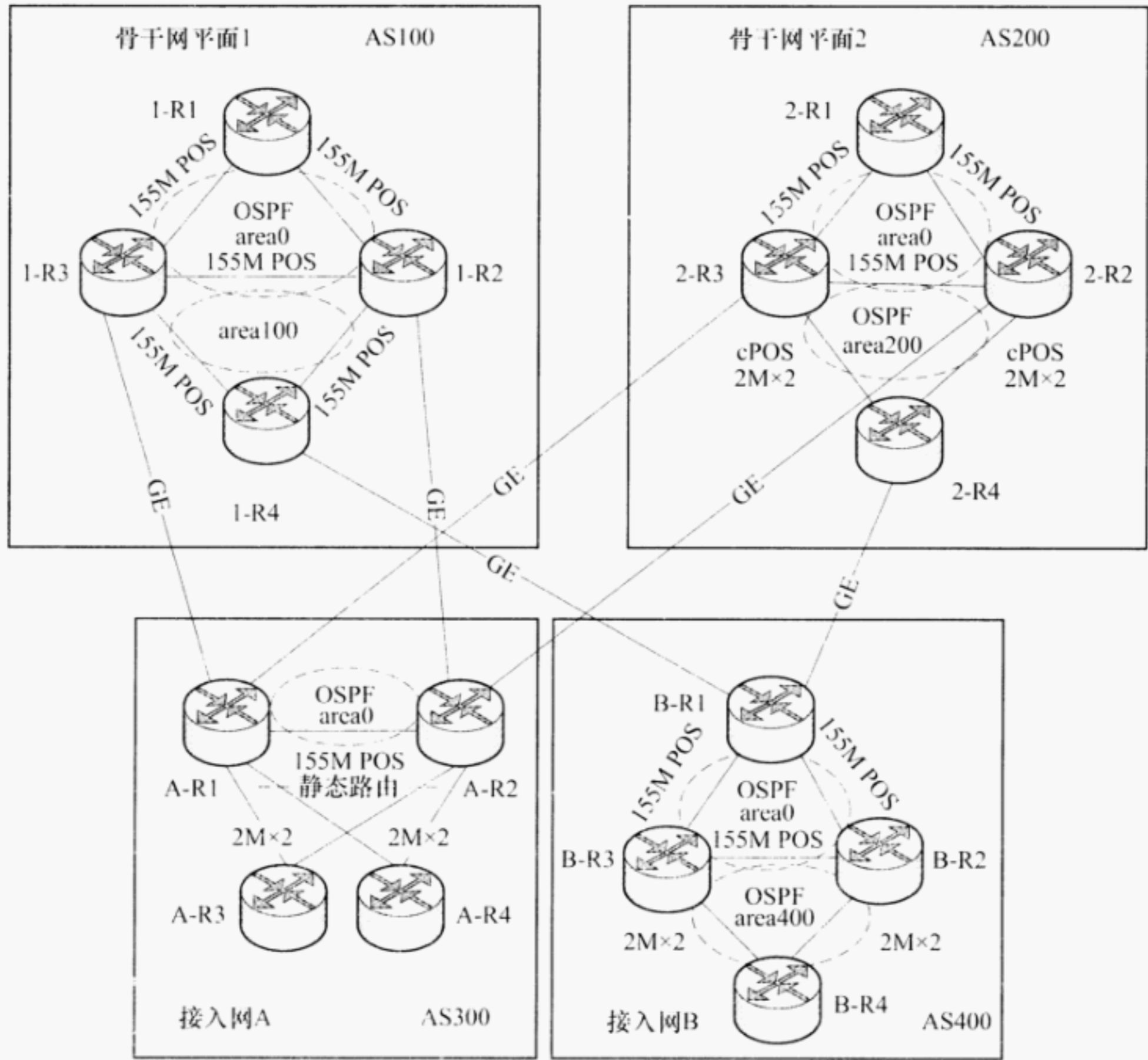


图 92 组网模式一拓扑结构

- AS100: 1-R1 配置为一级反射器, 1-R2 和 1-R3 配置为二级反射器, 1-R4 为反射器的客户端;
AS200: 所有路由器建立 BGP 全连接关系;
AS300: A-R1 和 A-R2 配置为反射器, A-R3 和 A-R4 为反射器的客户端;
AS400: B-R1 配置为一级反射器, B-R2 和 B-R3 配置为二级反射器, B-R4 为反射器的客户端;
6) 自治系统间的 OptionB 跨域互连, 采用互连接口地址配置 BGP 参数, 建立 EBGP 邻居;
7) 组网路由器类型要求: AS100 和 AS200 应由不同厂商的路由器混合组成, 自治系统间互连的路由器应是不同厂商路由器的组合。

15.1.1 路由聚合及基本互通 (组网模式一)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由器发布聚合路由的能力及方法。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器, 使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 将网络性能测试仪的 5 个端口与路由器 1-R1、2-R1、A-R3、A-R4、B-R4 连接, 并建立 EBGP 邻居, 每个端口发布不同网段的 100 条路由;
- 3) 查看并记录各路由器的路由转发表;
- 4) 分别在路由器 1-R2、1-R3、2-R2、2-R3、B-R2、B-R3 上配置路由聚合功能, 将接收到的路由进行汇聚;
- 5) 分别在路由器 A-R1、A-R2 上配置路由聚合功能, 将接收到的路由进行汇聚;
- 6) 查看并记录各路由器的路由转发表。

b) 预期结果:

- 1) 骨干网平面 1、2 中的所有路由器设备都能 ping 通接入网 A、B 中的所有路由器设备;

- 2) 骨干网平面 1、2 中的所有路由器设备都能 telnet 到接入网设备 A、B 中的所有路由器设备;
- 3) 配置路由聚合功能后路由实现聚合。

15.1.2 路由控制（组网模式一）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由器对路由控制的能力及方法。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 路由器 A-R1、A-R2、B-R1 配置路由策略,禁止将来自骨干网的路由再传递到另一骨干网;
- 3) 将网络性能测试仪的 5 个端口与路由器 1-R1、2-R1、A-R3、A-R4、B-R4 连接,并建立 EBGP 邻居,每个端口发布不同网段的 100 条路由;
- 4) 网络性能测试仪配置每个端口发往其他四个端口的数据流,目的地址为已发布的路由,查看数据的接收情况;
- 5) 清除路由器 A-R1、A-R2、B-R1 上配置的路由策略;
- 6) 路由器 1-R2、1-R3、1-R4、2-R2、2-R3、2-R4 配置 BGP 协议的 community 路由属性,禁止将发往接入网的路由再传递到另一骨干网;
- 7) 重复测试步骤 3)、4)。

b) 预期结果:骨干网平面 1、2 之间的路由实现隔离,数据不通。

15.1.3 路由跟踪（组网模式一）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由器进行路由跟踪的能力。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 所有路由器设备都配置基于 UDP 协议的路由探测功能;
- 3) 路由器 A-R3、A-R4 及 B-R4 分别对骨干网平面 1、2 内的所有网关节点进行路由跟踪操作,查看并记录结果;
- 4) 根据路由跟踪结果判定到达每个网关节点的主用路径;
- 5) 分别断开每条主用路径,重复测试步骤 3);
- 6) 分别恢复每条主用路径,重复测试步骤 3)。

b) 预期结果:各网关节点正确返回跟踪地址。

15.1.4 VPN 基本互通—手工增加 RT（组网模式一）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 互通的能力及方法。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 更改接入网路由器 A-R3、A-R4 及 B-R4 的 RT 值,使其与骨干网路由器的 RT 值不同;
- 3) 保持骨干网路由器的 RT 值配置不变,接入网路由器 A-R3、A-R4 及 B-R4 手工增加骨干网的 RT 值;
- 4) 将网络测试仪的 5 个端口分别连接至路由器 1-R1、2-R1、A-R3、A-R4、B-R4,构建两两端口间的双向数据流,查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果:

- 1) 接入网 A、B 内的相同 VPN 相互连通,数据应无丢失;
- 2) 骨干网平面 1、2 与接入网 A、B 间的相同 VPN 相互连通,数据应无丢失;
- 3) 不同 VPN 相互隔离,数据不通。

15.1.5 VPN 基本互通—动态转换 RT（组网模式一）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 互通的能力及方法。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 更改接入网路由器 A-R3、A-R4 及 B-R4 的 RT 值,使其与骨干网路由器的 RT 值不同;
- 3) 保持骨干网路由器的 RT 值配置不变,在接入网路由器 A-R3、A-R4 及 B-R4 配置 RT 值的动态转换;
- 4) 将网络测试仪的 5 个端口分别连接至路由器 1-R1、2-R1、A-R3、A-R4、B-R4,构建两两端口间的双向数据流,查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果:

- 1) 接入网 A、B 内的相同 VPN 相互连通,数据应无丢失;
- 2) 骨干网平面 1、2 与接入网 A、B 间的相同 VPN 相互连通,数据应无丢失;
- 3) 不同 VPN 相互隔离,数据不通。

15.1.6 VPN 路由聚合(组网模式一)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由器发布 VPN 聚合路由能力及方法。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 路由器 A-R1、A-R2、B-R1 对 VPN1 配置路由聚合功能,实现 VPN1 内接入网只向骨干网发布聚合后的路由;
- 3) 将网络性能测试仪的 3 个端口与路由器 A-R3、A-R4、B-R4 连接,并建立 VPN 下的 EBGP 邻居,每个端口发布不同网段的 100 条路由;
- 4) 在骨干网平面 1、2 内的路由器上查看并记录接收到的 VPN 路由转发表;
- 5) 网络性能测试仪连接 2 个端口至路由器 1-R1 和 2-R1,构建目的地址为已发布路由的数据流并发送,查看并记录数据的接收情况。

b) 预期结果:

- 1) 骨干网平面 1、2 内的路由器接收到来自接入网 VPN1 的路由为聚合后的路由;
- 2) 数据应无丢失。

15.1.7 VPN 路由控制(组网模式一)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 路由的控制能力及方法。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 在路由器 A-R1、A-R2、B-R1 上配置 VPN 下的路由策略,禁止将来自骨干网的路由再传递到另一骨干网;
- 3) 将网络性能测试仪的 5 个端口与路由器 1-R1、2-R1、A-R3、A-R4、B-R4 连接,并建立 VPN 下的 EBGP 邻居,每个端口发布不同网段的 100 条路由;
- 4) 网络测试仪配置每个接口发往其他 4 个接口的数据流,目的地址为已发布的路由,查看数据的接收情况;
- 5) 清除在路由器 A-R1、A-R2、B-R1 上配置的路由策略;
- 6) 在路由器 1-R2、1-R3、1-R4、2-R2、2-R3、2-R4 配置 VPN 下 BGP 协议的 community 路由属性,禁止将发往接入网的路由再传递到另一骨干网;
- 7) 重复测试步骤 3)、4)。

b) 预期结果:骨干网平面 1、2 内的相同 VPN 互相隔离,数据不通。

15.1.8 VPN 路由跟踪(组网模式一)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 路由的跟踪能力。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 所有路由器设备都配置基于 UDP 协议的路由探测功能;
- 3) 路由器 A-R3、A-R4 及 B-R4 分别对骨干网平面 1、2 内的所有 VPN 下的网关节点进行路由跟踪操作,查看并记录结果;
- 4) VPN1、VPN2 分别配置不同的 MED 值和 local-preference 属性值;
- 5) 根据路由跟踪结果判定到达每个网关节点的主用路径是否与配置一致;
- 6) 分别断开每条主用路径,重复测试步骤 3);
- 7) 分别恢复每条主用路径,重复测试步骤 3);
- 8) 分别在路由器 A-R3、A-R4 及 B-R4 下挂的 PC 上对骨干网平面 1、2 内的所有 VPN 下的网关节点进行路由跟踪操作,查看并记录结果;
- 9) 根据路由跟踪结果判定到达每个网关节点的主用路径;
- 10) 分别断开每条主用路径,重复测试步骤 8);
- 11) 分别恢复每条主用路径,重复测试步骤 8)。

b) 预期结果:各 VPN 下的网关节点正确返回跟踪地址。

15.1.9 节点可靠性(组网模式一)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 路由的选择方法。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 所有路由器设备都配置基于 UDP 协议的路由探测功能;
- 3) 路由器 A-R3、A-R4 及 B-R4 分别对路由器 1-R1、2-R1 VPN 下的网关节点进行路由跟踪操作,查看并记录结果;
- 4) 根据路由跟踪结果得出 VPN 路径所经过的主用网关节点;
- 5) 分别关闭主用网关节点基于 UDP 协议的路由探测功能,重复测试步骤 3);
- 6) 分别恢复主用网关节点基于 UDP 协议的路由探测功能,重复测试步骤 3)。

b) 预期结果:各 VPN 下网关节点正确返回跟踪地址。

15.1.10 QoS(组网模式一)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中跨域 QoS 的实现。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 将网络性能测试仪的 5 个端口分别连接至路由器 1-R1、2-R1、A-R3、A-R4、B-R4,构建骨干网与接入网间的双向数据流并发送,帧长设置为 64~1518bytes 的随机帧长,查看数据的接收情况,测出路由器 A-R3 至 1-R1 链路间的最大负载;
- 3) 将路由器 A-R3 的上联链路更换为 155M Pos 接口,重复测试步骤 2);
- 4) 在骨干网平面 1、2 与接入网 A、B 互连的路由器接口的出方向配置限速,限速值配置为 13Mbit/s;
- 5) 在骨干网平面 1、2 与接入网 A、B 互连的路由器上配置 QoS 策略,对流量流经路径上的不同 VPN 进行识别,使得在跨域出口拥塞的情况下 VPN1 与 VPN2 的带宽分配比例为 8:5;
- 6) 将网络性能测试仪的 5 个端口分别连接至路由器 1-R1、2-R1、A-R3、A-R4、B-R4,构建骨干网与接入网间的双向数据流并发送,每条流的负载设置为 20Mbit/s,查看 VPN1 与 VPN2 数据的接收情况。

b) 预期结果:VPN1 与 VPN2 实现 8:5 的带宽比。

15.1.11 路由振荡(组网模式一)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由发生振荡后业务恢复的情况。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 将网络性能测试仪的 5 个端口分别连接至路由器 1-R1、2-R1、A-R3、A-R4、B-R4,配置互连接口参数并建立 VPN 下的 EBGP 邻居,每个端口发布不同网段的 1000 条路由;
- 3) 网络性能测试仪配置路由抖动参数,路由每 10s 撤销一次,共 20 次,路由抖动结束后查看并记录所有路由器的路由表情况;
- 4) 网络性能分析仪配置每个端口发往其他 4 个端口的路由的数据流,目的地址为已发布的路由,查看数据的接收情况。

b) 预期结果:所有路由器均可实现路由学习和转发,在路由抖动消失后路由不丢失,数据传输无丢失。

15.1.12 NTP 对时及守时(组网模式一)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由器 NTP 的对时及守时性能。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 时钟源同步于标准源后接入组网拓扑中,作为 NTP 服务器(层数设为 1)给路由器 1-R1 和 2-R1(层数均设为 2)授时;
- 3) 配置网络中的骨干网平面 1、接入网 A 和接入网 B 中各路由器的 NTP 参数(单播模式),使得各路由器都同步于上一级的时钟源;
- 4) 将时间同步测试仪同步于标准源,测试并记录骨干网平面 1、接入网 A 和接入网 B 中各路由器 NTP 对时的时间准确度;
- 5) 断开路由器 1-R1 与时钟源的连接以及骨干网平面 1、接入网 A 和接入网 B 中各路由器之间的连接,使得骨干网平面 1、接入网 A 和接入网 B 中的路由器均处于守时状态,测试并记录各路由器守时 10min 及 16h 后的时间准确度。

b) 预期结果:对时及守时性能应满足被测路由器的规定值。

15.2 组网模式二测试

组网模式二的拓扑结构及配置说明如下:

a) 组网模式二的拓扑结构见图 93。

b) 网络配置说明:

- 1) 骨干网平面 1(AS100)、骨干网平面 2(AS200)、接入层路由器根据连接关系分属不同的 AS,每个 AS 内的路由器均运行 BGP/MPLS VPN;
- 2) 每台路由器上均配置两个 VPN,原始参数分别为:
VPN1: RD=AS 号: 100
RT=AS 号: 100(出入两个方向)
VPN2: RD=AS 号: 200
RT=AS 号: 200(出入两个方向);
- 3) 按 VLSM 和 CIDR 原则为每个 AS 独立设计 IP 地址和 VPN 地址,其中两个 VPN 地址空间重合;
- 4) BGP 配置:
骨干网 A(AS100): 1-R1 配置为一级反射器,1-R2 和 1-R3 配置为二级反射器;
骨干网 B(AS200): 2-R1 配置为一级反射器,2-R2 和 2-R3 配置为二级反射器;
接入层 A: A-R1 属于 AS100, A-R2 属于 AS200,为反射器的客户端,在 A-R1、B-R1 上针对 VPN1 配置 BGP 的路由优先级高于 IGP 的路由优先级;
接入层 B: B-R1 属于 AS100, B-R2 属于 AS200,为反射器的客户端,在 A-R2、B-R2

上针对 VPN2 配置 BGP 的路由优先级高于 IGP 的路由优先级；

- 5) IGP 配置：
全局 OSPF：在 A-R1、B-R1、A-R2、B-R2 配置路由过滤策略，禁止骨干平面 1 和骨干平面 2 路由互通；
VPN 的 OSPF：接入层内部运行，在 A-R1、B-R1、A-R2、B-R2 配置路由过滤策略，防止 VPN 路由成环；
- 6) 组网路由器类型要求：AS100 和 AS200 应由不同厂商的路由器混合组成，自治系统间互联的路由器应是不同厂商路由器的组合。

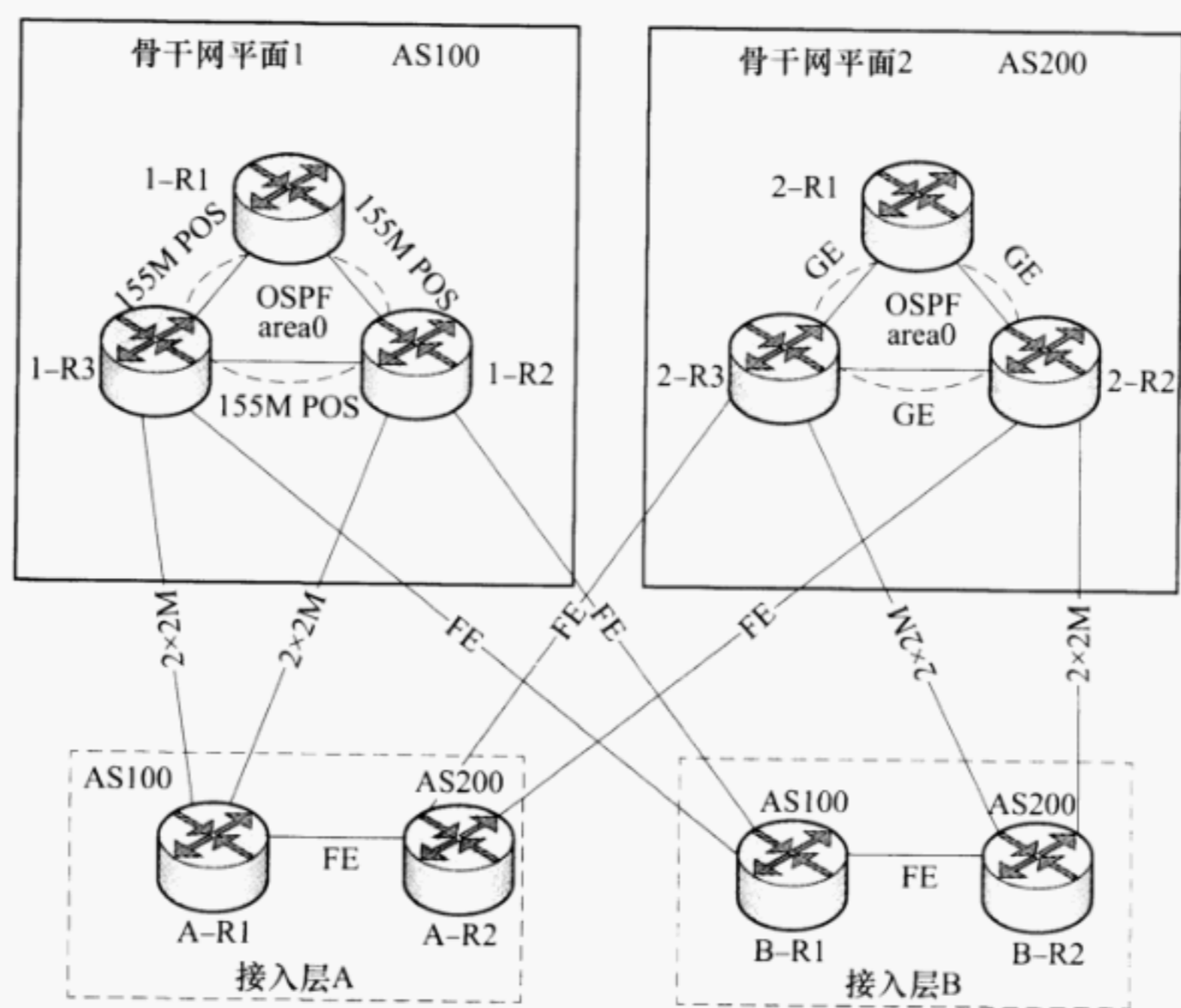


图 93 组网模式二拓扑结构

15.2.1 路由聚合及基本互通（组网模式二）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由器发布聚合路由的能力及方法。

- a) 测试步骤：
 - 1) 按网络配置说明配置各个路由器，使得所有路由器设备间均实现路由可达；
 - 2) 将网络性能测试仪的 4 个端口分别连接至路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2，并建立 EBGp 邻居，每个端口各发布不同网段的 100 条路由；
 - 3) 查看并记录各路由器的路由转发表；
 - 4) 分别在路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2 上配置路由聚合功能，将接收到的路由进行汇聚；
 - 5) 查看并记录各路由器的路由转发表。
- b) 预期结果：
 - 1) 路由器 A-R1、骨干网平面 1 所有路由器及路由器 B-R1 互通；
 - 2) 路由器 A-R2、骨干网平面 2 所有路由器及路由器 B-R2 互通；
 - 3) 配置路由聚合功能后路由实现聚合。

15.2.2 路由跟踪（组网模式二）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由器进行路由跟踪的能力。

- a) 测试步骤：
 - 1) 按网络配置说明配置各个路由器，使得所有路由器设备间均实现路由可达；

- 2) 所有路由器设备都配置基于 UDP 协议的路由探测功能;
 - 3) 路由器 A-R1 分别对骨干网平面 1 及路由器 B-R1 所有网关节点进行路由跟踪操作, 查看并记录结果;
 - 4) 根据路由跟踪结果判定到达每个网关节点的主用路径;
 - 5) 分别断开每条主用路径, 重复测试步骤 3);
 - 6) 分别恢复每条主用路径, 重复测试步骤 3);
 - 7) 路由器 A-R2 分别对骨干网平面 2 及路由器 B-R2 所有网关节点进行路由跟踪操作, 查看并记录结果;
 - 8) 根据路由跟踪结果判定到达每个网关节点的主用路径;
 - 9) 分别断开每条主用路径, 重复测试步骤 7);
 - 10) 分别恢复每条主用路径, 重复测试步骤 7);
- b) 预期结果: 各网关节点正确返回跟踪地址。

15.2.3 VPN 基本互通—手工增加 RT (组网模式二)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 互通的能力及方法。

- a) 测试步骤:
- 1) 按网络配置说明配置各个路由器, 使得所有路由器设备间均实现路由可达;
 - 2) 更改接入网路由器 B-R1、B-R2 的 RT 值, 使其与骨干网路由器的 RT 值不同;
 - 3) 保持骨干网路由器的 RT 值配置不变, 接入网路由器 B-R1、B-R2 手工增加骨干网的 RT 值;
 - 4) 将网络测试仪的 4 个端口分别连接至路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2, 构建两两端口间的双向数据流, 查看并记录数据的接收情况。
- b) 预期结果:
- 1) 接入网 A、B 内的相同 VPN 相互连通, 数据应无丢失;
 - 2) 不同 VPN 相互隔离, 数据不通。

15.2.4 VPN 基本互通—动态转换 RT (组网模式二)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 互通的能力及方法。

- a) 测试步骤:
- 1) 按网络配置说明配置各个路由器, 使得所有路由器设备间均实现路由可达;
 - 2) 更改接入网路由器 B-R1、B-R2 的 RT 值, 使其与骨干网路由器的 RT 值不同;
 - 3) 保持骨干网路由器的 RT 值配置不变, 在接入网路由器 B-R1、B-R2 配置 RT 值的动态转换;
 - 4) 将网络测试仪的 4 个端口分别连接至路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2, 构建两两端口间的双向数据流, 查看并记录数据的接收情况。
- b) 预期结果:
- 1) 接入网 A、B 内的相同 VPN 相互连通, 数据应无丢失;
 - 2) 不同 VPN 相互隔离, 数据不通。

15.2.5 VPN 路由聚合 (组网模式二)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中路由器发布 VPN 聚合路由的能力及方法。

- a) 测试步骤:
- 1) 按网络配置说明配置各个路由器, 使得所有路由器设备间均实现路由可达;
 - 2) 路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2 对 VPN1 配置路由聚合功能, 实现 VPN1 内接入网只向骨干网发布聚合后的路由;
 - 3) 将网络性能测试仪的 4 个端口与路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2 连接, 并建立 VPN 下

的 EBGp 邻居，每个端口发布不同网段的 100 条路由；

- 4) 在骨干网平面 1、2 内的路由器上查看并记录接收到的 VPN 路由转发表；
- 5) 网络测试仪配置每个接口发往其他三个接口的数据流，目的地址为已发布的路由，查看数据的接收情况；

b) 预期结果：

- 1) 骨干网平面 1、2 内的路由器接收到来自接入网 VPN1 的路由为聚合后的路由；
- 2) 数据应无丢失。

15.2.6 VPN 路由控制（组网模式二）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 路由的控制能力及方法。

a) 测试步骤：

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器，使得所有路由器设备间均实现路由可达；
- 2) 在路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2 上配置 VPN 下的路由策略，禁止将来自骨干网的路由再传递到另一骨干网；
- 3) 将网络性能测试仪的 4 个端口与路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2 连接，并建立 VPN 下的 EBGp 邻居，每个端口各发布不同网段的 100 条路由；
- 4) 网络测试仪配置每个接口发往其他三个接口的数据流，目的地址为已发布的路由，查看数据的接收情况；
- 5) 清除在路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2 上配置的路由策略；
- 6) 重复测试步骤 3)、4)。

b) 预期结果：

- 1) 骨干网平面 1、2 内的路由器之间的 VPN 路由隔离；
- 2) 接入层与骨干网平面 1、2 内的路由器之间的 VPN 路由互通，数据应无丢失。

15.2.7 VPN 路由跟踪（组网模式二）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 VPN 路由的跟踪能力。

a) 测试步骤：

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器，使得所有路由器设备间均实现路由可达；
- 2) 所有路由器设备都配置基于 UDP 协议的路由探测功能；
- 3) 路由器 A-R1、A-R2 分别对 B-R1、B-R2 的所有 VPN 下的网关节点进行路由跟踪操作，查看并记录结果；
- 4) 根据路由跟踪结果判定到达每个网关节点的主用路径；
- 5) 分别断开每条主用路径，重复测试步骤 3)；
- 6) 分别恢复每条主用路径，重复测试步骤 3)；
- 7) 分别在路由器 A-R1、A-R2 下挂的 PC 上对 B-R1、B-R2 的所有 VPN 下的网关节点进行路由跟踪操作，查看并记录结果；
- 8) 根据路由跟踪结果判定到达每个网关节点的主用路径；
- 9) 分别断开每条主用路径，重复测试步骤 7)；
- 10) 分别恢复每条主用路径，重复测试步骤 7)。

b) 预期结果：各 VPN 下的网关节点正确返回跟踪地址。

15.2.8 QoS（组网模式二）

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中 QoS 的实现。

a) 测试步骤：

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器，使得所有路由器设备间均实现路由可达；
- 2) 在骨干网平面 1、2 与接入层 A、B 互联的路由器接口的出方向配置限速，限速值配置为

13Mbit/s;

- 3) 在骨干网平面 1、2 与接入层 A、B 互联的路由器上配置 QoS 策略,对流量流经路径上的不同 VPN 进行识别,使得在跨域出口拥塞的情况下 VPN1 与 VPN2 的带宽分配比例为 8:5;
- 4) 将网络性能测试仪的 4 个端口分别连接至路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2,构建骨干网平面与接入层的双向数据流并发送,每条流的负载设置为 20Mbit/s,查看 VPN1 与 VPN2 数据的接收情况。

b) 预期结果:VPN1 与 VPN2 实现 8:5 的带宽比。

15.2.9 双平面负载分担(组网模式二)

测试在由不同制造商、不同类型路由器组成的网络中业务流量负载分担的实现。

a) 测试步骤:

- 1) 按网络配置说明配置各个路由器,使得所有路由器设备间均实现路由可达;
- 2) 将网络性能测试仪的 4 个端口分别连接至路由器 A-R1、A-R2、B-R1、B-R2, A-R1 与 B-R1 间互相发送 VPN1 的数据流, A-R2 与 B-R2 间互相发送 VPN2 的数据流,查看 VPN1 与 VPN2 数据的接收情况;
- 3) 分别断开 A-R1 与骨干网平面 1 间的链路、A-R2 与骨干网平面 2 间的链路,查看 VPN1 与 VPN2 数据的接收情况。

b) 预期结果:

- 1) A-R1 和 B-R1 通过骨干网平面 1 接收到 VPN1 的数据, A-R2 和 B-R2 通过骨干网平面 2 接收到 VPN2 的数据,可实现双平面的流量负载分担;
- 2) 断开 A-R1 与骨干网平面 1 间的链路, A-R1 和 B-R1 通过骨干网平面 2 接收到 VPN1 的数据;
- 3) 断开 A-R2 与骨干网平面 2 间的链路, A-R2 和 B-R2 通过骨干网平面 1 接收到 VPN2 的数据。

16 气候环境影响测试

16.1 温度影响测试

16.1.1 高温影响

按 GB/T 2423.2—2008 中第 6 章和 GB/T 24833—2009 中第 10 章的规定进行高温影响试验,试验温度为 45℃,试验持续时间 16h。高温试验过程中加载流量进行测试,性能应与常温试验结果一致。

16.1.2 低温影响

按 GB/T 2423.1—2008 中第 6 章和 GB/T 24833—2009 中第 10 章的规定进行低温影响试验,试验温度为 -5℃,试验持续时间 16h。低温试验过程中加载流量进行测试,性能应与常温试验结果一致。

16.2 恒定湿热

按 GB/T 2423.3—2006 中第 7 章的规定进行恒定湿热的试验,试验温度为 (40±2)℃,湿度为 (93±3)%RH,试验持续时间 2 天。在试验结束前 1h 进行绝缘电阻试验,绝缘电阻应不小于 1.5MΩ。

16.3 IP 防护等级测试

按 GB 4208—2008 中第 12 章的规定进行 IP 防护等级试验,用铰接试指进行试验,试验结果应满足第一位特征数字为 2 的接收条件。

16.4 电源影响测试

16.4.1 直流电源影响

在正常试验大气条件下,使被测设备在额定直流工作电压条件下工作正常,在电源电压参数范围内调整直流电源的输出,电源电压变化过程中被测设备的性能、功能应正常。被测设备直流电源的电压容差应满足 GB/T 15153.1—1998 中 4.3.1 条的规定,在标称直流电压的 -20%~15% 范围内。

16.4.2 交流电源影响

在正常试验大气条件下，使被测设备在额定交流工作电压条件下工作正常，在电源电压参数范围内调整交流电源的输出，电源电压变化过程中被测设备的性能、功能应正常。被测设备交流电源的电压容差应满足 GB/T 15153.1—1998 中 4.2.1 条的规定，在标称交流电压的 -20%~15% 范围内。

16.5 绝缘性能测试

16.5.1 绝缘电阻

绝缘电阻的测量按 GB/T 14598.3 中规定的方法进行。

16.5.2 介质强度

介质强度的试验按 GB/T 14598.3 中规定的方法进行。

16.5.3 冲击电压

冲击电压的试验按 GB/T 14598.3 中规定的方法进行。

16.6 机械性能测试

16.6.1 振动

振动试验分振动响应试验和耐久试验，耐久试验又分为扫频耐久试验和定频耐久试验，主要推荐扫频耐久试验。

按 GB/T 2423.10—2008 中第 8 章的规定进行扫频耐久试验。试验结束后，被测设备应无损伤或变形，能正常工作，性能指标不受影响。

16.6.2 冲击

按 GB/T 2423.5—2006 中第 8 章的规定进行冲击试验。试验结束后，被测设备在应无损伤或变形，应正常工作，性能指标不受影响。

16.6.3 自由跌落

按 GB/T 2423.8—1995 中第 5 章的规定进行自由跌落试验。试验结束后，被测设备应无损伤或变形，应正常工作，性能指标不受影响。

16.7 电磁兼容测试

16.7.1 静电放电抗扰度

按 GB/T 17626.2—2006 中第 8 章的规定进行静电放电抗扰度的试验。试验等级按 GB/T 24833—2009 中第 7.2 条规定，应达到 4 级要求。试验期间，被测设备应正常工作，不应出现数据丢失。

16.7.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按 GB/T 17626.4—2008 中第 8 章的规定进行电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。试验等级按 GB/T 24833—2009 中第 7.2 条规定，应达到 4 级要求。试验期间，被测设备应正常工作，不应出现数据丢失。

16.7.3 浪涌（冲击）抗扰度

按 GB/T 17626.5—2008 中第 8 章的规定进行浪涌（冲击）抗扰度试验。试验等级按 GB/T 24833—2009 中第 7.2 条规定，应达到 4 级要求。试验期间，被测设备应正常工作，不应出现数据丢失。

16.7.4 射频电磁场辐射抗扰度

按 GB/T 17626.3—2006 中第 8 章的规定进行射频电磁场辐射抗扰度试验。试验等级应满足 GB/T 24833—2009 中第 7.2 条规定，应达到 3 级要求。试验期间，被测设备应正常工作，不应出现数据丢失。

16.7.5 电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度

按 GB/T 17626.11—2008 中第 8 章的规定进行电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验。电压短时中断的试验等级应达到 3 类要求。试验期间，被测设备应正常工作，不应出现数据丢失。

16.7.6 辐射发射

按 GB 9254—2008 中第 6 章的规定进行辐射发射试验。试验过程中施加网络负荷应不小于端口转发速率，被测设备在 10m 测量距离处辐射骚扰限值应符合 B 级 ITE 的要求。

附 录 A
(规范性附录)
公有及私有 MIB 库测试项目

A.1 公有 MIB 库测试项目

公有 MIB 库的测试项目见表 A.1。

表 A.1 公有 MIB 库测试项目

MIB 库	描 述
IETF RFC3418 (SNMPv2 MIB)	系统描述
	厂商标识
	系统网管部分启动后的运行时间
	联系人及联系方式
	管理节点定义
	管理节点的物理位置
	SNMP 协议接收并处理的 trap PDU 总数
	SNMP 协议已产生的 trap PDU 总数
	冷启动 trap 标识
	热启动 trap 标识
IETF RFC2863 (IF-MIB)	具体接口的管理参数
	SNMPv2 链路 down 的 trap 标记
	SNMPv2 链路 up 的 trap 标记
IETF RFC1850 (OSPF MIB)	OSPF Route ID
	OSPF 管理状态
	OSPF 版本
	区域边缘路由器标记位
	自治系统边缘路由器标记位
	5 类 LSA 数量
	OSPF 进程链路状态通告
IETF RFC1657 (BGP4-MIB)	BGP 协议版本号
	本地自治系统号
	BGP 对等体条目信息
IETF RFC4444 (ISIS MIB)	ISIS 协议版本
	ISIS level 类型
	ISIS 邻居条目信息

表 A.1（续）

MIB 库	描 述
IETF RFC3815 (MPLS LDP MIB)	标签交换路由器 ID
	标签交换路由器环路检测能力
	LDP 实体条目信息
IETF RFC2787 (VRRP MIB)	VRRP 新主机 trap 指示,
	节点所支持的 VRRP 版本
	虚拟路由器工作特性表格
	虚拟 IP 地址
	VRRP 错误状态统计

A.2 私有 MIB 库测试项目

私有 MIB 库的测试项目见表 A.2。

表 A.2 私有 MIB 库测试项目

MIB 库	描 述
私有 MIB 库	设备型号
	生产厂商
	硬件版本
	固件版本
	系统软件版本
	IP 地址
	MAC 地址
	设备描述
	CPU 使用率
	内存使用率（主控板）
	主控板温度
	风扇状态
	运行时间
	电源状态
注：若表 A.1 中所列的项目在公用 MIB 库中未体现，则请厂家提供相应的私有 MIB 库进行测试；若表 B.1 中所列的项目在公有 MIB 库中体现，则请厂家提供相应的公有 MIB 库进行测试。	

附 录 B
(规范性附录)
入网检验、出厂检验和工程验收项目

电力调度数据网设备的入网检验、出厂检验和工程验收项目见表 B.1。

表 B.1 入网检验、出厂检验和工程验收项目

序号	检 测 项 目		入网检验					出厂检验		工程验收	
			路由器			交换机		路由 器	交换 机	路由 器	交换 机
			核心	骨干/ 汇聚	接入	二层	三层				
1	整机性能测试	整机吞吐量	△	△	△	△	△	—	—	—	—
2		整机满载丢包率	△	△	△	△	△	—	—	—	—
3		整机吞吐量下的转发时延	△	△	△	△	△	—	—	—	—
4		整机 ACL 容量	△	△	△	△	△	—	—	—	—
5		背对背缓冲能力	△	△	△	△	△	—	—	—	—
6		MAC 地址容量	—	—	—	△	△	—	—	—	—
7		MAC 地址学习速率	—	—	—	△	△	—	—	—	—
8		缓存容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
9		启动电流	△	△	△	△	△	—	—	—	—
10		功耗	△	△	△	△	△	—	—	—	—
11	接口测试	光接口 特性	光功率	△	△	△	△	△	—	—	—
12			中心波长	△	△	△	△	△	—	—	—
13			接收灵敏度	△	△	△	△	△	—	—	—
14			光接口传输距离	△	△	△	△	△	—	—	—
15		异步串口		—	—	△	—	—	—	—	—
16		多链路 捆绑 功能	E1 接口链路捆绑		△	△	△	—	—	—	—
17			155Mbit/s cPOS 接口链路捆 绑		△	△	—	—	—	—	—
18			155Mbit/s POS 接口链路捆 绑		△	△	—	—	—	—	—
19		接口误码率		△	△	△	△	△	△	△	△
20		以太网接口交叉性、直连线适应性		△	△	△	△	△	—	—	—
21	RIPv2 协议 测试	RIPv2 路由表容量		△	△	△	—	△	—	—	—
22		RIPv2 路由收敛性能		△	△	△	—	—	—	—	—
23		RIPv2 多实例		△	△	△	—	—	—	—	—
24	OSPF 协议 测试	OSPF 路由表容量		△	△	△	—	△	—	—	—
25		OSPF 邻居容量		△	△	△	—	—	—	—	—

表 B.1（续）

序号	检 测 项 目		入网检验					出厂检验		工程验收	
			路由器			交换机		路由 器	交换 机	路由 器	交换 机
			核心	骨干/ 汇聚	接入	二层	三层				
26	OSPF 协议 测试	OSPF 路由通告学习	△	△	△	—	△	—	—	—	—
27		OSPF 的 MD5 认证	△	△	△	—	△	—	—	—	—
28		OSPF 负载均衡	△	△	△	—	△	—	—	—	—
29		OSPF 路由收敛性能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
30		OSPF 外部路由汇总	△	△	△	—	—	—	—	△	—
31		OSPF 多实例	△	△	△	—	—	—	—	—	—
32		OSPF GR 功能	△	△	—	—	—	—	—	—	—
33		OSPF NSR 功能	△	△	—	—	—	—	—	—	—
34	ISIS 协议测试	ISIS 路由表容量	△	△	△	—	△	—	—	—	—
35		ISIS 邻居容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
36		ISIS 的 MD5 认证	△	△	△	—	△	—	—	—	—
37		ISIS 负载均衡	△	△	△	—	△	—	—	—	—
38		ISIS 路由收敛性能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
39		ISIS GR 功能	△	△	—	—	—	—	—	—	—
40		ISIS NSR 功能	△	△	—	—	—	—	—	—	—
41		ISIS 多实例	△	△	△	—	—	—	—	—	—
42	BGP 协议测试	BGP 路由表容量	△	△	△	—	△	—	—	—	—
43		BGP 邻居容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
44		RR 路由反射容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
45		BGP AS-path 过滤属性	△	△	△	—	—	—	—	△	—
46		BGP local-preference 属性	△	△	△	—	—	—	—	△	—
47		BGP MED 属性	△	△	△	—	—	—	—	△	—
48		BGP 标准 community 属性	△	△	△	—	—	—	—	—	—
49		BGP 自定义 community 属性	△	△	△	—	—	—	—	—	—
50		BGP VPN 路由聚合	△	△	△	—	—	—	—	—	—
51		路由抑制	△	△	△	—	—	—	—	—	—
52		BGP 的 MD5 认证	△	△	△	—	△	—	—	—	—
53		BGP GR 功能	△	△	—	—	—	—	—	—	—
54		BGP NSR 功能	△	△	—	—	—	—	—	—	—
55	组播测试	组播组加入/离开时延	△	△	△	—	△	—	—	—	—
56		组播转发时延	△	△	△	—	△	—	—	—	—
57		组播组容量	△	△	△	—	△	—	—	—	—

表 B.1（续）

序号	检 测 项 目		入网检验					出厂检验		工程验收	
			路由器			交换机		路由 器	交换 机	路由 器	交换 机
			核心	骨干/ 汇聚	接入	二层	三层				
58	组播测试	组播 VPN 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
59		ACL 组播组过滤	△	△	△	—	△	—	—	—	—
60	其他业务功能 测试	DHCP 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
61		策略路由	△	△	△	—	—	—	—	—	—
62		NTP 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
63		生成树功能	—	—	—	△	△	—	—	—	—
64		VLAN 功能	—	—	—	△	△	—	—	—	△
65		MAC 地址绑定	—	—	—	△	△	—	—	—	—
66		端口镜像	—	—	—	△	△	—	—	—	△
67		MCE 功能	—	—	—	—	△	—	—	—	—
68	IPv6 测试	DHCPv6 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
69		IPv4 over IPv6 隧道	△	△	△	—	—	—	—	—	—
70		IPv6 over IPv4 手动隧道	△	△	△	—	—	—	—	—	—
71		IPv6 over IPv4 自动隧道	△	△	△	—	—	—	—	—	—
72	IPv6 测试	RIPng 路由表容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
73		OSPFv3 路由表容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
74		ISISv6 路由表容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
75		BGP4+路由表容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
76		6PE 路由容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
77		6vPE 路由容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
78	服务质量 (QoS) 测试	优先级队列数目	△	△	△	△	△	—	—	—	—
79		流量限速（CAR）功能	△	△	△	△	△	—	—	△	△
80		分类/标记功能	△	△	△	—	△	—	—	—	—
81		分类/整形功能	△	△	△	—	△	—	—	—	—
82		层次化 QoS	△	△	△	—	△	—	—	—	—
83		分类/队列	△	△	△	—	△	—	—	△	—
84		802.1p-DSCP、DSCP-EXP、 802.1p-EXP 映射	△	△	△	—	—	—	—	—	—
85	MPLS 测试	MPLS 性能	LDP 标签容量		△	△	△	—	—	—	—
86			VPN 实例容量		△	△	△	—	—	—	—
87			单 VPN 实例的路由容量		△	△	△	—	—	—	—
88			多 VPN 实例的路由容量		△	△	△	—	—	—	—

表 B.1（续）

序号	检 测 项 目			入网检验					出厂检验		工程验收	
				路由器			交换机		路由 器	交换 机	路由 器	交换 机
				核心	骨干/ 汇聚	接入	二层	三层				
89	MPLS 测试	MPLS 性能	RT 容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
90			单个 VPN 绑定接口数量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
91			OptionA 路由容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
92			OptionB 路由容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
93			OptionC 路由容量	△	△	△	—	—	—	—	—	—
94		MPLS 功能	标签分配方式	△	△	△	—	—	—	—	△	—
95			标签控制功能	△	△	△	—	—	—	—	△	—
96			CE 双归属 PE	△	△	△	—	—	—	—	—	—
97			MPLS GR 功能	△	△	—	—	—	—	—	—	—
98		MP- BGP 属性	MP-BGP AS-path 过滤属性	△	△	△	—	—	—	—	△	—
99			MP-BGP local-preference 属性	△	△	△	—	—	—	—	△	—
100			MP-BGP MED 属性	△	△	△	—	—	—	—	△	—
101		VPN 路由过滤		△	△	△	—	—	—	—	—	—
102		VPN 路由汇总		△	△	△	—	—	—	—	—	—
103		VPLS 功能		△	△	△	—	—	—	—	—	—
104		流量 工程	TE FRR 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
105			热备份功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
106			带宽预留功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
107	网络安全 测试	uRPF 功能		△	△	△	—	—	—	—	—	—
108		访问 控制 列表	基于五元组的 ACL	△	△	△	—	△	—	—	△	△
109			基于源 MAC 地址的 ACL	△	△	△	—	△	—	—	△	△
110			配置 ACL 情况下的性能	△	△	△	—	—	△	—	—	—
111		网络 地址 翻译 NA	静态 NAT	△	△	△	—	—	—	—	—	—
112			动态 NAT	△	△	△	—	—	—	—	—	—
113		网络 地址 翻译 NAT	网络地址/端口翻译 NAPT	△	△	△	—	—	—	—	—	—
114			地址映射	△	△	△	—	—	—	—	—	—
115			NAT 并发连接数	△	△	△	—	—	—	—	—	—
116			VPN NAT 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
117		安全审计		△	△	△	△	△	—	—	△	△
118		控制台登录安全		△	△	△	△	△	—	—	△	△

表 B.1（续）

序号	检 测 项 目			入网检验					出厂检验		工程验收	
				路由器			交换机		路由 器	交换 机	路由 器	交换 机
				核心	骨干/ 汇聚	接入	二层	三层				
119	网络 安全 测试	认证 安全	RADIUS 协议认证	△	△	△	—	—	—	—	—	—
120			SSH 协议	△	△	△	△	△	—	—	△	△
121		数据安全		△	△	△	—	—	—	—	—	—
122	可靠性 测试	硬件 相关	电源冗余热插拔能力	△	△	△	—	—	△	△	△	△
123			风扇热插拔能力	△	△	△	—	—	△	—	—	—
124			主控板热插拔能力	△	△	△	—	—	△	—	△	—
125			交换板热插拔能力	○	○	—	—	—	—	—	—	—
126			业务板块热插拔能力	△	△	△	—	—	△	—	△	—
127			软件模块热更新能力	△	△	△	—	—	—	—	—	—
128			引擎复位时间	△	△	△	△	△	—	—	—	—
129		BFD 功能	OSPF BFD 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
130			BGP BFD 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
131			ISIS BFD 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
132			RSVP BFD 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
133			静态路由 BFD 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
134			VRRP BFD 功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
135		VRRP 组容量		△	△	△	—	—	—	—	—	—
136		VRRP 收敛时间		△	△	△	—	—	—	—	—	—
137		网络 损伤 影响	丢包影响	△	△	△	—	—	—	—	—	—
138			网络延时影响	△	△	△	—	—	—	—	—	—
139			帧乱序影响	△	△	△	—	—	—	—	—	—
140			帧损坏影响	△	△	△	—	—	—	—	—	—
141	管理功能测试		网流分析功能	△	△	△	—	—	—	—	△	—
142			线卡 1:1 网流采样功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
143			VPN 网流功能	△	△	△	—	—	—	—	—	—
144			SNMP 协议	△	△	△	△	△	—	—	△	△
145			MIB 功能	△	△	△	△	△	—	—	—	—
146			syslog 日志功能	△	△	△	△	△	—	—	△	△
147	单机叠加性能测试			△	△	△	—	—	—	—	—	—
148	物理接口 兼容性测试		E1 接口	△	△	△	—	—	—	—	—	—
149			155Mbit/s POS 接口	△	△	—	—	—	—	—	—	—
150			155Mbit/s cPOS 接口	△	△	—	—	—	—	—	—	—

表 B.1（续）

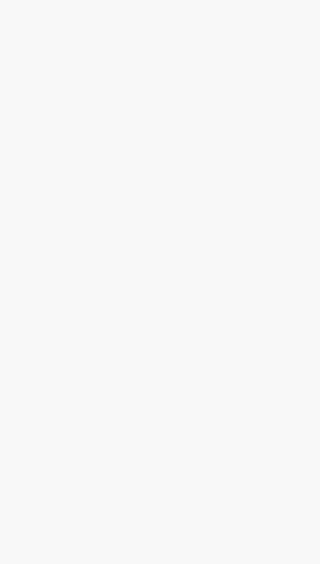
序号	检测项目			入网检验					出厂检验		工程验收	
				路由器			交换机		路由器	交换机	路由器	交换机
				核心	骨干/汇聚	接入	二层	三层				
151	物理接口兼容性测试	FE/GE 接口	接口链路速率和双工模式的自协商	△	△	△	△	△	—	—	—	—
152			接口流量控制方式的协商	△	△	△	△	△	—	—	—	—
153			VLAN 子接口互通	△	△	△	△	△	—	—	—	—
154		捆绑接口	E1 捆绑接口	△	△	△	—	—	—	—	—	—
155			155Mbit/s cPOS 捆绑接口	△	△	—	—	—	—	—	—	—
156			155Mbit/s POS 捆绑接口	△	△	—	—	—	—	—	—	—
157			以太网接口的聚合端口	△	△	△	△	△	—	—	—	—
158	协议兼容性测试	RIPv2 协议兼容性	RIPv2 邻居建立和路由学习	△	△	△	—	△	—	—	—	—
159			RIPv2 协议明文密文认证	△	△	△	—	△	—	—	—	—
160			RIPv2 多实例	△	△	△	—	—	—	—	—	—
161		ISIS 协议兼容性	ISIS 邻居建立和路由学习	△	△	△	—	△	—	—	—	—
162			ISIS 协议明文密文认证	△	△	△	—	△	—	—	—	—
163			ISIS 负载均衡	△	△	△	—	—	—	—	—	—
164			ISIS 多实例	△	△	△	—	—	—	—	—	—
165		OSPF 协议兼容性	OSPF 邻居建立和路由学习	△	△	△	—	△	—	—	—	—
166			OSPF 协议明文密文认证	△	△	△	—	△	—	—	—	—
167			OSPF 负载均衡	△	△	△	—	—	—	—	—	—
168			OSPF 多实例	△	△	△	—	—	—	—	—	—
169		MPLS 协议兼容性	MPLS LDP 邻居建立和路径建立	△	△	△	—	—	—	—	—	—
170			MPLS MD5 认证	△	△	△	—	—	—	—	—	—
171		BGP 协议兼容性	BGP 邻居建立和路由学习	△	△	△	—	△	—	—	—	—
172			BGP VPNv4 邻居建立和路由学习	△	△	△	—	—	—	—	—	—
173			BGP 协议明文密文认证	△	△	△	—	—	—	—	—	—
174			RR 反射器	△	△	△	—	—	—	—	—	—
175		NTP 协议兼容性	单播模式下的 NTP 时间同步	△	△	△	—	—	—	—	—	—
176			对等体模式下的 NTP 时间同步	△	△	△	—	—	—	—	—	—
177			MPLS VPN 网络中对等体模式下的 NTP 时间同步	△	△	△	—	—	—	—	—	—
178			广播模式下的 NTP 时间同步	△	△	△	—	—	—	—	—	—
179			组播模式下的 NTP 时间同步	△	△	△	—	—	—	—	—	—
180			NTP 时间同步的 MD5 认证	△	△	△	—	—	—	—	—	—
181		VRRP 兼容性测试		△	△	△	—	—	—	—	—	—

表 B.1（续）

序号	检 测 项 目		入网检验					出厂检验		工程验收	
			路由器			交换机		路 由 器	交 换 机	路 由 器	交 换 机
			核 心	骨 干/ 汇 聚	接 入	二 层	三 层				
182	跨域互联兼容性测试	OptionA 跨越互联	△	△	△	—	—	—	—	—	—
183		OptionB 跨越互联	△	△	△	—	—	—	—	—	—
184		OptionC 跨越互联	△	△	△	—	—	—	—	—	—
185	组网测试	组网模式一测试	路由聚合及基本互通	△	△	△	—	—	—	—	—
186			路由控制	△	△	△	—	—	—	—	—
187			路由跟踪	△	△	△	—	—	—	—	—
188			VPN 基本互通—手工增加 RT	△	△	△	—	—	—	—	—
189			VPN 基本互通—动态转换 RT	△	△	△	—	—	—	—	—
190			VPN 路由聚合	△	△	△	—	—	—	—	—
191			VPN 路由控制	△	△	△	—	—	—	—	—
192			VPN 路由跟踪	△	△	△	—	—	—	—	—
193			节点可靠性	△	△	△	—	—	—	—	—
194			QoS	△	△	△	—	—	—	—	—
195			NTP 对时及守时	△	△	△	—	—	—	—	—
196		组网模式二测试	路由聚合及基本互通	△	△	△	—	—	—	—	—
197			路由跟踪	△	△	△	—	—	—	—	—
198			VPN 基本互通—手工增加 RT	△	△	△	—	—	—	—	—
199			VPN 基本互通—动态转换 RT	△	△	△	—	—	—	—	—
200			VPN 路由聚合	△	△	△	—	—	—	—	—
201			VPN 路由控制	△	△	△	—	—	—	—	—
202			VPN 路由跟踪	△	△	△	—	—	—	—	—
203			QoS	△	△	△	—	—	—	—	—
204			双平面负载分担	△	△	△	—	—	—	—	—
205	温度影响测试	高温影响	△	△	△	△	△	—	—	—	—
206		低温影响	△	△	△	△	△	—	—	—	—
207	恒定湿热		△	△	△	△	△	—	—	—	—
208	IP 防护等级测试		△	△	△	△	△	—	—	—	—
209	电源影响测试	直流电源影响	△	△	△	△	△	—	—	—	—
210		交流电源影响	△	△	△	△	△	—	—	—	—
211	绝缘性能测试	绝缘电阻	△	△	△	△	△	—	—	—	—
212		介质强度	△	△	△	△	△	—	—	—	—
213		冲击电压	△	△	△	△	△	—	—	—	—

表 B.1（续）

序号	检 测 项 目		入网检验					出厂检验		工程验收	
			路由器			交换机		路由 器	交换 机	路由 器	交换 机
			核心	骨干/ 汇聚	接入	二层	三层				
214	机械性能测试	振动	△	△	△	△	△	—	—	—	—
215		冲击	△	△	△	△	△	—	—	—	—
216		自由跌落	△	△	△	△	△	—	—	—	—
217	电磁兼容测试	静电放电抗扰度	△	△	△	△	△	—	—	—	—
218		电快速瞬变脉冲群抗扰度	△	△	△	△	△	—	—	—	—
219		浪涌（冲击）抗扰度	△	△	△	△	△	—	—	—	—
220		射频电磁场辐射抗扰度	△	△	△	△	△	—	—	—	—
221		电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度	△	△	△	△	△	—	—	—	—
222		辐射发射	△	△	△	△	△	—	—	—	—
注：表中符号“△”表示该项为必检项目；“—”表示不进行该项检测；“○”表示路由器配置交换板卡时进行该项检测。											



中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
电力调度数据网设备测试规范
DL/T 1379—2014

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2015年8月第一版 2015年8月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 6印张 178千字
印数0001—3000册

*

统一书号 155123·2576 定价 49.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

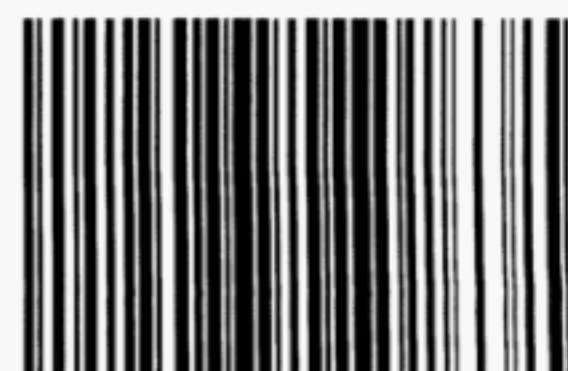
版权专有 翻印必究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.2576