

计算机网络

实验七 IPv6隧道

邹永攀

yongpan@szu.edu.cn

<https://yongpanzou.github.io/>

计算机与软件学院

深圳大学



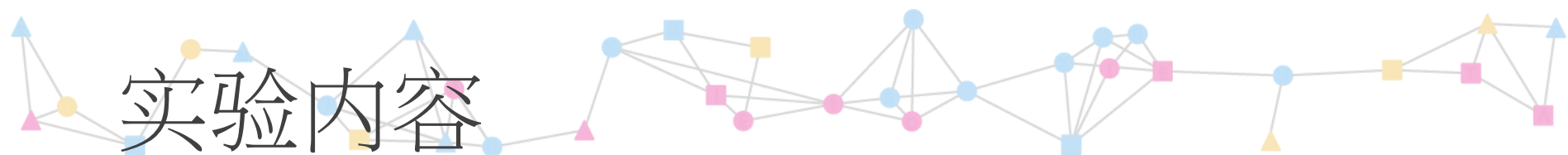
实验七 IPv6隧道

■ 实验目的

- 学习安装与使用华为eNSP网络仿真软件
- 理解IPv6 over IPv4的原理
- 掌握IPv6 over IPv4手工隧道的配置方法
- 掌握OSPF路由的配置方法
- 掌握IPv6静态路由的配置方法

■ 实验环境

- Windows系统
- eNSP网络仿真软件



实验内容

1. 建立三路由拓扑
2. OSPF路由配置
3. 创建虚接口
4. 创建IPv6虚接口
5. 创建IPv6 over IPv4隧道
6. 配置IPv6静态路由



实验任务要求

- 请参考本讲义学习eNSP软件的使用方法
- 理解IPv6 over IPv4的原理
- 掌握IPv6 over IPv4手工隧道配置的方法
- 掌握OSPF路由配置的方法
- 掌握IPv6静态路由的配置方法
- 掌握用eNSP仿真小型网络的技能
- 依照步骤完成实验内容1—6
- 对实验结果截图
- 撰写实验报告



实验报告撰写要求

- 使用教务处制作的实验报告模板
- 注意按进度填写实验时间和实验报告提交时间
- 填写模板中的每一部分
- 填写实验步骤时，做到条理清晰
- 注意截图清晰、美观
- 禁止抄袭实验报告

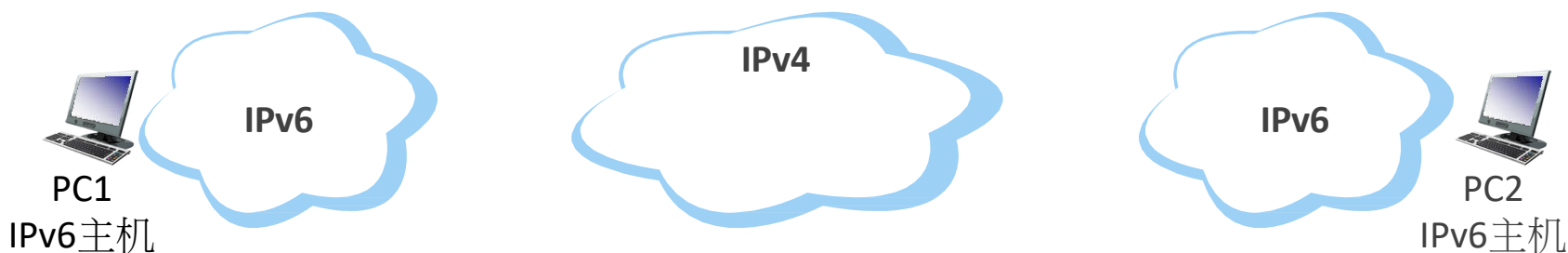


实验准备

1. IPv6 over IPv4隧道技术
2. IPv6 over IPv4手动隧道
3. 实验介绍
4. eNSP介绍
5. 关于eNSP的使用

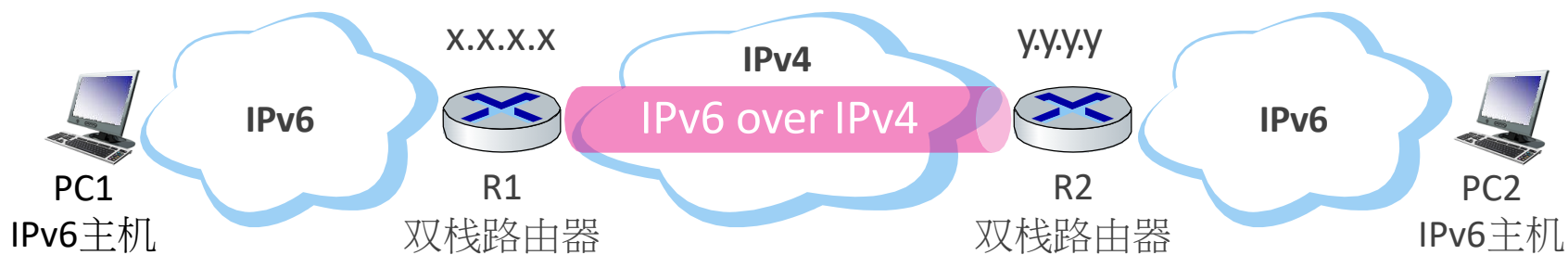
1. IPv6 over IPv4 隧道技术

- IPv6逐步过渡中，两个IPv6网络之间只有IPv4网络，两个IPv6网络能否利用已有的IPv4网络实现互联呢？



1. IPv6 over IPv4 隧道技术

- 隧道技术
- 将IPv6数据报封装成IPv4数据报传输



1. IPv6 over IPv4 隧道技术

- 隧道技术
- 将IPv6数据报封装成IPv4数据报传输



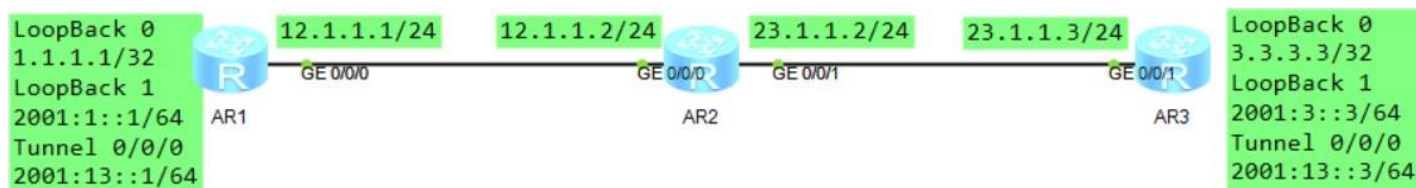
2. IPv6 over IPv4 手动隧道

- 在隧道两端的边界路由设备上通过人工配置而创建的。
- 需要静态指定隧道的源IPv4地址和目的IPv4地址。
- 隧道两端的主机和路由设备均需要支持IPv4和IPv6协议栈。



3. 实验介绍

- 本实验要求实现IPv6 over IPv4的手工隧道配置。实验过程将包括：
 - 1) 搭建IPv4的网络
 - 2) 配置IPv4的路由
 - 3) 配置IPv6 over IPv4隧道
 - 4) 配置虚连接以测试隧道





4. eNSP介绍

- eNSP(Enterprise Network Simulation Platform)是一款由华为提供的免费的、可扩展的、图形化的网络设备仿真平台。
- 主要对企业网路由器、交换机、**WLAN**等设备进行软件仿真，支持大型网络模拟。
- 让你有机会在没有真实设备的情况下也能够开展实验测试，学习网络技术。
- eNsp 依赖 WinPcap、WireShark、VirtualBox 组件，安装前提前下载相关组件



4. eNSP介绍

关于eNsp安装的参考博客

<https://zhuanlan.zhihu.com/p/513323366> (含常见错误解决)

https://blog.csdn.net/m0_51160032/article/details/119026040

<https://blog.csdn.net/qimowei/article/details/120729798>

软件下载

eNsp <https://drive.weixin.qq.com/s?k=AD0AigfDAAYQjU0xe5>

virtualbox <https://drive.weixin.qq.com/s?k=AD0AigfDAAY00c0grC>



5. 关于eNSP的使用

- eNSP软件提供了软件使用帮助。
- 打开软件以后，点击右上角的帮助图标即可打开。
- **“墙裂”建议** 同学们在实验之前浏览一下帮助里的一下内容（只需要十分钟）：

主界面和菜单

[引导界面概述](#)

[主界面概述](#)

[主菜单](#)

[工具栏](#)

[网络设备区](#)

[设备接口区](#)

快速入门

阅读本章有助于用户快速上手

[新建拓扑](#)

[数据实验](#)



5. 关于eNSP的使用

- 与前两次实验一样，所有指令都需在系统视图下操作。
- 双击路由器进入的是用户视图，请执行**system-view**后进入系统视图。
- 输入指令的时候，按**Tab**键可以补全。
- 加入新设备或设备连线之后，**一定要点击“开启设备”**。
- 在添加设备时，按**ESC**键即可退出。

5. 关于eNSP的使用

- 如何解决AR设备启动失败问题
- 请按照帮助中提供的方法解决
- 注意，关闭防火墙以后重启主机。



The screenshot shows the eNSP Help window with the following content:

如何解决AR/WLAN设备启动失败问题

现象描述

1. 启动AR设备之后，设备命令行无法接收输入，在长时间等待后一直输出“####”。
2. 启动AR/WLAN设备时，提示“...错误代码40...”。

处理步骤

- 检查虚拟网卡设置。

1. 检查安装eNSP的PC上是否存在名为“VirtualBox Host-Only Network”的虚拟网卡。
 - 如果不存在，请[添加虚拟网卡](#)。
 - 如果存在，请[检查虚拟网卡的状态](#)。
 - 如果虚拟网卡的名称为“VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter #2”，可尝试点击eNSP主界面“菜单-工具-注册设备”重新注册设备。如果还是出现这样的错误，请[检查虚拟网卡的状态](#)。
2. 检查虚拟网卡的状态。

查看名为“VirtualBox Host-Only Network”的虚拟网卡是否被禁用。

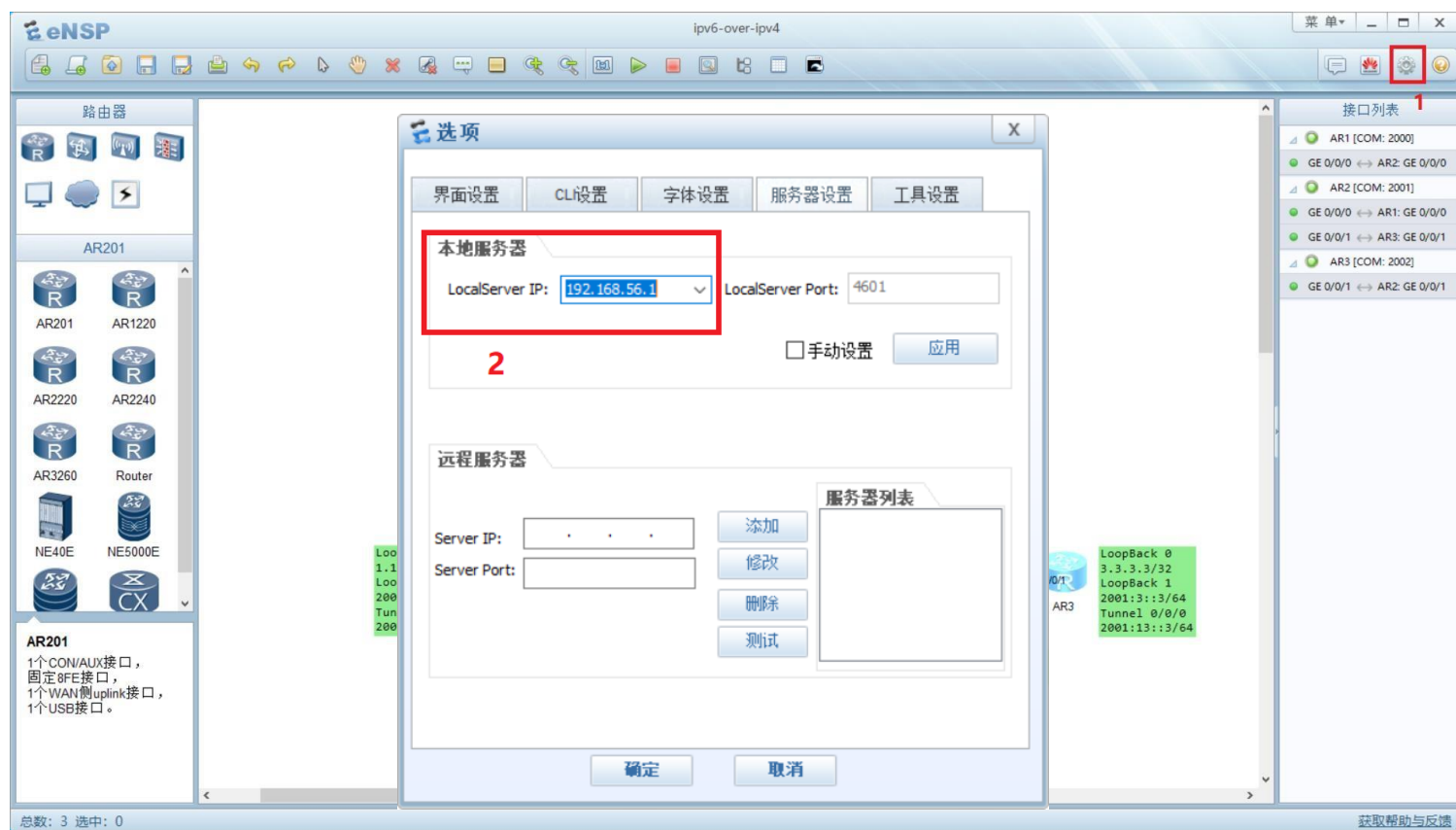


如果被禁用，请启用这个虚拟网卡。若重启设备仍然失败，请[检查虚拟网卡的参数设置](#)。

3. 检查虚拟网卡的参数设置。

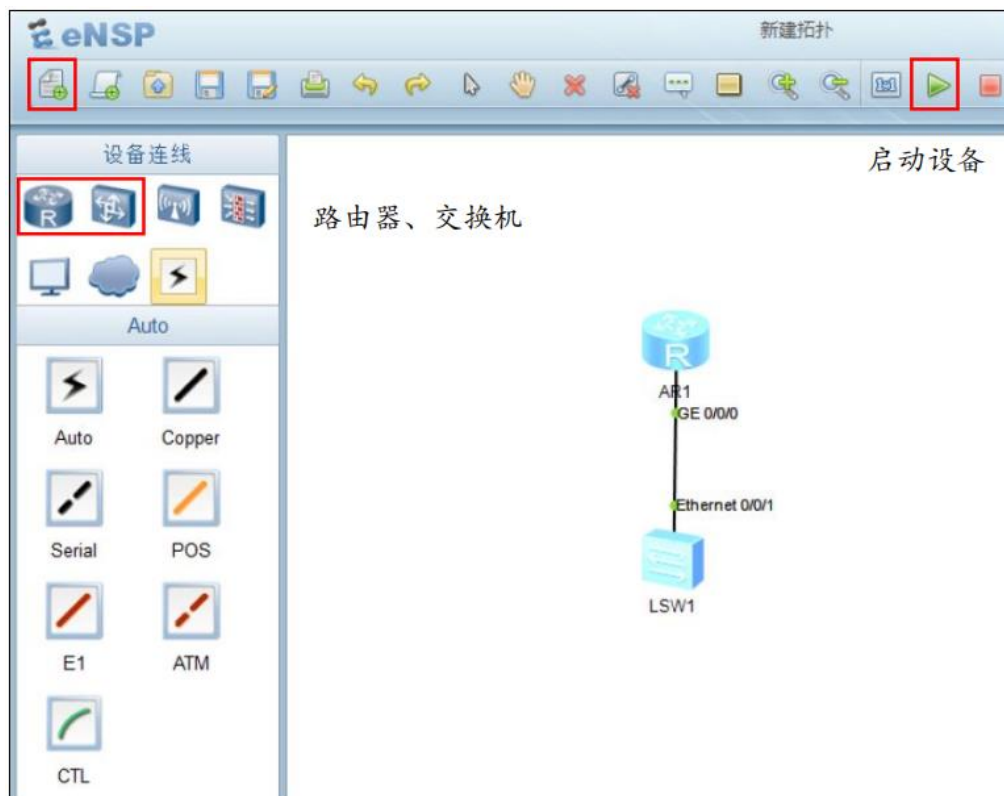
5. 关于eNSP的使用

- 如何解决AR设备启动失败问题
- 如果还不行，按下图设置eNSP选项。



5. 关于eNSP的使用

- 打开 eNSP，点击左上角的“新建拓扑”，就可以开始设计网络的拓扑结构。首先将一个AR1220 型号的路由器拖拽至空白处，然后再加入一个 S3700 交换机，接着使用设备连线（auto）将交换机和路由器相连，接下来点击上方的开启设备，当显示两个接口点变为绿色时，说明启动成功



5. 关于eNSP的使用

- 在实验过程中遇到的第一个问题是，系统提示无法启动路由器 AR1，错误代码为 40，查阅官方的帮助文档发现是因为实验使用的 PC 机的虚拟网卡名称为“VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter #2”，相比其 eNSP 设置多了一个“#2”。如图 2，根据其提示，重新注册设备即可，重新注册设备的方法参考帮助文档的“FAQ -- 如何注册 eNSP 设备”。此外还要检查实验机器的防火墙是否允许 eNSP 进行通信，需要设置其在公共网络上允许通信

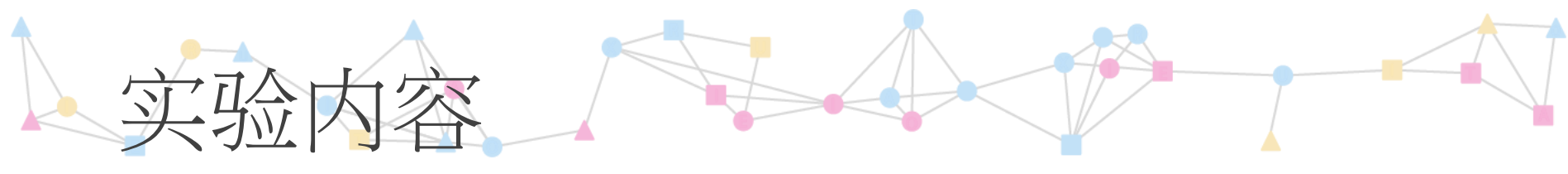
● 检查虚拟网卡设置。

- 检查安装eNSP的PC上是否存在名为“VirtualBox Host-Only Network”的虚拟网卡。
 - 如果不存在，请[添加虚拟网卡](#)。
 - 如果存在，请[检查虚拟网卡的状态](#)。
 - 如果虚拟网卡的名称为“VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter #2”，可尝试点击eNSP主界面“菜单-工具-注册设备”重新注册设备。如果还是出现这样的错误，请[检查虚拟网卡的状态](#)。

2. 检查虚拟网卡的状态。

查看名为“VirtualBox Host-Only Network”的虚拟网卡是否被禁用。





实验内容

1. 建立三路由拓扑
2. OSPF路由配置
3. 创建虚接口
4. 创建IPv6虚接口
5. 创建IPv6 over IPv4隧道
6. 配置IPv6静态路由



说明

- 所有命令的详细说明请参考华为官方出版的命令参考（**2019-03-05**发布的**03**版本），已上传在**BB**。
- 本讲义内的大部分命令后面都有一串带括号的数字，例如**(9.4.70)**，这指的是命令参考中的章节号。

1. 建立三路由器拓扑

- 1) 选用AR1220型号路由器。
- 2) 选择Copper型号线，即以太网线。
- 3) 按照下图所示的接口建立拓扑。
- 4) 为了便于分析，建议按照下图重命名路由器。
 - `[Huawei]sysname R1`



1. 建立三路由器拓扑

5) 为每个路由器配置IPv4地址。

- 双击一个路由器就会弹出命令行界面，操作方法与实验5和6相同，举例如下。
- `[R1]interface GigabitEthernet 0/0/0`
- `[R1-GigabitEthernet0/0/0]ip address 12.1.1.1 255.255.255.0`

6) ping R1和R2，观察是否能通？想想为什么？

7) ping R1和R3，观察是否能通？想想为什么？



1. 建立三路由器拓扑

- R1和R3应该是ping不通的，因为它们分属于两个不同的网络。
- 所以，为了使它们互通，我们应该来配置路由。
- 请在我们开始配置之前，用下述指令打印路由表来看看。
- [R1]display ip routing-table



2. OSPF路由配置

1) `ospf`命令用来创建并运行OSPF进程。(9.4.70)

- `[R1]ospf 2`

2) 请先打印OSPF 2的路由表看看。(9.4.30)

- `[R1-ospf-2]display ospf 2 routing`

3) `area`命令用来创建OSPF区域，并进入OSPF区域视图。(9.4.2)

- `[R1-ospf-2]area 0`



2. OSPF路由配置

4) network命令用来指定运行OSPF协议的接口和接口所属的区域。(9.4.66)

- `[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 12.1.1.0 0.0.0.255`
- 含义：指定运行OSPF协议的接口，主IP地址位于网段12.1.1.0/24，接口所在的Area ID为0。
- 注意：0.0.0.255是将网络地址12.1.1.0的掩码反转的结果（0变1,1变0），表示掩码长度是24位。



2. OSPF路由配置

5) 接下来，按照上述方法配置R2和R3。

- [R2]ospf 2
- [R2-ospf-2]area 0
- [R2-ospf-2-area-0.0.0.0]network 12.1.1.0
0.0.0.255
- [R2-ospf-2-area-0.0.0.0]network 23.1.1.0
0.0.0.255
- [R3]ospf 2
- [R3-ospf-2]area 0
- [R3-ospf-2-area-0.0.0.0]network 23.1.1.0
0.0.0.255



2. OSPF路由配置

6) 用下面的指令分别查看三个路由器上OSPF2的路由表，有没有变化？

- `display ospf 2 routing`

7) 再次ping R1和R3，能不能ping通呢？



3. 创建虚接口

- 为了创建隧道，我们在边界路由器（R1和R3）处创建虚拟接口，即LoopBack类型的接口。
- 此类接口状态永远是UP，所以非常适合做隧道的源地址。
- 该类型的接口也经常被用于管理路由器。
- 此类接口的掩码经常设为32位，因为没有连接子网的需求。



3. 创建虚接口

1) 按照图示，创建LoopBack虚接口并分配IP地址。

- [R1] interface LoopBack 0
- [R1-LoopBack0] ip address 1.1.1.1 255.255.255.255

2) 对R3做类似的操作。

3) 在R1 ping R3的LoopBack 0接口，能不能通呢？



3. 创建虚接口

4) 应该不通，为了互通，我们需要配置OSPF。

- `[R1]ospf 2`
- `[R1-ospf-2]area 0`
- `[R1-ospf-2-area-0.0.0.0]network 1.1.1.1 0.0.0.0`

5) 用类似的方法配置R3。

6) 再次试试两个LoopBack接口之间能否ping通？

7) 打印OSPF 2的路由表看看。



4. 创建IPv6虚接口

- 我们创建IPv6虚接口是为了测试R1和R3之间IPv6的连通性，下面以R1为例介绍操作。
- 1) **ipv6**命令用来使能设备转发IPv6单播报文，包括本地IPv6报文的发送与接收。(8.8.20)
 - [R1] ipv6
 - 2) 创建虚接口LoopBack 1
 - [R1] interface LoopBack 1
 - 3) 在接口上使能IPv6功能。(8.8.28)
 - [R1-LoopBack1] ipv6 enable
 - 4) 配置接口的全球单播地址。(8.8.21)
 - [R1-LoopBack1] ipv6 address 2001:1::1 64



4. 创建IPv6虚接口

5) 用下面的指令看看接口配置对吗？

- [R1-LoopBack1] display ipv6 interface

6) 用同样的方法配置R3的LoopBack 1。

7) R1能ping通自己的LoopBack1吗？不通的话，说明刚刚的IPv6配置一定有问题。

- **注意**IPv6地址之间ping指令为：ping ipv6 2001:1::1

8) R1能ping通R3的LoopBack1吗？为什么？



5. 创建IPv6 over IPv4隧道

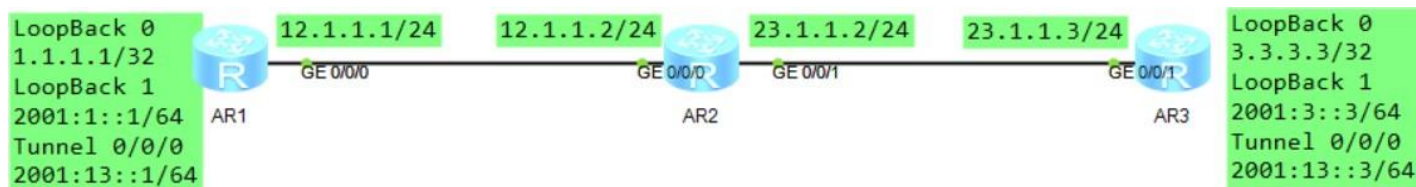
- R1应该ping不通R3的IPv6地址，这就是为什么我们要建IPv6 over IPv4隧道，下面以R1为例介绍操作。

1) 创建并进入Tunnel接口视图。(8.11.2)

- [R1] interface tunnel 0/0/0

2) 配置IPv6地址。

- [R1-Tunnel0/0/0] ipv6 enable
- [R1-Tunnel0/0/0] ipv6 address 2001:13::1 64



5. 创建IPv6 over IPv4隧道

3) 配置Tunnel接口的隧道协议。(8.11.4)

- [R1-Tunnel0/0/0] tunnel-protocol ipv6-ipv4

4) 配置Tunnel源地址或源接口。(8.11.3)

- [R1-Tunnel0/0/0] source LoopBack 0

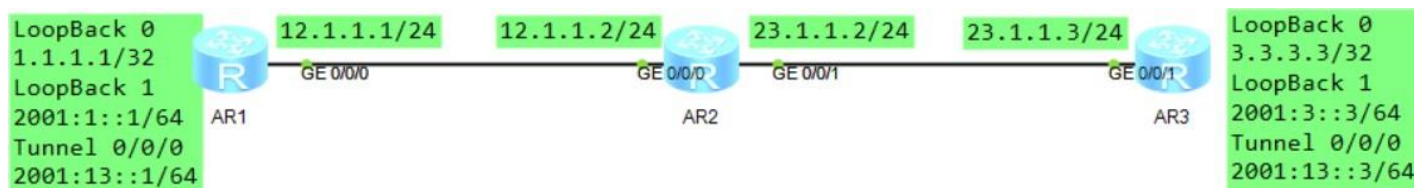
5) 指定Tunnel接口的目的地址。(8.11.1)

- [R1-Tunnel0/0/0] destination 3.3.3.3

6) 按照类似的方法配置R3的Tunnel0/0/0。

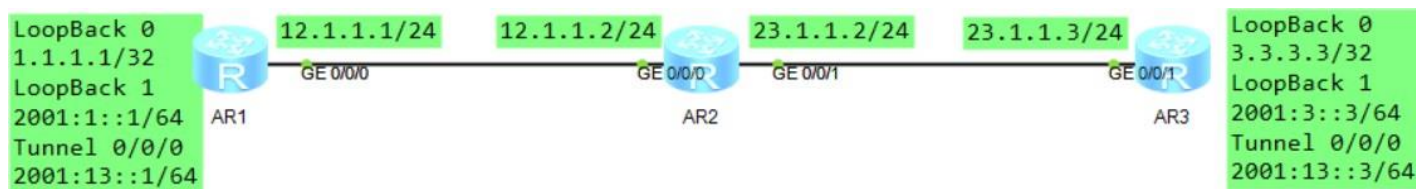
7) R1能ping通R3的Tunnel0/0/0吗？若不能，说明隧道不通，配置有问题。

8) R1能ping通R3的LoopBack1吗？为什么？



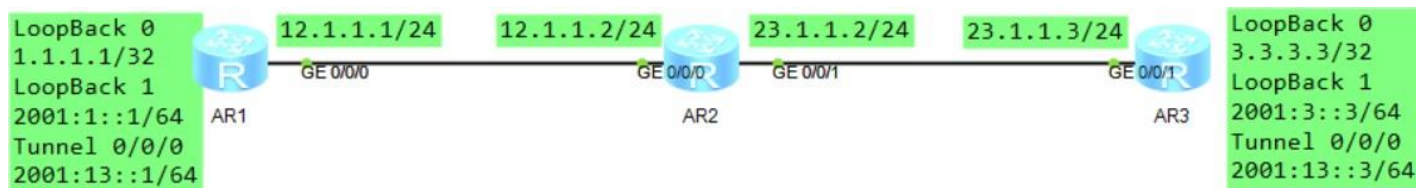
6. 配置IPv6静态路由

- R1应该ping不通R3的LoopBack1接口，因为路由器不知道怎么转发去往R3 LoopBack1的分组。这就需要配置IPv6的路由。
- 1) 配置静态路由。(9.1.7)
 - 网络2001:3::，前缀长度为64，通过接口Tunnel0/0/0转发。
 - [R1] ipv6 route-static 2001:3:: 64 Tunnel0/0/0
 - 2) 再次试试R1能ping通R3的LoopBack1吗？



6. 配置IPv6静态路由

- 3) 试试R3能ping通R1的LoopBack1吗？
- 4) 应该不能，需要用类似的方法配置R3的静态路由。
- 5) 如果R1和R3的LoopBack1之间能相互ping通，说明实验成功。
- 6) 可以用下面的指令查看IPv6的路由表。
 - [R1] display ipv6 routing



R1和R3的LOOPBACK 1接口
之间能否相互PING通？

← NO

YES →



恭喜你已完成实验