

实验：IPv6 基础

HCIE 综合实验 - IPv6 基础

臧家林制作



IPv6 基础 1：IPv6 基础

IPv6 基础 2：IPv6 over IPv4 手动隧道

IPv6 基础 3：IPv6 over IPv4 自动隧道

=====

IPv6 基础 1：IPv6 基础

IPv6 是 Internet Protocol Version 6 的缩写，其中 Internet Protocol 译为“互联网协议”。



链路本地地址 link-local

手工配置 R1 的 g0/0/1 IPv6 地址

R1 :

undo ter mo

sy

sys R1

ipv6

int g0/0/1

ipv6 enable

ipv6 add 2000:0:130f::1 64

q

手工配置 IPv6 地址后，接口会自动配置一个链路本地地址。

该地址专门用来和相同链路上的其他主机通信。 dis ipv6 in

t g0/0/1

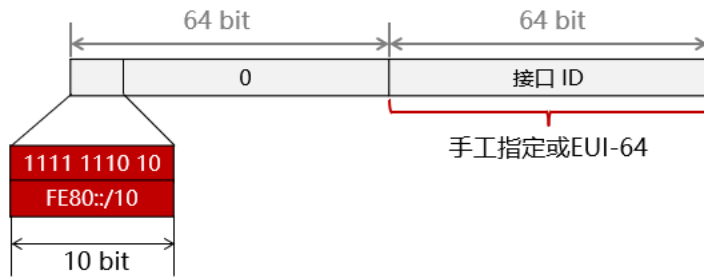
```
[R1]dis ipv6 int g0/0/1
GigabitEthernet0/0/1 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::2E0:FCFF:FE2A:15F8
Global unicast address(es):
  2000:0:130F::1, subnet is 2000:0:130F::/64
Joined group address(es):
  FF02::1:FF00:1
  FF02::2
  FF02::1
  FF02::1:FF2A:15F8
MTU is 1500 bytes
ND DAD is enabled, number of DAD attempts: 1
```

配置 IPv6 地址会自动产生，但如果没有配置 IPv6 地址，也可以通过命令行，让接口自动产生链路本地地址

```
R2 :
undo ter mo
sy
sys R2
ipv6
int g0/0/1
ipv6 enable
ipv6 add auto link-local
```

```
[R2]dis ipv6 int g0/0/1
GigabitEthernet0/0/1 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is FE80::2E0:FCFF:FE5B:AB3
No global unicast address configured
Joined group address(es):
```

这个地址是怎么自动产生的？链路本地地址前缀 FE80::/10，将接口 ID 添加在后面作为地址的低 64 位。



dis int g0/0/1 查看 R2 的物理 mac 地址 为 00e0-fc5b-0ab3
 生成的 link-local 地址是 : FE80::2E0:FCFF:FE5B:AB3 , 是
 根据 mac 地址进行 eui-64 产生的

```
GigabitEthernet0/0/1 Interface
  Unit is 1500
  disabled
  <TFMT_ETHNT_2, Hardware address is 00e0-fc5b-0ab3
  -12-18 07:05:14 UTC-08:00
```

eui-64 (64 位扩展唯一标识符)

R1 的 g0/0/0 通过 eui-64 的方式配置 IPv6 地址

```
R1:
int g0/0/0
ipv6 enable
ipv6 add 2001:3:fd:: 64 eui-64
q
```

查看 R1 的 IPv6 地址 dis ipv6 int brief

Interface	Physical	Protocol
GigabitEthernet0/0/0	up	up
[IPv6 Address]	2001:3:FD:0:2E0:FCFF:FE2A:15F7	
GigabitEthernet0/0/1	up	up
[IPv6 Address]	2000:0:130F::1	

[R1]

可以看到完整的地址为 2001:3:FD:0:2E0:FCFF:FE2A:15F7 ,
dis int g0/0/0 查看 mac 地址
接口 mac 地址为 00e0-fc2a-15f7

将 48bit 的 MAC 地址对半劈开 , 然后插入“FFFE” 00e0-fc
FFFE 2a-15f7

再对从左数起的第 7 位 , 也就是 U/L 位取反

000000**00** 000000**10**

即可得到对应的接口 ID

02E0:FCFF:FE2A:15F7

静态 IPv6 路由

通过配置 静态 IPv6 路由 , 让两边的 PC 可以相互通信

R2:

int g0/0/0

ipv6 enable

ipv6 add 2002:3:de::/64 eui-64

int g0/0/1

ipv6 add 2000:0:130f::2/64

设置 PC 地址

查看 R1 R2 通过 eui-64 生成的完整的地址 , 做为 PC 的网关

```

<R1>dis ipv6 int bri
*down: administratively down
(1): loopback
(s): spoofing
Interface                               Physical
GigabitEthernet0/0/0                   up
[IPv6 Address] 2001:3:FD:0:2E0:FCFF:FE2A:15F7
GigabitEthernet0/0/1                   up
[IPv6 Address] 2000:0:130F::1

```

R1 g0/0/1:2001:3:FD:0:2E0:FCFF:FE2A:15F7

R2 g0/0/1:2002:3:DE:0:2E0:FCFF:FE5B:AB2

把完整的地址，复制到 PC 的网关上

IPv6 配置

☒ 静态 ☐ DHCPv6

IPv6 地址: 2001:3:fd::2

前缀长度: 64

IPv6 网关: 2001:3:FD:0:2E0:FCFF:FE2A:15F7

IPv6 配置

☒ 静态 ☐ DHCPv6

IPv6 地址: 2002:3:de::2

前缀长度: 64

IPv6 网关: 2002:3:DE:0:2E0:FCFF:FE5B:AB2

R1 R2 配置 静态 IPv6 路由

R1 :

ipv6 route-static 2002:3:de:: 64 2000:0:130f::2

R2 :

ipv6 route-static 2001:3:fd:: 64 2000:0:130f::1

查看路由 dis ipv6 routing-table

2002:3:DE::	PrefixLength	: 64
2000:0:130F::2	Preference	: 60
0	Protocol	: Static
::	TunnelID	: 0x0
GigabitEthernet0/0/1	Flags	: RD

两台 PC 进行 ping 的测试，可以 ping 通

```
PC>ping 2002:3:de::2

Ping 2002:3:de::2: 32 data bytes, Press Ctrl_C to break
From 2002:3:de::2: bytes=32 seq=1 hop limit=253
From 2002:3:de::2: bytes=32 seq=2 hop limit=253
From 2002:3:de::2: bytes=32 seq=3 hop limit=253
From 2002:3:de::2: bytes=32 seq=4 hop limit=253
From 2002:3:de::2: bytes=32 seq=5 hop limit=253
```

R1 ping 一下另一台 PC

ping ipv6 2002:3:de::2 需要加一个关键词 ipv6

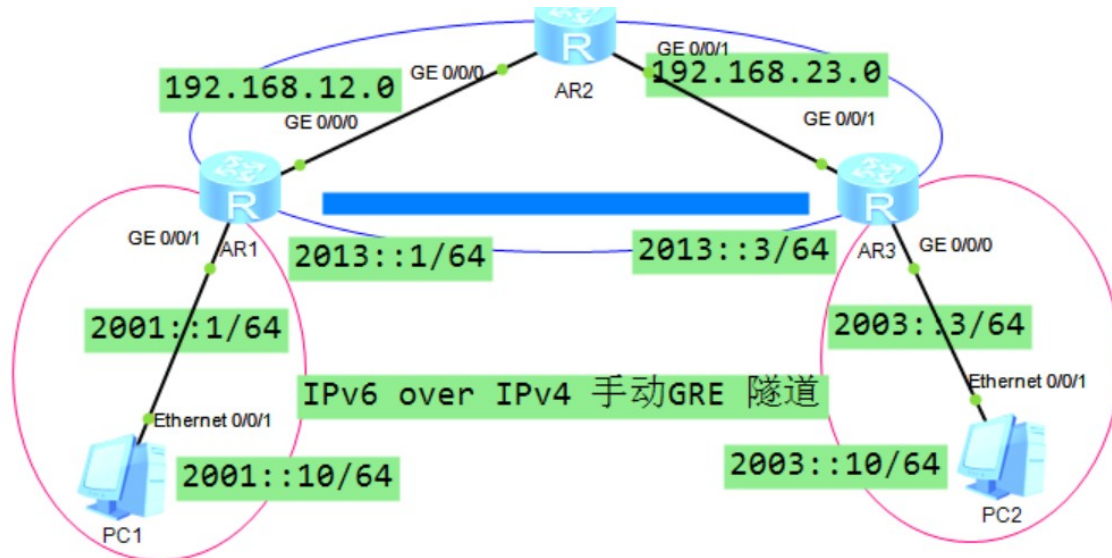
```
[R1]ping ipv6 2002:3:de::2
PING 2002:3:de::2 : 56 data bytes, press CTRL_C to break
  Reply from 2002:3:DE::2:
    bytes=56 Sequence=1 hop limit=254 time = 50 ms
  Reply from 2002:3:DE::2:
```

=====

IPv6 基础 2：IPv6 over IPv4 手动隧道

IPv6 和 IPv4 都是网络层协议，但是 IPv6 是一种与 IPv4 不同的网络协议，其取代 IPv4 还需要经过一个较长的时间。IPv4 向 IPv6 的过渡不是一次性的，而是逐步地分层次地。在过渡

时期，为了保证 IPv4 和 IPv6 能够共存、互通，人们发明了一些 IPv4/IPv6 的互通技术。



隧道：IPv6 报文作为 IPv4 的载荷，由 IPv4 Internet 中连接多个 IPv6 孤岛。

IPv6 over IPv4 手动隧道：源/目的地址为手动配置的 IPv4 地址

简单的 IPv6 网络或主机之间的点到点连接，隧道仅可以承载 IPv6 报文。

IPv6 over IPv4 GRE 隧道：源/目的地址为手动配置的 IPv4 地址

简单的 IPv6 网络或主机之间的点到点连接，隧道可以承载包括 IPv6 协议在内的多种上层协议。

IPv6 over IPv4 手动隧道：

基本的 IPv4 地址，OSPF 协议

R1:

undo ter mo


```
sy
sys R1
int g0/0/0
ip add 192.168.12.1 24
ospf router-id 1.1.1.1
area 0
net 192.168.12.1 0.0.0.0
q
```

```
R2:
undo ter mo
sy
sys R2
int g0/0/0
ip add 192.168.12.2 24
int g0/0/1
ip add 192.168.23.2 24
ospf router-id 2.2.2.2
area 0
net 192.168.12.2 0.0.0.0
net 192.168.23.2 0.0.0.0
q
```

```
R3:
undo ter mo
sy
sys R3
int g0/0/1
ip add 192.168.23.3 24
ospf router-id 3.3.3.3
area 0
net 192.168.23.3 0.0.0.0
q
```

配置 IPv6 地址

R1 :

ipv6

int g0/0/1

ipv6 enable

ipv6 address 2001::1/64

q

R3:

ipv6

int g0/0/0

ipv6 enable

ipv6 address 2003::3/64

q

配置 IPv6 over IPv4 手动隧道，让两台 PC 可以通信

R1:

int Tunnel 0/0/0

tunnel-protocol ipv6-ipv4

source 192.168.12.1

destination 192.168.23.3

ipv6 enable

ipv6 address 2013::1/64

q

ipv6 route-static 2003:: 64 2013::3

R3:

int Tunnel 0/0/0

tunnel-protocol ipv6-ipv4

source 192.168.23.3

destination 192.168.12.1

ipv6 enable

ipv6 address 2013::3/64

q

```
ipv6 route-static 2001:: 64 2013::1
```

在 R1 的 g0/0/0 接口开启抓包

```
Frame 9: 114 bytes on wire (912 bits), 114 bytes captured (912 bits) on interface 0  
Ethernet II, Src: HuaweiTe_a2:36:b2 (00:e0:fc:a2:36:b2), Dst: HuaweiTe_a2:36:b2 (00:e0:fc:a2:36:b2)  
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.23.3, Dst: 192.168.12.1  
Internet Protocol Version 6, Src: 2003::10, Dst: 2001::10  
Internet Control Message Protocol v6
```

测试两台 PC 可以相互 ping 通

```
PC>ping 2001::1  
  
Ping 2001::1: 32 data bytes, Press Ctrl_C  
From 2001::1: bytes=32 seq=1 hop limit=64  
From 2001::1: bytes=32 seq=2 hop limit=64  
From 2001::1: bytes=32 seq=3 hop limit=64  
From 2001::1: bytes=32 seq=4 hop limit=64  
From 2001::1: bytes=32 seq=5 hop limit=64
```

IPv6 over IPv4 GRE 隧道：

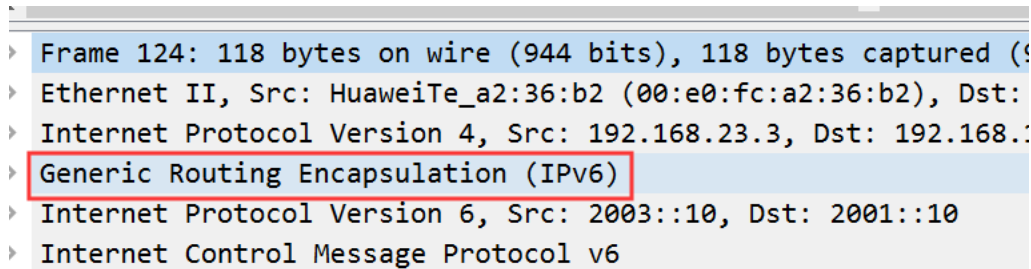
把上面实验的 tunnel 协议修改为 GRE 隧道，修改之后隧道的 IPv4 地址会消失，再重新配置

R1：

```
int Tunnel 0/0/0  
tunnel-protocol gre  
source 192.168.12.1  
destination 192.168.23.3
```

q

```
R3:
int Tunnel 0/0/0
tunnel-protocol gre
source 192.168.23.3
destination 192.168.12.1
q
```



```
> Frame 124: 118 bytes on wire (944 bits), 118 bytes captured (944 bits) on interface 0
> Ethernet II, Src: HuaweiTe_a2:36:b2 (00:e0:fc:a2:36:b2), Dst: 08:00:27:00:00:00
> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.23.3, Dst: 192.168.12.1
> Generic Routing Encapsulation (IPv6)
> Internet Protocol Version 6, Src: 2003::10, Dst: 2001::10
> Internet Control Message Protocol v6
```

两台 PC 同样可以相互 ping 通

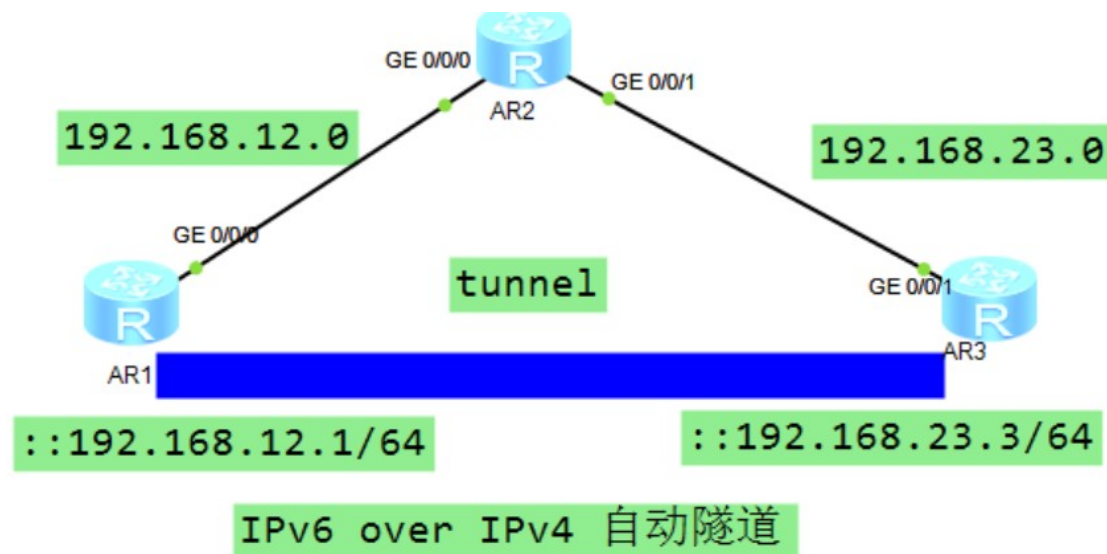
两者的区别

IPv6 over IPv4 手动隧道：仅可以承载 IPv6 报文。

IPv6 over IPv4 GRE 隧道：可以承载包括 IPv6 协议在内的多种上层协议。

=====

IPv6 基础 3：IPv6 over IPv4 自动隧道



基本的 IPv4 地址，OSPF 协议

R1:

undo ter mo

sy

sys R1

int g0/0/0

ip add 192.168.12.1 24

ospf router-id 1.1.1.1

area 0

net 192.168.12.1 0.0.0.0

q

R2:

undo ter mo

sy

sys R2

int g0/0/0

ip add 192.168.12.2 24

int g0/0/1

ip add 192.168.23.2 24

ospf router-id 2.2.2.2

area 0

```
net 192.168.12.2 0.0.0.0
net 192.168.23.2 0.0.0.0
q
```

```
R3:
undo ter mo
sy
sys R3
int g0/0/1
ip add 192.168.23.3 24
ospf router-id 3.3.3.3
area 0
net 192.168.23.3 0.0.0.0
q
```

配置 IPv6 over IPv4 自动隧道，让两台路由器可以通信

6to4 自动隧道

IPv6 over IPv4 自动隧道，源地址为手动配置的 IPv4 地址，目的地址不需配置

IPv4 兼容 IPv6 地址，其格式为

::IPv4-source-address/96，多用于 IPv6 主机之间的点到多点的连接。

配置思路

- 1.配置物理接口的 IP 地址，使设备能够在 IPv4 网络中进行通信。
- 2.配置隧道接口的 IPv6 地址和源接口，使设备可以和网络进行通信。
- 3.使能协议类型为自动隧道协议，使 IPv6 网络和主机能够通过 IPv4 网络进行通信。

R1 :
ipv6

```
int Tunnel 0/0/0
tunnel-protocol ipv6-ipv4 auto-tunnel
ipv6 enable
ipv6 add ::192.168.12.1/64
source 192.168.12.1
q
```

R3 :
ipv6

```
int Tunnel 0/0/0
tunnel-protocol ipv6-ipv4 auto-tunnel
ipv6 enable
ipv6 add ::192.168.23.3/64
source 192.168.23.3
q
```

R1 ping 一下对面 tunnel 0/0/0 的地址，是可以通的

```
[R1]dis ipv6 int tunnel 0/0/0
Tunnel0/0/0 current state : UP
IPv6 protocol current state : UP
IPv6 is enabled, link-local address is
FE80::C0A8:C01
    Global unicast address(es):
        ::192.168.12.1, subnet is ::/64
```

```
[R1]ping ipv6 ::192.168.23.3
    PING ::192.168.23.3 : 56      data bytes,
```

press CTRL_C to break

Reply from ::192.168.23.3

bytes=56 Sequence=1 hop limit=64

time = 40 ms

Reply from ::192.168.23.3