

互联网应用 IPv6 交换机 RA 抑制以及 服务器网卡优化分享

(国联证券供稿 江苏局指导)

一、引言

IPv6 规模部署是加快网络强国和加强国家信息安全的重要事项,党中央、国务院高度重视 IPv6 的发展应用,2017 年 11 月中共中央办公厅、国务院办公厅印发了《推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动计划》;2019 年中国人民银行、银保监会、证监会发布《关于金融行业贯彻〈推进互联网协议第六版(IPv6)规模部署行动〉的实施意见要求》。国联证券高度重视 IPv6 规模部署工作,公司信息技术治理委员会确定由信息技术总部负责牵头成立 IPv6 改造小组,公司首席信息官担任组长,多部门共同参与,制定了 IPv6 从测试到生产环境改造部署的详细方案和计划,保障 IPv6 改造按照文件要求顺利落地。

二、IPv6 改造技术路线说明

(一) NAT66 模式

NPTv6 (IPv6-to-IPv6 Network Prefix Translation, IPv6-to-IPv6 网络前缀转换)是基于 IPv6 网络的地址转换技术,用于将 IPv6 报文中的 IPv6 地址前缀转换为另一个

IPv6 地址前缀，这种地址转换方式称为 NAT66。使用 NAT66 设备连接单个内部网络和公网，内部网络中的主机使用仅支持在本地范围内路由的 IPv6 地址前缀。当内部网络中的主机访问外部网络时，报文中的源 IPv6 地址前缀将被 NAT66 设备转换为全球单播 IPv6 地址前缀，NAT66 的好处是可以对外隐藏内部 IPv6 的真实地址。

（二）IPv4/IPv6 双栈模式

双栈技术是 IPv4 与 IPv6 共存技术，在终端设备和网络节点上同时安装 IPv4 和 IPv6 的协议栈，从而实现分别与 IPv4 或 IPv6 节点间的信息互通¹。

国联证券首先从网络、交换机、防火墙、安全设备等通过 IPv4/IPv6 双栈模式改造，支持 IPv6 协议，并根据一行两会的改造指引要求，确保 IPv6 具有和 IPv4 同等的性能和安全防护能力。面向公众服务应用接入服务器优先考虑通过 IPv4/IPv6 双栈模式改造，进而支持 IPv6 协议，确保能够对访问应用的 IPv6 地址进行溯源。应用系统后台数据库服务器、业务中间件暂保留为 IPv4 协议，确保后台服务器的稳定性。

三、国联证券互联网应用 IPv6 网络改造经验分享

现阶段我国 IPv6 普及率仍比较低，IPv6 改造建设实际经验和具体范例还比较欠缺，而 IPv6 改造涉及的外部单位也比较多²。国联证券结合 IPv6 改造测试实施工作，不断积

累 IPv6 网络改造建设及运维的理论和经验。

国联证券的网络架构是主灾双中心双活模式，在前期 IPv6 改造中，发现灾备中心互联网应用进出 IPv6 流量出现在主中心设备上的问题。技术人员立即深入追查，初步定位问题后，模拟 IPv6 改造环境进行测试，成功复现该情况。接着通过不断的测试和抓包，成功解决该问题。现将在 IPv6 改造工作中关于 IPv6 交换机 RA 抑制和服务器网卡优化的经验总结如下：

（一）IPv6 交换机 RA 抑制基本概念

RA(Router Advertisement)就是路由器通告：路由器周期性地通告它的存在以及配置的链路和网络参数，或者对路由器请求消息做出响应。

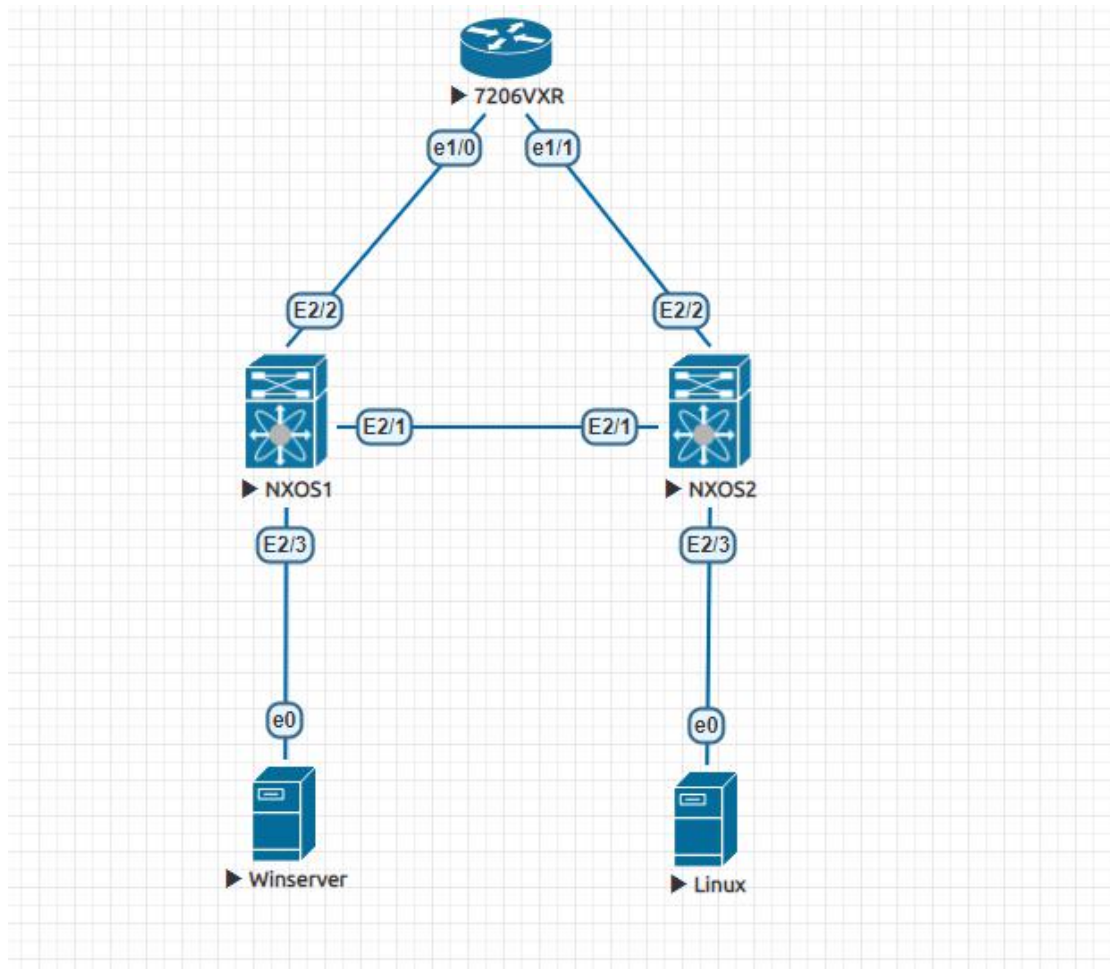
SLAAC (Stateless Address AutoConfiguration)
无状态自动配置：根据路由通告报文 RA (Router Advertisement) 客户端收到 RA 包含的 prefix 前缀信息广播后，自动配置 IPv6 地址，组成方式是 Prefix + (EUI64 or 随机)。无状态自动配置不需要消耗很多硬件资源，也不像传统 DHCP 一样需要维护一个本地数据库来维护地址分配状态。

（二）模拟测试拓扑图

- 1、路由器模拟出口设备；
- 2、两台交换机模拟现有 IPv6 互联网应用区域汇聚交换

机；

3、一台 Windows server 和一台 Linux server。



两台交换机完全模拟灾备中心互联网应用，IPv4 和 IPv6 网关全部在交换机上。

(三) 问题出现

在 Windows Server 上，手工配置 IPv4 /IPv6 双栈地址以后，由于交换机使用默认配置，所以广播域内会定期发送 ICMPv6 信息，其中携带有 RA 和前缀消息。服务器网卡会根据 RA 消息，自动生成另外一个 IPv6 地址，主机对该单播地址进行 DAD，DAD 通过后该 IPv6 地址即启用，出

现了两个被指定 Preferred 的 IPv6 地址。

```
Administrator: Command Prompt - cmd
WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter Local Area Connection:

Connection-specific DNS Suffix . . . : 
Description . . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Network Connection
Physical Address. . . . . : 50-00-00-00-00-00
DHCP Enabled. . . . . : No
Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
IPv6 Address. . . . . : fd02::10:.....11(Preferred)
IPv6 Address. . . . . : fd02::ed1e:4b8e:458f:3ad3(Preferred)
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::ed1e:4b8e:458f:3ad3%10(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 10.20.22.11(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
Default Gateway . . . . . : fd02::10:.....11
                             fe80::5:.....0:e%10
                             10.20.22.1

DNS Servers . . . . . : fec0:.....ffff::1%1
                             fec0:.....ffff::2%1
                             fec0:.....ffff::3%1

NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled

Tunnel adapter Local Area Connection* 8:

Media State . . . . . : Media disconnected
Connection-specific DNS Suffix . . . : 
Description . . . . . : Microsoft ISATAP Adapter
Physical Address. . . . . : 00-00-00-00-00-00-E0
DHCP Enabled. . . . . : No
Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes

C:\Users\Administrator>
```

同时检查 IPv6 路由时，会存在两条默认路由，这样就会引起异常的网络问题。

```
C:\Users\Administrator>route -6 print

=====
Interface List
10 ...50 00 00 04 00 00 ..... Intel(R) PRO/1000 MT Network Connection
 1 ..... Software Loopback Interface 1
15 ...00 00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter
=====

IPv6 Route Table

Active Routes:
If Metric Network Destination Gateway
10 266 ::/0 fd02::10:.....:11
10 266 ::/0 fe80::.....:Fea0:e
 1 306 ::1/128 On-link
10 18 fd02::/64 On-link
10 266 fd02::10:20:22:11/128 On-link
10 266 fd02::ed1e:4b8e:458f:3ad3/128 On-link
10 266 fe80::/64 On-link
10 266 fe80::ed1e:4b8e:458f:3ad3/128 On-link
 1 306 ff00::/8 On-link
10 266 ff00::/8 On-link
=====

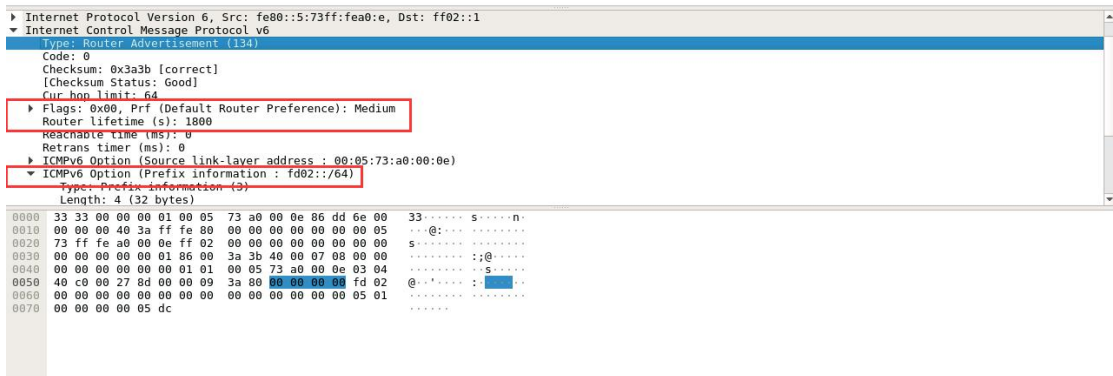
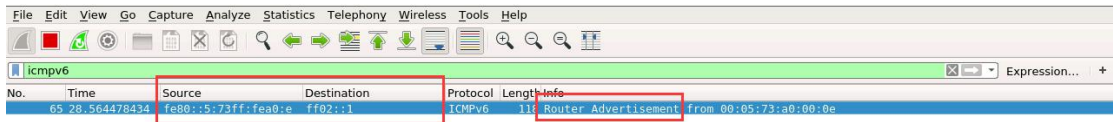
Persistent Routes:
If Metric Network Destination Gateway
0 4294967295 ::/0 fd02::10:..... 11
=====
```

同样的默认配置，Linux Server 也存在相同的问题

```
valid_lft forever preferred_lft forever
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 1000
link/ether 00:50:00:00:05:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
inet 10.0.0.11/16 brd 10.0.0.255 scope global eth0
    valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fd02::e4c4:f000:b3de/64 scope global noprefixroute dynamic
    valid_lft 2591955sec preferred_lft 604755sec
inet6 fd02::10:::11/64 scope global
    valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 fe80::6b6:.....:e786/64 scope link
    valid_lft forever preferred_lft forever
```

(四) 抓包分析

通过在交换机上 debug 抓包分析，在交换机默认配置下，接口会默认发送 IPv6 的 RA 信息。



(五) 交换机配置优化

将 Windows Server 和 Linux Server 的 Autoconfig 功能都开启，网卡上 IPv6 地址除手工绑定之外，仍有自动生成的地址，同时服务器上存在多条 IPv6 路由。根据交换机厂商 TAC 建议，在接口下开启 ipv6 nd suppress -ra 功能，将 RA 消息抑制，观察效果后发现，Window Server 和 Linux Server 网卡均只存在手动设置的 IPv6 地址，无状

态自动获取到的地址消失了，路由也恢复正常。随后在生产改造中，对 IPv6 交换机均进行了 RA 抑制的设置，保障网络不出现两条路由信息的问题。

```
C:\Users\Administrator>ipconfig

Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    IPv6 Address. . . . . : fd02::10:.....:11
    Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::ed1e:4b8e:458f:3ad3%10
    IPv4 Address. . . . . : 10.2.....11
    Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
    Default Gateway . . . . . : fd02::10:.....:11
                                10.....1

Tunnel adapter Local Area Connection* 8:

    Media State . . . . . : Media disconnected
    Connection-specific DNS Suffix  . : 

C:\Users\Administrator>route -6 print

=====
Interface List
 10 ...50 00 00 04 00 00 ..... Intel(R) PRO/1000 MT Network Connection
  1 ..... Software Loopback Interface 1
 15 ...00 00 00 00 00 00 00 e0 Microsoft ISATAP Adapter
=====

IPv6 Route Table
=====
Active Routes:
  If Metric Network Destination      Gateway
  10     266 ::/0                          fd02::10:.....:11
  1       306 ::1/128                       On-link
  10     266 fd02::/64                        On-link
  10     266 fd02::10:.....:11/128           On-link
  10     266 fe80::/64                        On-link
  10     266 fe80::.....:458f:3ad3/128      On-link
  1       306 ff00::/8                          On-link
  10     266 ff00::/8                          On-link
=====

Persistent Routes:
  If Metric Network Destination      Gateway
  0 4294967295 ::/0                    fd02::10:.....:11
=====

2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 1000
    link/ether 00:50:00:00:05:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 10.....11/16 brd 10.....255 scope global eth0
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fd02::10:.....:11/64 scope global
        valid_lft forever preferred_lft forever
    inet6 fe80::.....:4a1f:e786/64 scope link
        valid_lft forever preferred_lft forever
```

（六）服务器网卡优化

在对交换机进行 RA 抑制后，为了提高网络安全，又对服务器的网卡进行优化，谨慎设置 ICMPv6 报文的访问策略，根据实际情况选择合适的安全措施。例如配置 ACL 白名单，

仅允许必须的 ICMPv6 等报文通过,接口关闭 ICMPv6 重定向、端口停止发送 RA 消息,关闭发送 ICMP 不可达信息,关闭源路由,防止 Type 0 Routing Header 攻击等,以免影响正常的服务和应用 Windows Server IPv6 网卡配置。

```
C:\Users\Administrator>netsh interface ipv6 show interface
The following command was not found: interface ipv6 show interface.

C:\Users\Administrator>netsh interface ipv6 show interface

Idx  Met  MTU  State      Name
-----
  1   50 4294967295  connected  Loopback Pseudo-Interface 1
 11   50  1280  disconnected Local Area Connection* 8
 10   10  1500  connected  Local Area Connection

C:\Users\Administrator>netsh interface ipv6 set interface 10 routerdiscovery=disable
Ok.
```

1、查找网卡 index 和网卡名对应关系

>netsh interface ipv6 show interface 检查 IPv6 网卡 index 和网卡名对应关系

2、禁用网卡无状态功能,有两种办法,使用 index 或者名字,二选一

>netsh interface ipv6 set interface 10 routerdiscovery=disable

针对 index 为 10 的名为 Local Area Connection 的网卡禁用 IPv6 无状态地址获取

>netsh interface ipv6 set interface "Local Area Connection" routerdiscovery=disable

重新检查网卡,只有手工配置的网卡信息了,默认路由也只有手工配置的一个。


```
Ethernet adapter Local Area Connection:

Connection-specific DNS Suffix . . . . . : 
Description . . . . . : Intel(R) PRO/1000 MT Network Connection
Physical Address. . . . . : 50-00-00-04-00-00
DHCP Enabled. . . . . : No
Autoconfiguration Enabled . . . . . : Yes
IPv6 Address. . . . . : fd02::10: :11(Preferred)
Link-local IPv6 Address . . . . . : fe80::ed1e: :3ad3%10(Preferred)
IPv4 Address. . . . . : 10. :11(Preferred)
Subnet Mask . . . . . : 255.255.0.0
Default Gateway . . . . . : fd02::10: :11
                             10. :1
DNS Servers . . . . . : fec0:0:0:ffff::1%1
                             fec0:0:0:ffff::2%1
                             fec0:0:0:ffff::3%1
NetBIOS over Tcpip. . . . . : Enabled
```

```
C:\Users\Administrator>route -6 print

=====
Interface List
10 ...50 00 00 04 00 00 ..... Intel(R) PRO/1000 MT Network Connection
 1 ..... Software Loopback Interface 1
11 ...00 00 00 00 00 00 e0 isatap.{F512A551-C949-48CE-AD44-E9EB8CE51322}

=====
IPv6 Route Table

=====
Active Routes:
If Metric Network Destination Gateway
10 266 ::/0 fd02:: :17:11
 1 306 ::1/128 On-link
10 266 fd02::10: :11/128 On-link
10 266 fe80::/64 On-link
10 266 fe80::ed1e: :3ad3/128 On-link
 1 306 ff00::/8 On-link
10 266 ff00::/8 On-link

=====
Persistent Routes:
If Metric Network Destination Gateway
0 4294967295 ::/0 fd02::10: :11

=====
```

Linux 网卡 IPv6 配置

```
Valid ifc forever preferred ifc forever
[root@localhost network-scripts]# more ifcfg-eth0
TYPE=Ethernet
BOOTPROTO=static
DEFROUTE=yes
PEERDNS=yes
PEERROUTES=yes
IPV4_FAILURE_FATAL=no
IPV6INIT=yes
IPV6_AUTOCONF=no
IPV6_DEFROUTE=yes
IPV6_PEERDNS=yes
IPV6_PEERROUTES=yes
IPV6_FAILURE_FATAL=no
IPV6_ADDR_GEN_MODE=stable-privacy
NAME=eth0
UUID=fa15ff9e-b81c-47ec-a6a9-49741487791c
DEVICE=eth0
ONBOOT=yes
IPADDR=10. :11
PREFIX=16
GATEWAY=10. :1
IPV6ADDR=fd02::10: :11/64
IPV6_DEFAULTGW=fd02::10: :1
```

其中 `IPV6_AUTOCONF=no`;

检查 Linux 网卡信息，Linux 的网卡上 IPv6 也只有一个 IPv6 地址可用，恢复正常。

```
eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 1000
link/ether 00:50:00:00:05:00 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
inet 10.11.11.11/16 brd 10.255.255.255 scope global eth0
    valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 fd02::10:11/64 scope global
    valid_lft forever preferred_lft forever
inet6 fe80::6b6:f8ad:4a1f:e786/64 scope link
    valid_lft forever preferred_lft forever
```

通过前期改造过程中碰到此类问题的总结和实验经验的转化，国联证券在后期的互联网应用区 IPv6 改造中，均同时对 IPv6 交换机进行 RA 抑制和双栈服务器网卡进行优化，提高了改造的效率和网络层的安全性。

四、结语

2022 年国联证券继续贯彻一行两会文件要求，持续稳步推进 IPv6 改造。针对新上线且面向互联网的系统，做好 IPv4/IPv6 双栈支持，借鉴同行业 IPv6 相关技术分享，以保障和优化客户服务为宗旨，构建安全稳定的 IPv6 网络环境。

IPv6 改造是一项复杂的系统性工程，改造后的稳定性还有待后续较长时间的验证，相关系统运维经验还需要较长时间的积累。当前金融行业 IPv6 规模部署已经进入第三阶段“持续建设阶段”，国联证券将继续遵照一行两会实施意见的要求，坚持“一个前提，两个结合”基本原则，稳中求进，不断总结 IPv6 改造经验。

参考文献:

[1]杨玲,宋烜,陈林等. 大型商业银行数据中心 IPV6 研究与实践[J]. 中国金融电脑,2020(03):60-64.

[2]龙剑飞,方涌,潘光远等.广发证券 IPv6 改造实践[J]. 金融电子化,2020(03):68-69.