

# IPv4/IPv6混合组网技术

孙志国

(中国农业科学院 农业信息研究所,北京 100081)

**摘要:**文章对 IPv4/IPv6 混合组网的一些原则进行了讨论,对主要组网技术进行了介绍,提出了最新的一些组网技术选择的方法。

**关键词:**IPv6;组网;双栈;隧道;翻译;协议转换;TCPIP

**中图分类号:**TP399

**文献标识码:**A

**文章编码:**1672-6251(2008)11-0093-03

## Technology about the IPv4/IPv6 coexistence network

SUN Zhi-guo

(Agricultural Information Institute, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100081,China)

**Abstract:**This article had a discussion of some principles about the IPv4/IPv6 Coexistence Network, the main technology about the IPv4/IPv6 coexistence network was introduced, and told us how to select appropriate technology.

**Key words:**IPv6; Coexistence network; Dual stack; Tunnel; TCPIP

### 1 前言

新一代的互联网络协议 (IPv6) 于 1995 年制定出来,其目的是用来解决现有互联网络 (IPv4) IP 地址不足的问题,以及可以提供较好的服务质量和更安全的数据传递。2007 年我国宣布全球最大的纯 IPv6 示范网络 CNGI 已经初步建成。随着 IPv6 网络的逐步应用,如何和现有 IPv4 进行对接和过渡变得日益重要。IETF 对于 IPv4 向 IPv6 的过渡做了大量的工作,也经历了很多阶段,目前主要形成了。在可以预见的时间内,我们认为,IPv4 和 IPv6 技术在网络中将长期共存。未来一段时期的互联网络将是 IPv4 网络与 IPv6 网络的混合集成网络。

### 2 混合组网的一些原则

IPv4/v6 混合组网技术是在满足一定的基本需求的前提下诞生的一种技术,它需要一定的实施原则,这些原则是进行混合组网的重要依据。

(1) 对现有基础通信设施的最大可利用率,我们知道不管是现有的庞大的 IPv4 网络,还是各种试验性的 IPv6 网络,都已经花费了巨大的投资,如何最大限度地利用现有投资是需要很好的考虑的事情。能很好的利用现有投资的混合组网技术才具有一定的实用性

和可操作性。

(2) 保证 IPv4 和 IPv6 主机之间的可路由和数据可交换,保证现有各种应用可以在混合组网环境中使用。

(3) 避免设备之间的依赖性,设备的更新须具有独立性。IPv4/v6 综合组网技术要求避免设备升级时设备之间的依赖和耦合,网络中的各个部分可以单独选择可用的组网技术,这些技术的选择不能制约其他网络部分组网技术的选择和设备的更新。

(4) 操作简单,部署灵活,容易理解和实现的混合组网技术是衡量混合组网技术成功与否的一个重要因素,过于复杂的组网方法不利于推广和实施。

(5) 混合组网不应以牺牲现有网络服务质量、可靠性和稳定性为前提。因为 IPv6 协议的特点,相同级别的路由和交换,跑 IPv6 会比跑 IPv4 性能上有所降低,因此好的 IPv4/v6 混合组网技术不会明显影响现有应用。

(6) 在新的组网技术中确实体现 IPv6 的自身优点。对于 IPv6 的充足的地址空间、可靠的服务质量、安全的数据传输、更好的网络可管理性和可维护性等优点应该在新的环境中得到发挥。

收稿日期:2008-08-28

作者简介:孙志国(1978-),男,助理研究员,研究方向:网络技术、知识管理、SNS。

(7) 能够支持网络的平滑过渡, 着重考虑从边缘网到骨干网的逐步演进策略。

### 3 混合组网技术介绍

#### 3.1 双栈

双栈并不是一个新概念, 比如许多主机既支持到 Internet 的连接能力, 也支持连接到使用早期版本的 Novell Netware (在 Netware 5 中, IP 已代替 IPX 作为纯网络层协议) 的本地 LAN。这些主机支持两种根本不同的网络栈。到 Internet 的连接能力通过 TCP/IP 协议栈来提供, 而到 Netware 的连接能力则通过 IPX 栈来提供。在 IPv6 和 IPv4 共存年代, 双栈是指在网络中同时支持 IPv4 和 IPv6 两个协议栈, 它既可以接收、处理、分发 IPv4 的数据包, 也可以接收、处理、分发 IPv6 的数据包。对于主机, 双栈是指可以根据需要对业务数据进行 IPv4 封装或者 IPv6 封装。对于路由器, 双栈是指一个路由器同时支持 IPv6 和 IPv4 两种路由协议栈, 使其既能与 IPv4 主机也能与 IPv6 主机通信, 分别具有两份不同的 IPv4 和 IPv6 路由表, 路由信息各自独立计算。在双栈模式的混合网络中, IPv6 数据包通过双栈主机产生并分发, 通过双栈路由器使用 IPv6 路由协议计算得到的路由表进行转发, 最终由支持双栈协议的主机进行接收, 同样的情况, IPv4 数据包通过双栈主机产生并分发, 通过双栈路由器使用 IPv4 路由协议计算得到的路由表进行转发, 最终由支持双栈协议的主机进行接收。IPv6 通信在整个网络传输中是首选协议。常用的双栈迁移方式是从核心向边缘的迁移。这涉及在 WAN 核心路由器上实现两个 TCP/IP 协议栈, 接着是外围路由器和防火墙, 然后是服务器群路由器, 最终是桌面接入路由器。

#### 3.2 隧道

隧道是 IPv4/v6 混合组网技术中常用的技术。隧道利用一种协议来传输另一种协议的数据。隧道将 IPv6 包封装在 IPv4 包中, 在没有升级到 IPv6 的 IPv4 网络中传送。隧道包括隧道入口和隧道出口(隧道终点), 这些隧道端点通常都是双栈节点。在隧道入口, 以一种协议的形式来对另外一种协议的数据进行封装并发送; 在隧道出口, 对接收到的协议数据解封装, 并做相应的处理。通常, 在隧道入口还要维护一些与隧道相关的信息, 如记录隧道 MTU 等参数, 在隧道出口, 出于安全性考虑, 要对封装的数据进行过滤, 以防止来自外部的恶意攻击。

隧道通常按配置方式进行分类, 有手工配置隧道和自动隧道两种类型, 其中自动配置隧道又可以分为

兼容地址自动隧道, 隧道代理, 6to4 隧道, 6over4, ISATAP, MPLS 隧道, GRE 隧道等, 这些隧道的实现原理和技术细节不尽相同, 其应用场景也各有不同。上述隧道种类中兼容地址自动隧道目前已经不推荐使用。在骨干网和核心网中经常采用的 MPLS 隧道则可以通过手工和自动两种形式进行配置。

典型的隧道技术主要包括:

(1) 手工配置隧道。手工配置隧道主要应用在个别 IPv6 主机或网络需要通过 IPv4 网络进行通信的场合, 需要隧道两端的管理员协同工作来完成隧道的建立, 这种方式的优点是实现相对简单, 缺点是扩展性较差, 当需要通信的 IPv6 主机或网络比较多时, 隧道配置和维护的工作量较大, 所以此模式一般应用于混合组网初期。

(2) 隧道代理 (Tunnel Broker)。隧道代理技术提供了一种简化的隧道配置方法, 它要求隧道的双方都支持双栈。通过隧道代理, 用户可以很方便地和 IPv6 ISP 建立隧道连接, 从而访问外部可用的 IPv6 资源; ISP 通过专用的隧道服务器提供了一种非常简捷的接入方式, 并自动管理用户发出的隧道请求。隧道代理通常应用于独立的小型 IPv6 站点, 特别是独立的分布在 IPv4 互联网中的 IPv6 主机需要连接到已有的 IPv6 网的情况。隧道代理这种过渡机制对于在 IPv6 的早期为吸引更多的 IPv6 使用者能方便快捷地实现 IPv6 连接有很大的益处, 同时也为早期的 IPv6 提供商提供了一种非常简捷的接入方式。目前在国内外有不少研究机构和商业公司提供可以免费使用 IPv6 隧道代理。

(3) 6to4 隧道。6to4 隧道是目前比较流行的自动建立隧道的技术, 也是 IETF 较为重视并具有广阔应用前景的一种网络过渡机制。6to4 机制被定义在站点之间进行 IPv6 通讯, 每个站点必须至少有一台 6to4 路由器作为出入口, 使用特需的地址格式, 地址前缀为 (2002:开头), 并将路由器的 IPv4 地址嵌入 IPv6 地址中, 因此位于不同 6to4 站点内的主机彼此通讯时即可自动抽出 IPv4 地址在路由器之间建立隧道。透过 6to4 路由器, 不同 6to4 站点内的主机可互相通讯, 当需与一般 IPv6 主机通讯时, 则必须过 6to4 中继路由。6to4 中继路由必须同时具备 6to4 及 IPv6 接口, 同时提供这些接口的封包转送。6to4 需要一个全球合法的 IPv4 地址, 所以对解决 IPv4 地址短缺没有太大帮助。但它不需要申请 IPv6 地址, 通过它可使站点迅速升级到 IPv6。



(4) ISATAP (the Intra-Site Automatic Tunnel Addressing Protocol)。ISATAP的全名是站内自动隧道寻址协议,和6to4一样也是目前比较流行的自动建立隧道的技术,它将IPv4地址嵌入IPv6地址中,当两台ISATAP主机通讯时,可自动抽取出IPv4地址建立隧道即可通讯,且并不需透过其它特殊网络设备,只要彼此间IPv4网络通畅即可。通常应用在网络边缘,如企业网或接入网。ISATAP技术不要求隧道端节点必须具有全球惟一的IPv4地址,只要双栈主机具有IPv4单播地址即可,不管该地址公有的还是私有的都可以。

(5) 6over4。6over4机制通常只能应用在网络边缘,例如企业网和接入网。6over4能够将没有直接与IPv6路由器相连的孤立的IPv6主机通过IPv4组播域作为它们的虚拟链路层形成IPv6的互联。通过这种机制,IPv6可以独立于底层的链路,可以跨越支持组播的IPv4子网。6over4机制由于要求在IPv4网络中支持组播功能,而目前大多数网络均没有布置组播功能,因此在实际应用中很少被利用。

(6) MPLS隧道。MPLS隧道主要应用于骨干网和城域核心网。MPLS隧道实现IPv6岛屿互联的方式,尤其适合于已经开展了BGP/MPLS VPN业务的运营商。这种过渡方式可以使运营商暂时不必将现有核心网络升级为IPv6网络就可以实现对外提供IPv6业务。IPv6站点必须通过CE(Customer Edge,用户边缘设备)连接到一个或多个运行MP-BGP的双栈PE(Provider Edge,服务商边缘设备)上,这些PE之间通过MP-BGP来交换IPv6的路由可达信息,通过隧道来传送IPv6数据包。

### 3.3 翻译

翻译转换技术的优点是不需要进行IPv4、IPv6节点的升级改造,缺点是IPv4节点访问IPv6节点的实现方法比较复杂,网络设备进行协议转换、地址转换的处理开销较大,一般在其他互通方式无法使用的情况下使用。对于翻译转换涉及两个方面,一方面是IPv4与IPv6协议层的翻译转换,另一个方面是IPv4应用与IPv6应用之间的翻译转换。翻译转换有多种实现技术,其中NAT-PT和TRT主要应用于网络汇聚层,而BIA和BIS则主要是针对主机终端。

(1) NAT-PT。NAT-PT(网络地址转换-协议转换)是一种纯IPv4和纯IPv6节点之间的通信方式,本方式下,原IPv4用户节点不需进行升级改造,通过网络设备完成包括地址、协议在内的所有转换工作。

NAT-PT工作模式下,网关为了支持NAT-PT功能,应具有IPv4地址池,在从IPv6向IPv4域中转发包时使用,地址池中的地址是用来转换IPv6报文中的源地址的。另外,网关应支持DNS-ALG(DNS-应用层网关)和FTP-ALG(FTP-应用层网关),在IPv6主机访问IPv4主机的过程中发挥作用。如果没有DNS-ALG的支持,只能实现由IPv6节点发起的与IPv4节点之间的通信,IPv4到IPv6的通信则不可以。如果没有FTP-ALG的支持,IPv4中的主机将不能通过FTP从IPv6网络中的服务器上下载或上传文件,IPv6主机也不能从IPv4服务器上下载上传文件。

(2) TRT(Transport Relay Translator)。传输中继转换器简称TRT,适用于纯IPv6网络与纯IPv4网络通信的环境。TRT系统位于纯IPv6主机和纯IPv4主机之间,可以实现(TCP,UDP)/IPv6与(TCP,UDP)/IPv4的数据的对译。传输中继可以分为TCP中继和UDP中继两类。

TRT与NAT-PT的最大区别是,TRT做为中继,在TCP/UDP层面以代理的身份来沟通双方,例如TCP中继分别与TCP通信的双方建立TCP连接,双方的所有TCP通信均由TCP中继来中转,而NAT-PT则只起翻译作用,并不代理通信。

(3) BIS/BIA。BIS(bump in the stack)技术是在IPv4协议栈中插入三个扩展模块:报头翻译模块、扩展域名解析模块、地址映射模块,用于监测TCP/IP模块与网卡驱动程序之间的数据流,并进行相应IPv4与IPv6数据包之间的相互翻译。其基本思想是当IPv4应用程序与纯IPv6节点通信时,将节点的IPv6地址映射成一个备用IPv4地址池中的IPv4地址。可以认为BIS是NAT-PT在主机节点IP协议栈的特例实现。BIS机制可以和其他的转换机制共存。

BIA技术在双栈主机的SocketAPI模块与TCP/IP模块之间加入一个API翻译器,API翻译器包含域名解析器、地址映射器和函数映射器三个模块,主机API检测到发出的IPv4 API,进行相应的地址映射,调用IPv6的API函数和外部的IPv6主机进行通信。BIA技术同BIS类似,只是在API层而不是在协议栈的层次上进行分组的翻译,所以它的实现比BIS要简单一些,因为不需要对IP包头进行翻译。

BIS与BIA的主要区别是: BIS用在没有IPv6协议栈的系统上, BIA用在有IPv6协议栈的系统上。

(下转第133页)

单独执行。调用宏组中的宏的方法是：宏组名.宏名。注意宏组的名称应该以该宏的窗体名称来命名，方便查阅。

### 3.5 报表的建立

报表为查阅与打印数据提供了最有弹性的方法，可以聚集数据，并且以任意需要的顺序进行排序，然后以聚集的次序呈现数据。因此可在设计视图中创建随意调整格式的相应报表，并且在报表上建立可以增加数字的汇总或其它统计数值，从而满足了使用者的各种需求。

## 4 清单计价系统的使用

使用“清单计价系统”进行工程计价的时候，用户只需打开“清单计价系统”窗体就可按照清单计价的流程完成整个计价的过程，无需再打开其它的窗体、查询等等。如图 3。

## 5 结论

在建立系统过程中，Access 虽然不能象使用 Excel 函数那样对每个单元格可实现复杂的数据加工，但只是运用了 Access 数据库中的小部分功能就已经感到其功能设计的实用性，我们还可以充分地发挥想象力，运用其强大的功能不断完善我们的数据库建设，再进一步还能运用 VBA (Visual Basic for Applications) 来加强数据库的处理能力，或开发出更好的操作界面，制作出效率更佳、更有弹性的应用程序。



图 3 “清单计价系统”操作界面

### 参考文献

- [1] 张瑞英. Access2003 数据库案例教程[M].北京:机械工业出版社,2007.
- [2] 梅海峙,韦兵.应用 Access 创建工程数据库 [J]. 工程建设与档案,2004,(4):64~65.
- [3] 周晓玉,许向荣,杨一平. Access 实用教程[M].北京:人民邮电出版社,2004.
- [4] 史济民,汤观全. Access 应用系统开发教程[M].北京:清华大学出版社,2004.
- [5] 郑小玲. Access2003 中文版实用教程[M].北京:清华大学出版社,2004.

(上接第 95 页)

## 4 结束语

面对复杂的网络环境，如何选择上述提到的组网技术呢？一般情况下应该综合使用上述技术，从应用范围讲，双栈技术和协议转换技术用于企业网或驻地网，而在组建核心网和骨干网时，则采用隧道技术。从目前发展趋势以及最新的应用看，我们认为在可以使用双栈的地方优先使用双栈，在不得不用隧道技术的地方使用隧道技术，协议转换技术一般在别无选择时使用。通常情况下，使用双栈和隧道技术效果优于

使用 NAT-PT 等协议转换技术。在双栈的网络环境中 IPv6 应该是首选的传输协议。隧道在早期建立于被 IPv4 海洋隔离的 IPv6 孤岛的不同网络应用环境中，可以预见，在不远的将来，隧道将用于连接跨越 IPv6 海洋的 IPv4 孤岛。

### 参考文献

- [1] Eric Levy-Abegnoli,Patrick Grossetete.部署 IPv6 网络[M].北京:人民邮电出版社,2007.