

金融行业 IPv6 发展与应用浅析

(中国证券业协会供稿)

从 90 年代到现在，我们使用的都是第四代互联网协议 (IPv4)，随着互联网产业的快速发展，特别是进入移动互联网时代之后，IPv4 得到了广泛应用，社交、娱乐、支付都建立在它的基础之上。但是由于互联网产业发展太快，IPv4 无法满足更多用户使用，已逐渐接近饱和状态。

所以，为了今后能够给更多的互联网用户提供服务，国家开始大力推动 IPv6 的总体布局和规模部署。

一 背景介绍

IPv6 英文 "Internet Protocol Version 6" (互联网协议第 6 版) 的缩写，是互联网工程任务组(IETF)设计的用于替代 IPv4 的下一代 IP 协议，其地址数量号称可以为全世界的每一粒沙子编上一个地址。

(一) 金融行业 IPv6 发展历程

2016 年 3 月国务院发布的《第十三个五年规划纲要》中提出超前布局下一代互联网，全面向互联网协议第 6 版(IPv6) 演进升级。

2016 年 12 月国务院发布了《“十三五”国家信息化规划》对下一代互联网演进进行了具体部署。

2017年11月26日，中办、国办《推进IPv6规模部署行动计划》（以下简称《行动计划》）要求切实做好中金融机构业部署应用互联网协议第六版（IPv6）有关工作。

2018年3月中旬，国资委印发《关于做好IPv6部署应用有关工作的通知》要求金融机构在11月30日前完成企业门户网站和面向公众的在线服务窗口IPv6改造。

2018年9月，中国人民银行科技司发布690号文《关于征求金融行业IPv6部署推进总体规划意见的函》（征求意见稿），按照《金融行业IPv6部署推进总体规划》（征求意见稿），要求逐步实现金融行业规模部署。

2018年12月，人行/银保监会/证监会联合发文《关于金融行业贯彻《推进互联网协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》的实施意见（银发〔2018〕343号）》要求加快金融行业软硬件基础设施和应用系统更新步伐，完成金融领域公共管理、民生公益等服务平台IPv6改造，“2019年底完成门户网站”“2020年底完成互联网应用系统”“2021年持续推进IPv6规模部署”。

（二）IPv6发展现状

《行动计划》发布以来，政府部门、中央企业、基础电信企业、互联网企业、通信设备制造企业、科研机构等积极响应，纷纷制定具体的落地实施方案和工作计划，加快IPv6升级改造，我国IPv6规模部署工作呈现加速发展态势。

1.分配 IPv6 地址的活跃用户数显著增加。截止目前，我国 IPv6 活跃用户已达 6.441 亿，我国基础电信企业已分配 IPv6 地址的用户数达 16.759 亿。

注：数据来源国家 IPv6 发展监测平台

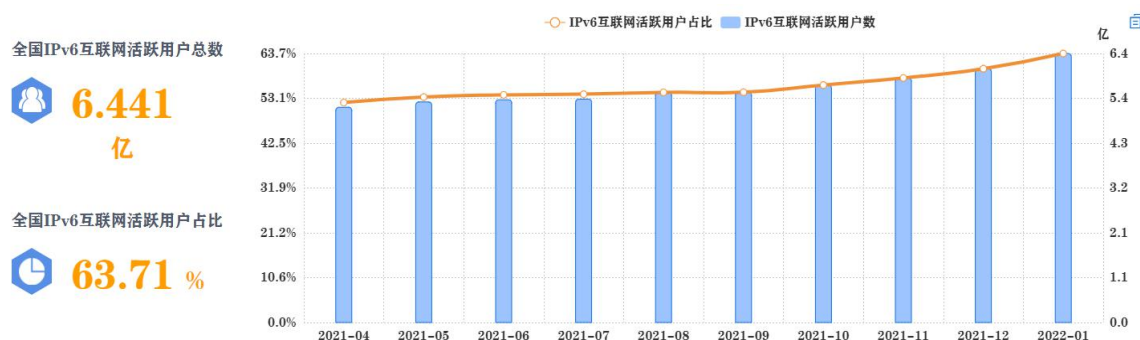
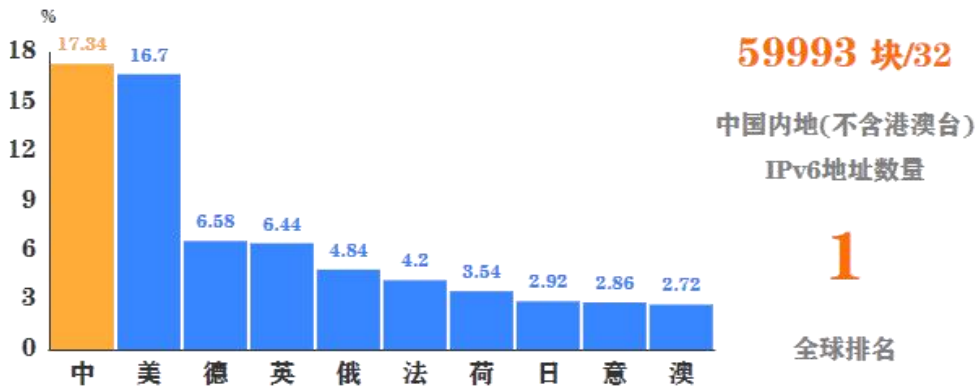


图 1 分配 IPv6 地址的活跃用户数

2.IPv6 流量快速增长，在总流量中的占比有待提升。近一年来我国 IPv6 流量不断增长，截至 2022 年 3 月，中国电信、中国移动和中国联通城域网出口总流量达 967 个，LTE 核心网总流量达 999 个，骨干直联点 16 个，国际出入口的 IPv6 总流量达到 1310Gbps。但是与 IPv4 流量相比，IPv6 流量依然较少，有待进一步提升。

3.IPv6 地址量能满足当前发展需求，且拥有较丰富的储备。IPv6 基础资源主要包括 IPv6 地址拥有量、AS 通告数量等。当前我国 IPv6 地址申请量保持较快增长，截至 2022 年 3 月，我国 IPv6 地址资源总量达到 59993 块 (/32)，居全球第一位。

IPv6地址拥有量



注：数据来源国家 IPv6 发展监测平台

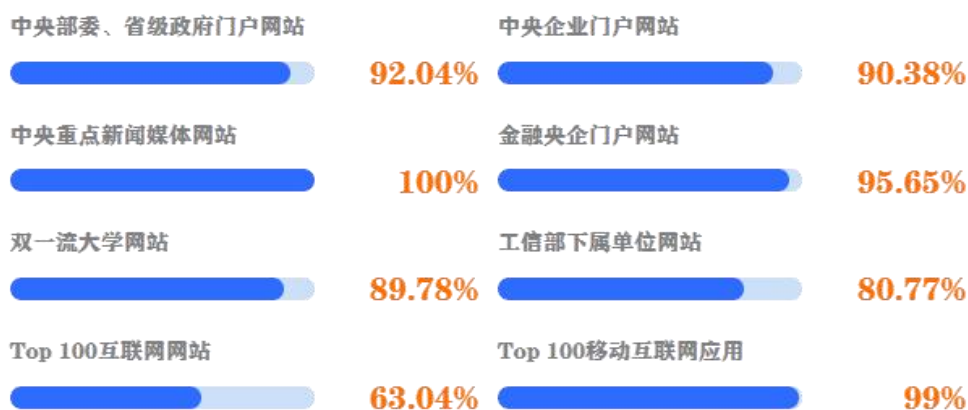
图 2 IPv6 地址资源总量排名

IPv6 地址数量能够满足当前 IPv6 规模部署的要求，但是随着物联网、车联网、工业互联网快速发展，我国未来对于 IPv6 地址的需求量依然较大。

4.LTE 终端的瓶颈制约正在消除，家庭无线路由器支持度大幅提升。国内市场占比较大的 10 个品牌的 LTE 移动终端，均已支持发起 IPv6 地址请求、获得 IPv6 地址，并能支持 IPv6 应用。主流的移动操作系统、桌面操作系统和服务器操作系统，以及数据库等基础软件基本都已支持 IPv6。IPv6 规模部署的软硬件环境得到显著改观。

5.政府和央企网站积极发挥示范引领作用。截至 2022 年 3 月，全国 91 家省部级政府门户网站中主页可通过 IPv6 访问的网站占比为 92.4%；全国 96 家中央企业门户网站中主页可通过 IPv6 访问的网站有占比为 95.79%；在 23 家金融央企门户网站中可通过 IPv6 访问的网站占比为 95.65%；13 家中央重点新闻网站主页均可通过 IPv6 访问的网站，占比为 100%。

网站应用IPv6支持率



注：数据来源国家 IPv6 发展监测平台

图 3 网站应用 IPv6 支持率

6.商业网站及应用改造明显加速。截至 2022 年 3 月，国内用户量排名前 100 的商业网站及移动应用可通过 IPv6 访问的已达 99 家，占比为 99%。

二 IPv4 与 IPv6 比较

2011 年 4 月 15 日，亚太区互联网注册机构分配了最后一个 IPv4 区块；2014 年 6 月 10 日，拉丁美洲和加勒比海区分配了最后一个 IPv4 区块；2015 年 9 月 24 日，北美区分配了最后一个 IPv4 区块。2019 年 11 月 29 日，欧洲区也已全部分配完毕。

有一句流传很广的话是“IPv6 可以让每一粒沙子都上网”。IPv4 的地址是 32 位，总数是 2³² 个，约等于 43 亿个左右。IPv6 的地址是 128 位，总数是 2¹²⁸ 个，约等于 43 亿的四次方个。

（一）IPv6 与 IPv4 的区别

1.IPv6 具有更大的地址空间。IPv4 地址池 43 亿左右,IPv6 地址池 434 亿个。

2.IPv6 使用更小的路由表。地址分配有序，使路由汇总更容易实现简化路由表。IPv6 的地址分配一开始就遵循聚类（Aggregation）的原则，这使得路由器能在路由表中用一条记录（Entry）表示一片子网，大大减小了路由器中路由表的长度，提高了路由器转发数据包的速度。

3.IPv6 增加了增强的组播（Multicast）支持以及对流的支持（Flow Control）。这使得网络上的多媒体用有了长足发展的机会，为服务质量（QoS, Quality of Service）控制提供了良好的网络平台。

4.IPv6 加入了对自动配置（Auto Configuration）的支持。主机可以自动的产生 ip 地址，这是对 DHCP 协议的改进和扩展，使得网络（尤其是局域网）的管理更加方便和快捷。

5.IPv6 具有更高的安全性。在使用 IPv6 网络中用户可以对网络层的数据进行加密并对 IP 报文进行校验，在 IPV6 中的加密与鉴别选项提供了分组的保密性与完整性。极大的增强了网络的安全性。

6.IPv6 有更好的头部格式，允许扩充。IPV6 使用新的头部格式，其选项与基本头部分开。与 IPv4 不同，如果需要，可将选项插入到基本头部与上层数据之间。这就简化和加速了路由选择过程，因为大多数的选项不需要由路由选择。同时有新的技术或应用需要时，允许协议进行扩充。

三 金融行业 IPV6 建设方案

当下 IPv6 还不能立刻替代 IPv4，因此在相当一段时间内 IPv4 和 IPv6 会共存在一个环境中。要提供平稳的转换过程，使得对现有的使用者影响最小，就需要有良好的转换机制。目前在金融行业主流的 IPv6 建设方案有双协议栈、隧道技术以及网络地址转换等转换机制。

(一) 使用技术

1. 双协议栈技术

双栈机制是指 IPv6 网络节点具有一个 IPv4 栈和一个 IPv6 栈，同时支持 IPv4 和 IPv6 协议。IPv6 和 IPv4 是功能相近的网络层协议，两者都应用于相同的物理平台，并承载相同的传输层协议 TCP 或 UDP，如果一台主机同时支持 IPv6 和 IPv4 协议，那么该主机就可以和仅支持 IPv4 或 IPv6 协议的主机通信。

2. 隧道技术

隧道机制就是必要时将 IPv6 数据包作为数据封装在 IPv4 数据包里，使 IPv6 数据包能在已有的 IPv4 基础设施(主要是指 IPv4 路由器)上传输的机制。随着 IPv6 的发展，出现了一些运行 IPv4 协议的骨干网络隔离开的局部 IPv6 网络，为了实现这些 IPv6 网络之间的通信，必须采用隧道技术。隧道对于源站点和目的站点是透明的，在隧道的入口处，路由器将 IPv6 的数据分组封装在 IPv4 中，该 IPv4 分组的源地址和目的地址分别是隧道入口和出口的 IPv4 地址，在隧道出口处，再将 IPv6 分组取出转发给目的站点。隧道技术的优点在

于隧道的透明性，IPv6 主机之间的通信可以忽略隧道的存在，隧道只起到物理通道的作用。隧道技术在 IPv4 向 IPv6 演进的初期应用非常广泛。但是，隧道技术不能实现 IPv4 主机和 IPv6 主机之间的通信。

3. 网络地址转换技术

网络地址转换(Network Address Translator, NAT)技术是将 IPv4 地址和 IPv6 地址分别看作内部地址和全局地址，或者相反。当内部的 IPv4 主机要和外部的 IPv6 主机通信时，在 NAT 服务器中将 IPv4 地址(相当于内部地址)变换成 IPv6 地址(相当于全局地址)，服务器维护一个 IPv4 与 IPv6 地址的映射表。NAT 转换技术主要包括 NAT64 与 DNS64 技术。

NAT64 是一种有状态的网络地址与协议转换技术，一般只支持通过 IPv6 网络侧用户发起连接访问 IPv4 侧网络资源。但 NAT64 也支持通过手工配置静态映射关系，实现 IPv4 网络主动发起连接访问 IPv6 网络。NAT64 可实现 TCP、UDP、ICMP 协议下的 IPv6 与 IPv4 网络地址和协议转换。

DNS64 则主要是配合 NAT64 工作，主要是将 DNS 查询信息中的 A 记录 (IPv4 地址) 合成到 AAAA 记录 (IPv6 地址) 中，返回合成的 AAAA 记录给用户给 IPv6 侧用户。

(二) 改造方案

1. 仅改造出口边界

在整个互联网出口边界最外侧进行改造，从运营商引入 IPv6 出口，增加网站域名对应 IPv6 地址的域名解析。在外网 NAT 设备处将网站的 IPv4 地址转换为 IPv6 地址(NAT-PT

技术），NAT 设备将访问业务系统的 IPv6 报文转换为 IPv4 报文。NAT 设备及以上的网络运行 IPv6 和 IPv4 双栈，NAT 设备及以下运行仅 IPv4 地址。改造示意图如下图所示：

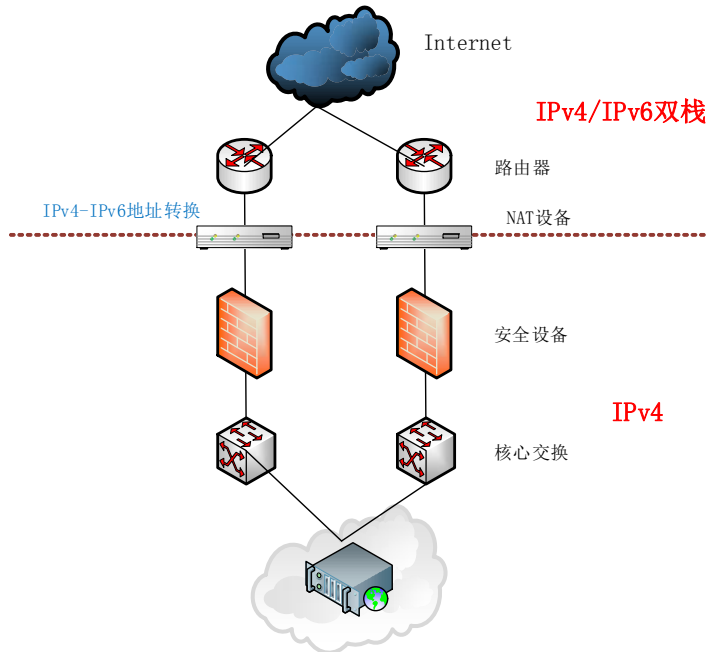


图 4 改造示意图

优点:改造实现简单，只需要出口网络设备和 NAT 设备支持双协议栈即可，其他网络设备、安全设备以及业务系统无需调整。

缺点:端到端的安全性无法保证，在攻击溯源、流量审计等方面存在较大隐患，难以定位和具体封堵攻击源；原有运行逻辑，业务流程，防护层次被打破，运行监控体系无法发挥效果。

2.改造深入至业务边界

从运营商引入 IPv6 出口，增加网站域名对应 IPv6 地址的域名解析。IPv6 改造深入至业务边界，在业务负载均衡上

配置 IPv6 虚地址(站点本地地址), 在 NAT 设备上进行 IPv6 虚地址与 IPv6 实地址(全局单播地址)的一对一映射, 在业务负载均衡上同时监听 IPv4 和 IPv6 的端口访问请求, 通过业务负载均衡将 IPv6 访问请求转换为 IPv4 访问请求, 发送给对应的业务系统。业务负载均衡设备及以上的网络运行 IPv6 和 IPv4 双栈, 业务负载均衡设备及以下运行仅 IPv4 地址。改造示意图如下图所示。

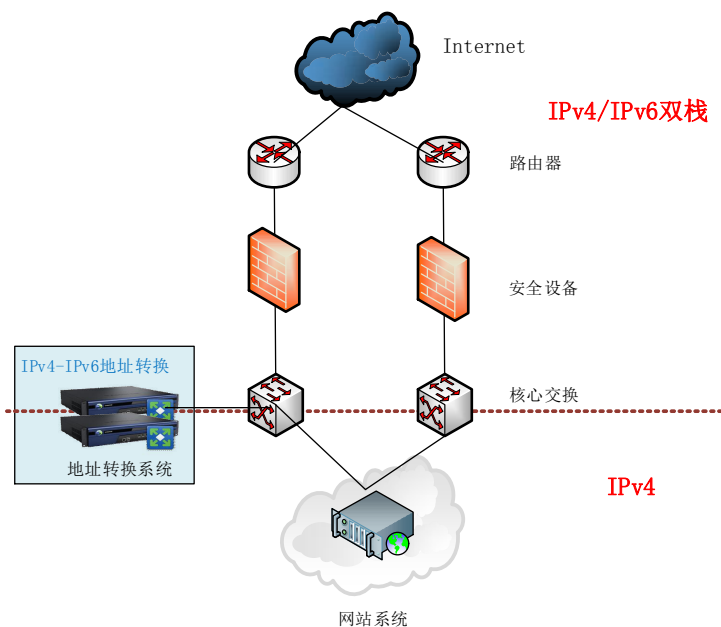


图 5 改造示意图

优点: 改造实现难度适中, 只需要业务负载均衡及以上设备支持双协议栈即可, 其他网络设备及业务系统无需调整; 现有运行逻辑, 业务流程, 防护层次未发生改变, 运行监控体系基本有效; 能基本实现端到端的安全性法, 在可以进行攻击溯源、流量审计, 能够定位和具体封堵攻击源。

缺点: 改造难度以及方式略大;需要评估现网中网络、安全以及负载均衡设备对 IPv6 的支持情况和性能压力;需要考

虑外网安全设备针对 IPv6 网络安全防护情况,是否能够达到目前网络安全防护的要求。

3.深入改造至业务边界并新建 DMZ 区

该方式与方式二类似,区别在于,在安全设备以下的原有网络不进行改造,新建一套核心交换机、汇聚交换机、业务负载均衡,将需要运行双栈的业务系统迁移到新建网络中。改造示意图如下图所示。

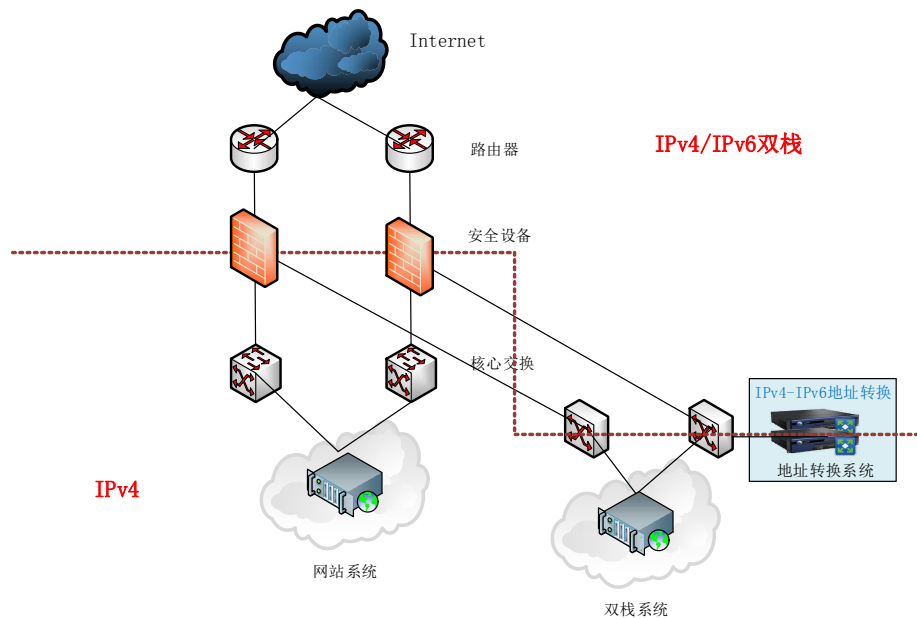


图 6 改造示意图

优点: 具有与方式二相同的优点; 避免运行双栈的业务系统影响其他只运行 IPv4 的业务系统,但分离并不完全,安全设备以上还是有互相影响的可能性。

缺点: 增加设备硬件投资; 增加新建 DMZ 区以及业务迁移工作量; 业务系统原有私网 IP 地址需要分离或者变更,操作难度大;具有与方式二相同的缺点。

4.全外网区域改造

从运营商引入 IPv6 出口，增加网站域名对应 IPv6 地址的域名解析。全外网区域开展 IPv6 改造，针对业务系统启用 IPv6 网关，启用 OSPFv3 协议，保证业务系统的 IPv6 地址在数据中心内部的可达性。在业务系统上配置 IPv6 虚地址（站点本地地址），在 NAT 设备上进行 IPv6 虚地址与 IPv6 实地址（全局单播地址）的一对一映射。改造示意图如下图所示。

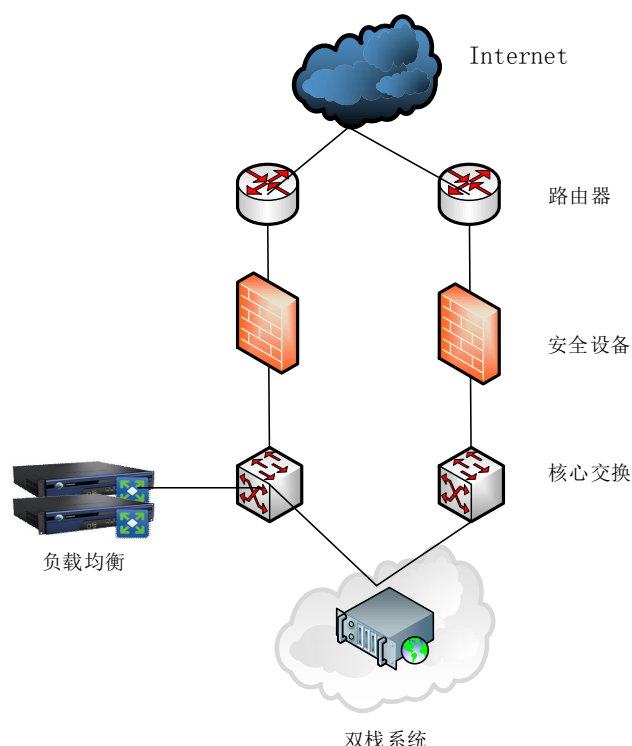


图 7 改造示意图

优点：全面改造，最符合 IPv6 最终网络架构；可实现端到端的网络安全性；无需在 NAT 设备或业务负载均衡设备进行 IPv4 到 IPv6 的转换，增加转发效率，简化运维。

缺点：网络改造难度大，工作量大，时间周期长；需评估相关业务系统是否支持 IPv6 地址族转发能力，并进行相应改造。

四 结语

本文仅对目前金融行业 IPv6 的发展与应用进行阐述,在国家的推动下,IPv6 的推广应用已得到全面铺开,随着 IPv6 的各项技术日趋完美,相信在不久的将来,IPv6 在云计算、人工智能、物联网、车联网行业中得到广泛应用。

五 参考文献

- [1] 潘艳. 浅谈 IPv6[J]. 中小企业管理与科技, 2008.
- [2] 周海棋, 杨成. IPv6 与 IPv4 的比较[J]. 中国新通信, 2006, 8(15):17-20.
- [3] 朱善良. IPv6 过渡技术[J]. 电脑知识与技术, 2009.
- [4] 张鑫,张宁. IPv6 技术的发展与演进[J]. 德州学院学报, 2005,8(4):68-71.
- [5] 刘灏. 浅谈 IPv6 技术的发展前景及影响[J]. 价值工程, 2010, 29(36):1.