

中原证券 IPv6 规模部署工作推进经验分享

(中原证券供稿, 河南局指导)

1. IPv6 规模部署背景

1.1. 技术背景

IPv4 作为互联网的核心协议,已经广泛部署并使用了多年。然而,随着互联网的快速发展,尤其是移动互联网和物联网的兴起,IPv4 的地址空间已经无法满足日益增长的设备连接需求。IPv4 的地址是 32 位,总数约为 43 亿个,但随着互联网的普及,这些地址已经逐渐耗尽。2011 年,IANA (Internet Assigned Numbers Authority, 互联网号码分配机构) 的 IPv4 地址库已经分配完毕,这标志着 IPv4 地址的正式枯竭。

为了解决 IPv4 地址耗尽的问题,IPv6 应运而生。IPv6 是 IETF(The Internet Engineering Task Force, 互联网工程任务组)设计的下一代 IP 协议,其地址空间为 128 位,理论上可以提供 2^{128} 个地址,这个数量足以为全球每一个设备提供一个唯一的 IP 地址。IPv6 不仅能够提供海量的地址资源,还具有更好的头部格式、更强的安全性和更好的网络性能。

1.2. 国家规划

2019 年 1 月,中国人民银行、中国银行保险监督管理委员会、中国证券监督管理委员会联合发布《关于金融行业贯彻〈推进互联网

协议第六版（IPv6）规模部署行动计划》的实施意见》（以下简称《实施意见》），《实施意见》针对金融服务机构提出了如下目标要求：

(1) 到 2019 年底，金融服务机构门户网站支持 IPv6 连接访问。基于 IPv6 安全特点，金融行业针对 IPv6 网络构筑既能有效防范 IPv6 安全风险，又不低于现有 IPv4 网络同等防护能力的安全防护体系。

(2) 到 2020 年底，金融服务机构面向公众服务的互联网应用系统支持 IPv6 连接访问，并具备与 IPv6 改造前同等的业务连续性保障能力。

(3) 2021 年起，在做好金融行业面向公众服务的互联网应用系统 IPv6 改造基础上，持续推进 IPv6 规模部署，逐步构建高速率、广普及、全覆盖、智能化的下一代互联网。

2024 年 4 月，中央网信办、国家发展改革委、工业和信息化部联合印发《深入推进 IPv6 规模部署和应用 2024 年工作安排》（以下简称《工作安排》）。要求以全面推进 IPv6 技术创新与融合应用为主线，着力破解瓶颈短板，完善技术产业生态，打造创新引领、高效协同的自驱性发展态势，为建设网络强国、数字中国提供有力支撑。

《工作安排》明确了 2024 年工作目标：到 2024 年末，IPv6 活跃用户数达到 8 亿，物联网 IPv6 连接数达到 6.5 亿，固定网络 IPv6 流量占比达到 23%，移动网络 IPv6 流量占比达到 65%。IPv6 网络性能显著提高，使用体验提升明显。云服务、内容分发网络、数据中心在业务开通时默认启用 IPv6 功能。主要商业网站及移动互联网应用 IPv6 支持率达到 95%，IPv6 行业融合应用更加深入广泛。企业机构互联网专线

IPv6 开通率明显提高。IPv6 单栈支持能力持续增强。“IPv6+”创新技术应用领域进一步拓展。IPv6 标准体系持续完善，立项 IPv6 国家标准达到 50 项。

这些目标的设定，不仅体现了国家对于 IPv6 发展的明确规划和决心，也为中国的网络基础设施升级、技术创新和数字经济发展提供了清晰的方向。通过这些措施的实施，预计将进一步提升 IPv6 在中国各个行业的普及率和应用水平，推动网络强国建设和数字中国建设。

2. 中原证券 IPv6 规模部署工作开展情况

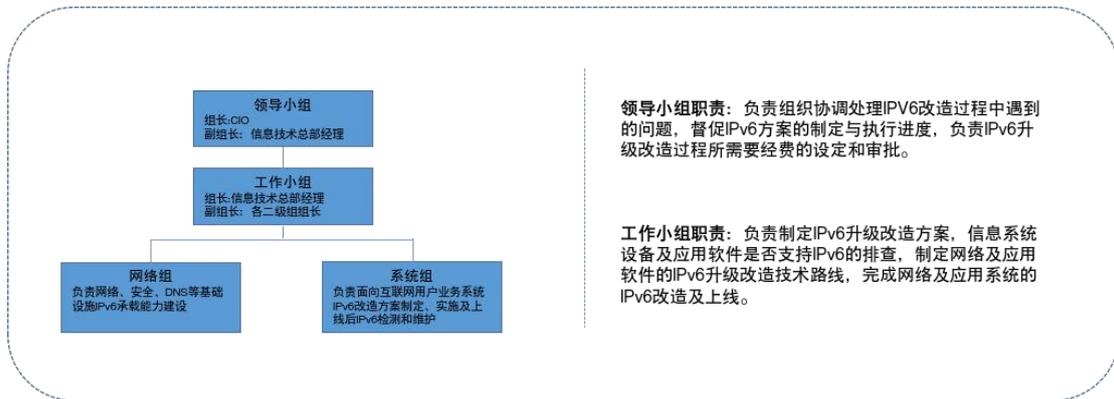
中原证券按照《实施意见》要求，自 2019 年开展 IPv6 改造开始，坚持将 IPv6 应用推广纳入信息技术长期战略规划，在规定时间内完成了面向公众用户的 5 个 WEB 应用、6 个 APP 应用及 2 个 PC 应用的 IPv6 改造，建立了持续监测和优化提升机制，保证相关应用的 IPv6 服务质量。现将中原证券 IPv6 工作开展情况介绍如下：

2.1. 成立专项工作组全面管理 IPv6 推进工作

为保障 IPv6 规模部署工作在公司高效推进，公司在 IPv6 规模部署工作初期便成立了以首席信息官为首的 IPv6 改造工作领导小组，负责组织协调 IPv6 改造过程中遇到的问题，督促 IPv6 方案的制定与执行进度，为 IPv6 升级改造过程所需要经费提供支持。成立了以信息技术总部负责人为首的 IPv6 升级改造工作小组，制定全面的 IPv6 改

造工作计划和实施方案，开展信息系统设备及应用软件 IPv6 支持情况的排查，研究确认网络及应用软件的 IPv6 升级改造技术路线，最终完成网络及应用系统的 IPv6 改造和上线。

中原证券 IPv6 推进工作组织架构：



图一：IPv6 推进工作组织架构

2.2. 结合实际确定公司 IPv6 建设技术路线

公司 IPv6 工作小组通过积极与各网络厂商、集成商、安全厂商、软件应用开发商进行技术交流，积极参加各种 IPv6 技术的学习，对广泛使用的双栈技术、地址协议转换技术、隧道技术三种技术方案分析，并结合公司网络结构现状，最终采用了双栈技术和地址协议转换技术作为公司 IPv6 改造的核心技术。三种 IPv6 改造技术的特点如下：

(1) 双栈技术：数据中心网络架构涉及的设备同时启用 IPv4 和 IPv6 协议栈，设备就可以同时处理两种协议的数据包。当数据在双栈网络中传输时，IPv4 数据包通过 IPv4 协议栈处理，而 IPv6 数据包则通过 IPv6 协议栈处理。

优点：IPv4 和 IPv6 在同一网络中通信，仅需要对部分不支持 IPv6 协议的设备进行更换，而不需要一次性全面替换，可有效保护过往投

资，减少一次性改造投入；技术人员仅需维护一套网络环境，相对新建独立 IPv6 网络维护成本更低。

缺点：需要对网络设备进行额外的配置和管理，以支持两种协议，技术复杂度和网络设备处理负担会增加。

(2) 隧道技术：IPv6 隧道技术是一种允许 IPv6 数据包在 IPv4 网络中传输的方法，它通过将 IPv6 数据包封装在 IPv4 数据包中来实现。

优点：允许在现有的 IPv4 基础设施上进行 IPv6 通信，因而可以快速实现平滑过渡，短期内投资较少。

缺点：隧道技术配置复杂度较高，设备性能消耗较大，同时存在因封装和解封装操作引入额外安全风险的可能，需要额外增加安全防护手段。

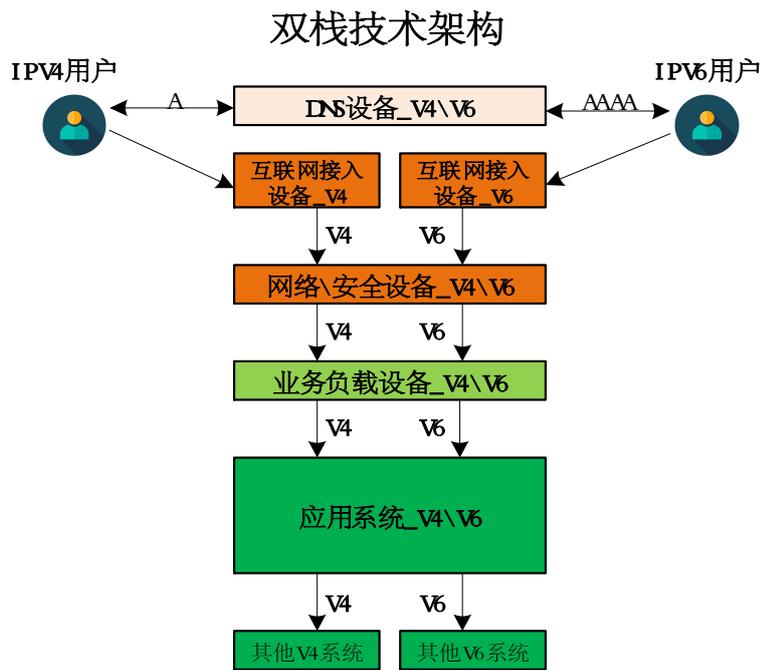
(3) 地址协议转换技术：IPv6 改造中的地址协议转换技术是一种允许 IPv4 和 IPv6 网络之间进行互通的关键技术。这种技术通过在数据包层面上将一种协议转换为另一种协议，使得 IPv4 节点能够与 IPv6 节点通信，反之亦然。

优点：对于部分暂时不支持 IPv6 协议栈的应用，可先在互联网网络接入设备通过地址转换技术实现外部 IPv6 用户和内部 IPv4 应用的通信，快速实现应用系统的 IPv6 支持能力。

缺点：应用本身未进行 IPv6 改造，仅作为过渡技术手段。

中原证券根据自身网络结构特点，积极响应国家 IPv6 战略规划，前期通过地址协议转换技术实现 WEB 类型应用的 IPv6 改造，同步开

展两地三中心网络双栈协议改造工作，最终形成了以应用双栈支持为主，地址协议转换过渡的技术改造路线。既确保 IPv6 的改造工作可持续推进，也在 IPv6 行业生态逐渐成熟的过程中保障了公司门户网站、交易业务的服务质量。目前中原证券已完全实现了两地三中心 IPv4/IPv6 双栈网络环境的支持，双栈网络架构如图所示：



图二：IPv6 网络技术架构

2.3. 中原证券 IPv6 建设成果

中原证券从 2019 年开展 IPv6 改造建设以来,成功实现两地三中心基础网络架构 IPv6 的全面支持，面向公众服务的公司门户网站、交易 APP 及 PC 交易客户端的相关 13 个系统具备 IPv4/IPv6 双栈接入能力及一致的服务质量。

序号	系统名称	系统类别	改造结果	改造完成时间
1	门户网站	门户网站	已正式对公众提供双栈接入服务	2019
2	财升网	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020

3	网上营业厅	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
4	微网厅	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
5	中原财升宝 Android	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
6	中原财升宝 iOS	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
7	掌中网超享版 Android	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
8	掌中网超享版 iOS	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
9	中原期权宝 Android	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
10	中原期权宝 iOS	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
11	网上交易专业版	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
12	网上交易集成版	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020
13	网上开户系统	应用系统	已正式对公众提供双栈接入服务	2020

表一：IPv6 支持系统清单

3. 中原证券 IPv6 规模部署经验分享

3.1. 制定严格的互联网资源发布规范

开展 IPv6 规模部署工作，在开展网络和应用系统的改造工作的同时，还需要建立严格的资源发布流程，防止一边改造一边污染的现象出现。中原证券对互联网资源发布申请工单内容进行了强校验，资源发布需要明确使用范围，面向客户使用的互联网资源必须支持 IPv6，面向内部员工的互联网资源尽可能支持 IPv6。已支持 IPv6 的系统，

无论是否面向客户，新增互联网资源必须支持 IPv6 访问。

新增

* 所属机房: 请输入所属机房

* 所属业务系统: 请输入所属业务系统

* 使用人: 请输入使用人

* 是否web类应用: 是 否

* 业务系统使用单位: 公司客户

* IPv6改造方式:

* 服务器IPv4地址(或无):

* 服务器本地端口:

* 服务器IPv6地址(或无):

业务发布端口:

域名:

* 申请日期: 请选择申请日期

* 业务发布位置: 联通互联网 移动互联网 电信互联网 测试区互联网 开发区互联网 内网负载均衡

* 可访问区域: 整个互联网 郑州办公区 上海分公司 分支机构 其他区域

* 用途及说明:

图三：互联网资源发布表单

3.2. 搭建健全的 IPv6 应用仿真环境和 IPv6 测试网络

IPv6 推进是一个长期持续的工作，随着固定网络和移动网络 IPv6 的不断推广完善，IPv6 流量占比不断增高，为确保应用系统 IPv6 和 IPv4 提供一致的使用体验，建设完善的应用仿真环境和纯 IPv6 测试网络是 IPv6 推广工作的重要组成部分。

中原证券在 IPv6 项目改造初期即开始建设 IPv6 应用仿真环境和 IPv6 测试网络，为业务测试人员提供 IPv6 局域网和无线网络，以满足 IPv6 系统改造和使用过程中功能测试验证需求。

3.3. 持续开展业务系统的 IPv6 监测和服务质量提升

IPv6 改造仅是 IPv6 规模部署工作的开端，中原证券开展 IPv6 规模部署工作的目标是要实现网络、应用基础设施的 IPv6 承载能力和服务质量不差于甚至优于 IPv4。为实现该目标，公司一直采用多种手段不断提升 IPv6 服务质量，具体措施如下：

(1) 充分利用金融行业 IPv6 发展监测平台¹定期监测 IPv6 应用的支持情况，针对失分原因进行分析评估，不断提升 IPv6 的支持能力。

(2) 通过与具有 IPv6 测试能力的第三方机构合作，定期开展 IPv6 访问测试，查找不支持 IPv6 的页面或者无效外链，减少天窗问题²的出现。

(3) 对于静态页面为主的应用，积极使用内容分发网络（CDN）技术，提升 WEB 类应用响应速率。

(4) 不断优化 IPv6 应用 DNS 智能解析能力，使用户侧获取到的应用互联网 IPv6 地址尽量与自身互联网出口 IPv6 地址的运营商一致，减少跨运营商访问的频率。

3.4. 积极开展 IPv6 工作宣传

IPv6 规模部署是《数字中国建设整体布局规划》的重要组成部分，公司深刻认识到 IPv6 工作不应局限于对当前应用的改造，要紧跟国家战略发展方向，深刻认识 IPv6 规模部署的意义，将 IPv6 的技术应用与公司信息技术战略发展蓝图结合，在完成 IPv6 改造工作任务同时积极在公司内部开展 IPv6 宣传工作并积极探索 IPv6 技术创新。

宣传工作：向公司内部普及 IPv6 的基本原理、优势和应用场景，提升公司内部对 IPv6 的认知度；强调 IPv6 的在推动国家数字经济发

¹ 金融行业 IPv6 发展监测平台：中国人民银行组织建设，中国信息通信研究院提供技术支持。

² 天窗问题：网站进行 IPv6 升级改造后，由于网站中可能包含的外部链接或引用的内容没有升级到 IPv6，导致 IPv6 用户访问这些未升级的内容时出现响应缓慢或无法显示的问题

展、保障网络安全等方面的战略意义，引导公司技术人员主动拥抱 IPv6；积极分享公司各应用 IPv6 改造案例，让公司各业务系统管理员了解当前成熟的改造方案和建设方案，积极推进各自管理应用系统的 IPv6 改造。

4. 中原证券下一步 IPv6 技术创新应用探索

4.1. 当前面临的挑战

中原证券目前采用传统两地三中心部署架构，骨干之间采用 ospf 协议实现动态路由转发，随着业务扩大，数据中心之间的网络流量激增，访问关系复杂，给网络运维人员带来很大的挑战，主要表现在以下几个方面：

(1) 骨干网络所有业务流量转发路径相对固定，按照数据中心地址段进行路由设计，无法基于业务灵活调整转发路径，骨干网各广域网专线之间流量负载失衡，链路带宽不能充分利用。

(2) 随着业务类型的不断变化，各业务对网络的要求开始存在差异性，有些业务对时延要求高，有些业务对带宽容量要求高，通过调整路由策略的方式很难做到精准调整业务路径。

(3) 骨干网络路由调优变更影响范围较广，风险较大。

(4) 两地三中心模式正发生变化，因业务发展需要，未来数据中心数量存在不断增加的可能性，骨干网络复杂度不断增加。

4.2. 下一步应用探索

随着 IPv6 在金融数据中心的推广普及，SRv6（Segment Routing over IPv6，基于 IPv6 的分段路由技术）通过结合 IPv6 和 Segment Routing（分段路由技术）技术优势，在金融行业得到进一步探索和应用。

SRv6 技术包括以下特点：

(1) 通过使用 IPv6 的扩展头来携带路由信息，减少了对传统 MPLS 标签堆栈的依赖，从而简化了网络设计。

(2) 允许网络管理员通过编程方式定义数据包的端到端路径，提供了更高的灵活性和控制能力。

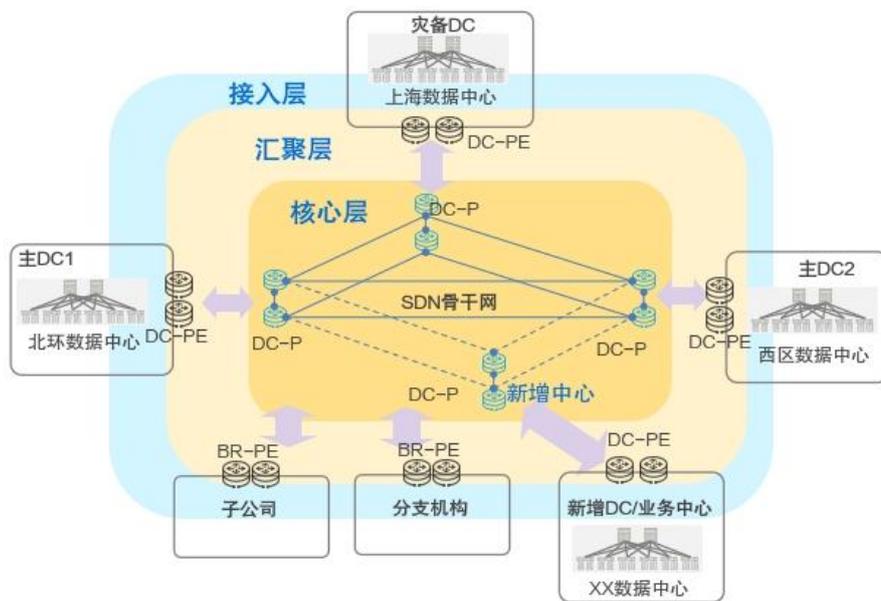
(3) SRv6 的路径编程能力使得网络能够快速适应变化的业务需求和流量模式，提高了网络的灵活性。

(4) 与 SDN（软件定义网络）技术相结合，可以实现网络配置和运营的自动化，减少人工干预，提高效率。

(5) 支持快速重路由和保护机制，可以在网络发生故障时迅速恢复业务，提高网络的可靠性。

中原证券正积极探索通过应用 SRv6 技术建设以郑州北环数据中心、西区数据中心和上海金桥数据中心为核心层的新一代双平面架构骨干网。

新一代骨干网络架构图如下图所示：



图四：新一代骨干网络架构图

中原证券计划按照新一代骨干网络架构图先开展统一管控平台和核心骨干网络建设。

统一管控平台：通过搭建广域网 SDN-WAN（软件定义广域网）控制器统一管控核心骨干网和广域接入网，完成网络业务编排以及网络业务的自动发放，同时负责 SRv6 Policy（SRv6 技术基础上的引流策略）集中式算路调优。同时开放北向 API 接口，实现业务的快速定制和自动发放。

核心骨干网：组建以 DC-PE³、DC-P⁴以及分支机构 BR-PE⁵为核心的双平面网络。主要提供数据中心互联业务的承载，以及数据中心与分支经营机构间的业务承载。

通过上述网络建设实现以下建设目标：

³ DC-PE：数据中心骨干边界路由器，PE 角色，用于数据中心 VPN 业务的接入。

⁴ DC-P：数据中心骨干路由器，P 角色，用于骨干网包括数据中心互联核心。

⁵ BR-PE：分支机构汇聚路由器

(1) 标准化和弹性可扩展的网络架构：骨干网架构、业务接入模型实现标准化、模块化。骨干网节点、链路可弹性扩缩，支持新数据中心及业务的快速上线。

(2) 灵活业务流量调度：通过网络虚拟化技术，构建多张虚拟网络，网络路径集中计算，按需统一调度，满足不同类型用户或业务的灵活承载。

(3) 全景可视：网络多维可视，全面呈现设备及网络链路状态，快速发现网络瓶颈和隐患。网络质量智能分析，快速故障定位和恢复。

(4) 降本增效：合理调优带宽资源，提高带宽利用率，降低链路费用支出。