

**ONE NET Campus 园区 IPv6 方案**  
**V100R001C02**  
**技术建议书**

文档版本 02  
发布日期 2012-08-30

**版权所有 © 华为技术有限公司 2012。 保留一切权利。**

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

## 商标声明



HUAWEI 和其他华为商标均为华为技术有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

## 注意

您购买的产品、服务或特性等应受华为公司商业合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能不在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，华为公司对本文档内容不做任何明示或暗示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

# 华为技术有限公司

地址：                  深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼                  邮编：518129

网址：                  <http://enterprise.huawei.com>

客户服务邮箱：      [ChinaEnterprise\\_TAC@huawei.com](mailto:ChinaEnterprise_TAC@huawei.com)

客户服务电话：      400-822-9999

---

# 目 录

---

<b>1 概述</b> .....	<b>1</b>
1.1 IPv6 方案背景 .....	1
1.2 IPv4 向 IPv6 过渡趋势 .....	1
1.3 企业 IPv6 过渡 .....	4
1.3.1 企业 IPv6 过渡过程 .....	4
1.3.2 企业 IPv6 过渡方案 .....	5
<b>2 IPv6 过渡方案</b> .....	<b>7</b>
2.1 IPv6 过渡技术 .....	7
2.2 主要过渡方案 .....	9
2.2.1 园区全双栈方案 .....	9
2.2.2 园区 ISATAP 隧道过渡方案 .....	11
2.2.3 园区 IPv6 over IPv4 手工隧道过渡方案 .....	12
2.2.4 园区无线 WLAN 双栈网络方案 .....	13
<b>3 推荐产品</b> .....	<b>16</b>

# 1 概述

## 1.1 IPv6 方案背景

随着 Internet 的发展, IP 地址不仅用在计算机上, 还用在各种依靠 IP 进行互连的设备上, 所以, 对 IP 地址的需求更加迫切。全球唯一单播 IPv4 地址的可用数目已经不足以为每一台即将出现的新设备配置一个全球唯一的 IP 地址。尽管使用了很多无类域间路由选择 (CIDR) 和网络地址转换 (NAT) 等机制, 全球的路由表依然在持续增长。NAT 虽然可以暂时缓解 IP 地址缺乏问题, 但是, NAT 破坏了网络端到端的模型, 增加了网络的复杂度。

IPv6 (Internet Protocol Version 6) 是网络层协议的第二代标准协议, 也被称为 IPng (IP Next Generation), 它是 Internet 工程任务组 (IETF) 设计的一套规范, 是 IPv4 的升级版本。IPv6 和 IPv4 之间最显著的区别就是 IP 地址的长度从 32 位升为 128 位。IPv6 可以较为彻底的解决 IP 地址缺乏问题。IPv6 部署已成为全球的共识。

## 1.2 IPv4 向 IPv6 过渡趋势

随着 IPv4 地址枯竭, IPv4 向 IPv6 的地址过渡已经成为迫在眉睫的需求。

IPv4 向 IPv6 的过渡不可能一蹴而就, 注定是一个漫长的过程, 预计这个过程大体分为 5 个阶段: 全 IPv4、初期、发展期、演进后期, 全 IPv6。

### 全 IPv4 阶段

如图 1-1 所示, 这个阶段是企业的初始状态, 企业的业务及分支间互联通过 IPv4 实现。

图1-1 全 IPv4

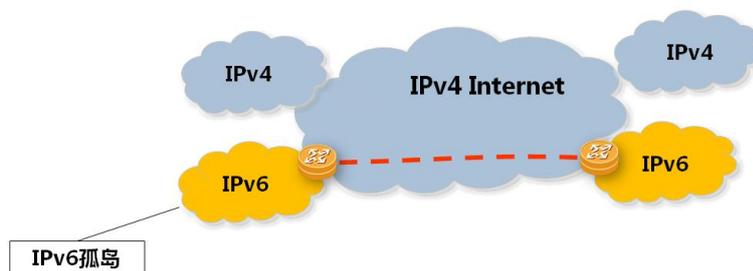


## 初期

如图 1-2 所示，初期阶段有如下特点：

- 终端及应用层部署 IPv6，接入层、汇聚层、核心层支持终端 IPv6 接入，数据中心部署 IPv6 业务，同时升级 DMZ 区域，准备提供部分 IPv6 服务。
- 升级园区出口，支持 IPv6 Internet 接入，园区对外提供 IPv6 服务。
- 允许其他园区、分支及合作伙伴通过 WAN 或 IPv4/IPv6 Internet 接入。
- 允许出差员工通过 IPv4/IPv6 Internet 接入。
- 支持 IPv6 基础网络管理。

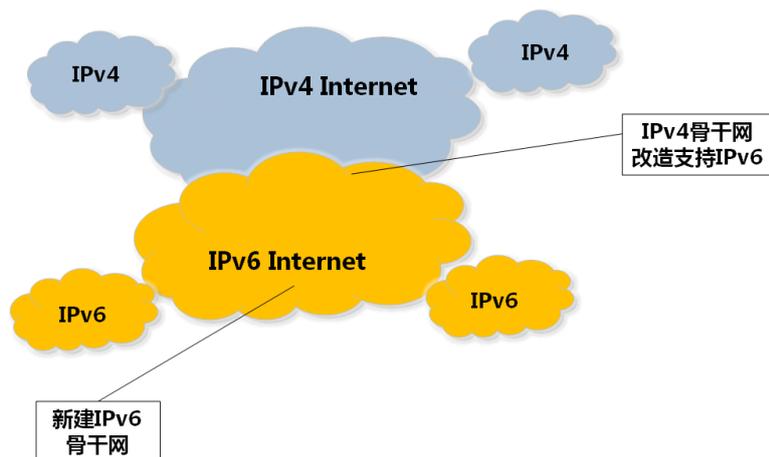
图1-2 初期



## 发展期

如图 1-3 所示，在发展期阶段，加大了 IPv6 部署范围及业务向 IPv6 迁移。

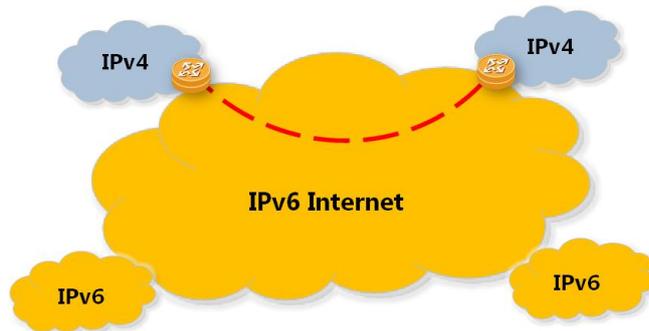
图1-3 发展期



## 演进后期

如图 1-4 所示，在演进后期，仍然加大了 IPv6 部署范围及业务向 IPv6 迁移。

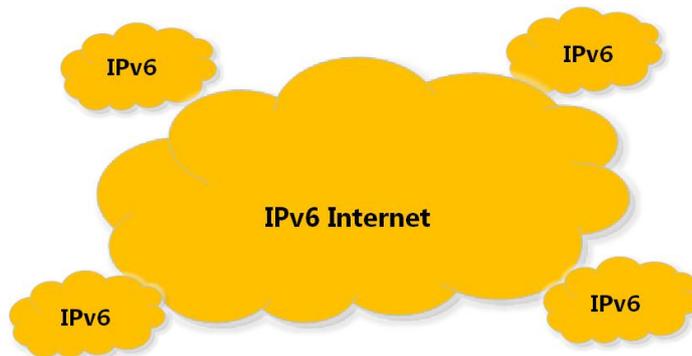
图1-4 演进后期



## 全 IPv6 阶段

如图 1-5 所示，全 IPv6 阶段是企业 IPv6 演进的理想状态，企业的业务及分支之间互联完全通过 IPv6 实现。

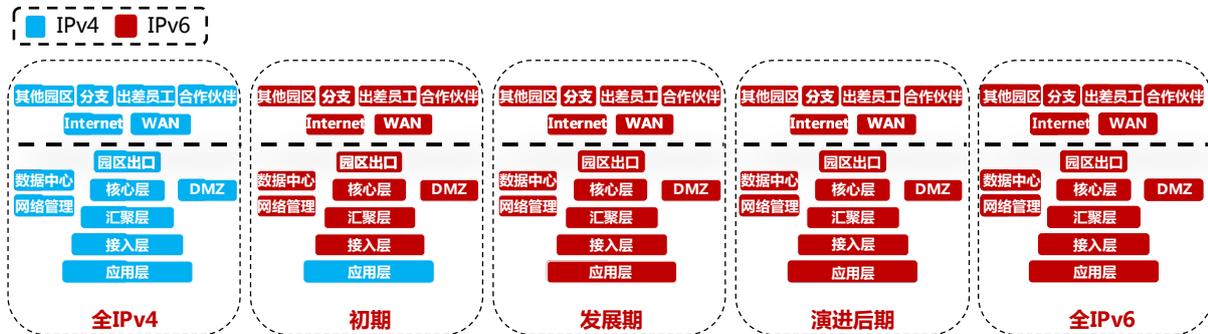
图1-5 全 IPv6



## 1.3 企业 IPv6 过渡

### 1.3.1 企业 IPv6 过渡过程

图1-6 企业 IPv6 过渡过程



如图 1-6 所示，企业 IPv6 的过渡也经历五个阶段，企业在各阶段时的状态如表 1-1 所示。

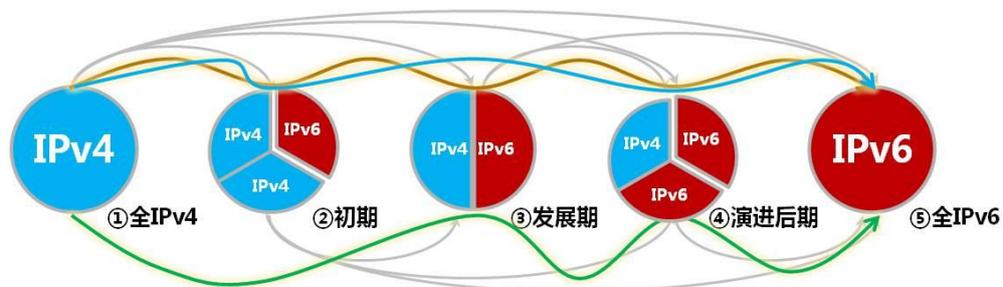
表1-1 企业在 IPv6 过渡各阶段的状态表

阶段	应用	汇聚&接入	核心&出口	数据中心 &DMZ	互联
全 IPv4	IPv4	IPv4	IPv4	IPv4	IPv4
初期	少量应用及试点区域终端支持 IPv6	试点区域设备支持 IPv6	所有设备支持 IPv6	少量服务及服务器可支持 IPv6	少量支持 IPv6 Internet 接入、分支互联、出差员工接入
发展期	支持 IPv6 的应用及终端数量占总数的一半左右	半数区域设备支持 IPv6	所有设备支持 IPv6	半数服务及服务器可支持 IPv6	半数支持 IPv6 Internet 接入、分支互联、出差员工接入
演进后期	IPv6 应用及终端占主导地位	少数区域设备不支持 IPv6	所有设备支持 IPv6	少数服务及服务器不支持 IPv6	少数不支持 IPv6 Internet 接入、分支互联、出差员工接入
全 IPv6	应用及终端全部支持 IPv6	所有区域设备支持 IPv6	所有设备支持 IPv6	所有服务及服务器支持 IPv6	全部支持 IPv6 Internet 接入、分支互联、出差员工接入

### 1.3.2 企业 IPv6 过渡方案

如图 1-7 所示，企业网络向 IPv6 过渡需要经历如下五个阶段，但其中也有些阶段在实际演进过程中是跳过的，根据经历的阶段不同，分为以下几种过渡方案。

图1-7 企业 IPv6 过渡方案



如表 1-2 所示，列出了各种过渡方案的特点、过渡时间、对现网的影响、技术成熟度、过渡风险。

表1-2 企业 IPv6 过渡方案对比表

方案	经历阶段及特点	过渡时间	现网影响	技术成熟度	风险
一	1—2—3—4—5 平滑过渡	充足	小	高	小
二	1—2—3—5 适度过渡	适中	中	中	中
三	1—2—4—5 适度过渡	适中	中	中	小
四	1—2—5 跃进过渡	紧张	大	低	大
五	1—3—4—5 适度过渡	适中	中	中	小

#### 方案选择原则

- 方案需经历四个以上阶段，否则太激进。
- 演进后期是 IPv6 过渡的必经阶段，没有演进后期的方案过渡不平滑。

#### 推荐方案

综合过渡方案及方案选择的原则，以下是我们推荐的企业网络向 IPv6 过渡的方案。

- 方案一

方案一的特点是过渡经历了五个阶段，时间充足。

时间充足，对现网的改造可以逐步进行，现网影响小；可以使用成熟技术，风险小。

- 方案三

方案三经历了 1、2、4、5 四个阶段，过渡时间适中，对现网的影响程度也适中；过渡过程经历漫长的演进后期阶段，技术成熟度也适中，带来的风险小。

- 方案五

方案五经历了 1、3、4、5 四个阶段，过渡时间、对现网的影响、技术成熟度都和方案三相同，带来的风险也很小。

# 2 IPv6 过渡方案

## 2.1 IPv6 过渡技术

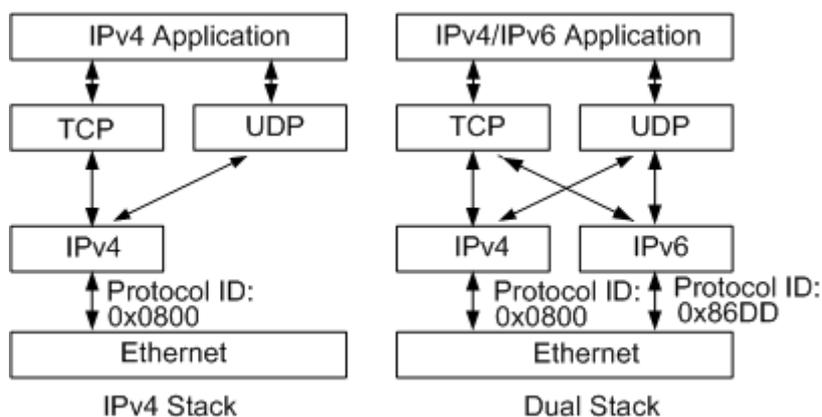
IPv6 过渡技术主要有三种：双栈、隧道和转换技术。

实际组网中，往往是多种技术方案组合部署，应对多种应用场景。请根据具体的应用场景灵活选择相应的技术。

### 双栈技术

双栈定义在 RFC4213 中，是指在终端设备和网络节点上既安装 IPv4 又安装 IPv6 的协议栈，从而实现分别与 IPv4 或 IPv6 节点间的信息互通。

图2-1 单协议栈与双协议栈结构



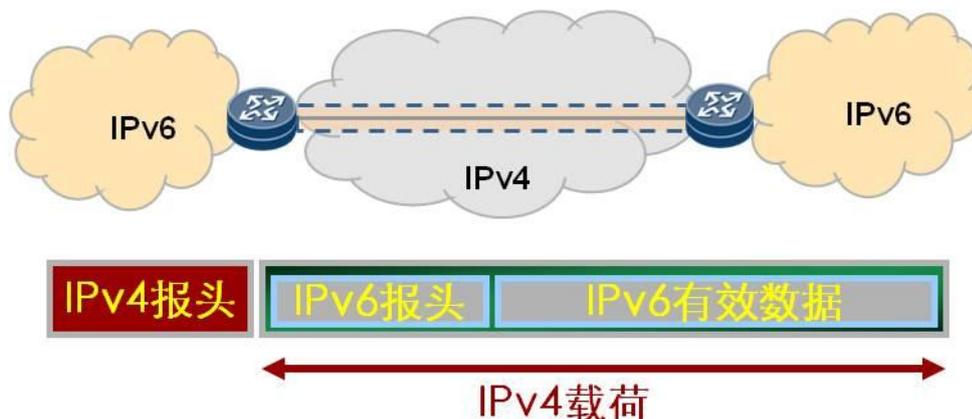
双栈技术是 IPv4 向 IPv6 过渡的一种有效的技术，是 IPv4 向 IPv6 过渡的基础，所有其它的过渡技术都以此为基础。网络中的节点同时支持 IPv4 和 IPv6 协议栈，源节点根据目的节点的不同选用不同的协议栈，而网络设备根据报文的协议类型选择不同的协议栈进行处理和转发。

双栈技术可以在一个单一的网络设备上实现，也可以是一个双栈网络，对于双栈网络，其中的所有设备必须同时支持 IPv4/IPv6 协议栈，连接双栈网络的接口必须支持配置 IPv4 地址和 IPv6 地址。

## 隧道技术

隧道技术是指一种协议封装到另外一种协议中的技术。隧道技术用于实现分布于 IPv4 网络中孤立的 IPv6 网络之间的互连，或者分布在 IPv6 网络中的 IPv4 岛屿互连。隧道技术只需要边界节点实现双栈，并通过隧道将一个地址族的数据穿越另一个地址族网络。

图2-2 隧道技术示意图



如图 2-2 所示，隧道技术工作原理是：利用现有的 IPv4 网络为互相独立的 IPv6 网络提供连通性，IPv6 网络边缘设备收到 IPv6 网络的 IPv6 报文后，将 IPv6 报文封装在 IPv4 报文中，成为一个 IPv4 报文，在 IPv4 网络中传输到目的 IPv6 网络的边缘设备后，解封封装去掉外部 IPv4 头，恢复原来的 IPv6 报文，进行 IPv6 转发。

隧道技术有很多种，常见的有：GRE 隧道、6 to 4 隧道、ISATAP (Intra-site Automatic Tunnel Addressing Protocol) 隧道、L2TP 隧道、6RD 隧道等。

## 转换技术

为了缓解 IPv4 地址紧缺的问题及实现 IPv4 与 IPv6 的业务互访，可以利用转换技术，转换技术主要包括 IPv4 私网地址到公网地址转换的 DS-Lite、NAT44 和 NAT444，以及 IPv6 地址到 IPv4 地址转换 AFT (Address Family Translation) 相关的 SIIT (Stateless IP/ICMP Translation)、NAT-PT (Network Address Translation-Protocol Translation) 和 NAT64 (Network Address Translation IPv6&IPv4) 和 IVI，因为转换技术相对来说还未成熟，并且有 ALG (Application Level Gateway) 问题，可扩展性差。

## 过渡技术对比

表 2-1 列出了三种过渡技术的对比。

表2-1 三种过渡技术对比

过渡技术	技术介绍	优点	缺点
双栈	同时支持 IPv6 和 IPv4 协议，应用程序根据 DNS 解析地址类型选择使用 IPv6 或 IPv4 协议。 基础的过渡技术，用于 IPv6 孤岛互联、IPv6 和 IPv4 的互通。	互通性好，实现简单。允许应用逐渐从 IPv4 过渡到 IPv6，适合大规模部署。	对每个 IPv4 节点都要升级，没有解决 IPv4 地址紧缺问题。（企业使用私有地址时无此影响）
隧道	主要利用 IPv6 报文作为 IPv4 的载荷或由 MPLS 承载。在原有 IPv4 网络上使 IPv6 孤岛互联。	将 IPv4 的隧道作为 IPv6 的虚拟链路。	额外的隧道配置，降低效率，只能实现 v6-v6 设备的互联，适合小规模使用。
转换技术	转换技术用于实现纯 IPv6 节点和纯 IPv4 节点间的互通。一般是借助中间的转换技术服务器实现 IPv6 网络与 IPv4 网络间的通信。主要技术有：SIIT、NAT64 和 IIVI 等。	不需要升级设备。	需要投入额外的设备，效率低。存在应用层网关问题，可扩展性差。

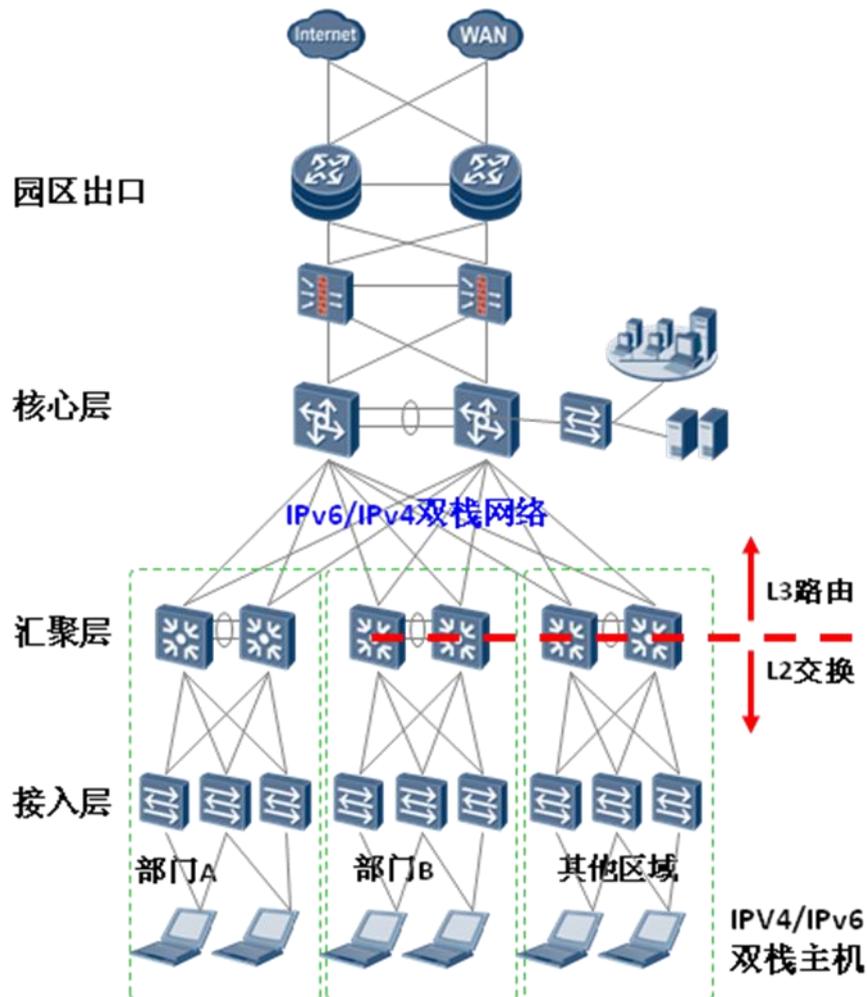
## 2.2 主要过渡方案

### 2.2.1 园区全双栈方案

园区全网采用双栈模式是最通用和成熟的方式，在现有的 IPv4 环境中部署 IPv6，并且 IPv6 与 IPv4 能独立完整保持所需的相关功能性和安全性，全网不存在 IPv6 孤岛。但是园区全双栈模式要求全网设备都必须支持双栈模式，但可能存在之前的老旧设备不支持 IPv6 的情况，需要进行升级。

全双栈模式适合全新建设的园区网或现有网络设备支持 IPv6 的场景，适合大规模部署。

图2-3 全双栈模式组网图



IPv6 结构与 IPv4 网络结构相同：

- 接入层  
相同接入层的 L2 交换机整体上对 IPv6 三层转发是不可见的，但接入交换机的特性某些三层特性，需要支持以下几种应用：L2 组播、MLD (Multicast Listener Discovery) snooping、IPv6 管理 (Telnet/SSH/SNMP)。  
另外，包括 L2 交换机特定的安全特性也很重要，如：DHCPv6 Snooping、ND Snooping 等。
- 汇聚和核心层  
设备必须在转发面上支持 IPv6，IPv6 路由协议等。  
需要支持以下几种应用：
  - 汇聚和核心层部署 CSS (Cluster Switch System) 集群的情况下，需要支持 IPv6 集群。
  - 汇聚层作为 L2/L3 分界，要求部署的 VRRP6 (Virtual Router Redundancy Protocol for IPv6) 网关冗余协议、DHCPv6 Relay 等功能。

## 2.2.2 园区 ISATAP 隧道过渡方案

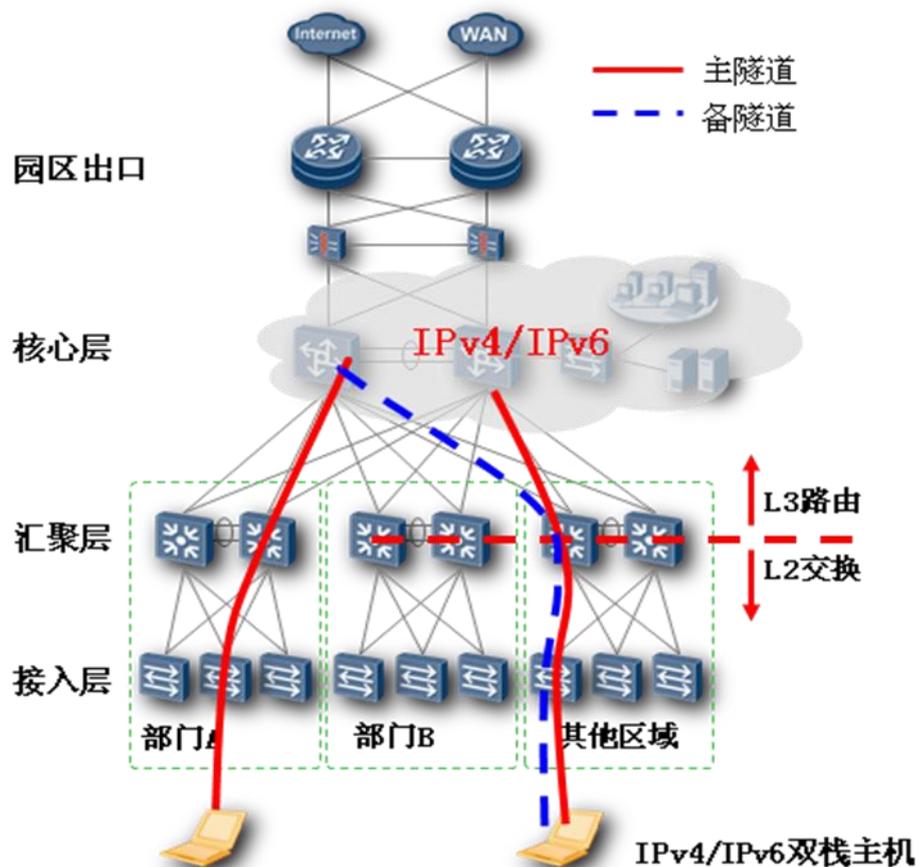
ISATAP 是一种地址分配和主机到主机、主机到路由器和路由器到主机的自动隧道技术，它为 IPv6 主机之间提供了跨越 IPv4 内部网络的单播 IPv6 连通性。

ISATAP 一般用于 IPv4 网络中的 IPv6/IPv4 节点间的通信隧道。由于配置简单，定位为主机—网络设备间的过渡技术。

接入汇聚层设备可以不支持 IPv6，主机通过使用 ISATAP 隧道接入核心层 IPv6 网络，访问 IPv6 服务，可实现 IPv6 服务的快速引入。

ISATAP 隧道过渡方案适合接入、汇聚设备不支持 IPv6 或希望小的改动快速实现 IPv6 服务的引入，适合小规模部署。

图2-4 ISATAP 隧道过渡方案组网图



- IPv6 区域  
方案根据需要可以仅升级园区核心设备及 IPv6 业务区的网络(边缘或者数据中心)，接入用户直接通过 ISATAP 打通到核心的 IPv6 的隧道，穿越接入、汇聚的 IPv4 网络，实现用户的 IPv6 业务访问需求。
- IPv6 的网络结构  
IPv4 的网络结构中的核心设备作为 IPv6 隧道接入主机的网络接入设备。

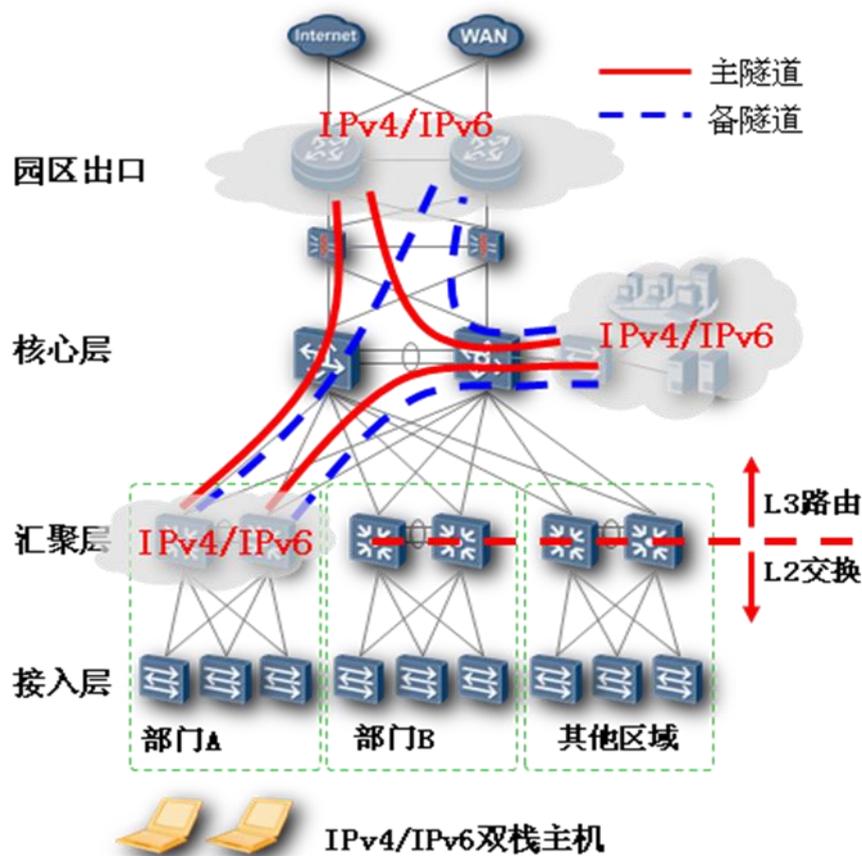
- 优点：可以不改变现有技术架构。
- 缺点：核心设备需要做 IPv6 主机的接入设备。增加了 QoS、安全、隧道在核心层的部署，配置复杂，可能对原有核心业务造成影响。同时 ISATAP 不支持组播协议。
- 可靠性  
通过核心层交换机集群，实现主机与网络之间的双 ISATAP 隧道。

### 2.2.3 园区 IPv6 over IPv4 手工隧道过渡方案

IPv6 over IPv4 手工隧道过渡方案是指通过运行 IPv4 协议的骨干网络将局部 IPv6 网络连接起来，适用于核心层不支持 IPv6、IPv6 功能较差或只在某些区域内集中部署 IPv6 的情况。

园区网需要互通的 IPv6 网络较少，推荐应用 IPv6 over IPv4 手工隧道配置，易扩展。

图2-5 IPv6 over IPv4 手工隧道过渡方案组网图



- IPv6 区域  
现有网络中有局部 IPv6 区域，通过在 IPv6 区域间建立隧道穿越 IPv4 的核心区域，实现多个 IPv6 业务互访的需求。
- IPv6 的网络结构

IPv4 网络中的汇聚设备作为 IPv6 隧道实现多个 IPv6 区域互访。

- 优点：实现简单，使用 IPv4 网络承载 IPv6 流量。
- 缺点：需要改造接入/汇聚设备，需要额外的数据封装开销。
- 可靠性  
网络与网络之间部署双 IPv6 over IPv4 手工隧道。

## 2.2.4 园区无线 WLAN 双栈网络方案

在双栈园区需要部分无线 IPv6 用户接入时，可以通过部署 AC+Fit AP 实现无线 IPv6 用户接入。

图2-6 园区-无线 WLAN 双栈网络方案-数据转发流程



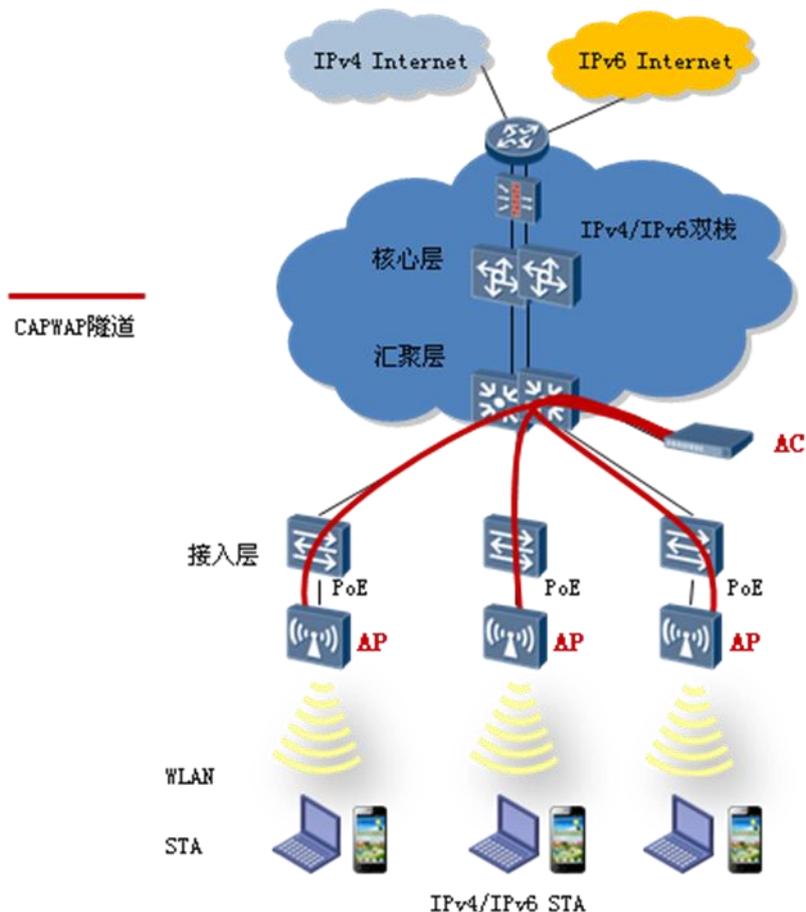
集中转发模式：AP 负责将 802.11 报文与 CAPWAP 报文进行转换并通过 CAPWAP 隧道传输给 AC，AC 负责将 CAPWAP 中数据报文转换成以太网二层数据帧并透传至上层双栈网络以及处理 CAPWAP 中 AP 管理报文。

园区无线 WLAN 双栈网络方案，根据 AC 部署的位置不同，分为以下两种组网方案：

### AC 汇聚层旁挂模式组网

如图 2-7 所示，AP/AC 间采用二层或三层组网，AC 以旁挂模式位于汇聚层设备旁，汇聚交换机需支持 IPv6 转发、DHCPv6 relay 等功能。

图2-7 AC 汇聚层旁挂模式组网



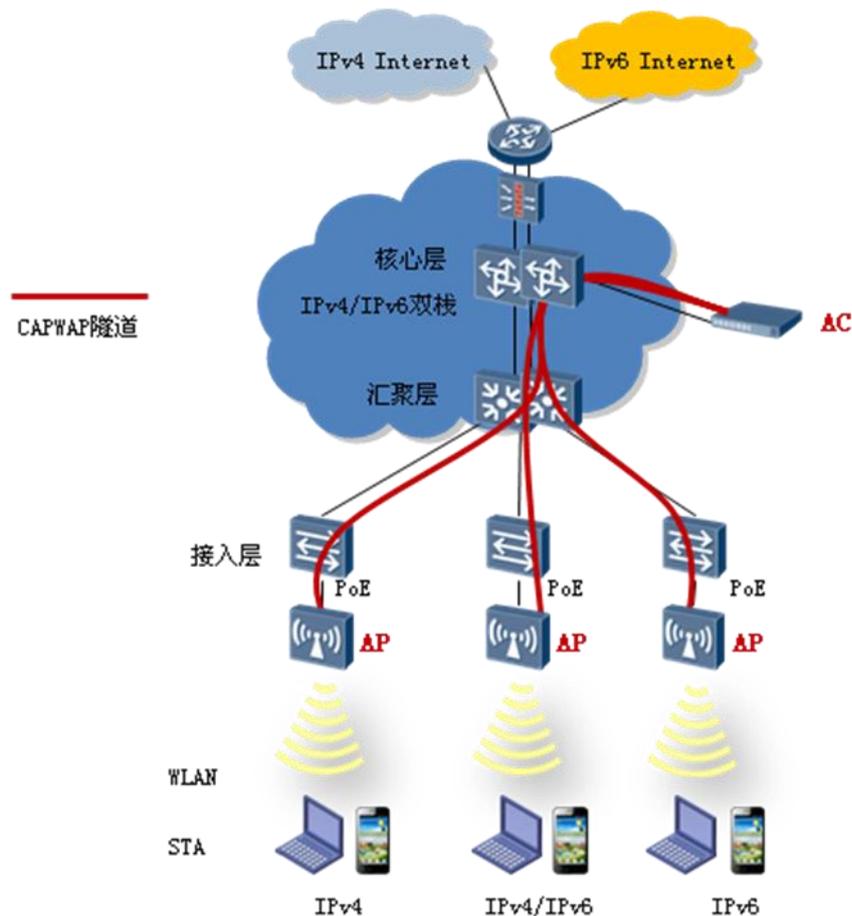
控制数据通过二层接入交换机、三层汇聚交换机在 AP/AC 间转发。不同热点 AP 规划不同的管理 VLAN 并终结于三层汇聚交换机。

采用集中转发模式，STA 的业务数据将封装在 CAPWAP 报文中，通过二层接入交换机、三层汇聚交换机在 AP/AC 间转发：上行数据由 AC 解 CAPWAP 封装后，将 STA 业务数据转发给汇聚交换机后继续转发；下行数据由 AC 封装后通过 CAPWAP 隧道转发给 AP 后发往 STA。

## AC 核心层旁挂模式组网

如图 2-8 所示，AP/AC 间采用三层组网，AC 以旁挂模式位于核心层设备旁，核心交换机需支持 IPv6 转发、DHCPv6 relay 等功能。

图2-8 AC 核心层旁挂模式组网



控制数据通过二层接入交换机、三层汇聚交换机、三层核心交换机在 AP/AC 间转发。不同热点 AP 规划不同的管理 VLAN 并终结于三层汇聚交换机。

采用集中转发模式，STA 业务数据将封装在 CAPWAP 报文中，通过二层接入交换机、三层汇聚交换机、三层核心交换机在 AP/AC 间转发：上行数据由 AC 解 CAPWAP 封装后，将 STA 业务数据转发给核心交换机后继续转发；下行数据由 AC 封装后通过 CAPWAP 隧道转发给 AP 后发往 STA。

# 3 推荐产品

园区 IPv6 部署，我们推荐如下产品：

表3-1 推荐产品

部件	产品/型号
出口路由器	NE 系列、AR G3 系列
核心交换机	S9700 系列
汇聚交换机	S9700 系列、S7700 系列
接入交换机	S5700 系列
WLAN AC	AC6605
WLAN AP	AP6XXX 系列