



智能业务平台

大型企业

无边界网络

IPv6编址指南

● ● ● 智能业务平台

修订版：2011年上半年

指南目的

本IPv6编址指南是对《面向大型企业的IBA智能业务平台设计指南》系列的补充。文章介绍了下一代IP地址：IPv6的编址方法。一个稳健、且有效规划的IP编址设计，将为思科IBA智能业务平台提供的各种可靠的网络服务奠定一个坚实的基础，这些服务包括互联网连接、广域网基础设施部署、安全、远程站点和总部基础设施部署等。

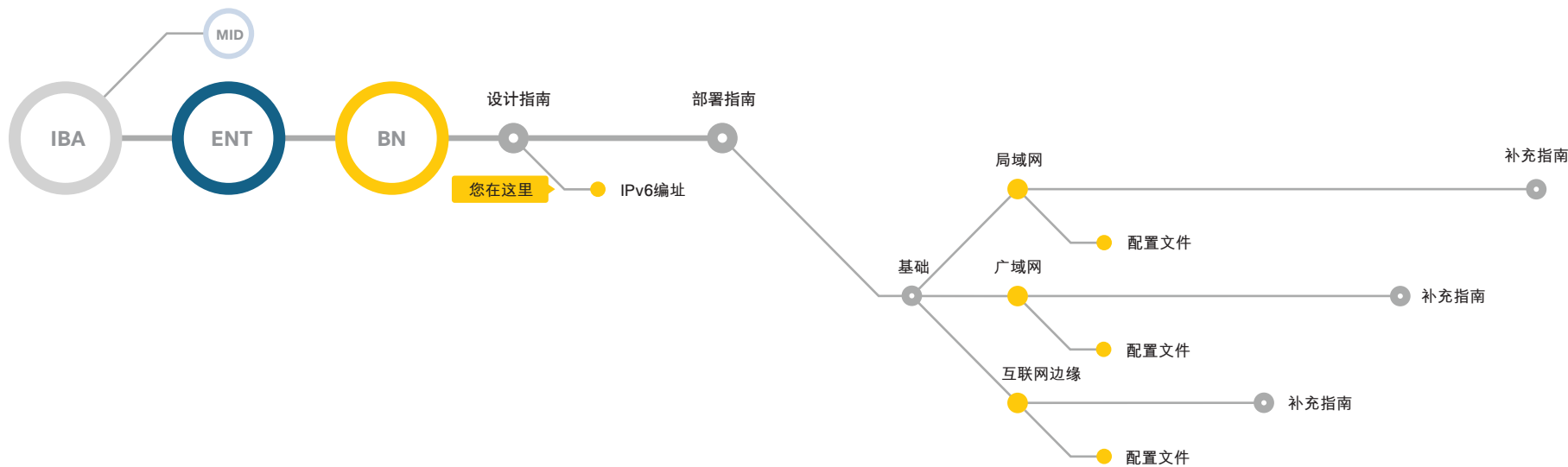
本指南的内容包括：

- 如何成功的将IPv6集成到一个已经分配了IPv4地址的网络中
- 如何处理网络中存在多个IP地址范围的问题
- 何时使用运营商分配的IP地址空间
- 如何设置IPv6子网

本指南的目标读者

本指南面向具有以下全部或部分特点的读者：

- 拥有2000-10,000名员工的组织。
- 已经拥有网络，需要向网络添加新服务，并希望获得这方面的指导。
- 担心IPv4地址空间用尽，希望获得如何迁移到IPv6地址的指导。



本文的读者目前可能正在寻找以下技术文档：

- 关于IPv6编址和子网划分知识的技术文档。
- 基本的IPv6编址指南，以帮助自己重新设计网络的技术文档。
- 如何与已部署IPv6的组织进行通信的技术文档。
- 一个关于如何部署IPv6地址的方案，以支持未来发展。

相关文档

可选文件



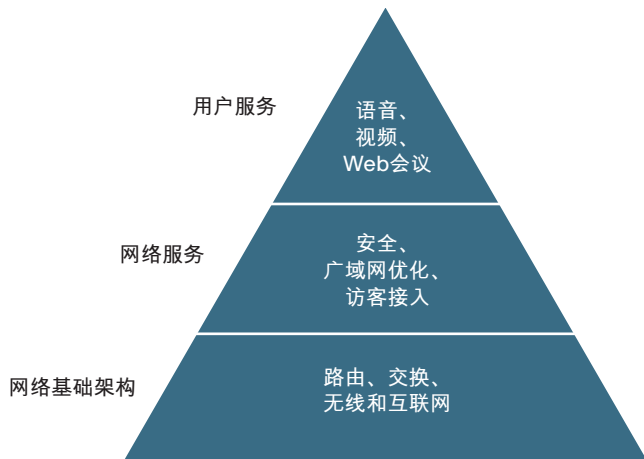
IBA概述

面向大型企业的思科®IBA智能业务平台是一种规范性架构，致力于通过使用有线、无线、安全、广域网和互联网边缘模块，构建一个简单易用、灵活、可扩展的网络。它采用了一种可靠且包含完善支持服务的标准化设计，有效消除了集成不同网络组件带来的挑战。

面向大型企业的思科IBA智能业务平台无边界网络旨在满足拥有2,000至10,000名员工的大型企业的常见要求。由于每个大型企业都是独一无二的，因此它们的要求也各不相同。为此，我们确保思科IBA智能业务平台的设计能够支持灵活添加额外的功能，而无需重新设计网络。

思科IBA智能业务平台分为三个架构层：网络基础层、网络服务层和用户服务层。为了在大型企业的办公地点内外都能可靠地交付业务应用和服务，这三层必须协调一致地工作，否则语音、视频和数据传输就可能会出现故障甚至遭到破坏，致使您的组织面临风险。

图 1. IBA智能业务平台模型



本指南是《面向大型企业的IBA智能业务平台无边界网络设计指南》的配套文档。

本指南重点介绍了这三个架构层，因为IP编址是语音、视频、安全性、以及核心层路由和交换的基础。网络，特别是IP编址方案，构成了我们每天使用的所有网络服务、用户服务和应用的基础。如果没有这一基础，我们将无法实现网络交互功能和使用各种用户服务，包括使用电话和阅读电子邮件等。用户和网络服务体验均与此基础有着密不可分的关系。

本指南介绍了下一代IP地址：IPv6的编址方法。一个稳健、且有效规划的IP编址设计，将为思科IBA智能业务平台提供的各种可靠的网络服务奠定一个坚实的基础，这些服务包括互联网连接、广域网基础设施、安全、远程站点和总部基础设施等。如果一个网络已分配了IPv4地址空间，那么如何才能成功地将IPv6集成到这个架构中呢？如果网络中有多个IP地址空间，将会怎样？大型企业应在何时使用运营商分配的IP地址空间？IPv6子网又该如何设置？阅读完本指南，所有这些问题都将迎刃而解。



读者提示

如需了解更多有关思科IBA智能业务平台的信息，请访问：

<http://www.cisco.com/go/cn/iba/>

如需要注册快速报价工具（QPT），请访问：

<http://www.cisco.com/go/qpt>

目录

简介	1	IPv6地址规划的考虑因素.....	7
IPv6编址技术概述	2	前缀大小考虑因素	7
IPv6地址格式	2	为互联网连接分配的IPv6地址空间	8
网络前缀	2	IPv6迁移技术.....	8
IPv6地址类型	2	附录A：面向大型企业的IBA智能业务平台文档体系.....	9
IPv6的新特点	3		
地址管理和分配.....	3		
静态配置	3		
无状态地址自动配置	4		
基于状态的DHCPv6.....	5		
无状态DHCP.....	6		

本手册中的所有设计、规格、陈述、信息和建议（统称为“设计”）均按“原样”提供，可能包含错误信息。思科及其供应商不提供任何保证，包括但不限于适销性、适合特定用途和非侵权保证，或与交易过程、使用或贸易惯例相关的保证。在任何情况下，思科及其供应商对任何间接的、特殊的、继发的或偶然性的损害均不承担责任，包括但不限于由于使用或未能使用本手册所造成的利润损失或数据丢失或损害，即使思科或其供应商已被告知存在此类损害的可能性。这些设计如有更改，恕不另行通知。用户对于这些设计的使用负有全部责任。这些设计不属于思科、供应商或合作伙伴的技术建议或其它专业建议。用户在采用这些设计之前应咨询他们的技术顾问。思科未测试的一些因素可能导致结果有所不同。

文中使用的任何互联网协议（IP）地址均非真实地址。文中的任何举例、命令显示输出和图示仅供说明之用。在图示中使用任何真实IP 地址均属无意和巧合。Cisco Unified Communications SRND（基于Cisco Unified Communications Manager 7x）。

© 2011 思科系统公司。保留所有权利。

简介

互联网协议（IP）版本6是一个全新IP协议，旨在取代目前已在全球部署和使用的IP版本4。

实践证明，目前的IP版本（即IPv4）功能强大，易于部署，可互操作，并在将网络互联扩展为全球规模的互联网的过程中，发挥了重要的作用。但是，在最初设计IPv4时，并未预料到以下情况的发生：

- 互联网迅速发展，IPv4地址空间用尽
- 出现了对于更简单的网络设备自动配置和重编号的需要
- 产生了对于IP级安全的需求
- 需要更好地支持数据的实时交付—也称为服务质量（QoS）

借助基于网络地址转换（NAT）技术实现的专用地址空间，IPv4的寿命得到了一定程度的延长。尽管这些技术看起来能够增加地址空间，满足传统客户端—服务器设置需要，但对于IP地址增长的需求，它们却仍是无能为力。同时，IP地址转换、地址池和临时分配技术，也不足以满足实现永续环境（如通过宽带、有线调制解调器或DSL提供家庭互联网等）的需要。此外，消费者互联网设备所需的即插即用功能进一步提高了对于地址的需求。

目前互联网的迅猛发展和IPv4地址空间即将用尽的情况，都是早期互联网的设计者和使用者始料不及的。而IPv6地址协议能够满足新设备和无止境发展的互联网的最新需求。

IPv6地址空间能够提供更多地址，但它必须在仔细规划后实施。IPv6将能够在现有IPv4基础设施上成功进行部署。同时通过正确的规划和设计，大型企业将能够在IP版本4和版本6之间进行顺畅的转换。

备注

IPv6编址技术概述

IPv6编址机制由互联网工程任务组（IETF）设计而成，可与现有IPv4网络架构实现互操作，并允许IPv6网络与现有IPv4网络共存。IPv6不仅能解决IPv4中IP地址短缺问题，而且增强了IPv4的某些功能。IPv6：

- 强化了路由和编址功能
- 简化了IP报头
- 支持各种类型的IP地址，以及用于组播路由的更大范围的地址块
- 在RFC 4291中进行了说明

IPv6地址格式

IPv6使用以冒号（:）分隔的16字节16进制地址段，来表示128位地址格式，使地址表达更简化、更不易于出错。以下是一个正确的IPv6地址示例：2001:db8:130F:0000:0000:09C0:876A:130B。

此外，为缩短IPv6地址，使地址更便于表达，IPv6使用以下惯例：

- 地址段中的前导零位可选，且能够压缩。例如：以下16进制地址能以压缩格式表达：
 - 示例1：0000 = 0（压缩格式）
 - 示例2：2001:db8:130F:0000:0000:09C0:876A:130B = 2001:db8:130F:0:0:9C0:876A:130B（压缩格式）
- 一对冒号（::）能够表示相连的0字段。但是，在一个有效IPv6地址中，只允许使用一次冒号对。
 - 示例1：2001:db8:130F:0:0:9C0:876A:130B = 2001:db8:130F::9C0:876A:130B（压缩格式）
 - 示例2：FF01:0:0:0:0:0:1 = FF01::1（压缩格式）

地址分析器能够轻松识别IPv6地址中省略的0的个数，它将地址的两部分分开，在其中填充0，直至128位地址填满为止。但是，如果同一地址中出现两个冒号对，就无法确定每个零地址块的大小。使用“::”使许多IPv6地址变得很小。

网络前缀

在IPv6中，前缀大致相当于IPv4中的子网。IPv6前缀由最左边的位构成，起网络标识符的作用。IPv6前缀使用IPv6前缀或前缀长度格式表示，就像IPv4地址以无类别域间路由选择（CIDR）符号表示一样。

/前缀长度变量是一个十进制数值，表示构成前缀的地址高阶连续位的数目，是地址的网络部分。例如：2001:db8:8086:6502::/64是一个正确的IPv6前缀。如果地址以双冒号结束，这尾部的双冒号可以省略。因此这个地址也可写作2001:db8:8086:6502/64。但不管怎样，前缀长度写为十进制数值64，表示该IPv6地址的左边的位数。在IPv4中，类似的地址应表达为xxx.xxx.xxx.xxx/16。

IPv6地址类型

对于IPv4主机和IPv6主机来说，在IP地址要求方面有一个重要差异。IPv4主机一般使用一个IP地址，而IPv6主机可能会有多个IP地址。

IPv6的地址类型主要有三种：

- 单播 —— 一个用于单一接口的地址。发送到单播地址的数据包会传输到该地址所指定的接口。
- 任意播 —— 一个用于一组通常属于不同节点的接口的地址。发送到任意播地址的数据包会按照所用的路由协议的定义，传输到最近的、任意播地址指定的接口。
- 组播 —— 一个用于一组通常属于不同节点（在特定范围内）的接口的地址。发送到组播地址的数据包会传输到组播地址（在特定范围内）指定的所有接口。

IPv6的新特点

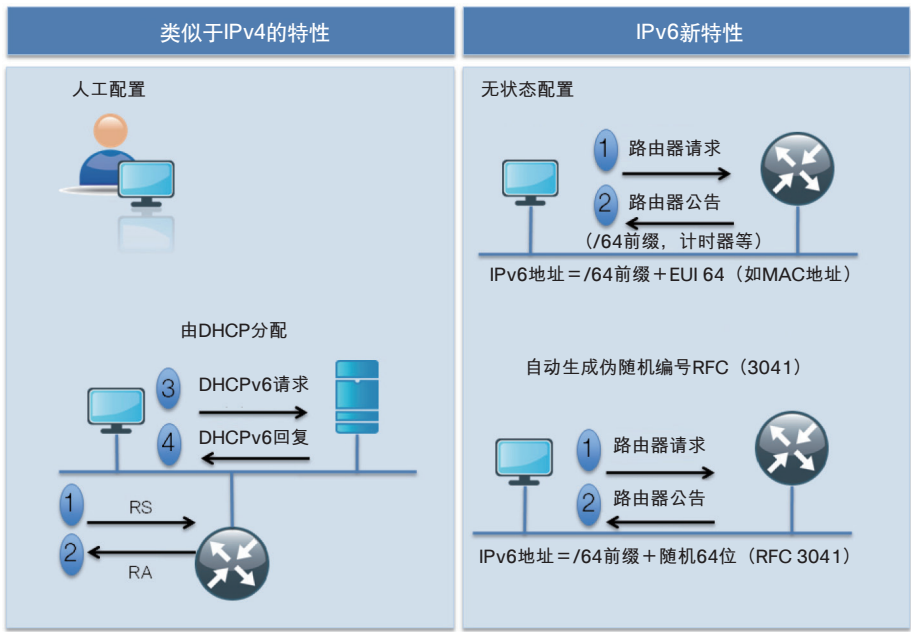
下图总结了类似于IPv4的配置部分，包括：

- 静态配置
- DHCP

它也显示了IPv6的新增部分，包括：

- 无状态配置
- 自动生成的临时地址

图2. IPv6无状态升级



地址管理和分配

在IPv6中，主机地址可使用四种方法进行配置：

- 静态配置 —— 类似于IPv4，主机地址、掩码和网关地址通过人工方式定义。
- 无状态自动地址配置 (SLAAC) —— 在这种情况下，主机自动配置其地址。启动节点发送路由器请求消息，申请路由器广播 (RA)，以配置接口 (RFC2462)。
- 基于状态的DHCPv6 —— 主机使用DHCP获取其IPv6地址。此地址管理类似于IPv4的DHCP行为 (RFC3315)。
- 无状态DHCP —— 主机使用SLAAC以及DHCP，来获取其它参数，如TFTP服务器、WINS等。

配置方式取决于局域网上路由器发送的RA标记。

静态配置

如同IPv4一样，主机地址能够静态定义。在这种情况下，主机的IPv6地址、掩码和网关地址均由人工定义。

静态地址配置一般用于路由器接口配置，但不太用于IPv6主机。

技术提示

使用静态配置意味着IPv6的所有自动配置功能全部失效。

无状态地址自动配置

节点能使用IPv6无状态地址自动配置来生成地址，无需DHCP服务器。IPv6地址通过结合网络前缀和一个接口标识符而构成。在内嵌了电气电子工程师协会（IEEE）标识符的接口中，接口标识符通常来自于IEEE标识符。

技术提示

人们可能会对使用不变的接口标识符，如IEEE标识符有所担心，因为该标识符可能被用于关联看起来无关的活动。使用DHCP获取地址是解决这些问题的一种方法。

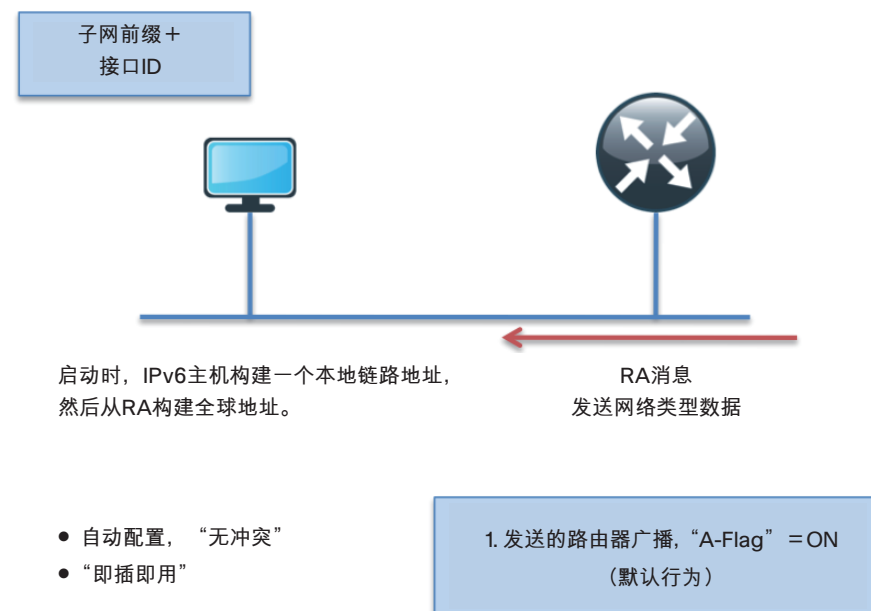
部署更简单

地址自动配置功能内置在IPv6协议中，可简化内联网一级的地址管理功能，使大量IP主机能够轻松发现网络，并获得与其所在位置相关的全球唯一IPv6地址。这种自动配置功能能够支持对全新消费者设备，如手机、无线设备、家电设备等进行即插即用的互联网部署。因此，网络设备无需人工配置，也不必使用任何服务器，如DHCP服务器等，就能够连接到网络。

原理

本地链路上的一个路由器通过RA消息发送网络类型信息，如本地链路的前缀以及路由器广播中的默认路由等。该路由器向本地链路上的所有节点提供这一信息，如下所示。

图3. IPv6路由器广播



主机随后能构建自己的地址，在从路由器接收到的/64前缀后面附加一个主机标识符。因此，与以太网连接的主机能够自动配置，将其采用扩展通用标识符EUI-64位格式的48位链路层地址（MAC地址）附加在路由器所广播的64位本地链路前缀后面。

Windows Vista和Windows 7在建立自己的接口标识符时，默认不会使用EUI-64技术。它们会为包括公共地址在内的非临时自动配置地址生成随机地址，使用本地链路地址而非EUI-64地址，如下图所示。

技术提示

使用Windows Vista和Windows 7时，随机编址功能将被关闭。这是Service Pack 1的默认功能。

图4. Windows IPv6地址

```
C:\> netsh int ipv6 sh addr

<snip>

Interface 11: Local Area Connection

Addr Type  DAD State  Valid Life Pref. Life Address
-----
Temporary Preferred    4m26s    4m26s 2001:db8:1:cafe:a588:46c6:6024:33a5
Public     Preferred    4m26s    4m26s 2001:db8:1:cafe:b407:e685:fb14:c12d
Other      Preferred    infinite infinite fe80::b407:e685:fb14:c12d%11

C:\>
```

重编号更加方便

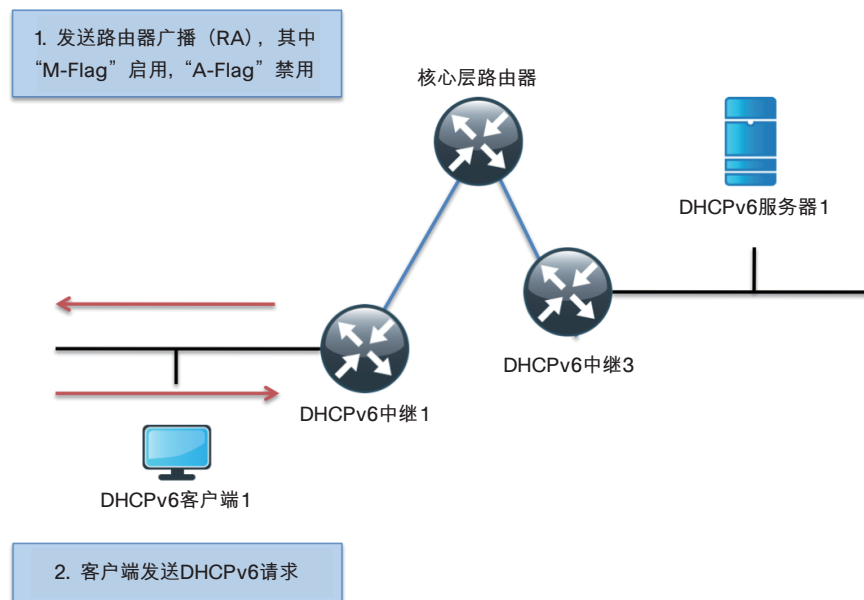
在IPv6网络中，与IPv4相比，自动配置功能使得对现有网络重编号相对更为简单。路由器在其路由器公告中发送来自新上游供应商的新前缀。网络中的主机自动从路由器广播中拾取新前缀，然后使用它创建新地址。藉此，网络运营商能够管理从供应商A到B的迁移。

基于状态的DHCPv6

许多大型企业目前使用DHCP向主机分发地址。IPv6也可使用相同的DHCP机制进行部署。

为IPv6客户端获取配置数据的流程与IPv4类似。但DHCPv6对许多消息使用组播。最初，客户端必须首先使用邻居发现消息，检测出链路上路由器的存在。如果找到了一个路由器，客户端会检查路由器广播，以确定是否应使用DHCP。如果路由器广播允许在该链路上使用DHCP（禁用自动配置标记，并在RA消息中启用可管理标记，使主机能使用DHCPv6来获取IPv6地址），随后客户端开始DHCP请求，来发现DHCP服务器，如下所示。

图5. DHCP请求可管理标记（M-Flag）启用，自动配置标记（A-Flag）禁用



使用DHCPv6有以下优势:

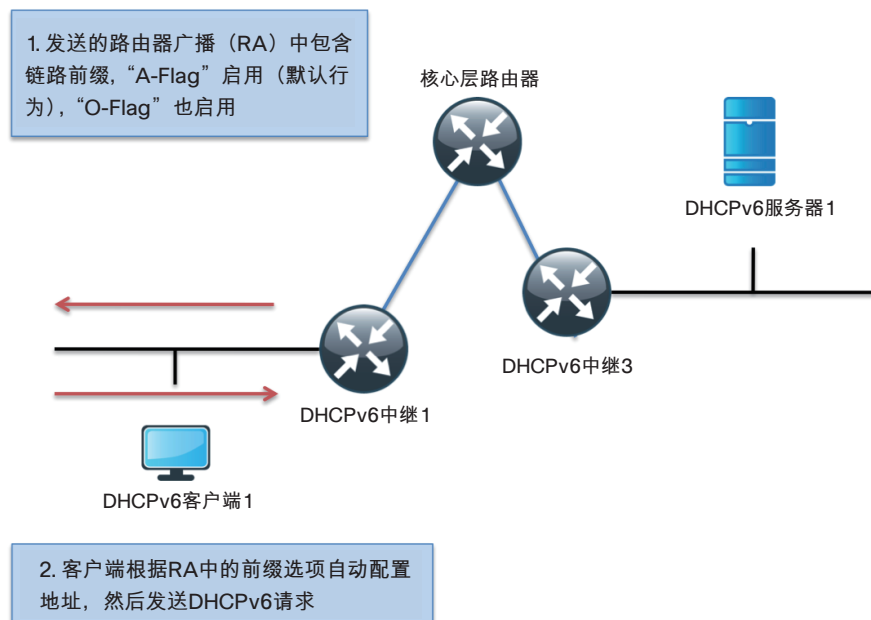
- 它能够比无服务器/无状态自动配置更高的控制能力。
- 它能同时与无状态自动配置共用。
- 它能用于重编号。
- 它能够支持使用动态DNS对主机进行自动域名注册。
- 它能用于向叶节点（leaf）客户端（CPE）路由器指派IPv6前缀。

无状态DHCP

无状态DHCPv6一般结合无状态自动配置,来进行地址分配,为DHCPv6获取其它配置信息。在这种情况下,DHCPv6仅能用于供主机获取更多参数,如TFTP服务器、DNS服务器等。

主机通过将主机标识符附加在从路由器接收到的/64前缀后面,来构建自己的地址,然后向DHCP服务器发送一个DHCP请求消息,如下所示。

图6. DHCP请求自动配置（A Flag）启用



备注

IPv6地址规划的考虑因素

IPv6提供了显著高于IPv4的地址空间，使您能够极为灵活地定义逻辑和实际编址计划。您可以根据不同逻辑机制（涵盖了在IP编址指南中详细介绍的各项因素）和IPv6相关的其它因素分配子网前缀，例如：

- 使用现有IP编址机制
 - 将当前子网编号转换为IPv6子网ID
 - 将VLAN ID转换为IPv6子网ID
- 重新设计您的IP编址机制
 - 按需分配IPv6地址

在重新设计IP编址机制时，您可以按需分配地址。此类逻辑编址计划能够简化网络运营和服务交付、以及网络管理和故障排障工作。

编址计划中必须要考虑到以下内容：

- 前缀聚合 —— 除非网络设计人员主动执行聚合，否则大量IPv6地址会导致路由表过于庞大。
- 网络增长 —— 设计将网络增长考虑在内的地址基础设施十分重要。
- 使用唯一本地地址（RFC4193） —— 像IPv4一样，IPv6中有专用地址空间。它们的主要差别在于，在IPv4中，每个机构都从相同的专用地址空间中进行选择。而在IPv6中，地址空间仅用于一个网络，是全球唯一的。这个专用地址空间能用于对无需连接互联网的设备和服​​务编址。

前缀大小考虑因素

IPv6规范中为普通IPv6单播地址定义了/64前缀长度。由于IPv6有非常大的地址空间，您也有可能希望使用非/64前缀长度。

在IPv6中，非/64前缀长度将使以下技术失效：

- 邻居发现（ND）
- 安全邻居发现（SEND）[RFC3971]
- 私密性扩展 [RFC4941]
- 部分移动IPv6 [RFC4866]
- 稀疏模式独立组播协议（PIM-SM），带内嵌RP [RFC3956]
- 通过IPv6协调支持的站点多重寻址（SHIM6）[SHIM6]

/64前缀

64位前缀适用于网络设备的传统局域网/广域网接口。

/126前缀

126位前缀一般用于点对点链路，类似于IPv4中为点对点链路分配的/30保留地址。但IPv6的地址空间要远大于IPv4地址空间。一般建议在点对点链路上使用/64。

/127前缀

RFC3627认为，在点对点链路上使用相当于IPv4 /31的/127前缀（RFC 3021），是有害的。这种分配就像为点对点链路分配/126前缀，使用127前缀是出于考虑地址保留的原因。为简化运营，应考虑为点对点链路使用/64前缀。

/128前缀

128位前缀可用于需要一个地址的情况。网络设备的回环地址即是这类地址的一个示例。

为互联网连接分配的IPv6地址空间

IPv6与IPv4差别不是很大。对于一个使用IPv6地址连接到互联网的机构来说，它必须从可路由由互联网空间中获得一个IPv6地址块。IPv6地址块的分配类似于IPv4地址块，但有一点不同：IPv6地址块要么是某地区本地地址块，要么是全局地址块。

运营商分配（PA）的地址空间不能在电信运营商之间移动，必须始终位于电信运营商所在地区。电信运营商可能会将运营商分配的地址空间作为服务的一部分。除非服务本身要求多重寻址，否则PA地址空间将足以满足需求。如果大型企业要求多重寻址，它应该从地区互联网注册机构购买运营商独立（PI）的地址空间。不同的注册机构对PI地址空间采用不同的策略和价格结构。

IPv6迁移技术

IPv6的成功最初来自于基于它运行的新应用。但是，很快IPv4地址即将用尽明显地成为了推动IPv6部署的因素。出色的IPv6设计的一个重要标志是，它能集成到当前的IPv4网络中并与其共存。IPv4和IPv6主机需要共存相当长的一段时间，以便IPv4能稳步迁移到IPv6，从一开始，升级战略、工具和机制的开发就一直是基本IPv6设计的重要组成部分。

目前有三种IPv6迁移技术：双堆栈、隧道和转换。

双堆栈

双堆栈是部署IPv6的大型企业所采用的基本战略。它将设备配置为能同时运行IPv4和IPv6。IPv4通信使用IPv4协议堆栈，IPv6通信则使用IPv6协议堆栈。

应用根据对于DNS请求的响应来选择是使用IPv4还是IPv6。应用根据IP流量的类型来选择正确地址。因为双堆栈允许主机同时访问现有IPv4内容以及未来IPv6内容，所以是非常灵活的部署战略。但是，因为它仍需要IPv4地址，所以双堆栈并不是能够解决地址耗尽问题的长期解决方案。

双堆栈还避免了在协议栈之间转换的问题。转换是一种正确的部署机制，但它会提高运营复杂性，降低性能。由于主机能根据DNS信息，选择正确的传输机制来到达目的地，所以无需在IPv6主机和IPv4服务器间实施转换。

隧道

隧道将IPv6流量封装在IPv4数据包中，主要用于IPv6（或双堆栈）站点间的通信，或通过IPv4骨干连接到远程IPv6网络或主机。目前有多种不同的隧道技术，包括6to4、ISATAP、Teredo、6PE、6VPE和mGRE v6 over v4等。隧道能人工配置，也能自动配置。大多数当前操作系统除支持双堆栈外，也支持隧道。

转换

地址类型转换（AFT）是将地址从一个类型转换为另一类型的流程。在部署中，AFT主要用于IPv6主机和IPv4内容间的转换。当IPv6地址空间的保留部分自动映射到IPv4时，AFT可以是无状态的，另外它也可以基于状态，使用已配置范围内的地址，在两类地址间映射数据包。

几乎所有大型企业部署IPv6时都在内部使用双堆栈。双堆栈是学习和获取IPv6地址部署经验的一种简单方法，这对成功迁移非常重要。

大型企业部署IPv6地址的方式取决于它的具体要求。下面提供了一个战略示例。

图7. 升级战略示例

IP网络	升级战略
数据中心	对公共Web行为使用AFT
园区	双堆栈
广域网	通过IPv4隧道传输站点间IPv6
远程接入	由主机发起的隧道



智能业务平台



Americas Headquarters
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Asia Pacific Headquarters
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapore

Europe Headquarters
Cisco Systems International BV
Amsterdam, The Netherlands

Cisco has more than 200 offices worldwide. Addresses, phone numbers, and fax numbers are listed on the Cisco Website at www.cisco.com/go/offices.

Cisco and the Cisco Logo are trademarks of Cisco Systems, Inc. and/or its affiliates in the U.S. and other countries. A listing of Cisco's trademarks can be found at www.cisco.com/go/trademarks. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners. The use of the word partner does not imply a partnership relationship between Cisco and any other company. (1005R)

C07-611443-SBA 12/10