

第6章 IPv6寻址

本章在介绍IPv6寻址之前，首先介绍一些与使用IP寻址来标识和定位IP网络上的节点相关的问题。多年以来，IP地址被认为是可以在IP网络上最终唯一并持久的节点标识符。近年中，尤其是随着下一代IP技术的发展，对于IP地址的这种观点正在改变。如果我们仍像过去20年中所使用的方法来分配网络和节点地址，那将是一种不必要和低效的办法。

本章在介绍了RFC 2373(IPv6寻址体系结构)中描述的IP寻址体系结构之后，将首先介绍一些与IP寻址相关的议题。然后将介绍几种可能的地址分配方法。本章将IPv6寻址分成了以下几个部分：128位地址的结构和命名及IPv6地址的不同类型(单播、组播和泛播)。

IPv6的设计者们可以只是简单地在IPv4寻址体系结构中扩大地址空间。但是这样一来将使我们丧失一个改进IP的巨大机会。对于整个寻址体系结构的修改所带来的巨大机会，不仅体现在提高地址分配的效率上，同时也体现在提高IP选路性能上。本章将介绍这些改进，第8章对于IPv6选路议题将有更加详细的介绍。而地址分配、移动网络技术和自动配置将在第11章中有详细讲解。

RFC 2373于1998年7月发表，并废弃了最早于1995年12月发表的RFC 1884(IPv6寻址体系结构)。其中大部分变化源自最初的RFC发布后的两年半中被认为是必需需要进行澄清、更正和修改之处。

6.1 地址

IPv4与IPv6地址之间最明显的差别在于长度：IPv4地址长度为32位，而IPv6地址长度为128位。RFC 2373中不仅解释了这些地址的表现方式，同时还介绍了不同的地址类型及其结构。IPv4地址可以被分为2至3个不同部分(网络标识符、节点标识符，有时还有子网标识符)，IPv6地址中拥有更大的地址空间，可以支持更多的字段。

IPv6地址有三类、单播、组播和泛播地址。下一节将对此作更详细的介绍。单播和组播地址与IPv4的地址非常类似；但IPv6中不再支持IPv4中的广播地址，而增加了一个泛播地址。本节介绍的是IPv6的寻址模型、地址类型、地址表达方式以及地址中的特例。

6.1.1 地址表达方式

IPv4地址一般以4部分间点分的方法来表示，即4个数字用点分隔。例如，下面是一些合法的IPv4地址，都用十进制整数表示：

10.5.3.1

127.0.0.1

201.199.244.101

IPv4地址也时常以一组4个2位的十六进制整数或4个8位的二进制整数表示，但后一种情况较少见。

IPv6地址长度4倍于IPv4地址，表达起来的复杂程度也是IPv4地址的4倍。IPv6地址的基本

表达方式是 X:X:X:X:X:X:X:X，其中 X 是一个 4 位十六进制整数 (16 位)。每一个数字包含 4 位，每个整数包含 4 个数字，每个地址包括 8 个整数，共计 128 位 ($4 \times 4 \times 8 = 128$)。例如，下面是一些合法的 IPv6 地址：

```
CD CD:910A:2222:5498:8475:1111:3900:2020
```

```
1030:0:0:0:C9B4:FF12:48AA:1A2B
```

```
2000:0:0:0:0:0:0:1
```

请注意这些整数是十六进制整数，其中 A 到 F 表示的是 10 到 15。地址中的每个整数都必须表示出来，但起始的 0 可以不必表示。

这是一种比较标准的 IPv6 地址表达方式，此外还有另外两种更加清楚和易于使用的方式。

某些 IPv6 地址中可能包含一长串的 0 (就像上面的第二和第三个例子一样)。当出现这种情况时，标准中允许用“空隙”来表示这一长串的 0。换句话说，地址

```
2000:0:0:0:0:0:0:1
```

可以被表示为：

```
2000::1
```

这两个冒号表示该地址可以扩展到一个完整的 128 位地址。在这种方法中，只有当 16 位组全部为 0 时才会被两个冒号取代，且两个冒号在地址中只能出现一次。

在 IPv4 和 IPv6 的混合环境中可能有第三种方法。IPv6 地址中的最低 32 位可以用于表示 IPv4 地址，该地址可以按照一种混合方式表达，即 X:X:X:X:X:d.d.d.d，其中 X 表示一个 16 位整数，而 d 表示一个 8 位十进制整数。例如，地址

```
0:0:0:0:0:0:10.0.0.1
```

就是一个合法的 IPv4 地址。把两种可能的表达方式组合在一起，该地址也可以表示为：

```
::10.0.0.1
```

由于 IPv6 地址被分成两个部分——子网前缀和接口标识符，因此人们期待一个 IP 节点地址可以按照类似 CIDR 地址的方式被表示为一个携带额外数值的地址，其中指出了地址中有多少位是掩码。即，IPv6 节点地址中指出了前缀长度，该长度与 IPv6 地址间以斜杠区分，例如：

```
1030:0:0:0:C9B4:FF12:48AA:1A2B/60
```

这个地址中用于选路的前缀长度为 60 位。

6.1.2 寻址模型

IPv6 寻址模型与 IPv4 很相似。每个单播地址标识一个单独的网络接口。IP 地址被指定给网络接口而不是节点，因此一个拥有多个网络接口的节点可以具备多个 IPv6 地址，其中任何一个 IPv6 地址都可以代表该节点。尽管一个网络接口能与多个单播地址相关联，但一个单播地址只能与一个网络接口相关联。每个网络接口必须至少具备一个单播地址。

这里有一个非常重要的声明和一个非常重要的例外。这个声明与点到点链路的使用有关。在 IPv4 中，所有的网络接口，其中包括连接一个节点与路由器的点到点链路（用许多拨号 Internet 连接中），都需要一个专用的 IP 地址。随着许多机构开始使用点到点链路来连接其分支机构，每条链路均需要其自己的子网，这样一来消耗了许多地址空间。在 IPv6 中，如果点到点链路的任何一个端点都不需要从非邻居节点接受和发送数据的话，它们就可以不需要特殊的地址。即，如果两个节点主要是传递业务流，则它们并不需要具备 IPv6 地址。

为每个网络接口分配一个全球唯一的单播地址的要求阻碍了 IPv4 地址的扩展。一个提供通用服务的服务器在高需求量的情况下可能会崩溃。因此，IPv6 地址模型中又提出了一个重要的例外：如果硬件有能力在多个网络接口上正确地共享其网络负载的话，那么多个网络接口可以共享一个 IPv6 地址。这使得从服务器扩展至负载分担的服务器群成为可能，而不再需要在服务器的需求量上升时必须进行硬件升级。

下面将要讨论的组播和泛播地址也与网络接口有关。一个网络接口可以具备任意类型的多个地址。

6.1.3 地址空间

RFC 2373 中包含了一个 IPv6 地址空间“图”，其中显示了地址空间是如何进行分配的，地址分配的不同类型，前缀(地址分配中前面的位值)和作为整个地址空间的一部分的地址分配的长度。图 6-1 显示了 IPv6 地址空间的分配。

分配	前缀(二进制)	占地址空间的百分率
保留	0000 0000	1/256
未分配	0000 0001	1/256
为 NSAP 分配保留	0000 001	1/128
为 IPX 分配保留	0000 010	1/128
未分配	0000 011	1/128
未分配	0000 1	1/32
未分配	0001	1/16
可集聚全球单播地址	001	1/8
未分配	010	1/8
未分配	011	1/8
未分配	100	1/8
未分配	101	1/8
未分配	110	1/8
未分配	1110	1/16
未分配	1111 0	1/32
未分配	1111 10	1/64
未分配	1111 110	1/128
未分配	1111 1110 0	1/512
链路本地单播地址	1111 1110 10	1/1024
站点本地单播地址	1111 1110 11	1/1024
组播地址	1111 1111	1/256

图6-1 RFC 2373定义的IPv6地址空间的分配

在 IPv6 地址分配中需要注意几点。首先，在 RFC 1884 中，地址空间的四分之一被用于两类不同地址：八分之一是基于供应商的单播地址，而另八分之一是基于地理位置的单播地址。人们希望地址的分配可以根据网络服务供应商或者用户所在网络的物理位置进行。基于供应商的集聚，正如它最初的名字一样，要求网络从提供 Internet 接入的供应商那里得到可集聚的 IP 地址。但是，这种方法对于具有距离较远的分支机构的大型机构来说并不是一种完美的解

决办法，因为其中许多分支机构可能会使用不同的供应商。基于供应商的集聚将为这些大单位带来更多的IP地址管理问题。

Steve Deering提议把基于地理位置的地址分配方法作为 SIP(SIPP的前身，在第4章中有介绍)中的一种办法。这些地址与基于供应商的地址不同，以一种非常类似 IPv4的方法分配地址。这些地址与地理位置有关，且供应商将不得不保留额外的路由器来支持 IPv6地址空间中可集聚部分外的这些网络。

ISP实际上并不赞同这个解决方案，因为管理基于地理位置的寻址将大大增加复杂性（和花费）。另一方面，难以对基于供应商的地址进行配置和重配置也引起许多对基于供应商的分配方案的反对。如果没有广泛使用基于 IPv4自动配置方案(如DHCP)，那么所有机构的网络将会存在巨大的管理问题。尽管 IPv6对于自动配置功能有着更好的支持，但并没有将地理位置的分配方法最终融合进去。

注意，绝大部分的地址空间并没有分配，地址分配的第一部分被保留了下来。图 6-1中所列出的地址类型以及保留分配的一些地址将在下一节中讨论。

6.2 地址类型

如上所述，IP地址有三种类型：单播、组播和任意点播。广播地址已不再有效。RFC 2373中定义了三种IPv6地址类型：

- 单播：一个单接口的标识符。送往一个单播地址的包将被传送至该地址标识的接口上。
- 泛播：一组接口(一般属于不同节点)的标识符。送往一个泛播地址的包将被传送至该地址标识的接口之一(根据选路协议对于距离的计算方法选择“最近”的一个)。
- 组播：一组接口(一般属于不同节点)的标识符。送往一个组播地址的包将被传送至有该地址标识的所有接口上。

这三种地址类型将在下面进行更详细的论述。

6.2.1 广播路在何方

广播地址从一开始就为 IPv4网络带来了问题。广播被用来携带去向多个节点的信息或被那些不知信息来自何方的节点用来发出请求。但是，广播可能将为网络性能设置障碍。同一网络链路上的大量广播意味着该链路上的所有每个节点都必须处理所有广播，其中绝大部分节点最终都将忽略该广播，因为该信息与自己无关。把广播在子网之间进行转发将导致更多的问题，因为路由器上将充斥着这种业务流。

IPv6对此的解决办法是使用一个“所有节点”组播地址来替代那些必须使用广播的情况，同时，对那些原来使用了广播地址的场合，则使用一些更加有限的组播地址。通过这种方法，对于原来由广播携带的业务流感兴趣的节点可以加入一个组播地址，而其他对该信息不感兴趣的节点则可以忽略发往该地址的包。广播从来不能解决信息穿越 Internet的问题，如选路信息，而组播则提供了一个更加可行的方法。

6.2.2 单播

单播地址标识了一个单独的 IPv6接口。一个节点可以具有多个 IPv6网络接口。每个接口

必须具有一个与之相关的单播地址。单播地址可被认为包含了一段信息，这段信息被包含在128位字段中：该地址可以完整地定义一个特定的接口。此外，地址中数据可以被解释为多个小段的信息。但无论如何，当所有的信息被放在一起后，将构成标识一个节点接口的128位地址。

IPv6地址本身可以为节点提供关于其结构的或多或少的信息，这主要根据是由谁来观察这个地址以及观察什么。例如，节点可能只需简单地了解整个128位地址是一个全球唯一的标识符，而无须了解节点在网络中是否存在。另一方面，路由器可以通过该地址来决定，地址中的一部分标识了一个特定网络或子网上的一个唯一节点。

例如，一个IPv6单播地址可看成是一个两字段实体，其中一个字段用来标识网络，而另一个字段则用来标识该网络上节点的接口。在后面讨论特定的单播地址类型时还会看到，网络标识符可被划分为几部分，分别标识不同的网络部分。IPv6单播地址功能与IPv4地址一样受制于CIDR，即，在一个特定边界上将地址分为两部分。地址的高位部分包含选路用的前缀，而地址的低位部分包含网络接口标识符。

最简单的方法是把IPv6地址作为不加区分的一块128位的数据，而从格式化的观点来看，可把它分为两段，即接口标识符和子网前缀。RFC 2373中表示的格式见图6-2。接口标识符的长度取决于子网前缀的长度。两者的长度是可以变化的，这取决于谁对它进行解释。对于非常靠近寻址的节点接口（远离骨干网）的路由器可用相对较少的位数来标识接口。而离骨干网近的路由器，只需用少量地址位来指定子网前缀，这样，地址的大部分将用来标识接口标识符。下面要讨论的是可集聚的单播地址，它的结构更为复杂。

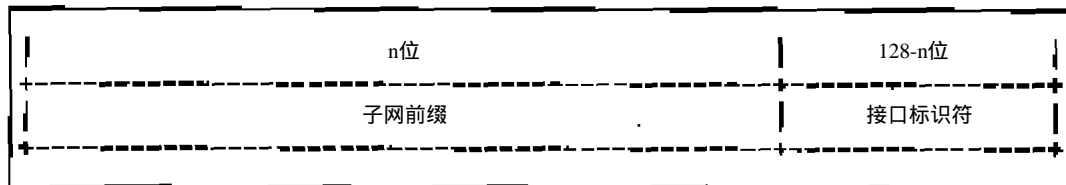


图6-2 RFC 2373中定义的IPv6单播地址的简单格式

IPv6单播地址包括下面几种类型：

- 可集聚全球地址。
- 未指定地址或全0地址。
- 回返地址。
- 嵌有IPv4地址的IPv6地址。
- 基于供应商和基于地理位置的供应商地址。
- OSI网络服务访问点(NSAP)地址。
- 网络互联包交换(IPX)地址。

6.2.3 单播地址格式

RFC 1884给出了几种通用的不同类型的IPv6地址。给NSAP和IPX分配的地址、基于OSI网络和NetWare地址都无缝地包含在IPv6体系结构中。分别占八分之一的地址空间的基于供应商和基于地理位置分配的地址组成了一批可分配的地址。链路本地和站点本地地址提供了10型网络地址转换的网络统一不变的版本。

然而，RFC 2373 改变和简化了 IPv6 的地址分配。其中之一是取消了基于地理位置的地址分配，基于供应商的单播地址改变成可集聚全球单播地址。从名字的改变上就可看出，对于基于供应商的地址，允许前面定义的集聚以及基于交换局的新型集聚。这也反映了一种更平衡的地址分类。NSAP 和 IPX 地址空间仍然保留着，且八分之一的地址分配给可集聚地址。另外，除了组播地址和某类保留地址外，IPv6 地址空间的其余部分都是未分配的地址，为将来的发展预留了足够的空间。

1. 接口标识符

在 IPv6 寻址体系结构中，任何 IPv6 单播地址都需要一个接口标识符。接口标识符非常像 48 位的介质访问控制 (MAC) 地址，MAC 地址由硬件编码在网络接口卡中，由厂商烧入网卡中，而且地址具有全球唯一性，不会有网卡具有相同的 MAC 地址。这些地址能用来唯一标识网络链路层上的接口。

IPv6 主机地址的接口标识符基于 IEEE EUI-64 格式。该格式基于已存在的 MAC 地址来创建 64 位接口标识符，这样的标识符在本地和全球范围是唯一的。RFC 2373 包括的附录解释了如何创建接口标识符。有关 IEEE EUI-64 标准更多的信息，请访问 IEEE 标准网点：<http://standards.ieee.org/db/oui/tutorials/EUI64.html>。

这些 64 位接口标识符能在全球范围内逐个编址，并唯一地标识每个网络接口。这意味着理论上可多达 2^{64} 个不同的物理接口，大约有 1.8×10^{19} 个不同的地址，而且这也只用了 IPv6 地址空间的一半。这至少在可预见的未来是足够的。

2. 可集聚全球单播地址

本章已经提到了基于供应商的集聚，它的概念还会在第 8 章中再次提到。可集聚全球单播地址是另一种类型的集聚，它是独立于 ISP 的。基于供应商的可集聚地址必须随着供应商的改变而改变，而基于交换局的地址则由 IPv6 交换实体直接定位。由交换局提供地址块，而用户和供应商为网络接入签订合同。这样的网络接入或者是直接由供应商提供，或者通过交换局间接提供，但选路通过交换局。这就使得用户更换供应商时，无需重新编址。同时也允许用户使用多个 ISP 来处理单块网络地址。

可集聚全球单播地址包括地址格式的起始 3 位为 001 的所有地址 (此格式可在将来用于当前尚未分配的其他单播前缀)。地址格式化为图 6-3 所示的字段。

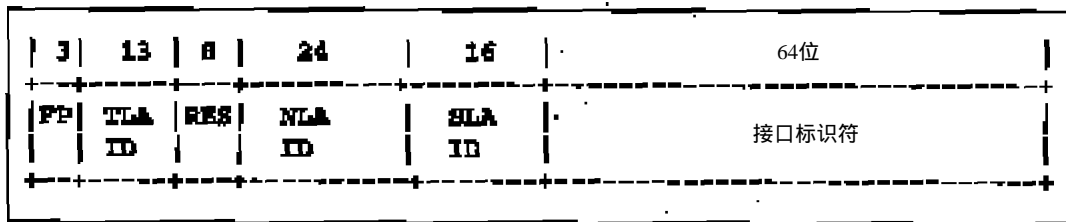


图6-3 RFC 2373中定义的IPv6全球可集聚单播地址格式

图中包括下列字段：

- FP 字段：IPv6 地址中的格式前缀，3 位长，用来标识该地址在 IPv6 地址空间中属于哪类地址。目前该字段为“001”，标识这是可集聚全球单播地址。
- TLA ID 字段：顶级集聚标识符，包含最高级地址选路信息。这指的是网络互连中最大的选路信息。目前，该字段为 13 位，可得到最大 8192 个不同的顶级路由。

- RES字段：该字段为8位，保留为将来用。最终可能会用于扩展顶级或下一级集聚标识符字段。
- NLA ID字段：下一级集聚标识符，24位长。该标识符被一些机构用于控制顶级集聚以安排地址空间。换句话说，这些机构(可能包括大型ISP和其他提供公网接入的机构)能按照他们自己的寻址分级结构来将此24位字段切开来。这样，一个实体可以用2位分割成4个实体内部的顶级路由，其余的22位地址空间分配给其他实体(如规模较小的本地ISP)。这些实体如果得到足够的地址空间，可将分配给它们的空间用同样的方法再子分。
- SLA ID字段：站点级集聚标识符，被一些机构用来安排内部的网络结构。每个机构可以用与IPv4同样的方法来创建自己内部的分级网络结构。若16位字段全部用作平面地址空间，则最多可有65 535个不同子网。如果用前8位作该组织内较高级的选路，那么允许255个高级子网，每个高级子网可有多达255个小子网。
- 接口标识符字段：64位长，包含IEEE EUI-64接口标识符的64位值。

现在很清楚，IPv6单播地址能包括大量的组合，甚至超过了将来RFC可能会指定的显式字段。不论是站点级集聚标识符，还是下一级集聚标识符都提供了大量空间，以便某些网络接入供应商和机构通过分级结构再子分这两个字段来增加附加的拓扑结构。

3. 特殊地址和保留地址

在第一个1/256 IPv6地址空间中，所有地址的第一个8位：0000 0000被保留。大部分空的地址空间用作特殊地址，这些特殊地址包括：

- 未指定地址：这是一个“全0”地址，当没有有效地址时，可采用该地址。例如当一个主机从网络第一次启动时，它尚未得到一个IPv6地址，就可以用这个地址，即当发出配置信息请求时，在IPv6包的源地址中填入该地址。该地址可表示为0:0:0:0:0:0:0:0，如前所述，也可写成::。
- 回返地址：在IPv4中，回返地址定义为127.0.0.1。任何发送回返地址的包必须通过协议栈到网络接口，但不发送到网络链路上。网络接口本身必须接受这些包，就好像是从外面节点收到的一样，并传回给协议栈。回返功能用来测试软件和配置。IPv6回返地址除了最低位外，全为0，即回返地址可表示为0:0:0:0:0:0:0:1或::1。
- 嵌有IPv4地址的IPv6地址：有两类地址，一类允许IPv6节点访问不支持IPv6的IPv4节点，另一类允许IPv6路由器用隧道方式，在IPv4网络上传送IPv6包。这两类地址将在下面进行讨论。

4. 嵌有IPv4地址的IPv6地址

不管人们是否愿意，逐渐向IPv6过渡已成定局。这意味着IPv4和IPv6节点必须找到共存的方法。当然两个不同IP版本最明显的一个差别是地址。最早由RFC 1884定义，然后被带入RFC 2373中，IPv6提供两类嵌有IPv4地址的特殊地址。这两类地址高阶80位均为0，低价32位包含IPv4地址。当中间的16位被置为FFFF时，则指示该地址为IPv4映象的IPv6地址。图6-4显示了这两类地址结构。

IPv4兼容地址被节点用于通过IPv4路由器以隧道方式传送IPv6包。这些节点既理解IPv4又理解IPv6。IPv4映象地址则被IPv6节点用于访问只支持IPv4的节点。这两类地址还将在第12章中讨论。

5. 链路本地和站点本地地址

对于不愿意申请全球唯一性的 IPv4 网络地址的一些机构，通过采用网络 10 型地址对 IPv4 网络地址进行翻译，可以为这些机构提供一个选项。位于机构之外，但由机构使用的路由器不应该转发这些地址，但是不能阻止转发这些地址，也不能区分这些地址和其他有效的 IPv4 地址。可以相对容易地配置路由器，使其能转发这些地址。

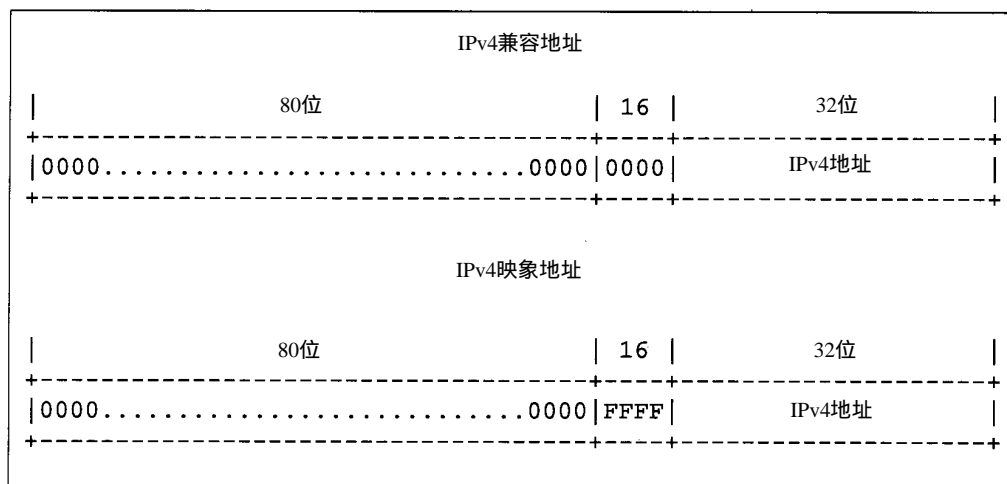


图6-4 RFC 2373定义的嵌入IPv4地址的IPv6地址

为实现这一功能，IPv6 从全球唯一的 Internet 空间中分出两个不同的地址段。图 6-5，源自 RFC 2373，显示了链路本地和站点本地地址的结构。

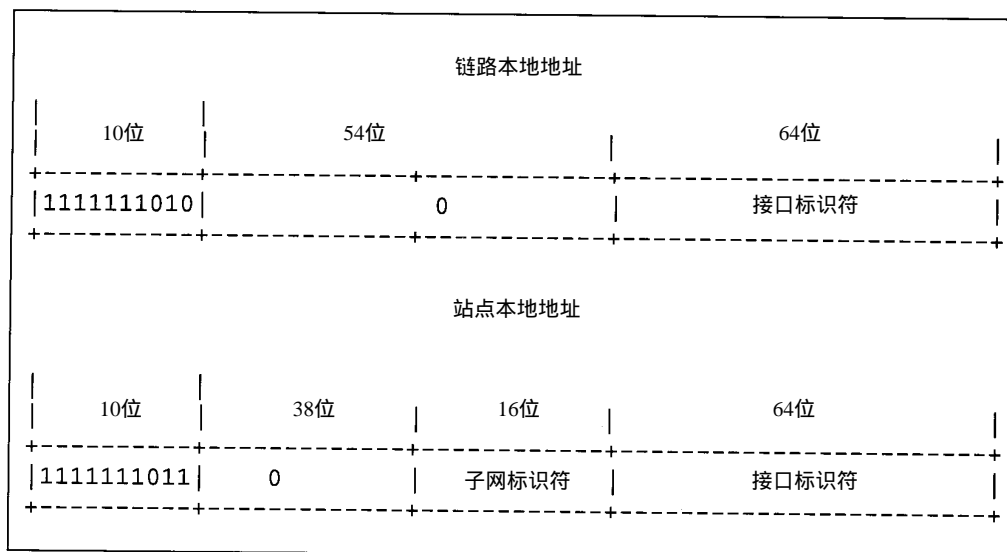


图6-5 RFC 2373中指定的链路本地和站点本地网络地址

链路本地地址用于单网络链路上给主机编号。前缀的前 10 位标识的地址即链路本地地址。路由器在它们的源端和目的端对具有链路本地地址的包不予处理，因为永远也不会转发这些包。该地址的中间 54 位置成 0。而 64 位接口标识符同样用如前所述的 IEEE 结构，地址空间的这部分允许个别网络连接多达 $(2^{64}-1)$ 个主机。

如果说链路本地地址只用于单个网络链路的话,那么站点本地地址则可用于站点。这意味着站点本地地址能用在内联网中传送数据,但不允许从站点直接选路到全球 Internet。站点内的路由器只能在站点内转发包,而不能把包转发到站点外去。站点本地地址的 10位前缀与链路本地地址的 10位前缀略有区别,然后后面紧跟一连串“0”。站点本地地址的子网标识符为16位,而接口标识符同样是 64位基于IEEE地址。

6. NSAP和IPX地址分配

IPng的目标之一是要统一整个网络世界,使 IP、IPX和OSI网络间能进行互操作。为了支持这种互操作性,IPv6为OSI和IPX各保留了 1/128地址空间。在本书写作时,IPX地址格式尚未精确定义;NSAP地址分配的描述见RFC 1888(OSI NSAP和IPv6)。对OSI和NSAP的讨论已超出本书范围,感兴趣的读者可以在 RFC中找到更完整的论述。

6.2.4 组播

像广播地址一样,组播地址在类似老式的以太网的本地网中特别有用,在这种网中,所有节点都能检测出线路上传输的所有数据。每次传输开始时,每个节点检查其目的地址,如果与本节点接口地址一致,节点就拾取该传输的其余部分。这使节点拾取广播和组播传输相对比较简单。如果是广播,节点只要侦听,无须做任何决定,因此简单。对组播来说,稍复杂一些,节点要预订一个组播地址,当检测出目的地址为组播地址时,必须确定是否是节点预定的那个组播地址。

IP组播就更为复杂。一个重要的原因是 IP并不是不加鉴别就将业务流放在 Internet上转发至所有节点,这是 IP成功之处。如果要这样做的话,它将迫使大多数甚至所有连接的网络屈服。这就是为什么路由器不应该转发广播包的原因。不过,对组播而言,只要路由器以其他节点的名义预订组播地址,就能有选择地转发它。

当节点预订组播地址时,它声明要成为组播的一个成员。于是任何本地路由器将以该节点的名义预订组播地址。同一网络上的其他节点要发送信息到该组播地址时,IP组播包将被封装到链路层组播数据传输单元中。在以太网上,封装的单元指向以太网组播地址;在其他用点对点电路传输的网络上(如ATM),通过其他某些机制将包发送给订户,通常通过某类服务器将包发送给每个订户。从本地网以外来的组播,用同样方法处理,只是传递给路由器,由路由器把包转发给预订节点。

1. 组播地址格式

IPv6组播地址的格式不同于IPv6单播地址,采用图 6-6所示的更为严格的格式。组播地址只能用作目的地址,没有数据报把组播地址用作源地址。

地址格式中的第1个字节为全“1”,标识其为组播地址。回顾图 6-1,组播地址占了IPv6地址空间的整整 1/256。组播地址格式中除第1字节外的其余部分,包括如下三个字段:

- 标志字段:由 4个单个位标志组成。目前只指定了第 4位,该位用来表示该地址是由 Internet编号机构指定的熟知的组播地址,还是特定场合使用的临时组播地址。如果该标志位为“0”,表示该地址为熟知地址;如果该位为“1”,表示该地址为临时地址。其他3个标志位保留将来用。
- 范围字段:长4位,用来表示组播的范围。即,组播组是只包括同一本地网、同一站点、同一机构中的节点,还是包括 IPv6全球地址空间中任何位置的节点。该 4位的可能值为

0~15，见图6-7。

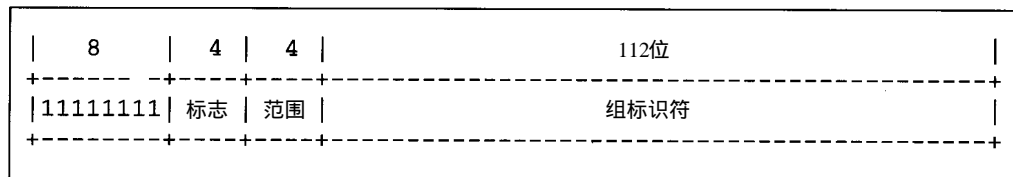


图6-6 RFC 2373中指定的IPv6组播地址格式

- 组标识符字段：长 112 位，用于标识组播组。根据组播地址是临时的还是熟知的以及地址的范围，同一个组播标识符可以表示不同的组。永久组播地址用指定的赋予特殊含义的组标识符，组中的成员既依赖于组标识符，又依赖于范围。

十六进制	十进制	值
0	0	保留
1	1	节点本地范围
2	2	链路本地范围
3	3	(未分配)
4	4	(未分配)
5	5	站点本地范围
6	6	(未分配)
7	7	(未分配)
8	8	机构本地范围
9	9	(未分配)
A	10	(未分配)
B	11	(未分配)
C	12	(未分配)
D	13	(未分配)
E	14	全球范围
F	15	保留

图6-7 RFC 2373中指定的IPv6组播范围值

所有IPv6组播地址以FF开始，表示地址的第1个8位为全“1”。目前，因为标志的其余位未定义，所以地址的第3个十六进制数字若为“0”，则表示熟知地址；若为“1”，则表示临时地址。第4个十六进制数字表示范围，可以是未分配的值或保留的值，见图6-7。

2. 组播组

IPv4已具备使用组播的应用，由于这种应用将同样的数据发送到多个节点，例如，电视会议或财经新闻及股票行情的发布，因而需要高带宽。用分配的组播地址和组播范围进行组合，可以表现出多种含义，并用在其他应用上。一些早期注册的组播地址，包括成组的路由器、DHCP服务、音频和视频服务以及网络游戏服务，详情请参阅 RFC 2375 (IPv6组播地址分配)。

考虑组播组标识符为“所有 DHCP 服务器”时可能发生的情况。用组标识符 1:3 来代表这个组。用 2 表示链路本地范围 (本地网络链路)，则 IPv6 组播地址为 FF02:0:0:0:0:0:1:3。该地址可解释为：链路本地范围内的所有 DHCP 服务器，即，所有 DHCP 服务器在同一网络上。如果将范围改为站点本地，那么该地址的意思变为“同一站点上的所有 DHCP 服务器”。

保留的组播组标识符可用于扩展范围字段。如果范围字段值为 1, 表示组标识符所指定的所有特定类型的服务器只包括本地节点上的服务器。如果范围字段值为 2, 除了包括本地节点上的服务器外, 再加上连接到同一网络的其他所有服务器。例如, 只有当一个网络时间协议 (NTP) 服务器运行在本地节点上时, 用组标识符标识范围值为 1 的该服务器将具有一个激活的成员; 如果范围值增至 2, 则包括连接到同一网络的运行一个 NTP 服务器的任何节点; 如果范围值增至 8, 它将包括运行在整个机构的所有 NTP 服务器; 如果范围值增至 E (十进制为 14), 它将包括互联网上任何地点的所有 NTP 服务器。

另一方面, 对于临时组播地址的组标识符, 在它们自己的范围以外没有意义。全球范围的临时组播组和链路本地的组, 即使它们可能有相同的组标识符, 也没有任何关系。

6.2.5 泛播

组播地址在某种意义上可以由多个节点共享。组播地址成员的所有节点均期待着接收发给该地址的所有包。一个连接 5 个不同的本地以太网网络的路由器, 要向每个网络转发一个组播包的副本 (假设每个网络上至少有一个预订了该组播地址)。泛播地址与组播地址类似, 同样是多个节点共享一个泛播地址, 不同的是, 只有一个节点期待接收给泛播地址的数据报。

泛播对提供某些类型的服务特别有用, 尤其是对于客户机和服务器之间不需要有特定关系的一些服务, 例如域名服务器和时间服务器。名字服务器就是个名字服务器, 不论远近都应该工作得一样好。同样, 一个近的时间服务器, 从准确性来说, 更为可取。因此当一个主机为了获取信息, 发出请求到泛播地址, 响应的应该是与该泛播地址相关联的最近的服务器。

1. 泛播地址的分配及其格式

泛播地址被分配在正常的 IPv6 单播地址空间以外。因为泛播地址在形式上与单播地址无法区分开, 一个泛播地址的每个成员, 必须显式地加以配置, 以便识别泛播地址。

2. 泛播选路

了解如何为一个单播包确定路由, 必须从指定单个单播地址的一组主机中提取最低的公共选路命名符。即, 它们必定有某些公共的网络地址号, 并且其前缀定义了所有泛播节点存在的地区。比如一个 ISP 可能要求它的每一个用户机构提供一个时间服务器, 这些时间服务器共享单个泛播地址。在这种情况下, 定义泛播地区的前缀, 被分配给 ISP 作再分发用。

发生在该地区中的选路由共享泛播地址的主机的分发来定义的。在该地区中, 一个泛播地址必定带有一个选路项: 该选路项包括一些指针, 指向共享该泛播地址的所有节点的网络接口。上述情况下, 地区限定在有限范围内。泛播主机也可能分散在全球 Internet 上, 如果是这种情况的话, 那么泛播地址必须添加到遍及世界的所有路由表上。