

第 3 章 IP 地址与子网划分



学习目标

- (1) 熟练掌握 IPv4 和 IP 地址。
- (2) 熟练掌握子网划分的方法。
- (3) 了解 IPv6。

3.1 IP 与网络层服务

TCP/IP 是 20 世纪 60 年代由麻省理工学院(MIT)和一些商业组织为美国国防部开发的,即使遭到核攻击而破坏了大部分网络,TCP/IP 依然能够维持有效地通信。ARPANET 就是基于该协议开发而成的,并发展成为后来的 Internet。TCP/IP 同时具备了可扩展性和可靠性的需求。Internet 公用化以后,人们开始发现 Internet 的强大功能。Internet 的普遍性是 TCP/IP 至今仍然被广泛使用的原因。用户经常在没有意识到的情况下就在自己的 PC 上安装了 TCP/IP,从而使该网络协议在全球应用最广。IPv4 的 32 位寻址方案不足以支持越来越多加入 Internet 的主机和网络数,IPv4 正在逐步向 IPv6 过渡。

1. IP 互联网的工作原理

Internet 是将提供不同服务的、使用不同技术的、具有不同功能的网络互联起来而形成的。IP 精确定义了 IP 数据报格式,并且对数据寻址和路由、数据报分片和重组、差错控制和处理等做出了具体规定。

IP 互联网的工作原理:假设主机 A 发送数据到主机 B,主机 A 的应用层形成的数据经传输层送往网络层处理;网络层将数据封装成 IP 数据包,并决定发送给最近的路由器;主机 A 利用以太网控制程序把 IP 数据包传送到路由器;路由器对数据包进行拆封和处理,如果仍需传输,再封装后利用网络层的广域网控制程序进行传输,并经由通信子网传输到主机 B。

2. 网络层所提供的服务

网络层提供的服务有以下 3 种。

(1) 不可靠的数据传递服务。IP 不能确定发送的报文是否被正确接收,即不能保证数据包的可靠传递。

(2) 面向无连接的传输服务。从源节点到目的节点的数据包可能经过不同的传输路径,而且在传输过程中数据包有可能丢失,也有可能正确到达。

(3) 尽最大努力投递服务。IP 数据包虽是面向无连接的不可靠服务,但 IP 互联网并不会随意丢弃数据包。只有系统资源用尽、接收数据错误或网络发生故障时,IP 互联网才会被迫丢弃数据包。

3. IP 互联网的特点

IP 互联网的特点如下。

- (1) IP 互联网隐藏了低层物理网络细节,为用户提供通用的、一致的网络服务。
- (2) 一个网络只要通过路由器与 IP 互联网中任意一个网络相连,就具有访问整个互联网的能力。
- (3) 信息可以跨网传输。
- (4) 网络中的计算机使用统一的、全局的地址描述法。
- (5) IP 互联网平等对待互联网中的每一个网络。

3.2 IP 地 址

3.2.1 IP 地址的结构和分类

根据 TCP/IP 可知,连接在 Internet 上的每个设备都必须至少有一个 IP 地址,它是一个 32 位的二进制数,也可以用十进制数字形式书写,每 8 个二进制位为一组,用一个十进制数来表示,即 0~255。每组之间用“.”隔开,例如 192.168.43.10。

IP 地址包括 3 部分:地址类别、网络号和主机号(为了方便划分网络,后面将“地址类别”和“网络号”合称“网络号”),如图 3-1 所示,这样做的目的是为了



图 3-1 IP 地址的结构

寻址。IP 地址中的网络号用于标明不同的网络,而主机号用于标明每一个网络中的主机地址。IP 地址主要分为 A、B、C、D、E 这五类,如图 3-2 所示。

A 类	0	网络号 (7位)	主机号 (24位)
B 类	10	网络号 (14位)	主机号 (16位)
C 类	110	网络号 (21位)	主机号 (8位)
D 类	1110	多播地址 (28位)	
E 类	11110	保留用于将来和实验使用	

图 3-2 IP 地址分类

(1) A 类大型网。高 8 位代表网络号,后 3 个 8 位代表主机号,网络号的最高位必须是 0。十进制的第 1 组数值所表示的网络号范围为 0~127,由于 0 和 127 有特殊用途,因此,有效的地址范围是 1~126。每个 A 类网络可连接 16777214 台($2^{24}-2$)主机。

(2) B 类中型网。前 2 个 8 位代表网络号,后 2 个 8 位代表主机号,网络号的最高位必

须是 10。十进制的第 1 组数值范围为 128~191。每个 B 类网络可连 65534 台($2^{16}-2$) 主机。

(3) C 类小型网。前 3 个 8 位代表网络号,低 8 位代表主机号,网络号的最高位必须是 110。十进制的第 1 组数值范围为 192~223。每个 C 类网络可连接 254 台(2^8-2)主机。

(4) D 类、E 类为特殊地址。D 类用于组播(多播)传送,十进制的第 1 组数值范围为 224~239。E 类保留用于将来和实验使用,十进制的第 1 组数值范围为 240~247。

3.2.2 特殊 IP 地址

IP 地址空间中的某些地址已经作为特殊目的而被保留,而且通常并不允许作为主机地址,如表 3-1 所示,这些保留地址的规则如下。

表 3-1 特殊 IP 地址

网络号	主机号	地址类型	用 途
任意	全 0	网络地址	代表一个网段
任意	全 1	直接广播地址	特定网段的所有节点
127	任意	回送地址	回送测试
全 0		私有地址	在路由器中作为默认路由
全 1		有限广播地址	本网段的所有节点

(1) 网络地址。网络地址用于表示网络本身。具有正常的网络号部分,而主机号部分为全 0 的 IP 地址称为网络地址。如 129.5.0.0 就是一个 B 类网络地址。

(2) 直接广播地址。广播地址用于向网络中的所有设备进行广播。具有正常的网络号部分,而主机号部分为全 1(即 255)的 IP 地址称为直接广播地址。如 129.5.255.255 就是一个 B 类的直接广播地址。

32 位全为 1(即 255.255.255.255)的 IP 地址称为有限广播地址,用于本网广播。

(3) 回送地址。网络号部分不能以十进制的 127 开头,在地址中数字 127 保留给系统作诊断用,称为回送地址(回环地址)。如 127.0.0.1 用于回路测试。

(4) 私有地址。只能在局域网中使用、不能在 Internet 上使用的 IP 地址称为私有 IP 地址。当网络上的公有地址不足时,可以通过网络地址转换(network address translation, NAT),利用少量的公有地址把大量的配有私有地址的机器连接到公用网络上。

下列地址作为私有 IP 地址。

10.0.0.0~10.255.255.255,表示 1 个 A 类地址。

172.16.0.0~172.31.255.255,表示 16 个 B 类地址。

192.168.0.0~192.168.255.255,表示 256 个 C 类地址。

3.3 子网掩码与子网划分

3.3.1 子网掩码

子网掩码用于识别 IP 地址中的网络号和主机号。子网掩码也是 32 位二进制数字。在

子网掩码中,对应于网络号部分用 1 表示,主机号部分用 0 表示。由此可知,A 类网络的默认子网掩码是 255.0.0.0,B 类网络的默认子网掩码是 255.255.0.0,C 类网络的默认子网掩码是 255.255.255.0。还可以用网络前缀法表示子网掩码,即“/ <网络号位数>”,如 138.96.0.0/16 表示 B 类网络 138.96.0.0 的子网掩码为 255.255.0.0。

通过子网掩码与 IP 地址的进行按位“与”操作,屏蔽掉主机号,得到网络号。例如: B 类地址 128.22.25.6,如果子网掩码为 255.255.0.0,进行按位“与”操作后,得到网络号为 128.22.0.0; 如果子网掩码为 255.255.255.0,进行按位“与”操作后,得到网络号为 128.22.25.0。

3.3.2 子网划分

我们可以发现,在 A 类地址中,每个网络最多可以容纳 16777214 台($2^{24}-2$)主机; 在 B 类地址中,每个网络最多可以容纳 65534 台($2^{16}-2$)主机。在网络设计中一个网络内部不可能有这么多个机器; 另外,IPv4 面临 IP 地址资源短缺的问题。在这种情况下,可以采取划分子网的办法来有效地利用 IP 地址资源。

子网划分是通过借用 IP 地址的若干位主机位来充当子网地址(子网号),从而将原网络划分为若干子网而实现的,如图 3-3 所示。划分子网时,随着子网地址借用主机位数的增多,致使子网的数目也会随之增加,而每个子网中的可用主机数逐渐减少。



图 3-3 划分子网

以 C 类网络为例,原有 8 位主机位,256 个(2^8)主机地址,默认子网掩码为 255.255.255.0。网络管理员可以将这 8 位主机位分成两部分,一部分作为子网标识,另一部分作为主机标识。作为子网标识的位数为 2~6 位,如果子网标识的位数为 m ,则该网络一共可以划分为(2^m-2)个子网(注意子网标识不能全为 1,也不能全为 0),与之对应主机标识的位数为 $8-m$,每个子网中可以容纳($2^{8-m}-2$)台主机(注意主机标识不能全为 1,也不能全为 0)。根据子网标识借用的主机位数,可以计算出划分的子网数、子网掩码、每个子网主机数等,如表 3-2 所示。

表 3-2 C 类网络的子网划分

子网位数 (m)	划分子网数 (2^m-2)	子网掩码(二进制)	子网掩码(十进制)	每个子网的主 机数($2^{8-m}-2$)
2	2	11111111, 11111111, 11111111, 11000000	255.255.255.192	62
3	6	11111111, 11111111, 11111111, 11100000	255.255.255.224	30
4	14	11111111, 11111111, 11111111, 11110000	255.255.255.240	14
5	30	11111111, 11111111, 11111111, 11111000	255.255.255.248	6
6	62	11111111, 11111111, 11111111, 11111100	255.255.255.252	2

在表 3-2 所示的 C 类网络中,若子网占用 7 位主机位时,主机位只剩一位,无论设为 0 还是 1,这都意味着主机位是全 0 或全 1。由于主机位全 0 表示本网络,全 1 留作广播地址,这时子网实际上没有可用的主机地址,所以主机位至少应保留 2 位。

B 类网络的子网划分如表 3-3 所示。

表 3-3 B 类网络的子网划分

子网位数 (m)	划分子网数 ($2^m - 2$)	子网掩码(二进制)	子网掩码(十进制)	每个子网的主 机数($2^{8-m} - 2$)
2	2	11111111.11111111.11000000.00000000	255.255.192.0	16382
3	6	11111111.11111111.11100000.00000000	255.255.224.0	8190
4	14	11111111.11111111.11110000.00000000	255.255.240.0	4094
5	30	11111111.11111111.11111000.00000000	255.255.248.0	2046
6	62	11111111.11111111.11111100.00000000	255.255.252.0	1022
7	126	11111111.11111111.11111110.00000000	255.255.254.0	510
8	254	11111111.11111111.11111111.00000000	255.255.255.0	254
9	510	11111111.11111111.11111111.10000000	255.255.255.128	126
10	1022	11111111.11111111.11111111.11000000	255.255.255.192	62
11	2046	11111111.11111111.11111111.11100000	255.255.255.224	30
12	4094	11111111.11111111.11111111.11110000	255.255.255.240	14
13	8190	11111111.11111111.11111111.11111000	255.255.255.248	6
14	16382	11111111.11111111.11111111.11111100	255.255.255.252	2

1. 子网划分的步骤

子网划分的步骤如下。

- (1) 确定要划分的子网数目及每个子网的主机数目。
- (2) 求出子网数目对应二进制数的位数 N 及主机数目对应二进制数的位数 M 。
- (3) 将该 IP 地址的原有子网掩码的地址部分的前 N 位置 1(其余全置 0)或后 M 位置 0(其余全置 1),即得出该 IP 地址划分子网后的新子网掩码。

例如,对于 B 类网络 135.41.0.0/16 需要划分为 20 个能容纳 200 台主机的网络。因为 $14 < 20 < 30$,即 $2^4 - 2 < 20 < 2^5 - 2$,所以,子网位只需占用 5 位主机位就可划分成 30 个子网,可以满足划分成 20 个子网的要求。B 类网络的默认子网掩码是 255.255.0.0,转换为二进制为 11111111.11111111.00000000.00000000。现在子网又占用了 5 位主机位,根据子网掩码的定义,划分子网后的子网掩码应该为 11111111.11111111.11111000.00000000,转换为十进制应该为 255.255.248.0。现在来看一看每个子网的主机数。子网中可用主机位还有 11 位($16 - 5$), $2^{11} = 2048$,去掉主机位全 0 和全 1 的情况,还有 2046 个($2048 - 2$)主机标识可以分配,而子网能容纳 200 台主机就能满足需求了。按照上述方式划分子网,每个子网能容纳的主机数目远大于需求的主机数目,造成了 IP 地址资源的浪费。为了更有效地利用资源,也可以根据子网所需主机数来划分子网。还以上例来说, $(128 - 2) < 200 < (256 - 2)$,即 $(2^7 - 2) < 200 < (2^8 - 2)$,也就是说,在 B 类网络的 16 位主机位中,保留 8 位主机位,其他的 8 位($16 - 8$)作为子网位,可以将 B 类网络 138.96.0.0 划分成 254 个($2^8 - 2$)能容纳 254 台($256 - 2$)主机的子网。此时的子网掩码为 11111111.11111111.11111111.00000000,

转换为十进制为 255.255.255.0。

在上例中,分别根据子网数和主机数划分子网,从而得到了两种不同的结果,都能满足需求。实际上,子网占用 5~8 位主机位时所得到的子网都能满足上述需求。所以,在实际工作中,应按照一定的原则来决定子网位占用几位主机位。

2. 划分子网时的注意事项

(1) 在划分子网时,不仅要考虑目前的需要,还应了解将来需要多少子网和主机。子网掩码使用较多的主机位可以得到更多的子网,节约了 IP 地址资源,若将来需要更多子网时,不必再重新分配 IP 地址,但每个子网的主机数量有限;反之,子网掩码使用较少的主机位,每个子网的主机数量允许有更大的增长,但可用子网数量有限。

(2) 一般来说,一个网络中的节点数太多,网络会因为广播通信而饱和。所以,网络中的主机数量的增长是有限的,也就是说,在条件允许的情况下,应将更多的主机位用于子网位中。

可见,子网掩码的设置关系到子网的划分。子网掩码设置得不同,所得到的子网就不同,每个子网能容纳的主机数目也不同。若设置错误,可能会导致数据传输错误。

3. 划分子网的优点

划分子网具有以下优点。

(1) 充分利用 IP 地址。由于 A 类网络或 B 类网络的地址空间太大,造成在不使用路由设备的单一网络中无法使用全部 IP 地址,比如,对于一个 B 类网络 172.17.0.0,可以有 65534 台($2^{16}-2$)主机,这么多的主机在单一的网络下是无法工作的。因此,为了能更有效地利用 IP 地址空间,有必要把可用的 IP 地址分配给更多较小的网络。

(2) 简化管理。划分子网还可以简化网络管理。当一个网络被划分为多个子网时,每个子网中的站点数量就会大幅减少,每个子网就变得更加容易管理和控制。每个子网的用户、计算机及其子网资源可以让不同的管理员进行管理来减轻单人管理大型网络的负担。

(3) 提高网络性能。在一个网络中,随着网络用户和主机数量的增加,网络通信也将变得繁忙。而繁忙的网络通信很容易导致冲突、丢失数据包及数据包重传,因而降低了主机之间的通信效率。而如果将一个大型的网络划分为若干个子网,并通过路由器将其连接起来,就可以减少网络拥塞。这些路由器就像一堵墙把子网隔离开来,使本地的通信不会转发到其他子网中。使同一个子网中主机之间进行广播和通信,只能在各自的子网中进行。

3.4 IP 数据报格式

IP 数据报分为报文头和数据区两大部分,其中报文头只是为了正确传输高层(即传输层)数据而增加的控制信息,数据区包括高层需要传输的数据。

IPv4 数据报格式如图 3-4 所示。

1. IPv4 数据报的主要字段

(1) 版本。占 4 位,指明 IP 的版本号(一般是 4,即 IPv4),不同 IP 版本规定的数据格式不同。

(2) 报头长度。占 4 位,指明数据报报头的长度。以 32 位(即 4 字节)为单位,当报头

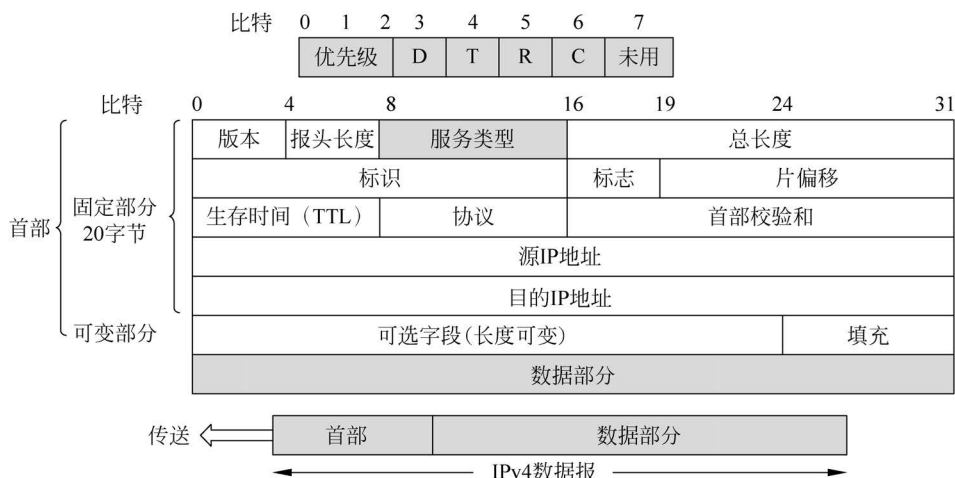


图 3-4 IPv4 数据报格式

中无可选项时,报头的基本长度为 5 个单位(即 20 字节)。

(3) 服务类型。占 8 位,其中 3 位用于标识优先级,4 个标志位: D(延迟)、T(吞吐量)、R(可靠性)和 C(代价),另外一位未用。

(4) 总长度。占 16 位,数据报的总长度,包括头部和数据,以字节为单位。

(5) 标识。占 16 位,源主机赋予 IP 数据报的标识符,目的主机利用此标识来判断此分片属于哪个数据报,以便重组。

当 IP 分组在网上传输时,可能要跨越多个网络,但每个网络都规定了一帧最多携带的数据量(此限制称为最大传输单元 MTU),当长度超过 MTU 时,就需要将数据分成若干个较小的部分(分片),然后独立发送每个分片。目的主机接收到分片后的数据报后,对分片进行重新组装(重组)。

(6) 标志。占 3 位,告诉目的主机该数据报是否已经分片,是否是最后的分片。

(7) 片偏移。占 13 位,指示本片数据在初始 IP 数据报(未分片时)中的位置,以 8 字节为单位。

(8) 生存时间(time to live, TTL)。占 8 位,设计一个计数器,当计数器值为 0 时,数据报被删除,避免循环发送。

(9) 协议。占 8 位,指示传输层所采用的协议,如 TCP、UDP 等。

(10) 首部校验和。占 16 位,只校验数据报的报头,不包括数据部分。

(11) IP 地址。各占 32 位的源 IP 地址和目的 IP 地址分别表示数据报发送者和接收者的 IP 地址,在整个数据报传输过程中,此两字段的值一直保持不变。

(12) 可选字段(长度可变)。主要用于控制和测试。既然是选项,用户可以使用,也可以不使用,但实现 IP 的设备必须能处理 IP 选项。

(13) 填充。在使用选项的过程中,如果造成 IP 数据报的报头不是 32 位的整数倍,这时需要使用“填充”字段凑齐。

(14) 数据部分。本域常包含送往传输层的 TCP 或 UDP 数据。

2. IP 选项

IP 选项主要有以下 3 个。

(1) 源路由。IP 数据包穿越互联网所经过的路径由源主机指定,包括严格路由选项和松散路由选项。严格路由选项规定 IP 数据包要经过路径上的每一个路由器,相邻的路由器之间不能有其他路由器,并且经过的路由器的顺序不能改变。松散路由选项给出数据包必须要经过的路由器列表,并且要求按照列表中的顺序前进,但是在途中也允许经过其他的路由器。

(2) 记录路由。记录 IP 数据包从源主机到目的主机所经过的路径上各个路由器的 IP 地址,用于测试网络中路由器的路由配置是否正确。

(3) 时间戳。记录 IP 数据包经过每一个路由器时的时间(以 ms 为单位)。

3.5 IPv6

IPv4 定义 IP 地址的长度为 32 位,Internet 上的每台主机至少分配了 1 个 IP 地址,同时为提高路由效率将 IP 地址进行了分类,从而造成了 IP 地址的浪费。网络用户和节点的增长不仅导致 IP 地址的短缺,也导致了路由表的迅速膨胀。

针对 IPv4 的不足,国际互联网工程任务组(Internet engineering task force,IETF)的 IPng 工作组在 1994 年 9 月提出了一个正式的草案 the recommendation for the IP next generation protocol,1995 年年底确定了 IPng 的协议规范,并称为“IP 版本 6(IPv6)”,与现在的 IP 版本 4 相区别。

1. IPv6 的优点

与 IPv4 相比,IPv6 主要有以下的优点。

(1) 超大的地址空间。IPv6 将 IP 地址从 32 位增加到 128 位,所包含的 IP 地址数目高达 2^{128} 个(约为 3.4×10^{38})。如果所有地址平均散布在整个地球表面,大约每平方米有 10^{24} 个地址,远超过了地球上的人数。

(2) 更好的首部格式。IPv6 采用了新的首部格式,将选项与基本首部分开,并将选项插入到首部与上层数据之间。首部具有固定的 40 字节的长度,简化和加速了路由选择的过程。

(3) 增加了新的选项。IPv6 有一些新的选项可以实现附加的功能。

(4) 允许扩充。留有充分的备用地址空间和选项空间,当有新的技术或应用需要时允许协议进行扩充。

(5) 支持资源分配。在 IPv6 中删除了 IPv4 中的服务类型,但增加了流标记字段,可用于标识特定的用户数据流或通信量类型,以支持实时音频和视频等需实时通信的通信量。

(6) 增加了安全性考虑。扩展了对认证、数据一致性和数据保密的支持。

2. IPv6 地址

1) IPv6 的地址表示

IPv6 地址采用 128 位二进制数,其表示格式有以下几种。

(1) 首选格式:按 16 位一组,每组转换为 4 位十六进制数,并用冒号隔开。例如,“21DA:0000:0000:0000:02AA:000F:FE08:9C5A”。

(2) 压缩表示:一组中的前导 0 可以不写;在有多组 0 连续出现时,可以用一对冒号取

代,且只能取代一次。如上面地址可表示为“21DA:0:0:0:2AA:F:FE08:9C5A”或“21DA::2AA:F:FE08:9C5A”。

(3) 内嵌 IPv4 地址的 IPv6 地址:为了从 IPv4 平稳过渡到 IPv6,IPv6 引入一种特殊的格式,即在 IPv4 地址前置 96 个 0,保留十进制点分格式,如“::192.168.0.1”。

2) IPv6 掩码

与无类别域间路由(classless inter-domain routing,CIDR)类似,IPv6 掩码采用前缀表示法,即表示成:IPv6 地址/前缀长度,如“21DA::2AA:F:FE08:9C5A/64”。

3) IPv6 地址类型

IPv6 地址有单播、组播和任播 3 种类型。IPv6 取消了广播类型。

(1) 单播地址。单播地址是点对点通信时使用的地址,该地址仅标识一个接口。网络负责将向单播地址发送的分组发送到这个接口上。

(2) 组播地址。组播地址(前 8 位均为“1”)表示主机组,它标识一组网络接口,发送给组播的分组必须交付到该组中的所有成员。

(3) 任播地址。任播地址也表示主机组,但它用于标识属于同一个系统的一组网络接口(通常属于不同的节点),路由器会将目的地址是任播地址的数据包发送给距离本地路由器最近的一个网络接口。如移动用户上网就需要因地理位置的不同而接入离用户距离最近的一个接收站,这样才可以使移动用户在地理位置上不受太多的限制。

当一个单播地址被分配给多于 1 个的接口时,就属于任播地址。任播地址从单播地址中分配,可使用单播地址的任何格式,从语法上任播地址与单播地址没有任何区别。

4) 特殊 IPv6 地址

当所有 128 位都为 0 时(即 0:0:0:0:0:0:0:0),如果主机不知道自己的 IP 地址,在发送查询报文时用作源地址。注意该地址不能用作目的地址。

当前 127 位为 0,而第 128 位为 1 时(即 0:0:0:0:0:0:0:1),作为回送地址使用。

当前 96 位为 0,而最后 32 位为 IPv4 地址时,可以作为内嵌 IPv4 地址的 IPv6 地址使用。

3. IPv6 的数据报格式

IPv6 的数据报由一个 IPv6 的基本报头、多个扩展报头和一个高层协议数据单元组成。基本报头长度为 40 字节。一些可选的内容放在扩展报头部分实现,这种设计方法可提高数据报的处理效率。IPv6 数据报格式不向下兼容 IPv4。

IPv6 数据报格式如图 3-5 所示。

IPv6 数据报的主要字段有以下几个。

(1) 版本。占 4 位,取值为 6,表示是 IPv6 协议。

(2) 通信流类别。占 8 位,表示 IPv6 的数据报类型或优先级,以提供区分服务。

(3) 流标签。占 20 位,用来标识这个 IP 数据报属于源节点和目的节点之间的一个特定数据报序列。流是指从某个源节点向目的节点发送的分组群中,源节点要求中间路由器进行特殊处理的分组。

(4) 有效载荷长度。占 16 位,是指除基本报头之外的数据,包含扩展报头和高层数据。

(5) 下一个报头。占 8 位,如果存在扩展报头,该字段的值用于指定下一个扩展报头的类型;如果无扩展报头,该字段的值用于指定高层数据的类型,如 TCP(6)、UDP(17)等。

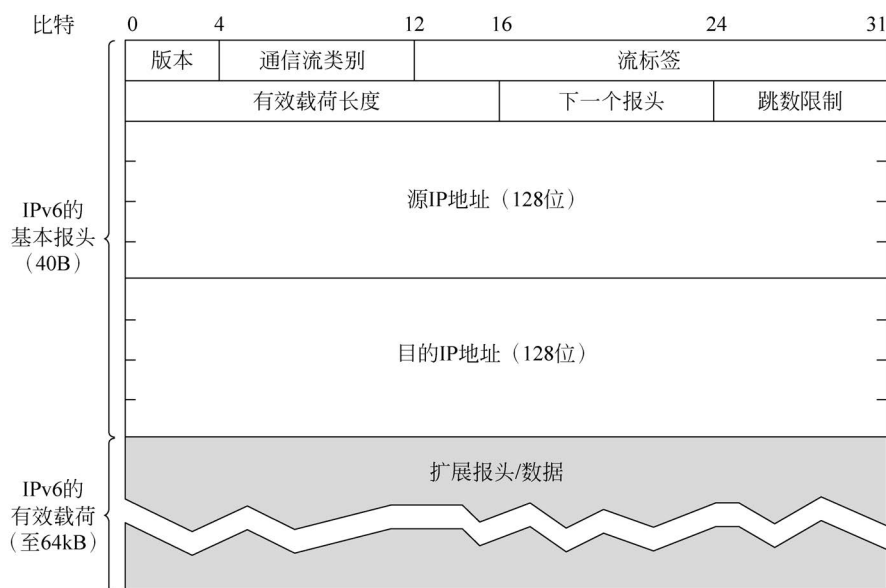


图 3-5 IPv6 数据报格式

(6) 跳数限制。占 8 位,指 IP 数据报被丢弃之前可以被路由器转发的次数。

(7) 源 IP 地址。占 128 位,指发送方的 IPv6 地址。

(8) 目的 IP 地址。占 128 位,在大多情况下,该字段为最终目的节点的 IPv6 地址,如果有路由扩展报头,目的地址可能为下一个转发路由器的 IPv6 地址。

(9) IPv6 扩展报头。扩展报头是可选报头,紧接在基本报头之后,IPv6 数据报可包含多个扩展报头,而且扩展报头的长度并不固定,IPv6 扩展报头代替了 IPv4 报头中的选项字段。

IPv6 的基本报头为固定 40 字节长,一些可选报头信息由 IPv6 扩展报头来实现。IPv6 的基本报头中“下一个报头”字段指定第一个扩展报头类型。每个扩展报头中都包含“下一个报头”字段,用于指定后继扩展报头类型。最后一个扩展报头中的“下一个报头”字段指定高层协议的类型。

扩展报头有以下几种。

- ① 逐跳选项报头。类型为 0,由中间路由器处理的扩展报头。
- ② 目的站选项报头。类型为 60,用于携带由目的节点检查的信息。
- ③ 路由报头。类型为 43,用于指定数据报从数据源到目的节点传输过程中需要经过一个或多个中间路由器。
- ④ 分片报头。类型为 44,IPv6 对分片的处理类似于 IPv4,该字段包括数据报标识符、分片号和是否终止标识符。在 IPv6 中,只能由源主机对数据报进行分片,源主机对数据报分片后要加分片选项扩展报头。
- ⑤ 认证报头。类型为 51,用于携带通信双方进行认证所需的参数。
- ⑥ 封装安全有效载荷报头。类型为 52,与认证报头结合使用,也可单独使用,用于携带通信双方进行认证和加密所需的参数。