

第3章 私有地址管理和大型网络的子网划分

本章内容：

- 为什么使用私有地址。
- 有效计算地址的分配。
- 参见RFC 1918私有地址范围。
- 对私有地址进行子网划分的开发战略。

3.1 概述

经常会听到有人在说“我们IP地址将快用完了！”真的是这样吗？在第四版本IP结构中，使用了32位地址域。在32位地址域中，能够提供的地址个数应为 2^{32} 。地址的数量超过了40亿！我们知道，在过去的几年里，Internet的发展按指数级增长，并且还会继续增长。我们是否能在将来的某一时刻看到Internet上存在40亿台计算机呢？这是不可能发生的。

是什么地方出了问题呢？问题出现在地址分配上，它的分布为不均匀颗粒状。在无类域间路由技术（CIDR）之前，地址是按类别块进行分配的。也就是说，如果所需要的地址大于一个C类网络所能提供的地址，则你应需要一个B类地址；如果所需要的地址大于一个B类网络所能提供的地址，则你应需要一个A类地址。这是仅有的三种选择（当然，事实上，没有很多组织获得A类地址）。

尽管目前的IP版本能够提供40多亿个唯一的IP地址，但独立的网络号并不多。事实上，目前仅有126个A类网络、16 000个B类网络、2 000 000个C类网络。这种设计大量浪费了全球唯一的IP地址。

3.2 保存地址策略

在20世纪70年代，整个Internet结构中仅有几十个网络和几百个节点。在它的设计中，互联网上的任何节点都能相互到达。在那时，没有人能够想到新应用如World Wide Web的出现以及带宽的迅速提高会吸引如此多的人来参与这个“网络”。今天，Internet中有成千上万个网络以及百万个节点。不幸的是，原设计没有良好的可扩充性。由于大量网络加入Internet，这给路由技术提出了一个挑战；大量的参与者的也给原设计的IP地址管理策略提出了新的挑战。由于Internet的迅速增长，现在必须做出某种妥协。

现已开发出几种策略，以减轻 Internet 增长的压力。这些技术将会减少 Internet 路由器上负载，并帮助我们有效使用全球唯一的 IP 地址。

- CIDR 技术。
- 变长子网掩码 (VLSM)。
- 私有地址管理。

1. CIDR 技术

无类域间路由 (Classless Inter Domain Routing : CIDR) 是在 1993 年 9 月提出的，并公布在 RFC 1517、RFC 1518 和 RFC 1519 文档中。使用这种技术可以减缓路由表的增长，并可通过减少分配的“颗粒”大小来减少 IP 地址的浪费。现在可以给一个组织分配任意数量地址，而不必要分配整个 A 类网络、B 类网络或 C 类网络。(一般来说，分配地址的数量是 2 的多少次方，而 CIDR 技术的最大好处是在实际分配地址时，可分配任意数量。)

例如，如果你的网络需要 3 000 个地址，只分配一个 C 类网络 (256 个地址) 是不够的。如果分配一个 B 类网络 (65 536 个地址)，那将会有 62 000 多个地址被浪费掉！使用 CIDR 技术，可分配一个 4 096 个地址的块----等价于 16 个 C 类网络 (CIDR 的描述是 /20)，这块地址将会能够满足你的地址需求，并允许扩展，有效使用全球唯一地址。第 6 章将对 CIDR 进行详细论述。

2. VLSM

变长子网掩码 (Variable-Length Subnet Mask : VLSM) 是一种通过减少每个子网的掩码长度来节省 IP 地址的技术。子网需求多少地址掩码就应该提供多少地址。如果需要的地址少，则掩码也应不同。这种技术的主要思想是为每个子网分配“合适的地址数量”。

许多组织使用点对点的 WAN 链接。一般来说，这些链接包含着一个子网，但仅需要 2 个地址。第 2 章的子网划分表说明，这些子网使用的最适当的掩码是 255.255.255.252。如果一个典型的 LAN 拥有几十台主机，并且在同一个子网中，则这个掩码将永远不会被使用。如果使用支持 VLSM 的路由协议，则会更有效地使用地址块。第 5 章将详细论述 VLSM。

3. 私有地址

节约全球唯一 (公共) IP 地址最有效的策略是根本不使用这些地址。如果企业网络使用的是 TCP/IP 协议，但不与全球 Internet 上的主机进行通信，那么就没有必要使用这些公共的 IP 地址了。Internet 协议只简单地要求互联网络上的所有主机都应有唯一的地址。如果基于 Internet 的工作仅局限在组织内部，则 IP 地址仅需要在组织内部唯一就可以了。

今天，许多 (并不是所有) 组织都希望能够与 Internet 进行信息交流。这些组织一定要有公共地址吗？解答是肯定的。但这并不意味着在网络上的所有设备都必须有公共地址。其实网络中还可以继续使用私有地址，但要使用一种叫做网络地址转换 (Network Address Translation : NAT) 的技术将这些私有 (内部) 地址转换成公有 (外部) 的地址。第 4 章将详细讨论 NAT 技术。

3.3 地址管理经济

IPv6正在解决IPv4有限地址空间问题。在完全实现 IPv6前,我们还必须使用已有的 IP地址管理系统。有时,在我们必须支持的网络中, IP地址的使用也是非常不好的。例如,考虑图 3-1示例网络。

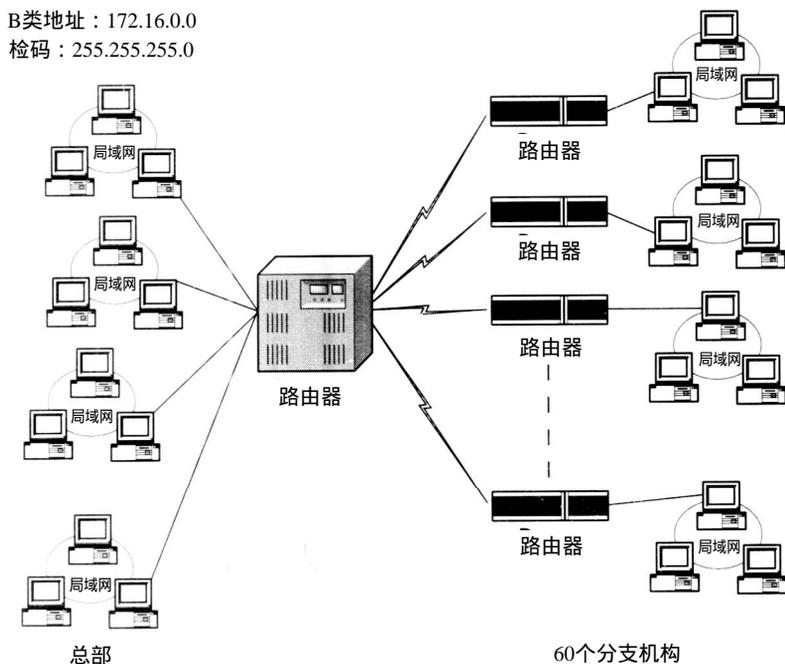


图3-1 示例网络

在图3-1所示的网络中,有一个总部和多个分支机构,总部中又有多个 LAN,每个分支机构也有一个LAN。总部路由器充当“分离的主干”,不仅连接着总部中的所有 LAN,而且还通过租用线路连接到分支机构的路由器上。这个组织得到了一个能提供 65 536个唯一地址B类地址172.16.0.0。

像第2章所提到的,连接路由器的一系列链接都需求有自己的 IP地址。在点到点的网络中,每一个链接就是一个独立的子网。如图 3-1的租用线路。

IT专业人员参考 使用帧中继作为WAN技术

当象使用WAN技术那样,使用帧中继网络时,整个帧中继“云彩”就是一个子网,每个路由器的网络接口都有相应子网内的恰当地址。

表3-1列出不同的子网以及每个子网的地址管理需求。

表3-1 示例网络地址管理

位置	子网数量	主机数量
总部	1	50
	1	110
	1	190
	1	150
	1	150
分支机构	60	30
WAN连接	60	2

在这个例子中，由于网络使用 RIP（第一版本）做为路由协议，所以每个子网必须使用相同的掩码。通过第2章讨论内容，我们能够知道在网络中的最大子网。在总部位置，有一个子网需要190个地址。参阅第2章的表格，我们会看到 255.255.255.0是最恰当的掩码。因为它能为每个子网都提供254个唯一地址。如果所有子网都使用单一的、固定的掩码，则通过表 3-2可以看到，此时的地址使用率是很低的。

表3-2 示例网络的地址分析

位置	子网数量	接口数量	没有使用的子网	没有使用的总和
总部	1	50	204	204
	1	110	144	144
	1	190	64	64
	1	150	104	104
	1	150	104	104
分支机构	60	30	224	13,440
WAN连接	60	2	252	15,120

通过表3-2可以看出，总部的子网大小比较合适，并能够满足适当的的增长。而每个分支机构子网上的地址数量要远大于它们实际使用的数量。最大的问题出现在 WAN链接上。在示例网上，由于总部和分支机构使用点到点的链接，每个子网仅需要 2个地址就足够了。增加一些使用数量，使所需要的地址达到 2 570个。现在我们已分配了 125个子网，而且每个子网中有254个地址，则总共地址数量应为 31 750。可见，我们没能有效地使用 B类地址。其实，此时的形势比第一次看到的情况会更糟糕。在已经使用的子网中有 29 000多个地址没有使用。在256个可用的子网中目前只使用了125个，而131个子网没有被使用。每个子网中有254个可用地址，这样未被使用的地址之和总共达到 62 454个。也就是说，在这个 B类网络中，仅使用了全部地址的4%。地址使用率低是造成 IP地址消耗待尽的主要原因之一。

如果使用 VLSM技术，则可使用适当的子网大小，但会存在一个更大的问题，所以尽管有仅4%的B类地址空间被使用，但我们还要使用这种方法。

3.3.1 地址归还申请

1996年2月发布的RFC1917文档的标题是“向 Internet团体提出申请，将没有使用的 IP网络

归还给 IANA (Internet 配码权威机构)”。文档中说明了日益严重的 IP 地址消耗问题,并要求管理员成为一个好“网民”,将一些地址块归还给 Internet 网号分配授权中心,以便重新分配。建议使用如下三种替代方法。

- 1) 如果不准备与公共 Internet 相连,你也就不需要全球地址,使用私有地址代替公有地址。
- 2) 如果已分配给你一个便携式地址块,请把它们归还给 IANA,使用由你的 Internet 服务提供商所提供的地址。
- 3) 如果你已经有很大的地址块,但只使用了其中一小部分,将这大块还给 IANA,然后请求一个小块地址。这种做法非常适合我们前面所讲的例子。

3.3.2 公共和私有地址空间

Internet 协议要求网络上的每个网络接口都有一个唯一的地址。如果网络的范围是全球性的,则地址也必须是全球唯一的,这就是 Internet。由于要保证全球的唯一性,所以必须有一个集中的授权组织负责正确地、公平地分配 IP 地址。

在近几年里,上述工作都是由 IANA 来完成的。随着 Internet 在网络数量和应用数量上一直呈现快速增长的趋势,到 20 世纪 90 年代,Internet 商业化和国际化趋势已经出现。为了满足日益增加的 Internet 用户需求,目前,Internet 域名网号分配公司 (ICANN) 正式取代了 IANA。

注意 有关 ICANN 更加详细的信息请参阅网址 www.icann.com。

如果一个组织希望在它的网络中使用 IP 协议和应用,但并不打算连接到全球 Internet 上,此时它所使用的 IP 地址可以不是全球唯一。这种类型的网络叫做私有网络,所使用的地址被叫做私有地址。

3.3.3 我使用哪些地址

如果你正在一个私有网上使用 IP 地址,只要遵守一般的 IP 地址管理规则,你就可以任意选择 IP 地址。在你大胆地为每个子网分配 A 类地址时,首先要考虑一下下面的可能性:

- 1) 大部分组织事实上都将实现与 Internet 进行某种连接 - 至少要进行电子邮件的交换。
- 2) 未来的合并或需求可能需要将你的网络加入一个或多个其他网络中。

例如,假设一个小网络需要一个 C 类地址,但这个网络不需要连接到 Internet (见图 3-2),选择 207.46.130.0 做为网络进址,然后按要求配置网上的所有设备。当一切设置完成后,你的老板又决定实现 Internet e-mail 服务。此时你咨询了热情的、邻近的 ISP。ISP 会叫你不要担心,他们会使用一种网络地址转换 (Network Address Translation) 技术来保持你的现有网络地址不变,并能够访问 Internet。非常好!一切工作得很好,但有一个例外 - 你不能访问 www.microsoft.com。

C 类地址 207.46.130.0 已被正式分配给 Microsoft 公司,并且被用做 Web 服务器。当你试图访问这个 Web 站点时, DNS (Domain Name System: 域名系统) 将对域名进行解析,得到的 IP 地

址是207.46.130.14。当你的浏览器将HTTP请求送到目标地址时，IP软件将认为（也正是这样）这个地址在你自己的网络中，不将这个信息转发给路由器。

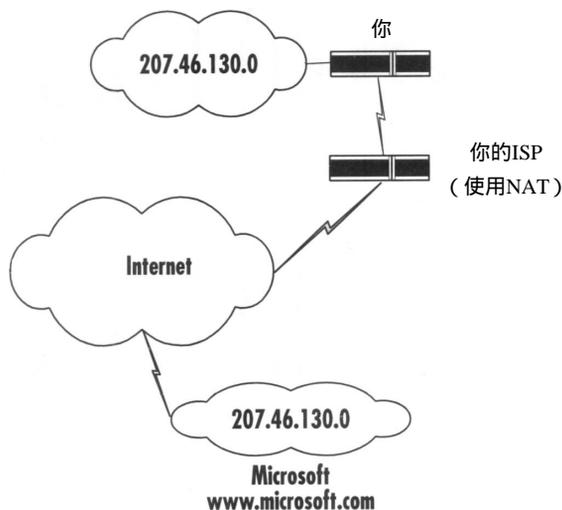


图3-2 选择地址的危险

讲到这里我们可以看到随意选择 IP地址是有一定的风险的 -尽管你可能打算永远不连接到全球Internet。

3.4 RFC 1918——私有网络地址

在20世纪90年代初期，Internet进入快速增长时期。RFC 1597提出了一种有助于保留全球唯一IP地址的方法，这种方法使用了三个保留地址块。这三块地址永远不会分配给任何组织。这些块能够被用到任意私有网中，你不用提心官方分配给其他组织的 IP地址与此块地址相重复。

注意 并不是所有人都同意这个计划。RFC 1627(1994年6月提出)的作者们就曾报怨，这个Internet策略的决定没有经过同行的复查和公共评价过程。他们同时也指出，已经运行了20多年的Internet结构的原始设想就是要求每个主机有唯一编址。他们认为RFC 1597违背了这个原则。然而，私有网络管理的支持者最终还是占了上风。

在1996年2月，RFC 1597被修改，并被RFC 1918取而代之。对它目前的使用的评价是“当前最好的实践”。

3.4.1 三个地址块

RFC 1918将下面三个地址范围做为私有地址块：

- 10.0.0.0 - 10.255.255.255。
- 172.16.0.0 - 172.31.255.255。

• 192.168.0.0 - 192.168.255.255。

这些地址块中第一个块等价于传统的 A 类地址。如果使用 CIDR 符号进行描述的话，它的值应为 10.0.0.0/8。由于在 32 位中有 8 位是固定的，所以 RFC 1918 将这个地址块叫做 24 位地址块。也就是说，这 24 位可由本地管理，它所包含的地址数量多达 16 777 216 个，足够一个大型网络的使用。

第二个块被叫做一个 20 位地址块，等价于 16 个传统 B 类网络。如果用 CIDR 术语描述，则被叫做 /12 块。这个块包含有 1 048 576 个地址。

最后，第三个块被叫做一个 16 位地址块，等价于 256 个 C 类网络。这个 16 位的前缀能够提供 65 536 个地址。

表 3-3 总结了由 RFC 1918 定义的私有地址块。

表 3-3 私有地址块

地址块	等价分类	前缀长度	地址数量
10.0.0.0-10.255.255.255	1 个 A 类 256 个 B 类 65 536 个 C 类	/8	16 777 216
172.16.0.0-172.31.255.255	16 个 B 类 4 096 个 C 类	/12	1 048 576
192.168.0.0-192.168.255.255	1 个 B 类 256 个 C 类	/16	65 536

3.4.2 要考虑的内容

任何人可以在任何时间任何网络中使用表 3-3 中的任何地址块。但要记住一点，使用这些地址的设备如果不使用某些地址转换的话，就不能够与在 Internet 上的其他主机进行通信。

当你决定在你的网络中使用私有地址时，要考虑一下如下内容：

地址数量：使用私有地址的最大好处是你有足够的地址空间进行工作。由于没有使用全球唯一地址（一个很少的资源），所以你不要保守，在图 3-1 示例网络中，你可使用整个 B 类地址块，而不必感觉不合适。尽管使用率仅为 4%，但你并没有占用一些有价值的地址。

安全性：使用私有地址也能够加强网络的安全性。尽管网络中的一部分已经连接到 Internet，但是在本网络外的任何人也不能到达你的设备。同样，在你的网络内部，没人能够到达在 Internet 上的主机。RFC 1918 文档认为：

“……私有网的路由信息将不会在企业内部的链路上进行传播，并且带有私有源地址或目的地址的分组也不会在此链路上被转发。在网络中，没有使用私有地址空间的路由器，特别是 Internet 服务提供商的路由器，都希望配置成拒绝（过滤掉）有关私有网络的路由信息”。

管理人员参考 来自于内容的安全问题

尽管前面讲到的有关安全和私有的信息看起来很好，但不要过于满足。根据安全专家的估

计，对计算机系统的攻击有 50%到70%来自于组织内部。私有网络的地址管理不能保护内部的攻击。

有限的范围：你之所以有这些地址的原因就是你不能连接到全球 Internet。在以后，如果你希望与Internet进行通信，则必须获得官方的（全球唯一，且可路由的）地址，并且还要对设备进行重新编址，当然也可直接使用 NAT技术。

重新编址：当你转入或离开私有地址管理时，需要对所有 IP设备进行重新编址（改变 IP地址）。许多组织中的用户工作站是在系统启动时自动获得 IP地址的，而不是将一个固定 IP地址分配给工作站。这种方法需要为组织设立一个动态主机配置协议（Dynamic Host Configuration Protocol:DHCP)服务器。DHCP是在RFC2131中描述的。第7章将会详细讨论DHCP协议。

网络互联：当你的网络想加入到其他使用私有地址管理的网络时，你也许会发现在某些设备上有地址冲突。例如，你选择使用了 24位私有地址块（10号网络），你给第一个子网上的第一个路由器分配的地址是 10.0.0.1。现在需要你的组织与其他组织进行合并，并加入你的网络。不幸的是，其他网络的管理员也将地址 10.0.0.1分配给某个路由器，按照 IP地址管理规则，两个设备不能使用同一个地址。进一步来看，如果两个路由在不同的子网上，你不仅要给路由器分配一个不同的地址，而且还要分配一个不同的子网地址。发生冲突后的解决方案有两种：重新编址或使用NAT。

3.4.3 使用哪个地址块

下面的内容引自 RFC 1918文档：

“如果设计了一个好的子网划分策略，并且使用的设备也支持此策略，则最好使用 24位（A类网络）私有地址空间块，并制定一个地址管理计划，以满足不断增长的需求。如果在子网划分上出现了问题，也可以使用 16位私有地址空间块（C类网络）或20位私有地址空间块（B类网络）。”

子网划分的概念是在 1985年8月（RFC 950）被引入到IP领域的。由于今天使用的大部分软件是在以后开发的，所以这些软件应能够理解子网划分原则。除非你有更好的理由，否则应选择使用网络10进行私有地址管理。由于使用了 24位地址块，当设计一个私有地址管理策略时，你可以使用长度位24位的地址空间。

3.5 A类私有网络子网划分策略

当为一个私有网络设计一个地址管理规划时，使用的原则与其他 IP网络中使用的原则是一样的。地址管理规划的实现应该遵循下列目标：

简洁性：规划应该尽量简单，以便有尽可能多的人能够理解它。当看到一个特定设备上的IP地址时，就应该可以推断出它是哪一类设备，在网络上的什么位置，不需要查阅大量的文档手册。

容易管理：规划应该容易实现和维护。规划应至少满足可以预测到的增长，如果可能的话，尽量能够满足不可预测的增长或其他变化。

有效的路由：象维护这个规划的人要充分了解这个规划一样，每当一个分组要被传送到其他子网上时，都需要规划中的路由器来进行分组的转发工作，所以在这个规划中不要给路由器资源增加很大负担。最理想的策略是建立一个分级地址管理规划，这样可以使路由表相对较小。

文档：使用尽量简洁的语言来描述这个规划，不要过多的详细解释。

按照第2章中的指南，我们给一个大组织进行网络规划。假设这个组织已经决定在它的网络互联中使用私有 IP 地址管理。具体的实现过程与前面的内容是相同的 ---- 选择一个掩码；分配子网位；确定每个子网的地址范围。

3.5.1 网络

我们将研究的网络是相对稳定的。公司拥有 3000 个零售商店，每个商店中不会多于 12 个 IP 设备。来自于管理顾问的报告说明，对中期发展来说这个数量足够用了。每个商店通过租用的点到点线路连接到它的地区分销中心。

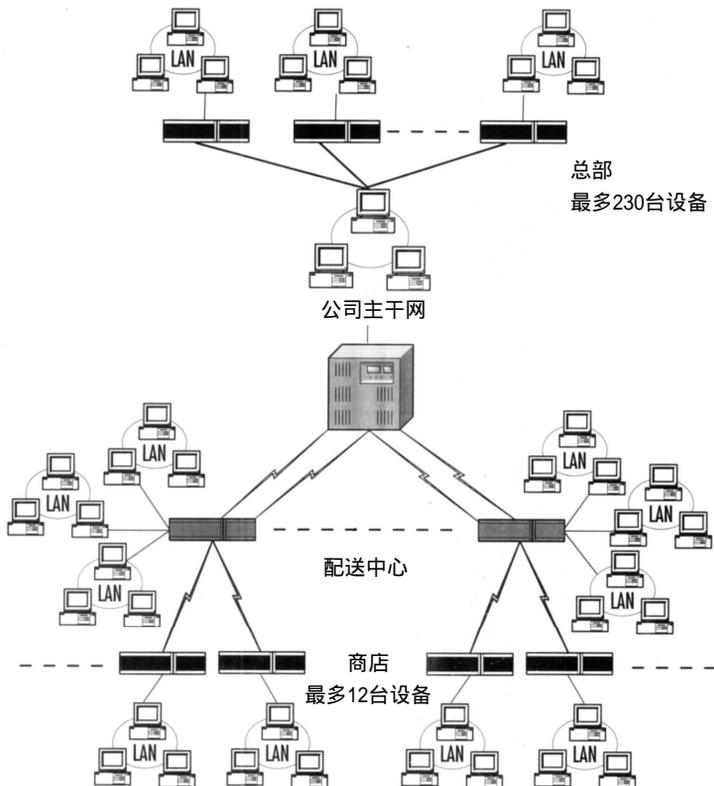


图3-3 一个大网络

目前有18个地区分销中心，每个中心所能支持的商店不会超过200个。分销中心有两个物理网络，一个用于管理，一个用于仓库。在最大的管理LAN上有80个IP设备，仓库LAN需要120个地址。每个分销中心通过两条并行的T3链路连接到总部。

总部所在地共有14个LAN，通过路由器连接到公司主干网上。总部中最大的LAN上有230个IP设备。

图3-3给出了公司网络的全貌。表3-4给出了网络所需要的地址情况。

表3-4 示例网络地址管理分析

位置	子网数量	最大地址个数
总部LANs	15	230
HQ-DC的连接	$18 \times 2=36$	2
分销中心LANs	$18 \times 3=54$	120
分销中心到商店的连接	$18 \times 200=3\ 600$	2
商店LANs	$18 \times 200=3\ 600$	12
总共子网数量	7 305	
子网中最多地址数		230

从表3-4中的信息可以看到，所需要的子网总数量为7 305；最大子网中的地址数为230个。

3.5.2 策略

对于地址管理问题，尽管有许多正确的解决方案，但也存在着许多争议。由于我们的目标是设计的简洁性，所以我们试图将规划做得尽量简单。由于我们所使用的软件都能支持子网划分，这样我们可以按RFC 1918的要求进行地址管理，并使用24位地址块---即网络10。

现在，可管理的地址空间长度为24位。如何对它们进行分配呢？现在从我们研究的网络结构上找一些线索。这里应有三级结构：

- 总部级。
- 分销中心。
- 商店。

这种分级方式是否符合我们的地址管理方案呢？在我们深入了解这个问题前，要决定两件事情。首先，我们要确定是使用定长子网掩码还是使用变长子网掩码？按照简洁性的原则，应该选择定长掩码。这样的网络容易设计和维护。

下一步就是要决定如何使用掩码。查看一下第2章的A类子网划分表，我们决定使用255.255.255.0掩码。是否可以使用其他的掩码呢？解答是肯定的，但大部分人都认为255.255.255.0是最容易使用的掩码。这个表也显示，我们现在可使用的子网数为65 535，每个子网提供254个地址，这是比较理想的工作方式。现在，呈现在我们面前的IP地址结构如下：

- 网络标识：8位。
- 子网标识：16位。

- 主机标识：8位。

这个16位可由两个点分十进制数来表示。也许我们可以将公司网络结构变成两级：地区和商店。此时我们将总部叫做“地区0”。使用这种方法，整个IP地址的结构描述如下：

10.R.S.H

在这里R代表地区号，S代表商店号，H代表主机号。如果使用这种方法实现，IP地址的文档也就自动生成了----这正是我们所希望的事情。

3.5.3 地址分配

让我们接着工作。在表3-5中，有5个不同的子网组。查看每一个组，以便决定分配什么样的IP地址。

表3-5 总部子网

描述	地址范围
主干	10.0.0.1-10.0.0.254
LAN1	10.0.1.1-10.0.1.254
LAN2	10.0.2.1-10.0.2.254
...	...
LAN14	10.0.14.1-10.0.14.254

1. 总部LAN

前面已讲过，总部被叫做“地区0”。在这个组中有15个LAN。对这个组，我们使用10.0.L.0。如果L等于0，则代表主干；L等于1到14，则分别代表管理LAN。有关总部中LAN的信息见表3-5。

2. 从总部到分销中心的WAN连接

有许多方法来分配这组地址。两个WAN连接分别使用10.100+R.0.0和10.200+R.0.0地址，分别连接到地区分销中心。这里R是地区号。表3-6给出了这些分配信息。

表3-6 总部的WAN连接

描述	地址
总部到地区1	10.101.0.1&10.101.0.2 10.201.0.1&10.201.0.2
总部到地区2	10.102.0.1&10.102.0.2 10.202.0.1&10.202.0.2
...	...
总部到地区18	10.118.0.1&10.118.0.2 10.218.0.1&10.218.0.2

3. 分销中心的LAN

为了不与商店的LAN发生冲突，我们从列表的顶端开始分配地址。3个分销中心（DC）LAN的地址结构分别为10.R.255.0、10.R.254.0和10.R.253.0。

表3-7给出了这个规划。

表3-7 分销中心子网

描述	地址范围
地区1, 管理员1	10.1.255.1-10.1.255.254
地区1, 管理员2	10.1.254.1-10.1.254.254
地区1, 仓库	10.1.253.1-10.1.253.254
地区2, 管理员1	10.2.255.1-10.2.255.254
地区2, 管理员2	10.2.254.1-10.2.254.254
地区2, 仓库	10.2.253.1-10.2.253.254
...	...
地区18, 管理员1	10.18.255.1-10.18.255.254
地区18, 管理员2	10.18.254.1-10.18.254.254
地区18, 仓库	10.18.253.1-10.18.253.254

4. 从DC到商店的WAN连接

根据前面的HQ-DC的连接, 从地区R到商店S的连接所使用的地址结构为 10.100+R.S.0 (见表3-8)。

表3-8 分销中心WAN连接

描述	地址
地区1到商店1	10.101.1.1&10.101.1.2
地区1到商店2	10.101.2.1&10.101.2.2
...	...
地区1到商店200	10.101.200.1&10.101.200.2
地区2到商店1	10.102.1.1&10.102.1.2
地区2到商店2	10.102.2.1&10.102.2.2
...	...
地区2到商店200	10.102.200.1&10.102.200.2
...	...
地区18到商店1	10.118.1.1&10.118.1.2
地区18到商店2	10.118.2.1&10.118.2.2
...	...
地区18到商店200	10.118.200.1&10.118.200.2

5. 商店LAN

最后, 我们讨论最大的商店组。由于它是最大的地址组, 则我们的地址安排应尽可能直观、简单。象前面提到的那样, 在地区R中商店S的LAN地址应表示为 10.R.S.0。表3-9给出了商店LAN地址的一些例子。

表3-9 商店子网

描述	地址范围
地区1, 商店1	10.1.1.1-10.1.1.254
地区1, 商店2	10.1.2.1-10.1.2.254

(续)

描述	地址范围
地区1, 商店200	10.1.200.1-10.1.200.254
地区6, 商店107	10.6.107.1-10.6.107.254
地区18, 商店5	10.18.5.1-10.18.5.254

6. 结论

这个规划好象能够正常工作了。现在,我们再看一下我们早期建立的目标,并且讨论一下我们的规划是如何很好地满足这些目标的。

简洁、容易管理和文档记录

在这里,每个子网都使用了同一个子网掩码(255.255.255.0)。在我们的网络中,有5种类型子网,每个子网都有自己的结构。由于使用了私有地址管理,所以我们就有了足够的地址管理空间。我们在使用这个地址空间时,使用了一些地址分配技巧。在这个规划中,非常有价值的特征如下:

- 1) 如果某些地址的第2字节为0,则可知此设备在总部。
- 2) 如果某些地址的第2字节为3位数字,则它代表分销中心与商店(第三个字节 >0)或与总部(第三个字节=0)的WAN连接。
- 3) 所有的其他地址可以分配给LAN上的设备。这个LAN可能在DC中,也可能在一个商店中。

路由器的效率

在公司的互联网中,是否每个路由器都要维护7305个子网列表呢?我们希望你这样。我们的地址管理策略可以实现路由的分级概括。为了允许利用路由分级概括能力,并且使我们的路由表尽可能地小,那么我们的地址结构就应该与实际的物理分层结构相一致。但不幸是,它不符合我们所设计的地址管理规划。再看一看表3-10中的规划。

表3-10 示例网络地址结构

子网组	IP地址结构
总部LAN	10.0.1.0-10.0.15.0
总部到分销中心的连接	10.100+R.0.0
分销中心LAN	10.R.253.0-10.R.255.0
分销中心到商店的连接	10.100+R.S.0
商店LAN	10.R.S.0

在理想情况下,公司的路由器中仅有19个入口点。一个是公司主干,其余的是每个地区一个。为了实现这个目标,与地区相关的所有地址都应共享一个统一的前缀。这也就是说,这些地址的前面几位必须是一致的。这种分配方式与我们的规划是不一样的。例如,地区5中分销中心LAN的地址应为10.5.255.0。从分销中心到商店17的连接应该为10.105.17.0。这两个地址唯一的共同前缀是网络标识10本身-没有什么帮助。

难道要放弃我们的计划吗？不要放弃。从路由的分级概括观点来看，我们的规划是不理想的；但从其他方面考虑，它还是很好的。通过仔细配置地区路由器，就能够让公司的路由器使用三个入口点来表示每个地区。一个入口点代表所有的 DC和商店的 LAN；每一个从公司路由器到DC的连接使用两个入口点。中心路由器的路由表中的入口点个数将小于 100个----一个比较合理的数量。

在每个分销中心的路由器上，每一个 WAN连接、商店 LANs和DC LANs都有一个入口点，总共有400多个。目前的路由器技术对于这些入口数量是很容易处理的。

如果不考虑路由器上的路由表的大小，我们地址管理计划有许多很好的特性，让我们再从过头来，实现这个新规划吧。

3.6 小结

Internet协议的设计者也许永远不会想到，目前 Internet上有100 000多个网络，主机数量达到几百万。从目前来看，固定的 32位地址还能够满足未来几年的需求。但随着 Internet的继续增长，将对有效使用全球唯一 IP地址的用户团体产生巨大的压力。这种压力将会导致 Internet登记中心的管理方针发生变化。新技术的出现也将缓解这方面的压力。

这些新技术之一就是象 RFC 1918所说明的那样使用私有地址。使用私有地址既有它的优点，也有它的缺点。

3.7 常见问题解答

问题：我如何知道使用哪个私有地址块？

解答：除非有很好的理由 ----如特殊的学习目标，或让你的路由器完成特殊的行为，否则应使用网络 10。

问题：在私有网中我能使用 VLSM吗？

解答：绝对可以，不仅没有坏处，而且会增加使用地址的数量。

问题：在私有网络范围中为什么使用网络 10？

解答：作为今天 Internet的前驱，以前的 ARPANET使用的地址是 A类网络 10。网络 10在20世纪80年代就不再使用了。为了纪念这个成功的开始，我们使用这个网络号。

问题：在我们网络中能否同时使用私有地址和公共地址？

解答：可以。由于公共地址和私有地址使用不同的网络前缀，所以在路由器上它们分别需要不同的端口。这也就是说，在网络中，它们被划分为不同的子网。拥有公共地址的设备可以同Internet进行通信，而拥有私有地址的设备则不能与 Internet进行通信。

问题：我有一个使用私有地址的网络，现在我想连接到 Internet，可以吗？

解答：可以。你现在有两个方法可以选择。第一种方法：你要获得公共地址，并重新为你的IP设备分配地址。第二种方法：你或你的 ISP使用网络地址转换技术（NAT）将你的私有地

址转换成公共地址。第4章将详细讲述 NAT。

3.8 练习

1. 在示例网络中，我们没能够最好发挥路由分级概括的优点，这是由于我们的地址分配策略造成的。不要使用变长掩码，为示例网络设计一个地址管理结构，以使它完全能够实现分级。

2. 为什么ISP要过滤掉私有地址块？
3. 如何利用CIDR，使地址分配更有效？

答案

1. 使用16个子网位中的5位或6位表示地区。这些位是子网域的前边位。剩余的10或11位将代表地区中的子网。例如，如果地区标识使用5位，地区中的子网使用11位，则可有32个地区，每个地区中可有2048个子网。地址的排列如下：

总部：	10.0.0.0	到	10.7.255.255
地区1：	10.8.0.0	到	10.15.255.255
地区2	10.16.0.0	到	10.23.255.255等

从路由器的观点来看，这个计划非常有效。但不直观。

2. 从定义上来看，私有地址块不是全球唯一的，所以有许多网络使用相同的地址。如果Internet上允许出现这些网络的路由信息或包含这些地址的分组，则Internet路由器将会产生混乱，错误地路由分组。在最坏的情况下，将会产生拥塞，导致大量通信的失败。

3. 通过减小地址分配上的“颗粒”来完成。前面已经讲过，在使用CIDR前，一个组织只能使用256个地址（C类）、65 536个地址（B类）或16 777 216个地址（A类）。使用CIDR后，几乎可以分配任何数量的地址，这样减少了前面方案的浪费。