

第1章 交换和桥接的概念

在当今的市场上，对带宽的需求已经永远地超出了 5 年前人们的想象力。以太网曾经是局域网（LAN）中的主要介质。随着快速以太网和千兆以太网的发展，以太网已失去了往日雄风，但可以肯定，以太网仍将继续成为局域网基础设施中的一种选择。而且，随着快速以太网和千兆以太网对带宽需求的增加，对网络进行物理分段和逻辑分段仍然很必要。进行分段需要使用交换机和路由器。本书将对 Cisco 交换产品的特征和性能进行介绍。

Cisco 生产的路由产品给人们留下了很深刻的印象，这种印象使它显示出了其在网络领域的统治地位。不过，更宽的带宽需求又导致了市场上对能进行物理分段和逻辑分段的产品的需求。Cisco 看到市场上这一需求增长，就开发出了生产交换机产品的 Catalyst 生产线来生产 Catalyst 系列的交换产品。这种 Catalyst 系列的交换产品可以给大部分的介质提供服务，这些介质包括以太网、快速以太网、千兆以太网、FDDI、令牌环和 ATM。Cisco 还融合了许多专利技术，以限制和消除网络基础设施中的许多瓶颈。

Cisco 的 Catalyst 产品包括 Crescendo 和 Kalpana 公司最初生产的产品。Kalpana 公司由于发明了以太网交换机而享有很高的声誉。Cisco 已经熟练地从这些公司学到了制作这些交换产品的技术。

为了更好地了解对网络进行分段的需求，必须知道怎样对网络进行分段。本章将详细介绍各种分段的方法以及何时使用这种方法。

1.1 以太网

以太网是在 70 年代中期由 Xerox 公司 Palo Alto 研究中心推出的。由于介质技术的发展，Xerox 可以将许多机器相互连接，形成巨型打印机。这就是以太网的原型。后来，Xerox 公司推出了带宽为 2Mb/s 的以太网，又和 Intel 和 DEC 公司合作推出了带宽为 10Mb/s 的以太网，这就是通常所称的以太网 或以网 DIX（Digital, Intel 和 Xerox）。IEEE（电器和电子工程师协会）是一个拥有 802 个委员会的协会，它成立后，制定了以太网介质的标准。其中，IEEE 802.3 与由 Intel、Digital 和 Xerox 推出的以太网 非常相似。

以太网是一种能够使计算机进行相互传递信息的介质，其原理与人通过空气进行交流相似。人在空气中说话形成回响产生声波，这些声波被其他人的耳朵感知后，人就可以进行交谈。交谈开始时，声波组合成一个个的单词，后来这些单词又组合成一个个的句子。以太网的原理也是一样，它利用二进制位形成一个个的字节，这些字节然后组合成一帧帧的数据。在以太网中，字节其实是一些电脉冲，它们能在导线中进行传播，其传播的性能优于声波在空气中的传播性能。

以太网由许多物理网段组合而成，每个网段包括一些导线和与导线相连的节点，如图 1-1 所示。一个使用星形拓扑结构的网络集线器将对从一个端口到其他所有端口的二进制位进行复制。这种集线器实质上是一个多端口的转发器，它可以对以太网导线进行仿真。所有与导线相连的节点都可以监视到导线上的信息。不过，这样很不安全。与以太网相连的网络分析

器将监视在所有导线上传输的信息。很多情况下，数据不会在本地的介质进行加密，这样，网络工程师就可以很容易地对导线上封装帧中的数据进行解码。

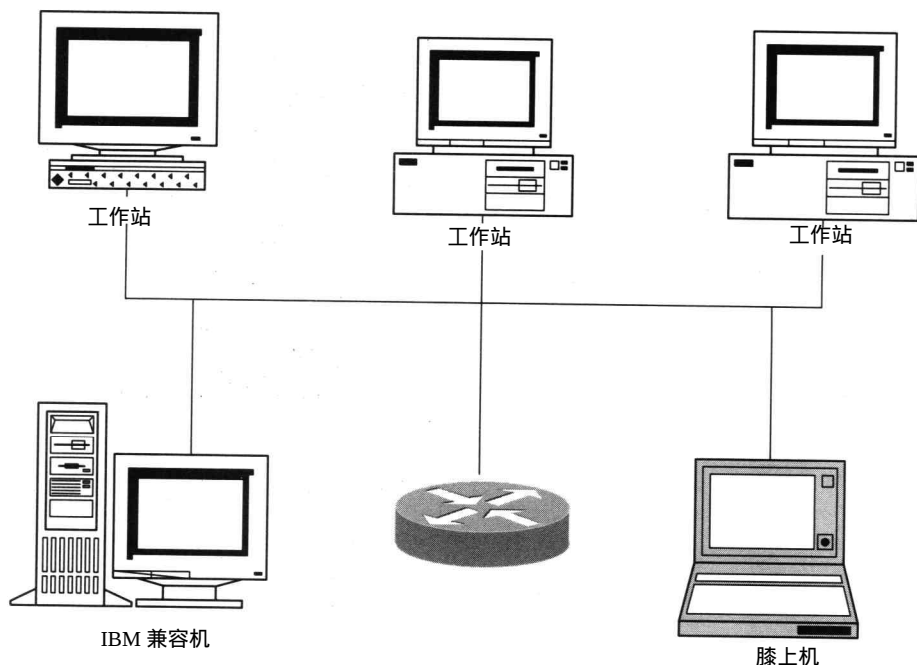


图1-1 以太网物理段

传送的信息可以看作是一些穿过导线的电荷。这些电荷以 1和0来表示（见图 1-2）。这些电荷的传播就形成了电流。我们可以把电流看成是在轨道运行的火车，这辆火车只能在轨道上运行，它有起点和终点，也有机车和尾车。我们将以太网的帧看做是一辆火车，它专门收集以太网上的电荷，和火车类似。帧有一个起点，我们称之为帧报头，也有终点，我们称之为帧尾（见图 1-3）。

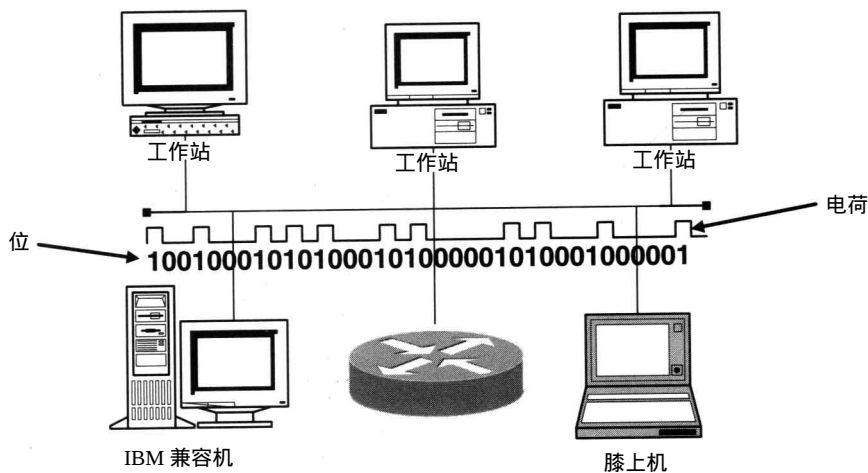


图1-2 以太网物理段

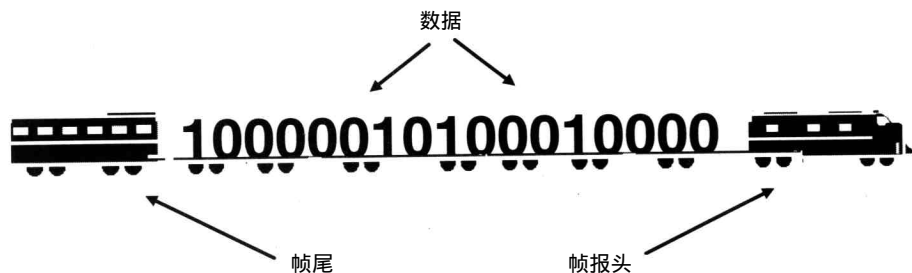


图1-3 以太网帧

以太网上有很多工作站，每个工作站都会接收到各种各样的帧信息，那么，工作站怎样才能知道帧是否是直接对它进行访问呢？其实，在每个帧报头中，都包含有一个目的地 MAC（介质访问控制）地址，这个地址就可以告诉工作站帧是否是对它进行直接访问。如果工作站发现目的MAC地址与其不匹配，工作站将对帧不予处理。

MAC地址有48位，它可以转换成12位的十六进制数，这个数分成三组，每组有四个数字，中间以点分开。MAC地址有时也称为点分十六进制数（见图 1-4）。它一般烧入NIC（网络接口控制器）中。为了确保MAC地址的唯一性，IEEE对这些地址进行管理。每个地址由两部分组成，分别是供应商代码和序列号。供应商代码代表NIC制造商的名称，它占用MAC的前六位12进制数字，即24位二进制数字。序列号由供应商管理，它占用剩余的6位地址，或最后的24位二进制数字。如果供应商用完了所有的序列号，他必须申请另外的供应商代码。

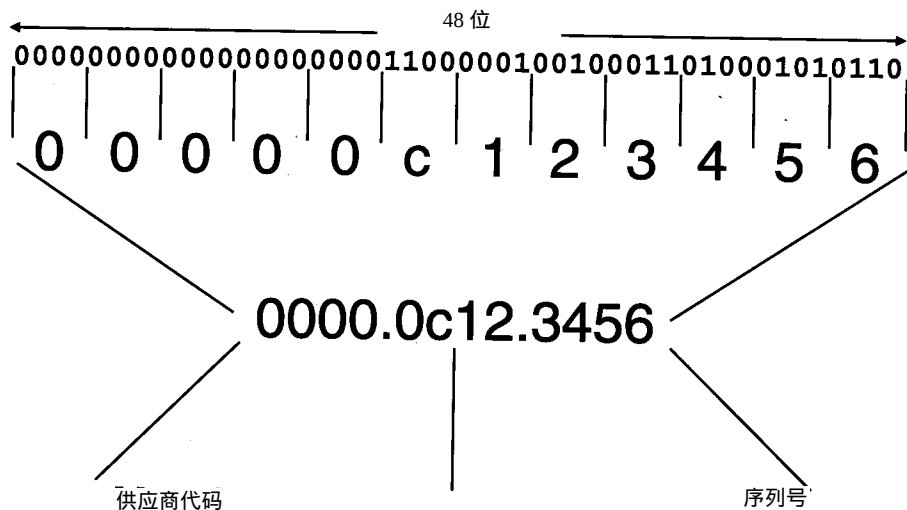


图1-4 MAC地址

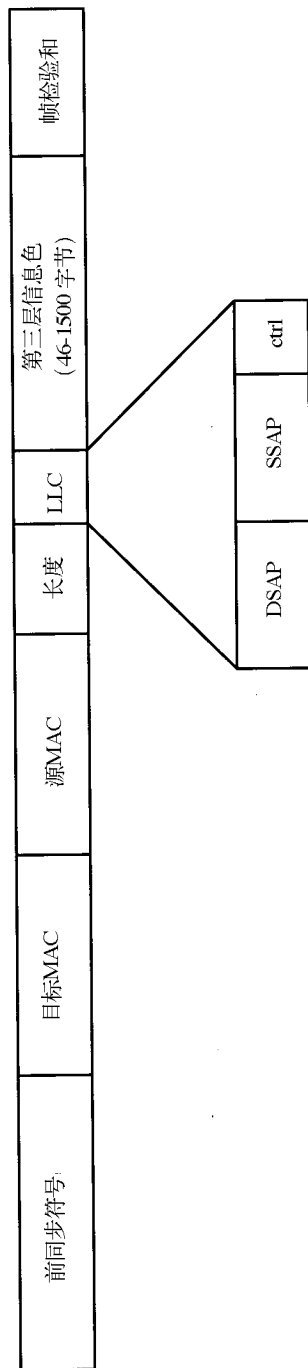
1.2 以太网帧格式

图1-5给出了当今使用的一些常用的帧类型。其中，以太网 的帧报头是所有以太网 帧报头中最老的，有时也称为以太网 DIX，DIX指的是最初联合生产以太网设备的三家公司，即Digital公司、Intel公司和Xerox公司。

Ethernet II or Ethernet DIX



具有802.2链路控制子层的IEEE 802.3以太网



Novell 以太网



IEEE 802.3子网访问协议 (以太网SNAP)

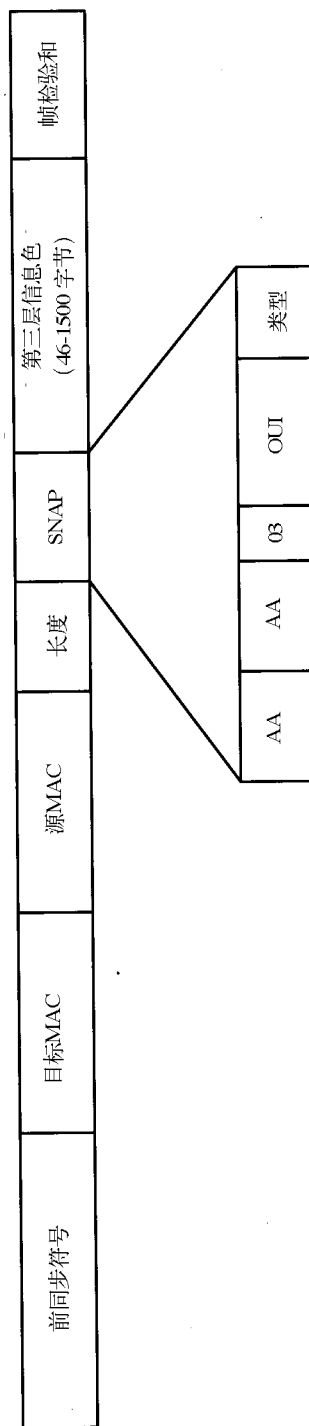


图1-5 以太网帧类型

在同步技术中，一般使用前同步信号字段，这个字段的长度为 7个字节。字段后是一个称为帧开始分界符的长度为 1字节的字段。前同步字段由重复的二进制值“10”组成，帧开始分

Novell 以太网帧类型只适用于 IPX通信。Novell以前没料到 IPX将附属于其他第 3层协议。所以，也就没有必要用字段来识别第 3层协议。如果你运行的是 Novell网络，就可以使用 IPX。Novell 以太网帧格式以一个长字段来取代类型字段，与前面的 IEEE的做法一样。不过长字段后没有 LLC字段。IPX信息包可以迅速对长字段进行跟踪，所以，没有办法来识别封装中的第

3层协议。这正是只有IPX通信才能在Novell 以太网帧上被封装的原因。因为Novell 以太网报头看起来和IEEE 802.3的报头一模一样，所以Novell经常将这组帧称作“以太网 802.3”，但不称作IEEE 802.3帧，因为它没有LLC。

1.3 CSMA/CD

以太网使用CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, 带有冲突监测的载波侦听多址访问)。我们可以将CSMA/CD比做一种文雅的交谈。在这种交谈方式中，如果有人想阐述观点，他应该先听听是否有其他人在说话（即载波侦听），如果这时有人在说话，他应该耐心地等待，直到对方结束说话，然后他才可以开始发表意见。有一种情况，有可能两个人在同一时间都想开始说话，那会出现什么样的情况呢？显然，如果两个人同时说话，这时很难辨别出每个人都在说什么。但是，在文雅的交谈方式中，当两个人同时开始说话时，双方都会发现他们在同一时间开始讲话（即冲突检测），这时说话立即终止，随机地过了一段时间后，说话才开始。说话时，由第一个开始说话的人来对交谈进行控制，而第二个开始说话的人将不得不等待，直到第一个人说完，然后他才能开始说话。

除计算机以外，以太网的工作方式与上面的方式相同。首先，以太网网段上需要进行数据传送的节点对导线进行监听，这个过程称为CSMA/CD的载波侦听。如果，这时有另外的节点正在传送数据，监听节点将不得不等待，直到传送节点的传送任务结束。如果某时恰好有两个工作站同时准备传送数据，以太网网段将发出“冲突”信号。这时，节点上所有的工作站都将检测到冲突信号，因为，这时导线上的电压超出了标准电压。冲突产生后，这两个节点都将立即发出拥塞信号，以确保每个工作站都检测到这时以太网上已产生冲突，导线上的带宽为0Mb/s。然后，网络进行恢复，在恢复的过程中，导线上将不传送数据。在这一过程中，不属于产生冲突的网段上的节点也要等到冲突结束后才能传送数据。当两个节点将拥塞信号传送完，并过了一段随机时间后，这两个节点便开始将信号恢复到零位。第一个达到零位的工作站将首先对导线进行监听，当它监听到没有任何信息在传输时，便开始传输数据。当第二个工作站恢复到零位后，也对导线进行监听，当监听到第一个工作站已经开始传输数据后，就只好等待了。

注意 实际上，随机的时间是通过一种算法产生的，这种算法在 IEEE 802.3 标准 CSMA/CD文档第55页可以找到。

在CSMA/CD方式下，在一个时间段，只有一个节点能够在导线上传送数据。如果其他节点想传送数据，必须等到正在传输的节点的数据传送结束后才能开始传输数据。以太网之所以称作共享介质就是因为节点共享同一根导线这一事实。

1.4 快速以太网

现在，我们对以太网应该有了一个大致的了解，下面介绍快速以太网。为了提高以太网的性能，很多商家都尽力推出100Mb/s的以太网。IEEE 802.3u 100MB规范虽不是第一个出现在市场上，但它后来变得非常引人注目。所有的Catalyst产品都支持快速以太网。

因为快速以太网的速度提高了10倍，所以它在市面上非常流行。快速以太网上使用的帧技术与一般的以太网上使用的帧技术是一样的。这样，与其他的100MB技术（如ATM）相比较网络工程师就可以更容易与快速了解以太网。另外，快速以太网也使用CSMA/CD，使得熟

以太网工程师很容易适应这个新的介质。

前面提到的各种概念也可以应用于快速以太网中。所以，一个快速以太网上放置的节点越多，产生冲突的可能性就越大，这样也就降低了快速以太网导线上的各种性能。

1.5 千兆以太网

随着快速以太网的实现，对较大的主干介质的需求就越来越大。ATM曾由于它的155Mb和622Mb/s的带宽得以很好地发展，但是，要实现它仍然有很大困难。在这种情况下，IEEE 802.3委员会推出了千兆以太网，它和以太网非常相似，只是其带宽要比以太网宽100倍以上。千兆以太网、快速以太网和以太网之间的最主要的差别是千兆以太网没有铜缆配线的标准。

千兆以太网是一种1000Mb/s的介质，实际上它和以太网及快速以太网一样简单，只是由于其带宽使它在其他竞争者面前有很大的优势。竞争者主要指的是ATM。ATM曾被认为是未来的主要介质，而且将完全取代以太网。实际上，ATM是有很多的优势，在后面我们将对之加以讨论，但是和以太网和快速以太网相比，其主要优势是带宽得以增加。不过千兆以太网经过标准化后，比较容易实现，所以可以与ATM的带宽优势竞争。另外，由于快速以太网不像ATM那样复杂就能提高桌面的必要速度，所以讨论Desktop ATM（桌面ATM）也就成为过去。

千兆以太网现在一般只在网络主干和配线柜中使用，目前桌面千兆以太网不会成为现实，限制因素是今天的PC机的构造。典型PC机的总线不能够处理快速以太网，更不用说是千兆以太网了。在网络的主干中，需要将信息从现在所使用的快速以太网工作站及交换以太网工作站传送到以前所使用的共享以太网工作站。千兆以太网是一种比较容易实现的选择。千兆以太网使用了与以太网和快速以太网相同的帧技术和访问模式，它处理巨大的通信量非常容易。现在，Catalyst为了使这些类型的主干能够连接，已经设计出了好几种型号的Catalyst产品。

1.6 全双工以太网

当两个以太网节点通过10baseT的电缆直接连接时，导线类似于图1-7。在这种情况下，数据可以通过两种独立的路径传输和接收。由于只存在两个节点，也就没有总线，所以可以在同一时间对信息进行双向传输，而不会发生冲突。在这种情况下，以太网称为全双工以太网。为了实现全双工以太网，两个节点必须通过10baseT直接连接，而且NIC必须支持全双工。

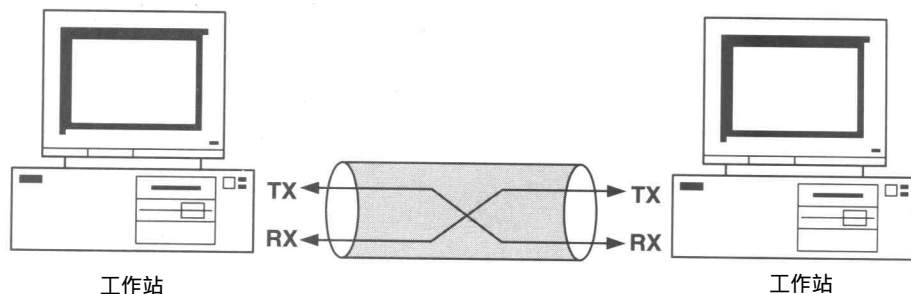


图1-7 两个工作站之间的交叉电缆

随着全双工以太网在理论上的实现，我们在两个方向都可以获得 10Mb/s 的传输带宽。这正是全双工以太网被描述成具有 20Mb/s 带宽介质的原因。另外，快速以太网和千兆以太网都能够支持全双工技术。这样，带有全双工技术的快速以太网的带宽可达到 200Mb/s，而带有全双工技术的千兆以太网的带宽可达到 2Gb/s。

1.7 物理分段

冲突的产生降低了以太网导线的带宽，而且这种情况是不可避免的。所以，当导线上的节点越来越多后，冲突的数量将会增加。在以太网网段上放置的最大的节点数将取决于传输在导线上的信息类型。显而易见的解决方法是限制以太网导线上的节点。这个过程通常称为物理分段。

物理网段实际上是连接在同一导线上的所有工作站的集合，也就是说，和另一个节点有可能产生冲突的所有工作站被看作是同一个物理网段。经常描述物理网段的另一个词是冲突域，这两种说法指的是同一个意思。在当今社会，术语不一致是经常发生的事情，要使新成员熟悉某些概念还有些困难，所以还有必要对物理网段和冲突域实际上指的是同一件事情有所了解。

当用某些互连网络设备来建立更多的以太网导线或物理网段时，就需要对网络进行物理分段。在图 1-8 中，为了将图 1-1 所示的以太网导线断开，以形成两个独立的物理导线或两个独

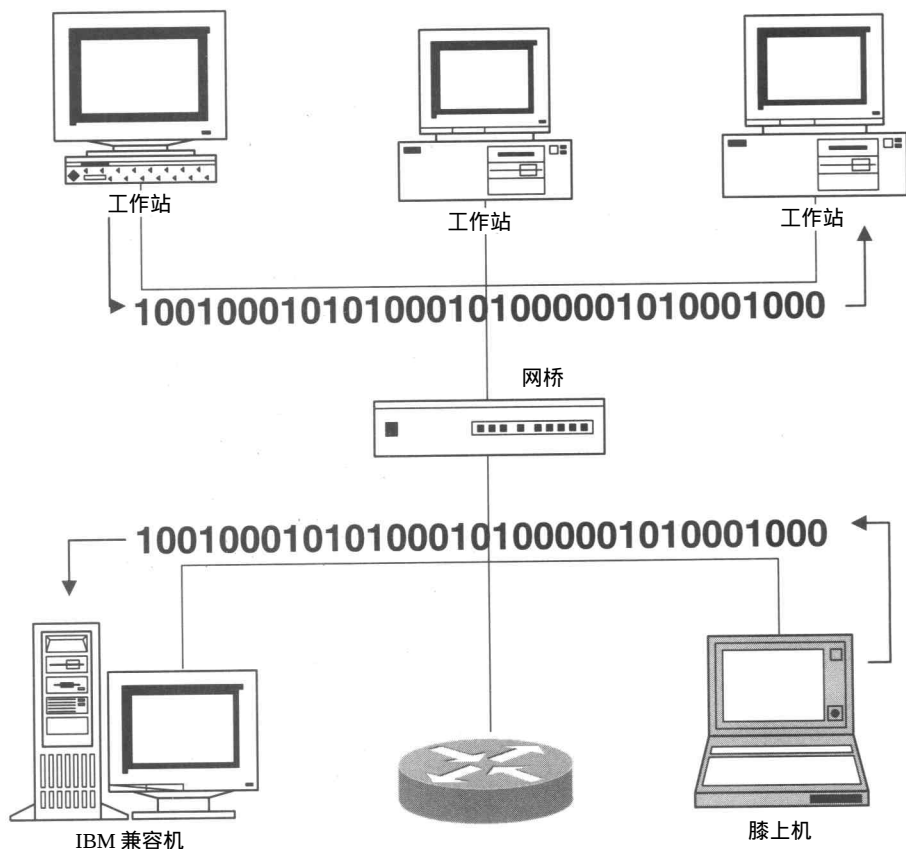


图1-8 物理分段

立的物理网段用到了网桥。网桥的作用是只发送发往其他的物理网段的信息。所以，如果所有的信息都只发往本地的物理网段，那么网桥上就没有信息通过。通信可以同时多台主机之间产生，如图1-8所示。网络上有两个带宽为10Mb/s的物理网段，这样，总的带宽便增加至20Mb/s。下面，我们将对网桥是怎样知道什么时候该发送信息加以讨论。

路由器也可以创建物理网段，如图1-9所示。在本书的后面，将对路由器加以介绍，实际上路由器发挥的作用比网桥更大一些。

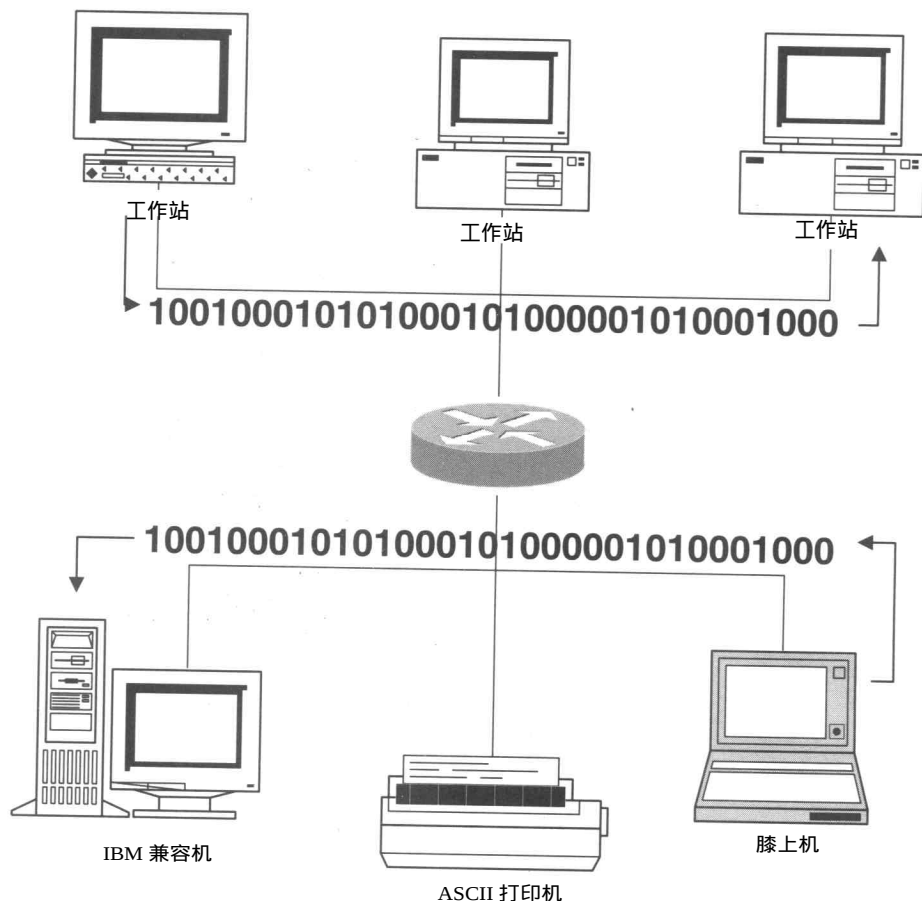


图1-9 利用路由器进行物理分段

1.8 广播和逻辑分段

我们已知道使用共享介质如以太网的缺点及物理网段中冲突的影响。现在，我们来看另外一种导致网络降低运行速度的原因。

广播存在于所有的网络上，如果不对它们进行适当的维护和控制，它们便会充斥于整个网络，产生大量的网络通信。由于各种各样的原因，网络操作系统（NOS）使用了广播。TCP/IP使用广播从IP地址中解析MAC地址，还使用广播通过RIP和IGRP协议进行宣告。Appletalk通过广播发送距离向量路由协议（RTMP，路由表维护协议）的更新信息。RTMP协议在Appletalk网络上每10秒做一次更新。Novell使用SAP（服务宣告协议）来宣传网络上的网

络服务，每隔一分钟做一次宣告。如果网络上存在 1000 台都有大量服务的 Novell 服务器的话，那么网络上每分钟有数千个广播。

广播不仅消耗了带宽，限制了用户获取实际数据的带宽，而且也降低了用户工作站的处理效率。广播的目标地址为 ffff.ffff.ffff。这个地址告诉所有工作站将接收压缩的信息包发送至合适的协议软件的帧。这样便大大降低了工作站的处理效率，因为它不管压缩的信息包是否对工作站有用。例如，如果 Appletalk 路由器发一个更新信息，每个工作站都将收到这个信息，并将压缩的信息包发送至上层协议。当然，只有路由器才使用 RTMP 更新信息，工作站只好对这些压缩包进行解压缩，然后再将这些信息抛弃。这个过程需要大量的 CPU 周期，这将降低本来已经很慢的工作站处理效率。

网桥将对所有的广播信息进行转发，而路由器不会。所以，为了对广播进行控制，就必须使用路由器。在这种情况下，所有能够接收其他广播的节点被划分为同一个广播域或逻辑网段，路由器对广播信息进行过滤，并允许创建多个广播域或逻辑网段。了解逻辑网段定义了第 3 层网络是非常重要的。IP 子网、IPX 子网和 Appletalk 电缆范围将通过广播域或逻辑网段来定义。

图1-10给出了通过路由器接口来定义的两个逻辑网段。这两个逻辑网段也定义了 IP 子网、

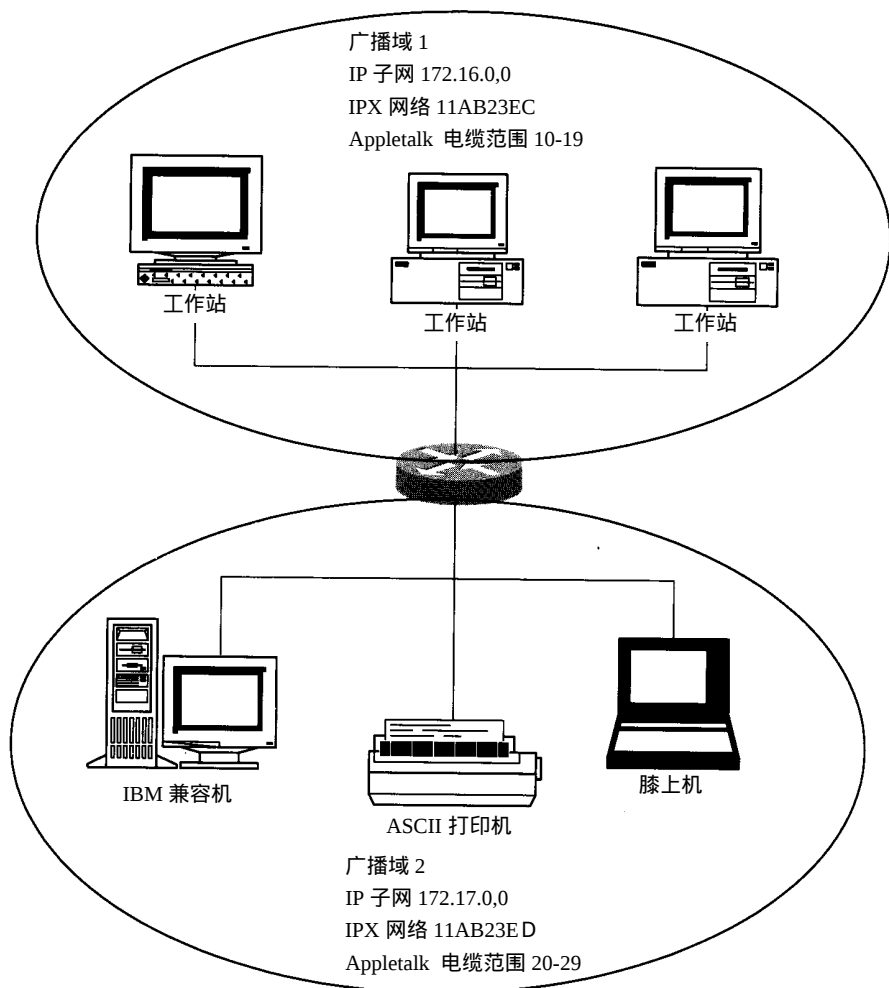


图1-10 广播域和逻辑寻址

IPX网络和Appletalk电缆范围。广播域1上所有节点的IP地址为172.16.0.0，而广播域2上的所有的节点IP地址为172.17.0.0。

1.9 多点传送

多点传送与广播类似，不同的是它不是将信息发送给所有的节点，而只将信息发送至一些特殊类型的节点。这些节点的类型通过地址定义。例如，如果接收的MAC地址为01000CCCCCCC，则帧发往所有Cisco设备。交换器或网桥发送这些帧的方式与发送广播的方式相同。

1.10 交换机和网桥的区别

在前面对网段讨论中，我们已经了解了怎样利用路由器或网桥对网络进行分段，但至今为止，我们还没有提到过出现在本书封面作为本书书名的设备——交换机。交换机对网络进行分段的方式和网桥相同，它实际上是一个多端口的网桥。下面是交换机和网桥之间的三种主要差别。

1) 网桥一般只有两个端口，而交换机通常不止两个端口。

2) 网桥的速度要比交换机慢。

3) 网桥在发送信息前，通常要接收到完整的帧并执行帧检验和（FCS），而交换机在信息接收结束前就可以发送信息。

第二个原因通常因为大多数的交换机更偏向于使用较现代的硬件结构，而不使用旧的网桥。工程师们可以指出其他大量的细小差别，但是对这些差别的讨论不在本书之列。

1.10.1 交换机的帧转发方式

网桥只有完整地接收到一个帧并且执行PCS检验后，才能从一个端口向另一个端口发送帧。这样，当网桥进行帧发送时，就产生了一个等待时间。等待时间是一个有点特别的时间长度，它指设备接收端口上的帧并将信息发送至适当的目的地所需要的时间。这种帧发送的方式称为存储转发。

交换机可以执行帧转发方式，但还可以执行直通（cut-through）帧转发方式。直通交换机在发送信息之前不需要在接收完整帧前进行等待。这意味着网络并没有执行FCS检验。所以有可能发送出一些错误的帧，另外，这还会增加进行帧传输的源物理网段和目的物理网段上的带宽消耗，而实际上这些帧将被抛弃。但如果网络不易于产生帧错误，那么直通帧转发方式还是可以增强网络的性能。

1.10.2 网桥和分段

网桥用于对网络进行物理分段。在网络上布置网桥后，同一个物理网段上的节点数将减少。在这种情况下，冲突出现的机会减少，通过的信息量也就增加。图1-11给出了由6个集线器组成的一个单一的物理网段，图中的任意节点之间都有可能产生冲突。图中网络通信量的总和为10Mb/s。在图1-12中，由于插入了网桥，所以就形成了更多的物理网段。随着网桥的

增加，图中的物理网段数增加到 6 个，比图 1-11 增加了 5 个。由于每个物理网段的通信量为 10Mb/s，所以网络上总的通信量为 60Mb/s。

需要了解的第二个问题是网络上存在多少个逻辑网段？还有，如果图 1-11 中的任意一个工作站发送广播，谁会收到呢？在默认情况下，网桥可以发送广播，所以在图 1-12 中的所有工作站都将收到广播。在图 1-12 中有一个单一的冲突域或物理网段。图 1-11 中的情况和图 1-12 中的情况相同，因为在网络中只用到了集线器。这说明网桥不能将网络进行逻辑分段。图 1-12 中的所有节点都在同一个 IP 子网，同一个 IPX 网和同一个 Appletalk 电缆范围中。所以，可以得出结论，网桥可以增加带宽，减少冲突，但是不能阻止广播并对网络进行逻辑分段。

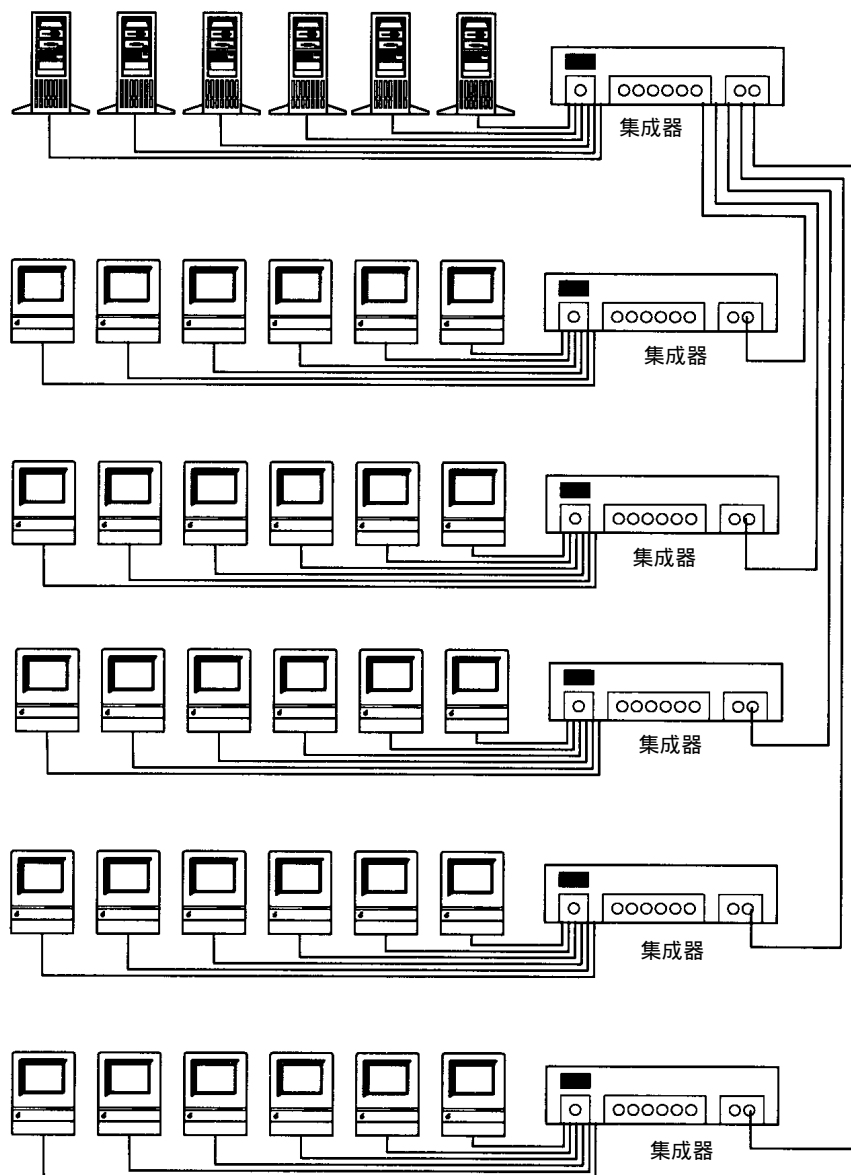


图1-11 单一物理地址

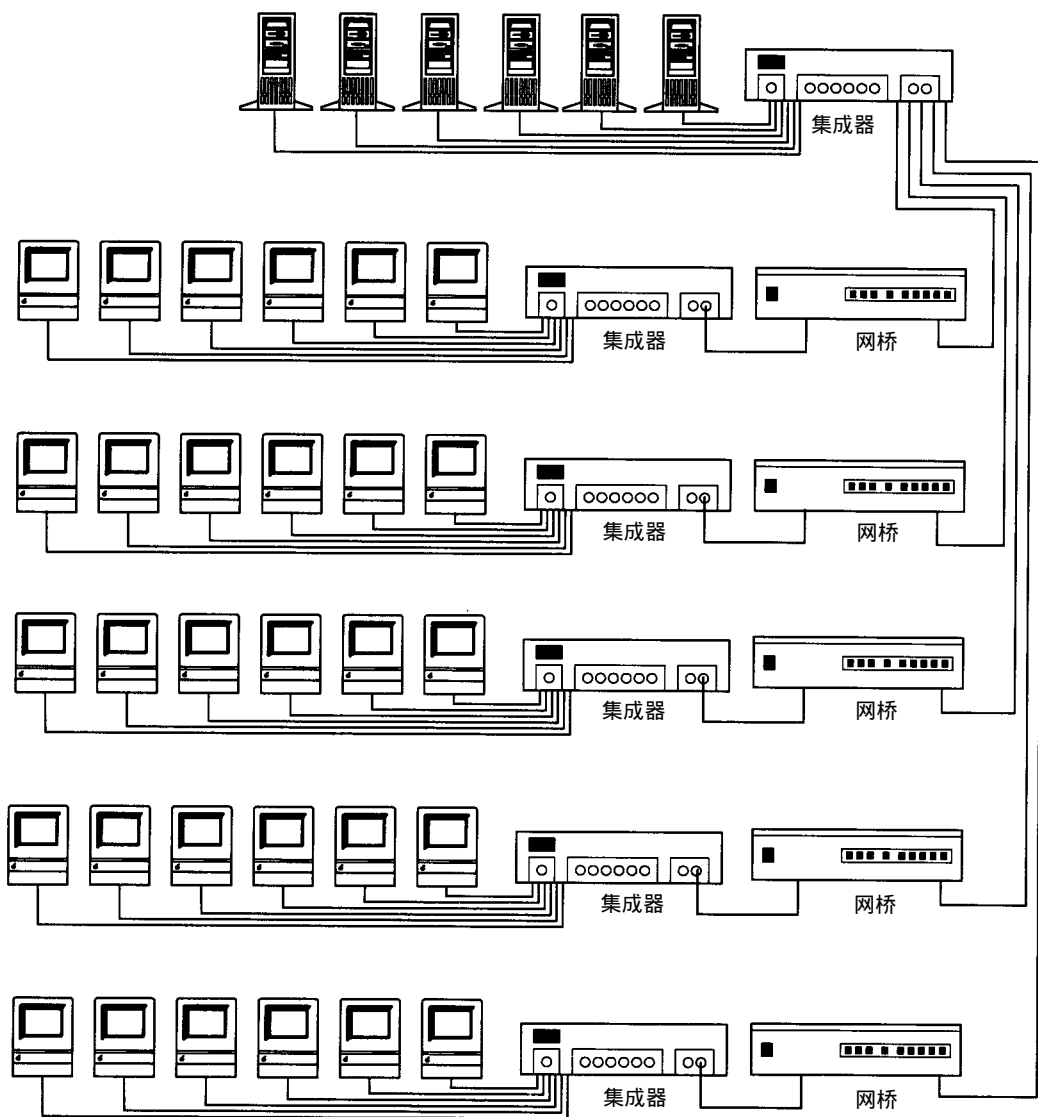


图1-12 6个物理网段

1.10.3 交换机和分段

由于交换机进行物理分段的方式和网桥相同，所以使用交换机可以更进一步增加通信量。交换机从一个端口向另一个端口发送帧时有更多的端口和更少的等待时间。交换机还支持全双工技术，在那些直接连接到节点的端口上，从理论上可以使带宽增加一倍。全双工以太网通常说成双重带宽，但实际情况却不是这样。

在图1-13中网桥和集线器被交换机代替，而且由于使用了全双工技术，网络中形成了大量的物理网段。交换机的每个端口是它自己的物理网段。这种网络配置被称为桌面型的switched以太网的配置。在网络中，交换机对逻辑分段不起作用，广播信息可以传送到由交换机连成的每个物理网段，与前面所说的一样，这将降低网络的实际通信量。在图 1-13中，

所有节点可以看作是同一个IP子网、同一个IPX子网和同一个Appletalk电缆范围中的节点。和网桥一样，交换机也只能够增加带宽减少冲突，而不能阻止广播或对网络进行逻辑分段。

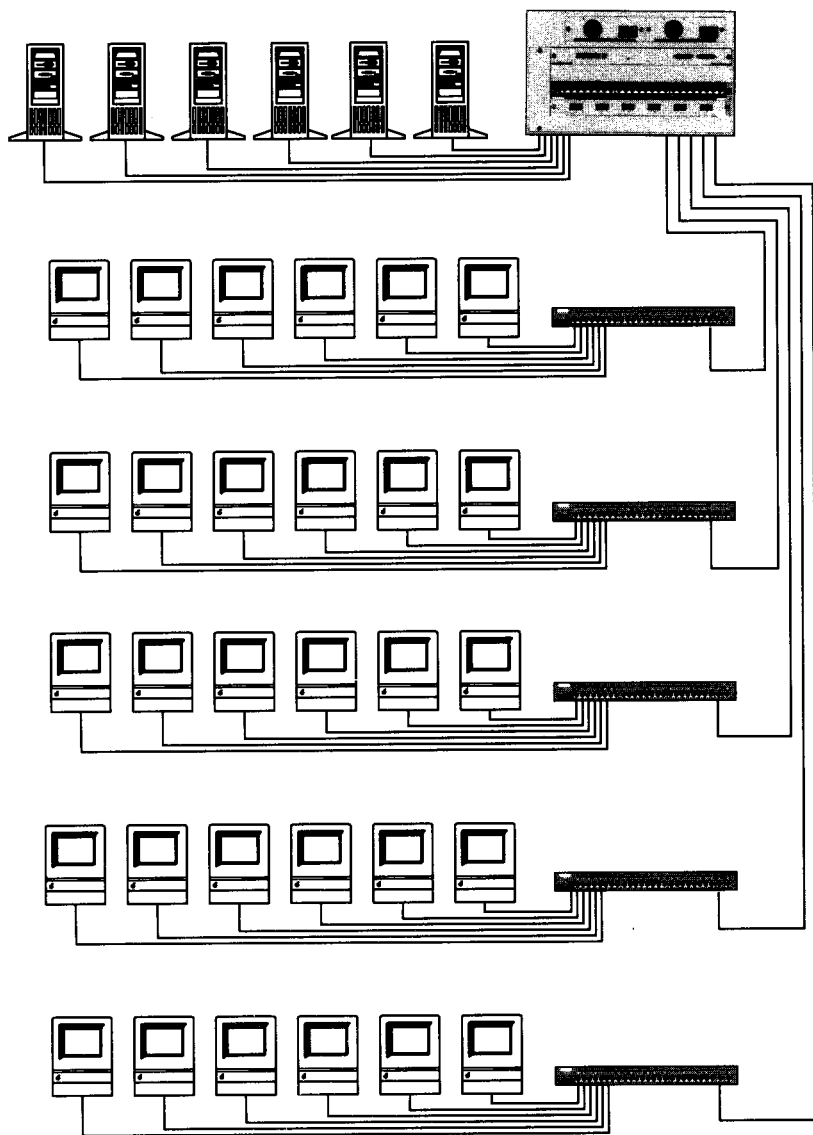


图1-13 36个物理网段、一个逻辑网段

注意 在通常情况下，交换机不能进行逻辑分段，但实际上VLAN（虚拟局域网）可以形成逻辑网段。为了使VLAN有实际的应用，应使用路由器。

1.10.4 路由器和分段

路由器对网络进行物理分段的方式与交换机和网桥相同，但它还可以生成逻辑网段。路由器基于第3层报头、目标IP寻址、目标IPX寻址或目标Appletalk寻址作出转发决定。路由器不能对广播进行转发。所以通过路由器可以形成更多的广播域或逻辑网段。

在图1-14中，交换机由路由器和一些集线器代替。由于使用了路由器，在网络上形成了以太网的5个物理网段和5个逻辑网段。服务器放置在一个 FDDI 环行网络上，环行网络用于折叠主干（collapsed backbone）。在这个例子中，折叠主干这个词的意思表明所有的工作站都将与驻留服务器的 FDDI 环行网络进行信息传输，这时通信量折叠成一个 FDDI 环行网络。

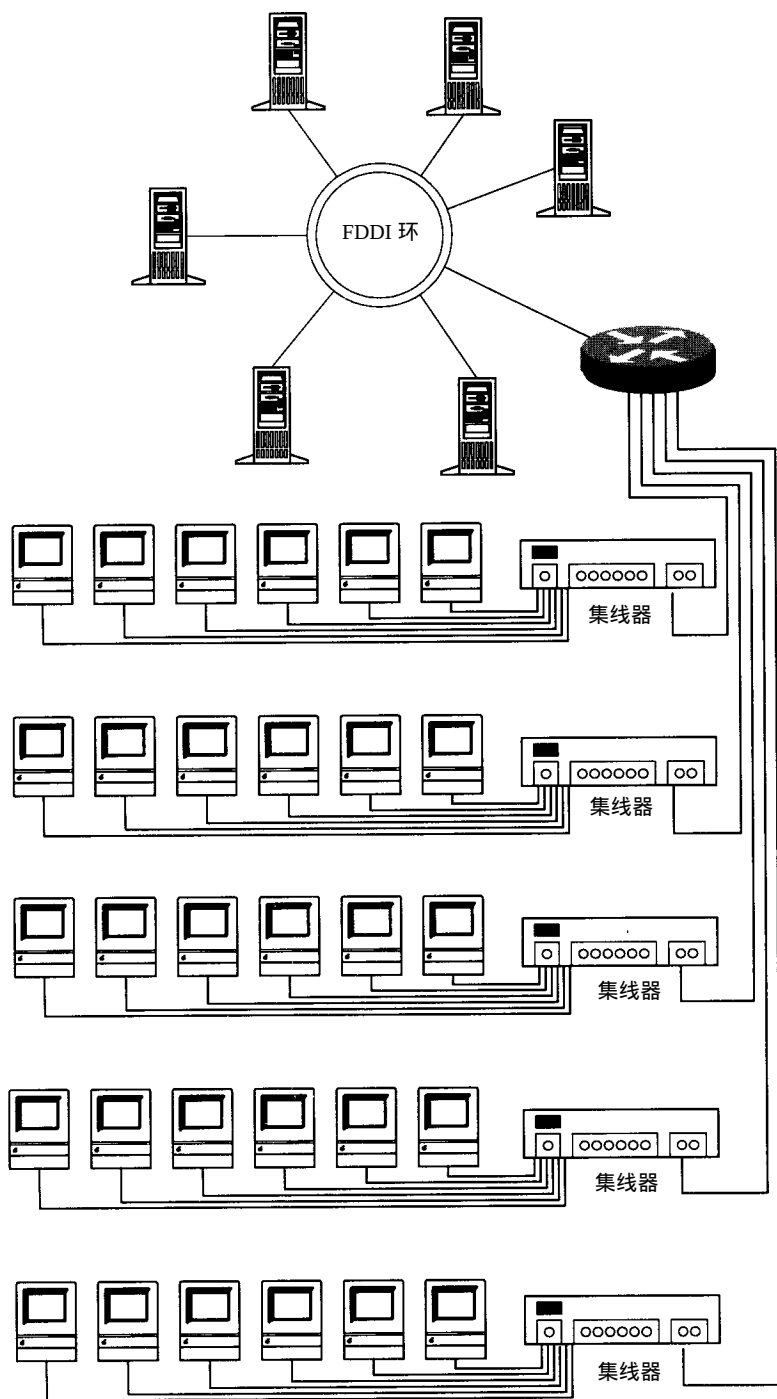


图1-14 路由器和逻辑分段

1.11 路由器、网桥和交换机之间的比较

1992年到1995年，折叠主干是一种很普通的配置，路由器可以提供所有的物理网段和逻辑网段。但是也产生了很多的问题和限制。当集线器上的通信量增多，导致冲突产生的频率超过极限频率的3%~10%时，用户将发现网络的性能明显降低。

这时，唯一的解决办法是使用更多的路由接口。但由于路由器非常昂贵，所以 IS 的管理者并没有迅速接受这个观点，也不管网络性能是否会降低。随着交换机的发明以及其大规模的生产，大量的物理网段可以形成，冲突就可以减少，而不需要购买路由接口。

交换机的另外一个优势是发送帧时的等待时间较短。而路由器不得不经受下列冗长的过程，如去除帧报头、对自己的路由表与第3层目标地址进行比较、作出转发决定以及对帧中的信息包进行解压缩。由于交换机实际上是一个网桥，所以可以只基于目标 MAC地址作出它的转发决定。图1-5给出了目标MAC地址的前同步符号后的第一个字段。交换机或网桥先利用这个值转换成转发表，然后将帧复制到目标端口。

1.12 购买什么？是路由器还是交换机

当交换机开始冲击市场时，许多工程师就认为，在将来的市场上，路由器将被交换机取代。其实这是一个错误的结论。交换机可以提供全部的物理网段，但是不能提供任何逻辑网段。现在，许多公司都在尽力推行“平面网络”，并认为交换机将提供所有必要的网段。平面网络是这样一种网络，在网络中很少甚至没有逻辑网段。图1-11到图1-13中所示的网络都是平面网络，在这些网络中只有几个工作站。但是在实际生活当中，平面网络中的工作站的数量往往超过10 000个。这些网络的广播通信并没有受到限制，因此，每个工作站都将接收到所有的广播。正如前面所提到的，这给所有的物理网段都平添了一些多余的通信量，甚至如果实现了桌面型的交换以太网技术也会出现这样的情况。它导致了网络上的所有设备做了一些不必要的处理。所以平面网络并不是一种理想的网络。

1.13 物理网段上应放置的节点个数

放置在物理网段上的节点数主要取决于资金，即取决于建设网络时组织机构能够提供的资金。在通常的情况下，物理网段中理想的节点数为2。有人也许不会赞同这个观点，并建议网络上的节点数最好应该为1。不过，要真是出现这种情况的话，就不存在与这个节点进行通信的另外的节点，那也就没有必要使这个节点存在于网络之上。工程师们通常都没有意识到，与节点相连的端口实际上是一个节点，在节点和端口之间也可以直接产生通信，冲突也就有可能产生。所以许多工程师都错误地认为，在交换机或网桥端口上，如果只有一个节点，冲突就不会产生。

了解到物理网段上的最理想的节点数为2以后，你将不得不决定应该购买的交换机端口的数量。如果端口的数量不足以使集线器端口和交换机端口进行联合，那么集线器端口的数量将决定实际应放置在物理网段上的节点个数。

图1-15给出了Cisco Catalyst交换机与12端口集线器进行联合的配置。可以看出每个集线器都和11个工作站相连，而集线器的第12个端口和交换机相连。这种配置形成了四个物理网段，每个网段都由Catalyst交换机的端口来定义。从图中可以看出，除了由Cisco路由器形成的

外部物理网段外，网络的总带宽为 40MB/s。很明显，图中的网络没有必要全部使用交换机，不过这也通常归因于有限的预算。虽然交换机的价格已经降低，但人们也不得不忍痛采用简朴的配置方式，而没有像图 1-16那样全部安装交换机。

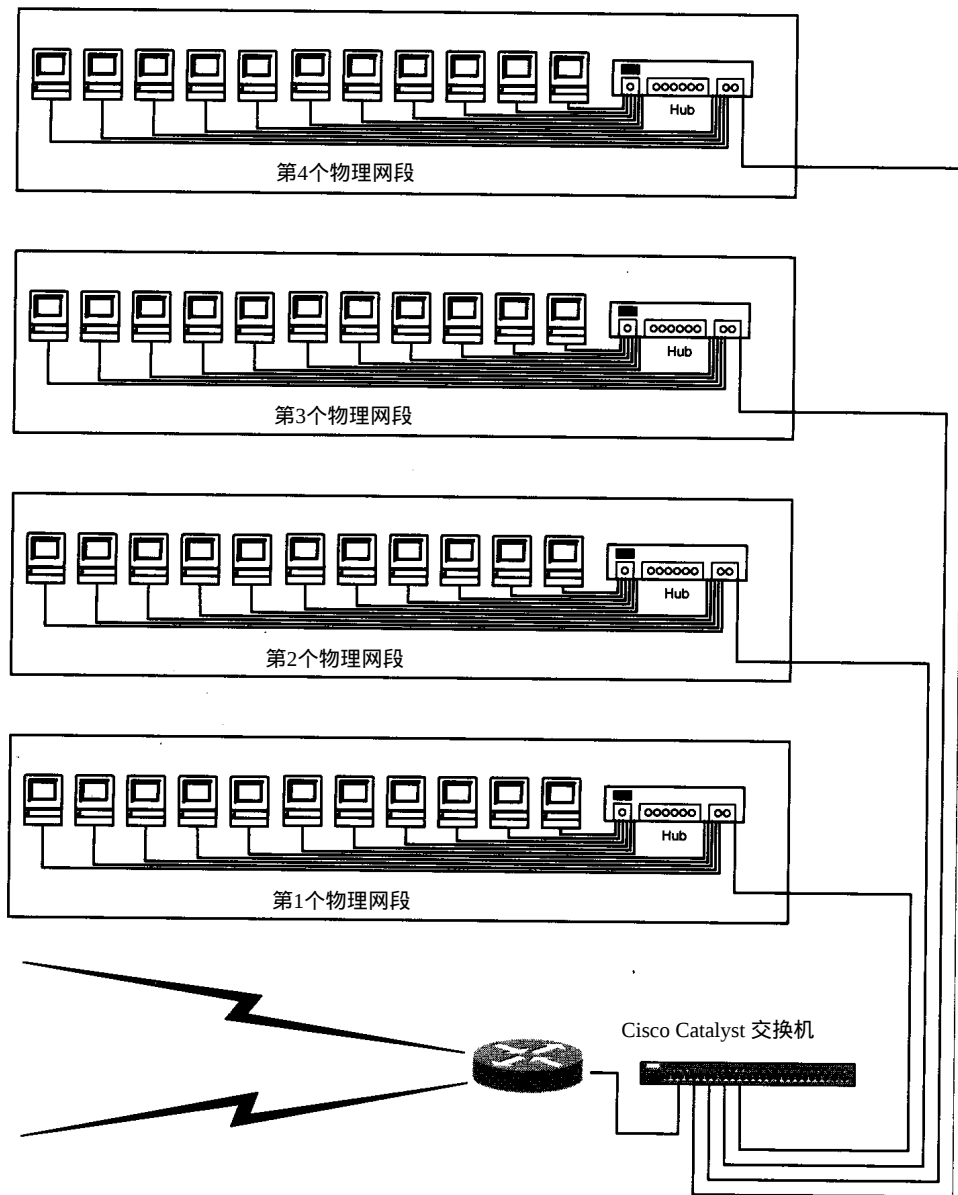


图1-15 使用交换机和集线器的网段

在图1-16的配置中，已经实现了桌面型的交换以太网。除了由路由器形成的外部物理网段外，图中网络上总的物理网段数已经戏剧性地增至 48。这种配置并不是很昂贵，但它使总的网络带宽增至 480Mb/s（可以将它与图 1-15中的 40Mb/s 进行比较），在全双工以太网中，这一值还会增加，即达到 960Mb/s。