

China-pub.com

下载

第5章 IP路由选择协议

认证目标

- 5.01 为什么使用路由选择协议
- 5.02 静态路由和动态路由
- 5.03 默认路由
- 5.04 链路状态和距离向量
- 5.05 RIP
- 5.06 IGRP
- 5.07 OSPF

想象这种情况，整个美国只有一条公路，它将只是曲曲折折地绕到人们想去的每个地方。每辆汽车、每辆自行车、每个游行队伍、每个行人都必须使用这唯一的一条公路。成千上万的汽车造成的交通通信量将是令人恐怖的，这会在所有的地方造成拥塞。事故将使汽车从纽约一直堵车到洛杉矶。很明显，需要将过多的交通量转移到不同的道路上，以将其分解为可以管理的部分。道路仍然需要交叉，这样人们仍然可以到达它们需要的任何目的地。多个交叉也可以提供富余的路由，这样可以避免巨大的交通延迟。通过在不同的路由上发送交通量，可以将交通拥塞压缩到最低限度。所有的事情都变得更加有效率和可靠。

按照相同的方法，互连网络通信量需要分解，以避免网络通信量拥塞。引导互连网络通信量达到不同网络上的过程称为路由选择。

5.1 认证目标5.01：为什么使用路由选择协议

互连网络使用路由选择以从一个网络向另一个网络发送数据。为了保证数据使用最佳的路径到达目的地，在网络上需要某些种类的路由映射。数据旅行的网络映射过程是由路由选择协议处理的。

局域网(LAN)受到天生的性能限制，它依赖于网络的大小或复杂程度。路由器和它们的路由选择协议，可以解决一般的瓶颈问题和其他降低网络效率的情况。这些限制包括：

- 网络物理段的大小。
- 每个段上的主机数量。
- 冗余度。
- 通信量大小。
- 不同的网络拓扑。

根据网络的类型，无论是 Ethernet、令牌环网或者其他协议，网络段的大小是受到限制的。必须创建一个新的跳，以在超出跳大小限制的距离上提供节点。跳大小通常以电缆距

离测量，或者无线限制。例如，使用双绞铜线的 Ethernet跳中，从节点到集线器的最大物理距离是受到限制的。当在超出这个距离限制的范围里增加新节点时，必须创建另一个跳，必须有某些方法可以从一个跳传递通信量到另一个跳。这可以由桥接或者路由选择来完成，最近更多的使用交换技术。桥接可以将一个或多个物理跳连接起来，就好像连接对于网络是透明的。在桥接中，将向桥接的跳上的所有节点发送广播，而且所有的节点都被认为是在同一个逻辑网络(子网)上。桥接发生在数据链路层。交换为每个交换端口提供专用通道而增加带宽(也限制了节点处理的通信量)。交换存在于数据链路层。这两种网络通信量指导方法相对照，路由将多个逻辑网络，例如 Ethernet和令牌环网连接为一个互连网络，而每个单独的逻辑网络保持它的逻辑网络地址。路由选择存在于网络层，并且可以分开管理互连网络上的跳。

网络拓扑结构上每个段上允许的主机数量是受到限制的。这个限制随着采用的网络拓扑类型的不同而不同。例如，一个使用双绞铜线的 Ethernet跳限制了主机或者节点的数量。一旦达到了最大的主机数量，则必须创建另一个网段，并且到那个网段的通信量必须通过桥接或路由。

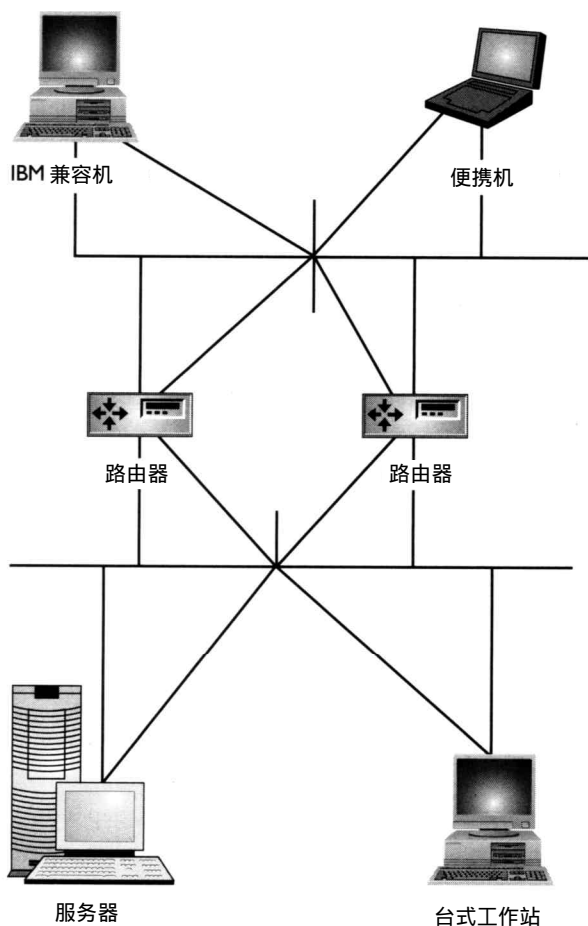


图5-1 两个网络之间的冗余路由

桥接提供了跳之间传递通信量的唯一路径。然而，当需要多个传输路径时，通过提供多

条路径而实现路由选择。当互连网络通信量需要冗余时，可以用那个选项来实现路由选择协议。图5-1说明了路由选择的冗余性。

拥塞是通信量超过了网络容量的地点。网络中的拥塞可以使网络效率降低。桥接、交换和路由选择可以控制通信量。

一些路由选择协议可以进行流量控制，所以，如果一个路由器拥塞了，另一个向它发送互连网络通信量的路由器可以由路由选择协议通知，以降低它向那个路由器发送数据的速率。路由选择协议完成这个操作，以确保当路由器过载时，可以得到最小的延迟。图 5-2说明了用路由选择协议控制通信量的过程。

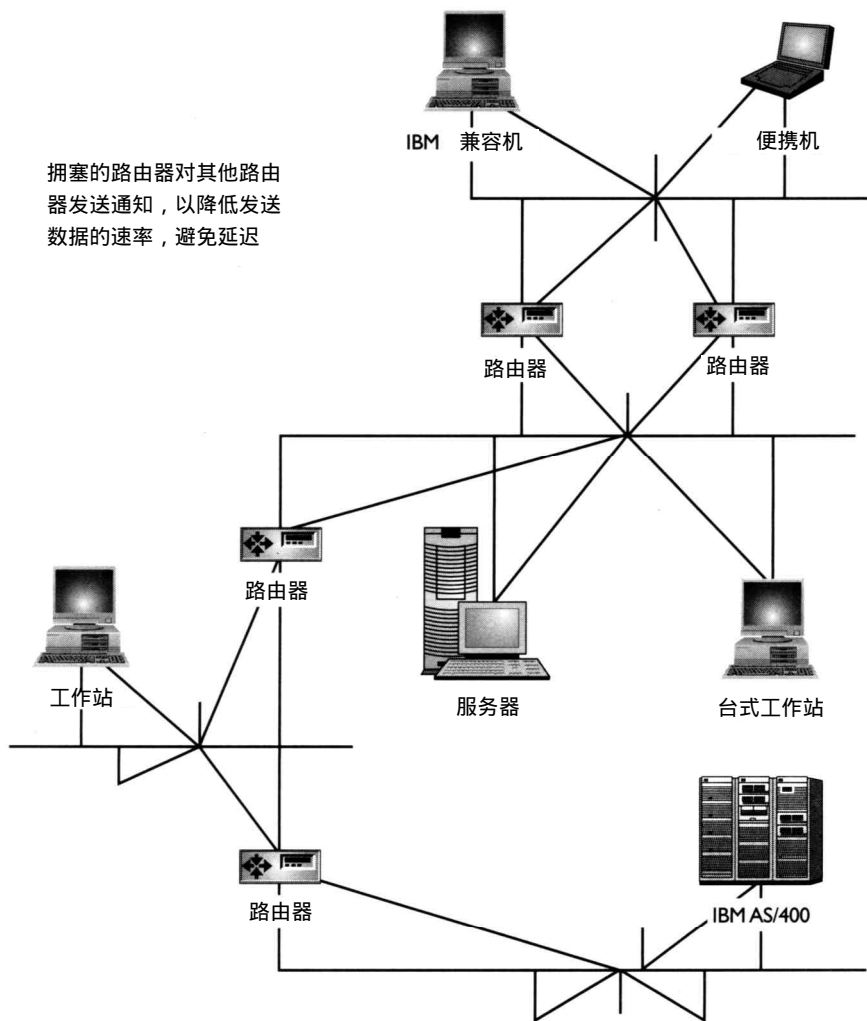


图5-2 路由选择控制通信量

不同的网络拓扑结构，例如 FDDI、X.25和ATM，不总是可以桥接或者交换，因为物理介质或物理层协议的本质阻止它这样作。为了传输互连网络通信量，不同的网络必须经过路由，如图5-3所示。

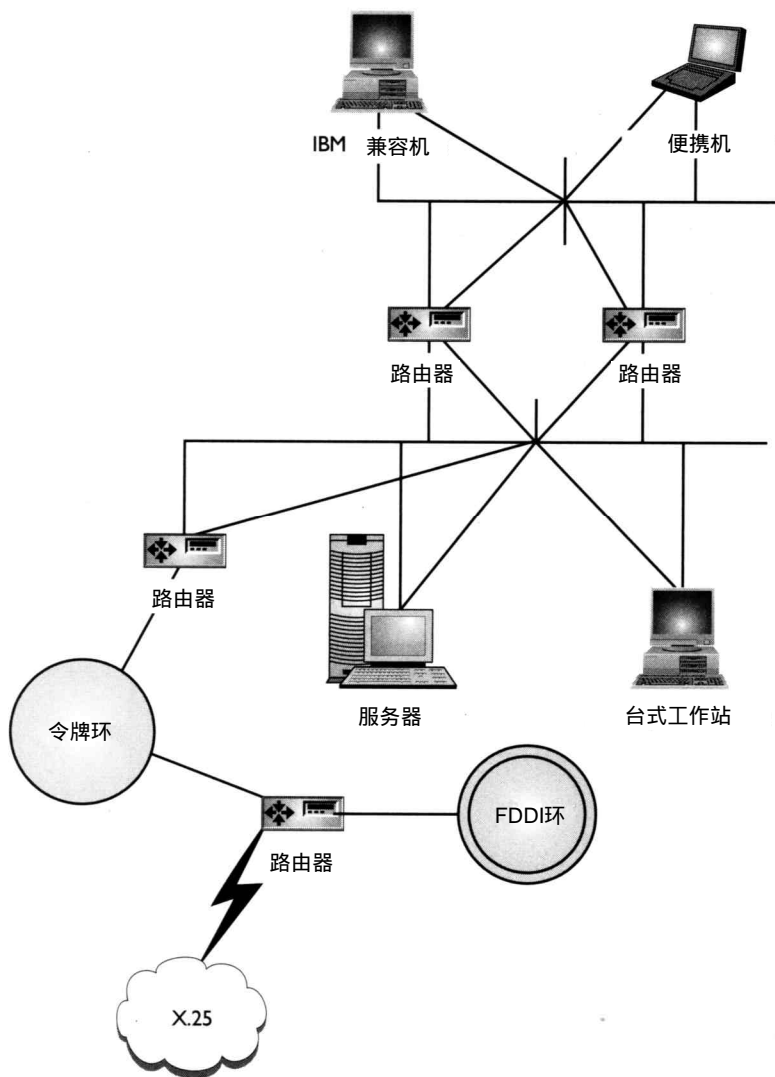


图5-3 不同的网络路由

理论

有两种基本机制构成路由选择：

- 路由的确定。
- 互连网络上数据包的传递。

这些术语将对每个路由选择协议进行讨论。有几个不同的路由选择协议，例如 RIP或 OSPF，而且每一个都以不同的方式确定了最佳路由。如果数据传输本身是相似的，尽管在不同的路由选择协议中不同。

确定路由的算法

确定路由中必须要注意的一个术语就是度 (metric)。度是在路由选择协议算法完成计算后得到的一个变量值，例如网络延迟。度的目的是确定最佳路由。

路由选择协议都创建和维护一个路由选择信息表，或者路由选择表。这个路由选择表用于选择最佳的路由。

根据所使用的路由选择协议的类型，路由选择表可能包含不同的关于到某个目的网络的路由选择信息。例如，在某些路由选择协议中，路由选择表可能包括目的网络和与其相关的下一个跳。这个信息说明，为达到目的网络，将数据发送到与“下一个跳”连接的接口上。一个跳就是数据必须跳跃到的下一个路由器，或者是数据必须跳跃到的相连到路由器网络上的接口。当确定最佳路由时，选择那个跳最少的路由。

还有一些算法将目的和某个度联系起来，这个测量值决定了目的距离或者代价。这种方法允许通过具有最优值的路由而选择最佳路由。例如，当使用代价度时，代价（最便宜的路由）最少的路径被认为是最优的。

确定路由选择表的另一个方法是将目的和路径联系起来，这个路径是达到那个目的需要经过的路径。这是一个非常简单、基于跳的路由方式，并且不需要在任何其他因素的基础上确定任何度，因为一些基于跳的路由选择协议可以使用其他的因素，来确定最佳路由的度。它是一个存储转发类型的方法，在这里，数据包暂时保存在它所遇到的路由器中，然后转发到它需要经过的下一个路径，直至它达到目的网络。在图 5-4 中，说明了一个简单的 2 路由器、3 段网络、路由器 A 的路由选择表可能类似这样：

```
192.168.3.0    255.255.255.0    192.168.2.2
```

路由器 A 并不需要到 192.168.1.0 或者 192.168.2.0 网络的相关路由，因为它们是直接与 A 路由器连接，并且路由选择协议将自动为直接连接网络创建那些路由。路由选择表通常包括网络、子网掩码和下一段路径，在这种情况下，它就是指向那个网络的接口。

路由选择协议也包括维护它们的路由选择表的方法。它们交换信息，即所谓路由选择更新。路由选择更新可以包含路由器的整个路由选择表，或者仅仅包含变化的那部分。这些通信对于保持路由选择表的准确性，以及允许选择最佳路由是必不可少的。根据所使用的路由选择协议，路由选择更新可以定期发出，或者可以由拓扑结构的改动而触发。图 5-5 说明了一个事件触发路由选择更新的例子。

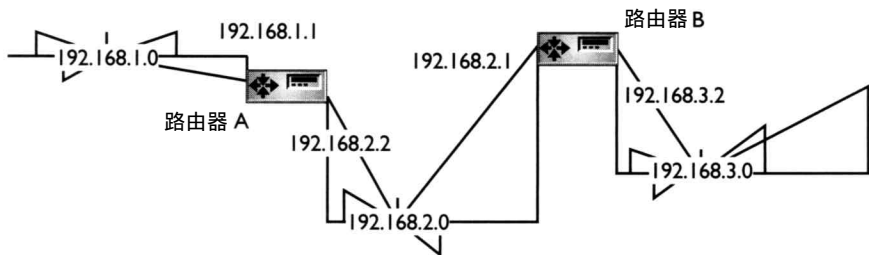


图5-4 简单的3段网络

对于大多数路由选择协议而言，在路由器内将一个数据包从一个接口传递到另一个接口的路由选择算法是类似的。节点向位于不同网络上的另一个节点发送数据包。它使用目的节点的网络/节点地址来发送那个数据包，这看起来非常简单。然而，节点在数据包上加入了路由器MAC(介质访问控制)层地址。MAC层地址(也称为硬件地址)是数据链路层的一部分。

通过那个硬件地址，路由器接收到数据包，然后查看目的节点的网络/节点地址。路由器

确定它是否可以或者不可以转发数据包到目的网络。如果它可以，路由器除去它自己的 MAC 层硬件地址，然后在数据包加入下一个跳的硬件地址。如果它无法为这个数据包选择路由，则或者丢弃数据包或者转发到默认路由。

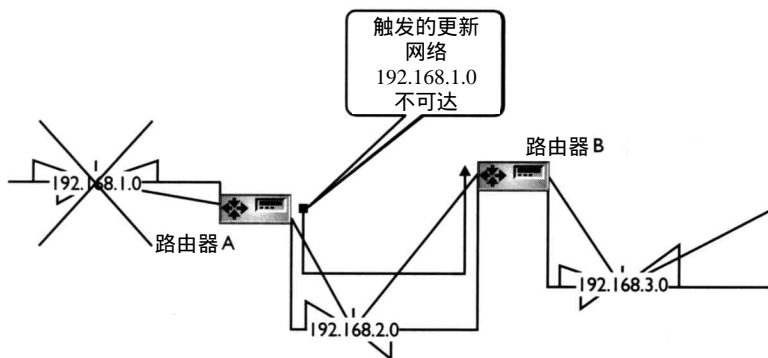


图5-5 路由选择更新

如果下一个跳并不是最终的目的节点，它几乎总是另一个路由器。然后那个路由器对数据包执行完全相同的操作，即确定下一个跳，除去 MAC 层地址，加入下一个跳的地址，并转发数据包，如此继续，直至数据包达到目的网络 / 节点。不变的一项是网络 / 节点地址。它不会改变，而硬件地址在每个跳都改变。

路由选择算法的主要目的有 3 个：

- 准确性。
- 低开销。
- 快速收敛。

准确性是路由选择算法在所使用的度的基础上选择最优路由的能力。这意味着，路由算法的度确定了路由的准确性。

低开销可以用带宽和 CPU 的使用量来评价。当使用 CPU 时，路由选择协议需要进行初等的计算。资源受到限制或过度使用的路由器需要最简单的路由选择协议。当引用带宽时，路由选择协议需要最少的通信消息，时间间隔最小。这对于低速网络链路的有效利用是非常重要的。路由器必须证明是稳定的和高效的，目的是保证低代价标准。

收敛是所有的路由器使它们的路由选择信息表同步的过程，或者某个路由选择信息的变化反映到所有路由器中所需要的时间。收敛过程越快，路由选择表的准确性就越高，这会提高网络的效率。如果互连网络的拓扑结果永远不会发生变化，则收敛不会成为一个问题。然而，网络上可能会出现多种改变：加入新的跳、加入路由器、路由器接口故障、整个路由器出现故障，带宽分配改变，网络链路的网络带宽改变，路由器 CPU 使用情况的增加或减少。所有的这些条件都可以改变一个路由选择协议如何选择最佳路由。快速收敛也避免路由循环，这将在本章的后面进行讨论。

一些类型的路由选择算法是：

- 静态和动态。
- 内部和外部。
- 距离向量和链路状态。

每种类型的算法决定了使用的路由选择协议的某个方面。每种类型都有优点，根据互连网络的大小或复杂程度，这些优点使这种类型对某种特定类型的互连网络更加合理。

5.2 认证目标5.02：静态路由和动态路由

通过查询路由选择信息表，路由器可以作出决定，在哪个跳上发送数据包。这张表允许它仅仅选择数据包需要经过的下一个路径段，而不是选择到达最终目的地的整个路径。当数据包达到下一个路由器时，下一个路由器将选择下一个跳，以发送数据包。

动态路由选择协议包括动态配置路由选择信息表的方法。这些称为动态路由。动态路由依赖于哪一个链路在工作。路径选择的基础也是动态路由选择协议内的标准。动态路由选择的主要优点是，如果存在多个路由，而且其中的一个由于路由器故障而无法工作时，到远程网络的路由可以自动重新配置。这对于大型合理网络是一个优点。动态路由是可缩放的和自适应的。

静态路由是这样的一种路由，它通过人工输入到路由选择表中。图 5-6说明了静态路由的一个例子。静态路由选择有许多优点。

- 不需要动态路由选择协议，这减少了路由器的日常开销。
- 在小型互连网络上很容易配置。
- 可以控制路由选择。

在图5-6中，每个路由器都有静态路由配置。

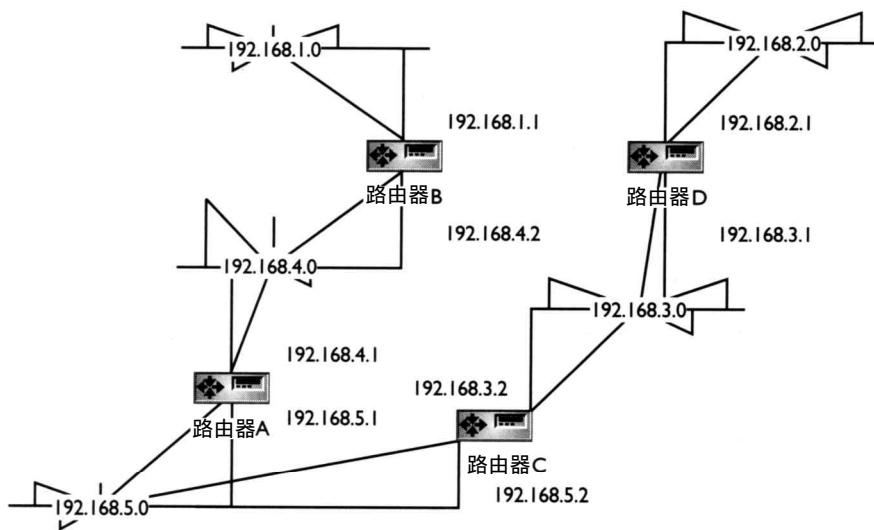


图5-6 静态路由

路由器A的配置如下：

```
hostname routera
!
interface ethernet 0
    ip address 192.168.4.1 255.255.255.0
!
interface ethernet 1
    ip address 192.168.5.1 255.255.255.0
```



```
!  
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.4.2  
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.5.2  
ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.5.2
```

路由器B的配置如下：

```
hostname routerb  
!  
interface ethernet 0  
    ip address 192.168.1.1 255.255.255.0  
!  
interface ethernet 1  
    ip address 192.168.4.2 255.255.255.0  
!  
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.4.1  
ip route 192.168.3.0 255.255.255.0 192.168.4.1  
ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.4.1
```

路由器C的配置如下：

```
hostname routerc  
!  
interface ethernet 0  
    ip address 192.168.3.2 255.255.255.0  
!  
interface ethernet 1  
    ip address 192.168.5.2 255.255.255.0  
!  
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.5.1  
ip route 192.168.2.0 255.255.255.0 192.168.3.1  
ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.5.1
```

路由器D的配置如下：

```
Hostname routerd  
!  
interface ethernet 0  
    ip address 192.168.2.1 255.255.255.0  
!  
interface ethernet 1  
    ip address 192.168.3.1 255.255.255.0  
!  
ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 192.168.3.2  
ip route 192.168.4.0 255.255.255.0 192.168.3.2  
ip route 192.168.5.0 255.255.255.0 192.168.3.2
```

注意，当配置静态路由时，IP ROUTE命令的后面是路由指向的网络、子网掩码，最后是下一个路由器接口的IP地址，这个接口是数据包在达到那个网络时必须使用的接口。

当使用的路由选择协议无法确定达到目的网络的最佳路由时，静态路由也是非常重要的。为删除一个静态路由，可以使用NO IP ROUTE全局命令。

所以，一个静态路由选择“算法”仅仅是定义了一张路由选择表，它由网络管理员创建，目的是允许在合理网络上进行路由选择。在没有管理员人工改变的情况下，路由选择表永远不会变化。

静态路由选择在网络变化频繁出现的环境中并不会工作的很好。在大型和经常变动的互连网络，静态路由选择是不可行的。然而，在小型的、自我包含的很少变动的互连网络环境

中，静态路由选择可以很好地工作。

本章中说明的路由选择协议算法 (RIP, IGRP, EIGRP 和 OSPF) 都是动态的。它们根据发生在互连网络环境中的改动而进行调整。在互连网络上定期发出的更新由接收路由器进行分析，以决定互连网络的拓扑结构是否发生变化。在互连网络拓扑结构发生变化的情况下，路由器再次运行它们的路径选择算法，然后用选择的路由更新它们的路由选择表。

动态和静态路由选择的混合解决方案可以用于增加网络的稳定性。在这种方法中，静态路由被指定为默认路由或最后路由器。(还使用了最后网关这个术语)。如果没有路由选择条目匹配目的地址，则数据包将传递到默认路由。这看起来并不是最佳的解决方案，因为不可路由的数据包看起来是没有用途的。然而，在一个连接到更大的互连网络的互连网络中，它是自我包含的，而且并不和其他的互连网络交换路由选择信息，则它会工作得很好。例如，注意图 5-7 中，互连网络知道 192.168.1.0, 192.168.3.0, 192.168.4.0 和 192.168.5.0 网络。它也注意到了指向 Internet 的网络 202.12.37.0。然而，如果没有由于所有路由的过高的日常开销，而严重的降低了路由器性能，网络不会与 Internet 共享路由选择信息。而且它也不会与其他的联合网络共享信息，例如向公司的顾客发送电子邮件或传送文件，这些顾客也连接在 Internet 上，但是它们并不和 Internet 共享路由选择信息。在图 5-7 中，混合解决方案对于所有不可路由的数据包工作得很好，也就是，没有发送到 192.168.1.0, 192.168.3.0, 192.168.4.0, 192.168.5.0 和 202.12.37.0 网络。在这种情况下，最后路由器必须是连接到路由器 D 的 Internet 路由器，其接口是 202.12.37.67。

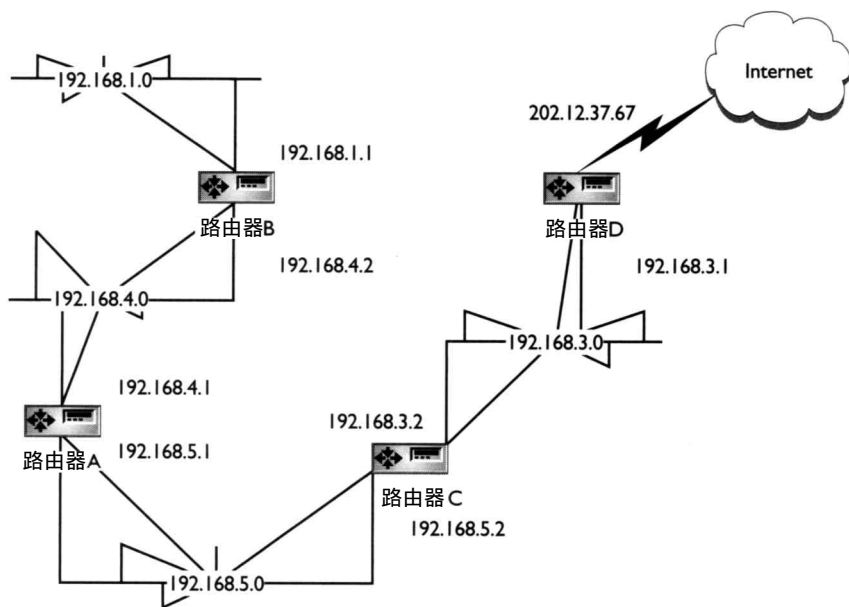


图5-7 默认路由

一些路由算法允许对路由选择表进行集中控制。集中路由器将搜集来自所有路由器的路由选择信息，然后将它们的路由选择表分配给它们。中心控制的优点就是它使正在工作的路由器从路由计算的开销中解放出来，而且保持路由选择表的一致性。缺点是它在中心控制路由器中存在单点故障。

大多数路由选择协议都是分布式的，因而允许路由器出现故障。每个路由器保留它自己的路由选择表。为同步路由选择表，或聚合，一些路由选择协议允许路由器定期互相更新它们的网络链路的状态。

一些路由选择协议允许网络出现故障，因为它们支持多个“存活”或富余的到相同目的网络的路由。在这种情况下，某个路由器可能无法达到某个网络段，但是另一个路由器可以达到那个网络。进一步而言，一些路由选择协议允许通过达到某个目的地的多个富余路由对网络通信量进行平衡。一些协议为每个路由保留次优，或可用后备的条目，这样当主要路由出现问题时，通信量不会中断。

自治系统(AS)是大型互连网络内的一组网络，或者小型互连网络。这也称为区域或域。自治系统设置是分等级的。较新的路由选择协议倾向于分等级，而旧的路由选择协议支持平面网络。

来自教室的信息

防止路由循环使你绕圈

收敛时间是非常重要的，因为网络中的路由器正在对如何转发某个数据包而作出独立的决策。如果一些路由器的信息和它们的邻居不同(这经常会在基于距离向量路由选择协议的网络中发生)则当网络拓扑结构发生变化时，数据包可能从一个路由器转发到另一个，然后被发送回来，直至存活时间耗尽。一个快速收敛的路由选择协议将使出现路由循环的时间减少到最小，在一个经过正确配置的网络中，这通常可以自我修正。

如果在网络中使用了一个路由选择协议，并且网络拓扑主要是分级的或者是星状的，而不是网状的，则路由循环不会出现。但是如果你使用动态路由选择协议的组合，例如RIP和OSPF，或者动态协议和静态路由的组合，则要特别注意配置。如果网络包括许多富余路径，或者它的拓扑结构部分是网状的，则需要特别的注意。

这里成功的关键就是将你的所有路由器当成一个整体来考虑，而不是独立配置每一个路由器。这可以阻止循环，这些循环永远不会自我纠正。如果对静态路由或动态协议配置进行了改动，则这是非常重要的。在你进行任何改动之前，要确保你了解会对整个系统产生何种影响。

—— Pamela Forsyth, CCIE, CCSI, CNX

分层路由选择允许对整个互连网络上的路由选择信息的泛洪进行限制。相反，路由选择信息仅仅由那些在自治系统内部的路由器所共享。只有那些位于自治系统边缘的路由器需要共享限制信息。一个自治系统内的路由器可以自由交换信息。默认情况下，路由并不会从一个自治系统流动到另一个，而且必须进行特殊的配置以达到这个目的。这允许对在自治系统之间如何共享信息进行彻底的控制。

5.3 认证目标5.03：默认路由

默认路由是当数据在查找方向时，没有可以使用的明显的路由选择信息时为数据指定的路由，如果路由器有一个连接到小型网络段的连接和到一个具有多个不同IP子网的大型互连网络的连接，那么连接到多个不同子网的接口将是设置为默认路由的最好的接口。这样，路

由器收到的任何数据包，如果它们的目的不是紧邻的网络段，则它们将通过默认路由从接口发出。

在图5-8中，路由器B和路由器C都使用默认路由。在路由器B中，地址为192.168.2.2的接口是默认接口。在路由器C中，地址为192.168.3.1的接口是默认接口。

一旦路由器无法确认到所有其他网络的路由，则最好使用默认路由。指定默认路由器的一种方法是规定某个路由器作为灵巧路由器 (smart router)。灵巧路由器包含整个互连网络的路由信息。然后，指定一个灵巧路由器作为互连网络上所有其他路由器的默认路由器。动态路由选择协议有时候可能重新分配默认路由，这在使用灵巧路由器互连网络配置的情况下是很好的。或者可以为每个路由器单独人工设置默认路由器。

问题与答案

Gerald管理了一个由3个路由器和4个逻辑网络组成的互连网络。它使用静态路由表。Gerald加入了到Internet的连接。如果路由器A连接到B，然后连接到C，然后连接到D，然后连接到Internet，Gerald假设它可以在路由器D上配置一个默认路由，以将任何东西发送到Internet上。当连接生效后，直接在路由器D上连接到网络的人可以使用Internet，但是其他的人都不可以。问题在哪里？

因为在路由器A、B和C上没有默认路由，路由器将因为没有现有的路由，而丢弃数据包。然后，就无法访问Internet。为纠正这个问题，在C上的默认路由必须发送所有的数据包到D。B上的默认路由必须将所有的数据包发送到C，路由器A上的默认路由必须将所有的数据包发送到B。

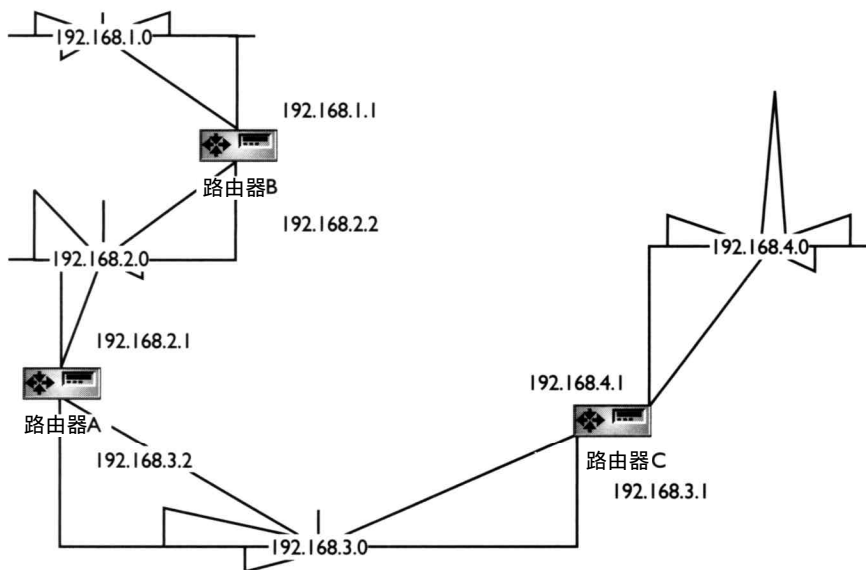


图5-8 默认网络例子

为规定静态默认路由，在全局配置模式中在路由器上使用下列命令：

```
ip default-network {network-number }
```

对于图5-8中的路由器B这个命令类似这样：

```
ip default-network 192.168.4.0
```

这个命令规定，对于所有目的不是网络 192.168.1.0和192.168.4.0的数据包必须通过网络 192.168.4.0发出，目的是通过互连网络转发，以达到目的地。

这里是一个典型的路由问题，你可能在 CCNA考试或你的工作过程中遇到。

5.4 认证目标5.04：链路状态和距离向量

动态路由选择协议可以按照它们互相通信，以确定路由选择信息表的方式进行分类。动态路由选择的两种类型是链路状态和距离向量。

5.4.1 距离向量路由选择协议

距离向量路由选择协议也称为 Bellman-Ford协议。距离向量协议路由器定期向相邻路由器发送两条消息：

- 到达目的网络所经过的跳距离，使用的度，或者网络的数量。
- 下一个跳是什么，或者达到目的网络要使用的方向（向量）。

距离向量路由器定期向相邻的路由器发送它们的整个路由选择表。距离相邻路由器在从相邻路由器接收到的信息的基础之上建立自己的路由选择信息表。然后，将信息传递到它的相邻路由器。结果是路由选择表是在第2手信息的基础上建立的，如图5-9所示。

当在互连网络上无法使用某个路由时，距离向量路由器将通过路由变化或者网络链路寿命而了解这种变化。和故障链路相邻的路由器将在整个网络上发送“路由改变传输”（或者“路由无效”）消息。寿命将在所有的路由选择信息中设置。当无法使用某个路由，并且并没有用新信息向网络发出这个信息时，距离向量路由选择算法在那个路由上设置一个寿命计时器。当路由达到寿命计时器的终点时，它将从路由选择表中删除。寿命计时器根据所使用的路由选择协议不同而不同。

无论使用何种类型的路由选择算法，互连网络上的所有路由器都需要时间以更新它们的路由选择表中的改动，这个过程称为聚合。因而，在距离向量路由选择中，聚合包括：

- 每个路由器接收到更新的路由选择信息。
- 每个路由器更新它自己的路由选择信息表。
- 每个路由器用它自己的信息（例如加入一个跳）更新其度。
- 每个路由器向它的邻居广播新信息。

距离向量路由选择是最古老的一种路由选择协议算法。正如前面说明的，算法的本质就是，每个路由器根据它从其他路由器接收到的信息而建立它自己的路由选择表。这意味着，当路由器在它们的表格中使用第2手信息时，至少会遇到一个问题，即无限问题的数量。

无限问题数量就是一个路由选择循环，它由于距离向量路由选择协议在某个路由器出现“故障”，或者因为别的原因而无法在网络上使用时，使用第2手信息造成的。

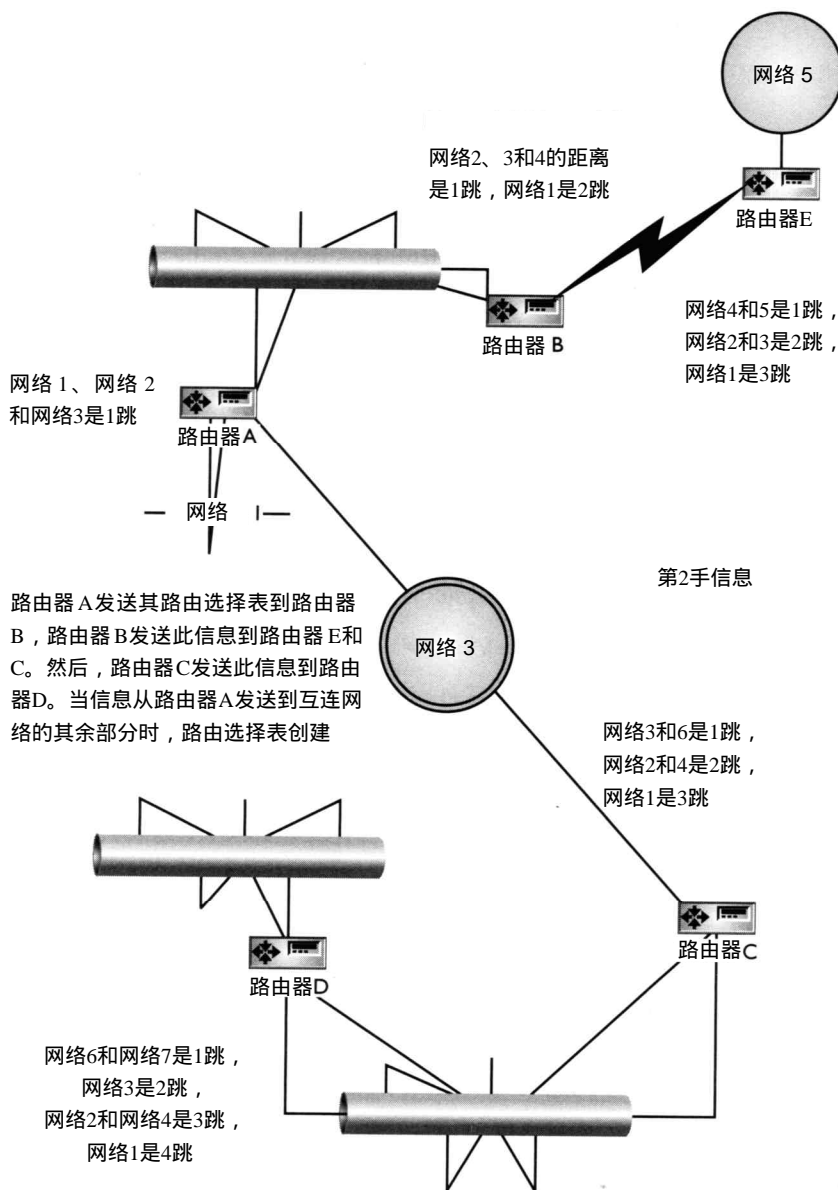


图5-9 距离向量路由器发送第二手信息

收敛，或者在自治系统中更新所有路由器上的路由选择表的过程，在距离向量算法中是非常慢的。这是由于路由器表中的所有路由选择信息都是一次发出的。当所有的路由器同时进行这个操作时，会花费很长的时间，让每个路由器进行更新和同步。

图5-10说明了一个无限问题是如何产生的。路由器 A 向路由器 B 发送所有关于网络段 192.168.1.0 的信息。路由器 B 将告诉路由器 C 两跳之外的网络段信息，但是也会告诉路由器 A 两跳之外的段消息。路由器 A 通常会选择最佳的路由，这就是连接的接口。然而，一旦那个网络段出现故障，路由器 A 将告诉路由器 B，网络段在 3 跳以外，假设路由器 B 可以选择其他到达网络的路由。路由器 B 然后进行通告，192.168.1.0 段在 4 个跳以外，而且跳会不断增加，直至

它们达到那个协议的最大的跳数目, 或者无限多。例如, 如果最大的跳数目是 16, 当路由器的跳达到16时, 它将认为那个路由是无法达到的, 并从它的表中删除它, 而且不再通告这个路由。

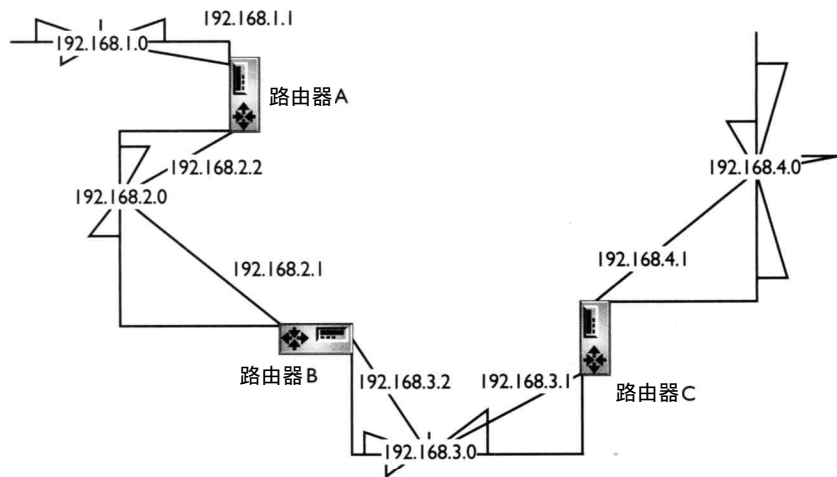


图5-10 无限计数

无限计数问题可能导致不稳定的网络状况, 原因是不准确的路由选择会持续几分钟的时间。一些距离向量协议加入了一些复杂的计数, 以防止出现这种情况。

- 水平分割(Split horizon)。
- 破坏逆转(Poison reverse)。

当路由器过滤更新消息时, 它通过忽略任何从它正在发送的更新的接口的网络引用, 这就是水平分割。所以在图 5-10 中, 路由器 B 将向路由器 C 发送关于 192.168.1.0 的信息, 而不是对路由器 A 发送这样的信息。

破坏逆转是水平分割经过略为修改的版本。它不是过滤更新, 当那个路由来自它原始发出的接口时, 它将那个路由标志为不可达到, 通常通过将跳计数增加到“无限”水平来实现。所以, 在我们的例子中, 路由器 B 将发送正确的信息, 网络 192.168.1.0 距离路由器 C 有 2 个跳。如果将无限定义为 16 个跳, 路由器 B 将发送这样的信息, 192.168.1.0 距离路由器 A 有 16 个跳。

尽管水平分割和破坏逆转可以为稳定网络作很多工作, 它们仍然无法阻止复杂的网络出现无限计数问题。图 5-11 说明了无限计数问题仍然可以出现的原因。

1) 路由器 C 从路由器 A 和路由器 D 那里了解到网络。它将选择它首先了解的第 1 个路由。假设它选择了路由器 A。

2) 路由器 C 将向路由器 D 发送更新消息, 网络 192.168.1.0 经过 3 个跳可以使用, 并向路由器 A 发回一个“路由无法达到”消息。

3) 因为路由器 D 通过它的其他接口, 有一个更近的 2 跳路由, 它忽略了这个路由, 并使用那个接口。

4) 如果路由器 B 上连接到网络 192.168.1.0 的接口出现故障, 它将防止向路由器 A 和路由器 D 发送这个路由。它们也会防止向路由器 C 发送这个路由。

5) 然而, 在路由器 C 从源路由器 A 那里了解到无法使用那个路由之前, 路由器 D 可能从路

由器C接收到这样的信息，路由在3个跳之外可以使用。

6) 和丢弃路由相反，路由器D将更新路由器B，它有一个到网络192.168.1.0的可以使用的路由，这是路由器B发送给路由器A的消息。

7) 然后，当路由器A告诉路由器C，它的原始路由并不可以使用时，路由器C将停止广播这样的消息，它具有到路由器D的可以使用的路由。

8) 但是可以从路由器A了解到，存在到网络192.168.1.0的可以使用的另一个路由，只是跳更加多。

9) 路由器然后告诉路由器D，这个“新”的进一步路由可以使用

10) 路由选择循环持续，直至达到“无限”标志。

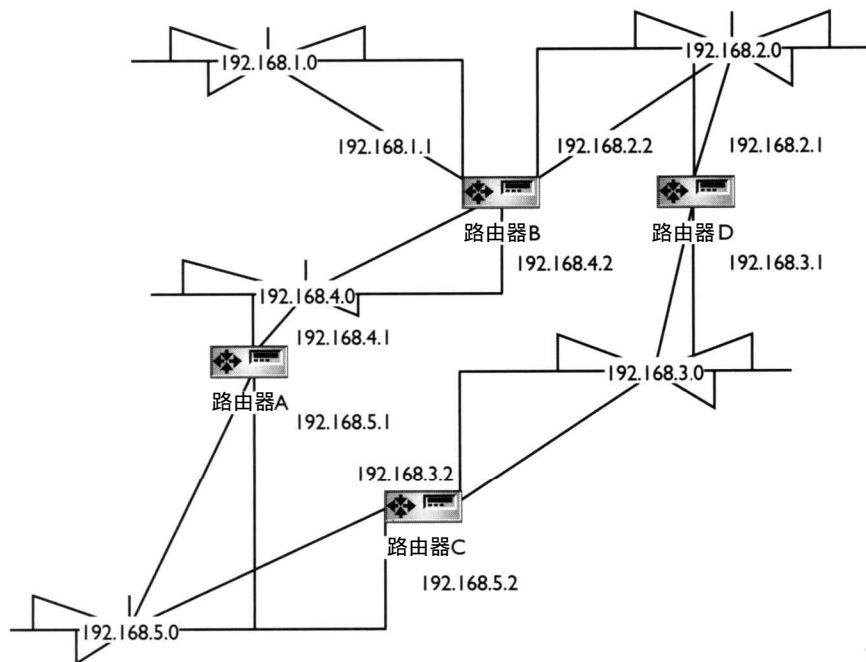


图5-11 破坏逆转和无限计数

为进一步处理这种情况，在距离向量路由选择协议中加入了阻止间隔。在这种方法中，当一个路由器知道一个路由不能继续可达时，它启动一个计时器，在此期间，它忽略任何关于目的网络的信息。如果阻止间隔足够长，它将阻止出现这些问题。然而，在大型或者复杂网络中，为了防止出现问题，阻止间隔时间会非常长。例如，在具有100个路由器的网络中，完全可以想象，一个无法达到的路由在从网络中删除之前，可能会在网络上通告近1个小时。

为减少时间，一些距离向量路由选择协议在它们的路由选择表更新中包含了“不可达”信息。路由故障通常以具有不可达的跳计数，或者无限的形式来更新。这可以迅速传递路由故障和加速收敛，或者路由发生变化与更新所有路由器之间的时间的延迟也可以减少。

一旦路由器的路由选择信息表出现变化，并且影响了它的更新，则发送瞬间更新（也称为触发更新）。如果路由器使用瞬间更新和否定的可达到性信息，它可以在几秒钟内就在整个网络上传播路由故障消息。这极大地缩短了聚合时间。

5.4.2 链路状态路由选择协议

链路状态路由选择协议的目的是映射互连网络的拓扑结构。每个链路状态路由器提供关于它邻居的拓扑结构的信息。这包括：

- 路由器所连接的网段(链路)。
- 那些链路的情况(状态)。

这个信息在网络上泛洪，目的是所有的路由器可以接收到第1手信息。链路状态路由器并不会广播包含在它们的路由表内的所有信息。相反，链路状态路由器将发送关于已经改动的路由的信息。链路状态路由器将向它们的邻居发送呼叫消息，这称为链路状态数据包(LSP)或者链路状态通告(LSA)。然后，邻居将LSP复制到它们的路由选择表中，并传递那个信息到网络的剩余部分。这个过程称为泛洪(flooding)。它的结果是向网络发送第1手信息，为网络建立更新路由的准确映射。

链路状态路由选择协议使用称为代价的方法，而不是使用跳。代价是自动或人工赋值的。根据链路状态协议的算法，代价可以计算数据包必须穿越的跳数目、链路带宽、链路上的当前负载，或者甚至其他由管理员加入的权重来评价。

1) 当一个链路状态路由器进入链路状态互连网络时，它发送一个呼叫数据包，以了解其邻居。

2) 邻居用关于它们所连接的链路以及相关的代价度的信息进行应答。

3) 起始的路由器用这个信息来建立它的路由选择表。

4) 然后，作为定期更新的一部分。路由器向它的邻居发送链路状态数据包。这个LSP包括了那个路由器的链路及相关代价。

5) 每个邻居赋值数据包，并且将LSP传递到下一个邻居。这个过程称为泛洪。

6) 因为路由器并没有在向前泛洪LSP之前重新计算路由选择数据库，聚合时间减少了。

链路状态路由选择协议的一个主要优点就是这样的一个事实，即路由选择循环不可能形成，原因是链路状态协议建立它们自己的路由选择信息表的方式。第2个优点是，在链路状态互连网络中聚合是非常快的，原因是一旦路由选择拓扑出现变动，则更新在互连网络上迅速泛洪。这些优点又释放了路由器的资源，因为对不好的路由信息所花费的处理能力和带宽消耗都很少。维护路由器区域的链路状态数据库将在路由器上加入RAM负担。类似的是，Dijkstra算法不得不在每次路由改变的时候运行；这在所有的路由器上加重了CPU的负担。Dijkstra算法首先是最短的路径，在这里对路径长度的迭代确定了最短的路径生成树。表5-1比较了两种类型的路由选择协议的优点。

表5-1 链路状态和距离向量

	距离向量	链路状态
定期更新	向相邻路由器发送整个路由选择表	仅仅连接链路的链路状态更新数据包被泛洪到整个网络上
路由选择表	建立在第2手信息基础之上	建立在第1手信息基础之上
更新大小	巨大	小
日常开销	发送路由选择表需要更多的带宽，尽管对每个路由器限制为本地路由器链路	计算困难，更多的使用CPU
收敛	慢	快速

(续)

	距离向量	链路状态
路由选择循环	更倾向出现, 使用水平分割, 破坏逆转和计时器来避免这种问题	倾向性较少。创建一直的网络映射
路由选择度	跳	代价

5.4.3 内部和外部网关协议

在大型网络中, 例如 Internet, 极小的互连网络分解为自治系统。每个 AS 被认为是一个自我管理的互连网络。连接到 Internet 上的大型公司网络是自己拥有的自治系统, 因为 Internet 上的其他主机并不由它来管理, 而且它和 Internet 路由器并不共享内部路由选择信息。通过相同的令牌, Internet 上没有其他的系统可以管理那个公司网络, 它们也不会和公司的自治系统共享它们的路由选择信息。AS 的关键优点在于对粒状路由的过滤。相反, 仅仅交换综合路由。这最大限度的减少了来自变动路由的路由选择更新数量。

一般路由选择协议是在一个自治系统内部为管理系统而开发的。它们也称为内部网关协议(IGP)。内部网关协议也称为域内协议, 因为它们工作在域内, 而不是在域之间。这些协议认为, 它们所处理的路由器是它们系统的一部分, 并且可以自由交换路由选择信息。

一般的路由选择协议也是为在一个较大的互连网络中连接自治系统而开发的。它们称为外部网关协议(EGP)。外部网关协议就是所谓的域间协议, 因为它们工作在域之间。这些协议认为, 它们在系统的边缘上, 而且仅仅交换必须的最少的信息, 以维持对信息提供路由的能力。

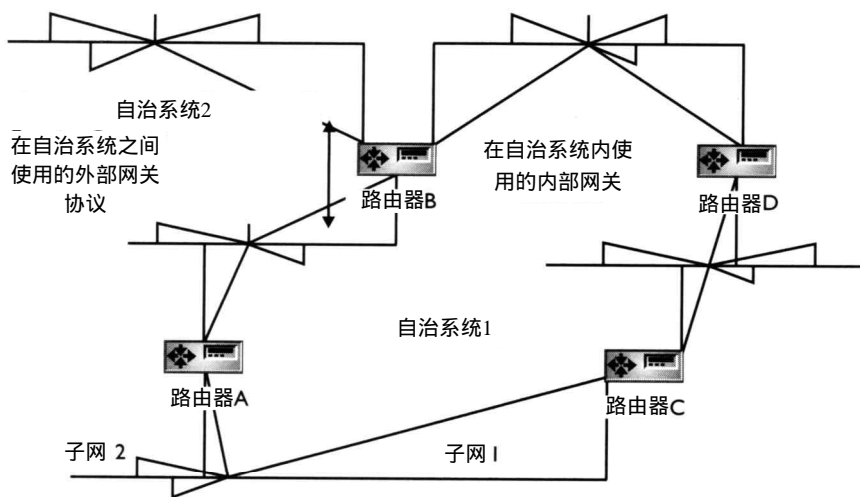


图5-12 自治系统

这对自治系统增加了安全等级。图 5-12 说明了 IGP 和 EGP。

5.5 认证目标5.05 : RIP

路由信息协议(RIP)是在域内使用的距离向量协议(在网关内部)。在TCP/IP协议中实际上有两个版本的RIP。版本1是原始的, 版本2是更新的版本。版本2由于其增强的功能而得到广

泛的使用。

原始RIP是为Xerox PARC通用协议(PUP)在1980年设计的,而且随后用于XNX(Xerox 网络服务协议)中。在1982年,BSD(Berkeley标准组织上)UNIX现在路由协议中实现了RIP。RIP最终在1988年由RFC1058定义。其他的RIP实现有的在于其他的协议中,例如Novell的基于IPX的RIP,但是不会在本章中讨论它们。

RIP是为小型网络设计的。它的跳计数限制为16个,这极大地限制了网络的大小和设计。路由在跳数目的基础上进行选择,而不是在链路的带宽和可使用性的基础上进行选择。这意味着,具有两个跳计数的网络将会取代具有3个跳计数的网络,甚至即使后者具有更多的可用带宽。在图5-13中,路由器D在选择通过路由器C的路由之前,将选择56 Kbps,随后选择路由器A,目的是通过路由器B达到网络192.168.1.0。所以,当网络选择标准需要灵活性的时候,RIP就遇到了大量的问题。

RIP版本2包括下列的增强功能:

- 鉴别。

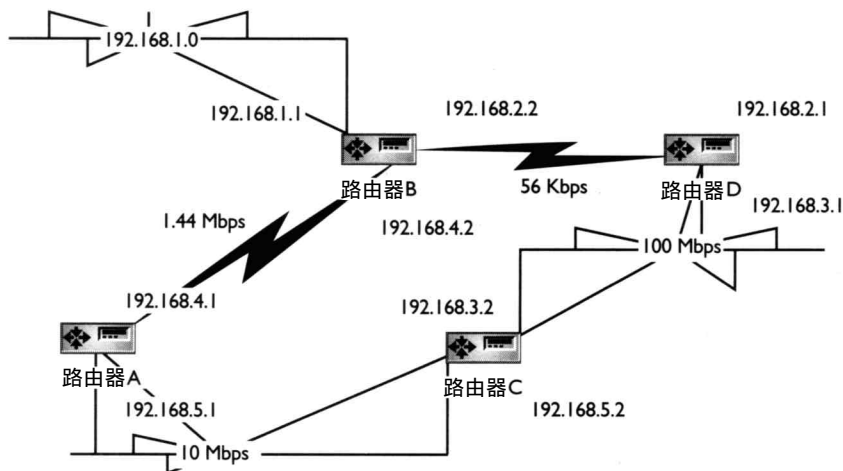


图5-13 RIP网络选择

- 自动路由汇总。
- 变长子网掩码(VLSM)。

对于使用RIP的3个接口路由器,基本RIP配置是这样的。

```
Router rip
Network 192.168.1.0
Network 192.168.2.0
Network 192.168.3.0
```

第一个语句确定路由选择协议,并启用RIP。下面的3个语句将路由器直接相连的接口和RIP相联系。在一个路由器上配置RIP仅仅需要2个语句。剩下的RIP配置语句都是可选的。

为使RIP路由选择更新可以发送到非广播网络,必须配置路由器,以将那些路由器加入到它的邻居列表中。语句neighbor 192.168.2.4确定具有那个地址的路由器是非广播网络中的邻居。邻居命令是NEIGHBOR{IP地址}。

有时候,为从RIP学习到的路由而需要增加路由选择度,无论对引入的或者流出的路由更

新都如此。完成这个操作要使用一个偏移列表命令。偏移列表命令是 `OFFSET-LIST{ 名称或访问列表号 }{ in/out }{ 偏移量 }`。

当RIP向相邻的路由器发送更新时，它使用 30秒更新计时器。在管理 RIP的工作时，还有另外一个计时器。为调整使用的不同计时器，只有一个命令可以使用：`TIMERS BASIC {update|invalid|holddown|flush}`。计时器是：

- Update 两次更新之间的秒数。
- Invalid 一个路由宣布为非法后的秒数。
- Holddown 一个接口声明某个路由无法达到后，那个网络接收新的更新之前，所有的接口的保持间隔秒数。
- Flush 在从路由选择信息表中删除一个路由之前的秒数。

为确定RIP的某个版本，可以使用命令 `VERSION 1/2`。默认配置是路由器接受RIP版本1和版本2更新，但是仅仅会发送版本2更新。`VERSION`命令允许仅仅接受和发送RIP的某个版本。为超越特定接口的行为，可以使用命令 `IP RIP SEND VERSION 1/2`和`IP RIP RECEIVE VERSION 1/2`。

当使用RIP版本2时，可以使用RIP鉴别。密匙链参数确定了一组密匙，可以在那个接口中使用。密匙链必须进行配置，以在接口上进行鉴别工作。需要使用的命令是 `IP RIP AUTHENTICATION KEY-CHAIN{ 密匙链名称 }`。接口可以是MD5或者普通文本鉴别，方法是使用命令 `IP RIP AUTHENTICATION MODE{ text\MD5 }`。

为禁用RIP版本2的自动路由汇总，使用命令 `NO AUTO-SUMMARY`。

路由器自动验证引入的RIP更新的来源。对于非法的来源地址，将丢弃更新。这中特性可能并不是所期望的，为禁用它，使用命令 `NO VALIDATEUPDATE-SOURCE`。

RIP可以使用水平分割机制来减少路由循环。水平分割特性对于非广播系统可能并不是所期望的。为启用水平分割，使用 `IP SPLIT-HORIZON`。为禁用水平分割，使用 `NO IP SPLIT-HORIZON`。水平分类命令是接口层次的，而不是路由器层次的。

当一个快速路由器向较慢的路由器发送更新时，可能需要RIP更新的延迟。默认的特性是没有延迟。为使用8-50毫秒的延迟，使用命令 `OUTPUT-DELAY{ 毫秒数 }`。

```
Router rip
Network 192.168.1.0
Network 192.168.2.0
Network 192.168.3.0
!
neighbor 192.168.2.4
!
offset-list ethernet 0 in 2
!
timers basic update 60
!
version 2
!
ip rip authentication key-chain chain1
ip rip authentication mode md5
!
no auto-summary
!
no validate-update-source
!
!
```

```
output-delay 40

interface ethernet 0
    ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
!
ip split-horizon
```

5.6 认证目标5.06 : IGRP

IGRP代表内部网关路由选择协议。它是一个由 Cisco创建的动态距离向量路由选择协议。IGRP用于自治系统中，并且提供了通告内部路由、外部路由和系统路由的能力，如图 5-14 所示。

- 内部路由 连接到路由器接口的网络内的子网之间的路由。
- 外部路由 自治系统外网络的路由。
- 系统路由 自治系统内的路由。

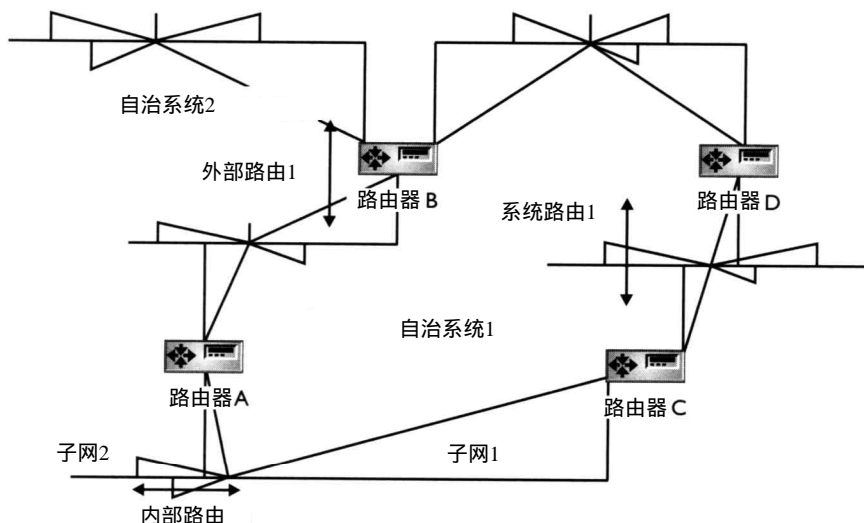


图5-14 内部、外部和系统路由

IGRP也包含了最后网关的概念，当对于某个目的网络没有已知的路由时，将从外部路由中选择某个路由作为最后网关使用。每个路由器可以使用不同的最后网关。当连接到 Internet 上时，和Internet相连的接口是最后网关的最佳选择。

IGRP更新每90秒就广播一次。一个路由在3个更新周期内连续丢失，则认为它无法达到。在7个更新周期后，将从路由选择信息表中删除路由。除了定期更新之外，IGRP使用瞬时更新，通知路由变动和抑制无法达到的路由的反向更新。这加速了聚合速度。抑制反向是和暂停时间一起使用的，目的是阻止路由循环。

IGRP是一个内部网关协议，它使用距离向量算法。它由 Cisco在20世纪80年代中期设计，目的是在大型或者复杂网络中使用。为在大型网络中使用，IGRP和RIP具有显著的区别。首先，IGRP使用各种度的组合，以确定最佳路由。这包括带宽、互连网络延迟，负载和可靠性，这些都是确定最优路径选择的因素。管理员可以设置度的加权系数，以控制如何选择路由。

如果管理员并不设置权重系数，那么将用默认的权重来计算路由。

IGRP也允许使用达到目的网络的多个冗余路径。如果无法使用主要路径，则多个路径将自动从主要路径到候选路径逐渐失效。

和RIP类似，IGRP使用水平分割，破坏逆转和间隔来减少出现路由选择循环的可能性。而且，当确定无法达到一个路由时，将发出瞬时更新，目的是加速聚合。

在路由器上配置IGRP需要一些工作。配置IGRP所需的最少的命令是ROUTER IGRP{自治系统}和NETWORK{网络号}，这将分别启用IGRP和将某个网络和IGRP协议建立联系。如果没有网络和IGRP相关，则它不会被通告。

可以进一步配置IGRP。为增加从IGRP学到的路由度，可以设置补偿列表，这和RIP使用命令OFFSET-LIST{访问列表号/名称}{in/out}{偏移量}一样。

和RIP类似，IGRP是一个广播协议。为在非广播网络上发送IGRP路由选择更新，使用NEIGHBOR{IP地址}命令。

IGRP允许不等代价负载平衡，这允许网络通信量可以分布在到达同一个目的网络的4个不等代价的路由上。路径差别(主要和后备路径的优缺点的差别)用于确定一个路径是否可行，那就是，由于接近到达目的网络的路径中的下一个路由器，它可以包含在路由选择表中。如果度位于规定的差别范围内，则包含路径。默认情况下，差别被设置为1，这将启用等代价负载平衡。为允许不等代价的负载平衡，使用VARIANCE{倍数}命令。为将网络通信量按路径代价比例进行分配，或者选择代价最低的路由，使用TRAFFIC-SHARE{balance|min}命令。

RIP的计时器命令和IGRP是一样的。可以调整的计时器是：

- Update 两次更新之间的秒数。
- Invalid 一个路由被宣布为非法后的秒数。
- Holddown 一个接口声明某个路由无法达到后，那个网络接收新的更新之前，所有的接口的保持间隔秒数。
- Flush 在从路由选择信息表中删除一个路由之前的秒数。

计时器命令是TIMERS BASIC{update|invalid|holddown|flush}{#秒数}。

为禁用暂停时间，使用命令NO METRIC HOLDDOWN。这可以缩短在IGRP中的聚合时间。注意，一个自治系统中的所有路由器上的所有的暂停配置必须一样。

IGRP的最大跳数为255段。路由器的默认配置为100段。为修改这个配置，使用命令METRIC MAXIMUM-HOPS{跳数}

为关闭对引入路由更新的源IP地址的验证特性，使用命令NO VALIDATE-UPDATE-SOURCE。

为启用或禁用水平分割算法，特别对于像帧中继或SMDS这样的非广播网络，使用命令IP SPLIT-HORIZON和NO IP SPLIT-HORIZON。

```
Router igmp 1
Network 192.168.1.0
!
offset-list ethernet 0 out 8
!
neighbor 192.168.8.11
!
variance 3
!
traffic-share balanced
```



```
!  
timers basic flush 60  
!  
no metric holddown  
!  
metric maximum-hops 60  
!  
no validate-update-source  
!  
interface ethernet 0  
ip address 192.168.1.8  
no ip split-horizon  
!
```

EIGRP

增强内部网关路由选择协议是 IGRP 的一个更新版本。EIGRP 使用和 IGRP 相同的距离向量算法和距离信息。它具有效果相同而效率更高的增强的聚合特性。聚合技术就是所谓的传播更新算法 (DUAL)。DUAL 保证不会有路由选择循环, 而且允许路由选择改动所涉及到的所有路由器同时同步。路由选择改动所没有影响的路由器并不需要同步。

EIGRP 包括下列特性:

- 当 EIGRP 和 IGRP 在同一个路由器上使用相同的 AS 时, 自动将 IGRP 路由重新分配到 EIGRP 接口中和将 EIGRP 路由到 IGRP 接口中。
- 最大的跳数为 224。
- 当目的网络的状态改变时, 进行部分更新, 而不是更新整个路由选择信息表, 其结果就是使用较少的带宽和 CPU 处理能力。
- 变长子网掩码, 以增加可用的 IP 地址, 或更加合理地分配它们。
- 通过一个呼叫系统来发现邻居, 用于确认相邻的路由器。

邻居发现系统是这样的一个过程, 路由器用于动态确认相邻的路由器, 并确定何时无法达到那些路由器。小型低代价的呼叫数据包用于发现相邻的路由器和通过不断接受呼叫数据包, 而维护邻居的运转状态。

一些 EIGRP 数据包使用可靠的带有确认的传输协议, 而其他的一些, 例如呼叫数据包, 并不使用这样的协议。EIGRP 利用这种策略, 同时获得了可靠性和较低的带宽消耗。

DUAL 有一个路由计算的决策过程。这个 DUAL 有限状态计算机使用距离信息 (度) 和在可行后继者的基础上, 选择路由, 以加入到路由选择信息表中。一个后继者就是一个相邻的路由器, 它用于按照代价最低的路径向目的地发送数据包, 并保证不会成为路由选择循环的一部分。

EIGRP, 类似 OSPF, 在它的路由器配置中, 需要一个自治系统的编号语句。当在 EIGRP 中使用多个过程时, 不同 AS 中的路由器并不交换信息。下面是一个 EIGRP 的普通路由器配置:

```
router eigrp 1  
network 192.168.1.0  
network 192.168.2.0  
network 192.168.3.0
```

5.7 认证目标5.07 : OSPF

OSPF 代表开放式最短路径优先。它是 TCP/IP 协议的一个链路状态协议。OSPF 使用所谓相邻项的概念。当 OSPF 路由器具有同步链路状态数据库 (路由选择信息表的链路状态版本) 时,

认为它们是相邻的。

OSPF还可以完成路由聚合。路由聚合就是限制链路状态数据库中的条目数目的能力，方法是通过使用不同的子网掩码，使多个路由看起来是一个路由条目。例如，网络 192.168.1.0 到 192.168.254.0，路由聚合将是带有子网掩码 255.255.0.0 的 192.168.0.0，这看起来和一个 B 类的 IP 地址网络相同，而实际上包含 254 个 C 类网络。在大型复杂的网络中，通过使用路由聚合对通信量代价的减少是非常惊人的。

OSPF 引入了区域(和自治系统类似)，作为在许多其他协议中没有使用的一个层次。一个区域就是互连网络的连续部分，它并没有和其他区域共享它的内部路由选择协议。这为较大的网络增加了规模可变能力，因为并不是每个目的子网都在每个路由器的路由选择表中需要一个条目。所有的接口都连接到同一个区域上的路由器称为内部路由器。仅仅连接到主干上的路由器称为主干路由器。处于多个区域边缘上的路由器，它的接口连接在多个区域上，称为区域边缘路由器。自治系统边缘路由器 (ASBR) 将 OSPF 连接到另一个 IGP 或 EGP。在配置区域时，使用下列标准：

- 每个区域必须连续。
- 每个区域必须和区域 0 共边界，或者相连。
- 每个网络(通过连接，每个路由器接口)必须连接到单个区域上。
- OSPF 链路状态通告将仅仅在单个区域上传播，而不会进一步传播。

Cisco 提供的 OSPF 版本 2 在 RFC1583 中得到了说明。它支持下面的特性：

- Stub 区域，它通过一个路由器而连接到单个区域上，这意味着，可以不用经过太多的重新配置，而删除那个网络。

- 路由再分配，当从任何 IP 路由选择协议中学习到一个路由时，允许使用路由，而无论它们是如何连接的。

- 鉴别，它使用普通文本或者 MD5 鉴别，以控制允许哪一个相邻的路由器为了交换路由数据包而访问这个 OSPF 路由器。

- 在 RFC 1587 中说明了 NSSA (Not So Stubby Areas)。
- 在 RFC 1793 中说明了要求电路上的 OSPF。

当配置 OSPF 时，要记住，OSPF 区域标识符可以序数表示，或者用相等的点分十进制数表示(例如，0.0.0.0 和区域 0 是一样的)。为配置 OSPF，需要的最少的命令是启用 OSPF 和将接口与一个定义的区域建立联系。这些命令是 `ROUTER OSPF { 自治系统 }` 和 `NETWORK { 地址 } { 掩码 } AREA { 区域标识符 }`。

下面是一些基本的 OSPF 配置命令。为配置 OSPF 代价，使用命令 `IP OSPF COST { 代价 }`。为修改链路状态通告再传输之间的秒数，使用命令 `IP OSPF RETRANSMIT-INTERVAL { 秒数 }`。为规定传输链路状态通告所需的时间，使用命令 `IP OSPF TRANSMIT-DELAY { 秒数 }`。为设置优先类，以为 OSPF 网络选择指定的路由器，使用 `IP OSPF PRIORIRTY { 编号 }`。为规定呼叫数据包之间的秒数，使用命令 `IP OSPF 呼叫-INTERVL { 秒数 }`。为规定在相邻路由器宣布呼叫数据包丢失之前，确定某个路由器的呼叫数据包丢失的秒数，使用命令 `IP OSPF DEAD-INTERVAL { 秒数 }`。为指定相邻路由器使用的口令，以进行 OSPF 简单密码鉴别，使用 `IP OSPF AUTHENTICATION-KEY { 密匙 }`。为启用 OSPF MD5 鉴别，使用 `IP OSPF MESSAGE-DIGEST-KEY { 密匙标识符 } MD5 { 密匙 }`。

```
router ospf 1
 network 192.168.1.0 0.0.0.255 area 1
 network 0.0.0.0 255.255.255.255 area 0
!
 ip ospf cost 10
 ip ospf retransmit-interval 40
 ip ospf transmit-delay 20
 ip ospf priority 4
 ip ospf hello-interval 90
 ip ospf dead-interval 90
```

5.8 认证总结

路由选择用于划分拥塞的网络，增加网络上允许的节点数目、过滤器数目和管理通信量。路由选择协议用于保证网络上的路由可以使用。

度用于确定从起源路由器到目的网络之间的距离或代价。度是一个路由变量值，由路由选择协议计算。路由选择信息表由路由选择协议维护，以帮助选择到达某个目的网络的最佳路径。

路由选择算法包括人工更新，以管理路由选择信息表中的路由的功能。这些是静态路由。大多数路由选择协议提供确定路由和维护路由选择表的动态方法。

默认路由是一个静态路由，它用于任何无法提供路由的数据包（因为达到目的网络地址的路由并不存在）。这允许仍然可以对任何目的地址在路由器的路由选择信息表中并不存在的数据包进行处理和转发。

距离向量协议是比较古老的路由选择算法协议，它在最少跳的基础上选择路由。跳是在达到目的网络之前，必须经过的路由器的数量。距离相邻协议路由器向它们的相邻的路由器发送整个路由选择信息表。这个信息被拷贝到那个邻居的表中，并用新的跳进行重新计算，然后转发给其他的邻居。这意味着距离向量路由选择表是建立在第2手信息的基础之上的。距离向量协议由于其路由选择表计算的简单性和路由选择算法的简单性，而降低了CPU的开销。距离向量路由选择协议很容易被路由选择循环骚扰，但是通常通过水平分割、破坏逆转，或者暂停间隔以对付这种问题。

链路状态协议用于大型网络。它们在路由选择中使用代价度，并且在链路状态数据库中保存路由选择信息。当一个链路状态路由器位于网络上时，它向它的邻居发送呼叫数据包。邻居用它所了解的和它相连的链路及相关的代价信息来响应。起源路由器在来自邻居的信息的基础上建立它自己的链路状态数据库。一个链路状态路由器将定期向它的邻居发送链路状态通告，包括那个路由器的链路和相关代价。每个邻居复制数据包，并且将LSA转发到下一个邻居，这个过程称为泛洪。因为路由器并不在泛洪LSA之前再次计算路由选择数据库，减少了收敛时间。

路由选择信息协议具有版本1和版本2。版本2更加常用。RIP是一个古老的距离向量协议。它也是一个内部网关协议，其最大的跳为16个。每30秒钟进行更新。在每个更新周期，路由器向它的邻居发送整个路由选择表。邻居根据更新中包括的任何改动而重新计算路由。RIP使用水平分割、破坏逆转和阻止间隔来避免路由选择循环。

内部网关路由选择协议是一个距离向量协议，也是一个内部网关协议，它的最大跳数为224。IGRP由Cisco创建，并且有一个功能增强的版本：EIGRP。和依赖定期更新相反，IGRP在网络发生变化时，使用瞬时更新。这个过程加速了收敛。

5.9 2分钟练习

- 互连网络使用路由选择来从一个网络向另一个网络传递数据。
- 桥接是这样的一种功能，将2个或多个物理网络段连接起来，好像连接对网络是透明的。
- 交换是增加带宽(以及限制节点处理的通信量)的方法，方法是每个交换端口提供一个专用通道。交换发生在数据链路层。
- 路由选择发生在网络层，它包括单独管理互连网络上的跳的功能。
- 构成路由选择有两个基本机制：
 - 确定路由。
 - 在互连网络上传递数据数据包。
- 确定路由需要注意的一个术语就是度。度是一个变量值，例如网络延迟、由路由选择协议算法进行计算。
- 路由选择协议创建和维护路由选择信息表，或者路由选择表。
- 路由选择更新可以包含路由器的整个路由选择表，或者仅仅包含变动的部分。
- 路由选择算法有3个主要目的：
 - 准确性。
 - 低开销。
 - 快速收敛。
- 收敛就是所有的路由器使它们的路由选择信息表同步的过程，或者单个路由选择改动反映在所有路由器中所花费的时间。
- 一些类型的路由选择算法是：
 - 静态和动态。
 - 内部和外部。
 - 距离向量和链路状态。
- 动态路由选择协议包括动态配置路由选择信息表的方法。
- 静态路由是人工输入到路由选择表中的路由。
- 分层路由选择允许限制在整个互连网络上传递的路由选择信息量。
- 默认路由是为数据规定的必须遵守的路径，用于查找路径中没有明显路由选择信息的情况下。
- 动态路由选择的两种类型是链路状态和距离向量。
- 距离向量协议路由器定期向它的相邻路由器发送2段信息。
- 一旦路由器的路由选择信息表出现影响其更新的变化，则发出瞬时更新(也称为触发更新)。
- 链路状态路由选择协议的目的是映射互连网络拓扑结构。
- 内部网关协议也称为域内协议，因为它们工作在域内，而不是在域间。这些协议认为，它们处理的路由器是它们的系统的一部分，而且可以和它们自由交换路由选择信息。
- 外部网关协议也称为域间协议，因为它们工作在域之间。这些协议认为它们位于系统边缘上，并且仅仅交换必须的最少量的信息，以保证提供路由信息的能力。
- 路由信息协议(RIP)是一个距离向量协议，它用于内域(在网关内部)。
- IGRP用于自治系统，并且包括通告内部路由、外部路由和系统路由的能力。

- EIGRP使用和IGRP相同的距离向量算法和距离信息。它的收敛特性得到了增强，并且高效的达到相同的结果。

- OSPF代表开放式最短路径优先。它是 TCP/IP协议的一个链路状态协议。OSPF使用所谓邻接的概念。

5.10 自我测试

下面的问题将帮助你评价在本章中学习到的内容。仔细阅读所有的选项，因为正确答案可能多于1个。选择每个问题中所有的正确答案。

1) Company A has recently merged with Company B, which exists in the same building and is physically close enough for all the computers to belong on the same network segment. Company A uses an ATM backbone and Fast Ethernet for all nodes. Company B has a Token Ring environment on shielded twisted-pair wiring. Why will Company A and Company B select a router for their newly merged network (公司A最近合并了公司B，它们位于同一座大楼中，并且所有的计算机足够接近，可以属于同一个跳。公司 A在所有的节点上使用 ATM主干和快速 Ethernet。公司B使用屏蔽双绞线基础上的令牌环网环境。为什么公司 A和公司B为它们新的合并网络选择了路由器)？

- A. Network segment size has reached the maximum
- B. Network addresses are not sufficient for a merged network
- C. Traffic must be segmented to prevent an expected bandwidth overload
- D. A router is the usual way to connect dissimilar network types

2) What are the two basic mechanisms that make up a routing protocol (构成路由选择协议的两个基本机制是什么)？

- A. Route selection
- B. Flooding
- C. Autonomous Systems
- D. Data Transmission

3) What is a routing table used for (路由选择表的用途是什么)？

- A. It is the physical support for the router to sit on
- B. It contains a list of all the timers used to prevent routing loops
- C. It is used to select the best route
- D. It manages the periodic update algorithm

4) What types of information can be found in different types of routing protocol routing tables (在不同类型的路由选择协议路由表中可以发现何种类型的信息)？(select 3)

- A. The destination network associated with the next hop
- B. The destination network associated with the cost metric
- C. The destination network associated with the subnet mask
- D. The destination network associated with the next path or interface to use

5) What is a routing update used for (路由选择更新的用途是什么)？

- A. Routing updates notify neighboring routers with a 呼叫

B. Routing updates redistribute routes learned from other routing protocols

C. Routing updates maintain the routing table

D. Routing updates increase the network addresses available by changing the subnet masks

6) When a node on one network sends a packet to a node on another segment that is three hops away, what addresses are included in the initial addressing of that packet (select 2) (当网络上的节点向另一个跳3个跳上的节点发送信息表时，在那个信息表的初始地址中包含了什么地址)？

A. The network address of the router

B. The MAC layer address of the router

C. The network address of the destination node

D. The MAC layer address of the destination node

7) What are three objectives for a routing protocol (路由选择协议的3个目标是什么)？

A. Accuracy

B. Quick holddowns

C. Rapid Convergence

D. Low overhead

8) Define convergence (定义收敛)。

A. Convergence is the updates that are triggered by network changes

B. Convergence is the process of sending 呼叫 packets

C. Convergence is two routers merging their routing tables into one

D. Convergence is the synchronizing of all routing tables on the internetwork, or simply the synchronization of a single route change across all routers.

9) Why are dynamic routing protocols considered dynamic (为什么动态路由选择协议考虑动态)？

A. Because each route is dynamically selected for each packet with a destination network not attached to the router

B. Because new routes are dynamically recomputed whenever there is a change in the internetwork topology

C. Because convergence happens faster

D. Because all the routes remain the same no matter what changes happen on the network

10) What is a static route (什么是静态路由)？

A. A static route is one that has been manually entered into the routing table and is not updated by a routing protocol

B. A static route is one that is recomputed whenever a change is made on the internetwork

C. A static route is one that is redistributed when it has been learned by another routing protocol

D. A static route is one that comes already configured in the router from the manufacturer

11) What type of network is best when using static routes (当使用静态路由时，何种类型的网络是最好的)？

- A. A large network with hundreds of routers and networks
- B. A complex internetwork that changes often
- C. An autonomous system with multiple connections to other autonomous systems
- D. A small network with few routers and infrequent changes

12) What is an autonomous system (什么是自治系统)?

- A. An area
- B. A domain
- C. A contiguous set of routers defined within a larger internetwork, that do not share routing information with the external internetwork
- D. All of the above
- E. None of the above

13) What is a default route (什么是默认路由)?

- A. A type of static route
- B. A destination for any nonroutable packet
- C. Gateway of last resort
- D. All of the above
- E. None of the above

14) What type of information does a distance vector router build its routing table with (距离向量路由器用何种类型的信息来建立它的路由选择表)?

- A. 呼叫 packets
- B. Second-hand information
- C. LSPs
- D. First-hand information

15) What is the count to infinity problem (什么是无限计数问题)?

A. A routing loop that results from the way distance vector protocols use second-hand information

- B. The inability of routers to process more than 16 hops
- C. The excessive CPU overhead presented by distance vector algorithms
- D. The result of using both RIP and IGRP on the same internetwork

16) What is poison reverse (什么是破坏逆转)?

- A. A change to the default update period timer
- B. A routing loop that occurs when using second-hand information to update route tables
- C. A router virus
- D. A version of split-horizon that sends back a “ route unreachable ” update to the router that the route was learned from, in order to avoid routing loops

17) What is RIP (什么是RIP)?

- A. RIP is an older distance vector Interior Gateway Protocol with a 30-second update timer and . maximum of 15 hops (where “ infinity ” is 16 hops)
- B. RIP is a new link-state protocol created by Cisco

C. RIP is a proprietary protocol created by Cisco that has two versions; only version 2 is used currently

D. RIP is a distance vector Interior Gateway Protocol with a 224 maximum network diameter (maximum 224 hops)

18) What is IGRP (什么是IGRP) ?

A. IGRP is an older distance vector Interior Gateway Protocol with a 30-second update timer and a maximum of 15 hops (where "infinity" is 16 hops)

B. IGRP is a new link-state protocol created by Cisco

C. IGRP is a proprietary protocol created by Cisco that has two versions; only version 2 is used currently

D. IGRP is a distance vector and Interior Gateway Protocol with a 224 maximum network diameter (maximum 224 hops)

19) What is the purpose of a flash update in IGRP (IGRP中的瞬时更新的目的是什么) ?

A. A flash update is a standard 90-second update

B. After three flash updates, a route is considered unreachable

C. A flash update is sent immediately upon a change in the network topology, in order to speed convergence

D. After seven flash updates, a route is removed from the routing table

20) How can the administrator change how IGRP selects routes (管理员如何修改IGRP选择路由的方法) ?

A. The administrator can set update timers

B. The administrator can enable or disable split horizon

C. The administrator can set up load balancing across redundant routes

D. The administrator can adjust the metric weights used for determining the route selection

21) The way to get traffic from one segment of the network to another segment is (在网段之间进行通信的方法是) :

A. Bridging

B. Routing

C. Switching

D. All of the above

22) Routing occurs at which layer (路由发生在哪一层) ?

A. Physical layer

B. Data link layer

C. Network layer

D. Transport layer

23) In general, the best route selected by a router is one with (一般而言, 路由器选择的最佳路由具有何种特性) ?

A. Least cost

B. Shortest distance

- C. Lowest metric value
- D. None of the above

24) A routing table typically includes which of the following (路由表通常包含下列的哪些信息) ?

- A. Destination network address
- B. The total number of networks
- C. The number of nodes in each network
- D. The total number of routers in a network

25) When a router receives a packet, it accepts or rejects a packet by examining what (当路由器接收到数据包时, 它通过检查什么而决定接受或拒绝数据包) ?

- A. The MAC address of the source of the packet
- B. The address of the source network/node number
- C. The address of the destination network/node
- D. The MAC address of the next router

26) Low overhead of a routing algorithm is normally associated with (路由选择算法的低代价通常和什么相关) ?

- A. Optimal route
- B. CPU usage
- C. Accuracy
- D. Convergence

27) Convergence is not an issue if (收敛并不会成为一个问题, 如果) :

- A. Routers are added to the network
- B. Some of the network interfaces are down
- C. CPU/bandwidth usage of the routers changes
- D. An invariant network topology is selected for the network architecture

28) An Internet Protocol (IP) router selects (网际协议(IP)路由器选择) :

- A. An entire path from source to destination
- B. The next route step
- C. The two adjacent routers to itself
- D. All of the above.

29) IP ROUTE configuration command for a static route includes which of the following parameters (静态路由的IP ROUTE配置命令包括下列哪一个参数) ?

- A. Subnetwork number of the destination network
- B. Subnet mask of the source network
- C. IP address of the interface of the router which the packet should use
- D. MAC address of the next router on the path

30) Given the following portion of the network:

Network A	Router X	Router Y	Network B
Interface:	Interface:	86.0.0.0	

X0 Y0

35.3.3.4

and assuming a network mask of 255.0.0.0 for both A and B networks, Which one of the following represents a correct command to configure Router X to send data from Network A to Network B (给定网络的下列端口：

网络A 路由器X 路由器Y 网络B

接口： 接口： 86.0.0.0

X0 Y0

35.3.3.4

并假设A和B网络的网络掩码为255.0.0.0，则下面的哪一个代表了配置路由器 X从网络A向网络B发送数据的正确命令)？

- A. #IP ROUTE 85.0.0.0 255.0.0.0 35.3.3.3
- B. #ip route 86.0.0.0 255.0.0.0 35.3.3.4
- C. #ip route 86.0.0.0 255.0.0.0 35.3.3.3
- D. #ip route 85.0.0.0 255.0.0.0 35.3.3.4

31) A static routing table can be changed at any time without manual intervention (静态路由选择表可以不经人工干预而在任何时候修改)。

- A. True
- B. False

32) In a hybrid solution of static and dynamic routing, the nonroutable packets are sent to (在静态和动态路由的混合解决方案中，不可路由的数据包发送到)：

- A. The next router
- B. The central router
- C. The gateway of last resort
- D. The source router where the packets originated

33) How is fault tolerance on a routing algorithm achieved (路由选择算法如何实现容错)？

- A. By providing a central control router
- B. By a distributed routing protocol
- C. By load balancing of the traffic
- D. All of the above

34) The configuration command IP DEFAULT for a default static router requires which of the following parameters (默认静态路由器的配置命令IP DEFAULT需要下列的哪一个参数)？

- A. Network mask
- B. Router interface number
- C. Subnet ID
- D. Network number

35) In a distance vector routing protocol, aging is set for (在距离向量路由选择协议中，时效为什么设置)？

- A. Only the next available router

- B. All routing information
- C. Only the unavailable routers
- D. Only the routers in the lowest metric route

36) In a distance vector algorithm, the holddown interval for large or complex networks (在距离向量算法中, 大型或复杂网络的暂停间隔) :

- A. Cannot be used
- B. Would need to have a much larger value
- C. Is equal to negative reachability parameter
- D. Would need to have a smaller value to reach convergence

37) What do link-state protocols use as a metric (链路状态协议使用什么作为度) ?

- A. Hops
- B. Cost
- C. CPU usage
- D. Network operational time

38) Flooding in link-state protocol means what (链路状态协议中的泛洪法意味着什么) ?

- A. A router sending all routing information to its neighbors
- B. A router broadcasting all information to all routers in the network
- C. The neighbors of a link-state router receiving a link-state packet, copying it, and then forwarding it to the rest of the network
- D. A router sending information about the routers that have changed

39) Which statement is true of Interior Gateway Protocols (对内部网关协议的陈述中, 哪一句是正确的) ?

- A. They apply to Internet domains
- B. They apply to autonomous systems within the network
- C. They apply to external networks
- D. They allow systems in the Internet to manage areas in the network where IGP is implemented

40) Exterior Gateway Protocols are known as (外部网关协议又称为) :

- A. Inter-domain
- B. Areas
- C. Domains
- D. Intra-domain

41) Routing Information Protocol (RIP) can have maximum of (路由信息协议(RIP)最多可以具有多少个跳计数) ?

- A. 24 hops
- B. 16 hops
- C. 12 hops
- D. 8 hops

42) How many commands are required to configure a router for RIP (为路由器配置RIP需要

多少个命令) ?

- A. Four
- B. Three
- C. Two
- D. One

43) RIP authentication command can be used with which version of RIP (RIP鉴别可以和RIP的哪个版本一起使用) ?

- A. RIP version 1
- B. RIP version 2
- C. RIP version 1 and RIP version 2
- D. None of the above

44) In the Interior Gateway Routing Protocol, a route is removed from the routing table after (在内部网关路由选择协议中, 一个路由在多长时间之后从路由选择表中删除) ?

- A. Three update periods
- B. 60 seconds
- C. Five update periods
- D. Seven update periods
- E. 90 seconds

45) Which of the following is used to calculate metric in Interior Gateway Routing Protocol (下面的哪一个用于在内部网关路由协议中计算度) ?

- A. Internetwork delay
- B. Bandwidth
- C. Load
- D. Reliability
- E. All of the above

46) What is the maximum allowable number of hops in Enhanced Interior Routing Gateway Protocol? (在增强内部路由网关协议中, 最多允许多少个跳计数) ?

- A. 64
- B. 224
- C. 128
- D. 232
- E. 256

47) Enhanced Interior Routing Gateway Protocol uses which of the following (增强内部路由选择网关协议使用下列的哪一种) ?

- A. Link-state vector
- B. Diffusion Update Algorithm
- C. Distance vector
- D. A and B only
- E. B and C only