

网络设计与管理

余翔湛

yxz@hit.edu.cn

第四章

广域网、路由器

广域网概述

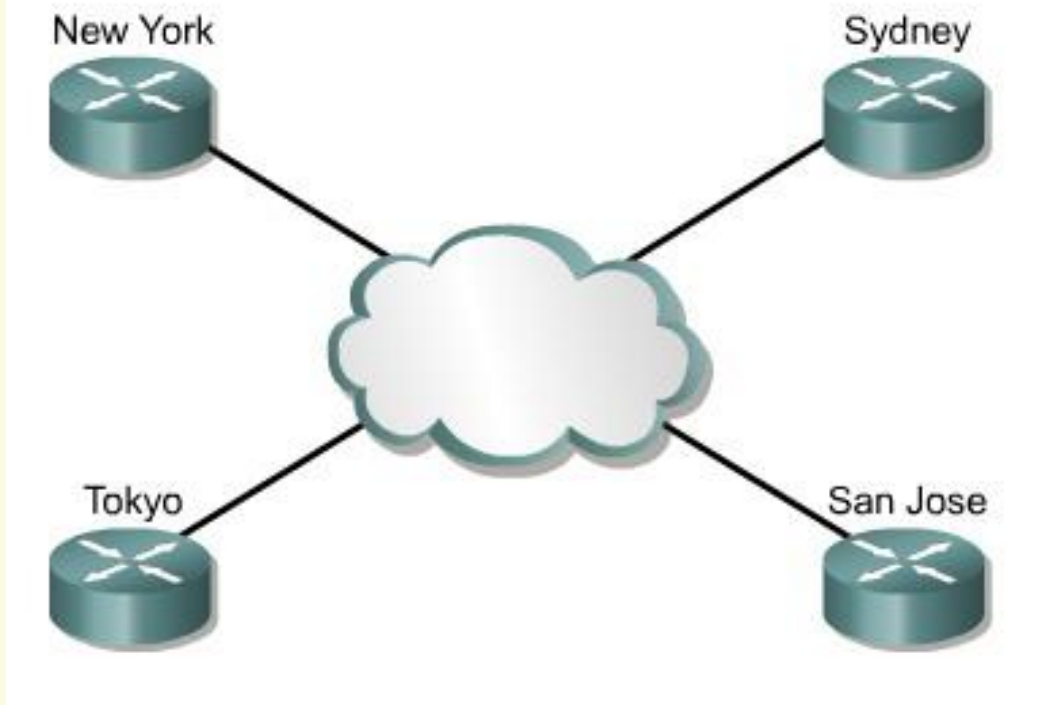
❏ WAN技术运行在OSI参考模型的下三层：物理层、数据链路层及网络层；



广域网的范围

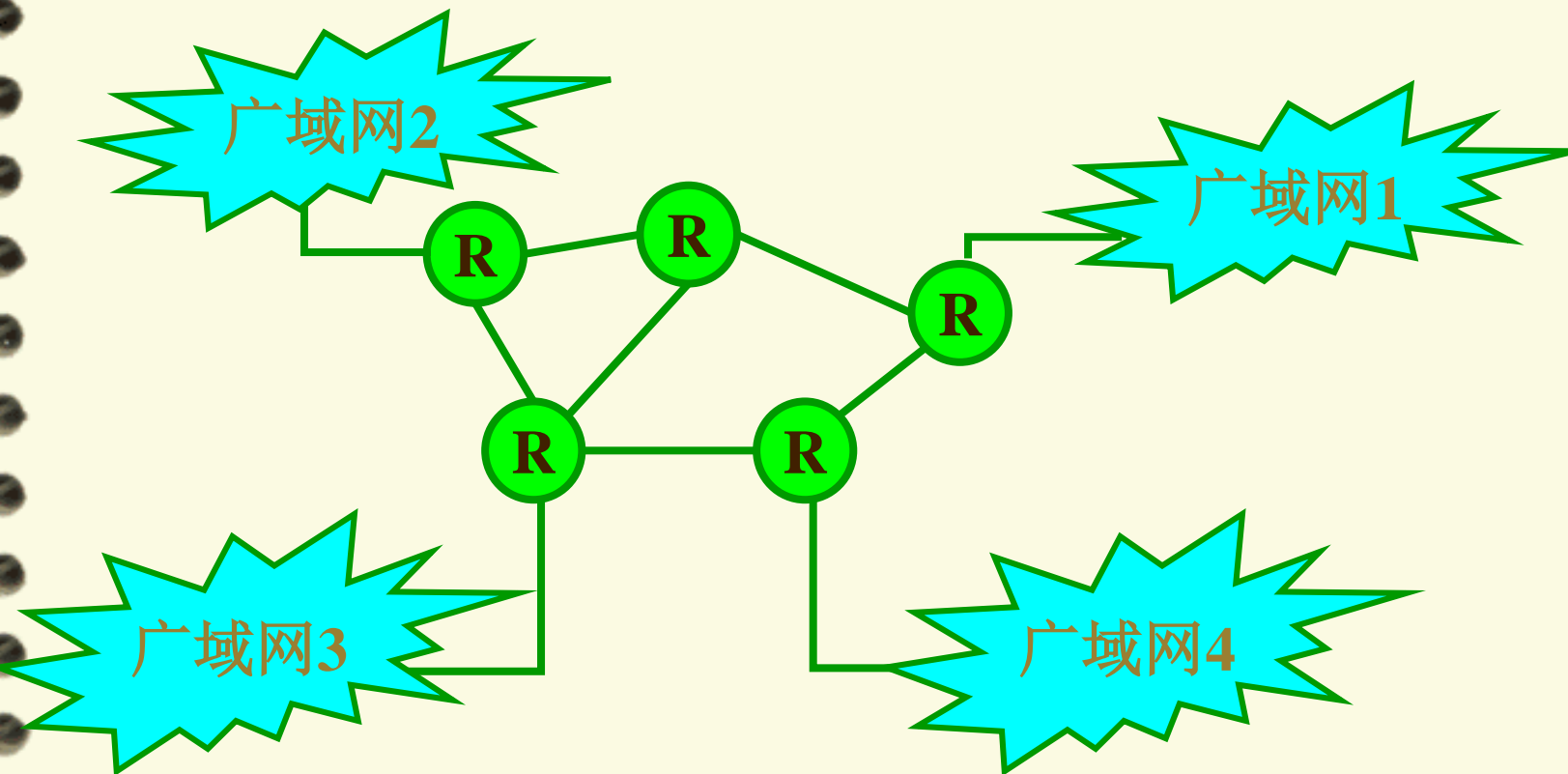
Distance Between Devices	Location of Hosts	Name
10m	Room	Local-area Network Classroom
100m	Building	Local-area Network School
1000m = 1km	Campus	Local-area Network University
10,000m = 10km	City	Metropolitan-area Network
100,000m = 100km	Country	Wide-area Network Cisco System, Inc.
1,000,000m = 1,000km	Continent	Wide-area Network Africa
10,000,000m = 10,000km	Planet	Wide-area Network Internet
100,000,000m = 100,000km	Earth-Moon Systems	Wide-area Network Earth and Artificial Satellites

广域网的连接



广域网的连接我们可以看成是连接在一个网云上

将若干广域网互连起来就构成了互联网。



WAN设备

 广域网中的设备，这些设备有：

❧ 路由器(routers)

⑩ 提供诸如网络互连、与广域网接口等多种服务

❧ 交换机 switches)

⑩ 连接到广域网的带宽上，进行声音，数据，视频等信息的传输

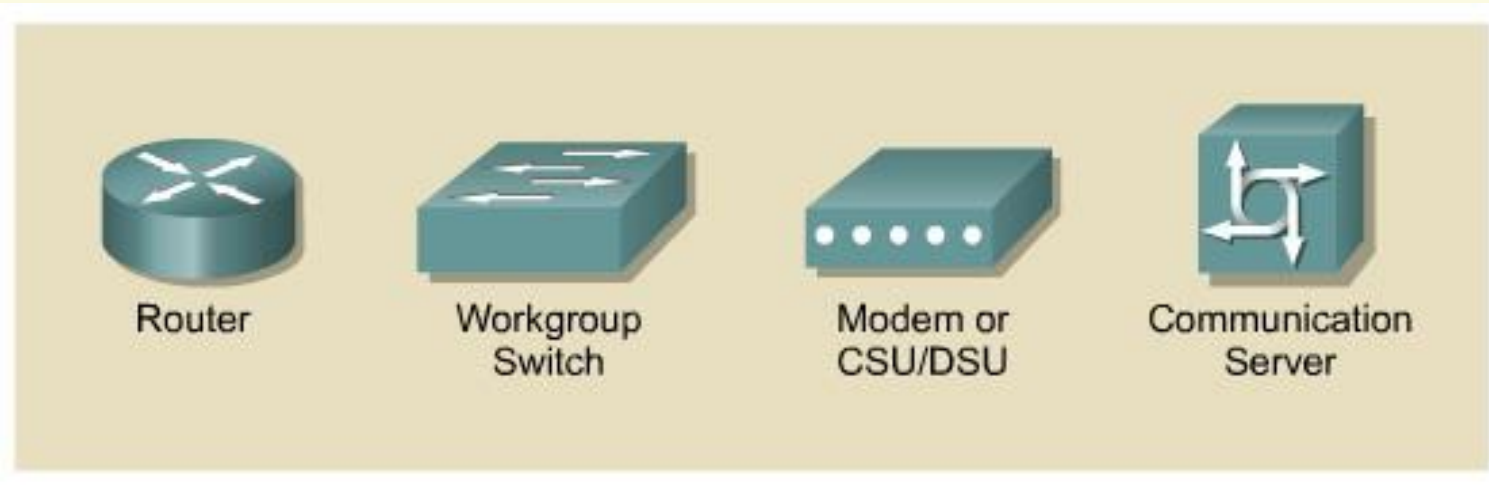
❧ 调制解调器(modems)

⑩ 连系分级话音服务。包括用于连系ISDN服务的CSU/DSU(信道服务单元/数据服务单元)和TA/NT1。

❧ 通讯服务器(communication server)

⑩ 将用户拨入，拨出信息集中起来。

广域网设备



CSU/DSU 信道服务单元/数据服务单元

WAN中的路由器


☞ 路由器是实现网络服务的设备。它为各种不同速率的链路和子网提供接口。路由器是能动的、智能的网络设备，也正因为如此它参与网络管理。路由器可通过支持网络的任务和目标并且提供网络资源的动态控制，来管理网络的，使网络达到可连接性、可靠性能、管理控制和灵活性。

☞ 路由器既有局域网接口又有广域网接口。尽管可被用作分段局域网设备，但其主要用途是作为广域网设备。广域网通过路由器连接来彼此通信，组成自治系统和Internet的主干。

WAN中的路由器

- ❏ 路由器是大型企业网和Internet的主干设备，工作在OSI模型的第三层，基于网络地址进行路由决策。
- ❏ 路由器的主要功能有：为到达的数据分组选择最佳路径；将分组切换到正确的出口。
- ❏ 路由器通过建立路由表和与其他路由器交换网络信息来完成这些功能。可以手工配置路由表，但是通常是通过使用routing protocol与其他路由器交换路由信息，动态维护路由表。

WAN中的路由器

 为了使任何机器之间能够互相通信，必须在系统中有路由特性来控制信息流，冗余的路径来保证可靠性，许多网络的设计思想和技术都可追溯到这种初衷。

✎ 任何互连网络都应包含下列部分特性：

- ⑩ 能够表示网络拓扑的、一致的端到端的编址机制
- ⑩ 最优路径选择
- ⑩ 动态路由
- ⑩ 分组转发

WAN交换机

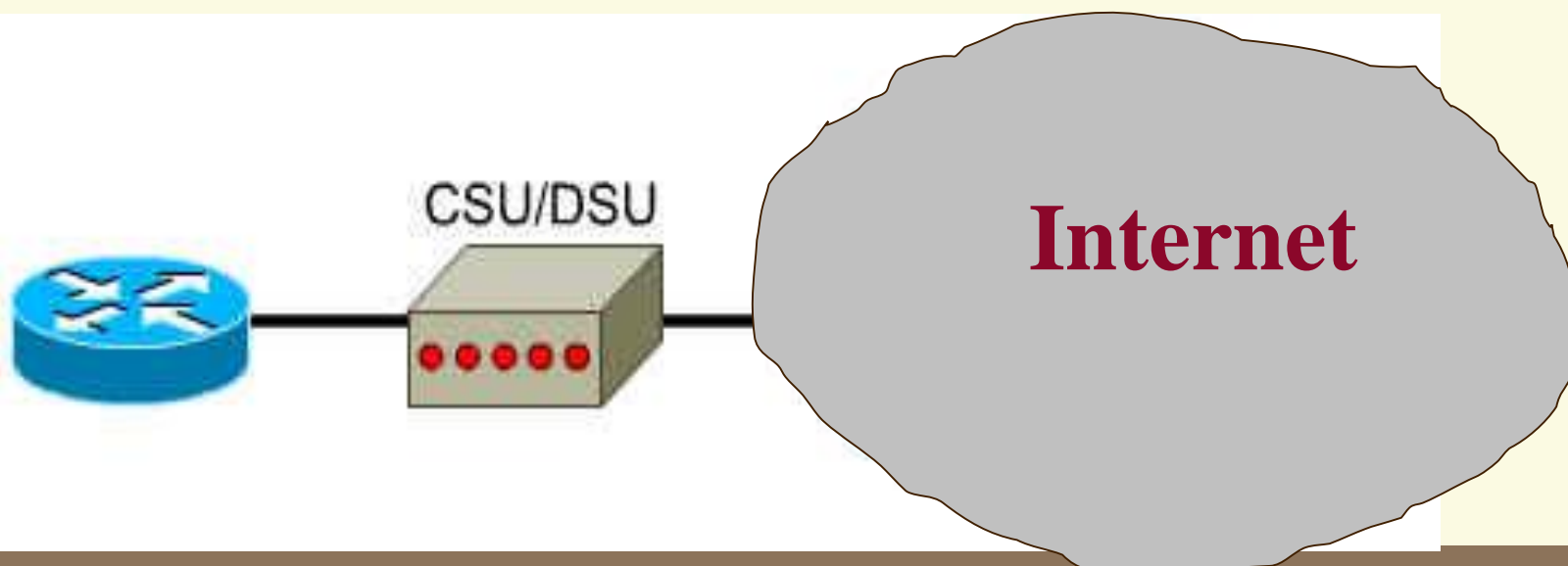
- ❏ WAN交换机是一种多口网络设备，一般对以太网、ATM、帧中继和SMDS（可交换多兆位数据业务）等通信业务量进行交换。
- ❏ WAN交换机一般运行在OSI参考模型的数据链路层或网络层。
- ❏ WAN中相距很远的两个路由器可以通过WAN交换机进行连接的。

WAN中的调制解调器





- ❏ 调制解调器通过调制解调信号，可以对数字和模拟信号进行转换，如此可以将数据在具有话音等级的电话线上传输。
- ❏ 在源端，数字信号被转换成合适的格式在模拟通信设备上传送。
- ❏ 在目的端这些模拟信号被转换回数字形式。

WAN中的CSU/DSU

- CSU/DSU是数字接口设备或者有时是两个分立的数字设备以适应DTE和DCE之间的接口。
- 下图显示出在一个具体WAN网中CSU/DSU的放置位置。有时CSU/DSU集成在路由器的机箱中。

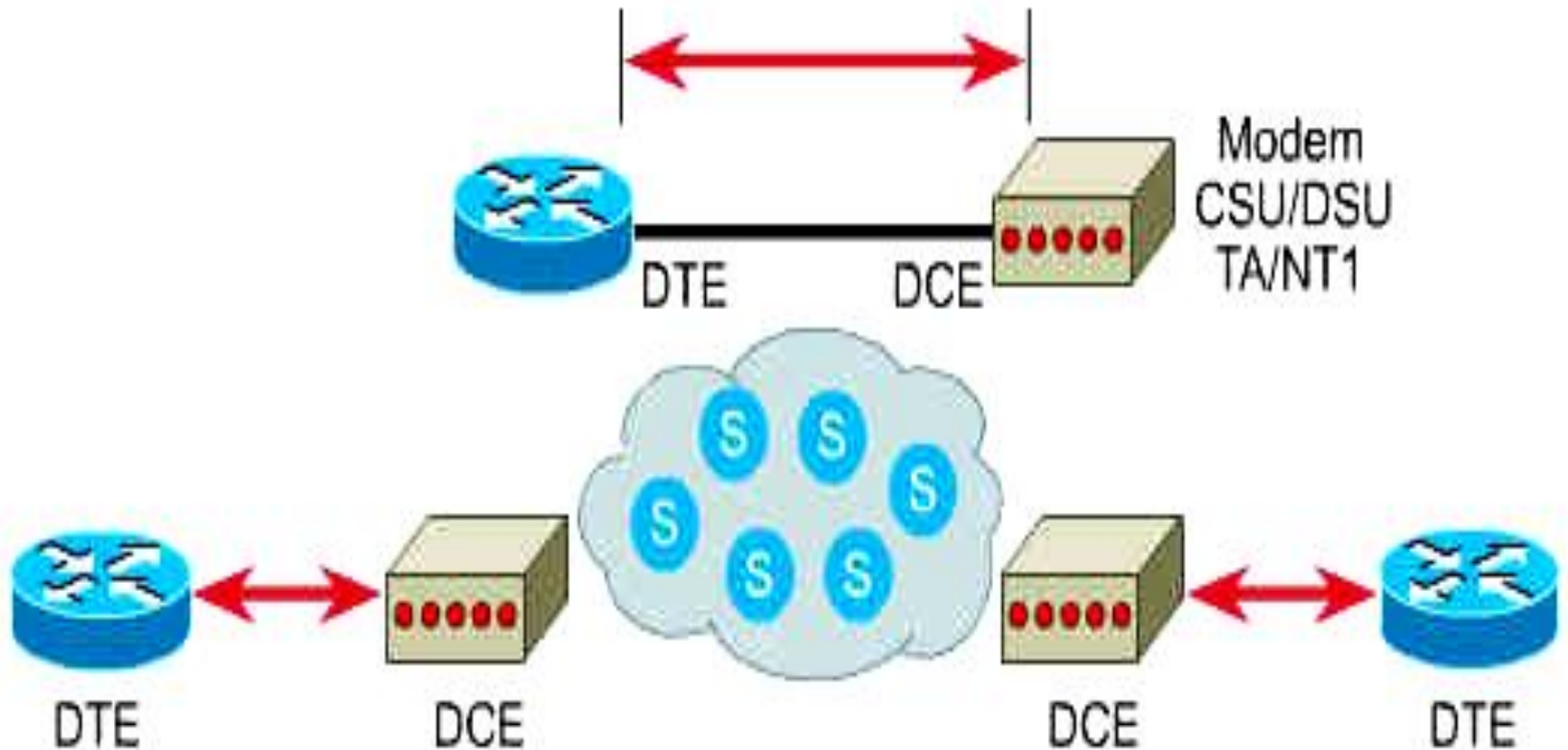


DTE和DCE

-  **DTE (Data Terminal Equipment) 数据终端设备**
-  **DCE (Data-Circuit Terminating Equipment) 数据终接设备**
-  一个重要的接口存在于DTE和DCE之间。
 -  DTE是路由器，DCE是指用来将DTE来的用户数据格式转换成WAN设备认可格式的设备。
 -  DCE可以是附加的modem、CSU/DSU（信道业务单元/数据业务单元）或者终端适配器/网络接口点1（TA/NT1）。

DTE和DCE

DTE/DCE之间的接口就象WAN客户和WAN提供商的责任分界线一样。

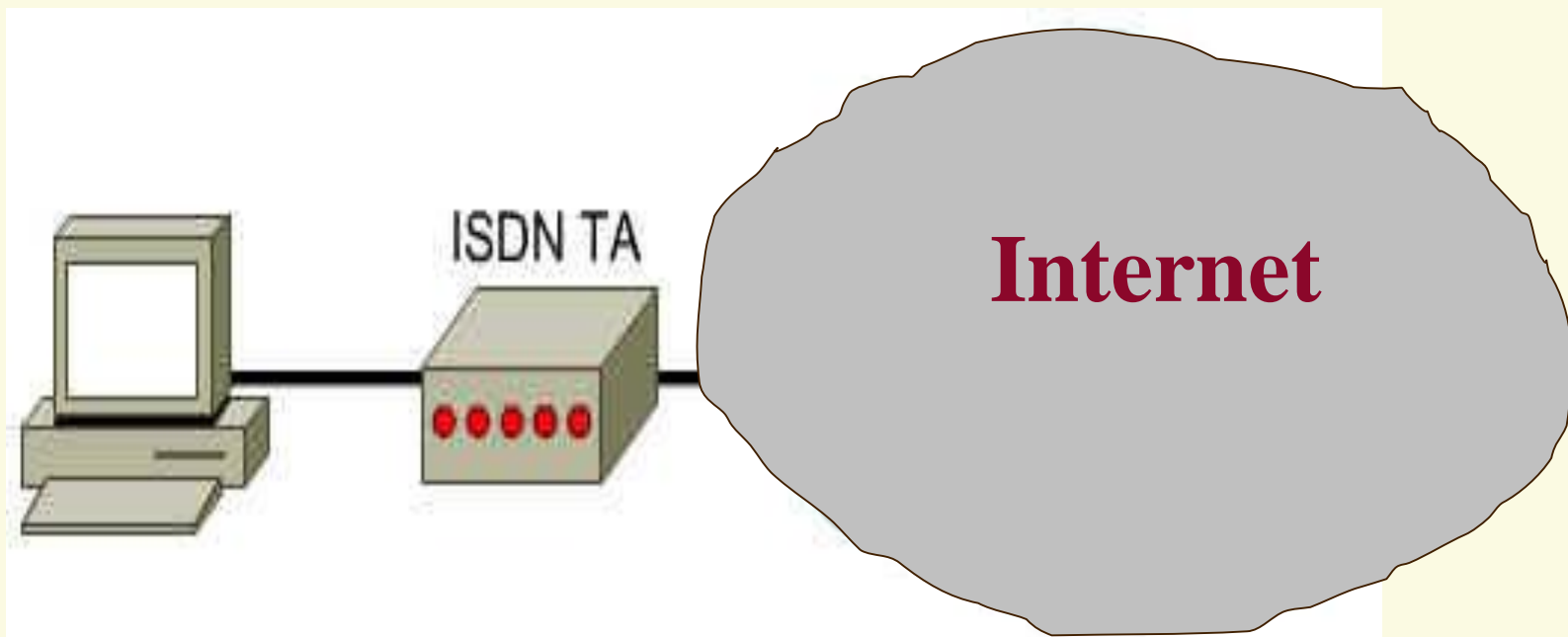


DTE和DCE

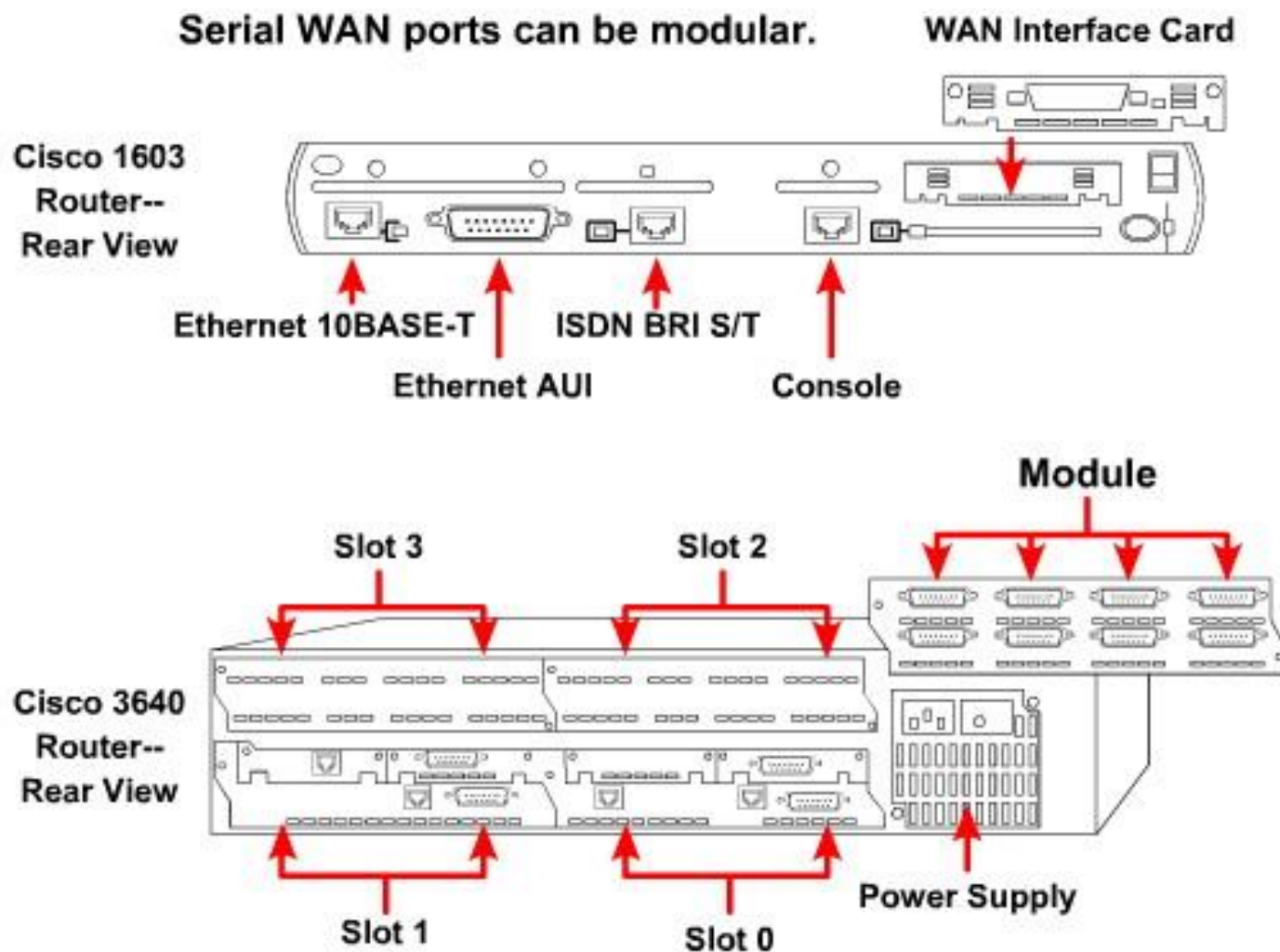
- 在DTE之间的WAN路径被称为链路、电路、通道或线路。DCE最重要的一点是为DTE接入WAN通信链路提供一个接口。
- DTE/DCE之间的接口使用各种协议（例如HSSI和V.35），这些协议建立设备之间用于通信的编码。而这个通信将决定着呼叫如何建立和用户的业务量如何通过WAN。

WAN中的ISDN终端适配器

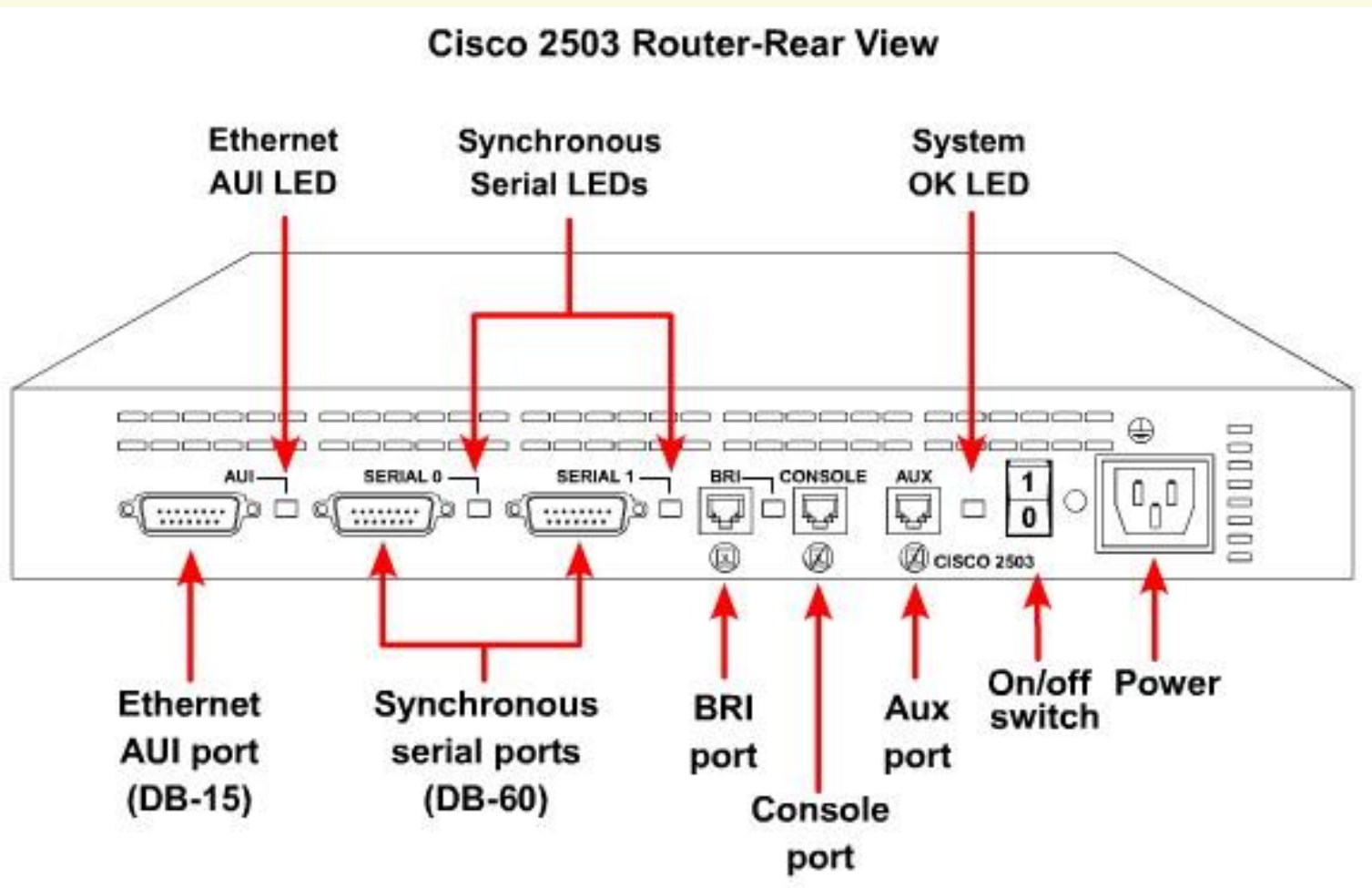
ISDN终端适配器（TA）是一种被用来与其它接口建立ISDN基本速率连接的设备。



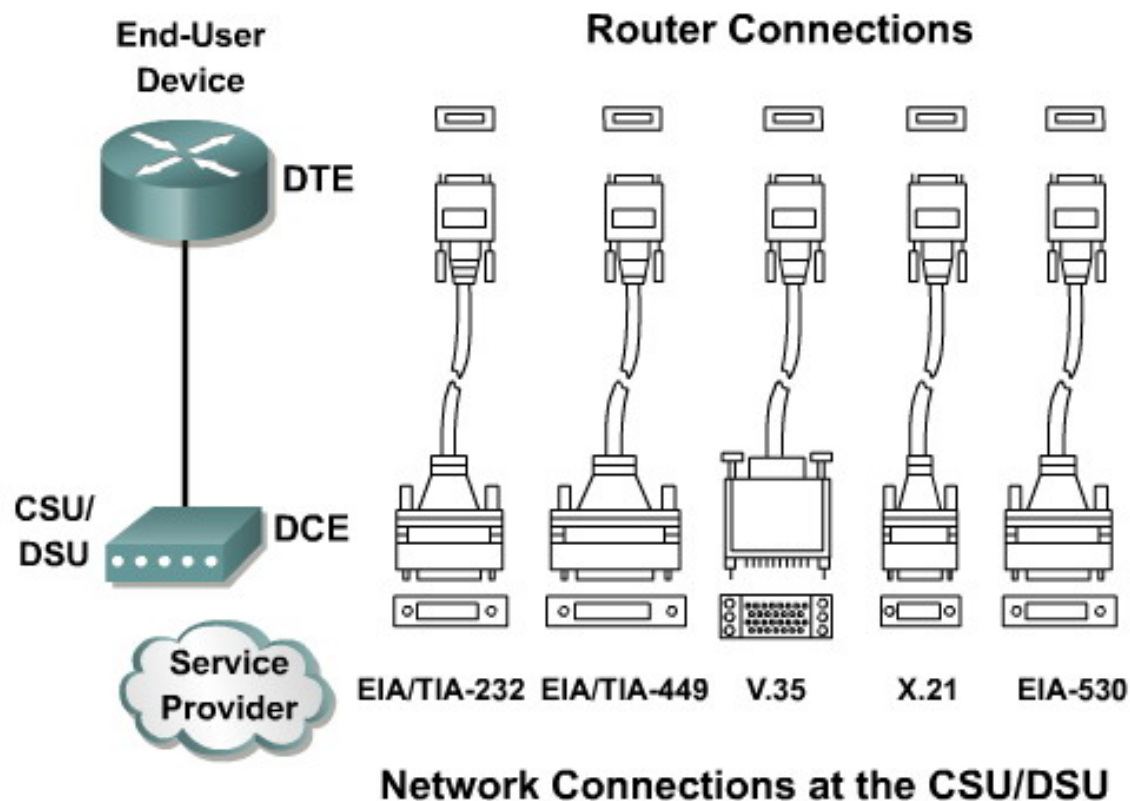
路由器的WAN接口



路由器的WAN接口



WAN的串行连接



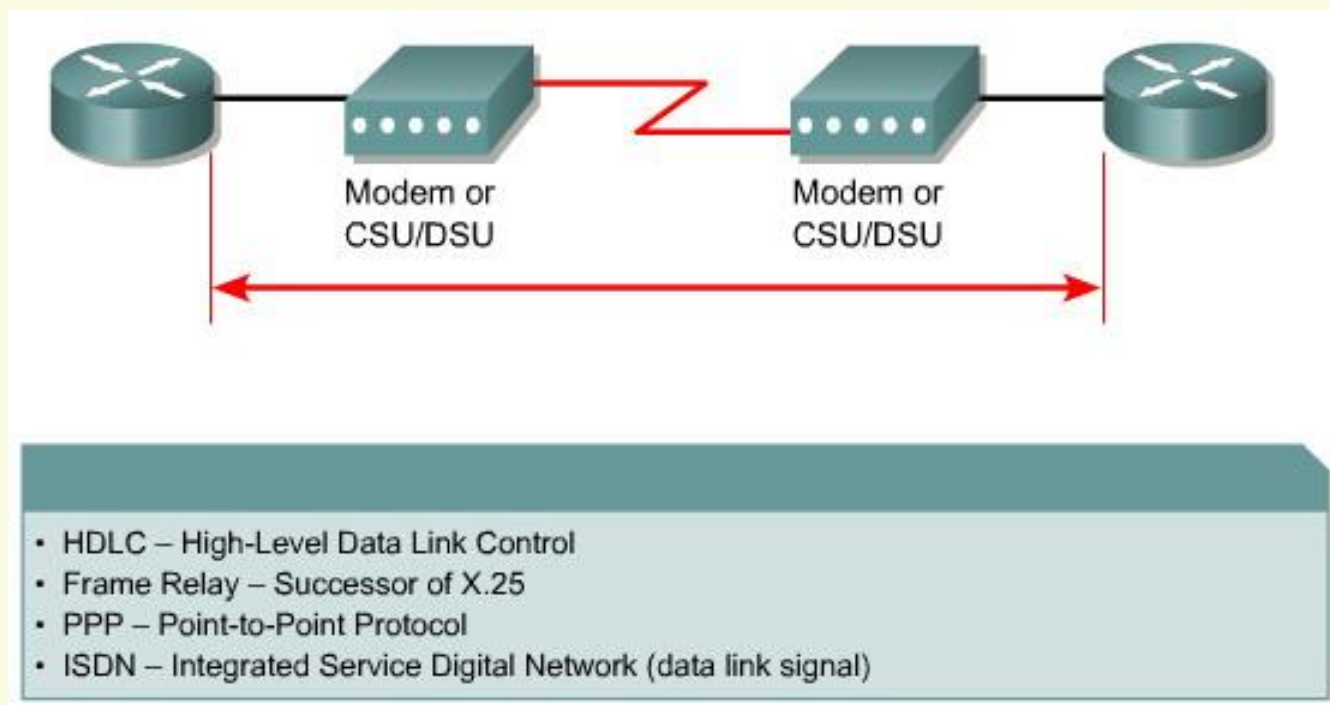
广域网连接线缆标准参看Cisco线缆手册

DTE （ Data Terminal Equipment）数据终端设备

DCE （ Data-Circuit Terminating Equipment）数据终接设备，需要配置时钟频率

ISP端一般为DCE

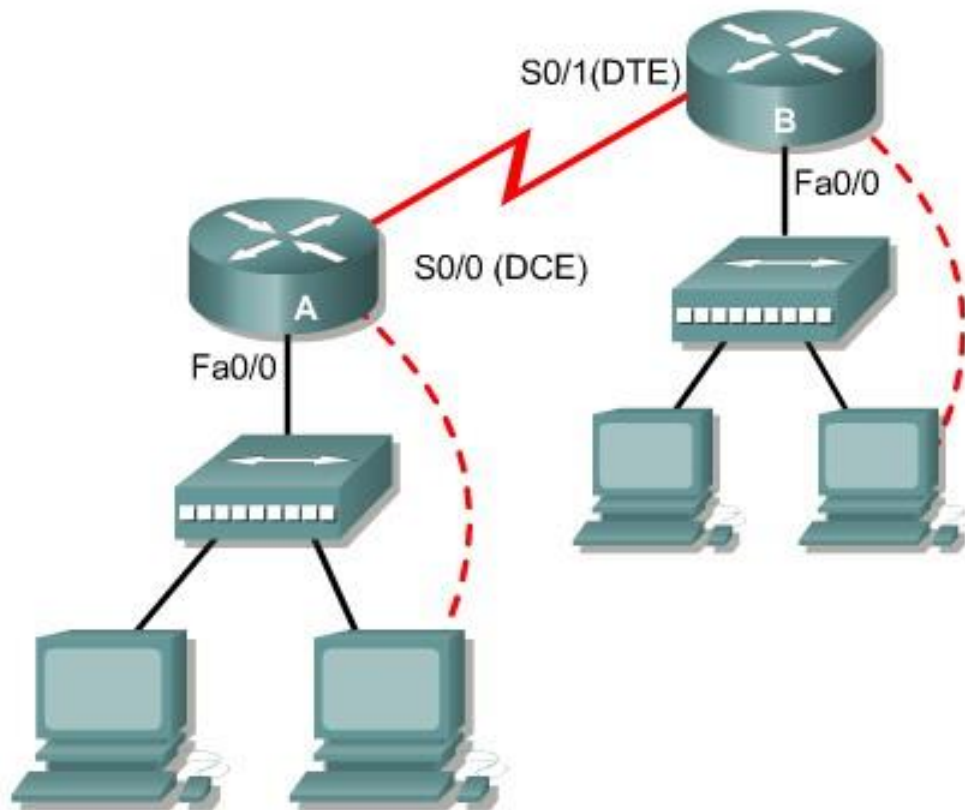
路由器之间的连接



WAN标准的制定

- ❏ WAN使用OSI分层参考模型来进行封装，关注点在物理层和数据链路层。一般来说WAN标准不但描述物理层的传送方法而且还提出数据链路层的要求，包括地址、流量控制和封装。
- ❏ 广域网的标准由下列的权威机构制定和管理：
 - ❧ ITU-T: 国际电信同盟-电信标准部门（原先的CCITT）
 - ❧ ISO: 国际标准化组织
 - ❧ IETF: Internet工程任务组
 - ❧ EIA: 电子工业联合会

路由器之间的连接

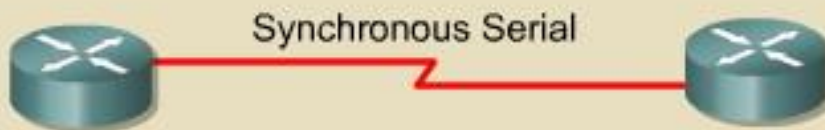


路由器之间通过串行线路的连接称为“背靠背”连接，一般情况下线缆的两端分别连接DTE和DCE



广域网类型

Leased Line







Circuit-Switched



Packet-Switched



广域网技术——数字专线业务

-  **T1——1.544MBit/s**
-  **T3——44.736MBit/s**
-  **E1——2.048MBit/s**
-  **E3——34.368MBit/s**

美国采用T系列， 欧洲采用E系列

广域网技术——数字专线业务

xDSL (DSL for Digital Subscriber Line and x for a family of technologies)

✎ 一种新发展起来的针对家庭使用的广域网技术，宽带随距电话公司设备距离的增加而减少，最大速度为51.84 Mbps，大多数情况下带宽较低，从几百kbps到几Mbps，使用范围较小，但发展较快，费用中等偏低，x表示DSL技术的全部系列，包括：

- ⑩ HDSL----high-bit-rate DSL
- ⑩ SDSL----single-line DSL
- ⑩ ADSL-----asymmetric DSL（非对称DSL）
- ⑩ VDSL---- very-high-bit-rate DSL
- ⑩ RADSL----rate adaptive DSL

各DSL的技术特性

项 目	ADSL	RAD SL	G.LIT E	VDSL	HDS L	SDS L	MDS L	IDSL	G.SH DSL
最高上行输速率	1.0M BPS	1.0M BPS	512K BPS	2.3M BPS	2MB PS	2MB PS	2.3M BPS	128K BPS	2.36M BPS
最高下行输速率	8MB PS	8MB PS	1.5M BPS	52MB PS	2MB PS	2MB PS	2.3M BPS	128K BPS	2.36M BPS
最大传输距离(米)	5500	5500	7000	1500	370 0	600 0	*9400	5000	7600
所需铜质双绞线 数目（对）	1	1	1	1	2	1	1	1	1或2
是否对称传输	否	否	否	否	是	是	是	是	是

广域网技术——电路交换服务






POTS(Plain Old Telephone Service)

✎ POTS实际就是Public Switched Telephone Network.的另一种叫法。POTS不是计算机数据服务，将它包括在广域网技术中是出于两点考虑：它的许多技术是数据基础设施的一部分；它是一种可靠，易于使用，广域的通信网络模型。

Narrowband ISDN

✎ 一种通用普遍的技术，是第一个全数字拨号服务，在各个国家的使用大不相同，费用中等，最大带宽对费用较低的BRI (Basic Rate Interface)来说是128 kbps，对PRI (Primary Rate Interface)来说是3 Mbps。

包交换连接与虚拟电路

-  包交换是使WAN中的多个网络设备共享一条虚拟电路(Virtual Circuit)，以实现端到端的连通性；
-  物理连接是由统计复用程控交换设备完成，在数据包头一般都标识目的地地址；
 -  帧中继、SMDS(交换百万位数据服务)和X.25都属于包交换的WAN技术；
-  交换网络可以传送大小不同的帧(数据包)或大小固定的单元；
 -  一般常见的包交换网络类型为帧中继、ATM

包交换可以利用专用的网络，也可以使用公用网络，并且底层的交换网络结构对用户是透明的，交换机也只是负责数据在网络内部的传输；

包交换网络的特点：

- 网络带宽是共享的；
- 类似于专线连接；
- 费用比专线低；
- 工作在同步串行线上；
- 传输速率在56K ~45M(T3)

- ❏ 虚拟电路是通过包交换式网络的一条路径建立的、属于专用的物理连接电路；
- ❏ 虚拟电路分为两种类型，有：
 - ✧ 交换虚电路(SVC, Switch Virtual Circuits), 依据需要而动态建立的虚拟电路，并与传输完成时终止；
 - ⑩ 包含三个阶段：电路建立、数据传输和电路终止
 - ✧ 永久虚电路(PVC, Permarnent Virtual Circuit), 永久建立的虚拟电路，仅有一种模式：数据传输

广域网技术——分组交换服务

X.25

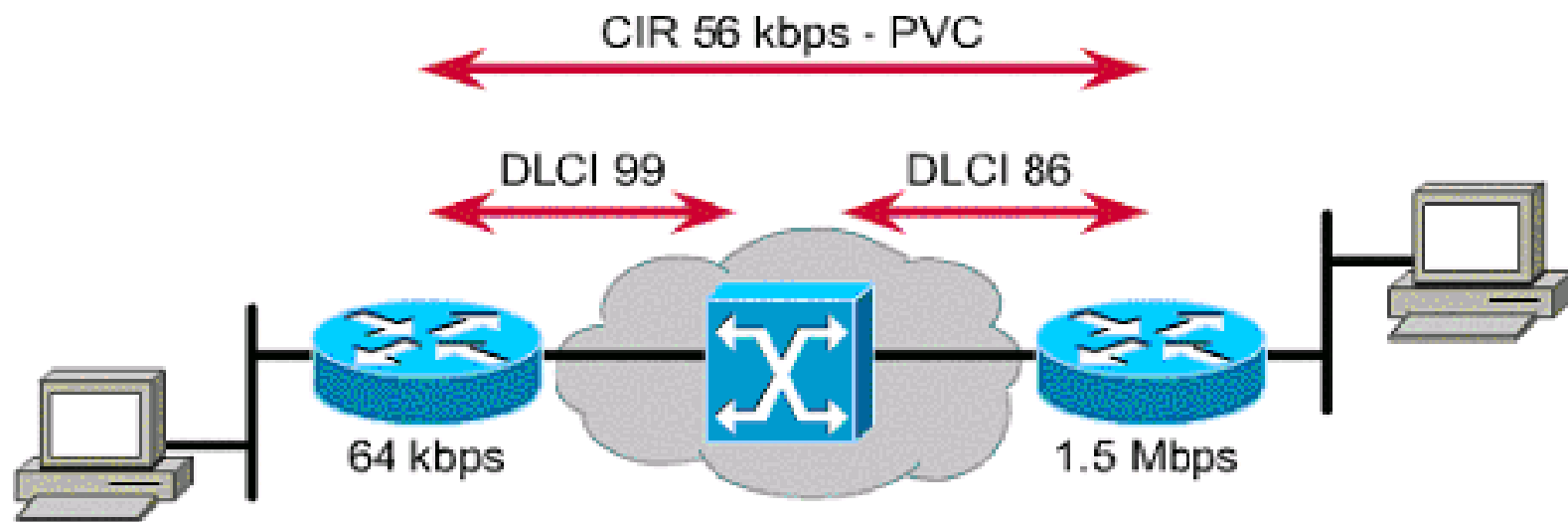
✎ 一种较老的技术，但仍然广泛使用；具有很强的检错能力，这使得它很可靠，但是限制了它的带宽，带宽有2 Mbps，费用中等，典型的介质为双绞线。

Frame Relay

✎ 窄带ISDN的分组交换版本，已成为非常流行的广域网技术，和X.25有类似的服务，但是更有效，最大带宽为44.736 Mbps，56kbps and 384kbps在美国非常流行，应用广泛，费用中等偏低，典型介质包括双绞线和光纤。

- ❏ 帧中继是专门为高速度的高质量数字设备设计的；
- ❏ 帧中继并未提供很多的差错控制或可靠性，上层协议可处理这些问题；
- ❏ 帧中继是一种典型的包交换式数据通信技术，可在多点WAN中连接多个网络设备；
- ❏ 帧中继没有广播通道，因此称为非广播多路的访问技术；
- ❏ 在帧中继中，用户的DTE是路由器，DCE是帧中继交换机。
 - ☞ 此时DTE和DCE都属数据链路层；

帧中继的访问速率通常为56kbps或64kbps或1.5Mbps或45Mbps或



DLCI(数据链路连接标识码),用以识别来源和目的地设备之间的逻辑电路;

服务级别协议(SLA)规定运营商提供有承诺的信息传输速率(CIR),单位是每秒传输的位数;

帧中继常见的拓扑结构有以下两种：

- ❧ 全互联拓扑：在多点的WAN中，每个帧中继网络设备都有一个连接其他设备的PVC。其他所有设备皆可看到某个设备所传颂的更新数据。此时可将整个帧中继WAN是作为一个数据链路；
- ❧ 部分互联拓扑：通常也称星型拓扑。在部分网络拓扑中，郑重级网络云内并非每个设备都有连接其他设备的PVC；

广域网技术——信元交换服务

ATM (Asynchronous Transfer Mode)

✎ 日益成为重要的广域网技术，使用较小的、固定长度的帧来传送数据，最大带宽为622 Mbps。典型介质为双绞线和光纤，使用愈来愈广泛，价格较高。

SMDS (Switched Multimegabit Data Service)

✎ 通常使用在WAN中，最大带宽为44.736 Mbps，典型介质为双绞线和光纤，应用不是很广，费用相对较高。

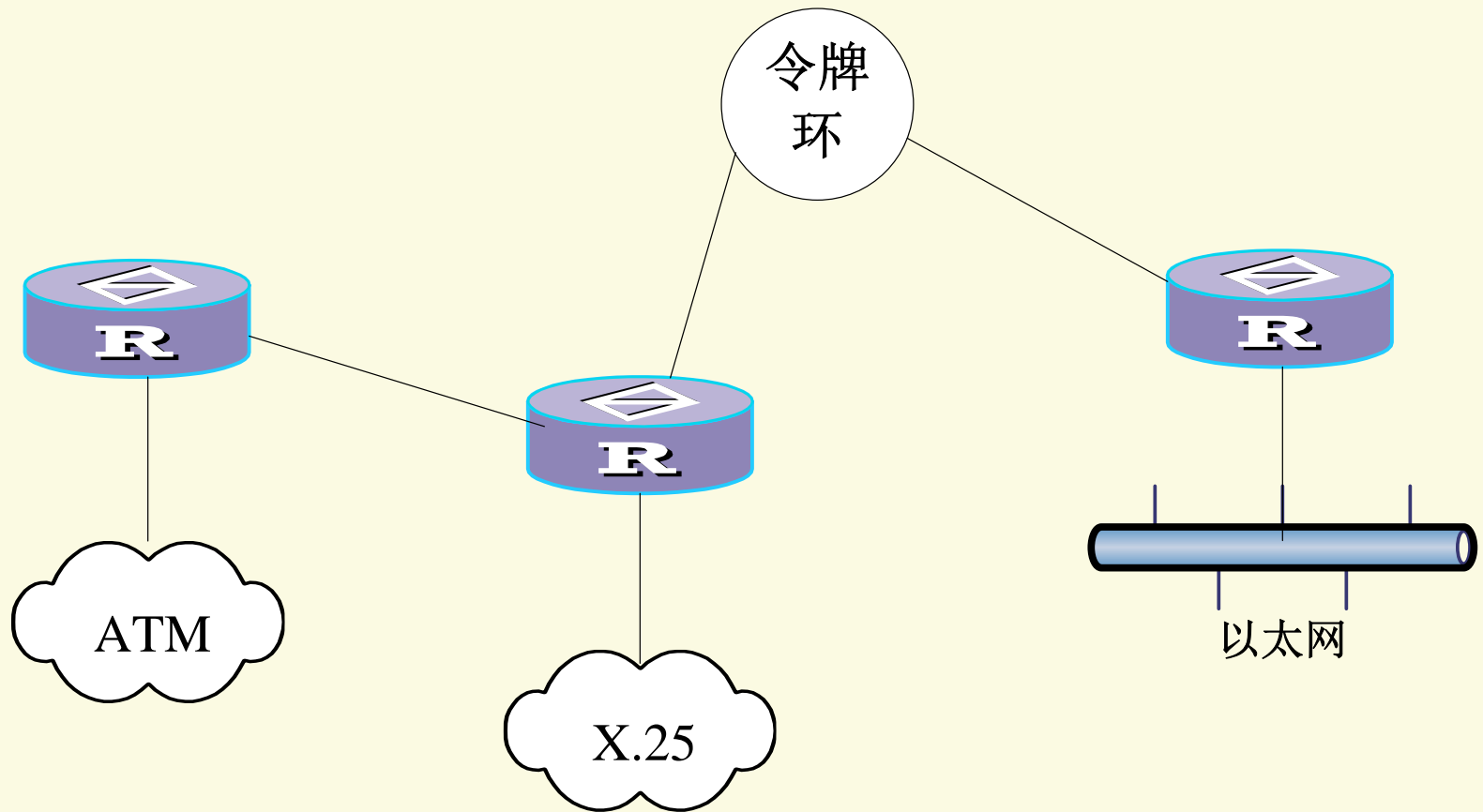
路由器、路由和路由协议

Routing and Routing Protocols

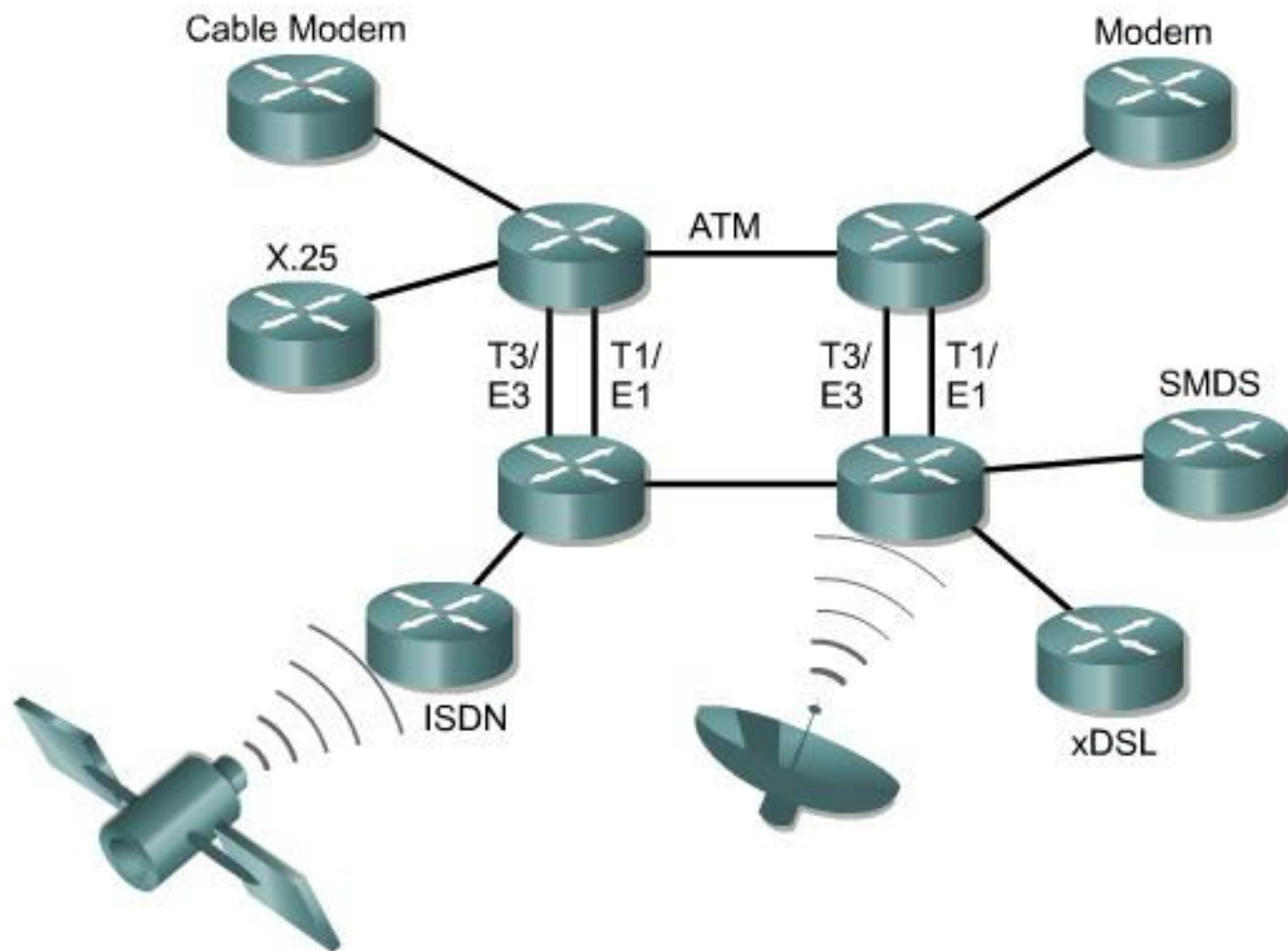
路由器简介

在互联网中，路由器是最关键的一部分，它是网络中的交通枢纽，把不同的网络连接在一起，使他们相互之间可以通信。在Internet上存在很多类型的网络，如ATM、以太网和X.25等，它们之间通过路由器的连接在一起，进而形成一个遍布世界各地的通信网络。

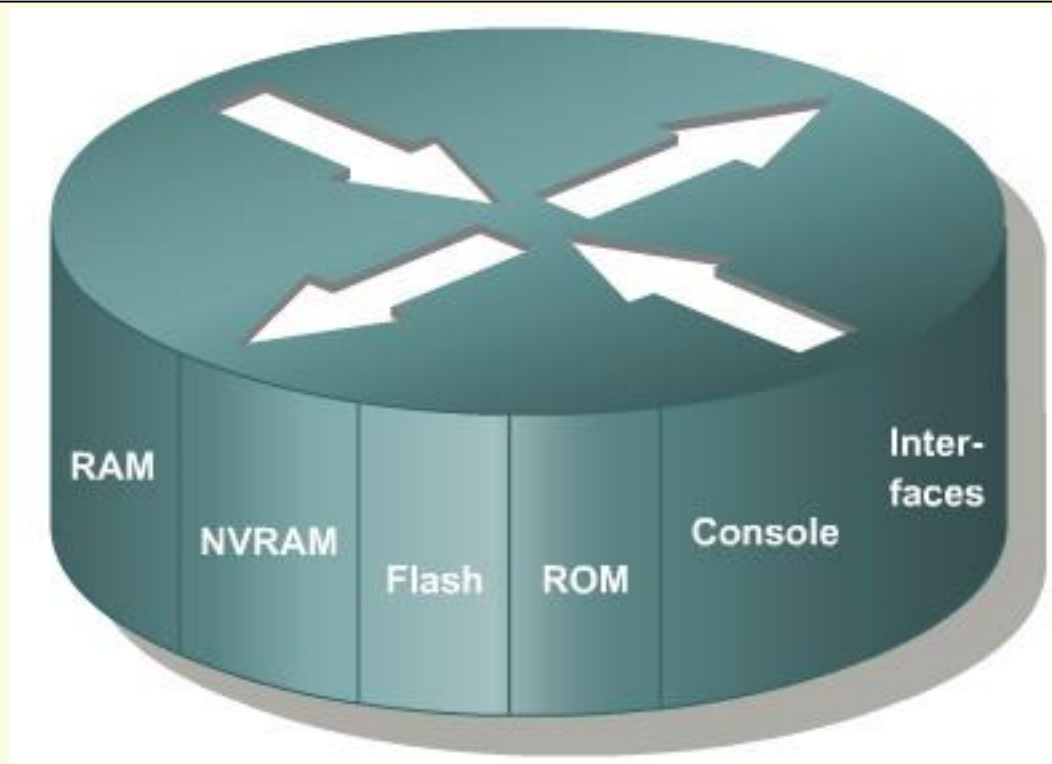
路由器简介(续)



路由器使用广域网技术



路由器简介(续)



路由器是工业型计算机，符合冯诺依曼体系结构

路由器

路由器的数据转发是基于路由表实现的，每个路由器都会维护一张路由表，根据路由表决定数据包的转发路径。

当路由器接收到一个数据包后，首先对数据包进行校验，对于发给路由器的数据包（路由协议），路由器将交给相应模块去处理。而大多数需要转发的数据包，路由器将查询路由表，然后根据查询结果转发数据包到相应的端口和网络。

- ❏ IP路由选择采用表驱动方式，在各主机上及路由器上均存有一个路由表，以指示所应选择路径。主机含有路由表的目的是对多个路由器进行选择。

目的地址	去往目的地址的路径
------	-----------

- ❏ 目的地址：目的子网
- ❧ 目的子网地址，子网掩码
 - ❧ 202.118.224.0 255.255.255.0
- ❏ 去往目的地址的路径
- ❧ 路由下一跳的IP地址

路由表

- ✧ 具有IP寻址功能的计算机和网络设备都有路由表，保存在本地
- ✧ 网络访问时，查看本地的路由表，确定数据包发送的目的地
- ✧ 路由表的格式
 - ⑩ 目的网络 子网掩码 网关地址 接口 跳数（优先级）

路由的分类

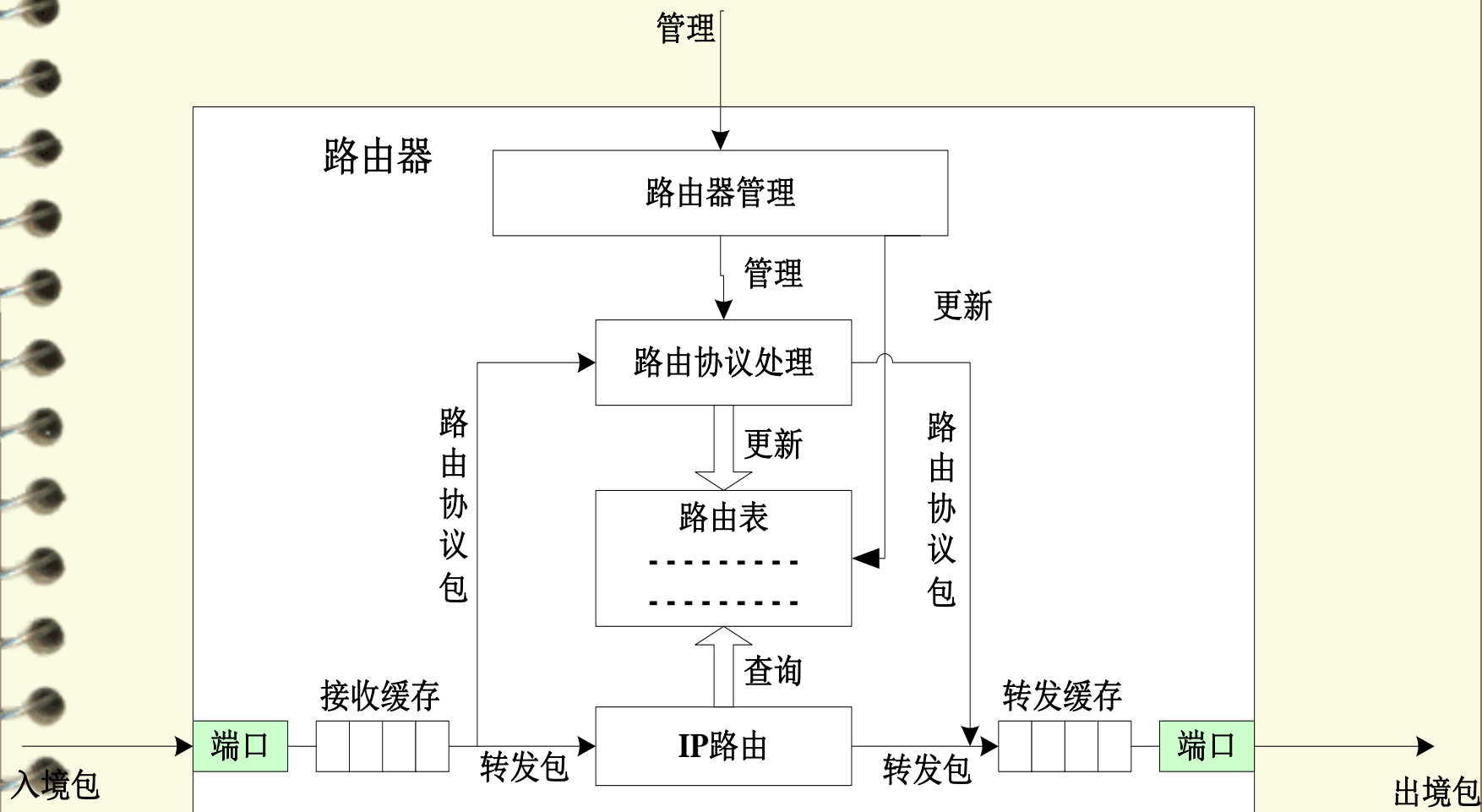
静态路由:

一般使用在末节网络（stub network），由管理员设置并维护

动态路由:

一般放置在大型网络中，通过路由器间的更新信息自动修改自己的路由表，是一种动态的、智能的路由协议

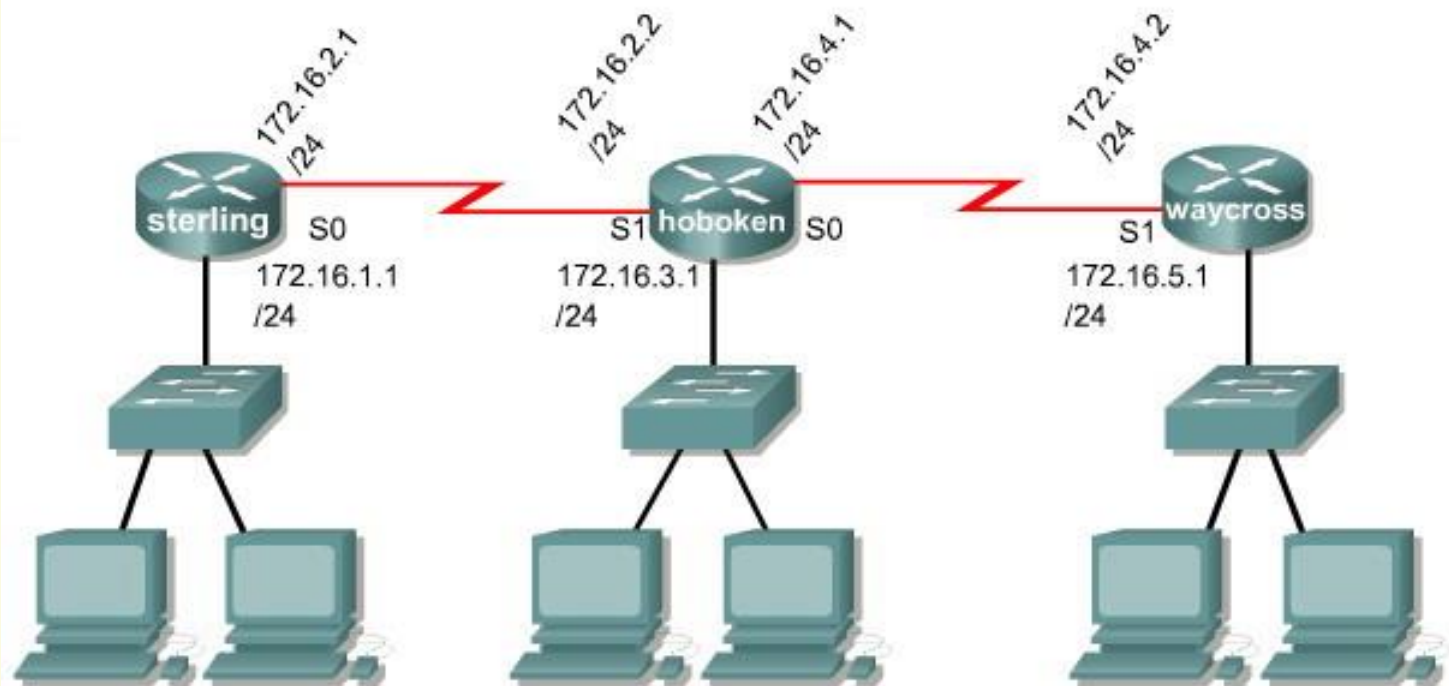
路由器管理路由的过程



路由协议的配置（静态路由）

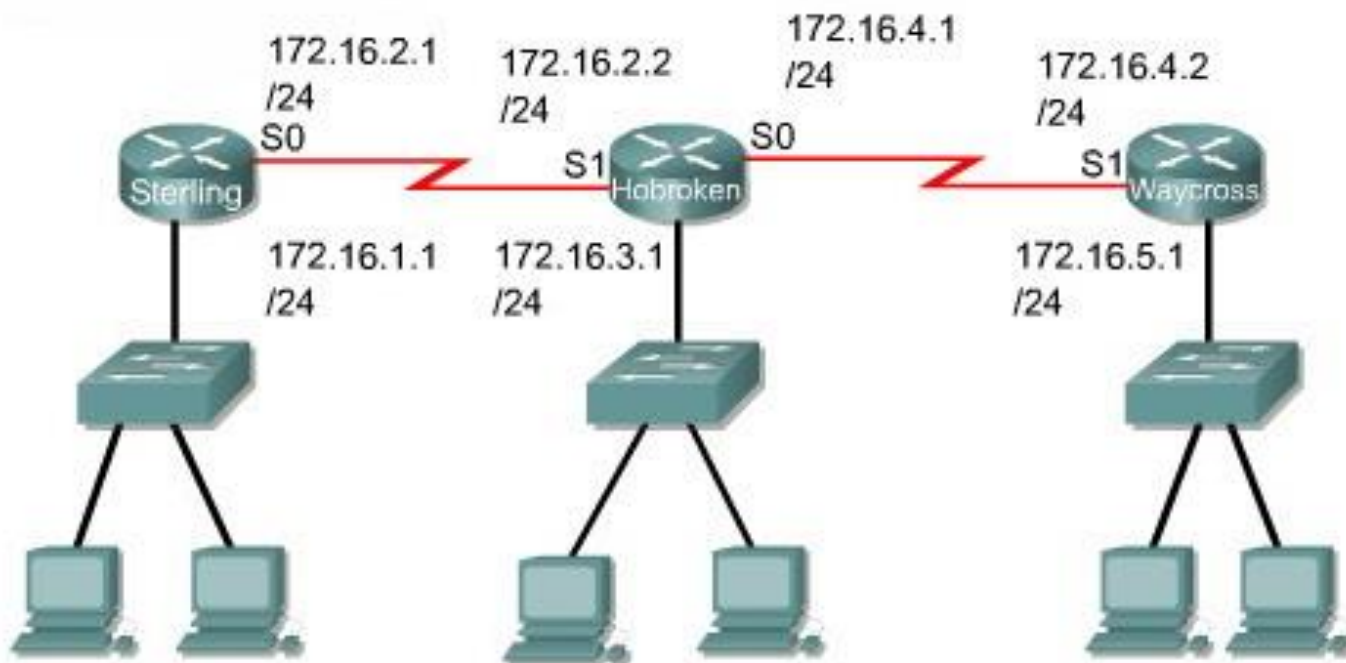
- 📄 **ip route** 命令用于设置静态路由。
- 📄 静态路由通过手工配置路由表得到。只要该路径是有效地，路由表内的条目就不会变化。
- 📄 静态路由反映了网络管理员对于网络状况的某些特定知识。手工输入的静态路由的管理距离通常值很小（缺省是1）。

配置静态路由 (1)



```
Hoboken(config)#ip route 172.16.1.0 255.255.255.0 172.16.2.1
                        command destination sub mask gateway
                        network
Hoboken(config)#ip route 172.16.5.0 255.255.255.0 172.16.5.1
                        command destination sub mask gateway
                        network
```

配置默认静态路由



```
Sterling(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0
```

172.16.2.2

This command points to all non-directly-connected networks

默认静态路由是静态路由的一个特例

静态路由总结

静态路由:

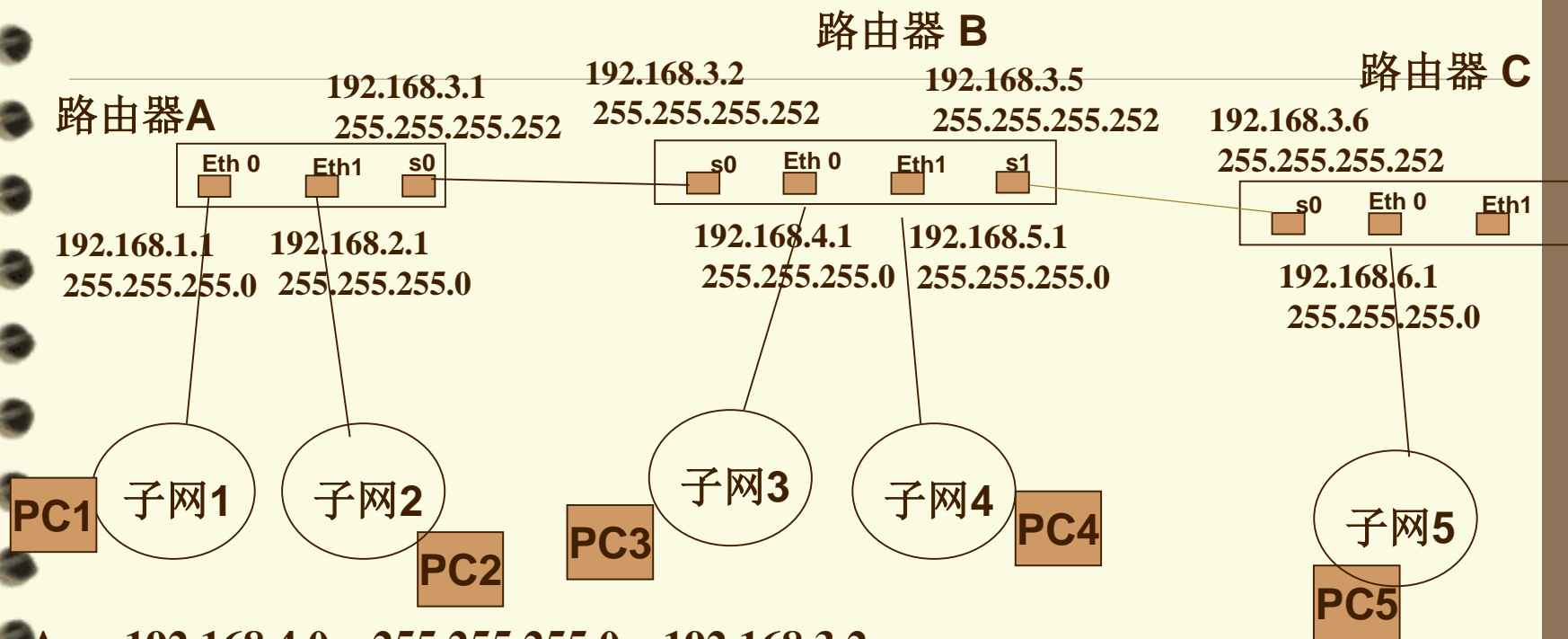
`ip route network mask {next_hop_address/interface}`

进入末节网络使用，可以保护末节网络信息不暴露在外网中，节省资源

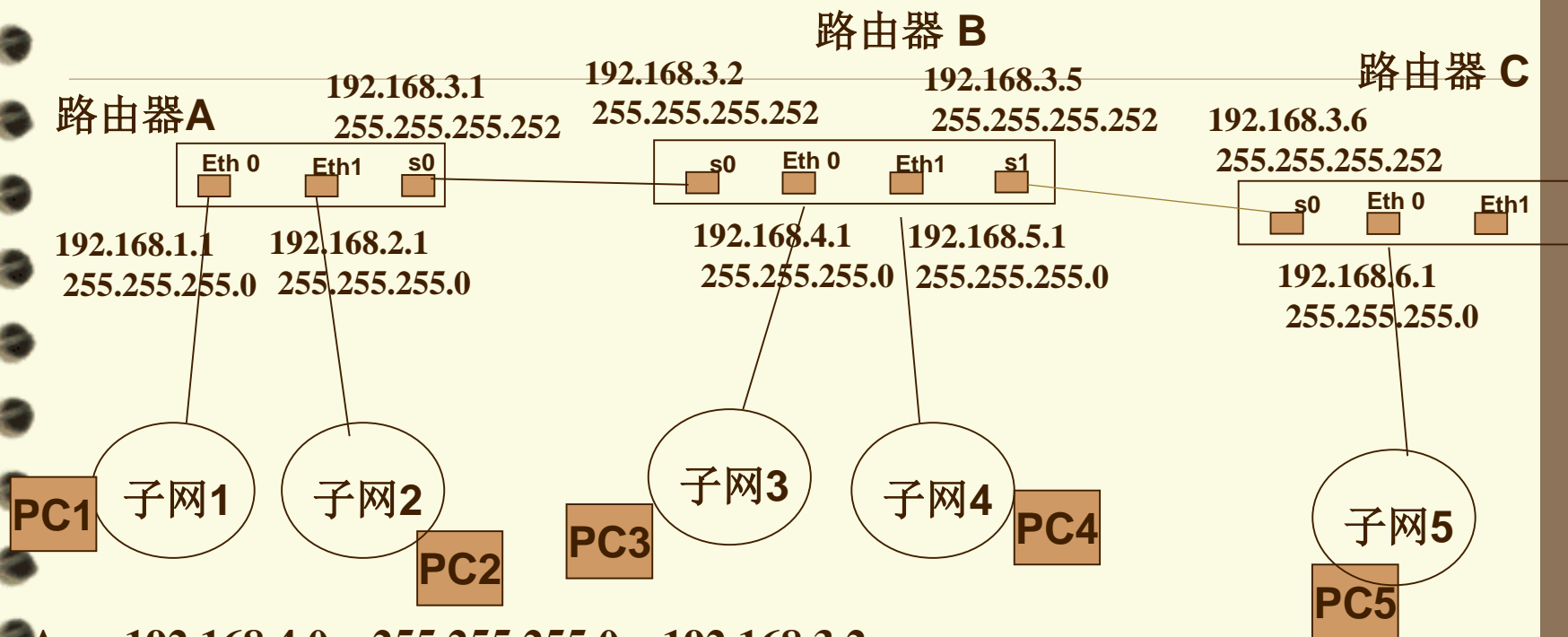
默认静态路由:

`ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 {ip_address/interface}`

静态路由的一个特例，功能类似于缺省路由



A:	192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.3.2			
	192.168.5.0	255.255.255.0	192.168.3.2	192.168.4.0	255.255.254.0	192.168.3.2
	192.168.6.0	255.255.255.0	192.168.3.2	192.168.6.0	255.255.255.0	192.168.3.2
B:	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.3.1			
	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.3.1			
	192.168.6.0	255.255.255.0	192.168.3.6			
C:	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.3.5			
	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.3.5	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.3.5
	192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.3.5	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.3.5
	192.168.5.0	255.255.255.0	192.168.3.5	192.168.4.0	255.255.254.0	192.168.3.5



A:	192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.3.2				
	192.168.5.0	255.255.255.0	192.168.3.2	0.0.0.0	0.0.0.0		192.168.3.2
	192.168.6.0	255.255.255.0	192.168.3.2				
B:	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.3.1				
	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.3.1	192.168.6.0	255.255.255.0		192.168.3.6
	192.168.6.0	255.255.255.0	192.168.3.6	0.0.0.0	0.0.0.0		192.168.3.1
C:	192.168.1.0	255.255.255.0	192.168.3.5				
	192.168.2.0	255.255.255.0	192.168.3.5	0.0.0.0	0.0.0.0		192.168.3.5
	192.168.4.0	255.255.255.0	192.168.3.5				
	192.168.5.0	255.255.255.0	192.168.3.5				

 检测静态路由的方法：

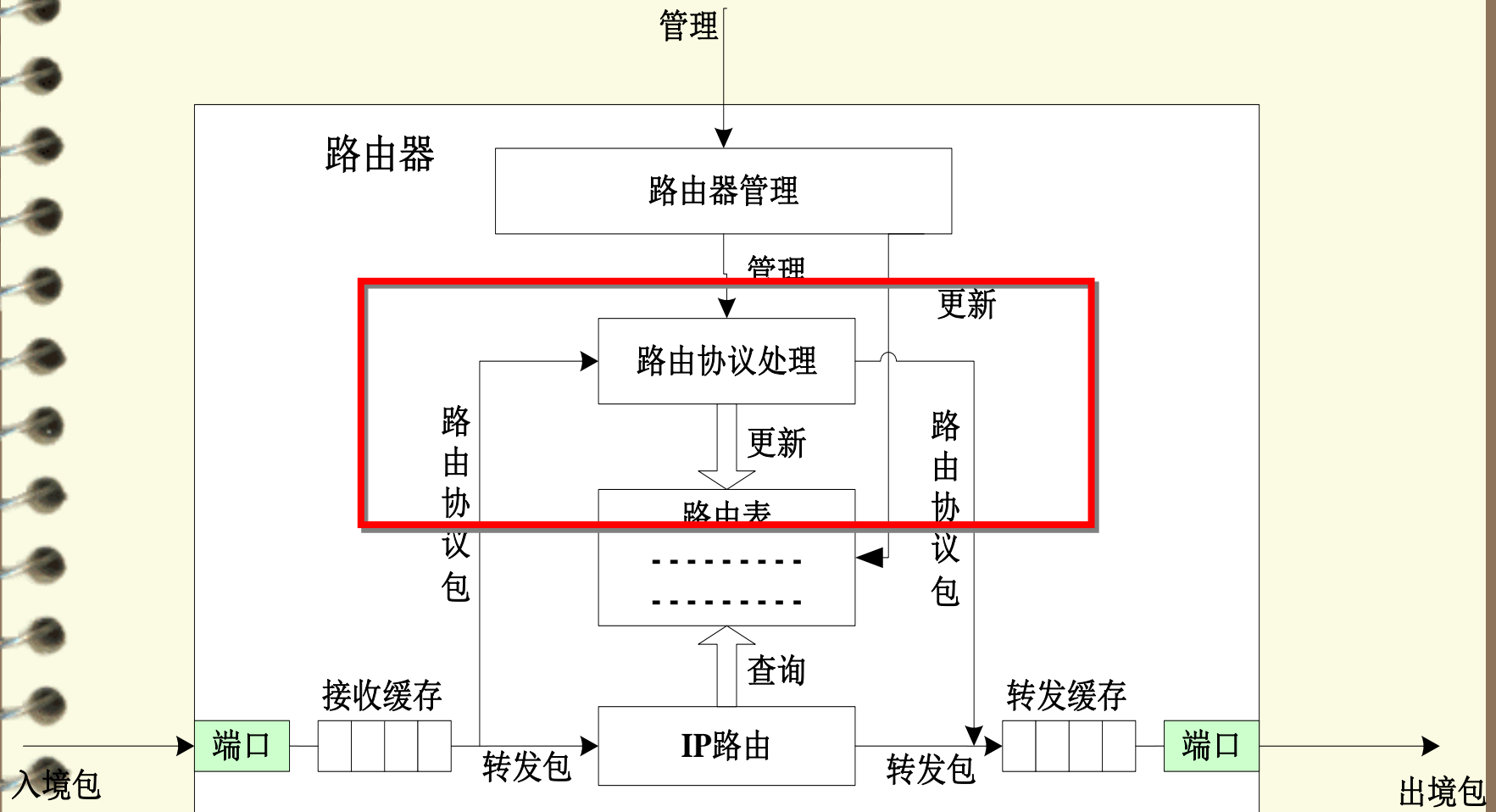
show running-config

 静态路由的排错：

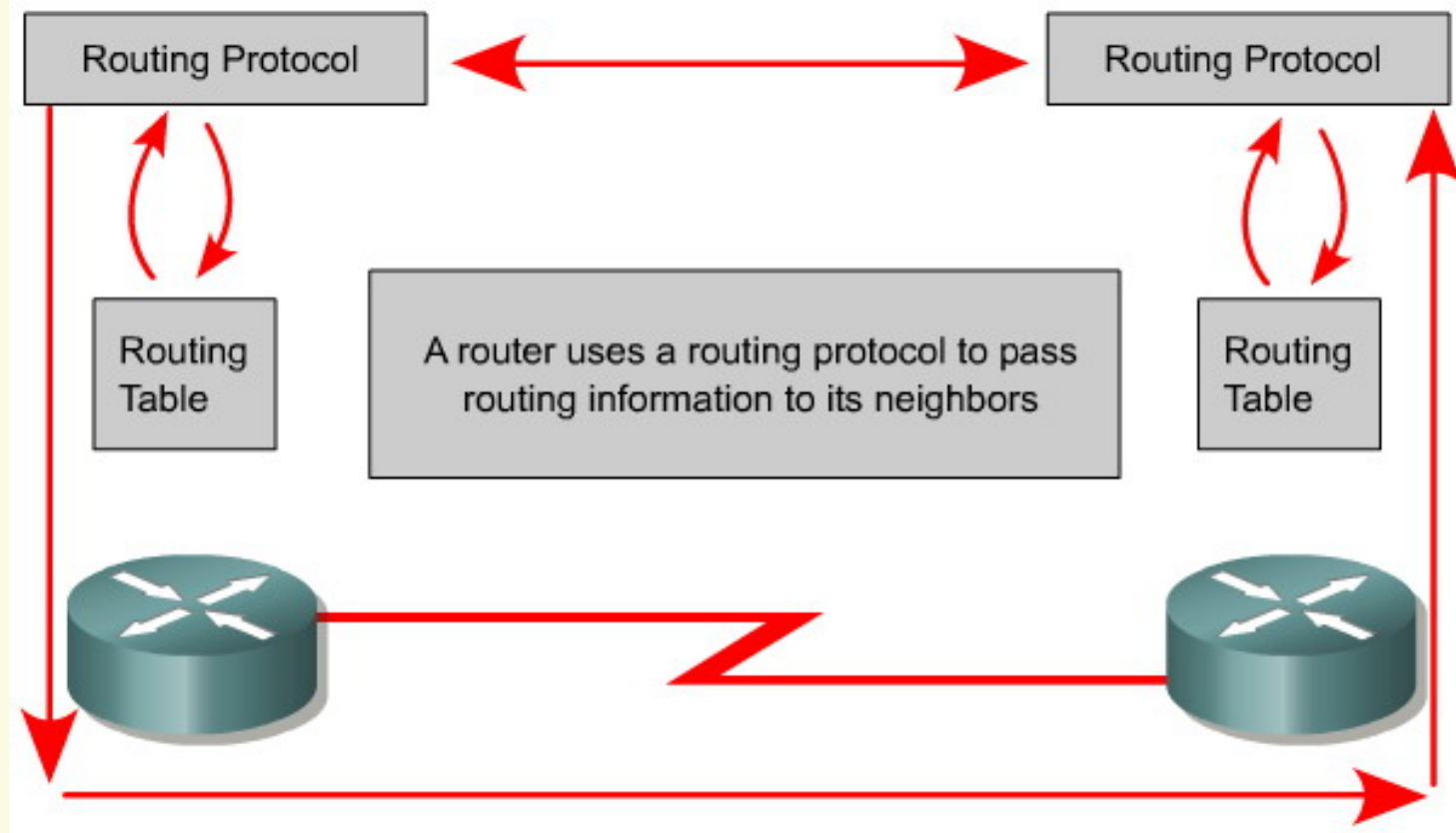
⑩ *show ip route*

⑩ *ping ip_address*

动态路由

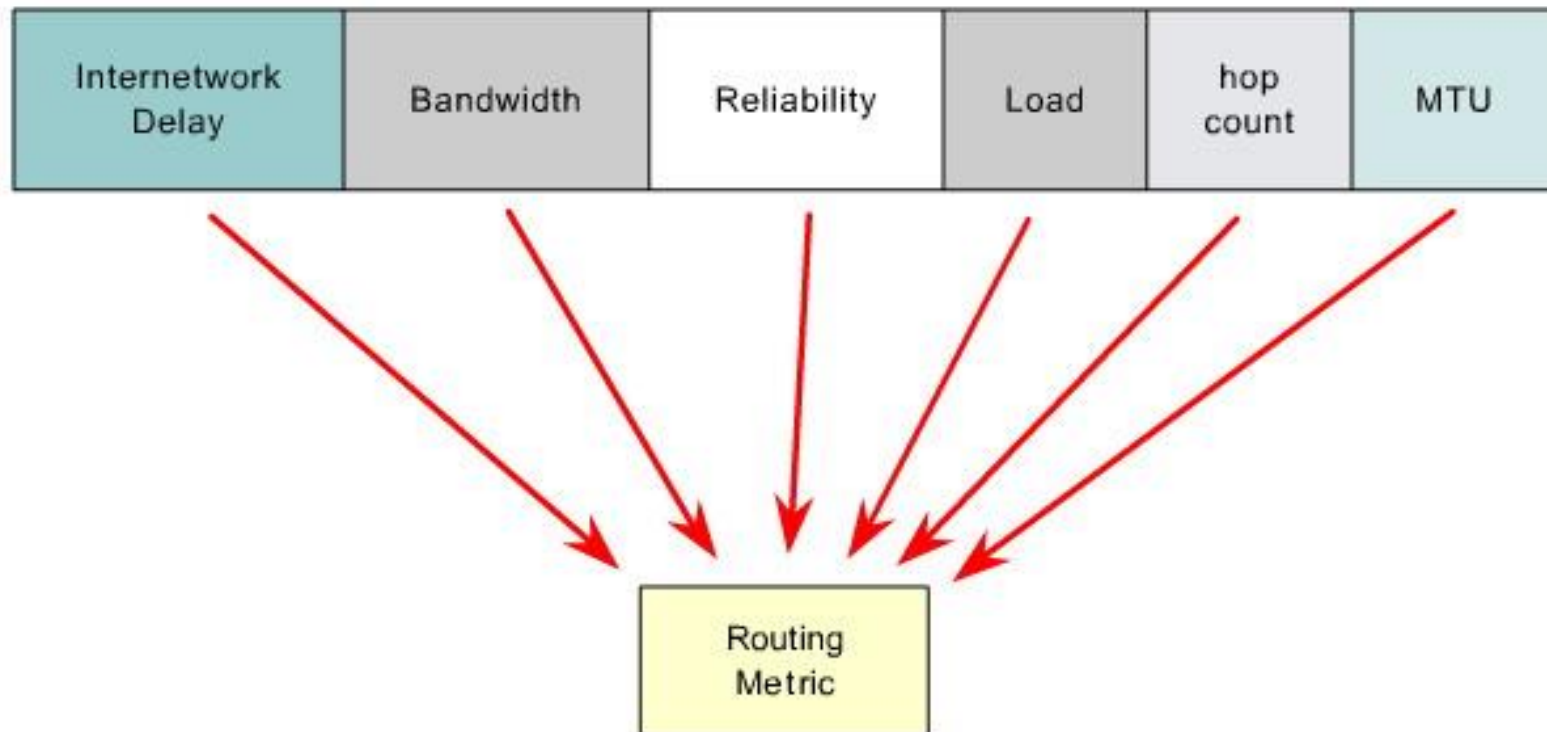


动态路由



路由器之间通过交换路由信息来更新路由表

路由协议的度量值



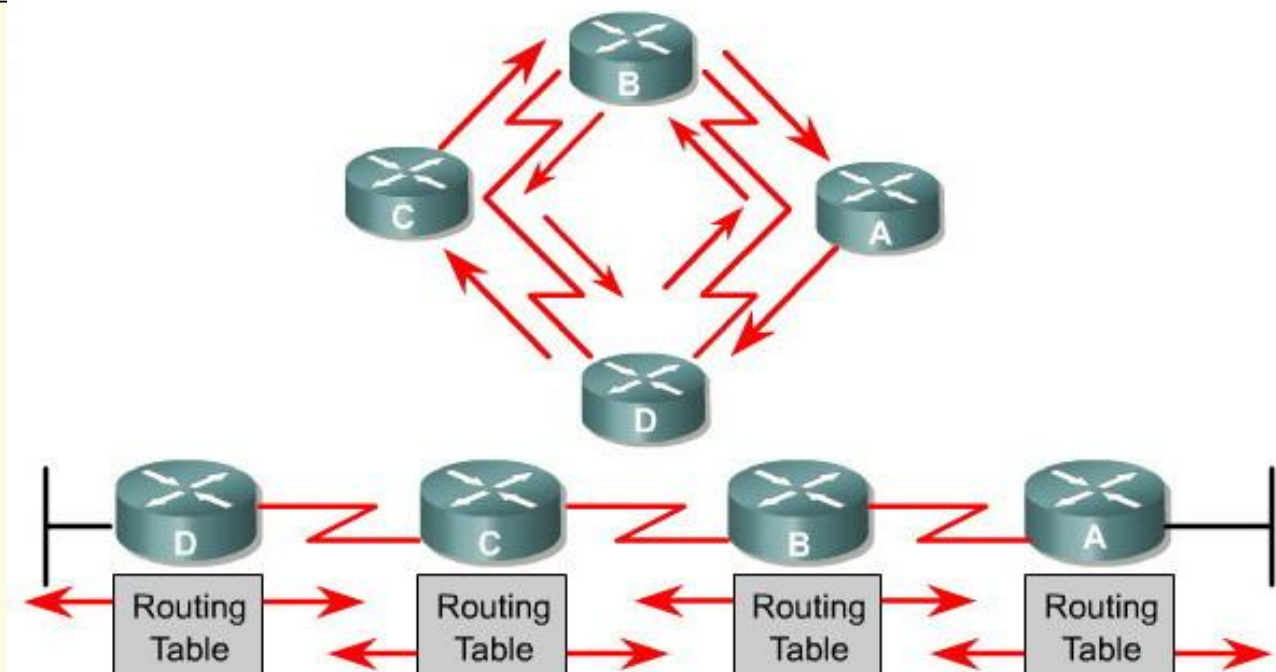
网络延迟——带宽——可靠性——负载——跳数——最大传输单元

路由协议的分类

 距离矢量协议

 链路状态（链路状况）协议

距离矢量路由的更新

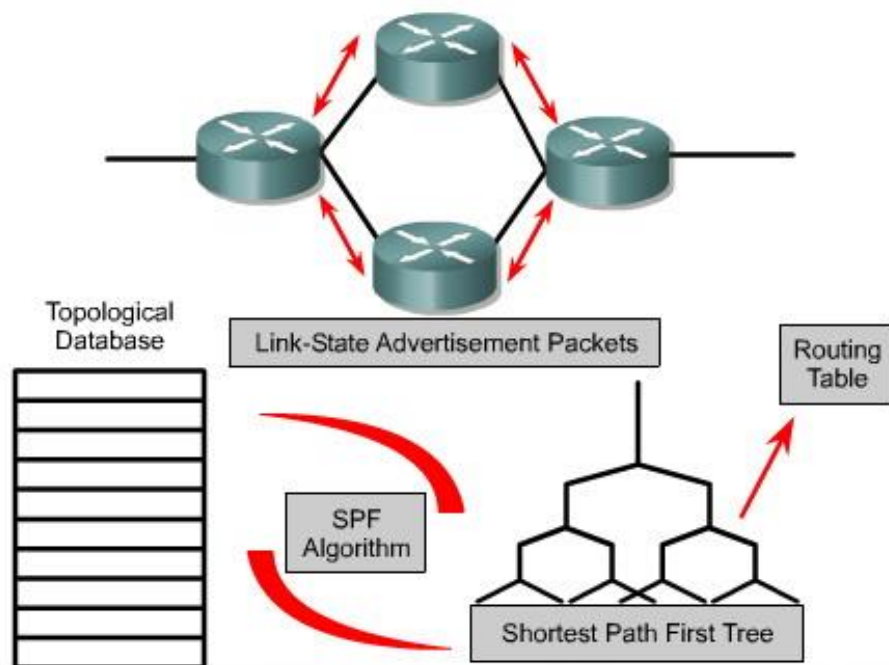


6_2_5.swf

距离矢量路由协议——路由器定期会将自己的整个路由表向邻居发送。**收到**更新的路由器将自己的路由表（包括更新信息）发送给邻居路由器，这样更新信息扩散到整个网路。

距离发生变化会触发路由更新。

链路状况路由



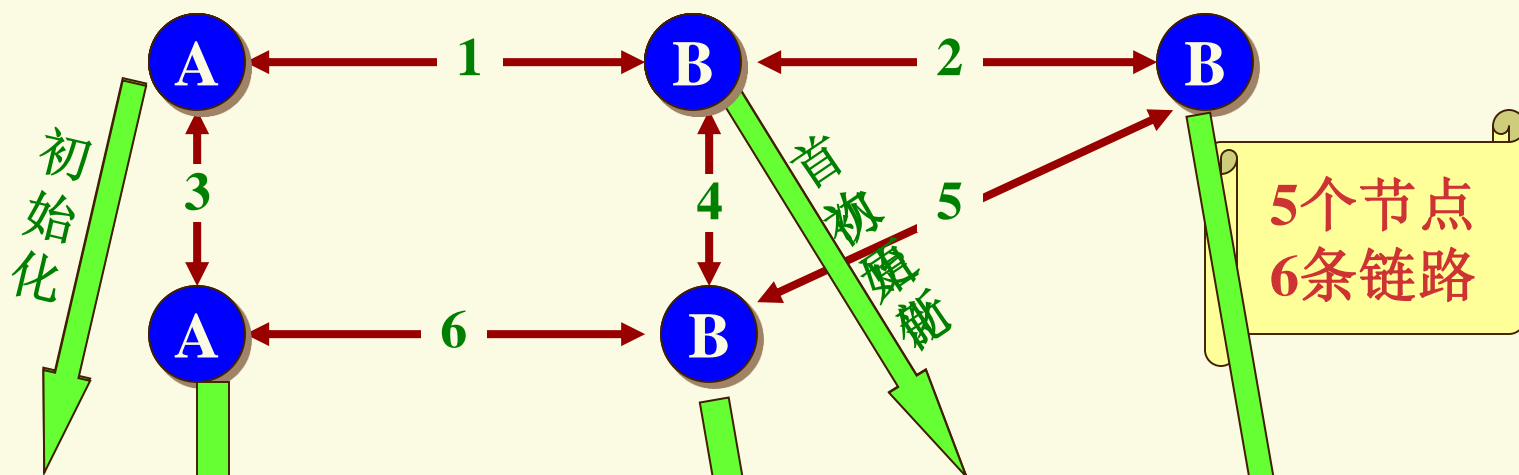
链路状况路由定期更新路由信息——当链路状况发生变化时，路由器将更新自己的拓扑数据库，使用SPF（最短路径优先）算出网络结构并选择最良好的路经，将其写入自己的路由表。最后通过LSA（链路状况通告）将更新的条目发送给邻居路由器，邻居路由器使用同样的方式计算路由表。

距离向量路由协议

 距离向量路由协议遵从以下几个基本原则：

- ❧ 每一个节点具有最基本的永久性信息，用于记录其地址和辨识与之相连接的链路；
- ❧ 每个节点都定时向邻接节点广播其自身的路由信息，同时也接收邻接节点广播来的路由信息；
- ❧ 接收邻接节点的路由信息后，依据该路由信息更新本地路由信息；更新方法是对于没有的节点项则创建一个并在其距离向量之上加1，已存在的节点项则需比较一下两者那个更大，较小的一个将会留下；
- ❧ 整个计算采用的是分布式算法，几个节点独立计算，直到收敛为止。

距离向量路由协议——建立路由



目的	链路	开销
A-A	本地	0
A-B	1	1
A-D	3	1

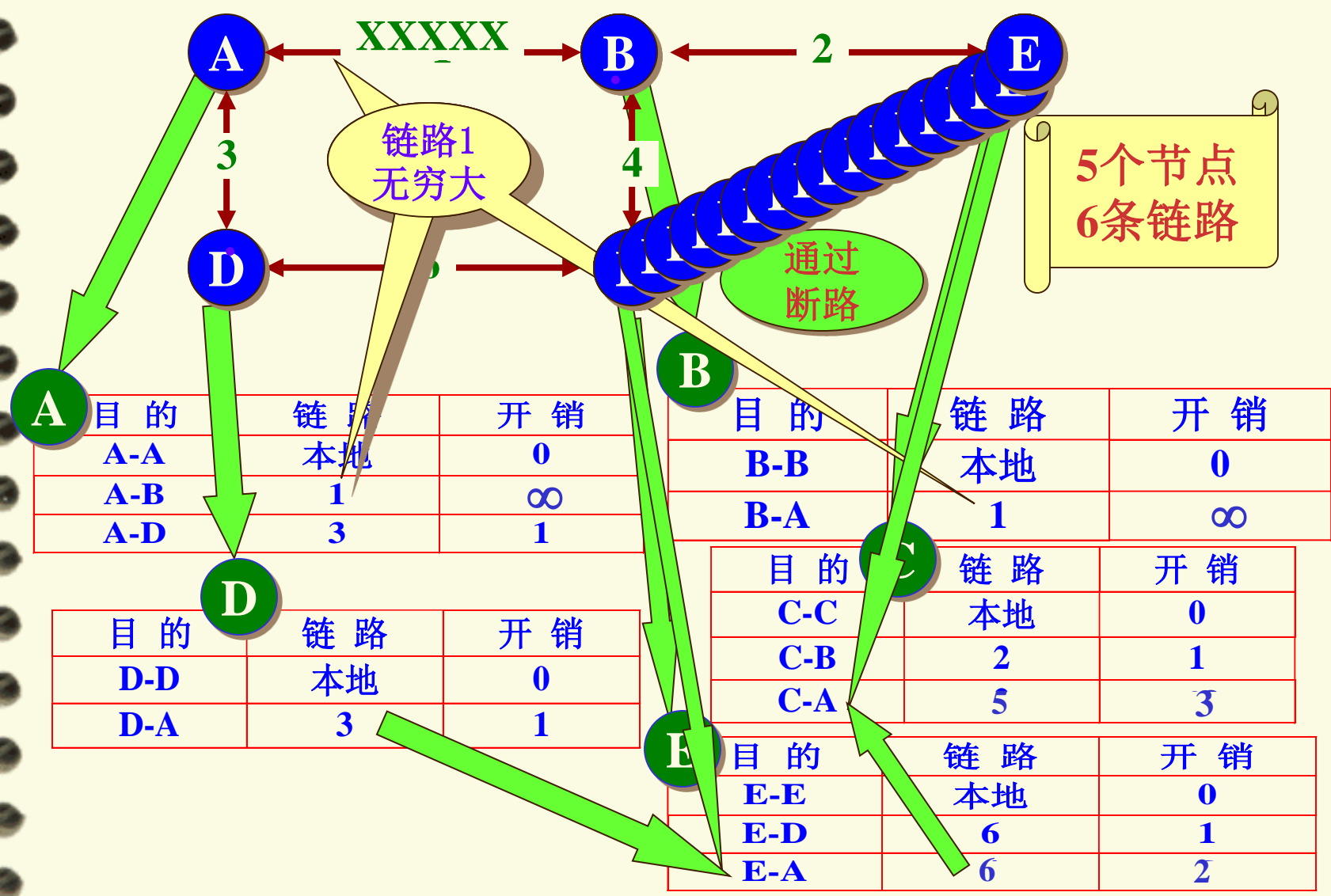
目的	链路	开销
D-D	本地	0
D-A	3	1

目的	链路	开销
B-B	本地	0
B-A	1	1

目的	链路	开销
C-C	本地	0
C-B	2	1
C-A	2	2

目的	链路	开销
E-E	本地	0
E-B	4	1
E-A	4	2

距离向量路由协议——链路中断



路由协议的收敛问题

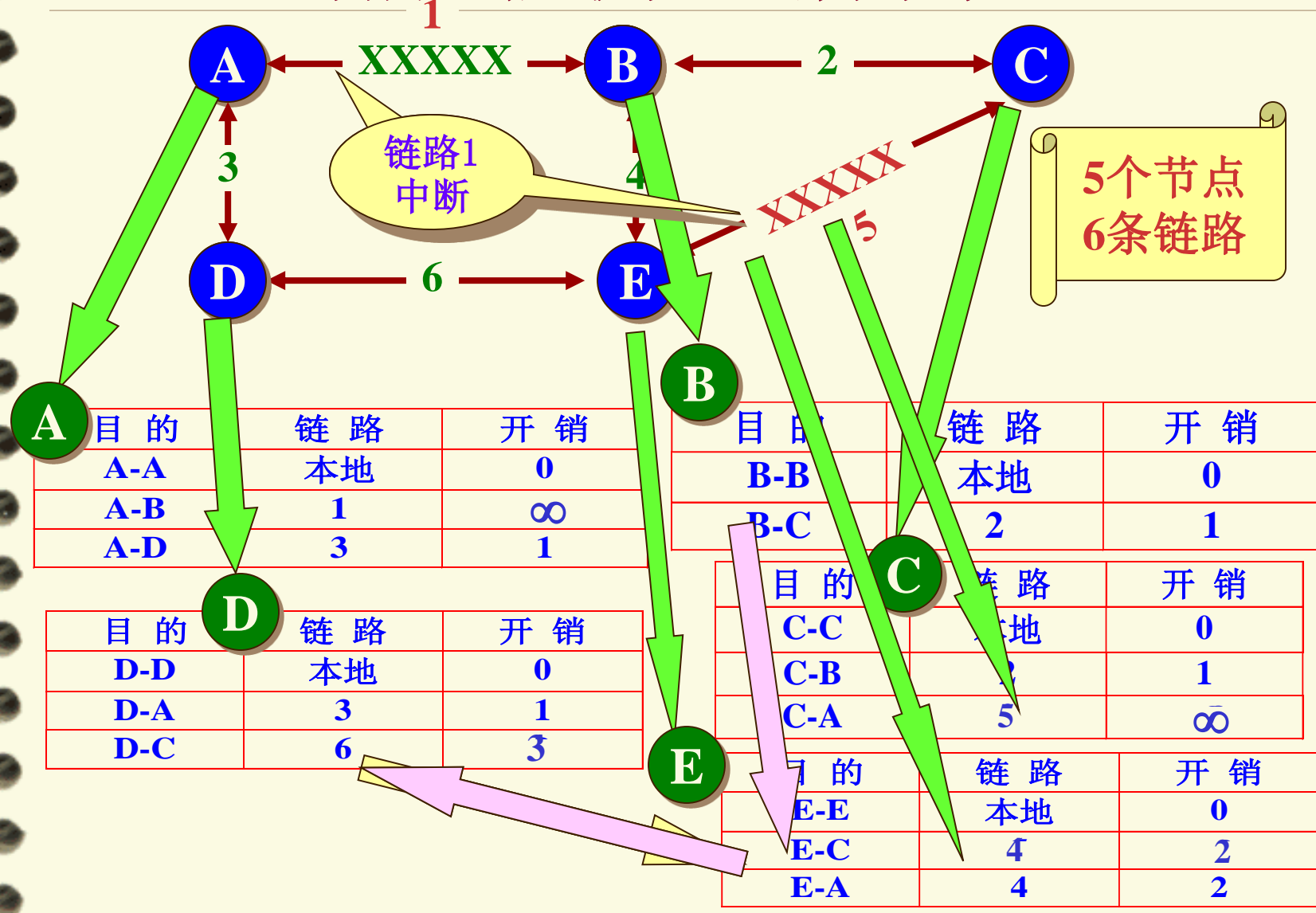
✧ 收敛问题的产生

✧ 收敛速度

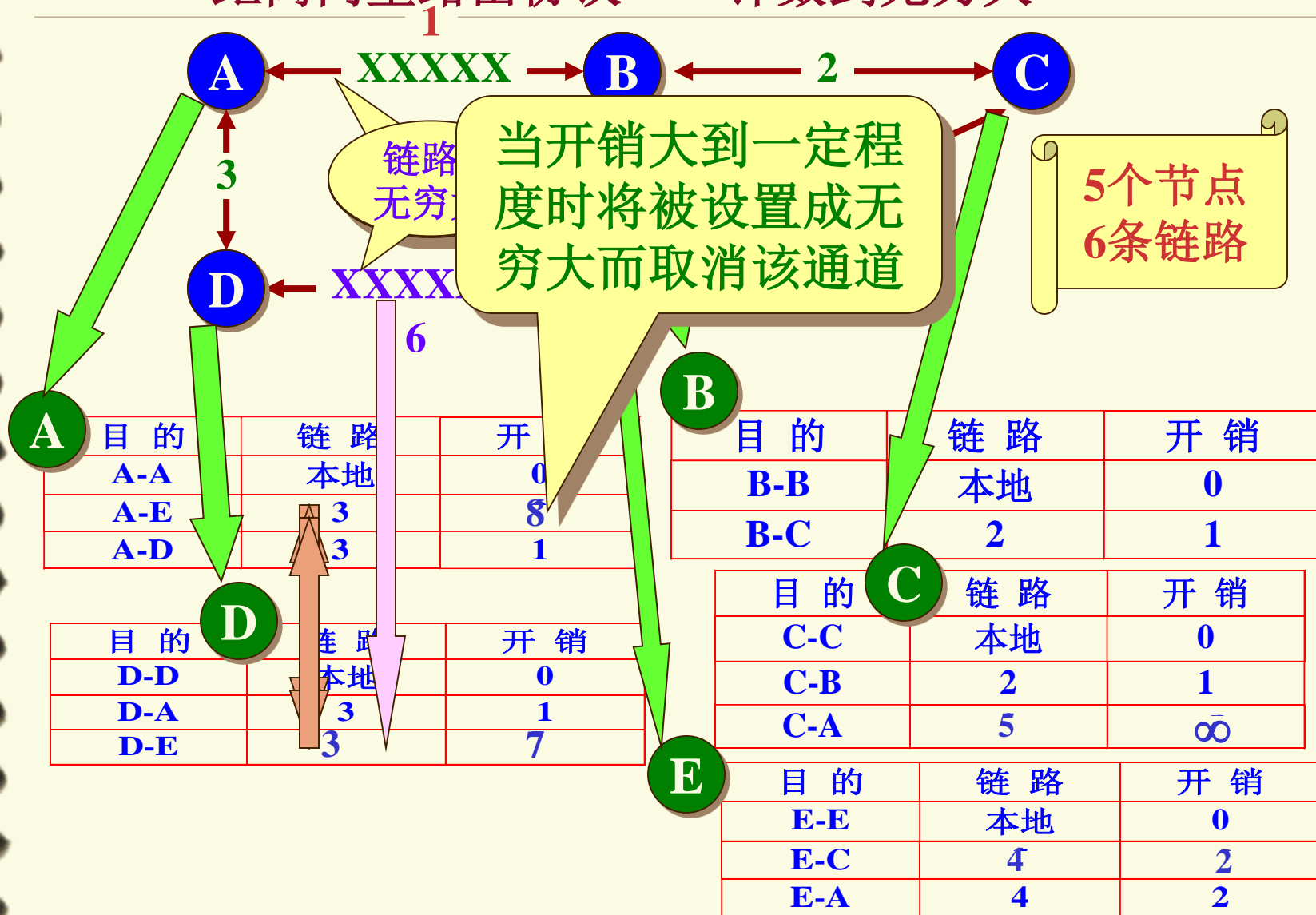
⑩ 弹跳现象

⑩ 计数无穷大现象

距离向量路由协议——弹跳现象



距离向量路由协议——计数到无穷大



距离向量路由协议——水平分割

📄 弹跳现象与计数无穷大现象均是因为两个节点互相告诉对方到某一个相同的节点路径自身的更短。为此，提出一个“水平分割”原理。

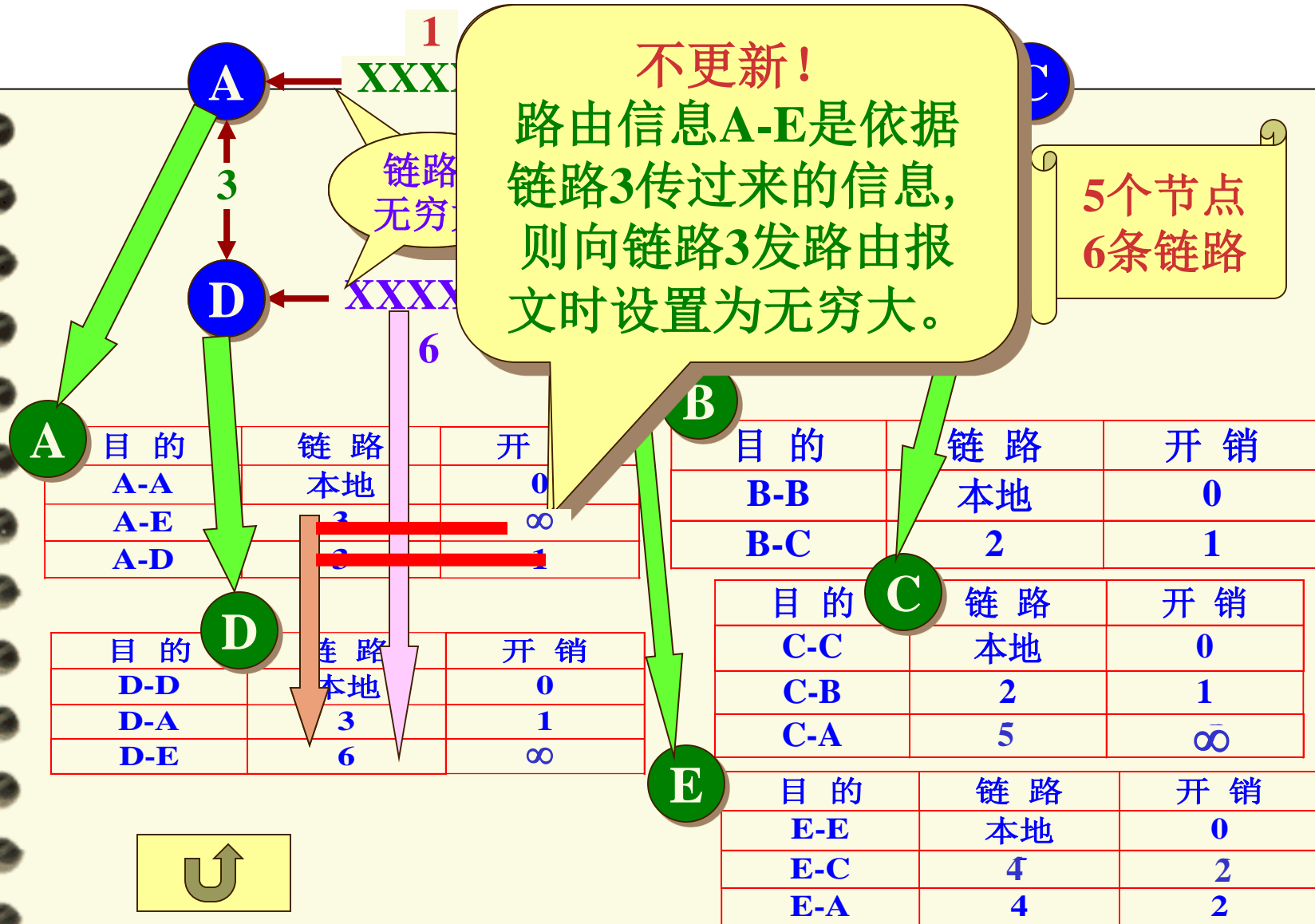
📄 水平分割原理：

✎ 如果节点A通过节点B向目的地站点X发送分组，则B将不会试图经再从A到达X。即对A来说，他不会告诉B；从A有一条更短的路径到达X。

📄 实现水平分割有两种方法：

- ✎ 若某个路由信息依据的是从某链路传过来的信息，则向该链路发路由报文时将去掉这些信息。
- ✎ 在通过一个链路发送路由信息时，将路由表中所有经过该链路的开销均设为无穷大。

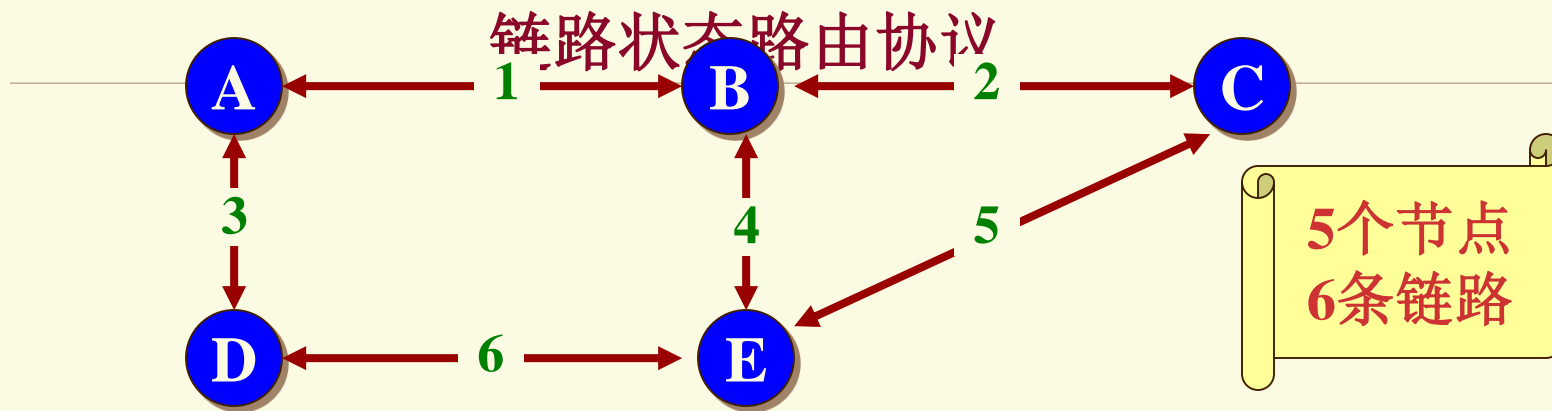
距离向量路由协议——水平分割



链路状态路由协议

❏ 链路状态路由协议遵从以下规则：

- ❧ 每个节点均维持一个网络图的副本，并定时更新；
- ❧ 网络图以数据库的形式表示，库中记录每个节点与其相邻节点的连接情况；
- ❧ 库的更新是以广播的方式实现，即每个节点收到一个路由广播报文，接收后再向其它链路广播。
- ❧ 为防止一个广播路由信息无限制地在网上传送，每个广播报文需要给一个编号，一旦一个节点再次收到了一个针对同一个路由信息且编号相同的报文时则销毁而不再对外广播。

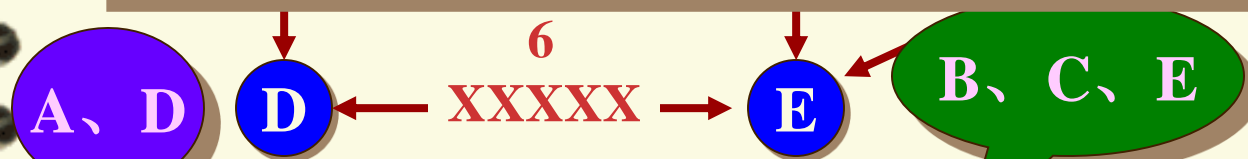


FROM	TO	链路	距离
A	B	1	1
A	D	3	1
B	A	1	1
B	C	2	1
B	E	4	1
C	B	2	1
C	E	5	1
D	A	3	1
D	E	6	1
E	B	4	1
E	C	5	1
E	D	6	1



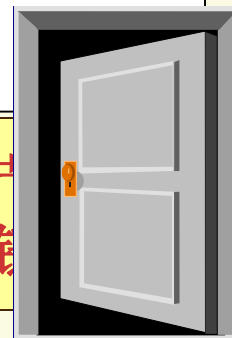
链路状态路由协议——建立相邻性

两个段之间不通，最终将成为两个独立的网，各有独立的网络路由表。



FROM	TO	链路	距离
A	B	1	∞
A	D	3	1
B	A	1	∞
B	C	2	1
B	E	4	1
C	B	2	1
C	E	5	1
D	A	3	1
D	E	6	∞
E	B	4	1
E	C	5	1
E	D	6	1

FROM	TO	链路	距离
A	B	1	∞
A	D	3	1
B	A	1	∞
B	C	2	1
B	E	4	1
C	B	2	1
C	E	5	1
D	A	3	1
D	E	6	1
E	B	4	1
E	C	5	1
E	D	6	∞



路由协议应用情景

78

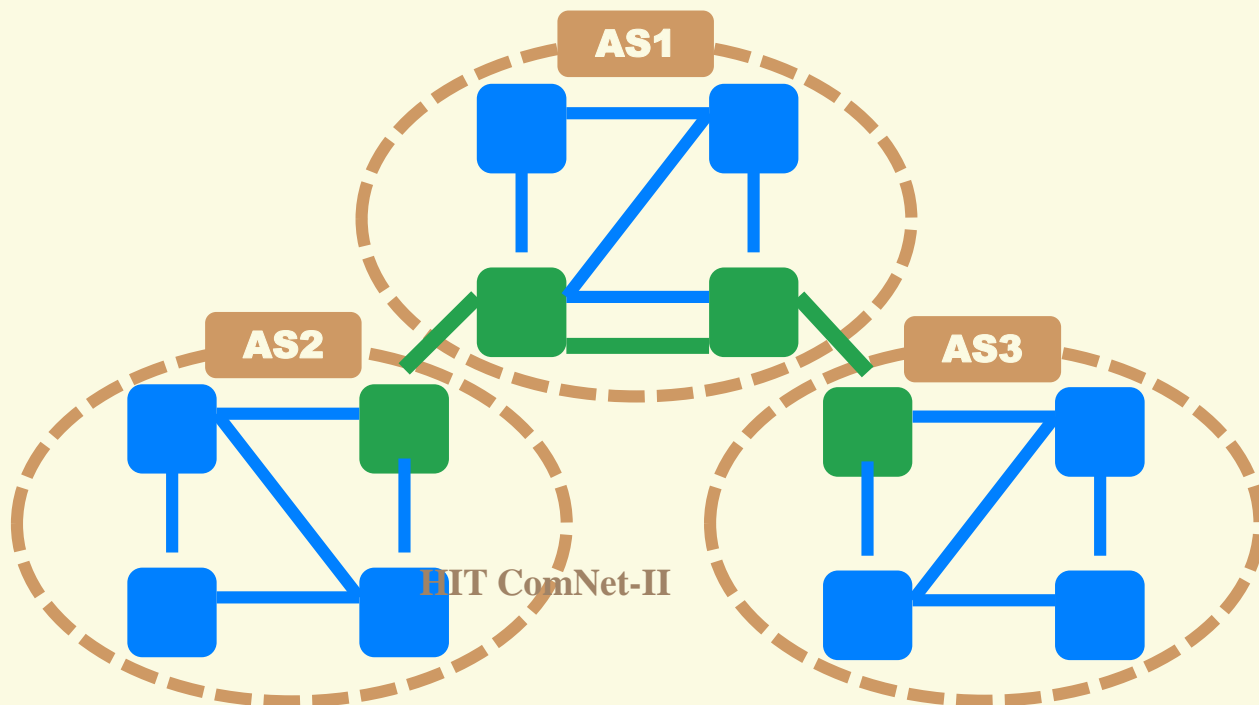
自治域(Autonomous System, AS): 在一个或多个网络运营商的控制下的一组相连的IP路由前缀集合, 该集合对互联网呈现出一个共同明确的路由策略。

AS对应运营商(ATT)、机构(DoD)、大学(MIT)、公司(Google)





自治域列表: <http://bgp.potaroo.net/cidr/autnums.html>

内部网关协议(Interior Gateway Protocol): 域内路由

外部网关协议(Exterior Gateway Protocol): 域际路由



RIP (路由信息协议)

-  **RIP**是采用距离向量路由法的代表，是一种典型的内部网关协议(IGP)，用于在一定规模网内使用（自治域），最大链路长度为15。
-  **RIP**表结构中使用32位IP地址，表中的项用于表示一台主机、一个网络或一个子网。
-  **RIP**中没有地址类型，通过分析获得。首先判断A、B、C类后的地址是否为空，如空则为网络地址，否则判断掩码内是否为空，如是则为子网地址，否则是主机地址。
-  **0.0.0.0**表示缺省路由，通常是指向最终出口。

RIP (路由信息协议)

 **RIP一般每30秒更新一次，定时向外发路由请求包，如超过180秒没得到响应包，则相应距**

请求包或响应包

消以

1版或2版

通常设为

1-16表示无穷大

0	7	8	15	16	31
命令字		版本号=1		必须为0	
地址族标识符(=2)				必须为0	
IP地址					
必须为0					
必须为0					
开销值					

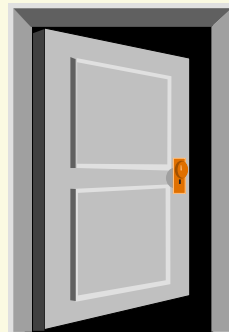
请求或响应路由的开销值，请求包中的无穷大表示请求全网路由信息

- 请求或响应的目的路由
- 请求报文中的0.0.0.0 表示请求全网路由信息

RIP (路由信息协议)

📄 RIP的路由表至少包含如下几项:

- ❧ 目的站地址
- ❧ 通往目的站点的开销
- ❧ 邻接路由节点地址
- ❧ “最新更新过” 标志
- ❧ 若干定时器



📄 “距离向量” 处理进程

- ❧ 若表项不在，且收到项不是无穷大，加入表中，并启动定时器；
- ❧ 若表项在，且接收值小于已有值，则更新；并重新启动定时器；
- ❧ 若接收值的链路正是响应包的链路，更新保存值并重启定时器；
- ❧ 不满足上述条件的值不予接收。

OSPF(开放式最短路径优先)

基本要素

❧ 分布式数据库

- ⑩ 用于保存链路状态，并且由相同区域内的路由器来共享

❧ 扩散过程

- ⑩ 在一条链路发生变化时，相应的路由器将发布新版本的链路状态公告

❧ 相邻性定义和外部路由的特殊纪录

- ⑩ 确保相邻数据库的一致性；外部路由不参与广播，需要特别纪录，纪录信息进行老化处理

OSPF(开放式最短路径优先)

OSPF的关键技术:

区分主机和路由器:

- ⑩ IP地址是标注路由的关键信息
- ⑩ 在一个局域网络内可存在多个拥有IP地址的主机
- ⑩ 对于属于同一个IP子网的所有主机只需要声明一个路由器及子网的链路即可
- ⑩ 以子网形式存在的链路被称为“末梢网络链路”

处理广播型网络:

- ⑩ 广播体系具有全体连通性及广播特性，如FDDI。
- ⑩ 在广播型网络中可以指定一个节点作为指派路由器来管理路由业务，同时指定一个备份。
- ⑩ 指派路由器负责发布与网络相连的链路连接情况
- ⑩ 路由器使用与广播网连接的接口IP来标识该链路，称为“网络链路”

OSPF(开放式最短路径优先)

OSPF的关键技术:

处理非广播型网络:

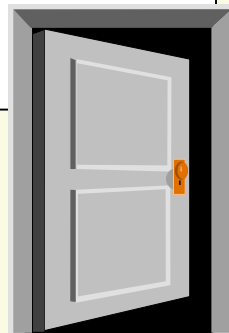
- ⑩ X.25、帧中继等网络属于非广播类的全连通网络
- ⑩ 每一个虚电路可看作一个子网
- ⑩ 建立指派路由器以便减少路由信息的传送
- ⑩ 与广播网的区别在于不是通过广播方式发布信息

区域分割:

- ⑩ 为避免信息量过大而将一个网络化分为若干区域
- ⑩ 区域之间的路由信息互不扩散
- ⑩ 区域数据库只保存区域内的链路信息
- ⑩ 区域间的连接信息有主干承接,称为主干区域

OSPF(开放式最短路径优先)

数据库中链路状态的发布来源:



❧ 路由器链路:

- ⑩ 由路由器发布的链路状态

❧ 网络链路:

- ⑩ 由中转网络所指派的路由器发布，纪录的是与该路由器建立邻接关系的路由器。

❧ IP网络汇总:

- ⑩ 由区域边界路由器来发布一个IP网络的汇总结果

❧ 边界路由汇总:

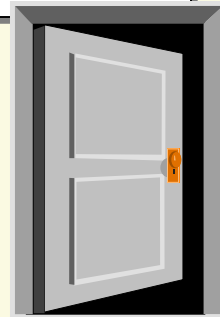
- ⑩ 由区域边界路由器来发布路由汇总结果

❧ 外部链路







- ⑩ 由边界路由器来发布，路由信息通过外部网关协议来获取

IGRP(内部网关路由选择协议)

- IGRP是cisco公司基于RIP提出的距离向量路由协议
- 每90秒更新一次路由
- 带宽、延迟、可靠性及负载参与路由距离的计算
- 环路问题采用“路由毒化”(延时观察)的方式来处理，即一旦邻机发布关于跳数更新的消息则假设是因环路问题所致，此时将该链路设为断路。如果再次出现确认，则表明更新是可以接受的。



EGP(外部网关协议)

-  在同一机构管理之下的一系列路由器和网络称为自治网络，采用内部路由协议
-  EGP的设计使得自治系统之间能够交换路由信息
-  EGP包括三个过程
 -  邻机探测：用于两个相邻网关决定是否同意变成邻机
 -  邻机可达性：用于监视邻机之间的链路
 -  网络可达性：用于管理网络交换可达性信息

BGP(边界网关协议)

📄 BGP执行三种路由选择

✎ 自治系统间的路由选择

- ⑩ 两个或多个BGP路由器之间，网间传送
- ⑩ 相邻BGP路由器必须在同一物理网络上

✎ 自治系统内的路由选择

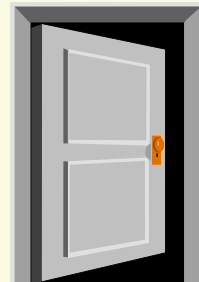
- ⑩ 两个对等路由器使用BGP维护拓扑结构的一致性
- ⑩ 指定一个路由器为连接点，用于为外部服务

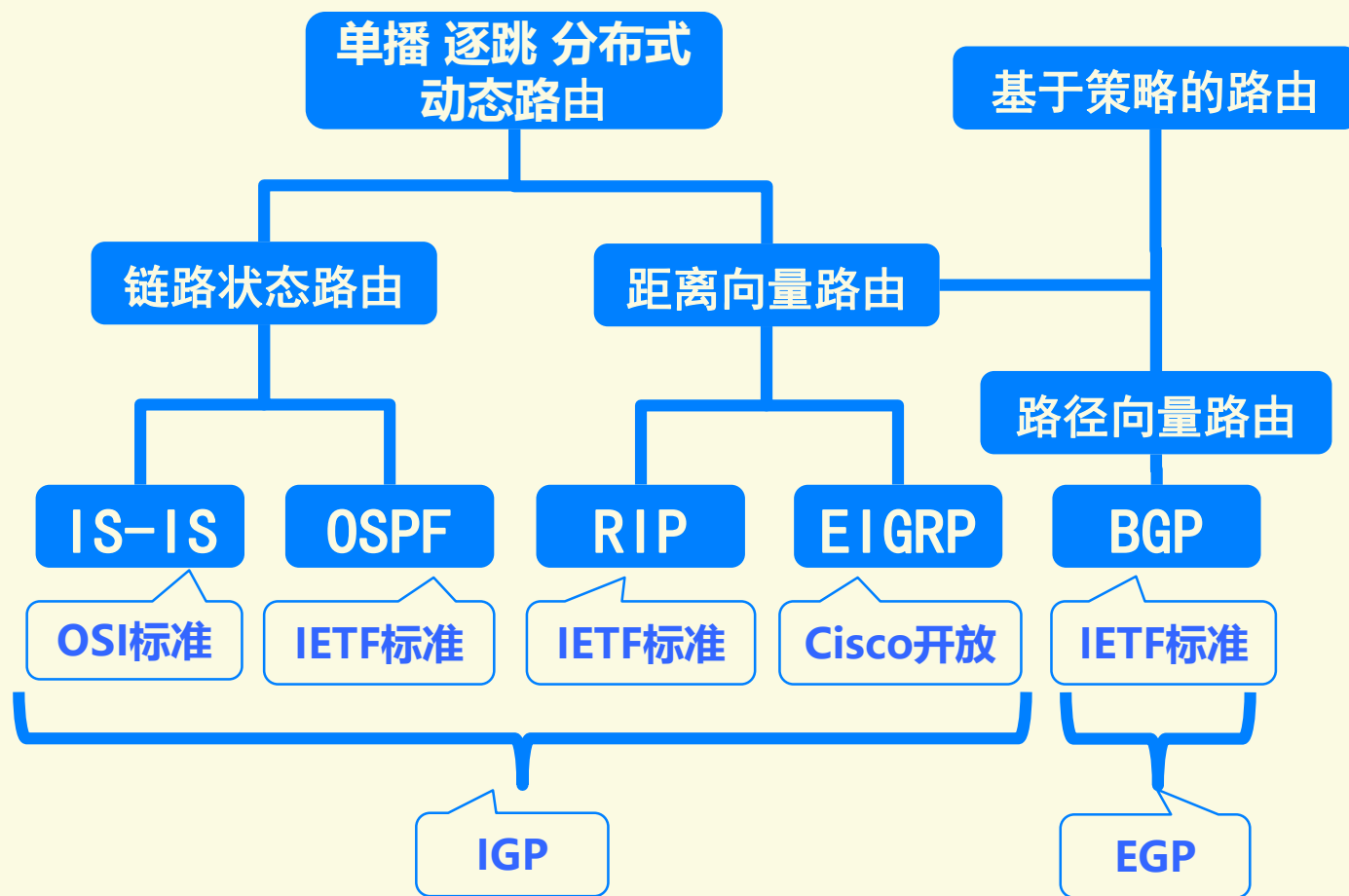
✎ 通过自治系统的路由选择

- ⑩ 自治网络本身不参与数据交换
- ⑩ 自治网络作为传输的透明通道

BGP(边界网关协议)

- ❏ BGP协议面对的是TCP/IP自治网络，是用于取代EGP系协议。
- ❏ 每个BGP路由器都维护一个路由表，其纪录了从一个自治网络到另一个自治网络需要经过哪些自治网络。
- ❏ 路由器之间交换路由信息，只将变更了的信息部分发出去
- ❏ BGP使用一个单独的路由选择计量标准，该标准决定了一个已知网络的最佳路径。该计量标准依赖于自治系统的数目、稳定性、速度、延迟或开销等。
- ❏ BGP路由更新信息只发布到网络的最佳路径





为什么有多种IGP，而只有一种EGP？

路由协议的配置



RIP

Flash Lab

Router(config)# router rip

启动RIP进程，进入路由配置模式，如果没有指派网络，RIP也不启动

Router(config-router)# network *network_number*

将要进行广播的分类网络与路由进程关联起来，RIPv1只能支持有类网络



IGRP

Router(config)# router igrp *autonomous-system*

启动IGRP进程，以相同AS号运行IGRP的路由器能交换路由信息

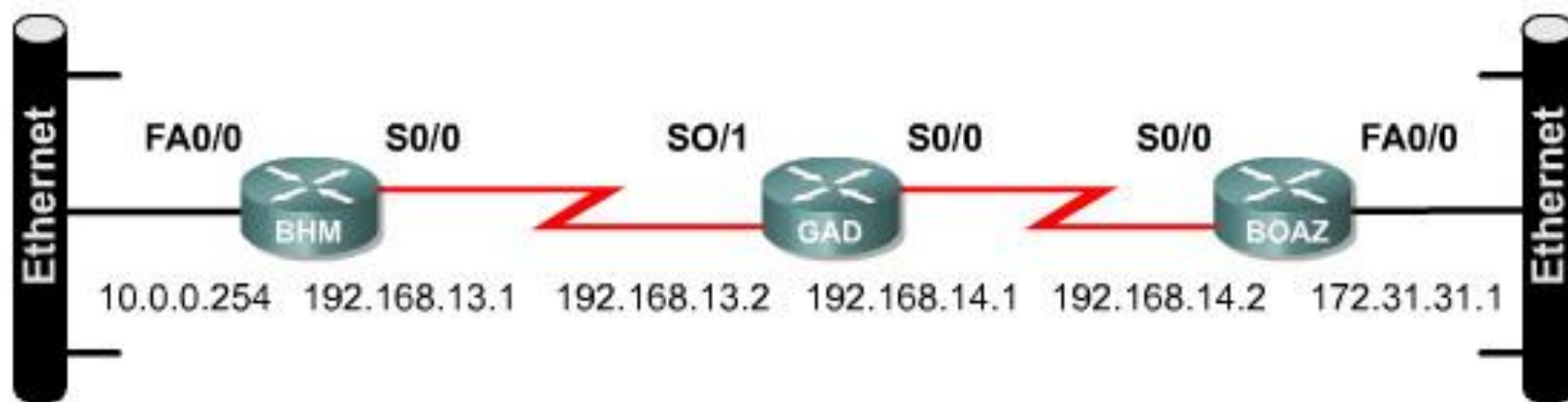
Router(config-router)# network *network_number*

把网络和IGRP AS关联起来，网络号在配置中被简化成分类网络

RIP

- ❏ 距离矢量路由
- ❏ 只以跳数为唯一的度量值
- ❏ 当跳数大于15时，认为不可达
- ❏ 默认情况下每30秒广播一次路由通告

RIP配置实例



```
BHM(config)#router rip
BHM(config-router)#network 10.0.0.0
BHM(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
GAD(config)#router rip
GAD(config-router)#network 192.168.14.0
GAD(config-router)#network 192.168.13.0
```

```
BOAZ(config)#router rip
BOAZ(config-router)#network 192.168.14.0
BOAZ(config-router)#network 172.31.0.0
```

IGRP

- 属于距离矢量IGP
- 每90s更新一次
- 自动归纳不确定或大型的网络
- 根据网段中不同的带宽和延时自动调整
- 默认情况下IGRP的参考值
 - 带宽
 - 延时
 - 负载
 - 可靠性

IGRP实例

```
Router A#show ip route
Codes: C - connected, S - static, I - IGRP, R - RIP, M -
mobile, B - BGP
       D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF
inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external
type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E -
EGP
i - IS-IS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2, ia -
IS-IS inter area
* - candidate default, U - per-user static route, o - ODR
p - periodic downloaded static route

Gateway of last resort is not set

I 192.168.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
I 192.168.2.0/24 is directly connected, Serial0/0
I 192.168.3.0/24 [100/80135] via 192.168.2.2, 00:00:30,
Serial0/0
```

IGRP的时间

```
RouterB#show ip protocols
Routing Protocol is "igrp 101"
  Sending updates every 90 seconds, next due in 51
seconds
  Invalid after 270 seconds, hold down 280, flushed
after 630
  Outgoing update filter list for all interfaces is
  Incoming update filter list for all interfaces is
  Default networks flagged in outgoing updates
  Default networks accepted from incoming updates
  IGRP metric weight K1=1, K2=0, K3=1, K4=0, K5=0
  IGRP maximum hopcount 100
  IGRP maximum metric variance 1
  Redistributing: igrp 101
  Routing for Networks:
    192.168.2.0
    192.168.3.0
```

IGRP的配置

```
RouterA(config)#router igrp 101  
RouterA(config-router)#network 192.168.1.0  
RouterA(config)#no router igrp 101
```

启动IGRP进程：

Router(config)# router igrp *AS_num*







连接网络地址和IGRP进程：

Router(config-router)# network
network_num

关闭IGRP进程：







Router(config)# no router igrp *AS_num*

检测IGRP的配置

-  `show interface interface`
-  `show running-config`
-  `show running-config interface interface`
-  `show running-config | begin interface interface`
-  `show running-config | begin igrp`
-  `show ip protocols`



IGRP排错

-  **show ip protocols**
-  **show ip route**
-  **debug ip igrp events**
-  **debug ip igrp transactions**
-  **ping**
-  **tracert**

