

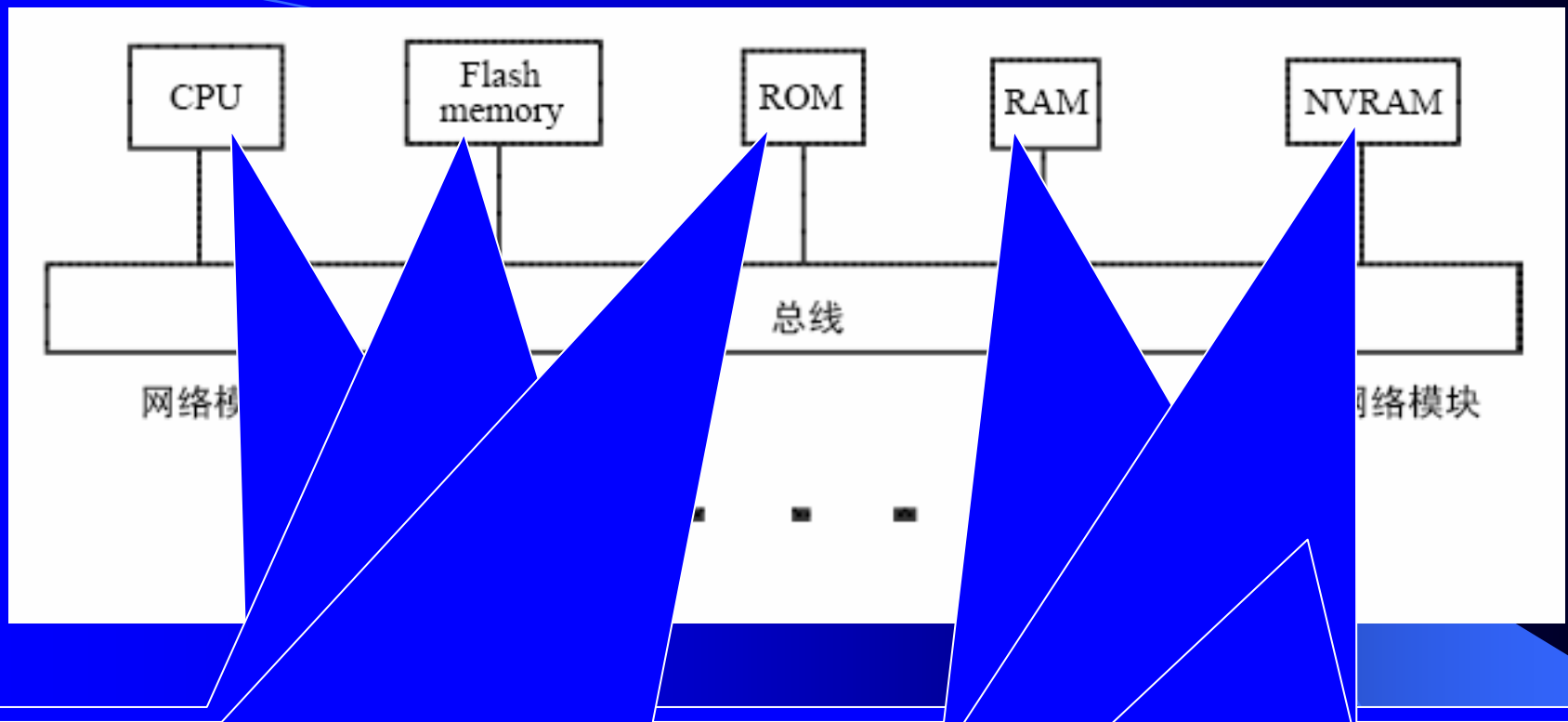
# 路由器的基本知识

## 主要内容:

- 了解路由器硬件
- 了解路由器软件
- 理解路由器工作原理
- 理解路由器的启动过程,初始化工作
- 掌握路由器指令的编辑功能及帮助

# 路由器的硬部件

- C i s c o系统公司生产了大量的、各种类型的路由器产品。尽管这些产品在处理能力和所支持的接口数上有所不同，但它们都使用一些核心的硬件部件。图2 - 1展示了C i s c o路由器的关键部件，其C P U（或微处理器）的类型、R O M与R A M的大小，以及I / O端口的数目和介质转换器根据产品的不同各有相应的变化，但每一个路由器都有图中所示的各个硬部件。通过分析各硬部件的功能，我们就能了解路由器整体上的工作方式及其所提供的功能。



非易失的RAM (Nonvolatile RAM, NVRAM) 在路由器中用于存储配置信息。NVRAM 能保持其配置信息，即使路由器断电后也能保持其配置信息。

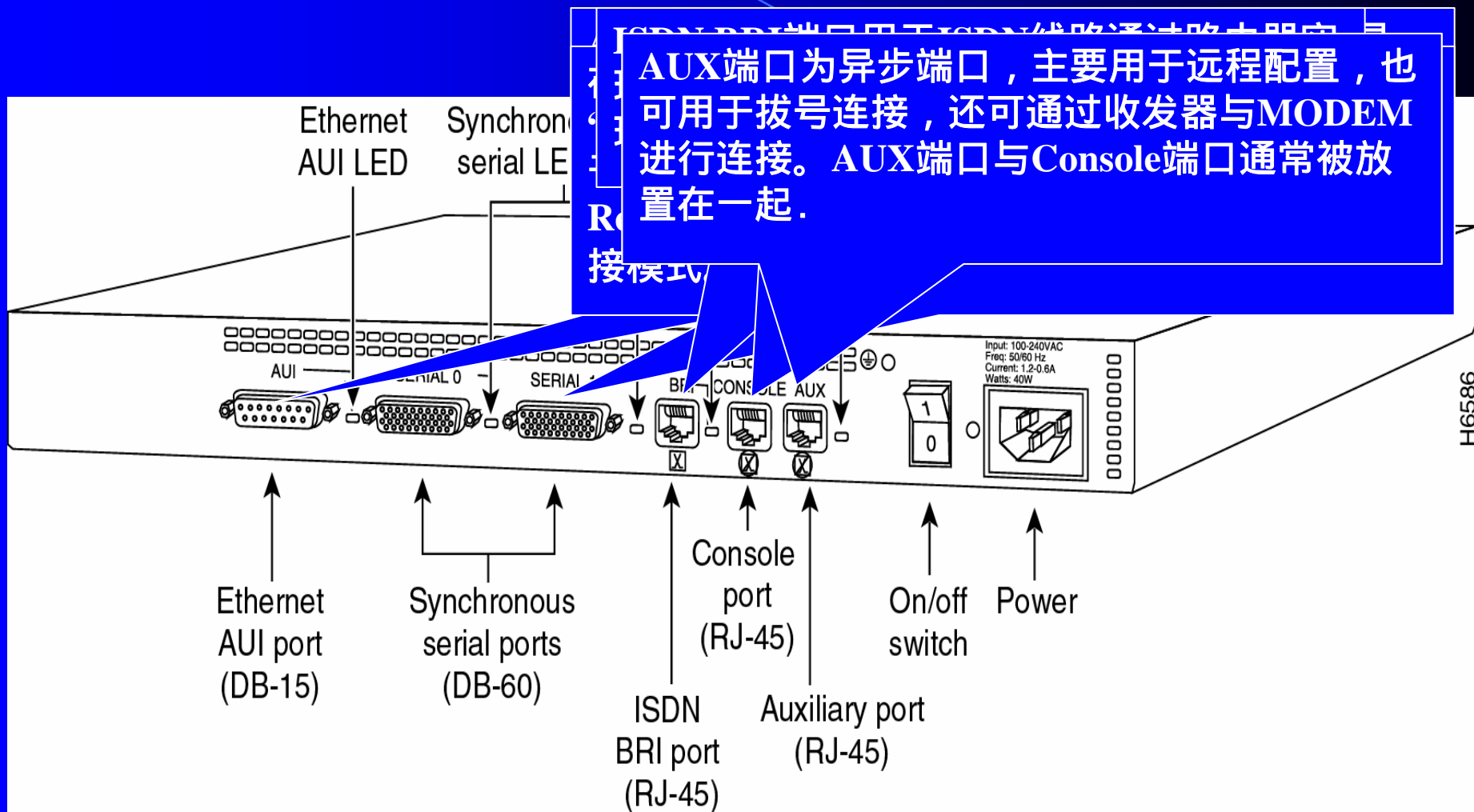
输入/输出 (Input/Output, I/O) 端口是报文进出路由器的连接装置。每一个 I/O 端口都连到一个特定介质转换器 (Media-Specific Converter, MSC) 上，MSC 提供物理接口到特定类型介质，如以太网、令牌环网等。

TFTP 协议 (Trivial file transfer protocol, TFTP) 将 OS 的映像加载到另一个路由器上。

# 路由器的软部件

- 路由器有两个关键的软部件：操作系统映像和配置文件。
  - 操作系统映像由启动装载程序定位，这基于对配置寄存器的设置。映像被定位之后，将被加载到内存中的低地址部分。操作系统映像包括一系列的例程，这些例程支持在设备之间传输数据、管理各种网络功能、修改路由表，以及执行用户命令等。
  - 配置文件由路由器管理员创建，所包含的语句被操作系统用来执行各种OS功能。例如，在配置文件中，可以用语句定义一个或多个访问表，并告诉操作系统将不同的访问表应用于不同的接口上，以提供对流经路由器的报文以一定程度的控制。虽然配置文件中定义了影响路由器操作的各个功能，但实际执行这些操作的还是操作系统。操作系统翻译并执行配置文件中的语句。

# 路由器外观及接口



2500 Router

# 路由器工作原理

# 网络互连

- 把自己的网络同其它的网络互连起来，从网络中获取更多的信息和向网络发布自己的消息。网络的互连有多种方式，其中执行最多的是网桥互连和路由器互连。

# 网桥互连的网络

- 网桥工作在OSI模型中的第二层，即链路层。完成数据帧（frame）的转发，主要目的是在连接的网络间提供透明的通信。网桥的转发是依据数据帧中的源地址和目的地址来判断一个帧是否应转发和转发到哪个端口。帧中的地址称为“MAC”地址或“硬件”地址。网桥的作用是把两个或多个网络互连起来，提供透明的通信。网络上的设备看不到网桥的存在，设备之间的通信就如同在一个网上一样方便。由于网桥是在数据帧上进行转发的，因此只能连接相同或相似的网络（相同或相似结构的数据帧），如以太网之间、以太网与令牌环（token ring）之间的互连，对于不同类型的网络（数据帧结构不同），如以太网与X.25之间，网桥就无能为力了。



# 网络互连

- 在以前的网络中，网桥的应用较为广泛。但网桥互连也带来了不少问题：一个是广播风暴，网桥不阻挡网络中广播消息，当网络的规模较大时（几个网桥，多个以太网段），有可能引起广播风暴（broadcasting storm），导致整个网络全被广播信息充满，直至完全瘫痪。第二个问题是，当与外部网络互连时，网桥会把内部和外部网络合二为一，成为一个网，双方都自动向对方完全开放自己的网络资源。

# 路由器互连网络

- 路由器互连与网络的协议有关，我们讨论限于TCP/IP网络的情况。路由器工作在OSI模型中的第三层，即网络层。路由器利用网络层定义的“逻辑”上的网络地址（即IP地址）来区别不同的网络，实现网络的互连和隔离，保持各个网络的独立性。路由器不转发广播消息，而把广播消息限制在各自的网络内部。发送到其他网络的数据先被送到路由器，再由路由器转发出去。

# 路由原理

# 路由原理

- 当IP子网中的一台主机发送IP分组给同一IP子网的另一台主机时，它将直接把IP分组送到网络上，对方就能收到。而要送给不同IP子网上的主机时，它要选择一个能到达目的子网上的路由器，把IP分组送给该路由器，由路由器负责把IP分组送到目的地。如果没有找到这样的路由器，主机就把IP分组送给一个称为“默认网关（default gateway）”的路由器上。“默认网关”是每台主机上的一个配置参数，它是接在同一个网络上的某个路由器端口的IP地址。

# 路由原理

- 路由器转发IP分组时，只根据IP分组目的IP地址的网络号部分，选择合适的端口，把IP分组送出去。同主机一样，路由器也要判定端口所接的是否是目的子网，如果是，就直接把分组通过端口送到网络上，否则，也要选择下一个路由器来传送分组。路由器也有它的默认网关，用来传送不知道往哪儿送的IP分组。这样，通过路由器把知道如何传送的IP分组正确转发出去，不知道的IP分组送给“默认网关”路由器，这样一级级地传送，IP分组最终将送到目的地，送不到目的地的IP分组则被网络丢弃了。

# 路由原理

- 路由动作包括两项基本内容：寻径和转发。寻径即判定到达目的地的最佳路径，由路由选择算法来实现。由于涉及到不同的路由选择协议和路由选择算法，要相对复杂一些。为了判定最佳路径，路由选择算法必须启动并维护包含路由信息的路由表，其中路由信息依赖于所用的路由选择算法而不尽相同。路由选择算法将收集到的不同信息填入路由表中，根据路由表可将目的网络与下一站（nexthop）的关系告诉路由器。路由器间互通的信息进行路由更新，更新维护路由表使之正确反映网络的拓扑变化，并由路由器根据量度来决定最佳路径。这就是路由选择协议（routing protocol），例如路由信息协议（RIP）、开放式最短路径优先协议（OSPF）和边界网关协议（BGP）等。

# 路由原理

- 转发即沿寻径好的最佳路径传送信息分组。路由器首先在路由表中查找，判明是否知道如何将分组发送到下一个站点（路由器或主机），如果路由器不知道如何发送分组，通常将该分组丢弃；否则就根据路由表的相应表项将分组发送到下一个站点，如果目的网络直接与路由器相连，路由器就把分组直接送到相应的端口上。这就是路由转发协议（routed protocol）。

# 路由协议



# 静态路由

- 静态路由是在路由器中设置的固定的路由表。除非网络管理员干预，否则静态路由不会发生变化。由于静态路由不能对网络的改变作出反映，一般用于网络规模不大、拓扑结构固定的网络中。静态路由的优点是简单、高效、可靠。在所有的路由中，静态路由优先级最高。当动态路由与静态路由发生冲突时，以静态路由为准。

# 动态路由

- 动态路由是网络中的路由器之间相互通信，传递路由信息，利用实时地适应网络结构变化的路由过程。它能实时表明发生了网络变化，路由表如果路由更新，就会重新计算路由，并更新路由表。选择软件就重新启用动态路由。这些新信息通过各个网络，并更新网络，引起路由变化。路由选择更由新信息。这反映网络拓扑变化。动态路由表以网络规模、网络拓扑、网络带宽、网络动态路由协议、网络带宽和CPU资源。

# RIP路由协议

- RIP协议最初是为Xerox网络系统的Xerox parc通用协议而设计的，是Internet中常用的路由协议。RIP采用距离向量算法，即路由器根据距离选择路由，所以也称为距离向量协议。路由器收集所有可到达目的地的不同路径，并且保存有关到达每个目的地的最少站点数的路径信息，除到达目的地的最佳路径外，任何其它信息均予以丢弃。同时路由器也把所收集的路由信息用RIP协议通知相邻的其它路由器。这样，正确的路由信息逐渐扩散到了全网。

# RIP路由协议

- RIP执行非常广泛，它简单、可靠，便于配置。但是RIP只适用于小型的同构网络，因为它允许的最大站点数为15，任何超过15个站点的目的地均被标记为不可达。而且RIP每隔30s一次的路由信息广播也是造成网络的广播风暴的重要原因之一。

# OSPF路由协议

- 20世纪80年代中期，RIP已不能适应大规模异构网络的互连，OSPF随之产生。它是网间工程任务组织（IETF）的内部网关协议工作组为IP网络而开发的一种路由协议。

# OSPF路由协议

- OSPF是一种基于链路状态的路由协议，需要每个路由器向其同一管理域的所有其它路由器发送链路状态广播信息。在OSPF的链路状态广播中包括所有接口信息、所有的量度和其它一些变量。利用OSPF的路由器首先必须收集有关的链路状态信息，并根据一定的算法计算出到每个节点的最短路径。而基于距离向量的路由协议仅向其邻接路由器发送有关路由更新信息。

# OSPF路由协议

- 与RIP不同，OSPF将一个自治域再划分为区，相应地有两种类型的路由选择方式：当源和目的地在同一区时，采用区内路由选择；当源和目的地在不同区时，则采用区间路由选择。这就大大减少了网络开销，并增加了网络的稳定性。当一个区内的路由器出了故障时并不影响自治域内其它区路由器的正常工作，这也给网络的管理、维护带来方便。

# BGP和BGP-4路由协议

- BGP是为TCP / IP互联网设计的外部网关协议，用于多个自治域之间。它既不是基于纯粹的链路状态算法，也不是基于纯粹的距离向量算法。它的主要功能是与其它自治域的BGP交换网络可达信息。各个自治域可以运行不同的内部网关协议。BGP更新信息包括网络号 / 自治域路径的成对信息。自治域路径包括到达某个特定网络须经过的自治域串，这些更新信息通过TCP传送出去，以保证传输的可靠性。
- 为了满足Internet日益扩大的需要，BGP还在不断地发展。在最新的BGp4中，还可以将相似路由合并为一条路由。



# 路由表项的优先问题

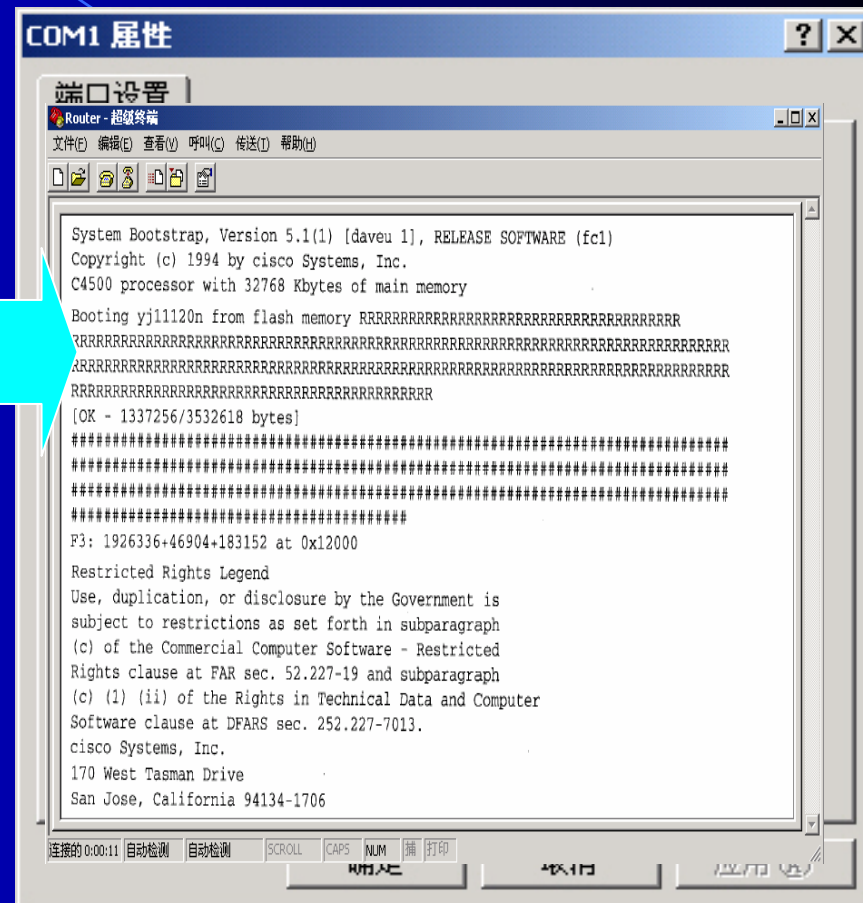
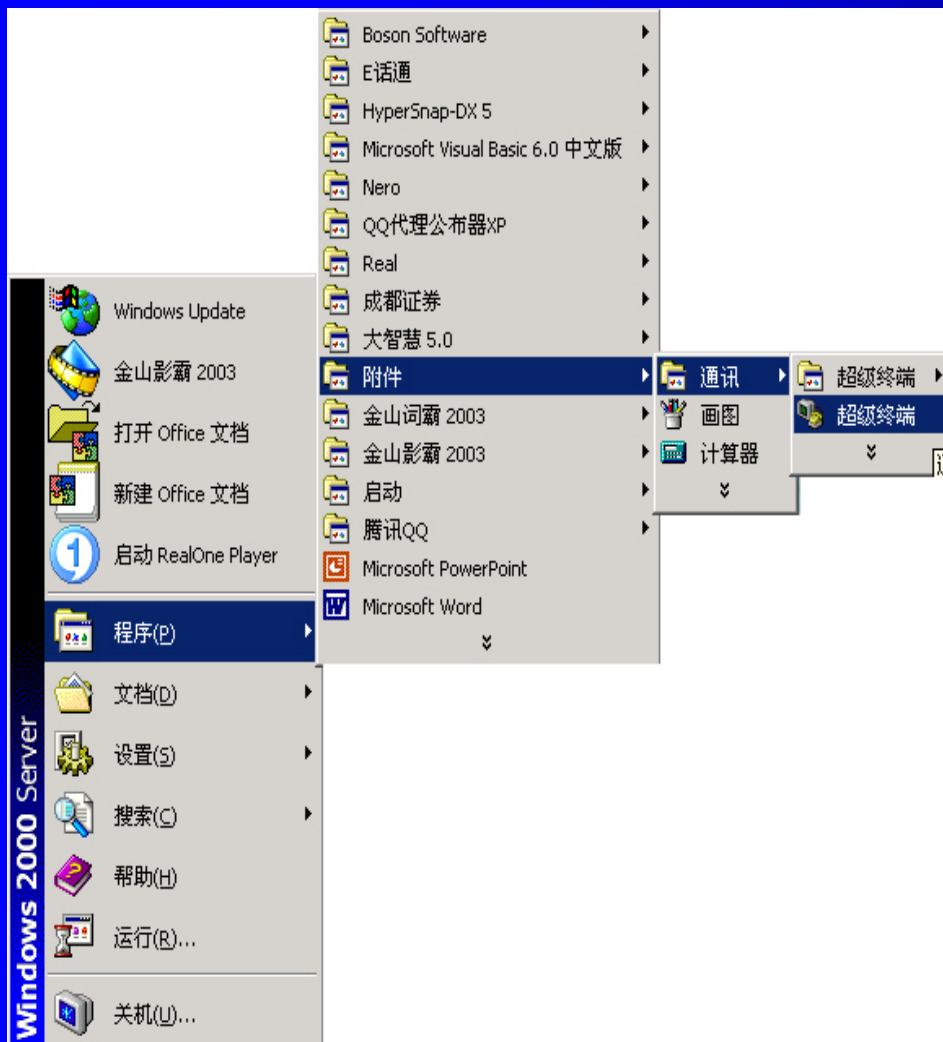
- 在一个路由器中，可同时配置静态路由和一种或多种动态路由。它们各自维护的路由表都提供给转发程序，但这些路由表的表项间可能会发生冲突。这种冲突可通过配置各路由表的优先级来解决。通常静态路由具有默认的最高优先级，当其它路由表表项与它矛盾时，均按静态路由转发。

# 路由器的配置过程

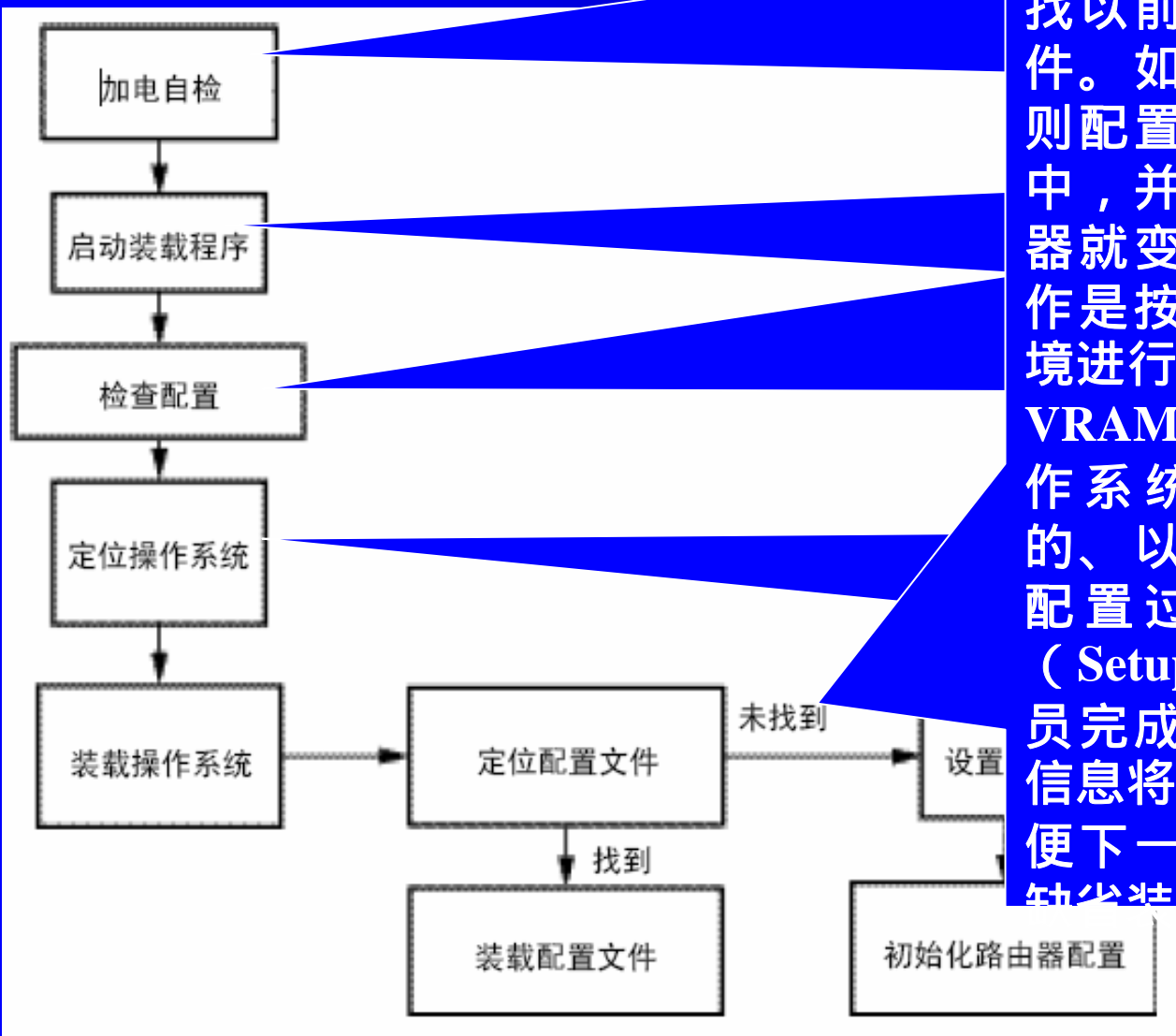
- 配置线缆连接



# ● 超级终端设置



# ● 路由器启动过程



操作系统装载完成之后，启动装载程序从NVRAM中寻找以前创建和存储的配置文件。如果找到了配置文件，则配置文件将会加载到内存中，并逐行执行，这样路由器就变成可操作的了，且工作是按照以前定义的网络环境进行的。如果以前创建的NVRAM文件并不存在，则操作系统将执行一个预定义的、以问题驱动方式进行的配置过程，称为设置对话（Setup Dialog）。一旦操作员完成设置对话之后，配置信息将存储在NVRAM中，以便下一次初始化过程中进行缺省装载。

System Bootstrap, Version 5.2(7b) [mkamson 7b], RELEASE SOFTWARE  
(fc1)

Copyright (c) 1995 by cisco Systems, Inc.

C4500 processor with 8192 Kbytes of main memory

program load complete, entrypt: 0x80008000, size: 0x231afc

Self decompressing the image :

#####  
#####  
#####  
##### [OK]

#### Restricted Rights Legend

Use, duplication, or disclosure by the Government is  
subject to restrictions as set forth in subparagraph  
(c) of the Commercial Computer Software - Restricted  
Rights clause at FAR sec. 52.227-19 and subparagraph  
(c) (1) (ii) of the Rights in Technical Data and Computer  
Software clause at DFARS sec. 252.227-7013.

cisco Systems, Inc.  
170 West Tasman Drive  
San Jose, California 95134-1706

Cisco Internetwork Operating System Software  
IOS (tm) 4500 Software (C4500-INR-M), Version 10.3(8), RELEASE  
SOFTWARE (fc2)

Copyright (c) 1986-1995 by cisco Systems, Inc.

Compiled Thu 14-Dec-95 22:10 by mkamson

Image text-base: 0x600087E0, data-base: 0x6043C000

cisco 4500 (R4K) processor (revision B) with 8192K/4096K bytes of  
memory.

Processor board serial number 73160394

R4600 processor, Implementation 32, Revision 2.0

G.703/E1 software, Version 1.0.

Bridging software.

X.25 software, Version 2.0, NET2, BFE and GOSIP compliant.

2 Ethernet/IEEE 802.3 interfaces.

1 Token Ring/IEEE 802.5 interface.

2 Serial network interfaces.

128K bytes of non-volatile configuration memory.

4096K bytes of processor board System flash (Read/Write)

4096K bytes of processor board Boot flash (Read/Write)

Press RETURN to get started!

路由器启动界面

# 路由器工作模式

## ● 用户模式

- 如果进入已经等待了一些时间的路由器控制台，将看见屏幕上将看见提示“Router >”

### User Mode

- Command Prompt is **hostname>**

“Router”是所有Cisco路由器的默认主机名；主机名后面的大于号说明正处于用户EXEC模式（用户模式）。这是访问路由器的最低级的格式，允许你检查大部分路由器可配置组件的状态，了解路由选择表的内容和进行基本的无破坏性的网络故障排除。你不能在用户EXEC模式中改变路由器的配置，也不能查看路由器配置文件的内容。



## ● 特权模式

- 对路由器的最高级的访问是特权EXEC模式，有时候称为启用模式，当进入特权EXEC模式时，注意提示符的变化。通过路由器名称后面的符号(#)，你可以确认你正处于特权EXEC模式。

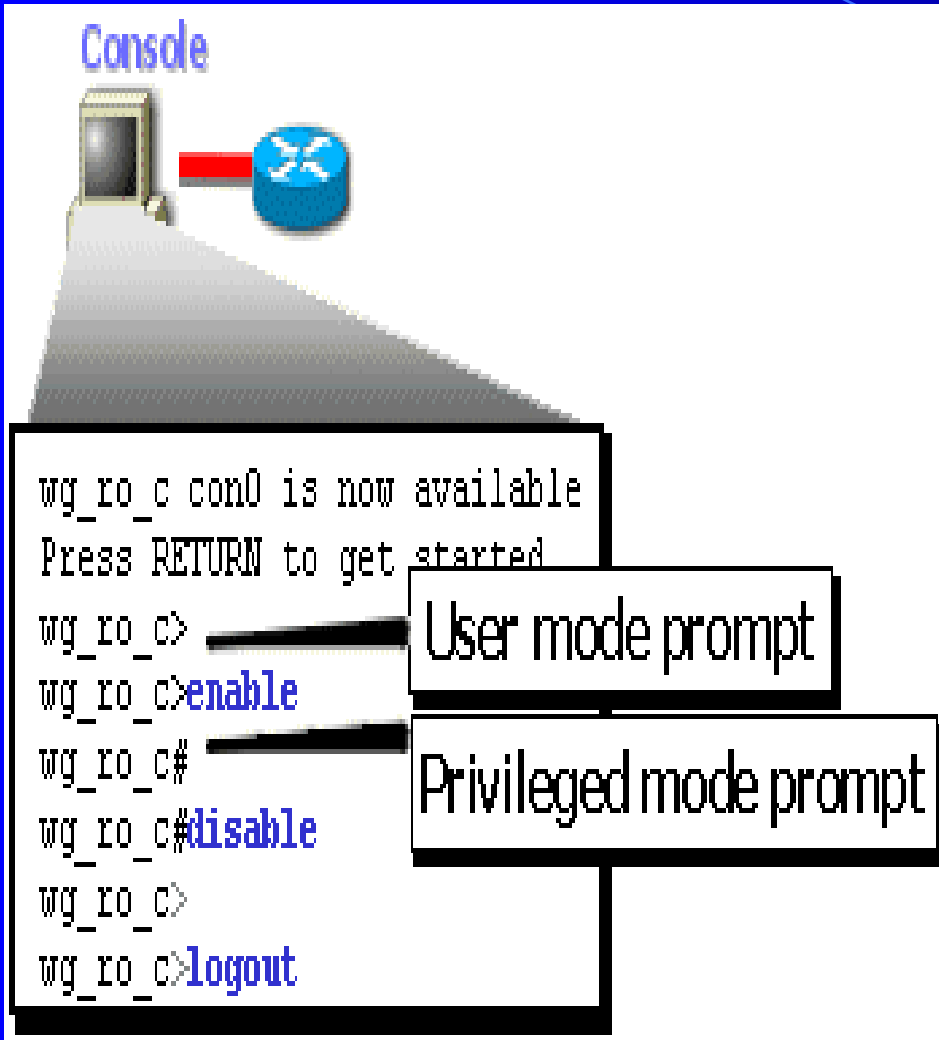


### Privileged Mode

- Command Prompt is **hostname #**

在特权EXEC模式中，可以使用所有的命令，包括在用户EXEC模式中使用的基本的故障排除和状态检查，以及使你可以修改路由器配置的命令，执行可能破坏网络的测试，重新启动路由器和查看配置文件。

## ● 用户模式与特权模式的切换



Router>  
Router>enable  
Router#

Router#disable  
Router>

Router>logout (exit)  
Router con0 is now available  
Press RETURN to get started.



## ● 全局配置模式

- 一旦处于特权EXEC模式，可以进入全局配置模式。任何可以影响整个路由器的运行的配置命令都必须在全局配置模式中输入。



- Router # config terminal
- Router (config)

在全局配置模式下，可对路由器接口、线路及路由协议进行配置，不同的配置其提示符不同，如下所示：

- 接口配置模式 Router ( config-if ) #
- 线路配置模式 Router ( config-line ) #
- 路由器配置模式 Router ( config-router ) #

## ● 路由器工作模式总结

命令模式	访问方法	路由器提示符	退出方法
用户EXEC	登录	Router>	使用LOGOUT命令
特权EXEC	从用户EXEC模式， 输入ENABLE命令	Router#	为退出回到用户 EXEC 模式，使用DISABLE、 EXIT，或LOGOUT命令
全局配置	从特权EXEC模式， 输入CONFIGURE TR- EMINAL命令	Router(config)#	为退出回到特权 EXEC 模式，使用EXIT或END 命令，或按下CTRL-Z
接口配置	从全局配置模式，输 入INTERFACE 类型编 号命令，例如INTERFA- CE ETHRENET 0	Router(config-if)#	为退出回到全局配置模式， 使用EXIT命令。为直接退 出回到特权EXEC模式，按 下CTRL-Z

# 命令行界面

- 和路由器交流的最普通的方法是通过Cisco IOS软件提供的命令行界面。每个Cisco路由器都具有一个控制台端口，它可以直接连接到PC或终端上，这样你可以在键盘上输入命令和在终端屏幕上得到输出。术语“控制台”指这个键盘和屏幕，它们直接连接到路由器上。提供用户界面和解释输入的命令的Cisco IOS软件的那部分称为命令执行器，或EXEC。
- 路由器的工作模式不同，界面中能够使用的命令也不尽相同。

# ● 查询可用的操作命令

- ? 查询当前工作模式下可用的命令

```
router>?  
Exec commands:  
access-enable      Create a temporary Access-List entry  
clear              Reset functions  
connect            Open a terminal connection  
disable            Turn off privileged commands  
disconnect          Disconnect an existing network connection  
enable             Turn on privileged commands  
exit              Exit from the EXEC  
help              Description of the interactive help system  
lat               Open a lat connection  
lock              Lock the terminal  
login             Log in as a particular user  
logout            Exit from the EXEC  
mrinfo            Request neighbor and version information  
                  from a multicast router  
mstat             Show statistics after multiple multicast  
                  traceroutes  
mtrace            Trace reverse multicast path from  
                  destination to source  
  
name-connection   Name an existing network connection  
pad               Open a X.29 PAD connection  
ping              Send echo messages  
ppp               Start IETF Point-to-Point Protocol (PPP)  
resume            Resume an active network connection  
--More--
```

在用户模式下查看可用的命令。这个显示内容会有2屏或3屏。显示内容底部的“More”意味着在按下空格键之后，可以查看输出的下一屏，或者按下Enter键，以查看下面的一行。任何其他键将结束显示。

```
Router>enable
Password:
Router#?
Exec commands:
  access-enable      Create a temporary Access-List entry
  access-template    Create a temporary Access-List entry
  bfe                For manual emergency modes setting
  clear              Reset functions
  clock              Manage the system clock
  configure           Enter configuration mode
  connect            Open a terminal connection
  copy               Copy configuration or image data
  debug              Debugging functions (see also 'undebug')
  disable            Turn off privileged commands
  disconnect         Disconnect an existing network connection
  enable             Turn on privileged commands
  erase              Erase flash or configuration memory
  exit               Exit from the EXEC
  help               DESCRIPTION of the interactive help system
  lat                Open a lat connection
  lock               Lock the terminal
  login              Log in as a particular user
  logout             Exit from the EXEC
  mbranch            Trace multicast route down tree branch
  mrbranch           Trace reverse multicast route up tree
                    branch
--More--
```

在特权模式下查看可用的命令。

## ● 命令参数

- 许多命令具有很多部分或参数。命令执行器使用实时解释器来执行在控制台输入的命令，并且在输入的时候检查每个命令的语法的正确性。以设置时钟为例：

Router#c?

clear clock configure connect copy

Router#clock ?

set Set the time and date

Router#clock set ?

hh:mm:ss Current Time

Router#clock set 10:30:10 ?

<1-31> Day of the month

MONTH Month of the year

Router#clock set 10:30:10 28 may ?

<1993-2035> Year

Router#clock set 10:30:10 28 may 2000 ?

<cr>

Router#show clock

## ● 增强的编辑命令

Command	Meaning
Ctrl+A	Moves your cursor to the beginning of the line
Ctrl+E	Moves your cursor to the end of the line
Esc+B	Moves back one word
Ctrl+F	Moves forward one character
Esc+F	Moves forward one word
Ctrl+D	Deletes a single character
Backspace	Deletes a single character
Ctrl+R	Redisplays a line
Ctrl+U	Erases a line
Ctrl+W	Erases a word
Ctrl+Z	Ends configuration mode and returns to EXEC
Tab	Finishes typing a command for you

如果不希望使用增强编辑特性，可以用命令**TERMINAL NO EDITING**来关闭它。为再次启用它，使用命令**TERMINAL EDITING**。

## ● 显示历史命令

- 路由器将你在控制台或终端会话期间输入的最后10个命令保存在一个特殊的内存缓冲区中，称为命令历史。可以从命令历史中回调命令和重新使用它们或略为修改，以避免某些输入工作。

Command	Meaning
Ctrl+P or up arrow	Shows last command entered
Ctrl+N or down arrow	Shows previous commands entered
Show history	Shows last 10 commands entered by default
Terminal history size	Changes buffer size (max 256)



## ● 显示路由器状态

无论是了解设备是否活跃在网络上，还是确认接口的工作/失效状态，或决定引起路由器速度减慢的原因。用于查看路由器组件和过程状态的命令总称为SHOW命令。

- Show interface :显示路由器接口状态.
- Show version: 显示硬件配置信息.
- Show running-config: 显示当前路由器的所有配置.
- Show startup-config : 显示路由器的启动配置.
- Show history: 显示以前使用过的命令.
- Show clock: 显示路由器时间.

# 练习

- 1.路由器的登录及模式切换命令.  
(enable、config terminal、disable、exit )
- 2.使用帮助和扩展编辑命令,设置路由器时间.  
( ?、clock )
- 3. 使用show 命令查看路由器状态.  
(  
    Show interface、Show version、  
    Show running-config、Show startup-config、  
    Show history、Show clock  
)