



## 内 容 简 介

本书是与《深入浅出计算机网络（微课视频版）》配套的实验教材，实验内容与教材内容相辅相成，可以帮助学习者更好地理解和掌握教材中的理论知识，每一个实验基本上都包括实验目的、预备知识、实验设备、实验拓扑、实验配置和实验步骤，读者不仅可以掌握使用Cisco Packet Tracer中的相关设备完成网络设计、实现方法和步骤，并进行验证，而且可以进一步理解实验所涉及的原理和技术，加深对教学内容的理解，培养分析问题、解决问题的能力。

本书实验内容紧扣计算机网络的理论教学知识点，每个知识点都配有相应实验，针对性强，条理清晰，图文并茂，内容详细，叙述和分析透彻。全书配套了教学课件PPT、微课视频、各实验的实验工程文件。

本书可作为《深入浅出计算机网络（微课视频版）》的配套实验用书，也适合作为其他高校和大专院校计算机网络课程的实验实训指导书，对从事计算机网络工作的工程技术人员和研究人员也有参考价值。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

### 图书在版编目（CIP）数据

动手做计算机网络仿真实验：基于 Packet Tracer：微课视频版 / 高军等编著. —北京：清华大学出版社，2023.7

ISBN 978-7-302-63912-1

I . ①动… II . ①高… III . ①计算机网络—计算机仿真—应用软件 IV . ① TP393.01

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2023) 第 114663 号

责任编辑：王中英

封面设计：郭 鹏

版式设计：方加青

责任校对：胡伟民

责任印制：宋 林

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>，<http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编：100084

社总机：010-83470000 邮 购：010-62786544

投稿与读者服务：010-62776969，[c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈：010-62772015，[zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者：大厂回族自治县彩虹印刷有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：185mm×260mm 印 张：18.75 字 数：458 千字

版 次：2023 年 9 月第 1 版 印 次：2023 年 9 月第 1 次印刷

定 价：59.00 元

---

产品编号：097350-01

“计算机网络”课程具有概念多、知识点琐碎、抽象、难理解的特点。本书作者在所编写的《深入浅出计算机网络（微课视频版）》一书中，通过生动的图片和配套动画视频、精美的 PPT 课件，试图提升学习者的主动性和学习兴趣。但毕竟其中讲述的是理论知识，而理论知识通过实验验证，才能让学习者更深刻地理解各种网络设备和网络协议的实现原理和运行过程，才能更好地学习并掌握计算机网络、网络设备的配置，并将其应用到实际中。

作者之前制作过“计算机网络——思科 Cisco Packet Tracer 仿真实验”系列视频，并上传到了 B 站，得到广大学习者的喜欢。本来在编写《深入浅出计算机网络（微课视频版）》一书的时候，是准备将理论和实验放在同一本教材上，但因为篇幅巨大，学习者使用起来会不方便，最后决定单独编写一本实验教材。

本书包含 8 章，共 38 个实验。各章简要内容如下：

**第 1 章：**认识 Packet Tracer 仿真软件。介绍 Packet Tracer 软件的获取、安装及运行，该软件的基本使用方法和其他常用操作，以及 IOS 命令行模式和命令辅助。让学习者熟悉 Packet Tracer 软件中的相关操作，为后续实验做好准备。

**第 2 章：**物理层相关实验。熟悉常用网络设备及其互连，让学习者熟悉计算机、集线器、以太网交换机以及路由器等常用网络设备，掌握常用网络设备之间的互连，并了解后续各个实验中可能会用到的网络设备。

**第 3 章：**数据链路层相关实验。设计了 7 个实验，对数据链路层中的点对点协议（PPP）、共享式以太网的特点、交换式以太网的特点、以太网交换机的自学习算法和转发帧的过程、集线器和交换机的对比、以太网交换机的生成树协议进行验证，掌握在以太网交换机上划分 VLAN 的方法以及对 VLAN 的特点进行验证。

**第 4 章：**网络层相关实验。一共设计了 19 个实验，包括对地址解析协议（ARP）的基本工作原理进行验证，熟悉和掌握 IPv4 地址的分类编址方法、划分子网编址方法、无分类编址方法，默认路由和特定主机路由的特点和配置，路由环路问题，对路由器既隔离碰撞域也隔离广播域进行验证，验证路由信息协议 RIPv1 和 RIPv2，并给出 RIPv2 与 RIPv1 的对比、开放最短路径优先（OSPF）、边界网关协议（BGP）、网际控制报文协议（IGMP）的应用、网络地址与端口转换（NAPT）、从 IPv4 向 IPv6 过渡所使用的隧道技术，以及 VLAN 间单播通信的 3 种实现方法（多臂路由、单臂路由和使用三层交换机）。

第 5 章：运输层相关实验。熟悉 TCP 的运输连接管理（三报文握手和四报文挥手）和用户数据报协议。

第 6 章：应用层相关实验。熟悉动态主机配置协议（DHCP）及 DHCP 中继代理的配置，熟悉域名系统（DNS）的递归查询方法、文件传送协议（FTP）、电子邮件相关协议（SMTP 和 POP3）、万维网和超文本传输协议（HTTP）。

第 7 章：网络安全相关实验。通过 2 个实验掌握在路由器上配置访问控制列表（ACL）的方法，以及配置 IPSec 并实现虚拟专用网（VPN）的方法。

第 8 章：综合实验。通过构建采用三层网络架构的小型园区网实验，将之前各章中的重点实验进行融合。

本书设计的所有实验均在 Cisco Packet Tracer 网络仿真系统上进行，该软件是由 Cisco 公司发布的一个免费的网络辅助学习工具，其最大的优点是能采用动画方式表现网络协议过程和数据封装，这对学习者进一步理解网络的工作原理和体系结构有很大帮助。

本书具有以下特点：

（1）实验内容紧扣计算机网络的理论教学知识点，每个知识点都配有相应实验，针对性强。

（2）通过熟练使用 Cisco Packet Tracer 软件完成相关实验，可使学习者快速验证学过的理论知识，并把理论知识灵活地应用于实际活动中，能够培养学生的动手操作能力。

（3）每个实验基本上都包括实验目的、预备知识、实验设备、实验拓扑、实验配置和实验步骤。条理清晰，图文并茂，内容详细，叙述和分析透彻。所以本书既可作为计算机网络课程的配套实验用书，也可作为独立的实验教材使用。

（4）每个实验都由编者亲自动手完成，反复验证，并在书中给出了详细的实验操作步骤，确保实验内容的正确性以及实验的可操作性。

（5）配套资源丰富。全书配套了教学课件 PPT、微课视频、各实验的实验工程文件，扫描封底的“本书资源”二维码即可下载。

（6）本书配套课程与理论课一起在学银在线、中国大学 MOOC 等平台定时开课，方便学习者观看学习视频、下载资料、学习提问交流，也方便教师将课程引用到自己的教学实践中。

（7）编者对 Cisco Packet Tracer 软件进行了汉化，汉化包可通过封底的“本书资源”二维码、学银在线、中国大学 MOOC 的开课课程下载。

本书由高军、吴亮红、卢明、席在芳和唐秀明编写。其中高军编写了第 1、4 和 8 章，吴亮红编写了第 2 章和第 5 章，卢明编写了第 3 章，席在芳编写了第 6 章，唐秀明编写了第 7 章。全书由高军负责统稿和审阅工作。

在本书的编写过程中，唐志军教授、张剑教授和陈君博士对于本书的内容给予了热心指点，责任编辑王中英对本书的编辑负责细心，编者在此一并致以诚挚的谢意！

由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。读者可加 QQ 群 461403606 交流学习。同时，为了方便读者及时了解勘误信息，可随时扫描下方二维码查看。



编者  
于湖南科技大学  
2023 年 8 月



<b>第 1 章 认识 Packet Tracer 仿真软件</b> .....	<b>1</b>
1.1 Packet Tracer 软件的获取、安装及运行 .....	1
1.1.1 Packet Tracer 软件的获取 .....	1
1.1.2 Packet Tracer 软件的安装 .....	2
1.1.3 Packet Tracer 软件运行 .....	2
1.2 Packet Tracer 软件的基本使用方法 .....	2
1.2.1 Packet Tracer 软件的用户界面 .....	2
1.2.2 构建网络拓扑 .....	4
1.2.3 配置网络设备 .....	12
1.2.4 进行网络测试 .....	16
1.2.5 查看网络设备的相关网络信息 .....	21
1.2.6 单步模拟和协议分析 .....	25
1.3 IOS 命令行模式 .....	29
1.3.1 用户执行模式 .....	30
1.3.2 特权执行模式 .....	30
1.3.3 全局配置模式 .....	31
1.3.4 接口配置模式 .....	31
1.4 IOS 命令辅助 .....	32
1.4.1 帮助命令 .....	33
1.4.2 自动补全命令 .....	33
1.4.3 简写命令 .....	33
1.4.4 历史命令缓存 .....	34
1.4.5 取消命令 .....	34
<b>第 2 章 物理层相关实验</b> .....	<b>35</b>
实验 2-1 熟悉常用网络设备及其互连 .....	35
<b>第 3 章 数据链路层相关实验</b> .....	<b>38</b>
3.1 实验 3-1 验证点对点协议 .....	38
3.2 实验 3-2 使用集线器构建共享式以太网 .....	43
3.3 实验 3-3 使用交换机构建交换式以太网 .....	46
3.4 实验 3-4 以太网交换机自学习和转发帧的过程 .....	50
3.5 实验 3-5 以太网的扩展（集线器和交换机的对比） .....	55
3.6 实验 3-6 验证以太网交换机的生成树协议 .....	61
3.7 实验 3-7 划分虚拟局域网 .....	66
<b>第 4 章 网络层相关实验</b> .....	<b>75</b>
4.1 实验 4-1 验证地址解析协议的基本工作原理 .....	75

4.2 实验 4-2 地址解析协议不能跨网络 直接使用 .....	81	4.11 实验 4-11 验证开放最短路径 优先协议 .....	138
4.3 实验 4-3 IPv4 地址的分类编址 方法 .....	86	4.12 实验 4-12 验证 OSPF 可以划分 区域 .....	149
4.4 实验 4-4 IPv4 地址的划分子网 编址方法 .....	90	4.13 实验 4-13 验证边界网关协议 ..	155
4.5 实验 4-5 IPv4 地址的无分类 编址方法 .....	96	4.14 实验 4-14 网际控制报文协议的 应用 .....	160
4.6 实验 4-6 默认路由和特定主机路由的 配置 .....	103	4.15 实验 4-15 网络地址与端口号 转换 .....	167
4.7 实验 4-7 路由环路问题 .....	108	4.16 实验 4-16 从 IPv4 向 IPv6 过渡 所使用的隧道技术 .....	175
4.8 实验 4-8 验证路由器既隔离碰撞域也 隔离广播域 .....	115	4.17 实验 4-17 VLAN 间单播通信的 实现方法——“多臂路由” .....	182
4.9 实验 4-9 验证路由信息协议 RIPv1 .....	120	4.18 实验 4-18 VLAN 间单播通信的 实现方法——“单臂路由” .....	187
4.10 实验 4-10 路由信息协议 RIPv2 与 RIPv1 的对比 .....	131	4.19 实验 4-19 VLAN 间单播通信的 实现方法——使用三层交换机 .....	193

## 第 5 章 运输层相关实验 ..... 198

5.1 实验 5-1 TCP 的运输连接管理 ..	198	5.2 实验 5-2 熟悉用户数据报协议 ..	202
---------------------------	-----	-------------------------	-----

## 第 6 章 应用层相关实验 ..... 204

6.1 实验 6-1 熟悉动态主机配置协议 ..	204	6.4 实验 6-4 熟悉文件传送协议 .....	228
6.2 实验 6-2 配置 DHCP 中继代理 ..	210	6.5 实验 6-5 熟悉电子邮件相关协议 ..	237
6.3 实验 6-3 熟悉域名系统的递归查询 方法 .....	216	6.6 实验 6-6 熟悉万维网文档的作用 和超文本传输协议 .....	250

## 第 7 章 网络安全相关实验 ..... 258

7.1 实验 7-1 配置访问控制列表 .....	258	专用网 VPN .....	267
7.2 实验 7-2 配置基于 IPSec 的虚拟			

## 第 8 章 综合实验 ..... 276

实验 8-1 构建采用三层网络架构的		小型园区网 .....	276
--------------------	--	-------------	-----

# 第 1 章 认识 Packet Tracer 仿真软件

计算机网络课程中的抽象概念繁多，很多理论知识需要通过实验验证的方式才能使学习者更深刻地理解和掌握。由思科（Cisco）公司开发的 Packet Tracer 软件，是一个简单易用且功能强大的计算机网络仿真实验平台，它为计算机网络课程的初学者提供了网络设计、网络配置和网络故障排除的仿真环境，主要功能如下：

- 在该软件的图形用户界面上通过简单的拖曳操作来构建网络拓扑。
- 通过图形界面或命令行界面对网络设备进行配置和测试。
- 在仿真模式下查看数据包按网络体系结构逐层封装和解封的详细处理过程。

对于网络初学者而言，在 Packet Tracer 软件中进行计算机网络的相关配置与实际配置真实的思科网络设备是一样的。

在本章中，我们首先介绍 Packet Tracer 软件的获取、安装及运行，然后介绍该软件的基本使用方法和其他常用操作，之后简要介绍 IOS 命令行模式以及命令辅助。

## 1.1 Packet Tracer 软件的获取、安装及运行



### 1.1.1 Packet Tracer 软件的获取

Packet Tracer 软件是思科网络技术学院的辅助教学工具。用户只需免费注册思科网络技术学院的“Cisco Packet Tracer 入门”课程，然后使用注册信息（即电子邮箱和密码）进行登录，即可下载和使用最新版本的 Packet Tracer 软件。思科网络技术学院的 Packet Tracer 相关课程的官方网站为 <https://www.netacad.com/zh-hans/courses/packet-tracer>，如图 1-1 所示。



图 1-1 思科网络技术学院的 Packet Tracer 相关课程的官方网站

需要说明的是，尽管该网站的页面内容会经常更新，但只要用户根据页面提示信息耐心进行操作，就可以顺利下载 Packet Tracer 软件。在编写本书时，笔者下载的 Packet Tracer 软件为 Windows 桌面版（版本 8.2.0，英文版）。

### 1.1.2 Packet Tracer 软件的安装

Packet Tracer 软件的安装比较简单，直接运行下载的软件安装包，并按提示信息逐步进行即可，建议用户采用软件默认的安装路径。

### 1.1.3 Packet Tracer 软件的运行

首次运行 Packet Tracer 软件时，用户需要使用下载该软件时所注册的信息（即电子邮箱和密码）进行身份验证。为了避免每次运行该软件时都要进行身份验证，可勾选“Keep me logged in (for 3 months)”选项，如图 1-2 所示。



图 1-2 Packet Tracer 软件的运行

## 1.2 Packet Tracer 软件的基本使用方法

Packet Tracer 软件简单易用且功能强大，本书中的全部仿真实验都基于 Packet Tracer 软件（Windows 桌面版 8.2.0，英文版）进行。请读者务必依次动手练习本节所介绍的 Packet Tracer 软件的各种基本操作，这是完成后续各仿真实验的基础。

### 1.2.1 Packet Tracer 软件的用户界面

启动 Packet Tracer 软件后的用户界面如图 1-3 所示。

Packet Tracer 软件用户界面的各组成部分及其主要功能如下：

- 菜单栏。菜单栏包括“File”（文件）、“Edit”（编辑）、“Options”（选项）、“View”（视图）、“Tools”（工具）、“Extensions”（扩展）、“Window”（窗口）以



及“Help”（帮助）菜单。使用菜单栏中的菜单，可以新建、打开、保存文件，还可以进行复制、粘贴等编辑功能，还可以获取软件帮助信息。



图 1-3 Packet Tracer 软件的用户界面

- 工具栏。工具栏提供了菜单栏中常用菜单项的快捷方式，例如“New”（新建）、“Open”（打开）、“Save”（保存）、“Print”（打印）、“Copy”（复制）、“Paste”（粘贴）、“Undo”（撤销）、“Redo”（重做）、“Zoom In”（放大）以及“Zoom Out”（缩小）等。
- 工作区工具箱。工作区工具箱提供了常用的工作区工具，例如“Select(Esc)”（选择（取消））、“Inspect”（查看）、“Delete”（删除）、“Place Note”（放置注释）、“Add Simple PDU”（添加简单的协议数据单元（即数据包））以及“Add Complex PDU”（添加复杂的协议数据单元（即数据包））等。
- 工作区选择栏。通过工作区选择栏中的按钮可以在“Logical”（逻辑）工作区和“Physical”（物理）工作区之间进行切换。
- 工作区。工作区位于用户界面中间，在该区域中可以创建网络拓扑、查看数据包在网络中的传递过程。
- 设备类型选择区。在设备类型选择区可以选择不同的设备类型，例如“Network Devices”（网络设备）下可选择的类型有“Routers”（路由器）、“Switches”（交换机）、“Hubs”（集线器）、“Wireless Devices”（无线设备）等。
- 设备型号选择区。在设备类型选择区选择了某个设备类型后，在其右侧的设备型号选择区中会出现该设备类型中不同型号的设备供用户选择。
- 工作模式选择栏。通过工作模式选择栏中的按钮可以在“Realtime”（实时）工作模式和“Simulation”（模拟）工作模式之间进行切换。
- 播放控制栏。在“Simulation”（模拟）工作模式下，播放控制栏用于控制模拟

过程，例如“Play”（播放）、“Go Back to Previous Event”（返回上一个事件）、“Capture then Forward”（捕获并前进）。

- **模拟面板。**在工作模式选择栏中点击“Simulation”（模拟）工作模式按钮后，在其上方会出现“Simulation Panel”（模拟面板）。模拟面板中包含有“Event List”（事件列表）、“Play Controls”（播放控制）、“Event List Filters”（事件列表过滤器）。
- **场景列表。**用于记录用户添加的、在网络设备之间传送的“Simple PDU”（简单的协议数据单元（即数据包））和“Complex PDU”（复杂的协议数据单元（即数据包））。

Packet Tracer 软件用户界面中的元素众多，初学者不可能（也没有必要）在短时间内全部记住，只要按照下面介绍的 Packet Tracer 软件的常用基本操作进行练习，就可为后续各仿真实验打好操作基础。

## 1.2.2 构建网络拓扑

一般情况下，构建网络拓扑是每个仿真实验需要进行的第一步，主要包含以下三部分工作：

(1) 选择并拖动所需要的网络设备到工作区（本书全部仿真实验都使用 Logical（逻辑）工作区）。

(2) 给网络设备添加所需要的接口模块（这是可选工作，大部分仿真实验无须进行该工作）。

(3) 使用传输介质互连各网络设备。

### 1. 选择并拖动所需要的网络设备到工作区

仿真实验中经常会使用到的网络设备有 PC（个人计算机）、Server（服务器）、Hub（集线器）、Switch（交换机）、Router（路由器）。下面，以选择并拖动一台 Router 到逻辑工作区为例进行介绍，请按图 1-4 所示的步骤进行以下操作：



图 1-4 选择并拖动一台 Router 到 Logical（逻辑）工作区

- ① 在工作区选择栏中选择“Logical”（逻辑）工作区。
- ② 在设备类型选择区中选择设备类型为“Network Devices”（网络设备）。
- ③ 在设备类型选择区中选择“Network Devices”设备类型下的子类型“Routers”（路由器），此时在设备类型选择区右侧的设备型号选择区中，会相应显示出 Packet Tracer 软件所支持的所有路由器型号。
- ④ 在设备型号选择区中，用鼠标左键点中型号为 2811 的路由器，并将其拖动到逻辑工作区中的合适位置后释放鼠标左键即可。

需要说明的是，将所需要的网络设备拖动到逻辑工作区后：

- 如果需要再次移动设备，可用鼠标左键点中设备并拖动到合适的位置，然后释放鼠标左键即可。
- 如果需要删除设备，可用鼠标左键圈选设备，然后按键盘的 Delete 键进行删除，在弹出的确认删除窗口中确认即可。此时，鼠标指针的图标显示为 ✕ 符号，表明鼠标仍然处于删除状态，可继续删除逻辑工作区中的其他设备。要退出删除状态，可按键盘的 Esc 键。

请按上述方法，再分别拖动一台 Router(路由器，型号为 2811)、一台 Switch(交换机，型号为 2960-24TT)、一台 Hub（集线器，型号为 Hub-PT）、一台 PC（个人计算机，型号为 PC-PT）以及一台 Server（服务器，型号为 Server-PT）到逻辑工作区，如图 1-5 所示。

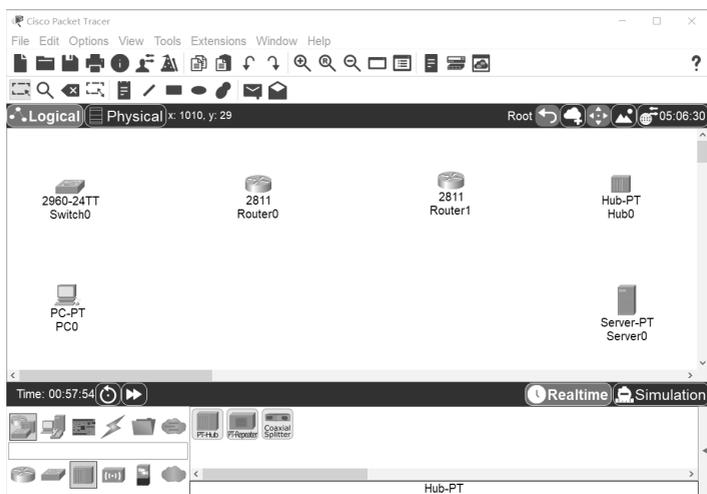


图 1-5 向逻辑工作区添加所需的网络设备

当把所需要的网络设备拖动到逻辑工作区后，Packet Tracer 会自动为设备命名，并将设备型号和设备名称显示在设备旁边，例如在图 1-5 所示的逻辑工作区中，包含两台型号为 2811、名称分别为 Router0 和 Router1 的路由器。

用户可根据自己的需要，设置 Packet Tracer 软件是否在设备旁边显示设备型号和设备名称。依次选择菜单栏中的“Options”→“Preferences...”选项，如图 1-6 所示。在弹出的“Preferences”对话框中，选择“Interface”选项卡，可以看到该选项卡中包含多个选项，如图 1-7 所示。勾选“Show Device Model Labels”选项，会在设备旁边显示设备型号标签；勾选“Show Device Name Labels”选项，会在设备旁边显示设备名称标签。

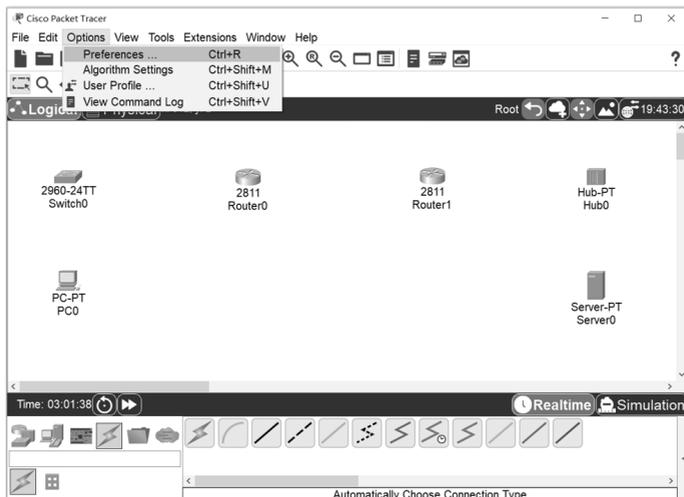


图 1-6 “Preferences...” 选项

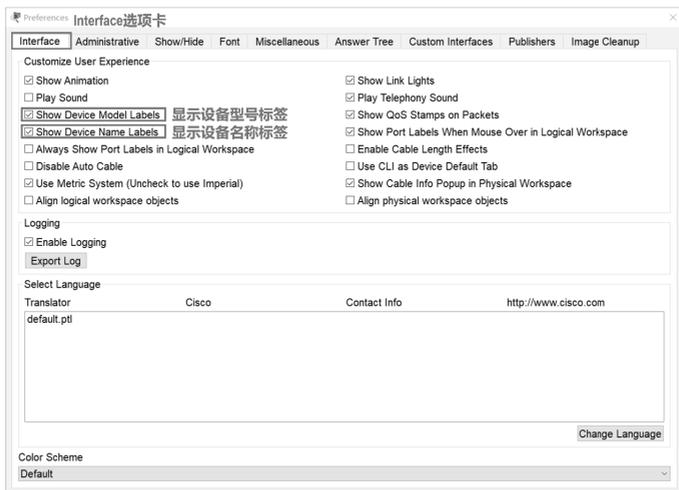


图 1-7 “Interface” 选项卡中的可选项

## 2. 给网络设备添加所需要的接口模块

当网络设备默认提供的网络接口不能满足仿真实验的要求时，用户可为网络设备添加所需的接口模块。例如在图 1-5 所示的逻辑工作区中，包含两台型号为 2811 的路由器 Router0 和 Router1，实验要求将它们通过串行链路进行互连，然而这两台路由器并没有串行接口，因此需要给这两台路由器分别添加一个串行接口模块。下面，以给路由器 Router0 添加一个串行接口模块为例进行介绍。

单击路由器 Router0，在弹出的窗口中选择“Physical”选项卡，在“Physical Device View”（物理设备视图）中可以看到该路由器背部的接口插槽，请按图 1-8 所示的步骤进行以下操作：

❶ 关闭路由器 Router0 的电源。

❷ 将 MODULES（模块）列表中的“NM-4A/S”串行接口模块拖入路由器 Router0 的相应插槽中。

### ③ 打开路由器 Router0 的电源。

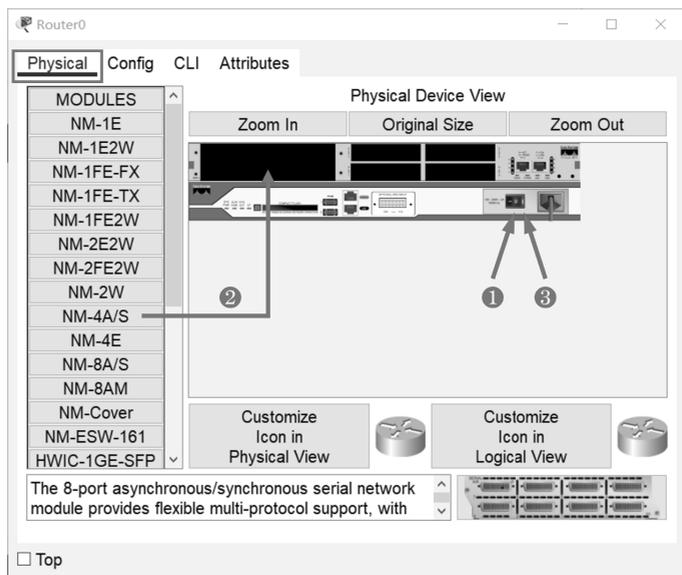


图 1-8 给路由器 Router0 添加串行接口模块

### 3. 互连各网络设备

将仿真实验所需的全部网络设备都添加到逻辑工作区后，需要使用传输介质将各网络设备连接起来。一般有以下两种方式：

- **自动选择连接类型。**该方式由 Packet Tracer 软件自动为待连接的网络设备选择用于连接的接口以及相应的传输介质。这种方式简单、方便，非常适用于初学者。然而，这种方式不太灵活，用户不能自行选择用于连接的接口以及相应的传输介质，有时不能满足某些仿真实验的要求。
- **手动选择连接类型。**该方式需要用户为待连接的网络设备选择用于连接的接口以及相应的传输介质。与自动选择连接类型相比，该方式稍显麻烦，需要用户熟悉各种接口类型（例如以太网接口、串行接口、光纤接口）以及进行连接时所需的相应传输介质。然而，这种方式非常灵活，可以满足各种仿真实验的要求。

#### (1) 自动选择连接类型举例。

在图 1-5 所示的逻辑工作区中，采用自动选择连接类型方式，连接以下设备：PC0 与 Switch0、Switch0 与 Router0、Server0 与 Hub0、Hub0 与 Router1。请按图 1-9 所示的步骤进行以下操作。

- ① 在设备类型选择区中选择设备类型为“Connections”（连接）。
- ② 在设备类型选择区中选择“Connections”设备类型下的子类型“Connections”，此时在设备类型选择区右侧的设备型号选择区中会相应显示出 Packet Tracer 软件所支持的所有传输介质。

③ 在设备型号选择区中，选中自动选择连接类型，然后将鼠标移至 PC0 上，单击并移动鼠标，这将从 PC0 上引出传输介质，将鼠标移至 Switch0 上并单击以完成 PC0 与 Switch0 的连接。

④ 参照③的操作，完成 Switch0 与 Router0 的连接、Server0 与 Hub0 的连接、Hub0 与 Router1 的连接，如图 1-10 所示。

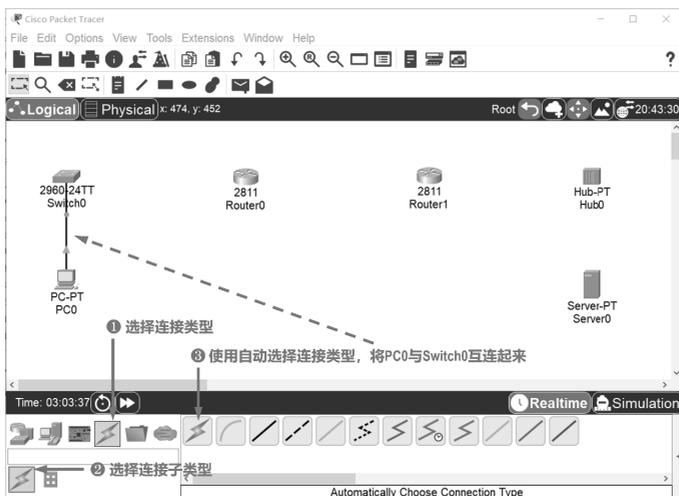


图 1-9 采用自动选择连接类型方式连接 PC0 与 Switch0

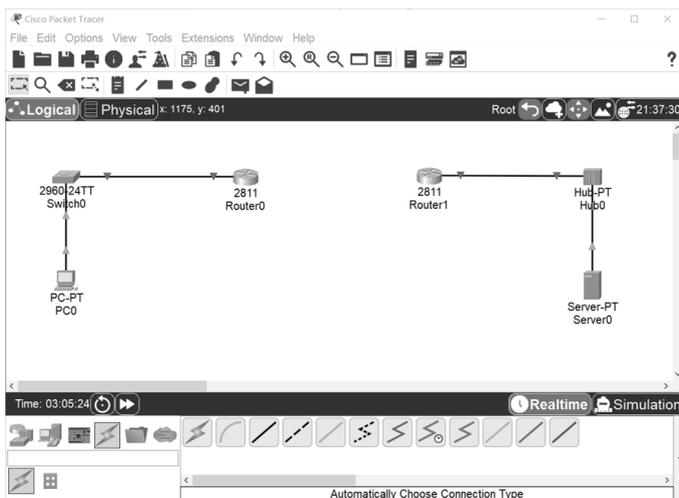


图 1-10 采用自动选择连接类型方式连接 Switch0 与 Router0、Server0 与 Hub0、Hub0 与 Router1

(2) 手动选择连接类型举例。

在图 1-5 所示的逻辑工作区中，采用手动选择连接类型方式，连接 Router0 与 Router1。请按图 1-11 所示的步骤进行以下操作：

- ① 在设备类型选择区中选择设备类型为“Connections”（连接）。
- ② 在设备类型选择区中选择“Connections”设备类型下的子类型“Connections”，此时在设备类型选择区右侧的设备型号选择区中，会相应显示出 Packet Tracer 软件所支持的所有传输介质。

③ 在设备型号选择区中，选中“Serial DTE”作为传输介质，然后将鼠标移至 Router0 上，单击，在出现的弹出式菜单中选择要连接的接口（假设为 Serial1/0），之后将鼠标移至 Router1 上并单击，在出现的弹出式菜单中选择要连接的接口（假设与 Router0 使用相同

名称的接口 Serial1/0)。这样，就完成了 Router0 与 Router1 之间的串行连接，如图 1-12 所示。

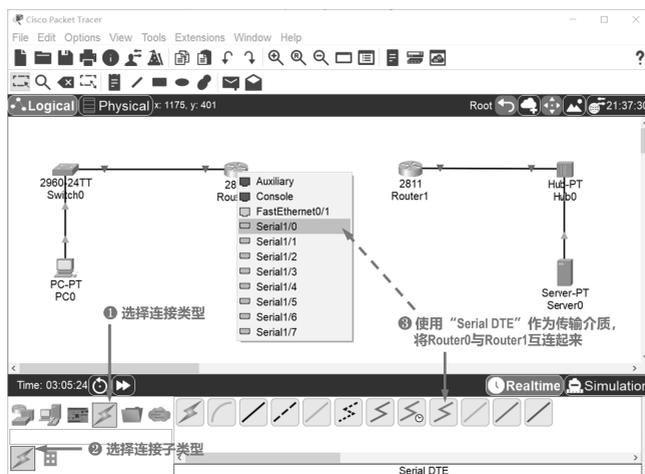


图 1-11 采用手动选择连接类型方式连接 Router0 与 Router1

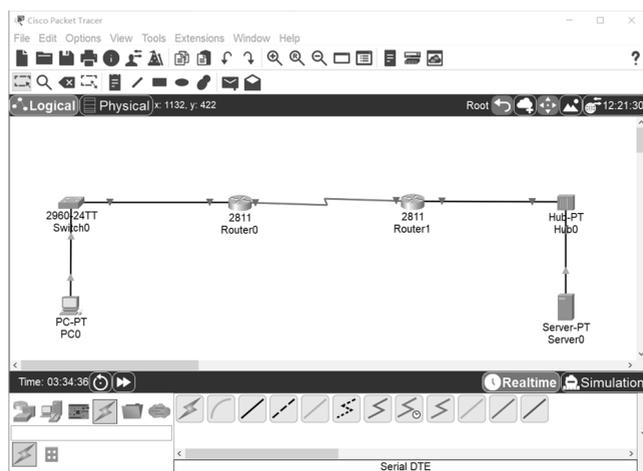


图 1-12 Router0 与 Router1 之间完成串行连接

#### 4. 接口状态指示灯

完成网络设备之间的连接后，可以看到各网络设备相关接口的状态指示灯。例如在图 1-9 中，Switch0 自身与 PC0 进行连接的接口的状态指示灯为橙色小圆圈；而在图 1-10 中，该接口状态指示灯变为了绿色正三角。又例如在图 1-12 中，Router0 与 Router1 进行了连接，它们各自的接口状态指示灯为红色倒三角。

表 1-1 给出了各种接口状态指示灯的含义。

表 1-1 各种接口状态指示灯的含义

各种接口状态指示灯	含 义
橙色小圆圈	接口处于阻塞状态
绿色正三角	接口处于开启状态
红色倒三角	接口处于关闭状态

## 5. 显示接口名称

为了方便用户看出两个网络设备分别通过自己的哪个接口进行连接，可将接口名称显示在接口旁边。依次选择菜单栏中的“Options”→“Preferences...”选项，在弹出的“Preferences”对话框中，选择“Interface”选项卡，勾选“Always Show Port Labels in Logical Workspace”选项即可，如图 1-13 所示。

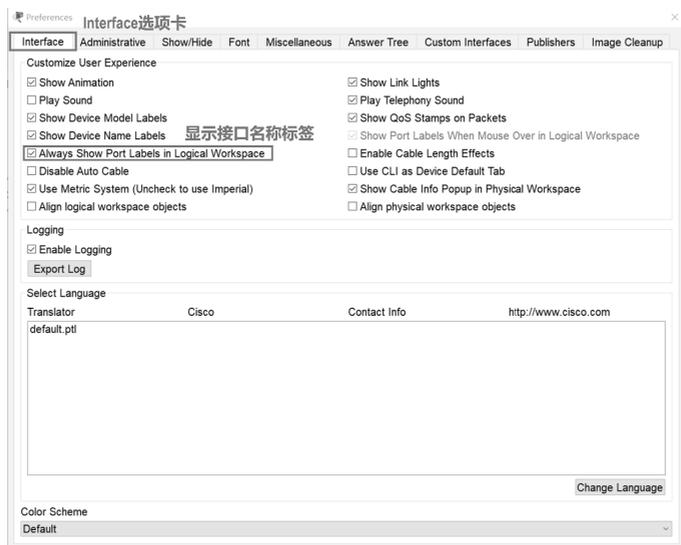


图 1-13 在“Interface”选项卡中勾选“Always Show Port Labels in Logical Workspace”选项

在接口旁边显示接口名称标签的效果如图 1-14 所示，可以看出以下接口连接关系：

- (1) PC0 通过自己的接口 Fa0 与 Switch0 的接口 Fa0/1 连接。
- (2) Switch0 通过自己的接口 Fa0/2 与 Router0 的接口 Fa0/0 连接。
- (3) Router0 通过自己的接口 Se1/0 与 Router1 的接口 Se1/0 连接。
- (4) Router1 通过自己的接口 Fa0/0 与 Hub0 的接口 Fa1 连接。
- (5) Hub0 通过自己的接口 Fa0 与 Server0 的接口 Fa0 连接。

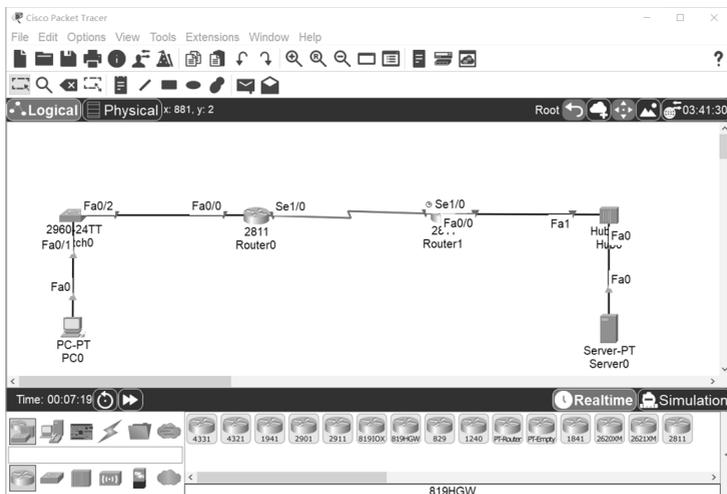


图 1-14 在接口旁显示接口名称标签

## 6. 放置注释信息

从图 1-14 可以看出，各网络设备旁边显示了设备的型号标签和名称标签，网络设备的各接口旁边显示了接口的名称标签。然而，某些标签之间出现了重叠、有些标签遮挡了接口状态指示灯、有些标签被传输介质遮挡。为了让所构建的网络拓扑看起来更加清晰明了，建议用户参看图 1-7 和图 1-13，设置 Packet Tracer 软件不显示设备型号标签、设备名称标签以及接口名称标签。

用户可在设备和接口旁边的合适位置放置相应的注释信息（设备型号、设备名称以及接口名称）。选择工作区工具箱里的“Place Note (N)”（放置注释）图标, 然后在逻辑工作区中的合适位置单击，即可添加文本框，在文本框中输入信息即可，如图 1-15 所示。

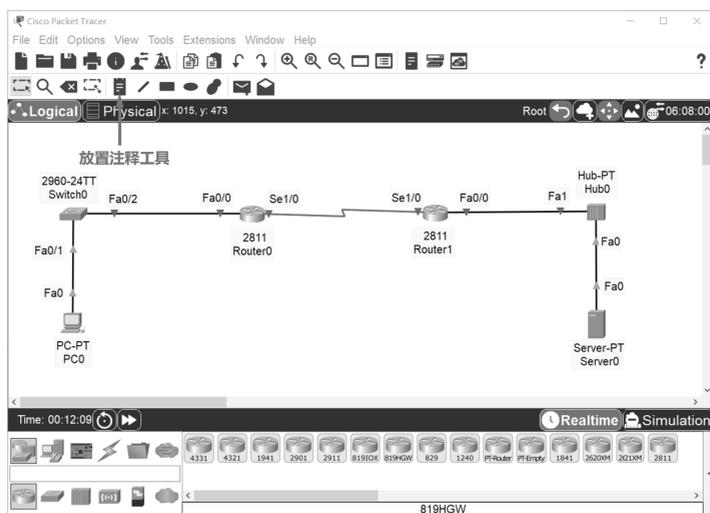


图 1-15 在逻辑工作区中的合适位置放置注释信息

在文本框中输入完信息后，可移动鼠标指针到逻辑工作区中另一个需要添加注释信息的位置，单击添加文本框，之后在文本框中输入所需的信息。以此类推，可在逻辑工作区中连续添加多条注释信息。如果不再需要添加注释信息，则按键盘上的 Esc 键退出添加注释状态。

除了网络设备的型号、名称、接口名称，建议读者在相关网络设备旁边放置相应的网络参数（例如 IP 地址、子网掩码、默认网关的 IP 地址、静态路由条目等），如图 1-16 所示。

在相关网络设备旁边放置相应网络参数的主要目的有：

- 方便对网络设备进行参数配置。
- 方便进行网络测试。
- 方便进行网络协议分析。

在工作区工具箱中还有    等绘图工具，分别用于画线、画矩形、画椭圆以及画任意形状，用户可根据需要，使用这些绘图工具给网络拓扑图添加丰富多彩的注释信息。

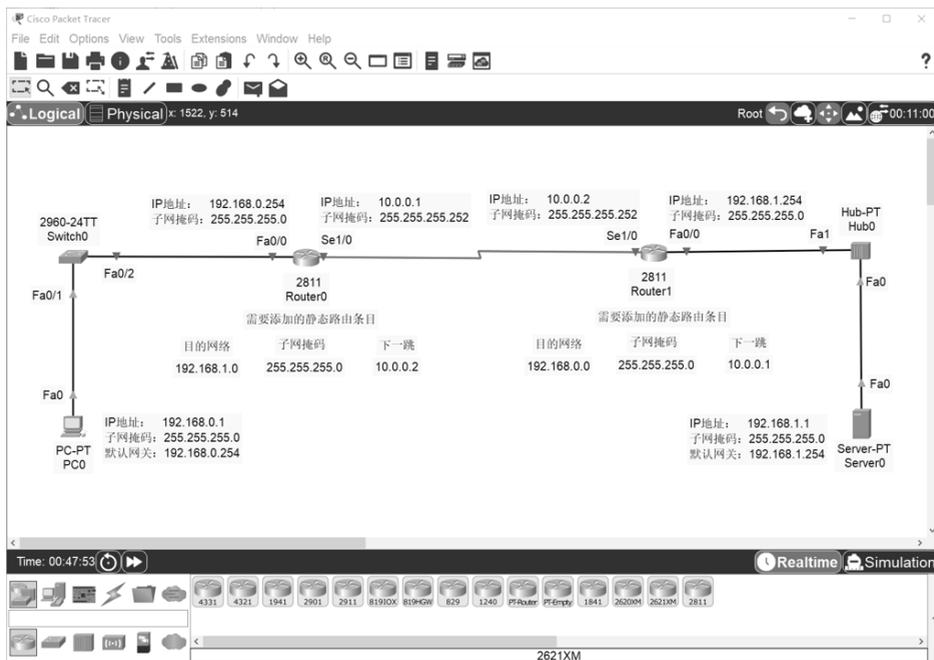


图 1-16 在相关设备或接口旁边放置网络参数信息

### 1.2.3 配置网络设备

在构建好网络拓扑后，还需要对网络拓扑中的相关网络设备进行配置，表 1-2 给出了常见网络设备一般需要配置的网络参数。



表 1-2 常见网络设备一般需要配置的网络参数

常见网络设备	一般需要配置的网络参数
PC（个人计算机）	IP 地址、子网掩码、默认网关的 IP 地址、DNS 服务器的 IP 地址
Server（服务器）	IP 地址、子网掩码、默认网关的 IP 地址、DNS 服务器的 IP 地址 应用层服务（DHCP、DNS、HTTP、FTP 等）相关参数
Hub（集线器）	无须配置网络参数
Switch（交换机）	一般应用无须配置网络参数，除非有划分 VLAN、链路聚合等应用
Router（路由器）	相关接口的 IP 地址、子网掩码 需要添加的静态路由条目或配置并启动路由选择协议

#### 1. 配置计算机

在图 1-16 所示的网络拓扑中，单击 PC0，在弹出的对话框中选择“Desktop”选项卡，然后单击“IP Configuration”图标打开“IP Configuration”对话框，在该对话框中配置 PC0 的 IPv4 Address（IPv4 地址）为 192.168.0.1，Subnet Mask（子网掩码）为 255.255.255.0，Default Gateway（默认网关）的 IP 地址为 192.168.0.254，DNS Server（DNS 服务器）的 IP 地址保持默认的 0.0.0.0，如图 1-17 所示。

请读者注意，上述网络参数需要由人工进行配置，属于静态配置，而不是通过动态主机配置协议（DHCP）从 DHCP 服务器动态获取。因此，需要首先勾选“Static”（静态）选项，然后才能进行配置。

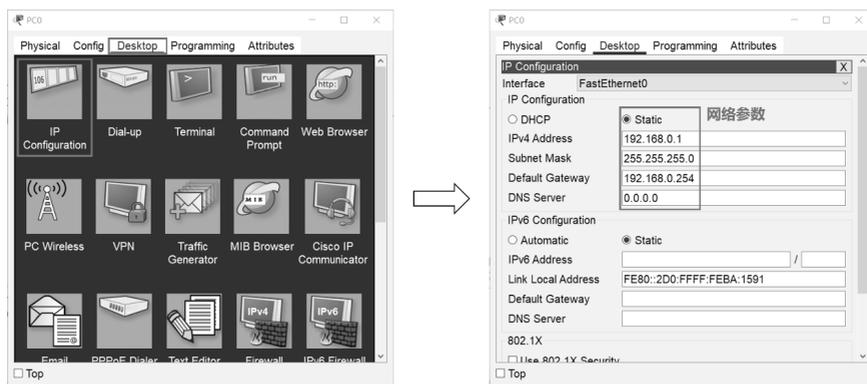


图 1-17 给计算机配置网络参数

## 2. 配置服务器

(1) 给服务器配置 IP 地址、子网掩码、默认网关的 IP 地址等网络参数。

给服务器配置 IP 地址、子网掩码、默认网关的 IP 地址等网络参数的操作，与给计算机配置这些网络参数的操作是相同的，就不再赘述了。请参照图 1-16 中标注在 Server0 旁边的网络参数对 Server0 进行配置，Server0 的 IPv4 Address (IPv4 地址) 为 192.168.1.1、Subnet Mask (子网掩码) 为 255.255.255.0、Default Gateway (默认网关) 的 IP 地址为 192.168.1.254、DNS Server (DNS 服务器) 的 IP 地址保持默认的 0.0.0.0 即可。

(2) 对服务器提供的应用层服务 (例如 DHCP、DNS、HTTP、FTP) 进行配置。

下面以配置图 1-16 中 Server0 提供的 HTTP 服务为例进行介绍。

单击 Server0，在弹出的对话框中选择“Services”选项卡，在该选项卡左侧的“SERVICES”列表中选择“HTTP”服务，在“SERVICES”列表右侧会出现“HTTP”服务的相关配置内容。默认情况下，“HTTP”服务和“HTTPS”服务处于 On (开启) 状态。如果有需要，可以在“File Manager”中 edit (编辑) 或 delete (删除) Packet Tracer 软件默认提供的相关 HTML 文件，也可以 New File (新建文件) 或 Import (导入) 用户自己的 HTML 文件，如图 1-18 所示。

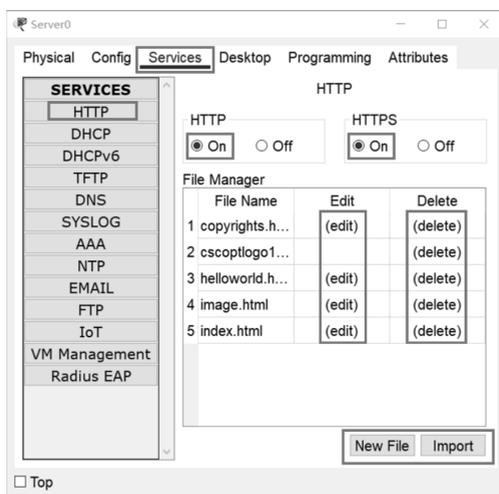


图 1-18 给服务器配置 HTTP 服务

### 3. 配置路由器

相较于计算机，路由器需要配置的内容较多，例如给路由器相关接口配置 IP 地址和子网掩码、给路由器添加静态路由条目，以及配置并启动路由器的路由选择协议（例如路由信息协议（RIP）或开放最短路径优先（OSPF）协议）等。

需要说明的是，尽管 Packet Tracer 软件为交换机和路由器提供了图形用户界面和命令行界面两种配置方式，但是图形用户界面配置方式的功能有限，对于稍微复杂一点的仿真实验就无法满足配置需求。因此，本书后续的各仿真实验都采用命令行界面配置方式，对仿真实验中的相关交换机和路由器进行配置。

下面以配置图 1-16 中的路由器 Router0 为例进行介绍。

(1) 给路由器相关接口配置 IP 地址和子网掩码。

单击 Router0，在弹出的对话框中选择“CLI”选项卡进入命令行界面选项卡。在命令行界面选项卡中，包含有思科互联网操作系统（Internetwork Operation System, IOS）命令行界面，提供了与真实思科网络设备完全相同的配置界面和配置过程，通过输入 IOS 配置命令来完成配置，如图 1-19 所示。

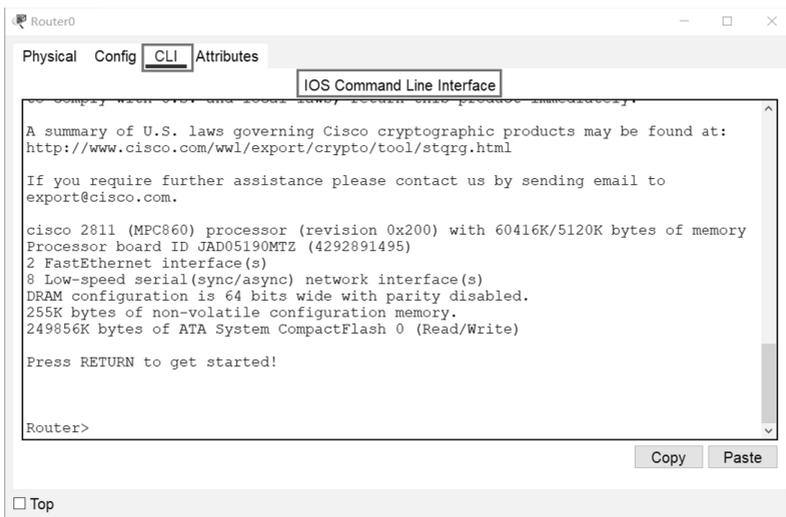


图 1-19 IOS 命令行界面

在路由器 Router0 的命令行界面中输入以下 IOS 命令，为其相关接口配置 IPv4 地址和子网掩码。

```
Router>enable // 从用户执行模式进入特权执行模式
Router#configure terminal // 从特权执行模式进入全局配置模式
Router(config)#interface FastEthernet0/0 // 从全局配置模式进入接口 FastEthernet0/0 的
// 配置模式
Router(config-if)#ip address 192.168.0.254 255.255.255.0 // 配置接口的 IPv4 地址和子网掩码
Router(config-if)#no shutdown // 开启接口，路由器接口默认是关闭状态，
// 需要手动开启
Router(config-if)#interface Serial1/0 // 进入接口 Serial1/0 的配置模式
Router(config-if)#ip address 10.0.0.1 255.255.255.252 // 配置接口的 IPv4 地址和子网掩码
Router(config-if)#no shutdown // 开启接口
Router(config-if)#exit // 退出接口配置模式回到全局配置模式
```

上述配置过程如图 1-20 所示。

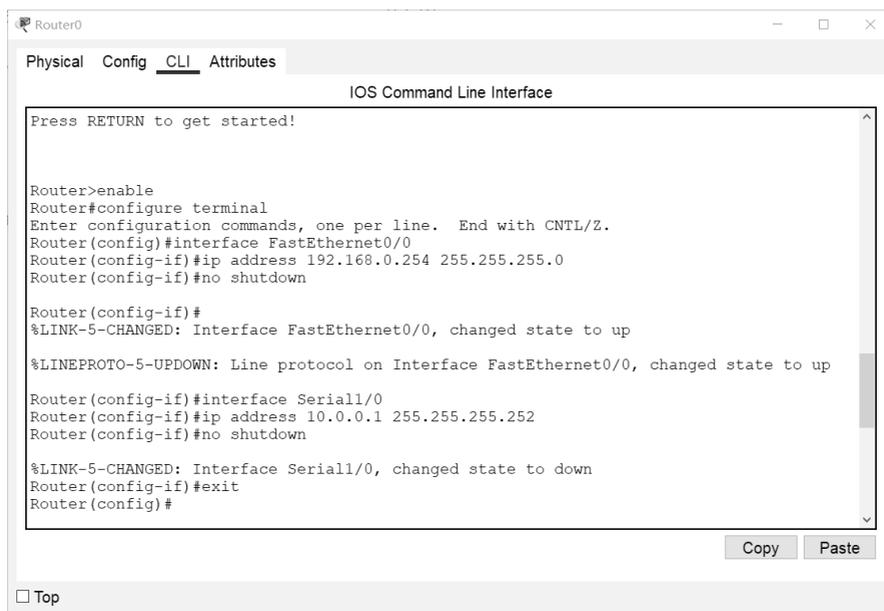


图 1-20 通过 IOS 命令行给路由器 Router0 相关接口配置 IPv4 地址和子网掩码

请参照上述方法，给图 1-16 中路由器 Router1 的相关接口配置 IPv4 地址和子网掩码。Router1 的接口 Serial1/0（图 1-16 中相关注释为简写形式 Se1/0）的 IPv4 地址为 10.0.0.2，子网掩码为 255.255.255.252；Router1 的接口 FastEthernet0/0（图 1-16 中相关注释为简写形式 Fa0/0）的 IPv4 地址为 192.168.1.254，子网掩码为 255.255.255.0。

## （2）给路由器添加静态路由条目。

当给路由器的相关接口配置了 IPv4 地址和子网掩码后，路由器就可自行得出各相关接口的直连网络地址，并且将每个直连网络地址作为一条路由条目添加到路由表中。然而，路由器并不知道有哪些非直连网络存在。因此，需要人工为路由器添加到达非直连网络的静态路由条目，也可以人工配置并启动路由器的路由选择协议（例如路由信息协议（RIP）或开放最短路径优先（OSPF）协议），由路由器通过路由选择协议自动获取到达非直连网络的路由。

下面以给图 1-16 中的路由器 Router0 和 Router1 各添加一条静态路由条目为例进行介绍。

在路由器 Router0 的命令行界面中输入以下 IOS 命令，为其添加一条到达服务器 Server0 的静态路由条目，其中目的网络地址为 192.168.1.0、子网掩码为 255.255.255.0、下一跳地址为 10.0.0.2。

```

Router>enable // 从用户执行模式进入特权执行模式
Router#configure terminal // 从特权执行模式进入全局配置模式
Router(config)#ip route 192.168.1.0 255.255.255.0 10.0.0.2 // 添加一条静态路由条目：
// 目的网络地址为 192.168.1.0
// 子网掩码为 255.255.255.0
// 下一跳地址为 10.0.0.2
  
```

在路由器 Router1 的命令行界面中输入以下 IOS 命令，为其添加一条到达计算机 PC0 的静态路由条目，其中目的网络地址为 192.168.0.0、子网掩码为 255.255.255.0、下一跳地址为 10.0.0.1。

```

Router>enable // 从用户执行模式进入特权执行模式
Router#configure terminal // 从特权执行模式进入全局配置模式
Router(config)#ip route 192.168.0.0 255.255.255.0 10.0.0.1 // 添加一条静态路由条目：
10.0.0.1 // 目的网络地址为 192.168.0.0
// 子网掩码为 255.255.255.0
// 下一跳地址为 10.0.0.1

```

## 1.2.4 进行网络测试

在完成构建网络拓扑和配置网络设备的工作后，可以进行以下基本网络测试：



- 在计算机或路由器的命令行中使用“ping”命令测试网络设备之间的连通性。
- 在计算机的命令行中使用“tracert”命令跟踪到达某个目的主机的路由。

除上述基本的网络测试外，还可测试服务器提供的相关服务。例如，在计算机中使用浏览器访问服务器默认提供的 Web 页，即进行 HTTP 服务测试。

### 1. 使用“ping”命令测试网络设备之间的连通性

一般情况下，网络设备之间的连通性测试应该在“实时”工作模式下进行。在进行测试之前，首先要确保各相关网络设备的相关接口处于开启状态。有些情况下，在给设备配置好网络参数之后，设备并不能立刻正常工作，设备接口可能需要经过一段时间才能处于开启状态。为了减少用户的等待时间，可在“实时”工作模式下单击几次播放控制栏中的“Fast Forward Time (Alt + D)”（快速前进）按钮，直到相关设备接口的状态指示灯变成绿色正三角（表明接口处于开启状态）。上述网络设备之间连通性测试前的准备工作，如图 1-21 所示。

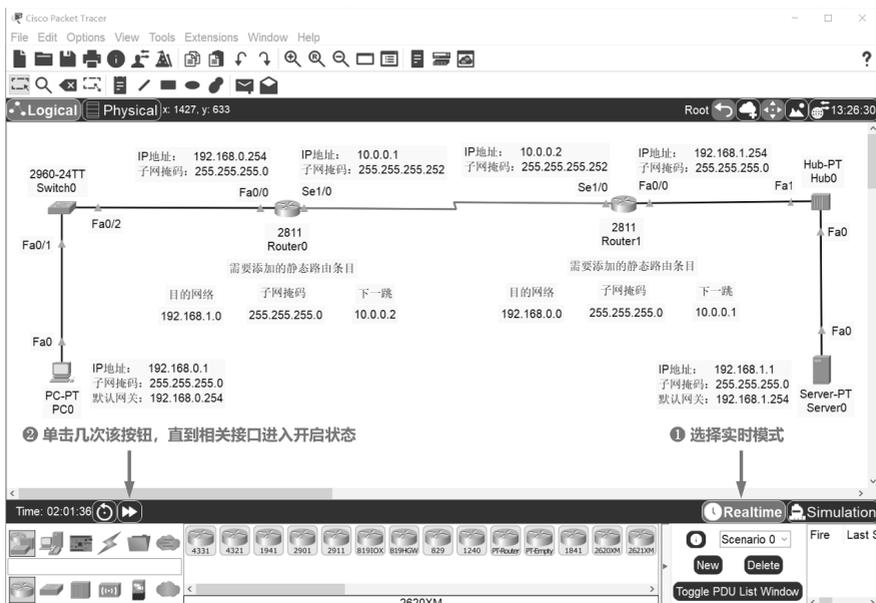


图 1-21 网络设备之间连通性测试前的准备工作

下面以测试图 1-21 中计算机 PC0 与服务器 Server0 之间的连通性为例进行介绍。

在图 1-21 所示的网络拓扑中，单击 PC0，在弹出的对话框中选择“Desktop”选项卡，

然后单击“Command Prompt”图标，打开 PC0 的命令行界面，如图 1-22 所示。

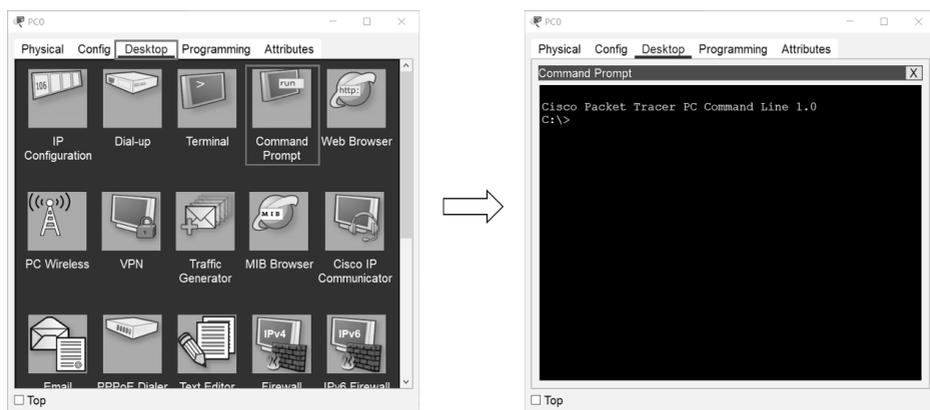


图 1-22 打开计算机的命令行界面

在 PC0 的命令行中输入“ping 192.168.1.1”，测试 PC0 与 Server0 的连通性。其中，“ping”是命令，“192.168.1.1”是命令参数（即 Server0 的 IPv4 地址），命令与参数之间需要有一个空格，如图 1-23 所示。

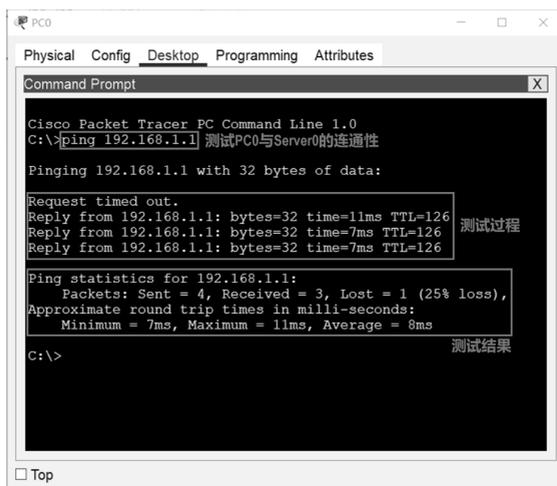


图 1-23 测试计算机 PC0 与服务器 Server0 的连通性

从图 1-23 所示的测试过程可以看出，PC0 向 Server0 发送请求，Server0 收到后给 PC0 发回响应。共进行了 4 次测试，第 1 次出现了超时，之后 3 次都是成功的，这表明 PC0 与 Server0 之间可以正常通信。至于第 1 次为什么会发生超时，将在后续相关仿真实验中进行介绍，本节不再深入介绍。

## 2. 使用“tracert”命令跟踪路由

除测试网络设备之间的连通性，还可测试某网络设备与另一个网络设备之间的路由包含哪些路由器，即跟踪路由。

下面以跟踪图 1-21 中计算机 PC0 到服务器 Server0 的路由为例进行介绍。

在 PC0 的命令行中输入“tracert 192.168.1.1”来跟踪 PC0 到 Server0 的路由。其中，“tracert”是命令，“192.168.1.1”是命令参数（即 Server0 的 IPv4 地址），命令与参数之间

需要有一个空格，如图 1-24 所示。

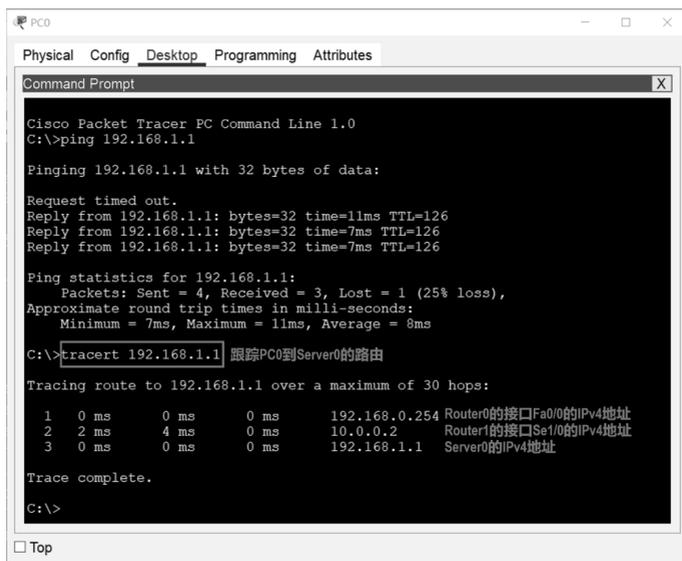


图 1-24 跟踪计算机 PC0 到服务器 Server0 的路由

从图 1-24 所示的跟踪过程可以看出，PC0 到 Server0 的路由中包含 2 “跳”（2 hops），即经过两个路由器。从图 1-21 中可知，192.168.0.254 是 Router0 的接口 Fa0/0 的 IPv4 地址，10.0.0.2 是 Router1 的接口 Se1/0 的 IPv4 地址。

### 3. 测试服务器提供的相关服务

除测试网络设备之间的连通性和跟踪路由，还可测试服务器提供的各种应用层服务。下面以测试图 1-21 中服务器 Server0 提供的 HTTP 服务为例进行介绍。

在图 1-21 所示的网络拓扑中，单击 PC0，在弹出的对话框中选择“Desktop”选项卡，然后单击“Web Browser”图标打开 PC0 的 Web 浏览器界面，如图 1-25 所示。

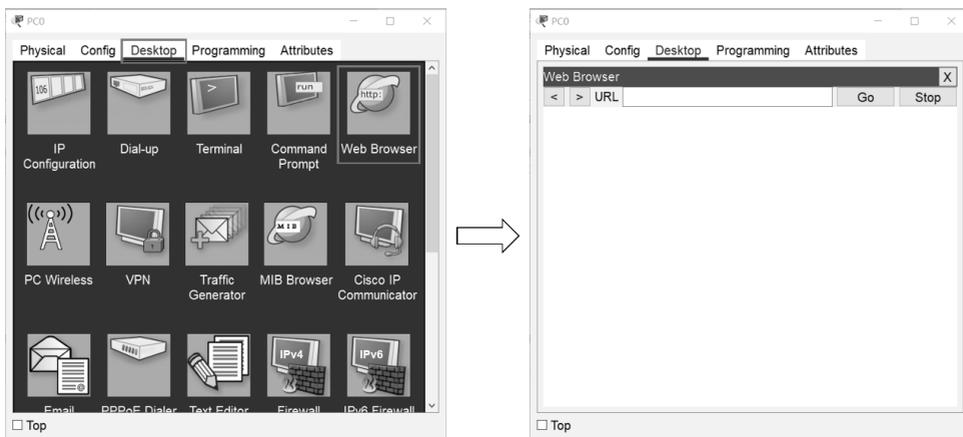


图 1-25 打开计算机的 Web 浏览器界面

在图 1-25 所示的 Web 浏览器的 URL 地址栏中，输入服务器 Server0 的 IPv4 地址 192.168.1.1，然后单击“Go”按钮，若在 Web 浏览器中显示出 Packet Tracer 软件默认提供的 Web 页面，则表明 Server0 能够正常提供 HTTP 服务，如图 1-26 所示。

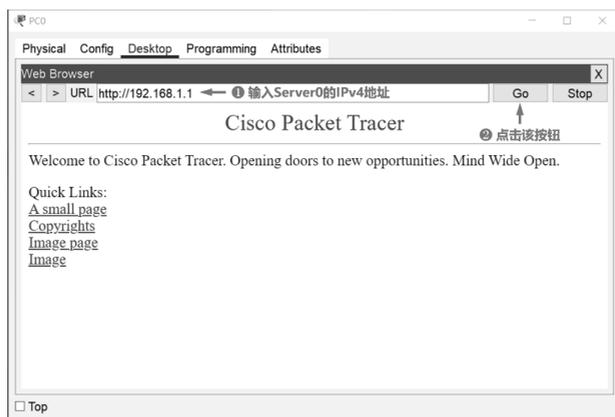


图 1-26 计算机 PC0 访问服务器 Server0 提供的 HTTP 服务

#### 4. 让计算机发送数据包

在进行网络测试时，有时需要让网络中的某个计算机向另一个计算机发送单播数据包或向其他所有计算机发送广播数据包。

(1) 让网络中的某个计算机向另一个计算机发送单播数据包。

下面以图 1-21 中计算机 PC0 给服务器 Server0 发送一个单播数据包为例进行介绍。请按图 1-27 的步骤进行以下操作：

- ❶ 切换到“Simulation”（模拟）工作模式。
- ❷ 在工作区工具箱中，选择“Add Simple PDU (P)”（添加简单 PDU）的图标，此时鼠标指针也将变为该图标。
- ❸ 单击发送该 PDU 的源计算机 PC0。
- ❹ 单击接收该 PDU 的目的服务器 Server0。
- ❺ 使用播放控制栏中的“Capture then Forward”（捕获并前进）按钮进行单步模拟，观察数据包的传送过程。

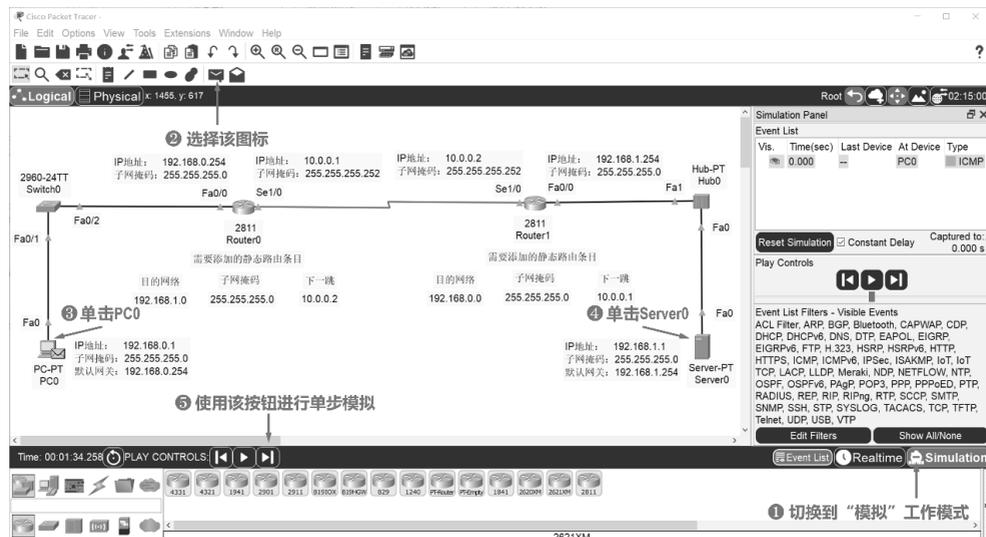


图 1-27 让计算机 PC0 给服务器 Server0 发送一个单播数据包

需要说明的是，上述 PC0 给 Server0 发送的数据包（协议数据单元（PDU）），实际上是一个以太网单播帧（目的 MAC 地址为 Server0 的 MAC 地址），其数据载荷封装有单播 IP 数据报（目的 IP 地址为 Server0 的 IP 地址），而单播 IP 数据报的数据载荷封装有 ICMP 回送请求报文。

（2）让网络中的某个计算机向其他所有计算机发送广播数据包。

下面以图 1-21 中计算机 PC0 发送一个广播数据包为例进行介绍。请按图 1-28 的步骤进行以下操作：

- ① 切换到“Simulation”（模拟）工作模式。
- ② 在工作区工具箱中，选择“Add Complex PDU (C)”（添加复杂 PDU）的图标, 此时鼠标指针也会发生相应变化。
- ③ 单击发送该 PDU 的源计算机 PC0，将会出现“Create Complex PDU”（创建复杂 PDU）对话框。
- ④ 选择“PING”应用。
- ⑤ 输入“Destination IP Address”（目的 IP 地址），为 255.255.255.255，即广播 IP 地址。
- ⑥ 输入“Source IP Address”（源 IP 地址），为 192.168.0.1，即计算机 PC0 的 IP 地址。
- ⑦ 输入“Sequence Number”（序号），为 1。
- ⑧ 输入“One Shot Time”（单次时间），为 1（秒）。
- ⑨ 单击“Create PDU”（创建 PDU）按钮，然后再次单击发送该 PDU 的源主机，即计算机 PC0。
- ⑩ 使用播放控制栏中的“Capture then Forward”（捕获并前进）按钮进行单步模拟，观察数据包的传送过程。

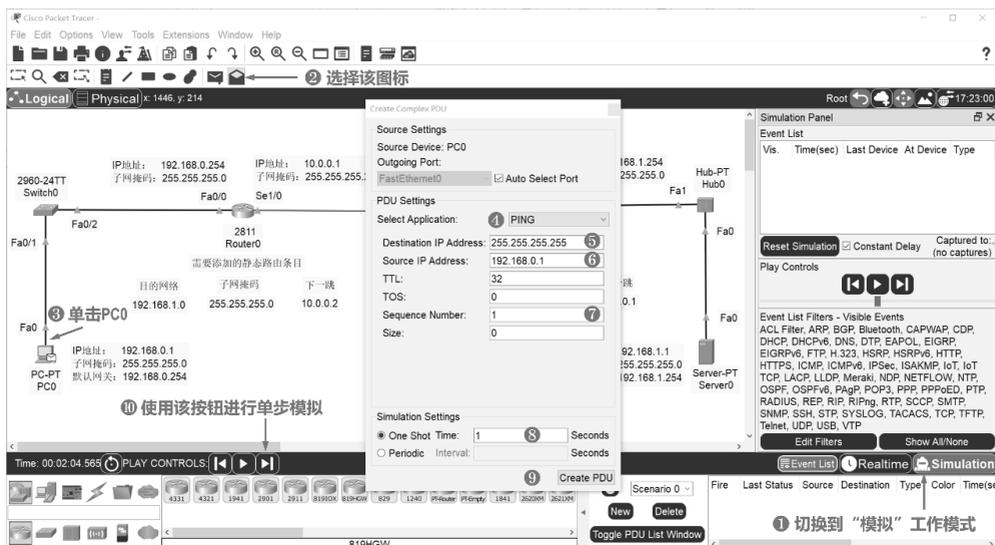


图 1-28 让计算机 PC0 发送一个广播数据包

需要说明的是，上述 PC0 发送的数据包（协议数据单元（PDU）），实际上是一个以太网广播帧（目的 MAC 地址为广播地址，即 FF-FF-FF-FF-FF-FF），其数据载荷封装有广

播 IP 数据报（目的 IP 地址为广播地址，即 255.255.255.255），而广播 IP 数据报的数据载荷封装有 ICMP 回送请求报文。

## 1.2.5 查看网络设备的相关网络信息

在进行仿真实验的过程中，用户可能需要查看相关网络设备的某些网络信息。例如，计算机和路由器相关接口的 IP 地址和子网掩码、计算机和路由器的 ARP 缓存表、路由器的路由表、以太网交换机的帧转发表等。



### 1. 查看计算机的相关网络信息

#### (1) 查看计算机的端口状态汇总表。

下面以查看图 1-21 所示网络拓扑中计算机 PC0 的端口状态汇总表为例进行介绍，请按照图 1-29 所示的步骤进行以下操作：

- ① 在工作区工具箱中选择“Inspect (I)”（查看）图标.
- ② 在工作区中单击 PC0。
- ③ 在弹出菜单中选择“Port Status Summary Table”（端口状态汇总表）。
- ④ 弹出的对话框就是 PC0 的端口状态汇总表。在 PC0 的端口状态汇总表中，显示了 PC0 的各个端口（例如 FastEthernet0 和 Bluetooth）的状态（Up 或 Down）、IPv4 地址、IPv6 地址、MAC 地址、默认网关（Gateway）的 IPv4 地址、DNS 服务器（DNS Server）的 IPv4 地址等信息。

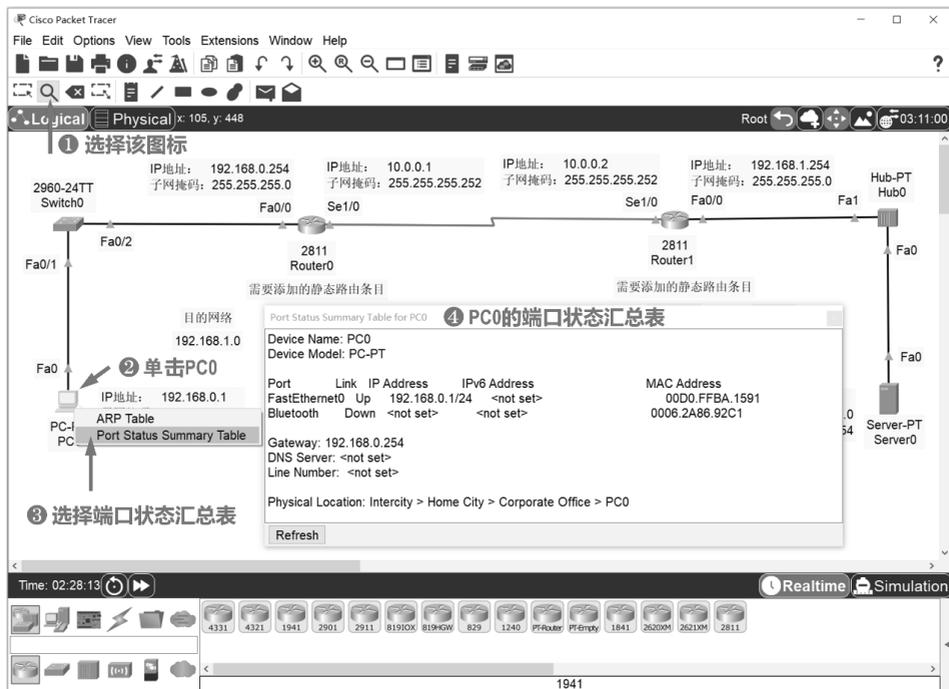


图 1-29 查看计算机的端口状态汇总表

#### (2) 查看计算机的 ARP 缓存表。

下面以查看图 1-21 所示网络拓扑中计算机 PC0 的 ARP 缓存表为例进行介绍。

使用工作区工具箱中的“Inspect (I)”（查看）工具查看 PC0 的 ARP 缓存表的操作，与之前介绍过的使用该工具查看 PC0 的端口状态汇总表的操作类似，就不再赘述了。另外，还可在 PC0 的命令行中输入“arp -a”来查看 PC0 的 ARP 缓存表。其中，“arp”是命令，“-a”是命令参数，命令与参数之间需要有一个空格。请按图 1-30 所示的步骤进行以下操作：

❶ 首先在 PC0 的命令行使用“ping 192.168.1.1”测试 PC0 与 Server0 的连通性，这是为了使 PC0 通过 ARP 获取到路由器 Router0 的接口 Fa0/0 的 MAC 地址。

❷ 使用“arp -a”查看 PC0 的 ARP 缓存表，可以看到 ARP 缓存表中已经保存有 Router0 的接口 Fa0/0 的 MAC 地址（0060.4771.2801）与 IPv4 地址（192.168.0.254）的对应关系条目，该条目的类型为“dynamic”（动态），这是因为该条目是通过 ARP 动态获取到的，而不是人工静态配置的。动态类型的 ARP 条目在一段时间后会 被自动删除。

❸ 使用“arp -d”清空 PC0 的 ARP 缓存表。

❹ 再次使用“arp -a”查看 PC0 的 ARP 缓存表，可以看到 ARP 缓存表中已经没有 ARP 条目了。

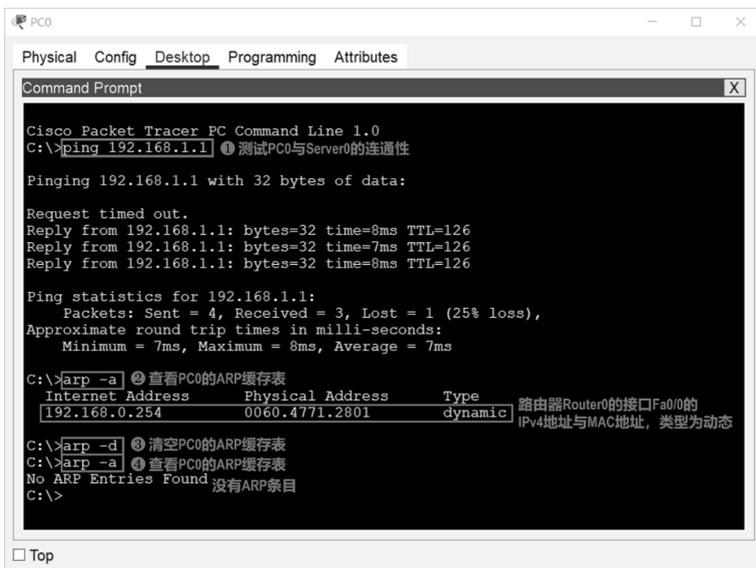


图 1-30 查看计算机的 ARP 缓存表

## 2. 查看交换机的相关网络信息

### (1) 查看交换机的端口状态汇总表。

使用工作区工具箱中的“Inspect (I)”（查看）工具查看交换机的端口状态汇总表的方法，与之前介绍过的查看计算机的端口状态汇总表的方法相同，就不再赘述了。

### (2) 查看交换机的帧转发表（Packet Tracer 中称为“MAC Table”）。

下面以查看图 1-21 所示网络拓扑中交换机 Switch0 的帧转发表为例进行介绍。

使用工作区工具箱中的“Inspect (I)”（查看）工具查看 Switch0 的帧转发表的操作，与之前介绍过的使用该工具查看计算机的端口状态汇总表的操作类似，就不再赘述了。另外，还可在 Switch0 的 IOS 命令行中使用相关命令查看或清空 Switch0 的帧转发表，具体命令如下所示。

```
Switch>enable // 从用户执行模式进入特权执行模式
Switch#show mac-address-table // 显示帧转发表 (MAC 地址表)
Switch#clear mac-address-table // 清空帧转发表
```

首先在计算机 PC0 的命令行使用“ping 192.168.1.1”测试 PC0 与服务器 Server0 的连通性。在此过程中，交换机 Switch0 会学习到 PC0 的 MAC 地址与 Switch0 自身的接口 Fa0/1 对应，且路由器 Router0 的接口 Fa0/0 与 Switch0 自身的接口 Fa0/2 对应。之后在 Switch0 的 IOS 命令行使用“show mac-address-table”查看 Switch0 的帧转发表或使用“clear mac-address-table”清空 Switch0 的帧转发表，如图 1-31 所示。



图 1-31 查看交换机的帧转发表

### 3. 查看路由器的相关网络信息

#### (1) 查看路由器的端口状态汇总表。

使用工作区工具箱中的“Inspect (I)”（查看）工具查看路由器的端口状态汇总表的方法，与之前介绍过的查看计算机的端口状态汇总表的方法相同，就不再赘述了。

#### (2) 查看路由器的 ARP 缓存表。

下面以查看图 1-21 所示网络拓扑中路由器 Router0 的 ARP 缓存表为例进行介绍。

使用工作区工具箱中的“Inspect (I)”（查看）工具查看 Router0 的 ARP 缓存表的操作，与之前介绍过的使用该工具查看计算机的端口状态汇总表的操作类似，就不再赘述了。另外，还可在 Router0 的 IOS 命令行中使用相关命令查看 Router0 的 ARP 缓存表，具体命令如下所示。

```
Router>enable // 从用户执行模式进入特权执行模式
Router#show arp // 显示 ARP 缓存表
```

首先在计算机 PC0 的命令行使用“ping 192.168.1.1”测试 PC0 与服务器 Server0 的连通性。目的在于使 PC0 通过 ARP 获取到路由器 Router0 的接口 Fa0/0 的 MAC 地址，与此同时，Router0 也就知道了 PC0 的 IPv4 地址（192.168.0.1）与 MAC 地址（00D0.FFBA.1591）的对应关系。之后在 Router0 的 IOS 命令行使用“show arp”查看 Router0 的 ARP 缓存表，如图 1-32 所示。

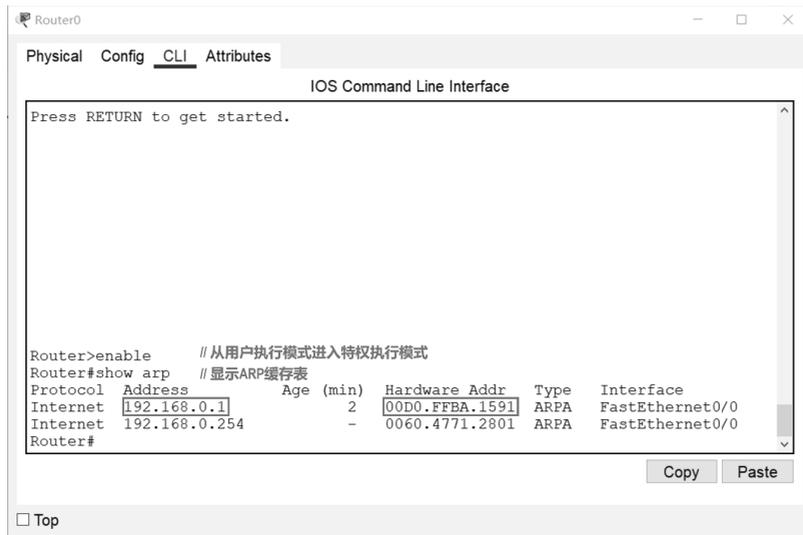


图 1-32 查看路由器的 ARP 缓存表

需要说明的是，在 IOS 命令行使用“clear arp”清空路由器的 ARP 缓存表是无效的。有兴趣的读者可先完成一些仿真实验，在具备了单步模拟和协议分析的能力后，针对该问题进行仿真实验，进而找出造成该问题的具体原因。

如果有清空路由器 ARP 缓存表的需要，可关闭路由器的相关接口（之后再开启），如图 1-33 所示。

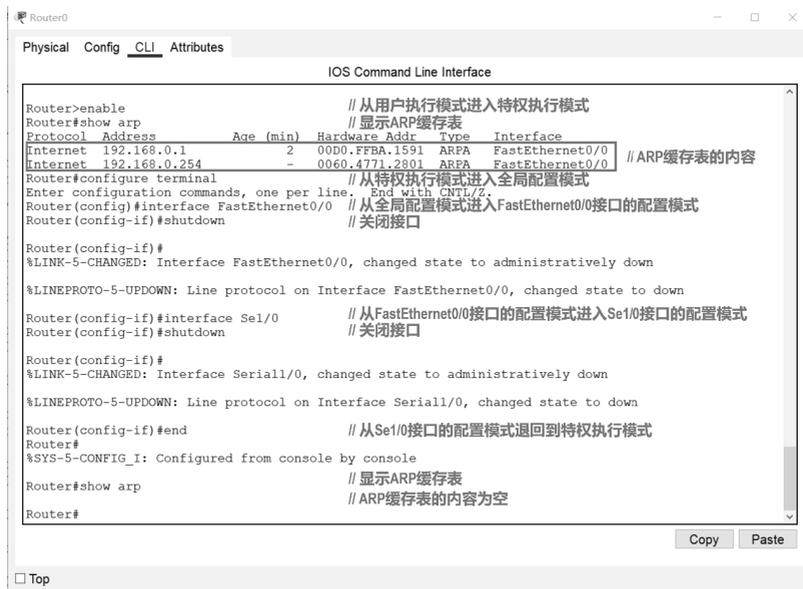


图 1-33 清空路由器的 ARP 缓存表

### (3) 查看路由器的路由表。

下面以查看图 1-21 所示网络拓扑中路由器 Router0 的路由表为例进行介绍。

使用工作区工具箱中的“Inspect (I)”（查看）工具查看 Router0 的路由表的操作，与之前介绍过的使用该工具查看计算机的端口状态汇总表的操作类似，就不再赘述了。另

外，还可在 Router0 的 IOS 命令行中使用相关命令查看 Router0 的路由表，具体命令如下所示。

```
Router>enable // 从用户执行模式进入特权执行模式
Router#show ip route // 显示路由表
```

在 Router0 的 IOS 命令行使用“show ip route”查看 Router0 的路由表，如图 1-34 所示。



图 1-34 查看路由器的路由表

在图 1-34 所示的 Router0 的路由表中，路由条目类型编码为 C 的路由条目是直连路由（例如 Router0 的接口 Serial1/0 的直连网络是 10.0.0.0/30、接口 FastEthernet0/0 的直连网络是 192.168.0.0/24）；路由条目类型编码为 S 的路由条目是人工配置的静态路由（例如目的网络地址为 192.168.1.0/24，下一跳路由器接口的地址为 10.0.0.2）。

如果需要删除某个静态路由条目，可以使用以下命令。

```
Router>enable // 从用户执行模式进入特权执行模式
Router#configure terminal // 从特权执行模式进入全局配置模式
Router(config)#no ip route 目的网络 子网掩码 下一跳 // 删除一条静态路由条目
```

## 1.2.6 单步模拟和协议分析

单步模拟和协议分析是每个仿真实验的重要环节，在网络故障排除、对网络协议工作过程的观察以及了解数据包的封装和解封等方面，发挥着重要作用。



### 1. 选择要监视的网络协议

默认情况下，Packet Tracer 软件会监视各种网络协议的相关事件，例如地址解析协议（ARP）、网际控制报文协议（ICMP）、开放最短路径优先（OSPF）协议、用户数据报协议（UDP）、传输控制协议（TCP）、路由信息协议（RIP）、边界网关协议（BGP）、动态主机配置协议（DHCP）、域名系统（DNS）、超文本传输协议（HTTP）以及文件传送协议（FTP）等。

一般情况下，每个仿真实验都不需要监视全部网络协议，根据仿真实验的需求，选择监视相关的网络协议即可。例如在图 1-29 所示的仿真实验中，若实验目的仅在于观察 HTTP 协议相关数据包的封装、传输、解封等情况，则仅选择观察 HTTP 协议的相关事件即可。请按图 1-35 所示的步骤进行以下操作：

- ① 选择“Simulation”（模拟）工作模式。
- ② 可以看到 Packet Tracer 软件默认监视各种网络协议的相关事件。
- ③ 单击“Show All/None”按钮，取消 Packet Tracer 软件默认监视的全部网络协议。
- ④ 单击“Edit Filters”按钮，弹出网络协议事件过滤器对话框。
- ⑤ 在网络协议事件过滤器对话框中选择“Misc”选项卡。
- ⑥ 勾选“HTTP”选项，以便监视 HTTP 协议的相关事件。

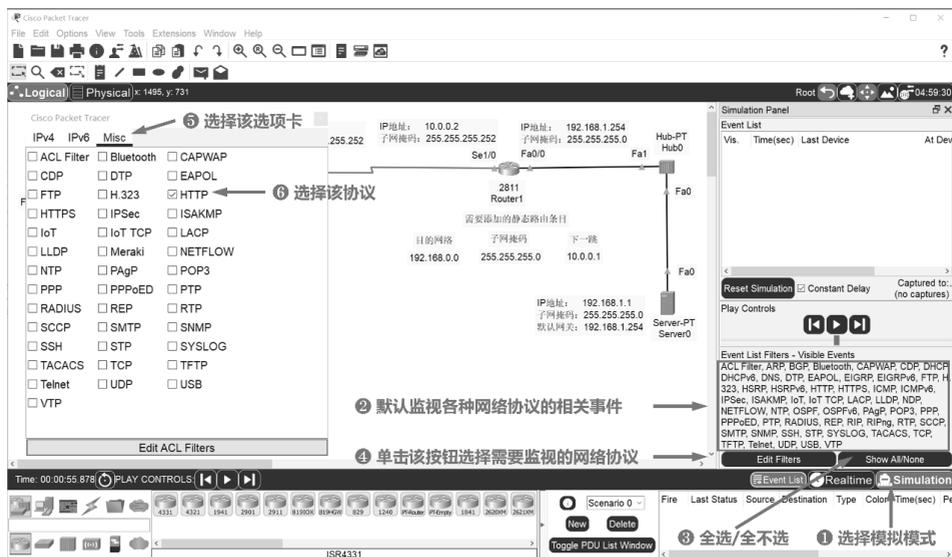


图 1-35 选择仅监视 HTTP 协议的相关事件

## 2. 单步模拟

选择好要监视的网络协议后，就可以进行单步模拟了。下面以图 1-29 所示的仿真实验为例进行介绍。请按图 1-36 所示的步骤进行以下操作：

- ① 选择“Simulation”（模拟）工作模式。
- ② 打开计算机 PC0 的网页浏览器。
- ③ 在 PC0 的网页浏览器底部勾选“Top”选项，使网页浏览器始终显示在顶层，以方便后续观察。
- ④ 在浏览器的 URL 地址栏中输入服务器 Server0 的 IP 地址 192.168.1.1。
- ⑤ 单击“Go”按钮，此时网页浏览器并不会显示任何网页信息，这是因为此时 Packet Tracer 软件处于模拟工作模式，需要由用户控制执行模拟过程。
- ⑥ 用户可使用单击控制栏中的“上一步”“下一步”以及“自动播放”按钮来控制模拟过程。

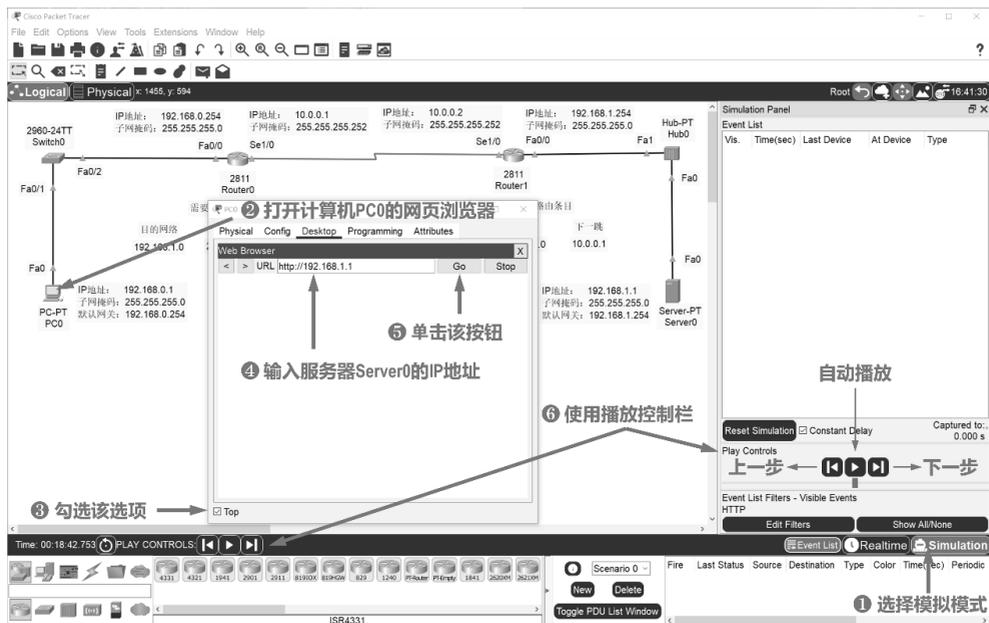


图 1-36 使用播放控制工具控制模拟过程

在图 1-36 中，单击“下一步”按钮可以进行单步模拟，也可以单击“自动播放”按钮自动播放数据包在网络中传输的全部过程。此时，在 Packet Tracer 软件的工作区中可以观察到数据包在网络中的传输动画，并且在“Event List”（事件列表）中将显示出 Packet Tracer 软件捕获到的、用户所选择监视协议（对于本仿真实验，仅监视 HTTP 协议）的相关数据包，如图 1-37 所示。

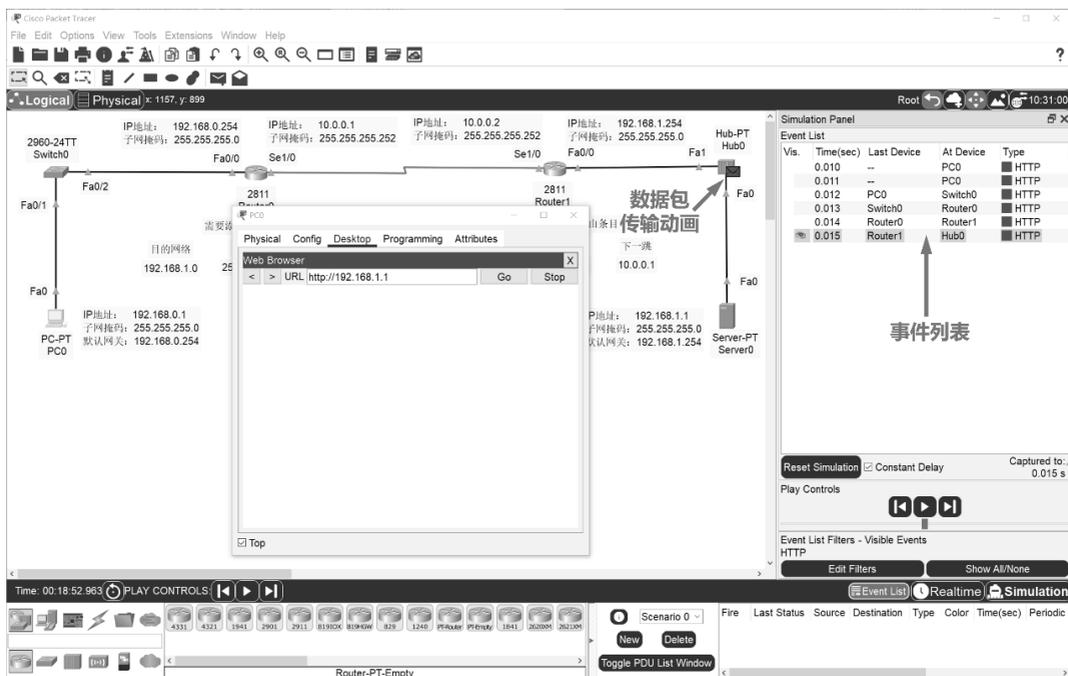


图 1-37 在模拟工作模式下观察数据包的传输过程以及软件捕获到的所选择监视协议的相关数据包

### 3. 协议分析

单击“Event List”（事件列表）中某个数据包所在条目，或在工作区中单击某个数据包的图标，即可打开该数据包的“PDU Information”（协议数据单元信息）对话框，如图 1-38 所示。

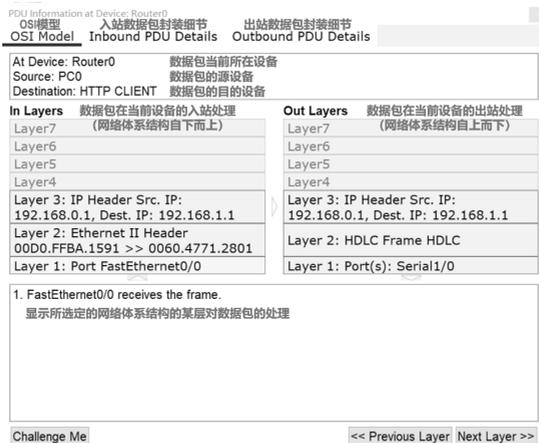


图 1-38 某个数据包的“PDU Information”对话框

在图 1-38 所示的数据包的“PDU Information”（协议数据单元信息）对话框中，包含以下三个选项卡：

- **OSI Model（OSI 模型）**：该选项卡给出了数据包在当前设备的进站处理过程（网络体系结构自下而上）和出站处理过程（网络体系结构自上而下）。单击 OSI 体系结构的某一层，会显示出该层所完成的主要工作。
- **Inbound PDU Details（进站数据包封装细节）**：该选项卡给出了设备对收到的数据包逐层解封的详细信息，如图 1-39 所示。
- **Outbound PDU Details（出站数据包封装细节）**：该选项卡给出了设备对待发送的数据包逐层封装的详细信息，如图 1-40 所示。

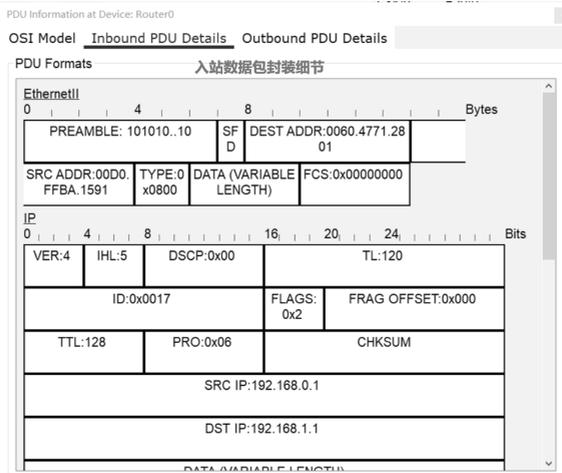


图 1-39 进站数据包封装细节

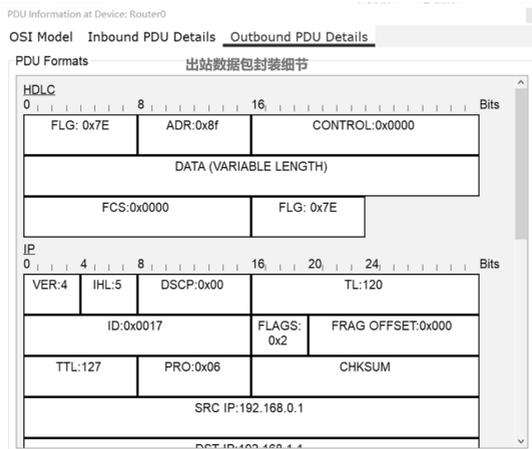


图 1-40 出站数据包封装细节

### 1.3 IOS 命令行模式



之前曾介绍过，初学者利用 Packet Tracer 软件的图形用户界面所提供的配置功能，可以完成网络设备的简单配置。然而，随着网络设计复杂性的不断增加，图形用户界面所提供的配置功能就无法满足要求了。这就需要用户能够通过命令行方式对网络设备进行配置。

思科网络设备可被看作专用计算机系统，由硬件系统和软件系统两部分组成，其核心软件系统是思科互联网操作系统（IOS）。用户通过在 IOS 命令行输入命令和参数来实现对网络设备的配置和管理。IOS 提供了以下 4 种常用命令行模式：

- 用户执行模式。
- 特权执行模式。
- 全局配置模式。
- 接口配置模式。

在不同 IOS 命令行模式下，用户具有不同的管理和配置网络设备的权限，各 IOS 命令行模式之间的切换如图 1-41 所示。



图 1-41 IOS 各命令行模式之间的切换

### 1.3.1 用户执行模式

用户登录网络设备后，首先进入的是用户执行模式。“Router>”或“Switch>”命令提示符表示处于用户执行模式，Router 表示路由器，Switch 表示交换机。

在用户执行模式下，用户只能使用一些查看命令来查看网络设备的软件、硬件、版本等信息，还可以进行简单的测试，但不能对网络设备进行配置，也不能修改网络设备的状态和控制信息。

在用户执行模式下，在命令行输入“？”可显示用户执行模式下允许使用的命令列表，例如图 1-42 所示的是路由器的用户执行模式下允许使用的命令列表。



图 1-42 路由器的用户执行模式下允许使用的命令列表

### 1.3.2 特权执行模式

在用户执行模式的命令提示符（“Router>”或“Switch>”）后输入“enable”命令，即可进入特权执行模式。“Route#”或“Switch#”命令提示符表示处于特权执行模式，Router 表示路由器，Switch 表示交换机。

在特权执行模式下，用户可对网络设备文件进行管理、查看网络设备的配置信息、进行网络测试和调试，但不能对网络设备进行配置。

在特权执行模式下，在命令行输入“？”可显示特权执行模式下允许使用的命令列表，例如图 1-43 所示的是路由器的特权执行模式下允许使用的命令列表。



图 1-43 路由器的特权执行模式下允许使用的命令列表

### 1.3.3 全局配置模式

在特权执行模式的命令提示符（“Route#”或“Switch#”）后输入“configure terminal”命令，即可进入全局配置模式。“Route(config)#”或“Switch(config)#”命令提示符表示处于全局配置模式，Router 表示路由器，Switch 表示交换机。

在全局配置模式下，用户可对整个网络设备进行全局性参数配置，例如设备名称、登录信息、路由协议和参数等。

在全局配置模式下，在命令行输入“？”可显示全局配置模式下允许使用的命令列表，例如图 1-44 所示的是路由器的全局配置模式下允许使用的命令列表。

### 1.3.4 接口配置模式

如果要对某个网络设备的某个接口进行配置，则需要从该网络设备的全局配置模式进入该接口的配置模式。在全局配置模式的命令提示符（“Route(config)#”或“Switch(config)#”）后输入“interface 接口名称”，即可进入该接口的配置模式。“Route(config-if)#”或“Switch(config-if)#”命令提示符表示处于接口配置模式，Router 表示路由器，Switch 表示交换机。

在接口配置模式下，用户可对接口进行参数配置，例如 IP 地址、子网掩码、开启/关闭接口等。

在接口配置模式下，在命令行输入“？”可显示接口配置模式下允许使用的命令列表，例如图 1-45 所示的是路由器的接口配置模式下允许使用的命令列表。



图 1-44 路由器的全局配置模式下允许使用的命令列表

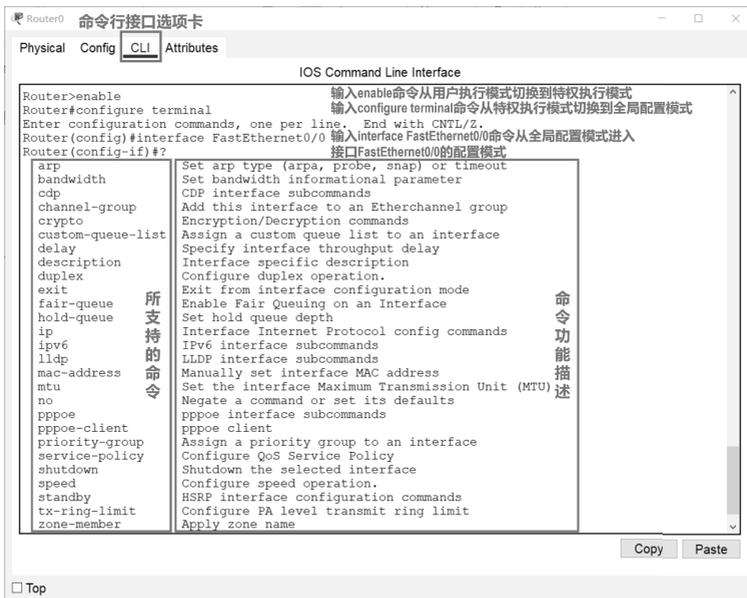


图 1-45 路由器的接口配置模式下允许使用的命令列表

## 1.4 IOS 命令辅助

思科 IOS 为了用户能够方便和高效地使用 IOS 命令，向用户提供了帮助命令、命令自动补全、命令简写、历史命令缓存、命令取消等辅助功能。



### 1.4.1 帮助命令

当用户忘记某个命令或命令中的某个参数时，可以通过输入“？”来查询命令或参数：

- 在某种 IOS 命令行模式（用户执行模式、特权执行模式、全局配置模式、接口配置模式）的命令提示符后输入“？”，将会显示该模式下所支持的命令和命令功能说明，如图 1-42~ 图 1-45 所示。
- 如果需要查询某个命令的参数，则在该命令后输入空格，然后输入“？”，将会显示该命令所支持的所有参数。如图 1-46 所示，在“Router#”命令提示符后输入“ping”命令，其后输入空格，然后输入“？”，即可列出“ping”命令所支持的所有参数和相应的功能说明。

在ping命令后输入空格，再输入“？”，  
可以显示该命令所支持的全部参数

```
Router#ping ?
WORD Ping destination address or hostname
参数 ip IP echo 参数说明
      ipv6 IPv6 echo
      <cr>
```

图 1-46 使用“？”查询命令参数

### 1.4.2 自动补全命令

输入命令的一部分后，按键盘的“Tab”键可以自动补全命令，如图 1-47 所示。

输入conf后按Tab键，自动补全出命令configure

```
Router#conf
Router#configure t
Router#configure terminal
```

输入空格和后按Tab键，  
自动补全出参数terminal

图 1-47 使用“Tab”键自动补全命令

### 1.4.3 简写命令

IOS 允许用户输入简写的命令和参数，只要用户输入的简写命令字符能够在命令列表中唯一表示某个命令或参数即可。例如在用户执行模式下输入“enable”命令的简写“en”，可以进入特权执行模式；在特权执行模式下输入“configure terminal”命令的简写“conf t”，可以进入全局配置模式，如图 1-48 所示。

```
Router>en      en可作为enable命令的简写
Router#conf t conf t可作为configure命令和terminal参数的简写
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Router(config)#
```

图 1-48 简写命令

这是因为在用户执行模式的命令列表中，只有一个命令的前两个字符是“en”，输入“en”已经能够使得 IOS 唯一确定命令为“enable”。同理，在特权执行模式的命令列表中，只有一个命令是以“conf”开头的，输入“conf”已经能够使得 IOS 唯一确定命令为“configure”，其后面的参数“t”也能使 IOS 唯一确定参数为“terminal”。

### 1.4.4 历史命令缓存

IOS 会缓存用户输入过的命令。

- 当需要多次输入某个命令时，可使用键盘上的“↑”键显示上次输入的命令。
- 如果需要输入的多条相同命令中只是个别参数不同，则可以使用键盘上的“↑”键显示上次输入的命令，然后通过“←”键移动光标到需要修改的位置，对需要修改的部分进行修改，修改完再通过“→”键回到命令末尾。

### 1.4.5 取消命令

如果需要取消之前输入并执行的命令，则可在与原命令相同的模式下输入以下命令：

no 需要取消的命令

例如创建了 VLAN 6 后，再取消 VLAN 6，如图 1-49 所示。

Switch(config)#vlan 6	在全局配置模式下，创建VLAN 6，并进入该VLAN的配置模式
Switch(config-vlan)#exit	从VLAN配置模式退回到全局配置模式
Switch(config)#no vlan 6	在全局配置模式下，取消创建VLAN 6

图 1-49 取消命令

本章知识点思维导图请扫码获取：

