

# 计算机网络实验与学习指导

## ——基于 Cisco Packet Tracer 模拟器

(第3版)

叶阿勇 赖会霞 张桢萍 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry  
北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书共 7 章。第 1 章主要介绍了 Cisco Packet Tracer 8.0 的操作方法；第 2~6 章围绕计算机网络系统中数据链路层、网络层、运输层、应用层、网络安全方面的主要协议和知识点精心设计了 27 个实验；第 7 章设计了 2 个综合实验，分别针对计算机网络体系结构 5 层协议栈和 3 层组网技术进行了实验分析。实验步骤中增设了“观察”和“思考”环节，以引导读者按要求完成实验任务，并通过分析和深入思考加深对计算机网络相关理论知识的理解及融会贯通。

本书既可作为计算机网络课程的配套实验教材，也可作为自学教材单独使用。

本书附有各实验的配套实验文件 (\*.pka)，所有实验文件均需在 Cisco Packet Tracer 8.0 及以上版本中打开，读者可从华信教育资源网 (<http://www.hxedu.com.cn>) 免费下载。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机网络实验与学习指导：基于 Cisco Packet Tracer 模拟器 / 叶阿勇，赖会霞，张桢萍编著. —3 版. —北京：电子工业出版社，2022.8

ISBN 978-7-121-43919-3

I. ①计… II. ①叶… ②赖… ③张… III. ①计算机网络—实验 IV. ①TP393-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 118186 号

责任编辑：米俊萍 特约编辑：张燕虹

印 刷：

装 订：

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1 092 1/16 印张：17.5 字数：448 千字

版 次：2014 年 11 月第 1 版

2022 年 8 月第 3 版

印 次：2022 年 8 月第 1 次印刷

定 价：59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 [zlt@phei.com.cn](mailto:zlt@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式：[mijp@phei.com.cn](mailto:mijp@phei.com.cn)。

# 前 言

“计算机网络”是信息类专业的核心基础课程之一。以Internet为代表的计算机网络是一个庞大而复杂的系统，涉及众多抽象的协议和技术。并且，这些协议和技术大多被网络系统采用的分层设计方法屏蔽与封装。因此，计算机网络对初学者而言，显得复杂抽象、不易理解。通过直观的方法观察数据传输过程、分析协议原理，对深入地理解计算机网络原理大有裨益，本书的编写目的就在于此。

本书实验基于Cisco Packet Tracer模拟器设计，充分利用其模拟模式下对数据传输过程的动画演示，以及协议分析、协议处理数据详细信息的查看等功能。实验内容包括跟踪网络中数据传输过程、捕获数据传输中产生的数据包、查看分析协议处理数据的详情、从协议封装层次和封装格式等角度进行分析等。实验设计紧扣计算机网络教学中的重点、难点，通过读者亲自动手操作实验或者教师演示实验，使复杂抽象的网络概念、网络协议的学习和教学变得形象生动，有助于读者理解和掌握相关的概念和协议。

本书（第3版）对第2版的主要修订如下：

（1）在第2版的基础上对原有多数实验进行重新设计和完善，充分利用Cisco Packet Tracer 模拟模式下提供的信息和功能，不仅优化了实验步骤，也更深入地剖析了网络协议的工作原理和 workflows，使读者通过操作实验能更好地理解计算机网络原理。

（2）新增若干重要实验，如第2章新增“CSMA/CD工作原理”实验，并将第2版中的“集线器与交换机的对比”实验改为“共享式以太网与交换式以太网的对比”；第4章新增“TCP 运行机制探究”实验，并将第2版中的“序号与确认序号”实验的内容整合至该实验中。

（3）在实验步骤中增设了“观察”和“思考”环节，用于规范实验报告的内容和要求。其中，“观察”环节主要明确该实验步骤的具体任务，“思考”环节旨在引导读者对实验结果或相关知识点进行深入思考，以达到更好的实验效果。

本书共7章。第1章主要介绍了Packet Tracer 8.0的操作方法；第2~6章围绕计算机网络系统中数据链路层、网络层、运输层、应用层、网络安全方面的主要协议和知识点精心设计了27个实验；第7章设计了2个综合实验，分别针对计算机网络体系结构5层协议栈和3层组网技术进行了实验分析。

本书每个实验均归纳和介绍了所涉及的背景知识，并在实验步骤中设置了“观察”和“思考”环节，以引导读者按要求完成实验任务，并通过分析和深入思考加深对计算机网络相关理论知识的理解及融会贯通。针对每个实验，作者都亲自动手完成并反复验证，在书中给出了详细的实验操作步骤，以确保实验内容的正确性及实验的可操作性。

本书由叶阿勇、赖会霞、张桢萍编著。第1章、第2章、第6章由赖会霞编写，第3章由叶阿勇编写，第4章、第5章由张桢萍编写，第7章由叶阿勇和赖会霞共同编写。叶阿勇、赖会霞负责全书的统稿工作。

本书既可作为计算机网络课程的配套实验教材，也可单独作为自学教材使用。

本书附有各实验的配套实验文件（\*.pka），所有实验文件均需在 Cisco Packet Tracer 8.0 及以上版本中打开，读者可从华信教育资源网(<http://www.hxedu.com.cn>)免费注册下载。

由于作者水平所限，书中难免存在不足和疏漏之处，恳请广大读者和同行批评指正。

作者邮箱：[yay@fjnu.edu.cn](mailto:yay@fjnu.edu.cn)。

编 著 者

# 目 录

<b>第 1 章 Packet Tracer 8.0 使用指南</b> .....	1
1.1 Packet Tracer 8.0 概述 .....	1
1.2 Packet Tracer 8.0 操作界面 .....	1
1.2.1 菜单栏 .....	2
1.2.2 拓扑工作区 .....	3
1.2.3 设备列表区 .....	4
1.3 使用 Packet Tracer 8.0 搭建网络拓扑 .....	5
1.3.1 添加设备 .....	5
1.3.2 添加设备模块 .....	7
1.3.3 连接网络设备 .....	8
1.4 使用 Packet Tracer 配置网络 .....	10
1.4.1 使用图形化配置界面配置网络设备 .....	10
1.4.2 命令行接口 CLI .....	11
1.4.3 PC 的配置 .....	14
1.5 使用 Packet Tracer 进行协议分析 .....	15
1.5.1 Packet Tracer 操作模式 .....	16
1.5.2 添加 PDU .....	18
1.5.3 使用 Packet Tracer 进行协议分析 .....	20

<b>第 2 章 数据链路层实验</b> .....	23
2.1 实验一：PPP 分析 .....	23
2.1.1 背景知识 .....	23
2.1.2 实验目的 .....	25
2.1.3 实验配置说明 .....	25
2.1.4 实验步骤 .....	26
2.2 实验二：以太网帧的封装 .....	34
2.2.1 背景知识 .....	34
2.2.2 实验目的 .....	36
2.2.3 实验配置说明 .....	36
2.2.4 实验步骤 .....	37
2.3 实验三：CSMA/CD 工作原理 .....	42
2.3.1 背景知识 .....	42
2.3.2 实验目的 .....	42
2.3.3 实验配置说明 .....	43
2.3.4 实验步骤 .....	43
2.4 实验四：共享式以太网与交换式以太网的对比 .....	49
2.4.1 背景知识 .....	49
2.4.2 实验目的 .....	51
2.4.3 实验配置说明 .....	51
2.4.4 实验步骤 .....	51
2.5 实验五：交换机工作原理 .....	57
2.5.1 背景知识 .....	57
2.5.2 实验目的 .....	58
2.5.3 实验配置说明 .....	58
2.5.4 实验步骤 .....	58
2.6 实验六：虚拟局域网（VLAN）工作原理 .....	63
2.6.1 背景知识 .....	63
2.6.2 实验目的 .....	65
2.6.3 实验配置说明 .....	65

2.6.4 实验步骤 .....	66
2.7 实验七：生成树协议分析 .....	70
2.7.1 背景知识 .....	70
2.7.2 实验目的 .....	70
2.7.3 实验配置说明 .....	71
2.7.4 实验步骤 .....	71
<b>第3章 网络层实验</b> .....	<b>75</b>
3.1 实验一：IP 分析 .....	75
3.1.1 背景知识 .....	75
3.1.2 实验目的 .....	77
3.1.3 实验配置说明 .....	77
3.1.4 实验步骤 .....	78
3.2 实验二：IP 地址分析 .....	84
3.2.1 背景知识 .....	84
3.2.2 实验目的 .....	87
3.2.3 实验配置说明 .....	87
3.2.4 实验步骤 .....	88
3.3 实验三：ARP 分析 .....	92
3.3.1 背景知识 .....	92
3.3.2 实验目的 .....	93
3.3.3 实验配置说明 .....	94
3.3.4 实验步骤 .....	95
3.4 实验四：ICMP 分析 .....	97
3.4.1 背景知识 .....	97
3.4.2 实验目的 .....	99
3.4.3 实验配置说明 .....	99
3.4.4 实验步骤 .....	100
3.5 实验五：直连路由与静态路由 .....	105
3.5.1 背景知识 .....	105
3.5.2 实验目的 .....	106

3.5.3	实验配置说明	106
3.5.4	实验步骤	107
3.6	实验六: RIP 分析	111
3.6.1	背景知识	111
3.6.2	实验目的	112
3.6.3	实验配置说明	112
3.6.4	实验步骤	113
3.7	实验七: OSPF 分析	120
3.7.1	背景知识	120
3.7.2	实验目的	121
3.7.3	实验配置说明	122
3.7.4	实验步骤	123
3.8	实验八: NAT 与 VPN 技术分析	129
3.8.1	背景知识	129
3.8.2	实验目的	130
3.8.3	实验配置说明	130
3.8.4	实验步骤	132
3.9	实验九: IPv6 分析	136
3.9.1	背景知识	136
3.9.2	实验目的	138
3.9.3	实验配置说明	138
3.9.4	实验步骤	139
<b>第 4 章</b>	<b>运输层实验</b>	<b>143</b>
4.1	实验一: 运输层端口观察实验	143
4.1.1	背景知识	143
4.1.2	实验目的	144
4.1.3	实验配置说明	144
4.1.4	实验步骤	145
4.2	实验二: UDP 与 TCP 的对比分析	150
4.2.1	背景知识	150

4.2.2	实验目的	152
4.2.3	实验配置说明	152
4.2.4	实验步骤	153
4.3	实验三：TCP 的连接管理	157
4.3.1	背景知识	157
4.3.2	实验目的	159
4.3.3	实验配置说明	159
4.3.4	实验步骤	159
4.4	实验四：TCP 运行机制探究	162
4.4.1	背景知识	162
4.4.2	实验目的	164
4.4.3	实验配置说明	164
4.4.4	实验步骤	165
<b>第 5 章</b>	<b>应用层实验</b>	<b>174</b>
5.1	实验一：DNS 解析实验	174
5.1.1	背景知识	174
5.1.2	实验目的	178
5.1.3	实验配置说明	179
5.1.4	实验步骤	181
5.2	实验二：DHCP 分析	187
5.2.1	背景知识	187
5.2.2	实验目的	190
5.2.3	实验配置说明	190
5.2.4	实验步骤	191
5.3	实验三：WWW 与 HTTP 分析	199
5.3.1	背景知识	199
5.3.2	实验目的	203
5.3.3	实验配置说明	204
5.3.4	实验步骤	205
5.4	实验四：电子邮件协议分析	212

5.4.1	背景知识	212
5.4.2	实验目的	214
5.4.3	实验配置说明	214
5.4.4	实验步骤	217
5.5	实验五：文件传输协议分析	220
5.5.1	背景知识	220
5.5.2	实验目的	223
5.5.3	实验配置说明	224
5.5.4	实验步骤	225
<b>第 6 章</b>	<b>网络安全实验</b>	<b>234</b>
6.1	实验一：访问控制列表	234
6.1.1	背景知识	234
6.1.2	实验目的	236
6.1.3	实验配置说明	236
6.1.4	实验步骤	238
6.2	实验二：端到端 IPSec VPN	243
6.2.1	背景知识	243
6.2.2	实验目的	245
6.2.3	实验配置说明	245
6.2.4	实验步骤	246
<b>第 7 章</b>	<b>综合实验</b>	<b>253</b>
7.1	实验一：协议综合分析	253
7.1.1	背景知识	253
7.1.2	实验目的	254
7.1.3	实验配置说明	255
7.1.4	实验步骤	256
7.2	实验二：三层架构企业网络	262
7.2.1	背景知识	262
7.2.2	实验目的	264
7.2.3	实验配置说明	264
7.2.4	实验步骤	266

# 1

## 第 1 章

# Packet Tracer 8.0 使用指南

---

### 1.1 Packet Tracer 8.0 概述

Packet Tracer 是由 Cisco 公司发布的一个辅助学习工具，为学习者学习计算机网络原理与技术、设计和配置网络项目，以及排除网络故障等提供了一个简单易行的模拟环境。用户可以直接使用拖曳方式建立网络拓扑，并使用图形配置界面或命令行配置界面对网络设备进行配置和测试；也可在软件提供的模拟模式下观察数据包在网络中行进的过程，进行协议分析等。

本书后续章节所用实验文件均基于 Packet Tracer 8.0 版本，请读者使用 Packet Tracer 8.0 或以上版本进行实验。

### 1.2 Packet Tracer 8.0 操作界面

打开 Packet Tracer 8.0 进入其操作界面（如图 1-1 所示）。该操作界面主要包括：① 菜单栏；② 工具栏；③ 拓扑工作区工具条；④ 拓扑工作区；⑤ 设备列表区；⑥ PDU List Window（PDU 列表窗口）区。

其中，工具栏提供菜单项中一些常用功能的快捷键，而 PDU List Window

区将在 1.5 节介绍。

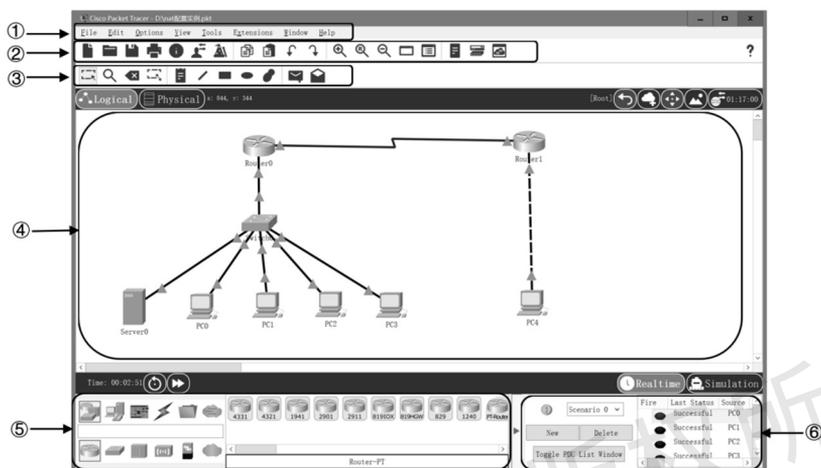


图 1-1 Packet Tracer 8.0 操作界面

### 1.2.1 菜单栏

菜单栏如图 1-1 中的①所示。使用菜单栏内的菜单，可以新建、打开、保存文件，可以使用复制、粘贴等编辑功能，以及获取软件帮助信息等。在此仅对 Preferences 中的常用功能项进行介绍。

单击菜单栏上的 Options→Preferences，打开 Preferences（参数设置）对话框，如图 1-2 所示。

在 Interface 选项卡中，可以通过勾选 Customize User Experience 内的选项定制在拓扑工作区内显示哪些信息。

- Show Device Model Labels: 显示设备型号，在拓扑图上显示每台设备的型号。
- Show Device Name Labels: 显示设备名，在拓扑图上显示每台设备的设备名，便于用户识别。
- Always Show Port Labels in Logical Workspace: 始终显示接口标签，在拓扑图上显示接口名，便于用户了解拓扑图中各设备之间的连接情况。
- Show Link Lights: 显示链路指示灯，在拓扑图中设备接口旁显示该接口状态指示灯。指示灯为红色时，表示接口为关闭状态；交换机端口指示灯为橙色时，表示端口已连接设备并打开，但不能收发数据；指示灯为绿色时，表示接口已打开且可收发数据。

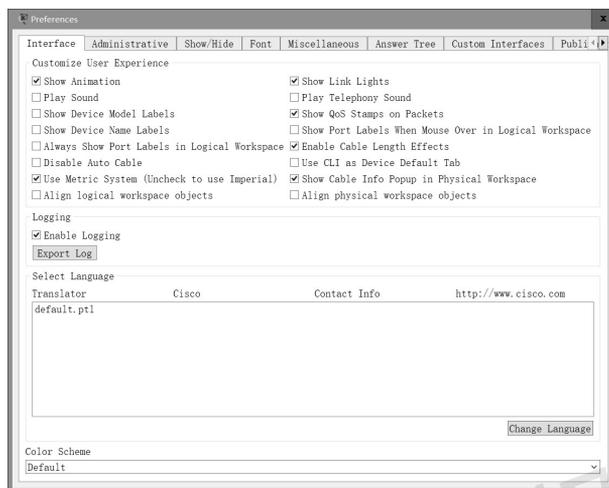


图 1-2 Preferences（参数设置）对话框

## 1.2.2 拓扑工作区

拓扑工作区是创建网络拓扑、配置网络设备及测试网络的主要工作场所。在拓扑工作区中，可以添加设备、使用线缆连接设备创建网络拓扑图，使用拓扑工作区工具对拓扑图进行操作，对设备进行配置及测试网络，或者在模拟模式下分析网络协议等。

拓扑工作区工具条（如图 1-3 所示）用于对拓扑图进行操作。在工具条上用鼠标单击某个图标或在键盘上按下相应的快捷键即选中工具。拓扑工具区工具条包含以下工具<sup>①</sup>。



图 1-3 拓扑工作区工具条

① **Select (Esc)**: 选择工具。选中该工具后，将鼠标移至拓扑工作区，可以选择拓扑工作区内的元素进行操作。例如，单击设备可打开其配置界面；选

① 将鼠标指针移动到工具条中的每个工具图标上时，会显示出该工具的英文名称及其快捷键。在本书后续章节中使用工具条中的工具时，以其英文名称表示。

中设备并按住鼠标左键移动鼠标，调整设备在工作区中的位置等。在使用其他工具后，有时也需要再次选中 **Select** 以释放鼠标。

② **Inspect (I)**：查看工具。该工具用于查看拓扑图中设备的信息，如路由器的路由表、端口状态、ARP 表，交换机的 MAC 地址转发表等。选中该工具后，在拓扑图上单击需要查看的设备，并在弹出菜单中选择相应菜单项即可查看对应信息。例如，查看路由器的路由表，如图 1-4 所示。

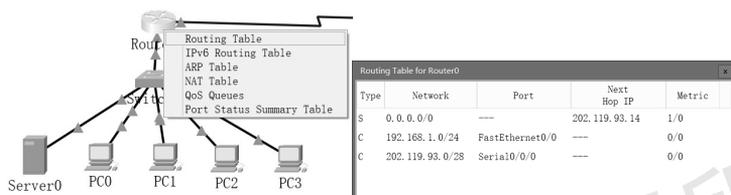


图 1-4 使用 **Inspect** 工具查看路由器的路由表

③ **Delete (Del)**：删除工具。选中该工具后，在拓扑工作区内单击某个设备、线缆或标签等元素，即可将其删除。

④ **Resize (Alt+R)**：改变大小工具。在拓扑工作区中添加图形后，若选中该工具，则图形上会出现红色小方块，用鼠标左键按住红色小方块并拖动鼠标可调整图形大小。

⑤ **Place Note (N)**：添加标签工具。选中该工具后，可以在拓扑工作区内为设备添加标签或者添加拓扑图的说明信息等。

⑥ **Draw Line (L)**、**Draw Rectangle (R)**、**Draw Ellipse (E)**、**Draw Freeform (F)**：绘制图形工具，可以绘制直线、矩形、椭圆和自由图形。

⑦ **Add Simple PDU (P)**、**Add Complex PDU (C)**：添加简单 PDU 和添加复杂 PDU 工具。该工具的用法将在 1.5 节中详述。

### 1.2.3 设备列表区

设备列表区（如图 1-5 所示）显示 Packet Tracer 8.0 模拟器支持的设备，由以下 4 部分组成。

① 设备分类列表区：显示模拟器支持的设备的大分类，如 **Network Devices**（网络设备）、**End Devices**（终端设备）等。

② 设备分类名或设备类型名显示区：当用鼠标移动到某个设备分类图标或设备类型图标时，此处会显示设备分类名或设备类型名。

③ 设备类型列表区：显示模拟器支持的设备类型，在设备分类列表区选中一个设备分类后，在此显示该分类下的所有设备类型。在选中第一个分类 Network Devices 时，此处列出所有支持的网络设备类型，包括 Routers（路由器）、Switches（交换机）、Hubs（集线器）、Wireless Devices（无线设备）等。

④ 设备型号列表区：显示某种类型设备的所有可选型号。在设备类型列表区内选中某个设备类型后，此处显示该类型设备的所有可选型号。在设备类型列表区内选中 Routers 后，此处列出路由器的所有可选型号。在把鼠标移动到某个图标时，下方会显示该图标对应的设备型号名称。



图 1-5 设备列表区

Packet Tracer 8.0 支持的设备类型和设备型号较多，在此不一一赘述，读者可以通过软件显示信息或帮助了解详细信息。

## 1.3 使用 Packet Tracer 8.0 搭建网络拓扑

### 1.3.1 添加设备

如图 1-6 所示，添加设备按如下步骤操作。

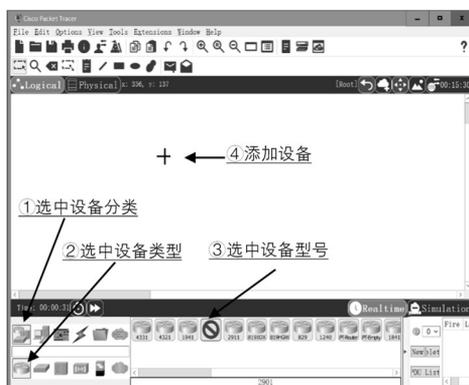


图 1-6 添加设备的操作步骤

- ① 在设备分类列表中单击选中要添加设备的所属分类。
- ② 在设备类型列表中单击选中要添加设备的类型，此时设备型号列表中将

显示该类型设备的所有可选型号。

③ 在设备型号列表中单击选中要添加设备的型号，此时选中设备呈现为图 1-6 中③箭头所指的图标。再次单击该图标可取消选择。

④ 将鼠标移至拓扑工作区，此时在鼠标所在位置会出现“+”的符号，表示设备添加的位置。确定添加位置后单击鼠标左键即完成设备的添加。也可以在选中设备型号时，按住鼠标左键并拖动到拓扑工作区内合适的位置，再松开鼠标左键完成设备的添加。

完成设备的添加后，如需移动设备位置，可以选中拓扑工作区工具条上的 Select 工具，在拓扑工作区中选中要移动的设备，按住鼠标左键移动到合适的位置松开鼠标即可。

按照上述操作步骤，添加网络设备 Router（路由器）、Switch（交换机）和两台终端设备（PC）。完成设备的添加，如图 1-7 所示。

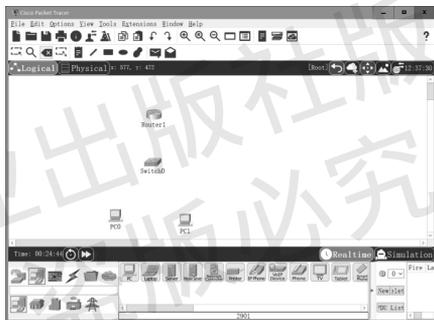


图 1-7 完成设备的添加

在拓扑图中单击设备可以打开其配置窗口，在 Config 选项卡中修改其设备名。Router1 的配置窗口如图 1-8 所示。其中，Display Name 是显示在拓扑图中的名称，Hostname 用于交换数据时标识该设备。

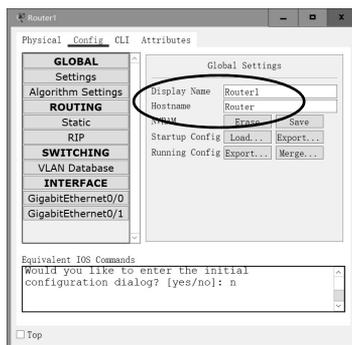


图 1-8 Router1 的配置窗口

### 1.3.2 添加设备模块

上一节完成了设备的添加，但有些模块化设备可能尚未达到连接网络拓扑的要求，模块化设备本身仅提供一些基本的功能，同时提供一些插槽和可选模块。用户可以根据实际需求选择合适的模块添加到设备中，以获得所需功能。下面以路由器为例，介绍添加设备模块的操作步骤。

在拓扑图中单击 Router1 打开其配置窗口，选择 Physical 选项卡，如图 1-9 所示。此处添加的路由器型号为 2811，其他型号的路由器物理视图及可选模块会有所不同，但其操作方式相同。

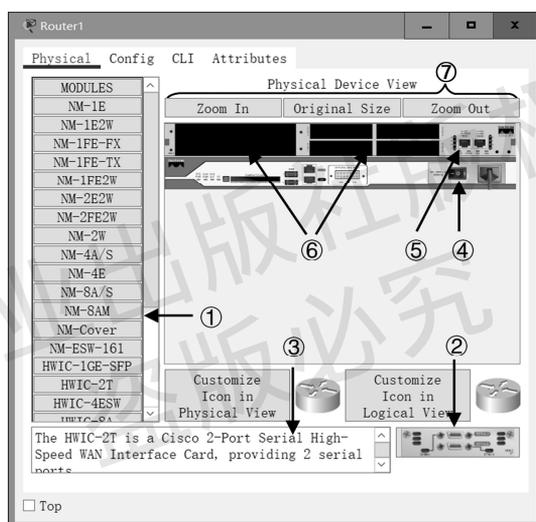


图 1-9 Physical 选项卡

如图 1-9 所示，Physical 选项卡由模块列表（MODULES）、物理设备视图（Physical Device View）和模块物理视图等组成，下面按照操作需要进行介绍。

① 模块列表（MODULES）：列出该设备支持的扩展功能模块，单击 MODULES 可以收起或展开该列表。

② 模块物理视图：在选中模块列表中某个功能模块后，其对应的模块物理视图显示在此处。

③ 模块描述信息：此处显示所选模块的详细信息。

④ 电源开关：用于控制设备的开启和关闭。当需要向设备添加新模块时，需要先关闭设备电源。

⑤ 基本配置：路由器已经具备的基本功能模块。

⑥ 扩展插槽：用于添加模块列表中的模块，扩展路由器功能。不同型号的路由器支持的功能模块不同，因此扩展插槽也会不同。

⑦ 物理设备视图控制按钮 Zoom In（扩大）、Original Size（原始尺寸）、Zoom Out（缩小），用于调整物理设备视图的大小。

为设备添加扩展功能模块的操作步骤如下：

① 单击物理设备视图上的电源开关，关闭设备。指示灯为绿色表示设备开启，黑色表示关闭。在设备开启状态无法添加模块。

② 单击 MODULES 展开模块列表，选中需要添加的功能模块。

③ 在模块物理视图上按住鼠标左键，将其拖动到物理设备视图中对应的插槽上，松开鼠标左键，完成模块的添加（如图 1-10 所示）。单击电源开关开启设备。

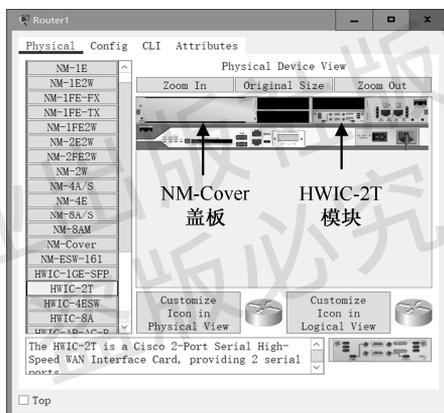


图 1-10 完成模块的添加

需要注意的是，不同的功能模块对应不同的扩展插槽。如果将模块放置到错误的扩展插槽上，则无法添加模块。如需移除模块，在物理设备视图上选中要移除的模块，按住鼠标左键将其拖动到模块视图位置后松开鼠标即可。

### 1.3.3 连接网络设备

先在设备分类列表中选中 Connections，然后在设备类型列表中选中 Connections，则可选线缆类型显示在设备型号列表中，如图 1-11 所示。

连接网络设备的操作步骤如下：

① 在设备型号列表中单击需要使用的线缆，再将鼠标移至拓扑工作区中准备连接的设备上。

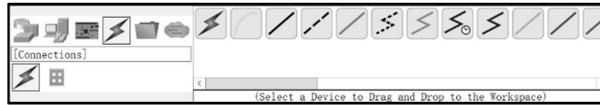


图 1-11 线缆类型

② 单击该设备，先在弹出菜单中选择要连接的接口，然后将鼠标移至要连接的另一台设备上，单击鼠标，在弹出菜单中选择要连接的接口，完成设备连接，如图 1-12 所示。

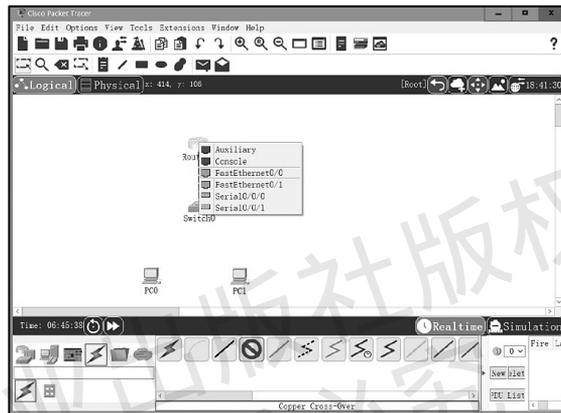


图 1-12 完成设备连接

在本书示例中，选择 Copper Straight-Through 线缆连接 Router1 和 Switch0、Switch0 和 PC0，以及 Switch0 和 PC1，连接时均使用 FastEthernet 类型的接口，完成连接后，拓扑图如图 1-13 所示。

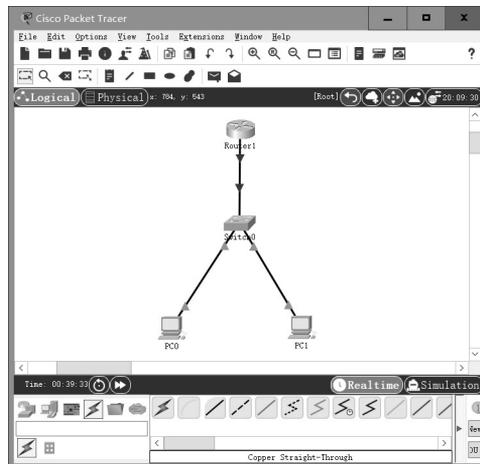


图 1-13 拓扑图

## 1.4 使用 Packet Tracer 配置网络

完成网络拓扑图创建后，还需要对网络设备及 PC 进行配置。Packet Tracer 提供两种配置方法：图形化配置界面和 IOS 命令行接口（CLI）。本节介绍如何使用图形化配置界面完成设备的配置，以及命令行接口的基本操作命令。

### 1.4.1 使用图形化配置界面配置网络设备

单击拓扑图中需要配置的网络设备，打开其配置窗口。其中，Config 选项卡和 CLI 选项卡分别是图形化配置界面和命令行接口。

如图 1-14 所示，图形化配置界面中包括 GLOBAL、ROUTING、SWITCHING 和 INTERFACE 几个主要的配置项。GLOBAL 可以修改主机名、保存/删除配置文件、导入/导出配置文件等；ROUTING 可以配置静态路由、RIP 路由协议的相关参数；SWITCHING 可以添加/删除 VLAN（Virtual Local Area Network，虚拟局域网）信息；INTERFACE 可以配置各接口的 IP 地址、子网掩码等基本信息。

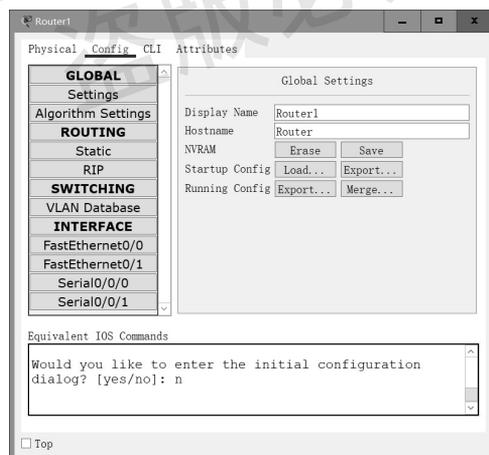


图 1-14 图形化配置界面

以配置快速以太网接口 FastEthernet0/0 为例，先在左侧列表中单击 INTERFACE 项展开接口列表，然后单击 FastEthernet0/0，在右侧配置区中将显示该接口的配置界面，如图 1-15 所示。在此界面内依次选择或填入所需参数，

则 Equivalent IOS Commands 中将出现配置该参数对应的配置命令。

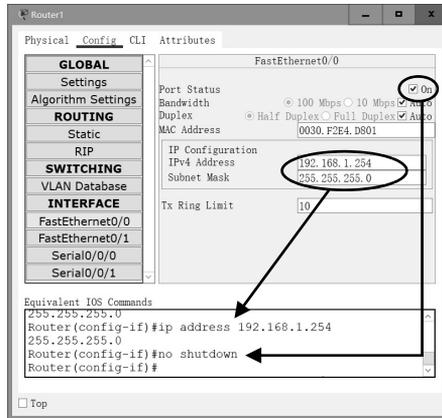


图 1-15 使用图形化配置界面配置以太网接口

完成配置后，如需保存则单击 GLOBAL 下的 Settings 选项，在其配置界面中单击 Save 按钮保存配置，如图 1-16 所示。

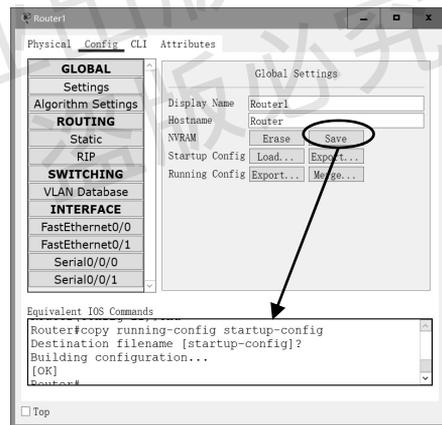


图 1-16 保存配置

图形化配置界面能够完成的配置非常有限，如需对设备进行更复杂的配置，则要进入其 IOS 命令行接口完成。

## 1.4.2 命令行接口 CLI

单击路由器配置窗口的 CLI 选项卡进入命令行接口，如图 1-17 所示。通过

CLI 可以对路由器进行配置和管理。本节介绍 CLI 模式下路由器的几种操作模式，以及常用的基本配置命令。

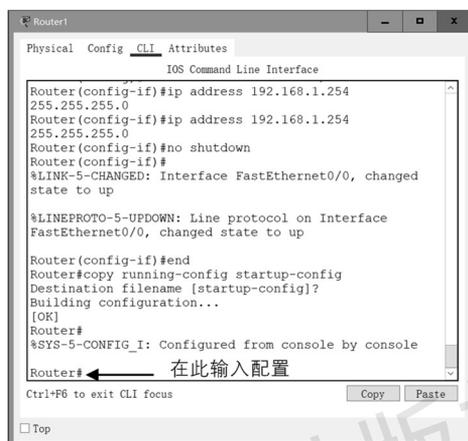


图 1-17 命令行接口 (CLI)

## 1. 路由器操作模式

Cisco 路由器使用的命令行操作界面称为命令行接口 (CLI)，使用 CLI 可以输入操作命令对路由器进行配置和管理。对路由器进行不同的操作需要在不同的模式下进行。路由器的主要操作模式包括以下几种。

### 1) 用户模式: Router>

这是路由器的默认模式，刚登录路由器时进入用户模式。在该模式下，可以进行有限的操作，但不能查看和更改路由器的配置。

### 2) 特权模式: Router#

在用户模式下，输入 `enable` 命令后按 `Enter` 键，即进入特权模式。在特权模式下，可以使用绝大多数用于测试网络、检查系统、查看信息和保存配置等的操作命令，但不能修改路由器的配置。

### 3) 全局配置模式: Router(config)#

在特权模式下，输入 `configure terminal` 后按 `Enter` 键，即进入全局配置模式。在全局配置模式下，可以配置路由器的全局参数，如主机名、特权密码等。

### 4) 局部配置状态: Router(config-mode)#

在全局配置模式下输入相应的命令，即进入局部配置模式。在局部配置模式下，可以配置路由器的某个局部参数。例如，进入接口配置模式可对接口的参数进行配置；进入路由协议的配置模式可以对路由协议的参数进行配置等。提示符中的 `mode` 指局部配置模式，其具体信息与所进入的局部配置模式有关，

如进入接口配置模式提示符为 Router(config-if)#, 在此不一一介绍。

## 2. 路由器基本配置命令

### 1) 命令行的编辑特性

Cisco IOS 命令繁杂, 以下规则可以简化操作或为用户提供帮助。

- Cisco 设备支持命令简写

操作命令允许简写, 如 enable 可以简写为 en, configure terminal 可以简写为 conf t。但是, 简写命令必须对应该模式下的唯一命令。

- 使用 Tab 键补全命令

输入命令的前几个字母, 再按 Tab 键, 系统会自动补全命令。Tab 键补全的使用要点与命令简写一样, 即输入的部分必须对应当前模式下的唯一命令。

- 使用帮助选项 “?”

在 CLI 命令后输入 “?”, 可以获取该命令的帮助。

### 2) 模式间切换

在不同配置模式之间进行切换是配置路由器的基础, 其操作命令如下:

- 在用户模式下进入特权模式

```
Router>enable
```

```
Router#
```

- 在特权模式下进入全局配置模式

```
Router#config terminal
```

```
Router(config)#
```

- 退出某个模式

在任意配置模式下输入 exit 可退回到其上一级模式; 在任意配置模式下输入 end 可直接退回到特权模式。

### 3) 修改路由器主机名

路由器默认的主机名是 Router, 可以通过全局配置命令 hostname 修改主机名:

```
Router(config)#hostname R1 //修改为 R1
```

```
R1(config)#
```

### 4) 保存配置文件

```
Router#copy running-config startup-config //保存当前配置
```

### 5) Show 命令的使用

Show 命令用于查看各种配置、统计、状态等信息, 是对路由器配置进行验证和排除故障的非常重要的命令。在此仅以查看运行的配置文件和保存的配置文件为例, 其他 Show 命令根据需要查看的信息通过帮助学习使用。

```
Router#Show running-config //查看当前正在使用的所有配置信息
```

```
Router#Show startup-config //查看保存的配置信息
```

### 3. 路由器接口的配置

1) 进入接口配置模式

配置路由器接口，需要进入接口的局部配置模式，操作命令如下：

```
Router(config)#interface interface-type slot_num/port-num
```

参数说明如下：

- interface-type: 接口类型。
- slot\_num: 插槽号。
- port\_num: 接口号。

例如，进入接口 FastEthernet0/0 的操作命令如下：

```
Router(config)#interface fastethernet0/0 //进入 FastEthernet0/0
```

```
Router(config-if)# //接口配置模式提示符
```

2) 激活接口

Cisco 路由器的接口默认为关闭状态（down），若要使用路由器接口，则需要开启接口。开启和关闭接口的命令如下：

```
Router(config-if)#no shutdown //开启接口
```

```
Router(config-if)#shutdown //关闭接口
```

3) 配置接口 IP 地址

在路由器接口上配置 IP 地址的命令如下：

```
Router(config-if)#ip address ip_address subnet_mask
```

参数说明如下：

- ip\_address: 为接口配置的 IP 地址。
- subnet\_mask: 为接口配置的子网掩码。

例如，为 1.3 节创建的示例拓扑图中路由器 Router1 的 FastEthernet0/0 接口配置 IP 地址为 192.168.1.254、子网掩码为 255.255.255.0，操作命令如下：

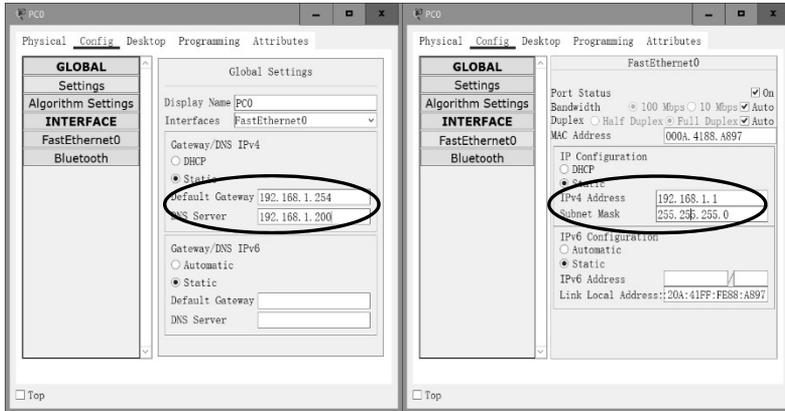
```
Router(config)#interface f0/0
```

```
Router(config-if)#ip address 192.168.1.254 255.255.255.0
```

### 1.4.3 PC 的配置

---

Packet Tracer 提供两种 PC 的配置方式，分别对应其配置窗口中的 Config 和 Desktop 选项卡。在 Config 选项卡中，选中 GLOBAL 下的 Setting 选项，配置默认网关和 DNS 服务器；选中 INTERFACE 下的 FastEthernet0，配置接口 IP 地址和子网掩码，如图 1-18 所示。



(a) 配置默认网关和 DNS 服务器

(b) 配置接口 IP 地址和子网掩码

图 1-18 Config 下 IP 地址配置界面

在 Desktop 选项卡中，单击 IP Configuration 图标，打开其配置窗口，可以配置 PC 的 IP 地址、子网掩码、默认网关和 DNS 服务器等信息，如图 1-19 所示。

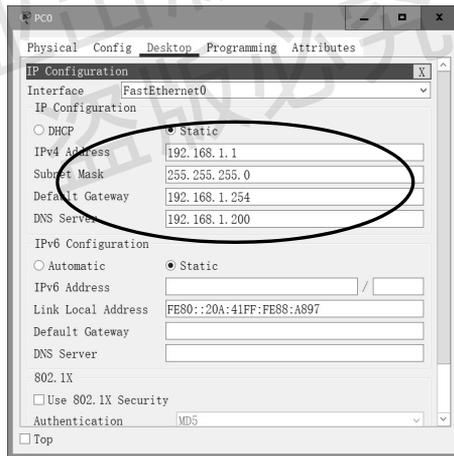


图 1-19 在 Desktop 选项卡中配置 IP 地址等

## 1.5 使用 Packet Tracer 进行协议分析

Packet Tracer 除了提供搭建网络拓扑、对网络设备进行配置、测试网络的功能，还为用户提供以动画形式生动地演示数据在网络中传输的过程、捕获网

络中的通信事件、进行协议分析的功能。该功能使复杂抽象的网络概念、网络协议的学习和教学变得形象生动,可帮助学习者理解、掌握相关的概念和协议。本节以 1.3 节创建的网络拓扑为例,介绍 Packet Tracer 进行协议分析的操作方法。在进行后续内容的学习之前,需要读者参照 1.3 节的内容创建示例拓扑图;参照 1.4 节的图形化配置方法或 CLI 配置命令配置 Router1 的 FastEthernet0/0 接口的 IP 地址,配置 PC0 和 PC1 的 IP 地址、子网掩码与默认网关,注意 PC1 不能使用与 PC0 相同的 IP 地址。

### 1.5.1 Packet Tracer 操作模式

Packet Tracer 提供 Realtime Mode（实时模式）和 Simulation Mode（模拟模式）两种操作模式。单击拓扑工作区右下角的 Realtime（Shift+R）和 Simulation（Shift+S）按钮可以切换操作模式。在模拟模式下,Simulation Panel 子窗口可帮助用户完成和观察模拟过程,单击下方的 Event List（Alt+I）按钮,可以隐藏或打开 Simulation Panel 子窗口,如图 1-20 所示。

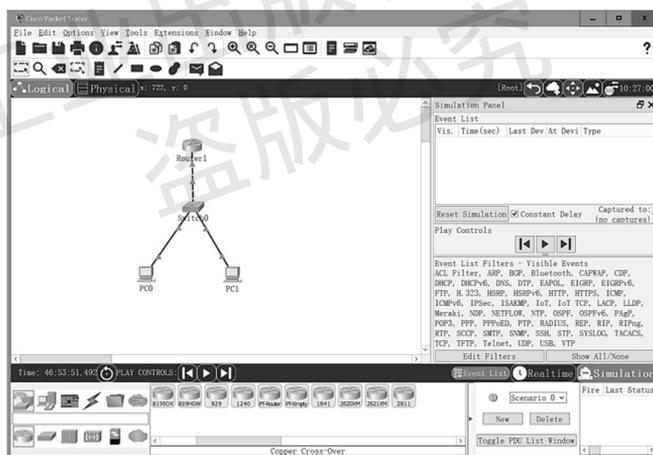


图 1-20 Packet Tracer 操作模式

在实时模式下,网络行为和真实网络环境一样,对所有的网络行为即时响应。例如,在 PC 中发送 ping 命令后,根据网络当前的连通性情况即时返回通信结果。实时模式一般用于网络配置、网络测试等。

在模拟模式下,动画形式形象地演示数据在网络中传输的过程,可以捕获数据传输过程中产生的通信事件、查看 PDU 的封装及详细处理信息等。

Simulation Panel 子窗口如图 1-21 所示。

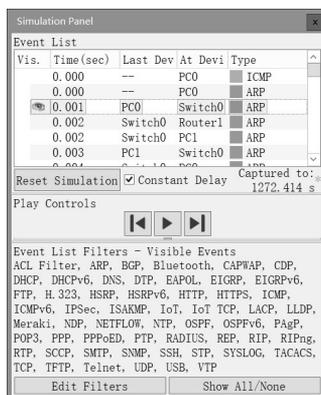


图 1-21 Simulation Panel 子窗口

Simulation Panel 子窗口为用户提供模拟模式操作按钮、工具，以及显示已捕获事件列表等。

- **Event List (事件列表)**: 显示模拟模式下捕获到的事件，每个事件表示一次 PDU 的生成或者传输，正在处理的事件将在 Vis 列下出现眼睛图形，表示焦点事件。
- **Reset Simulation (“重置模拟”按钮)**: 单击此按钮，将返回当前模拟过程的起始点。
- **Play (Alt+P) ① (“播放”按钮)**: 单击此按钮时数据传输模拟过程在拓扑工作区开始演示动画，同时自动捕获传输过程生成的通信事件，显示在事件列表中。当传输过程结束或者需要暂停动画演示及捕获时，再次单击 Play 按钮即可。
- **Go Back to Previous Event (Alt+B) ② (“返回上一事件”按钮)**: 单击此按钮动画将返回上一步，同时事件列表中焦点事件也将设置为上一步对应的事件。
- **If Last Event, Capture then Forward (Alt+C) ③ (“继续捕获”按钮)**: 在不使用 Play 按钮进行自动播放和捕获时，单击该按钮，拓扑工作区

① 将鼠标指针移动到图 1-21 中部的  按钮上，会显示其英文名称及其快捷键。在本书后续章节中使用该按钮时，用其英文名称“Play”表示。

② 将鼠标指针移动到图 1-21 中部的  按钮上，会显示其英文名称及其快捷键。在本书后续章节中使用该按钮时，用其英文名称简称“Go Back”表示。

③ 将鼠标指针移动到图 1-21 中部的  按钮上，会显示其英文名称及其快捷键。在本书后续章节中使用该按钮时，用其英文名称简称“Forward”表示。

中演示动画完成一次转发，同时事件列表中增加一个新的事件，即可对数据传输过程进行逐步跟踪和捕获。使用 Go Back 按钮与此按钮可以根据需要再现模拟过程。

- **Event List Filters-Visible Event**（事件列表过滤器—可见事件）：显示模拟过程中在拓扑工作区演示动画中出现的及捕获的数据包的协议类型。在默认情况下，将显示 Packet Tracer 支持的所有协议类型，用户可以通过编辑过滤器修改此列表。
- **Edit Filters**（“编辑过滤器”按钮）：单击此按钮打开编辑过滤器窗口，可以选择在模拟过程中需要显示的协议类型，在复选框中勾选的协议将在模拟过程中显示并被捕获。
- **Show All/None**（“显示所有/不显示”按钮）：切换模拟过程中显示所有协议类型的数据包或不显示任何协议的数据包。当需要根据模拟过程需求设置过滤器时，可单击此按钮切换至不显示任何协议，再通过 Edit Filters 编辑过滤器。

在拓扑图中添加 PDU 并开始捕获通信事件时，如果捕获事件较多，软件就会弹出 Buffer Full 对话框，如图 1-22 所示。此时，依据实验目的选择操作方式。如果实验目的仅是观察数据传输过程的演示动画，则选择 Clear Event List 按钮，将清空事件列表中已捕获到的事件。如果需要查看捕获到的数据包的详细信息，则单击 View Previous Events 按钮。此时，事件列表中已捕获到的事件仍然保留在该列表中，用户可以单击查看这些事件，但是不再捕获新的事件。

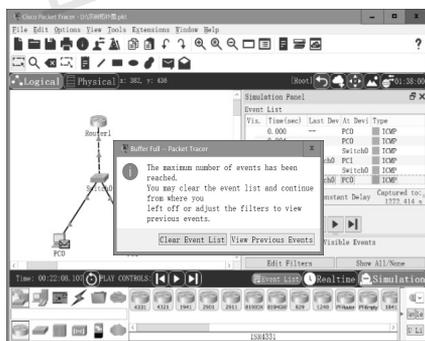


图 1-22 Buffer Full 对话框

## 1.5.2 添加 PDU

在测试网络或进行协议分析时，往往需要向网络中添加数据包。此时，除

可以使用 ping、tracert 等测试命令，以及使用 Web 浏览器等工具或者某些协议运行自动生成的数据外，Packet Tracer 还提供了两种添加 PDU 的工具：Add Simple PDU（添加简单 PDU）和 Add Complex PDU（添加复杂 PDU），它们位于拓扑工作区工具条上。

Add Simple PDU 提供测试网络连通性的简单功能，实际上是添加一个从源站点到目标站点的 ping。选中拓扑工作区工具条上的 Add Simple PDU，将鼠标移动到拓扑工作区，单击源站点，然后移动鼠标至目标站点并单击，即完成简单 PDU 的添加。

使用 Add Complex PDU 可以根据需要添加更复杂的 PDU。用户可选择协议类型、源/目标 IP 地址、源/目标端口号、数据包大小、发送间隔等信息。当用户需要添加复杂 PDU 时，选中拓扑工作区工具条上的 Add Complex PDU，将鼠标移至拓扑工作区上准备发送数据的站点上并单击鼠标，将弹出 Create Complex PDU（创建复杂 PDU）窗口，根据需要选择协议并输入相关参数，单击 Create PDU 按钮即可完成复杂 PDU 的添加，如图 1-23 所示。

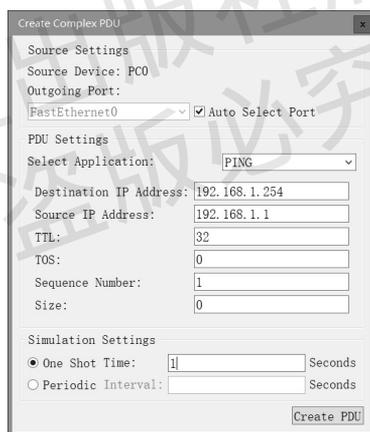


图 1-23 创建复杂 PDU

在实时模式和模拟模式下添加的 PDU 信息均会显示在 PDU List Window（PDU 列表窗口）中，包括该 PDU 的源主机、目标主机、协议类型、当前状态等。

在实时模式下添加 PDU 后，传输过程立即进行，并将依据网络当前连通性情况反馈状态信息为 Successful 或 Failed。双击第一列 Fire 项下的图标可以重新发送该 PDU。

在模拟模式下，添加 PDU 后需要单击 Paly 按钮或者 Forword 按钮才能开

始进行数据传输模拟过程。模拟过程结束后，反馈状态信息为 Successful 或 Failed。

如图 1-24 所示，在 PDU List Window 中列出了添加的 PDU 列表。通过单击 Toggle PDU List Window (Ctrl+Shift+O) 按钮，可以设置 PDU List Window 在主窗口中的位置；单击 Delete (Ctrl+Shift+E) 按钮可以删除当前场景。

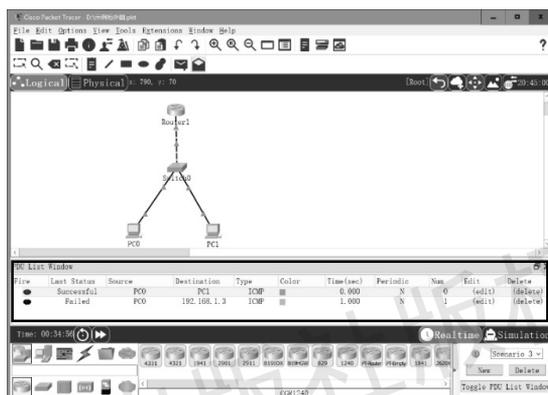


图 1-24 PDU List Window

### 1.5.3 使用 Packet Tracer 进行协议分析

在模拟模式下，可以通过观察拓扑工作区数据传输过程的动画演示、查看通信过程中捕获到的通信事件的 PDU 详细信息等功能，更形象地学习协议原理、观察数据包的封装格式、网络设备各层协议对 PDU 的详细处理等内容。

下面以本章建立的示例拓扑中的 PC0 向 Router1 发送数据为例，介绍模拟模式下进行协议分析的一般步骤。

#### ◇ 步骤 1：进入模拟模式，设置事件列表过滤器

单击 Simulation 按钮，进入模拟模式。如果此时事件过滤器为初始设置显示所有协议，则单击 Show All/None 按钮，使其不显示任何协议。单击 Edit Filters 按钮打开过滤器编辑窗口，勾选需要观察的协议类型。如图 1-25 所示，选择显示 ICMP。

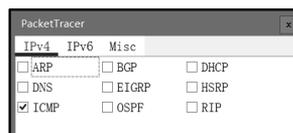


图 1-25 设置事件列表过滤器

#### ◇ 步骤 2：添加 PDU

单击选中 Add Simple PDU，将鼠标移动至拓扑工作区，单击 PC0，然后移

动鼠标至 Router1 并单击它，即可添加 PC0 向 Router1 发送的简单 PDU。如图 1-26 所示，在 PC0 上已经生成 ICMP 的 PDU，在 PDU List Windows 中和 Event List（事件列表）中分别显示该 PDU 信息。

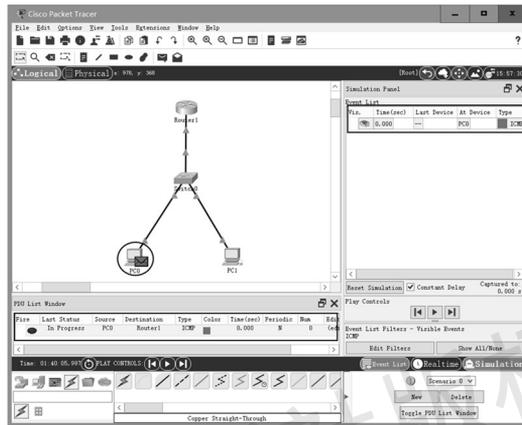


图 1-26 添加 PC0 向 Router1 发送的 PDU

#### ◇ 步骤 3：跟踪、捕获通信事件

单击 Play 按钮，PC0 开始发送数据。此时，拓扑图中将以动画演示的方式模拟该数据包传输的过程，用户可以通过观察演示动画跟踪数据传输的具体路径和流程；同时将自动捕获传输过程中产生的通信事件。如图 1-27 所示，数据包经 Switch0 转发到达 Router1 时，可以看到 Router1 上出现了代表其接收到的 PDU 的信封图标，而在 Event List 中显示已捕获到的三个通信事件。

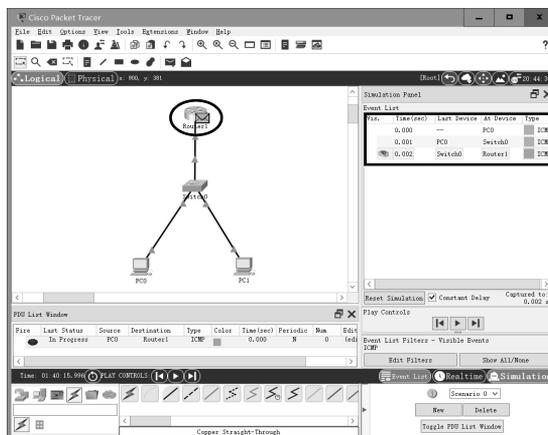
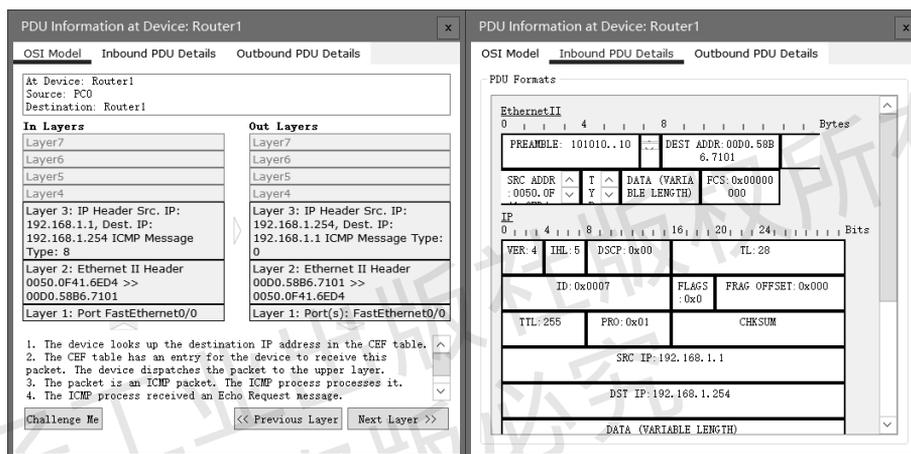


图 1-27 跟踪、捕获通信事件的结果

#### ◇ 步骤 4：协议分析

在数据传输过程中或传输结束后，均可打开 PDU Information（PDU 信息）窗口进行协议分析。单击 Event List 中的事件或者单击拓扑图中设备上的信封图标均可打开 PDU Information 窗口。此处以 Router1 接收到的 PDU 为例，介绍在 PDU Information 窗口中可以获取到的信息。如图 1-28 所示，打开 Event List 中第三个事件的 PDU Information 窗口，可见该窗口包括三个选项卡：OSI Model、Inbound PDU Details 和 Outbound PDU Details。



(a) OSI Model 选项卡

(b) Inbound PDU Details 选项卡

图 1-28 PDU Information 窗口

在 OSI Model 选项卡中，In Layers 和 Out Layers 列出了当前设备接收接口接收到数据后逐层向上交付数据，转发接口逐层向下交付数据，以及各层简要封装信息。单击 In Layers 或者 Out Layers 下的某个层次，下方将显示该层协议对数据处理的详细描述信息。单击 Previous Layer/Next Layer 按钮可以切换显示 OSI 模型中各层的描述信息。

在 Inbound PDU Details 选项卡中，可以观察该设备入口 PDU 的各层协议详细封装信息。

Outbound PDU Details 选项卡与 Inbound PDU Details 选项卡类似，显示该设备输出接口各层协议的详细封装信息。

通过查看这些信息，有助于读者学习各协议原理和数据封装格式。