

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

路由和交换技术 实验及实训

沈鑫剡 编著



清华大学出版社

21世纪高等学校规划教材 | 计算机科学与技术

路由和交换技术 实验及实训

沈鑫剡 编著



清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是与《路由和交换技术》教材配套的实验指导书,详细介绍了在 Cisco Packet Tracer 软件实验平台上完成交换式以太网、虚拟局域网、链路聚合、生成树、互连网络、路由协议、网络地址转换、三层交换机和 IPv6 等相关实验的方法和步骤。

本书详细介绍了 Cisco Packet Tracer 软件实验平台的功能和使用方法,从实验原理、实验过程中使用的 Cisco IOS 命令和实验步骤三个方面对每一个实验进行了深入讨论,不仅使读者掌握用 Cisco 设备完成交换式以太网和互连网络设计、实施的方法和步骤,更能使读者进一步理解实验所涉及的原理和技术。

本书既是一本与《路由和交换技术》教材配套的实验指导书,又是一本指导读者用 Cisco 设备完成交换式以太网和互连网络设计、实施的网络工程手册,同时还是一本很好的 CCNA 路由和交换的实验辅导教材。

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。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

路由和交换技术实验及实训/沈鑫刻编著. —北京:清华大学出版社,2013
21世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术
ISBN 978-7-302-30574-3

I. ①路… II. ①沈… III. ①计算机网络—路由选择—高等学校—教材 ②计算机网络—信息交换机—高等学校—教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 262078 号

责任编辑:梁颖 薛阳

封面设计:傅瑞学

责任校对:李建庄

责任印制:何芊

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:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市李旗庄少明印装厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:18.25 字 数:456千字

版 次:2013年6月第1版 印 次:2013年6月第1次印刷

印 数:1~2000

定 价:29.50元

出版说明

随着我国改革开放的进一步深化,高等教育也得到了快速发展,各地高校紧密结合地方经济建设发展需要,科学运用市场调节机制,加大了使用信息科学等现代科学技术提升、改造传统学科专业的投入力度,通过教育改革合理调整和配置了教育资源,优化了传统学科专业,积极为地方经济建设输送人才,为我国经济社会的快速、健康和可持续发展以及高等教育自身的改革发展做出了巨大贡献。但是,高等教育质量还需要进一步提高以适应经济社会发展的需要,不少高校的专业设置和结构不尽合理,教师队伍整体素质亟待提高,人才培养模式、教学内容和方法需要进一步转变,学生的实践能力和创新精神亟待加强。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2007年1月,教育部下发了《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》,计划实施“高等学校本科教学质量与教学改革工程”(简称“质量工程”),通过专业结构调整、课程教材建设、实践教学改革、教学团队建设等多项内容,进一步深化高等学校教学改革,提高人才培养的能力和水平,更好地满足经济社会发展对高素质人才的需要。在贯彻和落实教育部“质量工程”的过程中,各地高校发挥师资力量强、办学经验丰富、教学资源充裕等优势,对其特色专业及特色课程(群)加以规划、整理和总结,更新教学内容、改革课程体系,建设了一大批内容新、体系新、方法新、手段新的特色课程。在此基础上,经教育部相关教学指导委员会专家的指导和建议,清华大学出版社在多个领域精选各高校的特色课程,分别规划出版系列教材,以配合“质量工程”的实施,满足各高校教学质量和教学改革的需要。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作,提高教学质量的若干意见》精神,紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”,在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下,我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”(以下简称“编委会”),旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划,讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师,其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求,“编委会”一致认为,精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求,处于一个比较高的起点上。精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要,要有特色风格、有创新性(新体系、新内容、新手段、新思路,教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量)、先进性(对原有的学科体系有实质性的改革和发展,顺应并符合21世纪教学发展的规律,代表并引领课程发展的趋势和方向)、示范性(教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性)和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐(通过所在高校的“编委会”成员推荐),经“编委会”认真评审,最后由清华大学出版

社审定出版。

目前,针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”,即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。推出的特色精品教材包括:

- (1) 21 世纪高等学校规划教材·计算机应用——高等学校各类专业,特别是非计算机专业的计算机应用类教材。
- (2) 21 世纪高等学校规划教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。
- (3) 21 世纪高等学校规划教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。
- (4) 21 世纪高等学校规划教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。
- (5) 21 世纪高等学校规划教材·信息管理与信息系统。
- (6) 21 世纪高等学校规划教材·财经管理与应用。
- (7) 21 世纪高等学校规划教材·电子商务。
- (8) 21 世纪高等学校规划教材·物联网。

清华大学出版社经过三十多年的努力,在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌,为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材形成了技术准确、内容严谨的独特风格,这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

联系人:魏江江

E-mail:weijj@tup.tsinghua.edu.cn

前言

本书是与《路由和交换技术》教材配套的实验教材,详细介绍了在 Cisco Packet Tracer 软件实验平台上完成交换式以太网、虚拟局域网、链路聚合、生成树、互连网络、路由协议、网络地址转换、三层交换机和 IPv6 等相关实验的方法和步骤。

本书详细介绍了 Cisco Packet Tracer 软件实验平台的功能和使用方法,基于 Cisco Packet Tracer 软件实验平台,针对教材的每一章内容设计了大量的实验,这些实验一部分是教材中的案例和实例的具体实现,用于验证教材内容,帮助读者更好地理解、掌握教材内容。另一部分是实际问题的解决方案,给出用 Cisco 网络设备设计具体网络的方法和步骤。每一个实验从实验原理、实验过程中使用的 Cisco IOS 命令和实验步骤三个方面进行了深入讨论,不仅使读者掌握用 Cisco 设备完成交换式以太网和互连网络设计、实施的方法和步骤,更能使读者进一步理解实验所涉及的原理和技术。

Cisco Packet Tracer 软件实验平台的人机界面非常接近实际设备的配置过程,除了连接线缆等物理动作外,读者通过 Cisco Packet Tracer 软件实验平台完成实验与通过实际 Cisco 网络设备完成实验几乎没有差别;通过 Cisco Packet Tracer 软件实验平台,读者完全可以完成复杂的交换式以太网和互连网络的设计、配置和验证过程。更为难得的是,Cisco Packet Tracer 软件实验平台可以模拟 IP 分组端到端传输过程中交换机、路由器等网络设备处理 IP 分组的每一个步骤,显示各个阶段应用层报文、传输层报文、IP 分组、封装 IP 分组的链路层帧的结构、内容和首部中每一个字段的值,使得读者可以直观了解 IP 分组的端到端传输过程及 IP 分组端到端传输过程中各层 PDU 的细节和变换过程。

“路由和交换技术”课程本身是一门实验性很强的课程,需要通过实际网络设计过程来加深对教学内容的理解,培养学生分析、解决问题的能力,但实验又是一大难题,因为很少有学校可以提供设计、实施复杂交换式以太网和互连网络的网络实验室,Cisco Packet Tracer 软件实验平台和本书很好地解决了这一难题。

作为与《路由和交换技术》教材配套的实验教材,本书和《路由和交换技术》教材相得益彰,教材内容为读者提供了复杂交换式以太网和互连网络设计原理及技术,本书提供了在 Cisco Packet Tracer 软件实验平台上运用教材内容提供的理论和技术设计、配置和调试各种规模的交换式以太网和互连网络的步骤及方法,读者用教材提供的网络设计原理和技术指导实验,反过来又通过实验来加深理解教材内容,课堂教学和实验形成良性互动。

本书既是一本与《路由和交换技术》教材配套的实验指导书,又是一本指导读者用 Cisco 设备完成交换式以太网和互连网络设计、实施的网络工程手册,同时还是一本很好的 CCNA 路

由和交换的实验辅导教材。限于作者的水平,书中错误和不足之处在所难免,殷切希望使用本书的老师和学生批评指正,也殷切希望读者能够就本书内容和叙述方式提出宝贵建议和意见,以便进一步完善本书内容。作者 E-mail 地址为: shenxinshan@163.com。

作者

2013年3月

目 录

第 1 章 路由和交换实验基础	1
1.1 Packet Tracer 5.3 使用说明	1
1.1.1 功能介绍.....	1
1.1.2 用户界面.....	2
1.1.3 工作区分类.....	3
1.1.4 操作模式.....	4
1.1.5 设备类型和配置方式.....	5
1.2 IOS 命令模式	8
1.2.1 用户模式.....	8
1.2.2 特权模式.....	9
1.2.3 全局模式.....	9
1.2.4 IOS 帮助工具	10
1.3 网络设备配置方式.....	11
1.3.1 控制台端口配置方式	12
1.3.2 Telnet 配置方式	14
第 2 章 交换机和交换式以太网实验	16
2.1 交换机实验基础.....	16
2.1.1 直通线和交叉线	16
2.1.2 交换机实验中需要注意的几个问题	17
2.2 单交换机实验.....	18
2.2.1 实验目的	18
2.2.2 实验原理	18
2.2.3 关键命令说明	18
2.2.4 实验步骤	19
2.2.5 命令行配置过程	23
2.3 交换式以太网实验.....	24
2.3.1 实验目的	24
2.3.2 实验原理	24
2.3.3 实验步骤	25
2.4 交换机配置实验.....	28
2.4.1 实验目的	28

2.4.2	实验原理	29
2.4.3	关键命令说明	29
2.4.4	实验步骤	30
2.4.5	命令行配置过程	30
第3章	虚拟局域网实验	34
3.1	单交换机 VLAN 配置实验	34
3.1.1	实验目的	34
3.1.2	实验原理	34
3.1.3	关键命令说明	35
3.1.4	实验步骤	36
3.1.5	命令行配置过程	39
3.2	跨交换机 VLAN 配置实验	42
3.2.1	实验目的	42
3.2.2	实验原理	42
3.2.3	实验步骤	43
3.2.4	命令行配置过程	47
3.3	交换机配置实验	49
3.3.1	实验目的	49
3.3.2	实验原理	49
3.3.3	实验步骤	49
3.3.4	命令行配置过程	50
3.4	VTP 配置实验	52
3.4.1	实验目的	52
3.4.2	实验原理	52
3.4.3	关键命令说明	53
3.4.4	实验步骤	54
3.4.5	命令行配置过程	57
第4章	生成树实验	60
4.1	容错实验	60
4.1.1	实验目的	60
4.1.2	实验原理	60
4.1.3	关键命令说明	60
4.1.4	实验步骤	62
4.1.5	命令行配置过程	64
4.2	负载均衡实验	65
4.2.1	实验目的	65
4.2.2	实验原理	65

4.2.3	实验步骤	67
4.2.4	命令行配置过程	70
4.2.5	端口状态快速转换过程	72
第5章	以太网链路聚合实验	73
5.1	链路聚合配置实验	73
5.1.1	实验目的	73
5.1.2	实验原理	73
5.1.3	关键命令说明	74
5.1.4	实验步骤	75
5.1.5	命令行配置过程	76
5.2	链路聚合与 VLAN 配置实验	77
5.2.1	实验目的	77
5.2.2	实验原理	77
5.2.3	实验步骤	78
5.2.4	命令行配置过程	79
5.3	链路聚合与生成树配置实验	81
5.3.1	实验目的	81
5.3.2	实验原理	81
5.3.3	实验步骤	83
5.3.4	命令行配置过程	84
第6章	路由器和网络互连实验	86
6.1	直连路由项配置实验	86
6.1.1	实验目的	86
6.1.2	实验原理	86
6.1.3	关键命令说明	87
6.1.4	实验步骤	87
6.1.5	命令行配置过程	92
6.2	以太网与 PSTN 互连实验	93
6.2.1	实验目的	93
6.2.2	实验原理	93
6.2.3	实验步骤	94
6.2.4	命令行配置过程	98
6.3	静态路由项配置实验	98
6.3.1	实验目的	98
6.3.2	实验原理	99
6.3.3	关键命令说明	100
6.3.4	实验步骤	100

6.3.5	命令行配置过程	105
6.4	默认路由项配置实验	106
6.4.1	实验目的	106
6.4.2	实验原理	106
6.4.3	实验步骤	107
6.4.4	命令行配置过程	110
6.5	路由项聚合实验	112
6.5.1	实验目的	112
6.5.2	实验原理	112
6.5.3	实验步骤	114
6.5.4	命令行配置过程	116
6.6	网络设备配置实验	117
6.6.1	实验目的	117
6.6.2	实验原理	117
6.6.3	关键命令说明	117
6.6.4	实验步骤	118
6.6.5	命令行配置过程	119
第7章	路由协议实验	121
7.1	RIP 配置实验	121
7.1.1	实验目的	121
7.1.2	实验原理	121
7.1.3	关键命令说明	121
7.1.4	实验步骤	123
7.1.5	命令行配置过程	129
7.2	RIP 计数到无穷大实验	131
7.2.1	实验目的	131
7.2.2	实验原理	131
7.2.3	关键命令说明	132
7.2.4	实验步骤	133
7.2.5	命令行配置过程	136
7.3	单区域 OSPF 配置实验	137
7.3.1	实验目的	137
7.3.2	实验原理	137
7.3.3	关键命令说明	138
7.3.4	实验步骤	139
7.3.5	命令行配置过程	142
7.4	多区域 OSPF 配置实验	144
7.4.1	实验目的	144

7.4.2	实验原理	144
7.4.3	实验步骤	145
7.4.4	命令行配置过程	148
7.5	BGP 配置实验	150
7.5.1	实验目的	150
7.5.2	实验原理	150
7.5.3	关键命令说明	152
7.5.4	实验步骤	153
7.5.5	命令行配置过程	158
第 8 章	网络地址转换实验	163
8.1	PAT 配置实验	163
8.1.1	实验目的	163
8.1.2	实验原理	163
8.1.3	关键命令说明	164
8.1.4	实验步骤	166
8.1.5	命令行配置过程	171
8.2	动态 NAT 配置实验	173
8.2.1	实验目的	173
8.2.2	实验原理	173
8.2.3	关键命令说明	174
8.2.4	实验步骤	175
8.2.5	命令行配置过程	178
8.3	静态 NAT 配置实验	180
8.3.1	实验目的	180
8.3.2	实验原理	180
8.3.3	实验步骤	181
8.3.4	命令行配置过程	186
8.4	综合 NAT 配置实验	187
8.4.1	实验目的	187
8.4.2	实验原理	187
8.4.3	关键命令说明	188
8.4.4	实验步骤	189
8.4.5	命令行配置过程	193
第 9 章	三层交换机和三层交换实验	195
9.1	多端口路由器互连 VLAN 实验	195
9.1.1	实验目的	195
9.1.2	实验原理	195

9.1.3	实验步骤	196
9.1.4	命令行配置过程	200
9.2	三层交换机三层接口实验	201
9.2.1	实验目的	201
9.2.2	实验原理	202
9.2.3	关键命令说明	202
9.2.4	实验步骤	203
9.2.5	命令行配置过程	204
9.3	单臂路由器互连 VLAN 实验	204
9.3.1	实验目的	204
9.3.2	实验原理	204
9.3.3	关键命令说明	205
9.3.4	实验步骤	206
9.3.5	命令行配置过程	209
9.4	三层交换机 IP 接口实验	210
9.4.1	实验目的	210
9.4.2	实验原理	210
9.4.3	关键命令说明	210
9.4.4	实验步骤	211
9.4.5	命令行配置过程	212
9.5	两个三层交换机互连实验一	213
9.5.1	实验目的	213
9.5.2	实验原理	213
9.5.3	关键命令说明	214
9.5.4	实验步骤	214
9.5.5	命令行配置过程	216
9.6	两个三层交换机互连实验二	218
9.6.1	实验目的	218
9.6.2	实验原理	218
9.6.3	实验步骤	219
9.6.4	命令行配置过程	222
9.7	两个三层交换机互连实验三	222
9.7.1	实验目的	222
9.7.2	实验原理	223
9.7.3	实验步骤	224
9.7.4	命令行配置过程	228
9.8	三层交换机链路聚合实验	229
9.8.1	实验目的	229
9.8.2	实验原理	229

9.8.3	实验步骤	231
9.8.4	命令行配置过程	234
第 10 章	IPv6 实验	237
10.1	基本配置实验	237
10.1.1	实验目的	237
10.1.2	实验原理	237
10.1.3	关键命令说明	237
10.1.4	实验步骤	238
10.1.5	命令行配置过程	240
10.2	静态路由项配置实验	242
10.2.1	实验目的	242
10.2.2	实验原理	242
10.2.3	关键命令说明	243
10.2.4	实验步骤	243
10.2.5	命令行配置过程	246
10.3	RIP 配置实验	247
10.3.1	实验目的	247
10.3.2	实验原理	247
10.3.3	关键命令说明	247
10.3.4	实验步骤	248
10.3.5	命令行配置过程	250
10.4	单区域 OSPF 配置实验	251
10.4.1	实验目的	251
10.4.2	实验原理	251
10.4.3	关键命令说明	251
10.4.4	实验步骤	252
10.4.5	命令行配置过程	254
10.5	双协议栈配置实验	255
10.5.1	实验目的	255
10.5.2	实验原理	255
10.5.3	实验步骤	256
10.5.4	命令行配置过程	258
10.6	IPv6 网络与 IPv4 网络互连实验一	260
10.6.1	实验目的	260
10.6.2	实验原理	260
10.6.3	关键命令说明	261
10.6.4	实验步骤	262
10.6.5	命令行配置过程	266

10.7 IPv6 网络与 IPv4 网络互连实验二	268
10.7.1 实验目的	268
10.7.2 实验原理	268
10.7.3 关键命令说明	269
10.7.4 实验步骤	270
10.7.5 命令行配置过程	274
参考文献	276

第 1 章

路由和交换实验基础

Cisco Packet Tracer 是一个非常理想的软件实验平台,可以完成各种规模校园网和企业网的设计、配置和调试过程。虽然不能实现实际物理接触,但是 Cisco Packet Tracer 提供了和实际实验环境几乎一样的仿真环境。

1.1 Packet Tracer 5.3 使用说明

1.1.1 功能介绍

“路由和交换技术”课程的教学目标有三:一是使学生具备设计、实施校园网和企业网的能力,二是具备研发交换机和路由器的能力,三是具备分析、设计和实现 MAC 帧和 IP 分组端到端传输过程所涉及的算法和协议的能力。掌握交换机和路由器配置过程及交换式以太网和互连网络设计、实施过程对于深入了解交换式以太网和互连网络相关算法和协议的工作原理、实现过程非常有用,但目前很少有学校可以提供能够完成各种规模校园网和企业网设计、实施实验的网络实验室。另外,对于一个初学者而言,掌握设计、配置和调试网络的过程固然重要,而掌握 IP 分组端到端传输过程更加重要,而一般的实验环境无法让初学者观察、分析 IP 分组端到端传输过程中的每一个步骤。

Cisco Packet Tracer 5.3 是 Cisco(思科)为网络初学者提供的—个学习软件,初学者通过 Packet Tracer 可以用 Cisco 网络设备设计、配置和调试—个网络,而且可以模拟 IP 分组端到端传输过程中的每一个步骤,虽然不能实现实际物理接触,但是 Packet Tracer 提供了和实际实验环境几乎—样的仿真环境。

1. 网络设计、配置和调试过程

根据网络设计要求选择 Cisco 网络设备,如路由器、交换机等,用合适的传输媒体将这些网络设备互连在一起,进入设备配置界面对网络设备逐一进行配置,通过启动 IP 分组端到端传输过程检验网络任意两个终端之间的连通性,如果发现问题,通过检查网络拓扑结构、互连网络设备的传输媒体、设备配置、设备建立的控制信息(如交换机转发表、路由器路由表等)确定问题的起因,并加以解决。

2. 模拟协议操作过程

网络中 IP 分组端到端传输过程是各种协议、各种网络技术相互作用的结果,因此,只有

了解网络环境下各种协议的工作流程、各种网络技术的工作机制及它们之间的相互作用过程,才能掌握完整的、系统的网络知识,对于初学者,掌握网络设备之间各种协议实现过程中相互传输的报文类型、报文格式、报文处理流程对理解网络工作原理至关重要,Packet Tracer 模拟操作模式给出了网络设备之间各种协议实现过程中每一个步骤涉及的报文类型、报文格式及报文处理流程,可以让初学者观察、分析协议实现的每一个细节。

3. 验证教材内容

《路由和交换技术》教材的主要特色是在讲述每一种路由交换技术前,先构建一个读者能够理解的网络环境,并在该网络环境下详细讨论该路由交换技术的工作机制、相关协议的工作流程及相互作用过程,而且,所提供的网络环境和人们实际应用中遇到的实际网络十分相似,较好地解决了课程内容和实际应用的衔接问题。在教学过程中,可以用 Packet Tracer 完成教材中每一个网络环境的设计、配置和调试过程,同时,可以用 Packet Tracer 模拟操作模式给出协议实现过程中的每一个步骤,及每一个步骤涉及的报文类型、报文格式和报文处理流程,以此验证教材内容,并通过验证过程,更进一步加深读者对教材内容的理解,真正做到弄懂弄透。

1.1.2 用户界面

启动 Packet Tracer 5.3 后,出现如图 1.1 所示的用户界面。

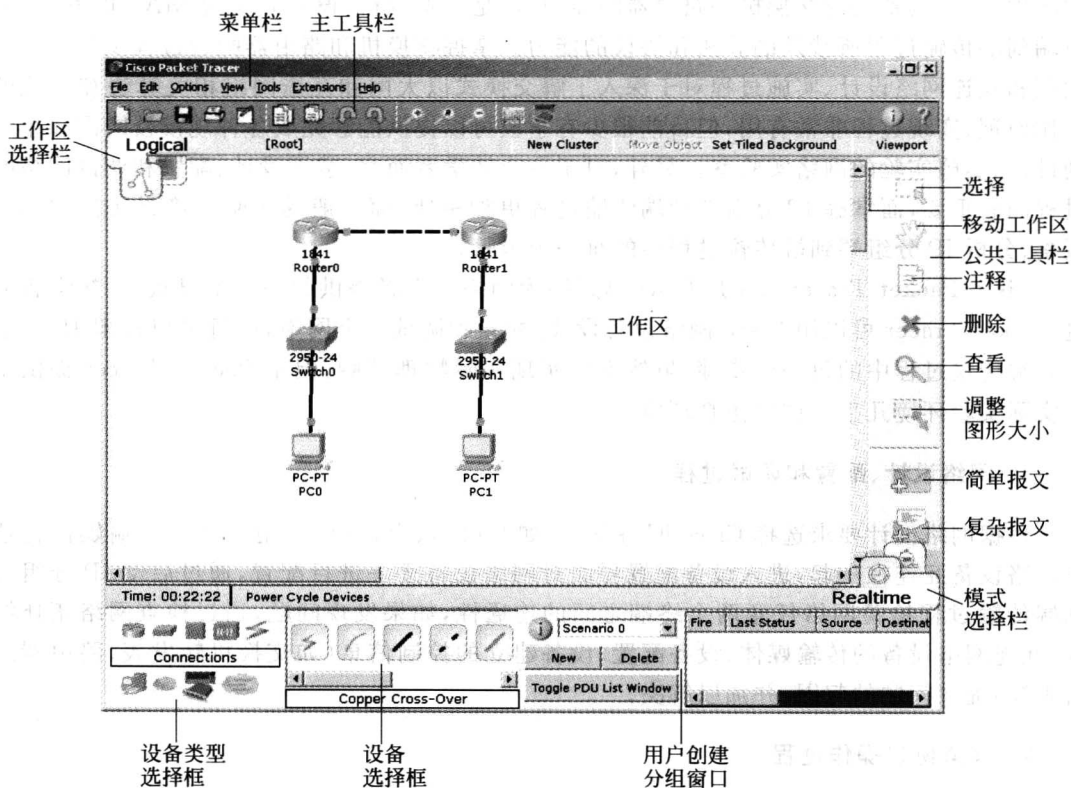


图 1.1 Packet Tracer 5.3 用户界面