



“十四五”职业教育国家规划教材

主编 樊明睿 周伟

网络设备安装与调试

WANGLUO SHEBEI ANZHUANG YU TIAOSHI

网络设备安装与调试

WANGLUO SHEBEI ANZHUANG YU TIAOSHI

网络设备安装与调试

主编 樊明睿 周伟

结合Cisco Packet Tracer模拟器，从应用角度全面系统地介绍了网络设备安装与调试的相关知识和技能。采用“项目—任务”方式编写，强化学生综合职业技能培养。

选题策划：高锐
责任编辑：卢尚坤
封面设计：刘文东



定价：39.80元

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



“十四五” 职业教育国家规划教材

主 编 樊明睿 周 伟
副主编 贾世奎
主 审 赵 媛 王 刚

网络设备安装与调试



哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press

内 容 简 介

本书是“十四五”职业教育国家规划教材。本书介绍了网络设备的安装、调试与维护的实战方法和操作技巧,共分为6个项目,主要包括网络搭建基础、交换机配置与应用、路由器配置与应用、无线网络技术实现、网络安全技术实现和综合案例实训。

本书既可作为中等职业学校计算机网络技术及相关专业的教学用书,也可作为计算机网络技能大赛的训练手册,还可作为相关企业对员工进行岗位培训及自学者的辅导资料。

图书在版编目(CIP)数据

网络设备安装与调试/樊明睿,周伟主编. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社,2019.11(2023.7重印)
ISBN 978-7-5661-2364-0

I. ①网… II. ①樊… ②周… III. ①计算机网络-通信设备-设备安装-中等专业学校-教材 ②计算机网络-通信设备-调试方法-中等专业学校-教材 IV. ①TN915.05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 141136 号

网络设备安装与调试

WANGLUO SHEBEI ANZHUANG YU DIAOSHI

选题策划 高 锐
责任编辑 卢尚坤
封面设计 刘文东

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 三河市骏杰印刷有限公司
开 本 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张 15
字 数 365 千字
版 次 2019 年 11 月第 1 版
印 次 2023 年 7 月第 4 次印刷
定 价 39.80 元

<http://www.hrbeupress.com>

E-mail:heupress@hrbeu.edu.cn



前言

PREFACE

党的二十大报告指出：“我们要坚持教育优先发展、科技自立自强、人才引领驱动，加快建设教育强国、科技强国、人才强国，坚持为党育人、为国育才，全面提高人才自主培养质量，着力造就拔尖创新人才，聚天下英才而用之。”在全面建设社会主义现代化国家的新征程上，我们要坚持教育优先发展，不断培养担当民族复兴大任的时代新人，夯实民族复兴基石。

为全面贯彻党的教育方针，落实立德树人根本任务，及时反映新时代课程教学改革的成果，本书依据教育部《中等职业学校计算机网络技术专业教学标准》，并参照“网络管理员”岗位技能要求，职业院校技能大赛、企业赛事等竞赛知识点和技能点，融合“1+X”职业技能标准，根据职业学校学生学习特点，按照理实一体化的教学模式编排内容。

全书以典型工作案例组织具体内容，包括熟悉网络的基本知识、使用 Cisco Packet Tracer、交换机的基本配置、交换机的 VLAN 配置、单臂路由的配置、广域网技术与应用、搭建无线网络、防火墙配置与应用、园区网综合案例实训、物联网智能家居案例实训等 21 个典型工作案例。

本书有以下特点：

1. 全面反映新时代教学改革成果

本书以教育部印发的《职业院校教材管理办法》为指导，以最新“网络管理员”岗位技能要求及“1+X”网络系统建设与运维职业技能标准为依据，以课程建设为依托，充分融合课程思政元素，全面反映新时代产教融合、校企合作创新创业教育、现代学徒制和教育信息化等方面的教学改革成果；以培养职业能力为主线，将探究学习、与人交流、与人合作、解决问题、创新能力的培养贯穿教材始终。

2. 符合“岗课赛证”一体化开发理念

本书对应“网络管理员”岗位要求和国家职业标准，拆解近年来职业院校技能大赛、企业赛事等竞赛知识点和技能点，融合“1+X”网络系统建设与运维职业技能标准和部分“1+X”网络安全运维职业技能标准，形成百余个知识点和技能点，重新归类组合融入每一个任务，循序渐进，便于运用“工学结合”“做中学”“学中做”和“做中教”教学模式，体现“教学做合一”理念。

3. 编写体例、形式和内容适合职业教育的特点

本书符合职业院校学生认知规律,按照项目导向和任务驱动的方式组织内容,采用“项目—任务”方式编写,并根据工作过程和典型案例的特点优化知识点;每个项目都有“知识目标”“技能目标”“项目扩展”,每个任务都有“情境描述”“实现步骤”“知识储备”和“学习小结”,并穿插有“知识点拨”“多学一点”,可帮助学生更好地理解并掌握相关知识与技能;内容安排由简单到复杂,由单一到综合,使学生能够熟练掌握知识与技能。

本书由樊明睿和周伟担任主编并负责统稿,由贾世奎担任副主编,参编人员还有张亮和秦鸿骄。具体编写分工如下:项目1的任务1.1由秦鸿骄编写,项目1的任务1.2和项目3由贾世奎编写,项目1的任务1.3由张亮编写,项目2和项目6由樊明睿编写,项目4和项目5由周伟编写。本书由赵媛和王刚担任主审。

编者在编写本书的过程中,参考和引用了一些书籍、论文、网站中的资料,在此对相关作者表示感谢。

由于编者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者



目 录 CONTENTS

项目 1	网络搭建基础	1
任务 1.1	熟悉网络的基本知识	2
任务 1.2	使用 Cisco Packet Tracer	17
任务 1.3	访问网络设备	32
项目扩展	48
项目 2	交换机配置与应用	50
任务 2.1	交换机的基本配置	52
任务 2.2	交换机的 VLAN 配置	68
任务 2.3	交换机的常用技术配置	84
项目扩展	107
项目 3	路由器配置与应用	109
任务 3.1	路由器的基本配置	111
任务 3.2	单臂路由器的配置	124
任务 3.3	静态路由的配置	130
任务 3.4	动态路由的配置	140
任务 3.5	广域网技术与应用	166
项目扩展	183
项目 4	无线网络技术实现	185
任务 4.1	搭建无线网络	186
任务 4.2	管理无线网络	193
项目扩展	199
项目 5	网络安全技术实现	201
任务 5.1	IP 访问控制列表	202
任务 5.2	网络地址转换	208

任务 5.3 防火墙配置与应用	214
项目扩展	221

项目 6 综合案例实训 222

任务 6.1 DHCP 在多 VLAN 中的应用案例实训	223
任务 6.2 互联网 DNS 层次结构应用案例实训	225
任务 6.3 小型企业网案例实训	227
任务 6.4 园区网综合案例实训	230
任务 6.5 物联网智能家居案例实训	232

参考文献 234

项目 1

网络搭建基础

知识目标

- 了解常见的网络设备。
- 了解不同传输介质的特点和应用。
- 掌握 OSI 网络参考模型的特点和功能。
- 掌握 TCP/IP 模型。
- 掌握 OSI 网络参考模型与 TCP/IP 模型的区别。
- 了解 TCP/IP 中所包含的网络协议。
- 了解 Cisco Packet Tracer 的安装。
- 了解 Cisco Packet Tracer 的功能。
- 掌握 Cisco Packet Tracer 的使用方法。

技能目标

- 熟悉网络的基本知识。
- 会使用 Cisco Packet Tracer 7.1。
- 会访问网络设备。

网络是信息传输、接收、共享的虚拟平台,通过它把各个点、面、体的信息联系到一起,从而实现资源共享。网络会借助文字阅读、图片查看、影音播放、下载传输、游戏聊天等软件工具,从文字、图片、声音、视频等方面给人们带来丰富的体验和美好的享受。也正是因为如此,网络人才的需求才越来越大。

学好网络知识并不是一件很困难的事。首先需要学习一些网络基础知识,然后认识并学会使用一款网络设备模拟器,因为一般情况下个人为了学习不会买齐所有的网络设备。在众多网络设备模拟器中,Cisco Packet Tracer 是一款非常实用且很适合初学者的网络设备模拟器软件,用户可以在软件的图形用户界面上直接使用拖曳方法建立网络拓扑,并可提供数据包在网络中行进の詳細处理过程,观察网络实时运行情况。

本项目重点学习网络设备和传输介质、网络模型、TCP/IP、IP 地址、Cisco Packet Tracer 的安装与使用等网络搭建的基础知识。

任务 1.1 熟悉网络的基本知识

在当今高速发展的信息社会,计算机网络已经渗透到普通百姓的日常生活和工作之中,它正在改变着人们的生产方式、工作方式和学习方式,认识和了解网络的基本知识是进行网络设备安装与调试的基础。

1.1.1 认识常见的网络设备 & 网络传输介质

情境描述

小张是鹏博公司的网络设备调试员,需要了解常见的网络设备与网络传输介质,并熟悉相关设备和介质的特点。

本节内容使用到的主要设备有集线器、交换机、路由器,涉及的网络传输介质主要有双绞线、同轴电缆、光纤等。

实现步骤

(1)认识常见的网络设备。

①集线器。集线器的英文为 hub。hub 是“中心”的意思,集线器的主要功能是对接收到的信号进行再生整形放大,以扩大网络的传输距离,同时把所有节点集中在以它为中心的节点上。图 1-1 所示为一款通用型集线器。

②交换机。交换机(switch)也称交换式集线器,是能完成封装转发数据包功能的网络设备。它通过对信息进行重新生成,并经过内部处理后转发至指定端口,具备自动寻址能力和交换作用。图 1-2 所示为一款交换机。



图 1-1 集线器



图 1-2 交换机

③路由器。路由器是一种连接多个网络或网段的网络设备,它能将不同网络或网段之间的数据信息进行“翻译”,以使它们能够相互“读懂”对方的数据,从而构成一个更大的网络。图 1-3 所示为一款思科企业路由器。



(2)认识常见的网络传输介质。

①双绞线。双绞线的英文名字是 twist-pair,是综合布线工程中最常用的一种传输介质。它分为两种类型:非屏蔽双绞线(见图 1-4)和屏蔽双绞线(见图 1-5)。双绞线采用一对互相绝缘的金属导线互相绞合的方式来抵御一部分外界电磁波干扰。双绞线是由 4 对双绞线一起包在一个绝缘电缆套管里的。一般双绞线扭线越密,其抗干扰能力就越强。与其他传输介质相比,双绞线在传输距离、信道宽度和数据传输速率等方面均受到一定限制,但价格较为低廉。



图 1-3 一款思科企业路由器



图 1-4 非屏蔽双绞线

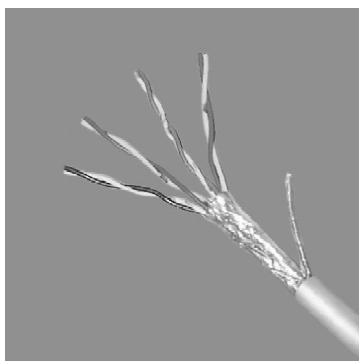


图 1-5 屏蔽双绞线

知识点拨

双绞线的型号如下:

(1)一类线。主要用于传输语音(一类标准主要用于 20 世纪 80 年代之前的电话线缆),不同于数据传输。

(2)二类线。传输频率为 1 MHz,用于语音传输和最高传输速率为 4 Mb/s 的数据传输,常见于使用 4 Mb/s 规范令牌传递协议的旧的令牌网。

(3)三类线。目前在 ANSI 和 EIA/TIA 568 标准中指定的电缆,该电缆的传输频率为 16 MHz,用于语音传输及最高传输速率为 10 Mb/s 的数据传输。

(4) 四类线。该类电缆的传输频率为 20 MHz, 用于语音传输和最高传输速率为 16 Mb/s 的数据传输, 主要用于基于令牌环的局域网和 10BASE-T/100BASE-T 网络。

(5) 五类线。该类电缆增加了绕线密度, 外套一种高质量的绝缘材料, 传输频率为 100 MHz, 用于语音传输和最高传输速率为 10 Mb/s 的数据传输, 主要用于 100BASE-T 和 10BASE-T 网络。五类线是最常用的以太网电缆。

(6) 超五类线。超五类电缆衰减减小, 串扰少, 并且具有更小的时延误差。超五类线主要用于千兆位以太网(1 000 Mb/s)。

(7) 六类线。该类电缆的传输频率为 1~250 MHz, 它提供 2 倍于超五类线的带宽。六类线的传输性能远远高于超五类线, 最适用于传输速率高于 1 Gb/s 的场合。

双绞线常见的有三类线、五类线和超五类线, 以及最新的六类线, 前者线径细而后者线径粗。

在国际上有两种应用最广泛的双绞线标准, 分别是 ANSI/EIA/TIA 568B 和 ANSI/EIA/TIA 568A。这两个标准最主要的不同就是芯线序列的不同。

ANSI/EIA/TIA 568B 的线序定义依次为橙白、橙、绿白、蓝、蓝白、绿、棕白和棕, 其标号如表 1-1 所示。

表 1-1 ANSI/EIA/TIA 568B 的线序说明

橙白	橙	绿白	蓝	蓝白	绿	棕白	棕
1	2	3	4	5	6	7	8

ANSI/EIA/TIA 568A 的线序定义依次为绿白、绿、橙白、蓝、蓝白、橙、棕白和棕, 其标号如表 1-2 所示。

表 1-2 EIA/TIA 568A 的线序说明

绿白	绿	橙白	蓝	蓝白	橙	棕白	棕
1	2	3	4	5	6	7	8

568B 和 568A 线序示意图如图 1-6 所示。

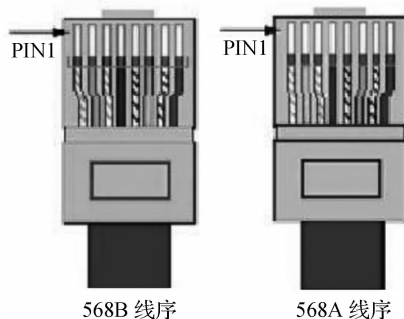


图 1-6 568B 和 568A 线序示意图

根据 568B 和 568A 标准, RJ-45 接头(俗称水晶头)各触点在网络连接中, 对传输信号来说它们所起的作用分别是: 1、2 用于发送, 3、6 用于接收, 4、5 和 7、8 是双向线。对与其相连

接的双绞线来说,为降低相互干扰,标准要求 1、2、3、6、4、5 和 7、8 必须是相互绞缠的对线。

②同轴电缆(coaxial cable)。同轴电缆也是局域网中最常见的传输介质之一,如图 1-7 所示。它用来传输信息的一对导体是按照一层圆筒式的外导体套在内导体(一根细芯)外面,两个导体间用绝缘材料互相隔离的结构制造的,外层导体和中心轴芯线的圆心在同一个轴心上,所以称为同轴电缆。同轴电缆之所以设计成这样,也是为了防止外部电磁波干扰正常信号的传输。

③光纤。光纤以光脉冲的形式来传输信号,以玻璃或有机玻璃等为网络传输介质。它由纤维芯、包层和保护套组成,如图 1-8 所示。



图 1-7 同轴电缆



图 1-8 光纤

光纤可分为单模(single mode)光纤和多模(multiple mode)光纤。单模光纤只提供一条光路,加工复杂,但具有更大的通信容量和更远的传输距离。多模光纤使用多条光路传输同一信号,通过光的折射来控制传输速率。



知识储备

网络传输介质除了有线介质外还包括无线传输介质,主要涉及以下几种:

1. 微波

微波的载波频率主要为 2~40 GHz。频率高,可同时传送大量信息。由于微波是沿直线传播的,故在地面的传播距离有限。

2. 卫星

卫星通信是利用地球同步卫星作为中继来转发微波信号的一种特殊的微波通信形式。卫星通信可以克服地面微波通信距离的限制,3 个同步卫星可以覆盖地球上的全部通信区域。

3. 红外线和激光

红外线和激光与微波介质一样,有很强的方向性,都是沿直线传播的。但红外线和激光要把传输的信号分别转换为红外光信号和激光信号后才能在空间沿直线传播。

多学一点

中国在 5G 独立组网上是标准的立项者、牵头者,也是主要的推动者、引领者,在网络中实现了独立组网的服务化架构。党的二十大报告也明确提出要完善科技创新体系,加快实施创新驱动发展战略。

学习小结

本小节主要认识了常见的网络设备与网络传输介质,网络传输介质是网络中发送方与接收方之间的载体。熟知常见的网络设备与网络传输介质,是网络设备安装与调试的第一步。

1.1.2 了解 OSI 网络参考模型

情境描述

OSI 网络参考模型是由国际标准化组织(ISO)提出的一个网络系统互连模型。它是网络技术的基础,也是分析、评判各种网络技术的依据。了解 OSI 网络参考模型的组成与特点,是网络设备管理员的必备知识。

鹏博公司内部的局域网在搭建过程中采用的也是 OSI 网络参考模型,需要网络设备调试员掌握 OSI 网络参考模型的基础知识。

实现步骤

(1)认识 OSI 网络参考模型的结构。OSI 网络参考模型的七层结构如图 1-9 所示。

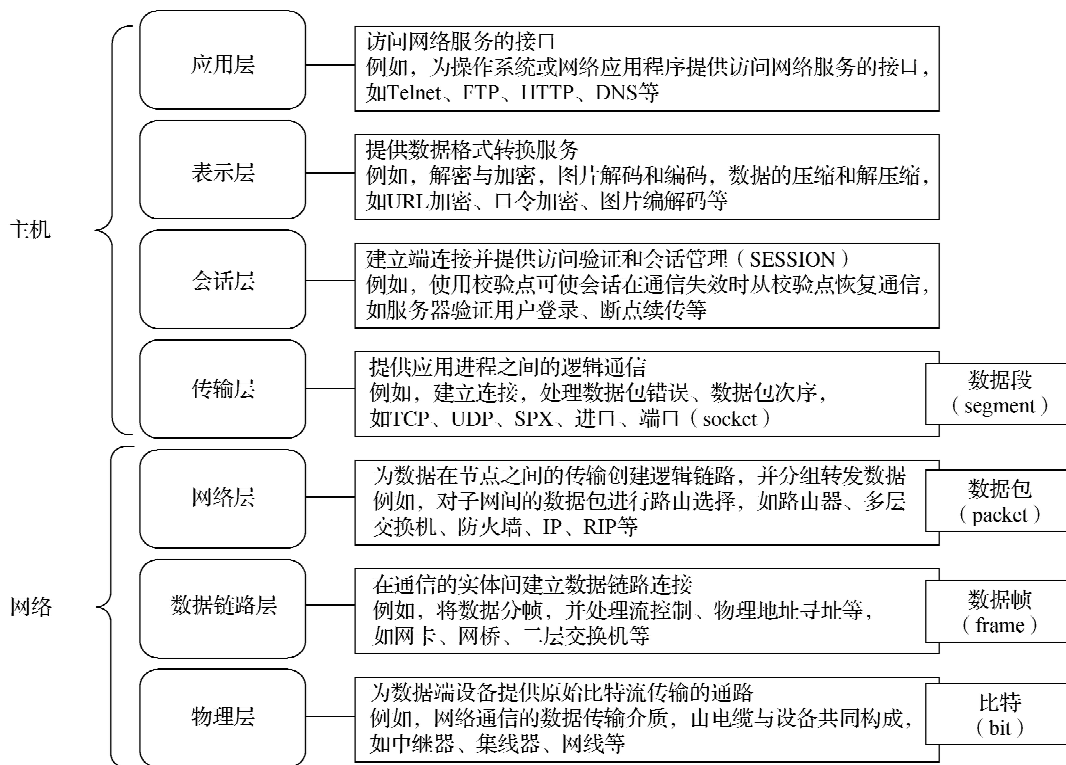


图 1-9 OSI 网络参考模型的七层结构



(2)了解每一层的特点与作用。OSI 网络参考模型把网络通信的工作分为 7 层。每一层负责一项具体的工作,然后把数据传送到下一层。由低到高分别为:物理层、链路层、网络层、传输层、会话层、表示层和应用层。

①应用层。应用层直接为操作系统或网络应用程序提供访问网络服务的接口,应用程序可以变化,但要包括电子消息传输。

②表示层。表示层主要负责格式化数据,以便为应用程序提供通用接口。

③会话层。会话层负责在两个节点之间建立端连接。会话层不参与具体的传输,它提供包括访问验证和会话管理在内的建立和维护应用之间通信的机制。例如,服务器验证用户登录便是由会话层完成的。

④传输层。传输层负责常规数据传输,为上层提供端到端(最终用户到最终用户)的透明的、可靠的数据传输服务。

⑤网络层。网络层的任务就是选择合适的网间路由和交换节点,确保数据及时传送。网络层将链路层提供的帧组成数据包,包中封装有网络层包头,其中含有逻辑地址信息。

⑥链路层。链路层在物理层提供比特流服务的基础上,建立相邻节点之间的数据链路,通过差错控制提供数据帧(frame)在信道上无差错的传输,并进行各电路上的动作。局域网中将链路层划分为两个子层:介质访问控制(MAC)子层和逻辑链路控制(LLC)子层,MAC 子层包括数据帧的封装/拆封、帧的寻址与识别、帧的差错控制等,LLC 子层依靠 MAC 子层为其提供服务,通过与对等实体 LLC 子层的交互为它的上层网络提供服务。

⑦物理层。物理层规定通信设备的机械特性、电气特性、功能特性和过程特性,用以建立、维护和拆除物理链路连接。

电子信号和硬件接口数据发送时,从第 7 层传到第 1 层,接收方则相反。

知识点拨

OSI 是一个定义良好的协议规范集,它定义了开放系统的层次结构、层次之间的相互关系及各层所包括的可能的任务,主要用来协调和组织各层所提供的服务。

OSI 网络参考模型并没有提供一个可以实现的方法,而是描述了一些概念,用来协调进程间通信标准的制定,即 OSI 网络参考模型并不是一个标准,而是一个在制定标准时所使用的概念性框架。



知识储备

OSI 是 open system interconnection 的缩写,意为开放式系统互连。在 OSI 出现之前,计算机网络中存在众多的体系结构,其中以 IBM 公司的 SNA(systems network architecture,系统网络体系结构)和 DEC 公司的 DNA(digital network architecture,数字网络体系结构)最为著名。为了解决不同体系结构的网络互连问题,国际标准化组织 ISO 于 1981 年制定了开放系统互连参考模型(open system interconnection reference model,OSI/RM)。

这个模型把网络通信的工作分为 7 层,每层完成一定的功能,每层都直接为其上层提供服务,并且所有层次都互相支持,而网络通信则可以自上而下(在发送端)或自下而上(在接

收端)双向进行。当然并不是每一通信都需要经过 OSI 参考模型的全部 7 层,有的甚至只需要双方对应的某一层即可。

学习小结

本小节讲解了 OSI 网络参考模型的结构与各层的特点。OSI 参考模型制定过程中采用的方法是将整个庞大而复杂的问题划分为若干个容易处理的小问题,这就是分层的体系结构办法,这种方法也可以迁移运用到学习中。

1.1.3 了解 TCP/IP

情境描述

TCP/IP 是一个网络通信模型,以及整个网络传输协议家族的总和。之所以取这个名字,是因为该协议家族的两个核心协议——TCP(传输控制协议)和 IP(网际协议)是该家族中最早通过的标准。

TCP/IP 是网络搭建的基本原理,小张作为鹏博公司的网络管理员,了解 TCP/IP 是进行网络维护与调试的基础。

实现步骤

(1)认识 TCP/IP 的结构。TCP/IP 并不完全符合 OSI 的七层参考模型。传统的开放式系统互连参考模型是 OSI 参考模型,其中每一层执行某一特定任务。而 TCP/IP 采用了 4 层的层级结构,这 4 层分别为应用层、传输层、互连网络层和网络接口层。

①应用层:应用程序间沟通的层,如简单电子邮件传输协议(SMTP)、文件传输协议(FTP)、网络远程访问协议(Telnet)等。

②传输层:提供了节点间的数据传送服务,如传输控制协议(TCP)、用户数据报协议(UDP)等,TCP 和 UDP 给数据包加入传输数据并把它传输到下一层中,这一层负责传送数据,并且确定数据已被送达并接收。

③互连网络层:负责提供基本的数据封包传送功能,让每一块数据包都能够到达目的主机(但不检查是否被正确接收),如网际协议(IP)。

④网络接口层:对实际的网络媒体进行管理,定义如何使用实际网络(如 Ethernet、Serial Line 等)来传送数据。

(2)认识 IP。网际协议 IP 是 TCP/IP 的心脏,也是网络层中最重要的协议。

IP 层接收由更低层(网络接口层,如以太网设备驱动程序)发来的数据包,并把该数据包发送到更高层,即 TCP 或 UDP 层;相反,IP 层也可以把从 TCP 或 UDP 层接收来的数据包传送到更低层。IP 数据包是不可靠的,因为 IP 并没有做任何事情来确认数据包是按顺序发送的或者没有被破坏。IP 数据包中含有发送它的主机的地址(源地址)和接收它的主机的地址(目的地址)。

IP 数据包的数据格式为:IP 头部+TCP 数据信息(IP 头部包括源和目标主机 IP 地址、类型、生存期等)。

(3)认识 TCP。TCP 是面向连接的通信协议,通过三次握手建立连接,通信完成时要拆

除连接。由于 TCP 是面向连接的,只能用于端到端的通信。

TCP 数据包的数据格式为:TCP 头部+实际数据(TCP 头部包括源和目标主机端口号、顺序号、确认号、校验字等)。

知识点拨

TCP 提供的是一种可靠的数据流服务,采用“带重传的肯定确认”技术来实现传输的可靠性。如果 IP 数据包中有已经封装好的 TCP 数据包,那么 IP 将把它们传送到 TCP 层。TCP 将包排序并进行错误检查,同时实现虚电路间的连接。TCP 数据包中包括序号和确认,所以未按照顺序收到的包可以被排序,而损坏的包也可以被重传。

知识储备

TCP/IP 协议族除了最重要的 TCP 和 IP 两个协议,还包括 UDP、ICMP 和通信端口等。

1. UDP

UDP 是面向无连接的通信协议,UDP 数据包包括目的端口号和源端口号信息,由于通信不需要连接,所以可以实现广播发送。UDP 通信时不需要接收方确认,属于不可靠的传输,可能会出现丢包现象,实际应用中要求程序员编程验证。

2. ICMP

ICMP 与 IP 位于同一层,它被用来传送 IP 的控制信息。它主要是用来提供有关通向目的地址的路径信息。

3. 通信端口

TCP 和 UDP 服务通常有一个客户/服务器的关系。例如,一个服务进程开始在系统上处于空闲状态,等待着连接,此时用户使用客户程序与服务进程建立一个连接。客户程序向服务进程写入信息,服务进程读出信息并发出响应,客户程序读出响应并向用户报告。因此,这个连接是双工的,可以用来进行读/写。

学习小结

本小节讲解了 TCP/IP 的整体构架和基本组成,为后续讨论网络设备的安装与调试打下基础。

1.1.4 IP 地址规划及子网划分

情境描述

IP 地址是赋予网络上的计算机的一个编号。大家日常见到的情况是每台联网的计算机上都需要有 IP 地址,才能正常通信。我们可以把个人计算机比作一台电话,那么 IP 地址就相当于电话号码。

小张是鹏博公司的一名网络维护与调试专员,现在需要对公司新增设的品质部和国际业务部两个部门进行网络规划,公司要求给这两个部门各设计 100 台网络终端设备。

实现步骤

(1)了解 IP 地址的概念。IP 地址是指互联网协议地址(Internet protocol address),是 IP address 的缩写。IP 地址是 IP 协议提供的一种统一的地址格式,它为互联网上的每一个网络和每一台主机分配一个逻辑地址,以此来屏蔽物理地址的差异。

IP 地址从逻辑上讲,是由网络位和主机位两部分组成的,如图 1-10 所示。网络位标识一个网络,同一个物理网络上的所有主机都使用同一个网络位标识;主机位标识在该网络上的一个主机。主机位全为 0 的地址称为网络地址,主机位全为 1 的地址称为广播地址。一个网络中的网络地址和广播地址是不能分配给任何主机的。



图 1-10 IP 地址结构

IP 地址可以表示为一个 32 位的二进制数,它通常被分割成 4 个 8 位二进制数。IP 地址通常用点分十进制表示成(a. b. c. d)的形式。其中,a, b, c, d 都是 0~255 的十进制整数。举例来说:点分十进制 IP 地址(100. 4. 5. 6),实际上代表的是 32 位的二进制数(01100100. 00000100. 00000101. 00000110)。

知识点拨

二进制数与十进制数之间的转换。

(1)计算机内部采用二进制表示信息,二进制有两个数码,即 0、1,二进制的基数为 2。加法运算时逢二进一,对于任意一个 n 位整数的二进制数 B ,均可展开为

$$B = B_{n-1} \times 2^{n-1} + B_{n-2} \times 2^{n-2} + B_{n-3} \times 2^{n-3} + \dots + B_0 \times 2^0$$

(2)十进制整数转换为二进制整数采用“除 2 取余,逆序排列”法。具体做法是:用 2 除十进制整数,可以得到一个商和余数;再用 2 去除商,又会得到一个商和余数,如此进行,直到商为 0 时为止,然后把先得到的余数作为二进制数的低有效位,后得到的余数作为二进制数的高有效位,依次排列起来。

例如,将 $(100)_{10}$ 转换成二进制数,最终结果为 $(01100100)_2$ 。

(3)二进制数转换为十进制数时,按照位权展开求和即可。

例如,将 $(01100100)_2$ 转换成十进制数,则为

$$(01100100)_2 = 0 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 100$$

(2)掌握 IP 地址的分类。Internet 委员会定义了 5 种 IP 地址类型以适合不同容量的网络,即 A~E 类。其中,A、B、C 三类(见表 1-3)由 Internet 组织机构在全球范围内统一分配。

表 1-3 A、B、C 三类 IP 地址的汇总

类别	最大网络数	IP 地址范围	最大主机数	私有 IP 地址范围
A	$126(2^7 - 2)$	1. 0. 0. 0~126. 255. 255. 255	16 777 214	10. 0. 0. 0~10. 255. 255. 255
B	$16\ 384(2^{14})$	128. 0. 0. 0~191. 255. 255. 255	65 534	172. 16. 0. 0~172. 31. 255. 255
C	$2\ 097\ 152(2^{21})$	192. 0. 0. 0~223. 255. 255. 255	254	192. 168. 0. 0~192. 168. 255. 255



A类IP地址是指在IP地址的四段号码中,第一段号码为网络号码,剩下的三段号码为本地计算机的号码。如果用二进制表示IP地址,A类IP地址就由1字节的网络地址和3字节的主机地址组成。A类IP地址的范围是1.0.0.0~126.255.255.255。A类IP地址的子网掩码为255.0.0.0,每个网络支持的最大主机数为 $16\,777\,214(256^3-2)$ 台。

B类IP地址是指在IP地址的四段号码中,前两段号码为网络号码。如果用二进制表示IP地址,B类IP地址就由2字节的网络地址和2字节的主机地址组成,网络地址的最高位必须是“10”。B类IP地址的范围是128.0.0.0~191.255.255.255。B类IP地址的子网掩码为255.255.0.0,每个网络支持的最大主机数为 $65\,534(256^2-2)$ 台。

C类IP地址是指在IP地址的四段号码中,前三段号码为网络号码,剩下的一段号码为本地计算机的号码。如果用二进制表示IP地址,C类IP地址就由3字节网络地址和1字节的主机地址组成,网络地址的最高位必须是“110”。C类IP地址的范围是192.0.0.0~223.255.255.255。C类IP地址的子网掩码为255.255.255.0,每个网络支持的最大主机数为 $254(256^1-2)$ 台。

D类IP地址曾经被称为多播地址(multicast address),即组播地址。多播地址的最高位必须是“1110”,范围是224.0.0.0~239.255.255.255。

E类IP地址还在保留阶段,未投入使用,E类IP地址的范围是240.0.0.0~247.255.255.255。

知识点拨

IP地址中不能以十进制“127”作为开头,该类地址中的127.0.0.1到127.255.255.255用于回路测试。例如,127.0.0.1可以代表本机IP地址,用“http://127.0.0.1”就可以测试本机中配置的Web服务器。

网络地址的第一个8位组也不能全置为“0”,全“0”表示本地网络。

判断两个地址是否处于同一个网段,主要看它们的网络地址是否相同,相同则处于同一网段。一个网络中网络地址和广播地址是不能分配给任何主机的。

(3) 方案初步设计。

① 方案一。原则上需要202个IP($100+100+2$),给品质部和国际业务部分各分配一个C类地址。例如,给品质部分分配192.168.1.0,给国际业务部分分配192.168.2.0。那么实际可用IP有 $254 \times 2 = 508$ 个,所以此方案中浪费的IP有306个。

② 方案二。利用子网划分。

一个C类地址可提供 $2^8-2=254$ 个主机地址,如图1-11所示。

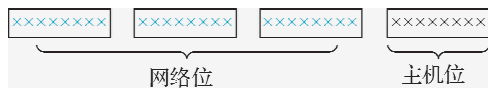


图 1-11 普通 C 类地址的网络位与主机位

借一位主机位为网络位,如图1-12所示。

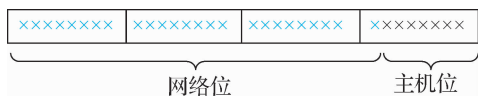


图 1-12 将 C 类地址主机位借一位为网络位

这样可提供的主机地址将为 $2^7 - 2 = 126$ 个,且比 101 大,因此符合设计要求;若借 2 位,可提供的主机地址将为 $2^6 - 2 = 62$ 个,比 101 小,又不满足设计需要。

因此,划分后的 IP 地址如图 1-13 所示。

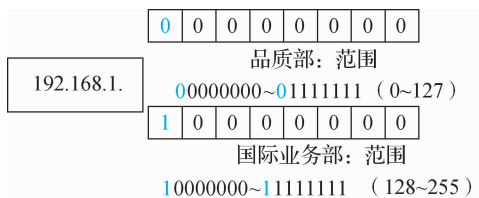


图 1-13 两部门 IP 地址分配示意图

综上,在品质部中可规划如下:

网络地址:192.168.1.00000000(192.168.1.0)。

广播地址:192.168.1.01111111(192.168.1.127)。

可用主机地址范围:192.168.1.1~192.168.1.126(共 126 个)。

子网掩码:255.255.255.128(11111111.11111111.11111111.10000000)。

在国际业务部中可规划如下:

网络地址:192.168.1.10000000(192.168.1.128)。

广播地址:192.168.1.11111111(192.168.1.255)。

可用主机地址范围:192.168.1.129~192.168.1.254(共 126 个)。

子网掩码:255.255.255.128(11111111.11111111.11111111.10000000)。

相比较,方案二比方案一的 IP 地址利用率更高。

知识储备

划分子网的核心思想是:划主机位为网络位。具体方法如下:从表示主机号的二进制数中划分出一定的位数作为本网的各个子网号,剩余的部分作为相应子网的主机号。划分多少位二进制给子网主要根据实际所需的子网数目而定。

划分子网后,通过使用掩码把子网隐藏起来,使得从外部看网络没有变化,这就是子网掩码。子网掩码是一个 32 位的二进制数,其对应网络地址的所有位置都为 1,对应于主机地址的所有位置都为 0。

将子网掩码和 IP 地址按位进行逻辑“与”运算,得到 IP 地址的网络地址,剩下的部分就是主机地址,从而区分出任意 IP 地址中的网络地址和主机地址。

子网掩码的作用就是和 IP 地址与运算后得出网络地址,子网掩码也是 32 位,并且是一串 1 后跟随一串 0,其中 1 表示在 IP 地址中的网络号对应的位数,而 0 表示在 IP 地址中主机对应的位数。

A 类网络(1~126)的默认子网掩码为 255.0.0.0。

255.0.0.0 换算成二进制为 11111111.00000000.00000000.00000000。

可以清楚地看出前 8 位是网络地址,后 24 位是主机地址,也就是说,如果用的是标准子网掩码,那么从第一段地址即可看出是不是同一网段的。例如,21.0.0.0.1 和 21.240.230.1 的第一段为 21 属于 A 类,如果用的是默认的子网掩码,那么这两个地址就是一个网段的。

B 类网络(128~191)的默认子网掩码为:255.255.0.0。

C 类网络(192~223)的默认子网掩码为:255.255.255.0。

学习小结

本小节讲解了 IP 地址的概念和分类,以及子网划分与网络地址的计算。掌握这些内容是进行网络配置的基础,有了一一对应的地址,才可以进行准确的信息传输。

1.1.5 熟悉常用的网络命令

情境描述

目前,计算机的使用率越来越高,网络的使用也越来越方便。网络对人们的影响越来越大,如何在日常应用中更好地查看网络连接情况呢? Windows 系统中的网络管理命令能起到很大的帮助作用。

小张作为鹏博公司的网络维护与调试专员,在进行网络测试时会经常用到网络命令,如 ping、ipconfig、route、tracert 等。

实现步骤

(1)练习 ping 命令。ping 是使用频率极高的网络命令,主要用于确定网络的连通性。这对确定网络是否正确连接,以及网络连接的状况十分有用。简单地说,ping 就是一个测试程序,如果 ping 运行正确,大体上就可以排除网络访问层、网卡、Modem 的输入/输出线路、电缆和路由器等存在的故障,从而缩小问题的范围。

ping 命令格式有以下三种:

- ①ping 主机名。
- ②ping 域名。
- ③ping IP 地址。

图 1-14 列举了 ping IP 地址的运行结果。



```

管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]
版权所有 (c) 2009 Microsoft Corporation. 保留所有权利。

C:\Users\Administrator>ping 127.0.0.1

正在 Ping 127.0.0.1 具有 32 字节的数据:
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64
来自 127.0.0.1 的回复: 字节=32 时间<1ms TTL=64

127.0.0.1 的 Ping 统计信息:
    数据包: 已发送 = 4, 已接收 = 4, 丢失 = 0 (0% 丢失),
    往返行程的估计时间(以毫秒为单位):
        最短 = 0ms, 最长 = 0ms, 平均 = 0ms

C:\Users\Administrator>
  
```

图 1-14 ping 命令运行实例

知识点拨

典型的检测次序及对应的可能故障：

①ping 127.0.0.1。

如果测试成功,表明网卡、TCP/IP 的安装、IP 地址、子网掩码的设置正常。如果测试不成功,就表示 TCP/IP 的安装或设置存在问题。

②ping 本机 IP 地址。

如果测试不成功,则表示本地配置或安装存在问题,应当对网络设备和通信介质进行测试、检查并排除。

③ping 局域网内其他 IP。

如果测试成功,表明本地网络中的网卡和载体运行正确。但如果收到 0 个回送应答,那么表示子网掩码不正确、网卡配置错误或电缆系统有问题。

④ping 网关 IP。

这个命令如果应答正确,表示局域网中的网关路由器正在运行并能够做出应答。

(2)练习 ipconfig 命令。ipconfig 命令可用于显示当前 TCP/IP 配置的设置值。这些信息一般用来检验人工配置的 TCP/IP 是否正确。

而且,如果计算机和所在的局域网使用了动态主机配置协议 DHCP,使用 ipconfig 命令可以了解到计算机是否成功地租用到了一个 IP 地址;如果已经租用到,则可以了解它目前得到的是什么地址,包括 IP 地址、子网掩码和默认网关等网络配置信息。

①ipconfig:当使用不带任何参数选项的 ipconfig 命令时,结果显示每个已经配置了接口的 IP 地址、子网掩码和默认网关值。

②ipconfig/all:当使用 all 参数选项时,ipconfig 能为 DNS 和 WINS 服务器显示它已配置且所有使用的附加信息,并能够显示内置于本地网卡中的物理地址(MAC)。如果 IP 地址是从 DHCP 服务器租用的,ipconfig 将显示 DHCP 服务器分配的 IP 地址和租用地址预计失效的日期。图 1-15 所示为 ipconfig/all 运行结果。

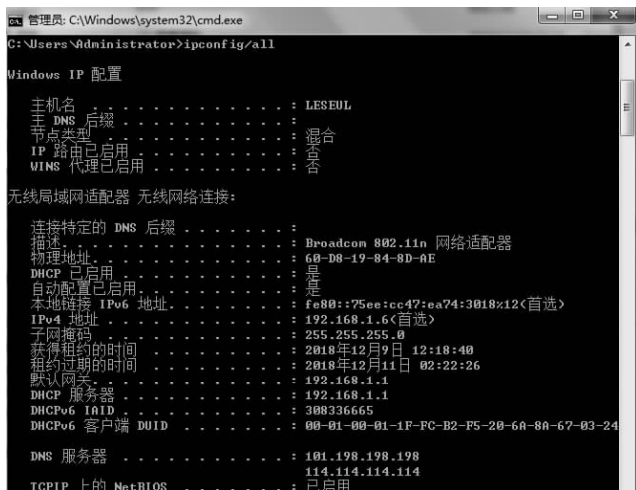


图 1-15 ipconfig/all 运行结果



(3)arp 命令。arp 是 TCP/IP 协议族中的一个重要协议,即地址转换协议,主要用于确定 IP 地址对应的网卡物理地址。按照默认设置,arp 高速缓存中的项目是动态的,每当向指定地点发送数据且此时高速缓存中不存在当前项目时,arp 便会自动添加该项目。

arp-a:用于查看高速缓存中的所有项目。

arp-a IP:如果有多个网卡,那么使用 arp-a 加上接口的 IP 地址,就可以只显示与该接口相关的 arp 缓存项目。

arp-s IP 物理地址:向 arp 高速缓存中人工输入一个静态项目。该项目在计算机引导过程中将保持有效状态,或者在出现错误时,人工配置的物理地址将自动更新该项目。

arp-d IP:使用本命令能够人工删除一个静态项目。

(4)route 命令。大多数主机一般都是驻留在只连接一台路由器的网段上。当网络上拥有两个或多个路由器时,用户就不一定想只依赖默认网关了。route 命令就是用来显示、人工添加和修改路由表项目的。

route print:用于显示路由表中的当前项目。

route add:使用本命令,可以将路由项目添加到路由表中。

例如,如果要设定一个到目的网络 209.99.32.33 的路由,其间要经过 5 个路由器网段,首先要经过本地网段上的一个路由器,其 IP 为 202.96.123.5,子网掩码为 255.255.255.224,那么用户应该输入以下命令:

```
route add 209.99.32.33 mask 255.255.255.224 202.96.123.5 metric 5
```

(5)nslookup 命令。nslookup 命令的功能是查询任何一台机器的 IP 地址和其对应的域名。在本地机上使用 nslookup 命令查看本机的 IP 及域名服务器地址可以直接输入命令,系统返回本机的服务器名称(带域名的全称)和 IP 地址,并进入以“>”为提示符的操作命令行状态;输入“?”并按 Enter 键,可查询详细命令参数;若要退出,则输入 exit 并按 Enter 键。

(6)tracert 命令。tracert 是 tracerouter 的缩写,为路由跟踪命令,主要用于显示将数据包从计算机传递到目标主机的一组 IP 路由器,以及每个跃点所需的时间(跟踪数据报传送路径),可以测试网络连通性问题。

tracert 命令的基本用法是,在命令提示符后输入“tracert host_name”或“tracert ip_address”。图 1-16 所示为 tracert 命令运行结果。

```
管理员: C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [版本 6.1.7601]
版权所有 (c) 2009 Microsoft Corporation. 保留所有权利。

C:\Users\Administrator>tracert www.tj-jmxx.com.cn

通过最多 30 个跃点跟踪
到 www.tj-jmxx.com.cn [138.200.6.79] 的路由:

 1  1 ms  <1 毫秒  <1 毫秒  dlinkrouter.com [192.168.0.1]
 2  *      *      *      请求超时。
 3  1 ms  1 ms  1 ms  www.tj-jmxx.com.cn [138.200.6.79]

跟踪完成。

C:\Users\Administrator>
```

图 1-16 tracert 命令运行结果



知识储备

ping 命令能够以毫秒为单位显示发送请求到返回应答之间的时间量。如果应答时间短,表示数据报不必通过太多的路由器或网络,连接速度比较快。ping 命令还能显示 TTL (time to live,生存时间)值,通过 TTL 值可以推算数据包通过了多少个路由器。

对于 ipconfig/release 和 ipconfig/renew 这两个附加选项,只能在向 DHCP 服务器租用 IP 地址的计算机中使用。如果使用 ipconfig/release,那么所有接口的租用 IP 地址便重新交付给 DHCP 服务器(归还 IP 地址)。如果使用 ipconfig/renew,那么本地计算机便设法与 DHCP 服务器取得联系,并租用一个 IP 地址。大多数情况下网卡将被重新赋予和以前所赋予的相同的 IP 地址。

使用 arp 命令,能够查看本地计算机或另一台计算机的 arp 高速缓存中的当前内容。此外,使用 arp 命令可以用人工方式设置静态的网卡物理地址/IP 地址对,使用这种方式可以为默认网关和本地服务器等常用主机进行本地静态配置,这有助于减少网络上的信息量。



学习小结

网络命令是进行网络诊断的快捷方式,因为 Windows 系统中内嵌 cmd 命令程序,可以对当前设备进行初步的参数检测,大部分网络发生问题时都能在这些命令检测中找到端倪。

任务 1.2 使用 Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer 是思科公司开发的一款功能强大的网络仿真程序,网络学习者可以使用该模拟器,对网络进行设计、配置和查找并排除网络故障的实训练习。

1.2.1 安装 Cisco Packet Tracer

情境描述

鹏博公司由于业务规模扩大,需要扩展公司的网络,为此购置了多台思科公司的网络设备,但该公司的网络管理人员对思科设备并不熟悉。如果直接对网络设备进行配置,可能会造成网络故障或设备的损坏。为了避免这个问题,管理员决定使用 Cisco Packet Tracer 模拟器来学习思科网络设备的配置方法。

Cisco Packet Tracer 模拟器是一款免费的软件,可以在 Internet 上搜索并下载,也可以直接在 Packet Tracer 官网 <https://www.packettracernetwork.com/>或思科网络学院官网 <https://www.netacad.com/>进行下载。

实现步骤

(1) 双击 Packet Tracer 7.1 的安装程序,进入软件安装界面,如图 1-17 所示。



图 1-17 Packet Tracer 7.1 的安装界面(1)

(2) 选中“I accept the agreement”单选按钮,再单击“Next”按钮,出现图 1-18 所示的界面。

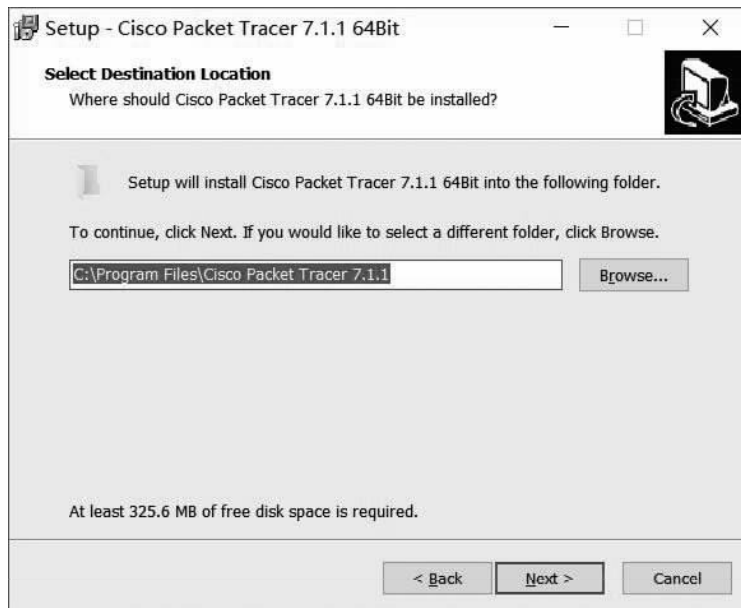


图 1-18 Packet Tracer 7.1 的安装界面(2)

(3)可以选择 Packet Tracer 的安装路径,这里使用默认安装路径,直接单击“Next”按钮,出现图 1-19 所示的界面。

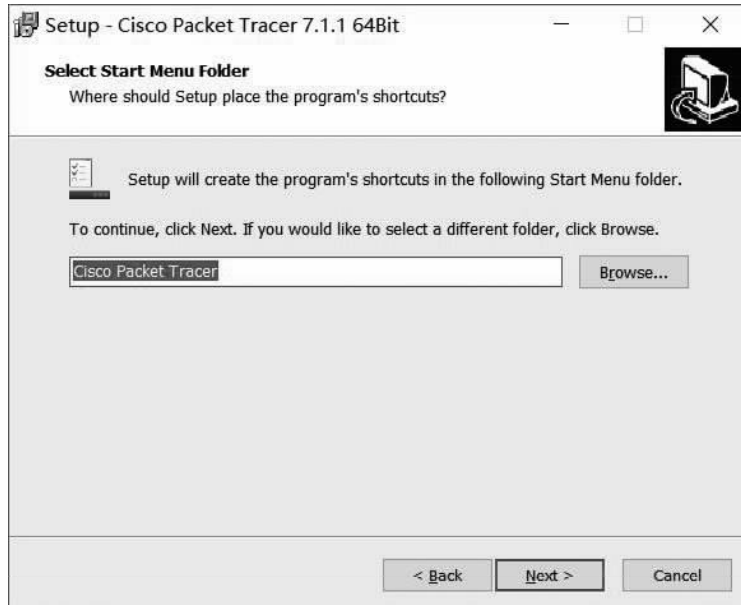


图 1-19 Packet Tracer 7.1 的安装界面(3)

(4)可以设置 Cisco Packet Tracer 在“开始”菜单中的文件夹的名称,这里继续使用默认设置,直接单击“Next”按钮,出现图 1-20 所示的界面。

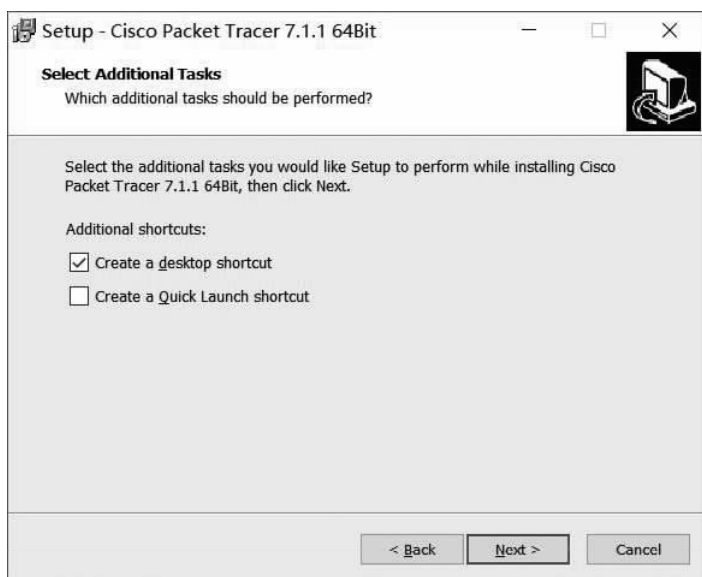


图 1-20 Packet Tracer 7.1 的安装界面(4)

(5) 根据需要选中“Create a desktop shortcut(在桌面建立快捷方式)”或“Create a Quick Launch shortcut(在快速启动栏建立快捷方式)”复选框,单击“Next”按钮,出现图 1-21 所示的界面。

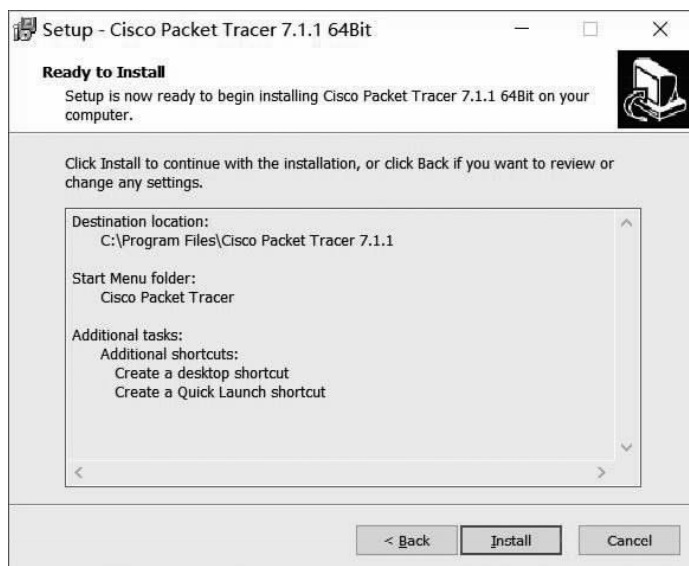


图 1-21 Packet Tracer 7.1 的安装界面(5)

(6) 图 1-21 显示了在安装 Cisco Packet Tracer 时所设置的安装路径、菜单名称和快捷方式,直接单击“Install”按钮,等待安装完成。

(7) 安装完成后,会出现图 1-22 所示的界面,提示要使用 Cisco Packet Tracer 需要先关闭浏览器或重启计算机,这里可以直接单击“确定”按钮,再单击“Finish”按钮。

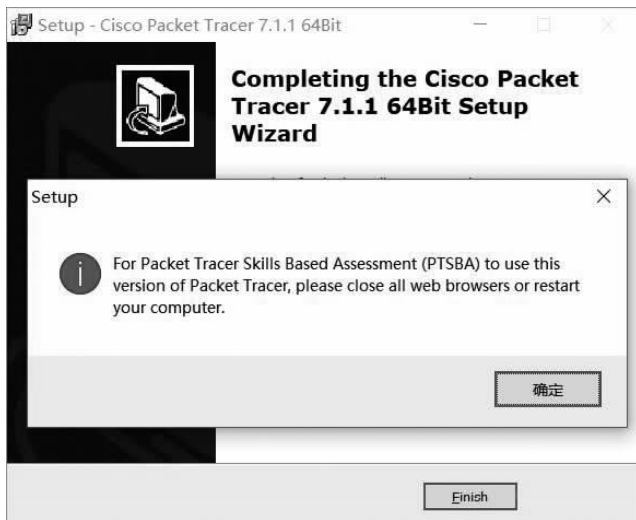


图 1-22 Packet Tracer 7.1 的安装界面(6)

(8)初次使用 Cisco Packet Tracer,需要在图 1-23 所示的界面中输入在思科网络学院官网注册的账号和密码,最后单击“Log In”按钮就可以开始使用 Cisco Packet Tracer 了。

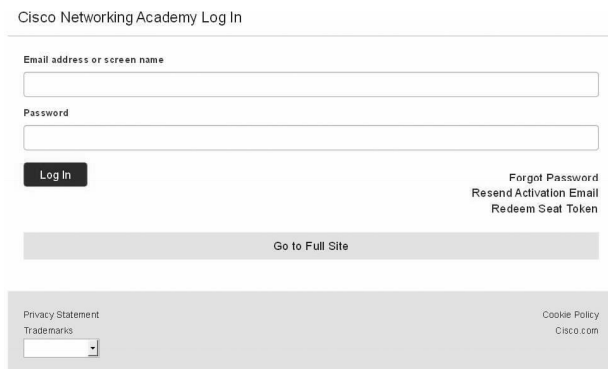


图 1-23 Packet Tracer 7.1 的注册界面

知识储备

1. Cisco Packet Tracer

Cisco Packet Tracer 是由思科网络公司开发的一款非常实用的网络设备模拟软件,界面直观、操作简单并提供学习帮助,非常适合初学者学习网络课程。该软件从 7.0 版本开始,需要输入在思科网络学院注册的账号和密码才能使用,或者使用“访客”模式登录,但在“访客”模式下,只能保存 10 次。

2. 其他模拟软件

GNS3:能够模拟不同网络设备的硬件平台,如思科和瞻博的网络设备,包括路由器、交换机、防火墙等。同时,GNS3 模拟器官方版还是一个图形化的网络模拟器,允许模拟复杂的网络。其所模拟的网络设备都是使用真实设备的系统镜像来创建的。

DynamipsGUI:由中国青岛 CCIE 小凡开发的一个思科模拟器图形前端,故又称“小凡模拟器”。该软件模拟的是真实路由器硬件,让真正的 IOS 运行在这个虚拟的硬件之上,能够模拟 1700、2600、3600、3700 和 7200 等系列硬件平台。

HCL:华三模拟器也就是华三云实验室,是新华三集团推出的功能强大的图形化全真网络设备模拟软件。

eNSP:华为网络设备的图形化仿真平台,该平台可以对真实网络设备进行仿真模拟。

学习小结

本小节讲解了 Cisco Packet Tracer 7.1 的安装方法和注意事项。Cisco Packet Tracer 对硬件的要求不高,非常适合个人学习使用或安装在学校机房中作为网络课程学习的辅助工具。最后,对 Cisco Packet Tracer 和其他模拟器进行了简单的介绍。每款模拟器都有其优缺点,Cisco Packet Tracer 最适合初学者使用,在有了一定的网络知识和技能后,可以尝试其他模拟器,以便丰富网络学习经验。

1.2.2 了解 Cisco Packet Tracer 的界面

情境描述

网络管理员已经安装好 Cisco Packet Tracer,但管理员对这款模拟软件也不熟悉。要想充分利用 Cisco Packet Tracer 模拟器帮助自己学习思科网络配置技术,就要先了解 Cisco Packet Tracer 的界面和功能。

实现步骤

(1)启动 Cisco Packet Tracer 7.1 中文版,进入软件界面,如图 1-24 所示。

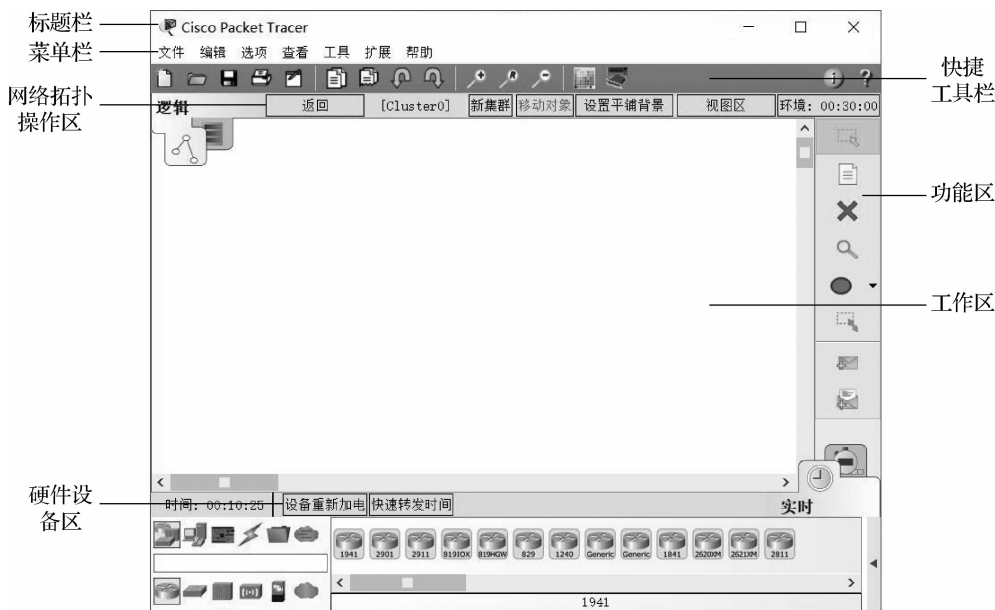


图 1-24 Cisco Packet Tracer 7.1 软件界面

(2)在主界面的左下角区域中,有许多种类的硬件设备,该区域的上方从左到右依次为网络设备、终端设备、组件、连接(线缆)、杂项和多用户连接;该区域的下方根据上方类别的选择而变化,如在上方选择网络设备,则下方显示的就是网络设备的类别,从左到右依次为路由器、交换机、集线器、无线设备、安全(防火墙)和 WAN 仿真。

(3)在主界面的右下方区域,显示的是左下方各类设备的细化选项,具体到某类设备的某个型号。例如,选择网络设备,再选择路由器,则右下方会显示多种型号的路由器设备。用鼠标拖动右下方区域中的某个设备到中心工作区就可以模拟出硬件设备。图 1-25 所示为在工作区添加一台 2911 路由器。

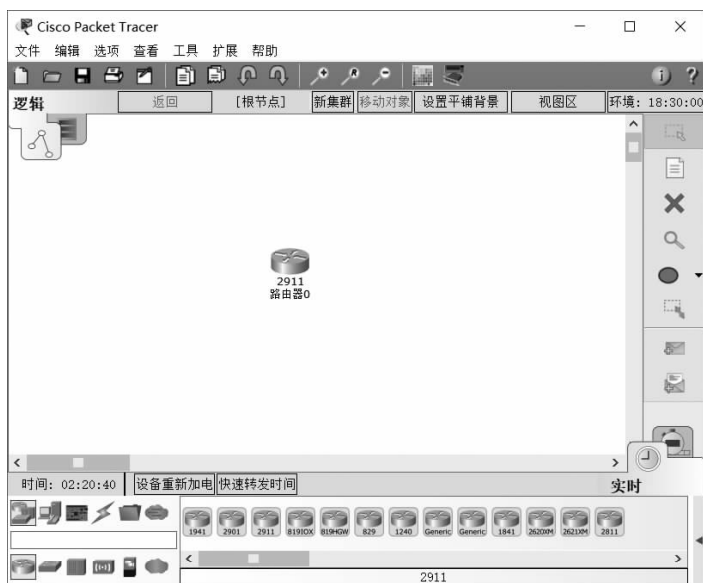


图 1-25 添加一台 2911 路由器

知识点拨

在搭建拓扑、添加硬件设备时,可以单击某个硬件设备,再单击中心工作区,就会在单击的位置创建一个新的设备。如果在按住 Ctrl 键的同时单击某个设备,在中心工作区连续单击可连续添加某个设备,而不用反复选择。

(4)主界面的功能区也可以称为设备编辑区,从上到下依次为选择、标签(放置说明)、删除、检查(检查设备的特定信息)、绘制图形、调整大小、简单的 PDU 包、复杂的 PDU 包。

知识储备

PDU(protocol data unit, 协议数据单元)是指对等层次之间传递的数据单位。物理层的 PDU 是数据位(bit), 又称“位流”, 数据链路层的 PDU 是数据帧(frame), 网络层的 PDU 是数据包(packet), 传输层的 PDU 是数据段(segment), 其他更高层次的 PDU 是报文(message)。

学习小结

本小节主要讲解了 Cisco Packet Tracer 7.1 的界面,其菜单栏和快捷工具栏与常见软

件类似,在此不再赘述。在功能区中,有一个 PDU 包测试工具,PDU 就是学习网络最终所要研究的对象。

1.2.3 模拟模式与协议分析

情境描述

鹏博公司的网络管理员虽然具备网络方面的一些基础知识和技能,但一直不了解网络具体是如何通信和数据是如何传输的,因为这些是不可见的。不过,Cisco Packet Tracer 可以模拟数据的传输过程,使网络学习者能够一目了然,更能够帮助学习者理解网络协议和数据在网络中是如何运作与传输的。

实现步骤

(1)启动 Cisco Packet Tracer 7.1,进入软件界面,前面的时钟图标为实时模式,后面的计时器图标为模拟模式,如图 1-26 所示。



图 1-26 Cisco Packet Tracer 7.1 时钟模式选择

知识点拨

实时模式就是即时模式,是真实模式。例如,当主机 A 在 ping 主机 B 时,瞬间就可以完成这个过程,与真实环境中是一样的。而在模拟模式中,这个过程会持续一段时间,因为 Packet Tracer 会模拟这个过程,使数据及通信过程可视化,帮助学习者更好地理解数据在网络中传输的过程及数据内容的变化。

(2)单击“终端设备”→“终端设备”→“PC”,在工作区放置两台 PC 设备,如图 1-27 所示。

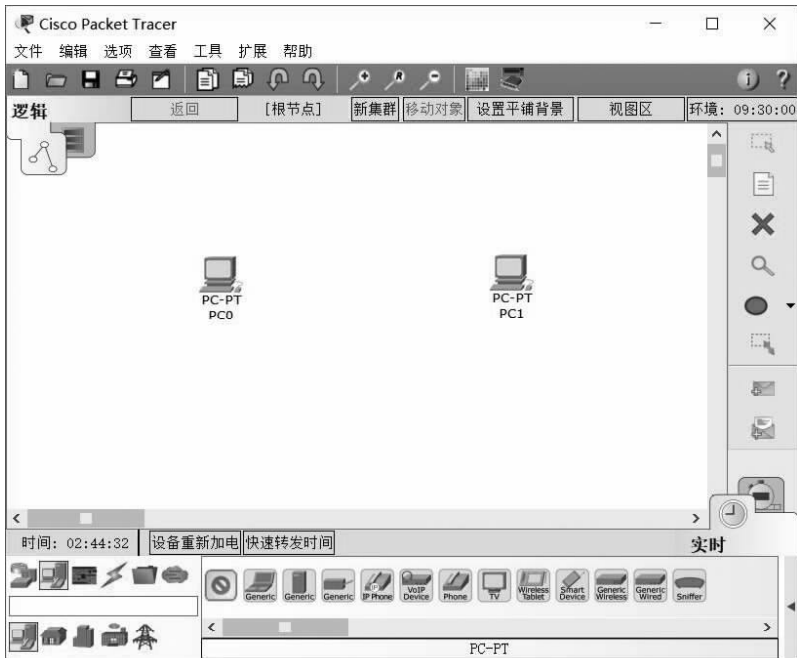


图 1-27 在工作区放置两台 PC 设备

(3)单击“连接”→“连接”→“交叉线”，然后单击 PC0 选择 FastEthernet0,再单击 PC1 同样选择 FastEthernet0,将两台 PC 设备连接起来,如图 1-28 所示。

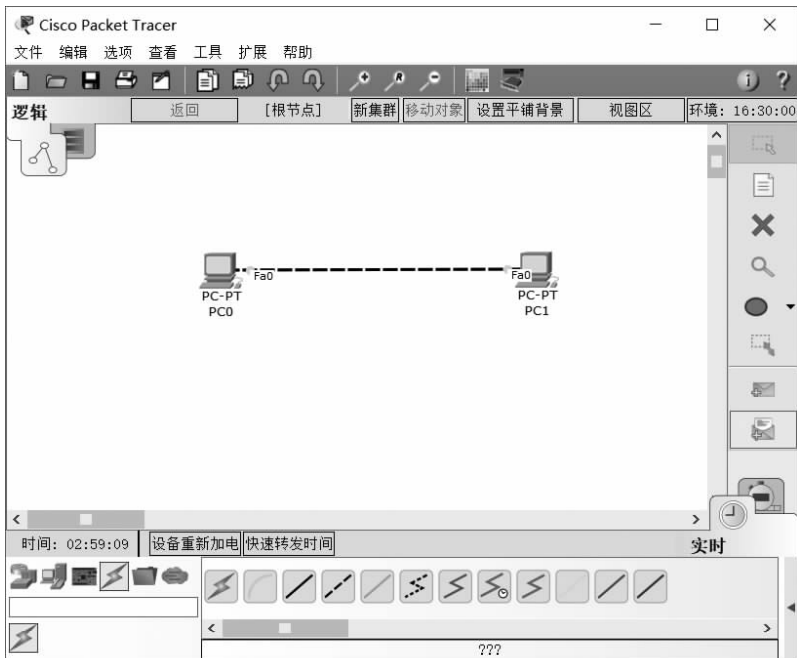


图 1-28 连接两台 PC 设备

知识点拨

当单击了某种线缆时,鼠标指针会变成一个线缆插头的样式。此时,单击硬件设备,就在该设备上弹出接口菜单,选择相应的接口名称,就可以将线缆插在硬件设备的对应接口上。然后,移动鼠标会拉出线缆,再单击另一个硬件设备并选择对应接口就可以将两台硬件设备连接起来。

在选择线缆连接硬件设备时,需要注意同层设备使用交叉双绞线,不同层设备使用直通双绞线。

(4)分别为两台 PC 设置 IP 地址,PC0:192.168.1.1,PC1:192.168.1.2。例如,单击 PC0,在图 1-29 所示“桌面”选项卡中单击“IP 配置”。



图 1-29 PC0 设置界面

(5)弹出图 1-30 所示界面,在 IP 地址和子网掩码处进行相应设置,然后关闭 IP 配置窗口。使用同样的方法为 PC1 设置 IP 地址。

(6)准备捕获并查看 PC0 到 PC1 的 ICMP 报文,进入模拟模式,单击“编辑过滤器”按钮,设置为只显示“ICMP”,如图 1-31 所示。

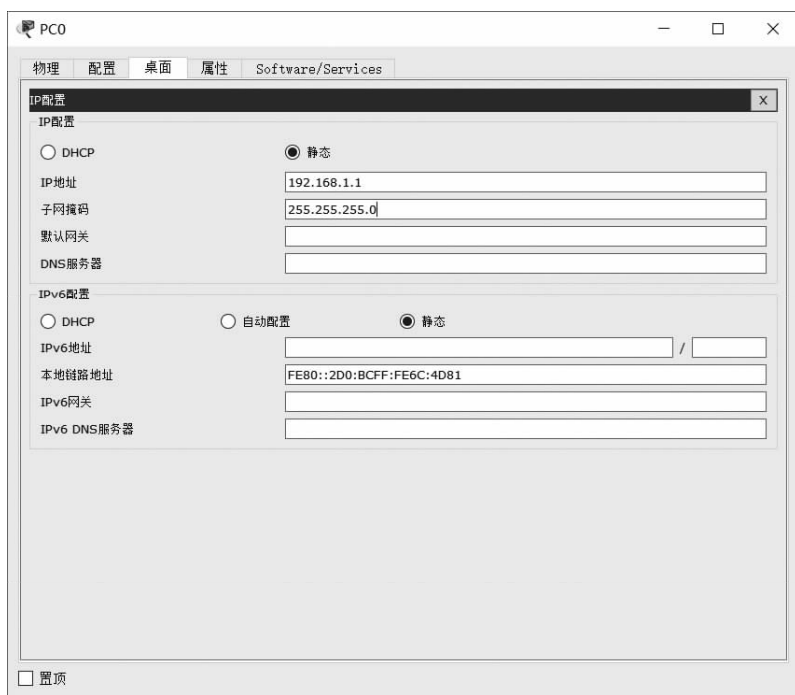


图 1-30 PC0 的 IP 配置界面



图 1-31 模拟模式设置

(7)在图 1-30 所示界面中,单击“桌面”选项卡中的“命令提示符”,打开 PC0 的命令窗口,如图 1-32 所示。

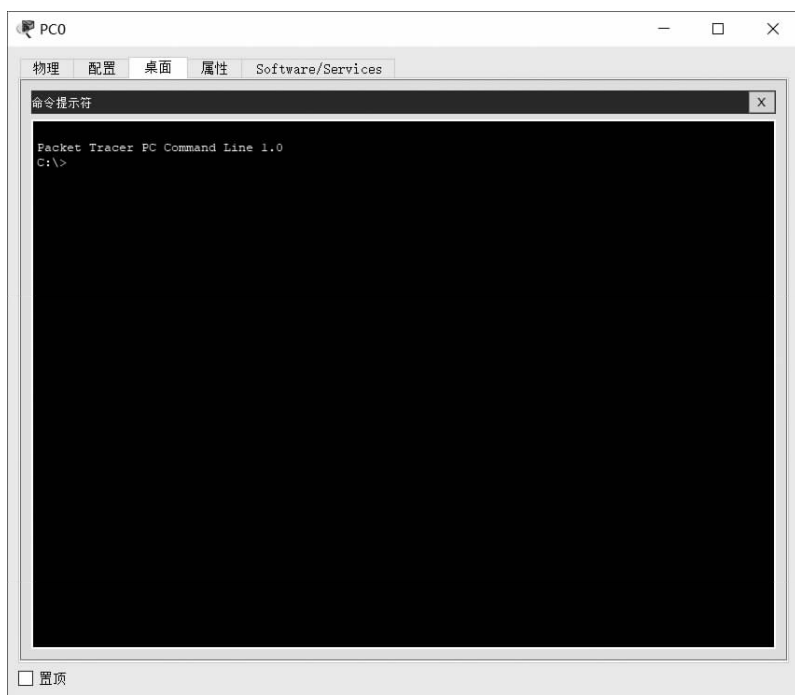


图 1-32 PC0 的命令窗口

(8) 在命令窗口中输入 ping 192.168.1.2, 并按 Enter 键, 然后切换到 Packet Tracer 主界面, 单击模拟面板中的“自动捕获/播放”按钮。此时, 在模拟面板中会显示出已经捕获到的数据信息, 如图 1-33 所示。

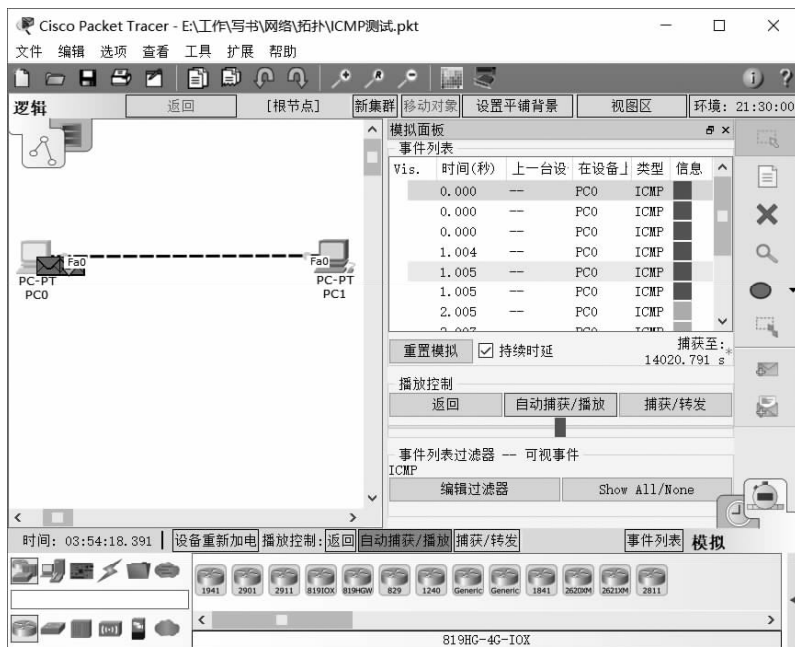


图 1-33 模拟面板捕获信息显示图

(9)单击其中一个数据中信息列下的彩色正方形,打开 PDU 信息窗口,可以通过“OSI 模型”和“出站 PDU 详细信息”选项卡来查看当前数据的详细内容及数据结构,如图 1-34 所示。



图 1-34 PC0 的 PDU 信息窗口



知识储备

1. 常见硬件设备所属层

物理层(一层)常见设备有中继器、集线器等,数据链路层(二层)设备主要有交换机和网桥,网络层(三层)设备主要有路由器和三层交换机。另外,在网络搭建中,计算机也被看作网络层设备。因此,当计算机与路由器连接时,应采用交叉双绞线。三层交换机按二层交换机连线。

2. ICMP

ICMP(Internet control message protocol, Internet 控制报文协议)是 TCP/IP 协议族的一个子协议,用于在 IP 主机和路由器之间传输控制消息。当遇到 IP 数据无法访问目标、IP 路由器无法按当前的传输速率转发数据包等情况时,会自动发送 ICMP 消息。控制消息是指网络通不通、主机是否可达、路由是否可用等网络本身的消息。这些控制消息虽然并不传输用户数据,但是对于用户数据的传输起着重要的作用,是一种面向无连接的协议,它对于网络安全具有极其重要的意义。

ICMP 报文在 IP 帧结构的首部协议类型字段的值为 1。ICMP 包有一个 8 字节长的包头,其中前 4 个字节是固定的格式,包含 8 位类型字段、8 位代码字段和 16 位的校验和;后 4 个字节根据 ICMP 包的类型不同而取不同的值。

多学一点

“纸上得来终觉浅,绝知此事要躬行。”对于 ICMP 报文,仅仅理解定义是不够的,还要亲自动手实践,在实践中理解和运用知识,才能真正地做到学以致用。

学习小结

本小节主要讲解了 Cisco Packet Tracer 的两种工作模式——实时模式和模拟模式，以及在模拟模式下如何使用数据跟踪功能检查和分析网络数据传输，并介绍了本例中所用到的 ICMP。

1.2.4 使用集线器/交换机组建小型局域网的对比

情境描述

鹏博公司在组建网络时想用集线器连接计算机终端，因为价格比较便宜。而设备供应商建议使用交换机，但交换机的价格要贵一些。因此，公司让网络管理员测试一下集线器与交换机有什么区别，于是管理员准备使用 Cisco Packet Tracer 进行模拟对比。

本节内容使用集线器 1 台，Cisco 2960 交换机 1 台，PC 6 台，直通双绞线 6 根。小型局域网拓扑结构如图 1-35 所示。

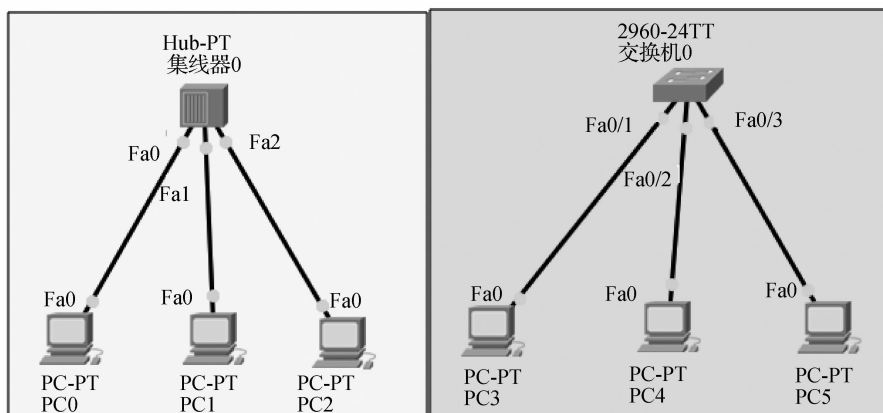


图 1-35 小型局域网拓扑结构

实现步骤

(1)分别为 6 台 PC 终端设置 IP 地址为:PC0(192.168.1.1)、PC1(192.168.1.2)、PC2(192.168.1.3)、PC3(192.168.1.4)、PC4(192.168.1.5)、PC5(192.168.1.6)。

知识点拨

在这个实验中，也可以将 PC3~PC5 的 IP 地址设置成与 PC0~PC2 相同的 IP 地址。因为黄色区域与蓝色区域是两个独立的局域网，不会出现 IP 地址冲突的现象。

(2)使用 Cisco Packet Tracer 的模拟模式，分别使用 PC0 ping PC2, PC3 ping PC4, 查看集线器与交换机在转发数据时有何不同。

(3)如图 1-36 所示，经过模拟可以发现，集线器每一次转发数据都会将数据发送到每一个接口，然后，只有正确的目的接口所连接的终端才会接收数据，其他接口则会将数据丢弃。

这样就造成了网络资源的严重浪费,以及网络传输效率的降低。而交换机只有在开机后第一次传输数据时会像集线器一样将数据发送到所有接口,但之后所有的数据只会发送到正确的目的接口,从而节省了网络资源,也提高了网络传输效率。这是因为交换机具有 MAC 地址表,并采用了 CSMA/CD 技术。

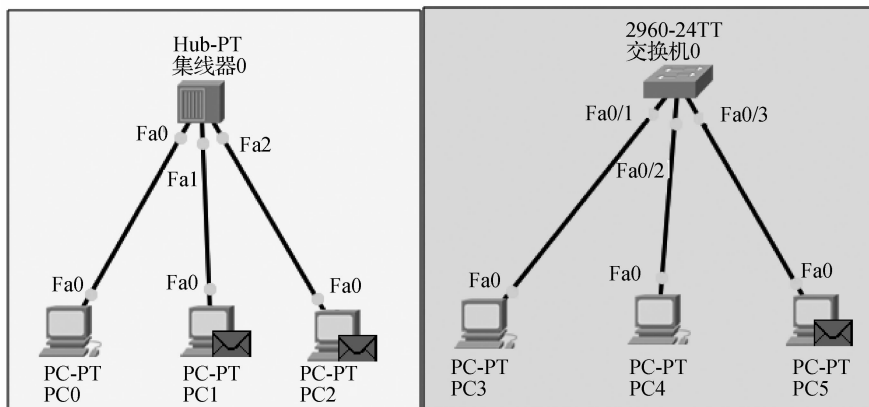


图 1-36 小型局域网在 Packet Tracer 中的模拟

知识储备

1. IP 地址冲突

IP 地址冲突是指在同一个局域网内至少有两个终端节点的 IP 地址相同且子网掩码相同,从而出现终端不能联网或网络无法通信的现象。

2. CSMA/CD

CSMA/CD(carrier sense multiple access/collision detection,载波监听多路访问/冲突检测)方法如下。

- (1)CS—载波监听。
- (2)MA—多路访问。
- (3)CD—冲突检测(碰撞检测)。

其工作原理是:发送数据前先侦听信道是否空闲,若空闲,则立即发送数据。若信道忙碌,则等待一段时间至信道中的信息传输结束后再发送数据;若在上一段信息发送结束后,同时有两个或两个以上的节点都提出发送请求,则判定为冲突。若侦听到冲突,则立即停止发送数据,等待一段随机时间再重新尝试,即先听后发,边发边听,碰撞停止,随机延迟后重发。

3. 冲突域

冲突是指设备同一时间发送信息,在网络中会相互影响而无法完成通信的情况。冲突域是指网络中可能产生冲突的设备所构成的范围。

结论:集线器的所有接口在同一个冲突域中,交换机的每一个接口就是一个冲突域。

4. 广播域

广播是一种信息的传播方式,指网络中的某一设备同时向网络中所有的其他设备发送



数据,这个数据所能广播到的范围即为广播域(broadcast domain)。

学习小结

本小节主要讲解了使用集线器与交换机组网的区别。通过本次实验,可以发现交换机的功能优于集线器,主要原因是交换机具有 CSMA/CD 技术。同时,也讲解了本次实验所引出的几个概念,即冲突域、广播域、CSMA/CD 等。