



丛书策划 张荣昌
责任编辑 王 清 孟海江
封面设计 唐海设计

新时代计算机人才培养系列教材

大数据

- 大数据基础
- 数据结构与算法
- 大数据集群搭建维护与数据存储
- 大数据采集与数据处理
- Hadoop应用与开发
- 数据可视化技术与应用
- 大数据分析技术与应用
- 数据挖掘技术与应用

云计算

- 云计算基础
- 私有云基础架构与运维
- 公有云服务架构与运维
- 云平台配置与管理
- 云安全技术应用
- 云网络技术应用
- 云计算运维开发
- 云计算应用开发

人工智能

- 人工智能应用基础
- 人工智能数学基础
- 人工智能数据服务
- 计算机视觉应用开发
- 深度学习应用开发
- 机器学习应用开发

- 自然语言处理应用开发
- 智能语音处理及应用开发
- 人工智能系统部署与运维
- 人工智能综合项目开发

区块链

- 区块链应用基础
- 区块链核心技术
- 区块链部署与运维
- 区块链应用设计与开发
- 区块链项目综合实践
- 智能合约开发

物联网

- 物联网基础
- 物联网工程导论
- 物联网嵌入式技术
- 物联网设备装调与维护
- 物联网系统部署与运维
- 物联网工程设计与管理
- 物联网终端智能应用开发基础案例教程
(基于HAL/LL库)

信息安全

- 信息安全基础
- 信息安全标准与法规
- 信息安全工程与管理

- 信息安全风险评估
- 密码产品部署与应用
- 电子商务安全技术
- 无线网络安全技术
- 大数据安全技术
- 电子数据取证技术
- 终端数据安全及防泄密
- 数据存储与容灾
- Web应用安全与防护

专业基础

- 数据库应用技术(基于达梦数据库)
- 计算机网络基础
- 计算机网络通信基础
- 计算机组装与维护
- Linux系统管理与服务器配置
- Linux服务器安全高级运维
- Windows Server操作系统基础
- 现代通信原理
- 无线传输技术
- 自动识别应用技术
- 智能传感与检测技术
- 路由交换技术项目实战教程
- 虚拟化技术基础



中国轻工业“十四五”规划立项教材

计算机网络通信基础

主编◎叶廷东 冼广淋 姚世东



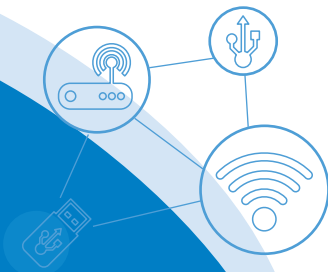
上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS



中国轻工业“十四五”规划立项教材

计算机 网络通信基础

主编◎叶廷东 冼广淋 姚世东



本书提供教学资源包

网址: <https://www.sjhtbook.com>



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本教材以项目为载体,从计算机网络基础、数据通信基础、网络体系结构与协议等网络通信基础知识出发,进而介绍 Internet 基本应用、网络组建、服务器架构等基础应用技术,最后介绍新兴技术,自下而上为学生搭建一个塔式结构体系,在编写结构上充分考虑了学生的学习成长规律。同时教材在编写时将理论知识贯穿到项目实践中,搭建“理实一体化”课程知识技能体系。本教材可作为职业教育电子与信息大类计算机网络通信相关专业基础课程的教学用书,也可供广大网络技术爱好者参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络通信基础 / 叶廷东, 冼广淋, 姚世东主
编. -- 上海 : 上海交通大学出版社, 2024. 11 -- ISBN
978-7-313-31890-9
I. TN915
中国国家版本馆 CIP 数据核字第 2024TP7531 号

计算机网络通信基础

JISUANJI WANGLUO TONGXIN JICHU

主 编: 叶廷东 冼广淋 姚世东	地 址: 上海市番禺路 951 号
出版发行: 上海交通大学出版社	电 话: 021-6407 1208
邮政编码: 200030	
印 制: 北京荣玉印刷有限公司	经 销: 全国新华书店
开 本: 889 mm × 1194 mm 1/16	印 张: 15.5
字 数: 450 千字	
版 次: 2024 年 11 月第 1 版	印 次: 2024 年 11 月第 1 次印刷
书 号: ISBN 978-7-313-31890-9	电子书号: ISBN 978-7-89424-992-0
定 价: 49.80 元	

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 010-6020 6144



前言

随着社会的发展,计算机网络通信技术已经渗透到各行各业。“计算机网络通信基础”是电子信息类、自动化类人才需要掌握的一门专业基础课程,也是我校(广东轻工职业技术大学)工业互联网专业群的一门共享平台课程。工业互联网是智能制造、工业数字化的实现形式和必经之路,相关部门和地方政府出台一系列的指导文件,如2017年11月国务院出台《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》、2021年广东省人民政府印发《广东省制造业数字化转型实施方案(2021—2025年)》。编写《计算机网络通信基础》教材对工业互联网专业群高技能人才的培养、服务“工业互联网”国家战略和区域经济建设具有重要的支撑作用。

本教材以党的二十大精神为指引,落实立德树人根本任务。党的二十大报告提出,到2035年,我国要“实现高水平科技自立自强,进入创新型国家前列”。计算机领域更是离不开自立自强和科技创新。本教材精心设计,在专业内容的讲解中融入中国计算机领域的重要发展事件,弘扬精益求精的专业精神和工匠精神,培养学生的创新意识,激发学生科技报国的决心。

本教材根据高等职业教育专业人才培养目标及规格和“1+X”相关认证的要求,结合电子与信息大类有关专业的实际需要编写。本教材由具有多年实践教学经验的一线教师和实验师共同编写,力求达到通俗、实用的效果。在编写过程中,本教材始终贯彻基于工作过程系统化的课程开发原则,以高技能人才综合职业能力培养为主线,以任务引领、项目导向安排教学内容。

本教材以项目为载体,按企业网络工程师岗位要求,以“理论基础与认知→网络组建→服务器架构→新兴技术”为行文线索自下而上为学生搭建一个塔式结构体系。具体内容安排如下。

理论基础与认知:包括项目1计算机网络基础、项目2数据通信基础、项目3网络体系结构与协议、项目4 Internet 基本应用。

网络组建:包括项目5局域网组建、项目6无线局域网组建和项目7企业网络组建。

服务器架构:包括项目8服务器配置和项目9网络管理与安全。

新兴技术:包括项目10新一代信息技术,介绍云计算、大数据、物联网与人工智能相关知识。

本教材是集体智慧的结晶,编写团队由来自“中国特色高水平高职学校和专业建设计划”(简称“双高计划”)建设单位的教授、讲师和实验师联合组成。本教材由叶廷东、冼广淋、姚世东担任主编,朱云鹏、张琳霞、李丹和陈君担任副主编,并邀请石硕教授负责教材的部分审核、修改工作。教材内容编写具体分工如下:叶廷东编写项目2和项目3,并负责全稿统筹、审核和修改工作;冼广淋编写项目4和项目5;姚世东编写项目7和项目8;朱云鹏编写项目6;张琳霞编写项目1;李丹编写项目10;陈君

编写项目 9。

本教材内容突出“理论够用、技术应用引领”，对接高职教育专业人才培养标准，适应相关“1+X”证书考核内容需要，符合就业岗位对人才职业素养的要求。本教材还提供了教学资源库，有需要者可发邮件至 2393867076@qq.com 获取。

由于编者水平有限，书中存在的不足之处，敬请读者予以批评指正。

编 者

2024 年 7 月



项目 1 计算机网络基础 001

任务 1.1 了解计算机网络的概念	003
1.1.1 什么是计算机网络	003
1.1.2 计算机网络的功能	004
任务 1.2 了解计算机网络的发展	004
1.2.1 计算机网络的发展	004
1.2.2 中国互联网的发展	005
任务 1.3 掌握计算机网络的组成	007
1.3.1 计算机网络常见的硬件设备及其 生产厂商	007
1.3.2 计算机网络操作系统	011
任务 1.4 掌握计算机网络的分类	013
项目实训	018

项目 2 数据通信基础 019

任务 2.1 了解数据通信	021
2.1.1 信号与信道的基本概念	021
2.1.2 信道的基本特性	022
任务 2.2 了解信号调制和编码	023
2.2.1 基本概念	023
2.2.2 主要调制技术	023
2.2.3 编码技术	026
任务 2.3 掌握传输技术	028
2.3.1 通信方式	028
2.3.2 差错控制	029
2.3.3 同步控制	030
2.3.4 多路复用	031

任务 2.4 了解传输介质	032
2.4.1 传输介质概念与分类	033
2.4.2 有线传输介质	033
2.4.3 无线传输介质	036
任务 2.5 了解线路连接设备	036
2.5.1 调制解调器	036
2.5.2 DSU 和 CSU	037
项目实训	038

项目 3 网络体系结构与协议 041

任务 3.1 了解网络体系结构	043
3.1.1 网络体系结构的形成	043
3.1.2 计算机网络的分层模型	043
3.1.3 网络体系结构发展	046
任务 3.2 理解 OSI 参考模型	047
3.2.1 计算机网络标准制定机构	047
3.2.2 OSI 参考模型结构	049
3.2.3 OSI 参考模型各层功能	049
3.2.4 OSI 信息流动	052
3.2.5 OSI 通信实例	053
3.2.6 OSI 参考模型评价	055
任务 3.3 掌握 TCP/IP 参考模型	055
3.3.1 TCP/IP 参考模型各层功能	056
3.3.2 TCP/IP 网络模型数据封装	058
3.3.3 TCP/IP 参考模型评价	059
3.3.4 比较 TCP/IP 与 OSI 参考模型	060
任务 3.4 观察网络体系结构	061
3.4.1 网络拓扑构建	061

3.4.2 网络体系结构观察步骤	061
项目实训	064
项目 4 Internet 基本应用	065
任务 4.1 配置和使用浏览器	067
4.1.1 浏览器的概念	067
4.1.2 常见浏览器	067
任务 4.2 掌握 FTP 文件传输	068
4.2.1 FTP 服务	068
4.2.2 FTP 支持模式	069
任务 4.3 掌握网络信息搜索	069
4.3.1 了解搜索引擎	070
4.3.2 常用中文搜索引擎	070
4.3.3 搜索引擎使用	071
任务 4.4 应用远程登录	073
4.4.1 Telnet	073
4.4.2 SSH	074
项目实训	076
项目 5 局域网组建	081
任务 5.1 制作双绞线	083
5.1.1 双绞线标准	083
5.1.2 直通双绞线的制作	083
任务 5.2 组建最小网络	085
5.2.1 网络适配器	085
5.2.2 对等网	086
5.2.3 组建双机互连对等网络	086
任务 5.3 组建交换式网络	088
5.3.1 交换机	089
5.3.2 华为 eNSP	090
5.3.3 组建交换式对等网络	093
任务 5.4 组建办公网络	096
5.4.1 虚拟局域网	097
5.4.2 交换机的 VLAN 划分	099
项目实训	102

项目 6 无线局域网组建 103

任务 6.1 了解无线局域网概念	105
6.1.1 什么是无线局域网	105
6.1.2 无线局域网的工作频段	108
6.1.3 IEEE 802.11 协议	108
任务 6.2 掌握无线局域网组成	109
6.2.1 WLAN 组网设备	109
6.2.2 WLAN 组网结构	112
6.2.3 WLAN 网络安全	115
任务 6.3 组建无线对等网	120
6.3.1 组建 Ad-Hoc 无线对等网	120
6.3.2 创建无线热点	122
任务 6.4 组建无线办公网络	124
6.4.1 配置需求	124
6.4.2 配置步骤	125
项目实训	131

项目 7 企业网络组建

任务 7.1 了解 IP 地址的规划	135
7.1.1 IP 地址介绍	135
7.1.2 子网掩码与子网编址	139
任务 7.2 掌握路由器的基本配置	141
7.2.1 路由器的类型	142
7.2.2 路由器的构成	142
7.2.3 常见路由器的特点	143
7.2.4 配置企业级路由器	143
任务 7.3 了解路由及其配置	146
7.3.1 路由选择	146
7.3.2 静态路由选择策略	147
7.3.3 动态路由选择策略	147
7.3.4 配置静态路由实例	148
任务 7.4 掌握宽带路由器接入 Internet	150
7.4.1 宽带路由器	151
7.4.2 配置宽带路由器	151
项目实训	153

项目 8 服务器配置 155

任务 8.1 架设 DNS 服务器	157
8.1.1 DNS 工作原理	157
8.1.2 DNS 域名分级	158
8.1.3 DNS 服务器类型	159
8.1.4 DNS 域名查询解析	159
8.1.5 Windows 架设 DNS 服务器	160
任务 8.2 架设 DHCP 服务器	163
8.2.1 DHCP 工作原理	163
8.2.2 Windows 架设 DHCP 服务器	165
任务 8.3 架设 Web 服务器	167
8.3.1 Web 服务介绍	167
8.3.2 Web 服务器工作原理	168
8.3.3 主流的 Web 服务器软件及浏览器 软件	169
8.3.4 使用 IIS 管理器配置 Web 服务	169
任务 8.4 架设 FTP 服务器	173
8.4.1 FTP 概念	173
8.4.2 FTP 工作过程	173
8.4.3 FTP 工作模式	174
8.4.4 FTP 服务器软件	174
8.4.5 FTP 服务器基本配置	176
项目实训	179

项目 9 网络管理与安全 181

任务 9.1 安装和使用 SNMP 服务	183
9.1.1 简单网络管理协议概述	183
9.1.2 SNMP 基本组件	183
9.1.3 SNMP 版本和端口	184
9.1.4 SNMP 工作流程	185
9.1.5 SNMP 陷阱	186
9.1.6 安装 SNMP 服务	186
9.1.7 查看捕获信息	189
任务 9.2 了解网络安全概念	190
9.2.1 网络安全概述	190

9.2.2 网络安全技术	191
9.2.3 网络安全目标	192
任务 9.3 了解加密技术	192
9.3.1 加密技术概述	192
9.3.2 加密的工作原理	192
9.3.3 加密类型	193
9.3.4 常见加密算法	193
9.3.5 加密的好处与不足	194
任务 9.4 安装和配置防火墙	195
9.4.1 防火墙技术概述	195
9.4.2 防火墙的发展历程和趋势	195
9.4.3 防火墙分类	196
9.4.4 硬件防火墙介绍	197
9.4.5 软件防火墙介绍	198
任务 9.5 防治病毒	202
9.5.1 计算机病毒的发展	202
9.5.2 计算机病毒预防	203
9.5.3 计算机病毒查杀	204
项目实训	207

项目 10 新一代信息技术 211

任务 10.1 认识云计算	213
10.1.1 云计算的产生和发展	213
10.1.2 云计算的概念和特征	214
10.1.3 云计算的服务类型	216
10.1.4 云计算的部署模型	218
10.1.5 云计算的优缺点	219
任务 10.2 了解大数据	221
10.2.1 大数据概念和特征	221
10.2.2 大数据的来源	222
10.2.3 大数据应用场景	223
10.2.4 大数据处理流程及技术	223
10.2.5 大数据与云计算的关系	225
10.2.6 大数据与人工智能的关系	225

任务 10.3 初探物联网	226
10.3.1 物联网定义	226
10.3.2 物联网的发展进程	226
10.3.3 物联网的体系结构	228
10.3.4 物联网关键技术	229
10.3.5 物联网应用场景	231
任务 10.4 走进人工智能	232
10.4.1 人工智能的定义	233

10.4.2 人工智能的发展历程	233
10.4.3 人工智能技术的分类	234
10.4.4 人工智能的应用领域	234
10.4.5 人工智能的发展趋势和挑战	235
项目实训	238

参考文献	239
------------	-----

项目 1

计算机网络基础



项目导读

现在人们的生活、工作、学习和交流都已离不开计算机网络，比如，通过计算机网络收发电子邮件、通过网络阅读相关新闻、通过微信进行信息交流、通过移动端进行网络支付等。那么什么是计算机网络呢？计算机网络是如何构成的呢？

本项目将介绍计算机网络的基础概念、计算机网络的发展历程、计算机网络的组成，以及计算机网络的分类。

能力目标与要求

知识目标

- (1) 了解计算机网络的基本概念和发展历程。
- (2) 了解计算机网络的组成和分类。
- (3) 熟悉计算机网络的常用设备。

技能目标

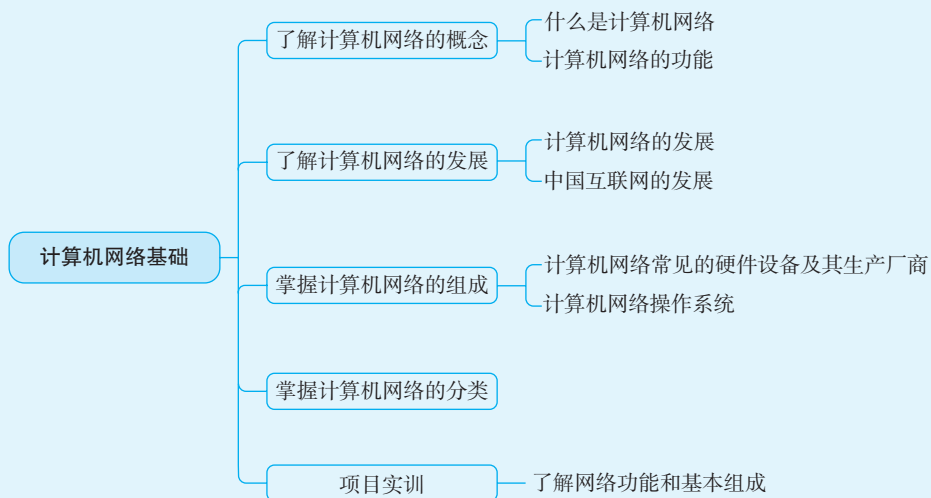
- (1) 能够熟练应用计算机网络的功能。
- (2) 能够使用 Microsoft Visio 绘制网络拓扑结构。

素质目标

(1) 信息技术应用创新(简称“信创”)产业的核心是构建以 CPU(中央处理器)和操作系统为核心的安全自主先进的生态体系。国产操作系统作为“信创之魂”,发展势头良好,不断涌现出如深度 deepin、统信、麒麟等一众操作系统和相关厂商。我们要树立信息技术自主可控、自立自强的坚定信念。

(2) 通过学习计算机网络相关知识,结合我国计算机行业现状,培养创新精神和实践能力。

思维导图



任务 1.1 了解计算机网络的概念

◦【任务导入】

人们在生活中很容易接触到各种各样的网络，如交通网、通信网、电视网、电力网、邮政网等。那么什么是网络呢？我们将“为了某种目的将相关设备及介质等通过一定方式集成在一起形成的有机系统”称为网络。计算机网络也一样，“利用通信设备和传输线路，将分布在不同地理位置的、具有独立功能的多个计算机系统连接起来，通过网络通信协议、网络操作系统实现资源共享及传递信息的系统”可以称为计算机网络。那么计算机网络是如何定义的？计算机网络具有哪些功能？如果你是网络工程师，你能向你的客户解释清楚吗？

1.1.1 什么是计算机网络

计算机网络是计算机技术与通信技术相结合的产物。计算机通信与传统的电话通信、电报通信不同，它是实现计算机与计算机（包括服务器），或人（通过终端、微机或计算机）与计算机之间的数据信息的生成、传送（传输）、交换、存储和处理的通信，其实质是计算机进程之间的通信。

不同网络的原始设计的服务对象各不相同，如电话网服务的对象是语音服务。因特网设计初衷是进行计算机数据业务信息的传递与处理。在学术上或其他不同的领域，计算机网络和计算机通信网有着不同的含义。

从宏观上讲，计算机网络与计算机通信网没有本质上的差别。在研究和工程设计时，如果侧重于用户共享和应用计算机资源，一般引用术语“计算机网络”；而如果侧重于计算机之间的信息通信，则引用术语“计算机通信网”。

计算机网络可以从不同的角度来定义。

1. 技术

计算机网络通过计算机处理数据，并通过各种通信设备和线路实现数据传输。

2. 组成结构

计算机网络是通过通信设备和线缆，将分布在相同（或不同）地域的多台计算机连接在一起的集合。

3. 应用

将具有独立功能的多台计算机连接在一起，能够实现各计算机之间信息的交换，并可共享计算机资源的系统，便可称为计算机网络。

综上所述，将分布在相同或不同地域的一些具有独立功能的计算机通过通信设备和传输介质互联，在通信软件的支持下，实现计算机之间资源共享、信息交换的系统，称为计算机网络。

1.1.2 计算机网络的功能

1. 数据通信

数据通信是计算机网络最主要的功能之一。数据通信是依照一定的通信协议，利用数据传输技术在两个终端之间传递数据信息的一种通信方式和通信业务。它可实现计算机和计算机、计算机和终端，以及终端和终端之间的数据信息传递，是继电报、电话业务之后的第三种最大的通信业务。数据通信中传递的信息均以二进制数据的形式表现。数据通信总是与远程信息处理相联系，是包括科学计算、过程控制、信息检索等内容的广义的信息处理。

2. 资源共享

资源共享是人们建立计算机网络的主要目的之一。计算机资源包括硬件资源、软件资源和数据资源。硬件资源的共享可以提高设备的利用率，避免设备的重复投资，如利用计算机网络建立网络打印机；软件资源和数据资源的共享可以充分利用已有的信息资源，减少软件开发过程中的劳动，避免大型数据库的重复建设。

3. 集中管理

计算机网络技术的发展和运用，已使得现代的经营管理、办公手段等发生了变化。目前，已经有许多管理信息系统、办公自动化系统等，通过这些系统可以实现日常工作的集中管理，提高工作效率，增加经济效益。

4. 分布式计算

网络技术的发展，使得分布式计算成为可能。大型的课题可以分为许多小题目，由不同的计算机分别完成，然后再集中起来解决问题。

5. 负载均衡

负载均衡是指工作被均匀地分配给网络上的各台计算机系统。网络控制中心负责分配和检测，当某台计算机负荷过重时，系统会自动转移负荷到较轻的计算机系统处理。

由此可见，计算机网络可以大大扩展计算机系统的功能、扩大其应用范围、提高其可靠性，为用户提供方便，同时也减少了费用、提高了性价比。

任务 1.2 了解计算机网络的发展

【任务导入】

了解了计算机网络的基本概念和功能，那么计算机网络是如何产生和发展的呢？国内外计算机网络的发展经历了哪几个阶段？本任务我们将带着这几个问题来学习。

1.2.1 计算机网络的发展

自 1946 年世界上第一台计算机问世，之后的十多年时间里，计算机由于价格很昂贵，数量极少。

早期所谓的计算机网络主要是为了解决这一矛盾而产生的，其形式是将一台计算机经过通信线路与若干台终端直接连接，我们也可以把这种方式看作最简单的局域网雏形。

追溯计算机网络的发展历史，它的演变可概括地分成 4 个阶段。

1. 网络萌芽阶段

1946 年 2 月 14 日，世界上第一台计算机 ENIAC (electronic numerical integrator and computer，即电子数字积分计算机) 在美国诞生。其后的 20 多年，计算机技术一直在探索与通信技术相结合方面的发展。20 世纪 50 年代初，美国在本土和加拿大境内，建立了一个半自动地面防空系统，简称 SAGE (赛其) 系统，这可以说是计算机网络的雏形。

2. 网络诞生阶段

1969 年，美国国防部高级研究计划署 (ARPA) 建立 ARPANet。同年 10 月 29 日，ARPANet 完成在加州大学洛杉矶分校和斯坦福研究所的主机互联，随后扩展为四校，加入加州大学圣巴巴拉分校和犹他大学，随后发展成 15 个站点，23 台主机。1973 年，ARPANet 扩展成为国际互联网。

3. 网络互联阶段

20 世纪 70 年代至 20 世纪 80 年代中期，以太网产生，ISO (International Standards Organization，国际标准化组织) 制定了网络互联标准，使世界具有统一的网络体系结构。遵循国际标准化组织制定的标准的计算机网络迅猛发展，实现了不同厂家生产的计算机之间的互联。

4. 网络高速互联阶段

从 20 世纪 90 年代中期开始，计算机网络向综合化、高速化发展，同时出现了多媒体智能化网络，局域网技术发展日趋成熟。第四代计算机网络是以千兆位传输速率为主的多媒体智能化网络，可实现良好的交互性。

1.2.2 中国互联网的发展

Internet (因特网) 是人类历史发展中的一个伟大的里程碑，它是未来信息高速公路的雏形，通过 Internet，人类正进入一个前所未有的信息化社会。1993 年是因特网发展过程中非常重要的一年，在这一年中因特网完成了很多重要的技术创新，WWW (万维网) 和浏览器的应用使因特网有了令人耳目一新的平台。人们在因特网上所看到的内容不只有文字，而且有了图片、声音和动画，甚至还有了视频。因特网演变成了一个文字、图像、声音、动画、视频等多种媒体交相辉映的新世界，以前所未有的速度席卷了全世界。

Internet 的迅速崛起引起了全世界的瞩目，我国也非常重视信息基础设施的建设，注重与 Internet 的连接。目前，已经建成和正在建设的信息网络，对我国科技、经济、社会的发展，以及与国际社会的信息交流产生着深远的影响。

1987 年至 1993 年是 Internet 在中国起步的阶段，国内的科技工作者开始接触 Internet。在此期间，以中国科学院高能物理研究所为首的一批科研院所与国外机构合作开展了一些与 Internet 联网的科研课题，通过拨号方式使用 Internet 的 E-mail 电子邮件系统，并为国内一些重点院校和科研机构提供国际 Internet 电子邮件服务。

1986 年，北京计算机应用技术研究所以 (即当时的国家机械工业委员会计算机应用技术研究所以) 和德

国卡尔斯鲁厄大学合作，启动了名为 CANET (Chinese Academic Network) 的国际因特网项目。

1987 年 9 月，在北京计算机应用技术研究所内正式建成了我国第一个 Internet 电子邮件节点，连通了 Internet 的电子邮件系统。随后，在国家科委（中华人民共和国国家科学技术委员会）的支持下，CANET 开始向我国的科研、学术、教育界提供 Internet 电子邮件服务。

1989 年，中国科学院高能物理研究所通过其国际合作伙伴——美国斯坦福直线加速器中心的主机的转换，实现了国际电子邮件的转发。由于有了专线，通信能力大大提高，费用降低，促进了因特网在国内的应用和传播。

1990 年，中国电子科技集团公司第十五研究所、中国科学院、复旦大学、上海交通大学等单位和德国 GMD 研究所合作，连通了 Internet 电子邮件系统；清华大学校园网 TUNET 也和加拿大 UBC 大学合作，实现了 MHS 系统（一种综合通信系统）。因而，国内科技教育工作者可以通过公用电话网或公用分组交换网，使用 Internet 的电子邮件服务。

1990 年 10 月，中国正式向国际互联网络信息中心（InterNIC）登记注册了最高域名“cn”，从而开通了使用自己域名的 Internet 电子邮件服务。继 CANET 之后，国内其他一些大学和研究所也相继互联了 Internet 电子邮件服务。

1994 年 4 月，中国科学院副院长在中美科技合作联委会上，代表中国政府向美国国家科学基金会（NSF）正式提出连入 Internet 的要求，并得到许可。至此，中国终于打通了最后的关节，在 4 月 20 日，以 NCFC（中国国家计算机与网络设施）工程连入 Internet 国际专线为标志，中国与 Internet 全面接触。同年 5 月，中国联网工作全部完成。接入 Internet 事件被我国新闻界评为 1994 年中国十大科技新闻之一，被国家统计局公报列为中国 1994 年重大科技成就之一。

从 1994 年开始至今，中国实现了和因特网的 TCP/IP 连接，从而逐步开通了因特网的全功能服务，大型计算机网络项目正式启动，因特网在我国进入了飞速发展时期。

1995 年 1 月，中国电信分别在北京、上海设立的 64 Kbps 专线开通，并且通过电话网、DDN 专线及 X.25 网等方式开始向社会提供 Internet 接入服务；3 月，中国科学院完成上海、合肥、武汉、南京四个分院的远程连接，开始了将 Internet 向全国扩展的第一步；4 月，中国科学院启动京外单位联网工程（俗称“百所联网”工程），取名“中国科技网”（CSTNET）。其目标是把网络扩展到全国的 24 个城市，实现国内各学术机构的计算机互联并和 Internet 相连。该网络逐步成为一个面向科技用户、科技管理部门，以及与科技有关的为政府部门服务的全国性网络。1995 年 5 月，ChinaNET（中国公用计算机互联网）开始筹建；7 月，CERNET（中国教育和科研计算机网）连入美国的 128 Kbps 国际专线；12 月，中国科学院“百所联网”工程完成。

1996 年 1 月，ChinaNET 建成并正式开通，全国范围的公用计算机互联网开始提供服务；9 月 6 日，中国金桥信息网宣布开始提供 Internet 服务；11 月，CERNET 开通 2 M 国际信道；12 月，中国公众多媒体通信网（169 网）全面启动，广东视聆通、天府热线、上海热线等作为首批站点正式开通。

1997 年 5 月 30 日，中国互联网络信息中心（CNNIC）制定《中国互联网络域名注册暂行管理办法》，授权中国教育和科研计算机网络中心与 CNNIC 签约并管理二级域名 edu.cn。

2024 年 8 月 29 日，中国互联网络信息中心（CNNIC）在北京发布第 54 次《中国互联网络发展状况统计报告》（以下简称《报告》）。报告显示，截至 2024 年 6 月，中国网民规模近 11 亿人（10.9967 亿人），较 2023 年 12 月增长 742 万人，互联网普及率达 78.0%。上半年，中国互联网行业保持良好发展势头，互联网基础资源夯实发展根基，数字消费激发内需潜力，数字应用释放创新活力，更多人群接入互联网，共享数字时代的便捷和红利。

任务 1.3 掌握计算机网络的组成

【任务导入】

计算机网络由硬件设备和软件设备两大部分构成。其中，硬件设备主要包括计算机（服务器、工作站等）、通信线路、通信设备、安全设备、无线网络设备等。而软件设备则包括操作系统、应用软件、通信协议、数据文件等其他相关软件。

网络操作系统是网络的“心脏”和“灵魂”，网络管理是对组成网络的各种软硬件设备的综合管理。那么作为未来的网络工程师，你知道常见的硬件设备有哪些吗？当前主流的网络操作系统主要由哪些厂商提供？

1.3.1 计算机网络常见的硬件设备及其生产厂商

1. 计算机

计算机是计算机网络的重要组成部分，是计算机网络不可或缺的硬件元素。计算机网络连接的计算机可以是巨型机、大型机、小型机、工作站或微型机，以及笔记本计算机或其他数据终端设备。

在计算机网络中，计算机的主要作用是收集、处理、存储数据信息，传输和提供共享资源。在计算机中主要负责通信的设备是网卡，网卡能借助相应传输介质进行基本物理信号的发送和接收。

2. 网络通信设备

路由器和交换机是最常用的两种网络通信设备。它们是信息高速公路的中转站，负责转发网络中的各种通信数据。组网示意如图 1-1 所示。

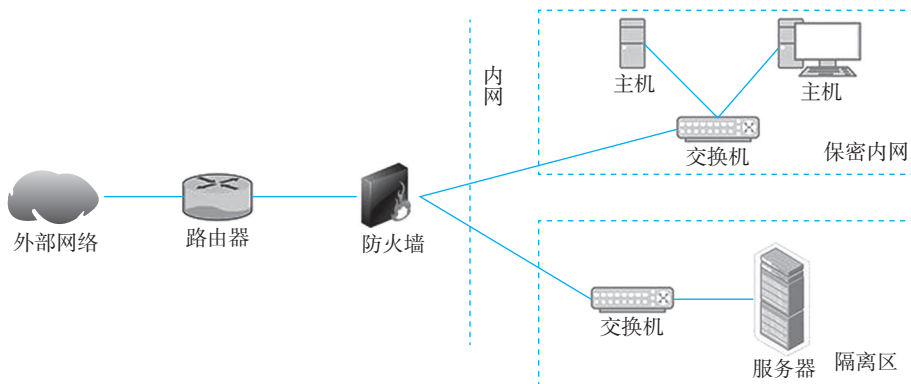


图 1-1 组网示意

交换机（又名交换式集线器），是一种用于电（光）信号转发的网络设备，它可以为接入交换机的任意两个网络节点提供独享的电信号通路。交换机的作用可以理解为将一些机器连接起来组成一个局域网。路由器与交换机有明显的区别，交换机的作用在于连接不同的网段并且找到网络中数据传输最合适的路径，可以说一般情况下个人用户需求不大。路由器产生于交换机之后，用于连接网络中各种不同的设备，它会根据信道的情况自动选择和设定路由，以最佳路径按前后顺序发送信号。路由器与交换机

有一定联系，并不是完全独立的两种设备，路由器主要克服了交换机不能路由转发数据包的短处。

华为公司的数据中心网络交换机 CloudEngine 6860-SAN 系列（见图 1-2），应用于数据中心全闪存存储网络互联。

华为公司的数据中心路由器 NetEngine 40E 系列（见图 1-3），可应用于企业广域网核心节点、大型企业接入节点、园区互联与汇聚节点等。

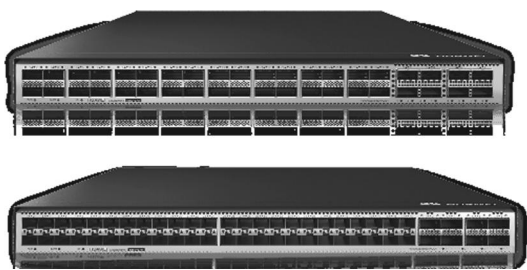


图 1-2 CloudEngine 6860-SAN 系列交换机



图 1-3 NetEngine 40E 系列路由器

3. 网络安全设备

网络安全方面的威胁往往是出乎意料的，而且网络面临的威胁来自各个方面，如病毒、黑客、员工有意或无意的攻击等，所以负责网络安全工作的管理人员应该努力做到防患于未然，而不只是亡羊补牢。一旦公司的核心业务数据或财务数据被盗取，或者公司的核心网络设备服务器被攻击，导致网络瘫痪，再进行相应的补救措施就太晚了。要做到防患于未然，就要借助各种各样的网络安全设备，比如防火墙设备、VPN 设备、IDS（入侵检测系统）设备等，以及一些专业的流量监测监控设备等，通过专业人员的设计和部署，建立适合各类企业的安全网络体系。

1) 防火墙

防火墙（firewall）是指设置在不同网络（如可信任的企业内部网和不可信任的公共网）或网络安全域之间的一系列部件的组合。它可通过监测、限制、更改跨越防火墙的数据流，尽可能地对外部屏蔽网络内部的信息、结构和运行状况，以此来实现网络的安全保护。

在逻辑上，防火墙是一个分离器，一个限制器，也是一个分析器，有效地监控了内部网和外部网之间的任何活动，保证了内部网络的安全。

华为公司的 ASG5000 系列上网行为管理产品（见图 1-4）融合了应用控制、行为审计、网络业务优化等功能，是业界应用识别丰富、威胁防护全面的上网行为管理产品，可为用户提供一套综合、完善的上网行为审计解决方案，广泛适用于各类企业、政府、大中型数据中心及各类无线非经营性场所。

软件防火墙指单独使用软件系统来完成防火墙功能，将软件部署在系统主机上，其安全性较硬件防火墙差，同时占用系统资源，在一定程度上影响系统性能。其一般用于单机系统或极少数的个人计算机，很少用于计算机网络中。



图 1-4 ASG5000 系列上网行为管理产品

2) VPN 设备

虚拟专用网络 (VPN) 的功能: 在公用网络上建立专用网络, 进行加密通信, 其在企业网络中有广泛应用。VPN 网关通过对数据包的加密和数据包目标地址的转换实现远程访问。VPN 可通过服务器、硬件、软件等多种方式实现。VPN 属于远程访问技术, 简单地说就是利用公用网络架设专用网络。

例如, 某公司员工出差到外地, 他想访问企业内网的服务器资源, 这种访问就属于远程访问。让外地员工访问到企业内网资源, 利用 VPN 的解决方法就是在内网中架设一台 VPN 服务器。外地员工在当地连上互联网后, 通过互联网连接 VPN 服务器, 然后通过 VPN 服务器进入企业内网。为了保证数据安全, VPN 服务器和客户机之间的通信数据都进行了加密处理。有了数据加密, 就可以认为数据是在一条专用的数据链路上进行安全传输, 就如同架设了一个专用网络一样, 实际上 VPN 使用的是互联网上的公用链路, 因此 VPN 也称虚拟专用网络, 其实质就是利用加密技术在公网上封装出一个数据通信隧道。有了 VPN 技术, 用户无论是在外地出差还是在家中办公, 只要能连上互联网, 就能利用 VPN 访问内网资源, 因此 VPN 在企业中应用得非常广泛。

VPN 的实现有很多种方法, 常用的有以下 4 种。

(1) VPN 服务器: 在大型局域网中, 可以通过在网络中心搭建 VPN 服务器的方法实现 VPN。

(2) 软件 VPN: 可以通过专用的软件实现 VPN。

(3) 硬件 VPN: 可以通过专用的硬件实现 VPN。

(4) 集成 VPN: 某些硬件设备, 如路由器、防火墙等都含有 VPN 功能, 但是一般拥有 VPN 功能的硬件设备都比没有这一功能的价格上要贵一些。

华为 HiSecEngine USG6500E 系列 AI 防火墙 (见图 1-5), 集传统防火墙、VPN、入侵防御、防病毒、数据防泄漏、带宽管理、Anti-DDoS、URL 过滤、反垃圾邮件等多种功能于一身, 可进行全局配置视图和一体化策略管理, 拥有丰富、可靠的 VPN 特性, 如 IPsec VPN、SSL VPN、GRE 等; 支持 DES、3DES、AES、SHA、SM2/SM3/SM4 等多种加密算法。



图 1-5 HiSecEngine USG6500E 系列 AI 防火墙

4. 无线网络设备

无线网络, 是指无需布线就能实现各种通信设备互联的网络。有线网络需要使用同轴电缆、光纤线缆等连接上网设备, 无线网络不需电缆即可让设备上网。如今无线网络遍布于生活中的各个地方, 对人们生活产生了巨大影响。图 1-6 为广为人知的无线网络标识。无线网络的信号容易被墙壁或者其他障碍物阻挡, 并且容易受到其他无线信号的干扰, 会让信号强度变低; 有线网络抗干扰能力强, 不存在信号衰减的问题。

现今几乎所有的智能手机、平板计算机和笔记本计算机都支持 Wi-Fi 上网。Wi-Fi 是当今使用最广的一种无线网络传输技术, 实际上就是把有线网络信号转换成无线网络信号, 使用无线路由器供支持 Wi-Fi 技术的相关计算机、手机、平板等接收。

无线网络设备就是基于无线通信协议设计的网络设备。常见的无线网络设备包括无线路由器、无线网卡、无线网桥等。

无线路由器可以看作无线接入点 (wireless access points, 也称为无线 AP) 和宽带路由器的一种结合体, 因为有了宽带路由器的功能, 它可以实现家庭和企业的互联网连通与内部无线网的部署。图 1-7 为常见的无线路由器。

无线网卡是一种在无线局域网的覆盖下通过无线连接实现上网的无线终端设备。通俗地说，无线网卡是一种不需要连接网线即可实现上网的设备，比如常见的笔记本、智能手机、平板等数码产品内部都集成有无线网卡。

无线网桥顾名思义就是无线网络的桥接，它利用无线传输方式实现在两个或多个网络之间搭起通信的桥梁。无线网桥从通信机制上分为电路型网桥和数据型网桥。



图 1-6 无线网络标识



图 1-7 无线路由器

5. 网络设备生产厂商

经过多年发展，目前国内网络设备行业竞争格局已较为稳定，主要企业包括华为、新华三、锐捷网络、思科、Arista、中兴通讯等企业。

从计算机网络设备细分产品市场竞争情况来看，我国主要网络设备市场竞争集中在新华三、华为、思科及锐捷网络等企业。其中在交换机市场，已初步形成以新华三和华为两大巨头占据市场主导地位，锐捷网络和思科等企业加紧追赶的市场格局。在路由器市场，华为占据绝对领先地位，市场份额远超其他企业。在 WLAN 无线产品市场，新华三、锐捷网络及华为的市场份额占比较大。

1) 华为技术有限公司

华为是全球领先的信息与通信技术（information and communication technology, ICT）解决方案供应商，专注于 ICT 领域，坚持稳健经营、持续创新、开放合作。华为在电信运营商、企业、终端和云计算等领域构筑了端到端的解决方案优势，为运营商客户、企业客户和消费者提供有竞争力的 ICT 解决方案、产品和服务，并致力于实现未来信息社会、构建更美好的全连接世界。

2) 新华三集团

新华三集团（H3C）作为新紫光集团旗下的核心企业，致力于成为客户业务创新、数字化转型工作中值得信赖的合作伙伴。通过深度布局“云－网－安－算－存－端”全产业链，新华三不断提升数字化和智能化赋能水平，拥有计算、存储、网络、5G、安全、终端等全方位的数字化基础设施，提供一站式数字化解决方案及端到端的技术服务。

3) 锐捷网络

锐捷网络正式成立于 2003 年，是行业领先的 ICT 基础设施及行业解决方案提供商，中国网络设备的三大厂商之一。锐捷网络致力于政府、运营商、金融、教育、医疗、互联网、能源、交通、商业、制造业等行业信息化建设领域，服务 1000 多家金融机构、多家高校和全国“百强”医院。根据 IDC 数据，锐捷网络具有以下排名：2019 年至 2023 年，中国以太网交换机市场占有率排名第三；2023 年中国企业级 WLAN 市场出货量排名第一，其中 Wi-Fi 6 产品出货量在 2019 年至 2023 年连续五年排名第一；2023 年中国本地计算云终端市场份额排名第一；2021 年至 2023 年，中国本地计算 IDV 云桌面市场占有率连续三年排名第一。

1.3.2 计算机网络操作系统

网络操作系统（network operating system, NOS）是指能使网络上各个计算机方便而有效地共享网络资源，为用户提供所需的各种服务的操作系统软件。作为网络操作系统，除了具备单机操作系统的功能（如内存管理、CPU 管理、输入输出管理、文件管理等）外，还应提供以下基本功能。

（1）提供高效、可靠的网络通信能力。

（2）向各类用户提供友好、方便和高效的界面，能支持各种常见安全保护措施，实现对各种资源存取权限的控制。

（3）提供关于网络资源控制和网络管理的各类程序和工具，如系统备份、性能检测、参数设置、安全审计与防范等。

（4）提供必要的网络互联支持，如提供路由和网关支持。

常见的网络操作系统有以下几种。

1. Windows 网络操作系统

Windows 系列网络操作系统是微软公司在 20 世纪 90 年代研制成功的图形化工作界面操作系统，俗称“视窗”。Windows 最早于 1983 年宣布研制，1985 年和 1987 年分别推出 Windows 1.03 版和 Windows 2.0 版，以及随后的 3.1 版等，但影响较小。直到 1995 年推出 Windows 95 轰动业界，随后 1998 年 Windows 98 发行；2000 年 Windows 2000 发行；2003 年 Windows Server 2003 发行；2008 年 Windows Server 2008 发行；2009 年 Windows 7/Server 2008 R2 发行；2012 年 Windows 8/Server 2012 发行；2013 年 Windows 8.1/Server 2012R2 发行；2015 年 Windows 10 发行。2021 年 10 月，微软发行了“下一代 Windows”——Windows 11，它代表了微软提供 Windows 方式的重大转变，也是一次重大的用户体验变革。

2. NetWare 网络操作系统

NetWare 网络操作系统虽然远不如早几年那么“风光”，在局域网中早已失去了当年“雄霸一方”的气势，但是 NetWare 网络操作系统仍以对网络硬件的要求较低（工作站只要是 286 机就可以）而受到一些设备比较落后的中、小型企业的青睐。人们一时还忘不了它在无盘工作站组建方面的优势，还忘不了它那毫无过分需求的“大度”，如它兼容 DOS 命令，应用环境与 DOS 相似，并且经过长时间的发展，具有相当丰富的应用软件支持，技术完善、可靠。目前常用的有 3.11、3.12、4.10、4.11、5.0 等中英文版本。目前这种网络操作系统的市场占有率呈下降趋势，这部分的市场主要被 Windows 和 Linux 系统瓜分了。

3. UNIX 网络操作系统

UNIX 网络操作系统（简称 UNIX 系统）是由美国贝尔实验室在 20 世纪 60 年代末开发成功的网络操作系统，一般用于大型机和小型机，较少用于微机。与前述网络操作系统不同的是，由于各大厂商对 UNIX 系统的开发，UNIX 系统形成了多种版本，如 IBM 公司的 AIX 系统、HP 公司的 HP-UX 系统、SUN 公司的 Solaris 系统等。UNIX 系统在 20 世纪 70 年代被开发人员用 C 语言进行了重新编写，提高了 UNIX 系统的可用性和可移植性，使之得到了更广泛的应用。

4. Linux 网络操作系统

Linux，一般指 GNU/Linux（单独的 Linux 内核并不可直接使用，一般搭配 GNU 套件，故得此称呼），是一套免费使用和自由传播的类 UNIX 网络操作系统，是一个遵循 POSIX（可移植操作系统接口）

的多用户、多任务且支持多线程和多 CPU 的网络操作系统（简称 Linux 系统）。

Linux 系统是类似于 UNIX 系统的自由软件，主要用于基于 Intel x86 CPU 的计算机上。由于 Linux 系统具有 UNIX 系统的全部功能，而且是全免费的自由软件，用户不需要支付任何费用就可以得到它的源代码，且可以自由地进行修改和补充，因此得到了广大计算机爱好者的支持。经过广大计算机爱好者不断地修改和补充，Linux 系统逐渐成了功能强大、稳定可靠的网络操作系统。

Linux 系统的核心防火墙组件性能高效、配置简单，保证了系统的安全。在很多企业网络中，为了追求速度和安全，Linux 系统不仅仅被网络运维人员当作服务器使用，还能被当作网络防火墙，这是 Linux 系统的一大亮点。

Linux 系统有上百种不同的发行版，如基于社区开发的 Debian、archlinux、Gentoo、Ubuntu、CentOS、Fedora、OpenSuse 和基于商业开发的 Red Hat Enterprise Linux、SUSE、Oracle Linux 等。

5. 国产网络操作系统

国产网络操作系统的发展要追溯到 2001 年，彼时中国人民解放军国防科技大学、中软、联想、浪潮、民族恒星等学界与产业界力量共同推出了最早的商业闭源操作系统——麒麟操作系统（Kylin OS），这可以称得上是第一款国产网络操作系统。

1) 深度 deepin

深度科技作为国产网络操作系统生态的打造者，不但与各芯片、整机、中间件、数据库等厂商结成了紧密合作关系，还与 360、金山、网易、搜狗等企业联合开发了多款符合中国用户需求的应用软件。深度科技的网络操作系统产品已通过公安部安全操作系统认证、工信部国产操作系统适配认证，入围国管局中央集中采购名录，并在国内党政军、金融、运营商、教育等方面得到了广泛应用。

2) UOS 网络操作系统

UOS 网络操作系统是由统信软件开发的一款基于 Linux 系统内核的网络操作系统，支持龙芯、飞腾、兆芯、海光、鲲鹏等国产芯片平台的笔记本、台式机、一体机、工作站、服务器，以桌面应用场景为主，包含自主研发的桌面环境、多款原创应用，以及丰富的应用商店和互联网软件仓库，可满足用户的日常办公和娱乐需求。

3) 优麒麟

优麒麟（UbuntuKylin）是由 CCN 开源软件创新联合实验室与麒麟软件有限公司主导开发的全球开源项目，作为 Ubuntu 的官方衍生版本，优麒麟操作系统得到了来自 LUPA（开源高校推进联盟）及各地 Linux 用户组等国内外众多社区的热情支持。

4) 红旗 Linux

红旗 Linux 深耕自主化国产网络操作系统领域二十余年，已具备相对完善的产品体系，并广泛应用于关键领域。现阶段红旗 Linux 具备满足用户基本需求的软件生态，支持 x86、ARM、MIPS、SW 等 CPU 指令集架构，支持龙芯、申威、鲲鹏、飞腾、海光、兆芯等国产芯片品牌，兼容主流厂商的打印机、扫描枪等各种外设。

5) 中标麒麟

中标麒麟（NeoKylin）网络操作系统采用强化的 Linux 内核，分成通用版、桌面版、高级版和安全版等，能满足不同用户的要求，已在央企、能源、政府、交通等场景和领域广泛使用。该系统符合 POSIX 系列标准，兼容浪潮、联想、曙光等公司的服务器硬件产品，兼容达梦数据库、人大金仓数

据库、湖南上容数据库、IBM WebSphere、DB2 UDB 数据库等。

6) 银河麒麟

银河麒麟是在“863 计划”和“核高基”国家重大科技专项支持下，由国防科技大学研发的网络操作系统，之后品牌授权给天津麒麟，天津麒麟 2019 年与中标软件合并为麒麟软件有限公司。银河麒麟是优麒麟的商业发行版，使用 UKUI 桌面。目前已有部分国产笔记本搭载了银河麒麟系统，如联想昭阳 N4720Z 笔记本、长城 UF712 笔记本等。

7) 鸿蒙 HarmonyOS

华为的 HarmonyOS 是面向万物互联的全场景分布式网络操作系统，支持手机、平板、智能穿戴、智慧屏等多种终端设备运行，提供应用开发、设备开发的一站式服务。鸿蒙 OS 也是当下独占鳌头的国产手机操作系统。凭借在互联网产业创新方面发挥的积极作用，鸿蒙 OS 在 2021 年世界互联网大会上获得领先科技成果奖，在国产网络操作系统排名榜位列前十。



HarmonyOS，构建“万物互联”智能生态

如果说中国的软件行业是一棵大树，那么操作系统就是它的“根”。在构筑软件行业的基础，并助其扎根根基的道路上，华为十年磨一剑，砥砺前行。

作为全球领先的 ICT 基础设施和智能终端提供商，华为耗时 10 年，投入了 4000 多名研发人员，最终开发并推出了面向万物互联时代的全新操作系统——HarmonyOS，其可为不同设备的智能化、互联与协同奠定统一的语言基础。

HarmonyOS 操作系统具有三大特征：一是可满足各类设备的需求，实现统一 OS 及弹性部署；二是搭载该操作系统的设备可在系统层面融为一体，形成超级终端，使设备的硬件能力得以弹性扩充，实现了设备之间的硬件互助、资源共享；三是面向开发者，实现了一次开发，多端部署。

任务 1.4 掌握计算机网络的分类

【任务导入】

计算机网络的分类方法有很多，从不同的角度出发，会有不同的分类方法。表 1-1 列举了目前计算机网络的主要分类方法。下文将重点讲述前 5 种分类。

表 1-1 目前计算机网络的主要分类方法

分类标准	网络名称
覆盖的地理范围	局域网、城域网、广域网
拓扑结构	总线型、星形、环形、网状、树状
传输介质	有线网络、无线网络

续表

分类标准	网络名称
通信方式	广播式网络、点对点式网络
交换方式	分组交换网、报文交换网、电路交换网
传输信号	数字网络、模拟网络
传输信道	基带网络、宽带网络
网络用途	教育网、科研网、商业网、企业网

1. 按照网络覆盖的地理范围分类

计算机网络由于覆盖的范围不同，所采用的传输技术也不同，按照其覆盖的地理范围进行分类，可以较好地反映不同类型网络的技术特征。按覆盖的地理范围，计算机网络可分为局域网、城域网和广域网。

1) 局域网

局域网（local area network，LAN）的通信范围一般被限制在中等规模的地理区域内（如一个实验室、一幢大楼、一个校园），具有数据传输速率较高的物理通信信道，而且这种信道可以始终保持一致的低误码率。

局域网的主要特点可以归纳如下。

- （1）地理范围有限，参加组网的计算机距离通常在 1 ~ 2 km。
- （2）信道带宽大，数据传输速率高，一般为 4 Mbps ~ 10 Gbps。
- （3）数据传输可靠，误码率低。
- （4）局域网大多采用总线型、星形或环形拓扑结构，结构简单，容易实现。
- （5）通常网络归一个单一组织所拥有和使用，也不受任何公共网络的规定约束，容易进行设备的更新和新技术的引用，从而不断增强网络功能。

2) 城域网

城域网（metropolitan area network，MAN）是介于局域网与广域网之间的一种高速网络。最初，城域网的主要应用是互联城市范围内的许多局域网。当前，城域网的应用范围已大大拓宽，能用来传输实时数据、语音和视频等。城域网能有效地工作于多种环境，其主要特点如下。

- （1）地理覆盖范围可达 100 km。
- （2）数据传输速率为 50 kbps ~ 2.5 Gbps。
- （3）工作站数大于 500 个。
- （4）误码率小于 10^{-9} 。
- （5）传输介质主要是光纤。
- （6）既可用于专用网，又可用于公用网。

3) 广域网

广域网（wide area network，WAN）的通信范围可以为市、省、国家，乃至世界，其中最著名的就是 Internet，当人们提到计算机网络时，通常指的就是广域网。广域网的主要特点如下。

- （1）分布范围广，一般从几十千米到几千千米。
- （2）数据传输速率范围较大，为 9.6 kbps ~ 22.5 Gbps。

- (3) 误码率较高，一般为 $10^{-3} \sim 10^{-5}$ 。
- (4) 采用不规则的网状拓扑结构。
- (5) 属于公用网络。

2. 按照网络的拓扑结构分类

拓扑学是几何学的一个分支，它是从图论演变过来的。拓扑学首先将实体关系抽象成与其大小、形状无关的点，将连接实体的线路抽象成线，进而研究点、线、面之间的关系。

计算机网络的拓扑（topology）结构是指网络中的通信线路和网络节点的几何排列，它是解释一个网络物理布局的形式图，主要用来反映各个模块之间的结构关系。它影响着整个网络的设计、功能、可靠性和通信费用等方面，是研究计算机网络的主要环节之一。

计算机网络的拓扑结构主要有总线型、星形、环形、网状、树状等多种类型。

1) 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构（见图 1-8）用一条电缆作为公共总线，入网的节点通过相应接口连接到总线上。网络中的任何节点都可以把自己要发送的信息送入总线，使信息在总线上传播，供目的节点接收。它们处于平等的通信地位，属于分布式传输控制关系。

优点：节点的插入或撤出非常方便，易于网络的扩充。

缺点：可靠性不高，如果总线出了问题，则整个网络都不能工作，且网络中断后查找故障点困难。

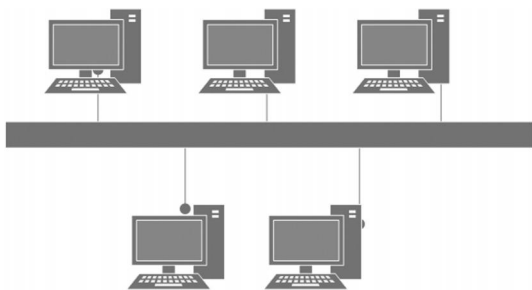


图 1-8 总线型拓扑结构

2) 星形拓扑结构

在星形拓扑结构（见图 1-9）中，节点通过点到点通信线路与中心节点连接，中心节点控制全网的通信，任何两个节点之间的通信都要通过中心节点。

优点：结构简单、易于实现、便于管理。

缺点：网络的中心节点是全网可靠性的瓶颈，中心节点的故障将导致全网瘫痪。

3) 环形拓扑结构

在环形拓扑结构（见图 1-10）中，节点通过点到点通信线路连接成闭合环路，环路中数据将沿一个方向逐站传递。

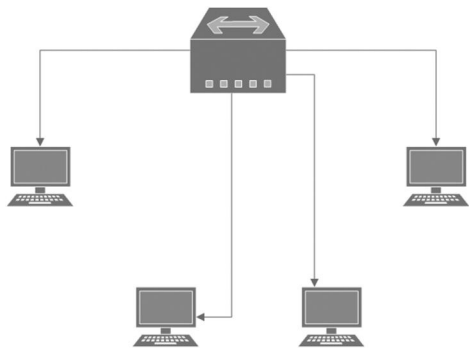


图 1-9 星形拓扑结构

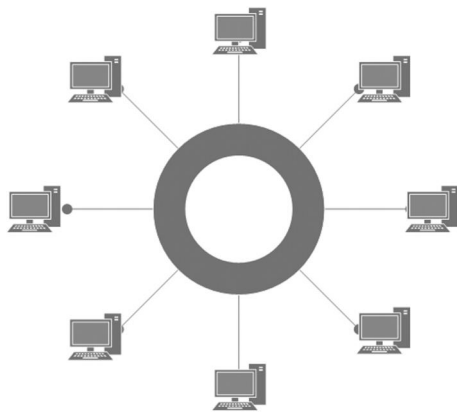


图 1-10 环形拓扑结构

优点：拓扑结构简单，控制简便，结构对称性好。

缺点：环路中每个节点与连接节点之间的通信线路都会成为网络可靠性的瓶颈，环路中任何节点出现线路故障，都可能造成网络瘫痪，环路中节点的插入和撤出过程都比较复杂。

4) 网状拓扑结构

网状拓扑结构（见图 1-11）主要指各节点通过通信线路互相连接起来，并且每一个节点至少与其他两个节点相连的结构，是广域网中的基本拓扑结构，不常用于局域网。

优点：两个节点之间存在多条传输通道，具有较高的可靠性。

缺点：结构复杂，实现起来费用较高，不易管理和维护。

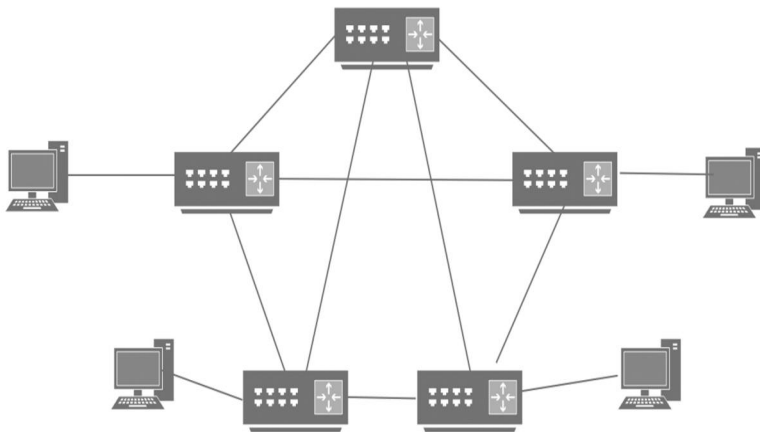


图 1-11 网状拓扑结构

5) 树状拓扑结构

在树状拓扑结构（见图 1-12）中，节点按层次进行连接，信息交换主要在上下层节点之间进行。树状拓扑结构有多个中心节点，各个中心节点均能处理业务，但最上面的主节点有统管整个网络的能力。

优点：通信线路连接简单，网络管理软件也不复杂，维护方便。

缺点：可靠性不高，若某个中心节点出现故障，则和该中心节点连接的节点均不能工作。

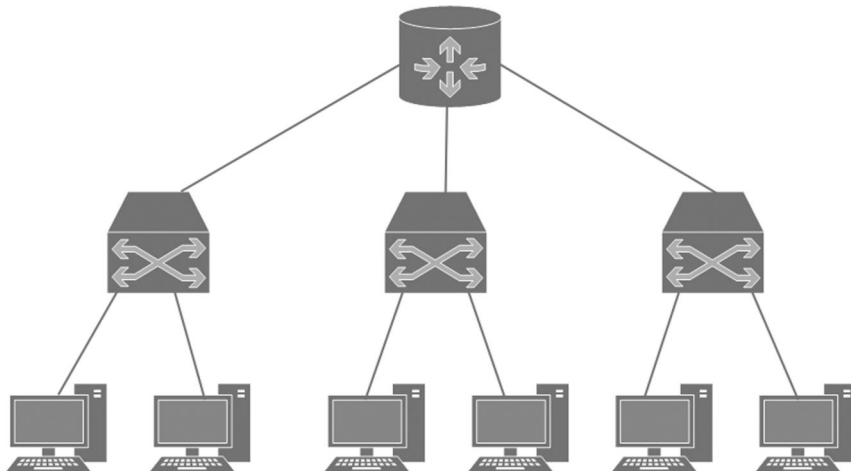


图 1-12 树状拓扑结构

3. 按传输介质分类

根据网络使用的传输介质的不同,可以把计算机网络分为有线网络(如以双绞线为传输介质的双绞线网、以光缆为传输介质的光纤网、以同轴电缆为传输介质的同轴电缆网等)和无线网络(以卫星、微波等为传输介质)。

4. 按通信方式分类

计算机网络必须通过通信信道完成数据传输,通信信道有两类:广播信道和点对点信道。相应的计算机网络也可以分为广播式网络和点对点式网络。

1) 广播式网络

在广播信道中,多个站点共享一条通信信道,在发送消息时,首先在数据的头部加上一段地址字段,以指明此数据应被哪台机器接收。数据发送到信道后,所有的站点都将接收到。一旦收到数据,各站点将检查它的地址字段,如果是发送给该站点的,则处理该数据,否则将它丢弃。广播式网络通常也允许在数据的地址字段中使用一段特殊的代码,以便将数据发送给所有的目标。使用此代码的数据发出以后,网络上的每一台机器都会接收到它,这种操作被称为广播(broadcast)。某些广播系统还支持向机器的一个子集发送数据的功能,即多播(multicast)。

2) 点对点式网络

点对点式网络由很多节点构成,连接到点对点式网络的两台计算机不能直接相连,必须通过多个中间节点进行中转,在中转过程中还可能存在着多条路径,距离也可能不一样,因此在点对点式网络中路由算法显得特别重要。一般来说,在局域网中采用广播式网络,而在广域网中采用点对点式网络。

5. 按交换方式分类

按交换方式来分类,计算机网络可分为分组交换网(分组交换方式)、报文交换网(报文交换方式)、电路交换网(电路交换方式)。

1) 分组交换网

分组交换方式是在通信前,发送端先把要发送的数据划分为一个个等长的单位(即分组),这些分组由各中间节点采用存储-转发方式进行传输,最终到达目的端。由于分组长度有限,因此可以比报文更加方便地在中间节点机的内存中进行存储处理,其转发速度大大提高。

2) 报文交换网

报文交换方式是把要发送的数据及目的地址包含在一个完整的报文内,报文的长度不受限制。报文交换采用存储-转发原理,每个中间节点要为途经的报文选择适当的路径,使其能最终到达目的端。此方式类似于古代的邮政通信,邮件由途中的驿站逐个存储、转发。

3) 电路交换网

电路交换方式是在用户开始通信前,先申请建立一条从发送端到接收端的物理信道,并且在双方通信期间始终占用该信道。电路交换方式类似于传统的电话交换方式。

项目实训

了解网络功能和基本组成

参观网络机房并使用 Visio 绘制网络拓扑结构图。

1. 实训目的

了解网络功能和网络基本组成，初步体验网络运行，理解网络拓扑结构，了解网络设备、传输介质在网络中的作用。

2. 项目实施步骤

(1) 参观网络机房(如果有条件，可以参观典型的企业网、校园网的机房；如果没有条件，可以参观网络实验室)。

(2) 认真记录网络管理人员的讲解内容，了解网络的功能、网络的物理拓扑结构和逻辑拓扑结构，了解网络中主要的网络设备和传输介质，以及网络运行情况等。

(3) 使用 Visio 绘制网络拓扑结构图，记录网络 IP 地址规划，记录网络设备、网络介质，记录网络操作系统、网络管理软件等。

3. 项目实施报告

按照步骤完成项目，撰写项目实施报告，如表 1-2 所示。

表 1-2 项目实施报告

实施报告题目		实施人员	
项目内容			
项目实施设备			
项目实施过程记录			
项目实施总结分析			

! 注意

Office Visio 是 Office 软件系列中负责绘制流程图和示意图的软件，软件操作界面非常简洁，与其他同旗下的 Office 软件界面操作无异，软件功能也非常强大全面，这使得用户可以非常轻松且直观地去创建流程图、网络图或其他图形，借此工具可以使工作项目思路更为清晰，提升工作效率。不仅如此，该软件还能够构建组织结构图和记录业务流程。

知识巩固

1. 计算机网络的功能有哪些？
2. UNIX 和 Linux 有何区别和联系？主流的 Linux 发行版本有哪些？
3. 简述计算机网络的分类方式（按照交换方式分类）。
4. 简述计算机网络拓扑结构的特点。



知识巩固 1