

普通高等学校网络工程专业规划教材

网络设备互联与配置教程

孙光明 王硕 主编
刘均名 邵慧莹 尹立君 副主编



清华大学出版社

普通高等学校网络工程专业规划教材

丛书总主编：杨云江

网络设备互联 与配置教程

孙光明 王硕 主编

刘均名 邵慧莹 尹立君 副主编

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书在全面介绍网络设备互联与配置工程中所涉及的计算机网络技术、体系结构及模型、协议原理、网络地址规划等基本知识的基础上,着重介绍交换机、路由器及 VLAN、STP、RIP、OSPF、PPP、HDLC、Frame Relay、ACL、NAT、WLAN 加密与认证、Fat AP、AC 等设备及协议的基本原理、配置与调试技术,并且每部分内容都结合一个实际的典型工作任务案例来演示相关协议及设备的配置与调试方法。

全书共 12 章,第 1~第 3 章介绍网络基础知识,着重讲解 OSI/RM、TCP/IP 体系结构模型与原理、网络及地址规划;第 4~第 6 章为交换机工作原理及配置;第 7~第 9 章为路由器工作原理及配置;第 10 章为广域网接入与配置;第 11 章为网络安全与防护;第 12 章为 WLAN 及其配置。全书提供了大量应用实例,每章后均附有理论题和操作题。

本书适合作为高等职业院校、普通本科院校计算机网络技术、网络工程及相关专业学生的教材,也可以作为 CCNA、RCNA 网络工程师认证培训机构教材,同时可供对网络集成工程比较熟悉并且对网络设备互联与配置技术有所了解的工程技术人员、相关科技工作者和研究人员参考。

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

网络设备互联与配置教程/孙光明,王硕主编. —北京:清华大学出版社,2015

普通高等学校网络工程专业规划教材

ISBN 978-7-302-40768-3

I. ①网… II. ①孙… ②王… III. ①计算机网络—高等职业教育—教材 IV. ①TP33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 161809 号

责任编辑:张 玥 赵晓宁

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:宋 林

出版发行:清华大学出版社

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

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:31.75

字 数:770 千字

版 次:2015 年 10 月第 1 版

印 次:2015 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:59.00 元

前 言

随着社会信息化步伐的持续深入,尤其是移动互联网的迅猛发展,人们的工作、生活和学习越来越离不开网络技术及平台的支撑。网络设备等网络基础设施的正确、安全、稳定、高效地运转是保障人们高品质信息交互的基石。然而,这些网络基础设备需要通过理论知识扎实、业务技能过硬的优秀网络工程师来安装、互联、配置、调试、运行、维护和管理,才能够实现互联互通,搭建起人们之间信息交流的网络“桥梁”,实现安全、高效、准确的信息传输与共享。

网络设备互联与配置相关知识体系复杂,对从业人员的职业技能与素养要求较高。如何能让初学者少走弯路、把握正确的学习方向、掌握必备而充分的知识与技能,是撰写本教程的初衷。

本书以构建中型园区计算机网络为目标,以网络中的核心设备路由器、交换机的互联与配置为主线,深入、精炼地介绍了计算机网络的 OSI/RM 与 TCP/IP 体系结构;主机 TCP/IP 协议安装、配置与诊断;交换机及其 VLAN、STP 协议原理与配置;路由器及其 RIP、OSPF 路由协议的原理与配置;广域网接入及其 PPP、HDLC、FR 协议的原理与配置;交换机端口安全、ACL、NAT 等网络安全防护技术的原理与配置;WLAN 标准、架构及加密、认证协议的原理与配置。在本书的各章节中,不仅对相关协议、设备原理及技术进行了详细介绍,还介绍了实现和部署它们的安装、配置、调试方法与步骤。此外,每章在介绍相关理论知识和技术原理的同时,还列举了大量的配置案例和示例,提供了大量的附图,使读者能够情境交融,理实结合地学习相关知识及技能,同时,每章的结尾还提供了理论简述题和实践操作题,供读者巩固知识、强化技能。并且,本书中几乎所有的网络设备配置操作可在 Cisco 的自由模拟软件 Packet Tracer 上完成,无须购置昂贵的相关网络设备。

在构思和编写教材的过程中,本书突出了如下特色:

1. 知识与技能体系选材充分而精炼、原理阐述简练易懂、技能呈现简晰好上手

网络设备互联与配置课程对计算机网络技术及相关专业知识涵盖范围广、综合程度高,具有点多、繁杂的特点。为此,本教程以 OSI/RM 及 TCP/IP 网

FOREWORD

络体系结构的层次模型为主线,选取模型中各层协议及设备的核心、关键知识与技能作为本书的内容体系;在阐述相关复杂的协议及设备原理时,采用层次式、通俗、简练的语言进行阐释,并结合示意图来描述展示;在读者基本理解设备及协议的主要原理后,采用循序渐进、步骤化、实操演示式地讲述这些设备及协议的配置、调试与故障诊断命令、方法,并提供每一步配置、调试结果的截图,辅以解释和说明,使读者对所学知识和技能融会贯通。

2. 结合典型工作任务,强化实践教学,突出“教中做、做中学”的工程教育理念

本书改变了以往教材中“原理→命令→说明”的平铺直叙式呈现形式,而是采用理论及原理示意式阐述、技能步骤式表述与示例式演示,方便教师采用“理论启发式讲授+技能示例式演示+设问交互式思考”的讨论交流式方法组织课堂教学,有利于教师在课堂授课时将学生引入到教学实施过程,调动学生参与课堂教学的积极性,达到使学生以最大的热忱和意愿投入到课堂学习的目的,克服传统课堂中学生被动听讲的局限。

3. 面向网络工程领域的新需求,突出了无线网络及其安全的知识与技能

手机等智能终端的普及及其上网需求使得无线网络无处不在、无人不用。传统的网络设备互联教材一般只简单介绍了无线网络的基本功能、组成等知识内容,缺乏对无线网络组网原理、体系结构、安全及核心设备相关知识与技能的详细阐述。本书详细介绍了 WLAN 的发展历程与基本概念、IEEE 802.11 标准体系与原理、WLAN 架构及 AP 组网模式、WLAN 安全等内容,在此基础上,突出讲述了 Fit AP、Fat AP、无线加密、链路认证、接入认证原理、配置与调试技能。

本书共 12 章,建议学时为 72 学时,其中实践 32 学时,教学内容与学时分配如下:

章	内 容	学 时 分 配	
		理论课	实践课
1	网络基础	2	
2	网络地址规划	4	2

F O R E W O R D

续表

章	内 容	学 时 分 配	
		理论课	实践课
3	网络协议安装与测试	2	2
4	交换基础与配置	4	2
5	VLAN 原理与配置	6	3
6	链路冗余与配置	6	3
7	路由基础与配置	4	2
8	RIP 协议及其配置	8	3
9	OSPF 协议及其配置	8	3
10	广域网接入与配置	8	4
11	网络安全与防护	12	4
12	WLAN 及其配置	8	4
合 计		72	32

本书由孙光明和王硕担任主编。第 1 章由刘均名编写,第 2 章由邵慧莹编写,第 3 章由尹立君编写,第 4、第 5 和第 7 章由王硕编写,第 6、第 8~第 12 章由孙光明编写。

在本书的编写过程中,任春梅高级工程师、锐捷认证网络专家(RCNP)宋晓峰老师对本书的内容提出了非常宝贵的建议,李伟生教授在百忙之中认真审阅了本书的全稿,在此一并表示感谢!

由于编者水平有限,书中若有不妥之处,欢迎广大读者批评指正。

编 者

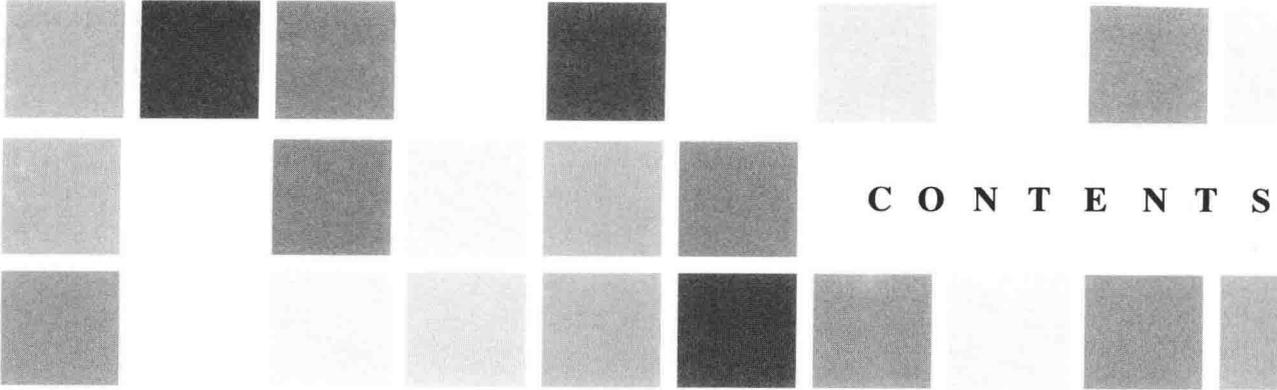
2015 年 6 月

目 录

第 1 章 网络基础	1
1.1 计算机网络概述	1
1.1.1 计算机网络发展简史	1
1.1.2 计算机网络定义与分类	5
1.2 网络体系结构	6
1.2.1 网络分层原因及原则	6
1.2.2 OSI/RM 模型	7
1.2.3 TCP/IP 模型	13
1.2.4 两种典型模型比较	16
1.3 TCP/IP 模型主要协议与实现	17
1.3.1 TCP、UDP 协议及端口	17
1.3.2 IP 协议及 IP 地址	24
1.3.3 链路层协议及 MAC 地址	30
1.4 网络设备及互联	31
1.4.1 典型网络互联设备	31
1.4.2 网络互联	41
1.5 本章小结	42
习题 1	43
第 2 章 网络地址规划	44
2.1 数制转换	44
2.1.1 二进制数转换十进制数	44
2.1.2 十进制数转换二进制数	45
2.2 网络地址与规划	46
2.2.1 网络通信类型及其地址	46
2.2.2 网络地址类型	50
2.2.3 子网掩码	50

C O N T E N T S

2.2.4	网络地址规划与分配	51
2.2.5	网络地址管理	54
2.3	地址计算	55
2.3.1	与运算及应用	55
2.3.2	网络、主机及广播地址的计算	56
2.4	子网划分	57
2.4.1	子网划分方法	57
2.4.2	子网划分步骤	59
2.4.3	子网细分与变长子网掩码 VLSM	61
2.5	本章小结	63
	习题 2	64
第 3 章	网络协议安装与测试	65
3.1	网络协议、服务、客户端及其安装	65
3.1.1	网络协议、服务及客户端简介	65
3.1.2	网络协议、服务及客户端的安装	67
3.2	TCP/IP 协议的配置	73
3.3	常用网络命令及网络故障诊断	77
3.3.1	网络连通性测试——ping 命令	77
3.3.2	TCP/IP 配置显示——ipconfig 命令	79
3.3.3	TCP 连接信息显示——netstat 命令	83
3.3.4	路由信息显示——tracert	88
3.3.5	IP-MAC 地址显示与修改——arp 命令	90
3.3.6	远程文件传输——ftp 命令	92
3.3.7	路由表维护——route 命令	93
3.3.8	DNS 系统基础结构信息诊断——nslookup 命令	95
3.3.9	用户账户信息维护——net user 命令	99
3.3.10	网络连接管理——net use 命令	101
3.3.11	服务管理——net start/pause/continue/stop 命令	103
3.4	本章小结	103
	习题 3	104



C O N T E N T S

第 4 章 交换基础与配置	105
4.1 数据链路层及其子层	105
4.1.1 数据链路层的主要功能	105
4.1.2 媒体控制子层及 MAC 地址	106
4.1.3 逻辑链路控制子层	107
4.2 以太网及其协议	107
4.2.1 以太网概述	108
4.2.2 以太网介质访问控制方法——CSMA/CD	109
4.2.3 以太网帧格式	110
4.2.4 以太网的类型	112
4.3 交换机原理及功能	118
4.3.1 引入交换机的原因	118
4.3.2 交换机的基本工作原理	118
4.3.3 交换机主要功能与实现	119
4.4 交换机的访问方法	125
4.4.1 交换机端口与指示灯	125
4.4.2 交换机的内部结构与启动	126
4.4.3 交换机的访问方法	127
4.5 交换机的访问与基本配置	131
4.5.1 交换机的工作模式	131
4.5.2 交换机工作模式的切换	132
4.5.3 交换机基本配置与管理	134
4.6 本章小结	138
习题 4	139
第 5 章 VLAN 原理与配置	141
5.1 VLAN 及作用	141
5.1.1 VLAN 概述	141
5.1.2 VLAN 的功能及特点	142
5.2 VLAN 划分方法	144
5.3 VLAN 标准——802.1q	146

C O N T E N T S

5.3.1	VLAN 标准	146
5.3.2	基于 IEEE 802.1q 标准的 VLAN	148
5.3.3	交换机端口类型及默认 VLAN	149
5.4	VLAN 配置方法与步骤	154
5.4.1	VLAN 配置方法	154
5.4.2	VLAN 配置步骤及命令	155
5.5	VLAN 间的通信	168
5.5.1	VLAN 间基于单臂路由的通信	168
5.5.2	VLAN 间基于三层交换机的通信	173
5.6	VLAN 故障诊断与排除	177
5.6.1	端口连接性故障的诊断与排除	178
5.6.2	VLAN 及中继故障的诊断与排除	183
5.7	本章小结	186
	习题 5	187
第 6 章	链路冗余与配置	190
6.1	冗余交换型拓扑	190
6.1.1	冗余交换型拓扑	190
6.1.2	冗余的危害	191
6.2	消除环路——STP 技术	194
6.2.1	STP 协议概述	195
6.2.2	桥协议数据单元——BPDU 报文	195
6.2.3	STP 协议的度量	197
6.2.4	生成树的选举	198
6.2.5	STP 端口状态	203
6.2.6	STP 拓扑变更	204
6.3	快速生成树协议 RSTP	207
6.3.1	RSTP 概述	207
6.3.2	端口角色与状态	208
6.3.3	RSTP 的快速收敛原理	209
6.3.4	RSTP 与 STP 兼容性	211

C O N T E N T S

6.4	STP 及 RSTP 协议的配置	212
6.4.1	STP 及 RSTP 协议参数	212
6.4.2	生成树协议配置与验证	212
6.5	链路聚合	218
6.5.1	链路聚合概述	218
6.5.2	负载均衡及实现方式	219
6.5.3	链路聚合配置原则与方法	221
6.5.4	链路聚合配置实例	223
6.6	本章小结	226
	习题 6	226
第 7 章	路由基础与配置	228
7.1	路由基本概念与原理	228
7.1.1	路由基本概念	228
7.1.2	路由原则与方法	229
7.2	路由器结构与访问方式	233
7.2.1	路由器内部结构	233
7.2.2	路由器基本接口	234
7.2.3	路由器访问方式	236
7.3	路由器工作模式与切换	240
7.4	基本路由配置与验证	241
7.4.1	静态路由配置及验证	241
7.4.2	默认路由及配置	246
7.4.3	浮动路由及配置	248
7.5	动态路由协议及原理	253
7.5.1	动态路由协议基础	253
7.5.2	路由算法	255
7.5.3	动态路由协议的分类	256
7.5.4	距离矢量路由协议	257
7.5.5	链路状态路由协议	258
7.6	有类路由协议与无类路由协议	259

C O N T E N T S

7.7 本章小结	260
习题 7	261
第 8 章 RIP 协议及其配置	263
8.1 RIP 协议	263
8.1.1 RIP 协议概述	263
8.1.2 RIP 协议的路由选择	264
8.1.3 RIP 协议的问题	264
8.2 RIP 路由建立与更新	265
8.2.1 RIP 路由建立过程	265
8.2.2 RIP 计时器机制	268
8.2.3 RIP 路由更新	271
8.2.4 RIP 路由计数至无穷大	272
8.2.5 RIP 路由毒化	274
8.2.6 RIP 路由环路的防止	277
8.3 RIPv1 与 RIPv2 的比较	284
8.3.1 RIPv1 路由协议	285
8.3.2 RIPv2 路由协议	287
8.4 RIP 协议的配置方法与验证	287
8.4.1 RIP 配置步骤与命令	288
8.4.2 被动接口与单播更新	298
8.4.3 RIP 的验证与诊断	302
8.5 本章小结	304
习题 8	306
第 9 章 OSPF 协议及其配置	308
9.1 OSPF 协议概述	308
9.1.1 OSPF 基本概念	308
9.1.2 OSPF 的特征	310
9.2 OSPF 协议工作过程	312
9.2.1 最短路径优先算法 SPF	312

C O N T E N T S

9.2.2	DR/BDR 选举	315
9.2.3	邻接关系的形成	317
9.2.4	OSPF 报文	318
9.2.5	OSPF 工作状态与转换	323
9.3	单区域 OSPF 协议的配置与调试	327
9.3.1	OSPF 配置	327
9.3.2	路由器接口优先级及 RID 配置	328
9.3.3	OSPF 配置的查看	331
9.3.4	OSPF 等路径负载均衡	334
9.3.5	OSPF 身份验证	336
9.3.6	OSPF 配置的调试	340
9.4	OSPF 故障诊断与排除	341
9.4.1	OSPF 邻接关系故障诊断与排除	341
9.4.2	OSPF 路由表故障诊断与排除	346
9.4.3	OSPF 明文密码身份验证故障诊断与排除	348
9.5	本章小结	349
	习题 9	350
第 10 章	广域网接入与配置	353
10.1	广域网技术概述	353
10.1.1	广域网概述	353
10.1.2	广域网接入设备及接口	354
10.1.3	广域网连接方式	356
10.1.4	广域网帧封装协议	359
10.2	PPP 协议及配置	360
10.2.1	PPP 协议概述	360
10.2.2	PPP 协议模型	360
10.2.3	PPP 协议会话过程	364
10.2.4	PPP 协议认证及过程	366
10.2.5	PPP 协议配置与验证	371
10.3	HDLC 协议及配置方法	376

C O N T E N T S

10.3.1	HDLC 协议概述	376
10.3.2	HDLC 协议工作过程	377
10.3.3	HDLC 协议的配置	380
10.4	帧中继协议及配置	381
10.4.1	帧中继协议概述	381
10.4.2	帧中继协议原理	382
10.4.3	帧中继协议配置方法	385
10.5	本章小结	393
	习题 10	394
第 11 章	网络安全与防护	396
11.1	网络安全概述	396
11.1.1	网络安全的含义	396
11.1.2	网络安全威胁与防护措施	398
11.2	交换机端口安全	399
11.2.1	端口安全概述	400
11.2.2	配置端口安全	401
11.2.3	端口安全配置验证与诊断	402
11.3	访问控制列表及配置	403
11.3.1	ACL 概述	404
11.3.2	ACL 工作原理及过程	406
11.3.3	配置 ACL	410
11.3.4	ACL 配置验证与诊断	416
11.4	网络地址转换及配置	419
11.4.1	NAT 概述	419
11.4.2	NAT 工作过程	421
11.4.3	配置 NAT	424
11.4.4	NAT 验证与诊断	430
11.5	本章小结	433
	习题 11	435

第 12 章 WLAN 及其配置	437
12.1 WLAN 概述	437
12.1.1 WLAN 简述	438
12.1.2 WLAN 设备及原理	439
12.1.3 WLAN 用户接入	448
12.2 无线局域网 IEEE 802.11 标准	450
12.2.1 IEEE 802.11 标准简述	450
12.2.2 IEEE 802.11 标准协议簇	451
12.2.3 IEEE 802.11 与 OSI/RM	455
12.3 WLAN 拓扑结构	457
12.3.1 点对点模式——Ad-Hoc	457
12.3.2 基础架构模式——Infrastructure	458
12.4 配置 WLAN	460
12.4.1 瘦 AP 架构 WLAN 工作原理	461
12.4.2 瘦 AP 架构 WLAN 配置	468
12.4.3 胖 AP 架构 WLAN 配置	474
12.5 WLAN 安全及配置	478
12.5.1 WLAN 安全概述	478
12.5.2 WLAN 加密及其配置	479
12.5.3 WLAN 链路认证及其配置	482
12.5.4 WLAN 接入认证及其配置	484
12.6 本章小结	487
习题 12	489

第1章 网络基础

本章学习目标

- 了解计算机网络的发展简史及各阶段的主要特征；
- 掌握计算机网络定义、分类；
- 理解计算机网络体系结构分层的原因、思想和实现方法；
- 理解服务、接口、协议的含义及功能；
- 掌握 OSI/RM、TCP/IP 的结构、各层主要网络协议及其功能；
- 掌握端口、IP 地址及 MAC 的含义和作用；
- 掌握各层主要网络设备基本原理及主要性能指标；
- 了解网络互联的基本思想与实现方法。

本章首先介绍计算机网络的发展历程，阐述了计算机网络的定义与分类；接着描述两种计算机网络体系结构模型，深入阐释 TCP/IP 通信原理、核心协议与支撑概念；最后介绍网络互联的概念、方法与主要设备。

1.1 计算机网络概述

自 1969 年世界上第一个计算机网络 ARPAnet 诞生以来，网络技术得到了突飞猛进的发展，其应用广泛深入地渗透到政治、经济、军事、社会、民生等各领域，极大地满足了人们信息交流与共享的夙愿，直接催生和激发了互联网日新月异的繁荣。

当今信息社会，尤其是在移动互联网方兴未艾的今天，计算机网络已经成为信息产生、处理、存储和传输的基础支撑设施，成为人们工作、生活、学习的一种生态环境。因此，计算机网络及技术已然是人类衍生发展的一种文化和必不可少的技能，引起了人们的高度重视和浓厚的学习兴趣。

1.1.1 计算机网络发展简史

20 世纪 40 年代诞生的计算机，将人们从繁杂海量的科学计算中解脱出来并产生了丰富的信息资源，让人们体会到了计算机给工作、生活、学习带来的巨大便利，使得计算机迅速从军用转向民用，从只有懂得计算机指令和语言的少数专家转向能供普通大众简捷使用的通用工具。然而，人的欲望总是无止境的，交流作为群居动物的人类的天性，使得人们不满足于计算机单机的信息处理、存储功能，他们希望通过计算机来实现信息的交流与共享。在这种美好愿望的驱动下，通过计算机与通信技术的联姻便有了计算机网络的产生、发展和繁荣。

20 世纪 50 年代初，美国航空公司与 IBM 公司联合研究基于计算机及通信技术的飞机订票系统 SABRE-I，经过近 10 多年的努力，于 20 世纪 60 年代初研制成功并投入使用；1968 年，美国通用电气公司投入运行了具有交互式处理与批处理能力的最大商用数据处理

网络信息服务系统,它跨越广大地域,利用时差实现了资源的充分利用。

20世纪60年代,美国国防部为了避免集中的军事指挥中心被前苏联核武器摧毁导致全国的军事指挥处于瘫痪状态,提出了设计分散指挥系统的构想:它由一个个分散的指挥点组成,当部分指挥点被摧毁后其他点仍能正常工作,而这些分散的点又能通过某种形式的通信网取得联系。于是,1967年罗伯茨被聘请到美国国防部高级研究计划管理局 ARPA (Advanced Research Projects Agency),着手筹建“分布式网络”,并于1969年11月建立了一个命名为 ARPAnet 的网络:它由分布在加利福尼亚州大学洛杉矶分校、加州大学圣巴巴拉分校、斯坦福大学、犹他州大学的4台大型计算机组成,完成了首个数据包由加州大学洛杉矶分校出发,经过漫长的海岸线,完整无误地抵达斯坦福大学的试验。此后,罗伯茨不断地从网络协议、操作系统、电子邮件方面完善 ARPAnet,由此成为世界上第一个真正意义上的计算机网络。由于 ARPAnet 通过 TCP/IP 协议簇较好地解决了异构计算机网络互联的一系列理论和技术问题,为日后 Internet 的存在和发展奠定了基础,因此,ARPAnet 也被视为 Internet 的始祖。

斗转星移,沧海桑田,历史的车轮滚滚向前。近半个世纪来,计算机网络经历5个主要发展阶段,日新月异,面貌也焕然一新。

1. 面向终端的第一代计算机网络——萌芽阶段

20世纪50年代中后期至60年代初期,人们利用能够发送和接收信息的终端设备收发器(Transceiver)把穿孔卡片上的数据通过电话线路传输到了远程计算机上。另外,作为远程终端的电传打字机也实现了与计算机的互联,其上输入的程序能被计算机接收、执行,并指挥计算机把运行结果传回电传打字机打印输出,实现了人们利用计算机通信的梦想。

这一时期的计算机网络处于萌芽阶段,主要是一些终端设备通过通信线路、连接器与一台中央主计算机互联,形成计算机—终端通信系统,被称为联机系统或面向终端的计算机网络,其结构如图1-1所示。

在面向终端的计算机网络中,终端与中心计算机间的连接设备主要包括线路控制器(Line Controller)、调制解调器(Modem)、集中器(Concentrator)等,它们解决了多用户、多终端接入及可扩展问题。另外,为了减轻终端用户不断增多给中心计算机带来的负担,前端处理机(Front End Processor, FEP)又被引入到面向终端的计算机网络中。

线路控制器、调制解调器、前端机和集中器的使用标志着第一代计算机网络的问世,其特征是多台终端以交互的方式将命令发送至中心计算机,将其内的各种资源分配给多个用户共同使用,提高计算机的利用率。这种方式使得人们能够以较低的费用使用当时昂贵的计算机,极大地刺激了用户使用计算机的热情,使计算机用户的数量迅速增加。

2. 面向分组交换的第二代计算机网络——形成阶段

第一代计算机网络主要是通过远程终端对单台计算机实现多用户共用,没有解决不同计算机间的数据传输与共享。随着人们对计算机网络使用需求的提升,20世纪60年代中期开始了多台计算机互联与数据传输方法的研究。从1964年由美国国防部高级研究计划

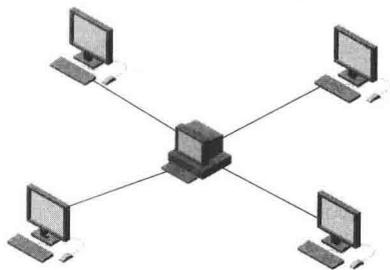


图 1-1 第一代计算机网络结构图