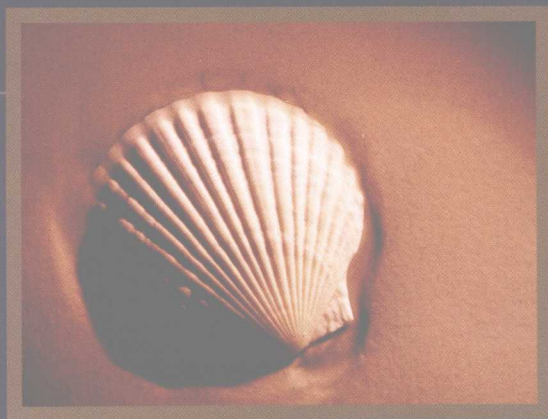




高等学校计算机科学与技术教材

网络工程 与组网技术

□ 程光 李代强 强士卿 编著



- 原理与技术的完美结合
- 教学与科研的最新成果
- 语言精炼，实例丰富
- 可操作性强，实用性突出

清华大学出版社



北京交通大学出版社

高等学校计算机科学与技术教材

网络工程与组网技术

程 光 李代强 强士卿 编著

清华大学出版社

北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书从网络工程设计角度出发,全面详细地阐述了网络工程涉及的需求分析、逻辑网络设计、物理网络设计、组网技术选择、网络设备选型、工程实施管理等各个阶段的内容,同时介绍了无线网络、网络安全、虚拟专网(VPN)等当前网络技术发展的信息。内容包括网络设计的原理与方法,对全面掌握网络工程设计、工程管理以及最新网络技术实用知识具有重要的指导意义,也是实践能力培养的重要环节。

全书共十二章,分为三个部分。第一部分介绍网络工程的相关概要;第二部分分六章介绍网络工程相关内容,包括计算机网络理论知识、局域网相关技术、广域网技术、路由器的原理和配置、路由协议的基础知识、交换机的原理和配置;第三部分分五章介绍网络工程实施的相关内容,包括:综合布线技术、网络管理和安全、网络设计技术、网络测试和优化、网络工程常用的工具等。

本书适合网络工程方面课程的教材,也可供相关技术人员作为参考用书。

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 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

网络工程与组网技术/程光,李代强,强士卿编著. —北京:清华大学出版社;北京交通大学出版社,2008.12

(高等学校计算机科学与技术教材)

ISBN 978-7-81123-293-6

I. 网… II. ①程… ②李… ③强… III. 计算机网络-高等学校-教材 IV. TP393

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第145362号

责任编辑:谭文芳

出版发行:清华大学出版社 邮编:100084 电话:010-62776969 <http://www.tup.com.cn>
北京交通大学出版社 邮编:100044 电话:010-51686414 <http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者:北京交大印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:21 字数:537千字

版 次:2008年12月第1版 2008年12月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-81123-293-6/TP·439

印 数:1~5000册 定价:33.00元

本书如有质量问题,请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评,我们表示欢迎和感谢。

投诉电话:010-51686043, 51686008; 传真:010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

本书从网络工程设计角度出发,全面详细地阐述了网络工程涉及的需求分析、逻辑网络设计、物理网络设计、组网技术选择、网络设备选型、工程实施管理等各个阶段的内容,同时介绍了无线网络、网络安全、虚拟专网(VPN)等当前网络技术发展的信息,通过相关的作业和实验掌握必要的工程能力。内容包括网络设计的原理与方法,对全面掌握网络工程设计、工程管理及最新网络技术实用知识具有重要的指导意义,也是实践能力培养的重要环节。

本书编写过程中注重实验实习,通过阅读本书,读者能够了解路由器、交换机设备的工作原理,能利用 LAN 和 WAN 电缆、Cisco 路由器、交换机、防火墙、Linux、Windows 工作站构建一个实验网络。能利用 Cisco 交换机、路由器命令优化 LANs、VLANs、WLANs、WANs,

本书编写过程中注重对读者进行以下 3 个方面能力的培养。

(1) 分析能力:能够理解 LAN、MAN、WAN 和 VPN 的基本功能;根据网络应用要求,绘制不同的网络拓扑图(总线型、环形、星形、层次型、网状等),进行 IP 地址规划,合理使用子网掩码;使用命令行接口进行网络问题的判断和解决。

(2) 设计能力:能够应用 OSI 模型概念,描述组网过程及每一层的功能,使得读者通过本书的学习,具备对各种网络结构适用性的判断能力和相应网络设备的选择能力;初步具有根据需求设计网络、管理网络的能力。

(3) 创新能力:在了解网络技术发展现状的前提下,培养读者研究兴趣,明确今后研究的方向和方法。

本书大体分为 3 部分共 12 章。

第 1 章为第一部分,介绍网络工程的相关概要,以及网络工程经历的各个阶段。

第 2 章到第 7 章为第二部分,介绍网络工程相关的基础知识。第 2 章主要介绍计算机网络理论基础知识和 IP 地址两个方面内容;第 3 章介绍以太网、无线局域网和虚拟专用网等局域网相关技术。第 4 章主要讨论 PPP、ISDN、帧中继、POS 等广域网技术;第 5 章介绍路由器的原理、硬件组成等,并以 Cisco IOS 操作系统的系列路由器配置命令为例介绍路由器的相关配置方法,最后介绍路由器模拟器并给出网络配置实例;第 6 章主要讨论路由协议的相关基础知识,讨论防止路由环路的一些基本方法,并分别就 RIP、IGRP、OSPF 三种网络路由协议进行详细分析并介绍这几种协议在路由器上的配置方法;第 7 章介绍以太网交换机的原理和基本功能等技术,并以基于 Cisco IOS 操作系统的系列交换机配置命令为例介绍交换机的相关配置。

第 8 章到第 12 章为第三部分,介绍网络工程实施的相关内容。第 8 章主要介绍综合布线的相关技术;第 9 章主要介绍网络管理和安全的相关知识;第 10 章介绍网络设计相关技术,该章以目前使用最广泛的、基于以太技术的、中小型校园网和企业网为基础介绍中小型

局域网的设计技术；第 11 章主要讨论网络测试和优化问题；第 12 章介绍了四类网络工程常用的工具：Cisco 网络工程工具、协议分析仪、网络监测和管理工具、网络测试工具。

本书由东南大学计算机科学与工程学院程光副教授担任主编，并负责全书的统稿工作；第 1~3 章、第 9~11 章由程光编写，第 4~8 章由李代强、程光编写，第 12 章由强士卿、程光编写。

本书作者参加过“CERNET 华东北地区网络中心”、“江苏省计算机网络重点实验室”和“东南大学校园网”的建设和管理，具有长期从事计算机网络方面的研究、开发经历和多年管理运行区域性 IP 网络的经验；参加过相关的国家攻关课题和国家 863 计划课题，开展过网络管理、网络安全体系结构、网络数据安全机制等方面的研究。同时，本书作者还担任东南大学“信息及网络安全”、“计算机网络应用”等课程的本科生、研究生的教学工作，具有丰富的计算机网络方面的教学和实践经验。

由于作者水平有限，同时网络工程和组网技术更新很快，本书难以覆盖网络工程和组网技术的所有精华，在编写过程中难免出现错误，敬请读者批评指教！

程 光

2008 年 10 月于东南大学

目 录

第 1 章 网络工程概述	1
1.1 网络工程概况	1
1.1.1 网络发展概况	1
1.1.2 网络工程定义	2
1.1.3 网络工程的要素	3
1.1.4 网络工程的质量	3
1.2 用户需求分析	3
1.2.1 网络规划	4
1.2.2 需求调研	4
1.2.3 需求分析	4
1.3 网络设计和实施阶段	7
1.3.1 选择网络体系结构	7
1.3.2 网络拓扑的分层设计	7
1.3.3 网络站点的设计	8
1.4 网络测试和运行维护	9
1.4.1 网络测试	9
1.4.2 网络维护	10
1.5 网络工程展望	10
小结	11
习题 1	11
第 2 章 计算机网络基础	12
2.1 计算机网络的概念	12
2.1.1 计算机网络的功能	12
2.1.2 计算机网络的发展历程	13
2.2 计算机网络的分类	15
2.2.1 按拓扑结构分类	15
2.2.2 按地域范围分类	18
2.3 计算机网络体系结构	19
2.3.1 计算机网络体系结构概述	19
2.3.2 OSI 网络参考模型	19
2.3.3 OSI 网络参考模型各层功能	21
2.3.4 OSI 模型中的数据传输过程	22
2.3.5 TCP/IP 模型	23

2.4 IP 地址	24
2.4.1 IP 地址基础	24
2.4.2 IP 地址分类	25
2.4.3 保留 IP 地址	26
2.4.4 私有地址	26
2.4.5 子网划分	26
2.4.6 子网掩码	27
2.4.7 ARP 与 RARP	28
2.5 IP 地址的分配方式	29
2.5.1 网关设置	29
2.5.2 静态分配 IP 地址	30
2.5.3 动态分配 IP 地址	30
小结	31
习题 2	32
第 3 章 局域网技术	33
3.1 以太网基础	33
3.1.1 以太网的发展历程	33
3.1.2 MAC 地址	34
3.1.3 CSMA/CD	34
3.1.4 以太网帧结构	35
3.1.5 以太网的主要标准	35
3.2 以太网相关名词	36
3.2.1 数据信道工作方式	36
3.2.2 通信模式	37
3.2.3 冲突域和广播域	37
3.3 以太网传输介质	38
3.3.1 同轴电缆	38
3.3.2 双绞线	39
3.3.3 光纤	41
3.4 以太网设备	43
3.4.1 网卡	43
3.4.2 集线器	46
3.4.3 网桥和二层交换机	46
3.4.4 路由器	47
3.4.5 三层交换机	48
3.5 无线局域网	49
3.5.1 无线局域网概述	49
3.5.2 无线局域网技术	49
3.5.3 无线局域网标准	50

3.5.4 无线局域网的特点	51
3.6 虚拟专用网	51
3.6.1 虚拟专用网概述	51
3.6.2 VPN 的技术实现方式	52
3.6.3 VPN 技术之间的比较	53
3.6.4 VPN 的隧道协议	53
3.6.5 VPN 的分类	54
小结	55
习题 3	55
第 4 章 广域网技术	57
4.1 广域网基础	57
4.1.1 广域网与 OSI 模型	57
4.1.2 广域网服务的实现模型	58
4.1.3 虚电路与数据报	59
4.2 PPP 协议	60
4.2.1 PPP 的组成	60
4.2.2 PPP 链路建立的过程	60
4.2.3 PPP 的验证方式	61
4.2.4 PPP 的应用	62
4.3 ISDN	62
4.3.1 ISDN 的组成	62
4.3.2 ISDN 的服务	64
4.3.3 ISDN 的应用	64
4.4 帧中继	64
4.4.1 帧中继概述	64
4.4.2 帧中继特征	65
4.4.3 帧中继体系结构	66
4.4.4 帧中继的 PDU 与 DLCI	66
4.4.5 拥塞控制	67
4.4.6 帧中继应用实例	67
4.5 POS 技术	68
4.5.1 SDH 技术	68
4.5.2 POS 技术的特点	68
4.5.3 POS 的封装技术	69
4.5.4 POS 技术的应用	69
4.6 其他广域网技术	70
4.6.1 PSTN	70
4.6.2 X.25	70
4.6.3 DDN	71

4.6.4	ATM	72
4.6.5	xDSL	73
	小结	75
	习题4	75
第5章	路由器基础	76
5.1	路由器硬件	76
5.1.1	原理与功能	76
5.1.2	路由器的分类	77
5.1.3	路由器的硬件组成	80
5.1.4	路由器的发展历程和趋势	81
5.2	路由器接口	82
5.2.1	固化接口与模块化接口	82
5.2.2	常用接口类型	84
5.2.3	接口命名规则	87
5.2.4	路由器启动过程	88
5.3	路由器配置方法	89
5.3.1	基本配置方法	90
5.3.2	通过 Console 口登录路由器	90
5.3.3	通过 Telnet 登录路由器	92
5.4	IOS 基本命令	92
5.4.1	基本模式	92
5.4.2	帮助命令	93
5.4.3	路由器的查看命令	96
5.4.4	路由器的配置命令	99
5.4.5	配置实例	101
5.5	IOS 故障排除命令	102
5.5.1	ping	102
5.5.2	tracert	103
5.5.3	debug	104
5.6	路由器模拟软件	105
5.6.1	Boson NetSim 介绍	105
5.6.2	Boson NetSim 安装	106
5.6.3	Boson Network Designer	106
5.6.4	Boson NetSim 的使用	110
5.7	路由器互连实验	113
5.7.1	利用 Ethernet 口连接两台路由器	113
5.7.2	利用 Serial 口连接两台路由器	115
	小结	118
	习题5	119

第6章 路由协议及配置	120
6.1 路由技术概念	120
6.1.1 路由的原理	120
6.1.2 静态路由和动态路由	122
6.1.3 默认路由	123
6.1.4 路由协议和被路由协议	124
6.1.5 路由表	124
6.2 路由协议	126
6.2.1 基本术语	126
6.2.2 路由算法	127
6.2.3 路由协议分类	127
6.2.4 路由算法分类	127
6.3 路由环路	128
6.3.1 路由环路问题	128
6.3.2 定义最大值	129
6.3.3 水平分割	130
6.3.4 路由中毒	131
6.3.5 抑制定时器	131
6.3.6 触发更新	131
6.4 RIP	132
6.4.1 RIP 概述	132
6.4.2 RIP 特性	132
6.4.3 RIP-2	133
6.4.4 RIP 配置基本命令	133
6.4.5 RIP 配置实例	134
6.5 IGRP	139
6.5.1 概述	139
6.5.2 IGRP 特性	140
6.5.3 IGRP 配置基本命令	140
6.5.4 IGRP 配置实例	140
6.6 OSPF	141
6.6.1 OSPF 特性	141
6.6.2 OSPF 基本算法	142
6.6.3 链路状态算法	142
6.6.4 OSPF 成本	143
6.6.5 链路状态通告	143
6.6.6 OSPF 网络拓扑	144
6.6.7 hello 数据包	145
6.6.8 指定路由器和备份指定路由器	146

6.6.9 OSPF 路由表更新	148
6.7 多区域 OSPF	150
6.7.1 多区域 OSPF 的优势	150
6.7.2 路由器类型	150
6.7.3 链路状态通告类型	151
6.7.4 区域类型	152
6.7.5 汇总	153
6.7.6 多区域 OSPF 设计要点	153
6.7.7 OSPF 路由表项标识	154
6.7.8 OSPF 虚链路	155
6.8 OSPF 配置	155
6.8.1 启动 OSPF	156
6.8.2 配置环回地址	156
6.8.3 配置接口默认度量值	157
6.8.4 修改 OSPF 成本参考值	157
6.8.5 设置 hello 报文时间参数	158
6.8.6 设置接口在选举指定路由器时的优先级	158
6.8.7 配置 OSPF 的末梢区域	158
6.8.8 配置 OSPF 汇总	159
6.8.9 OSPF 配置实例	160
小结	161
习题 6	161
第 7 章 交换机基础及配置	163
7.1 交换机基础	163
7.1.1 交换机工作原理	163
7.1.2 MAC 地址表	164
7.1.3 交换机的三种转发模式	165
7.1.4 交换机的分类	166
7.1.5 交换机基础配置	166
7.2 VLAN	168
7.2.1 VLAN 原理	168
7.2.2 VLAN 的分类	169
7.2.3 配置静态 VLAN	170
7.2.4 中继技术	171
7.2.5 VTP 域	173
7.2.6 VLAN 间路由技术	175
7.3 生成树协议	177
7.3.1 冗余拓扑	177
7.3.2 生成树协议概述	179

7.3.3	生成树协议算法	180
7.3.4	STP 端口状态	183
7.3.5	RSTP 协议	184
7.3.6	其他的生成树种类	185
7.3.7	生成树协议配置	186
7.4	三层交换技术	189
7.4.1	三层交换机与二层交换机	189
7.4.2	三层交换机与路由器	190
7.4.3	三层交换机的分类	191
7.4.4	三层交换机配置	192
	小结	193
	习题 7	194
第 8 章	综合布线技术	195
8.1	综合布线技术基础	195
8.1.1	综合布线系统概述	195
8.1.2	综合布线系统组成	196
8.1.3	综合布线系统标准	199
8.1.4	综合布线系统的设计要点	200
8.1.5	综合布线系统的发展趋势	200
8.2	传输介质	201
8.2.1	双绞线	201
8.2.2	光纤	210
8.3	综合布线的设计技术	215
8.3.1	设计工作准备	216
8.3.2	工作区子系统的设计	216
8.3.3	水平干线子系统的设计	217
8.3.4	管理间子系统的设计	218
8.3.5	垂直干线子系统的设计	218
8.3.6	设备间子系统的设计	220
8.3.7	建筑群子系统的设计	221
8.4	综合布线工程施工与验收	222
8.4.1	综合布线施工前准备	222
8.4.2	线槽铺设技术	223
8.4.3	线缆牵引技术	224
8.4.4	建筑物内水平布线技术	225
8.4.5	建筑群间布线技术	225
8.4.6	综合布线工程验收标准	226
	小结	229
	习题 8	229

第9章 网络管理和安全	230
9.1 网络管理与安全概述	230
9.1.1 网络管理与安全的必要性	230
9.1.2 网络管理	231
9.1.3 网络安全	232
9.2 网络管理功能	233
9.2.1 配置管理	233
9.2.2 性能管理	234
9.2.3 故障管理	234
9.2.4 安全管理	235
9.2.5 计费管理	236
9.3 网络管理协议	236
9.3.1 协议概述	237
9.3.2 SNMP 协议管理控制框架	238
9.3.3 SNMP 实现方式	239
9.4 网络管理系统	239
9.4.1 OpenView	240
9.4.2 NetView	240
9.4.3 SunNet Manager	241
9.4.4 SPECTRUM	242
9.5 网络安全威胁	242
9.5.1 暴力攻击和字典程序攻击	243
9.5.2 DoS 攻击	243
9.5.3 欺骗攻击	244
9.5.4 中间人攻击	244
9.5.5 探测攻击	245
9.5.6 垃圾邮件攻击	245
9.5.7 放置特洛伊木马程序	246
9.6 网络安全技术	246
9.6.1 密码技术	246
9.6.2 网络病毒与防治	247
9.6.3 防火墙技术	249
小结	251
习题9	251
第10章 网络设计技术	252
10.1 网络设计基础	252
10.1.1 网络设计过程	252
10.1.2 网络设计的基本要点	254
10.2 分层网络结构	255

10.2.1 分层网络结构介绍	255
10.2.2 分层网络结构应用	257
10.3 IP 地址规划技术	258
10.3.1 子网划分	258
10.3.2 地址规划	259
10.4 网络设计实例	260
10.4.1 需求分析	261
10.4.2 逻辑网络设计	261
10.4.3 物理网络设计	262
小结	263
习题 10	263
第 11 章 网络测试和优化	264
11.1 网络特征测度	264
11.1.1 可用性	264
11.1.2 可扩展性	265
11.1.3 网络性能测度	266
11.1.4 流量统计测度	267
11.2 网络测试	268
11.2.1 网络测试概述	268
11.2.2 建立原型网络系统	268
11.2.3 制定测试计划	269
11.2.4 性能测试实例	271
11.3 网络优化设计	275
11.3.1 基于组播技术的网络带宽优化	275
11.3.2 传输延迟的优化	276
11.3.3 网络性能的优化	278
11.4 Cisco IOS 网络性能优化	281
11.4.1 Cisco 快速转发	281
11.4.2 队列技术	283
11.4.3 随机早期检测	284
11.4.4 流量整形	285
11.4.5 承诺接入速率	286
小结	287
习题 11	287
第 12 章 网络工程工具	289
12.1 Cisco 网络工程工具	289
12.1.1 简单的 Cisco 发现协议	289
12.1.2 基于网络应用的识别工具	290
12.1.3 Cisco 的 Netflow 技术	291

12.1.4	Cisco 的 FlowCollector 和 Data Analyzer	293
12.1.5	Cisco 服务保障代理	294
12.1.6	Cisco Works 工具	294
12.1.7	虚拟局域网管理	296
12.2	协议分析仪	297
12.2.1	嗅探技术原理	298
12.2.2	嗅探器设置位置	299
12.2.3	Sniffer 软件	301
12.2.4	EtherPeek	305
12.2.5	Ethereal	306
12.2.6	Tcpdump	308
12.3	网络监测和管理工具	312
12.3.1	MRTG	312
12.3.2	Cricket	314
12.3.3	MIB 变量浏览器	315
12.4	网络测试工具	315
12.4.1	WANDL 公司的网络管理系统	315
12.4.2	OPNET 公司的相关工具	316
12.4.3	Agilent 路由器测试仪	318
12.4.4	NetIQ 的 Vivinet Assessor 语音视频测试工具	318
12.4.5	NetPredictor	319
小结		320
习题 12		320
参考文献		321

第 1 章 网络工程概述

本章要点:

- ☒ 网络工程概况
 - ☒ 用户需求分析
 - ☒ 网络设计和实施阶段
 - ☒ 网络测试和运行维护
 - ☒ 网络工程展望和本书概要
-

1.1 网络工程概况

1.1.1 网络发展概况

在过去的几年里,经济的飞速发展要求组建更加稳定、快速的计算机通信网络以传输海量信息和数据。这种需求导致了各种广域网(Wide Area Network, WAN)、局域网(Local Area Network, LAN)和城域网(Metropolitan Area Network, MAN)的飞速发展,很明显的证据就是 Internet 的爆发式发展。

1968—1984 年是 Internet 的研发阶段,Internet 最早来源于美国国防部高级研究计划署(Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA)的前身美国国防部高级研究计划署(Advanced Research Project agency, ARPA)建立的 ARPANET,该网于 1969 年投入使用,把美国重要的军事基地与研究单位用通信线路连接起来,进行单纯的军事通行。为了在不同结构的计算机之间实现通常的通信,制定了一个联网用户共同遵守的网络通信协议。

1984—1995 年是 Internet 的使用发展阶段,以美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF)的 NSF 网为主干网,开始对全社会开放,实现了以资源共享为中心的服务方式,使 Internet 得到了迅速发展。

1995 年以后 Internet 进入商业化的阶段,其主干网也从原来由政府部门资助转化为由计算机公司、商业性通信公司资助,由于商务的需求,吸引了大批的商业用户。联网的计算机数量也迅猛增长。

1969 年 12 月,ARPANET 最初建成时只有 4 个结点,到 1972 年 3 月联网结点数是 23 个,直到 1977 年 3 月总共只有 111 个结点。但是近 10 年来,随着社会科技、文化和经济的发展,特别是计算机网络技术和通信技术的大发展,人类社会从工业社会向信息社会过渡的趋势越来越明显,人们对信息的意识,对开发和使用信息资源的重视越来越加强,这些都强烈刺激了 ARPANET 及以后的 NSFNET 的发展,使联入这两个网络的主机和用户数目急剧增加,1988

年,由 NSFNET 连接的计算机数就猛增到 56 000 台,此后每年更以 2~3 倍的惊人速度向前发展,1994 年,Internet 上的主机数目达到了 320 万台,连接了世界上的 35 000 个计算机网络。现在,Internet 上已经拥有近 10 亿个用户,联网主机已经超过 5 亿。今天的 Internet 不但成为计算机人员和军事部门进行科研的领域,也成为了一个开发和使用信息资源的覆盖全球的信息海洋。按从事的业务分类,在 Ineternet 上包括了广告公司、航空公司、农业生产公司、艺术、导航设备、书店、化工、通信、计算机、咨询、娱乐、财贸、各类商店、旅馆等 100 多类网络,覆盖了社会生活的方方面面,构成了一个信息社会的缩影。

由此可见,Internet 的发展,过去由一台计算机来处理整个组织中所有的计算需求的老式模型已经完全被新的模型所取代,在新的网络模型下,由大量独立的,但相互连接起来的计算机来共同完成计算任务。随着联网技术的不断发展,人们可以设计和建设可靠的、高质量的网络以满足经济、生活的要求。计算机通信网络通常被看作工程产物,因为它们在规划和设计阶段都要进行仔细的思考和计划。和其他的工程产品一样,可靠性和质量保证是极为重要的。网络工程的出现使人们从工程的角度去设计组建计算机网络。

1.1.2 网络工程定义

网络工程(Network Engineering)是根据用户单位的需求及具体情况,结合现代网络技术的发展水平及产品化的程度,经过充分的需求分析和市场调研,从而确定网络建设方案,依据方案的步骤有计划地实施网络建设和后期的技术支持活动。

网络工程建设是一项复杂的系统工程,一般可分为网络规划阶段、需求分析阶段、网络设计和实施阶段、网络系统测试阶段和运行维护阶段。根据每个阶段的网络工程过程指导方针就可以组建和维护高质量的完整的计算机网络。

网络工程的实质就是把工程化的技术和方法应用在设计和组建满足用户需求的区域网络中。工程是对技术(或社会)实体的分析、设计、构造、验证和管理。抛开工程化的实体,首先要对下面的问题作出回答:

- ④ 要解决的问题是什么;
- ④ 用于解决该问题的实体特征是什么;
- ④ 如何实现该实体(解决方案);
- ④ 如何构造该实体;
- ④ 采用什么方法去发现该实体设计和构造过程中产生的错误;
- ④ 当该实体的用户要求修改、适应和增强时,如何长期支持该实体。

本书所讲的实体就是计算机网络系统。要组建一个满足需要的网络,必须对计算机网络工程过程进行定义。如果不考虑应用领域、项目规模和复杂性,与网络工程相关的工作可以分为以下三个阶段,每个阶段都回答了上述的一个或者几个问题。

(1) 定义阶段

定义阶段的重点是“做什么”——包括网络规划阶段和需求分析阶段。就是在组网开始之初,网络工程师应该很清楚知道要组建什么样的网络,预期满足了用户的什么需求,有什么样的设计约束,比如说用户可以承受的组网最低成本和想获得的服务,制定一个成功区域网络的确认标准是什么。这个阶段实际上要做的工作就是完成需求分析文档。需求分析要求网络工程师和用户要深入交流,网络工程师应该尽可能详细、准确地记录用户的需求信息,等等。