



“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 计算机网络工程 实用教程（第3版）

主 编 | 石炎生 郭观七  
副主编 | 周细义 刘利强 方 欣 杨 勃  
主 审 | 安淑梅



本书含二维码应用



中国工信出版集团



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>

“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材

# 计算机网络工程实用教程

## (第3版)

石炎生 郭观七 主 编

周细义 刘利强 方 欣 杨 勃 副主编

安淑梅 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。本书按照使“知识、能力、素质”协调发展的目标,全面系统地介绍计算机网络工程的理论、规范、方法、技术和实践。全书分为理论篇和实践篇两部分。理论篇以实际网络工程项目实施为主线,从网络工程基础知识开始,系统介绍网络工程综合布线、交换机技术、路由器技术、网络安全技术、服务器技术等原理、配置方法与应用部署方式,最后综合介绍网络规划与设计,以及网络工程管理。实践篇为网络工程实验、实践指导,依托先进的网络设备,以实际工程案例为背景,按照基础类、综合类、设计类三个层次设计网络工程训练项目。

本书教学实例和实验主要基于锐捷网络平台,提供基于江西国鼎实训平台的实训内容与视频、课程设计、实用电子教案、配套的参考资料、综合性与设计性实验参考配置命令等教学资料。

本书可作为高等院校计算机和电子信息类相关专业计算机网络工程教材,也可作为网络工程技术与管理人员的技术参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络工程实用教程 / 石炎生, 郭观七主编. —3 版. —北京: 电子工业出版社, 2015.8

ISBN 978-7-121-26913-4

I. ①计… II. ①石… ②郭… III. ①计算机网络—高等学校—教材 IV. ①TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 185996 号

策划编辑: 章海涛

责任编辑: 章海涛 特约编辑: 何 雄

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 23.25 字数: 650 千字

版 次: 2007 年 8 月第 1 版

2015 年 8 月第 3 版

印 次: 2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

## 第3版前言

本书第2版自2011年3月出版以来,全国很多高校将本书作为网络工程课程的教材,给予了充分肯定和帮助。特别是在电子工业出版社的大力支持下,2014年10月本书被教育部选为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材。近几年来,计算机网络已深入普及到各行各业,网络技术在不断更新,网络工程的建设也出现了很多新模式、新设备以及多种新技术的融合。因此,我们根据几年来的教学和工程实践,在保留第2版基本构架和主要内容的基础上,对内容进行了修改、更新、整合和优化,增加了许多网络工程的新知识和新技术,更加贴近网络工程实际,更加适应网络工程教学与实践的要求。

全书分为理论篇和实践篇。

理论篇包括第1~8章。

第1章网络工程基础,重点介绍网络工程的建设内容、建设过程,以及网络工程招标与投标的基础知识。

第2章网络工程综合布线,系统地介绍网络工程综合布线系统的最新规范、常用线缆、系统组成、施工技术和综合布线系统管理。

第3章交换机技术与应用,重点介绍交换机的基本配置、交换机的接口与配置、交换机互连技术、VLAN技术和生成树技术。

第4章路由器技术与应用,重点介绍路由器的基本配置、路由器的接口与配置、路由协议与配置、访问控制列表技术和网络地址转换技术。

第5章网络安全技术与应用,重点介绍网络防火墙技术、虚拟专用网技术、入侵检测与入侵防御技术和上网行为管理技术。

第6章服务器技术与应用,重点介绍服务器系统主要技术、服务器的应用模式和部署方式、服务器集群、负载均衡技术、服务器存储与备份技术和网络存储技术。

第7章网络规划与设计,结合网络工程实例,系统地介绍网络系统建设规划与设计的原则和方法,包括网络建设需求分析、网络系统逻辑设计、网络工程综合布线系统设计、网络中心机房设计、网络安全系统设计、网络服务与应用设计、网络管理设计以及网络设备选型。

第8章网络工程管理,重点介绍网络工程项目管理、网络系统测试的标准、方法和流程,网络工程验收的规范与方法。

实践篇包括第 9~10 章。

第 9 章基础性实验，采用问题式实验训练模式介绍实验内容，使学生通过问题去设计方案，完成实验过程，从而进一步理解和运用相应的网络工程方法和技术。

第 10 章综合性和设计性实验，目的是使读者牢固掌握各种网络技术在网络工程中的综合运用，能够独立设计安全稳定、性能优良的网络系统，能够独立管理和维护各种计算机网络，能够及时排除网络系统运行的各种故障。

本书还编写了综合性实验内容，考虑到篇幅，没有放入本书，但是免费提供给作者，读者可以扫描本书封面中的二维码，其中包含下载地址，或者登录华信教育资源网 (<http://www.hxedu.com.cn>)，注册之后进行下载。

这次修订中，石炎生同志修订了第 1、2、6、7、8 章，郭观七同志修订了第 5、7、8 章，周细义同志修订了第 9、10 章，刘利强同志修订了第 4、6 章，方欣同志修订了第 1、3 章，杨勃负责了部分实验项目的试做。锐捷网络大学安淑梅经理对全书进行主审，湖南农业大学沈岳教授为本次修改提出了宝贵意见。浪潮（北京）电子信息产业有限公司、江西国鼎科技有限公司为本书的修订提供了很多宝贵的资料，在此表示衷心的感谢！

本书的系统配置实例和实验主要基于锐捷网络平台。

本书配套提供的实训内容与视频主要基于江西国鼎科技有限公司的网络实训平台，都放置在华信教育资源网和相关 MOOC 平台上，供读者免费下载。

本书建议理论学时为 36 学时，实践为 40 学时，教师可根据实际情况进行适当取舍。

本书为教师提供实用的电子教案、综合性与设计性实验参考资料等教学资料，请登录到华信教育资源网 (<http://www.hxedu.com.cn>)，注册之后进行免费下载。

由于网络工程技术发展迅速，加之作者的学识有限、时间仓促，疏漏和错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

作者

# 目 录

第 1 章 网络工程基础	1
1.1 网络工程的含义	1
1.2 网络工程组织机构及其职责	2
1.3 网络工程建设内容	5
1.3.1 网络规划与设计	5
1.3.2 网络工程综合布线	5
1.3.3 网络设备安装与系统集成	6
1.3.4 网络应用部署与软件安装	6
1.3.5 工程竣工验收与技术培训	7
1.4 网络工程建设过程	8
1.5 网络工程招投标	8
1.5.1 招标	8
1.5.2 投标	10
1.5.3 开标与评标	11
1.6 网络工程新技术简介	12
1.6.1 下一代网际协议 IPv6	12
1.6.2 40G/100G 以太网	13
1.6.3 物联网	13
1.6.4 虚拟化	14
1.6.5 云计算	15
思考与练习 1	16
第 2 章 网络工程综合布线	17
2.1 综合布线系统概述	17
2.2 综合布线系统常用线缆	19
2.2.1 双绞线	19
2.2.2 光纤	22
2.2.3 大对数双绞线电缆	26
2.2.4 同轴电缆	26
2.3 综合布线系统组成与规范	28
2.3.1 综合布线系统组成	28
2.3.2 工作区子系统	32
2.3.3 配线子系统	35
2.3.4 电信间	37
2.3.5 干线子系统	46
2.3.6 设备间	49
2.3.7 建筑群子系统	52
2.3.8 进线间	53
2.4 综合布线系统工程施工技术	54

2.4.1	综合布线工程施工要求与程序	54
2.4.2	综合布线工程施工常用工具	55
2.4.3	施工前期准备工作	57
2.4.4	管槽敷设与安装施工技术	57
2.4.5	线缆布放施工技术	62
2.4.6	线缆端接施工技术	70
2.5	综合布线系统管理	75
2.5.1	系统管理方式与要求	75
2.5.2	标识管理	76
2.5.3	色标管理	78
	思考与练习 2	79
<b>第 3 章</b>	<b>交换机技术与应用</b>	<b>80</b>
3.1	交换机概述	80
3.1.1	交换机的分类	80
3.1.2	交换机的工作原理与基本功能	83
3.1.3	交换机的端口与配置线缆	85
3.2	交换机配置基础	88
3.2.1	交换机的管理方式	89
3.2.2	交换机配置命令简介	90
3.2.3	交换机基本配置	93
3.3	交换机的互连技术	107
3.3.1	交换机级联	107
3.3.2	交换机堆叠	108
3.3.3	交换机堆叠配置	110
3.4	交换机的 VLAN 技术	111
3.4.1	VLAN 技术概述	111
3.4.2	VLAN 的基本配置	114
3.4.3	相同 VLAN 之间的通信	116
3.5	交换机的生成树技术	118
3.5.1	冗余链路问题	118
3.5.2	生成树技术简介	118
3.5.3	生成树的形成过程	121
3.5.4	生成树的配置	123
3.6	交换机的性能与选型	128
3.6.1	交换机的性能参数	128
3.6.2	交换机的选购	132
	思考与练习 3	135
<b>第 4 章</b>	<b>路由器技术与应用</b>	<b>136</b>
4.1	路由器概述	136
4.1.1	路由器的定义与结构	136
4.1.2	路由器的功能与工作原理	140
4.1.3	路由器的端口与连接线缆	141

4.2	路由器配置基础	143
4.2.1	路由器的管理方式	143
4.2.2	路由器配置命令简介	144
4.2.3	路由器基本配置	147
4.3	路由器连接与接口配置	154
4.3.1	路由器的硬件连接	154
4.3.2	接口配置类型及其共性配置	154
4.3.3	LAN 接口配置	156
4.3.4	WAN 接口配置	157
4.3.5	逻辑接口配置	159
4.4	路由协议及其配置	161
4.4.1	路由协议基础	161
4.4.2	静态路由协议	165
4.4.3	RIP 路由协议	166
4.4.4	OSPF 路由协议	169
4.4.5	PPP 协议	170
4.4.6	BGP 协议	172
4.5	三层交换技术	173
4.5.1	三层交换机	173
4.5.2	三层交换接口	174
4.5.3	路由器与三层交换机的区别	175
4.5.4	三层交换技术的应用	175
4.6	访问控制列表	176
4.6.1	访问控制列表的基本概念	176
4.6.2	访问控制列表的工作原理	177
4.6.3	访问控制列表的配置	178
4.6.4	访问控制列表的应用	181
4.7	网络地址转换技术	182
4.7.1	网络地址转换	182
4.7.2	网络地址端口转换 NAPT	185
4.8	路由器的性能与选型	188
	思考与练习 4	189
<b>第 5 章</b>	<b>网络安全技术与应用</b>	<b>190</b>
5.1	网络安全体系与技术	190
5.1.1	网络安全体系结构	190
5.1.2	网络安全技术简介	192
5.2	防火墙技术	193
5.2.1	防火墙概述	193
5.2.2	防火墙的接口	195
5.2.3	防火墙的部署模式	196
5.2.4	防火墙的命令配置	197
5.2.5	防火墙的 Web 管理	203
5.2.6	防火墙的性能与选购	204



5.3	虚拟专用网技术	205
5.3.1	虚拟专用网技术概述	205
5.3.2	隧道技术	206
5.3.3	VPN 的应用类型	208
5.3.4	VPN 解决方案及实施步骤	209
5.4	入侵检测技术	211
5.4.1	入侵检测技术概述	211
5.4.2	IDS 的分类	212
5.4.3	IDS 的应用与部署	213
5.5	上网行为管理技术	215
	思考与练习 5	216
<b>第 6 章</b>	<b>服务器技术与应用</b>	<b>217</b>
6.1	服务器概述	217
6.1.1	服务器的功能与分类	217
6.1.2	服务器系统主要技术	220
6.1.3	服务器应用模式	225
6.2	常用网络服务器介绍	227
6.3	服务器部署方式	231
6.3.1	服务器部署架构	231
6.3.2	负载均衡技术与部署	233
6.3.3	安装操作系统	234
6.4	服务器存储备份技术	235
6.4.1	服务器双机热备份	235
6.4.2	服务器双机互备援	236
6.4.3	磁盘阵列	237
6.4.4	服务器集群	241
6.5	网络存储技术	244
6.5.1	DAS 技术	245
6.5.2	NAS 技术	245
6.5.3	SAN 技术	246
6.5.4	网络存储技术的比较	247
6.6	服务器的性能与选型	248
	思考与练习 6	251
<b>第 7 章</b>	<b>网络规划与设计</b>	<b>252</b>
7.1	网络规划与设计基础	252
7.1.1	网络规划与设计的原则	252
7.1.2	网络规划与设计的标准与规范	253
7.1.3	网络规划与设计的内容	254
7.1.4	网络工程实例	254
7.2	网络建设需求分析	255
7.2.1	需求分析的目的与要求	255
7.2.2	需求分析的内容	256

7.2.3	需求分析实例	258
7.3	网络系统逻辑设计	265
7.3.1	网络类型与规模	265
7.3.2	网络拓扑结构	266
7.3.3	网络接入模式	267
7.3.4	无线网络覆盖	269
7.3.5	IP 地址分配方案	269
7.3.6	网络性能与可靠性	271
7.4	网络工程综合布线系统设计	273
7.4.1	综合布线系统的等级与类别	274
7.4.2	综合布线系统的设计要求	274
7.4.3	综合布线系统设计流程	275
7.4.4	综合布线系统设计内容	275
7.5	网络中心机房设计	277
7.6	网络安全系统设计	282
7.7	网络服务与应用设计	283
7.8	网络管理设计	283
7.9	网络设备选型	284
7.10	网络规划与设计实例	284
7.10.1	网络系统逻辑设计	285
7.10.2	综合布线系统设计	287
7.10.3	网络中心机房设计	289
7.10.4	网络安全与管理平台设计	292
7.10.5	网络服务与应用平台设计	293
7.10.6	网络设备选型与配置	293
	思考与练习 7	293
<b>第 8 章</b>	<b>网络工程管理</b>	<b>295</b>
8.1	网络工程项目管理	295
8.1.1	项目组织管理	295
8.1.2	项目实施方案	296
8.1.3	项目进度管理	296
8.1.4	项目施工管理	297
8.1.5	项目质量管理	299
8.1.6	项目安全管理	301
8.1.7	项目文档管理	302
8.2	网络测试基础	302
8.2.1	网络测试标准与规范	302
8.2.2	网络性能测试要求	303
8.2.3	常用测试工具简介	305
8.3	综合布线系统测试与验收	307
8.3.1	双绞线测试	308
8.3.2	光缆系统的测试	309
8.3.3	综合布线系统工程验收	312

8.4	网络测试	314
8.4.1	测试前的准备	314
8.4.2	硬件设备检测	315
8.4.3	子系统测试	315
8.4.4	全网测试	318
8.5	网络工程验收	319
8.5.1	工程初步验收	319
8.5.2	工程竣工验收	320
	思考与练习 8	323
<b>第 9 章</b>	<b>基础性实验</b>	<b>324</b>
9.1	交换机的连接和基本配置	324
9.2	交换机堆叠的连接与配置	325
9.3	跨交换机相同 VLAN 间通信	327
9.4	生成树技术的应用	328
9.5	路由器连接与静态路由配置	329
9.6	RIP 动态路由协议的应用	330
9.7	OSPF 动态路由协议的应用	332
9.8	访问控制列表技术的应用	333
9.9	网络地址转换技术的应用	334
9.10	防火墙的配置与应用	335
9.11	网络常用服务器构建	337
<b>第 10 章</b>	<b>综合性、设计性实验</b>	<b>339</b>
10.1	VLAN 之间的通信实现	339
10.2	局域网设计	340
10.3	局域网与互联网的连接	341
10.4	无线网络应用	343
10.5	网络设备远程管理	344
10.6	网络互连	346
10.7	多网段 IP 地址自动分配	347
10.8	网络服务应用	348
10.9	VRRP 技术应用	349
10.10	路由重分布技术应用	350
10.11	小型网络安全设计	352
10.12	VPN (PPTP) 技术应用	353
10.13	企业网络搭建及应用	355
10.14	网络故障排除	356
	参考文献	361

# 第 1 章 网络工程基础

## 【本章导读】

计算机网络工程是一项复杂的系统工程，涉及多方面的理论知识和实用技术。本章主要介绍计算机网络工程的含义、组织机构及其职责、建设内容与过程，以及网络工程招投标的基础知识。

对于学好网络工程应具备的计算机网络体系结构、MAC 地址与 IP 地址、IPv4 与 IPv6 协议、局域网的体系结构与协议标准等基础知识，读者可以扫描书中二维码或登录 MOOC 进行学习。

## 1.1 网络工程的含义

### 1. 工程的含义及特点

简单地讲，工程是有一个明确的目标、在指定的组织领导下，按计划进行的工作。工程是一个比较大的工作，与其他一般的日常工作比较，工程具有如下特点：

- ◎ 有明确的目标，并且这个目标在工程进行的过程中不能随意更改。
- ◎ 有详细的规划，规划又分为不同的层次，如总体规划、技术实施方案、施工方案等。
- ◎ 有成文的标准作为依据，如国际标准、国家标准、行业标准、地方标准等。
- ◎ 有一系列完整的技术文档资料，如可行性分析报告、总体规划方案、总体设计方案、具体实施方案等。
- ◎ 有法定或指定的责任人，并有完善的组织实施机构，如项目经理、承包商、领导小组或指挥部等。
- ◎ 有预先设计好的切实可行的实施计划和实施方法。
- ◎ 有客观的监理措施和一套有效的验收标准。

### 2. 计算机网络工程的特点

计算机网络工程是工程的一个子概念，除具备一般工程所具有的内涵和特点外，还包含：

- ◎ 有明确的网络应用、网络业务和网络功能需求。
- ◎ 有具体的网络建设规范、网络规划设计方案和工程实施方案。
- ◎ 有完善的工程组织机构、工程设计人员、工程管理人员和网络管理人员。
- ◎ 工程设计人员要熟练掌握计算机网络的原理与协议，熟练掌握网络规划与设计的步骤、要点、流程以及网络设备的性能与选型，熟练掌握网络工程综合布线技术、网络施工与设备配置技术、网络安全防御技术、网络应用开发技术等。
- ◎ 工程管理人员要懂得网络工程的组织实施过程，准确把握网络工程的施工、监理、测试、验收、评审等各个环节。
- ◎ 网络管理人员能够在网络工程竣工之后，熟练地对网络实施有效的管理和维护，使建成的计算机网络能够安全、稳定、高效地运行，发挥应有的效益。

### 3. 网络工程的定义

综上所述，我们可以给计算机网络工程下一个描述性的定义：

计算机网络工程是在采用信息系统工程方法，在完善的组织机构指导下，根据用户对数据、语音、视频等方面的应用需求，按照计算机网络系统的标准、规范和技术，详细规划设计网络系统建设方案，将计算机网络设备、语音设备、视频设备以及相关软件进行系统集成，建成一个满足用户需求、高效快速、安全稳定的计算机网络系统。

从严格意义上讲，计算机网络工程与网络工程还不是等同的概念，在本书中为了方便起见，我们把计算机网络工程简称为网络工程。

## 1.2 网络工程组织机构及其职责

为了确保网络工程顺利实施，必须有一个组织机构来负责组织、协调、实施和管理。由于网络工程的实际情况各不相同，因此具体的组织机构也不可能完全相同。对所有的网络工程进行抽象，归纳出一种通用的组织形式，简称为三方结构，分别是甲方、乙方和监理方。这三方的基本关系如图 1-1 所示。

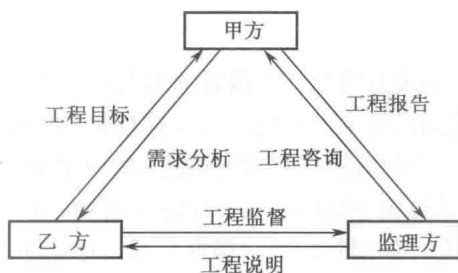


图 1-1 网络工程组织的三方结构

### 1. 甲方

甲方是网络工程中的用户，是工程建设方，即网络工程的提出者和投资方。例如，某校园网建设工程中的学校就是甲方。

甲方的人员组成主要包括行政联络人和技术联络人。行政联络人是甲方的工程负责人，一般由甲方的行政领导担任，负责甲方的组织协调工作。技术联络人是甲方的工程技术负责人，就工程中的有关技术问题，乙方和监理方可以与甲方技术联络人协调。

甲方的主要职责如下：

① 提出网络工程建设项目，进行网络需求分析，编制用户网络需求书。甲方在提出网络工程建设项目后，网络需求分析是网络建设的重要过程，甲方要对自身目前的网络现状、新建网络的目的和范围、新建网络要实现的功能和应用、未来对网络的需求等进行仔细分析，编制网络工程建设需求书，为招标和乙方投标提供重要依据。

② 编制网络工程项目招标书。招标书要根据用户网络工程建设需求书，详细说明甲方要求的网络工程任务、网络工程技术指标参数和网络工程建设要求等内容。

③ 组织或委托招标代理公司进行工程项目招标。甲方将编制好的招标书送交主管部门审定后，自己组织或委托招标代理公司向社会进行工程项目公开招标。有时也可只向少数专业公司公布（称为邀标），只请他们来投标。

④ 设备验收、协助施工、工程质量监督。在网络工程项目开始建设后，甲方要所购的设备严

格验收，对工程质量进行全面监督。对于技术力量相对薄弱的甲方，其监督工作的重点一般放在工程的进度和资金上，而对有关工程技术方面的监督工作可以请专业的监理公司来负责。

⑤ 组织工程竣工验收。在网络工程建设工作全部完成后，甲方要成立由专家组、甲方、乙方和监理方组成的工程验收小组对新建的网络进行竣工验收。这项工作也可以请监理方组织。

⑥ 组织技术人员与管理人员参加乙方组织的培训，对网络系统进行试运行。

## 2. 乙方

乙方是网络工程的承建者。例如，校园网由 A 公司承建，则 A 公司是工程乙方。有时由于网络工程的规模比较大，可以由多个公司承担网络工程的建设任务，此时就存在多个乙方。

乙方在承建网络工程时多采用项目经理制。项目经理制是指网络工程由一名乙方任命的经理来具体负责工程的实施，项目经理下设人员包括网络规划设计工程师、网络综合布线工程师、设备安装调试工程师，及相应的设计技术人员和技术工人等。项目经理制的人员结构如图 1-2 所示。

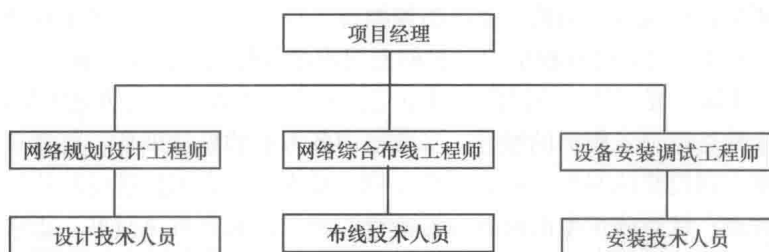


图 1-2 项目经理制的人员结构图

项目经理制的人员结构中的网络规划设计工程师负责网络的规划与设计、网络设备的选型、网络应用软件的开发等。网络综合布线工程师负责网络工程中的网络布线。设备安装调试工程师负责设备的采购、安装、配置、调试和试运行。

乙方的主要职责如下：

① 编制投标书。乙方在接到甲方的招标书后，按照招标书的要求制订自己的方案，编制投标书，参与甲方或招标公司组织的公开招（竞）标。

② 签订网络工程合同。如果中标，乙方要与甲方签订工程合同。工程合同由甲方起草，双方经过反复的协商修改后，签字生效。

③ 进行详细的网络需求调查。在甲方发布的用户网络需求书的基础上，乙方要对甲方网络系统的用户需求进行详细的调查分析，以确定网络工程应具备的功能和应达到的指标。

④ 进行网络规划设计。乙方在进行用户网络需求分析的基础上，对所承建的网络系统进行规划和设计，形成一个详细的网络设计方案。该方案是工程施工的技术依据，要由甲方聘请的评审专家进行评审。

⑤ 制订网络工程实施方案。网络设计方案通过评审后，网络工程进入实施阶段。乙方要制订一个网络工程实施方案，对网络工程的工期、分工、具体施工方法、资金使用、网络测试、竣工验收、网络运行、技术培训等内容，进行详细说明。实施方案是网络工程具体施工的基本依据，是网络工程建设的具体指导性文件。

⑥ 网络产品选型。乙方根据技术设计方案的要求，选择合适的产品，包括网络硬件设备和软件系统。产品选型要以用户应用需求为目标，以技术设计方案为依据，在做好市场调研的基础上，兼顾产品的适用性、稳定性、先进性和可扩充性。

⑦ 网络系统集成。做好上述工作后，工程进入到系统集成阶段。系统集成是指按照技术方案和实施方案的要求，进行网络综合布线、网络设备安装与调试、软件环境配置、网络系统测试等。

⑧ 网络系统试运行，人员培训。网络系统集成工作结束后，乙方对甲方的网络技术人员和管理人员进行培训，双方共同对建成的网络系统进行试运行，试运行时间一般至少需要一个月。

⑨ 工程竣工验收。网络系统试运行结束后，乙方要准备网络工程竣工验收的所有材料。

### 3. 监理方

网络工程监理，是指为了帮助用户建设一个性能优良、技术先进、安全可靠、性价比高的网络系统，在网络工程建设过程中，给用户前期咨询、网络方案论证、确定系统集成商、网络质量控制等服务。提供工程监理服务的机构就是监理方。监理方一般是具有丰富的网络工程经验、掌握网络技术发展方向、了解市场动态的专业公司。

监理方的人员组织包括总监理工程师、监理工程师、监理技术人员等。

总监理工程师负责协调各方面的关系，组织监理工作，任命委派监理工程师，定期检查监理工作的进展情况，并且针对监理过程中的工作问题提出指导性意见；审查施工方提供的需求分析、系统分析、网络设计等重要文档，并提出改进意见；主持甲乙双方重大争议纠纷，协调双方关系。

监理工程师接受总监理工程师的领导，负责协调各方面的日常事务，具体负责监理工作，审核施工方需要按照合同提交的网络工程、软件文档，检查施工方工程进度与计划是否吻合；主持甲乙双方的争议解决，针对施工中的问题进行检查和督导，起到解决问题、正常工作的目的；监理工程师有权向总监理工程师提出合理化建议，并且在工程的每个阶段向总监理工程师提交监理报告，使总监理工程师及时了解工作进展情况。

监理技术人员负责具体的监理工作，接受监理工程师的领导；负责具体硬件设备验收、具体布线、网络施工督导，并且编写监理日志向监理工程师汇报。

监理方的主要职责如下：

① 网络建设项目可行性论证。可行性论证的目的是论证甲方是否确实需要建设网络系统、拟建的网络系统在技术上是否可行以及是否具备建设网络系统的条件。可行性论证要就工程的背景、目标、工程的需求和功能、可选择的技术方案、设计要点、工程进度、工程组织、监理、经费等方面做出客观的描述和评价，为工程建设提供基本的依据。在可行性论证过程中，甲方要明确提出自己的用户需求、建设目标、网络系统的功能、技术指标、现有条件、工期、资金预算等方面的内容。

可行性论证结束后，要形成《可行性论证报告》，并组织有关专家进行评审，《可行性论证报告》评审通过即意味着网络工程可以进行，也意味着可行性论证阶段工作的结束。接下来的工作是由甲方编制招标书和组织招投标，监理方可以协助。

② 帮助用户做好网络需求分析。这项工作，一方面，可以使甲方对用户网络需求做得更加细致完善，另一方面，监理方可以深入了解用户需求，把握工程质量。

③ 帮助用户控制工程进度。监理方的专业技术人员可以帮助用户控制工程进度，按期分段对工程验收，保证工程按期、高质量完成。

④ 帮助用户控制工程质量。监理方通过以下几方面来帮助用户控制工程质量：系统集成方案是否合理，所选设备质量是否合格，能否达到企业要求；基础建设是否完成，网络综合布线是否合理；信息系统硬件平台环境是否合理，可扩充性如何，软件平台是否统一合理；应用软件能否实现相应功能，是否便于使用、管理和维护；培训教材、时间、内容是否合适等。

⑤ 帮助用户做好网络的各项测试工作,工程监理人员按照相关标准、规范,对网络综合布线、网络设备和整个网络系统进行全方面的测试。

⑥ 协同甲方和乙方做好网络工程竣工验收。在进行网络工程竣工验收时,监理方要对所建成的网络系统作出客观的评价,阐明监理方对工程竣工的意见和建议。

## 1.3 网络工程建设内容

网络工程的建设涉及计算机、通信、电子、电器、防雷接地、建筑装饰等多个学科及其技术,其建设目标是工程的建设方和施工方,在遵守国家相关法律、法规,遵循国际、国家和行业标准的前提下,完成网络工程的规划、设计、施工、调试和验收等工作,建成一个满足用户需求、高效快速、安全稳定的计算机网络系统。

网络工程的建设内容可以分为网络规划与设计、网络工程综合布线、网络设备安装与系统集成、网络应用部署与软件安装、工程竣工验收与技术培训等5方面。

### 1.3.1 网络规划与设计

网络规划与设计是网络工程建设中非常重要和关键的环节,是根据网络系统建设方(以下简称用户)的网络建设需求和用户的具体情况,在进行详细需求分析的基础上,以“实用、够用、好用、安全”为指导思想,为用户设计一套科学的、先进的、实用的、完整的网络系统建设方案,其内容包括如下几方面:

- ◎ 网络需求分析。
- ◎ 网络类型与规模设计。
- ◎ 网络分层与拓扑结构设计。
- ◎ IP地址规划、子网划分与VLAN设计。
- ◎ 网络中心设计。
- ◎ 网络工程综合布线设计。
- ◎ 网络安全与管理设计。
- ◎ 网络服务与应用设计。
- ◎ 网络设备选型。

网络规划与设计的合理与否对建立一个功能完善、安全可靠、性能先进的网络系统至关重要。一个网络工程项目的成功,切合实际的网络规划与设计是重要的前提和保证。因此,网络规划与设计要处理好整体建设与局部建设、近期建设与远期建设之间的关系,要根据用户的近期需求、经济实力和中远期发展规划,结合网络技术的现状和发展趋势进行综合考虑。

网络规划与设计应解决以下几个主要问题:

- ◎ 为什么要建设计算机网络——建设计算机网络的目的是。
- ◎ 建设的计算机网络可以解决哪些问题——建设计算机网络的的目标。
- ◎ 建设什么样的计算机网络——建设计算机网络的方案。

### 1.3.2 网络工程综合布线

网络综合布线系统是网络系统的基础,网络工程综合布线是网络工程建设施工的首要工程,是按照网络规划与设计中的网络综合布线方案,将建筑物内的计算机网络系统、电话系统、电视



系统、广播系统、监控系统、消防报警系统等各种通信光缆和铜缆，敷设在规划的位置，完成综合布线系统中工作区子系统、配线子系统、干线子系统、建筑群子系统、电信间、设备间和进线间等7个子系统的建设任务，构建一个传输数据、语音、图像、多媒体业务、以及各种控制信号的“高速公路”。

网络工程综合布线的质量直接关系到网络系统运行的速度和稳定性，因此，必须遵循国家最新发布的《综合布线系统工程设计规范》（GB50311—2007）、《综合布线工程验收规范》（GB50312—2007）、《综合布线系统工程设计与施工》（08X101-3）、国际、国家和行业相关的标准与规范。

网络工程综合布线中采用的光缆主要有多模光纤和单模光纤，铜缆主要有大对数线、双绞线和同轴电缆等。

### 1.3.3 网络设备安装与系统集成

网络设备安装与系统集成是网络工程建设的一个最重要的工程，其主要任务如下：

① 按照网络规划设计方案，将所有选型的网络设备，按照设备的安装方法和要求，正确安装到网络系统中的相应位置，并接通电源。

② 按照规划设计的网络系统拓扑结构和相应的规范与标准，将综合布线所敷设的光缆和铜缆与安装的各种网络设备连接在一起，实现网络系统互连，形成一个完整的网络系统。

③ 根据所建网络的拓扑结构、网络应用与功能要求，对各种网络设备进行相应的配置和调试，实现网内所有终端设备之间、内网与外网之间互连互通，使各种数据、语音、图像、视频等能够通畅、快捷、安全、稳定地传输。

目前，组建网络系统常用的网络设备可以分为网络互连设备、网络安全设备和无线网络设备三类。网络互连设备主要包括交换机、路由器和网关；网络安全设备主要包括防火墙、入侵检测系统、入侵防御系统、上网行为管理系统、安全审计系统等；无线网络设备主要包括无线网卡、无线接入点（AP）、无线路由器和天线等。这些设备的结构原理、配置调试方法和在网络系统中的部署方式，在后续相关章节中将详细叙述。

### 1.3.4 网络应用部署与软件安装

网络应用部署与软件安装是根据用户的业务应用需求，按照网络规划与设计完成各种应用服务器的部署及相应软件安装工作，使得网络系统建成后，能够充分满足预期和后期的业务应用需求，充分发挥网络带来的各种效益，主要从如下4方面进行设计与部署。

① 网络系统运行服务器，主要有DNS服务器和DHCP服务器。

② 基本应用服务器，主要有Web服务器、FTP服务器和邮件服务器等。

③ 业务应用服务器。根据业务应用的范围、规模、级别和数据存储量的大小不同，部署服务器的方式也有所区别。对于一般数据量较小的业务应用系统，部署应用服务器和数据库服务器即可；对于业务数据量较大的应用，需要部署应用服务器、数据库服务器和磁盘阵列，以及各种类型的网络存储，其部署的数量要根据业务数据量的大小确定；对于需要进行大量计算的应用业务，则需要部署服务器集群，或者是云计算；为了确保业务数据的安全，一般部署服务器双机热备份，或者双机互备援，或者异地容灾备份。

④ 数据中心。对于海量的数据应用问题，需要考虑部署数据中心或虚拟数据中心。数据中心是数据大集中而形成的集成IT应用环境，是数据处理、数据存储、数据交换和各种业务提供的中