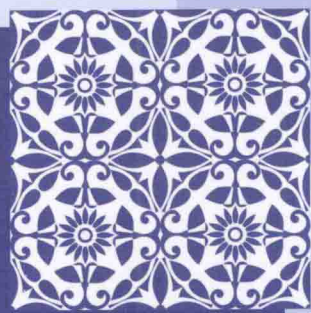


# 网络工程设计教程

## 系统集成方法

第3版

陈鸣 李兵 编著



Introduction to Computer Network  
Design and Its Integration

A System Integration Approach (Third Edition)



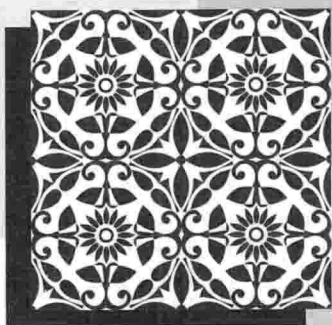
机械工业出版社  
China Machine Press

# 网络工程设计教程

## 系统集成方法

第3版

陈鸣 李兵 编著



Introduction to Computer Network  
Design and Its Integration

A System Integration Approach (Third Edition)



机械工业出版社  
China Machine Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

网络工程设计教程：系统集成方法 / 陈鸣, 李兵编著. —3 版. —北京: 机械工业出版社, 2014.6

(重点大学计算机教材)

ISBN 978-7-111-46695-6

I. 网… II. ① 陈… ② 李… 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 (2014) 第 133895 号

本书采用系统集成方法, 系统地阐述 IP 网络的设计方法以及实施网络工程的过程管理方法。本书以设计“具有几台 PC 的小型局域网”→“具有几十台到几百台 PC 的中型局域网”→“覆盖一个楼宇的网络”→“覆盖几个楼宇的网络”→“覆盖几个园区的企业网”为主线, 将网络系统的基本概念、设计和建设网络系统的基本方法和技术有机地结合起来, 并在每章最后部分通过“网络工程案例教学”综合应用前面所学的内容。

本书在第 2 版的基础上进行了全面修订, 内容先进, 编排合理, 便于教师实施教学和能力培养, 适合高等院校本科生和研究生作为“网络工程设计”、“网络规划与设计”等课程的教材使用, 也可供从事网络信息工程的技术人员参考。

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 朱 劼

责任校对: 殷 虹

印 刷: 三河市宏图印务有限公司

版 次: 2014 年 7 月第 3 版第 1 次印刷

开 本: 185mm × 260mm 1/16

印 张: 20.75

书 号: ISBN 978-7-111-46695-6

定 价: 45.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

因特网已经将我们带入信息社会，它极大地改变了我们的生产、生活方式，改变了我们的行为和态度。今天，世界上有超过 30 亿人在使用因特网，我们根本无法想象回到一个没有网络、不能随时随地与朋友聊天、展示照片、观看视频或者在线购物的时代将会是什么样子。在这个计算机网络已经成为社会基础设施的时代，社会对网络系统的强烈需求形成了一个巨大的网络建设市场，因此需要大量合格的网络工程师。

回想在 20 世纪 90 年代中期，计算机网络建设热潮刚刚兴起时，网络人才奇缺。当时除了少数几本网络厂商提供的设备操作手册和网络基本原理书籍外，国内外竟然找不到一本适用的网络工程教材！在学校领导和同事们的鼓励下，作者一边收集素材一边进行教学实践，构思并撰写了网络规划设计和实施网络工程的培训讲义。经过 5 年的教学与修改，终于在 2002 年出版了这本网络工程的教材，这是国内第一本系统介绍网络工程的专业教材！尽管第 1 版中尚有很多不足，但我在网络理论和实践方面积累的许多专业知识以及参与设计和实施军内外各种类型网络工程的宝贵经验已整理在这本教材中。经过 6 年多时间，作者于 2008 年出版了本书的第 2 版。结合作者多年来使用该书进行网络工程课程的教学体验和几十所高校老师使用经验与反馈建议，第 2 版教材针对教学适用性做出了很大的修改。作者认为，尽管课程涉及的知识面极广，但没有必要将课程变成“百科全书”式的宣贯，而是必须在培养学生利用网络原理知识提升解决网络工程实际问题能力方面有所突破。此时的教材，基于系统集成的理念，着眼于提高学生分析问题和解决问题的能力与素质，知识性和思想性较之第 1 版有了极大的改善。时至 2014 年，距第 2 版教材发行又过了 6 个年头，网络技术有了突飞猛进的发展，网络规划设计与网络工程技术也更加成熟，推出本书的第 3 版势在必行。值得高兴的是，李兵副教授加入了本书的编写，他在网络工程理论和实践方面的造诣为本书增色不少。

## 本书的特点

- 明确课程的目标，确立了“网络规划设计理论与网络工程实践紧密结合”的教学思路。为了调动学生的学习积极性，本书根据“学以致用”、“即学即用”的原则，设计了“具有几台 PC 的小型局域网” → “具有几十台到几百台 PC 的中型局域

网” → “覆盖一个楼字的网络” → “覆盖几个楼字的网络” → “覆盖几个园区的网络”的教学主线，组织了全新的教学内容。

- 大幅度地增加了实践教学的内容。第1版为了不涉及厂商的具体网络设备而没有包括许多实用性和工程性的内容，第2、3版则大大充实了实践教学内容，如增加了“配置以太网交换机”和“配置路由器”两章完整的内容，并且系统地设计了与理论教学配套的实验教学内容，在每章最后以“网络工程案例教学”的形式呈现出来。尽管这样不可避免地会涉及某些厂家的具体网络产品，但由于网络产品的相似性，使得教学并不失一般性，教师可以很容易地使用其他厂家的网络设备进行教学。
- 大幅度地调整了教学内容。第3版进一步精选了理论内容并删除了陈旧的内容，如大幅精简了网络设备、广域网、接入网工作原理的内容，简化了质量管理、文档管理、网络管理等许多内容。与此同时，本版全面增加和补充了因特网发展中与网络工程设计相关的内容。
- 大幅增加和更新了许多网络设计新内容，如文档制作常用工具、施工组织设计、招标文件范本、多种结构化布线系统中的设备和工具、电源系统接地设计、单向传输设备、VPN技术在企业网络中的应用等内容。此外，还增加了家庭网络设计、数据中心网络设计等前沿内容。

## 本书的读者

本书内容可供本科高年级学生或研究生的“网络工程设计”、“网络规划与设计”等课程40~60学时教学之用。学习本课程的学生应当已学习过“计算机网络(原理)”等先修课程。如果教学课时较少，可以根据教学要求略去第3、6、8、9章中的部分内容。如果学时充裕，可结合设备厂商的设备手册或提供的教学资料，对交换机、路由器等设备调试和组网进行更加细致的学习。对于工程性、实践性要求较高的大学本科、专科或应用型研究生，也可采用本书进行“计算机网络”课程的教学。本书亦可作为网络、通信和计算机专业的大专、本科、研究生教学参考材料，并可供有关专业工程技术人员参考和进修使用，或用于网络设计和维护或培养网络管理员的短训班。除在校学生外，本书的读者还可以是网络系统设计师、企业或机构的网络管理人员、信息技术主管或有志从事此类工作的技术人员。

## 本书的教学思想

如何科学地规划、设计和实施一个网络系统？如何控制和管理该系统的工程建设质量和进度？如何使网络系统既能满足当前各种不同的应用和技术需求，又能适应不断增长的带宽、可扩展性和可靠性需求，使其符合较长期的发展需要？网络系统根据结构、规模和

用途的不同，其差异可能很大。这就是一个网络系统的解决方案可能并不适合另一个网络系统的原因。然而，网络工程作为一门课程，应当是有规律可循的。本书从探讨网络系统的基本概念和建设网络系统的基本方法出发，力图从工程实践的经验教训中总结出一些反映网络设计领域的客观规律，并以模型的形式表现出来。例如，“网络工程的系统集成模型”是设计和实现网络系统的系统化工程方法；而“具有四层结构的网络系统的层次模型”确定了网络系统体系结构应包括环境平台、网络平台、信息平台及应用系统这些层次，并选用适当的技术加以实施；设计网络拓扑的“三层层次模型”规定了大型网络应当具有接入层、分布层和核心层这些关键层次，等等。这些规律、经验甚至教训构成了本书的主要内容，希望读者能从中得到教益和启迪。

本书阐述的网络工程设计方法是以 TCP/IP 网络为蓝本进行的，“系统集成”是本书的一个重要出发点。从系统集成的观点出发，我们首先需要根据系统的应用需求，关注系统的总体功能和特性，再选用各种合适的部件来构造或定制所需要的网络信息系统。换言之，根据系统对网络设备或部件的要求，选用工作机制最为合适的设备；同时我们仅需关注各种设备或部件的外部特性（即接口），而忽略这些设备或部件的内部技术细节。本书假定读者已经在计算机网络原理等课程中学习过这些技术细节。从教学完整性和便于读者理解的角度，本书仅对网络设计所涉及的网络知识进行概念性介绍，而没有讨论它们的工作原理或定量关系。

为了适合网络工程设计课程教学，本书的教学思想包括：

- 按网络工程设计这条主线组织内容，以学生能够全面系统地掌握网络工程设计过程及基本知识、掌握设计实现通用计算机网络基本技能为教学目标，但并没有期望他们通过本课程的学习成为训练有素的网络工程师或结构化布线系统专业施工人员等专业人员。
- 按循序渐进、由浅入深的原则，系统地讲解设计实现小型网络 → 中型网络 → 大型网络的原理和技术。这反映在本书各章内容的设计编排上。
- 按基本网络工程设计原理方法与网络工程实践技能协调并重的原则，设计了多个实用性很强的网络工程案例。建议在进行理论教学的同时，同步进行实验（实践教学）。

## 本书的教学实施方法

通过学习本书，我们希望读者能够达到以下要求：了解用系统集成的思想进行网络工程设计的一般步骤和方法，理解网络工程系统集成模型，学会利用工具制作网络设计文档的方法；熟悉网络设计的基本构件，特别是掌握二层交换机和路由器的使用场合和配置方法；理解大型网络的需求分析的一般步骤，能够分析网络流量的分布情况；掌握设计逻辑网络和规划 IP 地址的基本方法，具有设计并实现小、中、大型 LAN 和企业网的能力；掌握网络维护与测试的常用方法和基本技能。

图 1 显示的是利用本书进行网络工程设计课程教学的导学图及其相应的知识结构。授课教师可以根据情况自行对学习内容进行取舍,但建议按本书的顺序讲授这些知识。

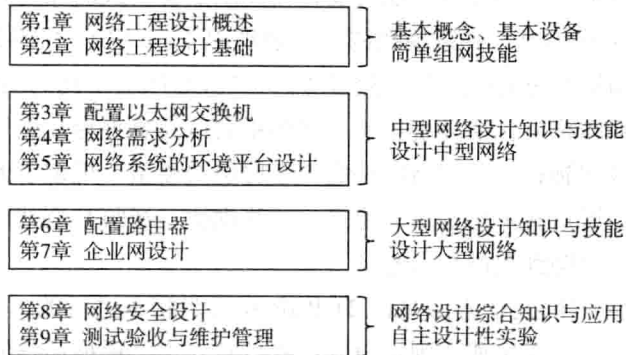


图 1 网络工程设计导学图

本书作者建议的教学课时安排参见下表,也可以稍加调整应用于 40 甚至 60 学时的教学。

| 序号 | 教学内容        | 课堂教学学时 | 实践教学学时 |
|----|-------------|--------|--------|
| 1  | 网络工程设计概述    | 3      | 2      |
| 2  | 网络工程设计基础    | 5      | 2      |
| 3  | 配置以太网交换机    | 2      | 4      |
| 4  | 网络需求分析      | 4      | 0      |
| 5  | 网络系统的环境平台设计 | 2      | 0      |
| 6  | 配置路由器       | 2      | 4      |
| 7  | 企业网设计       | 6      | 0      |
| 8  | 网络安全设计      | 2      | 0      |
| 9  | 测试验收与维护管理   | 2      | 0      |
| 10 | 自主设计性实验     |        | 10     |
| 总计 | 50          | 28     | 22     |

事实上,本书每章的网络工程案例及其作业都是实践教学很好的素材,有些实验需要有一定网络实验环境或硬件条件的支持,有些设计作业则只需一张纸和一支笔(通常可用 Word 和 Visio 软件代替)即可实施。在实践中,学生们理解了这些设计的基础知识后,可能只需调整设计参数并加以计算,就能够很快拿出一个不错的网络工程设计方案了!实验,特别是自主性和设计性实验,往往是困扰教师的“难题”,我们给出以下建议:一是采用“先硬后软”实验法,即要求每名学生都先实际使用和配置网络设备(如交换机和路由器),然后再让他们使用 PacketTracer 这样的软件模拟器进行详细配置。这样就可以在不降低教学质量的前提下,降低教学成本和减轻教师劳动强度。二是采用分组实验,即让每 4~6 人组成一个工程小组(选出或指定一个组长),利用网络实验台上的设备资源,如 3 台交换机、一台路由器、6 台 PC(它既是端系统也是一台软路由器)和自行制作的双绞线,规划、设计并实现一个具有三层网络结构模型的原型网络系统。通过 10 个学时的实

验，学生们将会向你提交设计文档、工程管理文档和一个原型系统，以及他们得到提升的能力和自信心！

为了方便教学，我们将为教师们提供用于本书理论教学的 PPT 文档。需要的教师可登录华章网站获取。

本书的第 3 版也得益于许多人的关心和帮助。首先要感谢作者的家人，感谢他们多年来的耐心和支持。感谢机械工业出版社华章公司的温莉芳总经理的关心和朱劼编辑的辛勤工作。感谢解放军理工大学指挥信息系统学院和军用网络技术实验室的领导和老师们对本书的肯定、支持和帮助，以及为我们写好这本书提供的便利。感谢谢希仁教授一直支持、鼓励我进行这项工作。感谢胡超博士为本书制作了配套课件，感谢仇小锋、金凤林、胡超、张国敏、邢长友、许博等老师对本书给予的大力支持。感谢南京军区某部工程师常强林对本书 2.9 节提供的技术支持。研究生吴泉峰、牛文祥校对了书中所有的程序指令。本书的写作参考了大量国内外文献和资料及工程案例，这里一并向有关专家和作者致谢。

限于作者学识，错漏难免，望识者赐教。如果读者发现书中的错误或对本书有任何建议，欢迎通过 [mingchennj@163.com](mailto:mingchennj@163.com) 联系作者。

陈鸣

解放军理工大学指挥信息系统学院

军用网络技术实验室

2014 年 1 月



## 推荐阅读



**TCP/IP详解 卷1：协议（英文版·第2版）**

作者：Kevin R. Fall 等 ISBN: 978-7-111-38228-7 定价：129.00元



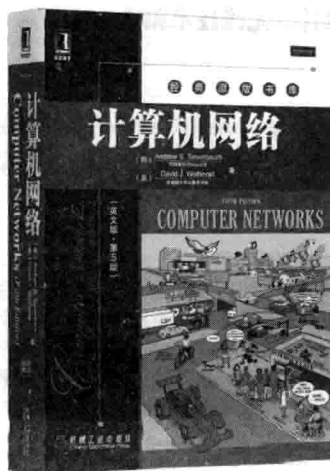
**计算机网络：系统方法（英文版·第5版）**

作者：Larry L. Peterson 等 ISBN: 978-7-111-37720-7 定价：139.00元



**计算机网络教程：自顶向下方法（英文版）**

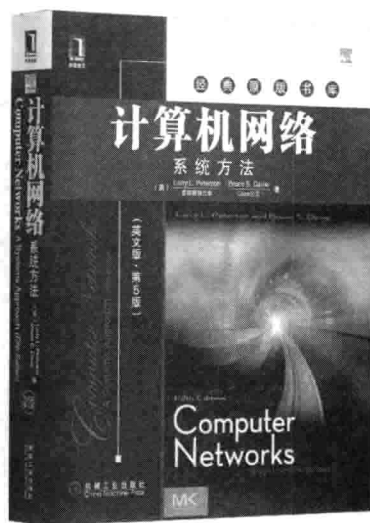
作者：Behrouz A. Forouzan 等 ISBN: 978-7-111-37430-5 定价：79.00元



**计算机网络（英文版·第5版）**

作者：Andrew S. Tanenbaum 等 ISBN: 978-7-111-35925-8 定价：99.00元

## 推荐阅读



### 计算机网络：系统方法（英文版·第5版）

作者：Larry L. Peterson Bruce S. Davie ISBN: 978-7-111-37720-7 定价：139.00元

本书采用系统方法讲解计算机网络基本理论及其应用，不仅教授读者知其然，更知其所以然：本版中，作者对内容进行了全面更新和修订，与时俱进，更加强调应用设计、无线技术和移动技术。

——David Clark，因特网先驱，MIT教授

Peterson和Davie清晰地描述了各层网络协议，并且在书中给出许多注释边框，来帮助读者更深入、全面地理解深刻影响我们这个社会的各种技术。

——Jean Walrand，加州大学伯克利分校

本书是计算机网络方面的经典教科书，凝聚了两位顶尖网络专家几十年的理论研究、实践经验和大量第一手资料，自出版以来已经成为网络课程主流教材，被哈佛大学、斯坦福大学、卡内基-梅隆大学、康奈尔大学、普林斯顿大学等众多名校采用。第5版秉承了前4版的特点，通过丰富的网络和协议设计实例，来阐述计算机网络关键原理。全书的重点在于“为什么这样设计网络”——不仅详细叙述当今网络系统的组成，而且还阐述关键技术和协议如何在实际应用中发挥作用，从而解决具体的问题。本版对内容进行了全面更新，覆盖p2p、无线技术、网络安全和应用等重要主题，更关注网络研究和设计中涉及的应用层问题。

### TCP/IP详解 卷1：协议（英文版·第2版）

作者：Kevin R. Fall 等 ISBN: 978-7-111-38228-7 定价：129.00元

### 计算机网络（英文版·第5版）

作者：Andrew S. Tanenbaum 等 ISBN: 978-7-111-35925-8 定价：99.00元

### 计算机网络自顶向下方法（原书第4版）

作者：James F. Kurose 等 ISBN: 978-7-111-16505-7 定价：66.00元

### 计算机网络教程：自顶向下方法

作者：Behrouz A. Forouzan 等 中文版：978-7-111-40088-2 定价：99.00元  
英文版：978-7-111-37430-5 定价：79.00元

# Contents

## 目录

### 前言

## 第 1 章 网络工程设计概述 ..... 1

### 1.1 网络工程的基本概念 ..... 1

### 1.2 网络工程的系统集成 ..... 2

#### 1.2.1 网络系统集成的特点 ..... 2

#### 1.2.2 网络工程的系统集成模型 ..... 3

### 1.3 网络工程系统集成的步骤 ..... 4

#### 1.3.1 选择系统集成商或设备 供应商 ..... 5

#### 1.3.2 网络系统的需求分析 ..... 5

#### 1.3.3 逻辑网络设计 ..... 6

#### 1.3.4 物理网络设计 ..... 6

#### 1.3.5 网络安全设计 ..... 7

#### 1.3.6 网络设备安装调试与 测试验收 ..... 7

#### 1.3.7 网络系统验收 ..... 7

#### 1.3.8 用户培训和系统维护 ..... 8

### 1.4 网络系统的四层层次模型 ..... 8

### 1.5 网络系统集成的文档管理 ..... 9

#### 1.5.1 文档的作用和分类 ..... 10

#### 1.5.2 文档的质量要求 ..... 13

#### 1.5.3 文档的管理和维护 ..... 13

#### 1.5.4 常用的文档制作工具 ..... 14

#### 1.5.5 施工组织设计 ..... 16

### 1.6 网络工程招投标 ..... 18

#### 1.6.1 招投标的形式 ..... 18

#### 1.6.2 招投标的流程 ..... 19

#### 1.6.3 招投标文件规范 ..... 20

#### 1.6.4 投标书的准备 ..... 20

#### 1.6.5 投标书的内容 ..... 21

#### 1.6.6 述标与答疑 ..... 21

#### 1.6.7 商务洽谈与合同签订 ..... 21

### 1.7 网络工程设计应注意的问题 ..... 22

### 1.8 网络工程案例教学 ..... 23

#### 1.8.1 案例 1: 用 Project 管理 网络工程项目 ..... 23

#### 1.8.2 案例 2: 用 Word 和 Visio 设计网络工程文档 ..... 30

### 习题 ..... 33

## 第 2 章 网络工程设计基础 ..... 34

### 2.1 网络的组成 ..... 34

#### 2.1.1 重要术语 ..... 34

#### 2.1.2 节点和链路 ..... 35

### 2.2 因特网的网络结构 ..... 37

#### 2.2.1 因特网的层次结构 ..... 37

#### 2.2.2 接入网技术 ..... 38

#### 2.2.3 以太网上的 TCP/IP 协议 ..... 42

### 2.3 二层交换机 ..... 43

#### 2.3.1 早期的网络设备 ..... 43

#### 2.3.2 二层交换机的工作原理 ..... 44

#### 2.3.3 交换机的广播域和 碰撞域 ..... 45

|              |                 |           |        |                           |     |
|--------------|-----------------|-----------|--------|---------------------------|-----|
| 2.3.4        | 链路聚合技术和弹性链路     | 46        | 3.1.2  | 配置交换机                     | 82  |
| 2.3.5        | 交换机使用的技术        | 46        | 3.1.3  | 交换机的配置项目                  | 85  |
| 2.3.6        | 虚拟 LAN          | 47        | 3.1.4  | 交换机的命令行端口                 | 85  |
| 2.4          | 路由器             | 51        | 3.2    | 配置交换机的基本功能                | 87  |
| 2.4.1        | 路由器的结构          | 51        | 3.2.1  | 配置交换机名                    | 87  |
| 2.4.2        | 路由器的功能与性能       | 53        | 3.2.2  | 配置管理 IP 地址                | 87  |
| 2.4.3        | 路由器在局域网中的角色     | 54        | 3.2.3  | 配置 Telnet 登录用户及<br>口令     | 88  |
| 2.5          | 高层交换机           | 55        | 3.2.4  | 保存和查看配置信息                 | 89  |
| 2.5.1        | 三层交换机的工作原理      | 55        | 3.3    | 配置交换机支持 SNMP 管理           | 89  |
| 2.5.2        | 四层交换设备          | 56        | 3.4    | 配置二层交换机 VLAN 功能           | 90  |
| 2.6          | 访问服务器           | 57        | 3.4.1  | 基于端口方式划分 VLAN             | 90  |
| 2.7          | 联网物理介质          | 57        | 3.4.2  | 配置连接跨越多台交换机的<br>VLAN 干道   | 92  |
| 2.7.1        | 双绞线             | 58        | 3.5    | 配置 MAC 地址绑定功能             | 94  |
| 2.7.2        | 光纤电缆            | 59        | 3.5.1  | 端口与主机 MAC 地址的<br>绑定       | 94  |
| 2.7.3        | 联网介质的选择         | 62        | 3.5.2  | 主机 IP 地址与 MAC<br>地址的绑定    | 94  |
| 2.8          | 以太网技术           | 63        | 3.6    | 配置广播抑制功能                  | 95  |
| 2.8.1        | 以太网的原理          | 64        | 3.7    | 配置交换机的生成树功能               | 95  |
| 2.8.2        | 半双工和全双工以太网      | 64        | 3.8    | 配置交换机端口聚合功能               | 99  |
| 2.8.3        | 快速以太网           | 64        | 3.9    | 配置三层交换机                   | 100 |
| 2.8.4        | 千兆以太网           | 65        | 3.10   | 交换机间的连接                   | 102 |
| 2.8.5        | 10 千兆以太网        | 66        | 3.10.1 | 交换机级联                     | 102 |
| 2.8.6        | 城域以太网           | 66        | 3.10.2 | 交换机堆叠                     | 103 |
| 2.9          | 服务器             | 67        | 3.11   | 网络工程案例教学                  | 106 |
| 2.9.1        | 服务器技术           | 67        | 3.11.1 | 使用思科网络模拟器<br>PacketTracer | 106 |
| 2.9.2        | 服务器分类           | 70        | 3.11.2 | 配置交换机生成树                  | 110 |
| 2.9.3        | 服务器的性能指标        | 71        | 3.11.3 | 跨交换机划分虚拟<br>局域网           | 111 |
| 2.9.4        | RAID 技术         | 71        | 3.11.4 | 配置三层交换机实现不同<br>区域的网络连通    | 113 |
| 2.10         | 网络工程案例教学        | 75        | 习题     |                           | 116 |
| 2.10.1       | 制作 RJ-45 双绞线    | 75        |        |                           |     |
| 2.10.2       | 小型 LAN 的设计与实现   | 76        |        |                           |     |
| 2.10.3       | 家庭网络设计          | 77        |        |                           |     |
|              | 习题              | 80        |        |                           |     |
| <b>第 3 章</b> | <b>配置以太网交换机</b> | <b>82</b> |        |                           |     |
| 3.1          | 熟悉并初步配置交换机      | 82        |        |                           |     |
| 3.1.1        | 认识交换机的外观        | 82        |        |                           |     |

|                       |     |                            |     |
|-----------------------|-----|----------------------------|-----|
| 第4章 网络需求分析            | 119 | 4.6.1 网络实验室局域网的<br>设计      | 144 |
| 4.1 分析网络应用目标          | 119 | 4.6.2 办公环境局域网的设计           | 145 |
| 4.1.1 确定网络工程需求的<br>步骤 | 119 | 4.6.3 用 Visio 绘制网络拓<br>扑图  | 147 |
| 4.1.2 明确网络设计目标        | 120 | 习题                         | 150 |
| 4.1.3 明确网络设计项目的<br>范围 | 120 | 第5章 网络系统的环境平台设计            | 152 |
| 4.1.4 明确用户的网络应用       | 120 | 5.1 结构化布线系统的基本概念           | 152 |
| 4.2 分析网络设计约束          | 122 | 5.1.1 结构化布线系统的特点           | 152 |
| 4.2.1 政策约束            | 122 | 5.1.2 结构化布线系统的应<br>用<br>场合 | 153 |
| 4.2.2 预算约束            | 122 | 5.2 结构化布线系统的组成             | 153 |
| 4.2.3 时间约束            | 122 | 5.2.1 工作区(终端)子系统           | 154 |
| 4.2.4 应用目标检查表         | 123 | 5.2.2 水平布线子系统              | 154 |
| 4.3 网络分析的技术指标         | 123 | 5.2.3 垂直干线子系统              | 155 |
| 4.3.1 时延              | 123 | 5.2.4 管理子系统                | 155 |
| 4.3.2 吞吐量             | 124 | 5.2.5 设备间子系统               | 155 |
| 4.3.3 丢包率             | 126 | 5.2.6 建筑群子系统               | 156 |
| 4.3.4 时延抖动            | 127 | 5.3 结构化布线系统的设备和部件          | 156 |
| 4.3.5 路由              | 127 | 5.3.1 承载、连接与配线设施           | 156 |
| 4.3.6 带宽              | 128 | 5.3.2 布线工具                 | 161 |
| 4.3.7 响应时间            | 129 | 5.4 结构化布线系统工程设计            | 163 |
| 4.3.8 利用率             | 130 | 5.4.1 结构化布线系统工程<br>设计的内容   | 163 |
| 4.3.9 效率              | 130 | 5.4.2 结构化布线系统标准            | 163 |
| 4.3.10 可用性            | 130 | 5.4.3 结构化布线系统的测试           | 165 |
| 4.3.11 可扩展性           | 132 | 5.5 网络机房设计                 | 167 |
| 4.3.12 安全性            | 133 | 5.5.1 计算机网络机房的<br>总体设计     | 167 |
| 4.3.13 可管理性           | 133 | 5.5.2 机房的环境设计              | 169 |
| 4.3.14 适应性            | 134 | 5.5.3 机房空调容量的设计            | 171 |
| 4.3.15 可购买性           | 134 | 5.6 网络机房电源设计               | 171 |
| 4.3.16 技术目标检查表        | 135 | 5.6.1 配电系统设计               | 171 |
| 4.4 因特网流量的特点          | 135 | 5.6.2 机房供电设计               | 175 |
| 4.5 分析网络流量            | 138 | 5.6.3 电源系统接地设计             | 176 |
| 4.5.1 确定流量边界          | 138 |                            |     |
| 4.5.2 分析网络通信流量的<br>特征 | 139 |                            |     |
| 4.6 网络工程案例教学          | 144 |                            |     |

|                              |            |                                 |            |
|------------------------------|------------|---------------------------------|------------|
| 5.7 数据中心设计·····              | 178        | 7.1.4 网络结构的冗余设计·····            | 223        |
| 5.7.1 数据中心网络的体系<br>结构·····   | 179        | 7.1.5 企业网的结构设计·····             | 225        |
| 5.7.2 数据中心网络技术的<br>发展·····   | 181        | 7.2 IP 地址规划·····                | 226        |
| 5.8 网络工程案例教学·····            | 182        | 7.2.1 网络寻址的基本概念·····            | 227        |
| 5.8.1 机房电源容量估算·····          | 182        | 7.2.2 网络层地址分配原则·····            | 234        |
| 5.8.2 教学楼结构化布线系统·····        | 183        | 7.2.3 设计名字空间·····               | 238        |
| 习题·····                      | 185        | 7.3 选择路由选择协议·····               | 240        |
| <b>第 6 章 配置路由器</b> ·····     | <b>186</b> | 7.3.1 路由器的路由选择功能·····           | 240        |
| 6.1 熟悉并初步配置路由器·····          | 186        | 7.3.2 路由选择协议的分类·····            | 241        |
| 6.1.1 认识路由器设备·····           | 186        | 7.3.3 因特网中的路由选择<br>协议·····      | 242        |
| 6.1.2 配置路由器·····             | 187        | 7.3.4 选择一个路由选择协议·····           | 244        |
| 6.1.3 路由器的常用命令·····          | 188        | 7.4 选择网络管理协议和系统·····            | 245        |
| 6.2 配置路由器的选路功能·····          | 190        | 7.4.1 简单网络管理协议·····             | 246        |
| 6.2.1 配置端口地址·····            | 190        | 7.4.2 选择一种 SNMP 网络<br>管理平台····· | 248        |
| 6.2.2 配置 RIP 协议·····         | 191        | 7.5 企业网的广域网设计·····              | 248        |
| 6.2.3 配置 OSPF 协议·····        | 194        | 7.5.1 冗余广域网链路·····              | 249        |
| 6.2.4 配置静态路由·····            | 196        | 7.5.2 多因特网连接·····               | 249        |
| 6.3 配置广域网接口·····             | 199        | 7.5.3 通过广域网互连·····              | 250        |
| 6.3.1 配置 HDLC 协议·····        | 199        | 7.6 网络工程案例教学·····               | 254        |
| 6.3.2 配置 PPP 协议·····         | 199        | 7.6.1 规划一个校园网的 IP<br>地址·····    | 254        |
| 6.4 配置软路由器的方法·····           | 201        | 7.6.2 设计一个大型校园网·····            | 255        |
| 6.5 网络工程案例教学·····            | 203        | 习题·····                         | 258        |
| 6.5.1 配置简单互联网的<br>静态路由·····  | 203        | <b>第 8 章 网络安全设计</b> ·····       | <b>260</b> |
| 6.5.2 配置一个大型企业网·····         | 207        | 8.1 网络安全设计的步骤·····              | 260        |
| 习题·····                      | 216        | 8.1.1 信息安全性的三个方面·····           | 261        |
| <b>第 7 章 企业网设计</b> ·····     | <b>218</b> | 8.1.2 网络风险分析和管理·····            | 262        |
| 7.1 企业网的网络结构设计·····          | 218        | 8.1.3 分析安全方案的代价·····            | 263        |
| 7.1.1 网络结构设计中的需求·····        | 218        | 8.1.4 开发安全方案·····               | 264        |
| 7.1.2 平面结构·····              | 219        | 8.1.5 开发安全策略·····               | 264        |
| 7.1.3 按三层层次模型设计<br>网络结构····· | 221        | 8.1.6 开发安全过程·····               | 265        |
|                              |            | 8.2 选择网络安全机制·····               | 265        |
|                              |            | 8.2.1 机密性与密码学·····              | 265        |

|        |                   |     |                        |                    |            |
|--------|-------------------|-----|------------------------|--------------------|------------|
| 8.2.2  | 鉴别                | 267 | 8.4.6                  | 利用 VPN 提高网络<br>安全性 | 285        |
| 8.2.3  | 报文完整性             | 267 | 8.5                    | 网络工程案例教学           | 287        |
| 8.2.4  | 密钥分发中心和证书<br>认证机构 | 268 | 8.5.1                  | 设计一个高可用的网络         | 287        |
| 8.2.5  | 访问控制              | 268 | 8.5.2                  | 配置防火墙              | 288        |
| 8.2.6  | 审计                | 269 | 8.5.3                  | PC 的网络安全防护         | 291        |
| 8.2.7  | 恶意软件防护            | 269 | 习题                     |                    | 294        |
| 8.2.8  | 防火墙               | 271 | <b>第 9 章 测试验收与维护管理</b> |                    | <b>296</b> |
| 8.2.9  | 入侵检测系统            | 273 | 9.1                    | 网络工程的测试            | 296        |
| 8.2.10 | 虚拟专用网             | 273 | 9.1.1                  | 测试网络系统             | 297        |
| 8.2.11 | 物理安全性             | 274 | 9.1.2                  | 建立和测试原型网络<br>系统    | 297        |
| 8.3    | 选择数据备份和容错技术       | 275 | 9.1.3                  | 网络测试工具             | 298        |
| 8.3.1  | 数据备份              | 275 | 9.2                    | 网络工程的验收            | 299        |
| 8.3.2  | 廉价冗余磁盘阵列技术        | 275 | 9.2.1                  | 综合布线系统工程<br>验收规范   | 299        |
| 8.3.3  | 存储区域网络            | 276 | 9.2.2                  | 网络工程验收过程           | 301        |
| 8.3.4  | 因特网数据中心           | 276 | 9.2.3                  | 验收文档               | 304        |
| 8.3.5  | 服务器容错             | 277 | 9.3                    | 网络维护和管理            | 305        |
| 8.3.6  | 异地容灾和异地远程<br>恢复   | 277 | 9.3.1                  | 网络的维护              | 305        |
| 8.3.7  | 容错电源              | 279 | 9.3.2                  | 网络管理               | 306        |
| 8.4    | 设计网络安全方案          | 279 | 9.4                    | 网络工程案例教学           | 310        |
| 8.4.1  | 因特网连接安全性          | 279 | 习题                     |                    | 314        |
| 8.4.2  | 拨号安全性             | 282 | <b>参考文献</b>            |                    | <b>316</b> |
| 8.4.3  | 网络服务安全性           | 283 |                        |                    |            |
| 8.4.4  | 网络端系统的安全性         | 283 |                        |                    |            |
| 8.4.5  | 网络之间的物理隔离         | 284 |                        |                    |            |

# 网络工程设计概述

## 【教学指导】

本章将对用系统集成方法进行计算机网络工程设计所涉及的一些基本概念、基本过程进行定义；学生应当深刻理解网络工程的系统集成模型，自觉用该模型指导网络工程设计中的各个过程；应当了解网络工程系统集成的步骤，了解网络工程的一般过程；应当重视网络系统的层次模型，主动利用该模型引导网络工程各阶段的工作；应了解网络工程文档及其在招投标工作中的重要性；能够使用 Microsoft Project 软件对网络工程项目进行规划和管理。

## 1.1 网络工程的基本概念

采用 TCP/IP 体系结构的计算机网络自 20 世纪 70 年代以来飞速发展，至今因特网已经发展成为覆盖全球的计算机网络，甚至成为计算机网络的代名词。因特网已经成为企业、国家乃至全球的信息基础设施，设计、建造各种规模的计算机网络的需求也随之而来。设计、建造和测试基于 TCP/IP 技术的计算机网络就成为**网络工程的任务**。根据网络应用需求的不同，设计实现的网络应当能够适应规模、性能、可靠性、安全性等方面的不同需求，网络工程必须能够应对这些挑战，解决好网络的设计、实施和维护等一系列技术问题。作为一门学科的分支，网络工程必须总结并研究与网络设计、实施和维护有关的概念和客观规律，从而根据这些概念和规律来设计、建造满足用户需求的计算机网络。

**科学**是对各种事实和现象进行观察、分类、归纳、演绎、分析、推理、计算和实验，从而发现规律，并对各种定量规律予以验证和公式化的知识体系。科学的任务是揭示事物发展的客观规律，探求真理，作为人们改造世界的指南。**技术**是为达到某一目的共同协作组成的各种工具和规则体系。科学的基本任务是认识世界，有所发现，从而增加人类的知识财富；技术的基本任务是发现世界，有所发明，以创造人类的物质财富，丰富人类社会的文化生活。科学要回答“是什么”和“为什么”的问题；技术则回答“做什么”和“怎么做”的问题。**工程**是应用科学知识使自然资源最佳地为人类服务的专门技术。

本书对**网络工程**的定义是：

**定义 1：**应用计算机和通信领域的科学和技术以及工程管理的原则，将系统化的、规范的、可度量的方法应用于网络系统结构的设计与实现、网络系统的规划与集成、网络管理与维护、网络安全保障和网络应用开发的过程。

**定义 2：**对定义 1 中所述方法的研究。

一般而言，**网络工程**是根据用户的需求和投资规模，合理选择各种网络设备和软件产



品，通过集成设计、应用开发、安装调试等工作，建成具有良好的性能价格比的计算机网络系统的过程。换言之，网络工程就是用系统集成方法建设计算机网络的工作的集合。

## 1.2 网络工程的系统集成

抽象地讲，系统是指为实现某一目标而应用的一组元素的有机结合，而系统本身又可作为一个元素单位（或称子系统或组件）参与多次组合，这种组合过程可概括为**系统集成**。

系统集成是目前常用的一种实现复杂系统的工程方法，即选购大量标准的系统组件并可能自主开发部分关键组件进行组装。不同的组件通过其标准接口进行互联互通，实现复杂系统的整体功能。现代汽车工业是系统集成的典型例子，它采用了标准化的生产流水线和加工工艺，使零部件厂商专业化、标准化，以追求大批量、低成本和高效率的目标。

### 1.2.1 网络系统集成的特点

网络信息系统不同，其复杂程度、系统的技术含量、系统的建设规模，以及系统实施的难度和系统的涉及范围，都可能存在很大差异。如果完全自主开发一个系统，从技术、经济性、实用性和实施周期等角度考虑，都是不可行的。可见，系统集成方法具有以下几方面的好处：

- 质量水准较高：选择一流网络设备厂商的设备和系统，选择高水平的具有资质的系统集成商通常能够保证系统的质量水平，建造系统的风险较小。
- 系统建设速度快：由多年从事系统集成的专家和配套的项目组实施集成工作，他们有畅通的一流厂商设备的进货渠道、处理用户关系的丰富经验，能加快系统建设速度。
- 交钥匙解决方案：系统集成商全权负责处理所有的工程事宜，用户则能够将注意力放在系统的应用要求上。
- 标准化配置：系统集成商会采用他认为成熟和稳妥的方案，由于系统集成商承担的系统存在的共性，使得系统维护及时且成本较低。

可见，“系统集成”是目前建设网络信息系统的一种高效、经济、可靠的方法，它既是一种重要的工程建设思想，也是一种解决问题的思想方法论。

人在系统集成中起着关键性的作用。首先，人要对系统功能进行分析，通过这种分析得到系统集成的总体指标；其次，人要将该总体指标分解成各个子系统的指标；最后，人要选择合适的厂商的设备和部件，组织安装、调试和培训等工作。

网络系统集成的特点可以概括如下：

1) 关注接口规范。接口是分隔各个系统组件的地方。系统集成的实质就是让不同产品、不同设备通过标准的接口互联，以实现新的系统功能。既然系统集成的关键不是研究开发具体设备，那么理解与解决产品、设备之间的接口问题则显得非常重要了。由于被集成的对象通常已是成熟的产品设备，而这些产品设备是遵从某种国际/国家/产业标准设计开发的标准化、通用化的产品，它们之间的互联互通应当没有问题。然而，由于某些品牌的新产品可能并不完善，有时为了早日抢占市场，可能没有经过完善测试，就投放市场，因此出现接口不兼容问题的情况也在所难免。

2) 关注系统整体性能。由用户需求抽象出系统必须达到的性能指标，是集成商建设大型网络系统时必须面对的问题。当建立起网络系统后，若关键应用运行加载后，无法达到所需要的性能指标，再进行网络系统的性能调整就极为困难了。因此，首先要根据关键应用的