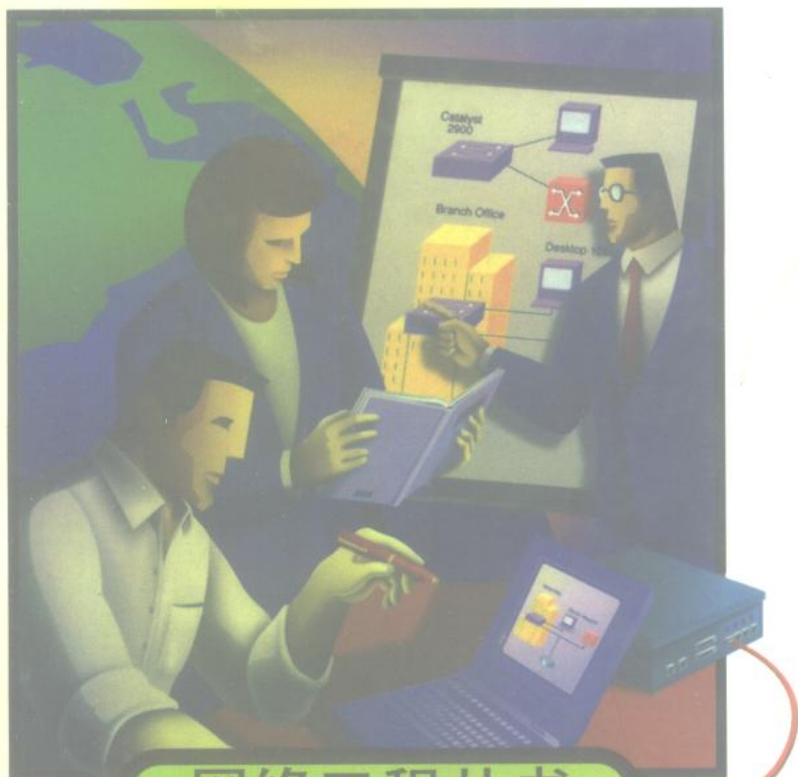


企业网络设计的系统分析方法

# 自顶向下网络设计



网络工程丛书

A Systems Analysis Approach to  
Enterprise Network Design

## TOP-DOWN NETWORK DESIGN

[美] Priscilla Oppenheimer 著  
郑宏 等译校

CISCO SYSTEMS  
  
CISCO PRESS



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

网络工程丛书

企业网络设计的系统分析方法

# 自顶向下网络设计

A Systems Analysis Approach to  
Enterprise Network Design

Top - Down Network Design

[美] <sup>奥本海默</sup> Priscilla Oppenheimer

郑 宏 等 译校

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

Authorized translation from the English language edition published by Macmillan Technical Press, an imprint of Macmillan Computer Publishing U. S. A.

Copyright © 1999

All rights reserved. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage retrieval system, without permission from the Publisher.

SIMPLIFIED CHINESE language edition published by Publishing House of Electronics Industry, China.

Copyright © 1999

本书中文简体专有翻译出版权由美国 Macmillan Computer Publishing 下属的 Macmillan Technical Press 授予电子工业出版社。该专有出版权受法律保护。

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,翻版必究。

丛 书 名: 网络工程丛书

书 名: 自顶向下网络设计

著 者: [美] Priscilla Oppenheimer

译 者: 郑 宏等

责任编辑: 吴金生

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京京安达明印刷厂

装 订 者: 三河市海波装订厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 850 × 1168 1/32 印张: 16.75 字数: 445 千字

版 次: 1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-4823-X  
TP·2346

印 数: 5000 册 定价: 38.00 元

版权贸易合同登记号 图字: 01 - 1999 - 0926

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系调换。

电话 68279077

## 出版说明

随着网络技术的飞速发展和广泛应用,各种先进而实用的网络技术日益成为人们关注的焦点。为了帮助读者更好地学习和掌握这些网络技术,提高解决实际技术问题的能力,我们组织翻译了这套由美国知名计算机图书出版公司 Macmillan 下属的 New Riders Publishing 和网络业界“领头羊”Cisco Systems 公司联合组织的《网络工程丛书》,并将陆续出版。

本套丛书覆盖了网络技术领域的各个主题,虽然部分内容以 Cisco Systems 支持的网络技术为线索,但其内容仍具有广泛的通用性。

本套丛书的读者对象主要是从事网络技术工作的工程技术人员,也适合大专院校计算机、通信等学科各专业在校师生和工作时间不长的毕业生阅读参考。

本套丛书的几个突出特点是:

- 权威经典。本丛书由 Cisco Systems, Inc. 富有实践经验的技术专家集体精心编著,在国际上深受网络界人士欢迎,被许多网络工程师作为案头必备的技术参考书。

- 先进实用。本丛书从实用角度介绍网络新技术,其中含有大量的工程设计和实施准则的精华,实用性与先进性强。

- 简单易懂。尽管丛书讲解了不同等级的专门技术,但是按照循序渐进,由一般到特殊、由基本概念到工程实践的步骤讲述。不要求读者有系统的网络基础知识,理解专业技术所需的网络背景知识会在需要时给出。本丛书的基本内容是简单易懂的,实际例子是任何人都可参考的。

- 实例丰富。基于实例的方法是本丛书非常重要的部分,其中的经典实例不但可以帮助读者学习新知识,还可使读者举一反三,

推广、应用到具体工程实践中去。

·别具风格。丛书中采用了一些用来帮助强调实用性和易于读者轻松、快捷地掌握知识的写作特点和惯例。本丛书附图多,实例多,读者可以直观地学到网络的基本概念和实用知识。

殷切希望广大读者提出宝贵意见和建议,以使本套丛书日臻完善。

电子工业出版社

1999年2月

## 译者的话

计算机网络已成为现代社会基础和关键的设施。为满足用户各种不同的应用和技术需求,以及适应不断增长的带宽、可伸缩性和可靠性需求,新的协议和技术正以前所未有的速度大量涌现,网络设计者面临着开发“最佳效果”网络的严峻挑战。

本书介绍了一种系统的结构化网络设计方法——自顶向下的网络设计方法。与其他方法不同,自顶向下网络设计方法注重网络实现之前的网络规划。全书内容丰富详实,叙述清楚准确,图表案例真实,便于读者理解和运用所学习知识。本书共分为四个部分,分别对应着自顶向下网络设计过程的四个步骤。介绍了分析客户应用和技术需求的方法,刻划现有网络的特征的方法;根据网络需求和通信特性设计网络拓扑结构、寻址和命名模型、安全与管理策略;园区网和企业网的实现技术,以及网络设计的测试、优化和文档编写等内容。因此,本书的出版,对于广大读者进一步学习网络知识、设计出满足用户需要、适应网络技术和协议发展的、规范的具有“艺术”水平的网络具有很大的帮助,将极大地促进网络设计水平的提高。本书涉及内容广泛,新的名词和术语很多,这给翻译工作带来了一定的困难。为此,本书附录中的词汇表可供读者在遇到名词或术语时参考。

参加本书翻译工作的有郑宏、马锐、宿红毅、韩成宇、李仲君、袁红季、郝欣、郑文红、袁仲申、郝志强、曹阳、陈谊、朱荔、魏晓蓉、陈祎、郑威、程连浮等同志,最后由郑宏审阅。由于水平有限,错误和不当之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

译者

北京理工大学  
一九九九年三月

## 作者简介

*Priscilla Oppenheimer*

自 1980 年从密执根大学获得信息科学硕士学位后,一直从事数据通信和网络系统的开发工作。在从事了许多年的软件开发工作之后,成为了一名技术顾问和培训设计师,已教授了来自大多数幸福杂志 500 家公司的 2,000 多名网络工程师。她曾任职于 Apple Computer、NetWork General 和 Cisco Systems 等公司,拥有排除现实世界中的网络设计问题和开发企业网络设计的实际经验。

## 前 言

新的商业活动正在改变着企业网络。从产业经济到信息经济的转移,已经改变了雇员的工作方式。出乎意料的全球经济竞争的出现加速了企业必须适应技术、金融方面变化的步伐。

为减少开发及销售产品的时间,各个企业均允许其雇员依据销售、市场、金融、工程方面的数据作出具有策略性的决定。工作在企业总部和世界范围内办公室的企业雇员们,以及在家办公的雇员们,都需要快速地获取数据,不论这些数据是在集中服务器上还是在部门服务器上。

为向外国市场上销售或分发产品,商业企业正越来越多地依赖于全球性同盟、商业伙伴和虚拟企业。为提高与商业伙伴、公司雇员、往来客户的交流,公司正在使用诸如电子商务、电视会议、互联网电话、基于“推”技术的信息传播、远程教学等新型手段。商业企业正在将其声音及数据网络与全球企业网络联系在一起,而后者对于企业生意的成功至关重要。

为适应对带宽、可伸缩性、可靠性等方面不断增长的需求,制造商和标准化组织以惊人的速度推出新的协议和新的技术。网络设计师必须富有挑战性地开发具有艺术水平的网络,虽然艺术水平月月不同,甚至是每周每日都各异。

不论你是刚刚涉足网络设计领域的设计师,还是一位久经锻炼的网络建筑师,如何使设计出的网络跟上网络互连业日益变化的步伐可能是你一直关心的问题。本书的宗旨就是教你一套系统的设计方法。不论应用和技术多么新、多么复杂,这种方法可以帮助你满足企业的要求。



## 自顶向下网络设计的过程

自顶向下网络设计是一个系统化的网络设计过程,它关注客户的应用、技术目标及商业目标。这是一种在开发出实际网络之前就可以帮助你设计出逻辑网络的方法,包括通信流量描述和拓扑结构。自顶向下网络设计的重点是实现之前的规划。

自顶向下网络设计是不断变化的。自顶向下设计帮助你分析全部要达到的目标,然后随着你收集到的关于具体要求细节的增多,调整你所提出的设计方案。

自顶向下网络设计源于结构化软件程序设计和结构化系统设计的成功。1970年以后,随着结构化程序设计技术的引入,人们革新了软件和数据处理系统开发方法。

Trish Sarson 和 Chris Gane 所著的《结构化系统分析:工具及技术》一书中指出,项目设计的结果应该是一个完整系统的模型。例如,除了将注意力集中在物理组件、硬盘空间和随机访问存储器之外,设计者应首先建立一个逻辑(非实际)模型。系统的逻辑模型允许用户、设计者以及实现者看到整个系统是如何工作的,各组件是如何组装在一起的。当讨论系统的逻辑功能时,模型给大家提供了共同的参照物。

Sarson 和 Gane 书中的原理可应用于网络设计和软件设计。他们的著作是关于结构化设计的最早的书目(1979年)之一。除了书中某些内容,例如所介绍的作为艺术水平技术的 CRT 屏幕以外,所描述的其他技术至今仍适用。

## 目标

《自顶向下网络设计》一书的目标是帮助你设计出能够满足客户商业及技术目标的网络。不论你的客户是你自己公司内部的一个部门,还是外面的客户,这本书为你提供了已经测试过的过程和

工具,以帮助你理解通信流量、协议行为和网络互连技术。在看完这本书之后,你就能设计出企业网络,使其满足客户对功能、容量、性能、可用性、可伸缩性、可购买性、安全性及可管理性的需求。

## 读者

如果你是网络互连专业人员,负责设计和维护大、中型企业网络的话,这本书正适合你。如果你是一个拥有网络协议和技术工作经验的网络工程师、建筑师或技术员的话,这本书将为你提供将你的知识应用于互连网络设计的实际建议。

本书还包含其他一些信息,这些信息对于为客户设计企业网络的顾问、系统工程师、销售工程师们非常有用。许多系统工程师处在快速预售环境中,通常很难将他们的速度放慢并坚持采用自顶向下、结构化系统分析方法。不论怎样,这本书所提供的捷径和设想都可以加快网络设计的过程。

## 结构

本书是围绕自顶向下网络设计步骤编写的。全书分为四个部分,分别对应着网络设计的各个重要阶段。

### 第一部分:分析客户的需求和目标

第一部分涉及需求分析阶段。这一阶段从辨别商业目标和技术需求开始,然后分析现有的网络特征,包括物理结构和主要网段及路由器的性能。这一阶段的最后一个步骤是分析网络通信,包括通信流量和负载、协议行为、服务质量(QoS)需求。

### 第二部分:逻辑网络设计

在逻辑网络设计阶段,网络设计者开发网络的拓扑结构。根据网络规模和通信特点的不同,拓扑结构可以是平面的,也可以是

分层的。网络设计者还设计网络层寻址模型、选择桥接、交换和路由选择协议。逻辑设计还包括安全和网络管理设计。

### **第三部分:物理网络设计**

网络设计阶段首先从为园区网络选择技术和设备开始,包括以太网、令牌环、光纤分布式数据接口(FDDI)和异步传输模式(ATM)技术,以及实现这些技术的路由器、交换机、集线器和电缆,然后为企业网络选择技术和设备。企业网技术包括帧中继、ATM、综合业务数字网(ISDN)、数字用户专用线(DSL)和拨号技术等。企业网设备包括企业路由器、广域网(WAN)交换机和远程访问服务器等。

### **第四部分:网络设计测试,优化和文档编写**

自顶向下网络设计的最后一步是编写并实现测试计划,建立原型或试验系统,优化网络设计,用网络设计建议书记录工作等。如果你的测试结果表明存在性能问题,那么在这个阶段,你应该更新你的设计,将一些功能,如通信量整形、先进的路由器排队和交换机制等包括进去。

附录 A 介绍了网络工作站引导时的网络通信特征,提供了 IP、AppleTalk、NetWare、NetBIOS 和 SNA 会话信息。

# 目 录

## 第一部分 分析客户的需求和目标

第一章 辨别商业目标与约束 .....	( 2 )
1.1 使用自顶向下的网络设计方法 .....	( 2 )
1.2 分析商业目标 .....	( 4 )
1.2.1 与你的客户一起工作 .....	( 4 )
1.2.2 企业网络的变化 .....	( 6 )
1.2.3 典型网络设计商业目标 .....	( 7 )
1.2.4 辨别网络设计项目的范围 .....	( 8 )
1.2.5 辨别客户的网络应用 .....	( 10 )
1.3 分析商业约束 .....	( 12 )
1.3.1 策略政策 .....	( 12 )
1.3.2 预算与工作人员约束 .....	( 13 )
1.3.3 时间进度表 .....	( 14 )
1.4 商业目标检查表 .....	( 14 )
1.5 小结 .....	( 15 )
第二章 分析技术目标与约束 .....	( 17 )
2.1 可伸缩性 .....	( 17 )
2.1.1 扩展规划 .....	( 17 )
2.1.2 将数据扩展给用户 .....	( 18 )
2.1.3 可伸缩性约束 .....	( 19 )
2.2 可用性 .....	( 20 )
2.2.1 说明可用性要求 .....	( 21 )
2.2.1.1 停机成本 .....	( 22 )

2.2.1.2	平均无故障时间及平均修复时间	(22)
2.3	网络性能	(23)
2.3.1	网络性能定义	(24)
2.3.2	最优网络利用率	(25)
2.3.3	吞吐量	(27)
2.3.3.1	网络互连设备的吞吐量	(27)
2.3.3.2	应用层吞吐量	(29)
2.3.4	精确度	(30)
2.3.5	效率	(32)
2.3.6	延迟与延迟变化量	(34)
2.3.6.1	引起延迟的原因	(35)
2.3.6.2	延迟变化量	(37)
2.3.7	响应时间	(38)
2.4	安全性	(38)
2.4.1	安全性威胁	(39)
2.4.2	安全性要求	(40)
2.5	可管理性	(41)
2.6	易用性	(42)
2.7	适应性	(42)
2.8	可购买性	(43)
2.8.1	网络设计折衷方案	(44)
2.9	技术目标检查表	(46)
2.10	小结	(47)
第三章 刻划现有互连网络的特征		(49)
3.1	网络基础结构特征	(49)
3.1.1	绘制网络结构图	(50)
3.1.1.1	绘制网络结构图的工具	(50)
3.1.1.2	网络结构图应包括什么	(51)
3.1.2	网络寻址和命名的特征	(52)

3.1.3	布线与介质特征 .....	(54)
3.1.4	检查建筑物及环境结束 .....	(58)
3.2	现有互连网络的状况检查 .....	(58)
3.2.1	开发网络性能基线的难题 .....	(59)
3.2.2	分析网络可用性 .....	(60)
3.2.3	分析网络的利用率 .....	(61)
3.2.3.1	协议的带宽利用率 .....	(63)
3.2.4	分析网络精确度 .....	(64)
3.2.4.1	分析 ATM 错误 .....	(66)
3.2.5	分析网络效率 .....	(66)
3.2.6	分析延迟和响应时间 .....	(69)
3.2.7	检查互连网络上主要路由器的状况 .....	(71)
3.3	刻划现有网络特征的工具 .....	(72)
3.3.1	协议分析仪 .....	(72)
3.3.2	远程监控工具 .....	(73)
3.3.3	刻划现有互连网络特征的 Cisco 工具 .....	(73)
3.3.3.1	Cisco 发现协议 .....	(73)
3.3.3.2	Enterprise Accounting for NetFlow .....	(74)
3.3.3.3	Netsys Service – Level Management Suite .....	(74)
3.3.3.4	CiscoWorks .....	(74)
3.3.4	刻划现有互连网络特征的其他工具 .....	(75)
3.4	网络健康检查表 .....	(76)
3.5	小结 .....	(77)
第四章 刻划网络通信的特征 .....		(78)
4.1	刻划通信流量特征 .....	(78)
4.1.1	辨别主要通信源和存储 .....	(78)
4.1.2	记录现有网络的通信流量 .....	(80)
4.1.3	刻划新网络应用程序通信流量类型的特征	

.....	(81)
4.1.3.1 终端/主机通信流量 .....	(82)
4.1.3.2 客户/服务器通信流量 .....	(83)
4.1.3.3 对等通信流量 .....	(84)
4.1.3.4 服务器/服务器通信流量 .....	(85)
4.1.3.5 分布式计算通信流量 .....	(85)
4.1.4 记录网络应用的通信流量 .....	(86)
4.2 刻划负载特征 .....	(87)
4.2.1 计算理论通信负载 .....	(87)
4.2.2 记录应用程序的使用模式 .....	(89)
4.2.3 精确估计应用的通信负载 .....	(90)
4.2.3.1 估计不同协议的通信开销 .....	(91)
4.2.3.2 估计工作站和会话初始化通信负载 .....	(92)
4.2.4 估计路由选择协议通信负载 .....	(92)
4.3 刻划通信行为特征 .....	(93)
4.3.1 广播/组播行为 .....	(93)
4.3.2 网络效率 .....	(95)
4.3.2.1 帧尺寸 .....	(95)
4.3.2.2 协议交互作用 .....	(97)
4.3.2.3 窗口和流量控制 .....	(99)
4.3.2.4 差错恢复机制 .....	(101)
4.4 刻划服务质量需求特征 .....	(101)
4.4.1 ATM 服务质量规范 .....	(102)
4.4.1.1 恒定位速率服务类别 .....	(103)
4.4.1.2 实时可变位速率服务类别 .....	(103)
4.4.1.3 非实时可变位速率服务类别 .....	(104)
4.4.1.4 未指定位速率服务类别 .....	(104)
4.4.1.5 可用位速率服务类别 .....	(104)
4.4.2 综合服务工作组服务质量规范 .....	(105)
4.4.2.1 受控负载服务 .....	(106)

4.4.2.2 保证服务 .....	(107)
4.4.3 记录服务质量需求 .....	(108)
4.5 网络通信检查表 .....	(109)
4.6 小结 .....	(109)
4.7 第一部分总结 .....	(109)

## 第二部分 逻辑网络设计

第五章 设计网络拓扑结构 .....	(112)
5.1 层次型网络设计 .....	(112)
5.1.1 为什么使用层次型网络设计模型 .....	(114)
5.1.1.1 平面与层次拓扑结构 .....	(115)
1. 平面广域网拓扑结构 .....	(115)
2. 平面 LAN 拓扑结构 .....	(117)
5.1.1.2 网状与分层网状拓扑结构 .....	(118)
5.1.2 经典的三层次模型 .....	(120)
5.1.2.1 核心层 .....	(121)
5.1.2.2 分布层 .....	(121)
5.1.2.3 访问层 .....	(122)
5.1.3 层次型网络设计原则 .....	(122)
5.2 冗余网络设计结构 .....	(124)
5.2.1 备用路径 .....	(125)
5.2.2 负载平衡 .....	(126)
5.3 设计园区网络设计拓扑结构 .....	(127)
5.3.1 虚拟局域网 .....	(128)
5.3.2 冗余 LAN 网段 .....	(129)
5.3.3 服务器冗余 .....	(130)
5.3.4 工作站 - 路由器冗余 .....	(133)
5.3.4.1 AppleTalk 工作站 - 路由器通信 .....	(133)
5.3.4.2 Novell NetWare 工作站 - 路由器通信 .....	(134)



5.3.4.3	IP 工作站 - 路由器通信 .....	(134)
1.	热备份路由器协议 .....	(136)
5.4	设计企业网络设计拓扑结构 .....	(138)
5.4.1	冗余 WAN 网段 .....	(138)
5.4.1.1	电路相异 .....	(138)
5.4.2	多主 Internet 连接 .....	(139)
5.4.3	虚拟专用网 .....	(142)
5.5	保护网络设计拓扑结构的安全 .....	(144)
5.5.1	规划物理安全性 .....	(144)
5.5.2	使用防火墙拓扑结构满足安全性目标 .....	(144)
5.6	小结 .....	(146)
第六章	设计寻址和命名模型 .....	(148)
6.1	分配网络层地址的原则 .....	(149)
6.1.1	使用结构化网络层寻址模型 .....	(149)
6.1.2	使用有意义的网络编号 .....	(150)
6.1.3	通过中心授权管理地址 .....	(152)
6.1.4	寻址的分布授权 .....	(152)
6.1.5	为端系统使用动态寻址 .....	(153)
6.1.5.1	AppleTalk 动态寻址 .....	(153)
6.1.5.2	Novell NetWare 动态寻址 .....	(154)
6.1.5.3	IP 动态寻址 .....	(154)
1.	动态主机配置协议 .....	(155)
6.1.6	在 IP 环境中使用私用地址 .....	(157)
6.1.6.1	私用寻址的缺点 .....	(159)
6.1.6.2	网络地址翻译 .....	(159)
6.2	使用层次模型分配地址 .....	(160)
6.2.1	为什么使用层次模型寻址和路由选择 .....	(161)
6.2.2	分层路由选择 .....	(161)
6.2.3	无级域间路由选择 .....	(162)