

网络管理技术构架

Network Management Fundamentals



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

〔美〕 Alexander Clemm 著
詹文军 杜晓峰 刘玉鹏 译

TP393. 07/56

2008

网络管理技术构架

Network Management Fundamentals

〔美〕 Alexander Clemm 著
詹文军 杜晓峰 刘玉鹏 译

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

网络管理技术构架 / (美) 克莱姆 (Clemm, A.) 著: 詹文军, 杜晓峰, 刘玉鹏译. —北京: 人民邮电出版社, 2008.1

ISBN 978-7-115-16936-5

I. 网… II. ①克…②詹…③杜…④刘 III. 计算机网络 IV. TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 152293 号

版 权 声 明

Network Management Fundamentals (ISBN: 1587201372)

Copyright © 2007 Cisco Systems, Inc.

Authorized translation from the English language edition published by Cisco Press.

All rights reserved.

本书中文简体字版由美国 Cisco Press 授权人民邮电出版社出版。未经出版者书面许可, 对本书任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有, 侵权必究。

网络管理技术构架

-
- ◆ 著 [美] Alexander Clemm
 - 译 詹文军 杜晓峰 刘玉鹏
 - 责任编辑 付 飞
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 - 邮编 100061 电子函件 ciscobooks@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京顺义振华印刷厂印刷
 - 新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
 - 印张: 25.5
 - 字数: 586 千字 2008 年 1 月第 1 版
 - 印数: 1—4 000 册 2008 年 1 月北京第 1 次印刷
 - 著作权合同登记号图字: 01-2007-0995 号
 - ISBN 978-7-115-16936-5/TP
-

定价: 59.00 元

读者服务热线: (010)67132705 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010) 67171154

内容提要

本书着重对网络管理的概念和原则进行了解释，并且试图从一个整体的、系统的观点来看待网络管理，同时阐述了在网络管理中使用的各种技术之间的关系。

全书分为四个部分：第一部分概述了网络管理是什么以及为什么要进行网络管理，同时概括介绍了与网络管理有关的功能、工具和活动；第二部分从不同的角度阐述了网络管理，并讨论了如何将这些从不同的角度所获得的观点组织成网络管理参考模型；第三部分进一步讨论了在第二部分介绍的各种不同的网络管理构件块，例如网络管理协议、网络管理组织和网络管理通信模式；第四部分介绍了一些读者普遍关注的网络管理话题，包括网络管理集成和服务等级管理。

本书适合在不同程度上需要和网络管理工作打交道的人员，包括网络管理人员、开发工程师、测试工程师、运营规划人员、项目经理和产品经理等，也可供需要了解网络管理对企业业务影响的企业高层、大学计算机专业的学生阅读。

关于作者

Alexander Clemm 博士是一位 Cisco 高级架构师。从 1990 年以来，他一直从事网络系统和服务集成管理方面的研究，并且作为技术带头人参与了许多处于技术前沿的网络管理开发、架构以及工程实践项目，包括从最初的概念设计一直到最终交付给客户的全过程。这些项目包括网络设备的管理工具、针对包交换电话和被管业务一揽子管理解决方案、针对 VoIP 网络、宽带接入网的管理系统以及住宅用户网络服务的提供。Alex 编著了大约 30 余本与网络管理有关的著作，而且拥有 15 项已经申请待批的专利。Alex 是包括 IM、NOMS、DSOM、IPOM 和 MMNS 在内的网络管理领域主要技术会议的组织委员会或技术程序委员会成员，他还曾经担任 2005 IEIP/IEEE 集成网络管理国际研讨会技术程序委员会共同主席。Alex 拥有斯坦福大学的硕士学位和慕尼黑大学的博士学位。

关于技术编辑

Prakash Bettadapur 是 Cisco 公司的一位高级工程经理。他从 1999 年开始任职于 Cisco 公司，负责编制各种网络管理和 IOS 可管理性程序。之前，Prakash 曾经在加拿大渥太华的贝尔北方研究中心（BNR）和加利福尼亚的 Nortel Networks 公司工作了 14 年。在任职于 BNR/Nortel 期间，Prakash 从事 DMS 服务控制点（Service Control Point）、数据包网络（DPN, Data Packet Networking）、Magellan Passport 和 Meridian PBX 产品线等方面的工作，主要关注软件开发和网络管理领域。Prakash 拥有加拿大阿尔伯塔大学的计算科学硕士学位，并在印度班加罗尔的印度科学学院获得计算机系统熟练证书（Proficiency Certificate），此外，Prakash 在印度的卡纳塔克区域工程学院获得电子与通信工程学士学位。他目前居住于加利福尼亚的圣何塞。

David M. Kurtiak 是 Loral Skynet 的首席工程师，他目前在该公司构建系统和网络基础设施，并为公司的全球 IT 组织提供第三层支持，David 在此之前的工作是领导一个技术专家小组，负责管理公司的 IT 和数据网络基础设施的日常运营。在加入 Loral 之前，David 是 AT&T 公司的一个高级数据通信专家。David 在 IT 和通信行业具有 18 年的工作经验，使用过许多通信网络技术。他被认为是 TCP/IP 网络领域的常驻专家，特别擅长于端到端的网络分析、规划、故障排除以及性能调整。David 在博尔德的科罗拉多大学获得通信硕士学位，并且在格林斯博罗的北卡罗来纳大学获得信息系统学士学位。

Lundy Lewis 是新罕布什尔南方大学信息技术系的系主任。自从 1990 年以来他便开始从事网络管理方面的研究。他拥有 22 项美国专利，并且编写了 3 本有关网络和服务管理方面的图书。他还是 IEEE 在网络管理领域主要会议的技术委员会成员。

献辞

献给我出色的太太和孩子们——Sigrid、Clarissa 和 Christopher。谢谢你们让我的人生变得完整。

致谢

在编写本书的各个阶段，我和我的许多朋友和同事进行了饶有兴致的讨论，并得到了他们的支持和有价值的反馈意见。特别地，我要感谢 Ron Biell、Steve Chang、Eva Krüger、Victor Lee、Dave McNamee、Fred Schindler、Hector Trevino、Eshwar Yedavalli 和 Ralf Wolter。我还要特别感谢我的父亲 Helmut Clemm，他实际上通读了本书的整本书稿，尽管他不是一位网络管理员，但是却提出了许多有价值的见解。

我还要感谢本书的制作小组，他们是最棒的小组。特别地，我要感谢和我打交道最多的人——Jim Schachterle，是他最先推动了本书的写作；Raina Han 和 Mary Beth Ray，她们伴随我历经了大部分的写作阶段；以及 Betsey Henkels，他在本书后期处理过程中的编辑润色给我带来了很大的帮助；还有 Tonya Simpson，我的项目编辑。此外，本书的制作小组还包括我的技术编辑，Prakash Bettadapur、David Kurtiak 和 Lundy Lewis，他们的真知灼见无疑为本书增色不少。

最后，我还要感谢我的家人在本书写作过程中给予我的理解和支持，完成这项工作难免要占用许多周末时间，即使如此，他们还是一如既往地鼓励我。这本书终于完成了！

前言

要成功地运营一个网络，网络管理是一个不可或缺的因素。由于业务越来越依赖于网络连接服务，因此保持网络服务持续运行在某种程度上也就保证了业务的正常运作。恰当的网络管理可以确保在网络上快速地提供网络服务并且使它们平稳运行。此外，网络管理有助于控制网络连接和运行成本，它可以保证网络连接设备在最需要使用它的地方最大程度地发挥其效用，提高网络服务的可用性和服务质量。至少对于网络服务提供商而言，网络管理在其网络服务收益方面扮演了一个重要的角色。相反，低效的网络管理会导致网络服务品质低下甚至中断；导致网络投资的低效使用，而且可能导致生意失败。因此，网络管理对于最大程度地发掘网络的价值非常关键，而且对于商业活动来说至关重要。不过，毫无疑问的是，尽管网络管理这样重要，但是与网络连接领域中其他耳熟能详的话题相比，网络管理还属于一个并不是十分为人所熟知的话题。这其中的原因包括这样一个事实：虽然网络管理看起来显得简单，但掌握起来比较困难。此外，相较于它要管理的网络连接技术，网络管理由于扮演着绿叶衬红花的幕后角色也多少使它显得黯淡失色。

在某种程度上，管理网络类似于举办一个派对聚会：许多人喜欢参加聚会（这相当于使用网络所提供的服务），但是又不希望卷入聚会的事先准备、使聚会活动顺利进行、以及聚会结束后收拾狼籍现场的各项事务（相当于网络管理的繁杂工作）。而这些事务对于聚会的成功举行是必不可少的（同样也保证了下一次聚会能够继续进行）。和网络管理一样，举行聚会涉及许多技术性的事务：食物需要烹调，房间需要装饰，需要打印邀请函，需要准备电力设备照明。另外，和网络管理相似的是，聚会的举办还牵涉到一些组织性事务：我是在家里举办聚会还是租用一个场地来举办？在什么地方放置来宾的衣物？我需要准备多少饮料？这些工作都是由我自己来做吗？是否有必要使用一个专门承办宴席的人？

本书旨在为网络管理这个重要领域提供一个容易理解的入门介绍。其中的内容不仅覆盖了对网络本身的管理，而且还涉及对网络上所运行服务的管理。本书对网络管理的基本概念和原则进行了解释。本书试图从一个整体的、系统的观点来看待网络管理并说明在网络管理中使用的各种技术彼此之间是如何相互关联的。这种系统性的观点是为了避免使读者只见树木，不见森林。我们希望读者在理解本书的内容后，能够在网络管理这一领域游刃有余，并且将其中的概念自如地应用到具体实践中。

本书的读者对象

本书的目的在于为任何对网络管理这一话题感兴趣的人提供一个入门指导，因此本书的读者对象既可以是对网络连接技术只具有初步了解，对网络管理这一话题只是心血来潮、偶尔起兴的人，也可以是具有丰富的网络连接经验并且希望进一步扩展自己的核心技能的

人。本书试图避免向读者灌输不必要的复杂细节,以使得读者能够专注于网络管理中的基本知识和关键概念。本书的目标读者对象包括那些在不同程度上需要和网络管理工作打交道的网络操作员、开发工程师、测试工程师、运营规划人员、项目经理以及产品经理。此外,那些需要了解网络管理对企业影响的经理人员,以及那些希望在网络连接课程之外进一步充电的相关工程专业学生,也适合作为本书的读者对象。

本书的重点在于介绍网络管理的基础知识和一般原则,而不在于介绍技术细节以及具体操作步骤。因此,如果读者希望了解某种特定网络协议的详细内容,或者对某种特定网络管理应用的细节感兴趣,那么本书并不适合你阅读。相反,如果读者希望了解网络管理基础知识以及各种管理技术的工作机制,则本书对你一定很有用。

本书的组织结构

本书在编排时内容连贯,读者应当逐章阅读,因为后面章节的内容建立在前面章节所介绍的概念和原则之上。不过,本书中也有许多章的内容是相对独立的,读者可以很容易地跳过其他章来阅读这些内容。本书的章节分为以下四个部分。

- 第一部分,“网络管理概述”概要介绍了网络管理是什么以及为什么要进行网络管理,同时还大体上介绍了与网络管理有关的功能、工具和活动。第一部分由3章组成。

第1章,“打好基础”从业务和技术的角度概述了网络管理所涉及的内容,本章说明了网络管理所能获得的收益,同时也介绍了和网络管理相关的基本挑战。

第2章,“网管员的工作”使用三个情景实例说明了网管员所涉及的典型网络管理活动,此外本章还概述了网管员在工作中可用到的提供帮助的各种工具。

第3章,“网络管理的基本组成部分”讨论了网络管理中的基本组成部分以及它们所扮演的角色。这些组成部分包括网络本身以及其中需要管理的设备、用于管理这些设备的系统和应用以及为了管理目的而连接它们的网络,此外,还包括位于幕后,使得所有网络管理活动得以进行并且最终负责确保网络正常运行的组织。

- 第二部分“网络管理观点”按照一种更为系统性的方式将网络管理这一主题剖析为各个部分。此部分以盲人摸象这一典故作为类比,从不同的角度阐述了网络管理。最后此部分讨论了如何将这些从不同的角度所获得的观点组织成网络管理参考模型。本部分包括以下章节。

第4章“网络管理维度”介绍了网络管理中彼此不同但相互补充的各个维度。了解这些维度有助于你将自己可能面临的网络管理问题进行分解并加以解决。这些维度既包括网络管理所涉及的不同层次:从处理网络中的设备到管理与网络连接相关的业务,同时也包括网络管理生命周期的各个阶段:从规划网络到设备退出使用。而且还包括了如何表示被管理网络的信息;管理系统和被管理系统之间如何通信;以及如何建立管理组织。最后,还包括网络管理所必需的网络管理功能这一维度。

第5章“网络管理功能和参考模型:将功能组织起来”深入探讨了网络管理的功能

维度——特别讨论了网络管理系统需要覆盖的不同功能，随后介绍了一些公认的可以将这些功能很好地进行组织的网络管理参考模型（management reference model），例如 FCAPS 模型。

■ 第三部分“网络管理构件块”进一步讨论了在第二部分介绍各个维度时所涉及的各种不同的网络管理构件块。

第 6 章“网络管理信息：网络管理会话所涉及的内容”讨论了在管理系统和被管理系统之间进行的所有通信过程的核心内容——也就是如何在两者之间对要管理的内容以及表示管理信息的方式达成共识——管理信息如何建模、如何表示（例如，作为管理信息库的一部分）及如何在线上编码。

第 7 章“网络管理通信模式——会话规则”进一步介绍了管理系统和被管理系统的交互模式。这些模式对从管理信息协议如何设计，到如何构建可调整的网络管理应用等各个方面具有重要的影响。

第 8 章“常用网络管理协议：网络管理语言”介绍了目前最重要，应用最广泛的网络管理协议示例——实际上也就是管理系统和被管理系统相互之间进行通信并且交换管理请求、响应和事件消息的语言。其中介绍的协议包括 SNMP、CLI、syslog、Netconf 和 NetFlow/IPFIX。除了技术性概述之外，本章还解释了这些协议各自的管理用途以及各自最重要的特性。

第 9 章“网络管理组织：工作划分”仔细讨论了从技术性角度将网络管理进行组织的不同方式以及如何将网络管理功能划分到不同的系统中。特别地，本章探讨了网络管理任务的“垂直”划分方式，按照这种方式，不同的系统需要相互协同来最终实现一个共同的管理目标。

■ 第四部分“应用网络管理”介绍了一些人们普遍关注的网络管理话题来结束本书。这些话题同时还结合并权衡了本书前面所介绍的不少内容。

第 10 章“网络管理集成：将部件组装起来”探讨了达到网络管理的最高境界所需考虑的内容——也就是如何实现集成式网络管理，并且按照一种整体的方式来提供所有的网络管理功能。实现这一目标是为了避免以多个孤岛的形式所提供的网络管理方式的缺陷和低效。本章讨论了与集成式网络管理相关的挑战；描述这些挑战是应对它们的第一步。随后，本章介绍了应对这些挑战的技术以及每种技术的优缺点。

第 11 章“服务等级管理：了解你为何付费”介绍了服务级的网络管理。这一话题对于网络服务提供商和客户都很重要，前者需要确保能够满足商定的服务等级，后者则希望能够确保自己真正获得了所付费的服务等级。本章的内容还可以作为一个实际的网络管理应用领域示例，其中使用到了在本书前面所介绍的许多概念。

第 12 章“网络管理尺度：评估网络管理的业务影响和效能”回顾了在本书最初的介绍部分所讨论的网络管理业务问题。然后提供了一个中肯的结论作为本书内容的结束。本章考察了确定网络管理效能和影响的因素。此外本章还说明了如何使用尺度来系统地评估网络管理影响和效能。

目录

第一部分 网络管理概述	1
第1章 打好基础	3
1.1 定义网络管理	3
1.1.1 类比1：健康护理——网络，你的头号病人	3
1.1.2 类比2：举办一个聚会	4
1.1.3 一个更正式的定义	5
1.2 网络管理的重要性：照管网络的诸多理由	7
1.2.1 成本	8
1.2.2 质量	10
1.2.3 收入	11
1.3 参与者：网络管理中涉及的不同利益方	12
1.3.1 网络管理使用方	12
1.3.2 网络管理提供方	14
1.4 网络管理的复杂性：从事后的考虑到关键主题	16
1.4.1 技术挑战	17
1.4.2 组织和运营挑战	28
1.4.3 业务挑战	30
1.5 本章总结	34
1.6 本章复习题	35
第2章 网管员的工作	37
2.1 网管员的日常工作	37
2.1.1 Pat：一位任职于某家全球服务提供商的网管员	38
2.1.2 Chris：一位任职于某家中等规模企业的网管员	43
2.1.3 Sandy：一位任职于互联网数据中心（IDC）的网管和规划人员	48
2.1.4 观察结果	50
2.2 网管员的装备库：管理工具	51
2.2.1 设备管理器和维护终端	52
2.2.2 网络分析器	53
2.2.3 网元管理器	53
2.2.4 管理平台	54

2.2.5 收集器和探测器	54
2.2.6 入侵检测系统	55
2.2.7 性能分析系统	55
2.2.8 警报管理系统	55
2.2.9 故障单系统	56
2.2.10 工作订单系统	56
2.2.11 workflow 管理系统和工作流引擎	57
2.2.12 库存系统	57
2.2.13 服务供应系统	57
2.2.14 服务订单管理系统	58
2.2.15 计费系统	58
2.3 本章总结	58
2.4 本章复习题	59
第 3 章 网络管理的基本组成部分	61
3.1 网络设备	62
3.1.1 管理代理	62
3.1.2 管理信息、MO、MIB 和实际资源	65
3.1.3 网络管理基本组成部分回顾	67
3.2 管理系统	67
3.2.1 管理系统和管理者角色	68
3.2.2 管理系统存在的理由	70
3.3 管理网	70
3.3.1 针对管理用途的网络连接	71
3.3.2 专用管理网的优缺点	73
3.4 管理支撑组织：NOC，NOC，谁在那儿	75
3.4.1 对网络管理过程进行管理	76
3.4.2 网络运营中心揭密	78
3.5 本章总结	78
3.6 本章复习题	79

第二部分 网络管理观点 81

第 4 章 网络管理维度	83
4.1 迷失在管理空间中：沿着网络管理维度绘制你的路线图	83
4.1.1 网络管理互操作性：“收到！”	84
4.1.2 通信视点：现在你能听到我说话吗	85

4.1.3 功能视点：今天我能为你做什么	86
4.1.4 信息视点：你在说什么	88
4.1.5 标准的角色	89
4.2 网络管理主题：我们所管理的是什么	92
4.3 网络管理生命周期：管理从摇篮阶段到坟墓阶段的网络	93
4.3.1 规划	93
4.3.2 部署	94
4.3.3 运营	95
4.3.4 退役	95
4.4 网络管理层次：这是个设备……不，这是种服务……不， 这是种业务	95
4.4.1 网元管理	96
4.4.2 网络管理	96
4.4.3 服务管理	97
4.4.4 业务管理	98
4.4.5 网元	98
4.4.6 其他的考虑	98
4.5 网络管理功能：你的工具箱里有什么	99
4.6 网络管理过程和组织	99
4.7 本章总结	102
4.8 本章复习题	102
第 5 章 网络管理功能和参考模型：将功能组织起来	105
5.1 金字塔和多层蛋糕	105
5.2 FCAPS：网络管理基本模型	107
5.2.1 F 代表故障	107
5.2.2 C 代表配置	117
5.2.3 A 代表统计	123
5.2.4 P 代表性能	126
5.2.5 S 代表安全	128
5.2.6 FCAPS 模型的局限性	131
5.3 OAM&P：另一个 FCAPS	131
5.4 FAB 和 eTOM，更多的模型	132
5.5 模型之间的相互关系以及对用户的意义：使用网络管理模型	133
5.6 本章总结	134
5.7 本章复习题	134

第三部分 网络管理构件块.....137

第 6 章 网络管理信息：网络管理会话所涉及的内容.....	139
6.1 在管理者和代理之间建立共同术语.....	139
6.2 MIB.....	141
6.2.1 被管设备作为概念性数据仓库.....	141
6.2.2 管理信息的类别.....	142
6.2.3 MIB 和数据库之间的差别.....	144
6.2.4 MIB 和网络管理协议之间的关系.....	145
6.3 MIB 定义.....	146
6.3.1 模式和元模式.....	147
6.3.2 元模式对模式的影响.....	149
6.3.3 简单的建模示例.....	152
6.3.4 对管理信息进行编码.....	154
6.4 MIB 剖析.....	154
6.4.1 管理信息结构概述.....	155
6.4.2 一个例子：MIB-2.....	157
6.4.3 实际 MIB 中的实例化.....	163
6.4.4 弥补 SNMP 协议缺陷的特殊 MIB 考虑.....	165
6.5 对管理信息进行建模.....	166
6.6 本章总结.....	168
6.7 本章复习题.....	168
第 7 章 网络管理通信模式——会话规则.....	171
7.1 管理交互层次.....	171
7.1.1 传输层.....	172
7.1.2 远程操作层.....	172
7.1.3 管理操作层.....	175
7.1.4 管理服务层.....	175
7.2 管理者发起的交互过程——请求和响应.....	176
7.2.1 信息获取——轮询和基于轮询的管理.....	177
7.2.2 配置操作.....	184
7.2.3 动作.....	187
7.2.4 管理事务.....	189
7.3 从代理发起的交互：事件和基于事件的管理.....	192
7.3.1 事件分类.....	192

7.3.2 基于事件管理的情况	197
7.3.3 可靠的事件	198
7.3.4 关于“管理”和“控制”的区别	199
7.4 本章总结	200
7.5 本章复习题	200
第8章 常用网络管理协议——网络管理语言	203
8.1 SNMP: 常青树	203
8.1.1 SNMP “经典”——SNMPv1	203
8.1.2 SNMPv2/SNMPv2c	211
8.1.3 SNMPv3	212
8.2 CLI: 梦想破灭的管理协议	213
8.2.1 CLI 概述	213
8.2.2 使用 CLI 作为管理协议	216
8.3 syslog: CLI 通告的好伙伴	218
8.3.1 syslog 概述	218
8.3.2 syslog 协议	220
8.3.3 syslog 部署	222
8.4 Netconf: 新一代的管理协议	224
8.4.1 Netconf 数据仓库	225
8.4.2 Netconf 和 XML	226
8.4.3 Netconf 体系结构	227
8.4.4 Netconf 操作	230
8.5 Netflow 和 IPFIX	232
8.5.1 IP 流	232
8.5.2 Netflow 协议	233
8.6 本章总结	235
8.7 本章复习题	237
第9章 网络管理组织: 工作划分	239
9.1 网络管理的可伸缩性	240
9.1.1 管理复杂性	240
9.1.2 管理层次结构	243
9.1.3 管理风格	247
9.2 管理调节	255
9.2.1 在管理传输层之间的调节	257
9.2.2 管理协议之间的调节	258
9.2.3 句法层的管理信息调节	259

9.2.4 语义层管理信息调节	263
9.2.5 状态化调节	263
9.3 本章总结	265
9.4 本章复习题	266

第四部分 应用网络管理 269

第 10 章 网络管理集成：将部件组装起来	271
10.1 网络管理集成需求	271
10.1.1 集成网络管理的好处	272
10.1.2 网络管理集成的非技术性考虑	274
10.1.3 网络管理集成需求的不同视角	274
10.1.4 集成范围和复杂性	279
10.2 网络管理集成挑战	281
10.2.1 被管领域	281
10.2.2 软件体系结构	282
10.2.3 量化网络管理集成复杂性	285
10.3 网络管理集成方法	287
10.3.1 使集成方法与网络提供商组织相适应	288
10.3.2 管理平台方法	290
10.3.3 自定义集成方法	294
10.4 抑制被管领域的复杂性	301
10.5 本章总结	302
10.6 本章复习题	303
第 11 章 服务等级管理：了解你为何付费	305
11.1 服务等级协议的动机	305
11.2 确定服务等级参数	307
11.2.1 重要性	308
11.2.2 相关性	311
11.2.3 可测性	311
11.3 定义服务等级协议	312
11.3.1 服务等级目标的定义	312
11.3.2 跟踪服务等级目标	314
11.3.3 处理违背服务等级目标的情况	315
11.4 管理服务等级	317
11.4.1 分解服务等级参数	317

11.4.2 针对指定的服务等级来规划网络	320
11.4.3 服务等级监控——建立早期预警系统	324
11.4.4 服务等级统计数据	326
11.5 本章总结	328
11.6 本章复习题	329
第 12 章 网络管理尺度：评估网络管理的业务影响和效能	331
12.1 网络管理的业务影响	331
12.1.1 总拥有成本	332
12.1.2 推动收入	332
12.1.3 网络可用性	333
12.1.4 权衡网络管理的收益和投资	334
12.2 决定网络管理效能的因素	334
12.2.1 被管技术——可管理性	335
12.2.2 网络管理系统和运营支撑基础设施	338
12.2.3 网络管理组织	340
12.3 评估网络管理效能	340
12.3.1 对业务影响进行追踪的管理尺度	341
12.3.2 对网络管理效能影响因素进行追踪的管理尺度	343
12.3.3 制定自己的管理基准	347
12.3.4 评估和追踪网络管理状况	347
12.3.5 使用尺度来指导网络管理投资	349
12.4 本章总结	350
12.5 本章复习题	350

第五部分 附录

附录 A 各章复习题答案	355
附录 B 推荐阅读	373
术语表	383