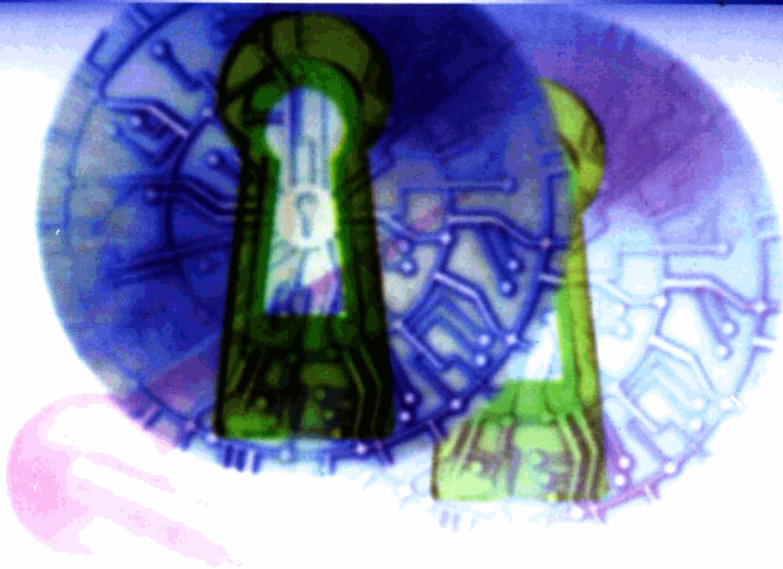


21 世 纪 信 息 技 术 丛 书



现代网络管理技术

XIANDAI WANGLUO GUANLI JISHU

(修 订 版)

孟洛明 亓峰 编著



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

• 21 世纪信息技术丛书 •

编 委 会

主 任: 叶培大

副主任: 林金桐 钟义信

编 委: (按姓氏笔划排序)

马 严 乐光新 叶 敏

刘元安 吕廷杰 朱其亮

纪越峰 杨义先 杨放春

孟洛明 宋俊德 郭 军

赵尔沅 顾晚仪 梁雄健

修 订 版 说 明

“跨世纪信息技术丛书”出版后，引起信息通信领域广大技术人员、管理人员以及高校相关专业师生竞相传阅。目前该丛书已发行数万套，这在专业科技图书的出版中并不多见，并且因为该丛书选题新颖、内容领先而荣获全国高校出版社优秀畅销书奖。

然而信息通信技术的发展一日千里，技术更新的周期越来越短，发展速度越来越快。应广大读者的要求，我们组织丛书的作者对各册内容进行了修订。在此，我们向这些作者对修订版工作的积极配合表示深深地谢意。他（她）们均是我校在教学科研领域里颇有建树的学科带头人和技术中坚，教学、科研任务繁重，但仍然抽出大量宝贵的时间认真对原书进行了重新修订。其中部分书稿为了及时跟踪技术的前沿进展，几乎对全书内容进行了重新组织和编写，使其焕然一新。

进入新世纪，我们将此丛书更名为“21 世纪信息技术丛书”，不仅仅是基于时间变化上的考虑，更重要的是：信息技术仍然是现代技术体系中的主导技术，并且是更新速度最快的技术之一。所以我们希望这套丛书今后仍然以不变的风格和作者、不断更新的内容来满足读者的要求，同时也真诚地欢迎读者提出宝贵建议，使这套丛书不断地完善起来。

北京邮电大学出版社

2001 年 11 月

总 序

信息化浪潮如日中天，它描绘出现代化之旅的时代画卷。信息技术如同一架强劲的发动机，不管人们对它的应用持何种态度，我们都不得不跟上它的步伐。信息技术在其应用中所赋有的强渗透性和高附加值，而成为信息时代的核心技术和中坚力量，它影响和决定着现代技术总体的走向。

网络的平民化和商业化为 50 年代以来的新信息革命提供了一次转机，这一转机就是 80 年代之后，网络逐步取代电脑成为信息社会的技术核心，亦即电脑成为网络的终端，而并非网络作为电脑的外围。这一革命性的变化，同时演绎出现代通信的时代意义：通信不仅仅作为信息传递的手段，它还能在信息存储和转换、信息处理和收发等方面扩展着自身的功能。现代通信向着信息业全面延伸，现代通信的内涵就是信息网络，就是国家或国际的信息基础结构（俗称“信息高速公路”）的技术平台。从这种意义上看，现代通信的技术，正成为信息技术体系中的主导和基质。

北京邮电大学作为国内通信领域著名大学，聚集着一批学识卓越的中青年技术专家，他们作为信息技术某一领域的领衔人物，始终站在信息技术研发活动中的前沿地带。他们把自己在国外或国内获得的最新知识和丰硕成果，把自己对信息技术的深刻理解，连同他们的智慧和热情，凝聚在这套“跨世纪信息技术丛书”之中，呈现给读者。

纵览这套丛书，这其中有执全光通信领域研究之牛耳的顾颢仪教授对波分复用（WDM）全光通信网作为光纤通信未来发展

首选方案的据理力争；有国内外知名的信息安全权威杨义先教授对网络与信息安全技术前沿及趋势的恢宏论述；有网管及通信软件专家孟洛明教授对现代网络管理技术的通览；有智能网领域成果斐然的杨放春教授对智能化现代通信网的诠释；有目前我国电子商务炙手可热的学者吕廷杰教授对我国实现电子商务软环境及社会影响等给予的引人注目的回答；有光纤通信专家纪越峰教授对综合业务接入技术和光波分复用系统的精辟论述；有 CERNET 专家马严教授对计算机互联网技术及其演进的展望；有刘元安和郭军两位年轻的博士生导师分别对未来移动通信和智能信息技术所作的前瞻性的描述。

我们认为这几位中青年学俊，从他们各自所在的重点研究项目和教学工作中抽出时间来写作这套丛书，其意义丝毫不亚于他们手头的一两个项目。这些年轻的博士生导师不仅仅是最新信息技术的生产者，而且是这些最新知识的整理者和传播者。他们点拨出热门技术中的技术轨道，直叙其来龙去脉，如数家珍，娓娓动听。他们为了整个文稿简捷、生动、明快而不厌其烦地几易其稿，这令我们既感动又宽慰。北京邮电大学出版社为这套丛书的出版倾注了大量的精力，我们谨此致以诚挚的谢意。是为序。

丛书编委会
1999 年 10 月

修 订 版 前 言

网络管理系统是网络的重要组成部分，是保证通信网正常、可靠、经济和安全地运行的重要支撑手段，很多网络特性的使用和提供，在很大程度上取决于相应的网络管理系统的能力和品质。同时，在通信网建设的初期，主要是靠通信网本身的建设来提高网络能力，随着通信设备使用水平的不断提高，当网络能力到达一定程度后，通信网能力的进一步提高，将由主要依靠网络本身建设转向网络和网管系统同步建设上来。因此，从“八五”末期开始，我国把网管系统的建设看成提高服务质量和网络能力、保证网络运行质量、增加企业效益的重要手段，从而开展了较大规模的网管系统的建设。

随着通信技术的高速发展，网络规模不断扩大，网络复杂性日益提高，为了提高服务质量和降低运行成本，对网络管理系统的要求越来越多，越来越高。目前，网络管理系统建设所面临的挑战是在通信网其他部分建设中都很难遇到的。因此，网络管理系统一直是网络建设中的热点、焦点和难点问题。

较长一段时期以来，网管系统的建设一直是基于经验性的技术，网管系统的建设速度、网管系统的品质等都难以满足网络建设的需要，因此，迫切需要工程型的技术来指导网络管理系统的建设，进而在此基础上，进行高层次和深层次的理论总结，逐步形成、完善网络管理的理论，以进一步地丰富和系统化工程型技术，更好地支持网管系统的建设。

在网管系统的建设中，人们逐渐认识到，网络管理的研究、开发、建设、使用和自然界的其他事物一样，有其内在的规律，认识、掌握和使用这些规律，将促使网络管理从经验型技术向工程型技术转化。因此，本书试图从工程的角度，系统地介绍现代网络管理技术。

本书的第 1 章首先介绍了网络管理的基本概念，主要包括网络管理的基本要素、网络管理的目的、网络管理系统的主要指标、网络管理的范围、网络管理的质量、网管系统的互操作性、网络管理系统建设的问题和规律、网管系统建设及使用的周期性和网络管理技术的综合等网络管理中的基本概念，这些都是网络管理的基础，也是网络管理技术从经验型向工程型转换的基础，其中网管系统的互操作性、网络管理系统的可持续建设和网络管理技术的综合等三个问题是目前公认的网管系统研究、开发和建设中的难点问题。

本书的第 2 章介绍了现代网络管理的基本技术，主要是网络管理中的各种模型技术，主要包括网络/业务/应用模型、网络管理系统参考模型、管理对象模型、管理环境模型等模型，将问题模型化是网络管理技术从经验型向工程型转换的关键。

在本书的第 4、5、6 章介绍了各种模型技术在基于 TMN 的体系结构和基于 CORBA 的体系结构中的应用。TMN 和 CORBA 也有其他书籍进行介绍，本书对 TMN 和 CORBA 的介绍是从各种网络管理模型的角度进行的，希望能对网络管理技术的工程化有所推动。

本书的第 7 章介绍了一个网络管理技术具体应用的实例，以帮助读者理解有关的网络管理技术。

为了保证本书介绍的现代网络管理技术的系统性和完整性，在本书的第2、3章还分别介绍了网络管理中的标准化技术和基本网络管理功能。

该书第一版于1999年出版后，受到了广大业内读者的热情欢迎，多次重印，仍不能满足读者的需要。鉴于技术发展的突飞猛进，同时也为了满足广大读者的需要，出版社决定在第一版的基础上对该书进行修订。

修订版在第1章和第3章加入了部分新内容，并对第一版的部分文字及体例进行了修改和调整。希望修订后的本书能使读者满意。

作 者
2001年10月

目 录

1

网络管理的基本概念

1.1	网络管理的基本要素	2
1.2	网络管理的目的	4
1.3	网络管理系统的主要指标	6
1.4	网络管理的范围	9
1.5	网络管理的质量	11
1.6	网络管理系统的互操作性	15
1.7	网络管理系统建设中的问题和规律	18
1.7.1	网络管理系统建设中的问题	18
1.7.2	网络管理系统建设的规律	19
1.8	网管系统建设和使用的周期性	21
1.9	网络管理技术的综合	24

2

现代网络管理的基本技术

2.1	网络/业务/应用模型	26
2.1.1	基本概念	26
2.1.2	基于 NSA 体系结构的网管系统	28
2.1.3	管理业务	29

2.2 网络管理系统参考模型	35
2.2.1 业务结构参考模型	36
2.2.2 功能结构参考模型	37
2.2.3 物理结构参考模型	39
2.2.4 信息结构参考模型	41
2.2.5 管理业务接入模型	42
2.3 管理对象模型	43
2.3.1 设备级管理对象模型	44
2.3.2 网络级管理对象模型	45
2.4 管理环境模型	47
2.5 标准化技术	48
2.5.1 基本概念	48
2.5.2 方法论方面的标准化工作	48
2.5.3 形式化方面的标准化工作	49

3

基本网络管理功能

3.1 基本概念	51
3.1.1 管理功能标准化的需求	51
3.1.2 网络管理功能标准化的问题	52
3.1.3 管理功能实现的一般方法	53
3.2 性能管理	54
3.2.1 性能管理有关的管理参数	54
3.2.2 性能指标管理	55
3.2.3 性能监视	56
3.2.4 性能分析	56
3.2.5 性能控制	57

3.3 故障管理	57
3.3.1 故障管理有关的管理参数	57
3.3.2 故障指标管理	58
3.3.3 故障监视	58
3.3.4 故障定位和测试	59
3.3.5 故障恢复	59
3.4 配置管理	60
3.4.1 配置管理有关的管理参数	61
3.4.2 网络规划	62
3.4.3 网络指配与配置控制	63
3.4.4 配置监视	63
3.4.5 配置分析	64
3.5 账务管理	65
3.5.1 账务管理有关的管理参数	65
3.5.2 费率管理	65
3.5.3 CoDR 采集	66
3.5.4 计费、摊账和审计	66
3.5.5 账务控制	66
3.6 安全管理	67
3.6.1 安全管理有关的管理参数	67
3.6.2 TMN 中常用的安全机制	67
3.6.3 安全监视	68
3.6.4 安全分析	68
3.6.5 安全恢复	69
3.7 管理功能的一般形式	69

4

■ 关于 TMN 的网络管理技术

4.1	基本概念	72
4.2	物理结构和功能结构	75
4.2.1	功能实体层次上的重用	75
4.2.2	功能元层次上的重用	78
4.2.3	基本管理应用单元层次上的重用	79
4.3	管理层次模型	81
4.3.1	管理结构模型	82
4.3.2	分布处理模型	85
4.4	TMN 中接口的一般概念	86
4.5	Q3 接口的基本概念	88
4.6	CMIP 和 FTAM	92
4.6.1	网络管理协议——CMIP	92
4.6.2	文件传输、存储和管理协议——FTAM	93

5

■ 关于 TMN 的管理模型技术

5.1	TMN 管理模型的基本概念	97
5.2	MO 的组成	100
5.2.1	起始行	100
5.2.2	MO 重用包	100
5.2.3	特性包	101
5.2.4	条件包	104
5.2.5	结束行	105

5.3 管理对象的其他性质	105
5.3.1 另一类包的重用	105
5.3.2 MO 间的继承关系	107
5.3.3 MO 实例的包含关系	109
5.4 属性和通知	111
5.4.1 属性的描述方法	111
5.4.2 通知的描述方法	113
5.5 ASN.1 的基本概念	115
5.5.1 ASN.1 的预定义数据类型	116
5.5.2 ASN.1 的结构	117

6

第 6 章 CORBA 的网络管理技术

6.1 CORBA 概述	122
6.1.1 对象参考模型	122
6.1.2 OMG 对象管理体系结构 (OMA)	124
6.1.3 对象请求代理 (ORB)	126
6.1.4 OMG 接口定义语言 (OMG IDL)	127
6.1.5 通用 ORB 间互连协议/基于 Internet 的 ORB 间 互连协议 (GIOP/IOP)	129
6.2 基于 CORBA 的网络管理体系结构	132
6.2.1 CORBA 用于管理系统	133
6.2.2 CORBA 用于被管系统	135
6.2.3 TMN 和 CORBA 集成的体系结构	136
6.3 基于 CORBA 的管理信息建模方法	139
6.4 支持网络管理所需的 CORBA 对象服务	141
6.5 CORBA 技术在网管中的应用	142

7

现代网络管理技术的应用

7.1 接入网的基本概念	146
7.2 接入网网络管理系统建设中的问题	147
7.3 接入网网管中的基本概念	149
7.3.1 管理范围	149
7.3.2 功能体系结构	150
7.3.3 物理体系结构	151
7.3.4 网管系统间的互连	152
7.4 接入网网管的管理功能	153
7.4.1 PCF-OSF 支持的管理功能	153
7.4.2 TF-OSF 支持的管理功能	154
7.4.3 调度管理功能(CO-OSF)	159
7.5 网络管理协议	160
7.6 管理信息模型	160
7.6.1 V5 接口管理中配置管理的对象的基本 概念	161
7.6.2 V5 接口管理中配置管理的对象的基本 内容	163
7.7 应用	168

1

网络管理的概念

网络管理系统是网络的重要组成部分，因此网络管理技术一直是通信网络技术中的热点和重点之一。但相当长一段时期内，对网络管理技术的研究主要集中在网络管理协议上面。经过对网络管理协议的长期研究，已经形成系统化的理论和系列化的技术。近一段时期以来，人们从长期的网管研究、开发和建设过程中取得的经验和教训中逐渐对以下问题有了越来越清楚的认识。

(1) 网络管理系统的组成

通过大量的工程实践，人们认识到，网络管理协议仅是网络管理中的一部分内容，仅对网络管理协议进行研究，不对网络管理的其他部分进行研究是不能有效地解决网络管理研究、开发、建设和使用中面临的问题的。

(2) 工程化的网络管理技术

在网络管理技术领域，除了网络管理协议外，网络管理的其他部分还一直处于经验型技术的状态，在网管系统的研究、开发、建设和使用过程中，人们主要是靠经验来进行工作，因此，网管系统的研究、开发、建设和使用的质量是很难进行控制的。为了对网管系统的研究、开发、建设和使用进行控制，必须有工程化的网络管理技术。

(3) 网络管理的基本概念

网络管理的研究、开发、建设和使用与自然界的其他事物一样，有其内在的规律，认识、掌握和使用这些规律，将促使网络管理从经验型技术向工程型技术转化。认识、掌握和使用这些规

律的基础是要清楚网络管理中的基本概念。

从以上的介绍，可以看到，搞清网络管理的基本概念，是讨论网络管理有关问题的基础，因此，在本书的第一部分，首先介绍一下网络管理的基本概念，主要包括网络管理的基本要素、网络管理的目的、网络管理系统的主要指标、网络管理的范围、网络管理的质量、网管系统的互操作性、网络管理系统建设的问题和规律、网管系统建设及使用的周期性和网络管理技术的综合。

虽然电信网、计算机网和 CATV 网的发展方向是走向融合，但这个融合的过程需要一定的时间，因此，目前电信网、计算机网和 CATV 网的网络管理还是按照各自分立的网络进行管理的，因此本书介绍的内容基本是面向电信网的管理的。

1.1 网络管理的基本要素

网络管理的基本要素主要有 3 个：网络管理环境、网络管理方法和网络管理系统。

1. 网络管理环境

网络管理的环境也可以理解为网络管理的对象。网络管理环境有狭义和广义的两种理解。

狭义的网络管理环境可以理解为用户管理的直接对象，网络管理的对象主要可以分为以下 3 类：

(1) 网络上的节点设备

网络上的节点设备可以是各种业务节点设备（如提供电话业务的交换机、提供智能网的业务控制点设备、提供移动电话业务的移动交换机、提供 DDN 业务的 DDN 节点机、提供卫星通信业务的转发器等等）、传输设备（如 PDH 传输设备、SDH 传输设备、DWDM 传输设备等等）、接入设备、信令设备等。

(2) 网络

网络上的各种设备按照一定的方法建立相应的联系，这种联系实际上描述了网络上设备之间的关系，这种关系就是网络。通常在说网络时，一般都是指网络上的节点设备和节点设备间的关系。

(3) 网络上的业务

网络面向用户的界面就是网络上提供的各种电信业务。作为管理对象，业务、网络和网络上的节点设备在形态上有很大的区别。网络上的节点设备是物理上存在的实体，是人们可以看得见、摸得着的。网络虽然没有像节点设备那样有非常显著的物理存在特征，但人们可以通过业务节点设备和传输设备感觉到。但对于业务来说，其物理上的存在形态就不如节点设备和网络那样明显。

广义的网络管理环境除了网络管理的直接对象以外，还包括网络管理的间接对象，主要是网络（包括节点设备、网络、业务）所在的电信运营企业的环境，如人力资源环境、财务环境、零备件环境等等。

2. 网络管理方法

网络管理方法根据划分的标准，可以分为很多种类，下面是一些常用的网络管理方法的分类。

- 根据分布或集中，可以分为基于分布处理的网络管理方法和基于集中处理的网络管理方法。
- 根据网络管理环境，可以分为面向狭义网络管理环境的网络管理方法和面向广义网络管理环境的网络管理方法。
- 根据采用标准的程度，可以分为基于标准的网络管理方法和基于非标准的网络管理方法。
- 根据是否具有智能，可以分为智能化的网络管理方法和常规的网络管理方法。

3. 网络管理系统

网络管理系统是在网络管理环境中，实现网络管理方法的计