



# 计算机 网络管理系统 设计与应用

● 管海兵 白英彩 编著

上海交通大学出版社

# 计算机网络管理系统设计与应用

管海兵 白英彩 编著

上海交通大学出版社

## 内 容 提 要

本书是专门讲解计算机网络管理系统的再版著作。自1997年完成本书首版至今,网络技术有了很大的飞跃,网络应用更加深入社会的每一个角落,网络管理技术也得到很快的发展。本书首版的目的是希望起到抛砖引玉的作用,促进我国计算机网络管理软件的研究。随着时间的推移,本书首版已经完成了历史使命。再版与首版相比,广度和深度都有了较大幅度的提高。本书新增了对SNMPv3、性能管理的详细分析与讨论以及网络管理发展的新方向。此外,还增加了代理和MIB的实现技术。本书覆盖了SNMPv1、SNMPv2c、SNMPv3的最新协议标准和实现技术。

本书论述通俗、技术实用,适合计算机和通信专业的高年级学生、研究生及网络的开发者、管理者和应用者使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络管理系统设计与应用 / 管海兵, 白英彩编  
著. —上海: 上海交通大学出版社, 2004  
ISBN 7-313-03602-7

I. 计... II. ①管... ②白... III. 计算机网络—管  
理 IV. TP393.07

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第089578号  
本书出版由上海科技专著出版资金资助

### 计算机网络管理系统设计与应用

管海兵 白英彩 编著

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路877号 邮政编码 200030)

电话: 64071208 出版人: 张天蔚

上海锦佳装璜印刷发展公司印刷 全国新华书店经销

开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 17.25 字数: 425千字

2004年1月第1版 2004年1月第1次印刷

印数: 1~3050

ISBN 7-313-03602-7/TP·579 定价: 28.00元

---

版权所有 侵权必究

## 出版说明

科学技术是第一生产力。21 世纪,科学技术和生产力必将发生新的革命性突破。

为贯彻落实“科教兴国”和“科教兴市”战略,上海市科学技术委员会和上海市新闻出版局于 2000 年设立“上海科技专著出版资金”,资助优秀科技著作在上海出版。

本书出版受“上海科技专著出版资金”资助。

上海科技专著出版资金管理委员会

推動科技出版事業  
提高學術研究水平

為「上海科技書著出版資金」題

徐匡迪

二〇〇〇年十月十一日

# 前言

本书是一本专门讲解计算机网络管理系统的再版著作。网络系统是实现信息化的重要基础设施,如今网络的规模越来越大,结构日益复杂,其功能也愈来愈强。“网管”已成为网络系统的关键部分,“网管”技术也成为网络系统的制高点。作者从网络管理的需求分析开始,介绍了 OSI 和 SNMP 两个网络管理体系,然后依照 SNMP 的发展历程,就 SNMPv1、SNMPv2c、SNMPv3 的理论和实现技术进行了详细讨论。本书是作者多年从事网络管理工作和网络管理技术开发的结晶,注重理论与实践的密切结合,细致分析协议标准,强调相关协议的综合。作者以自主开发的计算机网络管理系统 GoldView 为例,详细介绍了 SNMPv1、SNMPv2c、SNMPv3 的实现技术。本书的读者不仅可以在理论水平上有所提高,而且对工程应用也有较大的帮助。

TCP/IP 协议在网络系统的广泛使用促成了网络管理的产生和发展。对于基于 TCP/IP 的网络,简单网络管理协议 SNMP(Simple Network Management Protocol)已作为事实上的协议标准被广泛使用。我们在 1997 年基于该协议开发了在 Windows®平台上使用的网络管理软件 GoldView,以适合我国金系列工程的需要。该产品经多方测试结果表明与国外同类产品相比具有极好的性能价格比。经知名网络专家鉴定,认为 GoldView 网管系统是国内自主开发的第一个网管产品,并已在国家主管部门做了版权注册,其技术居国内领先水平,希望我们的努力能对国内的计算机网络管理软件的研究有所促进。

本书共分 8 章。第 1 章介绍了网络管理的系统构成和网络本身的演进、网络管理的发展史以及一些典型的网络管理系统;较全面地讨论了主要的标准化组织(如国际标准化组织 ISO、因特网工程任务组 IETF、国际电信联盟 ITU 等)在网络管理标准化方面所做的工作。

第 2 章论述了计算机网络中最基本的两种网络管理体系结构,即基于 OSI 的网络管理体系结构和基于 TCP/IP 的网络管理体系结构。

第 3、第 4 和第 5 章分别介绍了 SNMPv1、SNMPv2 和 SNMPv3。其中,第 3 章讨论了 SNMPv1 的信息模型、协议操作和管理信息库。第 4 章讨论了 SNMPv2 管理框架、协议操作和其在管理功能上的增强,最后还讨论了 SNMPv2 和 SNMPv1 的共存性问题。第 5 章讨论了 SNMPv3 的构架、消息系统和应用程序,并着重讨论了它在安全性方面的增强。

第 6 章主要让读者了解管理信息结构 SMI 和管理信息库 MIB。

第 7 章介绍了网络管理系统 Goldview 的关键实现技术,包括网络拓扑搜索、故障管理和性能管理技术等。本章内容还包含 SNMP 协议的 Agent 实现技术。

第 8 章分析了传统网络管理的 5 个主要缺陷,然后分别讨论了网络管理的 3 个主要发展方向:分布式网络管理、综合网络管理及智能网络管理。

最后,为便于读者参考,本书还在附录中列出了和网络管理相关的技术文档。

尽管本书的署名作者只有两位,但实际上为本书作出过贡献的人远远不止署名的两人。他们中不仅包含本书 1997 年出版时的所有创作人员,还有连峰、陈学锋、金崇英、顾炯、童强国、赵玉源、李琪、李明等同志,此外还要感谢课题组的其他许多同事,没有大家的共同努力和帮助,也没有本书的基本素材。另外,作者文中的观点,受到了一些网管文献资料的启发,这里

也一并对他们表示感谢。最后,作者还要感谢陈玉兴和戴柏诚两位老师,正是他们的帮助,本书才得以尽快地与读者会面。

由于本书涉及范围广,内容新,时间紧,作者学识有限,尽管作者殚精竭虑,错误和不当之处在所难免,希望读者不吝指教。

作者

2003年10月

# 目 录

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第 1 章 网络管理概述              | 1  |
| 1.1 网络管理的定义和系统构成          | 1  |
| 1.1.1 网络管理的定义             | 1  |
| 1.1.2 网络管理的系统构成           | 1  |
| 1.2 网络的发展与网络管理            | 2  |
| 1.2.1 现代网络的发展             | 2  |
| 1.2.2 现代网络对网络管理系统的需求      | 3  |
| 1.2.3 网络管理的意义与发展          | 4  |
| 1.2.4 网络管理系统介绍            | 5  |
| 1.3 网络管理的模型结构             | 15 |
| 1.3.1 功能模型                | 15 |
| 1.3.2 信息模型                | 19 |
| 1.3.3 组织模型                | 20 |
| 1.3.4 通信模型                | 20 |
| 1.4 网络管理的标准化              | 21 |
| 1.4.1 ISO/OSI 的 CMIP/CMIS | 21 |
| 1.4.2 IETF/SNMP           | 22 |
| 1.4.3 ITU/TMN             | 22 |
| 1.4.4 DMTF                | 30 |
| 第 2 章 网络管理体系结构            | 35 |
| 2.1 OSI 网络管理体系结构          | 35 |
| 2.1.1 基于 OSI 网络管理系统的功能实现  | 35 |
| 2.1.2 OSI 网络管理信息模型        | 38 |
| 2.2 IETF 网络管理体系结构         | 41 |
| 2.2.1 简单网络管理协议 SNMP       | 42 |
| 2.2.2 管理信息结构 SMI          | 44 |
| 2.2.3 管理信息库 MIB           | 45 |
| 第 3 章 简单网络管理协议第一版(SNMPv1) | 47 |
| 3.1 基于 SNMP 的网络管理系统模型     | 47 |
| 3.2 SNMPv1 基础             | 49 |
| 3.3 SNMPv1 提供的服务和通信过程     | 49 |

|              |                                  |           |
|--------------|----------------------------------|-----------|
| 3.4          | SNMP 报文格式 .....                  | 51        |
| 3.5          | SNMPv1 信息模型 .....                | 55        |
| 3.6          | SNMPv1 的成功与不足 .....              | 57        |
| <b>第 4 章</b> | <b>简单网络管理协议第二版(SNMPv2) .....</b> | <b>60</b> |
| 4.1          | SNMPv2 概述 .....                  | 60        |
| 4.1.1        | SNMPv2 的起源和发展 .....              | 60        |
| 4.1.2        | SNMPv2 对 SNMPv1 的增强 .....        | 61        |
| 4.2          | 管理信息结构 .....                     | 61        |
| 4.3          | 管理框架 .....                       | 62        |
| 4.3.1        | 报文与操作原语 .....                    | 63        |
| 4.3.2        | 传输映射 .....                       | 70        |
| 4.3.3        | 管理者-管理者通信 .....                  | 71        |
| 4.4          | SNMPv2 与 SNMPv1 的共存性 .....       | 72        |
| 4.4.1        | 管理信息库 .....                      | 72        |
| 4.4.2        | 协议操作 .....                       | 74        |
| 4.5          | SNMPv2 的评价 .....                 | 74        |
| <b>第 5 章</b> | <b>简单网络管理协议第三版(SNMPv3) .....</b> | <b>76</b> |
| 5.1          | SNMPv3 架构 .....                  | 76        |
| 5.1.1        | SNMPv3 架构概述 .....                | 77        |
| 5.1.2        | 抽象服务接口 .....                     | 81        |
| 5.1.3        | 基于 SNMPv3 架构的模型设计指导原则 .....      | 89        |
| 5.2          | SNMPv3 消息系统与调度器 .....            | 91        |
| 5.2.1        | 调度器 .....                        | 92        |
| 5.2.2        | 消息系统 .....                       | 94        |
| 5.3          | SNMPv3 应用程序 .....                | 99        |
| 5.3.1        | 命令生成器 .....                      | 99        |
| 5.3.2        | 通知接收器 .....                      | 99        |
| 5.3.3        | 命令应答器 .....                      | 100       |
| 5.3.4        | 通知产生器 .....                      | 100       |
| 5.3.5        | 代理转发器 .....                      | 101       |
| 5.3.6        | 管理对象、通知和代理 MIB .....             | 104       |
| 5.4          | SNMPv3 安全性 .....                 | 111       |
| 5.4.1        | SNMPv3 安全性的目标 .....              | 111       |
| 5.4.2        | SNMPv3 的用户安全模型 USM .....         | 112       |
| 5.4.3        | 用户安全模型 MIB .....                 | 121       |
| 5.4.4        | SNMPv3 安全性引出的问题 .....            | 125       |
| 5.5          | SNMPv3 中基于视图的访问控制模型 VACM .....   | 125       |

|              |                                    |            |
|--------------|------------------------------------|------------|
| 5.5.1        | 基于视图的访问权限控制模型 VACM .....           | 125        |
| 5.5.2        | VACM MIB 及配置 .....                 | 128        |
| 5.6          | SNMPv3 与 SNMPv1、SNMPv2 的共存性 .....  | 134        |
| 5.6.1        | 管理信息库 MIB .....                    | 134        |
| 5.6.2        | 通知参数的翻译 .....                      | 135        |
| 5.6.3        | 协议操作 .....                         | 137        |
| 5.6.4        | 消息处理模型和安全模型 .....                  | 141        |
| <b>第 6 章</b> | <b>管理信息结构 SMI 与管理信息库 MIB .....</b> | <b>147</b> |
| 6.1          | 管理信息模型 .....                       | 147        |
| 6.1.1        | 基于 TMN 的管理信息模型 .....               | 148        |
| 6.1.2        | 基于互联网(INTERNET)的管理信息模型 .....       | 149        |
| 6.2          | 抽象语法表示 ASN.1 与基本编码规则 BER .....     | 151        |
| 6.2.1        | 抽象语法表示 ASN.1 .....                 | 151        |
| 6.2.2        | 基本编码规则 BER .....                   | 153        |
| 6.3          | 管理信息结构 .....                       | 155        |
| 6.3.1        | 管理信息结构 SMIV1 .....                 | 155        |
| 6.3.2        | 管理信息结构 SMIV2 .....                 | 161        |
| 6.4          | 管理信息库 MIB .....                    | 176        |
| 6.4.1        | MIB 的定义 .....                      | 176        |
| 6.4.2        | MIB 的结构 .....                      | 176        |
| 6.4.3        | MIB-2 .....                        | 177        |
| 6.4.4        | SNMPv1 的 MIB .....                 | 198        |
| 6.4.5        | SNMPv2 的 MIB .....                 | 199        |
| 6.4.6        | SNMPv3 的 MIB .....                 | 209        |
| <b>第 7 章</b> | <b>网络管理系统的关键实现技术 .....</b>         | <b>214</b> |
| 7.1          | 网络管理系统 GoldView 简介 .....           | 214        |
| 7.1.1        | 网络管理系统 GoldView 的体系结构 .....        | 214        |
| 7.1.2        | 网络管理系统 Goldview 的功能框架 .....        | 215        |
| 7.2          | MIB 访问 .....                       | 217        |
| 7.2.1        | MIB 访问实现 .....                     | 217        |
| 7.3          | 网络拓扑图的搜索实现 .....                   | 220        |
| 7.3.1        | 网络拓扑搜索概述 .....                     | 220        |
| 7.3.2        | 基于路由表的主干网络拓扑搜索实现 .....             | 221        |
| 7.3.3        | 基于 ICMP 的网络拓扑搜索实现 .....            | 225        |
| 7.3.4        | VLAN 拓扑搜索 .....                    | 229        |
| 7.3.5        | 网络拓扑显示算法 .....                     | 233        |
| 7.4          | 故障管理实现技术 .....                     | 235        |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 7.4.1 故障诊断 .....                 | 236        |
| 7.4.2 基于网络流相关性检测的智能故障诊断 .....    | 242        |
| 7.4.3 智能网络故障管理系统体系结构 .....       | 245        |
| 7.5 性能管理实现技术 .....               | 246        |
| 7.5.1 性能监控 .....                 | 246        |
| 7.5.2 网络性能分析 .....               | 249        |
| 7.5.3 网络性能管理系统的机理 .....          | 251        |
| 7.6 支持 SNMP 协议的 Agent 实现技术 ..... | 251        |
| 7.6.1 网络管理的 Agent 系统框架 .....     | 251        |
| 7.6.2 通知报文实现 .....               | 252        |
| <b>第 8 章 网络管理的未来 .....</b>       | <b>255</b> |
| 8.1 网络管理的缺陷 .....                | 255        |
| 8.1.1 基于集中式或平台式的管理体系结构的限制 .....  | 255        |
| 8.1.2 简单管理机制的限制 .....            | 255        |
| 8.1.3 开放管理者和封闭代理者之间的矛盾 .....     | 256        |
| 8.1.4 非跨平台特性的限制 .....            | 256        |
| 8.1.5 管理范围及智能自动化的限制 .....        | 256        |
| 8.2 分布式网络管理 .....                | 257        |
| 8.2.1 基于 CORBA 的网络管理 .....       | 257        |
| 8.2.2 基于移动代理技术的网络管理 .....        | 259        |
| 8.3 综合网络管理 .....                 | 259        |
| 8.4 智能网络管理 .....                 | 261        |
| <b>附录 网络管理相关的主要 RFCs .....</b>   | <b>263</b> |

# 第 1 章 网络管理概述

本章首先简要介绍网络管理的定义和系统构成,然后对网络本身的演进、网络管理的发展史以及一些典型的网络管理系统进行了介绍。通过这些内容,读者对网络管理的历史、应用、需求、发展等有初步的了解。最后介绍了网络管理的模型结构以及网络管理标准化组织的标准化工作。

## 1.1 网络管理的定义和系统构成

### 1.1.1 网络管理的定义

网络管理主要是关于规划、监督、设计和控制网络资源的使用以及网络的各种活动。网络管理的复杂性取决于网络资源的数量和种类。网络管理的基本目标是将所有的管理子系统集成在一起,向网络管理员提供单一的控制方式。

网络管理模型包括功能模型、体系结构模型、信息模型和组织模型四个方面。按照 OSI 的观点,功能模型包括故障管理、性能管理、安全管理、配置管理和计费管理五个方面。

### 1.1.2 网络管理的系统构成

网络管理系统原则上由以下五部分构成(如图 1-1 所示):多个网络管理代理、网络管理器、网络管理协议、管理信息库(MIB)和被管资源。

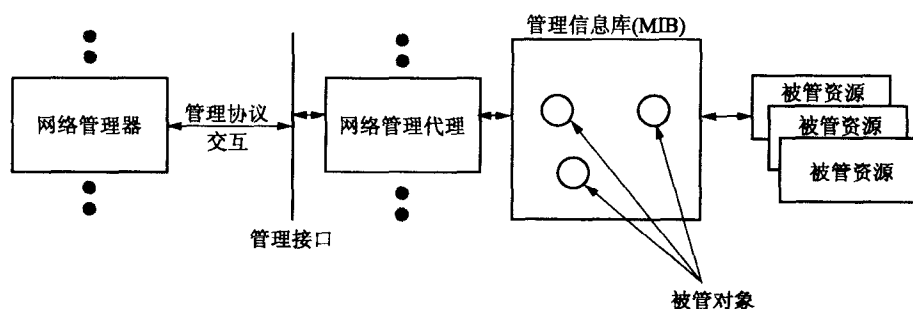


图 1-1 网络管理的系统构成

网络管理器是实施网络管理的处理实体,驻留在管理工作站上。它是整个网络系统的核心,完成复杂网络管理的各项功能,如排除网络故障、配置网络等,一般位于网络中的一个主机节点上。

管理代理是配合网络管理的处理实体,驻留在被管对象上。管理代理监测所在网络部件的工作状况,收集有关网络信息。管理代理一般有多个,分别位于网络中的被管设备上。

被管资源包括网络中所有可被管理的网络设备,如主机、工作站、文件服务器、打印服务

器、终端服务器、路由器、交换机、网桥、中继器等。

通用网络管理协议则描述了管理器与代理之间的数据通信机制。网络管理标准主要制订的内容是网络管理协议,它定义了在网络管理系统中协议数据单元的种类和格式,即定义了管理器和代理之间的数据报文格式,相应决定了网络管理系统的主要功能。网管协议还定义了管理信息库的数据库格式。

管理信息库存储在被管对象的存储器中,它是一个动态刷新的数据库,它包括设备的配置信息、数据通信的统计信息、安全性信息和设备特有信息等。这些信息被动态地送往管理器,形成网络管理系统的数据来源。

网络管理器和管理代理通过交换管理信息来获取网络信息,一般情况下网络管理器定期轮询各管理代理(管理代理也能主动发送报警信息给管理器),代理负责监听和响应来自网络管理器的网络管理查询和命令。这种信息交换通过网络管理协议来实现,信息分别驻留在管理工作站和被管理对象的管理信息库中。

任一网络管理域至少都应该有一个网络管理站,驻留在网络管理站的网络管理器负责网络管理的全部监视和控制工作。网络管理器通过与被管代理的信息交互(发送请求/接收响应)来完成管理工作,网络管理协议负责规定信息交互的电子规则和数据格式。网络管理协议和管理信息库一起协调工作,简化了网络管理的复杂过程。

网络管理系统结构通常可划分为两大类:集中式和分布式。集中式管理结构的优点是相对简单、易于实现。但其不足的是,这种结构缺乏层次性,不适合大规模的网络管理。在集中式模式下一个网络管理器需要与很多个管理代理交换管理信息,这对规模越来越大的现代网络而言,网络管理器非常吃力。相比之下,分布式的网络管理结构更适合现代网络管理的需求,此模式下,网络管理系统功能由分布在网络中的多个管理器共同实现。另外,它还是层次化的,即网络中的某些管理器会被高层的管理器所管理。

## 1.2 网络的发展与网络管理

### 1.2.1 现代网络的发展

今天的网络用户都会看到,日益复杂的网络还在不断地膨胀之中。连接终端的数量,每两年就会翻一番,随之而来的,对网络应用、协议和用途的需求也是花样迭出。在这种情况下,网络的管理、维护、开发和有效运行,变得极为重要。在考虑这些因素的时候所涉及的各种方式和想法,可以泛称为网络管理。

现代网络具有以下显著特征:

- (1) 地理分散性。现代网络的全球化使得网络节点遍布世界各地。
- (2) 网络体系结构的复杂性。同一网络中往往共存几种体系结构,如 OSI、SNA、DECNet 等,现代网络一般呈现很大程度的异质性。
- (3) 各类增值网络服务不断出现。VoIP、FoIP、VoD、语音邮件、视频会议等增值网络服务方兴未艾,传统的语音业务呈现相对下降的趋势。
- (4) 网络通信量的指数级增长。网络规模的扩大、增值网络服务的大量涌现导致网络通信量的暴涨。

(5) 网络设备的自治性增强。随着处理器处理能力的提高,各类网络设备功能的复杂度、自治度不断提高。

(6) 网络拓扑结构的变动性增大。随着网络规模的壮大,网络节点的增加,特别是无线网络技术的发展,造成整个网络结构的易变性。

### 1.2.2 现代网络对网络管理系统的需求

现代网络的变化对网络管理提出了新的要求。

(1) 现代网络管理系统必须支持基于多种网络体系的互连。现代网络,尤其是互联网中,往往有多种网络的体系并存。如国际标准化组织(ISO)的开放系统互连(OSI)参考模型、IBM的SNA、EROX的XNS等。这些网络通过TCP/IP互连起来,构成广域互联网。

(2) 网络管理系统必须支持多种网络设备的管理。现代互联网往往包括着多种类型的网络体系设备和网络服务器,如路由器、交换机、网桥、调制解调器、终端服务器、文件服务器、打印服务器等。由于网络设备类型繁多,功能复杂,且不为某一设备生产厂家所垄断,现代网络管理系统必须支持对多种网络设备的管理,特别是对多厂商设备的统一管理。

(3) 网络管理系统必须支持多种网络管理体系结构。由于现代网络中存在着多种网络体系,某些专门网络已有直接的网络管理系统,而且得到了较为广泛的应用。现代网络管理系统必须支持与专门网络管理直接的管理信息交互以实现广域互联网的统一管理。

(4) 网络管理系统必须支持多种物理传输介质和网络通信协议。现代互联网往往有多种物理传输介质,如电话线、同轴电缆、双绞线、光纤等。其介质访问控制策略多种多样,如CSMA/CD以太总线、TOKEN BUS令牌总线等。此外,互联网中往往是多种通信协议并存,如IPX/IP、X.25、DDN、ATM等。因此,现代网络管理系统必须支持各种网络通信协议才能实现对互联网的统一管理。

(5) 网络管理系统标准具有完善和智能的网络管理功能。现代网络管理系统的功能覆盖网络的规划、设计和维护的整个过程,除了对网络故障的记录、定位、隔离和排除外,还包括对网络性能的监测、统计和调整,以及网络的记账和容量规划等功能。

随着网络规模的日益扩大,结构日益复杂,功能越来越强,网络管理系统已成为网络系统的关键部分。1989年颁布的基于TCP/IP的简单网络管理协议SNMPv1已作为事实上的协议标准被广泛使用。随后提出的版本3的简单网络管理协议SNMPv3和远程监控RMON(Remote network Monitoring)更进一步推动了网络管理的发展。RMON最早颁布于1991年,它作为SNMP的一个补充,扩充了SNMP的功能,包含对LAN以及依附于这些网络的设备的管理。RMON于1995年进行了修订,在2000年RMON的MIB发展到RFC2819,即STD0059。RMON的发展还包含1997年颁布的RMON2和反映交换网络的状态的SMON-MIB。综合SNMP和RMON技术实现网络管理得到了极为广泛的应用。目前几乎所有的网络管理系统软件如Spectrum, Sun NetManager, NetView, OpenView, Cisco Works等都是在这两种技术的基础上,再加上自己厂家的特色实现的。

由于网络日益趋于大型化、复杂化,有更多的信息流要控制,有更多的设备及应用要监视,这些都加剧了现有的网络管理应用的负担。传统网络管理解决方案日益显露出其局限性,对新一代网络管理系统的研究热点集中在以下几方面:

### 1) 网络管理的智能化

网络的复杂性和异构性日益增大,网络本身出现故障的可能性也随之增加。所以,网络管理系统必须能够快速地监测和诊断甚至排除故障,保证网络的可靠性和强壮性。这就要求网络管理系统具备智能,能够在较小的人工干预下完成网络管理自动化。

### 2) 系统管理

用户对网络管理的要求不只停留在传统网络管理的五大功能域中,还希望能将管理的范围延伸到企业级的分布式客户机/服务器环境,对所有计算机资源包括服务器和主机系统提供“单一式管理”,真正地实施配置管理、用户控制、有效性管理和中央任务自动控制功能。对所有的网络设备和终端系统实现智能、统一且简捷的综合管理。

### 3) 可扩展性

网络管理应用的典型问题是随着网络技术的频繁变革,不可避免地会导致网络管理软件需要随之更新的巨大压力。新的网络协议、物理介质、硬件升级都需要网络管理系统提供对新特性的支持。因此,网络管理结构必须能在不重新设计和编码,不影响系统的整体框架的前提下,灵活地处理网络技术所带来的新特性和改变,扩展新的功能模块。

### 4) 统一的网络管理

国际标准化组织为了适应网络的飞速发展,采用不断地制定新的 MIB 标准来满足网络的策略。MIB 库不断的迅速增长逐渐违背其给网络管理者带来便利的初衷,使网络管理者陷入进退两难的境地。其一,MIB 库种类繁多,MIB 变量更是成千上万;其二,目前已有的网络代理由各网络设备制造厂商实现,支持的 MIB 库也类型各异,进一步增加了网络管理者的负担,如 Cisco 产品 Catalyst 系列中不同型号的交换机支持的 MIB 各有不同。对不同厂家不同型号的设备的统一管理,历来都是网络管理所必须面对也必须处理的一大现实问题。

## 1.2.3 网络管理的意义与发展

近几年来,计算机网络的发展异常迅猛。特别是随着国际互联网络 Internet 的不断推广应用,计算机网络越来越成为人们所关注的全球性热点之一。计算机网络的使用越来越广泛,用户对网络的依赖也越来越大。网络不仅渗透到工业、银行、科研教育等各个领域,而且正走入家庭。未来社会是信息的社会,而信息社会是离不开网络的。因此,计算机网络在人们生活中的地位将越来越重要。研究证明,一个普通的局域网络在一年中平均出现重大故障 20 次,由此产生的服务失效时间长达 16 小时。对于像 AT&T 这样的营运公共通信网络的企业来说,4 小时的网络失效就可能带来几千万甚至上亿美元的直接损失。网络管理系统可以给网络管理员提供良好的信息来源,减少网络故障,缩短网络失效时间,最大程度地提高商业利润。所以,成功企业在选择良好的网络设备和网络操作系统、应用软件的同时,也会选择优秀的网络管理系统,为他们的网络提供最好的服务。

当前计算机网络的发展的特点是:网络规模不断提高,复杂性不断增加,网络的异构性越来越高。一个网络往往由若干大大小小的子网组成,继承了多种网络操作系统平台,包括不同厂家、公司的网络设备和通信设备等。同时,网络中还有许多网络软件提供各种服务。随着用户对网络的性能要求越来越高,如果没有一个高效的网络管理系统对网络系统进行管理,那么很难保证网络为广大用户提供令人满意的服务。网络管理是网络发展中一个很重要的关键技术,对网络的发展有着很大的影响,并成为现代信息网络中最重要的问题之一。它的重要性已

经在各方面得到了体现,并为越来越多的人所认识。

IEEE 通信学会下属的网络营运商与管理专业委员会(CNOM, Committee of Network Operation and Management),从 1988 年起每两年举办一次网络营运与管理专题讨论会。国际信息处理联合会(IFIP)也从 1989 年开始每两年举办一次综合网络管理专题讨论会。还有一个 OSI 网络管理论坛(OSI/NM FORUM),专门讨论网络管理的有关问题。

近几年来,又有一些厂商和组织推出了自己的网络管理解决方案。比较有影响的有:网络管理论坛的 OMNIPoint 和开放软件基金会(OSF)的 DME(Distributed Management Environment)。另外各大计算机与网络通信厂商已经推出了自己的网络管理系统,如 HP 的 OpenView、IBM 的 NetView 系列、Fujitsu 的 NetWalker 及 Sun 的 Sun NetManager 等。

近几年来,网络在我国得到了迅速的发展,特别是在一些大中型企业、银行金融部门、邮电行业等领域,应用广泛,但网络管理的应用还不够成熟。由于网络管理系统对一个网络系统的高效运行非常重要,因此在我国大力推广网络管理系统的研究和应用非常迫切。我们的观点是,在应用方面要采取引进与自己开发相结合的方式。一方面,国内对网络管理的研究和应用与国外先进水平有一定的差距,完全自己开发是不太现实的,更何况主要的网络设备生产商都集中在国外;另一个方面,仅仅依靠国外的产品也并不好,国外的网络管理产品并不一定很适合我国的网络应用环境,而且这对我们自己的网络管理研究也不利。在研究方面,应尽可能跟踪国外的先进技术,推广网络管理技术在我国的应用,以提高网络在我国的应用效率和作用。上海交通大学金桥网络工程中心较早开展了这方面的研究和合作,同时开发了自主独立版权的 GoldView 网络管理系统,可以适用于各种网络平台和网络规模,达到国内网管研究的领先水平。

#### 1.2.4 网络管理系统介绍

目前,网络管理系统已有很多,使用较多的有 Aprisma 的 Spectrum 6.6, Sun NetManager 产品, IBM Tivoli NetView 7.1 系列, HP OpenView 6.4 系列, Cisco Works 6.1。下面简单介绍这几种主要的网络管理系统。

##### 1. Aprisma Spectrum

Spectrum 是可扩展的、智能的网络管理系统,它使用了归纳模型化技术(Inductive Modeling Technology,简称 IMT),这种技术采用了人工智能的思想,从而使 Spectrum 能够独立地解决问题。通过使用 IMT, Spectrum 为网络中的每个实体建立相应的模型,包括物理电缆、网络设备、服务器、拓扑结构、桌面计算机和应用软件。每个模型都具有智能性(即使该实体本身并不具有智能性),从而使得 Spectrum 能够理解各个不同网络实体之间的依赖关系,这样操作者可以无缝地查看整个网络。

Spectrum 与其他网络管理系统相比,其最大的特色就是支持依赖关系的决策。正因为 Spectrum 能够理解网络中各设备之间的依赖管理,所以当其中某个设备发生故障,其他停止对轮询应答的相关设备将不被认为发生故障。比如,许多同时发生的故障实际上都可最终归结为一个同一路由器的故障, Spectrum 的这种能力减少了故障卡片的数量,也减少了网络的开销。而对于不支持依赖关系的系统,就会出现这种错误的情形,即只有一个设备发生故障时,可能会出现许多警告。

伴随 Spectrum 在企业网络管理市场的成长壮大, Aprisma 的用户对象遍及众多服务运营商、电信业务承载商和因特网服务供应商。Spectrum 的成功归因于它的开放式体系结构、可扩展性和可升级性,因而在 IT 设施管理的外包、有线电视线缆提供商(MSO)、ISP/NISP、电信业务运营商市场中广为应用。虽然 Spectrum 传统上用作 IP 体系结构中企业网络的管理平台,但其功能已扩展至可满足多服务合并的需求。通过使用 Spectrum 网关与领先的 TMN、OSS 和传输 EMS 平台相接, Spectrum 可服务于电信运营商。此外, Spectrum 包括 CORBA 接口以便与现有的电信管理平台相接。

Spectrum 的体系结构基于三个主要部分:与协议无关的平台(提供开放性)、面向对象的设计和人工智能引擎(直接设计在 Spectrum 的内核中,而不是作为一个补丁或可选项引入)。人工智能是 Spectrum 成功的关键,它是一种基于事件关联的技术,亦即人们所知的基于模型的推理技术。在该方法中,事件之间的关联是模型间协同工作的结果。当模型实时监视其对应的物理实体时,模型按预定的行为进行协同工作,以完成事件关联的任务。虽然 Spectrum 最初被作为网络管理系统开发,但由于它固有的建模能力,使其并没有仅限于此。对于 Spectrum 而言,任何事物均可建模,无论是物理的,还是逻辑的,因此,使事件相互关联的能力可超出物理领域而延伸至逻辑领域。网络设备、系统、桌面 PC、应用或服务均可建模。

Spectrum 支持自动轮询(服务器启动)和手工轮询(操作者启动)。在每次自动轮询时服务器检查各设备的状态,并写 MIB 特定变量的值。系统管理员规定哪些设备需要被轮询到、以多少的间隔进行轮询、哪些 MIB 变量需要被收集以及是否需要生成报表。用户可以通过动态信息块编辑来设置手工轮询。手工轮询与自动轮询以同样方式更新服务器的状态信息,同时手工轮询可以迅速地发出警告。

总的来说, Spectrum 网络管理系统提供以下基本功能:

- (1) 自动拓扑发现与生成。
- (2) 网络故障隔离,快速故障定位与恢复。
- (3) 完善的性能管理。
- (4) 配置管理维护被管对象的增加、删除和修改等。
- (5) 基于规则的事件分析。
- (6) 报警分析。
- (7) 提供了各种 API 接口便于定制和扩展现有的功能(CORBA、SQL、XML)。

## 2. Sun NetManager

Sun NetManager 是目前应用广泛的平台之一,其分布式结构和协同式管理独树一帜。Sun 公司的网络管理产品主要是 Solstice 系列,其最大的产品特点是分布特性。现有的产品版本是 Solstice Site Manager 2.3、Solstice Enterprise Manager 4.1(SEM)及 Solstice Domain Manager 2.3,它们均是基于 Sun NetManager 和 Co-operative Console 技术的网管产品。

Sun NetManager 是基于分布式的管理结构,为用户提供了管理来自不同厂商的、规模和复杂程度可变的网络及系统的能力。其结构的伸缩性体现在:可将管理处理的负载分散到整个网络上,减轻了作为管理者的主机的负担,降低了网络带宽的开销。

大型复杂网络系统的协同管理是通过 Sun NetManager 和 Co-operative Console 共同实现的,它的主要特点是信息的分布采集、信息的分布存储和应用的分布执行。用户可将一个大