



21世纪高等学校计算机学科系列教材

# 计算机网络管理 及系统开发

雷振甲 编著

全国高等学校计算机教育研究会  
课程与教材建设委员会推荐出版



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

21 世纪高等学校计算机学科系列教材

# 计算机网络管理及系统开发

雷振甲 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书是 21 世纪计算机学科系列教材之一。它着重介绍了 OSI 系统管理的基本概念和主要内容,还介绍了简单网络管理协议 SNMP 和 RMON 的管理信息结构,并从实用角度出发,讲述了 Windows 环境下的网络管理系统开发技术,同时本书每章后都附习题。通过本课程的学习,读者可以掌握计算机网络管理的基本概念,熟悉现行的网络管理标准,也能够学习设计网络管理程序的基本技术,具有初步的系统开发能力。

本书是网络管理方面比较全面深入的教材,适合高等院校计算机专业研究生和高年级学生使用,也适合从事网络管理的读者学习参考。

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。

## 图书在版编目(CIP)数据

计算机网络管理及系统开发/雷振甲编著. —北京:电子工业出版社,2002.1

21 世纪高等学校计算机学科系列教材

ISBN 7-5053-7155-X

I. 计… II. 雷 III. ①计算机网络—管理—高等学校—教材②计算机网络—系统开发—高等学校—教材 IV. TP393.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 083422 号

丛 书 名: 21 世纪高等学校计算机学科系列教材

书 名: 计算机网络管理及系统开发

编 著 者: 雷振甲

责任编辑: 张荣琴

特约编辑: 晓 鸽

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京天竺颖华印刷厂

装 订 者: 三河市金马印装有限公司

出版发行: 电子工业出版社 <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: 787×1092 1/16 印张: 18.25 字数: 479 千字

版 次: 2002 年 1 月第 1 版 2002 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-7155-X  
TP·4113

印 数: 6 000 册 定价: 23.00 元

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

## 序 言

这套教材是面向 21 世纪计算机学科系列教材。为什么要组织这套教材? 根据什么编写这套教材? 这些都是在这篇序言中要回答的问题。

计算机学科是一个飞速发展的学科,尤其是近 10 年来,计算机向高度集成化、网络化和多媒体化发展的速度一日千里。但是,从另一个方面来看,目前高等学校的计算机教育,特别是教材建设,远远落后于现实的需要。现在的教材主要是根据《教学计划 1993》的要求组织编写的。这个教学计划,在制订过程中主要参照了美国 IEEE 和 ACM 的《教学计划 1991》。

10 年来,计算机学科已有了长足发展,这就要求高等学校计算机教育必须跟上形势发展的需要,在课程建设和教材建设上作出相应调整,以适应面向 21 世纪计算机教育的要求。这是组织这套教材的初衷。

为了组织好这套教材,全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会在天津召开了“全国高等学校计算机学科课程与教材建设研讨会”;在北京召开了“教材编写大纲研讨会”。在这两次会议上,代表们深入地研讨了全国高校计算机专业教学指导委员会和中国计算机学会教育委员会制订的《计算机学科教学计划 2000》和美国 IEEE 和 ACM 的《计算机学科教学计划 2001》。这是这套教材参照的主要依据。

IEEE 和 ACM 的《计算机学科教学计划 2001》是在总结了从《计算机学科教学计划 1991》到现在,计算机学科 10 年来发展的主要成果的基础上诞生的。它认为面向 21 世纪计算机学科应包括 14 个主科目,其中 12 个主科目为核心主科。它们是:算法与分析(AL)、体系结构(AR)、离散结构(DS)、计算科学(CN)、图形学、可视化、多媒体(GR)、网络计算(NC)、人机交互(HC)、信息管理(IM)、智能系统(IS)、操作系统(OS)、程序设计基础(PF)、程序设计语言(PL)、软件工程(SE)、社会、道德、法律和专业问题(SP)。其中除 CN 和 GR 为非核心主科目外,其他 12 项均为核心主科目。

将 2001 教学计划与 1991 教学计划比较可看出:

在 1991 年计划中,离散结构只作为数学基础提出,而在 2001 计划中,则作为核心主科目提出,显然,提高了它在计算机学科中的地位;

在 1991 计划中,未提及网络计算,而在 2001 计划中,则作为核心主科目提出,以适应网络技术飞速发展的需求;

图形学、可视化与多媒体也是为适应发展要求新增加的内容。

除此之外,2001 计划在下述 5 个方面作了调整:

程序设计语言引论调整为程序设计基础;将人-机通信调整为人机交互;将人工智能与机器人学调整为智能系统;将数据库与信息检索调整为信息管理;将数值与符号计算调整为计算科学。

显然,这些变化使 2001 计划更具有科学性,也更好地适应了学科发展的需要。

在组织这套教材的过程中,充分考虑了这些变化和调整,在软件和硬件的课程体系、界面划分均做了相应的调整,使整套教材更具有科学性和实用性。

另外,还要说明一点,教材建设既要满足必修课的要求,又要满足限选课和任选课的要求。

因此,教材应按系列组织,反映整个计算机学科的要求,采用大拼盘结构,以适应各校不同的具体教学计划的要求,各校可根据自己的需求进行选拼使用。

这套教材包括:《微机应用基础》、《离散数学》、《电路与电子技术》、《电路与电子技术习题与实验指南》、《数字逻辑与数字系统》、《计算机组成原理》、《微机接口技术》、《计算机体系结构》、《计算机网络》、《计算机网络实验教程》、《通信原理》、《计算机网络管理》、《网络信息系统集成》、《多媒体技术》、《计算机图形学》、《计算机维护技术》、《数据结构》、《计算机算法设计与分析》、《计算机数值分析》、《汇编语言程序设计》、《Pascal 语言程序设计》、《VB 程序设计》、《C 语言程序设计》、《C++ 语言程序设计》、《Java 语言程序设计》、《操作系统原理》、《UNIX 操作系统原理与应用》、《Linux 操作系统》、《软件工程》、《数据库系统原理》、《编译原理》、《编译方法》、《人工智能》、《计算机信息安全》、《人机交互》、《计算机伦理学》等。对于 IEEE 和 ACM 的《计算机学科教学计划 2001》中提出的 14 个主科目这套系列教材均涵盖,能够满足不同层次院校、不同教学计划的要求。

这套系列教材由全国高等学校计算机教育研究会课程与教材建设委员会主任李大友教授精心策划和组织。编者均为具有丰富教学实践经验的专家和教授。所编教材体系结构严谨、层次清晰、概念准确、论理充分、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂。

教材组织过程中,得到了哈尔滨工业大学蒋宗礼教授,西安交通大学董渭清副教授、武汉大学张焕国教授、吉林大学张长海教授、福州大学王晓东教授、太原理工大学余雪丽教授等的大力支持和帮助,在此一并表示衷心感谢。

李大友  
2001 年 6 月

## 前 言

随着因特网的发展和普及,网络管理显得越来越重要。建立了内部网络的企事业单位迫切需要能够从事网络管理的技术人才。开设计算机网络管理课程的目的就是给学生打开一扇洞察现代网络管理技术的窗口,给有志于从事网络管理的读者指出进一步探索和研究的方向。

局域网的管理是相对简单的。因为局域网运行统一的操作系统,只要熟悉网络操作系统的管理功能和操作命令就可以管好一个局域网,尽管有些局域网的规模比较大。但是对于大而复杂的互联网(异构型的互连设备,运行多种操作系统)的管理就不是那么简单了,它需要跨平台的网络管理技术。在此需求驱动下,通用的网络管理技术正在迅速发展并走向成熟,这种网络管理技术不从属于特定的网络操作系统,也不依赖于某一厂家的专用设备,它有一整套独立的管理框架、特定的管理信息结构和专门的网络管理协议,可适用于任何网络。把这种普遍适用的网络管理技术介绍给读者就是本书的任务。

由于 TCP/IP 协议的开放性,20 世纪 90 年代以来逐渐得到各个局域网厂商的支持,获得了广泛的应用,已经成为互联网事实上的标准。目前阶段谈到互联网的管理主要是对 TCP/IP 网络的管理。用于 TCP/IP 的网络管理协议——简单网络管理协议(SNMP)从 20 世纪 90 年代初出现以来,经历了 3 次大的修改,并于 1999 年 4 月推出了第 3 版(SNMPv3)草案。新标准的出现进一步刺激了制造商的开发活动,迅速推出了功能更强更安全的网络管理产品,使得网络管理市场的竞争更趋激烈。本书选择 SNMP 作为讲述的重点,正是考虑到目前应用的需要。而且由于 SNMP 的简单性,也适合作为网络管理方面的入门知识来介绍。但是从长远来看,国际标准化组织定义的 OSI 系统管理由于得到政府部门的支持而一直没有停止研究和开发,而且网络互连的复杂化和规模的扩大也在呼唤着符合 CMIS/CMIP 标准的、功能全面、管理严密的网管产品的出现。基于发展的考虑,本书也介绍了 OSI 系统管理的基本概念和主要内容。为了使读者能够从事实际的网络管理系统开发,本书还介绍了 Windows 环境下的 SNMP 服务及其实用的系统开发技术。通过本课程的学习,读者可以掌握计算机网络管理的基本概念,熟悉现行的网络管理标准,也能够学习设计网络管理基本技术,具有初步的系统开发能力。

网络管理技术正在走向成熟,走向实用,以其独特的优势和强大的功能成为一个专门的研究和开发的领域。无论把它作为一个研究方向,或是作为一种应用技术,都是值得我们为之投入,为之倾注精力的。

本书是在作者近年来为研究生和本科生讲授网络管理课程的基础上写成的。在编写过程中得到了西安电子科技大学信息科学研究所常义林教授的指导,常教授审阅了全书的内容,并提出了许多宝贵意见,作者不胜感激之情。但是由于本人学识水平的限制,书中仍然难免有欠妥甚至谬误之处,敬请读者不吝指正。

编 者

2001 年 10 月 30 日

# 目 录

|                         |      |
|-------------------------|------|
| 第 1 章 引论 .....          | (1)  |
| 1.1 基本知识 .....          | (1)  |
| 1.2 网络管理系统体系结构 .....    | (2)  |
| 1.2.1 网络管理系统的层次结构 ..... | (2)  |
| 1.2.2 网络管理系统的配置 .....   | (3)  |
| 1.2.3 网络管理软件的结构 .....   | (5)  |
| 1.3 网络监控系统 .....        | (6)  |
| 1.3.1 管理信息库 .....       | (6)  |
| 1.3.2 网络监控系统的配置 .....   | (7)  |
| 1.3.3 网络监控系统的通信机制 ..... | (8)  |
| 1.4 网络监视 .....          | (9)  |
| 1.4.1 性能监视 .....        | (9)  |
| 1.4.2 故障监视 .....        | (13) |
| 1.4.3 记账监视 .....        | (14) |
| 1.5 网络控制 .....          | (15) |
| 1.5.1 配置控制 .....        | (15) |
| 1.5.2 安全控制 .....        | (17) |
| 1.6 网络管理标准 .....        | (20) |
| 习题一 .....               | (21) |
| 第 2 章 OSI 系统管理 .....    | (22) |
| 2.1 OSI 的基本概念 .....     | (22) |
| 2.2 OSI 管理框架 .....      | (24) |
| 2.2.1 管理站和代理 .....      | (24) |
| 2.2.2 通信机制 .....        | (24) |
| 2.2.3 管理域和管理策略 .....    | (25) |
| 2.3 管理信息的层次结构 .....     | (25) |
| 2.3.1 继承层次 .....        | (26) |
| 2.3.2 包含层次 .....        | (26) |
| 2.3.3 注册层次 .....        | (27) |
| 2.4 管理操作 .....          | (27) |
| 2.4.1 操作范围 .....        | (27) |
| 2.4.2 过滤功能 .....        | (28) |
| 2.4.3 同步机制 .....        | (29) |
| 2.5 管理对象的状态 .....       | (29) |
| 2.5.1 一般状态属性 .....      | (30) |
| 2.5.2 操作状况属性 .....      | (30) |
| 2.6 对象间的关系 .....        | (31) |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| 习题二 .....                    | (32)        |
| <b>第3章 公共管理信息服务和协议 .....</b> | <b>(34)</b> |
| 3.1 应用层功能结构 .....            | (34)        |
| 3.2 联系控制服务元素 .....           | (36)        |
| 3.2.1 ACSE 协议数据单元 .....      | (36)        |
| 3.2.2 建立联系 .....             | (37)        |
| 3.2.3 释放联系 .....             | (39)        |
| 3.2.4 终止联系 .....             | (39)        |
| 3.3 远程操作服务元素 .....           | (40)        |
| 3.3.1 远程操作 .....             | (40)        |
| 3.3.2 ROSE 服务 .....          | (41)        |
| 3.4 公共管理信息服务 .....           | (42)        |
| 3.4.1 事件报告 .....             | (44)        |
| 3.4.2 管理操作 .....             | (45)        |
| 3.4.3 功能单元 .....             | (46)        |
| 3.5 公共管理信息协议 .....           | (47)        |
| 3.6 系统管理操作 .....             | (48)        |
| 习题三 .....                    | (49)        |
| <b>第4章 ASN.1 .....</b>       | <b>(50)</b> |
| 4.1 网络数据表示及编码 .....          | (50)        |
| 4.2 ASN.1 的基本概念 .....        | (51)        |
| 4.2.1 抽象数据类型 .....           | (51)        |
| 4.2.2 子类型 .....              | (55)        |
| 4.2.3 数据结构的例子 .....          | (57)        |
| 4.2.4 基本编码规则 .....           | (58)        |
| 4.2.5 字段扩充 .....             | (60)        |
| 4.3 ASN.1 宏定义 .....          | (62)        |
| 4.3.1 模块定义 .....             | (62)        |
| 4.3.2 宏表示 .....              | (63)        |
| 4.3.3 宏定义的例子 .....           | (63)        |
| 习题四 .....                    | (65)        |
| <b>第5章 OSI 管理信息结构 .....</b>  | <b>(66)</b> |
| 5.1 定义管理信息结构的标准 .....        | (66)        |
| 5.2 定义管理对象的模板 .....          | (66)        |
| 5.2.1 属性和属性组模板 .....         | (67)        |
| 5.2.2 作用和行为模板 .....          | (69)        |
| 5.2.3 通知和参数模板 .....          | (70)        |
| 5.2.4 包装模板 .....             | (70)        |
| 5.2.5 名字绑定模板 .....           | (71)        |
| 5.2.6 管理对象类模板 .....          | (71)        |
| 5.3 ISO 定义的管理对象类 .....       | (72)        |
| 习题五 .....                    | (73)        |

|                                                                      |       |
|----------------------------------------------------------------------|-------|
| 第 6 章 OSI 系统管理功能域 .....                                              | (74)  |
| 6.1 配置管理 .....                                                       | (74)  |
| 6.1.1 视图管理 .....                                                     | (74)  |
| 6.1.2 拓扑管理 .....                                                     | (75)  |
| 6.1.3 软件管理 .....                                                     | (75)  |
| 6.1.4 网络规划和资源管理 .....                                                | (76)  |
| 6.2 故障管理 .....                                                       | (76)  |
| 6.2.1 故障警告功能(Alarm Reporting Function) .....                         | (76)  |
| 6.2.2 事件报告管理功能(Event Report Management Function) .....               | (77)  |
| 6.2.3 运行日志控制功能(Log Control Function) .....                           | (77)  |
| 6.2.4 测试管理功能(Test Management Function) .....                         | (78)  |
| 6.2.5 确认和诊断测试的分类(Confidence and Diagnostic Testing Categories) ..... | (78)  |
| 6.3 性能管理 .....                                                       | (79)  |
| 6.3.1 数据收集功能 .....                                                   | (79)  |
| 6.3.2 工作负载监视功能(Workload Monitoring Function) .....                   | (79)  |
| 6.3.3 摘要功能(Summarization Function) .....                             | (80)  |
| 6.4 记账管理 .....                                                       | (80)  |
| 6.4.1 记账管理过程 .....                                                   | (80)  |
| 6.4.2 记账管理对象 .....                                                   | (81)  |
| 6.5 安全管理 .....                                                       | (82)  |
| 6.5.1 访问控制 .....                                                     | (82)  |
| 6.5.2 安全警告 .....                                                     | (82)  |
| 6.5.3 安全审计试验 .....                                                   | (83)  |
| 6.6 符合性测试 .....                                                      | (83)  |
| 习题六 .....                                                            | (84)  |
| 第 7 章 TCP/IP 协议簇 .....                                               | (85)  |
| 7.1 Internet 体系结构 .....                                              | (85)  |
| 7.2 IP 地址 .....                                                      | (86)  |
| 7.3 IP 协议 .....                                                      | (88)  |
| 7.4 ICMP 协议 .....                                                    | (89)  |
| 7.5 内部路由协议 .....                                                     | (90)  |
| 7.6 外部路由协议 .....                                                     | (92)  |
| 7.7 地址分解协议(Address Resolution Protocol) .....                        | (93)  |
| 7.8 TCP 和 UDP .....                                                  | (94)  |
| 习题七 .....                                                            | (95)  |
| 第 8 章 Internet 管理信息结构 .....                                          | (96)  |
| 8.1 Internet 的网络管理框架 .....                                           | (96)  |
| 8.1.1 SNMP 的管理框架 .....                                               | (96)  |
| 8.1.2 SNMP 协议体系结构 .....                                              | (98)  |
| 8.2 管理信息结构 .....                                                     | (99)  |
| 8.2.1 MIB 结构 .....                                                   | (99)  |
| 8.2.2 数据类型 .....                                                     | (100) |

|                                            |       |
|--------------------------------------------|-------|
| 8.2.3 管理信息结构的定义 .....                      | (102) |
| 8.3 标量对象和表对象 .....                         | (105) |
| 8.3.1 对象实例的标识 .....                        | (106) |
| 8.3.2 概念表和概念行 .....                        | (107) |
| 8.3.3 标量对象 .....                           | (107) |
| 8.3.4 词典顺序 .....                           | (107) |
| 习题八 .....                                  | (109) |
| <b>第9章 MIB-2 功能组</b> .....                 | (110) |
| 9.1 系统组(System group) .....                | (110) |
| 9.2 接口组(Interface group) .....             | (111) |
| 9.3 地址转换组(Address translation group) ..... | (114) |
| 9.4 IP 组 .....                             | (114) |
| 9.5 ICMP 组 .....                           | (118) |
| 9.6 TCP 组 .....                            | (119) |
| 9.7 UDP 组 .....                            | (121) |
| 9.8 EGP 组 .....                            | (121) |
| 9.9 传输组(Transmission group) .....          | (122) |
| 9.10 MIB-2 的局限性 .....                      | (125) |
| 习题九 .....                                  | (125) |
| <b>第10章 SNMPv1</b> .....                   | (126) |
| 10.1 SNMPv1 协议数据单元 .....                   | (126) |
| 10.1.1 SNMPv1 支持的操作 .....                  | (126) |
| 10.1.2 SNMP PDU 格式 .....                   | (126) |
| 10.1.3 报文应答序列 .....                        | (128) |
| 10.1.4 报文的发送和接收 .....                      | (129) |
| 10.2 SNMPv1 的安全机制 .....                    | (130) |
| 10.2.1 团体的概念 .....                         | (130) |
| 10.2.2 简单的认证服务 .....                       | (131) |
| 10.2.3 访问策略 .....                          | (131) |
| 10.2.4 委托代理服务 .....                        | (132) |
| 10.3 SNMPv1 的操作 .....                      | (132) |
| 10.3.1 检索简单对象 .....                        | (132) |
| 10.3.2 检索未知对象 .....                        | (134) |
| 10.3.3 检索表对象 .....                         | (135) |
| 10.3.4 表的更新和删除 .....                       | (136) |
| 10.3.5 陷入操作 .....                          | (137) |
| 10.4 SNMP 功能组 .....                        | (138) |
| 10.5 实现问题 .....                            | (139) |
| 10.5.1 网络管理站的功能 .....                      | (139) |
| 10.5.2 轮询频率 .....                          | (139) |
| 10.6 SNMPv1 的局限性 .....                     | (140) |
| 习题十 .....                                  | (141) |

|        |                 |       |
|--------|-----------------|-------|
| 第 11 章 | RMON            | (142) |
| 11.1   | RMON 的基本概念      | (142) |
| 11.1.1 | 远程网络监视的目标       | (143) |
| 11.1.2 | 表管理原理           | (143) |
| 11.1.3 | 多管理站访问          | (146) |
| 11.2   | RMON 的管理信息库     | (147) |
| 11.2.1 | 以太网的统计信息        | (147) |
| 11.2.2 | 令牌环网的统计信息       | (156) |
| 11.2.3 | 警报              | (159) |
| 11.2.4 | 过滤和通道           | (161) |
| 11.2.5 | 包捕获和事件记录        | (164) |
| 11.3   | RMON2 管理信息库     | (166) |
| 11.3.1 | RMON2 MIB 的组成   | (166) |
| 11.3.2 | RMON2 增加的功能     | (168) |
| 11.4   | RMON2 在网络管理中的应用 | (172) |
| 11.4.1 | 协议的标识           | (173) |
| 11.4.2 | 用户定义的数据收集机制     | (174) |
| 11.4.3 | 监视器的标准配置法       | (174) |
| 习题十一   |                 | (176) |
| 第 12 章 | SNMPv2          | (177) |
| 12.1   | SNMP 的演变        | (177) |
| 12.1.1 | SNMPv2 标准的开发    | (177) |
| 12.1.2 | SNMPv2 的新功能     | (178) |
| 12.2   | 网络安全问题          | (179) |
| 12.2.1 | 数据加密            | (179) |
| 12.2.2 | 认证              | (182) |
| 12.2.3 | 数字签名            | (183) |
| 12.2.4 | 消息摘要            | (184) |
| 12.3   | 管理信息结构          | (186) |
| 12.3.1 | 对象的定义           | (186) |
| 12.3.2 | 表的定义            | (188) |
| 12.3.3 | 表的操作            | (192) |
| 12.3.4 | 通知和信息模块         | (195) |
| 12.4   | 管理信息库           | (196) |
| 12.4.1 | 系统组             | (196) |
| 12.4.2 | SNMP 组          | (197) |
| 12.4.3 | MIB 对象组         | (198) |
| 12.4.4 | 一致性声明           | (198) |
| 12.4.5 | 接口组             | (204) |
| 12.5   | SNMPv2 协议和操作    | (208) |
| 12.5.1 | SNMPv2 报文和 PDU  | (208) |
| 12.5.2 | SNMPv2 的操作管理    | (212) |
| 12.5.3 | 管理站之间的通信        | (216) |

|               |                              |              |
|---------------|------------------------------|--------------|
| 12.6          | SNMPv2 安全协议 .....            | (217)        |
| 12.6.1        | 加密报文的格式 .....                | (217)        |
| 12.6.2        | 加密报文的发送和接收 .....             | (218)        |
| 12.6.3        | 时钟同步算法 .....                 | (220)        |
| 12.7          | SNMPv2 的实现 .....             | (221)        |
| 12.7.1        | 传输层映像 .....                  | (221)        |
| 12.7.2        | 与 OSI 的兼容性 .....             | (221)        |
| 12.7.3        | TCP/IP 网络的系统管理 .....         | (222)        |
|               | 习题十二 .....                   | (222)        |
| <b>第 13 章</b> | <b>Windows SNMP 服务 .....</b> | <b>(223)</b> |
| 13.1          | Windows SNMP 服务的基本概念 .....   | (223)        |
| 13.1.1        | Windows 的 SNMP 服务 .....      | (223)        |
| 13.1.2        | SNMP 服务的安装、配置和测试 .....       | (225)        |
| 13.2          | SNMP 应用程序接口 .....            | (230)        |
| 13.2.1        | 扩展 API 的概念 .....             | (231)        |
| 13.2.2        | 管理 API .....                 | (232)        |
| 13.2.3        | 实用程序 API .....               | (233)        |
| 13.2.4        | 服务 API .....                 | (236)        |
| 13.3          | 扩展代理的实现 .....                | (237)        |
| 13.3.1        | 扩展代理动态链接库 .....              | (237)        |
| 13.3.2        | MIB 数据库的实现 .....             | (242)        |
| 13.4          | 陷入的实现 .....                  | (248)        |
| 13.4.1        | 陷入的设计 .....                  | (248)        |
| 13.4.2        | 扩展代理支持的陷入 .....              | (249)        |
| 13.4.3        | 陷入的检测 .....                  | (251)        |
| 13.5          | SNMP 管理应用程序接口 .....          | (252)        |
| 13.5.1        | Microsoft MIB 编译器 .....      | (252)        |
| 13.5.2        | 管理 API 头文件 .....             | (253)        |
| 13.5.3        | 管理 API 的功能 .....             | (254)        |
| 13.6          | 网络管理应用程序设计 .....             | (258)        |
| 13.6.1        | 管理应用的基本功能 .....              | (259)        |
| 13.6.2        | 行为规则 .....                   | (260)        |
|               | 习题十三 .....                   | (260)        |
| <b>第 14 章</b> | <b>SNMPv3 .....</b>          | <b>(261)</b> |
| 14.1          | SNMPv3 工作组 .....             | (261)        |
| 14.2          | SNMPv3 管理框架 .....            | (262)        |
| 14.2.1        | SNMP 引擎 .....                | (262)        |
| 14.2.2        | 应用程序 .....                   | (264)        |
| 14.3          | 基于用户的安全模型(USM) .....         | (265)        |
| 14.3.1        | 时间序列模块 .....                 | (266)        |
| 14.3.2        | 认证协议 .....                   | (268)        |
| 14.3.3        | CBC-DES 对称加密协议 .....         | (270)        |

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 14.3.4 密钥管理 .....           | (271) |
| 14.4 基于视图的访问控制(VACM)模型..... | (273) |
| 14.4.1 视图和视图系列 .....        | (274) |
| 14.4.2 VACM MIB 的组成 .....   | (274) |
| 14.4.3 访问控制决策过程 .....       | (275) |
| 习题十四 .....                  | (277) |
| 参考文献 .....                  | (278) |

# 第1章 引 论

网络和分布处理系统对于商业世界甚至对于人们的日常生活都是越来越重要了。计算机网络日益成为个人和企/事业单位日常活动必不可少的工具。许多公司、国家机关和大学每天都要利用网络上的各种业务来保证他们的生存和发展。据业内人士测算,到2002年,全世界电子商务市场的年营业额将达到20000亿美元;而1999年4月26日发作的网络病毒给全世界造成的经济损失则超过了200亿美元。在这种情况下,对于如何保证网络的安全,组织网络高效地运行提出了迫切的要求。

另一方面计算机网络的组成越来越复杂,这主要表现在网络互联的规模越来越大,而且联网设备大多是异构型设备、多制造商环境和多协议栈,各种网络业务对网络性能的要求也多种多样。这些情况的出现无疑增加了网络管理的难度。尤其是在我国网络和通信迅速发展的情况下,由于多方投资,多方引进,多厂商异构型设备的问题非常突出,其管理的难度更是非同一般。这样的网络靠手工管理已无能为力,所以研究和开发符合实际情况的、经济适用的网络管理系统就是一项迫切的任务了。

## 1.1 基本知识

对于不同的网络,管理的要求和难度也不同。局域网的管理是相对简单的,因为局域网运行统一的操作系统,只要熟悉网络操作系统的管理功能和操作命令就可以管好一个局域网,尽管有的局域网的规模也比较大。但是对于由异构型设备组成的、运行多种操作系统的互联网的管理就不是那么简单了,这需要跨平台的网络管理技术。

由于TCP/IP协议的开放性,20世纪90年代以来逐渐得到各局域网厂商的支持,获得了广泛的应用,已经成为事实上的互联网标准。目前阶段谈到互联网的管理主要是对TCP/IP网络的管理。在TCP/IP网络(ARPAnet)中有一个简单的管理工具——PING程序。用PING发送icmp报文可以确定通信目标的连通性及传输时延。如果网络规模不是很大,互联的设备不是很多,这种方法还是可行的。但是当网络的互联规模很大、包含成百上千台联网设备时,这种方法就不可取了。这是因为一方面PING返回的信息很少,无法获取被管理设备的详细情况;另一方面用PING程序对很多设备逐个测试检查,工作效率也太低了。在这种情况下出现了用于TCP/IP网络管理的标准——简单网络管理协议SNMP。这是一个过渡性的标准,适用于任何支持TCP/IP的网络,无论是采用哪个厂商生产的联网设备,或是运行哪种网络操作系统。

与此同时国际标准化组织也推出了OSI系统管理标准CMIS/CMIP。从长远看,OSI系统管理更适合结构复杂规模庞大的异构型网络,而且由于功能强管理严密而得到各国政府部门的支持,一直在进行深入研究和开发,因而它代表了未来网络管理发展的方向。

网络管理国际标准的推出,刺激了制造商的开发活动。近年来市场上陆续出现了符合国际标准的商用网络管理系统。这些系统有的是主机厂家开发的通用网络管理系统开发软件(例如IBM NetView, HP OpenView),有的则是网络产品制造商推出的与硬件结合的网管工具(例如Cisco View, Cabletron Spectrum)。这些产品都可以称之为网络管理平台。在

此基础上开发适合用户网络环境的网络管理应用软件，才能实施有效的网络管理。

有了统一的网络管理标准和适用的网络管理工具，对网络实施有效的管理，就可以减少停机时间，改进响应时间，提高设备的利用率，同时还可以减少运行费用；管理工具可以很快地发现并消灭网络通信瓶颈，提高运行效率；为及时采用新技术（例如多媒体通信技术），我们也需要有方便适用的网络配置工具，以便及时修改和优化网络的配置，使网络更容易使用，可以提供多种多样的网络业务；在商业活动日益依赖于互联网的情况下，人们还要求网络工作得更安全，对网上传输的信息要保密，对网络资源的访问要有严格的控制，以及防止计算机病毒和非法入侵者的破坏等。这些需求必将进一步促进网络管理工具的研究和开发。

网络管理技术正在走向成熟，走向实用，以其独特的优势和强大的功能成为一个专门研究和开发的领域。无论是作为一个研究方向，还是作为一种应用技术，都是值得我们为之投入，为之倾注精力的。本书将把网络管理标准的知识和网络管理系统的开发技术介绍给读者。

## 1.2 网络管理系统体系结构

### 1.2.1 网络管理系统的层次结构

网络管理系统组织成如图 1.1 所示的层次结构。在网络管理站中最下层是操作系统(OS)和硬件，OS 既可以是一般的主机操作系统（例如 DOS, UNIX, Windows 98 等），也可以是专门的网络操作系统（例如 Novell NetWare 或 OS/2 LAN Server）。操作系统之上是支持网络管理的协议，例如 OSI, TCP/IP 等通信协议，以及专用于网络管理的 SNMP、CMIP 协议等。协议栈上面是网络管理框架（Network Management Framework），这是各种网络管理应用工作的基础结构。各种网络管理框架的共同特点如下：

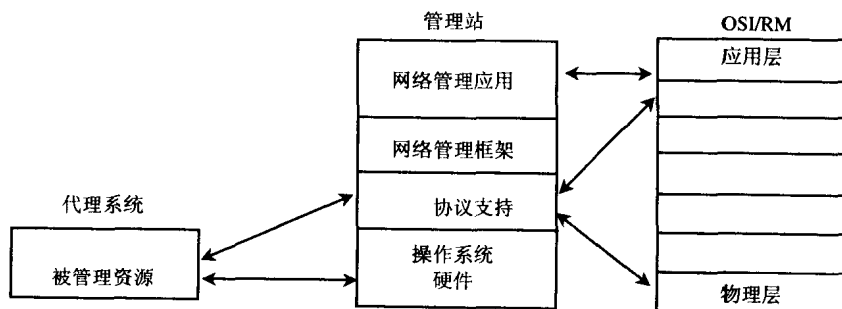


图 1.1 网络管理系统的层次结构

- 管理功能分为管理站（Manager）和代理（Agent）两部分；
- 为存储管理信息提供数据库支持，例如关系数据库或面向对象的数据库；
- 提供用户接口和用户视图（View）功能，例如 GUI 和管理信息浏览器；
- 提供基本的管理操作，例如获取管理信息、配置设备参数等操作过程。

网络管理应用是用户根据需要开发的软件，这种软件运行在具体的网络上，实现特定的管理目标，例如故障诊断和性能优化，或者业务管理和安全控制等。网络管理应用的开发是目前最活跃的领域。

图 1.1 把被管理资源放在单独的框中，表明被管理资源可能与管理站处于不同的系统中。网络管理涉及到监视和控制网络中的各种硬件，固件和软件元素，例如网卡、集线器、中继

器、处理机、外围设备、通信软件、应用软件和实现网络互联的软件等。有关资源的管理信息由代理进程控制。代理进程通过网络管理协议与管理站对话。

### 1.2.2 网络管理系统的配置

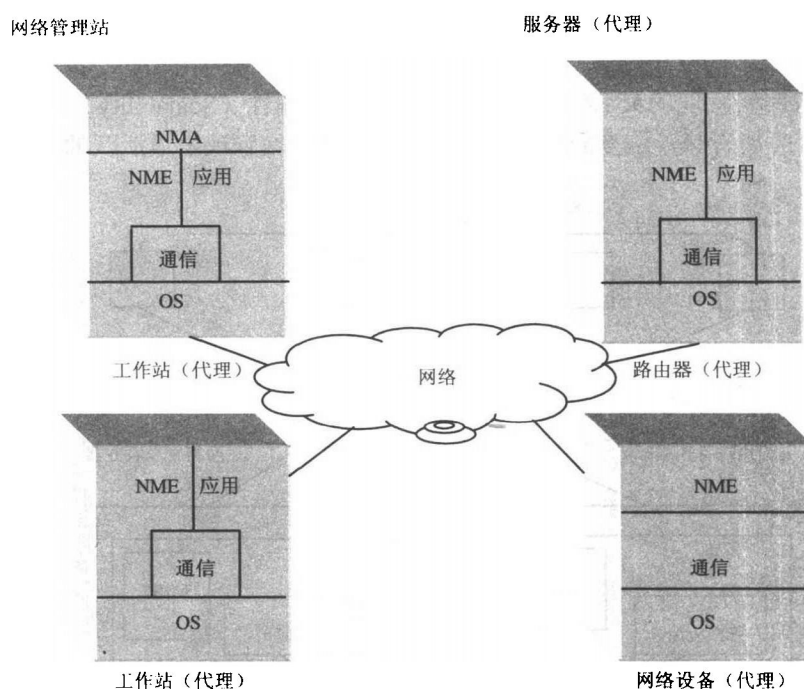


图 1.2 网络管理系统配置

网络管理系统的配置如图 1.2 所示。每一个网络结点都包含一组与管理有关的软件，叫做网络管理实体（NME）。网络管理实体完成下面的任务：

- 收集有关网络通信的统计信息；
- 对本地设备进行测试，记录设备状态信息；
- 在本地存储有关信息；
- 响应网络控制中心的请求，发送管理信息；
- 根据网络控制中心的指令，设置或改变设备参数。

网络中至少有一个结点（主机或路由器）担当管理站的角色（Manager），除 NME 之外，管理站中还有一组软件，叫做网络管理应用（NMA）。NMA 提供用户接口，根据用户的命令显示管理信息，通过网络向 NME 发出请求或指令，以便获取有关设备的管理信息，或者改变设备配置。

网络中的其他结点在 NME 的控制下与管理站通信，交换管理信息。这些结点中的 NME 模块叫做代理模块，网络中任何被管理的设备（主机、网桥、路由器或集线器等）都必须实现代理模块。所有代理在管理站监视和控制下协同工作，实现集成的网络管理。这种集中式网络管理策略的好处是管理人员可以有效地控制整个网络资源，根据需要平衡网络负载，优化网络性能。

然而对于大型网络，集中式的管理往往显得力不从心，正在让位于分布式的管理策略。

这种向分布式管理演化的趋势与集中式计算模型向分布式计算模型演化的总趋势是一致的。图 1.3 提出一种可能的分布式网络管理配置方案。

在这种配置中，分布式管理系统代替了单独的网络控制主机。地理上分布的网络管理客户机与一组网络管理服务器交互作用，共同完成网络管理功能。这种管理策略可以实现分部门管理：即限制每个客户机只能访问和管理本部门的部分网络资源，而由一个中心管理站实施全局管理。同时中心管理站还能对管理功能较弱的客户机发出指令，实现更高级的管理。分布式网络管理的灵活性（Flexibility）和可伸缩性（Scalability）带来的好处日益为网络管理工作所青睐，这方面的研究和开发是目前网络管理中最活跃的领域。

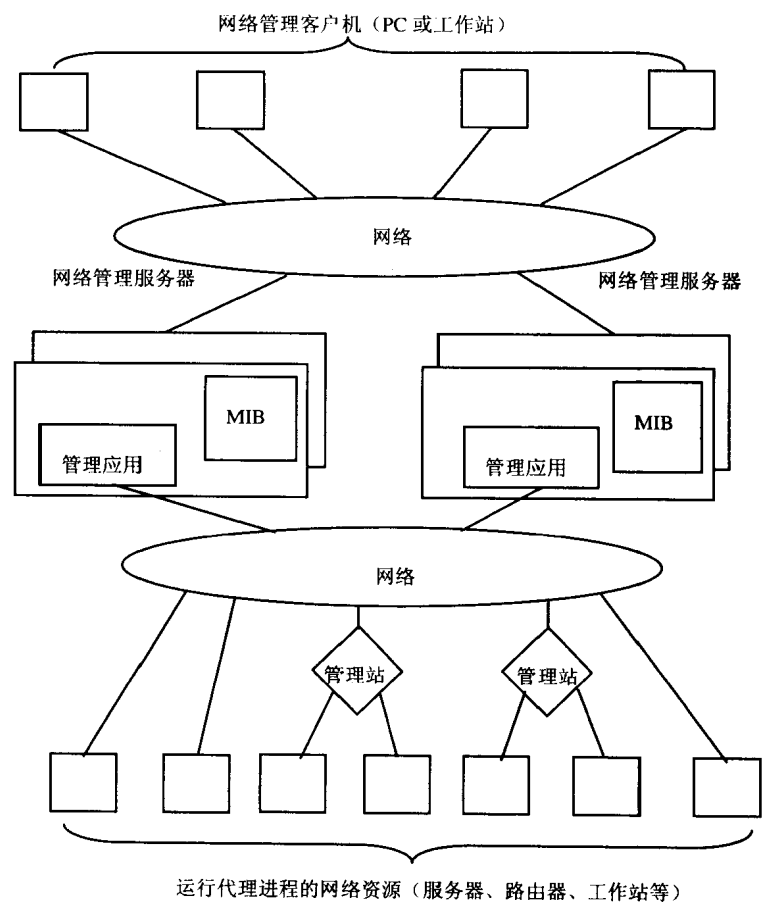


图 1.3 分布式网络管理系统

图 1.2 和图 1.3 的系统要求每个被管理的设备都能运行代理程序，并且所有管理站和代理都支持相同的管理协议。这种要求有时是无法实现的。例如有的老设备可能不支持当前的网络管理标准；小的系统可能无法完整实现 NME 的全部功能；甚至还有一些设备（例如 MODEM 和多路器等）根本不能运行附加的软件，我们把这些设备叫做非标准设备。在这种情况下，通常的处理方法是用一个叫做委托代理的设备(Proxy)来管理一个或多个非标准设备。委托代理和非标准设备之间运行制造商专用的协议，而委托代理和管理站之间运行标准的网络管理协议。这样，管理站就可以用标准的方式通过委托代理得到非标准设备的信息，委托代理起到了协议转换的作用，如图 1.4 所示。