



计算机网络管理实用教程

第二版

张沪寅 吴黎兵 吕慧 张萌 生力军 编著





普通高等教育“十一五”国家级规划教材



高等学校信息安全专业规划教材

计算机网络管理实用教程

第二版

张沪寅 吴黎兵 吕慧 张萌 生力军 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS
武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络管理实用教程/张沪寅,吴黎兵,吕慧,张萌,生力军编著.—2版.—武汉:武汉大学出版社,2009.3

ISBN 978-7-307-06851-3

I. 计… II. ①张… ②吴… ③吕… ④张… ⑤生… III. 计算机网络—管理—高等学校—教材 IV. TP393.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 010635 号

责任编辑:黄金文 乞慧晞

责任校对:刘 欣

版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:武汉中远印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:28.25 字数:675千字 插页:1

版次:2005年8月第1版 2009年3月第2版

2009年3月第2版第1次印刷

ISBN 978-7-307-06851-3/TP·326

定价:45.00元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

高等学校信息安全专业规划教材

编 委 会

主 任：沈昌祥（中国工程院院士，教育部高等学校信息安全类专业教学指导委员会主任，武汉大学兼职教授）

副 主 任：蔡吉人（中国工程院院士，武汉大学兼职教授）

刘经南（中国工程院院士，武汉大学校长）

肖国镇（中国密码学会名誉理事，武汉大学兼职教授）

执行主任：张焕国（中国密码学会常务理事，教育部高等学校信息安全类专业教学指导委员会副主任，武汉大学教授）

编 委：张孝成（江南计算所研究员）

冯登国（信息安全国家重点实验室主任，教育部高等学校信息安全类专业教学指导委员会副主任，武汉大学兼职教授）

卿斯汉（原中国科学院信息安全技术工程中心主任，武汉大学兼职教授）

屈延文（原国家金卡工程办公室安全组组长，武汉大学兼职教授）

吴世忠（原中国信息安全产品测评认证中心主任，武汉大学兼职教授）

朱德生（总参通信部研究员，武汉大学兼职教授）

覃中平（华中科技大学教授，武汉大学兼职教授）

谢晓尧（贵州师范大学副校长，教授）

何炎祥（武汉大学计算机学院院长，教授）

王丽娜（武汉大学计算机学院副院长，教授）

黄传河（武汉大学计算机学院副院长，教授）

执行编委：黄金文（武汉大学出版社计算机图书事业部主任，副编审）



内 容 简 介

本书主要用做高等院校计算机专业和信息安全专业本科生教材，也可作为网络管理工程技术人员的参考书。全书共 14 章，主要内容包括：网络管理的基本概念，网络管理体系结构，OSI 系统管理，抽象语法表示 ASN.1，Internet 管理信息结构，管理信息库，SNMPv1/v2/v3 的数据协议单元和操作过程，RMON1/RMON2 的管理信息库，路由器和交换机的基本配置，对典型的网络管理平台、网络管理系统的操作和使用进行了详细讲解，并对网络管理技术的发展作了简单论述。

序 言

二十一世纪是信息的时代,信息成为一种重要的战略资源。信息科学成为最活跃的学科领域之一,信息技术改变着人们的生活和工作方式,信息产业成为世界第一大产业。信息的安全保障能力成为一个国家综合国力的重要组成部分。

当前,以 Internet 为代表的计算机网络的迅速发展和“电子政务”、“电子商务”等信息系统的广泛应用,正引起社会和经济的深刻变革,为网络安全和信息安全开拓了新的服务空间。

世界主要工业化国家中每年因利用计算机犯罪所造成的经济损失远远超过普通经济犯罪。内外不法分子互相勾结侵害计算机系统,已成为危害计算机信息安全的普遍性、多发性事件。计算机病毒已对计算机系统的安全构成极大的威胁。社会的信息化导致新的军事革命,信息战、网络战成为新的作战形式。

总之,随着计算机在军事、政治、金融、商业等部门的广泛应用,社会对计算机的依赖越来越大,如果计算机系统的安全受到破坏将导致社会的混乱并造成巨大损失。因此,确保计算机系统的安全已成为世人关注的社会问题和计算机科学的热点研究课题。

信息安全事关国家安全,事关经济发展,必须采取措施确保我国的信息安全。

发展信息安全技术与产业,人才是关键。培养信息安全领域的专业人才,成为当务之急。2001 年经教育部批准,武汉大学创建了全国第一个信息安全本科专业。2003 年经国务院学位办批准武汉大学建立信息安全博士点。现在,全国设立信息安全本科专业的高等院校已增加到 70 多所,设立信息安全博士点的高等院校和科研院所也增加了很多。2007 年“教育部高等学校信息安全类专业教学指导委员会”正式成立,并在武汉大学成功地召开了“第一届中国信息安全学科建设与人才培养研讨会”。我国信息安全学科建设与人才培养进入蓬勃发展阶段。

为了增进信息安全领域的学术交流、为信息安全专业的大学生提供一套适用的教材,2003 年武汉大学组织编写了一套《信息安全技术与教材系列丛书》。这套丛书涵盖了信息安全的主要专业领域,既可用做本科生的教材,又可作为工程技术人员的技术参考书。这套丛书出版后得到了广泛的应用,深受广大读者的厚爱,为传播信息安全知识发挥了重要作用。现在,为了能够反映信息安全技术的新进展、更加适合信息安全教学的使用和符合信息安全类专业指导性专业规范的要求,武汉大学对原有丛书进行了升版。

我觉得升版后的这套新教材的特点是内容全面、技术新颖、理论联系实际,努力反映

信息安全领域的新成果和新技术，符合信息安全类专业指导性专业规范的要求，适合教学使用。在我国信息安全专业人才培养蓬勃发展的今天，这套新教材的出版是非常及时的和十分有益的。

我代表编委会对图书的作者和广大读者表示感谢。欢迎广大读者提出宝贵意见，以便能够进一步修改完善。

中国工程院院士，武汉大学兼职教授

沈昌祥

2008年8月28日



前言

随着计算机网络的飞速发展,网络的应用范围越来越大,功能也随之复杂,计算机网络已经渗透到社会经济的各个领域,网络已成为人们生活中不可或缺的一部分,因此给网络管理带来了更大的挑战。在这种情况下,一个完善的网络管理系统是网络能够可靠稳定运行的保证,也是网络上承载的业务系统 and 应用系统顺利运行的基础。现代网络的管理已从传统的保证网络连通性为目标转向以保证网络应用,特别是应用服务为主要目的,因此网络管理也需相应的改进,网络的管理必须建立在应用和服务层次之上,以期满足应用和信息服务为主的网络管理需求。

从最初的网络管理框架的提出到现在,网络管理系统包含以下五个功能:故障管理、配置管理、计费管理、性能管理和安全管理。

当前世界上流行的网络管理技术有由国际电信联盟的电信标准化部门 ITU-T 提出的 TMN (Telecommunications Management Network)、由国际标准化组织 (ISO) 提出的 CMIP (公共管理信息协议) 和由 Internet 组织提出的 SNMP (简单网络管理协议)。这些标准中,CMIP 的功能最强大,但其实现难度也最大,这就妨碍了它的应用,因此目前支持 CMIP 的产品很少;而 SNMP 则由于它的简单和易操作,得到广泛的应用,并已成为事实上 Internet 的管理标准。

SNMP 目前被广泛应用于 TCP/IP 网络及设备管理。其最大的优势是设计简单,几乎所有的网络管理人员都喜欢使用。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,迅速研制出功能更加安全的网络管理产品,使得网络管理市场的竞争更加激烈。本书在第 1 版的基础上对 SNMP 作为重点修改,利用 AdventNet SNMP Utilities 软件中的 MibBrowser 组件来实现 SNMP 操作,使读者能更好地理解 SNMP 的管理方法。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性和规模的扩大也在呼唤着符合 CMIS/CMIP 标准的、功能全面的、管理严格的网络产品的出现。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。

根据当前网络管理的需求,本书增加了 Cisco 网络认证工程师 (CCNA) 相关知识,介绍了 Cisco 路由器、交换机和集线器的特点,对 Cisco IOS 软件的基本操作、广域网协议设置、IP 路由设置、访问控制列表的设置、配置 VLAN 和 NAT 等进行了详细论述。同时,介绍了当今典型网络管理系统,对基于 Windows 平台的网络管理和今后网络管理的发展作了相关论述。

为了使读者更好地掌握计算机网络管理的理论知识和实用技术,我们改编了《计算机网络管理实用教程》,全书共分 14 章,对网络管理的体系结构和网络管理实用技术进行了全面介绍,并对 CISCO 网络认证工程师、典型的网络管理平台、网络管理系统的操作和使用进行



了详细的讲解。

本书第一章介绍了网络管理的基本概念,网络管理的标准化组织以及网络管理的五大功能。

第二章主要介绍网络管理的体系结构,其中包括网络管理的基本模型,网络管理的模式,网络管理的组织模型以及网络管理软件结构。

第三章全面介绍了 OSI 系统管理,其中包括 OSI 的参考模型,服务定义和协议规范,CMIS/CMIP 的管理标准,OSI 管理框架,管理对象的层次结构,管理操作,管理对象的状态以及管理对象之间的关系。

第四章详细介绍了抽象语法表示 ASN.1 的表示方式,运用大量的实例对其数据类型进行了讲解,并对基本编码规则的编码结构作了详细的论述。

第五章对 Internet 管理信息结构进行了详细的论述,其中包括 SNMP 的管理框架,SNMP 协议体系结构,管理信息结构的定义,标量对象和表对象。

第六章简要介绍了 MIB 的发展,详细描述了 MIB-2 中的 System 组、Interfaces 组、IP 组、ICMP 组、TCP 组、UDP 组、EGP 组和 Transmission 组的结构,并对 MIB-2 的局限性作了分析。

第七章首先介绍 SNMPv1 基本信息,然后,详细描述了 SNMPv1 数据协议单元和操作过程,并对 SNMP 组作了介绍。

第八章针对 SNMPv1 的不足,着重介绍了 SNMPv2 安全协议,并对 SNMPv2 的管理信息结构、管理信息库和协议操作进行了论述。

第九章对 SNMPv3 的产生以及体系结构进行了介绍,并对 SNMP v3 实体、SNMP v3 框架、SNMPv3 应用程序和安全模式作了叙述。

第十章首先介绍 RMON 的基本概念,然后对 RMON1 和 RMON2 的管理信息库进行详细的讲述,并通过具体的方案说明 RMON 在网络管理中的应用。

第十一章是根据 Cisco 网络认证工程师所要求掌握的相关知识,介绍了 Cisco 路由器、交换机和集线器的特点,对 Cisco IOS 软件的基本操作、广域网协议设置、IP 路由设置、访问控制列表的设置、配置 VLAN 和 NAT 等进行了详细论述。

第十二章分别介绍了一些具有代表性的典型网络管理系统,包括 Ciscoworks 2000, HP OpenView, IBM Tivoli NetView, Sun Solstice Net Manager 和青鸟网硕 NetSureXpert。

第十三章是针对基于 Windows 平台的网络管理,分别介绍在 Windows 2000, Windows XP 和 Windows2003 中 SNMP 服务的安装、配置、测试和应用,然后讲述如何在 Windows 平台进行 SNMP 编程。

第十四章介绍了网络管理技术的发展,其中主要包括网络管理体系结构的变化,基于 WEB 的网络管理,基于 XML 的网络管理, CORBA 技术在网络管理系统的应用,基于主动网络的网络管理和基于移动代理的网络管理。

本书可作为高等学校本科生和研究生的教学教材,也可作为网络管理工程技术人员的参考书。在编写的过程中,引用了大量国内外相关资料。

本书第一章、第三章、第五章、第十章由张沪寅编写,第二章、第四章、第六章由吕慧编写,第七章、第八章、第九章由生力军编写,第十一章由张萌编写,第十二章、第十三章、第十四章由吴黎兵编写。全书由张沪寅统稿。

本书的编写得到了武汉大学出版社的资助。书中内容的制订过程得到了吴产乐教授、黄



传河教授和石岗教授的指导。在此谨向他们表示衷心感谢。

由于时间和水平有限，难免有错，恳请读者批评指正。

作 者

2008 年 11 月

目 录

第一章 网络管理概述	1
1.1 网络管理的基本概念	1
1.1.1 网络管理概述	1
1.1.2 网络管理的目标	2
1.1.3 网络管理的服务层次	2
1.1.4 网络管理的发展历程	3
1.2 网络管理的标准化	4
1.2.1 ISO	4
1.2.2 ITU-T	5
1.2.3 IETF	6
1.2.4 其他组织	7
1.3 网络管理的功能	7
1.3.1 配置管理	7
1.3.2 故障管理	8
1.3.3 性能管理	9
1.3.4 计费管理	9
1.3.5 安全管理	10
1.4 网络管理的对象	11
1.5 网络管理协议	12
1.5.1 SNMP 协议	12
1.5.2 CMIP 协议	13
习题一	14
第二章 网络管理体系结构	15
2.1 网络管理的基本模型	15
2.1.1 网络管理者-管理代理模型	15
2.1.2 网络管理者	15
2.1.3 管理代理	16
2.1.4 网络管理协议	17
2.1.5 管理信息库	17
2.2 网络管理模式	17
2.2.1 集中式网络管理模式	17
2.2.2 分布式网络管理模式	20



2.2.3 分层式网络管理模式	21
2.2.4 分布式与分层式管理模式的结合	22
2.3 网络管理系统体系结构	23
2.3.1 网络管理系统的层次结构	23
2.3.2 网络管理软件结构	24
习题二	25
第三章 OSI 系统管理	26
3.1 OSI 的基本概念	26
3.1.1 参考模型	26
3.1.2 服务定义	27
3.1.3 协议规范	27
3.2 公共管理信息服务和协议 CMIS/CMIP	28
3.2.1 CMIS/CMIP 概述	28
3.2.2 CMIP 的管理信息库	33
3.2.3 CMISE 的服务	38
3.2.4 公共管理信息协议 CMIP	50
3.2.5 远程操作服务元素 ROSE	54
3.2.6 CMOT	56
3.3 OSI 管理框架	57
3.3.1 管理站和代理	57
3.3.2 通信模型	58
3.3.3 通信机制	60
3.3.4 管理域和管理策略	60
3.4 管理对象的层次结构	61
3.4.1 继承层次	61
3.4.2 包含层次	62
3.4.3 注册层次	63
3.5 管理操作	63
3.5.1 操作范围	63
3.5.2 过滤功能	64
3.5.3 同步机制	65
3.6 管理对象的状态	65
3.6.1 一般状态	66
3.6.2 操作状态	66
3.7 管理对象之间的关系	67
习题三	69
第四章 ASN. 1	70
4.1 网络数据表示及编码	70



4.2 ASN.1 的基本概念	71
4.2.1 抽象数据类型	72
4.2.2 子类型	80
4.2.3 应用类型	83
4.3 基本编码规则	83
4.3.1 编码结构	84
4.3.2 标签字段	84
4.3.3 长度字段	85
4.3.4 值字段	85
4.3.5 编码举例	86
习题四	89
第五章 Internet 管理信息结构	92
5.1 Internet 的网络管理框架	92
5.1.1 SNMP 的管理框架	93
5.1.2 SNMP 协议体系结构	94
5.2 管理信息结构	96
5.2.1 对象的标识	96
5.2.2 管理信息结构的定义	98
5.3 标量对象和表对象	103
5.3.1 对象实例的标识	105
5.3.2 概念表和概念行	106
5.3.3 标量对象	106
5.3.4 词典顺序	107
习题五	108
第六章 管理信息库	109
6.1 MIB-2 简介	109
6.2 MIB-2	110
6.2.1 system 组	110
6.2.2 Interfaces 组	112
6.2.3 ip 组	117
6.2.4 icmp 组	124
6.2.5 tcp 组	125
6.2.6 udp 组	129
6.2.7 egp 组	131
6.2.8 Transmission 组	133
6.2.9 MIB-2 的局限性	136
习题六	137



第七章 SNMPv1	139
7.1 SNMPv1 数据协议单元	139
7.1.1 SNMPv1 协议数据单元的种类	139
7.1.2 SNMPv1 协议数据单元的具体格式	140
7.1.3 报文应答序列	142
7.1.4 SNMP 报文的发送和接收过程	144
7.2 SNMPv1 的安全机制	144
7.2.1 团体的概念	144
7.2.2 简单的团体名认证	144
7.2.3 SNMPv1 可采用的访问策略	145
7.2.4 委托代理服务	146
7.3 SNMPv1 的操作	146
7.3.1 检索简单对象	146
7.3.2 检索未知对象	149
7.3.3 检索表对象	150
7.3.4 表的更新和删除	154
7.3.5 陷阱操作	155
7.4 snmp 组	155
7.5 SNMPv1 的局限性	158
习题七	159
第八章 SNMPv2	160
8.1 SNMP 的演变	160
8.1.1 SNMPv2 标准的开发	160
8.1.2 SNMPv2 的新功能	161
8.2 SNMPv2 管理信息结构	162
8.2.1 对象定义	162
8.2.2 模块定义	165
8.2.3 通知定义	167
8.2.4 概念表	168
8.3 SNMPv2 管理信息库	172
8.3.1 system 组的改变	173
8.3.2 snmp 组的重定义	177
8.3.3 MIB 对象组	178
8.3.4 interface 组	180
8.3.5 MIB 一致性声明	187
8.4 SNMPv2 协议和操作	199
8.4.1 SNMPv2 消息	199
8.4.2 PDU 格式	199
8.5 SNMPv2 安全协议	203



8.5.1 计算机网络的安全需求	203
8.5.2 对网络管理系统安全的威胁	203
8.5.3 SNMP 的安全协议	203
8.5.4 SNMPv2 加密报文格式	204
8.5.5 加密报文的发送和接收	204
8.6 SNMPv2 的实现	207
8.6.1 网络管理站的功能	207
8.6.2 轮询频率	207
8.6.3 传输层映像	208
8.6.4 与 OSI 的兼容性	208
8.6.5 TCP/IP 网络中的系统管理	209
习题八	209
第九章 SNMPv3	211
9.1 SNMPv3 工作组	211
9.2 SNMPv3 体系结构概述	213
9.3 SNMP 实体	213
9.3.1 SNMP 引擎	214
9.3.2 应用程序	216
9.4 抽象服务接口	217
9.4.1 分配器	217
9.4.2 消息处理子系统	220
9.4.3 安全控制子系统	222
9.4.4 访问控制子系统	223
9.5 SNMP 框架 MIB	224
9.5.1 SNMPv3 正文约定	225
9.5.2 管理标识	226
9.5.3 管理对象	226
9.6 SNMPv3 应用程序	227
9.7 SNMPv3 应用程序 MIB	229
9.7.1 管理目标 MIB	230
9.7.2 通告 MIB	232
9.7.3 代理服务器 MIB	234
9.8 SNMPv3 消息格式	236
9.9 基于用户的安全模式	237
9.9.1 USM 提供的安全服务	238
9.9.2 USM 的模块	239
9.9.3 USM 抽象服务接口	239
9.9.4 USM 使用的协议	239
9.9.5 USM 消息处理过程	240

习题九	240
-----	-----

第十章 远程网络监视 242

10.1 RMON 的基本概念	242
10.1.1 RMON 简介	242
10.1.2 远程网络监视的目标	243
10.1.3 远程网络监视器的控制	244
10.1.4 RMON 的表管理	246
10.1.5 多管理站访问	249
10.1.6 RMON 的管理信息库	250
10.2 RMON1 的信息管理库	251
10.2.1 统计组	252
10.2.2 历史组	253
10.2.3 主机组	257
10.2.4 最高 N 台主机组	260
10.2.5 矩阵组	262
10.2.6 警报组	263
10.2.7 过滤组	266
10.2.8 捕获组	270
10.2.9 事件组	272
10.2.10 tokenRing 组	273
10.3 RMON2 的信息管理库	277
10.3.1 RMON2 MIB 的组成	277
10.3.2 RMON2 新增功能	278
10.4 RMON 在网络管理中的应用	282
10.4.1 嵌入式 RMON	282
10.4.2 分布式 RMON	283
10.4.3 交换环境中的 RMON	284
习题十	285

第十一章 Cisco 网络认证工程师 286

11.1 网络互连模型	286
11.1.1 OSI 模型	286
11.1.2 TCP/IP 模型	287
11.2 网络设备	288
11.2.1 集线器	288
11.2.2 交换机	289
11.2.3 路由器	289
11.2.4 基本组件及其作用	289
11.3 Cisco IOS 软件	290

11.3.1 软件基本特点	291
11.3.2 操作模式	292
11.3.3 基本操作	293
11.4 广域网协议设置	294
11.4.1 PPP 设置	295
11.4.2 ISDN 设置	296
11.4.3 帧中继设置	297
11.5 IP 路由设置	299
11.5.1 静态路由	299
11.5.2 动态路由	300
11.5.3 默认路由	305
11.6 第二层交换设置	305
11.6.1 概述	305
11.6.2 具体配置	306
11.7 访问控制列表设置	308
11.7.1 概述	308
11.7.2 配置实例	308
11.7.3 配置原则	310
11.8 NAT 设置	311
11.8.1 概述	311
11.8.2 配置实例	312
习题十一	313
第十二章 典型网络管理系统	314
12.1 CiscoWorks 2000	314
12.1.1 CiscoWorks 2000 简介	314
12.1.2 LAN 管理解决方案	316
12.1.3 路由 WAN 管理解决方案	319
12.1.4 服务管理解决方案	320
12.1.5 CiscoWorks for Windows	324
12.2 HP OpenView	327
12.2.1 HP OpenView 简介	327
12.2.2 HP OpenView 解决方案	329
12.3 IBM Tivoli NetView	334
12.3.1 Tivoli NetView 简介	335
12.3.2 Tivoli NetView 解决方案	336
12.4 Sun Solstice Net Manager	339
12.4.1 Sun Net Manager 的特点	339
12.4.2 基于 Sun Net Manager 的解决方案	341
12.5 青鸟网硕 NetSureXpert	342