全国高等院校“十五”计算机规划教材
Text-Book for 21th Century on Network Technology

新世纪网络技术系列教材（3）

胡谷雨　编著
谢希仁　审定

The Principles of Network Management

网络管理技术教程

从计算机网络管理和电信网络管理并重的角度出发

由富有网络管理技术研究和开发经验的作者编著

大量实训习题供实验上机练习

北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

全国高等院校“十五”计算机规划教材
Text-Book for 21th Century on Network Technology

胡谷雨　编著
谢希仁　审定

The Principles Management

网络管理技术教程

北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书是“新世纪网络技术系列教材”之一，该系列教材由网络技术主干课程教材组成，分别是《网络原理与技术教程》、《网络工程设计教程》、《网络程序设计教程》、《网络管理技术教程》、《网络安全技术教程》、《网络分布式计算》和《网络协议工程》。本系列教材可供本科、高职高专网络专业、计算机专业和相关 IT 专业根据网络课程的设置情况选用。

本书从计算机网络管理和电信网络管理并重的角度，对网络管理技术的起源、发展一直到现代网络管理的内容、原理和方法作了基础而全面的介绍，并对当前流行的网络管理框架和技术，如 SNMP、TMN/CMIP 和 CORBA 等进行了详细介绍，讲解了网络管理中的 5 个功能域、网络管理信息库和网络管理协议。最后分别介绍了计算机网与电信网的网络管理产品和网络管理系统开发工具。

本书可作为普通高校、职业学校与通信有关专业的本科学生的教材和教学参考书，部分内容还可作为研究生教材，同时也可以作为网络及其管理系统的研究设计人员的指导书。

系　　列　　书：新世纪网络技术系列教材（3）
书　　　　名：网络管理技术教程
总　　策　　划：北京希望电子出版社
文 本 著 作 者：胡谷雨　编著　　谢希仁　审定
责　任　编　辑：马宏华
出版、发行者：北京希望电子出版社
地　　　　址：北京市海淀区知春路甲 63 号卫星大厦三层 100080
网址: www.bhp.com.cn　E-mail: lwm@hope.com.cn
010-62520290,62521724,62528991,62630301,62524940,62521921,82610344（发行）
010-82675588-202（门市）　010-82675588-501,82675588-201（编辑部）
经　　　　销：各地新华书店、软件连锁店
排　　　　版：希望图书输出中心　杜海燕
文 本 印 刷 者：北京纪元彩艺印刷厂印刷
开本 / 规格：787 毫米×1092 毫米　16 开本　　16.75 印张　　379 千字
版次 / 印次：2002 年 9 月第 1 版　2002 年 9 月第 1 次印刷
本　版　号：ISBN 7-900101-52-7
印　　　　数：0001-5000
定　　　　价：24.00 元

新世纪网络技术系列教材

编　委　会

前　言

网络管理已经成为计算机网和电信网研究建设中的重要内容之一，网络中采用的先进技术越多、规模越大，网络的维护和管理工作也就越复杂。

早期的网络管理是指电信网上的监控，包括监视和控制两个方面。当计算机网络出现以后，网络管理的内容扩大到了网络日常维护和运营的各个方面，网络管理的概念也渐趋完善。国际标准化组织 ISO 早在 20 世纪 80 年代初就开始了开放系统互连网络管理的标准化工作，制定了一系列标准，如 CMIP。但由于该系列标准近乎完美的庞大功能和实现上的复杂性，迟迟未达到人们期望中的成功应用。在此情况下，Internet 组织于 1988 年提出了临时性的网络管理过渡方案，即 SNMP。出乎人们一开始的意料，过渡方案得到了广泛地应用，成为了事实上的计算机网络管理国际性标准。另一方面，随着电信网管理工作的重视和加强，为适应电信技术的飞速发展，国际电信联盟的原 CCITT（即现在的 ITU-T）也出版了电信管理网 TMN 系列建议书，并在 20 世纪 90 年代引用了 ISO 的 CMIP 之后逐渐走向成熟，在电信网的管理中得到了广泛的应用。这几个组织的网络管理标准虽然面对不同的网络，但它们定义了几乎相同的管理功能。再后来，基于互联网的分布式计算技术 CORBA 得到广泛流行，促使人们又寻求通过 ORB 来实现网络管理的途径，最终 ITU-T 将 CORBA 引入了 TMN，将其放在与 CMIP 并重的地位。

有鉴于此，本书第 1 章在讲述网络管理技术的起源和发展时将电信网与计算机网的管理分别进行了介绍。从第 2 章以后则不再严格区分电信网和计算机网的管理，而是将它们综合在一起介绍网络管理的一般原理、目标、功能、管理系统的体系框架和标准化工作。

本书第 3 章介绍 Internet 组织的网络管理框架 SNMP，第 4 章介绍 OSI 的网络管理框架 CMIP/CMIS，第 5 章介绍 ITU-T 的 TMN，第 6 章介绍现在流行的 CORBA 技术在网络管理中的应用。尽管这 4 章所介绍的分别是 4 个组织的 4 个不同网络管理框架，但它们所依赖的网络管理通信模型却只有 3 个，因此第 7 章对 SNMP、CMIP 和 CORBA 技术进行了总结比较。

第 8 章深入介绍了网络管理的功能，尤其是得到广泛接受的配置、性能、故障、帐务和安全等 5 大管理功能域。

紧接着，本书第 9 章对网络管理技术的新发展进行了介绍，第 10 章介绍了基于 SNMP 的网络管理平台和流行的网络管理产品，第 11 章则介绍了网络管理系统开发工具，包括分别基于 SNMP 和基于 TMN 的开发工具包。

另外，本书的附录给出了有关网络管理的一些国际性标准，包括 ITU-T 建议书、ISO 的标准和 IETF 的 RFC。

本书是作者从事十多年网络管理技术研究，承担和参加多个大型通信网络管理系统和 SNMP 网络管理平台的研究开发等项工作以后，在作者所在的网络技术研究中心全体同仁的多方关心、指导、鼓励和帮助下完成的。作者谨在此向他们表示衷心的感谢。

由于作者水平和所阅资料所限，书中错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

作者

2002 年 4 月

于南京

目 录

第 1 章 网络管理技术的形成和发展 1
1-1 电信网的管理 2
1-1-1 管理的必要性 2
1-1-2 话务管理 3
1-1-3 电信网管理方法的演变 4
1-1-4 新的管理需求 6
1-2 计算机网络的管理 7
1-2-1 网络管理员的任务 7
1-2-2 流量控制策略管理 8
1-2-3 路由选择策略管理 9
1-2-4 网络故障的诊断和排除 10
1-2-5 网络的安全防护和管理 11
1-2-6 网络使用的计费 13
1-2-7 计算机网络管理技术的形成 13
思考题 13
第 2 章 网络管理技术概论 14
2-1 网络管理的目标和内容 14
2-2 网络管理的服务层次 14
2-3 网络管理的功能 15
2-4 网络管理的体系框架 17
2-5 网络管理的组织模型 22
2-5-1 一般网络管理模型 22
2-5-2 基于 CORBA 的网络管理模型 23
2-5-3 基于 Web 的网络管理模型 24
2-6 网络管理的信息模型 25
2-7 网络管理过程的驱动 27
2-8 网络管理操作的安全 27
2-8-1 对网管数据的安全威胁 28
2-8-2 对网管操作的安全威胁 28
2-9 网络管理的标准化 28
2-9-1 ISO 28
2-9-2 ITU-T 30
2-9-3 IETF 30
2-9-4 其他组织 33
思考题 33
第 3 章 SNMP 网络管理框架 34
3-1 SNMP 的由来与演变 34
3-2 SNMP 体系框架 36
3-2-1 Internet 的管理模型 36
3-2-2 SNMP 框架的组成 37
3-2-3 SNMP 操作的权限控制与身份鉴别 37
3-3 管理信息结构 SMI 38
3-3-1 SNMP 管理对象的定义与访问 39
3-3-2 ASN.1 43
3-3-3 管理信息报文的 BER 编码 46
3-3-4 第二版 SMI 50
3-4 SNMP 的 MIB 55
3-4-1 MIB-I 56
3-4-2 MIB-II 57
3-5 SNMPv1 协议 58
3-5-1 请求/响应管理操作 59
3-5-2 管理信息报文 60
3-5-3 公共 PDU 格式 60
3-5-4 trap PDU 格式 62
3-5-5 SNMP 管理信息报文的传输 63
3-5-6 SNMPv1 协议的工作 63
3-6 SNMPv2 协议 64
3-6-1 第二版中的表格处理 65
3-6-2 SNMPv2 的管理信息报文格式 65
3-6-3 SNMPv2 的管理操作 66
3-7 SNMPv3 及其安全机制 68
3-7-1 SNMPv3 协议实体的组成 69
3-7-2 新的文本约定和 MIB 变量 70
3-7-3 SNMPv3 的报文格式 70
3-7-4 SNMPv3 安全机制 71
3-7-5 基于用户的安全模型 72
3-7-6 SNMPv3 对报文的安全处理 74
3-7-7 基于视图的访问控制模型 74
3-7-8 SNMPv3 的安全性小结 76
3-8 RMON 76
3-8-1 为什么需要 RMON 76

3-8-2 RMON MIB 78
3-8-3 RMON II 79
3-9 SMON 79
3-9-1 交换网络监测与共享网络监测的区别 79
3-9-2 监测对交换网络功能的影响 80
3-9-3 交换机管理的 SMON 80
3-9-4 SMON-II 81
3-9-5 SMON MIB 81
思考题 82
第 4 章 OSI 网络管理框架 CMIP/CMIS 83
4-1 CMIP/CMIS 概述 83
4-1-1 公共管理信息通信环境 83
4-1-2 公共管理信息服务元素 CMISE 85
4-2 CMIP 的管理信息库 88
4-2-1 管理对象 88
4-2-2 管理对象类 89
4-2-3 属性 91
4-2-4 对管理对象的操作 93
4-2-5 管理对象的行为 95
4-2-6 通知 96
4-2-7 管理对象之间的关系和对象命名 .96
4-2-8 管理对象的选择 100
4-2-9 管理对象的封闭性和自治性 102
4-2-10 对象的兼容性 102
4-2-11 管理对象之间的同质异构 103
4-3 CMISE 的服务 104
4-4 公共管理信息协议 CMIP 116
4-4-1 CMIP 协议数据单元 116
4-4-2 CMIP 协议的操作 118
4-4-3 CMISE 原语和 CMIP 操作之间的关系 119
4-5 公共管理信息协议的安全性 120
4-5-1 ACSE 的安全机制 120
4-5-2 STASE-ROSE 协议 121
4-5-3 安全服务过程 122
4-5-4 CMIP 安全性小结 126
思考题 127
第 5 章 电信管理网 TMN 128
5-1 电信管理网的作用及其与电信网的关系 128
5-2 TMN 的体系结构 129
5-2-1 功能体系结构 129
5-2-2 TMN 的信息体系结构 134
5-2-3 TMN 的物理体系结构 137
5-3 TMN 的应用功能 138
5-4 Q 接口 140
5-5 GDMO 142
5-5-1 管理对象定义模板 142
5-5-2 管理对象描述块 143
5-5-3 属性模板 143
5-5-4 通知模板 144
5-5-5 动作模板 144
思考题 145
第 6 章 公共对象请求代理体系结构 CORBA 146
6-1 CORBA 的组成 146
6-2 ORB 系统的工作原理 147
6-2-1 ORB 系统的组成 147
6-2-2 ORB 系统间的互操作 148
6-3 CORBA 的对象服务 149
6-3-1 名录服务 149
6-3-2 事件服务 149
6-3-3 生存期服务 149
6-3-4 特征服务 150
6-4 CORBA 在网管中的应用 150
6-4-1 CORBA 应用于网络管理的几种模式 150
6-4-2 CORBA 应用于网络管理的规范 151
6-5 CORBA 的安全性 151
6-5-1 CORBA 的安全体系结构 151
6-5-2 CORBA 的安全服务 153
6-5-3 CORBA 的安全性小结 155
思考题 155
第 7 章 3 种协议/框架的总结比较 157
7-1 SNMP 向 CMIP 的过渡及其比较 157
7-1-1 CMOT 157
7-1-2 SNMP、CMIP 和 CMOT 的比较 158
7-2 CORBA 与 CMIP、SNMP 的比较 160
7-2-1 CORBA 应用于网络管理的优势及其缺点 161

7-2-2 CORBA 与 TMN/CMIP 的比较 ..162
7-2-3 CORBA 与 Q3 接口的比较 162
7-3 CMIP、SNMP 和 CORBA 的安全性比较 163
7-3-1 CMIP 安全机制的特点 163
7-3-2 SNMPv3 安全机制的特点 163
7-3-3 CORBA 安全机制的特点 164
思考题 165
第 8 章 网络管理功能 **166**
8-1 配置管理 166
8-1-1 配置管理的内容 168
8-1-2 管理对象的运行状态 169
8-1-3 管理对象的管理控制状态 170
8-1-4 配置管理设施 172
8-1-5 网络服务管理 173
8-2 故障管理 174
8-2-1 故障管理概述 174
8-2-2 故障管理的处理过程 176
8-2-3 事件报告的内容 178
8-2-4 动态故障追踪 179
8-3 性能管理 182
8-3-1 性能管理概述 182
8-3-2 性能管理功能 183
8-3-3 网络的性能模型 184
8-3-4 性能管理过程 185
8-3-5 反映网络性能的参数 186
8-3-6 网络性能的监测 188
8-3-7 性能参数门限设置和异常现象报告 190
8-3-8 性能分析和网络细调 190
8-4 账务管理 192
8-4-1 账务管理概述 192
8-4-2 网络的账务管理功能 193
8-5 安全管理 194
8-5-1 安全管理功能 195
8-5-2 安全告警、日志登录和报告 196
8-5-3 网络管理系统自身的保护 197
8-6 其他网络管理功能 198
8-6-1 网络规划 199
8-6-2 网络资源管理 199
8-6-3 其他 200
思考题 200
第 9 章 网络管理技术的发展 **202**
9-1 网络管理的分布化 202
9-1-1 分布式网络管理的发展趋势 203
9-1-2 分布式网络管理的实现技术 203
9-2 网络管理系统的综合化 207
9-3 网络管理的智能化 207
9-4 向系统管理发展 208
9-5 向故障的自动恢复发展 208
9-6 基于策略的网络管理 208
思考题 209
第 10 章 综合网络管理 **210**
10-1 分立网络管理的缺点 210
10-2 网络管理系统要综合 210
10-3 综合的目标与方法 211
10-4 网络管理综合的内容 213
10-4-1 协议综合 213
10-4-2 设备操作综合 213
10-4-3 专业网络管理综合 213
10-4-4 资料数据综合 214
10-4-5 管理应用功能综合 214
10-5 综合的对策 215
思考题 217
第 11 章 SNMP 网络管理系统 **218**
11-1 网络管理平台 218
11-1-1 SNMP 协议引擎 218
11-1-2 MIB 编译器 219
11-1-3 MIB 浏览器 219
11-2 HP 公司的 OpenView 220
11-2-1 HP OpenView 的管理框架 220
11-2-2 HP OpenView 的网络结点管理器 220
11-3 IBM 公司的 NetView 222
11-4 Sun 公司的 Solstice Enterprise Manager 223
11-5 CA 公司的 Unicenter TNG 和 Neugent 224
11-5-1 Unicenter TNG 224
11-5-2 Neugent 225
11-6 Cabletron 系统公司的 Spectrum 227

思考题.....228
第 12 章 网络管理系统开发工具 229
12-1 基于 SNMP 的网管开发工具.....229
12-1-1 SNMP++.....229
12-1-2 WinSNMP.....230
12-1-3 JMX.....230
12-1-4 AdventNet 公司的 AgentToolKit.....230
12-2 基于 TMN 的开发工具.....232
12-2-1 Vertel 网管开发工具简介.....232
12-2-2 TMN 设计师.....233
12-2-3 TMN 代理开发环境.....234
12-2-4 TMN 管理进程开发环境（MDE）.....235
12-2-5 TMN MIB Master.....236
12-2-6 Q-适配器.....236
12-2-7 TMN 模拟器.....236
思考题.....237
附录 A 有关网络管理的国际性管理..... 238
参考文献 257

第 1 章　网络管理技术的形成和发展

人类的历史可以追溯到几百万年以前，但人们开始利用自身以外的自然物质、自然力量和自然现象进行通信的历史则只在最近的几千年里才有记录。人们最早使用的通信工具可以认为就是古代的“烽火”，而类似的技术如“消息树”则在近代历史里还可以找到它们的痕迹。

烽火的使用毕竟有很多局限，但它一直沿用了几千年才逐渐被新的通信手段——电报和电话所取代。电报和电话是 19 世纪才出现的，虽只有百多年的历史，但电信网发展到今天，可以说已经是无处不在了，而且新的技术还在层出不穷。

1844 年美国的艺术家和科学家莫尔斯花费了 12 年的时间和所有的财产发明了电报。虽说当时其他国家的科学家也有类似的发明，但莫尔斯是最幸运的，因为他的电报正好为当时年轻的美国所需要。在美国向西部扩张的同时，莫尔斯的电报也随着火车铁轨西行。到 1851 年，全美已经有 50 家电报公司经营着上百个电报局，大多数电报局设在火车站。在美国的许多地方，至今仍可看到铁路路基上的旧电报线。1866 年，仅“西方联合公司”就拥有四千多个电报局。

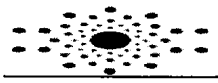
在 1876 年，美国的贝尔发明了电话。虽然贝尔及其公司在发明电话的初期并不如意，但一百年后，贝尔的公司（改名为 AT&T 公司）成了世界上最大的电话公司，一度拥有百万雇员，操纵着一亿多部电话。

电话的应用促使了另一项技术——电话交换技术的诞生。早期的电话交换局只是一个交换台，由电话接线员手工操作。如果有人要打电话，他要先摇动电话机上的曲柄，由此电话机上产生电流通知接线员。接线员与主叫用户通话，得知被叫是谁，用连接线将主叫话机与被叫话机的插座连接起来。当接线员发现电话打完了就拔出连接线插头来中断线路。如果被叫话机不在本区域，接线员就要通过长途线路呼叫目的地的接线员，目的地的接线员将长途线路与被叫话机接通，这样主叫话机与被叫话机之间的长途电话就被接通了。

早期的人工接续交换方式中虽然用户和“交换设备”之间的信息交互是最直接、最方便的，但由于人工接续固有的缺点，如接续速度慢、接线员需要日夜服务等，迫使人们寻求自动接续交换方式。

在电话交换系统的发展史上经历了人工交换台、步进制和纵横制的电磁式交换机到现在的电子交换机；从手工发展到自动，再从自动发展到高度智能化的数字交换机。在此同时，电信网的规模也越来越大，全世界几乎已经连成一片；电信网中开放的业务也越来越多，从原来单纯的话音发展到如今的数据、传真、会议电话、可视电话等等，而且仍在不断地发展。

在 20 世纪 40 年代出现了计算机以后，电路交换的电信网也被用来传输计算机与计算机之间以及计算机与其远程终端之间的数据，并于 1969 年诞生了第一个分组交换的数据网 ARPAnet，此后计算机网络技术不断发展，以至现在的因特网家喻户晓，遍布世界的各个角落，使整个社会进入了信息时代。计算机网络技术仍在高速发展，成了世界上发展最快



的事物。

电信网和计算机网的高速发展给全世界的人们带来了极大的方便，但同时网络自身的管理和控制也向人们提出了挑战。

1-1 电信网的管理

电信网的早期采用人工接续的交换方式，用户是通过话音把呼叫请求告诉接线员，接线员根据电信网的忙闲情况，在适当的时候把主叫话机和被叫话机接通。通话结束，接线员把主被叫话机之间的连接拆除，一次呼叫就完成了。在这种情况下，接线员对本地各个用户的用户名、话机编号、线路质量基本了解，无论用户给出被叫用户的名字或号码，接线员都能接通被叫用户的话机。如果连接被叫话机的线路质量太差或有故障，接线员可以直接告诉用户，使用户明白网络的状况。对长途接续也一样，如果被叫用户所在的地区线路因某种原因一直很忙，则接线员会告诉用户为什么没能接通电话，使用户了解网络的状况，以免盲目地重复呼叫。另外，接线员在接续过程中能够直接从交换台上以及与异地接线员的接续对话中了解电信网中各个部分机线设备的忙闲情况，了解整个电信网中哪些地方话务繁忙、哪些地方设备空闲，必要时可以避开质量不好或比较拥挤的线路，绕道其他线路把电话接通，或者把呼叫稍微晚一会再接，以避开话务高峰。

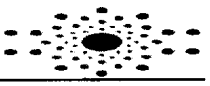
在这里，用户能否进入电信网通话，必须首先经过本地接线员，因此接线员可以起到调节和控制作用，避免电信网出现过量负荷或出现质量很差的通话。接线员不仅完成接续工作，还充当着熟悉和记忆网络状态、保证网络话务限制在合理水平、与用户进行网络信息交流、对电话用户进行一定程度控制的复杂功能。在完全人工交换的电信网中，不会出现因为话务量过大而造成网络瘫痪的局面。

1-1-1 管理的必要性

自动交换技术的诞生虽然极大地改进了电话接续的速度，减少了对接线员的需要，扩大了电信网的规模，但也取消了用户与网络之间的关卡作用，所有用户都以拨号的方式不受限制地进入电信网。但是，用户对电信网的当前状况是一无所知的。在比较好的自动交换机中虽然能够给用户提供一些网络线路忙闲的指示，但只有现象，不能给出原因，而且主要针对被叫线路，没有电信网的整体状况。

比如，南京至北京的长途线路出现故障，南京的用户想要拨打北京长途肯定是无法接通的。但用户又哪里能够知道这许多原因，照样不断拨打电话，只是屡拨屡不通，屡不通又屡拨。这种现象的结果是，不仅南京至北京的长途无法接通，还给南京本地的网络无端地带来了大量的无效业务，消耗了大量的交换机和线路资源，严重时会影响本地电信网的质量。

这种类似的问题还很多，如果一任用户自由、盲目地使用电信网，在极端恶劣的情况下就会造成网络的瘫痪。这里有一个例子，1999 年发生在湖北某市，异常的大量话务造成了部分交换机的瘫痪。事情的起因是，该市晚报称 4 月 1 日 14 时开通竞答热线，打进热线的前 51 名有奖，且第一名奖金高达 5000 元。到了 14 时，数万个话机几乎是在同一个时间拨打同一条热线，突然出现的异常话务高峰首先造成了热线所在交换机的一个模块拥塞，



其上 128 门电话“死机”，继而波及到整个交换机瘫痪，大部分电路闭塞中断，以至 126、129 寻呼台瘫痪，110、112、114 等特服台阻塞，外地长途不能进入。

因此，自动化的电信网络迫切需要良好的管理。

1-1-2 话务管理

大家知道，电信网的建设费用是非常昂贵的。而实际上，每一个用户对通信设施的使用率往往是很低的，因为大部分用户并非一天 24 小时内每时每刻都在通信。让电信网设施为所有的用户共享则是提高通信设施利用率的主要途径，但同时也就不能保证每个用户都随时可以通话。如果一个电信网设计得可以保证所有的用户随时都可以打通电话，那么整个电信网的利用率将是极低的。因此，电信网的设计总是要兼顾这两个矛盾的方面：一方面要保证有足够好的服务质量，保证用户因通信线路忙而不能打通电话的概率足够小；另一方面，还要从经济的角度考虑使电信网具有合理的容量，避免浪费。因此，所有的电信网都具有其设计的负荷容量。当网络中的业务量（即通信量或话务量）远低于设计负荷时，网络的设备没能充分利用，因此电信网中鼓励大家在低业务量的晚间使用电话，尤其是长途电话。当网络中的业务量接近或等于设计负荷时，网络运行在高效的满负荷状态。但当网络中的业务量超过了设计的负荷极限时，网络就不能保证正常有效地运行，也就不能保证向用户提供良好的服务。

网络中过负荷可能会由网络本身和网络外部的用户这两方面的原因引起。网络内部的原因有交换机部件的故障、传输线路的损坏或电缆被切断、维护上的差错、中心局失火，或者由于交换机在选择路由上的错误等等。网络外部的原因则很多，可能包括政治上、社会上或商业上的事件，如狂欢节、售票及其他促销活动、恐怖活动和战争等导致大量的电话业务，会大大超过正常情况下的网络负荷。还可能由于各种航空、铁路上的意外事件而引起大量的电话业务。而像地震、风暴、洪水、火山爆发等自然灾害则不仅造成网络本身的故障，而且是雪上加霜，往往激起无比巨大的业务量。一旦业务量超出了电信网的负荷能力，整个网络就面临全部或局部瘫痪的危险。

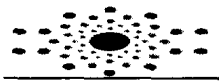
过量的负荷使网络的性能恶化可能会在两个方面体现出来。一方面是大家都在互相打电话，接通率自然大大受影响。另一方面，打不通的电话多次重复呼叫，进一步使网络的业务量增加，打不通的更加打不通，随之而来的是网络瘫痪，谁也打不通。

网络话务量管理（NTM）是当话务量过负荷（或网络中发生故障）而使网络处于困境时，通过实时监控使网络的呼叫运载能力最佳化。如何有效地防止前述性能恶化现象的发生，保证网络能够持续有效地运行，正是电信网管理系统的职责。有效的网络管理，可以及时发现问题，采取适当的措施，避免网络中过负荷对网络性能造成冲击，保证电信网可靠、有效地运行。

有很多用户都在使用电信网络，网络应确保他们得到最好的服务，而妥善地管理网络是保证服务质量的前提。

引入网络话务量管理的好处在于：

- 网络应用的优化，即改善服务，提高服务质量和增加收入。
- 保护基本业务。
- 改善网络的维护和规划。



- 支持公共关系。

下面是美国 AT&T 公司的电信网管理系统在洛杉矶大地震时发挥作用的例子。

某一天凌晨美国西部的洛杉矶发生了大地震。在地震的消息传出之后，也就是大地震发生不久，从洛杉矶开始，各地的话务量猛增，全国各地都可能出现话务量溢出的情况，这就很可能造成网络的拥塞和瘫痪。在这种时候，网络管理系统的作用和任务是保证一些紧急电话可以从洛杉矶地区（受灾地区）打出，灾区以外的地区可以接到受灾地区的电话，因此外地亲属可以知道受灾地区亲属的情况，然后再打电话互相转告。

为了实现上述目标，AT&T 公司的网络管理系统采取了一系列措施，主要是由美国西部丹佛网络运营中心实施的：

（1）与太平洋贝尔网络管理中心协调，对话务流进行控制。

（2）确定 AT&T 的网络设备是否受到了损伤，若受到了损伤则进行故障隔离和维护。

（3）将所有合适的信息告知 AT&T 全球智能网络管理运营中心，全国中心进行跨区域的网络智能管理。

同时，美国东部贝德明斯特网络管理中心也要进行操作，完成以下几项管理动作：

（1）限制通过 AT&T 网络通向 AT&T 西部网中各个交换机的话务量（包括国际话务）。

（2）帮助丹佛市网络管理中心协调任何受到损伤的传输设施的恢复工作。

（3）将所有合适的信息通知海外各国网络管理中心。

（4）充当公共关系和执行管理动作的聚合点。

由于成功地实施了上述管理动作，AT&T 的电信网并没有在洛杉矶大地震时发生完全瘫痪，更没有波及到其他网络。

1-1-3 电信网管理方法的演变

网络管理方法是随着电信网的发展而逐步演变的。最早在使用人工接续的交换方式时，电信网的管理工作主要是由话务接线员完成的。网络中发生的事情，接线员可以知道并且用于调节网络中的业务量。这是一种没有建立自动化的网络管理系统以前的人工方式网络管理。后来在自动电信网建立以后，才逐步建立起网络管理系统，对整个电信网进行全面的自动管理。

自动化网络管理刚刚出现时是分散地由各个交换机收集有限的网络状态数据，并且由各地的交换机独立处理，对网络进行简单的控制。

随后是计算机技术的应用，并且以程控交换机为基础实现的网络管理系统。由于考虑到计算机成本、集中控制对全局控制的优势等原因，各个交换机收集的有限的网络状态数据由网管中心集中处理，再由各交换机对网络实施控制。

随着计算机技术的进步、计算机成本的降低，交换机的智能越来越高，交换机的容量和电信网的规模也越来越大。其直接结果是交换机收集到的网络状态数据大量增加，继续由一个网管中心进行处理已不能适应需要。所以，交换机也直接完成部分管理工作，只有一部分数据需要由网管中心处理。这时是网管中心与交换机共同完成网络的管理和控制。

由于网络管理的重要性越来越高，交换机本身的管理能力已不能适应网络的复杂管理需要，由此产生了独立于交换机的网络管理系统。

总之，电信网的管理经过了从手工的、分散管理到自动的、集中管理，才发展到了今

天的电信管理网。

1. 人工的分散管理方式

人工的管理方式是由网络的操作维护人员以手工方式统计各种话务数据和交换设备、传输线路的运行质量数据，按照主管部门的要求，制作各种报表，定期向主管部门报送，并且按照主管部门的指示调整网络设备的运行。

而分散的管理方式则意味着各种管理工作都是分散在各个交换机、交换台和机务站进行的，并没有一个部门或机构对各地的管理工作进行统一。按照这种方式工作，各个交换局、各个传输系统的管理和控制工作全部是局限在本局或本系统的范围内进行的，不可能从全网的角度来分析和处理网络中发生的问题。一旦电信网中某个部分出现问题，不知道是否就是本地自身的问题，还是其他地方的问题波及到这里，更不可能知道是否是全网性的问题。在这种情况下，当然也就不可能从全网的角度统盘考虑来采取措施，大有“头痛医头、脚痛医脚”之势。实际上，有许多问题是一个交换局或一条传输线路的故障波及到其他交换局或传输线路造成的。因此分散的控制方法有许多局限性。

另一方面，由于网络管理工作都由手工进行，统计的数据量十分有限，而且还容易出现差错。手工统计速度慢、周期长，往往不能及时发现问题，实时性很差。

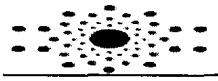
随着计算机技术的应用，程控交换机逐步占据了主导地位，自动化的集中式管理应运而生。

2. 自动化的集中管理方式

计算机是通信网管理自动化的基础，自动化管理就是利用计算机对电信网进行管理。这时，网络管理中的各种活动，包括网络状态数据的采集、处理都用计算机来实现，计算机根据对网络状态数据的分析可以判断网络中各部分的负荷水平、运行质量，甚至可以作出一定的反应，即对一些不利于网络运行的现象采取一定的措施予以纠正。有了计算机以后，网络管理中的报表制作、统计汇总等一系列工作再也不需要手工进行了，甚至计算机可以自动地将报表向上一级管理部门或机构报送。

对于一个具体的交换局来说，很难把分布于全国的整个电信网中所有交换局或地区的网络状态了解清楚，因而也就很难从整个网络全局的角度进行管理。这样就势必需要建立一个网络管理中心，负责收集整个电信网中各地、各个交换局的状态数据，从全局的角度对网络数据进行分析，找出各地区、各个交换局之间的相关性，统一调度网络资源。这样可以避免各地区交换局管理中的盲目性，对网络中的问题达到治本的目标，使各交换局都能从电信网全局的角度进行操作。这就是集中式的网络管理。

对于规模较大的电信网，只设一个网络管理中心是不够的，一般采取多层次的分级管理体制。也就是说，在网络中建立多个区域网络管理中心，由它们对区域内的各种交换局和线路进行区域范围内的集中管理，然后再建一个全网性的集中网络管理中心，通过各个区域网络管理中心对全网实施管理。比如，一个大城市可以按本地网为界建立一个本地网络管理中心，管理本市的各个交换局和传输系统。也可按一个省的长途电信网为界，建立省级网络管理中心，负责对本省内的交换局、传输系统和属下的本地网络管理中心进行集中管理。再加上全国性的网络管理中心，就可以构成全国性的自动化三级集中网络管理系



统。

自动化网络管理系统是60年代才出现的，目前在一些发达国家已经基本建立起这样一套电信网管理体系。集中式自动化网络管理克服了人工分散管理方式下固有的弱点，实现了几乎实时的网络管理，收集、统计网络数据更加详细、准确，并且能够从全网的角度分析、处理问题，为网络带来了更高的效益、更高的服务质量，提高了网络的运行效率，也减少了对网络维护管理人员的需要，还提高了网络的管理水平。

3. 电信管理网的诞生

尽管应用了计算机的自动化集中管理给电信网的管理带来了很多方便，使网络管理上升到了一个新的水平，但这种管理系统是在原有交换局和传输系统的基础上建设网络管理中心，给网络管理系统的建设带来很大的不便。首先是管理内容和管理能力上受原有交换局和传输系统监控设备的限制，而且每个网管系统的建立往往是根据当时的需要按系统逐个建立的。比如传输设备故障监测系统、网络负荷监测管理系统、网络设备调度调配系统等等都是先后分别建立的。这些系统各司其职，分别负责网络中的不同管理内容，它们相互之间没有信息交换，形成互相割裂的局面，这给网络管理造成了很大的局限性。比如传输设备故障监测系统发现问题时，如果能够及时通知网络负荷管理系统，则有关的交换局可以避开故障线路或区域，保证网络通畅。又如网络负荷监测管理系统遇到异常负荷时，如果能够通过网络设备调度调配系统调整网络中的线路容量分配，则可以缓解异常负荷带来的影响。

为了解决上述问题，使得各个功能管理系统之间能够互相交换网络管理信息，协调配合地对整个电信网进行管理，国际上已经有了一个解决办法，就是在电信网上再建立一个电信管理网，把电信网的所有管理系统都纳入这个统一的电信管理网之中，使得多个管理系统形成一个紧密联系的整体。

有关电信管理网的建设，原国际电报电话咨询委员会（CCITT，目前已改组为国际电信联盟的电信标准化部 ITU-T，过去的 CCITT 建议书既可以仍用原来的名字，也可以用 ITU-T 的名称）已经就电信管理网（TMN）制订了一系列国际性标准（建议书）。电信管理网的建设目标是先把各个独立的管理系统通过标准的接口连接起来，再逐步发展、增加新的功能，最终实现完善的电信管理网。

1-1-4 新的管理需求

传统的 NMS/OS（网络管理系统/运行系统）的目的在于通过流程控制来降低操作的复杂性和运行成本，同时，可靠性、安全性也是要达到的目标。但是，不论是传统运营商的网络还是传统的用户专用网络，其网管系统建设的注意力都主要集中在网元层管理方面。随着网络规模的扩大和业务提供复杂性的增加，能否提供网络层的管理已经变得越来越重要了。

为了能在网络设备上提供快捷的管理服务，需要更加复杂的网络管理技术支持。为能使网络支持诸如分组话音、虚拟专用网和多媒体等新型业务，网络管理系统必须要能管理 QoS（服务质量）和 SLA（服务等级协商）。

1-2 计算机网络的管理

分组交换数据网是继电信网之后发展起来的通信网，它解决的主要是计算机之间的通信问题，一切都是自动化的，由计算机及其控制的设备自动完成。

计算机技术的发展出人意料地快，从其诞生的那一天起就以迅猛的势头高速发展着，以至现在到处是计算机，到处是计算机网络。如今，使用连网的计算机进行工作的部门已经比比皆是，如民航售票、银行、证券等等。有的采用全国乃至世界范围内的连网，有的则只是在单位、部门内部建立一个局域网。也有很多企业存在多个网络，各个部门有自己的办公自动化网络。

每一个拥有计算机网络的部门或单位，都希望能够充分发挥网络的作用，保证网络能够持续、稳定、安全可靠并高效地运行。这既是网络设备生产厂家的目的，也是网络运行和使用单位的愿望。这一点已经越来越受到人们的重视。

保证网络能够持续、稳定、安全可靠并高效地运行要有网络内部的管理和用户的合理使用两方面的措施来实现。网络内部的措施一般包括抗拥塞控制措施、自动适应网络状态变化的路由选择策略、提供安全保护的措施等。使用者的责任则应该包括合理使用、充分利用网络提供的管理功能、保护网络设备不受损害等。

随着计算机和计算机网络的普及，对计算机操作人员的要求也越来越高了。拥有大型网络的公司经常都配备专职的、受过良好训练的计算机操作人员负责网络的维护和管理，它们致力于优化网络、培训新的计算机操作人员等。

然而，并不是所有的网络都拥有专职的网络管理员。在世界各地，有许许多多的牙科医生、会计、律师、销售代表、工程技术人员、教师、机关办公人员等，他们在处理正常业务的同时，还要进行网络的维护和管理，保证其运行的正确和可靠。

1-2-1 网络管理员的任务

网络管理员的基本工作是保持网络平稳地运行。一旦网络出现故障，使用计算机及其网络进行工作的人将不得不中断工作。如果网络管理不善，有网络甚至比没有网络时的工作效率还要低。世界上因为网络不通而中断工作的例子不胜枚举。另外，大量的资料、数据存放在计算机中，管理不善就会造成过分共享而泄密，因此，网络管理员的工作尤其显得重要。

网络中为了安全起见，往往要为用户设置权限和口令。经常会出现这样的局面：网络初建时，网络管理员设置了超级管理员口令。一段时间内，并没有人需要对网络进行重新设置，一直到有一天发现了问题或要添加用户，需要由超级管理员对网络参数进行修改时才发现，由于管理人员的流动，本公司或本单位内已经没有人知道这个口令了。这是一个不得不求助于网络公司的例子，本单位的信息不得不在外人面前公开展示。

有的网络管理员会发现，许多网络用户需要花费相当多的时间用来学习计算机和网络的操作使用，而真正花在工作上的时间却只是小部分。这在西方雇员流动比较大的公司里尤其明显。这个结果决非是决定利用网络提高工作效率的初衷。因此，网络管理员的首要任务就是让网络给工作人员（用户）带来方便，使他们工作起来得心应手，不再感觉到计算机和网络的使用是一个难以逾越的障碍。

另一方面，由于工作人员在使用网络过程中不小心，或由于其他外界方面的原因，网络会出现各种各样的问题。比如一脚踢掉了电源插头等等不起眼的事件就可能造成网络服务的中断。因此，网络管理员的另一个任务就是保证网络在出现故障以后能够及时恢复，更不至于因为故障而造成信息丢失。

对一个小型网络来说，有一两个网络管理员也就够了。他们要对网络进行日常维护，定期清理，并及时地评估对网络需求的变化，重新对网络作出规划。当然，这些工作必须小心，要使它们对网络的影响尽量小，尽可能地不要干扰用户对网络的使用。

一个小型计算机网络的管理员需要做的工作通常有这么几项：

（1）硬件维护，如更换受损的电缆，添加新的打印机，安装新的网络工作站，查找并更换有故障的网卡，扩充计算机的内存等等。

（2）软件维护，如在网络服务器上安装新的应用软件，清理过时没用的旧文件，重新安装工作站软件，安装更高版本的应用软件等等。

（3）根据人员变动情况在网络上添加或删除用户、添加网络结点等。

（4）确保网络的安全性，如设置不同用户的权限，防止普通用户访问重要数据，隔离网络上的病毒，确保每个用户只能修改指定（一般是自己的）目录下的文件等等。

（5）定期备份网络服务器上的文件，对服务器上的文件经常进行备份就可以在用户偶尔错删文件后恢复重要数据，或者可以恢复由于掉电而被破坏的数据库文件（尽管不是最新的数据）。这种做法对遭受病毒破坏的系统也是很有帮助的。

（6）保存日志和记录，如保存软件的许可证和硬件的序列号，记录各个结点地址、结点名等网络信息，对网络的规划提出建议等。

（7）排除故障，在使用人员遇到问题时给以及时、明确的解答和帮助，在他们遇到故障时及时进行诊断并排除故障，在网络出现性能下降时及时予以纠正。

网络管理员有这许多工作要做，前面几项工作一般在经过培训以后并不难掌握。但最后一项是最难预料，也是最难解决的，不仅需要有网络原理的知识，还要具备一定的经验。

1-2-2 流量控制策略管理

计算机网络与电信网一样，传输容量是有限的，一旦网络中传输的数据量超过网络容量时，网络中就会发生拥塞，严重时网络就会瘫痪。所以，抵抗拥塞是网络需要首先解决的问题。

分组交换的数据网采用存储转发实现数据的交换。如果进入一个结点的分组速率接近该结点向外转发分组的容量，则该结点中分组排队等待转发的队列就会很长，分组转发时延会很大。转发结点就跟一个水库一样，如果进入一个结点的数据流量过大，超过了该结点向外转发的能力，则时间一长该结点就会溢出，排队等待转发的分组占据了该结点的所有缓冲存储空间，造成该结点的拥塞和死锁。一个结点的拥塞和死锁可能会扩散、蔓延到其他结点，严重时会造成网络局部乃至整个网络瘫痪。

为了克服上述问题，网络中必须采取措施对数据流量进行控制，限制进入网络和进入一个结点的分组数量。当然，流量控制措施所起的作用还不仅如此，它实现的主要功能有

（1）防止网络因过载而引起吞吐量下降和时延过大。

（2）避免网络死锁。