

杨家海 任宪坤 王沛瑜 编著

网络管理

原理与实现技术



清华大学出版社

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

00024749

TP393.07

16

网络管理原理与—— 实现技术

杨家海 任宪坤 王沛瑜 编著

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书系统而全面地介绍了网络管理的基本概念、模型、体系结构以及网络管理的标准化,并分别以 OSI 和 Internet IETF 对网络管理概念的不同理解,论述了各自的网络管理模型、结构和相应的协议——CMIS/CMIP 与 SNMPv1/v2;然后结合作者多年从事网络管理工作和网络管理技术开发的经验,着重讨论了基于 Internet SNMPv1/v2 的网络管理功能的具体实现技术,包括基于 X-Windows/Motif 图形用户界面的网络管理平台实现技术和最新的基于 Web 界面的网络管理系统实现技术。最后,本书还论述了网络管理技术的最新发展动向,内容涉及分布式网络管理技术,基于 Web 的网络管理技术,基于 CORBA 的网络管理技术,基于专家系统以及其他人工智能技术的智能网络管理技术等。为便于读者查阅和参考,在附录中列出了和网络管理相关的 RFC 文档。

本书既重视基本原理和基本概念的阐述,更注重网络管理的各种具体实现技术,同时力图反映出计算机网络管理技术的最新发展。本书的主要读者对象是信息网络的规划设计人员、网络的运行管理维护人员,网络及网络管理技术的科研人员等。本书也可作为各大专院校计算机与通信专业师生的参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

JS435/15

书 名: 网络管理原理与实现技术

作者名: 杨家海 任宪坤 王沛瑜编著

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦,邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

印刷者: 北京密云胶印厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 27.5 字数: 670 千字

版 次: 2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-00775-6/TP·273

印 数: 0001~6000

定 价: 38.00 元

前言

作者自 1994 年初就参与中国教育和科研计算机网络 (CERNET) 示范工程项目的规划、设计和建设工作, 经历了 CERNET 从小到大、从示范走向实用的全过程。CERNET 建成之后, 作者又直接负责网络的维护管理和运行工作, 积累了丰富的网络管理的实践经验。

随着 CERNET 网络规模的不断扩大, 其结构越来越复杂, 管理的难度也越来越大。因此, 从 1996 年起, 我们在国家“九五”攻关项目的支持下, 开始了自行研制开发网络管理系统的工作。在系统开发的过程中, 我们发现许多新同志十分缺乏网络管理方面的理论背景知识, 却苦于找不到一本合适的读物来快速地弥补他们的不足。

近年来, 我国各行各业先后建成了大量全国性或行业性的计算机网络, 但是许多网络建成之后并未能发挥其应有的作用, 究其原因, 网络的管理水平普遍较低是一个重要的因素。CERNET 作为国内第一个全国性的网络, 作为一个示范工程, 几年来接待了大量来自全国各地的同行, 在交谈中, 他们无不找不到一本既系统全面地介绍网络管理理论与体系结构, 又理论联系实际地讨论网络管理具体实现技术的读物而苦恼。

作为一名教育工作者, 更作为 CERNET 的直接运行管理者, 我觉得自己应该为普及网络管理知识, 为提高我国的网络管理技术水平做点贡献。因此, 几年来, 我一直有一个愿望: 希望能写一本网络管理方面的书, 系统地、深入浅出地论述网络管理的基本概念、原理、模型和体系结构, 论述网络管理的标准和协议, 讲解网络管理系统的具体实现技术和细节……

本书就是在这样的背景下写成的。

本书是作者多年从事网络管理实际工作和网络管理技术研究、开发的实践的总结。本书的宗旨是, 在系统、深入地介绍网络管理一般概念模型和基本原理的基础上, 分别讨论开放式系统互联 (OSI) 和 Internet 在网络管理协议标准化方面所做的工作, 重点讨论 Internet 的网络管理标准、协议 (SNMPv1, SNMPv2) 及实现技术。本书刻意于取材的新颖和先进, 力求反映近年来国内外网络管理技术研究的最新发展。本书的另一个特点是实践性强, 总结了我们的课题组几年来在网络管理技术开发研究上的工作成果, 极具参考价值。

全书共分八章和两个附录。第一章较系统地介绍了传统电信网络的发

展、对管理的需求以及电信网管理的发展；介绍了现代计算机网络技术的发展、对管理的需求以及计算机网络管理技术的发展；较全面地讨论了主要的标准化组织（如国际标准化组织（ISO）、Internet 体系结构委员会（IAB）、国际电气和电子工程师学会（IEEE）等）在网络管理标准化方面所做的工作。第二章从一般意义上论述了网络管理的基本模型结构，包括功能模型、组织模型、信息模型和通信模型；讨论了网络管理系统/平台的功能结构和网络管理体系结构，包括集中式体系结构、分层式体系结构和分布式体系结构的系统组织；论述了网络管理平台的一般功能和应用，还探讨了网络管理系统平台的一般选择原则和方法。

在网络管理协议和标准化方面最有影响的是国际标准化组织和 Internet 体系结构委员会所做的工作。ISO 的系统管理框架为网络管理规定了详细的功能结构、服务和操作，并制定了相应的协议标准，即公共管理信息服务和公共管理信息协议（CMIS/CMIP）。而 Internet 的简单网络管理协议（SNMP）由于其简单、易于实现以及广泛的 TCP/IP 应用基础而被众多厂商所支持，成为事实上的工业标准。因此，本书的重点是以 Internet 的简单网络管理协议为背景和主线展开的。考虑到 ISO 的网络管理理念已被整个网络界共同接受，也考虑到本书的系统性和完整性，本书第三章集中讨论了 ISO 的网络管理模型和体系结构，重点讨论了其协议标准 CMIS 和 CMIP。

第四章和第五章着重论述了 Internet 的网络管理技术。其中，第四章讨论简单网络管理协议的第一个版本 SNMPv1，包括 SNMPv1 的管理模型、协议操作和管理信息库。第五章讨论 SNMPv2，着重论述了其安全管理模型以及在网络管理功能上的增强，包括网络远程监视（RMON）、安全的 SNMP（S-SNMP）、表操作功能、上下文和 party 的概念等，最后还讨论了 SNMPv2 和 SNMPv1 的兼容和互操作问题。

第六章集中讨论了网络管理信息的描述工具——ASN.1 和 SMI，这是 ISO 和 Internet 在网络管理标准制定过程中意见最一致的地方。本章通过大量的例子详细地讨论了 ASN.1 和 SMI 的各种数据描述类型及使用方法。

第七章论述了网络管理的具体实现技术，包括在代理方的实现技术、网络管理平台的实现技术和网络管理应用功能的实现技术。在网络管理平台实现技术的讨论上，除了介绍传统的基于 X-Windows/Motif 的网络管理平台实现技术之外，还结合我们的课题组多年来在网络管理系统开发方面的实践，着重讨论了最新的基于 Web 的网络管理系统实现技术。

第八章介绍了网络管理技术的最新发展，指出了代表网络管理发展方向的主要技术，包括分布式网络管理、基于 Web 的网络管理技术、基于 CORBA 的网络管理技术、基于主动网络技术的网络管理技术、综合网络管理技术和智能化网络管理技术等。

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 RFC

技术文档。

本书第三章和第四章由任宪坤编写，第六章由王沛瑜编写，蒋义为第七章提供了初稿，徐冈为第五章 5.2 节提供了初稿，朱虹为第八章 8.3 节提供了初稿，附录由马晓勤、王沛瑜整理，其余各章的编写和全书的统稿定稿由杨家海完成。

在本书写作的过程中作者参阅了大量的文献资料，书后列出的只是其中的一部分，限于篇幅，还有很多未能列出。作者对所有被引用的文献的作者表示由衷的感谢。

本书的完成，首先是依赖于我们的课题组承担的网络管理系统开发项目的顺利完成，从这个意义上讲，作者首先要感谢课题组的全体同志。作者更要感谢清华大学网络中心的领导吴建平教授、李星教授、李学农教授，没有他们为我们创造这么好的工作条件和科研环境，没有他们的鼎力支持，本书是不可能完成的。

由于成书时间紧迫，加之作者水平有限，书中难免存在这样那样的缺点甚至错误，殷切期望广大读者批评指正。

杨家海

1999 年 7 月 于清华园

目 录

第一章 网络管理的需求与发展

1.1 电信网的发展与管理	1
1.1.1 电信技术的发展	2
1.1.2 电信网的管理	3
1.1.3 电信网管理的发展	4
1.2 计算机网络的发展与管理	7
1.2.1 计算机网络的发展	7
1.2.2 计算机网络的管理	18
1.3 网络管理的标准化	24
1.3.1 概况	25
1.3.2 OSI 的标准化工作	27
1.3.3 Internet 的网络管理标准化	33
1.3.4 分析与比较	38
1.4 本书的主要内容	40

第二章 网络管理的体系结构

2.1 网络管理一般模型结构	41
2.1.1 网络管理信息模型	43
2.1.2 网络管理组织模型	48
2.1.3 网络管理通信模型	49
2.1.4 网络管理功能模型	51
2.1.5 网络管理的驱动	53
2.2 网络管理系统功能结构	54
2.3 网络管理平台	56
2.3.1 网络管理平台的功能特性	56

2.3.2	网络管理平台的结构.....	59
2.3.3	网络管理平台与操作系统环境.....	60
2.3.4	分布式管理平台.....	61
2.3.5	网络管理平台的基本应用.....	61
2.3.6	网络管理平台实例.....	67
2.4	网络管理体系结构	67
2.4.1	集中式的体系结构.....	67
2.4.2	分层体系结构.....	68
2.4.3	分布式体系结构.....	69
2.5	网络管理应用	70
2.6	OSF 的分布式管理环境.....	72
2.6.1	传统框架	72
2.6.2	面向对象框架.....	74
2.6.3	分布式服务	75
2.6.4	DME 的未来.....	75
2.7	选择网络管理系统的标准和方法	75

第三章 OSI 的网络管理与 CMIS/CMIP

3.1	OSI 的管理模型与协议体系结构.....	79
3.1.1	组织模型	79
3.1.2	通信模型	81
3.2	OSI 管理功能域.....	83
3.2.1	功能域划分	83
3.2.2	系统管理	85
3.3	OSI 的管理信息库	86
3.3.1	管理信息模型.....	86
3.3.2	管理信息定义.....	88
3.4	公共管理信息服务	89
3.4.1	公共管理信息服务的定义.....	91
3.4.2	链接	92
3.4.3	选择被管对象.....	92
3.4.4	联系服务	93
3.4.5	管理通知服务.....	94
3.4.6	管理操作服务.....	99

3.5 公共管理信息协议	108
3.5.1 CMIP 协议数据单元	109
3.5.2 CMIP 操作	113
3.5.3 远程操作服务元素——ROSE	115
3.6 CMIS/CMIP 的问题与 CMOT	116

第四章 Internet 网络管理与 SNMP

4.1 Internet 网络管理的发展与 SNMPv1	118
4.1.1 TCP/IP 的起源	118
4.1.2 TCP/IP 网络管理的起源	118
4.1.3 SNMP 的发展	120
4.2 SNMP 的管理模型	120
4.3 SNMP 协议及协议的操作	124
4.3.1 基本概念	124
4.3.2 实例标识	126
4.3.3 协议操作	128
4.4 SNMP 的管理信息库	135
4.4.1 MIB 结构	135
4.4.2 System 组	137
4.4.3 Interfaces 组	139
4.4.4 IP 组	142
4.4.5 ICMP 组	147
4.4.6 TCP 组	149
4.4.7 UDP 组	151
4.4.8 EGP 组	153
4.4.9 SNMP 组	155
4.4.10 其他	158
4.5 SNMPv1 的局限性	159

第五章 安全的网络管理和 SNMPv2

5.1 SNMPv1 的不足与 SNMPv2 的发展	160
5.2 RMON 与网络的远程监视	162

5.2.1	RMON 的基本概念.....	163
5.2.2	RMON 管理信息库的结构.....	169
5.3	安全的 SNMP 协议——S-SNMP.....	185
5.3.1	安全问题概述.....	186
5.3.2	S-SNMP 的管理模型.....	188
5.3.3	安全协议.....	192
5.3.4	MD5 报文摘要算法.....	199
5.3.5	其他.....	203
5.4	SNMPv2.....	203
5.4.1	SNMPv2 的管理模型.....	204
5.4.2	SNMPv2 安全协议.....	208
5.4.3	SNMPv2 的管理信息结构.....	211
5.4.4	SNMPv2 的协议操作.....	225
5.4.5	SNMPv2 的管理信息库——MIB.....	234
5.5	SNMPv2 与 SNMPv1 的兼容性.....	247
5.5.1	管理信息.....	248
5.5.2	协议操作.....	249

第六章 管理信息结构与抽象语法表示

6.1	引言.....	251
6.2	管理对象和管理信息模型.....	252
6.3	抽象语法表示.....	253
6.3.1	ASN.1 的模块.....	255
6.3.2	ASN.1 简单类型.....	257
6.3.3	ASN.1 构造类型.....	261
6.3.4	子类型.....	266
6.3.5	其他有用类型.....	269
6.3.6	ASN.1 宏定义.....	270
6.3.7	一个人事记录的例子.....	272
6.4	基本编码规则.....	273
6.4.1	编码结构.....	274
6.4.2	标签字段.....	274
6.4.3	长度字段.....	275
6.4.4	内容字段.....	276
6.4.5	编码举例.....	276

6.5	管理信息结构	282
6.5.1	管理对象的标识.....	283
6.5.2	基本 SNMP 数据类型	286
6.5.3	SNMP 构造数据类型.....	291
6.6	宏定义和 MIB-II 对象的描述	293
6.6.1	OBJECT-TYPE 宏.....	294
6.6.2	MODULE-IDENTITY 宏.....	297
6.6.3	MODULE-COMPLIANCE 宏.....	298
6.6.4	OBJECT-GROUP 宏	301
6.6.5	AGENT-CAPABILITIES 宏	302
6.6.6	NOTIFICATION-TYPE 宏.....	304
6.6.7	TEXTUAL-CONVENTION 宏	305
 第七章 网络管理的实现技术		
7.1	网络管理平台与网络管理系统	307
7.2	支持 SNMP 协议的 agent.....	309
7.2.1	主机 MIB 变量的定义	310
7.2.2	主机 SNMP agent 通信模块的实现技术.....	311
7.2.3	主机 SNMP agent 控制管理模块的实现技术.....	311
7.2.4	UNIX 主机平台的 SNMP agent 实现.....	312
7.3	网络管理平台的实现技术	320
7.3.1	图形用户界面.....	321
7.3.2	MIB 编译器.....	324
7.3.3	协议通信软件包.....	326
7.3.4	应用程序编程接口.....	326
7.4	网络管理功能的实现.....	327
7.4.1	故障管理功能.....	327
7.4.2	故障管理功能实现实例.....	331
7.4.3	配置管理功能.....	340
7.4.4	性能管理功能.....	353
7.4.5	安全管理功能.....	357
7.4.6	计费管理功能.....	365
7.5	基于 SNMP 的网管系统或平台.....	384
7.5.1	基于 X-Windows/Motif 的网络管理平台.....	384
7.5.2	基于 Web/Java 的网络管理系统.....	394

第八章 网络管理技术的新发展

8.1 分布式网络管理 401

8.2 基于 Web 的网络管理技术 403

8.3 基于 CORBA 技术的网络管理 405

 8.3.1 CORBA 简介 405

 8.3.2 CORBA 用于网络管理 406

 8.3.3 系统举例 408

8.4 智能化网络管理 410

8.5 综合网络管理 412

参考文献 414

附录一 和网络管理相关的主要 RFC 列表 417

附录二 英文缩略语表 425

网络管理的需求与发展

随着计算机及通信技术的飞速发展, 计算机网络已经渗透到社会经济的各个领域, 对社会经济发展起着越来越重要的作用, 也使人们的工作甚至生活方式发生着巨大的变革。今天人们对网络的依赖就像过去人们对电话的依赖一样, 哪怕几分钟的中断也是难以容忍的。与此同时, 随着网络规模的扩大, 影响网络服务的因素也增多了, 如网络设备(交换机、调制解调器、路由器以及通信线路等)的失效问题、主机和终端的故障问题、软件中出现的问题、安全保密问题等。因此, 网络管理的复杂度也大大增加。如何进行有效的网络管理, 确保信息网络可靠、稳定地运行已经成为一个迫切需要解决的问题。

早期的网络管理工作是一种以人工方式为主, 辅以一些公司的专用管理软件的模式。随着大规模异构网络的互连, 这种管理模式已经越来越难以胜任新的管理需求。为了简化和统一网络管理, 在过去的十几年里, 国际标准化组织和 Internet 工作组在这方面都做了大量的工作, 并提出了各自的网络管理框架、协议标准和服务, 即国际标准化组织/开放系统互连(ISO/OSI, International Organization for Standardization/Open Systems Interconnection)的公共管理信息服务及协议(CMIS/CMIP, Common Management Information Service and Common Management Information Protocol)和 Internet 的简单网络管理协议(SNMP, v1/v2, Simple Network Management Protocol Version 1 & 2)。基于 CMIP 和 SNMP 的管理模型和协议, 在过去的十年中, 许多公司和研究机构都试图通过定义单一而一致的管理异构网络的方法来简化网络管理的策略和机制, 收到了可喜的效果, 向着标准化的网络管理方向迈出了重要的一步。

计算机数据网络和传统的电信网络是既互有联系又互不相同的一对兄弟。计算机数据网络的发展离不开电信网络的支持; 而计算机数据网络的发展从某种程度上来说又拓展了电信网络的业务范围, 反过来支持和壮大了电信网络。事实上, 电信网络的发展历史也比计算机数据网络的发展历史要长得多, 因此, 讲计算机网络不能完全脱离电信网络, 讨论计算机数据网络的管理也不能脱离电信网络的管理。虽然本书的重点是讨论计算机数据网络的管理问题, 但在讨论计算机数据网络的发展和管理技术之前, 我们还是花一点篇幅先讨论一下传统电信网络的发展和管理。然后, 本章还要论述网络管理标准化的问题。

1.1 电信网的发展与管理

现代电信网的发展可以追溯到 19 世纪 40 年代。电报和电话的发明与使用标志着现代电信通信的开始。

1.1.1 电信技术的发展

1844年美国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。由于蒸汽机和火车已经被发明出来,解决了交通问题的美国在向西部扩张的时候,对通信问题提出了新的需求。因此,莫尔斯的电报机一经发明出来就随着西行的火车上路了。到1851年,全美已经有50家电报公司经营着上百个电报局,且由于历史的原因,大多数电报局设在火车站。1866年,仅“西部联合公司”就拥有4 000多个电报局。在美国的许多地方,至今仍可看到铁路路基上的旧电报线。

电话的发明使交互式实时话音通信由梦想变成了现实。电话是由另一位美国科学家贝尔发明的。和许多伟大的发明与发现一样,电话在刚被发明出来的时候,并不为大多数人所接受,因此,贝尔及其公司在发明电话的初期并不如意,然而,一百年后,贝尔的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,以至于成为美国反垄断法的牺牲品,公司被强制地一分为三。

电话的应用促使了另一项技术——电话交换技术的诞生。我们知道,通信网的建设费用是非常昂贵的,考虑到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每时每刻都在通信,让每一对用户都拥有一条固定的专用的通信线路是很不明智的,也是很浪费的。因此,让通信网设施为所有的用户共享是提高通信设施利用率的主要途径,这也是电话交换技术得以应用的前提基础。

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,它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,再用连接线将主叫与被叫话机的插座连接起来。当接线员发现电话已打完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。

虽然早期的人工接续交换方式用户和“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,迫使人们寻求新的自动接续交换方式。但不管怎么说,交换技术和概念的提出,为日后各种基于交换技术的通信打下了坚实的基础,甚至也给分组交换的数据通信带来了启迪。

电话交换系统的发展史经历了人工交换台、步进制纵横制的电磁式交换机,到电子交换机;从手工发展到自动,再从自动发展到具有高度智能化的数字交换机。与此同时,电信网的规模也越来越大。现在,全世界几乎已经被连成一片,彻底打破了地域之间的距离限制。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、多媒体的会议电话、可视电话等等,而且目前还在不断地发展,新的业务还将不断地被开发出来。电信网和电信技术的高速发展给全世界的人们带来了极大的方便,与此同时,电信网络自身的管理和控制问题也变得越来越突出。

1.1.2 电信网的管理

如前所述,早期的电话网采用人工接续的交换方式,用户是通过话音将呼叫请求告诉接线员,接线员再根据电话网当前的负荷状况,在适当的时候把主叫话机和被叫话机接通;通话结束后,接线员把主叫话机和被叫话机之间的连接拆除,一次呼叫连接就完成了。在这里,接线员行使了网络管理的全部职能,包括网络的控制和状态监视、状态报告等。因此,接线员首先必须对本地各个用户的用户名、话机号码、线路质量了如指掌,以便当用户给出被叫用户的名字或电话号码时都能较快地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,他也能及时告诉主叫用户,以使用户明白网络的状况。对长途连接也是这样,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。

此外,接线员还可以在建立连接的过程中直接从交换台或与异地接线员的连接协商过程中了解电话网中各个部分(包括交换机和线路本身)的忙闲状况,了解整个电话网中哪些地方话务繁忙、哪些地方设备空闲,这样,在必要的时候,就可以避开质量不好或比较拥挤的线路,绕道其他线路把呼叫接通,或者把呼叫稍微延迟一会儿,以避开话务高峰。

因此,接线员起着调节、控制、监视和报告网络状况的作用(事实上,这也是现代电信网管理的主要内容),因为,用户能否进入电话网通话,必须首先经过本地接线员。由于接线员的存在,避免了电话网的过量负荷或出现质量很差的通话。接线员不仅完成电路连接的建立工作,还要完成监视和报告网络状态、确保网络话务质量维持在合理的水平、与用户进行网络信息交流以及对电话用户进行一定程度控制等复杂的管理功能。在完全人工交换的电话网中,不会出现因为话务量过大而造成网络瘫痪的局面。从这个意义上讲,以接线员为主角进行的网络管理是智能化程度最高的一种形式。

自动交换技术的诞生虽然极大地改进了电话连接的速度,减少了接线员人数和对接线员操作技能的需求,扩大了电话网的规模和容量,但同时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、异步地进入电话网。然而,用户对电话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给用户提供一些网络线路忙闲等简单的状态提示,但只有现象,不能给出原因,而且主要只针对被叫线路,没有电话网的整体状态显示。

前面我们已经提到,交换技术的使用,允许多个用户共享昂贵的线路资源。由于一个通信网络的总容量是有一定限度的,而且,这种共享也是基于单个用户对通信设施的使用率是很低的假设。如果众多的用户同时大量使用网络,那么将造成网络的拥塞,严重的情况下甚至造成网络的瘫痪。因此,以自动交换技术为基础的现代电信网的一个主要管理功能就是在确保网络正常运行的前提下,不使网络过负荷运转,并尽可能地使网络各部分负载均衡。

一般地,网络中过负荷可能会由网络本身和网络外部的用户这两个方面的因素引起。网络内部的原因包括硬件的部分(如交换机部件的故障、传输线路或电缆的损坏或切断

等)和软件的部分(如交换机的路由软件的错误等)网络外部的原因就复杂了,可能包括政治上、社会上或商业上的事件,如狂欢节、重要赛事的票务电话预定及其他促销活动等都会导致大量的电话业务,从而大大超过正常情况下的网络负荷。还可能由于各种航空或铁路上的意外事件而引起大量的电话业务。一旦业务量超过了电话网的负荷能力,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,大家都在互相打电话,接通率自然大大受影响;另一方面,打不通的电话会多次重复呼叫,进一步使网络的业务量增加,从而导致网络瘫痪,谁也打不通。

因此,对电信网实施有效的、全面的综合管理就显得异常重要了。网络话务量管理是整个电信网管理的重中之重。网络话务量管理是指当话务量过负荷(或网络中发生了某种故障)而使网络处于困境时,通过对网络的实时监控而使网络的呼叫运载能力达到最佳化的过程。如何有效地防止上述电信网性能恶化现象的发生,保证网络能够持续有效地运营,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,及时采取适当的措施,避免网络过负荷现象的发生及由此引起的性能恶化,保证电信网可靠、有效地运行,从而向用户提供高效高质量的服务。

1.1.3 电信网管理的发展

电信网管理的前提和基础是对网络运行状态信息的收集,在充分收集网络运行状态信息的基础上,才可以实施对网络的监视和控制。当然,电信网管理技术也是随着电信网本身的发展而发展的,和电信网本身一样,也走过了从手工到自动化再到智能化的过程。在早期还使用人工接续的交换方式时,电话网的管理工作主要是由话务接线员完成的。接线员可以知道本地网络中发生的事件,通过与其他端局的接线员的交流,他还可以知道网络其他部分的运行状况,据此,他可以随时动态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的网络管理。在自动交换的电信网建立之后,才逐步建立起自动半自动的网络管理系统,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以电子技术为基础的,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地处理,以对网络进行简单的控制。随着计算机技术的应用,出现了以程控交换机为基础实现的网络管理系统。考虑到计算机成本以及集中管理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均传到一个统一的网络管理中心集中处理,将处理结果再返回到各个交换机,由它们对网络实施具体的控制。

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。因此,网络的管理问题也变得越来越复杂,由于网络管理而引入的额外开销也越来越大,集中式的网络管理和网络状态数据的处理方式已经越来越难以胜任新的网络管理需求。因此要求交换机也直接完成部分网络管理工作,只让少部分数据交由网络管理中心处理,由网络管理中心和各交换机共同完成网络的管理和控制工作,是一种有一定智能的分布式的网络管理模式。

随着电信网规模的进一步扩大和广泛的应用,网络管理的范围也在扩大,而且良好的网络管理对电信网的正常可靠运行也显得越来越重要了,因此依赖交换机本身的管理能力已不再能胜任新的复杂网络管理的需要。另一方面,网络管理的复杂度增加后,由于网络管理而引起的开销也越来越大,为了不使由于实施网络管理而干扰正常的电信通信。人们提出了在电信网之上单独架构独立的专门用于网络管理的网络的设想,由此产生了电信管理网(TMN, telecommunication management network)。

1. 早期电信网的管理

电信网发展的早期,还没有发明计算机,因此和其他很多行业一样,其管理工作主要依靠手工进行。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及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。

由于缺乏先进的计算机处理手段,这些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协调和管理,是一种高度分散的管理方式。这种管理方式存在许多不足。

首先,由于各个交换局、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,每个局都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,它既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,它当然也就不可能从全网的角度综合考虑解决问题的办法,只能就事论事。然而,由于网络是互相关联的,很多情况下,问题的发生也许并不是本地的,而是从其他交换局或从某条传输线路的故障波及到本地而造成的。

其次,由于网络管理工作都由手工进行,统计的数据量十分有限,手工统计数据不但速度慢、周期长,而且还容易出错,往往不能及时发现问题,出错的统计数据还可能误导问题的解决。

随着计算机技术的发明和在电信网中的应用,电信网中的交换设备以程控交换机占据了主导地位,基于计算机技术的自动化的电信网管理方式应运而生。

2. 基于计算机技术的电信网管理

计算机技术是电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运行状况进行全面综合的管理,涉及网络管理的各项活动,如网络状态数据的采集与处理,网络运行状态的监视,甚至网络的操作控制等都由计算机来实现。计算机可以根据对网络状态数据的分析,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,这就是网络管理中的控制。显然,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主管部门报送。

基于计算机技术的电信网管理是 20 世纪 60 年代才出现的,其管理模式各种各样,最简单最直接的方式是将原来由手工操作的管理工作计算机化,也就是说,每个交换局都只是根据自己的需要,引入计算机技术,将本地的一些管理工作自动化,这是计算机在电信网管理中的最初应用,从网络管理的角度来说,也是一种相对无序的分散的管理