

现代通信网的监控与管理

主 编 何 鹏
副主编 夏颖
主 审 李 会 金 成



哈尔滨地图出版社

现代通信网的监控与管理

XIANDAI TONGXINWANG DE JIANKONG YU GUANLI

主 编 何 鹏

副主编 夏 颖 金 成

主 审 李 会

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

图书在版编目(CIP)数据

现代通信网的监控与管理 / 何鹏主编. — 哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2007. 6

ISBN 978-7-80717-645-9

I. 现… II. 何… III. 通信网 - 管理 IV. TN915.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 090012 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码: 150086)

哈尔滨市动力区哈平印刷厂印刷

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 12.625 字数: 331 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80717-645-9

印数: 1 ~ 1 000 定价: 25.00 元

内 容 简 介

本书根据现代通信网管理的需要,对现代通信网管理的基本理论、原理和实现方法作了全面的介绍,并介绍了当今网络管理设计实现中的最新技术,包括主要的网络管理协议及其实现方法,并提供了大量实例。全书共分7章,包括通信网管理的背景和展望、通信网管理基础、网络管理模型与信息库网络管理协议、电信管理网、网络管理系统的一般结构、OPNET 及网络仿真等内容。本书可以作为高等院校通信工程、电子信息工程和计算机科学与技术专业相关课程的教材或参考书,也可以作为从事通信与网络管理工作的广大科研人员和工程技术人员的参考书。

前 言

在 20 世纪 60 年代到 70 年代,一种基于 64 kbit/s 信道的数字传输信道体系被建立,而且它仍然是我们今天数字网络的骨干。1976 年国际电话电报咨询委员会(CCITT)建立了一个称为 X.25 的世界性标准协议,这导致了好几个其他的国际性的互连协议。为了与 CCITT 紧密配合,国际标准化组织(ISO)于 1978 年验收并通过了它的数据通信的七层框架协议,称作开放系统互连(OSI)参考模型。OSI 参考模型的目标是允许世界上任何计算机都能与其他计算机通信,只要双方遵守 OSI 标准。通信网络发展的第四个阶段开始于 1980 年,它以综合业务数字网(ISDN)和移动通信的应用为特征。ISDN 可以被看成是一个功能全面的数字网络,它能为用户提供广泛地服务,诸如语音、数据和图像等。ISDN 中的关键部分是在用户与 ISDN 之间提供了一条公共的综合数字通路来支持这种服务的多样性。

我国自改革开放以来,通信发展突飞猛进。电信通信网正由传统的电报电话网向综合业务数据网、DDN 网、分组交换网等。网上网。发展。我区的通信事业,在改革开放 20 年来也和全国一样有了迅猛的发展,网路的数字化、自动化水平提高,装备水平大大改善,SDH 系统、DXC 设备及网路的智能化技术引入通信网,新业务及一些智能业务在网上运行越来越多,网的规模也和全国一样越来越大。到了 20 世纪 90 年代后期,随着通信网的发展扩大,管理支撑能力与网的规模发展拉开了差距。为了应付可能出现的网的严重过负荷或重大机线障碍,提高电信网的可靠性和质量,就要加强对网的整体动态管理,把使用、监视、管理和控制通盘运筹使网内各项设备可靠、高效地运行,向用户提供高质量的服务。凡网管能力到位的通信网,就是一个健全的网。所以管理好整个电信网是当前电信网建设中十分紧迫的任务。

本书是作者根据近年来为本科生开设“现代通信网的监控与管理”课程的讲义基础上编写的,并且加入了大量作者收集的新材料和相关文献。注重现代通信网监控与管理中基本概念、基本方法的描述,考虑到通信网监控与管理具有较强的工程实践性,书中提供了大量的范例供读者参考。

本教材主要作者都是“通信原理”课组成员,多年讲授通信原理课和指导学生实验、课程设计以及毕业设计,积累了通信网方面大量的范例。由于通信原理课与现代通信网监控与管理课内容的相关性。教材所提供范例还包括作者多年科研、教研项目开发中积累所得,充分体现了我校的专业特色与研究方向。教材在内容上尽量做到简明易懂,图文并茂。书中每一章都配有适当的习题,供读者复习提高。在内容上增加了通信网网络仿真方面的知识,其目的在于使读者尽快掌握网络管理系统的设计方法。

本教材由何鹏、夏颖和金成合作编写。其中,何鹏编写了第 1 章、第 2 章,夏颖编写了第 4 和第 7 章,佳木斯大学网络中心的金成老师编写了第 3 章、第 5 章和第 6 章。全书由何鹏统稿和定稿。教材由李会主审,李会老师认真审阅了全部文稿,并提出了中肯的意见,使我们受益匪浅。在此,向李会老师表示衷心的感谢。

限于编著者水平,缺点、错误在所难免,恳请广大读者对本书提出意见和建议,对不妥之处提出批评指正。

编 者

2007 年 6 月

目 录

第 1 章 通信网管理的背景和展望	1
1.1 通信网络的发展	1
1.2 通信网络的基本结构及构成要素	7
1.3 通信网络管理的内涵	9
1.4 网络管理方法的演变	9
1.5 网络管理功能及相互关系	12
1.6 TMN 与故障管理	17
小结	19
习题	19
第 2 章 通信网管理基础	20
2.1 术语	20
2.2 通信网络类型	21
2.3 网络通信协议	25
2.4 通信网的拓扑分析	30
2.5 流量与拥塞控制	37
小结	44
习题	44
第 3 章 网络管理模型与信息库	45
3.1 网络管理模型	45
3.2 网络管理的工作方式	47
3.3 网络管理信息模型	49
3.4 网络管理对象	52
3.5 网络管理信息的语义模型	56
3.6 网络管理信息库	58
3.7 网络管理数据库设计	63
小结	65
习题	66
第 4 章 网络管理协议	67
4.1 网络管理概述	67
4.2 网络管理协议	71
4.3 公共管理信息协议(CMIP)	73
4.4 简单网络管理协议(SNMP)	90
4.5 远程网络监视(RMON)	107
4.6 Windows 系统的 SNMP 协议	111

4.7	SNMP 实现方法	115
4.8	SMMP + + 类库的简单网络管理平台	119
4.9	基于 WEB 的网络管理	124
4.10	CORBA 网络管理	127
4.11	J2EE 网络管理	135
	小结	141
	习题	142
第 5 章	电信管理网 (TMN)	143
5.1	电信管理网的作用及其与电信网的关系	143
5.2	TMN 的网络管理体系结构	145
5.3	TMN 的开发	150
5.4	TMN 的应用功能	154
5.5	TMN 的设计实例	159
	小结	162
	习题	163
第 6 章	网络管理系统	164
6.1	图形化用户界面	165
6.2	SNMP 的工作原理	168
6.3	互操作接口	169
6.4	管理应用程序	170
6.5	基于 Web 的网络管理体系结构的研究与实现	173
	小结	177
	习题	177
第 7 章	OPNET 与网络仿真	178
7.1	网络仿真	178
7.2	OPNET 简介	181
7.3	OPNET 网络环境	185
7.4	OPNET 的通信仿真机制	187
7.5	网络仿真实例	189
	小结	193
	习题	194
	参考文献	195

第1章 通信网管理的背景和展望

1.1 通信网络的发展

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只有近几千年才有记录。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,则在近代历史上还可找到它们的痕迹。

烽火的使用以及后来的邮驿通信,毕竟有很多局限性,但它一直沿用了漫长的历史年代,在20世纪末才逐渐被新的通信工具——电报和电话——所取代。电报和电话通信,虽然只有百年的历史,但电信网络发展到今天,可以说已经是无所不在了,而且新技术和新通信业务还在层出不穷。

通信网络的第一个发展阶段是以电话的广泛使用而占统治地位的。在1876年贝尔发明电话以后很短时间里,人们就意识到应该把电话线集中到一个个中心点上,在这些中心点上可以把电话线连接起来,这就诞生了早期的电话交换技术。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,他先要摇电话机上的曲柄产生电流以通知接线员。接线员与主叫用户通话,得知被叫是谁后通过连线把主叫和被叫连接起来以实现主叫和被叫的交换接续。当被叫不在本区域时,接线员就要通过长途线路呼叫目的地接线员,由目的地接线员将长途线与被叫接通,实现长途接续。

早期的人工接续交换方式虽然用户和交换设备之间的信息交互是最直接的、最简便的,但由于人工接续的固有缺点,如接续速度慢、接线员需日夜服务等,迫使人们寻求自动接续方式。

1889年 Almon D. Strowger 发明了第一个由两步动作完成的上升旋转式自动交换机,以后逐步演变为广泛应用的步进制自动交换机。在步进制交换机中,接线动作是由主叫用户的拨号脉冲直接控制,由电机按脉冲数顺序选择出线来接通被叫。第一个纵横制交换机于1932年在瑞典投入使用,它是由一种称为“记发器”的特殊电路实现的,它提供普通的数字输入控制和对所有呼叫链路的接续选择。

第二次世界大战以后,当整个长距离网络实现自动化时,自动电话的黄金时代占据了统治地位。晶体管的发明刺激了交换系统电子化,并导致了20世纪50年代后期第一个电子交换机的出现。

网络发展的第二个阶段是在20世纪60年代,它包括三个重要的里程碑:软件交换、数字传输和通信卫星的应用。1965年美国AT&T推出了第一台存储程序控制(SPC)本地交换机,即1 ESS交换系统。由于采用软件控制,使用户的服务性能得到很大发展,如快速拨号、呼叫等待、转移呼叫以及三方通话功能等。

模拟信号转换为数字信号的原理随着脉冲编码调制(PCM)的推出而被人们广泛接受。电话语音被量化编码后以64 kbit/s的速率进行传输,在20世纪60年代~70年代,一种基于64 kbit/s信道的数字传输信道体系被建立,而且它仍然是我们今天数字网络的骨干。卫星通信于1945年由英国科幻作家 Arthur C. Clarke 首次提出。卫星通信随着前苏联的Sputnik卫星的发射(1957年)和美国 Explorer 卫星的发射(1958年)而成为现实。AT&T通信卫星是第一颗能把电

视(TV)节目传送过太平洋的实验卫星。它于1962年7月从Cape Canaveral发射。第一颗全球通信卫星INTELSAT I(Early Bird)是1965年4月发射的。

通信网络发展的第三个阶段是20世纪70年代,它以数据网络和分组交换技术为特征。分组交换的概念于1964年由美国兰德公司的Paul Barran在一份报告中第一次提出。1966年在美国国防部(DOD)的尖端研究计划机构(ARPA)的资助下,一个分组交换网被建立起来。并于1971年投入使用。在实验网之后,导致了分组交换技术的发展和广泛应用,并为商用提供分组交换业务。

为了在各计算机分组交换网络之间取得一致,1976年国际电话电报咨询委员会(CCITT)建立了一个称为X.25的世界性标准协议,这导致了好几个其他的国际性的互连协议。为了与CCITT紧密配合,国际标准化组织(ISO)于1978年验收并通过了它的数据通信的七层框架协议,称做开放系统互连(OSI)参考模型。OSI参考模型的目标是允许世界上任何计算机都能与其他计算机通信,只要双方遵守OSI标准。通信网络发展的第四个阶段开始于1980年,它以综合业务数字网(ISDN)和移动通信的应用为特征。ISDN可以被看成是一个功能全面的数字网络,它能为用户提供广泛地服务,诸如语音、数据和图像等。ISDN中的关键部分是在用户与ISDN之间提供了一条公共的综合数字通路来支持这种服务的多样性。

我国自改革开放以来,通信发展突飞猛进。电信通信网正由传统的电报电话网向综合业务数据网、DDN网、分组交换网等“网上网”发展。我国的通信事业,在改革开放20年来有了迅猛的发展,网路的数字化、自动化水平提高,装备水平大大改善,SDH系统、DXC设备及网路的智能化技术引入通信网,新业务及一些智能业务在网上运行越来越多,网的规模也和全国一样越来越大。到了20世纪90年代后期,随着通信网的发展扩大,管理支撑能力与网的规模发展拉开了差距。为了应付可能出现的网的严重过负荷或重大机线障碍,提高电信网的可靠性和质量,就要加强对网的整体动态管理,把使用、监视、管理和控制通盘运筹使网内各项设备可靠、高效地运行,向用户提供高质量的服务。凡网管能力到位的通信网,就是一个健全的网。所以管理好整个电信网是当前电信网建设中十分紧迫的任务。为此,迫切需要采用现代化的管理手段,建立全区的电信管理网,实时掌握全网的情况;当网内出现异常现象时,可以及时分析出原因,并采取措施,使电信网得到充分、合理、有效地利用,以便提高全网的可靠性、效率和服务水平。

一个功能完整的电信网,大体可划分为几个部分,一个基础网(传输网)、六个业务网(电话网、DDN数字数据网、智能网、移动电话网、X.25分组网和ISDN综合业务数字网)、3个支撑网(七号信令网、时钟同步网和电信管理网)。而管理网是电信网的支撑网之一。被管理的网包括各种传输网、业务网、服务网以及支撑网(信令网、数字同步网以及管理网本身)。简言之电信网管理就是对电信网路资源和网络活动所进行的规划、监督、设计和控制等一切操作(服务)活动。电信管理网(TMN)是实现这一类管理功能的有组织的网络体系。我国目前TMN的模式就是根据中国国情、网情在基本符合ITU,ISO建议和标准的前提下,运用现代计算技术、通信网技术、管理技术建立的对电信网上信息进行综合管理的、高度自动化的信息系统。它的管理范围包括电信网络、设备实体,以及通过监视、测试、控制来管理各类业务,并在高层次上开展电信部门的决策活动。

移动通信随着“蜂窝”概念的引进而进入了一个新的时代。如美国,在1981年联邦通信委员会(FCC)把50MHz(824~849 MHz和869~894 MHz)的频带分配给无线蜂窝式移动系统,到1990年美国蜂窝无线通信服务已拥有超过500万的用户。

通信网络发展的四个阶段见表1.1。

表 1.1 通信网络发展的四个阶段

类型	电话	数字网络	数字网络	综合数字网络
年代	19 世纪 80 年代	20 世纪 60 年代	20 世纪 70 年代	20 世纪 80 年代
业务类型	语音	语音	数据	语音、数据 视频、图像
交换技术	电路交换(模拟)	电路交换(数字)	分组交换	电路、分组 ATM 交换
传输媒体	铜线、微波	铜线、微波、卫星	铜线、微波卫星	铜线、微波 卫星、光纤

1.1.1 电力通信网监控系统技术概述

1. 全面采用 TMN 的体系结构

TMN 是国际电信联盟 ITU-T 专门为电信网络管理而制定的若干建议书,主要是为了适应通信网多厂商、多协议的环境,解决网管系统可持续建设的问题。TMN 包括功能体系结构、信息体系结构、物理体系结构及 Q3 标准的互联接口等项内容。通过多年来的不断完善和发展, TMN 已走向成熟。国际上的许多大的公司(例如 SUN, HP 等)都开发出 TMN 的应用开发平台,以支持 TMN 的标准;越来越多国际、国内的通信设备制造厂商也宣布接受 Q3 接口标准,并在他们的设备上配置 Q3 接口。国内的公用网、部分专用通信网都有利用 TMN 来建设网管系统的成功范例,例如:全国长途电信局利用 HP 的 TMN 平台 OVDN 建设全国长途电信三期网管;无线通信局利用 SUN 的 SEM 平台建设 TMN 网络管理系统。

TMN 的优点在于其成熟和完整性,是目前国际上被广泛接受的体系中最为完整的通信网管标准体系;TMN 的不足在于其复杂性和单一化的接口。这些问题在监控网管系统建设中应该加以考虑。

2. 兼容其他网管系统标准

在接受的同时,兼容其他流行的网管系统的标准以解决 TMN 接口单一的问题,对电力通信监控系统的建设十分有好处,尤其在强调技术经济效益的今天,这一点更为重要。SRNVR 简单网路管理协议所构成的网络管理是目前应用最为广泛的 TCP/P 网络的管理标准,SNMP 网络管理系统实际上也是目前世界上应用最为广泛的网络管理系统。不仅计算机网络产品的厂商,目前越来越多的通信设备制造厂商都支持 SNMP 的标准。因此电力通信监控系统应该将 SNMP 简单网路管理协议作为网络管理的标准之一,尤其在通信网与计算机网的界限越来越模糊的今天,其效益是显而易见的。另外,目前出现了新发展的网管体系和标准,例如对象管理组织 OMG 的 CORBA 体系、基于 WEB 的网管体系、分布式网络管理技术等,这些新的技术都应当引起我们的重视。总之,对于电力通信网这种组织结构分散的网络来说,监控网管系统对各种体系的兼容性很有必要。

3. 采用高水平的商用 TMN 网管开发平台作为开发基础

监控网络管理是一个巨大、复杂的工程,涉及面广,难度大,特别是像 TMN 这样的系统,而综合业务及综合接入功能的要求又增加了系统的难度。依照标准的建议书从基础开发做起的方法无论从时间、经济的角度来说都是不可取的。高层网管应用开发平台是世界上具有相当实力的厂商,投巨资历时多年开发出来的商用系统,目前比较成熟的有 SUN 公司的 SEM, HP 公司的 OPEN VIEW, IIVIB 的 NETVIEW 等。每一种商用系统都为建设通信网络监控管理系统提供了一整套管理、代理、协议接口及信息数据库开发的工具和方法。利用商用 TMN 网管平台作为核心来构筑电力通信网监控系统,屏蔽了 TMN 网管系统的复杂性,可大大降低开发难度,缩短开发时间,提高分开的成功率。对电力通信网监控系统的建设来说不失为一种经济有效的方法。当

然,商用化高层网管应用开发平台的成本相对比较高,因此对于规模小、层次低的通信网,采用一些专用的自行开发的网络管理系统平台可能更为实际。

4. 监控系统的网络化

网管系统互联组成监控网管网络这一点是不言而喻的。从长远的观点来讲,电力通信监控应接受异构网互联的观念,即不同层次、不同厂商甚至不同体系结构的系统之间应不受阻碍的互联,组成一个具有广泛容纳性的网管网络。规定一种或几种统一的标准互联接口作为系统互联的限制约定是目前网管系统之间互联的最可行的方法,如采用 CMIP 的 Q3 接口、SNMP 的简单网络管理协议作为网管之间互联的标准协议接口。当然随着技术的发展这种限制可能会有所改变,例如:CORBA 技术的应用会对目前的状况产生影响。虽然统一接口有系统花费大的不足,但是统一接口在数据互联中的优点是显而易见的。监控系统的数据共享和可互操作性机制是监控网管系统互联的基础。完善的安全机制是监控网管系统互联成功的保障。监控系统还应支持与监控系统以外的信息管理系统的互联,实现数据共享。

5. 综合接入性

监控系统必须满足各种通信网络、通信设备的接入要求,兼容各种制式、各个厂商的产品。TMN 网管系统本身支持的标准接口有限,能够直接接入 TMN 网管系统的通信系统、通信设备并不多,大量通信设备的接入依靠监控系统提供的代理转换机制,监控系统通过协议适配器这样的网管部件,将通信设备上的五花八门的管理数据接口转换成统一的监控网管系统支持的标准接口(例如 Q3 适配器,SNMP PROX 等),实现监控系统对通信设备的接入。对于设备种类繁多的电力通信网,这个环节尤为重要。

对于网络层次多、设备分布广、智能水平低的电力通信网,如果全盘依照 TMN 的代理方案,势必造成代理系统十分庞大,整个监控系统变得很不经济。因此,选用一种综合接入能力强、成本低的监控系统直接面向大量的通信设备,将通信设备集中转换,再通过标准接口送入 TMN 高层次网管。建立综合接入监控系统来完成接入的任务对电力通信网不失为一种经济可行的方案。

对于大量中等以下规模的网络完全可以依靠综合接入网管系统的功能来管理网络,既可实现通信设备的综合接入,又建立了网络的分层管理,一举两得,而且这种方案的经济效益十分可观。对于系统已经在建的大量的监控、网络管理系统来说,也可以采用先将其改造成综合接入网管系统再接入高层 TMN 网管的方案。

6. 完善的应用功能及客户应用接口的开放性。

在今天这样的市场竞争环境下,监控系统的应用功能是否完善、丰富,能否满足用户的要求,适应网络的变化,总之监控系统的应用功能是否能得到用户的认可,是监控系统成败的关键。

应用功能的设置应该能由用户来选择,用户的应用界面应该满足用户的要求。这要求监控系统除了具有根据用户要求定制的能力外,重要的一点是监控系统的应用功能接口应具有开放性,应能支持满足应用功能接口的第三方应用程序,在不改变基础系统的情况下不断推出新的应用功能、用户界面,满足用户的要求。由于电力通信网采用行政划分的管理方式,各级用户的管理功能要求的不一致性更大,应用功能开放性的要求显得更为重要。

7. 监控系统的一体化和独立性

监控系统应实现电力通信网的一体化管理,即各种功能网络管理系统的应用程序统一设计,采用统一的界面风格,采用一致的名词术语。用统一的管理操作界面去操作控制不同型号、厂家的同类功能设备。在同一个平台、界面上监视、处理网络告警,控制网络运行。

真正的监控管理系统应具有独立性,系统不应依赖于某个设备制造厂商;监控系统应能保证

所有的厂商都得到同样公平和有效的支持。这样做的目的是为了保证通信系统本身的发展,确保不会因监控系统方案选择限制通信系统本身。这一点对于多样化特点十分明显的电力通信网尤为重要。

8. 网管系统的人机界面

首先,对象化的思想应该贯穿在监控系统界面的设计中。将图形上的元素及元素的组合定义成图形对象,将图形对象与它所表示的数据对象、实际的通信设备串联起来,实现实物、数据、表示界面的统一。这种对象化的设计方法保证了监控系统数据和界面的统一,保证了监控系统对被管理系统的变化的适应能力。对象化的设计观念应推广到监控系统人机界面的各个方面,例如:语音申告、媒体管理等。

其次,监控系统的界面应不断采用新技术加以更新、改造。界面是表示一个系统的窗口,界面的优劣直接影响人们对系统的第一印象,影响人们对系统的使用。引入新的技术,提高系统界面的功能、界面的可观赏性、系统的易使用程度是网管系统成败的又一关键因素。

GIS是目前实用化和技术经济性能都比较高的一项可视化信息技术,GIS采用对象化设计思想,支持地理信息数据,支持多图层控制,采用矢量化图形方式。GIS在信息管理系统的数据表示界面方面应用广泛,在表示与地理信息有关的数据界面时尤其优秀,电力通信监控系统可以采用GIS技术开发基于地理信息系统的监控系统应用界面。WEB是一种影响非常广的、为人们广泛接受的、使用方便的数据浏览界面,WEB支持的数据包括文本、图形、图片、视频等,支持数据库的浏览,而且支持的数据种类和数据格式还在不断丰富。利用WEB的优势作为监控系统的信息发布媒介是一种非常明智的选择。

1.1.2 防汛通信网监控系统

防汛通信事业在发达国家已实现对通信部门的通信配套设备及环境实行遥测、遥信、遥控,即三遥,最终实现无人值守。在我国,计算机网络的普及与办公自动化的实现,为防汛事业实施集中监控,提高维护的实时性与准确性创造了条件。交换、传输与电子技术的发展,又为实施集中监控打下了扎实的基础;因而对动力设备及环境集中监控,已成为通信事业发展的必然趋势,对水利系统的防汛通信网而言,动力设备及环境集中监控十分必要而且非常迫切,建设好辽宁省防汛通信网动力设备及环境集中监控系统对于保证防汛通信网的安全、畅通,拓宽服务领域、提高服务水平都具有重要的意义。

1. 监控系统的功能及特点

动力设备及环境集中监控系统是对通信系统中的电源、高低压配电、蓄电池、空调、油机等通信机房的动力设备,机房环境的温度、湿度、烟感、玻璃破碎、红外探测以及各个被监控点的现场声音、图像等环境因素,进行计算机化的监视、控制与管理。集中监控必须具备实用性好、可靠性高、可维护性能优越、兼容性强、技术先进等基本功能。因动力设备及环境集中监控系统与检测的参量具体的通信设备无关,检知的只是通信机房的环境和图像参量,因此它的应用范围相当广泛。

2. 监控系统网络结构及功能

我国监控系统应用最广泛的是一个三级汇接网络,即由地市级监控中心、区县级监控站和远端局监控单元组成,其中监控单元是集中监控网络的最基本单元,它由若干监控模块通过专用数据总线连接而成,从结构上看实际是一个分布式微机采集控制系统。

上级管理部门对应于上级监控中心,它是本地网动力环境监控系统的最高级。作为整个系统的神经中枢,它的主要功能是直接监控与处理整个本地网动力设备的运行及环境状况,并且定期查询本地管理部门各监控中心数据并对有关数据进行统计分析和处理,为决策提供科学依据。

而本地管理部门对应于本地网监控中心,它的主要功能是通过通信网收集、处理下属各监控单元送来的信息,并将处理后的信息上送地市级监控中心,与此同时对所属区域动力设备的运行情况进行监控。而被控部门所对应的则是远端被控局,端局监控单元直接与被监控的动力设备及环境相互作用,负责监控对象的各种信息的采集以及上级监控中心命令的下达。监控单元接收来自监控模块与智能设备的监测数据和告警信息,经过处理与汇总后,依据通信协议的要求,向区县级监控站传送数据。当需要时,端局监控人员还可以向监控的设备与环境发出控制命令。

3. 监控中心结构及功能

本地网监控中心是由数据库服务器、报警监控台、收发台、报表台、图像控制台与分控台、接入设备和视频及音频设备等组成的局域以太网,网上运行 TCP/IP 协议,可实现与其他控制系统,如动力监控系统、集中维护系统、网管系统等的连接。监控中心具有能实时监视各个通信局站动力设备及环境的工作状态与运行参数,接收告警信息,可通过远端被控局前置机对所属被控设备下达控制和监测命令;能及时设置或修改监控中心各业务台的口令与操作人员的权限;可通过操作监控中心图像控制台,有选择地监测任意一端局的画面;监控中心具有可带多个分控台的功能,通过操作分控台可以有选择地监测任意一个端局的画面;具有安全管理功能;可将目前最关切的一路视频信号比较突出地显示到大型屏幕上;监控中心、分控中心具有自动与手动两种运行模式(如切换画面、录像、记录监视数据、打印功能等);具有告警联动功能,发生告警时自动启动监控系统和录像系统,立即将发生故障的时间与地点显示,发出可视可闻的告警提示,提醒值班人员有告警发生;具有告警处理能力等;监控中心随时可任选一个监控远端局的现场进行监听,而且可以进行监控中心与远端局之间的双向通话;可定时查询各个远端被控局所采集的监测数据,并及时显示实时动态参数曲线;对所有操作进行记录并存档,具有丰富的查询、统计功能;定时向远端被控局发送时钟校准命令,具备故障自诊断能力,发生故障时可自动进行定位;具有文件下载功能,在监控中心即可实现对远端局前置数据采集设备的软件版本的升级,能及时向监控中心上报告警信息。

4. 远端被控局的结构及功能

各远端被控局通过线路接入设备与监控中心相连接,接入设备可提供各种传输方式的接入,并分解监控之数据、视频信号与音频信号。一般线路接入设备可分为 4 类:适用于大型局的 E1 接入设备(提供多路视频、音频信号的输入、输出),适用于中小型局的 E1 接入设备(提供几路视频、音频信号的输入、输出),适用于小型局的 384 k ~ 2 Mbit/s 速率的接入以及 $n \times 64$ kbit/s ($n = 1 \sim 30$) 速率的接入设备,采用 MODEM 拨号方式的专线接入设备。远端被控局是周期地采集各个被监控点的环境参数、被监控设备的监测参数和运行状态,进行计算机处理、存储,实时主动向监控中心发送状态改变或告警信息及相应数据;及时接收并快速响应来自监控中心的命令,并立即指示相应的监控系统与设备动作。

1.1.3 电力通信监测管理广域网

随着电力系统通信的发展,通信网规模不断扩大,为了确保系统可靠运行、提高系统运行管理水平和缩短维修停运时间,建立与之相应的计算机自动监控系统,使系统由局部的管理变为全网管理,由原来人工监控变为计算机自动监控。

1. 监测广域网功能要求

(1) 采用分布式计算机网络结构和实时数据分层处理的方式,可有多级监控网络节点,各节点间均可互连互通,各节点的数据共享。

(2) 系统采用开放性标准数据库接口。系统所有数据均可被其他软件或系统访问,系统网

络支持多种网络协议,可与其他计算机系统联网,联网的系统间可实现单向或双向数据传输。

(3)能支持多种模拟和数字通信介质方式。

(4)系统采用模块化设计,具有可扩展性。通信站及通信设备增加和系统功能扩充时,原系统结构不需改动。

(5)系统具有综合性。能对各种通信设备进行监控,能兼容其他监控系统,可接入各种进口通信设备监控系统的数据。

(6)系统具有维护性。系统有网络自检功能,监控设备具有自诊断功能,故障时能及时告警,能反映系统自身运行情况。

(7)系统具有良好的兼容性。应用软件要采用模块化结构,根据需要配置不同功能模块。软件对硬件具有兼容性和适应性。硬件要采用分布式结构,根据需要可以随时增加或减少设备,相互之间不受任何影响。

(8)系统的硬件及软件具有很高的可靠性。系统硬件、软件应有冗余配置和降级运行等措施,保证系统安全、稳定、连续运行。

(9)系统具有安全性。系统具有安全管理功能,不同的用户给以不同的级别,使不被授权的人无法进入系统,确保系统数据不被破坏。

(10)系统具有全中文、图形化、多媒体友好的用户界面,良好的可使用性和可修改性。用户可以自行输入、修改各种应用数据而不影响原程序,应用软件的使用操作及图表数据的调阅均方便。

(11)系统能够接入远程图像传输系统,构成图像监控系统。

(12)系统具有完备的监控及运行管理功能包括设备管理、用户资料管理、性能管理、故障管理配置管理和安全管理等。

(13)系统具有符合电力部的技术规范和通信规约的数据接口。

(14)应用软件具有透明的软件接口。便于其他软件系统接入和互相调用。

2. 监测广域网构成及功能

整个网络为星形结构,并在部分节点之间出现网状结构。按照分级管理的原则,整个网络分为三层,它们分别为:网局监测中心,局域监测中心,站监测中心。

网局监测中心完成整个监测网的管理和数据汇集,对监控数据进行最后的处理分析、显示、打印同时,对局内的部分通信设备进行实时监控,并将主干数字微波、光纤的监控系统纳入本监控系统中来可直接汇接一些站监测中心进入网局中心。同时也具有与其他网络互联的能力。考虑到网络不仅为电力通信网监控系统提供服务,同时还应提供其他管理方面的功能,因此,网络建成全面服务功能的标准局域结构。网局监测中心为100 M以太网结构。局域监测中心完成各枢纽站子系统的汇接,对监控数据进行更高一层的处理分析。同时,对局内的部分通信设备进行实时监控,并将主干数字微波、光纤的监控系统纳入本监控系统中来。可对下属枢纽站进行遥测和遥控。处理本局域内告警,并实时转发至网局中心。站监测中心(枢纽站)主要是指设备比较集中的通信站,完成站内所有通信设备、电源设备以及机房环境参数的监测与控制。同时,将获得的数据通过可靠的数据传输通道送到上级中心站。

1.2 通信网络的基本结构及构成要素

1.2.1 通信网络的基本结构

通信网络按其所能实现的业务种类来分有通常所说的电话通信网、数据通信网以及广播电

视网等。按网络的服务范围又可分作企业网、本地网、长途网和国际网等;但不管实现何种业务,还是服务何种范围,其网络的基本结构形式都是一致的。目前,通信网实现的基本结构有如图 1.1 所示的 5 种形式。

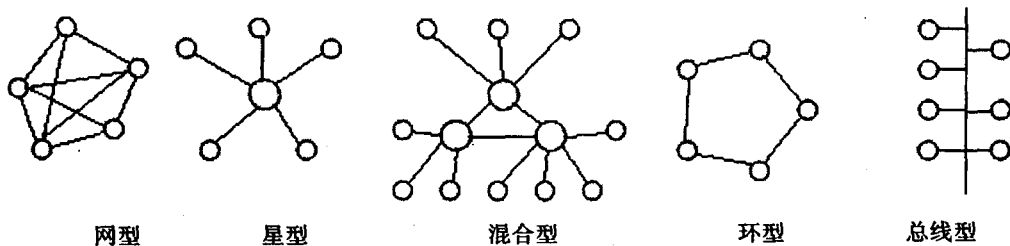


图 1.1 通信网络的基本结构形式

1. 网型网络

较有代表性的网型网络是完全互连网。具有 N 个结点的完全互连网络需要有 $N(N-1)/2$ 条传输链路。因此,当 N 的值较大时传输链路数将很大,传输链路的利用率较低。这是一种经济性较差的网络结构。但这种网络的冗余度较大,因此,从网络的接续质量和网络的稳定性来看,这种网络结构又是有利的。

2. 星型网络

具有 N 个结点的星型网络共需 $(N-1)$ 条传输链路。很显然,当 N 值较大时它会较网型网络节省大量的传输链路。但这种网络需要设置转接中心,因而需要增加一定量的费用。一般是当传输链路费用高于交换设备费用时才采用这种网络形式。当转接交换设备的转接能力不足或设备发生故障时,这种设置转接交换中心的星型结构将会对网络的接续质量和网络的稳定性产生影响。

3. 复合网络

这是由网型网络和星型网络复合而成的。它是以星型网络为基础并在通信量较大的区间构成网型网络结构。这种网络结构兼有前述两种网络的优点,比较经济合理且有一定的可靠性。

4. 环型网络和总线型网络

这两种网型在计算机通信网中应用较多,在这两种网络中一般传输流通的信息速率较高,它要求各结点或总线终端结点有较强的信息识别和处理能力。

1.2.2 通信网络的构成要素

从上面通信网基本结构可以看出,构成通信网的基本要素是:终端设备、传输系统、转接交换设备。

终端设备是通信网的源点和终点,是通信的信源和信宿,包括要传送的信息的变换和反变换装置。终端设备的主要功能是把待传送的信息和在信道上传输的信号之间相互转换。这就需要发送传感器来感受信息和接收传感器将信号恢复成能被利用的信息。还需有能处理信号的设备以便与传输信道匹配。另外,还需有能产生和识别网内所需的信令信号或规约的第三种功能,以便相互联系和应答,对应不同的通信业务有不同的信源和信宿。

传输系统是网络结点的连接媒体,是信息的传输通路。它除主要对应信道部分外,还包括一部分变换和反变换装置。传输系统的实现方式很多,最简单的传输系统就是简单传输线,如明线、电缆等,它们用于一般的市内电话网的用户终端到交换结点之间的信号传输。其次,在网络结点之间,一般有载波传输系统、PCM 传输系统、数字微波传输系统、光纤传输系统等实现方式。

转接交换设备是现代电信网中的核心,它的基本功能是完成对接入到交换结点的链路上的信号进行汇集、转接和分配。由于网上传送的业务存在有话音、数据、图像和传真等不同类型的

信号,因而交换设备也有所不同。如电话通信对时延特性要求较为严格,因此多采用电路交换方式;数据通信对可靠性要求较高,对时间特性要求较低,常采用“存储—转发”方式的分组交换设备;图像通信频带较宽,且对实时性和可靠性均有较高要求,因此需采用 ATM 交换。

随着 ATM 交换和光纤传输技术的发展,通信网络正朝着宽带化、综合化和智能化方向发展。在不久的将来,宽带综合业务数字网(BISDN)将成为通信网的主流。

1.3 通信网络管理的内涵

早期的电话网采用人工接续的交换方式,用户通过语言把呼叫请求告诉接线员,接线员根据电话网的忙闲状态,在适当时候把主叫和被叫用户接通。在这种情况下,接线员对本地各个用户的姓名、电话编号、线路质量都基本掌握,无论用户给出被叫用户号码还是姓名,接线员都能把主叫与被叫用户接通。如果被叫用户的线路质量太差或有故障,接线员可以直接告诉用户,使用户完全明白网络的状况。对于长途接续也一样,如果被叫用户所在地区的线路因某种原因而一直很忙,则接线员会告诉用户为什么没能接通电话。使用户了解网络运行情况,而避免了用户盲目地重复呼叫。另外,接线员能够直接从交换台上的灯线指示了解到电话网各部分的忙闲及故障,并且通过与主叫和被叫的对话了解到线路的通话质量。必要时,还可以避开质量不好的或拥挤的线路,绕道接通本次呼叫。或者使呼叫晚一会儿再接通,以避开话务高峰。在这里,接线员既完成了人工接续的话务交换作用,也起着通信网络的管理及话务流量控制的作用。

通过上述的实例说明可以看出,网络管理的内涵是:对实际运行中的网络的状态和性能进行监视和测量。在必要时采取适当的技术手段,对网络的业务流量流向进行控制。网络管理的目标是:使全网达到尽可能高的呼叫接通率,使网络设备和设施在任何情况下都能发挥出最大的运行效益。

CCITT 把网络管理功能总称为 OAM&P,即运营(Operation)、管理(Administration)、维护(Maintenance)和保障(Provisioning)。运营功能是指支持网络业务的管理;管理功能是检验网络服务水平和资源使用的最佳化;维护功能是负责改正和预防故障的管理;保障功能是支持提供服务的网络配置,但不包括网络的物理安装。

网络运营维护管理的定义是:为保持电信网络正常运行和服务,对它进行有效的管理、维护和操作所建立的硬件、软件系统和网络的组织体系的总称。

网络管理系统可根据各网络结点间业务流量流向统计出的数据,最有效地组织业务流量的分配;根据监测告警系统提供的网络状态分析判断,组织调度电路和控制业务流量流向,避免网络过载和阻塞,提高全网接通率和整体效益。

1.4 网络管理方法的演变

网络管理方法是随着电信网的发展而逐步发展的。在早期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来调节网络中的业务量。这是一种在没有建立自动网络之前人工的网络管理,并且没有建立网络管理系统。后来随着自动电信的建立,才逐步建立起网络管理系统,对整个电信网络进行全面的自动化管理。

自动化网络管理刚刚出现时是以电子技术为基础,分散地由各个交换机收集有限的网络状态数据,并由各地的交换机独立地处理,对网络进行简单地控制管理。

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。在这个时期,各个交换机收集的有限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以及计算机成本的降低,交换机的智能处理功能越来越高,交换机的容量和电信网络的规模也越来越大。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的需要,由此产生了独立于交换机的网络管理系统。可以把网络管理从原来传统的人工方式发展到现代化的自动方式的过程分为两个阶段:第一阶段是从人工的分散的管理向自动的集中管理方式发展;第二阶段是从分离的多系统管理方式向综合的电信管理网发展。

1.4.1 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及传输线路的运行质量数据,按照主管部门的要求,制成各种报表,定期向主管部门报送,并按照主管部门的指示调整网络设备的运行。

所谓分散的管理方式,是指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,并且没有一个部门或机构对各地的管理工作进行统一。在这种管理方式中,各个交换局站、各个传输系统的管理和控制工作都是局限在本局或本系统的范围内进行,不能从全网的高度来分析和处理网络中发生的问题。一旦通信网中某个部分出现问题,由于不存在全网的统筹管理机构,所以既不知道是本地网络故障还是其他地方故障波及到本地,更不可能知道是否是全局性问题。因而人工的分散管理方式不可能从全局的角度通盘考虑来采取措施、调度设备、均衡负荷,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轴线路的故障波及到其他的交换局或传输线路造成的。所以,分散的控制管理方式有许多局限性。

另一方面,由于所有的工作都由人工进行,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。

1.4.2 自动化的集中管理方式

计算机是通信网络自动化的基础,自动化管理就是利用计算机对电信网进行管理。这时,网络管理中的所有活动,包括网络状态数据的采集、处理都通过计算机来实现。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,甚至可以做出一定的反应,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。应用计算机进行管理以后,网络管理中的报表制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,很难把整个网络上所有交换局或地区交换网络的状态了解清楚,因而很难从整个网络的全局角度进行管理。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区、各交换局的状态数据,从全网的角度对网络的状态数据进行分析处理,按照路由和性能质量策略,统一调度网络资源,平衡和疏导网上业务流量。这就是集中式的网络管理。

对于规模较大的电信网,只设一个网管中心是不够的,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,由它们对该区域的各种交换局和线路传输系统进行区域内的集中管理,然后再建立一个或两个全国性的集中网管中心,通过各区域网络管理中心对全网进行管理。比如,一个大城市可以按本地网为界建立一个本地网管理中心,管理本地的各个交换局和传输系统。也可以按一个省的长途网络为界,建立省级网管中心,这样就构成了全国性的自动化的三级集中式的网络管理系统。