

实用网络管理技术

冯 明 编著

人民邮电出版社



实用网络管理技术

冯明 编著

人民邮电出版社

内 容 提 要

随着计算机和通信技术的迅速发展,我国近年来掀起了网络建设的高潮。本书从网络管理的意义、发展、功能、相关标准、设备体系结构、基本开发技术手段和实际产品等角度,较详细地阐述了网络管理的各个方面,其内容丰富并具有很强的实用性,可供从事网络规划与维护、网络设备开发、网络工程、系统集成和技术培训工作的工程技术人员和大专院校师生参考。

实用网络管理技术

冯明 编著

责任编辑 王晓丹

*

人民邮电出版社出版发行

北京朝阳门内南竹杆胡同 111 号

北京密云春雷印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所经销

*

开本:787×1092 1/16 1995 年 11 月 第 一 版

印张:17 1995 年 11 月 北京第 1 次印刷

字数:424 千字 印数:1—3 000 册

ISBN7-115-05811-3/TN·943

定价:26.00 元

前言

随着计算机和通信技术的迅速发展,通信与计算机技术愈来愈紧密地结合在一起。如今,计算机应用已经从传统的“玻璃房子”式的集中应用环境发展成基于网络的分布式应用。这种应用深入到人们的日常生活,成为不可缺少的工具。而网络(不论是公共网还是企业网络)亦伴随着新技术和设备的导入逐渐演变为复杂的分布广泛的多厂商混合网络,网络的类型、服务的种类和设备来源更加复杂化。在这种环境中,资源分布程度和共享程度均扩大,任何微小的故障都可能导致用户应用的失败,如何及早发现并排除潜在的故障隐患,有效地管理好网络是网络设备和网络服务提供者共同关心的问题。事实已经证明:管理好网络比建立一个网络更为重要且更为困难。

为了减少昂贵的停机时间,改善网络的可用性,提高网络管理的效率,许多厂商正将更多的注意力转移到网络管理设备的研制开发上,各种网络管理工具纷纷面市。由于标准化方面的进展,已使网络管理的互操作性得到了改善。

在国际上信息高速公路成为热点的同时,我国近年来网络建设也掀起了高潮,各种公共网和企业网络陆续上马。由于网络管理是一项战略性的工作,从网络规划阶段就必须着手进行,以便尽早确定未来网络管理的框架;而网络环境和用户需求的不断变化对网络管理也会不断提出新的要求;网络设备供应厂商亦要不断改善自己设备的可管理性,因此网络的规划、网络设备研制和维护管理人员都需要掌握必要的网络管理知识,以适应网络发展的需要。为此,笔者根据近年来这方面工作中的心得和收集的部分资料,从网络管理的意义、功能、系统结构、管理协议、基本实现技术等方面较全面地介绍了网络管理技术,并在书中介绍了较多的各种网络管理产品和可供集成的部件供读者体会和借鉴,希望能对网络管理产品开发和使用者有所帮助。由于时间仓促,水平有限,文中难免有很多错误,恳请读者予以指正。

最后,谨向在百忙中审阅本书的汪润生教授和支持本书出版的所有朋友表示衷心的感谢。

冯明

1995年5月于北京

冯明 96.4

目 录

第一章 概述	(1)
1.1 网络管理的目标	(1)
1.2 网络管理的意义	(2)
1.3 网络管理的功能	(4)
1.4 网络管理功能间的关系	(8)
1.5 网络管理功能的实现	(14)
1.6 网络管理设备的市场简介	(15)
第二章 网络管理模式	(17)
2.1 管理模型	(17)
2.2 管理方式	(20)
2.3 网络管理设备的演变	(24)
第三章 网络管理系统的一般结构	(30)
3.1 图形化用户接口(GUI)	(31)
3.2 管理信息库(MIB)	(33)
3.3 网络通信接口(NCI)	(34)
3.4 管理信息通信服务(MICS)	(35)
3.5 应用程序(APs)	(35)
第四章 网络管理设备与受管设备间的协议	(44)
4.1 协议栈	(44)
4.2 通信协议	(48)
4.3 传送层协议	(51)
4.4 高层协议	(59)
4.5 专有管理协议	(69)
4.6 简单网络管理协议(SNMP)	(71)
4.7 公共管理信息协议(CMIP)	(95)
4.8 其它管理协议介绍	(110)
4.9 管理协议的比较	(120)

4.10 协议选择原则	(121)
第五章 网络管理的互操作性	(123)
5.1 互操作性概念	(123)
5.2 网络管理部件	(123)
5.3 OSI/NMF 网络管理	(126)
5.4 过渡策略	(129)
5.5 电信管理网络(TMN)	(130)
第六章 开发网络管理系统所需技术	(135)
6.1 操作系统	(135)
6.2 面向对象与 C++	(140)
6.3 GUI 与窗口技术	(142)
6.4 数据库与 SQL 语言	(143)
6.5 通信技术	(146)
6.6 计算机辅助软件工程(CASE)	(149)
6.7 开发系统	(154)
6.8 其它新技术	(154)
第七章 网络管理系统的开发	(156)
7.1 开发途径	(156)
7.2 硬件选择	(157)
7.3 系统配置	(159)
7.4 软件工程化方法	(160)
7.5 第三厂商解决方案介绍	(164)
7.6 管理应用	(181)
7.7 界面的国际化和本地化	(188)
第八章 网络管理设备	(184)
8.1 局域网管理	(184)
8.2 广域网管理	(187)
8.3 智能集成器与路由器	(238)
8.4 快速分组交换	(243)
8.5 其它	(245)

第九章 结束语	(247)
9.1 网络管理的发展趋势	(247)
9.2 结束语	(251)
附录 A 有关国际/工业标准索引	(252)
附录 B 缩略语表	(256)
参考文献	(264)

第一章 概 述

网络管理是一个解决方案,它寻求最大限度地增加网络的可用时间,提高网络设备的利用率、网络性能、服务质量和安全性,简化多厂商混合网络环境下的管理和控制网络运行成本,提供网络的长期规划。它包括维护网络正常运行的各种关键技术和工具。

1.1 网络管理的目标

1.1.1 提供公共的解决方法

在当前普遍的多厂商复杂网络环境下,应提供一个统一的管理框架。该框架包括通用信息模型和标准化的接口。通用信息模型指公共的管理模型和通用管理信息表示方式,接口则主要采用有关的国际和工业标准。同时,管理方案应该是模块化的结构,灵活地适应广泛的用户需求。这种开放的基于标准的管理框架有助于改变当前网络管理按技术和供应商划分的局面,实现多厂商混合网络环境下不同服务提供者间和/或不同技术间的管理互操作性。

网络管理者希望一种端到端的网络管理,它可以在多厂商混合网络环境下利用单一的网络操作控制台来管理控制所有的网络,这包括不同厂商的网络元素、子网和网络上连接的受管设备,以集中统一的方式远程控制网络,以排除故障和重新配置网络设备。

1.1.2 服务的高可靠性

通过及时地预测、检测网络故障,迅速采取措施修复或提供冗余手段,可以最大限度地减少昂贵的停机时间,提高网络资源的可用性和网络的竞争力。

1.1.3 提高网络的经济效益

通过动态地掌握网络运行情况和用户需求,合理地规划和调配网络资源,适时引入新技术和新业务,增添和调整设备,可以提高网络设备的利用率和性能级别,平衡网络能力与用户需求,以经济合理的价格和优质的服务吸引更多的用户,加快资金回收,控制网络运行成本。

1.1.4 网络平稳增长

在引入新技术和设备的同时,注意保护以往的投资,使原有设备和技术在其生命周期中能融入新环境中并得到充分利用。这包括受管设备和网管系统两个方面。

1.1.5 基于公共的管理平台

为了增加软件的可靠性,降低开发/维护成本和开发风险,提高开发效率,缩短开发时间,

方便管理信息交换,应积极采用开放的可增长公共管理平台。该平台为各种通信管理环境提供了一个开发管理系统,软件和服务的管理应用体系结构。

1.1.6 易操作性

应使人机接口以更易于操作员理解的方式交流管理信息。它应当掩盖网络元素的复杂性,以更为逻辑的方式组织管理信息。管理当局的经营战略和网络用户的服务要求将转换为高级服务管理指令,传递到网络元素上执行;执行结果作为服务管理信息反馈到网络操作员。各种人工智能技术的引入将帮助操作员掌握大型网络的运行状态,可以降低对网络管理人员的技术知识和数量的要求,节约高昂的人工/培训费用。为此,若干知识库系统(KBS)已经或正在加入网络管理系统,目前人工智能主要用于故障管理,基于人工智能的诊断系统也已上市。

1.2 网络管理的意义

网络管理技术研究和设备开发是近年来电信和计算机技术领域的热点之一,相应的课题也成为有关国际标准化组织的工作重点。

1.2.1 网络管理设备是组成网络的重要设备

网络管理设备与交换传输设备一样,是网络构成的重要成分,关系到网络的运行管理水平。某些专家认为网络涉及三个C,即连通性(CONNECTIVITY)、通信(COMMUNICATION)和控制(CONTROL),前两个C分别处理低层和高层协议,而负责网络管理的控制则需要处理全部七层协议,是网络三个因素中最复杂的一个因素。由于尚有许多问题待解决,潜在的市场亦非常广阔,因而许多网络经营者和厂商都在发展和完善自己的网络管理设备。

1.2.2 网络用户的要求

现代生活中,网络日益深入人们的日常生活。从80年代初开始,网络的规模和范围急剧扩大,银行、保险、证券、运输、企业经营等各方面的日常运作都需要网络,使人们各项活动对网络服务的依赖程度剧增,网络所承担的任务愈来愈重,而网络的运行效率和安全就成为核心议题,任何微小的网络故障都可能对人们的生活产生灾难性影响。

随着网络设施的普及,人们对网络服务质量的期望值不断增加。

分布计算环境的普及,信息系统的向下优化,使用户的应用依赖于分布在网络上的各种资源,这些资源的可用性将影响他的正常工作。任何一台主机,工作站,网络设备甚至适配器和UPS电源的故障,都会造成用户应用的失败。由于这些资源可能分布在用户未知的地点,用户无法了解它们的工作状态,只有当用户应用失败时,用户才能发现网络中发生了故障,这就迫切需要设置网络管理系统实时监控这些对用户应用有重要影响的资源,维护它们的良好工作状态,降低管理工作的难度。

1.2.3 网络规划者长期课题

网络随着新技术和不同厂商设备的不断引入,必将演变成多厂商跨技术领域的复杂网络环境。比如,传统分组交换网络中,随着快速分组交换技术和设备及各种互连设备在网中的出

现,使网络管理环境复杂化。战略性的网络增长规划成为困扰网络规划者的难题。网络规划者必须及早制定网络管理的政策和框架,以指导网络的建设。由于网络管理的互操作性远比网络业务的兼容性复杂,网络规划者需要投入更多的精力。

1.2.4 网络管理者面临的挑战

成功地管理网络比购买网络更为重要,它关系到网络能否正常地工作及获得合理的效益。网络管理人员期望得到齐全的工具和周到的服务,以满足自己在管理网络和支撑服务方面的需求。

网络规模的增长和成分的多样化,网络管理的复杂性急剧增加,使网络难于控制,如何有效地管理全网成为一个难题。网络管理是比选购设备和建设网络更重要和持久的工作。

网络的复杂化造成不同的网络和技术需要一支自己的专家队伍来操作和维护的局面,这样全网就需要维持一支庞大的管理队伍。网络管理当局面临高级网络管理人员匮乏的人才危机,这大大增加了人员开支和培训的成本。

网络的发展,使网络之间交换管理信息的要求日益迫切,这需要公共支持的管理信息交换协议。

由于网络应用环境、管理制度和文化背景不同,造成管理需求的差异。任何供应厂商难于提供完整的解决方案。许多设备厂商不是网络管理的专家,他们从经济和自我保护的角度出发,仅提供了支持自己设备的最小管理功能集,这种管理方案依赖于厂商设备,不利于多厂商混合网络环境。同时,许多厂商都提供了有限的(但越来越多的)客户化能力,网络管理者通常需要参与管理应用的开发。

一些著名的电信业者为了寻求更经济方便的公共开发平台,组成了称为“信息技术服务提供者综合要求(SPIRIT)”的组织,与网络管理论坛一道共同制定公共采购规范书。该规范书的第一版本已在1993年底发表,一些重要的计算机硬件/软件厂商也参加到该行列中。这一举动有助于改变当前各电信业者采用不同的规范书,各供应厂商难于开发一致的硬件/软件的困境,并对开发工作保持更大的影响力。供应厂商将为服务提供者设计一个软件开发平台,以此作为电信网络管理,业务管理,运行支持和通用商务管理系统的基础。开发平台包括操作系统、数据库、交易处理监视器、用户界面工具和通信软件,它将使业者更容易地不同环境下开发和移植管理应用,对信息工业产生明显影响。

1.2.5 供应厂商求生的措施

网络管理是各厂商增加产品的附加值的手段,另一方面,产品能否销售得出去现在也依靠产品的可管理性。网络管理者对管理互操作性的需求,正迫使供应厂商逐步放弃自我封闭的网络管理体系结构,在增强对网络管理有关标准支持的同时,提供一些开放的管理接口,部分实现对第三厂商产品的管理和与其它网络管理系统交换管理信息。例如,北方电信公司(NT)推出了管理数据接口(MDI)和一些应用编程接口(API);惠普公司(HP)和Sun公司进行合作,使各自的网络管理平台可以访问对方平台的数据库。

在实现产品更新换代的同时,使自己的所有产品(交换、传输等等)的管理基于同一平台,以发展综合管理并增强自己产品系列的市场竞争力。北方电信公司(NT)使DPN和DMS交换机的管理应用运行于同一管理平台;阿尔卡特公司(Alcatel)则将使传输、交换、移动通信等系统的管理应用移植到同一管理平台。

此外,网络管理设备正通过改变传统的附属于受管设备的地位,成为一种独立的网络产品。一些开发网络管理平台的公司积极倡导合作计划,把自己的专长和第三厂商的经验结合在一起,以提供集成的管理方法。众多先进的设备厂商,独立软件公司(ISV)、经销商和集成产品厂商,推出了许多管理应用工具,供管理者选择集成。这种伙伴关系在很大程度上使管理平台增值。

由于网络管理的劳力密集性,使得网络管理设备的研制、维护开销很高,因而网络管理方案通常滞后于用户的需求,这也刺激了网络管理技术的发展。厂商的注意力更多地转向网络管理领域。

应当看到,网络管理正处于混乱中,成百上千的网络管理产品充斥市场,它们基于不同的技术和结构,面向不同的受管产品,具有不同的功能和用户接口,大多数主要处理告警管理。为了保住市场占有率,各厂商将不断改善其技术,竞争将更激烈。

1.2.6 标准化的重点

由于网络的发展,网络成分的日益复杂,为网络的管理提出了许多课题,这些课题也正成为有关国际标准化组织的工作重点,其标准化的成果也正反映到网络管理产品中。

目前,几乎所有主要的计算机和通信厂商都宣布支持 OSI,大多数厂商已经开始实施 OSI 网管系统。在 OSI 的支持下,作为由信息网络设备提供者和使用者共同参加的独立企业国际性协议——OSI/NMF(网络管理论坛)已于 1988 年 7 月诞生。到 1990 年,OSI/网络管理论坛已经有包括 AT&T、英国电信、HP、IBM、Novell、Siemens、Sun Microsystems 等著名公司在内的近 100 个成员。该论坛除了致力于在工业界推动和宣传网络管理外,还基于 OSI 参考模型开发自己的标准,促进基于标准的 OSI 网络管理产品的开发。在 1989 年,OSI/网络管理论坛公布了它的第一个协议规范书。目前,OSI/网络管理论坛已经出版了一系列描述 OSI/NM 标准实现的文件,一整套七层协议及众多的有关受管对象定义、协议、功能、ANS.1 句法、规则、滤通、作用域选择的文件。

当前网络管理标准化活动主要基于 OSI 网络管理框架,在 OSI 网络管理框架下,定义了五个管理功能区域。作为标准化努力的结果,两个主要的网络管理协议(SNMP 和 CMIP)已经形成。

标准的普遍采用使厂商可以实现支持用户网络管理应用的公共平台,简化网管系统与受管资源间的接口。同时,产品批量的增加导致了成本的下降。

1.2.7 新技术的驱动

网络管理设备是技术密集型产品,计算机硬件技术和许多 90 年代计算机软件环境技术(例如:计算机辅助软件工程,第四代语言,数据库管理系统,专家系统,面向对象的程序设计和编程等)的迅速发展,为建立在它们之上的网络管理技术的发展提供了新的技术手段。

1.3 网络管理的功能

网络管理涉及网络资源和活动的规划、组织、监视、计费和控制。不同组织的着眼点有所区别。国际标准化组织(ISO)一直致力于网络的标准化,它定义了差错、配置、性能、计费和安

全五大管理功能区域。但是,其它的管理功能域也非常重要,同样需要花费管理当局的大量的智慧和资源,如图 1.1 所示。

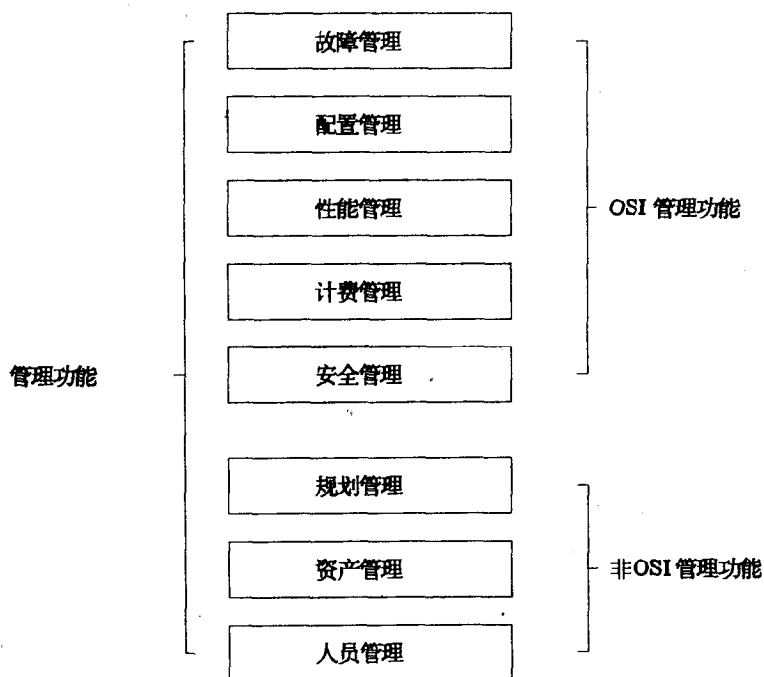


图 1.1 网络管理功能区

五个功能区涉及了特定的管理功能域(SMFAs),每个 SMFA 包括:

- * 一组定义的功能
- * 一组与每一功能相对应的规程定义
- * 支持规程的服务
- * 支持 SMFA 所需的下层服务
- * SMFA 所影响的受管对象类

OSI 管理又可分为:

- * 系统管理

用于管理整个 OSI 系统。它提供管理多个 OSI 层的机制并通过应用层协议完成,包括全部 OSI 七层模型。

- * N—层管理

用于管理 OSI 模型中 N 层受管对象的通信活动,它依赖于(N-1)层协议的支持。

- * N—层操作

允许继续使用现存协议来支持特定层的活动,它管理一层内管理通信的单一实例。

1.3.1 故障管理

故障管理是检测和确定网络环境中异常操作所需要的一组设施。无论故障是短暂的还是持久的,都可能导致网络系统未能达到运行指标。故障管理设施通过检测异常事件来发现故障,通过日志记录故障情况,根据故障现象采取相应的跟踪、诊断和测试措施。

故障管理的四项主要活动为:

- * 故障检测

其主要途经有:

- 在正常操作中,通过执行监控过程和生成故障报告来检测。例如:周期性的探测结合异步地报告异常情况,可以帮助操作员了解网络运行状态。

- 在执行配置测试时发现错误。例如:应操作员请求进行硬件或服务数据配置的测试,可以发现异常情况;

- 通过预设置门限并动态监控状态变化,来预测潜在的故障。常见的有:监视干线的利用率,预报网络拥塞的发生,监视受管设备的温度以确定机箱冷却系统的工作情况。

- * 故障诊断

通过分析涉及受管对象的故障和事件报告,或执行诊断测试程序,使受管对象的故障得到重现。

- * 故障修复

一般通过配置管理工具和/或操作员的干预,获得修复受管对象故障的能力。

- * 故障记录

以日志的形式记录告警、诊断和处理结果。

1.3.2 配置管理

配置管理负责监控网络的配置信息,使网络管理人员可以生成、查询和修改硬件/软件的运行参数和条件,以保持网络的正常操作。

参数和条件至少涉及下列信息:

- * 网络部件的存在性、名称和关系
- * 寻址信息
- * 运行特性
- * 部件的可用性信息
- * 备份操作条件
- * 路由控制

配置管理涉及定义、收集、监视、控制和使用配置数据,配置数据包括管理域内所有资源的任何静态和动态信息。该数据被其它应用广泛地使用。配置管理通过修改受管对象的存在性、属性、状态和关系来控制受管对象。

1.3.3 性能管理

性能管理是一组评价受管对象行为和通信活动有效性的设施。通过收集统计数据来分析网络的运行趋势,得到网络的长期评价,并将网络性能控制在一个可接受的水平。

性能管理包括下列功能:

- * 测量对象和方式的选择
- * 收集和分析统计数据
- * 根据上述统计和分析进行调整,以控制网络性能
- * 提供有用的网络性能报告(实时/脱机)

为了管理的有效性,网络管理系统必须监视特定事件的影响、措施的效果和资源的性能,提供网络管理者选择监视对象、监视频度和监视时间长度、设置和修改测量门限的手段;当性能不理想时,通过对各种资源的调整来改善网络性能;根据管理当局的要求定期提供多种反映当前/历史/局部/整体性能的数据及各种关系曲线。

1.3.4 安全管理

安全管理负责提供一个安全政策,根据安全政策确保只有授权的合法用户可以访问受限的网络资源。它主要涉及:

- * 防止非法用户访问,在敏感的网络资源和用户集间建立映射关系
- * 数据链路加密
- * 密钥分配和管理
- * 安全日志维护和检查
- * 审计和跟踪
- * 防止病毒
- * 灾难恢复措施。

1.3.5 计费管理

计费管理负责监视和记录用户对网络资源的使用,并分配网络运行成本。其主要功能有:

- * 收集计费记录
- * 计算用户帐单
- * 分配网络运行成本
- * 网络经营预算
- * 考查资费变更的影响

用户使用网络通信的成本包括两部分:

- * 网络通信介质
- * 用户端系统通信资源

1.3.6 规划管理

根据管理当局的政策,网络用户的需求,用户对当前服务的满意程度和收集的网络性能数据,建立数学模型,通过数学计算/计算机仿真等方法,设计优化网络结构和配置,为未来网络发展提供依据。

1.3.7 资产管理

资产管理负责维持网络中设备和设施的详细记录。它包括诸如设备制造厂商数据、设备编号、设备设置参数、使用情况、维护支持服务电话、维护记录、装机现场、电路编号等信息。

1.3.8 人员管理

受过良好训练的网络操作员和有效的管理工具是网络管理的两大因素。人员管理记录着与网络运行维护有关的雇员的基本背景情况。它可以包括姓名、性别、出生日期、社会 ID 编号、教育程度、履历、工作经验、培训情况、职务、部门、联系地址、分工安排、日程安排、主管/顾客评价等内容。

1.4 网络管理功能间的关系

网络管理功能不是孤立的,完成某项管理功能往往需要其它管理功能的配合。网络管理当局、网络设备供应厂商、网络用户与上述网络管理功能间有密切的关系。

1.4.1 故障管理

故障管理需要从网络管理当局得到网络运营要求,从网络用户得到目前可以接受的服务质量极限和故障查询请求,从性能管理得到当前的运行分析结果,从配置数据库得到设备配置信息。利用上述信息和网络的事件报告,一旦确认发生故障,通过配置管理修改配置参数,启动恢复行动,修复、替换或隔离故障部件。在需要维护人员去现场时,通过人员管理安排维护人员。将网络故障情况作为网络状态数据移交性能管理,以分析计算网络的可用性参数。故障处理结果将向网络管理当局报告,有关的用户亦可以得到故障原因/处理结果报告及应采取的避免/排除故障措施的建议,如图 1.2 所示。

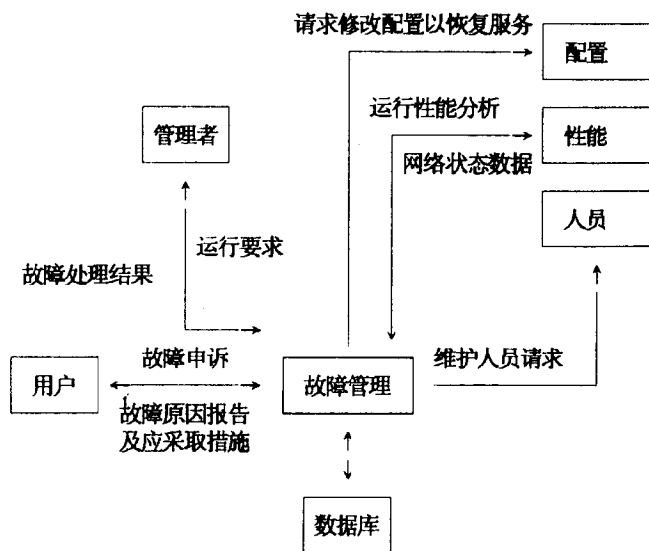


图 1.2 故障管理功能与其它管理功能的关系

1.4.2 配置管理

配置管理功能包括资源配置和业务配置两个方面。

资源配置通过资产管理从供应厂商得到新的硬件设备和软件版本,从性能管理和规划管理得到修改/增加网络资源的请求,从故障管理获得为修复故障而重新配置资源的要求,从业务管理得到增加资源的请求,从配置数据库得到当前资源配置。为了实现新的资源配置,配置管理向资产管理申请额外的资源,通知人员管理派出装机人员,并向受影响的用户发出报告,如图 1.3 所示。

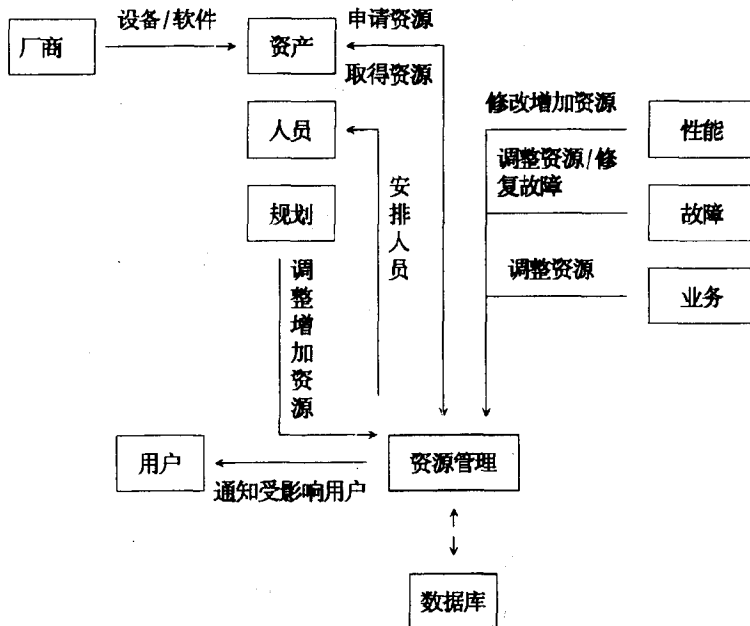


图 1.3 资源管理功能与其它管理功能的关系

业务配置从规划管理得到新的业务定单,从故障管理得到业务配置故障的通知,与网络用户协商初装/迁移/修改业务申请。业务管理将通知计费管理对新的业务计费,通知故障管理对新配置的业务进行使用前的验证测试,通过资源配置向资产管理/人员管理申请设备设施/安装人员,并将供应配置的最终结果通报提出申请的网络用户,如图 1.4 所示。

1.4.3 性能管理

性能管理从网络管理当局得到当前网络运行指标,从用户得到对与之有关的网络性能的查询请求,从计费管理得到用户使用网络的详细记录,利用收集的统计数据和故障管理检测的故障情况,计算网络性能参数。其数据将作为规划管理的素材,发现危险的状态条件则向故障管理告警,用户关心的性能数据将向用户报告,全网运行性能报告将提交网络管理当局,如图 1.5 所示。

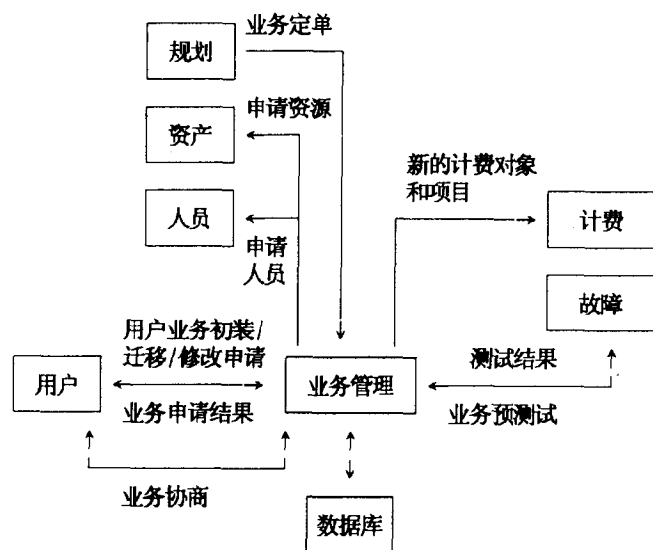


图 1.4 业务管理功能与其它管理功能的关系

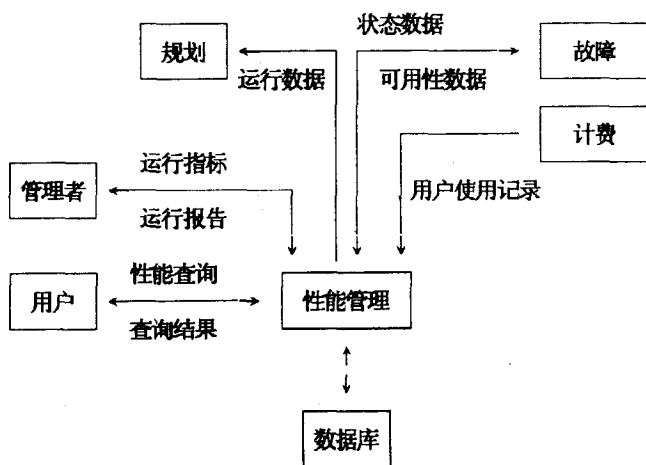


图 1.5 性能管理功能与其它管理功能的关系

1.4.4 计费管理

计费管理从网络管理当局得到资费政策，从业务配置得到用户使用的业务情况，从资产管理得到用户占用的设备设施和分担的成本，从安全管理得到用户的预定义文件，从用户得到查询资费申请，利用收集的计费记录，可以计算出每个用户应付款总额，最后将帐单交给用户，如图 1.6 所示。