

摘要

(随着接入网应用范围及网络规模的不断扩大，管理系统的日益复杂和用户对网络服务质量要求的越来越高，接入网网络管理也应逐步实现自动化，与网络管理的其它功能域一起形成完整的接入网网络管理系统，接入网网管系统必须逐步系统化、规范化。从目前我国接入网建设的现状来看，我们已经尝到的沉痛的历史教训，对于已经建成的接入网，由于没有能够在网管方面进行规范、测试，导致后续网管建设的被动。)

本文绪论中简单介绍了接入网网络管理(ANM)的概念及其研究和实现的实际意义，着重讨论了实现ANM系统的几个关键环节。

(第一章首先介绍了ANM，而后讨论了接入网网络管理理论，并对目前引起激烈争论的两种网管具体实现技术进行比较，并得出了结论。

第二章根据原邮电部科技司的调查资料，对我国本地中继网和接入网及其用户线路的平均长度进行分析，同时对我国现有本地中继网、接入网的拓扑结构与特性以及城市分布与居住特点进行了分析，并与国际数据进行了比较，总结出我国接入网网络结构中存在的问题。针对实际问题和情况提出了北京地区接入网网络管理系统的硬件解决方案。

第三章是本文的重点。在第一节中，提出一种在ANM中实现OSI网络管理模型的体系结构，用这种体系结构中的部件组成ANM系统，以实现OSI网络管理模型中的管理者、代理、管理信息库和通用管理信息协议。第二节结合课题在开发接入网V5接口和接入网网管系统中的经验，主要介绍V5接口开发的关键部分——V5系统管理的实现，讨论接入网网管的模型。第三节结合本课题的一部分——宽带接入网网管系统的建模和设计过程，详细阐述了接入网网管功能的设计和实现过程。第四节中主要提出了网络性能管理中的专家系统，并列出了在课题中解决网络性能管理所提出的算法之一，有效地解决了网管中的智能化。在第三章的最后主要针对接入网网管功能(包括网路性能管理和故障维护管理)的实现方法。

第四章结合本课题，讨论接入网网管系统的实现方案，并简要介绍了我所设计的网管系统及操作。最后还讨论了目前接入网网管存在的一些问题及未来的发展。

在论文的最后，对整个课题的工作进行了总结。)

关键词：电信管理网、~~接入网~~网络管理、操作维护和管理、~~接入网~~网管模型、开放系统互连

ABSTRACT

As the size and range of the Access Network is inlarge, the system of the net management become complex. ANM(access network management) must have the high quality of the service , automatization of performace and a full performance system of AN. Our country have absorb the history lesson and will build our systematism and standardization AN at present .

We introduce the concept of ANM and the meaning that we investigate and realize the ANM system in the introduction of this article . And we discuss few problem in the process of realizing ANM system.

At first we introduce the ANM and discuss the ANM theory in the first chapter. And then we compare the two realization way and conclude their features.

In the second chapter analyses the ANM status in our country according the data about the average userline length and the structure of the net. Then we compare these data in our country to the international. We build the management hardware system aimed at the issues and the problems in Beijing .

The third chapter of the article discusses the OSI networks management model and how to make the model reality and presents an architecture of implementation of OSI networks management model in ANM. The second section introduces the process of how to make the V5 interface reality combined the experience in the works. This article discuss the OOP method to build the ANM model and the system structure of ANM to V5 interface . And then the third section emphasis the management of broadband access network and presnt a management model. It has ES(Expert System)as the core of the fourth section, and supports a majority of networks performace.

The fourth chapter discusses the project of ANM system and introduce how to operate and control in our system.

At the end of the article we conclude our work on ANM , discuss the problem the development in future of ANM system .

Key words: TMN、ANM、OA&M、ANM model 、OSI

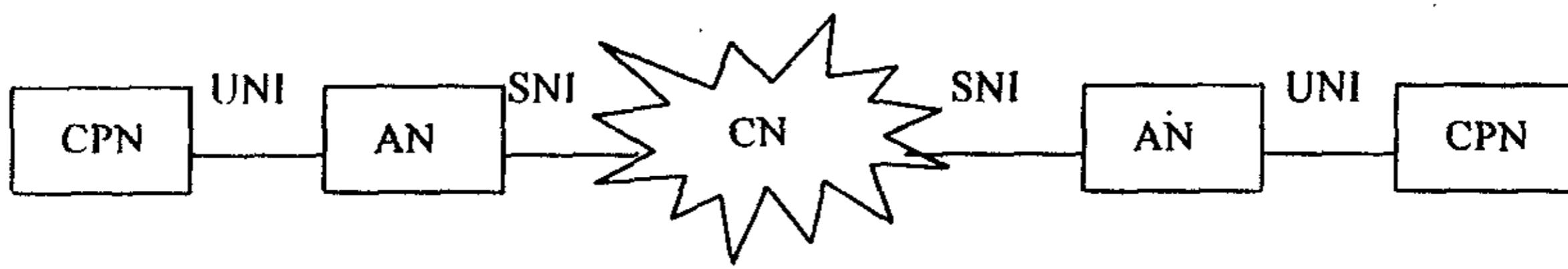
绪 论

接入网网络管理（ANM）的目标是最大限度地利用接入网网络资源，提高网络的运行质量和效率，向用户提供良好的通信服务。而接入网网络管理系统则正是为接入网网络管理目标的实现提供了一套整体解决方案，它简化了多厂商混合网络环境下接入网运营企业的管理模式，降低了接入网的运营成本，从而使企业获得更好的效益。

一、接入网的定义

接入网由业务节点接口（SNI）和用户网络接口（UNI）之间的一系列传送实体（如线路设施和传输设备）组成，为供给电信业务而提供所需传送承载能力的实施系统。可经由管理接口（Q3）配置和管理。原则上对接入网可以实现的 UNI, SNI 的类型和数目没有限制。

接入网主要完成的是使用户接入到核心网的任务。接入网是公用电信网中最大和最重要的组成部分。在电信网络中，接入网定义为业务节点与用户驻地网之间的实体部分（如传输系统等）。图 1 是电信网络的基本组成部分。



CPN：用户驻地网

AN：接入网

CN：核心网

UNI：用户网络接口

SNI：业务节点接口

图 1 电信网的组成示意图

接入网属于传送范畴。由于它不解释信令，所以接入网对信令是透明的。具有交换功能的设备不属于接入网，接入网由本地交换机与用户之间的一切机线设备所构成。

接入网成为综合各种业务的“瓶颈”部分，能将各种信息业务融合为一体的企业宽带通用接入网目前是国际通信信息发展的热点。

二、接入网网络管理的意义

与核心网相比，接入网网络和接入技术尤为复杂，技术将趋于多元化，市场竞争更为激烈，市场环境更为复杂。由于接入网部分是网络投资比重最大的一部分，用于对其操作维护管理（OA&M）所花费的成本开销也是最大的。采用何种技术，

如何部署接入网，是网络投资重中之重，而如何使最后一公里的接入网网络资源得到充分利用就成了目前亟待解决的问题。

随着我国接入网的建成，网络数字化程度大大提高，各种先进的电信业务不断引入，导致网络设备的类型不断增多，每一种新系统新业务的投入都可能引入与其相关的监控与管理系统。在这种情况下，为保证向用户提供优良的服务，建立高度自动化的接入网网络管理系统是十分必要的。提出一种统一的管理标准和原则也是具有非常重要的意义。接入网网络管理是一大课题，它处在一个由人、社会、组织和资源构成的综合管理环境中，其中有政策和策略问题，有组织机构设置问题，有管理体制和维护体制问题，当然还有管理手段和管理技术等一系列问题。

实现接入网网络管理系统的日的，就是要最大限度地利用网络资源，降低企业运营成本，向用户提供高质量、高可靠的电信服务。

网络管理方法是随着电信网的发展，随着科学技术的进步而不断演进的，基本经历了下述三个阶段：人工管理——>分散的计算机辅助管理——>集中的分布式管理。

第一阶段，在电话还是采用人工接续方式的时候，话务员收到主叫用户的请求，将塞线插到被叫的接续线上，一个呼叫就连通了。话务员在接续过程中能够直接在机台上了解电话网中各部分机线设备的忙闲状况和话务疏通情况。话务员不仅担负接线工作，也担负着一定的话务管理工作。在这个时期，电话接续本身没有自动化，更没有自动化的管理系统，管理自然是人工的分散的。

第二阶段，当交换技术从步进制，纵横制发展到程控交换，接续实现了全自动化。在这种情况下，虽然仍依靠人工对网络上的问题进行干预已很不适应，但因通信网络还比较简单，设备供应商比较单一，通信设备本身所具有的管理能力还基本能满足要求。从网络管理的角度来看，这一时期可以成为分散的在低水平上的自动化管理。

第三阶段，随着网络规模不断扩大，设备种类不断增多，技术维护人员相对缺乏，于是开发了基于计算机辅助的集中维护管理系统。一般将这种管理系统设在集中操作的维护中心，使较少的维护人员能够在一个集中的地方，对一定范围内的网络设备进行维护管理。这时，管理系统开始进入了集中的自动化的管理阶段。

当接入网发展到今天，网络的结构更加复杂，网络的技术越来越先进，而且每一种网络设备其内在的技术也不断演变。这样对管理系统的要求越来越高，产生了集中的多主机的分布式管理系统。这里的集中，不是物理空间上的含义，而是指相对于一种网络，一种业务进行集中管理。分布的意义不是指分散管理，而是指主机可以在不同的物理位置上。从计算机应用的角度来看，就是利用计算机网络实现接入网网络管理应用。为适应未来发展的需要，利用计算机网络实现接入网网络的管

理应用。接入网网络管理系统(ANM)正向着综合化方向发展，是现代化电信网的重要组成部分。

三、接入网网络管理设计和实现中的几个问题

综合接入和业务节点的涌现是形成业务融合的前提，因为综合接入和业务节点提供对802.1Q业务和基于包的数据业务的接入以及所需的业务互通。这种接入对接入网网络的基础设施提出了要求，同时综合接入也意味着接入网网络操作管理和维护的综合。

但针对不同的接入设备和接入网网络，其网管的结构和实现可能差别较大，但对于接入网网管系统的建模和功能结构大同小异，而对于具体的接口管理就完全不同了。如何在不同的接口设备所构成的系统中，采用统一的网管系统进行管理，正是本文主要研究的内容和目的所在。

接入网网管的几个关键性环节是：

- **接入网网管系统模型：**接入网网管(ANM)根据ITU-T提出的一套管理接入网及其范围的标准，定义了设备和操作系统之间的交互方式及信息模型语义。ANM通过标准接口来提供网络管理功能，因此范围提供者可以快速部署新的服务，最大程度地使用自动功能。开放系统互连(OSI)的网络管理模型提供用于OSI环境内的资源的监视、控制和协调以及用于传送有关的资源信息的OSI协议标准，它广泛用于分布式处理的通信环境中。ANM的实现正是基于这种OSI网络管理模型的。
- **接入网网管系统功能结构：**由于电信发展的不规则性要求网络提供宽范围的业务。在单个平台上支持现有和即将开发的业务，自然要求采用集成的管理方法。可是所有接入网网管功能的集成本身就是非常复杂的工作，因此必须确定OA&M功能的框架，即网管层的划分、系统结构、管理功能。
- **接入网网络性能管理：**接入网网络性能管理是ANM的一个重要组成部分，它确保网络的有效运行并提供预定的服务等级。然而，性能管理的复杂性和大量的人力资源呼唤着一种高效、交互和实时的管理技术的到来。基于以上需要，我们提出了以专家系统为核心，通过结构化和非结构化两种方式，采用经验、统计、推理相结合的方法，支持网络性能管理中的绝大部分重要功能。
- **接入网网管系统的实现技术：**按照ANM的方法论，标准化工作的实现阶段必须与具体的技术相接合。目前，应用较多的是CORBA和Q3两种技术的应用。它们各有特点。我们在本课题的开发研究过程中使用的是Q3接口技术。采用GDMO/ANS.1描述语言。

四、本论文的主要内容

- 1、研究了接入网网络管理理论，并对目前引起激烈争论的两种网管具体实现技术进行比较，并得出结论。详细内容在第一章中介绍。
- 2、根据原邮电部科技司的调查资料，对我国本地中继网和接入网及其用户线路的平均长度进行分析，同时对我国现有本地中继网、接入网的拓扑结构与特性以及城市分布与居住特点进行了分析，并与国际数据进行了比较，总结出我国接入网网络结构中存在的问题，针对问题和实际情况提出了北京地区接入网网络管理系统的硬件解决方案，内容详见第二章。
- 3、提出一种在 ANM 中实现 OSI 网络管理模型的体系结构，用这种体系结构中的部件组成 ANM 系统，以实现 OSI 网络管理模型中的管理者、代理、管理信息库和通用管理信息协议。详细内容见第三章第一节。
- 4、实现了 V5 接口开发的关键部分——V5 系统管理，建立了接入网网管的模型。详细内容见第三章第二节。
- 5、建立了接入网网络系统功能结构。详细内容见第三章第三节。
- 6、提出了网络性能管理中的专家系统。详细内容见第三章第四节。
- 7、实现了接入网网管系统。包括网性能管理和故障维护管理等功能的实现。详细内容见第四章。
- 8、讨论了目前接入网网管存在的一些问题及未来的发展。详细内容见第四章。

第一章 接入网网管理论及实现技术

§ 1.1 接入网网络网管 (ANM)

一、ANM 的定义

国际电信联盟 (ITU) 在 M.3010 建议中指出, ANM 的基本概念是提供一个有组织的网络结构, 以取得各种类型的操作系统 (OSs) 之间, 操作系统与接入设备之间的互连。它是采用商定的具体标准协议和信息的接口进行管理信息交换的体系结构。提出 ANM 体系结构的目的是支撑接入网和接入业务的规划、配置、安装、操作及组织。

从理论和技术标准的角度来看, ANM 就是一组原则和为实现原则中定义的目标而制定的一系列的技术标准化规范; 从逻辑和实施方面考虑, ANM 就是一个完整的独立的管理网络, 是各种不同应用的管理系统, 按照 ANM 的标准接口互连而成的网络, 这个网络在有限的点上与接入网接口, 与接入网的关系是管与被管的关系, 是管理网与被管理网的关系。

ANM 是用来收集、传输、处理和存储有关接入网维护、运营和管理信息的一个综合管理系统, 是未来电信主管部门管理接入网的支柱。

二、ANM 的管理业务

ANM 既然是一个网络, 它也提供自己的网络业务, 拥有自己的用户。它的业务就是 ANM 的管理业务, 这种管理业务是从使用者的角度来描述的对接入网的操作、组织和维护 (OA&M) 的管理活动。ANM 管理业务基本可以归纳为三类: (1) 接入网日常业务和网络运行管理业务; (2) 接入网的监测、测试和故障处理等网络维护管理业务; (3) 网络控制和异常业务处理等网络控制业务。ANM 的用户可以是接入网运营公司, 运营公司的管理组织部门、维护部门及人员, 也可以是接入业务所服务的客户。

三、接入网网络管理功能

ANM 的各类管理功能支持 ANM 的管理业务的实现, 满足对被管理网络的操作、维护和管理的需要。管理人员通过人机接口与管理应用交互, 通过 ANM 提供的管理功能对被管理网络进行各项管理操作活动。管理功能、管理业务、管理人员与被管理网络之间的关系如图 2 所示。

ANM 为接入网及接入业务提供一系列的管理功能, 主要划分为以下五种管理功能域: 性能管理 (Performance Management); 配置管理 (Configuration Management); 帐务管理 (Accounting Management); 故障管理 (Fault Management); 安全管理 (Security Management)。

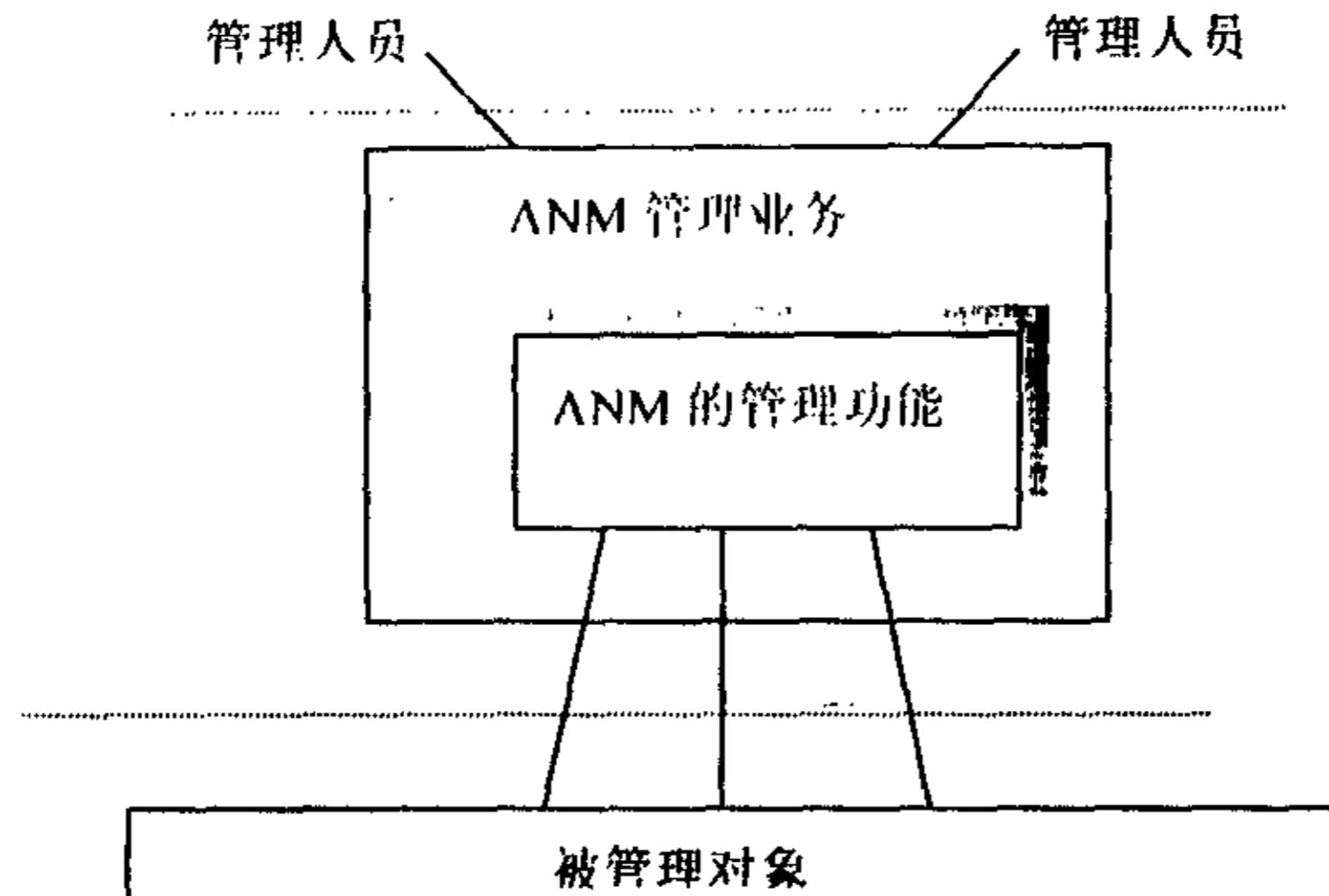


图 2 管理功能、管理业务、管理人员与被管理对象的关系

四、ANM 的特点

ANM 是一个高度强调标准化的网络。这种标准体现在 ANM 的体系结构和接口标准上。基于 TMN 标准的 ANM 中，每一个系统的设计都遵从开放体系标准，系统的内部功能实现是面向对象的。系统软件具有良好的重用性，可以克服传统管理网络的弊端。

ANM 是一个演进的网络。ANM 的出发点是建立一个各种网络管理系统互连的网络，管理各种各样的电信网络，包括监视、调整、减少人工的干预；解决接口的标准问题；实现管理不同厂家的设备；减少由于新技术的引进对管理系统带来的根本性的改变，以达到一种逐渐演进的目的，建设一个 ANM，并不意味着实现所有的 ANM 标准中定义的管理业务或功能，实施一个 ANM 是与电信运营公司的需求密切相关的。一个 ANM 可以是由一个单一的接入设备与一个操作系统（OS）连接而成的简单模式，也可以是由许多不同的 QSS 与多种电信设备互连而成的负载网络，在具体实施上可以针对某一种电信业务的实际发展需要，及时调整 ANM 的应用范畴。

五、ANM 的技术基础

要达到 ANM 的目标，我们离不开现有阶段的技术发展水平，支持 ANM 的主要技术有：

- OSI 开放系统互联技术
- OSI 系统管理技术
- 高速发展的计算机网络技术及分布式处理环境
- 面向对象的软件工程方法
- 高速数据通信技术
- 接入设备的高度智能化

§ 1.2 接入网网络管理理论

随着接入网网络技术和接入网网络管理所采用的计算机技术的不断发展，对于网管理理论的研究也在不断深入，目前，这方面的研究内容主要包括以下两个方面：网络管理框架的研究和网络管理接口研究。

一、 网络管理框架

当前最典型的网络管理体现结构主要有 Internet/SNMP 管理体系结构、TMN 管理体系结构和 TINA 体系结构三种。随着理论研究和实际应用的不断深入，TMN 通过吸收其它两种结构的某些思想而不断完善，在电信网管理领域逐渐占据了主导地位。

TMN 核心思想是一种网管网的概念，它将管理网提供的管理业务与电信网提供的电信业务分开，相对于被管理的电信网来说属于一种带外管理。TMN 通过对网管接口的引入，将业务网和管理网分开，在保持接口相对稳定的同时，尽量屏蔽了电信网络技术和网络管理技术的发展对彼此的影响。同时，TMN 通过引入信息模型管理功能和软件体系统结构的重复使用，以及开发方法的重复使用等软件重用的思想，缩短了网管系统的开发周期，提高了网管软件的质量。

相对于 TMN 管理体系结构，TINA 体系结构将管理业务和电信业务统一考虑，更象是一种带内管理方式，从理论上来说更容易满足网络管理实时性的要求，特别适合处理高层网络管理问题。但是，它所要求的计算技术较高，在短时间内还不可能达到实用化的程度，在没有得到市场认同的情况下，其影响力会逐渐丧失。

Internet/SNMP 管理体系结构在计算机网络管理领域取得了巨大的成功。根据计算机网管理信息较少的特点，采用这种带内管理的方式一般不会对网络的性能带来太大的影响，但是，其轮询机制所固有的缺点限制了被管节点的数目和操作响应时间，决定了该体系结构不可能用于大型网络的实时管理。

二、 网络管理接口的方法

在接入网管理框架内，网管标准化研究的核心问题是网管接口问题。ITU-T 在 M.3020 建议中给出了电信管理网接口规范标准化研究应该遵循的方法论，据此，可以从三个方面定义网络管理接口，它们分别是管理业务定义指南（GDMS）、管理功能定义指南（GDMF）和管理对象定义指南（GDMO）。

其基本思想是将网管接口定义过程划分为一系列的任务（Task），每一阶段的任务具有相关联的任务信息库（TIB），TIB 描述了关于完成任务所必须具备的知识和方法以及完成该任务后产生的结果。在按照一定的时序后，根据生成的 TIB 就可以得到满足用户需求的网管接口规范。在 M.3020 建议的图 10 中详细地描述了网管接口方法中定义的两类共 14 个任务、与每个任务相关的 TIB 以及完成整个网管接口定义的流程。

该方法在基于 Q3 接口的网管接口规范的制定过程中起到了很好的作用，按照方法论，ITU-T 先后完成了一系列通用的网管接口建议。在此基础上，我国也制定了一系列关于特定业务网的网管接口规范。但是传统的管理信息建模方法存在一些不足。首先，GDMO 本身的描述能力不够，例如模型中对行为的描述采用自然语言，这无法清楚定义对象的具体行为，因而可能引起二义和歧义；其次，在信息建模过程中缺少需求、分析和设计阶段的可溯性，无法体现信息建模的全过程；再次，往往最终给出的只是静态的信息模型，无法描述被管对象的动态特性；最后，得出的信息模型只适用于本管理框架，无法在其它管理框架中得到重复使用。

随着基于 CORBA（公共对象请求代理体系结构）平台管理应用的出现，越来越要求信息模型在不同管理框架下实现互通，如传统的基于 Q3 的信息模型可以在基于 CORBA 的平台中应用。目前 JIDM 工作组提出的静态和动态 GDMO/IDL 映射作为一种方案在一定程度上可以解决信息模型的互通，但是在模型翻译过程中存在不可避免的语义丢失。因此，只有从管理信息建模入手，找到一种可以得到与管理框架无关的信息模型的建模方法，才能解决这个问题。

为此，ITU-T 在 1999 年 3 月决定简化网管接口规范制定的方法论，提出了 RAD (Requirements, Analysis, and Design) 方法。与传统管理信息建模不同，RAD 方法将整个建模过程分为需求、分析和设计三个阶段。但是三个阶段并不是严格的从上到下的过程，而是一个反复的逐步求精的过程。需求阶段主要涉及问题域空间、系统策略和外部系统与该系统所扮演的角色的定义，它可分为事物 (business) 需求定义和详述 (specification) 需求定义。分析阶段主要根据需求阶段的结果，定义实体与实体之间关系以及实体所支持的接口，分析阶段的工作独立于具体设计要求。设计阶段主要依据需求和分析阶段的工作，基于特定的管理框架，如 Q3 或 CORBA，将需求和分析结果映射为特定管理框架相关的管理信息模型。

通过将建模过程分为 RAD 三阶段，可以做到模型在需求和分析阶段的结果与具体管理框架无关，而在设计阶段才使之与特定管理框架相关联，这就使信息模型与管理框架无关，从而实现了信息模型间的互通。在设计阶段，与具体管理框架相关的建模语言是 GDMO 或 IDL。

作为网管接口主要包括三个方面的内容：接口通信协议、接口信息模型和接口测试。

对于接口通信协议，目前，已普遍接受的是基于 Q3 接口的 CMIP、基于 CORBA 接口的 IIOP 以及基于 Internet/SNMP 框架结构的 SNMP。对于接口信息模型，与以上三种接口相对应，分别采用 GDMO/ANS.1、IDL/UML 和 MIBII 方式进行信息模型的描述。对此，首先我们在网管系统的工作中，完成信息模型的建立。

从纯技术的角度来看，与电信网中的其他测试一样，厂家提供的产品与规范

并不总一致。相对而言，网管接口包括的内容更复杂，包括通信协议测试、信息模型测试和接口功能等，解决网管的接口问题就必须要解决网管接口的测试问题。从网管产品的市场角度来看，厂家为了达到广告效应，对网管接口的承诺与产品的实现往往不一致，从测试结果来看，这种不一致也是必然的。

从目前我国接入网建设的现状来看。我们已经尝到的沉痛的历史教训，对于已经建成的部分重要网络，由于没有能够在网管接口方面进行规范、测试。导致后续网管建设的被动。其客观原因在于，我们对网管建设应遵循的方法论理解不深刻，对网管标准的规范内容认识不足，而且没有对厂家所谓的标准接口进行测试。

三、接入网网管系统的 Q3 接口通信协议栈

接入网网络管理系统通常都是一组计算机，负责处理接入网的网管数据，向接入网中的设备发送控制指令。所以接入网网管系统的连接应该采用 OSI 的协议和原理，以保证系统互连顺利。根据 TMN 的有关国际标准，TMN 与电信网的接口应采用 Q3 接口。由于目前国际上对接入网 Q3 接口通信协议栈，还没有统一的规定，为提高适应性并结合有关国际标准，接入网 Q3 接口可采用如图 3 所示的通信协议栈。

7	X.710,X.711(CMISE) X.217,X.227(ACSE) X.219,X.229(ROSE)
6	X.216,X.226 X.209
5	X.215,X.225
4	
3	任选一种 Q.811/Q 中定义的 OSI 低层协议
2	
1	

图 3 通信协议栈

Q3 接口的 OSI 七层协议参考模型中，第 1 至第 6 层对管理所作的贡献是对管理信息的传递提供标准的信息服务，第 7 层上则要特定的网络应用服务以支持网络管理通信。在 Q3 接口通信协议栈中，应用层上与网络管理应用有关的成为系统管理应用实体，它有三个关键元素：

1、联系控制服务元素（ACSE）

ACSE 的任务是为开始和终结两个应用之间的连接提供服务，这种连接被用来传递对应于公共管理信息服务元素（CMISE）服务的管理消息。任何两个系统的

管理应用进程在交换管理信息之前，都需要就该次联系所使用的应用环境取得一致，使用 ACSE 就可实现这一目的。

2、远端操作服务元素（ROSE）

ROSE 具有在分布式开放系统环境中支持远端操作的功能，它允许一个系统执行有关别的系统操作并能得到有关那个操作的结果，即具有简单的请求/应答机理。在接入网 Q3 接口通信协议栈中，上述操作就是指 CMISE 操作服务。

3、公用管理信息服务元素（CMISE）

为了支持 OSI 管理信息通道，应用层设置了 CMISE，它包含公用管理信息服务（CMIS）。CMIS 为管理信息的交换提供必要的服务，它定义了一套服务原语、相关参数以及用于每一服务原语语义描述的必要信息。公用管理信息协议（CMIP）主要用来携带 CMIS，是一种理想的传送消息的协议。CMISE 是面向对象的服务和协议的典范，它定义了面向对象的消息结构并将网络实体、网络管理功能和信息表示为具有可执行属性和操作的目标。

CMISE 利用 OSI 联系控制服务元素 ACSE 的服务和远端操作 ROSE 来实现自己的管理信息服务。

§ 1.3 接入网网管的具体实现技术

接入网网络管理的实现就是一种管理信息系统的应用，因此管理信息系统的许多分析与设计都是适用的。在本课题中，采用面向对象的建模技术技术。

一、面向对象的建模技术与方法

面向对象的建模技术是围绕着真实世界的概念来组织模型的。模型中的基本构造是对象。对象在现实世界中简单地存在着，任何一种客观事物都可以称为对象。一个对象具有状态，行为，并且是可识别的。将对象的概念应用到软件工程中，进行面向对象的程序设计语言的概念化过程，是一种新的思维方式，而不仅是一种程序设计技术。面向对象的开发方法促使软件开发按应用领域的观点工作和思考，完全以一种对应于真实世界的概念来抽象和描述一个对象以及对象具有标识唯一性、分类性、多态性和继承性。

面向对象的技术强调要明确对象是什么，而不是强调对象是如何被使用的。对象的使用依赖于应用的细节，并且在开发中不断变化。当需求变化时，对象的性质比起对象的使用的方式更为稳定。该技术的主要优点并不是减少了开发时间，它有可能比传统开发时间要求还长，但是它的目的是促进未来系统的可重用性，减少后续阶段的错误，提高可维护性。

在面向对象的建模技术中，从系统的静态结构、动态控制和功能要求三个不同的角度进行对象建模，对应有对象模型、动态模型和功能模型。对象规模性描述系统的对象结构，即对象的唯一表示，与其它对象的关系，对象的属性和对象的操

作，并用对象图进行表示。

动态模型描述与时间和操作次序有关的系统属性，如触发事件、事件序列、时间状态的组织等。动态模型关心“控制”，“控制”是用来描述操作次序的系统属性。动态模型用状态图表示。

功能模型描述与值的变化有关的系统属性，包括功能、映射、约束及功能的依赖条件等，功能模型用数据流图描述。

二、接口规范方法

要弄清接口有哪些标准化工作要作，首先要明白接口的要素，针对接口的不同要素，指定一系列相关标准。接口要素大致可分为七个方面：

- (1) 网管系统中各种实体通信的体系结构的定义以及它们在网管系统中的不同功能和作用及相互关系（如 OS 与 NE 具有管理系统与被管理系统的关
系，它们之间通过 Q3 的物理接口连接）。
- (2) 通信接口上所支持的 OAM&P 功能，这其实是功能需求。
- (3) 支持 OAM&P 功能的信息模型和管理应用消息，即管理应用协议和支持对
象（support object）两个方面。
- (4) 资源信息模型，以抽象的方式对被管理的通信网络资源进行数据描述，
以通用或技术业务相关的被管理对象的形式进行表达。
- (5) 在网管系统实体之间传送消息的协议。
- (6) 一致性要求，对事实系统中的接口规范，提供其一致性的特征。
- (7) 特征文件。从各种标准的必选项或可选项中，确定适用于功能要求的部
分进行汇总。

三、方法学的应用指南

接口规范方法学用于确定与电信网络、设备及业务管理相关的管理需求，管理业务、管理功能和信息模型，可用于任何被明确定义了的网络或网络的一部分，如子网。此时我们把整个接入网作为方法学的对象，我们就定义管理网络整体所需要的那些管理信息和信息上的操作。定义应用的用户对方法学所面对的主题，产生的结果，主题所包含的任务进行充分的考虑。针对对象建模，得到最终结果。当所选择的主题经过方法学中的所有过程之后，信息模型就自然产生了，并以被管理对象类及所具有的属性、行为和通知来表达。对象类表达了当人们对所选择的资源进行管理时所涉及到的方方面面的需要。

信息模型非常精确地定义了我们所选定的远端网络资源进行管理时用到的消息格式（语法）和消息的含义（语义）。在有些情况下，这些消息由管理系统产生，而管理系统则是基于计算机的用于管理资源的应用程序；在另外一些情况下，消息是由被管理系统产生并报告给管理系统的。在多数情况下，CMIP 是传送这种消息

的最适合的协议，它对应CMIS服务，为管理系统提供：M-SET（增加、删减和值的替换）服务，使管理系统可以改变对象的属性值；M-GET服务，读取一个属性值；M-CANCEL-GET服务，取消由前面M-GET发生的操作；M-ACTION服务，请求对象执行一个特定的操作；M-CREATE服务，创建一个对象；M-DELETE服务，去掉一个对象。CMIS还提供M-EVENT-REPORT服务，使被管理系统发生事件的通知。

通过属性的规范，我们推导出CMIS中M-SET/GET的内容，通过非常类似的消息描述，可以请求创建/删除一个对象，或请求对象执行一个动作。除了这些由管理系统组织的消息之外，还有被管理网络资源发出的通知。通过通知的规范，我们推导出M-EVENT-REPORT的内容。这样，我们就很清楚哪些信息是管理系统用来管理网络资源的，哪些消息是网络资源产生的，用来通知管理系统发生了什么事件。管理系统与被管理系统都是CMIS的用户，前者的角色是管理者，后者是代理，二者都利用CMIS。

由此，我们看出，信息模型影响着管理与被管理系统之间的接口。当双方对信息模型有了共同的认知，管理系统与被管理系统是可以相互独立开发的，因为双方都明确有什么样的消息可用，以及自己如何影响对方。它知道什么时候该向管理系统报告，而从管理系统这方面来看，则很清楚在什么情况下，它会收到事件通知并知道如何获得信息（监视），知道它对资源被管理对象能产生什么样的影响以及如何做到这一点（控制），但是，管理系统如何分析所作到的信息并做出什么样的反应，不在标准化的范围之列，网管强调管理与被管理系统之间的互操作，对于管理系统内部的处理，目前没有做出具体的规定。

四、被管理对象定义指南与抽象对象语法表示（GDMO/ASN.1）

为实现网管的基本目标，在开放的多厂家环境上，实现网络管理的无缝（seamless）集成和互操作能力，需要把各种被管理资源（物理的、逻辑的）的功能抽象化提出一种统一的有效的网管信息表示，把它作为网管实现综合管理与智能化的基础。因而在Q3协议栈上定义与协议无关的通用的信息模型和规范化信息结构，是实现网管的首要问题。

GDMO（Guideline For Definition of Managed Objects）即被管理对象定义指南。GDMO为信息模型的定义提出一组通用的规则，以一种统一的方式表达对象类的命名、属性、操作和通知，其对应ITU-T的建议为X.722。

ASN.1是英文Abstract Syntax Notation.1的字头缩写，即抽象语法标记法1。它对应的ITU-T的建议为X.208，X.209。ASN.1是以独立的特定表示方式，定义数据的结构，对数据的类型进行自我描述，目的是指出一个已定义的而又不确定表示值的标记法。在ASN.1中有自己的字符集合，特定的产生和数据结构、数据类型。在GDMO中ASN.1被用来描述被管理对象的数据形式，因此，GDMO是以模板的

方式，通过 ASN.1 的数据表达方式创建管理信息库（MIB）的。

GDMO 要解决的问题如下：如何将 OSI 的建议应用到对象类的定义中；确定一种恰当的手段，定义被管理对象类以及类的属性、通知、动作与行为表现；明确被管理对象与管理协议之间的关系；提出定义被管理对象所需要的文件结构。

GDMO 要解决上述问题，使开发的结果符合 OSI 建议，从而保证对象之间的一致性，并使定义对象过程中通用的文档得到重用，避免重复工作。在 GDMO 中，被管理对象定义的概念是：以一种模板的方式，确定对象类的名字的位置；定义对象的属性、操作、通知与行为。对象模板或直接或间接地引用属性、参数、通知、行为等模板。被管理对象类的定义包括从其父类所继承的各项定义以及构成父类的特例的所有定义项。模板（Template）是一种标准的描述格式，记录对被管理对象的命名约束（name binding），被管理对象类及对象类中的组成部件（如特征组、属性、行为、动作或通知）的定义。

在 GDMO 中，记法工具就是指模板。模板提供了一组通用的记法方式，表达被管理对象定义的各个方面和与其相关的命令结构。主要有被管理对象模板、特征组模板、属性模板、动作模板、通知模板、命名约束和参数模板、行为模板（behavoir）。

类通过模板来定义，模板由特征组、继承结构及命名约束来构成，在特征组中明确定义对象的属性、操作、通知与行为表现，继承结构中对象类的位置决定了其所继承的属性、操作、通知与行为表现。而命名约束模板则表达了对象之间的包含关系。对象实例通过命名约束规则来命名。产生一个新的对象类或者管理一个目前已定义的对象类需要 GDMO 的知识。对象的定义是十分复杂的。利用 GDMO 进行对象定义，最终的目标是能在计算机上将其映射为某种程序语言（如 C/C++）。

第二章 我国接入网网络结构分析

§ 2.1 我国接入网的现状分析

为了进一步对我国接入网现状进行分析研究，我们根据原邮电部科技司的调查资料，对我国本地中继网和用户接入网及其用户线路的平均长度进行了分析，并与国际数据进行了比较，根据有关资料对我国现有本地中继网、接入网的拓扑结构与特性以及城市分布与居住特点进行了分析。

一、我国用户线路的现状和平均长度

国际上，各国国土面积的大小，人口数量，分布情况，发展水平等因素对信息的需求程度都有不同，对接入网用户线路的平均长度度都有影响。而既然用户线路的平均长度直接影响该国家所采取接入网的拓扑结构，接入方案，新技术的选择应

用和网络设计的策略等重要问题。许多国家对用户线长度的调查和统计分析十分重视。因此，我国进行用户线路的现状和平均长度的调查和研究是很有必要的。

我国现有的接入网用户线路大部分由对绞铜线组成，其典型结构如图 4。

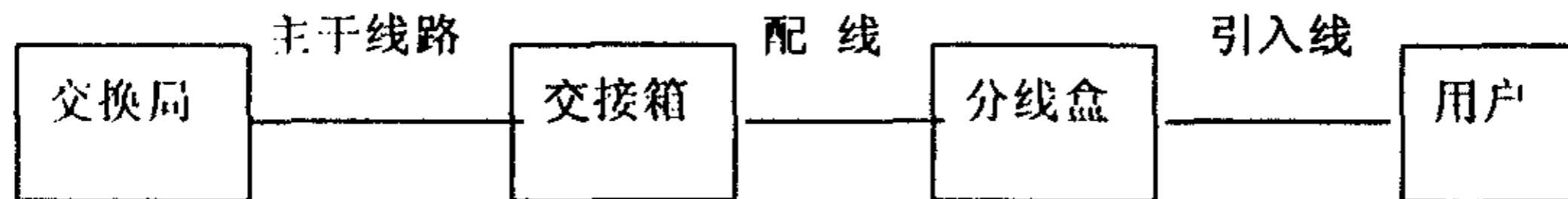


图 4 我国现有的接入网用户线路

用户线的主干线路较长，一般为几公里，配线较短，约几百米，而引入线为几米到几十米。

二、我国用户线长度累计分布的数据分析

表 1 全国各类用户线长度累计分布数据表

类别 长 度	全国	大 城 市	中 城 市	小 城 市	省 会 城 市	非 省 会 城 市	京 汉 广 及 其 以 东	京 汉 广 以 西	东 北	沿 海	内 地	沿 边	北京 市 区	北京 通 县
用户线 平均长 度(km)	3.38	3.26	3.44	3.54	3.21	3.34	3.18	3.12	5.17	2.81	3.49	3.72	3	4.79
标准差 (km)	5.31	5.57	5.81	8.21	3.39	5.81	4.09	5.23	6.69	4.71	3.65	8.42	4.24	5.58
50%在该 值以下 (km)	2.4	2.8	2.6	1.8	3.1	2.1	2.6	1.9	5.8	1.6	3.4	2.1	2.4	4.2
90%在该 值以下 (km)	6.6	5.8	7.2	9.3	5.6	6.6	5.2	6	9.3	7.25	5.65	9.4	4.4	7.6

虽然在统计分析的过程中会产生一些问题，例如分类的合理性，各地统计的认真程度，还可能有各种各样的异常因素，但统计的数据已近五万，根据大数定理，在如此多的数据中必然有一定的规律性。现将所有的数据列于表 1 中。从大、中、小城市来分析，可以看出大、中城市有 50% 的用户线长度在 2.6—2.8km 以下，而小城市在 1.8km 以下。这可能是因为小城市城区面积较小的缘故。中、小城市的标准差较大，中型城市 90% 的用户线长度在 7.2km 以下，小城市在 9.3km 以下，都比大城市的 5.8km 长，这说明中、小城市的用户线长度与平均值偏差较大，有不少离散用户的用户线长度偏长。这是符合实际情况的。从省会和非省会城市间，

京汉广及其以东和京汉广以西的城市间也同样有经济待发展地区比发达地区城区用户线短而标准差大等类似情况。从东北地区的情况看用户线的平均长度,50%和90%的用户线长度都偏长,这说明东北地区有特殊性,用户较分散。再分析沿海、内地和沿边城市的特点也可以看出沿海经济发达地区的50%用户线长度较短,而标准差大于内地城市,沿边城市的标准差更大,90%的用户线长度数倍于位于城区的50%的用户线长度。北京市的城区用户线长度大于一般水平。以上数值对估计接入网的基本建设投资和网络规划是非常有参考价值的,对考虑采用什么技术和网络拓扑结构来发展本地区的通信信息网也有重要作用。

三、我国现有本地中继网与接入网的拓扑结构与特性分析

根据以上资料的研究,可以认为我国本地中继网和接入网的拓扑结构与用户线长度与各地区城市的城区面积、服务面的大小、经济发展水平、用户分布以及局所设置的数量和布局等因素相关。

我国的本地中继网与接入网大体上可以归纳为三种类型。第一类属于发展起始期的城市,在这类城市中,交换中心还属于单局制,本地中继网尚未形成,有的虽然有多个局所,但中继网呈线形结构,这类局周围围绕着广大农村和较远距离的大型企业,我国大部分地区属于这类城市。这类城市随着经济的发展,接入网发展前景大,机会多,是我国电信网新建发展的主要部分,在这类城市中,用户线路(包括主干线和配线)一般较长,其城市规划设计应该尽可能提前规划,加以妥善考虑。

第二类属于成长期的中、小城市,其中,中等城市已建成有一定数量的交换局所,本地中继网的拓扑结构多数为星型,用户线长度属于中等。另一种发展很快而城区较小的城市,发展初期用户线长度很短,随着城区的扩大用户线长度将会延伸,同样这类情况中的两种城市周围也存在着农村和较远距离的大型企业,对这类城市的接入网拓扑结构和技术发展方案应及早进行具体规划和考虑。

第三类是发展基本成熟的大城市,郊区已被扩大为城市地区或成为“卫星”地区,在这类城市中一般交换局所很多,本地中继网的网络拓扑结构大多数为自然形成的星型和环形的综合体,有的地方由于任意增加局所,用户线长度有缩短的趋势,但这种现象是暂时的,根据国外发展经验,为提高网络通信质量,便于维护管理,有利于接入网光纤化以及向智能网、宽带网发展,其趋向是扩大交换设备容量,减少局所设置的数量,改进本地中继网和接入网的拓扑结构,提高服务等级,采用新的技术以满足业务发展的需要。

四、我国的用户分布及接入网发展特点

我国各地区发展很不平衡,在东南沿海地区城市分布比较密集,居民的密集程度也高,大城市内高层居民楼较多,在我国中部和西部地区,城市的分布较分散,大部分为中、小城市,多数城区较小,人口一般在几十万以下,而在离城较远的地

区可能存在在一些居民聚集的大型企业单位。就目前的用户分布而言，城市的用户密度较大，有的农村就非常稀疏。

我国的电话普及率很低的，接入网在今后十余年内将会迅速发展，新建接入网线路的数量将远远超过现有的，即使在城市也是如此，在广大的农村，目前接入网的建设于今后实行的目标相比仅仅是开始。

接入网是建设国家信息基础结构的关键环节，我国接入网所采用的技术和发展战略是我国电信网发展中所面临的重大课题。对我国现存本地中继网和接入网拓扑结构和用户线平均长度进行分析研究后，认为我国情况与国外不太相同，不宜照搬照抄国外方案。我国应该结合国情，采用适合中国特点的中继网拓扑结构后接入网技术。

我国现有的接入网大量为铜线结构，对用户线偏长的情况采用光纤较适宜。宽带的发展和高速信息基础结构的建设都要求迅速加强接入网的建设。国际和我国采用的 V5 (TR303) 标准接口大大降低了光纤的成本，其价格已与铜线持平，长距离用户线的每线成本还低于铜线。根据我国电信网的规划，到 2010 年交换机容量将从现在的一亿门扩展到四亿门，相应的接入网规模也将扩大。如果假设到 2010 年规划建设的接入网总量中有三分之二将采用光纤接入方式，而光缆平均按几十芯计算，则根据我国的用户线平均长度统计数据就可估计出我国接入网的建设资金和所需光纤、光缆的数量。我国未来的十年中，接入网所需的光缆总长度约数百万皮长公里，如果接入网光缆的平均芯数为数十芯，而我国初期只考虑建设城区光纤接入网，也就是按我国用户线长度有 50% 在 2.4km 以下的情况考虑，则光纤、光缆加上光电设备的投资总额将达上千亿元，除此之外还有有线电视，计算机等的费用，因此可以认为今后中国的通信信息网的投资和效益主要在于接入网，对我国接入网的发展战略必须加以认真考虑。如前述，各国接入网的发展均有所不同，我国应结合国情，走有中国特色的道路。为此必须在建设好我国的国家信息基础结构的同时，逐渐发展我国民族通信信息高新技术产业集团，进一步降低接入网系统设备的成本，提高其性能和功能，从通信信息网络的整体网络的升级和当前、未来发展的需要来加以创新，中国的通信信息业才有可能在 21 世纪中站在国际通信信息发展的前列。

五、北京地区接入网发展趋势

从接入网发展趋势来看，接入网将走向业务融合和光纤化。从技术角度来看，xDSL、APON、HFC、LMDS 等接入技术都在迅速发展，在未来的宽带接入网中，没有一种单一的技术能够满足北京本地网所有用户多种业务的接入需求，这就要求接入网必须作为一个综合的、一体化的多业务接入平台，能根据接入网主干配线层、引入层的不同特征，灵活提供各种接入组网手段，并逐渐推进接入网的全光化。随

着 ATM 技术、IP 技术在电信网的大量应用，各类业务在骨干网将趋于融合，光纤接入网将是各类业务共享的接入平台。

现阶段，北京地区本地网中的用户环路仍大量以铜线为主，实现光纤到户的物质条件还不具备。

目前即使实现光纤到大楼、到小区，最后一公里仍然需要依赖铜线传输。在铜缆用户线上实现高速数据传送的技术统称 xDSL，包括 IDSL、HDSL、SDSL、ADSL、UDSL、VDSL 等一系列技术。作为传输技术 XDSL 通常与 ATM、IP 技术结合在一起使用，这为 xDSL 技术的应用开拓了广阔的市场。

Cable Modem 能提供更快的速率，价格比 ADSL 便宜，所依赖的同轴电缆传输介质已延伸到千家万户。北京地区目前的 CATV 用户接入网有 20% 具有双向传输能力，但 Cable Modem 使用共享型介质和采用 MAC 以太网协议，在支持实时交互式业务、话音数据同传时质量无法得到保证。

至 1999 年 2 月，北京电信已完成 120 个用户光缆主干环的建设，其中以 288 芯、216 芯带状光缆为主，少部分采用 144 芯带状光缆，并在中关村地区试用 432 芯带状光缆；敷设用户光缆 1100 公里，折合 22 万芯公里，涉及市区 30 个市话端局；规划 800 个光交接点，已实现 600 多个光交接点，其中大部分与现有 PSTN 交接箱地点位置重合，每个光交接点的覆盖范围为 1000 米左右。实现市区光纤覆盖率达 80%，四环路以内地区覆盖率 60% 以上。120 个用户光缆环的建设为发展用户宽带接入打下了良好的基础，已具备了实现光纤到大楼、光纤到小区的基础条件。

宽带接入网的建设是北京宽带通信网建设中至关重要的部分。采用光纤接入网是兼顾现状和未来发展的一种很好的解决方案。近期采用 FTTC 和 FITB 方式，结合 ADSL、SDSL、UDSL、Cable Modem 等技术，不但能够使宽带接入层节点设备的服务范围得以扩大（可达 10~20 公里），实现 ATM 节点“大容量、少局所”的网络格局，降低网络的复杂程度，也解决了用户双绞线和铜缆质量限制的问题，也为未来光纤入户奠定良好的基础。

§ 2.2 我国接入网网络结构的几个问题

我国地域广阔，经济发展很不平衡，因此各种接入网网络拓扑结构都会有适合自己特点的应用场合。在我国接入网的发展中有以下几点值得注意的问题。

一、关于远端交换模块的问题

从组建完善合理的接入网网络拓扑结构来说，交换机远端交换模块不宜再继续采用，而应大力推广符合 V5 标准的接入系统。

交换机远端交换模块不属于接入网范围，它是交换机设备制造厂的专用设备。从交换机主机到远端模块这段专用线路，既不属于中继网，也不属于接入网。只是

交换设备制造厂家所特有的专用线路。各厂商的专用线路性能指标各异，没有统一的标准，因此，将来在我国接入网大量建设时，这些线路会在中继网与接入网之间形成，对今后核心网和接入网网络拓扑结构的合理构成，对今后接入网网络升级换代和全业务网的发展都将造成不利的影响。

采用 V5 接口的接入系统与采用远端交换模块（RSU）的优缺点比较见表。

表 2 V5 接口接入系统与远端交换模块的优缺点比较

比较项目	V5 系统	RSU
国际与国家标准	符合	不符合
对厂商各自竞争发展，采用新技术，提高质量，降低成本	好	差
解决多供应商的矛盾，从封闭走向开放，使运行者掌握主动权	好	差
有利于各种形式、类型、设备组成“三网合一”的宽带网，并便于未来网络升级发展	好	差
便于电信网统一建设管理维护	好	差
建设成本	低	较低
有利于实现与 ATM 相符合的完整而独立的网络系统	好	差
便于实现远端设备无人值守	好	较好

从优缺点比较来看，我国不宜再大量采用远端模块。

二、关于 SDH 和 PDH 传输方案的比较

在干线网中，SDH 的优点是显而易见的，但在接入网中大量采用 SDH 技术不定。因为：

- (1) SDH 块状帧结构中的大量开销是针对干线网设计的，在接入网并无优越性；
- (2) 干线 SDH 技术中的指针调整引起的低频抖动，对高质量的图象传输的影响尚无定论；
- (3) 在接入网中干线 SDH 技术所需求的定时性能较难解决；
- (4) 接入网未来发展有可能直接采用 ATM 技术，与干线不同，接入网中 ATM 信元有 SDH 来承载的必要性尚待研究。

从某些方面来看，PDH 具有一定的优越性。它使接入网系统成本低，高可靠和运行维护方便。接入网 SDH 技术应进行简化，并针对接入网的需要来设计。因此，在接入网中传输方式不一定局限于 SDH，在现阶段，SDH 和 PDH 传输方案都使用，通过实用比较，再来确定优劣，而不宜早作结论。

三、我国接入网网络拓扑结构适用技术的考虑

按照我国 2010 年接入网的发展建设规划和我国用户线平均长度计算，今后十余年中我国建设新接入网的费用将高达数千亿元，正确选用我国接入网网络拓扑结构，对节省建设费用，及早发挥效益起着重要的作用。在前面的分析中已提及，在

我国接入网中采用星型、双星型结构可节省建设投资，提高效益和有利于网络的逐步扩容升级，并可逐步形成网状网，因此应该是一种优选的网络结构方案。在条件适合的地区，也可以选用环状网络结构，但必须对今后的发展有周密的考虑。从我国的实际情况考虑，采用多种结构相结合的方案最终建成网状网是接入网发展的必然结果。

确定接入网网络拓扑结构，必须结合本地区的实际情况来考虑。

§ 2.3 接入网网管系统的硬件实现方案

一、接入网网管系统结构

接入网网管系统如何组织，网管中心分几个等级，各网管中心如何设置等问题要根据各地区具体情况，制定适合于本地区的方案，应综合管理体制。网络结构等方面综合考虑，确定网管系统的组织方案，一个合理的系统结构，对发挥网管效益起着非常重要的作用。

网管系统的结构可以有多种，但无论采用什么形式，设几级网管中心，也不论网管系统与接入网的连接采用什么方案，有一点始终相同，就是网管系统的各项功能依靠网管中心与交换中心的连接来实现。

根据北京地区管理范围广，网络规模大等具体情况，在本接入网网管系统中所采用的是三级结构的网管系统，如图 5。从图中可以看出网管系统与接入网间的连接方式。

本网管系统有一级网管中心，二级网管中心和三级网管中心，此三级网管中心采用树形结构连成系统，整个网管系统通过第三级网管中心与接入网连接。采用图示的连接方式，网管系统需要的接入网的各种信息，由第三级网管中心采集后，逐级往上送给二级网管中心，二级网管中心再送给一级网管中心。网管的控制指令可逐级下达，由一级网管中心经二级、三级网管中心，最后达到交换中心。

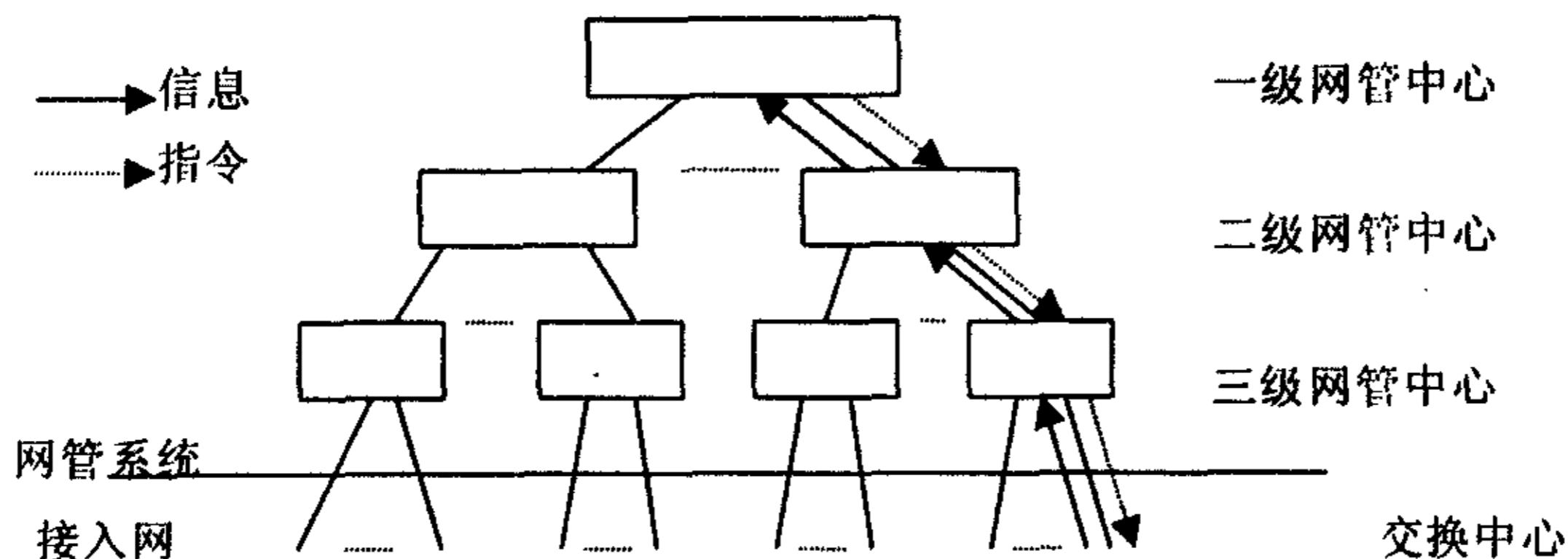


图 5 网管系统结构及接入网连接方式

当网管系统中有多个网管中心时，网管系统对接入网的管理，都是采用分区管理的方式。所谓分区管理方式，就是把地区接入网划分为若干块，在每一块内设置一个网管中心，这个网管中心负责本区内接入网的管理。可以用图 6 表示。图中把接入网分成几个小区，每区都有一个网管中心与之对应，其中虚线表示网管中心与所管理的接入网的对应关系，并不表示两者连接关系。

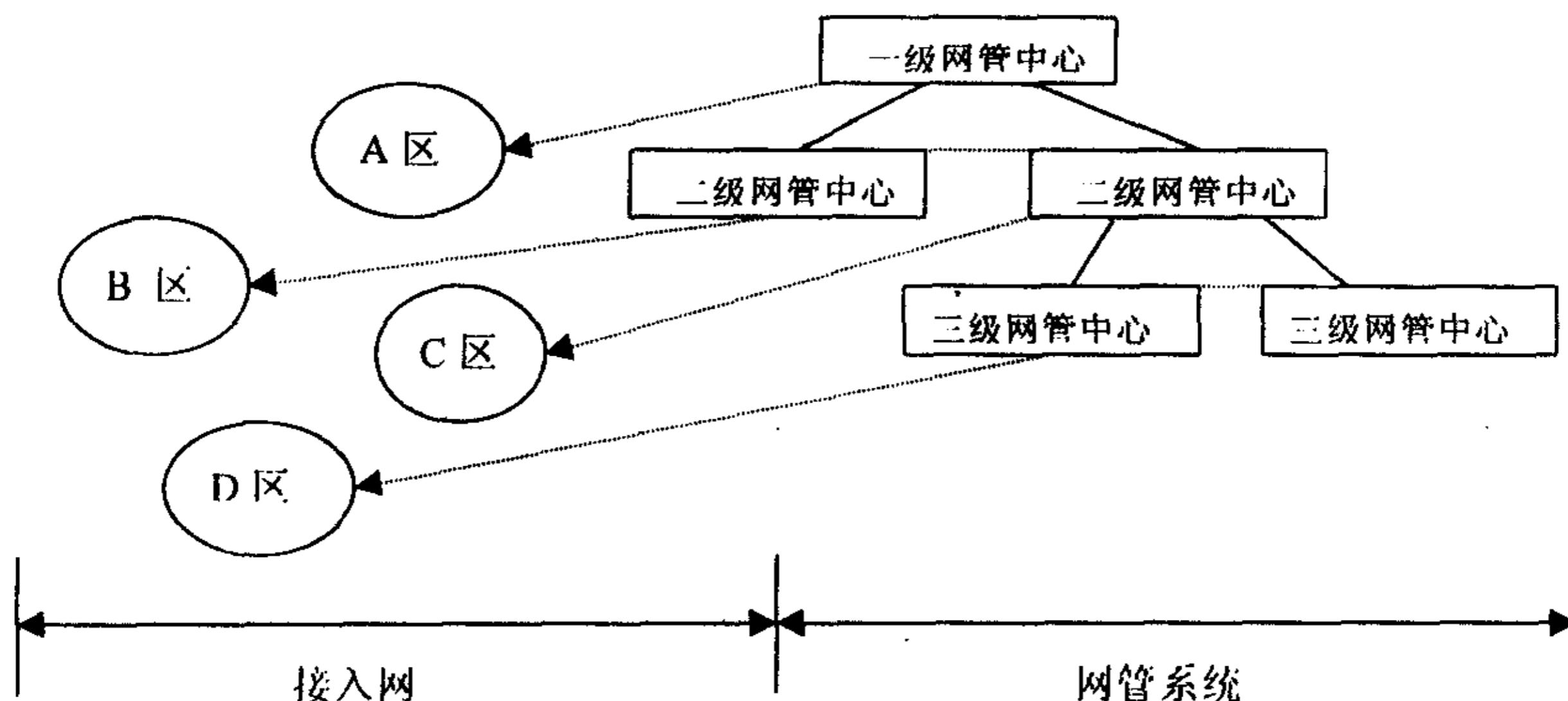


图 6 分区管理示意图

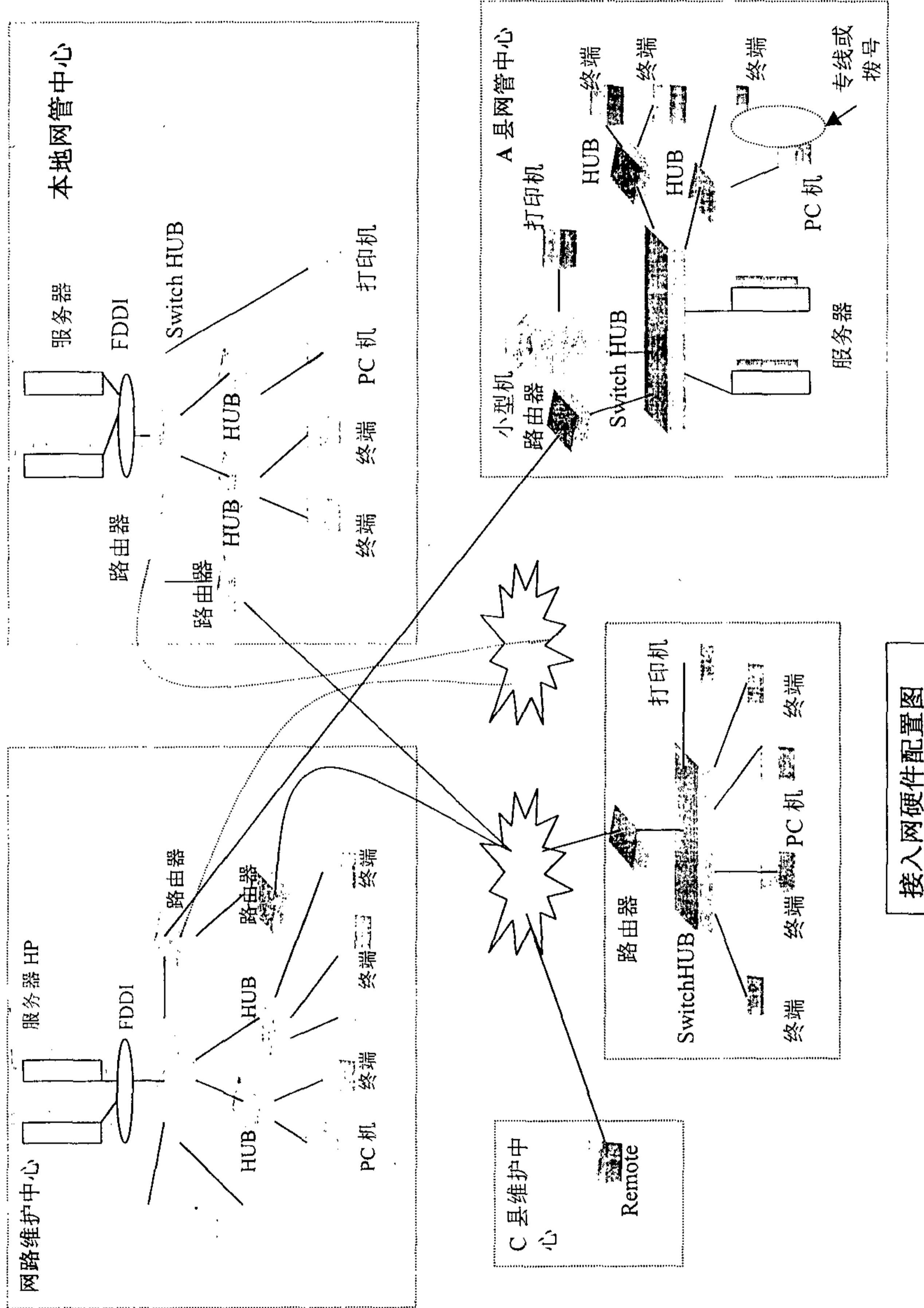
二、系统硬件的构成

从硬件上来讲，并不存在接入网网管的专用产品。实现接入网网管的硬件基础大多是那些通用的计算机（包括大型机、小型机、服务器、工作站、PC 机）和实现计算机之间、计算机与被管理网元之间互连所必须的通信基础设施（包括路由器、交换机、集线器、Modem）。当被管理网元提供 Q3 接口时，被管理网元的这部分属于接入网网管系统的范畴。接入网网管系统，是在上述集成的环境上实现的、按照某种管理业务需求而设计的管理系统。实施一个具体的管理网络是根据不同的管理需求以及被管理网元的不同特点来调整硬件和软件组成的。

在本项目中，我们采用了如图 7 的管理系统。

由于北京地区范围大，所管辖的区、县较多，网络的规模较大，因而考虑采用由多个局域网互连而成广域网，在每一个局域网内，根据其管理网络的规模大小选用不同的小型机、服务器、工作站或 PC 机等组合模式。

图中仅列出了部分郊区的示意。



第三章 接入网网管系统的解决方案

§ 3.1 V5 接口的协议结构与实现

一、V5 接口的协议结构

窄带 V5 接口包括：V5.1 和 V5.2 接口。V5.1 接口由一条 2Mbit/s 的链路构成，支持模拟电话接入、64Kbit/s 的 ISDN BRA 接入、用于半永久连接及不加带外信令信息的其它模拟接入或数字接入，其用户接入和时隙之间的关系是一一对应的。V5.2 接口可用由 1~16 条 2Mbit/s 链路构成，除支持 V5.1 的业务以外，还支持 ISDN PRI 接入。其基于呼叫的时隙分配使 V5.2 接口具有集中的功能。因此，不管是从以外或协议的角度来看，V5.1 都是 V5.2 的子集，V5.1 接口能够升级为 V5.2 接口。

V5.2 的协议结构如图 8 所示。在 V5 接口中，PSTN 信令协议处理与 PSTN 以外有关的信令，要求呼叫控制的职责仍居于 LE (Local Exchange)，AN (Access Networks) 的作用只是简单地透明传送模拟用户端口的大多数线路信令，并翻译其中一些模拟线路状态信息并经 V5 接口送给 LE；控制协议负责用户端口状态指示和控制，协调两侧在网管控制下的 V5 数据重新指配。由于 V5.2 接口可用包含多条 2Mbit/s 链路，而且带有集中功能，因此它比 V5.1 增加了三个协议实体：即链路控制协议、BCC 协议和保护协议。链路控制协议负责协调和控制 AN、LE 两侧的链路阻塞和链路标识功能；BCC 协议为 LE 提供请求 AN 在指定的 AN 用户端口和指定的 V5.2 接口时隙之间建立和释放连接的方法；保护协议提供 V5.2 接口在出现故障时通信路径切换的保护功能，以避免因为通信路径故障而影响大量用户的业务，但是保护协议不保护承载通路。

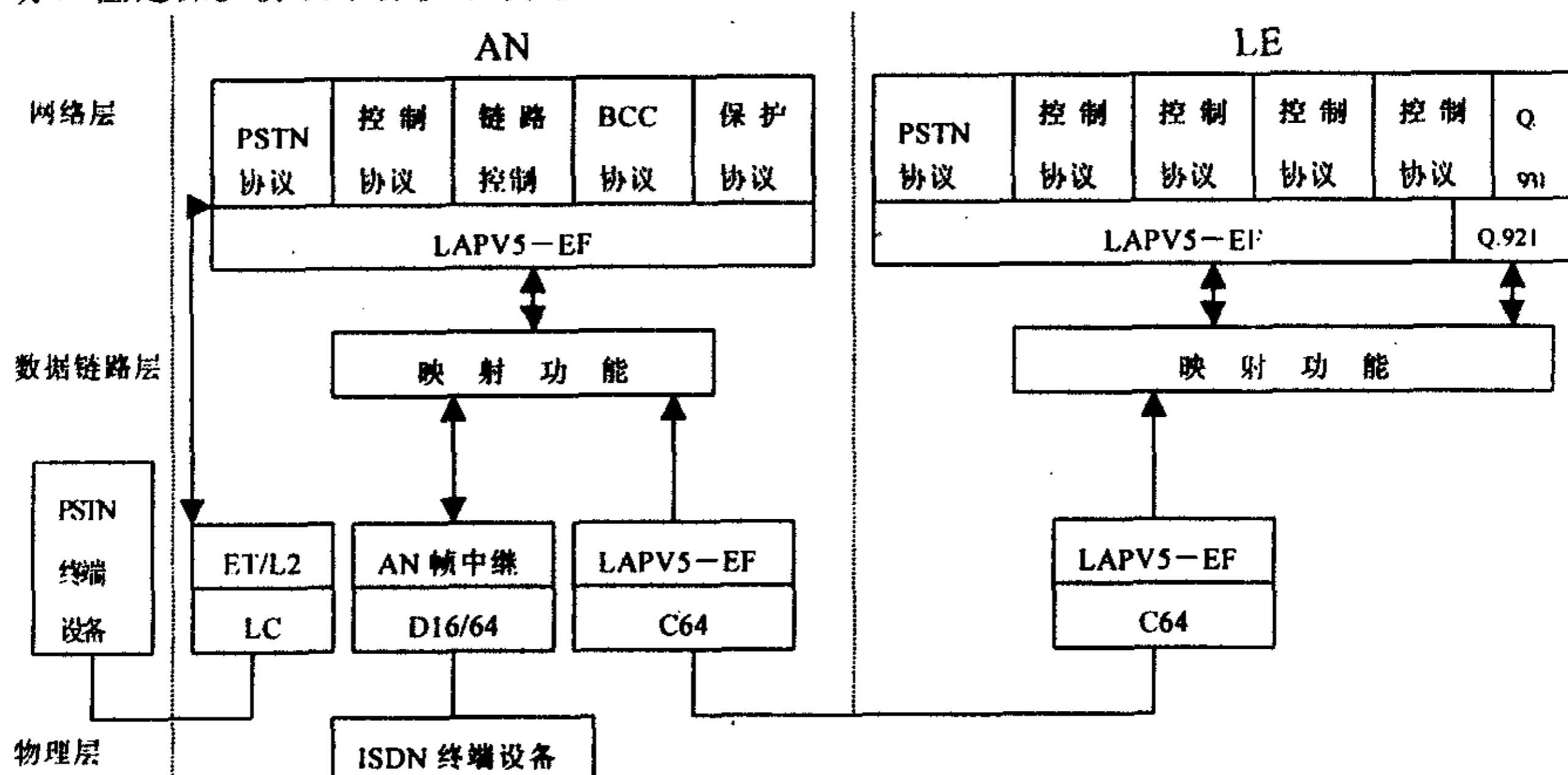


图 8 V5.2 协议结构

从协议结构图来看，当第三层协议有信令信息需要发送时，通过数据链路子层（LAPV5-EF）请求封装功能地址来传送数据链路子层端到端数据。

ISDN 用户的 p 型和 s 型数据，在 LE 侧由 Q.921 映射到 LAPV5-EF，然后传送到 AN 侧。AN 侧的 LAPV5-EF 接收到帧时，如果地址位于为 ISDN 用户端口保留的地址范围内，封装信息字段和 EFAddr（封装功能地址）将传递到 AN 帧中继功能进行处理，并向相应 ISDN 用户端口传送。

二、V5 接口的实现

我们于 1998 年与北京宇光四达邮电工程技术有限公司合作，在 JSY 大型程控交换机上开发 V5 接口，以及独立的接入网设备，相应的接入网网管系统。

在 V5 接口规范中，所有的协议控制过程都以有限状态机（FSM）的形式进行描述，协议中定义了协议状态，以及各种状态下收到消息所发生的状态转移表。有限状态机是一种面向对象的描述方法，它与具体的程序实现方法无关。在任意给定的时刻，控制对象必有唯一确定的状态。对于给定的状态，所有可能外部事件的集合，确定了在该状态下控制对象所有可能的动作。动作的结果，是使控制对象转到新的状态。

针对有限状态机的这种描述方式，我们采用了 C++ 的面向对象编程技术以及事件驱动的消息集中来实现 V5 的协议控制过程，保证协议程序具有高可靠性、完全可控、可观测、可移植、易于维护和扩充等特点。事件循环流程如图 9 所示，除执行动作的成员函数之外，图中所有的功能都可以用统一的应用程序接口实现，我们称这种基于事件循环的应用程序接口为“事件管理”。通常各个协议的状态机处于正常状态，当外部事件发生时，事件管理程序根据预先编写的状态转移表，确定控制对象并调用相应的动作函数。动作函数对控制对象进行操作，发出新的请求或对请求作出响应，从而完成状态转移，等待下一个事件。整个循环过程中的事件和程序流，完全由事件管理程序控制，易于观测、维护和升级。根据不同的系统环境改写事件管理程序，还可以实现这些程序的移植。从事件循环流程，我们可以清楚地看出控制过程中的信息和控制对象状态变化的全貌。

在开发研制过程中，我们感觉到 V5 接口的各个协议部分由于有比较清晰和完整的描述，因此实现起来相对简单。主要的难点是在没有规范描述的系统管理、资源管理部分。在 AN 和 LE 中，不同的 FSM 之间或第二层协议实体之间无直接的通信，而是通过系统管理来协调 V5 各个协议之间的操作，并从 AN 或 LE 各种功能块中接受和处理有关状态和故障的消息；系统管理还是维护台或网管系统与 V5 接口之间的桥梁，它接收管理命令，并对 V5 接口执行相应的操作，以及随时向上层管理报告系统的运行状况。因此，系统管理实现的好坏直接影响 V5 接口的性能，这一部分的工作需要对协议进行仔细分析和系统地考虑，我们采用状态机和事件流

的机制来实现，使系统取得了良好的性能。

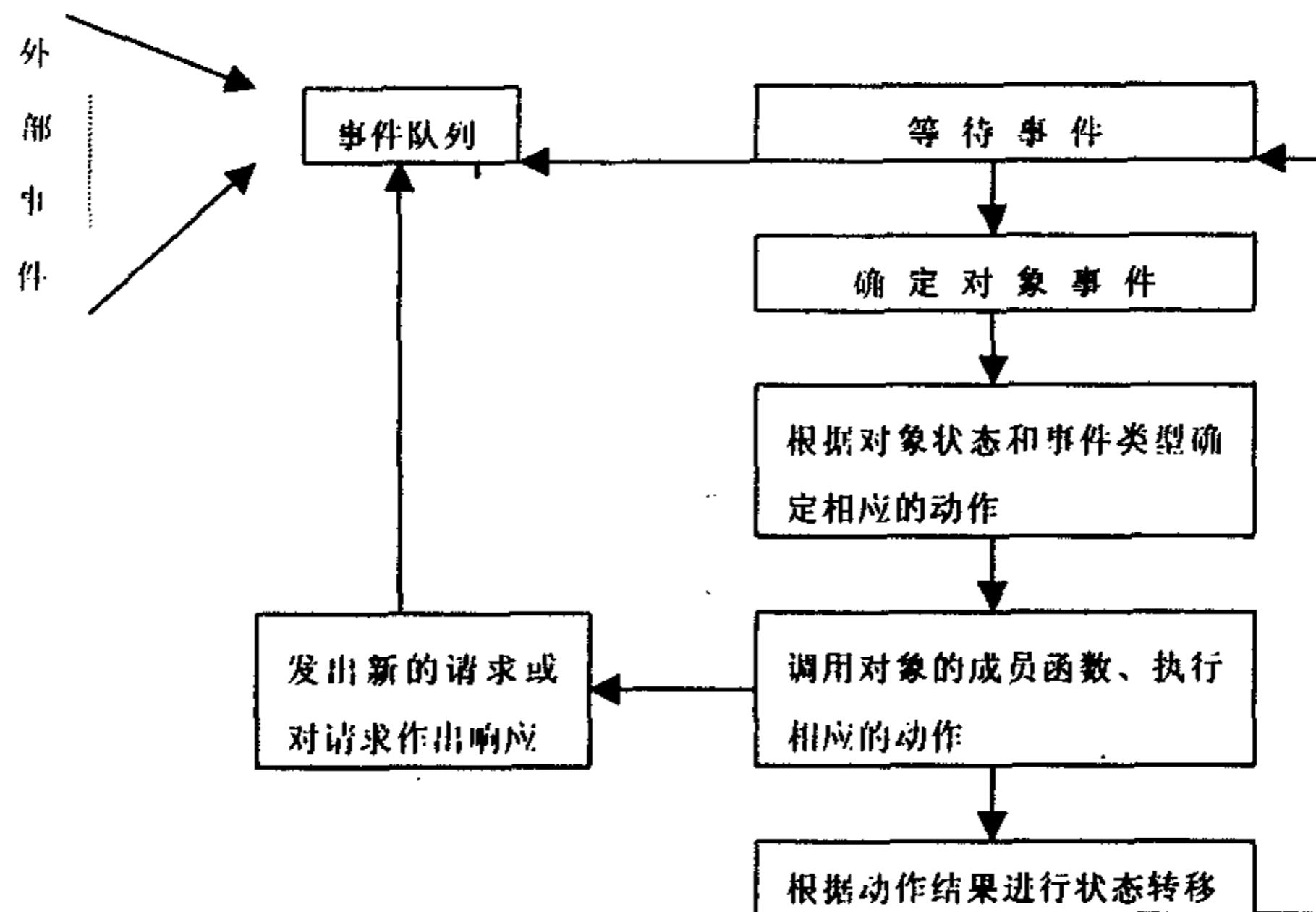


图 9 事件循环流程

§ 3.2 具有 V5 接口接入网网管系统的模型建立

一、OSI 参考模型

为了满足计算机系统之间日益增长的通信要求，使不同的厂家生产的，不同型号的计算机能相互通信，国际标准化组织（ISO）提出了开放系统互连（OSI）的概念。所谓“开放系统”就是可以和其他系统连接的通信系统。为此，ISO 对开放系统中计算机见的连接方式和通信规程需作出统一的规定，建立标准的结构模型，如图 10 所示 OSI 分层参考模型。

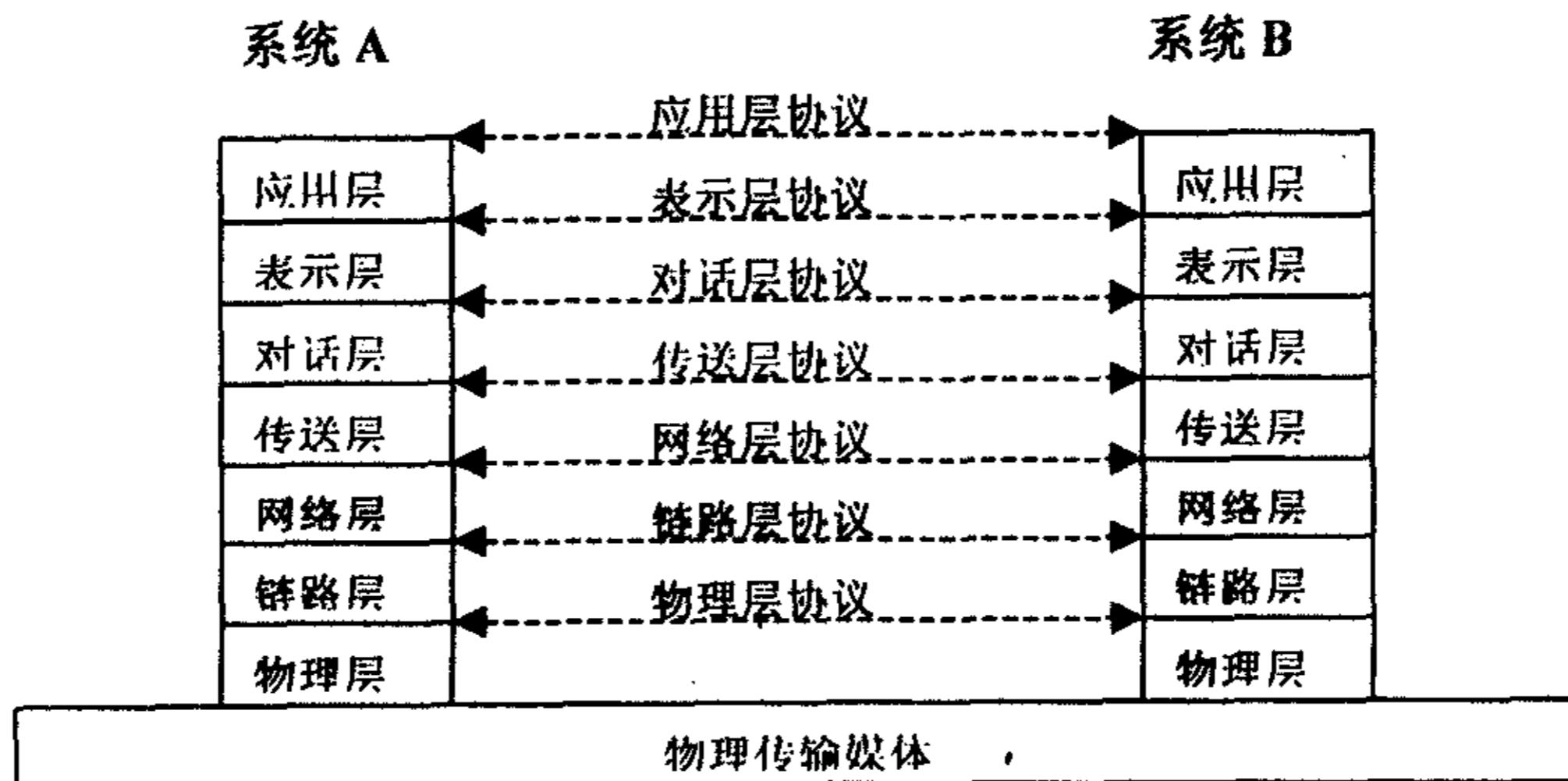


图 10 OSI 参考模型

图中包括两个开放系统(A和B)，除物理层之外，同层之间并没有直接的连接，同层之间要交换信息，必需执行相同的协议，并通过下面各层和物理媒质的支持来实现。若A和B两系统对等层协议不同，就不能直接进行系统通信，需通过网络互连设备进行协议转换。

二、接入网网管模型体系结构

基于TMN的接入网网管系统中实现OSI的网络管理模型是一项非常复杂的任务，涉及很多方面的内容。在本系统中应用一种在接入网网管系统中实现OSI的网络管理模型的体系结构，用这种体系结构中的部件组成接入网网管系统，以实现OSI网络管理模型中的管理者、代理、管理信息库和通用管理信息协议。这种体系结构如图11所示。

这种体系结构的部件主要包括以下部分：

1. 基础设施(Infrastructure)

基础结构的部件提供了管理者和代理与其它的开放系统通信的功能。通过管理信息服务单元(CMISE)负责网络管理信息的逻辑通信，它支持CMIP协议和CMIS服务，使用联系控制服务单元(ACSE)所提供的服务来建立或拆除同其它的管理者和代理的应用层的通信联系，以及远地操作服务单元(ROSE)所提供的服务来建立和释放应用层的连接。目录(directory)服务支持对网络配置有关的信息进行访问和更新，负责查找OSI的管理者、代理和对象实例的位置，并把操作请求传送到相应的系统进行处理。

以上这些服务都必须由OSI的第一到第六层支持。

2. 代理服务(Agent Service)

用于支持OSI代理功能的组件。主要包括以下几个部分：

- 命名和复制(Naming and Replication): 该部件用于维护命名树，以及执行从基础结构收到的CMIS/P的请示。命名树表示对象实例之间的包含关系。它的结构是由每一类的一个或多个命名结合(name binding)关系来确定的。在代理中创建一个实例时，不仅要把它放入代理的实例表中而且还要指明它的包含关系。包含关系用于确定CMIS/P中的get、set、action和delete操作所指定的实例的范围。
- 核心代理(Core Agent): 核心代理的主要功能是作为从命名与复制部件来的CMIS/P请求和从资源访问部件来的资源请求的路由器。确定请求目标(即一个被管理对象实例)的位置，并把请求转换成内部的标准格式发送到目标。同时，从实例接收响应，并把它发送到目标。
- 日志和事件处理器(Log and Event Handler): 在类定义的规则中，类的实例当事件(如属性值的改变)发生时可以发送通知。每一个通知由两个标准类

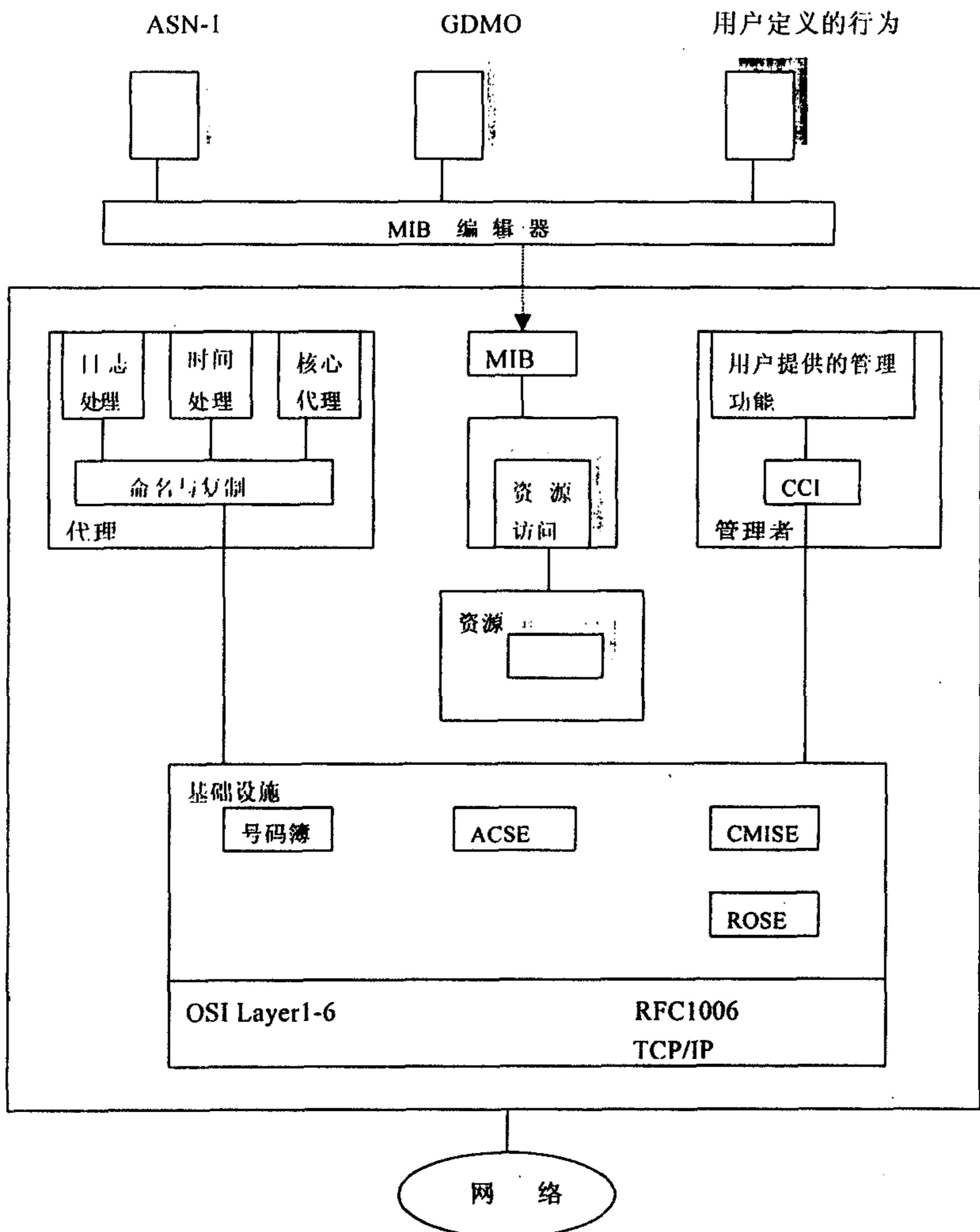


图 11 接入网网管系统中实现 OSI 网络管理模型的体系结构

的实例进行处理和过滤，一个是事件前向鉴别器(Event Forwarding Discrimination)实例，它用来确定该通知是否应该变成一个 CMIS/P 的事件通知(Event Notification)；另一个是日志(log)实例，它用来确定是否应该记录下该通知。

3. MIB 和 MIB 编译器(MIB and MIB Compiler)

MIB 中包含了由 MIB 编译器产生的，用来表示被管理对象类及其属性的高级编程语言(如 C++)类。每个类和属性都应该完全支持 OSI 标准中定义的行为。

OSI 的网络模型是遵循抽象语法标记(ASN.1)和被管理对象定义准则(GDMO)的信息模型。MIB 编译器提供对 ASN.1 和 GDMO 的处理功能，接受未经修改的 ASN.1 和 GDMO 规范，把抽象的标准信息模型自动编译为便于应用的高级编程语言结构(如 C++ 类)。MIB 编译器是实现 ANM 的一个非常重要的工具。

三、接入网网络管理模型

接入网网管建设有两种思想：一种是接入网可看成交换机用户模块的延伸，接入网网管应纳入交换机统一的网管平台上。由于 V5 接口不含维护管理协议，要通过 V5 接口传送接入网维护管理信息就得修改 V5 协议，由此带来的问题是：(1)使得原本标准化的 V5 接口又变成非国际标准；(2)当接入网采用复合组网方式(如 V5+SDH+DLC)时，则接入网网管信息较为复杂，由交换机直接通过 V5 接口统一管理接入网设备，难度较大。

另一种思路是基于 TMN (电信管理网) 方式，即按照接入网的定义，接入网在管理方面经 Q 接口与 TMN 相连。

第一种方式由交换机管理复杂的接入网设备，难度较大。经反复讨论，认为基于 TMN 方式为好，以 Q 接口方式与上级网管相连。

随着技术的发展，电信业务种类和接入方式越来越多，这就要求整个电信网的管理向集中的、标准化和自动化的 TMN (电信管理网) 方向发展。TMN 概念上是一个独立的网络，通过与电信网的不同接口来管理整个网络的运行和维护。接入网属于电信网的一部分，接入网的管理应该纳入 TMN 的管理范畴。

ANM 尚处于初步的阶段，无论是可用标准，还是实际经验都比较缺乏，没有统一的接入网网管标准。在实际组网时 AN 往往先经由 QX 接口连至协调设备(MD)，再有 MD 经由 Q3 接口连至 TMN，如图 12 所示，在这里 QX 接口暂定为 QC 网管接口，AN/LE 设备网管信息经 QC 接口送入 AN/LE 网管系统，由 AN/LE 网管系统识别后，转换成能通过 Q3 接口的信息，送入高层网管(如 TMN)。图中的 AN 或 LE 网管系统就扮演着 MD 的角色，对于有能力的 AN 或 LE 设备，也可用直接提供 Q3 接口连接高层网管。

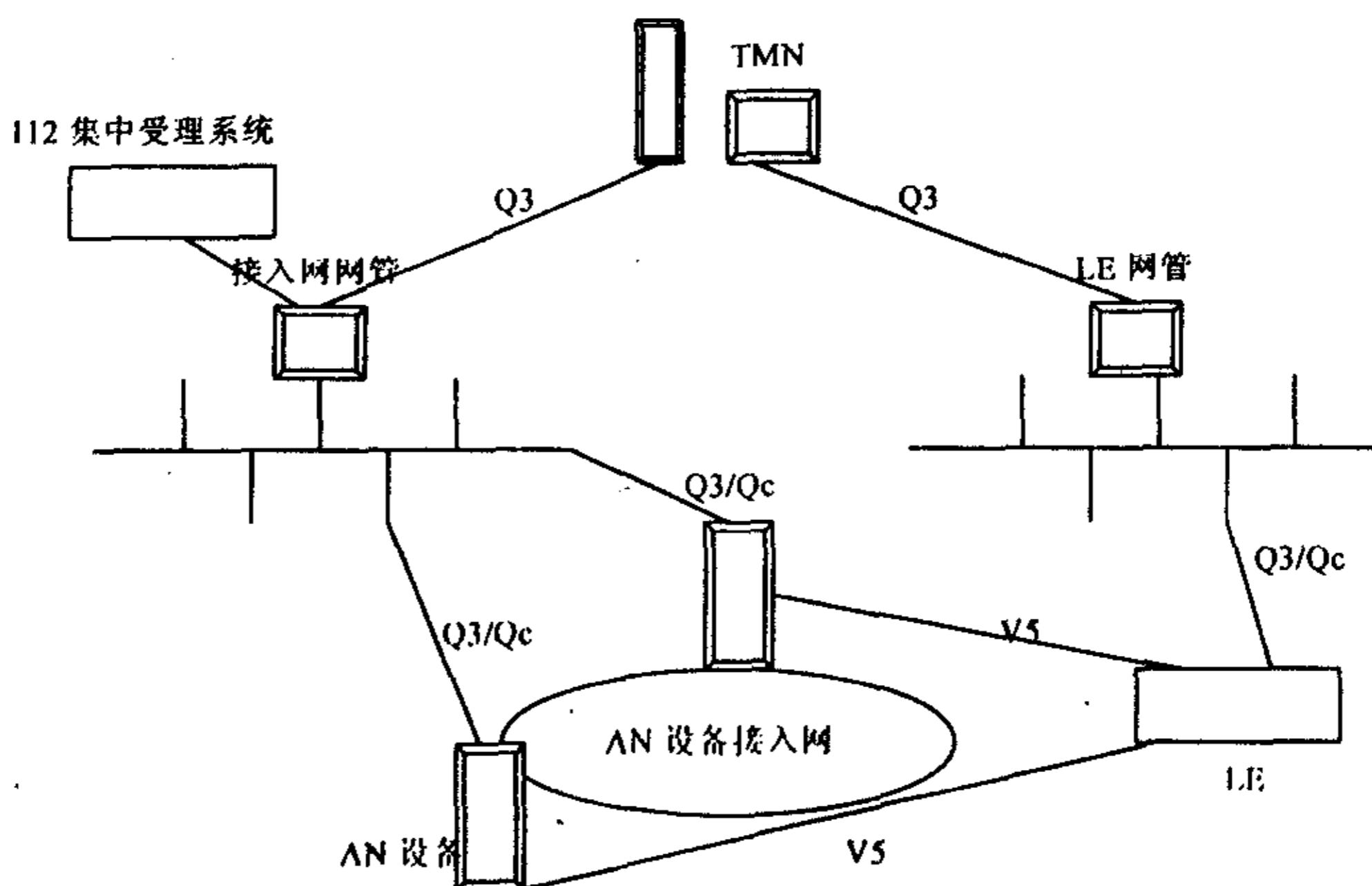


图 12 接入网网管示意图

四、具有 V5 接口的接入网信息模型

要想使接入网网络管理系统通过 Q3 接口，有效地管理接入网中的各类软件和硬件设备，必须首先定义和描述相关的管理对象 MO，用 GDMO 建立信息模型。

1、配置管理接口信息模型

配置管理包括 V5 接口的配置、用户端口的配置、设备配置和环境监控配。V5 接口的配置定义了以下管理对象：V5 Interface（V5 接口），V5 Ttp（V5 传输终结点），V5 Time Slot（V5 时隙），V5 Provision（V5 接口配置），comm Channel（通信通路），comm Path（通信路径），isdn Comm Path（ISDN 通信路径），pstn Comm Path（PSTN 通信路径），bcc Comm Path（BCC 通信路径），control Comm Path（控制协议通信路径），prot Comm Path（保护协议通信路径），Link Control Comm Path（链路控制协议通信路径），V5 Protection Group（V5 保护组），V5 Protection Unit（V5 保护单元）。

用户端口的配置定义了以下管理对象：user Port Ttp（用户端口传输终结点），isdn BA User Port（ISDN 基本用户端口），isdn PRA User Port（ISDN 基群用户端口），pstn User Port（PSTN 用户端口），Leased Port（租用线端口），User Port Bearer Channel Ctp（用户承载通路连接终结点）。

设备和软件的配置定义了以下管理对象：equipment Holder（机架设备），circuit Pack（电路板），software（软件）。

环境监控配置定义了以下管理对象：environment Control（环境控制）。

上述个部分之间的实体关系如图 13。

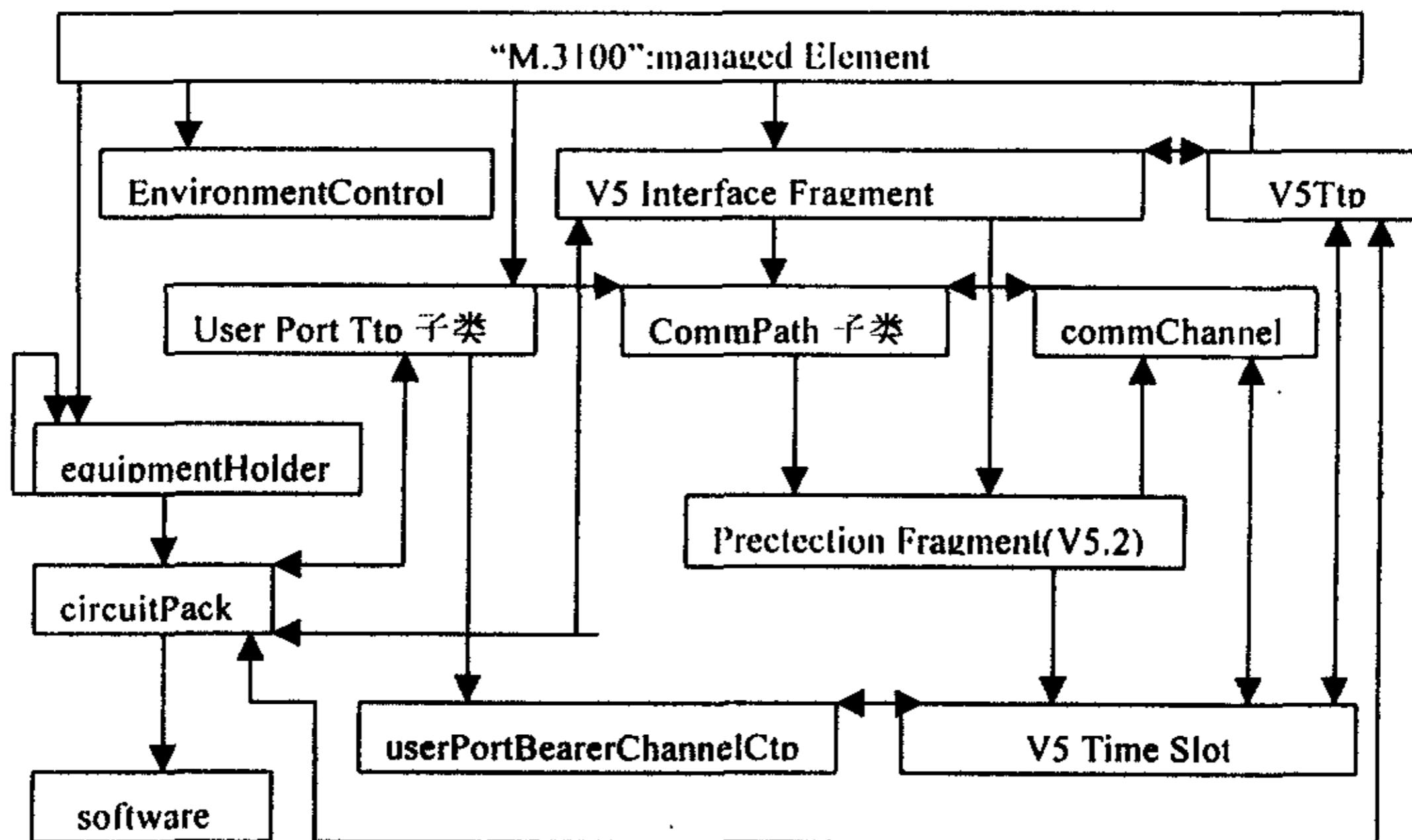


图 13 AN 侧 V5 接口管理对象实体关系图

2、故障管理接口信息模型

与故障管理信息模型相关的管理对象类和故障告警相关的类，其被管理对象在配置管理接口信息模型中已定义，故障告警相关的类包括告警记录，日志等。被管理对象类在发生故障时，将产生报告，如公共控制协议超时错、V5 信号第一层信号丢失、电源问题，软件下载故障等几种故障报告。

3、性能管理接口信息模型

与性能管理信息模型相关的管理对象分为被管理对象类。与性能数据收集相关的类和与线路测试相关的类。与性能数据收集相关的类主要用于记录 V5 接口的承载通路和信令通路的测试数据。

4、安全管理接口信息模型

与安全管理信息模型相关的管理对象可分为与访问控制规则相关的类、与请求者和目标访问相关的类、与安全标记相关的类和与操作相关的类。与访问控制规则相关的类用来指定访问控制的策略和规则，规定访问权限。与请求者和目标访问相关的类定义访问请求者和访问所涉及的目标的特性，以及可以对管理信息进行访问的请求者列表，或不能进行访问的请求者列表。与安全标记相关的类为管理对象类和某些对象实例分配安全标记。与操作相关的类定义目标对象可施加的操作。

§ 3.3 接入网网管系统的设计

电信的发展和不规则性要求网络提供宽带的业务，在单个平台上支持现有和即将开发的业务，自然要求采用集成的管理方法。可是所有网管功能的集成本身就是极其复杂的工作，因此，必须确定 OA&M 功能框架，即网管层的划分、系统结构、管理功能。下面以本课题的一部分——宽带接入网为例。

一、宽带接入网网管要求

宽带接入网应构筑于一个公共业务管理平台上，用以向用户提供多种业务。其管理系统要符合 TMN 标准规范并满足一系列特性要求。具体如下：

1、系统特性要求

- 所指出的业务除了 POTS 和窄带 ISDN，还有非对称宽带业务（如交换式数字广播业务、VOD、INTERNET、远程教育、远程医疗）和对称宽带业务（如小型商业用户的远程通信和远程协商），还可提供带宽更宽的业务（如广播电视和 HDTV）。
- 网络管理系统应独立于具体成网技术，单一管理系统能从远端管理全部接入网设备。管理系统应能管理用于成网的多厂商设备。
- 管理界面最好是图形界面。
- 应包含管理信息库（MIB），其中有接入网资源的逻辑表示，设备配置和连接信息的存储、备份、恢复和维护。
- 接入网在同管理系统的通信失败后仍能工作，管理系统应在短时间内得到错误信息。

2、操作要求

管理系统应能提供对网络和业务的支持，即对管理能力和业务类型的支持。具体如下：

- 管理系统能够创建、修改、演示和删除网络资源数据库（创建数据库时网络中可以没有具体设备）。
- 管理系统应了解空闲网络资源的利用率，包括被使用、空闲或缺省的网络设备，被使用或空闲的 PON 带宽，网络设备所在地，网络计划中空闲宽带所支持的业务类型等。
- 管理系统能够创建、修改、演示和删除用于向用户提供业务的连接和资源，根据提供给用户的业务类型来修改业务参数。可以通过改变业务提供点之间的路径来利用空闲资源。
- 对某一用户提供业务不应影响其它网络用户。用户所有要求增加、修改和减少业务的请求均被记录。
- 网络连接完毕，执行安装在网络终端的测试程序来核实网络配置是否正

确。

- 管理系统能够报告网络设备错误、接口错误和可用网络设备的环境参数。
- 网络设备在连入网络时要进行自检。对于特殊网络设备可以通过管理系统调用自检程序，检测出的任何错误应上报给管理系统。
- 通过软件下载到远端完成各管理层的软件升级。
- 硬件升级涉及到硬件管理和软件建设，由配置管理功能提供硬件添加和升级功能。
- 在网络的特殊点上能提供对错误率（或信元）的测试。
- 管理系统通过收集网络性能数据来确定业务质量(QoS)。管理系统可以为网络支持的 ATM UBR, CBR, VBR 和 ABR 等业务提供业务质量(QoS)信息。

3、其它要求

关于网络安全管理的其它要求是：用户或外部系统须获得授权才能访问管理功能以保证网络的安全性；数据记录溢出时，所有操作均基于先进先出的原则并向高级管理系统发送事件信息。另外管理系统有能力收集关于网络使用状况的数据以决定收费标准。

二、接入网网管功能管理模型

为了实现上述功能提出如图 14 的管理模型。

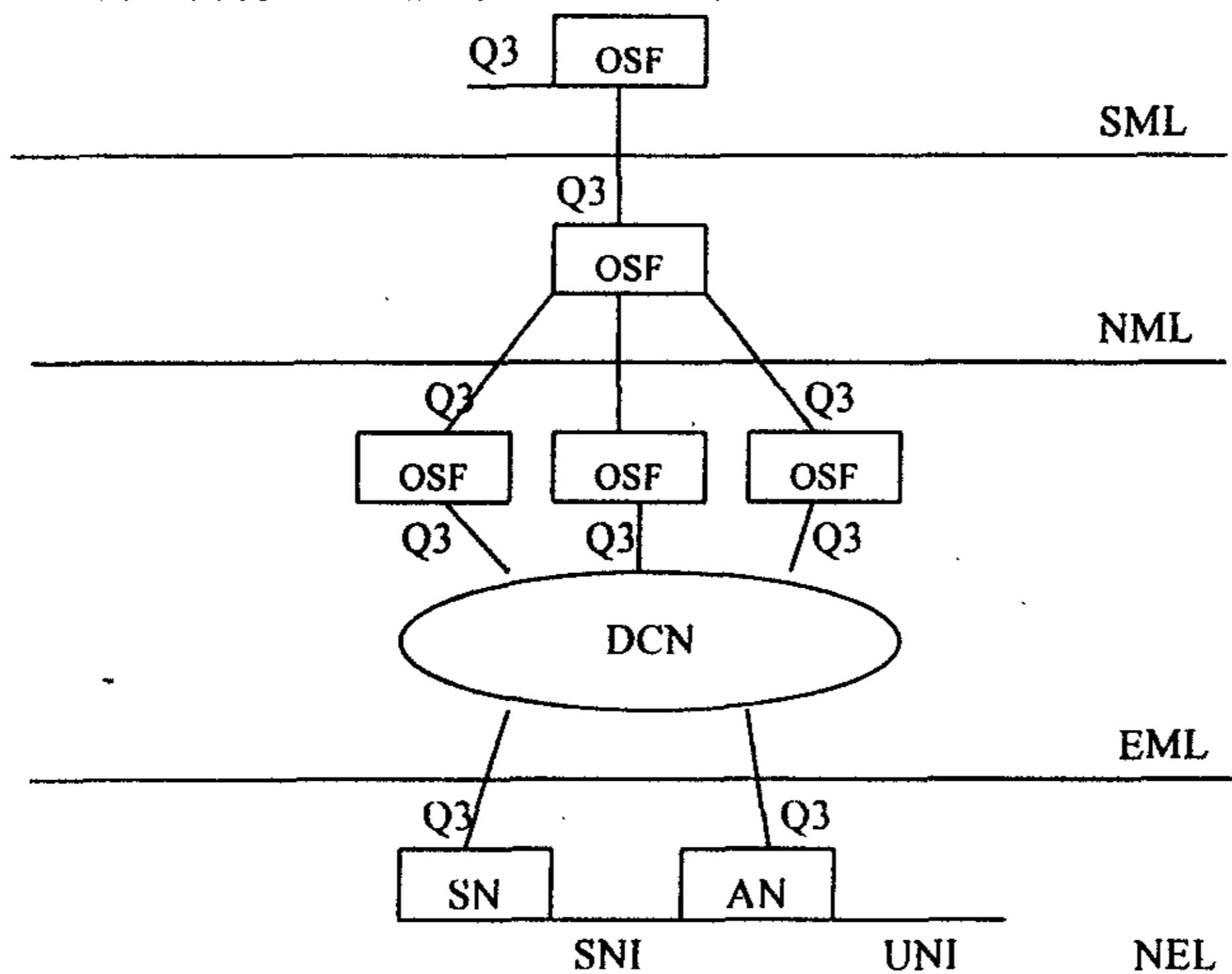


图 14 接入网网络管理模型

为了便于管理操作和维护，接入网的管理采用分层实施，即网络单元层（NEL）、网元管理层（EML）、业务管理层（SML），商务管理层(BML)。这不仅容易理解，而且还可以分段实现、开发、标准化和应用。例如，在目前阶段，运营者投入少量经费，通过 NEL、EML 和 NML 接口实现管理，待 NML、SML 和 BML 技术成熟，就可以实现全网的高层次管理。每一级通过 Q3 接口向上提供管理服务。考虑到我国国情现实情况，本系统模型没有包括 TMN 中的商务管理层。接入网和业务节点可以通过 Q3 接口接入到相同的 TMN 操作系统，也可以分别接入到不同的 TMN 操作系统，中间通过 X 接口相连。依据 ITU-T G.902，表 3 详细说明模型中各层管理功能及接口定义。

表 3 管理分层及接口定义

Q3 接 口 (SML)	提供给用户的计费及 QoS 性能报告，因为该接口连接用户供应商，应特别注意安全
业务管理层 (SML)	除了业务的合同事宜，管理网络提供的业务。该层功能和网络的物理本质无关，主要包括提供和中止服务、计费及故障报告
Q3 接 口 (NML-SML)	提供拓扑结构、业务配置、故障监控及计费和 QoS 性能报告
网络管理层 (NML)	协调网元的管理以向用户或业务端点提供通信服务。网络管理功能协调多个网元管理功能以监控全网。
Q3 接 口 (NEL-NML)	该接口基于公共管理接口协议（CMIP）网络管理体系，提供对传输资源的配置、提供、测试、错误及性能管理，对设备的管理，对传输系统的配置、错误及性能管理
网元管理层 (NML)	网元管理功能管理接入网中物理资源，典型功能为结构配置，出错管理和性能监控。网元管理功能应了解设备及其制造厂商的详细情况，而上层则不必知道这些复杂的情况。
Q3 接 口 (NEL-NML)	提供对网络单元的错误、性能及测试管理，兼容性检查、初始化和安全管理
SNI	是业务节点接口的终端，提供对接口的管理、控制、维护、测试，负责建立连接、传送业务和提供接入传送资源的映射。
UNI	是用户网络终端的终止，提供对接口的管理、控制、维护和测试

NEL 的物理资源叫做网络单元。

EML 是提供物理资源的，它为各种类型的网络单元提供至 NML 的接口。该层存储有设备生产者信息和设备说明。因此，在 NML 上就不需保存复杂的信息。EML 有一个操作系统（OS），完成接入网中物理资源配置管理、故障管理、特性管理等功能。EML OS 和 NML OS 之间接口为标准接口。

NML 具有将单个网络单元连接到整个网络的功能。该层保证 EML OS 之间的配合和整个网络的管理。它提供端到端业务配置，也提供不同网络之间的连接，以形成一个完整的网络。

SML 管理网络上的业务，它关心网络整体功能，同时提供用户接口，支持业务的建立、服务、终止、计费和统计信息等功能。

BML 网络管理的全部工作，也就是商业目的和用户的要求。

三、NEL 层管理

网元层包括网络的物理资源，结构如图 15。

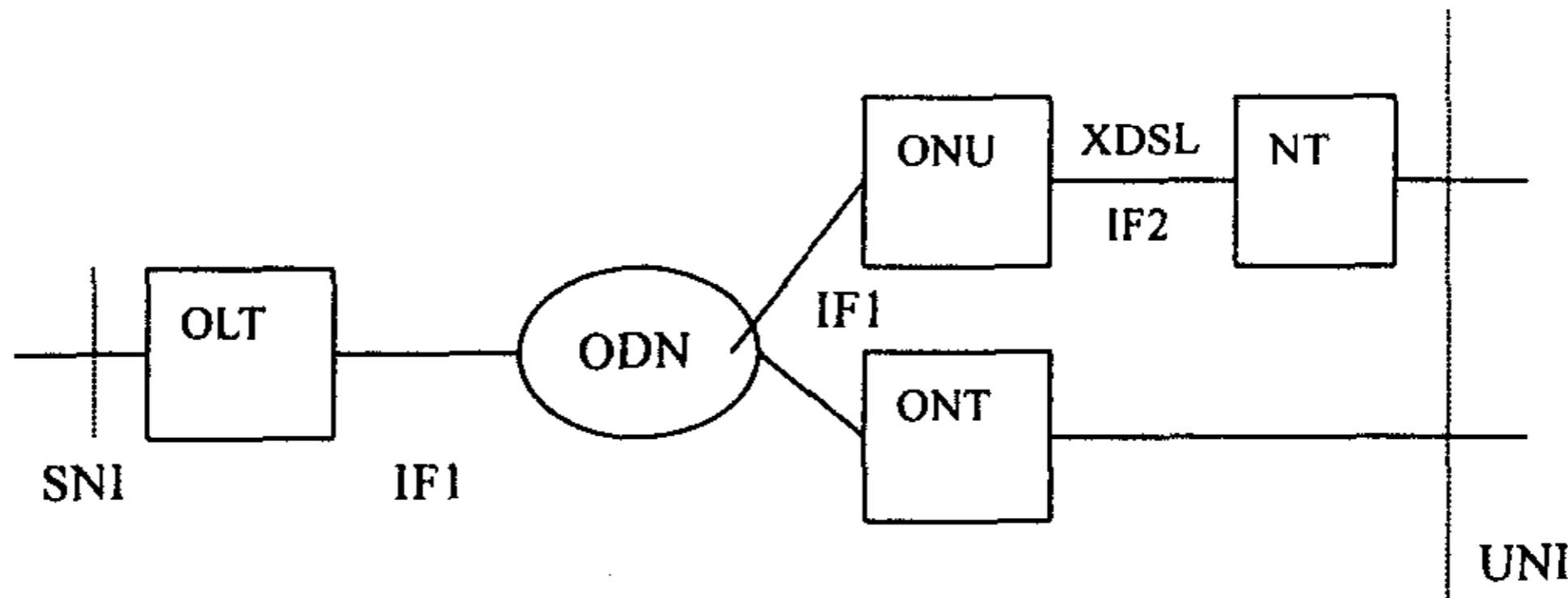


图 15 网元层结构

图中光线路终端（OLT）提供与本地交换机的接口，分离交换和非交换业务，管理来自光网络单元的信令和监控信息，为 ONU 及本身提供维护和供给功能。光配线网（ODN）为 OLT 和 ONU 提供光传输手段，完成光信号功率的分配。ODN 是由无源光器件（诸如光纤光缆、光连接器、光分路器和波分复用器等）组成的无源光网（PON）。光网络单元（ONU）提供用户侧通往 ODN 的光接口，其网络侧是光接口而用户侧是电接口，因此需要有光/电和电/光转换功能，还需要完成信号的转换、复用，信令处理和维护管理功能。接入媒质是点到点的双绞线，采用 XDSL 技术传送业务。网络终端（NT）是用户前端的物理资源，形成了接入网边界，通过居家电线向用户提供业务。在某些情况下光网络单元（ONU）。另外，除了 SNI 和 UNI 外，OLT 和 ONU 及 ONU 和 ONU 之间的接口 IF1 完成传输业务的复用，通信管理，连接、错误及性能管理，链接初始化，媒质接入控制，出于安全性考虑的用户数据加密；ONU 和 NT 之间的接口 IF2 完成错误检测，故障检测，重启控制及网络终端资源的配置、开启和关闭。

基于 ITU-T I.610，网络应支持五层 OAM 系列，对应于 B-ISDN 协议参考模型中的物理层和 ATM 层。

物理层管理信息的传输采用在传输帧中使用特殊比特作为线性系统头和 ATM 信元头，应用于和物理层有紧密联系和需要快速反应的场合，这些硬件管理信元是符合 ITU-T I.432 所描述信元格式的物理层维护信元。完成信号检测和帧校正，如信号和帧的丢失，激光器的失效及错误监视，自动保护切换，信元时隙定位和测距错误监视。

ATM 层的管理信元基于 ITU-T I.610，用来提供虚通道链接错误信息和性能监视信息，完成虚通路的错误管理、性能管理及开启和关闭功能。依据 ITU-T I.361，ATM 层性能参数应包括信元错误率 CER，信元丢失率 CLR，信元误差率 CMR，严重信元错误块率，信元传输时延变化等。ATM 层性能参数的估计测试可以在承载业务和不承载业务时进行。不承载业务时测试不依赖于 ATM 层功能，结果较优；有业务流量时提供实时性能参数估计，结果较真实。

四、接入网网管功能的具体实现

接入网网管功能可从配置管理、故障管理、特性管理、安全管理及统计管理五个方面论述。

1、配置管理

配置管理就是提供物理资源的能力。所有的物理资源都由其逻辑资源所代表。如“用户终端”这个逻辑资源代表至室内的光纤(FTTX)及其相关功能的物理资源。网络控制是通过对逻辑资源的操作实现的，即创建、删除、修改和显示逻辑资源。创建逻辑资源是指在 EML OS 的数据库中建立模型。在物理资源不存在的时候也可用这种方法建立资源。在建立新的物理资源，而这种资源的建立又需要新的资源时，EML OS 应提供所需要物理资源清单，为资源建立提供方便。

为了提供合理的网络，对每一资源要保留所有资源关系和状态信息，同时状态信息需要翻译成易识别的状态。例如“IS”表示正在工作。这表明已插入物理资源通过电源自检，没有显著故障，运行正常。在确定信息模型前，必须清楚掌握关系和状态信息。

EML OS 应保证其结构和存储数据与网络单元的完整性。通过自动完成这些完整性检查，网络操作者仅关心反常数据，并能有效处理。每一物理资源安装后，应在适当的地方能读它的存储信息，也允许改变由设备提供者保存的信息，以减小升级到高层管理系统的必要。

在网络生命周期内软硬件升级是不可避免的。对于软件升级，关键是软件下载功能应能支持 NEL、EML 和 NML 软件远端升级，这将减少人员到现场的次数，减少人力开支。物理资源的升级提高了对管理硬件和软件组建平台的要求。作为结构管理功能的一部分，EML 提高对软硬件平台的控制。如果 EML OS 和网络单元间通信中断，无须进行软件下载，这种软件下载是管理资源的浪费。

通常资源管理最后要考虑的方面是开发和升级。要求在不重新构造网络时，有能力增加新的特征和功能，并能够运行于由基本物理资源组成的不同大小和结构的网络，因为物理资源不断积累以及特征和功能的增加，资源管理应具有后向兼容性，这样可进一步降低成本。

2、故障管理功能

故障管理应能检测和报告网络故障情况，并消除故障。故障检测在物理资源（已自检过）初始化安装时提高并进行资源/接口管理。资源检测结果经 Q3 接口报告到更高一层管理系统。内外接口的情况也经 Q3 接口报告。

正确的故障报告会减少网络维护的费用。报告故障前，将内部信息与特定物理资源建立对应关系以确定故障位置，以便帮助快速消除故障仅报告一次，这可减少管理上的传输，即减少通信和故障信息存储。正确发送故障定位信息，也是为了减少维护费用。

另一种减少维护费用的方法就是要缩小访问范围，通过远端诊断确定出现故障的具体资源，诊断故障前需检查 ODN 和/或下载媒体的完整性。完整性检查需要检查的功能：应用网络和连接到环路上用户情况；下载媒体是铜线时，要做线路测试，如检测地、显示线断、参数测试、确定线路的情况；检查用户设备是否存在。

当应用其它下载媒体时，还需要附加测试功能。可能的话，任何内部资源通过结构重建来自动纠正故障，这样访问的区域最少，并向 NML 报告自动重建结果的情况，给出已使用的备份量。

向事件报告一样，经 Q3 接口报告的所有事件都应记录，以便提高系统工作的历程。当出现故障又不能确定是什么问题时，记录可帮助诊断故障。客户（应用者）能够通过用户接口访问记录信息，并根据日期、资源类型、故障类型和位置等记录分析故障。

3、性能管理功能

性能管理提供资源利用率、装载模式、误码率、系统响应时间等网络管理参数，确保网络最优的服务质量。另外，EML OS 或 NML OS 应有的另一个参数是网络容量。在任何时候，都必须掌握网络容量的门限值，以确定是否扩容，并需要确定在哪一层完成容量管理。如果由 EML OS 完成，NML OS 就不需要知道怎样确定容量；如果由 NML 完成，就会减少管理通信量并简化 EML OS 工作。

误码率管理可保证运营者提供的业务质量。误码率管理通常有两种方式。一种是连续管理性；另一种是通过申请在短时间内协助故障诊断。在两种管理方式中，功能和方法相同，误码率管理的所有数据必须分别记录，读取记录的信息，可用弄清网络特性，进一步脱机分析，可用预测网络发展趋势。

4、安全管理功能

安全管理包括两个方面，一是管理功能的安全，就是说谁有权访问 EML OS 功能；另一个是系统安全，就是说什么样的资源，什么时候及怎样连到网络。

非有效操作者不能访问用户接入网内的系统功能，否则将可能造成数据丢失或破坏。对于不同等级的操作者配有不同的口令，只能访问与其相关的功能。

对高层管理系统的访问采用公共管理接口协议（CMIP）。

每一个用户接入网的物理资源在首次安装时，要检查 EML OS 或 OLT 中保持的信息，以防止未经许可的资源进入无源光网络。为了跟踪未经许可的资源进入用户接入网和它的管理系统，应保存所有对 EML OS 数据库的修改记录。

5、统计管理

统计管理就是采集网络数据，确定网络使用费用。除了网络运营者通过接入网提供业务外，外部业务提供者也可能提供业务。为了计费，EML OS 需要收集网络和外部业务提供者间的传输数据，则统计功能必不可少。

五、本节小结

减少 OA&M 费用的主要方法有：在可能的地方采用标准接口和信息模型；减少使用特殊操作技术和维护工具；由系统提供正确的维护信息；通过在公共点设置复合的功能，实现平台共享、增加重复性；提供故障定位和检测网络性能的功能；网络有升级能力，以提高网络管理能力。

因此，管理结构、管理功能、在 Q3 接口代表业务的信息模型、通过网络接口的 OA&M 信息流是标准化的四个主要方面。

§ 3.4 接入网网络管理智能化——专家系统

由于接入网的规模越来越大，网管的技术越来越复杂，开放的业务越来越多，因而网络管理的内容也越来越复杂，要求越来越高。在这种情况下，就需要有很多有丰富经验的高水平的网路管理人员来管理接入网，但这样的管理人员是很不容易找到的，这样就需要有智能化的网络管理功能来支持网管中心的管理人员来管理接入网。此外，尽管目前国际上网管系统的功能开发已经达到一定水平，但是仍需管理人员根据积累的网管经验去做许多工作。这些工作都需要人工去做的原因有二：一是目前各系统（如设备故障监控系统等）之间缺乏互操作性；二是由于网管系统中缺乏象专家系统这样的智能化技术，使上述由人工进行的工作实现自动化。

网管系统智能化目前还没有涉及接入网各个方面。因为有些功能相对来说比较简单，用一般的程序控制技术即能实现。另外，由于智能化技术目前还不十分完善。还需进一步开发、完善。因而我们开发了此套专家系统，将各种管理实现智能化。

一、接入网网络管理中的专家系统

当接入网网络发生困难需要采取网管措施时，就需要高级网络管理人员凭借多年积累的网路经验来判断决策，但是符合要求的专家为数不多，远远不能满足当今接入网网络管理的需要。如果能把专家们在网络管理方面的专门知识转移到计算机。这种计算机能够模拟专家的思维，能从事接近专家水平的工作。这样的计算机系统就是专家系统，又由于该系统是用于接入网网络管理的，所以是接入网网络管

理中的专家系统。

专家系统的基本构成如图 16。包括获得知识器、知识库、推理机和输入/输出设备四大主要部分。其中庞大的知识库是专家系统的主要特征。知识库存储网管方面的知识，推理机的推理规则相当于系统控制。

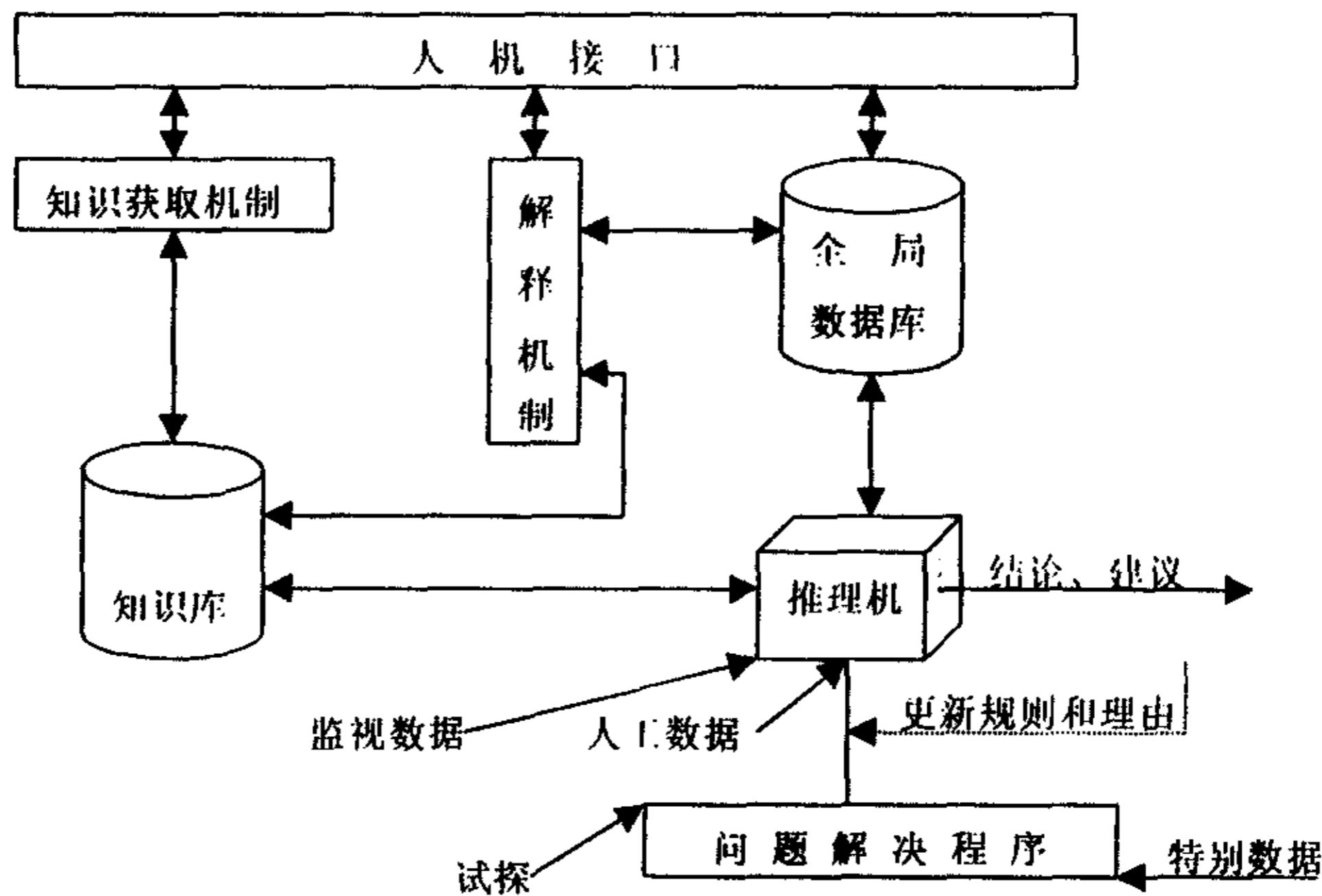


图 16 专家系统基本构成

专家系统的工作过程是：具体事件和数据由网管人员输入，然后从知识库出发，经过控制推理，得出所需的结论，向网管人员提出建议和说明。

二、性能管理

在性能管理中，专家系统所支持的功能为：

- 1、分析当前统计数据以检测性能故障，产生性能告警，报告性能事件。
- 2、将当前统计数据的分析结果与历史模型进行比较以预测性能的长期变化趋势。
- 3、形成并改进性能评价准则和性能门限，以性能管理目标为改变操作模式和网络管理对象配置控制命令序列开发的准则。
- 4、以保证网络性能为目标，进行管理对象和管理对象群的控制。

图 17 指出了专家系统所支持的性能管理功能。

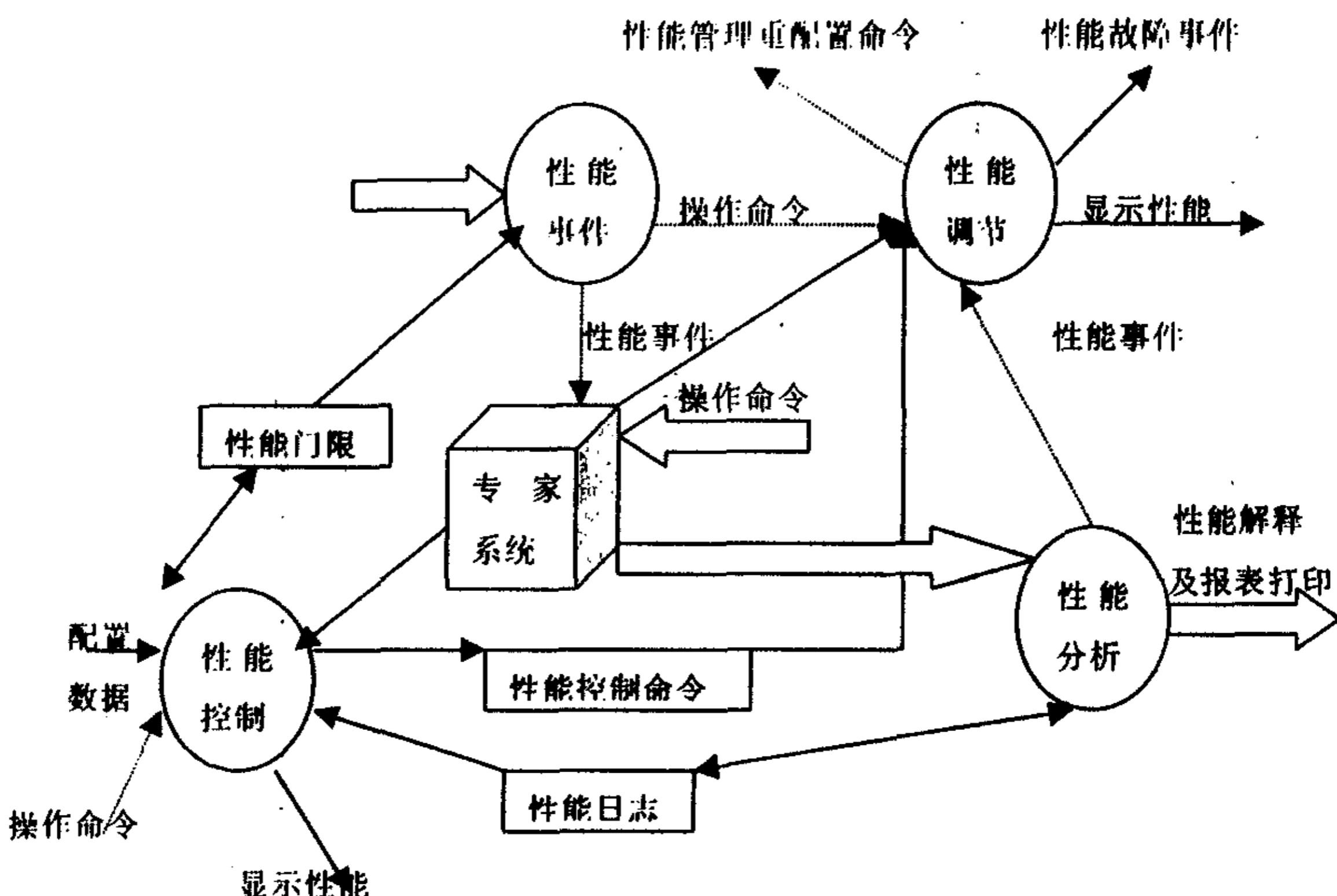


图 17 专家系统支持的性能管理功能

三、ANM 中的专家系统的设计

ANM 性能管理中的专家系统实际上是通过在系统中存储大量 ANM 性能管理的有关知识和经验来作出决策意见的软件系统，它包括实时数据收集模块、接收器、问题生成器、命令与解释生成器、推理机、工作数据库、发送器、知识库等部分，其体系结构如图 18。

其工作过程为：首先由实时数据收集模块采集外界数据信息。外界信息有两个来源，一个是由传感器或监测装置如通信接口和数据采集设备所传来的性能数据，另一个是由网络管理员通过可视化界而人工下达的命令。接到这些数据信息后经过问题生成器的处理存入工作数据库，再由推理机根据工作数据库中数据和系统状态以及知识库中知识进行分析和推理。推理出的方案以建议方式通过人机界面提供给网络管理员或直接以自动化命令方式通过发送器传送至外界。在整个执行过程中，网络管理员可以干涉专家系统的执行与决策，以监督决策的正确性。

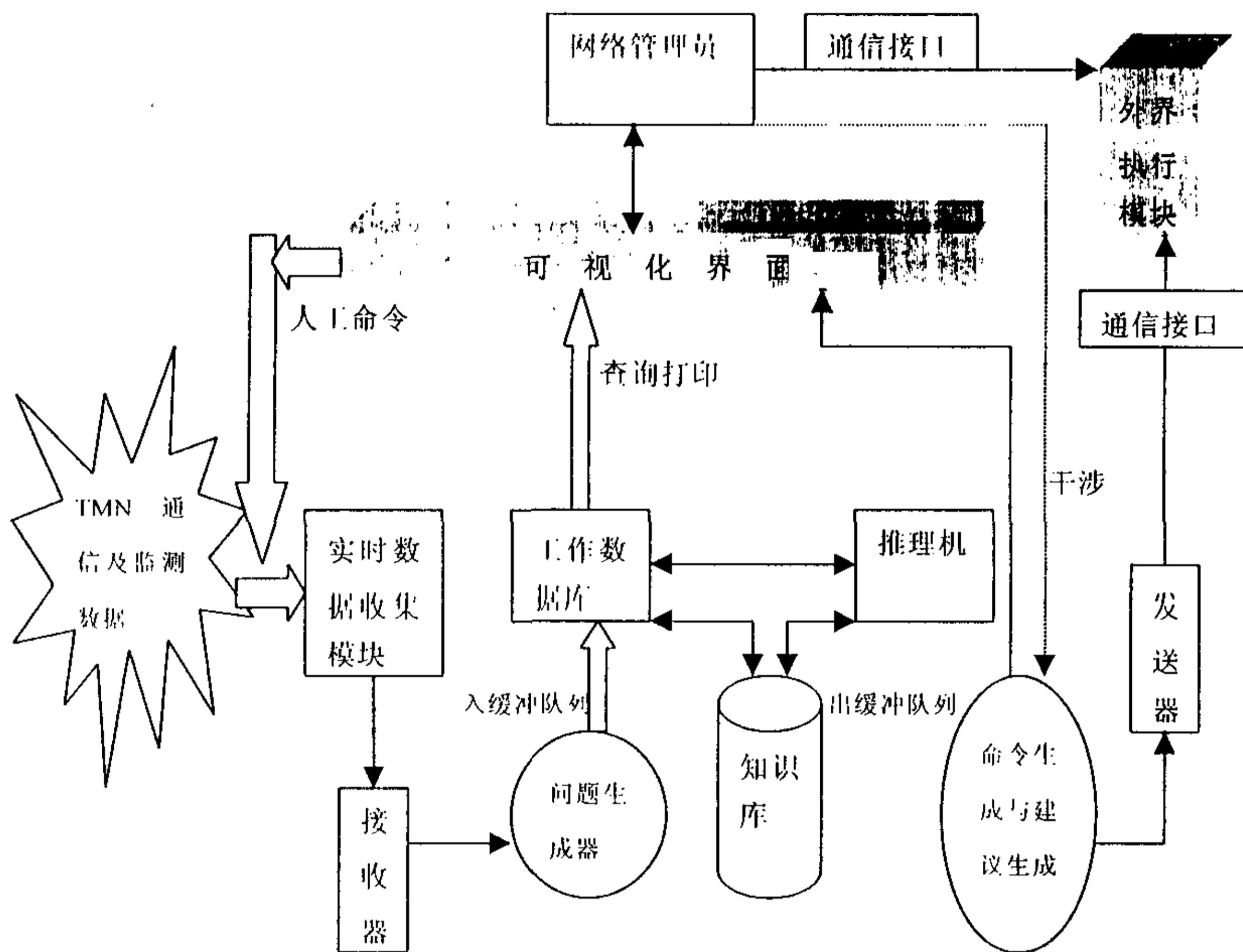


图 18 专家系统的整体结构图

四、性能管理过程中的专家系统的实施

1. 对性能分析的专家系统

在性能管理过程中，专家系统的作用贯穿于性能分析、性能调节及性能控制中。性能分析是 ANM 性能管理中的重要内容，它通过对采集到的网元性能有关的数据，按照一定的性能模型和服务等级指标进行衡量和评估，在服务质量下降到可接受水平之前，进行调整与规划。对于网络规划功能，专家系统提供两类算法：

(1)综合算法为网元拥塞问题提供解决方案，它包括网元规模核定算法、处理器负荷平衡算法、网络层窗口大小调整算法及业务量重新选路算法。

(2)分析算法是对一个综合性网络或任何一个用户特定的假设网络性能进行评估，它包括网元利用情况和时延估计，以及端到端时延的估计。

在对网络性能的评估的过程中，评估参数如下：

(1)面向服务等级的参数：可用性(availability)；响应时间(response time)；精度。

(2)面向网络效率的参数：吞吐量(throughput)；利用率(utilization)。

对 ANM 网络节点、交换局、线路群的评估结果，放于评估结果数据表中。我们采用经验积累的方法，每隔一定数(m 次)后，进行评估要素统计，按满意度 T (T 为一概率门限，可由网络专家定，在 0~1 之间)进行经验积累，形成不同评估级别的网络节点、交换局和线路群。在此基础上，每月、每季分别进行逐层统计，对评估结果进行调整。评估的数据可作为日后进行线路调度及网络规划的依据。在性能预告的过程中，可参考经验法和时间序列分析技术。

2、对流量分析控制的专家系统

专家系统需要的点对点线路群统计分析参数为：平均话务量，平均忙时话务量。这些参数能够按一定的时间间隔（每天、每周、每月、每季度、每年）提供上来。同时，实时话务量数据，如每小时话务量强度，也要求传过来，以实时控制线路群的流量平衡。专家系统利用以上参数建立一个网络服务质量（QoS）分析模型，达到对网络节点和线路的正确评估。

平均话务量：在一个平均占用时长内负载源发生的平均呼叫数。令 A 表示话务量， k 表示单位时间内发生的平均呼叫数， S 表示呼叫的平均占用时长，则

$$A = k \cdot S$$

通过附加 50% 的负荷于 A ，可以计算出峰值负荷。

每小时话务量：在一小时内负载源发生的呼叫数。令 A' 表示话务量， k 表示在一小时内发生的呼叫数， S 表示呼叫的平均占用时长，则

$$A' = k \cdot S$$

利用话务量 A ，电路数 n 及爱尔兰公式（当话源数远大于线束容量时，采用爱尔兰分布），可得线路呼损率（即阻塞率）为

$$E_n(A) = A \cdot E_{n-1}(A) / (n + A \cdot E_{n-1}(A))$$

我们将阻塞率设为两个门限值： λ_1 ：轻微阻塞率； λ_2 ：严重阻塞率。

当阻塞率小于等于 λ_1 时，认为正常；阻塞率大于 λ_1 ，小于等于 λ_2 时，认为轻微阻塞，报轻微阻塞告警信号；阻塞率大于 λ_2 时，认为严重阻塞，报严重阻塞告警信号，并推荐使用线路调度方案。对流量（话务量）管理的过程可用图 19 表示。

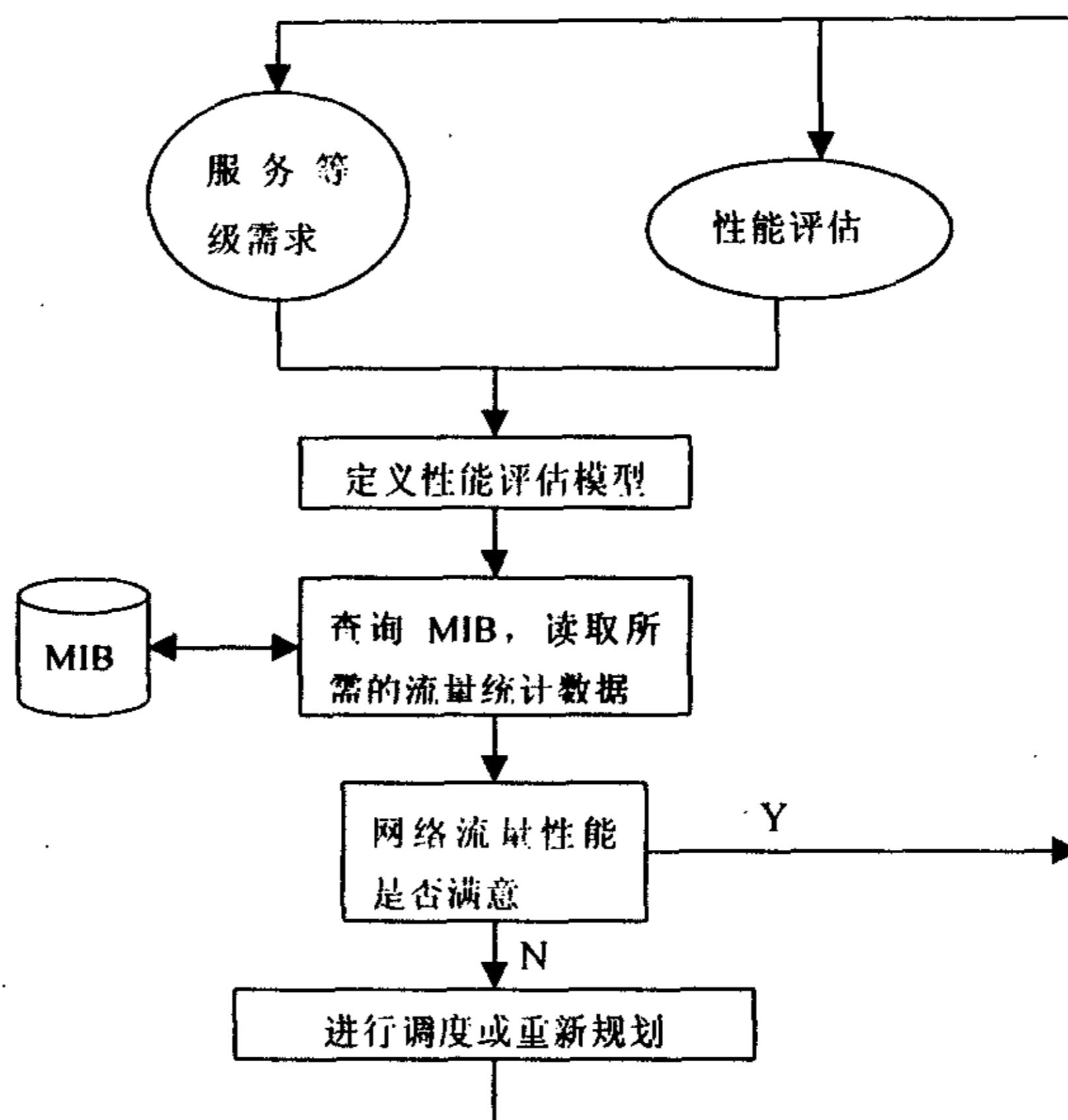


图 19 专家系统对流量管理的调节过程

§ 3.5 接入网网路性能管理

网路性能管理是网管系统的一个主要应用功能。它又分为性能检测功能、负荷管理和网路管理功能以及服务质量观察功能三项。其中负荷管理和网路管理功能往往是各个国家在考虑建立自动网路管理系统时首要实现的功能。

要进行负荷管理和网路管理，必须建立一个相应的系统，我们称这个系统为“网路负荷管理系统”，简称“网路管理系统”。

广义上的网路管理指管理网的全部功能，包括性能管理、故障（维护）管理、配置管理、计费管理、安全管理等。狭义上的网路管理，专指网路负荷管理。此处我们指的是狭义上的网路管理。

一、网路管理的定义

网路管理是监视网路，并在需要时采取措施控制负荷流量，网路管理要求网路现状和负荷能力进行监视和测试，这种监视和测试要“实时地”进行，并且要具有采取果断行为去控制负荷流量的能力。“实时”：有双重意义，一是连续不断地一直进行联机工作；二是并不经常进行，但一旦接到要求就快速操作。

二、网路管理的目的和任务

网路管理的目的在于使完成通信的比例尽可能地高。为了达到这个目的，就要应用网路管理原则，在任何可能的情况下，最大限度地利用可以利用的通信设备和利用网路性能，达到网路管理的目的。

网路管理要把那些可能会恶劣地影响网路负荷能力以及影响为用户服务的所有因素识别出来，并且拟订网管措施，采取网管控制以减少因受影响而造成的损害。管理任务如下：

- (1) 在实时的基础上监视网路的状态和负荷性能，包括收集和分析有关数据；
- (2) 探测网路的不正常情况；
- (3) 调查研究找出网路不正常情况的起因；
- (4) 采取网路控制或其他纠正的措施；
- (5) 对有关网路管理的事情和业务恢复等问题，与其他网路管理中心进行合作和协调；
- (6) 与其他部分（如维护，规划设计等）就影响业务的影响业务的事项进行合作和协调；
- (7) 向上级部门发出关于网路不正常情况，采取措施及取得结果的报告；
- (8) 对已知的或可以的网路情况提供事前决策；

为了实现网路管理，就必须建立网路管理系统。网路管理系统是由计算机组成的数据网，由各个网路管理中心和传输线路组成。

三、网路管理中心

网路管理中心是组成网路管理系统的各级组织机构，是网路管理系统的主体，网路管理的各项任务有网路管理中心来具体实施。因此网管中心的设计是否先进，直接影响网管各项任务的实现。

1、网路管理中心的任务

A、收集信息

在正常情况下，网管中心要周期性地，连续不断地收集接入网的负荷和设备利用信息，出来周期性信息外，在需要的时候，还要收集更详细的信息，以及设计和分析用。当网路出现严重异常情况时，要立即接受异常告警信息。

B、处理信息

实时地对周期性收集信息进行汇总处理；计算网路负荷能力参数值；与负荷门限值进行比较；判断负荷忙闲等级；及时地将负荷忙闲等级送至显示设备。

当接收到立即告警信息时，要根据信息的具体内容和要求，实时地或非实时地进行分析处理，按照要求，制作日报表，月报表，年报表等，进行忙时、忙日、忙

月进行分析，并形成各种报表，实施网管控制措施后，要分析措施的效果。

C、显示告警

周期性地更新显示所管理的接入网内的各交换和各电路的负荷忙闲等级。当接收到告警信息时立即告警并显示告警地点。网管人员可以在工作站显示详细信息，进行告警跟踪、分析告警原因等。

D、网管控制

当接入网出现负荷异常，或网中设备发生重大故障时，查明原因，并在需要时，发出控制指令。

E、信息存储

对收集的原始信息和经过处理后的信息应能存储，接入网中与网管有关的数据也要存储，如网络结构、路由计划、交换局和局间中继电路的配置及与网络有关的数据。

2、网管中心设备组成及各个部分作用

网管中心设备按作用可分为计算机系统，显示告警设备和工作站等三个主要部分。

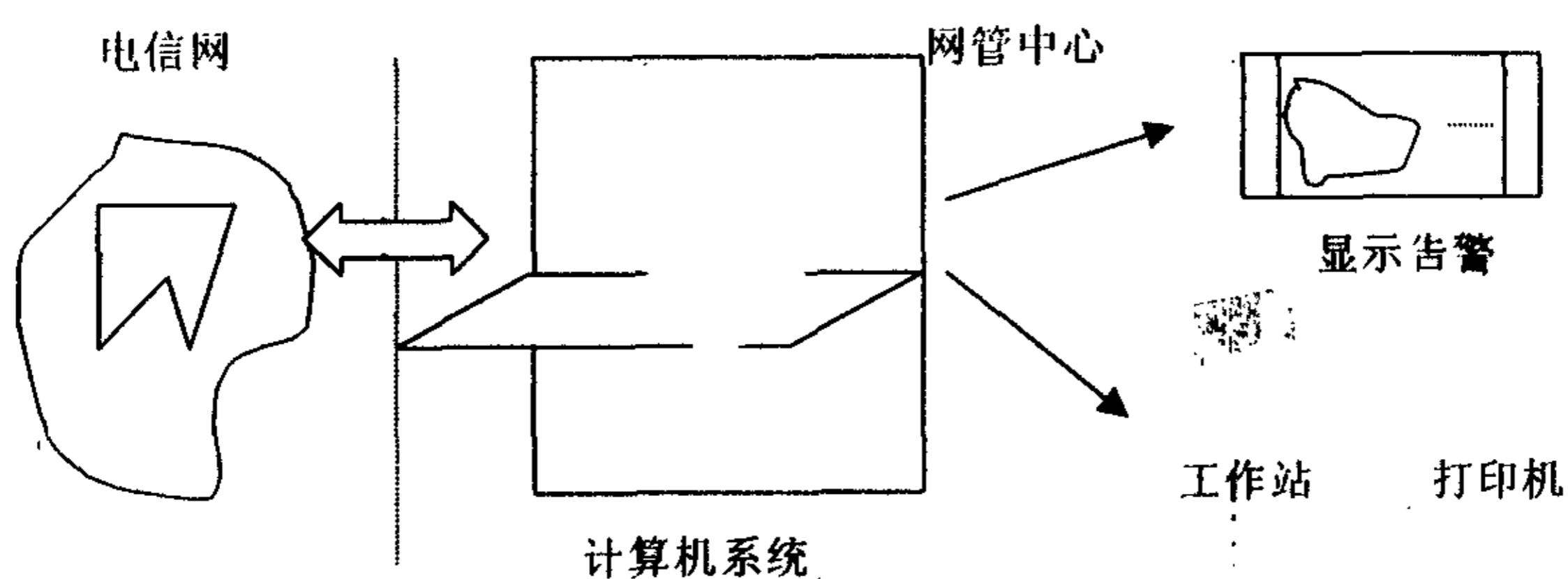


图 19 网管中心设备组成

A、计算机系统

计算机系统是网管中心设备的核心，它有网路监控和控制的主程序、软件和数据库。网管中心的各项工作主要依靠计算机系统来完成。计算机同时接受各交换局送来的负荷信息和设备利用信息把这些信息进行汇总，处理，与门限值进行比较，判断负荷的等级。一方面将忙闲等级传送给显示设备，显示出网路中各个系统的传输状况，供网管人员监视网络负荷用；另一方面，要将信息存储起来，进行负荷统计分析，制成各种表格，为网路规划和调整等工作提供基础数据。此外在需要时表示控制指令。

B、显示告设备

显示网中系统负荷状况，发生严重拥塞并显示拥塞地点并发出音响告警，引起网管人员注意。显示方式可以采用图形方式，也可以采用表格方式。图形显示方式可以模拟接入网的实际布局，其特点是非常直观。但是，如果一个网管中心所管理的接入网规模大、复杂，则用图形方式会显得较乱，表格显示方式虽然没有那么直观，却不受交换数量的限制。两种方式可以根据具体情况选用。

C、工作站也称计算机操作终端

一个网管中心里有若干个工作站，它由网管人员操作，当发生不正常情况时，网管人员可以通过键盘操作跟踪，调查详细数据，分析产生不正常的原因。在这个过程中各种详细数据都会在屏幕上显示出来。当网管人员需要对接入网采取措施时，在终端输入控制指令。该指令经计算机出来后，发给交换局。网管人员做各种统计时也在工作站上进行。在工作站上有提供输入信息和发送指令的键盘和屏幕。所有机交互都在工作站进行。

四、网路管理的工作过程

从网管中心收集信息进行处理，然后显示，并在必要时实行控制的过程如下：

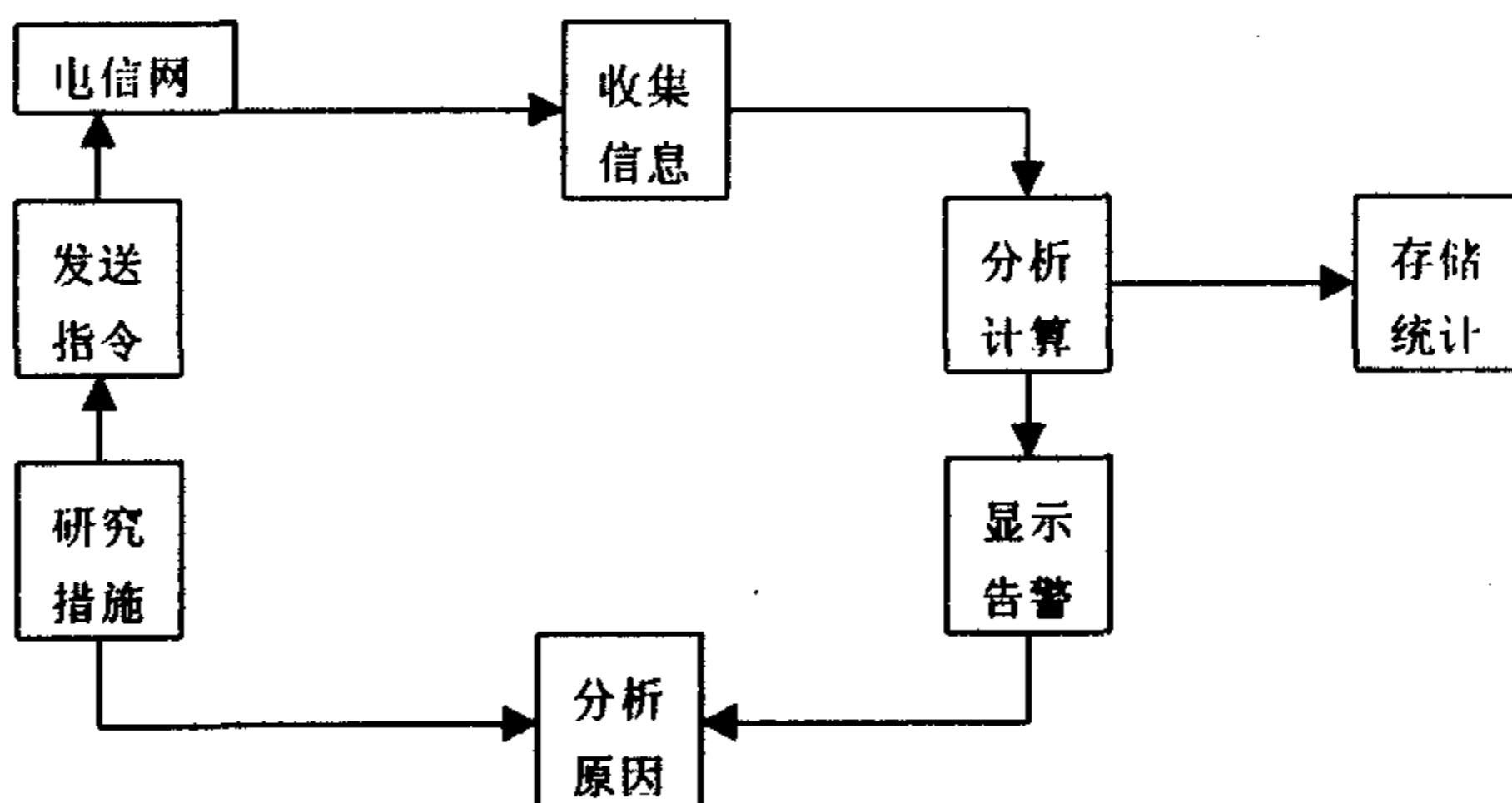


图 20 网路管理工作流程图

- 1、每个交换机按网管要求统计信息。
- 2、网管中心计算机接受每个交换机送来的数据，处理、计算，得出能说明网路各部分状况的数据，并判断负荷忙闲等级，送至显示告警设备。
- 3、显示接入网中各系统负荷的状况，并在紧急情况时，由音响设备发出告警，引起网管人员重视，起到监视接入网的作用。
- 4、根据显示的情况有重点地进行出来，或者在出现告警时对告警信息进行处理，调查详细数据，分析产生的原因，研究采取的措施。
- 5、网管中心发出控制指令，有交换机执行，限制进入接入网的负荷或调用当时负荷比较清闲的路由疏通负荷。控制指令的发送方法，可以由网管人员

通过工作站发出，也可以由计算机自动发出。

从交换机统计信息，网管中心处理信息，直至显示，这个过程按一定的时间间隔周期性地重复进行。通常是报告的频次愈高愈有用。频次高，周期短，实时性好；频次低，周期长，数据比较稳定，但实时性差。所以要根据网路的具体条件和网管功能选择适当的周期。

五、网路状态监视

网路状态监视是网路管理的重要环节。要进行有效的网路管理，就必须要实时地监视接入网的状态和性能，只有这样才能有的放矢地采取网管行动。

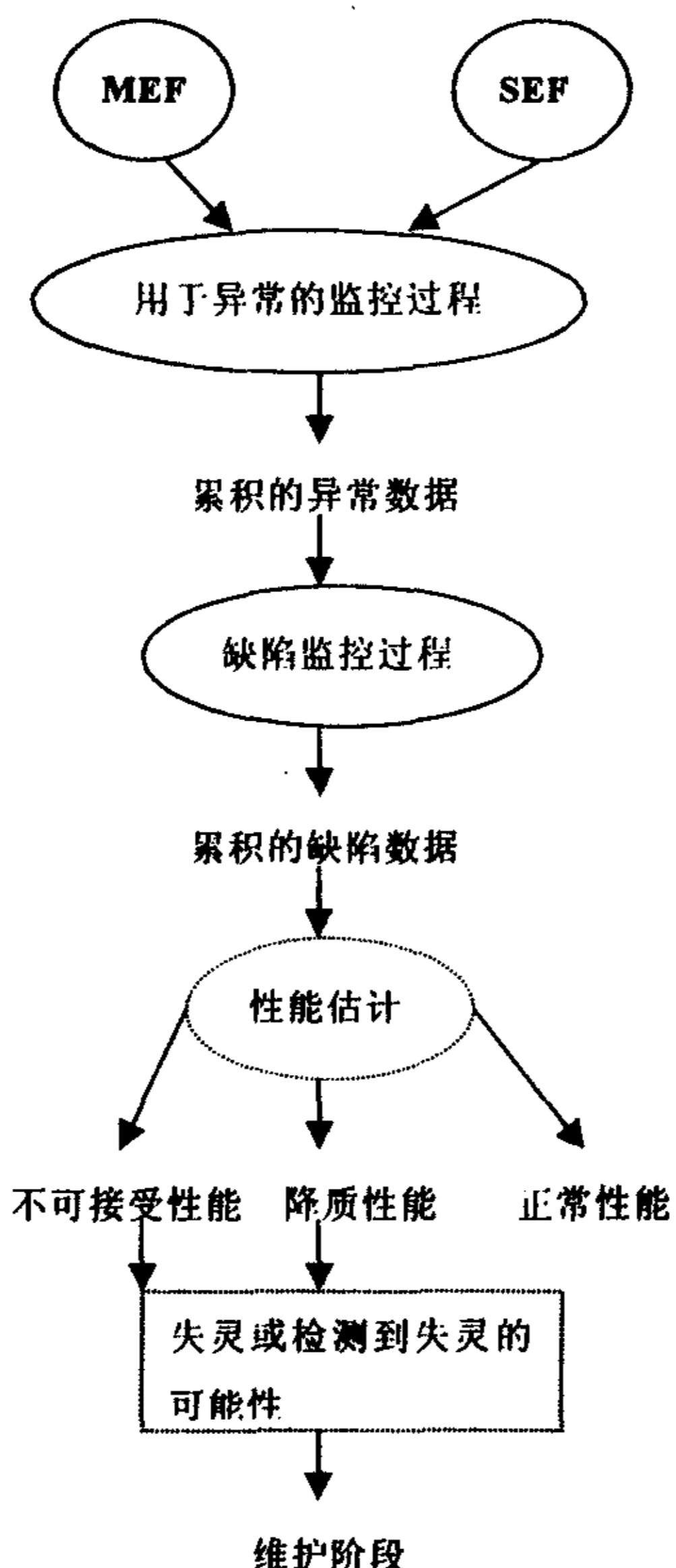


图 21 监控过程

为了监视接入网的负荷状况，网管中心必须掌握有关的信息，依靠各种系统来了解网路各部分随时变化的情况。这些信息应该包括接入网的网路结构、路由数据、设备配置、迂回顺序，负荷等数据以及通信设备利用数据等。这些数据中，有些是随时不断变化的，有的是相对稳定的只是在网路调整时在变动。随时变动的数据要及时地不间断地采集。相对稳定的数据可以存储在网管中心，不要每次送，仅仅在改变时向网管中心送，这样减少传送的信息量。

根据网路管理功能，可以存储在网管中心数据库中的信息内容如下：

- (1) 接入网的网路结构，路由计划；
- (2) 各交换中心的等级、容量、设备配置数量、路由表、负荷能力，制式等；
- (3) 传输手段，信号方式；
- (4) 各类服务指标，各交换局各个系统的负荷等级门限值，各类告警门限值等。

六、网路管理控制

网路管理控制是改变网路中负荷流量流向的一种手段，以期达到网路管理的目的。大多数的网路管理控制是网管中心指挥，由交换局执行，也有在交换局外执行的情况。

什么时候执行网路管理控制，采用哪一种控制，什么时候撤消控制，都取决于网路负荷能力数据值的大小，再按照网路管理的原则，作出决定。

网路管理控制取得的效果也可以用网路负荷能力数据来衡量。根据网路负荷能力数据还可以知道什么时候应该修改或撤消网路管理控制。

§ 3.6 故障（或维护）管理

接入网故障（或维护）管理包括告警监视功能，故障定位功能和测试功能三项。

人们都希望电信网、接入网能够可靠地、高质量地运行，为用户提供高质量的服务。为了达到这个目的，一方面提高接入网的固有可靠性和运行质量，即提高网中各种设备的可靠性和质量，以及合理的网路结构，另一方面要提高维护、操作的合理性和加强网路的运行管理，即要建立网路的监控系统，对网路实行集中监控，及早发现异常，并防止故障的出现，进而一旦故障出现，可以及早处理，使接入网恢复正常。

故障维护管理是这样一组功能集，它提供对接入网及其环境的异常情况处理的支持手段。保证 M.20 建议中维护阶段的性能，涉及故障的检测、隔离和修复。主要包括：

- 可生存性质量保证；
- 告警监测；

- 故障定位；
- 故障修正；
- 测试；
- 障碍（报告）管理。

一、维护策略

按照故障与维护之间的关系，维护策略基本上有三种：

——在故障影响设备运行之前进行维护，即预防性维护；

——在故障影响设备运行之后进行维护，即纠正性维护；

——在上述两种方法之间的一种最佳的这种办法，即受控性维护。

预防性维护是按预定的周期或依照规定的准则进行，并且企图降低设备发生故障或性能降低的概率。

纠正性维护是在故障发生之后进行，并且企图将设备恢复到它能履行要求的功能的状态。受控性维护是支撑要求的质量的一个方法，它系统性地应用集中监控设备和抽样的分析技术，保持网路性能，使预防性维护工作降到最少，并力求避免纠正性维护工作量。

为了选择适当的维护方法，必须考虑以下几点：

- 需要维护的设备的可靠性；
- 可以利用的测试和监视的方法与设备，以及维护人员的技术水平；
- 能用来指示干扰的方法；
- 自动恢复运行的方法；
- 能用来处理和分析设备运行数据的自动装置；
- 使要达到的目标是在用户可接受的服务与可接受的维护之间得到最佳的平衡；

二、预防性维护

预防性维护可以用图 22 来表示。从图中可以看出，这是按预定的周期和规定的标准，对设备进行测试、诊断、修理等一系列检查和保养等维护工作。

三、纠正性维护

纠正性维护可以用图 23 表示。从图可以看出，这是在检测设备检出故障，告警设备发出故障告警，或者接到来自用户或操作员的申告之后，才开始进行测试、诊断、修理等一系列维护工作的。

纠正性维护的工作步骤是：

- 检测故障；
- 发生故障后保护网路和系统；

- 报告故障信息；
- 寻找故障；
- 排除故障；
- 系统证实；
- 恢复通信。

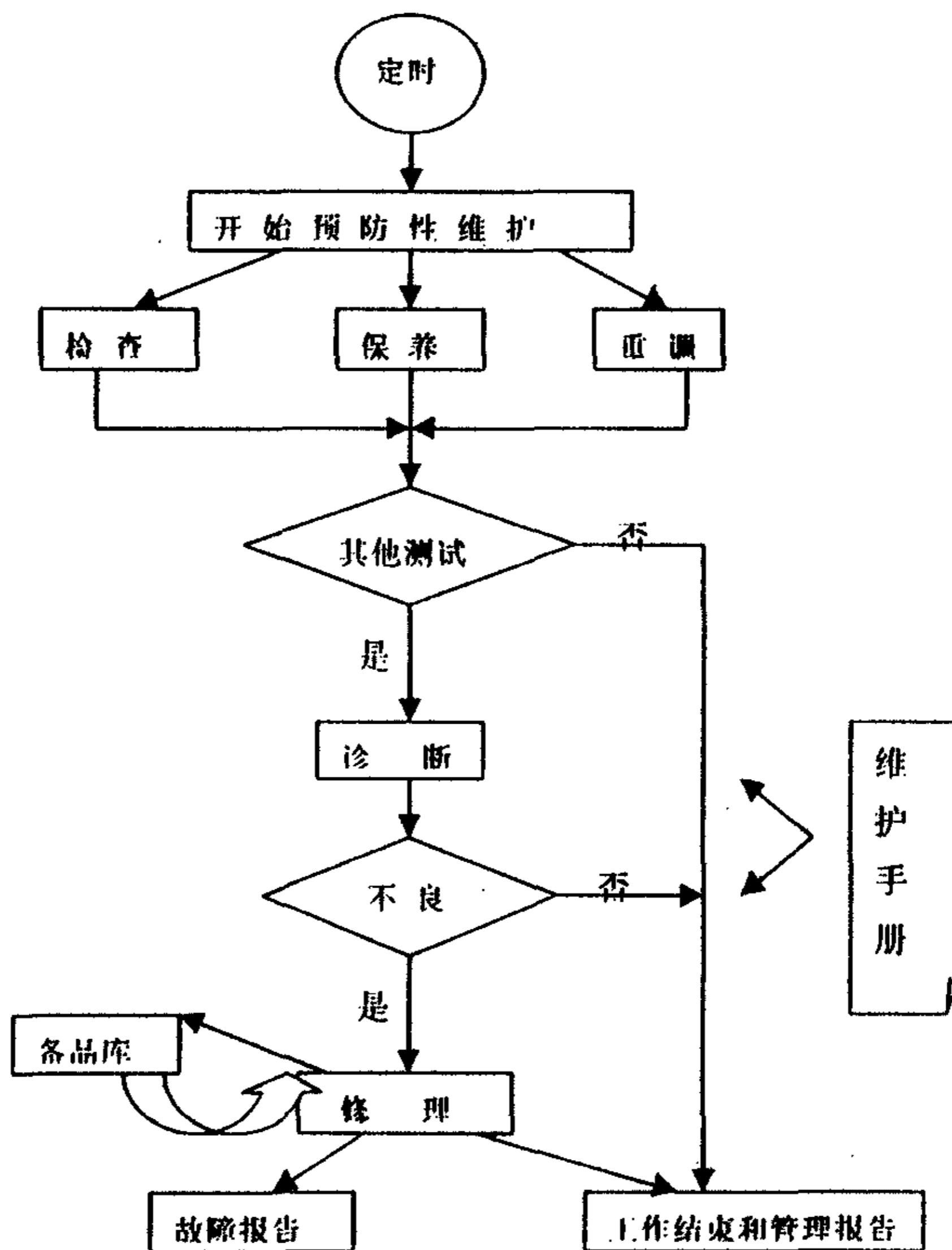


图 22 预防性维护

如果仅仅采用纠正性维护，而不与别的维护策略结合的化，则只能适用于一部分设施，这部分设施是只有在故障已经影响了服务之后才有可能寻找故障并且排除故障，而不能事先寻找和排除。

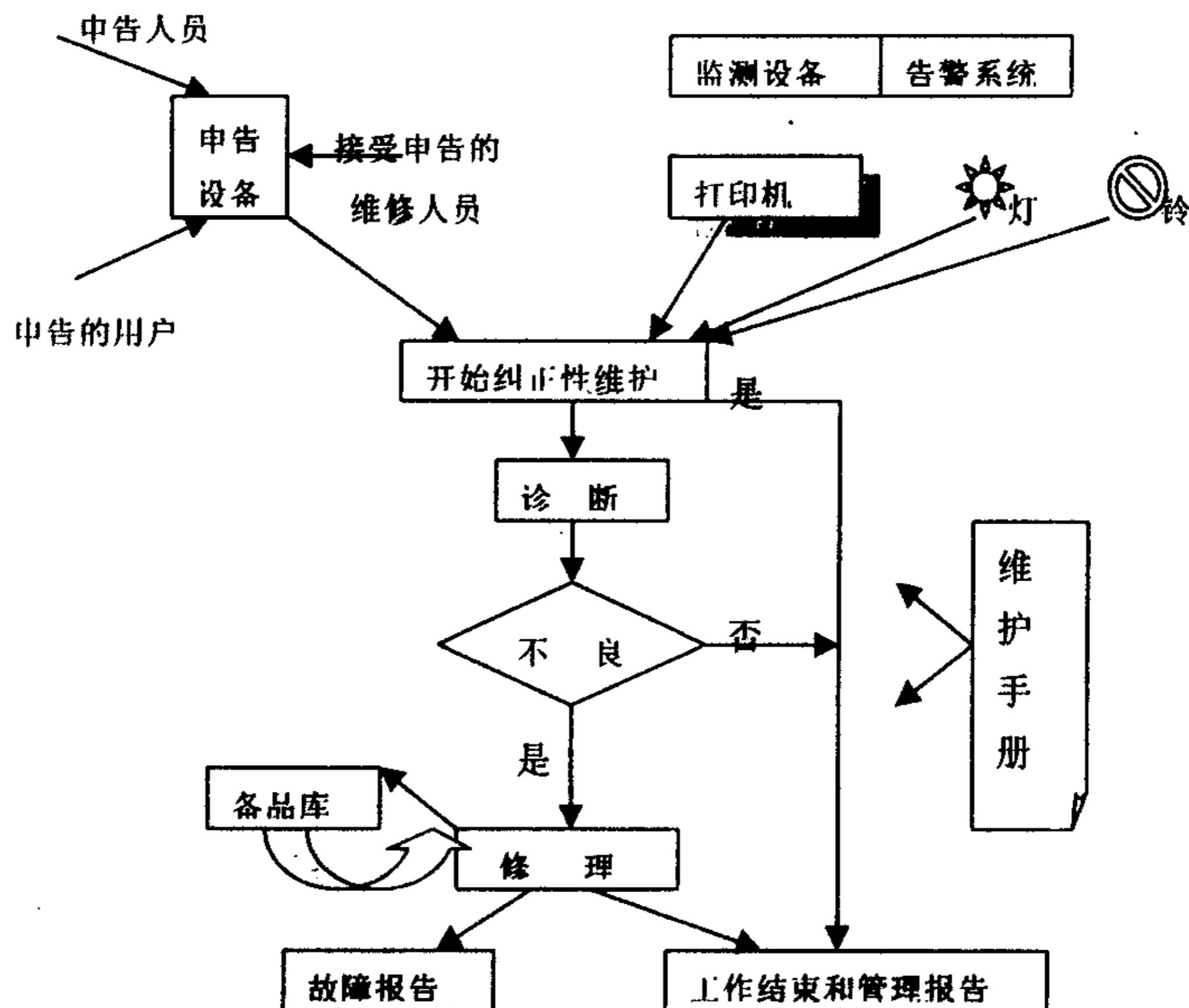


图 23 纠正性维护

四、受控性维护

受控性维护是介于上述两种维护方式之间的一种维护策略，是值得努力追求的一种维护指导原则。其目标是在服务质量与要求的性能水平及必要的维护工作之间取得最佳的平衡。

在受控性维护中，维护工作是由获得的信息来控制的。这些消息可以是：

——关于服务的信息，可以从测试，观察，用户申告等方面获得。

——关于系统的性能信息。可以从告警，例行测试，人工测试等方面获得。

获得的信息经过分析，并与目标或标准值比较。然后决定是否需要采取维护工作。

受控性维护的程序可用图 24 来表示。从图中可以看出，这是通过例行维护和监测手段（自动的和人工的）得到数据后，进行统计分析、诊断、修理等过程的。

受控性维护的优点是它能指导维护工作，以改善对用户的服务质量。受控性维护方式由监视技术得到数据，对数据进行统计分析，所以简化了对各种隐藏故障的识别。

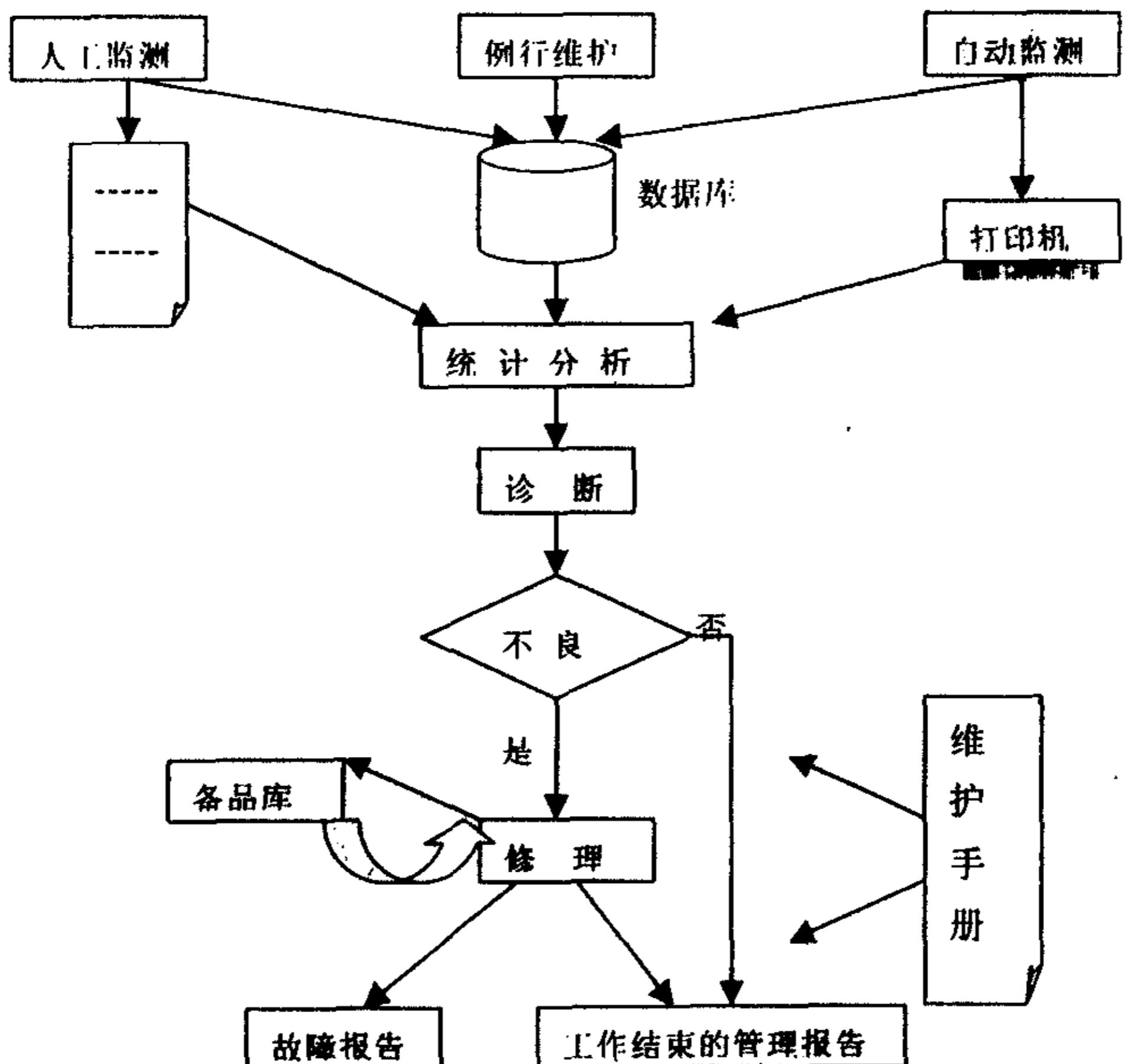


图 24 受控性维护

第四章 接入网网管系统的功能实现

在接入网网管系统的工作中，需要其它网管系统，特别是交换机网管系统的协同工作。

接入网网管系统管理功能的实现既可以采用面向数码流的技术，也可以采用面向对象的技术。其技术水平从低级到高级，不断发展，管理手段是从简单到复杂，不断完善。

§ 4.1 接入网网管系统与其它网管系统的关系

一、接入网在本地网中的地位

接入网是本地网的一部分，因此接入网的网管和本地网中其它部分的网络管理系统（或业务管理系统）有关。用户接入网网管在本地网中与交换网管、传输网管从逻辑上应处于平行地位，它们之间要进行协调，并交换某些管理信息，同时需协

协调接入网网管与其它网管之间的关系。接入网网管系统与其它管理系统的接口如图 25 所示。

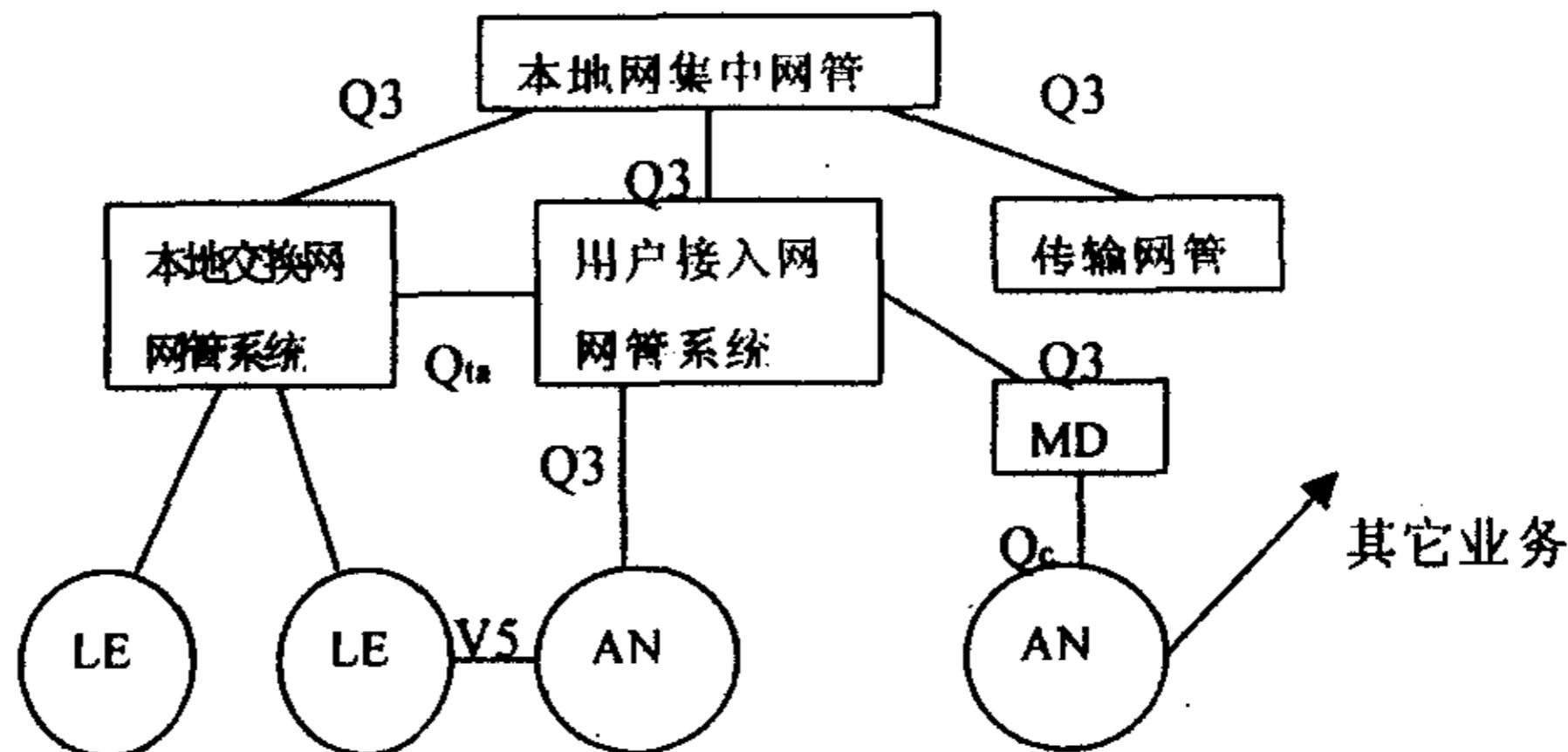


图 25 接入网 (AN) 网管的地位及关系

本地集中网管是网络管理发展方向，接入网网管与本地集中网管的接口是 Q3，其协议标准在发展中。由于目前接入网主要用于电话业务接入，接口的确定与交换网管和接入网管的关系有关，主要是基于 Q3 和 X 接口或内部接口。接入网与其它网管均采用 Q 接口。

二、与其它网管系统的关系

接入网只是整个电信网的一部分，它的正常运行需要与其它相关的网管系统保持数据的一致性。这就需要在这些网管系统间建立起可靠的传输渠道和控制接口，以便数据的正确传递。

接入网 V5 接口的管理信息必须与交换机侧有关 V5 接口的管理信息相一致，为了保持它们之间管理信息的一致性，和管理操作的同步性，需要两侧的管理系统之间进行必要的协调，即在初始配置时，两侧的配置数据（或配置文件）应当保持一致。在运行过程中若一侧进行了创建、删除、设置等操作时，对方也应做同样的操作。这种协调工作由高层网络管理来进行。另外，高层网络管理在综合业务中，还会与其它网管系统（如 DDN 网管系统、FRN 网管系统等）发生联系。

例如 V5 接口的重新指配功能就需要有一个有效的网管系统在 LE 和 AN 侧进行协调，以保证指配数据集的一致性。如果没有一个统一的网管系统，维护人员必须同时在接入网设备处和交换设备处进行操作配合，以完成数据的变更，接入网范围越大时，这其中 OA&M 就越重要。

112 集中受理系统接收到用户的 112 申告电话后，将通过接入网管理系统阻塞

用户端口，启动测试设备，进行用户电路测试、用户线测试或用户终端测试。在图 26 中只画出 112 集中受理系统与接入网管理系统的联系，未画出 112 集中受理系统与其它系统的联系。

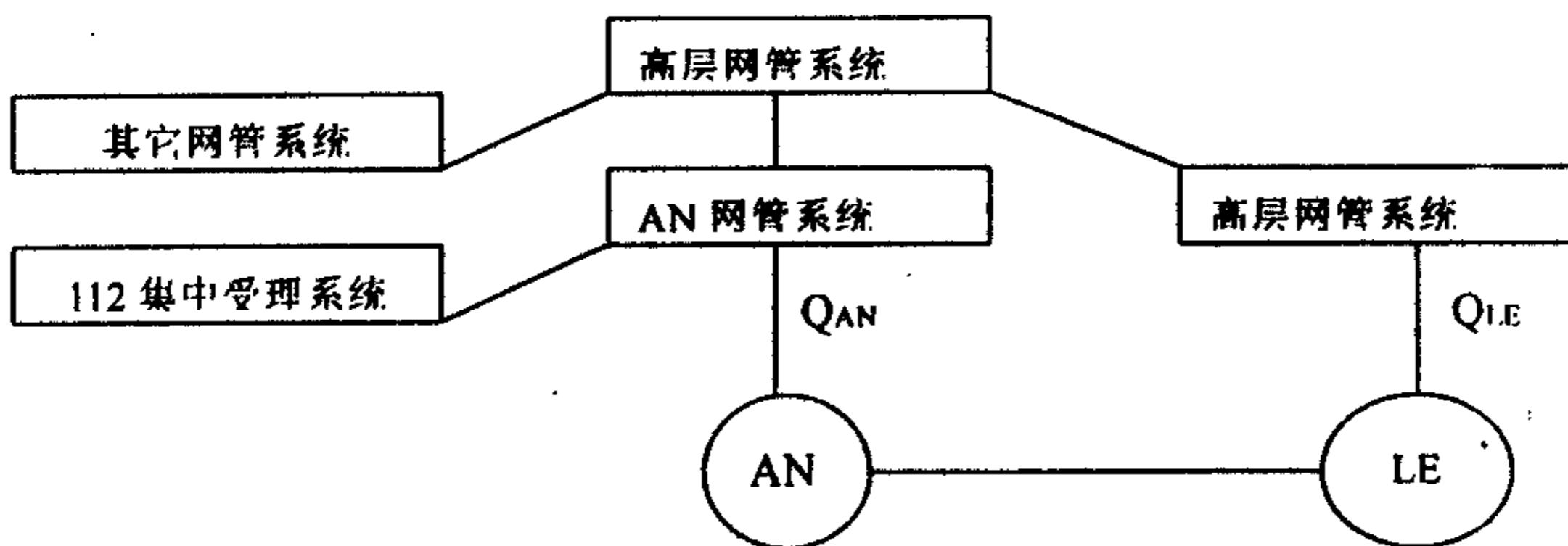


图 26 与其它网管系统的关系

§ 4.2 接入网网管系统平台

“平台”这一概念首先应用于计算机领域，有硬件平台和软件平台之说。引入平台这一概念之意在于一揽子解决方案，一整套的实现方法，综合多样的应用。ANM 平台也是如此，在接入网网管的技术发展不再能用一个简单的面向某种应用的管理系统来描述时，要体现 ANM 的主要内涵则可以用 ANM 平台来描述。

一、接入网网管系统的支撑平台

接入网网管系统支撑平台是接入网网管系统所赖以运行的计算机、网络设备、通信媒体、操作系统、数据库管理系统和应用界面开发工具的集合体。按接入网网管系统标准实现的管理系统需要有较强的处理能力、存储能力、显示能力和联网能力。因此接入网网管系统硬件系统的选择和配置对于管理系统功能的实现致关重要。

接入网网管系统支撑平台的软件环境包括系统软件、系统管理软件、应用和开发软件等几大软件。其具有技术的先进性，支持广泛的通信协议（如 TCP/IP、X.25、SNMP 等），方便的图形用户接口（GUI）。

二、接入网网管系统软件应用和开发平台

1、接入网网管系统开发平台

接入网网管系统（ANM）的开发平台的目的是为实现管理应用系统提供一个综合的开发环境，主要包括 ANM 的管理业务开发过程中需要综合集成运用的计算机系统，数据库系统，各种程序语言（面向过程的，面向对象）和各种辅助软件开发工具（即 Casetools：分析工具、设计工具、编码工具、测试工具、仿真工具等），更重要的是那些辅助人们按照接入网网管标准产生的信息模型和创建管理者与代理

者的工具。

在本接入网网管系统的开发研制过程中，我们使用的许多工具支持各个环节和任务的实现，使开发周期大大缩短，并能充分利用各种资源，增强标准化程度，能够达到了重新开发的目的。

建立一个 ANM 开发平台是实现各种 ANM 管理业务的基础。在第三章中以有详细介绍。

2、 接入网网管系统应用平台

ANM 的应用平台则强调对运行系统的支持，主要表现为：

- 支持包括 OSI STACK 的通信基础设施
- 支持 ANM 中各种通用的管理功能
- 支持各种应用软件
- 友好的图形界面 GUI、方便的 API 接口

本接入网的网管采用开放系统互连（OSI）的系统管理概念和工具，诸如管理者/代理的概念和 OSI 协议栈的使用等。在本接入网网管系统的应用平台上，不但可以直接运行一些基本的网络管理应用，如告警管理、性能管理等，而且具备丰富的用户化功能和应用编程接口（API）。应用编程接口是一种软件接口，它允许用户的应用访问公共的服务而隐蔽了提供此服务的机制。这种平台使用户不仅能利用系统的原有功能，还能对系统按需要进行裁剪。裁剪不限于原有的工具，还可以集成其它厂商的应用或采用 API 自行开发管理工具，这种剪裁大多数不需要进行程序编程，而是通过系统参数设置来完成的。本系统的应用平台适用于对国内外九家厂商的接入网产品进行管理，在此环境下存在通用对象类型库，支持多种产品的编程，将不同产品的管理简单地变成对接口参数的转换和管理。

3、 网管平台

本网管平台集成了 OSI 系统管理，管理信息库（MIB）以及分布式管理系统等概念，主要体现在：

- (1) 提供一组基于计算机的服务和软件包；
- (2) 提供一组以 GDMO 为中心的工具，辅助人们构造和创建信息模型，然后提供基于这个模型的管理应用程序和代理程序，并能使这种结果运行在平台上；
- (3) 支持其他厂商开发的接口；
- (4) 能够简化管理开发工作的复杂性，显著地增加效率；
- (5) 平台能够提供对开发结果的测试。

本接入网应用平台具有如下优点：

- 本应用平台已被广泛应用于北京地区，质量得到验证；
- 开发起点高、周期短、见效快、质量好；
- 将重点放在被管理设备特有的管理应用，减少开发人员的数量和培训要求，节约开发成本；
- 标准化程度高，易于实现综合管理；
- 异种平台间的接口可通过开发接口互访，使性能改善；
- 系统体系结构可伸缩性、适应性强；
- 平台可以不断发展、随平台升级，具有自动继承性。

§ 4.3 接入网网管系统的操作

下面是我们所做的接入网网管系统的部分操作。当操作者打开接入网网管系统，系统便以很友好的图文窗口风格、下拉式菜单、纯中文提示和简便的操作人机界面，出现在操作者面前。如图 27 所示。

一、联机登录

操作者进入该管理系统，可用鼠标打开联机菜单，屏幕上出现如图 28 所示的界面。操作者必须输入正确的用户标识和相应的口令，方可进入该管理系统。

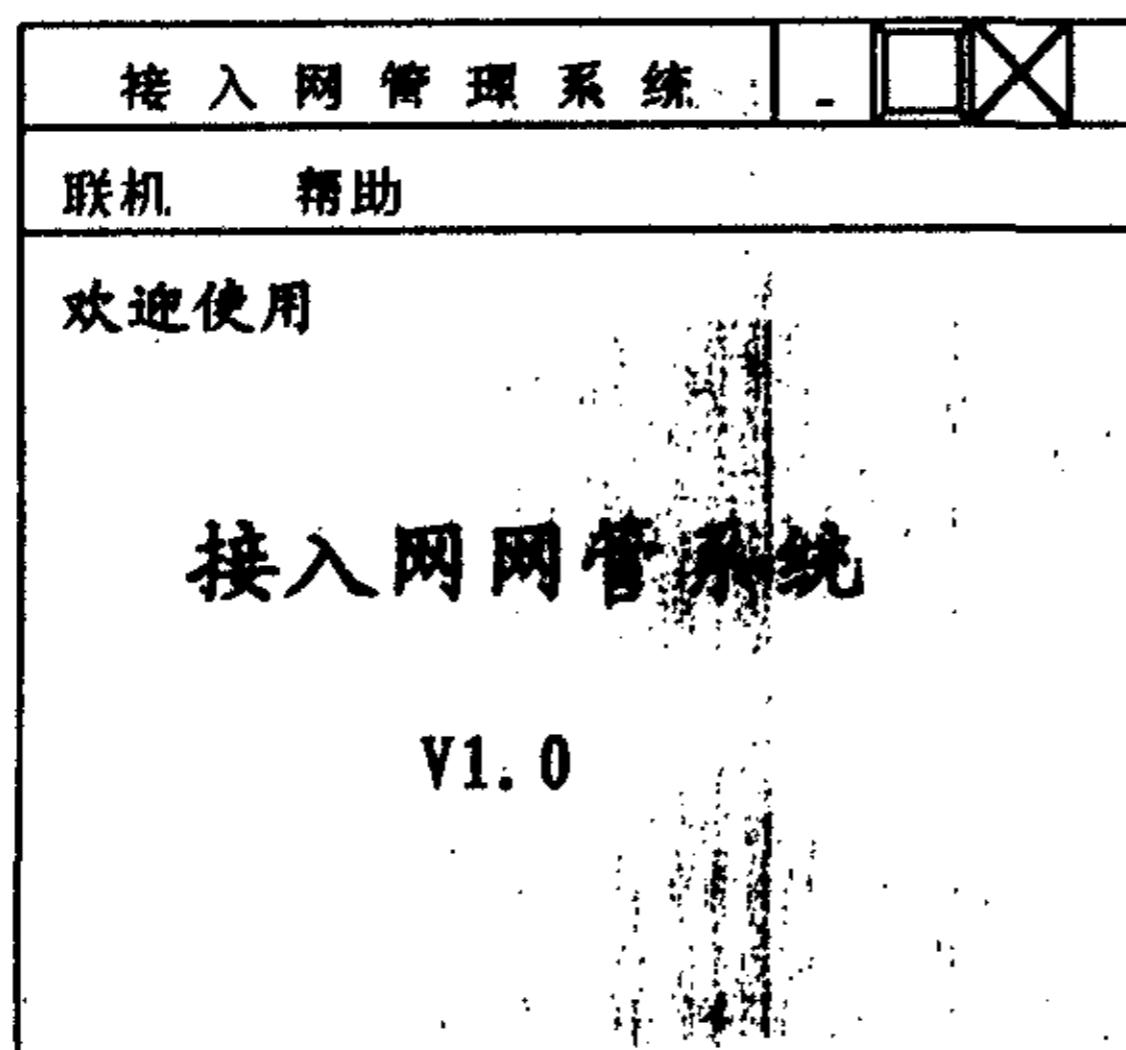


图 27 接入网网管系统界面

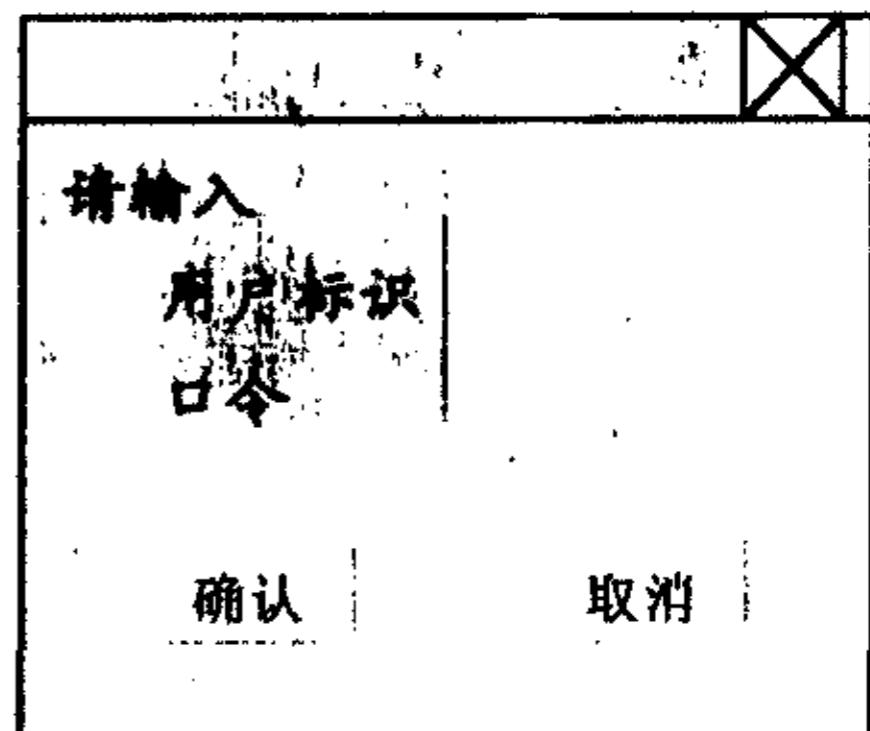


图 28 联机登录

二、网管系统的主窗口

若操作者登录成功，管理系统将在屏幕上显示主窗口，图上显示北京地区接入网网管地图所监控的接入网设备在城市中的地理分布和网络拓扑结构图。当某点正常时，该设备显示绿灯；当出现故障时，严重警告显示为红色；重大警告显示为粉红色；次要告警为显示黄色；警告告警显示为兰色；不确定告警显示为灰色。菜单

项包括文件、系统、配置、性能、故障、安全和帮助。

1. 文件管理菜单

文件管理菜单所包括的子项如图 29 所示。当用户用鼠标点击“新建”按钮后，用户可用图形编辑器生成一个接入网设备的连接图文件。

2. 系统管理菜单

系统管理菜单所包括的子项如图 30 所示。在该菜单下“通讯口”按钮，操作者可设定网管接口的通信速率等参数。“系统时间”用来校准网管系统的时间。

3. 配置管理菜单

配置管理菜单包括的子项如图 31 所示。选择“子网配置”项，操作者可根据接入网的实际物理结构，创建或删除网元。通过“网元配置”项，可设定 V5 接口和用户端口属性，以及各机架、机框、机槽的安装情况。若操作者想查询以前设置的配置信息，可选择“采集配置信息”项。

文件	系统
新建	
打开	
关闭	
保存	
另存为	

系统	配置	性能
通讯口		
系统时间		
打印设置		
打 印		
退 出		

配置	性能	故障
子网配置		
网元配置		
采集配置信息		

图 29 文件管理菜单

图 30 系统管理菜单

图 31 配置管理菜单

4. 性能管理菜单

性能管理菜单包括的子项如图 32 所示。通过“用户线测试”可实施对内、外线测试和 ISDN 测试。

5. 故障管理菜单

故障管理菜单包括的子项如图 33 所示。通过“告警过滤设置”项，操作者可设置哪些类型和级别的告警可以显示。当操作者关闭网管系统操作终端到第二次开机，在这段时间内，网管系统操作终端未收集到接入网设备的告警信息，此时操作者可选择“采集告警信息”项，让网管系统重新从管理代理处读入告警信息。

6. 安全管理菜单

安全管理菜单包括的子项如图 34 所示。网管系统的操作者被分为高级用户和一般用户。只有高级用户才能执行“增加用户”、“删减用户”、“查看用户标识口令”和“重新命令历史数据”。

性能	故障	安全
设置性能门限	告警声音设置	增加用户
查看当前性能	告警过滤设置	删除用户
查看历史性能	查看历史告警	更改用户标识口令
更新历史性能	采集告警信息	查看用户标识口令
用户线测试	更新历史告警	更新命令历史数据

图 32 性能管理菜单

故障	安全	帮助
告警声音设置		
告警过滤设置		
查看历史告警		
采集告警信息		
更新历史告警		

图 33 故障管理菜单

安全	帮助
增加用户	
删除用户	
更改用户标识口令	
查看用户标识口令	
更新命令历史数据	

图 34 安全管理菜单

第五章 接入网网管未来发展趋势

§ 5.1 接入网网管目前存在的问题

在最近几年，ANM 有了很大的进展，但 ANM 的许多目标还没有实现，许多标准还有待于完善，实施的手段也会随着技术的发展而演变。因此，建设一个完善的符合标准的 ANM 不是一蹴而就的事。ANM 只能根据新技术的发展，标准的不断完善，逐步引入就不能停止在那里等待标准的成熟，而是要理解 ANM 的定义和原则，理解 ANM 接口规范的方法学，以此指导各种应用的开发工作。从标准基本成熟的那部分做起，从各种管理网入手，指导我们的网管开发和建设工作。建设一个 ANM，并不意味着实现所有的 ANM 标准中定义的管理业务或功能，实施一个 ANM 是与电信运营公司的需求密切相关的。一个 ANM 可以是一个单一的接入设备与一个操作系统（OS）连接而成的简单模式，也可以是由许多不同的 OSs 与多种接入设备互连而成复杂的网络，在具体实施上可以针对某一种接入业务的实际发展需要，及时调整 ANM 的应用范围和扩展方向。

接入网网管有在技术上先进、强调公认的标准和接口等优点，但同时也带来了目标太大太远、抽象化要求太高、MIB 的标准化进程太缓慢、OSI 协议的利用率不高问题。尽管接入网网管系统为我们提供了一种灵活的管理方式，但接入网网管系统自身也有一个需要发展的问题，目前的接入网网管标准和建议并未涉及各种功能块（OSF、MF、OAF）的内部是如何实现的，尤其是对于 OSF 如何在物理上配置缺少指导原则，此外，虽然接入网网管系统从自然的管理活动方面考虑，确认分布式处理的方法，但未涉及到分布式处理的一些关键问题，比如怎样解决在接入网网管系统结构下各 OSF 之间的通信问题，仍然悬而未决。

国际上对开放管理系统的研究并不局限于 TMN 一种体系结构，人们也在探索新的途径，试图解决基于 TMN 的接入网网管系统中所遇到的问题。

§ 5.2 与网络管理相关的几种框架结构

近几年，网络管理技术是一个十分热门的技术领域，许多标准机构、学术或论坛组织都在积极参与这个方面的研究，提出了各种可能的管理体系结构和规范，如ITU-T的TMN、ODP；OSF的DCE/DME；NMF的OMNIPoint；OMG的CORBA；TINA-C的TINA等。有些内容也许代表了未来基于TMN的接入网网管未来的发展。

一、开放分布式处理（ODP-RM）

ODP-RM是ISO与ITU-T提出的有关开放分布式处理的参考模型，标准建议为X.901.3。网络管理的需求可以通过ODP来实现。ODP建议从五种不同的观点来看待开放分布式处理，它们是：

- 企业观点
- 信息观点
- 计算处理观点
- 工程观点
- 技术观点

企业观点是从企业的需求（网络结构、网络能力）看待分布式处理，是公司经理和系统主管的观点；信息观点是定义网络中各种功能实体之间的静态关系，用信息模型描述网络及组网的各种部件的关系，是从系统用户和系统分析员的角度描述如何进行信息建模、系统分布；计算观点定义各计算机单元之间的静态关系，对分布的对象进行功能分解，是从应用设计和程序员的角度看问题；工程观点确定对象存贮在哪个OSFs上以及OSF的位置，确定Q接口与相关的MIBs；它从操作系统与通信设计者的观点来看待问题；技术观点描述构成网络的具体技术，它用于配置、安装、支持技术的维护，描述与物理网络实施的各相关方面。

二、公共对象请求代理体系结构（CORBA/IIOP）

CORBA（Common Object Request Broker Architecture）体系结构是对象管理组织（OMG）为解决分布式处理环境（DCE）中，硬件和软件系统的互联而提出的一种解决方案。

CORBA的核心是ORB，ORB负责找到一个请求中所关心的对象，令实施对象实体准备接收请求，传送组成请求的数据。在CORBA体系结构中，客户仅需要知道对象的逻辑结构及对象通过接口引擎所表现出的行为。

CORBA的优点在于增强了管理应用软件的可移植性，为编程人员提供了与协议无关的应用编程接口API，相对OSI系统管理模式而言，在分布式处理方面具有更强的灵活性，它将管理者应用和代理处理程序都视为对象，既管理对象（Managing Object）和被管理系统对象（Managed System），是面向对象技术应用更深入。

三、 分布式管理环境 (DCE/DME)

DCE/DME 是 OSF 成员所支持的一个研究领域，目的是要开发一组用于分布式网络管理的产品的规范。DME 提供一个框架以保证系统的连续性和多厂商分布的环境。其目标是提供一个单一的网络管理的“切入点”，通过这种框架结构使多厂商管理平台具有韧性。DEM 也利用 OO 技术，并与 OMG 的 ORB 规范趋于融合。DEM 试图利用 C、C++ 和一组标准 API 达到目的。

§ 5.3 接入网网管的发展方向

目前接入网网管接口协议和管理技术随着时间在不断地发展着，因此，接入网网管的发展和演进也不是孤立的，一定是在不断吸取众多其它技术之长的基础上，不断完善，不断发展。ITU-T 的下一个研究期要着手解决网管系统的不足，指定相关的规范和建议，新的建议将会更多地考虑分布式处理方面的原则。总之，技术的发展不会停止，也许会出现新的类似 TMN，TINA 的体系结构，将接入网网管的技术包容进去并有所创新。

结 束 语

本课题经过一年多的时间的努力，对接入网网管系统进行了设计，并已在北京及其所辖区县电信局使用，已达到了预期的目的，提出了基于 TMN 的网管模型，设计并实现了一整套新的接入网网管系统，现正努力使其走向实用，并推广至其它地区。

综观我国接入网和接入网管理技术发展水平，在高起点上开发国产的网络管理系统，不但是可行的而且是必要的。因为我们自己最清楚自己的管理需求，在自行开发管理应用的同时，可以在现有的标准软件平台上，选择适合我们的应用中间件作为构件，采用集成的方法，在通用的平台上构造不同的网管应用系统。

对于接入网网管系统而言，体系结构是形式，管理应用软件是内容。采用什么形式的体系结构，是实现管理应用的手段，而不是目的。每一种需要被管理的网络都有其特殊性，因此不可能存在一种通用的网管解决方案而使所有的实际问题得到解决。网络管理者应当明确，解决一个特定的管理问题选用哪些标准组合，利用什么工具。我们还面临挑战，我们期待着更好的网络管理策略、网络管理框架和网络管理功能，并不断使其走向实用化。

致 谢

本人自从入学以来一直得到导师皇甫琪教授的悉心指导和严格要求，为使我能顺利完成硕士论文，他倾注了大量的心血，在学术理论上给予我极大的帮助。导师渊博的知识，一丝不苟的治学态度和崇高的敬业精神，是我永远学习的榜样；在此，向皇甫教授致以衷心的感谢和敬意。

在本重大课题完成过程中，得到楼理煜高级工程师的大力帮助，对于本课题的完成起着非常重要的作用，在此表示衷心的感谢！

同时，周良柱教授、李素芝教授、万建伟副教授、李刚讲师、楼生强讲师在我论文完成过程中提供了很大的帮助，在此表示感谢！

特别感谢养育我多年的父母、爱人元晨和我的朋友们！谢谢这么多年来对我的关爱和鼓励，谢谢！

参考文献

- [1] ITU-T M.3020: Overview of TMN Recommendations
- [2] ITU-T X.208 : ASN.1 记法
- [3] YD-T 852-1996 电信管理网（TMN）总体设计原则
- [4] YD-T 871-1996 电信管理网通用网络信息模型
- [5] YD-T 880-1996 Q3 接口的性能管理
- [6] 韦乐平, 接入网, 人民邮电出版社, 1997
- [7] 韦乐平, 光接入网, 人民邮电出版社, 1997
- [8] 胡谷雨, 谢希仁, 现代通信网和计算机网管理, 电子工业出版社, 1996
- [9] 智少游, 李振邦, 陈锡铭等, 现代网络管理, 电子科技大学出版社, 1996
- [10] Implementing OSI Agent/Managers for TMN , IEEE Telecommunication Managazine, September, 1996
- [11] Roch H.Giltho and Stephen Hayes, Approaches for Introducing TMN in Legaray Networks: A Critical look, IEEE Communication Magazine, September 1996
- [12] Rajendrakumar Mistry 等, OA&M for Full Service Access Networks, IEEE Communication Magazine, March 1997
- [13] Vincent P.Wade, Three Keys to Developing and Integrating Telecommunications Service Management Systems, IEEE Communication Magazine, May 1999
- [14] Framework recommendation on functional access network (AN) architecture and functions access types, management and service node aspects ITU-T REC.G902.1995