



# 第8章 通信网

---

8.1 概述

8.2 电话网

8.3 数据通信网

8.4 ISDN和ATM网络

8.5 IP网络技术

8.6 网络管理技术

8.7 电力系统宽带IP网络简介



## 8.1 概述

---

- 概念：**通信网**是由许多能够连接用户使其能进行信息交换的硬件和软件组成的系统，一般来说，**硬件**包括通信终端设备、传输设备、传输媒介和交换设备等，而**软件**主要是支持通信必须的信令、协议和标准。
- 随着通信技术的飞速发展，通信网已经远远不同于早期的电话传输网络，它还承担起电视信号、数据和Internet等多种业务的传输任务。



## 8.1.1 通信网的分类

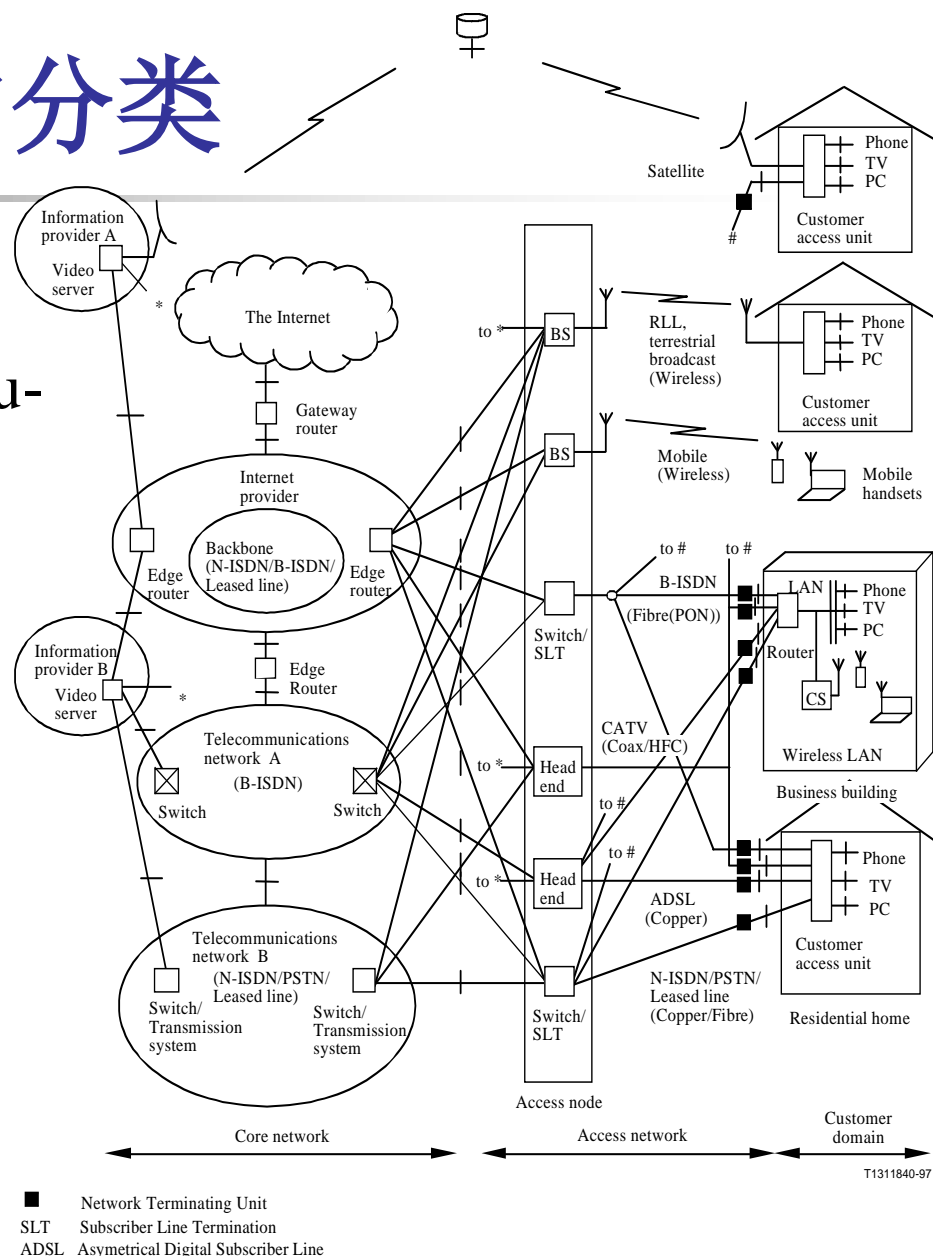
---

- 分类原则：按层次、功能、业务类别和传输媒介划分。
  - 按功能划分：通信网内部可以分为传输网、时钟网、信令网和管理网。
  - 按信源业务类型划分：可以叫做电视网、电话网、计算机
  - 按传输媒介划分：有线(包括光纤)网、短波网、微波网、卫星网等
  - 按地理范围划分：局域网、城域网、农村网、广域网
  - 按大用途分：公用网、专用网

# 8.1.1 通信网的分类

例：ITU-T将全球信息基础设施GII(Global Information Infrastructure)划分为核心网、接入网和用户驻地网三部分。这种划分方法有助于定义各参考节点，对于制定标准是十分必要的。

图8-1 ITU-T全球信息基础设施GII的组成



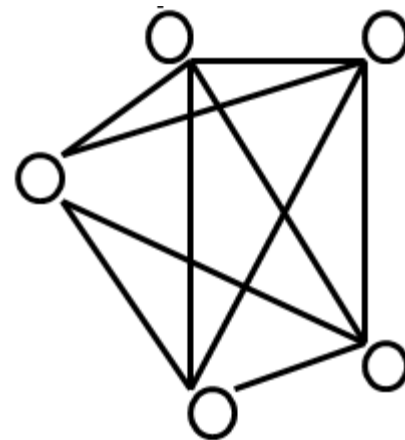
## 8.1.2 通信网的基本结构

### 1. 网型

具有 $N$ 个节点的完全互联网需要 $1/2N(N-1)$ 条传输链路，才能构成网络，如图所示。

优点：结构在实现互连时接通方便，互连时经过的环节少，因此，其可靠性高。

缺点：当 $N$ 很大时传输链路数量将非常大，而传输链路的利用率也不是很高；且经济性未必很高，尤其在网络节点非常大时，经济性就很差。

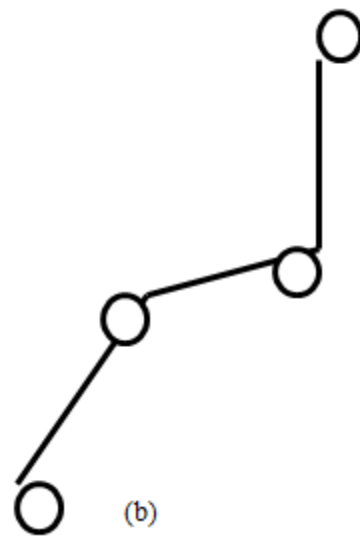


## 8.1.2 通信网的基本结构

### 2. 线型

如图(b)所示，线型网络结构是指网络中的各个节点用一条传输线路串联起来，实现互连互通的网络结构称为线型。

在通信建设的早期，线型网络结构非常多，主要目的是为主要节点的通信业务建立传输通道。公网的主干线路具有这种网络形态，但节点不一定是具体的用户，而可能是汇接局。



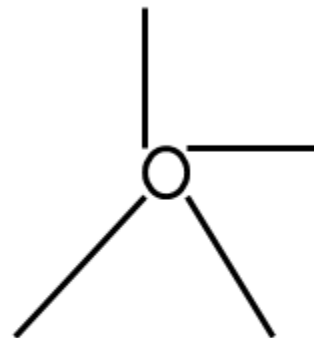
## 8.1.2 通信网的基本结构

### 3. 星型

星型网络结构是指放射状的结构，如图(c)所示，具有 $N$ 个节点的星型网需要 $(N-1)$ 条传输链路。

优点：当 $N$ 很大时，线路建设费用低。

缺点：处于中心处的节点必须提供大容量的交换设备，才能满足互连业务的需求。中心节点的设备一旦出现故障，会明显影响整个网络的通信，甚至全部中断。当中心节点的交换设备接续能力不足时，会显著影响接续质量。

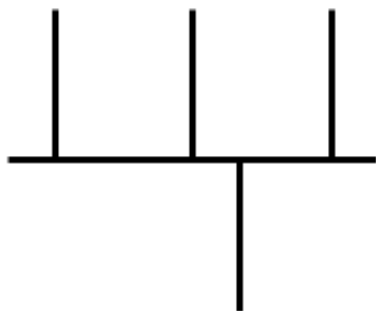


(c)

## 8.1.2 通信网的基本结构

### 4. 总线型

总线型结构如图(d)所示。这种网络结构主要是在计算机网络中比较常见，如以太网就是典型的总线结构。



(d)

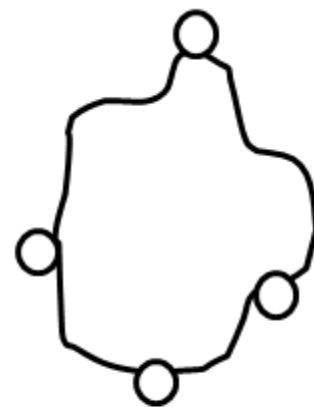


## 8.1.2 通信网的基本结构

### 5. 环型

环型网络结构如图(e)所示，可以看成是线型网络结构，从一端连回到另一端形成环形。

电力系统目前建立了大量的环形结构，其目的是环内的用户具备收到两个方向来自同一节点业务的能力，以保证业务畅通。结果表现为两个方向互为备用，从而提高了网络的可靠性。



(e)



## 8.1.3 通信网构成要素

---

支持通信网络的主要技术设备是**终端设备**、**接入设备**、**传输设备**和**交换设备**，以及支持这些设备工作的协议。

### 1. 终端设备

终端设备是通信网中的源点和终点，它除了对应模型中的**信源**和**信宿**之外，还包括了部分信源编码和信源译码装置。

主要功能：把待传的信息送到信道中去(包括接入设备所需要的信号转换)；产生识别网内所需信令(signaling)信号或规约(协议)。



## 8.1.3 通信网构成要素

---

### 2. 接入设备

是国家信息基础设施(NII)的重要组成部分。ITU-T提出的接入网，目的是综合考虑本地交换局(LE)、用户环路和终端设备(TE)，通过有限的标准接口，将各类用户接入到业务点。

接入所使用的传输媒体可以是多种多样的，可灵活支持混合的、不同的接入类型和业务。G.963规定，接入网作为本地交换机与用户端设备(CPE)之间的实施系统，它可以部分或全部代替传统的用户本地线路网，可含复用、交叉连接和传输功能。



## 8.1.3 通信网构成要素

---

### 3. 传输链路

传输链路是网络节点的连接媒介，是信息和信号的传输通路。

- 实现方式

最简单的的就是线路，如明线、电缆等；其次，如载波传输系统、PCM传输系统、数字微波传输系统、光纤传输系统（SONET、SDH设备）及卫星传输系统等，都可作为通信网传输铁路的实现方式。



## 8.1.3 通信网构成要素

---

### 4. 转接交换设备

转接交换设备是现代通信网的核心。它的基本功能是在完成接入交换节点链路的汇集、转接接续和分配。

目前主要采用直接接续通话电话的**电路交换方式**，用于话音交换的**分组交换方式**。对于主要用于计算机通信的数据通信网，由于计算机终端和数据终端可能有各种不同的速率，同时为了提高传输链路利用率，可将流入信息流进行存储，然后再转发到所需要的链路上去。这种方式叫做**存储转发方式**。

# 8.2 电话网

## 8.2.1 电话网的网络结构

### 1. 分级结构

一般把整个电话网分成若干等级，根据行政区域、通信流量的分布等情况设置各级汇接中心，以把这一区域中的通信流量汇聚起来，然后逐级形成辐射的星型网络和网状网络。

通常为了有效利用网络线路和交换设备，并根据通信流量，一般把一级交换中心连接成网状，一级以下各级采用逐级汇接的方式，并辅以一定数量的直达电路，从而构成一个复合型的网络结构。

在我国，电话网分成长途网和本地网两部分，长途网中有分为一、二、三、四级交换中心。如图8-3所示。

## 8.2.1 电话网的网络结构

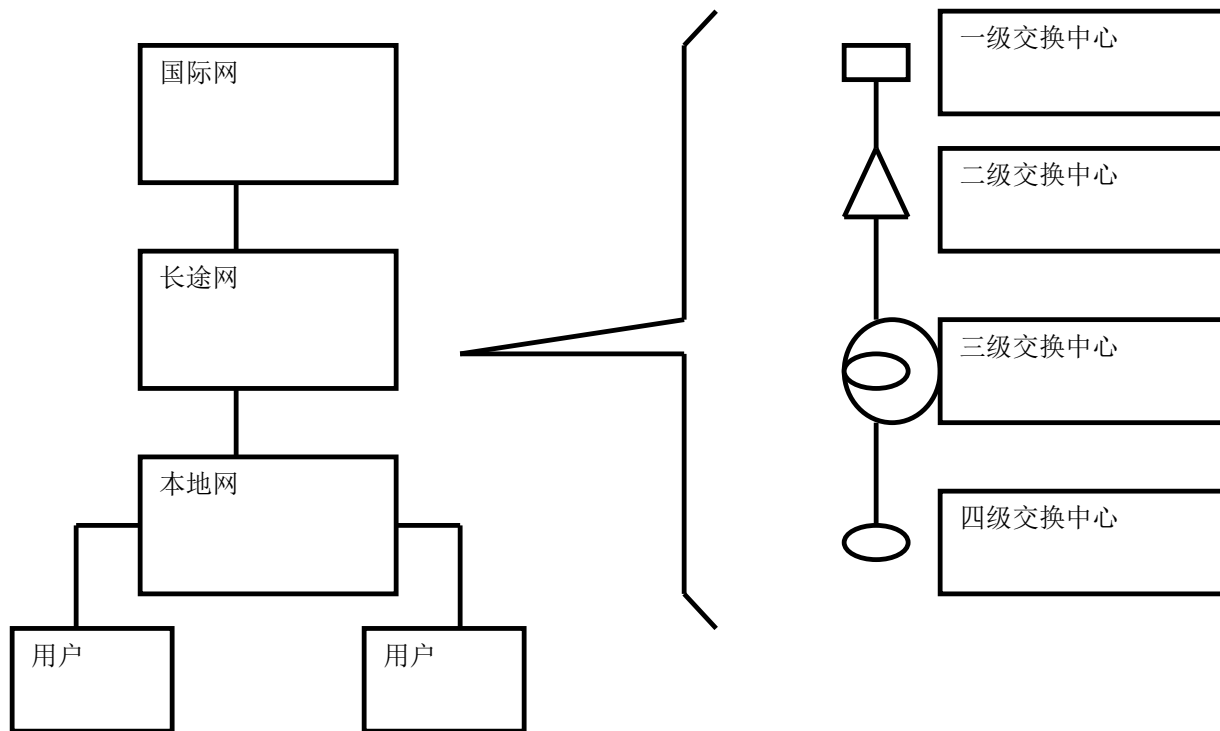


图8-3电话网分级结构

## 8.2.1 电话网的网络结构

### 2. 无极结构

所谓无级是指网中各交换中心都是平等的，处于相同的级别上，它们既是端局，也是汇接局。在无级结构的网络中，采用动态无级选路的方式，即网络中迂回路路由的选择是可随时变化的，其选路准则基于费用最少。

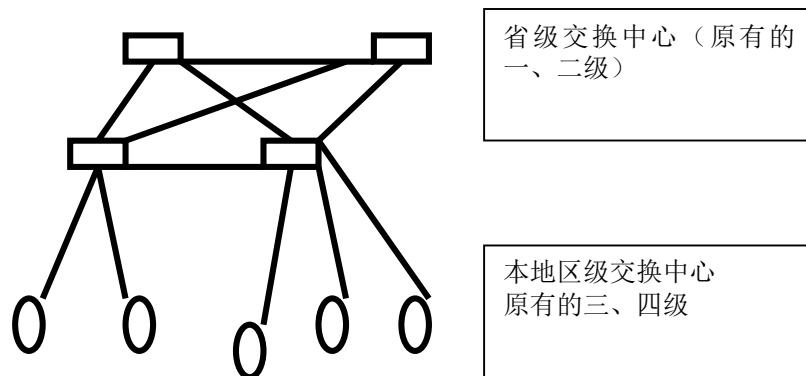


图8-4 无级结构关系图



## 8.2.1 电话网的网络结构

### 3. 功能结构

如图8-5是电话网在正常运行时的功能结构。一般地讲，交换网和传输网络部分称为**基本网络**，而将信令网、同步网和管理网称为**支撑网络**，二者密切“合作”，才能保证电话业务畅通。

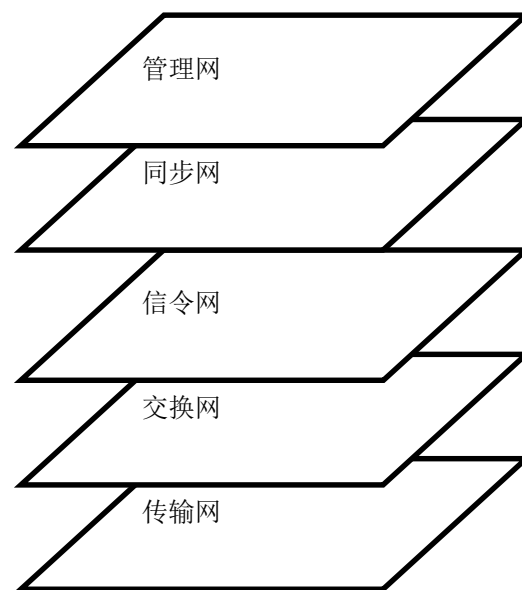


图8-5电话网分层结构模型



## 8.2.2 电话网的信令系统

---

在电话网中，把用户与设备、设备与设备以及设备与用户之间，为建立通道和拆除通道而传递的信号以及用于管理、维护和统计等方面信息统称为**信令**(signaling)。

**信令设备：**传递和处理信令的实体。

**信令方式：**信令所遵守的协议或规定。

各种信令方式和信令设备构成了电话网的信令。



## 8.2.2 电话网的信令系统

---

### 1. 信令的分类

按工作区域划分：

- 用户线信令：应用于用户和电话交换局之间的信令。
- 局间信令：应用于交换局和交换局之间的信令，是局向中继线上传送，用来控制呼叫的连接和拆除；
- 交换机内部信令：在交换机内部各电路或软件之间传递的信令；
- 监视信令：主要用来检测和改变用户线以及网络中其它线路的状态或条件；
- 操作信令：也称为管理信令，主要用于检测和传送网络拥塞信息、反映电路或设备是否可用的信息以及提供计费的信息。



## 8.2.2 电话网的信令系统

---

按传递方向分类：

- 前向信令：指沿着建立接续的前进方向传递的信令；
- 后向信令：逆着建立接续的前进方向所传送的信令。

按功能分类：

- 监听信令：反映线路状态的信令，所以又称为线路信令；
- 选择信令：又称为地址信令，是表示呼叫的源和目的的信令；
- 维护管理信令：用于电话网的管理和维护，如网络状态、计费信息及故障信息。



## 8.2.2 电话网的信令系统

---

按传递途径分：

- 随路信令方式：由话路本身来传递各类信令，即用传送语音的通道来传送；
- 公共信道信令方式：把多路信令共用一个公共信道传送，用标号说明信令是属于哪一路的。

### ➤ 信令传播过程

先回顾一下电话通信的全过程。一次电话通信，首先从摘机开始，然后听拨号音，在线路正常情况下，可以听到拨号音，开始拨号，同时送出拨号信号（双音频、脉冲），等待对方的回铃音或忙音，在收到回铃音情况下，等待对方摘机，然后通话，通话结束后，双方挂机，完成了一次完整的电话通信。

## 8.2.2 电话网的信令系统

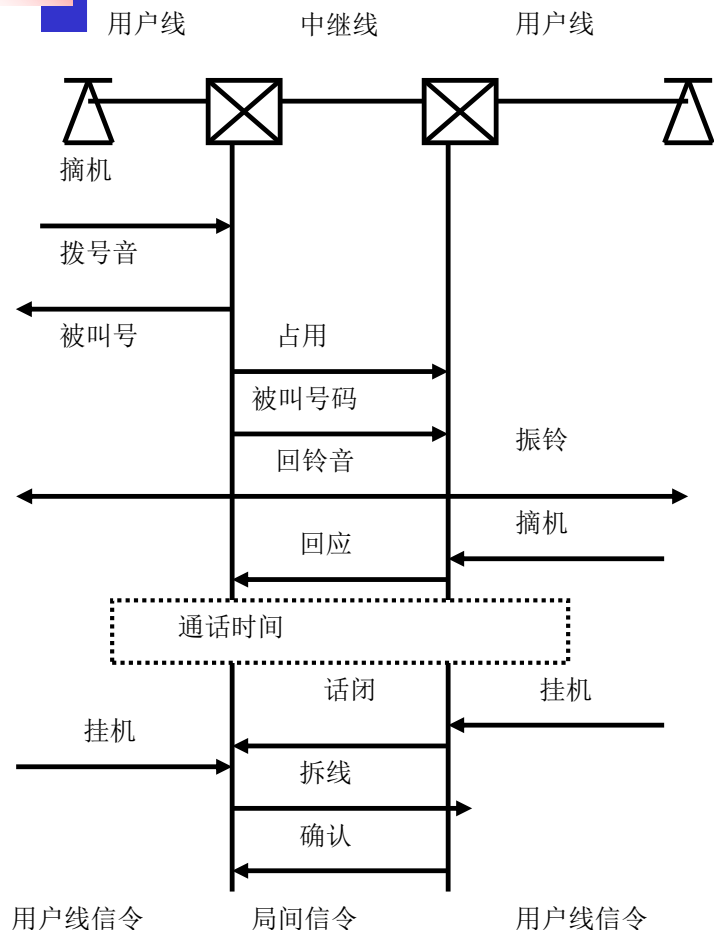


图8-6信令的传递过程

- **呼叫阶段:** 当主叫摘机时, 发端局向终端局送主叫摘机信令, 并向主叫送拨号音。主叫用户拨号时, 发端局根据主叫用户拨出被叫号码选择局向和中继, 并向终端局送选择信令。终端局根据选择信号中被叫号码将呼叫连接接通至被叫用户, 并向被叫发振铃音, 同时向主叫用户送回铃音。
- **通话阶段:** 被叫应答时, 终端局把应答信号转发至发端局, 并根据计费方式开始计费, 双方进入通话状态。
- **拆线阶段:** 通话完毕时, 若被叫先挂机, 终端局向发端局转发反向拆线信令, 由发端局通知主叫用户挂机。若主叫用户挂机, 则发端局拆线, 并向终端局发拆线信号, 终端局收到拆线信号后, 回送一拆线证实。



## 8.2.2 电话网的信令系统

### 2. 随路信令系统

对于局间信令，根据信令与话路的关系，可以将其传送方式分为随路信令和共路信令。**随路信令**是在传送话音的信道中传送的为建立和拆除该话路所需的各种业务信令。

中国曾经普遍采用的随路信令系统是中国1号信令系统，包括线路信令和记发器信令。

#### ① 线路信令

**线路信令**是在去话中继器和来话中继器之间，通过线路信令设备在话路中传送的信令。沿呼叫建立的前进方向传送的信令，称为前向信令，主要由占用、拆线、重复拆线等信令组成。相应地，后向信令则主要由应答、挂机、释放监护、闭塞等信令组成。



## 8.2.2 电话网的信令系统

根据传送媒质的不同，线路信令有两种形式的格式。一种为**模拟型的线路信令**，包括直流线路信令和带内单频脉冲线路信令两种形式。另一种为**数字型的线路信令**，也有两种编码形式。

### ② 记发器信令

记发器信令是源于一个交换局的记发器，终结于另一个交换局记发器的信令，它的主要功能是**控制电路的自动连接**。

中国1号信令系统中，采用多频互控方式，在PCM数字电路中透明传输。记发器信令也分前向信令和后向信令，它们是由多个频率组成的编码，称为双音多频(DTMF)。

- 前向信令：由6种频率组成，按6中取2编码方式组织成15种信令；
- 后向信令：采用4中取2的方式组织成。





## 8.2.4 电话网络接口

---

接口是通信网络的重要设备，既是设备互连的关键，也是技术标准实施的参考点。以数字程控交换机为主组成的电话网对外接口大致分为两大部分，即**内线部分**和**外线部分**。

内线部分：有用户接口、并行数据接口与串行数据接口。

外线部分：有磁石中继接口、环路中继接口、数字中继接口、载波中继接口、**E / M**中继接口。

由于国内各行业系统电信网较多，各种接口在不同电信网中、不同的通信设备中使用差别较大。下面列举数字程控交换机常用的接口及技术要求。



## 8.2.4 电话网络接口

---

### 1. 数字中继接口 (**2048kbit/s**)

- 主要技术要求：标称比特率：2048kbit/s；  
比特率容差：±50ppm；  
码型：HDB3；  
时隙30 / 32。
- 电气特性：输入阻抗标称值：75Ω（不对称同轴电缆接口）；  
可改成120Ω对称接口；  
输入阻抗特性：2.5%~5%(51.2~102.4KHZ)；  
回波衰减≥12dB 5%~100%(102.4~2048KHZ)；  
回波衰减≥18dB 100%~150%(2048~3072KHZ)；  
回波衰减≥14dB。



## 8.2.4 电话网络接口

---

- 输入信号：对标称值衰减 $0\sim 6\text{dB}$ (1024KHZ)应正常接收；  
输出负载阻抗： $75\Omega$ 电阻性；  
脉冲(传号)的标称峰值电压： $2.37\text{V}$ ；  
无脉冲(空号)的峰值电压： $0\pm 0.237\text{V}$ ；  
标称脉冲宽度： $244\text{ns}$ ；  
脉冲宽度中点处正负脉冲幅度比：应优于 $0.95\sim 1.05$ ；  
脉冲半幅度处正负脉冲宽度比：应优于 $0.95\sim 1.05$ 。



## 8.2.4 电话网络接口

---

### 2. 载波接口

接口类型：4线多频（MFC）；

4线双音频（DTMF）；

2线多频（MFC）；

2线双音频（DTMF）。

线路信令频率和电平输出：2600Hz $\pm$ 5Hz -8 $\pm$ 1dBm；

输入：2600Hz $\pm$ 15Hz -21—-1dBm；

输入输出阻抗：600 $\Omega$ ；

频率带宽：300Hz—3400Hz；

带内单频脉冲线路信令宽度：脉冲150ms 间隔150ms；



## 8.2.4 电话网络接口

---

允许发送偏差 $\pm 30\text{ ms}$ ;

接收识别范围 $\geq 100\text{ ms}$ 脉冲 $600\text{ ms}$  间隔 $600\text{ ms}$ ;

允许发送偏差 $\pm 120\text{ ms}$ , 接收识别范围 $\geq 450\text{ ms}$ 。

### 3. E/M接口

接口类型: 2E/M多频(MFC);

2E/M双音频(DTMF); 1E/M双音频(DTMF);

话路类型: 4线或2线; 输入输出阴抗:  $600\Omega$ ;

话路频率带宽:  $300\text{Hz}$ — $3400\text{Hz}$ ; E/M电压、电流;

阻抗输出: 电压 $48\text{V}$ , 阻抗 $300\Omega$ — $3\text{K}\Omega$ 可调;

输入: 电流 $10\text{mA} \leq I \leq 30\text{mA}$ , 阻抗 $300\Omega$ — $3\text{K}\Omega$ 可调。



## 8.3 数据通信网

---

从严格意义上来讲，数据网与通信网是相互融合的，这不仅体现在网络体系结构与具体协议的技术实现上、而且从传输信道和业务范围来讲也是不可能截然分开的。

网络的发展趋势是越来越朝着窄带与宽带一体化、传输与交换一体化、有线与无线一体化、业务的高度综合与智能化的方向发展，这就使得网络分类的概念越来越模糊。



## 8.3.1 公用数据网与专用数据网

---

数据网有公用数据网与专用数据网之分。

**公用数据网：**一般是指由国家电信部门建立和管理，为社会广大用户提供数据通信业务服务的网络。

**专用数据网：**是由某个部门或团体组建，专门针对解决各部门或团体内的需求而设计的，这种网络的所有权属于该部门或团体。

电力系统数据通信网络就是畅通全国电力系统的专用数据网络。



## 8.3.1 公用数据网与专用数据网

---

### 1. 公用数据网的特点

- 高效地共享网络资源，如通信线路和交换机等，从而降低建网成本及维护费用；
- 限制不兼容的数据网类型的发展，便于管理和标准化的实现；
- 减轻了电报网与电话网的负担，扩展了公众业务；
- 采取适当的技术手段及措施，例如虚拟局域网技术(VLAN)和闭合用户群等，保证了网络业务的灵活性及安全性等等。所以，在财力有限或通信资源不足的情况下，建立若干形式的公用数据网是一个良好的思想。

### 2. 专用数据网的特点

- 针对性强、传输质量高、保密性好





## 8.3.1 公用数据网与专用数据网

---

电力系统的数据业务可以分成三大类，具体内容主要包括：

- **生产控制类业务(Operational Services)**  
包括调度自动化(远动)信息、电能量计量信息、水调自动化信息、雷电定位信息、通信监测信息、发电厂报价信息、日发电计划与实时电价信息等。
- **行政管理类业务(Administrative Services)**  
包括管理信息系统(包括调度生产管理系统)间的交换信息、政务信息、电子邮件信息等，查询服务：即基于Web技术的多媒体信息检索服务，视频业务：如会议电视、视频监控等。



## 8.3.1 公用数据网与专用数据网

---

- 市场运营类(Energy Market Services)

包括电力系统负荷预测信息，网络设备运行、检修状况信息，电力市场规则，电力市场交易、结算以及合同信息等的发布和查询，电力行业内不同公司之间的B2B、电力公司与电监会等政府部门之间的B2G以及电网公司与用电客户之间的B2C等。



## 8.3.2 基于X.25协议国家电力数据通信网

---

国家电力数据通信网早期建设是一个基于X.25协议的窄带数据网络，国家电力数据网一级网络目前已覆盖了全国各网（分）公司和直属省公司共**17**个节点（已于**1994**年投入运行），网络为**X.25**分组交换网。

包括三类设备：**14**套DDN（数字数据网）设备分别安装在**13**个地点；  
**24**套数据交换设备分别安装在**14**个地点；  
**34**套路由设备分别安装在**18**个地点。

基于X.25国家电力数据通信网如图8-9所示。

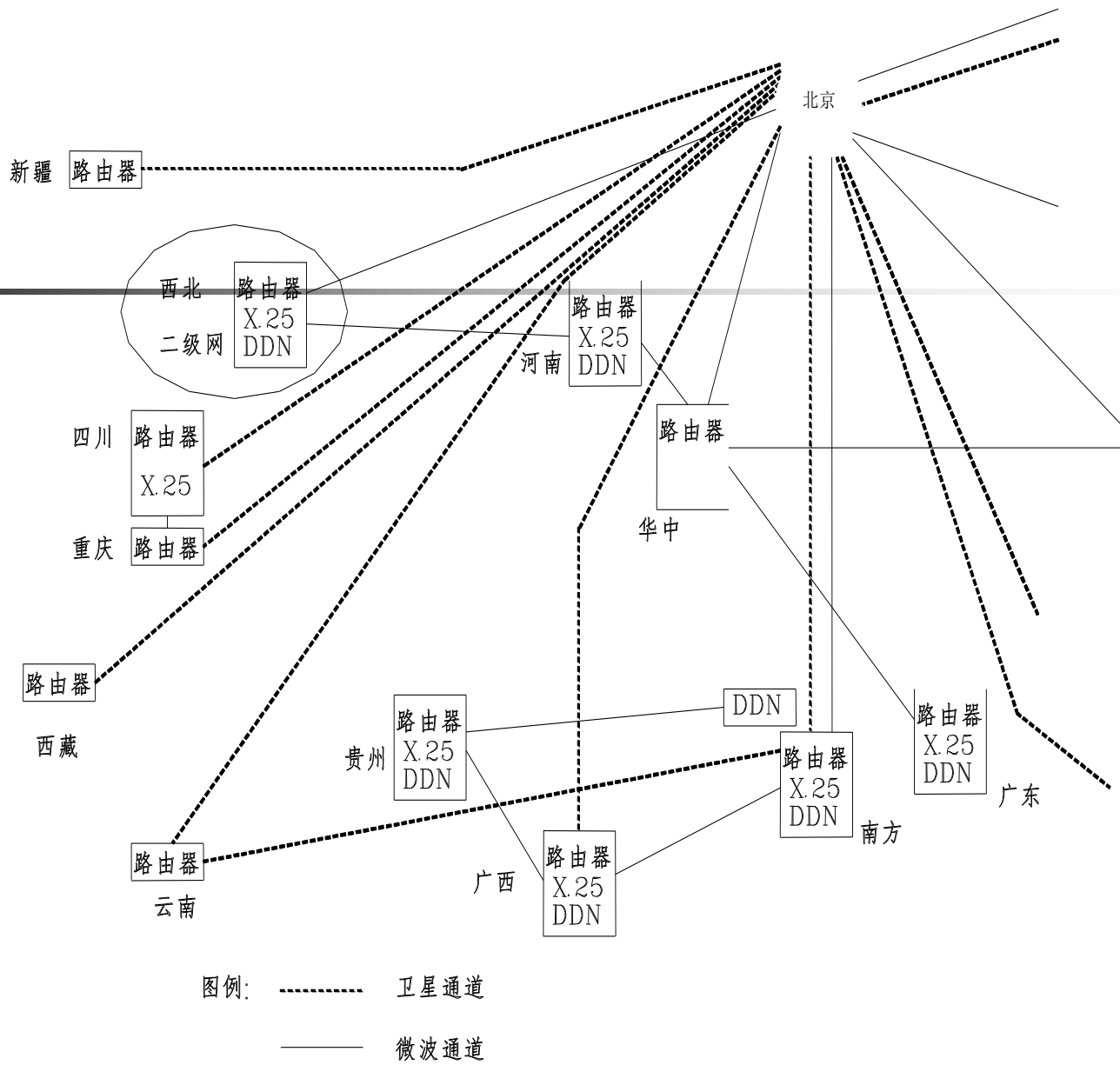
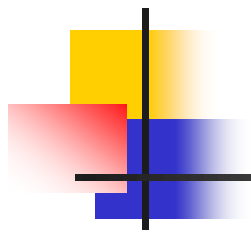


图8-9 基于X.25国家电力数据网



## 8.3.2 基于X.25协议国家电力数据通信网

---

该数据通信网目前主要作用：

- 传输电力调度实时数据、应用软件用的准实时数据、调度生产管理用的批次数据；
- 在该网络的基础之上，实现了全国各级调度中心**DMIS**的互联；
- 为信息应用系统提供了平台，实现了公司机关同在京单位、华中、华东、华北、东北、南方、西北六个网（分）公司、云南、贵州、四川、广西、福建、山东、重庆七个直属省（市）公司、华能电力集团、广东省公司的系统互联；
- 向用户提供基本服务功能，如文件传输、虚拟终端、远程登入、电子邮件等。实现了与国家经济信息系统的网间互联。



### 8.3.3 网(分)、省(市)电力公司数据通信网概况

---

电力系统内部分网(分)、省(市)电力公司的数据通信网已建成并投入使用，另有部分网(分)、省(市)电力公司的数据通信网已完成设计或招标。

根据不完全统计，已建成并投入使用的网(分)、省电力公司有：华北、西北、河南、河北、湖北、江苏、浙江、广东、山东、黑龙江、天津、湖南、吉林、甘肃、陕西、新疆、四川和辽宁等。这些数据通信网络主要覆盖范围是网(分)、省(市)公司直属电业局、网(分)电力公司所管辖的电厂、变电所。



## 8.3.4 电力通信网的特殊数据业务

电力系统的特殊业务是指对实时性要求强的业务，如远动数据传送、继电保护的跳闸数据传送，以及今后传送故障录波数据等都对延时、可靠性方面有严格的规定。尤其是跳闸信息的传输，对每一处理过程的延时有严格的限制。因此，这些业务的通信链路不采用带交换功能的网络结构，而是点对点的专线连接。

### 1. 远动数据传送

- 远动电路方式

远动数据从变电站上传到控制中心，大部分采用FSK调制方式，数据速率为600bit/s或1200bit/s较多，也有使用64kbit/s的数据通道。由于早期的自动化设备都按模拟通道设计，因此，数据传送方式仍然以FSK方式为主。

## 8.3.4 电力通信网的特殊数据业务

远动通道的电路连接是点对点的方式，如图8-10所示为典型连接方式。下面是一个实际远动接线方式图，即总调收-定福庄CDT主用方式，在图中给出了各段电路连接时，所采用的连接方式，其中的四线(两收、两发)是最常用的方式。远动规约为CDT(循环传送)方式。

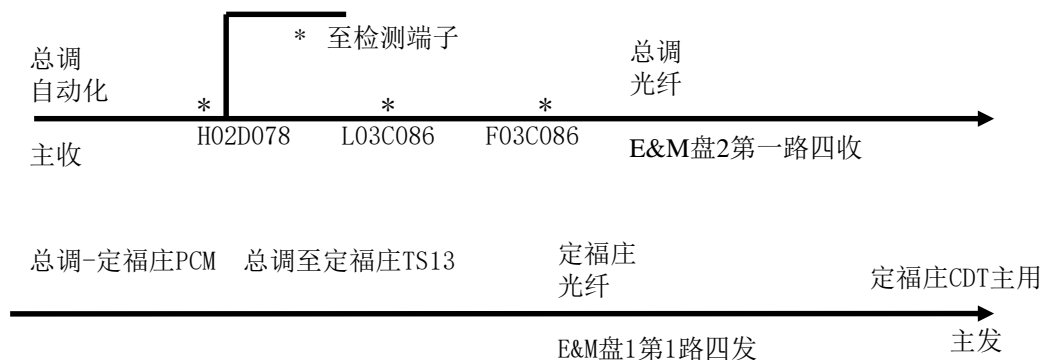


图8-10 远动数据传输方式连接图





## 8.3.4 电力通信网的特殊数据业务

---

- 远动接口

新型远动设备通常有很强的适应能力，接口技术标准提供多种可能连接功能，典型接口具备如下特征：

数据速率：0～19.2kbps；

接口标准(可选)： RS-232、RS-422、RS485、10Base-T、100Base-T；

光纤规格(可选)： 多模820nm波长、62.5/125芯径；

单模1310nm波长、9/125芯径

光纤连接器类型： FC、ST、SC可选；

光接口数量： 二收二发；

传输距离： 多模≤4km，单模≤30km；

远动协议： Polling、CDT、TCP/IP。



## 8.3.4 电力通信网的特殊数据业务

### 2. 继电保护信号传输

实现的保护方式很多，其中线路保护需要在变电站之间传送跳闸信号，这是电力通信网重要的数据业务，对跳闸信号传输的实时性有着非常严格的要求，线路传输时延一般在十几毫秒的数量级。

- 物理传输通道

包括电力线载波、微波、光纤等。其中光纤通道由于具有抗电磁干扰、可靠性高、传输容量大等特点，是继电保护信号传输的首选方式。

处于安全性考虑，会在传输通道上选择两条独立的通道，一条为主用通道，一条为备用通道。这种双传输通道保护方式在更大程度上保证信号的不间断传输。



## 8.3.4 电力通信网的特殊数据业务

在上面讨论的双传输通道保护方案中，不同厂家的继电保护设备对传输通道提供的通信接口也有不同的形式，大致可以分为：

- **64kbit/s接口**：由于继电保护的信号数据内容比较少，64kbit/s的速率已经完全能够满足其通信要求，很多情况下都会采用该接口；
- **E1接口**：光传输通道一般提供的通信接口是E1接口；
- **光纤接口**：可以直接上光纤进行传输，其传输通道保护的功能在继电保护装置的通信部分已经完成。

由于光传输通道一般提供的通信接口是E1接口，需要一个64kbit/s到E1转换的复用设备（一般是PCM设备），通过复用设备将64kbit/s复用为E1后上传输系统进行传输。

## 8.3.4 电力通信网的特殊数据业务

这时，对传输系统而言就要提供**保护切换功能**：能够将一路数据在两个传输通道中传输，并能够根据传输通道的质量情况自动完成切换等。对于SDH光传输系统而言，可以通过SDH的环网自愈保护来完成保护切换。对于PDH光传输系统而言，不提供保护切换的功能，这个功能将由PCM设备来完成。具体的网络图如图8-11所示。

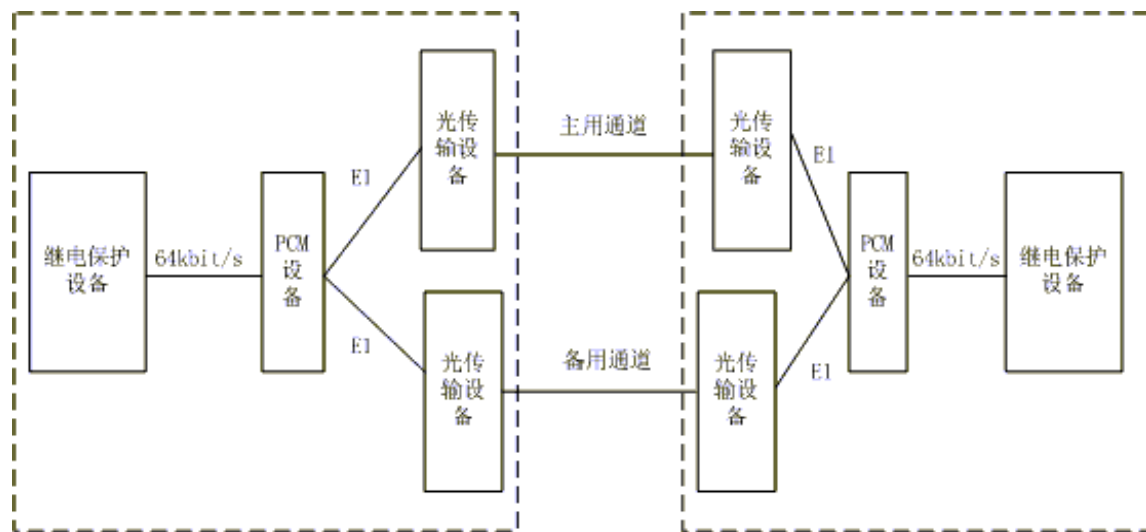


图8-11 继电保护信号的双通道保护光传输

## 8.3.4 电力通信网的特殊数据业务

继电保护信号传输是采用点对点的连接方式，以保证传输时延的要求。如图 8-12是继电保护通道的电路连接方式。

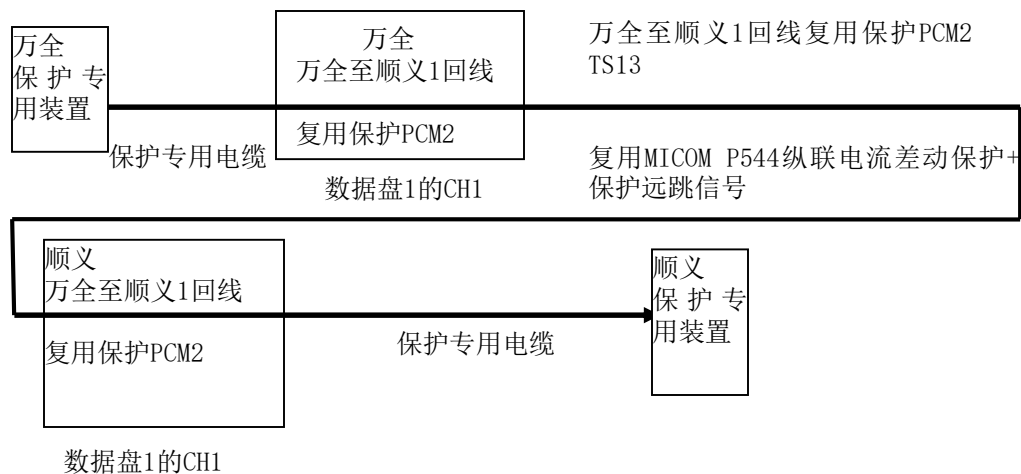


图8-12 继电保护电路方式



## 8.3.4 电力通信网的特殊数据业务

### 3. 继电保护接口

#### ① 64k接口部分

传输速率 64kbit/s;

接口特性 同向型接口;

特性阻抗  $120\Omega$ 平衡;

接口码型: 符合G703.1同向接口码型的要求

#### ② 2M接口部分

传输速率 2.048Mbit/s;

线路码型: HDB3码;

特性阻抗:  $75\Omega$  非平衡;

接口码型: 符合G703.6接口码型的要求

#### ③ 光纤接口部分

传输速率 64kbit/s;

线路码型: 1B2B 码;

光纤接收灵敏度:  $-35\text{dBm}$ ;

发送电平:  $-15\text{dBm}\sim 0\text{dBm}$ (选用不同的光收发模块);

标准发送电平:  $-11\text{dBm}\pm 2\text{dBm}$ ;

允许最大通道衰耗: 15dB(标准)、30dB(最大);

光纤连接器: FC型



## 8.4 ISDN和ATM网络

---

**综合业务数字网（ISDN）**是在现有电话网基础上经济有效地利用网络资源的一种技术，它是采用端到端数字连接和标准的接口向用户提供包括语音、数据和图像等多媒体的综合业务。

在介绍B-ISDN(宽带综合业务数字网)之前，先来了解一下N-ISDN的概念和功能，以便更好地理解B-ISDN。



## 8.4.1 N-ISDN

---

### 1. 窄带N-ISDN特点

- (1) 以原来的数据网为基础;
- (2) 提供端到端的数字连接;
- (3) 能够对各种不同的业务进行综合。

ISDN的综合，一方面是对业务的综合，另一方而也是交换技术的综合，既有电路交换又有分组交换功能。





## 8.4.1 N-ISDN

---

### 2. ISDN的基本功能结构

ISDN的基本功能结构有七个方面的功能，分列如下：

- (1) ISDN的用户—网络信号功能；
- (2) 64Kbit/s电路交换功能；
- (3) 64Kbit/s非电路交换功能；
- (4) 分组交换功能；
- (5) 公共信道信令功能；
- (6) 大于64Kbit/s电路交换功能；
- (7) 大于64Kbit/s非电路交换功能。



## 8.4.2 B-ISDN

---

B-ISDN是传送**宽带业务**的综合业务数字网，以**ATM**和**SDH**技术为基础。

在ATM技术中，信息被拆开以后形成固定长度的信元，由ATM交换机对信元进行处理，实现交换和传送功能，ATM是一种面向连接的通信方式，在网络中设置二个层次的虚连接，虚路经VP和虚通道VC，信元沿着在呼叫建立时确定的虚连接传送。



## 8.5 IP网络技术

---

IP是对应OSI第三层的网络互连协议，除去IPv4和IPv6的差别，也即IPv6的应用正在研究外，协议本身已经非常完善，没有进一步研究的空间。IT业将IP协议承载各种业务时，如何满足他们的QoS与支持IP网络互联的相关技术问题成为了研究的热点。

- 20世纪70年代，TCP /IP技术作为网间互联协议被提出；
- 90年代初，Web业务的出现促进了IP网的发展；
- 随着IP网上业务的多样化，促使IP网络结构发生巨大变化；
- 2000年初国际电信联盟召开会议讨论英特网革命和英特网经济对电信业的冲击和影响，总结出英特网和传统电信不同的两个特点：无连接和面向连接不同；收费方式不同。



## 8.5 IP网络技术

---

根据电力传输网络建设以SDH为基础平台的实际，以及技术发展和电力的业务需求特点，近几年的电力传输网络建设，仍需大力发展SDH光纤传输网络。在这一基本需求和建网条件下，比较适合的网络技术平台为：MPLS+ IP over SDH。

新一代宽带IP网主流技术主要有IP over ATM、IP over SDH和IP over WDM三种。



## 8.6 网络管理技术

---

电信网络管理（TMN）模型也是分层结构，从上到下分别为：事务管理层、业务管理层、网络管理层和网元管理层。每一层中还包括：性能管理、故障管理、配置管理、计费管理和安全管理五大功能。



## 8.6.1 TMN管理功能

---

### 1. 性能管理

性能管理分为性能监测、性能分析和性能控制。

- **性能监测**是指通过对网络中的设备进行测试，来获取关于网络运行状态的各种性能参数值。
- **性能分析**是在对通信设备采集有关性能参数的基础上，创造性能统计日志，对网络或某一具体设备的性能进行分析，如存在性能异常，则产生性能告警并分析原因，同时对当前性能和以前的性能进行比较以预测未来的趋势。
- **性能控制**是设置性能参数门限值，当实际的性能参数超出门限，则进入异常情况采取措施来加以控制。



## 8.6.1 TMN管理功能

---

### 2. 故障管理

故障管理可以分为**故障检测**、**故障诊断定位**和**故障恢复**。

- **故障检测**：是指在对网络运行状态进行监视的过程中检测出故障信息，或者接收从其他管理功能域发来的故障通报，在检测到故障以后，发出故障告警信息，并通知故障诊断和故障修复部分来进行处理。
- **故障诊断和定位**：首先启用一备份的设备来代替出故障的设备，然后再启动故障诊断系统对发生故障的部分进行测试和分析，以便能够确定故障的位置和故障的程度，启动故障恢复部分排除故障。
- **故障恢复**：确定故障的位置和性质以后，启用预先定义的控制命令来排除故障。



## 8.6.1 TMN管理功能

---

### 3. 配置管理

配置管理是对网络中的通信设备和设施的变化进行管理。从网管信息模型的角度上来讲，就是对网络管理对象的创建、修改和删除。

### 4. 计费管理

计费管理部分采集用户使用网络资源的信息，然后一方面把这些信息存入用户账目日志以使用户查询，另一方面把这些信息传送到资费管理模块，以便资费管理部分根据预先确定的用户费率计算出费用。





## 8.6.1 TMN管理功能

---

### 5. 安全管理

安全管理的功能是保护网络资源，使网络资源处于安全运行状态。

安全管理中一般要设置权限、口令、判断非法的条件，利用设置的权限、口令条件对非法侵入进行防卫，以达到保护网络资源，达到网络安全正常运行的目的。

## 8.6.2 网络管理模型

TMN采用了OSI管理系统中的管理者 / 代理模型，根据这个模型，TMN管理系统由以下三个部分组成：**管理者**、**代理**和**被管理对象**。如图8-17所示。

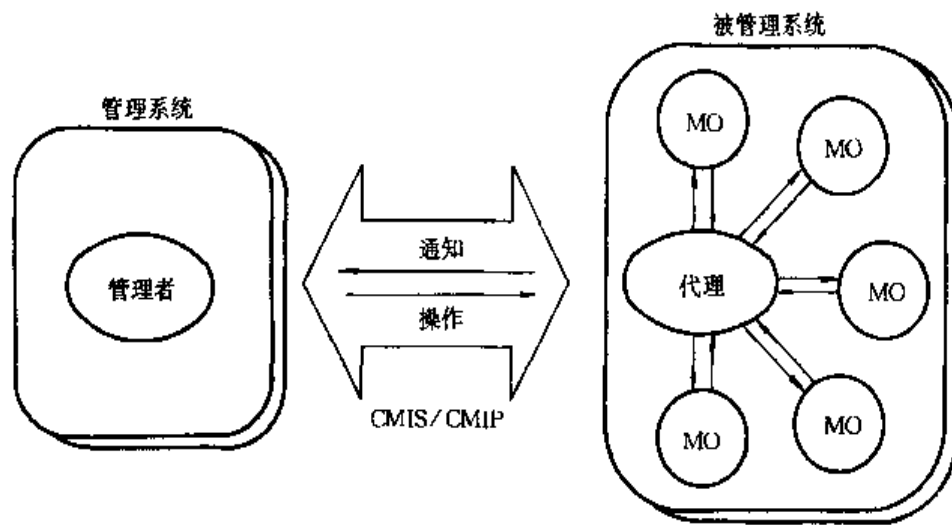


图8-17 TMN的管理模型



## 8.6.2 网络管理模型

---

电信网的管理系统传送关于被管理对象的各种不同类型的信息，归纳如下：

1. 数据

在管理进程和代理之间传送的数据信息。

2. 控制

这类信息在**OSI**管理系统中用来改变被管对象的状态或参数。

3. 事件

这类信息用来通知某一用户已经发生一个事件。



## 8.6.3 TMN Q3接口

---

在电信管理网中，计算机管理系统通过Q3接口和通信设备相连，Q3接口的通信协议是按照OSI参考模型来设计的。

TMN的Q3接口是系统互连的一个标准，定义了OSI的七层通信协议，具体内容如图8-18所示。

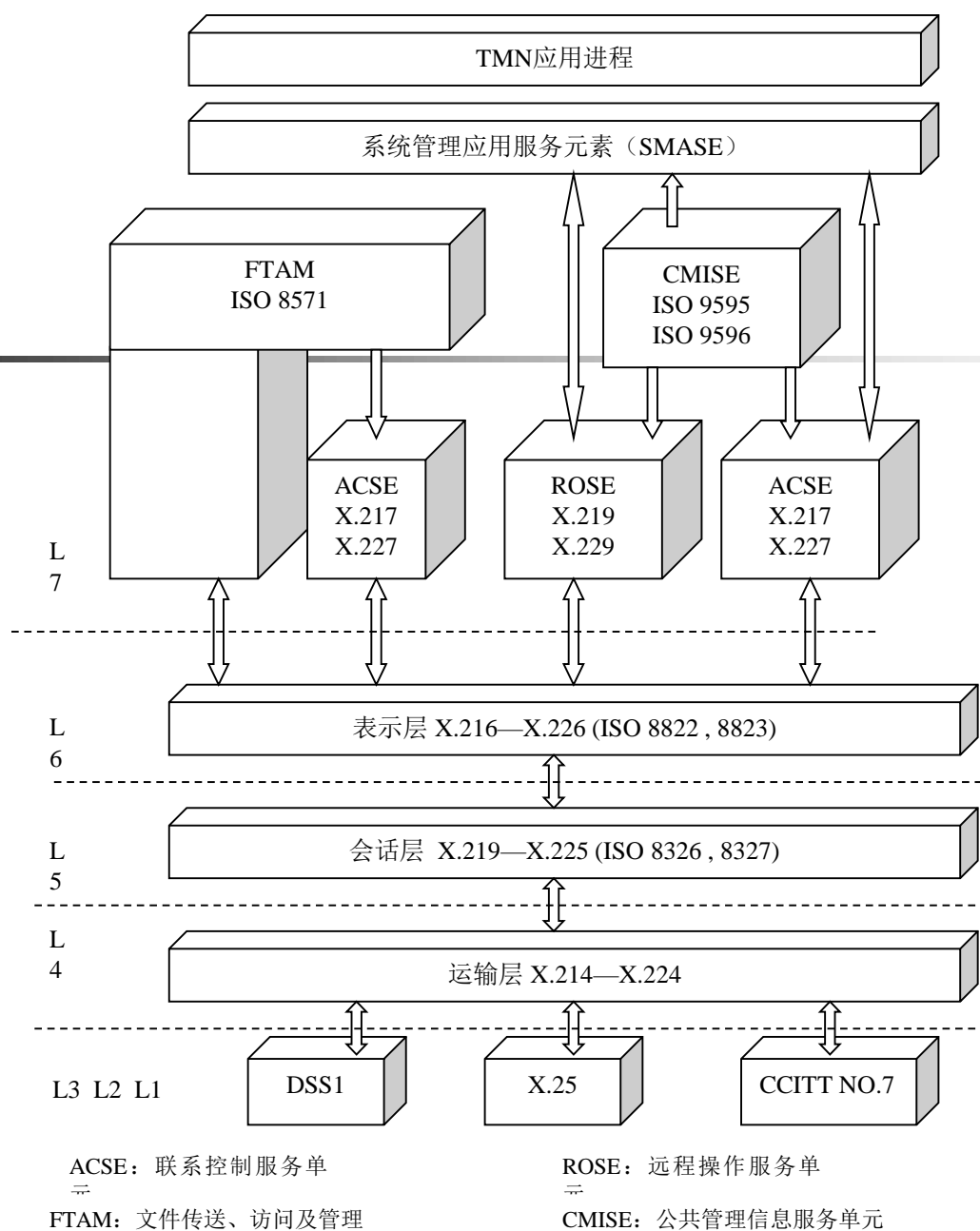


图8-18 Q3 接口的通信协议栈

## 8.7 电力系统宽带IP网络简介

电力系统宽带数据网络已经建设的初具规模，具体分布如图8-19所示。

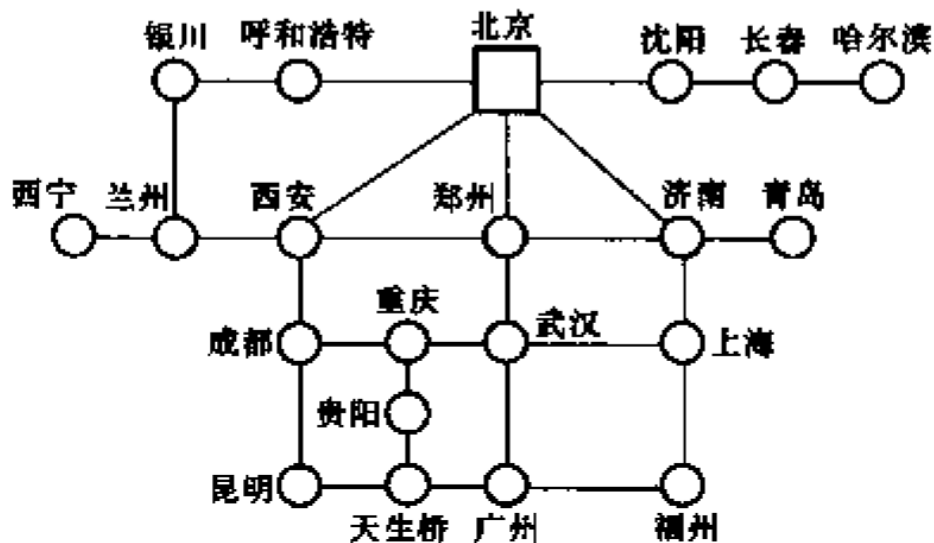


图8-19 电力系统数据网络架构



## 8.7.1 全国电力通信传输网

表8-3 2000~2005年全国电力通信主干  
传输网通信电路规划明细表

序号	电路起止点	长度(km)	主要路由
10	北京光纤环网	273	国调、备调、华北局、北京供电局、房山、廊坊
11	北京—上海	1704	北京、天津、德州、济南、三堡、斗山、上海
12	上海-福州	366	上海、南桥变、金华变、福北变、福州
13	福州—广州	470	角美、蒲美、饶平、晋宁、汕尾、惠州等220kV变
14	北京-哈尔滨		北京、迁西、沈阳、长春、哈尔滨
15	北京—武汉	1452	北京、郑州、武汉
16	武汉-广东	861	武汉、长沙、广东
17	三峡-广东（直流）	957	荆州、、益阳、惠州
18	重庆—三峡	610	重庆、陈家桥、长寿、万县、三峡
19	武汉—上海	1150	三峡、龙泉、政平、上海
210	呼和浩特—银川	510	呼和浩特、包头、海勃湾、石嘴山、银川
211	南昌-长沙	600	南昌、新余、宜春、萍乡、株洲、长沙
212	天生桥二级—安顺变	210	天生桥、安顺变
313	天生桥-南方公司	1070	天生桥、平果、来宾、梧州、罗洞、广州
314	昆明-宝峰变-罗平变—天生桥	290	昆明、宝峰、罗平、天生桥



## 8.7.2 电力系统应用的业务分析

---

### 1. 业务的分类和属性

- 数据业务根据所用的分组技术分为X.25、DDN、FR、ATM、IP业务。
- ITU-T在ISDN中业务性质将通信业务分为承载业务、用户终端业务和补充业务；
- 在B-ISDN中将业务分为固定比特率业务(CBR)、实时可变比特率业务(rt-VBR)、非实时可变比特率业务(nrt-VBR)、可用比特率业务(ABR)和不确定比特率业务(UBR)。
- 通信业务还可按媒体划分为话音业务、数据业务、视频业务和多媒体业务。
- 从网络设计的角度，业务分类宜按媒体和应用进行划分。





## 8.7.2 电力系统应用的业务分析

---

### 2. 业务属性描述

ITU-T I.140建议关于业务属性的描述主要有信息传递方式、信息传递速率、信息传递能力、连接的建立、对称性、通信配置、信息接入协议、业务质量等。根据电力专用通信网的特点，**主要业务属性**有传输速率、传输时延、误码率或丢分组率、可用性、完整性、通信配置、接入协议。

### 3. 电力通信业务分析

在电力数据网，对电力系统内部应用考虑的业务包括：  
数据业务：包括管理信息系统、办公自动化系统数据和电力市场信息、通信统计管理信息系统、通信调度运行系统；



## 8.7.2 电力系统应用的业务分析

---

多媒体业务：会议电视、信息检索、科学计算和信息处理、电子邮件、Web应用、可视图文、远程教育、电子商务。话

音业务：电话、会议电话；

话音业务：电话、会议电话。

各种业务的技术特征见表8-4。

## 8.7.2 电力系统应用的业务分析

表8-4 业务特性表

	传输速率	传输时延	误码率	可用性	整性	通信配置	协议
数据业务							
企业管理信息数据	4M	一般		一般	高	双向/广播	IP
电力市场数据	64K-2M	≤500ms	≤10 <sup>-5</sup>	99.99%	高	双向/广播	IP
多媒体业务							
会议电视	384K-2M	≤400ms	≤10 <sup>-5</sup>	较高		双向/广播	专用/IP
远程教育	2M	150ms					IP
电子邮件	4.8K	分级					IP
Web浏览	10K	秒级					IP
文件传输	33.6K	分级					IP
GIS	512K	秒级					IP
电子商务		秒级		99.99%			IP
变电站、机房视频监控	384K-2M	≤400ms	≤10 <sup>-5</sup>	较高		双向/广播	专用/IP
话音业务							
会议电话	64K	≤250ms	≤10 <sup>-5</sup>	高	一般	单向广播	TDM/AAL1
生产管理电话	16-64K	≤250ms	≤10 <sup>-5</sup>	高	一般	双向	TDM/AAL1
IP电话及IP会议电话	8-64K	≤250ms	≤10 <sup>-5</sup>	高	一般	双向	IP

### 8.7.3 技术体制

电力系统全国SDH骨干传输网络正在形成，如图8-20所示。

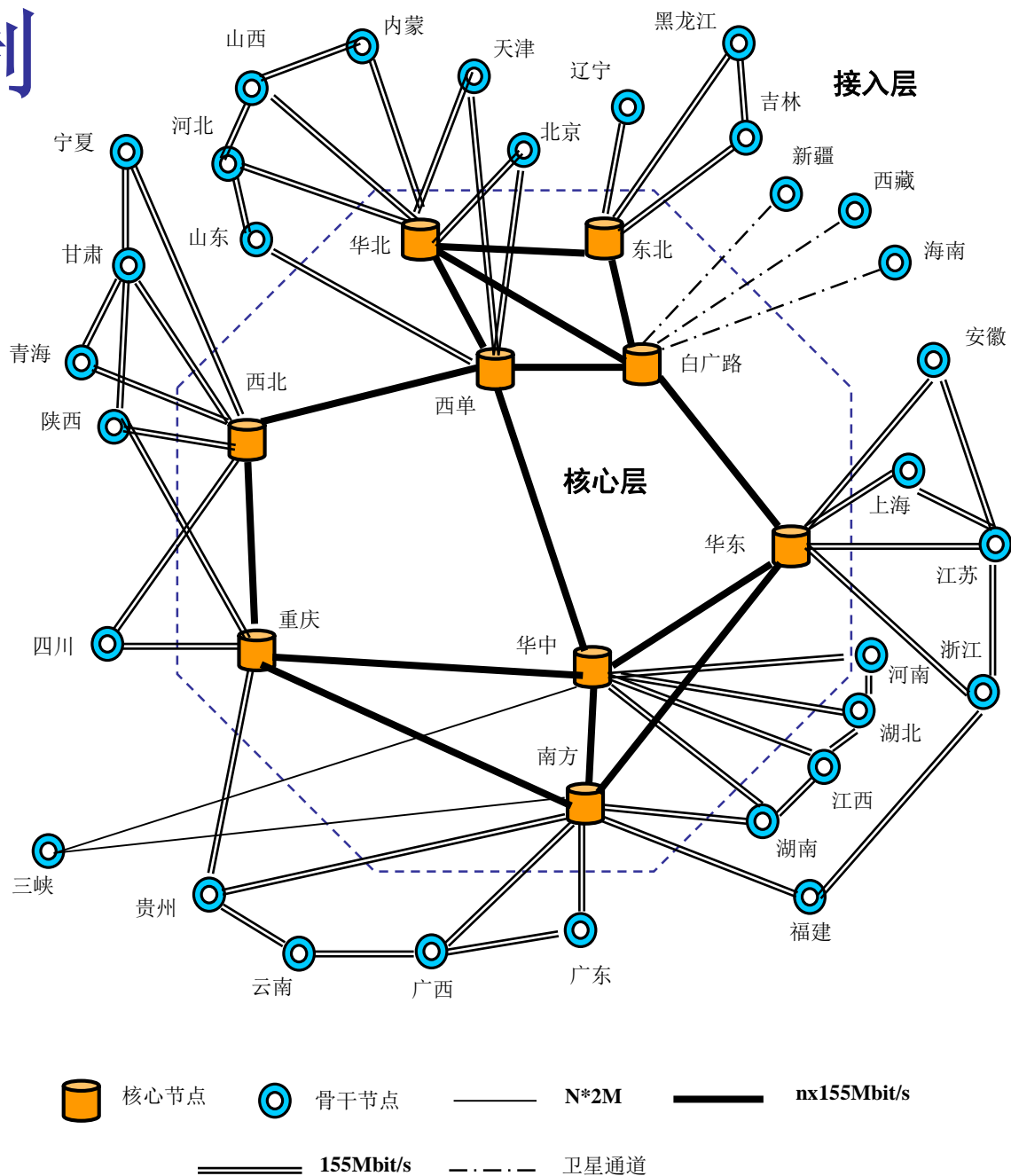


图8-20 国家电力数据  
通信网骨干网络拓扑图