

**YD**

# 中华人民共和国通信行业标准

YD/T 1063—2000

---

## 接入网技术要求—混合 光纤同轴电缆网(HFC)

Access network technical specification  
—Hybrid fiber coax network (HFC)

2000-06-27 发布

2000-09-01 实施

---

中华人民共和国信息产业部 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 引用标准 ..... 1

3 缩略语 ..... 1

4 参考配置和功能描述 ..... 2

    4.1 参考配置 ..... 2

    4.2 功能描述 ..... 2

5 业务能力 ..... 3

6 HFC 定时信号的获取方式 ..... 3

7 HFC 物理媒质要求 ..... 3

    7.1 光纤和光缆 ..... 3

    7.2 同轴电缆 ..... 3

8 射频频带分配 ..... 3

9 调制技术 ..... 3

10 业务节点接口(SNI) ..... 3

    10.1 与数据业务节点之间的接口 ..... 3

    10.2 接收有线电视信号的接口 ..... 5

    10.3 与 DVB 业务节点的接口 ..... 5

    10.4 与交互视频业务节点的接口 ..... 5

11 用户网络接口(UNI) ..... 6

    11.1 数据接口 ..... 6

    11.2 模拟电视射频接口 ..... 8

    11.3 与 DVB 业务的用户终端接口 ..... 8

    11.4 与交互视频业务的用户终端接口 ..... 8

12 射频接口 ..... 8

    12.1 传输电平 ..... 8

    12.2 通信协议栈 ..... 8

    12.3 网络层 ..... 9

    12.4 数据链路层 ..... 9

    12.5 物理层 ..... 9

13 性能要求 ..... 10

    13.1 射频传输性能要求 ..... 10

    13.2 模拟视频传输性能 ..... 11

    13.3 传送迟延 ..... 11

    13.4 系统可用性 ..... 11

14 网元管理 .....11

14.1 配置管理 .....11

14.2 故障管理 .....11

14.3 性能管理 ..... 12

14.4 安全管理 ..... 12

15 供电 ..... 12

16 设备环境要求 ..... 12

16.1 温度要求 ..... 12

16.2 湿度要求 ..... 12

16.3 大气压力要求 ..... 12

## 前 言

本标准对混合光纤/同轴网（HFC）的业务能力、物理媒质、射频频带划分、调制技术、接口要求、性能、供电以及网管等进行了规定。

其中关于射频频带的划分是依据 GY/T 106-1998《有线电视广播系统技术规范》制定的。

关于射频传输性能的规定是依据 GY 5063-1998《市、县级有线广播电视网设计规范》和 GY/T 106-1998《有线电视广播系统技术规范》制定的。

本标准适用于公用电信网，也可以供其它专用通信网参考使用。

本标准由信息产业部电信研究院提出并归口。

本标准起草单位：信息产业部电信传输研究所

本标准起草人：刘谦 牛中允 熊四皓 孙敬亮 敖立 丁玮 党梅梅

# 中华人民共和国通信行业标准

## 接入网技术要求 ——混合光纤同轴电缆网（HFC）

Access network technical specification  
——Hybrid fiber coax network(HFC)

YD/T 1063—2000

### 1 范围

本标准规定了混合光纤/同轴网设备的功能、频谱安排、调制方式、接口、性能、供电以及网管等。本标准规定的混合光纤/同轴网设备不支持以电路方式传输的电信业务。

本标准适用于公用电信网，也可以供其它专用通信网参考使用。

### 2 引用标准

下列标准所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

|                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| YD/T 981.1~981.3-1998 | 接入网用光纤带光缆                |
| YD/T 897.1-97         | 接入网用同轴电缆 第1部分：同轴用户电缆一般要求 |
| YD/T 897.2-1998       | 接入网用同轴电缆 第2部分：同轴配线电缆一般要求 |
| YD/T 976-1998         | B-ISDN 用户网络接口物理层规范       |
| YDN 052-97            | B-ISDN ATM 层规范           |
| YDN 053.4-97          | B-ISDN ATM 适配层（AAL）类型5规范 |
| G.804 11/93           | ATM 信元映射到 PDH            |
| G.832 11/95           | 在 PDH 网中传送 SDH 一帧和复用结构   |
| RFC0791 09/81         | IP 协议                    |
| RFC0826 11/82         | 以太网地址解析协议                |
| RFC0894 04/84         | 以太网上传送 IP 包的标准           |
| RFC1042 02/88         | IEEE802 网上传送 IP 包的标准     |
| RFC1577 01/94         | 经典 IP 和 ARP over ATM     |
| RFC1812 06/95         | 支持 IP 的路由器的要求            |
| IEEE 802.1D 1998      | 桥接协议                     |
| IEEE 802.2 94         | 逻辑链路控制协议                 |
| IEEE 802.3 96         | CSMA/CD 接入方式和物理层规范       |
| ISO/IEC10039 91       | MAC 服务定义                 |

### 3 缩略语

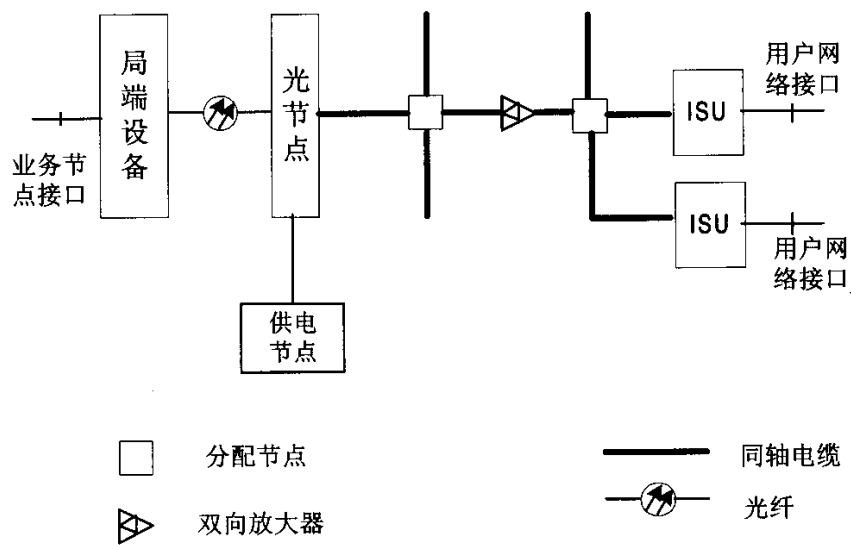
|       |           |
|-------|-----------|
| CPE   | 用户驻地设备    |
| C/N   | 载噪比       |
| C/CSO | 载波复合二次差拍比 |

|       |           |
|-------|-----------|
| C/CTB | 载波复合三次差拍比 |
| HFC   | 混合光纤同轴    |
| ISU   | 综合业务单元    |
| LLC   | 逻辑链路控制    |
| MAC   | 媒质接入控制    |
| PMD   | 物理媒介子层    |
| SNI   | 业务节点接口    |
| TDMA  | 时分多址      |
| UNI   | 用户网络接口    |
| PCI   | 外围设备接口    |
| USB   | 通用串行总线    |

4 参考配置和功能描述

4.1 参考配置

参考配置见图 1。



在图 1 中，无论是在光纤还是同轴电缆分配网中，各种业务信号均以副载波调制复用方式传输。上行和下行信号可以分别在不同的光纤中传输，也可以采用波分复用方式在一根光纤中传输。当上行和下行信号采用粗波分复用方式传输时，下行信号使用 1550nm 波长区，上行信号使用 1310nm 波长区。

4.2 功能描述

4.2.1 局端设置

HFC 的局端设备位于 HFC 网络与业务节点之间（相当于有线电视子前端的位置），其主要功能是：

- a) 终结 SNI;
- b) 支持 SNI 的测试和维护;
- c) 数据业务信号的复用;
- d) 光电转换;
- e) 下行各种业务射频信号的混合;

- f) 上行和下行信号的混合与分离;
- g) 汇聚 HFC 各网元的管理信息。

#### 4.2.2 光节点

光节点位于光纤与同轴电缆之间,其主要功能是:

- a) 光电转换;
- b) 上行和下行信号的混合与分离;
- c) 提供管理信息通路;
- d) 向同轴网络有源设备馈电(可选)。

#### 4.2.3 综合业务单元(ISU)

综合业务单元(ISU)位于 HFC 网络与用户终端之间,其主要功能是:

- a) 向各种业务的用户终端提供相应的 UNI 接口;
- b) 支持 UNI 的测试和维护并向网管报告相关信息;
- c) 数据业务信号的复用;
- d) 终结数据业务信号的射频信号。

#### 4.2.4 供电节点

供电节点负责向光节点、同轴电缆上的分配节点(可选)、放大器和综合业务单元(可选)供电。

### 5 业务能力

HFC 系统应支持以下的全部或部分业务:IP 数据业务、模拟广播电视业务、调频广播业务、数字广播电视业务和交互视频业务。各种业务之间不能相互影响。

### 6 HFC 定时信号的获取方式

当 HFC 设备需要提取定时信号时,定时信号可以从下列信号中提取:

- a) 从数字同步网获取;
- b) 从承载有效定时信号的业务流中获取;

当主定时信号失效时,可以采用后退策略,即先 a),再 b)提取定时信号。

### 7 HFC 物理媒质要求

#### 7.1 光纤和光缆

HFC 网络中采用的光纤和光缆应符合 YD/T981.1~981.3-1998 的要求。

#### 7.2 同轴电缆

HFC 网络中使用的同轴电缆应符合 YD/T897.1-1997 和 YD/T897.2-1998 的规定。

### 8 射频频带分配

HFC 的射频频带分配见表 1。

表 1 HFC 射频频带分配

| 频率范围(MHz) | 业 务      |
|-----------|----------|
| 5 ~ 65    | 上行业务     |
| 65 ~ 87   | 过渡带      |
| 87 ~ 108  | (下行)广播业务 |

续表 1

| 频率范围(MHz)  | 业 务                |
|------------|--------------------|
| 110 ~ 1000 | (下行)模拟电视、数字电视、数据业务 |

注：下行数据业务推荐在 606~862MHz 的频率范围内传输。

9 调制技术

HFC 网络的局端设备和综合业务单元应采用相同的调制技术。HFC 网络的局端设备和综合业务单元推荐选用以下规定的调制技术的任一种。

下行数据业务信号：256QAM 或 64QAM

上行数据业务信号：QPSK 或 16QAM

10 业务节点接口(SNI)

10.1 与数据业务节点之间的接口

HFC 与数据业务节点之间的接口可以是以下 3 种接口中的任一种：IP over ATM、IP over IEEE 802 和 IP over Ethernet。设备制造商应根据数据业务节点的情况提供相应的接口。

HFC 与数据业务节点之间的接口的网络层协议应符合 RFC0791 的规定。

10.1.1 IP over ATM

IP over ATM 协议栈见图 2。按照 RFC 1577 的规定将 IP 封装到 AAL5 的帧格式中。

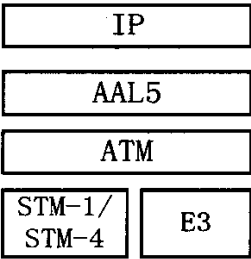


图 2 IP over ATM 协议栈

10.1.1.1 ATM 适配层

ATM 适配层应符合 YDN 053.4-1997 的规定。

10.1.1.2 ATM 层

ATM 层应符合 YDN 052-1997 的规定。

10.1.1.3 物理层

物理层可分为 3 种速率的接口：34 368kbit/s、155 520kbit/s 或 622 080kbit/s。

34 368kbit/s 电接口、155 520kbit/s 电接口、155 520kbit/s 光接口、622 080kbit/s 光接口应符合 YD/T 976-1998 的规定。

10.1.2 IP over IEEE 802

IP over IEEE 802 协议栈见图 3。按照 RFC 1042 的规定将 IP 封装到 IEEE 802 的帧格式中。

10.1.2.1 数据链路层

数据链路层包括逻辑链路控制子层（LLC）、IEEE 802.1D 和媒介接入控制子层（MAC）。

LLC 子层应符合 IEEE 802.2 的规定。

MAC 子层应符合 IEEE 802.3 的规定。



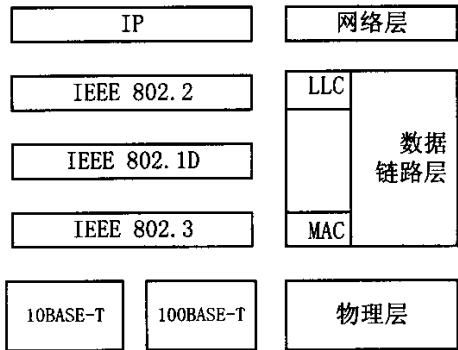


图 3 IP over IEEE 802 协议栈

10.1.2.2 物理层

物理层可分为两种接口：10BASE-T 和 100BASE-T。

10BASE-T 接口应符合 IEEE 802.3 的规定。

100BASE-T 接口应符合 IEEE 802.3u 的规定。

10.1.3 IP over Ethernet

IP over Ethernet 协议栈见图 4。按照 RFC 0894 的规定将 IP 包封装到以太网的帧格式中。

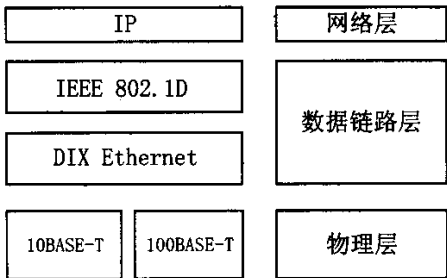


图 4 IP over Ethernet 协议栈

10.1.3.1 数据链路层

数据链路层包括 IEEE 802.1D 和 DIX Ethernet Version 2.0。

10.1.3.2 物理层

物理层可分为两种接口：10BASE-T 和 100BASE-T。

10BASE-T 接口应符合 IEEE 802.3 的规定。

100BASE-T 接口应符合 IEEE 802.3u 的规定。

10.2 接收有线电视信号的接口

HFC 局端设备在该接口接收来自有线电视前端的信号。

如果从有线电视前端到 HFC 局端设备采用副载波复用传输方式，模拟传输通道要求为(59 路 PAL-D 制电视节目)：

C/N:  $\geq 51\text{dB}$  (采用 1310nm 波长区)  $\geq 53\text{dB}$  (采用 1550nm 波长区)

C/CTB:  $\geq 65\text{dB}$

C/CSO:  $\geq 60\text{dB}$  (采用 1310nm 波长区)  $\geq 65\text{dB}$  (采用 1550nm 波长区)

10.3 与 DVB 业务节点的接口

待定。

10.4 与交互视频业务节点的接口

待定。

11 用户网络接口（UNI）

11.1 数据接口

HFC 与用户数据终端之间的 UNI 可以是以下 3 种接口中的任一种。设备制造商应根据用户数据终端的情况提供相应的接口。

HFC 与用户数据终端之间的 UNI 的网络层协议应符合 RFC0791 的规定。

11.1.1 10BASE-T 或 100BASE-T

11.1.1.1 IP over IEEE 802

IP over IEEE 802 协议栈见图 5。按照 RFC 1042 的规定将 IP 包封装到 IEEE 802 的帧格式中。

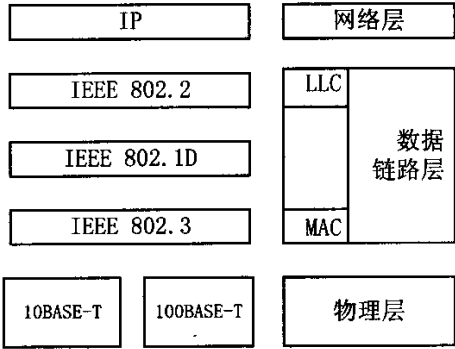


图 5 IP over IEEE 802 协议栈

11.1.1.1.1 数据链路层

数据链路层包括逻辑链路子层（LLC）、IEEE 802.1D 和媒介接入控制子层（MAC）。

LLC 子层应符合 IEEE 802.2 的规定。

MAC 子层应符合 IEEE 802.3 的规定。

11.1.1.1.2 物理层

物理层可分为两种接口：10BASE-T 和 100BASE-T。

10BASE-T 接口应符合 IEEE 802.3 的规定。

100BASE-T 接口应符合 IEEE 802.3u 的规定。

11.1.1.2 IP over Ethernet

IP over Ethernet 协议栈见图 6。按照 RFC 0894 的规定将 IP 包封装到以太网的帧格式中。

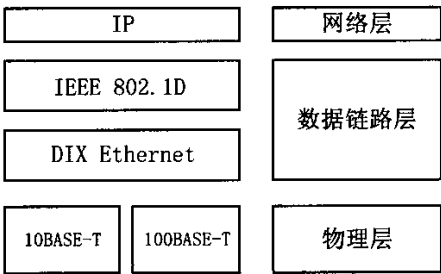


图 6 IP over Ethernet 协议栈

11.1.1.2.1 数据链路层

数据链路层包括 IEEE 802.1D 和 DIX Ethernet Version 2.0。

11.1.1.2.2 物理层

物理层可分为两种接口：10BASE-T 和 100BASE-T。

10BASE-T 接口应符合 IEEE 802.3 的规定。

100BASE-T 接口应符合 IEEE 802.3u 的规定。

11.1.2 USB

USB 的协议栈见图 7。按照 RFC 1042 或 RFC 0894 的规定将 IP 包封装到 IEEE 802 的帧格式或以大网的帧格式中。

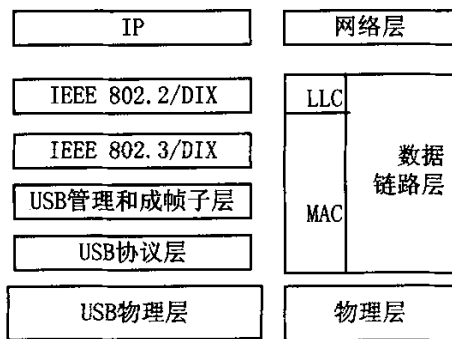


图 7 USB 协议栈

11.1.2.1 数据链路层

数据链路层应按照图 7 的要求符合以下标准的规定：IEEE 802.2、IEEE 802.3、DIX Ethernet Version 2.0、USB Version 1.1。

11.1.2.2 物理层

物理层应符合 USB Version 1.1 的规定。

11.1.3 PCI

PCI 的协议栈见图 8。按照 RFC 1042 或 RFC 0894 的规定将 IP 包封装到 IEEE 802 的帧格式或以以太网的帧格式中。

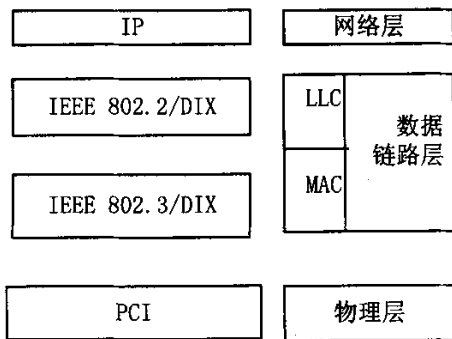


图 8 PCI 协议栈

11.1.3.1 数据链路层

数据链路层应按照图 8 的要求符合以下标准的规定：IEEE 802.2、IEEE 802.3、DIX Ethernet Version 2.0。

11.1.3.2 物理层

物理层应符合 PCI Version 2.2 的规定。

11.2 模拟电视射频接口

综合业务单元与用户终端之间的模拟电视射频接口要求见表 2。

表 2 模拟电视射频接口特性

|         |                       |
|---------|-----------------------|
| 标称阻抗    | 75 Ω                  |
| 输出口回波损耗 | 87 ~ 1000MHz: ≥ 7.5dB |
| 输出口电平   | 60~80 dB μ V          |
| 插头      | F型                    |

11.3 与 DVB 业务的用户终端接口

待定。

11.4 与交互视频业务的用户终端接口

待定。

12 射频接口

12.1 传输电平

下行数据业务的 QAM 信号相对于模拟射频载波的标称功率电平为 -10dBc~-6dBc，一般不超过模拟视频载波电平。上行数据业务信号的标称功率应达到上行信道对载噪比的要求。

12.2 通信协议栈

局端设备与综合业务单元之间传送数据业务的射频接口协议栈推荐采用图 9 所示的通信协议栈。

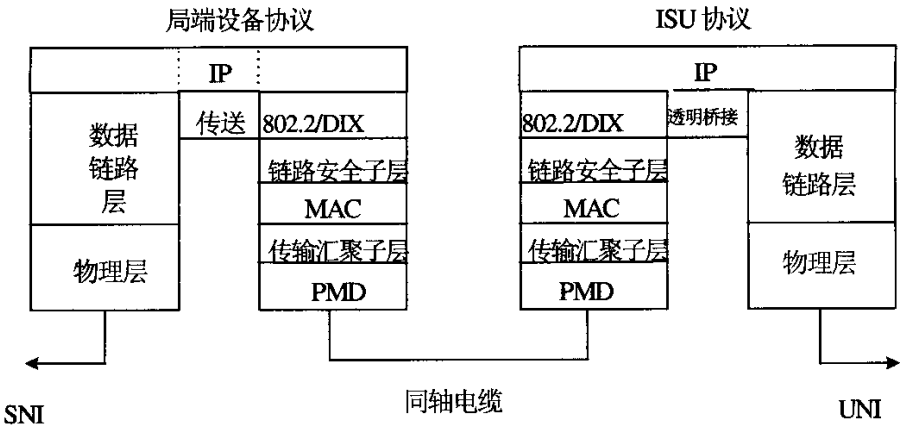


图 9 通过局端设备和 ISU 的数据传送

在图 9 中的传输汇聚子层只对下行信号才有。

局端设备与综合业务单元之间的射频接口以频分复用的方式分为许多通信通道，每个通道都是单工的。每个上行信道是采用 TDMA 的方式工作，信道被分割为许多的微时隙，通过争抢占用微时隙进行数据传送。下行信道是共享的。

12.2.1 局端设备传送原则

局端设备可以有 2 种传送方式：桥接方式和路由方式。

局端设备工作于桥接方式时必需符合以下要求:

- 对指定业务流的链路层帧按照接收到的顺序进行传送
- 不能复制链路层的帧
- 丢弃不能及时传送的链路层帧

工作于路由方式的局端设备, 其射频接口和 SNI 接口都应符合 RFC 1812。

### 12.2.2 ISU 传送原则

ISU 与局端设备进行数据传送时必须符合以下要求:

- 对指定业务流的链路层帧按照接收到的顺序进行传送
- 不能复制链路层的帧
- 丢弃不能及时传送的链路层帧

ISU 到 CPE 的数据传送必须符合以下要求:

- 没有目的地址的帧不能从射频端口传送到 UNI
- 广播的帧必须传送到 UNI
- 把多点传送的帧传送到指定的 UNI

CPE 到 ISU 的数据传送必须符合以下要求:

- 没有目的地址的帧不能从 UNI 传送到射频端口
- 广播的帧必须传送到射频端口
- 把多点传送的帧传送到射频端口
- 除了所支持的 CPE 外, 不能传送来自其它地址的帧

## 12.3 网络层

网络层协议应符合 RFC0791 的规定。

## 12.4 数据链路层

数据链路层分为:

- LLC 子层
- 链路层安全子层
- MAC 子层

### 12.4.1 LLC 子层

LLC 子层遵从 ISO/IEC10039。地址解析符合 RFC-826 的要求。

### 12.4.2 链路层安全子层

链路层安全子层待定。

### 12.4.3 MAC 子层

下行信道包括一个局端设备发送器和多个 ISU 接收器。所有的 ISU 侦听下行信道中的所有帧并接受那些目的地址是与自己相连的 CPE 的帧。ISU 之间的通信只能通过局端设备来完成。

上行信道包括多个 ISU 发送器和一个局端设备接收器, 采用 TDMA 方式。局端设备控制每一个微时隙的使用。每个微时隙可以被指定由某一个 ISU 使用或由所有 ISU 进行争抢。ISU 在允许争抢的微时隙中申请发送时隙; ISU 也可以在允许争抢的微时隙中发送数据, 在这两种情况下都有可能发生碰撞, 需要进行重发。

## 12.5 物理层

物理层分为两个子层:

- 传输汇聚子层 (只有下行信道中有该子层)
- 物理媒介 (PMD) 子层

### 12.5.1 下行传输汇聚子层

只有在下行方向上有传输汇聚子层, 它对物理层比特流中传送其它业务提供了可能性, 如数字视

频业务。该子层中是一系列连续的 188-Byte MPEG 流 (H.222.0),每个流中有 4 个 Byte 的头和 184 个 Byte 的负荷。

12.5.2 PMD 子层

下行信道的要求如下:

- 8MHz 的带宽
- 64QAM 或 256QAM

上行信道的要求如下:

- 载波频率的灵活性
- TDMA
- QPSK 或 16QAM
- 多种速率
- 支持固定长度和可变长度的 PDU

13 性能要求

13.1 射频传输性能要求

13.1.1 下行传输

传输 59 路 PAL-D 制模拟电视信号时,下行传输特性见表 3。

表 3 下行射频信道传输特性的要求

|                    |   |
|--------------------|---|
| 频率范围               | 87~862MHz   |
| 射频信道间隔             | 8MHz  |
| 前端到最远用户的传输时延       | ≤0.800ms  |
| C/N (dB)<br>详见表4   | ≥45 (当光传输系统采用 1310nm 波长区时)<br>≥44.7 (当光传输系统采用 1550nm波长区时) |
| C/CTB (dB)         | ≥56, 详见表4   |
| C/CSO (dB)<br>详见表4 | ≥59.2 (当光传输系统采用 1310nm 波长区时)<br>≥56 (当光传输系统采用 1550nm波长区时) |
| 频道内幅度/频率特性         | 不大于± 2dB  |
| 频道内群时延             | ≤75ns   |
| 载波交流声比             | ≥46dB   |
| ISU的最大输出电平         | 80dB μ V  |
| ISU的最小输出电平         | 60dB μ V  |

表 4 下行传输性能分配

|               | 光传输系统<br>(从局端设备输入到光节点输出)                   | 电缆传输系统<br>(从光节点输出到 UNI)                                    |
|---------------|--|--|
| C/N<br>(dB)   | ≥51 (采用 1310nm 波长区)<br>≥53 (采用 1550nm 波长区) | ≥46 (当光传输系统采用 1310nm 波长区时)<br>≥45.5 (当光传输系统采用 1550nm 波长区时) |
| C/CTB<br>(dB) | ≥65  | ≥59  |
| C/CSO<br>(dB) | ≥60 (采用 1310nm 波长区)<br>≥65 (采用 1550nm 波长区) | ≥73.5 (当光传输系统采用 1310nm 波长区时)<br>≥59 (当光传输系统采用 1550nm 波长区时) |

### 13.1.2 上行传输

上行传输特性见表 5。

表 5 上行射频信道传输特性的要求

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| 频率范围              | 5~65MHz        |
| 最远用户到最近用户或前端的传输时延 | ≤0.800ms       |
| 幅度/频率特性           | 不大于 ±0.5dB/MHz |
| 载噪比               | ≥25dB (只对数据业务) |
| 群时延               | ≤200ns/MHz     |

### 13.2 模拟视频传输性能

模拟下行视频传输性能要求见表 6。

表 6 下行视频传输性能

|          |     |
|----------|-----|
| 微分增益 (%) | ≤10 |
| 微分相位 (度) | ≤10 |

### 13.3 传送延迟

从 SNI 到 UNI 参考点的实时业务信号传送延迟不超过 2ms。

### 13.4 系统可用性

待定。

## 14 网元管理

HFC 的网元网管包括配置管理、故障管理、性能管理和安全管理功能。

### 14.1 配置管理

HFC 的配置管理功能分为业务节点接口配置、用户端口配置、设备配置及环境监控配置。

配置管理功能提供了设置网络单元和控制其运行的手段，它包括增加和减少网络单元、控制它们的管理状态、设置和查看参数以及完成软件升级。

### 14.2 故障管理

故障管理包括故障时间和位置的判定，并完成对相应故障修复的处理。网管可对 HFC 的各个部分进行持续的或间断的测试、观察和监测，以发现故障或性能的降低。

#### 14.2.1 告警管理

HFC 设备应提供告警报告功能。当检测到不正常条件时,产生事件数据,通知网管。通知中包括一组与报告事件相关的标准参数,如事件源、事件类型、事件起因、严重程度、告警级别等。

#### 14.2.2 测试管理

当发现网络单元故障/网络状态异常时,HFC 设备应能启动测试功能,并支持网管进行故障诊断、定位测试,以便采取适当维护行动,最大限度地降低故障对网络运行的影响。整个系统的测试采用不同的自动和人工测试,包括信号检测和数字/模拟环回。

#### 14.3 性能管理

性能管理是为了维持一定的业务质量,以满足用户的要求。HFC 网管应能启动性能测量功能,采集、处理测量数据,分析测量结果,采取必要的控制行动,改善和优化网络的总体性能水平。

#### 14.4 安全管理

通过定义个人访问权限的方式,系统提供对于管理员/操作系统访问的安全措施,确保访问请求的发起者只能在自己的权限范围内执行管理操作。对于不同请求者定义不同层次的访问权限,如有的用户可以读写一些特定的属性,而有的用户只能读不能写,有的用户可以访问一些被管对象,有的用户可访问另外一些被管对象等等。敏感信息,或固定用户终端鉴权属性,数据库和配置数据只能由有授权的个人和管理系统进行操作。未经授权的访问尝试由系统记录并作为安全性告警。

### 15 供电

供电节点通过同轴电缆向光节点、分配节点(可选)、放大器和综合业务单元(可选)供电。

供电节点的输出为 60V 50Hz 的梯形波,其上升和下降沿符合滚降特性滤波器带宽为 1.4kHz,滚降特性系数为 0.5。

供电节点的输入采用 220V 交流电,在交流电失效后后备电池应提供 8h 的电力(可选)。

### 16 设备环境要求

#### 16.1 温度要求

HFC 设备在以下温度条件下的环境中应能够正常工作:

室内设备 0°C ~ 40°C

室外设备 类别 1: -30°C ~ 40°C

类别 2: -10°C ~ 45°C

#### 16.2 湿度要求

HFC 设备在以下湿度条件下的环境中应能正常工作:

相对湿度: 10% ~ 90% (25°C)

#### 16.3 大气压力要求

HFC 设备在以下大气压力条件下的环境中应能正常工作:

86 ~ 106 kPa