

GY

中华人民共和国广播电影电视行业标准

GY/T 180—2001

HFC 网络上行传输物理通道技术规范

Technical specifications of HFC network
physical upstream transmission path

2001-11-22 发布

2002-01-01 实施

国家广播电影电视总局 发布

目 次

前言

1 范围.....	1
2 引用标准.....	1
3 定义.....	1
4 上行传输通道技术要求	3
5 系统安全要求	3
6 上行传输通道主要技术参数测量方法.....	3
7 HFC 网络上行传输物理通道验收规则.....	8
附录 A (标准的附录) 双向有线电视及交互信号系统的频率配置建议.....	9
编制说明.....	11

广东省网络空间安全协会受控资料

前　　言

有线电视网络目前已广泛采用光纤同轴电缆混合（HFC）网络结构。根据我国广播电视台数字化、网络化发展的需要，考虑到国内急剧增长的数据业务推动下的社会信息化发展的需求，有线电视 HFC 网络应实施升级改造以适应由模拟向数字技术体制的过渡、单向广播向双向传输方式的转变及单一业务向多业务功能的拓展。为此，需要制定相应的行业技术标准来规范有线电视网络的升级改造。

本标准是 HFC 网络上行传输物理通道升级改造的技术规范。也为有线电视网络建设的规划设计、工程验收和运行维护提供了依据。

双向 HFC 网的下行传输标准应依据 GY/T106-1999《有线电视广播系统技术规范》，由于上行传输物理通道内的信号具有多样性，所以本标准依据传输物理通道的测量原理而制定，而不针对于某一特定业务或特定设备。

在采用本标准时与 GY/T106-1999《有线电视广播系统技术规范》配套使用。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由全国广播电视台标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：成都康特电子高新科技公司、四川省广播电影电视局。

本标准主要起草人：龙永庆、余波、张郾初、唐春、李肖立。

中华人民共和国广播电影电视行业标准

HFC 网络上行传输物理通道技术规范

GY/T 180—2001

Technical specifications of HFC network
Physical upstream transmission path

1 范围

本标准规定了有线广播电视系统上行传输物理通道的技术要求、测量方法和验收规则。对于能够确保同样测量不确定度的任何等效测量方法也可以采用。有争议时，应以本标准为准。

本标准适用于有线广播电视系统中关于上行传输物理通道的设计、验收、运行和维护。

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。

GB 1583-1979	彩色电视图像传输标准
GB 3174-1995	PAL-D 制电视广播技术规范
GB/T 6510-1996	电视和声音信号的电缆分配系统
GB 50200-1994	有线电视系统工程技术规范
GY/T 106-1999	有线电视广播系统技术规范
GY/T 131-1997	有线电视网中光链路系统技术要求和测量方法

3 定义

3.1 光纤同轴电缆混合网 (HFC) hybrid fiber coaxial

以光纤为干线、同轴电缆为分配网的接入网。

3.2 双向有线电视系统 two-way CATV system

具有上、下行传输通道的有线电视系统。

3.3 双向用户端口 two-way subscriber port

用户室内的可向下传输信号和向上传输信号的双工接入端口。

3.4 上行电平 upstream level

上行信号功率 (P_1) 与基准功率 (P_0) 比的分贝值，即 $10\lg P_1/P_0$ 。通常用 $\text{dB}\mu\text{V}$ 表示。以在 75Ω 负载电阻上产生 $1\mu\text{V}$ 电压的功率 ($0.0133\mu\text{w}$) 为基准。

3.5 分前端 hub headend

系统辅助前端，通常设置在服务区中心。其向下传输模拟和数字电视信号、数据信号，同时接收源于服务区内所有用户上行传输的信号。

3.6 光节点 fiber node

为 HFC 网络中完成光、电或电、光转换的节点，以光纤与前端（分前端）相连，以同轴电缆与分配网络相连。

3.7 下行传输通道 downstream transmission path

HFC 网络的一部分，其信号在下行方向从前端或任何其他中心节点分配到用户的网络部分。

3.8 上行传输通道 upstream transmission path

HFC 网络的一部分，其信号在上行方向从连接到网络的用户到前端或任何其他中心节点的网络部分。

3.9 上行传输增益 upstream transmission gain

在双向用户端口注入电平为 A1 的信号，经过上行传输通道，在前端或分前端双向通信设备上行射频接收端口处测量到的电平为 A2，上行传输增益为 $G_R=A2-A1$ ，以 dB 值表示。

3.10 上行汇集噪声 upstream influx noise

源自于用户端、电缆和无源传输设备引入的干扰，以及光纤和有源设备自身产生的噪声在前端或分前端汇集形成的噪声。

3.11 上行最大过载电平 maximum upstream over-loading level

保证链路中上行光发射机和放大器不造成严重过载失真条件下，在用户端可以注入的最大上行电平值。

3.12 上行通道群延时 upstream group delay

在规定频段内不同频率信号从用户端到前端接收端产生的传输时间差。

3.13 上行通道传输延时 upstream transmission delay

信号从最远路由用户端至双向通信设备上行射频接收端传输的总延时。

3.14 用户端口保护隔离能力 protective isolation capability of subscriber port

当某用户端引入强干扰时，可能导致某信号频段（信道）停止服务。系统对其引入干扰抑制的分贝值。

3.15 通道串扰抑制比 path cross talk rejection ratio

在双向系统运营时，上行信号（满负载时）对下行电视信号产生干扰导致传输技术指标劣化。下行图像载频电平与因此产生的寄生产物电平的比值。

3.16 扩展上行通道 extended return path

在 HFC 网络条件下，特殊用户可用专用电缆上行到光节点的上行光发射机的入口而形成专用上行扩展频段。其通道的上行频率范围可与下行传输频率范围重叠，但必须保证其不应造成通道的相互干扰。

3.17 窄带数据频段 narrow band data channel range

适用于传输窄带低速数据的信道频段。

3.18 宽带数据频段 broad band data channel range

适用于传输宽带高速数据的信道频段。

3.19 上行通道的载波/汇集噪声比 (C/N) upstream carrier/influx noise ratio

用于在规定上行测量信号源电平值为标称值条件下，对上行传输物理通道作广义性的传输质量判别。

$C/N = \text{上行信号电平 (双向通信设备上行射频接收端口)} - \text{上行汇集噪声电平 (双向通信设备上行射频接收端口)}$

3.20 用户电视端口噪声抑制能力 noise rejection capability of subscriber TV port

在同一用户室内，规定其用户电视端口（或电视传输物理通道）相对于该用户的双向数据端口（或

数据物理通道)对上行传输公共通道具有的抑制(隔离)能力。

3.21 回波值 echo rating

在规定测量条件下,测得的系统中由于反射而产生的滞后于原信号,并与原信号内容相同的干扰信号的值。

4 上行传输通道技术要求

上行传输通道主要技术要求见表1。

表1 上行传输通道主要技术要求

序号	项目	技术指标	说明	测量方法
1	标称系统特性阻抗(Ω)	75		
2	上行通道频率范围(MHz)	5~65	基本信道	
3	标称上行端口输入电平(dB μ V)	100	此电平为设计标称值,并非设备实际工作电平。	
4	上行传输路由增益差(dB)	≤ 10	服务区内任意用户端口上行。	6.1
5	上行通道频率响应(dB)	≤ 10	7.4MHz~61.8MHz	6.2
		≤ 1.5	7.4MHz~61.8MHz,任意3.2MHz范围内	
6	上行最大过载电平(dB μ V)	≥ 112	三路载波输入,当二次或三次非线性产物为-40dBc时测量。	6.3
7	载波/汇集噪声比(dB)	≥ 20 (Ra波段)	电磁环境最恶劣的时间段测量,一般为18:00~22:00;注入上行载波电平为100 dB μ V;波段划分见附录A。	6.4
		≥ 26 (Rb、Rc波段)		
8	上行通道传输延时(μ s)	≤ 800		
9	回波值(%)	≤ 10		
10	上行通道群延时(ns)	≤ 300	任意3.2MHz范围内	
11	信号交流声调制比(%)	≤ 7		6.5
12	用户电视端口噪声抑制能力(dB)	≥ 40		6.6
13	通道串扰抑制比(dB)	≥ 54		6.7

5 系统安全要求

5.1 系统供电、避雷、接地等各项安全要求参照GB 50200和GB/T 6510的规定执行。

5.2 建议系统具有对系统内每个用户(或关键路由)的上行接入通道大于40dB的用户端口保护隔离能力。当上行传输物理通道发生人为干扰时,有查找干扰源并保护公共上行通道正常工作的能力,测量方法见6.8。

6 上行传输通道主要技术参数测量方法

6.1 上行传输路由增益差

6.1.1 测量设备的连接

见图 1。



图 1 上行传输路由增益差测量设备连接图

6.1.2 测量步骤

- 信号发生器载波输出电平置于 $100\text{dB}\mu\text{V}$ (无调制)，接至双向用户端口。信号发生器也可用能点频输出的网络分析仪代替；
- 前端频谱分析仪分辨带宽 (RBW) 置于 100kHz 处，信号注入点为双向通信设备上行射频接收端口；
- 信号发生器输出信号频率依次为 9MHz 、 18.6MHz 、 31.4MHz 、 47.4MHz 、 63.4MHz ，幅度均为 $100\text{dB}\mu\text{V}$ ；在前端测量出的电平分别为 A_1 、 A_2 、 A_3 、 A_4 、 A_5 ，单位为 $\text{dB}\mu\text{V}$ ；
- 本用户端口的上行传输路由增益为 $G_t = \frac{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 - 500}{5}$ ，记录下此值。

6.1.3 在不同的双向用户端口测量 G_t 值，选取其中最大值 $G_{t_{\max}}$ 和最小值 $G_{t_{\min}}$ 。上行传输路由增益差为 $G_d = G_{t_{\max}} - G_{t_{\min}}$ 。上行测量点的数量选取可参照 7.3.6。

6.2 上行通道频率响应

6.2.1 测量设备的连接

见图 2。



图 2 上行通道频率响应测量设备连接图

6.2.2 测量步骤

- 用网络分析仪的射频输出端口输出上行信号。扫描范围置于 $5\text{MHz} \sim 65\text{MHz}$ 、输出电平置于 $100\text{dB}\mu\text{V}$ 。为方便前端测量读数，扫描周期应尽可能长，一般需大于 5 秒；
- 前端频谱分析仪分辨带宽 (RBW) 置于 100MHz 处，信号注入点为双向通信设备上行射频接收端口；
- 用户端网络分析仪开始扫描，前端处用频谱分析仪最大保持测量功能测绘响应曲线。在 $7.4\text{MHz} \sim$

61.8MHz 范围内记录下响应幅度最小值 A_{min} 和最大值 A_{max} , 7.4MHz~61.8MHz 频率响应则为 $A_{max} - A_{min}$;

d) 在步骤 c) 测量过程中, 选出在 7.4MHz~61.8MHz 任意 3.2MHz 范围内频率响应曲线陡度最大(即 $\Delta A / \Delta F$ 最大)的频率段, 读出此频率段频率响应幅度最小值 A'_{min} 和最大值 A'_{max} , 7.4MHz~61.8MHz 任意 3.2MHz 范围内频率响应则为 $A'_{max} - A'_{min}$ 。

6.3 上行最大过载电平

6.3.1 测量设备的连接

见图 3。



图 3 上行最大过载电平测量设备连接图

6.3.2 测量步骤

- 三路信号发生器的频率分别为 31.4MHz、47.4MHz、50.6MHz, 等电平输出并置于 112dB μ V;
- 前端频谱分析仪分辨带宽 (RBW) 置于 100kHz 处, 信号注入点为双向通信设备上行射频接收端口。注意频谱分析仪的中频增益不宜太大, 以免自身产生过大的非线性失真;
- 用频谱分析仪观察寄生的二次或三次失真成分, 并改变注入信号电平, 当失真产物为-40dBc 时, 记录此时三路信号发生器输出的电平值, 为上行最大过载电平。

6.3.3 应选用上行传输增益较高的用户端口作为测量点。

6.4 载波/汇集噪声比

6.4.1 测量设备的连接

见图 4。

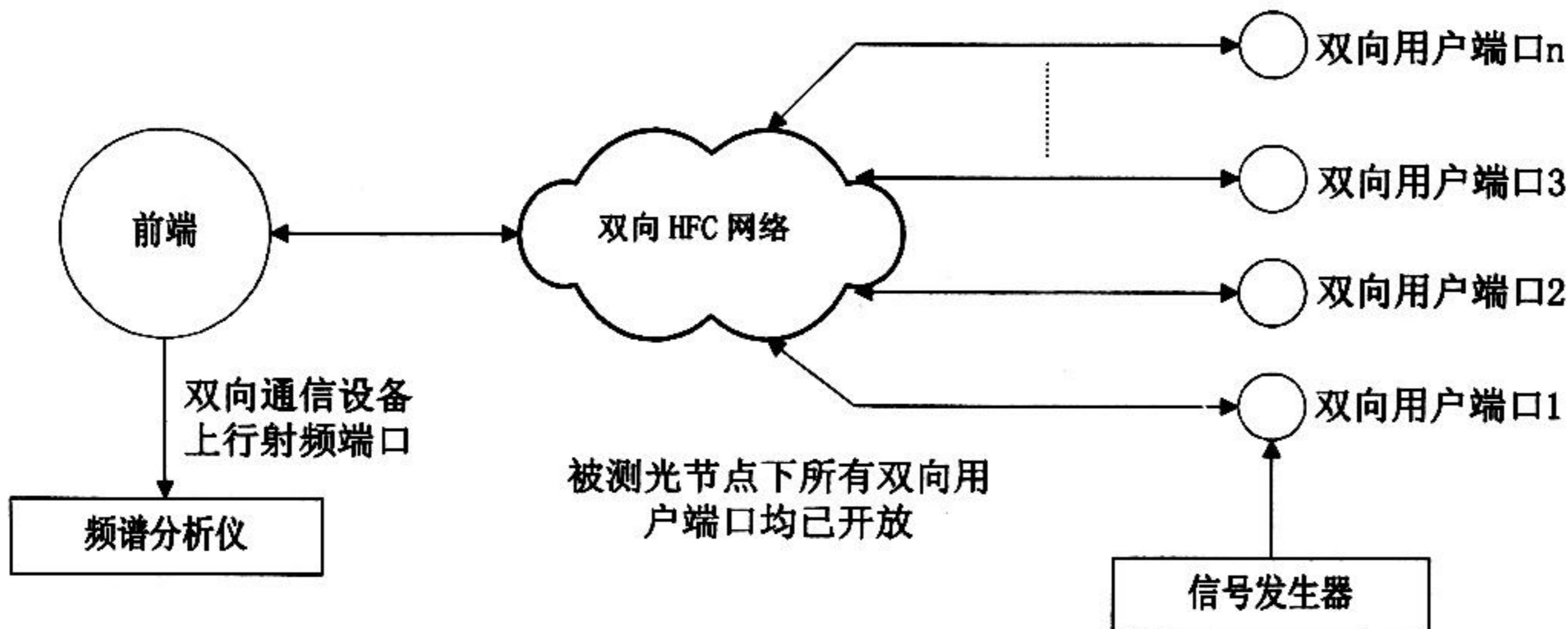


图 4 载波/汇集噪声比测量设备连接图

6.4.2 测量步骤

- 信号发生器输出电平置于 100dB μ V, 接至双向用户端口 (该测量点的上行传输增益应是所选测

量点中最低的）。信号发生器也可用能点频输出的网络分析仪代替；

b) 在 Ra、Rb、Rc 波段范围内各选一个干扰或噪声最大的频道，上行信号频率置为该频道的中心频率（频率配置见附录 A）。置前端频谱分析仪分辩带宽（RBW）为 100kHz，读出载波电平 A_c ($\text{dB}\mu\text{V}$)；关掉此上行载波，置频谱分析仪为频道功率功能测量档，测量带宽为 3.2MHz，读出噪声功率 A_n ($\text{dB}\mu\text{V}$)，C/N 值为 $A_c - A_n$ 。

6.4.3 应在服务区的全部用户均已开放上行通道的条件下和电磁环境最恶劣的时间段测量，一般为 18:00~22:00。

6.5 信号交流声调制比

6.5.1 测量设备的连接

见图 5。



图 5 信号交流声调制比测量设备连接图

6.5.2 测量步骤

- 信号发生器输出电平选择为 $100\text{dB}\mu\text{V}$ ，频率选为 R3~R18 频道的中心频率（见附录 A）；
- 选择 3~5 个频率点，分别用频谱分析仪的 HM 自动测量功能完成测量；
- 在几个频率点测量结果中取值最大的一个作为测量结果。

6.6 用户电视端口噪声抑制能力

6.6.1 测量设备的连接

见图 6。

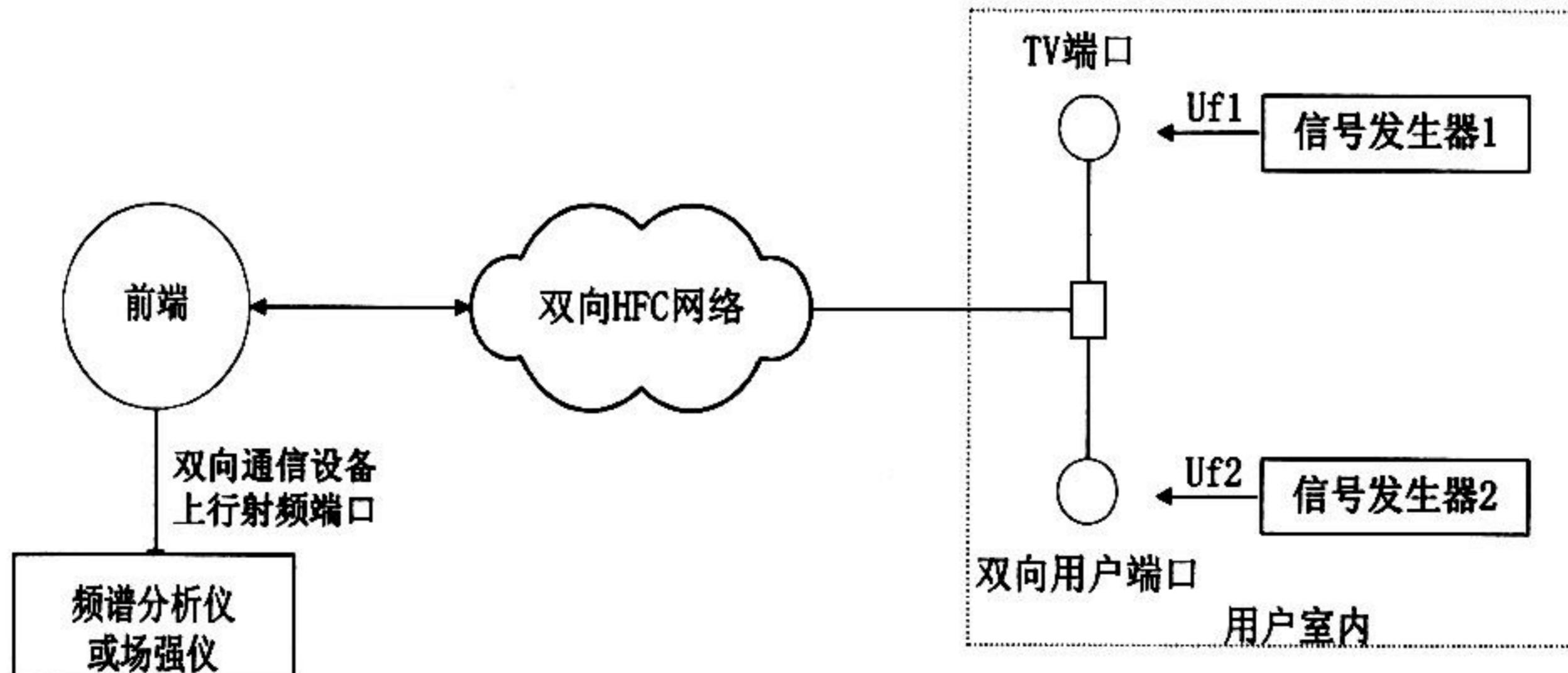


图 6 用户电视端口噪声抑制能力测量设备连接图

6.6.2 信号发生器频率设置

- a) 信号发生器 1 的输出频率为 53.8MHz (或 37.8MHz) ;
- b) 信号发生器 2 的输出频率为 57.0MHz (或 41.0MHz) ;

6.6.3 测量步骤

- a) 信号发生器输出电平均置于 115dB μ V;
- b) 前端 (或分前端) 测量点的测量仪器可为频谱分析仪或能在有效频率范围内工作的场强仪;
- c) 分别读取 U_{f1} 信号和 U_{f2} 信号的电平。 $U_{f2}-U_{f1}$ 的值为用户电视端口噪声抑制能力。

6.7 通道串扰抑制比

6.7.1 测量设备连接

见图 7。

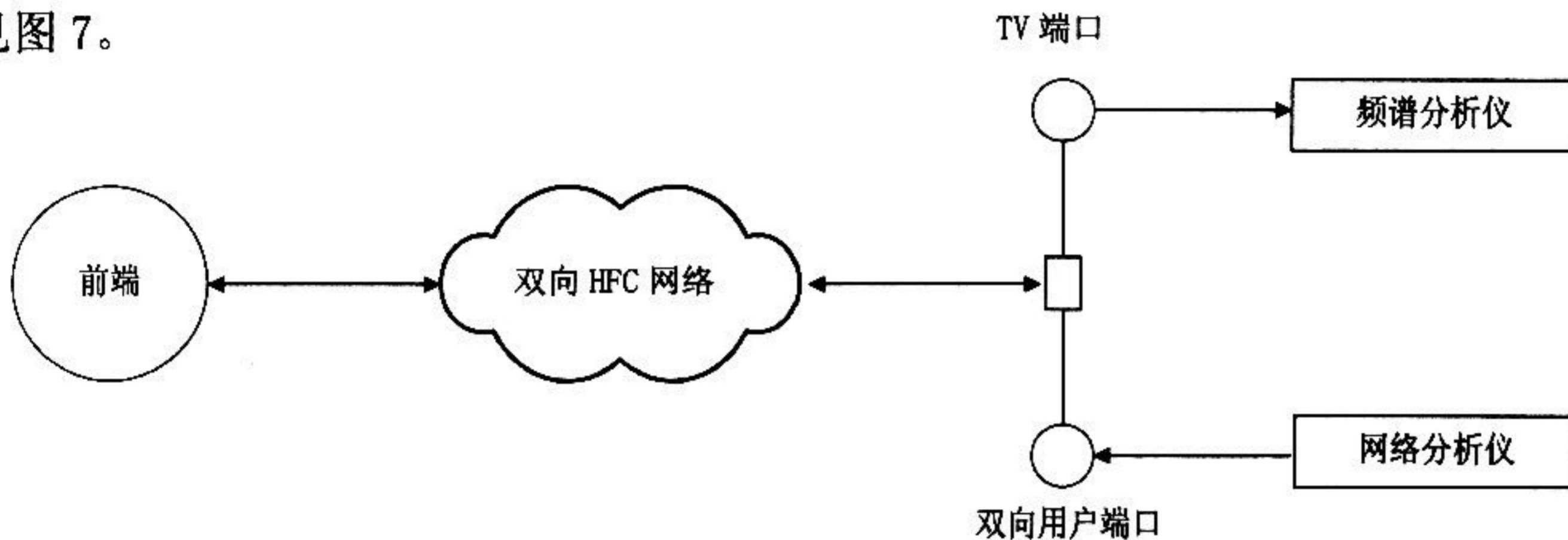


图 7 通道串扰抑制比测量设备连接图

6.7.2 测量步骤

- a) 网络分析仪射频输出接双向用户端口，设定网络分析仪扫描频率范围在 5MHz~65MHz，扫描时间为 5 秒，输出电平为 120dB μ V;
- b) 在用户端口的下行 TV 输出口接测量频谱分析仪，分辩带宽 (RBW) 置于 100kHz。开通和关闭网络分析仪，用频谱分析仪观察在下行的 TV 频段有无因网络分析仪信号而产生的寄生产物。记下图像载频电平与产生的寄生产物电平值的差值 M;
- c) 更换 3~4 个用户端口，重复步骤 a)、b) 的测量。以多个结果的最小值作为通道串扰抑制比指标。

6.8 用户端口保护隔离能力

6.8.1 测量设备的连接

见图 8。



图 8 用户端口保护隔离能力测量设备连接图

6.8.2 测量步骤

- a) 信号发生器输出电平设为 $120\text{dB}\mu\text{V}$, 输出至双向用户端口。信号频率选为 R1~R19 频道的中心频率之一（见附录 A）；
- b) 前端频谱分析仪分辨带宽（RBW）置于 100kHz 处，信号接收测量点为双向通信设备上行射频接收端口；
- c) 开放用户端口时，读出前端频谱分析仪处电平值 A_1 。对该用户端口执行强制关闭时（一般为寻址控制或加入隔离滤波器），读出此时的电平值 A_2 。 A_1-A_2 即为用户端口保护隔离能力值；
- d) 在 R1~R19 频道选择 3~5 个中心频率作为测量点进行步骤 c) 测量，以其中最小值作为测量结果。

7 HFC 网络上行传输物理通道验收规则

7.1 在依据本标准验收前应按 GY/T 106 对系统的下行传输部分进行验收。

7.2 上行物理通道按本标准规定的测量方法和主要技术要求进行验收。

7.3 测量点选取原则

7.3.1 测量点分为前端（中心）测量点和用户测量点。

7.3.2 前端测量点必须是按完整系统设计图中规定的上行信号的最终汇集点，一般选为双向通信设备上行射频接收端口（可能是由若干上行光接收机输出的电信号汇集后的输出端）。

7.3.3 验收时需对系统中的所有前端测量点进行测量。

7.3.4 考虑到在业务发展初期，可能存在将数万用户覆盖区域的全部上行信号汇集到一个双向通信设备上行射频接收端口的极端使用条件，当造成指标超过规定值时，可在不多于 1 万户上行信号汇集条件下进行测量，但是必须保证所有用户上行通道畅通，并确认今后不会因区域内交互业务用户数增加而造成汇集干扰增加（否则不能证明今后营运能力）。

7.3.5 用户测量点是用户室内的双向信号端口。

7.3.6 用户测量点的数量，按每个光节点的覆盖用户数决定

见表 2。

表 2 用户测量点数量

光节点覆盖用户数	每个光节点用户测量点数量
1000 户以上	不少于 15 个
500 户以上	不少于 10 个
200 户以上	不少于 5 个

7.3.7 用户测量点的位置应在光节点覆盖范围内按距离远近而分别选取。

7.4 测量过程中，前端测量点的仪器不应变化，以确保各用户测量点的上行传输测量信号在前端测量点有真实的测量结果。

7.5 上行传输通道资源利用评价

7.5.1 根据测量结果，判定上行传输通道的资源利用水平。

7.5.2 合格的信道指满足表 1 中 5、7、11 项所规定的信道。

7.5.3 上行信道利用系数 = $\frac{\text{合格的信道数}}{\text{上行总信道数}} \times 100\%$ 。

附录 A
(标准的附录)
双向有线电视及交互信号系统的频率配置建议

A.1 上行传输通道频率范围及波段划分

上行传输通道频率范围为 5MHz~65MHz, 其波段划分见表 A1。

表 A1 波段划分

波段	频率范围 (MHz)	业务内容	传输媒质条件
Ra	5.0~20.2	上行窄带数据业务、网络管理(上行)	共缆
Rb	20.2~58.6	上行宽带数据业务	共缆
Rc	58.6~65.0	上行窄带数据业务、网络管理(上行)	共缆

A.2 上行传输信道频率配置

上行通道的每个波段可同时安排若干信道。而配置每个上行传输信道频率前, 应对整个上行通道当前的电磁环境作测量(或对双向 HFC 网络的汇集噪声作频谱分析)后, 再决定上行传输信道的频率划分。其安排尽可能优选下列中心频率(见表 A2), 并应考虑频率配置可能造成的对网络其他设备中频(如 10.7MHz、38MHz 等)的影响。

A.3 数据下行、网络管理(下行)、数字电视在下行传输频段的安排建议

根据 GY/T 106 中表 2 的频道划分, 对数据下行、网络管理(下行)、数字电视业务下行信号传输的安排, 应优先满足模拟电视传输使用 167.0MHz~606.0MHz 的连续频道范围(共 54 个频道), 其中 Z9~Z35 频段也可优选为数字电视广播频段。

108.0MHz~119.0MHz 频段可用作双向 HFC 网络管理下行控制信号的专用用途通道。

119.0MHz~167.0MHz 频段可用作系统特殊用户服务的下行通道(5MHz~65MHz 上行, 119MHz~167MHz 下行, 可独立形成不包含电视节目、经济易行的双向 HFC 传输系统)。

在 606.0MHz 以上, 应作为数据下行传输、电视会议、视频点播等综合业务频段。也可作为数字电视广播频段(在 Z9~Z35 频段不够的条件下)。

建议在系统下行最高频率处配置 1 路模拟电视节目, 用于网络的频率均衡调试和方便工程维护时对下行通道作主观评价。

表 A2 上行信道频率配置表

波段	上行信道	频率范围 (MHz)	中心频率 (MHz)	备注
Ra	R1	5.0~7.4	6.2	上行窄带数据信道区，实际配置时可细分。尽可能避开窄带强干扰（如短波电台干扰等）。 在 5MHz~8MHz 左右，群延时可能较大。 若本频段干扰较低，也可选择作为宽带数据信道使用。 实际配置时也可将每个信道划分为 2~16 个子信道。
	R2	7.4~10.6	9	
	R3	10.6~13.8	12.2	
	R4	13.8~17.0	15.4	
	R5	17.0~20.2	18.6	
Rb	R6	20.2~23.4	21.8	上行宽带数据区，也可将每个信道划分为 2~16 个子信道供较低数据调制率时使用。
	R7	23.4~26.6	25	
	R8	26.6~29.8	28.2	
	R9	29.8~33.0	31.4	
	R10	33.0~36.2	34.6	
	R11	36.2~39.4	37.8	
	R12	39.4~42.6	41	
	R13	42.6~45.8	44.2	
	R14	45.8~49.0	47.4	
	R15	49.0~52.2	50.6	
	R16	52.2~55.4	53.8	
	R17	55.4~58.6	57	
Rc	R18	58.6~61.8	60.2	上行窄带数据区，该区在实际配置时可细分。 62MHz~65MHz 群延时可能较大。
	R19	61.8~65.0	63.4	

《HFC 网络上行传输物理通道技术规范》

编 制 说 明

一、任务来源

本标准是根据国家广播电影电视总局科技司下发的广技监字[2000]294号《关于下达国家广电总局2000年行业标准制、修订计划项目和标准补助费的通知》，由成都康特电子高新科技公司、四川省广播电影电视局承担制定任务。

二、编制原则

当前正是我国有线电视网络升级改造的关键阶段，有线电视网络升级为有双向传输功能的双向HFC网络已成为城域“信息高速公路”的主要接入模式。但是由于目前国内外尚无可供参考实用的标准可借鉴，给网络建设和改造造成了极大困难。

标准起草小组参考了IEC 60728-10建议和ITU-J.112建议中的相关技术原则，并根据成都康特公司多年来的专门研究成果和已经成功指导建设完毕投入商业化运营的20余个双向HFC网络的技术经验，提出了制定本标准的建议。

在制定本标准的过程中，结合了正在同时编制的行业标准《HFC 数据接入系统技术规范》的研究及实验，力求达到相关标准有机地结合并可合理地实现的目的。

制定本标准遵循的原则：

1、先进性：目前国际上尚无可供实际操作的相关标准，其原因主要是一些关键技术在工程上尚未实现，我们通过实践发现并系统地解决了上述问题。这些成果应体现在标准的有关条款中。

2、合理性：在实际建网过程中，强调的是合理应用，以较少的投入得到满意的应用效果，即良好的投入/产出比。所以在本标准中尽量按需要达到的最低要求（距极限要求留有一定的裕量）而制定。例如，关于技术要求的第7项，其上行通道载波/汇集噪声比值在优质设计、施工条件下可容易达到35dB~40dB，但本标准建议仍按20dB~26dB（分段规定最低限值）。

3、可操作性：本标准中对技术参数的规定都有可操作的具体测试方法，无需价值高昂的专用仪器设备。测试方法是我们在实际中总结产生的。

4、规范性：在本标准实施过程中，通过定量评估，有利于促进网络的科学规划和质量检查。

本标准与GY/T106-1999《有线电视广播系统技术规范》即下行传输标准相配合，构成较完整的双向HFC网络标准。应该强调的是，在GY/T106-1999中没有关于下行数据通道的参数要求，是考虑到一般条件下数字（数据）信号的传输要求比模拟电视要求低，所以，在模拟电视网中载送数字（数据）调制信号就没有单独讨论的必要。因此严格执行GY/T106-1999是非常重要的前提条件，其中下行通道按满频道信号（或等效满频道折算）设计、调试和验收是关键（750MHz系统按79个下行模拟电视信号测量和计算）。

本标准中，没有对数字（数据）信号电平与模拟信号电平作等值置换或规定，其原因是其属于HFC数据系统技术规范的范畴，而不属于物理传输通道的内容（参见HFC数据系统技术规范的相关内容）。并且HFC网络是信号传输通道的范畴，而不应涉及信号制度的本身，所以本标准的技术思路是针对传输通道的物理特性作描述，相关的测量方法也就应是基于物理通道的测量。在这一个基点上，与GY/T

106-1999 基于运行规定的电视信号测量为基础进行的测量描述不同。只有将传输网络建设好，其通道的物理特性（电性能）优质，才有可能传输各种数字调制方式的信号，这就是“信息高速公路”的“公路”概念。

根据技术的发展，可以预见，虽然目前在 HFC 网络中的主要传输设备（发送和接收，中心或用户终端）主要是采用 QPSK 或 16QAM 调制方式，这是对过去试验网络的物理（电性能）传输特性不清造成的。如果今后网络规划、设计及器材采用先进的技术，其传输特性达到了（国内已有若干网络实践证明）优质水平的，效率更高的 256QAM 或 64QAM 调制方式的设备也会逐成主流。所以，本标准以既适应现况，又支持创新、创优为目的。

三、编制过程

本标准起草工作分为以下几个阶段：

1、草拟阶段：标准起草小组根据任务要求，认真分析了双向 HFC 网络上行传输的相关资料及标准，确定了编写原则。同时分析研究了已投入营运的若干双向宽带网的调试、测试的数据。

2、编制讨论稿阶段：为确保标准的表述全面、科学、合理，起草小组将其草稿提供给正进行建网工作的有线台进行参考，得到了良好反映。经总结后形成本标准讨论稿。

3、编制征求意见稿阶段：为了广泛征求意见，起草小组利用全国广电标委会的“标准宣贯培训班”（2001 年 4 月下旬，江苏吴江）的机会，将其主要内容以研讨的方式征求意见，获得了很好的效果。此后根据反馈意见，将一些具有导向性但又不便于规定的内容改列为附录内容。并补充了“用户电视端口噪声抑制能力”指标及测量方法。

4 标准内容的实际操作验证

本标准的内容强调可操作性，为了保证标准的严密性及可操作性，除了在各地建网时进行实践外，还结合了《HFC 数据接入系统技术规范》标准起草小组在深圳蛇口电视台网络测试内容，以本标准的主要测量内容在该网络上行物理通道进行测试验证，均获得了成功评价该网络的数据。

经以上 4 个阶段的修改、整理后，形成了本标准征求意见稿。

5、编制送审稿阶段

征求意见稿在通过广泛征求专家及若干有关设备厂家的意见并将其汇总后，经研究再次修改，形成了本标准送审稿。2001 年 10 月 24 日由国家广电总局科技司主持召开了本标准送审稿的专家审查会。

根据审查意见对标准文本进一步修改、补充后，于 2001 年 11 月完成报批稿，上报国家广电总局批准。

四、重点技术术语说明

1、关于上行传输增益：这是重要传输参数，是应由交互终端设备的输入输出关系的具体要求而确定。所以，本标准中只规定上行传输增益差值（以 dB 计）。在确定与业务有关的应用设备时，应针对业务设备规定其标称传输总增益（在中心机房补偿）。

2、上行最大过载电平：在 HFC 网的光设备中存在电信号放大增益的功能环节，而该类设备的标准中缺乏对其电信号部分的增益规定（决定光发送机的调制度），在设计、施工应用中，有可能导致上行光设备处于严重过载条件（信号弱时仍可通过 C/N 值反映出来）。这项技术参数在国际上的各版本建议

中都缺乏规定，而我们在实际建网中却发现这是一项关系到建网质量（后期质量）的重要指标。

3、载波/汇集噪声比：这是上行传输物理通道的关键技术参数。因为网络在实际营运时，上行信道载波来自于不同的用户终端及路由，对任意某上行频道（信道）而言，任一瞬间（时隙）只可能是存在某一用户的上行信号（及载波），不存在汇集效应！而源自于众用户终端及路由的干扰始终存在相等概率，并于双向通信设备上行射频接收端口完成汇集。实际工作的上行（数据）信号的强度（电平值）受双向通信设备网管系统调节，而汇集噪声不受网管调控。所以，在对网络通道评价（测量）时，只能在各标准测量点分别注入上行单一信号载波，其强度为标称的稳定值。测试信号与汇集干扰噪声在双向通信设备上行射频接收端口强度的比值，反映了上行物理通道传输受干扰的程度。

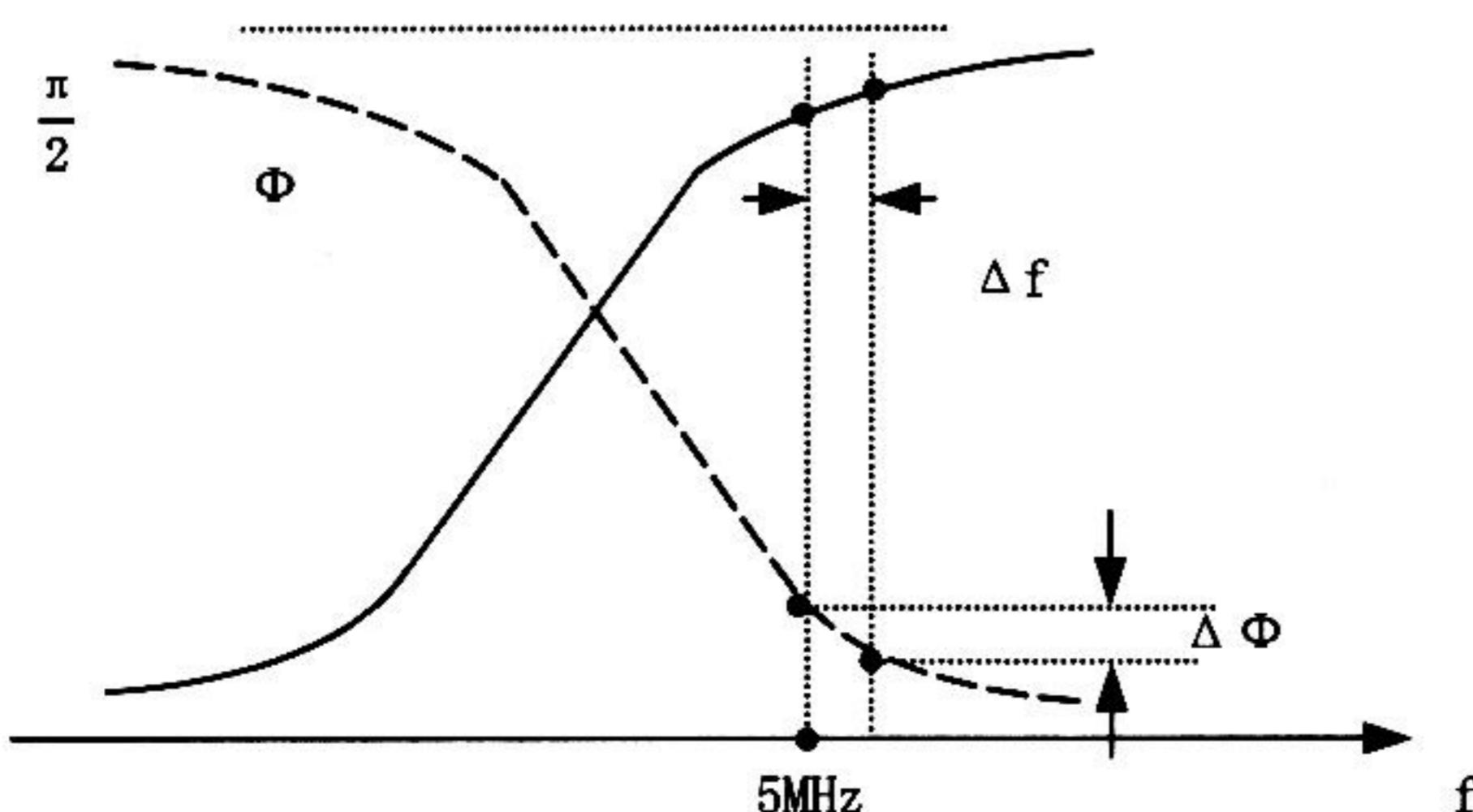
本标准“测量方法”一章中对汇集噪声的测量，实际上是对设备热噪声、固定窄带干扰、持续的宽带脉冲干扰等成分的平均功率总和的测量，对于非持续或是偶发的脉冲干扰则未加评估。但是网络建设者仍需对当地区的此类干扰进行观察和分析，以便合理进行决策规划。

4、通道串扰抑制比：一般来说，下行信号干扰上行通道的可能性较小，而上行信号对下行通道（及信号）的干扰，在建网初期（只开一个上行频道）用户较少时也不太容易有所反映。但建网是一个长期的战略行为，当后期业务繁忙、用户多时，上行信号（信道）数量增加，这个问题必将暴露出来。所以该项指标是一项容易忽视，但却是确保投资者利益、表征网络传输质量水平的重要指标。（注：国外的相关建议中也缺此项）。

5、扩展上行通道：光节点是HFC网的关键节点。上行光发射机的带宽是200MHz/300MHz（规范的产品），而同轴电缆中的上行通道是5MHz~65MHz，所以在光工作站到中小型的集团用户，可方便地用电缆专线，可使用65MHz~200MHz作专用上行频段（安全性好，与下行通道空间分割互不干扰，不妨碍下行通道在87MHz~200MHz频段的应用），以提高网络的资源。具体建网时，即使没有设计扩展上行通道也可以，本标准未作具体规定。

6、上行通道群延时：信号产生群延时会造成对信号的严重损伤。通过研究，上行通道产生群延时的原因是传输通道的分频滤波器造成的，而产生其群延时的频率（频段）是在滤波器的频率分割处，即5MHz~8MHz频段和60MHz~65MHz频段。由于这项指标的测量需昂贵的专业仪器，所以本标准从实用性，科学性的原则出发，结合上行频段划分，提出宽带数据频段（3.2MHz带宽）和窄带数据频段的划分。显然，宽带数据频段在20.2MHz~58.6MHz不可能受群延时影响，可以不作测量规定。而在窄带数据频段，由于带宽小于400KHz的窄带信号不必担心实际滤波器可能产生的群延时，因为群延时

$$\Delta \tau = \frac{\Delta \Phi}{2\pi \times \Delta f}$$
 是在最严重的5MHz和65MHz频率点处，一般其 $\Delta \Phi$ 小于 $\frac{1}{10} \times \frac{\pi}{2}$ 和 $\Delta f = 2\text{MHz}$ （带内部分）。则 $\Delta \tau \leq \frac{\pi}{20} \times \frac{1}{2\pi \times 2 \times 10^6} = 1.25 \times 10^{-8} = 12.5(\text{ns})$ 。



所以，标准中根据实际应用，为了抗干扰需要，将 5MHz~8MHz（或 15MHz 以内）区作为低速数据信号传输频段（小于 400kHz 带宽的最大波特传送率为 400kbit 双边带信号，信号的最短周期为 5 μ s），对实际累积延时差可允许达到 0.5 μ s 级的水平，远远高于实际网络中存在的由于多级链路传输所造成的累积延时差。根据该理由，网络的群延时则可不作专门测量。仅以带宽判别和根据实际规划应用频段的原则，即可回避了实际建网无法开展的测量。这就是在其主要技术参数中没有规定测量方法的原因。

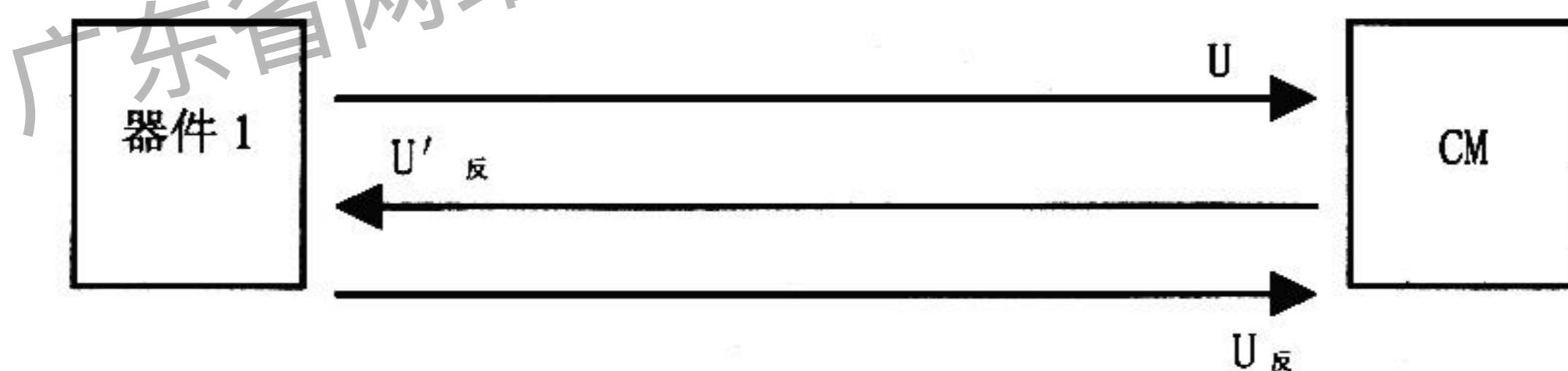
7、上行通道传输延时：这项指标实质是在表征 HFC 网络的最大半径。按目前主要应用设备 CMTS 的要求而规定≤800 μ s，由于电信号在光纤或同轴电缆内的传播速率约为 0.7~0.8 倍光速，凡是半径小于 70 公里的网络均可满足，所以该项指标也只在标准中表述其要求，而未规定其测量方法。

8、回波值：这项指标的物理意义为在规定测量条件下，测得的系统中由于反射而产生的滞后于原信号并与原信号内容相同的干扰信号的值。与 C/N 值一样，也是影响数据误码率的一项重要指标。传统的测量方法为检测被测系统对 2T 正弦平方脉冲的响应，这在规定了信号格式的下行通道的测量是可行的，相关检测设备也容易获得。IEC60728-10 建议中对该指标的测量也延用了此种方法（需要专用的上行模拟调制器及解调器、信号源及信号处理设备）。但此种测量方法较为复杂，设备也难于获得，因此其可行性还值得商榷。所以，该项指标也只在标准中表述其要求，而未规定其测量方法。以下为回波值对上行数据通道的影响评估分析：

附：回波值对上行数据通道的影响评估

回波值对传输模拟信号有着举足轻重的影响，但对传输以 QPSK、QAM 调制方式的数据信号，其影响将降至微乎其微。其重要前提是路由中器件的反射损耗必须达标：大于 12dB。现以信号下行至 CM 为例子论证。

1、最大回波信号来自于离 CM 最近的一个器件，见下图。



为分析简便现不计电缆衰减，则上图中各量值间有如下关系。

$$-12 = 20 \lg \frac{U'_{\text{反}}}{U} \quad (1)$$

$$-12 = 20 \lg \frac{U_{\text{反}}}{U'_{\text{反}}} \quad (2)$$

由 (1)、(2) 式有

$$U_{\text{反}} = 10^{-1.2} U = 0.063U \quad (3)$$

即第一个器件引起的回波对 CM 仅有 6.3% 的输入幅度。

2、当上行通道工作在 QPSK 状态，按极端情况 ($U_{\text{反}}$ 与 U 相位差 90°) 造成的附加相移为：

$$\alpha = \arctg \frac{U_{\text{反}}}{U} = 3.6^\circ$$

这对允许有 $> \pm 45^\circ$ 相差的 QPSK 可忽略不计。

3、当系统工作在 QAM 状态，可视 $U_{\text{反}}$ 为一种幅度噪声干扰，即噪声增加了 6.3%，相当于载噪比下降 1.2dB。这对误码率的影响很小，并可结合实际网络的载噪比裕量来考虑其可能的修正值。

4、以上尚未计及电缆损耗，若计及其影响将小于以上评估值。

综合以上结论是：回波值在 CATV 上行数据通道中可忽略不计。

根据以上分析，并参考 IEC60728-10 建议，我们给出回波值指标为 10%，且未规定测量方法。

9、电视端口噪声抑制能力：实践证明，源自于用户内电视接收机的上行干扰是最主要的干扰源，而且由于用户室内网络的不可控性和一户多端口的现象已普遍存在，将导致公共的上行通道的传输安全受到影响。所以，用户室内的电视端口（及用户电视室内网）必须具有噪声抑制能力。经研究，实际的电视端口产生上行干扰的强度在 $50\text{dB}\mu\text{V} \sim 90\text{dB}\mu\text{V}$ 。所以当网络中的电视端口的上行干扰只需有大于 40dB 的衰减（相对于数据端口），上行通道的安全性便可得以保障。

10、用户端口的保护隔离能力：HFC 网上行通道是公共通道，如果无此管理控制（称之为保护隔离能力）技术功能，则上行通道受干扰破坏时（影响传输时），网络管理者根本无法查找或消除干扰源。这也是我们在建网中总结出来的，并且已在 3 个实用（已正式营运）网中证明已发挥了重要作用。所以必须把此功能及指标作为网络通道安全要求的内容。

11、关于验收时，标准测量点的数量选择较多。这是为了保证网络一次建设成功，要求传输通道“户户通”，确保业务逐步顺利开展（可大量节约今后按业务发展时逐户调试工作量），这是最大的节约，也是建网成功的标志。实际中当开通少数用户的条件下，若保证了电视端口的噪声抑制能力和上行传输增益差这二项指标，也可达到与“户户通”几乎一致的效果。

广东省网络空间安全协会受控资料