

# 有线电视双向网的探讨

2003-09-02 河北广电网

洪政

摘要：通过分析光纤网络、同轴电缆网和 HFC 双向传输网络的技术要求，网络设备的特点及参数。进一步了解 HFC 双向传输网合理应用，为 HFC 双向改造，实现有线电视网第二次腾飞提供依据。

关键词：有线电视网络 光纤网络 同轴电缆网络 双向传输网络 技术要求 传输设备

在光纤网络中，一般采用空间分割方式，它利用两根光纤，一根正向传输下行电视信号，另一根反向传输各种上行信息，该传输方式简单、方便，但不宜同轴传输，主要是用两根同轴电缆传输，造价高，投资大。

在同轴电缆网中，一般采用频率分割方式传输信息和电视。它可把不同的信息内容分成正向和反向传输，因在频率上分成两个频段，如现行网络的 5~65MHz 频段传输上行信息，而 65~750 MHz 传送下行电视信号，这样采用两个频段分开达到传送正反向信号，在国外也有采用高、中、低频率分割方式来完成各类信息的上下行传输工作。

另外还有一种回传方式，就是用时间分割方式。时间分割是利用脉冲开关控制一个脉冲周期内发送的下行信号，在另外一个脉冲周期内传送上行信号，这就要求每个脉冲周期在足够短的时间内完成，否则会影响信息质量。

## 一、对回传的技术要求

在双向传输网络中，正向传输技术上好处理，有反向传输后，因回传中的噪声漏斗效应和驱动电平难以控制会严重影响传输质量，也是双向传输的成败关键问题，因此在双向网设计施工时，就应从技术上严格按标准实施，特别是反向传输通道的技术标准应按我国规定的《有线电视广播系统技术规范》执行，它的各项指标如下：

1) 频道内幅度/频率特性：任何频道内幅度变化不大于±1dB；在任何 0.5 MHz 频率范围内幅度变化不大于 0.25dB；这就是系统频响要求，因系统工作频率仅几十兆，在整个频带内，要求频响特性尽量平坦，各个频道的电平必须保持在一定范围内，以保证回传信号质量，当电平超过一定限度时，非线性将急剧增加，低到一定程度时，噪声干扰又会明显地损伤回传信息质量，因此要求网络中传送的同一类信号各频道之间以及不同信号，其电平需保持一定的相对关系，才能避免或者有效地降低相互间的串扰或干扰，因此有回传业务的网络，由于多种业务的网络对电平的求更高，因此必须达到回传频道内幅度/频率特性的指标。

2) 载噪比：≥50dB

3) 载波互调比：≥74dB（单频道互调干扰） ≥61dB（多频道互调干扰）。

4) 交扰调制比：≥66dB。

5) 载波交流声比：≥60dB。

6) 回波值：≤4%。

- 7) 微分增益:  $\leq 5\%$ 。
- 8) 微分相位:  $\leq 6^\circ$ 。
- 9) 色亮时延差:  $\leq 30\text{ns}$ 。

## 二、回传噪声的分析

1. 噪声产生的原因:双向传输交互问题目前最大的难点是如何克服上行噪声问题,它的噪声源来自于用户端,用户越多,会聚到前端后就形成了噪声会聚效应,也叫漏斗效应,它是上行通道产生噪声的主要原因之一。

另外还有入侵噪声,它由窄边带短波干扰、脉冲噪声干扰两种。脉冲干扰频率很低,在  $60\text{Hz}\sim 2\text{MHz}$  之间,它产生的谐波成份很大,造成的噪声干扰也特别严重。另外还有业余无线电台、有线电视的设备、各种器件接口松动、接触不良,还有本网周围持有的干扰也会形成入侵噪声。

### 2. 噪声源的分析

具备双向传输功能的系统,应有上行、下行两个通道,也就是讲有上下行传输或有正、反向传输的能力,衡量的标准是通道内噪声指标,它是能否达到开展双向业务功能的关键。

双向网中的上行噪声主要由众多用户将汇集起来的噪声干扰送入前端,而用户噪声主要来自于用户家中电视机的信号入口,干扰根源在终端的各类家用电器中,网络元器件电缆的屏蔽性能不好或变差,受干扰的频率范围在上行通道的  $5\sim 40\text{MHz}$  之间为最强,当干扰信号的强度超过用户标准电平时,可以讲上行信号是无法正常传输的。

过去网络器件均采用分散件,加上器件的质量,网络的施工工艺差,链路的维护调试水平低,终端用户的乱接线,线缆、器件接头多,到用户电缆长度相差太大,使上行用户传输增益相差过大,电平过份悬殊,无可非议的会产生较强的噪声干扰,影响上行通道的传输质量,这也是产生噪声的主要原因。针对这个问题,为了较好的克服上行噪声的汇集,目前采用了“集线”式分配方式,经许多有线台网的改造试用,非常成功的克服了上行汇集噪声。

外来入侵噪声(Ingress noise)源主要来自于前端设备、网络、器件周围的窄边带短波干扰,脉冲噪声干扰,特别是脉冲干扰的频率虽然很低(一般在  $60\text{Hz}\sim 2\text{MHz}$  之间),但它产生的谐波成分却非常大,造成的干扰也较严重;一些家用电器,电子点火设施也会产生  $5\sim 40\text{MHz}$  的电磁干扰谐波,这些谐波会通过任何途径入侵到上行通道。另外公路上奔跑的汽车、摩托车使用的电子打火机、家庭用的微波炉、日光灯的启动、电吹风都会辐射出较强的电磁波,因为这些器件都是瞬间启动和使用,会产生一种随机性尖脉冲干扰波。在网络中因一些器件质量差,无屏蔽防范措施,电缆的屏蔽作用达不到  $80\text{dB}$  最低的屏蔽作用,设备接口,电缆接头松动,造成阻抗失配,很容易使外界各种干扰信号入侵。

## 三、上行调制方式的选择

HFC 网络发展所面临的难点在于上行信道中的噪声和干扰的积累。增强电缆线路的屏蔽和减少光纤节点的用户数量对解决上述问题有一定的效果,但最根本的解决办法是采用抗干扰性能强,频带利用率高的传输技术来克服噪声与干扰带来的弊端。同步码分多址技术(Synchronous Code Division Multiple Access, S-CDMA)就是较好的技术之一。

S-CDMA(同步码分多址)是建立在码分多址(CDMA)基础上的,它通过有线分配网络提供健全和完善的传输。它与异步 CDMA 方案不同,S-CDMA 的同步性把信道的效率提至  $14\text{Mb/s}$  ( $6\text{MHz}$

信道)。S-CDMA 技术在脉冲和窄带噪声、线性和非线性信道损坏、一个速率的适应能力、宽带大容量以及系统的扩展性和安全性方面,较频分多址 (FDMA) 和时分多址 (TDMA) 技术极具优势。

时分多址 (TDMA) 和频分多址 (FDMA) 是通过电缆传输高速数据的两种方法。它们都有很大的限制。对于 TDMA, 不同的用户对应不同的时间位置。因此, TDMA 需要快速获得, 使得数据对窄带干扰非常敏感。

在信噪比 (SNR) 低于某个极限值时, TDMA 系统可能完全不能运行。TDMA 的另外一个问题是在一定通道内的竞争, 并且此竞争会影响邻近通道, 因为来自不同竞争的能量积聚会引起放大器的过载。这将严重影响双向数据网的性能。对于 FDMA, 各个用户被分配不同的频段用于上行传输。由于每个用户占有一个特定窄带道, 数据非常容易受到噪声的攻击。因为窄带干扰能轻易进入用户占用的通道。为此, FDMA 系统常用频率再分配技术尽力避免噪声。因而噪声通道中的数据被转移到频段的另一部分。

因为干扰的动态性, 用不断移动通道来避免噪声通常需要更智能化和更昂贵的系当系统移到另一通道时, 由于没有发送任何数据, 因而信息量也受到动态数据再分配影响。FDMA 传输对非线性形和频率失调也非常敏感, 并且通道间需要保护带而使性能达不到最佳。

S-CDMA 提供了一个办法, 用于解决上行路径中进入的干扰和脉冲噪声, 这正是 HFC 网双向传输高速数据时遇到的最严重的问题。这里不是在抗噪声和信息量之间求折中, 在采用扩频和编码功能时 S-CDMA 可提供 14Mbps 的可靠的上行流, 带宽分配的好处使网络运营商有提供可保证的数据率的能力, 可用于 UBR, CBR 和 VBR 信息业务。

S-CDMA 不是基于竞争的系统, 因而它是可分级的, 当更多的用户加入 S-CDMA 系统时, 他们在高峰时期不会为有限的带宽而竞争, 因而避免了冲突和降低了网络特征, 而且 S-CDMA 的 6MHz 通道不干扰邻近的通道(它们可能用其他技术, 如 QPSK)连同高的数据速率, 这些特性使此技术成为有线电视网高速数据传输的最有生命力的方法。

#### 四、HFC 双向网传输设备

##### 1. 终端用户盒

过去的终端用户盒不能满足双向传输条件, 开展双向传输的系统, 终端必须选用专用交互式用户盒, 一方面有多功能作用, 另一方面可隔离终端机和户内的窄带短波干扰, 把好了上行信号质量的第一关。

双向交互式 CATV 用户终端盒应具备抗高压冲击能力, 有较好的屏蔽作用, 能严格防止外界电磁波的干扰, 交互式用户盒为无源设备, 一般有四个端口, 其一是信号输入 (IN) 端口, TV 插孔与电视机 RF 端相连, 它可接收 168~750MHz 范围内全部电视节目; FM 插孔供调频收音机接收调频信号用的端口, 它的频率范围在 87~108MHz 范围内; 第四个端口 (DATA) 与用户的数字交换设备相连, 如 Cable Modem 机顶盒等等, 便于用户与 CATV 双向网在 5~165MHz 频率范围内进行数据交换, 双向网用户家中的设备有电话机、计算机、电视机、Cable Modem 和双向终端用户盒组成。

##### 2. 双向集线器

双向集线器一般设计在楼幢单元用户的中间部位, 这是用户分配网的有源设备, 是可寻址集线器, 应具有寻址路权控制, 对拆户, 不交费用户采取随时关断措施; 如果用户不需特

殊服务，只收看下行电视节目，可选用单向集线器，可降低投资成本，集线器有 0dB~3dB 电平分配输出口，离集线器远的用户可选用 0dB 高电平输出，近的用户可选用-1dB~-3dB 等接口输出端，其目的是保证所有用户电平尽量接近。

### 3. 双向放大器

双向放大器应能顺利的通过下行电视信号和上行回传信号，放大器内设置正反向放大模块和双向滤波器，上下行通道均应有各自的可调衰减器和均衡器，放大器投入使用前应对上、下行信号分别进行单独的调试，一般先调下行信号，后调上行信号，为了便于上行信号的调试，在调试上行信号时，送入专门的上行信号多频点调试信号源，它能满足上行通道高、中、低段各频点射频信号的调试需要，达到最佳调试电平，使上行信号的电平平坦度达到设计要求。

### 4. 双向光机

双向光机相当于一个双向光工作站，在末端光节点能接收下行光信号，并转换成多路 RF 射频信号，为同轴网提供优质的下行信号和足够的分配电平，对有双向交互式用户的网络，光节点中应有为上行信号提供功率发射的光发射机，它把交互式用户回传的信号电平接收后转换成光的信号，传向中继站或前端机房，开展多功能的综合增值业务。

双向光机对上行和下行信号均应设置衰减和均衡器，便于调整过高或过低的信号，光机应设置避雷或防高电压入侵的保护设备，供电要可靠，并有备份电源，能达到电源自愈能力，确保光机的正常工作。

### 5. 双向多路分路/混合器

双向多路分路/混合器一般设置在前端机房，它主要是前端向多条支路分配下行信号，又为下行多支路回传信号进入前端的分路/混合器，它应为上下行提供优质的混合分路信号；适用于电缆全双向网络的技术要求。

### 6. 前端双向设备

CATV 双向 HFC 传输网络的前端，需设置双向数据交换中心，它主要由中心交换设备，网络管理工作设备，各种功能的服务器，前端处理器，上变频器，宽带路由器智能管理等设施组成，中心交换设备能实现与服务器、网管站、前端处理器、路由器每个交换端口的交换功能，而服务器主要为中心交换机提供数据存储和转发工作、网络管理站的工作主要提供对中心交换机的工作状态进行侦查和维护，并对数据交换进行管理。前端处理器主要任务是接收 5~65MHz 的上行射频信号，并把 RF 信号解调后成为中心交换设备能理解的信号格式，它还可把下行数据经 QAM（为正交振幅调制方式）调制后输出中频调制信号，前端处理器实际上就是一台 Cable Modem，上变频器可把下行 QAM 中频信号转变为 CATV 频段输出的 RF 信号，送入双向混合器，提供光发射机所需的下行传输信号。前端的宽带路由器的工作内容是提供中心交换设备与 Internet 进行数据格式的转换，数据交换和相关的控制工作。

双向前端是一套全智能化管理的系统，它能对所需管理的项目全智能化，如有条件接收、加密、报修、节目器材的管理达到全自动，为开展新的增值业务和新的经济增长点打下了良好基础。

### 7. 同轴电缆

为了加强对外来入侵干扰噪波的防御能力，对同轴电缆的选择也很重要，过去使用的同

轴电缆外导体有锡泊纸和金属网的，它的屏蔽衰减值一般只有 60dB 左右，质量差的电缆还达不到这个值，所以使用几年后，因各种原因会使屏蔽衰减值下降更多，外来干扰杂波易从电缆进入各个部位、进入系统中、要保证双向传输的质量，必须有效的抑制回传噪声；目前有二、三、四屏蔽电缆，四屏蔽的衰减值一般能达到 100dB 左右，质量相当好的。还有些进口高质量的屏蔽衰减值可达到 120dB 左右，达到 100dB 的电缆都能有效的抑制外来入侵的各种干扰杂波，完全适合双向传输网络的要求，因此双向网络要求屏蔽对干扰信号的衰减值大于或等于对用户要求的下列指标：

载波互调比 $\geq 57$ dB，载波交调比 $\geq 54$ dB，载噪比 $\geq 43$ dB，信号交流声比 $\geq 46$ dB，反之，会严重影响信号的传输质量。

HFC 双向改造完成后，我们可以依托有线电视网络资源，利用 PC/Cable Modem 或 TV/STB 组合实现真正的宽带接入，向普通百姓提供视频、语音、数据“三合一”的多媒体信息服务已成为现实。这不仅仅是广大用户的企盼，更是有线电视网实现第二次腾飞的关键所在。搞好 HFC 网络的双向改造将给有线电视网络带来极大的发展机遇。