

重庆市北碚区广电宽带网传输通道测试分析总结

一、网络基本情况

根据重庆市北碚区广电网络公司的提议，于 2001 年 11 月 9 日，成都康特公司和四川省广电局对北碚宽带网络的 HFC 上行传输通道作了一次具有重大意义的测试活动。参加人员由张郇初（四川省广电局原总工）、龙永庆、余波、唐春等及十余名工程测试人员组成，北碚广电局的领导和工程师也参加了测试的全部过程。

北碚有线电视网是 1989 年建立，历经 10 年的使用，线路老化早已不能适应当前各种传输业务的开展。所以于 2001 年 3 月以后，由重庆广电网络公司北碚分公司重新建设，城区有线电视用户约 6 万户，网络结构为光纤同轴电缆混合网（简称 HFC 网），按双向传输要求进行设计、施工建设。

由于缺乏双向 HFC 网络建设的经验和标准及规范，北碚网络分公司在成都康特电子高新技术公司的支持下，由成都康特公司提供技术支持和全套关键器材（除光、铜、钢三缆之外），全部按规范化的工作程序进行建设，即：完整规划、规范设计、按图施工。杜绝了过去有线电视行业的“无设计图纸条件的施工，一切问题依赖人工调试”的现象。

网络建设在标准化、科学化以及网络传输性能方面处于领先的水平，其具体表现为在基本电视业务传输的前提条件下，网络覆盖范围内的任何用户都可以通过 HFC 网“一线通”，进行符合 DOCSIS 标准的数据传输。最突出的是“上行通道无需调试”的实践，是国内外都史无前例的突破，标志着 HFC 网络进入商业意义的“三网合一”、“一网多功能”的真正实现。

二、网络技术方案

HFC 网络的“一网多功能”要实现商业化运营，在建设问题上，必须解决“汇集干扰”、“汇集均衡”、“网络共用通道安全”三大技术难题。北碚广电宽带网采用了康特公司创造的专利技术及独有方案：

1、淘汰了有线电视传输网传统的“由楼栋放大器到各用户之间的树枝型分支/分配结构”，采用了“按每个单元（十余户）为基本单位的集中分配入户的星形结构”，确保了上行传输信号的抗干扰能力，仅用标准同轴电缆（没采用四屏蔽电缆）就达到优质的指标，解决了“汇集干扰”问题，且节约了大量资金。

2、网络全部采用按放大器“逐级对称性设计和集中分配入户”结构，并且全部按图纸施工，保证了上行信号电平传输损耗的一致性，使得上行传输通道无需调试，成功地解决了“汇集均衡”问题，在实践工程中极大地省去了国际上普遍认为的“难以承受的上行通道调试工作量及今后的维护量”，这是网络商用化运营的基本要求。

3、双向的用户路权可寻址管理，不仅保障 100%的收费率，更重要的是能在网络运营过程中查到干扰上行公共通道的干扰源，即使“网络公共通道的安全性”得以保证。网络全部采用 HFC 结构，根据用户群密度不同，按每光节 500~1500 户规划，考虑城区范围不大，城区范围的所有光节点全部上行传输到前端，设计共 38 个光节点，测试时已开通 30 个光节点。考虑到当前的总业务量（交互服务的用户数）的传输要求，为节约资金，仅安装了 1 套 CMTS 设备（一个下行信道和一个上行信道），虽然全网开展数据业务的用户仅有 500 户左右，但 30 个光节点所对应的 30 台上行光接机所覆盖区域内的上行信号及噪声都汇集到一点而输入到 CMTS 的上行接收端，这意味着在 CMTS 上行接收端存在 2 万多户的上行噪声干扰的汇集量。需要解决这种条件下的技术问题，才有可能发挥 HFC 网络以低成本进入门槛进行商业运营的优势（数据平台的起步投入资金少于 50 万元人民币），提高数据交换平台设备的利用率（以太接入网远远不可比拟）。

正因为如此，北碚宽带网（HFC）的测试评价作为康特技术在全国推广就具有极其重要的深远意义。它以全面解决双向 HFC 网络建设的各种技术难题（国际难题）为突破口，在目前国内广电网面临以电视业务条件下都必须重新建设（改造）的关键时刻，助以真正意义的“信息高速公路”的实现、达到“一网多功能”，有着巨大的经济效益和社会效益。

巨大的经济效益是明显的，网络运营商仅需在单向传输有线电视网的户均建设成本约 180 元的基础上增加 80 元/户的一次性投入，便可以低于 260 元/户的器材总成本（不包括架埋缆的人工费）拥有宽带双向的多功能传输物理网。

三、测试说明及分析

这次测试由于是属于技术验证性，按照近期审查通过的《HFC 网络上行传输物理通道技术规范》标准中规定的方法，用一天的时间（上午 9：00~晚 20：00），对选定的 9 个“标准测试点”进行上行传输测试。为保证测量数据的真实性，在 CMTS 实际工作的网络条件下进行：

a、网络内全部有线电视用户“户户通”：即无论当前是否是数据业务的用户，其上行通道都是开通的，所有用户端的干扰噪声都上行传输汇集，不允许用高通滤波器对非数据业务用户的上行通道进行阻隔。

b、虽然所测的“用户端测试点”只有 9 个，分属 2 个光节点，但前端测试点是 CMTS 的上行汇集总入口，是 30 个开通光节点的上行干扰的总汇集。这也是标准规定的方法，（符合实际运营条件）。

c、为了强调“规范设计，按图施工，上行无需调试”的技术方针，网络调试只按照有线电视传输作了下行调试（传统方法）。关于上行调试工作留待本次测试的结论后再调试（预计工作量极小）。

d、在前端总汇集处，取得白天、夜间等不同时段的汇集干扰数据。

四、测试数据的分析说明

1、上行路由传输增益差：这是双向 HFC 网最关键的指标，测试 2 个光节点的结果分析，每个用户信号上行到光节点之间的传输增益差很小（仅 4.9dB）。而各光节点到 CMTS 汇集点的传输增益差较大（约 16dB）。从现场直观可见，仅上行光接收机组的光输入功率分别有-1~-8dBm 的各种情况，显然是光接头损耗参差不齐造成（待清洗接头），以及上行光发送模块的激励电平未作调整所致。因为从光节点到中心的调试工作量极小，只需补作一次调试，使各上行光接收机输出电平基本一致，全网所有用户上行信号的传输增益差可达到极优秀的指标（小于 8dB）。

2、上行最大过载电平：这是反映上行通道在多信道，满负载条件下的指标（初期运行时由于上行信道少，该指标对网络工作的影响较小）。从测试结果看，总体一致性地比标准要求低，但经分析后不难发现，正是上行光发射机的激励电平过高（未作调试）所致，按测试条件，几乎大部分上行光发射机的激励电平都应下降 6~9dB。如作修正调试，该网络可达到极优秀指标。

3、载波/汇集噪声比：这是保证上行信号质量的关键指标。从测试结果结合测试示意图分析，1#光节点极好，2#光节点较差，其原因正是 2#光节点的传输损耗比 1#光节点大 16dB 左右（1#光节点上行光接收机的输入光功率为-1dBm，而 2#光节点为-8dBm），在 CMTS 上行射频输入端测试的噪声及干扰的贡献主要由上行增益高的部分光节点产生（即 1#光节点和其他一些传输增益较高的光节点为主要的噪声贡献者），而 2#光节点以下的用户路由衰减较大，信号受总噪声的影响也较大。只须作修正调试，将各光节点至上行光接收机的传输增益调为一致（可简单地调节上行光接收机的输出电平），即可使此指标大有改善。

因为上行干扰及噪声的来源主要是用户电视机，测量时间段不同，对 20M 以下的频段影响变化可能超过 10dB 以上。测量记录完整地反映了白天、中午、晚上、三个时段的噪声总汇集量的变化（见测试点 G、H、I 的分报告和总汇集测试）。

由于该网目前的经济原因，尚未对每户安装频段分路器或对用户室内改造（20M 以下的频段属工程后期开发利用），所以，按本次测试的目的，视为该网络传输指标经修正调试后完全合格。

4、其它指标：

a、上行通道传输延时：该网半径小于 4 公里，（大于 50 公里应实际测量）测试无意义，未测。

b、回波值：无测量仪器，未测（与器材的反射损耗指标相关）。

c、上行通道群时延：无测量仪器，未测。

d、交流声调制比：测量中发现部分问题，系原网络中的个别无源器件质量所致。今后新购买应使用符合标准的无源器件。

e、用户电视端口噪声抑制能力：该网络目前尚未改造用户室内网（或使用频段分路器），该指标未作测量，待建网后期再补测。

f、通道串扰抑制比：测试仪器不够的原因，未作测量。在作上行最大过载电平测试时，未发现电视频道受可见干扰的现象，以此定性地判别方法，省去了该指标的测量。

五、小结

北培宽带网的建设实践是成功的，它的成功不仅仅表现在网络具有较高的技术指标，适合于宽带数据业务的商业化运营，更表现在它不是在高成本投入和实验室化施工调试下建成的网，而是依赖于极有限的资金、全国产设备、全网几乎无调试的条件下建成的网。它为 HFC 接入技术在网络建设的实际应用提供了依据。在我国无论任何网络规模大小，都是由光节点和各级前端组成。实质上北培宽带网就是诸如北京、上海、重庆等类大型网络中的某个分前端（北培网就是重庆市大网的一个分前端），具有广泛的推广意义。

由于有线电视网具有得天独厚的宽带优势和较低的建网成本，而目前全国众多网络正面临着新一轮的网络改造，如果抓住这一机遇，推广先进的 HFC 建网技术，以最低的网络造价（相比于以太网接入技术和 ADSL 接入技术），建成优质的“三网合一”宽带网，实现真正的“信息高速公路”，这将是利国利民的技术决策。