

表二-2 EPCN终端速率跳变

三、 过程分析

由于客户已经改造了多个小区，但多个小区的终端均出现上线速率低和速率跳变问题，因此可以排除单台终端故障问题。

通过实验环境测试，EPCN头端和终端工作正常，测试设备发射和接收功率正常，因此也排除EPCN头端和终端损坏问题。

通过对现场新建村和雨山十村两处EPCN组网环境的排查，针对现网问题现象进行分析，得出导致问题产生的原因有以下几方面：1、噪声问题；2、接头问题；3、接地问题；4、安装问题。

以下分析步骤，按照现场环境、原理分析两部分对上述问题进行详细的分析说明：

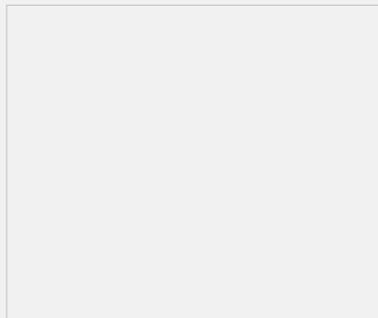
1. 噪声问题

HFC网络上的噪声可以分为热噪声和入侵噪声。热噪声一般由HFC系统内有源器件例如放大器产生，热噪声是可控可查的，此局点关闭所有放大器后噪声依然存在，显然热噪声不是主要的原因。入侵噪声是来源可以是用户终端电器、分支分配老化松动、线缆老化、同频电器干扰、民用无线电等，难以控制和定量，它除了与网络的结构与施工质量有关，也与网络的实际运行情况相关，接下来我们看下此案例中局点的现场情况。

1.1 现场环境

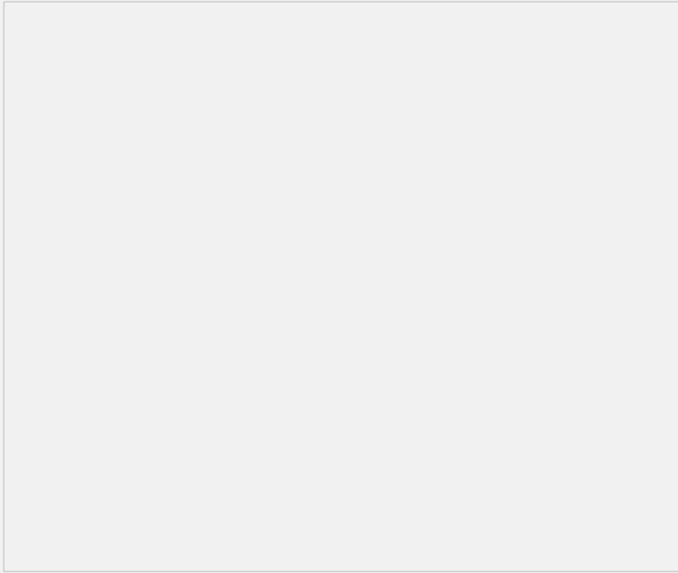
1 干线噪声

干线噪声可以采取关闭EPCN头端，采用频谱仪对1-50Mhz进行测试，由于频谱仪携带不便，在快速定位情况下，可以采取手持式场强仪，选取7.5-30Mhz内多个低频点进行快速测试，测试方法见图三-1 场强仪测试反向噪声。



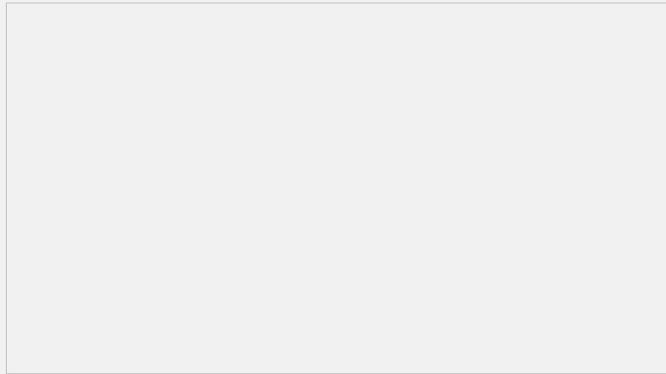
图三-1 场强仪测试反向噪声

在雨山十村37#光机出主线路2#上用场强仪测试详见图三-2 雨山十村光机路由图局部，发现5-20Mhz有60-80dbuv的较强噪声，说明线路上低频段噪声严重。



图三-2 雨山十村光机路由图局部

同样在新建村光机出主干线路2#上用场强仪测试，同样发现低频段5-20Mhz噪声较强，并且在15Mhz处还能听到有广播电台的声音。



图三-3 新建村光机路由图局部

由于主干线路噪声与干线中屏蔽、接头、接地等有线电视网络的系统性改造相关，需要尽量减少干线中的中间接头，如需中间接头需要使用屏蔽较好的接续器，接头工艺要严格要求，制作不合格未压接完全的接头是非常容易窜入噪声的。

干线除接头屏蔽问题外，还需要避开强电和其他通信线路的干扰，从现场的干线中，如图三-4 干线情况，有220V交流电、用户私自拉线给电瓶车充电线、其他通信电缆从干线穿过。



图三-4 干线情况

！ 用户接入的强噪声源

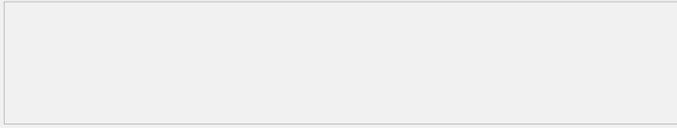
新建村排查过程中发现，在光机出3#主干线路上有强噪声，见图三-3 新建村光机路由图局部，3#线路上测试上行通过场强仪测试11Mhz最高有80dbuv噪声。3#线路接入网络中后，全部EPCN终端上行速率均从正常状态跳变告警状态，经过分段向下排查，噪声为12分配下用户噪声。通过增加高通滤波器堵住噪声源后，当天晚上全部终端速率上升到100以上。

1.2原理分析

H3C EPCN设备是为有线电视分配网上传输的数据信号提供双向数据的产品。针对EPCN的使用场合和终端设备的特点，EPCN设备在设计时即从芯片级考虑了设备的抗噪声能力设计。

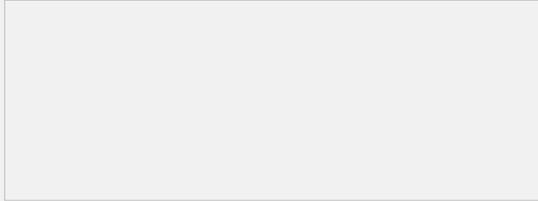
！ 抗噪声技术设计原理：

EPCN在7.5~30M的工作频段内分割了917个子信道（载波），每个信道（载波）占用频率带宽约24.414kHz（ $(30\text{MHz}-7.5\text{MHz})/917$ ）



图三-5 EPCN工作频率图

每个载波可以自动根据信号接收端对应频率的噪声大小调整该载波的调制方式，分别支持QAM1024/QAM256/QAM64/QAM16/QAM8, QPSK, BPSK多种模式。而各种调制模式的选择是根据该载波对应信道频率内的信噪比决定的，根据信息论理论，接收处信噪比每增加3dB，该信道能传输的数据增加1bit/symbol的符号率。EPCN设备会根据线路信噪比选择速度最高的传输模式工作。

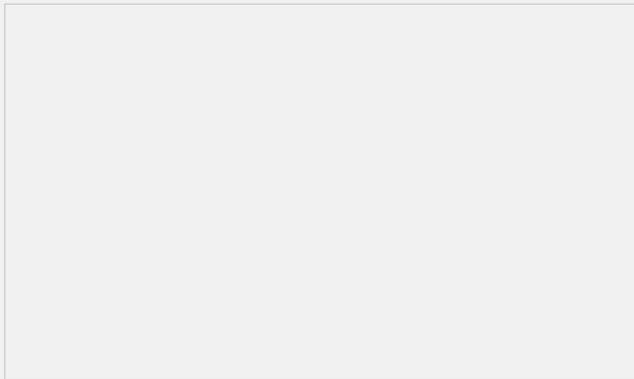


表三-1 EPCN调试模式载波表

当线路出现噪声并噪声不断变化时，设备会实时调整每个载波的传输模式以工作在最佳性能状态。

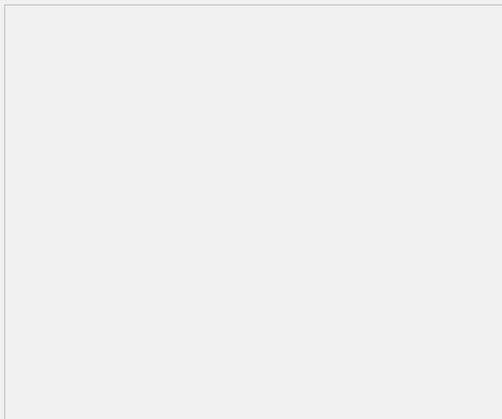
！脉冲噪声的躲避机制：

噪声加入前的信号频谱，如图三-6 噪声加入前的信号频谱。



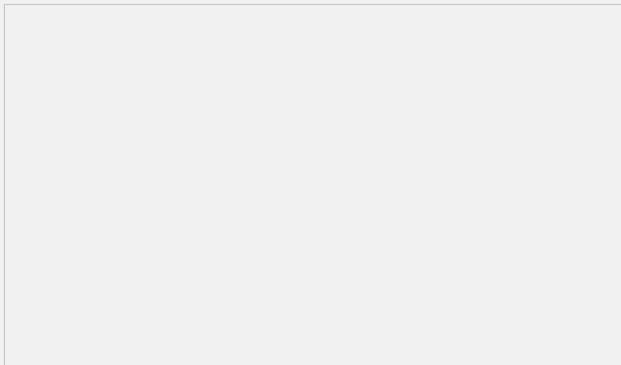
图三-6 噪声加入前的信号频谱

加入强脉冲噪声，如图三-7 强脉冲噪声。



图三-7 强脉冲噪声

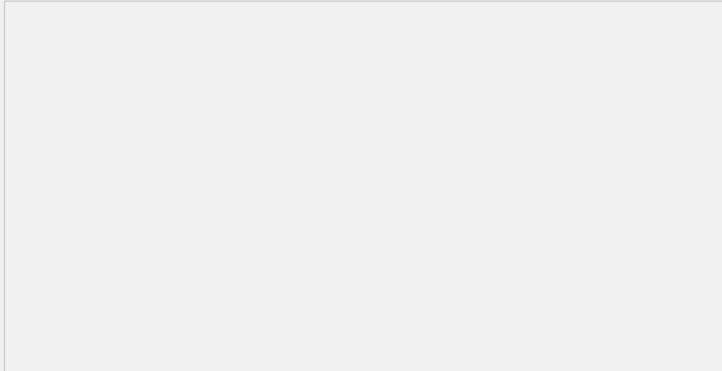
对应的载波会降低速率直至关闭载波，如图三-8 加入强脉冲噪声后频谱。



图三-8 加入强脉冲噪声后频谱

所以当在载波图上看到某频点载波调制大幅下降，而其他频点正常的情况，可以通过载波图判断噪声。

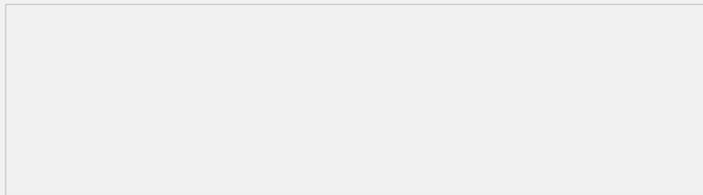
在机房IMC网管上考察实例如下图三-9 某终端载波图，CB203A终端上行方向的载波调制图如下，可以看到在9MHz，11.5MHz 14MHz 18MHz 22MHz 26.5MHz等频率有明显的凹陷。低频部分载波只能达到4bit/symbol。可以判断在接收侧9MHz，11.5MHz 14MHz 18MHz 22MHz 26.5MHz等频率有明显的脉冲干扰。



图三-9 某终端载波图

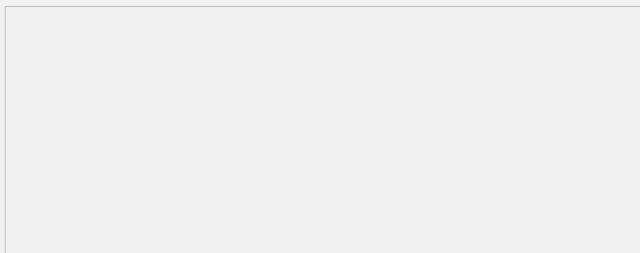
！噪声的漏斗效应

如以下图三-10 新建村11栋速率图 所示，在有强噪声干扰时，应该会影响单个终端的速率，但为什么单单只有上行速率较低问题？



图三-10 新建村11栋速率图

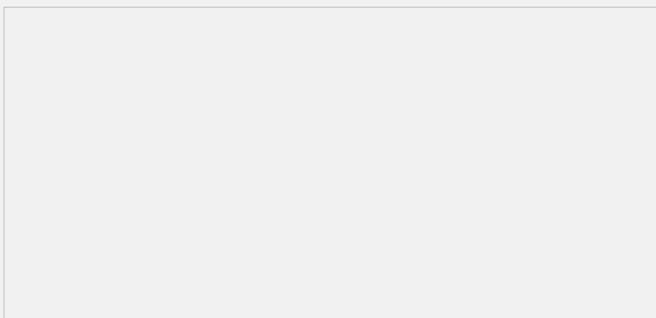
了解此问题前，先需对EPCN的传输原理做一定了解，下图三-11 EPCN传输方式：



图三-11 EPCN传输方式

可以看到局端设备CLT(Coax Line Terminal 同轴电缆线路终端)下行数据均通过广播的方式发到每个CNU(Coax Network Unit 同轴网络单元)单元，而CNU单元的上行数据则是按CSMA（载波侦听多路访问），当信道空闲时突发给头端。

另一方面原有的CATV同轴分配网络为树形的结构，如下图三-12 EPCN改造示意图所示：



图三-12 EPCN改造示意图

下行信号传输时，与原有的广播式传输无异，按照点到多点P to MP方式传输，此时如果在分支分配网的单点中有噪声，只会影响单点的下行速率。如果分支分配网中有多个单点噪声，单点的噪声通过分支分配网的汇聚，汇聚到CLT侧，当汇聚的噪声强度高于终端回传的信号强度时，终端会将受影响的载波速率下降，如果噪声强度高于信号发射电平载波将降速直至关闭该载波。这就是HFC网中常见的漏斗效应。（

无用的信号分布在网络的各个终端，最后都叠加聚在前端，形成“漏斗效应”，淹没有用信号，使高速数据的回传困难。)

以下图三-13 0-70Mhz频谱图是在CMTS机房拍摄的低频0-70Mhz频谱：



图三-13 0-70Mhz频谱图

从频谱上查看，光机汇聚点低频段5-20Mhz有较强的噪声，频点最高在10-11Mhz左右，噪声强度60dbuv。

雨山十村37#光机处低频0-35Mhz频谱：



雨山十村37#汇聚到EPCN头端处噪声

雨山十村37# 2#线路下噪声

图三-14 雨山十村频谱图

从图三-14 雨山十村频谱图中频谱查看，2#主干线路噪声达到67dbuv，造成了该段线路下CB203A终端上行速率在40-70间跳变。

！噪声影响范围

为什么CMTS可用的小区，使用EPCN后反而有报修问题？

从下图三-15 CMTS工作频谱图可以看出，在11Mhz频点上噪声强度有64dbuv噪声，并且影响从7.5-20Mhz，而在CMTS使用的62Mhz处CMTS信号强度48dbuv，而其频谱上非常干净，在正常的10dbuv低噪范围。

相对而言EPCN比CMTS工作的噪声高50db的恶劣的噪声环境下，依然能保证全网用户正常上网。



图三-15 CMTS工作频谱图

2. 接头问题

接头是HFC分配网最重要的一环，经过走访多个地区考察广电HFC分配网，在接头质量较差的地区，EPCN开通困难，开通后经常出现不稳定掉线问题，在此次案例中的网络也存在同样的接头质量不高的问题。

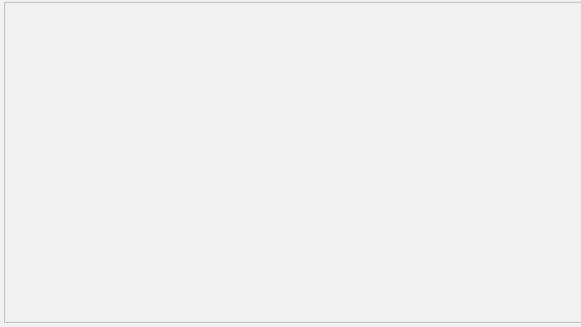
2.1 现场环境

！接头积水氧化

新建村的设备箱处的-9连接器，在使用多天后打开就存在大量积水，甚至已经开始有氧化痕迹，经检查发现其防水圈比电缆外径要大根本不能起到防水作用。线路氧化将导致连接点阻抗不匹配，长期使用将对EPCN工作的7.5-30Mhz的低频段信号产生损耗；而外屏蔽接触不牢，将导致外屏蔽无法有效屏蔽外界噪声，噪声直接灌入干线，对干线中的EPCN信号造成影响。

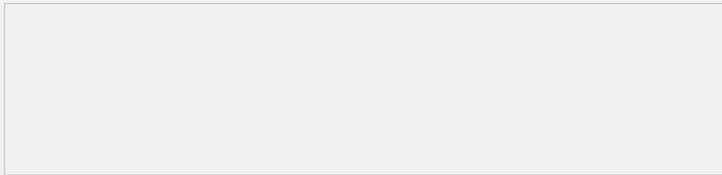
！劣质接头导致信号不稳定

红旗村在排查干线时，在晃动线缆情况下会出现上行速率出现跳变，导致用户处EPCN终端频繁掉线。如下图三-16 接头故障排查示意图所示，使用信号发生器测量从家中到楼放跳接器处，从进线电缆到设备箱二分配出口测量信号为78db，且数值极不稳定，峰值为84db，最低值74db，线路衰减异常。



图三-16 接头故障排查示意图

先重做混合器接头数值没有大的变化，在重做野外分支器进口接头后数值显示为85db，随后又有变化，我们采取边做边看数据的方法，直至测量出94db的信号，但是维修人员离开梯子到达地面后数据又恢复到78db，再次检查还是一样，怀疑接头芯线长度长，重新制作后又恢复至94db。但当维修人员敲击接头后又出现了信号跳变的情况，更换掉进口接头为接触性能稍高的三节防水接头，制作完毕后数值稳定，反复对接头进行敲击和线路震荡信号无任何变化。在网管页面查看数据达到历史最好状态。见下图三-17 更换接头后速率情况。

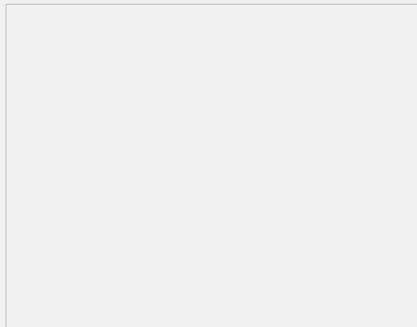


图三-17 更换接头后速率情况

2.2原理分析

！野外防水接头分析：

关于野外分支分配接头问题，在机房环境中拿野外分支器拧紧后发现确认上行速率会有较大降低，经多番查找资料提供的信息表明，内接头内屏蔽环接触不好，屏蔽不好，整个接头就真的像是个专门收集噪声的小开路天线。合格的铝管二节接头内的环在下方有个小突起，当拧紧时内套接环与外套接环接触良好，如图三-18 内屏蔽环。



图三-18 内屏蔽环

！室内接头分析：

在勤奋村某用户家曾发现室内线路-5线的外屏蔽网有一丝与中间铜芯连在一起，用小剪刀将它剪断再测试，用户终端恢复正常，此种情况，由于轻微的短路对高端的信号指标可能影响不大，但对低频段影响却很大，在做接头时需要注意。

接头不匹配问题，发现另一用户的-5线接头为英制头，强行拧上CB203A终端，现场也将接头更换为公制头，不合适的接头会造成屏蔽性能下降。

3. 接地问题

3.1现场环境

经过在新建村和雨山十村37#处光机排查，除光机采取有效的接地外，其他设备，EPON、EPCN设备、壁挂箱，设备电源均未有效接地，见图三-19 新建村光站位置，图三-20 小区楼道放大器位置。

从几天新建村的速率监控看，雨天所有用户的上行速率均好于晴天，与雨天外屏蔽层有雨水后接地效果好于晴天导致。



左上角线路未接地
壁挂箱未接地
图三-19 新建村光站位置



图三-20 小区楼道放大器位置

3.2原理分析

从前面的问题原因分析中可以看到，现场环境中HFC干线线缆穿越220v交流电、通信电缆等较为复杂的情况，但是如不接地或不能有效接地，就不是有效屏蔽，杂散电磁波仍然可以在汇聚点汇聚。接地多，才能使杂散电磁波就近引入地，避免汇集到EPCN头端处。

接地的功用除了将一些无用的电流或是噪声干扰导入大地外，另一大功用为保护设备，减少雷击损坏几率。

4. 安装问题

在现场排查时，发现多个小区并没有严格按照《EPCN 工程安装指导》的要求进行工程实施，未对EPCN信号覆盖的所有放大器使用低通旁路器进行跨接，或是遗漏了部分用户放大器等有源设备。这种情况易发生在工程实施的初期，如果不能及早发现和纠正将会对后期的维护和故障排查带来困难。

4.1现场环境

！放大器未改造问题：

雨山十村37#在排查线路过程中发现，未接用户的楼放未进行低通旁路器跨接改造，未改造的放大器会造成会将下行方向的EPCN信号放大18dB左右，导致过强的信号在网络中传输，反向汇聚到头端产生影响，而且部分放大器会在此种情况下产生自激振荡，产生强干扰谐波信号，不仅影响反向影响头端，导致头端信噪比下降，终端掉线，还会影响放大器下连电视用户无法正常收看。

！放大器内部改造问题：

雨山十村37#在带有EPCN终端用户的楼放，经查看通过内部改造的方式。使用内部改造方式需要注意反向放大器需要良好短接，反向衰减需要调零等，在雨山十村曾有放大器旋钮调整后CB203A Cable灯不亮问题。

4.2原理分析

！放大器未改造：

放大器未按照《EPCN维护指导书》中放大器改造方式改造，将造成放大器产生自激振荡对头端产生干扰，并且会影响放大器后的电视用户，低频段电视节目，模拟电视出现噪点和爆音，数字电视出现马赛克。

下图三-21 某地市开通EPCN未改造放大器频谱中是现网某市局开通EPCN时未改造放大器，放大器产生的自激振荡干扰，反向影响头端，导致头端信噪比下降，终端掉线。



图三-21 某地市开通EPCN未改造放大器频谱

丨 **放大器内部改造:**

建议先在实验室环境测试通过无影响情况下再到现网中使用。建议放大器拔掉反向模块后, 通过低通旁路器跨接, 避免因放大器内部改造问题增加排查复杂度。

四、 解决方案

通过对现场的环境了解问题产生的原因, 并对其原理进行分析后, 我们可以通过以下几个方面来综合解决:

1. 噪声问题建议

针对线路的噪声问题, 一般情况, 噪声很难消除, 但可以设法降低噪声的强度或提高电路的抗扰度, 以使噪声不至于形成干扰, 在HFC系统中可以通过两个方面来解决, 一方面通过增强EPCN信号强度方法, 另一方面找到噪声源, 将强噪声源屏蔽的方法。

1.1 增强EPCN信号强度

丨 光节点下移, 通过将光节点下移到楼道, 减少野外分支分配网中噪声干扰, 拉近头端到终端的距离;

丨 增加光节点下CC620E头端数量, 用一路CC620E 头端带一个混合器, 提高终端接收信号强度;

丨 尽量采取星型分配组网, 串接分支器尽量少, 减少树形组网中分支器的衰减;

丨 减少EPCN上网用户的分支分配网中分支分配器和接头的数量, 减少EPCN信号的插入损耗;

1.2 屏蔽噪声源

丨 运用频谱仪, 场强仪, 手持式EPCN测试仪, 手持CB203A终端等方式分段排查, 找到噪声源并对噪声源采用高通滤波器过滤;

丨 在IMC上查看终端上下行速率, 当衰减正常时, 上下行速率有异常, 可判断噪声源离此终端较近, 可从此终端处分配器开始往上排查;

丨 用户处连接不建议通过二分配连接CB203A终端和电视; 建议按照 Cable口连接用户总进线, TV口接用户电视机; 通过CB203A内部的高通模块防止TV口噪声漏出到主线路影响其他终端; 用户处终端接线完成后, 不仅需要测试用户上网速率, 还应检查用户处电视节目是否正常。

2. 接头改造建议

丨 运用场强仪和低频信号发生器, 分段检查线路衰减, 找到线路异常节点, 更换接头或分支分配器。更换后需要固定线路和接头, 防止因大风引起的线路摇晃, 造成线路衰减异常;

丨 定期检查野外接头, 发现接头腐蚀时, 可能外屏蔽橡胶圈已经老化, 应将整个接头更换, 并重新制作接头; 接头制作完成后应将接头和线缆进行固定, 并使用场强仪和信号发生器测量衰减情况;

丨 所有电缆均尽量做到应无中间接头, 但目前所有光节点处由于改造均使用中间接头, 在大直径铝管外导体电缆如需中间连接, 必须使用正规的相应接续器, 并检查外屏蔽是否良好;

丨 另外从其他节点改造的经验看, 重新制作野外分支分配器接头对上行速率有较大幅度改善;

3. 接地实施建议

丨 需做到EPCN头端接地, 光站接地, 楼道放大器接地, 壁挂箱接地。

丨 所有接地, 可以单独接地, 可以借用三相五线制的综合接地, 但应避免三相四线制的供电接地, 以避免50Hz工频干扰。

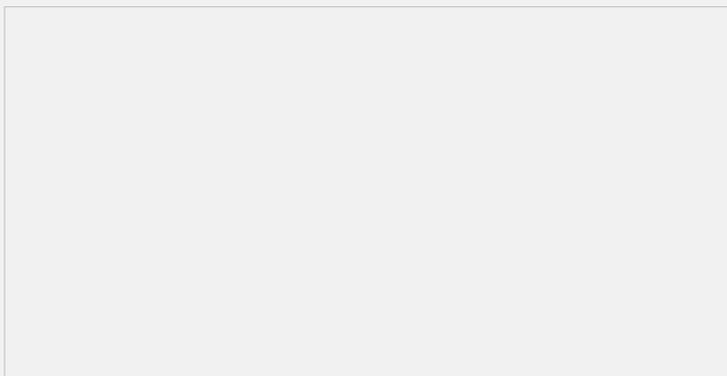
丨 未接地问题影响可参见H3C IP领航《通信产品防护秘籍》

http://www.h3c.com.cn/About_H3C/Company_Publication/IP_Lh/2010/10-PS/

4. 安装问题建议

丨 **放大器未改造:**

EPCN信号只要通过有源设备例如常见的放大器设备, 都必须严格使用低通旁路器进行跨接, 避免出现EPCN信号直接灌入有源设备中造成网络异常。改造方式如下图四-1 低通旁路器改造方法:

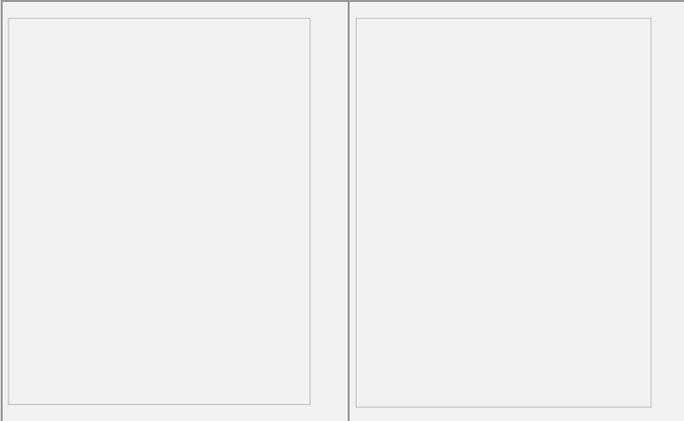


图四-1 低通旁路器改造方法

如楼道放大器下确认无EPCN用户上网或暂时不开通业务，则可以在楼道放大器I/N口上接高通滤波器，将EPCN低频信号截止。

I 放大器内部改造：

使用内部改造方式，首先该放大器必须自带滤波器并且滤波器频率和EPCN频率匹配，一般LPF在5-65Mhz；其次，反向放大模块需要拔掉，用线短路；第三，反向回路的衰减片，均衡片都要更换为0dB衰减的，如图四-2 放大器内部改造。即使这样，由于低频信号要经过放大器内部，可能会有放大器的低频噪声耦合进来，影响性能。所以网络改造建议均采用标准的外混跨接方式。



图四-2 放大器内部改造

五、 整改结果

经过改造后，我们选取多个小区，并对小区实施7天连续监控，数值始终稳定无较大变化，并且无用户报修，说明通过以上解决方案实施后，EPCN网络运行稳定。

多个小区网络速率稳定

表五-1 整改后EPCN网络运行情况