

HFC 双向改造成本核算与方案选择

目前全国正在进行数字化整体转换。有线电视数字化使整个有线电视的业务、运营模式发生了革命性的变化。大家都意识到，单纯的模数转换没有实际意义，只有开展新业务、提供新服务、为用户创造新价值，才能使整体转换取得真正成功。新业务和新运营模式对网络提出了新的要求，最集中的体现就是要求实现双向。

目前的形势十分严峻：一方面，传统业务的发展空间已经所剩无几；另一方面，全球通信、广播电视行业持续的数字化、网络化浪潮既给我们带来了极大的发展空间，又对我们形成了极大的压力，正所谓机遇与挑战并存。

中国有线电视网络在封闭的环境下发展了十多年，可以说，直到今天为止，还基本处于垄断地位，由于垄断政策的保护，得到了快速发展，已经成为城市信息化的基础设施之一。随着数字化的推进，政策保护所形成的垄断即将和正在被打破，互联网的发展使得行业、地域、国家的边界日益模糊。可以说整个行业面临的是立体竞争：后有追兵——直播卫星、地面数字广播，前有堵截——IPTV、手机电视。

在这样的形势下，业内都在思考、探索：怎样进行网络改造？近年来各种各样的基于 HFC 网络的改造方案层出不穷。这一方面反映了市场的需求，给了网络公司更多的选择空间，另一方面也给决策带来了困难。不少网络公司由于所处地域、经营规模等原因，感到无从下手，十分困惑。

大方向可以肯定——光进铜退。由于铜资源越来越紧缺，铜价不断上涨，铜缆越来越贵（伦敦金属交易所<London Metal Exchange>的数据显示，铜价在过去的四年内增加了 3 倍，今年 1 月到 5 月价格就上涨了 59%，5 类线价格上涨了 50%，电缆甚至像期货一样一天一个价），而光纤、光设备不断降价，越来越便宜，光进铜退自然成为发展趋势——光纤越来越靠近用户、每个光节点覆盖的用户数越来越少（2000—500—100），目前已经进入 FTTP 时代。

由于光纤到楼、到单元，同轴电缆无源化。而无源同轴是没有方向性的，因此基于同轴电缆的双向接入技术有了新的发展，最后 100 米无源同轴双向接入技术成为市场热点。

为了帮助帮助有线电视网络公司进行网络改造，我们进行了大量市场调查，并和网络公

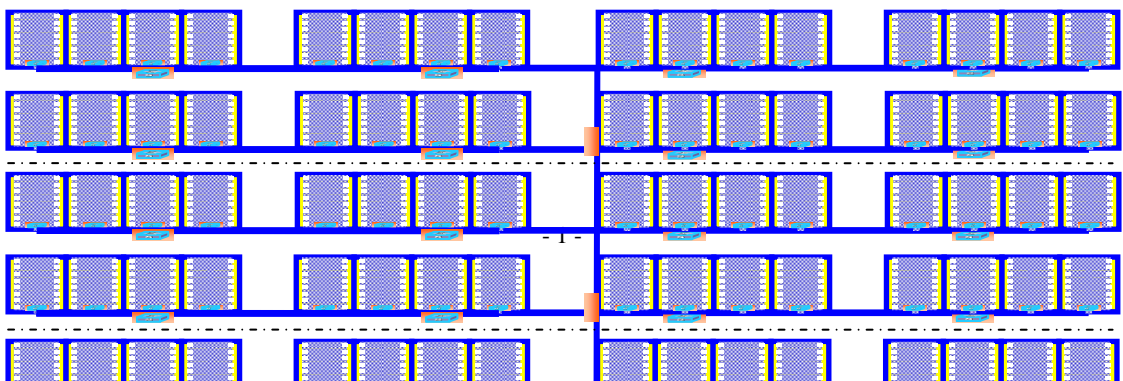


图 1 小区布线图

司的朋友们进行了广泛交流。在此基础上做了一个评估模型，可以非常直观、非常方便地对各种方案进行对比、评估。

如图 1 所示，模型以一个 64 栋（图中画了一半）8 层 4 单元（每单元每层 2 户）楼房、总共 4096 户的小区为例。楼长 100 米，宽 15 米，楼间距 15 米。小区出口带宽 1Gbps（CMTS 例外，因为那样造价太高），除 CMTS 模型以外都是光纤到楼。CMTS 模型按照 512 户（8 栋楼）一个光节点设计，每接入 256 户配置一台单通道 CMTS（根据上海、深圳的经验，每台 CMTS 覆盖 2000 户、接入 200 户）。双向传输设备造价和耗电只计算 3/4，扣除了正向电视传输共用部分分摊成本。采用 CMTS 方式做双向改造假定用户分配电缆（75-5 同轴）不需要重新布线。MC（光纤收发器）模式小区机房需配置 1 台 64 口百兆、1 口千兆上联交换机。单元内户平布线长度 30 米，单元间总布线长度 100 米。一般 4 栋楼或 8 栋楼一根光缆、一个接头盒。此处按 8 栋楼一个设计，每 8 栋楼一根 12 芯光缆共 7 根 $60+120+180+80+140+200=780$ 米，平均到每个接头盒 100 米。接头盒到 8 栋楼每栋一根 4 芯光缆长 $45+160+60+175+75+190+90+205=1000$ 米。当采用 EPON 方式时不需要机房，入口处一个 8 分路，每个接头盒也有一个 8 分路。入口到每个接头盒只需要 4 芯。每个 OLT 设计带 64 个 ONU，因此小区正好占用一个 OLT，上联也是 1G。

图 2~图 7 图表中列举了目前主流的几种双向改造模式：CMTS（Cable Modem 头端）

模式、MC+CAT5（光纤收发器+5类线）模式、MC+EoC（光纤收发器+最后100米同轴以太网）模式、EPON+CAT5（无源光网络+5类线）模式、EPON+EoC模式。其中EoC是以亚特兰大根据ITU-T标准G.9954研发的HPNA3.0产品为代表的。

为了便于在相同的基础上进行比较，我们假定了一些条件：整个系统都是支持SNMP网管的，设备、材料采用中高档的，工程造价参考原广电部标准GY5212-1997《有线电视系统安装工程预算定额》。宽带渗透率计算了1/16和1/4两种情况，1/16反映了目前广电系统开展宽带服务的平均水平，1/4代表了先进的、理想的情况。5类线模式考虑了两种情况，一种是全部布线的，另一种是按实际报装户数布线的，两种情况在实际当中都存在。按实际报装户数布线的单位工程费用应该高于整体布线，因为工效低、车耗高，但由于标准没有区别，而且实际情况千差万别，因此模型中的工程费用还是按统一标准核算的；再加上实际材料消耗也会因为各种原因超过平均水平，因此图表中按报装数布线的CAT5模式造价低于实际。而整体布线的CAT5模式造价比人们想象中的高许多，因为在低渗透率的情况下少数用户分摊了整体的费用。另外，实际工程费用往往大大低于标准（中国人工费低），因此图表中的工程费有些地方可能会感觉偏高。

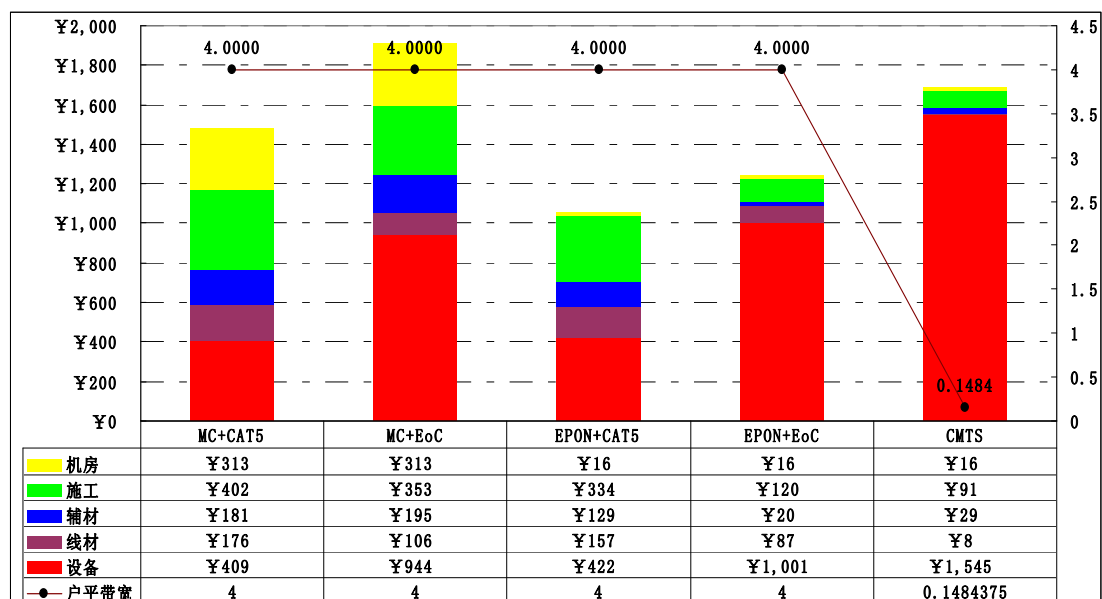


图2 按报装户数布线、仅1/16开通宽带户平工程定额核算

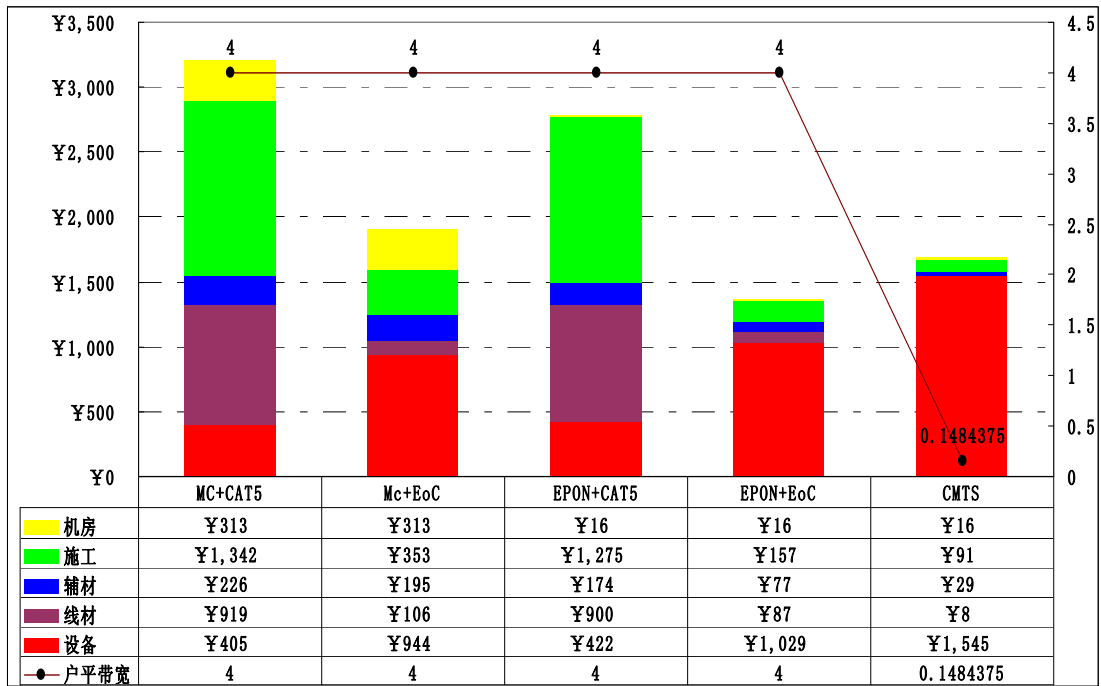


图3 整体布线、仅 1/16 开通宽带户平工程定额核算

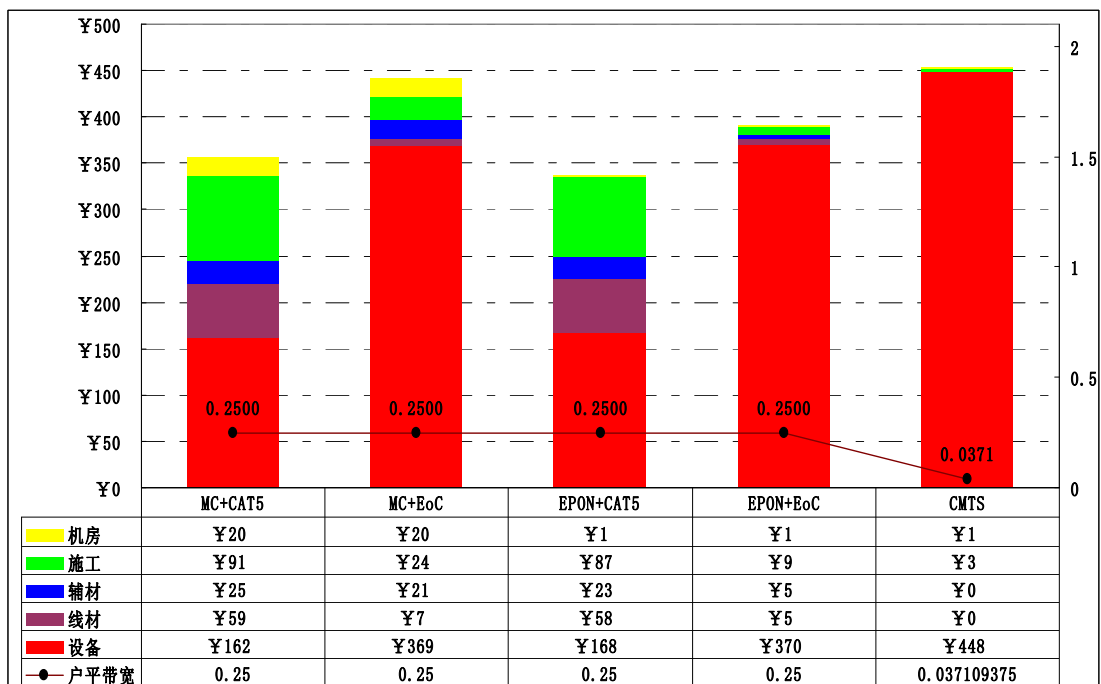


图4 全双向、仅 1/16 开通宽带户平工程定额核算

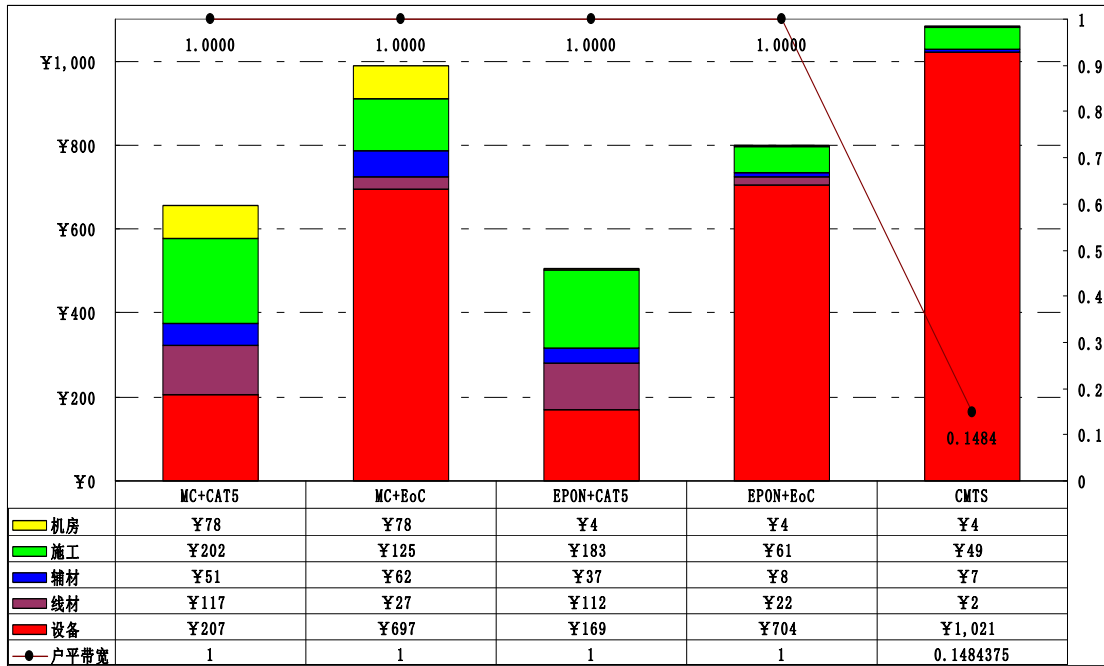


图 5 按报装户数布线、仅 1/4 开通宽带户平工程定额核算

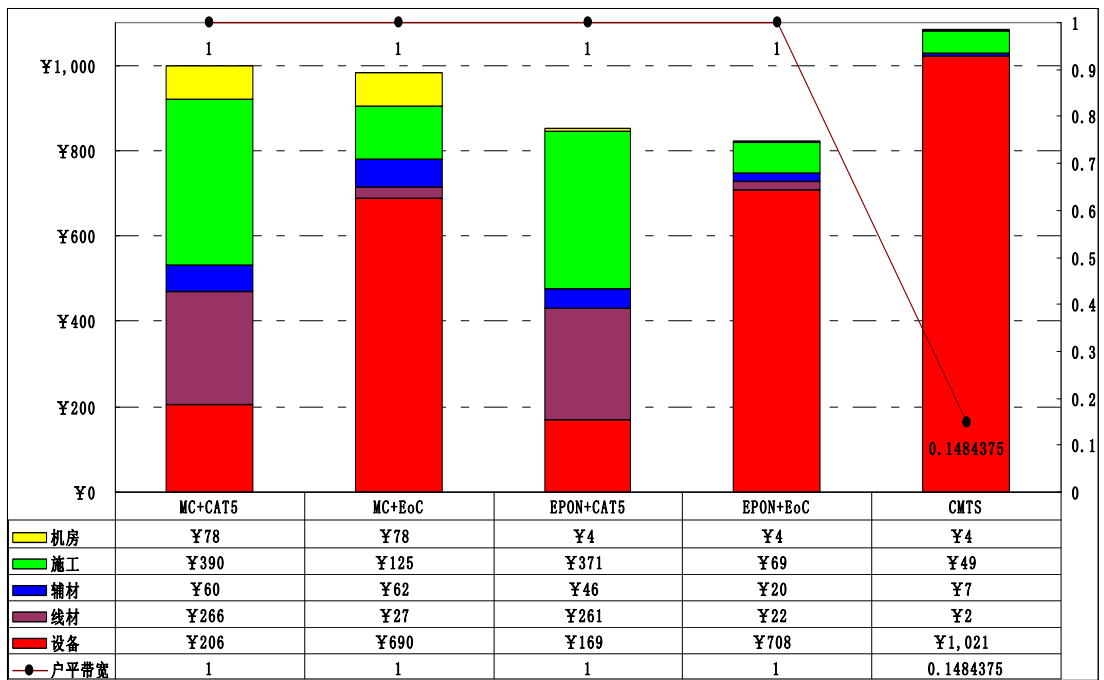


图 6 整体布线、仅 1/4 开通宽带户平工程定额核算

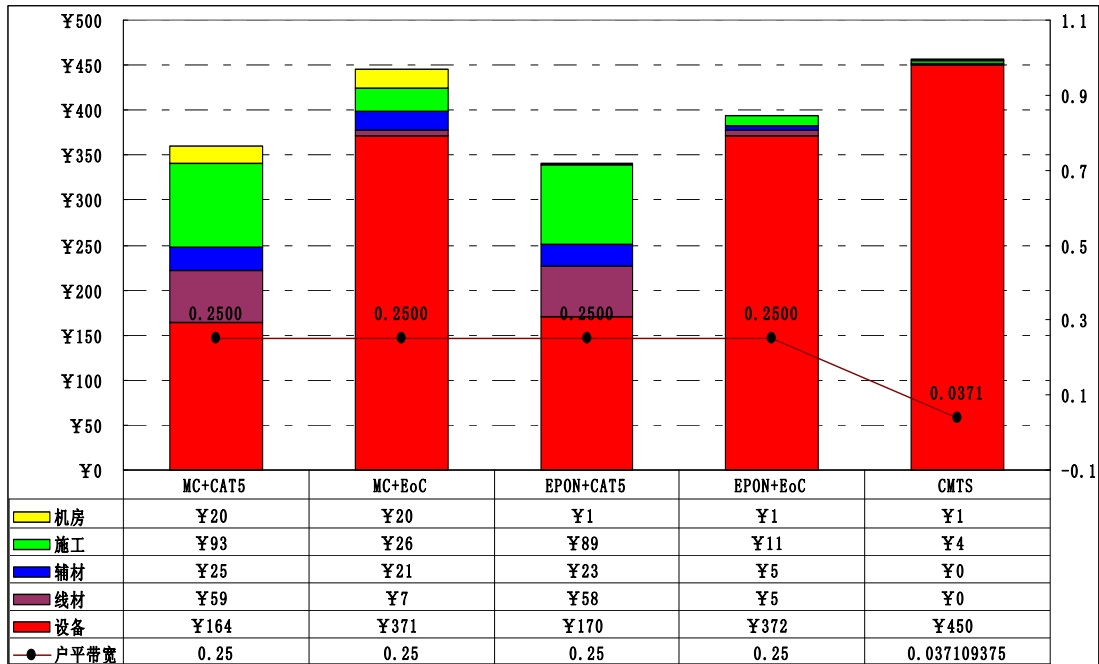


图7 全双向、仅 1/4 开通宽带户平工程定额核算

从以上图表可以看出，只作宽带接入，相同渗透率时整体安装的 MC+CAT5 模式工程造价最高，按报装数安装的 EPON+CAT5 成本最低。而当渗透率为 1/4 时，CMTS 的成本最高。还有一点值得注意：CMTS 模式的户平带宽只有其它模式的 1/6~1/25。要达到相同的带宽，CMTS 模式的造价将会成倍增加。不过在单纯上网的情况下，如果按 10:1 收敛计算，户平 150k 带宽可以达到 1.5M 的使用效果，带宽的制约因素主要是出口。因此不能绝对地说哪种方案一定最好，关键是要明确在什么条件下做什么业务。相同的网络设计、不同的应用思路有不同的结论，甚至是相反的结论。比如只作宽带接入，整体布线的 CAT5 模式是成本最高的，但在全双向、少宽带应用时这种模式成本最低。技术是在不断进步的，将来肯定会有性价比更高的方案，现在 EPON 就比 MC 性价比高。如果 EoC 的成本降低一半（这是完全可能的），性价比就会在所有情况下高于 CAT5。

以上只是工程成本对比，其实更重要的是运维成本核算——工程成本决定投资额度，而盈利与否取决于运维成本与经营收入。为此我们还做了一个运维成本模型，见图 8~图 13。

需要说明的是，运维成本应当包括设备折旧、维护（包括材料、工具消耗、人工、车辆消耗等）、电费、信源（包括节目、互联网出口等）费等。其中信源与双向实现模式无关，各地情况又各不相同，因此图表中没有比较这一项。人工在一个单位一般是基本固定的，图表中也没有考虑进去。折旧和电费比较好计算，维护就比较复杂了，不仅与模式有关，还与施工质量、管理水平、环境因素、自然灾害等许多条件有关。为使问题简化，我们按照经验

值把维修概括为设备维修率，比如交换机按年 10% 的维修率计算，线材按年 1% 的维修率计算。这种简化肯定会带来偏差，因此只能作为参考。

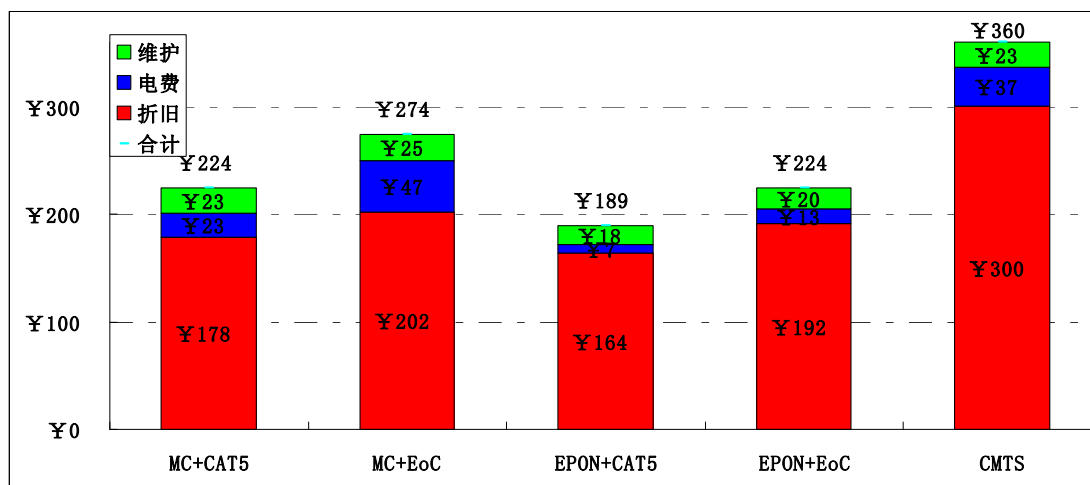


图 8 整体布线、仅 1/16 开通宽带 5 年期年户均年运维成本对比

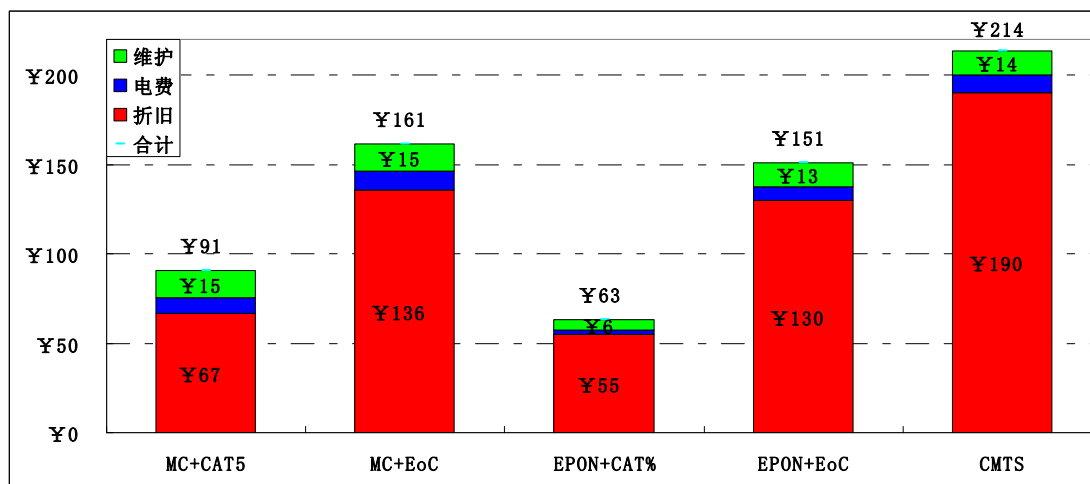


图 9 整体布线、仅 1/4 开通宽带 5 年期年户均年运维成本对比

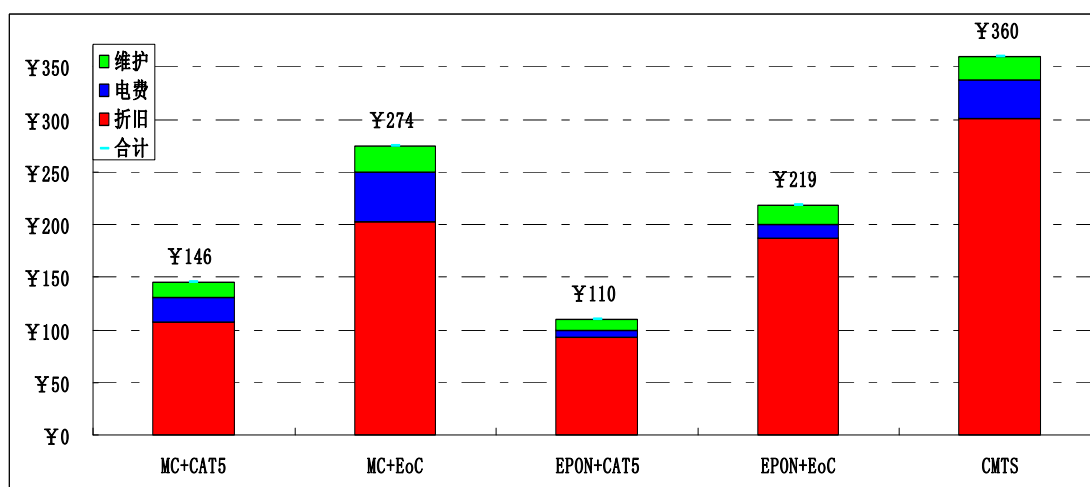


图 10 按报装户数布线、仅 1/16 开通宽带 5 年期年户均年运维成本对比

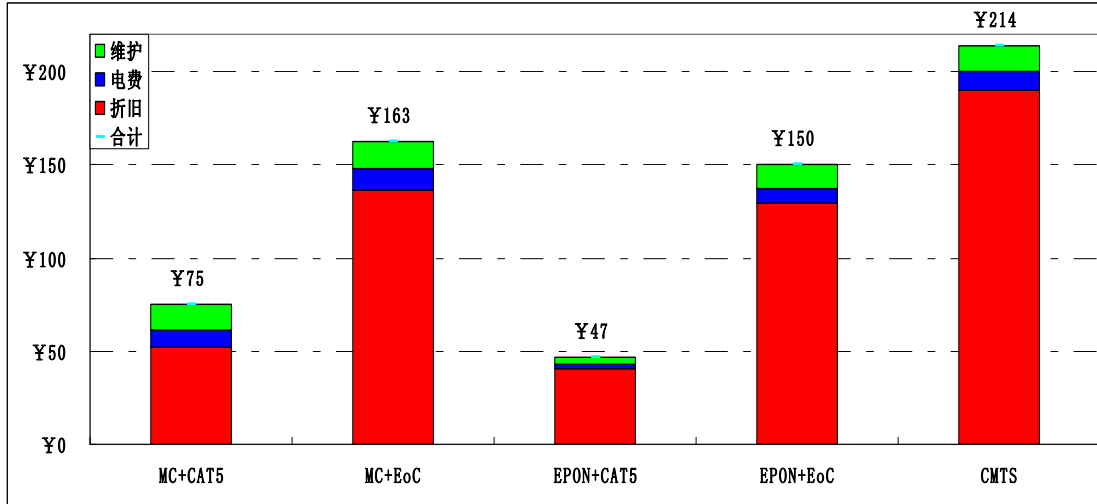


图 11 按报装户数布线、仅 1/4 开通宽带 5 年期户均年运维成本对比

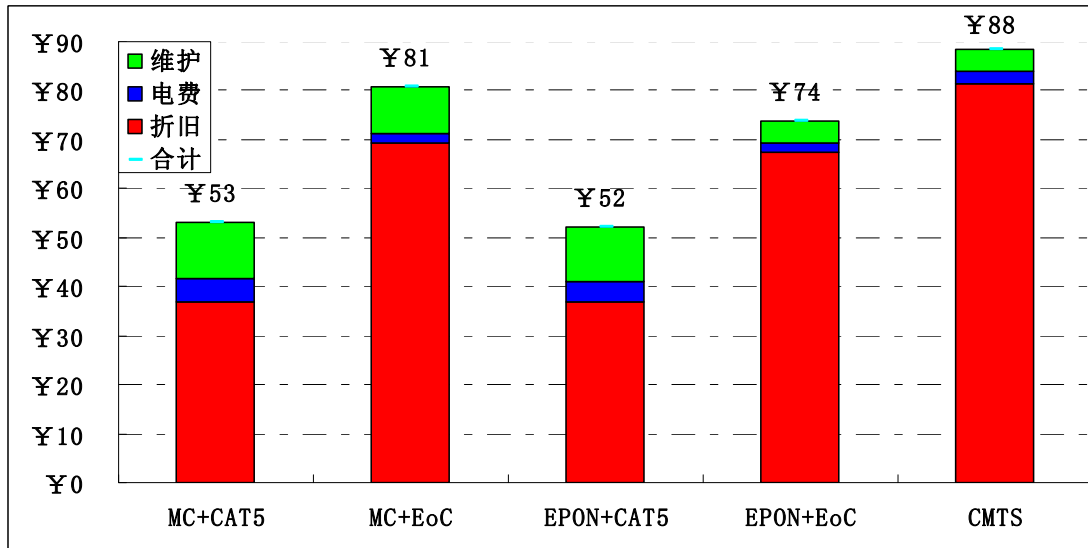


图 12 全双向、仅 1/16 开通宽带 5 年期户均年运维成本对比

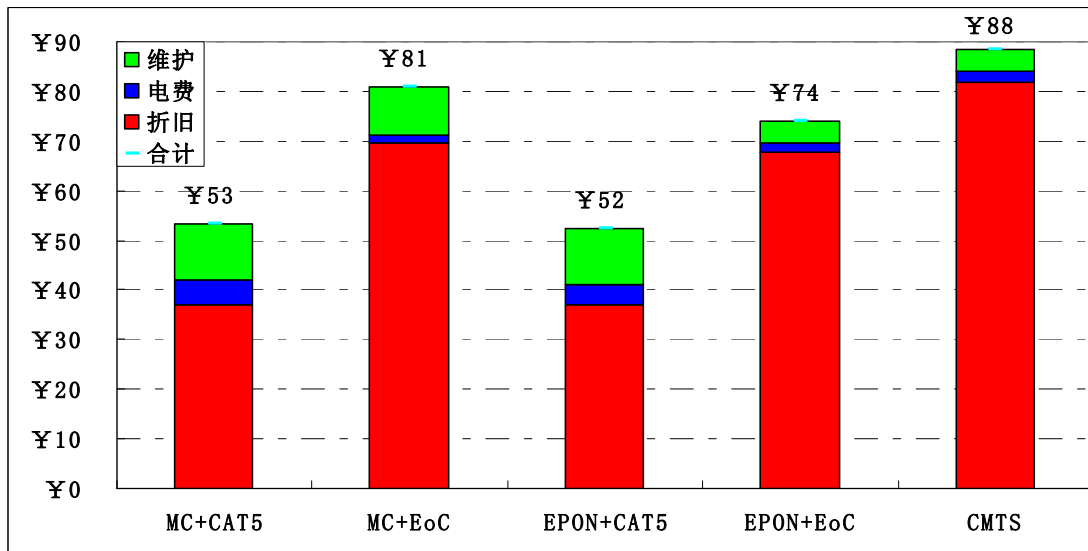


图 13 全双向、仅 1/4 开通宽带 5 年期户均年运维成本对比

从以上图表看，CMTS 的运维成本最高，CAT5 最低，这主要是因为是在运维费中设备折旧和人工是大头，人工不考虑就主要是折旧，而 CMTS 设备折旧费高，CAT5 模式设备所占比例较小，线材所占比例较大，因此折旧费低。

成本分析只是方案选择的一个重要因素，但不是唯一的，而且往往不是第一位的。比如说，有的方案价格低，但会造成电磁污染，或运行不稳定。一般业务选择、网络改造方案论证首先应当考虑是否满足运营需求，其次考虑是否有盈利能力，再次考虑性价比。

综合各方面的情况，我们列了一个“按报装户数布线、仅 1/16 开通宽带”（目前普遍存在的情况）对比表：

对比项目	MC+CAT5	MC+EoC	EPON+CAT5	EPON+EoC	CMTS
户平带宽	4M	4M	4M	4M	0.15M
户平极限带宽	100M	80M*	100M	80M*	38M**
户平造价	¥1,481	¥1,911	¥1,058	¥1,244	¥1,689
户平运维成本	¥146	¥274	¥110	¥219	¥360
维修率	最高	高	低	低	中
成熟度	高	低	低	低	高
时间成本	高	低	高	低	低
施工难度	高	低	高	低	低
管理难度	高	较高	低	较低	低
综合性价比	中	较低	较高	较高	低

提出以下建议：

- 1、在已经完成 HFC 网络双向改造的地方优先选择 CMTS 模式。因为在扣除双向改造成本、不考虑视频应用的条件下，CMTS 方案的综合性价比最高。它的最大优势在于高度集中：除了分前端（前端）的 CMTS 和用户端的 CM 以外，没有其它有源的数据网设备，因此管理、维护比较方便。CMTS 的另一大优势是时间成本低：一旦部署了 CMTS，就像电信 ADSL 一样可以随时开通用户，这对竞争是非常重要的。另外，覆盖范围大，单从宽带接入业务考虑，CMTS 可以分期投资，逐步扩充。CM 的标准化、成熟度也是其它方案难以比拟的。DOCSIS 标准的带宽利用率最高，能达到的吞吐量也最高。DOCSIS3.0 采用频道捆绑技术可以大大提高速率，甚至达到

下行 1Gbps、上行 500Mbps 的水平，这是目前所有其它铜缆接入技术无法达到的。在同轴占 HFC 网络中较大比例的时代，CMTS 几乎是基于同轴的唯一可选双向改造方案。但 CMTS 单位带宽成本太高是这个方案的致命弱点，因此应该结合其它技术（比如 IPQAM）开展视频服务。或在业务发展、带宽需求大大增加时再逐步采用新技术，比如 EPON+EoC。

2、在采用 CAT5 布线的地区，用 EPON 逐步取代 MC，同时在没有整体布线的地区采用 EoC 取代 CAT5。

3、在尚未进行改造的地方采用 EPON+EoC

尽管 FTTP+CAT5 模式在按报装数安装时成本低，但这种模式经常存在的最大问题是时间成本和隐性成本太高：由于需要重新布线，常常需要很长的协调和施工时间，造成客户不满，甚至流失。而为了解决这一问题整体布线，又造成另一个缺陷：用户开通率低时成本过高。开通率低恰恰是广电行业从事宽带接入服务的普遍现象。还有很多情况下没有布线条件或没有正常布线条件（需绕道布线）。另外，这种模式维修率太高，根据有些地方统计，一年交换机的维修率高达 30%。还有一个城市，本来宽带接入市场和当地电信平分秋色，各占 5000 户，结果一次雷击大面积瘫痪（楼道交换机本来就不抗雷击，加上许多 CAT5 布线绕道楼外，更容易引起雷击），9 天不能恢复，用户跑掉了 3000。

我们应该历史地看问题，不能新技术出来了就否定过去。最终考核成本的应该是投资回报，因此即使投资很高，只要能够获得高回报，投资就是值得的。从 1996 年到 2004 年，美国有线电视网升级改造的户均投资额达到 1300 美元。但改造后的收益更为可观，仅 2004 年美国有线电视网络行业总收入为 576 亿美元（平均每户每月 67 美元），广告总收入为 188 亿美元。深圳、上海进行 HFC 全网双向改造，部署 CMTS 开展宽带接入服务，高投入、高产出、高回报的实施案例也取得成功。但中国幅员辽阔，各地的经济发展水平、国民的受教育程度、人均收入、政策环境、运营经验、服务手段、资金实力、资源占有、员工素质等诸多方面存在极大的差异。就此而言，相同的方案，不同的地方，可能有截然不同的结果。一个好的方案可以成倍节约投资，成倍增加收益。建议各地根据自己的条件与业务发展需求，认真对各种方案做出评估和投资分析，在评估和分析上花费的小小投入相对于正确投资所产生的巨大效益是必需的。

我们愿为中国有线电视双向网络建设提供更多质量优良、性价比高的设备，愿与有线电视网络业界的朋友们共同探讨、交流，根据各种不同条件，制订更多更好的方案。

附言：本文的目的是提供一种思路、一种方法、一种工具，希望能够客观、公正地评价

各种方案。

襄樊有线的姚工为本文提供了数据和资料，在此表示感谢。