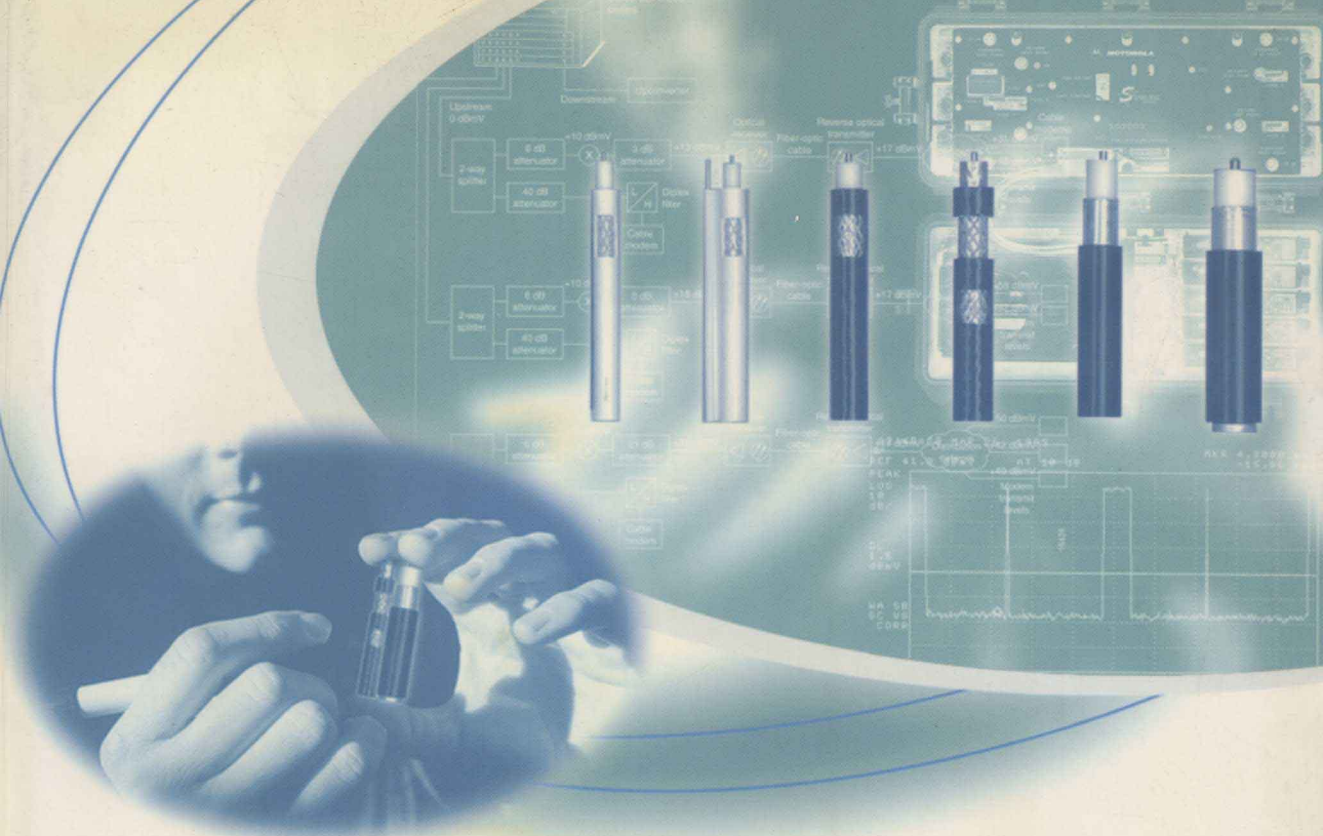




双向 HFC 网络 设置与调试

李桂玖 王朔 刘波 著

中国广播电视出版社

双向 HFC 网络设置与调试

李桂玖 王 朔 刘 波 著

中国广播电视出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

双向 HFC 网络设置与调试/李桂玖, 王 朔, 刘 波著.
- 北京: 中国广播电视出版社, 2002.4
ISBN 7-5043-3273-9

I .双… II.①李…②王…③刘… III.局部网络-基本知识
IV.TP393.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 014062 号

双向 HFC 网络设置与调试

作 者:	李桂玖 王 朔 刘 波
责任编辑:	萧 歌
封面设计:	张凯斌
监 印:	马 兰
出版发行:	中国广播电视出版社
电 话:	86093580 86093583
社 址:	北京复外大街 2 号 (邮政编码 100866)
经 销:	全国各地新华书店
印 刷:	北京鑫富华彩色印刷有限公司
开 本:	787×1092 毫米 1/16
字 数:	250 (千) 字
印 张:	11.25
版 次:	2002 年 3 月第 1 版 2002 年 3 月第 1 次印刷
印 数:	3000 册
书 号:	ISBN 7-5043-3273-9/TN · 254
定 价:	24.00 元

(版权所有 翻印必究 · 印装有误 负责调换)

内 容 简 介

本书讲述双向 HFC 网络设置与调试的有关问题。由于有线电视的建设者和经营者们对网络的正向系统设置与调试大多都有丰富的知识和经验，因此书中重点介绍反向信道的设置与调试。书中是将双向 HFC 网络作为广电城域宽带网中的接入网进行介绍的。对于广电城域宽带网只对几个基本概念作了简介。

由于在实际工作中，对网络的设置与调试需要在具体的网络运营环境中实施，自然会涉及到网络的拓扑结构问题，但网络的拓扑结构问题属于网络的规划设计范畴，书中仅对这方面提出探讨性的观点和建议，没有过多论述。

序

随着信息时代的到来，社会生活发展对信息的需求不断提高，有线电视网升级改造成为宽带综合信息传输业务网，已成为必然的发展趋势。事实上，我国的有线广播电视网已经成为国家的重要战略资源和国家信息化工作的重要组成部分。

社会公众对信息的需求表现出了从未有过的复杂性和多样性。对有线电视网络而言，除收看电视节目外，Internet 漫游、电子商务、IP 电话、付费电视节目等多种需求都已纷纷出现，并且这类需求并不是同时出现在整个有线电视网络的客户中，而是由不同用户群体，在不同的时期内提出各自不同的需求。从总体上看，这些多样性的要求在迅速地发展和延伸。可以预见，只有单一传输功能的网络在今后的发展中是不会有生存空间的。因此，将现有的功能单一的有线电视网络改造成为具有多种交互传输功能的综合信息传输网络，已经是有线电视网络经营者无法回避的要求。

有线电视网络经营者自身的条件也已发生了许多本质上的变化，过去主要是以网络建设者和管理者的身份工作，管好网、建好网是主要的工作目标，几乎不用考虑需求和竞争，提供的服务项目也较单一。随着网台分离、网络公司化的实施，经营的主要目标和内容已变为市场分析、成本控制、利润指标要求、为竞争而作的组织结构调整等。网络建设和网络管理只是手段和过程，经营和发展成为目的，因此网络的建设改造工作只能服从于经营目标和发展需要。除电视节目的传输外，有线电视网络所能提供的其它信息传输服务，都是在与其它网络竞争的环境中开展的。客观上要求网络的改造建设做到资源的充分利用。技术的不断进步和发展，使网络改造建设不能以“一步到位”的方式实现，而是不断进行的、周期性的工作。每一次网络的改造建设工作，都应尽力达到资源的最大利用和最佳组合。当前全国有线电视传输网络已形成相当的规模，部分地区有线电视网已开始采用同步转移模式（ATM），网际协议（IP）等技术方式建立城域网交互信道骨干网。有线电视综合业务数字终端（机顶盒）的体制、标准研究及样机系统的研制开发正在进行。国家有关部门已明确，广电综合业务网是我国信息化重要基础设施之一。双向 HFC 网络是广电城域宽带网的主要组成部分，是广电系统的重要资源。广电城域宽带网建设，其中一个关键的问题，就是做好双向 HFC 网的建设改造工作。

由于技术发展迅速，各地情况又不相同，双向 HFC 网络改造建设时面临许多问题。对此，许多专家、学者、设备制造商从自己的角度和利益出发，提出一些理念、观点等。但是，对于实际工作者来说，来自于实际工作的经验总结和面对具体问题提出的想法，却显得十分重要。本书的作者多年从事有线电视网络的建设和经营管理工作，书中涉及的问题、提出的想法以及解决问题的方法和步骤，多来自于实际工作。书中没有大量的理论陈述，相信从事具体工作的人们也有很多会遇到相同或类似的问题，希望这本书能给那些有一定工作经验的读者在面对具体问题时提供一点启发和借鉴。

国家广播电影电视总局广播影视信息网络中心 张宪 副总经理 2002.2

目 录

第一章 广电城域宽带网简介	1
第一节 广电城域宽带网系结构	1
第二节 广电城域宽带网上的业务	2
第三节 双向 HFC 接入网	3
第二章 双向 HFC 设计观念探讨	4
第一节 常见网络拓扑结构	4
第二节 每个光节点服务用户数	6
第三节 双向电缆传输系统	6
第四节 采用集中分配式用户网络	8
第五节 几个常见问题的探讨	10
第三章 双向 HFC 网络的基本常识	12
第四章 回传系统原理与安装调试	37
第一节 设置上行信道	37
1. 系统信道规划	37
2. 上行链路的关键点	41
3. 反向信号的混合	44
4. 选择参考光链路	45
5. 反向光接收机信道输出电平	46
6. 光站端口的信道电平	49
7. 反向放大器端口的信道电平	54
8. 分前端反向部分的设置	55
9. 上行链路的误差	55
第二节 调试上行信道	56
1. 所需设备	57
2. 调试的基本方法	57
3. 设定反向混合分配网络	60
4. 调试光节点	61
5. 调整光站端口反向信道输入总功率	62
6. 调试延放	64

7. 调试楼放	65
8. 电缆网络的其它调试方法	66
9. 反向系统的频响的测试与调整	68
10. 反向链路各点的电平值	71
第三节 设置与调试中常见问题	71
1. 调试方法不正确	71
2. 设备的选择不当	71
3. 反向系统的频率规划不科学	71
4. 缺乏统一的调试设置标准	72
5. 测试方法不正确	72
6. 原有网络的改造问题	72
7. 高输出光节点直接分配到用户的问题	74
第五章 头端控制系统组成及相关知识	76
第一节 DOCSIS 标准与 CMTS 介绍	76
第二节 CMTS 与客户端 CM 的工作过程	78
第三节 CMTS 周边必备设备及其作用	81
第六章 网络配置调试实例	82
第一节 数据头端部分	82
第二节 HFC 传输部分	89
第七章 噪声监测与状态监控	96
第一节 噪声监测	96
第二节 状态监控	110
第八章 主要设备的选择	113
1. 正向光发射机	113
2. 双向放大器	114
3. 双向光接收机、光站	115
4. 反向接收机	116
5. CMTS	116
6. UPS 电源	117
附录 A 频谱分析仪使用常识	119
附录 B 反向激光器 NPR 的简易测试	141
附录 C 几种光节点的性能参数	146
附录 D 相关网络知识及相关协议简介	157
附录 E 可运营可管理的 HFC 宽带接入	163
本书所涉及的术语说明	169
参考文献	170

第一章 广电城域宽带网简介

广电城域宽带网是指在城市城区范围内具有综合信息传输功能的有线电视传输网络。它既是城市模拟信号的传输网络，同时也是公众城域宽带接入网络。本章仅对这样的网络做一个简单的介绍。

第一节 广电城域宽带网系统结构

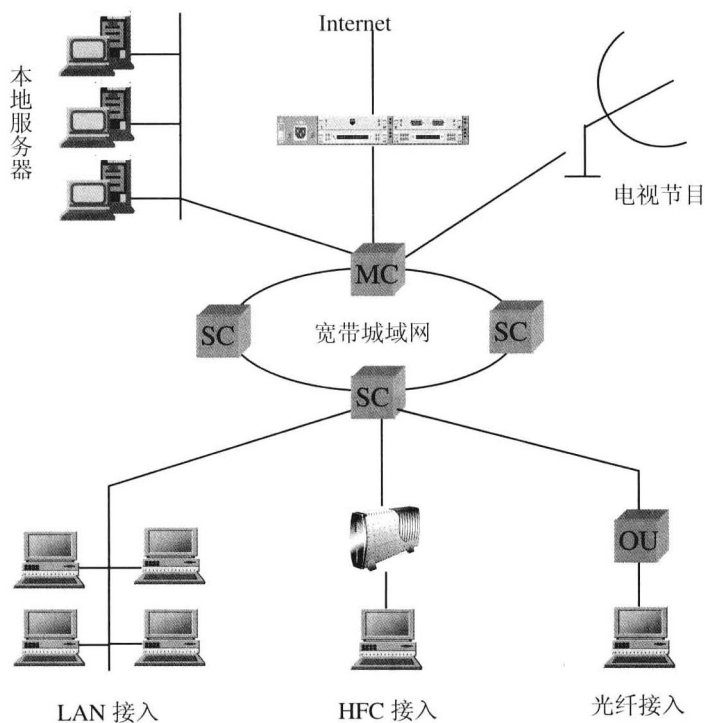
广电城域宽带网按照网络结构来划分，可分为核心层、汇聚层、接入层三层结构，各个层次的要求是：核心层——具备线速的交换能力、高带宽、高可靠性、良好的扩展能力、清晰的网络结构、多业务支持能力，包括 QoS 保证等。汇聚层——具备高性能、大容量、多技术支持、多种接入方式、流量管理、多业务支持、计费管理等。接入层——具备高端口密度、高安全性、多业务支持、用户管理能力等。

按照功能来划分，可分为交互、广播两个平台，在网络运营商和用户之间建立交互、广播两个信道，广播传输信道通常被称为 A 平台，交互传输信道被称为 B 平台。这两部分在核心层中是分别用不同的光纤传输的，可视为两个各自独立的网络，通过汇聚层的 CMTS 使这两个平台在接入层有机地统一在一个网络中。

宽带网也可以分为骨干网和接入网。骨干网指的是核心层和汇聚层，在一个中等规模的城市里可以省略汇聚层，因为核心交换机兼有汇聚交换机的功能。所以，可以将有线电视城域网交互信道中由前端和多个分前端组成的，完成核心层加汇聚层功能的构件的集合称为城域骨干网。从分前端到用户数据终端之间完成接入层功能构件的集合称为城域接入网。对于人口较多或地域较大的城市，从安全可靠性及经济角度考虑，城域网的交互、广播两个平台有必要构筑二级光纤网络，即明显划分骨干、接入两个网络；而对于中小城市，可利用 HFC 传输特性将广播、交互两个平台合一，只设立一个广播和一个交互信道主中心，以下部分采用星型辐射拓扑，并根据数据业务设置相应的分中心，即骨干网、接入网并没有明显界限。

城域骨干网通常采取环形拓扑结构，主要是进行数据的高速传输与交换，满足数据用户的各种业务需求。城域骨干网中构建数据平台主要有宽带 IP 和异步转移模式（ATM）技术。宽带 IP 技术包括千兆位以太网（GE）、SDH 上的包传送（POS）和动态包传输（DPT）技术等。

接入网采用星型拓扑结构，目前的接入方式主要有面向集团用户的光纤接入和面向公众用户的 HFC 接入、以太网接入及无线接入。



MC: 主中心 SC: 分中心 OU: 光接收单元

图 1-1 广电城域宽带网络

第二节 广电城域宽带网上的业务

广电城域宽带网上的业务可以分为三类：基本业务、扩展业务和增值业务。

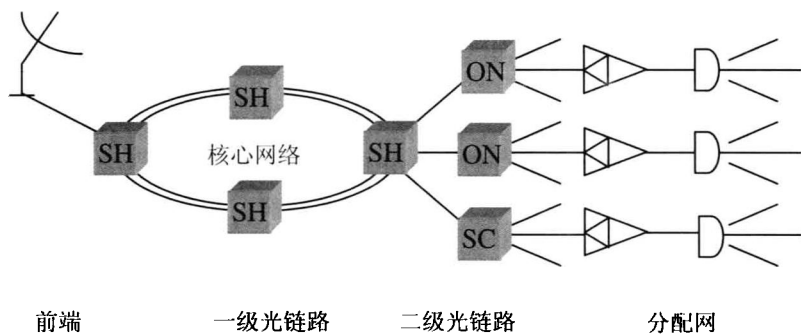
基本业务是为广大公众提供服务的大众性、公益性的广播业务、电视业务和数据广播业务。它是有线广播电视网络的主要业务和基础业务。

扩展业务是指以模拟或数据广播方式的服务为主，具有简单数据回传的交互式业务，它是广播电视业务的扩展部分。内容包括图文电视、专业频道、加密频道、教育频道、电子报刊、电视购物信息、电子查询、多媒体广播，乃至准视频点播（NVOD）等业务。

增值业务是指充分利用有线电视网的大容量、宽频带和双向化，开展数据通信、计算机联网等具有双向交互传输功能的交互式业务和多媒体业务。这里面包括为集团用户提供专网服务、为个人用户提供 Internet 访问、智能小区、会议电视、可视电话、视频点播（VOD）等。

第三节 双向 HFC 接入网

双向 HFC（Hybird Fiber Coaxial cable network）即光纤同轴电缆混合网，它是广电城域宽带网络的接入网络，是以光缆为主干、以电缆为分配网络的宽带多媒体通讯接入网络，是广电网络的基础。双向 HFC 网是一种在模拟环境下进行模拟信号和数字信号传输的技术体制，可面对以百姓群体为主的“公众接入”。HFC 模式融数模传输于一体，集光电功能于一体，应用数字压缩技术和高效数字调制技术，具有频带宽、成本低、容量大、业务双向性、抗干扰能力强、能支持多功能服务、覆盖率高和连结千家万户等优势，既支持目前的业务，又能平滑过渡到光纤入户和全数字服务，是广电城域宽带网的理想接入方式。



HE: 总前端 SH: 分前端 ON: 光节点
HFC 网络模型

图 1-2 城域宽带网络结构

HFC 网络中的数据信号传输目前主要应用的标准为 DOCSIS，DOCSIS 已成为世界上最广泛的标准电缆数据系统。DOCSIS 标准目前已经推出 DOCSIS 1.1，功能比以前增强了许多，改进了 QoS 和以为硬件基础的数据包的容量，支持 IP 电话，具有稳定的数据传输速率。DOCSIS 的更新的版本正在制定当中，这项新技术将使用户以更高的速度上网。此新版本将被命名为 DOCSIS2.0。

双向 HFC 网络在技术上已经成熟，并已开始全面商业化运用，展现出广阔的前景。据有关数据统计，截止到 2001 年 3 月，北美 cable modem 用户已突破 550 万，估计全球的用户可达 1000 万左右。

第二章 双向 HFC 设计观念探讨

本章将针对双向 HFC 网在规划与设计需要运用的主要观念提出我们的观点和看法。关于规划与设计的具体方法、方式及实施步骤，已有大量的著述，在实际工作中需根据具体情况采用不同的模式，在此将不作探讨。

第一节 常见网络拓扑结构

作为城域宽带网接入网的双向 HFC 网络，拓扑结构目前主要有三种形式：

1. “星-星”型

“星-星”型的具体拓扑结构是：城域网只建设一个总前端，由此前端星型引出光纤干线到各个光节点，各个光节点再星型引出电缆分配网络到用户。一般小城镇可采取这种拓扑结构。

2. “多星-树”型

“多星-树”型具体的拓扑结构是：城域网建设一个总前端和多个分前端，由总前端星型引出一级光缆干线到各个分前端，各个分前端再星型引出二级光缆到各个光节点，各个光节点再星型引出电缆分配网络到用户。一般中小城市可采用这种拓扑结构。

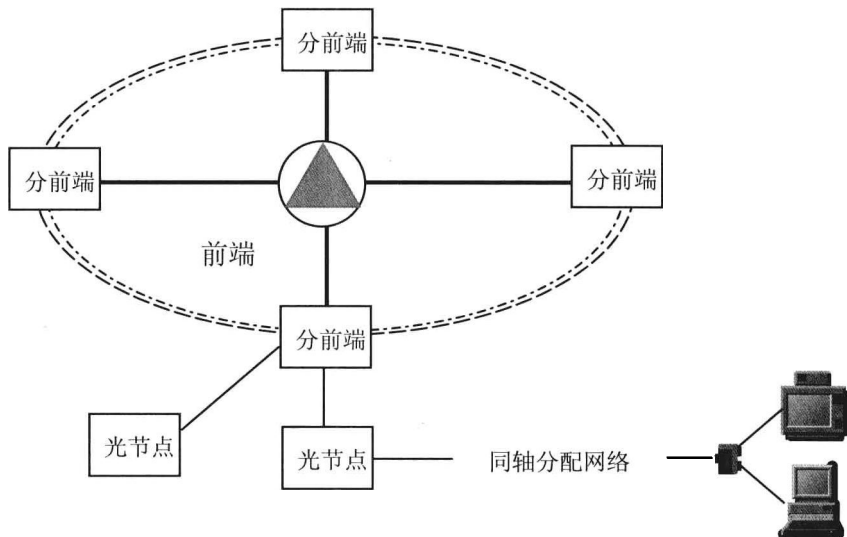


图 2-1 星型网络拓扑结构

小城市可以考虑分步建设的方案，即先采取星型网络拓扑结构、无源光集中分配点的方法，随着网络的发展，根据需求，然后再建设环网和分前端。分前端的位置可以是无源的光纤集中分配点，从各个分配点至各个光节点采取星型分配方法，随着网络的发展，

根据实际情况，将原来的光纤集中分配点升级为分前端，并且建设环网将各个分前端连接起来，从而达到逐步投资滚动发展的目的。

3. “环-星-树”型

“环-星-树”型具体的拓扑结构是：城域网建设一个总前端和多个分前端，由总前端星型引出一级光缆干线到各个分前端，并形成双向闭合环路，各个分前端再星型引出二级光缆到各个光节点，各个光节点再星型引出电缆分配网络到用户。总前端到各个分前端的一级光缆干线实际上采用双环传输结构，并有两路冗余切换备份，以提高可靠性。一般大中城市可采用这种拓扑结构。根据网络的实际情况，建议每个分前端覆盖三四万用户，相应的光纤芯数应该考虑到未来的发展需要，并结合光纤的密集波分复用技术（DWDM）的发展，合理地留出一定余量。

在 500~1500 户一个光节点的情况下，根据实际情况同轴电缆分配网络一般分为两部分：支线分配网络和用户分配网络。根据双向网络的特点，支线分配网络一般采用准星型结构，用户分配网络多采用集中分配结构。

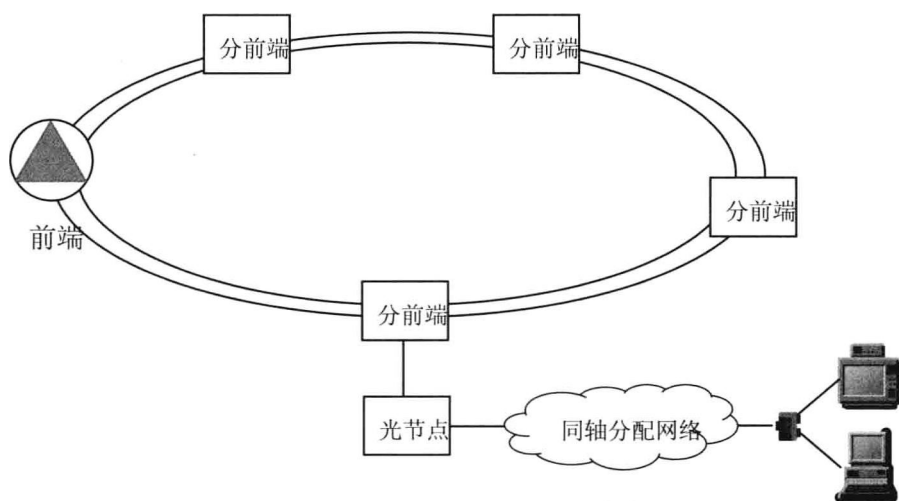


图 2-2 环形加星型 HFC 网络结构

这种网络的拓扑结构适合于大中城市。总前端和各分前端通过光缆环网连接根据城市的分布结构，可以分为双环、环加星等拓扑，各分前端与光节点的光缆一般也呈星型分布，分配网络的分布方式与第一种基本相同。

用户数不足 5 万户的小城市可以不用考虑建设分前端和环网，因为现有的技术设备完全能用一个前端解决这种规模的网络的各类主要问题，满足其技术要求和经营需求。

大中城市的分前端所覆盖的用户数量在 3~4 万户为宜，如果环网的距离特别长，要考虑使用 1550nm 的光设备，二级光发射机要采用 1310nm 的，这样可以增加频率资源。

随着 HFC 网络的不断发展，密集波分复用（DWDM）的普及应用，光节点的覆盖规模越来越小，数量越来越多，最终实现光纤到楼甚至是光纤到户，光纤的数量将成倍增加，抢修和维护的难度日益加大，因此有必要将 HFC 网络集中式单星型结构升级为中心分布

式、具有二级光纤的环网或星型结构，通过设立若干个分前端，并把各个分前端有机地连接起来，以提高网络的可靠性、经济形式和可扩展性。形成物理环状结构的 HFC 接入光缆网后，信号可以从不同的路由到达分前端，各个分前端取主备两路信号输入到光设备，信号传输具有 1+1 的热备份冗余保护。

第二节 每个光节点服务用户数

每当提到光节点的用户数量，首先考虑到的问题是光节点覆盖用户少时，噪声容易控制，上行的频率资源多。实际在全网总的用户数量不变的情况下，减少每个光节点覆盖的用户数量对于总的合成噪声来说，并不能起到改善作用，只有当网络发展到后期，每一个光节点对应一个头端控制系统（如 CMTS）时，才能体现出光节点覆盖的用户少时混合噪声小的优点。除此之外，只要在前端存在反向混合，汇聚噪声只能因为光链路的噪声所占比例较大而有所增加

相对于反向指标，正向指标比较容易达到，在确定每个光节点用户数量时应该考虑电缆分配系统的放大器级数不能过多、双向用户的比例多少，同时也要考虑用户的密集程度和光节点覆盖区的光缆网络结构，要结合城市小区地理结构、街道走向等多方面因素，还要考虑 5~7 年内用户的发展，根据实际情况灵活机动地确定光节点的用户数量。

如果用户比较密集，1000~1500 户一个光节点是比较合理的，因为一个 CMTS 所能提供服务的用户大约在 1500 户以内。网络发展到后期，每个 CMTS 对应一个光节点，这时即使入户率接近 100%，1500 户的噪声汇聚在一个 CMTS 的上行端口，也很容易控制好。

在采用 1500 户一个光节点时，建议选用四端口的光站，电缆分配网络部分应该采取星型分配方式，并且光站的每个端口服务的用户数量要尽量相等，以方便将来平滑升级到每个光节点 500 户或者更少。

对于用户楼房结构比较稀疏的居民建筑群，可以考虑光节点所覆盖的用户少一些，因为这样的结构电缆分配网部分较长，放大器较多，调试维护难度大，噪声不容易控制，根应根据情况酌量减少光节点覆盖用户数量。

第三节 双向电缆传输系统

双向 HFC 网络系统目前还没有公认的统一设计准则。但在设计上应使网络的结构更科学合理，发挥网络中所有设备的最大效能，并使之工作得稳定可靠。

双向系统中最关键的问题，就是信号电平的正确处理。这个问题在上行方向要比在下行方向复杂得多，而主要的问题集中在电缆网络部分。

如果在电缆分配网络中不考虑反向会有什么样的结果呢？下面举一个非常简单的例子来说明这个问题。

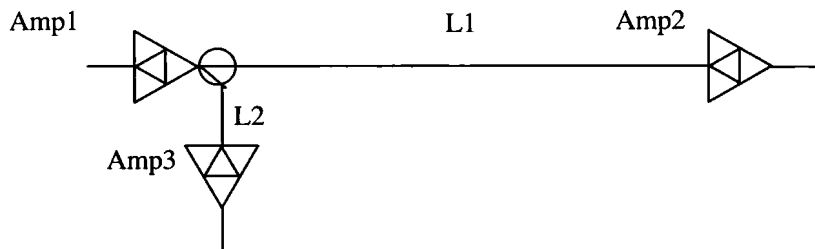


图 2-3 汇聚均衡的典型例子

图 2-3 中放大器正向输出电平为 45dBmV，反向信道端口输入电平设置在 17dBmV，正向放大器的增益为 30dB，反向放大器的增益为 20dB；电缆 L1（750MHz 损耗为 30dB、65MHz 损耗为 10dB）、L2（750MHz 损耗为 6dB、65MHz 损耗为 2dB），分支器的分支损耗为 24dB。

此种结构在正向系统中没有什么不合理的地方，但是如果考虑到反向系统的电平，问题就比较严重了：Amp3 的反向放大器无法补偿分支器的分支损耗与 L2 加在一起的损耗，致使由 Amp3 返回到 Amp1 的信号过低；而 L1 电缆的低段损耗加上分支器的插入损耗，要比 Amp2 的反向放大增益小很多，这样 Amp2 反向放大器的输出端就必需插入一个较大的衰减器。

由于插入的分支分配器与传输电缆对不同的频率呈现不同的损耗，出现反向系统的汇聚均衡问题。当然可以通过使用不同增益的反向放大器来解决这个问题，但这将会使双向网络设计调试更加复杂化。

如果反向放大器无法补偿下一段（对于正向来说属于上一段）分配网络的损耗，将导致反向放大器输入电平偏离单位增益点所确定的值，即使在多级放大器中可以补偿这个损耗差，但由于某个放大器的输入电平较低，降低了该链路的载噪比，还容易引入干扰。

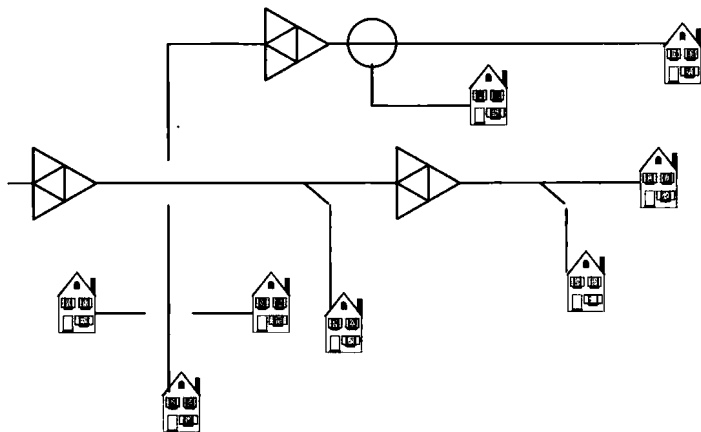


图 2-4 传统的电缆分支分配网络

这就要求我们在设计双向电缆网络系统时，应该正反向电平同时考虑，在需要使用

大损耗的分支器的时候，要注意分支损耗与电缆的损耗加在一起不要超过反向放大器的增益，为了便于调整，还应该留出一定的余量。

原有的有线电视电缆分配系统大多采用树枝型分配方式，当光节点延伸到小区后，这种分配方式无法充分发挥光节点的优点，并由于这种结构无法满足反向信号的传输（例如使用了大于 20dB 的分支器，由于放大器的反向放大增益一般是 20dB 而无法补偿分支器的损耗），为了解决这个问题，光节点以下支线分配网络应该按照星型的结构来设计施工。

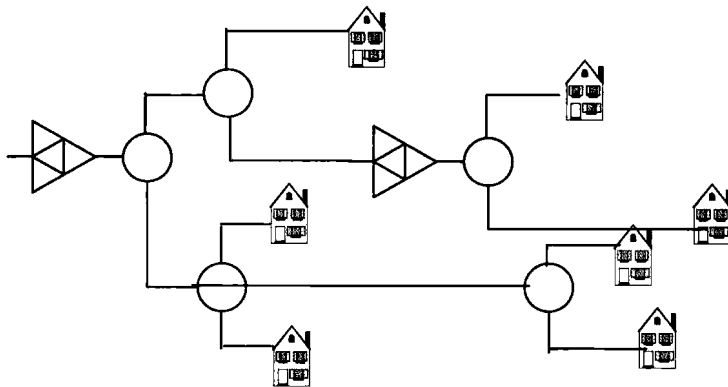


图 2-5 星型电缆分配网络

在双向网络的设计中，应该注意以下两点：

- ① 根据实际情况科学地确定光节点的用户数量。
- ② 遵循准星型的电缆系统分配原则，所使用的分支分配器的损耗加上链路电缆损耗的总和应该小于这个链路所连接的放大器的反向增益。尽量少使用高输出的光站，因为如果光站输出电平在 110dB μ V 以上，经过分配网络到楼头的电平在 75~80dB μ V 时，正向的链路衰减在 30~35dB 左右，在这种情况下，反向的链路衰减很可能在 20dB 以上，超出了楼放反向放大器的增益范围，使楼放不能满足单位增益的要求。

采用纯星型的支线分配网络设计时使用小于 16dB 的分支器和分配器，并过多考虑反向系统的电平，不但使正向分配效率降低很多，到各个楼放的电平比较高，同时又会出现有很多电缆并行的情况，给施工和维护造成很多不便，材料的消耗也比较多。在设计和施工中，分支分配器的使用要灵活机动，不能完全按照纯星型的方式设计，在满足反向电平的同时要尽量考虑使网络的结构合理。

第四节 采用集中分配式用户网络

由于传统的串接分支分配的入户方式中使用了大损耗的无源器件，致使反向电平的均衡问题比较突出，一些干扰很容易从低值的分支分配器侵入。尽管有的厂商试图使用“反向衰减器”的方法来解决这个问题，在 CM 的端口加上一个反向衰减器，以提高其发射电平，但是由于链路中接头过多，噪声还是很容易从各个接头处侵入。另外，这种增加反

向衰减器的方法调试起来也比较麻烦，因此建设用户分配网采用集中分配的类型如图 2-7 所示。

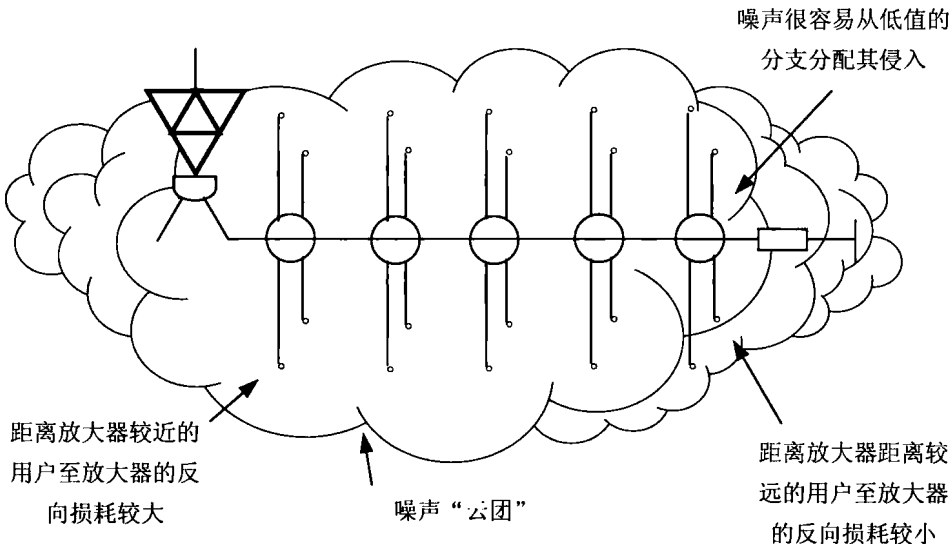


图 2-6 传统的用户分配系统

集中分配的方式有以下优点：

①减少了大量的接头，从而提高了网络的可靠性，并减少了从接头引入的噪声干扰。
②分配器和接头集中在一个金属箱内，既容易做到高质量的屏蔽，又方便管理和维护。

③每个终端到双向放大器的反向链路损耗大致相等，可以通过调整放大器的反向增益使所有终端的 CM 的上行电平都工作在 45dBmV 左右，从而提高整个系统的反向 CNR 比。

为了更有效地抑制反向噪声，可以采取有一定高通比例的大分支分配器，如 8 分配器，可以有 4 个高通的，4 个完全通过的（也可以根据实际情况调整比例），这样的好处是减少了反向系统不必要的噪声，因为网络的双向用户达到 50% 还需要较长一段时间，这样可以从根本上杜绝没有双向需求用户的反向噪声。

在选择大分支分配器时，建议以 8 分支（分配）为好，因为 8 分支（分配）与二分配、三分配可以组合成满足各种楼房的结构形式，其价格又比 16 分配器低。

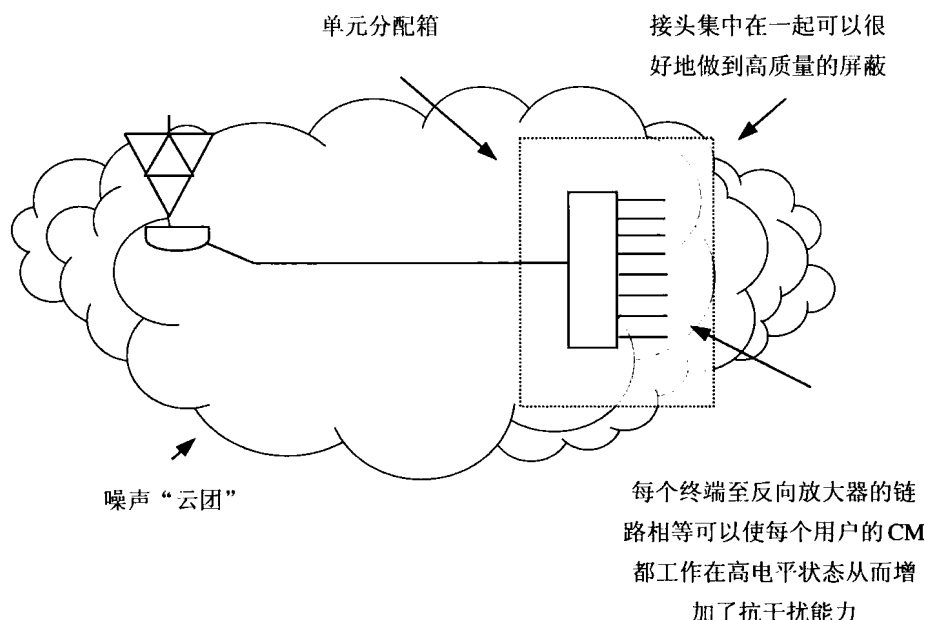


图 2-7 采用集中分配的用户分配系统

第五节 几个常见问题的探讨

1. 噪声汇聚问题：比较消极的观点认为，双向 HFC 网络中的噪声汇聚问题是难以解决的。这种观点对网络建设的影响主要表现为在设计上过于小心谨慎，使网络的分配效率降低，材料选择的过于超前，结果造成资金浪费。实际上双向 HFC 网络已是成熟技术，在北美和欧洲以及韩国和台湾等地已经成功地应用多年了，目前全球 Cable Modem 用户已经突破 1000 万，已有统一的技术标准，完全可以商业化运作，没有必要搞试验小区造成资金和时间浪费。

2. 网络调试设计标准问题。目前国内双向 HFC 网的规划、设计及实施都没有统一的标准和公认的较为完整的方案，许多观点来自于设备生产商或系统集成商的所谓“系统解决方案”，对于双向网络的设计、施工、验收、调试等方面的问题许多厂家有着各自不同的标准和理解。一些在国际上比较有声望的大厂家较为注重占领高端产品市场，没有顾及到一些具体的施工调试，而一些对广电网络并不了解的系统集成商，在做了部分双向 HFC 网络后，提出一些理念，这些理念大多缺少普遍性，建设者难以将它们作为符合自身实际情况的规划设计思想来运用。

3. Cable Modem 用户的通信带宽共享问题。一些不推荐 HFC 网络的理论者，在计算每个 CM 用户带宽时，往往按照平均值的方法，实际在具体应用时，每个用户操作计算