

有线电视维护与检修技术

刘修文 编著



机械工业出版社

本书是为适应有线电视事业的发展，满足广大维护检修人员在新形势下进行业务学习的需求而编写的，并在西安《中国有线电视》杂志社举办的全国有线电视实用维修技术培训班试用后修改定稿。

本书的特点是内容涵盖面广，包括概述，维修的基本知识，卫星电视接收系统、前端设备、电缆传输干线、光缆传输干线、多路微波分配系统(MMDS)、用户分配网络与用户终端等的维护与检修，维护与检修常用仪器仪表，共九章。对有线电视维护与检修所涉及到的基础知识、安装调试、设备维护、故障检修等技术均作了介绍。

全书内容丰富，通俗易懂，简明实用，特别适合中、小型有线电视台或广电网络公司的检修人员、技术人员、职业中专相关专业师生阅读，也可作为有线电视台进行岗位培训的教材及广大电子爱好者的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

有线电视维护与检修技术/刘修文编著. —北京：机械工业出版社，2005.3

ISBN 7-111-16222-6

I. 有... II. 刘... III. 电缆电视—电视系统—维修 IV. TN943.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 016767 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑：牛新国 版式设计：霍永明 责任校对：张 媛

封面设计：陈 沛 责任印制：杨 曦

北京机工印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

787mm × 1092mm¹/₁₆ · 19.25 印张 · 473 千字

0 001—4 000 册

定价：30.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话 (010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

前 言

我国的有线电视事业正朝着数字化、网络化、产业化的方向发展，并处于由模拟技术向数字技术过渡、单向传输向双向交互式传输方式的转变、基本业务向扩展业务与增值业务开拓的阶段。在这一阶段，我国将逐步建立由节目平台、传输平台、服务平台、监管平台构成的有线数字电视新体系。有线电视事业的飞速发展给广大有线电视系统的维护检修人员提出了更新更高的要求。为适应有线电视事业的发展，满足维护检修人员在新形势下进行业务学习的需求，作者在总结多年从事有线电视技术工作实践经验的基础上，参考大量国内最新专业书刊及相关产品资料后，编写了《有线电视维护与检修技术》一书，并在西安《中国有线电视》杂志社举办的全国有线电视实用维修技术培训班试用后修改定稿。

本书的特点有：一是内容涵盖面广，包括概述，维修的基本知识，卫星电视接收系统、前端设备、电缆传输干线、光缆传输干线、多路微波分配系统（MMDS）及分配网络与用户终端等的维护与检修，维护与检修常用仪器仪表，共九章，对有线电视维护与检修所涉及到的基础知识、安装调试、设备维护、故障检修等技术均作了介绍；二是实用操作性强，全书完全从实践角度出发，精选了200多个不同设备、不同故障现象的维修实例，读者若能举一反三，融会贯通，必定能排除有线电视系统中的各种疑难故障；三是通俗易懂，书中简明扼要地介绍了有线电视系统常用设备的组成与性能，重点介绍了设备及网络的维护经验与检修方法。力求使读者看后能懂，照着能做，做了能用；四是图文并茂，书中提供了许多难得的电气原理图，这些原理图均是笔者与参考文献的作者根据实物描绘出来的，虽然电气原理图的文字符号没有统一，但与实物一致，为读者维修设备时提供方便。

本书面向在中、小型有线电视台或广电网络公司中工作的、具有初中以上文化程度的维护与检修人员、技术人员以及职业中专相关专业的师生。也可作为有线电视台进行岗位培训的教材及广大电子爱好者的参考书。

在《中国有线电视》杂志社举办培训班期间，各地学员曾对本书初稿提出了修改补充意见，并且为使书中内容能够反映国内有线电视技术发展的最新动态，作者查阅并引用了《中国有线电视》、《有线电视技术》、《西部广播电视》及《电子报》等专业技术刊物上有关维修实例。在此，对各地学员及《中国有线电视》杂志社表示衷心感谢，对参考文献的作者表示诚挚的谢意。

鉴于有线电视技术日新月异地发展，以及作者水平有限，书中难免存在疏漏与不足，殷切希望读者不吝赐教。

电子邮箱：hnyxlxw@21cn.com；hnyxlxw@yahoo.com

作 者

2005 年 1 月

目 录

前言	
第一章 概述	1
第一节 有线电视系统的组成	1
第二节 有线电视系统的主要技术参数	3
第三节 有线电视系统的技术指标分配	5
第四节 电视图像、伴音质量主观评价方法简介	6
第五节 有线电视系统的发展方向	8
第二章 维修的基本知识	9
第一节 设备检修的步骤	9
第二节 网络故障的初步判断与检修方法	10
第三节 设备维修的基本方法	12
第四节 故障应急检修方法	19
第五节 识图的知识与技能	21
第六节 焊接技术与技巧	29
第七节 故障判断技巧	34
第三章 卫星电视接收系统的维护与检修	36
第一节 卫星电视接收系统的组成	36
第二节 卫星电视接收天线的安装调试与维护	36
第三节 高频头的维护与检修	43
第四节 卫星数字电视接收机常见故障的分析与检修	50
第五节 卫星数字电视接收机故障维修 79 例	67
第四章 前端设备的维护与检修	104
第一节 前端的组成与主要设备简介	104
第二节 前端设备的维护与保养	109
第三节 前端设备常见故障分析	111
第四节 集成电路调制器的故障分析与检修	114
第五节 前端设备故障维修 29 例	116
第六节 数字电视前端设备的调试	125
第七节 有线电视系统的防雷与接地	127
第五章 电缆传输干线的维护与检修	135
第一节 电缆传输干线的组成	135
第二节 电缆干线的调试与维护	138
第三节 电缆传输干线常见故障的分析与检修	139
第四节 电缆放大器故障的分析与检修	148

第五节 集中供电器的检修	159
第六章 光缆传输干线的维护与检修	161
第一节 光缆传输干线的组成	161
第二节 光缆干线的调试与维护	165
第三节 光纤熔接中容易出现的问题与解决方法	167
第四节 光缆线路故障的修复	172
第五节 光接收机常见故障分析与检修	173
第六节 光缆网络常见故障的分析与检修	176
第七节 光缆网络故障维修 35 例	177
第七章 多路微波分配系统 (MMDS) 的维护与检修	190
第一节 MMDS 的组成	190
第二节 MMDS 接收系统的安装调试	196
第三节 MMDS 常见故障的分析与检修	197
第四节 MMDS 故障维修 12 例	201
第八章 用户分配网络与用户终端的维护与检修	205
第一节 用户分配网络的结构形式	205
第二节 广电宽带接入网技术	206
第三节 解扰器常见故障的分析与维修	213
第四节 可寻址集中分配器常见故障的分析与检修	215
第五节 末端加解扰可寻址系统常见故障的分析与检修	220
第六节 CableModem (CM) 掉线故障的分析与检修	222
第七节 数字电视有线传输与接收中常见故障的分析与检修	223
第八节 电视机本振泄漏对有线电视系统干扰的故障分析与检修	225
第九节 电缆分配网络故障维修 45 例	226
第九章 维护与检修常用仪器仪表	239
第一节 万用表	239
第二节 场强仪	246
第三节 光功率计	249
第四节 光时域反射仪	251
第五节 有线电视分析仪	260
第六节 宽带扫频测试仪	271
附录	276
附录 A 有线电视广播系统技术规范 (摘自广电行业标准 GY/T 106—1999)	276
附录 B 数字电视图像质量主观评价方法 (摘自广电行业标准 GY/T 134—1998)	285
附录 C 我国内地和港澳地区卫星电视节目技术参数	291
附录 D 卫星数字广播节目的 PID 码和使用声道	295
参考文献	299

第一章 概述

有线电视系统简称 CATV 系统，是用射频电缆、光缆、多路微波或其组合来传输、分配和交换声音、图像及数据信号的电视系统。由于种种原因，有线电视系统有时会发生故障，造成信号传输中断或质量下降，从而影响用户的正常收看。维修人员在发现故障或收到用户反映后，应及时检修，尽快排除故障，争取在最短的时间内恢复系统的正常工作。要做到这一点，维修人员必须掌握有线电视的基本原理；熟悉整个有线电视系统网络的分布及结构，熟悉有线电视系统中的各种设备、设施及器件的性能特点；了解信号的传输过程，知道常见故障形成的原因、排除方法及应急措施。

本章主要介绍同轴电缆和光纤/同轴电缆混合传输（HFC）的有线电视系统传输网的组成、有线电视系统主要技术参数、系统技术指标的分配及其规范值、电视图像和伴音质量的主观评价方法。

第一节 有线电视系统的组成

目前，我国的有线电视系统按传输介质一般可分为两类：一类是仅由同轴电缆传输的有线电视系统，另一类是由同轴电缆、光缆和微波混合传输的有线电视系统。不管哪一类系统，一般可划分为前端设备、干线传输系统和用户分配系统三大部分，如图 1-1 所示。各部分的作用如下：

1. 前端

前端又称前端机房，是有线电视系统传输节目的总源头。其任务有两个：一是接收要传输的各种信号，二是将接收到的各种信号进行滤波、变频、放大、调制、混合等一系列“加工”，使其适合在干线传输网络中传输。显然，有线电视系统传输的节目套数越多，前端的结构将越复杂，前端部分的设备就越多。

前端部分接收的信号一般有：卫星转发的模拟电视信号和数字电视信号，上级台、站传输的光缆信号或微波信号，远地电视台发射的无线电视信号，当地电视台的射频电视信号或音、视频电视信号，有线电视台自办的模拟电视信号或数字电视信号。

大型有线电视系统的前端不止一个，其中直接与系统干线或与用作干线的短距离传输线路相连的前端称为本地前端；设置在远地，经过电缆、光缆、微波等地面通路或卫星线路向某一有线电视系统传送远地信号的前端称为远地前端；设置于服务区域的中心，其输入为来自本地前端及其他信号源的辅助前端称为中心前端。显然，一个大型有线电视系统只有一个本地前端，但可能有多个远地前端和多个中心前端。

2. 干线传输网络

干线传输网络介于有线电视系统前端和用户分配网络之间，其任务是把前端输出的几十套射频电视信号及数据电视信号（有数据广播信号时）高质量地传输给用户分配网络；与

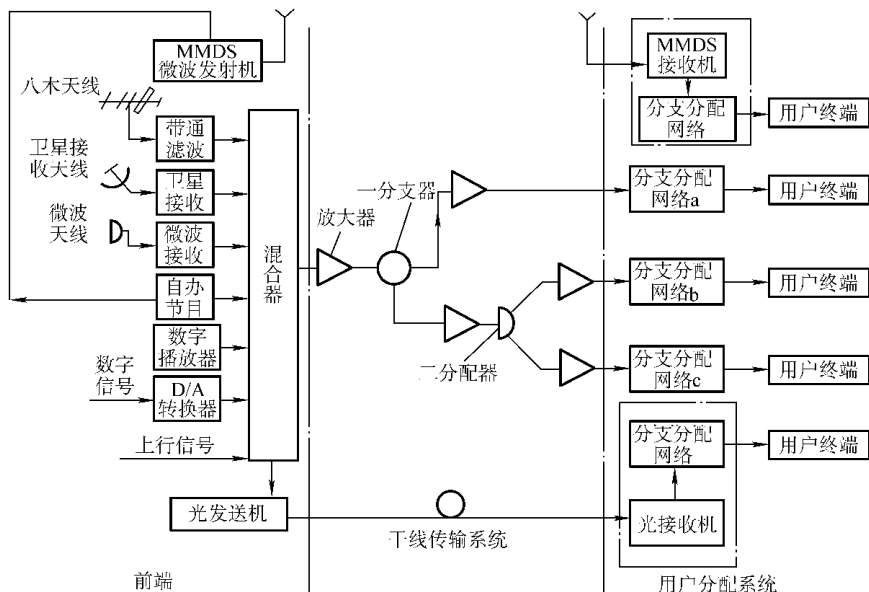


图 1-1 有线电视系统的组成

此同时，把用户终端的回传信号传输给前端（设置回传通道时）。目前，干线传输网络的传输方式主要有电缆、光纤、微波或其组合。

光纤传输具有频带宽（好的单模光纤带宽可达 10GHz 以上）、损耗极低（利用波长为 1550nm 的光，传输 1km 的级差损耗仅为 0.2dB）、抗干扰能力强、保真度高、性能稳定可靠等突出优点，距离大于 3km 的系统，在传输方式上应首选光纤传输。

微波传输不需要埋设电缆、光缆，只需安装微波发射机、微波接收机及收/发天线即可。因而它的施工简单、成本低，所传输信号质量也较高。其缺点是微波信号容易受建筑物的阻挡和反射，产生阴影区或形成重影造成微波信号接收的困难。由于雨、雪、雾等对微波信号有较大的衰减作用，对多雨、多雾、多雪地区的应用带来不便。另外，目前微波传输的频道较少，且比较容易被窃收，因而其应用受到一定限制。

电缆传输是技术最简单的一种干线传输方式，在传输距离不太远时，具有成本低、设备可靠、安装方便等优点。但因为电缆传输信号损失较大，每隔一定距离就要安装一台放大器，而且容易引入较多的噪声和非线性失真，使传输信号质量受到影响。一般只在经济欠发达地区或小型有线电视系统以及大型有线电视系统中靠近用户分配系统的最后几千米中使用电缆传输。

3. 用户分配网络

用户分配网络是有线电视系统的末端，其任务是把从前端传来的信号比较均匀地分配给用户。目前，我国有线电视系统的用户分配网络都采用电缆传输。用户终端就是电视机，条件接收系统由解扰器、可寻址集中分配器、线缆调制解调器、数字电视机顶盒组成。

有线电视系统的三个组成部分中，用户分配网络的电缆最长，无源器件最多，而且直接敷设，安装在各居民小区，器件的防晒、防雨、防尘等条件相对较差。另外，用户分配网络也是发生私接乱挂、盗窃信号最多的地方。这些因素决定了用户分配网络的故障最多、故障的表现形式多种多样，造成故障的原因也千差万别。因此，用户分配网络是有线电视系统

维修工作的重点。

第二节 有线电视系统的主要技术参数

为保证有线电视系统用户终端电视图像和伴音的质量，国家有关部门制定了（GY/T 106—1999）《有线电视广播系统技术规范》，规定了有线电视广播系统的术语、频率配置、传输方式、综合业务范围、技术参数、测试方法、安全要求和验收规则。该技术规范适用频段为 5 ~ 1000MHz 有线电视广播系统，是其规划设计、工程验收、运行维护的技术标准，具体内容见附录 A。有线电视系统维修人员应按该技术规范的有关规定进行相应的维修。

有线电视系统的主要电气参数分为两类：一类是视频性能参数；另一类是射频性能参数。

1. 视频性能参数

(1) 视频信号电平

为了便于不同设备之间的连接和参数计算，设备视频信号输入、输出端口的信号幅度规定值为 1V（峰-峰值）。其中，同步信号占 0.3V，消隐信号占 0.05V，图像信号占 0.65V。在没有消隐信号的情况下，图像信号占 0.7V。如果实际信号幅度不是 1V 时，要按相应的比例增减。

(2) 微分增益（DG）

当图像信号的亮度不同，即在不同的亮度时，所叠加的彩色副载波信号的幅度也会随之改变，它和色同步信号相比而得到的变化量就是微分增益，以百分数（%）来表示。有线电视系统的微分增益应不大于 10%。

$$DG = \Delta U / U_0$$

式中 ΔU ——亮度电平由黑到白或由暗到亮所引起的彩色载波峰到峰的变化量；

U_0 ——消隐电平上彩色副载波峰到峰的电压差值。

微分增益达到规定指标要求时，图像色彩的浓度（色彩饱和度）不会随亮度的改变而改变。微分增益如果达不到规定指标要求，主要是调制器造成的。

(3) 微分相位（DP）

微分相位和微分增益类似，是指彩色副载波的相位随亮度的改变而改变，以度（°）为单位。有线电视系统的微分相位应不大于 10°。微分相位如果达不到规定指标要求，主要是调制器不良，其次是射频通道部件末级放大的特性不好所致。

(4) 色度/亮度时延差

当电视信号经过有线电视系统传输后，有线电视系统传输网络对色度信号和亮度信号产生的时延不同，在电视机显示的画面上就会产生颜色和图像的位置不重合，颜色移位到图像的左边或者右边，就像彩色印刷中套印不准确一样，出现“彩色镶边效应”，也可称为“鬼影”。无论颜色移位到图像的左边或者右边，彩色图像的色度信号和亮度信号之间总是存在一个时延差，这就是色度/亮度时延差，以纳秒（ns）为单位，GY/T 106—1999 规定有线电视系统的色度/亮度时延差应不大于 100ns。有线电视系统的色度/亮度时延差如果达不到规定指标要求，主要原因是调制器不良，其次是滤波器或频道放大器的滤波特性差。

(5) 色度/亮度增益差

把规定的色度信号和亮度信号合成后加到系统输入端，测量输入端和输出端之间的色度

变化和亮度变化, 求出变化量的比值就是色度/亮度增益差。传输色度/亮度增益差应控制在 10% 以内。

2. 射频性能参数

(1) 系统输出端口电平

系统输出端口电平是有线电视系统的重要指标和最常用指标, 该参数是指图像信号同步脉冲未经调制时载波电压的有效值, 而不是载波电压的幅值。同步顶点的载波电平有效值不随图像内容的变化而变化, 是固定不变的。系统输出端口电平如果过低, 在图像上会形成雪花状的干扰; 如果系统输出端口电平过高, 就会由接收机本身的非线性失真产生干扰, 所以系统输出端口电平有一个最佳范围, 国家标准 GB/T6510 规定输出端口电平在 $57 \sim 83\text{dB}\mu\text{V}$ 之间。对于 UHF (超高频) 频段, 则要求系统输出端口电平在 $60 \sim 83\text{dB}\mu\text{V}$ 之间。GY/T 106—1999 规定输出端口电平在 $60 \sim 80\text{dB}\mu\text{V}$ 之间。在传输多个频道的有线电视邻频传输系统中, 系统输出端口的电平需要降低一些。在进行有线电视系统设计时, 全频道系统输出端口电平控制在 $(70 \pm 5)\text{dB}\mu\text{V}$, 邻频传输系统输出端口电平可为 $(65 \pm 4)\text{dB}\mu\text{V}$ 。同一频道信号中, 伴音载波电平比图像载波电平在邻频传输系统中低 $(17 \pm 3)\text{dB}$ (修订标准), 而在其他传输系统中则低 $7 \sim 20\text{dB}$ 。邻频传输系统一般调整到比图像载波电平低 17dB (典型值)。有线电视系统传输调频广播信号时, 调频广播信号电平比电视信号电平低 10dB 以上。

(2) 频道内的幅频特性

在 8MHz 带宽范围内, 相对于图像载波频率 (基准点) 输出幅度不能超过 $\pm 2\text{dB}$ 。同一频道内的幅频特性不好, 将造成图像清晰度下降, 出现“彩色镶边效应”。在前端设备中, 由于设备 (如频道滤波器、频道放大器) 幅频特性不符合规定指标, 也会使同一频道内的信号幅频特性不好。设备的输入和设备的输出不匹配也会造成频道内的幅频特性不好。

(3) 载噪比

图像载噪比 (C/N) 定义为系统输出端口的图像载波功率和噪声功率之比, 伴音载噪比 (C/N) 定义为系统输出端口的伴音载波功率和噪声功率之比, 均以分贝 (dB) 为单位。国家标准规定的图像载噪比不得低于 43dB ; 调制声音载噪比: 单声道时为 41dB , 立体声时为 51dB 。

(4) 载波互调比

有线电视系统的载波互调比 (包括二次载波互调比 IM_2 , 三次载波互调比 IM_3) 不应小于 57dB 。

(5) 交扰调制比

有线电视系统的交扰调制比应大于 46dB 。

(6) 载波复合三次差拍比 (C/CTB)

载波复合三次差拍比定义为系统指定点、图像载波电平与围绕图像载波周围的组合三次差拍分量平均电平的 1.41 倍之比, 以分贝 (dB) 为单位。GY/T 106—1999 规定该值不小于 54dB 。

(7) 信号交流声比 (HM)

也可称为“载波交流声比”或“哼声调制”。定义为标准图像调制电压峰-峰值与交流声调制峰-峰值电压之比, 以分贝 (dB) 为单位, 可用下式计算:

$$\text{HM} = 20\lg (\text{标准图像调制电压峰 - 峰值} / \text{交流声调制峰 - 峰值})$$

交流声调制指 50Hz 电源和其谐波调制于图像载波上。交流声不一定是 50Hz,也可能是整流后的二次谐波 100Hz,或者是开关电源的数十千赫脉冲。在屏幕上表现为有一条或多条横条滚动。有线电视系统信号交流声比应大于 46dB。为了保证这项指标,应配置优良的交流稳压电源,前端系统接地要良好,排除电视机之间相互干扰等。在无源器件中,如果属电流通过型,在带磁心的阻流圈上也会产生交流声干扰。

(8) 系统输出端口的相互隔离度

有线电视系统的输出端口少则上百个,多则数万个,大型有线电视系统则多达数十万个。为了保证有线电视系统中所有的输出端口(目前,一般接用户电视机)之间互不影响、互不干扰,有线电视系统输出端口与有线电视系统输出端口之间都必须有良好的隔离,一般通过有线电视系统中的各种无源部件来保证。为提高相互隔离度,可采用高反向隔离的分支器、定向耦合器和高隔离度的分配器,在 UHF 频段中,有线电视系统的相互隔离度可以达到 30dB 以上。

(9) 回波值

回波会造成重影,重影的严重程度不仅仅和回波的大小有关,还和回波的时延有关,国家标准规定的回波值应不大于 7%。回波值 E 定义如下:

$$E = (\text{反射波电压} / \text{入射波电压}) \times 100\%$$

反射波是在有线电视系统内由于系统中各种器件不匹配所造成的,外来的直射波同频道信号以及由于建筑物等的反射而形成的重影干扰等并不包括在内。反射波除了引起重影外,还将影响信号的幅频特性、相频特性和群时延特性。

(10) 对数据传输的要求

数据是任意脉冲调制的数字编码信号,在电视信号场间隔中传输的数据信号或者使用全电视场的数据信号,其回波值应不大于 10%,数据时延差应不大于 50ns。

(11) 辐射与干扰

辐射是指有线电视系统对其他电子设备或系统产生的电磁干扰,主要由射频前端部分和电缆传输部分泄漏的电磁波引起(例如,电缆和各种设备屏蔽不良,插头和插座接触不良等);干扰指外界电磁波(如火花放电)串入有线电视系统,使有线电视系统不能正常工作。在 54~216MHz 范围内,要求距同轴电缆 3m 的地方,辐射应小于 $20\mu\text{V/m}$;在 54~216MHz 范围外,要求距同轴电缆 30m 的地方,辐射应小于 $15\mu\text{V/m}$ 。

GY/T 106—1999 规定,下行传输系统的技术参数的规范值见附录 A 表 A-3。

第三节 有线电视系统的技术指标分配

GY/T 106—1999 对有线电视系统的各项技术指标做出了明确规定。由于有些技术指标仅由设备本身的性能所决定,所以这里所说的技术指标分配,是指对有线电视系统性能影响较大的载噪比 C/N 和非线性失真在系统各个部分应该达到的最低限度。只有各个部分都能符合相应的规定指标要求,整个有线电视系统的技术指标才有保证。理论和实践证明,在有线电视系统传输的频道数较少时,应主要考虑交调比 CM 和载噪比 C/N;在频道数超过 20 时,则应主要考虑载波复合三次差拍比 C/CTB 和载噪比 C/N。对于光缆传输有线电视系统,还应考虑载波复合二次差拍比 C/CSO。

在有线电视系统设计时，由于前端部分主要是接收、处理信号，是低电平范围运行，主要任务是克服噪声、提高载噪比 C/N 。因此，在技术指标分配中 C/N 在这部分应有所侧重，例如应占 30% 以上。另外，前端信号幅度小，一般都不超过有源设备的线性工作区，不易出现 DP、DG、带内互调等非线性失真。如用宽带放大器时，其非线性技术指标则应从严分配，例如在 10% 以下。

传输部分基本上在中等电平范围运行，例如，70 ~ 95dB μ V，且有源设备串联级数较多，因此，载噪比和非线性指标都应占较大比重，例如，占 30% ~ 60%。

传输部分有线电视系统因网络构成方式的不同，分配的比重可以有较大范围的调整。例如 MMDS，由于是无线传输，且接收点距用户较近，故允许传输部分占用较大比重的技术指标。相反，如果传输部分采用光缆且有源设备串联较少，而用户分配网络负载区域较大，则应减少传输部分的技术指标开销，将其用于用户分配网络。

用户分配部分是在高电平范围运行，主要是向用户提供足够大的信号电平。由于信号电平幅度较高，噪声的影响较小，而非线性失真较难克服。因此，载噪比 C/N 应严格控制，而非线性失真可以控制得稍松一些。

各个部分的技术指标分配多少，与设备的性能高低、数量多少等多种因素有关，没有一个绝对的比例，电缆、光缆混合传输系统的指标分配可按表 1-1 考虑。

表 1-1 电缆、光缆混合传输系统的指标分配参考方案

项目	国标规定 值/dB	设计值 /dB	前端部分		一级光链路		二级光链路		电缆分配网络	
			比例	dB 数	比例	dB 数	比例	dB 数	比例	dB 数
C/N	43	44	35%	48.6	20%	51	30%	50	15%	52.2
C/CTB	54	55	5%	68	20%	62	30%	62	45%	60
C/CSO	54	55	5%	68	20%	62	30%	62	45%	60

实际工程设计时，可以这样来考虑技术指标分配问题：先按照经济能力购买技术指标尽可能高的设备，按照正确使用设备的原则，计算出前端部分、传输部分（光缆干线和电缆干线）实际占用的技术指标，将剩余技术指标略留一点余地后全部分给用户分配网络；也可以先进行技术指标分配，分别计算出各部分技术指标的具体值，进而计算出各台设备或有源放大器应具有的技术指标值，据此购买设备。

第四节 电视图像、伴音质量主观评价方法简介

在有线电视系统网络的正常维护过程中，应定时（间）、定（地）点地对有线电视系统系统进行调试和技术指标测试，以发现潜在的故障或隐患，视具体情况及时采取相应措施，使有线电视系统始终处于良好的工作状态。维护和排除故障，可依据电视图像、伴音的主观评价结果进行。

主观评价是直接利用观察者对被测系统质量的主观反应，来确定有线电视系统性能的一种方法。

1. 模拟电视图像、伴音质量主观评价方法

(1) 主观评价标准

图像质量的主观评价应参照 GB/T 7401 第 4.2 条五级损伤制标准执行，如表 1-2 所示。

表 1-2 图像质量主观评价五级损伤制标准

等 级	图像质量损伤或干扰程度
5 分 (优)	图像不觉察有损伤或干扰存在
4 分 (良)	图像上稍有可觉察的损伤或干扰，但并不令人讨厌
3 分 (中)	图像上有明显觉察的损伤或干扰，令人感到讨厌
2 分 (差)	图像上损伤或干扰较严重，令人相当讨厌
1 分 (劣)	图像上损伤或干扰极严重，不能观看

上述主观评价的条件是在各个频道正常工作的情况下，采用标准信号发生器（或标准测试带）或者其他高质量信号源播出，用高质量的 54cm 彩色电视机（对调频广播声音质量进行主观评价时，应选用具有外接天线输入插座的高质量调频接收机），在系统输出端口接收，在距离电视机约 6 倍屏幕高度的地方进行观察，室内照度适中、光线柔和。对每个频道的图像和声音都要细心观察和收听，评价人员应包括专业和非专业人员，一般为 5 ~ 7 人，进行独立打分。按 5 级计分制统计各个评价人员的分数，然后取平均值，4 分或 5 分为合格。模拟电视图像、伴音以及调频广播声音质量损伤的主观评价项目，如表 1-3 所示。

(2) 图像质量主观评价与客观测试项目的对应关系

有线电视系统指标的客观测试与电视画面效果的主观评价有一定对应关系，如表 1-4 所示。在主观评价有争议时，以客观测试为准。

表 1-3 模拟电视图像、伴音以及调频广播声音质量损伤的主观评价项目

项 目 名 称	现 象
载噪比	图像中的“雪花干扰”
电视伴音和调频广播的声音质量	背景噪声，如咝咝声、哼声、蜂鸣声和串音等
载波交流声比	图像中上下移动的水平条纹，即“滚道”
交扰调制比	图像中移动的垂直或倾斜的图案，即“串台”
载波互调比	图像中移动的垂直、倾斜或水平条纹
载波复合三次差拍比	图像中水平间隔条纹
回波值	图像中沿水平方向分布左右边的重复轮廓线，即“重影”
色度/亮度时延差	图像中彩色信息和亮度信息没有对齐的现象，即“鬼影”

表 1-4 有线电视系统指标的客观测试与电视画面效果的主观评价关系对应表

项 目	标准规定	没有达到标准所出现的现象
载噪比	≥43dB	图像中有杂波（即“雪花干扰”）
载波互调比	≥57dB（单频） ≥54dB（频道内）	图像中有垂直、倾斜或水平条纹（即网状干扰）
交扰调制比	≥46dB	图像中有移动的垂直或倾斜的图案
信号交流声比	≥46dB	水平横道流动
回波	≤7%	图像有重影
微分增益	≤10%	饱和度随亮度而变化
微分相位	≤12°	色度随亮度而变化
色度/亮度时延差	≤100ns	图像中彩色和亮度没有对齐（即“鬼影”）
频道频率稳定值	± 75kHz（本地） ± 20kHz（邻频）	频道间互相干扰或图像伴音质量变
图像伴音差稳定值	± 20kHz（邻频）	伴音失真
系统输出端口隔离度	≥20dB	电视机间的相互干扰

2. 数字电视图像质量主观评价方法

数字电视图像质量主观评价方法应按照 GY/T 134—1998 进行。该标准定义了数字电视图像质量主观评价方法中的常用术语,规定了主观评价的一般要求、评分方法、评分标准及数据统计方法。目前,绝大多数有线电视系统传输的仍是模拟电视信号。少数有线电视系统虽然在部分频道中传输数字电视信号,但是经机顶盒变换后到达用户的信号仍是模拟电视信号。数字电视图像质量主观评价方法见附录 B。

第五节 有线电视系统的发展方向

我国有线电视事业正朝着数字化、网络化、产业化的方向发展,数字化是基础和前提,网络化是互联互通、实现规模效益的桥梁和纽带,产业化是体制机制方面提供的保证。有线电视系统将从模拟窄带网发展为数字宽带网,由单向广播式传输方式向双向交互式传输方式转变。网络业务正由基本业务向扩展业务与增值业务拓展。我国的有线电视系统将逐步建立由节目平台、传输平台、服务平台、监管平台构成的有线数字电视新体系。

国家广播电视总局已经确定了我国广播电视数字化实行“三步走”战略方针:2003 年开始全面推行有线数字电视,到 2005 年有线数字电视接收用户超过 3000 万户;2005 年我国开始地面数字电视广播,停止卫星节目的模拟方式传送,开展卫星直播业务。2008 年起大力发展地面数字电视和高清晰度电视。2010 年全面实现数字广播电视,2015 年全面取消广播电视的模拟方式传输与发射。

电视机是有线电视系统的终端显示设备,只要在电视机上安装数字机顶盒,就可以使电视机变为多媒体信息终端,用户通过电视机既可以看电视,又可以听广播,还可以获取信息服务。数字化将使有线电视成为进入千家万户的数字多媒体信息平台,不仅满足人们对电视广播节目的需求,还可以满足人们对多种信息服务的需求。

传统有线电视系统传输的主要是模拟单向信号,其接收性能的一个特点是,只要物理线路及供电不中断,网络指标不良只影响用户的收视效果,用户可以收看不理想的画面。但随着网络业务的不断发展,有线电视接收机将成为千家万户的数字多媒体信息平台,承载数字电视、互联网接入等以传输数字调制信号为主的数字信息业务,以“1”和“0”为基础的数字传输业务存在着门限效应,在用户端大多情况下只有“通”和“断”两种情况,网络指标不良容易造成用户业务的彻底中断。所以有线电视系统的维护和检修工作是确保系统稳定可靠运营的根本保证。

第二章 维修的基本知识

有线电视系统的维护与设备检修是保证系统长期稳定运行的重要环节，是一项科学的、繁杂的、长期的系统工程。它要求维修人员除掌握有线电视的基本知识、熟悉有线电视系统所用设备的性能及各种参数，熟悉有线电视系统网络布局和线路走向、会使用检测仪器外，还要掌握正确的维修步骤与方法，能根据故障现象，分析故障原因，判断故障部位，查出故障元器件，及时更换或检修，才能迅速地排除故障，收到事半功倍的效果。

第一节 设备检修的步骤

1. 询问情况

在开始维修有线电视设备时，应仔细询问设备用户（值机员），了解设备发生故障的时间及故障现象、设备是否维修过、设备购买的时间，设备有无使用说明书和维修图样、设备平时的工作情况、设备是否碰撞或摔伤过等，并做好记录。这些细节问题，对维修十分重要。比如，如果设备维修过，设备中的可调电位器有可能被调整，在维修时，应该对设备的可调元器件加以注意和恢复，使维修少走弯路。如果设备工作的环境较潮湿或灰尘较大，在维修时应首先对设备加以清洁，并将电路板用电吹风适当加温。如果用户说故障发生时设备有异味或冒过烟，就不能随便开机通电。因此，通过询问用户，获得第一手的维修资料，能给分析判断故障提供依据。

2. 观察故障现象

打开设备之后，应首先进行外观检查，检查设备内有无异物、排线有无松脱和断裂、元器件有无虚焊和断线、影碟机的激光头有无脏污、机械部分有无损伤等，检查无误后方可进行通电观察，并对故障现象做好记录。

3. 确定故障范围

根据故障现象，判断出引起故障的各种可能原因。例如，前端部分各频道伴音不一致，这类故障是由前端设备伴音输入信号大小不一致引起的，主要原因有：

① 卫星系统本身存在着各套电视节目伴音电平不一致的问题，这是因为各卫星与地面距离位置不同、转发器发射功率不同、抛物面天线口径大小不一致，上行站设备本身原因也可使伴音不一致；

② 因地面接收站所在经纬度不同，接收天线尺寸大小不一样，设备安装后，卫星接收机忽视了伴音电平输出值的测试和调整，也会导致伴音电平不一致问题。因此安装后的接收机都应对伴音电平输出值进行测试和调整。伴音电平应控制在低于前端调制器最大输入电平之内；

③ 选用不同的调制器，其伴音最大输出电平也不一样，当伴音为 100% 调制时，其最大输出电平为 - 6dB，由于各种调制器灵敏度不同，则要求的伴音信号的幅度也不同，如果安装后不对伴音电平输出值进行测试和调整，全系统终端很可能会产生伴音大小差异过大或

产生阻塞失真的故障。

4. 测试关键点电压

判断出大致的故障范围之后,可以通过测试关键点的电压和波形,结合工作原理来进一步缩小故障范围。这一步至关重要,也是维修的难点,要求维修人员平时应多积累资料,多积累经验,多记录一些关键点的正常电压和波形(在条件允许的情况下,可对一些数量较多的新设备抽样进行测试,记录测试结果),为分析判断故障提供可靠的依据。

5. 排除故障

找出故障原因后,就可以针对不同的故障元器件加以更换和调整,更换元器件时,应注意所更换的元器件应和原来的元器件的型号和规格保持一致,若无相应的元器件,应查找相关资料,找出可以替换的元器件,切不可对故障元器件随便加以替换。另外,在更换出现故障的元器件时,维修人员还应注意相关元器件的拆卸和焊接。由于数字电视设备中较多地采用了表面安装技术,因此,维修人员还应掌握相关元器件拆卸和焊接的正确方法和步骤。

6. 整机测试

排除故障后,还应对设备的各项功能进行测试,使之完全符合要求,对于一些非硬件故障,应进行较长时间的通电试机,看故障是不是还会出现。在维修有线电视设备过程中,要注意以下三点:

① 分步通电。在维修有线电视设备过程中,当确实需要通电检修时,应当注意边插电源插头(手不要离开插头)边观察机内及显示屏上的显示是否正常,若有异常(打火、冒烟、焦臭、异响等)现象,应立即拔下电源插头。若无异常现象再将待修机上的电源开关打开,做进一步观察。否则,很容易造成电路严重损坏,以致无法修复。

② 加强绝缘。在维修有线电视设备过程中,经常要将某电路板拿起,然后进行观察检测,此时电路板与电路板之间、电路与金属机心及金属支架之间,若不采取绝缘措施,就很可能发生短路而烧坏电路元器件,造成更大损失。据此,要求维修人员应准备一张约20~30cm的绝缘平片,以用来隔离电路板与其他电路或金属机心。

③ 细心操作。在维修有线电视设备过程中,经常要进行测量各引脚测试点的工作电压,尤其是晶体管和集成电路各引脚的静、动态工作电压。由于集成块引脚多而密集,故而操作时一定要极其小心,稍有不慎就会烧坏集成块。为了尽可能地避免因测量不慎而引起的短路,最好是将测量用的万用表的表笔稍微做一下加工。其方法是:先将表笔的金属探头用小整形锉锉小一些,然后再找一段直径与表笔的金属探头相当的空心塑料管套上,只在探头前端露出约1mm的金属头即可。这样的表笔的金属探头的接触点较小,且金属探头的其余部分均为绝缘的,测量时就不易碰到其他引脚而导致短路了。

第二节 网络故障的初步判断与检修方法

1. 网络故障的初步判断

有线电视系统网络的故障较多,发生故障的原因也是多方面的。维修人员排除故障应遵循“先看、再问、后测量”的原则,判断故障的类型和发生部位后,方可进行维修。

① “先看”是指观察故障现象和故障区域。因为绝大部分故障均可从用户电视机上反映出来。有线电视网络的故障按电视屏幕的显示大致可分为无信号,信号弱,信号强,画

面上出现各种干扰图纹等四大类；按区域来分大致分为整个系统、某条干线、部分用户和个别用户有故障。维修人员在排除故障前，一定要分清故障现象和故障区域。

② “再问”是指询问用户发生故障的时间；询问用户电视机的情况；询问用户在故障前的收视效果。通过询问进一步了解故障现象和故障部位；了解周围住户是否有偷接现象等，以便把故障区域确定在最小范围；

③ “后测量”是指在“先看、再问”的基础上，已经大致判断出故障发生的原因和部位，再用场强仪或三用表进行测量，找到具体损坏的元器件，加以更换或维修。

2. 网络故障的维修方法

当确定了故障发生的大致范围后，需进一步查清故障发生的具体原因或故障发生于哪一台设备、设施或元器件中，此时常用的检查方法有顺查法、逆查法、测量检查法与替换检查法。

① 顺查法。顺查法是沿着信号传输方向，顺着电缆或光缆及其彼此相连接的设备、设施、元器件依次进行检查。首先检查它们有无机械损伤及其他异常现象，如发现电缆扭伤或断裂，设备、设施、元器件损坏、接线断开等异常情况，应及时修理。然后利用场强仪或监视器依次测量或监视传输信号是否在什么地方中断、减弱或明显质量变坏等情况，这样便不难查出故障发生的具体部位和原因。由此可见，顺查法适用于维修整个系统或较多用户发生故障的情况。

② 逆查法。逆查法是从发生故障的用户开始，沿着信号传输的反方向，顺着电缆及其彼此相连接的设备、设施、元器件依次进行检查，与顺查法相似。但按逆查法，使用强场仪或监视器测量或监视传输信号在什么地方恢复正常，则故障就发生在离此最靠近的设备、设施或元器件中。逆查法适用于检修个别用户或少量用户故障发生的情况。

通过顺查法或逆查法确定了发生故障的设备、设施、元器件或某一段传输电缆后，往往需要作进一步检查，以彻底弄清故障原因，再视具体情况，采取相应措施。这时采用的方法多是测量检查法和替换检查法。

③ 测量检查法。测量检查法是利用仪器、仪表（有线电视系统网络维修中使用的仪器、仪表主要是场强仪、光功率计、光时域反射仪和万用表等），通过测量信号电平值、直流或交流工作电压与电流值、网络电阻值及光信号输入功率，并与以往的记录或生产厂家提供的数值相比较，如存在着较大差异，即可断定故障所在或造成故障的具体原因。由此可见，测量检查法最适用于检查光接收机、放大器、供电器、分支器、分配器等设备的具体损坏原因引起的故障。

④ 替换检查法 替换检查法是对怀疑有故障的设备、元器件使用同规格、性能良好的设备、元器件进行替换，或者对怀疑接触不良的接插件、接头重新进行装配或更换，看故障是否消除，以证实该设备、元器件或接插件、接头是否有故障。替换检查法最适于对有线电视系统网络的进行应急检修。这里应注意，如对有源设备、元器件进行替换时，应在切断电源的情况下进行。对新更换的设备、元器件通电检查之前要仔细检查各种连线是否正确，电源电压是否合适。另外，还要注意须将新更换的设备、元器件的工作状态调整到额定工作状态或原始记录状态，以满足有线电视系统网络的要求。

尽管维修工作是一项较为复杂的系统工程，但是，如果维修人员能够摸清情况、深入分析、认真检查、采用恰当的维修方法，在较短的时间内彻底排除故障还是可以实现。