

电子技术应用技能与技巧丛书

有线电视 技术与基本技能

刘修文 编著

适用性
趣味性
启发性



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



电子技术应用技能与技巧丛书

有线电视 技术与基本技能

刘修文 编著



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

本书较全面地介绍了有线电视前端设备安装技术、有线电视传输技术、网络维护技术、有线数字电视接收技术与防雷技术。本书重点突出如何提高读者的基本技能,力求让读者做到前端设备会安装、电缆传输会调试、光缆传输会熔接、网络故障会排除、数字高清会接收及测量仪器会使用。

本书适合在基层从事有线电视和通信技术工作的人员阅读,可作为广电系统技术培训的参考教材,也可供广播电视学校、中职学校相关专业的师生及广大电子技术爱好者作参考书使用。

图书在版编目(CIP)数据

有线电视技术与基本技能/刘修文编著. —北京:中国电力出版社, 2008

(电子技术应用技能与技巧丛书)

ISBN 978 - 7 - 5083 - 6711 - 8

I. 有… II. 刘… III. 有线电视 - 基本知识
IV. TN943.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 012181 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 3 月第一版 2008 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 9.625 印张 252 千字

印数 0001—3000 册 定价 19.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

丛书前言

电子技术的广泛应用,不仅促进了工农业生产和国防科技事业的发展,同时也丰富了人们的物质文化生活。为了普及电子科学知识,适应社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切需求,帮助广大青少年及电子爱好者尽快掌握电子技术的技能与技巧,中国电力出版社在编完《图解电子技术要诀丛书》后,开始策划编辑一套新的电子技术应用丛书,作为电子爱好者学习电子技术入门后的学习参考书。经过一年多的调研,在广泛征求读者意见的基础上,决定编写这套《电子技术应用技能与技巧丛书》。

技能就是掌握和运用专门技术的能力。我国的职业教育(包括成人就业职业培训、在岗技工技能提高和工程技术人员再教育等)正在向技能培养方向发展,帮助读者提高专业技能,为我国电子职教事业尽微薄之力,是作者多年的心愿。

技巧就是一种经验的总结。每个从事电子技术工作的人员,特别是一些长期在基层从事家用电器维修或电子制作的爱好者,随着时间增长,都会积累一些经验,所以说,技巧是实践的结晶,对于同一种技术,每个人都有自己的技巧。丛书中所介绍的技巧,只不过是抛砖引玉,为读者提供一些分析问题与排除故障的思考方法,供读者在实践中参考。

本套丛书定位是实用性中级电子技术系列丛书。在编写内容上突出适用性、趣味性和启发性,通过一些典型实例的介绍,来讲述实际操作技能的方法和过程,让读者通过学习书中的实

例，减少看书时间，提高学习兴趣。读者若能举一反三，融会贯通，必定会尽快掌握电子技术的基本技能和技巧。

本套丛书包括《电子电路故障查找技能与技巧》、《电子电器的快修技能与技巧》、《单片机开发应用技能与技巧》、《电子制作技能与技巧》、《有线电视技术与基本技能》和《无线电接收技能与技巧》。

本套丛书适合于具有初级电子技术的爱好者、青少年学生、企事业单位电子技术人员与产品维修人员阅读，也可作为中等职业学校电子技术应用专业学生的参考书，以及供城镇工人和农民工上岗培训时作教材。

我们衷心希望广大电子技术工作者和爱好者，对这套丛书提出宝贵的意见和建议，为我国高级技工的培训打下坚实的基础。

编著者

2008年2月

前言

为了普及电子科学知识,适应社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切需求,帮助广大青少年及电子技术爱好者尽快掌握电子技术的技能与技巧,中国电力出版社最新出版了一套电子技术应用技能与技巧丛书,《有线电视技术与基本技能》是该丛书之一。

有线电视技术是一门随着科技进步而迅速发展的实用技术,内容涉及到宽带网络技术、光纤传输技术、数字压缩技术、流媒体技术等,在有线电视数字化整体转换过程中,中小城市的有线电视网络在相当长的时间内同时提供模拟电视、数字电视和数据业务供用户灵活选择。为满足基层的有线电视从业人员及广大电子爱好者在新形势下学习有线电视技术的需求,作者总结了在各地举办有线电视技术培训班的经验,广泛征求了各地学员对有线电视数字化后最关心的问题与最需要的知识,根据学员的要求,三易其稿,突破传统的编写思路,以提高读者的基本技能为线索编写了本书。希望通过本书的学习,让读者做到前端设备会安装、电缆传输会调试、光缆传输会熔接、网络故障会排除、数字高清会接收及测量仪器会使用。

本书适合在基层从事有线电视和通信技术工作的人员阅读,可作为广电系统技术培训的参考教材,也可供广播电视学校、中职学校相关专业的师生及广大电子爱好者作参考书使用。

全书内容共6章:第1章前端设备安装技术与调试技能;第2章同轴电缆传输技术与放大器调试、维修技能;第3章光

纤传输技术与光纤熔接技能；第4章有线电视网络维修技术与排除故障技能；第5章有线数字电视接收技术与数字高清接收技能；第6章有线电视防雷技术与仪器使用技能。

在本书编写过程中，为使书中内容能够反映国内有线电视技术的发展动态，作者查阅并引用了《中国有线电视》、《有线电视技术》等专业技术刊物上的有关资料。在此，对各地学员表示衷心感谢，对相关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之处，殷切希望读者不吝赐教。

电子邮箱：xygd802@163.com

编著者

2007年12月

目 录

丛书前言

前言

第 1 章 前端设备安装技术与调试技能	1
1.1 模拟电视前端主要设备简介	1
1.1.1 卫星数字电视接收机	1
1.1.2 模拟电视调制器	8
1.1.3 光发射机	9
1.2 数字电视前端主要设备简介	13
1.2.1 MPEG-2 编码器	13
1.2.2 MPEG-2 复用器	15
1.2.3 QAM 调制器	17
1.3 模拟电视前端设备的安装与调试	20
1.3.1 模拟电视前端设备的安装	20
1.3.2 模拟电视前端设备的调试	23
1.4 数字电视 QAM 调制器的调试	25
1.4.1 符号率设置	25
1.4.2 输出电平调整	27
1.4.3 频率设置	27
第 2 章 同轴电缆传输技术与放大器调试、维修技能	29
2.1 电缆传输基础	29
2.1.1 同轴电缆传输的优缺点	29
2.1.2 同轴电缆的结构与类型	30

2.1.3	同轴电缆的特性与参数	33
2.1.4	同轴电缆的补偿与均衡	36
2.2	无源器件	37
2.2.1	对无源器件的要求	37
2.2.2	混合器	38
2.2.3	分配器	38
2.2.4	分支器	41
2.2.5	系统输出口 (用户终端盒)	43
2.2.6	其他无源器件	46
2.3	电缆传输网的敷设	47
2.3.1	同轴电缆的室外敷设	47
2.3.2	同轴电缆的室内敷设	49
2.4	电缆放大器	52
2.4.1	电缆放大器的类型	52
2.4.2	电缆放大器的安装	58
2.4.3	电缆放大器的调试	60
2.4.4	电缆放大器的维修	63
第3章	光纤传输技术与光纤熔接技能	69
3.1	光纤传输基础	69
3.1.1	光纤传输的主要特点	69
3.1.2	光纤的传输特性	70
3.1.3	光缆	73
3.2	光传输器件	74
3.2.1	光分路器	74
3.2.2	光纤活动连接器	77
3.2.3	光波分复用器	79
3.2.4	激光器	79
3.2.5	光接收机	82
3.2.6	光放大器	85
3.2.7	光工作站	87

3.3	光缆传输网的敷设	88
3.3.1	光缆施工的特点	88
3.3.2	光缆敷设前的准备工作	89
3.3.3	光缆的敷设	90
3.3.4	光缆传输网的调试	94
3.4	以太网无源光网络 (EPON) 传输简介	96
3.4.1	EPON 概述	96
3.4.2	EPON 网络结构	99
3.4.3	EPON 网络传输特点	100
3.5	光纤的熔接	101
3.5.1	光纤熔接的常用工具	102
3.5.2	光纤熔接的操作步骤	102
3.5.3	光纤熔接的注意事项	104
3.5.4	降低光纤熔接损耗的措施	107
3.5.5	光纤熔接中容易出现的问题 与解决方法	110
第4章	有线电视网络维修技术与排除故障技能	112
4.1	传输网络常见故障分析与检修	112
4.1.1	电缆传输网络常见故障分析与检修	112
4.1.2	光缆传输网络常见故障分析与检修	121
4.1.3	光发射机常见故障分析与检修	129
4.1.4	光接收机常见故障分析与检修	133
4.2	分配网络与用户终端设备常见故障 分析与检修	140
4.2.1	分配网络常见故障分析与检修	140
4.2.2	模拟电视解扰器的常见故障 分析与检修	148
4.3	有线数字电视常见故障分析与检修	151
4.3.1	有线数字电视传输部分常见 故障分析与检修	151

4.3.2	有线数字电视机顶盒常见故障分析与检修	157
第5章	有线数字电视接收技术与数字高清接收技能	163
5.1	有线数字电视机顶盒	163
5.1.1	有线数字电视机顶盒的组成	163
5.1.2	一体化调谐解调器	171
5.1.3	单片式解复用与解码器芯片	175
5.1.4	音频 D/A 转换器	176
5.1.5	电源电路	176
5.2	有条件接收	179
5.2.1	条件接收系统的有关概念	179
5.2.2	条件接收系统的组成和工作原理	180
5.2.3	条件接收系统的机卡分离方案	185
5.3	有线数字电视机顶盒的选型与使用	188
5.3.1	有线数字电视机顶盒的选型	188
5.3.2	有线数字电视机顶盒的使用	191
5.4	数字高清晰度电视接收	193
5.4.1	数字电视接收机的概念	193
5.4.2	数字高清晰度电视接收机的输入端口 ...	194
5.4.3	数字高清接收技能	200
第6章	有线电视防雷技术与仪器使用技能	209
6.1	常用仪器仪表的使用	209
6.1.1	场强仪的使用	209
6.1.2	光功率计的使用	213
6.1.3	光时域反射仪的使用	216
6.1.4	有线电视分析仪的使用	223
6.1.5	数字电视综合测试仪的使用	229
6.2	有线模拟电视的主要技术参数及其测量	237
6.2.1	载波电平测量	237

6.2.2	载波噪声比 (C/N) 测量	237
6.2.3	载波复合二次差拍 (CSO) 与载波复合三次差拍 (CTB) 测量	239
6.2.4	回波值测量	241
6.3	有线数字电视主要技术参数及其测量	242
6.3.1	数字调制信号的技术参数	242
6.3.2	载波调制数字信号电平及其测量	245
6.3.3	载噪比及其测量	245
6.3.4	比特误码率 (BER) 及其测量	246
6.3.5	BER 与 C/N 、 MER 的关系	247
6.3.6	调制误差率 (MER) 及其测量	249
6.4	防雷与接地	250
6.4.1	雷电危害的形式	250
6.4.2	雷电的防护措施	251
6.4.3	前端机房防雷	253
6.4.4	传输网络防雷	256
6.4.5	光节点的防雷措施	258
6.4.6	接地装置与接地电阻	259
附录 A	有线电视广播系统技术规范	264
附录 B	数字电视技术常用缩略语	278
参考文献		295

第1章

前端设备安装技术与调试技能

前端是有线电视系统的核心,位于各种广播、电视信号源与干线传输系统之间,所有传输频道的信号都从这里开始向网络馈送。前端最基本的功能是利用卫星接收天线、微波接收天线、超高频或甚高频接收天线(目前应用已很少)将卫星电视信号、微波电视信号、空中(开路)广播电视信号接收下来,连同自办节目、上一级有线电视网络下传的电视节目信号一起,进行一系列“加工”处理,变为适合于有线电视网络传输的一组邻频电视信号,馈送给干线传输部分。随着有线电视事业的发展,前端的功能越来越多,例如网络管理、加扰管理、收费管理、视频点播、图文电视编辑和播出等。

1.1

模拟电视前端主要设备简介

模拟电视前端设备主要包括卫星数字电视接收机、电视调制器、频道变换器、频道处理器、宽带混合器、频道放大器、导频信号发生器、光发射机、光放大器、光分路器及需要传输自办节目的设备等。典型的邻频传输前端组成框图如图1-1所示。

1.1.1 卫星数字电视接收机

卫星数字电视接收机是将卫星传输的数字电视信号,经过信道、信源解码,将传送的数字码流转换到原来压缩前的形式,再经D/A和视频编码后送到普通电视接收机。信道解码已从早

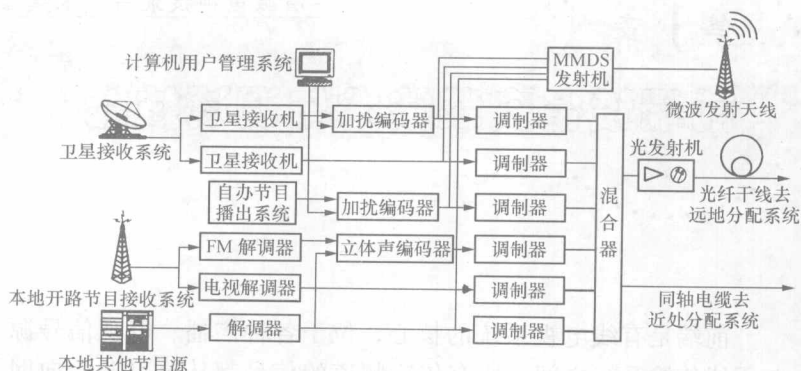


图 1-1 典型的邻频传输前端组成框图

期的 QPSK 数字解调和 FEC 前向译码两块芯片集成到一块芯片上；而信源解码也将系统解复用、视频解码和音频解码以及视频编码器和 RISC（精简指令 CPU）集成到一块功能强大的芯片上。所以，现在卫星数字电视接收机的集成芯片数量越来越小，功能越来越完善，集成度越来越高，并由单一收看电视节目向多功能方面发展，如交互式电视、IP 广播服务等。

(1) 卫星数字电视接收机硬件组成

卫星数字电视接收机的功能框图如图 1-2 所示。由图可知，一个典型的卫星数字电视接收机包括一体化调谐器、MPEG-2 传输流解复用电路、MPEG-2 音频/视频解码电路和模拟音频/视频信号处理等电路。

(2) 一体化调谐器

一体化调谐器的功能框图如图 1-3 所示。调谐器第二本振的可变频率范围为 $1429.5 \sim 2629.5\text{MHz}$ ，它与输入的第一中频 $950 \sim 2150\text{MHz}$ 的 RF 信号差频后，形成第二中频 479.5MHz ，其带宽一般设定为 36MHz ，然后再进行零中频变换，即第三本振频率为 479.5MHz 。经 90° 移相器正交相干解调，分离出 I 与 Q 基带模拟信号。Q 信号超前 I 信号 90° ，且当第一中频输入为

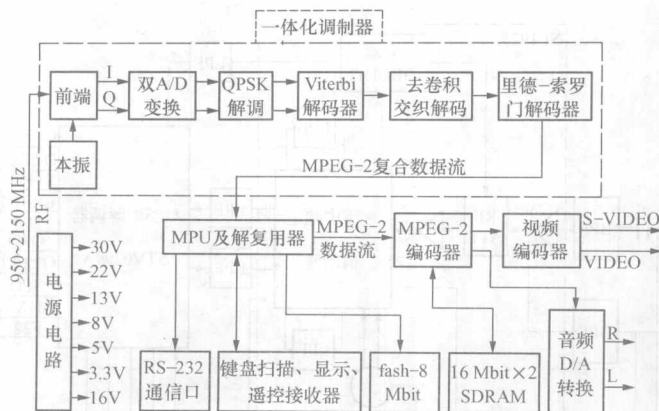


图 1-2 卫星数字电视接收机功能框图

951MHz 时, I/Q 输出频率为 1MHz。调谐器一般采用载波跟踪锁相环技术, 以确保 479.5MHz 载波频率的精确性。零中频正交解调由集成电路 SL1925 完成。解调出来的模拟基带 I/Q 信号送至信道解调 T102 (STV0299), 经由 A/D 转换、QPSK 解调、Viterbi 解码、解交织、RS 解码、能量解扰, 最后生成 8 位 TS 流, 其取样频率一般为 54MHz, 即主频 27MHz 的 2 倍。一体化高频调谐器一般采用 2 级自动增益控制, 以使其控制范围达到 50 ~ 70dB 之间。它将 I/Q 基带信号模量与一个可编阈值进行对比, 其差值经积分后, 变换成脉冲信号以调制信号驱动 AGC 输出。经简单模拟滤波器滤波后控制 ADC 变换前的放大器增益, 其数字奈奎斯特滤波器所采用的滚降值为 0.35。在芯片内还设有偏移删除, 用以抑制 I 信号和 Q 信号的残留直流分量。

STV0299 是一块适用于 DVB-S 信道的单片处理器, 适合宽频率范围运作, 能适用于各种标准信道解调。另外, 它功耗低、尺寸小, 可直接装于高频调谐器内。该芯片具有以下特点: 宽域连续可变符号率 1 ~ 45Mbit/s; 内设数字奈奎斯特滤波器 (滚降值 0.35 或 0.2); 数字载波环包含解旋转器 (复数乘法器);

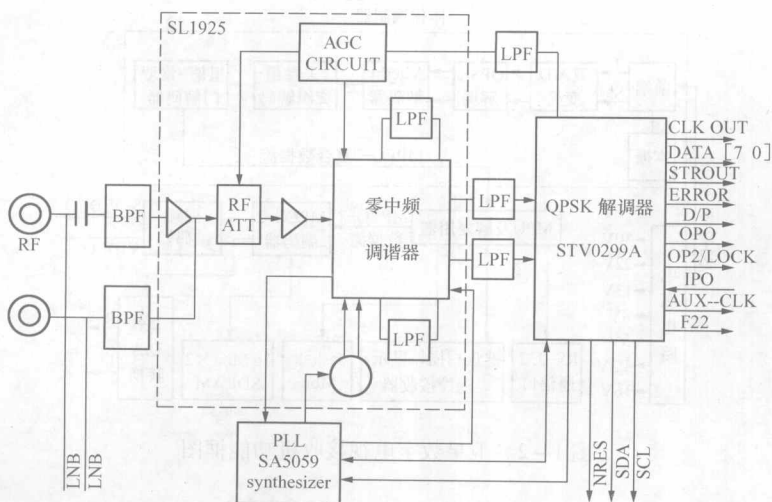


图 1-3 一体化高频调谐器结构框图

跟踪锁相检测；双路数字 AGC；脉冲密度调制调谐器增益控制。收缩率为 1/2, 2/3, 3/4, 5/6 以及在 A 模中 7/8 的卷积码解码，在 A 模 16 对奇偶字节里德-索罗门解码，并能纠正达 8 个字节的错误，利用其内置的 10 位计数器可精确指示出 RF 信号的强度。

(3) 解复用模块

TS 码流是一种多路节目数据包（包含视频、音频和数据信息）按 MPEG-2 标准复接而成的数据流。因此，在解码前要先对 TS 流进行解复用，根据所要收视节目的包识别符（PID）提取出相应的视频、音频和数据包，恢复出符合 MPEG-2 标准的打包节目基本流（PES）。

解复用芯片内部集成了 32 个用户可编程的 PID 滤波器。其中 1 个用于视频 PID，1 个用于音频 PID，余下的 30 个可用于节目特殊信息（PSI）、服务信息（SI）和专用数据的滤波。PID 处理分两个步骤：

1) PID 预处理。仅进行 PID 匹配选择, 过滤掉那些 PID 值不匹配的数据包, 挑出所需收视节目的数据包。

2) PID 后处理。进行传输流 (TS) 层错误检查 (包括数据包丢失、PID 不连续等), 同时滤除传输包的包头和调整段, 找出有效载荷, 并按一定次序连接, 组合成 PES 流。

系统时钟为 27MHz, 由压控振荡器 (VCXO) 产生, 通过提取码流中的节目时钟基准 (PCR) 控制 PLL 环路, 使 IRD 的系统时钟和输入节目的时钟同步。

芯片内部还嵌有 (RISC) CPU, 它具有很强的处理能力, 与系统软件一起, 能处理 IRD 复杂的系统任务, 例如传输字幕、屏幕显示 (OSD)、图文电视、电子节目指导 (EPG) 等。

DRAM 控制器支持 16Mbit DRAM (动态随机存储器), 由 CPU、传输和其他功能所共同分享。解复用芯片有 CL9110、ST20-TP2、L64108 等。

(4) MPEG-2 解码模块

MPEG-2 解码模块又称 MPEG-2 解码芯片, PES 数据包送到 MPEG-2 解码器芯片解压缩, 生成符合 CCIR601 格式的视频数据流和 PCM 音频数据流, 分别送到视频编码器和音频 DAC (数模转换器), 按一定电视制式 (PAL 或 NTSC) 生成模拟电视信号, 供电视机接收。

目前开发的 MPEG-2 解码模块将系统解复用模块集成到一起, 有时称为单片机, 如 ST 公司 (意法半导体公司) 的 STi5500、STi5505、STi5518, 富士通公司的 MB87L2250, LSI 公司的 SC2000、SC2005 等。北京海尔公司也成功研制了 MPEG-2 解码芯片, 命名为“爱国者一号”与“爱国者二号”, 另外还有宁波中科集成电路设计中心的“风芯二号”。

(5) 控制电路

主 CPU、程序存储器 (EPROM 或 FLASH)、数据存储器 (DRAM、SDRAM)、总线驱动器和各种接口电路组成的控制电路是卫星数字电视接收机的控制中心, 其主要的作用是控制和