

有线电视网络 技术手册

中国广播电视设备工业协会 编

施国强 黄吴明 张万书 主编

乐 旬 黄吴明 张万书 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

有线电视网络技术手册

中国广播电视设备工业协会 编
施国强 黄吴明 张万书 主编
乐 甸 黄吴明 张万书 主审

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书由广播电视、通信领域的一批知名专家和工程技术人员共同编写,系统、全面地阐述有线电视网络的相关技术、应用、工程设计、施工和维护。全书分为6篇,分别讲述有线电视网络,有线数字电视,HFC双向网络的数据传输,微波传输与接入,卫星传输与广播,以及有线电视网的综合应用。

本书适合从事有线电视网络设计、应用、施工和维护的工程技术人员和高校相关专业师生阅读,也可供信息产业和广播电视业的决策者和管理者参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

有线电视网络技术手册/施国强,黄吴明,张万书主编. —北京:电子工业出版社,2002.10

ISBN 7-5053-8040-0

I. 有... II. ①施... ②黄... ③张... III. 有线电视—电视网—技术手册 IV. TN943.6-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第075669号

责任编辑:竺南直 张来盛 特约编辑 杨琳 皮冬娇

印刷:北京四季青印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:58.5 字数:1497.6千字

版 次:2002年10月第1版 2002年10月第1次印刷

印 数:5000册 定价:160.00元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

《有线电视网络技术手册》编委会

顾 问 许中明 章之俭 刘以纯 徐顺成 王志刚

刘汝林 江 澄 乐 甸

策 划 张元善 李椒良

主 编 施国强 黄吴明 张万书

副主编 陈 科 张文生 李庆樑 俞德育 王本彰

朱延年 黄如星

主 审 乐 甸 黄吴明 张万书

委 员 (按姓氏笔划排列)

尤巩圻 王建国 王儒达 刘良昆 刘洪才

祁权生 宋兴贤 张天林 杜力平 沙 冰

邵鸿顺 周厚祺 竺南直 林长海 林鹭华

金乃辉 钟海明 陶 荻 焦方性 戴琼海

《有线电视网络技术手册》编著人员

第一篇 主编:张万书 主审:张万书 李椒良 邵鸿顺

第1章 张万书

第2章 邵鸿顺 黄吴明

第3章 朱延年 范寿嗣 陈 萍

第4章 朱延年 范寿嗣 陈 萍

第5章 焦方性

第6章 陈振山 焦方性

第7章 祁权生

第8章 周师亮

第9章 黄 治

第二篇 主编:陈 科 主审:乐 甸 施国强 刘全恩

第1章 陈 科 李桂芬 郭 柯

第2章 陈 科 燕宪文 齐 勇 孙学波

第3章 谷晓军 张 勤 陈 科

第4章 陈 科 丁 轶

第5章 陈 科 邹义生 来守林

第6章 张万书 陈 科 柴 勇

第三篇 主编:张文生 主审:乐 甸 施国强

第1章 张文生 William G. Cardarette Jonathan R. Ridley

第2章 张文生 William G. Cardarette Jonathan R. Ridley

第3章 张文生 孔维良

第4章 张文生 孔维良

第5章 张文生 孔维良

第四篇 主编:李庆樑 主审:尤巩圻 俞德育

第1章 李庆樑

第2章 王典荫 苏奋为

第3章 李庆樑

第4章 李庆樑

第5章 李庆樑

第五篇 主编:俞德育 主审:刘洪才 施国强

第六篇 主编:王本彰 主审:乐 甸 黄如星

第1章 王本彰 和 山 曾 珂

第2章 夏国光 贾西林

第3章 王本彰 王 滨

第4章 余江峰 陈畅民 何兴超 何少杰 杨 杰

第5章 徐江山 梅宝富 吴 峰

第6章 和 山 曾 珂

第7章 董书海 祁权生

序 言

有线电视是深受人民群众喜爱的传媒，它的突出优点有三：1. 容量大、频道多，不但能传中央和省市的几十套节目，还能传各种增值业务；2. 收看质量好，在光缆和电缆中传送的信号受到的干扰少，还避免了由于电波受高楼遮挡和多重反射而接收不好和出现重影的情况；3. 收费低廉，避免了家家户户都要安装天线的物资耗费和杂乱无章。在我国，早在20世纪70年代，宾馆型的共用天线电视就出现了，但直到90年代初，群众集资办起城市型的有线电视，才开始了有线电视突飞猛进的发展。这个飞跃反映了改革开放后富裕起来的人们对精神生活的迫切需求。也说明了人民群众愿意办的事，干起来就势不可挡。十来年间，有线电视的入网户数每年增加数百万，很快就超过美国而领先世界。现在我国拥有了世界上惟一的“亿户网”。有线电视成了人民群众特别是城镇居民收看电视的主要手段。

有线电视网的规模虽大，但与先进国家相比，在网络总体水平、技术质量、业务种类、监控管理和研究开发等方面，我们都还有相当的差距。初期由于经验少、发展快、资金紧，规划和规范跟不上，致使建网的质量参差不齐，低质量的分配网形成了瓶颈，架空的电缆易遭破坏，这些薄弱环节都有待改造。因此，有线电视网必须从量的扩张转向质的提高，要“做大”更要“做强”，是我们面临的新台阶。

广播电视事业要求提高人口覆盖率、提高节目制作水平，特别要确保播出的安全。对于面临发展新台阶的有线电视来说，网络建设、实现数字化和实现多功能应用是三个主要的技术课题。

1. 网络建设。科学地规划和建设有线电视网，使卫星、光缆、电缆和微波等手段协调配合，实现省、市和全国的联网，要加速整合、发挥整体效益；改造各级网络、实现标准化；建立先进的监测系统和网管系统；建成环形网路等，都是扩大覆盖、改进质量、确保安全的措施。

2. 实现数字化。这是一场技术革命，是提高信息质量、提高可靠性、增加信息传送能力的钥匙；是开发新业务和实现向高清晰度电视过渡的保证；是实现（电信网、计算机网和广播电视网）三网融合的前提；而有线电视正是电视系统实现数字化的主要切入点。

3. 实现多功能应用，大力开发新业务。这是发挥有线电视传输容量大的资源优势、扩大服务范围、增加收入以发展事业的途径，随着经济和科技的发展，有线电视的宽带终端将给家家户户送去数字高清晰度电视、交互业务、视频点播、远程教育、远程医疗、远程购物、数据广播和因特网接入等多种服务，成为亿万家庭的文化、教育和信息渠道，为实现“三个代表”要求、走向信息化社会作出切实的贡献，前景不可限量。而做大做强了的有线电视必将拉动电子工业阔步前进。

在我国有线电视迈向新台阶的时候，中国广播电视设备工业协会组织业内专家学者编印了这本《有线电视网络技术手册》。手册汇总了已成熟的技术，概括了我们的建设经验，对新技术作了原理性工程试验介绍，篇幅较大、覆盖面广。是提供给决策主管、工程技术人员和有关院校学生的一本工具书。手册力求做到科学、实用，并侧重于解决我国的实际问题。为方便阅读，各章节相对独立。正文之后附有多种资料以备查阅。技术在发展，事业在前进，希望手册与时俱进，不断汲取国内外新技术的精华，逐版修订补充，对事业发展始终有所裨益。



许中明，中国广播电视设备工业协会名誉会长、原广播电影电视部副总工程师、广播科学研究所所长

综 述

我国的有线电视在改革开放二十多年来取得了飞速发展，已成为重要的新闻传媒、人民群众获取知识和文化娱乐的重要工具和家庭入户率最高的国家信息化基础设施，并形成遍布城乡、用户总数达1亿户（居世界首位）的有线电视传输覆盖网，现正进入发展、改革、完善的新阶段。

科学技术是第一生产力，广播电视是高科技、重装备的行业，科技创新是开创广播电视新事业的基础，也是发展广播电视事业的永恒动力。“十五”期间广播影视工作的重点将以科技创新和体制创新为动力，全面推进我国广播影视的改革与发展。它的核心内容就是要构建以科技创新为推动力，以数字技术和网络技术为基础的广播影视技术新体系。

综观我国有线电视现状，当前有线电视发展中需要开展的重点工作有以下几项：

1. 加强有线电视网络安全管理

增强技术防范措施，建立网络安全监控机制，确保广播电视的安全播出、安全传输和安全运行。

2. 加速有线电视城域网和接入网的建设

从实际情况出发，改造好有线电视网络，以充分利用有线电视网络的基础设施和频率资源，在宽带有线电视网络中传送高品质模拟、数字电视、声音节目的同时进行多种业务的数据信息传输，建立和发展宽带有线电视综合信息业务网。

3. 积极推进数字化的进程

根据我国广播电视的实际情况，我国确定了电视数字化以有线电视为切入点，先试验后推广的方针。在国家广电总局“统一领导、统一管理、统一规划、统一标准，积极引进、分步实施”的总体方针下，组织了全国多个省市进行试点，逐步扩大试验范围，同时还进行了多种形式的交互电视试验，以启动交互电视的用户市场，为2003年有线数字电视的全面推进奠定基础。

4. 用数据广播打造新的文化传媒

数据广播是继第一代音频广播、第二代视频广播之后的新一代业务类型。它结合了互联网与有线电视的特点，让用户利用已入户的有线电视网络来享受专业化和个性化的信息服务。数据广播具有很大发展前景，具备发展成为第五代传媒的基础。

5. 尽快开发有线电视网络的业务应用

在已建立宽带有线电视网络的基础上，应尽快开发各种业务应用。要结合国情，在符合广大群众的需求及市场发展前景下，逐步扩大网上业务范围和种类。只有业务得到不断开发和应用，才能更好地为广大人民群众服务，有线电视自身才能取得更快发展。

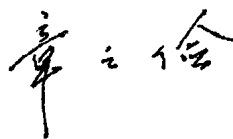
6. 加快推进有线电视系统标准化进程

标准是推进广播电视数字化、网络化的“纲”。有线数字电视的发展，需要开发应用相关的标准，如业务信息（SI）、条件接收（CA）、电子节目指南（EPG）、用户管理系统（SMS）和中间件等，这些标准要抓紧制订，并尽快在系统中推广应用。

以上是我国在近期有线电视发展中需要开展的几项重要工作，涉及广泛的业务知识，需要广大有线电视工作者不断学习新技术，提高知识水平。

我国国民经济和社会发展第五个五年计划中明确提出，要“抓紧发展和完善国家高速宽带传输网络，加快用户接入网建设，扩大利用互联网，促进电信、电视、计算机三网融合”。我国的有线电视网正面临着从模拟体制向数字体制过渡、从单向广播方式向双向交互方式过渡、从单一功能的广播电视业务向多功能的综合信息业务过渡的关键时期。为适应和满足在新形势下有线电视网络改造、设备更新、推进数字化和开展多种业务的需求，中国广播电视设备工业协会组织部分国内外知名专家、学者，编写了“有线电视网络技术手册”一书。该书系统、全面地介绍了有线电视网络的相关技术和设备。全书共分六篇：第一篇以模拟有线电视为重点，系统地介绍了有线电视网络基本构成和相关技术；第二篇重点介绍数字有线电视系统及技术，包括信源编码和复用、信道调制和传输、有线数字电视业务系统及接收终端等；第三篇介绍了数据在有线电视网中的传输，包括相关标准、系统构成、主要设备和测试；第四篇和第五篇分别介绍了与有线电视网络相配合的微波传输和卫星广播的相关技术和设备；第六篇介绍了有线电视网络综合应用的几个方面，包括有线电视宽带城域网的业务、数字交互电视、视频点播、数据广播、远程教育、虚拟专网、住宅小区智能化等。本书内容丰富，不仅汇集了专家们多年的和最新的实践经验，而且具有现实性和前瞻性。

我谨将此书推荐给广大读者。



章之俭，国家广播电影电视总局科学技术委员会副主任

目 录

第 1 篇 有线电视网络

第 1 章 有线电视网络概述	3
1.1 引言	3
1.2 网络结构	3
1.3 网络业务和频谱配置	16
1.4 网络的技术参数和计算公式	19
1.5 网络的技术参数要求	45
1.6 网络的指标分配与验算	48
第 2 章 模拟有线电视前端	51
2.1 前端的功能	51
2.2 前端的组成	51
2.3 自播信号通道	53
2.4 卫星信号通道	62
2.5 空中信号通道	64
2.6 多频道信号的混合	69
2.7 调频广播设备	70
2.8 导频信号发生器	73
第 3 章 HFC 光缆干线系统	74
3.1 光纤有线电视系统	74
3.2 光纤和光缆	78
3.3 激光器和光发射机	90
3.4 光探测器和光接收机	102
3.5 掺铒光纤放大器	109
3.6 AM 光纤传输系统的载噪比和失真	117
3.7 光无源器件	126
3.8 光纤有线电视传输系统的网络拓扑结构	146
3.9 几种光纤有线电视传输系统的网络结构	148
3.10 光纤传输链路的设计考虑	150
3.11 1310nm 光纤传输的设计举例	154
3.12 光缆系统的施工和光纤传输系统的测试	160
第 4 章 有线电视电缆干线系统	167
4.1 电缆干线的构成	167
4.2 电缆干线的设计	183
第 5 章 分配网	201

5.1	分配放大器	202
5.2	用户分配	210
第6章	可靠性及网络管理	227
6.1	提高可靠性的措施	227
6.2	HFC 网络管理系统及设备	229
6.3	HFC 网络管理软件	237
6.4	简单网络管理协议概述	239
第7章	供电和安全	249
7.1	HFC 网络系统供电设备——线路供电器	249
7.2	HFC 网络系统的防雷与安全	257
第8章	有条件接收技术	263
8.1	有条件接收系统概述	263
8.2	密钥数据的生成和保护	273
8.3	射频处理加解扰技术	293
8.4	音频加解扰技术	295
8.5	基带模拟加扰技术	298
8.6	数字处理加扰技术	301
8.7	广电系统防复录技术	312
第9章	系统测试与验收	320
9.1	系统测试	320
9.2	系统验收	338

第2篇 有线数字电视

第1章	数字电视系统	345
1.1	数字电视系统概述	345
1.2	数字电视的信源编码	353
1.3	有线数字电视信道调制和编码	375
1.4	数字电视的相关标准	383
第2章	有线数字电视前端播出系统	392
2.1	前端播出系统概述	392
2.2	前端播出系统设计原则	393
2.3	MPEG-2 编码复用系统	394
2.4	信道编码和调制设备	399
2.5	网络设备管理系统	406
2.6	前端播出系统的集成	415
第3章	条件接收系统	419
3.1	条件接收(CA)系统概述	419
3.2	CA 技术的发展	420
3.3	安全技术基础	422
3.5	CA 技术及标准	427

3.6	典型 CA 系统构造	431
3.7	密钥的种类和密钥分发管理方法	433
3.8	加扰和用户授权处理	436
3.9	条件接收系统的主要业务功能	440
3.10	智能卡和机顶盒的安全性	443
第 4 章	数字电视机顶盒	445
4.1	数字电视机顶盒概述	445
4.2	数字电视机顶盒工作原理	446
4.3	软件系统总体结构	463
4.4	对业务信息处理要求	465
4.5	条件接收接口	471
4.6	数字电视机顶盒性能要求	472
4.7	接收机主要技术参数	480
第 5 章	数字电视中间件系统	484
5.1	数字电视中间件概述	484
5.2	中间件系统架构	487
5.3	中间件传输协议模型	491
5.4	中间件的运行引擎——Java	493
5.5	中间件 Java 平台的种类	499
5.6	Java 技术在数字电视方面的应用——Java TV	503
5.7	开放数字电视平台中的图形参考模型	508
第 6 章	有线数字电视系统测试	519
6.1	有线数字网络技术要求	519
6.2	有线数字网络技术参数和计算	521
6.3	IQ 信号和调制误差比	530
6.4	有线数字电视调制参数测量	533

第 3 篇 HFC 双向网络的数据传输

第 1 章	HFC 网络中的数据信号及测量	551
1.1	数字调制	551
1.2	数据信号的测量	556
第 2 章	反向通道设计与调整	567
2.1	反向通道网络设计	567
2.2	回传信号的构成	577
2.3	回传系统的调整	590
第 3 章	数据传输骨干网络简介	597
3.1	SDH 网络简介	597
3.2	IP 骨干网	599
第 4 章	HFC 网络中数据信号传输标准简介	605
4.1	DOCSIS 的起源与发展	605

4.2	DOCSIS 标准简介	606
第 5 章	HFC 网络数据系统的构成	611
5.1	前端系统 (CMTS)	611
5.2	用户终端 (CM)	613
5.3	系统管理与维护	614

第 4 篇 微波传输与接入

第 1 章	微波信号的传输	621
1.1	微波信号的传输规律	621
1.2	菲涅耳区	623
1.3	微波传播的可靠性	627
第 2 章	点对点微波中继系统	629
2.1	数字微波假想参考电路	629
2.2	数字微波信道的线路传输质量标准	630
2.3	可用度指标	631
2.4	投入业务运行前的指标测试 (BISO 和限值)	632
2.5	频段、射频波道频率配置和发射频谱限制	632
2.6	传输数字电视的微波通道	633
2.7	对微波传输系统主要设备的要求	636
2.8	点对点微波中继系统组成	640
2.9	微波链路设计和计算	641
2.9.3	数字微波链路的性能指标分配	642
第 3 章	MMDS 单向的微波接入网	646
3.1	MMDS 频段的选择	646
3.2	MMDS 的覆盖要求	646
3.3	MMDS 的发射端	647
3.4	MMDS 的用户端设备	651
3.5	同频干扰	657
3.6	MMDS 的系统设计	658
3.7	MMDS 系统的安装调试	660
3.8	MMDS 的系统测试	661
第 4 章	数字 MMDS	663
4.1	数字电视的基本概念	663
4.2	数字 MMDS 的优点	665
4.3	数字 MMDS 的传输特点	666
4.4	服务半径	667
4.5	数字 MMDS 的设备	667
4.6	典型的数字 MMDS 系统	668
4.7	数字 MMDS 系统设计	669
4.8	数字 MMDS 的同频干扰	669
第 5 章	无线双向宽带接入技术	670

5.1	电视、通信和计算机三网合一	670
5.2	无线双向宽带技术的基本应用	671
5.3	无线双向宽带接入的基本特点和概貌	671
5.4	分区天线与频率复用	672
5.6	无线宽带网的蜂窝结构	674
5.7	发射功率和增益控制	674
5.8	LMDS 无线双向接入	675
5.9	MMDS 频段的无线双向接入	676
5.10	时分双工 (TDD) 系统	677
5.11	非直视条件下的接入和移动接收	678
5.12	典型的无线双向宽带系统结构和设备	678
5.13	安装与调试	679

第 5 篇 卫星通信与卫星广播

第 1 章	概论	683
1.1	卫星通信和卫星广播的发展	683
1.2	卫星广播与卫星通信异同	684
1.3	卫星数字广播的优点	685
1.4	广播卫星轨道位置和卫星电视广播频段	686
1.5	日凌与星蚀	688
第 2 章	卫星广播系统的组成和原理	689
2.1	系统概述	689
2.2	卫星转发器	690
2.3	卫星地面上行站系统	691
2.4	卫星电视地面接收系统	692
第 3 章	天线馈源系统	693
3.1	天线的类型	693
3.2	天线的馈源系统	694
3.3	极化的基本概念	695
3.4	极化器 (极化变换器) 对各种极化波的接收	696
3.5	天线系统的性能	699
3.6	天线的选择	703
第 4 章	高频头	705
4.1	高频头的功能	705
4.2	高频头的主要技术要求	706
第 5 章	卫星模拟电视接收机	710
5.1	卫星模拟电视接收机的工作原理	710
5.2	卫星模拟接收机的特性	711
5.3	与卫星接收机连接的配套附件	713
5.4	卫星电视接收技术发展	714

5.5	卫星电视系统的主要术语和特性参数	715
第 6 章	卫星数字电视接收机	719
6.1	MPEG-2/DVB 标准	719
6.2	卫星数字信号传输系统概述	720
6.3	卫星数字电视发送端	721
6.4	卫星数字电视接收机 (IRD)	722
6.5	卫星数字电视接收机的技术要求	722
6.6	卫星数字电视接收机发展	725
第 7 章	功分器与线放大器	727
7.1	卫星电视接收站性能要求	727
7.2	功分器	729
7.3	线路放大器	731
第 8 章	卫星数字电视系统及接收天线直径计算	732
8.1	接收亚洲 2 号星上 C 频段卫星数字电视所需天线直径	732
8.2	对上述计算的讨论	734
第 9 章	卫星数字电视信号的接收方法	736
9.1	卫星数字电视接收方法	736
9.2	接收卫星数字电视与卫星模拟电视的区别	738
9.3	影响接收卫星数字电视质量的主要因素	740
9.4	ku 频段的雨衰问题	740
第 10 章	卫星地面站设备选购、安装与站址选择	742
10.1	站址选择	742
10.2	设备的选购	743
10.3	天线安装调整与避雷	745
第 11 章	我国卫星广播电视“村村通”系统	749
11.1	“村村通”卫星电视直播原理	749
11.2	“村村通”卫星电视直播系统第二期工程	750
11.3	卫星电视技术的新发展	751
11.4	关于 CBTU 卫星直接平台解码器升级的问题	752
参考文献	753

第 6 篇 有线电视网的综合应用

第 1 章	有线宽带城域网的综合业务	757
1.1	有线宽带城域网 (HFC) 的拓扑结构和建网原则	757
1.2	宽带城域网及综合业务的主要优点	763
1.3	宽带城域网综合业务的分类和特点	765
1.4	宽带城域网的经营	768
1.5	宽带城域网综合业务的展望	773
1.6	有线宽带城域网系统方案的设计实例	775
第 2 章	数字交互电视	783

2.1	数字交互电视概述	783
2.2	数字交互电视网络的建设	784
2.3	机顶盒中间件和应用编程接口	790
2.4	数字交互电视的应用程序的开发	792
2.5	数字交互电视系统举例	794
第 3 章	视频点播	796
3.1	概述	796
3.2	系统的构成与基本原理	797
3.3	深圳 NVOD 系统	801
3.4	宾馆视频点播系统介绍	807
第 4 章	IP over DVB 数据广播	811
4.1	数据广播系统概述	811
4.2	数据网的组成	813
4.3	相关标准及传输方案	817
4.4	数据网管系统	823
4.5	深圳有线电视网开展数据广播业务的实例	827
第 5 章	远程教育	831
5.1	远程教育的模式	831
5.2	中国教育卫星宽带多媒体传输网	837
第 6 章	虚拟专用网 (VPN)	843
6.1	VPN 简介	843
6.2	VPN 的分类与业务要求	844
6.3	实现 VPN 的技术手段	845
6.4	企业 VPN 的实现	849
第 7 章	智能化小区	852
7.1	住宅小区智能化系统概述	852
7.2	住宅小区智能化系统的要求	853
7.3	住宅智能化小区的总体设计	855
7.4	利用 HFC 网的智能化小区实例	857
附录 A	我国现行有线电视与卫星电视标准目录	867
附录 B	我国电视频道的划分表	870
附录 C	声音和电视信号的电缆分配系统图形符号	873
附录 D	有线电视系统技术参考数据换算表	876
附录 E	我国境内卫星广播电视技术参数表	879
附录 F	有线电视网络技术常用缩略语	881
后记	915