

有线电视工程 设计、安装与维护

刘健 金正 冯海涛 王志广 翟希山 编著



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

有线电视工程设计、安装与维护

刘 健 金 正
冯海涛 王志广 编著
翟希山

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

有线电视工程设计、安装与维护/刘健等编著. —北京:人民邮电出版社, 2004. 2
ISBN 7-115-11835-3

I. 有... II. 刘... III. 有线电视—电视网 IV. TN943.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 086954 号

内 容 提 要

本书从工程技术的需要出发,按有线电视信号下行传输方向和施工先后顺序(从有线电视信号输出的前端机房,到最终接收端——有线电视用户),全面系统地介绍了有线电视网的组成、主要设备的工作原理与工程设计方法,设备、器材安装与调试及日常维护与检修注意事项等内容。

本书内容全面而精炼,叙述简明而准确,脉络清楚,系统性强,便于读者理解、查阅和应用。可供从事有线电视工程的设计人员、安装维修人员及管理人员阅读,也可作为广播电视系统技术人员的培训教材及大中专学校相关专业的教学参考书。

有线电视工程设计、安装与维护

◆ 编 著 刘 健 金 正 冯海涛 王志广 翟希山
责任编辑 唐素荣

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

读者热线 010-67129264

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 49.5

字数: 1 215 千字

2004 年 2 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

2004 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-11835-3/TN · 2181

定价: 61.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话: (010) 67129223



《有线电视工程设计、安装与维护》编委会

主 编： 刘 健 金 正 冯海涛 王志广 翟希山

副主编： 俞鲁海 郝志生 王正国 吕建国 王德岱

编 委： 刘 健 金 正 冯海涛 王志广 翟希山

俞鲁海 郝志生 王正国 吕建国 王德岱

郭 峰 徐 旭 李克新 邹志军 袁建民

王曰忠 王国新 田秋良 范勤祥 高 静

李清波 冯付刚 董福英 韩久存 王秋芳

安维涛 郑 雯 郑 彦 韩朝蓉 郑春杰

郑秀英 王惠民 郑秀凤 董福生 孙秀莲

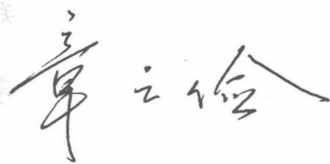
李 炎 于 敏 李树英

序

中国有线电视网络的兴起对我国广播电视事业的迅速发展起到了非常巨大的推进作用。中国有线电视从上个世纪九十年代高速发展至今，我国的有线电视已成为广播电视事业中的一个新兴产业。

有线电视技术是有线电视事业发展的基本保证。现在的有线电视网络无论是在信号传输体制上还是网络功能性的变革上都对我们的工程技术人员提出了更高的要求，为了满足有线电视事业更广泛发展的需要，编著者以较扎实的理论基础和丰富的实践经验编著了此书，供广大业界同行们参考。

此书对有线电视网络技术和工程实践进行了系统的阐述。这本书从基础理论到专业知识；从行业规范到国家标准，把有线电视技术及其相关知识由浅入深全面的向读者进行了详细的介绍。这本书的出版对于全面提高我国有线电视网络工程技术人员的技术水平和对有线电视网络工程的设计、施工和维护都具有一定的实际指导作用。



2003年6月

前 言

据有关部门统计,截止到2001年底,全国有线电视国家干线网38 000km,省级干线网约100 000km,地市县分配网近3 000 000km,有线电视播出前端约4 000个,有线电视用户近1亿户,且以每年500万户的速度增长着。我国有线电视事业起步于20世纪的90年代,现正处于网络改造升级,推进网络标准化、规范化进程的一个崭新的发展时期。即由初期的300MHz系统向550MHz、750MHz系统过渡;由同轴电缆系统向光缆/同轴混合网(HFC)过渡;由单向广播电视传输网向双向多功能宽带网过渡;由分散的区域网通过光缆或微波以数字传输方式逐步形成区域联网、全省联网乃至全国联网,最终形成宽带、双向与电信网及其他专用网互联互通的高速传输网络。

有线广播电视传输网的飞速发展给广大广播电视系统工程技术人員提出了新的、更高的要求。为了适应发展的需求,编著者在多年从事广电网设计、施工管理及维护等具体实践经验的基础上,参考大量国内外最新资料,从技术人员的工程需要出发,编著了这本书。书中全面系统地介绍了有线电视网的组成、主要设备的工作原理与工程设计方法,设备、器材安装与调试方面的有关问题及日常维护与检修注意事项。本书编写的指导思想是,“内容全面而精炼”、“叙述简明而准确”。在具体编写时,在工程设计、安装、调试、验收及维修上,均按有线电视信号下行传输方向和施工先后顺序,从有线电视信号输出的前端机房,到最终接收端——有线电视用户,系统性强、脉络清楚,而且易于读者理解、查阅和应用。

考虑到施工、维修人员文化程度上的参差不齐,书中增加了基础知识一篇,对与有线电视工程的设计、安装与维修有关的基础知识进行了较全面的叙述;还考虑到有线电视网正向着具有双向功能的交互式的包括电视业务、通信业务和计算机业务在内的HFC宽带综合业务网发展,书中还对数字电视信号的产生方法与传输特点、有线电视城域网建设的有关技术问题及其扩展业务和增值业务作了较为全面的介绍。

书中对各种系统设计方法的介绍注重了实用性和可操作性,对于一些其他书籍中介绍的常用设计方法,也提出了新的改进方法,使其更便于使用和更切合工程应用的实际。

本书既是有线电视工程技术人员平时学习,提高其技术水平的工具书,又是一本设计、施工与维护的工程手册,相信它的出版一定会受到广大有线电视从业人员的欢迎。

在编写本书的过程中,编者参阅了国内外大量期刊、书籍,由于书目太多,无法一一列举。另外,在编写时还得到了中国广播电影电视集团、中广影视传输网络公司、山东电视台地球站、山东淄博广播电视网络公司、山东德州广电有线传输公司领导 and 同志们们的热情支持和帮助,在此一并致谢。

由于编著者水平有限,书中难免存在疏漏和错误,敬请专家与广大读者不吝赐教。

编著者

目 录

第1篇 基础知识

第1章 常用公式与常数	3
第1节 正弦量、复数及矢量	3
第2节 正弦交流电的基本量与计算	5
第3节 电阻、电感与电容在电路中的计算	6
第4节 电工学常用公式	9
第5节 网络变换的基本公式与计算	11
第6节 电路串联谐振和并联谐振的计算	14
第7节 非正弦交流电的计算方法	15
第8节 用万用表测算非正弦交流电	17
第9节 含电容、电感电路的瞬变现象	21
第10节 电感量和电容量的计算	24
第11节 分贝比与电平	29
第12节 电压的算术叠加、均方根叠加与减算的算术叠加	39
第2章 放大器的主要技术参数与分析方法	41
第1节 放大器的主要技术参数	41
第2节 放大器的基本分析方法	47
第3节 负反馈放大器的种类及特性	50
第4节 多级放大器的三种耦合方式与基本性能	54
第5节 多级放大器的噪声系数、载噪比与信噪比	57
第6节 多级放大器的互调失真与交调失真	63
第3章 电波与天线	72
第1节 电磁波的性质	72
第2节 电磁波的空间传播	76
第3节 电磁波在传输线与波导管中的传播	85
第4节 天线的基本原理和收、发天线的互易性	92
第5节 天线的类型和电参数	94
第6节 V、U波段电视接收天线	98
第7节 调频广播接收天线	115
第8节 卫星电视地面接收天馈系统	115
第9节 微波电视天线	125
第4章 模拟电视信号的组成、特点与频道设置	127
第1节 光与色的基本知识	127
第2节 视频彩色全电视信号的组成	129

第3节	100/0/75/0 标准彩条信号、彩色矢量图与色差信号	132
第4节	电视图像主观评价等级划分标准和测试卡	135
第5节	电视伴音信号和高频电视信号	138
第6节	我国彩色电视广播标准	139
第7节	世界电视制式主要技术标准	144
第8节	世界部分国家和地区电视频道划分情况	147
第9节	我国有线电视频道频率配置	151

第5章 光纤传输基本知识 155

第1节	激光与激光器	155
第2节	光信号的三种调制方式	158
第3节	光纤及其传输特性	160

第6章 卫星电视广播基本知识 165

第1节	同步卫星与卫星电视广播	165
第2节	卫星电视广播系统的组成	167
第3节	卫星广播频段划分	169
第4节	国内卫星电视广播情况简介	171

第2篇 工程设计

第7章 同轴电缆与光缆 177

第1节	同轴电缆	177
第2节	光缆	189

第8章 无源器件 196

第1节	分配器	196
第2节	定向耦合器、分支器与串接单元	201
第3节	用户终端盒	208
第4节	滤波器与陷波器	209
第5节	双向滤波器与电源插入器	215
第6节	混合器与分波器	217
第7节	均衡器	220
第8节	衰减器	223
第9节	保安器与接插件	225
第10节	光耦合器与光分路器	227
第11节	光衰减器与光隔离器	231
第12节	滤光器	232
第13节	光纤活动连接器件	234
第14节	其他光无源器件	236

第9章 前端常用设备 238

第1节	变频设备一——频道变换器	238
第2节	变频设备二——频道处理器	240

第3节	电视解调器与调制器	244
第4节	FM 立体声调制器	249
第5节	卫星电视接收低噪声下变频器(LNB)	251
第6节	卫星电视功率分配器与混合器	254
第7节	卫星模拟电视接收机	255
第8节	卫星数字压缩电视接收机(IRD)	260
第9节	NICAM-728 广播及其接收机	263
第10节	光发送机	267
第11节	光纤放大器	274
第12节	光接收机	277
第13节	天线放大器	280
第14节	前端放大器	283
第15节	多频段放大器	285
第10章	电缆放大器	286
第1节	电缆放大器的种类、用途及特点	286
第2节	干线放大器的技术参数与主要技术指标	288
第3节	手动增益和斜率均衡干线放大器(Ⅲ类干线放大器)	294
第4节	自动增益控制(AGC)干线放大器(Ⅱ类干线放大器)	295
第5节	自动电平控制(ALC)干线放大器(Ⅰ类干线放大器)	297
第6节	前馈放大器	298
第7节	桥接放大器与桥接分配器	299
第8节	双向传输干线放大器	299
第9节	分配放大器、分支放大器与电缆延长放大器	301
第10节	全频道放大器	303
第11节	电缆放大器的供电	304
第12节	干线放大器常用模块介绍	306
第11章	网络规划与系统设计	308
第1节	网络规划与工程技术方案	308
第2节	设计资格和程序	312
第3节	模拟传输波段和频道划分	313
第4节	常用术语及技术指标的意义	314
第5节	网络主要技术参数与接口电特性要求	316
第6节	数字信号传输速率和接口	320
第7节	网络分类与组成	321
第8节	网络技术指标分配	323
第9节	网络技术指标验算	327
第10节	网络设计主要计算公式	330
第12章	前端信号系统设计与机房设计	338
第1节	前端功能与信号系统设计内容	338

第2节	前端类型、特点与选择	339
第3节	信号源选择原则与频道配置	343
第4节	设备与器材选型	344
第5节	技术指标核算与绘制信号传输框图	349
第6节	前端机房设计	356
第7节	前端机房供配电与接地设计	359
第8节	卫星电视地面接收天线位置选择	360
第13章	干线传输系统设计	364
第1节	干线传输形式、特点与设计内容	364
第2节	同轴电缆干线传输系统设计	366
第3节	同轴电缆干线传输系统技术指标核算	373
第4节	MMDS 系统组成与工作过程	382
第5节	MMDS 主要传输设备与技术指标	384
第6节	MMDS 系统规划	395
第7节	MMDS 传输设计	399
第8节	AML 传输设计	403
第9节	光缆传输系统的组成与特点	406
第10节	光缆链路设计	410
第11节	旧系统改造技术要点	423
第14章	分配系统设计	426
第1节	分配系统的结构形式与特点	426
第2节	系统设计与器材选择原则	428
第3节	电平计算	429
第4节	卫星接收有线入户“村村通”技术要点	433
第15章	双向电缆传输设计	439
第1节	组成与特点	439
第2节	传输设计	440
第16章	设计文件与工程概(预)算	442
第1节	设计文件	442
第2节	工程概(预)算	444

第3篇 工程安装、调试与验收

第17章	安装准备与要求	449
第1节	办理有关手续与技术培训	449
第2节	绘制施工图与准备施工材料	449
第18章	前端部分的安装与调试	451
第1节	电视与调频接收天线的安装与调试	451
第2节	MMDS 与 AML 微波发射天线的安装与调试	452
第3节	卫星电视地面接收天线的安装与调试	453

第4节	机房设备的安装与调试	459
第19章	干线传输部分的安装与调试	465
第1节	光缆干线的架空敷设	465
第2节	光缆干线的直埋、管道敷设与水底敷设	473
第3节	光接收机的安装与光缆干线的调试	475
第4节	电缆干线的敷设与调试	478
第5节	微波转播站的安装与调试	481
第20章	分配系统的安装与调试	483
第1节	电缆分配系统的安装与调试	483
第2节	MMDS接收系统的安装与调试	485
第21章	系统避雷、接地与安全	487
第1节	雷电现象与避雷	487
第2节	系统接地与安全	488
第22章	系统总调试与验收	491
第1节	系统总调试与图像主观评价	491
第2节	系统主要技术指标的测试	493
第3节	系统验收	494

第4篇 系统维护

第23章	常见故障与排除	501
第1节	故障分类与特点	501
第2节	常见故障、产生原因与排除方法	502
第24章	系统的定期维修与不定期检修	508
第1节	定期维护	508
第2节	不定期检修	511

第5篇 数字电视与 DVB-C

第25章	基础知识	515
第1节	数字电视、数字化电视与高清晰度电视	515
第2节	数字电视信号的产生方法	516
第3节	电视信号数字化的国际标准	525
第26章	信源编码——数码率压缩	529
第1节	数码率压缩的必要性与可行性	529
第2节	常用图像压缩编码方法及特点	532
第3节	图像压缩编码标准(一)——H.261 方案	537
第4节	图像压缩编码标准(二)——JPEG 方案	542
第5节	图像压缩编码标准(三)——MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4、MPEG-7 方案	544
第6节	数字声音压缩编码	557
第27章	信道编码——码型选择与误码控制	561

第 1 节	码型选择	561
第 2 节	误码产生的原因及影响	565
第 3 节	误码控制编码方式	568
第 4 节	信道编码调制及其对传输频带的要求	583
第 28 章	数字视频广播(DVB)与 DVB-C	586
第 1 节	DVB 系统	586
第 2 节	DVB-C 信道编码与调制规范(GY/T170-2001)简介	587
第 6 篇 广电城域网与其增值业务、扩展业务		
第 29 章	基础知识	597
第 1 节	局域网(LAN)、城域网(MAN)与广域网(WAN)	597
第 2 节	接入网(AN)、用户驻地网(CPN)与核心网(CN)	600
第 3 节	窄带与宽带综合业务数字网(N-ISDN 与 B-ISDN)	602
第 4 节	互联网与因特网	607
第 5 节	开放系统互连参考模型与网络协议	616
第 6 节	多路复用技术	620
第 30 章	SDH 同步传输模式	626
第 1 节	基本知识	626
第 2 节	STM-1(基帧)与 STM-N 帧结构	631
第 3 节	图像、音频数字信号的复用与 SDH 传输系统的组成	633
第 4 节	自愈环网介绍	635
第 5 节	光接口与电接口参数	637
第 6 节	SDH 网络设计要点	640
第 31 章	异步转移模式——ATM	642
第 1 节	ATM 的分层结构	642
第 2 节	ATM 网络结构与交换技术	644
第 3 节	ATM 拥塞管理	646
第 4 节	ATM 交换机的分类与组成	647
第 32 章	广电城域宽带网	652
第 1 节	网络建设目标	652
第 2 节	网络结构与传输信道	654
第 3 节	数字电视前端	657
第 4 节	光纤传输系统组成与线路码型	659
第 33 章	图文电视	662
第 1 节	图文电视的基本原理	662
第 2 节	我国图文电视制式 CCST	664
第 3 节	图文电视接收系统	667
第 34 章	数字交互式电视	670
第 1 节	主要功能与种类	670

第2节	基本组成与技术标准	671
第3节	视频点播(VOD)	675
第4节	视频点播管理法规	680
第35章	会议电视	684
第1节	系统组成	684
第2节	国际标准	686
第36章	远程教育、医疗和商业服务与远程图像监控系统	688
第1节	远程教育、医疗和商业服务	688
第2节	远程图像监控系统	688
第37章	电话业务	690
第1节	电缆电话与网络电话	690
第2节	可视电话与电视电话	691
第38章	条件接收与加、解扰技术	693
第1节	条件接收与其技术要求	693
第2节	条件接收系统的组成与工作原理	697
第3节	DVB 条件接收系统的主要技术特点	702
第4节	加、解扰系统的基本要求与加扰方式	705
第5节	可寻址加、解扰系统	710
第6节	智能卡加、解扰系统	713
第39章	数字电视机顶盒	715
第1节	种类与特点	715
第2节	基本功能、增值业务与关键技术	716
第3节	常用机顶盒系统组成简介	718
附录		725
1.	有线电视技术常用符号、缩略语与单位	725
2.	有线广播电视传输覆盖网安全管理办法	774

第 1 篇

基 础 知 识

第 1 章 常用公式与常数

第 1 节 正弦量、复数及矢量

一、复数的表示形式及其互换

一个正弦交流量可以用以下几种方法表示：三角函数表示法，波形表示法，旋转矢量表示法和矢量表示法。最常用的是矢量表示法，即复数符号法，简称符号法。

矢量表示法是利用复数来代替正弦量，用以进行稳态电路性能运算的方法。

正弦量用矢量表示如下：

电流正弦量为 $i = \sqrt{2} I \sin(\omega t + \Psi)$

矢量表示为 $I = I \angle \Psi$

电压正弦量为 $u = \sqrt{2} U \sin(\omega t + \Psi + \varphi)$

矢量表示为 $U = U \angle (\Psi + \varphi)$

复数的表示形式有直角坐标形式和极坐标形式，两种形式的互换见表 1-1。

表 1-1 复数的表示形式及其互换

坐标制	直角坐标形式	极坐标形式
表示法	$A + jb$	$r \angle \theta$ 或 $re^{j\theta}$
图形表示法		
两种坐标式的互换	$a + jb = r \cos \theta + jr \sin \theta$	$r \angle \theta = \sqrt{a^2 + b^2} \angle \operatorname{tg}^{-1} \frac{b}{a}$ 或 $re^{j\theta} = \sqrt{a^2 + b^2} e^{j(\operatorname{tg}^{-1} \frac{b}{a})}$

二、复数的四则运算

复数的加、减法采用直角坐标形式较方便，复数的乘、除法采用极坐标形式较方便(见表 1-2)。复数的幅角范围见表 1-3。

表 1-2

复数的四则运算

运 算 方 式	希望采用的坐标	运 算 方 法
加	直角坐标	$(a_1 + jb_1) + (a_2 + jb_2) = (a_1 + a_2) + j(b_1 + b_2)$
减	直角坐标	$(a_1 + jb_1) - (a_2 + jb_2) = (a_1 - a_2) + j(b_1 - b_2)$
乘	极坐标	$r_1 \angle \theta_1 r_2 \angle \theta_2 = r_1 r_2 \angle (\theta_1 + \theta_2)$
除	极坐标	$r_1 \angle \theta_1 / r_2 \angle \theta_2 = \frac{r_1}{r_2} \angle (\theta_1 - \theta_2)$

表 1-3

复数的幅角范围

实部 a 的符号	虚部 b 的符号	所对应矢量所在象限	幅角 Ψ 的范围
+	+	I	$0^\circ < \Psi < 90^\circ$
-	+	II	$90^\circ < \Psi < 180^\circ$
-	-	III	$-180^\circ < \Psi < -90^\circ$
+	-	IV	$-90^\circ < \Psi < 0^\circ$

三、正弦量的矢量图

在正弦交流电路中，各电源电动势、各支路电流和电压是同频率的正弦量，表示它们的旋转矢量都以相同的角速度 ω 旋转，它们的相对位置、矢量的大小均与时间无关。因此，可把一个电路中表示各个正弦量的矢量的起始位置，即 $t=0$ 时刻的位置，画在一个直角平面坐标上，这样的图称为正弦量的矢量图。例如，已知正弦量

$$i = I_m \sin(\omega t + 40^\circ)$$

$$u = U_m \sin(\omega t + 80^\circ)$$

$$e = E_m \sin(\omega t - 45^\circ)$$

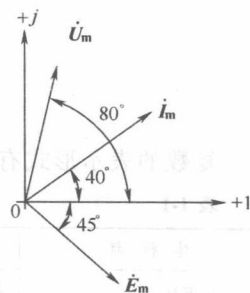


图 1-1 矢量图

表示它们的矢量图如图 1-1 所示。

矢量是即有大小又有方向的量；正弦量的矢量长度通常代表正弦量的有效值；只有频率相同的正弦量才能用矢量进行加减；用多边形法则能简化矢量加减的运算。

直角坐标中所用的虚单位 j 、 j^2 、 j^3 、 j^4 、 $1/j$ 、 $-j$ 的实部、虚部、模、幅角、代数形式、指数形式表示如下：

$$j = 0 + j1 = 1 \angle 90^\circ = \angle 90^\circ$$

$$j^2 = (\sqrt{-1})^2 = -1 = -1 + j0 = \angle -180^\circ$$

$$j^3 = j \times j^2 = j \times (-1) = -j = 0 - j1 = \angle -90^\circ$$

$$j^4 = j^2 \times j^2 = -1 \times (-1) = 1 = 1 + j0 = \angle 0^\circ$$

$$1/j = j/j^2 = j/-1 = -j = j^3 = 0 - j1 = \angle -90^\circ$$

各虚单位的相应矢量如图 1-2 所示。

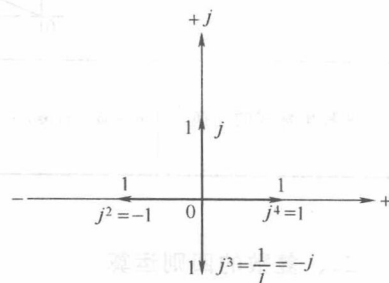


图 1-2 各虚单位的相应矢量