

现代传播系列丛书
MODERN COMMUNICATION

宋靖涛 胡一梁 编著

移动多媒体广播技术



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

移动多媒体广播技术

宋靖涛 胡一梁 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

移动多媒体广播技术/宋靖涛,胡一梁编著. —杭州:浙江大学出版社,2010.12

ISBN 978-7-308-08307-2

I. ①移… II. ①宋… ②胡… III. ①数字电视—中国②数字广播系统—中国 IV. ①TN949.197 TN934.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 260923 号

移动多媒体广播技术

宋靖涛 胡一梁 编著

责任编辑 石国华

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州星云光电图文制作工作室

印 刷 杭州丰源印刷有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20.75

字 数 518 千字

版 印 次 2010 年 12 月第 1 版 2010 年 12 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-08307-2

定 价 38.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

前 言

随着数字电视的不断发展,在模拟时代已被冷落的地面电视广播又重新得到了重视,焕发了青春。同时由于手机等便携智能终端的普及,手机电视成为近年的热点。我国在 2006 和 2008 年分别制定了地面数字电视和手机电视广播的相关标准,极大地促进了相关技术的进步和行业的发展。在这种背景下,编者希望能较系统地整理出地面数字电视和手机电视系统的相关理论基础和技术原理,为从事相关行业工作的工程技术人员提供一些参考。

全书共 12 章,可分为三个部分。前 3 章为第一部分,主要讲述无线信道的特征、电波传播的预测方法、以及 OFDM 的基本原理,该部分是全书的基础。第 4、5 章为第二部分,主要讲述地面数字电视广播的相关技术。考虑到地面数字电视系统的信源编码、复用、数据广播、条件接收等技术与有线和卫星数字电视系统完全一致,本书只讲述了地面数字电视广播系统特有的技术,包括传输技术、组网技术、覆盖网络规划等。第 6 章到第 12 章为第三部分,详细介绍了我国 CMMB 系统的相关技术。其中第 6 章介绍 CMMB 采用的传输技术,第 7 章介绍复用技术,第 8、9 章分别介绍电子业务指南和紧急广播,第 10、11 章分别介绍数据广播和条件接收,第 12 章介绍 CMMB 系统。

本书的编写参考了大量已出版的著作、公开发表的国家和行业标准、国外的文献和国际标准以及互联网上的资料,在此对它们的作者表示崇高的敬意和真挚的感谢。编者已将本书的书稿应用于浙江传媒学院广播电视工程专业的教学实践中,取得了较好的教学效果,同学们也提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

由于编者学识有限,书中难免出现疏漏和错误,恳请读者谅解和指正。

编者

2010 年 9 月

目 录

第 1 章 概 论	(1)
1.1 什么是移动多媒体广播	(1)
1.1.1 移动多媒体广播的特点	(1)
1.1.2 移动多媒体广播的分类	(2)
1.2 地面数字电视的发展和相关标准	(2)
1.2.1 国外地面数字电视标准	(3)
1.2.2 我国地面数字电视标准	(3)
1.3 手机电视的发展和相关标准	(4)
1.3.1 国外手机电视标准	(4)
1.3.2 我国手机电视标准	(4)
1.4 移动多媒体广播的主要技术	(5)
1.4.1 无线信道电波传播特性的研究	(5)
1.4.2 调制和信道编码技术	(6)
1.4.3 抗干扰措施	(6)
1.4.4 组网技术	(6)
第 2 章 无线信道的传播特性	(9)
2.1 无线电波传播特性	(9)
2.1.1 无线电波传播方式	(9)
2.1.2 自由空间的电波传播	(10)
2.1.3 大气中的电波传播	(11)
2.1.4 障碍物的影响与绕射损耗	(12)
2.1.5 反 射	(14)
2.1.6 散 射	(15)
2.2 无线信道的特征	(15)
2.2.1 传播路径与信号衰落	(15)
2.2.2 多普勒频移	(17)
2.2.3 多径衰落	(17)
2.2.4 阴影效应	(21)

2.2.5	多径时延扩展和相关带宽	(22)
2.3	无线信道的传输损耗	(24)
2.3.1	地形地物分类	(25)
2.3.2	准平坦地形上传播损耗的中值	(26)
2.3.3	不规则地形上传播损耗的中值	(30)
2.3.4	任意地形地区的传播损耗中值	(32)
2.3.5	其他因素的影响	(34)
2.4	ITU-R P. 1546 电波传播预测方法	(36)
2.4.1	1546 场强距离曲线	(37)
2.4.2	最大场强和等效基本传输损耗	(40)
2.4.3	菲涅尔区无阻挡传播路径距离的近似计算	(40)
2.4.4	反余累积正态分布函数的近似值	(41)
2.4.5	发射天线高度修正	(42)
2.4.6	场强为距离函数时的内插算法	(44)
2.4.7	场强为频率函数时的内插和外推算法	(45)
2.4.8	场强为时间概率函数时的内插和外推	(46)
2.4.9	混合路径场强预测	(46)
2.4.10	接收天线高度修正	(48)
2.4.11	地点概率修正	(49)
2.4.12	其他修正	(50)
2.4.13	场强预测步骤	(52)
2.5	其他传输模型	(53)
2.5.1	Okumura-Hata 模型	(53)
2.5.2	室内路径损耗模型	(54)
2.6	多径信道模型	(54)
2.6.1	多径信道的冲激响应	(54)
2.6.2	COST-207 多径信道模型	(56)
2.6.3	DVB-T 多径信道模型	(58)
2.6.4	GB20600-2006 多径信道模型	(60)
第3章	正交频分复用 OFDM	(63)
3.1	OFDM 技术概述	(63)
3.1.1	历史与发展现状	(63)
3.1.2	OFDM 的技术特点	(64)
3.2	OFDM 的基本原理	(65)
3.2.1	OFDM 信号的产生	(66)
3.2.2	OFDM 调制的实现	(68)
3.2.3	保护间隔与循环前缀	(70)
3.2.4	加窗技术	(72)

3.3 OFDM 系统	(75)
3.3.1 OFDM 系统结构	(75)
3.3.2 OFDM 系统参数	(75)
第 4 章 地面数字电视传输技术	(77)
4.1 DVB-T 地面数字电视传输技术	(77)
4.1.1 信道编码和调制	(78)
4.1.2 OFDM 帧结构	(89)
4.1.3 导频及 TPS 信令	(91)
4.1.4 系统有效比特率	(94)
4.1.5 频谱特性和频谱模板	(95)
4.2 我国国标地面数字电视传输技术	(97)
4.2.1 信道编码和调制	(98)
4.2.2 帧结构及组帧	(103)
4.2.3 基带后处理及频谱特性	(109)
4.2.4 系统有效比特率	(112)
第 5 章 地面数字电视广播系统	(114)
5.1 地面数字电视广播多频网	(114)
5.1.1 多频网的基本概念	(114)
5.1.2 多频网使用的频道	(115)
5.1.3 地面数字电视广播发送系统的设立	(115)
5.2 地面数字电视广播单频网	(118)
5.2.1 单频网的基本概念	(118)
5.2.2 单频网系统结构	(121)
5.2.3 单频网同步原理	(122)
5.3 地面数字电视覆盖网络规划	(127)
5.3.1 接收机载噪比门限	(127)
5.3.2 接收机最小输入信号电平	(130)
5.3.3 规划用最小信号场强	(131)
5.3.4 信号覆盖质量评估	(147)
5.3.5 地面数字电视广播频率规划	(148)
第 6 章 CMMB 传输技术	(153)
6.1 广播信道物理层帧结构	(153)
6.1.1 物理层逻辑信道	(153)
6.1.2 帧结构	(154)
6.1.3 信 标	(154)
6.1.4 OFDM 符号	(156)

6.1.5	保护间隔	(156)
6.2	广播信道的信号处理	(157)
6.2.1	RS 编码和字节交织	(158)
6.2.2	LDPC 编码	(159)
6.2.3	比特交织	(160)
6.2.4	星座映射	(161)
6.2.5	频域 OFDM 符号形成	(162)
6.2.6	扰码	(165)
6.2.7	OFDM 调制与成帧	(166)
6.2.8	调制后的射频信号	(167)
6.3	卫星分发信道传输技术	(170)
6.3.1	分发数据适配	(171)
6.3.2	分发数据帧结构	(172)
6.3.3	传输速率适配、能量扩散、外编码、卷积交织和内编码	(174)
6.3.4	分发同步信号生成	(174)
6.3.5	星座映射与基带成形	(177)
第 7 章	CMMB 复用技术	(179)
7.1	复用帧结构	(180)
7.1.1	复用帧头	(180)
7.1.2	复用帧净荷	(183)
7.2	控制信息表	(183)
7.2.1	网络信息表	(184)
7.2.2	持续业务/短时间业务复用配置表	(186)
7.2.3	持续业务/短时间业务配置表	(189)
7.2.4	紧急广播表	(190)
7.3	复用子帧	(191)
7.3.1	子帧头	(192)
7.3.2	视频段	(197)
7.3.3	音频段	(199)
7.3.4	数据段	(200)
7.4	复用封装	(201)
7.4.1	封装模式	(201)
7.4.2	H.264 视频流复用封装	(203)
7.4.3	AAC 音频流复用封装	(204)
7.4.4	DRA 音频流复用封装	(204)
7.5	输入输出协议	(205)
7.5.1	数据输入消息	(205)
7.5.2	输出协议	(209)

第 8 章 CMMB 电子业务指南	(213)
8.1 电子业务指南实现原理	(213)
8.1.1 ESG 数据的构成	(213)
8.1.2 数据信息的构成与分割	(214)
8.1.3 ESG 复用封装	(216)
8.2 ESG 数据结构	(217)
8.2.1 基本描述信息	(217)
8.2.2 节目提示信息	(220)
8.2.3 数据信息	(221)
8.3 XML 数据模型	(222)
8.3.1 根元素	(223)
8.3.2 业务元素	(225)
8.3.3 业务扩展元素	(226)
8.3.4 编排元素	(228)
8.3.5 内容元素	(230)
8.3.6 业务参数元素	(232)
8.3.7 时间日期数据类型	(232)
8.3.8 媒体类型数据类型	(234)
8.4 电子业务指南系统	(235)
第 9 章 CMMB 紧急广播	(237)
9.1 紧急广播实现原理	(237)
9.2 紧急广播消息	(241)
9.3 紧急广播系统	(246)
第 10 章 CMMB 数据广播	(249)
10.1 数据广播实现原理	(249)
10.1.1 数据广播协议模型	(249)
10.1.2 文件模式	(251)
10.1.3 XPE/XPE-FEC	(254)
10.1.4 数据广播复用封装	(259)
10.2 FAT 文件数据模型	(260)
10.2.1 命名空间和根元素	(260)
10.2.2 路径信息元素	(261)
10.2.3 属性信息元素	(262)
10.2.4 传输信息元素	(263)
10.2.5 内容信息元素	(264)
10.2.6 分割信息元素	(266)
10.2.7 纠删编码信息元素	(267)

10.2.8	保护信息元素	(268)
10.2.9	生命周期元素	(269)
第 11 章 CMMB 条件接收技术		(270)
11.1	CMMB 条件接收系统原理	(270)
11.1.1	CMMB 条件接收系统分层模型	(271)
11.1.2	CMMB 条件接收系统结构	(272)
11.1.3	条件接收各模块间接口及其与其他系统间接口	(275)
11.2	条件接收相关信息的复用传输方法	(277)
11.2.1	CMMB 加密授权指示信息	(277)
11.2.2	加密授权描述表	(279)
11.2.3	ECM 和 EMM 的传送	(280)
11.2.4	视音频和数据广播的加扰	(282)
11.3	条件接收系统中的电子钱包	(284)
11.3.1	电子钱包的逻辑结构	(284)
11.3.2	电子钱包信令	(284)
11.3.3	电子钱包管理和交易	(289)
11.4	条件接收终端模块	(290)
11.4.1	基于通用接口的终端逻辑结构	(291)
11.4.2	MMB-CAS 终端模块的物理接口	(293)
第 12 章 CMMB 移动多媒体广播系统		(295)
12.1	信号覆盖	(295)
12.1.1	S 波段覆盖	(296)
12.1.2	UHF 波段覆盖	(298)
12.1.3	信号覆盖规划原则	(298)
12.2	UHF 波段地面覆盖单频网	(299)
12.2.1	UHF 波段地面覆盖单频网系统结构	(299)
12.2.2	UHF 波段地面覆盖单频网同步原理	(301)
12.3	CMMB 终端	(304)
12.3.1	功能要求	(305)
12.3.2	性能要求	(308)
附录 本书使用的缩略语		(312)
参考文献		(320)

第1章 概 论

1.1 什么是移动多媒体广播

移动多媒体广播是指利用数字传输技术,通过无线信道,向各种固定或移动接收终端提供数字广播电视节目和信息服务,满足人们随时随地收看电视、收听广播以及接收各种信息的需求。

1.1.1 移动多媒体广播的特点

移动多媒体广播的特点主要体现在如下几个方面。

1. 移动多媒体广播必须利用无线电波进行信息传输

为了实现移动接收,需要使用地面无线信道或卫星广播信道。利用无线电波使移动接收用户可以在一定范围内自由活动,位置不受束缚。但建筑物或障碍物对其影响是不断变化的,并且无线电波在传播时会产生反射、折射、绕射等现象,会产生多径干扰、信号传播时延和展宽以及多普勒效应等,从而导致接收信号的强度和相位随时间、地点的变化而变化。

2. 移动多媒体广播采用的无线信道的传输特性复杂、干扰大

移动多媒体广播接收终端的接收质量不仅取决于设备本身的性能,而且与外界干扰和噪声相关。除了一些常见的外部干扰,如天电干扰、工业干扰和信道噪声之外,系统本身和不同系统之间,也会产生各种干扰。这些干扰有邻频干扰、互调干扰、同频干扰等,因此如何对抗和减小这些有害干扰的影响是至关重要的。

3. 移动多媒体广播可提供视频、音频以及数据等多媒体信息的传输服务

除了进行数字电视节目的广播外,移动多媒体广播还支持数字音频节目的广播、数据广播等多种媒体内容的广播,使用户通过单一的终端可进行各种媒体数据的接收和解码,实现各种广播和交互业务。

4. 移动多媒体广播支持各种固定和移动接收的终端

移动多媒体广播支持手机、PDA、MP3、MP4、数码相机、笔记本电脑以及在汽车、火车、轮船等交通工具上的小型接收终端,接收视频、音频、数据等多媒体业务,同时支持固定接收。

5. 移动多媒体广播采用了先进的信源编码技术和数字传输技术

为了适应带宽受限的无线信道,移动多媒体广播充分利用最新的数字传输技术,特别是 OFDM 调制和 LDPC 信道编码技术,在复杂的无线移动信道中保证准无误码的数据传输。同时,为了充分利用有限的带宽,移动多媒体广播采用了 MPEG-2、H. 264、AVS 等先进的压缩编码算法,为用户提供视频服务。

6. 移动多媒体广播系统是可运营、可管理、可维护的系统

移动多媒体广播网络具有加密授权控制管理体系,系统可运营、可维护、可管理,支持统一标准和统一运营,支持用户的漫游。

1.1.2 移动多媒体广播的分类

根据移动多媒体广播的定义和特点,我们可以将移动多媒体广播分为两大类。

1. 地面数字电视

我们知道,数字电视传输有三种方式:卫星传输、有线传输和地面传输。与卫星和有线数字电视的传输媒介不同,地面数字电视采用无线信道作为传输媒介,向用户提供电视、广播和数据业务。地面数字电视支持高清晰度电视、标准清晰度电视和多媒体数据广播等多种业务,支持室内外固定和移动多种接收方式,支持大范围广播覆盖的多频网和单频网组网方式。

与卫星和有线数字电视相比,地面数字电视传输标准是最基本的标准,它不仅技术含量最高,也是受众最多的大众传媒标准。

2. 手机电视

手机电视采用先进的信源编码和信道传输技术,专为 7 寸以下小尺寸屏幕便携接收终端提供广播电视节目服务,具有移动接收、高效省电等传统数字电视所不具备的技术特点,是地面数字电视的补充和延伸。

第 3 代移动通信支持各种媒体的广播、多播和单播,按理说也可以称之为移动多媒体广播,但考虑到它采用流媒体技术来支持音视频内容的传输,其技术体系与上面所述的地面数字电视广播和手机电视广播差异较大,并且 3G 的基本功能并不是广播业务,因此,并未将第 3 代移动通信归为移动多媒体广播的一种。

1.2 地面数字电视的发展和相关标准

数字电视传输有三种方式:卫星传输、有线传输和地面传输。其中地面传输标准是最基本的标准,因为它不仅技术含量最高,也是观众最多的大众传媒标准。在自然灾害或者战争等情况下,与卫星数字电视和有线数字电视相比,地面数字电视是可以快速恢复广播电视覆盖能力的传输系统。我们常听说的数字电视一体机均是指内置地面数字电视接收功能的电视机。实际上,在美国,目前所有在售的电视机都内置了北美地面数字电视的接收模块,可直接收看地面数字电视广播节目。

1.2.1 国外地面数字电视标准

目标国际上有三种地面数字电视标准。

美国于1996年制定的ATSC标准,采用格型编码八电平残留边带(8-VSB)调制技术,是一种单载波制式的标准。该标准目前只在北美应用。

欧洲DVB组织于1997年制定的DVB-T标准,采用编码正交频分复用(COFDM)技术,是一种多载波制式的标准。除北美、日本、中国之外的绝大多数国家和地区均采用该标准,是目前应用最广的地面数字电视传输标准。2008年,DVB组织颁布了下一代地面数字电视传输标准DVB-T2。

日本于1999年颁布的地面综合业务数字广播(ISDB-T),也是一种多载波制式的标准。巴西于2007年确定采用ISDB-T作为国家的地面数字电视标准。

1.2.2 我国地面数字电视标准

我国于“八五”和“九五”期间设立了数字电视专项进行理论研究和攻关。2000年10月,国家标准化管理委员会委托全国广播电视标准化技术委员会公开向全国征集中国数字电视地面广播传输方案,共收到清华大学、HDTV总体组、广播科学研究院和电子科技大学分别提出的5套地面数字电视传输体制系统方案。

2003年11月由国家发展和改革委员会组织成立了中国数字电视标准联合工作组,2004年3月,数字电视地面传输系统标准研究开发项目列入国家高新技术产业发展项目计划并正式启动。国家发展和改革委员会委托中国工程院牵头组织、管理和协调该项目工作,并明确工作实施以中国数字电视标准联合工作组为基础,中国工程院副院长邹贺拴院士担任项目负责人,具体项目由清华大学、上海交通大学、北京航空航天大学、浙江大学、电子科技大学、西安电子科技大学、西安交通大学、北京大学、北京邮电大学、国防科技大学和广播科学研究院共11家高校和研究单位承担。数字电视联合工作组经历了技术方案仿真、专利分析、方案初步优选、系统样机的实验室与场地测试、系统关键技术改进、系统参数优化、确定融合方案以及标准提案起草等阶段。

2004年9月成立联合工作组的技术组,由北京航空航天大学张晓林教授负责组织在北京航空航天大学集中开展研发工作。2005年3月提出了融合方案,随后研制融合方案样机。2005年5月,项目组对融合方案发射端样机和接收系统在实验室进行了性能摸底测试,并利用中央电视塔进行了外场开路测试。

根据国家数字电视领导小组的要求,2006年1月数字电视地面传输标准特别工作组成立。特别工作组由中国工程院副院长邹贺拴院士担任组长,由国家数字电视标准联合工作组成员单位组成。标准特别工作组负责对标准征求意见稿及其配套文件进行编写和修改。2006年5月开始,数字电视特别工作组向国家广播电影电视总局提交了国家标准的测试样机,国家广播电影电视总局对国家标准样机进行了实验室性能测试和中央电视塔开路广播测试,测试结果表明国家标准系统完全具备了满足广播电视的业务需求的能力。

2006年8月30日,国家标准化管理委员会在2006年第8号(总第95号)《中国国家标准

准批准发布公告》中发布了《数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制》，标准号为 GB20600-2006，该标准为国家强制性标准，并于 2007 年 08 月 01 日正式实施。GB20600-2006 的颁布，标志着我国地面数字电视广播开始走向统一、快速的发展之路。

1.3 手机电视的发展和相关标准

1.3.1 国外手机电视标准

目前，国际上流行的手机电视标准主要有 3 个：欧洲的 DVB-H、美国的 MediaFLO 和韩国的 T-DMB。

欧洲 DVB 项目组于 2002 年开始制订手持终端标准，2004 年 2 月完成，11 月被 ETSI 接受并公布为 DVB-H 标准。DVB-H 根据移动终端便携性的应用需求，在 DVB-T 基础上改善了移动接收性能，在数据链路层采用时间分片技术，降低手持终端的平均功耗。在增加这些技术的同时，DVB-H 向后兼容 DVB-T。

2007 年，DVB 组织通过了新的手机电视标准 DVB-SH。目前已有企业开发出支持 DVB-SH 标准的激励器和解调芯片。

2005 年，美国高通公司推出了 MediaFLO 标准。它源于该公司的分组数据技术，是一种全新的空中接口方案，专为手机终端接收广播式多媒体节目而设计，具有低功耗、高移动性能、快速频道切换、高频谱效率等优点。

2003 年 1 月，韩国开始了基于 DAB 的 T-DMB 标准的制定。2004 年 8 月完成并提交到 WorldDAB 论坛，同年 11 月被批准，在 2005 年 4 月成为 ITU-R 建议，并于同年 7 月获 ETSI 批准。T-DMB 是在 DAB 基础上将视频节目以流模式复用到传输帧中，加外编码和交织后向手机、PDA 和便携电视等手持设备传送数字音视频节目。T-DMB 继承了 DAB 简单实用的特点，对 DAB 主体未作太大修改。

1.3.2 我国手机电视标准

2006 年 10 月 24 日，国家广电总局颁布了 GY/T220.1-2006《移动多媒体广播第 1 部分：广播信道帧结构、信道编码和调制》标准。该标准是我国广播电影电视行业标准，是 CMMB 的核心标准。虽然该标准不是国家标准，但它是我国正式颁布的第一个手机电视标准，也是我国目前产业链最成熟、覆盖城市最多、用户数最多的手机电视标准。到目前为止，国家广电总局已颁布多项移动多媒体广播电视行业标准，包括技术标准、实施指南和技术要求，比较完整地规范了构建手机电视网络所需要的技术要求。

CMMB 是英文 China Mobile Multimedia Broadcasting 的缩略语，意为中国移动多媒体广播。CMMB 主要面向手机、PDA 等小屏幕便携手持终端以及车载电视等终端提供广播电视服务。CMMB 的主要特点是：

(1) 可提供数字广播电视节目、综合信息和紧急广播服务,实现卫星传输与地面网络相结合的无缝协同覆盖,支持公共服务。

(2) 支持手机、PDA、MP3、MP4、数码相机、笔记本电脑以及在汽车、火车、轮船、飞机上的小型接收终端,接收视频、音频、数据等多媒体业务。

(3) 采用具有自主知识产权的移动多媒体广播电视技术,系统可运营、可维护、可管理,具备广播式、双向式服务功能,可根据运营要求逐步扩展。

(4) 支持中央和地方相结合的运营体系,具备加密授权控制管理体系,支持统一标准和统一运营,支持用户全国漫游。

(5) 系统安全可靠,具有安全防范能力,具有良好的可扩展性,能够适应移动多媒体广播电视技术和业务的发展要求。

CMMB 具有传输节目套数多、图像质量高、画面清晰流畅、接收终端种类多、经济实用等特点,给广播电视的传播方式和接收方式带来变革,将会成为人们生活中不可缺少的移动多媒体工具。

1.4 移动多媒体广播的主要技术

1.4.1 无线信道电波传播特性的研究

无线信道的传播特性对移动多媒体广播技术的研究、规划和设计十分重要,是人们非常关注的研究课题。在无线信道中,发送到接收机的信号会受到传播环境中地形、地物的影响而产生绕射、反射或散射,形成多径传播。多径传播将使接收端的合成信号在幅度、相位和到达时间上发生随机变化,严重地降低接收信号的传输质量,这就是所谓的多径衰落。此外,自由空间传播所引起的扩散损耗以及阴影效应所引起的慢衰落,也会影响所需信号的传输质量。

研究无线信道的传播特性,首先要弄清无线信道的传播规律和各种物理现象的机理以及这些现象对信号传输所产生的不良影响,进而研究消除各种不良影响的对策。为了给系统的规划和设计提供依据,人们通常通过理论分析或根据实测数据进行统计分析(或二者结合),来总结和建立有普遍性的数学模型,利用这些模型,可以估算传播环境中的传播损耗和其他相关的传播参数。

理论分析方法通常用射线表示电磁波束的传播,在确定收发天线的高度、位置和周围环境的具体特征后,根据直射、折射、反射、散射、透射等波动现象,用电磁波理论计算电波传播的路径损耗及有关信道参数。

实测分析方法是指出在典型的传播环境中进行现场测试,并用计算机对大量实测数据进行统计分析,以建立预测模型,进行传播预测。

无论用哪种分析方法得到的结果,在进行信道预测时,其准确程度都与预测环境时具体特征有关。由于移动多媒体广播的传播环境十分复杂,有城市、乡村、山区、森林、室外、室内、海上和空中等,因而难以用一种甚至几种模型来表征各种不同地区的传播特性。通常,每种预测模型都是根据某一特定传播环境总结出来的,都有其局限性,选用时应注意其适用范围。

1.4.2 调制和信道编码技术

最早的电视广播是模拟开路电视广播,所使用的技术是残留边带调幅技术。这是一种模拟调制技术,在后来的模拟有线电视广播中也得到了广泛的应用。实际上,这种调制技术目前仍广泛应用于模拟电视广播系统中。

数字电视的基本特征之一是信号的传输采用数字调制技术。在数字电视系统中,为了在特定的传输信道中提高频谱利用率,需要根据不同的传输介质的信道特征,选择不同的调制和信道编码技术。对于有线数字电视系统,目前广泛使用 QAM 调制技术,信道编码采用 RS 码。对于卫星数字电视,目前广泛使用 QPSK 调制,信道编码采用 RS 码和卷积码。对于地面数字电视和手机电视,目前的主流技术是采用 OFDM 调制技术,信道编码采用 LDPC。

1.4.3 抗干扰措施

抗干扰历来是无线电通信的重点研究课题。在移动多媒体广播系统使用的无线信道中,除存在大量的环境噪声和干扰外,还存在大量电台产生的干扰,如邻频干扰、同频干扰和互调干扰等。网络设计者在设计和构建移动多媒体广播网络时,必须预计到网络运行环境中会出现的各种干扰(包括网络外部产生的干扰和网络本身产生的干扰)强度,并采取有效措施,保证网络在运行时,干扰电平和有用信号相比不超过规定的门限值,或者保证传输误码率不超过技术指标的要求。

移动多媒体广播系统中采用了多种抗干扰措施,主要包括:

- (1) 利用信道编码进行检错和纠错,以降低传输的误码率,保证通信质量和可靠性;
- (2) 为克服由多径效应所引起的多径衰落,广泛采用自适应均衡技术,并选用具有抗码间干扰和时延扩展能力的调制技术,如多载波调制等;
- (3) 采用频域交织和时域交织技术,提高系统的抗干扰能力。

1.4.4 组网技术

移动多媒体广播的组网方式可分两大类:陆地广播网络和卫星与陆地相结合的广播网络。前者采用 VHF、UHF 或 S 波段的无线信号构建陆地无线广播覆盖网络;后者利用卫星信道进行信号的广播和分发、利用 VHF、UHF 或 S 波段的无线信号作为补充,构建天地一体的无线覆盖网络。目前,国内外的地面数字电视广播系统均采用陆地广播网络。手机电视可以采用陆地广播网络,也可以采用卫星与陆地相结合的网络。我国 CMMB 手机电视网络的目标是利用卫星信道和地面无线信道建设一个覆盖全国的天地一体网络,但由于卫星尚未发射,目前构建的网络是 UHF 波段的陆地广播网络。

陆地广播网络在构建时也有两种方式,分别是单频网和多频网。我国国标地面数字电视传输技术和 CMMB 传输技术均支持多频网和单频网组网方式。

1.1 多频网 多频网是指相邻发射台使用不同的频道发送同一个节目的无线传输网络。每个发射机负责覆盖它附近的区域。传统的模拟电视广播即采用多频网组网方式。

多频网组网方式比较简单,每个发射机之间不需要同步。由于使用了不同的频道,发射机的信号也不会互相干扰。但由于不同的发射机需要使用不同的频道,使得多频网的频率规划比较复杂,为了覆盖一个较大的区域,需要使用多个频率来传输相同的节目,造成很大的频率资源浪费,这是多频网组网方式最大的缺点。

2. 单频网

采用单频网组网方式的系统中,所有发射机使用相同的频率传输同样的节目。在这种情况下,来自网中相邻发射台的“干扰信号”可看作一种多径信号,只要多径信号的最大时延差不超过保护间隔,单频网中相邻的发射台的信号都会对接收质量有建设性贡献。这样,为实现同一套节目的大面积覆盖,仅需一个频道,因此可以节省大量的频谱资源。单频网带来的另一个好处是可以组建蜂窝单频网。就是说,可以将发射台蜂窝式地分布化进行建设,以达到同样的覆盖区域。蜂窝式单频网带来的好处有:降低了总发射功率,大幅度降低成本,并减少电磁污染;蜂窝式的布局对大城市内的高楼林立所造成的“遮蔽效应”也有极大的改善;蜂窝式单频网内各发射机可方便地设在大楼顶层,并设计为无人值守。因此单频网组网方式比多频网方式具有明显的优势。

图 1.1 为我国地面数字电视单频网的示意图。它由四个子系统组成,分别是数字电视前端、传输网络、发射系统和接收系统。

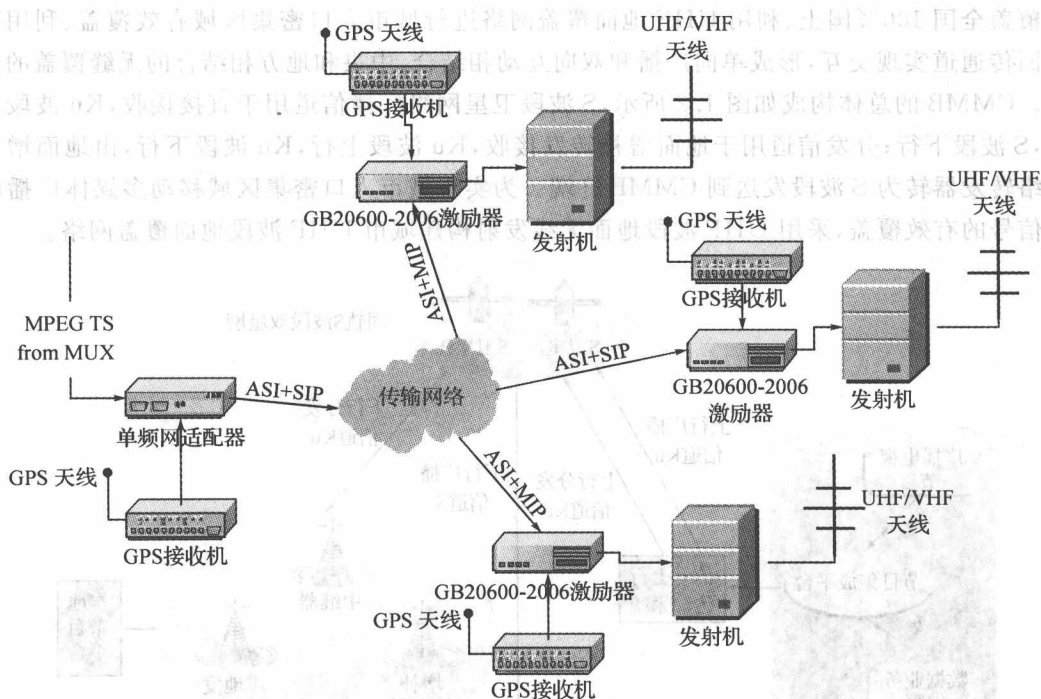


图 1.1 地面数字电视广播单频网

数字电视前端与有线数字电视和卫星数字电视基本一样,主要由编码器、复用器、条件接收系统、电子节目指南系统、其他增值业务系统等组成,完成节目的制作、编辑、播出控制、视音频编码、数据协议转换、码流复用,并对节目进行加扰,输出多节目 MPEG 传输流。与有线和卫星系统不同的是需要增加国标地面数字电视单频网适配器和 GPS 接收机,以 GPS 接收机输出信号作为参考,在 MPEG TS 插入 SIP 包,以传输单频网所需的各种同步信号。