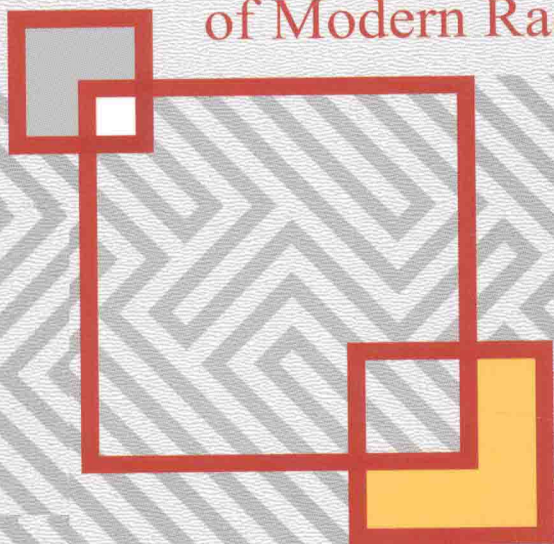


21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

现代广播电视 发射技术

段永良 邢艳芳 周洪萍 蔡莉莉 编著

The Transmitting Technology
of Modern Radio and Television



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS



精品系列

21 世纪高等院校信息与通信工程规划教材
21st Century University Planned Textbooks of Information and Communication Engineering

现代广播电视 发射技术

段永良 邢艳芳 周洪萍 蔡莉莉 编著

The Transmitting Technology
of Modern Radio and Television

人民邮电出版社
北京



图书在版编目(CIP)数据

现代广播电视发射技术 / 段永良等编著. — 北京 :
人民邮电出版社, 2014. 6
21世纪高等院校信息与通信工程规划教材
ISBN 978-7-115-35015-2

I. ①现… II. ①段… III. ①广播电视—发射系统—
高等学校—教材 IV. ①TN93

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第073181号

内 容 提 要

本书主要介绍现代广播电视发射技术的基础理论和专业技术两个方面的内容。基础理论的内容包括音视频处理、模拟信号数字化、模拟调制、数字调制、高频功率放大器、传输线、功率合成与分配; 专业技术的内容包括调幅广播(中短波广播)发射机、调频广播发射机、电视广播发射机、CMMB发射机和天馈系统。

本书理论与实践结合、传统知识与现代技术结合, 内容简洁明了、图文并茂, 突出基础性、应用性、先进性, 可作为普通高等学校工科学生教材, 也可供广播电视等行业工程技术人员自学参考。



-
- ◆ 编 著 段永良 邢艳芳 周洪萍 蔡莉莉
责任编辑 滑 玉
责任印制 彭志环 焦志炜
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路 11 号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京铭成印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.5 2014 年 6 月第 1 版
字数: 451 千字 2014 年 6 月北京第 1 次印刷
-

定价: 49.90 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

100 多年来,电视技术从机械电视、电子电视、彩色电视时代进入了数字电视时代,并正在朝着高清化、网络化、立体化的方向发展。为适应这一发展对人才的需求,中国传媒大学南广学院从 2006 年起开设“广播电视发送技术”课程,作为广播电视工程、通信工程等专业学生的必修课程。

本书编者具有多年从事广播电视技术应用、教学和研究的经验,在编写过程中力求简洁明了、图文并茂、原理与应用结合,反映广播电视发射技术的最新成果,突出基础性、应用性、先进性,以适应普通高等学校工科学生的特点。

本书共分 11 章。第 1 章介绍广播电视发射技术的基本概念,包括声音广播、电视广播、广播电视发射台;第 2 章介绍音视频处理技术,包括模拟音视频信号处理、数字音视频信号处理;第 3 章介绍射频处理技术,包括晶体管振荡器、倍频器、变频器、高频功率放大器;第 4 章介绍调制技术,包括模拟调制和数字调制原理、中波发射机调制方式、电视发射机调制方式;第 5 章介绍功率合成与分配技术,包括传输线理论与应用、晶体管高频功率合成电路;第 6 章介绍天线与馈线技术,包括电波传播、天线的基本概念、中波天线、短波天线、中短波发射机馈线、调频与电视天线、调频与电视馈线、调频与电视多工器;第 7 章介绍 TSD-10 中波发射机;第 8 章介绍 PDM 中波发射机;第 9 章介绍调频发射机;第 10 章介绍电视发射机;第 11 章介绍 CMMB 发射机。

本书第 1 章、第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章、第 11 章由段永良编写,第 3 章、第 5 章由段永良、邢艳芳编写,第 4 章、第 6 章由段永良、周洪萍编写,第 2 章由段永良、蔡莉莉编写,部分文稿和插图由广播电视工程专业学生完成。本书由段永良担任主编,并负责全书统稿。

本书在写作过程中参考了相关教材、书籍和网络资料,在此向相关编者和作者表示感谢。感谢黄石市广播电影电视局夏星、刘延元,湖北省广播电影电视局钟明强、张华华、刘继光等专家的关心、指导和支持。

由于编者水平有限,书中难免存在不足或错误之处,诚望读者给予批评指正。

编 者

2013 年 9 月写于中国传媒大学南广学院

目 录

第1章 绪论	1	3.2.1 晶体管丙类倍频器	48
1.1 声音广播	2	3.2.2 变容二极管倍频器	49
1.1.1 中波广播	3	3.2.3 本振倍频器实际电路	50
1.1.2 短波广播	4	3.3 变频器	51
1.1.3 调频广播	4	3.3.1 变频器的分类	52
1.2 电视广播	6	3.3.2 环形变频器	53
1.3 广播电视发射台	7	3.4 高频功率放大器	55
1.3.1 中短波广播发射台	9	3.4.1 高频大功率晶体管	56
1.3.2 电视调频发射台	10	3.4.2 金属氧化物场效应管	57
1.4 广播电视发射技术的发展方向	13	3.4.3 晶体管高频功率放大器	59
思考与练习	13	3.4.4 晶体管微带功率放大器	67
阅读导航	13	3.4.5 MOSFET 高频功率放大器	69
第2章 音视频处理技术	14	思考与练习	71
2.1 音频处理技术	15	阅读导航	71
2.1.1 限制放大器	15	第4章 调制技术	72
2.1.2 音频处理器	16	4.1 模拟调制原理	73
2.1.3 压缩扩张技术	19	4.1.1 幅度调制原理	73
2.1.4 预加重去加重技术	22	4.1.2 角度调制原理	75
2.2 视频处理技术	23	4.2 数字调制原理	77
2.2.1 视频处理器组成	24	4.2.1 数字信号调制三种基本方式	78
2.2.2 视频处理器电路	25	4.2.2 多进制数字调制原理	81
2.3 数字信号处理技术	30	4.3 中波发射机的调制方式	85
2.3.1 数字信号与数字通信	30	4.3.1 模拟调制	85
2.3.2 脉冲编码调制	34	4.3.2 数字调制	85
2.3.3 音视频压缩	40	4.4 电视发射机调制方式	89
思考与练习	41	4.4.1 电视图像调制	89
阅读导航	42	4.4.2 电视伴音调制	90
第3章 射频处理技术	43	4.5 电视调制器	91
3.1 晶体振荡器	43	4.5.1 图像中频调制器	91
3.1.1 石英谐振器	43	4.5.2 伴音中频调制器	98
3.1.2 晶体振荡器	45	4.5.3 实际伴音调频器和锁相稳频电路	101
3.1.3 恒温晶体振荡器	46	思考与练习	103
3.1.4 频率合成器	46	阅读导航	103
3.2 倍频器	48		

第5章 功率合成与分配技术	104	6.8 调频与电视多工器	161
5.1 传输线理论与应用.....	105	6.8.1 双工器.....	162
5.1.1 传输线的基本概念.....	105	6.8.2 多工器.....	165
5.1.2 微带线的结构及主要参数.....	112	思考与练习.....	166
5.1.3 利用微带线构成电感、电容 以及输入、输出匹配电路.....	116	阅读导航.....	167
5.2 晶体管高频功放功率合成电路.....	118	第7章 DAM 中波发射机	168
5.2.1 传输线变压器型混合网络.....	118	7.1 射频系统.....	169
5.2.2 3dB 定向耦合器混合网络.....	123	7.1.1 射频激励源.....	170
5.2.3 $\lambda/4$ 线同相混合网络.....	126	7.1.2 射频驱动.....	171
5.2.4 隔离器混合网络.....	127	7.1.3 射频功率放大.....	174
思考与练习.....	129	7.1.4 射频输出取样和监视.....	176
阅读导航.....	129	7.1.5 发射机输出网络.....	176
第6章 天线与馈线技术	130	7.2 数字音频系统.....	177
6.1 电波传播.....	130	7.2.1 音频处理器.....	177
6.1.1 电场与磁场概念.....	130	7.2.2 A/D 转换器.....	179
6.1.2 无线电波及形成.....	131	7.2.3 调制编码器.....	182
6.1.3 无线电波传播与极化.....	131	7.2.4 直流调整电源.....	184
6.1.4 中波、短波、超短波电波 传播特点.....	133	7.3 TSD-10 发射机的运行操作.....	185
6.2 天线的基本概念.....	135	思考与练习.....	187
6.2.1 天线的辐射原理.....	135	阅读导航.....	187
6.2.2 天线的特性参数.....	136	第8章 PDM 中波发射机	188
6.3 中波天线.....	139	8.1 TS-01B 发射机.....	189
6.3.1 垂直接地天线.....	139	8.1.1 工作原理.....	189
6.3.2 定向天线.....	141	8.1.2 运行维护.....	195
6.4 短波天线.....	142	8.2 TS-03C 发射机.....	197
6.5 中短波发射机馈线.....	143	8.2.1 TS-03C 插入单元.....	200
6.5.1 馈线种类.....	143	8.2.2 TS-03C 输出网络.....	205
6.5.2 馈线参数.....	147	思考与练习.....	206
6.5.3 馈线与天线匹配.....	148	阅读导航.....	206
6.6 调频与电视天线.....	151	第9章 调频广播发射机	207
6.6.1 几个主要参数.....	151	9.1 调频立体声广播的原理.....	207
6.6.2 几种常用天线.....	153	9.1.1 调频立体声广播的原理.....	207
6.7 调频与电视馈线.....	158	9.1.2 调频立体声广播发射机系统 组成.....	209
6.7.1 馈线的结构和性能.....	159	9.2 FM618-3kW 调频发射机.....	213
6.7.2 $\lambda/4$ 阻抗变换器及功分器.....	160	9.2.1 激励器.....	213
6.7.3 天馈线系统对信号传输的 影响.....	160	9.2.2 1kW 功率放大器.....	214
		9.2.3 三分配和三合成电路.....	216
		9.2.4 总控制箱.....	216

9.2.5 发射机的安装、开机及维护	219	11.2 CMMB 单频网建设	256
思考与练习	221	11.2.1 前期工作	256
阅读导航	221	11.2.2 设备安装	256
第 10 章 电视发射机	222	11.2.3 单频网常见故障	259
10.1 KFD-III型全固态电视发射机	222	11.3 CMMB 发射机	260
10.1.1 电视激励器	223	11.3.1 MMB-1000-I 型发射机	260
10.1.2 发射机功放	224	11.3.2 DMT-S1K 发射机	266
10.1.3 监控单元	225	11.3.3 TDU3730FCM 发射机	268
10.1.4 电源系统	225	11.4 CMMB 发射机房建设与维护	269
10.1.5 多重保护系统	226	11.4.1 机房建设	269
10.1.6 监控软件	226	11.4.2 机房管理和维护	271
10.2 GME1D13C 型 1kW 数字电视发射机	226	11.5 CMMB 发射系统维护	272
10.2.1 激励器	227	11.5.1 天馈系统维护	272
10.2.2 功放单元	242	11.5.2 发射机维护	272
10.2.3 主控单元	244	11.6 CMMB 平台技术故障处理实例	274
10.2.4 电控及配电单元	248	思考与练习	278
10.2.5 开关电源	250	阅读导航	278
10.2.6 无源部件	250	附录 1 TS-01B	279
10.2.7 冷却系统	252	附录 2 TS-03C	280
思考与练习	253	附录 3 地面电视频道表	283
阅读导航	253	附录 4 2012 年全国广播电视（发射系统）技术能手竞赛复习大纲	285
第 11 章 CMMB 发射技术	254	参考文献	288
11.1 CMMB 基础技术	254		

本章学习提要

- (1) 声音广播：调幅广播、中波广播、短波广播和调频广播。
- (2) 电视广播：地面模拟电视广播和地面数字电视广播。
- (3) 广播电视发射台：中短波广播发射台和电视调频发射台。
- (4) 广播电视发射技术的发展方向：一大（大功率）、三高（高效率、高质量、高稳定性）和三化（固态化、数字化、自动化）。

引言

广播电视发射技术是指声音广播和电视广播的发射技术。

“广播电视”分为“无线”和“有线”两种。无线广播电视的传输线路分为卫星和地面两种方式，本书主要介绍地面广播电视发射技术与应用。

通过本章学习，使学生掌握声音广播、电视广播和广播电视发射台的定义，理解广播电视发射技术的发展方向，了解我国地面广播电视发射技术。

现代广播电视是一种大众传播媒介，利用广播电视地面传输系统、广播电视卫星传输系统和广播电视有线传输系统，提供声音、图像和数据的广播服务或交互式服务，具有形象性、及时性、广泛性及交互性的特点，是其他传播媒介所无法比拟的。

“广播”有两种含义，一是泛指通过无线电波或有线系统向广大听众和观众传递节目的过程，如声音广播、电视广播、数据广播等；二是特指声音广播，如日常生活中人们习惯的说法“听广播”。广播电视发射技术是指声音广播和电视广播的发射技术。

在本书中，广播专指声音广播、电视专指电视广播。

“广播电视”分为“无线”和“有线”两种。无线广播电视是利用无线电波传送节目的方式，具有覆盖面广、传输时效性强、收看收听方便的显著特点。有线广播电视是利用电缆或光缆传送节目的方式，属于区域性传播，收看收听范围比无线广播电视小，但抗干扰能力强，可构成双向传输系统，进行其他信息传递。

本书主要介绍无线广播电视发射技术与应用。

无线广播电视是无线电通信专业领域的一个分支，由无线电话派生出来，与通信的区别：不是点对点，而是点对面的信息传递方式，是一种面向大众的、采用无线方式的、单向的信息传输工具，占用频带更宽，发送功率更大，能抗噪声和干扰。

无线广播电视的传输线路分为卫星和地面两种方式，本书主要介绍地面广播电视发射技

术与应用。

在我国,地面广播电视电波可使用的频段有中频、高频、甚高频、特高频。

声音广播使用中频(MF)和 高频(HF),又称为中波和短波,电视广播使用甚高频(VHF)和超高频(UHF),又称为米波和分米波。各波段频率范围为:MF-526.5~1 606.5kHz; HF-2.3~26.1MHz (共分 14 小段); VHF-48.5~92MHz (1~5 频道)、87~108MHz (调频广播)、167~223MHz (6~12 频道); UHF-470~958MHz (13~68 频道)。

我国《“十二五”广播影视科技发展规划》明确提出要推进我国声音广播的数字化,建立适合我国国情、具有自主知识产权的数字音频广播体系,为此展开了中国数字音频广播系统 CDR 的研发和试验,并率先在调频频段取得成果,北京、广东相继启动了 CDR 数字音频广播示范网建设和运行。2013 年 3 月,国家新闻出版广电总局科技司负责人表示,我国将启动全国范围 CDR 数字音频广播网的建设,采取“三步走”策略,计划到 2016 年实现 CDR 数字音频广播覆盖全国地级以上城市的目标。2013 年 8 月中旬,《调频频段数字音频广播第 1 部分:数字广播信道帧结构、信道编码和调制》作为行业标准正式发布。

我国《地面数字电视广播覆盖网发展规划》提出的发展目标是:到 2020 年,全国地面数字电视广播覆盖网基本建成,地面数字电视综合覆盖率基本达到现有模拟电视覆盖水平,地面数字电视接收机基本普及,地面模拟电视信号停止播出,地面电视实现由模拟到数字的战略转型。具体来说,分三步推动:第一步,2013~2015 年,争取在全国县级(含)以上城镇以高清、标清方式播出地面数字电视,并逐步开始优化省会城市以及地市和县的覆盖网络。第二步,到 2018 年年底,全国地级(含)以上城市地面电视完成向数字化过渡。第三步,到 2020 年年底,全面完善地面数字电视广播覆盖网,全面关闭地面模拟电视信号,完成地面电视向数字化过渡。

1.1 声音广播

声音广播首先对声音进行声电转换,再经过声音处理与合成、声音录放等过程以地面、卫星和有线广播方式传送给听众接收。

地面模拟声音广播按其调制方式可分为调幅广播和调频广播,按其使用的波长可分为长波广播、中波广播和短波广播。所谓调幅广播就是用无线电波幅度的变化来模拟声音的大小,所谓调频广播就是用无线电波频率的变化来模拟声音的大小。调幅广播的优点是覆盖面较大、比较经济;缺点是有杂音、有干扰、有失真。调频广播的优点是声音特别清晰、极少有干扰、保真度很高;缺点是覆盖范围较小,不如调幅广播那样广阔。

地面模拟声音广播方式是将音频信号传送到广播发射机,通过调幅或调频方式将音频信号承载在载波信号上,放大后经馈线送到天线发射无线电波。

地面数字音频广播是将传送的模拟声音信号经过脉冲编码调制(PCM)转换成二进制数代表的数字信号,然后进行处理、压缩、传输、调制、放大、发射,以数字技术为手段,传送高质量的声音节目。

从历史上看,有线广播先于无线广播问世。1893 年,匈牙利人西奥多普斯卡把布达佩斯的 700 多条电话线连接起来,用于传播新闻,这就是有线广播的雏形。1906 年,美国科学家费森堡在实验室用无线电波进行了首次广播,他播送的一些圣经、朗诵节目被行驶在大西洋

上的轮船报务员接收到，这是广播的第一次发射成功，标志着人类利用无线电传送声音信息的开始。随后，广播在美国高速发展，1909年，美国科学家查尔斯成功地传播了现场文艺演出；1916年，德弗雷斯特在纽约的实验电台广播了总统竞选的得票数字，这被称为美国第一次新闻广播；同年，美国马可尼公司的无线电报员提出了制作收音机的设想，这一设想后来被美国无线电公司实现，研制出了无线广播的收听设备——收音机。从此，广播的发展进入了一个新的纪元。

1.1.1 中波广播

中波广播是一种以地面波的绕射传输为主、电离层的反射波传输为辅的传播方式。发射机的功率越大，直接传输距离就越远。在中波频段的信号传输中，多径干扰的影响较弱，所以中波广播信号比较稳定，而且调幅波的解调方法简便，接收机的成本低，便于普及和使用。

最早用于广播的频段是中波频段，1920年11月，世界上第一家中波广播电台在美国匹兹堡成立。中波广播的诞生，使广播成为继报纸之后的第二媒体。它以覆盖面广、接收简便、时效性强、内容生动等优点成为大众获取新闻和各种信息的重要媒体，同时成为大众欣赏音乐和其他文艺节目的主要方式。1923年，一个美国人在上海建立了我国第一家中波广播电台，1940年12月30日是中国广播发展史上值得纪念的日子，这一天革命圣地延安发出了响亮的声音——“延安新华广播电台现在开始播音”，这声音庄严宣告了中国人民广播事业的诞生。1949年10月1日中华人民共和国成立后，在党和国家的重视和关怀下，我国中波广播得到迅速发展。

按国际频段划分，用来向空中发射信号的载波频率，凡在中波频段范围内的声音广播称为中波广播（AM）。我国中波广播频段的频率范围为526.5~1606.5kHz（波长570~187m），采用调幅方式。中波广播频段的特点是电波沿地面传播（简称地波），可覆盖几十到上百公里的范围，在夜间，电波还可以通过天空电离层反射传播（简称天波），可覆盖到几百公里，如图1-1所示。

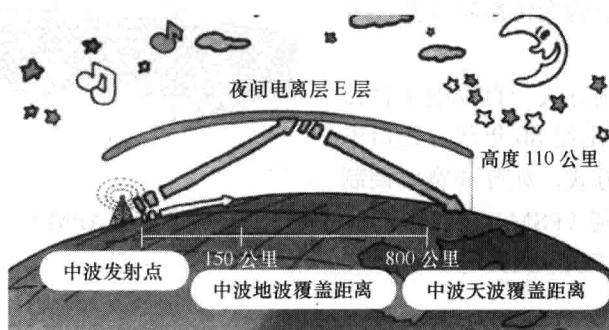


图 1-1 中波广播示意图

20世纪，中波广播发射机经历了突飞猛进的发展：电子放大器件从真空电子管到晶体管、功率场效应管；电路结构从分立元件到模块、大规模集成电路；控制检测从继电器到逻辑电路、时序控制；已经实现计算机实时控制、远程监测和计算机管理。

20世纪20年代出现的电子管发射机经历了栅极调制、帘栅极调制、板极调制等技术的发展过程；70年代出现的使用功率场效应管的脉宽调制发射机提高了各项技术指标；80年代

中期出现的数字调制发射机改变了音频系统和调制方式，将模拟调制变为数字调制，提高了整机效率、电声指标、稳定性和可靠性。但从本质上讲，各种真空电子管发射机的工作方式仍属于模拟调制，存在着难以克服的各种线性和非线性失真、自激振荡、电子管寿命短、整机效率低、运行成本高等缺点。

目前，中波发射机的发射功率为几十千瓦到上千千瓦，用中波收音机可直接接收。中波广播主要用于国内广播，如覆盖一个城市或一个地区，也可用于对邻国的国际广播，如从边境地区发射对周边国家覆盖。

全固态中波广播发射机的应用，不仅大大提高了模拟音频广播的质量，也为今后推广数字音频广播提供了较坚实的硬件基础。

1.1.2 短波广播

随着技术的进步和发展国际广播的需要，1928 年世界上出现了短波广播电台。第二次世界大战的战时广播加速了短波广播的发展。20 世纪 50 年代后，短波广播因传输距离远更成为美国等国在政治上展开“电波战”的领域。我国于 1939 年 2 月在重庆建立了短波广播电台。1948 年秋，中国共产党在根据地河北省石家庄天户村建成对外短波广播电台并播出。中华人民共和国成立后，我国大力加强短波广播建设。

按国际频段划分，用来向空中发射信号的载波频率，凡在短波频段范围内的声音广播称为短波广播。我国短波广播频段的频率范围为 2.3~26.1MHz（波长 130~11.5m），采用调幅方式。短波广播频段的电波传播与空间电离层有密切关系。通过电波反射，可覆盖距发射机几百到几千公里的范围，如图 1-2 所示。

目前，短波发射机的发射功率为几百千瓦到几千千瓦，用短波收音机可直接接收。在我国，短波广播主要用于国际广播，同时用于向国内边远地区传送广播节目。短波广播受白天、黑夜电离层的变化影响较大，可靠性和稳定性较差。

中短波广播的调制方式一直以电子管乙类板调为主，到了 20 世纪 80 年代，先后出现了几种先进的调制方式，如脉冲宽度调制（PDM）、脉冲阶梯调制（PSM）、数字调制（DM）、幅相调制（APM）、数字直接驱动（3D）、数字串行自适应调制（DSAM）等。

1.1.3 调频广播

20 世纪 40 年代，人们开始进行调频广播试验。由于调频广播抗干扰能力强、噪声小、音质优于中、短波广播，因此在 50 年代后得到迅速发展，60 年代，美国、日本、前苏联等国又纷纷开办了立体声调频广播。我国于 1964 年进行调频广播试验，60~70 年代在很多高山上建立了调频发射台，用来传送中央人民广播电台的广播节目。70 年代中期，我国开办了立体声调频广播。1983 年后，我国开始大力发展调频广播，供大众直接收听，从此调频广播收音机和中波广播收音机成为大众收听广播的主要工具。为满足人们在高速移动的情况下收

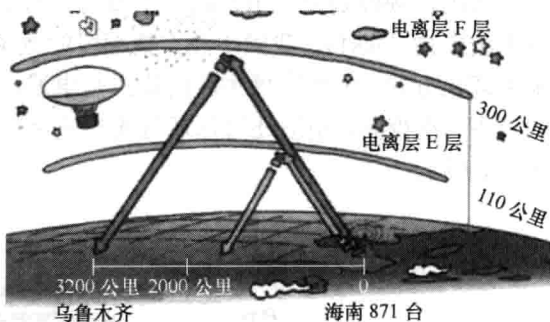


图 1-2 短波广播示意图

听好广播的需要, 90 年代中期, 意大利、法国和美国在高速公路上开办了调频同步广播。2001 年, 我国在一些省市高速公路上也陆续开办了调频同步广播。

我国调频广播的频率范围为 $87\sim 108\text{MHz}$ (波长 $3.4\sim 2.8\text{m}$), 属于空间波传播。由于传播距离只能在可视距离内, 在平地上天线为 70m 高的一座地面调频发射台的传播距离通常为几十公里, 如图 1-3 所示。

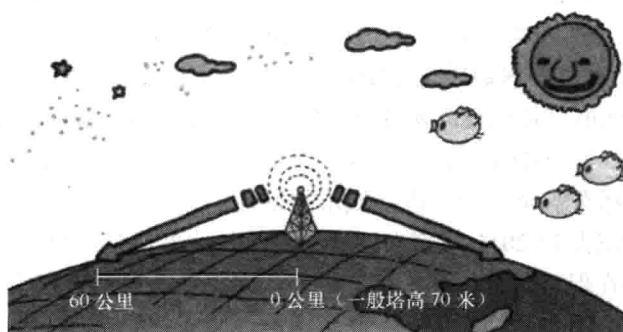


图 1-3 调频广播示意图

为避免干扰, 邻近的发射台要用不同的频率。目前, 调频发射机的发射功率为几十瓦到几千瓦, 用调频收音机可直接接收。

调频广播发射机也经历了电子管、全固态的发展过程, 调频广播正在向立体声、多功能附加信道发展, 节目内容越来越丰富, 对发射机的性能要求也越来越高。

一般来说, 普通的收音机可以具备接收不同波段广播的功能。

随着数字压缩编码技术和数字信道编码调制技术在广播领域的应用, 无线广播正在从模拟体制向数字体制转变。

音频广播数字化从 20 世纪 70 年代就已经开始, 从欧洲的 DAB (数字音频广播), 到美国的 AM/FM 频段的数字广播形式 IBOC (频带内邻频道) /IBAC (频带内邻频道), 到 DRM (30MHz 以下的中、短波数字广播), 再到卫星数字声音广播, 音频广播数字化突飞猛进。1995 年秋, DAB 首先在欧洲得到应用, 现在已成为能够提供包括声音、视频、文字、图片等多种业务在内的数字移动多媒体广播, 可供手机、数码相机、PDA (个人数字助理)、笔记本电脑等多种便携终端直接收听收看。1998 年年底, DRM 国际组织在中国成立, DRM 标准已经成为全球中、短波调幅广播的数字广播标准。DRM 保留了模拟调幅广播服务范围大的优点, 并且固定、便携, 移动接收时都有较好的质量, 如图 1-4 所示。

在保持与模拟调幅广播相同带宽 (9kHz 或 10kHz) 的情况下, 接收的声音节目质量可接近调频广播的质量, 同时还可以传送文字信息等数据业务。DRM 的带宽可扩展为 18kHz 或 20kHz , 可提供调频立体声广播的

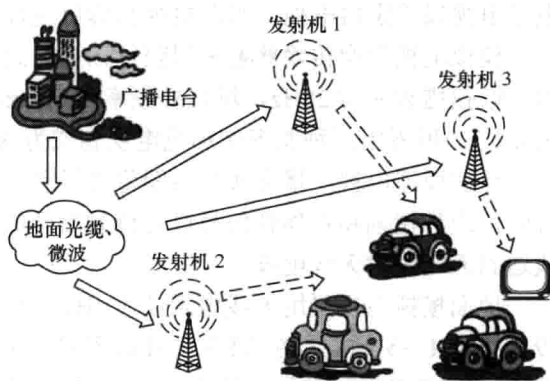


图 1-4 声音广播数字化示意图

节目质量,也可以传送多套音频节目和数据业务。DRM 系统在不进行重新规划频率的情况下,可以实现现有中、短波调幅广播从模拟到数字的平稳过渡。采用 DRM 技术,只需在原有的模拟中、短波发射机中增加数字调制器和修改部分电路,便能实现 DRM 广播,这一优点对于我国由模拟广播向数字广播过渡具有重大意义。

2013 年,我国将启动全国范围 CDR(中国自主研发的数字音频广播技术)数字音频广播网的建设,采取“三步走”策略,计划到 2016 年实现 CDR 数字音频广播覆盖全国地级以上城市的目标。“三步走”策略:第一步,2013-2014 年,编制数字音频广播传输覆盖网总体方案,在北京等 15 个城市开展规模化试验;第二步,2014-2015 年,进一步扩大试验范围,在省会城市、计划单列市以及部分高速铁路、公路的沿线共 50 个城市,建设数字音频广播传输发射系统;第三步,2015-2016 年,在 300 个地级以上城市建设数字音频广播传输发射系统,实现数字音频广播覆盖全国地级以上城市的目标。

联合国教科文组织大会 2011 年宣布,决定将 2 月 13 日定为世界广播日(World Radio Day),以此彰显广播在促进教育、言论自由与公众辩论以及自然灾害中传播重大信息等方面所具有的载体功能。2 月 13 日是 1946 年联合国电台成立的纪念日。设在纽约联合国总部的联合国电台隶属于联合国新闻部,他们本着新闻工作的基本原则,客观、如实、公正地报道与联合国相关的事件。除汉语普通话外,联合国电台每天还以阿拉伯、英、法、俄、西班牙、葡萄牙、斯瓦西里等语言向全世界广播。

2012 年 2 月 13 日是第一个世界广播日。

1.2 电视广播

电视广播首先对景物进行光电转换,再经过处理以地面、卫星和有线广播方式传送给观众接收。

电视最早可追溯到 19 世纪末开始的机械电视。

电视不是哪一个人的发明创造,它是处于不同时期、不同国家的人们共同研究的成果。

早在 19 世纪,人们就开始讨论和探索将图像转变成电信号的方法。

1900 年,开始出现“电视”一词。

电视的发展经历了 4 个阶段:机械电视、电子电视、彩色电视、数字电视。机械电视和电子电视属于黑白电视,黑白电视和彩色电视属于模拟电视。

模拟电视图像传输普遍采用隔行扫描方式,把一帧图像分成两场传输。我国电视采用 PAL 制,帧扫描频率为 25Hz,场扫描频率为 50Hz,行扫描频率为 15 625Hz,扫描光栅的宽高比为 4:3。世界上三种兼容制彩色电视制式为 NTSC、PAL、SECAM。

地面模拟电视广播方式是将图像信号和伴音信号传送到电视发射机,通过将图像信号进行残留边带调幅和将伴音信号进行调频后合成一个电视频道承载在载波信号上,放大后经馈线送到天线发射无线电波。

地面模拟电视采用无线电米波(VHF)和分米波(UHF)波段传送节目,在 VHF 的 I 波段安排了 1~5 频道,在 VHF 的 II 波段安排了调频广播,其频率与 5 频道有交叉,不能同时使用,在 VHF 的 III 波段安排了 6~12 频道,在 UHF 波段安排了 13~68 频道,每个频道占用 8MHz 带宽,各频道参数见附录 3。在模拟电视技术条件下,一个频道只能传送一套电视节

目。一座地面电视发射台的传播距离与调频广播类似,可覆盖几十公里的范围。目前,电视发射机的发射功率为几百瓦到几十千瓦,可用电视机直接接收。我国在20世纪70~80年代主要靠地面无线电视进行覆盖。

与声音广播不同,电视广播需要同时播出图像和伴音,因此采用了双载波方式,两者相差6.5MHz。由于模拟信号易受空中电波干扰以及因建筑物反射产生重影,接收质量会受到很大影响。

数字电视是继黑白电视、彩色电视之后的第三代电视,是将模拟图像信号和伴音信号转变为数字信号并进行数字处理、存储、控制、传输和显示的系统。

世界各国都非常重视发展地面数字电视,主要有以下原因:第一,地面数字电视属于公共服务,为大众谋利益;第二,频率资源为社会公共所有,是由政府管理和控制的不可再生的资源;第三,数字电视发展将对电子、信息制造产业产生巨大的影响。

目前,国际上已经形成了4种不同的地面数字电视标准:美国标准ATSC、欧洲标准DVB、日本标准ISDB、中国标准DTMB。

我国标准全称为《数字电视地面多媒体广播》,标准号为GB20600-2006(数字电视地面广播传输系统帧结构、信道编码和调制),于2006年8月18日颁布,从2007年8月1日起正式实施,2011年12月,国际电信联盟在修订地面数字电视国际标准时,将我国的数字电视地面多媒体广播系统DTMB标准纳入其中,DTMB标准也正式成为继美、欧、日之后的第四个数字电视国际标准。

世界上许多国家都在开展地面数字电视传输,我国的地面数字电视也在推广中,将于2020年停止地面模拟电视传输。

地面数字电视广播不仅克服了模拟电视易受干扰、图像质量差、有重影的缺点,还可以在一个频道内传送多达8套电视节目,传输容量大大增加。同时,由于可以实现两个相邻的频率在同一地点发射,极大地提高了频谱利用率。地面数字电视广播带来的更大变化是,可以在移动状态下稳定接收到高质量电视节目,实现了车载电视、便携手持电视。

由于地面数字电视广播可以在一个频道内传送多套节目,在发射机前增加了节目打包复用环节,与模拟发射一个频道一个节目主体有很大区别,形成了发射主体,称为集成发射平台,集成发射不同节目主体。由于一个地区可以有多个发射主体,如果都加密播出,会因各自不同的加密方式给接收带来不便。另外,由于地面无线频谱资源是公共的,地面电视广播是政府提供公共服务的主要手段,因此,世界各国的一般做法是不加密发射数字电视。

1996年,第51届联大通过第51/205号决议,宣布11月21日为世界电视日,纪念联合国在1996年的这一天召开第一次世界电视论坛。请所有会员国鼓励全球交换电视节目来纪念世界电视日,除其他外,这些节目应把重点放在例如和平、安全、经济和社会发展以及加强文化交流等问题上。

2012年11月21日是第16个世界电视日。

1.3 广播电视发射台

广播电视发射台是指将广播电视信号调制到高频载波上,经过天线以电磁波形式发射出去的技术场所。广播电视发射台的任务是利用广播电视发射机完成广播电视信号发射,发射

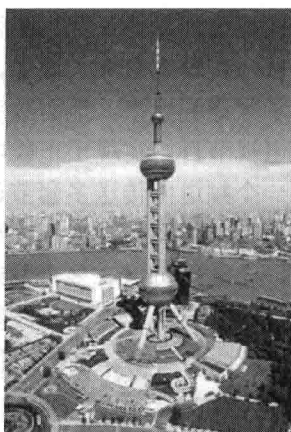
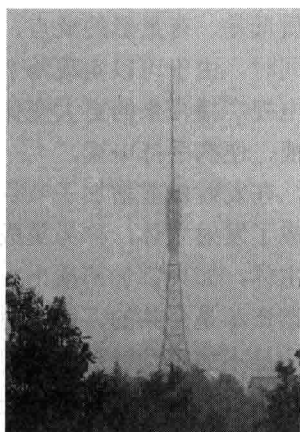
机通过天线发射无线电波, 供地面听众观众收听收视。

广播电视发射台按功能分为直播台和转播台两种。将播控中心的广播电视节目用电缆或微波直接送到发射台播出, 这样的发射台称为直播台; 将播控中心的广播电视节目通过卫星、微波干线、中短波传输到发射台播出, 这样的发射台称为转播台。直播台在播控中心所在的城市郊区, 转播台不在播控中心所在的城市, 有些转播台建在边疆地区。

广播电视发射台按频率分为中、短波广播发射台和电视、调频广播发射台两大类。由于两类发射台的电磁波频率不同, 因此其设置地点的选择也不同。中波广播发射台一般设在视野开阔平坦的地方, 电视和调频广播发射台一般设在城市周围最高的山顶上, 大城市一般在城市中心建立电视塔, 如图 1-5 所示。



(a) 中波广播发射台



(b) 电视调频发射台

图 1-5 广播电视发射台示意图

发射台的设备包括接收机、发射机、天线、电源、监视(听)设备、测量仪器等, 如图 1-6 所示。

接收机用于接收由播控中心传送来的微波或光波信号, 并还原成基带信号。

发射机用于将基带信号调制到高频载波上。

天线用于将高频载波以电磁波形式发送到空中。

假负载又称假天线, 供维护维修用。当发射机需要调整和功率计需要校正时, 假负载为

发射机提供一个标准的负载电阻,并能承受发射机输出的全部功率。

自动控制装置将被传送的信号切换到发射机的输入端,对发射机进行开、关机等操作。

配电设备用于为机房提供照明,为机器提供电能。为了不间断地向各种设备供电,防止因断电造成停播,发射台一般有两路电源,一主一备,还有 UPS 和发电机。

监视(听)设备用于监督接收和发射效果,对发射机主要工作状态和播出质量进行监测。

测量仪器用于检查设备技术性能、测量发射机技术指标。

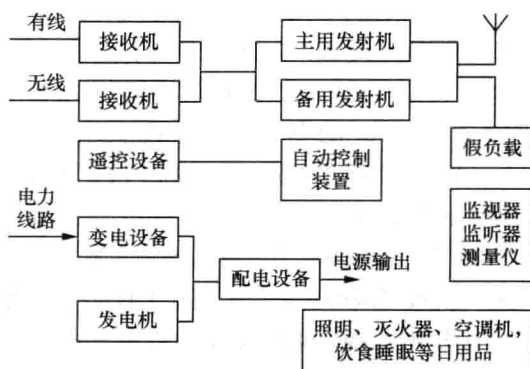


图 1-6 发射台设备示意图

1.3.1 中短波广播发射台

中短波广播发射台的主要设备是广播发射机和天馈线系统,天馈线系统包括接收和发射两部分。节目传送机房包括卫星地面接收站、微波机房、收转机房和光缆电缆信号解调机房。电源系统包括变电站和配电间(主备两套),冷却系统包括强制风冷、水冷系统和蒸发冷却系统,还有监测监听设备,如图 1-7 所示。

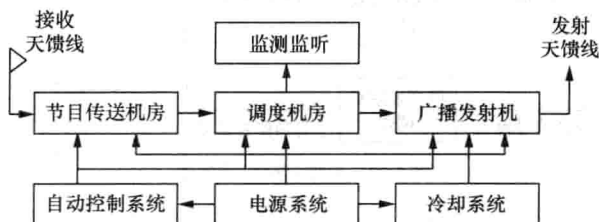


图 1-7 中短波广播发射台示意图

发射机工作时,电子管或晶体管散发的热量和一些大型射频元件散发的热量,需要用强制冷却的方式排出。电子管或晶体管在发射机中是一种能量转换器,在能量转换过程中,输入能量除大部分转换成输出能量外,剩余部分作为损耗以热的形式释放,因此,要求电子管或晶体管在正常运行中必须保持一定程度的热平衡,保持热平衡的方式称为冷却方式。

冷却系统包括电子管或晶体管的冷却系统和机箱的通风系统。

冷却系统的任务:将电子管或晶体管和机箱内产生的热量排出机外,使机器内各元器件能稳定可靠地工作,不因过热引起元器件损坏、性能变化或寿命缩短。

中短波广播发射机有以下几种分类方式。

(1) 按工作波长分。分为中波发射机和短波发射机。

(2) 按功率等级分。大功率发射机是指单机输出功率在 50kW 以上的发射机。目前,我国使用的大功率发射机有 50kW、100kW、150kW、200kW、250kW、500kW 等。中小功率发射机是指单机输出功率在 50kW 以下的发射机。目前运行的中小功率发射机有 15kW、10kW、7.5kW、1kW 等。

(3) 按调制方式分。调幅方式有栅极调幅、帘栅极调幅、板极调幅、自动板极调幅,其中板极调幅应用最广。由于音频加工方式不同,板极调幅又可分为乙类板极调幅(AM)、脉冲宽度调制(PDM)、脉冲阶梯调制(PSM)、单边带调制(SSB)、数字调制(DM)、幅相调制(APM)、3D等。在串馈脉宽调制发射机中,还可以实现浮动载波控制(DCC)。

(4) 按广播方式分。为提高中波广播覆盖率,可以采用同步广播方式。所谓同步广播,就是用两台或两台以上的发射机,使用同一频率,播出同一节目,进行同步播音的广播方式。采用同步广播可以减少每套节目占用的频率数,减轻了中波频率的拥挤。此外,还可以提高由于中长波绕射和天线造成的各种频率相互干扰的抵抗能力。同步广播制式分为相位同步制和频率同步制。

中短波广播发射机测试项目中三大电声指标:非线性失真、频率响应和噪声电平。其他技术指标:频率稳定度、调幅度、载波跌落、输出功率、整机效率、载波频率容差、杂散辐射和可靠性与过载能力等。

1.3.2 电视调频发射台

电视调频发射台的基本结构与中短波广播发射台类似,只是发射机分别为电视发射机和调频广播发射机。

电视发射机主要用于同时传送电视图像信号和与图像相关的声音信号,一般由图像发射机(发射图像信号)和伴音发射机(发射伴音信号)组成,如图1-8所示。

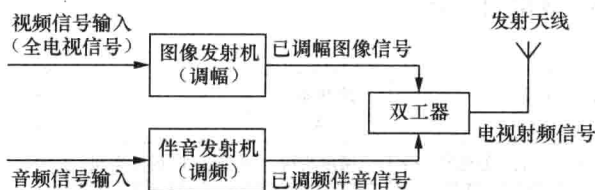


图 1-8 电视发射机示意图

从电视中心来的图像信号和伴音信号分别送到两部发射机中,进行图像和伴音调制放大,然后经过双工器共用一副发射天线将已调制的高频电视信号发射出去。双工器的作用是保证两部发射机能共用一副发射天线,而互不干扰。即图像发射机的信号不进入伴音发射机,伴音发射机的信号也不进入图像发射机,此外,发射机还包括各种测试设备,可以随时监视与检测整个发射系统的工作状态。

在电视发射机中,通常将射频功率放大器之前所有对信号进行处理的单元合在一起统称为激励器,也可以简单地说电视发射机由激励器和射频功率放大器组成。电视发射机还有控制电路、电源部分、冷却系统。控制电路主要对电视发射机的开关机、加电程序、过压过流过温、反射功率过大等进行控制和保护,以保证电视发射机正常工作;电源部分主要提供电源电压变换,为各种电路提供所需电压,有些电视发射机还带有防止雷电入侵的功能;冷却系统用于电视发射机激励器及射频功率放大器的散热。

根据电视发射机不同的特点,一般有以下几种分类方式。

(1) 按照功率等级分。根据《电视发射机技术要求和测量方法》(GY/T 177-2001),电视发射机的功率等级分为:①功率 $\geq 1\text{kW}$,属大功率电视发射机;② $30\text{W} \leq \text{功率} < 1\text{kW}$,属中功率电视发射机;③功率 $< 30\text{W}$,属小功率电视发射机。