

中、短波 调幅广播发射实用教程

应毓海 袁长斌◇主编

ZHONG DUAN BO TIAOFU GUANGBO FASHE SHIYONG JIAOCHENG

ZHONG DUAN

TIAOFU GUANGBO FASHE SHIYONG JIAOCHENG



合肥工业大学出版社
HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

TN93

7

中、短波调幅广播发射实用教程

主 编 应毓海 袁长斌

副主编 杨吉超 韩大国

合肥工业大学出版社

内 容 提 要

本书全面介绍调幅广播发射系统,调幅广播目前的主要方式有中波广播发射和短波广播发射,根据调幅广播发射信号的流程,调幅广播系统主要有以下一些常用子系统组成,广播发射机系统,天馈线系统,多频共塔系统,发射机播控系统和播出监测系统及电源供电,包括使用维护和常见故障的检修过程。大功率中、短波发射机作为单独一章,这些设备一般都是为进口,与国内的常用技术有所不同。中短波同步广播技术,已达到世界领先水平,本书作系统介绍,并给出实例讲解。

本书的读者对象为培训广播技术专业技能学生的教材,从事调幅技术的教学研究人员;从事调幅广播发射的值班和维护的技术人员,从事调幅广播设备生产和研究的单位;从事调幅广播技术的行业管理人员等的参考材料。

图书在版编目(CIP)数据

中、短波调幅广播发射实用教程/应毓海,袁长斌主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2013.7
ISBN 978-7-5650-1544-1

I. ①中… II. ①应…②袁… III. ①中波广播—调幅广播—广播发射机—教材②短波广播—调幅广播—广播发射机—教材 IV. ①TN389

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 237657 号

中、短波调幅广播发射实用教程

应毓海 袁长斌 主编

责任编辑 朱移山 王路生

出 版 合肥工业大学出版社
地 址 合肥市屯溪路 193 号
邮 编 230009
电 话 总 编 室:0551—62903038
市场营销部:0551—62903198
网 址 www.hfutpress.com.cn
E-mail hfutpress@163.com

版 次 2013 年 7 月第 1 版
印 次 2014 年 1 月第 1 次印刷
开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16
印 张 15.5
字 数 354 千字
印 刷 合肥星光印务有限责任公司
发 行 全国新华书店

ISBN 978-7-5650-1544-1

定价: 35.00 元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社市场营销部联系调换。

序

中、短波广播历史悠久,覆盖范围广,易于接收。应当相信,无论过去还是将来,中、短波广播都将是信息传递的主要渠道,它将继续发挥着不可替代的作用。时代在发展,技术在进步,中、短波广播技术也日新月异。从最初的电子管板调机到脉宽调制(PDM)、脉阶调制(PSM)、数字调制(DM),再到幅相调制(APM)以及数字直接驱动发射机,广播电视发射技术飞速发展已跃过不同的发展时代。

在中、短波广播发射领域内,一本系统介绍中短波广播发射的书籍屈指可数,与行业发展的现状难以相适应。为此这本教程集中了中、短波发射方面的专家和一线技术人员,历时近两年,数易其稿。该教程比较全面系统地介绍了中、短波广播的发射知识,既具有一定的基础理论,又有大量的实际内容,理论和实践结合得较为紧密,避免了通常教程的脱节现象。特别是一些实用技术,很难在一般的书稿中出现,但实际工作确实需要,使得读者对中、短波广播发射业务能得到较为便捷的查阅和掌握。这是一本值得从事中短波发射的技术人员阅读的好教程,也是大专院校学生、教师和相关技术人员很好的参考、实用教材。

安徽广播电视传输发射台台长 杨吉超

2013-6-25

前 言

调幅广播是我国音频信息的主要传输手段之一,在社会经济高速发展的今天,广播以其独特的方式而不被代替,并随着数字技术的发展,调幅数字技术展现其独特的魅力,因此调幅广播的技术仍然要不断的发展。

本书全面系统介绍调幅广播技术,特别是固态化功率放大技术的应用,完整介绍同步广播和调幅广播发射系统的技术知识。考虑到系统理论介绍的书籍较多,本书尽量避开理论,着重介绍实际系统知识,深入浅出、通俗易懂、图文并茂。同时各位作者从本身实际工作出发,将自己多年工作中积累的丰富的操作、维护和故障处理过程总结成经验,介绍出来供读者参考。本书由袁长斌编写第三章和第四章,安徽汇鑫电子有限公司的季新雷参编第二章和第十章,新闻出版广电总局无线局的刘林和李义广编写第五章,戚少凌、杜波参编第六章,其他章节由应毓海编写,最后全书由杨吉超、韩大国主审。由于水平有限,本书错误与不当之处在所难免,恳请指正。

编 者

2013年6月

目 录

序	(1)
前 言	(1)
第一章 概 论	(1)
第一节 中波无线电广播	(1)
第二节 调幅广播发射系统的类型、组成和特点	(4)
第三节 调幅广播的发展趋势和 DRM 广播	(7)
第二章 信号源前端及播控	(8)
第一节 信号源的种类	(8)
第二节 信号源的接收与播出切换	(19)
第三节 音频处理技术	(21)
第四节 发射机房监控系统	(24)
第三章 脉宽调制(PDMTS-03S)中波发射机原理与使用	(33)
第一节 概述	(33)
第二节 高频激励器	(38)
第三节 中间放大器	(39)
第四节 调制推动器	(42)
第五节 调制/功放	(48)
第六节 末级输出网络	(50)
第七节 控制监测器	(51)
第八节 电源控制系统和交流配电器装置	(59)
第四章 10kW DAM(DX)发射机工作原理	(62)
第一节 射频系统	(62)
第二节 数字音频系统	(72)

第三节 监测控制系统	(81)
第四节 电源供电系统	(91)
第五章 大功率中、短波广播发射机	(94)
第一节 大功率中波发射机原理	(94)
第二节 大功率短波发射机原理	(113)
第六章 中、短波天线馈线系统	(138)
第一节 电波传播概论	(139)
第二节 天线主要电参数	(149)
第三节 中波天线	(152)
第四节 短波天线	(163)
第五节 馈线	(174)
第六节 天线匹配	(184)
第七节 天线防雷措施	(189)
第八节 调配室的设计	(191)
第九节 天线工程运用实例	(192)
第十节 天馈线系统日常维护	(196)
第七章 中波同步广播	(200)
第一节 中波同步广播及设备	(200)
第二节 中波同步广播技术	(204)
第八章 变配电与安全	(212)
第一节 电力系统概述	(212)
第二节 台站变电与配电	(213)
第三节 电力防雷与保护	(214)
第四节 安全用电	(217)
第九章 发射机的指标、测量和维护	(221)
第一节 调幅发射机的技术指标要求	(221)
第二节 发射机技术指标的测量与测量方法	(223)
第三节 发射机的维护和运行	(238)
参考文献	(241)

第一章 概 论

本章内容提要

- 中波无线电广播的基础知识。
- 短波无线电广播知识。
- 调幅广播的基本原理。
- 调幅广播发射系统的类型、组成与特点。
- 中短波广播的发展趋势和 DRM 广播。

第一节 中波无线电广播

一、中波广播

中波段的频率范围是 $300 \sim 3000 \text{ kHz}$, 对应的波长是 $1000 \sim 100 \text{ m}$ 。中波广播发射机的频率范围为 $526.5 \sim 1605.5 \text{ kHz}$, 波长为 $570 \sim 187 \text{ m}$ 。中波广播的最小载波频率间隔规定为 9 kHz 。因此, 调制音频带宽应为 $\pm 4.5 \text{ kHz}$, 所以中波频段的实际带宽为 $526.5 \sim 1605.5 \text{ kHz}$ 。载波是传输音频信号的载体。以波长在中波广播频段范围的电磁波作为载波, 运用调幅方式将需要传输的声音信号调制在载波上, 经过发射天线, 载波能够将声音信号有效地发射出去。这种形式的声音广播称为中波广播。

二、同步广播

为了充分利用频率资源和提高广播覆盖率, 我国中波、调频广播已普遍采用同步广播的方式。所谓同步广播, 就是用两台或两台以上发射机使用同一载频, 并使用同一节目源, 进行同步播音的广播方式。在我国, 同步广播有使用三个频率交叉覆盖、服务区不搭界和使用一个频率、服务区搭界的单频覆盖两种方式。

三、短波广播

在无线电频谱中用于短波广播的一段称为短波广播频段, 国际上称为第七频段。短波

广播的频段和具体划分如表 1-1 所示。

表 1-1 短波广播频段划分

短波广播频段(kHz)	说明	短波广播频段(kHz)	说明
2300~2495	热带频段,共用	9500~9900	专用频段
3200~3400	热带频段,共用	11650~12050	专用频段
3900~4000	共用频段	13600~13800	专用频段
4750~4995	热带频段,共用	15100~15600	专用频段
5005~5060	热带频段,共用	17550~17900	专用频段
5950~6200	专用频段	21450~21850	专用频段
7100~7300	专用频段	25670~26100	专用频段

短波广播分为单边带广播和双边带广播,带宽分别为 5kHz 和 10kHz。短波广播的标称载频应为 5kHz 的整数倍。传输的音频带宽为 4.5kHz。

四、调幅的基本原理

1. 调幅和调幅度

调幅:用调制信号(音频信号或视频信号)去控制改变高频载波信号的振幅,从而使高频载波的振幅随调制信号的变化而变化,即为调幅(AM)。设一高频载波电流 $i_c = I_c \cos(\omega_c t + \varphi)$ 的振幅被一单频信号 $i_a = I_a \cos \Omega t$ 所调制,其调幅波电流的表达式为:

$$\begin{aligned}
 i_{AM}(t) &= (I_c + I_a \cos \Omega t) \cos(\omega_c t + \varphi) \\
 &= I_c \left(1 + \frac{I_a}{I_c} \cos \Omega t \right) \cos(\omega_c t + \varphi) \\
 &= I_c (1 + m \cos \Omega t) \cos(\omega_c t + \varphi)
 \end{aligned}$$

式中, I_c 、 ω 、 φ 分别为高频载波电流的振幅、角频率和初相位; I_a 、 Ω 分别为调制信号的振幅和角频率; $m = I_a / I_c$ 为调制系数,又称调幅度。调幅波的波形如图 1-1 所示。

调幅度又分为上调幅度 $m_{\uparrow}$ 和下调幅度 $m_{\downarrow}$, 它们分别为:

$$m_{\uparrow} = \frac{i_{\max} - I_T}{I_T} \times 100\%$$

$$m_{\downarrow} = \frac{I_T - i_{\min}}{I_T} \times 100\%$$

$$m = \frac{i_{\max} + i_{\min}}{i_{\max} - i_{\min}} \times 100\%$$

调幅度:调幅度反映了载波振幅被调制的程度。如果 $m=0$,说明没有调制信号,发射的只是载波。如果 $m=100\%$ (即 $i_{\min}=0$),说明载波幅度完全用于传递调制信号。如果 $m>100\%$,称为过调制,过调制将产生失真。

2. 调幅波的频谱

利用三角公式将调幅信号表达式展开:

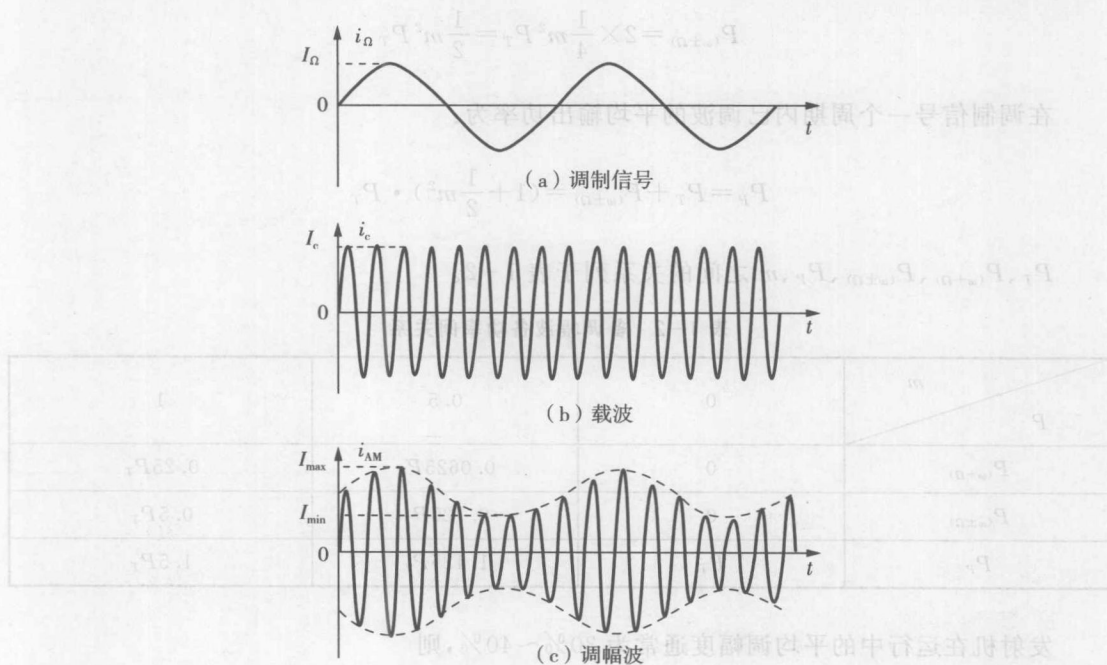


图 1-1 调幅波的波形

$$i(t) = I_T(1 + m\cos\Omega t)\cos(\omega t + \varphi)$$

$$= I_T\cos(\omega t + \varphi) + \frac{1}{2}mI_T\cos[(\omega + \Omega)t + \varphi] + \frac{1}{2}mI_T\cos[(\omega - \Omega)t + \varphi]$$

可见,在已调幅波振荡的频谱中有一个载频和两个边频(上边频和下边频),调制信号频谱和调幅波频谱示于图 1-1(a)。如果调制信号不是一个单音频,而是语言或音乐节目,则两个边频就变成两个边带(上边带和下边带),如图 1-1(b)示。

$\omega + \Omega$ 、 $\omega - \Omega$ 分别为上、下边频; $\omega + \Omega_1$ 、 $\omega + \Omega_2$ 分别为上边带的低、高界频; $\omega - \Omega_1$ 、 $\omega - \Omega_2$ 分别为下边带的高、低界频。

3. 调幅波的能量关系

调幅波在天线电阻 R_A 上所产生的载波功率成分 P_T 为:

$$P_T = \frac{1}{2} I_T^2 R_A$$

两个边带功率成分为:

$$P_{(\omega+\Omega)} = P_{(\omega-\Omega)} = \frac{1}{2} \left(\frac{mI_T}{2} \right)^2 \cdot R_A = \frac{1}{4} m^2 P_T$$

两个边带的总功率为:

$$P_{(\omega \pm \Omega)} = 2 \times \frac{1}{4} m^2 P_T = \frac{1}{2} m^2 P_T$$

在调制信号一个周期内已调波的平均输出功率为:

$$P_P = P_T + P_{(\omega \pm \Omega)} = (1 + \frac{1}{2} m^2) \cdot P_T$$

P_T 、 $P_{(\omega + \Omega)}$ 、 $P_{(\omega \pm \Omega)}$ 、 P_P 、 m 之间的关系列于表 1-2。

表 1-2 备调幅波各功率间关系

P \ m	0	0.5	1
$P_{(\omega + \Omega)}$	0	$0.0625 P_T$	$0.25 P_T$
$P_{(\omega \pm \Omega)}$	0	$0.125 P_T$	$0.5 P_T$
P_P	P_T	$1.125 P_T$	$1.5 P_T$

发射机在运行中的平均调幅度通常为 30%~40%，则

$$P_{(\omega + \Omega)} = P_{(\omega - \Omega)} = \frac{1}{2} \left(\frac{m I_T^2}{2} \right)^2 \cdot R_A = \frac{1}{2} m^2 P_T = (4.5 \sim 8) \% P_T$$

$$P_{\max} = \frac{1}{2} [(1+m) I_T]^2 R_A = (1+m)^2 P_T$$

$$P_{\min} = \frac{1}{2} [(1-m) I_T]^2 R_A = (1-m)^2 P_T$$

当 $m=1$ 时, $P_{\max}=4P_T$, $P_{\min}=0$ 。

在调幅一个周期内,调幅波电流的瞬时值为最大时,输出功率最大;调幅波电流的瞬时值为最小时,输出功率最小。

第二节 调幅广播发射系统的类型、组成和特点

一、调幅广播发射系统的类型

调幅广播是中、短波模拟广播的主要方式,中短波广播发射系统的工作原理、组成和结构很类似,目前调幅广播的主要方式是中波广播,在本书以下章节中,除非特指,一般都表示为中波广播。调幅广播的发射系统类型主要根据中波广播发射机的类型来划分。

中波广播发射机根据不同的工作方式一般有以下几种分类方式:

(1)按调制类型分

在早期的中波广播发射机中,大功率的功放管都是电子管构成,大功率电子管一般分为

四级,不同的工作方式,都可以实现调制,因此,根据大功率电子管的极性方式分为:

- ① 栅极调制:音频信号与载波信号在栅极实现调制,输出已调波;
- ② 帘栅极调制:在大功率电子管的帘栅极实现调制;
- ③ 板极调制:在大功率电子管的板极实现信号的调制;
- ④ 自动板极调制。

(2)按极调制方式分

- ① 乙类板极调制;
- ② 脉冲宽度调制(PDM),适合于小功率全固态中波发射机,大功率发射机采用 PDM 调制方式属于淘汰机型;
- ③ 脉冲阶梯调制(PSM),适用于大功率短波发射机;
- ④ 单边带调制(SSB),由于接收机价格居高不下,难以推广。
- ⑤ DM 调制方式,适用于各种功率的中波广播发射机。

(3)按功率等级分

大功率发射机一般指单机功率输出在 50kW 以上的发射机。目前我国单机大功率发射机输出功率有 50kW、100kW、150kW、200kW 几种,超过 200kW 的发射机一般以并机的方式实现,如 2 台 200kW 发射机并机实现 400kW 的功率输出,3 台 200kW 发射机实现 600kW 功率输出,目前我国这种并机方式可以最大功率实现 1200kW 的发射功率。

中小功率发射机,低于 50kW 的中波发射机,一般有 1kW、3kW、10kW 和 30kW 等几个功率等级。

(4)按数字和模拟调制方式分

中波发射机的音频调制可以是模拟方式,也可以是数字方式。20 世纪 90 年代以前都是模拟调制方式,而今为提高发射机的调制效率,大多采用数字调制方式,一般在发射机前加 DX 字样。

二、中波广播发射系统的组成

中波广播发射系统一般有信号源、发射机、天馈系统和辅助系统(包括电源部分、散热部分、监播保障部分等)。见图 1-2 所示。



图 1-2 中波广播发射系统框图

为保障中波广播发射系统可靠运行,一套节目信号源需要的有多种传输方式和途径;绝大部分的中波发射台也不是只发射一套节目,会发射几套节目,因此一个发射台会有多个信号源,为了统一管理,设置一个节传中心,配有播控台,统一管理节目源,实现节目源的统一调配。节目源通过卫星、微波、短波、调频、电缆和光缆等几种方式,接收来自一个或多个

不同广播中心的多种音频节目源信号,并送入播控台。播控台的任务是实现多个节目源送入不同发射机、同一个节目源送入主备机,并对节目源的信号质量进行监听监看,及时发现,采取相应措施以保障发射机正常和高质量的播出效果。发射机是完成节目源音频信号与载波的调制任务,实现功率放大到额定数值输出,是中波广播发射系统的主要设备。天馈系统由馈线(电缆)、调配室和天线组成。馈线根据功率大小选择不同的电缆馈线,种类很多,一般常用的有架空馈线(适用于大功率)、SDY 系列馈管(也称电缆,适用于中小功率)。中波天线一般由塔体和地网组成,实现发射机功率转为空间的电磁波向空间扩散传播,满足一定覆盖范围的要求。塔体分为自立塔、拉线塔,自立塔是下部宽度稍大,上部宽度稍细,自下而上逐步均匀变细,安置在一个绝缘的底座上。拉线塔是上下均匀且宽度只有几十厘米的塔体,是电磁波的辐射体。用三面互成 120° 角的三根与地绝缘的拉线固定。为了提高辐射效率,在天线场区要埋设辐射状的地网,地网的要求 360° 范围内每根间隔 3° 敷设一根导线,共 120 根,长度与天线等长。辅助系统也是保证发射系统正常工作必不可少的。电源系统包括交流电源、直流电源和后备电源。交流电源包括外部的变电站,将外部高压的供电系统,通过变压器变为台内的供电电源,供整流器、动力设备、电控系统和照明等使用。散热系统是保证发射机正常工作的必要条件,发射机本身有散热系统,但机房内也必须建立与之配套的散热系统,如风冷系统要建立排风管道,将发射机排除的热量排出机房,安置机房冷暖空调系统以保持机房温度的相对稳定。若发射机是水冷系统,机房也要建设与之配套能量交换系统。监播保障部分有信号源质量监测、发射机状态监测等保障整个系统良好运行的必要手段。

三、中波广播的特点

中波广播是最先应用、最成熟的一种广播方式,有一百多年的历史。相较于只有几十年历史的调频广播方式,其有以下一些特点:

(1) 技术成熟

中波广播经过多年的发展,已经形成了一套完备而且成熟的技术体系。随着技术的进步,中波广播技术更加的完善和简洁,如容易实现中波同步广播的单频覆盖网。

(2) 受众范围广

中波广播的接收设备非常简单,中波广播主要通过地波传输,传输距离远、覆盖范围大,使得听众在一个较大的范围内都可接收。特别是远距离广播、跨界广播,中短波广播更具有无可比拟的优势。

(3) 频率资源利用率高

中波广播频率低,一个频道占用的带宽窄,使得在 1MHz 多点的带宽内容纳 120 个频道。也可实现多工广播。

(4) 能量利用率低

中波广播的致命弱点是功率大,效率不高,能量的利用率低;音质不高,最高传输音频只有 4.5kHz。

第三节 调幅广播的发展趋势和 DRM 广播

随着新材料、新器件和数字技术的发展,调幅广播的发射机技术不断更新换代,向着高效率、高质量、高稳定和固态化、数字化、自动化方向发展。特别是大功率金属氧化物场效应管(MOSFET)的研制成功,加上功率合成技术的日渐成熟,使得大功率中波广播发射机完全实现了固态化。如摩托罗拉新型器件横扩散金属氧化物场效应管 LDMOSFET IRFP360 单管功率可达 140W,8 只单管功放电路接成桥式功率合成电路,输出功率可达 1kW。这样的功率合成电路在任一功放电路损坏的情况下都可以正常工作,而不互相影响,只是功率有少许的下降。这样保证了发射机的不间断播出,待播音结束,关掉发射机,更换故障的功放单元,功率恢复正常。正常工作中,故障单元的产生多少都不影响发射机工作,只影响输出功率。以此通过不断的功率合成,使得功率不断得到扩大,而稳定性确是一样。

与电子管相比,固态 MOS 管的效率有着极大的提高,使得同样功率放大电路,采用固态管发射机效率,能量利用率得到较大提高。在电子管功放电路中,需要有阴极、帘栅极等额外的能量消耗电路,同时板极调制所特有的调制变压器和调制扼流圈等大型能量消耗部件的存在,使得电子管功放电路的能量利用率很低。

固态化场效应管的振幅频率特性的线性比电子管要好得多,调制时又没有电子管调制时的调制变压器的存在,使得功率放大器在传输带宽内获得稳定的甲级电声指标。这样全固态的发射机比电子管发射机有较高的音频质量。

以上都是模拟技术条件下获得的较高的质量,但这种提高因为中波广播特有的不足而受到限制。一个传输通道影响音频质量主要看信噪比、频响和带宽,单就带宽来说,中波调幅广播有着先天的不足,只能传输 4.5kHz 以下的音频,严重影响了中波广播的音质,因此要提高中波广播的质量,必须扩展音频频带。唯一的办法就是实行数字广播,利用中波的频率资源实行数字调制,传输数字信号,才能拓展传输的音频频带,走 DRM(Digital Radio Mondiale 世界性数字广播)之路。DRM 就是利用中波广播频率实现数字化广播的一种形式,传输的不是一个模拟调幅信号,而是传输数字符号,接收端接收到这些符号后,还原出数字信号,通过解码,获得质量很高的数字音频信号。

思考与练习题

1. 简述调幅广播的频段和带宽。
2. 简述调幅广播的系统组成。
3. 简述调幅广播的发展方向。
4. 何为 DRM?

第二章 信号源及播控

本章内容提要

- 信号源的种类及基础知识。
- 播控的基本系统组成。
- 音频信号的处理技术。
- 发射机房的监控系统。

第一节 信号源的种类

安全播出对发射台来说就是安全传输发射。而保证广播电视节目信号源不间断是广播电视发射台安全播出的前提条件。为了提高广播电视传输质量,确保广播电视节目安全优质播出,根据《广播电视安全播出管理规定》无线发射转播台实施细则要求,所播节目均应具备至少两路不同传输路由的信号源。

发射台内所需的信号源一般按照传输类型分为平衡和非平衡两种。由于发射台都具有较强的电磁干扰,因此普遍采用平衡的传输方式,这样可以有效抑制传输线路中的共模干扰。按来源又可分为卫星、光纤、微波、调频接收和有线电视等几种传输方式,其中卫星传输是当前中波广播发射台的主要信号源。

一、卫星广播信号源

以前,中央及省广播电视信号要想传入千家万户,需要用调频或微波信号一站一站地中继、差转,最后经过我们这些基层转播台或差转台发射出去才行。中间环节多,信号质量得不到保证,而且覆盖面积有限。

随着科学技术的发展,现在只需通过一站中继,就可将中央及省广播电视信号送到各转播台,这一站就是通信卫星。利用通信卫星或广播卫星传输广播电视信号是卫星应用技术的重大发展。

1. 卫星通信广播

(1) 卫星通信系统的组成

卫星通信系统由两大部分组成,一是空间部分——通信卫星,二是地面部分——上行地球站、下行接收站等。在这一系统中,通信卫星实际上就是一个悬挂在天空中的通信中继站,它居高临下,比地面上所有的高山站都要高,视野更开阔,覆盖范围更广。通过它可以实现远距离通信,转发电报、电话、电视、广播和数据等无线电信号。

(2) 通信卫星的工作原理

通信卫星的工作原理如图 2-1 所示。

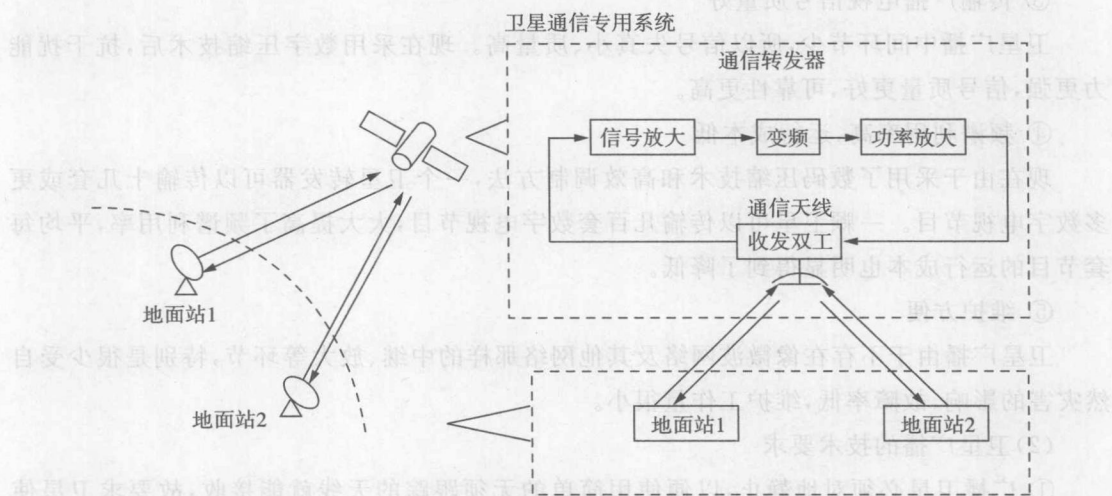


图 2-1 卫星通信广播系统示意图

从地面站 1 发出无线电信号,被卫星通信天线接收后,首先在通信转发器中进行信号放大、变频和功率放大,最后再经过卫星的通信天线将放大后的无线电信号重新发回地面,由地面站 2 接收,从而实现两个地面站或多个地面站之间的远距离通信。广播电视信号的转播与电话传输相似,因此可以说广播卫星是通信卫星的一种。

(3) 通信卫星的种类

通信卫星的种类很多,按服务区域划分,可分为全球、区域和国内通信卫星。按用途分,可分为一般通信卫星、广播卫星、海事卫星、气象卫星、跟踪和数据中继卫星,以及军用通信卫星等。按运行轨道分,可分为两种,一种为低中轨道卫星,在这种轨道上运行的卫星相对于地面是运动的,它用于通信的时间短,卫星天线覆盖照射区域也小,并且地面天线还必须随时跟踪卫星;另一种是高轨道或同步定点轨道卫星,它只在地球赤道上空运行,离地面约 3.6 万公里,它的运行轨道是圆形的,运行方向与地球自转方向一致,运行周期与地球自转一周的时间相同,从地面上看,卫星就像静止不动、固定在那里的一样,故称之为同步定点通信卫星。它的特点是覆盖面大,三颗卫星就可以覆盖整个地球,可以 24 小时全天候工作。我们所讲的通信卫星或广播卫星,一般就是指同步定点通信卫星。

2. 卫星广播的优点及技术要求

(1) 卫星广播的优点

① 覆盖面广

全球只需三颗同步通信卫星就可覆盖,而覆盖我国全部陆地和领海,彻底解决广播电视人口覆盖盲区问题,只需一颗卫星就够了。

② 投资省、建设速度快

欲达到同样的效果,微波网及有线电视网的投资是卫星广播网络的几百倍,而建设卫星广播网络一般只需1~2年的时间,建设微波网及有线电视网则需要几年、十几年的时间。

③ 传输广播电视信号质量好

卫星广播中间环节少,所以信号失真小、质量高。现在采用数字压缩技术后,抗干扰能力更强,信号质量更好,可靠性更高。

④ 频谱利用率高,运行成本低

现在由于采用了数码压缩技术和高效调制方法,一个卫星转发器可以传输十几套或更多数字电视节目。一颗卫星可以传输几百套数字电视节目,大大提高了频谱利用率,平均每套节目的运行成本也明显得到了降低。

⑤ 维护方便

卫星广播由于不存在像微波网络及其他网络那样的中继、放大等环节,特别是很少受自然灾害的影响,故障率低,维护工作量很小。

(2) 卫星广播的技术要求

① 广播卫星必须对地静止,以便使用简单的无须跟踪的天线就能接收,故要求卫星使用赤道上空的同步轨道,且要精确地保持在轨道上的位置和姿态。

② 广播卫星必须有足够的有效辐射功率,以简化地面接收设备。当卫星转发器的发射功率达到几百瓦、等效全向辐射功率(EIRPs)为60dBw时,天线口径就可以减小到1米以下,实现个体接收。集体接收由于天线口径较大,卫星转发器的发射功率达到几十瓦、EIRPs为50dBw就可以了。

③ 广播卫星必须有足够长的使用寿命和可靠性,避免经常更换卫星所带来的停播和浪费,以降低停播率。因此,要求卫星使用长寿命、高可靠的元器件,并设置备份部件、备份转发器等。

④ 广播卫星的重量应在保证工作需要的条件下尽量减轻,以节约发射费用。因此,要求卫星各系统所用材料的比重尽可能小,耗电部件效率尽可能高。

3. 卫星与地球的空间关系

我们所要讲的卫星与地球的空间关系是指同步静止通信卫星与地球的空间关系,不了解它们之间的关系是找不到卫星的,更谈不上卫星接收了。

卫星与地球的空间关系如图2-2所示。图中:
S——同步通信卫星,定点于地球赤道上空,其运行轨道是赤道上空的一个圆形轨道,绕地球运行一周所需时间 T (周期)与地球自转时间相同,为24小时。