

广播电视新技术实用手册

10101010

10001101010

广播电视 发射技术分册

GUANGBODIANSHI



民族出版社

广播电视发射技术分册

主编：张 勇 刘振兴

(上卷)

民族出版社

前 言

广播电视发射技术是一门深奥、庞杂，专业性、理论性很强的学科。为了更好地从实用角度出发，便于广播电视工作技术人员、管理者在较短时间内掌握一些基本的、实用的发射理论和技术，编委会在总结自己长期实际工作和教学工作经验的基础上，编著了本书。本书在编写过程中力求从实际应用出发，尽量避开一些繁琐难懂的理论；在内容的选取上，本书既着眼现用技术，也考虑了新技术的发展。

本书共十四章，内容包括广播发射理论基础、广播中波发射机系统、维护与调整、调试和数字式调幅发射机及故障处理，全固态电视发射机，栅极调制电视发射机，差转式电视发射机，电视发射机控制系统，电视发射机的技术指标及测量方法等内容，力求详实，使读者能全面掌握广播电视发射相关理论和技术。

由于本编委会能力和时间有限，难免有所缺漏，敬请读者批评指正！

本书编委会

2003年8月

编 委 会

主 编	张 勇	刘振兴		
本书编委	侯保生	朱惠民	田 刚	刘建国
	陈松柏	刘富国	左新宇	汤兴国
	张少钦	杜海利	杜旭辉	白玉洁
	聂青桥	冯武伟	邓 炜	孟炳勋
	陈 贞	康文晋	苏 楠	勾国立
	郑全欣	张金平	王新祥	谢向军

目 录

第一章 广播发射理论基础	(1)
第一节 调幅广播与数字声音广播	(1)
一、无线电广播	(1)
二、调幅广播	(5)
三、发射机技术指标	(24)
四、广播发射机的发展方向	(29)
五、数字声音广播概论	(30)
六、数字音频广播	(58)
七、数字中、短波广播	(68)
第二节 射频系统	(78)
一、激励器	(79)
二、放大器件	(84)
三、射频功率放大器工作原理	(85)
四、放大器的中和	(102)
五、并机网络	(105)
第三节 低频系统	(106)
一、限制放大器	(106)
二、音频处理器	(109)
三、调幅器前置级	(113)
四、副调幅级	(126)
五、调幅级	(128)
六、负反馈	(131)
第四节 天馈线系统	(137)

一、概述	(137)
二、中波广播天线	(141)
三、FM 广播天线	(151)
第五节 低频放大器实用电路分析	(158)
一、低频放大器实用电路概述	(158)
二、低放前级电路	(161)
三、低末级电路及工作状态的计算	(169)
四、负反馈及其调整	(185)
五、低频系统电声指标的维护调整	(192)
第六节 高频系统电路分析	(196)
一、激励器和移相器电路分析	(196)
二、电子管高频功率放大器及工作状态分析	(201)
三、电子管高频功率放大器实际电路分析	(212)
四、高频功率放大器的调谐与工作状态的调整	(222)
五、 π 网络的分析与计算	(224)
六、高频功率放大器的中和及调整	(227)
第七节 控制系统	(231)
一、广播发射机的自动控制与管理	(232)
二、发射中心的自动控制与管理	(235)
第八节 冷却系统	(237)
一、风冷	(237)
二、水冷	(238)
三、蒸发冷却	(239)
四、超蒸发冷却	(241)
第二章 中波广播发射机系统	(242)
第一节 10kW 中波数字调制广播发射机及其原理	(242)
一、数字调制 (DAM) 发射机的技术特点和系统组成	(242)
二、数字调制 (DAM) 原理	(243)
三、10kW TSD-10 中波广播发射机及其操作	(253)
第二节 10kW 中波数字调制广播发射机的系统分析和工作原理	(262)

一、射频系统	(262)
二、数字音频系统	(275)
三、监测控制系统	(286)
四、电源供电系统	(302)
五、数字调制发射机常见故障的判断与应急处理	(308)
第三节 1kW 中波脉宽调制广播发射机	(328)
一、脉宽调制 (PDM) 发射机系统及基本原理	(328)
二、TS-01B 全固态 PDM 中波发射机概述	(332)
三、全固态 PDM 发射机的运行、维护与故障处理	(337)
第三章 中波广播发射机维护与调整	(340)
第一节 发射机的维护周期与项目	(340)
一、维护周期安排	(340)
二、主要维护项目	(341)
第二节 大型电子管的维护	(341)
一、电子管维护方法	(342)
二、延长发射管寿命的方法	(343)
三、大功率电子管常见故障及其处理方法	(345)
第三节 标准工作状态调整	(347)
第四节 电声指标测试	(347)
第五节 天馈线系统的维护	(349)
一、天馈线阻抗测试与匹配	(349)
二、行波系数测量	(350)
三、天线场型测量	(352)
第六节 稳定性检查	(353)
一、稳定性试验的准备工作	(353)
二、稳定试验的方法	(355)
三、稳定试验的步骤	(355)
第七节 发射机寄生振荡及其消除方法	(356)
一、中和振荡	(357)
二、超高频振荡	(360)

三、工作频段振荡 (包括本频振荡)	(362)
四、扼流圈式振荡	(363)
五、由电源引起的振荡	(364)
六、负阻振荡	(365)
七、超低频振荡	(367)
八、联振	(368)
第八节 故障处理的一般原则	(369)
第四章 中波广播发射机的控制与保安	(371)
第一节 发射机对控制系统的要求	(371)
一、控制功能	(371)
二、显示 (指示) 功能	(372)
三、保护功能	(372)
第二节 200kW 中波发射机控制电路分析	(372)
一、控制电源部分	(373)
二、一次水位指示、自动补水和保护	(373)
三、风机、水泵控制电路	(375)
四、灯丝控制及升降灯丝电压回路	(375)
五、偏压一、二段和低压一、二段控制电路	(376)
六、高压、帘栅压分段控制及三次过流电路	(378)
七、关机操作	(380)
第三节 广播发射机逻辑控制	(382)
第四节 10kW 中波广播发射机逻辑控制电路分析	(391)
一、发射机对逻辑控制电路的要求	(391)
二、逻辑控制电路工作原理	(392)
第五章 中波广播发射机的调试	(397)
第一节 高频功率放大器的调试	(397)
一、放大器安装后的检查	(397)
二、槽路参数的配置	(398)
三、高频放大器槽路的初步调谐	(400)
四、高频放大器工作状态的调整	(401)

五、载波功率和板极效率的测量	(402)
第二节 低频放大器的调试	(405)
一、直流工作状态的调试	(406)
二、低前级指标的调试	(406)
三、低末级的调试	(407)
第三节 调幅及板极调幅工作状态的选择	(408)
第四节 中波广播发射机的整机联调	(416)
一、在无外反馈情况下加调幅	(416)
二、在有内、外反馈情况下加调幅	(417)
三、整机指标的调试	(417)
第五节 整机的稳定性试验	(419)
第六章 数字式调幅发射机	(421)
第一节 数字式调幅发射机概述	(421)
一、DX 系列中波发射机	(421)
二、M ² W 中波发射机	(424)
三、数字式调制新技术	(430)
第二节 射频系统	(436)
一、高频前级	(436)
二、高频放大器单元	(469)
三、数字式调幅发射机功放模块特性的讨论	(480)
四、射频功率合成母板和输出网络	(486)
五、输出取样板和输出监测板	(492)
六、高前多用表 (A23)	(504)
第三节 电源系统	(505)
一、电源系统概述	(505)
二、交流电源电路	(507)
三、低压电源	(508)
四、高压电源	(510)
五、风机和冷却检测器	(516)
六、主电源启动电路	(516)

七、直流稳压器板	(519)
第四节 控制器	(530)
一、控制器概述	(530)
二、开关机控制	(532)
三、功率控制	(548)
四、控制器故障保护电路	(573)
五、模拟测量缓冲器和电源稳压器	(580)
第五节 数字式调幅发射机故障处理及显示	(587)
一、概述	(587)
二、第一类故障——停播	(592)
三、第二类故障——发射机关机/重开一次	(607)
四、第三类故障——降低发射机的输出功率	(617)
五、第四、五、六类故障和其他显示电路	(631)
第七章 全固态调频立体声广播发射机的操作、维护与测试	(642)
第一节 激励器	(643)
一、前面板操作	(644)
二、后面板操作	(648)
第二节 功放盒	(650)
一、功放盒的组成及外观	(650)
二、功放盒的维护	(655)
第三节 控制与电源	(659)
一、控制	(659)
二、电源	(660)
三、发射机电源线与地线的连接	(662)
第四节 指标测试	(663)
一、技术指标	(663)
二、三大指标的测试原理	(664)
三、三大指标的测试方法	(666)
第八章 全固态电视发射机	(668)
第一节 全固态电视发射机的技术特点和发展趋势	(668)

第二节 全固态电视发射机的系统组成	(671)
一、系统组成的一般性考虑	(671)
二、全固态电视发射机的发展过程	(676)
三、全固态电视发射机的系统实例	(678)
第三节 功放单元及其实例	(684)
一、功放单元的组成原理	(684)
二、VHF 功放单元实例	(699)
三、UHF 功放单元实例	(711)
第四节 大功率合成网络的组成特点	(718)
第五节 供电单元的特点	(721)
第六节 风冷装置的特点	(724)
第九章 栅极调制电视发射机	(730)
第一节 栅极调制电视发射机概述	(730)
第二节 栅极调制电路	(730)
一、基本原理	(730)
二、受调管工作状态的计算	(731)
第三节 激励器	(737)
第四节 视频调幅器	(737)
一、阻容耦合交流放大器	(737)
二、脉冲钳位电路	(751)
第五节 视频输入单元	(752)
第十章 差转式电视发射机	(754)
第一节 差转式电视发射机概述	(754)
第二节 接收单元的组成	(757)
第三节 选择性和滤波器	(759)
第四节 电平分配和放大器	(763)
第五节 自动增益控制和自动开关机控制	(766)
第六节 射频和视频信杂比	(769)
第十一章 电视发射机的同轴部件及附属设备	(771)
第一节 电视发射机同轴部分及附属设备	(771)

第二节 残留边带滤波器	(772)
第三节 双工器	(775)
一、裂缝桥路双工器	(775)
二、3dB 定向耦合双工器	(776)
第四节 谐波滤波器	(781)
第五节 输出滤波器	(781)
第六节 弱耦合定向耦合器和功率计	(782)
第七节 测试负载	(786)
一、指数补偿管同轴电阻器	(787)
二、不用补偿管的同轴电阻器	(789)
三、分米波段使用的一种大功率电阻器	(791)
第八节 同轴切换器	(792)
第九节 同轴转接器 (变径器)	(797)
一、直线律变径器 (锥形变径器)	(797)
二、阶梯变径器	(798)
第十节 多工设备	(799)
一、恒阻 3dB 桥滤波式多工器	(799)
二、不等臂 3dB 桥式多工器	(800)
第十二章 电视发射机的控制系统	(804)
第一节 电视发射机控制系统概述	(804)
第二节 逻辑电路	(805)
第三节 测量与指示电路	(806)
一、模拟量的测量与指示	(806)
二、状态量的测量与指示	(807)
第四节 发射机的保护电路	(808)
一、过电流保护电路	(808)
二、快速保护电路 (撬棒电路)	(809)
三、驻波比过大保护	(811)
四、打火保护电路	(811)
五、三次过荷保护电路	(812)

第五节 微处理机控制与屏幕显示	(813)
一、微处理机控制	(813)
二、屏幕显示	(813)
第六节 实际电控系统举例	(814)
一、单管中功率电视发射机	(814)
二、速调管电视发射机	(816)
第十三章 电视发射机的技术指标及其测量方法	(819)
第一节 发射机的技术指标及测量方法概述	(819)
第二节 测试条件	(821)
一、输入输出连接方式	(821)
二、环境和电源条件	(823)
三、待测状态	(823)
第三节 测试信号	(824)
第四节 一般特性的测量	(830)
一、一般特性测量概述	(830)
二、输出功率和功耗	(830)
三、图像特征电平及其稳定性	(832)
第五节 图像通道传输特性的测量	(834)
一、图像通道传输特性的测量概述	(834)
二、线性失真	(834)
三、波形失真	(837)
四、非线性失真	(842)
五、非所需调制	(844)
六、图像信号中数据信号的专门测量	(847)
七、几种测量用网络	(849)
第六节 伴音通道传输特性的测量	(852)
一、伴音通道传输特性的测量概述	(852)
二、单伴音情况下的测量	(852)
三、双载波制双伴音情况下的测量	(854)
第七节 差转式电视发射机的测量	(855)

一、差转式电视发射机的测量概述	(855)
二、测试条件	(855)
三、一般特性的测量	(857)
四、传输特性的测量	(860)
五、非所需发射和存在干扰信号时的影响	(863)
第十四章 电视发射机的调机及其专用仪器	(866)
第一节 电视发射机的调机及其专用仪器概述	(866)
第二节 电源和电控的调试	(867)
一、高压电源的调试	(867)
二、电控系统开关机程序的调试	(868)
三、电控系统联锁接点的调试	(868)
四、保护装置的调试	(869)
第三节 激励器的总调和检测	(870)
第四节 晶体管功放的调整	(871)
一、功放管和电路板的检查	(871)
二、频响和匹配的调试	(873)
三、线性输出能力的调试	(875)
第五节 电子管放大器的调整	(876)
一、输入回路的调整	(876)
二、输出回路的调整	(877)
三、中和回路的调整	(881)
四、常用电视发射管	(881)
第六节 速调管放大器的调整	(887)
一、谐振腔的预置	(887)
二、速调管放大器的调整	(888)
第七节 射频同轴元件的调整	(889)
一、双工器的调整	(890)
二、滤波器的调整	(890)
三、假负载的调整	(891)
四、定向耦合器的调整	(892)

第八节 整机统调	(892)
一、全机频响的调试	(893)
二、全机技术指标的调试	(893)
第九节 常用测试仪器	(895)
一、电视发射台的常用测试仪器	(895)
二、低功率电视差转台的常用仪器	(898)

第一章 广播发射理论基础

第一节 调幅广播与数字声音广播

一、无线电广播

随着世界进入信息时代，广播技术取得了飞跃的发展。除了调幅广播、调频广播和电视广播外，卫星广播、图文数据广播、数字音频广播（DAB）以及高清晰度电视（HDTV）广播等新型广播相继问世，并将推广应用。

调幅广播系统包括新闻采编、节目制作、播控中心、节目传输、电波发射、监测监听等环节。调幅广播发射台的任务是产生、发射无线电波，供听众接收。

广播发射台有直播台和转播台两种：将播控中心的广播节目用电缆或微波直接送到发射台播出，这样的发射台叫直播台。将播控中心的广播节目通过卫星、微波干线、短波传输到发射台播出，这样的发射台叫转播台。直播台在播控中心所在城市的郊区，转播台不在播控中心所在的城市，有些转播台甚至建在边疆地区。

（一）发射台组成

发射台的主要设备是广播发射机及其天馈线系统。节目传送设备包括卫星地面接收站、微波机房、短波收音机房。电源设备包括变电站、配电间。电源设备应有主用和备用两套。冷却设备包括水冷系统和风冷系统。此外还应有监测监听设备。技术先进的发射台还有自动化设备，利用微机进行自动程序控制，实现有人留守、无人值班。

（二）发射机构成与分类

1. 发射机构成

图 1-1 为发射机及其相关设备方框图。节目传送机房可以通过卫星、微波、短波

等方式，接收广播节目信号，送往调度室。调度室的任务是统一控制发射台节目种类、各发射机的使用频率、天线方位，并进行监测监听。广播发射机安装在发射机房内，每个机房可能有几部发射机（包括备份机）。一个发射台可能有几个发射机房。发射天线将射频电流变成电磁波，并向空间辐射。一部发射机可以切换使用多个方向的天线。为了提高天线的发射效率，在天线场区要埋设辐射状地网。电源系统包括交流电源和直流电源。交流电源主要供给各整流器、动力设备、电控系统、照明。直流电源主要供给节目传送机房、广播发射机、微机控制、调度室。通过微机控制实现发射机及其相关设备的自动开关机、工作状态参数（电压、电流、功率等）自动巡检、打印、故障报警、倒备机、自动调谐。发射机大功率电子管及其相关元器件需要进行水冷或风冷，保护它们正常运行。

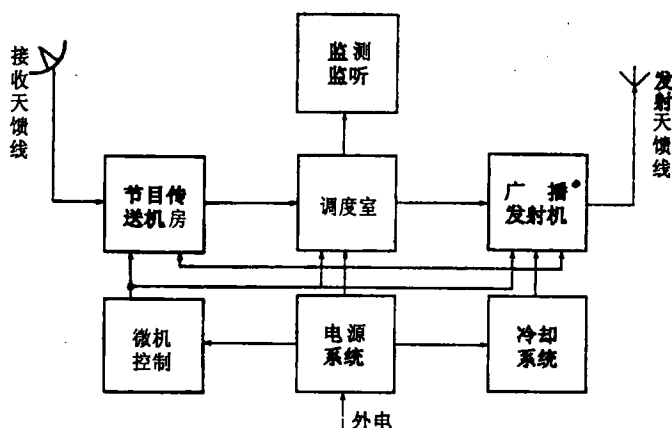


图 1-1 发射机及其相关设备方框图

2. 发射机分类

(1) 按工作频段划分

无线电频段和波段划分示于表 1-1。

表 1-1 无线电频段和波段划分

段号	频段名称	频率范围	波段名称	波长范围
1	极低频	3 ~ 30Hz	极长波	100 ~ 10Mm
2	超低频	30 ~ 300Hz	超长波	10 ~ 1Mm
3	特低频	300 ~ 3000Hz	特长波	1000 ~ 100km
4	甚低频 VLF	3 ~ 30kHz	甚长波	100 ~ 10km