

电子工程师手册

ELECTRONICS ENGINEERS' HANDBOOK

上册

第 8 篇 广播、电视与声像技术

主 编 李桂苓

执 笔 王秉钧

李桂苓

高嗣明

刘承玺

主 审 黄仕机

王兆华

电子工程师手册

电子工程师手册编辑委员会 编

下 册



机械工业出版社

(京)新登字054号

本手册系统地概括了电子技术基础及其应用领域的主要技术内容,有一定的深度和广度。

全书按其内容,大体上可分为如下三个部分:

1. 基础知识部分,包括:常用符号、物理化学常数、单位、标准和数学公式;电磁学与电路基础;信号与系统分析等。
2. 技术基础部分,包括:电子材料;电子元器件;模拟电路;数字电路;微波、电波传播与天线;电子产品的工艺、结构、电磁兼容与可靠性。
3. 技术应用部分,包括:电力电子技术;电子测量与电子仪器;机械量的电子测量;电子计算机与人工智能;自动控制系统与控制仪表;数控技术与机器人;广播、电视与声像处理技术;通信、雷达、导航与电子对抗;医疗电子技术。

本书在编写上,力求简明扼要、深入浅出、直观易懂、归类便查。注意理论阐述的严谨和采用数据、图表和公式的准确可靠。努力做到既反映我国电子技术近年来的主要成就,也介绍国外的先进技术和发展动向。

本手册主要供机电工业系统和其他行业系统的工程技术人员在处理专业工作中涉及电子技术问题时查阅使用,也可供大专院校有关专业师生参考。

电子工程师手册

电子工程师手册编辑委员会 编

责任编辑:贾 馨 版式设计:霍永明
封面设计:姚 毅 责任校对:肖新民
责任印制:路 琳

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京房山区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张 182¹/₂·插页 8·字数 5756 千字

1995年4月北京第1版·1995年4月北京第1次印刷

印数 00,001—10 000 定价:上、下册共198.00 元

ISBN 7-111-04178-X/TM·523

发展电子技术促
进经济繁荣与社
会进步

孙俊人

一九八二年六月

中国电子学会理事长孙俊人为本书题词

电子工程师手册编委会

主任委员

吴咏诗

副主任委员

胡健栋

邹洵

罗命钧(常务)

委员

翁瑞琪

(常务)

秦起佑

(常务)

张长生

黄仕机

周孝琪

阚石

俞斯乐

丁润涛

郭维廉

徐苓安

张国雄

朱梦周

总编辑

吴咏诗

副总编辑

秦起佑

翁瑞琪

秘书

尹明丽

序

电子技术是一门发展迅速,应用广泛的技术。它的发展可以说是日新月异,新技术层出不穷。它的应用则已遍及工业、农业、国防、科技、文教和人民日常生活的各个领域,对于经济发展和社会进步有着重要的促进作用。当前第三次新的技术革命正在兴起,如果说第一次技术革命是以机械化为标志,第二次技术革命是以电气化为标志的话,那么,第三次新的技术革命就应该说是以电子化作为标志。前两次技术革命主要都是人类体能的延伸,而第三次新的技术革命则主要是人类智能的扩展,其基础就是电子技术。也有人说目前已是信息时代,而信息的获取、处理、传输也是要依赖于电子技术的。所以为了加速我国的现代化建设,体现“科学技术是第一生产力”的伟大作用,在各个领域,尤其是机电工业系统中推广与普及电子技术是十分重要的。在这种情况下,编写和出版这部《电子工程师手册》是很有必要的。

这部手册是为机电工业系统和其他行业系统中具有中等以上技术水平的工程技术人员在处理专业工作中涉及电子技术问题时查阅而编写的,是以应用为主的、综合性的电子技术手册。它是一部工具书,主要为工程技术人员在研究、处理电子技术问题时起备查、提示和启发的作用。它也可为高等学校有关专业师生及其他有关人员提供参考。

这部手册系统地概括了电子技术及其主要应用领域的基本技术内容。在内容取舍上力求做到:科学性、实用性和先进性。科学性是要体现现代电子科学技术的基本内容,介绍必要的基础知识,注意理论阐述的严谨,采用数据、图表的准确可靠;实用性是要从实用出发建立自己的体系,主要提供一些结论性的技术内容以及这些结论的应用,在编写上简明扼要,深入浅出,直观易懂,归类便查;先进性则是既要反映我国电子技术近年的主要成就,也要介绍国外的先进技术和发展动向,注意反映电子技术的时代特征。

整个手册共17篇,按其内容大体上可分为以下三个部分:

(1) 基础知识 共2篇,分别是:常用资料(符号、常数、单位、标准和数学公式);电磁学与电路基础。

(2) 技术基础 共6篇,分别是:电子材料;电子元器件;模拟电路;数字电路;微波技术、电波传播与天线;电子产品的工艺、结构与可靠性。

(3) 技术应用 共9篇,分别是:电力电子技术;电子测量与电子仪器;机械量的电子测量;电子计算机;自动控制与控制仪表;电子技术在机械制造方面的应用;广播、电视与声像技术;通信、雷达、导航与电子对抗;医疗电子技术。

这部手册的编写方式也是一种改革的尝试。过去一部综合性手册的编写一般是组织全国各地的有关专家分头编写,然后集中统稿编辑的。由于专家分散在全国各地,联系讨论不便,统稿、编辑过程中也要往返于各地进行讨论、修改,这就不能不拖延时日,往往要5~6年,大型的甚至要8~10年才能出版。电子技术发展非常迅速,如果从编写到出版要花这样长的时间,那么,手册出版之日可能已是内容陈旧之时。因此,这部手册是主要聘请天

津、北京两地的有关专家编写、审稿，而且由机械工业出版社委托天津大学承担了具体的组织工作。由于编写人员居住相对集中，便于交流与讨论，主编与主审也能及时交换意见，除出版社外，还有一个专业面较宽的学术单位负责组织工作，这就使整个手册的编写、审稿和定稿工作在两年之内顺利完成，而且保证了质量，基本上达到了预定的目标和要求。应该说这种做法是成功的，不足之处则可能是未能充分反映其他各地有关专家的经验与成就，这就希望各位专家和广大读者对本手册多提宝贵意见，以便今后能予以修改和补充。

这部手册能以顺利地完成和出版，我愿诚挚地感谢编委会各位委员、各篇的主编、主审以及全体编者所付出的辛勤劳动，感谢他们认真负责的态度和友好合作的精神。我还要特别感谢机械工业出版社的罗命钧、秦起佑、贾馨三位同志和天津大学的翁瑞琪教授，他们为本手册的组织编写、统稿定稿、编辑出版做了大量的工作，为保证手册的质量做出了重要的贡献。

我希望，这部手册的出版，能为有关专业的工程技术人员和高等学校的师生，在从事电子技术应用与推广工作中提供一本实用的工具书。如果它能为我国电子技术的广泛应用起到一些促进作用的话，这将使我们所有这些参加手册编写、出版工作的同志感到荣幸和欣慰。

吴咏诗

目 录

第1章 声音广播和数据广播

1 声音广播	8-1
1.1 概述	8-1
1.2 调幅广播	8-1
1.3 调频广播	8-4
1.4 立体声广播	8-6
1.5 播控中心	8-10
1.6 有线广播	8-10
2 声音广播发射机	8-10
2.1 概述	8-10
2.2 调幅广播发射机	8-11
2.3 调频广播发射机	8-12
3 声音广播接收机	8-19
3.1 声音广播接收机的分类	8-19
3.2 声音广播接收机的基本参数	8-19
3.3 声音广播接收机基本指标的测量	8-19
4 车载无线电广播	8-22
5 数据广播	8-23
5.1 NBS 广播服务项目	8-23
5.2 标准无线电频率广播	8-23
5.3 标准音频广播	8-25
5.4 标准音乐音调广播	8-25
5.5 标准时间间隔广播	8-25
5.6 报时广播	8-25
5.7 UT1校正信号广播	8-25
5.8 官方通告广播	8-26
5.9 时间代码广播	8-26
5.10 WWVB 电台广播服务项目	8-27
5.11 我国的报时广播	8-27
5.12 数据代码广播与紧急警报广播	8-27
5.13 广播国际时间和频率的电台	8-28

第2章 电 视

1 概述	8-32
2 光、视觉及色度学基础	8-32
2.1 光	8-32
2.2 视觉	8-33
2.3 色度学基础	8-36

3 广播电视制式	8-39
3.1 黑白电视制式	8-39
3.2 彩色电视制式	8-39
3.3 我国彩色电视广播技术标准	8-44
4 电视中心	8-48
4.1 电视中心的构成	8-48
4.2 电视摄像管	8-49
4.3 电视发射机	8-49
4.4 电视发射天线	8-51
5 电视信号传输	8-51
5.1 电视信号传输链路	8-51
5.2 我国广播电视频道编制	8-51
5.3 电视信号中继传输	8-53
6 电视接收机	8-55
6.1 电视接收机的构成	8-55
6.2 电视接收天线	8-58
6.3 高频调谐器	8-60
6.4 彩色电视接收机专用集成电路	8-60
6.5 彩色显像管	8-65
6.6 声频-视频插座	8-67
6.7 数字电视接收机	8-67
7 卫星电视广播	8-71
7.1 卫星电视广播系统	8-71
7.2 调制方式	8-72
7.3 卫星电视接收设备	8-75
7.4 MAC 制	8-77
8 有线电视系统	8-79
8.1 有线电视系统的构成	8-79
8.2 有线电视系统的性能	8-79
8.3 双向有线电视系统	8-81
8.4 应用电视	8-82
9 电视监测技术	8-82
9.1 概述	8-82
9.2 非线性失真的测量	8-83
9.3 线性失真的测量	8-85
9.4 电视系统质量指标的分配	8-87
10 新型电视系统	8-88
10.1 图文电视	8-88
10.2 双伴音/立体声电视广播	8-90

10.3 高清晰度电视.....8-92	5 录像机的主要类型及技术规范.....8-127
第3章 录音与录像	5.1 录像机的分类.....8-127
1 磁性录放原理.....8-98	5.2 广播级录像机.....8-128
1.1 磁性记录原理.....8-98	5.3 专业用录像机.....8-132
1.2 磁性重放原理.....8-100	5.4 家用录像机.....8-135
1.3 磁头磁带系统的实际录放特性.....8-100	6 电子编辑.....8-139
1.4 消磁.....8-101	6.1 组合编辑.....8-139
2 录音机的组成.....8-101	6.2 插入编辑.....8-139
2.1 磁头.....8-101	7 数字录像机.....8-139
2.2 磁带.....8-103	7.1 数字录像机的优点和需解决的问题.....8-139
2.3 录音机的驱动机构.....8-103	7.2 数字录像机的信号处理系统.....8-139
2.4 录音机的电路系统.....8-105	7.3 数字录像机的规格.....8-140
3 录音机类型及技术规范.....8-106	第4章 语音与图像处理
3.1 录音机的分类.....8-106	1 语音信号数字处理.....8-143
3.2 录音机的技术指标.....8-107	1.1 语音的产生及其特性.....8-143
3.3 基准测试带.....8-108	1.2 语音信号分析.....8-144
3.4 数字录音机.....8-108	1.3 语音信号处理的应用.....8-152
3.5 激光唱片.....8-113	2 数字图像处理.....8-158
3.6 小型磁光唱片.....8-114	2.1 概述.....8-158
4 磁带录像机的组成.....8-115	2.2 图像的数字化.....8-159
4.1 视频磁头.....8-115	2.3 图像数据压缩编码.....8-161
4.2 视频磁带.....8-117	2.4 图像增强.....8-165
4.3 信号处理系统.....8-117	2.5 图像恢复.....8-167
4.4 机械系统.....8-123	2.6 图像的分割与描述.....8-169
4.5 伺服系统.....8-124	参考文献8-170
4.6 系统控制和功能显示.....8-126	

第1章 声音广播和数据广播

1 声音广播

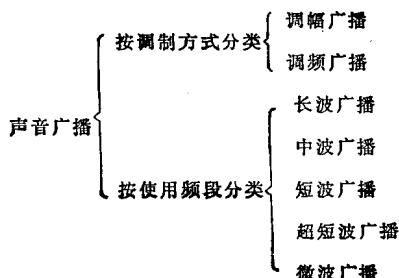
1.1 概述

广播是一种单向传输信息的通信业务，它利用无线电波或导线向广大地区的许多接收者传播信息。因此，按传输方式，广播可分为无线电广播和有线广播两大类。

广义地讲，广播包括声音广播、电视广播和数据广播等，但通常将声音广播简称为广播。

声音广播可简单分类如表8-1-1所示。

表8-1-1 声音广播分类表



1.2 调幅广播

调制方式为调幅的广播称为调幅广播，习惯上是指长、中、短波声音广播。

1.2.1 中波广播

中波广播频段是比较早开发出来、供声音广播专用的频段，是各国广播的主要频段之一。中波广播频段和频道划分见表8-1-2。

表8-1-2 中波广播频段和频道划分

频段 (kHz)	发射带宽 (kHz)	频道宽度 (kHz)	频道间隔 (kHz)	频道 数目	标称载频 (kHz)
526.5~ 1605.5	9~20 范围之内	等于发 射带宽	9	120	9 kHz的整 倍数 最高：1602 最低：531

表中频段是指无线电频谱中划分给中波广播使用的一段频谱；每一中波调幅广播在中波频段里所占的频带宽度，称为发射带宽，频道宽度是中波频段的一部分，其宽度等于发射带宽。每个频道的中心

频率是该频道的标称载频。频道以其标称载频为特征。两个相邻频道的标称载频之差，称为频道间隔。

中波广播频段无线电波的传播特点是：沿地面传播的地面波衰减较小，可以形成一个比较稳定的服务区(约几十公里至百余公里)；向空中发射的天波在夜间可以被电离层反射回地面，在较远的地方(约300km以外)形成另一个服务区。前者称为地面波服务区，或称第一服务区，后者称为天波服务区，或称第二服务区(只晚上出现)。在两个服务区之间，由于天波和地波相互干涉而形成严重的衰落，收听效果很差，不能成为服务区，称为衰落区。

我国中波广播网最初是按照天波服务设计的，每一个发射台服务范围估算得比较大，发射机功率较大，可用较少的发射台来覆盖需要接收广播的地区。但天波只晚间才出现，且天波存在衰落现象，收听效果不稳定，质量较差，易受干扰，特别是随着国内外中波广播发射机数量激增，功率不断扩大，干扰十分严重，实际上天波服务区已不存在。故在20世纪70年代中期，不得不放弃这种方案。完全按地面波服务来设计中波广播网。

1.2.2 中波同步广播

同步广播是指多部发射机，使用同一载频，在不同地点同时播出同一节目的广播方式。

同步广播可分为两种：一种是各台的载频不完全相同，允许有一个小的偏差，称为“频率同步制”。若两部同步发射机频偏 $\Delta f \leq 0.1\text{Hz}$ ，称为“准同步制”；若两部同步发射机频偏 $\Delta f \leq 0.015\text{Hz}$ ，称为“精密同步制”。国际上通用的同步广播标准采用准同步制；我国国家标准规定采用精密同步制。另一种是各发射机的载频完全一致，各载频的相位差在一定范围内变化，称为“相位同步制”。我国少数地区采用相位同步制。

同步广播的主要优点是可减少频道的需要量，使在中波广播频段内能容纳更多的发射机，缓解中波广播频段内频率拥挤和相互干扰问题，以求在使用较少频率的情况下，广大地区能听好广播。此外，即使某一发射台由于某种原因停止工作，也不

致中断广播。

由多个参加同步广播的电台组成的广播网叫做同步广播网。我国按频率同步制分配频率,原则上每套节目分配三个频率,分别组成三个同步广播网,互相交叉,作面上的覆盖。这样各省只需三个频率,便可在省内实现一套节目的覆盖;中央台用六个频率,即可实现一套节目覆盖全国。因此,在中波频段内可以容纳中央台两套节目和各省(自治区)

一套节目的覆盖。各中、小城市则可在不干扰中央和省级覆盖网的条件下,以中、小功率发射机覆盖自己的区域。

我国中波广播采取大、中、小功率相结合,以中、小功率为主,地面波覆盖,同步广播的技术政策。中波同步广播网的具体频率分配方案见表8·1-3。表中“中一频率”、“中二频率”分别指中央台第一、二套节目在各地所分配的载波频率。

表8·1-3 同步广播网频率分配表

省(市、自治区)	组别	省(市、自治区)台频率 (kHz)	中一频率 (kHz)	中二频率 (kHz)	备 注
北 京		828, 927, 1026, 1476, 1593	639	720	
天 津		909, 954, 1071, 1386	1035	531	
河 北	I II III	783 1125 1278	1359 756 981	855 1305 630	
山 西	I II III	819 846 1269	1035 981 540	630 1215 945	
内 蒙	I II III	675, 1458 765, 1098 1188, 1368	1035 981 540	720 1305 855	
江 宁	I II III	1089 612 1260	540 1035 639	1215 720 945	
吉 林	I II III	738 1107 1530	981 1359 639	1305 720 855	
黑 龙 江	I II III	621 900 1341	1035 540 756	945 1215 1305	
上 海		792, 990, 1296, 1422	540	855	
山 东	I II III	594 1548 918	756 540 1035	1305 945 630	
江 苏	I II III	702 1314 1413	1359 981 639	945 720 1215	
浙 江	I II III	1134 810 531, 1503	540 1359 756	855 630 1305	
安 徽	I II III	864 936 1395	1035 540 756	1215 720 630	
江 西	I II III	729 1449 1350	981 540 1035	1215 855 630	
福 建	I II III	612, 1494 882, 1557 558, 1467	756 981 1359	1305 720 855	

(续)

省(市、自治区)	组别	省(市、自治区)台频率 (kHz)	中一频率 (kHz)	中二频率 (kHz)	备 注
台 湾	I II III	747 999 1512	1359 540 1035	855 1215 630	
河 南	I II III	657 972 1332	1359 756 639	855 1305 720	
湖 北	I II III	774 1404 1179	1035 639 540	1215 945 630	
湖 南	I II III	1152 1233 738	540 756 1035	720 945 630	
广 东	I II III	1062, 648 828, 1017 1566, 801	981 540 756	720 630 1215	
广 西	I II III	792, 1224 1440, 846 1071, 1161	639 756 1359	1305 855 720	
陕 西	I II III	693 1008 1521	1359 756 639	855 1305 720	西安540kHz 中央台频率 可以保留
甘 肃	I II III	684 873 1575	756 540 1035	1305 945 630	
宁 夏	I II III	891 1287 1206	1359 756 639	630 855 1305	
青 海	I II III	621, 1017 666, 1251 711, 1539	540 981 1359	1215 1305 855	
新 疆	I II III	1044, 531, 1107, 1494 738, 558, 963, 1449 999, 1233, 1413, 1593	1359 1035 639	945 855 720	
四 川	I II III	612 1116 909	981 639 1359	855 1305 720	
贵 州	I II III	765 927 1026	540 756 981	1305 630 855	
云 南	I II III	576 990	1359 639 540	855 1305 945	
西 藏	I II III	783, 1548 936, 594, 1377 1062, 1278	540 639 981	1305 855 720	

1.2.3 短波广播

短波广播使用的频段是2.3~26.1MHz。国际上又称为第7频段。短波广播的具体频段划分见表8-1-4。

短波广播的基本技术参数。

(1) 频道间隔 双边带短波广播频道间隔规定为10kHz。但为节省频谱,也允许在两个相邻频道中插入一个双边带或单边带发射台,即载频间隔为5kHz,但互相交叉的发射不要对同一地理区域。

(2) 标称载频 短波广播的标称载频应为

表8-1-4 短波广播频段划分表

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

5kHz 的整倍数。

(3) 音频带宽 短波广播发射机的音频带宽上限(对-3dB)应不超过4.5kHz; 下限应为150Hz, 低于150Hz的滤波器衰减特性为6dB/倍频程。

(4) 动态压缩 如果对音频信号进行这种处理, 那么调制信号的动态范围应不小于20dB。

(5) 发射带宽 不应超过9kHz。

在短波频段, 地波不能形成有效的服务区, 而天波不能完全穿透电离层, 当其被电离层反射时, 可在离发射机很远的地方形成服务区。因此, 短波频段最适宜对远距离(几百公里至几千公里以外)进行广播。

短波传播的缺点是受电离层活动影响较大, 收听稳定性较差。同时由于世界上短波广播发射台太多, 短波频谱非常拥挤, 造成广播可靠性较差。因此, 为播出同一个广播节目, 往往需要同时使用几部发射机, 分别发射不同频率电波, 以提高其可靠度。此外, 短波段每个频道占用带宽很窄, 加之衰落现象引起的“选择性失真”, 不可能得到优良的收听质量。因此, 大多数国家都不把它作为国内广播频段, 而用作对国外广播。我国短波广播也主要用于对外广播。对国内, 短波用于把中央电台广播节目向全国转播发射台和有线广播站传送, 并兼作对部分边远地区的覆盖。此外, 短波还用于中央台向少数民族地区传送少数民族广播节目和对那些地区的覆盖, 也用于对台湾广播。在省一级电台中, 西藏、新疆、甘肃、青海、内蒙古、广东、云南、

黑龙江和四川等九个省(自治区)可以使用短波广播来覆盖本区, 并在这些省(自治区)内实行中、短波相结合的覆盖, 即中波覆盖人口较密集地区和城镇, 短波覆盖地广人稀的地区。

在短波频段也可采用同步广播, 即多个发射机工作在同一载频, 播出相同的节目。同步广播的发射机之间频率偏差 Δf 应满足以下条件

$$\Delta f \leq 0.1\text{Hz}$$

短波同步广播与中波同步广播不同, 短波同步广播网中每一个发射机的服务区场强都是不稳定的。因此, 在短波广播中, 采用同步广播要慎重。

1.2.4 单边带短波广播

单边带广播占用带宽窄, 可减轻干扰, 更有效地利用频谱, 缓解短波广播电台密集、频段拥挤状况; 在同样服务范围条件下, 单边带方式可大大降低发射功率。单边带方式抗选择性衰落性能好, 可改善接收质量。因此, 现代短波广播发展方向是向单边带过渡。

1987年关于短波广播规划的世界无线电行政大会(WARC)规定, 短波广播由双边带向单边带过渡的程序如下:

(1) 由双边带向单边带的过渡期自1987年开始。在过渡期间, 单边带和双边带可并存。

(2) 过渡期的截止日期是2015年12月31日世界时23时59分。到这一时刻, 所有双边带广播发射机应全部停播。

(3) 在过渡期间, 单边带广播发射的载波抑制(相对于峰包功率)应为6dB, 以便现存的双边带收音机(包络检波式)也能收听, 并得到一定的质量。

(4) 在过渡期结束后, 只应存在单边带广播, 其载波抑制(相对于峰包功率)为12dB。

(5) 在过渡期间, 如果任何主管机关用一个单边带发射代替原来的双边带发射, 则必须保证其干扰电平不大于原来的双边带发射。

(6) 1990年以后生产的短波发射机, 必须能工作于单边带。

单边带短波广播的技术参数见表8-1-5。

1.3 调频广播

调制方式为调频的广播称为调频广播。调频广播采用甚高频频段(简称VHF), 国际上又称第8频段。我国调频广播的具体频段是87~108MHz, 在这个频段中共划分为210个频道。调频广播具有

表8-1-5 单边带广播的技术参数

项 目	技 术 规 定
音频带宽	150Hz~4.5kHz
音频衰减特性	4.5kHz以上, 35dB/kHz 150Hz以下, 6dB/倍频程
音频动态范围	≥20dB
发射带宽	4.5kHz
频道间隔	5 kHz①
标称载频	5 kHz的整数倍
发射边带	上边带
对下边带的抑制	>35dB
载波降低度(相对峰包功率)	12dB②
频率容限③	±10Hz

① 过渡期间, 参照第1·2·3节的规定。

② 过渡期间为6dB。

③ 发射机的工作频率与指配频率间的最大容许偏差。

抗干扰能力强、音质好、便于实现立体声等优点。
我国调频广播的基本参数见表8-1-6。

表8-1-6 调频广播的基本技术参数

项 目	技 术 参 数
频段	87~108MHz
标称载频频率	100kHz的整倍数
载频允许偏差	±2000Hz (功率>50W) ±3000Hz (功率≤50W)
频道间隔	100kHz
发射带宽	200kHz
最大频偏(100%调制)	±75kHz
音频带宽	50~15000Hz①
预加重时间常数	50μs
信噪比(1kHz100%调制)	>55dB②

① 双节目: 第二信道为50~10000Hz。

② 双节目: 第一信道为≥52dB。

我国的调频广播, 将共计采用四种制式: 单声、立体声、立体声带附加信道和双节目。它们相应的基带信号频谱如图8-1-1所示。

1. 单声 单声调频广播时, 载波调制方式为调频, 调制信号为单声音频信号。用普通调频接收

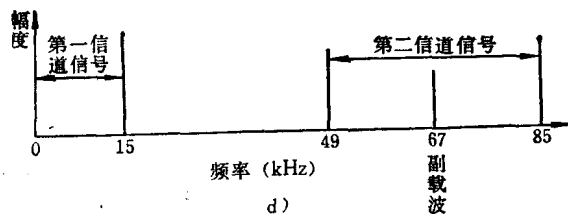
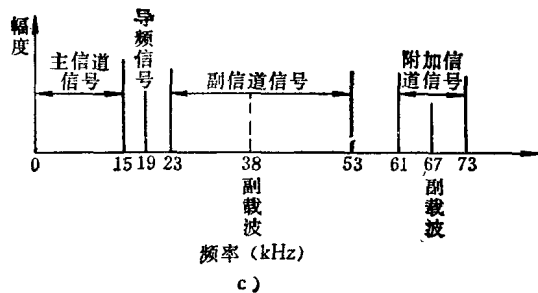
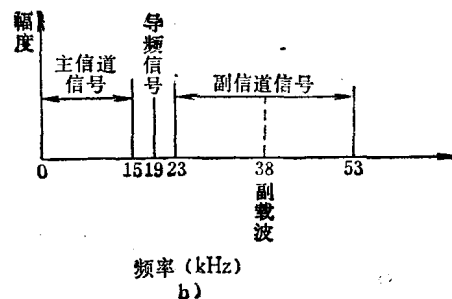
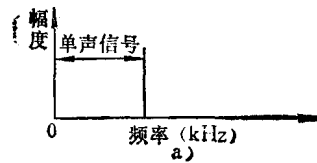


图8-1-1 调频广播基带信号频谱

a) 单声广播 b) 立体声广播 c) 立体声广播带附加信道广播 d) 双节目广播

机和调频立体声接收机都只能收到单声信号。

2. 立体声 我国立体声调频广播采用导频制。其基带信号频谱如图8-1-1 b所示。图8-1-2所示为立体声广播发送系统简化框图。其主载波调制方式为调频。主载波调制信号是立体声复合信号。此复合信号由主信道信号、副信道信号和导频信号(为了接收立体声广播而传送的辅助信号)组成。主信道信号为左信号 L 和右信号 R 组成的和信号 M , 其频带宽度为50~15000Hz。副信道信号由左、右信号的差信号 S 对38kHz副载波调幅并抑制载波而得。导频信号对主载波的频偏为最大频偏的10%(即±7.5kHz), 而主、副信道信号所产生的主载波频偏之和为最大频偏的90%(即±67.5kHz)。

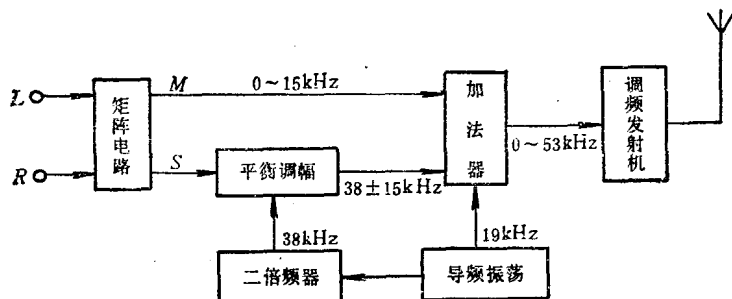


图8-1-2 立体声广播发送系统简化框图

用调频立体声接收机收到的是立体声信号。用普通调频接收机收到的是单声信号。

3. 立体声带附加信道 这种制式主载波调制方式为调频。主载波调制信号是立体声复合信号和附加信道信号。立体声复合信号的构成与前述相同。附加信道信号由音频信号对附加信道副载波(67 kHz)调频产生。我国规定附加信道广播的最高音频为6 kHz, 附加信道的最大频偏为 ± 4 kHz。附加信道对主载波的频偏为最大频偏(± 75 kHz)的10%(± 7.5 kHz), 导频也具有10%的频偏, 而剩下的立体声信道占有的频偏为最大频偏的80% (即 ± 60 kHz)。

用普通调频接收机收到的是单声信号。用调频立体声接收机收到的是立体声信号。用专门的附加信道接收机才可收到附加信道信号。

4. 双节目 双节目调频广播是用一个射频载波传送两套节目的调频广播制式。它有助于解决节目数量不断增长的要求与有限频谱资源间的矛盾。

双节目广播频谱如图8-1-1 d所示。第一信道信号和单声广播时的单声信号相同。第一信道节目称为主节目。比起单声广播, 主节目的传送质量不应有明显的下降, 其音频范围要求仍保持50~15000 Hz。第二信道信号是由另一音频信号对第二信道副载波(67 kHz)的调频信号。第二信道节目又称副节目。副节目除可用双节目调频接收机收听或作为有线广播节目源外, 也可作为中波调幅广播节目源或备份节目源。我国规定第二信道音频频率范围为50~10000 Hz。第二信道信号调制副载波的最大频偏为 ± 8 kHz。第一信道信号调制主载波的最大频偏占总频偏(± 75 kHz)的70% (即 ± 52.5 kHz), 副载波调制主载波的频偏占30% (即 ± 22.5 kHz)。

用普通调频接收机和调频立体声接收机都能收到第一信道信号。用专门的第二信道信号接收机才

可收到第二信道信号。这种第一信道信号和第二信道信号都是单声信号。

调频广播频段电波传播的特点是: 沿地面传播的地波衰减很快, 不能形成服务区, 而天波会穿透电离层, 不能反射回地面。因此, 调频广播利用空间波传播。在视距范围内, 接收点场强为直射波和地面反射波的合成; 在视距外较近区域, 球面绕射波可形成相当的接收场强; 在远离视距范围, 存在大气对流层散射现象, 但因散射传播不稳定, 衰减比较严重, 故一般不能为服务区提供稳定的信号, 且会造成对其他同频电台的干扰。

我国技术标准规定, 在接收天线高度为4 m时, 农村和城市的调频广播场强应分别高于46 dB (μ V/m)和60 dB (μ V/m)。

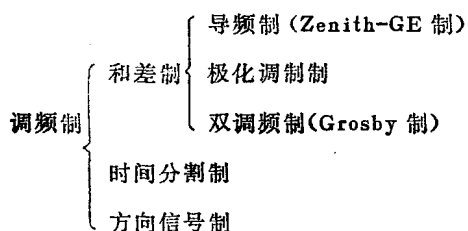
1.4 立体声广播

采用立体声技术进行的无线电广播称为立体声广播。立体声至少要有两个声道。双声道立体声广播已广泛采用, 并出现了四声道立体声广播。根据立体声信号的处理和调制方式不同, 形成了不同的立体声广播制式。按调制方式分为调频制和调幅制两大类。

1.4.1 调频制立体声广播

目前立体声广播普遍采用调频制, 其基本方法是: 先将左、右声道信号进行适当处理, 形成复合立体声信号, 然后再对高频载波进行调频发送。根据对立体声信号的处理方法不同, 调频制又分为和差制、时间分割制和方向信号制三大类。由于时间分割制和方向信号制在实用上尚有许多问题, 所以在国际上这两种制式尚未正式采用。和差制是先将左、右声道信号编码, 形成和信号M及差信号S, 而用S信号调制副载波, 形成副信道, 最后与M混合, 形成基带复合信号, 用基带立体声复合信号对高频载波进行调频, 然后发送出去。按S信号对副载

波调制方式,和差制又分为导频制、极化调制制和双调频制三类。于是调频制立体声广播方式可归纳为



三种和差制式都是以不同的频带来区分主、副

信道,因而又称为频率分割制。导频制和极化调制制都是将S信号对副载波调幅,然后对高频调频,因而又称为AM-FM制。双调频制又称为FM-FM制。三种立体声制式的基本参数见表8-1-7。

用典型家用接收机,按CCIR300-5报告,对三种立体声广播制式做兼容性评价,结果如表8-1-8所列。

评价立体声接收效果也用典型的家用接收机进行,根据CCIR300-5报告,极化调制制和导频制的

表8-1-7 三种立体声制式的基本参数

项 目	AM-FM制		FM-FM制 ^①
	极化调制制	导 频 制	
主载波调制方式	调频	调频	调频
主载波最大频偏	$\pm 75\text{kHz}$ ^②	$\pm 75\text{kHz}$	
副载波频率	31.25kHz	$38 \pm 4\text{kHz}$	$33.3\text{kHz} \pm 100\text{Hz}$
副载波调制方式	调幅	调幅	调频 (最大频偏 $\pm 10\text{kHz}$)
最大剩余副载波幅度	20%	1%	
副载波造成主载波的最大频偏	主载波最大频偏的20%	取决于R、L信号的瞬时幅度	主载波最大频偏的18%~20%
预加重时间常数	$50\mu\text{s}$ ^③	$50\mu\text{s}$	
导频频率		$19\text{kHz} \pm 2\text{Hz}$	
导频造成主载波频偏		主载波最大频偏的10%	

① CCIR (International Radio Consultative Committee—国际无线电咨询委员会) 未正式推荐各国选用。

② 原苏联、东欧选用最大频偏为 $\pm 50\text{kHz}$ 。

③ 美国为 $75\mu\text{s}$ 。

表8-1-8 各种制式的兼容效果

项 目	AM-FM制		FM-FM制
	极化调制制	导 频 制	
音频响应	与单声服务时相同	与单声服务时相同	
S对M的互调	-44dB	等于或优于-40dB	-60dB ^①
总谐波失真	等于或稍大于单声广播时数值	等于或稍大于单声广播时数值	
S对M的非线性串话	优于-39dB	优于-40dB	-50dB
信噪比(加权)	比单声广播时差1~2dB	(输入电平为-54dBW时) 66~76dB	
射频保护率	和单声广播时要求近似	载频间隔在0~300kHz范围比 单声接收时要求高0~3dB	同单声广播
S对M的线性串话	—	<1kHz时, -60dB 1~15kHz时, -44dB	-60dB ^②