



广播电视监测技术丛书

# 广播电视监测技术

GUANGBO DIANSHI JIANCE JISHU

【陈德泽 主编】

中国  广播电视出版社  
CHINA RADIO & TELEVISION PUBLISHING HOUSE

ISBN 978-7-5043-5563-8



9 787504 355638 >

定价：98.00元

广播电视监测技术丛书

# 广播电视监测技术

GUANGBO DIANSHI JIANCE JISHU

【陈德泽 主编】

## 图书在版编目(CIP)数据

广播电视监测技术 / 陈德泽主编. — 北京:中国广播电视出版社, 2008.4

(广播电视监测技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 5043 - 5563 - 8

I. 广… II. 陈… III. 电视广播系统 - 监测 IV. TN94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 017371 号

## 广播电视监测技术

陈德泽 主编

---

责任编辑 周然毅

封面设计 大盟文化

责任校对 孙雨芹

---

出版发行 中国广播电视出版社

电 话 010 - 86093580 010 - 86093583

社 址 北京市西城区真武庙二条9号

邮 编 100045

网 址 www.crtv.com.cn

电子信箱 crtp8@sina.com

---

经 销 全国各地新华书店

印 刷 北京市耀华印刷有限公司

---

开 本 889 毫米×1194 毫米 1/16

字 数 720(千)字

印 张 29.5

版 次 2008 年 4 月第 1 版 2008 年 4 月第 1 次印刷

印 数 5000 册

---

书 号 ISBN 978 - 7 - 5043 - 5563 - 8

定 价 98.00 元

---

(版权所有 翻印必究·印装有误 负责调换)

## 《广播电视监测技术丛书》编辑委员会

主 任：陶嘉庆

编 委：(以姓氏笔画为序)

丁汶平 马明成 毛旭辉 白永祥 刘林海 刘德鸿  
吕朝东 闫红军 齐立欣 齐忠文 张文东 李国华  
杨书禄 肖 武 俞安邦 徐 忠 徐 涛 莫晓俊  
高志恒 高南军 崔朝阳 黄国琳 黄晓兵 董 燕

主 编：陈德泽

执行主编：徐 涛

审 定：陈智教

# 序 言

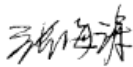
监测工作是我国广播电视工作的重要组成部分,经过五十多年的艰苦努力,我国已初步建成了广播电视监测网,广播电视监测工作发生了翻天覆地的变化。

监测业务范围已由过去单一的无线监测向有线、无线、卫星监测以及受理听众、观众投诉等全方位发展;监测手段已由过去传统落后的人工手段向数字化、网络化、自动化的监测手段转变;监测机构不断完善,监测队伍不断壮大,各省(区、市)都加强了监测机构和监测队伍建设。监测工作在保障安全播出、提升信息对抗能力、加强政府监管、促进事业产业发展中发挥着越来越重要的作用,是政府主管部门科学决策、统筹协调、有效监管和自我监督的重要技术支撑手段。

随着科技的进步,广播电视监测对技术的依赖越来越强,监测工作的技术含量越来越高,任何一个环节出现问题就有可能影响到整个系统的正常运转,因此对监测人员的素质要求也越来越高。

根据多年来的实践,总局监测中心组织专家学者和技术骨干力量,编辑出版《广播电视监测技术丛书》,很有必要,对于强化监测人员的安全运行意识、提高技术维护水平,具有重要意义。希望广大广播电视监测人员按照政治强、业务精、作风正、纪律严的要求,自觉加强业务学习,不断提高综合素质,发扬优良传统和作风,扎扎实实完成监测工作的各项任务,为确保广播电视安全播出、促进广播电视事业和产业发展再立新功,再创佳绩!

国家广播电影电视总局副局长



二〇〇八年一月二十三日

# 前 言

广播电视监测是我国广播电视事业重要的、不可缺少的组成部分。它对改善广播电视传输和播出质量,核查广播电视覆盖网效果,为拟定、修改覆盖网技术规划提供科学依据;对维护广播电视的空中无线电波秩序,严格保护并有效利用频谱资源,保证群众良好的收听(收看)等有着重要作用;是开展节目制作、传输和播出系统技术质量评比竞赛的评判依据;是各级广播电视行政主管部门和各级广播电台、电视台进行科学管理的现代化技术手段;是各级领导了解广播电视实际播出质量和覆盖效果、完善广播电视系统自我监督机制不可缺少的耳目和助手。

《广播电视监测技术》是由国家广播电影电视总局广播电视监测中心组织、主持编写的,是我国第一部专门介绍广播电视监测技术的实用基础手册。全书约 72 万字,共分十一章。第一章介绍中、短波调幅接收;第二章介绍调频广播接收;第三章介绍电视广播接收;第四章介绍卫星广播接收;第五章介绍接收障碍及其改善途径;第六章介绍广播电视监测基本知识;第七章介绍广播电视监测的基本任务;第八章介绍射频信号测量技术;第九章介绍中、短波广播监测;第十章介绍调频、电视广播监测;第十一章介绍广播电视监测网的建设。

《广播电视监测技术》是一部理论与实践相结合的实用手册,适合从事广播电视监测应用研究、无线电波传播研究、广播电视监测和广播电视管理部门的工程技术人员阅读,又可作为广播电视监测岗位培训教材,也可供大专院校相关专业师生参阅。

国家广播电影电视总局广播电视监测中心主任 陶嘉庆

二〇〇八年一月二十四日

# 目 录

## 第一篇 接 收

<b>第一章 中、短波调幅广播接收</b> .....	(1)
1.1 概述 .....	(1)
1.2 调幅广播信号的接收 .....	(5)
1.3 中、短波电波传播 .....	(7)
1.4 中、短波接收天线 .....	(17)
1.5 超外差接收机组成 .....	(30)
1.6 收者机指标的测量 .....	(34)
<b>第二章 调频广播接收</b> .....	(43)
2.1 概述 .....	(43)
2.2 导频制立体声调频广播 .....	(49)
2.3 调频广播接收机 .....	(51)
2.4 调频广播接收机主要技术指标 .....	(54)
2.5 调频多工广播接收 .....	(59)
<b>第三章 电视广播接收</b> .....	(67)
3.1 概述 .....	(67)
3.2 电视广播信号 .....	(70)
3.3 电视接收天线 .....	(92)
3.4 电视接收机的组成 .....	(110)



<b>第四章 卫星广播接收</b> .....	(112)
4.1 概述 .....	(112)
4.2 卫星广播系统 .....	(120)
4.3 卫星广播接收系统 .....	(140)
4.4 卫星数字声音广播 .....	(148)

<b>第五章 接收障碍及其改善途径</b> .....	(155)
5.1 概述 .....	(155)
5.2 混信干扰 .....	(156)
5.3 噪声(噪波)干扰 .....	(165)
5.4 电视重影障碍 .....	(175)

## 第二篇 监 测

<b>第六章 广播电视监测基本知识</b> .....	(199)
6.1 相关地理知识 .....	(199)
6.2 世界时区的划分和时差计算 .....	(214)
6.3 世界主要语种与语言 .....	(215)

<b>第七章 广播电视监测的基本任务</b> .....	(226)
7.1 概述 .....	(226)
7.2 频率分段与频率管理 .....	(226)
7.3 我国广播电视频率的管理 .....	(231)
7.4 我国广播电视监测的基本任务 .....	(233)

<b>第八章 射频信号测量技术</b> .....	(244)
8.1 概述 .....	(244)
8.2 频率测量 .....	(244)
8.3 电场强度测量 .....	(263)
8.4 调制度测量 .....	(282)
8.5 测向 .....	(295)
8.6 频带宽度测量 .....	(308)

8.7	无线电频谱占用自动监测 .....	(312)
<b>第九章</b>	<b>中、短波广播监测 .....</b>	<b>(314)</b>
9.1	概述 .....	(314)
9.2	播出质量与运行状况监测 .....	(314)
9.3	接收效果收测 .....	(323)
9.4	中波广播覆盖区的测量 .....	(327)
9.5	中波同步广播监测 .....	(335)
9.6	短波广播播向地区收测 .....	(341)
9.7	短波频谱负荷收测 .....	(348)
<b>第十章</b>	<b>调频、电视广播监测 .....</b>	<b>(352)</b>
10.1	概述 .....	(352)
10.2	发射运行状况监测 .....	(352)
10.3	调频、电视的主观监测 .....	(354)
10.4	调制度与包络电平测量 .....	(359)
10.5	视频信号测量 .....	(361)
10.6	调频、电视广播覆盖区收测 .....	(383)
10.7	米波、分米波传播研究收测简介 .....	(390)
<b>第十一章</b>	<b>广播电视监测网的建设 .....</b>	<b>(393)</b>
11.1	概述 .....	(393)
11.2	广播电视监测网的组成 .....	(393)
11.3	监测台、站的工作组织 .....	(395)
11.4	监测台、站的技术设备 .....	(397)
11.5	天线设备 .....	(399)
11.6	监测台、站的设施 .....	(402)
11.7	监测台、站场地的技术要求 .....	(404)
11.8	监测人员的专业要求 .....	(407)
<b>附录 1</b>	<b>我国广播电视频率表 .....</b>	<b>(409)</b>
1.1	中波广播各频道的标称载频 .....	(409)
1.2	短波广播频段 .....	(410)
1.3	我国调频广播频道划分 .....	(411)
1.4	我国调频广播频率组合方案 .....	(412)

1.5	我国电视频道划分 .....	(413)
1.6	12GHz 卫星广播频道号与相应的下行、上行指配频率 .....	(414)
<b>附录 2</b>	<b>我国广播、电视接收机基本参数 .....</b>	<b>(415)</b>
2.1	调幅收音机基本参数 .....	(415)
2.2	调频收音机基本参数 .....	(417)
2.3	彩色电视接收机基本参数及技术要求 .....	(419)
<b>附录 3</b>	<b>卫星电视地球接收站的技术要求 .....</b>	<b>(423)</b>
3.1	环境条件 .....	(423)
3.2	系统技术要求 .....	(423)
3.3	天线分系统技术要求 .....	(425)
3.4	室外单元技术要求 .....	(426)
3.5	室内单元技术要求 .....	(427)
<b>附录 4</b>	<b>国际电视标准、各国电视制式与频道频率 .....</b>	<b>(430)</b>
4.1	国际黑白电视制式标准 .....	(430)
4.2	国际彩色电视制式基本标准 .....	(430)
4.3	各国(或地区)采用的电视制式 .....	(432)
4.4	各国(或地区)电视频道频率 .....	(435)
<b>附录 5</b>	<b>常用分贝数与功率、电压等的换算 .....</b>	<b>(440)</b>
5.1	功率、电压比与分贝、奈培数的换算 .....	(440)
5.2	用分贝数表示的功率电平与不同阻抗的电压换算 .....	(441)
5.3	用分贝数表示的场强与场强值换算 .....	(442)
5.4	dBf 与信号发生器电压关系 .....	(442)
5.5	接收机噪声系数与噪声温度换算 .....	(443)
5.6	回波损耗、反射系数与电压驻波比换算 .....	(444)
<b>附录 6</b>	<b>天线、电缆代号与性能 .....</b>	<b>(445)</b>
6.1	各种天线的代表符号 .....	(445)
6.2	常用短波天线电特性 .....	(445)
6.3	国产射频电缆产品型号编制办法 .....	(447)
6.4	SYV 系列同轴射频电缆结构性能 .....	(447)
6.5	国产同轴射频电缆参数表 .....	(447)

附录 7 各地位置与方位角等的计算 .....	(451)
7.1 方位角与大圆弧距离计算 .....	(451)
7.2 卫星接收天线仰角与方位角的计算 .....	(452)
7.3 全国主要城市卫星地面站天线仰角与方位角 .....	(452)
7.4 世界各地主要城市经纬度、时差、大圆距离和方位角 .....	(454)
附录 8 我国广播、电视发射机运行技术指标等级.....	(458)

# 第一篇 接收

## 第一章 中、短波调幅广播接收

### 1.1 概述

随着电的发明和应用、电子技术的发展,现代传播媒介——无线广播随之诞生。20 世纪 20 年代,美、俄、英、法等国开办了第一批广播电台。中国自 1926 年起自办广播电台。1940 年 12 月 30 日,延安新华广播电台播音,标志着我国人民广播的开始。新中国成立以来,我国的人民广播事业发展迅速,目前全国广播收音机的社会拥有量已为世界之最。

#### 1.1.1 调幅广播及其频谱

调幅广播指射频信号的振幅随调制信号瞬时幅度而变的一种广播方式。调幅广播也有多种方式,其中全载波双边带调幅广播已长期用于中、短波声音广播,并且是中、短波声音广播现阶段的主要方式,本章主要介绍这种方式的接收技术。

在全载波双边带调幅广播(以下简称调幅广播,AM)中,当没有调制信号时,射频高频信号为等幅振荡波,常称载波,其电压表达式为:

$$u(t) = U_{cm} \cos \omega t \quad (1-1)$$

式中,  $U_{cm}$  为载波振幅,  $\omega = 2\pi f$  为载波角频率,  $f$  为载波频率,  $t$  为时间。

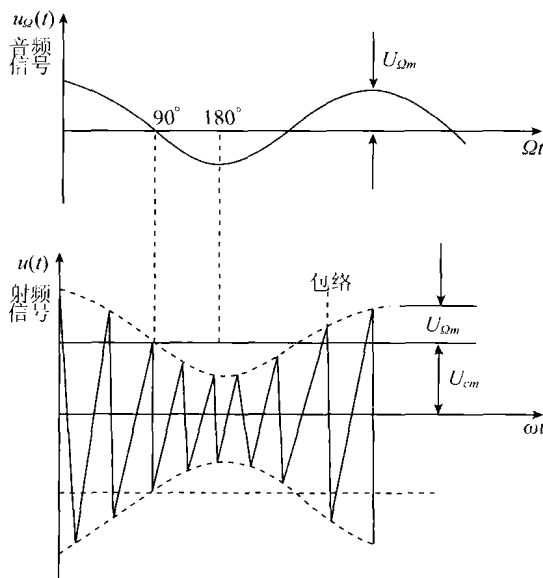


图 1-1 调制信号及已调波信号波形

当载波被单音频信号  $U_{\Omega m} \cos \Omega t$  调幅时,这时的射频信号称为已调波(调幅波),其表达式为:

$$u(t) = (U_{cm} + U_{\Omega m} \cos \Omega t) \cos \omega t$$

或 
$$u(t) = U_{cm} (1 + m \cos \Omega t) \cos \omega t \quad (1-2)$$

式中,  $U_{\Omega m}$  是音频信号的振幅,  $\Omega = 2\pi F$  是音频信号的角频率, ( $F$  是音频信号频率);  $m = U_{\Omega m} / U_{cm}$  为调制系数或调幅度。( $U_{cm} + U_{\Omega m} \cos \Omega t$ ) 或  $U_{cm} (1 + m \cos \Omega t)$  表示已调波的振幅, 它随音频信号而变, 称为已调波的包络, 音频信号就寄寓其中。上述关系见图 1-1。

式(1-2)中的三角函数乘积, 如化成为和差关系, 则得

$$u(t) = U_{cm} \cos \omega t + \frac{1}{2} m U_{cm} \cos(\omega - \Omega)t + \frac{1}{2} m U_{cm} \cos(\omega + \Omega)t \quad (1-3)$$

上式表明, 受单音频调制的已调波有三个频率分量, 它们分别为载频( $f$ ), 下边频( $f - F$ )和上边频( $f + F$ )。

式(1-3)调幅波信号的频谱组成如图 1-2 所示。由图可见, 调幅波的频带宽度为调制频率的两倍。

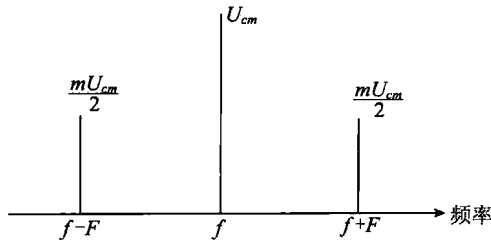


图 1-2 单音频调制的调幅波的频谱图

如果用频率范围为  $F_{\min} \sim F_{\max}$  的音频信号去调制载频( $f$ ), 这时调幅波的频谱中除载频外还有下边带和上边带, 如图 1-3 所示。

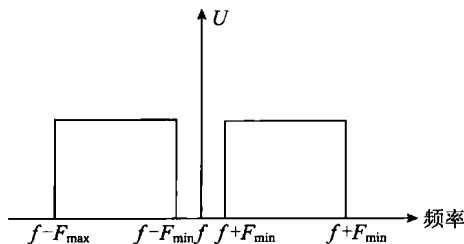


图 1-3 音频调制的调幅波的频谱图

### 1.1.2 中、短波广播的频率范围

中波广播频率范围, 按照国际无线电规则规定: 第一、三区(国际电联为分配频率划定的地理区域, 见 7.2.3 节) 国家与地区, 中波广播频率范围为 526.5 ~ 1606.5kHz, 频道间隔为 9kHz。我国属于第三区。第二区, 中波广播频率范围为 535 ~ 1605kHz, 频道间隔为 10kHz。

短波广播在 2.3 ~ 26MHz 频段范围内有 15 个分频段(见附录 1.2 节), 其中 6、7、9、11、13、15、17、18、21、26MHz 等分频段为世界性频段, 频率较低的 2、3、5MHz 等分频段则为热带区域频段。

### 1.1.3 广播接收设备的作用

广播接收设备由接收天线(包括馈线)与接收机组成,现以超外差式接收机为例说明它们的主要作用:

#### (1)接收信号

接收天线把周围的无线电波转变成射频(高频)信号,并通过馈线传送至接收机输入端。

#### (2)选择信号

输入到接收机的射频信号除欲收信号(有用信号)频率外,还常可能有一些其它频率信号(无用信号或干扰)。通过接收机内的各调谐电路选择出有用信号频率,并抑制无用信号。

#### (3)放大信号

输入到接收机的射频信号电压一般均较为微弱,为能使接收机变频电路正常工作,需要把输入的射频信号加以放大;为能使检波电路正常工作,需要把输入到检波器前的中频信号加以放大;为能推动扬声器发音需要把检波输出的音频信号加以放大。

#### (4)变频与解调

超外差式接收机变频电路的作用,是将输入的已调高频信号变成为频率较低且固定的中频信号的电路。解调电路则是将中频信号解调(检波)出音频信号的电路。

### 1.1.4 广播接收机的主要技术性能

广播接收机的电气性能主要为:频段范围、灵敏度、信噪比、选择性、失真度、自动音量控制特性、本振频率稳定度等项。有关调幅收音机基本参数参见附录 2.1。

#### (1)灵敏度

灵敏度是衡量接收机接收微弱信号的能力,接收机的灵敏度常用噪限灵敏度、实用灵敏度、噪声系数、场强灵敏度等表示。

灵敏度除与输入信号强弱有关外,还与接收机内部噪声有关。接收机中的元器件都会产生一些噪声,这种噪声将随着放大器的放大量增大而变大,只有当信号电压对噪声电压之比(信噪比)大至一定倍数时(如 10:1,即 20dB),才能基本满足收听要求。

① 噪限灵敏度(有限噪声灵敏度):是指在规定的输出信噪比条件下,为产生标准输出功率,天线输入端所需要的最小输入信号电压或场强。

② 实用灵敏度:这是指在噪限灵敏度的基础上同时计及调制信号非线性失真分量对收听的影响。计算实用灵敏度接收机输出信噪比按下式计算:

$$\text{输出信噪比} = \frac{\text{信号} + \text{信号失真分量} + \text{噪声}}{\text{信号失真分量} + \text{噪声}} \quad (1-4)$$

③ 场强灵敏度:为考核接收机的实际接收能力,可将带有机内天线的接收机置于测试电场中,在规定的测试条件下,用接收天线所在位置的电场强度来表征接收机的场强灵敏度。机内装有磁性天线的收音机,多用场强灵敏度来表示。

#### (2)选择性

接收机的选择性是指从众多信号中选择出欲收信号,抑制邻近频道干扰与抑制镜频、中频

等干扰的能力。选择性可分为单信号选择性与有效选择性。单信号选择性是指在不欲收信号时,接收机对邻近频道干扰信号的抑制能力,它所反映的是接收机的通频带特性。有效选择性是指在接收欲收信号时,接收机对邻近频道干扰等的抑制能力,有效选择性反映了接收机在有两个或数个信号同时存在的实际抗干扰能力。有效选择性不仅反映了接收机的通频带特性,同时反映了高频放大、混频等电路的动态性能。

### (3) 失真度

失真度是指接收机输出端的电压或电流波形与输入端高频调幅波的包络形状不一致性程度的一些指标的总称,包括:非线性失真、频率失真和相位失真。

接收机产生这些失真的原因主要有:第一,高放、中放各谐振回路的谐振特性曲线所引起的频率与相位失真,以及高放、中放在放大高频、中频信号时可能产生的非线性失真。第二,检波电路对中频信号进行检波时所产生的非线性失真和频率失真。第三,低频放大电路产生的非线性失真、频率失真和相位失真。

① 频率失真:频率失真或称幅-频失真。当输入的调幅波信号的调制频率不同时,如接收机有频率失真,则接收机输出端的电压幅度将随调制频率不同而变,如图 1-4 所示。

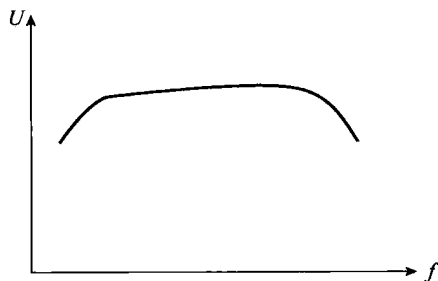


图 1-4 幅-频特性曲线

② 非线性失真:非线性失真是由接收机内部的非线性电路产生的。如输入信号为单音调制的调幅波,接收机如有非线性失真,则在接收机输出的音频信号中,不但有调制信号的基波,还产生了谐波。非线性失真一般用非线性失真系数  $K$  表示:

$$K = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + U_3^2 + U_4^2 + \dots}}$$

式中,  $U_1$ 、 $U_2$ 、 $U_3$ ……分别为输出电压的基波、二次谐波、三次谐波……的有效值。如调制信号为节目信号,或在输入的信号中还有无用信号,则在接收机输出中,可能还将包含有交调、互调产物。

③ 相位失真:当已调载波频率上的不同调制频率,在通过接收机内各电路后,如各调制频率相互之间的相位关系发生了改变称为相位失真。在单声道声音广播中,这种相位关系的改变人耳是听不出来的,故一般不去考虑。但在接收立体声广播信号时则有影响。因为立体声两声道信号之间相位差会影响声象的位置,使立体声声象定位产生偏移。



## 1.2 调幅广播信号的接收

### 1.2.1 接收方式简介

调幅广播信号的解调是由检波器实现的,因此有了检波器才有可能实现接收。从接收机的发展过程看,接收方式有直接检波式、高频放大器(高放)式、再生式、超外差变频方式等。在超外差式接收机中,又可分为一次变频、二次变频或多次变频方式等。

直接检波、高放式和再生式接收机早期曾使用过,现今仅限于个别业余爱好者使用。目前工厂生产的从简单的普及型收音机到高级的专业用接收机几乎都是采用超外差方式。

### 1.2.2 超外差式接收机

随着广播电台不断增加,高放式接收机在选择电台与放大微弱信号能力方面就显得越来越困难。1918年,美国人阿姆斯特朗(E. H. Armstrong)提出一种称之为超外差的接收方式,图1-5为超外差式接收机方框图,它的基本原理如下。

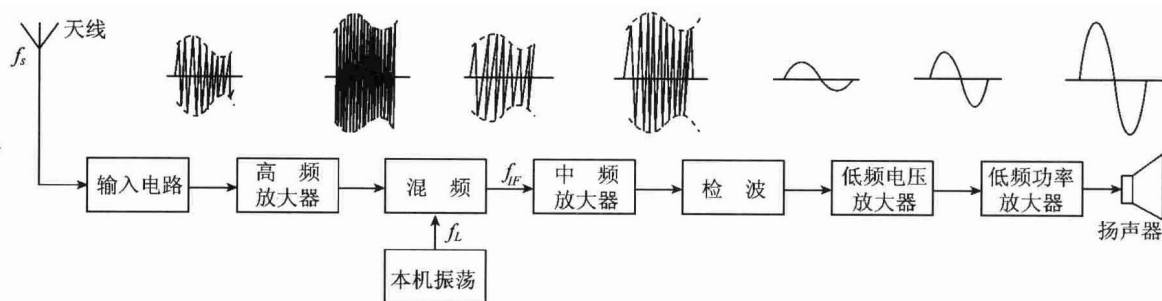


图 1-5 超外差式接收机方框图

由天线(馈线)输入的射频信号  $f_s$ , 经输入电路与高放电路(普及型接收机无高放)加至混频器输入端。本机振荡器产生的本机振荡信号  $f_L$  加至混频器的另一个输入端。混频器工作在线性状态,在它的输出中包含有  $f_s$ 、 $f_L$  的各自谐波及它们的和差频率( $f_L \pm f_s$ )等。通常把本机振荡频率  $f_L$  设计为高于信号频率  $f_s$ 。混频级输出接有中频调谐放大器,中频频率  $f_{IF}$  为  $(f_L - f_s)$ ,混频器起变频作用,它把输入的高频信号频率  $f_s$  变换为频率较低且固定的中频  $f_{IF}$  信号。在变频过程中,已调波的波形不变,即中频信号亦为调幅波信号。

图1-5超外差式接收机与高放式接收机比较起来,主要是增加了混频电路、本振电路与中频放大电路三部分。中频频率一般选为比中波广播频段低端频率更低的某一个频率上。我国收音机的中频规定为465kHz,美国、日本等国家为455kHz。

超外差式接收机比起高放式接收机,主要的优点是选择性好与灵敏度高。

#### (1) 选择性好

超外差式接收机的抗邻近频道干扰的选择性主要是由中放谐振回路提供。因中频频率较低且是固定的,因而中放谐振回路的通频带特性就可做得较为符合性能要求。

#### (2) 灵敏度高

超外差式接收机的增益主要是由中放提供。因中频频率较低且是固定的,因而中放增益可以做得较高。