

无线短波收音机 维护手册

5601型单边带接收机

邮电部设备维护局 编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本手册是为维护5601型单边带收音机的人员写的。为了便于维护，首先介绍了单边带通信的概念和5601机的整机结构、各盘电路分析，然后介绍测试和调整方法、维护周期等。在附录中还附有分贝—电压换算表及非线性失真、噪声系数等的说明和测试方法。

无线短波收音机维护手册

5601型单边带接收机

邮电部设备维护局

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北省邮电印刷厂印刷

内 部 发 行

开本：787×1092 1/32 1975年4月 第一版

印张：6 1/2 页数104 插页8 1976年1月河北第一次印刷

字数：143千字 印数：1—7,000册

统一书号：15045·总2071—资425

定价：0.80元

毛主席语录

路线是个纲，纲举目张。

政治工作是一切经济工作的生命线。在社会经济制度发生根本变革的时期，尤其是这样。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

编印说明

为适应邮电通信设备维护工作的需要，我局在广泛征求群众意见的基础上，组织编写了《无线短波收音机维护手册—5601型单边带接收机》，希结合具体情况贯彻执行，努力提高设备质量，保证通信畅通。

邮电部设备维护局

一九七五年七月

目 录

第一章 概论	(1)
第一节 单边带通信制	(1)
第二节 各型5601型单边带接收机的结构和方框图	(14)
第三节 整机技术指标	(17)
第二章 5601 B型单边带接收机电路分析	(20)
第一节 高、中频放大	(20)
1. 输入回路和高频放大器	(20)
2. 第一本振和第一混频	(26)
3. 第一中频放大级	(33)
4. 第二混频和第二中频放大级	(34)
5. 高、中频放大各级的电平分配	(36)
第二节 载波滤波器和边带滤波器	(40)
1. 窄带和宽带晶体滤波器的基本原理	(40)
2. 第一滤波级	(44)
3. 第二滤波级	(45)
第三节 解调器和音频放大器	(45)
1. 线性平衡检波器的基本原理	(45)
2. 第三本振和解调器电路分析	(47)
3. 音频放大器电路分析	(50)

第四节	载波放大和自动增益控制系统	(51)
1.	载波放大级电路分析	(51)
2.	自动增益控制(AGC)系统	(52)
第五节	分集系统	(56)
1.	概述	(56)
2.	载波分集系统——载波选择	(57)
3.	边带分集系统——边带抑制	(59)
4.	输出分集系统——合并网络	(62)
第六节	自动频率控制(AFC)系统	(63)
1.	第二本振电路分析	(63)
2.	电动机控制的AFC系统的基本原理	(64)
3.	5601B型接收机AFC系统的实际电路	(69)
第七节	监测和指示系统	(72)
1.	全机的屏流测量系统	(72)
2.	输出指示和输出监听	(76)
3.	测试点	(76)
第八节	电源供给	(77)
1.	灯丝电源	(77)
2.	正 200 伏稳压整流电源	(80)
3.	负 150 伏稳压整流电源	(81)
4.	不稳压整流电源	(81)
第三章	维护测试和调整	(83)
第一节	测试用的设备	(83)
1.	测试用的设备	(83)
2.	测试附件说明	(84)
第二节	维护测试项目及周期	(85)

第三节 维护测试方法..... (87)

1. 电压与电流检查..... (87)
2. 各单元各电子管管脚对地电压测量..... (89)
3. 电源器甲电压测试..... (95)
4. 电源器乙电压测试..... (95)
5. 监听单元调测..... (96)
6. 音频放大级增益和频率特性测试..... (97)
7. 检波特性测试..... (98)
8. 第一滤波和第二滤波单元各级增益和频率特性测试..... (101)
9. 边带抑制作用测试..... (103)
10. 载波各级增益测试和AGC电压测量 ... (105)
11. 载波选择电路测试..... (108)
12. 外载波、本地载波输出及AFC限幅测试..... (109)
13. 本地振荡频率和电平测量..... (110)
14. 自动频率控制作用测试..... (113)
15. 第二中放和第一中放选择性测试..... (115)
16. 高、中放各级增益测量..... (116)
17. 灵敏度、信噪比和总频率特性测试..... (121)
18. 自动增益控制特性测试..... (123)

第四章 使用和机障处理..... (124)

第一节 接收外来信号的调整方法..... (124)

1. 单机接收的调整方法..... (124)
2. 分集接收时的调整方法..... (127)
3. 特殊状况下的调整方法..... (127)

4. 调谐信号后电路质量的简单鉴定…………… (128)
- 第二节 常见机障及其处理方法…………… (129)
1. 机障现象: 信号、噪音全无…………… (129)
2. 机障现象: 只有噪声, 听不到信号…………… (130)
3. 机障现象: 信号时有时无, 忽大忽小…………… (131)
4. 机障现象: 机内噪声比正常情况大…………… (132)
5. 机障现象: 输出交流声大…………… (133)
6. 机障现象: 收听电台少, 初步判断为
灵敏度低…………… (134)
7. 机障现象: 啸叫声或汽船声…………… (135)
8. 机障现象: 收听信号时接收机经常失
谐, AFC 系统的马达经常告警, 低频
有变调现象…………… (138)
9. 机障现象: 各波段均收不到信号, 噪声
电平显著下降, 调主调控钮时, 噪声电
平无变化…………… (139)
10. 机障现象: 试听信号时, 外来干扰较
大, 而利用同型的机器收听同一信号时,
无干扰或影响较小…………… (140)
11. 机障现象: 音频信号失真…………… (142)
12. 机障现象: 在上边带的音频输出端能听
到下边带的信号, 或在下边带音频输出
端能听到上边带的信号。但用副机监听
信号正常…………… (144)
13. 机障现象: 在同一分波段内, 在低频端
(或高频端) 的灵敏度低, 而在高频端
(或低频端) 根本收不到信号…………… (144)

14. 电子管常见故障.....	(145)
第三节 特有机障及其处理方法.....	(147)
1. 由于机械结构和元件质量不好所造成的故障.....	(147)
2. 由于电路上的特点引起的几种机障.....	(149)
第五章 5601B 型接收机的技术革新.....	(158)
第一节 改装为B/S报话两用接收机的经验.....	(158)
第二节 其他革新的实践.....	(161)
附录 1 适用于5601型单边带接收机测试的分贝—电压换算表.....	(164)
附录 2 接收机的输入非线性失真的含义、测试方法和改进办法.....	(164)
附录 3 接收机噪声系数的意义、测试方法和改进办法.....	(176)
附录 4 5601B 型接收机建议采用的各项测试记录表.....	(180)

第一章 概 论

第一节 单边带通信制

大家知道，音频信号不宜直接以无线电波的方式来传输，必须“加到”射频信号上，然后由射频信号带着音频信号由无线电波辐射传输。这里的射频信号称作载波。在短波通信范围内用的载波频率，一般在3兆赫至30兆赫。音频信号代表的是需要传递的信息，称做调制信号，其频率叫做调制频率。把音频信号“加到”①载波上去的过程，叫做调制。

调制的方式很多常用的有调幅、调频、调相三种：使载波的振幅随着调制信号的变化而变化的叫做调幅；使载波频率随着调制信号的变化而变化叫做调频；使载波相位随着调制信号的变化而变化的叫做调相。短波无线电话中使用的大都是调幅。

如果用三角函数来表示，调幅过程如下。

设载波电流为 i ，

$$i = I_c \sin \omega_c t \quad (1.1)$$

式中： $\omega_c = 2\pi f_c$ 为载波的角频率； t 为时间； I_c 为载波电流的振幅。未调制时，载波电流振幅 I_c 是一个常数，在调制中， I_c 将随着调制信号而变化。如果调制信号是正弦波 $\sin \omega_m t$ ，那么调幅

注① 注意，这里不是简单的叠加，而是使载波的某一参数（例如幅度、频率或相位等）随着调制信号而改变的过程。

后的载波电流的振幅将是变化的，其变化规律可用下式表示：

$$I'_c = I_c(1 + m \sin \omega_s t) \quad (1.2)$$

式中 I'_c 为调幅后的载波振幅，它是一个变数， m 称为调幅度。而 ω_s 为调制信号的角频率。

由(1.2)式及(1.1)式，可得到调幅波的表示式

$$i = I_c(1 + m \sin \omega_s t) \sin \omega_c t \quad (1.3)$$

应用三角函数公式(1.3)式可化为：

$$i = I_c \sin \omega_c t + \frac{m I_c}{2} \cos(\omega_c - \omega_s) t - \frac{m I_c}{2} \cos(\omega_c + \omega_s) t \quad (1.4)$$

分析(1.4)式，可见调幅波包含有三种频率分量，一种为 ω_c ，即载波，其振幅仍是 I_c ，另二种是载波和音频的和频和差频。

和频为： $(\omega_c + \omega_s) = 2\pi(f_c + f_s)$

差频为： $(\omega_c - \omega_s) = 2\pi(f_c - f_s)$ 。二者的振幅都是 I_c 的 $\frac{m}{2}$ 倍，它们总称为边频。

如果调制信号不是一个单一频率的正弦波，而是一个频带，例如语音200赫至3000赫，这时调制后的两个边频就变成两个边带，差频称为下边带，和频称为上边带。这样的调幅方法叫做双边带调幅。图(1.1) a、b、c 表示双边带调幅的波形(调制信号为单音信号)。设调制信号的振幅为 I_s ，则调幅度 m 为：

$$m = \frac{I_s}{I_c} \% \quad (1.5)$$

当 $I_s = I_c$ 时， $m = 100\%$ 或1是为允许的最大调幅度。如果 $m > 1$ ，则发生过调幅，信号将发生失真，这是不允许的。一般情况下 m 总是小于100%的。

双边带调幅波的综合波形，最大值为 $I_c(1+m)$ ，在 $m=1$

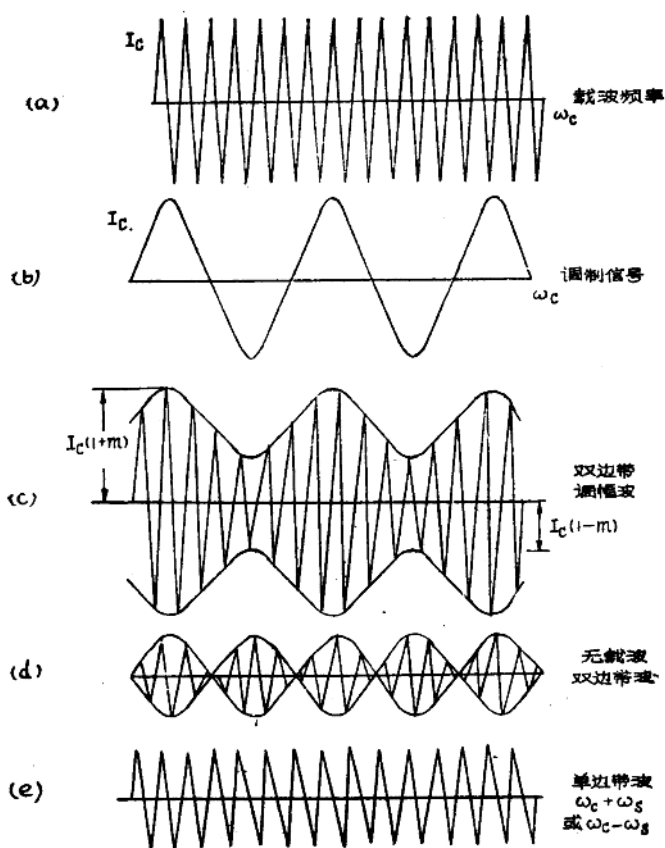


图 1.1 几种调幅波形示意图

- a. 载波频率
- b. 调制信号
- c. 双边带调幅波
- d. 无载波双边带波
- e. 单边带波

时, 为 $2I_c$; 最小值为 $I_c(1-m)$, 在 $m=1$ 时为零。这样的调幅波中($m=1$ 时), 载波、上边频、下边频的振幅比例为 $1:\frac{1}{2}:\frac{1}{2}$ (功率比应为 $1:\frac{1}{4}:\frac{1}{4}$)。若 $m<1$, 则上、下边频所占振幅比将小于二分之一。

由上分析可知, 双边带调幅波中的载波占了大部分功率(在 $m=1$ 时, 约占67%), 但它本身不含有任何信息分量, 它起了一个携带信息的作用; 另一方面, 包含信息的边频, 却只占很小一部分功率(在 $m=1$ 时, 每个边频仅约占16.6%), 这样的功率传输是很不经济的。

如果在双边带调幅波中, 仅以上、下边带传输, 显然能使传输效率大大提高。除去载波的无载波双边带波形, 见图1.1(d)。在 $m=1$ 的情况下, 用一般双边带发射机发射1.5千瓦的功率, 与用无载波双边带发射0.5千瓦的功率的效果相同。

无载波双边带信号的上、下边带是对称的, 包含的信息也是相同的。因此, 若只发射其中的一个边带, 也能保证传输同样的信息, 但传输效率可更进一步提高。只有一个边频的单边带波形, 见图1.1(e)。在 $m=1$ 的情况下, 仅从发射功率上来看, 单边带得益为双边带的六倍(单边带比双边带的功率得益, 有各种不同的比较法, 这里仅以两者发射机的输出功率相等, 作为比较的基准)。如果 $m<1$ 的话, 已调幅波中的载波分量将更大, 故单边带的得益也更大, 而在一般情况, 在整个传输过程中, m 是一个变化值, 平均调幅度总是小于1(一般为30%至50%)的。因而, 实际的功率得益总是大于六倍。

单一调制频率的单边带波形, 同载波波形类似, 它仍是一个射频等幅波。因而, 不能用一般的检波来解调, 否则, 解调出来的只不过是一个直流分量而已。它必须采用一种特殊的电

路来进行解调，这样的电路叫做乘积检波器。

双边带的上、下边带包含的是同一个信息，如果调制信号的最高频率是 F_H ，那末，一般的双边带调幅波的整个频带宽度为 $2F_H$ 。无载波双边带所占的频带宽度仍是 $2F_H$ ，单边带所占的频带宽度要减少一半，为 F_H 。因而，单边带比双边带调幅要节省一半的空间波道（见图1.2）。

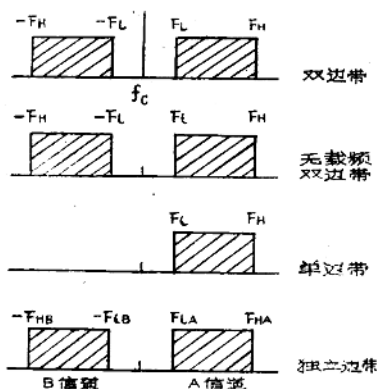


图 1.2 各种调幅频谱示意图

如果通过适当的技术措施，使两路调制信号调制同一载波，但各占用一个边带，一路占有上边带，另一路占有下边带，如图1.2(d)所示。这样，就在一个相当于双边带频宽的波道内，同时可传输两路信息。这种通信方式，称独立边带制。现在的

的单边带通信，实际上都是独立边带制。

对传输一路信息来说，独立边带占用的空间波道节省一半，还可以使收信机的通频带缩小一半，从而使接收的信噪比提高一倍。如折合到发射功率，又相当于提高功率得益一倍。故总的功率得益可以提高到十二倍(在 $m=1$ 时)。

此外，由于双边带调幅波的频谱宽，传输过程中选择性衰落的影响大，过调幅失真严重，而单边带因频谱宽度窄，外加没有载波发射，几乎不存在由于选择性衰落而引起的过调制失真。不过衰落还是有的，但要比双边带的情况好得多。

总之，单边带通信较之双边带通信有突出的优点，主要

在:

(1) 功率得益高。用单边带通信比之用双边带通信可以大大地节省发射功率。

(2) 空间波道减少一半。

(3) 选择性衰落失真大大改善。

但是, 事物总是一分为二的, 单边带通信比之双边带通信也有它的缺点, 最主要的就是不论收发两端, 技术要求都高得多。

单边带收、发信机从技术条件方面来看, 要比双边带收发信机复杂得多。以下简单介绍一下单边带信号的发生和接收情况, 从而可看出单边带收发信机设备的大致情况。

一个双边带已调幅信号取去载波和两个边带中的任何一个, 就成为单边带信号。实现这个目的通常有三种方法: 第一种方法, 称为直接滤波法。这是目前用得最普遍的一种; 第二种方法称为宽频带移相法。这种方法理论上并不复杂, 但在实践上不易达到高质量, 故一般很少采用; 第三种方法称移相滤波法。它是第二种方法的改进, 应用于一些小型设备中。

直接滤波法的典型方框图见图(1.5)。经音频放大级放大后的音频信号(调制信号), 先同 100 千赫第一载波共同送入环形调幅器。环形调幅器是一种双平衡调幅器, 它的输出可以抑

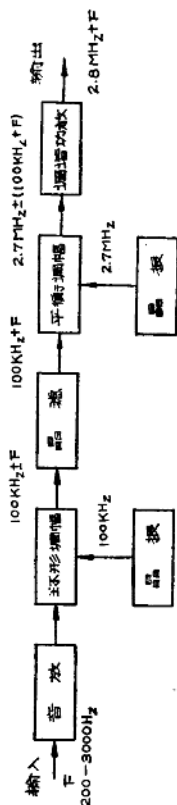


图 1.3 直接滤波式单边带信号发生器方框图

制载波和音频信号，而以和频和差频为主，故环形调幅器的输出，即是无载波的双边带信号。这个信号经过晶体滤波器，滤除其中的一个边带，余下的一个边带，送到平衡调幅级去调制第二载波。设第二载波为2.7兆赫，则信号从100千赫搬移到2.8兆赫或2.6兆赫。设通过调谐回路选择2.8兆赫，然后经过一系列线性放大器，放大至需要的功率输出。

这里采用的滤波器，也可以用 LC 的或机械的，但它们的质量都没有晶体滤波器好。这是因为调幅波的上、下边带非常接近，边带滤波器的衰耗特性曲线必须有足够的陡度，才能有满意的结果。一般常用的晶体滤波器衰耗特性曲线的要求示于图 1.4。

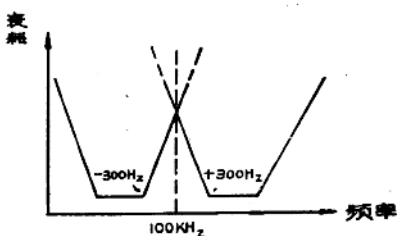


图 1.4 边带晶体滤波器衰耗特性曲线图

宽频带移相法的典型方框图见图 1.5。从图中可见，音频

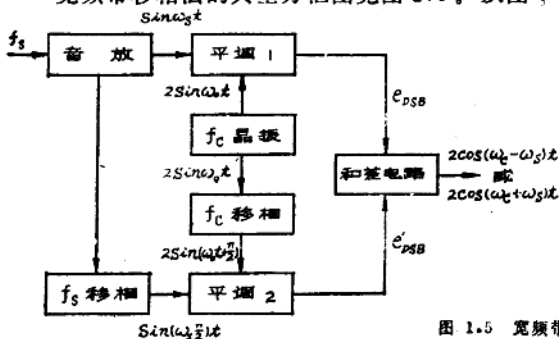


图 1.5 宽频带移相法单边带信号发生器方框图

信号一路直接加至平衡调幅器 1, 调制载波 f_c , 获得一载波已抑制的双边带信号 e_{DSB} ; 音频信号的另一路则经过宽频带移相网络移相 $\frac{\pi}{2}$, 加至第二平衡调制器(简称“平调 2”), 从而获得 e'_{DSB} 。 e_{DSB} 和 e'_{DSB} 都是两个无载波的双边带调幅波(参考 1.4 式)。将 e_{DSB} 和 e'_{DSB} 共同送入和差电路, 则可获得上边带或下边带输出①。

宽频带移相法从理论上讲是简单的, 但从目前技术来看实际制造上不容易获得高质量指标, 其关键在于音频的宽频带移相网络, 要使在一个音频频带, 例如, 200 赫至 6000 赫的范围内, 对每一个频率分量都能正确移相 90° 是相当困难的。有这样一种网络可以基本上达到这个要求, 但最后的边带抑制一般只能到 -30 分贝(不需要边带对需要边带的相对衰减), 而采用晶体滤波器的直接滤波法, 可以达到 -50 分贝以上, 因而宽频带移相法在实用上价值不大。

移相滤波法是以上两种方法的综合, 它可以不需要直接滤

$$\text{注①: } e_{DSB} = \frac{mI_c}{2} (\cos(\omega_c - \omega_i)t - \cos(\omega_c + \omega_i)t)$$

$$e'_{DSB} = \frac{mI_c}{2} \left\{ \cos \left[\left(\omega_i t + \frac{\pi}{2} \right) - \left(\omega_c t + \frac{\pi}{2} \right) \right] - \cos \left[\left(\omega_c t + \frac{\pi}{2} \right) + \left(\omega_i t + \frac{\pi}{2} \right) \right] \right\} = \frac{mI_c}{2} (\cos(\omega_c - \omega_i)t + \cos(\omega_c + \omega_i)t)$$

$$e'_{DSB} + e_{DSB} = \frac{mI_c}{2} (2\cos(\omega_c - \omega_i)t)$$

$$\text{或 } e'_{DSB} - e_{DSB} = \frac{mI_c}{2} (2\cos(\omega_c + \omega_i)t)$$