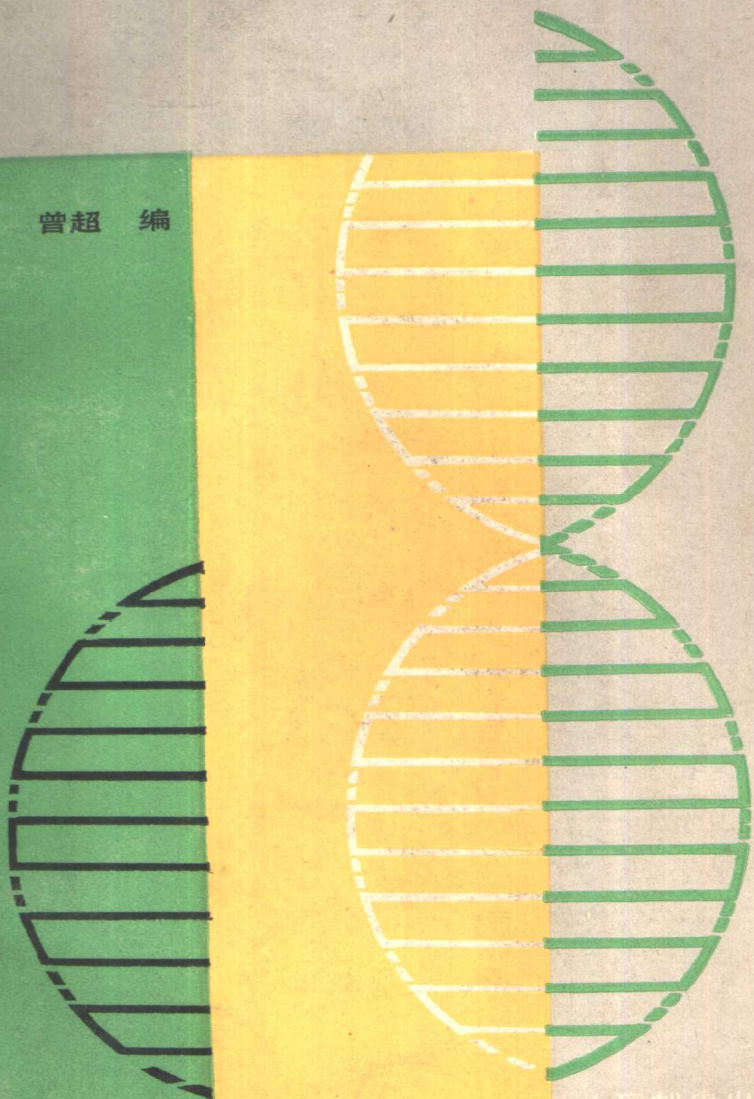


明线载波机放大器 障碍简易检修

胡新民 曾超 编



人民邮电出版社

明线载波机放大器障碍 简易检修

胡新民 曾超 编

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书介绍明线载波机放大器常见障碍的检修。具体分析了杂音大、自激振荡、非线性失真大、电路不通和增益降低等障碍产生的原因，以及处理的步骤和方法。并列出了障碍实例40种，供检修时参考。

本书适合从事载波通信维护工作的工人及技术人员阅读。

明线载波机放大器障碍简易检修

胡新民 曾超 编

责任编辑：李树岭 滑玉

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

河北邮电印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

开本：787×1092 1/32

印张：34/12 页数：50

字数：70千字

1985年12月第 一 版

1985年12月第 一 次印刷

印数：1—4000 册

统一书号：15045·总·3137—有5445

定价：0.72元

目 录

一、概述	(1)
(一)障碍的处理	(1)
(二)元件的检查	(2)
二、放大器杂音的检修	(6)
(一)放大器杂音的分类与产生的原因	(6)
(二)放大器杂音的检修方法	(12)
(三)放大器杂音检修实例	(15)
三、放大器非线性失真的检修	(28)
(一)放大器产生非线性失真的原因	(29)
(二)非线性失真的检修方法	(33)
(三)检修实例	(37)
四、线路放大器振荡的检修	(46)
(一)放大器振荡产生的原因	(46)
(二)放大器振荡的检修方法	(47)
(三)放大器振荡检修实例	(49)
五、放大器其它障碍的检修	(59)
(一)放大器不通的检修	(59)
(二)放大器增益降低的检修	(68)
附录一: ZM305型载波机放大器各项特性要求	(77)
附录二: ZM312型载波机放大器各项特性要求	(78)
附录三: ZM202型载波机放大器各项特性要求	(79)
附录四: ZM305型载波机放大器中各种型号晶体管的 I_c 、 V_{ce} 参考数据	(80)

附录五：ZM312型载波机放大器中各种型号电子管的 阴流、屏压、帘栅压参考数据·····	(82)
附录六：ZM202型载波机放大器中各种型号电子管的 阴流、屏压、帘栅压参考数据·····	(84)
附录七：晶体管放大器静态工作点测量·····	(85)
附录八：ZM305型十二路载波机部分变压器结构图···	(88)
附录九：ZM312-4型十二路载波机部分变压器结构图	(91)
附录十：ZM202型三路载波机部分变压器结构图····	(95)

一、概 述

放大器在载波设备中，无论是终端机还是增音机都是必不可少的部件，其主要作用是提高信号电平。放大器性能的好坏，对通信质量影响极大。所以，载波维护人员必须熟练地掌握放大器的工作原理和检修方法。

载波机中最基本的放大器有通路放大器和群放大器。通路放大器只放大某一个通路的信号，其工作频率较低，通频带较窄；群放大器放大若干个通路变频汇合后的群路信号，它的工作频率较高，通频带较宽。此外还有选频放大器、调节放大器、直流放大器等。

放大电路常见的障碍有：杂音大、非线性失真大、自激振荡、电路不通和增益降低等。在处理放大器障碍时，只要根据现象进行综合分析，得出正确的判断，就能迅速、准确地处理，从而缩短障碍历时。

(一)障碍的处理

处理障碍的基本步骤是：直观检查、电源和静态工作点检查、注入信号检查以及其他检查等。

1. 直观检查

打开机盘、观察机内有无断线和脱焊现象、元件是否烧焦、或者相碰短路，机架上的熔丝是否烧断。对于电子管载波机，还可用观察管子是否燃亮来判定灯丝回路工作是否正常。

2. 电源和静态工作点检查

用万用表进行静态电压和电流的测量，检查整个机盘工作电源是否加上。通过测量管子的静态集电极电流来检查工作点。在检修中，为了测量方便而不焊下元件引线或断开印刷板，通常是测量发射极、集电极和基极对地电压（电子管机器则是测量阴极、屏极对地电压），并将所测得值与说明书上提供的参考数据或与正常的同类机盘对应的电压进行比较，从而可判定管子是否损坏、电阻是否变质、电感线圈是否断线、电容器是否被击穿或漏电严重等。

3. 注入信号检查

注入信号检查就是在输出端接上电平表，用振荡器对各级注入信号，从而判断障碍发生在哪一级。

4. 其他检查

此外还可采取一些简易的方法来判断障碍部位或元件。如开路法、短路法、代替法、感应法、振动法等。

(二)元件的检查

放大器的障碍，大多是由元件变质或损坏所引起。因此，掌握放大器中基本元件的简易判定检查方法是很必要的。

1. 电阻器

电阻引线断脱或烧焦，都可用直观法看出。内部不通或阻值变化等，必须用万用表进行测量。测量的方法如图 1—1 所示。因为人身也是呈现一定电阻的导体，所以测量时不能用手

捏住电阻的引线，否则会影响测量的准确度。

2. 电容器



图 1-1

电容器常见的故障有击穿、漏电、低效和失效等。质

量的好坏，除了可用专门的测量仪表鉴别外，通常还可用万用表的欧姆档作简单的判定。其方法就是将万用表的两表笔与电容器两极相接进行充电试验。由于万用表的正表笔是通向表内电池的负极，负表笔是通向表内电池的正极。因此在测量时，对具有极性的电容器，正表笔应与电容器的负极相联，负表笔与电容器的正极相联。通常将万用表倍率开关掷于 $R \times 1K$ 档。接通的瞬间，表针迅速向右边（零欧方向）摆动，表示电容器在充电，随着时间的增长，充电电流下降，指针又逐渐向左（ ∞ 欧方向）返回，并慢慢稳定下来。这时的数值趋近于 ∞ ，才是正常，否则说明电容器漏电。如果指针没有开始的摆动，而是一直指在 ∞ 上，表明电容器失效或内部引线开路。如果指针向右摆动后不能返回，就表示电容器已经被击穿短路。如果指针向右摆动的幅度小于同容量的电容器，表明该电容器低效。

检查的时候要注意，如果被测的电容器耐压低于15伏，切忌用 $R \times 10K$ 档进行测量，因为这时内接电池电势为15伏或22.5伏，会将电容器击穿。

被测电容器的电容量如果是几千皮法到零点几微法，则不宜用 $R \times 1K$ 档，因为这时指针摆动的角度极微，不容易看得出来。而这类电容器耐压大都比较高，可以采用 $R \times 10K$ 档检查，既便于观察，又不会被击穿。

3. 变压器和电感线圈

变压器和电感线圈常会发生的故障有断线、局部短路和碰壳。检查的方法是用万用表测量线圈的直流电阻，如果阻值为 ∞ ，则是断线；阻值小于正常值，可能是线圈局部短路。线圈与外壳之间的电阻应是 ∞ ，如果是一个有限的阻值，则是线圈碰壳。

4. 晶体二极管和三极管

(1) 二极管的检查方法是测量正反向电阻。将黑表笔接二极管的正极，红表笔接二极管的负极，如图1—2所示。这时管子受到正向电压的作用，表上的读数即为二极管的正向电阻值，其值愈小愈好，通常约为100~1000欧。如果正向电阻为 ∞ ，则是管子开路。

调换表笔进行测量，得到的是反向电阻，其值愈大愈好，一般应在500千欧以上。如果反向阻值为零，则是二极管内部已经短路。

(2) 三极管的检查，通常是用万用表估测穿透电流和电流放大系数。测量PNP型管穿透电流的电路如图1—3所示。黑表笔接发射极，红表笔接集电极。用 $R \times 1K$ 档测量集射极之间的

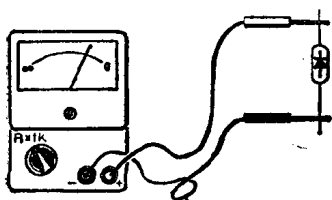


图 1-2

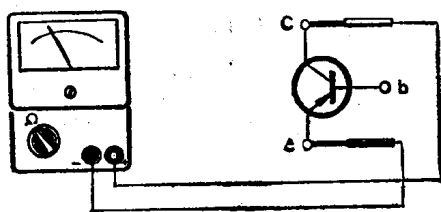


图 1-3

电阻，数值应愈大愈好，约50千欧以上。如果阻值低于50千欧，表示穿透电流大；若阻值接近于零，表明管子已经击穿。

测量NPN型管时，应将表笔的极性反过来。

估测PNP型三极管电流放大系数的电路如图1—4所示。按测量穿透电流的方式联接表笔，然后用一只手捏住基极，另一只手捏住集电极，表针即向右摆动。指针摆动幅度越大，放大倍数越高；摆动幅度越小，则放大倍数越低。也可用一只手捏住集电极，然后用舌尖舔一下基极，根据表针摆动幅度大小来估计放大倍数的高低。

测量NPN型管时，只需将表笔调换一下。

5. 电子管

电子管的检查，通常是采用万用表测量灯丝的通断和各电极之间是否相碰的方法。灯丝的通断就是测量灯丝两个管脚间的电阻，如果电阻为 ∞ ，则是灯丝断了。而各个电极之间的电阻应是 ∞ ，如果很小，就是碰极。

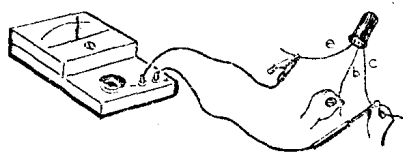


图 1-4

二、放大器杂音的检修

杂音是衡量载波电路维护质量的指标之一。各种杂音对语音信号会产生掩盖作用，从而降低了通话的清晰度。杂音太大时还会破坏放大器的谐波特性，引起非线性失真。对电报、传真和数据通信，杂音会引起变字、失真等不良后果。杂音严重时，会使通信中断。因此，消除放大器的杂音对提高通信质量是很重要的。

(一)放大器杂音的分类与产生的原因

1. 杂音的分类

放大器杂音按照频率可分为低频杂音和高频杂音。低频杂音通常是指能听得到的；而高频杂音是指听不到的。如果用示波器观察，这两种杂音的波形通常都比较稳定。此外，还存在一种没有固定波形的不规则杂音。

按照杂音的来源，可分为外来干扰和内部杂音。

2. 杂音产生的原因

放大器的杂音，通常是由以下诸原因造成的：

(1)滤波电容变质

50赫的交流电源经过整流后，除输出直流电压外，还含有大量的交流成分。所以，整流后还要经滤波电路，让直流分量顺利通过，而将交流分量滤掉，使输出电压趋于平滑。滤波电

容变质或容量减小、损耗增大，都会影响滤波效果，使输出直流电压中含有交流成分。如图2—1所示的电子管放大器中，直流电源中残存的交流分量 e_a 经过 G_1 管的屏极回路，加到电子管 G_2 的栅极，经第二级放大，在输出端就可以听到“嗡嗡”的交流声。此外， e_a 在 G_1 阴极电阻 R 上产生的压降加到 G_1 的栅极，这个电压的数值虽小，但经两级放大就会引起一定的杂音。在如图2—2所示的晶体管放大器中，直流电源的交流分量 e_a 经 R_{b1} 加到晶体管 BG_1 的基极，经过两级放大，在输出端就产生交流声。

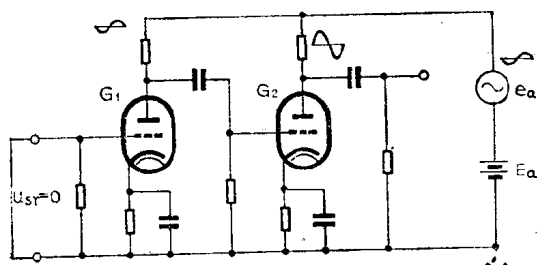


图 2-1

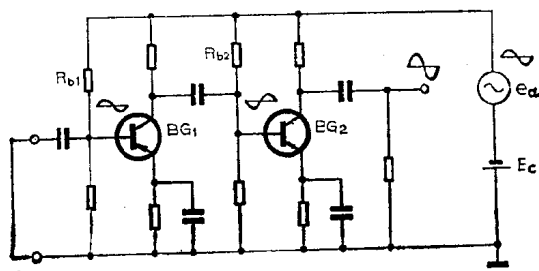


图 2-2

(2) 电阻、电容等元件变质

电阻变质会引起热噪声，这是因为任何导线或电阻内自由电子的热运动是不规则的，任何瞬间通过导体每个截面的电子代数和不等于零，所以在导体的两端就呈现一个随时间而变化的电压，叫做噪声电压。当电阻元件正常时，其数值非常微小，但是一旦变质，噪声电压就会增大。

耦合电容漏电，也将会造成晶体管或电子管放大电路的工作点变化而引起杂音。

(3) 晶体管噪声系数增大

与电阻相似，晶体管内部也会产生噪声电压，数值大小用噪声系数衡量。为了减小杂音，应选择噪声系数较小的晶体管。如果晶体管在使用过程中噪声系数增大，就会在放大器输出端引起杂音。这是一种不规则杂音，波形如图2—3所示。

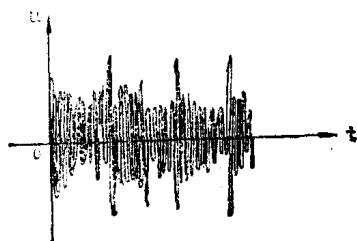


图 2-3

它是一种不规则杂音，波形如图2—3所示。它包含许多频率成分，其特点是耳机在群放大器输出端听不到，用选频表也量不到，但用宽频电平表可以量到。这种杂音的另一个特点是在载波电路

的二线端可以听到“嘶嘶”的声音。

(4) 电子管内部噪声变大

在电子管内部，一般由以下几种原因产生噪声：

- ① 阴极发射的电子不均匀；
- ② 管内的真空度不够高，有残存的气体；
- ③ 五极管内，屏极和帘栅极间的电流分配发生变化。

(5) 屏蔽不良

放大器变压器屏蔽盒接地不良时，所产生的漏磁通耦合到

附近的导线或元件中，将产生感应电势，经放大后造成杂音。如果输入线使用屏蔽线，当屏蔽层接地不良时，就会失去屏蔽作用，使输入端容易受到外界干扰而产生杂音。

(6) 接触不良、断线

元件接触不良、断线、线头假焊、插接件松动等，都会产生接触电位差而引起不规则的杂音。

(7) 灯丝回路接地不良

在用交流供电的电子管放大器中，灯丝回路接地不良会引起电源杂音。在如图2-4a所示的电路中，如果灯丝回路的地线断开或接触不良，则其等效电路就成为如图2-4b所示。交流电通过分布电容 C_1 、极间电容 C_{fk} 、 C_{gk} 、电阻 R_g 以及电容 C_2 而形成回路，50赫的交流电流在 R_g 上产生的压降，经放大后，就在输出端产生杂音。

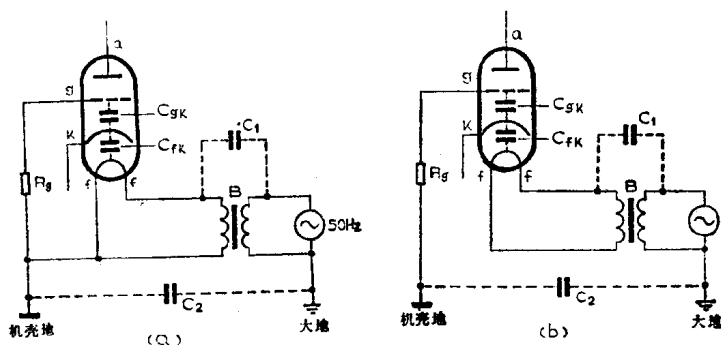


图 2-4

如果灯丝与阴极搭碰，交流声就会更大。此外，管座接触不良也会引起杂音。

(8) 屏蔽层接地不良

为了避免纵向电流的干扰，载波机的放大器都在输入变压

器的初级和次级之间加屏蔽层，并且接地，如图2—5所示。这样，外线感应的纵向电流就会通过分布电容 C_{01} 入地，不会串入放大器。如果放大器输入变压器屏蔽层接地断线或虚焊、接地不良，纵向电流就会进入放大器，形成杂音。

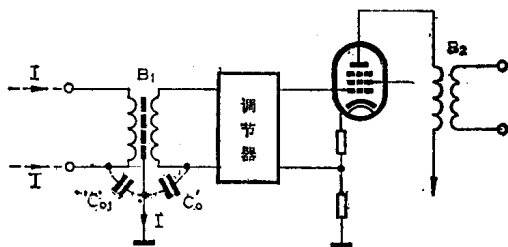


图 2-5

在图2—6所示的灯丝电路中，电源变压器的屏蔽层如接地不良，50赫电流就会通过图中虚线所示的途径在 R_g 上产生压降，经放大后在输出端产生交流声。

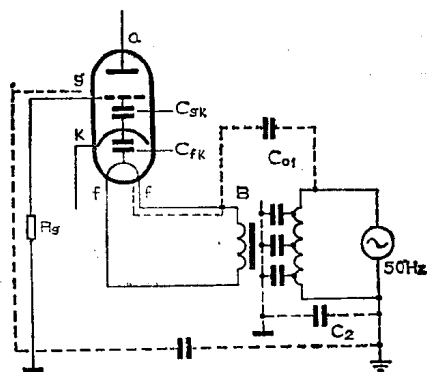


图 2-6

(9) 布线交连

布线交连引起的杂音分两种情况，一种是机盘内部布线交

连引起的寄生振荡或感应出来的交流成份，另一种是机内布线交连引起的各种串扰。为了减少或避免电磁感应引起的串扰，厂家在设计及布线时已予考虑，例如将电流较大的电源线、电平较高的输出线与电平较低的输入线分开布放，尽量避免靠近。而在实际维护工作中，如果需要改动布线，但未按规定布放，则大电流、高电平的线对通过电磁感应交连到放大器的输入端，就会引起杂音。此外，机内布线屏蔽不良、各振荡源以及交流电源也将会感应到放大器的输入端，引起杂音。

(10) 地线电阻变大

载波机的电源通常利用地线构成回路，如果接地不良，则相当于电源回路接入了一个电阻 r 。在如图2—7所示的电路中， G_1 、 G_2 的屏极电流 i_{a1} 、 i_{a2} 将在 r 上产生电压降，由于 i_{a1} 、 i_{a2} 是交变的，所以它在 r 上产生的压降也是交变的，并与公共电源 E_c 串联加到由 G_3 、 G_4 组成的放大器上而产生杂音。

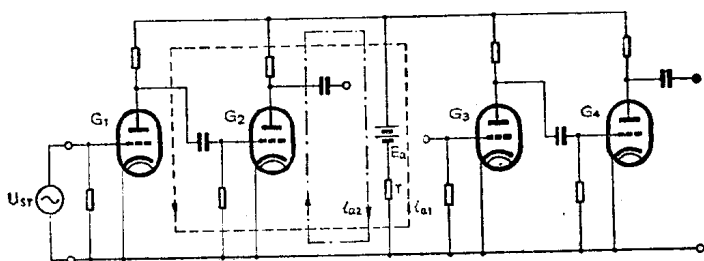


图 2-7

(11) 空间电磁场通过感应耦合到放大器的输入回路引起的干扰

这种干扰一般都是通过变压器产生的。避免的办法主要是采取屏蔽措施，用金属罩把电源变压器和放大器的输入变压器

分别加以屏蔽，屏蔽罩要接地。或将变压器的位置加以改变，以找到它的漏磁通对放大器的输入回路耦合最小的状态。

上述造成杂音大的原因中，以元件变质、接触不良、管子内部噪声增大等较为常见。

(二) 放大器杂音的检修方法

1. 杂音的判断

判断放大器杂音的有、无和杂音性质的一般方法是“听”、“测”、“看”。

“听”：就是用灵敏度较高的耳机听放大器的杂音。一般是将耳机接在放大器的输出端或载波电路二线端进行监听，以便大致确定是低频振荡还是电源交流声（低频杂音是可以听到的），或者是宽频谱的不规则杂音（高频杂音是听不到的）。

“测”：在放大器的输出端用选频表选测杂音的电平和频率，其目的也是为分清高频杂音与低频杂音。如果用选频表的宽频档能测到，而选频档测不到的则是不规则杂音。

“看”：在放大器输出端用示波器观看杂音波形，以识别出是固定波形的串扰还是不规则杂音。

运用“听”、“测”、“看”的方法可以判断出杂音的类别，三者相辅相成、互相补充，因此在检修放大器杂音障碍时，这些方法要配合运用。例如：听到“噗噗噗”汽船声是低频寄生振荡；“嗡嗡嗡”的声音是电源滤波不良、布线不当、电源内阻增大等引起的交流声；有的听不到、选频表选频档选测不出、而宽频档能测出电平的杂音是频带极宽的不规则杂音。当用示波器观察时，波形是不稳定的。