

Weibo Tongxin Shebei WeiHu Jingyan

微波通信设备维护经验

第 四 辑

人 民 邮 电 出 版 社

微波通信设备维护经验

第 四 辑

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书是微波通信设备维护经验选辑第四辑，内容选自1979和1980年出版的《电信技术》杂志，包括维护经验、技术革新和专业基础知识等。可供从事微波设备维护工作的工人和技术人员参考。

微波通信设备维护经验 第四辑

人民邮电出版社编辑出版
北京东长安街27号
河北省邮电印刷厂印刷
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 1982年3月 第一版
印张：10 28/32 页数：174 1982年3月河北第一次印刷
字数：249千字 插页：1 印数：1—5,000册
统一书号：15045·总2539—无6165
定价：0.89 元

目 录

第一部分 维护经验	(1)
一、高频通道收发信分路系统的改装	(1)
二、注入锁相本振源常见故障分析和处理	(6)
三、微波振荡源16个怎么办	(13)
四、本振源噪声的判别及排除	(22)
五、“反馈对”中放系统部分电路分析及维护	(25)
六、消除代振器对功率中放影响的措施	(32)
七、提高三中放输入端回波损耗的办法	(37)
八、如何挑选电源盘中的变换管	(39)
九、高频架加装电源告警装置	(41)
十、RL1型螺旋式熔断器熔芯的修复	(42)
十一、公务架晶振——混频盘的几项改进	(43)
十二、噪声系数测试中的几个问题	(46)
十三、如何展宽调制器的线性带宽	(50)
十四、改善群频话路高端噪声的体会	(55)
十五、运用贝塞尔函数法调测话路频偏实例	(60)
十六、PW—10型外差频率计的检修	(64)
十七、超群监频指示低落故障的分析	(77)
十八、超群监测告警电路原理及维护	(80)
十九、查找微波载波电路干扰的体会	(84)
二十、一次超群监频中断障碍的分析	(88)
二十一、整流器自激引起的微波载波电路失真	(91)
二十二、超群转接滤波器的检修与调测	(95)
二十三、超群载供架分频器故障的分析	(102)

二十四、960路载波机外线频率的计算	(109)
二十五、高频架自动开机电路	(110)
二十六、监测扫描电路故障分析一例	(111)
二十七、改善伴音信噪比的措施	(114)
二十八、彩色电视机色纯度故障一例	(118)
二十九、保证波道倒换信号正常传输的体会	(121)
三十、600路收信告警的调整	(124)
三十一、600路微波发信功率的调整	(126)
三十二、600路微波调制段的故障自动报警	(127)
三十三、如何实现600路微波电路2:1自动倒换	(130)
三十四、电视台——微波端站电路质量的改善	(135)
三十五、天馈线系统驻波比的简易测试方法	(139)
三十六、天线双曲面位置的调整	(143)
三十七、FAX204型信号熔断器熔丝的代用	(146)
第二部分 专业基础知识	(147)
一、贝塞尔函数在频偏调测上的应用	(147)
二、带外噪声监测	(155)
三、微分增益和微分相位	(158)
四、泛音晶体在微波本振源中的应用	(166)
五、宽带中放自激的起因及其抑制	(172)
六、4GHz取样锁相振荡源	(177)
七、中放盘输入、输出阻抗回波损耗频率特性为什么不 样	(187)
八、电话架的微分特性及群时延	(189)
九、测试主中放出现李沙育图形是怎么回事	(197)
十、中频回波损耗与振幅频率特性	(203)
十一、调幅—调相转换基本原理	(207)
十二、调幅—调相转换引起的噪声	(211)
十三、话路串噪声指标计算及分析	(216)

十四、960路忙时峰值频偏是怎样计算出来的	(226)
十五、微波收发信机电平图是如何确定的	(228)
十六、电话架各点电平的考虑	(235)
十七、70次谐波干扰为什么不能忽略	(240)
十八、极化分离器在馈线中的作用	(242)
十九、中频反射是如何影响色同步信号的	(248)
二十、相片传真对微波通道的要求	(255)
二十一、报纸传真信号在微波干线上的传输	(259)
二十二、阴罩式彩色显象管结构及其调整	(265)
二十三、有关电视图象干扰的术语	(275)
二十四、有关电视图象失真的术语	(282)
二十五、超群载频自动转换盘电路分析	(285)
二十六、介绍960路Ⅱ型机电源盘	(290)
二十七、微波天线方位偏差对通信质量的影响	(296)
二十八、微波天馈线安装中的有关问题	(300)
二十九、微波机房波道排列次序的改进	(307)
三十、中小容量微波通信	(312)
三十一、什么是数字微波通信	(317)
三十二、卫星通信中的几个问题	(317)
第三部分 其他	(326)
一、三中放的几点小改进	(326)
二、中频分支放大器的使用	(328)
三、自制中频电子开关	(331)
四、分频器中开关管的改换	(335)
五、2.1KHz振铃接收器中BG ₁₁ 管的代换	(336)
六、在微波联络机上开通十二路载波电话	(337)
七、广播超群的分支汇接监测	(339)

第一部分 维护经验

一、高频通道收发信分路系统的改装

在微波设备日常维护工作中，测试微波收发信机发信功率和接收机噪声系数等，都要拆卸波导管，这不但给维护测试工作带来了不便，而且还容易造成波导管法兰盘之间接触不良，严重时还会扭伤波导管。为了解决上述问题，我省对高频通道收发信分路系统进行了改装，现简介如下。

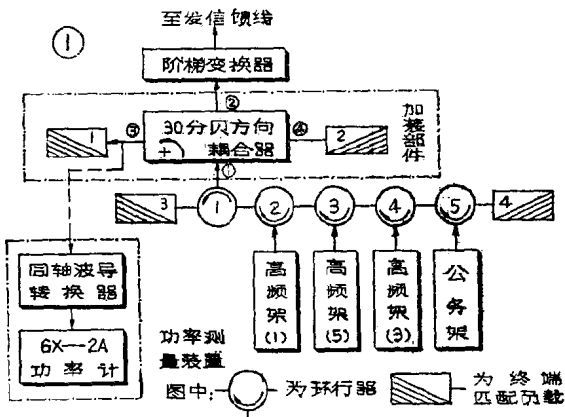
(一)发信分路系统的改装

1. 加装部件安装位置示意图

为解决不拆波导管测试发信功率问题，我省各微波站早在装机过程中，就在高频架和公务架的发信分路系统输出口，加装了30分贝方向耦合器（以下简称方向耦合器），它的安装位置见图1点划线框出部分。此方向耦合器的耦合系数标称值为千分之一，即在方向耦合器输出口③所测得的功率为实际输出功率的千分之一。当进行发信功率测量时，只需把图1中的终端匹配负载1拆下，接上功率测量装置（其连接如图中虚线所示）即可。

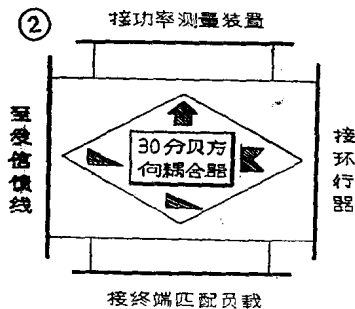
2. 改装方法及有关注意事项

(1)由于加装方向耦合器必须改变原有馈线尺寸，建议利用库存波导管预先做成几个尺寸符合要求的波导管，然后逐个进行替换改装。



(2) 每当发信功率测试完毕后，应重新接上终端匹配负载。

(3) 安装方向耦合器之前，最好要对它进行校准，求出它的实际的耦合系数，选出在工作频带内，驻波比小于1.05的方向耦合器。方向耦合器安装时，应按图2方法连接。它的箭头方向应接功率测量装置。



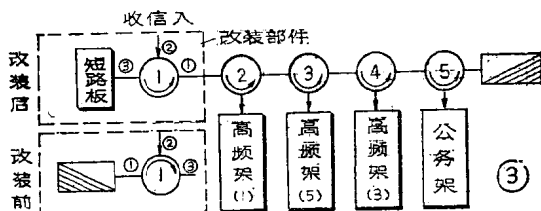
顺便指出，如果站上各有发信带通滤波器，可将它接在方向耦合器输出口③和同轴波导转换器之间，这样就可以象960路Ⅱ型收发信机一样，可随时进行功率测量，而不需要

临时拆卸波导。

(二) 收信分路系统的改装

1. 改装后的收信分路系统示意图

图 3 为改装后的收信分路系统示意图，图中虚线框内为改装部分。这部分改装前的情况见图 3 左下侧所示。



由图 3 可见，改装后的分路系统只是把环行器的正、反面翻了个个，使它的①、③臂位置对调了一下，同时把终端匹配负载改换成短路板。这样改动后，信号的接收与分路情况同原来的收信分路系统基本一样，理由如下：

由环行器的原理得知，进入环行器的电磁波的环行方向是由环行器内恒定磁场的方向所决定的。换句话说，只要环行器内的恒定磁场方向不变，则电磁波的环行方向也就不变。改动前，收信信号从环行器 1 的②臂输入，③臂输出，接环行器 2，①臂接匹配负载；而改动后，收信信号仍从环行器 1 的②臂输入、③臂输出，但由于③臂接了短路板，所以③臂输出的信号全部反射回来又成为③臂的输入，最后从①臂输出到环行器 2。由此可见，对接收信号而言，改动后的收信分路系统，只是使收信信号增加了环行器 1 的③臂到①臂的衰耗，但却给测试带来了很大方便。

2. 改装后收信分路系统的优点

(1) 能方便地测试接收机噪声系数

把图 3 中的短路板卸下，按图 4 连接好噪声系数测试装置，就可进行接收机噪声系数测试。测试时，对方站应与本站被测波道相应的发信机关掉；若本站收、发共用一副天线，

则本站发信机也要关掉，以防发信组合波干扰而影响测试。按

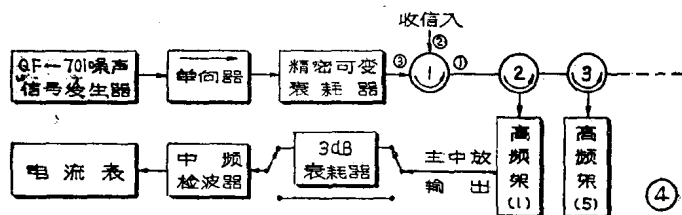


图 4 测得的接收机噪声系数可按下式计算：

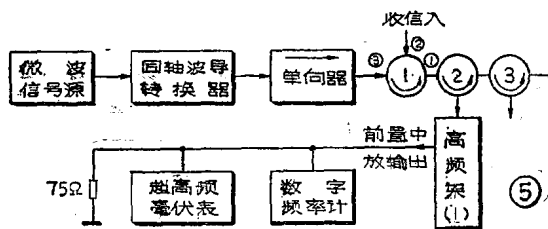
$$F(\text{dB}) = N(\text{dB}) - A_1 - A_2 - A_3$$

式中， F 为接收机噪声系数； N 为噪声发生器噪声系数； A_1 为单向器正向衰耗量，取 0.5dB ； A_2 为精密可变衰耗器的衰耗量； A_3 为环行器的正向衰耗量，每臂衰耗取 0.2dB 。例如，测(1)波道(即高频架(1))的接收机噪声系数时， A_3 应取 0.4dB ；测(5)、(3)波道及公务波道接收机噪声系数时， A_3 分别取 0.8dB 、 1.2dB 及 1.6dB 。

(2)能方便地检查接收电平

拆下图 3 短路板，按图 5 连接好测试接收电平装置，然后可按下列步骤检查接收电平：

②根据收、发信天线增益、馈线衰耗、空间传输衰耗以及对方站发信功率等，可计算出接收电平的理论值 $A(\text{dBm})$ 。



⑥让对方站关掉发信机，调整图5中微波信号源输出电平为 $A(\text{dBm})$ ，频率为所测波道的收信频率（此频率的准确度，可用图中的数字频率计监测中频检查），用超高频毫伏表测得此时前置中放的输出电压值 $B_m \text{V}/75\Omega$ 。

⑦把接在环行器1③臂处的测试装置卸下，装上短路板，让对方站开发信机（发信功率调到规定值），记下在传输条件稳定时的前置中放输出电压值 $C_m \text{V}/75\Omega$ 。

⑧按下式计算实际的接收电平

$$P_r(\text{dBm}) = A(\text{dBm}) + 20 \lg \frac{C}{B}$$

如果实际测得接收电平 P_r 与理论值 A 相差很大（如差4dB以上），应及时检查天、馈线或空间传输是否有问题。

3. 收信分路系统改装后综合效果检查

我省有五个中继站于1978年6月份对收信分路系统进行了改装，改装后，接收机噪声系数测试均能满足指标（小于10dB）要求，对通道总、热噪声也未发现不良影响（改装前后通道总、热信号噪声比数据的比较从略）。

4. 改装中应考虑的两个问题

(1)考虑到改装后收信信号在经过分路系统时，要增加环行器的一个臂的衰耗，为不使收信电平受到过多影响，需对图3中的环行器（特别是环行器1、2）进行严格地挑选。要求这两个环行器在工作频段内，驻波比小于1.05，各臂反向衰耗大于30dB，各臂正向衰耗小于0.2dB。

(2)按上述方法改装，收信信号要增加0.2dB的衰耗，这相当于收信信号的信噪比有所下降，但这一影响并不显著。当然，为了免去这0.2dB左右的衰耗，也可以使收信分路系统工作时仍为原来样子，而在测试时，先将匹配负载取下接上述测

试装置，然后将环行器 1 按上述方法翻转进行测试。测试完后，仍将匹配负载和环行器 1 复原。

福建省微波总站 刘贤德

三、注入锁相本振源常见故障分析和处理

960路Ⅱ型机中采用了400MHz注入锁相本振源。这种本振源具有输出功率稳定和调频噪声低等特点，但在使用过程中，也往往由于所用元器件参数发生变化等原因而发生一些故障。本文归纳了几种常见故障现象，分析故障起因，介绍排除故障方法，供使用维护单位参考。

从图 1 原理图可知，这种本振源由参考源、被控振荡器、锁相指示电路以及阶跃管十倍频器四部分组成。被控振荡器产生400MHz自由振荡信号（功率大，频率稳定度低）；它与参考源输出的400MHz参考信号（功率小，频率稳定度高）发生相位锁定现象，然后产生出功率大，频率稳定性高的已锁信号。此已锁信号送给阶跃管十倍频器，最后得到4000MHz微波信号。锁相指示电路能够鉴别已锁信号与参考信号间的相位差，因此可提供锁定与失锁标志，方便维护。关于本振源电路的详细说明，可参阅本刊1977年第1、3两期《400MHz注入锁相式微波振荡源》一文。

（一）失锁

现象一：常温，-24V正常工作电压下失锁

分析：当400MHz被控振荡器的自由振荡频率与参考源输出频率相差太大（大于500KHz）而超出了锁定范围时，将引起失锁。此外，参考源输出出现杂波或无功率输出，也会使被

控振荡器得不到频率相近的参考信号而失锁。

排除故障方法：

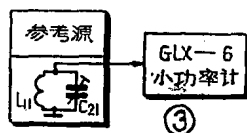
(1)首先去掉参考信号(断参考源电源或手摸晶振级 L_2 使它停振)，按图2方块图连接电路；调整被控振荡器中的 C_{23} (见图1)，使自由振荡频率尽量与参考频率一致。



(2)若自由振荡器频率没问题，可参阅图1找出参考源出杂波部位，方法是：手触四倍频输入匹配电路(由 L_4 、 L_5 、 L_6 、 C_{13} 、 C_{14} 、 C_{15} 组成)和输出匹配电路(由 L_8 、 L_9 、 L_{10} 、 L_{11} 、 C_{18} 、 C_{19} 、 C_{20} 、 C_{21} 组成)，同时观察接在微波信号输出口的微波频率计数器，判定可否入锁。入锁时，计数器频率显示在百赫位以下跳变；失锁时，计数器显示在千赫位以上跳变。若触到某元件能入锁，可试调该元件(一般 C_{15} 需微调一下，有时电容 C_{18} 需要微调)。

(3)可变移相器(由 L_{12} 、 L_{17} 、 L_{18} 、 L_{19} 、 C_{29} 、 C_{30} 、 C_{31} 、 C_{32} 、 C_{33} 组成)调整不当时，也会使参考源引入杂波。遇此情况，可用手摸移相器元件，若失锁现象消失，这时需重调可变移相器，使锁相指示电压满足要求，又不致于使参考源引入杂波。

(4)调整参考源输出功率，使图1中 Q_4 测试点量得的功率大于60 mW 。调整时的连接图见图3。常见故障是四倍频器中的 L_4 、 L_5 、 L_6 相碰或晶体停振，造成参考源无功率输出。



现象二：常温下，电源电压从 $-20\text{V}\sim-23\text{V}$ 或从 $-25\text{V}\sim-30\text{V}$ 之间变化时失锁

分析：这种情况下的失锁，多为参考源有杂波输出，或 400MHz 被控振荡器的电压调制率（每伏电源电压变化引起的频率变化）太大，使自由振荡频率的变化超出锁定范围所造成的。

排除故障方法：

(1)检查电源电压，看它在 $-20\text{V}\sim-30\text{V}$ 间变化时，参考源输出功率是否呈线性变化（即电源电压变化时，输出功率应与它成正比例变化），若有明显突变，说明参考源出了杂波，这时可按前述“现象一”中排除故障的方法(2)找出杂波产生原因并消除之。

(2)被控振荡器电压调制率太大（大于每伏 100kHz ）。这一般是由 BG_4 振荡管性能不好、或扼流线圈 L_{15} 对地存在分布电容所造成的。有时 C_{25} 与 C_{46} 容量不合适，使被控振荡器输出阻抗与负载阻抗不匹配，也会造成被控振荡器电压调制率明显变大（较每伏 70kHz 的正常值大一倍左右）。遇到上述情况，可更换 BG_4 或调整 L_{15} ，或改变 C_{25} 和 C_{46} 容量，配合调整 C_{23} 、 C_{24} ，使电压调制率减少到正常值每伏 100kHz （微波测量时为每伏 1MHz ）以下。在修复过程中，可参照图2方法监视频率。

现象三：低温（ 0°C 上下）失锁

分析：常温下被控振荡器频率如果调整不当，使其高出参考频率 200kHz 以上，这时，因被控振荡器频率温度系数为负值（温度下降，自由振荡频率增加），所以低温时被控振荡器的频率与参考频率相差更大，超出了锁定范围，引起失锁。若 BG_4 振荡管性能差，或参考源出现杂波，也会造成低温下失

锁。

排除故障方法：

常温下调整 C_{23} 、 C_{24} 电容器，使自由振荡频率与参考频率尽量一致。然后针对存在问题，按照前述方法，采取更换 BG_4 或消除参考源杂波等措施。低温下参考源出杂波的部位多是变容管，应予以更换。

现象四：高温 $+45^{\circ}\text{C}$ 上下失锁

分析：若常温下被控振荡器频率调整不当，使其自由振荡频率比参考频率低 200KHz 以上，由于被控振荡器频率温度系数为负值，故使高温时被控振荡器频率与参考频率相差更大，以至超出了锁定范围，引起失锁。此外 BG_4 振荡管性能差，参考源出杂波以及四臂环行器高温下反向脱离比变差等，也会引起失锁。

排除故障方法：

常温下调 C_{23} 、 C_{24} ，使自振频率与参考频率尽量一致。然后采取更换 BG_4 试验，或找出参考源出杂波原因。参考源出杂波的原因，一般是由于四倍频输入匹配电路失谐和空闲电路中 C_{10} 容量不合适引起的。变容管性能不良也是常见原因之一。为判断故障点，可用理发吹风机加热某元件的办法。找出并更换故障元件后，重调有关电路以及四臂环行器。

(二)调频噪声升高出现干扰点

现象一：基带内 1.5MHz 附近出现噪声峰

分析：参考源四倍频输入带通滤波器的好坏对 1.5MHz 噪声影响很大，经常发现由于该滤波器调整不当，使对晶振信号的滤波效果不好，造成基带内 1.5MHz 附近噪声升高。此外，被控振荡器输出端的 C_{43} 、 C_{44} 容量不合适、阶跃管性能差以

及十倍频器输入腔调谐不当等，也会出现上述现象。被控振荡器中的 C_{46} 容量不合适时，会使被控信号带有噪声峰，其结果亦导致基带内 $1.5MHz$ 附近噪声升高。

排除故障方法：

(1)先判断被控振荡信号是否带有噪声峰，方法是：断开参考信号，测试被控振荡信号在基带内的噪声分布规律，如发现有噪声峰，可微调 C_{46} 使之消除。应注意，由于调整 C_{46} 对被控振荡频率有影响，这时可微调 C_{23} 将它调回到与参考频率相近的数值。此项操作最好在采取更换阶跃管、改变 C_{44} 容量以及重调十倍频输入腔等项改善噪声的措施无效后再进行，以免调乱。

(2)如只是已锁信号有噪声峰，一般调整参考源内 C_{14} 、 C_{15} 、 C_{16} 即可消除，此时需配合调整 C_{12} 、 C_{13} 。

现象二：基带内 $60KHz\sim 10MHz$ 间噪声大

分析：整个基带内噪声不好的情况多发生在被控振荡器后面电路。四臂环行器调乱会使阶跃管产生参量振荡，此外阶跃管 $2CJC$ 和 BG_4 振荡管性能差，都会使噪声变大。

排除故障方法：

仔细重调四臂环行器，或更换阶跃管 $2CJC$ 、振荡管 BG_4 等。

现象三：基带低端（ $1.5MHz$ 以下）或高端（ $1.5MHz$ 以上）噪声大

分析：参考源对基带低端噪声影响大。常见毛病有， BG_1 振荡管性能差、参考源各级电路失谐以及变容管性能差等。影响基带高端噪声大的原因，主要是 BG_4 或阶跃管性能不良，或十倍频腔调整不当引起。

排除故障方法：

手摸参考源各级电路，如基带低端噪声有改善，可微调该级电路；如无效可更换 BG_1 振荡管或 BG_3 变容管试一试。欲改善基带高端噪声，可对症采取更换阶跃管或 BG_4 振荡管的办法，或重调十倍频腔。有时微调 C_{40} 也有明显效果。

现象四：基带内有高出背景噪声的干扰点

分析：干扰点噪声与上述基带内热噪声不同，热噪声听起来是“沙沙声”，干扰点噪声则类似蝉鸣。它是由噪声测试系统中速调管振荡器引起的，不是本振源的毛病。此外，凡不随电源电压变化的“干扰点噪声”和“单音”，一般也不是本振源障碍，不要误判。本振源内出现干扰点，大多数原因是元件质量问题，如晶体多频性， BG_3 变容管及阶跃管性能不良等。少数是属于各级电路调整不当。

排除障碍方法：

先照前面介绍方法分辨出被控振荡信号有无干扰点，若有，可更换阶跃管或重调十倍频腔；若无，可换参考源中的晶体和 BG_3 变容管试一试，必要时重调参考电路。

(三)锁相指示失常

现象：锁相指示太大或太小

分析：鉴相器两个输入端通过空间磁耦合取得已锁信号和参考信号。由于这种耦合方式的耦合系数不定，使送入到鉴相器的信号功率变化较大，其中参考信号功率还要受到可变移相器状态的影响。这是造成锁相指示变化很大的原因（ $0.7V \sim 3V$ ）。锁相指示太大不仅使鉴相管易坏，而且还会由于吸收了过多的参考信号功率，使锁定范围变窄，失锁可能性增加。在已锁信号和参考信号正常时，发生锁相指示太小的情况，一般是可变移相器失调或鉴相管性能变差所造成，要认真鉴别，