

Weibo Tongxin Shebei WeiHu Jingyan

微波通信设备维护经验

第 三 辑

人 民 邮 电 出 版 社

微波通信设备维护经验

第三辑

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是微波通信设备维护经验和革新经验的选辑。主要选自1977及1978年《电信技术》杂志上的有关文章。内容包括维护经验、技术革新、技术知识和技术问答等。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

第三辑

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
限国内发行

开本：787×1092 1/32 1979年7月第一版
印张：12 28/32 页数：206 1979年7月河北第一次印刷
字数：295千字 插页：3 印数：1—12,500册

统一书号：15045·总2315—无676

定价：1.05元

出版说明

我国微波通信维护人员，在设备维护的实践中，大搞技术革新，加强设备维护，提高了通信质量，积累了许多好经验。为了使这些经验得到交流，我们选编了这本小册子。

本书是微波通信方面维护经验的第三辑，内容选自1977年和1978年出版的《电信技术》杂志，可供从事微波设备维护工作的同志们参考。

目 录

第一部分 维护经验	(1)
一 如何实现不停电路的单机测试	(1)
二 改善 600 路微波电路低端噪声的措施	(11)
三 消除 600 路高频机架方波干扰的经验	(17)
四 分波道不停电路微波高频通道总热杂音的环路测试 ..	(21)
五 微调故障的不停机检修	(28)
六 联络机收信整机故障处理	(29)
七 超高频混频微波联络机收发信电平的校测方法	(35)
八 维护改进型微波机架的几个问题	(40)
九 故障一例	(43)
十 一次电话架故障分析	(44)
十一 波道倒换机故障检修小经验	(46)
十二 校正主中放幅频特性的一种方法	(50)
十三 中频阻抗匹配与测测	(54)
十四 自动增益控制范围简易测试法	(62)
十五 串杂音测试中的几个问题	(64)
十六 调整 H206 调制器的点滴体会	(75)
十七 小环行器故障检修两侧	(81)
十八 降低中放栅极纹波小经验	(83)
十九 降低速调管加速极电源纹波措施	(84)
二十 行波管灯丝电源盘故障一例	(88)
二十一 行波管收集极通地故障的处理	(90)
二十二 915 监视器故障处理体会	(92)
二十三 电视监视器故障几例	(96)

二十四	整治通路调制架的几点体会	(99)
二十五	怎样检查超群调制段电路的障碍	(108)
二十六	超群监频输出不稳故障一例	(111)
二十七	超群载供架告警盘故障处理	(112)
二十八	恒温告警盘的调整及故障处理	(115)
二十九	基群载放盘故障引起的电路杂音	(120)
三十	降低基群发信载漏的几点措施	(125)
三十一	载供的近旁干扰及其抑制	(131)
三十二	通路调制盘故障处理小经验	(140)
三十三	谐波发生器盘故障处理体会	(141)
三十四	17MHz选频电平表高阻抗测量	(143)
三十五	PS-43数字频率计检修方法	(144)
三十六	谈谈微波天馈线的维护	(155)
三十七	检查微波天馈线的简易方法	(161)
三十八	降低接地电阻小经验	(166)
第二部分 技术革新		(167)
一	改进型微波收发信机小革新	(167)
二	功率线性指示与功率告警电路	(169)
三	收信载频指示和告警电路的改进	(176)
四	微波本振源噪声测量装置及检验方法	(180)
五	如何用选频表测量微波本振源噪声	(189)
六	代振工作自动指示	(192)
七	“自动”倒向“人工”开关控制电路	(194)
八	“调制”“混频”塞孔电路的小改革	(195)
九	微调盘“X”塞孔连接电路的改进	(197)
十	高频架瞬时告警指示器	(199)
十一	高频架总保险熔断告警装置	(202)
十二	960路载波公务架的改进	(203)
十三	自制微波站遥测控制台	(205)

十四	简易电视信号选行器	(213)
十五	FZ-3三路分支放大器	(223)
十六	熔断器自动倒换小革新	(228)
十七	24KW柴油发电机组的供电自动化	(231)
十八	螺旋线跳闸继电器动作电流校准器	(235)
十九	高频架电源盘的改进	(237)
二十	微波毫瓦功率计改用220伏交流电源	(241)
二十一	ZW960-01超群调制架告警系统小改革	(243)
二十二	查找载供架故障用的简易电表	(246)
二十三	路灯自动控制电路	(248)

第三部分 技术知识 (250)

一	4WG-2型微波收发信机简介	(250)
二	4WL-1型微波联络机简介	(257)
三	400兆赫注入锁相式微波振荡源	(262)
四	“反馈对”电路及其应用	(271)
五	混频器偏置对高频架指标的影响	(277)
六	鉴频器种类及其应用	(284)
七	频偏及其测量	(292)
八	电话架主要技术指标	(297)
九	微波话路噪声指标计算与分析	(306)
十	电视传输系统的失真与图象质量	(317)
十一	电视传输中的预加重及加权	(344)
十二	电话电路加重和加权	(349)
十三	微波无人值守自动监控系统简介	(352)
十四	4WX7-1B行波管放大器	(362)
十五	微波空间分集接收	(368)
十六	微带技术简介	(378)

第四部分 技术问答 (384)

第一部分 维护经验

一 如何实现不停电路的单机测试

在微波多路通信中，一条微波电路包含三个、六个或多个微波通道，在通信术语中称波道。微波电路各个波道的传输质量与各个单机的质量指标有关，所以做好微波单机指标的检查、测试工作是很重要的。

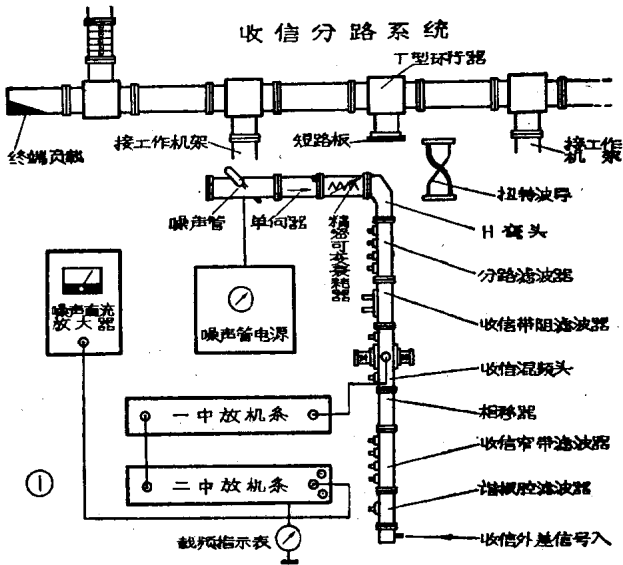
过去的单机测试工作都是在停电路检修时间进行的。在这次设备大检修中，我们利用业务空闲时间，在业务波道和备用波道畅通的情况下，对空闲波道的单机进行了检查和测试，初步实现了不停电路也能做单机测试工作。这样做的好处，除能解决测试时间受停电路时间限制的矛盾外，更重要的是测得的数据能反映设备实际运行时的真实情况。

在利用这一方法进行单机测试时，遇到的难题是如何解决波道间相互干扰问题。本文将重点介绍在不停电路情况下，进行接收机噪声系数、发信机输出功率测试中遇到的一些问题。

接收机噪声系数测试

(一)测试联接方法

拆除被测波道的T型环行器与收信机条间的扭转波导，在T型环行器的输出口接上短路板，以防止收信信号对测试机架及



其它正常工作机架的影响。在分路滤波器的输入口接上H弯头和测试系统，其联接如图1所示。现参阅图1分别介绍测试中的有关问题。

(二)测试中遇到的问题及处理

在测试中，常碰到噪声直流放大器表头指针打表或摆动很大的现象。遇此情况，测试工作将无法进行。产生这一现象的原因，是其它各机架的中频信号、高频信号和方波电源对本机架产生了干扰。引起干扰的原因，主要是各个机架对电磁波的屏蔽不好。下面分别介绍600路设备的干扰途径及其克服措施。

1. 干扰途径

收信部分

(1)收信混频头和一中放机条联接不够紧密。如同轴电缆

内的弹簧位置不正，电缆头和插座联接的不好，没有完全插进。

(2)一中放输入端屏蔽罩装偏，或前三级管管座松动，使管子屏蔽不好。

(3)收信机条和测试系统螺钉未装全或未装紧。

(4)收信混频头和移频混频头未装紧。

发信部分

(1)个别行波管输出端和输出电缆屏蔽不好。

(2)外差振荡单元、发信单元和分路系统螺钉未装全或未装紧。

(3)速调管管座和反射极通过引线辐射电磁波。

(4)中频电缆座处于开路状态。电缆头屏蔽片没装好。

(5)中放机条及电源盘灯丝引线屏蔽不好等。

以上(1)到(3)项是主要的，在维护中要特别注意。

2. 寻找、排除收信机引进干扰

(1)屏蔽法

用金属箔（最好是利用废旧的 $1000\mu\text{F}$ 电解电容器内的金属箔）在收信机条和测试系统的各波导元件接头、收信混频头、一中放的前三级电子管管座处进行堵塞，堵到某处指示变小，说明就在此处引进了干扰。

(2)引进干扰法

在收信机条受干扰小的情况下（即噪声直流放大器的表头摆动而不打表），可利用此方法查找引进干扰的部位。其作法是：用中频电缆从邻近机架三中放监测孔引出中频信号作为干扰源，然后引到收信机的各个部位进行探找，若探到某处噪声直流放大器表头指示增大，则此处即属屏蔽不好而引进了干扰。

利用以上两种方法查出引进干扰的部位后，可采取加固螺钉、装好各联接部位等，来改善收信屏蔽，以消除干扰。实践证明，当发现一中放机条存有屏蔽不良现象时，采取下列两项措施，效果更为显著。

①将一中放第一级输入引线；从原来长7厘米左右剪短到3厘米左右。②用废旧的电解电容器内的金属箔垫在一中放第1、2、3级电子管管座和面板之间，以堵住管座周围空隙。但不能碰到阴流测试塞孔，否则阴流指示要打表。

3. 寻找、排除发信高频辐射

将万用表置微安档，用两个夹子代替万用表的表笔，表的“+”端接微波二极管的负端，表的“-”端接该二极管的正端，将它作为一简易的探测器。其道理是利用微波二极管的高频整流特性，使泄漏的高频电磁波在二极管两端感应出一交变电压，然后经二极管整流出一直流，在万用表的微安表头上显示出来。用该探测器，在发信机和分路系统各联接处，可探找高频泄漏。若探到某处微安表头指示增大，即判定电磁波在此处有泄漏。这时可采取紧固螺钉，用金属箔包扎泄漏处，更换有裂缝的部件等措施予以解决。

4. 中频泄漏的排除

当出现中频泄漏和干扰时，主要应注意装好各个电缆头的紧固螺母和焊接孔的屏蔽铜片；各监测孔在停止监测时，要接上负载或屏蔽罩；带信号的电缆不能浮挂在收信机条和一中放机条附近。

5. 方波电源干扰的排除

当出现方波电源干扰时，主要应检查各个灯丝电源引线屏蔽层的接地是否良好。

在排除上述干扰后，即可进行接收机噪声系数的测试。为

使测试工作顺利进行，先简要分析一下影响接收机噪声系数指标的有关因素，然后介绍检查调整方法。

(三)影响噪声系数指标的有关因素

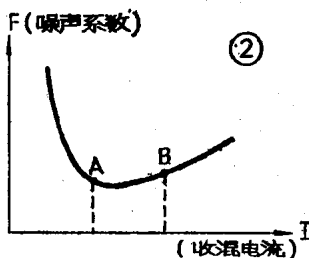
600路微波接收机噪声系数的指标要求为13.8dB，其计算公式为

$$F = L \cdot \frac{1}{\alpha} [F_{\text{中}} + F_1 - 1] N_{\phi}$$

式中： L 为负载匹配时混频器的变频损耗； α 为中放与混频器匹配时的传输系数； $F_{\text{中}}$ 为中放的噪声系数； F_1 为混频二极管的热噪声温度； N_{ϕ} 为收信带通滤波器的通带衰耗。对于已调整好的机器 α 与 N_{ϕ} 是不变的， F_1 的大小与混频二极管的型号有关。 $F_{\text{中}}$ 主要决定于中放的第一级，而第一级的变化因素主要是低噪声管。

从维护角度来看，影响变频损耗 L 的主要因素，是收信外差信号的有效输入功率和混频二极管的质量。其中外差信号输入功率不能太小或太大，若太小，变频损耗将增大；太大，热噪声将增加，因此其输入功率必须在适当的范围内。

收信外差输入功率的大小，在600路微波收发信机上，是由收混电流大小来体现的。根据噪声系数与收混电流关系曲线（见图2）可知，收混电流在曲线上A、B两点所对应的范围内，噪声系数较小。而对不同型号的混频二极管，又各有其不同的最佳混频电流范围。例如，使用2DV9E混频二极管，其最佳混频电流范围在



60微安左右，此时测得的噪声系数比较小。

(四)噪声系数不合格时的检查

当测得的噪声系数不符合指标要求时，应着重检查以下几个方面。

1. 混频二极管是否选择得合适

首先看原来选择的管子型号是否合适。如不合适应选用变频损耗小、噪声温度低的一类管子。例如，采用2DV9E或2DV9F管比采用2DV9A或2DV9B管的噪声系数要小2—3dB。

然后用500型万用表量管子的正反向电阻。对于2DV9E型二极管，要求正向电阻为1K Ω 左右，反向电阻在40K Ω 以上(万用表置 $\times 1$ K档)。

2. 收信外差信号输入功率是否满足指标要求

在测试中我们摸索到，当使用2DV9E或2DV9F时，收混电流在30~100微安左右，一般均能保证单机噪声系数符合指标要求。上已述及，该管的最佳收混电流范围在60微安左右测得的噪声系数比较小。在实际验测中曾得出如下结果：

收混电流调到20微安时，我省有70%机架的噪声系数不合格；调到30微安时，有10%机架的噪声系数不合格；当调到大于30微安时，全部机架的噪声系数均合格。

要保证一定的收混电流，就要求收信外差信号功率足够大。因此，就要求213移频振荡器终端400 Ω 负载时，输出电压应大于1.4伏；本振单元输出功率要求大于200毫瓦；移频混频头匹配良好，且混频管也要好。

3. 一中放第1、2、3级阴流要正常

4. 微调图形要好

微调系统图形必须正常，特别打点要圆，若点不圆有毛刺，

说明速调管的输出杂波大。

(五)噪声系数不合格时的调整

经过以上的检查与处理，若测得的噪声系数仍不符合指标要求时，则有可能是收信混频头的三个匹配螺钉原来调整不当，使变频损耗增大，传输系数变小，这时可对匹配螺钉作适当调整。但必须注意，该匹配螺钉除非调不可外，一般尽量不动。

在噪声系数测试中，考虑到噪声管点火前后，噪声直流放大器的电表指示值相差越大，所加精密衰减器的衰耗值也越大，此时测得的接收机噪声系数值就越好的特点，对混频头的匹配螺钉可按下列方法进行调整。

(1)在噪声管灭火的情况下，调整混频头匹配螺钉时，要求噪声直流放大器表头指示变化不多或基本不变，而收混电流增加明显。

(2)在噪声管点火的情况下，调整混频头匹配螺钉时，使噪声直流放大器表头指示明显增加，而灭火时指示变化不多。

在测试时应边调整边测试，直到指标符合要求时为止。最好一个一个地调，不要三个螺钉一起调。

测试完毕后一切复原，要求发站关掉本波道的高压电源（不发信号给本站），记下载频指示电流值。该电流指示可称为收信机噪声指示（在看噪声指示电流值时，应拔掉三中放机条的6N2电子管，因该管的栅流也流过载频指示表头，以免判断错误），用它作为平时维护检查指标的依据。一般正常情况下，收信机噪声指示电流小于10微安。

经过调整，大部分机架噪声指示电流均能满足上述要求。个别机架尚有指示大但不摆动的现象，其原因是其它机架的收信本振信号干扰本机架所致。

(六)利用机架有关指示监视噪声系数的变化

综合分析可知，由于变频损耗 L 随输入混频头的收信外差信号功率的变化而变化，中放噪声系数 $F_{中}$ 随一中放的1、2、3级低噪声管的衰老或漏气而变坏。另外在维护中，由于工作疏忽致使机架各部分联接不好；电子管、电缆头屏蔽不好等，均会使噪声系数发生变化。为了及时监视噪声系数指标合格与否，根据上述分析，对某些指示电流可作如下规定：

- (1)收混电流在30~100微安范围内。
- (2)收信机噪声指示电流应小于10微安且不摆动。
- (3)一中放1、2、3级阴流正常。
- (4)微调图形打点要圆无毛刺。

在平时维护监视中，若发现其中某项不合要求，就应按以上方法进行处理。

发信功率测试

(一)测试联接方法

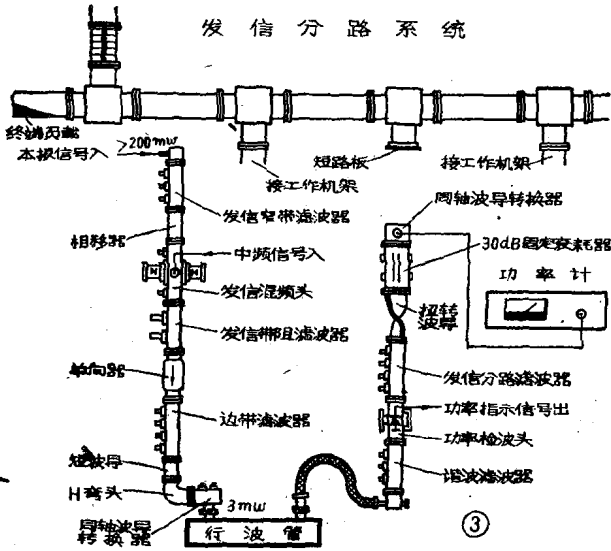
拆卸被测波道发信单元的扭转波导和T型环行器的联接螺钉，在T型环行器的输出口加上短路板，以防止因电磁波辐射对其它机架产生干扰而影响其工作。

拆去发信单元的匹配螺钉，使机条向外倾斜，然后接上H弯头、固定衰减器和功率计，具体联接方框图见图3。现参阅图3介绍发信输出功率的检查和调整。

(二)发信功率不合格时的检查和调整

600路微波发信机输出功率的指标要求为2W。若测得的功

发信分路系统



率不符合指标要求时，应检查行波管的输入功率及其工作状态，输出电缆及输入、输出同轴波导转换器。

1. 对行波管输入功率的检查

行波管的输入功率指标要求为 $3mW$ 左右，当其不符合指标要求时，可检查以下几个方面。

(1) 用500型万用表检查发信混频晶体。其正向电阻应为 $2K\Omega$ 左右，反向电阻应大于 $100K\Omega$ 。

(2) 本振单元输出功率应大于 $200mW$ 。若不够，则主要是速调管衰老或腔体失谐大。

(3) 速调管振荡频率的误差应不大于 $\pm 200KHz$ 。若频率偏得较多，则本振信号经过发信窄带滤波器时的衰耗将增加，这样就会使输入功率不合格。

(4) 三中放输出的中频信号电压应大于1.4伏。在检查判

别时，应有限幅电流，同时末级功放6J23的阴流在30~40微安左右为正常。

上述影响行波管输入功率的四个因素中，主要是速调管的输出功率和频率，其次才是三中放末级功放管衰老程度。因此每更换一次速调管，就应对行波管的输入功率进行一次测试。

2. 行波管输入功率正常，但发信输出功率不够。

在行波管工作状态正常，输入功率也正常时，若测得的机架输出功率不够，这时应认真调整输入、输出同轴波导转换器的匹配螺钉。如仍解决不了，应直接测行波管的输出功率。若确认行波管正常，即属输出电缆不好。若发现螺旋线电流大于2mA或摆动厉害，说明行波管已散焦、漏气、输出杂音增大，这时应更换行波管（碰到这种情况，不论机架输出功率正常与否，都应更换行波管，否则电路杂音大）。若测得行波管输出功率为2W左右或更小，说明行波管放大器已衰老，应予以更换。

通过以上检查，一般都能使发信输出功率符合指标要求。最后说明一点，发信功率这一测试方法，对我省来说，由于我们已经解决了发信功率监测的线性指示问题，上述方法仅作为功率线性指示调整时使用。

（广东省微波总站 维修组）