

WZ960-01型微波收发信机

邮电部设备维护局 编

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

本书主要介绍960路微波收发信机的调测方法、常见故障及其消除办法，简单叙述电路的一般工作原理。书后附有布线图及有关图表资料等。

本书着重于物理概念的讲述，内容浅显易懂，可供具有初中以上文化程度微波站维护人员阅读，亦可供其他微波技术人员参考。

微波通信设备维护手册

WZ960—01型微波收发信机

邮电部设备维护局编

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：850×1168 1/32 1976年1月 第 一 版

印张：114/32页数：176插图4 1976年1月河北第一次印刷

字数：280千字 印数：1—11,000册

统一书号：15045·总2055·资416

定价：1.20 元

编 印 说 明

为适应邮电通信设备维护工作的需要，邮电部微波办公室在广泛征求群众意见的基础上，组织编写了WZ960—01型微波收发信机维护手册。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

一九七四年十二月

目 录

第一章 概述	(1)
一、微波通信概要	(1)
(一)微波接力通信的特点	(2)
(二)微波通信电路的组成	(3)
(三)频率分配方案	(4)
二、微波收发信机技术指标及电平图	(8)
(一)高频段技术指标及电平图	(8)
(二)低频段技术指标及电平图	(12)
三、微波收发信机的工作过程	(13)
(一)高频段微波收发信机的工作过程	(13)
(二)低频段微波收发信机的工作过程	(16)
第二章 微波器件的技术指标及其作用	(19)
一、五腔带通滤波器	(19)
(一)技术指标	(19)
(二)作用	(19)
二、双腔带阻滤波器	(21)
(一)技术指标	(21)
(二)作用	(21)
三、双腔窄带滤波器	(22)
(一)技术指标	(22)
(二)作用	(23)

四、四腔边带滤波器	(23)
(一)技术指标	(23)
(二)作用	(24)
五、环行器	(25)
(一)技术指标	(25)
(二)作用	(25)
六、单向器	(27)
(一)技术指标	(27)
(二)作用	(27)
第三章 混频器	(29)
一、收信混频器	(30)
(一)收信混频二极管	(30)
(二)收信混频原理	(34)
(三)收信混频器的主要指标与测试	(36)
二、发信混频器	(42)
(一)发信混频二极管	(43)
(二)发信混频原理	(45)
(三)发信混频器的主要技术指标与测试	(46)
三、收、发信混频器的区别及偏置电路	(48)
(一)收、发信混频器的区别	(48)
(二)混频二极管的偏置电路	(49)
第四章 中频放大系统	(50)
一、高频段中放系统	(50)
(一)前置中放	(51)
(二)一中放	(62)
(三)二中放	(71)
(四)三中放	(85)

(五)功率中放·····	(92)
二、低频段中放系统·····	(93)
(一)前置中放·····	(94)
(二)中频滤波器·····	(96)
(三)主中放·····	(97)
(四)中频限幅器·····	(100)
(五)功率中放·····	(101)
三、中放系统的测试与调整·····	(103)
(一)中放系统的主要技术指标·····	(103)
(二)中放系统主要技术指标的测试方法·····	(105)
第五章 告警系统·····	(119)
一、高频段告警盘·····	(119)
(一)技术指标·····	(119)
(二)实际电路分析·····	(120)
(三)告警系统调整·····	(124)
(四)电路改进·····	(125)
二、低频段控制盘·····	(128)
(一)技术指标·····	(128)
(二)实际电路分析·····	(128)
(三)调整方法·····	(131)
第六章 振荡源·····	(132)
一、高频段振荡源·····	(132)
(一)发信振荡源·····	(132)
(二)收信振荡源·····	(163)
(三)振荡源的测试与调整·····	(168)
二、低频段振荡源·····	(184)
(一)收信振荡源·····	(185)

(二)发信振荡源.....	(185)
(三)振荡源的测试与调整.....	(189)
第七章 行波管放大器.....	(190)
一、结构.....	(190)
(一)电子枪.....	(190)
(二)信号输入、输出耦合装置.....	(191)
(三)螺旋线慢波系统.....	(191)
(四)收集极和散热器.....	(192)
(五)磁聚焦系统.....	(192)
二、磁聚焦原理.....	(193)
三、放大原理.....	(194)
四、工作状态及特性.....	(196)
(一)直流工作状态.....	(196)
(二)同步特性.....	(197)
(三)输入、输出特性.....	(197)
(四)增益.....	(198)
(五)噪声.....	(198)
(六)匹配特性.....	(199)
五、行波管放大器的使用与维护.....	(199)
(一)行波管放大器上机前的检查.....	(199)
(二)行波管放大器的调整.....	(201)
(三)行波管放大器常见故障及其处理.....	(202)
第八章 电源.....	(208)
一、高频段设备供电系统.....	(208)
(一)主要技术指标.....	(209)
(二)实际电路分析.....	(209)
(三)测试与调整.....	(238)

二、低频段设备供电系统·····	(247)
(一)主要技术指标·····	(247)
(二)方框图及结构·····	(248)
(三)工作原理·····	(250)
第九章 收发信机的主要技术指标与测试方法·····	(256)
一、收发信机的主要技术指标·····	(256)
(一)收信机噪声系数·····	(256)
(二)振幅频率特性·····	(257)
(三)发信机输出功率·····	(257)
(四)自动增益控制范围·····	(257)
(五)收、发信机振荡源频率稳定度·····	(258)
二、主要技术指标的测试方法·····	(259)
(一)收信机噪声系数的测试·····	(259)
(二)整机振幅频率特性的测试·····	(262)
(三)发信机输出功率的测试·····	(264)
(四)自动增益控制范围的测试·····	(266)
第十章 微波收发信机的使用与维护·····	(268)
一、收发信机开关机程序与调整·····	(268)
(一)高频段收发信机开关机程序与调整·····	(268)
(二)低频段收、发信机开关机程序与调整·····	(269)
二、电路部分障碍处理·····	(271)
(一)几种应急抢通电路的办法·····	(271)
(二)微波收、发信机某些指标的检查与调整·····	(274)
三、单机部分障碍处理·····	(283)
(一)排除障碍的一般原则·····	(284)
(二)常见障碍排除方法·····	(284)

附录..... (314)

一、功率单位换算列线图..... (314)

二、分贝与电压和功率的关系..... (316)

三、绝对电平与功率、电压的换算公式..... (319)

四、晶体管代用表..... (319)

五、各式衰耗器..... (320)

六、行波管主要技术特性..... (324)

七、收发信机检修测试项目和周期(摘自(1974)维无字44号)..... (327)

附图..... (328)

一、高频段960路微波收发信机布线图..... (328)

二、高频段灯丝前稳元件板..... (329)

三、高频段阳极前稳元件板..... (329)

四、高频段收集极前稳元件板..... (330)

五、高频段 $-18V(I)$ 元件板..... (330)

六、高频段 $-18V(II)$ 元件板..... (331)

七、高频段 $+24V$ 稳压元件板..... (331)

八、高频段 $+24V$ 前稳元件板..... (332)

九、高频段灯丝整流元件板..... (332)

十、高频段告警控制装配板..... (333)

十一、高频段低压线包..... (334)

十二、高频段螺旋线线包..... (334)

十三、高频段阳极线包..... (334)

十四、高频段收集极线包..... (335)

十五、高频段灯丝线包..... (335)

十六、高频段扼流圈线包..... (335)

十七、高频段发信电路板装配图..... (336)

十八、高频段960路微波收发信机电源盘间连接图..... (336)

十九、低频段 960 路微波收发信机接线图·····	(336)
二十、低频段发信稳压印刷电路板·····	(337)
二十一、低频段收信稳压印刷电路板·····	(338)
二十二、低频段灯丝稳压印刷电路板·····	(339)
二十三、低频段螺旋线加速极稳压印刷电路板·····	(340)
二十四、低频段收集极稳压印刷电路板·····	(341)
二十五、低频段灯丝变压器线包·····	(342)
二十六、低频段加速极变压器线包·····	(342)
二十七、低频段收集极变压器线包·····	(342)
二十八、低频段螺旋线变压器线包·····	(342)

第一章 概 述

一、微波通信概要

微波通信，是现代通信的重要手段之一。与短波通信相比，它的通信容量大、抗干扰性强、稳定、保密性较好。能够用于远距离多种通信，如传输多路电话、电视、宽带广播、传真、快速电报和数据通信等。同时与有线通信比，它的灵活性大，投资较省、建设速度较快。

微波是频率为300兆赫到30000兆赫的无线电波的总称，它包括三个波段（即分米波、厘米波和毫米波）。无线电波各波段的频率及波段范围见表1—1。

表1—1 各波段的频率及波段范围表

频 率 (赫)	波 长 (米)
$3 \times 10^3 \sim 3 \times 10^4$ 甚低频	$10^5 \sim 10^4$ 超长波
$3 \times 10^4 \sim 3 \times 10^5$ 低频	$10^4 \sim 10^3$ 长波
$3 \times 10^5 \sim 3 \times 10^6$ 中频	$10^3 \sim 10^2$ 中波
$3 \times 10^6 \sim 3 \times 10^7$ 高频	$10^2 \sim 10$ 短波
$3 \times 10^7 \sim 3 \times 10^8$ 甚高频	$10 \sim 1$ (米波) 超短波
$3 \times 10^8 \sim 3 \times 10^9$ 特高频	$1 \sim 10^{-1} (\frac{1}{10})$ (分米波)
$3 \times 10^9 \sim 3 \times 10^{10}$ 超高频	$10^{-1} \sim 10^{-2} (\frac{1}{100})$ (厘米波)
$3 \times 10^{10} \sim 3 \times 10^{11}$ 极高频	$10^{-2} \sim 10^{-3} (\frac{1}{1000})$ (毫米波)
$3 \times 10^{11} \sim 3 \times 10^{12}$ 超极高频	$10^{-3} \sim 10^{-4} (\frac{1}{10000})$ 亚毫米波

微波的特点是直线传播的。它不象长波和中波是沿地球表面进行传播，也不象短波可以借助电离层的反射传播到较远的地方，由于地球表面是个曲面，直线传播的微波不可能传到很远的距离，所以两点之间微波通信距离一般被限制在“视线”范围以内。在“视距”范围以外，由于场强随站间距离的增大而很快地下降，通信就变得很不稳定了。为了实现远距离通信，一般需每隔 40—50 公里（在有利条件下可更长些）设一个微波站，组成一条接力通信电路。这就象接力赛跑一样，由终端站发出的信号，经中间的接力站接收下来并加以放大再转发到下一站，把信号一站一站地传送到另一终端站，如图 1—1 所示。这种通信方式就叫微波接力通信（也叫无线电中继通信或微波中继通信）。

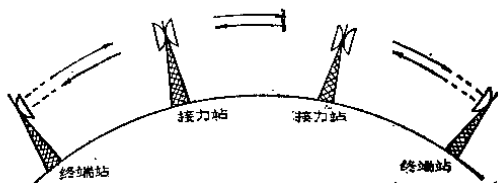


图 1—1 无线电接力通信线路

（一）微波接力通信的特点

1. 微波通信设备的通频带可以做得很宽，这样就能利用微波线路传送宽频带信号，如传输多路电话、电视、数据通信等，还便于采用抗干扰性强的调制方式（如调频制、脉码调制等）。

2. 微波波段不易受大气及工业等外界干扰。所以通信的传输质量高，工作较稳定。

3. 由于微波传播距离是在视距范围内，同时又可以用合理的尺寸做出增益高、方向性强的天线，因此，比短波通信的保密性好。并且用不太大的发射功率（只需几瓦）就可以实现稳定可靠的通信。

4. 微波接力通信系统不仅广泛用于长距离干线通信,而且也用于省内短距离通信。在短距离微波接力通信系统中,一般多采用群频信号(或视频信号)转接方式,即在每一接力站都把收到的微波信号解调至群频(或视频),然后使这群频信号来调制本站的微波信号,再发射至下一站。这样便于在每一个接力站分出和插入信号。

5. 微波接力通信比起有线通信来,由于它能通过难于或不能架设有线路的地区(如高山、水面等),故有较大的机动灵活性,能较快地建立通信联络。

6. 微波接力通信与电缆通信相比具有建设迅速,投资较省,可以节约大量有色金属等优点,因此得到了迅速的发展,它不仅用于通信方面,而且在国防上也具有重大意义。

当然,另一方面,也有其不足之处,例如保密性和抗干扰能力等不如同轴电缆。

(二)微波通信电路的组成

微波接力通信电路主要由终端站、接力站、分路站与枢纽站四种类型的站组成。

终端站简称端站,设在整个电路的终端,它的任务一方面是将载波室送来的群频信号或由电视台来的视频信号与伴音信号调制为中频信号后再变换到微波频率,送到发射天线发射出去。另一方面是将接收到的微波信号解调出群频信号或视频信号送往载波室或电视台。

接力站又称中继站,其任务是完成微波信号的放大与转发。即将来自两个方向的信号接收下来,经放大再转发给相邻两站并转发出去,这种站不能插入或分出信号。

分路站或称主站,是指设有分出和插入话路或电视信号设备的接力站。分出和插入话路的数量根据具体情况而定,也可进行超群转接。

在电路上可进行三个方向以上转接的站叫枢纽站。

为了确保电路畅通，在备用设备的配置上，一般采用两种方案：一种是机组备用也叫同频备用，即设一套专用的备用机组，主用机组一旦发生故障，立即以备用机组替换工作。另一种是波道备用，即在该频段所设置的若干个高频波道中，以一个波道作为备用波道，平时不负担业务，当任一个主用波道不正常（如设备出现故障或信号严重衰落等）时，通过波道倒换设备的控制，自动以备用波道替换发生故障的主用波道。当发生故障的波道恢复正常时，即可自动复原。波道倒换机通常亦称为热备用机架。为了实现无人值守接力站，除了现有波道倒换机外，还要增设远程维护机架（自动控制机架），以鉴别是那一个站发生了障碍；以及判断障碍性质或其他异常现象，以便对无人接力站远程控制或通知维护人员及时前往修理。因此各机架上，要有相应的遥控开关机接点，及提供远程信号的接点。

以上各种类型站的设备按其所承担的任务不同，数量亦不同。图1—2、图1—3及图1—4是三种类型微波站的组成示意图。

（三）频率分配方案

为使微波接力电路正常工作，必须正确地选择每个站收、发信机的工作频率，以消除可能产生的各种干扰。因此频率分配是个十分重要的问题。

目前我国960路微波接力通信设备，是把分配使用的频段3400至4200兆赫划分为两个频段，低频段由3400至3800兆赫，现使用的微波收发信机为WZ960-01A型，称为低频段设备；高频段3800至4200兆赫，现使用的收发信机为WZ960-01B型，称为高频段设备。每个频段各占400兆赫带宽，安排六个射频频道和两个业务联络波道，因此，六个波道共有十二个收发电路。频率分配方案见图1-5，由图可见：最近两个收、发波道间隔为70兆赫，相邻波道频率间隔为28兆赫，同一波道收发频率间隔为210兆赫。两个业务联络波道分别位于频段的两侧和中间。

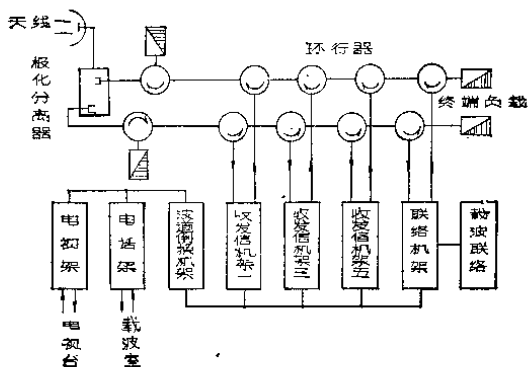


图 1-2 终端站组成示意图

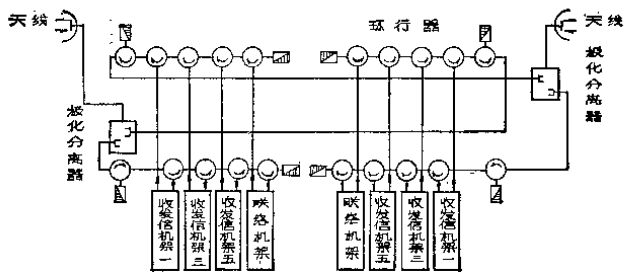


图 1-3 接力站组成示意图

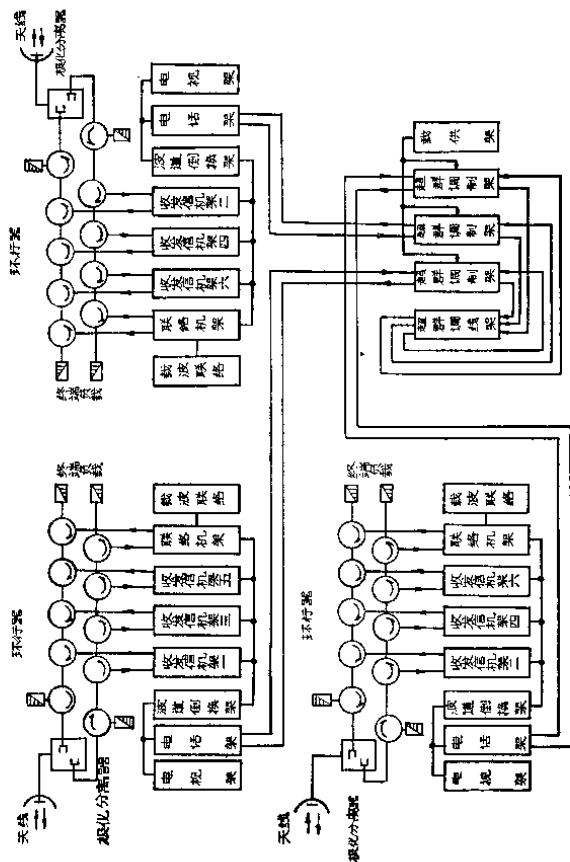


图 1-4 超群转接站组成示意图

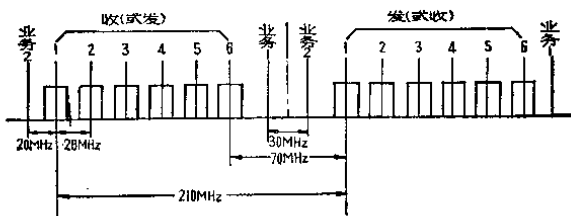


图 1—5 频率分配方案

本设备采用二频制，每个波道只使用两个频率，对接力站来说，两个发信机（两个方向的）工作在一个频率上，而两个收信机工作在另一个频率上，逐站交换。由于采用二频制，便会产生如下频率的干扰：在每个接力站上可能产生从一个通信方向到另一个方向的寄生串话即反向接收，图 1—6 中①所示，为发信天线的前对背耦合，即 B 站发向 C 站的电波一部分传到 A 站。图中②为接收天线的前对背耦合，即 C 站接收 D 站来的电

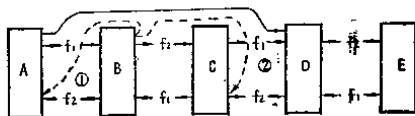


图 1—6 二频制单波道频率分配

波同时，也收到 B 站发射的电波。为了抑制这种影响，应增大天线的反向防护度，并在选择站址时尽可能避免障碍物的反射。另外一种干扰是越站干扰，因为某一接力站所用的频率隔一接力站后又重复使用，故在某些情况下，某站的发射信号会越过两站而被第四站所收到，例如图 1—6 中的 D 站除收到由 C 站来的信号外，还收到由 A 站发的信号，由于两个信号所经的路径不同，相位不一致，所以造成干扰，影响通信质量。为抑制这种干扰，在选择站址时，相邻的四个站不能选在一条直线上，而要彼此错开，有一定角度，也就是说，第四个站不能选在第一、二两站连线的延长线上。同时，选择有利地形，遮挡越站电波，也有利于防止越站干扰。

按照收信频率和发信频率的不同，在线路上有“高站”和“低