

内 容 提 要

本书对312Ⅳ型、Ⅴ型载波机的导频系统作了较全面的、通俗的介绍。

从第一章至第五章对导频系统及其组成部分的性能和电路进行了分析介绍。第六章和第七章主要介绍有关导频系统的测试方法、障碍处理及一些维护措施。

本书对如何正确维护312Ⅳ型、Ⅴ型载波机的导频系统，有一定的参考价值，可供载波机务站维护人员阅读。

312型载波机导频系统的分析与维护

(修订本)

刘庚业 金德章 著

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

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 1984年5月第二版

印张：9 页数：144 1984年5月天津第2次印刷

字数：203千字 插页：3 印数：21,001—26,000册

统一书号：15045·总2027—有502

定价：1.00元

修 订 版 前 言

导频系统是载波电话设备中保证电路质量的重要组成部分。它在通信中可以自动控制调节电平，在不中断通信的情况下自动监测电路的质量。因此，用好导频设备，可以给维护工作带来很大方便，对保证通信质量起很大作用。但是由于目前还缺乏关于这种设备的通俗、详细的分析资料，有不少维护工作同志对它还不很熟悉，我们根据这种情况，把我们在维护工作中积累的一些资料和工作中的体会加以归纳，整理成了这本小册子。

本书的内容主要是针对我们在维护312Ⅳ型、Ⅴ型载波电话机导频系统中所看到和遇到的一些问题，以及维护工作中的需要，我们结合导频系统的原理加以分析说明，重点侧重在测试调整和障碍处理方面。在写作时，我们力求通俗易懂，联系实际，尽可能使新学维护工作的同志也能比较系统地了解 and 掌握导频系统的使用和维护。

本书自出版以来，得到了广大读者的热情支持和鼓励。这次再版时，根据我们近年来的维护实践经验以及广大读者提出的不少宝贵意见，对原书内容进行了修改和补充，主要是对理论分析部分做了改写；处理障碍部分增加了障碍处理程序图及较多的实例，并将电平的单位改为以分贝为主，奈培数则以括号括注于后。在修订过程中得到了学校、工厂、企业广大工程技术人员的协助与支持，在此一并表示感谢。

作者

目 录

第一章 导频系统的构成和作用	1
第一节 导频系统的作用	1
第二节 导频频率的选择	4
第三节 导频系统的构成	6
一、 导频系统电平调节部分的类型	6
二、 312型载波机导频系统的构成	7
第二章 导频稳定器	11
第一节 对导频稳定器的要求	11
第二节 导频稳定器的组成	12
第三节 稳幅原理	13
一、 钨丝灯的特性	13
二、 振荡的形成	14
三、 稳幅作用	15
第四节 稳频原理	20
一、 稳频措施	20
二、 强迫同步稳频原理	21
三、 143千赫导频频率的稳定	29
第五节 减小非线性失真的措施	36
第六节 导频是怎样送出的	38
第三章 导频接收器	41
第一节 导频接收器的构成和要求	41
第二节 晶体窄带滤波器的作用和原理	43
第三节 接收放大器	47
一、 输入阻抗分析	49

二、	输出阻抗分析	50
第四节	整流指示电路	51
第五节	导频放大器	54
第四章	导频控制告警器	56
第一节	热敏电阻的特性	56
第二节	对导频控制告警器的主要要求	60
一、	要有足够的扩张	60
二、	增益稳定	61
三、	具有一定的时延	61
四、	告警性能完善	62
第三节	实现扩张的方法	62
一、	什么是扩张	62
二、	为什么要扩张	64
三、	电压抵消法扩张电路	67
四、	控制方式	68
五、	扩张系数的物理意义	69
第四节	控制部分的电路分析	75
一、	平调扩张级电路	76
二、	直流功率放大电路	78
三、	控制过程	79
四、	反控制电路	79
第五节	各种调节方式的特点	81
一、	自动调节	82
二、	“人工加热”调节	83
三、	人工步位调节	86
第六节	告警电路分析	87
一、	并联输入电路分析	88
二、	直流放大输入电路分析	89
三、	第二级直流放大电路分析	92

四、	告警电路的动作过程	93
第五章	导频调节器	95
第一节	线路衰耗的特点和补偿方法	95
一、	线路衰耗变化的特点	96
二、	补偿线路衰耗的两种方法	98
第二节	导频调节网络的构成	101
一、	调节网络安排的顺序和特点	101
二、	312Ⅳ型机调节部分各主要机盘的作用	102
三、	312Ⅴ型机调节部分各主要机盘的作用	104
四、	312Ⅴ型机调节器的改进	106
第三节	平调节器电路分析	108
一、	平调节器的增益	108
二、	控制方式的选定	111
三、	平调节器的输入、输出阻抗	111
四、	有关元件的作用	112
第四节	可变均衡器的定性分析	114
一、	可变均衡器的特点	114
二、	均衡器中常用的二端网络的特性	116
三、	调节原理	117
四、	控制方式的选定	120
第五节	电平调节过程	120
一、	平调节器工作情况	121
二、	斜调节器工作情况	121
三、	相关因素分析	122
第六章	测试调整与维护	123
第一节	导频稳定器部分	123
一、	自振频率测试	123
二、	频率控制范围测试	127
三、	幅度控制范围测试	129

四、	输出电平及稳定性测试	130
五、	143千赫导频稳定器恒温设备检查	130
六、	143千赫石英晶体的检查	131
第二节	导频接收器部分	134
一、	导频放大器增益测试	134
二、	导频放大器杂音测试	135
三、	导频放大器跨接衰耗测试	135
四、	导频放大器最大不失真测试	136
五、	晶体滤波器衰耗测试	137
六、	接收放大器调整范围测试	138
七、	接收放大器反馈深度测试	140
八、	导频接收器阻带衰耗测试	141
九、	整流电压检查	142
十、	指示直线性检查	143
第三节	导频控制器部分	145
一、	扩张度测试	145
二、	自动调节时延测试	149
三、	导频控制器漏电测试	149
四、	输出电压控制范围测试	150
五、	告警和告警时延测试	151
六、	“人工加热”转换试验	153
七、	热敏电阻检查	154
第四节	导频调节器部分	156
一、	人工调节曲线线性偏差测试	156
二、	群路收信频率特性测试	158
三、	干线均衡方法	160
四、	放大器特性测试	163
五、	可变均衡器的测试	171
六、	自动电平调节范围和准确度测试	175

第五节	电子管丝阴流测试	178
第六节	群路电平的导频监测法	179
一、	监测前的准备工作	179
二、	选频法	180
三、	宽频法	181
四、	导频监测法的优点	185
第七节	日常维护的重点工作	186
一、	保持导频稳定器的稳幅、稳频正常的措施	186
二、	保持导频接收系统正常的措施	187
三、	调节器步位刻度的选定	191
四、	调节系统的不停机简易检查法	194
第七章	障碍处理	199
第一节	开不了自动	199
一、	障碍处理程序	199
二、	障碍处理实例	199
第二节	导频中断	226
一、	障碍处理程序	226
二、	障碍处理实例	226
第三节	导频串话路	231
一、	障碍处理程序	232
二、	障碍处理实例	232
第四节	导频脱节	236
一、	障碍处理程序	237
二、	障碍处理实例	237
第五节	导频指示摆动	245
一、	障碍处理程序	246
二、	障碍处理实例	246
第六节	导频指示不能调零	252
一、	障碍处理程序	253

二、	障碍处理实例·····	253
第七节	调节范围不足·····	256
一、	障碍处理程序·····	257
二、	障碍处理实例·····	257

附 录

附录一	奈、分贝换算表	
附录二	分贝、奈换算表	
附录三	312 V 型载波机导频系统部分电路图	
一、	92、143 千赫导频稳定器盘电原理图 ·····	265
二、	40、80 千赫导频稳定器盘电原理图 ·····	267
三、	40、80、92、143 千赫导频接收放大器盘电原理图 ···	269
四、	端机及东——西方向导频控制及告警器电原理图 ·····	271
五、	西——东方向导频控制及告警器盘电原理图 ·····	272
六、	东端导频调节器盘（西—东）电原理图 ·····	276
七、	西端导频调节器盘（东—西）电原理图 ·····	插图

第一章 导频系统的构成和作用

我们在使用长途电话时，总是希望双方讲话的声音清晰宏亮，没有杂音干扰，最理想的是能够听出对方谁在讲话，并且能听出讲话语气的强弱。也就是说，长途电路必须具有足够的响度、清晰度和逼真度。当然对于开放电报和传真照片的长途话路来说要求就更高了。目前，由于通信事业的发展，通信距离的延伸和路数的增多，要想保证电路的高质量，就必须要有相应的措施，而导频系统就是保证电路质量的重要设备之一。

第一节 导频系统的作用

载波电路由终端机、线路设备、增音机等组成，为了适应远距离通信的需要，一个转接段（指两终端机之间）长达上千公里，要经过十多个增音段（指终端机和增音机或增音机和增音机之间），因而必须保持电路的稳定。线路本身是有衰耗的，增音机和终端机是补偿线路衰耗的。为了使电路稳定，通常规定全电路的总衰耗稍大于电路的总增益，其差值就是电路的净衰耗。312型机的净衰耗通常调为 3.5 分贝（0.4奈）。我们平常所说的传输电平的稳定，主要是指净衰耗和电路的各点电平而言的。

传输电平是衡量长途电路的最基本的指标，保证这项指标的实现是电路维护工作中的首要任务。当接收电平太低时，电路将会出现音小现象，同时还会缩小振铃边际，降低振铃接收

器的安全动作范围；其次，使电路的信号杂音比下降，电路的串杂音增大。当接收电平太高时，将会使电路中放大器和某些部件、元件过负荷，一方面造成电路振幅特性不良，另一方面产生许多非线性干扰，引起路际串音。当输入电平太高时，有些滤波器的铁心容易饱和，产生谐波，造成失真。如果载波机外线输出电平太高，将会对同杆和同电缆运用的传输电平较低的载波系统发生干扰，这会出现电平差引起的制际串音。更严重的是当增音机和终端机的增益大于线路衰耗时，电路将会出现显著的回音和失真，严重时会使电路振鸣，无法通话。

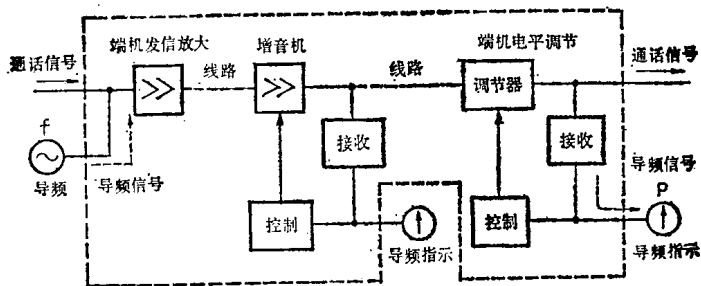
电路的传输电平与增音机的增益和线路的衰耗有密切关系，设备的增益或线路衰耗如有变动，会引起传输电平的波动。设备性能的不稳定，主要是由于电源电压变化、元件老化、维护不当所引起的。载波机在设计和制造时，一般都采取了很多稳定措施，电源和元件性能的变化如不超过一定范围，都能满足质量指标，所以与线路衰耗的变化相比，要小得多。当温度、气候变化时，随频率变化而变化的线路衰耗，在明线更为显著。如以143千赫为例，冬季干燥和冰凌10毫米时，120公里的增音段的线路衰耗变化值可达到52分贝（6奈）以上，可见线路衰耗的变化是影响传输电平稳定的主要因素。这样，就希望增音机的增益和终端机的增益能自动地随着线路衰耗的变化而变化，如此才能真正使传输电平达到稳定。

怎样才能知道线路衰耗所引起的变化呢？这对于没有导频设备的电路来说，是比较困难的。有雾凇时，就要测试群路输出电平，改变人工步位，使净衰耗达到规定值。随着天气好转，为了避免电路振鸣，又要反复调几次电平才行，平时测试的周期也要缩短，否则就不能维持传输电平的稳定。一方面给维护工作增加了工作量，另一方面电路也不够稳定。

我们在测试一个放大器的增益时，一般是用一个可变振荡器送一个给定电平值的信号，在放大器输出端接一只电平表，通过电平表的指示求出差值，便可以知道放大器的增益。它的测试电路如图1·1(a)所示。导频系统就是根据这一道理建立



(a) 普通四端网络的测试



(b) 导频的发送与接收

图 1·1 设置导频的依据

的，图1·1(b)是导频的发送与接收的简要框图，它的构成原理是：在终端机的发送端送出一个频率固定、幅度固定的导频信号，在终端机的群收信支路中接一个接收控制器，根据接收到的导频信号变化的大小来观察群路和外线电平的变化情况，并且通过控制器来控制相应的调节网络来自动补偿线路的衰耗。测试放大器和测试导频系统的区别是：前者是测试一个盘，后者是测试包括群路设备、增音设备和上千公里的线路设备的变化情况。另外当测试一个四端网络时，需要把四端网络从设备中断开，而导频系统则是不中断电路来监测电平变化情况。因此，导频系统在载波机中就是一种不中断测试的自动控制调节

装置。

导频系统设置以后，给维护人员很大的方便，通过导频的指示，可以很直观地知道电路阻断的区间段落，当某电路不通时，可以迅速地知道是不是群路有关部分的故障。因此，它可以帮助维护人员迅速处理电路故障，减少阻断历时，并且能通过导频中断、告警，较为及时地发现障碍。

总之，导频系统起着监测群路电平的作用，并且可以自动地补偿线路衰耗的变化，是稳定传输电平的主要措施之一，必须加强这一系统的维护，才能保证电路的稳定。

第二节 导频频率的选择

导频频率是根据稳定传输电平的需要来确定的，它的选择要兼顾到以下几点。

我们设置导频，是希望每时每刻都能了解到电路情况，而且不需中断电路就能实现，所以它必须选择在通话频带之外，这样才能保证讲话不会串导频，导频不会串话路。与此同时还应注意：导频信号不要设在传输频带之外，使其在传递过程中不产生附加的衰耗。如一般十二路的方向滤波器的交叉频率^①为88千赫，线路滤波器的交叉频率为33千赫，抑制高频干扰的低通滤波器为150千赫等，对这些滤波器导频信号均应顺利通过。这样，导频才能真实反映电路的稳定情况。

多路载波机每个传输方向采用几个导频，这要根据所使用的频带宽度来决定。象明线三路载波机由于频带较窄，每个传输方向使用频带仅有12千赫，一般只用一个平调导频〔近来由

① 交叉频率是指高通滤波器与低通滤波器的衰耗频率特性曲线相交点的频率。对该频率的信号两个滤波器的衰耗都较大。

于通信发展的需要，有的三路载波机（如ZM202）增设了一个斜调导频），而明线十二路载波机，每个传输方向使用频带有48千赫，一个导频就不能全面反映电路电平的变化情况，因此采用了平调、斜调两个导频。当载波路数再增加时，导频个数也要相应增加。如对称电缆60路载波机，传输频带宽达240千赫，就要选用平调、曲调、斜调三个导频来反映电缆载波电路的电平变化。当然，导频的数目也不是越多越好。多了，一方面给维护带来了麻烦，另一方面使导频发送、接收、调节等电路都变得不必要的复杂。

导频调节电路必须能够及时地针对线路衰耗的变化来改变调节网络的增益和均衡器的衰耗特性。这样，才能使自动电平调节有较高的准确度。从明线传输衰耗的特点来考虑，低频衰耗小，随气候变化也小；高频衰耗大，随气候变化也大。导频选在使用频带的两头，就可以全面反映线路衰耗的变化情况。两个导频频率间隔远一些，可减少平、斜两个导频之间的相互影响，因此，十二路载波机的导频都是选择在靠近传输频带两端。例如312型机高频群传输频带为自92千赫至143千赫。两个导频选择在其两端，92千赫与143千赫。

导频信号是表示整个电路传输电平变化的依据，所以对它的频率及幅度的稳定要求都很高，在设计上要力求简单，能够比较容易地可靠地产生导频信号。此外，十二路载波，为了防止串音采用了多种频谱，这些频谱即有倒置又有位移，因此选择导频频率时，必须兼顾到各种频谱的使用，从而减少导频发送部分的类型，使设备简化。

基于上面的原因，312型明线十二路载波机低频群导频选用40千赫和80千赫，高频群导频选用92千赫和143千赫。

第三节 导频系统的构成

一、导频系统电平调节部分的类型

自动电平调节部分的控制类型主要有机电式和热电式两种。

机电式的自动电平调节系统是用机械动作来控制调节网络。如BBO型载波机是用继电器和弧刷来控制可调衰减器，又如国产12ZD型载波机是用同步电动机来控制调节器的工作。它们的特点是调节范围大、精确度较高；缺点是由于有机械动作，结构复杂，维护不方便。

热电式的自动电平调节系统主要是采用热敏电阻来控制调节网络，而热敏电阻本身也是调节网络中的一个元件。当导频电平变化时，通过控制电路控制热敏电阻的阻值来改变调节网络的特性。它与机电式的比较，其调节范围因受热敏电阻变化范围的限制，要小一些，调节的准确程度也差一些。它的调节误差和输入信号变化有关，输入信号变化越大，准确度也就越低。但是，因为它工作可靠，电路简单，维护起来方便，调节准确度和调节范围可以满足补偿线路衰减变化的要求，所以被广泛采用。312型载波机就是采用的这种方式。

在热电式的调节中，导频控制方式有一种是交流控制，即用导频的变化去控制一个改变栅偏压的振荡器。312Ⅲ型用的就是交流控制，用导频的变化去控制一个3千赫振荡器。用振荡器的输出（交流）信号去控制热敏电阻的加热电流。另一种是直流控制，即用导频的变化去控制一个直流放大器，进而控制热敏电阻的加热电流。312Ⅳ、Ⅴ型就采用了这种方式。此

外还有磁控制方式，即用导频电平的变化去控制一个具有记忆能力的磁心，通过磁场的变化来改变热敏电阻阻值，以达到调节电路电平的目的。

二、312型载波机导频系统的构成

312型载波机的导频系统是比较完善的，图1·2是它的西至东方向自动电平调节设备原理方框图。它包括发送支路的导频稳定器部分以及收信支路的由导频放大器、导频接收器、导频控制告警器、导频调节器（包括平调节器和斜调节器）等组成的自动电平调节部分。

（一）发送部分

导频信号是通过导频稳定器送出的，它跨接在线路放大器的输入端，用它产生一个频率和幅度十分稳定的导频信号。对于40千赫、80千赫、92千赫导频来说，是采用强迫同步方式来同步导频振荡器，以达到频率和幅度的稳定，同步信号是由载波机上的载供系统经过互相调制产生的。对于143千赫导频来说，是采用晶体振荡器实现稳频的。由于它们都采用了灯桥恒幅振荡电路^①，送出的幅度也非常稳定。它的导频发送具有频

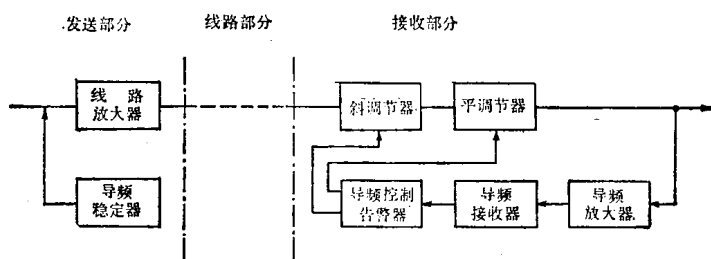


图 1·2 自动电平调节设备原理西至东方向方框图

① 灯桥恒幅振荡电路是以钨丝灯为桥臂元件的恒幅振荡电路。详见本书第二章第三节。

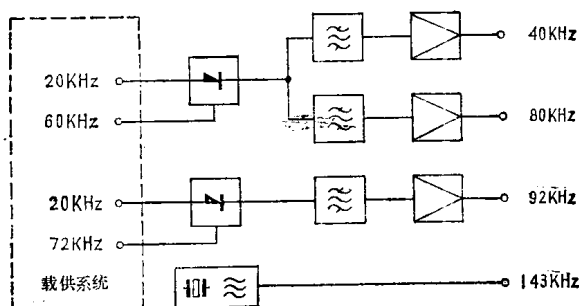


图 1.3 导频发送部分方框图

率准确、幅度稳定、非线性失真小等特点。其构成方框图如图 1.3 所示。接收部分的自动电平调节就是根据收到的导频信号电平的变化而进行的。

(二) 接收控制部分

导频接收控制部分由导频接收器和导频控制告警器组成，它们跨接在群收信电路和调节网络之间。端机接收控制部分的方框图见图 1.4。

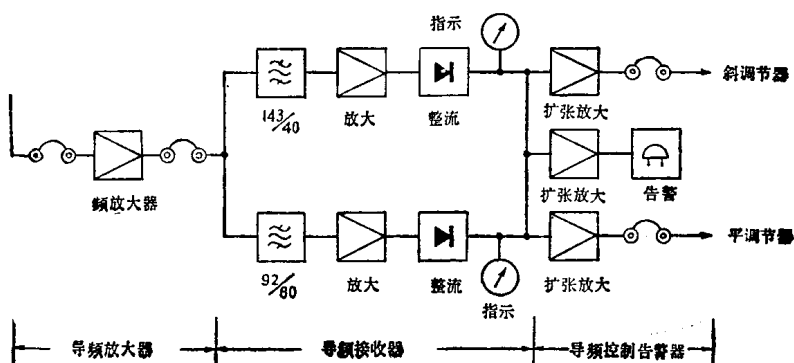


图 1.4 端机导频接收控制部分方框图