

王 济 编

载波 电话 测试

.52

人 民 邮 电 出 版 社

内 容 提 要

载波电话测试是载波机安装、维护以及制造、革新工作中不可缺少的一个重要环节。本书着重介绍明线三路、十二路和电缆六十路等载波电话设备的测试方法。包括部件特性、本机特性、电路特性及通路障碍测试等几部分。同时，对相关的测试仪表的基本原理以及使用中应注意的问题，也做了适当的介绍。

本书可供从事载波电话设备安装、维护工作的同志参考。

载 波 电 话 测 试

王 济 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

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 1978年10月第 一 版

印张：11 20/32 页数：186 1978年10月河北第一次印刷

字数：267 千字 印数：1—21,500 册

统一书号：15045·总2250—有5105

定价：0.95 元

前 言

在毛主席革命路线的指引下，我国通信建设事业蓬勃发展。载波电路已由明线载波、对称电缆载波，进而发展到同轴电缆载波，与此同时农村通信也已广泛采用载波设备。载波电路的大量兴建，促使安装、维护工作也要相应加强，为了保证载波电路畅通无阻，更好地掌握载波电话测试技术，是一个必须加以重视的问题。

以往编写的载波电话测试方面的书籍，主要有两种方式：一类是按有线通信测量进行综合系统地叙述，没有针对载波机测试中的具体应用，对初学测试载波机的读者来说，掌握要点和灵活选用有时感到困难些；另一类则是完全结合具体载波机编写的专用测试方法，虽然这对某些载波机使用较方便，但适用面则较窄。本书在编写方式上做了新的尝试，既考虑与载波机测试结合较紧，又考虑尽量从介绍测试原理入手，对载波通信中需要的测试项目进行了归纳分类，以期通过它可以推及更多种类型载波机的测试。

本书主要供新从事载波设备安装、检修和维护工作的同志阅读。内容着重介绍国产频分制多路载波电话设备，包括明线三路、十二路和电缆六十路等载波机的测试方法。由于工厂、安装和维护等部门的测试涉及内容比较广泛，所以本书包括了部件特性、本机特性、电路特性及通路障碍测试等多种测试项目，虽然在实际应用中，并不是这些项目都需要测试，这里做

较广泛介绍的目的，是为了便于读者根据实际情况参考选用。另外，考虑到掌握测试技术与正确使用测试仪表有着密切关系，故在说明测试方法的时候，也适当介绍了相关的测试仪表的基本原理与使用中应注意的问题。

限于编者的经验和水平，而且本书又是根据1965年所编书稿仓促修订的，错误和不妥之处在所难免，希望读者给予批评和指正。

本书书稿曾由北京长途电信局郭曼一同志、天津电信局徐蓉海、江昌焕等同志审阅，在此一并表示感谢。

编 者

一九七八年一月

目 录

第一章 载波机电子管、晶体管工作状态测试	2
1.1 载波机电子管工作电流测试	2
1.2 晶体管直流工作点测试	6
1.3 告警检查试验	7
第二章 部件特性测试	8
2.1 工作损耗（或工作增益）的一般测试方法	8
2.2 滤波器工作损耗测试	28
2.3 均衡器工作损耗测试	36
2.4 调幅器工作损耗测试	39
2.5 放大器工作增益测试	45
2.6 阻抗特性测试	50
2.7 不匹配损耗或反射系数测试	58
2.8 平衡损耗测试	66
2.9 对地不平衡测试	70
2.10 谐波损耗测试	74
2.11 振幅特性测试	88
2.12 杂音测试	103
第三章 载供系统测试	117
3.1 载频频率测量与校验	117

3.2	载频频率稳定度的测量	129
3.3	谐波发生器的测量	131
3.4	载频分配电路的测量	136
3.5	载频纯洁度测试	139
3.6	载供系统转换性能试验	142

第四章 导、监频系统测试..... 144

4.1	导、监频频率校验	144
4.2	导、监频稳幅器的测试	146
4.3	导、监频输出电平测试	149
4.4	导频接收器灵敏度测试	149
4.5	导频接收器频率选择特性测试	150
4.6	导频控制器扩张度测试	152
4.7	导频告警灵敏度及告警时延测试	154
4.8	自动电平调节准确度及调节范围测试	156
4.9	自动电平调节系统动态调节特性测试	159
4.10	监频系统连通试验.....	161

第五章 信号系统测试..... 163

5.1	信号发送电平测试	163
5.2	信号频率校验	167
5.3	信号发送灵敏度测试	167
5.4	信号接收器选择特性测试	168
5.5	信号接收器灵敏度特性测试	170
5.6	防误动作特性试验	171
5.7	信号接收器时延特性测试	173
5.8	信号接收器介入衰耗测试	174

第六章 本机特性测试	175
6.1 传输电平测试	175
6.2 载漏测试	195
6.3 本机频率特性测试	196
6.4 群路互调失真测试	200
6.5 本机通路杂音测试	202
6.6 明线载波增音机高频振鸣试验	205
6.7 本机两传输方向间线性串音测试	210
第七章 全线连通调整测试	212
7.1 均衡调整测试的主要内容	212
7.2 均衡调整的主要方法	219
7.3 导频接收调谐	234
7.4 远程供电系统和业务联络电话系统测试	236
第八章 电路特性测试	238
8.1 概述	238
8.2 载频同步	240
8.3 电路净衰耗测试	254
8.4 传输电平持恒度测试	259
8.5 电路振幅特性测试	261
8.6 电路非线性失真系数测试	263
8.7 电路频率特性调整测试	265
8.8 电路稳定度试验	273
8.9 电路杂音测试	280
8.10 电路制际串音测试	286

8.11	电路路际串音测试概述和线性路际串音、倒 频串音的测试.....	298
8.12	路际非线性串音测试.....	301
8.13	电路振铃边际测试.....	311
8.14	电路群时延的测量.....	313
8.15	电路特性的自动测试.....	317
第九章	载波通路障碍检查测试.....	325
9.1	电路阻断及电平变化的障碍检查测试方法	325
9.2	电路杂音的检查测试	331
9.3	近端非线性路际串音的检查测试	334
9.4	远端非线性路际串音的检查测试	335
9.5	调幅串音的检查测试	340
9.6	制际串音的检查测试	343
9.7	导频与通路互串障碍的检查测试	348
附录		349
一、	载波专用测试仪表一览表.....	349
二、	电平表的校验.....	351
三、	载波机告警试验.....	356
四、	相位测试.....	357
五、	国外其它传输单位一览表.....	360
六、	换算表.....	361

本书采用的符号

b_G	工作损耗	ZD	振荡器	KHz	千赫
b_T	固有损耗	DP	电平表	Hz	赫
b_I	介入损耗	SH	损耗器	Ω	欧
b_S	传输损耗	JP	检波器	f_z	中频
b_B	不匹配损耗	FD	放大器	f_c	载频
b_p	平衡损耗	TF	调幅器	f_v	音频
b_A	对地不平衡损耗	DT	低通滤波器	k_s	谐波损耗
b_c	串音损耗	GT	高通滤波器	u_{cH}	输出电压
b_{c_n}	近端串音损耗	BT	带通滤波器	u_Y	输入电压
b_{c_f}	远端串音损耗	BZ	本地振荡器	u_z	杂音电压
b_F	串音防卫度	y	有人站	V_e	有效值电压
A	增益	W	无人站	V_A	平均值电压
Z_T	特性阻抗	L_v	电压电平	V_P	峰值电压
ρ	反射系数	L_P	功率电平	K	衡重系数
F_z	杂音指数	U	电压		
S/N	信号杂音比	I	电流		
NPR	杂音功率比	P	功率		
NLR	杂音负载比	dB	分贝		
D	占空比	N	奈		

第一章 载波机电子管、晶体管 工作状态测试

1.1 载波机电子管工作电流测试

1.1.1 电子管选管测量一丝流分类法

在安装载波机过程中装电子管，以及在维护当中更换电子管时，除了要对电子管进行详细的外观检查外，并要用电子管测试器或自行连接的简单测试电路对电子管做必要的电气检查。单个电子管选测好以后，在装入载波机之前，还需要对电子管按丝流大小进行分类，尽可能把同类的电子管接入同一个灯丝回路之内。

载波机各盘电子管需要分类插入的原因是由于一般通信企业中载波电话机的灯丝多采用24V蓄电池供电，机盘内电子管都是串联接到蓄电池来供电的。由于各个电子管的构造不完全相同，灯丝电阻往往有些差异，以致可能使串联供电的各电子管灯丝电压不完全一样，灯丝电压较高的管子衰老损坏得较快。所以要先将电子管的灯丝电阻分类选择，使相近的电子管串在一起使用，才能避免上述问题的发生。定流式电子管在分类时，一般是将各管子串联起来接上电源进行预热，并调整丝流达到规定值后，再用电压表测量各管的灯丝电压，选择丝压数

值相近者串在一起使用。

目前电子管载波机多使用属于定压式的收信电子管。对于这类管子要按丝流分类，也就是将每只电子管接入规定的丝压后，测量其丝流，选择丝流相近的电子管分成几类使用。以6J1为例，在灯丝电压调准至6.3V后，按其实测丝流一般可分为三类，即： $0.155\sim 0.165A$ ； $0.165\sim 0.175A$ ； $0.175\sim 0.185A$ 。同类的电子管串在一个灯丝回路内，而高于 $0.185A$ 或低于 $0.155A$ 的，则最好不用。

由于电子管特性的好坏有时直接影响载波机部件的特性，如非线性失真和杂音等，因此当我们在测试载波机部件特性过程中发现有这类问题时，往往还需要重新检查测试电子管。

1.1.2 电子管丝流调测方法

在装机过程中，当选好电子管并接入灯丝回路后，应即进行丝流调整和屏流测量；在维护工作中，无论在更换电子管后，或进行特性测试前，也应进行丝、屏流的测量。

(1) 丝压不为额定值时的丝流调测方法

调整丝流前，须先测量电池电压。如果当时的电池电压与额定电压不相等时，就不宜再按说明书规定的额定丝流值来调整丝流，而需要先求得在当时电压下相应的丝流值，再进行调整；否则若丝压低于额定值而丝流却调整为额定值的话，则在丝压升高恢复到额定值后，丝流必将大于额定丝流值，这将对管子寿命有害。反之若在丝压高于额定值时把丝流调整至额定值，也将使电子管工作不正常而影响部件工作特性。

由于电子管灯丝电阻的变化在通电发热状态下并非完全是线性的，故按线性关系以比例方法求得应调整的丝流值，虽然可以近似使用，但并不是很准的。而确切的方法是应根据同类

电子管的大量测试数据，绘出灯丝电压电流的关系曲线，然后根据调整时的丝压与额定丝压的差值查出当时应该调整的丝流值，再据以调整。定压式电子管不是调丝流而是调丝压，方法与上述完全相同。

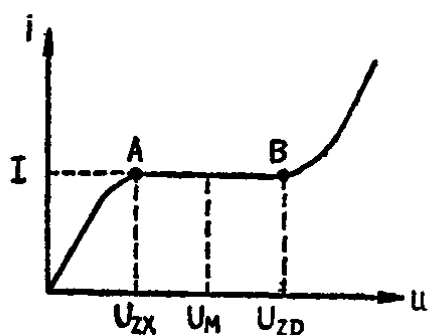
如果载波室的电源容量较小，当多加入一套载波机的电子管后就能使负载过重的话，则在调整测试电子管丝流时，应注意把载波机的电子管全部插上，然后再逐盘调测丝流。不要调测一盘插入一盘电子管，以免耗电越来越大而使电源电压越来越低，造成先调测的各盘电子管丝流较低，后调测的丝流较高的不一致现象。丝流调测完毕，要注意将丝流调整电阻固定，防止在使用中发生变化，影响载波机的工作状态。

(2) 丝压不稳定时的丝流调测方法

使用稳流管接入丝压不稳定的灯丝电路来稳定丝流，是比较简便而有效的措施，所以它得到了较广泛的采用。它的调测方法与前述(1)中的方法基本相同，但需要注意：

一是选择稳流管的稳定电流要与电子管的丝流相等，其电流稳定范围也要适合电子管的丝压变动范围。

二是稳流管两端电压要调整到其稳流特性曲线平坦部分的



中间点，这样才能使丝压变动时丝流变化较小；但如丝压不是正常值或它的变化上限值与下限值不一样的话，这时就不能再调整到稳流特性曲线平坦部分的中间点，而应调整到适当点，使之与稳流特性曲线

图 1.1 稳流管稳流特性曲线 平坦部分两端的距离同丝压变化的上下限值成比例。一般稳流管的稳流特性如图1.1所示。

调测丝流时若当时的丝压不等于额定值，则不仅要测出当

时的丝压，还要算出它与额定丝压的差值 ΔU ，然后按下式计算稳流管两端应保持的电压，再据以进行调整。

$$U_w = U_M \pm \Delta U = \frac{U_{zx} + U_{zd}}{2} \pm \Delta U \quad (1.1)$$

式中：
 U_w ——稳流管两端应保持的电压；
 U_M ——稳流管特性平坦部分的中间电压值；
 U_{zx} 、 U_{zd} ——分别为稳流特性曲线平坦部分两端的最小电压值和最大电压值；
 ΔU ——测试时的丝压与额定丝压（或当地大多数时间所保持的电压平均值）的差值，前者大于后者时取正号，前者小于后者时取负号。

1.1.3 测量电子管丝、屏(阴)流时应注意的问题

(1) 测量丝流用的引线或塞绳，线径不宜过细，要注意选用电阻小、载流量大者，以免在测量丝流时在塞绳上产生一部分压降，造成调测误差。

(2) 电子管在使用一段时间后，应测量它的灯丝效率，以检查其衰老程度。方法是在正常丝压下测量其屏流(或互导)，然后降低丝压10%，再次测量屏流(或互导)，两次测量值之差应小于规定值方可继续使用。

(3) 在开通业务当中测量丝、屏(阴)流时，对于插塞式的测量塞孔，要先把塞绳接上测量仪表，再插进被测塞孔；拔去测试塞绳时，则要先拔接被测塞孔的一端，后拔接仪表端。对于平时用U型塞短路的测量塞孔，在测量丝、屏流后要随手将U型塞子复原，以免造成阻断障碍。

(4) 测量电子管屏(阴)流时，注意极性不要接反，防止损坏测试仪表。

1.2 晶体管直流工作点测试

在安装或维护载波机工作中，有时需要测出各主要部件的

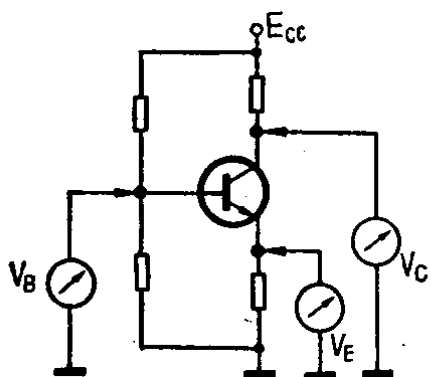


图 1.2 晶体管直流工作点测试原理图

晶体管直流工作点，作为原始数据，以便在检修故障、调测部件特性时的参考。不过晶体管机盘大多数没有测试塞孔，测试不如电子管那样方便。所以通常采用的测试方法是测量晶体管各主要点对地的电位。如图1.2所示的单级放大器电路中，一般测量其基极电位 V_B ，集电极电位 V_C 和发射极电位 V_E 即可，根据测量数据可以计算出晶体管的集电极电流 I_C 和管压降 V_{CE} ：

$$V_{CE} = V_C - V_E \quad (1.2A)$$

$$I_C = \frac{E_{CC} - V_C}{R_C} \quad (1.2B)$$

式中： E_{CC} ——电源电压(V)
 R_C ——集电极负载电阻(Ω)

测量晶体管直流工作点时需要注意选用具有较高输入阻抗的电压测量仪表，最好是使用电子电压表（如DYC—5 电子管电压表等）。这样在跨接测量时不致对电路产生影响；否则用内阻仅数千欧的万用表跨接到晶体管电路上测量时，若跨接的电阻阻值和万用表内阻相近，在并联上万用表内阻后将造成原来工作点的改变，必将影响到读数的准确性。

对于振荡器等电路除测量直流工作点外，有时还要用高频

毫伏表等仪表检查测量其各点交流电压值。

1.3 告警检查试验

在安装测试载波机以前,还应当先把告警电路检查试验好,以备在测试当中能及时发现问题进行处理。告警试验一般包括电源及电子管等告警试验,由于它们因各载波机的设计不同而有多种方式,故仅能就常遇到的一些告警电路及其试验内容,列表加以扼要说明(见附录三),以作参考。

第二章 部件特性测试

在装机时为了留存原始技术资料，以及在维护当中进行大修或处理部件的障碍，有时要对载波机的滤波器、均衡器、调幅器、放大器等部件进行检查测试。由于这些主要部件均属于四端有源或无源网络，它们的特性和测试方法基本上是共同的，故拟将上述各类部件的特性测试综合起来，按四端网络的工作衰耗（或工作增益）、阻抗、平衡衰耗、对地不平衡、谐波衰耗等主要特性测试方法加以介绍。但对于具体部件来说，则并非上列所有内容都是要测试的，而要根据网络性质和实际要求，选测其中的有关项目。

2.1 工作衰耗（或工作增益） 的一般测试方法

衡量四端网络的衰耗（或增益），主要有工作衰耗（或增益，下同）、介入衰耗、固有衰耗和传输衰耗等几种，在载波电话测试中较常用的是前两种，其中又以工作衰耗为测试载波机四端网络所常采用。这是因为在测试四端网络的衰耗（或增益）时，需要考虑它与所接信号源及接收器阻抗间的关系。一般测试网络固有衰耗（或增益）时，要求与这些阻抗完全匹配往往难于实现；而测试工作衰耗（或增益）时，却能更接近于网络在实际工作状态下的衰耗（或增益）。

所谓四端网络的工作衰耗（或工作增益），就是当把等于信号源内阻 Z_1 的负载直接接到信号源输出端时，负载所接受的视在功率 P_1 ，与经过被测四端网络而在工作负载 Z_2 上所接受的视在功率 P_2 之比的对数值（图2.1）。按常用对数计算时，采用传输单位分贝(dB)；按自然对数计算时，则采用传输单位奈(N)。表示如下式：

$$b_G = 10 \lg \frac{P_1}{P_2} \quad \text{dB} \quad (2.1A)$$

或
$$b_G = \frac{1}{2} \ln \frac{P_1}{P_2} \quad \text{N} \quad (2.1B)$$

将式(2.1A)进行推导可以得出：

$$\begin{aligned} b_G &= 10 \lg \left| \frac{\left(\frac{E}{2}\right)^2 / Z_1}{U_2^2 / Z_2} \right| \\ &= 20 \lg \left| \frac{E/2}{U_2} \right| + 10 \lg \left| \frac{Z_2}{Z_1} \right| \quad \text{dB} \end{aligned} \quad (2.2)$$

式中：

b_G ——网络的工作衰耗；

E ——信号源的内电动势；

U_2 ——负载 Z_2 上的内电压值；

I_2 ——负载 Z_2 上的电流值；

Z_1 ——信号源内阻。

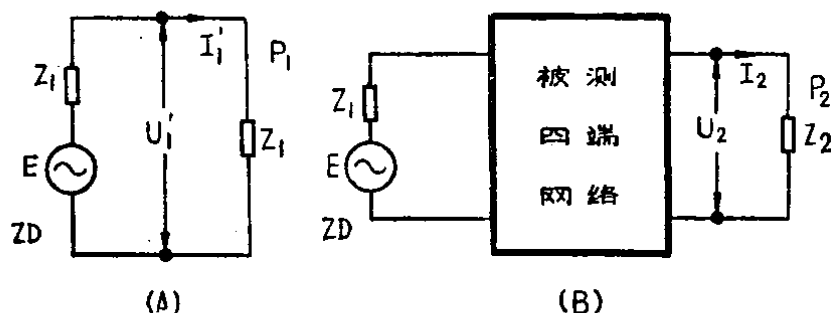


图 2.1 四端网络工作衰耗测试原理图