

明线载波电路质量指标 的测试与调整

人 民 邮 电 出 版 社

明 线 载 波 电 路

质量指标的测试与调整

人 民 郵 電 出 版 社

内 容 提 要

全书共分九章，分别讲述：电路传输电平；载频同步；电路衰耗频率特性；电路稳定度；电路振幅特性；电路杂音；路际串音；制际串音；振铃边际等明线载波电路九项指标的意义、指标要求、测试方法及维护调整经验。

本书可作为载波电话设备维护人员的参考用书。也可作为邮电院校载波专业的教学参考用书。

明线载波电路质量指标的测试与调整

本书编写组编

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

内蒙古新华印刷厂排字

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 1977年3月 第一版

印张：9 24/32 页数：156 1977年3月河北第1次印刷

字数：218千字 印数：1—65,000册

统一书号：15045·总2094—有532

定价：0.78元

毛主席语录

思想上政治上的路线正确与否是决定一切的。

一个正确的认识，往往需要经过由物质到精神，由精神到物质，即由实践到认识，由认识到实践这样多次的反复，才能够完成。这就是马克思主义的认识论，就是辩证唯物论的认识论。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

出版说明

毛主席教导我们：“政治是统帅，是灵魂”，“政治工作是一切经济工作的生命线”。并且指示我们“要无产阶级政治挂帅，走上海机床厂从工人中培养技术人员的道路”。毛主席的教导，给我们通信维护人员指明了又红又专的方向。

广大载波通信维护同志正在坚决贯彻执行毛主席的指示，认真刻苦地学习马克思主义、列宁主义、毛泽东思想，以阶级斗争为纲，坚持理论与实践相结合，坚持人民邮电的方向，努力学习技术，提高通信质量，为无产阶级政治服务。

提高通信质量，使载波电话电路质量指标达到要求，是载波维护人员的重要任务。本书比较详细地介绍了明线载波电话电路的质量指标及其测试调整方法，以国产ZM202型电子管三路载波机、ZM312型电子管十二路载波机和ZM305型晶体管十二路载波机为典型机，用比较通俗、便于自学的方式编写出来，供广大载波通信维护人员参考使用。

《明线载波电路质量指标的测试与调整》一书的初稿，是由湖北省邮电管理局电信处以及昆明、成都、沈阳、南京、苏州、武汉、上海、杭州、哈尔滨等市电信局分工执笔的。天津市电信九分局、大同市邮电局等十几个邮电单位的工人、干部和技术人员三结合参加了稿件的审核和补充工作。参加本书编写组并负责稿件选编的有武汉市电信局张绍远同志、昆明市电

信局刘凤仪同志、重庆市电信局向子曦同志和内蒙古邮电学校苏芬同志。

由于本书的编写工作时间仓促,可能会有不少缺点和错误,特别是可能还有许多好的经验没有收入,希望读者随时指出,以便今后订正。

目 录

第一章 电路传输电平	(1)
第一节 电平及其测量	(1)
一、绝对电平	(3)
二、相对电平	(12)
三、功率电平的加减	(14)
第二节 稳定传输电平的重要性	(15)
第三节 电路传输电平的质量标准及测试调整方法	(19)
一、电路传输电平的质量标准	(19)
二、电路传输电平的测试调整方法	(21)
第四节 稳定传输电平的措施	(42)
一、稳定电源电压	(43)
二、加强电子管的维护	(44)
三、保持晶体管工作正常	(46)
四、保持导频自动电平调节系统正常	(46)
五、正确调整各点电压	(64)
六、防止人为造成电平不稳	(69)
七、加强组网管理	(70)
八、假线控制	(71)
第二章 载频同步	(73)
第一节 载频同步的意义和要求	(73)
一、载频同步的意义	(73)

二、载频同步的要求·····	(75)
第二节 载频校准和载频同步的方法·····	(75)
一、校准载频频率的方法·····	(76)
二、载频同步的方法·····	(80)
三、注意事项·····	(88)
第三节 稳定载频的措施·····	(89)
一、稳定电源电压·····	(89)
二、保持恒温设备工作正常·····	(90)
三、使用良好的电子管和元件·····	(93)
四、避免机械震动·····	(97)
五、保持载供系统各机盘特性的正常·····	(97)
第三章 电路衰耗频率特性·····	(98)
第一节 电路衰耗频率特性的意义和要求·····	(98)
一、电路衰耗频率特性的意义·····	(98)
二、电路衰耗频率特性的要求标准·····	(100)
三、正确理解指标要求·····	(103)
第二节 电路衰耗频率特性的测试·····	(104)
一、电路衰耗频率特性的测试步骤·····	(104)
二、测试注意事项·····	(107)
第三节 电路衰耗频率特性不良的原因及改进措施·····	(108)
一、常用电抗二端网络的阻抗频率特性及其运用·····	(108)
二、保持发信支路增益频率特性达到电路衰耗频率特性的一定压缩值·····	(114)
三、调整音频放大器内的频率特性校正网络·····	(117)
四、调整通路反调幅器前的衰耗均衡器·····	(124)

五、尽可能减小以至消除负偏差·····	(124)
六、压缩机端保证路端·····	(125)
七、线路或群路设备不良·····	(126)
第四章 电路稳定度 ·····	(127)
第一节 电路振鸣的原因·····	(127)
一、载波电路的音频等效电路·····	(127)
二、载波电路产生振鸣的条件·····	(128)
第二节 电路稳定度的定义·····	(129)
第三节 电路稳定度与电路净衰耗的关系·····	(130)
第四节 电路稳定度与电路衰耗频率特性的关系·····	(133)
第五节 对电路稳定度的要求·····	(135)
一、对电路稳定度的要求·····	(135)
二、规定电路稳定度要求的依据·····	(136)
第六节 电路稳定度的测试·····	(138)
一、测试准备工作·····	(139)
二、测试步骤·····	(139)
三、测试结果的评定·····	(140)
四、测试中应注意的几个问题·····	(140)
第七节 提高电路稳定度的措施·····	(144)
一、稳定传输电平, 保证电路净衰耗波动不 超过规定值·····	(144)
二、按期测试调整电路衰耗频率特性, 尽可 能消除负偏差·····	(145)
三、定期检查混合线圈的对端衰耗·····	(145)
四、用四线方式转接载波电路·····	(146)
第五章 电路振幅特性 ·····	(147)
第一节 电路振幅特性的意义及表示方法·····	(147)

一、电路振幅特性的意义·····	(147)
二、电路振幅特性的两种表示方法·····	(148)
第二节 电路振幅特性的要求·····	(149)
一、载波电路振幅特性的要求·····	(149)
二、关于音量限制器的使用·····	(151)
第三节 电路振幅特性的测试方法·····	(153)
一、比较法·····	(153)
二、接收端直读法·····	(155)
三、直读法·····	(156)
第四节 影响电路振幅特性的因素及改善措施·····	(158)
一、音频放大器·····	(158)
二、调幅器·····	(159)
三、音量限制器·····	(160)
第五节 电路振幅特性不良的查找方法·····	(164)
第六章 电路杂音·····	(167)
第一节 电路杂音的意义及要求·····	(167)
一、电路杂音的意义·····	(167)
二、电路杂音的衡量·····	(168)
三、对电路杂音的要求·····	(171)
第二节 电路杂音的测量·····	(171)
一、闲时电路杂音的测量方法·····	(172)
二、忙时电路串杂音的测量方法·····	(173)
三、注意事项·····	(173)
第三节 电路杂音的来源·····	(174)
一、线路杂音·····	(174)
二、机械固有杂音·····	(174)
三、制际串音形成的杂音·····	(175)

四、路际串音形成的杂音·····	(175)
第四节 电路杂音的查找·····	(175)
一、用切断法来判断产生杂音的段落·····	(176)
二、用切断法来判断产生杂音的机盘·····	(177)
三、关于忙时串杂音的查找方法·····	(178)
四、常见杂音障碍及查找方法·····	(179)
第五节 减小杂音的措施·····	(185)
一、必须稳定传输电平·····	(185)
二、加强载波机中的元件、器件的维护·····	(185)
三、加强线路维护·····	(186)
四、加强接地与接触不良的检查·····	(187)
五、为减小杂音还需注意的问题·····	(187)
第七章 路际串音·····	(188)
第一节 产生路际串音的原因·····	(188)
一、产生路际可懂串音的原因·····	(188)
二、产生邻路倒频串音的原因·····	(192)
三、产生路际非线性串音的原因·····	(194)
第二节 路际串音的要求与测量·····	(200)
一、对路际可懂串音的要求与测量方法·····	(200)
二、对邻路倒频串音的要求与测量方法·····	(202)
三、对非线性串音的要求与测量方法·····	(207)
第三节 路际串音的查找·····	(213)
一、分清串音性质·····	(213)
二、掌握各种串音的特点,进一步分清串音 种类·····	(214)
三、了解全电路机线设备运行状态,熟悉机 线设备性能·····	(217)

四、正确掌握查找串音的方法·····	(218)
五、查找路际串音时应注意的事项·····	(222)
第八章 制际串音·····	(224)
第一节 制际串音的意义及要求·····	(224)
一、制际串音的定义·····	(224)
二、制际串音对电路传输质量的影响·····	(224)
三、制际串音的种类和表示方法·····	(225)
四、对制际串音的要求·····	(228)
第二节 产生制际串音的原因·····	(228)
一、线路障碍及线路各项特性不合标准·····	(230)
二、阻抗失配·····	(230)
三、同杆电平差·····	(231)
四、局内布线和电缆方面的原因·····	(233)
五、线路的不合理使用·····	(234)
六、纵向电流的干扰·····	(237)
七、第三回路构成的制际串音·····	(237)
第三节 制际串音的测试·····	(238)
一、测试制际串音前的准备工作·····	(239)
二、制际串音的测试·····	(241)
第四节 制际串音的查找·····	(245)
一、调查主串电路和被串电路的关系·····	(245)
二、了解主串和被串电路的机线设备情况·····	(245)
三、制际串音的障碍测试·····	(246)
四、截段法确定障碍段落·····	(248)
五、代替法确定障碍段落·····	(249)
六、转电线圈法·····	(251)
第五节 制际串音障碍的处理·····	(251)

一、调整同杆电平差, 减小制际串音·····	(252)
二、机线设备的检查·····	(253)
三、调整机线阻抗匹配, 减少制际串音途 径·····	(255)
四、线路间的串音测试·····	(262)
第九章 振铃边际 ·····	(267)
第一节 振铃边际的意义 ·····	(267)
一、对振铃信号传输的基本要求·····	(267)
二、振铃边际的定义·····	(269)
第二节 振铃边际的要求 ·····	(270)
一、指标要求·····	(270)
二、测试周期·····	(270)
第三节 振铃边际的测试 ·····	(270)
一、测试前的准备工作·····	(270)
二、测试振铃边际·····	(271)
第四节 影响振铃边际不良的因素及其调整 ·····	(274)
一、振铃信号频率变化的影响·····	(275)
二、振铃信号电平变化的影响·····	(276)
三、收铃器性能不良的影响·····	(277)
四、串杂音的干扰·····	(282)
第五节 振铃系统常见障碍及其处理方法 ·····	(283)
一、呼叫不到对方·····	(283)
二、呼叫不到我方·····	(285)
三、振长铃·····	(288)
四、讲话过程中发生错误振铃·····	(288)
附录一 功率电平加减的计算方法 ·····	(289)
附录二 传输单位换算表 ·····	(295)

第一章 电路传输电平

第一节 电平及其测量

大家知道，电话通信的基本原理是将人讲话的声能转换成电能，然后在电路上进行传输；到对方后再把电能还原成声能，以实现彼此通话。

电信号在传输过程中能量的强弱，可以用功率来表示，也可以用电压或电流来表示，但在长途电话通信中，由于考虑到以下两点，引入了“电平”这个物理量来表示传输电路各点信号强弱的变化：

（1）人们对声音强弱的感觉并不是直接与信号的功率、电流或电压成正比的，而是与信号功率的对数成正比的；

（2）长途电话电路的双方用户在通话时，他们互相听到的是经过声能与电能转换以及线路衰耗和增音机放大后的相对的对方语言，而不是象在面谈时通过空气传递的直接语言。因此，我们在研究电路中各点电信号的大小时，便必须注意其相对的关系，即各点电能与电路起点电能的比例关系。另外，由于人们讲话声音的大小不同而且是变化的，因而话音经送话器转变成电能传输到长途电话电路起点时，不可能是一个固定的数值，到电路终点的电能也不可能固定。如果以表示单位时间（秒）内电能大小物理量“功率”来衡量，只规定某点的功率是多少，而不将该点功率与电路起点的功率进行比较，就不好衡量以不同音量讲话的人们在通话时，该点的电能与电路起始点比

较是增加了还是减小了，以及增加或减小了多少，这便给分析造成了混乱。因此，在衡量电路质量时，不能采用绝对功率来表示传输信号的大小，而应采用与起始点相比较的比例关系，即电路中任一点的功率与起始点的功率的比例关系。

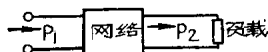


图1—1 电平单位定义示意图

从物理概念上说，“电平”是两个电能（通常为电功率）相比后的对数值，它的单位是分贝（dB）或奈（Np）。为了说明电平的定义，我们借助于图1—1电路，设图中四端网络输入端的电功率为 P_1 ，输出端的电功率为 P_2 ，则我们定义 P_2 和 P_1 比值的常用对数值再乘以10，叫输出端相对于输入端的“电平”，其单位取名叫“分贝”（dB）；如果 P_2 和 P_1 的比值取自然对数值再乘以 $\frac{1}{2}$ ，得到的电平单位叫奈（Np）。即电平的

$$\text{分贝数值} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 10 \lg \frac{P_2}{P_1} \quad (1-1)$$

$$\text{奈数值} = \frac{1}{2} \log_e \frac{P_2}{P_1} = \frac{1}{2} \ln \frac{P_2}{P_1} \quad (1-2)$$

根据对数的性质：当 $P_2 > P_1$ （即 $\frac{P_2}{P_1} > 1$ ）时，上述（1—1）、（1—2）式中所表示的对数值为正数，用通信的术语来说，就说网络有了“增益”。反之，当 $P_2 < P_1$ （即 $\frac{P_2}{P_1} < 1$ ）时，（1—1）、（1—2）式所表示的对数值为负数，用通信术语来说，就说这个网络介入了“衰耗”。衰耗也可说成是负的增益。

在分贝与奈这两个传输单位之间存在以下关系：

$$1\text{奈} = 8.686\text{分贝}$$

$$1\text{分贝} = 0.115\text{奈}$$

顺便指出，在长途电信中引入电平的概念并使用分贝和奈作为传输单位，这在运算时也是比较方便的。它使得许多场合下复杂的乘除运算变成了简单的加减运算。这点，从事载波维护的同志从实践中是很容易体会到的。

一、绝对电平

在载波电路中，为了了解和比较信号在不同点上的强弱情况，除了规定分贝和奈作为电平测量的单位外，还必须选择一个基准值作为比较的标准。这就像在测量某座山的高度时，光有长度的单位（公尺）还不够，还要选择海平面作为基准点。没有一个比较的基准，说它高多少就没有什么意义了。这对于电平测量也是一样的。

目前，在不同的国家里，电平测量中所使用的计量方式是不完全一致的。大体上有这么两类：一类是以功率比的对数来表示电平的，其参考功率选为 1 毫瓦（mW）；用这种方法表示的电平，我们习惯上称它为“绝对功率电平”，简称“功率电平”。比例取常用对数的，其传输单位是分贝（dB）；比例取自然对数的，其传输单位是奈（Np）。如果用符号 p_w 表示绝对功率电平，则

$$p_w = 10 \lg \frac{P_x}{P_0} \text{分贝} \quad (1-3)$$

$$\text{或} \quad p_w = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{P_0} \text{奈} \quad (1-4)$$

式中， P_x 是被测点功率，单位为毫瓦； P_0 是参考功率值，选为 1 mW。

另有一些国家习惯使用以 775 毫伏为参考值的电压比的对数来表示某点的电平的。这种方法所表示的电平，我们通常称它为“绝对电压电平”，简称“电压电平”。同“绝对功率电平”相仿，它选用的传输单位可以是分贝，也可以是奈，视取哪种对数而定。如以符号 p_v 表示绝对电压电平，则

$$p_v = 20 \lg \frac{U_x}{U_0} = 20 \lg \frac{U_x}{0.775} \text{ 分贝} \quad (1-5)$$

或
$$p_v = \ln \frac{U_x}{U_0} = \ln \frac{U_x}{0.775} \text{ 奈} \quad (1-6)$$

式中 U_x 为被测点的电压值，单位为伏； U_0 是参考电压。不管被测点的阻抗是多少， U_0 均选为 0.775 伏。

参考值 0.775 伏的来源是当 1 毫瓦的功率消耗在 600 欧纯电阻上时，在该电阻两端的电压值，即

$$U_0 = \sqrt{P_0 \cdot R_0} = \sqrt{1 \times 10^{-3} \cdot 600} \text{ 伏} = 0.7746 \text{ 伏} \approx 0.775 \text{ 伏}。$$

由于仪表精度的提高，参考值 U_0 也有选到小数点后面四位的，即取 $U_0 = 0.7746$ 伏。

目前我国，这两种计量方式都被采用，如在国产载波机的方框图上，虽然大部分测试点的传输电平都是以功率电平标记的，但也有个别测试点指明标的是电压电平（如 ZM305 型载波增音机从线路放大器输出的导频电平为电压电平 -0.9 奈）。因此我们认为有必要介绍这两种绝对电平的表示方式及其含义，弄清它们相互之间的关系，否则就有可能引起测试上的混乱。

1. 绝对功率电平和绝对电压电平是电平的两种不同表示方法。对于同一测试点来说，它们在数值上只差一个常数。

从物理概念上来说，不论是绝对功率电平或绝对电压电平，都反映了电路某被测量点和基准点在能量传输上的关系。它们在读数上的关系可以由下式来推出。