

载波电话设备维护经验

人 民 邮 电 出 版 社 编

916.38
3

3

ZAIBO DIANHUA SHEBEI WEIHU JINGYAN

载波电话设备维护经验

第三辑

人民邮电出版社

内 容 提 要

本书是《载波电话设备维护经验》的第三辑。收集了有关载波设备,主要是晶体管载波机的改进及防护,载波维护经验,技术革新以及旧设备的改造等方面的文章。这些文章是从1974年、1975年《电信技术》杂志上选出的。可以作为载波电话维护人员做好设备维护工作的参考。

载 波 电 话 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

北京印刷三厂印刷

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 1976年5月第一版

印张: 4 28/32 页数: 78 插页1 1976年5月北京第一次印刷

字数: 110 千字 印数: 1—21,000 册

统一书号: 15045·总 2118—有542

定 价: 0.42 元

出 版 说 明

随着通信建设事业的发展，邮电部门充实了大批的新生力量。为了满足担负载波电话设备维护工作的新工人的需要，我们于1974年5月重印了《载波电话设备维护经验》一书，又于1975年4月编辑出版了《载波电话设备维护经验》的第二辑。前两辑中所收集的都是文化大革命以前的维护经验。

伟大的无产阶级文化大革命和批林批孔运动，推动了通信事业的大发展。载波电话设备成倍地增长。广大通信人员遵照伟大领袖毛主席“抓革命，促生产，促工作，促战备”的教导，认真学习无产阶级专政理论，以阶级斗争为纲，以高度的革命热情，加强设备维护，大搞技术革新，提高通信质量，又积累了许多好的经验。

为了使这些从实践中取得的经验得到交流，我们将陆续出版《载波电话设备维护经验》选辑。

本辑是《载波电话设备维护经验》的第三辑，内容选自1974年和1975年的有关杂志，主要有以下几个方面：载波机的改进和防护，载波机的维护，载波设备的技术革新以及改造旧设备的经验等。

1975年12月

目 录

一、载波设备的改进及防护.....	(1)
ZMX201 载波机雷电防护措施.....	(1)
ZM305 载波机线路放大器防护措施的改进.....	(9)
明线晶体管载波机线路放大器大功率管的防护 措施.....	(24)
ZM305 导频告警电路的改进.....	(31)
ZM200 型载波机收铃器的改进.....	(34)
二、维护经验.....	(37)
稳定传输电平的几点意见.....	(37)
查找载波机可懂串音的几个实例.....	(48)
用选频法查找电路非线性串音的体会.....	(54)
解决ZM202载波机近端串音实例.....	(59)
导频指示与障碍分析.....	(63)
放大器杂音检修实例.....	(68)
线路放大器低频杂音的消除.....	(75)
改善放大器电源干扰一例.....	(76)
地线引起的杂音及排除.....	(78)
一次雷击线路滤波器障碍的分析.....	(81)
调整机线阻抗匹配的体会.....	(82)
十二路载波机改型措施.....	(90)
线路传输频率简易算法.....	(96)
为什么电平表输入终端电阻经常被烧坏.....	(99)
测量晶体管工作电流的小经验.....	(100)
三、旧设备的改进.....	(102)

机械调节式导频调节器改热电式的实践·····	(102)
用差动继电器代替 MR 继电器表·····	(111)
四、技术革新 ·····	(117)
测试传输电平方法的小改进·····	(117)
振铃边际自动测试器·····	(118)
312载波机60千赫同步控制 装 置·····	(127)
312载波机载供障碍告警器及倒换开关的 制 作···	(130)
分频器自动倒换装置·····	(133)
ZM305 信号器防止振出回铃的 措 施·····	(135)
电子开关铃流机·····	(136)
简易电子管丝压配对仪·····	(149)

一、载波设备的改进及防护

ZMX 201载波机电防 护措施

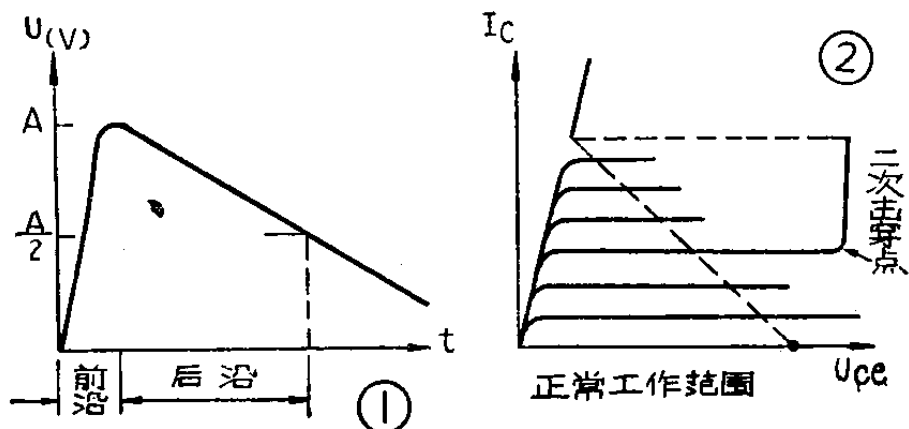
一、雷电对通信设备的影响

发生在高空云层间的雷电对有线电通信机影响不大，而带有电荷的低空乌云对地雷击时往往有很大的危害。即使是十几公里以外的通信线路遭到雷击，雷电脉冲也会沿着线路到达机器，对通信设备造成威胁。

雷电脉冲的波形如图 1 所示。根据其前后沿的比例，大致可归纳为下表所列两类：

	近 距 离 雷 击	远 距 离 雷 击
前 沿	1.5 μ s (微秒)	10 μ s
后 沿	40 μ s	600 μ s
幅 值	5000 V 左右	1000 V 左右

对一般电子管设备来说，由于电子管本身能承受一定的脉冲冲击，因此只需加简单的防雷措施就够了。但对半导体设备来说，由于晶体管存在二次击穿特性（见图 2），一旦进入二次击穿，则晶体管很快就进到低电压、大电流状态，直至晶体管烧毁。因此，即使雷电脉冲的时间很短，它本身的能量还不

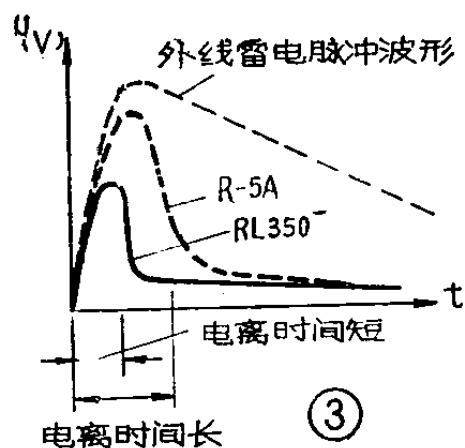


足以烧毁管子，但只要它的幅值足够大，使晶体管进入二次击穿区域，则晶体管仍然会被烧掉。一般放大电路，由于工作点的功率较小，与晶体管串接的电阻较大，不大容易进入二次击穿；而线路放大器输出级的工作点功率较大，输出端又接有感性元件且直接耦合到外电路去，所以它受雷电的威胁较大，并容易进入二次击穿。因而我们必须对它采取有效的防护措施。

二、各种防护元件及其特点

(1) 充气放电管。充气放电管有多种型号，如 RL-350、RL-250、R-5A 和 R-70 等等。各种放电管由于所充的气体种类不同，极板形状及材料不同，其放电特性也各不相同。但它们都有一个共同点，即它们所充气体都需要一定的电离时间。

图 3 画出了在雷电电压的作用下，R-5A 和 RL-350 两种放电管的电压时间特性曲线。从图中可以看出，RL-350 的电离所需时间比 R-5A 为短。电离所需的时间短，则放电管吸收的雷电能量大，剩余下来的能量小。电离所需时间长的

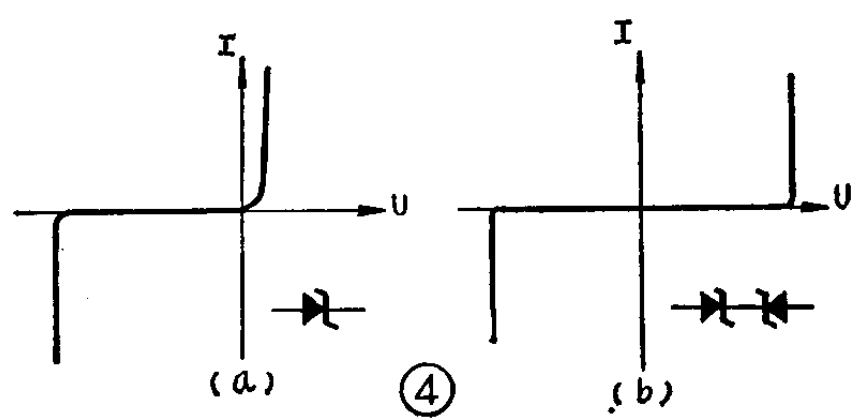


放电管，只有在较大的脉冲幅度时才会着火放电。下表列出了 RL-350、R-5 A 和 R-70 三种放电管的着火电压和耐流能力。

	RL-350	R-5 A	R-70
着火电压	500 V 左右	1100 ~ 2000 V	500 V 左右
耐流能力	3000 ~ 5000 A	1000 ~ 2000 A	2000 A

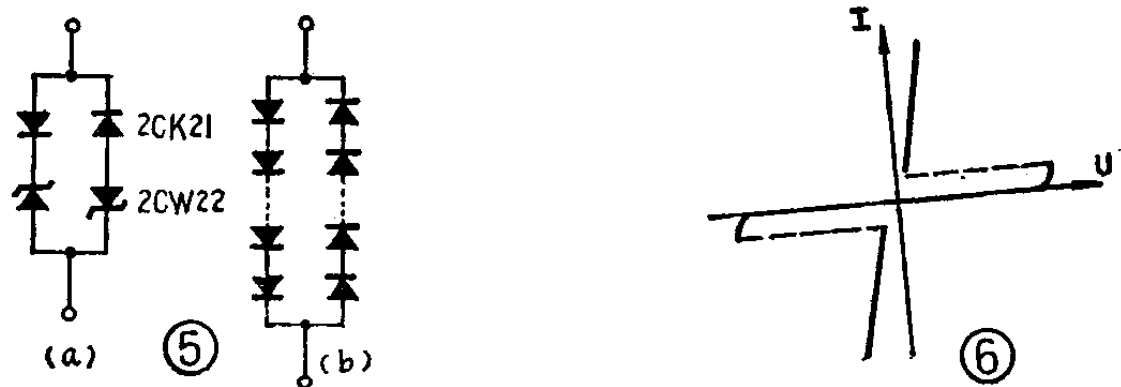
由上可见，虽然大部分的雷电能量可以被性能较好的放电管吸收掉，但总有一部分能量剩余下来的。剩余电压的波形将变得更窄了，它仍然会造成对设备的损害。所以仅仅采用一级放电管保护是不够的。

（2）半导体二极管及稳压管。图 4 画出了单只稳压管和两只反向串接稳压管的电流电压特性曲线。在正常工作时，信号电压的最大值低于稳压管的稳压值，所以稳压管呈现高阻抗，对被跨接的电路没有影响；在雷电脉冲到来时，由于其幅值大于稳压管的稳压值，因而稳压管反向击穿而将雷电脉冲吸收掉，但一般稳压二极管的耐流能力较小，通常为 100 安（脉冲）左右。2CW11-20、2CW21、2CW22 等稳压二极管，虽在



正常状态下容量可有数倍之差，但它们在脉冲状态下，耐流性能却相差不多。这是由于脉冲作用下通流时间短，温度集中在“结”的附近，而来不及传到管子周围的缘故。

稳压二极管的极间电容较大，因而不宜在高频率、高阻抗的电路路上跨接使用。为减小极间电容的影响，常采用如图5(a)所示电路，即在稳压管上串接开关二极管。在工作频率更高的电路路上，亦有采用很多个开关二极管串接的保护电路，如图5(b)所示。



(3) 双向可控硅。在国外，有的机器上采用了双向可控硅作雷电防护。图6是双向可控硅的特性曲线。它的耐流能力较强，速度也较快。

综上所述，在雷电防护方面，目前还没有一种单一的、理想的防护元件，但我们可以取长补短，在全机上采用多层防护。

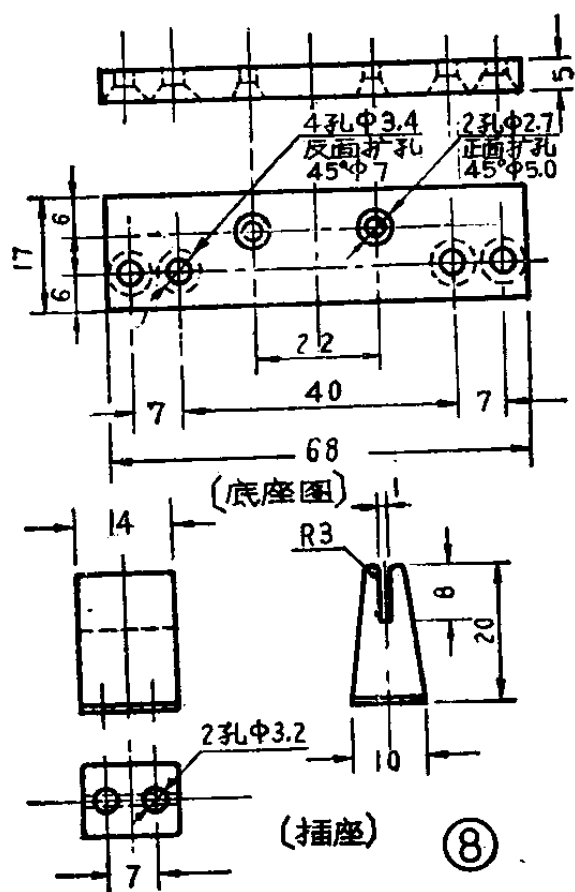
三、对 ZMX201Ⅲ 型机防护电路的建议

对 ZMX201Ⅲ 型机，经试验，我们建议采用图7所示防护电路。现对该电路作如下几点说明：

(1) 明线或明线引入线进入机房后，在接到机器之前必须先接 RL-350 避雷管保险丝盒，并将接地线接好。地线必须足够粗。



(2) 线路匹配变压器600欧两端接到避雷管，原机上装的是 R-5A，因 R-5A 放电特性差，耐流能力低，最好改为 RL-350 避雷管，此时需调换管座〔自制管座可参考图 8。材料可选用 5mm 厚胶木板和 0.5mm 厚的磷铜片(做簧片)。〕



(3) 线路高通滤波器输出15、17两端接上 R-70 放电管（两只并联），可焊接在18线插座上。

(4) 线路放大器输出18线插座上接上 R-70 放电管。

(5) 在线路放大器盘内，可用两只 2CW21 J 稳压管对接后焊到输出变压器的 6、7 两端。

经过上述防护后，我们在加电工作并有 +2.2 奈信号输出时，用1.5/40微秒的雷击脉冲，从100伏—10000伏，连续

轰击1600次，机器仍能正常工作。

四、ZMX201Ⅳ 型机的防雷措施（见图 9）

(1) 从引入线进来到机器之前一定要先经过 RL-350 避雷管保险盒，接好地线（地线要有足够粗），使得大部分纵向雷电能量能消除掉，剩余的横向能量再由机内防雷元件吸收。

(2) 线路匹配变压器两端并接有 RL-350 放电管。

(3) 线路高通滤波器的 C_6 之后与 L_6 并联有 R-70 放



电管，这样 C_7-C_{11} 都在 R-70 的保护之后，所以只须 C_6 有足够的耐压即可。

(4) 线路高通滤波器之后又有 R-70 放电管保护，并采用灯光照明，可使充气管内的气体电离得快些。

(5) 线路放大器的输出变压器 B_2 “5、6” 接有两只对接的 2CW21J 稳压管作保护。

以上电路在用幅值为10000伏的1.5/40微秒的脉冲轰击400多次后，机器仍能照常工作。此时，测得流经 RL-350 的脉冲电流为600安（该管耐流值为5000安）；R-70 上的脉冲电流为50安（耐流值为2000安）；2CW21J 上的脉冲电流为50安，历时1微秒（而其耐流值为120安，历时40微秒）；这时加到输出级晶体管 3DA5D 上的脉冲电压不超过20伏。因此，可以认为 ZMX201Ⅳ 型机的防雷措施基本上是可靠的。

五、维护中应注意的事项

(1) 应该经常注意检查避雷管。尤其是在雷雨季节，要注意观察各级避雷管的玻璃是否明净。一般经多次雷击后，避雷管内因金属蒸发，使玻璃壁发黑，避雷管性能变坏。一旦出现明显的痕迹，则应及时更换新的避雷管。检查避雷管性能可用500伏兆欧表夹在它的两端轻摇，此时避雷管应能发光。

(2) 注意观察线路放大器的小灯泡发亮是否正常。因为小灯泡的亮度反映了末级管子工作电流的大小。在工作正常时，小灯泡有微弱的红光而且亮度是稳定的，如出现过亮、过暗或闪烁时，则说明机盘有故障，应及时检查。

(3) 在浮充工作时，切勿使电源电压过高。如电源电压超过28伏，则容易使线路放大器发生烧管事故。

(电信522厂)

ZM305 载波机线路放大器

防护措施的改进

在毛主席无产阶级革命路线的指引下，我国通信事业不断地向前发展。大量晶体管载波机已投入生产使用。遵照毛主席关于“一切产品，不但求数量多，而且求质量好，耐穿耐用”的教导，我们针对 ZM305 载波机线路放大器的烧管问题，进行了调查研究和反复试验，采取了相应的措施，收到了一定的效果。下面谈一谈我们的初步认识，以便相互交流，共同探讨。

一、线路放大器不可靠因素的分析

ZM305 载波机线路放大器由于增益高、输出功率大，末级功率管往往容易损坏（一般称烧放大器）。造成损坏的原因之一是属于电路设计上的问题。对晶体管设备来说，在电路设计时，不但要保证放大器性能稳定可靠，同时还应针对可能引起功率管损坏的因素，在电路上采取必要的防护措施。原因之二是功率晶体管本身的质量问题。为此，除了从根本上改善晶体管生产工艺外，还应根据线路放大器可靠性的要求，对管子（特别是功率管）进行严格的筛选，以把有毛病和早期就会失效的管子剔除。

1. 管子本身的问题

①由于结构工艺上的缺陷，经运输、震动引起功率管损坏。例如在生产中一度采用的 3DA14C 推动管，略有震动，常发生基极 B 或发射极 E 开断现象。

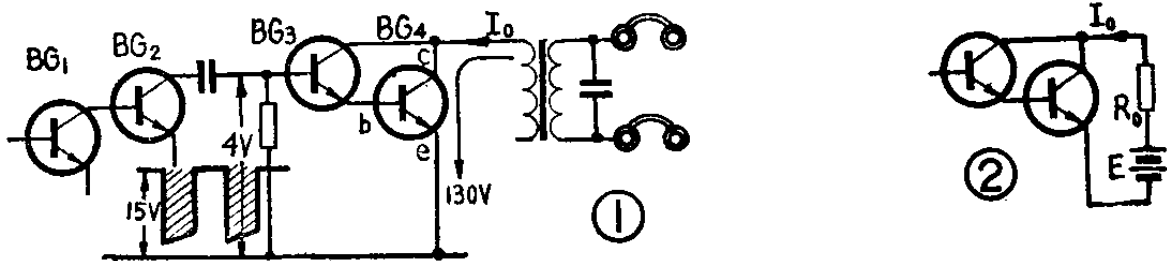
②由于选用的功率管本身达不到一定的耗散功率要求，温

度特性差，正常使用时，结温就比较高，当环境温度增加时，晶体管的结温 T_j 进一步升高， I_{ce} 加大，使 I_c 增加，耗散功率 P_c 增加，这反过来又使结温再升高， I_{ce} 再加大， I_c 再增加……。如果这种恶性热循环进行下去，就会很快导致功率管的热致击穿。

例如我厂原生产的三管并联输出的线路放大器，采用的 3AA7 锗高频功率管，不加散热器时容许耗散功率为 1 瓦，加散热器后理论上耗散功率可增加到 5 瓦（实际上由于散热器散热效果差，达不到此值）。并联工作的场合，由于 3AA7 锗功率管的温度特性较差，且并联管的特性各有参差，所以随着环境温度的增高，输入功率、负载阻抗、电源电压等的变动，较容易造成不平衡，使某一特定的功率管产生负载集中的现象。当管壳温度超过 $+55^{\circ}\text{C}$ 时，上述热正反馈就会加剧，此时功率管就极易发生热致击穿现象。调查表明，这种三管放大器夏天烧的比冬天多，晚上烧的比白天多。这是因为夏天环境温度较高，而晚上的电源电压升高，业务较清闲（输入信号较小），因而甲类线性功率放大管的集电极耗散功率 P_c 将随电源电压的升高、输入信号的减小而增加，使管子结温增加，热正反馈加剧，容易导致功率管损坏。

③针对我厂原生产的三管并联输出放大器的上述缺点，我们曾改用一只 4S5 型硅管作线路放大器的功放管。4S5 管集电极的标称耗散功率（加标准散热器）为 20 瓦。改进后放大器技术指标均比过去有提高。但是由于 4S5 管的各项电参数较差，如 BV_{ce} 只大于或等于 50 伏， BV_{cb} 不大于 1 伏，集电极耗散功率达不到标称值 20 瓦，故有不少管子很快老化和失效。

2. 异常工作条件下的功率管损坏



①供电电压超过额定值太多，使管子的瞬时功率增加很大，导致电热击穿。根据使用单位反映，有些增音站的供电电压很不稳定，有时高达30伏以上；另有一些站虽然供电电压较为稳定，但由于采用与直流蓄电池联合供电方式，瞬间电压有时也高达27伏以上。调查表明，由于供电电压超过额定值太多而损坏线路放大器的例子不少。

②高反向电势引起的二次击穿。当高反向电势加到大功率管上时，由于管子本身制造工艺上的不完善，在管子的结面上将由于某局部电流集中效应，有可能使晶体管的部分地方熔化而进入所谓“二次击穿”。二次击穿是不可逆的，而且损坏的速度是很快的。在微秒级的时间内功率管就可能进入二次击穿。

实践证明，共射电路的二次击穿与管子的负载和偏置有关。如果功率管的负载为电感性负载，管子的工作进入反偏状态（即基极和发射极间为反向偏置电压），此时进入二次击穿的能量较小，管子损坏较严重。

为获得较大的功率输出，线路放大器多采用变压器输出电路。如果输出端塞子拔掉了，那么功率管的负载就变为电感负载了。正常时，功放级的输出电流 I_0 为500毫安，推动管 BG_3 和功率管 BG_4 基极正偏压 U_b 约为4伏。在某种情况下，由于放大器输出和输入之间的耦合，很可能发生强烈的振荡现象，其波形如图1所示，为一些连续的脉冲。当进入末级的脉冲是反