

# 701型测风雷达的维修 (一)

孔 良 赫

701型测风雷达，是我国自己设计自己制造的一种专用气象二次雷达。所谓二次雷达，是指它跟踪的目标是有源的，即探空气球所携带的是一个既能收又能发的无线电“回答器”。当雷达发射的“询问脉冲”（亦称主波）被空中无线电回答器的天线接收后，回答器立即发射“回答脉冲”（亦称回答波），被雷达所接收。这种一问一答工作状态的雷达就称为二次雷达。二次雷达同样也具有一次雷达的功能，即雷达发射的主波在传播过程遇到障碍物发生反射，对此反射回波，二次雷达仍然可以接收。

对701型测风雷达进行维修，应首先对该雷达结构和一般原理要有一定的了解。在故障出现时，应注意现象的特征，通过故障的特征，初步分析产生故障的原因和部位，利用各种手段（如雷达的检查旋钮、指示电表及附属仪表等）进行检查，然后运用基本原理对检查的数据加以分析，得出正确的结论，使故障迅速得以排除。

雷达的检查应从简到繁，从断电检查到通电检查，从外部深入到内部电路。即首先运用雷达外部测试孔、测试开关和指示仪表检查全机概貌，然后深入到组合内部，进行各个孤立、分段检查，根据各电路输入和输出端的电阻、电压及波形数据正常与否来判断。检查时，组合与组合相互孤立，组合内电路间相互孤立。这样做使故障产生的范围逐步缩小，易于正确地判断出故障的部位和原因。

下面分析一些可能遇到的故障及其检查调整方法，供维修的同志

们参考。

## 有回答讯号输出

### 无探空讯号输出

故障的特征是听不到探空讯号，但测距及测角显示器分别有回波显示。

故障特征说明，从天线接收到的讯号顺利地通过馈线系统，接收机的高放、中放、检波直至视频放大器，也就是探空与回答讯号的公共通道是正常的，只需在探空讯号通道中寻找原因。

探空通道由接收机中的限幅级、低通滤波器、选频放大器、音放、功放及阴随器所组成。

1. 如果雷达机柜上的探空监听插孔输出是正常的（即利用耳机可以听到探空讯号），但探空值班员处放音设备无讯号输出。应检查音放、功放级、传输线以及放音设备。

2. 如果雷达探空监听插孔也无讯号输出，则应从限幅级向后逐级进行检查。

## 无回答讯号输出

### 又无探空讯号输出

故障特征表明整机已不能使用，但不能说明整机各个组合都有故障，对此种情况应进行具体分析检查。

1. 收发转换开关中两个放电管皆正常工作（即都有辉光）。这种情况表明，发射机是正常的，故障产生在天线馈电系统、接收机、定时器及有关的组合中。

检查方法：利用SBM-3型示波器检查测角显示器“回波”插孔是否有回波讯号。正常情况回波讯号

应与测距显示器显示的波形一样。

如有回波讯号，说明接收机公共通道及天线馈电系统是正常的，应分别检查接收机的探空通道和测距、测角显示器。

如无回波讯号，应进一步检查接收机视频放大器输出测试孔CK<sub>4</sub>（在接收机组合内）有无回波讯号。若有回波讯号，说明接收机公共通道及天线馈电系统正常，故障产生在接收机的探空通道以及视频放大器与测角、测距显示器之间的连接线和有关元件上；若仍无回波讯号，则应对接收机进行检查。

### 接收机的检查：

(1) 利用波长计（随机附属设备之一）检查本机振荡是否正常。检查方法是将本机振荡盒盖取下，使波长计测量探头贴近振荡槽路平行板（切勿与平行板接触），调节波长计频率摇柄，观看波长计有无指示（频率变化范围一般在370MC±5—10MC）。如有指示，说明振荡器工作正常。

(2) 如本机振荡器正常，可将输入馈线直接馈送至第二级高放，省略第一级高放。若无效，省略第二级高放接通第一级高放。仍无效，可直接馈送给混频级，高放级皆省略。在以上三种情况中的某一种情况下有输出讯号时，故障就产生在省略的一级中。

(3) 如以上孤立方法检查仍无效，则应从低频通道向中放级进行认真检查。这时并不能排除高放、混频级有故障，只是由于高放、混频腔体拆装检查较繁杂，而且拆装后又要认真调整，因此，应在充分证明低频通道到中放级是正常以

后，方可决定腔体的拆装检查。

中放级检查过程中应注意，不能随意旋动调谐回路。检查应从电子管到各级电阻、电压值，看是否正常。如果电压正常，电子管完好，输入、输出端连接正常，则应特别注意中放输入端和混频级之间的粗同轴线与插座的接触是否良好，有无断路现象。若都正常，同时视频放大器等各级也正常，故障就在高频通道中。

高频通道的检查，首先应检查从天线到接收机之间的馈线联接是否正常牢固。对高放、混频级的检查与中放级检查方法一样，应由电子管，电阻、电压值入手。如果同轴腔体被重新拆装了，必须对拆装后的同轴腔体进行认真的调整（调整方法以后叙述）。

(4) 如果本机振荡器不振荡，故障可能就在此级中。

2. 收发转换开关两个放电管皆无辉光。

这种情况说明故障很大可能是产生在发射机及馈线系统，应首先对发射机进行全面的检查。

发射机检查前要特别注意的是，必须将定时器开启，并用SBM-3型示波器在发射机“触发”脉冲测试孔上检查有正常的发射触发脉冲（见图1）输入的情况下，方能开启发射机。测试发射机触发脉冲时示波器工作状态为：输入选择“1:10”，扫描选择“ $30\mu S$ ”，使用选择“驱动”，同步选择“内”同步。

发射机的检查应先检查电源、电压及有关波形，然后检查输出功率和超高频振荡频率。

发射机电源的检查：利用发射机调制器面板上的电源测试插孔，用配备的FM-5型万用表进行测量。此项检查只需开启低压开关，无需开启高压开关即可进行。直流正、负电压是对“地”而言，交流电压值是对交流电压两个测试孔而言。

发射机高压的检查：开启高压

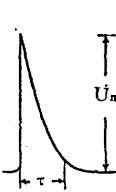


图 1  $\tau = 1.2\mu S$  打火、爆炸声响  
 $U_m \geq 25V$  等），如发生异常

现象时，应立即关闭高压开关，认真检查发射机各元件、接线是否有损坏和短路现象，在排除后，再开启高压开关进行高压的检查。

#### 高压的检查方法：

(1) 交流高压的测试：利用FM-5型万用表和标有“ $\sim 6KV$ ”符号的分流器，按图2所示的接法接好。FM-5型万用表范围开关处于“3V(6000V)”档上，测量类别开关处于“ $\sim$ ”。打开发射机电源组合门，将测量棒与升压变压器Tp的第三头牢固地钩好，然后开高压开关缓慢地调节升压器手轮，进行发射机交流高压数值的测量。

(2) 直流高压的测试：利用FM-5型万用表和标有“-6KV”符号的分流器，按图3所示的接法接好。FM-5型万用表范围开关处于“3V(6000V)”档上，测量类别开关处于“-”。打开发射机调制器观察小窗，将测量棒与调制管板极（其中任意一个）牢固地（但不能用力过猛或过大）钩好，然后开高压开关缓慢地调节升压器手轮，进行发射机直流高压数值的测量。

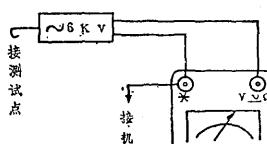


图 2

#### 发射机高压测试注意事项：

(1) FM-5型万用表与分流器必须按指示接法连接，并与线路接好。在认真检查确实无误的情况下，才能开启高压开关缓慢进行升

压测量。

(2) 在测量交流或直流高压时，千万不要用错分流器。

(3) 在升压前一定要检查好接地线是否与“地”（即机柜）接触良好。

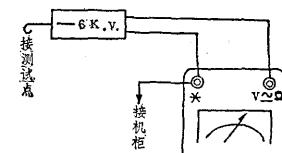


图 3

(4) 无论是交流还是直流高压，调节升压器时都不能使FM-5型万用表指示超过6KV，因FM-5型万用表最大测量范围为6KV。

(5) 测试完毕必须将升压手轮调到零位，并关上高压开关后，方可使测量棒与测试点脱开。

发射机制调波形的检查：利用SBM-3型示波器接至调制器面板上“调制”脉冲插孔进行测试，波形见图4。SBM-3型示波器测试时工作状态为：输入选择“1:10”，扫描选择“ $30\mu S$ ”；同步选择“内”同步。此项检查过程中可仅开启低压开关进行。

若调制脉冲波形正常，则表明发射机预调制级工作正常。对于调制器及超高频振荡器的工作正常与否可按下列步骤进行检查。

在发射机高压检查正常的情况下，可借助检查调制管TM-83(TM-85)和发射管FM-7 F的起始电流

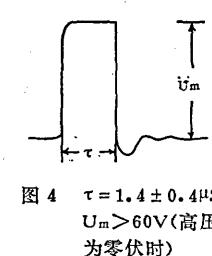


图 4  $\tau = 1.4 \pm 0.4\mu S$   
 $U_m > 60V$  (高压为零伏时)

来判别这两种电子管完好与否。检查起始电流的方法是，将发射机低压开关和高压开关皆开启，但升压器调节手轮处于初始状态（即发射

机高压为0V),发射机测量表头指示转换旋钮放在“TM-83”档上,应指示出30~40μA左右,放在“FM-7F”档上,应指示出1μA左右,否则就是管子性能衰老或已损坏。

在调制管和发射管完好的情况下,再进行发射机功率、频率等的检查。

#### (1) 发射机功率及超高频率脉冲包络的检查与调整:

将定向耦合器、小功率指示器、匹配负载以及SBM-3型示波器按“雷达使用说明书”中所示的接线图与发射机连接好(一般机器除SBM-3型示波器外,其它部分都已与发射机连接好)。开启小功率指示器进行预热使其稳定后,调节指示零点再开启发射机,否则对测量精度影响极大。按出厂时小功率指示器曲线所示的高压μA值调节发射机升压器手轮,然后观看小功率指示器的μA值,利用此指示的μA值查功率曲线,便得到该时发射机的功率值。但由于小功率指示器在运输和长期保管过程中准确性有可能发生变化,因此只能作发射功率有无的指示,不能机械地对照曲线查其功率值。

如果小功率指示器无指示,同时示波器无超高频包络脉冲(包络脉冲检查时SBM-3型示波器工作状态为:输入选择“1:10”;扫描选择“30μS”;使用选择“驱动I”;同步选择“内”同步。包络脉冲幅度与波形顶部波动随高压变化而变化,波形见图5),说明发射机无超高频振荡,即无功率输出。此种情况

需认真检查调制器和超高频振荡器。首先调节发射机高压,观察TM-83(TM-85)和FM-7F

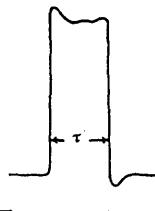


图5  $\tau = 1 \pm 0.2 \mu\text{s}$  管电流是否随

着上升,如上升,说明调制器和超高频振荡器正常工作,只是馈线有断路或其它问题。如电流无显著变化,说明它们没有工作,则需对电路认真检查。检查时仍应先检查各点电阻,然后检查各点电压来确定故障发生的部位。如必须拆装发射腔体时,应特别注意在焊接C<sub>21</sub>、C<sub>22</sub>旁路电容时,绝对不能使它们过热,否则该柱形电容就要损坏。

如果小功率指示器有指示,而示波器显示的包络脉冲幅度很小,这说明输出发射功率弱,只需对发射机重新加以调整即可解决。

**调整方法:**发射机高压处于某μA值下,调节发射同轴腔体反馈短路活塞调节棒(在发射机右侧上面一个插孔中,利用专用摇柄调节),调节过程中观看小功率指示器指示及示波器上包络脉冲幅度,在达到最大后,再调整“耦合输出”头,使其指示及幅度更大。

#### (2) 发射机频率的检查与调整:

将定向耦合器、匹配负载与波长计按“雷达使用说明书”中所示的接线图连接好,使发射机高压处于某一数值下,利用波长计检查,其频率应在400MC±0.5MC范围内,否则就需进行调整。调整发射同轴腔体频率调节杆(在发射机右侧下面一个插孔中,用专用摇柄调节),使频率满足技术指标的要求。频率调整后,要对功率进行复检。

#### (3) 超高频振荡频谱的检查与调整:

频谱是表示功率在频率轴上的分布情况,希望发射功率集中在400MC上。因此,需对超高频振荡频谱进行检查和调整。

**检查方法:**将定向耦合器、匹配负载、波长计按频率检查时的连接法连接好,使发射机高压处在某一适当值,旋转波长计频率旋柄,

找出波长计μA表指示最大的谐振点,该点称为主峰,该点频率f<sub>0</sub>称为主峰频率,记下此时频率值和波长计μA表指示的μA值。然后左右缓慢偏移频率旋柄,测出相应的各个谐振点(这些谐振点称为子峰)的频率f<sub>1</sub>……f<sub>4</sub>及μA值,绘出如图6所示的曲线。其技术条件要求为:主峰幅度40—80%的子峰不应超过一个,否则就应进行调整。

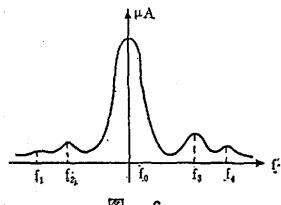


图 6

**调整方法:**首先将“耦合输出”头逆时针旋1/2—1圈以减轻负载的影响。若松动耦合头仍不能满足要求,则微调反馈调节杆。此时耦合及反馈变动后要重调频率,再测频谱。应注意这种调整方法是要损失一些发射功率的。

在发射机正常工作情况下,若放电管仍不起辉,应对天线转换开关部分进行检查。

**天线开关的检查:**首先检查放电管的性能。利用雷达自身的自耦变压器,将它的输出两根导线暂拆除,使放电管两级分别与变压器输出两端连接好(见图7)。逐渐升压测出放电管起辉时的电压(称起辉电

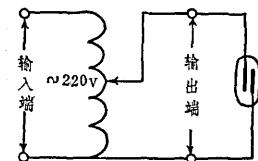


图 7

压),再回降电压,测出放电管灭辉时的电压(称灭辉电压)。要求起辉和灭辉电压都要小。如放电管是正常的,故障就可能产生在匹配线段和连接处,对此应认真地进行检查。

(待续)