

文章编号: 1006-4354 (2010) 01-0038-04

# 新一代天气雷达 (CB) 发射机的检测与维修

白水成, 黄增林, 张世昌, 李崇福, 李成伟

(陕西省大气探测技术保障中心, 西安 710014)

中图分类号: P415.2

文献标识码: B

随着全国新一代天气雷达网的建成, 新一代天气雷达在气象服务中发挥的作用日益凸显。作为机电一体化的复杂系统, 故障随着使用年限的增加日益增多, 这与发射机长期处于高功率、大电流的工作状态有关。为了更好地维护天气雷达, 提高维修时效, 根据作者的工作经验, 介绍常用检测方法和检测结果, 并对常见故障进行分析, 给出解决方案。

## 1 发射机工作原理

发射机系统是围绕速调管设计的。CB 雷达速调管是靠周期性地调制电子注的速度来实现放大或振荡功能的微波电子管, 增益约为 50 dB。阴极发射的电子经加在阴极和收集极之间的高电压作用形成均匀的电子注, 注入输入腔的信号电场与腔产生谐振, 电子注通过腔的间隙时, 受到高频场作用, 正半周穿过的电子加速, 负半周穿过的电子减速, 电子速度变得有快有慢, 在继续前进的过程中, 快电子逐渐赶上慢电子, 使电子注中的电子分布疏密不均, 这种现象称为群聚。密度调制的电子注与输出腔隙缝的微波场进行能量交换, 电子把动能交给微波场, 完成放大或振荡功能<sup>[1]</sup>。速调管放大功能靠三方面的作用实现: 阴极发射的电子、加在阴极和收集极之间的高电压、注入的信号电场。在 CB 雷达发射机系统中, 这三个项分别对应于灯丝电源、全固态调制器输出高压、来自接收机的高频激励输入信号。

灯丝电源是交变稳流电源, 通过灯丝中间变压器和位于油箱中的脉冲变压器及灯丝变压器为速调管灯丝供电, 其输入是三相 380 V, 输出是对

称交变方波。

交流三相 380 V 电压经整流滤波组件整流、滤波后, 转换为约 510 V 直流电压, 输入充电开关组件。充电开关组件接收到充电定时信号后, 通过充电变压器为调制组件的人工线充电。充电结束后, 人工线电压达某一精确设定值。后充电校平器收到校平定时信号后, 微量泄放人工线的多余储能。触发器收到放电定时信号后, 输出放电触发信号, 调制组件中的人工线放电, 调制器输出 2 MW 调制脉冲送至高压脉冲变压器初级, 在其次级产生 40~45 kV 负高压脉冲, 加在速调管阴极 (速调管阳极及管体接地), 提供速调管工作所需的电压和能量。

由接收机提供的高频输入信号峰值功率约 10 mW, 脉冲宽度约 8  $\mu$ s, 经前级功放组件放大后, 该输入信号峰值功率大于 7 W, 脉宽为 0.8  $\mu$ s (窄脉冲)、2.5  $\mu$ s (宽脉冲), 调节可变衰减器的衰减量, 可使输入速调管的高频脉冲峰值功率达到最佳值 (1 W 左右)。

## 2 发射机常用检测方法

### 2.1 发射机机外功率的测量

2.1.1 功率计的设置 ①功率计初始条件设置 “offSet”选 off、“Dutycycle”选 off、“Frequeene”选雷达工作频率, 如 5 430 MHz、“cal Fac”选与功率计探头标称相近的数值, 如 97.2%。②功率计标零 → “Zero” → “cal”。设置结束, 若标零操作正确, “power”选 “on”时, 屏幕显示 “1 mW”左右。③系统设置输入 (输入系统插损及工作占空比) System/input—+inputsetting—“offSet on” →

收稿日期: 2009-07-09

作者简介: 白水成 (1980—), 男, 河南浉池人, 硕士, 助理工程师, 从事气象探测技术研究。

68.7 dB→more→“Duty cycle on”。占空比计算方法是重复频率乘以脉冲宽度，如榆林站窄脉冲宽度为  $0.83 \mu\text{s}$ ，重复频率为 322 Hz，对应的占空比为 0.026 7%。

2.1.2 机外功率的测量 为保护功率计，测量机外功率前定向耦合器接上 10 dB 衰减器，再接上功率计探头，调整人工线电压和可变衰减器可改变功率值。调节发射机前级放大延时可调整输出包络上升和下降沿及顶降。只有当包络完美时，功率才能最大。

## 2.2 发射机输出包络的测量

以调整发射机窄脉冲包络为例。检波器接上 10 dB 衰减器后，再接上 Q9 头电缆，另一头接示波器，示波器输入阻抗选择  $50 \Omega$ ，电源线采用两芯线，防止共地测量时产生振铃干扰。选择自动设置 (Autoset)，把波形在时间、幅度上展开，出现发射机输出包络整个波形。调整发射机前级功放的窄脉冲延时电位，使包络上升沿和下降沿处于较理想状态（速调管输入信号完美的套在束压内），调整速调管输入信号的可变衰减器使得包络幅度最大，再通过前级放大器脉冲宽度调节电位器调整包络的宽度为正常值，包络的顶降满足小于 5% 的指标。

## 2.3 速调管灯丝电压的测量

将示波器的探头分别接在灯丝的两根电源线上，选择测量均方根值，打开发射机低压，让灯丝充分预热后，调整灯丝电流的电位器使电压为标称值，此时灯丝电流为标校正常值，正常情况下波形如图 1 所示。

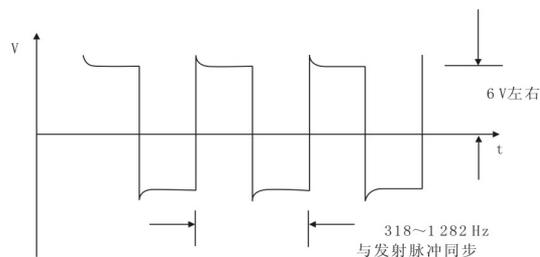


图 1 灯丝电压波形图

## 2.4 调制器充电波形的测量

调制器前面板共有两个 Q9 接口，将示波器

接在充电电压测量端，选择自动设置 (Autoset)，把波形在时间、幅度上展开，出现充电电压波形如图 2。

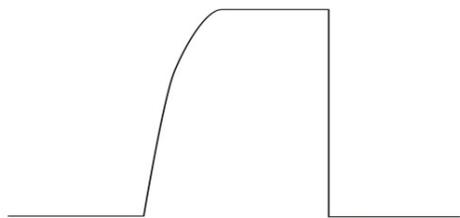


图 2 充电波形图

## 2.5 调制器内可控硅、反峰二极管、充电二极管的测量

用万用表的通断档或电阻 200 K 档，逐个测量可控硅两端电阻值，若短路或电阻较小，说明已损坏。反峰二极管和充电二极管的测量方法同上。

## 2.6 灯丝电源内 V5 驱动信号的测量

示波器联接灯丝电源控制板上耦合变压器 T1 (R5 和 R6 两端) 的输出，正常情况下波形如图 3，占空比 70%。

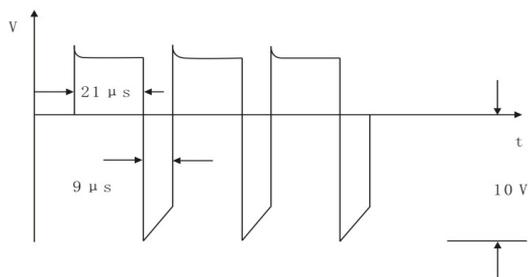


图 3 V5 驱动信号波形图

## 2.7 灯丝电源内 V6 和 V7 驱动信号的测量

示波器联接灯丝电源控制板上耦合变压器 T2 (R7 和 R8 两端) 或 T3 (R9 和 R10 两端) 的输出，正常情况下波形如图 4。V6 和 V7 的驱动信号大小相同，极性相反，相位差  $180^\circ$ ，占空比 50%。

## 2.8 充电分机内触发信号的测量

XT4 接地，XT1 为充电触发信号。正常情况下为与雷达工作时序同步的脉冲。

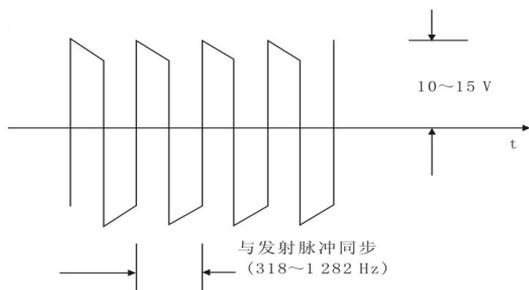


图4 V6驱动信号波形图

## 2.9 充电组件充电参考电压测量

测量点位于人工线电压表头边的电位器，电位器有三个脚，分别是10 V、0 V、人工线电压调节参考压（大致为3.5 V）。

## 3 发射机常见故障分析和处理

### 3.1 发射机报速调管过流故障，复位无效

速调管过流信号是油箱接口内灯丝中间变压器末级输出端T1的5脚对地互感电流信号转变得到的。此信号送至测量接口板ZP6，经R46送至N12的3脚，N12的2脚是比较信号，正常设为8 V（RP12调节）左右，当N12的3脚电压超过8 V时，便引发N12的7脚输出由0电平到一高电平触发D3（4098），D3的6脚输出至光耦N3（521-4）的1脚。N3的15、16脚输出至发射机控制板，为防止干扰误报警，N3的15、16脚并有电容。实际报警只有两种可能：确实存在速调管过流或检测电路存在误报警。

用发射机测试程序，先LOAD PSP，停止，不发时序，发射机为本控、手动状态，接通高压开关。没有时序，就没有高压产生。若有报警，则确认是发射机检测电路出现问题。正常情况下，测量接口板N12的7脚和D3的6脚输出为低电平，光耦N3的1、2不导通，为低电平，15脚为高电平；若无报警，说明速调管过流，接上三相调压器，从0 V开始加高压，若调压器加至380 V，人工线接近4 000 V仍未稳压，检查充电组件充电参考电压是否正确。

3.2 发射机报电弧故障、门连锁等，故障显示面板混乱，RDA显示DAU与发射机通讯不正常，开机时能听到打火声

原因很可能是发射机打火所致。打火原因较

多，如：空气潮湿、漏水、高压器件老化、高压电缆与金属外壳距离太近等。具体集中在调制器、油箱接口部位。一般更换打火处器件故障便可解决，较严重的会致设备收发器件损坏，如：DS26LS31、DS26LS33等。打火部位一般呈焦黄色，在日常维护中要经常检查调制器内是否有打火现象，增加调制器内的高压线的绝缘性能。

### 3.3 发射机灯丝电流、电压故障

发射机灯丝电源是交流稳流电源。三相电源整流滤波成直流，经PWM斩波稳压后送至MOSFET IR450组成的推挽电路，作为速调管灯丝电源。灯丝电压是指灯丝电源组件中逆变器的电压，通过采样电路对该电压进行采样，然后经分压电路分压，最后送至比较器作为判断灯丝电压故障的依据。灯丝同步时序和中间时序用来同步灯丝电流。灯丝电源组件的输出回路上串有一电流互感器，电流互感器信号经全桥整流滤波后一路反馈形成稳流信号，送至测量接口板进行电流显示和电流保护，测量接口板的N2A和N3B分别是灯丝过流和欠流的保护光耦。

灯丝电流保护设置：用万用表测量N9（位于测量接口板）：3脚上的电压值 $V_1$ ，ZP19为地。调节RP20使得N9：6脚的电压值为 $V_2$ （ $V_2 = V_1 \times (I_f + 2) / I_f$ ）， $I_f$ 为速调管 $VE_1$ 上所标的灯丝电流。调节RP8使得N8：5脚的电压值为 $V_3$ （ $V_3 = V_1 \times (I_f - 2) / I_f$ ）；调节RP5使得N9：2脚的电压值为12 V。这样灯丝电流的保护就调好了。

灯丝电压保护设置：通过RP12将调节灯丝控制板N9：3脚电压调为2.5 V，N7的5脚为7.5 V或更高一点，RP13用来调节逆变电压的指示值。

### 3.4 触发器故障

触发器主要由变压器、电源板和触发板三部分组成，220 V交流电经变压器后输出一组180 V和两组18 V交流电，三组电源通过电源板后变成一组200 V和两组20 V直流电，其中200 V为出发板供电，20 V为充电组件内的两个IGBT模块供电。

触发器故障出现最多的是200 V电源，检查方法为：测量电源板上X1和X2两端的180 V交

文章编号: 1006-4354 (2010) 01-0041-02

# 自动气象站常见异常数据的处理方法

高 娟<sup>1</sup>, 齐军岐<sup>2</sup>, 曹 梅<sup>3</sup>

(1. 榆林市气象局, 陕西榆林 719000; 2. 扶风县气象局, 陕西扶风 722200;

3. 富平县气象局, 陕西富平 711700)

中图分类号: P412.1

文献标识码: B

自动观测数据质量控制是获取高质量观测数据的重要环节, 本文使用中国气象局下发的地面气象测报业务系统, 从定时观测、数据查算和订正、编发气象报告等环节, 通过实例分别介绍自动气象站异常数据的处理方法, 以方便测报人员快速、准确处理异常情况, 减轻预审员的工作量, 促进台站测报质量提高。

## 1 数据质量检查和处理方法

### 1.1 数据质量检查方法

地面气象观测站对观测记录的质量检查, 包括极值检查、逻辑检查和时间序列检查等<sup>[1]</sup>。极值检查是指与本站历史气候极值进行比较, 如果要素超出极值范围, 就视为可疑或错误值, 在自动气象站监控界面显示为红色字体, 应引起注意。时间序列检查是指气象要素在随时间变化上有连续性, 如深层地温相邻小时变化值 $\leq 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为正确,

小时变化值 $> 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 为可疑或错误, 此项检查与逻辑检查主要在月底使用测报业务软件形成 A 文件, 并进行格检审核时体现, 日常工作中需要值班员留心观察, 以便随时发现问题, 及时处理。

### 1.2 缺测数据处理方法

正点数据缺测的处理方法按优先次序, 一般可概括为代替原则、计算原则、缺测原则。代替原则, 就是要优先考虑正点前后 10 min 接近正点的分钟数据代替, 再考虑使用同类仪器观测数据或人工补测数据代替。计算原则有内插和反查两种方法。除风速、降水量外, 相邻前后两时次数据正常, 当前时次记录不应缺测, 可内插计算; 水汽压、露点温度等湿度项目应按当时的气温和相对湿度反查或计算求得。无法通过代替和计算补救的原始数据, 则按缺测原则处理。台站比较常见的错误处理方法有: 定时 2 min 风向、风速使用

收稿日期: 2009-08-18

作者简介: 高 娟 (1980—), 女, 陕西神木人, 本科, 助理工程师, 从事地面测报与特种观测。

流电是否存在。若不存在, 检查触发器内的变压器的好坏; 若存在, 测量 X3 和 X4 两端的 200 V 直流电是否存在, 如果不存在, 检查 200 V 电源板上大功率三极管及相关保险丝的好坏。有时触发器控制板烧毁也导致触发器故障, 测量方法为用示波器测量触发组件上的测量端 ZP1 和 ZP15, 查看是否有 200 V 脉冲波形存在, 其中 ZP1 为地, ZP15 为出发信号输出端。

## 4 结语

新一代天气雷达发射机是围绕速调管设计

的, 除灯丝组件、高压系统、高频激励信号外, 还设计了完善的状态检测电路, 当雷达发生故障时, 除检查跟速调管有关的组件外, 还要检查检测电路。要定期对雷达发射机的各项指标进行检查, 发现问题及时解决。

### 参考文献:

- [1] 张大伟. 速调管滤波器型输出回路的设[D]. 杭州: 浙江大学, 2005.