

文章编号:1673-8411 (2015) 04-0103-03

# 新一代天气雷达灯丝电源故障分析

於莹, 刘永亮, 李强

(广西气象技术装备中心, 广西南宁 530022)

**摘要:**应用灯丝电源的工作原理,对天气雷达灯丝电源故障分析,找出故障发生的原因,提出灯丝电源故障排查、解决方法。

**关键词:**灯丝电源; 新一代天气雷达;故障

**中图分类号:**P415.2

**文献标识码:**A

## Fault Analysis on Radar Transmitter Filament Power

Yu Ying, Liu Yong-liang, Li Qiang

(Guangxi Meteorological technical equipment Center, Nanning, 530022)

**Abstract:** Based on the working principle of filament supply, failures in filament power of weather radar were analyzed to find out the cause of the failure and put forward troubleshooting methods and solutions.

**Key words:** Filament Power, new generation radar, fault

## 1 引言

灯丝电源 3PS1 是一个交流稳流电源。它将 380V 交流电源经过控制和变换成为电流稳定、波形受控的交流电源,输出送至灯丝中间变压器,通过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。并且对输出电源进行采样监测,将输出的电源电压和电流的采样信号输出至测量接口板。

灯丝电源 3PS1 技术要求:

- (1)供电电压:3 相 380VAC $\pm$ 10%;
- (2)输出电流脉冲幅度:1.78~2.84A,连续可调;
- (3)同步信号输入:高频起始同步(放电)信号及灯丝中间同步(触发)信号;
- (4)输出电压脉冲幅度:56~90V,连续可调(速调管灯丝等效电阻 0.25 $\Omega$ );
- (5)输出电流稳定度 $\leq$ 1%。

## 2 灯丝电源原理分析

### 2.1 灯丝原理图分析

灯丝电源是采用脉冲宽度调制(PWM)技术的

开关电源,其核心是斩波器和振荡器,斩波器用来实现稳流,振荡器受同步信号控制,使输出电压/电流方波与发射机同步。

图 1 为灯丝电源原理示意图,当灯丝电源从收到监控系统发出的使能信号(低触发)后,控制板上的继电器吸合,三相 380V 电压通过其触点加到整流滤波电路,供给控制板上的斩波模块约 230V 直流电。同时,使能信号允许斩波器的脉宽调制电路及振荡器控制电路工作。直流斩波器也称为直流-直流交换器,主要通过脉宽调制器控制斩波器中开关管的通断,经其滤波电路输出稳定的直流电压。振荡器将斩波输出的直流电压变换成与发射脉冲同步的交流方波电压,经滤波后作为本机逆变输出至油箱接口。与此同时,电流取样电路将输出电流方波的幅度转换成相应的电压信号,并与基准电压相比较,比较器输出的误差信号通过改变脉宽调制电路的输出来控制斩波器的脉宽,从而实现稳流。差分接收电路接收监控系统转发的灯丝中间同步信号和高频起始同步信号,并通过延时整形电路送入振荡器控制电路,使振荡器受这两种同步信号同步。

收稿日期:2015-06-19

作者简介:於莹(1989-),女,广西灌阳人,助理工程师,主要从事雷达技术保障及相关管理工作。

## 2.2 灯丝输出变压过程

灯丝电源输出的灯丝脉冲通过灯丝中间变压器、灯丝变压器为速调管灯丝提供速调管需要的灯丝脉冲。图 2 为灯丝电源输出至速调管灯丝过程中的变压电路示意图,图示省略了部分滤波电路。变压灯丝电源输出的约 60V 的灯丝电压经油箱接口组件(3A7A1)的灯丝中间变压器 T1(变压比为 1:4)隔离输出约 230V 的灯丝逆变电压。馈至高压脉冲变压器次级双绕组的一个低压端,经脉冲变压器次级双绕组,在双绕组的一个高压端接至灯丝变压器初级。灯丝变压器(变压比为 45:1)将灯丝逆变电压(230V)转换成电流约 27A、电压约 6V 的灯丝脉冲,此灯丝脉冲电压悬浮在速调管阴极-6.5 万伏的高压上。雷达发射时,灯丝脉冲电压与阴极脉冲同步,而无同步脉冲时,灯丝电流按照斩波器内部设定的斩波频率工作。

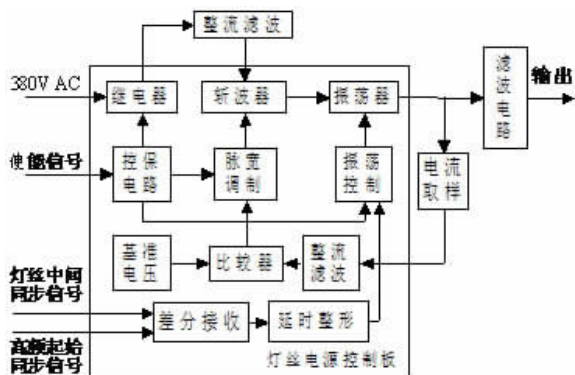


图 1 灯丝电源原理图

通常检查灯丝电源输出是否符合雷达要求,间接的以灯丝电源的逆变输出电压为准,在灯丝中间变压器的输出,即在油箱接口打火管前用示波器测量灯丝逆变电压,其峰峰值在 230V 左右为正常值。

## 3 灯丝电源故障判定与排除

为了迅速的判定和排查故障,从雷达保障工作出发,根据由简到繁、由易到难的故障分析原则,从实际出发,根据灯丝电源工作原理及常见故障总结,简述判定流程及排除方法。

故障发生后,首先通过手动复位故障仔细观察故障现象,观察电流表指针,发射机面板报警灯。RDA 计算机开启的情况下,打开发射机辅助供电及机柜灯供电,观察电流表指针是否启动,观察发射机面板什么报警灯亮。可在低压电打开报警产生后,在本控、手动的情况下,按下发射机控制面板上手动复

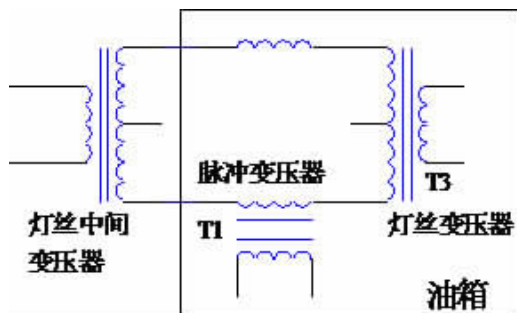


图 2 灯丝电压变压示意图

位及故障显示复位来复位故障。

(1)若电流表指针完全不启动,说明灯丝电源已不能启动,可能是相关保险丝或灯丝电源内部器件故障。这时应关掉低压电,检查发射机保险组件(3N3)与灯丝电源内部灯丝电源保险丝是否熔断,控制板上是否有烧焦现象。若有熔断保险丝而无烧焦情况,更换保险丝后观察灯丝电源能否长时间正常工作。若更换后继续烧保险丝,先考虑灯丝同步导致时序混乱导致故障,去掉灯丝同步芯片 D3(LS123)。加电后若继续烧保险,即可检查灯丝电源内部整流桥、接线等或直接更换灯丝电源组件。

(2)若电流表指针先启动后报警,说明灯丝电源能够启动。首先用示波器观察灯丝逆变电压峰峰值是否能达到 230V 左右。若不能达到,则顺时针调整灯丝表头旁的电位器,并检查测量接口板上灯丝电流取样及欠流门限,适当调整至故障修复。若超过 240V 并有继续上升趋势,则逆时针调整电位器达到 230V 标准值,再次检查调整测量接口板取样及门限至故障修复。若此方法无法修复故障,则怀疑此故障是灯丝电源组件触发部分异常导致。

(3)电流告警采样在灯丝电源内部,但告警电路在测量接口板,若只有灯丝电流告警,一般怀疑在测量接口板处报警门限电压异常。但灯丝电压告警采样电路和告警电路都在灯丝电源内部,故若有灯丝电压告警一般都伴有灯丝电流告警。

故障处理完后都应用示波器检查油箱接口处打火管前灯丝逆变电压峰峰值及波形是否符合要求,从而判定灯丝电源的输出是否正常。

## 4 灯丝电源故障维修案例

### 4.1 故障个例 1

2015 年 5 月玉林新一代天气雷达,雷达体扫过程中报灯丝电流故障、灯丝电压故障、灯丝电源关闭等报警停机。

首先发射机低压加电后,手动复位故障,观察灯丝电流表指针是否启动,检查发现电流表无指示。然后关闭低压电检查保险丝组件(3N3)的灯丝电源保险丝与灯丝电源控制板(3PS1A1)的保险丝是否熔断。检查发现灯丝电源控制板上保险丝烧坏,更换后发射机正常开机,用示波器检查油箱接口处灯丝逆变电压峰峰值为 235V,属于正常值。次日,运行过程灯丝电源再次故障,灯丝电源控制板上保险丝再次烧坏。

灯丝电源工作一段时间后才烧保险丝,说明灯丝电源不稳定,可能原因有两个,一是电信号不稳定引入干扰,主要是系统零地电压过大或压差不稳定;二是外同步信号偶发时序混乱引起电流过大或者外同步灯丝中间电压在不同重复频率切换时中间变压器电压输出过大。拆掉灯丝电源控制板上同步触发芯片 D3(LS123)观察是否由外同步信号不稳引入的干扰,长时间运行观察并无灯丝电源报警产生。

灯丝中间同步信号和高频起始同步信号由硬件信号处理器(HSP)产生送至灯丝电源控制板,由差分接收电路接收,并通过延时整形电路送入振荡器控制电路,使振荡器受这两种同步信号同步。

## 4.2 故障个例 2

2015 年 6 月南宁新一代天气雷达,停机维护后开辅助供电,预热发射机时,发射机面板灯丝电流报警灯亮,预热中断。

首先手动复位故障,观察灯丝电流表头。灯丝电流表上电流值开机后能显示至 28A 左右,约十几秒后降至 5A 左右。再用示波器测量油箱接口组件处灯丝逆变电压值,发现在手动复位故障后灯丝电源启动的十几秒内其值为 230V,且波形正常。另外因灯丝电源在短时间正常工作后报灯丝电流故障,而无灯丝电压故障报警,故判断为灯丝电流检测电路的故障。

检查测量接口板,图 3 为比较电路简化示意图,测量欠流与过流的基准电压,即用万用表分别检查比较器 N8(LM124)的 5 脚与比较器 N9(LM124)的 2 脚电压值。发现灯丝电源欠流报警电路的门限异常,其比较电压为 5V 左右且调节可变变阻器 RP8 其值不变,怀疑比较器 N8 芯片故障导致报灯丝电流欠流的虚警。更换后调节 RP8 使 N8 第 6 脚电压值在任意频点高于第 5 脚电压 20%左右,故障修复。若需调节灯丝过流报警门限,调节 RP5 使 N9 第 2 脚电压值在任意频点低于第 3 脚电压 20%左右。

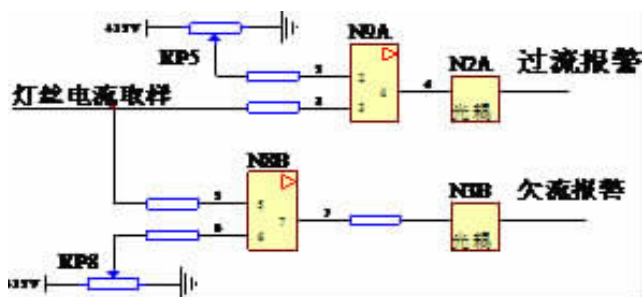


图 3 测量接口板灯丝电流比较电路简化图

## 5 结语

灯丝电源在低压模式下就可工作,所以是一个检查起来较为方便的组件,但是由于灯丝电源依赖 RDA 计算机开启后发送的触发信号才能稳定工作。故在关闭 RDA 计算机时,先关闭发射机电,防止由于信号混乱而烧坏灯丝电源。

灯丝电源是发射机故障率较高的组件,易出现灯丝控制板烧毁、保险丝熔断、故障检测电路异常等故障。多普勒天气雷达是一个大而复杂的综合系统,保障员需对雷达的工作原理、组成结构、信号流程等有足够的理解与掌握,结合工作经验,才能更妥善而及时的解决故障。在掌握原理与故障维修方法的同时,也应严格遵循雷达日常维护准则,做好维护维修记录与总结。

## 参考文献

- [1] 张富贵,舒毅等.CINRAD/SA 雷达磁场电源调试与故障判定.气象科技,2014,42(4):575-579.
- [2] 弓宇恒,李庆君等.雷达发射机灯丝电源故障维修.气象科技,2013,41(3):587-590.
- [3] 潘新明等.新一代天气雷达(CINRAD/SB)技术特点和维修维护方法[M].北京:气象出版社,2009.
- [4] 李强,刘永亮.CINRAD/SB 雷达接收机个例故障分析[J].广西气象,2010,32(2):98-99.
- [5] 张培昌等.雷达气象学[M].北京:气象出版社,2001:70-91.
- [6] 何建新.现代天气雷达[M].北京:电子科技大学出版社,2004.
- [7] 所学斌,姚立宏,周文志.浅谈桂林新一代天气雷达发射机排气系统的改进方法[J].广西气象,2005,26(1):43-44.
- [8] 刘锋,蒋科,潘海.柳州新一代天气雷达故障的分析与排除[J].气象研究与应用,2007,28(S3):25-26.
- [9] 丁鹭飞.雷达原理[M].西安:西安电子科技大学出版社,2002.
- [10] 王艳兰,孙莹,熊英明.多普勒天气雷达反射因子产品分析与初步应用[J].广西气象,2005,26(2):35-38.