

新一代天气雷达开关及触发器组件 快速检修系统设计

姜小云¹, 王天宝², 张永莉²

(1. 海南省气象探测中心, 海口 570203; 2. 成都信息工程大学, 成都 610225)

摘要: 针对新一代天气雷达发射机开关和触发器组件故障频发, 维修时效长, 难度大等特点, 提出了一种能够快速、便捷、高效、安全的新一代天气雷达开关和触发器组件关键芯片自动快速检测系统设计方案; 该自动检测系统采用了机外脱机测试方法从而保证了雷达设备和人身的安全; 该自动检测系统采用了发光二极管指示灯输出测试结果的自动快速测试方式, 保证了雷达修复的较短时效; 该自动检测系统直接测试雷达开关和触发器组件内部电路板常用关键芯片, 而不是更换整个笨重的分机组件备件, 从而使得维修新一代天气雷达故障变得便捷高效; 新一代天气雷达开关和触发器快速检修系统研制完成后在多个台站得到了试用, 试用实例结果表明其效果良好, 可以给全国其他新一代天气雷达站快速维修新一代天气雷达提供借鉴和参考。

关键词: 新一代天气雷达; 开关及触发器组件; 快速检修系统

Design of Fast Maintenance System for Next Generation Weather Radar Switch and Trigger Components

Jiang Xiaoyun¹, Wang Tianbao², Zhang Yongli²

(1. Hainan Meteorological Detection Center, Haikou 570203, China;

2. Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

Abstract: Because the switch and trigger assembly have fault frequently, maintenance effectiveness is long, and maintenance is difficult for the next generation weather radar transmitter, puts forward a kind of the next generation weather radar switch and trigger assembly key chips fast, convenient, efficient, safe and fast automatic detection system. The automatic testing system uses an off-line testing method to ensure the safety of the radar equipment and the human body. The automatic detection system adopts the automatic fast test method of the output test result of the light emitting diode indicator, which ensures the short time of the radar repair. The automatic detection system directly tests the key chips of the internal circuit boards of the radar switches and triggers, instead of replacing the cumbersome spare parts of the bulky components, so that the maintenance of the next generation weather radar is more convenient and efficient. The next generation of weather radar switch and trigger rapid maintenance system has been tested at several weather radar stations. The results show that the effect is good, and it can provide reference for other next generation weather radar stations to quickly repair the next generation weather radar.

Keywords: next generation weather radar; switch and trigger components; rapid maintenance system

0 引言

随着我国新一代天气雷达组网进一步完善, 在未来气象业务中, 新一代天气雷达将在短时临近灾害性天气预报、预警业务中发挥着不可替代的重要作用。然而, 做好新一代天气雷达的业务保障工作显得非常重要。前人已经对天气雷达业务保障工作做了许多有益的探索和总结。陈忠勇等人^[1-3]对 CINRAD/SA 新一代天气雷达充电开关控制板工作原理及应用维护, 发射机放电触发控制器的电路分析及维修, 发射机后充电校平器工作原理及维修, 做了一些总结。姜小云等人^[4-7]对新一代天气雷达数据传输与短信值机系统设计, 基数据管理与个例整编系统设计, ASOM 二次

监控平台设计, 新一代天气雷达远程故障诊断与应急维修应用等进行了研究。李勇等人^[8]对新一代天气雷达发射机速调管失效判断进行了分析, 吴少峰等人^[9-10]对 CINRAD/SA 新一代天气雷达发射机典型故障分析处理, 雷达开关组件故障分析处理等做了分析和总结。所有上述工作都是在新一代天气雷达在线通电的情况下进行操作的, 这样既不方便对发射机高电压大电流等的组件和元器件进行快速判别其好坏, 又不能有效保护人身和设备安全。本文针对这一问题进行了研究, 提出了一套解决思路和方案, 在新一代天气雷达发射机开关组件或者触发器组件发生故障后, 根据新一代天气雷达系统发出的各种报警信息初步定位故障点位于雷达系统开关或者触发器组件, 然后将雷达断电关机, 根据雷达系统设备工作原理, 将开关或者触发器组件电路板上关键常用芯片取下来利用本文研制的快速检测系统进行脱机快速检测, 若芯片损坏, 立即换上另一好的芯片。这样就高效快捷的保障了新一代天气雷达运行稳定

收稿日期: 2017-12-11; 修回日期: 2018-01-08。

基金项目: 海南省气象局科技创新项目(HNQXMS201505)。

作者简介: 姜小云(1978-), 男, 江西南昌人, 硕士, 高工, 主要从事新一代天气雷达技术开发与保障方向的研究。

可靠,大大节省了新一代天气雷达系统故障抢修的时间,并且有效保护了人身和设备安全。

1 系统总体设计

1.1 开关组件原理

如图 1 所示, CINRAD/SA 新一代天气雷达发射机充电开关组件的 DS26LS33 芯片接收来自信号处理器的充电触发信号,并经过电平转换成 CMOS 电平,然后送到 CD4098 芯片,产生一定脉宽的充电脉冲触发信号,该脉冲触发信号又分宽窄两种脉冲,其脉宽不一样。一般窄脉冲是 250 微秒,宽脉冲充电脉宽为 400 微秒,但工作时并不是以最大脉宽进行充电,而是根据人工线电压调节充电脉冲宽度,由发射机面板上的调节电压和人工线反馈电流共同控制 CD4098 的输出脉冲宽度。开关组件内部的两个 IGBT 模块受控制板上 EXB841 的驱动控制,EXB841 自带过流保护功能。由于充电变压器存在漏感,在赋能结束时,漏感中的储能要通过回授二极管返回 510 伏直流电源中。

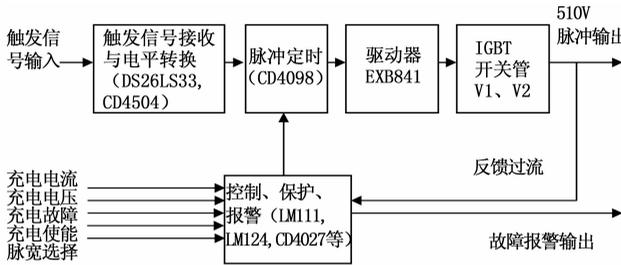


图 1 开关组件电路框图

1.2 触发器组件原理

CINRAD/SA 天气雷达系统的触发器组件 3A11 是发射机调制器的重要组成部分,它的主要功能是给调制器提供 SCR 放电脉冲触发信号。如图 2 所示,在新一代天气雷达系统信号处理器发送来的放电触发信号有效时,发射机发送触发器使能信号,这时,触发器开始工作。220 V 交流电经过触发器内部的变压器变成 180 V 交流电送入到触发器内部的 3A11A2 电源板,再经过整流滤波最后变为 +200 V 的直流电源,送入 3A11A1 触发器控制板模块从而受控产生 -200 V 的放电脉冲信号。同时,触发器控制板对 +200 V 电源进行实时监测,一旦 +200 V 电源欠压,将产生 +200 V 电源欠压故障报警信号上报发射机主控板,并且立即停止触发器工作。触发器还对调制器初级脉冲电流和反峰电流进行实时监测,当该电流过流时,产生过流报警信号,上报发射机主控板,同时立即关闭触发器工作。触发器控制板中的 DS26LS33 芯片接收到来自信号处理器发出的触发放电信号,后经电平转换芯片 CD4504 驱动 IRF450 场效应管。场效应管主要完成对 200 V 直流开关动作,从而产生负脉冲主要用来触发调制器的 SCR 可控硅管(又称晶闸管)。

1.3 开关及触发器组件快速检修系统

如图 3 所示,该系统主要由电源模块、脉冲发生器模块、结果输出模块以及待测芯片外围电路模块组成。其中,

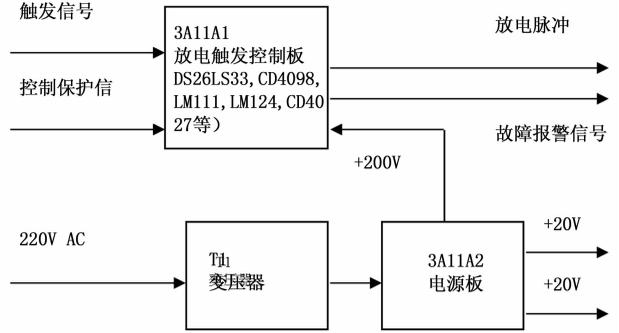


图 2 触发器组件电路框图

电源模块主要产生各种系统所需要的直流电源,如 +15 V, -15 V, +5 V 等。脉冲发生器模块采用芯片 SG1525 产生,该芯片为一个脉宽调制器芯片,它也用在新一代天气雷达的磁场、灯丝电源中,用于斩波器的宽度控制。结果输出模块主要是采用发光二极管电路直接指示,通过发光二极管闪烁来判定待测芯片的好坏。本系统可以检测的芯片主要是新一代天气雷达发射机中关键且容易损坏的芯片如开关组件中的差分接收芯片 DS26LS33,比较器芯片 LM111,脉宽定时芯片 CD4098,光耦芯片 TLP521,运算放大器芯片 LM124,JK 触发器芯片 CD4027 以及某些逻辑门电路芯片等。其主要思路是通过脉冲信号输入到各个待测芯片检测电路模块的输入端,待测芯片检测电路输出同频率的脉冲信号去驱动发光二极管电路模块,根据发光二极管的闪烁与否从而判定待测芯片的好坏。

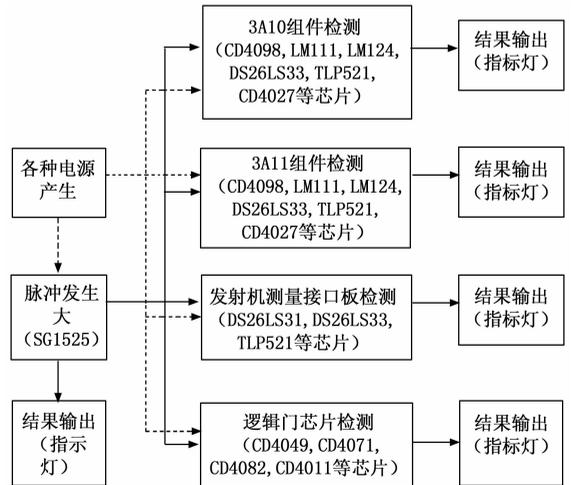


图 3 系统总体设计框图

2 系统电路原理设计

2.1 CD4098 单稳态振荡器芯片检测

如图 3 所示, CD4098 为一个双组单稳态触发器。该芯片也采用双列 16 脚直插式封装,其左边第 1 脚到第 7 脚为一组单稳态触发器,右边第 9 脚到 15 脚为另一个单稳态触发器。TR+和 TR-为两个正负触发输入端,R 和 C 分别外接电阻和电容,用于决定脉冲输出 Q 的宽度从而达到延

出结果为低电平。因此,根据这个功能特点,可以在反相输入端接入一个固定电压(比如+1伏特),在同相输入端输入一个幅度大于+1伏特的脉冲信号(由上述 SG1525 芯片产生),则在比较器输出端也得到一脉冲信号,将此脉冲信号去驱动发光二极管电路,同样可以根据发光二极管指示灯的闪烁与否来判定该比较器芯片的好坏。图 6 为 LM111 芯片的输入和输出仿真波形。

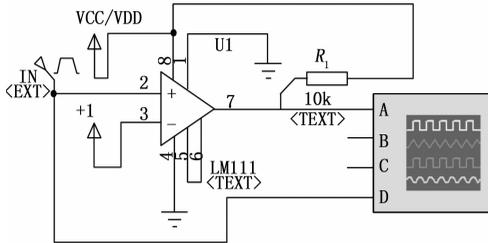


图 6 LM111 比较器芯片检测电路原理图

如图 7 所示, LM158 芯片为一个双组独立的集成运算放大器,其中一组的第 5 脚为同相输入端,第 6 脚为反相输入端,第 7 脚则为输出端。根据集成运算放大器的功能特点,可以把它接成简单的跟随器,也就是将输出端直接反馈到反相输入端,然后在其同相输入端输入上述 SG1525 芯片产生的脉冲信号,从而在其输出端得到同样的脉冲信号,最后输出驱动发光二极管电路,使得发光二极管指示灯闪烁,所以可以根据发光二极管的闪烁与否来判定该集成运算放大器芯片的好坏。

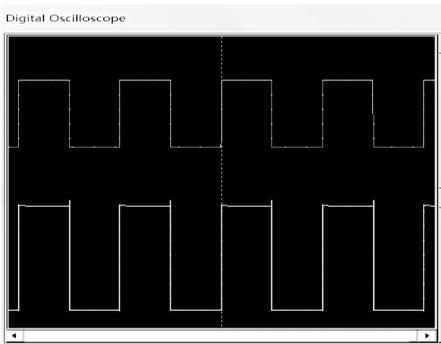


图 7 LM111 比较器芯片检测电路输入和输出波形
(上面波形为输出,下面为输入)

3 系统应用实例

3.1 海口新一代天气雷达无回波

根据省气象台预报业务人员反馈海口新一代天气雷达产品无回波(当天有小雨),海口雷达保障业务人员检查发现天气雷达系统无报警,发射机控制面板也没有任何报警,但充电人工线电压表头指示为 0。首先怀疑 3A10 充电开关组件故障,根据 3A10 的工作原理,先把发射机控制面板的高压、辅助供电等电源开关拉下,断开发射机电源。从发射机柜拉出 3A10 组件,拆开其前盖板,首先取出充电触发信号接收芯片 DS26LS33,利用上述芯片自动检测系统快速

检测该芯片,发现该芯片没能使得发光二极管指示灯闪烁,说明此芯片已损坏。换上另一个好的 DS26LS33 芯片,并盖上前面板,推入 3A10 组件到发射机柜,合上发射机控制面板上的辅助电源开关、高压开关等待发射机预热。预热完毕,雷达开机运行,发现人工线电压恢复到正常水平(4600 伏特),RDASC 运行监控软件平台的 RTW 软件界面已经出现小雨回波图。至此,整个雷达抢修过程结束,花费时间不到 10 分钟。

原因分析;发射机 3A10 开关组件正常工作受两个信号控制,其一是发射机发出的使能信号,其二是信号处理器发出的充电触发信号。当这两个信号都正常时,3A10 组件才开始工作。因此,首先取出充电触发差分接收芯片 DS26LS33,判定其好坏。由于该芯片的损坏,造成发射机 3A10 组件不工作,所以发射机没有高压产生,也就没有速调管功率输出,那么也就接收不到气象目标回波。

3.2 东方新一代天气雷达触发器故障

东方天气雷达有次报发射机充电过压故障告警,怀疑高压部分故障。首先断开开关组件和下级组件调制器之间的连接电缆 E1,再通电测试,结果发现发射机控制面板上无报警,那么确定开关组件无故障。然后怀疑触发器组件有问题,那么,首先开启新一代天气雷达测试程序 RDA-SOT,选测脉冲模式,给发射机接通低压,用示波器检测触发器组件的 ZP2 和 ZP3 测试点波形,结果波形不正常(正常为负脉冲),然后在 5A16 信号转接盒内检查,结果能测出波形,则可能是触发器组件内部 DS26LS33 芯片损坏。取出触发器内的 DS26LS33 芯片,用本文提出的快速检修系统检测该芯片的好坏,结果发现该芯片已经损坏,立即换上一块好的芯片,触发器故障立即得到排除,雷达正常开机运行。

原因分析;可能是触发器没有在指定时间内触发放电,从而引起高压告警,因为调制器内的可控硅不能触发导通,因而人工线能量不能及时泄放,导致第二次充电能量叠加,从而引起充电过压等告警。

4 结论与讨论

1) 新一代天气雷达观测系统组网建设已趋于完善,为短时临近天气预报、灾害性天气监测、人工影响天气等业务和科研工作发挥了不可替代的重要作用,同时,人们对现代气象业务的需求越来越高,这就使得天气预报对新一代天气雷达观测系统的稳定性、可靠性、准确性和时效性等保障业务的要求越来越高。

2) 为了更快捷、高效、安全地维修新一代天气雷达,本文提出了一种新一代天气雷达开关和触发器组件关键芯片自动快速检测系统。该自动检测系统采用了机外脱机测试方法从而保证了雷达设备和人身的安全。该自动检测系统采用了发光二极管指示灯自动输出测试结果的测试方式,保证了雷达修复的较短时效。该自动检测系统直接测试组件内部电路板常用关键芯片,而不是更换整个笨重的分机

(下转第 75 页)