

GFE(L)1型二次测风雷达故障及维修

吴月友 (安徽省安庆市气象局, 安徽安庆 246001)

摘要 简要介绍雷达的基本工作原理, 并对实际工作中遇到的几例特殊雷达故障及排除过程进行介绍, 旨在为雷达技术保障人员提供参考和借鉴。

关键词 GFE(L)1型二次测风雷达; 故障; 维修

中图分类号 S163 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2013)01-00235-03

GFE(L) Type 1 Second Wind Radar Fault and Maintenance

WU Yue-you (Anqing Metrological Bureau, Anqing, Anhui 246001)

Abstract The basic working principle of radar was briefly elaborated, and the practical work with a few cases of special radar fault and expelling process were introduced, which aimed to provide reference and basis for radar technology security personnel.

Key words GFE(L) type 1 second wind radar; Fault; Maintenance

GFE(L)1型二次测风雷达是我国高空气象探测的重要设备, 是我国采用新体制自主研发且自动化较高的新型二次测风雷达, 目前已在全国高空气象探测站投入业务运行。GFE(L)1型二次测风雷达实现了角度、距离自动跟踪, 具有高分辨率和数据实时自动采集功能, 实现了高空气象探测设备的数字化和自动化, 缩短了我国高空气象探测方面与世界先进水平的差距。GFE(L)1型二次测风雷达投入业务运行, 为气象预报、防灾减灾, 特别是重大灾害性天气预报提供了更加及时、准确的高空气象资料^[1]。观测是气象事业的基础, 保障是气象观测的支撑。所以, 做好雷达保养维修工作, 对保障高空气象探测工作正常进行尤为重要。笔者将简要介绍雷达的基本工作原理, 并对实际工作中遇到的几例特殊雷达故障及排除过程进行分析, 以期能为雷达技术保障人员提供参考和借鉴。

1 GFE(L)1型二次测风雷达的作用和基本原理

1.1 作用 此雷达专用于高空气象综合性探测雷达。它与我国生产的GTS1型数字探空仪配合, 能测定雷达站地面至30 km高空的气温、气压、湿度、风向、风速等高空气象要素, 为气象预报、防灾减灾, 特别是重大灾害性天气预报提供及时准确的高空气象资料。具有探测精度高、采样速度快、能耗少、体积小、重量轻、使用方便等特点^[1]。

1.2 基本原理 此雷达是利用跟踪探空氢气球进行测风的。探空气球上带有无线电应答器(简称应答器)升空, 测量时, GFE(L)1型二次测风雷达在地面向升空的应答器发出“询问信号”, 应答器就对应地发回“回答信号”。根据每一询问与回答信号之间的时间差和回答信号的来向, 测定探空气球在空间的位置, 即距雷达站的直线距离、方位角、仰角, 然后根据探空氢气球在空中飘移的快慢和移动方向, 利用数学公式就可以计算出测站上空不同高度的平均风向和风速^[1]。

测站上空大气层的气压、温度、湿度等气象资料是利用

气球上携带的数字探空仪来完成, 数字探空仪是由对气压、温度、湿度反应灵敏的电子感应元件及转换电路所组成, 电子感应元件的电参量随着大气中气压、温度、湿度的变化而变化, 这些变化值通过转换电路转变成不同的二进制数据, 由应答器发回地面, 雷达接收后进行解码等处理, 这样就得到了测站上空的气压、温度、湿度等气象资料。

2 GFE(L)1型二次测风雷达的组成和各分系统的作用

2.1 组成 GFE(L)1型二次测风雷达由室外、室内2个部分组成, 室外部分由天线座、天线装置、俯仰减速箱、天线阵和差箱、近程发射机、摄像装置等组成, 室内部分则由主控箱、驱动箱、示波器、微机、UPS电源组成。其中室外、室内部分由6根50 m电缆相连。按照功能可分为天馈线分系统、发射分系统、接收分系统、测距分系统、测角分系统、天控分系统、终端分系统、自检/译码分系统、发射/显示控制、电源分系统10个分系统^[1], 各分系统的相互关系如图1所示。

2.2 各分系统的作用

2.2.1 天馈线分系统。该系统的天线是由4个直径为0.8 m抛物面天线组成。主要功能是用来将雷达发射机产生的高频电磁能有效地传输到天线并向空间辐射, 同时将应答器发回的射频信号接收下来有效地传输到雷达接收机^[1]。

2.2.2 发射分系统。主要功能是在测距分系统送来的发射触发脉冲控制下, 定时地产生高频脉冲, 通过天线向空间辐射, 作为对应答器的询问信号^[1]。

2.2.3 接收分系统。主要功能是将天线所接收到的探空仪射频信号加以放大、变频、解调送到测距、天控分系统, 以完成测距和跟踪应答器的功能。此外还将探空仪发回的二进制数据解码调出来, 送到数据处理终端, 得到气压、气温、湿度等数据。

2.2.4 测距分系统。主要功能是测量应答器的回答信号相对发射机发射主波间的延时, 从而测量雷达与应答器之间的距离, 并将所得到的数据以串口通信方式送到终端分系统, 最终在微机显示屏上显示出来。

2.2.5 测角分系统。主要功能是将同步机送来的代表天线角位置三相交流信号进行A/D变换, 将所得到的数据以串

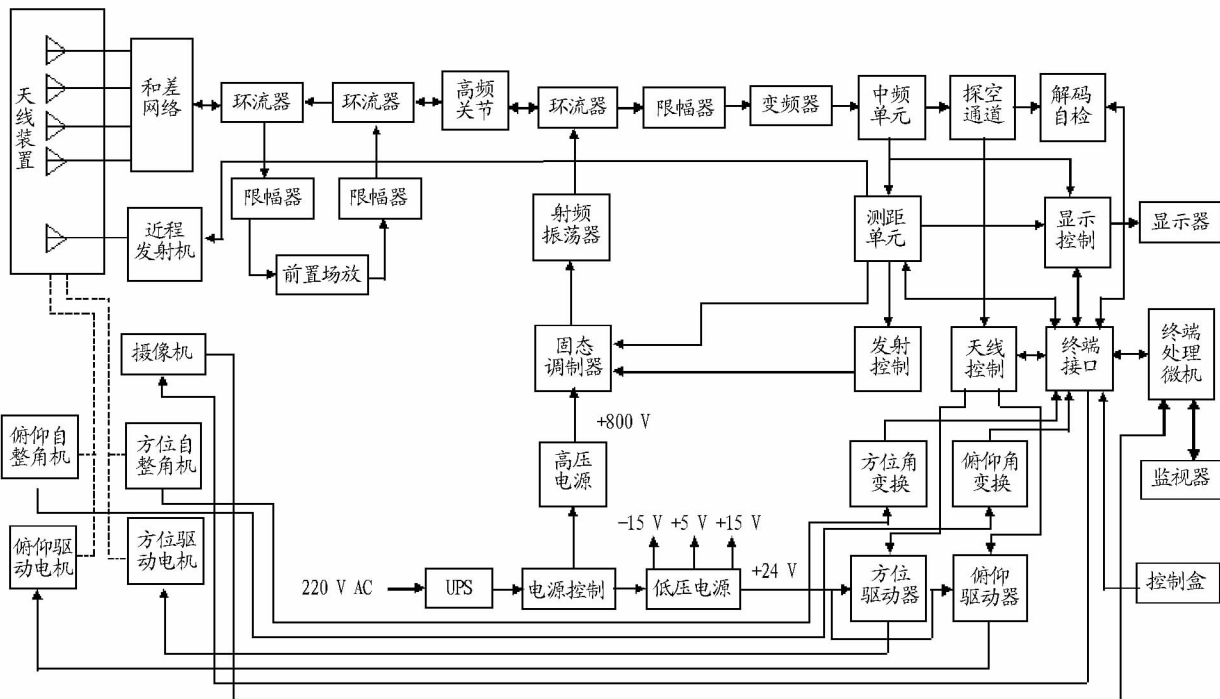


图1 GFE(L)1型二次测风雷达框图

口通信方式送到终端分系统,在微机显示屏上显示出来(方位、俯仰均如此)。

2.2.6 天控分系统。主要功能是将接收机送来的含有因天线偏离探空仪而形成的角误差解调出来,再经放大、平滑等处理后送到驱动器,以使交流马达带动天线转动,使天线始终对准探空仪,以实现自动跟踪。

2.2.7 终端分系统。主要功能是接收数据终端送来的各种命令,并将它们分发到各个分系统,同时收集各分系统的数据、工作状态,按一定的时序送至数据终端。

2.2.8 自检/译码分系统。主要功能一是对其他各分系统送来的关键信号进行检测,以判定它们是否工作正常;二是对接收系统送来的代表气象要素的探空码进行智能判别,除去探空码中各种干扰码,提高数据质量,并将自检结果和探空码一起送往终端分系统。

2.2.9 发射/显示控制分系统。功能一是根据终端分系统的指令来切换示波器的工作状态;二是根据终端分系统的指令来开启或关闭发射机,并且将发射机发生故障的各种保护信号进行电平变换后,送到终端分系统报警。

2.2.10 电源分系统。主要功能是为整机提供各种直流电源(不包括发射机的高压电源)。

3 维修方法及维修案例

3.1 维修方法 当雷达发生故障时,首先要根据故障现象来检查判断故障源,检查判断故障方法虽有多种,但主要有静态法、测量法和替代法3种。

3.1.1 静态法。所谓静态法就是整机只加电、不输入探空仪信号^[2]。按照技术指标对雷达进行检查,看其是否符合技术指标,如自动增益、频率、高压指示值等,以及各项操作是否正常。

3.1.2 测量法。利用三用表或示波器对雷达关键点的电压、波形进行测量,看其是否正常。

3.1.3 替代法。利用雷达自带的正常备件替换疑似故障部件。

根据雷达故障现象和检查结果,按照雷达工作原理和10个分系统工作关系,先将故障的可能范围由整机缩小到某个分系统,由某个分系统缩小到某个支路。由简单到复杂,由外部到内部的维修思路进行排查,充分利用到面板上开关旋钮,测试孔和指示设备等来孤立故障,最后达到排除故障的目的。

3.2 维修案例

3.2.1 放球初始阶段容易丢球。

3.2.1.1 故障原因分析。放球初始阶段容易丢球,抛开接收机,单从天馈线系统分析,主要原因一般有天线的波瓣斜率太小和天线波瓣扫描规律(也称换相规律)不对2种。天线的波瓣扫描规律是当仰角上升时,上亮线增高,下亮线变低,左右同时变低,但左右变低的幅度比下亮线幅度小;当仰角下降时,上亮线变低,下亮线增高,左右同时变低。方位的增加、减小规律与仰角相同。造成波瓣扫描规律不对的原因有很多,如11-6板输出的上、下、左、右程序方波不正常;程序方波没有送到开关管套;开关管套的开、短路等。馈源、小组馈线、调相器漏水等也会造成跟踪不正常^[3]。

3.2.1.2 故障检查与排除。若是天线波瓣的斜率太小导致丢球,台站无法解决,故暂不考虑。为此,首先开启雷达和有源目标物,将雷达对准有源目标物,用手操纵杆使雷达偏离有源目标物,再按自动跟踪按钮,雷达能自动对准有源目标,但雷达跟踪目标的速度明显偏慢,且4条亮线时有不等高现象,不等高时,仰角2条线较明显。

根据雷达跟踪原理和以上原因分析,本着由简到繁的检修思路,依次检查程序方波和开关管套,其结果均是正常的;怀疑是前置高放性能不佳,更换前置高放,再对准有源目标,故障依旧。此后又更换了相关部件,均没有消除故障。根据 4 条亮线不等高时,仰角 2 条线较为明显,拆开下调相器,发现调相器管壁有个别铜锈斑点,经过相应的处理,重新装上;再对准有源目标,故障现象有些好转,但还没有达到正常工作状态,且仰角 2 条亮线不等高现象没有了。据此推断,此故障应是调相器受潮问题。为此,工作人员将另 3 个调相器全部拆下仔细查看,其调相器内壁确有水汽凝结现象。工作人员用酒精清洗烘干,安装试机,雷达工作正常。

3.2.2 放球一定时间后(一般 15 min 左右)信号衰减快,雷达无法跟踪目标。

3.2.2.1 故障原因分析。导致信号弱的主要原因有天馈线系统和接收机系统^[3]。

3.2.2.2 故障检查与排除。根据上面分析,首先更换了接收系统中的高频组件和中频通道盒,放球试机故障依旧,故判断故障出在天馈线系统方面可能性比较大。这种情况一般是不考虑小组天线和小组馈线以及和差环,一般来说仅是总馈线把信号衰减造成信号弱,总馈线是指从和差环输出端到高频输入端,其中包括环流器、限幅器、前置高放、隔离器、高频旋转关节以及连接电缆。其中任何一个地方出现问题均会造成信号弱。所以,先后更换了环流器、限幅器、前置高放、隔离器等配件,但均没有排除故障。最后检查测量各连接电缆,当测量到连接限幅器至高频组件的 WA4 电缆时,发现有一定的电阻值(正常时电阻值应是零),且有时大时小现象。经拆开检查,原电缆的一头是虚焊,重新焊接,检查无误后装上放球试机,雷达工作正常。

3.2.3 4 条亮线参差不齐。

3.2.3.1 故障原因分析。导致 4 条亮线参差不齐的原因有程序方波产生电路、开关管套、天馈线某根馈源、小组馈线和调相器进水、连接电缆,以及仰角、方位零点漂移等原因都能造成以上现象^[4]。

3.2.3.2 故障检查与排除。根据上述分析,首先开启雷达,接通有源目标物电源,将雷达天线对准有源目标物。用手动操纵杆转动雷达天线,4 条亮线始终不能对齐,由此判断不是零点漂移导致 4 条亮线不齐,而是其他原因所致。本着先易后难的维修原则,工作人员更换了 11-6 板等相关备份单元电路板,试机故障依旧。用示波器测量 4 条亮线方波,发现下方波幅度偏大,更换相应开关管套,故障依旧。再测量相关连接电缆,当测量和差箱至汇流环的连接电缆(WT9)中时,发现电缆中 11 号线是开路,更换 WT9 后,开机试运行,雷达工作正常。

3.2.4 高仰角经常丢球。

3.2.4.1 故障原因分析。一是要判断是否从建站开始就经常存在高仰角丢球现象,观察天线在高仰角时,跟踪摆幅是否比偏大。如果是,就得考虑某根馈源极化方向不对所致。二是要看增益指示是否有跳变现象来判断前置高放是否正常工作。三是要观察 4 条亮线是否一会两两不齐、一会齐来判断程序方波有没有加至开关管套。

3.2.4.2 故障检查与排除。根据以上分析,该雷达不存在前 2 种情况。工作人员对前几次高仰角丢球记录进行分析,发现该站高仰角丢球的仰角值一般都在 65°左右。为此,开启雷达和有源目标物,用手动操纵杆将雷达仰角调至 65°左右检查工作状态,雷达工作正常。工作人员利用手动操纵杆将雷达的仰角从 60°开始慢慢上升,看雷达工作状态是否有变化,经过多次模仿,其中一次发现雷达工作不在正常状态。经过检查和测量,发现 WT9 电缆中的一根导线有开路现象,由此断定 WT9 电缆是在雷达仰角长期升降过程中被折断,更换 WT9 电缆后,雷达工作正常。并采取了相应的预防措施,防止此类现象再次发生。

4 小结

GFE(L)1 型二次测风雷达的许多优点是基于雷达正常工作才能体现出来,因此,做好 GFE(L)1 型二次测风雷达的维护保养以及出现故障能及时排除尤为重要。由于 GFE(L)1 型雷达集成化程度较高,电路原理图等资料不够详尽,对于台站机务人员来说,是易学难修。通过以上实例也可看出,不同的故障现象有可能是同一故障源,同一故障现象有不同的故障点。所以,维修人员一定要通过理论学习,全面掌握雷达的基本工作原理,在维修实践中做到勤思考、多分析、善总结,不断提高自己的维修技术水平,以便在雷达发生故障时,及时排除故障。同时,基层台站维修人员一定要树立以维护保养为主、维修为辅的设备保障观念。做到勤维护、常保养,经常、细致地做好电气和机械检查维护保养工作。特别是南方和长江流域,由于气候较潮湿,尘垢、锈蚀和霉变等因素很容易引起雷达故障^[5]。通过维护保养将雷达故障消除在萌芽阶段,降低故障率,使雷达始终保持良好运行状态,确保高空气象探测正常进行,为气象预报提供高质量的第一手高空气象资料,为防灾减灾、保护国家财产和人民生命安全发挥出更大的社会和经济效益。

参考文献

- [1] 南京大桥机器厂. GFE(L)1 型二次测风雷达原理和维修[Z]. 2003.
- [2] 空军雷达学校气象雷达教学组. 701 测风雷达原理和维修[M]. 北京: 气象出版社, 1980.
- [3] 南京大桥机器厂. GFE(L)1 型二次测风雷达维修教材[Z]. .
- [4] 中央气象局大气探测中心. L 波段高空气象探测系统常见问题综合解答[M]. 北京: 气象出版社, 2006.
- [5] 中国气象局监测网络司. L 波段高空气象探测系统设备维护、维修手册 [K]. 2004.