

梅州双偏振雷达天线过冲故障分析

黄彬 贺汉清 陈玉华
(广东省梅州市气象局, 梅州 514021)

摘要: 梅州新一代天气雷达升级双偏振后进行业务试运行过程中, 天线在运行中大约15 d左右会出现一次天线俯仰冲顶至上限位, 显示仰角90°的故障现象, 造成雷达不能正常运行。针对梅州雷达多次发生天线俯仰冲顶故障的情况, 结合雷达的工作原理、信号流程和电路原理图, 对故障成因进行了推断分析, 并对维修过程作了详细的介绍, 最后对天线冲顶这类常见故障的处理做了分析总结。

关键词: 双偏振雷达, 交流伺服系统, 光纤链路, 轴角编码盒

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2019.05.008

Analysis of Overshoot Fault of Meizhou Dual-Polarization Radar

Huang Bin, He Hanqing, Chen Yuhua, Yang Lihong
(Guangdong Meizhou Meteorological Bureau, Meizhou 514021)

Abstract: During the business commissioning process after upgrading to the double polarization, the antenna of the new generation of Meizhou weather radar usually pitches to the upper limit once about 15 days or so. This results in a failure phenomenon by showing elevation angle of 90° which causes radar run abnormally. In this paper, we analyze the possible causes of the multiple antenna pitching to upper limit by considering the working principles, signal flow and circuit schematic diagram of the radar. The maintenance process is also introduced in detail. Finally, the processing of common antenna pitching problem is analyzed and summarized.

Keywords: Dual polarization radar, ac servo system, fiber optic link, shaft Angle coding box

0 引言

双偏振雷达目前在天气雷达领域已是趋势所在, 根据气象现代化部署, 截至2020年, 广东天气雷达将全部升级成双偏振雷达^[1-4], 梅州双偏振雷达采用成熟的、业务上应用广泛的双发双收模式, 发射机输出信号功分两路, 分别以水平和垂直极化方式同时发射, 双通道接收机和数字中频对数据进行并行处理, 有效改善反射率测量精度和准确性, 更好的消除地物杂波, 大大降低了系统相位噪声, 提高了观测数据和产品的质量。2017年4—7月, 梅州雷达机务人员发现梅州雷达会不定期出现系统正常扫描情况下天线冲顶的故障^[5-7], 且期间天线动态错误比平时出现的要频繁, 出现冲顶故障后机务人员可以通过进入天线座俯仰仓, 手动装置将天线摇动到正常位置, 重新加载软件控制系统使雷达正常运行, 但一段时间后又会出现相同故障, 故障出现时间的随机性大, 严重影响了台站

雷达的业务正常运行。根据CINRAD/SA雷达的基本原理, 雷达机务人员对此次雷达故障进行了检查和维修, 发现故障原因为轴角编码盒性能不稳导致不定时发生天线过冲, 更换新轴角编码盒器件后观察了4个月, 未出现天线冲顶故障, 确定故障解决, 并对此次故障进行总结和记录, 以期对雷达其他类似故障的处理提供参考。

1 故障现象分析

梅州新一代天气雷达升级双偏振后进行业务试运行过程中, 大概间隔半个月左右会出现一次天线俯仰冲顶, 导致雷达停机, 故障出现时停机时天线俯仰角显示超过90°, 报天线动态错误、天线无法停在待机位等故障信息。

结合表1所给出的故障信息分析, 俯仰和方位编码器同时故障, 导致天线无法按指令运行。天线动态错误^[8-9] (PEDESTAL DYNAMIC FAULT) 是指计算机对天线发出控制角度命令之后7.5 s内, 未有响应, 角度未在规定的误差范围内则会报动态故障 (位置差 $<0.2^\circ$ 或者 $0.9<$ 实际速率/期望速率 <1.015)。

收稿日期: 2018年11月5日; 修回日期: 2019年5月27日
第一作者: 黄彬 (1981—), Email: 35912690@qq.com

表1 天线过冲故障报警信息表
Table 1 Antenna overshoot fault alarm information

报警号	报警描述
313	ELEVATION ENCODER LIGHTFAILURE 俯仰编码器灯故障
324	AZIMUTH ENCODER LIGHT FAILURE 方位编码器灯故障
336	PEDESTAL DYNAMIC FAULT 天线座动态故障
339*	PEDESTAL UNABLE TO PARK 天线无法停在待机位置
398	STANDBY FORCED BY INOP ALARM 不可工作强制待机

2 故障排除思路

2.1 根据故障现象分析确定重点检测部件及顺序

图1为轴角编码盒编码后角码传输过程,发生天线俯仰冲顶故障,应先检查方位及俯仰共有链路部分,即光纤通信、上下光纤板的供电是否正常,如俯仰闪码还需要检查清洗滑环部件,其次检查上光端机电源电压是否正常(同时给俯仰和方位轴角编码盒进行供电),如果排除共有链路部分及上光端机电源故障后,根据故障现象表现为俯仰冲顶,应重点检查俯仰轴角编码盒的工作情况。

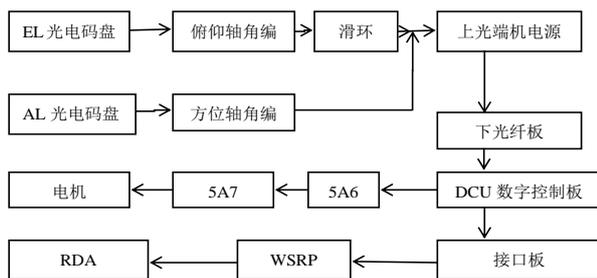


图1 角码传输详细链路图

Fig. 1 Detailed diagram of angular code transmission

2.2 轴角编码盒的检测方法

轴角编码盒电路结构如图2所示,由激磁信号发生器、RDC电路以及PLD可编程逻辑器件组成,供电

电压为5 V。通过对轴角编码盒电路图分析,轴角编码盒接地不好或输出的串行轴角数据出现错误可能引起闪码。可以通过检测图1中由俯仰轴角编码盒,滑环,上下光纤板,DCU数字控制板组成的传输链路的反馈信号来检测轴角编码盒工作情况。检测点位于DCU的数字控制板(AP2)上。从天线座传输的方位轴角数据经过XS(J)11的26脚A(+)、24脚A(-),分别输入到AP2板上接收器D25的2脚和1脚,俯仰轴角数据经过XS(J)11的22脚E(+)、29脚E(-),分别输入到接收器D25的6脚和7脚,D25的输出端3脚是串行的TTL电平的方位轴角数据,5脚是串行的TTL电平的俯仰轴角数据,它们都是14位数据,前面13位是轴角数据,最后一位是相应支路的激磁检测位,该信号高电平正常,低电平故障。正常情况下,手动推动天线时,DCU的AP2板上D25接收器波形呈现有规律连续变化。如果波形无变化、无规律变化、突然展宽或消失,且光纤链路正常,则说明轴角编码盒已损坏,需更换。

3 故障处理

出现天线俯仰冲顶故障报警后,值班人员想通过RDASC软件把天线回到PARK(待机)正常位置未成功,随后关掉DAU(数据获取单元)及天线伺服开关,进到天线罩内采用俯仰手轮强行将天线摇到PARK位置,然后对方位及俯仰共有链路部分进行检查,手动匀速推动天线观察方位和俯仰角码未出现闪烁和不连续情况,可判定共有链路正常;进入天线罩对上光端机电源2PS1进行电压测试(图3),检查图中标注的两组5.5 V电源电压,轴角编码盒要求供电电压稳定且大于5 V,测试结果显示一组电压为5.2 V,一组为5.0 V属于正常范围,说明轴角编码盒供电无问题,可排除上光端机电源故障和方位及俯仰共有链路

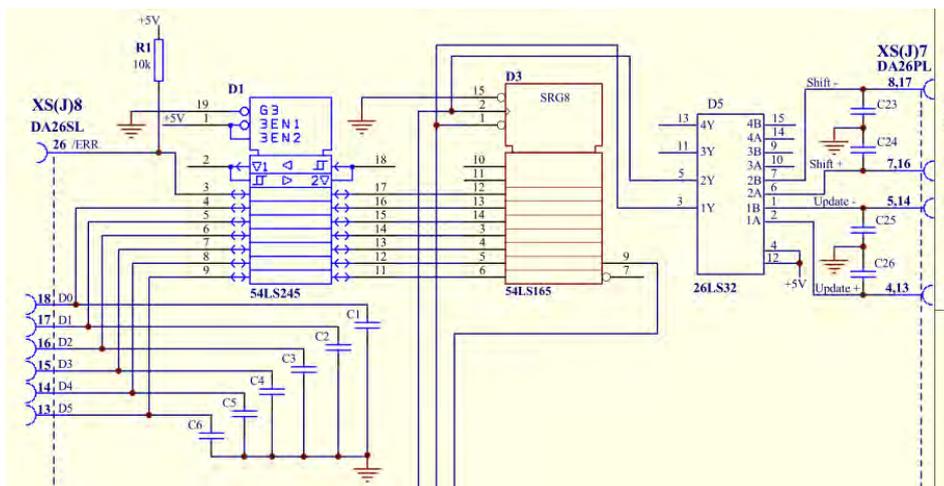


图2 轴角编码盒结构电路图

Fig. 2 Circuit diagram of axial angle coding box structure

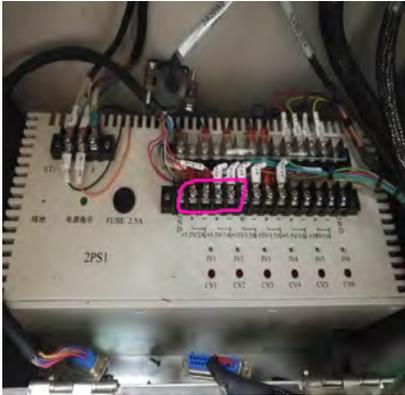


图3 上光端电机内部结构图
Fig. 3 The internal structure of the glazing motor

部分, 怀疑是俯仰轴角编码盒性能不稳引起。具体故障排除流程见图4。



图4 故障排除流程图
Fig. 4 Troubleshooting flowchart

通过对调方位和俯仰轴角编码盒来检查是否还会出现冲顶现象, 对调后观察了半个月依旧会出现冲顶现象, 未能解决问题。由于轴角编码盒给数字控制单元的数字控制板(AP2板)串行接口传输仰角、俯仰轴角的编码信号, 所以可通过示波器对此串行接口来检测轴角编码盒的数据波形变化来判断轴角编码盒是否有故障, 具体检测点如图5所示。对调方位和俯仰轴角编码盒后进行波形检测, 手工匀速推动天线, 用示波器检测AP2板D25接收器第5脚输出的俯仰轴角编码盒波形, 波形周期性变化, 说明轴角编码盒俯仰环节和光纤链路正常; 用示波器检测D25第3脚的方位轴角编码盒波形, 波形无规律变化, 有突然展宽或消失的现象, 由此可将故障源定位为对调后的轴角编码盒方位环节。2017年7月4日为避免存有故障隐患把方位和俯仰的轴角编码盒全部更换, 更换新轴角编码

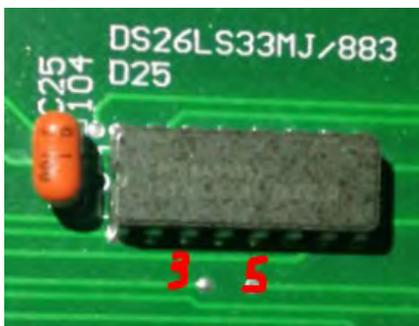


图5 数字控制板D25芯片
Fig. 5 Digital control board D25 chip

盒后, 重新检测其方位和俯仰轴角编码数据的反馈波形, 均呈周期性变化, 输出其中一个周期内正常波形(图6), 继续对雷达连续运行观察4个月, 未发现有天线俯仰冲顶故障, 确定故障排除。



图6 D25芯片3脚输出其中一个周期内示波正常图形
Fig. 6 One wave normal figure of D25 chip 3 pin output

4 小结

双偏振天气雷达在天伺系统信号链路上的复杂性导致雷达定位出现偏差环节很多, 随机性大, 定位故障难度较大, 本次故障排除难点在于引起故障的部件不是完全故障状态, 不容易检测和判断, 部件性能不稳定难以通过简单检测确定, 需要监测一定时间的状态来判断。在实际检修过程中, 此类故障应重点优先检查方位和俯仰共有链路部分、上光端机电源、电机等, 在排除重点环节正常前提下, 再对天线的轴角编码盒、光电码盘等误差源进行排除, 能更准确判断误差原因。加强对工作环境的改进, 如在天线罩内增加抽湿机、循环风冷系统, 防止过潮和高温, 这样也可增加轴角编码盒等器件的使用寿命; 雷达技术保障人员应深入了解雷达整个系统的工作流程, 密切关注雷达信号流程, 并熟练掌握信号流程中关键点的参数特征, 对于快速排除雷达故障非常有用。

参考文献

- [1] 吴少峰, 肖伟军, 张羽, 等. 新一代多普勒天气雷达三级终端的设计与应用. 广东气象, 2013, 35(2): 67-70.
- [2] 钟晨, 张羽, 高建秋, 等. 双偏振多普勒天气雷达在冰雹识别中的应用. 广东气象, 2014, 36(4): 76-80.
- [3] 吴少峰, 周志玉, 黎德波. CINRAD/SA雷达电机故障的分析与处理. 广东气象, 2014, 36(4): 73-75.
- [4] 郭泽勇, 曾广宇, 黄裔诚, 等. 天气雷达故障案例采集平台的设计与实现. 广东气象, 2015, 37(3): 72-76.
- [5] 杨立洪, 刘小燕, 陈玉华. 双偏振雷达相关系数的产品分析. 广东气象, 2017, 39(3): 69-72.
- [6] 潘新民, 柴秀梅, 崔炳俭, 等. CINRAD/SB雷达伺服上电故障诊断分析. 气象科技, 2011, 39(2): 212-216.
- [7] 潘新民, 王全周, 崔炳俭, 等. CINRAD SA/SB型新一代天气雷达故障快速定位方法. 气象与环境科学, 2013, 36(1): 71-75.
- [8] 陈忠勇. CINRAD/SA雷达发射机驱动级工作原理及检修技术探讨. 气象科技, 2012, 40(1): 1-4.
- [9] 贺汉清, 李源锋, 杨立洪. CINRAD/SA雷达天线故障定位与技术调整. 广东气象, 2008, 30(3): 61-62.