

CINRAD/CC 雷达伺服系统故障分析与处理方法

郑 洪¹, 柴秀梅², 余加贵¹, 高应鸣¹, 张 凌¹

(1. 昭通市气象局, 云南 昭通 657000; 2. 中国气象局气象探测中心, 北京 100081)

摘 要: 云南昭通新一代天气雷达自 2002 年 9 月安装运行以来, 伺服系统出现了方位(俯仰)R/D 板故障、方位(俯仰)电源故障、汇流环和驱动器等方面的故障。通过这些故障实例, 总结了如何根据故障现象结合雷达生产厂家提供的电路图图册, 分析故障所在的伺服系统的工作原理、组成和流程, 找到故障成因, 排除故障的方法。在分析排查的过程中, 总结出一些故障诊断的关键点及故障排除方法, 如出现 R/D 变换板故障时检查 XP2-7、XP2-8、XP2-9 的输出波形, 出现电源故障时根据驱动器上的数码管提示信息进行判断, 出现汇流环故障时用万用表测试各连接点的链路畅通情况等。

关键词: CINRAD/CC; 伺服故障; 分析处理

中图分类号: TN959.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-7148(2011)01-0091-05

引 言

CINRAD/CC 雷达作为全国新一代天气雷达探测网组网雷达之一, 在短时临近预报、中小尺度灾害性天气的监测和预警等方面发挥着不可替代的重要作用, 是气象防灾减灾的重要手段之一。因此, 为缩短因故障停机的时间, 保障雷达的正常运行, 保证资料的有效性和连续性, 对设备维护提出了非常严格的要求^[1]。

云南昭通新一代天气雷达(CINRAD/CC)于 2002 年 9 月安装运行, 在前期的运行过程中, 发射系统出现的故障较为频繁, 随着运行时间的增加且消耗性器件(如汇流环)的连续使用, 各个系统相继出现不同程度的故障。伺服系统作为新一代天气雷达的重要组成部分之一(其作用是按照操作人员发出的指令完成各种工作任务, 当伺服系统出现故障时, 天线将无法完成操作指令, 也就无法探测到相关的气象信息), 也出现了不同程度的故障。机务人员根据故障现象和雷达生产厂家提供的电路图图册, 通过分析系统工作原理和流程, 逐步查找测试^[2], 锁定故障出处, 分析故障成因, 排除故障, 总结出伺服系统故障诊断的关键点和故障排除方法: 出现 R/D 变换板故障时检查该板 25 芯插座的 XP2

-7、XP2-8、XP2-9 的输出波形, 出现电源故障时根据驱动器上的数码管提示信息进行判断, 出现汇流环故障时用万用表测试各连接点的链路畅通情况等^[3]。

1 伺服系统组成及工作流程概述

1.1 伺服系统组成

伺服系统由伺服分机的伺服控制板、方位和俯仰驱动器、方位和俯仰 R/D 变换板、本地控制键盘和显示面板以及开关电源和天线转台的传动机构、传感器(方位旋转变压器和俯仰变压器)、伺服电机等组成(如图 1、图 2 所示)。伺服系统用其内部的 BITE 对本系统的故障信息进行检测, 并将故障信息送往监控系统, 在雷达终端显示器上进行显示。

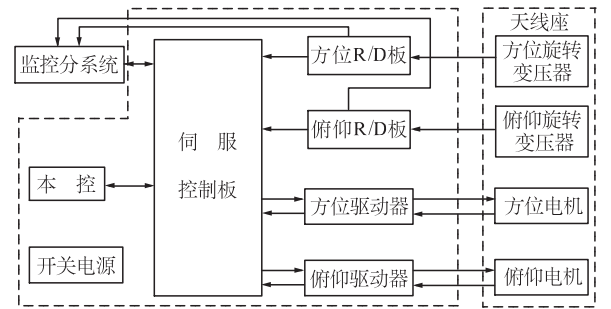


图 1 伺服系统组成框图

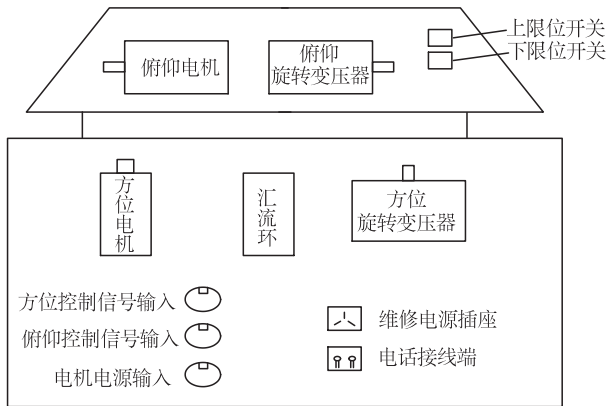


图 2 天线座示意图

1.2 伺服系统工作流程概述

伺服系统开机后,伺服控制软件首先对硬件电路进行初始化,判断有无故障,判断结果回馈给雷达监控系统,若无故障则进入等待状态,收到本控或遥控指令后,经运算处理送出相应的脉冲信号驱动方位电机和俯仰电机按指令要求的方式进行扫描运动。脉冲信号的频率决定电机的转速。方位旋转变压器和俯仰旋转变压器产生的代表天线方位角和仰角信息的信号,经方位 R/D 变换板和俯仰 R/D 变换板变换为 14 位二进制数字信号,回馈给伺服控制板,送至信号处理器经过监控系统送至监控终端进行显示^[4]。

2 伺服系统故障分类和诊断、分析方法

2.1 伺服系统故障分类

CINRAD/CC 雷达伺服系统故障可分为 4 类,即俯仰电源故障,方位电源故障,俯仰 R/D 变换故障,方位 R/D 变换故障。从伺服控制板产生的俯仰驱动信号至俯仰驱动器经汇流环到俯仰电机这一信号线路上出现的故障归集为俯仰电源故障,从伺服控制板产生的方位驱动信号至方位驱动器到方位电机这一条信号线路上出现的故障归集为方位电源故障,从俯仰旋转变压器经汇流环至俯仰 R/D 变换板到伺服控制板的这一信号线路上出现的故障归集为俯仰 R/D 变换故障,从方位旋转变压器至方位 R/D 变换板到伺服控制板这一信号线路上出现的故障归集为方位 R/D 变换故障(各信号走向如图 1 所示)。根据上述故障分类,当出现伺服系统故障时,就可以确定是哪一部分出现了问题,再针对这一部分进行测试分析^[4],查明故障原因。

2.2 伺服系统关键点参数、波形

通过对 R/D 变换板和伺服控制板上 25 芯插座测试信号的观察和测试,对 CINRAD/CC 雷达伺服系统进行检查。

2.2.1 R/D 变换板及电源主要测试信号

R/D 变换板上 25 芯插座的主要测试信号有 XP2-1:数字地;XP2-5:R/D 变换数据串行同步脉冲输出信号,送至监控系统;XP2-7:本板产生并使用的 60V/400Hz 激励电源测试信号;XP2-8:来自天线座的旋转变压器输出信号 $\sin\theta$;XP2-9:来自天线座的旋转变压器输出信号 $\cos\theta$;XP2-13:来自伺服系统电源电路的 +15V 电源信号;XP2-17:14 位 R/D 变换数据串行输出信号,送至监控系统;XP2-23:来自伺服系统电源电路的 -15V 电源信号;XP2-24:来自伺服系统电源电路的 +15V 电源信号^①。相关测试点波形如图 3 所示。

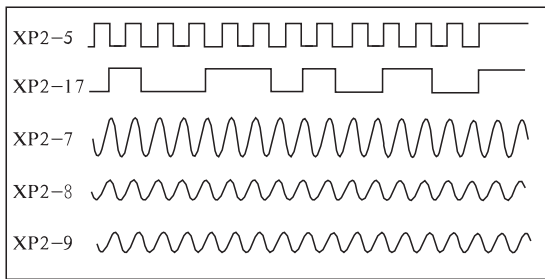


图 3 R/D 变换板测试点波形图

2.2.2 伺服控制板主要测试信号

伺服控制板上 25 芯插座的主要测试信号有 XP2-1:I/OW,TTL 电平;XP2-7:串口发送,232 电平;XP2-13:数字地;XP2-14:I/OR,TTL 电平;XP2-19:串口接收,232 电平;XP2-24:复位信号。

2.3 伺服系统故障诊断、分析方法

2.3.1 俯仰电源故障

(1)首先应检查俯仰电源开关是否已经闭合,若未闭合,应打开此开关。

(2)检查俯仰驱动器是否有故障,当有故障时,驱动器上的数码管会不断闪烁,若有故障应关闭俯仰电源开关,等待片刻,再重新打开俯仰电源开关,驱动器应恢复正常。

(3)若还未正常,应记录下驱动器上数码管显示的字符,检查汇流环。

2.3.2 方位电源故障

(1)首先应检查方位电源开关是否已经闭合,若未闭合,应打开此开关。

(2)检查方位驱动器是否有故障,当有故障时,驱动器上的数码管会不断闪烁,若有故障应关闭方位电源开关,等待片刻,再重新打开方位电源开关,驱动器应恢复正常。

(3)若还未正常,应记录下驱动器上数码管显

①安徽四创电子股份有限公司. CINRAD/CC 雷达培训教材,2006.

示的字符,检查汇流环。

2.3.3 俯仰 R/D 变换故障

(1)应先检查俯仰 R/D 变换板上 25 芯插座的测试信号 XP2 - 7、XP2 - 8、XP2 - 9 的正弦波是否正常(正常波形如图 3 所示),其中 XP2 - 7 为本板产生并使用的 60V/400Hz 激励信号、XP2 - 8 为来自天线座的旋转变压器输出信号 Sinθ、XP2 - 9 为来自天线座的旋转变压器输出信号 Cosθ。

(2)若不正常,应检查伺服分机到转台的连接电缆是否正常;若 XP2 - 7、XP2 - 8、XP2 - 9 的信号全部正常,则只有更换俯仰 R/D 备份板。

2.3.4 方位 R/D 变换故障

(1)应先检查方位 R/D 变换板上 25 芯插座的测试信号 XP2 - 7、XP2 - 8、XP2 - 9 的正弦波是否正常(正常波形如图 3 所示),其中 XP2 - 7 为本板产生并使用的 60V/400Hz 激励信号、XP2 - 8 为来自天线座的旋转变压器输出信号 Sinθ、XP2 - 9 为来自天线座的旋转变压器输出信号 Cosθ。

(2)若不正常,应检查伺服分机到转台的连接电缆是否正常;若 XP2 - 7、XP2 - 8、XP2 - 9 的信号全部正常,则只有更换方位 R/D 备份板。

2.3.5 其他故障

雷达系统未报任何故障,但监控微机终端显示方位(或俯仰)数据出现跳动等不连续现象。

(1)首先检查是否是数据传输问题。

(2)若无数据传输问题,应检查方位(或俯仰)旋转变压器是否有生锈、转轴旋转不灵活等异常现象,如有异常则更换方位(或俯仰)旋转变压器。

3 典型故障诊断分析

3.1 故障现象

雷达系统在高压状态下报俯仰电源故障,监控微机终端仰角显示为 50°(有时显示为 90°),雷达不能工作。监控微机终端无法用复位按钮排除故障;将雷达整机系统断电再上电后,故障仍然存在;无法进行仰角控制。到发射机房检查发现:伺服系统数码面板显示仰角为 50°(有时显示为 90°,与监控微机终端上的显示一致),而天线实际的仰角却不在 50°(或 90°),天线实际停在故障之前体扫的实际位置处;在发射机房的本地可以作 PPI 扫描,不能做 RHI 扫描和仰角上下点动。检查俯仰电源驱动器,数码管显示故障信息为 Err. 24。

3.2 故障诊断、分析

由于监控微机终端的故障现象显示、受控状态与发射机房地端伺服系统俯仰电源驱动器数码管显示、受控状态相同,因此,可以排除监控微机终端到监控系统再到信号处理系统之间出现问题的可能。根据前面所述伺服系统故障排除方法,结合《3830A 雷达伺服系统图册(AOH1. 230. 1003TC - 4)》(图 4)^②提供的电路图册分析,引起俯仰电源故

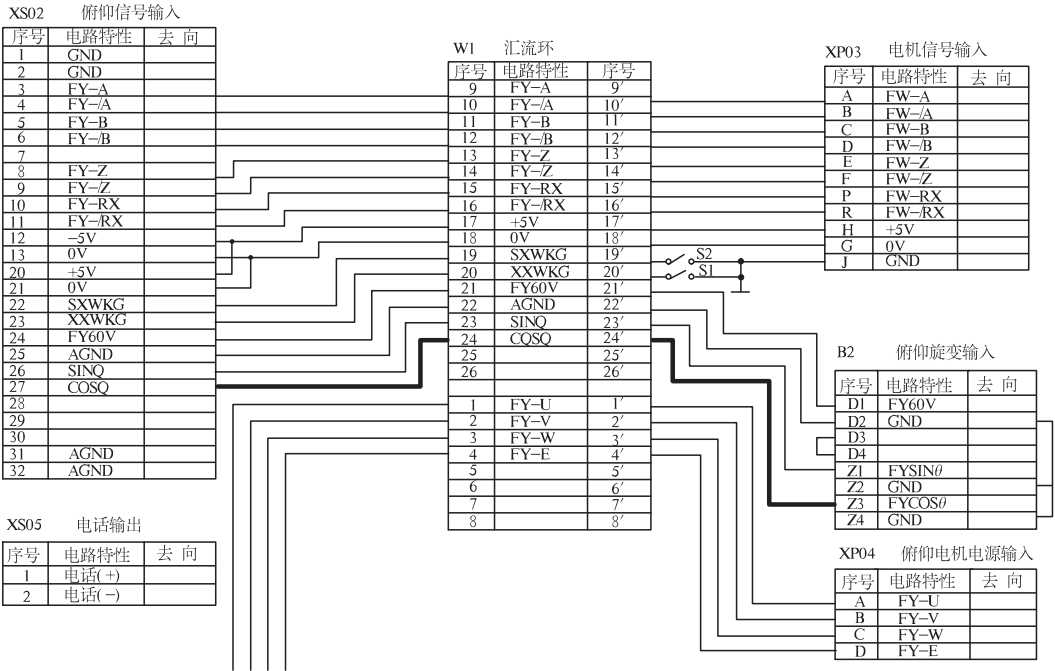


图 4 信号流程图

②安徽四创电子股份有限公司. 3830A 雷达伺服系统图册, 2006.

障的原因可能有三个方面:伺服系统电源电路问题、俯仰驱动器问题、汇流环问题。

3.2.1 伺服电源电路

伺服系统的电源电路由电源滤波器和开关电源组成。单相市电首先经电源滤波器滤波,滤波后的单相市电经面板开关 Q2、Q3 控制送往方位驱动器 A2 和俯仰驱动器 A3,经保险丝 F1(2A)送往开关电源电路 A1,开关电源电路产生稳压 $\pm 15\text{V}$ 和 $+5\text{V}$ 直流电源,供伺服系统各部分电路使用。经测试,伺服系统的电源电路和俯仰电机电源均为正常,排除这一部分有问题。

3.2.2 伺服驱动器

伺服驱动器接收伺服控制板送来的控制信号和调频脉冲方波,以控制电机(方位电机和俯仰电机)的运转。电机的转速与调频脉冲的频率成正比,无脉冲时电机不转;电机的转向决定于控制信号 SIGN,同时,将驱动器的工作状态反馈给伺服控制板。伺服驱动器共有两个,分别为方位驱动器和俯仰驱动器,电路结构形式完全对称。当驱动器有故障时,其数码显示管会不停地跳动,因此,从故障现象可以判断俯仰驱动器工作正常。

3.2.3 汇流环

通过前面的分析,故障可能出现在汇流环这个环节上。汇流环位于天线座下半部分,天线座上半部分随天线作方位转动,安装有俯仰电机、俯仰码盘、俯仰传动机构和俯仰旋转变压器,以及天线的上、下限位开关。天线座下半部分为方位传动底座,电缆插座在最下方,方位电机和俯仰电机的电源和控制信号由此接入,天线位置和状态信号由此输出,还有电话接线端子和维修用电源插座。天线座的下半部分还安装有方位电机、方位码盘、方位传动机构、方位旋转变压器和汇流环(汇流环位置如图 2 所示)。

汇流环随天线作方位转动,其作用是使雷达旋转部分与固定部分之间形成电能和信号连续通路的连接。汇流环作为电能和控制信号、天线位置和状态信号输入、输出中间转接位置,有炭刷等易损件,长时间工作,时常会出现故障。

从图 4 可以看出,俯仰信号输入至汇流环的每一路信号连接都有编号,用万用表逐一测量^[5]俯仰信号输入(XS02)—汇流环(W1)—俯仰旋转变压器输入(B2)间的信号连接情况。由于俯仰驱动器提示故障信息为 24 号故障,因此重点关注第 24 路信

号连接:俯仰信号输入(COSQ)—汇流环(COSQ)—俯仰旋转变压器输入(FYCOS θ)。检查结果为第 24 路信号(俯仰信号输入(COSQ)—汇流环(COSQ),图 3 的粗线条所示)连接不通,其余信号通道全部正常。说明是汇流环第 24 号通道出了问题,导致俯仰信号 COSQ 送不到旋转变压器,使俯仰不能正常工作,从而报俯仰电源故障。

3.3 故障处理

雷达生产厂家在设计汇流环时预留了备用通道,经测试,备用通道正常,把汇流环第 24 号通道改接在备用的第 25 号通道上,用万用表测量显示线路连接畅通,重新开机后雷达恢复正常工作,故障排除。

4 小 结

(1)由于汇流环的炭刷是消耗品,长时间运转磨损后会导致链路接触不良等问题,容易出现故障,从而引起报俯仰(或方位)电源故障,因此,当出现俯仰(或方位)电源故障且伺服驱动器正常时,应着重检查汇流环。

(2)当雷达出现故障,可以先在监控微机终端或发射机房本地端用复位按钮进行复位,若不能排除故障,应先查看监控微机终端与发射机房本地端的故障现象是否一致,再根据故障提示信息进行故障分析,判断出故障出现的大致范围^[6],然后查找相关部分的电路图,通过进一步的电路分析,运用适当的测试仪器进行有针对性的测试来缩小故障范围,直到查明故障原因,排除故障。

参考文献

- [1] 李培民,吴星霖,林月. CINRAD/CC 雷达冷却故障处理个例分析[J]. 气象科技,2008,36(1):123-124.
- [2] 边智,贾汉奎,康桂红,等. 新一代天气雷达(CINRAD/CD)几种故障分析和排除方法[J]. 气象与环境科学,2010,33(1):85-88.
- [3] 潘新民,汤志亚,柴秀梅,等. CINRAD-SA/SB 发射机故障定位方法[J]. 气象与环境科学,2010,33(3):78-85.
- [4] 刘小东,柴秀梅,张维全,等. 新一代天气雷达检修的技术和方法[J]. 气象科技,2006,34(增刊):111-114.
- [5] 陈德生,谢君,曲楠,等. 新一代多普勒天气雷达参数测量和性能标定[J]. 河南气象,2006(4):88-89.
- [6] 舒童. CTL-713C 天气雷达 DVIP 工作原理及终端回波显示异常故障的检修方法[J]. 气象与环境科学,2007,30(增刊):173-174.

Fault Analysis and Processing Methods of CINRAD/CC Radar Servo System

Zheng Hong¹, Chai Xiumei², Yu Jiagui¹, Gao Yingming¹, Zhang Ling¹

(1. Zhaotong Meteorological Office, Zhaotong 657000, China;
2. Atmospheric Observation Centre, CMA, Beijing 100081, China)

Abstract: According to the new generation weather radar system fault examples in Zhaotong since installation and operation in September 2002, in the servo systems there are azimuth (pitch) R/D board fault, azimuth (pitch) power fault, the slip-ring and drive fault, etc. Through these fault examples, describes how to analyze working principles, components and processes of servo system which locates the fault based on symptoms combine with circuit provided by the radar manufacturer, find the fault causes and clear faults. In the process of investigation, the key points of fault diagnosis and troubleshooting methods are summarized: such as R/D conversion board fault mainly checks the output waveform of XP2 - 7, XP2 - 8 and XP2 - 9; power fault is judged by the LED information; slip-ring fault mainly uses multimeter to test the connection point of the link flow conditions, etc.

Key words: CINRAD/CC; servo system fault; analysis and processing