

CINRAD/SB 型新一代天气雷达频综故障诊断方法

王全周¹, 崔炳俭², 杨 奇³, 李 晔³, 黄跃青²

(1. 河南省气象局, 郑州 450003; 2. 郑州市气象局, 郑州 450005; 3. 河南省气象信息网络与技术保障中心, 郑州 450003)

摘 要:通过对 CINRAD/SB 型新一代天气雷达频综故障现象、报警信息分析,根据频综输出信号流程,结合关键点参数测试,总结出快速定位频综故障的方法,并介绍了应用这种方法快速诊断定位故障的个例。

关键词: CINRAD/SB 雷达;故障原因;诊断方法

中图分类号: TN959.4 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673-7148(2011)04-0088-04

引 言

随着河南省 6 部新一代天气雷达布网完成并投入业务运行,新一代天气雷达的技术保障显得尤为重要。由于频综是全相参多普勒天气雷达的关键组件,提供雷达系统的定标基准信号,承担发射机激励、本振、中频相参等全机所有类型的中频、射频全相参信号,因此频综的好坏直接影响整个雷达发射、接收系统是否可靠、稳定的运行。频综不但是整个雷达系统的维修难点之一,而且维修成本高,因此频综故障快速定位到组件内各功能模块(甚至到最小分立器件)是最关键的技术。有关专家^[1-10]从不同方面介绍了新一代天气雷达和 713 天气雷达故障处理方法。本文通过对 CINRAD/SB 型新一代天气雷达频综故障现象、报警信息分析,根据信号流程,结合关键点参数测试,总结出频综故障快速定位方法,并介绍了应用这种方法诊断定位故障的个例。

1 CINRAD/SB 型新一代天气雷达频综信号流程

CINRAD/SB 型新一代天气雷达频综将晶振信号通过分频、倍频、变频、移相、调制以及功率放大后提供全机所需的全相参中频和射频信号,输出信号有:回波强度定标信号,射频连续波信号(CW),输

出到接收机混频器的本振信号,输出到发射机的射频激励信号,输出到数字中频的相参信号,经接口电路输出到信号处理器的 9.6 MHz 主时钟信号。信号流程如图 1。

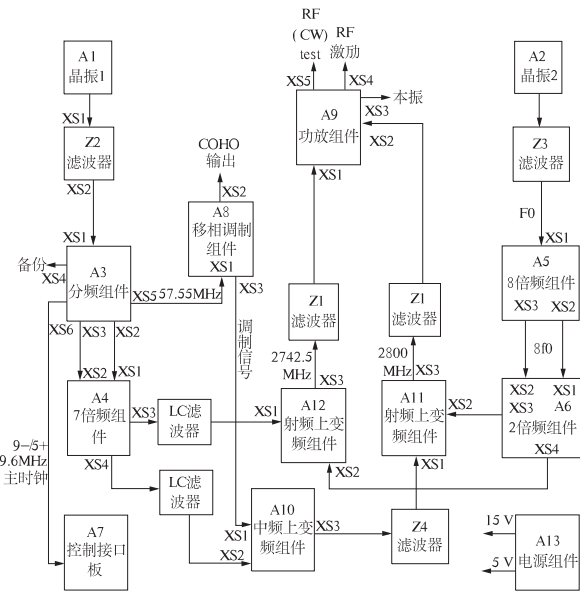


图 1 CINRAD/SB 接收机频综信号流程图

如果频综输出的相关信号不正常,将导致回波强度和速度测量误差增大,出现速度场显示画面杂乱、无回波、发射功率降低等故障现象,引起 CW 测试信号、线性通道增益定标常数、发射功率超限等相关报警。

收稿日期:2011-08-19;修订日期:2011-10-11
基金项目:河南省科技厅项目“河南省地强对流天气短时临近预报预警技术研究”(112102310033)资助
作者简介:王全周(1977-),男,河南郑州人,工程师,从事综合气象观测业务管理. E-mail:quanzhou77@126.com

2 关键点参数及波形

2.1 频综输出主要信号性能参数

输出到发射机的射频激励信号(RF DRIVER)峰值功率为 10 dBm(脉宽:10 μs)左右。该信号经过发射机后,脉冲宽度被减窄到 1.5 ~ 5 μs,再经速调管功率放大变成发射的射频载波。发射机的具体工作频率可以预先选定,由插入式晶体振荡器提供。对于相应的稳定本振信号(STALO)射频激励载波被移相,通过给每一个发射脉冲一个伪随机相位,就有可能识别多次环绕回波(COHO 必须具有一个相移,以匹配给定的射频激励信号的相位)。由于该信号输出功率容易下降,导致发射功率降低,从而引发发射功率超限等报警。

输出到测试通道四位射频开关的射频连续波测试信号(CW)输出功率为 + 20 dBm 左右(+ 20 ~ + 24.5 dBm),用于回波强度定标和接收通道动态范围测试。如果输出功率出现变化,会导致回波强度测量误差增大、动态范围测量超限。

输出到混频器的本振信号为连续波信号,输出功率为 + 12 ~ + 18 dBm。如果输出功率太小,直接导致无回波现象。

输出到相位检波器的中频相干信号(COHO)为连续波信号,输出功率 > 20 dBm(+ 20 ~ + 29 dBm)。如果相干信号不正常,会导致速度、速度谱宽测量误差增大,显示的速度场画面混乱。

输出到信号处理器的 9.6 MHz 主时钟信号是连续波信号(测试点:5A16/XP6),波形如图 2(幅度 4 V 左右)。

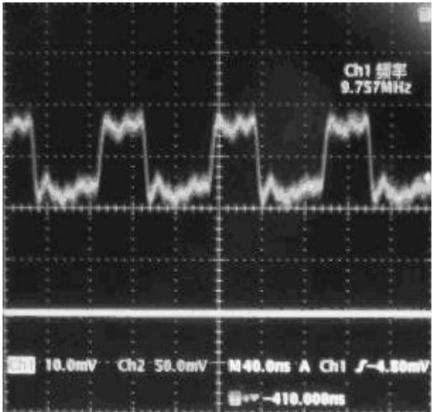


图 2 9.6 MHz 主时钟信号波形

主时钟信号提供全机的同步信号基准,如果无

9.6 MHz 主时钟信号,信号处理器将无法正常工作,导致发射机、接收机、DAU 等时序混乱,出现无主时钟、初始化失败、无法开机等故障现象。

2.2 信号处理器输入到频综的射频选通(RF GATE)控制信号波形

测量点:5A16,脉宽 8.34 μs,幅度 5 V。

RF GATE 信号为频综输出射频激励信号提供调制脉冲,满足发射机输出脉冲宽度需求。信号波形见图 3。

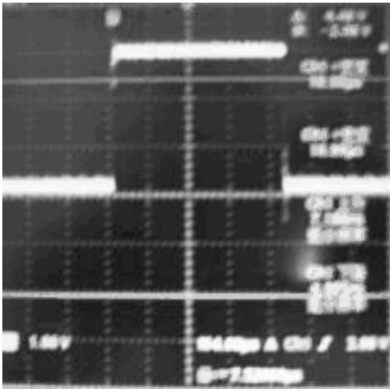


图 3 射频选通信号波形图

2.3 频综内各功能模块的输入、输出信号功率

分频组件输入信号功率 12 dBm,输出中频相参信号功率 0 dBm。

7 倍频器输入信号功率 6 dBm,输出 10 dBm。

8 倍频器输入信号功率 10 dBm,输出 7 dBm。

2 倍频器输出信号功率 10 dBm。

3 频综故障诊断方法

频综故障诊断分析最基本的方法就是信号流程法:首先观测故障现象,检查报警文件信息,综合分析判断故障范围;然后根据与故障相关信号流程,逐级检查各功能块输入和输出信号波形和参数,通过和正常信号波形(或参数值)比较后定位到功能块;再通过检查与功能块相关电源电压、外部输入信号等是否正常,确定是功能块故障或是功能块外相关电路故障,如果是功能块故障,则根据功能块内信号流程及相关附属电路线路图,测量相关器件性能参数,定位到故障最小可更换单元(分立器件)。

信号流程法依据信号流向可采用正向法(前级到后级),或者反向法(后级到前级),也可依据信号特征采用分段诊断法。

诊断定位技巧:一般多种(路)信号同时有问

题,通过信号流程分析,应重点检查、测试相关线路的公共通道或者源头信号,以最大限度缩短故障维修时间。如频综输出 3 路射频信号不正常,一般是公共通道的 7 倍频器或者分频器故障;如果单一信号不正常,一般与公共通道器件无关,应检查单一信号传输支路器件,如主时钟信号输出不正常,但其他输出信号正常,一般是分频组件故障引起。

通常信号流程法结合与之相关故障的快速定位法可以达到故障的快速定位和排除效果。

4 故障诊断个例

4.1 故障个例 1

4.1.1 故障现象

发射机正常,无回波。

4.1.2 故障诊断分析和排除

根据接收机主通道信号流程(图 1),示波器测量接收机中频输出(混频/前中)输出有回波信号,说明接收机射频部分、混频及本振正常,故障范围在数字中频及后级信号处理器,或者与数字中频有关的外部输入信号不正常。检查外部输入信号后发现,频综输入的中频相参信号只有 0 dBm,远小于 18 dBm 正常值;依据频综的信号流程检查发现,频综输出相参信号 0 dBm,仍小于 18 dBm,分频器输出信号 -16 dBm(正常值 0 dBm),不正常。频综除相参信号外,其他输出信号正常,说明只有分频组件故障,更换分频组件后雷达恢复正常。

4.2 故障个例 2

4.2.1 故障现象

报警: COHO/CLOCK FAILURE, SYSTEM I/O TIMEOUT-RESTART INITIATION, TRANSMITTER INOPERATION. 等。

发射机状态显示:“宽脉冲”且不能改变(故障前工作于窄脉冲)。

4.2.2 故障诊断分析和排除

由于无主时钟,所以首先测量 5A16/9.6 MHz 时钟测试点,发现无波形,再测量频综主时钟,发现输出无时钟信号;检查频综分频组件(A3),主时钟信号输出波形(XS6/9 和 5 脚)正常,进一步检查 4A1/J5 控制信号插座,发现存在接触不良现象,在拨动插座的过程中,发现 5A16/9.6 MHz 有时出现时钟信号,紧固插座后,故障根除。

4.3 故障个例 3

4.3.1 故障现象

RDASC/Performance Data/Cali2/SYSCAL 偶尔突变 3.5 dB 以上,此时, RDASC/Performance Data/Cali1/ Δ CW 也准同步、等量突变。观测故障随机房温度剧烈变化而发生。

4.3.2 故障诊断分析和排除

检查回波显示面积正常,故障定位在测试通道。根据适配数据,用功率计逐级测试通道 4A23/J4(射频衰减器)、4A23/J3、4A22/J7(四位开关)耦合端功率,发现一旦 SYSCAL 突变,机内定标期间耦合出来的 CW 信号的功率(4A22/J7)准同步于 SYSCAL 数值突变;运行 TEST-SIGNAL 程序,再测量频综输出的 CW 信号(4A1/J2)、RF TEST 信号,同样有功率突变现象,断定故障根源在频综内。由于频综输出其他信号正常,按照 CW 测试信号流程分析,一般是功放组件 CW 测试信号部分功放不稳定引起。打开频综,发现 3A1/A9(功放组件)内输出到 XS5/RF TEST 的微带上有虚焊现象,造成 SYSCAL 随 CW 测试信号功率变化而突变。通过补焊,雷达恢复正常。

参考文献

- [1] 王志武,周红根,林忠南,等. 新一代多普勒天气雷达 SA&B 的故障分析[J]. 现代雷达,2005,27(1):16-18.
- [2] 胡东明,伍志方. CINRAD/SA 雷达日常维护及故障诊断方法[J]. 气象,2003,29(10):26-28.
- [3] 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.
- [4] 潘新民. 新一代天气雷达(CINRAD/SB)技术特点和维护、维修方法[M]. 北京:气象出版社,2009:137-139.
- [5] 周红根,王明亮,焦圣明,等. CINRAD/SA 雷达诊断工具的释用[J]. 气象科学,2005,25(6):645-650.
- [6] 黄晓,裴翀. CINRAD/CB 脉冲多普勒天气雷达数字中频接收机[J]. 气象科技,2005,33(5):464-468.
- [7] 王立轩,葛润生,秦勇,等. 新一代天气雷达的自动标校技术[J]. 气象科技,2001,29(3):26-29.
- [8] 周红根,高玉春,胡帆,等. CINRAD/SA 雷达频综故障检修方法[J]. 气象,2009,35(10):114-117.
- [9] 郑洪,柴秀梅,余加贵,等. CINRAD/CC 雷达伺服系统故障分析与处理方法[J]. 气象与环境科学,2011,34(1):91-95.
- [10] 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.

Diagnosis Method of CINRAD/SB Type New Generation Weather Radar Frequency Synthesizer Fault

Wang Quanzhou¹, Cui Bingjian², Yang Qi³, Li Ye³, Huang Yueqing²

(1. Henan Provincial Meteorological Bureau, Zhengzhou 450003, China;

2. Zhengzhou Meteorological Office, Zhengzhou 450005, China;

3. Henan Provincial Meteorological Information Network and Technical Support Center, Zhengzhou 450003, China)

Abstract: The frequency synthesizer fault phenomenon and the alarm information of CINRAD/SB type new-generation weather radar are analyzed. The method of rapid locating frequency synthesizer fault is proposed according to the output signal flow of the frequency synthesizer and combined with the test of the key parameters. A case using the method to rapid diagnose and locate the breakdown is given.

Key words: CINRAD/SB radar; fault cause; solution