

徐八林, 杨松福, 何跃, 等. CINRAD/CC 雷达发射机磁场电源故障诊断与调试[J]. 气象, 2010, 36(2): 126-129.

# CINRAD/CC 雷达发射机磁场电源故障诊断与调试<sup>\*</sup>

徐八林<sup>1,2</sup> 杨松福<sup>3</sup> 何 跃<sup>1</sup> 孙 瑞<sup>3</sup> 罗宇清<sup>4</sup>

1 中国气象科学研究院灾害天气国家重点实验室, 北京 100081

2 云南省气象局德宏雷达站, 芒市 678400

3 云南省气象局文山雷达站, 文山 663000

4 云南省气象局, 昆明 650034

**提 要:** 统计近5年云南5部CINRAD/CC雷达的73次故障, 发现发射系统磁场电源故障达21次, 相对而言磁场电源故障率较高。通过归纳21次磁场电源故障的排除过程, 总结出检测和分析磁场电源故障的技术方法, 并给出了关键测试点的波形、调试指标, 供技术保障人员参考。通过文山个案并结合多次实际经验认为, 更换元器件常可能带来一些雷达性能参数的变化, 易形成其他故障的隐患, 故排除故障后统调相关系统是十分必要的。

**关键词:** CINRAD/CC 雷达, 磁场电源, 故障诊断, 调试方法

## Diagnostic and Adjustment Technique of CINRAD/CC Radar Transmitter Magnetic Field Power Source

XU Balin<sup>1,2</sup> YANG Songfu<sup>3</sup> HE Yue<sup>1</sup> SUN Rui<sup>3</sup> LUO Yuqing<sup>4</sup>

1 State Key Laboratory of Severe Weather, Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081

2 Dehong Meteorological Office of Yunnan Province, Mangshi 678400

3 Wenshan Meteorological Office of Yunnan Province, Wenshan 663000

4 Yunnan Meteorological Bureau, Kunming 650034

**Abstract:** The statistical 73 breakdowns for 5 CINRAD/CC radars at Yunnan in the recent 5 years have discovered that the failure from launching system magnetic field power reaches 21 times, relatively speaking, the failure rate of magnetic field power source is high. Through analyzing and inducing the elimination processes of 21 magnetic field power failures, we summarize, examines and analyzes the computing technique for the magnetic field power failure, have given the essential test point profile, the debugging target, as well as causes for radar parameters and emission power, klystron change situations and the debug method, which can be references for the technical support personnel. Meanwhile, take a Wenshan CINRAD/CC typical fault analysis and the eliminaton as an example, has presented the above method and the target specifically, and use the practical experience obtained through the elimination process of failure many times, then replace the primary device often possibly to bring some radar performance parameters to change, easy to cause other breakdowns, therefore after proposing the trouble shooting, the padding-system related is very important.

**Key words:** CINRAD/CC radar, magnetic field power source, breakdown diagnosis, adjustment method

<sup>\*</sup> 灾害天气国家重点实验室基金(2008LASW-B09); 科技部科研院所技术开发研究专项“双线偏振雷达气象产品生成软件系统研制”资助  
2009年3月2日收稿; 2009年8月3日收修定稿

第一作者: 徐八林, 从事气象电子技术研究. Email: ynxbl@sina.com

## 引 言

技术保障是业务正常运行的基础之一,随着新一代天气雷达探测业务的发展,技术保障成为业务运行必不可少的一部分。并且要求更高的技术来进行保障,以确保业务高效稳定运行。据对近 5 年云南 5 部 CINRAD/CC 新一代天气雷达故障的统计(如表 1),73 次雷达故障中发射系统故障 38 次,其中磁场电源故障占到了 21 次,磁场电源故障占到较高比例,是常出现的故障。这是由于雷达发射机功耗较大,加之大量采用高集成度微电子元件和快速芯片,汛期又全天候工作,故相对而言发射机部分故障率较高。发射系统维护目前成了技术保障和雷达稳定运行的重点之一。对此,杨传凤等<sup>[1-2]</sup>对 CINRAD/SA 雷达发射机及高压部分故障进行了分析,提到了磁场电源常出故障。王志武等<sup>[3]</sup>进一步对 CINRAD/SB 发射机一例发射机高压打火特殊故障排除进行了介绍。胡东明等<sup>[4]</sup>对 CINRAD/SA 雷达日常维护及故障诊断方法进行了归纳。张沛源等<sup>[5]</sup>对数字化天气雷达定标调试方法做了总结介绍,并就定标中的一些调试问题做了探讨。以上文献对 CINRAD/CC 发射机磁场电源故障诊断和调试均有较好参考意义却略缺针对性,文献[6]对提高 CINRAD/CC 发射机部分重要部件速调管运行寿命进行了研究,但仅提及磁场电源对速调管运行寿命的影响和指标要求。文献[7]简单介绍了 CINRAD/CC 雷达磁场电源的基本电路原理情况。现将近年排除类似故障的经验和技术方法加以分析总结,并以文山站 CINRAD/CC 雷达磁场电源的一次较典型故障维修为实例进行具体分析,归纳出一些检测磁场电源故障的普遍性方法指标。

表 1 近年雷达故障累计表

Table 1 Recent years radar fault accumulation table

故障系统	昆明	思茅	德宏	昭通	文山	共计
发射系统(次)	17	3	1	10	7	38
接收系统(次)	4	3	0	1	1	9
终端系统(次)	1	4	1	4	0	10
综合故障(次)	4	1	4	5	2	16
合计(次)	26	11	6	20	10	73

## 1 发射系统磁场电源电路原理

发射系统电源包括磁场电源、灯丝电源、钛泵电源及各低压电源。磁场电源为使速调管内电子束聚

焦,向速调管聚焦线包提供两路输出不同的工作电流。CINRAD/CC 使用的是两台结构、控制电路均相同的磁场电源。磁场电源是由电源滤波器 Z1 (FLCM64-10A),三相整流模块 V1(6RI30G),软启动控制电路,取样电路,谐振变换器电路,开关变压器 T2,整流与滤波电路,磁场电源辅助板 A1(AA 2.908.1057 DL),磁场电源控保电路 A2(AA 2.908.1052DL)等组成,磁场电源采用半桥零电流开关准谐振变换模式,开关管为 IGBT,主电路框图(见图 1)。半桥零电流开关准谐振变换器是利用开关变压器 T 的漏感和电容 C 作为谐振元件,开关管 V1、V2 轮流导通,每只管子导通一次便分别完成一个变换周期,一个稳态变换周期分为四个工作阶段:即变压器漏感充电、漏感与电容谐振、电容恒流放电和整流桥续流。该电路利用变压器漏感进行谐振,开关管零电流关断。

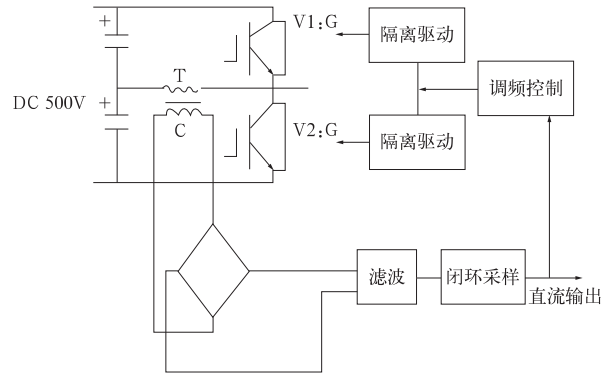


图 1 磁场电源主电路框图

Fig. 1 Main circuit diagram of magnetic field power source

## 2 磁场电源常见故障实例分析与处理方法

### 2.1 磁场电源常见故障处理步骤

(1) 发现故障,首先确定是哪路磁场电源出现故障,再检查其主开关管 IGBT 是否被击穿。

(2) 聚焦线包对地电阻应达  $2M\Omega$ 。聚焦线包常出现开路、短路或局部短路现象,这种情况会造成磁场电源发生过流或欠压。

(3) 磁场聚焦电流偏低,会出现发射功率偏低。可调整聚焦电流,改善速调管电子注形状。

(4) 如上述易损部位的常规检查未发现故障,应顺信号通路依次检查控制板上振荡器 MC34066 的输出信号至 IGBT 栅极通道上各点的波形和幅

度,再查找故障。

### 2.2 具体故障分析与处理

2002 年 8 月,云南省文山州雷达开机时报磁场电源故障,经按上述方法检查发现磁场电源控保电路板上电阻 R62、R65 烧断,驱动块 N5、N6 损坏,电位器 RP7、RP8 烧焦,经更换后发现仍不能正常工作,现象为发射系统“磁场 I 故障”报警,发射机“准加”、“高压”加不上。观察发现磁场电源  $I_1 < 8\text{ A}$ 、 $I_2 < 7\text{ A}$ ,存在有欠流故障。此时调整印制板 RP5(控制过流门限)和 RP6(控制欠流门限),重设门限值,使面板上电流达到 8 A、7 A。

此时雷达运行不正常,进一步观察又发现雷达发射功率偏低,如不注意很容易疏忽,检测发现速调管输出功率也偏低,从信号流程图可确定问题应来自磁场电源的控制电路的分频电路 MC34066 输出偏低。本机两台磁场电源使用的控制保护电路完全相同如图 2,均采用固定脉宽、调频控制,电路的核心为一片单片谐振控制器 MC34066。磁场电源的控制原理是当电流取样信号送入控制器的误差放大输入端后,该电路可以交替输出两路时间相关的控制信号,控制信号的脉宽不变,频率受误差放大器输出电平控制。

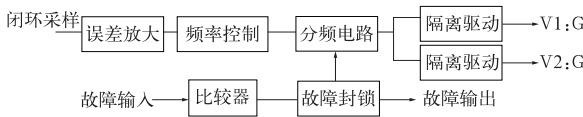


图 2 控制电路原理框图

Fig. 2 Control circuit functional block diagram

进一步检查方法如下:短路电容 C4,检查磁场电源控保电路板上 MC34066 输出至 IGBT 的两路控制信号波形和幅度是否正常,V18、V19 两端电压波形正常为 19V,用示波器的夹子测 28 脚(即 A28B28)和电阻 R62,可量出幅度大约为 +15V 至 -4V 的波形如图 3,检测波形发现波形幅度不够,波形正常才能保证速调管电子枪产生的电子注在速调管内整个渡越过程中获得最佳的聚焦,雷达发射功率才能达正常值。调节电位器 RP7 或 RP8 至输出波形达正常工作时的波形,通过以上调试发射功率正常,考机 48 小时各项指标正常,至此确定磁场电源故障排除,雷达完全恢复正常工作。发射功率偏低的原因是因更换了元器件造成的,更换元器件带来雷达参数变化引起发射功率下降。

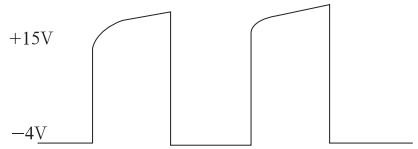


图 3 IGBT 波形

Fig. 3 IGBT profile

### 3 故障排除后的调试

这次及其他多次实例证明,更换元器件将可能会带来一些雷达性能参数的变化,如不在正常指标范围则应调试,以避免雷达长时间工作在欠佳状态,引起其他故障。在故障排除后统调相关系统对雷达能否长期正常工作是十分重要的步骤,并记录参数备案,这应引起注意。

磁场电源故障排除后,一般需统调速调管聚焦线包通路,调试时是通过改变主回路中谐振电容的大小实现对输出电流的较大调整。具体的谐振电流、电压波形如图 4。如系统发射功率低是由于发生聚焦线包散焦引起,可分别调节两路磁场电流的大小。磁场电流调节到位的指标是:速调管总流和管体电流之比优于 90%。

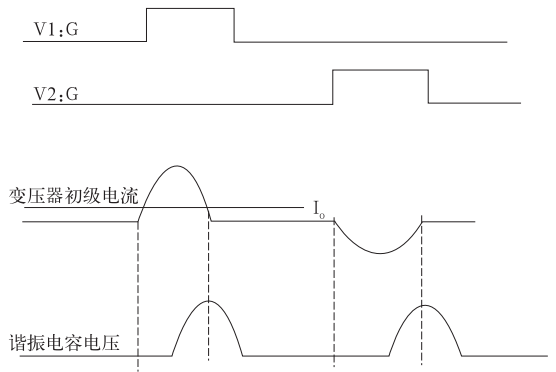


图 4 谐振电流和电压波形

Fig. 4 Resonance current and voltage waveform

### 4 小结

随着现代气象业务的发展,要求更强的技术保障支撑业务系统运行。总结近 5 年云南 5 部新一代天气雷达的 73 次故障,发射系统磁场电源故障占 21 次,相对而言故障率较高。因此以文山雷达磁场电源故障排除为例总结分析,得到如下结论:

(1) 通过文山雷达的典型故障诊断与排除,对

磁场电源故障排除进行分析与归纳,此次故障排除基本涉及了发射系统磁场电源的所有部分,包括主电路、控制保护电路等,给出了关键测试点、波形、调试指标,以及引起雷达发射功率、速调管等参数的变化情况及调试方法,供技术保障人员参考。

(2) 同时结合多次实际经验提出故障排除后,由于更换元器件将可能带来一些雷达性能参数的变化,统调相关系统十分重要。

**致谢:**葛润生老师和安徽四创公司熊岐对完成本文所做的指导。

## 参考文献

- [1] 杨传凤,袁希强,黄秀韶,等. CINRAD/SA 雷达发射机故障诊断技术与方法[J]. 气象,2008,34(2):115-118.
- [2] 杨传凤,黄秀韶,刁秀广. 济南 CINRAD/SA 雷达发射高压故障诊断[J]. 气象,2005,31(1):88-89.
- [3] 王志武,韩博,林忠南. CINRAD-SB 型发射机一例复杂故障排除[J]. 气象,2006,32(9):116-120.
- [4] 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):26-29.
- [5] 张沛源,周海光,梁海河,等. 数字化天气雷达定标中应注意的一些问题[J]. 气象,2001,27(6):27-32.
- [6] 徐八林,刘黎平,余海容,等. CINRAD/CC 雷达速调管工作状态控制及维护[J]. 气象科技,2007,35(5):736-740.
- [7] 电子科技集团第38研究所. 3830 雷达技术说明书[R]. 华东电子工程研究所,2001,1.