

CINRAD 通用性 测试维修平台

主 编 王志武

副主编 张建敏 杨安良

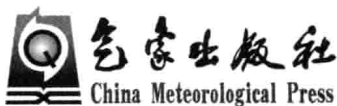


 气象出版社
China Meteorological Press

CINRAD 通用性测试维修平台

主 编 王志武

副主编 张建敏 杨安良



内容简介

本书以大型电子设备规范化维修的理念和方法为主干线,系统地介绍了 CINRAD 通用型脱机测试维修平台中硬件的公共接口及装置和专用接口及装置的设计和制作、软件的协议设计方法和 TPS 的设计和使用、满足现场按需配置被测故障组件 I/O 接口的要求,初步实现了脱机仿真各种类型的 CINRAD 在联机状态下的工作环境,可以脱机测试维修各种类型的 CINRAD 大部分故障组件;开放式测试维修数据库(经典案例库+FTD、分级资料库、2 级经验库)都可以成为 CINRAD 各级技术保障人员得力的工具助手。为 CINRAD 设备技术保障提供一种系统的、科学的方法:在排障过程中理论指导实践并结合经验和技巧。

本书可供 CINRAD 各级技术保障人员、高校相关专业的师生和批量生产大型电子设备的厂家参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

CINRAD 通用性测试维修平台/王志武主编.

—北京:气象出版社,2015.3

ISBN 978-7-5029-6105-3

I. ①C… II. ①王… III. ①气象雷达-维修
IV. ①TN959.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 052903 号

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

总 编 室:010-68407112

网 址:<http://www.qxcbs.com>

责任编辑:林雨晨 陈 红

封面设计:易普锐创意

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

字 数:333 千字

版 次:2015 年 3 月第 1 版

定 价:45.00 元

邮政编码:100081

发 行 部:010-68409198

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

终 审:黄润恒

责任技编:吴庭芳

印 张:13

彩 插:2

印 次:2015 年 3 月第 1 次印刷

前 言

中国新一代天气雷达(CINRAD)是我国 20 世纪 90 年代末引入当时美国最先进的主干天气雷达 WSR-88D 知识产权的基础上发展而成。CINRAD 在全国的布点将会达到 216 台以上。

CINRAD 在汛期 24 小时连续运行、在非汛期(12~24 小时)定时运行。在强对流、暴雨等重大灾害性天气的监测、预报和服务过程中,CINRAD 发挥了重要作用,使用效果大大超出了建设预期。

随着现代气象业务和服务不断地深化,对 CINRAD 的依赖程度越来越高、对 CINRAD 稳定可靠探测的要求也越来越高。CINRAD 发生故障造成的停机在汛期不能超过 24 小时、在灾害性天气期间更加迫切地要求尽快地排除 CINRAD 故障,不能在关键时刻“掉链子”。这样对 CINRAD 设备的技术保障提出了很高的要求。

全国大多数 CINRAD 连续运行已经十年左右了,各级雷达机务员通过现场观摩和实践、有组织的交流和学习,全国 CINRAD 设备技术保障能力有了全面地提升,少量雷达机务员具有了 CINRAD 的元器件级维修排障能力,但是,由于种种原因使得我国目前 CINRAD 保障队伍的整体建设落后于 CINRAD 布点的进展,CINRAD 设备技术保障存在许多问题:

1)全国 CINRAD 排障是建立在更换故障组件的基础上,各级保障部门未装备脱机测试维修 CINRAD 故障组件的平台,维修故障组件委托生产厂家完成,返修时间长、费用高。

2)CINRAD 各级机务员缺乏实际维修锻炼的机会、难以跨入元器件级维修门槛。

3)CINRAD 机务培训缺少仿真演示平台,受训人员无法真正地掌握 CINRAD 的排障技术。

4)虽然,处于故障 U 形曲线低发阶段的全国大部分 CINRAD 可用性在 95%以上,随着部分 CINRAD 接近大修年限及大修改造后,CINRAD 不可避免地会再次出现故障 U 形曲线的高发阶段。

5)美军大型电子装备在整个寿命期间的保障费用占全部费用的 70%~80%以上,并证明当雷达等大型电子设备装备了 30~50 台以上后,仅靠生产厂家进行设备技术保障是不够的,需要全方位地增加设备技术保障的比重。

6)美国天气雷达 NEXRAD(WSR-88D)的技术保障始终同步于组网建设,其维修排障是建立在气象部门自主进行的基础之上。在 NWS(国家气象局)的培训中心开设了雷达机务(实体)培训课程、在设备维修中心建立了 2 台雷达联机测试维修平台。

根据上述情况和国内多达 6 种类型 CINRAD 的现实、基于电子设备规范化维修的理念与方法,研制 CINRAD 通用型脱机测试维修平台和测试维修数据库。为 CINRAD 设备技术保障提供一种系统的和科学的方法:在排障过程中理论指导实践并结合经验和技巧。本书将详细介绍 CINRAD 通用型脱机测试维修平台和测试维修数据库,本书共分 7 章,内容包括:

第 1 章 大型电子设备规范化维修的理念和方法。阐述大型电子设备规范化维修的理论基础、工具助手和实现方法。

第2章 CINRAD 故障组件脱机测试维修平台。介绍平台硬件两大部分(平台的公共接口及装置和平台的专用接口及装置)的原理、组成和结构。

第3章 平台的软件系统。介绍平台通信协议的作用与设计方法;叙述 TPS(测试程序集)的工作原理、一般应用和实际运行。

第4章 CINRAD 测试维修数据库。介绍 CINRAD 测试维修数据库三大部分:分级资料库、案例专家库+FTD(Fault Tree Diagram, 故障树图)和2级经验库作用与制作方法;介绍 CINRAD 测试维修数据库的两种查询系统(离线查询系统、在线查询系统)的使用方法。

第5章 平台对故障组件的脱机测试维修。详细介绍如何利用平台和测试维修数据库脱机测试维修相对复杂的故障组件(CINRAD/SA&SB-3A10/回扫充电开关组件)。

第6章 分级资料库。以 CINRAD/SA&SB-3A4/RF 激励放大组件为例,给出了 CINRAD 数据库离线查询系统中分级资料库和 CINRAD 脱机测试维修平台的后台数据库的查询方法。

第7章 经典案例。经典故障案例按照分机分系统归纳,兼顾报警信息序列。本书共编写了34篇 CINRAD/SARSB 的经典案例,在每个案例中强调规范化的维修理念和方法的运用。

第8章 FTD。只是演示性地给出10篇 FTD 图,FTD 更需要逐步增加。

在研制平台和建设数据库以及编写本书过程中,编者阅读了参考文献中列举的大量文献、参考了《WSR-88D 的用户手册》、优选整理了在参考文献中和发表在中国气象局气象雷达年会上有关 CINRAD/SA&SB 的排障论文,在此表示感谢。

由于本平台是首台研制产品、不是很成熟、需要逐步改进;测试维修数据库资料更是不够完善、需要逐步充实;而且本书编辑时间匆忙、个人水平有限,难免有些错误和遗漏之处,真诚欢迎读者和同行批评指正。

编者

2014年10月 杭州

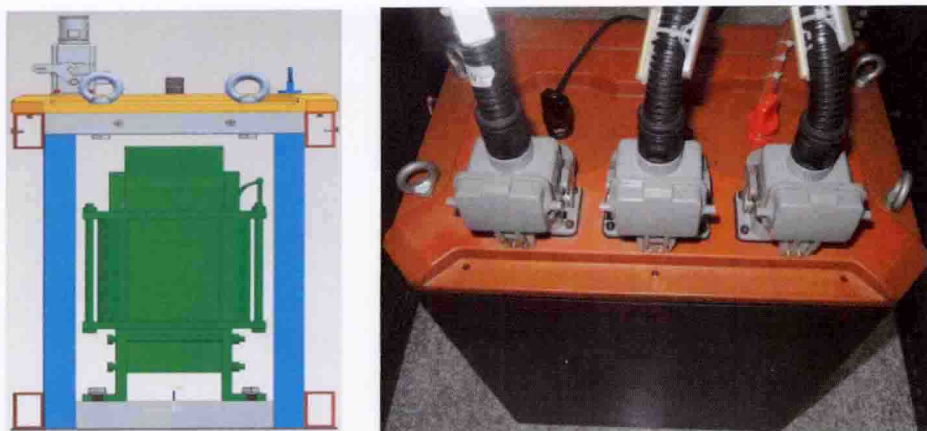


图 2-21 油箱的设计制作

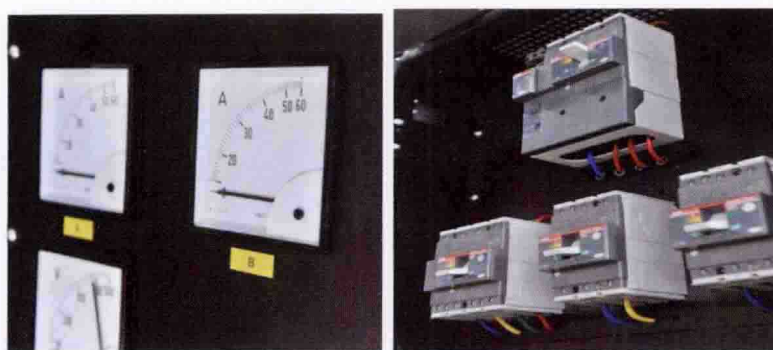


图 2-23 名牌电表与开关

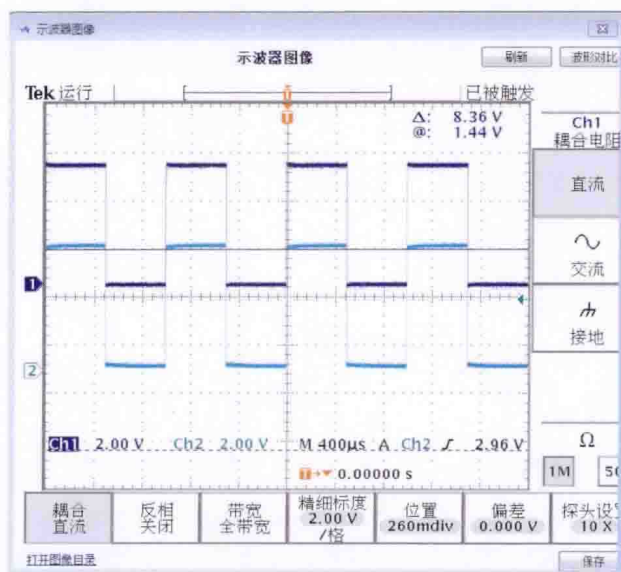


图 3-43 显示示波器当前测试的图像

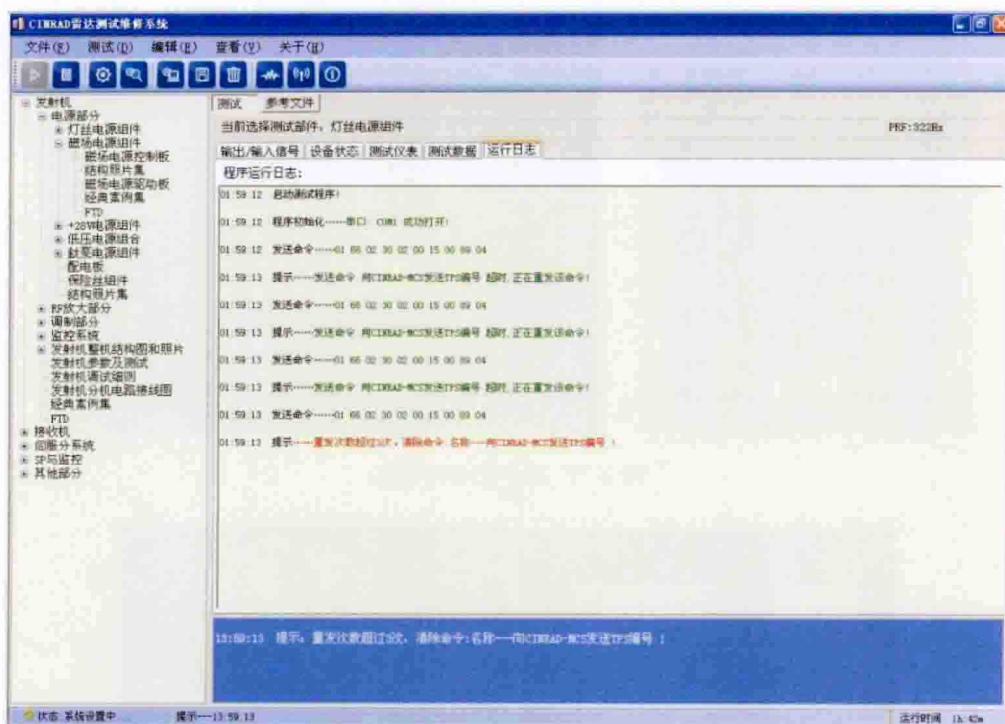


图 3-60 从“运行日志”判断平台的故障部件

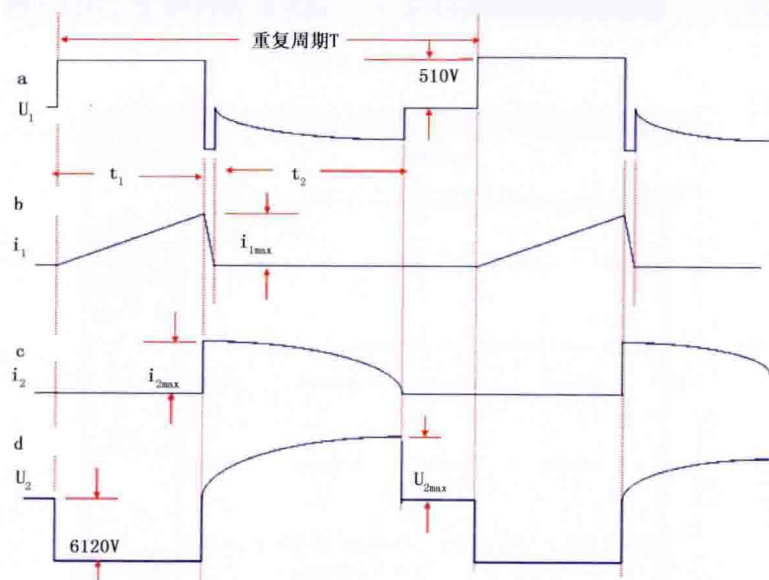


图 5-2 回扫充电波形图

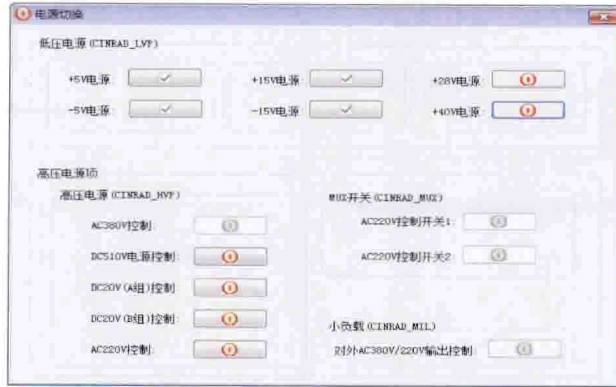


图 5-27 电源切换的使用

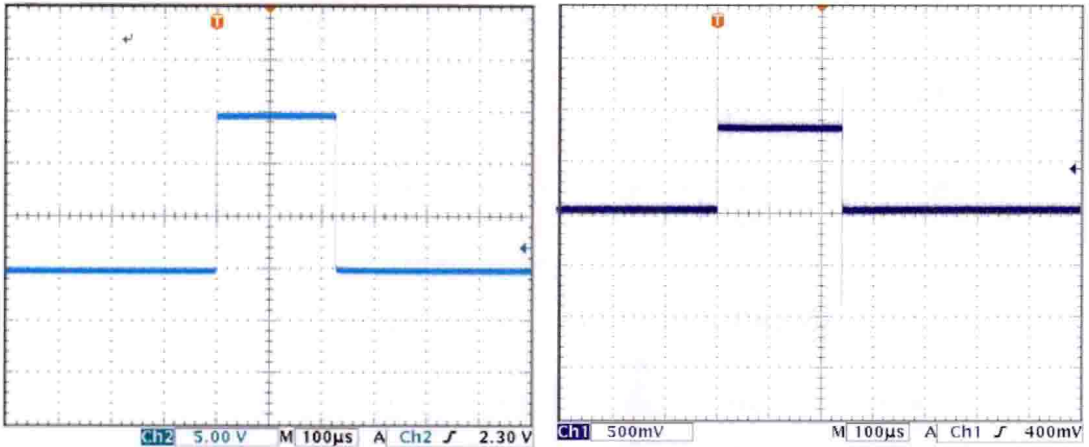


图 5-40 窄脉冲 ZP2(new)波形(左)和 ZP2(old)波形(右)

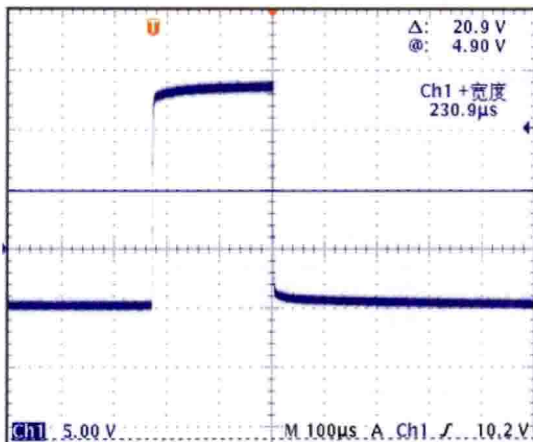


图 5-41 窄脉冲 IGBT 驱动波形
驱动脉冲波形(-5V~+14V)

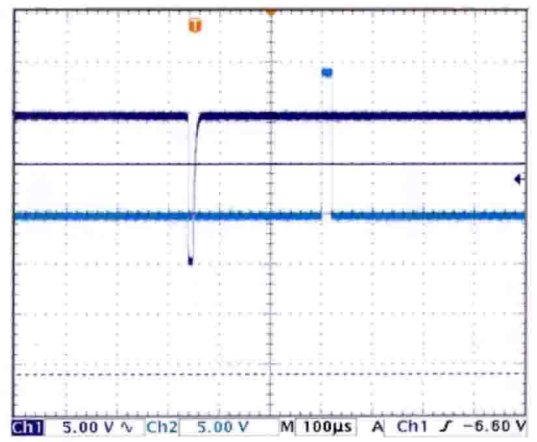


图 5-42 窄脉冲的屏蔽延时(约 260 μ s)

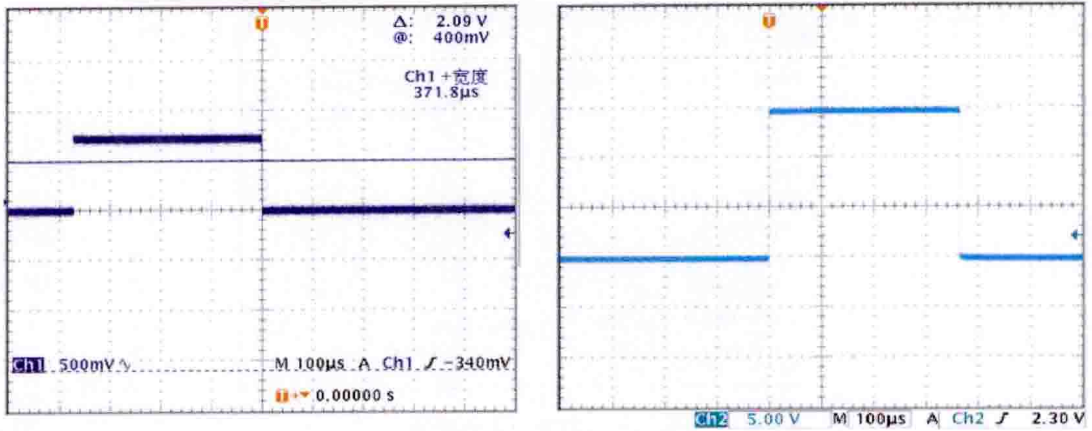


图 5-48 宽脉冲 ZP2(new)波形(左)和 ZP2(old)波形(右)

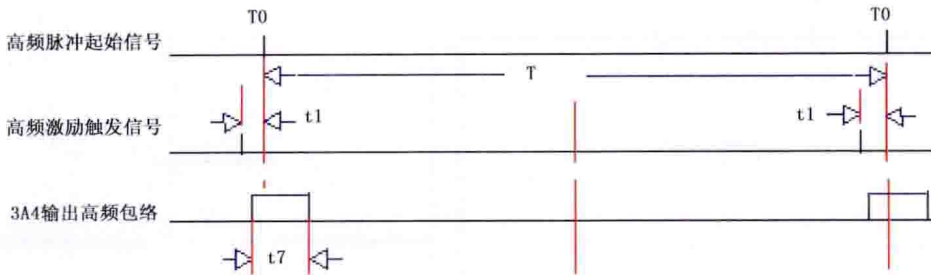


图 6-8 3A4 的时序关系图

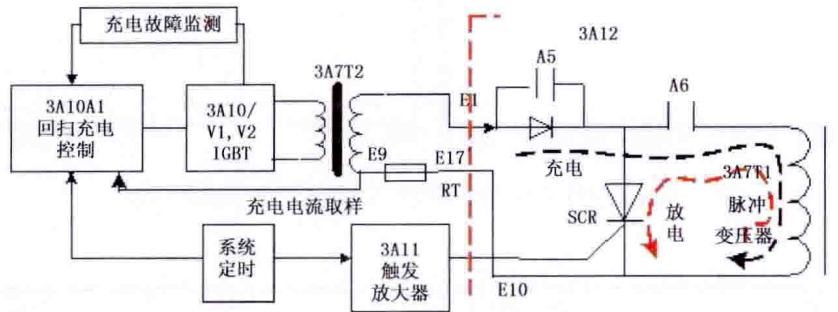


图 7-13 发射机调制部分充电放电原理图

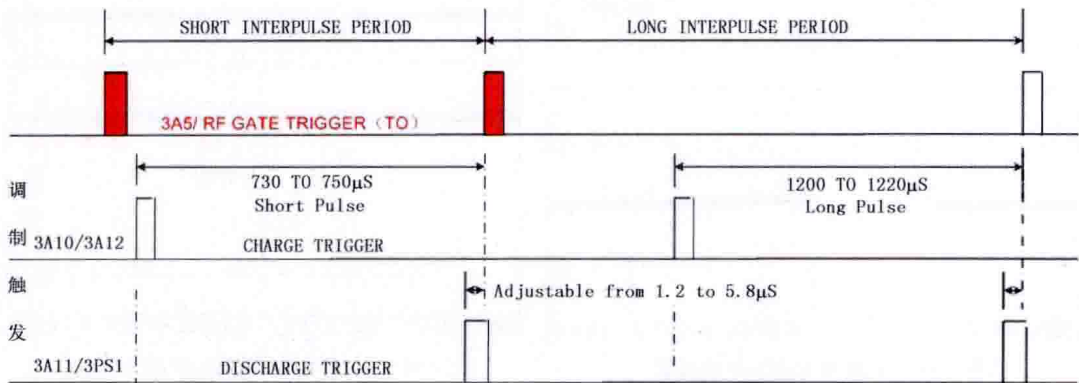


图 7-44 发射机调制部分充放电触发脉冲正常的时序图

目 录

前言

第 1 章 大型电子设备规范化维修的理念和方法	(1)
1.1 规范化维修的提出	(1)
1.2 规范化维修的理论基础	(1)
1.3 规范化维修的工具助手	(2)
1.3.1 分级资料库	(3)
1.3.2 案例专家库	(3)
1.4 规范化维修的实施方法	(5)
1.4.1 充要的故障现象	(5)
1.4.2 故障分析	(6)
1.4.3 小结	(6)
1.5 规范化维修的个例	(6)
1.5.1 故障现象	(6)
1.5.2 故障分析和排障过程	(7)
1.5.3 故障成因分析及注意事项	(9)
1.6 结论.....	(10)
第 2 章 CINRAD 故障组件脱机测试维修平台	(11)
2.1 概述.....	(11)
2.1.1 平台的作用.....	(11)
2.1.2 平台的工作原理.....	(11)
2.1.3 平台的主要组成.....	(12)
2.2 平台的硬件部分.....	(12)
2.2.1 概述.....	(12)
2.2.2 平台的公共接口及装置.....	(12)
2.2.3 平台的专用接口及装置.....	(20)
2.3 平台结构的设计制作.....	(29)
2.3.1 平台接口.....	(29)
2.3.2 连接电缆.....	(30)
2.3.3 机柜及机箱等.....	(30)
2.4 平台的软件部分.....	(33)
2.5 测试维修数据库部分.....	(33)
2.6 平台的性能参数.....	(33)
2.7 CINRAD 脱机测试维修平台的使用管理	(33)

第 3 章 平台的软件系统	(35)
3.1 概述	(35)
3.2 通信协议的设计方法	(35)
3.3 TPS 软件的工作原理	(35)
3.4 TPS 的安装	(37)
3.5 首次进入 TPS	(38)
3.5.1 设置系统参数	(38)
3.5.2 设置测试仪器参数	(39)
3.6 TPS 软件的应用	(41)
3.6.1 TPS 的功能模块	(41)
3.6.2 TPS 的一般应用	(41)
3.6.3 TPS 软件的实用过程	(51)
3.7 测试仪器的软件集成	(56)
第 4 章 CINRAD 测试维修数据库	(58)
4.1 概述	(58)
4.2 CINRAD 测试维修数据库离线查询系统	(58)
4.2.1 进入离线查询系统	(58)
4.2.2 选择离线查询路径	(59)
4.2.3 经典案例库查询	(59)
4.2.4 分级资料库的查询	(62)
4.2.5 FTD 的查询	(66)
4.2.6 数据更新	(67)
4.3 CINRAD 测试维修数据库在线查询系统	(67)
4.3.1 进入在线查询系统	(67)
4.3.2 选择在线查询路径	(68)
4.3.3 我的桌面	(68)
4.3.4 公共平台	(70)
4.3.5 资料库	(71)
4.3.6 经验库	(72)
4.3.7 专家库	(74)
4.3.8 排障报表	(75)
4.3.9 库房管理	(76)
4.3.10 系统管理	(78)
4.4 CINRAD 测试维修数据库的使用管理	(82)
第 5 章 平台对故障组件的脱机测试维修	(83)
5.1 3A10/回扫充电开关组件资料库中的资料	(83)
5.1.1 原理图与工作原理	(83)
5.1.2 性能参数与接口表	(86)
5.1.3 参考波形	(87)

5.2 测试与调试的准备工作	(88)
5.2.1 3A10 输出组合负载电路	(88)
5.2.2 3A10 接口的连接	(89)
5.2.3 在 TPS 人机交互的界面上现场配置	(90)
5.2.4 其他事项	(95)
5.3 测试维修与调试	(95)
5.3.1 概述	(95)
5.3.2 测试和调试步骤	(101)
5.3.3 波形汇总	(104)
5.4 测试调试中可能遇到的问题	(108)
第 6 章 分级资料库	(112)
6.1 概述	(112)
6.2 3A4/RF 激励放大组件的 5 个本级文件资料	(113)
6.2.1 3A4 电路图	(113)
6.2.2 3A4 元器件表	(114)
6.2.3 原理图与工作原理	(115)
6.2.4 性能参数和接口与波形	(116)
6.2.5 测试与调试	(117)
6.3 3A4/RF 激励放大组件的 4 个下级目录的资料	(118)
6.3.1 RF 激励组件控制板	(118)
6.3.2 结构照片集	(123)
6.3.3 经典案例集	(123)
6.3.4 FTD	(129)
第 7 章 经典案例库	(131)
7.1 概述	(131)
7.2 发射分机的经典案例	(131)
7.2.1 发射机 RF 放大链路的经典案例	(131)
7.2.2 发射机调制部分的经典案例	(139)
7.2.3 发射机电源部分的经典案例	(154)
7.2.4 发射机监控和保护部分的经典案例	(161)
7.3 接收分机的经典案例	(167)
7.3.1 接收机 RF 测试通道的经典案例	(167)
7.3.2 接收通道的经典案例	(173)
7.3.3 接收机监控部分经典案例	(178)
7.4 伺服分系统的经典案例	(184)
7.4.1 SA 伺服分系统	(184)
7.4.2 SB 伺服分系统	(187)
第 8 章 FTD	(191)
8.1 3A4/+40VDC 负载过重的 FTD	(191)

8.2	3A4 输出 RF 功率极低的 FTD	(192)
8.3	3A4 中 -5VDC 电压低的 FTD	(192)
8.4	3A4 中 +8V 调制脉冲波形错的 FTD	(192)
8.5	3A5/RF 脉冲形成器综合故障的 FTD	(193)
8.6	3A10/回扫充电开关综合故障的 FTD	(193)
8.7	3A11/触发器综合故障的 FTD	(193)
8.8	发射机输出峰值功率过高的 FTD	(195)
8.9	3PS2A1 的磁场电压检控 EXB841 输出波形错的 FTD	(195)
8.10	3A6/电弧反射保护组件综合故障的 FTD	(195)
参考文献		(197)

第1章 大型电子设备规范化维修的理念和方法

1.1 规范化维修的提出

由于大型电子设备结构和电路非常复杂,所以在大型电子设备的综合保障中,用传统的方法进行组件级故障定位就很困难,元器件级维修排障的难度更大。虽然可能有少数高水平的电子工程师只需根据电子设备的故障现象和图纸资料就可完成大型电子设备的测试和维修排障,但是易走弯路,非常难于普及,而且同种故障,可能用不同的维修方法,随意性大、无用功多,甚至可能会产生二次故障。总之,大型电子设备的维修排障难度大、进入门槛高、排障时间长、效率低、排障费用高,一直以来是用户所面临的实际问题。

本章针对批量装备的大型电子设备技术保障所面临的上述问题,总结高水平电子工程师排障方式和过程并在实际排障过程中反复检验、归纳和优化,提出规范化维修的一整套理论基础、工具助手和实现方法,目的是在排障过程中逐渐习惯于理论指导实践并结合以往的排障经验和实用的排障技巧。初步使用规范化维修已经证明能够明显地降低大型电子设备的排障门槛,减小排障过程中二次故障的产生,尽快提升普通电子工程师的排障水平,减少大型电子设备的排障费用,提高大型电子设备排障的科学性和用户的技术保障能力。

1.2 规范化维修的理论基础

批量装备的大型电子设备规范化维修的理论基础是建立在2个规范化维修的流程之上的(图1-1和图1-2)。

规范化维修流程是:由充要故障现象+参考相应的案例专家库或故障树图(fault tree diagram,FTD)+排障技巧→制定测试方案(确定排障路径和被测节点)→通过初步测试→将被测节点实测参数与分级资料库中对应节点参数范围进行比较,根据:

IF right THEN continue ELSE analysis

的方法进行逻辑判断,决定下一步维修进程,层层剥离地找出电子设备的故障原因。这样,结合测试维修数据库可以提高大型电子设备的排障效率,降低排障难度并减少误操作。

根据故障电子设备组成的分系统、组件是“级联”或“并行”分布的,对应规范化维修的流程图如图1-1和图1-2所示。

上述图中所指电子设备的每个分系统或组件的排障流程的顺序应结合以往的排障经验和实用的排障技巧来理解:如故障发生概率最高处、对分法、方便测试点等原则进行排障流程排序,以提高设备的排障效率。

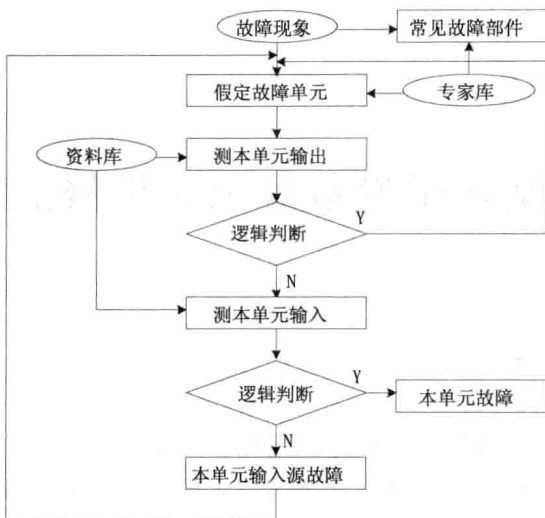


图 1-1 “并行”分布电子设备的规范化维修排障流程

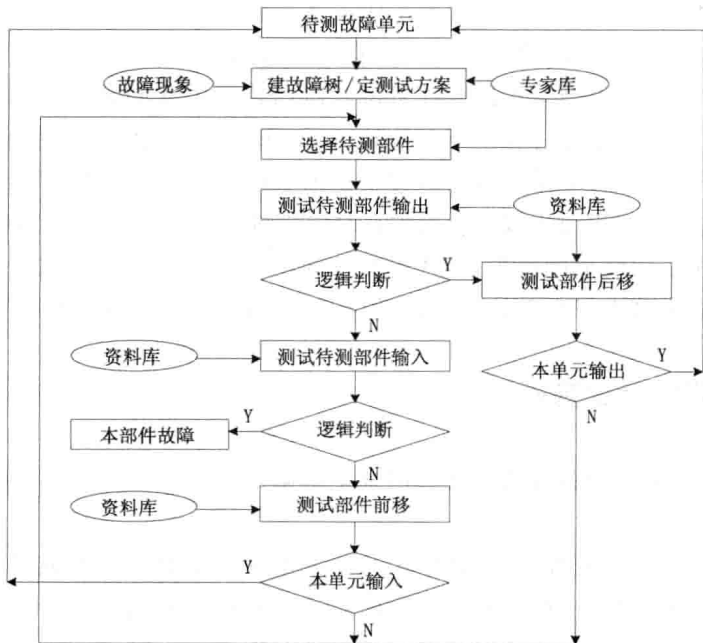


图 1-2 “级联”分布电子设备的规范化维修排障流程

1.3 规范化维修的工具助手

在批量装备的大型电子设备规范化维修排障流程中需要根据设备充要的故障现象参考相应的案例专家库和 FTD 来制定测试方案,需要参考分级资料库比较测试节点的实测参数来判断电子设备该节点输出参数正常与否? 即使参加大型电子设备故障远程会诊的专家系统的那些电子设备技术保障的专家们也需要对应电子设备的分级资料库分析对应设备的故障情况,

需要案例专家库或 FTD 进行排障参考,所以分级资料库和案例专家库和 FTD 是批量装备的大型电子设备规范化维修的工具助手,不可或缺,值得花大力气制作。

为了能够说明大型电子设备的分级方式,将大型电子设备结构层次分为 4 级:分机、分系统、组件、功能部件。制作批量装备大型电子设备的分级资料库和案例专家库或 FTD 时,根据电子设备的代号/关键词分为 4 级子目录。

1.3.1 分级资料库

设计、制作大型电子设备的分级资料库需要提供设备每一级充分必要的资料,包括:该级的电路原理图、元件表、原理框图和工作原理、接口与性能参数(波形、功率、电压、电流等)、测试与调试、结构照片(甚至测试位置)、历史资料、特殊电路说明和本级的经典故障案例+FTD 等。分级资料库中当前节点的资料既是充分的,不可缺少、可按需选择;又是必要的,剔除无用的资料,免得在排障过程中还要寻找、甄别资料,浪费时间。

大型电子设备技术保障的电子工程师可以方便快捷地查阅到当前节点所需的资料,记录并将待测节点的实测数值与资料库中对应节点部分的性能参数和经典案例+FTD 及历史资料进行逻辑比较,由此可指明排障方向,缩小电子设备的排障范围。

分级资料库的完整性很大程度上决定了批量装备的大型电子设备各级保障部门电子工程师的维修能力:是组件级还是功能部件级或是芯片/元器件级。

采用方便的下拉式菜单调用分级资料库。对于基层用户来说,分级资料库的增加或更新是通过网络获取,由各用户自己下载并更新。

1.3.2 案例专家库

案例专家库内容主要从高级经验库的资料中选取,再经过大型电子设备技术保障专家团队按照规范化维修理论和方法进行整理优化、论证、审核通过后才能进入案例专家库。

1.3.2.1 两级经验库的建设

经验库是汇集批量装备的大型电子设备已发生过的故障案例集合。将经验库设置成初级经验库和高级经验库。由初级经验库→高级经验库→案例专家库。

两级经验库和专家库的建立流程如图 1-3 所示。

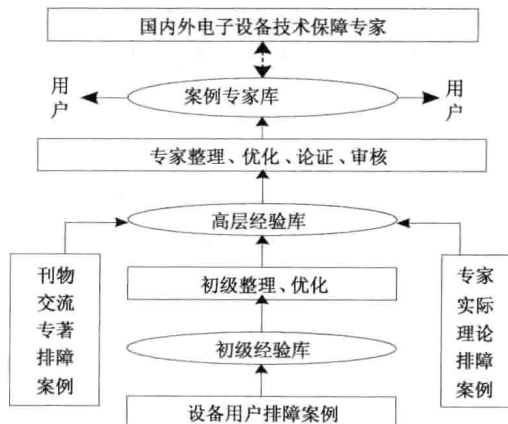


图 1-3 两级经验库和案例专家库的建立流程

(1) 初级经验库

初级经验库是本区域批量装备的大型电子设备维修排障案例的上传资料,要求使用大型电子设备的电子工程师规范化地、准确地记录设备型号、故障时间,尽量充分和必要的故障现象,排障过程中的故障分析、维修流程和故障定位,最后的故障成因分析、注意事项和应急开机等;用户应该及时地将维修排障案例上传到初级经验库中。

初级经验库中的每个案例需经过区域电子工程师按照规范化维修的理念和方法进行整理和修改,决定是否上传到高级经验库。初级经验库案例是高级经验库案例的主要来源。

初级经验库可以培养基层电子工程师自觉地规范排障思路,进而有效快捷地提升电子工程师的排障水平。

(2) 高级经验库

高级经验库由以下几方面组成:

- 1) 各个初级经验库上传的排障案例资料的集合;
- 2) 技术刊物、学术会议和技术专著中所发表的该大型电子设备维修排障论文的汇总;
- 3) 该电子设备生产部门的设计、维修人员和用户的电子设备技术保障专家们的维修排障案例集合和推演出来的大型电子设备仿真模拟维修排障案例的组合。

(3) 专门区域

在经验库中要开辟一个专门区域,反映大型电子设备的用户对案例专家库和分级资料库等内容的看法和改进意见,供该大型电子设备技术保障的专家团队参考采纳和修改。

1.3.2.2 案例专家库的建设

由于在高级经验库的排障案例和相关书籍、刊物、年会交流等已发表的批量装备的大型电子设备技术保障的相关论文存在许多不足,所以,案例专家库不能是该大型电子设备的高级经验库的案例和已发表的维修排障论文的简单汇总。案例专家库的每份入库资料需要该大型电子设备技术保障专家组根据规范化维修的理念和方法对设备的高级经验库每个案例和所有相关维修排障论文再进行整理、优化、论证和审核,通过后才能入库。

案例专家库集该大型电子设备的设计(生产、安装)、调试,专业维修人员和用户的维修排障理论、技术和经验于一体;案例专家库引导大型电子设备的电子工程师进行规范化地维修排障;案例专家库是该设备用户的学习资料,能够作为排除该大型电子设备对应故障的参考路径;指明了该大型电子设备技术改进和科研开发的方向。

案例专家库的案例按照关键词的顺序排列在案例专家库中,也分别出现在各自发生故障组件的分级资料库中。

1.3.2.3 故障树图

故障树图(fault tree diagram,FTD)给出每个节点所有可能发生故障的单元,给出排障的路径参考,列出发生故障的概率等,FTD示意图如图 1-4 示。

图 1-4 中,有

$$x\% + y\% + z\% = 1$$

即

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1 \quad (1-1)$$