

一种高稳定性天线罩测试微波暗室

沈 睿

(北京航天长征飞行器研究所, 北京 100076)

摘 要: 介绍一个微波暗室, 整体暗室以紧缩场为基础, 从微波系统的设计方案和选购、转台的设计、吸波材料等多个方面进行综合优化设计, 具有很高的系统稳定性, 能够实现高精度的天线罩电气性能参数的测试, 同时兼顾天线测试。

关键词: 紧缩场 稳定性 雷达天线罩 天线测试

A Radome Measurement Microwave Darkroom with High Stability

Shen rui

(Beijing institute of space long march vehicle technology, Beijing 100076)

Abstract: this paper has introduced a microwave darkroom on the basis of compact range. Integrated optimization design of the darkroom has been made considering aspects of design, selection and purchase, design of turntable, and wave absorbers. The darkroom has very high stability. It is able to test the electric performance parameters of radome with high precision and also make antenna measurement.

Keyword: compact range stability Radome antenna measurement

1 引言

天线罩电性能测试是获取天线罩定量参数的基本手段, 通过测量可以发现和解决设计和生产中的技术问题。因此, 试验测量技术和试验装置是开展天线罩技术研究的基础设计平台^[3]。通过这个平台, 可进行天线罩电设计参数的评估试验、理论设想的研究验证、产品的电性能指标验收测试和设计生产过程中技术问题的诊断调试。

本文介绍一种高稳定性天线罩电性能测试微波暗室, 同时具有天线辐射特性的功能, 工作频率从 1.7GHz~40GHz。

2 暗室组成

测试微波暗室中包括: 微波分系统、转台分系

统、场地分系统、反射面, 建设完成暗室的三维立体示意图如图 1 所示。

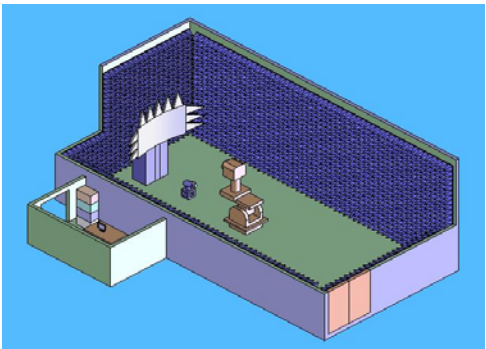


图 1 暗室的三维立体示意图

2.1 微波分系统

根据天线罩电性能参数测试的特点和要求, 确定采用当前具有世界先进水平的外混频矢网技术方案。选用幅相接收机、信号源、混频器和混频分配器组成微波分系统, 可以满足 1.7GHz~40GHz 的测试范围。由于接收机的频率稳定性为 $\pm 1\text{ppm}$ ($0\sim$

该项目为国家某重点型号技措项目

40℃), 幅度稳定性为 0.02dB/℃, 相位稳定性为 0.2/℃, 灵敏度为-119dBm 动态范围为 120dB, 使本方案的主要特点为动态范围大、灵敏度高。

一个天线罩的完整测试一般需要 3~5 天, 测试数据量大、时间长, 对测试系统的稳定性、重复性有特别严格的要求。故针对测试系统的稳定性作了专门的研究。通过大量的试验考察, 最终将稳定性控制在 0.2dB 之内, 试验结果见图 2 所示。图中横坐标表示试验时间, 纵坐标显示从早上 9 点一直监测到下午 13 点微波系统的电平波动情况。

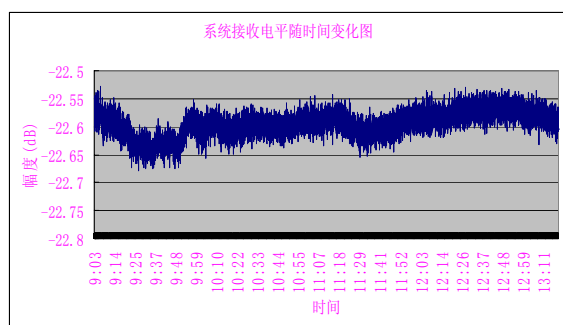


图 2 微波分系统稳定性试验结果

2.2 反射面和转台分系统

转台分系统由天线罩测试转台、转台控制器和转台驱动器组成。天线罩电性能参数测试需要专用的 2 坐标系测试转台。其中一个坐标系模拟天线罩运动姿态, 称为天线罩子转台; 另一个坐标系模拟导引头天线运动姿态, 称为天线子转台。组合后的转台需满足天线罩测试中既能分别对天线罩、天线的姿态进行调整, 又可使二者同时连动的要求。转台总承重 100kg, 由天线方位、天线俯仰、天线滚动、天线径向偏移、天线罩滚动、天线罩上直线偏移、天线罩方位、天线罩下直线偏移、极化 9 个电动运动, 1 个手动运动。尤其是天线子转台的各轴精度均满足 0.001°, 能较好的实现天线罩瞄准线参数的试验要求。

反射面由国外进口, 重 2270kg, 高 4.9m, 宽 4.7m, 静区范围为 $\phi 1.2\text{m} \times 1.2\text{m}$ 。

2.3 场地分系统

场地尺寸为 20m \times 10m \times 7m (L \times W \times H), 测试场地的性能关系到系统测试的精度。场地设计的基本原则: 测试区应满足均匀平面波照射。为了缩小场地尺寸, 采用紧缩式微波暗室。微波暗室需用微

波吸收材料营造无反射空间的平面波照射条件。故场地四面全部铺设高性能吸波材料, 单个吸波性能可达到-50dB 以上, 暗室测试区的反射电平降低到-45dB 以下。

3 暗室设计特点

- 对于天线罩电气性能试验尤其是在频率范围内的高端, 一些细小的影响即会引起电平的突跳, 结果是直接影响到试验数据可靠性。所以, 将整个测试系统放置于一个全封闭微波暗室中, 这种暗室为理想的试验场所, 其优点是信号电平稳定、易于保密、可全天候工作、不受外界电磁环境干扰等^[1]。
- 天线罩电性能测试是一个复杂又繁琐的过程, 一般测试一个天线罩需要一周的时间, 测试数据量巨大, 要求测试系统采用数字化、自动高速采样模式^[2], 既可以提高工作效率也可以减少试验中人为原因产生问题。此暗室在转台的设计上选用 2 坐标系分体测试转台, 即天线罩子转台和天线子转台。组合后的转台需满足天线罩测试中既能分别对天线罩、天线的姿态进行调整, 又可使二者同时连动的要求。并且天线子转台在设计之初, 就考虑到与天线罩转台的安装问题, 采用定位销精准定位, 卡槽安装的方式, 并镶嵌高精度水平仪在台体之上, 便于监控多次安装状态的一致性, 同时带有安装把手便于拆卸。转台这样的结构设计, 在实现天线罩测试功能的同时, 仍保留了新系统对天线测试的功能。
- 天线罩安装在测试天线外面, 天线与天线罩有相对位置的变化, 试验中天线的状态处于盲区。由于天线罩内部空间有限, 在试验前进行模拟安装, 不能完全模拟真实状态。在正式试验时, 二者之间可能会产生干涉甚至是碰撞。这就要求采用先进的三维立体仿真技术, 对于天线与天线罩相对位置的变化在电脑上模拟, 尤其是极端的状态。这样设计既能一次完成支架设计, 同时对试验过程中安全和质量都进行了有效的保证。

4 结论

具有高稳定性，同时拥有天线罩电性能和天线电磁特性双重测试功能。具备快速扫频功能有效的提高测试效率。

这个天线罩测试微波暗室采用国际先进技术，

参 考 文 献

- [1] 林昌禄.天线测量技术.第 1 版.成都电讯工程学院出版社.1987
- [2] 廖承恩. 微波技术基础 第 2 版 西安电子科技大学出版社.1995
- [3] 毛乃宏.天线测量手册 第 1 版 国防工业出版社.1987

作者简介：

沈睿，女，工程师，主要研究领域为天线罩电性能试验方法等。

如何学习天线设计

天线设计理论晦涩高深, 让许多工程师望而却步, 然而实际工程或实际工作中在设计天线时却很少用到这些高深晦涩的理论。实际上, 我们只需要懂得最基本的天线和射频基础知识, 借助于 HFSS、CST 软件或者测试仪器就可以设计出工作性能良好的各类天线。

易迪拓培训(www.edatop.com)专注于微波射频和天线设计人才的培养, 推出了一系列天线设计培训视频课程。我们的视频培训课程, 化繁为简, 直观易学, 可以帮助您快速学习掌握天线设计的真谛, 让天线设计不再难...



HFSS 天线设计培训课程套装

套装包含 6 门视频课程和 1 本图书, 课程从基础讲起, 内容由浅入深, 理论介绍和实际操作讲解相结合, 全面系统的讲解了 HFSS 天线设计的全过程。是国内最全面、最专业的 HFSS 天线设计课程, 可以帮助你快速学习掌握如何使用 HFSS 软件进行天线设计, 让天线设计不再难...

课程网址: <http://www.edatop.com/peixun/hfss/122.html>

CST 天线设计视频培训课程套装

套装包含 5 门视频培训课程, 由经验丰富的专家授课, 旨在帮助您从零开始, 全面系统地学习掌握 CST 微波工作室的功能应用和使用 CST 微波工作室进行天线设计实际过程和具体操作。视频课程, 边操作边讲解, 直观易学; 购买套装同时赠送 3 个月在线答疑, 帮您解答学习中遇到的问题, 让您学习无忧。

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/cst/127.html>



13.56MHz NFC/RFID 线圈天线设计培训课程套装

套装包含 4 门视频培训课程, 培训将 13.56MHz 线圈天线设计原理和仿真设计实践相结合, 全面系统地讲解了 13.56MHz 线圈天线的工作原理、设计方法、设计考量以及使用 HFSS 和 CST 仿真分析线圈天线的具体操作, 同时还介绍了 13.56MHz 线圈天线匹配电路的设计和调试。通过该套课程的学习, 可以帮助您快速学习掌握 13.56MHz 线圈天线及其匹配电路的原理、设计和调试...

详情浏览: <http://www.edatop.com/peixun/antenna/116.html>



关于易迪拓培训:

易迪拓培训(www.edatop.com)由数名来自于研发第一线的资深工程师发起成立,一直致力和专注于微波、射频、天线设计研发人才的培养;后于 2006 年整合合并微波 EDA 网(www.mweda.com),现已发展成为国内最大的微波射频和天线设计人才培养基地,成功推出多套微波射频以及天线设计经典培训课程和 ADS、HFSS 等专业软件使用培训课程,广受客户好评;并先后与人民邮电出版社、电子工业出版社合作出版了多本专业图书,帮助数万名工程师提升了专业技术能力。客户遍布中兴通讯、研通高频、埃威航电、国人通信等多家国内知名公司,以及台湾工业技术研究院、永业科技、全一电子等多家台湾地区企业。

我们的课程优势:

- ※ 成立于 2004 年, 10 多年丰富的行业经验
- ※ 一直专注于微波射频和天线设计工程师的培养,更了解该行业对人才的要求
- ※ 视频课程、既能达到了现场培训的效果,又能免除您舟车劳顿的辛苦,学习工作两不误
- ※ 经验丰富的一线资深工程师主讲,结合实际工程案例,直观、实用、易学

联系我们:

- ※ 易迪拓培训官网: <http://www.edatop.com>
- ※ 微波 EDA 网: <http://www.mweda.com>
- ※ 官方淘宝店: <http://shop36920890.taobao.com>