



# 导航终端抗干扰测试解决方案

上海创远仪器技术股份有限公司

## 1. 概述与背景

当前，由于卫星导航系统在国民经济和信息战中具有举足轻重的地位，因此国内外都十分重视卫星导航接收机的抗干扰测试评估。抗干扰导航接收机的产品测试一般都先经过有线测试、无线微波暗室测试，以达到到全面测试的目的，然后才是机载或弹载的实际外场测试。

本方案在设计中除了满足通用型导航接收机的性能测试需求外，着重解决抗干扰性能指标的测试要求，满足总部关于接收机的测试大纲要求，具备再次扩展升级的能力，同时具有全面、快速和高性能等特点。

本方案由研发有线测试系统、生产有线测试系统、无线性能快速测试系统与外场抗干扰测试系统四个部分组成（如图 1所示）：

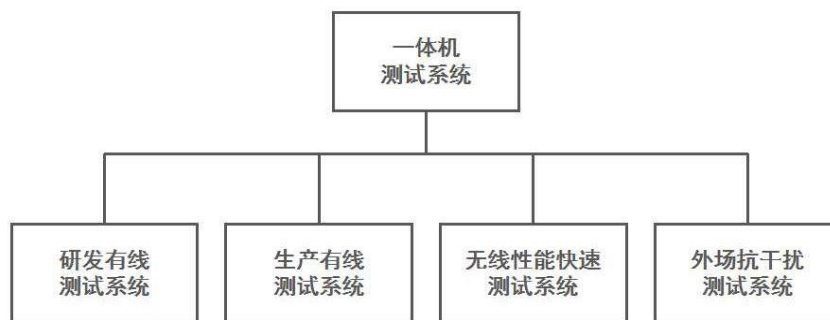


图 1：一体机测试系统组成

研发有线测试的核心组成为模拟源，可同时输出阵列的导航信号与干扰信号，并实现所有信号来向的任意设置，为接收机中抗干扰算法的验证与优化提供了极佳的测试平台。

生产有线测试在常用的导航信号源基础上，通过增加信号波前模拟器的方式，实现干扰与信号在典型场景下的测试，具有效率高和低成本的特点。

无线性能快速测试系统集成了多探头移动暗室与导航信号源，克服了一般小暗室无法进行全方向图测试的问题，实现了导航终端整机无线性能的全面测试，兼具了大型暗室的精确性与小型暗室的灵活性，使得研发与生成测试更为简单、方便，效率也大幅提升。

外场抗干扰测试系统是在真实的卫星导航信号下，通过搭建简单的测试平台，进而验证接收机在真空环境下的抗干扰性能，成本低而又方便、简捷。

## 2. 研发有线测试系统

研发有线测试系统能够实现全空域干扰、全星座信号的多通道模拟，着重验证除天线外的所有环节整合后的抗干扰性能，主要为抗干扰算法优化和软件调试提供测试环境。

### 1) 系统组成与原理

研发有线测试系统的设备组成与连接简图如图 2 所示，包括一套 RDSS 阵列模拟源、一套 RNSS 阵列模拟源、一台 RDSS 接收设备和铷钟、服务器等。

服务器完成 RDSS 和 RNSS 的星座仿真、环境仿真、轨迹仿真以及测试评估；RDSS 阵列模拟源完成 BD1 S1 的干扰信号、导航信号的阵列模拟生成；RNSS 阵列模拟源完成 BD2 B3 干扰信号、导航信号的阵列模拟生成和 BD2 B1、GPS L1、GLONASS L1 信号模拟生成；RDSS 接收设备完成 BD1 L 入站信号接收。

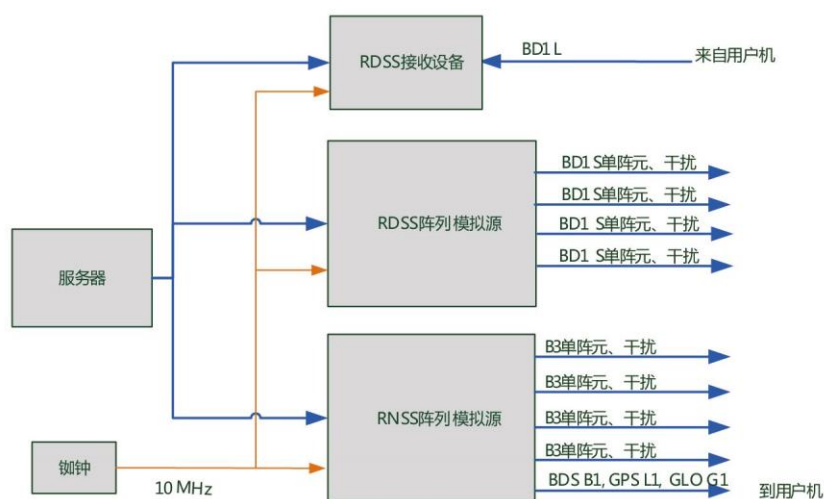


图 2: 研发有线测试设备配置方案简化图

### 2) 主要功能

- 支持多要素模拟：天线姿态、天线阵型、信号 DOA、干扰 DOA、星座动态模拟，干扰动态模拟、接收机动态模拟。
- 支持多频点的有线测试：具有 BD1 S、BD2 B1、BD2 B3、GPS L1、GLO R1 射频信号仿真，可测试上述所有频点的性能指标。
- 具备阵列 BD1 S 和阵列 B3 干扰及导航信号仿真。
- 信号 / 干扰 DOA 连续可变（ $2^\circ$ ）。
- 具备天线阵列和方向图建模功能，可以设置、及具备天线阵列和方向图建模

功能，可以设置、及具备天线阵列和方向图建模功能，可以设置、及天线姿态参数，能够接收外部输入的阵列和方向图据。

- 可扩展干扰信号仿真组件：进行转发式干扰、欺骗式干扰、多路径干扰和自定义干扰的仿真，窄带干扰，宽带干扰，可以生成连续波、扫频信号、调频信号等自定义干扰信号。

### 3) 优势特点

测试系统具备下述几个特点：

- 技术先进  
系统采用先进的数字阵列生成方案，实现阵列导航信号与阵列干扰信号来向的任意可调，支持全空域内信号与干扰的遍历测试。
- 功能全面  
支持各项性能指标在极限情况下的测试，其中干信比模拟达到 120dBc，支持对接收机的长时间与全面性测试。
- 高精度  
射频载波相位控制精度和一致性可以达到 1度以内，干扰信号相位调制精度达到 0.06度，功率分辨达到 0.2dB，功率准确度在 0.5dB以内。
- 自动测试评估  
配备有测评系统，可以实现一键式自动试、自动评估并生成报表，测试数据由数据库管理，可以实现数据的深度挖掘。

## 3. 生产有线测试系统

生产有线测试系统在典型测试场景下，对产品的硬件一致性和软件等进行大批量产品快速测试，便于进行产线故障产品筛选和合格性检验等。

### 1) 系统组成与原理

生产有线测试系统的设备组成与连接示意简图如图 3 所示，包括 RDSS 闭环测试系统、导航信号源、B3 信号波前模拟器、S 信号波前模拟器和干扰源等通用设备组成。

闭环测试系统和信号源，完成 RDSS S1、BD2 B1、BD2 B3、GPS L1、GLONASS L1 信号模拟生成以及 RDSS L 入站信号接收；利用干扰源完成单频干扰、扫频干扰、噪声调频、伪码噪声等干扰信号生成。

B3 和 S 信号波前模拟器将导航射频信号和干扰射频信号通过内部的矩阵开关

及时延线的控制，在输出的阵列信号中形成若干固定的测试场景。

在做有线测试时，波前模拟器直接输出若干固定场景的阵列信号，连接到被测接收机的射频输入接口。在做暗室测试时，闭环测试系统、信号源和干扰源的输出射频信号直接连接暗室中的导航天线和干扰天线接口。

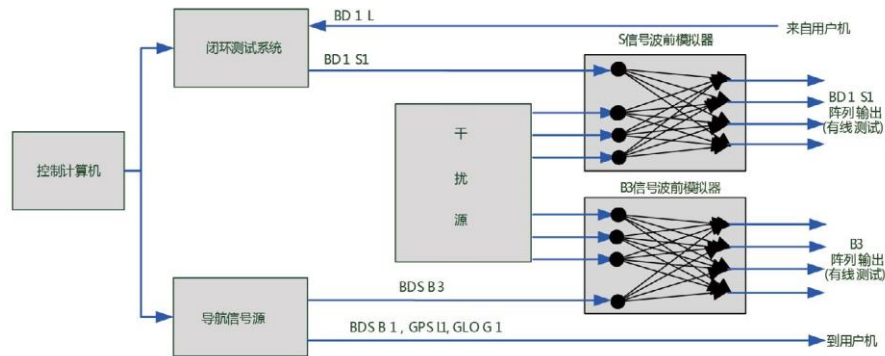


图 3：生产有线测试设备配置方案简化图

## 2) 主要功能

- 大批产品快速测试：检验硬件一致性，软件版本、错误等测试，产线故障产品筛选，合格性检验。
- 测试天线阵抗干扰接收机除天线外的所有环节整合后的抗干扰性能。
- 典型场景测试：1信号 +3干扰全空域模拟，最多 65536 种 DOA 场景组合；支持干扰信号的 2宽 1窄典型设置等。
- 全空域干扰模拟： 3干扰一千多种 DOA 场景组合。
- 全空域信号模拟

## 3) 优势特点

测试系统具备下述五个特点：

- 测试成本低  
闭环测试系统和信号源不需要进行改装，完全可以复用到其它系统中。
- 极高的测试效率  
适用于快速和大批量的产品出厂前有线检测。
- 测试有效性高  
可以做上半球面分区测试，对进行遍历支持多达 65536 种 DOA 组合。
- 测试简单与可重复性高  
测试场景的可控性好，简单重复操作。

- 自动测试评估配  
 备有测评系统，可以实现一键式自动测试、评估并生成报表，测试数据由数据库管理，可以实现数据的深度挖掘。

## 4. 生产测试有线系统

无线性能快速测试系统采用多探头暗室技术，对被测产品进行快速地预认证测试，对测试认证中发现的问题进行快速复测，以便排查定位问题。

### 1) 系统组成与原理

无线性能快速测试系统由集多项专利设计的 GTS 1800小型可移动化暗室、自动化测控评估软件、导航信号模拟源以及 RDSS闭环测试系统等设备组成。该系统专门为满足预认证、研发以及产线质量抽查，及北斗日常维护的需求而设计，能够实现和大型暗室同等的测试精度和一致性。

系统通过射频开关矩阵自动选择切换多天线探头中的一个发射信号，另一个接收信号。通过遍历电扫描，结合被测用户机的一维转动，可以测出天线波束空间内的灵敏度、EIRP值等指标。对于不需要扫描角度的测试项，只需固定选择天顶方向的天线探头即可。

系统组成示意图见图 4，系统具有小型化、灵活、同等测量精度下测量速度快等突破性优势，占地面积小、高度低、移动性好，可摆放于任何实验室或研发工作台前，为研发测试提供便利。此外，系统还支持扩展连接多个暗室，可大幅提升测试速度，从而满足产线检测与抽查的特定需求。

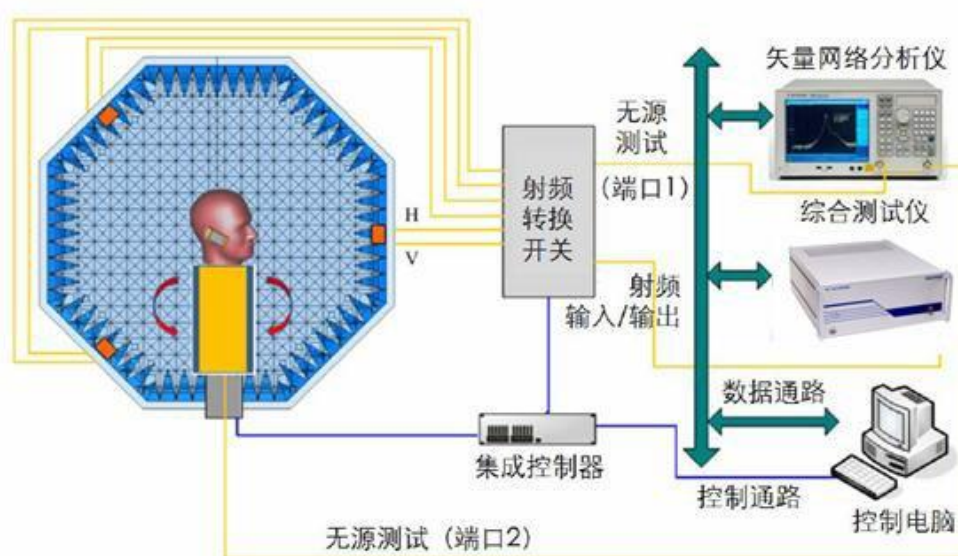


图 4：无线性能快速测试系统配置方案简化图



## 2) 主要功能

系统测试项目包含以下几个方面

- 支持北斗 RNSS测试：可测试整机的全向接收灵敏度，可对整机进行 OTA测试。
- 支持北斗 RDSS测试：可测试用户机全向接收灵敏度和发射 EIRP值及稳定性，可对整机进行 OTA测试。
- 支持 GPS、GLONASS等民用终端测试：可测试用户机全向接收灵敏度，对整机进行 OTA测试。
- 支持导航天线测试：可以测试的导航天线指标有，天线方向图、波束宽度、极化和轴比、增益、电压驻波阻抗、频率选择性、前置放大器增益、前置放大器噪声系数、1dB 压缩点输出功率等指标。

## 3) 优势特点

测试系统具备下述几个特点：

- 全方向图测试  
不同于一般的小型暗室仅有单个或两天线，该系统基于 GTS1800 暗室的多探头天线，通过有限仰角采样点的全方向图拟合算法，可精确测试接收机的全方向图和发射 EIRP值。
- 高精度和一致性  
与大型认证级测试系统的准确度误差：优于 0.8 dB，测试重复度：0.5 dB。
- 小型化移动便捷  
真正的移动式测试平台，无障碍运输及进出建筑  
暗室尺寸：≤1.8m\*2m\*1.2m  
重量：400 kg
- 极快的测试速度  
基于电扫描和一维转台，灵敏度测试时间只需二十分钟。
- 可扩展性与可复用性  
系统通过对闭环测试系统的功能扩展，可以同时连接多达 8个暗室进行测试，极大的提高了效率；同时，系统使用闭环与导航信号源等均可在其它测试系统中重复利用，为客户创造效率节约成本。
- 自动测试评估  
配备有测评系统，可以实现一键式自动测试、评估并生成报表，测试数据由数据库管理，可以实现数据的深度挖掘。

## 5. 生产有线测试系统

外场抗干扰测试系统主要解决天线阵外场有限场地条件下的抗干扰性能测试所面临的问题。本解决方案可以在场地有限情况下完成天线阵抗干扰性能能的较为完备、便捷的测试。系统可优选建筑物楼顶搭建测试环境。

### 1) 系统组成与原理

外场抗干扰测试系统组成如图 5所示，包括室内控制部分和室外天线部分。室外部分包括：接收机云台、天线支架、干扰天线组。室内部分包括：控制计算机、干扰源、高隔离度矩阵开关等。

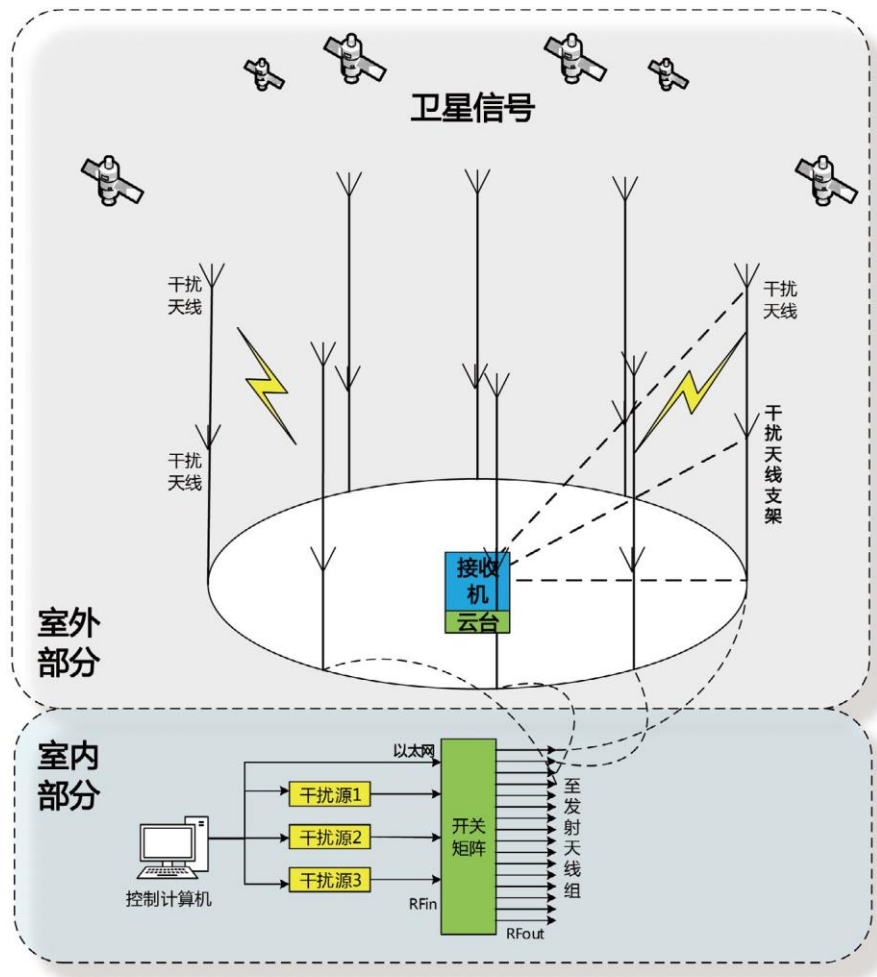


图 5：外场抗干扰测试系统配置方案简化图

### 2) 主要功能

- 支持接收机基本性能测试：



支持包括定位精度、定位测速更新率、定位成功率等指标的测试。

- 支持抗干扰性能测试：  
干扰抑制性能测试、干扰监测和三个方向的压制型干扰测试  
三个干扰源：干信比不小于 60dB  
一个干扰源：干信比不小于 70dB
- 支持干扰场景可设置：  
干扰信号电平、带宽、干扰信号频率可设置。  
典型测试场景：1个窄带（宽带）；2宽 1窄。  
若约束各干扰来向不可重叠，则总场景数为 640 个；若不约束，则总场景数为 4096 个。各场景之间可快速任意切换

### 3) 优势特点

测试系统具备下述几个特点：

- 成本低成本低  
不需要导航信号模拟，建设暗室成本低廉。
- 测试场景真实  
导航信号为真实的空间信号，干扰信号方位、导航卫星信号方位真实准确精度高。真实信号有各种各样的随机因素，该方位导航信号为真实的空间信号，没有模型的近似，直接测试接受终端真实的工作性能。
- 干扰配置灵活  
干扰电平、干扰信号模式、干扰信号空间方位可控，支持场景的灵活配置，可以测试干扰性能抑制指标，可重复测试。

创新求远

尊重个人

服务用户

## 关于创远

上海创远仪器技术股份有限公司（股票代码：831961），是一家自主研发射频通信测试仪器和提供整体测试解决方案的专业仪器仪表公司。公司专注于无线通信、射频微波、无线电监测、北斗导航及智能制造测试领域，拥有自主品牌和一系列测试仪器核心专利技术，集研发、生产和销售为一体，并是具有自主知识产权的高新技术企业。荣获2016年度国家科学技术进步奖特等奖。2016年成为上海市企业专利试点示范单位，2017年被评为“2017年度国家知识产权优势企业”。公司拥有一支较强的研发团队，核心骨干均有多年从事移动通信、射频微波、无线电监测、导航测试的研发经验。公司主要产品包括无线通信测试仪器，通用射频测试仪器，无线电监测系统，北斗/GPS 导航及智能制造测试系统，专用移动终端设计解决方案。

公司多年牵头承担国家“新一代宽带无线移动通信网”科技重大专项课题开发任务及上海市高新技术产业化专项、战略性新兴产业发展专项、科技创新行动等研发任务，承担上海无线通信测试仪器工程技术研究中心的持续建设任务，全面展开5G通信测试技术的研究，参与国家5G测试规范及标准制定，不断加强公司长期的核心竞争力。

2015年创远正式发布“1+3”五年发展战略，即继续加强国产无线通信仪器国家队的势能建设，继续增强无线通信测试仪器、无线电监测系统、北斗/GPS 卫星导航测试系统与智能制造测试系统的研发和创新。利用核心技术，聚焦客户痛点，依托创新中心，与客户共同开发更优的应用解决方案。

## 创新求远，追求卓越！

## 总公司

上海市徐汇区漕河泾开发区桂箐路69号29栋6楼  
电话：021-6432 6888  
传真：021-6432 6777  
邮箱：info@transcom.net.cn  
网址：www.transcom.net.cn

## 南京分公司

南京市江宁区秣周东路 9 号无线谷A3楼  
电话：025-84937849  
传真：025-84937849-804

## 成都分公司

成都市高新区九兴大道14号凯乐国际3栋1单元403  
电话：028-83227390  
传真：028-85120797

## 北京分公司

北京市东城区东水井胡同11号楼7层8A03  
电话：010-84263611  
传真：010-82051758

## 武汉分公司

武汉市江汉区常青路福星惠誉1栋1914室  
电话：027-63374916

## 广州办事处

广州市天河区长兴路5号B栋3楼A18室  
电话：020-38617396

## 西安办事处

西安市雁塔区科创路嘉天国际二号楼一单元1101室  
电话：029- 88240745  
传真：029- 88227690



ISO9001



ISO14001



公司信息



公司公众号