

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.05.11

RNSS 射频基带一体化芯片测试方法研究

夏天, 刘英乾, 杨文彬, 王田

(北京东方计量测试研究所, 北京 100086)

摘 要: 随着卫星导航产业的快速发展, 导航芯片成为民用卫星导航应用的核心竞争力。拥有诸多优势的射频基带一体化芯片是导航芯片发展的主流方向之一, 本文依托某应用推广项目, 对国产的该类芯片进行测试验证, 通过不同模式下对其定位精度和跟踪灵敏度的考核, 验证了芯片的基本功能, 对该类芯片的测试方法进行了初步研究。

关键词: 民用导航; 一体化芯片; 测试方法

中图分类号: TB9; TN407

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2015)05-0049-03

Study on Test Method of System on Chip for RNSS

XIA Tian, LIU Yingqian, YANG Wenbin, WANG Tian

(Beijing Orient Institute for Measurement & Test, Beijing 100086, China)

Abstract: Navigation chip has become the core competitiveness of civil satellite application with the rapid development of satellite navigation industry. System on Chip(SOC) with many advantages is one of the mainstreams of navigation chip development. We conducted test and certification to this homemade chips based on an application promotion project. This paper presents a study on test method and verifies the basic functions of the chip through assessing positioning accuracy and tracking sensitivity under different modalities.

Key words: civil navigation; system on chip; test method

0 引言

随着移动通信和卫星导航融合趋势的不断加深, 卫星导航芯片的形态也在不断地演进变化。从独立的导航射频芯片和基带芯片到射频基带一体化芯片, 集成度越来越高, 功能越来越完善, 市场推进也越来越深入^[1]。目前, 同国外相比, 国内卫星导航芯片的主要形态是独立的导航射频芯片和基带芯片, 性能方面存在较大差距, 因此一体化芯片的比测工作显得十分重要。本文主要内容是一体化芯片测试方法研究, 以此验证该类国产芯片的功能。

1 测试方法

针对一体化芯片测试项目较多、应用场景丰富的特点, 采用实际信号和室内仿真信号相结合、动态测

试和静态测试相结合的测试方式。利用精密参考点和跑车试验系统构建实际信号下的静态和动态测试环境, 利用卫星导航信号模拟器搭建室内仿真测试环境。本文选取静态定位精度和跟踪灵敏度两项典型指标进行分析。

1.1 静态定位精度测试

该项目考核被测芯片接受卫星实际信号时静态定位性能, 利用已经标定的精确坐标点开展测试, 其系统连接如图 1 所示。实际测试中, 固定在精确已知点的导航型天线将卫星实际信号输入测试系统, 并通过功分器为多路并行测试创造条件; 通过测控计算机、串口服务器、程控电源实现被测芯片的自动加断电以及播发控制指令, 使芯片在 BDS 模式和 BDS + GPS 联合模式下分别定位上报结果, 再由专用软件对被测芯片该项性能进行评估。

1.2 跟踪灵敏度测试

跟踪灵敏度是指被测芯片在捕获信号后, 能够保持稳定输出并符合定位精度要求的最小信号电平。实际测试中, 根据要求设计特定的场景导入卫星导航信号模拟器产生卫星导航射频信号, 芯片接

收稿日期: 2015-06-16; 修回日期: 2015-08-21

基金项目: 中国第二代卫星导航系统专项产业化民用基础类项目(0303010206)

作者简介: 夏天(1985-), 男, 湖南安化人, 工程师, 现从事导航测试研究工作。

收该信号进行定位解算并上报定位结果信息。通过设置测试系统输出信号功率以 1 dB 步进递减直至无法定位, 得到芯片跟踪灵敏度性能。测试现场照片如图 2 所示。

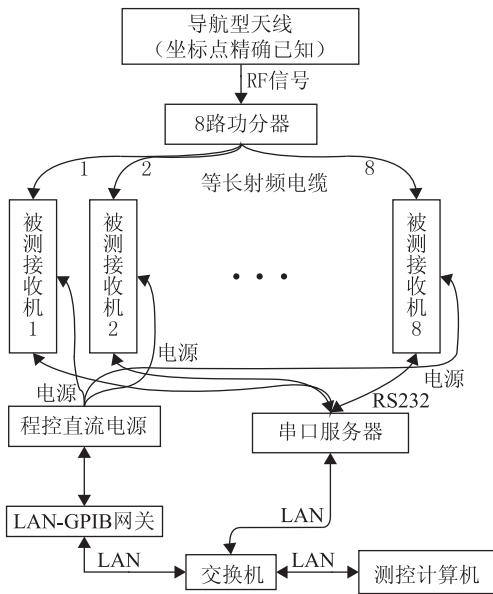
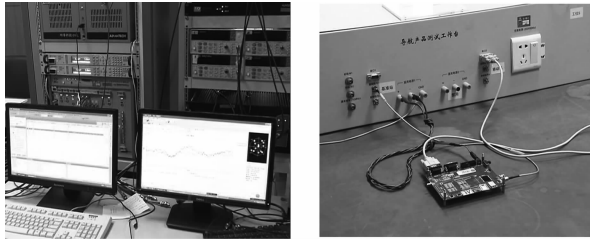


图1 静态定位精度测试系统连接图



(a) 测试评估系统

(b) 被测芯片

图2 测试现场照片

2 评估方法

2.1 静态定位精度评估方法

采集的各时刻定位数据, 剔除定位语句中有效标示符为“无效”的数据; 在得到的剩余实时定位数据中剔除平面精度因子 HDOP > 4 或位置精度因子 PDOP > 6 的测量数据, 剔除后的定位数据参与定位准确度的解算, 参与解算的定位数据与标定的已知位置值相比, 计算定位准确度。计算方法如下:

将被测模块输出的大地坐标系定位数据转换为站心坐标系定位数据, 计算各历元输出的定位数据在站心坐标系下各方向 (NEU 方向, 即北东天方向) 的定位误差, 有

$$\Delta N_i = N_i - N_{0i}$$

$$\Delta E_i = E_i - E_{0i}$$

$$\Delta U_i = U_i - U_{0i}$$

式中: ΔN_i , ΔE_i , ΔU_i 为第 i 次实时定位数据沿 N , E , U 方向的定位误差 ($i = 1, 2, \dots, n$), m ; N_i , E_i , U_i 为第 i 次实时定位数据沿 N , E , U 方向的分量, m ; N_{0i} , E_{0i} , U_{0i} 为第 i 次实时定位的标准点坐标沿 N , E , U 方向的分量, m 。

计算站心坐标系下各方向的定位偏移:

$$\bar{\Delta}_N = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta N_i}{n}$$

$$\bar{\Delta}_E = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta E_i}{n}$$

$$\bar{\Delta}_U = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta U_i}{n}$$

式中: $\bar{\Delta}_N$, $\bar{\Delta}_E$, $\bar{\Delta}_U$ 为定位偏移的 N , E , U 方向分量, m 。

计算定位误差的标准差:

$$\sigma_N = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta N_i - \bar{\Delta}_N)^2}$$

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta E_i - \bar{\Delta}_E)^2}$$

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\Delta U_i - \bar{\Delta}_U)^2}$$

式中: σ_N , σ_E , σ_U 为定位误差的标准差在 N , E , U 方向的分量, m 。

则, 水平定位精度 u_H 为

$$u_H = \sqrt{\sigma_N^2 + \sigma_E^2}$$

垂直定位精度 u_U 为

$$u_U = \sigma_U$$

2.2 跟踪灵敏度评估方法

被测设备定位结果 (三维) 连续十次小于 60 m 的条件下, 被测芯片 RF 输入接口电平即为跟踪灵敏度^[2]。

3 结果分析

一体化芯片的比测集中了多家国内领先的芯片厂商, 本文选取其中表现优异的某型号 SOC 芯片的测试数据进行分析。该芯片的静态定位精度和跟踪灵敏度在 BDS 模式和 BDS + GPS 联合模式下分别进行了测试^[3], 结果如表 1 所示。

表1 测试结果

定位模式	静态定位精度/m		跟踪灵敏度 /(- dBm)
	水平定位精度 u_H	垂直定位精度 u_U	
BDS	4.08	5.25	158
BDS + GPS	1.63	4.20	161

从表1给出的测试结果来看,在北斗+GPS联合定位模式下,结果均好于单北斗模式,从侧面反映出双模对定位性能提高的优势^[4]。该结果满足了指标规定要求,反映出国内厂家在软件算法和硬件设计上取得了长足进步,其芯片已接近国际先进水平。

4 总结

随着民用导航的快速发展,消费类市场对于卫星导航芯片发展的基本要求就是在不断提升性能指标的同时追求芯片产品的低功耗、低成本、小尺寸和易集成。将导航射频和基带功能集成(包括低噪放、滤波器和抗干扰在内的元器件和功能),形成一体化导航芯片,在降低外围物料面积和成本的同时也降低用户应用时的设计难度,是芯片发展的方向之一^[5]。



(上接第30页)

要形式包括叶片主导型模态,轮盘主导型模态和叶片轮盘组合主导型模态。

对于叶片主导振型,在节径-频率图中可以看到斜线近似水平,叶盘结构以叶片振型位移为主要振动形式;轮盘主导振型则是以轮盘的振动位移为主,随着节径数的增加,轮盘波数增大,节径-频率图中出现斜率较大的斜线;而叶片和轮盘同时具有较大模态振动时,叶盘结构振动表现出的形式则是叶片轮盘组合主导振型。

4 共振分析时需要考虑的几个问题

一般来说,对整体叶盘结构进行共振特性分析的方法主要是对叶片和轮盘分别进行共振分析,并从如何减少共振的角度进行叶片和轮盘的振动设计^[3-4]。但根据本文分析,在进行整体叶盘结构的耦合振动分析过程中,需进一步考虑以下因素:①由于整体叶盘结构的模态按节径分“族”,其模态频率呈“带”分布,因此,避开共振问题应是避免与该“族”的各阶模态频率产生共振;②由于模态密集,难以真正避开与所有模态频率产生共振的情况,实际上在很多情况下,可能达不到避开共振的要求,因此主要研究如何避开若干关键阶模态频率的共振问题;③由于叶片与轮盘之间不存在榫接的摩擦阻尼等,整体叶盘结构的阻尼更小,因此研究其结构的共

振特性时需进行更加仔细的分析和试验。

参考文献

[1] Bracy B L, Mims W, Elrod B. Inverted GPS Range for Modernized GPS Field Testing [C] //ION 58th Annual Meeting. Albuquerque, New Mexico: ION, 2002.

[2] 何晓峰. 北斗导航接收终端检测规程[S]. 长沙: 国防科技大学电子科学与工程学院卫星导航研发中心, 2013.

[3] 张钦娟. 北斗二号民用设备测试方法研究[J]. 现代电信科技, 2012, 15(3): 78-80.

[4] Timothy M B, Jason W, Michael J C. A High G MEMS - Based Deeply Integrated INS/GPS Guidance Navigation and Contral Flight Management Unit [C] // IEEE/ION PLANS 2006. [s. l.] : IEEE/ION, 2000: 772-794.

[5] Brian Weinstein, Dennis Akos, Eric Vinande. Tianxing Chu: GNSS Receiver Evaluation Record and Playback Test Methods [J]. GPS World, 2009, 17: 23-26.

5 总结

本文主要采用循环对称结构的有限元分析方法,对整体叶盘结构的分析涉及两个方面的内容:①基于有限元模型的实际叶盘结构耦合振动的固有模态特性分析,包括分析模型、叶片和轮盘的固有模态、整体叶盘结构固有模态特性等,并对典型整体叶盘进行了计算和分析;②在相关分析的基础上,讨论了整体叶盘结构振动模态与共振特性问题等,为实际工作整体叶盘耦合振动的预测与分析提供了依据。

参考文献

[1] 王春洁, 宋顺广, 宗晓. 压气机中叶片轮盘耦合结构振动分析[J]. 航空动力学报, 2007, 22(7): 1065-1068.

[2] Lazarus A, Prabel B, Combescure D. A 3D finite element model for the vibration analysis of asymmetric rotating machines [J]. Journal of Sound and Vibration, 2010, 329 (18): 3780-3797.

[3] 范志强, 马枚, 王荣桥. 航空发动机整体叶盘优化设计[J]. 燃气涡轮试验与研究, 2000, 13(4): 27-30.

[4] 李炳涛, 张莉莉, 鲁锐. 基于ANSYS的故障涡轮振动性能分析[J]. 机械工程与自动化, 2008(6): 115-117.