

航天GPS接收机的低噪声放大器设计

杨春宝 张海云 白洁

北京清华大学宇航技术研究中心(100084)

2008-08-21

摘要: 介绍一种用于航天GPS接收机的无源微带天线的低噪声放大器设计。内容涉及选择低噪声放大器的输入匹配网络及优化匹配参数;并通过实际测试验证了它在天线中应用的有效性。实验结果表明性能优于已有的星载GPS接收机天线。

关键词: 低噪声放大器 航天GPS接收机 无源微带天线

全球定位系统GPS(Global Positioning System)是一种无源定位系统,对海陆空天的运动和静止载体都可应用。研究资料表明,在900km以下的近地轨道,GPS接收机的单点实时定位精度不低于地面的应用水平。GPS的航天应用正影响着未来航天器系统的结构。GPS技术在航天器上的应用,对航天器成本、功耗、重量的降低有显著的效果。GPS能够完成多种传感器完成的功能,测定航天器的航迹、姿态、时间参数及航天器间的相对距离,最终结果可以使航天器上的传感器附件数量减少,增强航天器在轨自主运行的能力^[1]。

本航天GPS接收机是L1 C/A码导航型接收机,只接收L1 C/A信号。对地面应用的接收机,L1 C/A信号的最低接收功率为-160.0dBm^[2],有用信号淹没在热噪声信号中。在LEO轨道,考虑自由空间传播损耗和大气损耗都小于地面应用,所以GPS信号功率比地面大1~2dBm。接收机接收到的信号经下变频后,在较低的中频频率进行基带处理。通常无源天线接收的信号强度不满足变频器芯片的输入要求,所以要用低噪声放大器对天线接收信号进行放大。低噪声放大器要满足增益要求且噪声系数尽量小。

1 LNA设计

天线和LNA部分设计的框图如图1所示。各部分集成在一起,以降低馈线损耗,减小噪声系数。根据所设计航天GPS接收机的航天应用特点,选用Microplus1621LW无源天线,它简单、坚固、体积小,适合安装在微小卫星上。在接收机天线处,GPS信号非常微弱,带外射频信号影响LNA和射频前端工作,造成信号失真。尤其当GPS天线与射频发射天线安装距离较近,射频天线的辐射可能导致器件饱和而使GPS接收机不能正常工作。所以需要射频滤波器抑制带外信号,本设计选用Murata公司的滤波器DFC21R57P002BHA,特性曲线如图2所示。



图1 天线和LNA设计框图

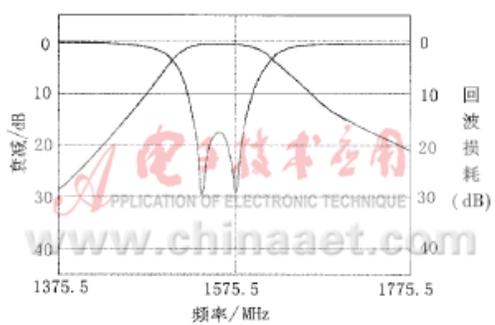


图2 DFC21R57P002BHA 射频滤波器的特性曲线

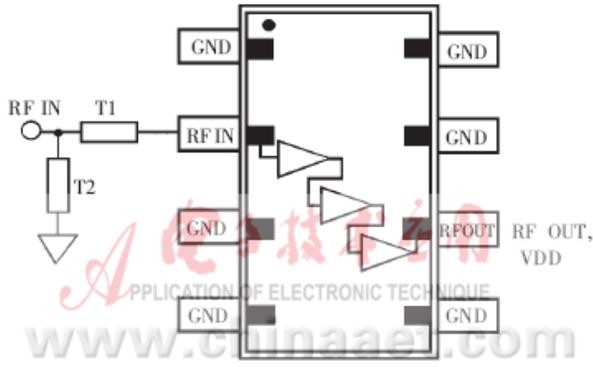
航天GPS接收机的低噪声前置放大器采用AM50-0002低噪声放大器进行设计。AM50-0002的噪声系数为1.15dB,标称增益27dB,一片芯片即可满足要求^[3]。AM50-0002的管脚连接图与输入匹配参数如图3所示。考虑到使用微带实现输入匹配的复杂性,以及1.575GHz频率下微波电感的适用性,设计中用微波电感实现输入匹配。输入匹配的电感网络和电感参数用ADS软件优化得到。

热点专题

- 信心09,冬天来了,春天还会远吗?
- 低功耗技术,是鸡还是蛋?
- 华北计算机系统工程研究所(电子六所)总结表彰春节联欢会
- Powerwise高效能解决方案
- 2008Security China中国国际社会公共安全产品博览会
- 视频信号处理技术
- 2008嵌入式技术创新及...
- 2008飞思卡尔技术论坛
- Altera公司SOPC...
- 第十届高交会电子展
- 科技闪耀北京奥运
- ADLINK DAY—2008年量测与自动化技术国际高峰论坛
- 中国电子学会Xilinx杯开放源码硬件创新大赛
- 赛灵思公司Virtex-5系列FPGA
- 3G知识
- IPTV
- 触摸屏技术
- RoHS

杂志精华

- 基于CC2430的无线传感器...
- 无线传感器网络应用系统综述
- 无线传感器网络在野外测量中的...
- 基于竞争的无线传感器网络
- 用于矿井环境监测的无线传感器...
- 具有自适应通信能力的无线传感...
- 基于传感器网络技术的深孔测径...
- 基于无线传感器网络的家庭安防...
- 基于ATmega128L与C...
- 无线传感器网络中移动节点设备...



频率=1.575GHz		
	阻抗	电长度
T1	57.2Ω	36.0°
T2	82.7Ω	16.2°

图3 AM50-0002的管脚连接图和输入匹配参数

2 匹配网络和参数优化

(1) 计算微带T1、T2的参数

用微波EDA工具软件ADS2002计算微带T1、T2的参数。执行命令ADS2002→Tools→LineCalc，选定微带类型、衬底参数(substrate parameters)和工作频率，在电参数(Electrical)下填写图3中的阻抗和电长度，执行合成(Synthesize)，从物理参数(Physical)下得到微带的宽度W和长度L。对图3中的T1、T2的计算结果如下：

T1 W=2.08512mm, L=12.7006mm;
 T2 W=1.04589mm, L=5.85184mm。

(2) 计算单端口S参数

根据图4所示原理图，将微带设置为(1)中得到的参数，微带类型、衬底参数和工作频率与(1)保持一致，计算得到单端口S参数为S(1,1)=0.756/62.140。

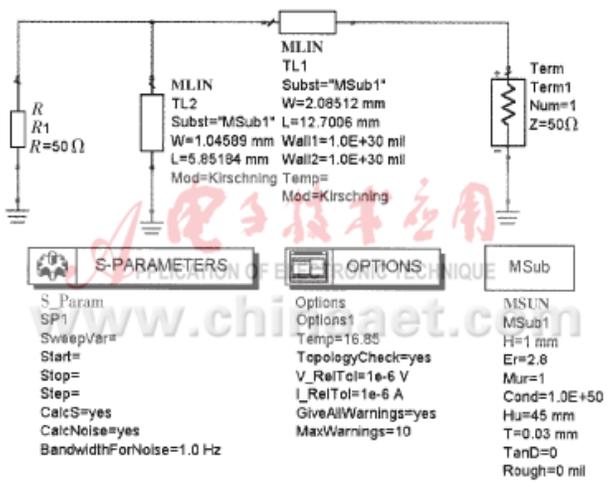


图4 计算单端口S参数

(3) 确定电感匹配网络

尝试不同的电感匹配网络，根据匹配结果确定匹配网络如图5所示。

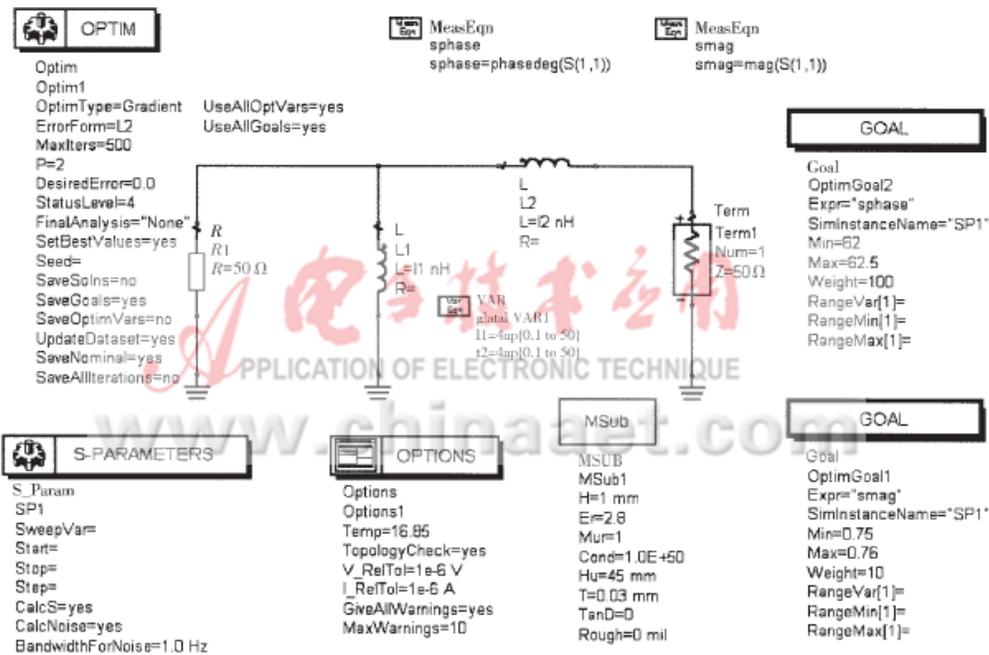


图 5 优化参数

(4) 优化匹配参数

原理电路如图5所示，将 $S(1, 1)=0.756/62.140$ 作为优化目标，优化理想电感 L_1 、 L_2 的参数。优化计算36步后得到结果。此时 S 参数为 $S(1, 1)=0.758/62.042$ ，得到的理想电感参数为： $L_1=4.986\text{nH}$ ， $L_2=5.302\text{nH}$ 。

3 实测结果

本设计得到的天线与其它两种天线分别和SuperStar OEM接收机连接工作，得到跟踪相同GPS卫星时的载波噪声比如表1所示。从表1中可见，本设计得到的天线与地面应用中常用的SM25天线性能相近，好于已有的工程星GPS接收机天线。

表 1 应用不同天线时的载波噪声比(单位: dB-Hz)

天线	SM25	工程星天线	本设计天线
PRN			
01	50.8	48.1	50.7
04	55.5	53.2	55.4
05	50.9	47.3	51.1
07	53.6	52.4	53.4
13	49.7	46.5	48.6
20	50.3	48.3	51.3
24	50.1	49.4	48.6
28	50.7	46.6	50.9

参考文献

- 1 潘科炎. GPS在航天器导航和姿态确定领域的应用前景. 航天工业总公司五零二研究所, 1996. 10
- 2 Elliott D. Kaplan著, 邱致和, 王万义译. GPS原理与应用. 北京: 电子工业出版社, 2002. 08
- 3 AM50-0002 Datasheet. http://www.macom.com/data/datasheet/AM50-0002_V5.pdf.

在线联系

添加到收藏夹

关于“ 航天GPS接收机的低噪声放大器设计 ”，我有如下需求或意向：

用户名: 密码: 验证码: 5829 欢迎注册

相关应用

- 低功耗低噪声CMOS放大器设计与优化
- 应用于超导接收机前端的相位匹配技术
- 基于功耗限制的CMOS低噪声放大器最优化设计
- 微型星载GPS接收机硬件设计
- 基于网络分析仪提高低噪声放大器的测量精度

《电子技术应用》编辑部版权所有

地址：北京海淀区清华东路25号电子六所大厦

联系电话：82306084 / 82306085 传真：62311179 京ICP备05053646号

推荐分辨率1024*768 IE6.0版本

