

体积小,并且需要使用环形隔离组件,因此本文选择使用微带环形器,该微带环形器在X波段插损为0.5 dB。环形器由于结构特点,通常使用焊料烧结在壳体上。多通道设计中电路部分使用多层板设计具有显著的优势,因此需要解决多层板微带线到环形器的过渡问题。同时发射使用超小型推入式射频同轴连接器 SMP 从组件底面输出,该垂直过渡需要专门仿真优化,避免出现驻波大甚至谐振问题。垂直过渡模型如图 2 所示,仿真结果如图 3 所示,其电压驻波比在 8 ~ 12 GHz 频带范围内小于1.2,满足使用要求。

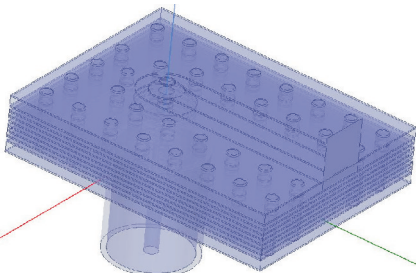


图2 垂直过渡仿真模型

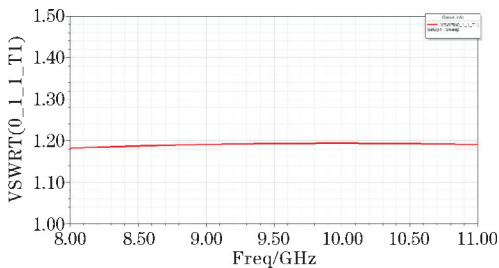


图3 垂直过渡仿真结果

组件单通道输出功率需要达到2 W,由于该频段微带环形器的插损为0.5 dB,连接器损耗、线损及失配损耗为0.3 dB,因此功放输出功率需要大于2.5 W,该功率量级使用 GaAs 芯片即可。发射移相器需要在两个波束间快速切换,使用 27 位串并转换芯片,具有二选一开关功能及上电控制位,可以预存两组移相码,配合电源调制芯片可以对每个通道进行独立上下电,发射串并转换芯片框图如图 4 所示。

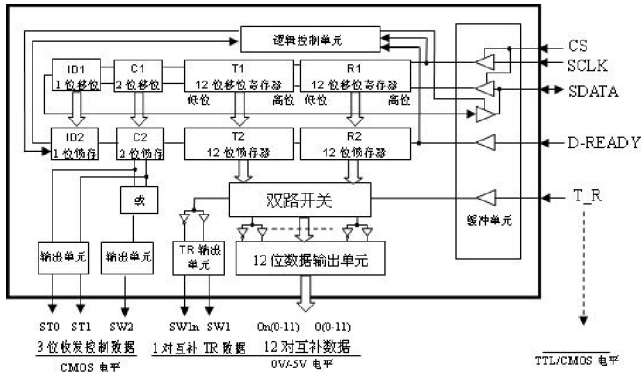


图4 发射串并转换芯片框图

2.2 接收通道设计

接收通道主要完成信号的低噪声放大及移相衰减。由于前端使用了环形器,天线阻抗失配时反射信号较大,为了保护低噪放,在低噪放前加入限幅器。接收有两个波束,放大后功分为两路分别移相衰减,常规移相衰减器体积大,由于通道间距受限,选择使用两通道的幅相多功能芯片,该芯片集成两个通道的移相衰减和串转并,简化了电路设计,其原理框图如图 5 所示。

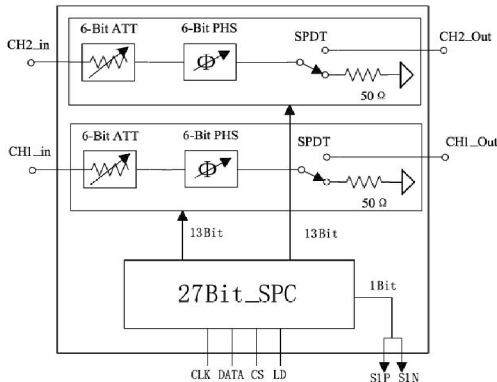


图5 接收双通道幅相多功能芯片原理框图

2.3 馈电网络设计

该组件有两个波束,接收时两个波束同时工作,因此需要两套独立的8合1合成网络;而发射为分时双波束,可以使用同一个套网络,因此需要三套网络。但是三套网络在电路布局难度较大,且增加成本,由于收发分时工作,因此考虑将其中一套接收网络与发射共用,通过开关切换,简化设计。

2.4 保护电路设计

保护电路单元有接收限幅保护和发射负电、掉电保护和超温保护三部分。

(1)限幅保护电路

由于发射通道多,在测试时可能存在误操作,功放打开时输出端没有负载,引起信号全反射到接收支路,而且波束扫描时天线驻波增加也会引起强反射,反射信号对放大器造成损伤。因此在放大器前设置限幅器,使大信号经过限幅器后被限制在低噪放可以承受的功率电平以下。

(2)负电、掉电保护电路

栅极电压需要保持在一定的范围内功放才能安全工作,由于误操作或者负电开路导致在栅压没有加上

<3.2 dB,通道隔离度>45 dB。整个组件在一张多层板上完成设计,减小了装配难度,提高了一致性,具有较高的工程应用价值。

参考文献:

[1] 张光义,赵玉洁.相控阵雷达技术[M].北京:电子工业出版社,2006.

[2] 弋稳.雷达接收机技术[M].北京:电子工业出版社,2005.

[3] 郑新,李文辉,潘厚忠.雷达发射机技术[M].北

京:电子工业出版社,2006.

[4] 廖原,王杰,郝金中,等.小型化X波段双通道TR组件的设计与研制[J].无线电工程,2015,45(4):56-59.

[5] Kopp B A, Borkowski M, Jerinic G. Transmit/receive modules[J]. IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques,2002,50(3):827-834.

[6] Hommel H, Felldle H P. Current status of airborne active phased array (AESA) radar systems and future trends [C]. 34th European Radar Conference Digest. Amster dam:IEEE Press,2004.

Design of X Band Double Beam Multi Channel T/R Module

WANG Shuqing¹, TANG Tao², ZOU Lin³, YONG Zheng¹

(1. Sichuan SIP Electronic Technology Co. ,Ltd. ,Chengdu 610051, China;2. College of Electronic Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China;3. School of Electronic Science and engineering, University of Electronic and Science Technology of China, Chengdu 611731, China)

Abstract: An X band dual-beam multichannel T/R module is designed, which consists of 8 channels, including a cavity, RF multilayer board, ring isolator, power amplifier with low noise, amplitude-phase multifunction, power modulation circuit, and feed network. Transmitting is a time-sharing double beam, receiving is a real-time double beam, transmitting preset phase shift code of two beams, beam switching speed is fast. Components use symmetrical design and a micro-assembly process for good consistency. Measured results show that the output power of the module is ≥33 dBm and the noise is ≤3.2 dB, and all the indexes meet the expected requirements.

Keywords: double beam; multi channel; T/R modules; multilayer