 DOI: https://doi.org/10.12349/tie.v2i4.6852

The hardware circuit implementation of a Beidou regional short message communication module

Xiangzhi Liu

Nanjing Panda Handa Technology Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract

This paper introduces a hardware design scheme for a BeiDou regional short message communication module applied in the BeiDou navigation and communication system. The scheme is based on the up-conversion of the L-band transmission channel's RF signal to a low-power L-band signal, which is then amplified and transmitted to the antenna. The system signal can meet the satellite reception power threshold requirements. The design includes an S2c receiving LNA circuit, a low-noise amplifier circuit, up and down conversion channel chip circuits, a digital processing baseband chip circuit, a 10MHz clock reference circuit, a reset circuit, and a 5W/10W power amplifier circuit. The system's resistance to WIFI and 5G communication interference is analyzed. The system exhibits favorable energy consumption requirements.

Keywords

Beidou Navigation; Launch Video Communication; Short Message Communication; Hardware Circuit Design

一种北斗区域性短报文通信模块硬件电路实现

刘相志

南京熊猫汉达科技有限公司，中国 · 江苏 南京 210000

摘　要

对一种应用于北斗导航通信系统里的北斗区域性短报文通信模块硬件设计方案进行了详细的介绍，方案基于L频段发射通道射频上变频到L频段低功率信号进行放大，然后传送给天线，系统信号能够满足卫星接收功率门限要求；设计了S2c接收LNA电路、低噪放电路、上下变频通道芯片电路、数字处理基带芯片电路、10MHz时钟参考电路、复位电路、5W/10W功放电路等；对系统电路抗WIFI及抗5G通信进行了分析；系统具备较好的能耗需求。

关键词

北斗导航；发射视频通信；短报文通信；硬件电路设计

1 引言

随着我国北斗三代全球定位通信系统组网完成，北斗定位通信需求影响对人民的生活会越来越大，按目前国情趋势，北斗定位通信系统也会逐渐代替美国的全球定位系统 GPS 在中国的市场。而北斗定位通信系统与美国的全球定位系统 GPS 的最大区别就是不仅可以定位，而且还能互相通信。而本文主要基于 L 频段发射通道射频部分而探讨的一种应用需求设计。北斗三号 RDSS 模块包含一种区域性功能通信短报文模块，区域性功能形态模块集成了 S2C 接收及 5W 功率的 L 发射 [1]。

2 硬件电路设计

北斗三号 RDSS 模块是实现北斗三号 RDSS 通信定位功能的核心模块，区域性功能形态采用 S2C 接收和 5W 功放 L 发射加基带方案。系统电路集成 S2c 接收 LNA 电路、低噪放电路、上下变频通道芯片电路、数字处理基带芯片电路等。

2.1 S2c 接收 LNA 电路设计

整体方案 LNA 的噪声系数指标为：NF ≦ 2dB。LNA 是影响系统接收整体性能的关键部分。采用的架构如图 1 所示：

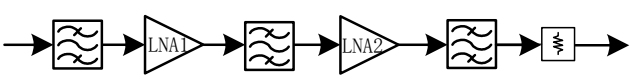

图 1 LNA 架构原理框图

第一级低噪放芯片采用一款高性能 LNA 芯片，其工作频段为 2GHz ~ 6GHz，噪声系数典型值为 0.56dB，增益为 18dB，输入 P1dB 为 0dBm，体积为 2.0mm × 2.0mm × 0.8mm，非常适合小型化设备使用。第二级采用声表滤波器带内插损最大为 2.5dB。在特殊要求应用场情中可以使用高抑制滤波

【作者简介】刘相志（1991–），男，硕士，工程师，从事嵌入式系统、射频信号处理研究。

器。低噪放频段为 5MHz ~ 4GHz，在 2.5GHz 的增益达到 25dB 噪声系数为 2dB。第三级滤波器采用普通声表滤波器，声表滤波器的插损约在 2.5dB[2]。

2.2 5W PA 方案设计

区域性功能模块发射前端采用 5W PA 功放发射方案，末级采用 5W 功放芯片，整个 PA 前端结构框图如图 2 所示。

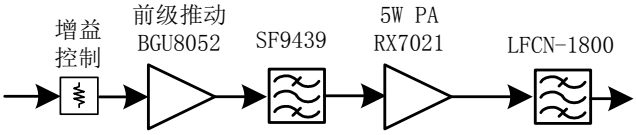

图 2 5W PA 方案框图

射频芯片的发通道输出小功率信号，经过增益衰减控制电路，输出至前级推动后，送给声表滤波器进行滤波，末级功放进行放大，经低通滤波器最后输出给外部天线发射。

前级推动电路输入 P1dB 为 0dBm，增益为 18dB，输出 P1dB 为 18dBm，由于末级功放在 5W 输出时要求输入信号功率约为 10dBm，上变频发射输出功率为 0dBm，经衰减网络 4dB, 声表插损 4dB，可以满足发射增益要求 [3]。

2.3 通道上下变频电路设计

通道上下变频集成了双通道 I/Q 下变频，一个发射上变频通道，支持标准 SPI 协议操作等，内部集成接收中频滤波器，支持模拟差分中频输出模式，可以直接与基带的 ADC 输入接口对接。接收通道集成 AGC 控制电路，最大增益达到 60dB，配合基带 12Bit 的 ADC，前端 LNA 只需要约 25dB 增益就可以满足。发射通道增益控制精度到达 0.5dB，范围达到 24dB，满足北斗对功率控制要求。具备输出可编程时钟 10MHz ~ 150MHz，满足 ADC 采样时钟需求。

2.4 基带电路设计

基带方案采用北斗专用基带芯片，芯片基于 28nm 工艺的 RNSS/RDSS 高性能基带芯片，支持北斗系统 RNSS、RDSS 系统信号接收处理。芯片内置 12bit 单通道高速 ADC，采样率 84MHz，支持宽中频输入，最大支持 4 路中频信号同时抗单音及窄带干扰，可同时跟踪北斗系统卫星数不少于 16 颗。 RDSS 信号部分：接收通道数不少于 14 个，具备兼收能力；支持 B3X、B3XE、B1X 频点授权信号直捕和辅助捕获。

3 系统电路抗 WIFI 及抗 5G 通信分析

3.1 抗 WIFI 分析

WIFI 有部分通信频段与 S2c 接收频段非常接近，存在影响 S2c 频点接收性能。目前我们使用 WIFI 频率范围一般为 2.4GHz~2.472GHz，有 13 个信道（第 14 通道不用），每个信道带宽为 20MHz，从而得知其最高频率为 2472MHz+10MHz=2482MHz。而北斗 RDSS 的 S2c 接收频段为：2491.75MHz ± 8.16MHz。它们之间的频率非常接近，计算出其低频段的频点为：2491.75MHz-8.16MHz=2483.59MHz，而普通的滤波器带宽无法起到抑制作用。FBF 滤波器的性能如图 3 所示。

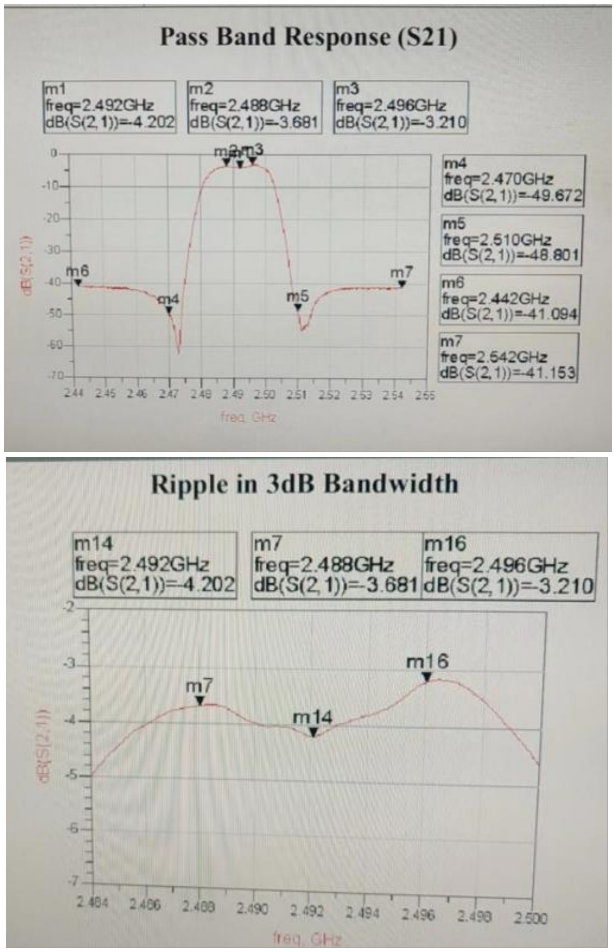

图 3 FBF 滤波器性能测试

从性能曲线图中可以看出在频率 2480MHz 处有约 10dB 的抑制，在 2470MHz 有 49dB 的抑制，所以对低信道的 WIFI 信号有良好的抑制作用。目前国内大部分 WIFI 很少用到高信道（第 13 信道），而第 12 信道频率为 2467MHz ± 10MHz，其高频率为 2467MHz+10MHz = 2477MHz。从 FBF 滤波器性能曲线图中可以看出此时抑制超过了 30dB，所以对一般的 WIFI 具备一定的抗干扰特性。

本设计中采用接收输入 1dB 压缩点为 -30dBm，而 LNA 约为 25dB，则可以计算出可以抗 WIFI 的最大功率为：-30-25+30=-25(dBm)。因此，如果在有 WIFI 干扰的环境中工作，只要 WIFI 信号到达模块射频输入口时的信号功率小于 -25dBm 时，模块依然可以正常工作。

3.2 抗 5G 通信分析

目前，5G 通信的频率已经与 S2c 接收频率重叠，在目前的射频技术下无法把 5G 信号滤除，而且模块使用场景一般是在没有移动通信网络的情况下使用，故如果有 5G 移动通信网络的环境时只对模块的抗烧毁性能做评估。

根据通道射频芯片输入最大功率要求，输入信号不能超过 +10dBm，和 LNA 增益 25dB 来评估，可以计算出最大输入信号为：-15dBm。如果从 LNA 第二级开始反推计算，于第二级允许最大功率为 -10dBm，第一级 LNA 增益为 17dB，两级滤波器的插损一共 5dB，计算出最大输入信号为 :-2dBm。第一级允许输入的最大信号功率为 +18dBm，第一级滤波器插损 1dB，可以计算出最大输入信号功率为：+19dBm。综合评估采用最极限值为 -15dBm，整个模块在射频输入口的信号不能超过 -15dBm。

以本设计为例，基站发射功率为 43dBm+17dBm=60dBm，当模块终端与移动基站 100m 时，模块终端接收到的信号大约为 -15dBm，接近模块输入信号最大功率值；此范围以外模块终端都是安全的。如果基站发射功率为 43dBm+7dBm=50dBm 时，则模块终端只要在离基站天线 30m 以上距离就可以安全 [4]。5W 功放测试及低噪声测试结果如图 4 所示。

4 结论

北斗导航系统是我国自主研发的通信系统。目前技术应用相对成熟，应用领域比较广泛。本文主要基于其 L 频段发射通道射频部分而探讨的一种应用需求进行设计。经过性能测试，系统射频功放电路设计方案能够满足卫星接收功率门限要求，经过性能测试表明，系统具有较好的节能效果。

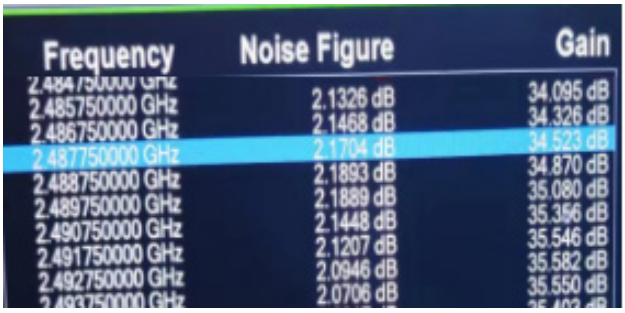

图 4 部分功能测试

参考文献

[1] 朱启.北斗导航系统接收机中自动增益控制的设计与实现[D].西安电子科技大学，2011.

[2] 宋月超等.移动终端定位导航系统性能对比分析[J].计量与测试技术,2016,43（10）：60-62.

[3] 肖磊. 并行高速通信解调系统中同步技术的研究与实现[D]. 电子科技大学.2017.

[4] 汪后虎.基于FPGA的通信信号模拟器设计与实现[D].硕士学位论文，西安电子科技大学，2018.