

射频特训班



凡亿教育®
WWW.FANYEDU.COM

WWW.FANYEDU.COM



第三讲 GNSS有源接收天线射频系统设计

主讲：汪 朋

QQ: 3180564167

01

GNSS有源天线优势

02

接收天线射频前端系统

03

有源天线射频前端设计演示

Part

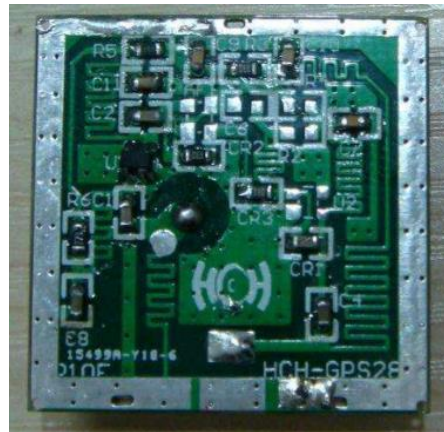
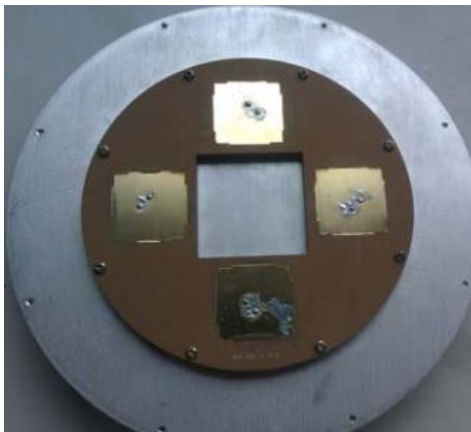
1

GNSS有源天线优势

有源天线优势

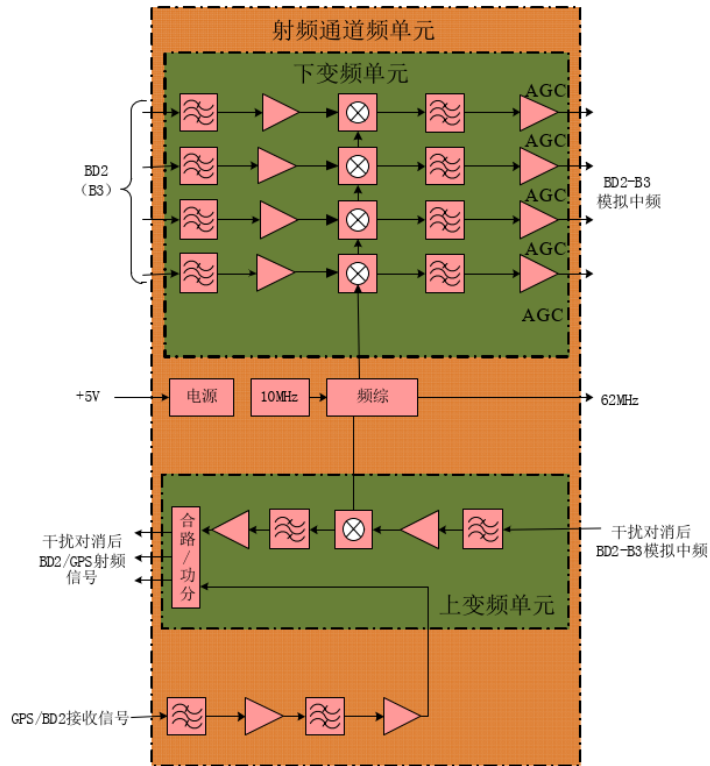
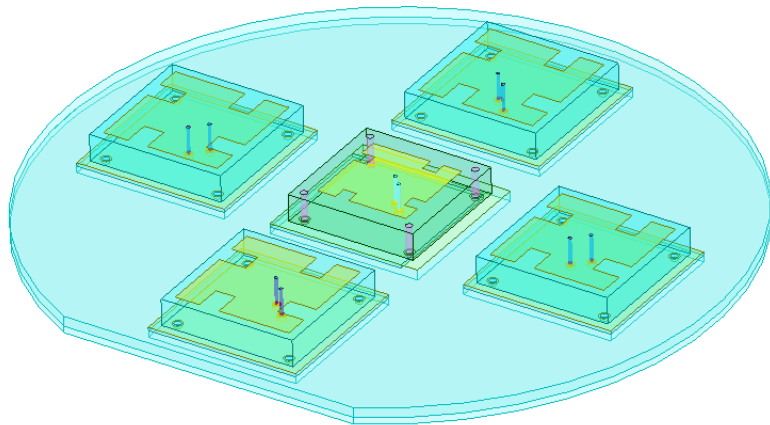
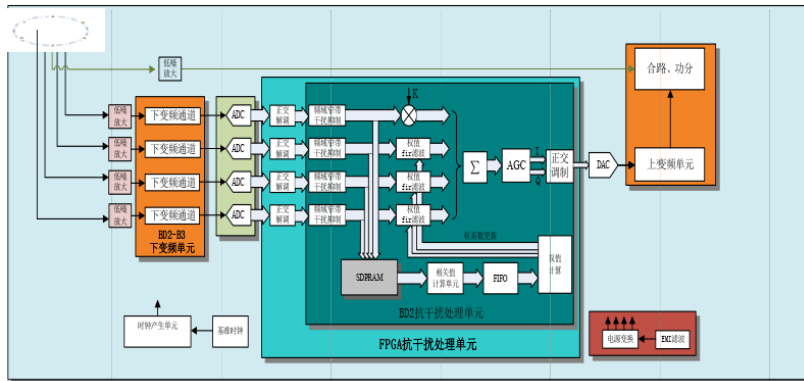
- [1] 更高的增益；
- [2] 更高的接收灵敏度；
- [3] 更低的噪声系数；
- [4] 更高的带外抑制能力；
- [5] 小型化；
- [6] 易于实现宽频和多频段；
- [7] 更高的抗干扰能力。

系统	国家	通信方式	中心频率 (MHz)	最大带宽 (MHz)
GPS	美国	CDMA	L1/L1C:1575.420 L2/L2C:1227.600 L5:1176.45	30.69
GLONASS	俄罗斯	FDMA CDMA FDMA CDMA CDMA	L1:1602+k×0.5625 L1:1575.420 L2:1246+k×0.4375 L2:1242.000 L3:1202.025 L5:1176.450	40.96
Galileo	欧盟	CDMA	E1:1575.420 E6:1278.750 E5b:1207.140 E5:1191.795 E5a:1176.450	40.96
BDS	中国	CDMA	B1:1559.052~1597.788 B2:1162.220~1217.370 B3:1250.618~1286.423	30.69



GNSS有源接收天线射频系统

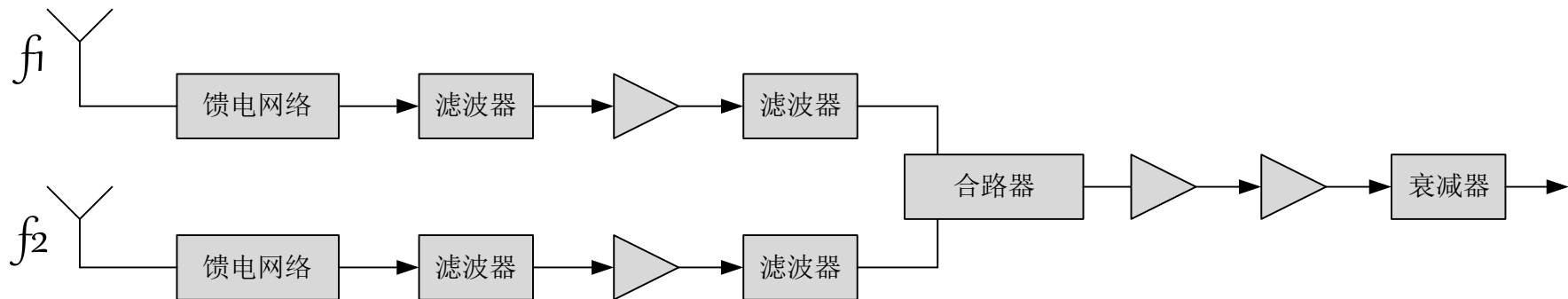
北斗抗干扰



Part 2 GNSS有源天线原理

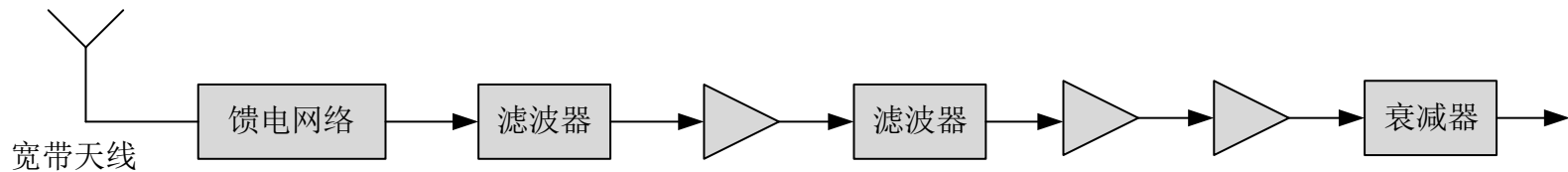
多频段有源接收天线系统

有源天线结构



宽带有源接收天线系统

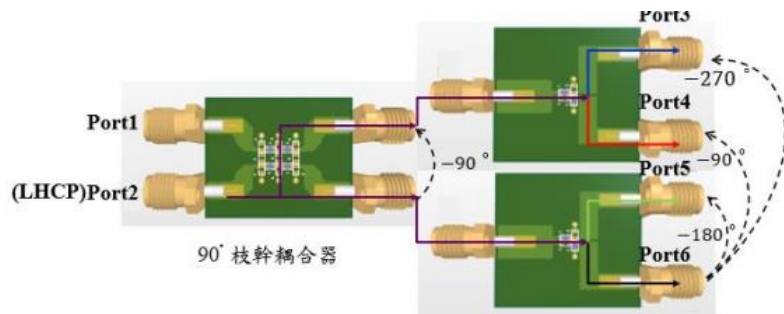
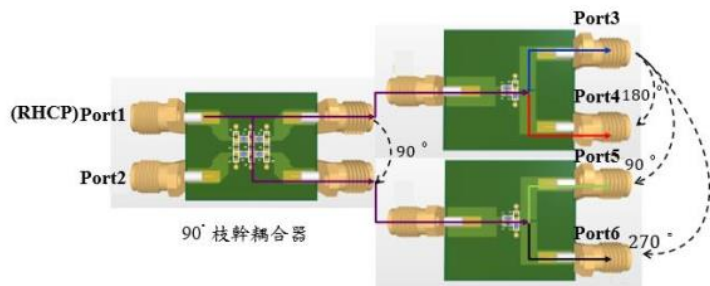
有源天线结构



有源天线结构

圆极化天线馈电网络设计

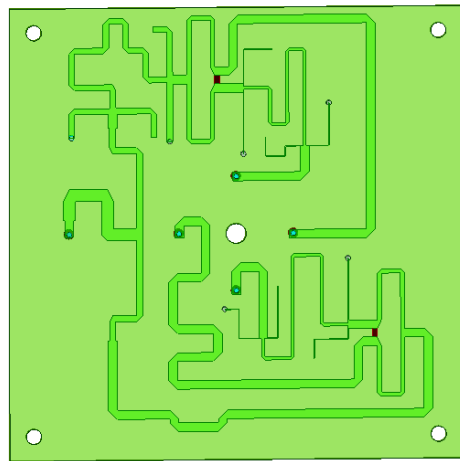
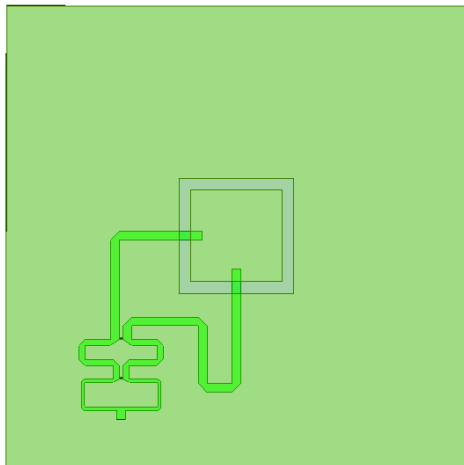
[1] 基于三个桥式耦合器的设计(窄带)



有源天线结构

圆极化天线馈电网络设计

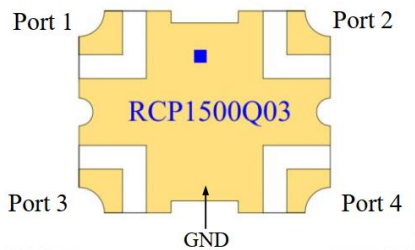
[2] 基于威尔金森功分器移相器



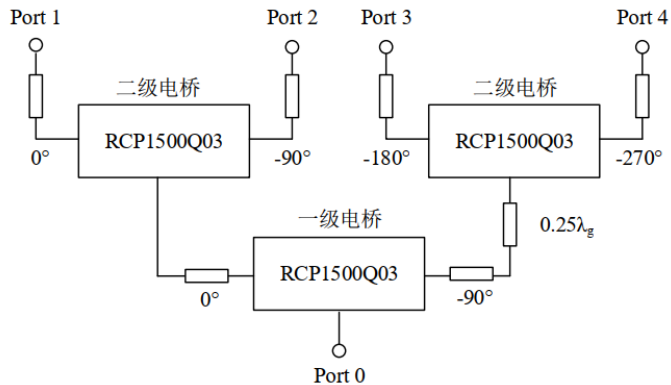
有源天线结构

圆极化天线馈电网络设计

[3] 基于LTCC陶瓷电桥耦合器



电桥 RCP1500Q03 芯片的封装和引脚示意图

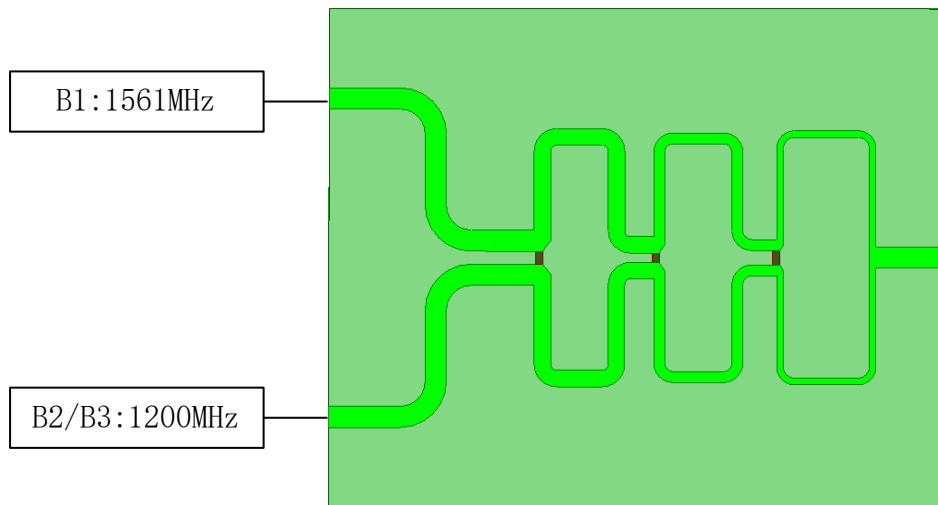


有源天线结构

GNSS圆极化天线合路器方案

[1] 对于频率相近的多频天线，可以使用宽带型功分器作为合路器使用

缺点：每个通道有3dB插损；优点：设计简单易于实现



GNSS有源接收天线射频系统

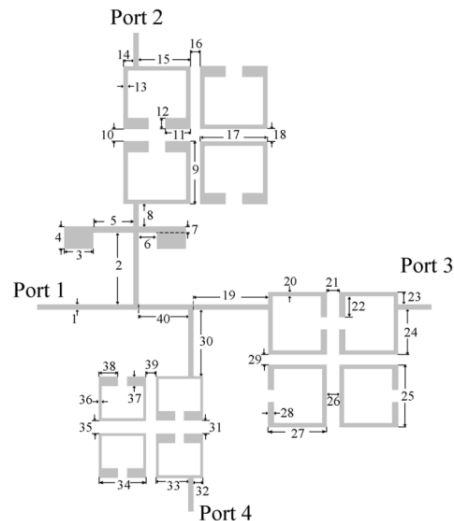
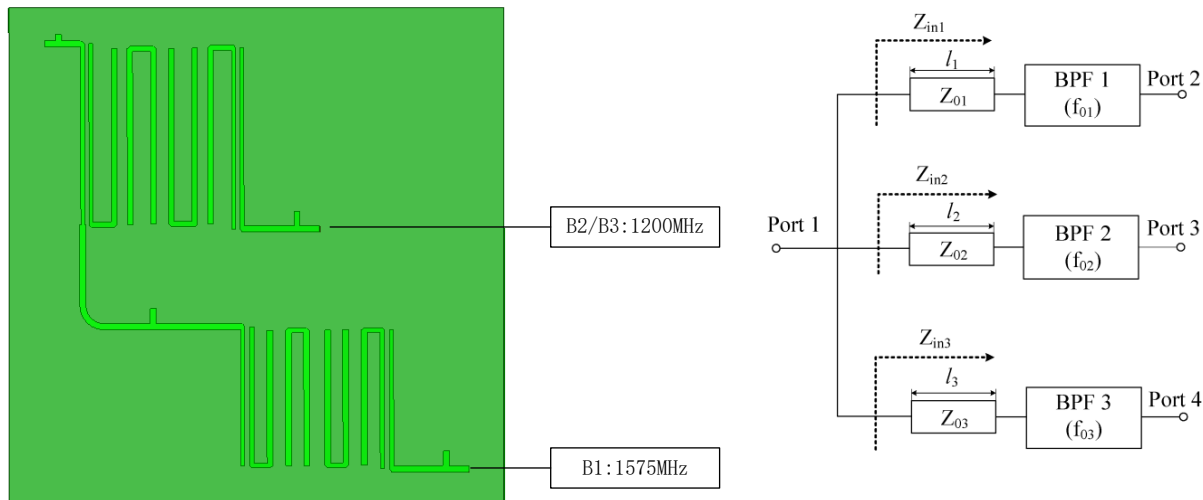
有源天线结构

GNSS圆极化天线合路器方案

[2] 使用双滤波器型叠加式合路器(针对频率较远、多频)

优点: 各个通道插损较低, 天线效率较高;

缺点: 合路器设计难度较大, 需要掌握滤波器设计技术, 阻抗和导纳匹配技术。



GNSS有源接收天线射频系统

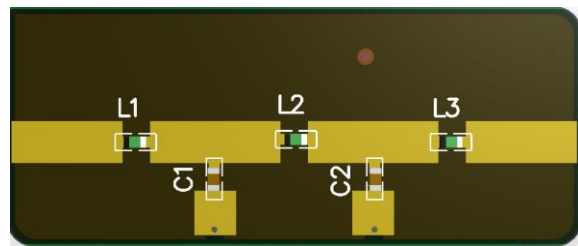
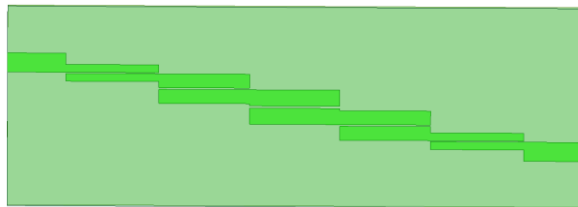
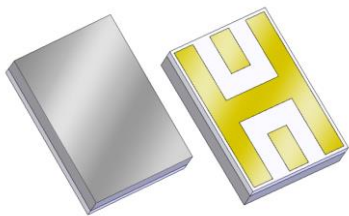
有源天线结构

滤波器

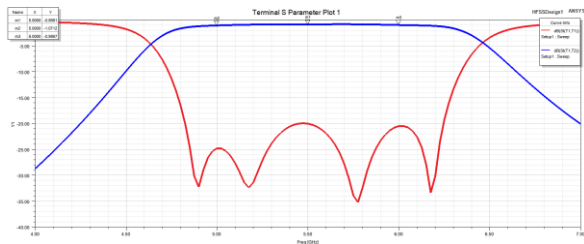
滤波器的选择需要基于项目本身而定，主要参考标准为成本、尺寸、应用环境、指标要求。

- [1] LC滤波器(适合小型化但是指标要求不高的场景);
- [2] 微带滤波器(适合对尺寸要求不高场景);
- [3] BAW滤波器(窄带、尺寸要求较高);
- [4] 陶瓷滤波器(尺寸要求较高，环境要求较高的)。

参考型号：qorvo公司880094和880060



Parameter ⁽³⁾	Conditions	Min	Typical ⁽⁴⁾	Max	Units
Center Frequency		-	1575.42	-	MHz
Maximum Insertion Loss	@ 1575.42 MHz	-	1.8	2.5	dB
3dB Bandwidth	Reference loss at 1575.42 MHz	30	35	-	MHz
20dB Lower Frequency Edge		1543.42	1548	-	MHz
20dB Upper Frequency Edge		-	1602	1607.42	MHz
VSWR	@ 1575.42 MHz	-	1.6	2.0	-
Source Impedance (single-ended)		-	50	-	Ω
Load Impedance (single-ended) ⁽⁵⁾		-	50	-	Ω



有源天线结构

低噪声放大器

主要考虑指标:

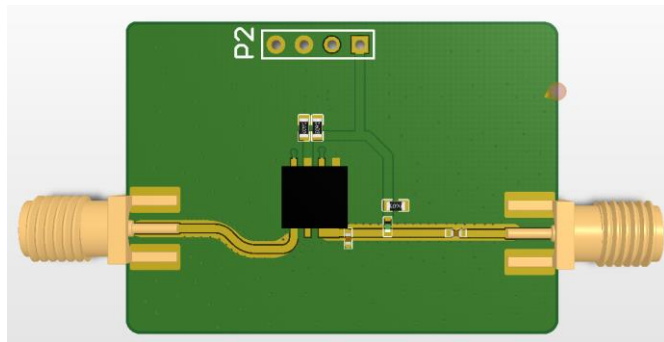
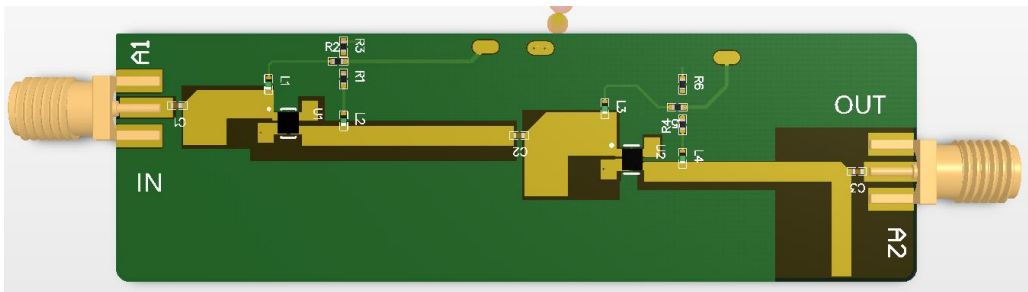
- [1] 工作频段;
- [2] 带内增益;
- [3] 噪声系数。

集成电路方案(设计简单, 但是噪声系数无法控制, 设计灵活度不高, 成本较高)

建议厂家: ADI, Qorvo

分立器件设计方案(设计繁琐, 但是增益、噪声系数均可自己控制, 易于实现多级级联, 设计灵活度高, 成本较低)

建议厂家: NXP, 摩托罗拉, Qorvo



GNSS有源接收天线射频系统

有源天线结构

衰减器

用于控制系统增益，避免系统增益大于接收机系统的动态工作范围，同时可以改善可以改善射频电路内的阻抗匹配情况

主要考虑指标：

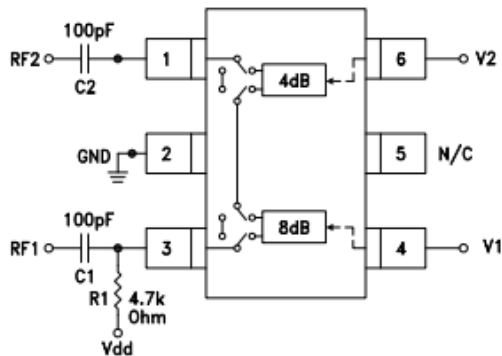
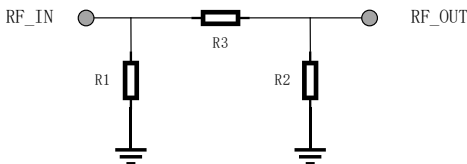
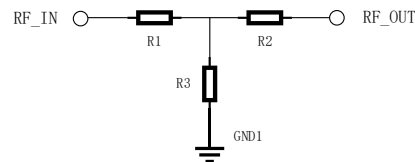
[1] 工作频段；[2] 带内衰减；[3] 衰减平坦度。

集成电路方案(设计简单，灵活度高，但成本较高)

建议厂家：ADI

分立器件设计方案(采用PI型或T型电阻网络)

衰减量	T-型衰减器			Π-型衰减器		
(dB)	R1	R2	R3	R1	R2	R3
2	5.73	5.73	215.24	436.21	436.21	11.61
4	11.31	11.31	104.83	220.97	220.97	23.85
6	16.61	16.61	66.93	150.48	150.48	37.35
8	21.53	21.53	47.35	116.14	116.14	52.84
10	25.97	25.97	35.14	96.25	96.25	71.15
12	29.92	29.92	26.81	83.54	83.54	93.25



Part 3 GNSS有源天线设计演示

项目设计

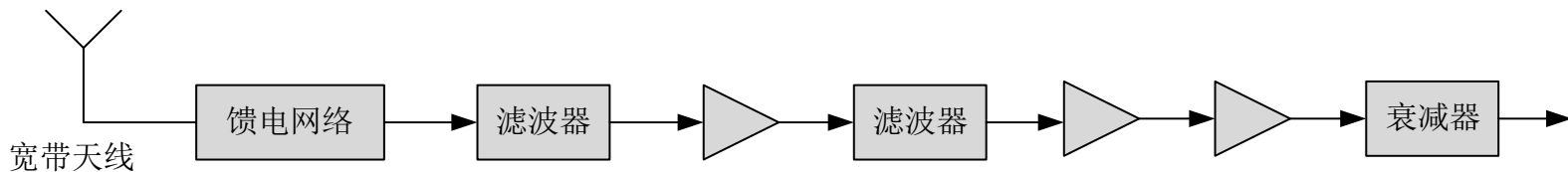
设计实例：

设计工作于GPS L1/BDS-B1和GPS L2/BDS-B2频段的有源接收天线，要求VSWR<2，采用双馈结构，天线为右旋圆极化天线，

增益要求：

无源增益：天线面法向增益， $\text{Gain} \geq 4.5 \text{ dBi}$ ；仰角 $\geq 20^\circ$ ，方位角 $0 \sim 360^\circ$ ， $\text{Gain} \geq -5.0 \text{ dBi}$ ；

系统接收增益：40dB，噪声系数要低于2.5dB



GNSS有源接收天线射频系统

项目设计

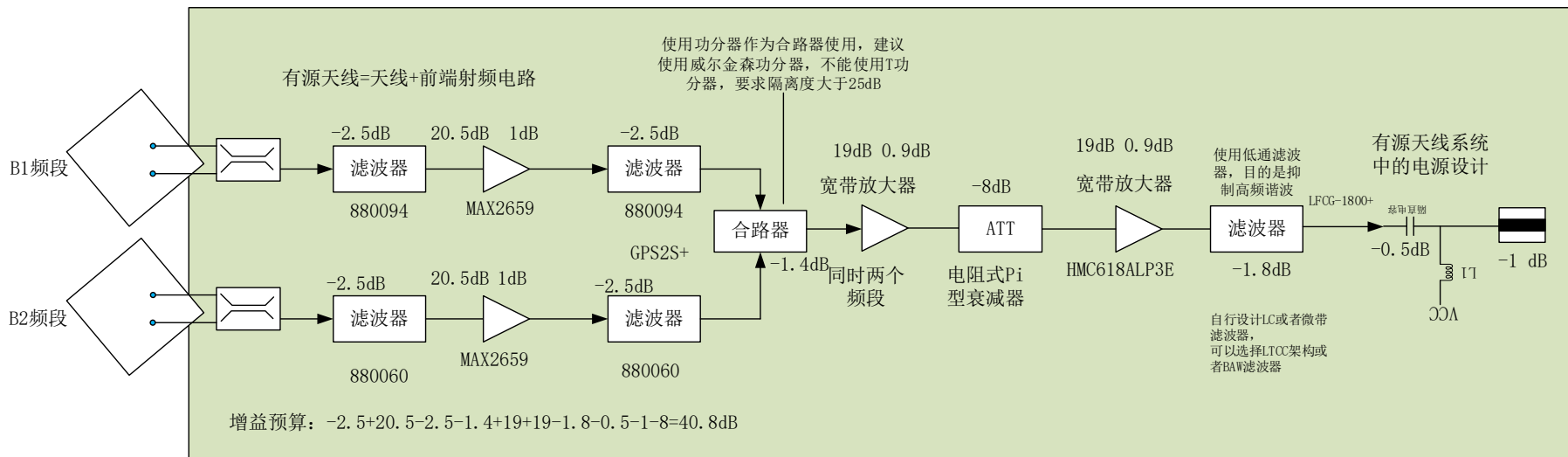
设计实例：

设计工作于GPS L1/BDS-B1和GPS L2/BDS-B2频段的有源接收天线，要求VSWR<2，采用双馈结构，天线为右旋圆极化天线，

增益要求：

无源增益：天线面法向增益，Gain \geq 4.5 dBi；仰角 \geq 20°，方位角0~360°，Gain \geq -5.0dBi；

系统接收增益：40dB，噪声系数要低于2.5dB



谢谢!