

BGA925L6

增强 BGA925L6 的抗带外干扰能力（LTE 13 频段、
GSM850/900/1800、UMTS、WLAN）

应用笔记 **AN274**

版本 **1.1**，2012 年 4 月 17 日

版本 2012 年 4 月 17 日

英飞凌科技股份公司印制

地址：81726 Munich, Germany

©英飞凌科技股份公司版权所有，2012 年。

保留所有权利。

免责声明

本应用笔记中给出的信息仅作为关于使用英飞凌科技组件的建议，不得被视为就英飞凌科技组件的任何特定功能、条件或质量作出的任何说明或保证。本应用笔记的接收者必须在实际应用中验证本文描述的任何功能。英飞凌科技在此声明，未就本应用笔记中给出的任何及所有信息作出任何性质的保证，也不承担任何性质的责任，包括但不限于没有侵犯任何第三方的知识产权的保证。

信息垂询

若需获得关于技术、交付条款和价格的更多信息，敬请联系距离您最近的英飞凌办事处（www.infineon.com）

警告

由于技术要求，组件可能包含有害物质。若需了解相关物质的类型，请联系距离您最近的英飞凌办事处。

如果可以合理地预计英飞凌的某个组件可能会导致生命支持设备或系统失效，或者影响该等设备或系统的安全性或有效性，那么在将该等组件用于生命支持设备或系统之前，必须获得英飞凌的明确书面同意。生命支持设备或系统意指用于植入人体内部，或者支持和/或维持、维系和/或保护人类生命的设备或系统。如果这些设备或系统失效，可以合理地假设其用户或其他人的健康将受到威胁。

应用笔记 AN274

修订记录: 2011 年 3 月 10 日

先前版本: 先前版本号. 1.0, 2011-09-05

页码	主题 (在上一版本的基础上作出的主要更改)
10-19	更新标记和相应数据

英飞凌科技股份有限公司商标

AURIX™, C166™, CanPAK™, CIPOS™, CIPURSE™, EconoPACK™, CoolMOS™, CoolSET™, CORECONTROL™, CROSSAVE™, DAVE™, DI-POL™, EasyPIM™, EconoBRIDGE™, EconoDUAL™, EconoPIM™, EconoPACK™, EiceDRIVER™, eupec™, FCOS™, HITFET™, HybridPACK™, I²RF™, ISOFACE™, IsoPACK™, MIPAQ™, ModSTACK™, my-d™, NovalithIC™, OptiMOS™, ORIGA™, POWERCODE™, PRIMARION™, PrimePACK™, PrimeSTACK™, PRO-SIL™, PROFET™, RASIC™, ReverSave™, SatRIC™, SIEGET™, SINDRION™, SIPMOS™, SmartLEWIS™, SOLID FLASH™, TEMPFET™, thinQ!™, TRENCHSTOP™, TriCore™.

其他商标

安捷伦科技有限公司的 Advance Design System™ (ADS)、AMBA™、ARM™、MULTI-ICE™、KEIL™、PRIMECELL™、REALVIEW™、THUMB™、英国 ARM 有限公司的 μVision™；AUTOSAR™ 获得 AUTOSAR 开发合作伙伴组织的许可；布鲁特斯 SIG 公司的 Bluetooth™；DECT 论坛的 CAT-iq™；美国天宝导航有限公司的 COLOSSUS™和 FirstGPS™；EMVCo, LLC (Visa 控股公司) 的 EMV™；埃普科斯股份公司的 EPCOS™；微软公司的 FLEXGO™；FlexRay™获得 FlexRay Consortium 组织的许可；Hilgraeve 公司的 HYPERTERMINAL™；国际电工技术委员会的 IEC™；红外数据协会的 IrDA™；国际标准化组织的 ISO™；MathWorks 公司的 MATLAB™；美信集成产品公司的 MAXIM™；明导国际公司的 NUCLEUS™和 MICROTEC™；NXP 的 Mifare™；MIPI 联盟公司的 MIPI™；美国 MIPS 科技公司的 MIPS™；株式会社村田制作所的 muRata™；豪威科技公司的 OmniVision™；Openwave Systems 公司的 Openwave™；Red Hat 公司的 RED HAT™；RF Micro Devices 公司的 RFMD™；Sirius Sattelite Radio 公司的 SIRIUS™；太阳微系统公司的 SOLARIS™；Spansion LLC 有限公司的 SPANSION™；Symbian 软件有限公司的 Symbian™；太阳诱电的 TAIYO YUDEN™；CEVA 公司的 TEAKLITE™；泰克公司的 TEKTRONIX™；TOKO KABUSHIKI KAISHA 的 TOKO™；X/Open 国际联盟有限公司的 UNIX™；Cadence Design Systems 公司的 VERILOG™和 PALLADIUM™；德州仪器公司的 VLYNQ™；美国风河系统公司的 VXWORKS™和 WIND RIVER™；Diodes Zetex 有限公司的 ZETEX™。

2011 年 11 月 11 日最后一次更新的商标

目录

1 面向高性能集成解决方案的 BGA925L6 GPS 前端低噪放大器	6
2 导言	7
3 应用电路	9
4 典型实测结果	10
5 GPS 和 GLONASS 频段上的实测结果图	12
6 其他实测结果图	17
7 评估板	20
8 作者	21

图目录

图 1 采用 TSLP-6-2 封装的 BGA925L6 (0.70 毫米 x 1.1 毫米 x 0.40 毫米)	6
图 2 面向 GNSS 频段 (1559-1615MHz) 应用的 BGA925L6 的框图	8
图 3 旨在提高带外干扰信号抑制能力的 BGA925L6 应用电路	9
图 4 BGA925L6 的宽带功率增益	12
图 5 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的窄带功率增益	12
图 6 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的输入匹配	13
图 7 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的输出匹配	13
图 8 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的反向隔离性能	14
图 9 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的噪声系数	14
图 10 当电源电压为 1.8V 时, BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的 1dB 输入压缩点	15
图 11 当电源电压为 2.8V 时, BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的 1dB 输入压缩点	15
图 12 当电源电压为 1.8V 时, BGA925L6 在 GPS 频段上的载波和互调产物	16
图 13 当电源电压为 2.8V 时, BGA925L6 在 GPS 频段上的载波和互调产物	16
图 14 在 10GHz 以内, BGA925L6 的稳定性系数 K	17
图 15 在 10GHz 以内, BGA925L6 的稳定性系数 u1	17
图 16 在 10GHz 以内, BGA925L6 的稳定性系数 u2	18
图 17 当 Vcc=1.8V 时, 在 GPS 和 GLONASS 频段上的输入和输出匹配	18
图 18 当 Vcc=2.8V 时, 在 GPS 和 GLONASS 频段上的输入和输出匹配	19
图 19 BGA925L6 评估板实物图 (细节图)	20
图 20 印刷电路板叠层信息	20

表目录

表 1 引脚定义	8
表 2 开关模式	8
表 3 物料单	9
表 4 电气特性 (室温下) Vcc = Vpon = 1.8 V	10
表 5 电气特性 (室温下) Vcc = Vpon = 2.8 V	11

1 面向高性能集成解决方案的 BGA925L6 GPS 前端低噪放大器

1.1 产品特性

- 高增益：15.8 dB
- 高带外输入三阶互调截取点：+7 dBm
- 高 1dB 输入压缩点：-5 dBm
- 低噪声系数：0.65 dB
- 低电流消耗：4.8 mA
- 工作频率范围：1550-1615 MHz
- 电源电压：1.5 V 至 3.6 V
- 数字开关（1V 逻辑高电平）
- 超小型 TSLP-6-2 无引线封装
- 封装尺寸：0.70 毫米 x 1.1 毫米 x 0.40 毫米
- B7HF 硅锗技术
- 射频输出端口内在匹配 50 Ω 阻抗
- 仅需两个外接表面贴装（SMD）元件
- 2 kV 人体模型（HBM）静电防护能力（包括 AI 引脚）
- 无铅封装（符合 RoHS 规定）



图 1 采用 TSLP-6-2 封装的 BGA925L6（0.70 毫米 x 1.1 毫米 x 0.40 毫米）

1.2 应用

- 在 L1 频段内 1575.42 MHz 上工作的 GPS（全球定位系统）
- 在 L1 频段内 1598.06 MHz 到 1605.38 MHz 上工作的格洛纳斯系统（GLONASS，即俄罗斯的 GNSS 系统）
- 在 E2-L1-E1 频段内 1559 MHz 到 1592 MHz 上工作的伽利略系统¹（欧洲 GNSS 系统）
- 在 E2 频段内 1561.10 MHz 和 E1 频段内 1589.74 MHz 上工作的指南针系统¹（中国的北斗全球导航系统）

¹ 本《应用笔记》中提议的应用电路（参见图 3）适用于 GPS 和 GLONASS 频段

2 引言

BGA925L6 是一个适用于全球卫星导航系统 (GNSS) 应用的前端低噪放大器 (LNA)。该产品采用了英飞凌科技的 B7HF 硅锗技术 (SiGe:C)，是一个经济划算的超小型 TSLP-6-2 封装解决方案，具备超低噪声系数、高增益、高线性度和低电流消耗，并且提供了从 3.6 V 直至 1.5 V 的较大电源电压范围。拜所有这些特性所赐，BGA925L6 是适用于 GNSS LNA 的卓越之选，因为它改善了灵敏度，能够更好地抵御带外干扰信号的影响，降低了滤波要求，从而降低了 GNSS 接收器的总体成本。

本《应用笔记》探讨了带外干扰问题，提出了旨在增强 BGA925L6 的抗带外干扰能力的解决方案。在 GNSS 应用中，带外干扰信号包括 LTE 13 频段、GSM850/900/1800、UMTS、无线局域网 (WLAN) 等系统的信号，因为其互调产物落在 GPS 频段内。

将越来越多的功能集成到一个器件中，是一个与日俱增的要求。但如果应用中的发射机/接收器必须同时工作，这意味着要确保彼此的性能不受影响，必须应对诸多挑战。在如今的智能电话中，GNSS 接收器与在 GSM/EDGE/UMTS/LTE 频段上工作的收发器并置。这些 3G/4G 收发器的发射功率高达 +24 dBm 左右，由于隔离度不足，这些高功率信号会与 GNSS 接收器的信号耦合。蜂窝信号会在 GNSS 接收器的工作频段上混合产生互调产物。譬如，GSM 1712.7 MHz 信号与 UMTS 1850 MHz 信号相混合，正好在 GPS 频段上产生三阶互调产物，LTE 13 频段的二次谐波信号也落在 GPS 频段内，GSM 827/897 MHz 信号与 WLAN 2402/2472 MHz 信号相混合，则将在 GPS 频段上产生二阶互调产物。

通过提高 BGA925L6 电路在这些特定带外频率 (787MHz、827MHz、897MHz、1712MHz、1850MHz、2402MHz、2472MHz) 上的衰减，能够大大增强其抵御这些带外干扰信号的能力。在 BGA925L6 之前加装外接表面贴装元件 (SMD) 和声表面波 (SAW) 滤波器，即可实现这一点。有些应用要求在特殊频率上提供更加强有力的抑制，仅靠声表面波滤波器无法实现足够的衰减，还需要采用针对这些频率而设计的外接陷波滤波器。图 3 所示即为这样的应用电路，所用陷波滤波器旨在衰减 787MHz、827MHz、897MHz、2402MHz 和 2472MHz 上的信号。经专门设计，陷波滤波器 L2-C1/L4-C4 和 L5-C5 分别适用于 750-950MHz 频率范围和 2.45GHz 频段。这些元件的参数值经精细调节，实现了最优噪声系数、最强的干扰抑制能力、最佳的增益和输入匹配。

图 2 所示为 PGA925L6 的内部电路图。表 1 列出了 PGA925L6 的引脚分配。表 2 所示为通过对 PON 引脚施加不同电压，测得的 PGA925L6 开关控制电压真值表。

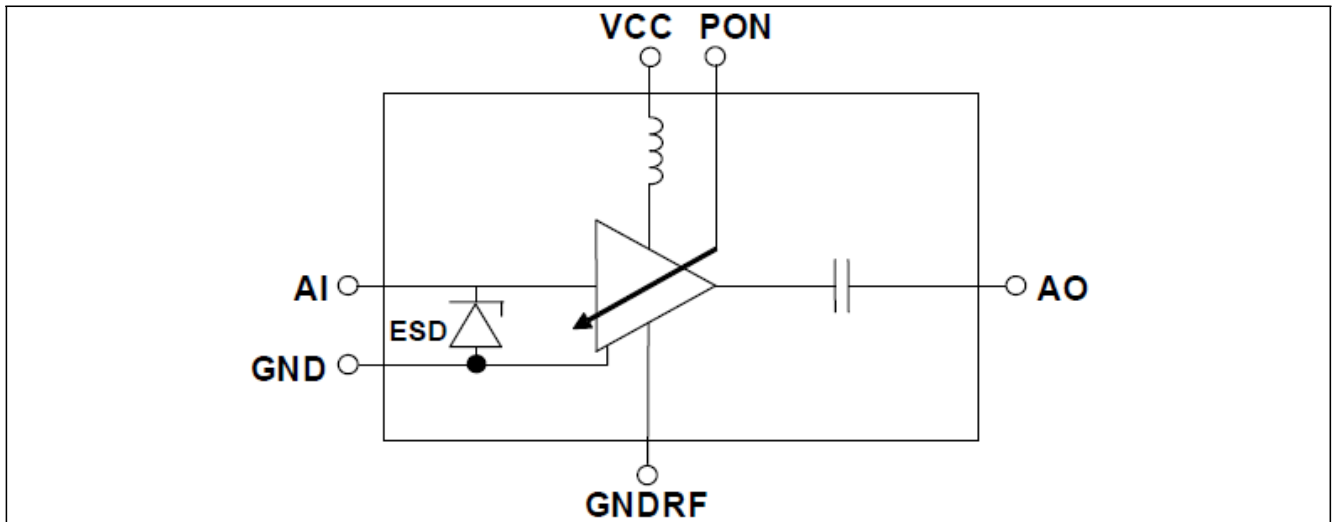


图 2 面向 GNSS 频段（1559-1615MHz）应用的 PGA925L6 的框图

表 1 引脚定义

引脚	符号	备注
1	GND	一般接地
2	VCC	直流电压
3	AO	低噪声放大器输出
4	GNDRF	低噪放大器射频接地
5	AI	低噪放大器输入
6	PON	电源控制

表 2 开关模式

模式	符号	开关控制电压	
		最小值	最大值
接通	PON, on	1.0 V	VCC
关断	PON, off	0 V	0.4 V

3 应用电路

3.1 示意图

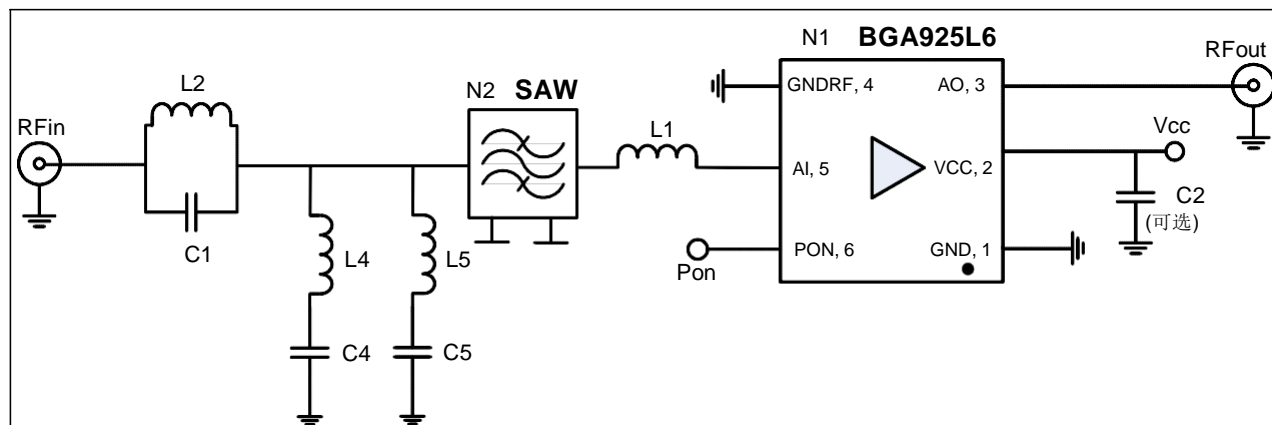


图 3 旨在提高带外干扰信号抑制能力的 BGA925L6 应用电路

表 3 物料单

符号	值	单位	封装	制造商	备注
C2 (可选)	10	nF	0201	各厂商	射频旁通
L1	6.8	nH	0201	村田制作 LQP 系列	SAW 与 LNA 之间匹配
L2	4.3	nH	0201	村田制作 LQP 系列	750-950 MHz 陷波滤波器
C1	9.0	pF	0201	各厂商	750-950 MHz 陷波滤波器
L4	4.7	nH	0201	村田制作 LQP 系列	750-950 MHz 陷波滤波器
C4	7.0	pF	0201	各厂商	750-950 MHz 陷波滤波器
L5	3.3	nH	0201	村田制作 LQP 系列	2.45 GHz 陷波滤波器
C5	1.0	pF	0201	各厂商	2.45 GHz 陷波滤波器
N1	BGA925L6		TSLP-6-2	英飞凌	SiGe:C LNA
N2 ¹	SAW		TSNP-7-10		本应用电路中使用的 BGM1033N7 的 SAW 滤波器
PCB 衬底	FR4				

¹ 如欲了解关于本应用电路中使用的的外接 SAW 滤波器的信息，请联系英飞凌。

4 典型实测结果

表 4 和表 5 所示为图 3 所示应用电路的典型实测结果。除非另作说明，表中给出的值包含电路板和 SMA 接头的损耗。

表 4 电气特性（室温下） $V_{cc} = V_{pon} = 1.8\text{ V}$

参数	符号	值		单位	注释/测试条件
直流电压	V_{cc}	1.8		V	
直流电流	I_{cc}	5.0		mA	
导航系统	Sys	GPS	GLONASS		
频率范围	Freq	1575.42	1598-1606	MHz	
增益	G	14.7	14.4	dB	
噪声系数	NF	1.95	2.37	dB	减去了电路板和 SMA 接头的 0.06 dB 损耗
输入端口回波损耗	RLin	17.6	18.4	dB	
输出端口回波损耗	RLout	29.7	20.6	dB	
反向隔离	IRev	22.8	22.9	dB	
输入 P1dB	IP1dB	-6.5	-6.2	dBm	$f_{gps} = 1575.42\text{ MHz}$ $f_{GLONASS} = 1605\text{ MHz}$
输出 P1dB	OP1dB	7.2	7.2	dBm	
带内输入端 IP3	IIP3	-2.5	-2.0	dBm	
带内输出 IP3	OIP3	12.2	12.4	dBm	$f_{1gps} = 1575.5\text{ MHz}$, $f_{2gps} = 1576.5\text{ MHz}$ $f_{1GLONASS} = 1602\text{ MHz}$, $f_{2GLONASS} = 1603\text{ MHz}$ 输入功率 = -30 dBm
LTE 13 频段二次谐波	H2	-92.3		dBm	$f_{IN} = 787.76\text{ MHz}$, $P_{IN} = +15\text{ dBm}$; $f_{H2} = 1575.52\text{ MHz}$
带外输出 IM2	IM2	-114.1		dBm	$f_1 = 827\text{ MHz}$, $P_{1IN} = +12\text{ dBm}$; $f_2 = 2402\text{ MHz}$, $P_{2IN} = +8\text{ dBm}$ $f_{IM2} = 1575\text{ MHz}$
带外输出 IM2	IM2	-111.6		dBm	$f_1 = 897\text{ MHz}$, $P_{1IN} = +12\text{ dBm}$; $f_2 = 2472\text{ MHz}$, $P_{2IN} = +8\text{ dBm}$ $f_{IM2} = 1575\text{ MHz}$
带外输入 IP3	IIP3 _{OOB}	67.1		dBm	$f_1 = 1712.7\text{ MHz}$, $P_{1IN} = +10\text{ dBm}$; $f_2 = 1850\text{ MHz}$, $P_{2IN} = +10\text{ dBm}$ $f_{IIP3} = 1575.4\text{ MHz}$
稳定性	k	>1		--	从 0 到 10GHz 无条件稳定

表 5 电气特性（室温下） $V_{CC} = V_{PON} = 2.8\text{ V}$

参数	符号	值		单位	注释/测试条件
直流电压	V_{CC}	2.8		V	
直流电流	I_{CC}	5.2		mA	
导航系统	Sys	GPS	GLONASS		
频率范围	Freq	1575.42	1598-1606	MHz	
增益	G	14.8	14.5	dB	
噪声系数	NF	1.96	2.39	dB	减去了电路板和 SMA 接头的 0.06 dB 损耗
输入端口回波损耗	RLin	18.5	19.1	dB	
输出端口回波损耗	RLout	24.6	22.8	dB	
反向隔离	IRev	23.2	23.3	dB	
输入 P1dB	IP1dB	-5.3	-4.9	dBm	$f_{GPS} = 1575.42\text{ MHz}$ $f_{GLONASS} = 1605\text{ MHz}$
输出 P1dB	OP1dB	8.5	8.6	dBm	
带内 输入 IP3	IIP3	-2.4	-1.9	dBm	
带内输出 IP3	OIP3	12.4	12.6	dBm	$f_{1GPS} = 1575.5\text{ MHz}$, $f_{2GPS} = 1576.5\text{ MHz}$ $f_{1GLONASS} = 1602\text{ MHz}$, $f_{2GLONASS} = 1603\text{ MHz}$ 输入功率 = -30 dBm
LTE 13 频段二次谐波	H2	-92.8		dBm	$f_{IN} = 787.76\text{ MHz}$, $P_{IN} = +15\text{ dBm}$; $f_{H2} = 1575.52\text{ MHz}$
带外输出 IM2	IM2	-114.3		dBm	$f_1 = 827\text{ MHz}$, $P_{1IN} = +12\text{ dBm}$; $f_2 = 2402\text{ MHz}$, $P_{2IN} = +8\text{ dBm}$ $f_{IM2} = 1575\text{ MHz}$
带外输出 IM2	IM2	-111.9		dBm	$f_1 = 897\text{ MHz}$, $P_{1IN} = +12\text{ dBm}$; $f_2 = 2472\text{ MHz}$, $P_{2IN} = +8\text{ dBm}$ $f_{IM2} = 1575\text{ MHz}$
带外输入 IP3	IIP3 _{OOB}	67.1		dBm	$f_1 = 1712.7\text{ MHz}$, $P_{1IN} = +10\text{ dBm}$; $f_2 = 1850\text{ MHz}$, $P_{2IN} = +10\text{ dBm}$ $f_{IIP3} = 1575.4\text{ MHz}$
稳定性	k	>1		--	从 0 到 10GHz 无条件稳定

5 GPS 和 GLONASS 频段上的实测结果图

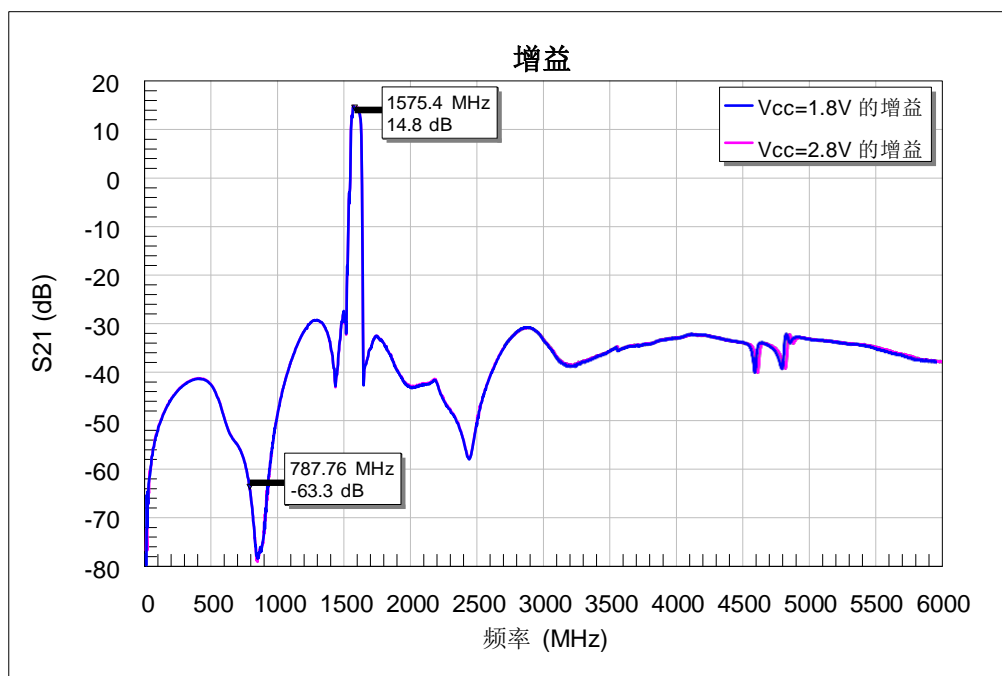


图 4 PGA925L6 的宽带功率增益

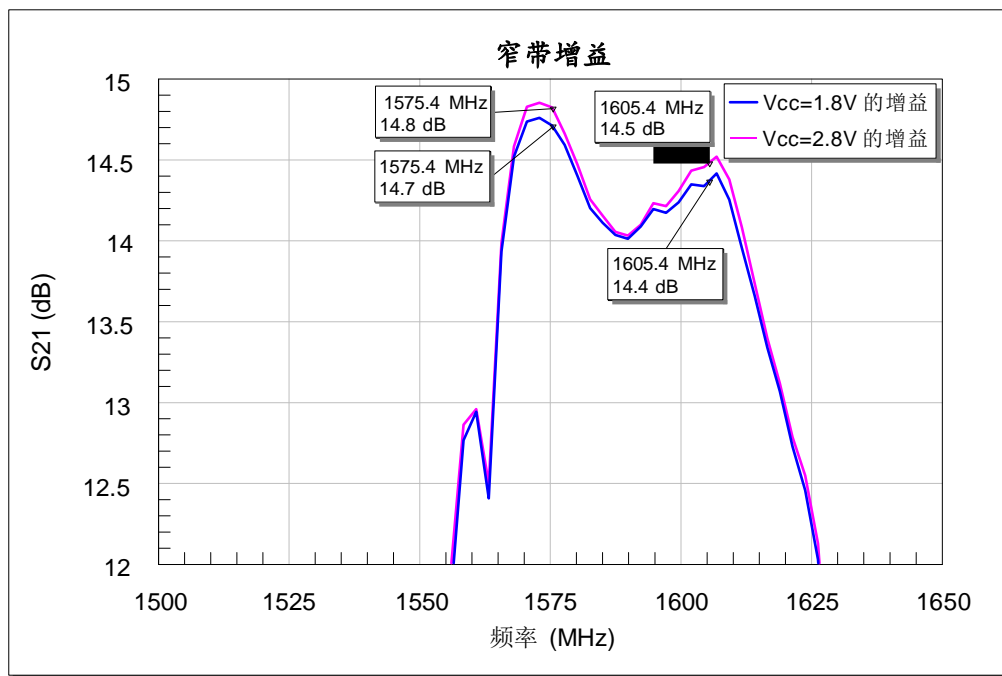


图 5 PGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的窄带功率增益

Improving Immunity of BGA925L6 against Out-Of-Band Jammers Measured Graphs for GPS and GLONASS bands

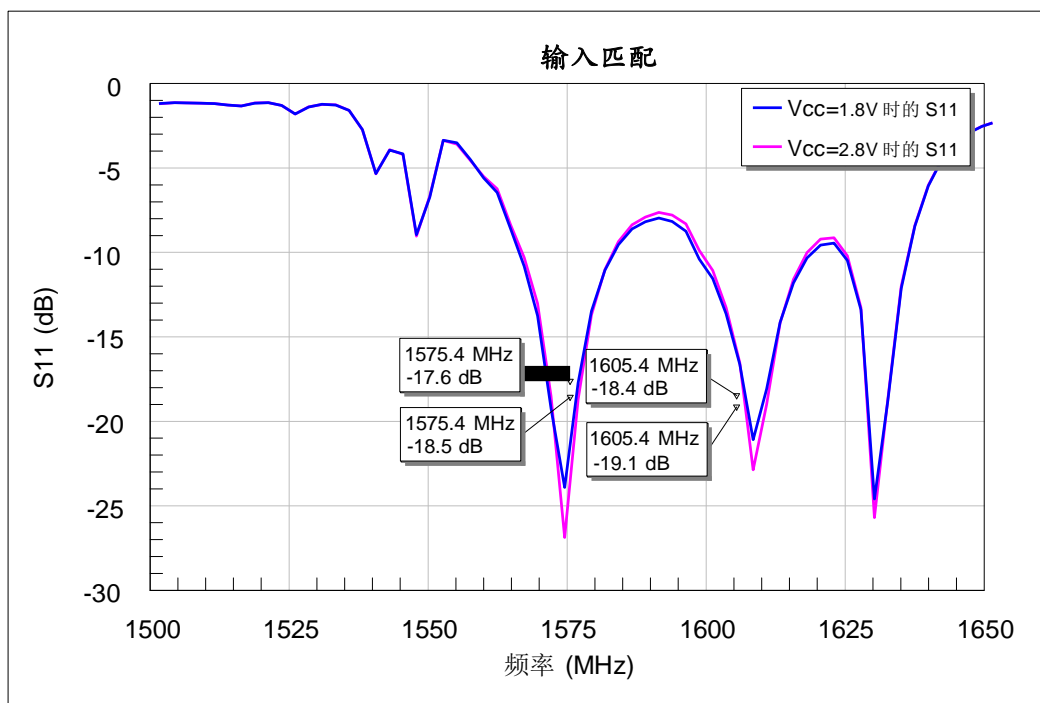


图 6 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的输入匹配

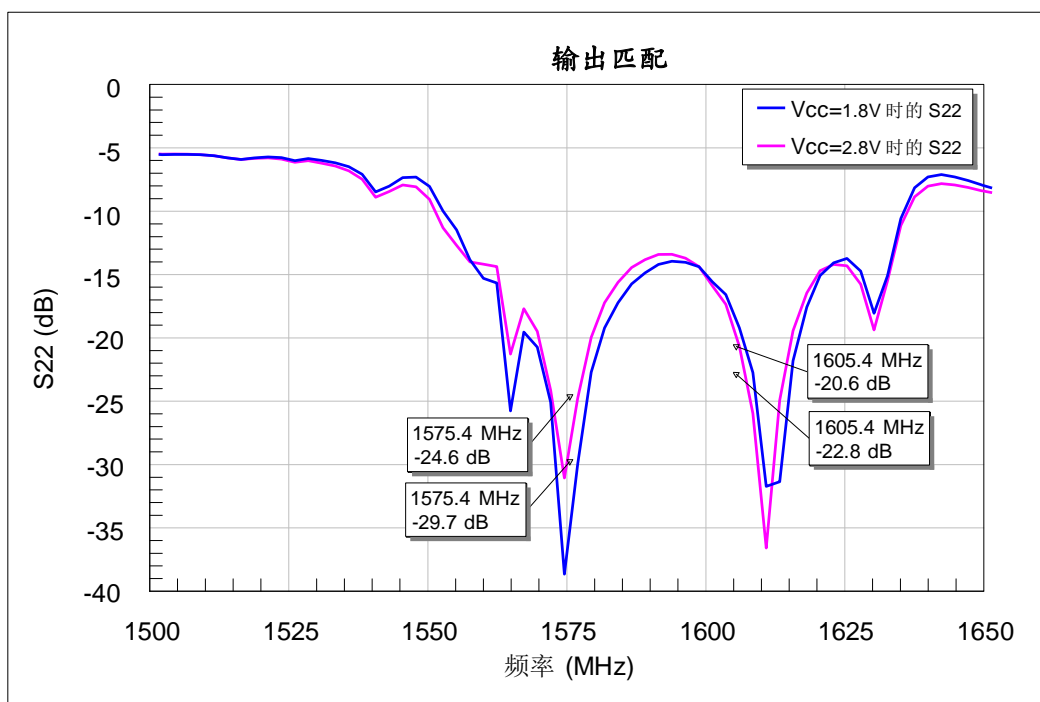


图 7 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的输出匹配

Improving Immunity of BGA925L6 against Out-Of-Band Jammers Measured Graphs for GPS and GLONASS bands

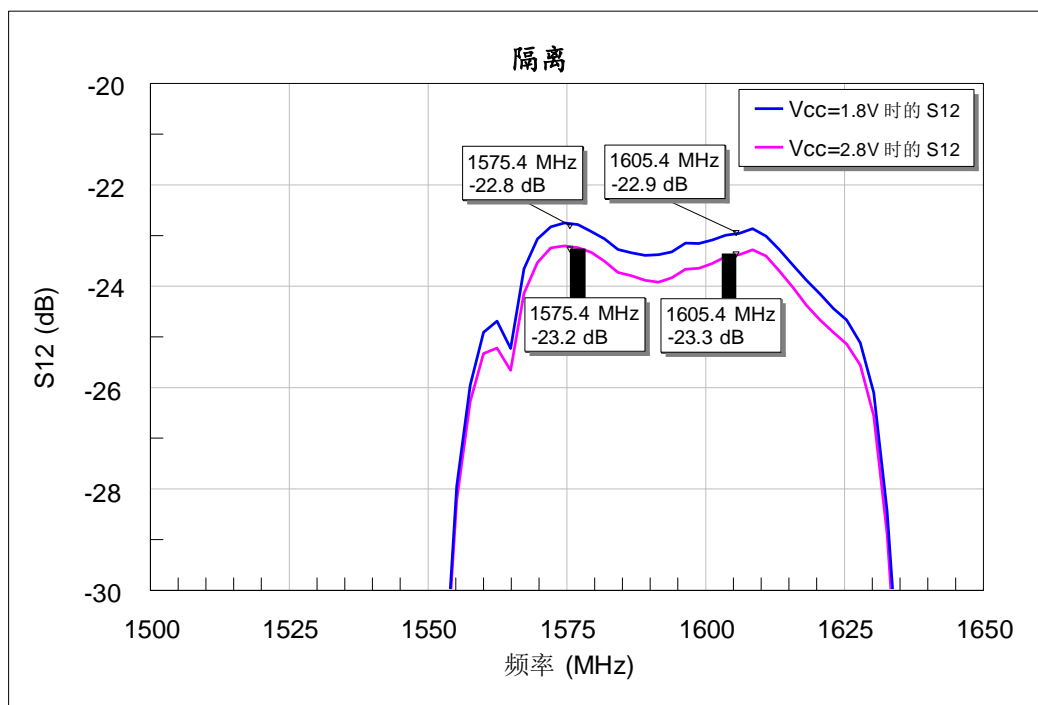


图 8 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的反向隔离性能

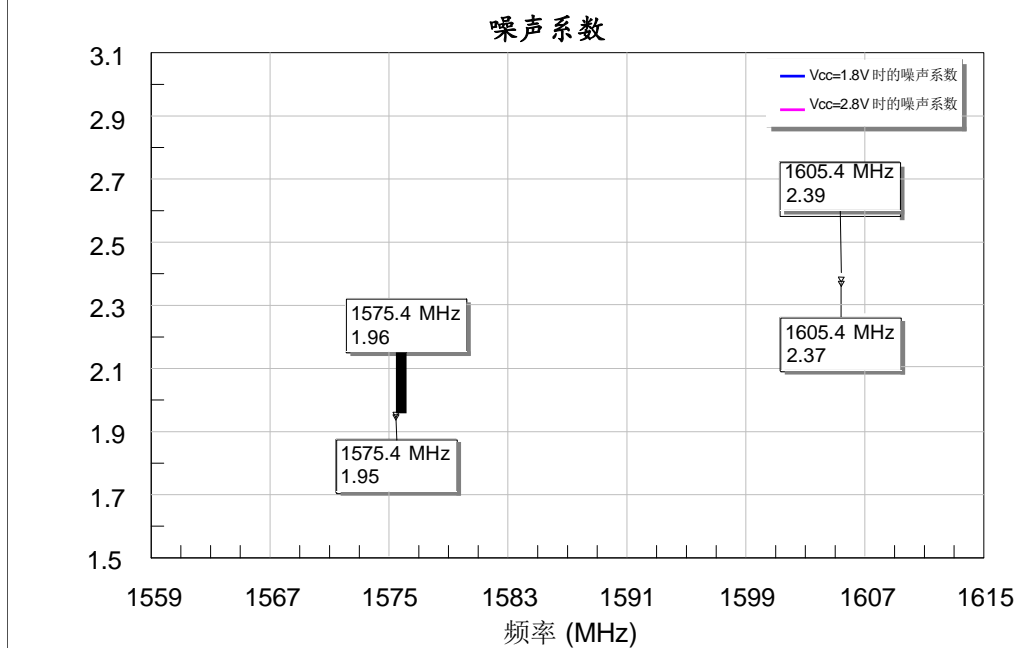


图 9 BGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的噪声系数

Improving Immunity of PGA925L6 against Out-Of-Band Jammers Measured Graphs for GPS and GLONASS bands

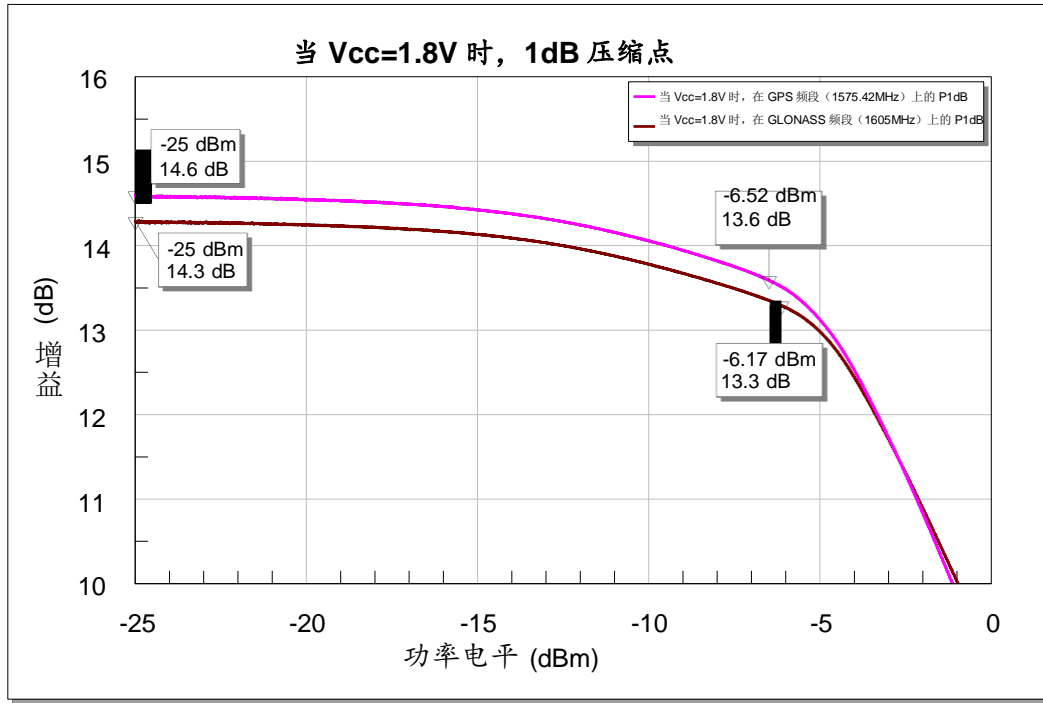


图 10 当电源电压为 1.8V 时, PGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的 1dB 输入压缩点

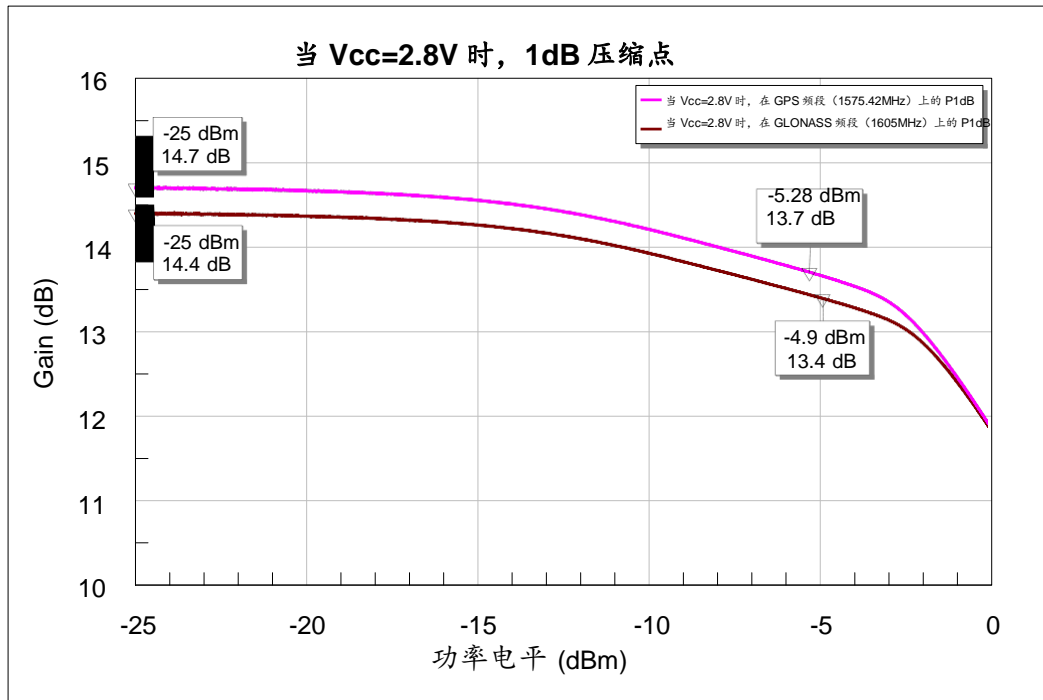


图 11 当电源电压为 2.8V 时, PGA925L6 在 GPS 和 GLONASS 频段上的 1dB 输入压缩点

Improving Immunity of PGA925L6 against Out-Of-Band Jammers Measured Graphs for GPS and GLONASS bands

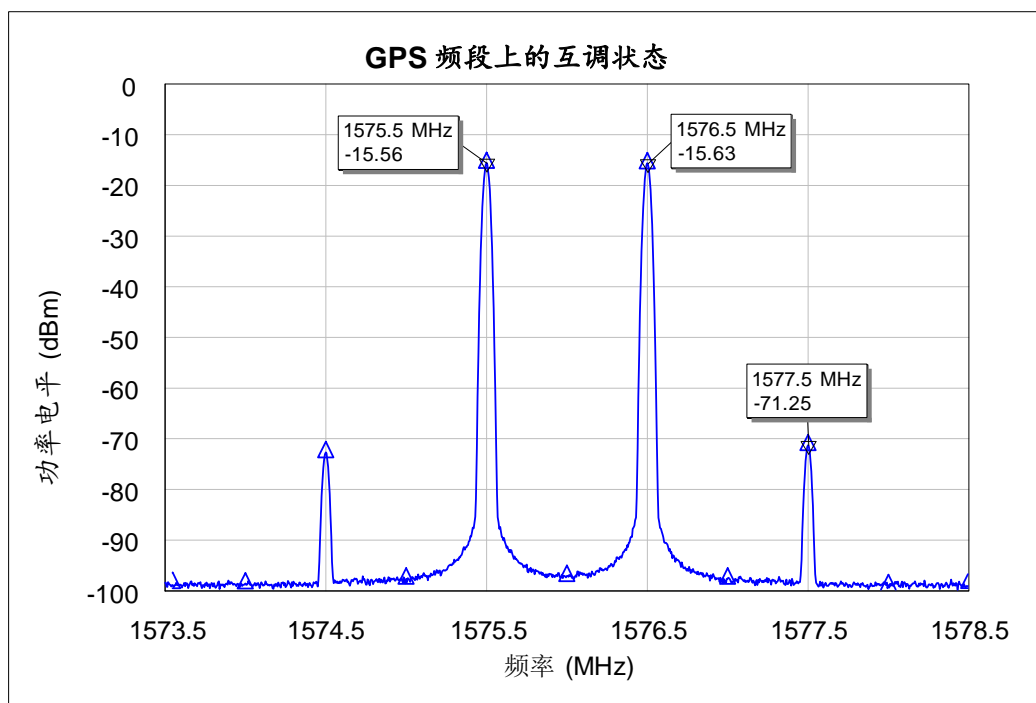


图 12 当电源电压为 1.8V 时，PGA925L6 在 GPS 频段上的载波和互调产物

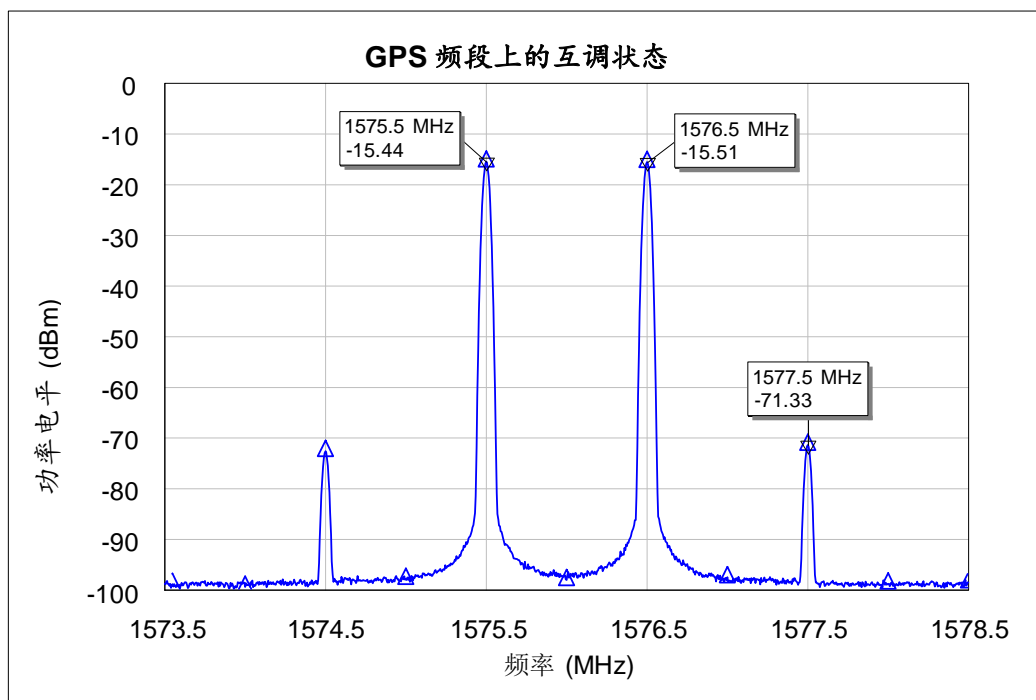


图 13 当电源电压为 2.8V 时，PGA925L6 在 GPS 频段上的载波和互调产物

6 其他实测结果图

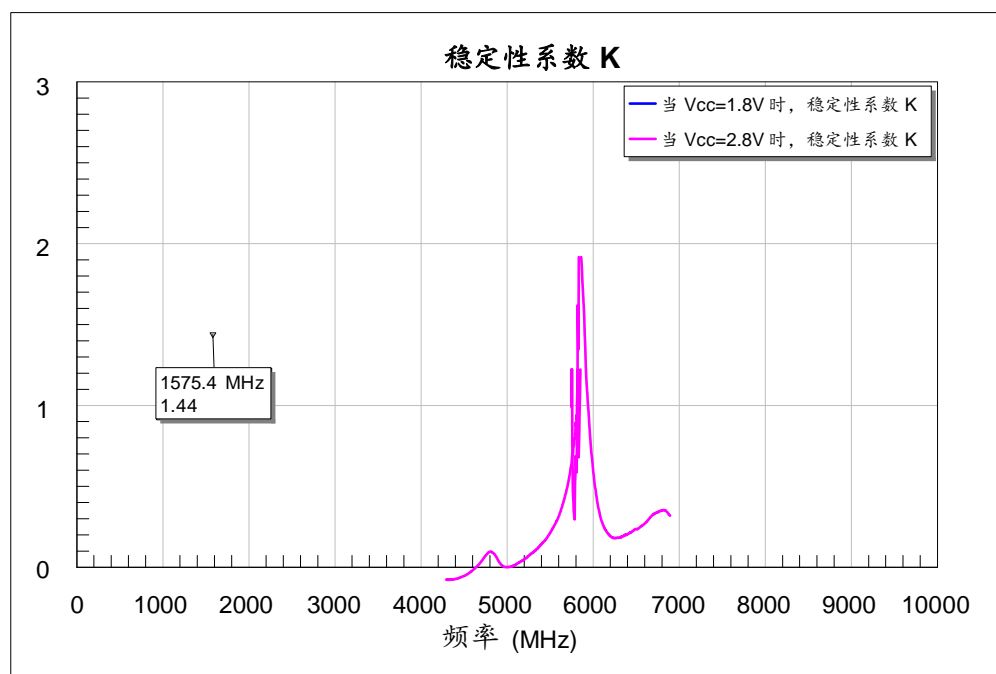


图 14 在 10GHz 以内, BGA925L6 的稳定性系数 K

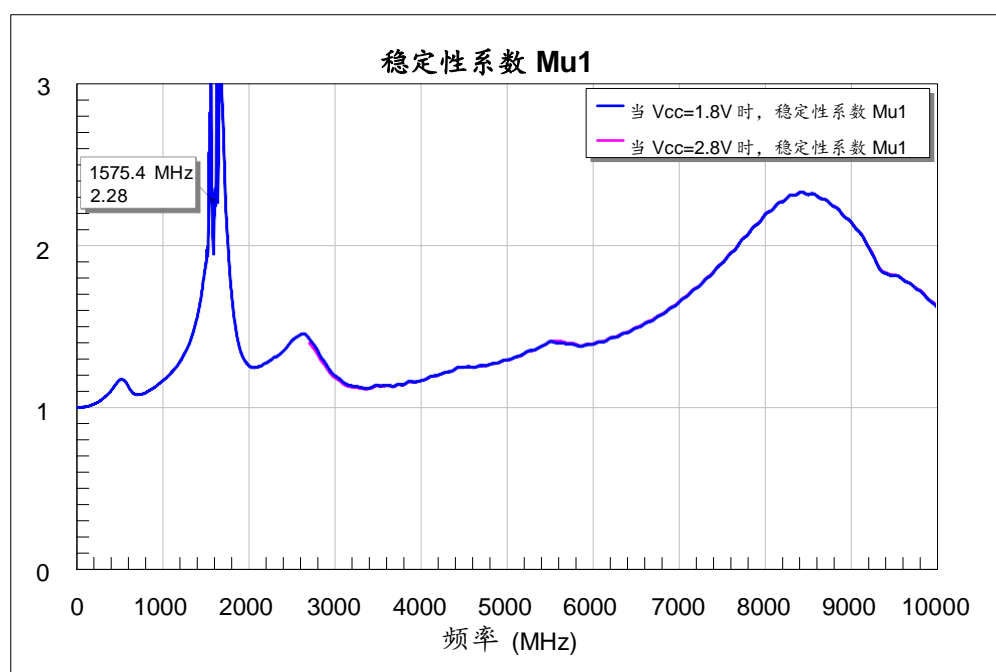


图 15 在 10GHz 以内, BGA925L6 的稳定性系数 μ_1

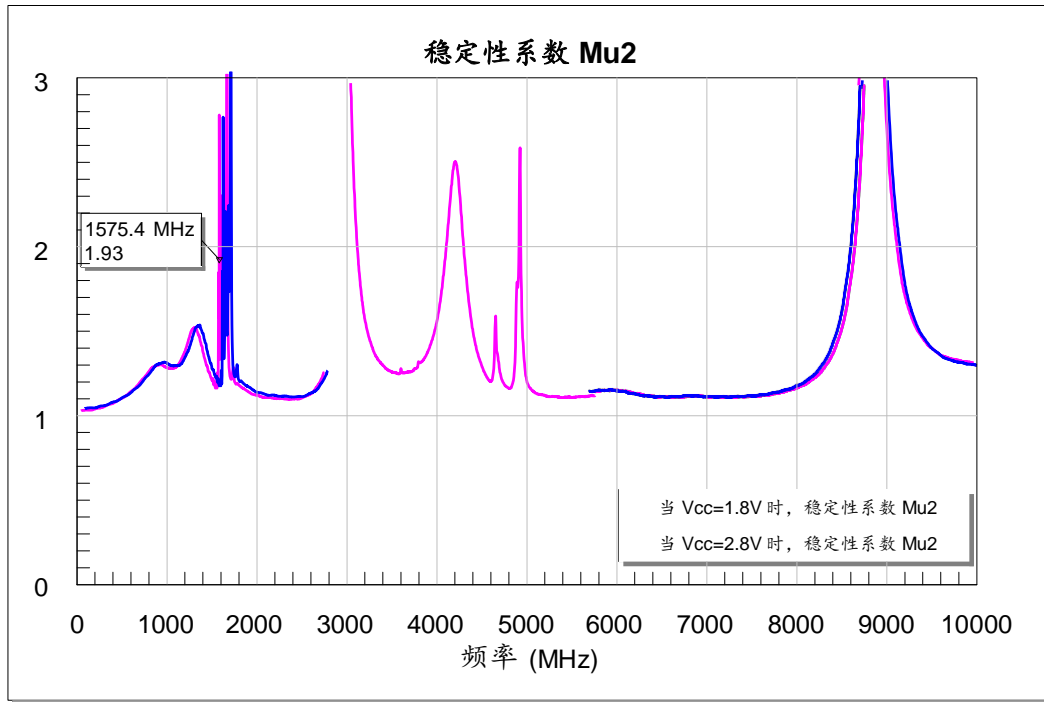


图 16 在 10GHz 以内, PGA925L6 的稳定性系数 μ_2

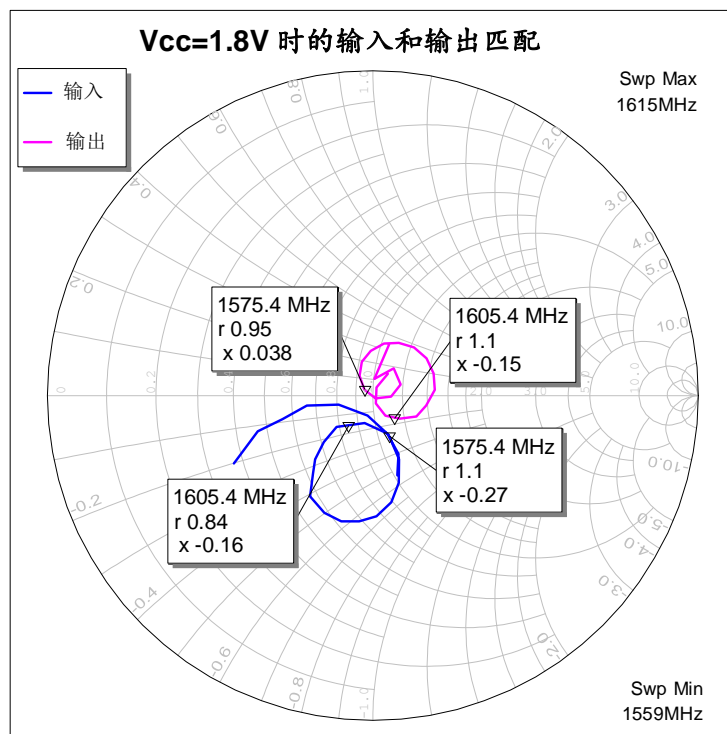


图 17 当 $V_{CC}=1.8V$ 时, 在 GPS 和 GLONASS 频段上的输入和输出匹配

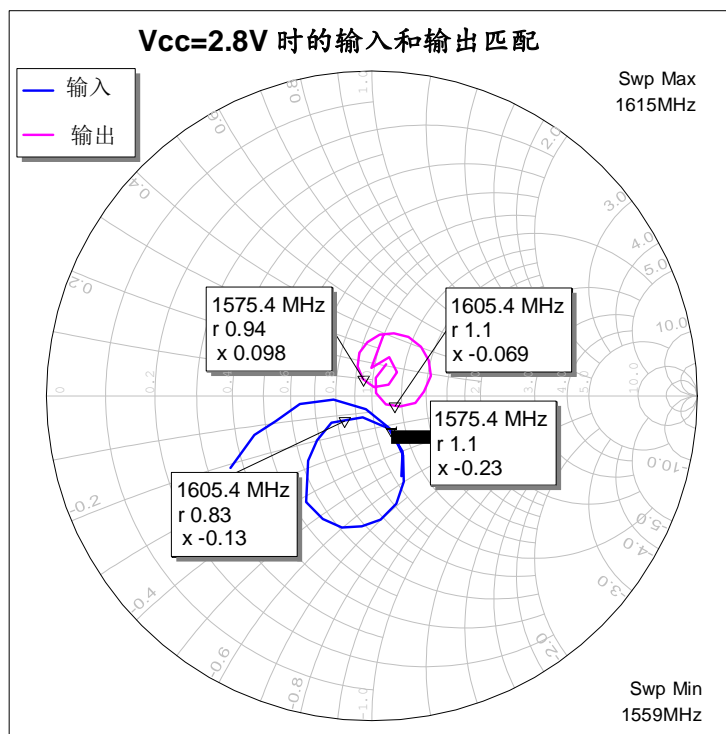


图 18 当 Vcc=2.8V 时，在 GPS 和 GLONASS 频段上的输入和输出匹配

7 评估板

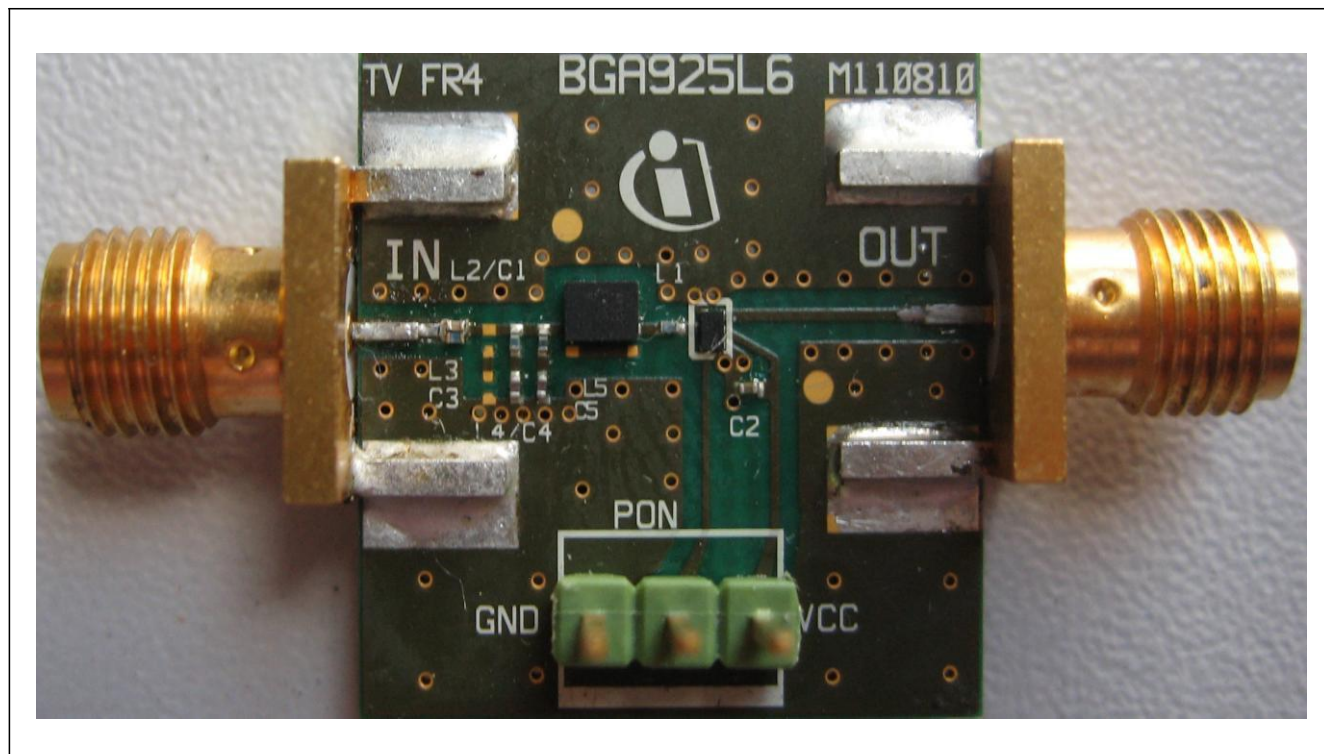


图 19 PGA925L6 评估板实物图（细节图）

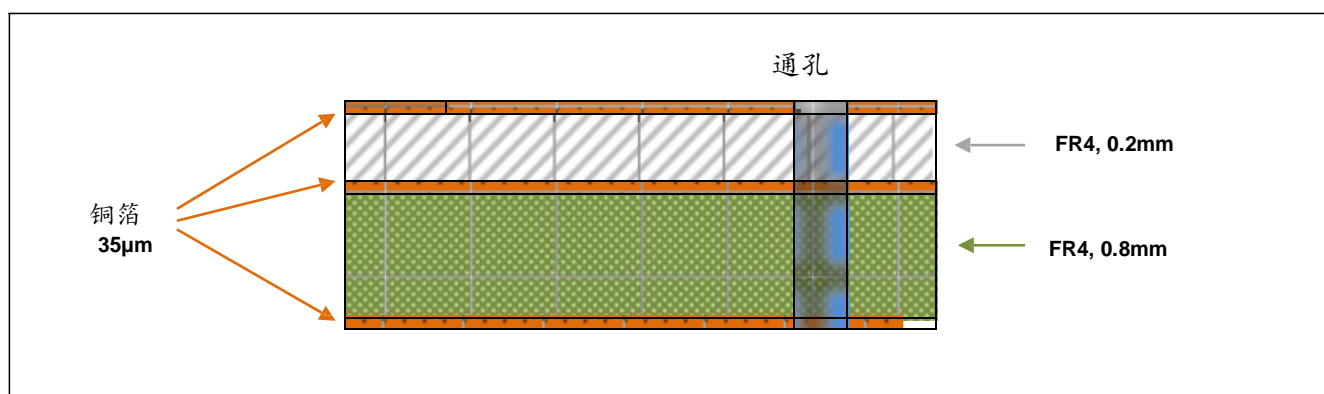


图 20 印刷电路板叠层信息

8 作者

Jagjit Singh Bal, 射频与保护器件事业部应用工程师

Kai Jung, 射频与保护器件事业部开发工程师

Chih-I Lin 博士, 射频与保护器件事业部高级工程师

www.infineon.com

英飞凌科技股份有限公司印制