

# BGA725L6

应用 0201 外围组件面向频率为 1550 MHz 至 1615 MHz 的全球导航卫星系统 (GNSS) 应用的高增益低噪放大器

应用笔记 AN280

版本 1.0, 2012 年 6 月 8 日修订

2012年6月15日

英飞凌科技股份公司出版

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

本文所包含的信息在任何情况下均不得被视为就相关条件和特性作出的保证。英飞凌在此声明, 未就本文中给出的任何例子或提示, 以及本文中述明的器件的任何典型值和/或关于器件应用的任何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。

## 信息查询

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](http://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 AN280

修订记录: 2012 年 6 月 8 日

以往的修订: 以往未修订

页码	主题 (上次修订后的主要变更)

## 英飞凌科技股份公司的商标

AURIX™, C166™, CanPAK™, CIPOS™, CIPURSE™, EconoPACK™, CoolMOS™, CoolSET™, CORECONTROL™, CROSSAVE™, DAVE™, DI-POL™, EasyPIM™, EconoBRIDGE™, EconoDUAL™, EconoPIM™, EconoPACK™, EiceDRIVER™, eupec™, FCOS™, HITFET™, HybridPACK™, I<sup>2</sup>RF™, ISOFACE™, IsoPACK™, MIPAK™, 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 Satellite 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 TA 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™。

上次商标信息更新时间: 2011 年 11 月 11 日

## 目录

1 适用于全球导航卫星系统（GNSS）的 SiGe 低噪放大器.....	6
2 简介.....	7
3 应用电路.....	11
4 典型测量结果 .....	12
5 COMPASS/Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的测量图表.....	14
6 其他测试图 .....	20
7 评估板.....	23
8 作者.....	24

## 图目录

图 1 采用 TSLP-6-2 封装的 BGA725L6 (0.70mm x 1.1mm x 0.40mm)	6
图 2 相比 0402 和 0201 组件的 BGA725L6 封装的尺寸	8
图 3 适用于 GNSS 频段 1559-1615MHz 应用的 BGA725L6 的框图	10
图 4 BGA725L6 应用电路	11
图 5 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的功率增益	14
图 6 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的窄带功率增益	14
图 7 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入匹配	15
图 8 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输出匹配	15
图 9 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的反向隔离	16
图 10 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的噪声系数	16
图 11 供电电压为 1.8V 时, 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入 1 dB 压缩点	17
图 12 供电电压为 2.8V 时, 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入 1 dB 压缩点	17
图 13 Vcc=1.8V 时, 适用于 GPS 频段的 BGA725L6 的载波及交调产物	18
图 14 Vcc=2.8V 时, 适用于 GPS 频段的 BGA725L6 的载波及交调产物	18
图 15 Vcc=1.8V 时, 适用于 GLONASS 频段的 BGA725L6 的载波及交调产物	19
图 16 Vcc=2.8V 时, 适用于 GLONASS 频段的 BGA725L6 的载波及交调产物	19
图 17 Vcc=1.8V 时, 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入和输出匹配	20
图 18 Vcc=2.8V 时, 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入和输出匹配	20
图 19 最多为 10GHz 的 BGA725L6 的稳定性系数 $\mu_1$	21
图 20 最多为 10GHz 的 BGA725L6 的稳定性系数 $\mu_2$	21
图 21 最多为 10GHz 的 BGA725L6 的稳定性系数 K	22
图 22 BGA725L6 已填充的 PCB 图	23
图 23 PCB 层堆栈	23

## 表目录

表 1 引脚定义	10
表 2 切换模式	10
表 3 物料清单	11
表 4 电性能参数 (室温), Vcc = Vpon = 1.8 V	12
表 5 电性能参数 (室温), Vcc = Vpon = 2.8 V	13

## 1 适用于全球导航卫星系统（GNSS）的 SiGe 低噪放大器

### 1.1 特性

- 高插入功率增益: 20.0 dB
- 带外输入三阶截点: -2 dBm
- 输入1dB压缩点: -15 dBm
- 低噪声系数: 0.65 dB
- 低电流电耗: 3.6 mA
- 工作频率: 1550 - 1615 MHz
- 供电电压: 1.5 V-3.6 V
- 数字开关 (1V逻辑高电平)
- 超小型TSLP-6-2无引线封装 (面积: 0.7 x 1.1 mm<sup>2</sup>)
- B7HF硅锗制程技术
- 射频输出内部匹配为50 欧姆
- 只需要一个外置SMD组件
- 2 kV HBM静电防护 (包括AI引脚)
- 无铅 (符合RoHS标准) 封装

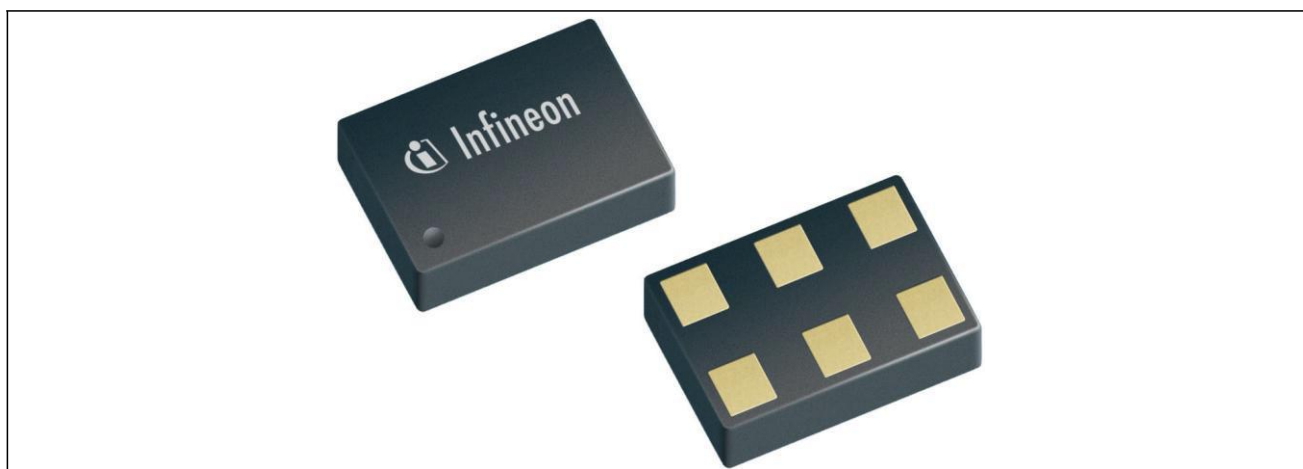


图 1 采用 TSLP-6-2 封装的 BGA725L6 (0.70mm x 1.1mm x 0.40mm)

### 1.2 应用

- 工作频率为1575.42 MHz (L1频段) 的GPS (全球定位系统)
- 工作频率为1598.06 MHz-1605.38 MHz (L1频段) 的GLONASS (俄罗斯的GNSS)
- 工作频率为1559 MHz-1592 MHz (E2-L1-E1频段) 的Galileo (欧洲的GNSS)
- 工作频率为 1561.10 MHz (E2 频段) 和 1589.74 MHz (E1 频段) 的 COMPASS (中国北斗卫星导航系统)

## 2 简介

BGA725L6 是一种适用于全球导航卫星系统 (GNSS) 应用的前端低噪放大器 (LNA)。它采用英飞凌 B7HF 硅锗 (SiGe) 工艺制造而成, 是一款经济高效的解决方案。该器件采用超小型 TSLP-6-2 封装, 具备超低噪声系数、高增益、高线性度和低电流消耗等特性, 可支持低至 1.5 V、高至 3.6 V 的供电电压。所有这些特性使得 BGA725L6 成为 GNSS 低噪声放大器的最佳选择, 因为它的灵敏度更高, 能够更好地抗受带外干扰, 降低滤波要求, 进而降低 GNSS 接收机的总成本。

GNSS 卫星运行于距离地球两万多公里远的轨道上, 发射功率范围为+47 dBm。由于存在各种损耗 (大气和天线等因素), GNSS 设备输入端收到的信号强度极低——介入-130 dBm 范围内。GNSS 设备接收这种低强度信号并为最终用户提供有用信息的能力, 很大程度上取决于 GNSS 接收链路的噪声系数。这种被称为接收灵敏度的特性, 可以通过在接收链路输入端安装低噪声系数和高增益的低噪放大器得以改善。灵敏度提高后, 首次定位时间 (TTFF) 就可缩短。TTFF 是指 GNSS 接收机采集卫星信号和导航数据并计算出位置所需的时间。低噪放大器的噪声系数决定 GNSS 接收机系统的整体噪声系数。BGA725L6 的噪声系数低至 0.65 dB, 增益高达 20.0 dB, 能够大幅度提高接收机的灵敏度。

在移动设备中集成更多功能的需求日益增长, 带来了诸多挑战, 因为发射机/接收机必须同时运行而不影响彼此的性能。在当今的智能手机中, GNSS 接收机与 GSM/EDGE/UMTS/LTE 频段中的收发机并存。这些 3G/4G 收发机的发射功率高达+24 dBm, 由于隔离不足而与 GNSS 接收机耦合。这些蜂窝信号可以混合, 恰好在 GNSS 接收频段内形成交调产物。比如, GSM 1712.7 MHz 与 UMTS 1850 MHz 混合在一起, 从而正好在 GPS 上产生三阶交调产物。为量化这种效应, BGA725L6 在 GPS 上显示+2.9dBm 的带外输入信号, 它是功率电平为-20 dBm 的 GSM 1712.7 MHz 与 UMTS 1850 MHz 频率混合的结果。BGA725L6 拥有+2.9 dBm 的高带外输入三阶截点 (IIP3), 所以它尤其适用于移动电话中的 GPS 功能。



BGA725L6 还能在 787.76MHz 频段提供充分的抑制功能，787.76MHz 频段是下一代 LTE 技术使用的 13 频段，它的二次谐波位于 GPS 频段，所以无需任何额外电路就能满足 13 频段的二次谐波要求。在应用 -25 dBm 的 787.76 MHz 输入信号时，BGA725L6 的输入参考 13 频段二次谐波电平为 -44.7 dBm。

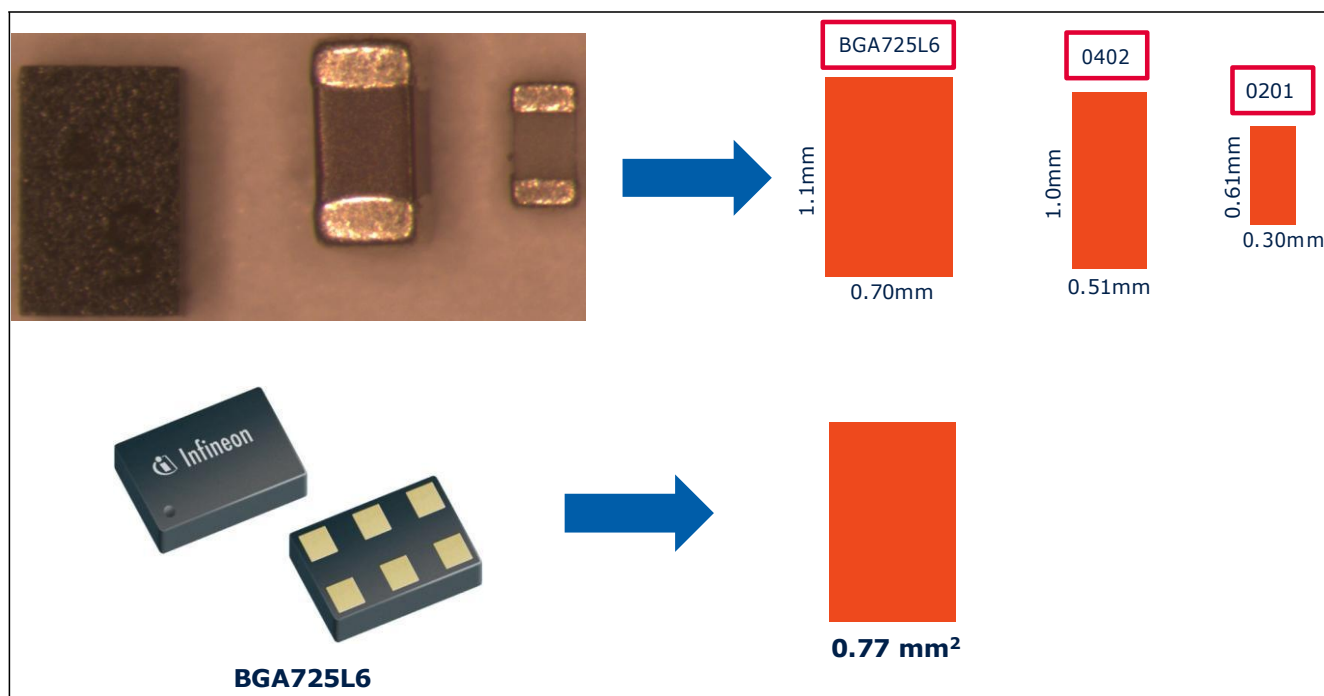


图 2 相比 0402 和 0201 组件的 BGA725L6 封装的尺寸

随着业界逐步走向微型化组装以及表面贴装技术的成熟，市场日益需要更小、更薄的组件。便携式电子设备更是如此，因为它的电路密度越高，设计就越灵活，同时还有利于优化利用有限的板卡空间。BGA725L6 的封装尺寸仅为 0.70mm x 1.1mm x 0.40mm，输入端只需要两个组件。如果需要直流阻断器并且电感器提供输入匹配，那么必须在输入端配备电容器。输入端的直流阻断器可选装，因为在许多 GPS 应用中，它通常是由低噪放大器前面的滤波器提供。所有设备制造商在其电路板上都会装配很好的电源滤波器，所以最终可能不需要在本应用电路中提及的射频旁路电容器。因为需要的外部 SMD 组件数量最少，所以应用的物料数量和印刷电路板面积也减少，这使其成为紧凑、经济的 GNSS 低噪放大器的理想解决方案。BGA725L6 输出内部匹配 50 欧姆，直流耦合电容器被集成在芯片上，所以在输出端不需要任何外部组件。



该器件还集成了片上静电防护装置，可以防护高达 2 kV 的静电电压（以人体模型为参考）。集成的电源开/关功能可以降低耗电量，延长 GNSS 手持设备的待机时间。而且，由于电流消耗很低（3.6 mA），它非常适合 GNSS 接收机和手机等便携设备。

BGA725L6 的内部电路图如图 3 所示。表 1 列示了 BGA725L6 的引脚分配情况。表 2 所示为通过向 PON 引脚施加不同电压打开/关闭 BGA725L6 的真值表。

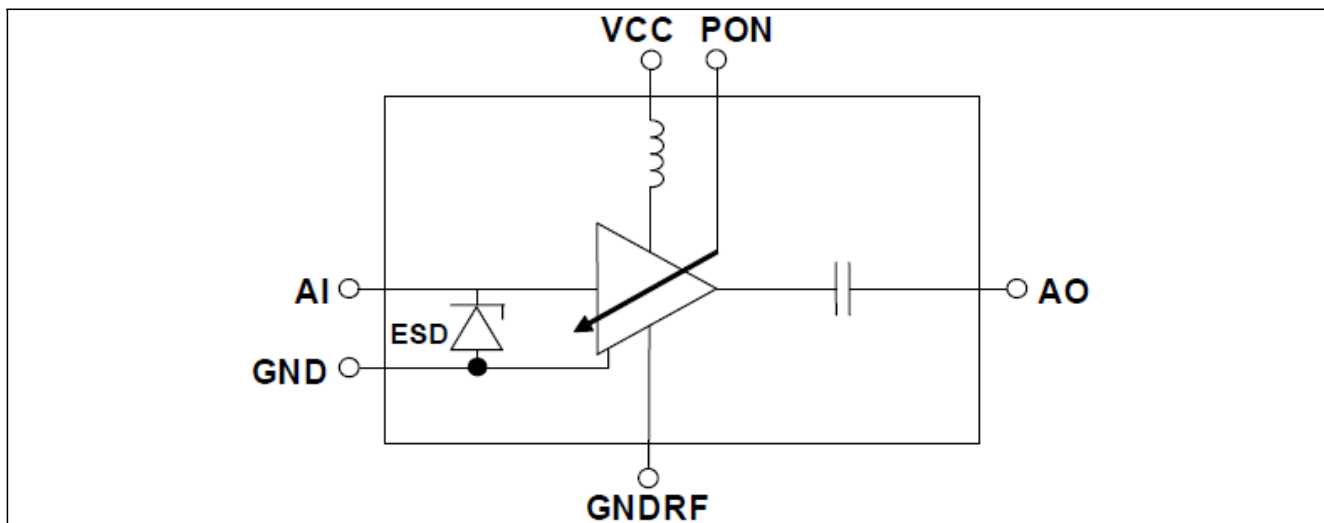


图 3 适用于 GNSS 频段 1559-1615MHz 应用的 BGA725L6 的框图

表 1 引脚定义

引脚	代码	备注
1	GND	一般接地
2	VCC	直流电源
3	AO	低噪放大器输出
4	GNDRF	低噪放大器射频接地
5	AI	低噪放大器输入
6	PON	开机控制

表 2 切换模式

低噪放大器模式	代码	PON 引脚的开/关控制电压	
		最小电压	最大电压
开	PON, on	1.0 V	VCC
关	PON, off	0 V	0.4 V

### 3 应用电路

#### 3.1 原理图

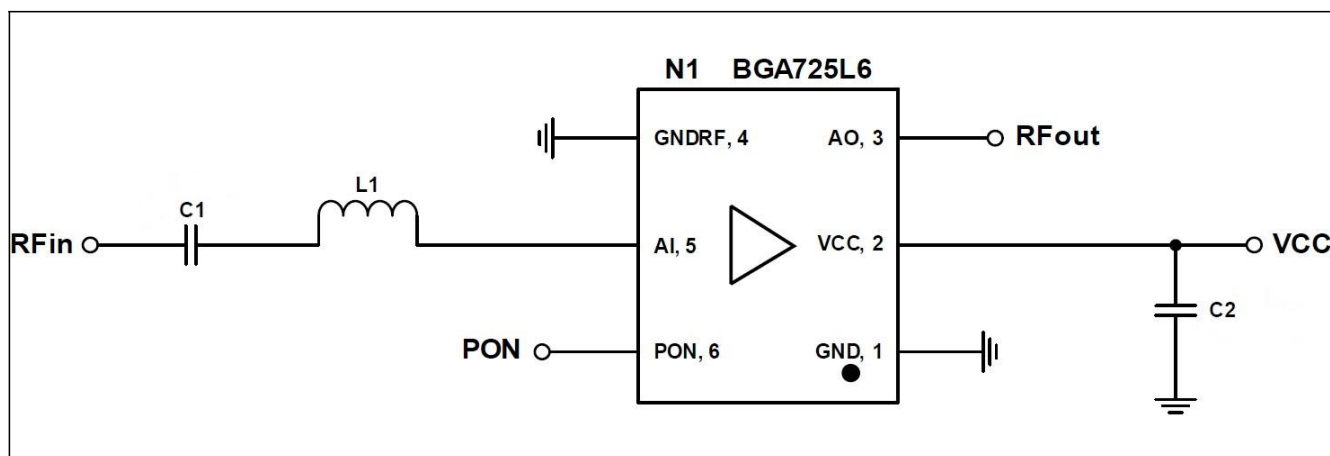


图 4 BGA725L6 应用电路

表 3 物料清单

代码	价值	单位	封装	制造商	备注
C1	1	nF	0201	不同厂商	直流阻断器
C2	10	nF	0201	不同厂商	射频旁路
L1	6.8	nH	0201	日本村田: LQP系列	输入匹配
N1	BGA725L6		TSLP-6-2	英飞凌	SiGe: CLNA
PCB 基板	FR4				

## 4 典型测量结果

表 4 和表 5 列示了图 4 所示的应用电路的典型测量结果。除非另有说明，这些表格列示的数据计入了电路板和 SMA 连接器的损耗。

表 4 电性能参数（室温）， $V_{CC} = V_{PON} = 1.8\text{ V}$

参数	代码	值			单位	备注/实验条件
直流电压	Vcc	1.8			V	
直流电流	Icc	3.8			mA	
导航系统	Sys	COMPASS/ Galileo	GPS	GLONASS		
频率范围	Freq	1559-1593	1575.42	1598-1606	MHz	
增益	G	19.9	19.9	19.8	dB	
噪声系数	NF	0.71	0.71	0.71	dB	减去 0.07dB 的 PCB 和 SMA 损耗
输入回波损耗	RLin	13.9	14.5	15.6	dB	
输出回波损耗	RLout	26.6	35.0	18.6	dB	
反向隔离	IRev	35.2	35.4	36.0	dB	
输入P1dB	IP1dB	-15.4	-15.5	-15.8	dBm	$f_{\text{galileo}} = 1559\text{ MHz}$ $f_{\text{gps}} = 1575.42\text{ MHz}$ $f_{\text{GLONASS}} = 1605.38\text{ MHz}$
输出P1dB	OP1dB	3.5	3.4	3.0	dBm	
输入IP3 带内	IIP3	-6.9	-6.9	-7.0	dBm	
输出IP3 带内	OIP3	13.0	13.0	12.8	dBm	$f_{1\text{gal/gps}} = 1575\text{ MHz}$ $f_{2\text{gal/gps}} = 1576\text{ MHz}$ $f_{1\text{GLONASS}} = 1602\text{ MHz}$ $f_{2\text{GLONASS}} = 1603\text{ MHz}$ 输入功率 = -30dBm
LTE 13频段二 次谐波	H2 – input referred	-44.7			dBm	$f_{\text{IN}} = 787.76\text{ MHz}$ $P_{\text{IN}} = -25\text{ dBm}$ $f_{\text{H2}} = 1575.52\text{ MHz}$
输入IP3 带外	IIP3 <sub>OOB</sub>	-0.5			dBm	$f_1 = 1712.7\text{ MHz}$ $f_2 = 1850\text{ MHz}$ 输入功率 = -20dBm $f_{\text{IIP3}} = 1575.4\text{ MHz}$
稳定性	k	>1			--	从 0 到 10GHz 无条件地稳定

表 5 电性能参数（室温）， $V_{CC} = V_{PON} = 2.8\text{ V}$

参数	代码	值			单位	备注/实验条件
直流电压	Vcc	2.8			V	
直流电流	Icc	3.9			mA	
导航系统	Sys	COMPASS/ Galileo	GPS	GLONASS		
频率范围	Freq	1559-1593	1575.42	1598-1606	MHz	
增益	G	19.9	19.9	19.9	dB	
噪声系数	NF	0.72	0.70	0.73	dB	减去 0.07dB 的 PCB 和 SMA 损耗
输入回波损耗	RLin	13.7	14.3	15.5	dB	
输出回波损耗	RLout	21.9	33.4	21.7	dB	
反向隔离	IRev	35.2	35.3	35.7	dB	
输入P1dB	IP1dB	-14.8	-14.7	-14.6	dBm	$f_{\text{galileo}} = 1559\text{ MHz}$ $f_{\text{gps}} = 1575.42\text{ MHz}$ $f_{\text{GLONASS}} = 1605.38\text{ MHz}$
输出P1dB	OP1dB	4.1	4.2	4.3	dBm	
输入IP3 带内	IIP3	-5.8	-5.8	-5.9	dBm	
输出IP3 带内	OIP3	14.1	14.1	14.0	dBm	$f_{1\text{gal/gps}} = 1575\text{ MHz}$ $f_{2\text{gal/gps}} = 1576\text{ MHz}$ $f_{1\text{GLONASS}} = 1602\text{ MHz}$ $f_{2\text{GLONASS}} = 1603\text{ MHz}$ 输入功率 = -30dBm
LTE 13频段二 次谐波	H2 – input referred	-44.7			dBm	$f_{\text{IN}} = 787.76\text{ MHz}$ $P_{\text{IN}} = -25\text{ dBm}$ $f_{\text{H2}} = 1575.52\text{ MHz}$
输入IP3 带外	IIP3 <sub>OOB</sub>	2.9			dBm	$f_1 = 1712.7\text{ MHz}$ $f_2 = 1850\text{ MHz}$ 输入功率 = -20dBm $f_{\text{IIP3}} = 1575.4\text{ MHz}$
稳定性	k	>1			--	从 0 到 10GHz 无条件地稳定

## 5 COMPASS/Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的测量图表

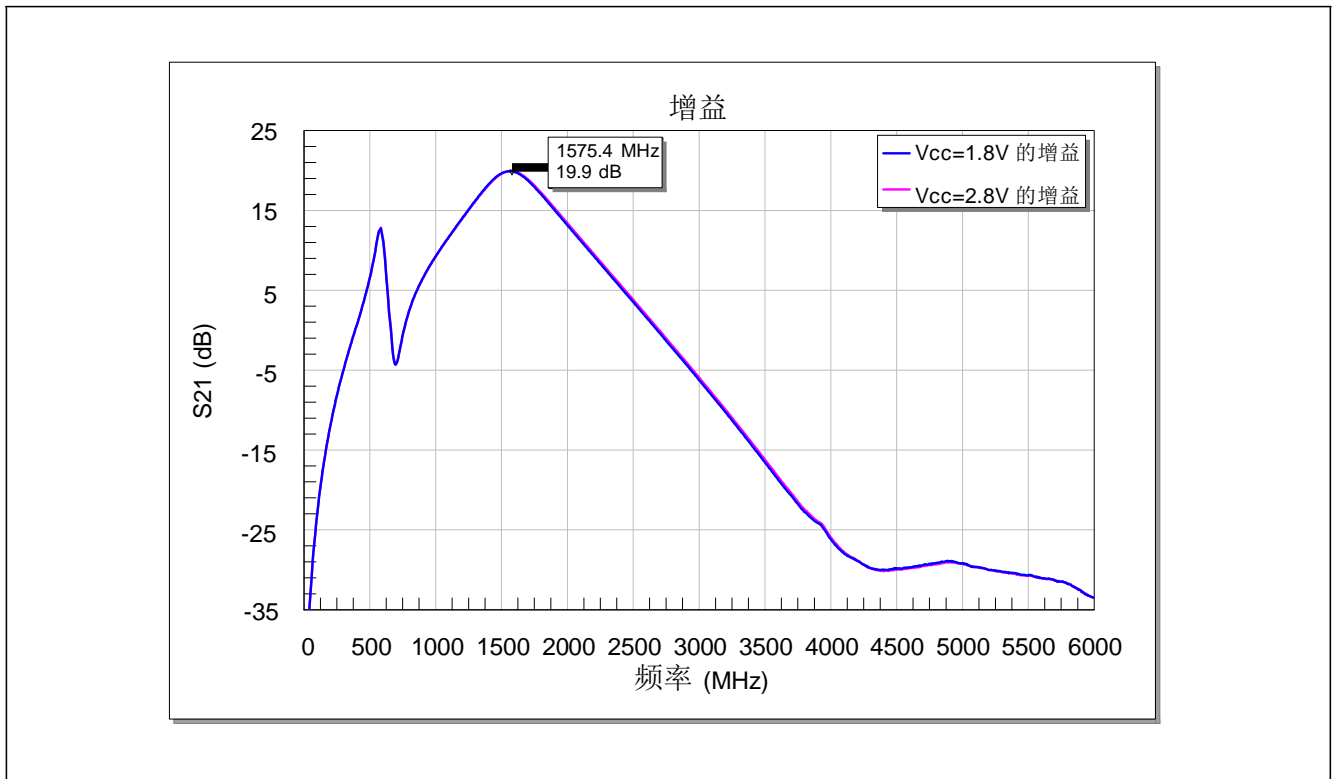


图 5 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的功率增益

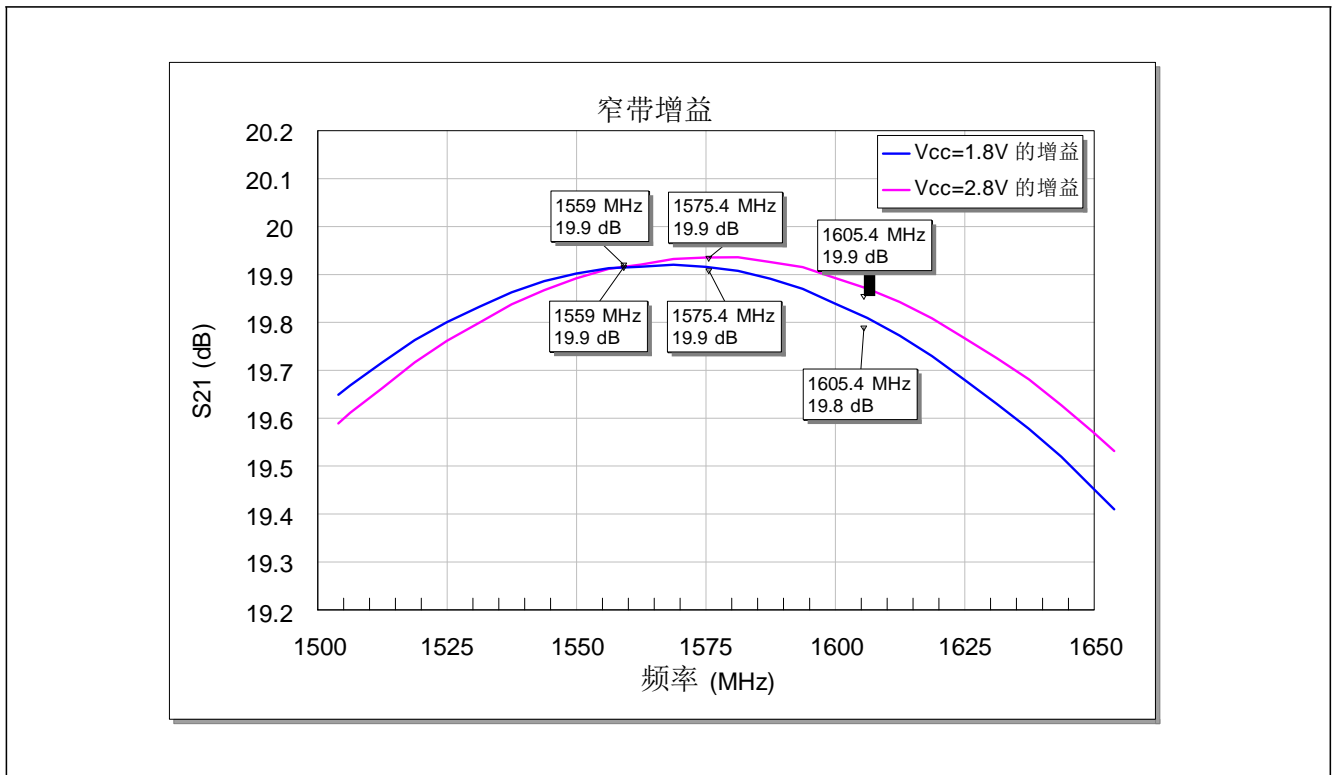


图 6 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的窄带功率增益

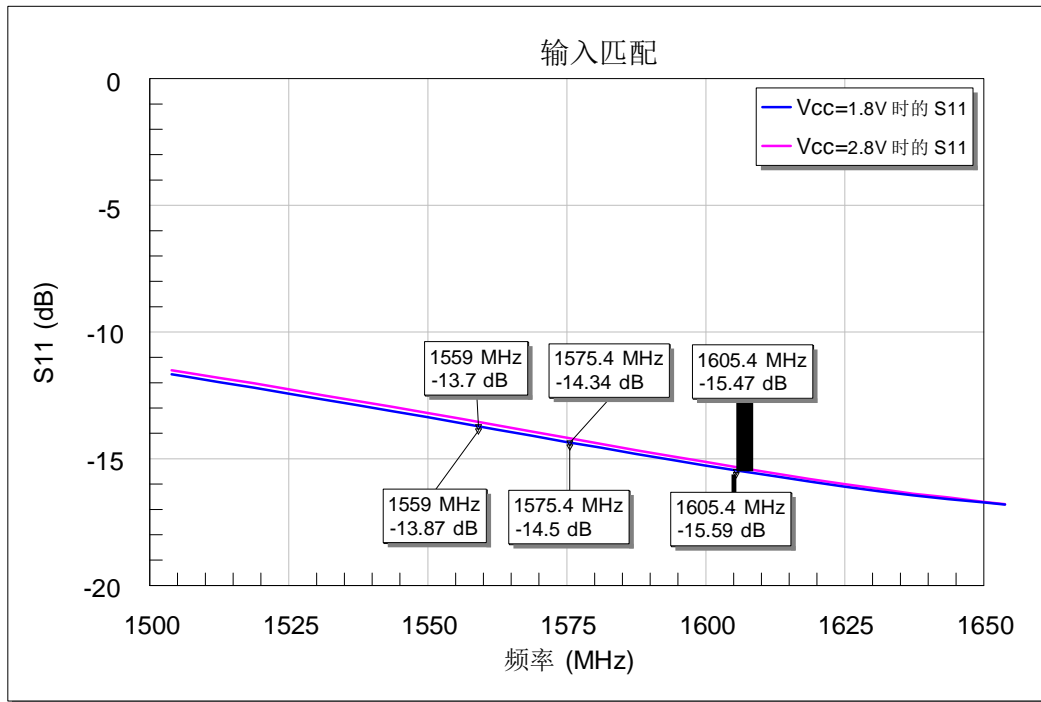


图 7 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入匹配

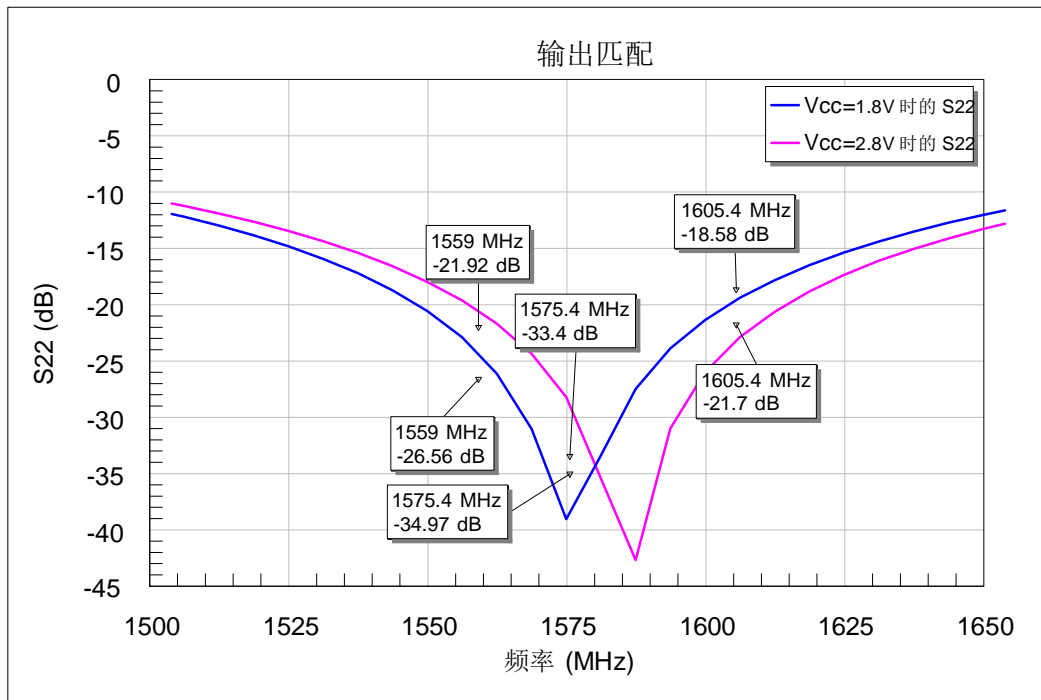


图 8 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输出匹配



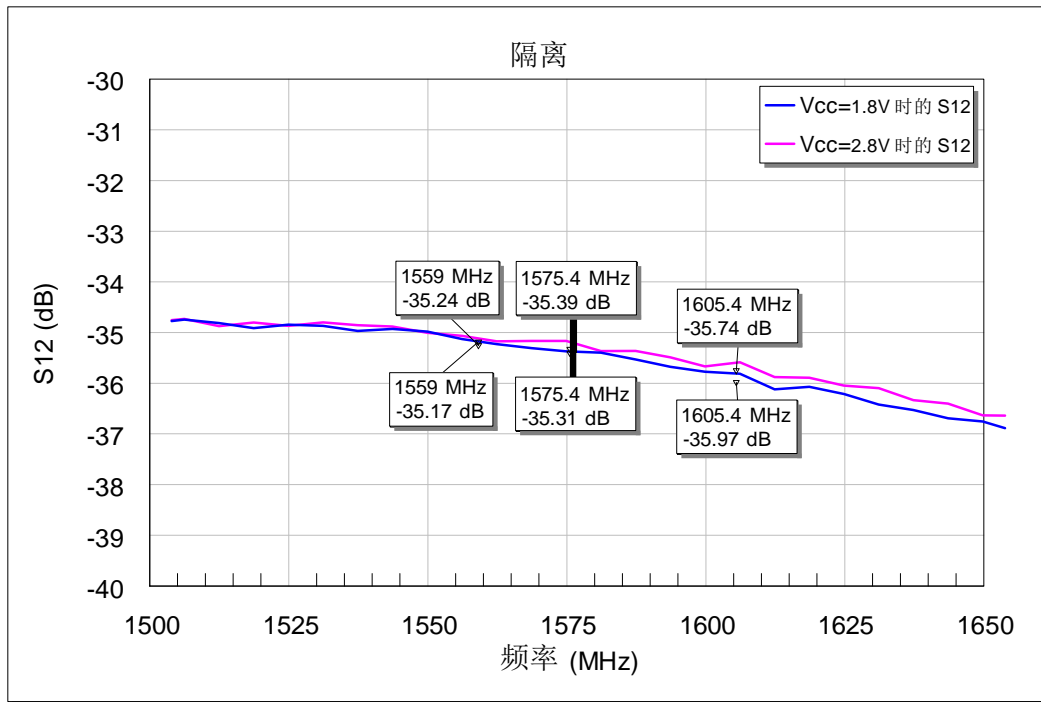


图 9 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的反向隔离

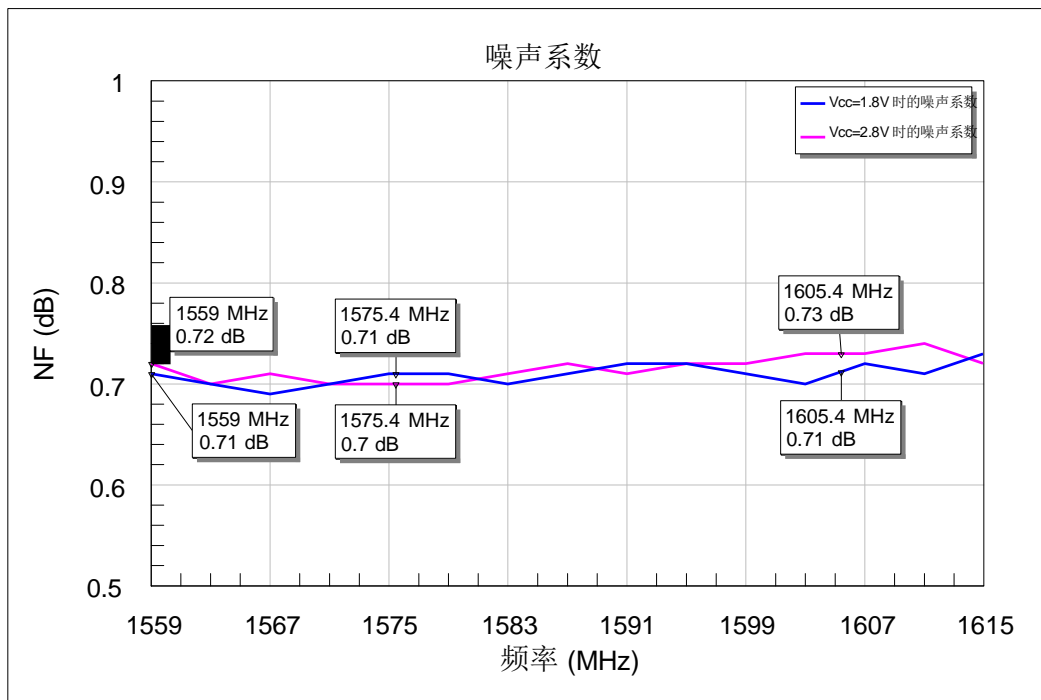


图 10 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的噪声系数

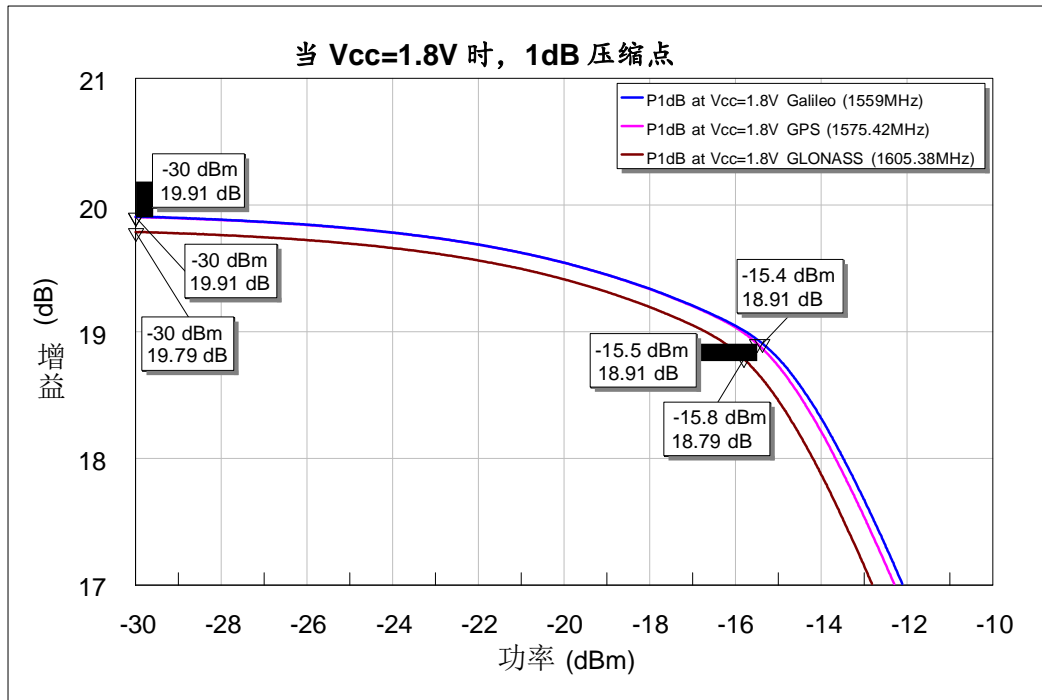


图 11 供电电压为 1.8V 时, 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入 1 dB 压缩点

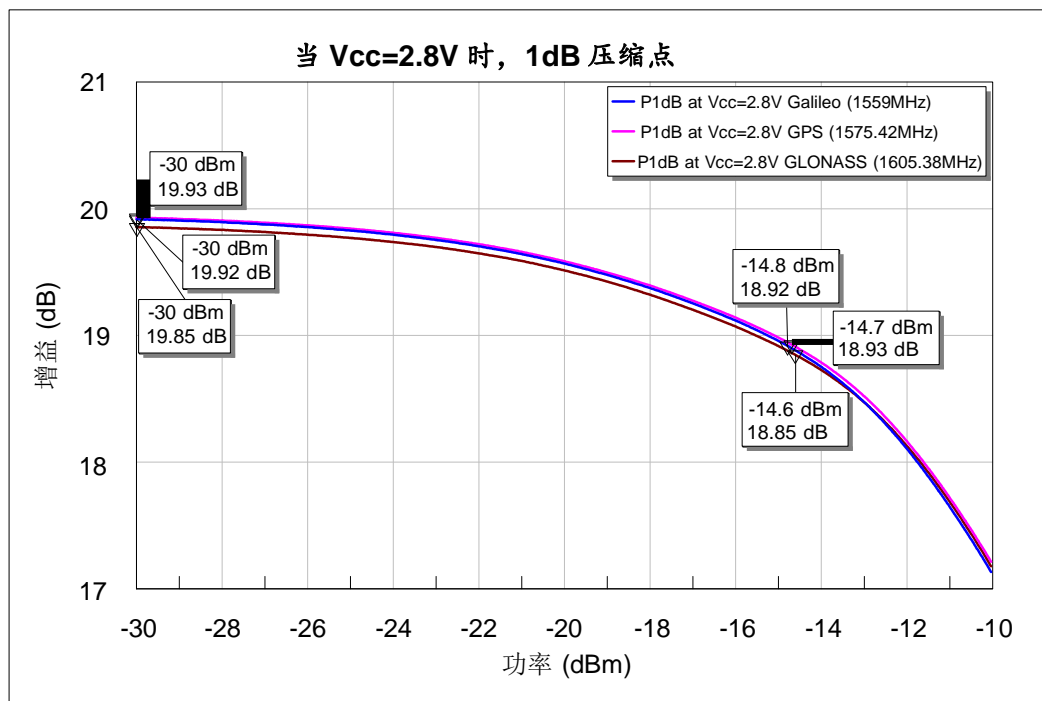


图 12 供电电压为 2.8V 时, 适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入 1 dB 压缩点

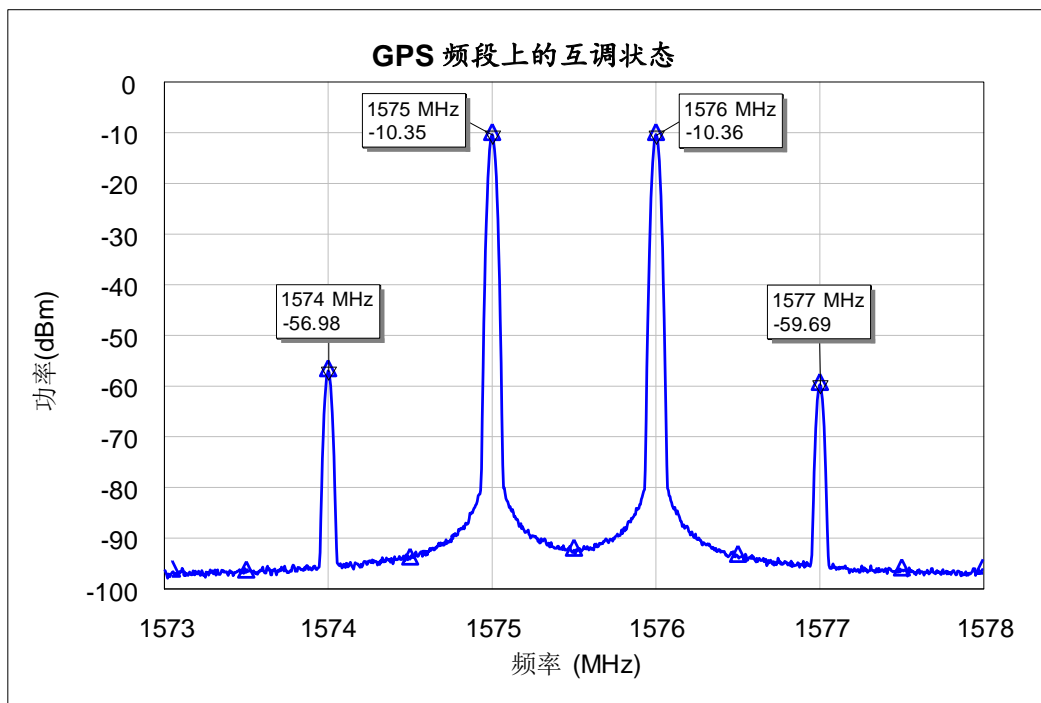


图 13 Vcc=1.8V 时，适用于 GPS 频段的 BGA725L6 的载波及交调产物

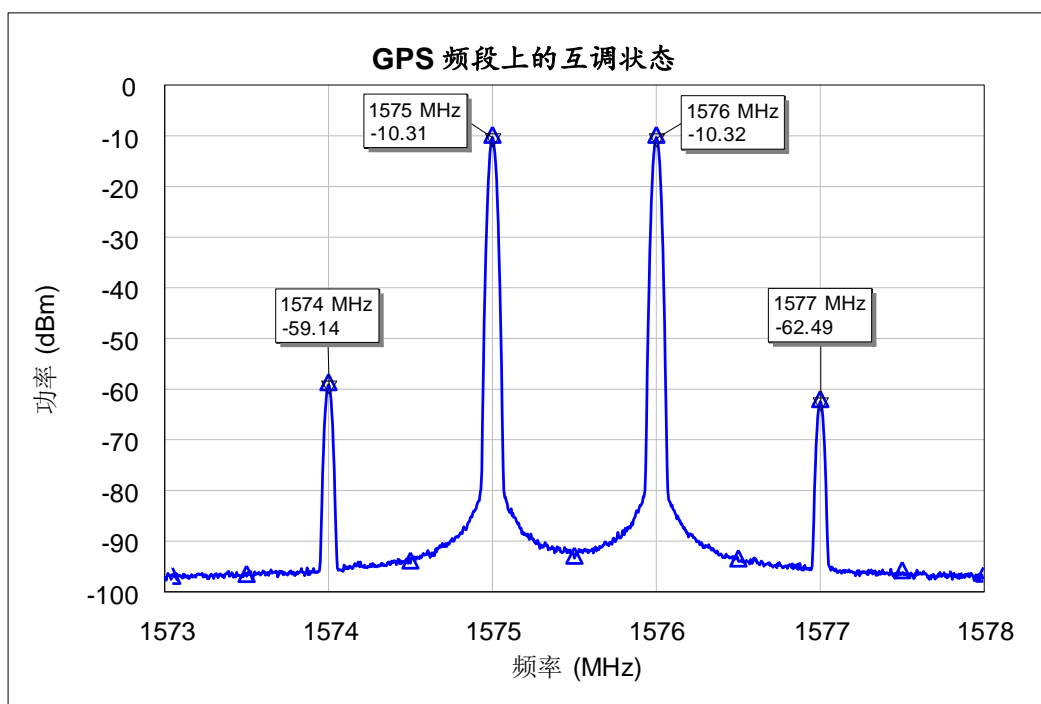


图 14 Vcc=2.8V 时，适用于 GPS 频段的 BGA725L6 的载波及交调产物

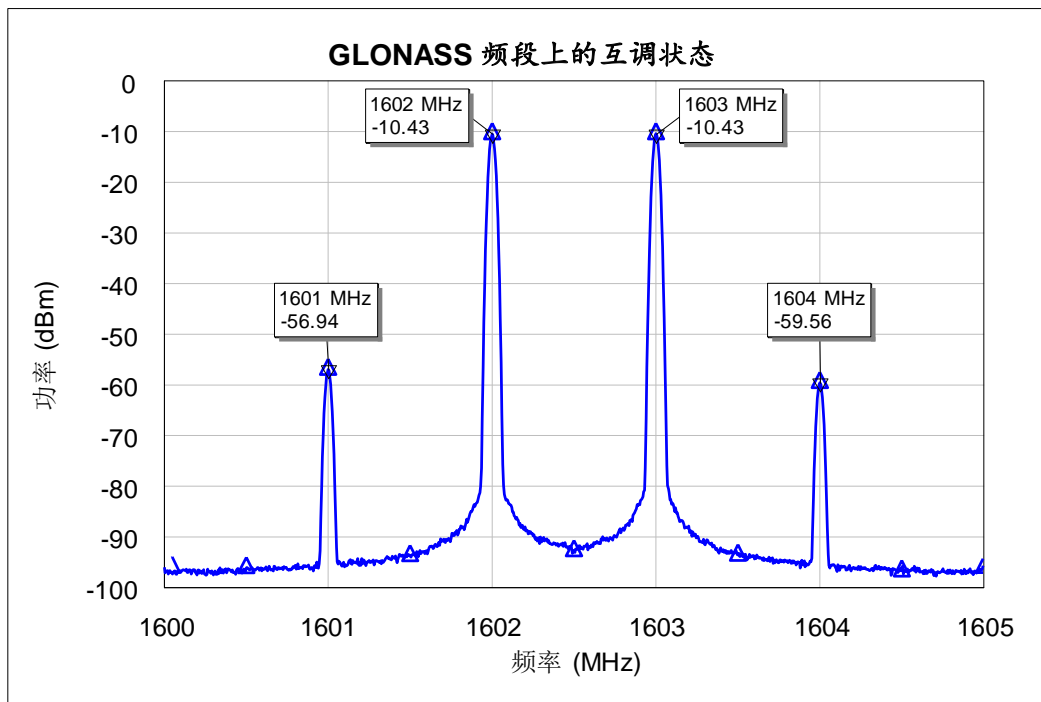


图 15  $V_{cc}=1.8V$  时, 适用于 GLONASS 频段的 BGA725L6 的载波及交调产物

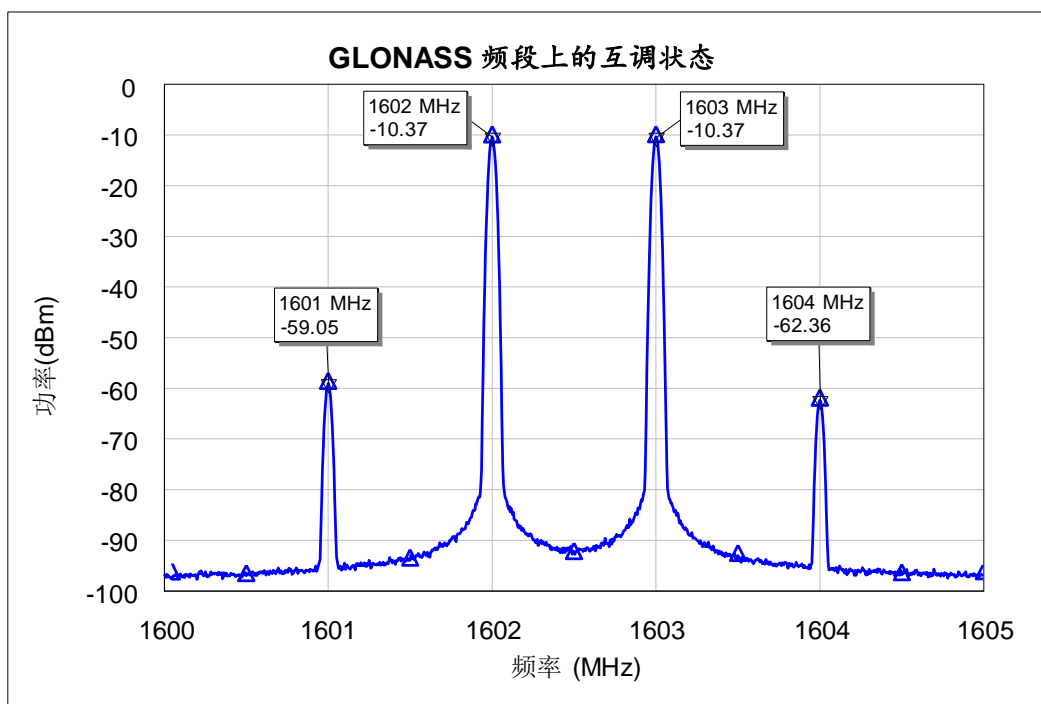


图 16  $V_{cc}=2.8V$  时, 适用于 GLONASS 频段的 BGA725L6 的载波及交调产物

## 6 其他测试图

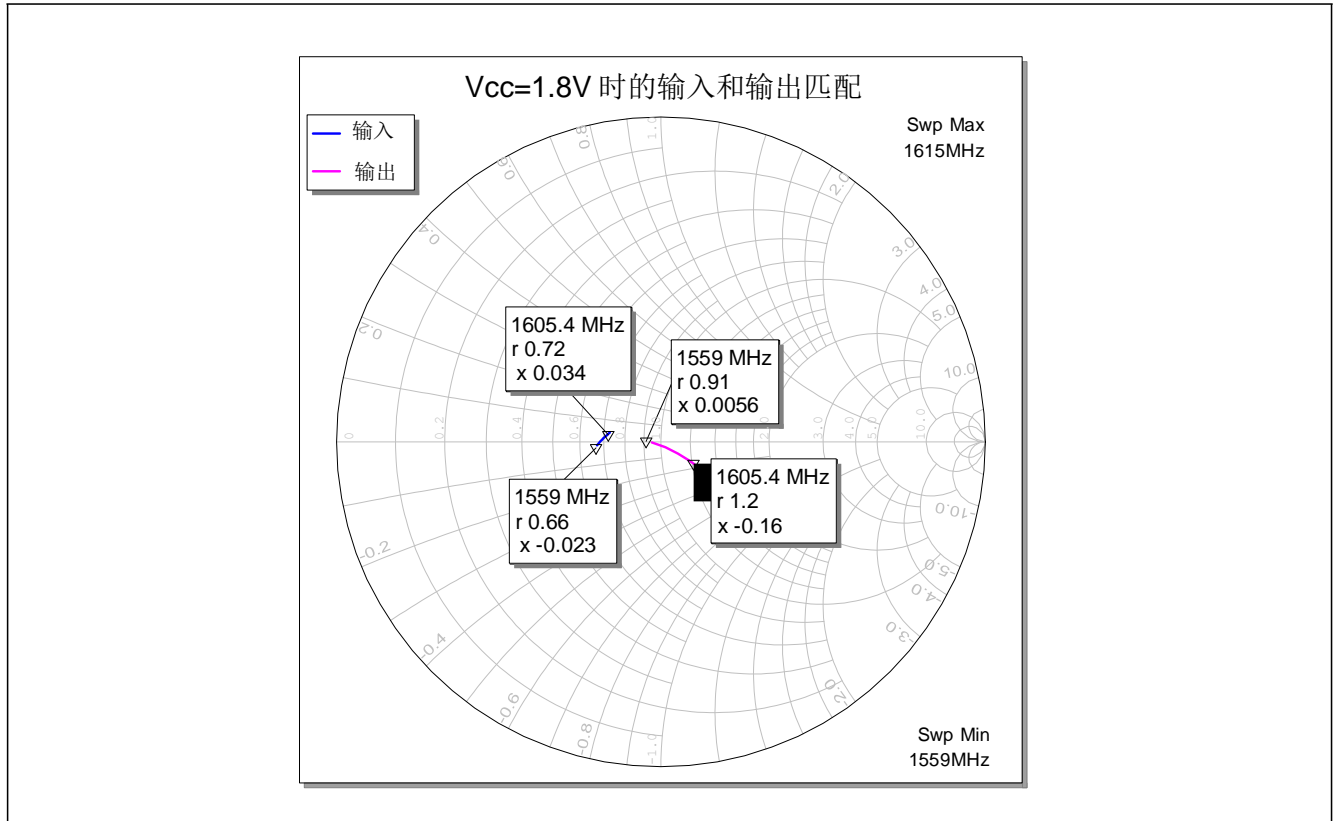


图 17 Vcc=1.8V 时，适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入和输出匹配

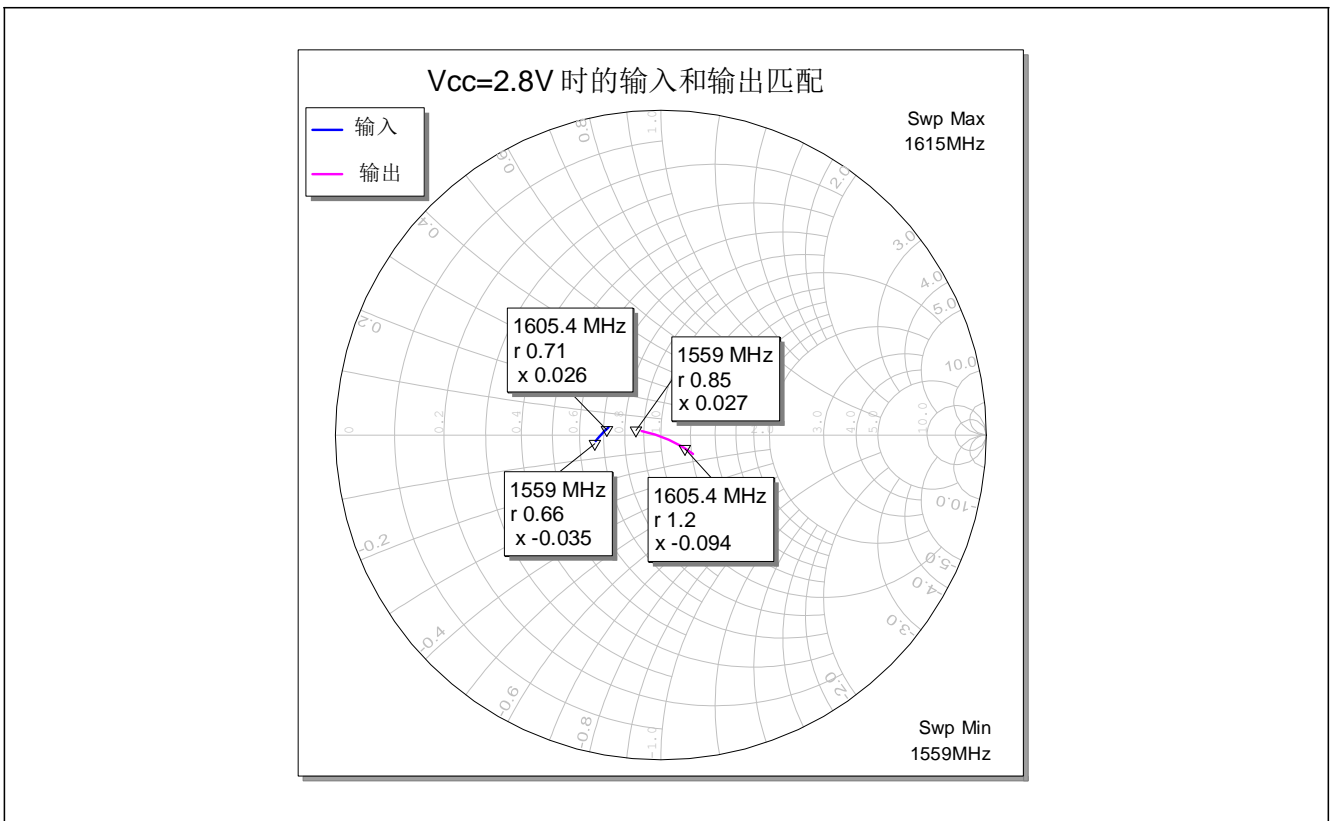


图 18 Vcc=2.8V 时，适用于 COMPASS、Galileo、GPS 和 GLONASS 频段的 BGA725L6 的输入和输出匹配

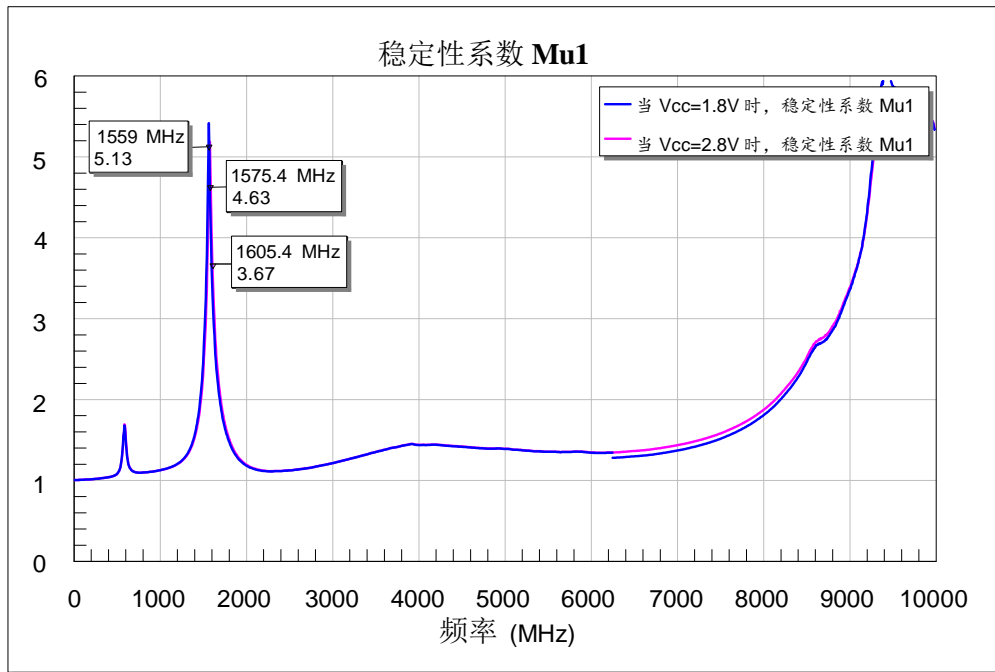


图 19 最多为 10GHz 的 BGA725L6 的稳定性系数  $\mu_1$

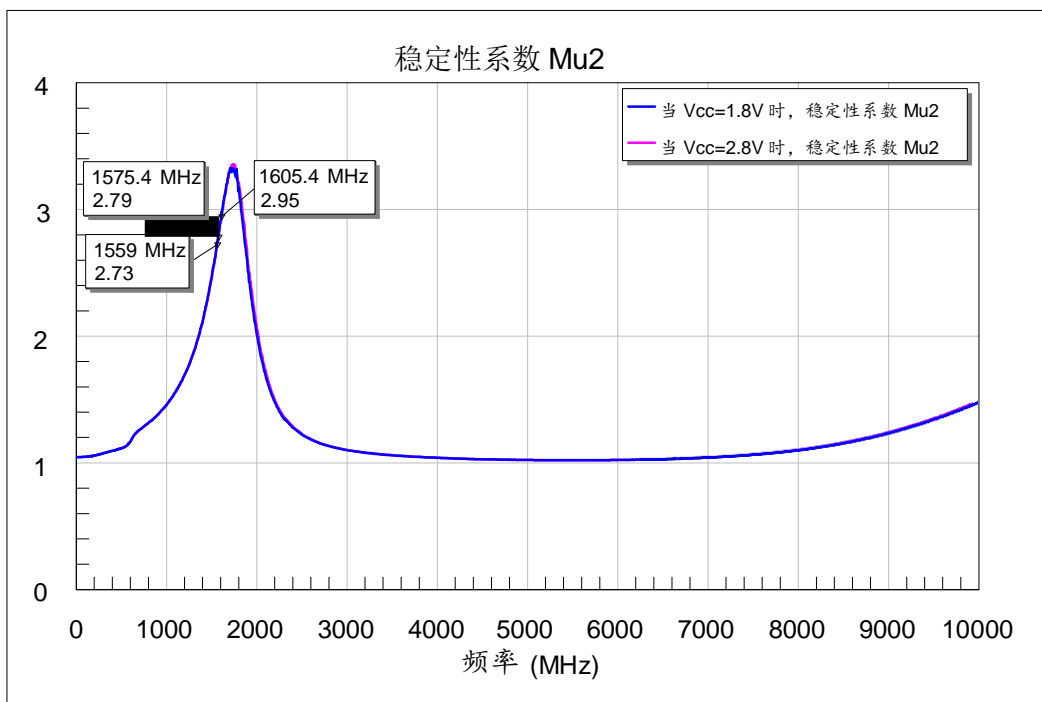


图 20 最多为 10GHz 的 BGA725L6 的稳定性系数  $\mu_2$

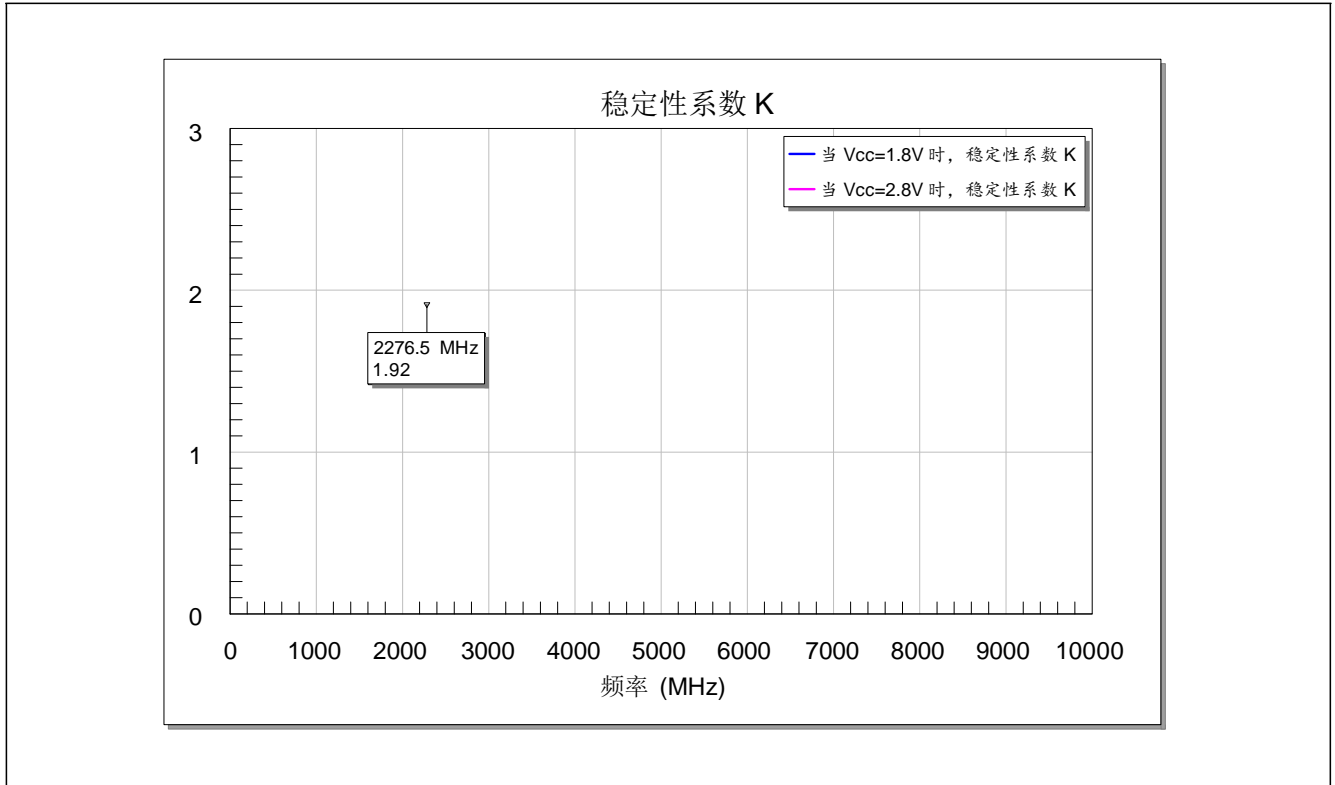


图 21 最多为 10GHz 的 BGA725L6 的稳定性系数 K



## 7 评估板

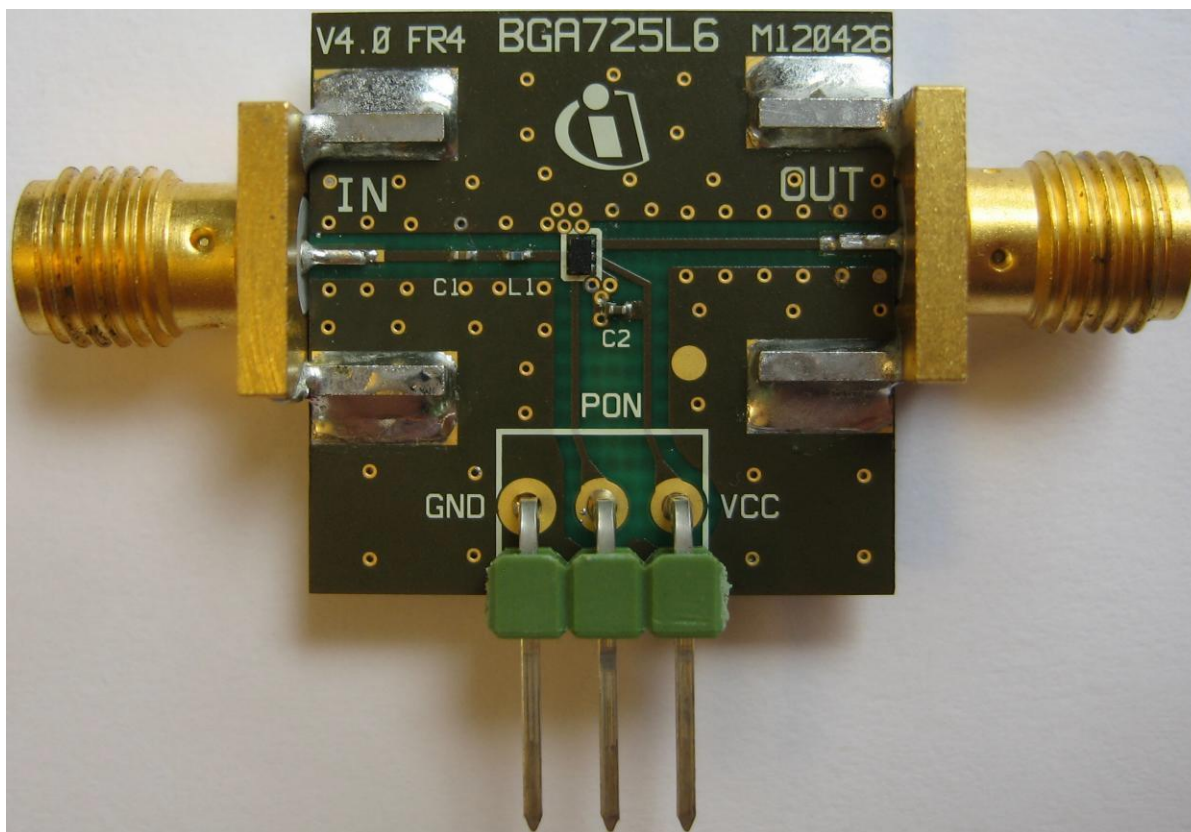


图 22 BGA725L6 已填充的 PCB 图

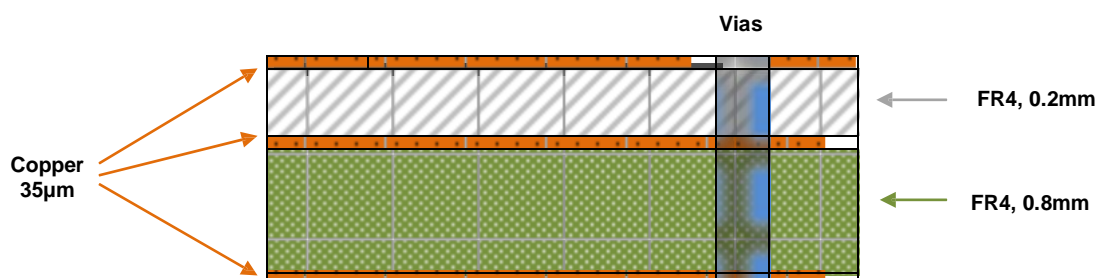


图 23 PCB 层堆栈

## **8 作者**

Jagjit Singh Bal: 英飞凌射频与保护器件业务部高级应用工程师

Chih-I Lin 博士: 英飞凌射频与保护器件业务部高级主管工程师

[www.infineon.com](http://www.infineon.com)

英飞凌科技股份有限公司印制