

## 特点

超宽带频率范围：9 kHz-30 MHz

非反射式50 Ω设计

低插入损耗：2.0 dB至30 GHz

高隔离度：60 dB至30 GHz

高输入线性度

1 dB功率压缩(P1dB)：28 dBm (典型值)

三阶交调点(IP3)：52 dBm (典型值)

高功率处理

24 dBm (直通路程)

24 dBm (端接路径)

ESD灵敏度：Class 1、1 kV人体模型(HBM)

20引脚、3 mm × 3 mm LGA封装

无低频杂散

射频(RF)建立时间 (高达最终RF输出的0.1 dB) : 6.2 μs

## 应用

测试仪器仪表

微波无线电和小型卫星地面站 (VSAT)

军用无线电、雷达、电子对抗 (ECM)

宽带通信系统

## 概述

ADRF5021是一款通用型单刀双掷(SPDT)开关，采用硅工艺制造。它采用3 mm × 3 mm、20引脚LGA封装，在9 kHz至30 GHz频率范围内提供高隔离度和低插入损耗。

该宽带开关采用+3.3 V和-2.5 V双电源电压供电，提供CMOS/LVTTL逻辑兼容控制。

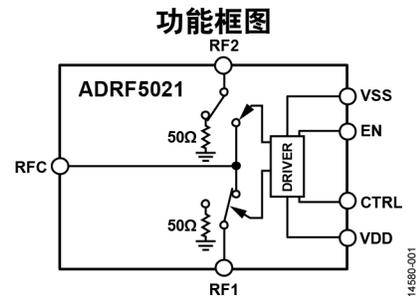


图1.

Rev. A

[Document Feedback](#)

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.

Tel: 781.329.4700

©2019 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

[Technical Support](#)

[www.analog.com/cn](http://www.analog.com/cn)

ADI 中文版数据手册是英文版数据手册的译文，敬请谅解翻译中可能存在的语言组织或翻译错误，ADI 不对翻译中存在的差异或由此产生的错误负责。如需确认任何词语的准确性，请参考 ADI 提供的最新英文版数据手册。

## 目录

|                 |   |                           |    |
|-----------------|---|---------------------------|----|
| 产品特性 .....      | 1 | 接口原理图 .....               | 6  |
| 应用 .....        | 1 | 典型性能参数 .....              | 7  |
| 功能框图 .....      | 1 | 插入损耗、回波损耗和隔离度 .....       | 7  |
| 概述 .....        | 1 | 输入功率压缩点和三阶交调截点(IP3) ..... | 8  |
| 修订历史 .....      | 2 | 工作原理 .....                | 9  |
| 技术规格 .....      | 3 | 应用信息 .....                | 10 |
| 绝对最大额定值 .....   | 5 | 评估板 .....                 | 10 |
| 功率降额曲线 .....    | 5 | 探针矩阵板 .....               | 11 |
| ESD警告 .....     | 5 | 外形尺寸 .....                | 12 |
| 引脚配置和功能描述 ..... | 6 | 订购指南 .....                | 12 |

## 修订历史

### 2017年2月—修订版0至修订版A

$V_{EN} = 3.3\text{ V}$ 至 $5\text{ V}$ 更改为 $V_{EN} = 0\text{ V}$ 或 $3.3\text{ V}$ 至 $5\text{ V}$  .....

### 2016年7月—修订版0：初始版

## 技术规格

除非另有说明， $V_{DD} = 3.3\text{ V}$ 至 $5\text{ V}$ ， $V_{SS} = -2.5\text{ V}$ ， $V_{CTRL} = 0\text{ V}$ 或 $3.3\text{ V}$ 至 $5\text{ V}$ ， $V_{EN} = 0\text{ V}$ 或 $3.3\text{ V}$ 至 $5\text{ V}$ ， $T_{CASE} = 25^\circ\text{C}$ ， $50\ \Omega$ 系统。

表1.

| 参数                 | 符号                      | 测试条件/注释   | 最小值   | 典型值 | 最大值    | 单位            |
|--------------------|-------------------------|---|-------|-----|--------|---------------|
| 频率范围               |                         |   | 0.009 |     | 30,000 | MHz           |
| 插入损耗               |                         |   |       |     |        |               |
| RFC和RF1/RF2之间      |                         | 9 kHz至10 GHz  |       | 1.1 |        | dB            |
|                    |                         | 10 GHz至20 GHz   |       | 1.4 |        | dB            |
|                    |                         | 20 GHz至30 GHz   |       | 2.0 |        | dB            |
| 隔离                 |                         |   |       |     |        |               |
| RFC和RF1/RF2之间      |                         | 9 kHz至10 GHz  |       | 65  |        | dB            |
|                    |                         | 10 GHz至20 GHz   |       | 60  |        | dB            |
|                    |                         | 20 GHz至30 GHz   |       | 60  |        | dB            |
| RF1和RF2之间          |                         | 9 kHz至10 GHz  |       | 70  |        | dB            |
|                    |                         | 10 GHz至20 GHz   |       | 65  |        | dB            |
|                    |                         | 20 GHz至30 GHz   |       | 60  |        | dB            |
| 回波损耗               |                         |   |       |     |        |               |
| RFC和RF1/RF2 (导通)   |                         | 9 kHz至10 GHz  |       | 23  |        | dB            |
|                    |                         | 10 GHz至20 GHz   |       | 17  |        | dB            |
|                    |                         | 20 GHz至30 MHz   |       | 13  |        | dB            |
| RF1/RF2 (关断)       |                         | 9 kHz至10 GHz  |       | 30  |        | dB            |
|                    |                         | 10 GHz至20 GHz   |       | 18  |        | dB            |
|                    |                         | 20 GHz至30 GHz   |       | 8   |        | dB            |
| 开关                 |                         |   |       |     |        |               |
| 上升和下降时间            | $t_{RISE}$ 、 $t_{FALL}$ | 10%至90%的RF输出  |       | 1.0 |        | $\mu\text{s}$ |
| 导通和关断时间            | $t_{ON}$ 、 $t_{OFF}$    | 50% $V_{CTL}$ 至90%的RF输出                               |       | 1.1 |        | $\mu\text{s}$ |
| RF建立时间             |                         |   |       |     |        |               |
| 0.1 dB             |                         | 50% $V_{CTL}$ 至0.1 dB的最终RF输出                          |       | 6.2 |        | $\mu\text{s}$ |
| 0.05 dB            |                         | 50% $V_{CTL}$ 至0.05 dB的最终RF输出                         |       | 10  |        | $\mu\text{s}$ |
| 输入线性度 <sup>1</sup> |                         | 1 MHz至30 GHz  |       |     |        |               |
| 功率压缩               |                         |   |       |     |        |               |
| 0.1 dB             | P0.1dB                  |   |       | 27  |        | dBm           |
| 1 dB               | P1dB                    |   |       | 28  |        | dBm           |
| 三阶交调截点             | IP3                     | 双音输入功率 = 14 dBm (各信号音) ,<br>$\Delta f = 1\text{ MHz}$ |       | 52  |        | dBm           |
| 电源电流               |                         | VDD、VSS引脚   |       |     |        |               |
| 正                  | $I_{DD}$                | $V_{DD} = 3.3\text{ V}$                               |       | 80  | 300    | $\mu\text{A}$ |
|                    |                         | $V_{DD} = 5\text{ V}$                                 |       | 100 | 600    | $\mu\text{A}$ |
| 负                  | $I_{SS}$                | $V_{SS} = -2.5\text{ V}$                              |       | <1  | 10     | $\mu\text{A}$ |
| 数字控制输入             |                         | CTRL、EN引脚   |       |     |        |               |
| 电压                 |                         |   |       |     |        |               |
| 低电平                | $V_{INL}$               | $V_{DD} = 3.3\text{ V}$                               | 0     |     | 0.8    | V             |
|                    |                         | $V_{DD} = 5\text{ V}$                                 |       |     | 0.9    | V             |
| 高电平                | $V_{INH}$               | $V_{DD} = 3.3\text{ V}$                               | 1.2   |     | 3.3    | V             |
|                    |                         | $V_{DD} = 5\text{ V}$                                 | 1.7   |     | 5.0    | V             |
| 电流                 |                         |   |       |     |        |               |
| 低和高                | $I_{INL}$ 、 $I_{INH}$   |   |       | <1  |        | $\mu\text{A}$ |

| 参数                  | 符号         | 测试条件/注释   | 最小值   | 典型值 | 最大值      | 单位               |
|---------------------|------------|---|-------|-----|----------|------------------|
| 建议工作条件              |            |   |       |     |          |                  |
| 电源电压                |            |   |       |     |          |                  |
| 正                   | $V_{DD}$   |   | 3.0   |     | 5.4      | V                |
| 负                   | $V_{SS}$   |   | -2.75 |     | -2.25    | V                |
| 数字控制电压              | $V_{CTL}$  |   | 0     |     | $V_{DD}$ | V                |
| RF输入功率 <sup>2</sup> | $P_{IN}$   | $f = 1 \text{ MHz至} 30 \text{ GHz}$ , $T_{CASE} = 85^\circ\text{C}$ |       |     |          |                  |
| 通过（直通）路径            |            | RF信号应用于RFC或直连的RF1/RF2   |       |     | 24       | dBm              |
| 端接路径                |            | RF信号应用于端接的RF1/RF2   |       |     | 24       | dBm              |
| 热切换                 |            | 在RF1和RF2之间切换时，RFC上存在RF信号  |       |     | 18       | dBm              |
| 壳温                  | $T_{CASE}$ |   | -40   |     | +85      | $^\circ\text{C}$ |

<sup>1</sup> 关于1 MHz以下频率的输入线性度性能，参见图15至图17。

<sup>2</sup> 关于1 MHz以下频率的功率降额，参见图2至图4。

# 绝对最大额定值

建议工作条件参见表1。

表2.

| 参数  | 额定值                      |
|---|--------------------------|
| 电源电压  |                          |
| 正   | -0.3 V至+5.5 V            |
| 负   | -2.75 V至+0.3 V           |
| 数字控制输入电压  | -0.3 V至 $V_{DD} + 0.3 V$ |
| RF输入功率 <sup>1</sup> (f = 1 MHz至30 GHz, $T_{CASE} = 85^{\circ}C$ ) |                          |
| 直通路   | 27 dBm                   |
| 端接路   | 25 dBm                   |
| 热切换   | 21 dBm                   |
| 温度  |                          |
| 结温( $T_J$ )   | 135°C                    |
| 存储  | -65°C至+150°C             |
| 回流焊 (MSL3额定值)   | 260°C                    |
| 结至外壳热阻 $\theta_{JC}$  |                          |
| 直通路   | 420°C/W                  |
| 端接路   | 160°C/W                  |
| ESD灵敏度  |                          |
| HBM   | 1 kV (1级)                |

<sup>1</sup> 关于1 MHz以下频率的功率降额，参见图2至图4。

注意，等于或超出上述绝对最大额定值可能会导致产品永久性损坏。这只是额定最值，不表示在这些条件下或者在任何其它超出本技术规范操作章节中所示规格的条件下，器件能够正常工作。长期在超出最大额定值条件下工作会影响产品的可靠性。

任何时候只能使用一个绝对最大额定值。

## 功率降额曲线

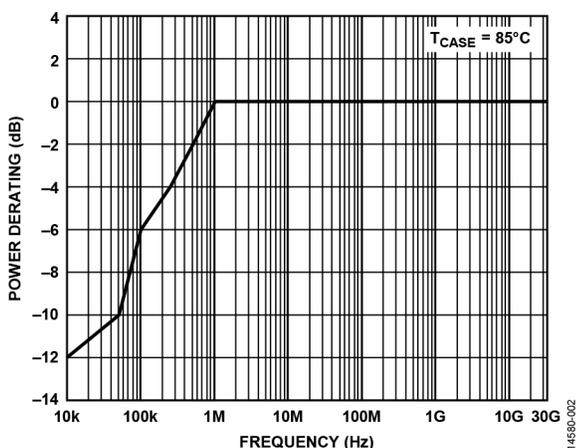


图2. 直通路功率降额与频率的关系,  $T_{CASE} = 85^{\circ}C$

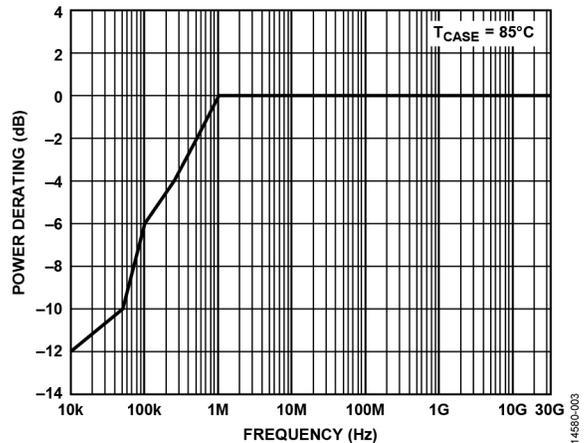


图3. 端接路的功率降额与频率的关系,  $T_{CASE} = 85^{\circ}C$

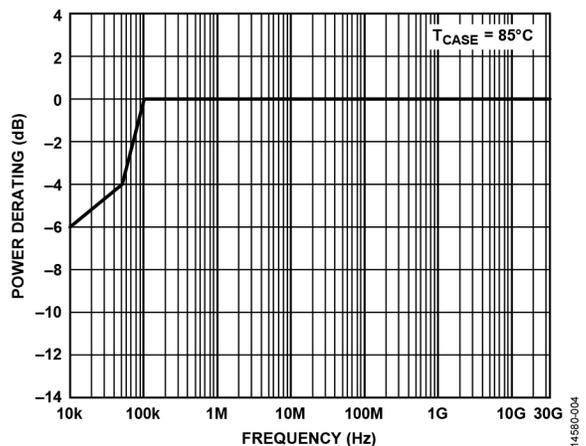


图4. 热切换的功率降额与频率的关系,  $T_{CASE} = 85^{\circ}C$

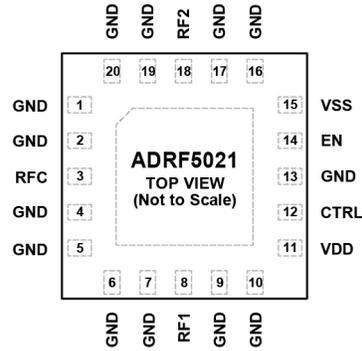
## ESD警告



### ESD (静电放电) 敏感器件。

带电器件和电路板可能会在没有察觉的情况下放电。尽管本产品具有专利或专有保护电路，但在遇到高能量ESD时，器件可能会损坏。因此，应当采取适当的ESD防范措施，以避免器件性能下降或功能丧失。

### 引脚配置和功能描述



NOTES  
1. THE EXPOSED PAD MUST BE CONNECTED TO THE RF/DC GROUND OF THE PRINTED CIRCUIT BOARD (PCB).

14580-005

图5. 引脚配置 (顶视图)

表3. 引脚功能描述

| 引脚编号                        | 引脚名称 | 描述   |
|-----------------------------|------|--|
| 1、2、4至7、9、10、13、16、17、19、20 | GND  | 地。这些引脚必须连接到印刷电路板(PCB)的RF/DC地。                                      |
| 3                           | RFC  | RF公共端口。此引脚直流耦合到0 V并且交流匹配50 Ω电阻。当射频传输线电位等于0 V dc时，无需隔直电容。接口原理图参见图6。 |
| 8                           | RF1  | RF1端口。此引脚直流耦合到0 V并且交流匹配50 Ω电阻。当射频传输线电位等于0 V dc时，无需隔直电容。接口原理图参见图6。  |
| 11                          | VDD  | 正电源电压。   |
| 12                          | CTRL | 控制输入。接口原理图参见图7。  |
| 14                          | EN   | 使能输入。接口原理图参见图7。  |
| 15                          | VSS  | 负电源电压。   |
| 18                          | RF2  | RF2端口。此引脚直流耦合到0 V并且交流匹配50 Ω电阻。当射频传输线电位等于0 V dc时，无需隔直电容。接口原理图参见图6。  |
|                             | EPAD | 裸露焊盘。裸露焊盘必须连接到PCB的RF/DC地。  |

#### 接口原理图

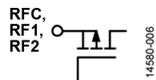


图6. RFC、RF1和RF2引脚接口原理图

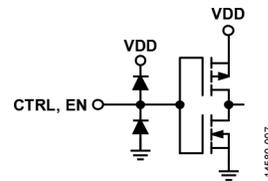


图7. 数字引脚 (CTRL和EN) 接口原理图

## 典型性能参数

### 插入损耗、回波损耗和隔离

使用靠近RF引脚的GSG(Gnd, Signal, Ground)探针在探针矩阵板上测得的插入损耗和回波损耗；隔离性能在评估板上测量，因为探针之间的信号耦合会限制GSG探针上ADRF5021的隔离性能（有关评估板和探针矩阵板的详细信息，参见“应用信息”部分）。

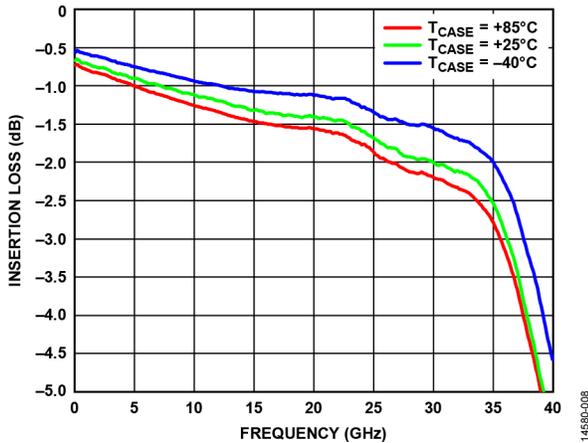


图8. 不同温度下RFC和RF1/RF2之间的插入损耗与频率的关系

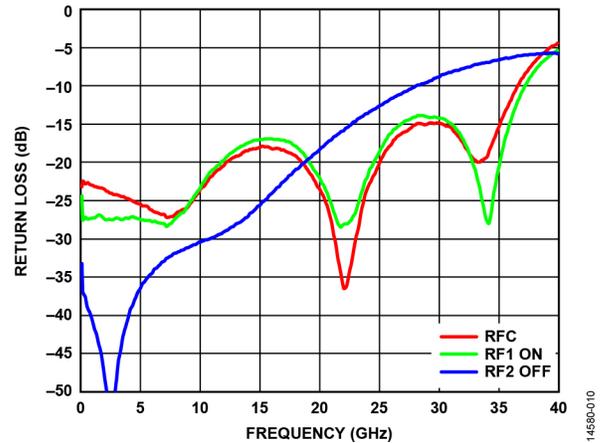


图10. 回波损耗与频率的关系 (RFC、RF1导通, RF2关断)

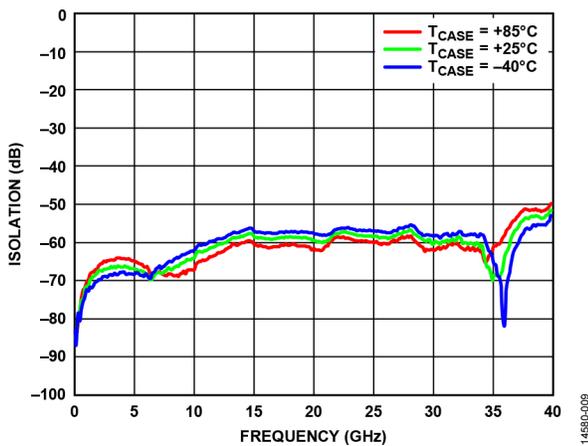


图9. 不同温度下RFC和RF1/RF2之间的隔离与频率的关系

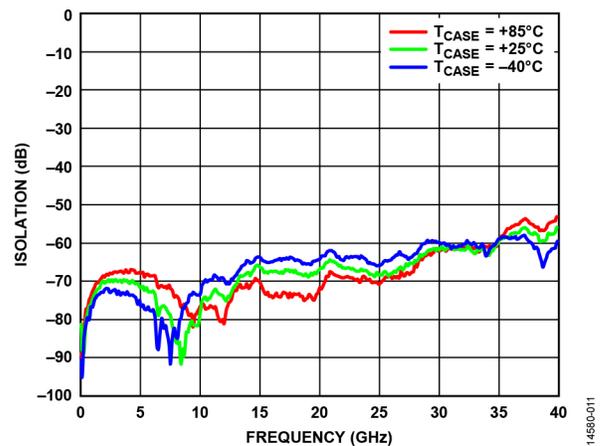


图11. 不同温度下RF1和RF2之间的隔离与频率的关系

输入功率压缩和三阶交调截点(IP3)

所有大信号性能参数均在评估板上测量。

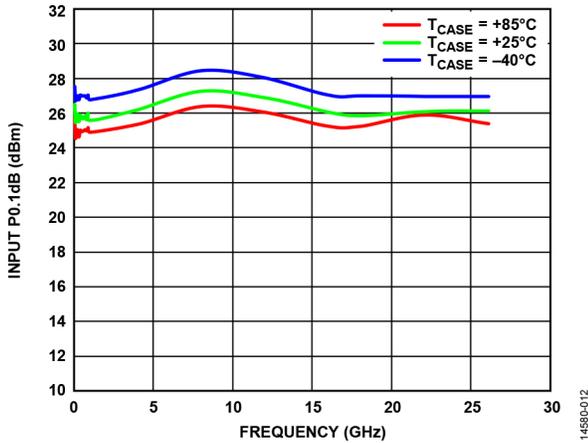


图12.不同温度下输入0.1 dB功率压缩(P0.1dB)与频率的关系

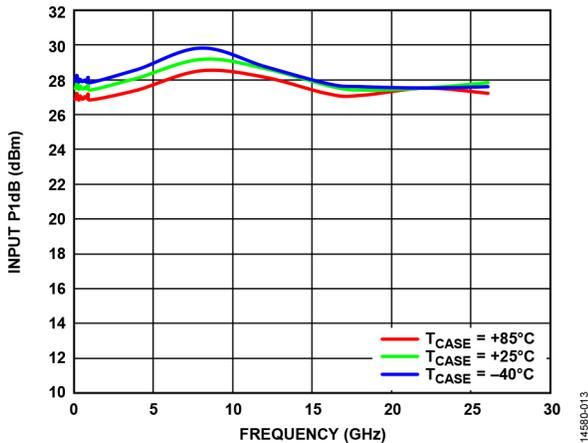


图13.不同温度下输入1 dB功率压缩(P1dB)与频率的关系

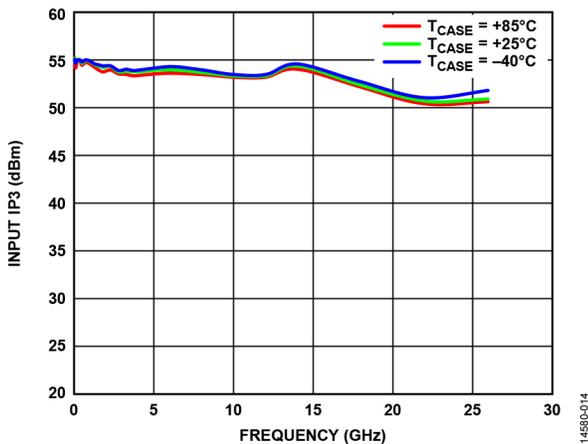


图14.不同温度下输入IP3与频率的关系

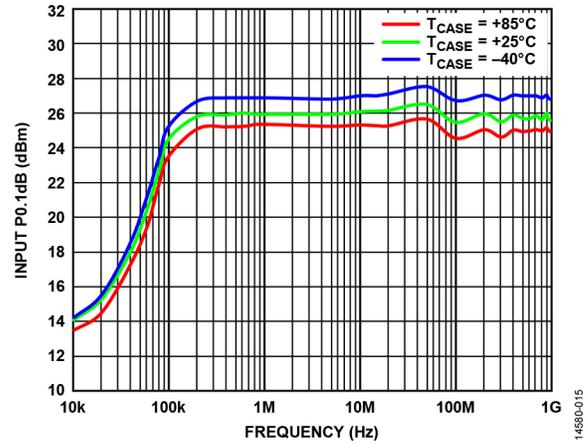


图15.不同温度下输入0.1 dB功率压缩(P0.1dB)与频率的关系 (低频详图)

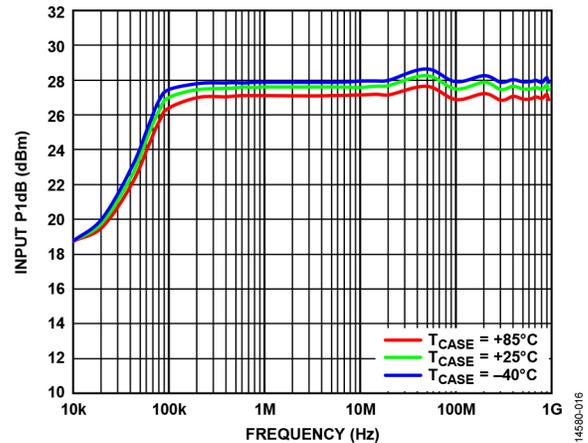


图16.不同温度下输入1 dB功率压缩(P1dB)与频率的关系 (低频详图)

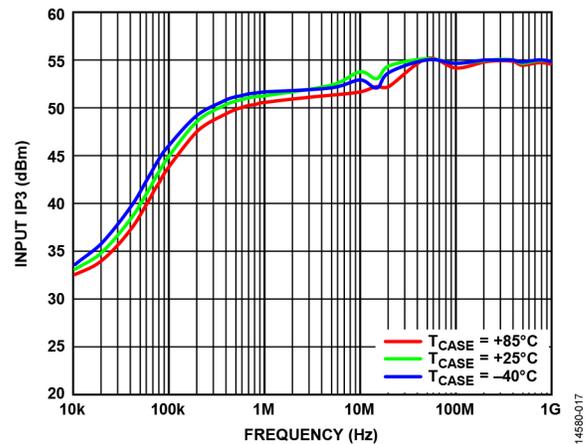


图17.不同温度下输入IP3与频率的关系 (低频详图)

## 工作原理

ADRF5021要求将一个正电源电压施加于VDD引脚，将一个负电源电压施加于VSS引脚。建议在电源线路上连接旁路电容，以将RF耦合降至最低。

ADRF5021在RFC和 RF1、RF2端口内部匹配到50Ω电阻，因此无需外部匹配元件。所有RF端口都直流耦合至0 V；当RF传输线点位为0 V时，RF端口上不需要隔直。设计为双向，RF输入信号加载到RFC端口，而RF1或RF2是输出，反之亦可。

ADRF5021内置一个驱动器，可在内部执行逻辑功能，并为用户提供一个便利的简化控制接口。该驱动器有两个数字控制输入引脚：CTRL和EN。

当EN引脚为逻辑低电平时，RF1至RFC路径处于插入损耗状态，RF2至RFC路径处于隔离状态，反之亦然，具体情形取决于施加到CTRL引脚的逻辑电平。插入损耗路径（例如RF1至RFC）以同样出色的性能沿切换端口（例如RF1）和公共端口(RFC)之间的两个方向导通RF信号。隔离路径（例如RF2至RFC）在

插入损耗路径与其端接到内部50Ω电阻的切换端口（例如RF2）之间提供高损耗。

当EN引脚为逻辑高电平时，RF1到RFC路径和RF2到RFC路径均处于隔离状态，而与CTRL的逻辑状态无关。RF1和RF2端口端接到内部50Ω电阻器，RFC反射断开。

理想的通电序列如下：

1. GND上电。
2. VDD和VSS上电。相对顺序不重要。
3. 数字控制输入上电。逻辑控制输入的相对顺序不重要。但是，数字控制输入先于VDD电源上电可能会导致意外正偏并损害内部ESD保护结构。
4. 加载RF输入信号。

表4.控制电压真值表

| 数字控制输入 |      | RF路径     |          |
|--------|------|----------|----------|
| EN     | CTRL | RF1至RFC  | RF2至RFC  |
| 低      | 低    | 隔离（关断）   | 插入损耗（导通） |
| 低      | 高电平  | 插入损耗（导通） | 隔离（关断）   |
| 高电平    | 低    | 隔离（关断）   | 隔离（关断）   |
| 高电平    | 高电平  | 隔离（关断）   | 隔离（关断）   |

## 应用信息

### 评估板

图18和图19显示了评估板的顶视图和横截面图，该评估板采用4层结构，铜厚度为0.5盎司（0.7 mil），每个铜层之间有电介质材料。

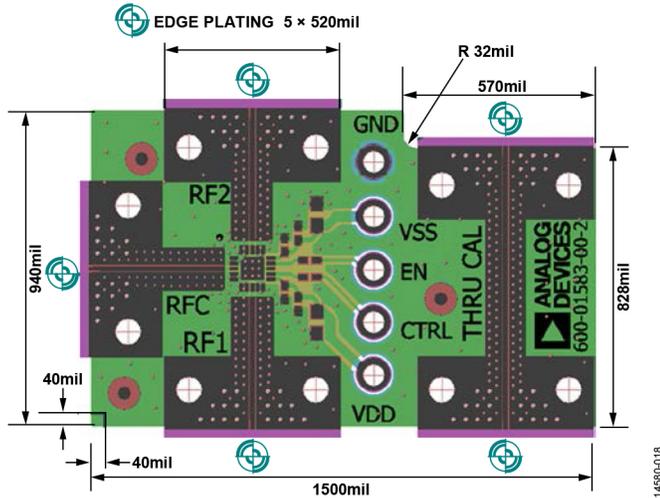


图18. 评估板布局 (顶视图)

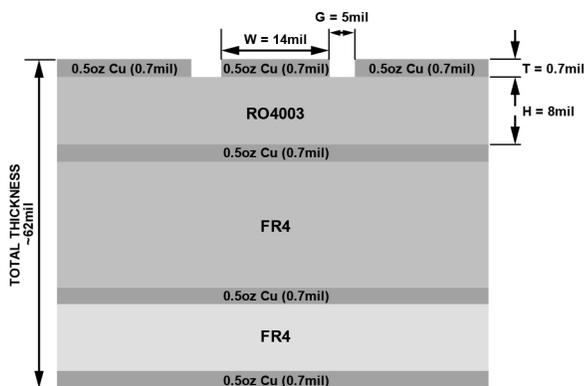


图19. 评估板 (横截面图)

所有RF和直流走线布设在顶部铜层上，而内层和底层均为接地层，为RF传输线路提供实心接地层。顶部电介质材料为8 mil Rogers RO4003，提供良好的高频性能。中间和底部电介质材料是FR-4型材料，板总厚度为62 mil。

RF传输线路采用宽度为14 mil且接地间距为5 mil的共面波导

(CPWG)模型设计，提供50 Ω特性阻抗。为了实现良好的RF和热接地性能，在传输线路周围和封装裸露焊盘下方布置尽可能多的电镀通孔。

图20所示为ADRF5021实际评估板的元件布置。两个电源端口连接到VDD和VSS测试点TP5和TP2，接地基准连接到GND测试点TP1。每条电源走线上使用一个100 pF旁路电容，未装配的元件位置可用于放置额外的旁路电容。

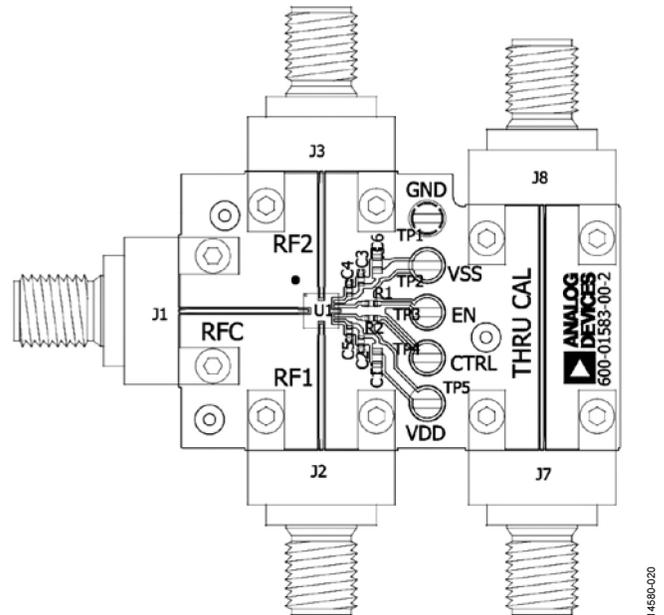


图20. 已装配的评估板

两个控制端口连接到EN和CTRL测试点TP3和TP4。每条控制走线上都有一个电阻位置，用来改善RF和控制信号之间的隔离性能。RF端口连接到RFC、RF1和RF2连接器（J1、J2和J3），这些连接器是末端装接2.4 mm RF连接器。连接RF连接器（J7和J8）的直通传输线也可用于测量PCB的损耗。图21和表5分别是评估板原理图和物料清单。

图20所示评估板可向ADI公司申请获得。

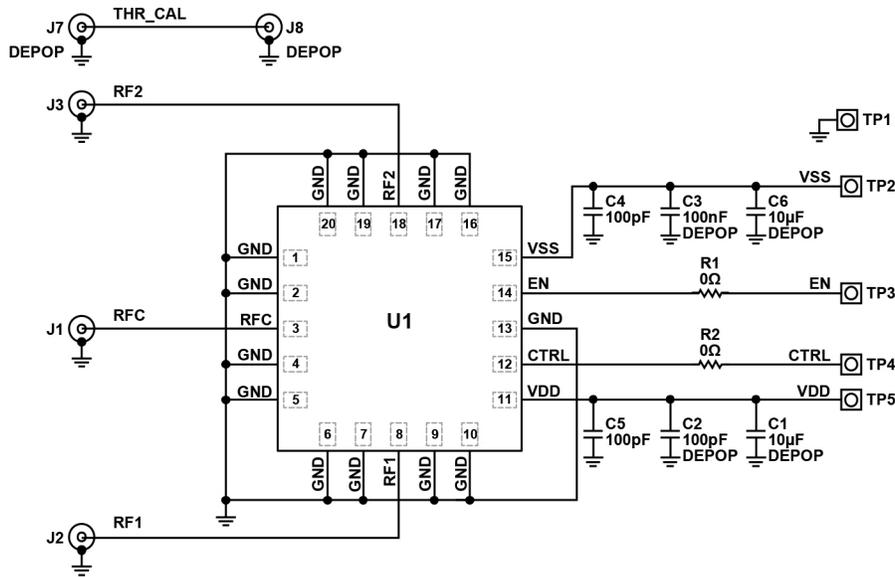


图21. 评估板原理图

表5. 物料清单，评估板元件

| 元器件      | 描述                  |
|----------|---------------------|
| J1、J2、J3 | RF连接器，2.4 mm        |
| J7、J8    | RF连接器，2.4 mm        |
| TP1至TP5  | 过孔安装测试点             |
| C4、C5    | 100 pF电容，0402封装     |
| C2、C3    | DNI电容，0402封装        |
| C1、C6    | DNI电容，0603封装        |
| R1、R2    | 0 Ω电阻，0402封装        |
| U1       | ADRF5021 SPDT开关     |
| PCB      | 600-01583-00-1评估PCB |

### 探针矩阵板

图22和图23显示了探针矩阵板的顶视图和横截面图，该探针矩阵板使用GSG探针在RF引脚附近测量ADRF5021的S参数。实际电路板以矩阵形式复制相同布局，以便装配多个器件，并使用RF走线进行直通、反射和线路(TRL)校准。

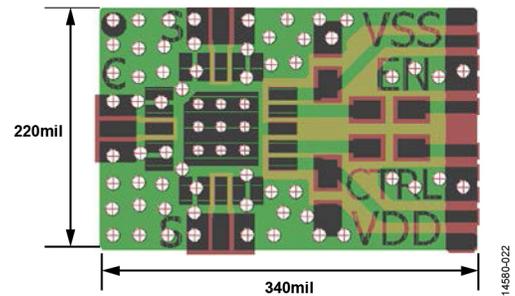


图22. 探针板布局 (顶视图)

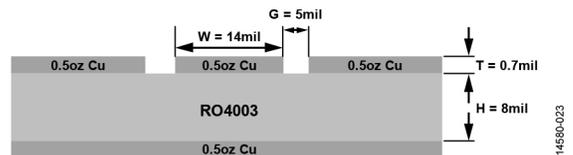


图23. 探针矩阵板 (横截面图)

## 外形尺寸

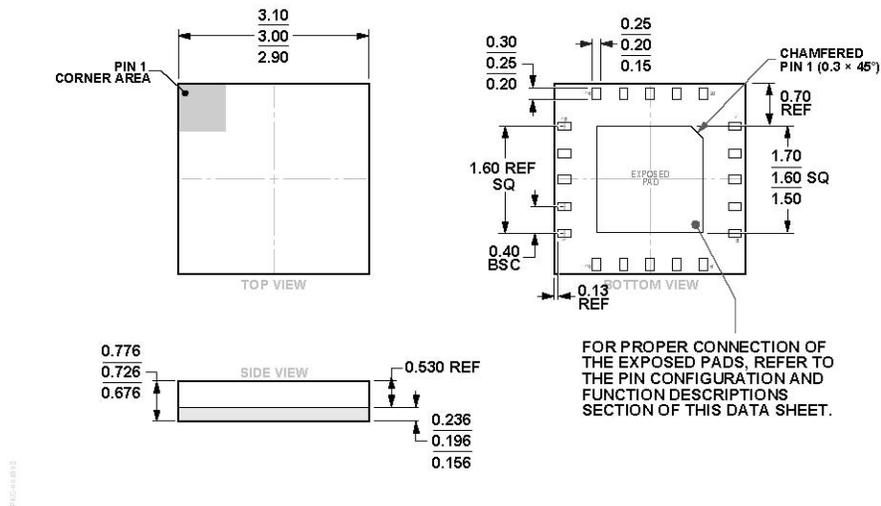


图24. 20 3 mm×3 mm LGA封装和0.72 mm封装高度(CC-20-3)  
尺寸单位: mm

## 订购指南

| 型号 <sup>1</sup>  | 温度范围        | MSL额定值 <sup>2</sup> | 封装描述      | 封装选项    | 标识 <sup>3</sup> |
|------------------|-------------|---------------------|-----------|---------|-----------------|
| ADRF5021BCCZN    | -40°C至+85°C | MSL3                | 20引脚LGA封装 | CC-20-3 | 021<br>XXXX     |
| ADRF5021BCCZN-R7 | -40°C至+85°C | MSL3                | 20引脚LGA封装 | CC-20-3 | 021<br>XXXX     |
| ADRF5021-EVALZ   |             |                     | 评估板       |         |                 |

<sup>1</sup> Z = 符合RoHS标准的器件。

<sup>2</sup> 参见“绝对最大额定值”部分。

<sup>3</sup> XXXX为4位批次号。

