

利用 ADI 公司产品进行电路设计  
放心运用这些配套产品迅速完成设计。  
欲获得更多信息和技术支持, 请拨打 4006-100-006 或  
访问 [www.analog.com/zh/circuits](http://www.analog.com/zh/circuits)。

### 连接/参考器件

ADL5562	3.3 GHz 超低失真射频/中频差分放大器
AD9445	14 位、105 MSPS/125 MSPS 模数转换器

## 使用差分放大器 ADL5562 驱动高 IF 交流耦合应用中的宽带宽 ADC

### 电路功能与优势

本电路采用高性能、差分、低噪声、超低失真、高输出线性度、引脚可搭接增益放大器 ADL5562 和高速 ADC, 可提供高性能、高频采样。ADL5562 针对驱动高频 IF 采样 ADC 进行了优化。与 AD9445、AD9246 或 AD6655 等高速 ADC 配合使用时, 在 100 MSPS 以上、最大增益条件下, 它可提供出色的 SFDR (无杂散动态范围) 性能。

### 电路描述

该电路采用高输出线性度放大器 ADL5562, 能够为 AD9445 等高速 ADC 提供可变增益、隔离和源阻抗匹配。利用该电路, 当 ADL5562 的增益为 6 dB (最小增益) 时, 在输入信号为 140 MHz、采样速率为 125 MSPS 的条件下, SFDR 性能可达到 84 dBc, 如图 2 所示。

ADL5562 应通过宽带 1:1 传输线巴伦 (或阻抗变压器) 以差分方式驱动 (来获得最佳性能), 紧跟巴伦接两个 34.8 Ω 电阻, 与 ADL5562 的输入阻抗并联。这样就可实现与图 1 所示 50 Ω 源阻抗的宽带匹配。请注意, 针对各增益设置, ADL5562 具有不同的输入阻抗 (400 Ω、200 Ω 和 133 Ω 分别对应于 6 dB、12 dB 和 15.5 dB 的增益设置)。对于 12 dB 增益, 34.8 Ω 电阻可提供最佳匹配; 对于 6 dB 或 15.5 dB 增益, 同样的电阻也可以提供足够好的匹配。图 1 所示的 ADL5562 连接对应于 6 dB 的增益。ADL5562 的输出采用交流耦合, 以消除共模直流负载, 并使得该放大器能够偏置到内部产生的供电电压中间值。借助 33 Ω 串联电阻, 可以改善 ADL5562 与模数采样保持输入电路中存在的任何开关电流之间的隔离性能。

使用 ADL5562 时, 有多种配置方式可供设计人员选择。图 1 显示了一个简化的宽带接口, 其中 ADL5562 驱动 AD9445。AD9445 为 14 位、105 MSPS/125 MSPS 模数转换器, 具有缓冲

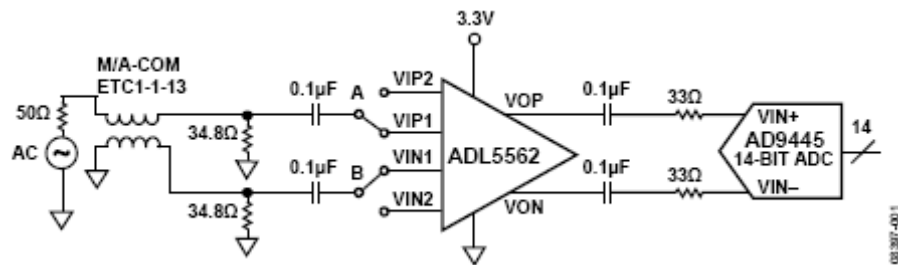


图 1. ADL5562 与 AD9445 的宽带 ADC 接口示例 (原理示意图, 未显示所有连接和去耦)

Rev.0

“Circuits from the Lab” from Analog Devices have been designed and built by Analog Devices engineers. Standard engineering practices have been employed in the design and construction of each circuit, and their function and performance have been tested and verified in a lab environment at room temperature. However, you are solely responsible for testing the circuit and determining its suitability and applicability for your use and application. Accordingly, in no event shall Analog Devices be liable for direct, indirect, special, incidental, consequential or punitive damages due to any cause whatsoever connected to the use of any “Circuit from the Lab”. (Continued on last page)

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.  
Tel: 781.329.4700 [www.analog.com](http://www.analog.com)  
Fax: 781.461.3113 ©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

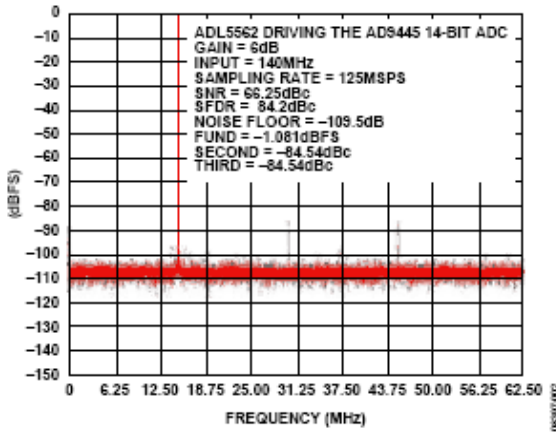


图2. 图1所示电路在140 MHz输入信号、125 MSPS采样速率时测得的单音性能

宽带输入，由此产生  $2\text{ k}\Omega\parallel 3\text{ pF}$  差分负载阻抗，要求具有 2 V 峰峰值差分输入摆幅才能达到满量程。本电路可为AD9445提供可变增益、隔离和源阻抗匹配。利用该电路，当ADL5562的增益为 6 dB时，可获得图 3所示的宽带系统性能，其 3 dB 带宽约为 700 MHz。在预失真接收器设计和仪器仪表等宽带应用中，宽带频率响应也是一个优势。但是，若针对较宽的模拟输入频率范围进行设计，由于高频噪声会混叠至第一奈奎斯特频率区域，因此级联SNR（信噪比）性能会有所下降。

### 常见变化

图 4提供了另一种窄带方法。通过在ADL5562与目标ADC之间设计一个窄带通抗混叠滤波器，目标奈奎斯特频率区域外的ADL5562输出噪声得以衰减，有助于保持ADC的可用SNR性能。

一般而言，若用一个恰当阶数的抗混叠滤波器时，SNR性能会提高数个 dB。本例采用一个低损耗 1:1（阻抗比）输入变压器，使ADL5562的平衡输入与  $50\ \Omega$  不平衡源阻抗相匹配，从而将输入的插入损耗降至最低。

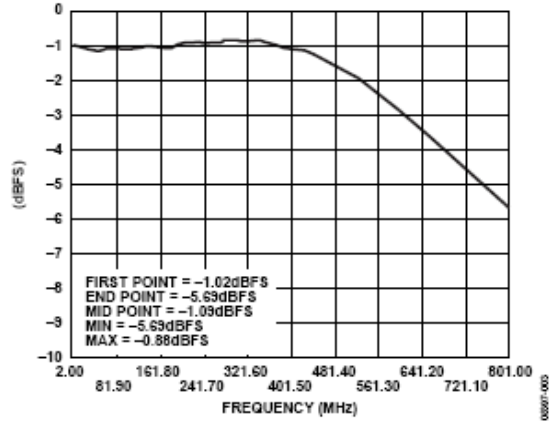


图3. 图1所示宽带电路的频率响应测量结果

图 4所示窄带电路针对驱动ADI的一些颇受欢迎的无缓冲输入ADC进行了优化，如AD9246、AD9640和AD6655等。表 1列出了针对常用的IF采样中心频率，相关抗混叠滤波器元件的推荐值。电感L5与片内ADC输入电容及C4所提供电容的一部分并联，构成一个谐振电路。该谐振电路有助于确保ADC输入在目标中心频率条件下像个真实的电阻。此外，在直流时电感L5会使ADC输入短路，从而将一个零点引入传递函数。1 nF交流耦合电容会将更多零点引入传递函数。最终的整体频率响应呈现出带通特性，有助于抑制目标奈奎斯特频率区域外的噪声。表 1提供了一些初步建议值供原型设计使用。可能还需要考虑一些经验优化方法，帮助补偿实际的PCB寄生效应。关于级间滤波器设计的详细信息，请参考应用笔记AN-827—“放大器与开关电容ADC接口的匹配方法”和AN-742—“开关电容ADC的频域响应”。

在图 1所示电路中，两个  $34.8\ \Omega$  电阻均要求精度为 1%（1/10瓦）其它电阻的精度可以为 10%（1/10瓦）。电容应为 10% 陶瓷芯片。在图 4所示电路中，两个  $105\ \Omega$  电阻要求精度为 1%（1/10瓦）。其它电阻、电容和电感的精度可以为 10%。推荐使用Coilcraft 0603CS或类似的电感。

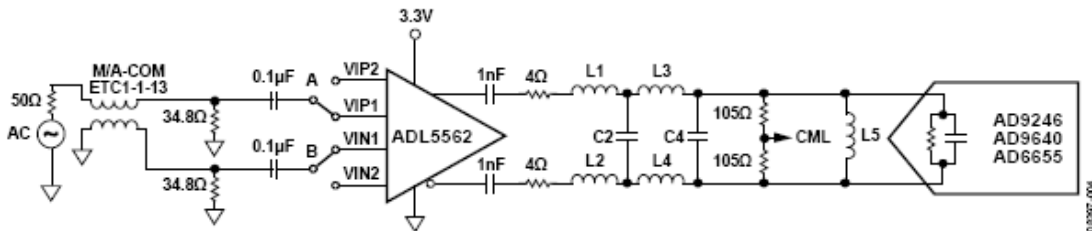


图4. 无缓冲开关电容ADC输入的窄带IF采样解决方案（原理示意图：未显示去耦和所有连接）

表 1: 针对不同 IF 采样频率的级间滤波器建议值

中心频率	1 dB 带宽	L1	C2	L3	C4	L5
96 MHz	28 MHz	3.3 nH	47 pF	27 nH	75 pF	100 nH
140 MHz	33 MHz	3.3 nH	47 pF	27 nH	33 pF	120 nH
170 MHz	32 MHz	3.3 nH	56 pF	27 nH	22 pF	110 nH
211 MHz	30 MHz	3.3 nH	47 pF	27 nH	18 pF	56 nH

为了使本文所讨论的电路达到理想的性能，必须采用出色的布线、接地和去耦技术。至少应采用四层 PCB：一层为接地层，一层为电源层，另两层为信号层。

所有 IC 电源引脚都必须采用 0.01 μF 至 0.1 μF 低电感多层陶瓷电容(MLCC)，对接地层去耦（为简明起见，图中未显示），并应遵循各数据手册的相关建议。

有关布线方式和关键器件定位的建议，请参考产品评估板，可以通过器件的产品主页查询评估板。

即使 ADL5562 和 AD9445(或其它 ADC)采用不同电源供电，因为 ADC 的输入信号为交流耦合信号，所以时序控制也不是问题。

关于 AVDD 和 DVDD 电源的正确时序（如果使用独立的电源），应参考相应的 ADC 数据手册。

可以用高IP3、低噪声系数AD8375可变增益放大器(VGA)来代替低失真差分放大器ADL5562。AD8375 是一款数字控制、可变增益、宽带放大器，可以在较宽的 24 dB增益范围内提供精密增益控制，分辨率为 1 dB。AD8376是AD8375 的双通道版本。（参见CN-0002）。

另一款替代差分放大器是AD8352（参见CN-0046）。

### 进一步阅读

CN-0002 Circuit Note, *Using the AD8376 VGA to Drive Wide Bandwidth ADCs for High IF AC-Coupled Applications*. Analog Devices.

CN-0046 Circuit Note, *Using the AD8352 as an Ultralow Distortion Differential RF/IF Front End for High Speed ADCs*. Analog Devices.

(Continued from first page) "Circuits from the Lab" are intended only for use with Analog Devices products and are the intellectual property of Analog Devices or its licensors. While you may use the "Circuits from the Lab" in the design of your product, no other license is granted by implication or otherwise under any patents or other intellectual property by application or use of the "Circuits from the Lab". Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, "Circuits from the Lab" are supplied "as is" and without warranties of any kind, express, implied, or statutory including, but not limited to, any implied warranty of merchantability, noninfringement or fitness for a particular purpose and no responsibility is assumed by Analog Devices for their use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from their use. Analog Devices reserves the right to change any "Circuits from the Lab" at any time without notice, but is under no obligation to do so. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

©2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.  
CN08397sc-0-9/09(0)



Kester, Walt. 2006. *High Speed System Applications*, Chapter 2 (Optimizing Data Converter Interfaces). Analog Devices.  
 MT-031 Tutorial, *Grounding Data Converters and Solving the Mystery of "AGND" and "DGND."* Analog Devices.  
 MT-073 Tutorial, *High Speed Variable Gain Amplifiers (VGAs)*. Analog Devices.  
 MT-075 Tutorial, *Differential Drivers for High Speed ADCs Overview*. Analog Devices.  
 MT-101 Tutorial, *Decoupling Techniques*. Analog Devices.  
 Newman, Eric and Rob Reeder. AN-827 Application Note, *A Resonant Approach to Interfacing Amplifiers to Switched-Capacitor ADCs*. Analog Devices.  
 Reeder, Rob. AN-742 Application Note, *Frequency Domain Response of Switched Capacitor ADCs*. Analog Devices.  
[数据手册和评估板](#)  
[AD6655 Data Sheet](#)  
[AD8352 Data Sheet](#)  
[AD8375 Data Sheet](#)  
[AD8376 Data Sheet](#)  
[AD9246 Data Sheet](#)  
[AD9445 Data Sheet](#)  
[AD9445 Evaluation Board](#)  
[AD9640 Data Sheet](#)  
[High Speed ADC Evaluation Kits and Evaluation Boards](#)

### 修订历史

9/09—Revision 0: Initial Version