

## ADS58H40 在时分通信系统 F 和 A 频段中的应用

刘先锋 Seasat Liu

North China OEM Team

### 摘要

ADS58H40 是德州仪器 (Texas Instruments) 新推出的低功耗, 高密度, 高采样率, 高性能的模数转换芯片, 这款芯片目前已经广泛的应用在通信行业。本文以时分通信系统为例, 详细介绍了 ADS58H40 在 F 频段和 A 频段中的应用, 通过合理的设置中频, 利用频谱搬移原理, 在采用较低采样率时, 使用一个 ADC 通道同时完成 F 频段和 A 频段的接收, 为研发工程师提供一个低成本, 高性能的方案。

### 目录

<b>1</b>	<b>ADS58H40 简介</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>时分通信系统的 F+A 频段 RRU 通信系统</b> .....	<b>3</b>
	2.1 TD-LTE 系统频点 .....	3
	2.2 时分系统 F+A 频段的设备实现 .....	4
<b>3</b>	<b>ADS58H40 在时分通信系统中 F+A 频段的应用</b> .....	<b>5</b>
	3.1 低本振时, F+A 频段的实现 .....	5
	3.2 中间本振时, F+A 频段的实现 .....	6
<b>4</b>	<b>ADS58H40 测试结果</b> .....	<b>7</b>
<b>5</b>	<b>总结</b> .....	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>参考文献</b> .....	<b>9</b>

### 图表

<b>图 1.</b>	<b>14Bit Burst 模式下 ADS58H40 输出频谱图</b> .....	<b>2</b>
<b>图 2.</b>	<b>SNRBoost 功能打开 ADS58H40 输出频谱图</b> .....	<b>3</b>
<b>图 3.</b>	<b>双本振时, F 频段 A 频段频谱示意图</b> .....	<b>4</b>
<b>图 4.</b>	<b>双本振时, F 频段 A 频段对应中频频谱示意图</b> .....	<b>4</b>
<b>图 5.</b>	<b>低本振时 F 频段 A 频段频谱示意图</b> .....	<b>5</b>
<b>图 6.</b>	<b>低本振时, F 频段 A 频段对应中频频谱示意图</b> .....	<b>6</b>
<b>图 7.</b>	<b>中间本振时 F 频段 A 频段频谱示意图</b> .....	<b>6</b>
<b>图 8.</b>	<b>本振 1980MH 时, F 频段 A 频段对应中频频谱示意图</b> .....	<b>7</b>
<b>图 9.</b>	<b>Fin 为 30MHz 时, ADS58H40 输出频谱图</b> .....	<b>8</b>
<b>图 10.</b>	<b>Fin 为 100MHz 时, ADS58H40 输出频谱图</b> .....	<b>9</b>

## 1 ADS58H40 简介

ADS58H40 是德州仪器 (Texas Instruments) 推出的采样频率高达 250MSPS 的高线性, 4 通道 11 位模数转换器 (ADC)。ADS58H40 采用 SNRBoost<sup>3G+</sup> 技术, 在 170MHz 中频时 SFDR 为 85dBc, SNR 为 71dBFS (90MHz 信号带宽), 可为满足那些要求高信号带宽的多载波与多模式通信系统 (如 TD-LTE、CDMA、WCDMA、TD-SCDMA 以及 WiMAX 等) 的 SFDR 和 SNR 的要求, 满足系统指标需求。同时它还有可用于支持反馈通道 125MHz 带宽信号的 14bit Burst 模式。

ADS58H40 的关键特性和优势

- 可编程 SNRBoost<sup>3G+</sup> 技术可实现 90MHz 带宽下高达 71dBFS 的 SNR 性能, 从而满足客户 3G 与 4G 接收机规范的要求;
- 低功耗: 在 250MSPS 下单位通道功耗为 365mW, 可帮助制造商成功设计低功耗高密度四通道接收机与数字预失真(DPD)反馈环路;
- 三种输出模式灵活选取。输出可选 11bit 输出, 11bit SNRBoost<sup>3G+</sup> 模式输出和 14bit Burst 模式输出, 可同时用于接收和 DPD 反馈链路;
- 包括 DAC3484、LMH6522/1、TRF3705、LMH0480x、GC5330 以及 TMS320C6748 在内的完整信号链可加速产品的上市进程。

作为完整信号链的一部分, ADS58H40 四通道 ADC 可以无缝连接 TI 的 DVGA(如 LMH6522/1)以及功放预失真 (DPD) 芯片 GC5330, GC5337 等, 同时 TI 提供完整的时钟分配 LMK0480X 的解决方案。

ADS58H40 是 4 通道的产品。它采用 TI 的专利 SNRBoost<sup>3G+</sup> 技术, 把信噪比提升, 达到 14bit ADC 的信噪比, 可以用在通信系统的接收通道, 同时也支持 14bit Burst 模式, 使其成为一个 14bit 250MHz 的 ADC, 用在通信系统的 DPD 反馈接收通道中。

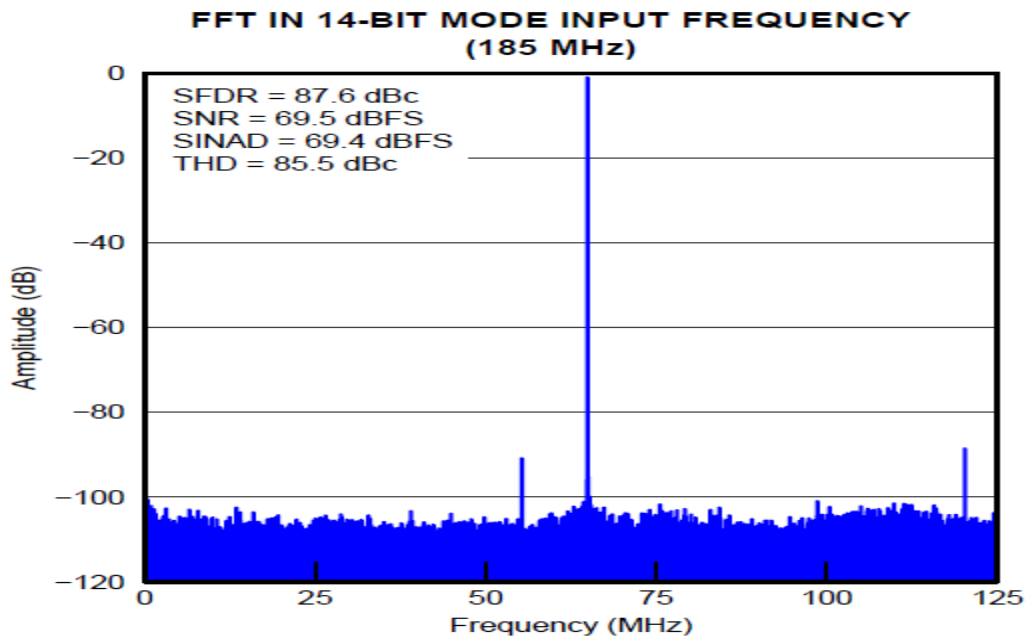


图 1. 14Bit Burst 模式下 ADS58H40 输出频谱图

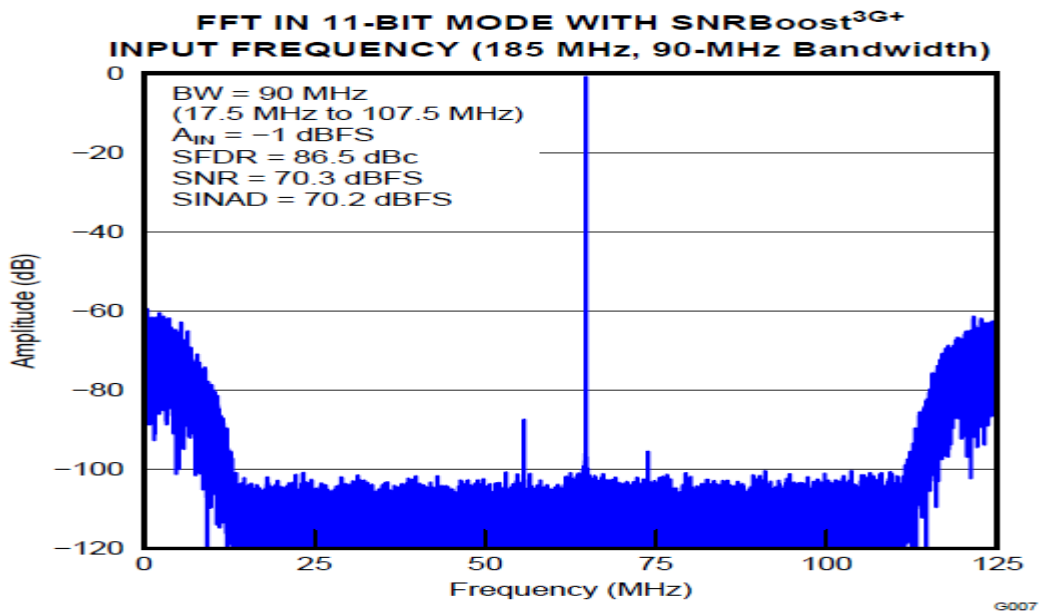


图 2. SNRBoost 功能打开 ADS58H40 输出频谱图

## 2 时分通信系统的 F+A 频段 RRU 通信系统

### 2.1 TD-LTE 系统频点

TD LTE 是中国具有自主知识产权的新一代移动通信技术。它吸纳了 TD-SCDMA 的主要技术元素，体现了我国通信产业在宽带无线移动通信领域的最新自主创新成果。2004 年，中国在标准化组织 3GPP 提出了第三代移动通信 TD-SCDMA 的后续演进技术 TD-LTE，并主导完成了相关的技术标准。

工业和信息化部发布的《工业和信息化部关于国际移动通信系统（IMT）频率规划事宜的通知》中正式明确了 TD 系统的频率分配。

F 频段（1880MHz~1920MHz）：共计 40MHz

A 频段（2010MHz~2025MHz）：共计 15MHz

E 频段（2320MHz~2370MHz）：共计 50MHz

D 频段（2500MHz~2690MHz）：共计 190MHz

## 2.2 时分系统 F+A 频段的设备实现

在频域，采样过程实际就是原模拟信号在频谱的重复。当信号频带不变而采样速率降低时，重复频谱间的距离越来越近，采样速率降到一定时，频谱开始出现混叠，这时信号将失真。这就是奈奎斯特采样定理要求如果要从相等时间间隔的采样点中，无失真地重建模拟信号波形，则采样频率必须大于或等于模拟信号中最高频率成份的两倍。但当对带通信号进行采样时，可采用欠采样技术，即采样速率可以小于信号最高频率的两倍。欠采样技术又称谐波采样或带通采样技术。但是即使是带通采样，也必须大于带通信号带宽的 2 倍

对于 TD 系统的 F 频段和 A 频段。如果要采用一个通道的 ADC 进行采样，采样率至少要大于 2 倍的 F+A 频带带宽（F+A 频带带宽：2025-1880=145MH）。出于抗混叠滤波的考虑，预留 40M 的过渡带，那么采样率需要增加到 330M。对 ADC 的采样率提出了很高的要求。满足系统要求的 ADC 功耗，价格都很高，在实际系统中很难得到大规模的应用。

目前的常规实现方法是把 F 频段和 A 频段独立接收，系统为每个频段安排一个合适的本振，将信号变到对应的中频，然后把 F 频段和 A 频段用不同的 ADC 进行采样，然后进行基带处理。这样的缺点就是至少需要一个双通道的 ADC 才能完成一个 F 频段和 A 频段的信号处理。以 ADC 采样率 122.88MH 为例，如中心频点在 92.16M，通过 Mixer 分别变频，ADC 分别采样，可得下图。

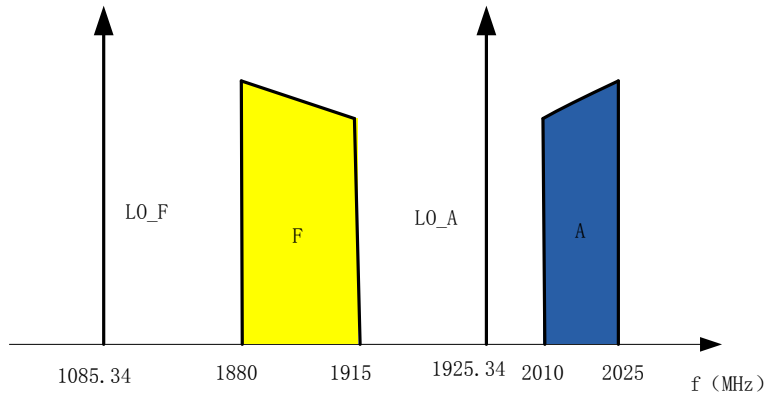


图 3. 双本振时，F 频段 A 频段频谱示意图

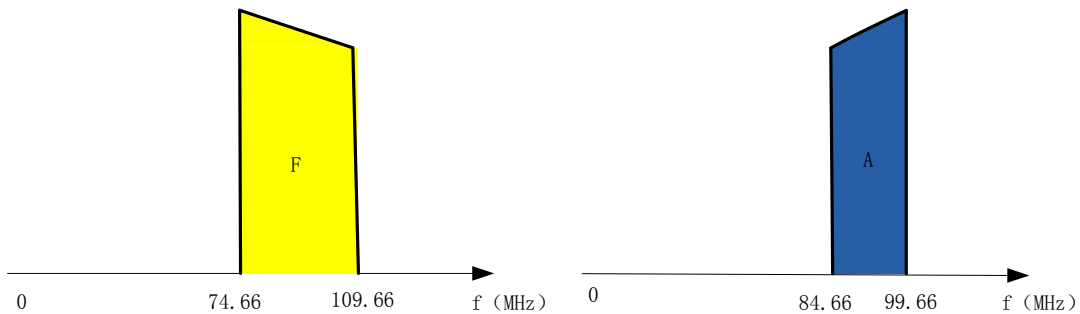


图 4. 双本振时，F 频段 A 频段对应中频频谱示意图

### 3 ADS58H40 在时分通信系统中 F+A 频段的应用

根据离散傅立叶变换公式可知，时域的采样等于频域的周期延拓，这些延拓后的频谱最终都会被折返到第一奈奎斯特域中。信号的幅度相等，相位会随着奈奎斯特域的不同而不同。

#### 3.1 低本振时，F+A 频段的实现

通过对 F 频段和 A 频段的信号进行分析，发现尽管信号总带宽很宽，但信号本身是不连续的，F 频段带宽是 35MHz 在 (5MHz 的保护带宽)，A 频段带宽是 15MHz，他们之间有 95MHz 的固定间隔。利用带通采样定理和傅立叶变换，通过合理安排中频频点和采样频率，利用采样后频谱周期延拓，在低采样率的条件下可实现 F、A 频段同时接收而不引起混叠。这样就可以使用一个 ADC 通道同时完成 F 频段和 A 频段的接收，比常规的方法减少了一倍的接收通道，使成本大大的降低。

假设 ADC 采样率为 250MHz。如采用低本振的方式，可以将 F 频段信号放在奈奎斯特域 1 区，将 A 频段放在奈奎斯特域 2 区，原则是 F 频段在奈奎斯特 1 区的信号和 A 频段在奈奎斯特 1 区的延拓信号频谱不能混叠。

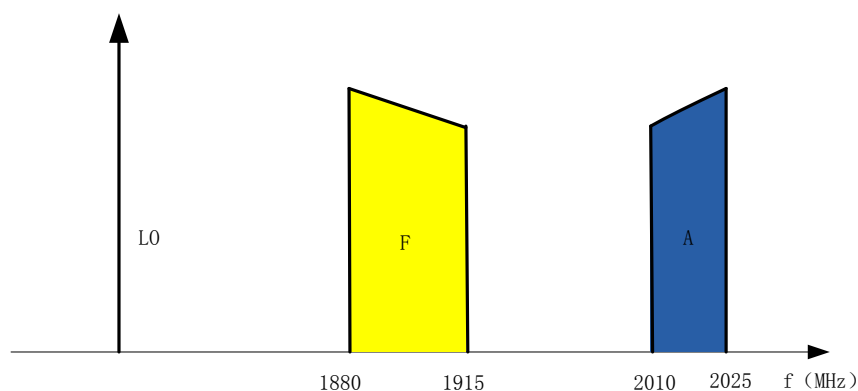


图 5. 低本振时 F 频段 A 频段频谱示意图

采样率 (MHz)	LO (MHz)	射频频点 (MHz)	中频 (MHz)	对应到奈奎斯特 1 区频点 (MHz)
250MHz	1870	1880	10	10
		1915	45	45
		2010	140	110
		2025	155	95
	1860	1880	20	20
		1915	55	55
		2010	150	100
		2025	165	85
1850	1880	30	30	

1848	1915	65	65
	2010	160	90
	2025	175	75
	1880	32	32
	1915	67	67
	2010	162	88
	2025	177	73

从表格中可以看出本振的可以选择范围还是比较大的。A 频段和 F 频段在奈奎斯特 1 区的相对位置如下图所示：

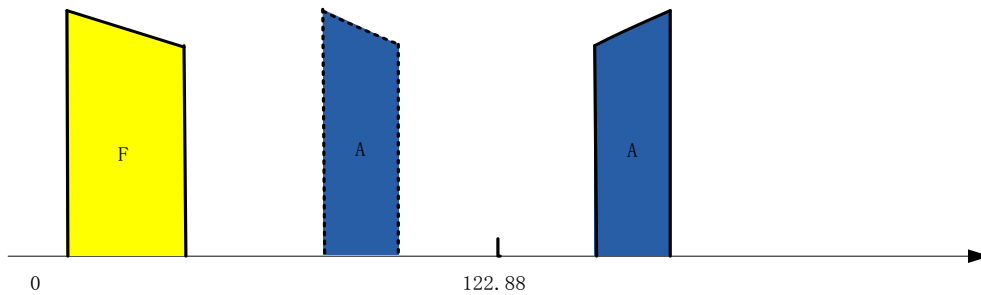


图 6. 低本振时，F 频段 A 频段对应中频频谱示意图

此种方式可以实现在 250MHz 的采样率条件下，实现 F，A 两个频段的的同时采样，但是因为中频带宽太宽，相对采样率太低。抗混叠滤波器的带宽很宽，增加了成本和降低了带外抑制，制约了前级抗抗混的滤波器的实现，也降低了系统的阻塞特性。对于系统的实现来说，有很大的困难。

### 3.2 中间本振时，F+A 频段的实现

如果考虑将本振放在 F 频段和 A 频段之间，对 F 频段使用高本振，对 A 频段使用低本振，将 F 频段信号放在奈奎斯特负区，A 频段信号放在奈奎斯特 1 区，原则是 F 频段在奈奎斯特 1 区的延拓信号和 A 频段在奈奎斯特 1 区的信号频谱不能混叠。

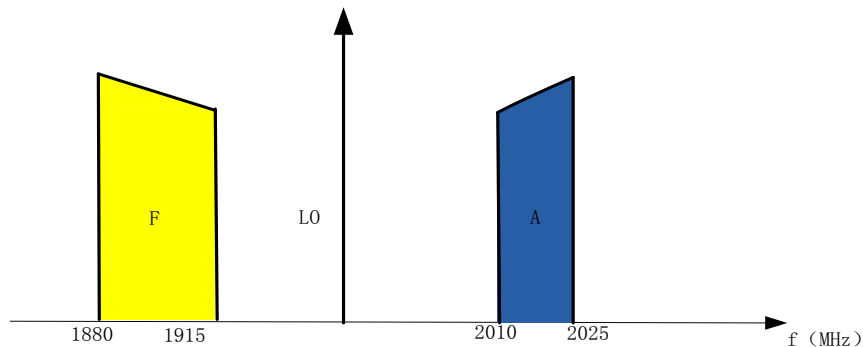


图 7. 中间本振时 F 频段 A 频段频谱示意图

采样率 (MHz)	LO (MHz)	射频频点 (MHz)	中频 (MHz)	对应到奈奎斯特 1 区频点 (MHz)
250	2000	1880	-120	120
		1915	-85	85
		2010	10	10
		2025	25	25
	1990	1880	-110	110
		1915	-75	75
		2010	20	20
		2025	35	35
	1980	1880	-100	100
		1915	-65	65
		2010	30	30
		2025	45	45
	1970	1880	-90	90
		1915	-55	55
		2010	40	40
		2025	55	55

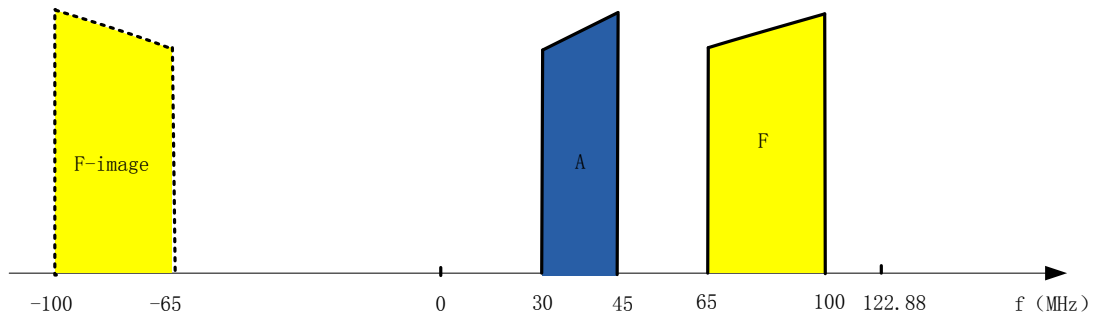


图 8. 本振 1980MHz 时，F 频段 A 频段对应中频频谱示意图

经过分析可知：此种方法在 250MHz 的采样率，可以实现 F，A 两个频段的同步采样，对于抗混叠滤波器，通带设置在奈奎斯特 1 区就可以了，大大降低了实现难度，同时提升了对其他奈奎斯特区的抑制。

#### 4 ADS58H40 测试结果

下面给出了 ADS58H40 在不同频点下的测试结果，可以看出 ADS58H40 可以提供 90M 的信号带宽，而且在带宽内的性能指标完全可以满足系统的要求。

FS (MHz)	Fin(MHz)	Ain(dBFS)	SNR(dBFS) in 90MHz Band	SFDR(dBFS) in 90MHz Band
245.76	30.1	-1	71.2	81
245.76	40.1	-1	70.8	111
245.76	50.1	-1	70.6	85
245.76	80.1	-1	70.9	91
245.76	100.1	-1	70.4	89

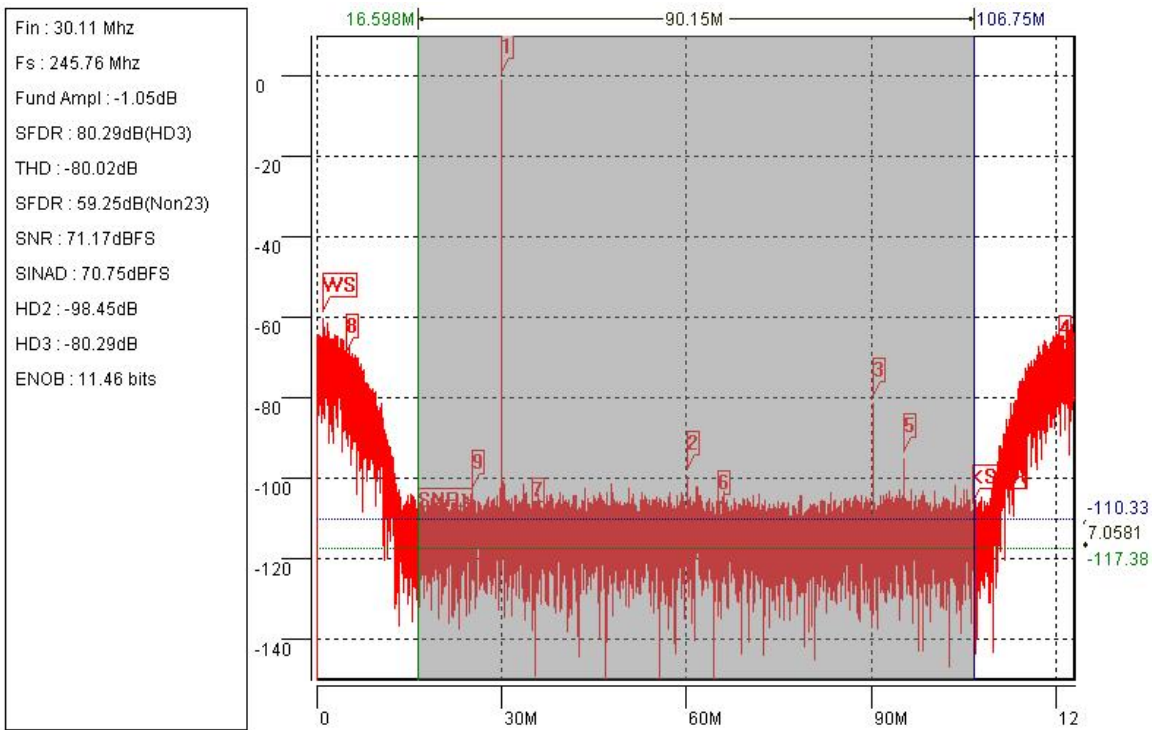


图 9. Fin 为 30MHz 时，ADS58H40 输出频谱图



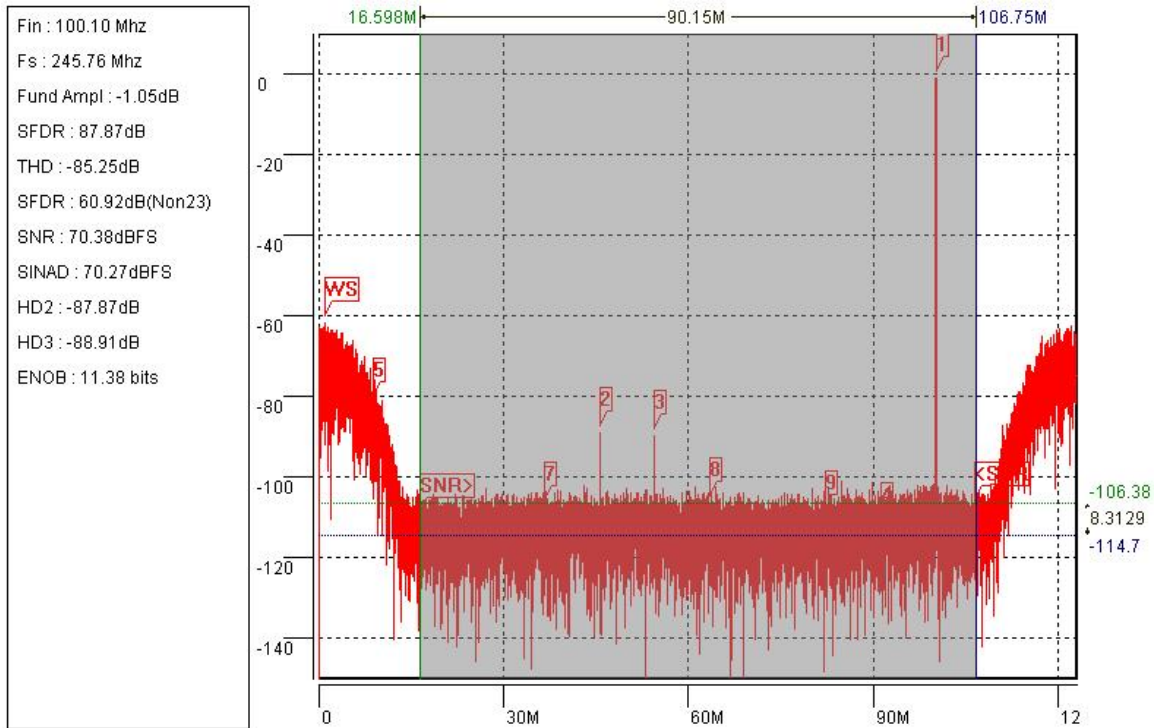


图 10. Fin 为 100MHz 时，ADS58H40 输出频谱图

## 5 总结

ADS58H40 是德州仪器 (Texas Instruments) 新推出的低功耗, 高密度, 高采样率, 高性能的模数转换芯片, 这款芯片目前已经广泛的应用在通信行业。本文以 TD 系统为例, 详细介绍了 ADS58H40 在 F+A 频段中的应用, 通过合理的设置中频, 利用傅立叶变换带来的频谱搬移, 在采用较低采样率时, 使用一个 ADC 通道同时完成 F 频段和 A 频段的接收, 为研发工程师提供一个低成本, 高性能的方案。

## 6 参考文献

1. ADS58H40 Datasheet
2. SNRBoost ADC (ZHCA123), 冷爱国,  
<http://www.ti.com.cn/general/cn/docs/lit/getliterature.tsp?literatureNumber=zhca123&fileType=pdf>
3. 超宽带系统中 ADC 前端匹配网络设计, Lu Wenjing  
<http://www.ti.com.cn/cn/lit/an/zhca489/zhca489.pdf>
4. 直流偏移校正功能与 ADS58H40 PCB 布局优化, Tu lance  
<http://www.ti.com.cn/cn/lit/an/zhca564/zhca564.pdf>

## 重要声明

德州仪器(TI) 及其下属子公司有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的产品和服务进行更正、修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准中止提供任何产品和服务。客户在下订单前应获取最新的相关信息, 并验证这些信息是否完整且是最新的。所有产品的销售都遵循在订单确认时所提供的TI 销售条款与条件。

TI 保证其所销售的组件的性能符合产品销售时 TI 半导体产品销售条件与条款的适用规范。仅在 TI 保证的范围内, 且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。除非适用法律做出了硬性规定, 否则没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 对应用帮助或客户产品设计不承担任何义务。客户应对其使用 TI 组件的产品和应用自行负责。为尽量减小与客户产品和应用相关的风险, 客户应提供充分的设计与操作安全措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或其它与使用了 TI 组件或服务的组合设备、机器或流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权作出任何保证或解释。TI 所发布的与第三方产品或服务有关的信息, 不能构成从 TI 获得使用这些产品或服务的许可、授权、或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其它知识产权方面的许可, 或是 TI 的专利权或其它知识产权方面的许可。

对于 TI 的产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 仅在没有对内容进行任何篡改且带有相关授权、条件、限制和声明的情况下才允许进行复制。TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任或义务。复制第三方的信息可能需要服从额外的限制条件。

在转售 TI 组件或服务时, 如果对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数相比存在差异或虚假成分, 则会失去相关 TI 组件或服务的所有明示或暗示授权, 且这是不正当的、欺诈性商业行为。TI 对任何此类虚假陈述均不承担任何责任或义务。

客户认可并同意, 尽管任何应用相关信息或支持仍可能由 TI 提供, 但他们将独力负责满足与其产品及其应用中使用的 TI 产品相关的所有法律、法规和安全相关要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的全部专业技术和知识, 可预见故障的危险后果、监测故障及其后果、降低有可能造成人身伤害的故障的发生机率并采取适当的补救措施。客户将全额赔偿因在此类安全关键应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些场合中, 为了推进安全相关应用有可能对 TI 组件进行特别的促销。TI 的目标是利用此类组件帮助客户设计和创立其特有的可满足适用的功能安全性标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然服从这些条款。

TI 组件未获得用于 FDA Class III (或类似的生命攸关医疗设备) 的授权许可, 除非各方授权官员已经达成了专门管控此类使用的特别协议。

只有那些 TI 特别注明属于军用等级或“增强型塑料”的 TI 组件才是设计或专门用于军事/航空应用或环境的。购买者认可并同意, 对并非指定面向军事或航空航天用途的 TI 组件进行军事或航空航天方面的应用, 其风险由客户单独承担, 并且由客户独力负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 已明确指定符合 ISO/TS16949 要求的产品, 这些产品主要用于汽车。在任何情况下, 因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 要求, TI 不承担任何责任。

	产品		应用
数字音频	<a href="http://www.ti.com.cn/audio">www.ti.com.cn/audio</a>	通信与电信	<a href="http://www.ti.com.cn/telecom">www.ti.com.cn/telecom</a>
放大器和线性器件	<a href="http://www.ti.com.cn/amplifiers">www.ti.com.cn/amplifiers</a>	计算机及周边	<a href="http://www.ti.com.cn/computer">www.ti.com.cn/computer</a>
数据转换器	<a href="http://www.ti.com.cn/dataconverters">www.ti.com.cn/dataconverters</a>	消费电子	<a href="http://www.ti.com.cn/consumer-apps">www.ti.com.cn/consumer-apps</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	能源	<a href="http://www.ti.com.cn/energy">www.ti.com.cn/energy</a>
DSP - 数字信号处理器	<a href="http://www.ti.com.cn/dsp">www.ti.com.cn/dsp</a>	工业应用	<a href="http://www.ti.com.cn/industrial">www.ti.com.cn/industrial</a>
时钟和计时器	<a href="http://www.ti.com.cn/clockandtimers">www.ti.com.cn/clockandtimers</a>	医疗电子	<a href="http://www.ti.com.cn/medical">www.ti.com.cn/medical</a>
接口	<a href="http://www.ti.com.cn/interface">www.ti.com.cn/interface</a>	安防应用	<a href="http://www.ti.com.cn/security">www.ti.com.cn/security</a>
逻辑	<a href="http://www.ti.com.cn/logic">www.ti.com.cn/logic</a>	汽车电子	<a href="http://www.ti.com.cn/automotive">www.ti.com.cn/automotive</a>
电源管理	<a href="http://www.ti.com.cn/power">www.ti.com.cn/power</a>	视频和影像	<a href="http://www.ti.com.cn/video">www.ti.com.cn/video</a>
微控制器 (MCU)	<a href="http://www.ti.com.cn/microcontrollers">www.ti.com.cn/microcontrollers</a>		
RFID 系统	<a href="http://www.ti.com.cn/rfidsys">www.ti.com.cn/rfidsys</a>		
OMAP应用处理器	<a href="http://www.ti.com.cn/omap">www.ti.com.cn/omap</a>		
无线连通性	<a href="http://www.ti.com.cn/wirelessconnectivity">www.ti.com.cn/wirelessconnectivity</a>	德州仪器在线技术支持社区	<a href="http://www.deyisupport.com">www.deyisupport.com</a>

邮寄地址: 上海市浦东新区世纪大道 1568 号, 中建大厦 32 楼 邮政编码: 200122  
Copyright © 2013 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司