

CC1310 中国 AMR 参考设计

Richard Wallace

摘要

自动抄表 (AMR) 技术可自动收集每家住户的水、电或燃气的消耗量信息。当能源供应公司收到 AMR 信息后，便可以针对这一精确的能耗量进行收费。过去一直采用传统的人工抄表，而现在可以借助无线技术实现自动抄表。

目前，一些国家已制定相关法律，要求能源公司针对精确的能耗量进行收费，而不能仅仅依据一张预测的能源账单。每个国家都有针对 AMR 的特定法规要求。本应用报告针对中国 AMR 市场（470MHz 至 510MHz，CC1310）。本文档讨论的参考设计 [3] 可以高功率效率发射高达 +22dBm 的功率。

内容

1	简介	2
2	设计	2
3	测量结果	6
4	总结	14
5	参考文献	14

附图目录

1	CC1310 7PA 4751 EM	2
2	CC1310 框图	3
3	CC1310EM-7PA-4751 原理图（版本 1.3.6）	5
4	CC1310EM-7PA-4751 布局布线（左侧为顶视图，右侧为底视图）	6
5	鞭状天线在 21dBm 峰值 EIRP 下的 Tx 频谱图	7
6	板载集成 PCB 天线在 18dBm 峰值 EIRP 下的 Tx 频谱图	8
7	提高 MOSFET 的电源电压	10
8	使用 ANT1 和 ANT2 组件实现天线匹配	11
9	VSWR 为 2 时的天线带宽	12
10	PCB 螺旋天线效率	13

附表目录

1	传导输出功率和谐波 (V_{USB})	8
2	Tx 输出功率动态范围 (V_{USB})	9
3	Tx 输出功率、电流消耗和效率 ($3.3 V_{PSU}$)	9

1 简介

分配给中国 AMR 市场的频率范围为 470MHz 至 510MHz。计量单元的最大辐射输出功率不得超过 17dBm 有效辐射功率 (ERP)。大多数计量表采用紧凑型设计，因此需要应用紧凑型天线。由于天线的物理尺寸较小，其效率通常较低。因此需要通过提高输出功率来补偿天线损耗。本应用笔记介绍的设计方案基于 CC13xx 系列中的 CC1310。

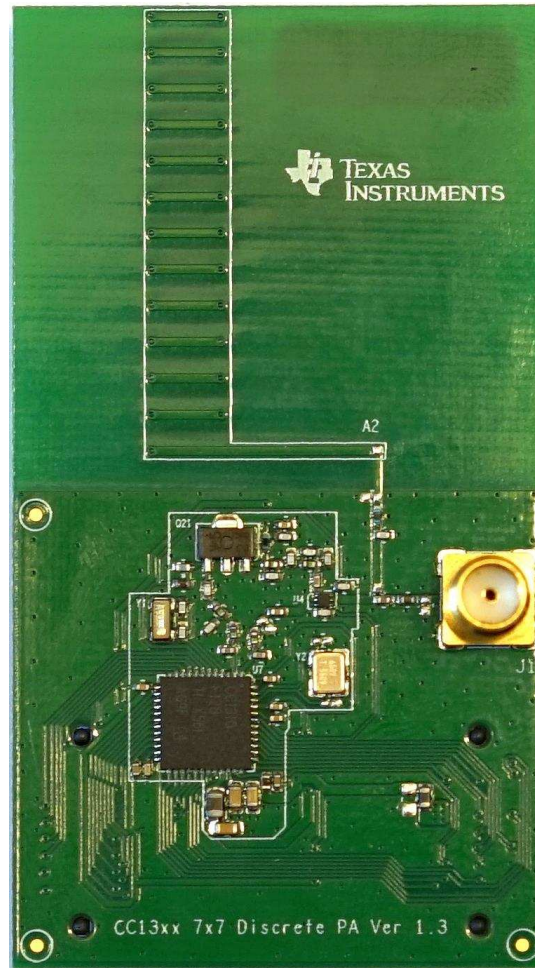


图 1. CC1310 7PA 4751 EM

2 设计

设计 AMR 系统时，发送器与接收器之间的最大距离是影响系统配置和安装的最重要参数之一。对于 AMR 系统而言，该距离之所以如此重要是因为它关乎着能否读取所有家用计量表。否则只能手动抄表，成本较为昂贵。为了延长这一距离，可将输出功率提高至相关法规指定的上限值，同时尽可能降低应用中的数据速率。

AMR 系统必须能够在嘈杂的射频 (RF) 环境中稳定工作，因为工业区或高层建筑中常会紧密安放多块计量表，因此，屏蔽和选择性也是一项关键要求。有关实现最优无线距离和屏蔽/选择性的更多信息，请参见 [1]。

2.1 CC1310

CC1310 专为城市中的远程低功耗网络而设计。该器件可用于家庭自动化、楼宇自动化和户外广域网。

CC1310 的主要优势包括：高灵敏度（0.625kbps 时为 -124dBm）、强大的共存能力（最高可屏蔽 80dB 噪声）以及低功耗（61 μ A/MHz ARM Cortex M3）。

CC1310 基本上可分为四个低功耗组成部分 [2]：

- 采用 Cortex M3 的主 CPU
- 采用无线电控制器的 RF 内核。RF 内核是一种高度灵活且性能优异的无线电系统，可连接模拟 RF 电路和基带电路，处理与系统端之间传输的数据，以及以给定的数据包结构组合信息位。
- 通用外设
- 传感器控制器

如要深入了解 CC1310，请参见 [2]。

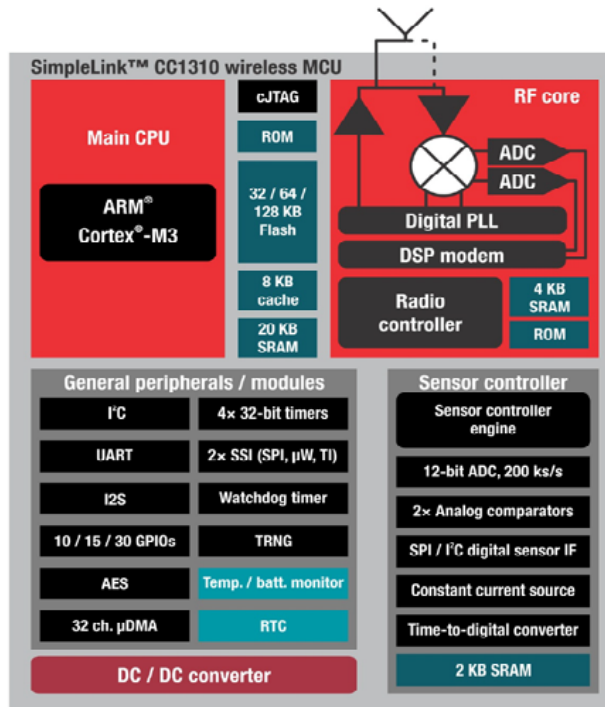


图 2. CC1310 框图

2.2 原理图

RF 内核高度可配置，无线电前端可设置为差分或单端输出配置。差分输出配置下的最高输出功率为 14dBm。单端输出配置下的最高输出功率为 11dBm。由于许多 AMR 客户要求输出功率高达 22dBm，因此 CC1310 发送器配置为单端端口（RF_N 设为 Tx），并连接一个用作放大器的外部金属氧化物半导体场效应二极管 (MOSFET)（请参见图 3）。如果 14dBm 输出功率能够满足要求，则可使用针对 420MHz 至 510MHz 的标准参考设计。

采用的功率 MOSFET 为 Renesas 公司的产品 (NE5550234) [4]。该 MOSFET 也可用于其他 1GHz 以下的频率，如 169MHz、433MHz 以及 868/915/920MHz。输出功率可配置为 1GHz 以下频率法规标准允许的最大功率 (30dBm)。如果所需频率不在 470MHz 至 510MHz 范围内或者需要更高的输出功率 (> 22dBm)，则图 3 中的偏置和滤波部分需做相应更改。

参考设计 [3] (如图 3 所示) 基于 3.3V 电源电压。MOSFET 的功率增益取决于漏源电压。增大 MOSFET 的电压将提高该增益, 并且可获得更高的输出功率。无线电和 MOSFET 的最佳电源电压为 3.6V。

MOSFET 周围的外部偏置可设置最高输出功率和增益。输出功率可通过降低 CC1310 的输出功率来降低。即, 将 CC1310 的输出功率从 +10dBm 降至 -15dBm。在最高功率条件下, 始终可获得最大功率附加效率 (PAE)。选用 Renesas MOSFET 的一个主要原因是能够获得大约 60% 至 70% 的高 PAE。MOSFET 由 DIO1 GPIO 进行门控。DIO1 与 MOSFET 和单刀双掷 (SPDT) 开关相连。

RQA0004PXDQS [5] 是 NE5550234 的一款低功耗 MOSFET 替代产品。二者的引脚布局和封装相同。

设计外部功率放大器 (PA) 时, 务必确保晶体管能够处理天线中的负载不匹配问题。如果天线不匹配, 负载电流会增大。晶体管必须能够处理这部分额外电流, 这一点很重要。NE5550234 能够在自身不受损的情况下处理天线中的开路不匹配和短路不匹配问题。

元件 L24 与 C24 并联构成一个针对二次谐波 (2 x 490MHz) 的陷波滤波器; L25 与 C28 并联构成一个针对三次谐波 (3 x 490MHz) 的陷波滤波器。如果电路板布局发生变化, 尤其是 C24 和 C28 与周围 GND 的距离, 则可能需要更改这两个电容。C27 和 C29 搭配陷波滤波器可提供额外的低通滤波。

Rx 端口也配置为单端端口 (RF_P 设为 Rx)。CC1310 LNA 可配置为外部偏置或内部偏置。本设计为减少组件数选择了内部偏置。

Tx 支路和 Rx 支路均与 SPDT 开关相连。SPDT 开关由两个通用输入输出 (GPIO) (DIO1 和 DIO30) 控制 (请参见 Example 1)。SPDT 功能通过 Skyworks 公司的一款低成本开关 (SKY13323-378LF) [6] 来实现。市场上还有其他低成本 SPDT 开关也能提供相同功能, 如 Peregrine (PE4259SCBECT-Z) [7]。选择 Skyworks (或 Peregrine) SPDT 的主要原因是其价格低廉 (0.07 美元)。

Example 1. SKY13323-378LF 的真值表

DIO_1 (VCTRL1) : LOW & DIO_30 (VCTRL2) : HIGH -> Rx (OUT2)
DIO_1 (VCTRL1) : HIGH & DIO_30 (VCTRL2) : LOW -> Tx (OUT1)

天线/SMA 与 SPDT 开关的单极侧相连。天线通过在 C63 位置安放 100pF 电容进行选择。分立组件 ANT1、ANT2 和 ANT3 专用于天线匹配。可选用 SMA 连接器替代集成天线, 具体方法是在 C52 位置安放 100pF 电容。

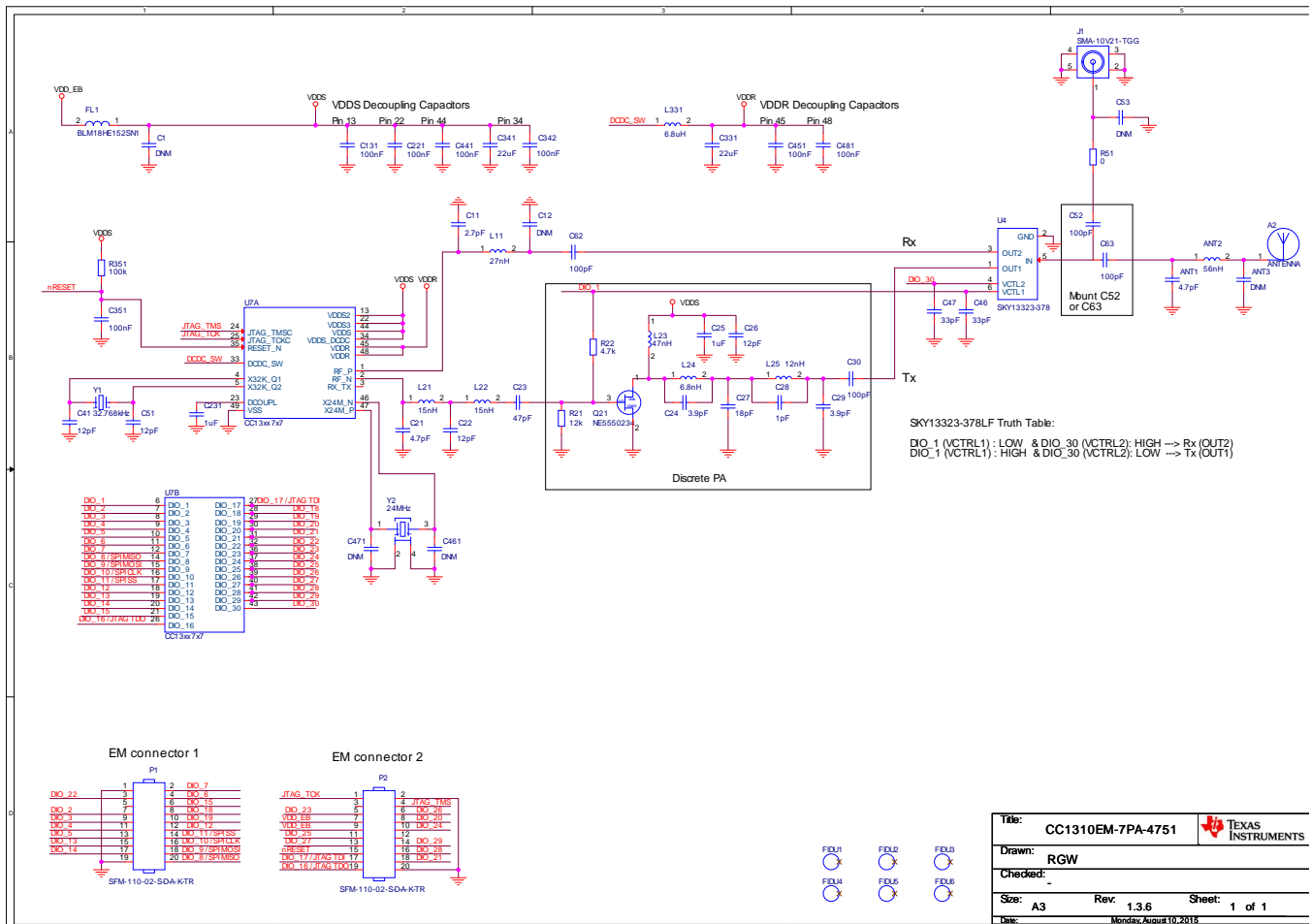


图 3. CC1310EM-7PA-4751 原理图 (版本 1.3.6)

2.3 布局布线

设计说明 [3] 基于厚度为 0.8mm 的双层印刷电路板 (PCB)。顶层和底层如图 4 所示。除了评估模块 (EM) 连接器以外，所有组件均安置于顶层。CC1310 基于 7x7 四方扁平无引线 (QFN) 封装，但也提供 5x5 QFN 和 4x4 QFN 两种封装。

EM 设计中采用 PCB 螺旋天线。该天线在顶层和底层进行了布线。如果需要将天线结构复制到其他设计中，则采用匹配组件 (ANT1、ANT2 和 ANT3) 是至关重要的。

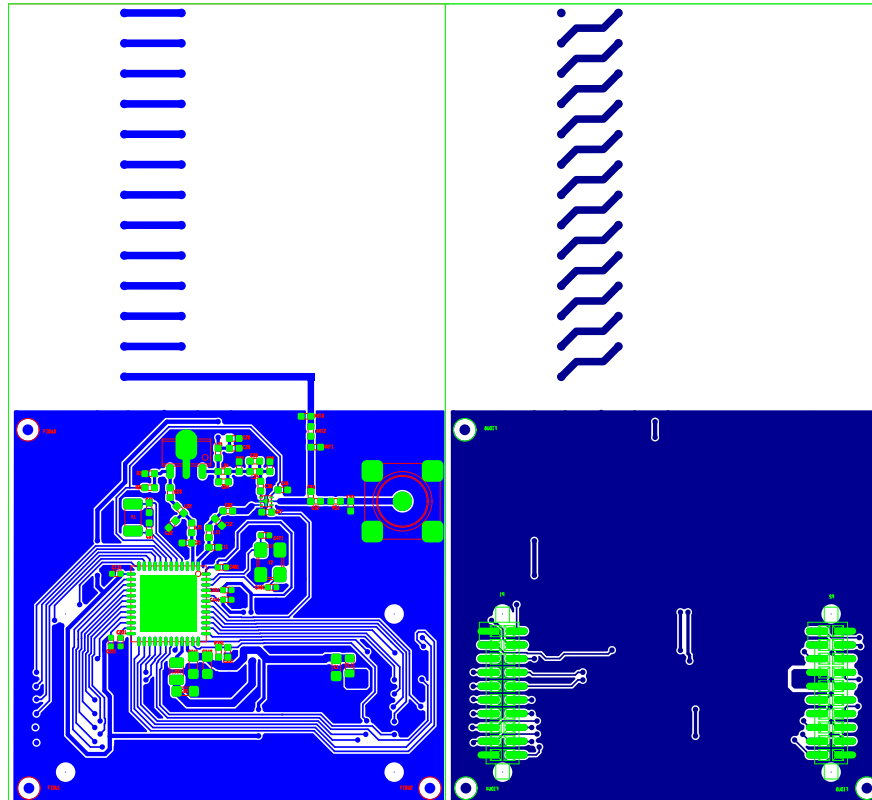


图 4. CC1310EM-7PA-4751 布局布线 (左侧为顶视图, 右侧为底视图)

2.4 SmartRF™ Studio

如要评估该参考设计，建议将 SmartRF06EB 上的 EM 与 SmartRF Studio 软件搭配使用。该软件支持的功能将持续更新，下载地址为 www.ti.com [9]。

要控制分立 PA (MOSFET) 和 SPDT，除了进行标准无线电设置以外，还必须配置数字输入/输出 (DIO) (DIO1 和 DIO30)。

3 测量结果

所有测量结果均在 SmartRF06EB 上安装的 CC1310-7PA-4751 EM 上测得。SmartRF06EB 的 V_{USB} 电源电压标称值为 3.3V；EM 上的标称电压在输出功率设为最大值时降至 3.2V 左右。在理想情况下，电源稳压器应紧靠 CC1310 和 MOSFET 放置，以避免产生不必要的压降。软件控制基于 SmartRF Studio 2.1.0。

3.1 杂散辐射

根据法规要求，ERP 要求设为 17dBm（最大值）。请注意，等效全向辐射功率 (EIRP) = ERP + 2.15dB。因此，峰值 EIRP 不得超过 19.15dBm。对于 Tx：30MHz 至 1GHz 频率下的辐射不得超过 -36dBm；1GHz 至 12.75GHz 频率下的辐射不得超过 -30dBm。对于 Rx：30MHz 至 1GHz 频率下的辐射不得超过 -57dBm；1GHz 至 12.75GHz 频率下的辐射不得超过 -47dBm。

从图 5 中可以看出，即使输出功率的峰值 EIRP 略高，达到 21dBm，该设计仍符合 Tx 谐波杂散辐射要求。当需要通过提高输出功率来补偿任何外部传导损耗（安装大型设备以及天线与无线电设备的距离较远所致）时，该设计是理想之选，仍能够符合谐波要求。图 5 所示的测量结果是采用高效的（效率达 80% 左右，1dB 损耗）大型鞭状天线测得。图 5 和图 6 的传导输出功率水平相同。

图 6 中的峰值 EIRP 与图 5 相比较低，这是因为前者使用紧凑型集成 PCB 天线（损耗约为 4dB）替代了大型鞭状天线（损耗约为 1dB）。图 6 所示的测量结果完全符合法规标准并且裕度良好。

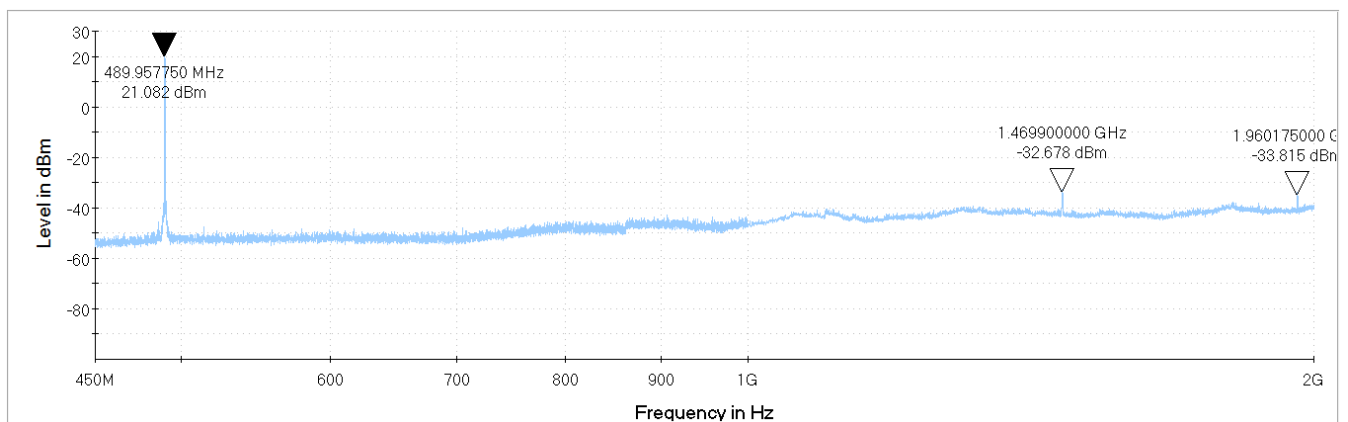


图 5. 鞭状天线在 21dBm 峰值 EIRP 下的 Tx 频谱图

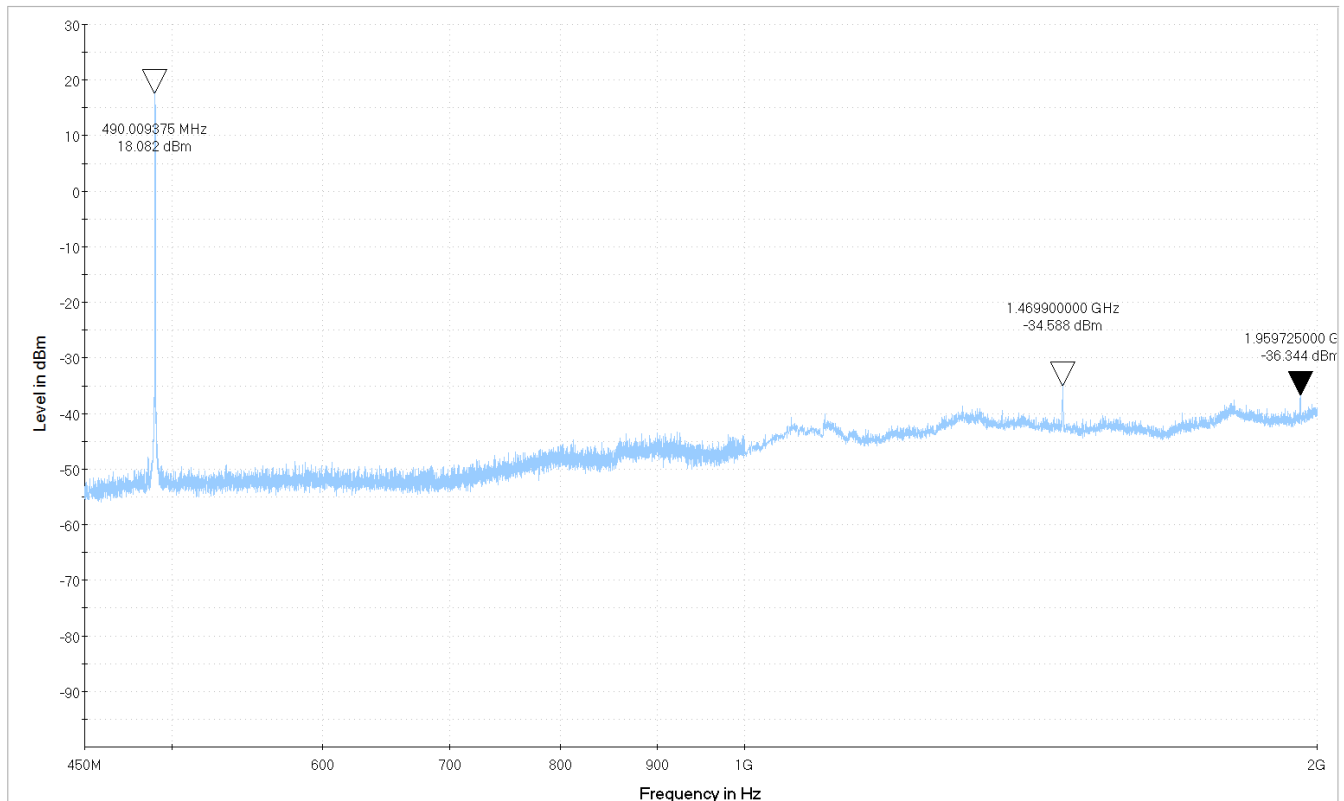


图 6. 板载集成 PCB 天线在 18dBm 峰值 EIRP 下的 Tx 频谱图

3.2 Tx 输出功率和谐波

输出功率分别在 470MHz、490MHz 和 510MHz 频率下测得。对于每个频率，均测量了多达十次谐波。输出功率水平在整个频带内变化了 0.1dB（请参见表 1）。所有传导谐波均低于 -30dBm。如果功率进一步提高，则 4fc 为裕度最小的谐波。

 表 1. 传导输出功率和谐波 (V_{USB})

fc	2fc	3fc	4fc	5fc	6fc	7fc	8fc	9fc	10fc	
470	940	1410	1880	2350	2820	3290	3760	4230	4700	MHz
20.8	-41	-45	-33	-43	-55	-48	-48	-55	-55	dBm
490	980	1470	1960	2450	2940	3430	3920	4410	4900	MHz
20.9	-55	-42	-35	-45	-55	-55	-55	-55	-55	dBm
510	1020	1530	2040	2550	3060	3570	4080	4590	5100	MHz
20.9	-48	-40	-34	-42	-55	-42	-55	-55	-55	dBm

3.3 Tx 输出功率动态范围

输出功率在 490MHz 频率下测得。在 CMD_PROP_RADIO_DIV_SETUP 中, TxPower 寄存器的 IB 位域由最小值变为最大值 (请参见表 2)。TxPower 寄存器的其他位域的设置如下 - GC: 0x03; boost: 0x00; tempCoeff: 0x00。

表 2. Tx 输出功率动态范围 (V_{USB})

0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x05	0x06	0x07	0x08	0x09	IB
3.2	8.6	11.6	13.6	14.9	16.0	16.8	17.5	17.9	18.4	dBm
0x0A	0x0B	0x0C	0x0D	0x0E	0x0F	0x10	0x11	0x12	0x13	IB
18.8	19.2	19.4	19.7	19.8	20.0	20.1	20.2	20.3	20.4	dBm
0x14	0x15	0x16	0x17	0x18	0x19	...	0x1F	0x2F	0x3F	IB
20.5	20.6	20.6	20.7	20.7	20.8	...	20.9	21.1	21.2	dBm

输出功率动态窗口为 18dB: 21.2dBm (0x3F) 至 3.2dBm (0x00)。

3.4 Tx 输出功率和电流消耗

输出功率在 490MHz 频率下测得。在 CMD_PROP_RADIO_DIV_SETUP 中, TxPower 寄存器的 IB 位域由最小值变为最大值。TxPower 寄存器的其他位域的设置如下 - GC: 0x03; boost: 0x00; tempCoeff: 0x00。EM 的 3.3V 电源电压由外部电压源提供。

最高输出功率水平下的效率始终为最大值 (请参见表 3)。如果无需高达 21dBm 的输出功率, 则可将偏置电阻 (R21) 的阻值由 12k Ω 降至较低值 (例如: 10k Ω 或 8.2k Ω)。这是在低输出功率情况下优化效率的理想方案。偏置调整取决于电源电压。所有测量均基于 3.3V 电源。

在理想情况下, 无线电和 R21 偏置应由 3.6V 电源供电, 以确保最低电流消耗。本设计中选用 3.3V 电源供电, 因为该电压更为常用并且 SmartRF06EB 也使用该电压。如果设计 [3] (原理图如图 3 所示) 由 3.6 V_{PSU} 供电, 则输出功率将在表 3 所列值的基础上增加 1.4dB。但是效率不会随之提升: 22.1dBm (38.6%) 以及 22.8 dBm (42.5%)。如果 3.3V 电源电压发生变化, 则需要调整偏置电阻 (R21) 来实现最优效率。

表 3. Tx 输出功率、电流消耗和效率 (3.3 V_{PSU})

0x00	0x01	0x02	0x03	0x04	0x06	0x09	0x0B	IB
4.5	9.9	12.8	14.7	15.8	17.5	18.6	19.4	dBm
40.4	43.1	46.7	51	54.6	62.1	69.7	75.6	mA
2.1	6.9	12.4	17.5	21.1	27.4	31.5	34.9	%
0x0C	0x0D	0x0E	0x10	0x19	0x1F	0x2F	0x3F	IB
19.6	20.1	20.2	20.4	21.0	21.1	21.3	21.4	dBm
77.5	82.2	83.9	86.7	94.1	96.1	98.6	99.4	mA
35.7	37.7	37.8	38.3	40.5	40.6	41.5	42.1	%

另外，如果将 MOSFET [4] 的电源电压由 3.6V 提高至 9V，则可以获得 23dBm 至 33dBm 的输出功率（请参见图 7）。由于存在额外功耗，因此图 3 采用的 0402 分立封装尺寸必须增大。

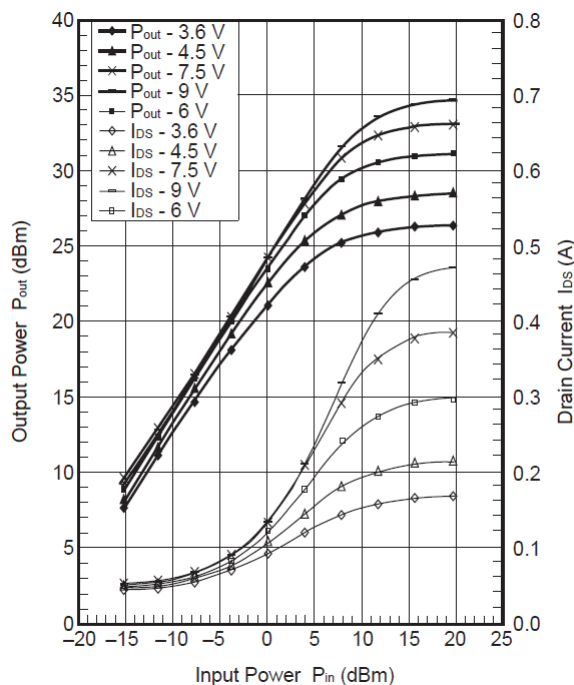


图 7. 提高 MOSFET 的电源电压

3.5 Rx 电流消耗

在 3.3 V_{PSU} 条件下测得的静态 Rx 电流消耗为 6.5mA。

3.6 灵敏度

对于采用外部偏置的差分参考设计 [3]，数据传输速率为 50kbps 时的灵敏度约为 -110dBm。图 3 所示参考设计中的 Rx 和 Tx 采用单端配置，无需使用两个 SPDT 开关。采用单端配置时仅需一个 SPDT 开关。与差分配置相比，单端配置下的灵敏度会降低 2dB。

LNA 可采用外部偏置，RxTx 引脚必须通过一个电感 (270nH) 连接到 RF_P。采用外部偏置的优势在于可将灵敏度提高大约 1dB。该配置最初采用内部偏置，目的是尽量降低总成本。

因此，采用内部偏置的单端配置与采用外部偏置的差分配置在灵敏度方面相差 2.5dB。SPDT 开关存在约 0.5dB 的插入损耗。为了尽可能降低外部物料清单 (BOM) 成本，使用了 LQG 电感来替代绕线式 (WW) 电感，但同时也引起了 0.5dB 的额外损耗。

50kbps 灵敏度水平汇总：

- 采用外部偏置的差分配置： -110dBm
- 采用内部偏置的单端配置： 2.5dB 损耗
- 开关中的插入损耗： 0.5dB
- 使用 LQG 电感替代 WW 电感： 0.5dB
- CC1310-7PA-4751 参考设计的 50kbps 灵敏度： -106.5dBm

如果数据传输速率降至 50kbps 以下并且采用远距离模式，则 CC1310-7PA-4751 参考设计可获得的灵敏度水平如下：

- 5kbps 灵敏度: -116.5dBm
- 2.5kbps 灵敏度: -118.5dBm
- 1.25kbps 灵敏度: -119.5dBm
- 0.625kbps 灵敏度: -120.5dBm

3.7 天线设计

图 4 所示的 PCB 螺旋天线已在 470MHz 至 510MHz 频率范围内实现匹配（ANT1：4.7pF；ANT2：56nH）（请参见图 8）。天线在 470MHz 至 510MHz 的完整频率范围内实现了匹配（请参见图 9）。天线在消音室中在 510MHz 频率下进行了测试，天线效率为 -4.1dB (38.6%)。如需查看完整的 CTIA 报告总结，请参见图 10。

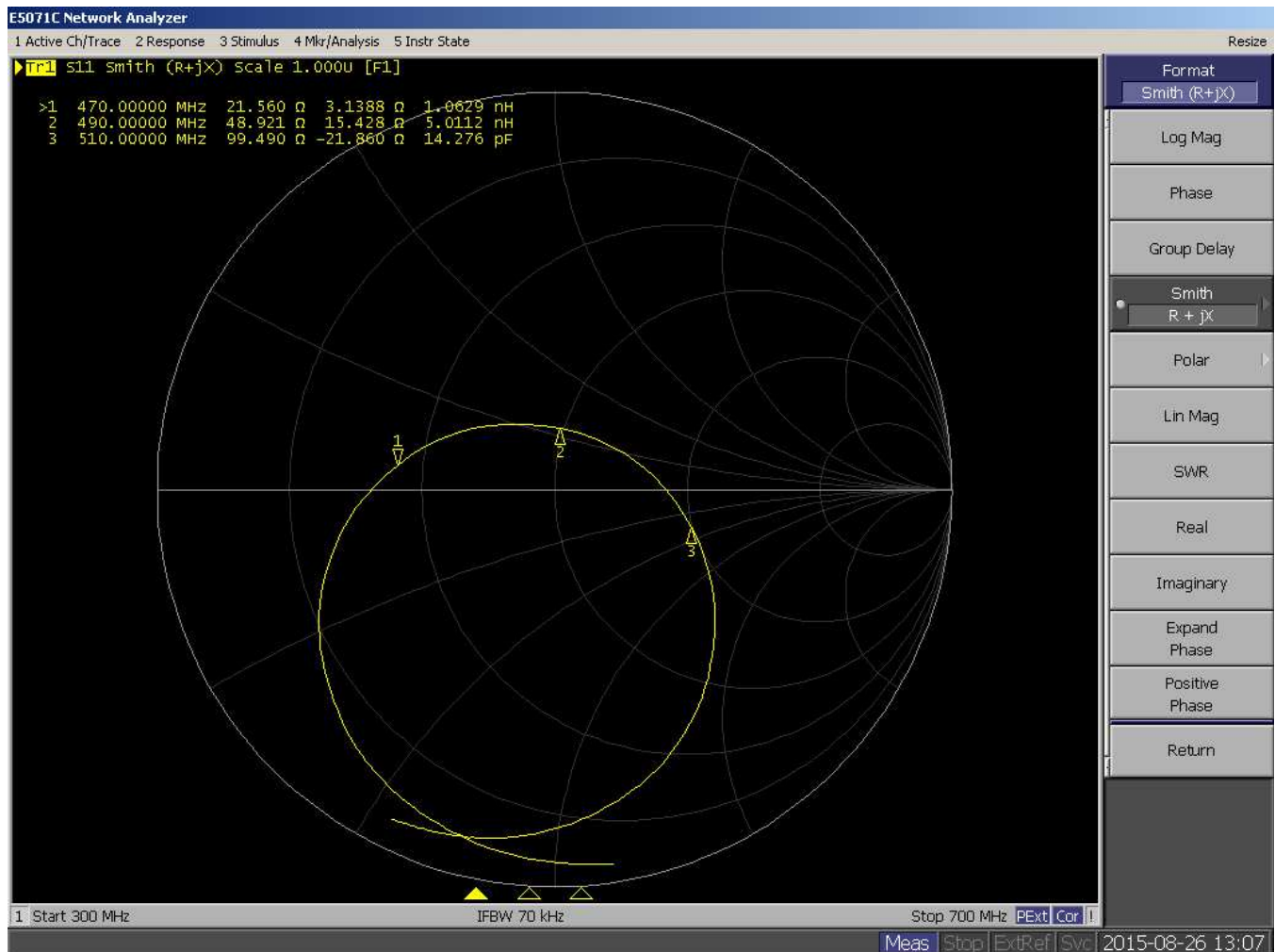


图 8. 使用 ANT1 和 ANT2 组件实现天线匹配

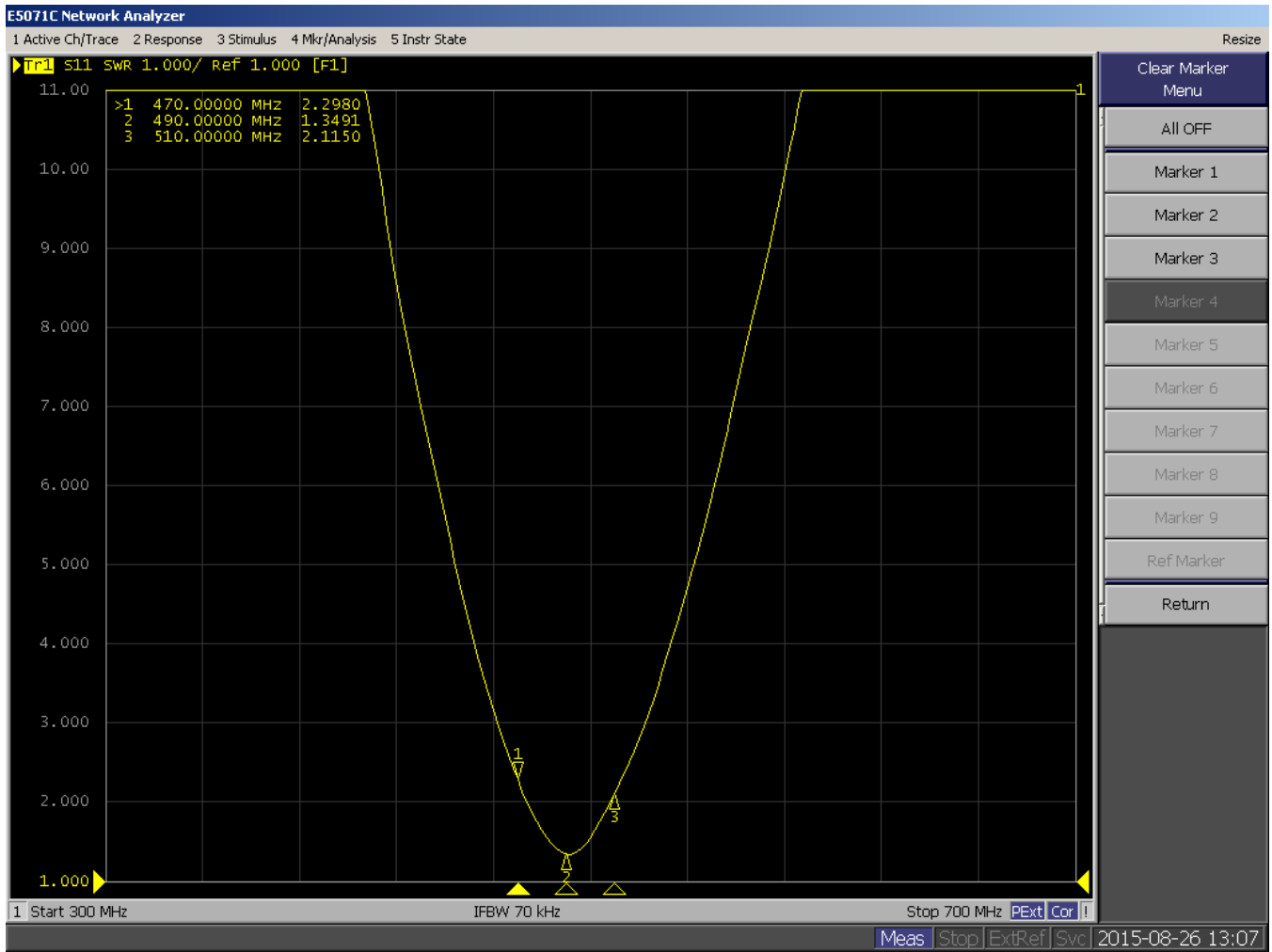


图 9. VSWR 为 2 时的天线带宽

OTA Evaluation Results:

Total Radiated Power	-4,14 dBm
Peak EIRP	-1,04 dBm
Directivity	3,09 dBi
Efficiency	-4,14 dB
Efficiency	38,58 %
Peak Gain	-1,04 dBi
NHPRP 45°	-4,86 dBm
NHPRP 45° / TRP	-0,72 dB
NHPRP 45° / TRP	84,63 %
NHPRP 30°	-5,89 dBm
NHPRP 30° / TRP	-1,76 dB
NHPRP 30° / TRP	66,72 %
NHPRP 22.5°	-6,96 dBm
NHPRP 22.5° / TRP	-2,83 dB
NHPRP 22.5° / TRP	52,15 %
UHRP	-7,83 dBm
UHRP / TRP	-3,69 dB
UHRP / TRP	42,76 %
LHRP	-6,56 dBm
LHRP / TRP	-2,42 dB
LHRP / TRP	57,24 %
PGRP (0-120°)	-4,99 dBm
PGRP / TRP	-0,85 dB
PGRP / TRP	82,20 %
Front/Back Ratio	3,53
PhiBW	360,0 deg
PhiBW Up	360,0 deg
PhiBW Down	360,0 deg
ThetaBW	92,6 deg
ThetaBW Up	30,9 deg
ThetaBW Down	61,8 deg
Boresight Phi	285 deg
Boresight Theta	105 deg
Maximum Power	-1,04 dBm
Minimum Power	-25,38 dBm
Average Power	-5,16 dBm
Max/Min Ratio	24,34 dB
Max/Avg Ratio	4,12 dB
Min/Avg Ratio	-20,22 dB
Worst Single Value	-38,05 dBm
Worst Position	Azi = 15 deg; Elev = 165 deg; Pol = Ver
Best Single Value	-1,34 dBm
Best Position	Azi = 195 deg; Elev = 105 deg; Pol = Hor

图 10. PCB 螺旋天线效率

4 总结

本应用报告面向中国 AMR 市场（470MHz 至 510MHz，CC1310），旨在借助小型集成 PCB 天线实现 17dBm 的辐射输出功率。AMR 产品采用紧凑型设计，但由于天线物理尺寸较小并且坚固的机械外壳会引起衰减，进而导致 ERP 降低，因此天线效率通常较低。可通过提高输出功率来确保提供适用于每个应用的最大 ERP。CC1310-7PA-4751 参考设计是一款低成本、高效率的分立 PA，可提供高于 21dBm 的传导输出功率。20dBm 时的 Tx 电流消耗约为 78mA；21dBm 时的 Tx 电流消耗约为 94mA。本设计可轻松针对其他频率（如 169MHz、433MHz 以及 868/915/920MHz）进行调整。通过更改偏置和电压源，可针对各种最高输出功率水平优化效率。

5 参考文献

1. 《实现最优无线距离》（文献编号：[SWRA479](#)）
2. 《CC1310 SimpleLink™ 超低功耗低于 1GHz 无线微控制器数据手册》（文献编号：[SWRS181](#)）
3. [《面向中国市场的 CC1310EM-7PA-4751 参考设计》](#)
4. [《Renesas \(NE5550234\) 数据表》](#)
5. [《Renesas \(RQA0004PXDQS\) 数据表》](#)
6. [《Skyworks \(SKY13323-378LF\) 数据表》](#)
7. [《Peregrine \(PE4259\) 数据表》](#)
8. 《天线选择快速指南》（文献编号：[SWRA351](#)）
9. [SmartRF Studio 下载](#)

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间接权限制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, 但他们将独立负责满足与其产品及其应用中使用 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, 并且由客户独立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	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

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 © 2016, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司

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间接权限制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, 但他们将独自负责满足与其产品及其应用中使用 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, 并且由客户独自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	www.ti.com.cn/audio	通信与电信	www.ti.com.cn/telecom
放大器和线性器件	www.ti.com.cn/amplifiers	计算机及周边	www.ti.com.cn/computer
数据转换器	www.ti.com.cn/dataconverters	消费电子	www.ti.com.cn/consumer-apps
DLP® 产品	www.dlp.com	能源	www.ti.com.cn/energy
DSP - 数字信号处理器	www.ti.com.cn/dsp	工业应用	www.ti.com.cn/industrial
时钟和计时器	www.ti.com.cn/clockandtimers	医疗电子	www.ti.com.cn/medical
接口	www.ti.com.cn/interface	安防应用	www.ti.com.cn/security
逻辑	www.ti.com.cn/logic	汽车电子	www.ti.com.cn/automotive
电源管理	www.ti.com.cn/power	视频和影像	www.ti.com.cn/video
微控制器 (MCU)	www.ti.com.cn/microcontrollers		
RFID 系统	www.ti.com.cn/rfidsys		
OMAP应用处理器	www.ti.com.cn/omap		
无线连通性	www.ti.com.cn/wirelessconnectivity	德州仪器在线技术支持社区	www.deyisupport.com

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated