天线选择指南

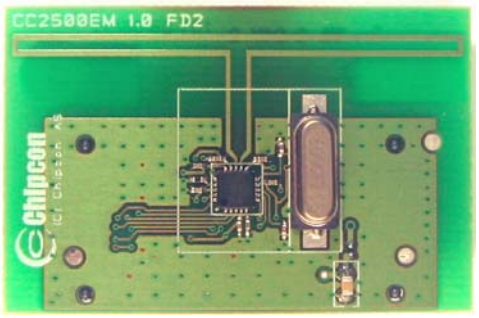
Audun Andersen著

关键词：

- *天线*
- *辐射图*
- *带宽*
- *反馈*
- *消声室*
- *全电阻*
- *增益*
- *方向性*
- *2.4GHz*
- *868/915MHz*

1 简介

这份使用说明内容是在近距离设备(SRD)应用中选择天线时需要考虑的重要参数。文章涉及到辐射图、增益、阻抗匹配、带宽、大小和成本等这些参数。另外文章还介绍了不同的天线优点和缺点。所有天线的参考设计都可以在www.ti.com.cn/rf上查询。文章的最后一节有参考文献、适用EM仿真工具、一些天线制造商和咨询商等这些天线附加资料。



PCB Antenna

Chip Antenna

Whip Antenna

图1. 不同的天线方案

目录表：

关键词 1
1 说明 1
2 导言 2
3 天线种类 3
3.1 PCB天线 4
3.2 CHIP 天线 4
3.3 WHIP 天线 4
4 天线参数 4
4.1 辐射图和增益 5
4.2 带宽和阻抗匹配 9
4.3 尺寸、性价比 10
5 在www.ti.com.cn/rf 上天线合适参考设计 12
5.1 2.4GHz 50Hz单端天线的参考设计 12
5.2 2.4GHz 差分天线参考设计 14
5.3 868/915MHz天线参考设计 15
6 附赠天线资料 16
6.1 天线文献 16
6.2 EM仿真工具 16
6.3 天线供应商和咨询商 16
7 总结 17
8 总说明 19
8.1 文件历史 19

2 缩写

AN	应用笔记（Application Note）
CW	载波（Carrier Wave）
DB	说明板（Demonstration Board）
DN	设计笔记（Design Note）
DUT	设备测试（Device Under Test）
EIRP	有效功率（Effective Isotropic Radiated Power）
EM	电磁性（electronic Magnetic）
EM	评估模型（Evaluation Module）
IFA	反相F型天线（Inverted F Antenna）
ISM	工业、科学、医疗（Industrial，Scientific，Medical）
LOS	线性视界 （Line Sight）
MIFA	曲流倒F型天线（Meandered Inverted F Antenna）
PCB	印制电路板（Printed Circuit board）
RF	无线电频率（Radio Frequency）
SRD	短距设备（Short Range Device）
TI	德州仪器（Texas Instruments）
VSWR	电压驻波比（Voltage Standing Wave Ratio）

3 天线种类

如果要在一个射频产品中使用天线，是有很多的天线种类可以选择的。在选择天线时大小、成本、性能都是最重要的因素。三种最常见的短距天线设备是PCB天线、芯片天线和有一个连接器的鞭状天线。表一显示出这些天线的优点和缺点。

天线类型	优点	缺点
PCB天线	• 低成本 • 可能有很好的性能 • 高频条件下天线尺寸可能小	• 很难设计小型的高效PCB天线 • 低频时可能需要大尺寸
芯片天线	• 小尺寸	• 性能中等 • 成本中等
鞭状天线	• 好性能	• 高成本 • 在很多应用中很难适用

表1. 各种天线方案的优点和缺点

通常也把天线划分为单端天线和差分天线。单端天线也叫做不平衡天线，相反的差分天线叫做平衡天线。单端天线由一个相对地的信号进行反馈而且特征阻抗一般都为50欧姆。很多射频测量设备都是50欧姆的参考阻抗。这样，用这些设备可以很方便的测量50欧姆特征阻抗天线的参数。然而很多射频都有不同的差分射频端口，平衡非平衡配置时需要使用一个单端天线网络转换网络。图2是单端口天线和差分天线。图中显示出差分天线直接连接在RF的管脚，单端口天线却需要一个不平衡变压器。

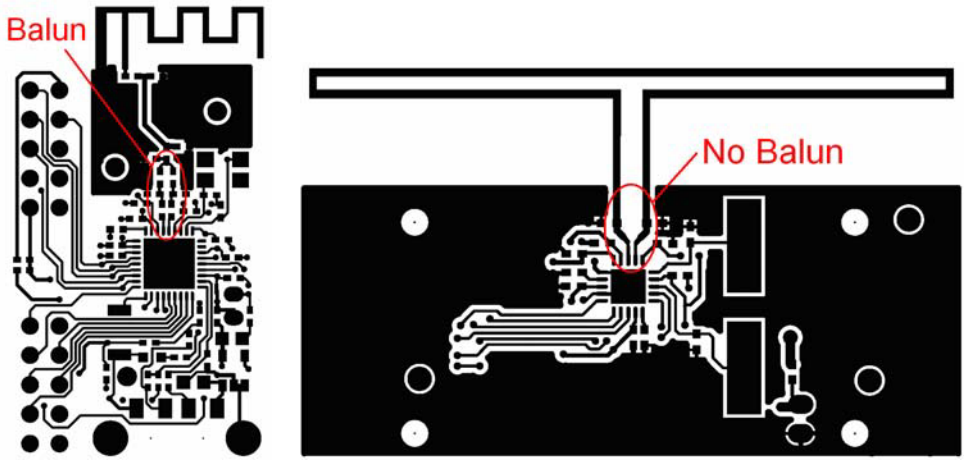


图2. 单端口和差分天线

文章里涉及的天线主要是有自由许可的2.4-2.4835GHz频段，欧洲的863-870MHz频段和美国的902-928频段。欧洲的频段一般是指“868MHz频带”,美国的带宽通常指“915MHz频带”。同一个天线通过调整它的长度和改变匹配部件的参数值通常能很容易在欧洲868MHz和美国915MHz都有很好的性能。这样的天线在文章里称为“868/915MHz天线”。

3.1 PCB 天线

设计一个PCB天线通常不是那么直接，通常都需要仿真工具以达到可接受的方案。另外，为了获得最佳设计，把仿真工具配置到精确仿真状态也是很困难并且很耗费时间的。然而，如果板子大小允许这个方案，我们在www.ti.com.cn/rf上提供了一个可用的设计参考版本。在第五部分中有可用设计参考的详细描述。如果应用需要特殊的天线而且提供的参考设计并不适用，那么可以通过进一步联系天线咨询商或者寻找其他商业解决方法。表4能提供这种服务的一些公司。

3.2 芯片天线

如果板子空间大小对天线有限制，那么芯片天线将会是个很好的选择。这种天线允许在小尺寸方案下实现1GHz频率的无线频率。与PCB天线相比较，这种天线增加了BOM和监控成本。典型的芯片天线成本是0.1-1.0美元。即使芯片天线的制造商声明芯片天线在特性的频段匹配50欧姆的特征电阻，但是通常还需要外加的匹配部件来获得合适的性能。在数据表上列出的性能数据和推荐的匹配通常是在检测板上测试得出来的。测试板的尺寸通常在数据表里有注明。需要注意的是当芯片天线在板层大小形状和PCB板上运行时工作性能和需要的匹配会有所不同。

3.3 鞭状天线

如果好的性能是最重要的指标而尺寸和成本并非考虑因素，那么外接一个连接器连接的天线将是个很好的解决方案。这种天线通常是单极的而且有全方向的辐射图。这就是说这种天线在各个方向上都有相差不多的性能。鞭状天线的价格明显地高于芯片天线，还有在板上需要一个连接器也增加了成本。注意在一些场合特定类型的连接器必须符合SRD规范。如果需要更多关于SRD规范的信息，请查阅应用手册001[1]和应用手册032[2]。

4 天线参数

为一个无线设备选择天线时有几个参数是必须考虑到的。这里边最重要的参数就是在天线周围不同方向上的辐射变化、天线效率如何、天线工作时需要的带宽和需要提供给天线的功率。4.1和4.2节解释了这些参数的定义和评估方法。所有天线在PCB板上都需要一定的空间，选择因素就在天线成本、尺寸和性能之间。这点会在4.3节深入讨论。

4.1 辐射图和增益

图3显示的是图1天线在PCB板上各个方向上辐射变化图。在解释这个图前，有几个重要的参数需要了解。有些参数标在了图3的左下边。另外除了在图3中显示的信息外，知道辐射图和天线位置的相互关系也是非常重要的。

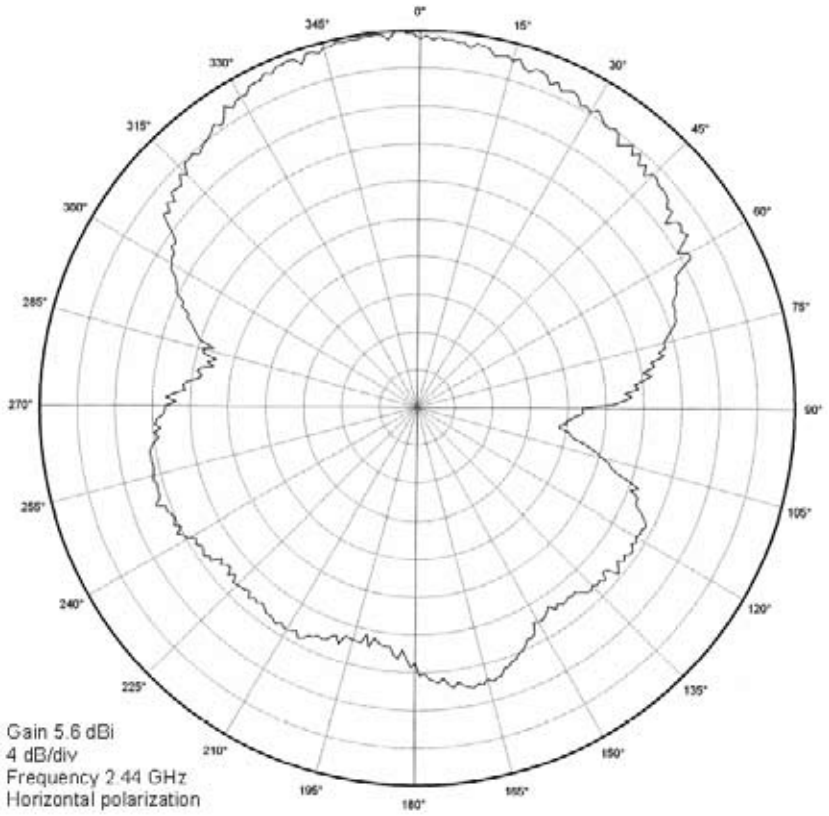


图3. 辐射图

增益的参考标准通常是一个在各方向上都有相同辐射的单极理想天线。当这个天线被用作参考时，增益以dBi给出或者以等效为单极辐射功率（Effective Isotropic Radiated）给出。图3的外圈与5.6dBi相符合。图3左下方“4dB/div”的标注表示每个内圈辐射水平衰减了4dB。这表示与一个图1中在PCB天线中的单极天线相比较在0°方向上有5.6bB更高的辐射，在180°方向上有6.4dB更低的辐射。

$$G = e \cdot D = \frac{P_{rad}}{P_{in}} \cdot D = \frac{P_{rad}}{P_{in}} \cdot \frac{U_{\max}}{U_{avg}}$$

方程1. 增益的定义

增益（G）定义为最大平均和辐射强度的比例乘以天线效率，如方程1。天线部件的欧姆损耗和天线的管脚反射决定天线效率。最大平均和辐射强度比例被定义为方向因子（D）。高增益不代表天线就有好的性能。典型的，比如带移动模块的系统，就需要一个全方向性的辐射图，这样不管这个单元指向那个方向都有近似相同的性能。在一个接受设备和发送设备位子都固定的应用中，高增益是所期望的。如果那些单元能放置位置能让最高增益方向相互指向对方，这样天线性能就是最佳的。

极化描述的是电场方向。所有电磁波在自由空间中传播时电场方向和磁场方向与传播方向都是相互垂直的。通常情况下，考虑极性时都只是描述电场矢量，因为磁场矢量垂直与电场矢量并且垂直与传播方向，就忽略了磁场矢量。接受和传输天线应该有相同的极化状况以获得相称的及性能。很多天线在SRD的应用中都试着产生超过一个方向的极化。另外，反射会改变电场的极化。由于室内无线电波有多重反射，室内无线设备的极化现象就比在室外工作的超视距（Line of Sight）设备严重得多。一些天线产生指向特定方向的电场，在测量辐射图时知道什么样的极化状况也是非常重要的。注明在什么频率下进行测量也是重要的。总的来说辐射图在频率上的变化并不大。因此通常在天线工作频率段的中间频率来测量辐射图。由于窄带天线的相关水平会在期望频率范围内轻轻的改变，但是辐射图的形状会基本上保持不变。

为了精确的测量辐射图，测量从DUT出来的单一方向上没有反射波的方法对结果有很重要的影响。以前一般在消音室里进行这样的测试。另外一个要求就是被测量信号必须是从远处天线发出的平面波。场距离（R_f）由波长（λ）和天线的最大维数（D）决定，如方程2.由于消声室的大小受到限制，在室外范围测量大尺寸和低频天线很普遍。

$$R_f = \frac{2D^2}{\lambda}$$

方程2. 远场距离

能把天线相关到不同方向的辐射图点也是重要的。辐射图典型的是在三个垂直的坐标系XY，XZ和YZ里测量。完成全3D图的测量也是可能的，但是一般都不这么做，因为它会消耗很多时间同时也需要很贵重的试验设备。另外确定这三个方向的方法就是用球坐标系。位面会标准的定义为θ=90°，φ=0°和φ=90°。图4显示出如何把球面坐标对应到直角坐标中。如果在辐射图上没有给出相关方向的信息，0°就是X方向，角度的增加在XY平面内朝着Y轴转动。如果是XZ平面，0°就是Z方向，方向增加朝着X轴移动。如果是YZ平面，0°是Z轴方向，角度增加朝着Y轴移动。

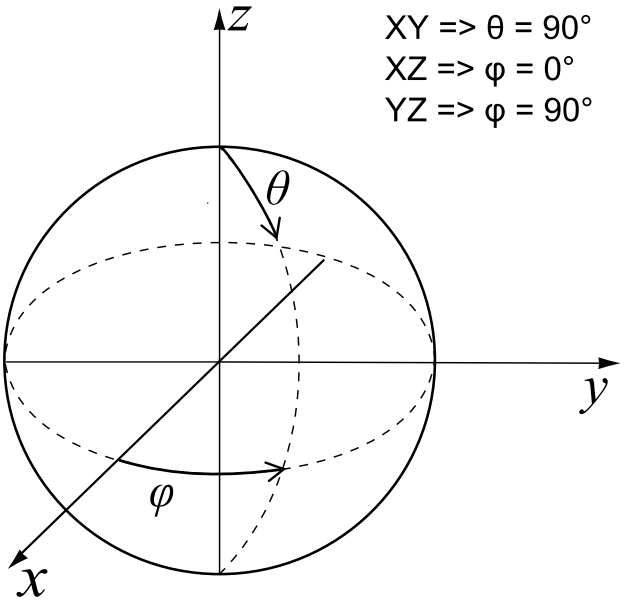


图4. 球面坐标系统

接地面的大小和形状会影响辐射图。图5显示的是接地面如何影响辐射图的例子。左上角的辐射图用插入SmartRF04EB的小型天线测量，图5中显示的右上角的辐射图是测量连接到电池的天线板。SmartRF04EB有一个固态地面波。通过把天线板插入这里边，有天线显示的地面波效应是增加的。改变接地板的大小和形状能让增益从-1.2dB到4.6dB变化。由于很多SRD应用都是移动的，通常在这里并不是增益峰值。一个平面波的平均辐射给出总辐射能量的更多信息，它通常在天线性能显示出来时才标注。

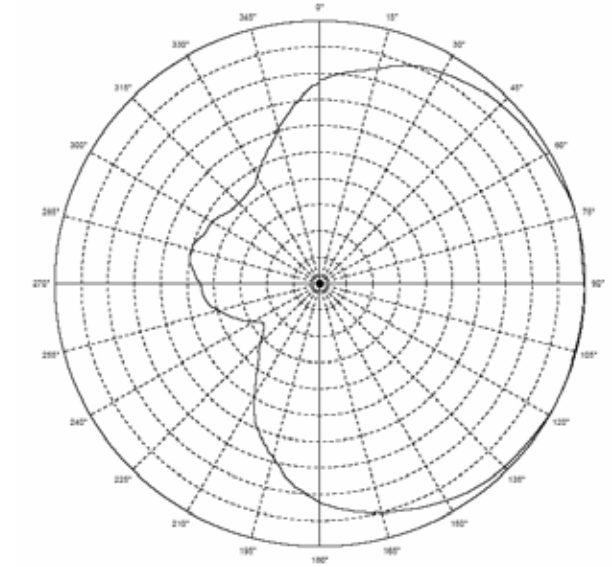
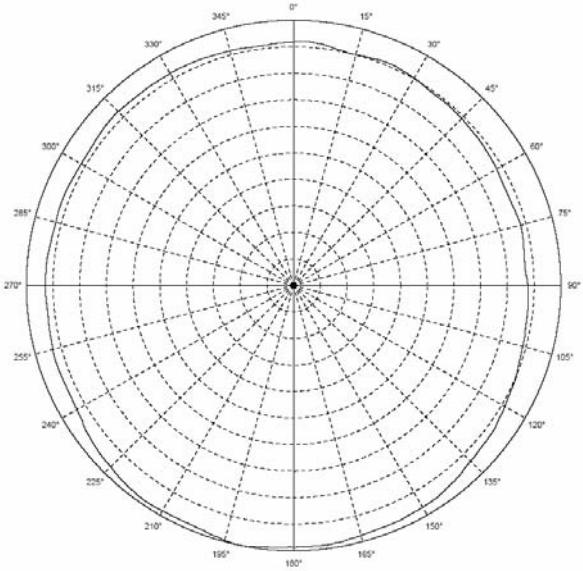
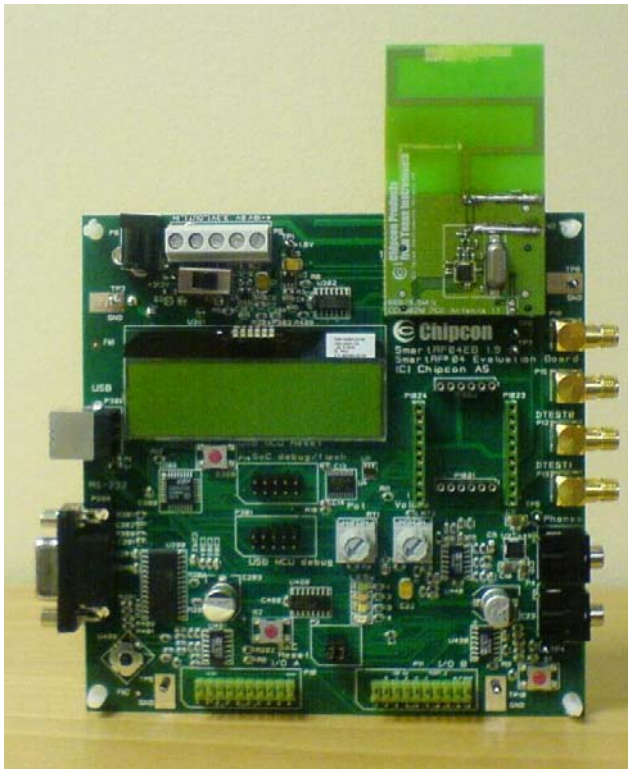
CC1100EM PCB Antenna in SmartRF04EB	CC1100EM PCB Antenna without SmartRF04EB
	
Vertical Polarization, YZ plane 0 dBm, 868 MHz	2 dB/div Ref Lev: 4.6 dB
Vertical Polarization, YZ plane 0 dBm, 868 MHz	2 dB/div Ref Lev: -1.2 dB
	

图5. 地平面形状和尺寸对辐射图的影响

4.2 带宽和阻抗匹配

有两种主要的方法来测量天线带宽。当不断增加频率的时候测量辐射能量，用一个网络分析仪在天线反馈点测量发射波。图6显示从一个2.4GHz天线发射出的发射功率。结果显示在2.4GHz带宽时，天线输出功率有接近2dB的变化，而且在在带宽中心时达到最大辐射。这种测量是在辐射波连续从2.3GHz到2.8GHz变化时进行的。这种测量方法必须在需要在没有反射波的消声室里进行以获得正确的结果。当消声室不存在时这种方法仍然也是很有用的。在普通的测试实验室环境中进行测试的结果会得到个相对结果，它能显示出天线是否在频带中心工作时有最佳工作状态。连接到天线的谱分析仪也会对结果有所影响。因而这个天线在使用频率带宽处有接近的相同性能很重要。这能保证在测量带宽变化时给出的测试结果能正确反应性能变化。

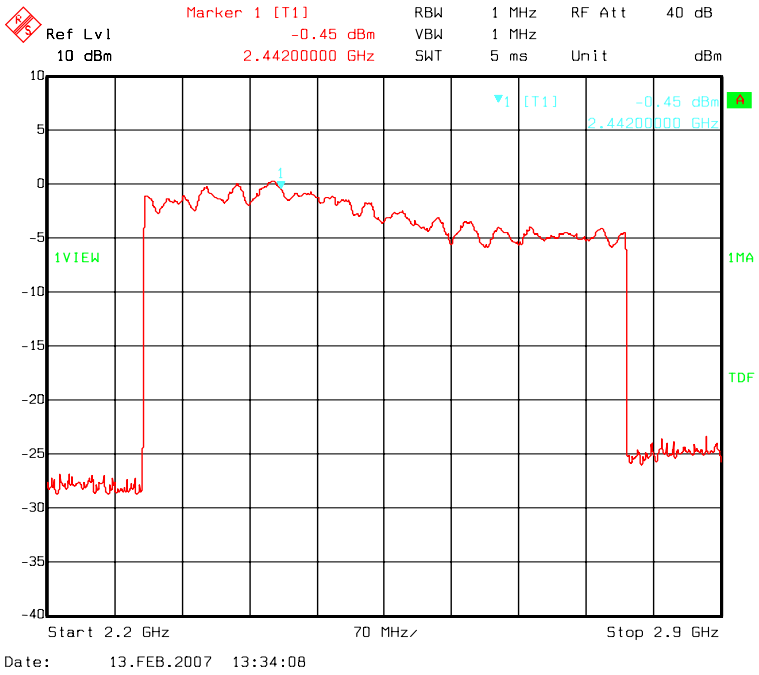


图6. 2.4GHz天线的带宽

另外一种测量带宽的方法是在天线反馈点测量反射功率。不通过连接天线而通过同轴电缆连接到天线的反馈点，这种测量方法需要和一个网络分析仪一起工作。天线带宽的典型定义是反射波衰减低于-10dB或者VSWR小于2的频率范围。这等于是天线反射功率少于10%的的频率范围。跟过关于反射波测量的方法能在设计手册001[10]中找到。

图7显示三个远程控制2.4GHz天线的反射测试方法的结果。红线表示天线放在周围没有障碍物的自由空间里的反射结果。把天线放在塑料障碍物里，通过减低回声频率来影响性能，结果如蓝线所示。把天线放在一个人的手里，对性能的影响就更为明显。这就是为什么当天线放在一个常见周围环境中而进行常规操作时要进行描述和调整。

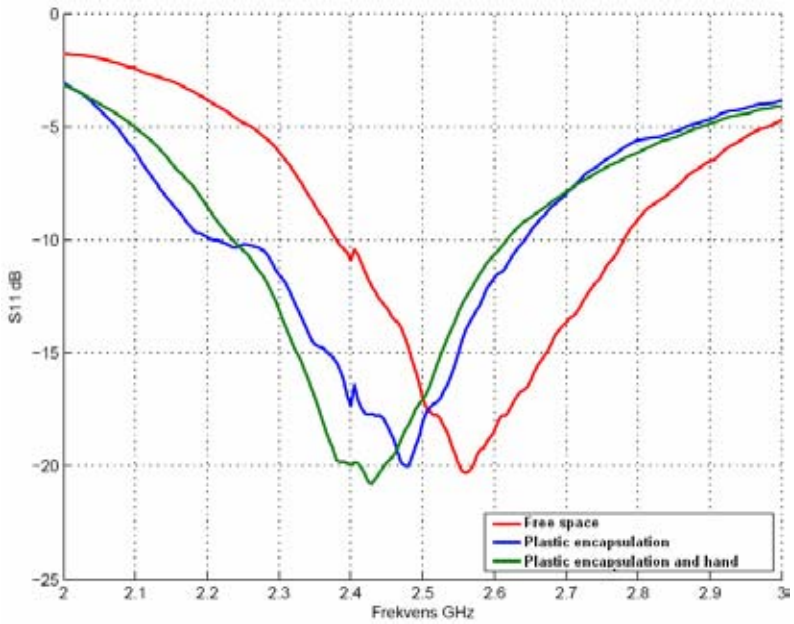


图7. 天线附近的反射影响

4.3 尺寸，成本和性能

最理想的天线是小尺寸、零成本并且有优越的性能。在现实生活中，这是不可能的。然而这几个因素间的相互制约关系是需要知道的。减低工作频率能成倍的扩大范围。这就是在一个视频应用需要覆盖大范围时选择工作在低频状态的原因之一。然而，绝大多数天线在低频工作时需要更大的尺寸以获得更佳的性能。这样在一个板空间有所限制的情况下，尺寸小的效率高的高频天线性能可以等同甚至更优于尺寸小的效率低的低频天线。在寻找小天线解决方案的时候芯片天线是个好的选择。特别是当频率低于1GHz芯片天线与传统的PCB天线相比能给出更小的解决方案。拉芯片天线后腿的主要因素就是增加的成本和低带宽的性能。

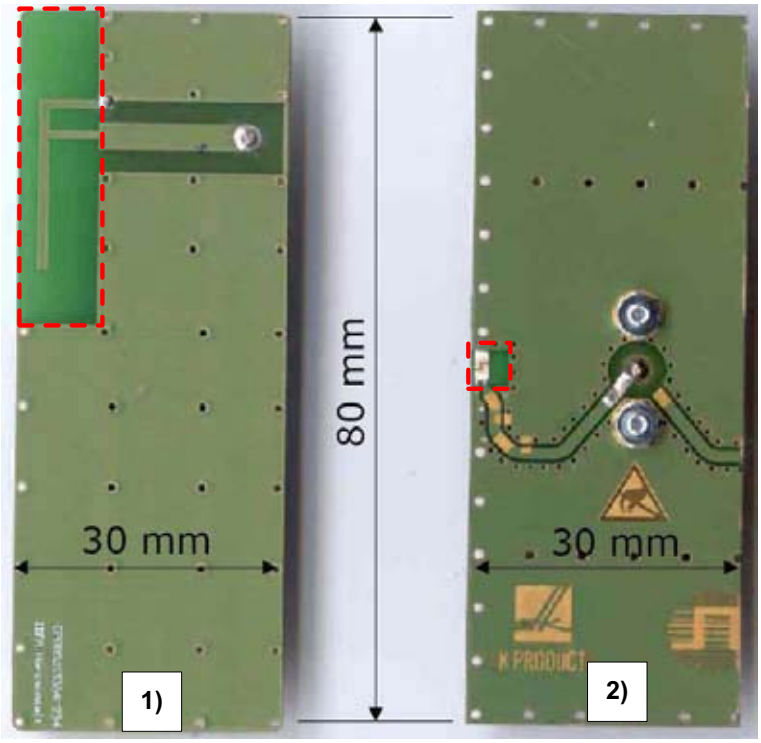


图8. 1）PCB天线和2）芯片天线的版面设计

图8 显示的是一个2.4GHz的PCB天线和一个2.4GHz的芯片天线。两个天线方案的需求空间已由红线指示。从图中可以看出，芯片天线所占空间比PCB天线少得多。图9显示的是两个天线方案的辐射效率。图中可以明显看出即使两个天线在2.4GHz频带中心有相同的效率，但是芯片天线的带宽窄于PCB天线。

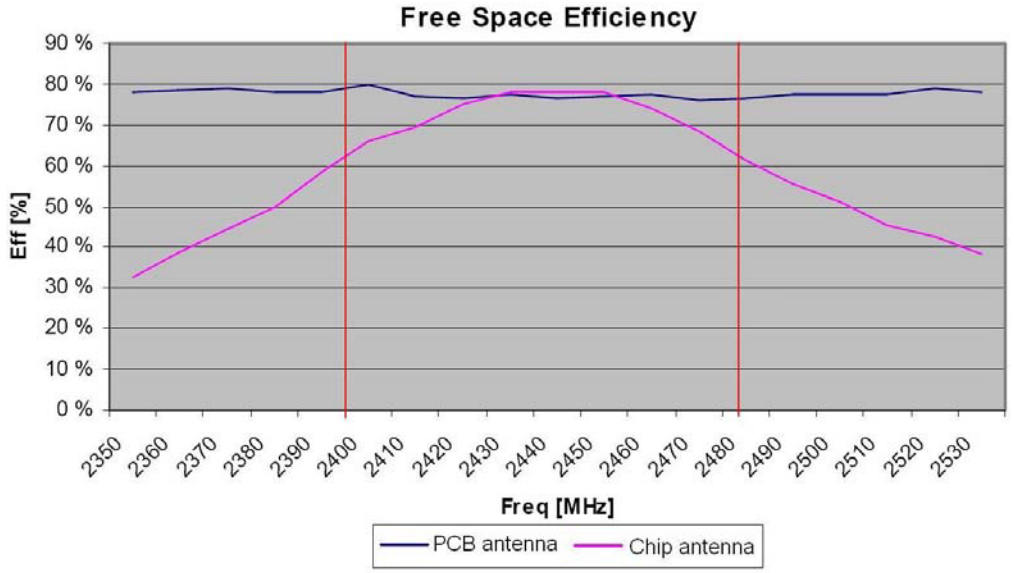


图9. PCB天线和芯片天线的比较

5 www.ti.com.cn/rf上可用的天线设计参考

德州仪器提供了几种天线设计参考。每一中设计参考TI都提供了设计文件和文档，里边记录了参考设计天线是在那种测试板上测试的、结果如何。从这些设计来看接地面的大小和形状影响着天线的性能。因而在不同大小和形状的接地面上使用PCB天线，结果可能会有稍微的不同。用天线精确的规格对于获得最佳性能是非常重要的。没有接地面或者轨迹应该放在天线之下。所有在第五章中涉及到的参考设计和附加文件都能在www.ti.com.cn/rf上下载。第7章中的表格5总结出了所有天线的属性和文件。

5.1 2.4GHz 50欧姆单端天线的参考设计

2.4GHz的解决办法，TI公司提供了五种不同的设计参考解决办法。单个单端天线都匹配50欧姆电阻。当增加50欧姆的匹配电阻后所有2.4GHz的产品都可以使用。TI提供的参考设计是给所有2.4GHz产品附带一个50欧姆的变换器。

2.4GHz最小天线解决方案是图10中所示的曲流反F型(MIFA)天线。这种天线对于限制板大小和USB软件狗是非常合适的。这种天线的性能在应用笔记043[3]、设计文件的CC2511USB软件狗设计参考[16]中描述了层结构。

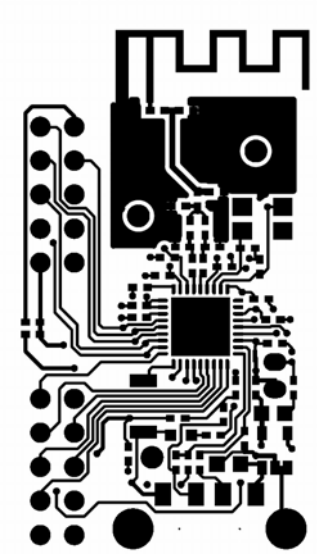


图10. 曲流反向F型天线

图11中所示的反向F天线需要比MIFA更大的空间，但是比MIFA提供了更全面的辐射图。这种设计参考在应用笔记CC2400DB、CC2420DB和CC2430DB的设计参考中都能找到，性能在设计笔记文件007[4]中有描述。IFA的长度与各种DB板有一定的区别。不同规格板子的不同大小的地面波上长度是必须作出的补偿。

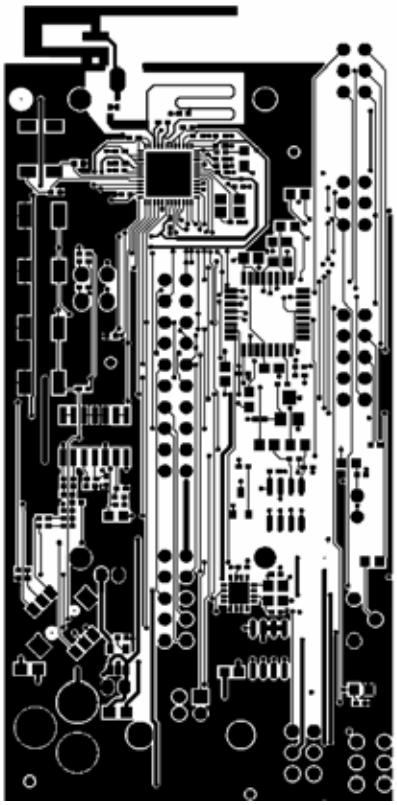


图11. 反向F天线

与图11一样，德州仪器公司提供了一种如何使用一个有2.4GHz辐射的2.4GHz的芯片天线的应用笔记。应用笔记048[7]包含了有USB软件狗大小的嵌入到PCB板的芯片天线的运行说明和测量结果。图12显示的是这种解决方案的空间需求。

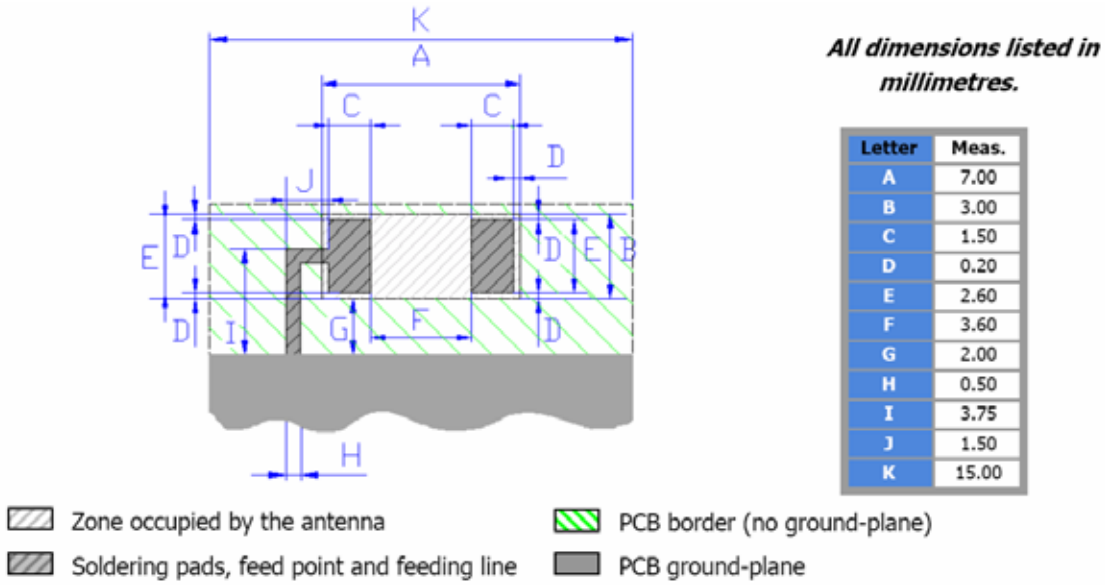


图12. 2.4GHz的芯片天线

5.2 2.4GHz差分天线的参考设计

为了减少由于平衡器所需要的辅助设备数量，设计一个直接与独立RF辐射端口想匹配的差分天线是可能的。在一些情况下一些附加设备需要去获得合适的阻抗匹配或者滤波。

CC2500、CC2510、CC2511和CC2550有相同的阻抗。这让利用图13中所示的天线应用与所有产品成为了可能。这些天线的设计和性能测量在设计笔记044[5]里都有包含。唯一需要的两个外加设备就是两个电容以确保符合ETSI规范。如果合适的输出功率和使用了责任圈那么对于FCC标准来说就不需要外加部件。

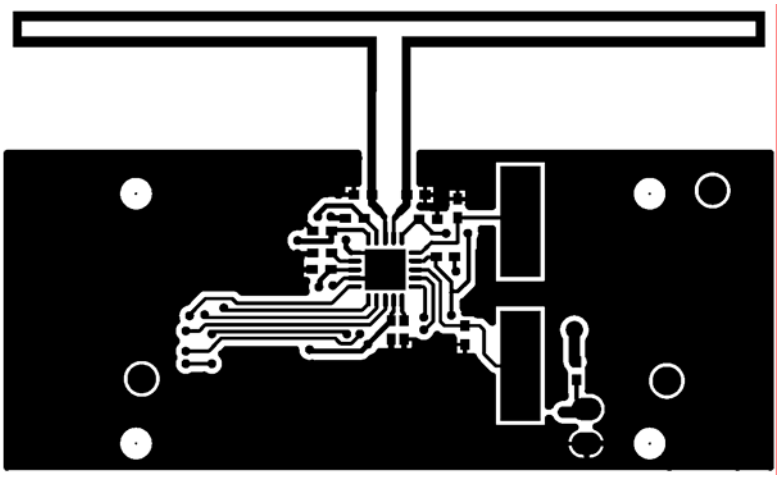


图13. CC2550xx折合偶极天线

CC2400、CC2420和CC243x都有稍微不同的阻抗。所以使用一个外加转换设备来转换阻抗以能在所有产品中应用是必要的。如果感应器匹配安装在了RF管脚间，在应用笔记040[6]中所展现的天线也能在CC2400、CC2420和cc243x中应用。另外推荐协调电感与TXRX交换叫串联。这种感应器工作的RF频率为2.4GHz

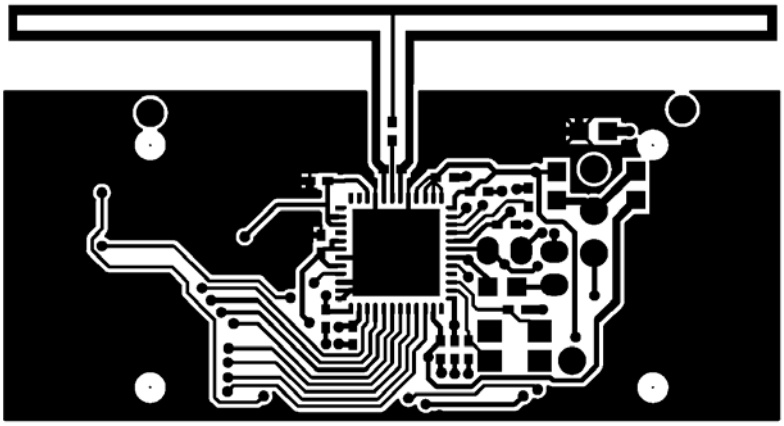


图14. CC24xx 折叠偶极天线

5.3 868/915MHz天线的设计参考

对于868/915MHz天线，TI公司提供了两种能以这些频率上在所有RF产品中应用的参考设计。一种设计方法就是纯PCB设计，另一种是一个芯片天线通过特殊的PCB线连接起来。两种方法都有50欧姆的匹配电阻。尽管如此对于差分输出也需要一个不平衡变压器。

纯PCB天线是一中单极性、中等尺寸和低成本的解决方案。图15显示的是868/915MHz单极PCB天线的层结构。在设计笔记008[9]和CC1100EM的PCB天线参考设计[23]中有详细设计的信息。

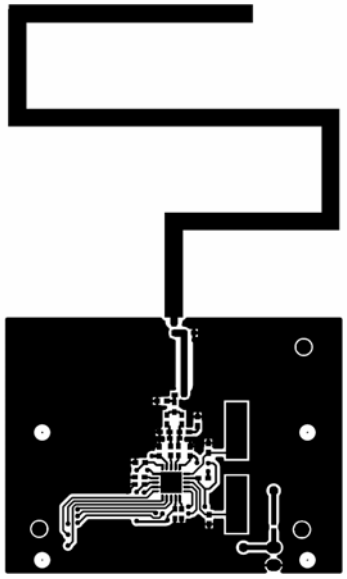


图15. 单极性868/915MHz

图16显示的是TI公司提供的对868/915MHz最小的天线解决方案。它由一个通过特殊PCB线连接的Johanson Technology的芯片天线组成。设计笔记016[8]里有详细的设计介绍和测量结果。

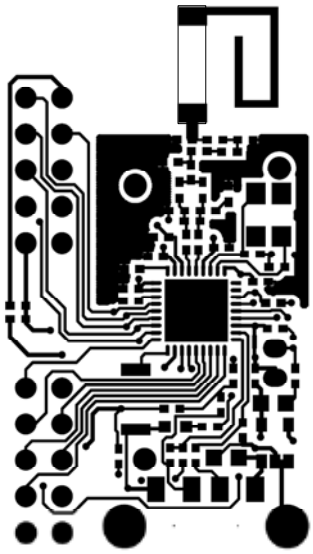


图16. Johanson Technology 的868/915MHz芯片天线

6 附加天线资料

这里边有很多关于天线的学术文献和天线理论。一些公司为天线仿真提供EM仿真工具。很多制造天线的公司还对客户提供天线设计咨询服务。这个部分就是列出各种资源。

6.1 天线参考文献

有很多出版图书都设计到天线。图2列出一些与本主题相关的文献。

Title	Author
Antenna Theory and Design	Warren L. Stutzman & Garry A. Thiele
Antenna Handbook	Y. T. Lo & S. W Lee
Microwave and RF Design of Wireless Systems	David M. Pozar

表2. 天线文献

6.2 EM仿真工具

表3列出能进行天线仿真的EM仿真工具。由于TI公司并没有对那些仿真工具进行评估，列出来的只是一种参考而已。

Tool	Company
IE3D	Zeland [13]
Momentum	Agilent [14]
HFSS	Ansoft [15]

表3. EM仿真工具

6.3 天线提供商和咨询商

即使选择了芯片天线也非常困难去设计小型的高效的天线，因为常常都需要进行阻抗匹配以获得最佳性能。然而如果需要特别的解决方案时联系天线咨询商是非常明智的。下表列出的就是卖各种天线并且提供咨询服务的公司。

Company	Web page	Expertise
Fractus	http://www.fractus.com/	Chip antennas
Johanson Technologies	http://www.johansontechnology.com/	Chip antennas
Pulse	http://www.lkproducts.com/	Chip antennas
Antenova	http://www.antenova.com/	Chip antennas Whip antennas
Badland	http://www.badland.co.uk/	Whip antennas
Linx Technologies	http://www.linxtechnologies.com/	Whip antennas
Antennasys	http://www.antennasys.com	Antenna consultant
LS Research	http://www.lsr.com/	Antenna consultant

表4. 天线提供商和咨询商

7 总结

本使用手册的第一部分对不同种类的天线有个概述，在安装一个天线时他们的参数都需要考虑到。第二部分对www.ti.com.cn/rf的不同天线参考设计进行了叙述并且列出了一些附加资源。

表5列出了所有www.ti.com.cn/rf上可用的参考设计。本表格列出了不同产品的天线的使用、天线安装需要的PCB板大小和主要属性。文章里也包括了如何在不同的设计中发掘更多的信息。

Reference design	Applicable products	Required Size, in mm	Properties	Documentation
CC2511 USB Dongle [16]	All 2.4 GHz products	15.2 x 5.7	Small size Easy to tune	AN043 [3]
CC2430DB [17] CC2420DB [18] CC2400DB [19]	All 2.4 GHz products	25.7 x 7.5	Medium size Omnidirectional Easy to tune	DN007 [4]
CC2500 Folded Dipole [20]	CC2500 CC2550 CC2510 CC2511	46.0 x 9.0	Large size High gain Hard to tune	DN004 [5]
CC2400 Folded Dipole [6]	CC2400 CC2420 CC2430 CC2431	48.2 x 7.5	Large size High gain Hard to tune	AN040 [6]
2.4 GHz chip antenna	All 2.4 GHz products	15.0 x 5.5	Small size Medium performance	AN048 [7]
CC1111 USB Dongle [22]	All 868/915 MHz products	8.5 x 7.8	Small size Omnidirectional Easy to tune	DN016 [8]
CC1100EM PCB Antenna [23]	All 868/915 MHz products	39.0 x 37.0	Medium size Omnidirectional Easy to tune	DN008 [9]

表5. www.ti.com.cn/rf可用的参考设计

参考文献

[1] AN001 SRD Regulations for License Free Transceiver Operation (swra090.pdf)

[2] AN032 2.4 GHz Regulations (swra060.pdf)

[3] AN043 Small Size 2.4 GHz PCB antenna (swra117.pdf)

[4] DN007 2.4 GHz Inverted F Antenna (swru120.pdf)

[5] DN004 Folded Dipole Antenna for CC25xx (swra118.pdf)

[6] AN040 Folded dipole antenna for CC2400, CC2420 and CC2430/31 (swra093.pdf)

[7] AN048 2.4GHz Chip Antenna (swra092.pdf)

[8] DN016 Compact 868/915 MHz Antenna Design (swra160.pdf)

[9] DN008 868 and 915 MHz PCB antenna (swru121.pdf)

[10] DN001 Antenna Measurement with Network Analyzer (swra096.pdf)

[11] Fractus: http://www.fractus.com

[12] Johanson Technology: http://www.johansontechnology.com

[13] Zeland: http://www.zeland.com/

[14] Agilent: http://eesof.tm.agilent.com/products/momentum_main.html

[15] Ansoft: http://www.ansoft.com/products/hf/hfss/

[16] CC2511 USB-Dongle Reference Design (swrc062.zip)

[17] CC2430DB Reference Design (swrr034.zip)

[18] CC2420DB Reference Design (swrr019.zip)

[19] CC2400DB Reference Design (swrr020.zip)

[20] CC25xxEM Folded Dipole Reference Design (swrc065.zip)

[21] CC2400EM Folded Dipole Reference Design (swra093a.zip)

[22] CC1111 USB Dongle Reference Design (swrr049.zip)

[23] CC1100EM PCB Antenna Reference Design (swru122.zip)

8 总说明

8.1 文档历史

Revision	Date	Description/Changes
SWRA161	2007.11.26	Initial release.

样片及品质信息

免费样片索取

您是否正没日没夜的忙于工作而又急需一块免费的 TI 产品样片？那就请立刻登录 TI 样片中心，马上申请吧！

数千种器件，极短的递送时间，高效的反馈速度：

- 8000多种器件及各种封装类型任君选择
- 一周 7*24 小时网上随时申请
- 两个工作日内得到反馈
- 已经有成千上万的客户通过申请样片，优质高效地完成了产品设计。

立即注册my.TI会员，申请免费样片，只需短短几天，样片将直接寄到您所指定的地址。
http://www.ti.com.cn/freesample

电话支持——如果您需要帮助如何选择样片器件，敬请致电中国产品信息中心 800-820-8682 或访问

www.ti.com.cn/support

品质保证

持续不断的专注于品质及可靠性是TI 对客户承诺的一部分。1995 年，TI的半导体群品质系统计划开始实施。该全面的品质系统的使用可满足并超越全球客户及业界的需求。

TI 深悟促进业界标准的重要性，并一直致力于美国(U.S)及国际性自发标准的调整。作为活跃于诸多全球性的业界协会的一员，以及TI 对环境保护负有强烈的使命感，TI引领其无铅(lead[Pb]-free)计划，并逐渐成为了该方向的领导者。该计划始于上世纪80年代，旨在寻求产品的可替代原料，时至今日，绝大多数的TI产品均可提供无铅及绿色(Green)的封装。

如果您对“无铅”抱有任何疑问，敬请访问：

www.ti.com.cn/quality

Safe Harbor Statement:
This publication may contain forward-looking statements that involve a number of risks and uncertainties. These “forward-looking statements” are intended to qualify for the safe harbor from liability established by the Private Securities Litigation Reform Act of 1995. These forward-looking statements generally can be identified by phrases such as TI or its management “believes,” “expects,” “anticipates,” “foresees,” “forecasts,” “estimates” or other words or phrases of similar import. Similarly, such statements herein that describe the company’s products, business strategy, outlook, objectives, plans, intentions or goals also are forward-looking statements. All such forward-looking statements are subject to certain risks and uncertainties that could cause actual results to differ materially from those in forward-looking statements. Please refer to TI’ s most recent Form 10-K for more information on the risks and uncertainties that could materially affect future results of operations. We disclaim any intention or obligation to update any forward-looking statements as a result of developments occurring after the date of this publication.

Trademarks:
The platform bar is a trademark of Texas Instruments. All other trademarks are the property of their respective owners.

Real World Signal Processing, the balck/red banner, C2000, C24x, C28x, Code Composer Studio, Excalibur, Just Plug It In graphic, MicroStar BGA, MicroStar Junior, OHCI-Lynx, Power+ Logic, PowerPAD, SWIFT, TMS320, TMS320C2000, TMS320C24x, TMS320C28x, TMS320C6000, TPS40K, XDS510 and XDS560 are trademarks of Texas Instruments. All other trademarks are the property of their respective owners.

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments Incorporated and its subsidiaries (TI) reserve the right to make corrections, modifications, enhancements, improvements, and other changes to its products and services at any time and to discontinue any product or service without notice. Customers should obtain the latest relevant information before placing orders and should verify that such information is current and complete. All products are sold subject to TI’s terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgment.
TI warrants performance of its hardware products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI’s standard warranty. Testing and other quality control techniques are used to the extent TI deems necessary to support this warranty. Except where mandated by government requirements, testing of all parameters of each product is not necessarily performed.
TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. Customers are responsible for their products and applications using TI components. To minimize the risks associated with customer products and applications, customers should provide adequate design and operating safeguards.
TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any TI patent right, copyright, mask work right, or other TI intellectual property right relating to any combination, machine, or process in which TI products or services are used. Information published by TI regarding third-party products or services does not constitute a license from TI to use such products or services or a warranty or endorsement thereof. Use of such information may require a license from a third party under the patents or other intellectual property of the third party, or a license from TI under the patents or other intellectual property of TI.
Reproduction of TI information in TI data books or data sheets is permissible only if reproduction is without alteration and is accompanied by all associated warranties, conditions, limitations, and notices. Reproduction of this information with alteration is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for such altered documentation. Information of third parties may be subject to additional restrictions.
Resale of TI products or services with statements different from or beyond the parameters stated by TI for that product or service voids all express and any implied warranties for the associated TI product or service and is an unfair and deceptive business practice. TI is not responsible or liable for any such statements.
TI products are not authorized for use in safety-critical applications (such as life support) where a failure of the TI product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death, unless officers of the parties have executed an agreement specifically governing such use. Buyers represent that they have all necessary expertise in the safety and regulatory ramifications of their applications, and acknowledge and agree that they are solely responsible for all legal, regulatory and safety-related requirements concerning their products and any use of TI products in such safety-critical applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by TI. Further, Buyers must fully indemnify TI and its representatives against any damages arising out of the use of TI products in such safety-critical applications.
TI products are neither designed nor intended for use in military/aerospace applications or environments unless the TI products are specifically designated by TI as military-grade or "enhanced plastic." Only products designated by TI as military-grade meet military specifications. Buyers acknowledge and agree that any such use of TI products which TI has not designated as military-grade is solely at the Buyer's risk, and that they are solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.
TI products are neither designed nor intended for use in automotive applications or environments unless the specific TI products are designated by TI as compliant with ISO/TS 16949 requirements. Buyers acknowledge and agree that, if they use any non-designated products in automotive applications, TI will not be responsible for any failure to meet such requirements.

Following are URLs where you can obtain information on other Texas Instruments products and application solutions:

相关产品链接:

- DSP - 数字信号处理器 http://www.ti.com.cn/dsp
- 电源管理 http://www.ti.com.cn/power
- 放大器和线性器件 http://www.ti.com.cn/amplifiers
- 接口 http://www.ti.com.cn/interface
- 模拟开关和多路复用器 http://www.ti.com.cn/analogswitches
- 逻辑 http://www.ti.com.cn/logic
- RF/IF 和 ZigBee® 解决方案 www.ti.com.cn/radiofre
- RFID 系统 http://www.ti.com.cn/rfidsys
- 数据转换器 http://www.ti.com.cn/dataconverters
- 时钟和计时器 http://www.ti.com.cn/clockandtimers
- 标准线性器件 http://www.ti.com.cn/standardlinearde
- 温度传感器和监控器 http://www.ti.com.cn/temperaturesensors
- 微控制器 (MCU) http://www.ti.com.cn/microcontrollers

相关应用链接:

- 安防应用 http://www.ti.com.cn/security
- 工业应用 http://www.ti.com.cn/industrial
- 计算机及周边 http://www.ti.com.cn/computer
- 宽带网络 http://www.ti.com.cn/broadband
- 汽车电子 http://www.ti.com.cn/automotive
- 视频和影像 http://www.ti.com.cn/video
- 数字音频 http://www.ti.com.cn/audio
- 通信与电信 http://www.ti.com.cn/telecom
- 无线通信 http://www.ti.com.cn/wireless
- 消费电子 http://www.ti.com.cn/consumer
- 医疗电子 http://www.ti.com.cn/medical

重要声明

德州仪器 (TI) 及其下属子公司有权在不事先通知的情况下，随时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，并有权随时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 保证其所销售的硬件产品的性能符合 TI 标准保修的适用规范。 仅在 TI 保修的范围内，且 TI 认为有必要时才会使用测试或其它质量控制技术。 除非政府做出了硬性规定，否则没有必要对每种产品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 产品或服务的组合设备、机器、流程相关的 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限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 的数据手册或数据表，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。 在复制信息的过程中对内容的篡改属于非法的、欺诈性商业行为。 TI 对此类篡改过的文件不承担任何责任。

在转售 TI 产品或服务时，如果存在对产品或服务参数的虚假陈述，则会失去相关 TI 产品或服务的明示或暗示授权，且这是非法的、欺诈性商业行为。 TI 对此类虚假陈述不承担任何责任。

可访问以下 URL 地址以获取有关其它 TI 产品和应用解决方案的信息：

产品	
放大器	http://www.ti.com.cn/amplifiers
数据转换器	http://www.ti.com.cn/dataconverters
DSP	http://www.ti.com.cn/dsp
接口	http://www.ti.com.cn/interface
逻辑	http://www.ti.com.cn/logic
电源管理	http://www.ti.com.cn/power
微控制器	http://www.ti.com.cn/microcontrollers
应用	
音频	http://www.ti.com.cn/audio
汽车	http://www.ti.com.cn/automotive
宽带	http://www.ti.com.cn/broadband
数字控制	http://www.ti.com.cn/control
光纤网络	http://www.ti.com.cn/opticalnetwork
安全	http://www.ti.com.cn/security
电话	http://www.ti.com.cn/telecom
视频与成像	http://www.ti.com.cn/video
无线	http://www.ti.com.cn/wireless

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2006, Texas Instruments Incorporated