

# 从 **MSP430F2xx** 系列迁移至 **MSP430FR57xx** 系列

Priya Thanigai

MSP430 Applications

## 摘要

这份应用报告可轻松实现 MSP430F2xx 基于闪存的 MCU 到 MSP430FR57xx 系列基于 FRAM 的 MCU。当进行固件迁移时，它涉及编程、系统、和外设注意事项。目的是为了突出两个系列产品间的差异。如需 MSP430FR57xx 特性用法的更多信息，请参阅《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU272](#)）。虽然 MSP430F2xx 系列被用作示例，当从 MSP430F1xx/4xx 系列迁移时，相似的注意事项也适用。

## 内容

1	简介 .....	1
2	非易失性内存的系统内编程 .....	2
3	系统级注意事项 .....	3
4	外设注意事项 .....	6
5	结论 .....	8
6	参考 .....	8

## 图片列表

1	PMM 方框图 .....	3
---	---------------	---

## 图表列表

1	FR57xx 和 F2xx 时钟系统间的比较.....	4
2	运行模式比较 .....	5

## 1 简介

本文档的目的是为了强调 F2xx 系列和 FR57xx 系列间的关键差异以确保顺利迁移。它被分成：

- 诸如电源管理的系统级注意事项
- 当处理非易失性内存时作出的改变
- 外设更改

对于指令集，MSP430FR57xx 系列与其它 MSP430™ 系列产品完全代码兼容。代码迁移只受寄存器或者外设特性变化的影响；指令集保持不变。

## 2 非易失性内存的系统内编程

### 2.1 铁电 RAM (FRAM) 概述

铁电 RAM (FRAM) 是一款非易失性内存，此类内存的运行方式和手感与静态 RAM (SRAM) 非常相似；然而，有两个明显的差异。

- FRAM 在断电时保存内容。
- FR57xx 器件上的 FRAM 限制访问速度为 8MHz。

与闪存存储器相比，FRAM:

- 非常易于编辑
- 无需额外的设置和准备
- 内存未分段并且每个位可独立擦除、写入、和寻址
- 在写入前无需擦除
- 允许低功耗写入访问（无需电荷泵）
- 可在 FR57xx 器件的整个电压范围内 (2.0V-3.6V) 内写入
- 写入速度可大于 8MBps（最大闪存写入速度为大约 14kBps）
- 当访问速度大于 8MHz 时，使用写入等待状态

单个 FRAM 单元可被视为一个偶极电容器，它由两个电极板之间的铁电材料（铁电晶振）的一个薄膜构成。[1] 存储“1”或“0”时（写入 FRAM 时），只需使用电场将晶振向特定方向极化。这使得 FRAM 速度非常快，易于写入，能够充分满足高耐用性要求。与写入时类似，从 FRAM 中读取也需要在跨电容器上施加一个电场。根据晶振的状态，晶振可以重新极化，从而释放出一个大感应电荷。这个电荷随即与一个已知基准进行对比，从而估计晶振所处的状态。存储的数据位“1”或“0”从感应电荷推断得出。在读取数据的过程中，按施加的电场方向极化的晶振会失去当前的状态。因此每次读取都需要伴随一个回写操作以恢复存储单元的状态。在 MSP430FR57xx 系列中，这是 FRAM 存储器所固有的特性，且对于最终用户完全透明。

FRAM 控制器还执行一个安全回写特性，能够使当前读取/写入周期安全完成，如果发生功率损耗，此特性可确保不发生代码损坏。这由 FRAM 低压降 (LDO) 电压稳压器实现，此稳压器处于芯片内部并为完成当前写入操作提供足够的电荷。

对于用户来说，读取/写入 FRAM 的体验与吸入 RAM 一样，简单且易于使用。

### 2.2 使用内存保护单元来保护 FRAM

由于 FRAM 非常易于重现编程，这也使得它容易发生错误代码执行导致无意写覆盖应用代码，正如如果从 RAM 执行时会发生的情况一样。为了防止这种情况发生，提供了一个内存保护单元 (MPU)。建议在代码和数据内存之间设立边界来增加代码安全并防止意外写入/擦除。MPU 使得用户能够将 FRAM 块分离开来并根据应用要求为每个块分配唯一权限。例如，如果将只读状态分配给一个内存块，任何到那个块的写入访问将标记一个错误。这一点对于存储在器件使用寿命内不会发生改变的恒定数据或者应用代码的情况下十分实用。如需如何配置 MPU 的代码示例，[MSP430FR5739](#) 产品文件夹或者 *MSP430FR573x*，*MSP430FR572x C* 代码示例 (*IAR* 和 *CCS*) ([SLAC491](#))。

### 3 系统级注意事项

#### 3.1 电源管理模块

MSP430F2xx 系列器件使用一个单电压轨为芯片供电，因此，一个单电源轨为模拟外设和芯片上的数字内核供电。MSP430FR57xx 系列，为了与其它 F5xx 系列产品成员保持一致，使用一个分离电压电源。DV<sub>CC</sub> 引脚上的外部电压电源被送入一个为 CPU，内存，和数字模块供电的内部低压降稳压器，而 AV<sub>CC</sub> 为 I/O 和模拟模块供电（请见图 1）。然而，与其它 F5xx 系列器件不同，FR57xx 器件上的内核电压被预先配置为一个特定内核设置（用户不可配置）。

电源管理模块 (PMM) 管理所有与内核电压和其监控相关的功能。它的主要功能是首先为内核生成一个电源电压，其次，为对施加到器件的电压 (V<sub>CC</sub>) 和为内核生成的电压 (V<sub>CORE</sub>) 的监控提供几个机制。

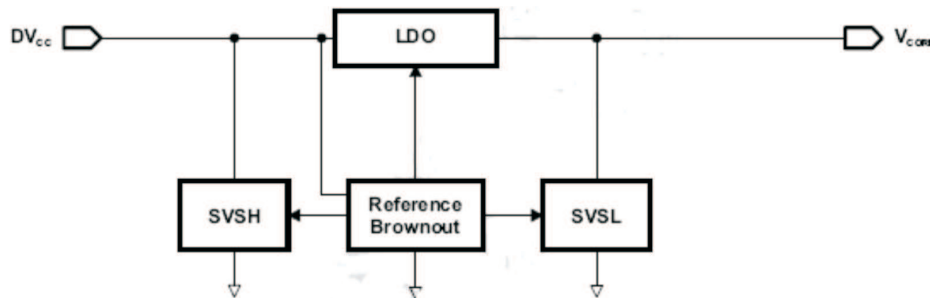


图 1. PMM 方框图

使用一个分开的电源特别有优势，这是因为它使得内核可运行在一个更低的电压上，因此，大大地节省了能耗。它还确保内核在宽电源范围内接收到一个稳定的、经稳压电压。

由于在提供一个稳定电源或者在电源故障时给出通知，电源电压监控是一个重要方面，FR57xx 支持两个块：SVS 高侧 (SVSH) 和 SVS 低侧 (SVSL)。SVSH 处理外部芯片电源监控 (V<sub>CC</sub>)，而 SVSL 监控内核电压 (V<sub>CORE</sub>)。

FR57xx PMM 模块内的 SVS 功能比 F2xx 系列产品中的 SVS 模块更加灵活，这是因为它在电压故障事件发生时提供中断或者复位器件的功能。它还负责在达到最小 V<sub>CC</sub> 前同时器件正在加电时保持处于复位中的器件。

与 F2xx 系列不同，缺省情况下，SVS 高侧被自动启用为激活和全低功耗模式（除了 LMPx.5 模式）。当它控制器件从加电复位中释放以及器件在断电期间被置于复位状态时，它不能被关闭。当一个功率循环和处于激活状态，LPM0 模式时，低侧 (SVSL) 上的监控器保持打开。它在 LPM3 和 LPM4 中关闭以节约能量。这仍旧是一个稳健的方法来保护器件，这是因为内核电压被认为是稳定和经稳压的。因此，在器件运行期间，这已经足够监视高侧块。

当处于调试模式中时，两个系列间主要差异中的一个可由 PMM 模块引起。在 FR57xx 系列中，V<sub>CORE</sub> 稳压器运行在两个模式来节能：高性能（被用在激活 LPM0/1）和低功耗模式 (LPM2/3/4)。当 MSP430FR57xx 器件处于调试模式时，它将自动强制 LDO 为高性能模式，不论应用代码设定的运行模式是什么。在一个应用中，这有可能导致器件的运行状态与运行在独立运行模式下时不同。

总之，F2xx 和 FR57xx 之间的在功率管理方面的主要差异概括如下：

- 由于一个双电流供电电源需要处理注意事项，FR57xx 有一个 PMM 模块。
- 现在 SVS 扩展为监控电源轨电压和内核电压并且可被配置为复位器件或者在电源故障发生时提供一个中断。

对于大多数使用情况，PMM 可在加电后保持在其缺省状态。如需加电时 PMM 配置的细节，请见《MSP430FR57xx 系列用户指南》([SLAU272](#))。

## 3.2 系统时钟

FR57xx 系统时钟 (CS) 与 F2xx 基本系统时钟 (BCS) 相似，这是因为它使用一个内部数控振荡器 (DCO) 来提供预校准系统时钟频率。

FR57xx 还提供所有与 F2xx 系列一样的时钟源选项和系统时钟。

FR57xx DCO 的一个显著区别是，它只可被配置成厂家提供的校准频率并且不提供 F2xx DCO 有可能提供的任何中间频率阶跃。表 1 显示了一个比较。

虽然 MSP430FR57xx 能够以高达 24MHz 的频率为 MCLK 供源，FRAM 访问被 FRAM 控制器自动限制为 8MHz。从 RAM，外设，DMA 的代码执行和到外设以及 RAM 的访问可在高达 24MHz 的频率上执行。

F2xx 系列中的 ADC 模块的内部数控振荡器已经在 FR57xx 系列（与 F5xx 系列相似）中被重命名为 MODOSC 并且不是由 ADC 模块专用（用来生成系统延迟、超时等）。

FR57xx CS 支持一个被称为时钟请求全新的特性。在 F2xx 系列中，一个系统时钟的可获得性受到进入低功耗模式的影响。例如，在 LPM3 中 SMCLK 被关闭；因此，任何诸如定时器等使用 SMCLK 的外设在 LPM3 中处于非激活状态。然而，FR57xx 允许一个时钟请求将 LPM 设置为无效。只要有一个来自外设的对于一个时钟的有效请求，它保持 ON（打开），而不考虑 LPM 设置。挡在系列器件之间移植代码时，最明显的效果就是增加的功耗，并且由用户来禁用任何防止器件进入所需 LPM 的时钟源请求。作为一个选项，使用 CSCTL6 寄存器可禁用这个特性（CLKREQEN 位）。如需更多细节，请见《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU272](#)）中的系统时钟部分。

表 1. FR57xx 和 F2xx 时钟系统间的比较

参数	FR57xx	F2xx
最大 $f_{\text{SYSTEM}}$	24MHz	16MHz
DCO 范围	只有经校准的频率	0.06MHz-26MHz
产品经校准频率	5.33MHz, 6.67MHz, 8MHz, 16MHz, 20MHz 和 24MHz	1MHz, 8MHz, 12MHz 和 16MHz
时钟请求	可用	不可用
寄存器	CS0CTL-CS6CTL	DCOCTL, BCSCTL1, BCSCTL2, BCSC TL3

FR57xx 和 F2xx 系列之间时钟系统中的主要差异概括为：

- DCO 可被配置为只提供 6 个特定的经校准频率设置；源自 DCO 的任何时钟是这些频率的一个因素。
- 有必要了解时钟请求特性以及当将代码移植到 FR57xx 系列时，它是如何影响您的应用的。

## 3.3 运行模式、唤醒和复位

表 2 中有两个系列中提供的多种运行模式和它们特性之间的比较。

表 2. 运行模式比较

参数	FR57xx	F2xx
LPM0/1/2/3/4	可供货	可供货
LPM3.5	可用 可从端口、RTC 中断唤醒	不可用
LPM4.5	可用 可从端口中断唤醒	不可用
从 LPM0 的唤醒时间	2 $\mu$ s	2 $\mu$ s
从 LPM1/2 的唤醒时间	20 $\mu$ s	2 $\mu$ s
从 LPM3/4 的唤醒时间	100 $\mu$ s	2 $\mu$ s
从 LPMx.5 的唤醒时间和复位	500 $\mu$ s	不可用

注：表 2 中的数字为一个近似值。对于实际数据，请参阅器件专用数据表。

FR57xx 系列中进入 LPM0-LPM4 的方式保持与在 F2xx 系列中一样。引入 F5xx 系列的两个全新的低功耗模式也出现在 FR57xx 系列中：LPM3.5 和 LPM4.5。在两个模式中， $V_{\text{CORE}}\text{LDO}$  被关闭，数字内核，RAM，和外设断电。为了从 LPM3.5 中唤醒，需要自定时 RTC 中断或者端口中断；所有其它系统中断不可用。请注意，FR57xx 器件上的 RTC 模块由  $V_{\text{CC}}$  电源轨供电并且即使当内核电压被关闭时可保持运行可用。在 LPM4.5 中，只用端口中断能唤醒器件。

如需进入和退出这些模式的更多细节，请参阅《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU272](#)）。

这些系列间的一个主要差异是复位时的运行方式。在全部 MSP430 系列上有多个复位级别，例如 PUC，POR 和 BOR。在 F2xx 系列中，程序计数器 (PC) 被重新初始化来复位执行一个 PUC 时的矢量位置。在一个功率循环情况 (POR) 下，一旦  $t_{\text{DBOR}}$  已过，PC 被重新初始化。在 FR57xx 系列中，执行一个 PUC 时的运行方式与 F2xx 系列一样；也就是说，PC 重新初始化。然而，诸如 POR 或者 BOR 的更深级别的复位执行一个出现在受保护 ROM 的引导代码。这个引导代码设置器件并载入对于功能性建立十分重要的校准设置。因此，在 FR57xx 系列中，从一个 POR/BOR 的启动时间有可能长于一个 F2xx 器件上的启动时间。对于启动时间，请见《MSP430FR573x, MSP430FR572x 混合信号微控制器数据表》（[文献编号：SLAS639](#)）。

FR57xx 也能够能够在软件中启动全部级别的复位（在 F2xx 系列中只可启动 PUC）。这一操作通过设置 PMM 控制寄存器 (PMMCTL0) 中的 PMMSWBOR 和 PMMSWPOR 位来完成。

### 3.4 中断矢量

对于源自多个标志的任一中断处理例程，MSP430FR57xx 使用一个中断矢量 (IV)。

例如，在 F2xx 系列，USCI TX 中断为 RX 和 TX 中断标志供源，而 USCI RX 中断为所有状态标志供源。在 FR57xx 系列情况下，使用一个单中断矢量 UCBxIV 捕获所有这些中断标志。这将使得中断处理更加有效并且在处理中断时确保一个预定义延迟。

### 3.5 FRAM 控制器

MSP430 F2xx 系列闪存控制器被 FR57xx 系列中的 FRAM 控制器所取代。

FRAM 控制器使用一个 2 向结合高速缓存，此高速缓存有一个 64 位线路尺寸。这个高速缓存是一个静态 RAM 中存储预取指令的寄存器文件。对于本文档中的剩余部分，术语高速缓存可与静态 RAM 或者 SRAM 互换使用。FRAM 控制器的功能是为了根据当前 PC 位置预取四个指令字。这些指令的实际执行在高速缓存内进行。一旦达到高速缓存缓冲器末尾，FRM 控制器在高速缓存的一个页中保留四个当前字并且取下四个字。如果在高速缓存第二页的末尾发生一个代码中断，高速缓存被刷新并且从 FRAM 中提取下面四个指令字。然而，如果在高速缓存的末尾，应用代码回路至一个已经出现在高速缓存的位置，相关指令只从高速缓存中直接执行而不从 FRAM 预取代码。

请注意，只有 FRAM 访问受到 8MHz 访问限制。当从 SRAM 执行时，可以使用一个高达 24MHz 的系统时钟。因此，这个高速缓存主要用在：

- 克服 8MHz 限制并增加系统吞吐量。
- 通过确保大多数指令从 SRAM 执行以减少总体有效功率。

FR57xx 系列中的指令高速缓冲执行与 F2xx 系列不同，在这里指令直接从闪存内执行而没有预取或者高速缓冲，从而在 MCLK 和指令执行之间提供一个 1:1 的关系。例如在 MCLK=16MHz 时，在 16 个时钟内可执行 8 个 2 周期指令。对于 FR57xx 系列，这个关系取决于应用。只有当 MCLK=8MHz 时，1:1 的关系才保持为真。对于 MCLK>8MHz 的情况，插入的等待状态的数量（与 FRAM 访问次数直接成比例）确定了 MCLK 与指令执行比率。

为了提供另外一个应用示例，在 MCLK=16MHz 时，一个 JMP \$ 指令（单周期）在两个系列中以同样的速率被执行。这是因为 FR57xx 取这个指针并将其存储在高速缓存中，在高速缓存中，可在最大 MCLK 速度上执行此指令。然而，一个具有多余四个指令字的循环将在每次需要刷新高速缓存时要求访问 FRAM。这些 FRAM 访问发生在 MCLK/2 上（即，8MHz），与 F2xx 器件相比，这减少了系统的总体吞吐量。

注：系统速度和有效功率直接受到由高速缓冲机制引起的编译程序优化设置的影响。当时用一个 FR57xx 器件时，应一直确保编译程序优化设置至少比缺省值高一个级别。增加优化级别确保寄存器访问最大化并且直接内存访问（到 FRAM）被减少，这大大提升了系统速度和功率。

### 3.6 SYS（系统）模块

MSP430FR57xx 系列器件包括一个 SYS 模块，此模块在映射复位资源中比较实用。在 F2xx 系列中，诸如 WDT，闪存 ACCVIFG 等的复位源标志，出现在不同的寄存器中，这就要求检查多个寄存器来确定复位的原因。借助于 SYS 模块，复位中断矢量寄存器 (SYSRSTIV) 能够被访问以确定复位的准确原因，这还是因为所有系统标志都反映在这个寄存器内。对于映射到 SYSRSTIV 寄存器的所有复位资源的完整列表，请参阅《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文档编号：SLAU272](#)）。

### 3.7 FR57xx 系列的有用信息

当在系列中移植固件时，这个部分包括各种有用提示。

- FR57xx 器件能够激活一个复位线路上的内部上拉电阻，以免除对外部复位电阻器的需要。更多细节，请参阅《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文档编号：SLAU272](#)）。
- JTAG 锁机制现在处于软件中并且不需要如 F2xx 系列中要求的一个高压物理熔丝熔断。更多细节，请参阅《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文档编号：SLAU272](#)）中的借助电子熔丝的 JTAG 锁机制部分。此外，可使用一个存储在 FRAM 中的密码有选择的锁住 JTAG。通过这个密码可实现从工具链的安全访问，这免除了在仍然保护 JTAG 访问的同时使用 BSL 的需要。
- BSL 的功能与 F5xx 系列 UART BSL 相似，但是存储在受保护的 ROM 中而非闪存 BSL 中。
- TLV 结构包含一个唯一的芯片 ID，此 ID 可在生产时针对每个器件进行编辑并且可被用作制成品的串号。

## 4 外设注意事项

FR57xx 系列中的一些外设中全新特性或者现有特性的执行方式有细微的差异。这个部分强调了外设差异。

## 4.1 安全装置定时器

关于安全装置定时器，两个系列间的主要差异处于故障安全运行中。

在 F2xx 系列中，WDT 通常由 ACLK 定时，ACLK 由一个晶振供源。如果晶振发生故障，WDT 缺省为 MCLK。如果 MCLK 也由一个晶振供源，DCO 被自动激活。

在 FR57xx 系列中，WDT 故障安全缺省为 VLO 而非 DCO。

## 4.2 数字输入/输出

FR57xx 系列中的主要改进，通用输入/输出 (GPIO) 引脚，主要表现在以下方面：

- 所有 GPIO 有内部的、可配置的上拉和下拉电阻器
- P3 和 P4 端口也是可中断的（在 F2xx 系列中只有 P1, P2 可中断）
- JTAG 功能与端口 J 上的 GPIO 引脚复用。

## 4.3 ADC10\_B

FR57xx 中的 ADC10\_B 模块已经针对低功耗进行了重新设计并且也包含一些全新特性。一些显著的差异为：

- ADC 内部基准不再是 ADC 模块的一部分。符合配置和使用基准的细节，请参与《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU272](#)）中的 REF 模块部分。
- 用于在 F2xx 系列中自动存储转换结果的数据传输控制器 (DTC)，已经被 FR57xx 系列中的 DMA 所取代。
- 外部提供多达 12 个输入通道
- 新添加的窗口比较器使得 ADC 模块能够只在达到特定阈值时提供中断。
- 1 个具有 6 个中断标志源的中断矢量寄存器，其中 3 个源来自窗口比较器函数
- 增加了控制采样速率和时钟分频器的选项
- 在 FR57xx 系列中，ADC120SC 被重命名为 MODOSC

一些寄存器的名称已经改变为包括增加的功能。如需何时移植固件的更多信息，请参阅《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU272](#)）。

## 4.4 比较器 (COMP\_D)

两个系列间的在 COMP\_D 模块上主要差异突出显示如下：

- Comp\_D 模块将比较器输出内部连接至定时器捕捉，这使得它在无需外部连接的情况下，可被用于诸如电容触摸应用来测量一个电容器的充放电时间的。
- 比较器内部基准由 REF 模块供源。
- 内部电压基准可在一个比较器引脚上被外部传送
- 可用软件选择 RC 滤波器延迟。

一些寄存器名称已经改变为包括增加的功能。如需何时移植固件的更多信息，请见《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU272](#)）。

## 4.5 增强型通用串行通信接口 (eUSCI)

提供了对迁移至 eUSCI 模块时所需改变进行说明的单独文档：《从 USCI 模块迁移至 eUSCI 模块》（[文献编号：SLAA522](#)）。

## 5 结论

这个报告专注于 MSP430FR57xx 系列中很多关键特性改变和全新模块。虽然此报告力求做到综合性和广泛性，但是这个报告仍有可能没有涉及 F2xx 和 FR57xx 系列间的少数几个细微差异。对于一个器件的专用详细信息，器件专用数据表一直是最佳信息来源。如需模块功能和用法，请参与《MSP430FR57xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU272](#)）。

## 6 参考

1. FRAM 技术背景情况介绍 *FRAM* 技术资源概述：<http://www.ramtron.com>
2. 《MSP430xFR57xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU272](#)）
3. 《MSP430x2xx 系列用户指南》（[文献编号：SLAU144](#)）
4. 《MSP430F22x2, MSP430F22x4 混合信号微控制器》数据表（[文献编号：SLAS504](#)）
5. 《MSP430FR573x, MSP430FR572x 混合信号微控制器》数据表（[文献编号：SLAS639](#)）
6. SMBus 协议技术规范：<http://smbus.org/>
7. 《MSP430FR5739 上的最大 *FRAM* 写入速度》（[文档编号：SLAA498](#)）



## 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 的产品手册或数据表, 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。

TI 产品未获得用于关键的安全应用中的授权, 例如生命支持应用(在该类应用中一旦TI 产品故障将预计造成重大的人员伤亡), 除非各方官员已经达成了专门管控此类使用的协议。购买者的购买行为即表示, 他们具备有关其应用安全以及规章衍生所需的所有专业技术和知识, 并且认可和同意, 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在关键安全应用中使用其产品及TI 产品所需的所有法律、法规和安全相关要求。此外, 购买者必须全额赔偿因在此类关键安全应用中使用TI 产品而对TI 及其代表造成的损失。

TI 产品并非设计或专门用于军事/航空应用, 以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品属于“军用”或“增强型塑料”产品。只有TI 指定的军用产品才满足军用规格。购买者认可并同意, 对TI 未指定军用的产品进行军事方面的应用, 风险由购买者单独承担, 并且独力负责在此类相关使用中满足所有法律和法规要求。

TI 产品并非设计或专门用于汽车应用以及环境方面的产品, 除非TI 特别注明该产品符合ISO/TS 16949 要求。购买者认可并同意, 如果他们在汽车应用中使用任何未被指定的产品, TI 对未能满足应用所需要求不承担任何责任。

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		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/consumer-apps">www.ti.com/consumer-apps</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>	能源	<a href="http://www.ti.com/energy">www.ti.com/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 机动性处理器	<a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/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 © 2012 德州仪器 半导体技术 (上海) 有限公司