

# 用于 FPGA 的电源排序

作者: Sami Sirhan

模拟系统工程师

Sureena Gupta

应用工程师

## 引言

当采用现场可编程门阵列 (FPGA) 进行设计时, 电源排序是需要考虑的一个重要的方面。通常情况下, FPGA 供应商都规定了电源排序要求, 因为一个 FPGA 所需要的电源轨数量会从 3 个到 10 个以上不等。

通过遵循推荐的电源序列, 可以避免在启动期间吸取过大的电流, 这反过来又可防止器件受损。对一个系统中的电源进行排序可采用多种方法来完成。本文将详细说明可根据系统所要求的复杂程度来实现的电源排序解决方案。

本文中所讨论的电源排序解决方案为:

1. 把 PGOOD 引脚级联至使能引脚;
2. 采用一个复位 IC 来实现排序;
3. 模拟上电 / 断电排序器;
4. 具有 PMBus 接口的数字系统健康状况监视器。

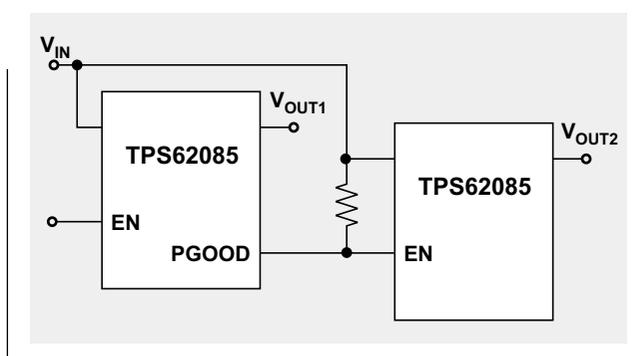
### 方法一: 把PGOOD 引脚级联至使能引脚

实现排序的一种基本的成本效益型方法是把一个电源的良好 (PG) 引脚级联至相继的下一个电源的使能 (EN) 引脚 (图 1)。

第二个电源在 PG 门限得到满足 (通常是在电源达到其终值的 90% 之时) 时开始接通。这种方法的优点是成本低, 但是无法轻松地控制定时。在 EN 引脚上增设一个电容器会在电路级之间引入定时延迟。然而, 此方法在温度变化和反复电源循环期间是不可靠的。

而且, 这种方法并不支持断电排序。

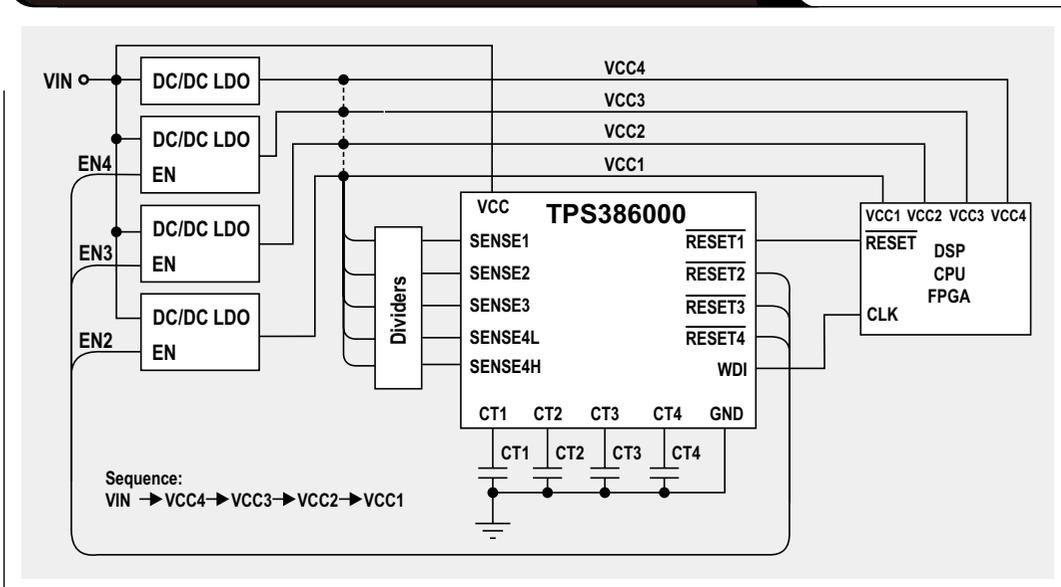
图1 反向降压-升压转换器



### 方法二: 采用一个复位 IC 来实现排序

另一种可以考虑的用于上电排序的简单选项是采用一个具有时间延迟的复位 IC。当采用此选项时, 复位 IC 以严格的门限限值来监视电源轨。一旦电源轨处于其终值的 3% (或更小) 以内, 复位 IC 将进入由解决方案定义的等待周期, 然后再执行下一个电源轨的上电操作。该等待周期可以采用 EEPROM 编程到复位 IC 中, 也可利用外部电容器来设定。图 2 示出了一款典型的多通道复位 IC。采用复位 IC 来实现上电排序的优点是解决方案处于受监视的状态。

图 2: 采用一个多输出复位 IC 来实现上电排序



必须在确认每个电源轨都处在稳压范围之内之后再释放下一个电源轨，而且无需在电源转换器上提供一个 PGOOD 引脚。采用复位 IC 的电源排序解决方案的缺点是其并不实施断电排序。

### 方法三：模拟上电 / 断电排序器

实施上电排序会比实施断电排序更加容易。为了实现上电和断电排序，人们推出了能够相对于上电序列进行断电序列的逆转（序列 1）乃至混合（序列 2）的简单模拟排序器（图 3）。在上电时，所有的标记均保持在低电平，直到 EN 被拉至高电平为止。在 EN 被置为有效之后，每个标记于一个内部定时器计时结束后顺序地变至漏极开路状态（需要上拉电阻器）。断电序列与上电序列相同，但次序正好相反。

#### 级联多个排序器

可以把排序器级联在一起以支持多个电源轨，并在使能信号之间提供固定和可调的延迟时间。在图 4 中，两个排序器级联在一起以实现 6 个有序的电轨。上电时，AND 门确保第二个排序器在其接收到一个 EN 信号且 C 电源轨被触发之前不被触发。断电时，AND 门确保第二个排序器承受 EN 下降沿，而不考虑 C 输出。OR 门确保第一个排序器由 EN 上升沿来触发。断电时，OR 门确保第一个排序器不能承受 EN 下降沿，直到 D 电源轨下降为止。这保证了上电和断电排序，但并未提供一个受监视的序列。

#### 受监视的上电 / 断电排序

如图 5 所示，通过简单地在 FlagX 输出和 PG 引脚之间增设几个 AND 门，就能给图 4 中的电路添加受监视的排序功能。在该例中，PS2 仅在 PS1 超过其终值的情况下使能。这种方法可提供一种低成本、受监视的排序解决方案。

### 方法四：具有 PMBus 接口的数字系统健康状况监视器

如果系统需要最大的灵活性，那么可兼容 PMBus/I<sup>2</sup>C 标准的数字系统健康状况监视器（比如：UCD90120A）是一种不错的解决方案。通过允许设计人员配置电源斜坡上升 / 下降时间、接通 / 关断延迟、序列相关性、甚至包括电压和电流监视，此类解决方案可为任何排序需求提供最大的控制。

图 3：一个模拟上电 / 断电排序器的实施方案

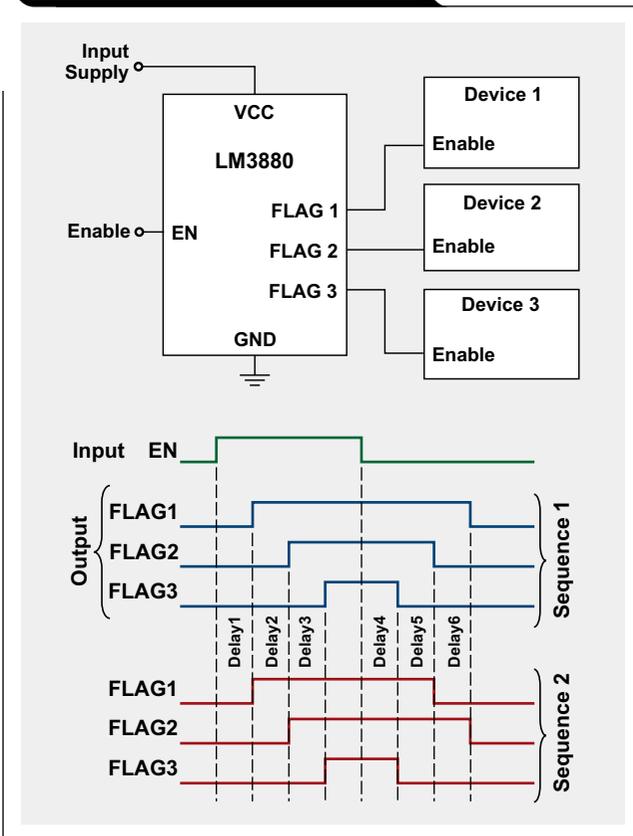


图 4：级联多个模拟排序器

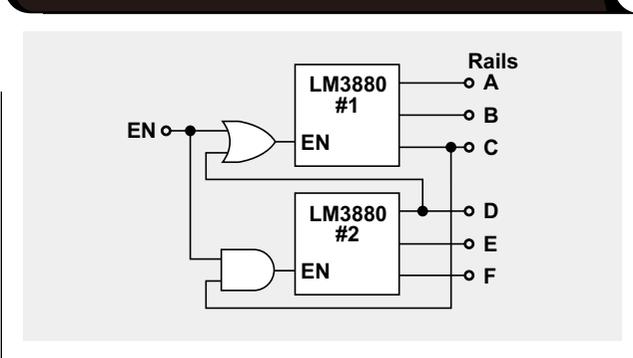


图 5：给基于时间的简单排序器增添受监视的排序功能

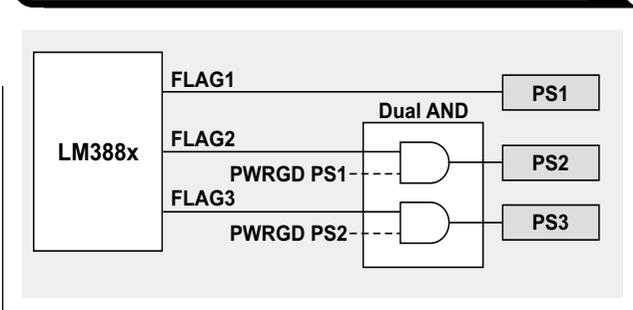
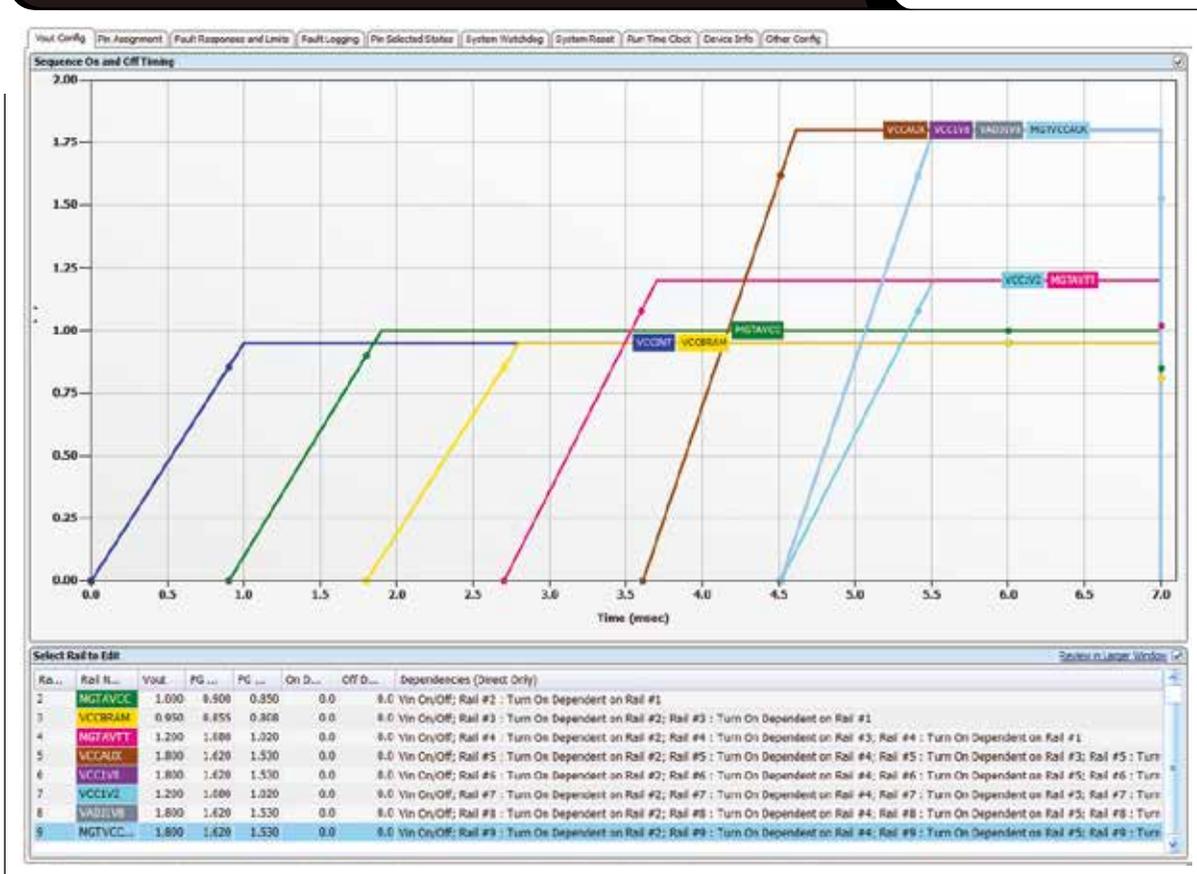


图 6: 采用 UCD90120A GUI 的上电排序示例



数字系统健康状况监视器配有一个图形用户界面 (GUI)，其可用于设置上电和断电排序以及其他的系统参数（图 6）。另外，有些数字系统健康状况监视器还具有非易失性误差和峰值记录功能，可在发生欠压事件的场合中帮助完成系统故障分析。

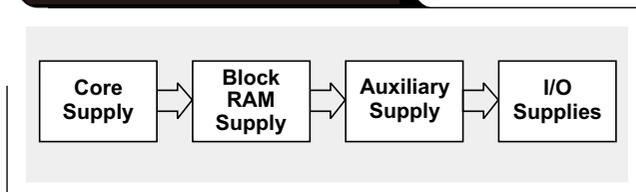
### FPGA 排序要求实例

诸如 Xilinx 或 Altera 等 FPGA 供应商在其产品手册中提供了推荐或要求的上电序列，这些产品手册可以很容易地在线查阅。不同的供应商之间、同一家供应商的不同 FPGA 系列之间的排序要求存在差异。另外，在产品手册中还罗列了针对电源斜坡上升和关断的定时要求。推荐的断电序列通常是上电序列的倒序。图 7 示出了上电排序的一个实例。

### 结论

可以运用多种电源排序解决方案来满足 FPGA 供应商所规定的要求。除了上电和断电排序之外，系统要求可能还包括电源监视，但是针对 FPGA 的最优电源解决方案将取决于系统的复杂性与规格参数。

图 7: FPGA 电源逻辑序列实例



### 相关网址

- [www.ti.com/4q14-LM3880](http://www.ti.com/4q14-LM3880)
- [www.ti.com/4q14-TPS62085](http://www.ti.com/4q14-TPS62085)
- [www.ti.com/4q14-TPS386000](http://www.ti.com/4q14-TPS386000)
- [www.ti.com/4q14-UCD90120A](http://www.ti.com/4q14-UCD90120A)

订阅 AAJ:

[www.ti.com.cn/subscribe-aaaj](http://www.ti.com.cn/subscribe-aaaj)

TI Designs 参考设计库提供完整的设计方案，由资深工程师团队精心创建，支持汽车、工业、医疗、消费等广泛应用的设计。在这里，您能找到包括原理图、物料清单、设计文件及测试报告的全面设计方案。登陆TI Designs，找寻更多适合您的参考设计！简单设计，从TI起步。

马上登录 [ti.com.cn/tidesigns](http://ti.com.cn/tidesigns) 查询最适合您的设计文档。



**WEBENCH**  
Design Center



WEBENCH® 设计中心: 易于使用且可提供定制结果的设计工具。  
PowerLab™ 参考设计库, 包含了近千个适用于所有应用的参考设计。  
电源在线培训课程

[www.ti.com.cn/webench](http://www.ti.com.cn/webench)  
[www.ti.com.cn/powerlab](http://www.ti.com.cn/powerlab)  
[www.ti.com.cn/powertraining](http://www.ti.com.cn/powertraining)

**WEBENCH® Designer** My Designs

Clocks	Filters	传感器
电源	FPGA/μP	LED

输入您的供电要求：

直流  交流

最小                      最大

输入电压    14.0 V                      22.0 V

输出                      3.3 V                      2.0 A

环境温度                      30 °C

多负载                      单输出

**Power Architect**                      **开始设计**

**WEBENCH® Designer** My Designs

最小                      最大

输入电压    14.0 V                      22.0 V

输出                      3.3 V                      2.0 A

环境温度                      30 °C

**SIMPLE SWITCHER®**

**开始设计** ▶

德州仪器在线技术支持社区

[www.deyisupport.com](http://www.deyisupport.com)

中国产品信息中心 免费热线:

800-820-8682

TI新浪微博



[weibo.com/tisemi](http://weibo.com/tisemi)

## 热门产品

DAC8760	用于 4-20mA 电流回路应用的单通道、16 位、可编程电流/电压输出 DAC
DAC7760	单通道、12 位可编程电流输出和电压输出 DAC
ADS1247	极低噪声、精密 24 位 模数转换器
ADS1120	具有串行外设接口的低功耗、低噪声、16 位 ADC
ISO7242	四通道 2/2 25Mbps 数字隔离器
ISO7631FM	4kV <sub>PK</sub> 低功耗三通道、150Mbps 数字隔离器
TPS54062	4.7V 至 60V 输入、50mA 同步降压转换器
TLK105L	工业温度、单端口 10/100Mbps 以太网物理层
SN65HVD255	CAN 收发器具有快速循环次数, 可用于高度已加载网络

了解更多, 请搜索以下产品型号:

DAC8760



## 重要声明

德州仪器及其下属子公司 (TI) 有权根据 JESD46 最新标准, 对所提供的半导体产品和服务进行修改、增强、改进或其它更改, 并有权根据 JESD48 最新标准终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, 并验证这些信息是最新且完整的。所有半导体产品 (本文也指“组件”) 的销售都遵循在确认订单时 TI 的销售条款与条件。

TI 确保其销售的组件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。TI 仅在认为有必要时才采用测试或其它质量控制技术。除非相关法律有强制规定, 否则 TI 没有必要对每种组件的所有参数进行测试。

TI 没有义务承担应用帮助或客户产品设计。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, 客户应提供充足的设计与操作安全保障措施。

TI 不对任何 TI 专利权、版权、屏蔽作品权或使用了 TI 组件或服务的任何产品组合、机器或流程相关的其他 TI 知识产权中授予的直接或隐含权限做出任何担保或解释。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、担保或认可。使用此类信息可能需要获得第三方的专利权或其他知识产权方面的许可, 或 TI 的专利权以及 TI 其他知识产权的许可。

如需复制 TI 产品手册或数据表中 TI 信息的重要部分, 不得对内容进行任何篡改, 且须带有相关授权、条件、限制和声明。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遵从其他限制条件。

经销 TI 组件或服务时, 如果经销商对该组件或服务参数的陈述与 TI 标明的参数之间存在差异或存在虚假成分, 则相关 TI 组件或服务的所有明示或暗含的保修将作废, 且此行为被视为不正当的欺诈性商业行为。TI 不对任何此类虚假陈述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可能仍由 TI 提供, 但其将自行负责符合与其产品及在其应用中使用 TI 组件相关的所有法律、法规和安全方面的要求。客户声明并同意, 他们具备制定与实施安全措施所需的所有专业技术和知识, 可预见故障的危险、监测故障及其后果、降低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攸关的应用中使用任何 TI 组件而对 TI 及其代理造成的任何损失。

在某些情况下, TI 可能进行特别促销推进安全应用的发展。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相关功能安全标准和要求的终端产品解决方案。尽管如此, 此类组件仍然受这些条款约束。

TI 组件未获得用于 FDA 三级 (或类似生命攸关的医疗设备) 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 组件才是专门设计用于军事/航空应用或环境的产品。客户认可并同意, 如将不带有该标识的 TI 组件用于军事或航空航天应用, 则风险由客户自行承担, 客户自行负责满足与此类使用相关的所有法律和法规要求。

TI 特别标示了符合 ISO/TS16949 要求的特定组件, 这类组件主要用于汽车。在任何情况下, TI 均不因使用非指定产品而无法达到 ISO/TS16949 的要求而承担任何责任。

### 产品

音频	<a href="http://www.ti.com/audio">www.ti.com/audio</a>
放大器	<a href="http://amplifier.ti.com">amplifier.ti.com</a>
数据转换器	<a href="http://dataconverter.ti.com">dataconverter.ti.com</a>
DLP® 产品	<a href="http://www.dlp.com">www.dlp.com</a>
DSP	<a href="http://dsp.ti.com">dsp.ti.com</a>
时钟与定时器	<a href="http://www.ti.com/clocks">www.ti.com/clocks</a>
接口	<a href="http://interface.ti.com">interface.ti.com</a>
逻辑	<a href="http://logic.ti.com">logic.ti.com</a>
电源管理	<a href="http://power.ti.com">power.ti.com</a>
微控制器	<a href="http://microcontroller.ti.com">microcontroller.ti.com</a>
RFID	<a href="http://www.ti-rfid.com">www.ti-rfid.com</a>
OMAP 应用处理器	<a href="http://www.ti.com/omap">www.ti.com/omap</a>
无线连接	<a href="http://www.ti.com/wirelessconnectivity">www.ti.com/wirelessconnectivity</a>

### 应用

汽车与运输	<a href="http://www.ti.com/automotive">www.ti.com/automotive</a>
通信与电信	<a href="http://www.ti.com/communications">www.ti.com/communications</a>
计算机及外设	<a href="http://www.ti.com/computers">www.ti.com/computers</a>
消费电子	<a href="http://www.ti.com/consumer-apps">www.ti.com/consumer-apps</a>
能源和照明	<a href="http://www.ti.com/energy">www.ti.com/energy</a>
工业控制	<a href="http://www.ti.com/industrial">www.ti.com/industrial</a>
医疗	<a href="http://www.ti.com/medical">www.ti.com/medical</a>
安防	<a href="http://www.ti.com/security">www.ti.com/security</a>
空间、航空和国防	<a href="http://www.ti.com/space-avionics-defense">www.ti.com/space-avionics-defense</a>
视频和影像	<a href="http://www.ti.com/video">www.ti.com/video</a>
TI E2E 社区	<a href="http://e2e.ti.com">e2e.ti.com</a>

邮寄地址: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265

© 2014 年德州仪器公司版权所有

## 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/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 © 2014, 德州仪器半导体技术(上海)有限公司