

## SSD 备份电源的考虑与设计

Sean Zhang, Randy Wang

South China and SZ OEM

### ABSTRACT

本文针对 SSD 备份电源的设计给出了完整的解决方案，详细阐述了各部分模块的工作过程，并给出了需要考虑的细节和相应设计，该备份电源也可用于其他高可靠性系统中。

### 目录

<b>1</b>	<b>介绍</b> .....	<b>2</b>
1.1	备份电源实现框图.....	2
<b>2</b>	<b>各阶段工作过程详细描述</b> .....	<b>3</b>
2.1	超级电容充电阶段.....	3
2.2	防倒灌处理.....	3
2.3	备份升压电路.....	4
<b>3</b>	<b>总结</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>参考文献</b> .....	<b>7</b>

### 插图目录

<b>Figure 1.</b>	<b>备份电源实现框图</b> .....	<b>2</b>
<b>Figure 2.</b>	<b>超级电容充电阶段</b> .....	<b>3</b>
<b>Figure 3.</b>	<b>主电源掉电时瞬态波形图</b> .....	<b>4</b>
<b>Figure 4.</b>	<b>低输入电压实现框图</b> .....	<b>5</b>
<b>Figure 5.</b>	<b>传统方式备份波形图</b> .....	<b>6</b>
<b>Figure 6.</b>	<b>单独供电方式备份波形图</b> .....	<b>6</b>

# 1 介绍

对于许多带存储功能的应用来说，临时备用电源的配备成为基本需求，尤其在高可靠性系统中，主电源断电后要求继续工作一段时间来实现数据的备份，在过去一段时间电池成为备用电源，但是电池存在诸多缺点如充电要求较高，使用寿命和循环寿命有限，存在安全性和可靠性问题等。近年来超级电容的出现提供了另一种备份架构。

本文详细介绍了SSD中超级电容备份电源的各阶段过程，主要针对以下几点进行方案的设计：

- a) 超级电容额定电压一般为2.7V，所以通常需要串联来使用，在这种情况下，超级电容充电时必须注意各电容的电压均衡以防止出现过压导致电容损坏或使用寿命衰减；
- b) 主电源断电后备份电源的无缝启动来保持系统可靠运行，备份数据；
- c) 如何更多的利用超级电容中存储的能量，达到延长备份时间或者减小电容容量的目的。

## 1.1 系统设计框图

本文针对 5V 供电系统设计，备份功率为 4.7V/2A，且可兼容更大的功率输出应用。下图为整体框图。下文将重点介绍 3 个部分—充电部分，防倒灌处理，备份升压电路。

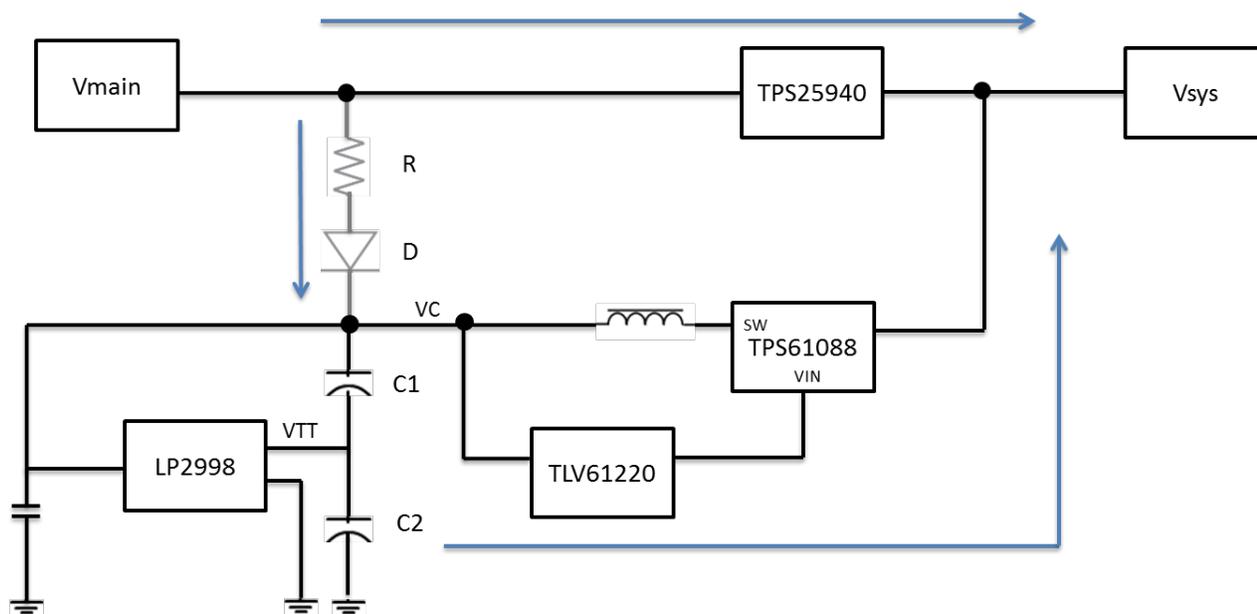


Figure 1. 备份电源实现框图

## 2 各阶段工作过程详细描述

### 2.1 超级电容充电阶段

由于系统采用5V供电，所以应用中需将两节2.7V超级电容串联使用，当主电源初次上电时，一方面给系统供电，另一方面对超级电容进行充电，其充电电流为：

$$I_{charge} = \frac{V_{Main} - V_D - V_C}{R} \quad \text{公式(1)}$$

其中：

$V_{Main}$ ：主电源电压

$V_D$ : 二极管D的导通压降

$V_C$ : 超级电容电压

从公式1得知，在电容电压为0时充电电流最大，然后逐渐降低，由于在初始上电阶段超级电容的充电电流来自主电源，所以需要保证系统电流和充电电流之和不要超过主电源的额定电流，建议选择1A以下，则限流电阻可选择两个10ohm/2W功率电阻并联使用。

如在前文中提到的，在充电阶段需要做电压平衡处理，这里选择LP2998 (SNVS521K) 来做主动均衡，LP2998实际上是DDR终端稳压器，当超级电容总电压超过VDDQ启动电压1.35V后，LP2998开始工作，随着VDDQ增加，VTT始终为VDDQ的一半，且由于VTT具备输出和吸入电流能力，所以非常适合两节超级电容的主动电压均衡方案。

另外由于充电电流通过限流电阻限定在了1A以下，而LP2998在均流时的持续电流能力能达到1.5A，所以在充电初期的瞬间电流对于LP2998是完全安全的。如果是多节超级电容的充电和均衡，可考虑使用BQ33100超级电容管理芯片 (SLUS987B)。

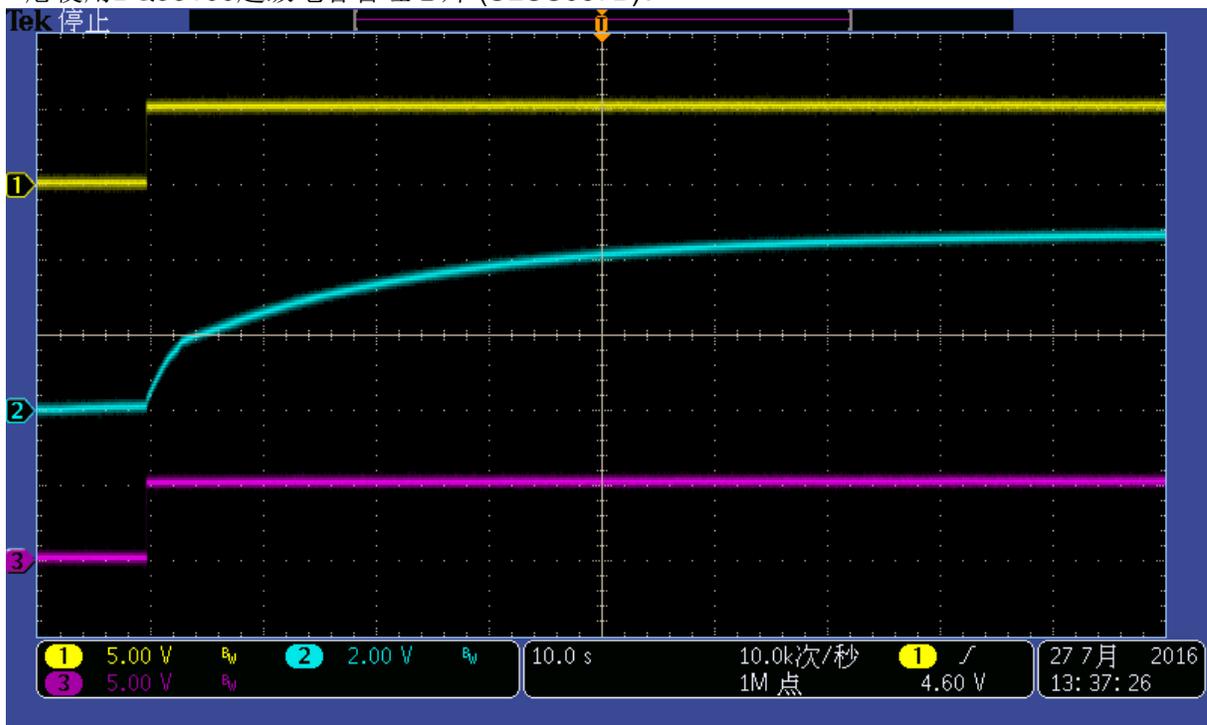


Figure 2. 超级电容充电阶段 (ch1: Vsys, ch2: Vc, ch3: Vmain)

## 2.2 防倒灌处理

当主电源断开时，备用电源需要迅速衔接输出给系统。为防止在备份阶段电流倒灌到主电源回路，这里需要加入背靠背防倒灌电子熔断丝TPS25940来阻断主电源和备份电源的输出，该器件包含低阻抗背靠背42mohm MOSFET，可支持最大5.3A输出，集成精确过流，过压，欠压等保护电路。当发生电流倒灌时，TPS25940如检测输入到输出端电压超过-10mV，器件会在1uS后将内部背靠背MOSFET关闭，并向外部发出警告信号 ( $\overline{FLT}$ )，该信号可以给到系统主控芯片中断来进行掉电备份。

## 2.3 备份升压电路

当主电源断开，由于超级电容的最高充电电压为 $V_{Main} - V_{D1}$ ，所以此时需要升压电路输出给系统，

需要注意的是用逻辑信号来控制升压芯片的使能很难保证电源切换时的平顺性，所以这里需要设定升压电路一直工作且输出电压低于主电源200mV-300mV，即如果正常工作电压为5V，则可以设定备份电源TPS61088的输出电压为4.7V。这样在主电源工作时，由于升压电路输出被嵌位到高于额定输出的电压值，所以实际上备份电路并没有输出电流给到系统端，但会一直处于工作待命状态，一旦当主电源断开，输出电压低于升压设定值时，升压电路依靠环路响应能迅速介入，达到平顺备份。

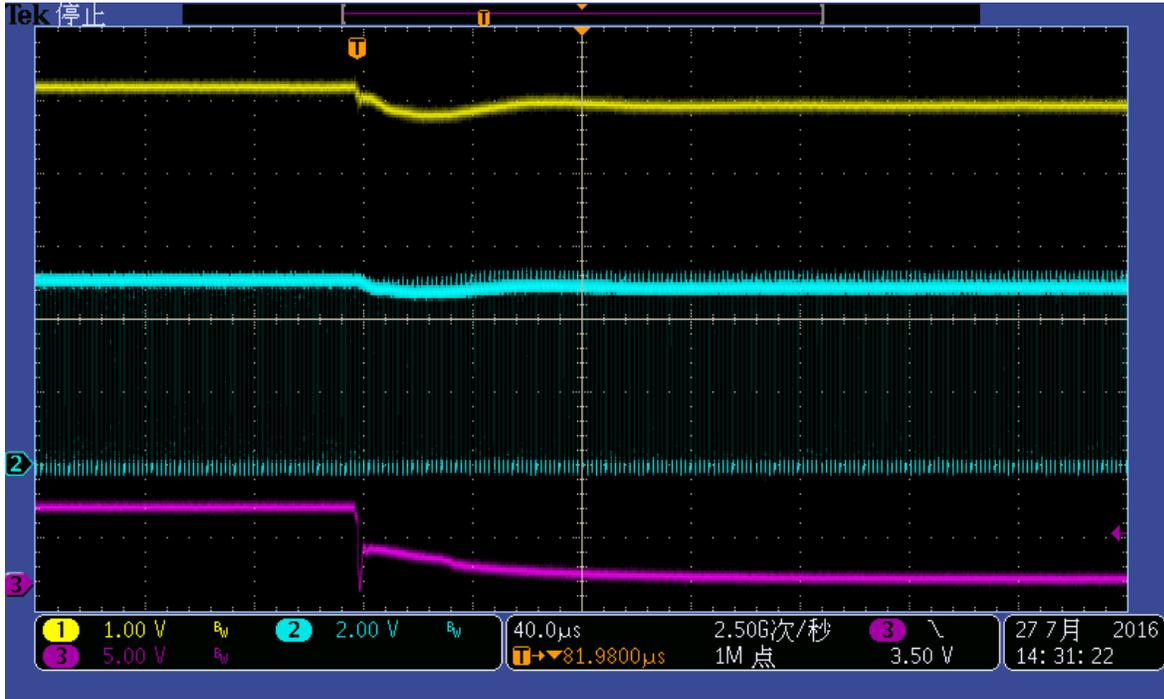


Figure 3. 主电源掉电时瞬态波形图 (ch1: Vsys, ch2: TPS61088 SW, ch3: Vmain)

本文按照4.7V/2A 备份设计，为兼容更大功率的备份要求，选用TPS61088内置10A峰值电流同步MOSFET升压转换芯片 (SLVSCM8A)，该芯片的最低工作电压为2.7V，效率90%以上。而TPS61088非常适合这类应用的另一个特点是功率电源和芯片逻辑电源能够分开供电，则可以采用超低供电电压升压转换芯片TLV61220 (SLVSB53A) 额外提供一个稳定的5V电源给到TPS61088的VCC PIN，TLV61220的最低工作电压为0.7V，这样能充分利用超级电容的能量进一步延长备份时间。以下是在不同输入电压，相同输出功率下所对应的可用能量  $E = \frac{1}{2C} (V_{max}^2 - V_{min}^2)$  (设  $V_{max}=4.6V$ )，输入电流及效率，可见设定1.2V为超级电容最低工作电压可在允许条件下最大延长备份工作时间。

$V_{in}$	$V_{max}^2 - V_{min}^2$	$I_{in}$	$V_{out}$	$I_{out}$	Efficiency
0.9	20.35	13	4.98	2	过流
1.2	19.72	9.87	4.98	2	84.1%
1.5	18.91	7.73	4.98	2	85.9%
2.4	15.4	4.43	4.98	2	93.7%

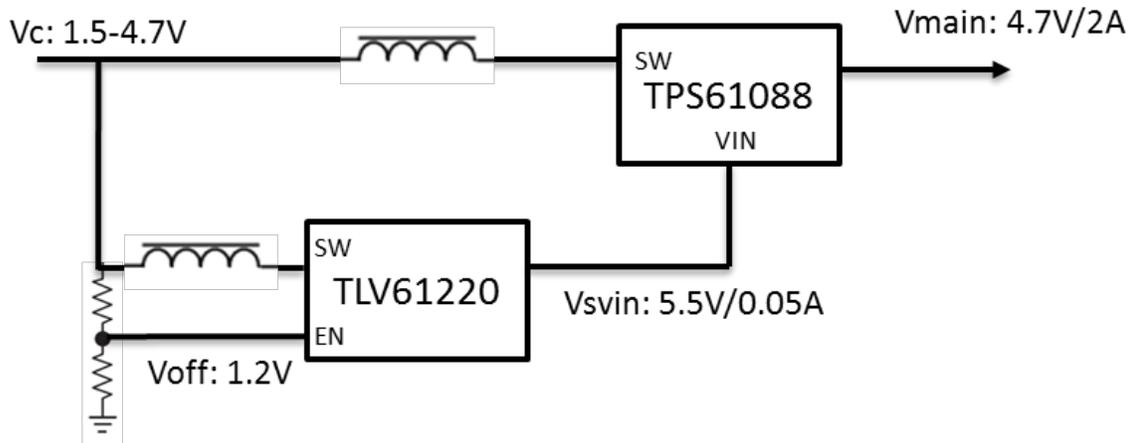


Figure 4. 低输入电压供电实现框图

为保证SSD在下次上电时能准确识别，必须保证备用电源能量耗尽后SSD的输入电压在下次上电前尽可能跌到1V以下，所以上述方法也能使超级电容中的电压降到最低，如果有必要可以加入欠压关断电路，比如通过比较器检测超级电容的电压，然后控制关断负载开关如TPS2556 (SLVS931A)，本文将不赘述关断方案。

接下来就要选择超级电容的容量，首先需要确定系统备份时间需要多长及备份的功率多大。

$$C_{\min} = \frac{2 \times T \times P}{n \times (V_{C1}^2 - V_{C2}^2)} \quad \text{公式2}$$

其中：

$V_{C1}$ ：超级电容所能充到的最高电压；

$V_{C2}$ ：超级电容能放到的最低电压；

n：TPS61088的升压效率；

T：备份时间；

P：备份功率。

如系统需要4.7V/2A在主电源掉电后能维持5秒时间，参考上文TPS61088的各输入电压下的效率点，按照上述公式，如关断电压为常规用法的2.7V，那么需要总容量为7.2F的电容，所以需要选择2.7V/14F的超级电容串联使用；如TPS61088采用分开供电的方式，则关断电压保守可以到1.2V，只需要总容量为5.6F，则可以选择2.7V/12F的超级电容串联使用。下面测试选择的是2.7V/3F和2.7V/10F串并使用得到的结果。

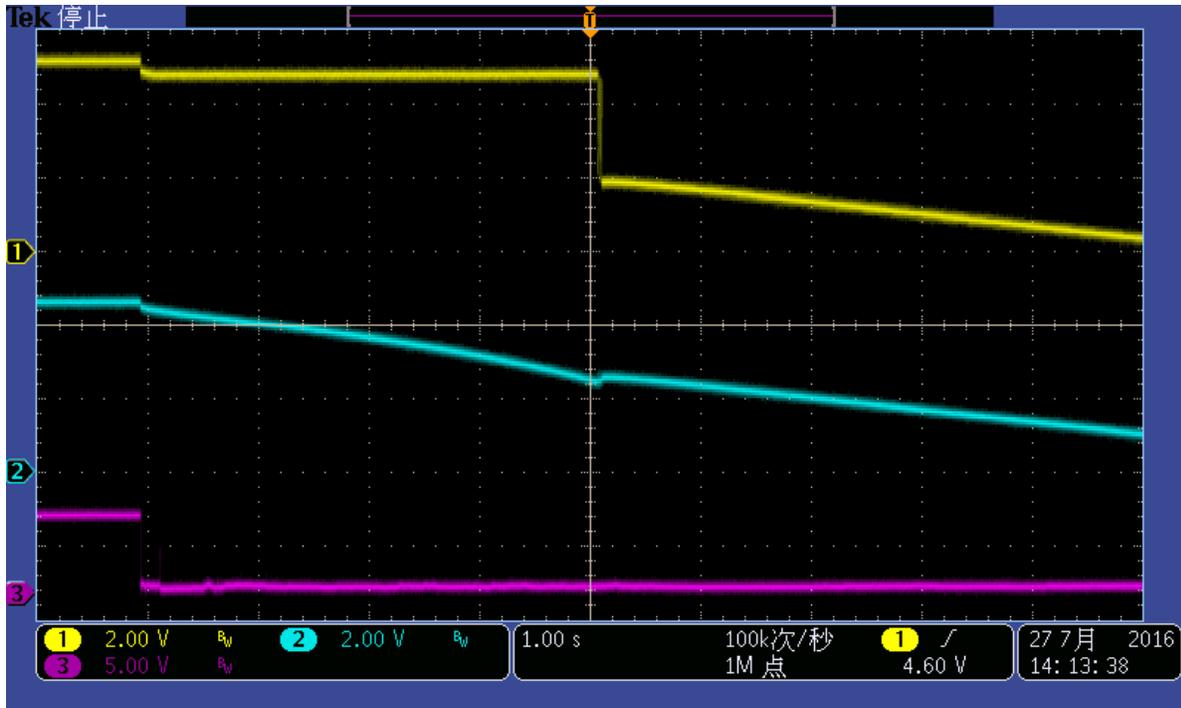


Figure 5. 传统方式备份波形图 (ch1: Vsys, ch2: Vc, ch3: Vmain)

可见，采用传统方式备份的方案，电压约于2.7V关断，备份时间可持续4秒



Figure 6. 单独供电方式备份波形图 (ch1: Vsys, ch2: Vc, ch3: Vmain)

采用单独供电方式备份，电压设定到1.2V关断，备份时间近5秒，这里需要注意的是，输入工作电压越低，输入电流越大，超级电容到TPS61088功率回路的压降越大，当到达关断点时，输入电压

会有所回弹，输入电流越大回弹幅值越大，极有可能造成备份电源二次误启动，影响到系统稳定性，所以在选择最低工作电压时需要注意，另外在布板时也要将超级电容到TPS61088输入端的走线缩短加粗来减小压降。

### 3 总结

本文针对 SSD 超级电容备份系统给出了详细的方案，且对重要的参数给出了相应的计算，并且搭建了实验平台进行了验证，实际上该方案也可以用于其它备份系统中。

### 4 参考文献

1. Supercapacitor Backup Power Supply With Active Cell Balancing (PMP9766)
2. Low-Input Voltage High-Current Boost Converter with TPS61088 (PMP9772)
3. *TPS61088 EVM User's Guide (SLVUAF2)*
4. *TPS25940 EVM User's Guide (SLVUA44A)*

## 有关 TI 设计信息和资源的重要通知

德州仪器 (TI) 公司提供的技术、应用或其他设计建议、服务或信息，包括但不限于与评估模块有关的参考设计和材料（总称“TI 资源”），旨在帮助设计人员开发整合了 TI 产品的应用；如果您（个人，或如果是代表贵公司，则为贵公司）以任何方式下载、访问或使用了任何特定的 TI 资源，即表示贵方同意仅为该等目标，按照本通知的条款进行使用。

TI 所提供的 TI 资源，并未扩大或以其他方式修改 TI 对 TI 产品的公开适用的质保及质保免责声明；也未导致 TI 承担任何额外的义务或责任。TI 有权对其 TI 资源进行纠正、增强、改进和其他修改。

您理解并同意，在设计应用时应自行实施独立的分析、评价和判断，且应全权负责并确保应用的安全性，以及您的应用（包括应用中使用的 TI 产品）应符合所有适用的法律法规及其他相关要求。您就您的应用声明，您具备制订和实施下列保障措施所需的一切必要专业知识，能够 (1) 预见故障的危险后果，(2) 监视故障及其后果，以及 (3) 降低可能导致危险的故障几率并采取适当措施。您同意，在使用或分发包含 TI 产品的任何应用前，您将彻底测试该等应用和该等应用所用 TI 产品的功能。除特定 TI 资源的公开文档中明确列出的测试外，TI 未进行任何其他测试。

您只有在为开发包含该等 TI 资源所列 TI 产品的应用时，才被授权使用、复制和修改任何相关单项 TI 资源。但并未依据禁止反言原则或其他法律授予您任何 TI 知识产权的任何其他明示或默示的许可，也未授予您 TI 或第三方的任何技术或知识产权的许可，该等产权包括但不限于任何专利权、版权、屏蔽作品权或与使用 TI 产品或服务的任何整合、机器制作、流程相关的其他知识产权。涉及或参考了第三方产品或服务的信息不构成使用此类产品或服务的许可或与其相关的保证或认可。使用 TI 资源可能需要您向第三方获得对该等第三方专利或其他知识产权的许可。

TI 资源系“按原样”提供。TI 兹免除对 TI 资源及其使用作出所有其他明确或默认的保证或陈述，包括但不限于对准确性或完整性、产权保证、无复发故障保证，以及适销性、适合特定用途和不侵犯任何第三方知识产权的任何默认保证。

TI 不负责任何申索，包括但不限于因组合产品所致或与之有关的申索，也不为您辩护或赔偿，即使该等产品组合已列于 TI 资源或其他地方。对因 TI 资源或其使用引起或与之有关的任何实际的、直接的、特殊的、附带的、间接的、惩罚性的、偶发的、从属或惩戒性损害赔偿，不管 TI 是否获悉可能会产生上述损害赔偿，TI 概不负责。

您同意向 TI 及其代表全额赔偿因您不遵守本通知条款和条件而引起的任何损害、费用、损失和/或责任。

本通知适用于 TI 资源。另有其他条款适用于某些类型的材料、TI 产品和服务的使用和采购。这些条款包括但不限于适用于 TI 的半导体产品 (<http://www.ti.com/sc/docs/stdterms.htm>)、[评估模块](http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm)和样品 (<http://www.ti.com/sc/docs/sampters.htm>) 的标准条款。

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 © 2017 德州仪器半导体技术（上海）有限公司