

Application Brief

使用 TPS62850x-Q1 通过预偏置软启动功能为 Infineon TRAVEO™ T2G (CYT4DN) 1.15V 内核电源轨供电



Moheddin Shaik

简介

Infineon TRAVEO™ T2G 系列 (例如 CYT4DN) 是一款面向车身控制、仪表组和网关应用的高性能汽车微控制器。与大多数现代汽车 SoC 一样, CYT4DN 集成了内部 LDO 稳压器, 用于在初始加电期间为 1.15V 核心电源轨供电。但是, 这款内部 LDO 的散热能力有限, 并且无法在高性能图形运行模式下满足所需的各种电流需求。

为了支持更高的电流运行, 不妨使用外部 DC/DC 降压转换器, 以从内部 LDO 接管供电。此次接管带来了一项关键的电源时序挑战: 启用外部 DC/DC 转换器后, 1.15V 核心电源轨已处于由内部 LDO 充电的预偏置电压。具有有源输出放电功能的传统同步降压转换器会尝试在爬坡升压之前将该预偏置输出电压拉低, 此举会无意中从该电源轨灌入电流, 从而可能导致 MCU 意外复位。

不妨选用具备预偏置软启动功能的 DC/DC 转换器来防止此问题, 该器件只会从现有预偏置电压水平开始抬升输出电压, 而不会从输出端抽取反向电流。重要的是, 请勿使用串联二极管等任何外部分立式元件, 这类元件会在严格稳压的 1.15V 电源轨中引入无法接受的压降和功率损耗。

预偏置软启动操作

图 1 展示了 TPS628502F0QDRLRQ1 在启动进入预偏置 VOUT 条件时的加电序列。

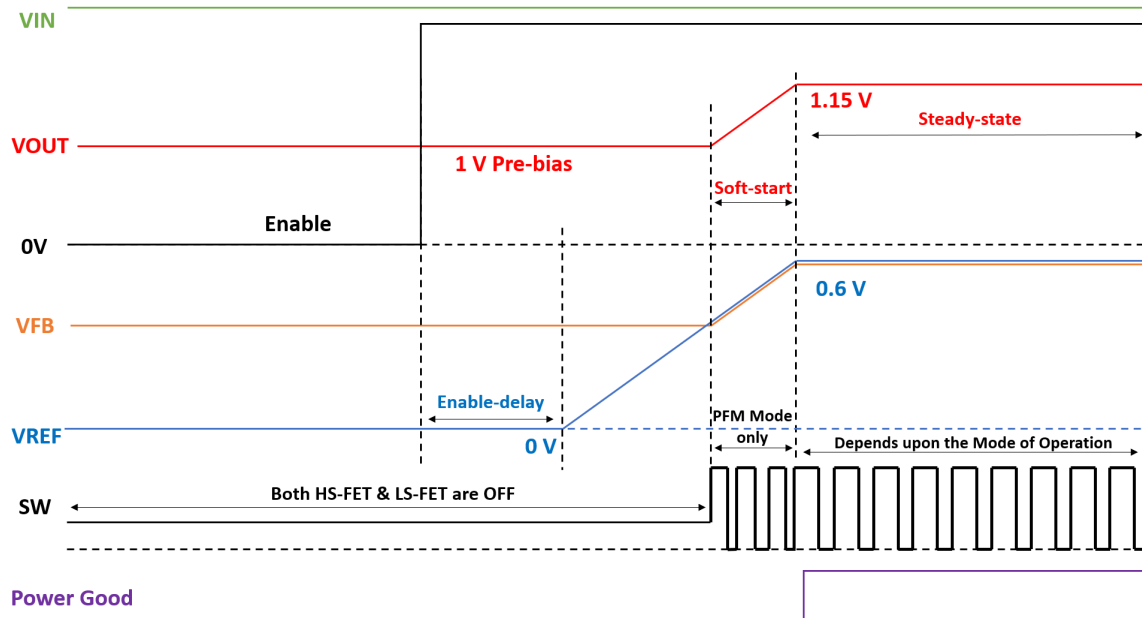


图 1. 具有预偏置 VOUT 条件的启动加电序列

VIN 必须在存在预偏置电压之前便已存在：

安全预偏置操作的基本前提条件是：只要 VOUT 上存在预偏置电压，就必须始终存在 VIN。这一点在图 1 中已有反映，其中 VIN 在整个序列中始终保持高电平，并且早在使能引脚达到高电平状态之前便已如此。其原因在于器件结构：降压转换器的高侧 FET 在 SW 与 VIN 之间连接了一个固有体二极管。如果 VIN 在 VOUT 仍处于预偏置状态时缺失，该预偏置电压会导致 HS-FET 体二极管正向偏置，从而使电流从 VOUT 流回 VIN。这种不受控的电流路径可能会超出体二极管的安全工作电流，并对 HS-FET 造成永久损坏。因此，在 VOUT 进入预偏置状态之前、期间以及之后，VIN 必须已经建立并稳定存在。

使能延迟：

当使能引脚变为高电平时，该器件不会立即开始执行开关操作。图 1 展示了使能上升沿与 VREF 开始斜坡上升之间的使能延迟时间。此延迟可让内部电路（偏置发生器、带隙基准或控制逻辑）在转换器尝试进行调节之前完成加电并稳定下来。使能延迟持续时间是 TI 数据表中列出的一个指定参数。

VREF 斜坡升压和 VFB 在预偏置条件下的作用：

使能延迟完成后，内部基准电压 (VREF) 开始从 0V 向最终值 0.6V 斜坡上升。此斜坡上升速率由内部软启动时间决定，该时间也是一个指定的数据表参数。与此同时，VFB 并非处于 0V。VFB 处于非零电压值，该值由检测预偏置 VOUT 的反馈分压器决定（大约 1V）。VOUT 已被内部 LDO 抬高，因此 VFB 从一开始就能反映该预偏置电平，并且在 VREF 从 0V 开始斜坡上升的整个过程中，VFB 保持该电压值不变。在整个过程中，此器件始终保持非开关状态（HS-FET 和 LS-FET 均关断，如 SW 波形所示），原因在于控制环路只有在 VREF 上升到与预偏置条件设定的 VFB 电平交汇时，才会开始驱动开关动作。在到达此交叉点之前，该转换器没有理由执行开关操作，因为 VOUT 已经高于基准目标电压，因此开关操作并无必要。

软启动期间仅限 PFM 运行：

一旦 VREF 斜坡上升并达到 VFB 电平，该器件便开始执行开关操作。自此开始，VFB 跟随 VREF 继续斜升至 0.6V，VOUT 也相应上升至 1.15V。关键在于，在整个软启动窗口期间，无论 MODE 引脚设置（高电平/低电平）如何，该转换器都会在 PFM（脉冲频率调制）模式下运行。在 PFM 模式下，该转换器包含零电流检测电路。该检测电路会在电感器电流降至零的瞬间关断低侧 FET，从而防止电感器电流变为负值。由于电感器电流不能反向流动，因此没有任何机制可以从 VOUT 中拉出电荷并通过转换器输送回去。此电流方向限制可为预偏置电压提供天然保护作用，无需依赖任何其他放电电路。

稳态运行模式：

当 VOUT 达到 1.15V 目标值且 VREF/VFB 稳定在 0.6V 时，软启动序列便已完成，电源正常状态即可生效。除此之外，MODE 引脚配置可决定运行模式。

MODE 引脚	稳定状态行为
低电平	PSM（省电模式）：轻负载时以 PFM 模式运行，在负载电流较高时自动转换到 PWM 模式
高电平	FPWM（强制 PWM）：无论负载如何，始终以 PWM 模式运行

这意味着“仅限 PFM”的约束仅适用于软启动期间；一旦实现稳压，该转换器就会遵循 MODE 引脚所选的模式正常运行。

器件选择

TPS62850x-Q1 系列提供了三种输出放电配置，这些配置可直接决定转换器如何与预偏置输出电源轨进行交互：

- **导通**：当稳压器被禁用时，有源放电会将 **VOUT** 拉至接地；从预偏置电源轨灌入电流。
- **关闭**：无有源放电；当稳压器被禁用时，输出端自然悬空。
- **断开连接**：放电路径在任何时候都不存在，在启动期间和预偏置条件下也不例外，从而在任何情况下均可防止形成通向预偏置电源轨的任何反向电流路径。

对于像 **CYT4DN 1.15V** 这样的核心电源轨应用，其 **MCU** 的内部 **LDO** 会在外部转换器接管之前对输出端施加预偏置电压。在这种情况下，只有断开放电型号才适用。表 1 列出了 **TPS62850x-Q1** 系列中具有断开放电功能的全部三款 **OPN**，其额定电流规格为 **1A** 和 **2A**。

器件	输出电流	VOUT 放电	软启动	输出电压
TPS628501F0QDRLRQ1	1A	已断开连接	1ms	可调节
TPS628501H9QDRLRQ1	1A	已断开连接	150µs	固定 1.15V
TPS628502F0QDRLRQ1	2A	已断开连接	1ms	可调节

断开放电器件可以提供最稳健的保护，原因是任何时候都不存在放电路径，从而在从预偏置到主动接管的过程中完全消除出现任何反向电流的风险。值得注意的是，**TPS628501H9QDRLRQ1** 可提供固定的 **1.15V** 输出，并且具备断开放电配置和 **150µs** 快速软启动时间，这使其与 **CYT4DN** 核心电源轨高度适配，且无需外部反馈电阻器，因此当需要 **1A** 输出电流时，该器件是一个理想选择。请根据具体的电流、电压和软启动要求，来选择相应的 **OPN**。本应用手册使用 **TPS628502F0QDRLRQ1** (**2A**、可调节、断开放电、**1ms** 软启动) 作为平台测量值章节的工作示例，因为该器件能够满足更高的图形模式电流需求。

平台测量值

为了验证上一节中所述的预偏置软启动行为，我们通过在启用前将输出强制设置为预偏置状态，对 **TPS628502-Q1** 进行了平台测试，以模拟 **CYT4DN** 内部 **LDO** 留下的预偏置电源轨。

表 1. 测试条件

参数	值
VIN	6V
VOUT (强制预偏置)	0.766V
VOUT (目标)	1.8V
IOUT	0A
模式	低电平 (PSM)
温度	25°C

备注

此处使用的 **1.8V** 目标电压仅用于预偏置软启动机制的平台验证；相同的行为直接适用于 **CYT4DN 1.15V** 核心电源轨应用。

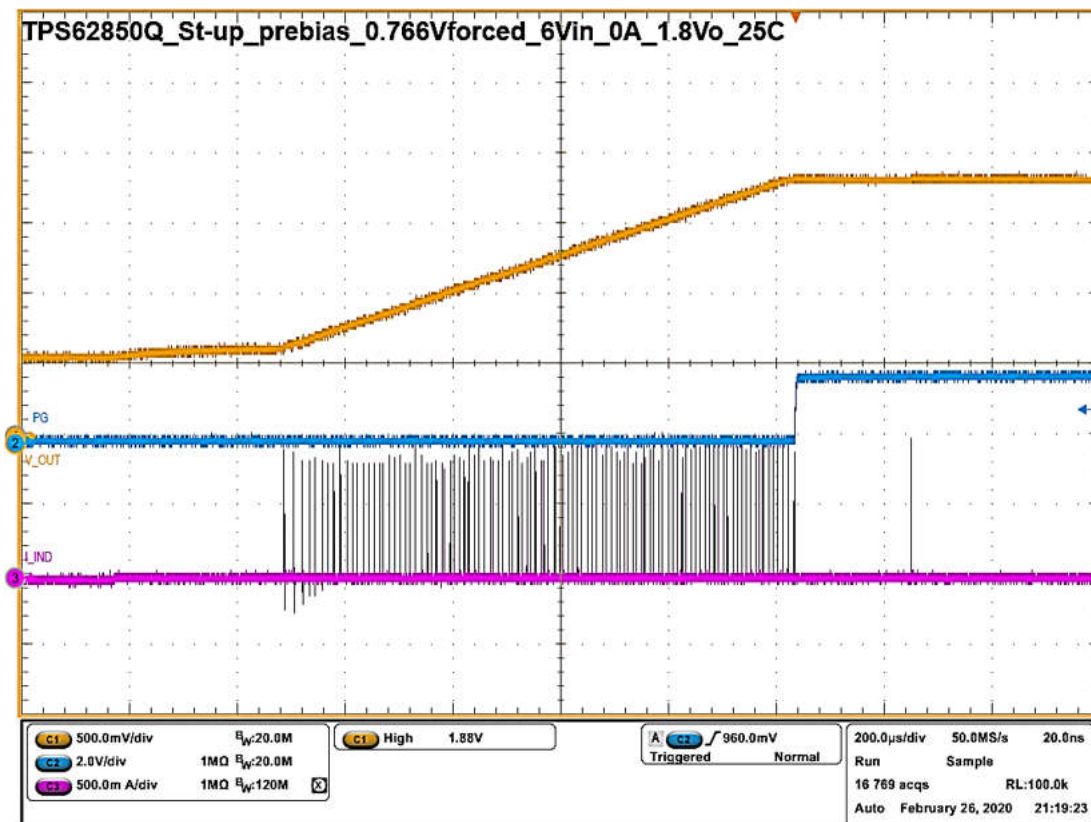


图 2. 预偏置启动期间的 VOUT、PG 和电感器电流

- **VOUT** 从强制预偏置电平 (0.766V) 平稳且单调地斜升至 1.8V 目标电压，在内部软启动斜坡追上预偏置电压的交汇点处，没有出现电压骤降、干扰或不连续现象。
- **电感器电流 (I_IND)** 在整个斜坡上升期间表现为离散的 PFM 开关脉冲，在任何时刻均无负偏移，这确认了零电流检测行为可以正常工作且没有从预偏置电源轨获取反向电流。
- **电源正常 (PG)** 在整个斜坡上升期间保持低电平，仅在 VOUT 达到稳压目标值后才置为高电平，从而确认已完全转换到稳态运行状态。

此测量值证实，TPS62850-Q1 的“仅限 PFM 软启动”和“断开放电”功能可在从预偏置到主动接管期间防止出现任何反向电流路径，从而直接解决 CYT4DN 1.15V 核心电源轨转换简介中所述的复位风险。

商标

TRAVEO™ is a trademark of Infineon Technologies.

所有商标均为其各自所有者的财产。

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月