

*Application Note***TI 可编程逻辑器件 (TPLD) 的低功耗运行**

Nikki Dengel

摘要

远程控制、可穿戴设备、机器人和计算机外设等应用通常需要延长电池寿命，从而使节能成为关键的设计考虑因素。TI 可编程逻辑器件 (TPLD) 可让设计人员对器件进行配置，以在任何给定的时间动态控制哪些器件特性会主动消耗功耗。本应用手册探讨了优化 TPLD 功耗的技术，为设计人员提供了有关如何在 TPLD 设计中延长电池寿命的实用指导。

内容

1 TPLD 中的功耗简介	2
2 振荡器自动上电	3
3 利用振荡器 PDWN	5
4 总结	7
5 参考资料	8

商标

E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 TPLD 中的功耗简介

在电池供电系统中，更大限度地降低待机电流是一个关键问题。待机电流是 TPLD 在静态空载条件下上电时从 V_{CC} 汲取的电流，此时没有执行振荡器、模拟比较器或其他功耗功能。TI 可编程逻辑器件 (TPLD) 在这方面具有显著优势，在待机模式下电流不到 10 微安。与使用多个分立式元件相比，这种低待机电流可以极大地延长电池寿命，因此 TPLD 成为低功耗设计颇具吸引力的选择。

功耗最高的 TPLD 元件为振荡器。最大限度地降低 TPLD 功耗的关键是正确管理振荡器的运行。例如，可以将遥控器设计为仅在按下按钮时发送信号。在其余时间，在按下下一个按钮之前，遥控器需要消耗尽可能少的电力。通过动态控制振荡器，设计人员可以显著降低设计中的功耗，从而延长电池寿命。

振荡器选择可以显著影响 TPLD 的功耗，与较慢频率相比，较快的频率会消耗更多的电流。振荡器的变化会显著影响功耗。预分频器选择发挥着相对较小但仍然重要的作用。较大的预分频器比小型预分频器更能降低电流，并且可以将振荡器电流消耗降低几微安至几百微安。第二级分压器对功耗无显著影响。因此，选择合适的振荡器和适当的预分频器是实现尽可能低功耗的关键。

会消耗大量功率的其他 TPLD 元件包括模拟比较器及模拟温度传感器。如果 TPLD 具有消耗较大电流的特性，则数据表的电源电流特性部分中会列出这些元件。但是，TPLD 中最耗电的元件是振荡器。TPLD 中的 25MHz 振荡器消耗数百微安的电流，而多通道采样模拟比较器即使使用四个通道进行连续采样也只能消耗数十微安的电流。同样，TPLD 中的单通道模拟比较器只能消耗几微安的电流。有关任何给定 TPLD 的电源电流特性的完整列表，请参阅该器件的数据表。

Selected Supply Characteristics of TPLD2001

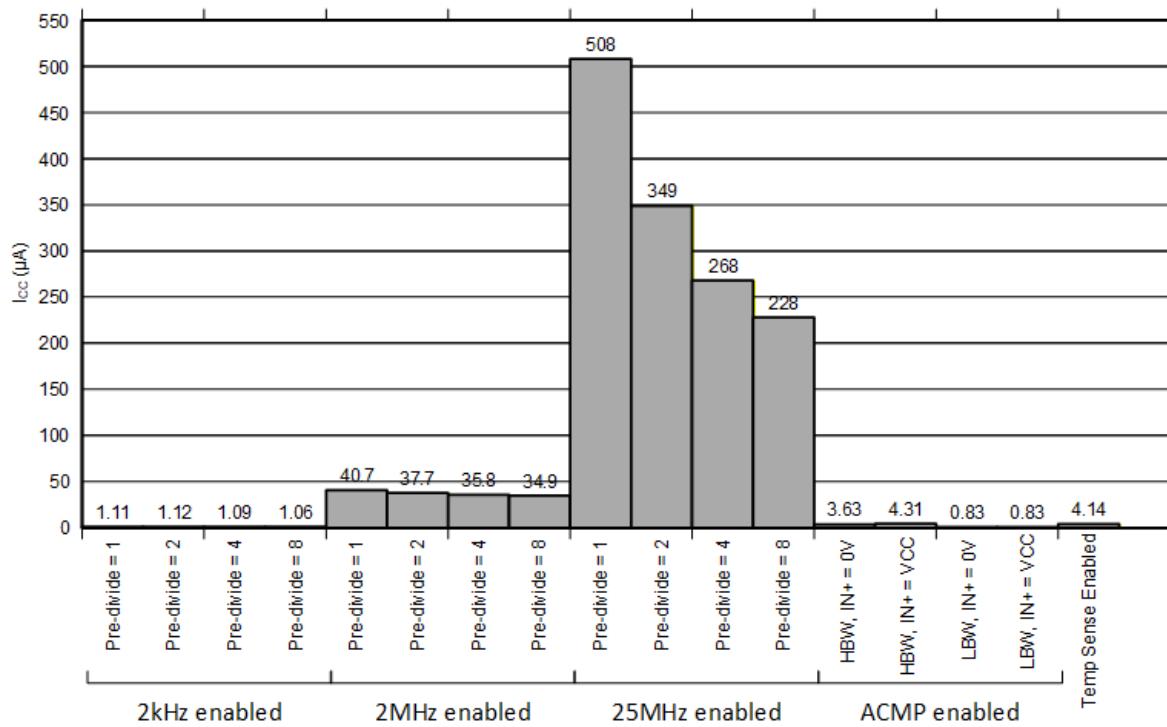
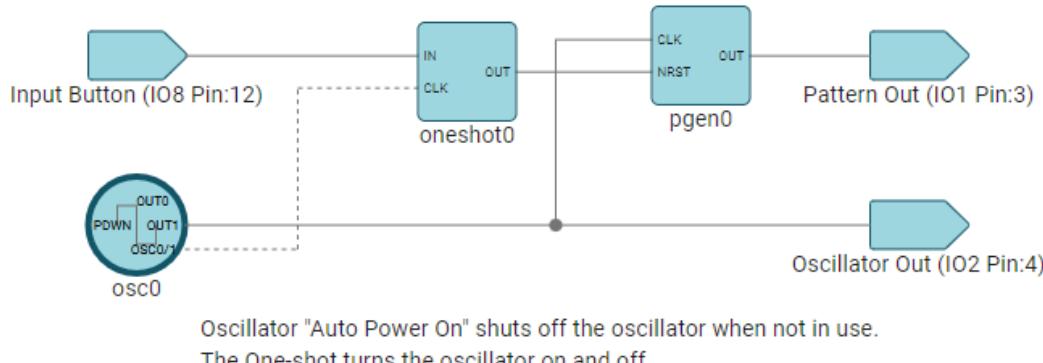


图 1-1. 在 $V_{CC} = 5V$ 时 TPLD2001 的选定电源特性

许多应用不要求振荡器一直运行。在这些情况下，当不使用时关闭振荡器可以显著延长电池寿命。TPLD 具备两种主要的动态控制振荡器方法。其中一项是自动上电功能，另一项是振荡器 PDWN 输入的战略性使用。

2 振荡器自动上电

默认情况下，TPLD 振荡器设置为自动上电模式。在此配置中，振荡器仅在特定 TPLD 元件需要时导通。这些元素包括单次触发、计数器及延迟块。在 InterConnect Studio 中，这些块打开和关闭振荡器的能力由将它们连接到振荡器的虚线表示。如果一个块未通过虚线连接到振荡器，则该块无法控制振荡器。图 2-1 中所示的 InterConnect Studio 设计表明，单次触发可以打开和关闭振荡器，但图形发生器无法打开和关闭。



OSCILLATOR ②	
Name	osc0
Label	
Power Mode	Auto Power On
	<small>① This option is not simulatable at this moment</small>
Clock Source	Internal RC Oscillator
Frequency	2 kHz
Clock Pre Divider	/8
OUT0 Second Stage Divider	/1
OUT1 Second Stage Divider	/1
Power Control Source Select	From register
PDWN Control	Power down
Device MacroCell Allocated	Any(OSC_0)

图 2-1. InterConnect Studio 利用振荡器自动加电功能的远程控制应用方框图

图 2-1 中所示的设计具有遥控器等功能。TPLD 等待 IO8 输入的上升沿（例如按钮按下操作），然后在 IO1 输出预定的二进制图形。图形输出一次后、振荡器会关闭并等待下一次按钮按下。振荡器将恰好开启 12 个时钟周期，然后再次关闭。

此设计具有控制振荡器的单次触发。InterConnect Studio 中的图形发生器块需要时钟信号才能正常工作，但无法控制振荡器，因此需要单次触发才能打开和关闭振荡器。为了保持该图形有时间输出，单稳态配置为在重新关闭之前使振荡器恰好开启 12 个时钟周期。

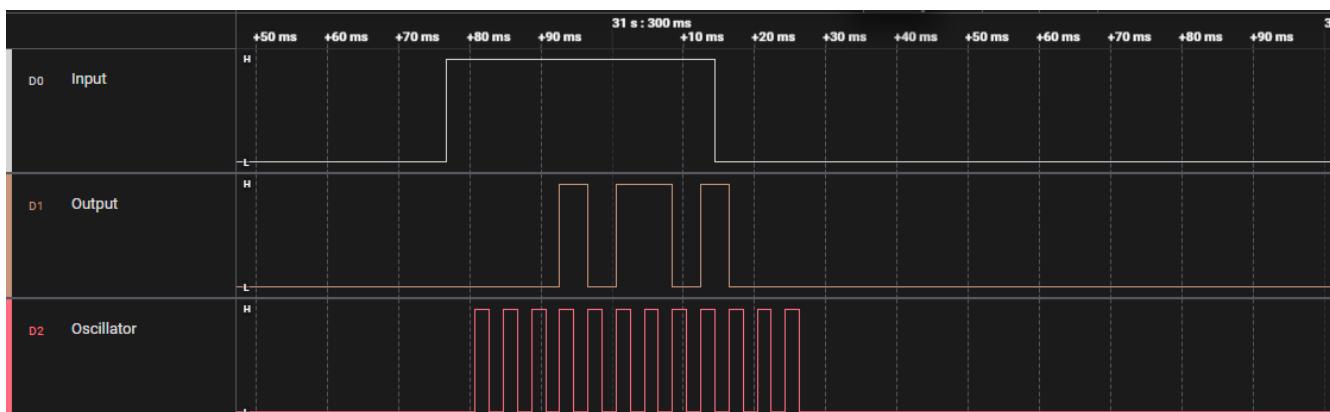


图 2-2. 具有 40ms 输入的自动上电计时示意图

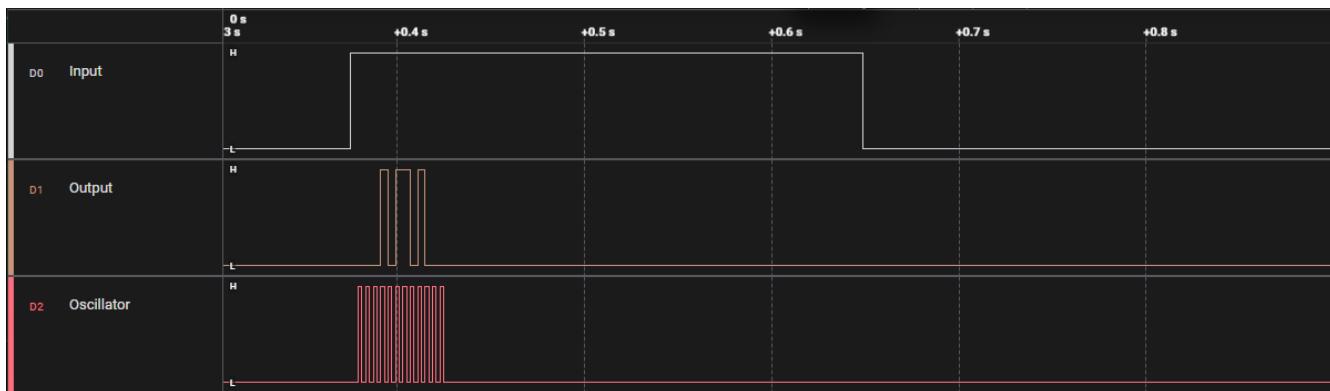


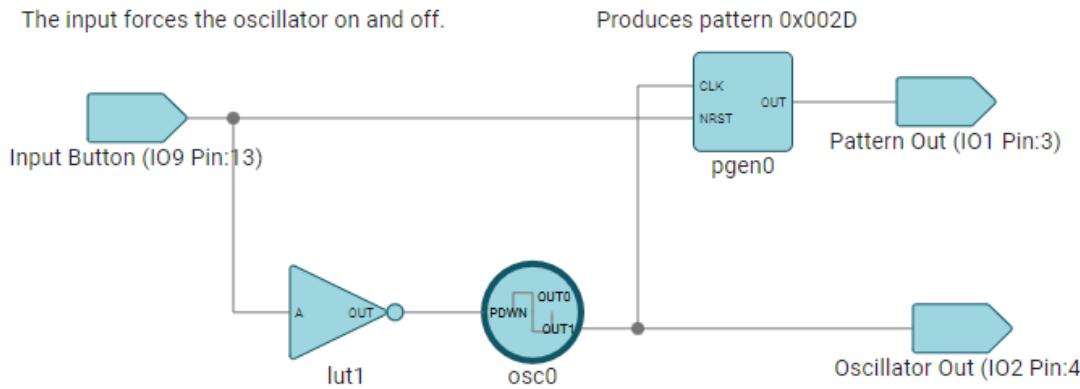
图 2-3. 具有 250ms 输入的自动上电计时示意图

图 2-3 和图 2-2 中的波形显示，在初始上升沿之后，单稳态恰好开启振荡器 12 个时钟周期，从而允许图形发生器输出其 0x002D 图形。在输出完成之前，输入是保持高电平还是下降无关紧要。当 TPLD 感知到上升沿时，TPLD 会一次性输出图形。

3 利用振荡器 PDWN

振荡器的 PDWN 输入强制振荡器关闭。与自动开启模式结合使用时，振荡器会忽略宏单元的命令以开启。与强制上电模式一起使用时，除非使用 PDWN 振荡器输入，否则振荡器始终开启。

图 3-1 显示了远程控制应用的替代设计。在此应用中，只要 NRST 输入为高电平，并且 CLK 输入端有时钟信号，图形发生器就会持续输出图形。但是，图形发生器无法打开和关闭振荡器，而是在等待输入时使振荡器保持开启状态，这会浪费电力。



OSCILLATOR ①



Name	osc0
Label	
Power Mode	Force Power On
Clock Source	Internal RC Oscillator
Frequency	2 kHz
Clock Pre Divider	/8
OUT0 Second Stage Divider	/1
OUT1 Second Stage Divider	/1
Power Control Source Select	From CMX
PDWN Control	Power down
Device MacroCell Allocated	Any(OSC_0)

图 3-1. 利用振荡器 PDWN 引脚的远程控制应用的 InterConnect Studio 方框图

为了实现此功能，振荡器设置为强制加电模式，但振荡器的 PDWN 输入用于在不使用时使振荡器保持关闭状态。与使振荡器始终开启相比，这显著降低了待机时 TPLD 的功耗。

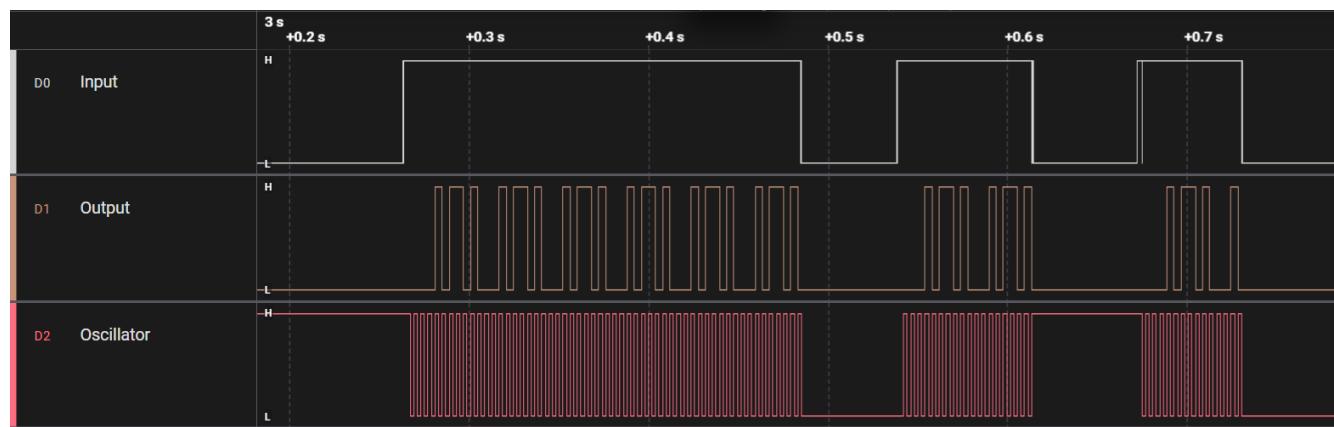


图 3-2. 强制通电时序图

图 3-2 中所示的波形表明，对于这种设计，振荡器仅在输入为高时才处于活动状态。请注意，如果在振荡器为高电平时输入下降，则振荡器将保持高电平，直到振荡器再次导通。此外，可以在图形的中间切断图形发生器。

4 总结

在使用 TPLD 设计低功耗或电池供电系统时，适当的利用对于功耗优化至关重要。第一种方法是为设计选择合适的振荡器及预分频器。接下来，在未主动使用时关闭振荡器。控制振荡器的方法取决于应用，并可利用自动加电模式或强制加电模式。这些特性让 TPLD 成为对于小型电池供电应用而言极具吸引力的选项。

5 参考资料

- TPLD 让设计者能够将逻辑功能和电平转换器集成到同一器件中，从而简化 BOM 并减小设计尺寸。有关 TPLD 的更多信息，请访问 [TPLD1202](#) 产品页面或在 [TI E2E™ 支持论坛](#) 上向我们的工程师提问。德州仪器 (TI)，[TI 可编程逻辑器件](#)。

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出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