

Application Note

将超低功耗逻辑运行扩展至低至 0.63V



摘要

SN74UVP 系列是 TI 的下一代超低功耗逻辑器件，并且可以直接替换 SN74AUP 系列。与 SN74AUP 器件规定电压低至 0.8V 相比，扩展最低工作电压低至 0.63V，可在较低电池电压、备用和能量收集电源轨电压下实现逻辑控制。SN74UVP 可与 SN74AUP 系列直接兼容，并提供 10nA 的典型静态电源电流以及 Ioff 局部断电保护。SN74UVP 的工作温度范围为 -40°C 至 125°C。

内容

1 简介.....2

2 详细说明.....3

 2.1 应用.....3

 2.2 功耗.....4

 2.3 低电源电压下的时序.....5

 2.4 上电、断电和 Ioff 行为.....5

3 总结.....6

4 参考资料.....7

商标

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

单门逻辑器件通常用于唤醒、复位、使能、中断和电源时序路径。即使 MCU、射频块、显示器或主系统电源轨被禁用，这些路径也可以保持供电状态。

对于这些应用，关键设计要求如下：

- 极低的静态电源电流 (I_{CC})
- 在最低系统电压下可靠运行
- 低 V_{CC} 下的有效输入和输出逻辑电平
- 可预测最低电源电压时的传播延迟
- 上电、断电和局部断电条件下的安全行为

SN74UVP 系列可以满足所有这五项要求。SN74UVP 系列在将最小 V_{CC} 从 0.8V 扩展至 0.63V 的同时，可保持 3.6V 的最大电压。

表 1-1. 工作电压范围和主要参数比较

逻辑系列	最小 V_{CC}	最大 V_{CC}	最大 V_I	典型 I_{CC}
标准 LV-CMOS (例如 LVC)	1.65V	5.5V	5.5V	1 μ A
SN74AUP (单通道)	0.8V	3.6V	3.6V	500nA
SN74UVP (单通道)	0.63V	3.6V	5.5V	10nA

2 详细说明

2.1 应用

以 0.63V 工作的优点是，在 SN74AUP 器件已经超出其建议工作范围的电源电压时，仍能保持功能连续性。当主系统电源轨被禁用后逻辑路径仍需保持有效，或可用电源电压降至 0.8V 以下时，此功能非常有用。

典型应用包括：

- 常开型唤醒逻辑
- PMIC 使能和复位控制
- 电池放电结束操作
- 备用或保持电源轨
- 低开路电压能量收集启动
- 欠压或电源故障检测

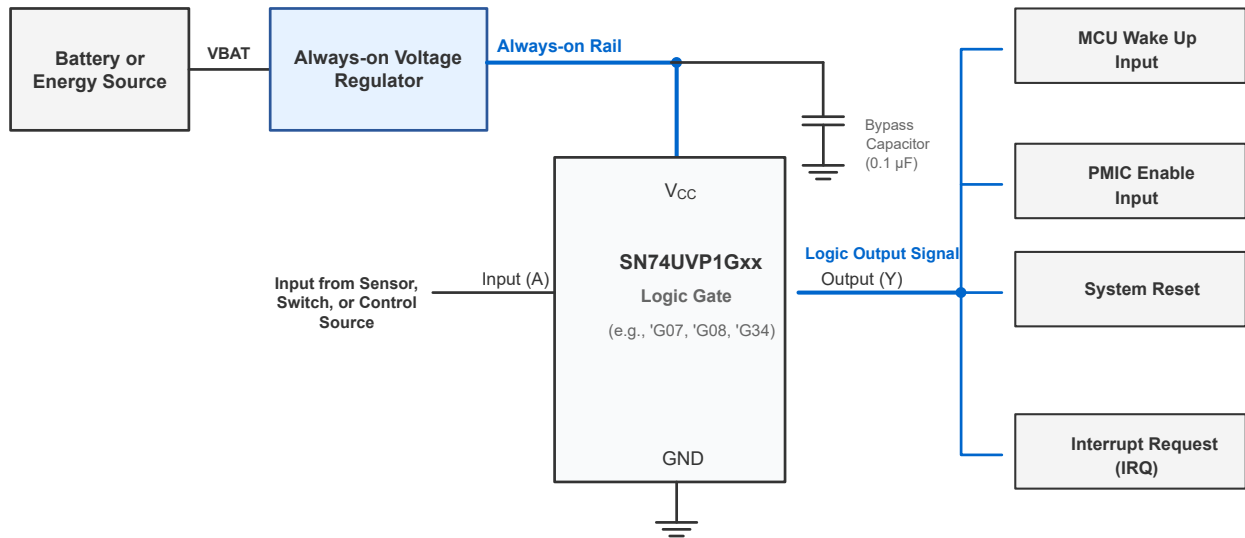


图 2-1. 使用 SN74UVP 的典型逻辑路径

0.63V 的输入阈值裕度是关键的设计限制。在 0.63V 至 1.98V 的 V_{CC} 范围内，SN74UVP 使用 $V_{IH} = 0.65 \times V_{CC}$ 和 $V_{IL} = 0.35 \times V_{CC}$ 阈值方案。当 $V_{CC} = 0.63V$ 时，可以得出：

- V_{IH} (最小值) = 0.41V
- V_{IL} (最大值) = 0.22V
- 每侧的噪声容限 = 0.19V

SN74UVP 输入可承受 5.5V 电压，即使在 V_{CC} 为低电平时，也允许来自较高电压域的输入驱动器件。内置输入迟滞可提高对慢速或噪声输入转换的抗扰度，这在信号振幅较小的低 V_{CC} 下特别有用。

在 0.63V 时，SN74UVP 适用于低功耗控制信号，而不是高速数据路径。输出驱动强度降低，传播延迟随着 V_{CC} 降低而显著增加。

2.2 功耗

对于常开逻辑，电流消耗通常是最重要的设计参数。SN74UVP 系列在 0.63V 至 3.6V 的整个 V_{CC} 范围内可实现 10nA 的典型 I_{CC} ，在整个工作温度范围内最大值为 1.4 μ A。

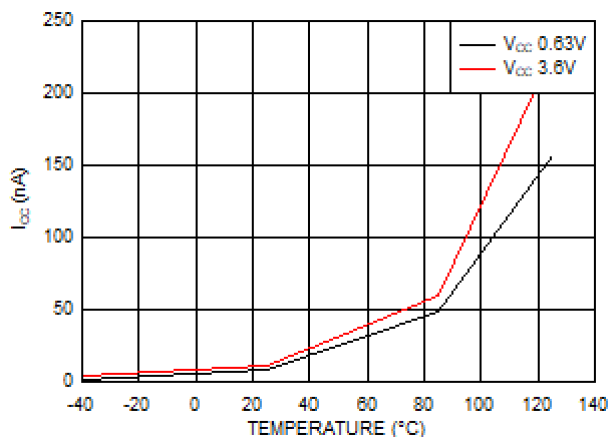
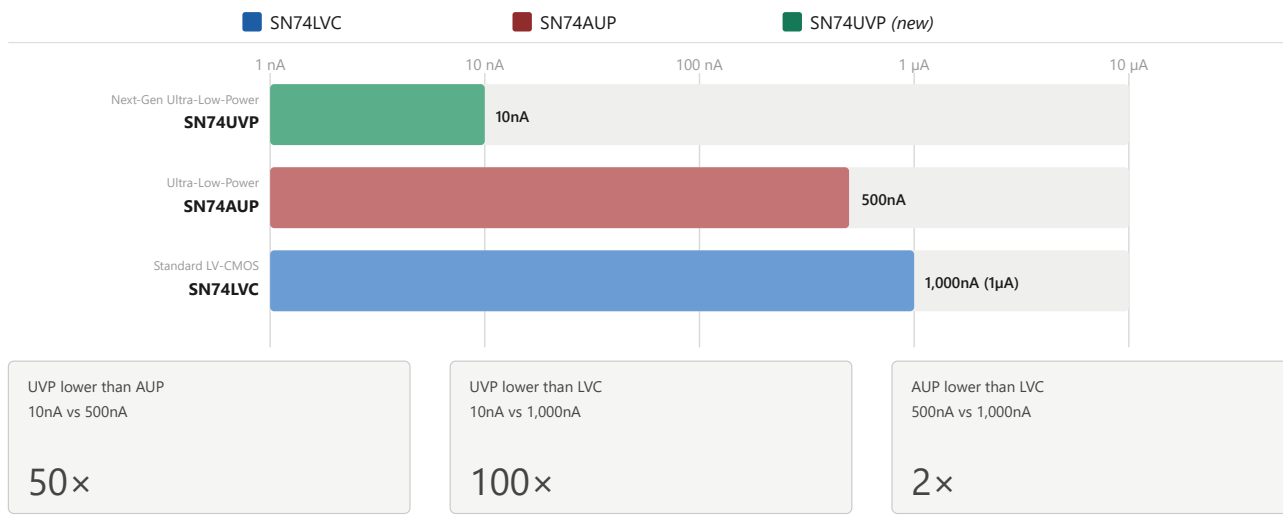


图 2-2. 静态电源电流与电源电压之间的关系

SN74UVP 的典型 I_{CC} 仅为 10nA，与 SN74AUP 系列 (典型值 500nA) 相比降低了 50 倍，与标准 SN74LVC 系列 (典型值 1,000nA) 相比降低了 100 倍。



SN74UVP vs SN74AUP vs SN74LVC | $V_I = V_{CC}$ or GND, $T_A = 25^\circ C$

图 2-3. 25°C 时 SN74UVP、SN74AUP 和 SN74LVC 的典型 I_{CC}

2.3 低电源电压下的时序

传播延迟会随着 V_{CC} 的降低而急剧增加。必须始终在最低系统工作电压和最坏情况温度下 (而不仅仅是在 1.8V 或 3.3V 下) 验证时序。

SN74UVP 系列在 0.8V 以下的传播延迟大幅增加。作为参考, 在 $V_{CC} = 0.63V$ 、 $C_L = 5pF$ 时, t_{pd} 最大值约为 310ns。当 $V_{CC} = 0.8V$ 且 $C_L = 5pF$ 时, t_{pd} 最大值约为 50ns。当 $V_{CC} = 1.8V$ 且 $C_L = 15pF$ 时, t_{pd} 最大值约为 6ns。有关每种 V_{CC} 和负载条件下的确切 t_{pd} 规格, 请参阅特定器件数据表。

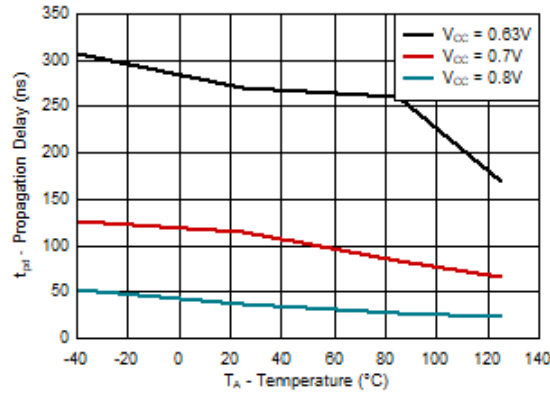


图 2-4. 传播延迟与温度间的关系 ($C_L = 5pF$)

2.4 上电、断电和 I_{off} 行为

在多轨系统中, 当连接到 SN74UVP 输入或输出的另一个器件保持活动状态时, SN74UVP 可以处于未上电状态 ($V_{CC} = 0V$)。如果没有保护, 电流可能从有效信号流入未上电器件的 V_{CC} 电源轨, 从而导致反向供电和意外的电路行为。

SN74UVP 系列包括 I_{off} 局部断电保护功能。当 $V_{CC} = 0V$ 时, I_{off} 电路会将进入输入和输出引脚的漏电流限制为最大 $\pm 1\mu A$, 从而防止对电源轨反向供电。在 $V_{CC} = 0V$ 时, SN74UVP 的输入和输出可以承受在建议运行条件下施加高达 5.5V 的电压。

3 总结

SN74UVP 系列可将超低功耗单栅极逻辑运行范围扩展至低至 0.63V，低于 SN74AUP 器件的 0.8V 下限。扩展的电压范围使简单的逻辑控制功能能够在常开型、备用、电池放电结束和能量收集应用中保持有效，即使可用电源电压降至 0.8V 以下。

0.63V 工作电压最重要的设计考量因素包括：

- 静态电流：验证 I_{CC} 是否满足常开型待机功耗预算。
- 输入阈值裕度：验证驱动源是否符合 $V_{IH}(\min)$ 和 $V_{IL}(\max)$ 的噪声容限水平。
- 输入切换速率：不要超过 $\Delta t / \Delta V$ 限制，这将限制输入上升和下降时间。
- 传播延迟：验证最坏情况下的时序，电压为 0.63V 时的延迟明显长于电压为 1.8V 或 3.3V 时的延迟。
- 局部断电：当 $V_{CC} = 0V$ 时， I_{off} 将漏电流最大值限制为 $\pm 1\mu A$ ，输入和输出引脚能够承受高达 5.5V 的电压。
- 输出负载：由于在较低电压下驱动强度会降低，因此应尽可能减小输出电容。

4 参考资料

1. 德州仪器 (TI), [具有漏极开路输出的 SN74UVP1G06 单通道 0.65V 至 3.6V 低功耗低电压逆变器](#), 产品页面
2. 德州仪器 (TI), [逻辑指南](#), 应用手册

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