

Application Brief

实现具有电平转换功能的高能效 FPGA 设计



Atul Patel

Translation Interface

随着 FPGA 的发展和产品种类的增加，FPGA（现场可编程门阵列）在电子系统和产品中的应用也日益广泛。凭借 FPGA 的灵活性，用户可以对处理器重新编程，而不必等待新的器件型号推出，因此 FPGA 越来越受欢迎。此外，有了 FPGA，系统设计人员还能通过实施固件更新，而不是浪费时间进行硬件更改，来快速进行新功能的原型设计，从而缩短设计周期。FPGA 的功能范围很广，许多新型 FPGA 可与一些正在开发的复杂定制 ASIC（专用集成电路）相媲美。

FPGA 处理能力的提升，以及 I/O（输入/输出）和内存容量的增加，为设计人员实现特定设计提供了多种选择。不过，使用现代 FPGA 上提供的许多资源时，功耗往往更高。FPGA 供应商通常会提供关于如何配置其 FPGA 的建议，以便针对给定 FPGA 设计实现更低的总体功率范围。

通常，FPGA 配置建议要求将 FPGA 内核电压降至 1.8V 或 3.3V 等常用电压轨以下。例如，对于具有大量查询表 (LUT) 的复杂 FPGA，FPGA 供应商会建议在 1.2V 甚至更低的核心电压下运行 FPGA，以达到设计功耗。内核电压越低，FPGA 可支持的 I/O 电压就越低。当 FPGA 在 1.2V 或更低内核电压下运行时，系统设计人员面临的设计挑战之一是，FPGA 连接的外设通常在远高于 FPGA I/O 所能支持的电压下运行，这会导致 I/O 电压电平不匹配（请参阅图 1）。

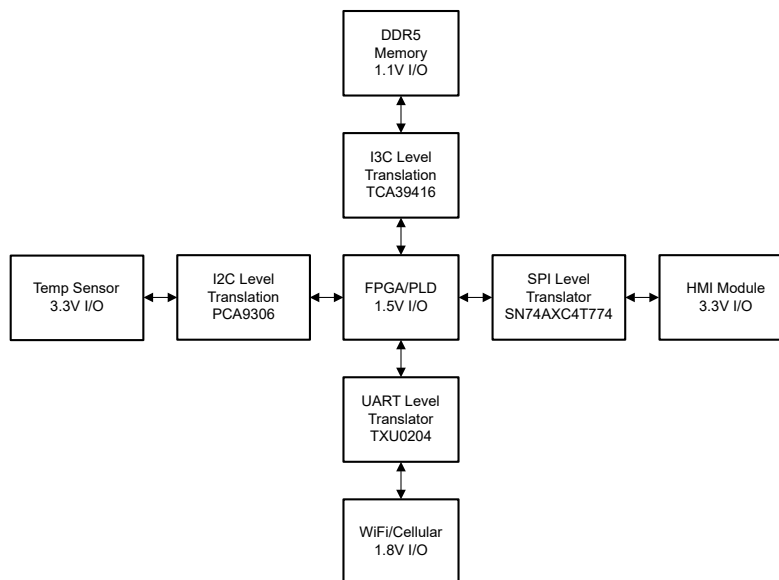


图 1. 需要电平转换的潜在 FPGA 至外设 I/O

对于系统设计人员来说，提高 FPGA 的 I/O 电压需要将整个 FPGA 的内核电压或相当一部分的内核电压提高至更高电平，这会导致整体功耗增加。如果只有少数 FPGA I/O 存在 I/O 电平不匹配情况，则这会提高 FPGA 的整体功率上限。有一种设计能够帮助系统设计人员使 FPGA 保持较低内核电压并解决 I/O 电平不匹配问题，那就是采用简单的电压电平转换器器件。

电平转换器为系统设计人员提供了一种简单且经济高效的设计，可解决系统的 I/O 电平不匹配问题，而不会影响性能、功耗或尺寸。集成式电平转换设计提供多种 I/O 类型、位宽、数据速率范围、电流驱动能力和封装选项。德州仪器 (TI) 的电平转换器产品系列包含许多不同类型的电平转换功能，这些功能都可以满足几乎任何应用要求。TI 的电平转换产品系列包括工业级、汽车级和增强级自动方向、方向控制和固定方向电平转换器。

有关常用接口类型的推荐电平转换器列表，请参阅表 1。表 2 列出了常见的 FPGA 系列和通常推荐用于功耗设计的目标 I/O 电平，以及必须进行电平转换的各系列器件所支持的不同接口。有关 TI 所有电平转换设计的更多信息，请参阅 [电压转换器和电平转换器](#)。

表 1. 按接口推荐的转换器

| 接口 | 转换电平 | |
|----------------|---|---|
| | 最高 3.6V | 最高 5.5V |
| FET 更换 | 2N7001T | SN74LXC1T45 / TXU0101 |
| 1 位 GPIO/时钟信号 | SN74AXC1T45 | SN74LXC1T45 / TXU0101 |
| 2 位 GPIO | SN74AXC2T245 | SN74LXC2T45 / TXU0102 |
| 2 引脚 JTAG/UART | SN74AXC2T45 | SN74LXC2T45 / TXU0202 |
| I2C/MDIO/SMBus | TXS0102/LSF0102/PCA9306 | TXS0102/LSF0102/PCA9306 |
| I3C | TCA39416 | TCA39416 |
| 4 位 GPIO | SN74AXC4T245 | TXB0104 / TXU0104 |
| UART | SN74AXC4T245 | TXB0104 / TXU0204 |
| SPI | SN74AXC4T774 / TXB0104 | TXB0104 / TXU0304 |
| JTAG | SN74AXC4T774 / TXB0104 | TXB0104 / TXU0304 |
| I2S/PCM | SN74AXC4T774 / TXB0104 | TXB0104 / TXU0204 |
| 四通道 SPI | TXB0106 | TXB0106 |
| SDIO/SD/MMC | TXS0206 / TWL1200 | 不适用 |
| 8 位 GPIO/RGMII | TXV0108/TXV0106 | SN74LXC8T245 |

表 2. 常见的 FPGA 系列和典型 Vcc I/O

| 供应商 | 系列 | 典型 Vcc I/O | 常见接口 |
|----------------|----------------|-------------------------|---|
| Intel® Altera® | Arria-10-GT® | 1.2V | SPI、QSPI、I2C、RGMII、UART、GPIO、LVDS |
| Intel® Altera® | Arria-10-GX® | 1.2V | SPI、QSPI、I2C、RGMII、UART、GPIO、LVDS |
| Intel® Altera® | Arria-II® | 1.2V/1.8V | SPI、I2C、JTAG、LVDS、PECL、GPIO |
| Intel® Altera® | Arria-V-GT® | 1.2V | SPI、QSPI、I2C、UART、GPIO、JTAG、LVDS、BLVDS、LVPECL |
| Intel® Altera® | Arria-V-GX® | 1.2V | SPI、QSPI、I2C、UART、GPIO、JTAG、LVDS、BLVDS、LVPECL |
| Intel® Altera® | Cyclone II® | 1.5V | SPI、I2C、UART、GPIO、JTAG、LVDS、RGMII、LVDS、LVPECL |
| Intel® Altera® | Stratix-10-GX® | 1.8V | SPI、I2C、RGMII、JTAG、LVDS、LVPECL、GPIO |
| Intel® Altera® | Stratix® | 1.5V | SPI、I2C、RGMII、RMII、GPIO、JTAG |
| Lattice® | ECP2® | 1.2V | SPI、JTAG、LVDS、I2C |
| Lattice® | LFXP2® | 1.2V | SPI、JTAG、LVDS、I2C |
| Microsemi® | ProASIC3® | 1.5V | SPI、I2C、JTAG、LVDS、MLVDS、BLVDS |
| AMD® Xilinx® | Artix-7® | 1.8V | SPI、BLVDS、LVDS、I2C、JTAG、RGMII、UART、GPIO |
| AMD® Xilinx® | Kintex-7® | 1.2V/1.35V/1.5V | SPI、BLVDS、LVDS、I2C、JTAG、GPIO |
| AMD® Xilinx® | Kintex Ultra® | 1V/1.2V/1.35V/1.5V/1.8V | SPI、BLVDS、LVDS、I2C、JTAG、UART、GPIO |
| AMD® Xilinx® | Spartan-3A® | 1.2V | SPI、LVDS、I2C、JTAG、UART、GPIO |
| AMD® Xilinx® | Virtex-5® | 1.2V | SPI、BLVDS、LVDS、I2C、JTAG、UART、GPIO |
| AMD® Xilinx® | Virtex-6® | 1.2V/1.8V | SPI、BLVDS、LVDS、I2C、JTAG、UART、GPIO |
| AMD® Xilinx® | Virtex-Ultra® | 1V/1.2V | SPI、BLVDS、LVDS、I2C、JTAG、RGMII、UART、GPIO |
| AMD® Xilinx® | Zynq-7000® | 1.2V | SPI、I2C、UART、SDIO、RGMII、JTAG、GPIO |
| AMD® Xilinx® | Zynq-Ultra® | 1.5V | SPI、QSPI、I2C、UART、SDIO、RGMII、JTAG、GPIO |

重要声明和免责声明

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司