



Atul Patel

工业、通信、企业、个人电子产品和汽车等市场领域的电子系统设计都变得更加智能、更节能、更互联。电子系统的这些市场趋势正在促使系统设计人员采用微处理器、FPGA 和应用专用处理器 (ASSP) 方面的新型处理技术，这些技术具有更多功能并能更低的功率级别运行。我们正在使用非常小的硅工艺几何尺寸开发新的处理器技术，从而使处理器内核电压远低于传感器、光收发器和 HMI 模块等外设器件上常见的传统电压电平。选择系统中的所有器件以相同的 I/O 电压运行实际上是不可能的，尤其是对于较大的系统而言。在过去 20 年中，采用与存储器器件相同的硅工艺尺寸后，处理器技术的内核电压电平显著降低。如下图 1 所示，存储器已从 3.3V V_{dd} (当时 SDR (单数据速率) 是出色的存储器接口标准) 转变为大约 1V V_{dd} 电平 (使用当今的 DDR4 (双倍数据速率) 和 DDR5 存储器接口)。高度集成的处理器和存储器器件向低于常见电压轨 (例如 3.3V 和 1.8V) 的内核电压迁移，这也导致了这些器件可支持的 I/O 电压向下扩展。新型低功耗处理器、ASSP 和 FPGA 器件可支持的 I/O 电压降低，使系统设计人员面临设计挑战，因为他们尝试将这些处理器与需要在更高 I/O 电压电平下运行的外设进行互连。系统设计人员需要根据与 I/O 电压无关的参数 (例如数据速率、灵敏度和驱动强度等) 选择外设。低功耗处理器和外设之间的 I/O 电平不匹配通常是由接口类型和信号标准太多导致的。I²C、SPI、MDIO、RGMII、SMBus、I²S、GPIO 等接口和许多其他接口通常需要在处理器

和外围器件之间进行电平转换。系统设计人员正在转向集成电平转换器的 IC 器件，从而以简单、高效且具有成本效益的方式解决其设计中器件之间的 I/O 电平不匹配问题，而不必牺牲系统性能。请参阅下图 1，了解可能需要基于系统处理器 I/O 配置方式进行电平转换的常见系统外设。电平转换器件具有多种电压电平范围、通道配置和 I/O 类型。德州仪器 (TI) 提供了大量的电平转换解决方案产品系列，这些解决方案能够满足大多数处理器到外设互连的电平转换需求。德州仪器 (TI) 电平转换产品系列包括方向控制、自动双向、固定方向和用特定的电平转换器件，支持推挽和开漏 I/O 类型。选择与处理器或 FPGA 配合使用的电平转换器件将取决于可用的 I/O 资源、使用的控制接口以及在 FPGA 或处理器中配置的 I/O 类型等因素。系统设计人员在选择电平转换器件时的主要考虑因素包括需要转换的电压电平、需要转换的位数或通道数、所需的电流驱动、数据速率和方向性。对于 SPI、UART 和 JTAG 等常见接口类型，TI SN74AXC、SN74LXC、TXU 和 TXB 系列的推挽式电平转换器件可以提供易于实施的解决方案，并采用业界通用封装。对于 I²C、SMBus 和 MDIO 等开漏接口，TI 的 TXS 和 LSF 电平转换系列提供了具有成本效益的解决方案，这些解决方案采用各种通道数和业界通用封装类型。有关常用接口类型的推荐电平转换器件列表，请参阅表 1。更多有关 TI 所有电平转换解决方案的信息，请访问 [TI 的电平转换登录页面](#)。

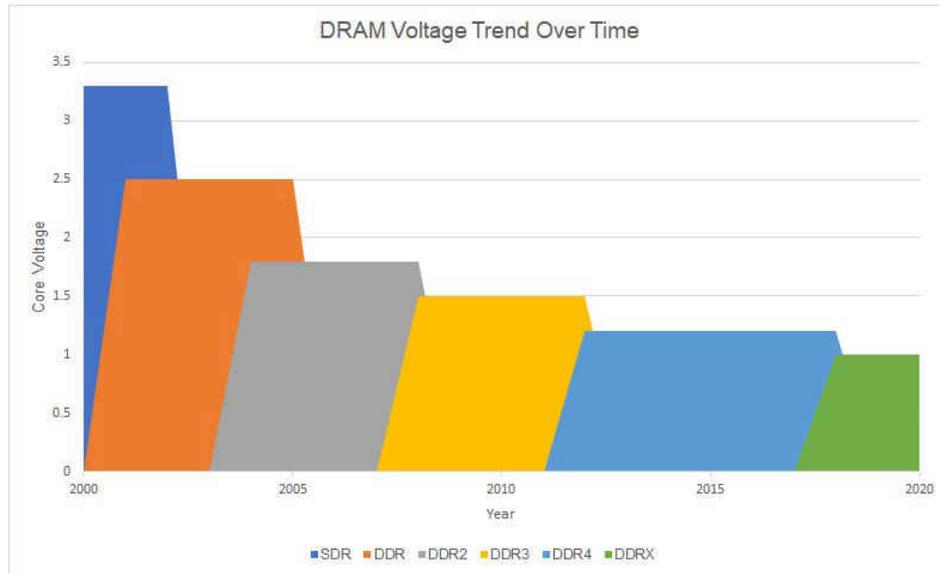


图 1. DDR 存储器电压随时间变化的趋势

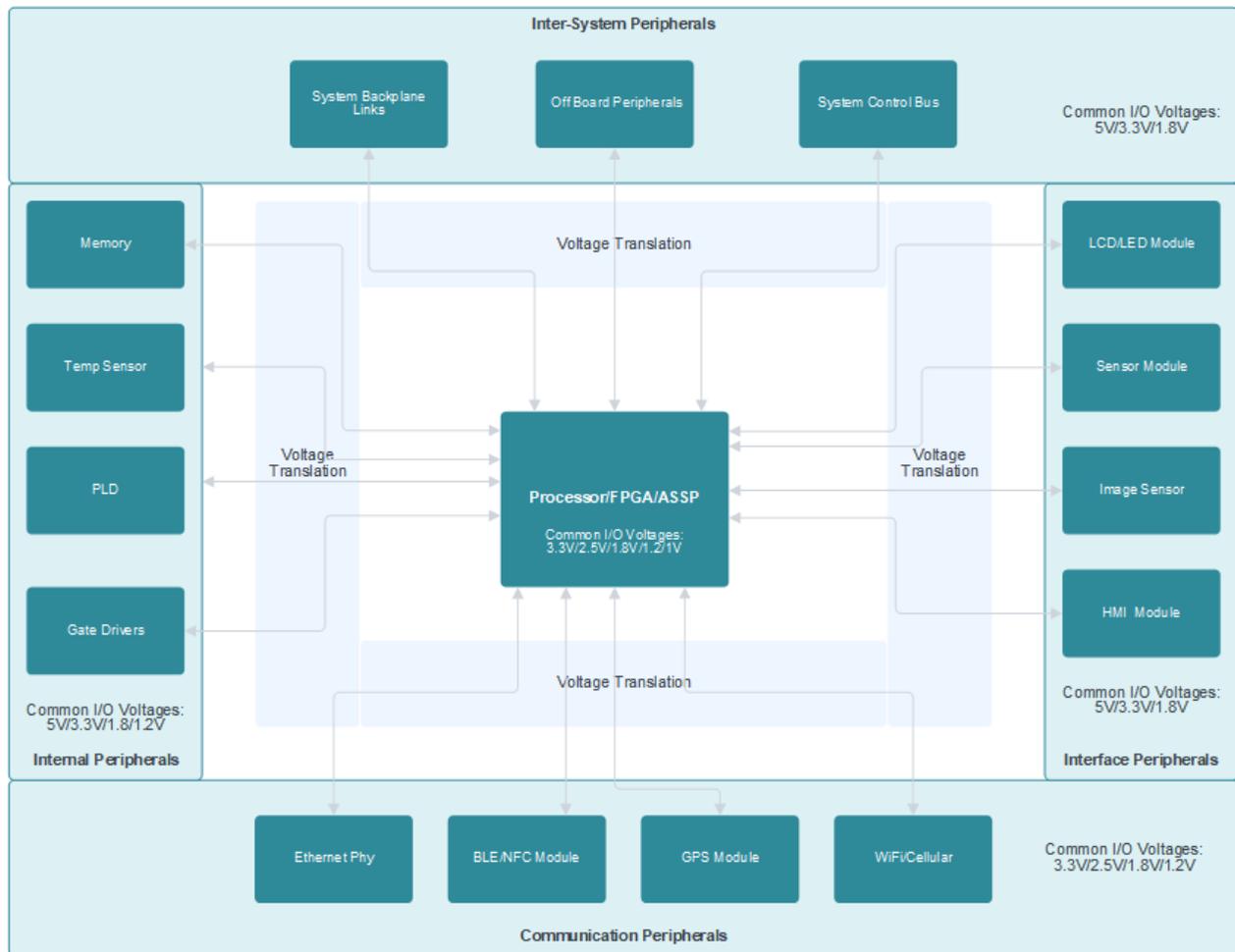


图 2. 需要电平转换的潜在系统外设和子系统

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	TXS0102 / LSF0102
IC-USB	SN74AVC2T872 / TXS0202	不适用
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	SN74AXC8T245	SN74LXC8T245

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 © 2023，德州仪器 (TI) 公司