



利用成本优化型 FPGA 和 自适应 SoC 释放创新潜能

在不降低性能或效率的
前提下提升设计水准

AMD

同超越，共成就 —

概述	2
电子产品设计的 当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于 可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的 可编程器件	13
选择合适的 合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的 佼佼者	15
适用于人工智能和 机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

概述

随着物联网 (IoT)、机器视觉和 AI 等创新技术进入边缘计算领域, 开发者需要更灵活、节能和低成本的全新架构。本电子书介绍了 FPGA、自适应 SoC、ASIC 和其他标准处理器之间的区别, 旨在帮助创新者确定最适合自身应用的方案。

本电子书主要侧重于为读者介绍成本优化型 FPGA 和自适应 SoC 技术, 说明这些技术如何在不降低性能或效率的前提下, 为硬件设计提供软件编程能力带来的灵活性优势。

本电子书还探索了 AMD 成本优化型器件的未来发展, 介绍了 AMD 对于低密度和中端 FPGA 成本优化型产品组合 (COP) 的长期承诺, 以及该产品组合如何有助于为几乎所有应用提供可编程逻辑的优势。



概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

电子产品设计的当前趋势与挑战

每一轮创新浪潮都会带来新应用和新的设计挑战。本部分介绍了当今推动电子行业发展进步的一些行业和技术趋势。

趋势

I/O: 联网的优势不容忽视, 在未来几年内, 几乎所有嵌入式设备都有可能接入网络。为了读取这些设备要连接的各类传感器, 需要更多的 I/O。2022 年, 仅汽车应用领域的传感器市场体量就达到了 345.9 亿美元, 预计未来 10 年间将会增加一倍以上, 达到 764.3 亿美元¹。实时响应能力让系统能够立即使用数据, 在每一个层面上提高效率。

能效: 过去十年间, 节能成为消费者和企业心目中日渐重要的一个课题。一方面, 人们对节能更加重视, 另一方面, 器件供电运营成本却居高不下, 这共同促成了一种趋势: 尽可能降低每种电子器件的功耗, 尤其是始终保持开启状态的联网器件。高度集成的器件 (有时也称为系统级芯片 (SoC)) 具有在单一器件上整合多种功能的额外优势, 不但能缩小系统的整体外形尺寸, 还有助于降低能耗。

安全性: 随着网络攻击日渐猖獗, 加之其会对企业盈利造成重挫, 这凸显了物联网安全性的重要意义。然而, 数据泄露的真实代价其实很难衡量。除了罚款和恢复成本等直接代价之外, 还有客户信任损失、整体品牌形象遭到破坏等潜在影响。

AI 在边缘计算领域的应用: 物联网最主要的优势之一莫过于利用数据推动人工智能 (AI) 发展。随着 AI 进入边缘计算领域, 器件的智能化水平和功能都需要加强, 以便进一步实施或支持 AI。从收集传感器数据、处理数据直到采取行动, 必须确保较低的延迟, 以提供实时响应能力。

设计挑战

每一次技术进步都会带来新的设计挑战。例如, 互联网自诞生至今, 已经给几乎每个行业带来了巨大的价值。但与此同时, 它也给开发者带来了层出不穷的新难题, 例如管理有线/无线连接、管理海量数据, 以及保障数据安全等等。未来几年间, 开发者需要应对以下许多挑战:

灵活性: 适应性或许是开发者要应对的最重要的设计挑战。通过可编程解决方案, 开发者可以轻松开发系统, 也能在系统部署后轻松执行更新。在系统硬件方面, 开发者需要同样的灵活性, 以便随着时间的推移做出调整, 满足不断变化的应用要求。这其中包括在部署后更换硬件的能力。



概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19



管理 I/O:更多的传感器对 I/O 提出了更高的要求。然而,标准处理器能够提供的 I/O 有限。开发者需要找到一种架构来支持更多 I/O,或者将多个数据源整合到一个 I/O 通道之中。

尽可能降低延迟:延迟会影响性能和能效。为了实现实时响应,系统需要在各个层面进行优化,从而尽可能减少延迟。数据收集、存储和/或传输速度直接影响到器件的响应速度和功耗。

不断发展变化的安全领域:安全性是一个动态多变的目標。业界会不时发现新漏洞,无论安全系统有多强大,都必须能够与时俱进,抵御新的漏洞。此外,为了确保安全性,互联系统要保护的不只有数据,还有代码及其操作。另外还必须妥善实施安全措施,以免主处理链不堪重负,或者系统电力耗尽。为此,开发者需要一种高效且灵活的架构。

能效:为了提高能效,开发者承担着在设计更复杂系统的同时降低功耗的重任。开发者在设计时需要考虑到架构的能效。此外,他们还需要根据具体的应用需求,灵活地在性能与成本之间取得平衡。

更小巧的外形尺寸:要缩小设计尺寸,就必须集成与整合系统功能。开发者的理想之选是单芯片解决方案,它能将所有必要的功能集成到同一个器件上。这不但能缩小系统尺寸,还能提高性能和能效,因为不会产生片外操作的延迟和额外功耗。此外,减少组件数量也能简化和加速系统设计。

数据预处理:AI 在边缘计算部署中的重要性与日俱增,系统需要能够更快地处理更多数据,这其中包括数据的存储与处理。标准化架构能够有效支持的数据和处理类型往往有限。开发者需要具备灵活适应能力的架构,从而根据相关的应用、数据和应用场景对其加以定制。

面向未来:快速的创新步调加快了系统更新的频率。一年一次的软件更新已经无法再满足许多系统的需求。更新的原因多种多样,其中包括:

- 实施漏洞修复
- 添加新功能
- 修补新的安全漏洞
- 通过持续的算法开发,逐渐提高性能和效率
- 记录和收集新的操作数据,以执行预测性维护

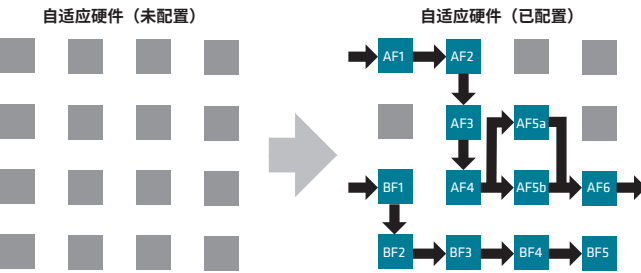
由于许多嵌入式应用高度复杂,系统的某些部分可能需要每周乃至每天更新一次。最重要的是,更新必不可少。但传统处理器架构只能更新软件。这制约了在系统部署后可实施的变更类型。开发者需要多种灵活的架构,从而将软件的适应能力拓展到硬件。通过 AMD 自适应计算解决方案,即便在部署完成后,工程师也能更新软件和固件。

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

可编程逻辑的优势

长期以来, 可编程逻辑都是应对上述诸多设计挑战的强大技术, 它将软件可编程性的灵活性引入硬件设计, 而且不影响性能或效率。

传统处理器等标准化器件的一个特点就是功能固定。这意味着, 它们自身具备的功能以及支持的功能都是固定的。此外, 这些功能固定的器件通常包含具体应用不需要功能; 但即便这些功能不会投入实际使用, 仍会占用芯片空间并消耗电力。



可编程逻辑允许开发者针对特定应用进行硬件定制。器件只会实现必要的功能。此外, 可以在处理链中集成数据预处理器等自定义逻辑, 从而大幅提升系统吞吐量。

什么是 FPGA?

现场可编程逻辑门阵列 (FPGA) 技术有着长久的发展历程。早在 1985 年, 赛灵思 (现为 AMD 的一部分) 就生产出了首批具有商业可行性的 FPGA。这款名为 XC2064 的初代器件凭借可编程逻辑门电路以及这些逻辑门电路之间的可编程互连, 为可编程逻辑市场的起步做出了重要贡献。

通过可编程逻辑, 设计师能够以更为低廉的成本快速实现定制硬件。最初问世的这些芯片给设计带来了翻天覆地的变化, 让硬件得以获享软件的灵活性。开发者可以在 FPGA 上测试电路设计, 并将其投入到生产系统之中, 以验证运行情况并解决各种问题。在设计获批后, 开发者即可安心地改用定制 ASIC。这种工作流程让开发者得以更快地将复杂产品推向市场。

可编程逻辑的灵活性对于许多应用都至关重要, 足以促使他们在最终生产系统中采用 FPGA, 绕过定制 ASIC。FPGA 可在现场重编程, 让“硬件”电路的更新与软件一样轻松。

自 1985 年至今, FPGA 技术不断发展完善, 整合了广泛的功能。例如, 随着门电路数的增加, FPGA 可以包含一个完整的嵌入式处理器。这种处理器可针对特定应用定制, 让设计师能够优化性能, 进而满足实时要求。对于高度注重延迟和吞吐量的功能, 可以并行复制处理元件, 从而加快处理速度。由于器件仅实现必要的功能, 效率和功耗也能得以优化。

什么是自适应 SoC?

自适应 SoC 是一种围绕自适应计算架构和设计方法构建的器件。此类芯片级系统集成化程度较高, 可在单个芯片中提供所需的全部功能。通过这样的系统, 开发者还可以利用整体应用加速 (WAA) 和 Dynamic Function eXchange (DFX)。

WAA 是一种设计方法, 让开发者可在整个应用中优化和加速处理过程。整个系统的实现方式并不是创建一系列分别优化的子系统, 再将其链接在一起, 而是通过合理利用每一个组件来实现协同加速, 为大幅度改进创造良机。

DFX 也是一种设计方法, 它将当前未使用的系统资源重新分配给可使用这些资源的其他任务。类似于微控制器单元 (MCU) 通过运行不同软件来改变功能, DFX 可以重新配置可编程逻辑的各个部分, 从而改变 FPGA 的功能, 而设计的其他部分则照旧继续运行。

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

自适应计算: 不仅限于可编程逻辑

新一代 FPGA 和自适应 SoC 不断集成对现代嵌入式应用至关重要的新功能。最初的可编程逻辑器件要求设计师使用硬件设计工具，类似于定制 ASIC 布局所用的工具。而通过利用现代 FPGA 开发工具，设计师甚至可以在不编写底层代码的情况下利用 FPGA 技术。

开发者可以利用广泛的 AMD IP 目录，不需要从零开始构建系统。他们可以从多种生产就绪的 IP 块中进行选择，从而大幅度简化和加速 FPGA 设计。

有了这些 IP 块，开发者即可快速、轻松地实现功能。所有必要的代码都是现成的，已经在实际应用中进行过测试和验证。开发者只需拖放所需的 IP 块即可。开发平台可轻松实现功能分区、互连结构构建和块连接，从而创建能够优化性能的定制电路。

AMD IP 目录包括 70 多种不同的 IP 产品，例如基于 RISC-V 指令集的 MicroBlaze™、MicroBlaze™ V、以太网、1/10/25GigE Vision、PCI Express®、CAN、SPI、I2C 等。

凭借如此广泛的 IP 块，开发者可以快速构建针对其应用而优化的定制系统。我们还针对多种应用提供了完整的设计样例，包括：

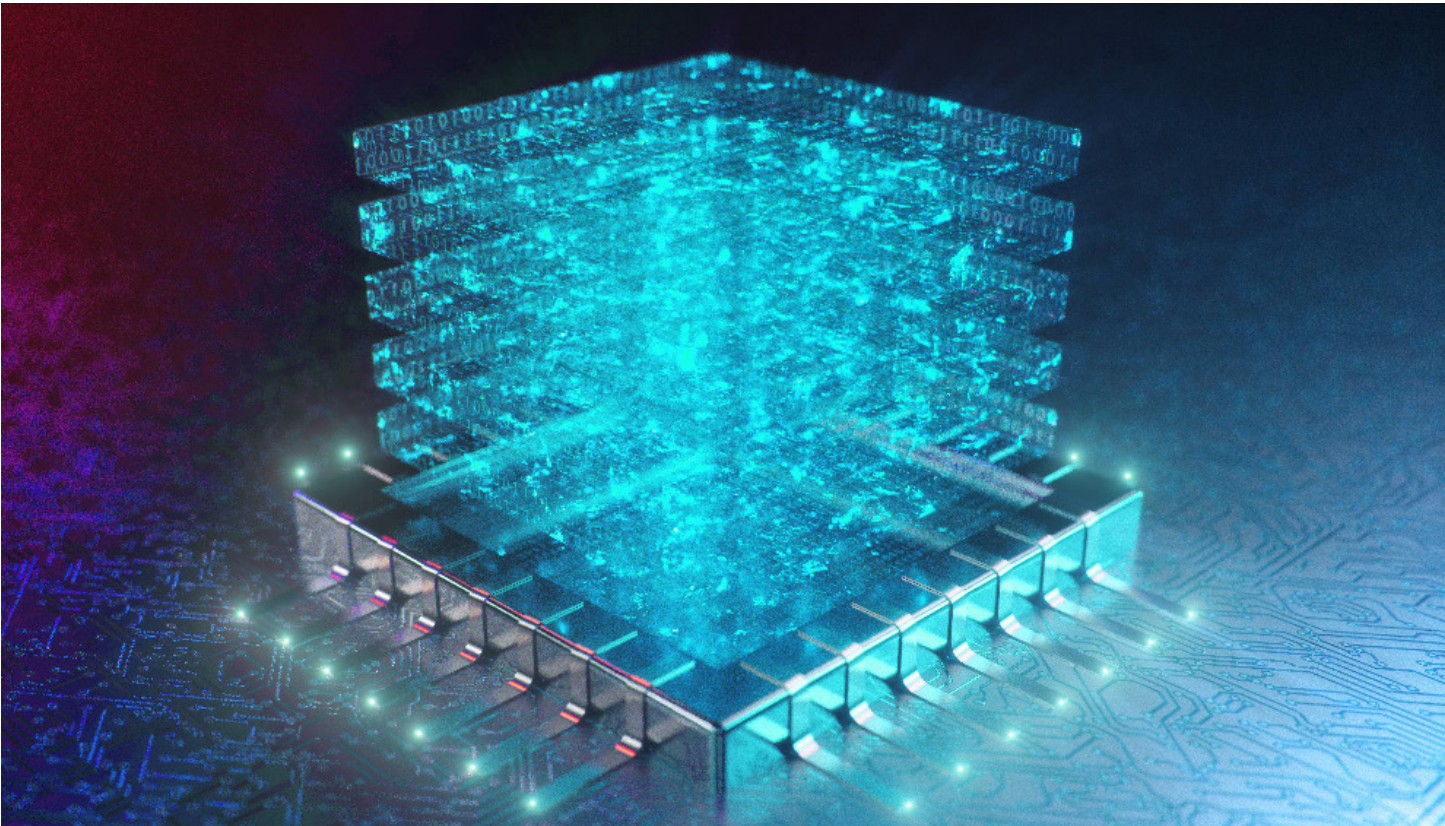
- AMD MicroBlaze™ V 参考设计
- PWM 控制器参考设计
- SPI 闪存控制器参考设计：
- UART 通信参考设计

硬件性能与软件灵活性充分融合

为了实现高性能、超低延迟或低功耗，硬件加速不可或缺。例如，组装生产线上的物体检测和语音识别都需要复杂的算法。为优化性能和效率，必须对应用架构进行定制。许多设计师都通过设计自己的 ASIC 或 SoC 来优化处理过程。

但如果采用 ASIC 方法，开发者在实现新设计时需要花费超过 18 个月的时间。此外，现场的传统器件均受制于其现有功能。

设计师可以选择基于自适应计算平台构建自己的应用，而不必承担设计 ASIC 的成本和延误。他们不必利用固定功能硬件（包括 DSP 和 GPU 等协处理器）来实现功能，而是可以使用可编程逻辑达成这一目标。



侧栏

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算：不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

AMD Vivado™ Design Suite：适用于 FPGA 设计的精简生产开发平台

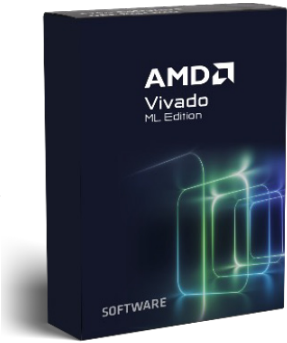
高质量的设计工具和专家支持可大幅度简化和加速设计工作。

凭借快速设计和交付产品的能力，更短的上市时间可转化为市场优势，并降低开发成本。

许多 FPGA 供应商提供的工具采用的都是设计师并不熟悉的方法。此外，这些工具不够成熟，可靠性未经过验证，往往只能提供有限的 IP 库。

在设计产品时，您一定不希望从概念到最终设计的整个过程中使用不同供应商的多种工具。AMD Vivado™ Design Suite 提供了端到端的开发环境，功能全面，覆盖设计验证、合成、布局布线、时序分析、闭合以及调试和仿真。此外，AMD 还提供全球技术支持服务，进一步为设计进程加速。

[单击此处](#)，进一步了解 Vivado Design Suite。



自适应计算的核心在于，处理过程也必须能够适应应用需求、数据和处理过程所用算法的变化。例如，AI 和嵌入式视觉等应用在不断发展，其底层算法也在不断变化。自适应计算平台（如 FPGA 或自适应 SoC）支持适应此类变化，确保应用在部署后很长时间内仍能保持可优化的性能和超低的延迟。因此，这种架构既能提供实时的硬件性能，又具有软件的实现灵活性。

通过硬化功能优化性能

FPGA 的核心功能是可编程逻辑，但如今的 FPGA 通过集成提供了更多功能。许多应用共享某些常用功能，包括不同类型的处理器、通信协议、安全性功能和存储器控制器。例如，存储器控制器可实现工业标准接口。大多数应用都不需要定制，因此可以在特定 FPGA 器件中，以硬化块的形式实现这些标准化功能。

通过可编程逻辑实现的功能称为软功能。硬化功能是集成于 FPGA 中的标准化功能。例如，硬化处理器是与 FPGA 的可编程逻辑资源相集成的处理器核心，而软处理器则是利用 FPGA 的可编程逻辑构建而成。

相较于软功能，使用硬化功能的优势在于，它能提供更出色的性能和能效。此外，它还有自己的专用 I/O，完全不会占用 FPGA 的可编程逻辑资源。

根据应用的需要，有多种硬化功能可供选择。迄今为止，AMD 是少数几家提供硬化存储器控制器的 FPGA 供应商之一，能够为使用外部存储器的 FPGA 应用优化性能和能效。

硬化资源列表如下：

- 硬化 LPDDR4x/5
- 硬化 PCIe®
- 硬化 UltraRAM
- 硬化 True Random Number Generator (TRNG)

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

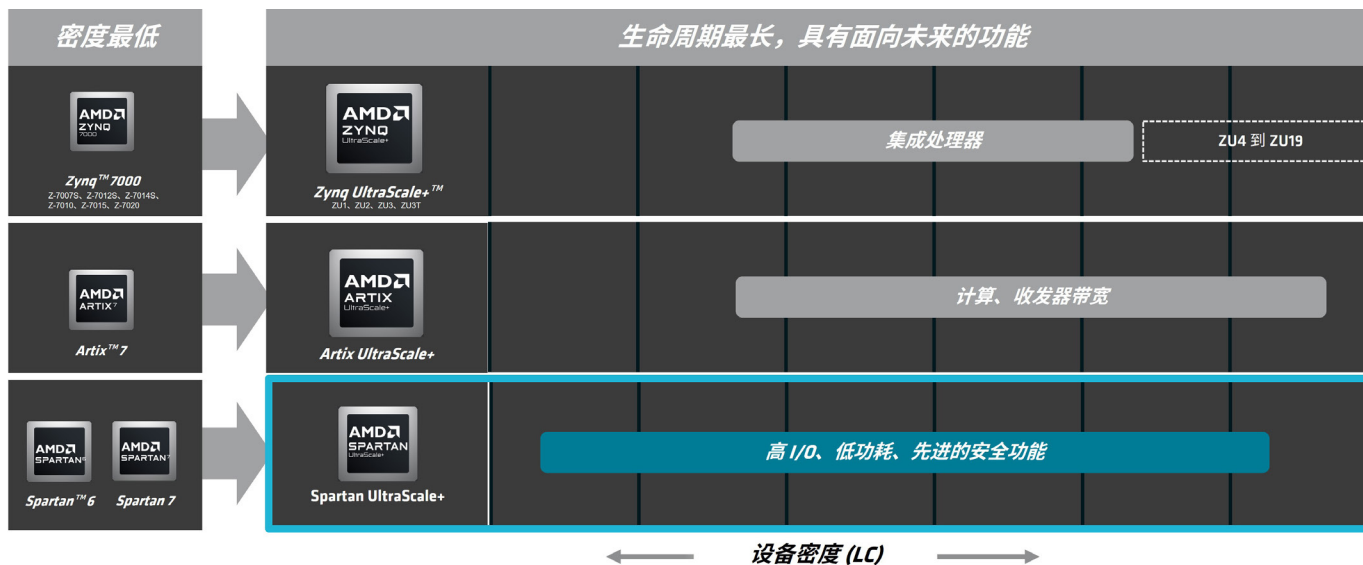
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合

成本优化, 高 I/O, 低功耗。

长久以来, FPGA 都用于前沿应用, 能够实现比传统架构更高的性能和效率。凭借灵活性优势, FPGA 还可用于许多中低端应用, 如工业控制器、I/O 扩展、板卡管理与控制、医疗监护设备等。

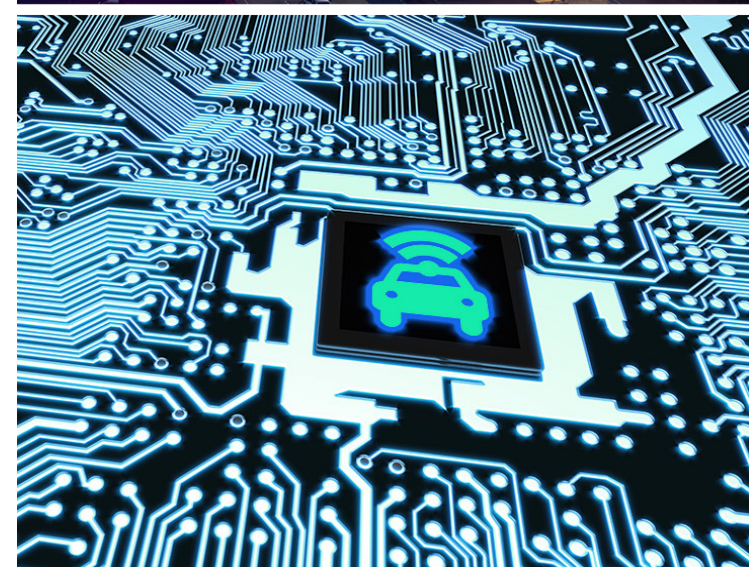
AMD 致力于 FPGA 的发展。成本优化型产品组合提供了广泛的可编程逻辑产品, 可满足多种应用的需求。成千上万的开发者依靠 AMD 成本优化型产品组合实现灵活的设计、更高的性能和更出色的能效。

成本优化型产品组合涵盖多个 FPGA 和自适应 SoC 系列, 以及 45 nm 到 16 nm 的多种制程工艺, 还包括部分 AMD Zynq™ 7000 FPGA 器件, 如 AMD Zync™ Z7010 FPGA。请参见下图。



AMD 成本优化型 FPGA 产品组合。

来源: <https://www.avnet.com/wps/portal/apac/products/product-highlights/xilinx-cost-optimized-portfolio/>



概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

架构特点

AMD 成本优化型产品组合包括专为降低成本和功耗而设计的架构。部分器件还有其他重要架构特点, 包括:

灵活的 I/O: AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 系列的 I/O 与逻辑资源比更高。这些 I/O 支持一系列高速差分信号传输接口的 3.3V 标准, 因此可更轻松地集成常用设备。

PCIe®: 这些器件支持 PCIe Gen 3 或 Gen 4 端点和根端口实现, 可处理多条高带宽流量通道, 轻松驾驭片内和片外数据传输。

集成内存: 块 RAM 提供专用的 36 Kb 内存块, 灵活性出众。每个块 RAM 都有两个读写端口, 可通过单个 36 Kb 存储器或两个 18 Kb 存储器的形式实现。UltraRAM 的容量至高可达到 14 Mb, 可作为开发板外存储器的片上替代品, 有助于提高整体性能。

内部系统监控: 嵌入式 ADC 可监控内部电压轨和设备温度, 适合对安全性和可靠性要求极高的系统。



优点

成本优化型产品组合中的 FPGA 具有显著的优点, 其中包括:

在优化成本的基础上提供出色性能: 这种 FPGA 产品组合提供了十分广泛的可选器件, 兼顾功能组合与经济性, 能够经济高效地满足各种应用的要求。

能效: 可利用这些 FPGA 平衡性能与功耗, 从而为低功耗应用提供必要功能, 不做任何妥协。

小型化: 嵌入式应用通常有着严格的物理条件限制。成本优化型产品组合提供了多种架构, 可在物理尺寸与逻辑资源之间实现平衡。

丰富的产品组合

成本优化型产品组合下的每个系列都有着独特的价值:

AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA (将在下一章介绍): 这种架构在 COP 产品组合中具有最高的 I/O 与逻辑资源比^{1,2}, 因此是需要丰富 I/O 功能的成本敏感型低功耗应用的理想选择。

AMD Artix™ UltraScale+™ FPGA: 该系列 FPGA 具有较高的数据吞吐量和 DSP 计算能力, 可为需要处理和移动大型数据集的系统提供高达 192 GB 的总带宽。

AMD Zynq™ UltraScale+™ FPGA: 该系列在单个器件中集成 Arm® 处理器和可编程逻辑, 性能和灵活性均十分出众, 可优化嵌入式处理并提供高集成度, 且不需要使用外部标量处理器。

AMD Spartan™ 7 FPGA: 该 FPGA 系列有着卓越的单位功耗性能, 其器件尺寸更小巧, 并且 I/O 高, 可为任意对任意连接、协议转换、桥接、传感器融合和嵌入式视觉等应用提供设计灵活性。

AMD Artix™ 7 FPGA: 该架构可为节能应用提供出色的收发器带宽, 支持多达 16 个 6.6 Gb/s 收发器和 DDR3。

AMD Zynq™ 7000 FPGA: 对于高性能应用, 这种架构将单芯片应用处理器与 FPGA 可编程逻辑的灵活性相结合, 有助于降低 BOM 成本, 以及裸片间延迟。

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

出色的可扩展性

成本优化型产品组合是 AMD FPGA 产品的重要组成部分。AMD 的这一产品组合支持从小型系统到中型系统的多种设计, 可确保开发者获得适合各类应用的强大可编程逻辑技术。

AMD 致力于为开发者提供支持, 而 AMD FPGA 和自适应 SoC 产品组合的广泛产品阵容就是这一承诺中的关键部分。丰富的方案让开发者可以选择适当的组件尺寸, 以平衡其应用的性能、价格和功耗。这就意味着, 开发者可以确保有效利用可编程逻辑资源。

这一广泛的产品组合还具有可扩展性, 让开发者可以灵活选择产品组合中更高级别、更低级别的产品, 适应其自身产品线的发展变化。如果有较高端的系统需要更多的功能, 通常可以找到一种 FPGA 提供优化的资源平衡。同样, 如果 OEM 想要生产低端产品, 则可以选择低端 FPGA, 提供合适的资源平衡。

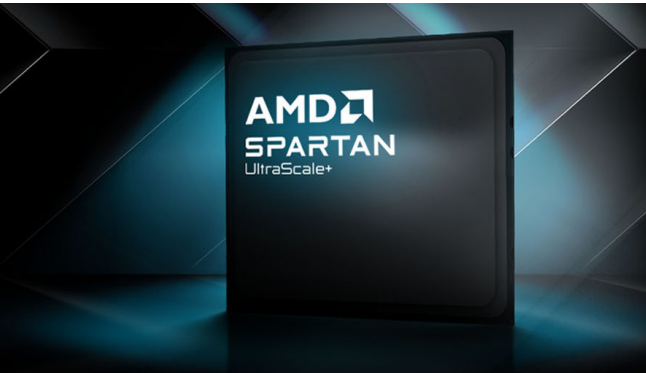
最后, 该产品组合的丰富阵容还有一重意义, 开发者在扩展自身产品线时, 很可能不需要改换不同的产品系列。在整个产品线中使用相同的 FPGA 系列好处颇多, 包括能够利用现有的 IP, 保持一致地使用 AMD Vivado™ 开发平台。



概述	2
电子产品设计的 当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于 可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的 可编程器件	13
选择合适的 合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的 佼佼者	15
适用于人工智能和 机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 系列

高 I/O、低功耗、具有安全功能的成本优化型 FPGA



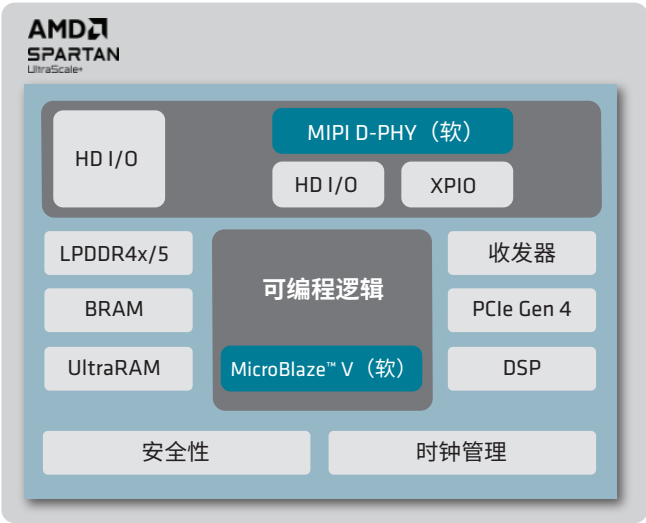
AMD Spartan UltraScale+ FPGA 系列是 AMD FPGA 产品组合的最新成员。Spartan FPGA 系列素来的强项就是为空间、功耗和成本受限的应用提供高效、灵活的可编程逻辑。首批 Spartan 器件于 1998 年开发, 2000 年出货, 多年来在诸多突破性应用中发挥了重要作用, 包括太空任务在内。

AMD 深知, 市场和应用需求会随着时间的推移而发生变化。20 多年来, Spartan 系列的进步和创新步伐从未停滞。最新推出的 Spartan UltraScale+ 系列具有比以往更强大的功能。

Spartan UltraScale+ 系列针对广泛的嵌入式应用而设计, 并实现了成本优化。它是安全、低功耗应用的理想之选, 包括嵌入式视觉、工业物联网、工业网络、机器人技术、智慧城市、医疗、AI 在边缘计算领域的应用、安全通信、视频、广播等。

系列特点

- AMD Spartan UltraScale+ FPGA 系列采用成熟的 16 nm 架构, 具有高 I/O 数量和先进的功能集:
- LPDDR4x/5 接口可实现高吞吐量、低延迟的内存访问
 - MIPI D-PHY 可连接新款摄像头和高分辨率显示器
 - 符合 PCIe® Gen4 标准, 可实现与外部系统的标准化连接
 - 具备先进的安全功能, 包括经 NIST 批准的 Post Quantum Cryptography (PQC), 可保护所连接的设备。



概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

主要优势

AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 系列为开发者提供了多方面的优势, 包括:

高 I/O 与逻辑资源比: 在许多嵌入式应用中, 一个关键要素就是能使用不同的协议/标准与许多板卡级组件连接。

因此, 全部九款 AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 都具有较高的 I/O 与可编程逻辑数量比。这让开发者能够设计出在边缘汇聚大量 I/O 的系统, 同时保持较小的物理封装面积, 有助于降低需要耗用大量 I/O、较少逻辑资源的应用的成本³。这些全面的 I/O 功能支持 1.2V 至 3.3V 的电压,

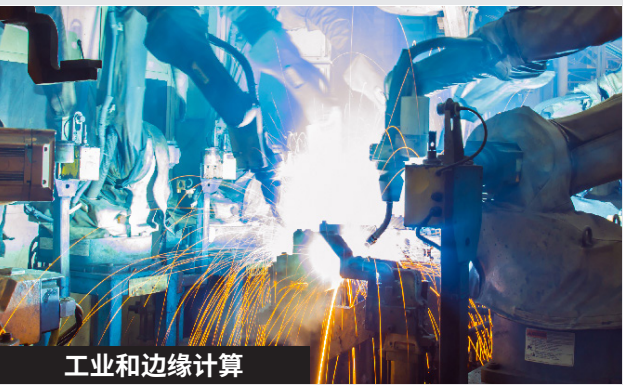
使 Spartan UltraScale+ 系列能够无缝集成自定义逻辑, 以连接多个传感器、器件和外部系统。

先进的安全性: 集成功能提供了针对安全威胁的防护, 让开发者对其设计的安全功能和可靠性更有信心。支持多种安全级别, 包括 NIST 认证的 PQC、安全启动、加密和密钥管理。

低功耗: Spartan UltraScale+ 器件采用专门的系统功耗、I/O 性能和保护优化设计。

支持主流接口: AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 系列支持主流标准接口, 包括 LPDDR4x/5、MIPI D-PHY 和 PCIe® Gen4, 因此能够更轻松地与现有系统集成。此外, 这些接口均为硬化接口, 有助于在低功耗条件下尽可能提高性能和效率, 同时节省可编程逻辑资源。

高质量开发平台: AMD Spartan™ UltraScale+™ 系列由功能强大、易于使用的 AMD Vivado™ 开发工具提供支持。Vivado 是许多设计师早已熟悉的工具, 因此开发者可利用该平台的生产力优势及丰富的 IP 组合, 加快设计速度并将产品快速推向市场。



- 工业和边缘计算**
- 工厂自动化和机器人技术
 - IIoT 网关与边缘计算设备
 - 智慧城市和智能电网



- 医疗与科学**
- 医疗设备
 - 成像 (超声波、CT/MRI、内窥镜检查)



- 有线和无线**
- 无线基础设施
 - 访问网络 and 连接



- 数据中心和云**
- 存储加速
 - 数据中心互联

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

选择合适的可编程器件

成本优化型产品组合中可选的器件十分丰富, FPGA 或自适应 SoC 的选择有可能令您感觉无从下手。先确定是否需要嵌入式处理器是一个很好的开始。基于 IP 的软处理器提供了选择和实施的灵活性。此外, 带有硬化嵌入式处理器的 FPGA (即自适应 SoC) 有助于实现高性能和高能效。

下一个考虑因素是, 是否需要高速收发器。例如, AMD Artix UltraScale+ FPGA 能以较低的器件密度提供大量收发器。

随后应该估算所需的逻辑资源数量。在设计实现阶段, 可以利用 AMD Vivado™ Design Suite 中的资源估算器, 估算各种 FPGA 资源的使用率, 包括逻辑单元、触发器、块 RAM、DSP 分片和 I/O 引脚。所需的查找表 (LUT) 数量将有助于确定最合适的系列和该系列中最合适的器件。在项目生命周期内, 确定逻辑资源的规模时, 必须考虑到范围和需求的变化, 这些都可能导导致所需逻辑资源增加。

此时, 尺寸、重量和功耗等要求有助于最终定论。有许多技术和选项可用于优化 FPGA, 以满足关键要求。例如, AMD 提供了许多采用集成扇出 (InFO) 或芯片级封装 (CSP) 的器件, 与倒装芯片封装相比, 这种封装可降低组件板卡的面积和高度。

最后, 成本优化型产品组合的一个重要优势在于, 其中往往能找到功能和容量相近的多款类似器件。最后一步就是根据最终应用要求, 确定合适的选择。由于备选项十分充足, 您可以选择最合适的器件, 只为您真正需要的功能付费。

优化可编程逻辑资源的使用

要选择合适的 FPGA, 关键在于了解并准确估算实现所需功能究竟需要多少可编程逻辑资源。但在估算资源分配时, 需要考虑一些重要因素。

举例来说, 如果器件具有较多的硬化功能选择, 那么就不需要使用器件本就有限的可编程逻辑资源来实现这些功能。这样一来, 开发者就能使用更小的 FPGA, 有助于降低总体功耗并减小尺寸。

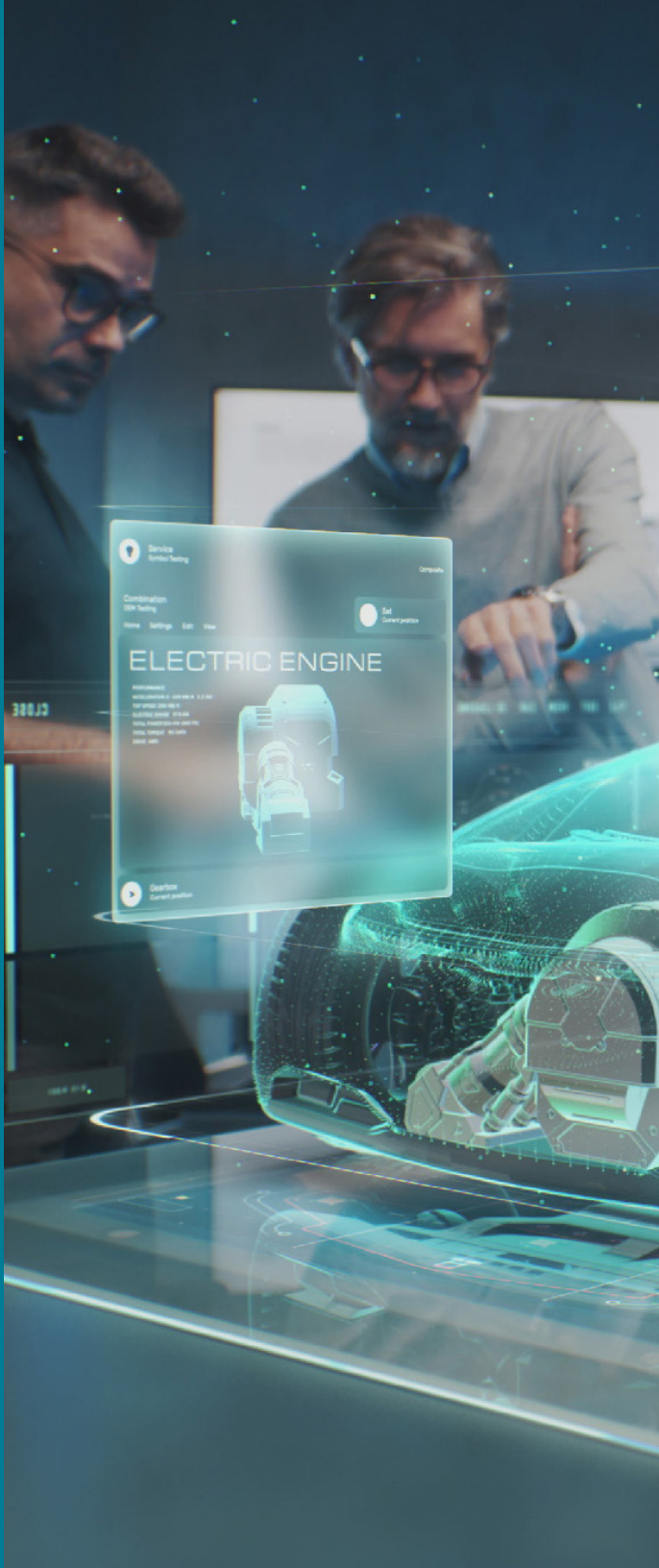
在估算资源需求时, 人们往往会忽视内部互联结构或互连因素, 但它却非常重要。AMD 在 FPGA 内部路由中使用了硬化互连。因此, 与依赖软互连的器件相比, 可编程逻辑资源的利用率更高。使用软互连时, 可用作数据资源的相关资源必须用于互连结构。

所以在比较不同的架构时, 务必要将互连结构纳入考量。只关注逻辑要求的开发者会发现, 他们需要为实现逻辑互连投入更多资源。

下表重点汇总了 AMD 成本优化型产品组合中许多产品的主要功能和特性。

	AMD Spartan™ 7 FPGA	AMD Artix™ 7 FPGA	AMD Artix™ UltraScale+™ FPGA	AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA	AMD Zynq™ 7000 SoC Z-7007S、Z-7010、Z-7012S、 Z-7014S、Z-7015、Z-70202	Zynq UltraScale+ MPSoC ZU1、ZU2、ZU3、ZU3T
逻辑单元数/ 系统逻辑单元数 (K)	102	215	308	218	85	157
RAM 总量 (Mb)*	5.4	16.0	15.2	26.79	5.9	21.2
DSP 分片	160	740	1200	384	220	576
收发器计数 @ 速度 (Gb/s)	-	16 @ 6.6	12 @ 16.375	8 @ 16.375	4 @ 6.25	4 @ 6.0 和 8 @ 12.5
DDR 接口 @ 速度 (Mb/s)	DDR3 @ 800 (软 MC)	DDR3 @ 1,066 (软 MC)	DDR4 @ 2,400 (软 MC)	LPDDR4x/5 @ 4266 (硬 MC) 和 DDR4 @ 2400 (软 MC)	DDR3 @ 1,066 (硬 MC)	DDR4 @ 2,666 (硬 MC)
PCI Express® 接口	-	Gen2x4	Gen4x4	Gen4x8	Gen3x8	Gen3x8
I/O 引脚	400	500	304	572	252	466

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19



选择合适的合作伙伴

还有一个非常关键的要素:选择 FPGA 时,您选择的不只是芯片,而是选择一家建立合作关系的供应商,而这家供应商能否在您需要之时提供所需的器件决定了您在市场上的成败。

在选择 FPGA 合作伙伴时,需要注意一些关键问题,下面列举了其中部分问题:

开发工具的复杂度如何?

在选择合适的可编程逻辑器件时,一个重要因素就是支持您利用芯片功能的工具链。新进入这个市场的公司提供的 FPGA 工具往往不够成熟。由于还没有足够的时间去发展和完善,这些工具的学习和使用体验可能令人懊恼。

AMD FPGA 系列的可扩展性如何?

为高度专门化应用而设计的 FPGA 可能有着范围过窄、性能过于受限的不足,而且使用有限的器件产品组合会带来固有风险。例如,如果现有选项无法满足您的应用对于更高或更低 I/O 的需求,您就只能降低性能或是增加成本,寻找适合应用的器件。如果备选项不够充足,您就无法根据应用合理调整 FPGA 大小,进而造成开发时间延长和/或器件成本增加。

你们能跟上我的需求吗?

供应链的可靠性是市场成功的关键。要想取得成功,开发者需要能跟上市场需求的可靠合作伙伴。即便一家供应商能提供芯片样品,也不一定代表他们能在您要求的时间内实现量产。如果供应商不能足够快地获得充分的支持,他们的 FPGA 产品线乃至整个公司都可能陷入困境,从而给您的产品线甚至是您的公司造成风险。

AMD 会在多长时间内生产这些组件,会为其提供多久的支持?

每年都有大量新芯片问世。其中许多芯片是由初创公司或新进入特定行业的公司推出的。但如果新产品的市场渗透率不够高,则会昙花一现。如果没有产品长期供货/支持承诺,在 OEM 的产品在市场上崭露头角之时,他们可能会陷入关键芯片已经停止供货的困境。

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

AMD - FPGA 领域的佼佼者

近 40 年来, AMD 一直是 FPGA 技术领域的佼佼者 (收购前为赛灵思)。AMD 可提供丰富的 FPGA 和自适应 SoC 产品, 从成本优化型产品组合, 到出色的自适应 SoC。我们丰富的 FPGA 产品组合能为各行各业、各种应用提供可编程逻辑的优势。

作为卓越芯片制造商之一, AMD 具备出色的量产和支持能力, 能够助力开发者取得成功。AMD 拥有稳定的供应链, 可支持各种应用领域的大规模量产。此外, AMD 公司自身的稳定性有目共睹。换言之, AMD 的稳定性足以支撑在产品生命周期内大批量供货的承诺。

这些因素让 AMD 能够提供卓越的产品质量, 与此同时, AMD 拥有一支反应迅速的优秀支持团队作为后盾, 而且具备值得信赖的可靠供应链。

客户选择与 AMD 合作, 就是选择与 FPGA 技术的佼佼者⁴ 与缔造者合作。是在与一家致力于推动 FPGA 技术发展的可靠合作伙伴开展深度合作。随着 AMD Spartan™ UltraScale+™ 系列的问世, AMD 展示了对低成本 FPGA 市场的持续投入与不懈承诺。

在您产品的生命周期内保持供货的组件

在选择技术合作伙伴时, 开发者挑选的供应商必须深知组件供货能力对于其成功的重要意义。汽车、工业、医疗和其他嵌入式应用的产品生命周期通常比消费类产品长得多。AMD 致力于延长产品使用寿命, 赋予开发者信心, 让他们确信所依赖的组件将在其产品的整个生命周期内保持供货。

对于生命周期较长的产品, 组件的供货能力是成功的关键, AMD 提供超过 15 年的产品生命周期支持, 让此类产品的开发者更有信心。在条件允许的情况下, AMD 会提前数年宣布延长生命周期, 例如将所有 AMD Zynq™ 7 系列 FPGA 器件的产品生命周期至少延长至 2035 年。



来源: <https://community.amd.com/t5/adaptive-computing/amd-extends-product-lifecycle-for-all-xilinx-7-series-devices/ba-p/563507>。
路线图可能会有变化。

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

适用于人工智能和机器学习的 FPGA

人工智能 (AI) 和机器学习 (ML) 正迅速成为电子行业中最重要的发展趋势之一。对于嵌入式设计, AI 在边缘计算领域的应用让系统能够通过创新的方式使用传感器数据, 从而提高性能、生产力、安全性和可靠性。随着 AI 技术的不断发展变化, 许多嵌入式器件都可能会集成 AI。

FPGA 正在成为嵌入式应用与边缘计算 AI 的高性价比解决方案。FPGA 具有支持多种数据类型的灵活性, 能够更好地适应各种应用的需求。此外, 对于需要定制处理的边缘计算应用, 可编程逻辑可利用应用特定的控制数据流和存储器层次结构提高能效。开发者需要获得一系列灵活的资源, 这些资源应该能根据其应用所需的特定 AI 实现加以定制。

AMD 成本优化型 FPGA 产品组合具有许多优势, 可以满足许多嵌入式和边缘计算应用在尺寸、成本和功耗限制方面的需求, 具体优势包括:

灵活的数据类型: 与 AI 所用数据类型相关的创新层出不穷。而 FPGA 对数据类型并无限制。开发者可以创建任何针对其应用而优化的数据类型, 甚至是大小只有一两个比特位的数据类型。根据具体应用选择合适的数据类型是 FPGA 的特有优势。

压缩算法: FPGA 可优化 AI 算法的计算方式, 消除不必要的运算, 从而精简处理过程, 提高效率。在 FPGA 中实现 AI 算法时, 可以消除“清零”的节点。因此可在不影响准确性的前提下压缩或大幅度缩减算法的大小。

密度: 灵活的数据类型与压缩算法相结合, 让开发者能够高效实现某些 AI 算法。

自定义实现: 开发者可根据应用所需的 AI 网络和数据类型, 对 FPGA 进行定制。这能杜绝资源浪费, 从而尽可能降低芯片成本、系统占用空间和能耗。

提高效率: 所有这些因素结合在一起, 意味着与基于处理器的方法相比, 许多嵌入式 AI 算法均可在耗用 FPGA 资源更少的前提下得以实现。对于在 FPGA 上实现具有几千个 LUT 的系统, 功耗可以大幅度降低, 这为特定应用场景提供了高效的替代方案。

借助 AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 架构的出色效能, 某些 AI 网络在单个芯片上即可实现。



概述 2

电子产品设计的
当前趋势与挑战 3

可编程逻辑的优势 5

自适应计算: 不仅限于
可编程逻辑 6

AMD 成本优化型
FPGA 产品组合 8

AMD SPARTAN™
ULTRASCALE+™ FPGA
系列 11

选择合适的
可编程器件 13

选择合适的
合作伙伴 14

AMD - FPGA 领域的
佼佼者 15

适用于人工智能和
机器学习的 FPGA 16

成本优化型
FPGA 的应用 17

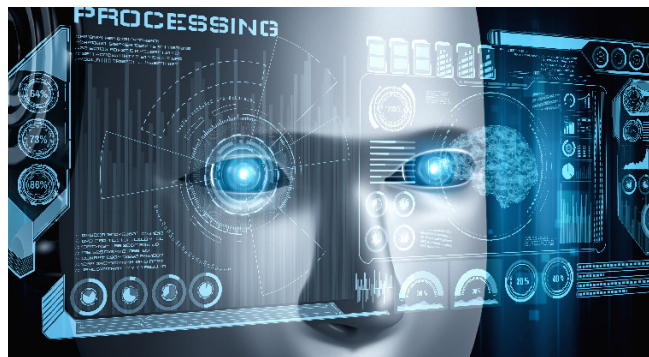
总结 18

更多资源 19

成本优化型 FPGA 的应用

AMD 成本优化型 FPGA 适合多种应用, 包括机器视觉、工厂自动化和医疗设备。

机器视觉



机器视觉技术在许多应用中得到了采用, 包括对象检测和计数、缺陷识别、字符识别和机器人导引。

使用 USB 摄像头模块或图像采集卡的机器视觉技术需要高性能的 I/O, 以实现高分辨率图像感测, 还需要与设备保持高性能连接, 从而在空间受限、电池供电的环境中高效运行。

基于 16 nm 工艺的成本优化型 AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 系列是机器视觉的理想之选。其工作电压仅有 3.3V, 支持高速传感器, 并为 x86 处理器提供了灵活的摄像头接口, 而且所有这些能力都在一个小型化封装内实现。

工厂自动化



工厂自动化的主旨就是生产流程自动化, 目的在于降本增效。工业 4.0 利用工业网络、AI 和机器人技术, 为这些系统赋予“智能”。

工厂自动化应用需要基于不同通信和工业以太网标准的连接。它们还要求在系统级别遵循安全标准, 并且必须实现有效的数据缓冲和存储。

AMD 的成本优化型 AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 是工厂自动化应用的理想之选。它提供了来自 AMD 及其合作伙伴的多种 IP 选项: EtherCAT、ProfNET/ProfIBUS、TSN 和/或 CAN。它还提供复杂的安全功能, 如安全转矩关闭 (STO)、安全停止 (SS1/SS2) 和安全移动方向 (SDI)。它还将 LPDDR4x/5 用作外部存储缓冲区。

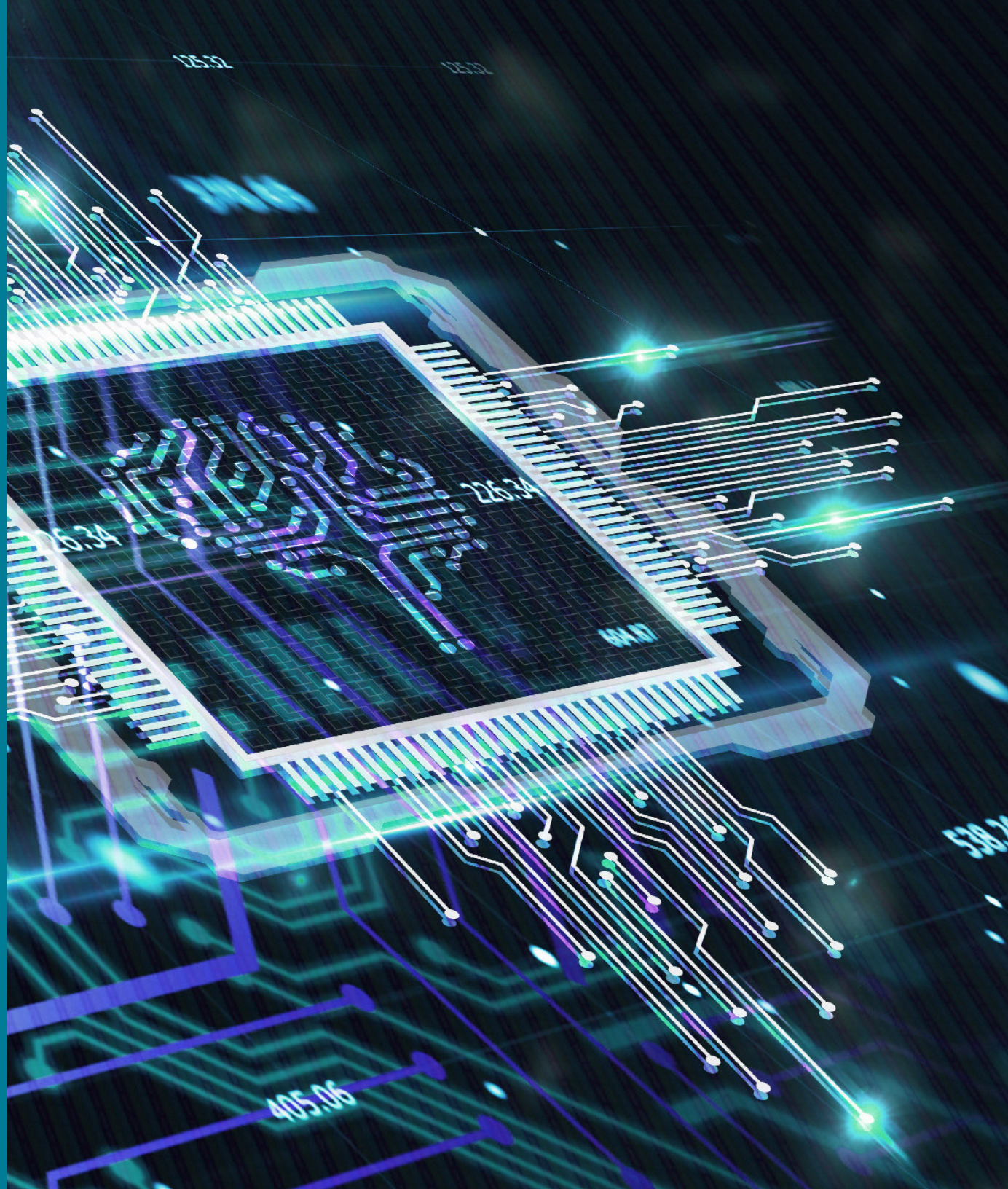
医疗设备



自动体外除颤器 (AED) 等便携式医疗设备可在紧急情况下挽救生命。为了保证此类设备可靠工作, 离不开安全的无线连接和访问控制、支持多种传感器类型的灵活 I/O, 以及持久的耐用性 (考虑到 FDA 要求的较长审批周期)。

成本优化型 AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 提供经验证、经加密的固件, 有助于保护信息、防范篡改, 因此是便携式医疗设备的理想之选。凭借可定制的 I/O, 它还支持多种类型的传感器, 有助于增强 AED 设备的多功能性。这款产品的生命周期长达 15 年, 适用于 FDA 监管的医疗器械。

概述	2
电子产品设计的 当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于 可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的 可编程器件	13
选择合适的 合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的 佼佼者	15
适用于人工智能和 机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19



总结

通过推出全新 AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA 系列，AMD 进一步扩大了中低端 FPGA 成本优化型产品组合中低功耗产品的阵容。这一新系列及整个 FPGA 产品组合让开发者能够应对新创新、新应用和新技术带来的诸多挑战。

可编程逻辑提供了强大的架构，将软件可编程性的灵活性引入硬件设计，而且不影响性能或效率。FPGA 的功能不像固定功能器件那样处处受限，而是能够适应不断变化的市场需求。自适应 SoC 就是其中灵活性出众的器件，这种高度集成的 FPGA 可提供单芯片解决方案。

AMD 在收购 FPGA 技术领域数十年以来的领导者赛灵思后，凭借其成熟的芯片、高度精简的开发平台以及出色的可扩展性，AMD FPGA 可为开发者提供在竞争中脱颖而出的优势。

AMD 致力于引领 FPGA 行业发展。凭借对新产品系列的持续投资，AMD 打造了非同凡响的可编程逻辑器件产品组合。AMD 不但能提供卓越的组件，更有延长的产品供货期，能够成为值得您信赖的合作伙伴。

如需进一步了解 AMD 成本优化型 FPGA 产品组合，请访问：www.amd.com/cost-optimized。

如需进一步了解 AMD Spartan™ UltraScale+™ FPGA，请访问：<https://www.amd.com/spartan-ultrascale-plus>。

概述	2
电子产品设计的当前趋势与挑战	3
可编程逻辑的优势	5
自适应计算: 不仅限于可编程逻辑	6
AMD 成本优化型 FPGA 产品组合	8
AMD SPARTAN™ ULTRASCALE+™ FPGA 系列	11
选择合适的可编程器件	13
选择合适的合作伙伴	14
AMD - FPGA 领域的佼佼者	15
适用于人工智能和机器学习的 FPGA	16
成本优化型 FPGA 的应用	17
总结	18
更多资源	19

更多资源

- [成本优化型产品组合 \(xilinx.com\)](#)
- [AMD Spartan™ 7 FPGA 系列 \(xilinx.com\)](#)
- [AMD Artix™ 7 FPGA 系列](#)
- [AMD Artix™ UltraScale+™ FPGA 系列](#)
- [AMD Zynq™-7000 SoC 系列](#)
- [AMD Zynq™ UltraScale+™ MPSoC 系列](#)
- [面向成本优化型设计的开发板与套件](#)
- [AMD Spartan™ UltraScale+ FPGA 系列](#)

尾注

1. SUS-001。基于 AMD 2023 年 12 月的内部分析, 根据 AMD 产品数据手册对比 Spartan™ UltraScale+™ FPGA 与先前数代 AMD 成本优化型 FPGA 的总 I/O 逻辑单元比。
2. SUS-01。基于 AMD 2023 年 12 月的内部分析, 根据 AMD 产品数据表对比 Spartan™ UltraScale+™ FPGA 与先前数代 AMD 成本优化型 FPGA 的总 IO 逻辑单元比。
3. SUS-09。基于 AMD Spartan UltraScale+ SU10P FPGA 与 Spartan 7 7S50 FPGA 的数据手册对比, 并根据截至 2024 年 2 月的 AMD 标价计算每个 I/O 组所节省的成本, 针对至少需要 200 GPIO 的用户设计。价格可能会有变化, 结果可能有所不同。
4. SUS-12。收入数据, Omdia 竞争格局工具 CTL 季度半导体市场份额, 2023 年 11 月。