



利用自适应计算提高电力驱动控制与效率

利用先进驱动控制技术优化电机性能并降低功耗

AMD

同超越，共成就 —

执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

执行摘要

电机无处不在,在电梯、扶梯、机器人驱动器/执行器、电动车、火车、医疗器械、航空系统、家用电器(如洗衣机和车库门开启器)等设备中都有它的身影。

许多工厂都有成百上千的电机,为驱动装配线和其他设备的机器人提供动力。据估计,在全球工业部门的总用电量中,大约有 70%¹ 与电机和电机驱动系统有关。如果能提高驱动的效率,哪怕仅有 1%,也会对运营成本和环境产生十分可观的积极影响。

降低功耗、降低电机噪音、避免振动、预测正确的维护时间,以及尽早检测出故障以避免故障实际发生都有着至关重要的意义,您可以利用 OTA 更新来延长每一台电机的使用寿命。

AMD Kria™ 模块化系统 (SOM) 在电力驱动控制中发挥着重要作用。它们可以优化性能、提高电机工作效率,并提供更好的可扩展性和可靠性。自适应电机控制解决方案还能提高集成程度,从而减少组件数量并降低成本。

在本电子书中,您将了解到电机的发展演变,以及可以通过电机控制来处理的性能参数。我们还会介绍电机控制的概念及其不同的实现方法。除此之外,我们还会探索电机控制技术在提高车辆充电效率方面的应用。最后,我们将向您介绍 AMD 的一些尖端技术,并展示 AMD 的部分客户如何在各种电机控制应用中运用这项技术。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19



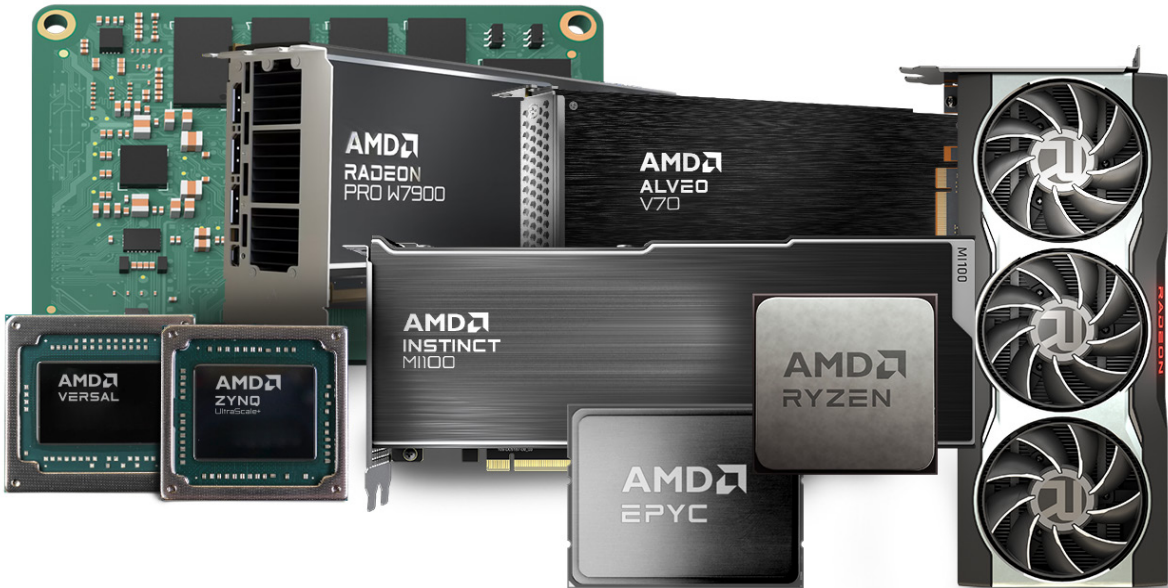
AMD 简介

AMD 是一家全球性的半导体公司，面向四个主要市场设计和提供产品：

- 工业、视觉、医疗和其他嵌入式市场，主要包括嵌入式微处理器、FPGA 和自适应 SoC 产品；
- 数据中心，主要包括面向数据中心的服务器微处理器、GPU、DPU、FPGA 和自适应 SoC；
- 客户端，主要包括微处理器、集成微处理器和显卡的加速处理器，以及用于台式机和笔记本电脑的芯片组；
- 游戏，主要包括独立 GPU、半定制系统级芯片 (SoC) 产品和开发服务。

50 多年来，AMD 一直致力于推动高性能计算、图形和可视化技术的创新。AMD 员工专注于打造领先的高性能产品和自适应计算产品，不断突破极限，创造无限可能。在日常生活中，有数十亿人依靠 AMD 技术改善其生活、工作和娱乐方式。

我们的业务覆盖全球 50 多个地点，其中包括工程研发设施、销售和业务服务机构以及运营办事处等。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

电机及其发展简介

电机类型及其工作原理。

电机的应用十分广泛，从大型工业设备、汽车、火车、扶梯，一直到无绳电动工具和家用电器。电机可将电力转化为机械运动，也可将机械运动转化为电力。在使用机械力驱动电机时，电机会产生电能。如果使用电力驱动电机，则其会产生作用力，进而产生运动。

举例来说，在您开车上坡时，您是在使用能量，但在下坡时，则是在产生能量。

无刷伺服电机

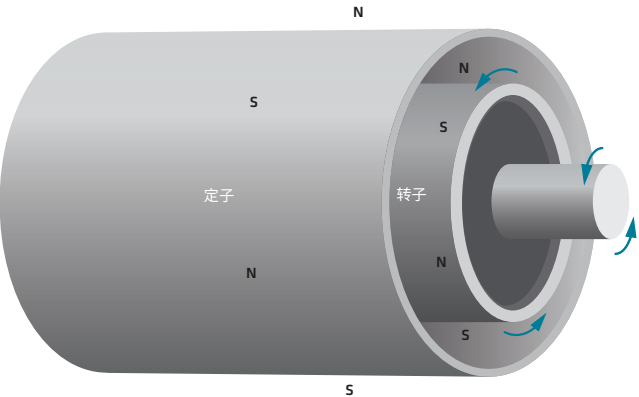


图 1. 在无刷电机中，定子中形成的旋转磁场与转子的磁场相互作用，产生转矩，从而推动转子转动。

电机分为很多种类型，包括有刷电机、无刷电机、步进电机、感应电机、开关磁阻电机和伺服电机。所有这些类型的电机都需要特定的控制技术。有刷电机通过机械换向为电机输入电流，而无刷电机则通过电子换向为电机输入电流。磁阻电机基于磁阻运行，“磁阻”是指材料的非均匀磁性。在此类电机中，转子倾向于从高磁阻位置移动到低磁阻位置。简而言之，转子会调整自身的位置，从而尽可能降低磁阻，由此产生旋转运动。

为简化起见，本电子书主要介绍无刷电机，但 AMD 技术在前述所有电机中均有应用。相较于有刷电机，无刷电机更节能、更静音，使用寿命也要更长。相较于磁阻电机，无刷电机的制造精度更高，尤其适用于高性能运动控制应用。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

无论动力来源如何,电机都能产生转矩,这种作用力促使转子以恒定的旋转方向或线性方向运动。转矩由电机内部的磁场产生。每个无刷电机的转子都具有永磁体。定子(包绕在绝缘导线线圈中的固定铁芯)在电机中产生旋转磁场时,转子就会跟随磁场转动(如上页中的图 1 所示)。电机效率的衡量指标是供给的电能转化为动能的比率。对电机内磁场的控制越精确、越频繁,这一效率就越高。

电力驱动装置的发展

电力驱动装置是多个系统的集合,它们共同作用,实现运动控制。这些边缘设备由电源、电源转换器、电机、机械载荷和控制器组成。现代电力驱动装置还利用了工业以太网,从而与系统级控制器(如 PLC 和运动控制器 - 用来管控电力驱动装置连接到的系统)交换命令和状态。

多年来,电力驱动装置的运行方式变化不大。它们具有现场总线连接(可连接多台机器)、定位控制、速度控制、转矩控制和电源功率分级(调制电源,尽可能降低给电机造成的压力)的功能。2006 年,电力驱动装置开始使用以太网连接,大约在 2010 年前后,又添加了集成安全机制。应用于制造规范的 IEC 61508 功能安全和 ISO 13849 机器安全标准应运而生。2016 年前后,业内引进了云连接能力和时间敏感网络(TSN),此后,电力驱动装置的复杂性不断提高。

过去几十年间,随着驱动装置的发展演变,软件和系统也在不断变化。在 20 世纪 90 年代之前,大多数程序均使用汇编语言或 C 语言编写。时至 20 世纪 90 年代中期,C++ 已经发展成熟,Python 日渐盛行,MATLAB 的 Simulink 也开始站稳脚跟。此外,Linux 操作系统已成为管理驱动装置系统的主流系统。此后,这些平台和工具不断发展壮大,例如,2004 年,Simulink 6 问世;2008 年,Python 3 问世。

除了软件的发展之外,市场上还出现了碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)技术。相较于纯硅,碳化硅和氮化镓的优点之一是能承受更高的电压。它们能提供非常快速的开关机制,并且可在极高的温度和频率下工作,因此非常适合高功率、高性能应用中的高电压电机。

碳化硅和氮化镓可实现更快的开关速度,但要充分利用这项技术的优势,必须采用具备确定性行为的快速控制电路。正因如此,具有可编程逻辑的自适应计算提供了必要的速度和确定性,从而尽可能提高控制回路的效率。然而,这在微处理器中很难实现,因为在中断驱动的控制回路与执行运动的应用之间存在高度交互,而这会产生非确定性行为。在本电子书的后文中,我们将详细介绍自适应计算。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

什么是电机控制

电力驱动装置如何控制电机性能

电力驱动装置用于控制电机的输出和性能。根据 Omdia Research 的估测, 从 2021 年开始, 全球电力驱动装置的出货量将持续稳步增长, 到 2026 年, 预计将达到接近 4000 万台, 如图 2 所示。²

电机控制是根据电流测量值、转子位置测量值以及相较于理想设定点的偏差, 连续调制电机中的磁场的过程。它能确定速度、转矩和位置, 并将所有参数保持在电机工作范围内, 从而保护电机。

这一动态过程会持续测量电流值以及转子位置。在电机运行速度较慢时, 电机控制产生的电压将促使转子与电机保持同样的速度, 而不会比电机快。电机控制从电机读取数据, 当转子比预期晚到或早到特定位置时, 它就会迅速做出反应以保证同步。

电机控制会不断地创建精确的输入/输出参数 - 其速度越快越好。您能专门分配给电机的算力越多, 结果就越精确。如果能精准计算出下一个电压, 您就能更好地精确控制电机的力角。电机应该始终会产生一个拥有最佳排列的磁场, 从而移动转子。这个移动磁场应始终保持精确的角度, 并加以优化, 从而与您希望产生的转矩或速度保持一致。这有助于确保能量转化为转子的转矩, 而不会被白白浪费。如果您能通过控制器非常精准地管理电机, 就能降低噪声和振动, 进而大幅减少电磁辐射。

如前所述, 电机的运行有赖于磁场的产生和控制。因此, 如果磁体不够完美, 在转子每次旋转时, 都需要利用电机控制做出调整。每一个磁体都有着自己特殊的行为模式, 因此您对磁力的测量越准确, 能实现的电机性能就越高。更正转子每一次旋转中的不一致之处可以提高效率, 并直接影响电机的使用寿命。

电机驱动装置出货量

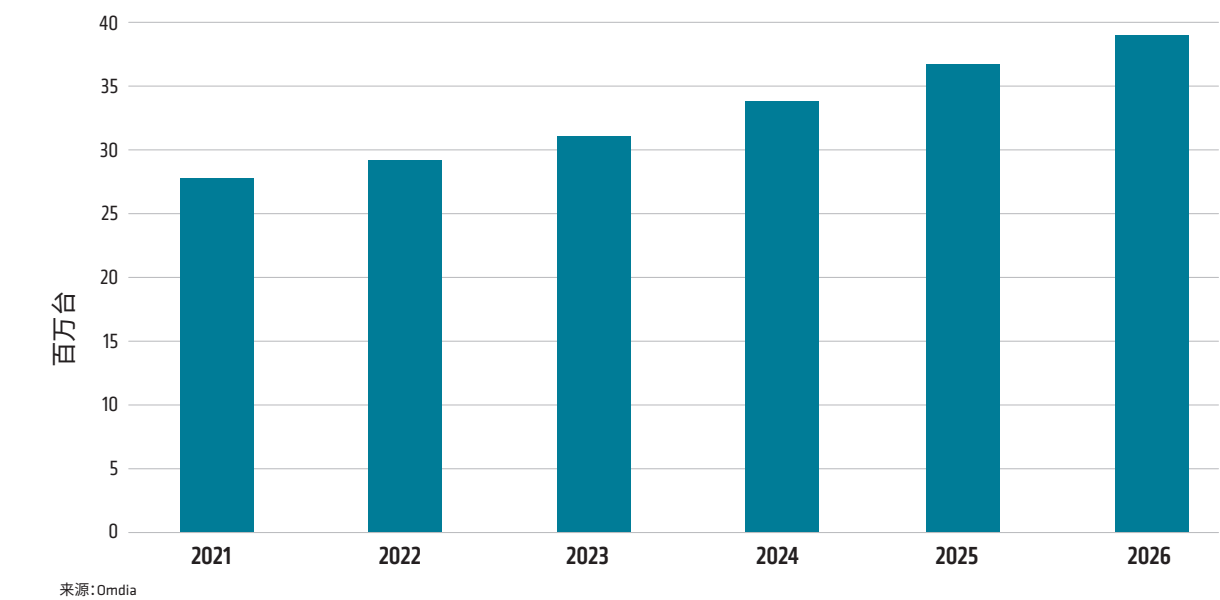


图 2. 根据 Omdia 估测, 到 2026 年, 全球工业电机驱动装置市场的出货量将达到近 4000 万台

执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

可通过电机控制来处理的参数

有很多变量都会影响到电机的性能。下面是几个可以通过电机控制进行测量和调整的变量示例：

电磁干扰 (EMI) 是来自设备的电子“噪声”。电机通常采用基于脉宽调制模块的智能控制机制，有助于更好地避免峰值、分散噪声。所以，在使用调制来控制 EMI 时，峰值的能量水平要更低一些。

转矩也可以通过电机控制来操控。转矩是指在输入电力时，从引擎获得的功率或力的大小。在使用电机控制时，您可以通过调整转子角度来调整功率或力，或者是影响效率。

电机同步 - 如果使用同一个芯片控制多个电机，就能分散其载荷。例如，利用电机控制时，您可以并行运行四台电机，并为其实现同步。所有电机都能使用相同的转速和转子角度运行。在许多情况下，四台较小的同步电机提供的解决方案要比一台较大的电机更耐用、更可靠。

安全 - 安全驱动装置通常是带有额外区域 (用来监控电机是否在预期范围内工作) 的电机控制装置。其芯片上有一个安全限制位置或速度，通过额外的电路或区域来监控电机是否按照预期速度运行。在电机运行速度过快或过慢时，您可以将其关闭，以此作为保障安全的功能。您还可以使用隔离设计流，将此功能置于相同的设备上，让它与电机控制并行运行。

延长使用寿命 - 您可以利用电机控制实现预测性维护，从而延长电机的使用寿命。您可以查看电机发回的反馈，并监控其变化。在连接到电机的所有线缆上，您传输的电流可能不尽相同。在线缆松动或断裂导致间隔时间不同时，您可以收到通知，而通过利用预测性维护功能，您可以及时修复问题，避免引发大规模故障。电机包含价格昂贵的磁体和铜线绕组线圈，其外壳使用钢、铝和其他自然资源材料。它们还需要耐用的轴承和润滑脂。预测性维护有助于延长电机使用寿命，从而减少需要制造的电机数量，节省自然资源。

能效 - 对于工业电机控制，前景最为广阔的应用场景之一是提高能效。根据估测，在工厂所用的能源中，有 70% 用于电机，因此电机效率只要有所提高，就会对工厂的盈利产生重大影响。

声学噪声控制 - 电机产生声学噪声的原因通常有转矩纹波、磁场干扰和振动。电机控制技术可用于在各类关注此问题的应用中缓解噪声和振动问题。



侧栏

EV 充电器中的电机控制方法

电动车 (EV) 行业最大的难题之一就是电池充电所需的时间。根据您的目的地不同,充满电所需的时间可能为 30 分钟到数小时。

管理和控制电机的技术也可用于建造 EV 快速充电站。AMD 技术可在四个关键领域中改进 EV 充电:

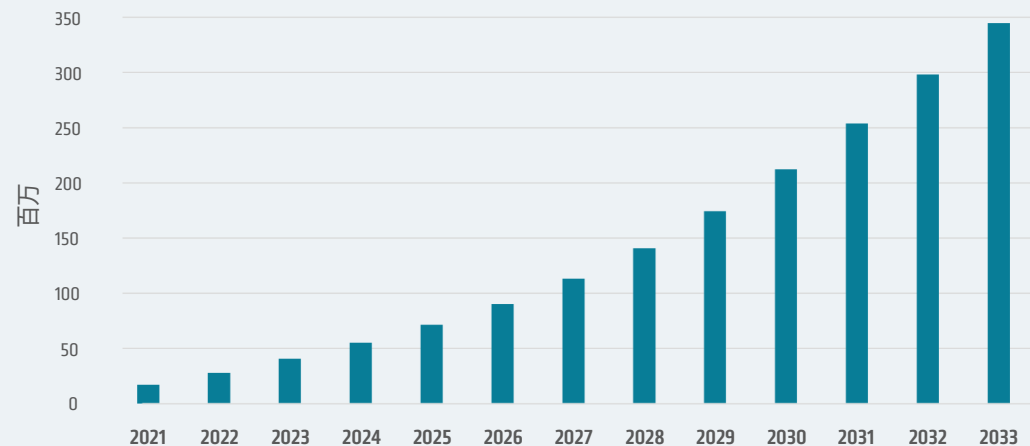
- **电力和控制** - AMD 自适应系统级芯片和系统级模块设备可完全控制电源系统,并且不受主控制器中底层软件更新的影响。相较于其他方法,它们还能提供快速控制回路,实现快速开关,从而更高效、更快速地为车辆电池输送电力。
- **仿真** - AMD 技术有助于大幅降低额外的必要硬件迭代的风险,并优化控制系统和转换器的性能。

- **安全与保障** - AMD 解决方案利用管理程序和多核来约束不同的临界情况,并取得了多项汽车和工业标准 (包括 ASIL D 和 SiL3) 的安全认证。

- **云和网络** - AMD 支持集成云服务、Python 支持、JavaScript 分载和加速以及以太网连接。

除了 EV 充电之外,AMD 电机控制方法还可用于车辆对电网 (V2G) 充电。AMD 允许电动车和混合动力汽车用户在停电时反转汽车的电流传输方向,为家庭供应电力,甚至将电力重新销售给电网。图 3 展示了电动车在全球的快速增长趋势,数据来自市场调研机构 ABI Research 的估测。这家机构认为,2021 年至 2033 年期间,电动车需求的复合年增长率 (CAGR) 将达到 26%。

全球注册电动车数量



来源: ABI Research, 《Vehicle and Mobility Services》, 2023 年 8 月 21 日

图 3. 根据 ABI Research 估测,到 2033 年,全球注册电动车数量将超过 3.4 亿辆。

执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

实现电机控制的不同方法

您应该考虑哪些因素？

无刷电机需要利用电子设备来控制电流，从而实现精确的电机行为。为此，设计工程师通常会采用三种方法之一：

- 1. CPU + DSP：这种方法使用独立的 CPU 和数字信号处理器 (DSP) 设备，为每个设备分配不同的任务，各设备协同工作，从而实现所需的行为
- 2. 系统级芯片 (SoC) 具有板载 MCU，并且所需组件都集成在一枚芯片上

3. 系统级模块 (SOM) 由为电机控制而优化的专用逻辑提供支持，使您能够提高频率、微调精度。

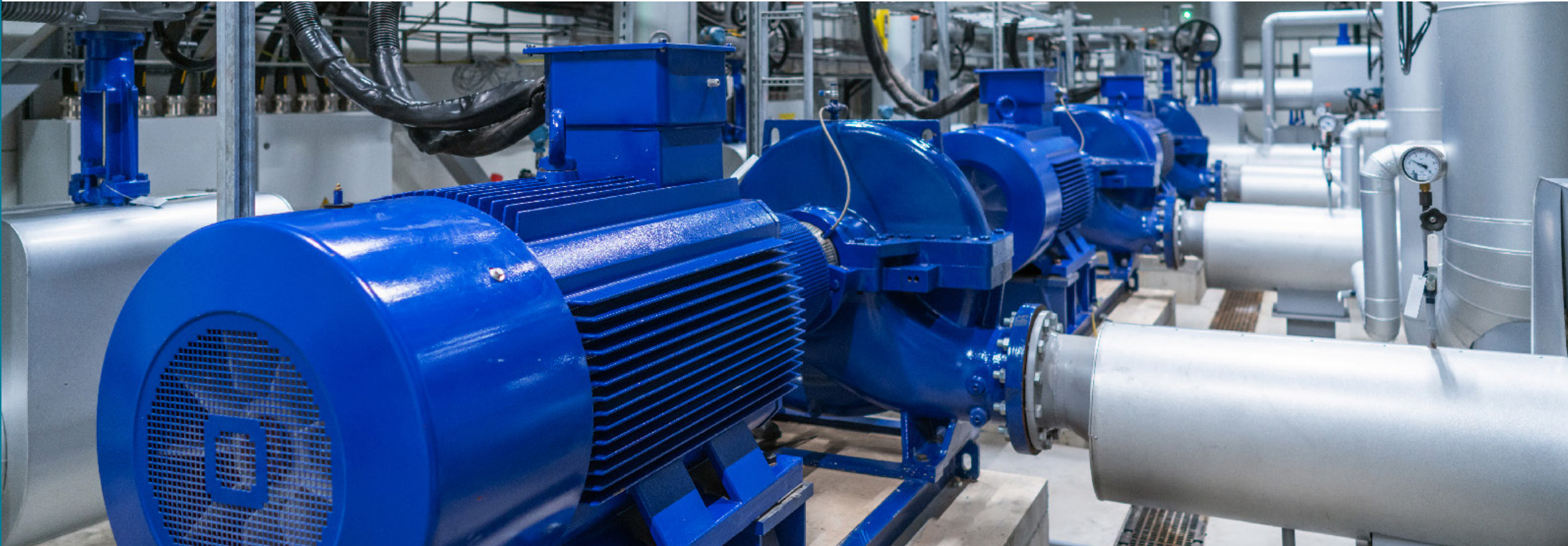
在您确定最适合自己情景的方法时，通常应该考虑几个决定性因素，其中包括：

- 1. 板载空间 - 您有空间放置独立组件吗？集成度更高的解决方案是否符合您的需求？
- 2. BOM 成本 - 相对于解决方案给整个项目带来的价值而言，物料清单成本的重要性如何？

3. 功能安全 - 功能安全有多重要，是否需要通过外部设备来实现？

4. 电机效率 - 您需要多高的电机效率？哪种解决方案能提供您需要的精度水平？

5. 连接能力 - 集成 CAN、现场总线、工业以太网、TSN 乃至无线网络。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

自适应方法是理想选择

自适应计算提供了灵活性,可以提升电机性能。

在电力驱动装置中,基于 FPGA 的自适应系统级芯片 (SoC) 设备用于电机控制。SoC 有助于控制定子内产生的磁场,因此始终可以将定子与转子之间的干扰控制在最低限度,确保产生运动,而不仅仅是热量。自适应 SoC 有助于优化定子组件的驱动。

精准的电流控制

在电机中,共有三相电流注入一个功率级,需要在数微秒之间精准加以控制。在您应用特定算法时,它会读取您注入定子的电流,并尝试确定电机中所用的电流,从而估算转矩。这种控制机制被称为“场方向”控制。也就是说,您在以更佳方式确定数学场的方向。自适应 SoC 可实现更佳控制,确保向转子施加的作用力始终处于更佳方向。这非常困难,因为您并非总能得知转子位于何处。为了确定不断移动的转子的位置,控制器会使用一个附在定子上的传感器,该传感器根据商定的参考点提供转子的角度位置。简而言之,它会报告角度测量指标。控制器将根据这一角度来尝试优化驱动装置,为电机的每个相位产生适当的电流量,确保电机以最高效率运行。

如果没有这些信息,电机就会低效旋转,消耗大量电流,最终导致过热,或是在旋转时无法有效地产生尽可能最大的转矩。

预测性维护

电力驱动控制器不仅可为电机优化这些参数,还能处理其他许多任务。它还可以用于预测性维护,以检测转子产生的电流是否处于适当状态,或者估测是否存在任何其他问题,如滚珠轴承未正确对准。自适应 SoC 可让您持续获取电机绕组的电流测量值,并实时处理这些数据。

调制

电机的另一个重要因素是精确的电压控制。在利用内置脉宽调制来调制电压和电磁干扰 (EMI) 方面,自适应 SoC 尤具优势。利用这一功能,您可以基于脉冲开关电机,从而控制电机速度。您还可以利用它将“噪声”分散到更宽的带宽中,从而降低 EMI。利用基于 FPGA 的器件,您可以创建更复杂的调制器,提供更高的可扩展性和架构灵活性,从而大幅降低 EMI 噪声。

执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

为什么采用 AMD 技术进行电机控制

AMD 自适应解决方案具有许多优势。

基于硬件

AMD 解决方案通过硬件实现电机控制, 不受软件干扰。我们目前的控制措施是在可编程逻辑中执行的, 因此可解耦一些通常可能与软件有关的问题。从控制器的角度来看, 这杜绝了一个令人头疼的大问题, 因为如果控制器在硬件中运行, 不受任何软件干扰, 这将是一大优势。由于担心电机可能无法正常运行, 控制工程师可能会对进入驱动电机的中断例程犹豫不决。在 AMD 可编程逻辑中运行时, 您可将软件 (特别是中断例程) 解耦, 从而获得更简单易用的解决方案。

基于 AI 的数据处理

AMD 电机控制解决方案还能够收集多种控制变量 (如电流、功率和运动信息), 并对这些数据执行分析, 以实现预测性维护、数据记录和异常检测。如果使用标准处理器进行数据处理, 需要进行大量的计算。通过使用 AMD 技术, 您可以步入 AI 应用领域。

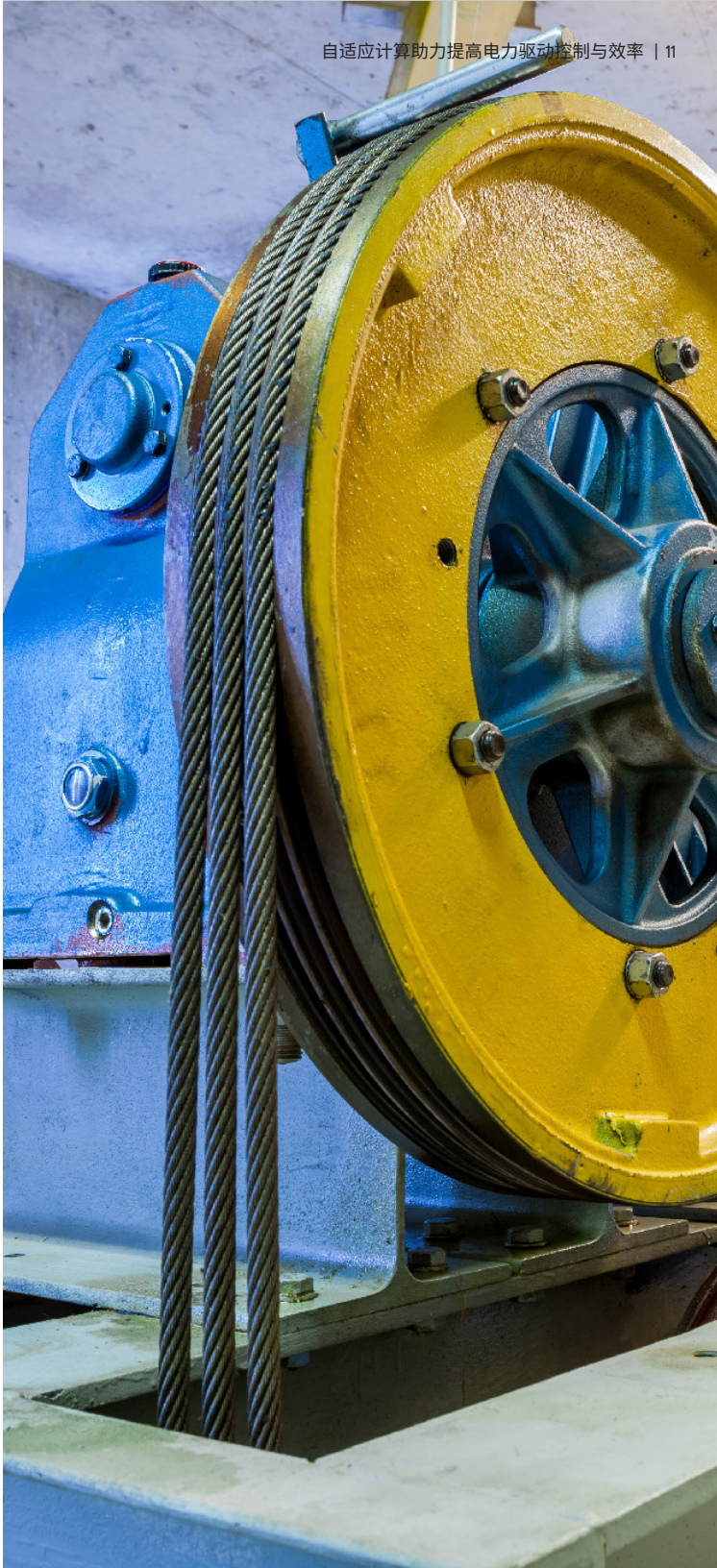
AI 需要数据。如果不为此类系统 (如预测性维护或功能安全系统) 提供数据, 系统可能就无法检测到所有异常之处或薄弱环节。AMD 解决方案具有强大的计算能力, 可收集卡电压、角度和指令, 创建一个数据库并将其实时传输到您选择的任何系统中, 支持您预测电机的后续情况。

多电机控制

在您开始扩展到多个电机时, 例如使用单个控制器的六轴电机, 数据的获取和处理复杂性将大幅提高。AMD 技术可在可编程逻辑中轻松处理这项任务。我们可以利用“并行”功能同步运行多个电机。

多协议支持

当今的许多控制工程师都不太关注系统的全面灵活性, 而是通常希望构建单独一个系统, 并利用 EnDat、BISS 或 Hiperface DSL 等几种新兴标准, 灵活地为该系统的不同变体提供支持。每家传感器制造商都有特定的协议。通过利用 AMD 技术, 您能在可编程逻辑内实例化不同的协议, 从而更快地进行采样。这是我们提供的灵活性要素之一, 也是许多客户选择 AMD 技术作为数据获取和控制基本要素的主要原因。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

高效的数据处理

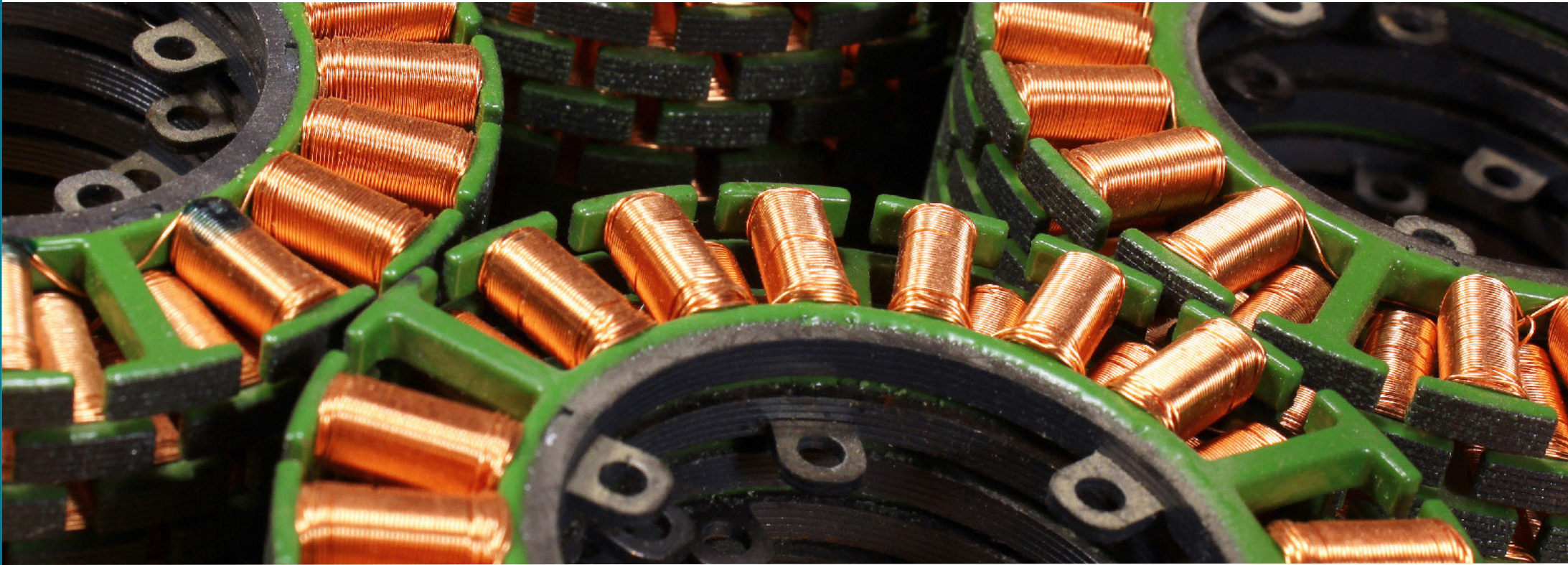
AMD 技术的另一项优势在于, 可将网络与控制相集成。通过时间敏感网络 (TSN), 您可从硬件中提取电机所需的所有同步信息, 而不需要将其传递到处理器。这是一种十分高效的数据处理方法, 可实现实时处理。

灵活、可扩展的数据获取

AMD 技术还能帮您进行数据收集和采样, 从而获得有用的数据, 支持预测性维护、电机诊断, 并通过有效的控制策略保持电机以峰值效率运行。AMD 技术的独特之处在于其可编程逻辑, 其可将位置和速度传感器的数据采集与模数转换器直接连接至处理系统的主 DDR 内存。这种功能可实现实时数据获取, 而不会给 CPU 造成负担, 同时提供完全同步的数据记录, 以捕捉电机中发生的最微小的事件。

AMD 设备可处理多种不同类型的数据, 并可根据可用的传感器或数据集进行扩展或调整。此外, 利用可编程逻辑数字信号处理功能, 可以即时处理获取到的数据, 从而减轻 CPU 的硬性、实时限制。数据与部署在可编程逻辑中的算法的某些组合支持应用机器学习技术, 从数据流中实时提取特征和附加信息, 并将其存储到 DDR 内存之中。总而言之, 这项功能让 AMD 技术能够以合理的成本实现高性能的数据获取和处理。

从性能效率来看, AMD 解决方案也非常灵活。在典型的系统中, 您可能需要三个 ADC 来测量电流, 另外需要三个 ADC 来测量电压。您还有可能需要一个电源和电流转换器, 以及用于反馈传感器和通信总线的额外转换器。为了像在典型的电机控制系统中所做的那样, 将所有这些信息收集起来, 并传输到 DDR 内存/存储器之中, 您需要花费一定的时间, 因为处理器需要分别对每个数据点进行采样。AMD 解决方案可同时对上述每一项数据进行采样, 并一次性传输海量信息。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19



在您需要性能和灵活性时，AMD 技术能发挥重要作用。随着应用日渐复杂，以及朝着 AI 处理的方向发展的趋势，AMD 技术脱颖而出，成为更有吸引力的选择。使用 AMD 技术，DPU 可以获得实时收集的所有数据。DPU 可以立即检测到异常情况。这种过程要显著优于逐一获取各类数据的采样。

速度更快、外形更小的电机

AMD 解决方案可帮助设计师打造速度超快、外形更小的电机。为了控制此类电机，必须具备以极快的速度对转子角度进行采样的能力。AMD 支持极高的采样率。我们可以驱动标准微控制器无法驱动的电机的。这不仅限于工业自动化领域，也适用于汽车领域。我们的优势在于控制的确定性。在硬件中运行时，每一个控制步骤都能得到完美计时，并能达到您需要的速度。

现代开关晶体管技术的应用

如第 3 章所述，AMD 技术允许您使用 SiC 和 GaN 等先进的电源开关。SiC 和 GaN 为何与电力电子设备息息相关？电力电子设备的微型化对于减重至关重要，特别是在运输系统中。此外，相较于标准硅，SiC 和 GaN 能在更高的温度下工作。硅能在最高 140 °C 的温度下保持可靠运行，而 SiC 和 GaN 则能轻松支持 175 °C 或更高的温度。由于能耐受高温，散热系统的体积可以变得更小，系统也可以封装在更紧凑的外壳之中。但为了充分发挥其功率方面的优势，以及大幅减少动态损耗，SiC 和 GaN 需要具备快速控制功能。AMD 可编程逻辑可与 SiC 和 GaN 的驱动级紧密

耦合，提供接近于瞬时的驱动和响应时间，而这对于达到它们的最高工作效率必不可少。此外，还可以在不需要 CPU 干预的情况下应用模型预测控制等现代技术，将快速反应与完全在硬件中执行的快速计算相结合，让性能达到接近于模拟系统的速度，同时由于完全采用数字化方法实现，又不会产生模拟组件的负担。

安全性功能

AMD 电机控制解决方案提供多层安全性功能，从防篡改监控一直到许可证管理。

支持多种工业网络协议

AMD 解决方案支持多种工业网络协议，从而提供高度的设计灵活性。

功能安全无虞

AMD 解决方案支持最新功能安全标准。在发生局部或系统故障时，能够迅速检测到故障并予以处理，将影响控制在最低限度。

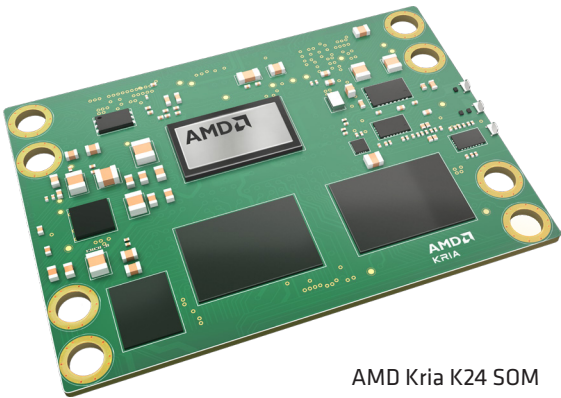
低延迟

AMD 电机控制解决方案可在 IT 任务与操作任务之间实现极低的延迟，从而达到超高性能。

执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

用于电机控制的 Kria™ K24 SOM 简介

AMD KRIA K24 SOM 可提供优化的计算能力、可扩展性和便捷的信号处理。



AMD Kria K24 SOM

嵌入式系统架构师需要为边缘计算的数字信号处理 (DSP) 密集型应用实现高性能。

在 Kria SOM 产品组合中, 产品尺寸小巧的 AMD Kria™ K24 SOM 和专注于电机控制应用的 KD240 驱动入门套件提供了功耗、性能和成本优化型解决方案。

SOM 将嵌入式处理系统的核心组件封装在一块生产就绪的印刷电路板上。

与 chip-down 封装解决方案相比, 其优势包括:

- 缩短制造时间、减少材料用量
- 简化产品生命周期管理
- 加速开发、降低设计复杂度
- 更有效地利用宝贵的工程设计资源
- 简化操作流、降低运营成本
- 提高能效

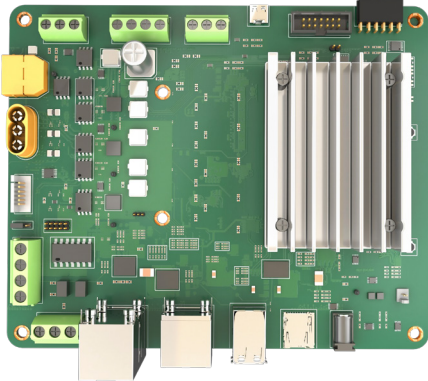
AMD Kria K24 SOM 可简化创新型工业和商业边缘计算解决方案的设计。它提供优化的计算能力、可扩展性/适应能力, 并能轻松进行信号处理, 可帮助客户为各类边缘计算应用 (如机器人驱动器和执行器、工业电机和以太网网关等) 打造可持续的解决方案。

Kria K24 SOM 在成本、功耗、性能与外形尺寸之间实现了更佳的平衡。它的硬件具备可扩展性, 让用户能够在不调整 PCB 的情况下微调功率、成本和性能水平。该解决方案已预先经过工业环境的应用认证, 通过广阔的生态系统和对 PYNQ™ 框架的支持, 其简便的信号处理支持多种设计流程, 包括用户熟悉的设计工具 (如 MATLAB Simulink) 和语言 (如 Python)。

用于电机控制的 Kria K24 SOM 的一些主要优势如下:

超快性能

Kria 可实现超快控制循环 (每台电机每秒可完成 100,000 次循环)。



AMD KD240 驱动入门套件

片上内存

Kria K24 SOM 具有片上块随机存取存储器 (BRAM), 非常适合用于诊断或预测性维护。它可以用于查看在先前半秒或一秒内捕获的数据。我们的架构具有 BRAM 和 URAM (统一随机存取存储器), 可提供片上内存, 用来按照特定时间间隔获取数据, 这对于监控电机的运行状况非常有用。

TSN 接口

并非所有支持电机控制的设备都像 Kria 一样拥有时间敏感网络 (TSN) 接口。通过将这项功能集成在同一台设备之中, 而不需要额外的控制器, 就能帮助节省资金, 减少板载空间占用。

标准工业网络

除了 TSN 之外, K24 还支持其他多项工业网络标准, 如 EtherCAT®、PROFINET®、以太网/IP® 等。

标准现场总线

K24 支持 CAN 接口, KD240 提供一个带有 CAN 2.0 接口的连接器。

执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

应用

使用 Kria SOM 时, 您可从我们的应用商店下载应用, 为您的设计添加多种功能与特性。再加上 KD240 入门套件, 您就可以为设计师提供成功所需的工具。

调制

基于微控制器的解决方案较为缓慢, 而且一旦调制器用尽, 您就需要额外添加设备。利用我们基于 SOC 的自适应 Kria SOM, 您仅需在 FPGA 中额外添加一个实例, 即可提供额外的调制能力。此外, 由于采用可编程技术, 它还能提供特殊的调制器, 将调制过程中产生的谐波分散到更大的频段之中, 从而对噪声进行整形、分散其内容, 达到影响可以忽略不计的程度。这是一项重大优势, 因为它不仅能抑制声学噪声, 还能将标准调制方法中的不必要转矩纹波降至最低限度。

兼容新型电源开关

在基于标准 CMOS 微控制器的电机控制解决方案中, 开关频率是受限的。然而, 通过使用 AMD Kria SOM, 您可以转为采用碳化硅 (SiC) 等开关频率更高的现代开关硅材料。碳化硅是永磁电机实验的理想材料。Kria K24 解决方案采用可编程逻辑实现磁场导向控制, 支持确定性高、速度快的控制回路, 从而充分利用碳化硅的高开关频率。

安全性功能

借助 Kria SOM, 您可以通过 OTA 轻松添加软件和安全更新, 从而延长电机的使用寿命。通过 MPSoC 内置的专用硬件和板载可信平台模块 (TPM) 设备, Kria SOM 提供了两个安全功能级别。它们协同发挥作用, 实现了防篡改监控和硬件加速的加密功能。通过内置 TPM 技术, 您可以保障连接的安全性, 并添加许可证管理以进一步加强安全性。

可靠性

Kria SOM 支持同步多个电机, 并提供板载纠错 (ECC) 和系统监控能力。此外, AMD 还会每半年发布一次 AMD 设备可靠性报告。

设计流程

我们的另一个不同之处在于设计流程。如果您仅使用 AMD 产品, 可以获得在一款工具中完成全部开发工作的优势。将所有工作纳入我们的统一软件 (包括 Python 和 MATLAB 支持) 之中能带来更好的体验, 还能帮您更轻松满足安全性要求。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

电机控制应用

OEM 如何利用技术获得差异化优势

利用 AMD 自适应计算支持电机控制的客户实例不胜枚举。例如,许多高性能赛车和 EV 都嵌入了 AMD 技术,因为我们的技术能从车辆电池和电机中获取更多数据,帮助提升车辆性能。

AMD 16nm Zynq™ UltraScale+™ MPSoC 或 28nm Zynq 7000 SOC 用于高效管理电池和控制电机。我们可以生成精密的波形,从而改善开关设备与电机之间或外部充电器到电池之间的电力传输。AMD 技术还用于在行驶过程中将电池中的电力传输给电机。我们的电机控制技术可以提高效率,从而优化电池续航能力、减少能源浪费,提高平台的可持续性。

还有其他一些相关领域采用了 AMD 技术。例如,如果驾驶员希望通过建模来分析行驶一公里或更长时间段后的电池续航能力,AMD 技术可以帮助驾驶员实现这一目标。驾驶员可在车内运行精密的模型,并将其与通过之前比赛建立的模型或学术机构提供的模型进行比较。这种功能可帮助驾驶员确定哪些模型组合能充分优化电池性能。



在柴油火车上,您可能会惊讶地发现,推动车轮转动的并不是柴油,而是电机。柴油为电力牵引电机提供动力,但产生转矩并推动车轮转动的实际上是牵引电机。因此,在火车的运行中,电机控制发挥着重要作用。现代火车内置智能技术,成就快速、安全、可靠和舒适的铁路运输。

在车载及道旁系统设计各个环节的创新,可在提高性能和效率的同时,提高安全性。车载控制系统可实时采用有弹性的方法处理来自大量客舱组件的数据,这些组件包括舱门、照明、摄像头、空调、刹车、盥洗间、显示器、诊断功能和电源管理等。道旁对象可通过智能信令促进行车安全,管理轨道沿线和站台上的配电,提供安全的视频监控,并通过显示屏及其他信息系统为站台上的乘客提供支持。有关可用性和内建诊断以及网络兼容性的增强要求是强制性的。AMD 产品结合了可扩展的处理性能、确定性可编程逻辑、经认证的功能安全设计流、先进的安全性以及严苛条件下的长期可靠性。

MATHWORKS 工作流简化设计

MathWorks 开发的电机控制工作流非常适合与 AMD Kria SOM 开发板配合使用。这些工作流可让您更轻松地制作设计原型。您可以轻松为芯片构建所有算法,而不需要学习新技能。请[点击此处](#),进一步了解如何进入这些工作流。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

AMD 技术助力协作式机器人

在工业领域，**ABB Robotics** 的 GoFa™ [协作式机器人](#) 采用了 AMD 电力驱动装置和电机控制解决方案。此类机器人用于在制造、装配线和其他应用场景中与人类一起安全地工作。AMD 的自适应 Zynq 控制器允许用户从单轴控制扩展到多轴控制，并提供确定性、性能和能效。该解决方案使 ABB 能够使用 AMD Vivado™ Design Suite，在软件中开发算法，并在硬件中进行优化。它还提供了灵活的接口，能够支持不断变化的配套芯片，其功能安全特性可实现合规性、降低系统成本和风险，同时加快产品上市的速度。



采用 AMD 技术的电机配件包



REV Robotics 开发了 REV Robotics 二合一电机配件包，这是一套兼容 Kria KD240 驱动入门套件的配件。借助该配件包，开发人员能够无缝评估基于 Vitis™ 电机控制库、专注于电机控制的加速应用。该电机配件包包括 REV Robotics 的电机及编码器解决方案、用于发射泡沫球的飞轮组件以及用于位置控制的机械臂，可帮助您着手使用 KD240 套件。请[点击此处](#)，了解更多信息。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

总结

提高电力驱动控制与效率

在人们日常接触的许多设备中, 都有电机的身影。无论是用于发电、机器人、EV 充电、医疗成像、患者护理还是公共交通, AMD 自适应驱动装置控制解决方案都能帮助提高电机的运行效率。

AMD Kria K24 SOM 基于 AMD Zynq UltraScale+ MPSoC 设备, 具有出色的可靠性, 以及广泛的集成度, 可优化电机性能并延长其使用寿命。

通过 AMD 自适应计算解决方案, 开发人员能够利用可下载的应用快速处理数据, 从而让用户能轻松地为其设计添加多种功能和特性。

如需了解详情, 请访问我们的网站:
<https://www.xilinx.com/products/som/kria.html>。



执行摘要	2
AMD 简介	3
电机及其发展简介	4
什么是电机控制	6
可通过电机控制来处理的参数	7
EV 充电器中的电机控制方法	8
实现电机控制的不同方法	9
自适应方法是理想选择	10
为什么采用 AMD 技术进行电机控制	11
用于电机控制的 KRIA™ K24 SOM 简介	14
电机控制应用	16
总结	18
更多资源	19
尾注	19

更多资源

- [AMD Kria K24 SOM](#)
- [AMD KD240 驱动入门套件](#)

尾注

1. [《Energy Efficiency 2022》\(windows.net\)](#) 第 64 页, 国际能源机构, 2022 年 12 月
2. [《Motors & Drives Vertical Applications Intelligence Service》](#), Omdia Research, 2023 年
3. [《Vehicle and Mobility Services》](#), ABI Research, 2023 年 8 月 21 日