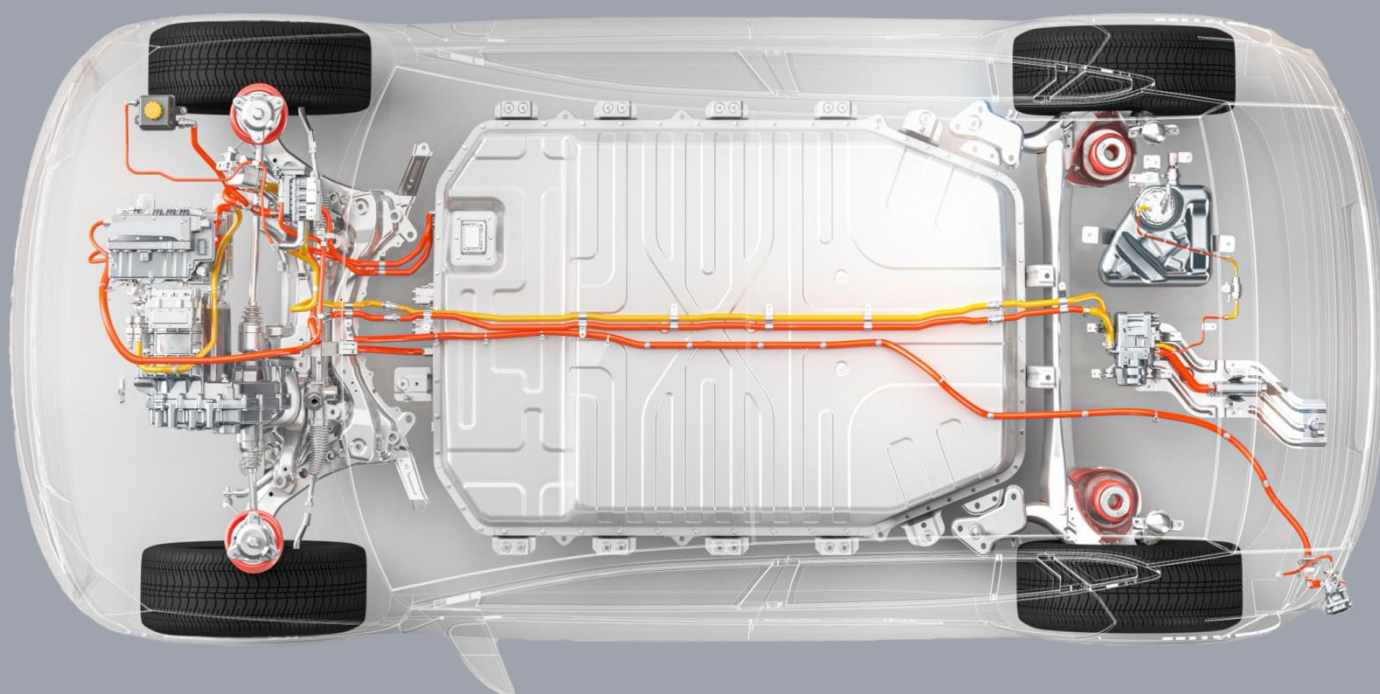


48V 汽车电气架构

带来的挑战和机遇



目录

摘要	3
简介	4
挑战和机遇	6
超越既有标准	7
研发支出	7
展望未来	7
机遇	7
策略	8
48V 系统的情况	8
48V 系统的跨行业应用	11
区域性架构	11
策略概述	13
Allegro 的优势	14
应用领域的专长	14
技术	16
面向未来的设计	18
商业洞察	19
结论	20
附录	21
减少电缆尺寸	21
减少功率损失	21

摘要

将汽车电气系统从 12V 转变为 48V 是满足现代车辆电力需求的关键。

本文重点探讨了这一转型所带来的机遇与挑战。随着 ADAS（高级驾驶辅助系统）和电动涡轮增压器等组件的载荷不断增加，12V 系统越来越难以应对；而 48V 系统则具有诸多优势，如**减少功率损耗、改善热管理效率以及更轻型、更紧凑的布线**。

这些优势有助于提升车辆效率、降低排放、集成更多先进的安全功能。向高电压电气系统转型这一趋势为能够针对这种转型设计优化产品的公司带来了巨大的机遇。市场对专为 48V 系统设计的先进电池、电力电子元器件和智能控制系统将有大量需求，为具有设计能力的公司带来了增长潜力。这些创新不仅对电动汽车（EV）至关重要，也对混合动力汽车（HEV）和内燃机汽车（ICE）至关重要，这些车辆同样日益依赖复杂的电子系统。车辆的需求不断变化，通过开发能够满足这些需求的解决方案，企业将在新的市场份额中占据有利地位，并推动整个行业在车辆效率、安全性和性能方面进一步提升。



简介

汽车电气系统的历史可以追溯到 20 世纪初，当时车辆开始配备基础的电气系统，主要用于点火、照明和启动引擎。

1912 年，凯迪拉克推出了 6V 电动起动机，取代了手摇起动机，这是汽车电气系统发展历史上的第一个重要里程碑，标志着电气技术在汽车中广泛应用的开端。

6V 电气架构在之后的几十年内一直是行业标准。到了 20 世纪 50 年代，为了满足新兴汽车技术（如电台、加热器和雨刷器）对电力需求的增长，汽车行业开始从 6V 转向 12V 系统。12V 电气系统在随后的几十年内推动了内燃机汽车的持续创新，使车辆在功能、安全和效率方面不断发展。然而，随着车辆电气化程度不断提升，并引入更多先进功能（如电动助力转向、涡轮增压器和自动驾驶系统），12V 电气系统已无法满足日益增长的新需求。

对于汽车电气系统的设计企业来说，当今是一个激动人心的时代 – 当下所面临的挑战和机遇与 20 世纪 50 年代类似，但规模却远超从前。现代车辆对电力的需求增长迅速，而传统的 12V 系统在高效支持这些需求方面力有不逮，这种现状正推动着汽车行业向更高电压和混合电压系统转型。转型的关键驱动因素包括以下几点：



高电力需求：

现代车辆配备的耗电系统越来越多，如高级驾驶辅助系统（ADAS）、信息娱乐系统、电动涡轮增压器以及更先进的安全功能。传统的 12V 系统难以高效支持这些先进技术。



提高效率、减少排放：

高电压和混合电压系统支持实现轻度混合动力技术（MHEV），包括线控转向（Steer-by-Wire）、再生制动和电动助推等燃油节约功能。这不仅提升了燃油效率，还有助于减少二氧化碳排放。



增强安全性：

提高可用电流，使得许多以往受制于 12V 系统电力限制的高级安全功能得以实现。



热管理：

高电压系统中的电流较低，电气组件因功率损耗而产生的热量会因此而减少。这减少了冷却需求，提高了电气系统的耐用性和使用寿命，可以使用更紧凑的组件而不会出现过热问题。



减小尺寸和重量：

在高电压下运行，传输相同功率所需的电流更小，从而可以减少电气架构的尺寸和重量。这意味着可以使用更细的线缆、更小的连接器和更轻的组件。

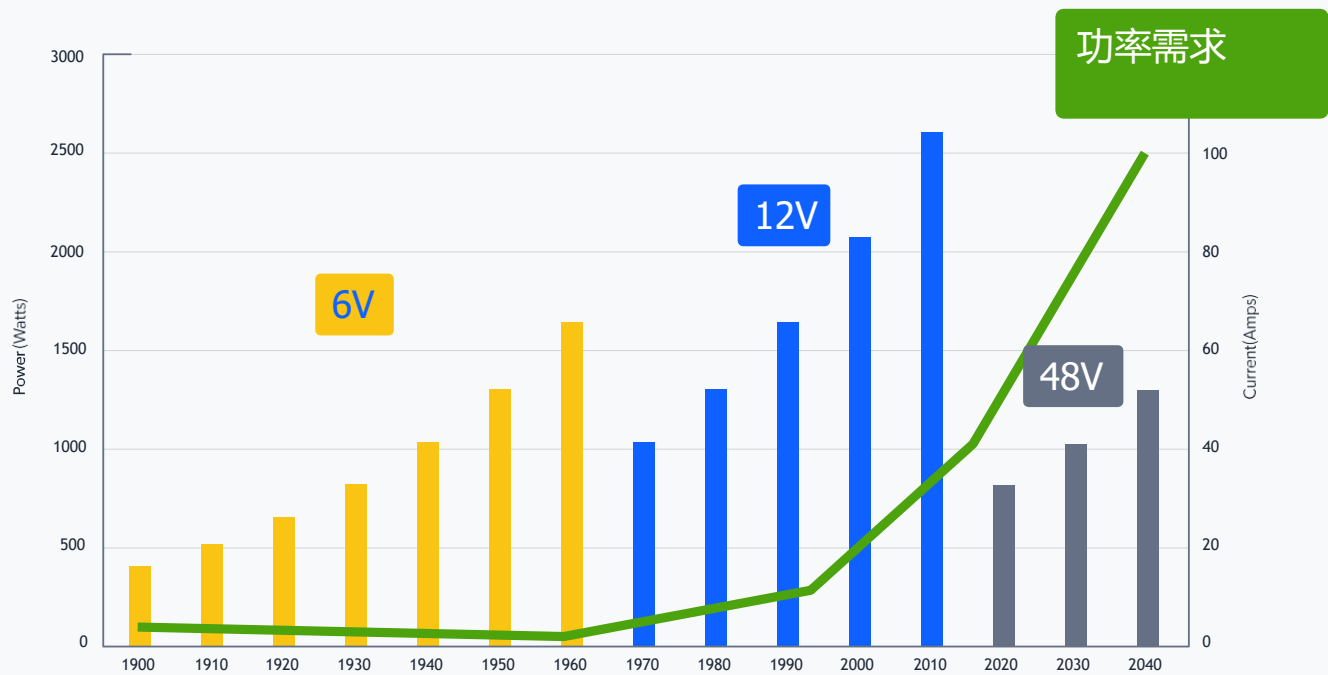


图 1：过渡到高电压系统能够满足汽车日益增长的功率需求。

向下一代汽车电气系统过渡是车辆架构发展过程中的一个重要里程碑，让汽车行业能够应对现代车辆技术日益增长的需求。

本文将探讨这些技术进步所带来的机遇与挑战，以及它们推动创新的潜力；更重要的是，本文还将介绍 Allegro MicroSystems 立足技术前沿，如何理解并引领发展趋势。Allegro 的研究成果与解决方案正积极推动这些新系统的集成，使公司成为未来汽车电气系统领域的重要参与者。



挑战和机遇

汽车行业从 12V 系统迁移到更高电压的电气系统，所面临的挑战类似于 20 世纪 50 年代从 6V 到 12V 系统的转变。

需要应对诸多问题，如在不牺牲可靠性或安全性的前提下进行新产品设计、缺乏统一的标准、客户采用率低等等。



向更高电压系统转型将迫使企业重新思考车辆的设计与制造方式。

超越既有标准

目前，电气技术的发展速度要领先于现有的最佳实践和行业标准，20 世纪 50 年代从 6V 向 12V 系统进化时也是这种情况。这种情况造成了“先有鸡还是先有蛋”这一困境：缺乏标准使得企业难以设计和测试新系统，而没有真实的设计进入市场，又难以推动标准的制定。少数具有丰富经验和专业能力公司可以通过开发最佳实践、经过验证的架构和产品来打破这一僵局，为新产品和新系统的定义奠定基础。

研发支出

为更高电压系统开发新组件也面临重大挑战。制造商必须设计和测试新的电气组件，确保它们能够在更高电压下高效运行且不牺牲可靠性和安全性。这需要大量的研发投入，以及与供应商的密切合作，以确保新组件可以满足必要的规范要求。汽车供应商当下必须在效率和性能提升的潜在收益与重构工厂、重新培训员工以及重新设计车辆的成本之间寻求平衡。

展望未来

就像 20 世纪 50 年代从 6V 到 12V 系统的转变为汽车技术的进步奠定了基础一样，企业还需要从战略层面考虑更高电压系统如何支持未来的技术创新。随着汽车行业的不断发展，汽车电气化的广泛前景需要系统设计能够适应更高的电压。此外，消费者的接受度仍是一个挑战，因为并非所有消费者都能在短时间内理解更高电压系统的优势，企业需要向市场宣传这些新系统所具有的种种好处。

机遇

积极的一面是，汽车电气系统从 12V 向更高电压系统转型为那些能够成功开发产品支持这一转型的设计企业带来了巨大机遇。能够针对更高电压系统的运行研发先进电池、电力电子设备和智能控制系统的公司，将处于市场的有利位置。这些产品不仅对于电动汽车至关重要，对于日益依赖复杂电子系统的混合动力和内燃机车辆同样不可或缺。

那些能够创造兼具成本效益和易于集成的可适配系统的汽车供应商将占据竞争优势。适用的解决方案可能包括：区域化架构、模块化配电单元、高适应性线束或多功能储能系统，这些都可以根据不同车辆配置进行定制。除了技术优势外，过渡到更高电压架构还为汽车电子公司带来战略优势。通过率先采用新技术，公司

可以确立其在行业中的创新者地位，吸引合作伙伴和投资，并对新兴标准产生影响。

策略

如前所述，迁移到更高电压系统面临诸多挑战，包括管理增加的功率需求、确保与现有系统的兼容性、简化车辆电气架构以及应对缺乏既定行业标准的问题。

本节将探讨克服这些障碍的几种策略，重点介绍现有的解决方案和仍在研发的方法。

48V 系统的情况

汽车行业正在将 48V 作为更高电压系统的新兴标准。48V 系统能够在效率、安全性和实用性之间取得平衡。相较于传统的 12V 系统，48V 系统可以显著提供更多的电力，从而支持大能耗组件，如电动涡轮增压器、主动悬挂系统和高级驾驶辅助系统 (ADAS)。

让我们来具体了解一下 48V 系统的性能，并与 12V 系统在电缆重量、功率损耗和材料成本方面进行量化比较。首先，随着功率需求增加，12V 系统中的电流也会以线性关系增加，而减少电流则意味着电缆线径会相应降低。图 2 的例子中，假设功率需求保持在 480W，我们来测量一米电缆的电流，48V 系统可以将电缆尺寸从 8 AWG (8.35mm^2) 降低到 15 AWG (1.65mm^2)，这意味着电缆重量减轻了 80% (从 74.8g 减少到 14.8g)。(有关这些计算的详细介绍，请参见“附录 A: 12V 与 48V 架构比对”。)

将系统电压提高到 48V 后，功率损耗 (以及由此产生的不必要的散热) 同样得到了改善。同样参考图 2，我们可以看到功率损耗随着电流的平方而增加。在这个示例中，12V 系统在一米电缆上产生 3W 的功率损耗；而 48V 系统将功率损耗降低了大约 60%，散热也相应减少。



其他使用 48V 电气架构的汽车子系统

许多其他汽车子系统如今也采用了 48V 电气架构，其中包括：

轻度混合动力车辆（MHEV）组件：

这些组件广泛应用于轻度混合动力电动车辆（MHEV），为启停系统、再生制动系统和电动涡轮增压器提供额外动力。这有助于提高燃油效率、减少排放，同时还避免了全混合动力或电动传动系统的复杂性。



电动助力转向 (EPS)：

48V 系统为电动助力转向系统提供动力，具有更精确的控制，并可以减少内燃机的载荷。



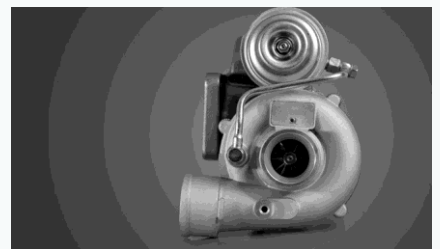
主动制动和悬挂系统：

利用 48V 电源，主动制动和悬挂系统可以改进悬挂舒适性和操控性，更快、更精确地进行制动，提高车辆的安全性和控制性，提升车辆的实时性能。



电动增压器：

48V 系统可用来驱动内燃机（ICE）车辆的电动增压器，通过减少涡轮迟滞使发动机性能得到加速提升。



辅助系统：

48V 电源还可以支持其他高功耗辅助系统，如空调、暖气和信息娱乐系统。



趋势

Allegro 认为 48V 系统在汽车应用中的具有以下趋势：

48V 系统的跨行业应用

48V 系统不仅仅局限于汽车行业。其他行业，如工业设备和数据中心，也正在向 48V 电力系统转型，它可以为所有行业创造规模经济。这种跨行业的应用进一步支持了 48V 系统的发展，因为它可以降低成本、提高组件的可获取性，并加速了跨不同应用的技术开发。

区域性架构

Allegro 的一项主要战略是采用区域性架构 — 将车辆的电气和电子系统重新组织成不同的区域。每个区域负责车辆的一个特定分区，这种方法显著减少了电缆线束的复杂性和长度。这不仅简化了制造和维护过程，还减少了车辆的整体重量，从而提高能源效率。

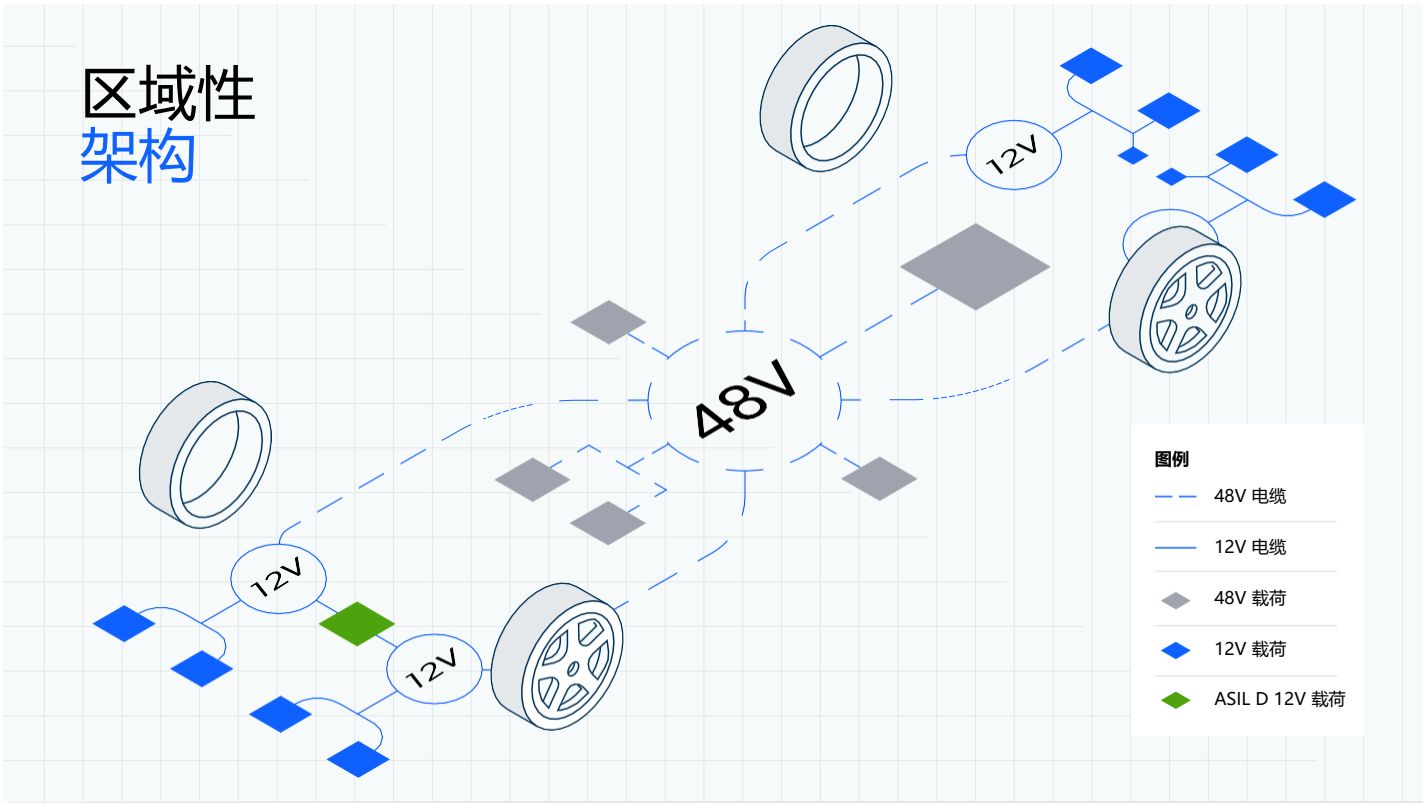


图 3：区域性架构

区域性架构

简化设计与制造

区域化的汽车电气架构通过将车辆的电缆和电子控制单元（ECU）组织成不同的区域，显著简化了车辆的设计和制造。传统架构中，电缆线束像一张纠结的网，交错遍布整个车辆，导致组装和维护工作非常复杂。区域化架构将电气组件按局部区域（如前部、后部或乘客舱）进行组织，并通过标准化的数据和电源主干进行连接，降低了这种复杂性。这种方法最大限度地减少了所需线束的长度和数量，从而减轻了车辆的整体重量和出现布线相关问题的可能性。此外，它还简化了设计流程，使工程师能够在将模块化组件集成到车辆之前独立开发和测试它们，从而加快开发周期并改进质量控制。

成本效益

区域化架构可以降低材料成本并减少车辆的碳排放。根据 Rivian 的报告，如果采用新的区域性架构，车辆的材料成本可节省 20%，碳排放则可以减少 15%。

电力分配

电力分配是现代车辆设计的关键因素，尤其是当车辆包含很多电气化系统因此面临更高的电力需求时。区域化架构通过在每个区域内更高效、更直接地分配电力，优化了电力分配。在区域化系统中，电力可以在更靠近使用点的位置进行传输，从而减少了长距离布线所带来的损耗和多级电力转换所需的能量。这种区域化电力管理策略还允许在同一车辆内集成不同的电压级别，例如既包含用于高功率组件和电力传输的 48V 系统，又包含传统的用于支持其他功能的 12V（及以下）系统。这种灵活性可确保更高效地使用电力，从而降低整体能耗、提高车辆的燃油经济性或电动汽车的续航里程。

模块化和可扩展性

区域化架构本质上是模块化和可扩展的，便于满足不同车型和配置的多样化需求。每个区域都作为一个自包含的模块独立运行，可以轻松地添加、移除或升级，而无需完全重新设计车辆的电气系统。这种模块化结构简化了将架构扩展到不同车辆尺寸和类型的过程，从紧凑型汽车到大型卡车，甚至是电动或混合动力汽车。制造商可以创建一个通用平台，服务于多种车型，从而降低开发成本、缩短上市时间。此外，随着新技术的出现 - 如高级驾驶辅助系统（ADAS）或信息娱乐升级 - 它们可以在现有的区域架构中集成，最大程度地减少对整个车辆电气架构的干扰，确保车辆的未来适应性。

安全性

安全性是汽车设计中至关重要的问题，而区域化电气架构通过多种方式增强了安全性。通过按区域进行电力分配并减少电缆线束的复杂性，可以最大限度降低电气故障（如短路或过热）风险。可以为每个区域配置专用于该区域的安全机制，如断路器或保险丝，这些机制可以将故障隔离在本区域内，防止其影响整个车辆。

此外，区域性架构还有助于更好地对车辆进行监控和诊断，能够在问题变得更严重之前，在区域级别检测到故障并进行处理。这不仅提高了车辆的安全性，还简化了维护和维修工作。在发生碰撞时，区域化方法可以更快速地隔离受损区域，降低电气火灾或其他危险的风险，提高车辆整体的碰撞安全性。

策略概述

总体而言，转型采用更高电压电气架构对汽车电子公司来说既是挑战也是机遇。

通过采用[区域化架构](#)、[高效电力分配](#)和[模块化设计](#)等策略，企业不仅能够克服挑战，还能获得显著的收益。

本节概述了可以采用的一些关键策略，介绍了它们如何为企业在这一领域的成功和竞争力做出贡献。



Allegro 的优势

应用领域的专长

Allegro 是汽车电子领域的领先企业，在传感器和电源芯片解决方案方面拥有丰富的经验。正是得益于丰富的经验，使我们能够迅速推出 48V 解决方案（见图 4）。

Allegro 在应用领域的专长体现在其创新和制造产品的能力上，这些产品满足严苛的汽车安全标准（如 ISO 26262）、相关的 ASIL 要求和可靠性标准（包括 SAEJ1211/AECQ-100）。

Allegro 很早就认识到 48V 系统的趋势，并战略性地开发了一系列功能强大的 48V 解决方案，其中许多解决方案已经部署到当今道路上行驶的车辆中，包括领先的电动汽车品牌。这种主动的战略布局使 Allegro 成为汽车行业 48V 系统创新的领先合作伙伴。我们的成功不仅体现在产品的推出上，更根植于我们良好的业绩基础和深厚的应用专长。我们持续交付创新解决方案，满足现代汽车系统日益严格的要求，对于那些希望在不断发展的汽车电子领域脱颖而出的制造商而言，我们是值得信赖的合作伙伴。

Allegro 能够预测市场趋势并为行业向 48V 系统的转型做好准备，这进一步凸显了我们的应用专长。通过开发一系列广泛的产品，实现从 12V 到 48V 系统的平稳过渡，Allegro 是汽车制造商宝贵的合作伙伴，帮助他们在未来的设计中寻求可持续发展。我们致力于部署安全功能，如故障诊断和冗余设计。我们深刻理解可靠性和安全性在汽车电子领域的极端重要性，这进一步巩固了我们的声誉。

电动汽车动力总成

▶ 高压牵引逆变器和电机	▶ DC/DC 转换器和充电	▶ 电池管理系统
▶ 48V轻度混合动力启动发电机	▶ 车载充电器	▶ 热管理

传统动力总成

▶ 泵系统	▶ 引擎管理	▶ 传动
▶ 冷却风扇		

安全性和 ADAS 应用

▶ 电动助力转向	▶ 线控转向	▶ 制动系统
▶ 抬头显示	▶ 检测与测距	▶ 驾驶员监控
▶ 照明	▶ 座椅位置	▶ 安全带

舒适性

▶ 暖通空调系统

▶ 车舱电机

▶ 信息娱乐系统

图 4: Allegro 技术在汽车领域的应用

技术

作为传感器和电源芯片领域的引领者，Allegro 开发了许多技术，让使用其产品的公司能够更快、更好地进行设计。

这些技术在汽车行业具有重要价值，同时也在工业自动化和清洁能源等其他行业中得到应用。以下是其中一些技术：

XtremeSense™ 隧道磁阻 (TMR) 技术

XtremeSense™ TMR 技术专为高级驾驶辅助系统 (ADAS) 应用而设计，具有业界领先的分辨率和精度，灵敏度可达到 GMR 同类产品的 8 倍。与传统霍尔效应传感器相比，分辨率的提升更为显著。

Allegro 在开发突破性的 XtremeSense™ TMR 解决方案时和市场领先的客户密切合作，我们正在重新定义面向安全关键系统和未来自动驾驶车辆的传感技术。

Power-Thru 技术

Allegro 的 Power-Thru 技术通过将隔离式栅极驱动器和隔离式电源集成到一个高效的封装中，简化了高功率系统的设计。它在集成电路中包含一个单一的磁耦合装置，以所需的功率传输栅极开/关逻辑信号，驱动开关栅极，而无需使用外部辅助电源。

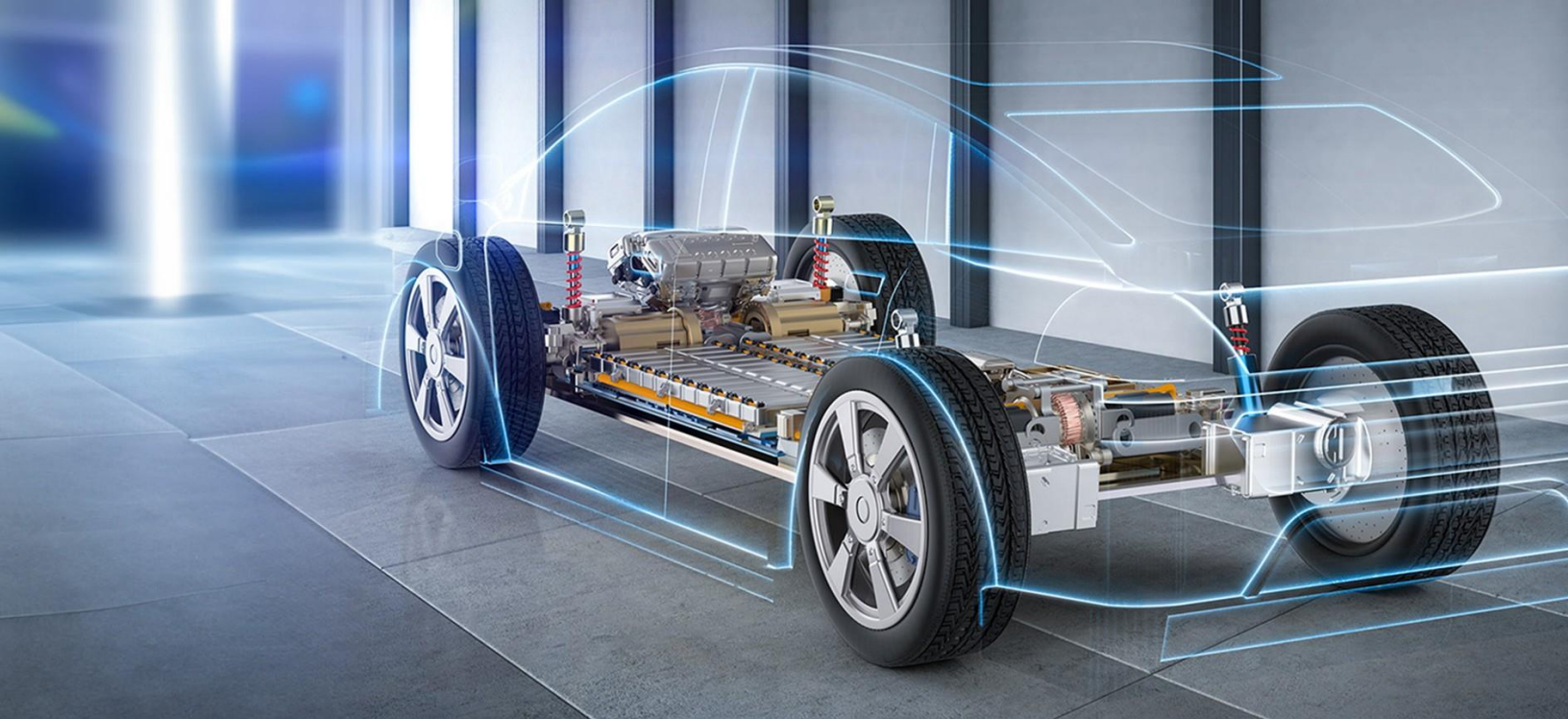


巨磁阻 (GMR) 传感器技术

GMR 技术能够改善信噪比、提高分辨率或降低特定解决方案（更小的磁体、更大的气隙等）所需的磁场水平。此外，平面内（即与晶圆或芯片表面平行）的传感能力能够创造出新的、更可靠的差分磁性解决方案，这是平面霍尔技术无法实现的。

霍尔效应传感器技术

霍尔效应，即磁场对导体电流的影响，最早由 Edwin Hall 于 1879 年发现。今天，Allegro 利用这一基本物理原理，并结合现代半导体技术，开发出速度、位置、线性、角度和电流传感器。我们的霍尔效应传感器集成电路将一个或多个霍尔元件与其他电路（如运算放大器和比较器）结合，制造出数字角度/位置传感器和速度传感器，以及带有模拟输出的线性和角度传感器。



这种专利技术通过减少组件数量、将电磁干扰（EMI）降至最低同时提高功率密度，使工程师能够设计出更紧凑且更可靠的系统。Power-Thru 技术消除了复杂的自举组件、笨重的 DC-DC 隔离电源模块、额外的 PCB 和多个连接器的需求，这些传统做法让设计非常复杂。

通过将这些关键组件整合为一个解决方案，Power-Thru 技术具有显著的优势，包括组件数量减少 50%、功率密度提高 2 倍、EMI 降低 20dB 等。这不仅能加快产品上市时间，还能提高效率并节省成本，使 Power-Thru 技术成为工程师在优化设计的同时提升性能的突破性技术。

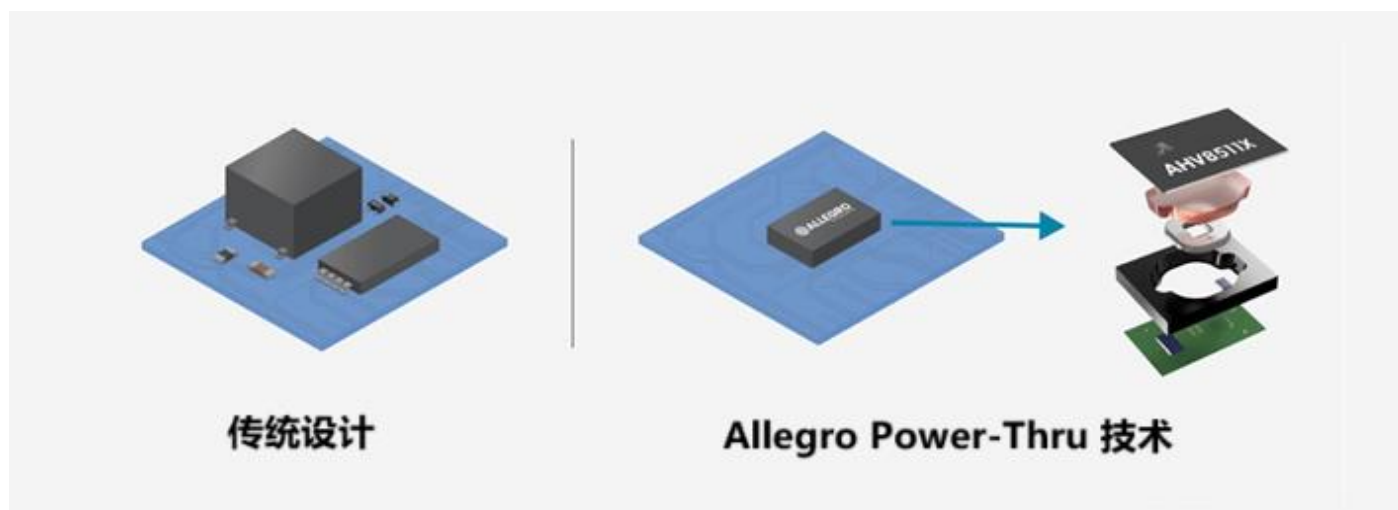


图 5：Power-Thru 技术通过磁耦合传输开关电力和逻辑信号，无需使用外部辅助电源。

面向未来的设计

Allegro MicroSystems 开发的半导体组件不仅具备供电能力，还具备系统能力，这一特性在汽车行业向 48V 系统过渡的过程中尤为重要。

“供电能力”指的是组件能够处理特定的输入电压等级，如 12V 或 48V，而 Allegro 的“系统能力”组件则是考虑到未来需求而设计的。

这些组件不仅能够在现有的 12V 系统中高效运行，还能无缝过渡到 48V 架构，减少重新设计和重新认证的时间和工作量。这种设计思路意味着汽车制造商当下就可以集成 Allegro 的组件，并确保它们在系统需求变化时仍然能够稳定运行。

例如，许多 Allegro 的芯片组被设计为能够在现有的 12V 系统中高效工作，并且可以升级到 48V 系统而无需花费高昂代价进行重新认证。这种灵活性使制造商能够立即采用 Allegro 的组件，并将这些设计整合到下一代电气系统中。通过专注于系统能力设计，Allegro 确保了其组件不仅能满足当前需求，还能简化向更高电压系统的过渡，从而节省时间和设计成本。



商业洞察（为何选择 Allegro？）

汽车制造商之所以选择与 Allegro 合作，是因为我们的半导体产品始终能够满足或超越设计要求。

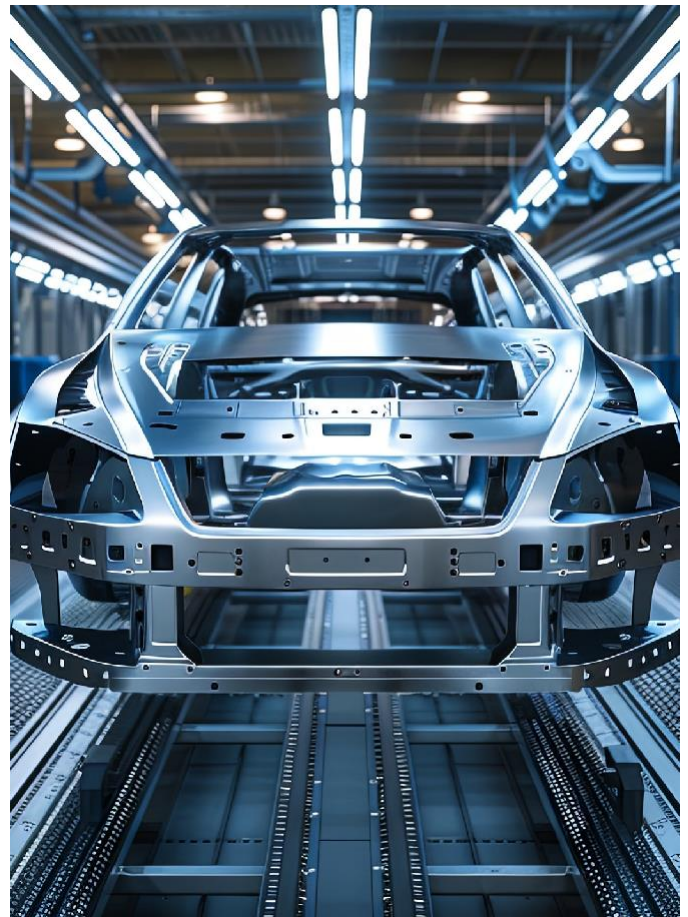
电气工程师信任 Allegro，不仅是因为我们产品的性能和可靠性，还因为我们在设计过程中提供的全方位支持。从详细推荐应用电路到进行深入的设计评审，我们为客户提供准确的信息和所需的人力支持，以实现成功的设计成果。我们的做法不仅仅是销售芯片 — 我们致力于提供完整的设计项目，从概念阶段到规模化生产我们提供全程支持。

采购专家依赖 Allegro 可靠且灵活的供应链，我们供应链的设计宗旨是最大限度减少风险，为客户提供可靠且符合预算的产品，重点确保产品零缺陷。

我们在供应链管理方面表现出色，从设计阶段到生产阶段都与客户保持紧密合作。这种合作，结合我们对特定市场的重点关注，使我们在竞争中占据了优势，采购团队非常看重我们的价值。Allegro 不仅仅是一个供应商；我们更是一个致力于确保客户的项目从始至终都能成功的合作伙伴。

设计经理选择 Allegro，因为我们深知信任和可靠性在开发过程中的重要性。

我们与设计团队紧密合作，深入了解他们所面临的挑战，这种做法让我们能够帮助客户降低风险并加快设计进程。通过将多个功能集成到一个设备中，我们简化了设计过程，缩短了设计周期并提高了可靠性，从而实现更快的上市时间。此外，我们还可以提供定制封装，甚至对设备本身进行定制，以满足客户的特定需求。我们的供应链经过 ISO 认证，兼具韧性和灵活性，可以确保我们始终能满足客户的交货预期，成为帮助客户实现最佳设计同时确保按时交付的合作伙伴。



结论

从 12V 向 48V 系统架构的转型，汽车行业不仅仅是响应日益增长的功率需求，更是为支持现代车辆各种先进功能而必须做出的关键性演变。

从电动助力到自动驾驶，车辆电子设备日益复杂，需要更强大的电源供应，以确保效率、安全性和性能。通过采用 48V 系统架构，汽车制造商可以克服 12V 系统的局限，提供更多电力，同时减少电气组件的负担，将能量损耗降至最低，提升整体车辆效率。

在 48V 系统开发和实施领域，Allegro MicroSystems 是众所周知的引领者，很早就预见到向更高电压架构转变这一趋势。这一前瞻性使 Allegro 能够建立起一套全面的 48V 系统解决方案，这些解决方案已在当今众多的先进汽车型号中广泛使用，其中也包括领先的电动汽车制造商的产品。

电气工程师和设计经理对 Allegro 的信任不仅源于我们创新性的半导体产品，还源于我们在整个设计过程中提供的全方位支持。通过将多个功能集成到单一设备中，Allegro 使设计简化，有助于缩短开发周期，提高可靠性。



点击此处了解 48V 技术的更多信息！

我们对客户的承诺不仅仅是提供芯片；我们会和设计团队深入合作，从提供推荐的应用电路到进行深入的设计评审，确保每个项目都能从概念阶段到大规模生产大获全胜。此外，采购专家对 Allegro 获得 ISO 认证的极具韧性的供应链也赞誉有加，我们的供应链能够最大限度降低风险并确保按时在预算内进行交付，对于寻求通过可靠的高性能解决方案为未来布局的汽车制造商而言，Allegro 是他们首选的合作伙伴。

简而言之：

- ▶ Allegro 的设计主要面向汽车行业，其零部件专为汽车行业进行优化。
- ▶ 我们的组件产品完全符合严格的热管理、安全性和质量标准。
- ▶ 我们供应符合未来需求的 48V 组件，既具备供电能力，又具备系统能力，适应当前和未来的系统需求。
- ▶ 我们拥有 Power-Thru 这样的先进技术，支持更高效的设计。
- ▶ Allegro 是值得信赖的合作伙伴，拥有强大的支持资源和工具，并且具备可靠的供应链保障，可以确保业务无缝运行。

附录 A

12V/48V 架构比对

减少电缆尺寸

首先，随着电力需求的增加，12V 系统中的电流呈线性增加（电功率公式）：

$$P=V \times I$$

$$I=P/V$$

其中，P = 功率（瓦特），V = 电压，I = 电流。假设组件的功率需求保持不变，随着电压的增加，电流会线性减少。电流减小意味着电缆线径也可以成比例地减小。图 2 的例子中，假设功率需求保持在 480W，我们来测量一米电缆的电流，48V 系统可以将电缆尺寸从 8 AWG (8.35mm²) 降低到 15 AWG (1.65mm²)，这意味着电缆重量减轻了 80% (从 74.8g 减少到 14.8g)。

材料成本

线缆直径越小，材料成本越低。假设我们使用铜导体，忽略绝缘层和连接器的变化，铜的价格为 0.0089 美元/克（截至本文撰写时），线缆的材料成本大约能减少 80%。

减少功率损失

将系统电压提高到 48V 后，功率损耗（以及由此产生的不必要的散热）同样得到了改善。同样参考图 2，利用焦耳定律（揭示通过导体的电流与转化为热量的电能之间的关系）：

$$P=I^2 \times R$$

其中，P = 能量以热量（瓦特）形式消耗的速率，I = 电流，R = 电阻。我们可以看到功率损耗与电流的平方成正比。在我们的例子中，使用美国电线规格（AWG）表中的铜线电阻，12V 系统中，一米长的 8 AWG 线缆其功率损耗约为 3W：

$$P_{loss}=(40A)^2 \times 2.08m\Omega$$

$$P_{loss}=3.328W$$

同样，同于使用 15 AWG 线缆的 48V 系统：

$$P_{loss}=(10A)^2 \times 13.6m\Omega$$

$$P_{loss}=1.36W$$

48V 系统将功率损耗减少了大约 60%，并相应地减少了热量的散发、提高了车辆效率。



访问 allegromicro.com 了解更多信息

修订历史

编号	日期	说明
-	2024 年 10 月 24 号	首次发布

©2024, Allegro MicroSystems.

本文档中包含的信息不构成 Allegro 就本文档的主题向客户提供的任何陈述、保证、保修、担保或诱导。文中提供的信息并不能保证基于这些信息的过程是可靠的，也不能保证 Allegro 已经探索了所有可能的故障模式。客户有责任对最终产品进行充分的验证测试，以确保产品的可靠性并满足所有设计要求。本文档的副本被视为不受控制的文档。