



2025 年 GaN 功率半导体发展预测

破解能源需求增强与净零经济之间的矛盾



www.infineon.com/gan

英飞凌

目录

引言	4
消费电子	5
机器人	5
USB-C 适配器和充电器	6
家用电器	7
住宅太阳能和储能系统 (ESS)	8
移动出行	10
车载充电器和高压 / 低压 DC-DC 转换器	10
牵引逆变器	11
48 v 功率架构	12
电信基础设施	13
电信 /5G	13
AI 数据中心	14
前景展望	16
参考文献	17



氮化镓（GaN）功率半导体正处于高速增长轨道，并在多个行业逐步迈向关键拐点。目前，消费类充电器和适配器已率先实现突破，预计今年将有更多应用达到拐点，其他应用则有望跟进。然而，GaN 要实现广泛普及，仍面临诸多挑战。这是为什么呢？我们如何克服这些阻力，以释放 GaN 技术的全部潜力，并创造更大价值？

在这本 2025 年预测电子书中，我们针对最成熟、最具市场相关性的 GaN 功率半导体应用提供了行业预测和展望，并分享了一些关于 GaN 发展旅程的深刻洞见：

1. 综合电力系统的重要性将进一步提升。GaN 依托其在效率、功率密度和尺寸优化方面的优势，在电力系统中发挥更加重要的作用。
 > “**系统的游戏**”就是通过 **GaN** 来赢得的。
2. 除了“单纯的”器件优化，GaN 的广泛应用需要全行业共同推动创新，以构建健全的生态系统，包括先进封装技术、多元化供应链以及制造工艺创新。其中，扩大创新渠道将是关键。
 > **创新，离不开协作。**
3. 除了即将实现的与硅材料的成本平价，GaN 还可以通过与其他材料混合的方法，为客户创造更多利益。
 > **GaN 既是革新者，也是为客户带来更多利益的“团队合作者”。**

作为功率系统领域的领先企业，英飞凌致力于推动 GaN 技术的普及、升级与应用落地。凭借业内最广博的产品和 IP 产品布局、最高质量标准、最前沿的创新技术（例如，300 毫米 GaN 晶圆制造、集成 GaN 解决方案、双向开关（BDS）技术）以及系统级 IC 设计能力，我们正不断证明这一点。

Johannes Schoiswohl 博士

英飞凌高级副总裁兼总经理

GaN 系统业务线负责人



引言

技术进步在应对环境挑战方面极具潜力 [1]。然而，许多推动可持续发展的创新（例如，电动汽车和太阳能发电场）高度依赖电气系统，而这可能无意中带来环境平衡问题。因此，如何解决这些挑战，对于推动可持续发展至关重要。技术的进步必须与提高能效、减少二氧化碳排放的创新并行发展，而这正是 GaN 的用武之地。

当今和未来的技术高度依赖电能来推动创新，而这也同时加剧了环境问题。

例如，信息和通信技术（ICT）行业预计将排放的二氧化碳占全球排放量的 4%-10%[2]，甚至高于航空业。这一数据凸显了各行业减少能源消耗的紧迫性。此外，大多数全球企业已将可持续性作为核心业务战略。在一项调查中，80% 的高管表示，他们优先投资可持续发展项目，以“提升盈利能力，并推动业务增长”。

氮化镓（GaN）已被证明是提高各种应用能效的解决方案之一 [3]。凭借其高速性能和低碳足迹，GaN 半导体被誉为电子行业的变革性技术 [4]，使制造商能够开发更小巧、更高效的设备。

高效利用 GaN 将继续成为 2025 年及未来的重要趋势，不仅助力多个技术领域的持续进步，也将成为企业及社会实现可持续发展目标的关键。

然而，GaN 的大规模普及仍然取决于其成本可负担性 [5]。虽然在充电器和适配器等消费电子领域，GaN 的普及已达到市场拐点，但在工业和汽车领域的广泛应用，仍有待其价格进一步接近硅的水平。

展望 2025 年，GaN 在消费和工业市场的应用将大幅增长。市场规模预计将从 2020 年的 4580 万美元增长到 2025 年的 4.072 亿美元，在短短 5 年内增长 889%[6]。接下来的预测章节将进一步解析这一增长趋势，并提供市场洞察作为支撑。



消费电子

机器人

预测：机器人将得到广泛应用，得益于 GaN 在提升能效和缩小体积方面的优势，推动人形机器人、护理机器人和送货无人机的市场增长。

整个机器人市场即将迎来大幅增长，今年的市场规模预计将达到 998 亿美元 [7] 至 1100 亿美元 [8]，到 2030 年，市场价值预计增长 98.2%[9] 至 132.7%[10]。在这一广阔市场下，多个细分市场正在呈现各自独特的增长模式，包括协作机器人、人形机器人或商用无人机 [11、12、13]。

机器人行业的增长主要由市场需求增长和技术进步共同驱动。其中，全球人口老龄化导致劳动力短缺，成为推动机器人市场扩张的重要因素。此外，人工智能和传感器集成的快速发展也使机器人技术在各行各业的应用变得更加可行，市场吸引力不断上升。

随着机器人技术集成自然语言处理（NLP）[14] 和计算机视觉等 AI 先进技术，GaN 将为打造更高效、更紧凑的设计带来必要的能效。

基于 GaN 的电机驱动系统能够提供优异的能效和性能、更高的功率密度、更少的电机损耗和更高速的开关能力。这些技术进步带来了诸多优势，例如，无需笨重的电解电容器、缩小了尺寸，并提高了可靠性。将逆变器集成到电机机箱，可减少散热器的需求，同时优化关节 / 轴的布线，并简化 EMC 设计。更高的控制频率能够改善动态响应能力。

具有高开关频率的 GaN 基电机控制设计还支持在紧凑的密封外壳中，实现更高的功率。GaN 在高频下能够提供优异的性能，进一步提高系统效率（逆变器和电机损耗），并保持较低的工作温度。

放眼该领域的未来发展，机器人及其相关应用预计将在工业自动化和日常生活中占据越来越重要的地位。

USB-C 适配器和充电器

预测：基于 GaN 技术的 USB-C 适配器和充电器将在市场占据主导地位，提供更紧凑、更高功率输出的解决方案，同时在能源效率和环境可持续性方面树立新的行业标杆。

GaN 显著缩小了 USB-C 充电器的体积，同时提升输出功率，包括苹果 [15]、三星、戴尔、惠普、雷蛇、华硕、安克等在内的领先品牌，均已广泛采用 GaN 技术，推出高达 300 W 功率的紧凑型充电器。此外，GaN 已成为产品品牌推广的关键卖点，许多高端品牌也推出了 GaN 充电器。

GaN 充电器凭借其优异的能效和热管理能力，正在为快速充电树立新的标杆。预计到 2030 年，包括快充在内的消费类应用将占据整个全球 GaN 功率器件市场的 52% 以上 [16]，凸显了 GaN 在推动低碳化和数字化方面的重要作用。GaN 充电器不仅更高效，还有利于保护环境。其更小的尺寸减少了生产、包装和回收所需的资源，有助于降低环境足迹。





家用电器

预测：受更高能效等级、降低能耗需求和系统成本优化的驱动，GaN 有望在家电市场取得快速发展。

GaN 在家用电器市场的增长强劲，预计未来 4 年将迎来快速增长，2023 年 -2029 年的复合年增长率预计达到 121%[17]。目前，洗衣机、冰箱等家电产品采用 GaN 技术的主要驱动力包括：能源法规要求，以及能效标签对市场竞争力的影响。能效标签根据家用电器的能耗进行评级，是消费者购买家电的重要决策因素。为了获得最高能效评级，制造商必须在保持高性能的同时，降低能耗。对此，提高家电内部的功率转换效率是一个有效的解决方案，而 GaN 技术在这一领域发挥着至关重要的作用。GaN 技术的效率提升十分显著 [18]，例如，在 800 W 应用中，GaN 可将转换效率提高 2%[19]，助力制造商获得梦寐以求的 A 级评级。这一优势得益于 GaN 具备更快的开关速度，因此也更加高效，使其非常适用于高效电机，满足其降低损耗的性能需求。

随着家电市场的不断发展，GaN 技术的广泛应用不仅将推动创新，也将在降低能耗、助力低碳化发展方面发挥关键作用。经 GaN 优化的逆变器设计，还可以从更低的电磁干扰（EMI）中获益。与传统功率器件相比，GaN 没有体二极管，可有效减少反向恢复电荷等寄生效应。此外，GaN 逆变器具备更快的开关速度，使小型高电感电机可在更高的速度下运行，减少部分家电对复杂传动系统的需求，从而降低成本。此外，它可实现更紧凑的电机驱动器设计，同时降低可闻电机噪声。

最后，GaN 逆变器能效更高，散热更少，使得工程师无需使用散热器。传统散热器通常由铝制成，体积庞大，在制造过程中需要人工安装；在高湿度环境下运行时，易受冷凝影响，成为故障点，从而降低可靠性。通过消除散热器，制造商可为每个系统节省约三美元的成本。节约成本这一优势，加上 GaN 逆变器在更高功率密度下具备更优的性能、效率和可靠性，GaN 解决方案为现代家用电器设计提供了更具吸引力的替代方案。



住宅太阳能和 储能系统 (ESS)

预测：GaN 技术将进一步提升住宅太阳能和 ESS 的效率和性能，同时有助于降低物料清单 (BoM) 成本。

迄今为止，清洁能源转型最成功案例之一便是太阳能光伏发电的快速崛起。从 2010 年至 2023 年，全球太阳能光伏发电量已增长至 40 倍。尽管取得了重大进展，但清洁能源发电的增长速度仍未满足全球日益增长的电力需求，若要实现净零排放目标，太阳能光伏发电必须加速扩大规模。[20]

目前，太阳能光伏发电仅占全球总发电量的 5% 左右，但预计到 2030 年，这一比例将增至 17%[21]。这一增长的主要驱动力包括，消费者对可持续发电需求的认识不断提高，以及政府税收和补贴政策的增加 [22]。在这类支持性政策环境及其他因素的推动下，预计到 2035 年，太阳能光伏发电将成为全球主要电力来源：在既定政策情景 (STEPS) 下，光伏发电将占全球总发电量的 25%，在净零排放情景 (NZE) 下，这一比例将达到 35%[23]。

随着全球向可再生能源转型，高效的电力转换与传输技术变得尤为重要。而这正是高效 GaN 技术的用武之地。在住宅生态系统中，GaN 技术发挥着日益重要的作用，广泛应用于微型逆变器、串式 / 混合逆变器、功率优化器、便携式电站，以及车网互联 (V2G) 电动汽车充电。

在太阳能微型逆变器中，GaN 器件可带来诸多优势。其中，一个显著的优势在于，它能够处理更高的功率水平，同时保持较小的逆变器外形尺寸，从而实现紧凑高效的设计。此外，GaN 器件具有更快的开关速度，因此有助于提高效率并减少散热。此外，单向和创新的双向 GaN 逆变器，也在太阳能微型逆变器中发挥着重要作用。

另一个重要趋势是，住宅或电动汽车对电池充放电的需求日益增长，这被称为 V2X (车联万物) 系统。在这个系统中，GaN 双向开关 (BDS) 实现了突破创新，

能够双向阻断电压，从而使能量流控制更加高效，同时确保在不同运行条件下的安全性和可靠性。此外，BDS 无需中间直流链路，即可提升功率密度、缩小外形尺寸，并降低成本。换言之，与传统的背靠背开关相比，使用一个双向 GaN 开关不仅更具成本效益，占用的 PCB 面积也更小。

在混合式 / 串式逆变器中，单向或双向 GaN 器件可以显著降低系统成本，同时提高功率密度和效率。不仅如此，基于 GaN 的混合式 / 串式逆变器具备更低的开关损耗和优异的热管理特性，能够大幅提高系统效率。这在储能系统中尤为重要，因为混合式逆变器需要高效管理电网、储能系统与负载之间的能量流动，从而实现更可靠、更高效的能源供应。

在功率优化器系统中，GaN 技术可以调节光伏 (PV) 面板的最佳电流和电压，进一步发挥其高功率密度和效率的优势。此外，优化器系统的另一个关键方面是热性能。与传统的硅基器件相比，GaN 器件具有更高的热导率，因此可以更高效地散热，降低器件的工作温度，从而减少过热风险，并提升系统的整体可靠性。

总之，GaN 功率半导体有望提高住宅太阳能和储能系统的效率和性能，实现更紧凑、更高效的设计，这是实现净零排放未来的关键。





移动出行

车载充电器和高压 / 低压 DC-DC 转换器

预测：GaN 车载充电器和 DC-DC 转换器预计将显著提高电动汽车 (EV) 的充电效率、功率密度和材料可持续性，市场趋势将向 20 kW 及以上的系统迈进。

尽管全球电动汽车的市场增长有所放缓，但我们预计，未来几年电动化转型仍将持续加速，这主要得益于全新的解决方案，能为市场带来经济高效 [24]、面向未来的技术平台。

政府政策（例如，欧盟的二氧化碳排放标准和美国的环境保护署 (EPA) 法规）也在进一步推动这一需求。更高的效率、更紧凑的尺寸和更轻量化，是电动汽车

技术路线图的关键优化方向，而这些正是 GaN 等宽禁带半导体解决方案的用武之地。

由于独特的电气参数、更高的集成度和日益成熟的市场，GaN 预计将在车载充电器 (OBC) 和 DC-DC 转换器等汽车应用中实现更高的市场渗透率。

相比传统的硅基解决方案，GaN 在电动汽车领域具有多项核心优势，完全符合市场对可持续、高效能和成本优化的解决方案的需求。GaN 可提高能效，实现节能，并减少散热。其高功率密度最大限度地减少了材料用量，从而实现更紧凑、更轻量化的设计。基于 GaN 的

解决方案可实现更小、更具成本效益的电容器和变压器，从而在保持高性能的同时，减少整个系统的体积和成本。GaN 技术的集成实现了双向开关和集成逻辑等新特性，使系统更加紧凑、诊断更加简便，实现面向未来的移动出行应用。

在车载充电器领域，GaN 具备零反向恢复电荷，可有效降低电磁干扰；提供更低的开关损耗，使磁性元件更小，更容易实现零电压开关 (ZVS) 等先进拓扑结构。

在 DC-DC 转换器领域，更高的开关性能变得更加重要，其中，GaN 支持优化系统尺寸，并使风冷系统适用于未来的系统架构。

GaN 在移动出行应用领域的应用将持续增长，首批可投入量产的 GaN 设计预计将于 2025 年底或 2026 年初推出。各大汽车厂商和供应商正在积极验证 GaN 解决方案的质量、稳健性和成本效益，为将来的大规模部署做准备。

尽管 GaN 潜力巨大，但业界必须应对质量验证、制造可扩展性和法规遵从性等挑战。然而，GaN 带来的机遇同样引人注目，包括拓展电动汽车和可再生能源系统的应用范围、推动功率电子拓扑结构的创新，以及通过优异的能效表现，助力全球迈向低碳化。

牵引逆变器

预测：在汽车牵引逆变器领域采用 GaN 技术，将进一步提升 400 V 和 800 V 电动汽车系统的效率。

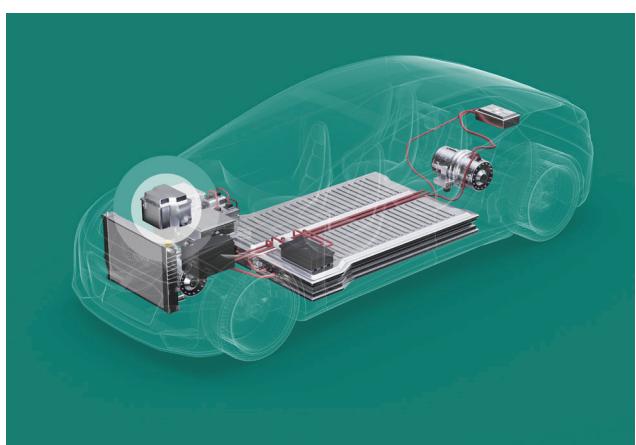
电动汽车 (xEV) 市场（包括纯电动汽车 (BEV)、插电式混动汽车 (PHEV) 和增程式电动汽车 (REEV)）预计将在 2024 年的 1840 万辆，增长至 2030 年的 4610 万辆，年均复合增长率达到 16.5%。这一增长势头预计还将持续，到 2035 年，xEV 将占全球轻型汽车销量的 62% 左右 [25]。

牵引逆变器是电动汽车高功率驱动系统的核心组件，负责将电池中的直流电流 (DC)，转换为交流电 (AC)，从而驱动电动机，并控制车辆速度和扭矩。当前最先进的逆变器设计中，半导体选择的核心要求包括：高效率，以最大限度地延长给定电池容量下的续航里程，同时确保整个电动汽车系统的成本效益。目前，400 V (低成本、低功耗) 和 800 V (高性能) 逆变器架构是市场主流，并将在未来继续共存。

在未来的 400 V 传动系统中，GaN 的优异开关性能可进一步降低逆变器损耗，特别是在轻载工况下。在实际驾驶中，传动系统大部分时间都处于轻载状态，因此，GaN 带来了效率提升，这可以延长续航里程，或使车辆使用更小、更便宜的电池。此外，由于 GaN 可以在 300 毫米晶圆上制造，因此它有望成为 400 V 牵引逆变器系统中，具有成本竞争力的宽禁带解决方案。

GaN 还支持 800 V 系统的未来应用趋势。目前，800 V 牵引逆变器已经实现非常高的能效水平，但要实现整体系统效率的进一步提升，还需要在系统架构层面进行创新。采用三级拓扑结构的牵引逆变器由于可以生成更接近正弦波的输出，可以显著降低电动机的损耗。与当今最先进的两级逆变器相比，“T 型”三级逆变器可以将效率进一步提高 3-4 个百分点。

双向 GaN 开关是对 800 V T 型三级逆变器的突破性创新。在该拓扑结构中，每个相脚的背对背开关可以被一个双向 GaN 开关取代。双向 GaN 开关的独特特性，提升了系统效率，同时缩小了半导体的尺寸，并降低



了成本。因此，将 650 V 双向 GaN 与 1200 V 单向硅或碳化硅器件相结合，是下一代牵引逆变器系统级创新的一个良好示范，充分发挥不同半导体技术的独特优势。

总之，GaN 技术可以延长续航里程，并提高 400 V 和 800 V 系统的能效，将有助于提升电动汽车的市场普及率。

48 V 功率架构

预测：随着 GaN 技术的广泛应用，汽车行业对 48 V 功率架构的采用将持续增长。

随着汽车对更高性能的需求不断提升，其对功率 / 电流的需求也在大幅增加。这对传统的 12 V 功率架构构成了巨大挑战，要支持更高的功率输出，12 V 线束需要变得更粗、更重，制造和安装难度也随之增加。相比之下，48 V 功率架构更适合满足高功率需求，因为其电压提升至 48 V 后，相同功率下的电流降低至原来的 1/4，因此，电线厚度可减至 1/16。另外，它还减少了对大电流端子和连接器的需求。基于这些原因，到 2028 年，48 V 系统市场预计将增长 26.7%[26]。

向更高电压功率架构的过渡，需要能够承受更高电压的功率电子组件和系统。GaN 凭借其优异的电气特性，成为 48 V 汽车架构的理想之选。其高电子迁移率和宽禁带特性，可显著降低导通电阻，并尽可能地减少开关损耗，从而提高整体系统效率。此外，GaN 器件可以在更高的开关频率下运行，支持使用更小的无源元件，从而降低功率转换系统的尺寸和重量。

此外，GaN 晶体管的反向恢复电荷几乎可以忽略不计，从而尽可能减少了开关转换过程中的能量损耗，并改善热性能。GaN 是 48 V 系统中 DC-DC 转换器的理想之选。





电信基础设施

电信 /5G

预测：GaN 技术将为 5G 基站的发展提供强劲动力，不仅能显著提升能效和可扩展性，还能满足 AI 驱动的电信网络日益增长的需求。

由于投资回报率 (ROI) 有限，全球 5G 基础设施的部署步伐相对缓慢 [27]。目前，许多企业仍持观望态度，认为现有网络解决方案已能满足运营需求，尚无意斥巨资进行网络升级。

然而，底层技术的持续创新正在改变这一局面，为 5G 领域的重大进步铺平道路。其中，GaN 技术正逐步崭露头角，成为推动 5G 未来发展的关键驱动力。

5G 网络的部署面临严峻的能耗挑战，特别是在基站端。由于需要处理呈指数级增长的数据容量，并提供稳定的无缝连接，基站需要先进的电力解决方案，对高负载工作状态进行高效管理。

GaN 技术具有独特的优势，可以满足这些需求。它具有高能效、优异的散热性能，以及在更高的功率密度下运行的能力，因此成为现代 5G 基站的理想之选。随着 5G 网络的不断扩展，以及数据容量的持续攀升，GaN 技术在为这些系统供电方面，发挥着愈发重要的作用。

虽然基站仍然是 5G 基础设施的基石，但 GaN 技术的价值远不止于此。Yole Group 在《Power GaN 2024 报告》[28] 中强调，GaN 技术以优异的能效表现，在数据中心和 AI 驱动系统等其他领域同样极具吸引力。这些市场的规模甚至超越 5G 基础设施，同样能从 GaN 技术中获得显著效益。

AI 与和电信行业的融合也为 GaN 技术开辟了更广阔的发展空间。全球领先企业正通过联盟的形式，携手推进功率管理和 AI 优化领域的技术创新。这些合作旨在提升能效水平和带来新的应用，充分发挥 GaN 的独特优势，以满足 AI 与和电信行业不断变化的需求。

GaN 正逐步成为一项颠覆性的技术，特别是在 5G 基站等高功率需求应用领域。AI 与电信行业的深度融合凸显了 GaN 技术在大都市和市中心等高需求地区的广泛应用机会。随着技术趋势的持续演进，GaN 技术将在构建下一代智能互联系统中，发挥至关重要的作用。



AI 数据中心

预测：GaN 将助力 AI 数据中心将降低能耗与冷却需求，以紧凑高效的设计满足 AI 和高性能计算日益增长的需求。

作为 AI 和数字服务的核心基础设施，数据中心正在经历指数级增长。到 2030 年，AI 数据中心的全球电力消耗预计 will 大幅上升 [29]，其中，AI 应用将进一步提高能源需求 [30]。

当前，数据中心的全球电力消耗达到前所未有的 2% 左右，但随着 AI 和高性能计算规模的持续增长，该比例预计未来将上升至 7% [31]。这一趋势促使行业对更先进的功率解决方案产生迫切需求，以应对 AI 服务器日益增长的功率负载。在过去，单台电源的功率需求是 3.3 kW，如今已提升至 5.5 kW，预计未来甚至可能达到 12 kW 或更高。这种扩展要求使用高效、紧凑且具备高功率密度的功率器件，这使得 GaN 成为极具吸引力的理想之选。

GaN 已成为满足这些需求的关键技术，特别是在 AI 数据中心电源中。

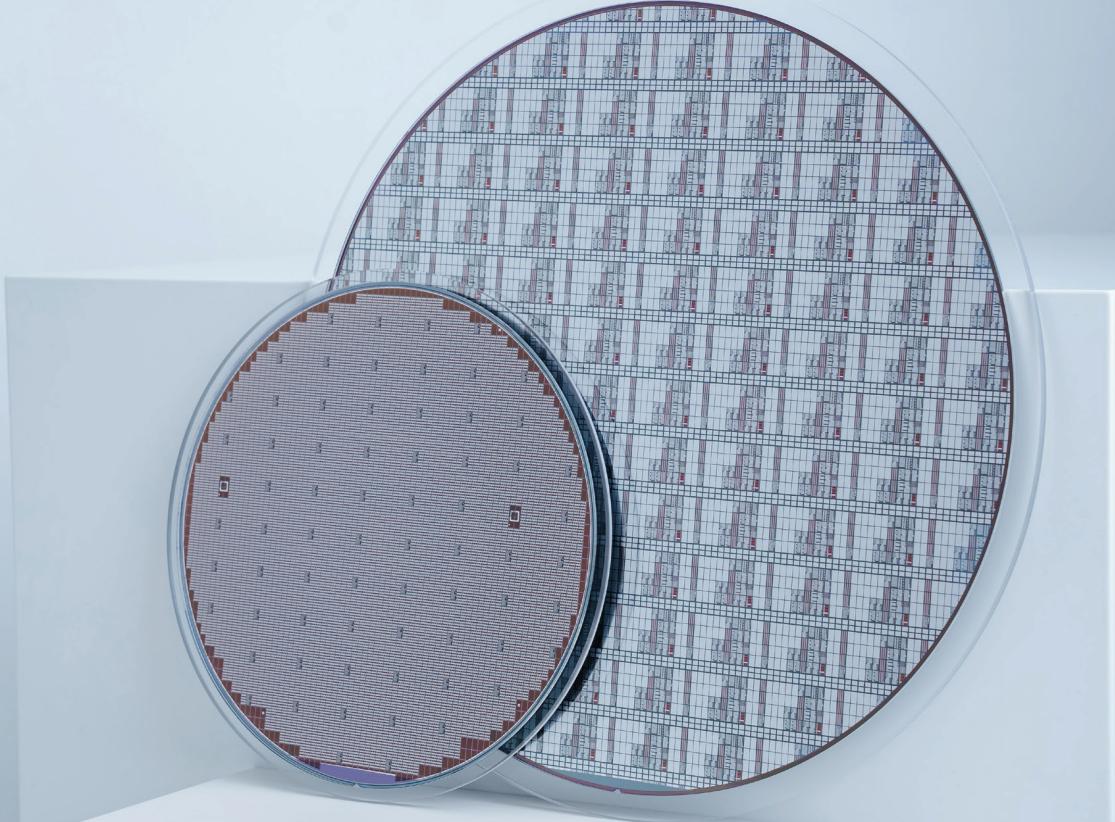
AI 计算的供电将高度依赖 GaN 技术。凭借高能效和紧凑外形，GaN 技术特别适用于满足最新 AI 数据中心架构的需求。通过在功率转换应用中采用 GaN 技术，数据中心可以提升功率密度，从而直接增强单位机架空间内的计算能力。相比之下，传统硅基电源在降低能耗和散热方面存在局限，特别是高功率应用场景下。而使用 GaN 技术，可以显著提升能效，减少数据中心的功率损耗和冷却需求。

虽然 GaN 具备显著优势，但结合硅 (Si) 和碳化硅 (SiC) 的混合架构，能够更均衡地满足 AI 数据中心的多元化需求。例如，在混合电源中，硅适用于进行功率因数校正 (PFC)，碳化硅可用于高应力电路，GaN 则适用于 LLC 拓扑结构，来最大化功率密度，并优化功率架构各环节的能效。这种模块化的方法使得每种技术都能各展所长，形成协同优化的系统，以最大限度地提高能效和功率密度。作为为 AI 数据中心提供高效、适应性强的电源方案的领导者，英飞凌正处于开发这一混合架构解决方案的前沿。

提升效率不仅关乎运营成本，更是 AI 数据中心热性能管理的关键。低效的电源系统会导致大量能量以热量的形式耗散，导致数据中心需要庞大的冷却基础设施。随着数据中心规模的扩张，冷却需求可能成为运营的一大瓶颈，迫使企业采用液体冷却等先进的冷却技术。而通过集成 GaN 技术，AI 数据中心可以降低功耗，并减少散热，从而减少冷却系统的成本，提高整体能源利用率。

此外，包括 GaN 在内的宽禁带半导体正在快速渗透数据中心应用。虽然 GaN 在充电器和适配器等其他领域已经达到了市场普及的拐点，但随着 AI 数据中心功率水平的持续攀升，GaN 技术正愈发受到行业关注。在 AI 工作负载日益增长的需求支持下，GaN 技术在下一代电源设计中的部署已经启动。未来几年，在对紧凑、高效和高性能功率解决方案需求的推动下，GaN 有望成为高密度电源的核心材料。

GaN 技术在满足人工智能数据中心的功率需求方面取得了重大突破。凭借混合架构、效率改进和优异的热管理能力，GaN 将在未来的 AI 和高性能计算方面发挥关键作用。随着数据中心的规模和复杂性不断扩张，GaN 将成为实现下一代高能效、高密度功率解决方案的关键。



前景展望

如今，各行各业都面临着一个共同的挑战——对能源的依赖不断加深，同时亟需优化能源平衡，以促进地球的可持续性发展。将这一挑战转化为机遇，是实现这一目标的关键，技术则在解决方案中扮演着至关重要的角色。

在本年度的预测电子书中，我们概述了 GaN 技术在各种应用场景中的效果和效率。我们已经证明，GaN 功率半导体在机器人、电动汽车、充电器和 AI 数据中心等众多应用中，已发挥或即将发挥重要作用。技术与可持续发展的相互依存，构成了所有 GaN 解决方案的基石，它不仅带来了广泛的优势和进步，还支持在每个设备或应用中有效地利用电能。

可再生能源的快速增长，以及从电动汽车到 AI 数据中心和机器人技术的快速发展，都离不开更高效、更具成本效益的器件。这些因素仍是市场增长的主要驱动力，而 GaN 则是同时有利于这二者的先进技术之一。这意味着，尽管 GaN 具有优异的效率，但要更广泛地推广应用，就必须降低生产成本，并提高可扩展性。创新是必不可少的。过渡到最新的 GaN 晶圆技术（例如，300 毫米）可大幅降低成本，甚至为新应用带来机遇。

一旦实现这一点，我们将看到越来越多的行业都将部署 GaN 解决方案，用于电压范围高达 700 V 或更高的功率转换应用。双向开关也将推动增长，并在多个应用领域发挥变革性作用。此外，某些法规（例如，欧盟对 USB-C 充电器的规定和对可再生能源技术的激励措施）也为 GaN 的应用提供了支持。比如，在电动汽车市场，政府补贴和二氧化碳排放法规正在推动高效车载充电器和 DC-DC 转换器的需求增长，这对 GaN 技术的发展路线图产生了深远影响。

未来，GaN 技术将推动全球迈向更加可持续、更加互联的世界。GaN 技术正在为更轻、更快、更高效的解决方案铺平道路。随着我们迈向 2025 年及更远的未来，GaN 技术的影响力将继续扩大，加速技术革新，并推进可持续发展。

参考文献

- [1] U.S. Department of Energy: <https://www.energy.gov/eere/solar/solar-energy-wildlife-and-environment#:~:text=As%20a%20renewable%20source%20of,humans%2C%20wildlife%2C%20and%20ecosystems>
- [2] GOV.UK: <https://sustainableict.blog.gov.uk/2023/04/27/why-sustainable-ict-is-vital/>
- [3] University of Cambridge: <https://www.gan.msm.cam.ac.uk/projects/platform>
- [4] PR Newswire: <https://www.prnewswire.com/news-releases/infineon-pioneers-worlds-first-300-mm-power-gallium-nitride-gan-technology--an-industry-game-changer-302244911.html>
- [5] Straits research: <https://straitsresearch.com/report/gallium-nitride-semiconductor-devices-market#:~:text=GaN%20is%20currently%20very%20expensive,high%20price%20of%20bulk%20GaN>
- [6] Yole Intelligence: Power SiC/GaN Compound Semiconductor Market Monitor, Q4 2024: <https://www.yolegroup.com/product/quarterly-monitor/power-sicgan-compound-semiconductor-market-monitor/>
- [7] Market research future: Global robotics market overview: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/robotics-market-4732>
- [8] GlobalData: Robotics market: <https://www.globaldata.com/media/thematic-research/robotics-market-will-worth-218-billion-2030-forecasts-globaldata/>
- [9] Market research future: Global robotics market overview: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/robotics-market-4732>
- [10] GlobalData: Robotics market: <https://www.globaldata.com/media/thematic-research/robotics-market-will-worth-218-billion-2030-forecasts-globaldata/>
- [11] NMSC: Collaborative Robot Market: <https://www.nextmsc.com/report/collaborative-robot-market>
- [12] Godman Sachs: global market for humanoid robots: <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/the-global-market-for-robots-could-reach-38-billion-by-2035>
- [13] Fortune business insights: commercial drone market: <https://www.fortunebusinessinsights.com/commercial-drone-market-102171>
- [14] ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772503024000598>
- [15] Cubenest: <https://www.cubenest.eu/blog/gan-technology>
- [16] Trendforce: <https://www.trendforce.com/news/2024/08/16/news-global-gan-power-device-market-size-expected-to-reach-usd-4-376-billion-in-2030-cagr-of-49#:~:text=Consumer%20Electronics%20still%20holds%20the,future%20landscape%20of%20the%20industry>
- [17] Yole Intelligence: Power SiC/GaN Compound Semiconductor Market Monitor, Q4 2024: <https://www.yolegroup.com/product/quarterly-monitor/power-sicgan-compound-semiconductor-market-monitor/>
- [18] University of Sheffield: <https://www.sheffield.ac.uk/gancentre/publications/highlights>
- [19] Infineon calculation
- [20] International Energy Agency (IEA): world energy outlook 2024: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>
- [21] International Energy Agency (IEA): world energy outlook 2024: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>
- [22] Austrian government: https://www.oesterreich.gv.at/themen/umwelt_und_klima/energie_und_ressourcen_sparen/1/Seite.2430320.html; Italian Budget Law 2025: <https://documenti.camera.it/leg19/dossier/pdf/ID0011vol1.pdf>;
- [23] International Energy Agency (IEA): world energy outlook 2024: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2024>
- [24] Goldman Sachs: <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/electric-vehicle-battery-prices-are-expected-to-fall-almost-50-percent-by-2025>
- [25] S&P Global Mobility, “Light Vehicle E-Propulsion Production Forecast”, December 2024

- [26] The business research company: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/48-volt-battery-system-global-market-report>
- [27] Investopedia: <https://www.investopedia.com/investing-5g-5220515>
- [28] Yole Intelligence: Power GaN 2024: <https://www.yolegroup.com/product/report/power-gan-2024/>
- [29] International Energy Agency (IEA): <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5e9122fc-9d5b-4f18-8438-dac8b39b702a/WorldEnergyOutlook2024.pdf>
- [30] International Energy Agency (IEA): <https://www.iea.org/commentaries/what-the-data-centre-and-ai-boom-could-mean-for-the-energy-sector>
- [31] McKinsey Global energy perspective 2023: Power Outlook