

碳化硅高速增长的前夕：功率渗透率提升与 AI+AR 双轮驱动

报告要点

碳化硅（SiC）成为驱动技术升级与效率革命的关键支撑。作为第三代宽禁带半导体核心材料，凭借禁带宽度大、击穿电场高、热导率优、电子饱和漂移速度快等突出性能，正全面渗透新能源、AI、通信、AR 四大高增长产业，其应用场景从功率器件延伸至散热材料、光学基底等领域，需求呈爆发式增长，行业即将进入高速发展期。

在新能源领域，SiC 是实现高效节能的核心器件，我们预计 2030 年，全球“新能源车+充电桩+光储”对碳化硅衬底（6 吋当量，若非特殊说明，下同）的需求量约 577 万片，CAGR~36.7%。新能源汽车领域，800V 高压平台逐步普及，2025 年渗透率已达 11.17%，SiC MOSFET 应用于主驱逆变器、DC-DC 转换器等核心部件，可使整车能耗降低 8%-10%。我们测算得，2030 年全球新能源车领域 SiC 衬底需求达 432 万片，中国 328 万片。高压直流充电桩方面，政策推动下 2027 年将建成 10 万台大功率充电桩，SiC 凭借耐高压特性成为达标关键，2030 年全球 SiC 衬底需求 51 万片，中国 29 万片。光储领域，SiC 将提升光伏逆变器与储能变流器效率，2030 年全球碳化硅衬底需求 94 万片，中国 30 万片。

AI 产业中，SiC 迎来“功率+散热”双重增长机遇。数据中心方面，算力提升推动机柜功率密度飙升，SiC 应用于 UPS、HVDC、SST 等电源设备，2030 年全球电源领域衬底需求 73 万片，中国 20 万片。同时，SiC 作为先进封装散热材料，解决 GPU 高发热难题，2030 年全球 AI 芯片中介层所需衬底需求约 620 万片，中国 173 万片；若在现有技术路径下，CoWoS 工艺中，基板和热沉材料也采用 SiC，则 AI 芯片散热领域衬底空间将增加 2 倍。

通信射频领域，5G-A 与 6G 推动射频器件升级，GaN-on-SiC 方案凭借优异散热与高频性能成为主流。2030 年全球射频用半绝缘型 SiC 衬底需求量达 17 万片，中国占比 60%，约 10 万片。

2030 年全球 AR 眼镜领域衬底需求 389 万片，中国 137 万片。AR 产业中，SiC 高折射率特性使其成为光波导片理想基底，可扩大视场角、解决彩虹纹问题，推动 AR 眼镜轻量化与全彩化。

需求端的全面爆发推动行业规模快速扩张，预计 2027 年碳化硅衬底供需平衡，甚至存在出现产能供应紧张的可能性；2030 年，全球 1676 万片的衬底需求量，较 2025 年的供给，存在约 1200 万片的产能缺口。其中，AI 中介层、新能源汽车、AR 眼镜是三大核心增长点，我们预计到 2030 年需求占比分别为 37%、26%、23%；其中 SiC 在 AI 芯片先进封装散热材料的运用上，若能实现在“基板层”、“中介层”和“热沉”三个环节的产业化，2030E，全球碳化硅衬底需求量有望达到约 3000 万片。

风险提示： 1、中美贸易摩擦加剧，供应链进一步受限的风险；2、下游需求不及预期；3、产品研发、技术迭代与市场推进不及预期，如 SiC 作为先进封装的散热材料，中介层、基板和热沉三方面均处于研发阶段，技术路线尚未完全确定，风险较高；4、行业竞争加剧。

电子

评级： 看好

日期： 2025.11.24

分析师 金凯笛

登记编码：S0950524080002

☎：021-61102509

✉：jinkaidi@wkzq.com.cn

行业表现

2025/11/24



资料来源：Wind，聚源

相关研究

- 《AI 驱动智慧中枢崛起，小米智能眼镜开启可穿戴实用主义新纪元》(2025/7/2)
- 《半导体材料系列报告之一：国际形势严峻，国产半导体材料行业如何发展》(2025/6/26)
- 《AI+AR 交互新范式，雷鸟 X3 Pro 重塑行业里程碑》(2025/6/5)
- 《Rokid AR Lite 开售，引领空间计算时代》(2024/8/6)
- 《半导体硅片景气度向好，国产厂商前景可期》(2024/7/18)
- 《电子行业半月报：AI 赋能智能设备，头部厂商折叠屏手机加速布局》(2024/7/18)
- 《半导体行业点评：本轮半导体周期走到哪里了？》(2024/7/5)
- 《电子行业半月报：HarmonyOS NEXT 发布，助力鸿蒙 AI 生态建设》(2024/7/3)
- 《AI 手机百花齐放，苹果入局开启新气象》(2024/6/25)
- 《电子行业半月报：苹果 AI 发布，开启端侧 AI 新篇章》(2024/6/18)

内容目录

1、SiC 材料第一性决定其适用于能源、AI、AR 和射频产业	4
2、打破硅基局限，SiC 撑起新能源产业的“超高效时代”	4
2.1 电动车 800V 高压平台加速渗透，SiC 材料具有性能优势	4
2.2 SiC 具体用在新能源车的哪个部分？	5
2.3 SiC 在新能源车的需求测算	6
2.4 新能源汽车高压直流充电桩成为 SiC 需求增长的又一催化剂	7
2.5 高压直流充电桩所需 SiC 需求量测算	9
2.6 SiC 成为光储一体化的高效能引擎	10
3、能耗砍半、散热升级，SiC 激活 AI 产业潜力	12
3.1 SiC 是 AI 数据中心电源系统升级的钥匙	12
3.2 SiC 导热性能优异，有望作为芯片封装的散热材料	16
4、半绝缘 SiC 衬底是 5G-A 与 6G 射频通信芯片的必然选择	18
5、SiC 降本是 AR 产业壮大的必备要素	20
6、下游需求高速增长，2027 年碳化硅可能将迎来产能缺口	23
风险提示	23

图表目录

图表 1：SiC 是第三代宽禁带半导体，因其材料性能优势，被应用于新能源、AI、通信和 AR 产业	4
图表 2：800V 高压平台缓解用户“充电焦虑”和“里程焦虑”	5
图表 3：相同电压和功率下，SiC 逆变器较 Si 具有显著的性能优势	5
图表 4：我国 800V 新能源车渗透率	5
图表 5：我国 800V 高压平台在新能源车的价格段分布	5
图表 6：新能源汽车 SiC MOSFET 单车需求量（以小米 Su7 为例）	6
图表 7：全球/中国新能源汽车 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算	7
图表 8：新能源车直流充电桩示意图：采用 SiC 方案的 30 kW 直流充电模块大约需要 8 颗 SiC MOSFET+28 颗肖特基二极管	7
图表 9：新能源车充满电的时间随直流充电桩功率提升而缩短	8
图表 10：直流充电桩通过增加电源模块的堆叠组来提升功率	8
图表 11：直流充电桩电源模块发展趋势	8
图表 12：全球/中国新能源汽车充电桩 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算	10
图表 13：SiC 在光/储环节的应用	11
图表 14：SiC 在光/储环节节能效果显著（单位：Twh/年）	11
图表 15：2024-2030E 中国/全球光伏新增装机量预测	11
图表 16：2024-2030E 中国/全球储能新增装机量预测	11
图表 17：中国/全球光伏+储能逆变器所需 SiC 衬底需求量（万片）	12
图表 18：AI 芯片的高密度化演进（单位：W）	12
图表 19：英伟达 AI 芯片路线图对应的机柜功率密度演进	12
图表 20：全球数据中心装机量预测（GW）	13

图表 21：当前数据中心电源系统能效低，终端服务器仅 50%有效使用	13
图表 22：AIDC 电源系统技术升级示意图	13
图表 23：PSU 架构的演进.....	15
图表 24：2030E，AIDC 电源系统所需 SiC 衬底 TAM.....	16
图表 25：全球/中国 AIDC SiC 衬底（6 吋当量）需求测算	16
图表 26：先进封装中，中介层和有机载板示意图.....	17
图表 27：先进封装中，微通道热沉示意图.....	17
图表 28：全球/中国 AI 芯片中介层 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算	18
图表 29：射频器件示意图.....	18
图表 30：射频器件衬底材料伴随通信技术的革新而迭代.....	18
图表 31：LDMOS VS GaN-on-SiC VS GaN-on-Si	19
图表 32：全球/中国用于射频器件的半绝缘型 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算（万片）	19
图表 33：移动硬件终端变迁.....	20
图表 34：三种光波导镜片示意图.....	20
图表 35：AR 眼镜表面浮雕衍射光波导扩瞳示意图	20
图表 36：高折材料具有更广阔的视场角.....	21
图表 37：SiC 镜片能够更好解决彩虹纹的问题.....	21
图表 38：中国/全球 AR 眼镜 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算	22
图表 39：2030E，中国/全球 SiC 衬底（6 吋当量）需求预测	23

1、SiC 材料第一性决定其适用于能源、AI、AR 和射频产业

碳化硅（SiC）作为第三代宽禁带半导体，凭借其在击穿电场、禁带宽度、热导率、电子饱和漂移速度和折射率等方面的突出优势，正全面渗透新能源、AI、通信、AR 四大产业，成为推动技术升级与效率革命的关键支撑。

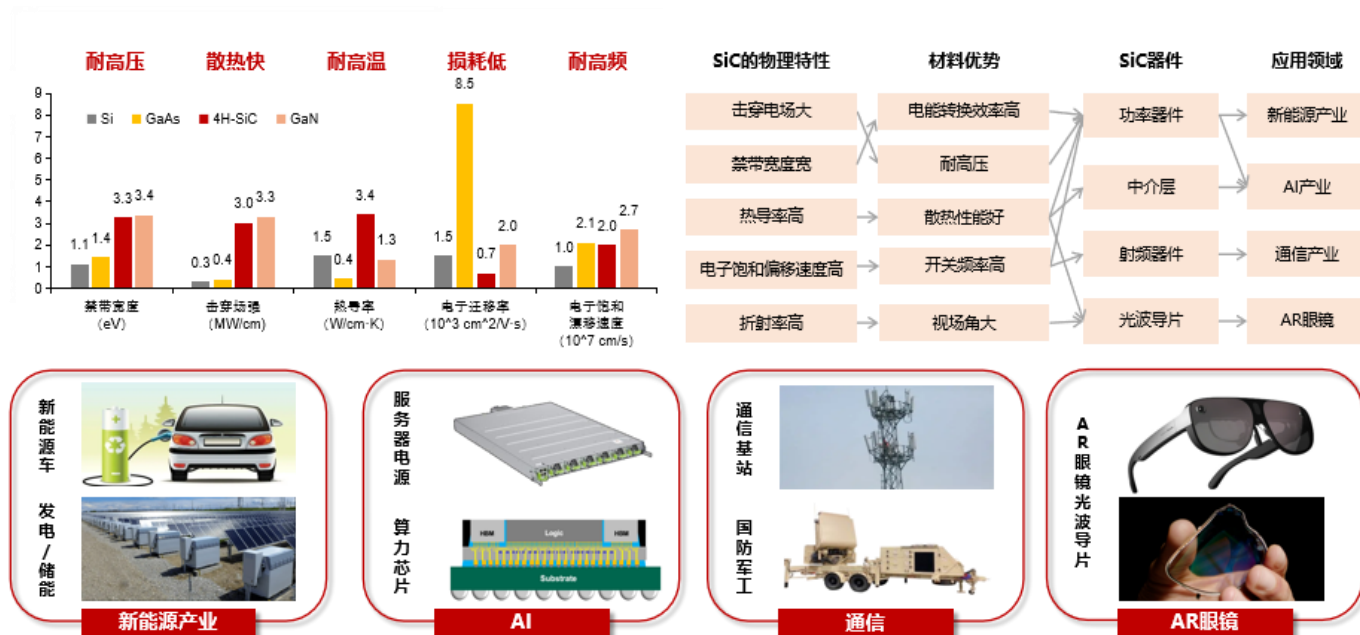
在新能源领域，SiC 凭借其耐高压、耐高温，能量损耗低的特性，是实现“高效节能”的核心器件。在电动车上，SiC 模块缓解用户“里程焦虑”和“充电焦虑”。光伏和储能方面，逆变器和变流器助力能耗的节约和风光电消纳能力的提升。

AI 产业中，一方面，SiC 器件可支撑 800V 乃至更高电压的配电架构：在变电站 AC/DC 整流、固态变压器和中压 DC/DC 转换环节中发挥关键作用。另一方面，基于其高导热性，有望破解摩尔定律趋于极限下先进封装散热难题。

AR 产业中，SiC 由于其高折射率助力终端设备拥有更广阔视场角、并解决彩虹纹问题。在 AR 眼镜的轻量化、全彩化和长续航中，SiC 扮演着重要角色。

在射频领域，由于 SiC 衬底具有散热性能好，开关频率较高等优势，有望成为 5G-A 与 6G 时代射频芯片衬底的重要发展方向。

图表 1：SiC 是第三代宽禁带半导体，因其材料性能优势，被应用于新能源、AI、通信和 AR 产业



资料来源：王彦君《衬底改性对硅基氮化镓外延薄膜质量的影响研究》，易车网，太阳能光伏支架网，Yole，台积电，C114 通信网，歌尔股份，微纳视界，五矿证券研究所

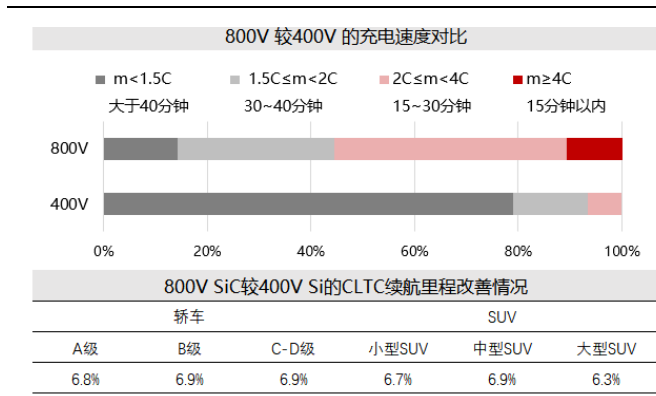
2、打破硅基局限，SiC 撑起新能源产业的“超高效时代”

2.1 电动车 800V 高压平台加速渗透，SiC 材料具有性能优势

电动车 800V 高压平台+超级快充，可以实现“充电 10 分钟，续航 300 公里以上”，在解决用户“充电焦虑”的同时也提升了能源利用效率，进而改善续航里程，其中，SiC 起到关键作用。

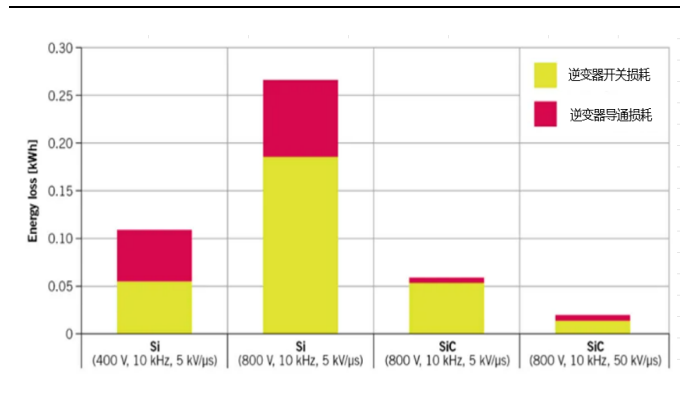
800V 高压平台是新能源车电驱系统发展的主流方向，高压化的背后，本质上是材料与器件的革命。从 400V 到 800V，再到未来的 1000V 平台，电压等级的提升带来的是续航里程的增加、电机体积的减小以及充电速度的显著提升。从原理上看，“功率=电压×电流”，要解决“充电焦虑”的问题，一是提升电流，通常通过增加线束截面积，使得线缆的重量、铜耗、发热都成倍上升，因而传统 400V 平台容易出现电流过大导致发热、损耗上升的问题。二是提升电压，由 400V 系统升高到 800V 系统后，功效提升。但在 800V 高压下，由于材料特性的限制，Si-IGBT 器件的导通损耗、开关损耗都有显著的上升，难以满足性能提升的需求，SiC 成为优选材料。

图表 2：800V 高压平台缓解用户“充电焦虑”和“里程焦虑”



资料来源：盖世汽车，五矿证券研究所

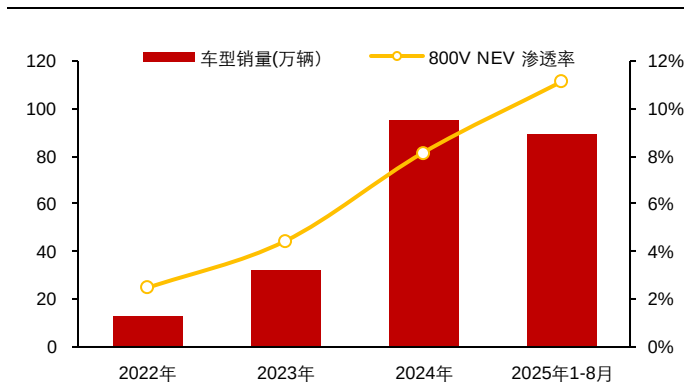
图表 3：相同电压和功率下，SiC 逆变器较 Si 具有显著的性能优势



资料来源：行家说三代半，五矿证券研究所

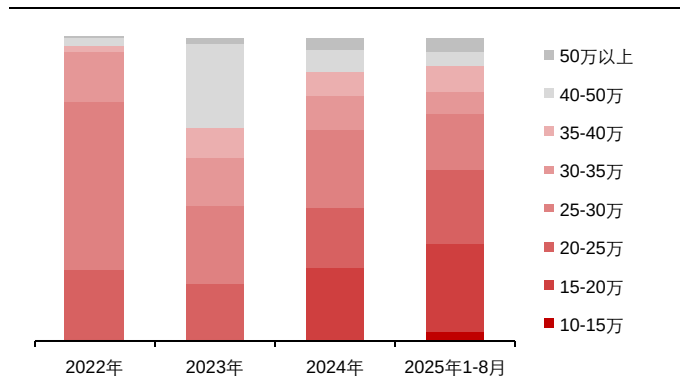
价格高是过去影响高压平台渗透的关键因素，伴随着技术成熟和成本下降，800V 高压平台正从高端市场快速走向大众市场。截至 2025 年 8 月，800V 高压平台正在新能源车中的渗透率达 11.17%，并从价格段上，已下沉至 10-15 万元的区间。

图表 4：我国 800V 新能源车渗透率



资料来源：盖世汽车，五矿证券研究所

图表 5：我国 800V 高压平台在新能源车的价格段分布



资料来源：盖世汽车，五矿证券研究所

800V 不是 SiC 应用的终点。一方面，为了保证安全性，SiC MOSFET 的耐压等级相对于新能源车电压平台具有冗余，例如，400V 的平台需要的功率器件耐压等级为 650V，800V 的平台对应 1200V 的 SiC MOSFET。另一方面，电动汽车系统电压向千伏平台跃升，为匹配整车电压，SiC 芯片与模块的耐压等级也同步提升至 1500V – 1700V。例如，比亚迪已成功自研并量产 1500V SiC 功率芯片。

2.2 SiC 具体用在新能源车的哪个部分？

所谓的 800V，或千伏高压平台，电压的提升最主要体现在主驱逆变器中。SiC MOSFET 的高频开关特性、低导通电阻的特性降低能量损耗，高电流密度助力系统小型化，电驱尺寸得以大幅减少，进而噪音音量也会降低，还能减少整体电机系统的磨损。此外，SiC 具有 175 –

200℃耐温能力，能更好地进行散热。

伴随着主驱逆变器电压等级提升，**DC-DC 转换器也需要采用 SiC MOSFET**，进而高效地将 800V 母线电压降至 12V/48V 低压，为车身电器供电；**OBC（车载充电机）**则需要直接应对 800V 的电池充电需求。此外，由于电动车不同于传统燃油汽车，其**空调压缩机**不仅要承担座舱热管理，还要承担电池系统和电机电控的热管理，采用 SiC MOSFET，空调压缩机在提高轻载效率的同时，减少了能量损耗，增强了整体能效。因此，在小米 Su7 的“全 SiC 方案”中，空调压缩机也选用 SiC。

图表 6：新能源汽车 SiC MOSFET 单车需求量（以小米 Su7 为例）



资料来源：Yole，行家说三代半，五矿证券研究所

2.3 SiC 在新能源车的需求测算

对于 SiC 衬底在新能源车的需求，我们通过“新能源车销量×高压平台（SiC）渗透率×单车 SiC 衬底需求量”来进行测算。

➤ 新能源车销量：

全球新能源汽车市场仍处于快速增长阶段。根据五矿证券基于乘联会相关数据预测，2024 年全球新能源汽车销量为 1787 万辆，预计到 2030 年销量约为 3872 万辆，CAGR~13.8%；2030 年，中国新能源汽车销量约为 2723 万辆，约占全球的 70%，CAGR~13.3%。

➤ SiC 在新能源汽车中渗透率：

根据盖世汽车预测数据，预计 2030 年我国新能源汽车中，800V 高压平台渗透率约为 33.5%。由于高压平台（≥800V）中，SiC MOSFET 几乎必选项，因此将 2030 年 800V 渗透率 33.5%作为中国新能源车中 SiC 渗透率。

根据 Yole 预测数据，2030 年全球新能源汽车中，800V 高压平台渗透率约为 31%。

➤ SiC 衬底片的单车需求量：

根据上述小米 Su7 方案可知，在 800V 平台下，单车 SiC MOSFET 需求量约为 90-140 颗；根据行家说三代半数据，在千伏高压平台下，三电机方案的主驱逆变器需要 165 颗，较小米 Su7 的双电机方案约增加 50 颗，再加上 DC-DC 转换器、空压机电控等所需要的 SiC MOSFET，合计用量约 190 颗。假设一片 6 英寸晶圆大约能切出 360 颗左右的 SiC MOSFET（参考行家说 1200V 的规格），单电机/双电机/三电机的新能源车对应的 SiC 衬底需求分别为 0.26/0.39/0.53 片，假设到 2030 年按照 10%/30%/60%的比例划分，预计到 2030 年单车所需 SiC MOSFET 为 0.32 片/车。

图表 7：全球/中国新能源汽车 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算

年份	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球新能源车销量(万台)	1787	2151	2468	2776	3062	3431	3872
YoY	27.7%	24.0%	21.0%	18.0%	17.0%	15.0%	14.0%
中国新能源车销量(万台)	1287	1628	1852	2090	2316	2530	2723
YoY	28.4%	24.4%	18.0%	12.0%	10.0%	6.0%	7.6%
全球新能源车SiC渗透率	8.0%	12.0%	16.0%	20.0%	24.0%	27.0%	31.0%
中国新能源车SiC渗透率	8.9%	11.7%	16.5%	20.3%	24.8%	28.9%	33.5%
全球SiC车型系能源车销量（万台）	143	258	395	555	735	926	1200
中国SiC车型系能源车销量（万台）	115	191	306	424	574	731	912
SiC衬底片的单车需求量（片）	0.26	0.27	0.28	0.28	0.29	0.30	0.32
假设良率	80.0%	81.5%	83.0%	84.5%	86.0%	87.5%	89.0%
全球新能源车SiC衬底需求量（万片）	46	85	131	187	250	319	432
中国新能源车SiC衬底需求量（万片）	37	63	102	143	195	252	328

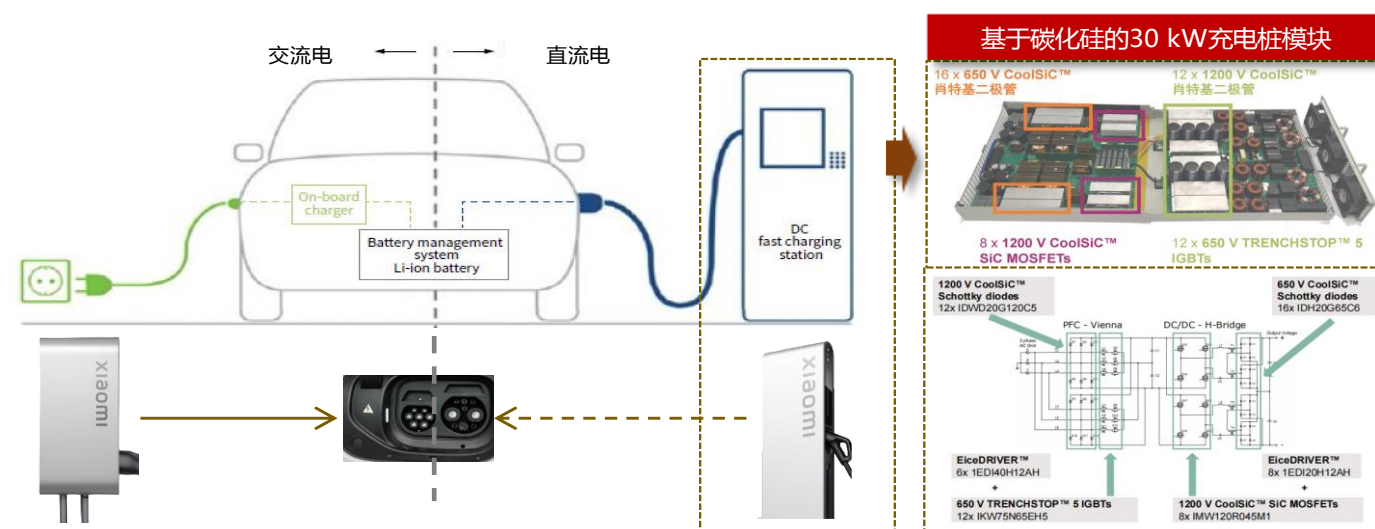
资料来源：中汽协，Yole，盖世汽车，行家说三代半，五矿证券研究所测算

综上所述，我们预计 2030E，全球新能源车，SiC 衬底（6 吋当量）年需求量约 432 万片，2024-2030E，CAGR~45%；2030E，中国新能源车，SiC 衬底（6 吋当量）年需求量约 328 万片，2024-2030E，CAGR~44%。

2.4 新能源汽车高压直流充电桩成为 SiC 需求增长的又一催化剂

当新能源汽车 800V/千伏高压平台渗透率提升的同时，需要匹配相应的高压直流充电桩，来提升充电速度。充电桩分为直流充电桩和交流充电桩。交流充电桩（AC）是一种慢充充电桩，输出单相/三相交流电，通过车载充电机（OBC）转换成直流电给车载电池充电，功率较小，充电速度较慢。直流充电桩（DC）是一种快充充电桩，直流充电桩直接输出大功率直流电，省略交流充电时车载 OBC 转换环节，可大幅缩短充电时间。从车厂超充方案来看，华为、比亚迪、特斯拉、极氪、岚图等企业已加入兆瓦快充领域。

图表 8：新能源车直流充电桩示意图：采用 SiC 方案的 30 kW 直流充电模块大约需要 8 颗 SiC MOSFET+28 颗肖特基二极管



资料来源：英飞凌，五矿证券研究所

图表 9：新能源车充满电的时间随直流充电桩功率提升而缩短



资料来源：行家说三代半，五矿证券研究所

从技术实现上，直流充电桩一方面依靠电源模块的并联堆叠组合数量的增加，来实现高功率的充电需求，以 25kW 充电桩模块为例，需要并联 6 个模块实现 150 kW 充电桩功率；另一方面，直流充电模块也在向着高功率、高密度的方向发展。

图表 10：直流充电桩通过增加电源模块的堆叠组来提升功率



资料来源：英飞凌，五矿证券研究所

图表 11：直流充电桩电源模块发展趋势



资料来源：行家说，五矿证券研究所

在上述高压直流充电桩方案下，SiC 器件凭借其耐高压、散热性能好等材料特性成为突破直流快充桩技术瓶颈的关键路径。当电源模块最大工作电压达到 800V 及以上，其功率半导体耐压等级需提升至 1200V 以上，SiC 成为首选。根据英飞凌报告显示，在 1200V 的方案中，用 SiC 替代 Si，能够提高功率密度的同时简化电路。

充电桩的建设与国家政策密切相关。2025 年下半年出台的三个政策，既体现了对高压直流充电桩的支持，要强调了能效水平，给 SiC 带来机遇。

- 2025 年 6 月 13 日，国家发改委等四部门联合发布《关于促进大功率充电设施科学规划建设的通知》，要求到 2027 年大功率充电设施单枪（250kW）超过 10 万台。
- 2025 年 9 月 24 日，国家发展改革委等部门关于印发《电动汽车充电设施服务能力“三年倍增”行动方案（2025—2027 年）》。首先方案从充电桩总量上提出指引：到 2027 年底，在全国范围内建成 2800 万个充电设施，提供超 3 亿千瓦的公共充电容量，满足超过 8000 万辆电动汽车充电需求。其次，强调高压直流充电桩的渗透率：开展交流充电设施、800 伏以下电压平台充电设施的更新改造；到 2027 年底，全国城市新增 160 万个直流充电枪，其中包括 10 万个大功率充电枪；到 2027 年底，在高速公路服务区新建

改建 4 万个 60 千瓦以上“超快结合”充电枪，鼓励建设大功率充电设施。

- 2025 年 10 月 5 日，国家市场监督管理总局批准发布了 GB46519-2025《电动汽车供电设备能效限定值及能效等级》，新国标将直流充电设备能效分为 3 个等级，其中一级能效要求整桩加权效率不低于 96.5%，该标准将于 2026 年 11 月 1 日起正式实施，而能将充电桩效率提升至 97% 以上的 SiC 方案，则成为达标的关键路径。

2.5 高压直流充电桩所需 SiC 需求量测算

我国充电桩增速：

1) 公共充电桩：2025-2027 年复合增速超 20%。

据中国充电联盟数据，2024 年 12 月，公共充电桩保有量为 357.9 万台，较 2023 年 12 月（272.6 万台）增加 85.3 万台，即 2024 年新增公共充电桩 85.3 万台。

截至 2025 年 10 月底，公共充电桩额定总功率达到 2.03 亿千瓦，对应的公共充电桩保有量为 453.3 万台。假设到 2027 年要实现 3 亿千瓦的目标，即未来两年合计需要增加约 227 万台，新增公共充电桩的年复合增速约 20.6%。

2) 直流充电桩在公共充电桩的占比超 45%。

据中国充电联盟数据，截至 2025 年 3 月，公共充电桩保有量为 390 万台，其中直流充电桩为 178.5 万台，约占 45.8%。直流充电桩基本都为公共充电设施，加之政策提出交流改直流方案，力推大功率充电设施建设，直流充电桩复合增速有望超 20%。

高压直流充电桩所需 SiC 需求量测算假设：

➤ 中国公共充电桩增速：

2025-2027 年，在政策驱动下，公共充电桩按照上述 20.6% 的复合增速来进行预测；假设 2028E-2030E 延续公共充电桩的增长趋势，即到 2030 年公共充电桩和新能源车的新增量车桩比为 10:1，还存在车桩比下降的空间（根据恒瑞达数据，公共充电桩和新能源车车桩比 6:1 是较为合理的水平），即保持该增速增长具有可行性。

➤ 中国直流充电桩在公共充电桩中的占比：

直流充电桩在公共充电桩的占比。由于在 2030 年以前，电网仍以 UPS 或 HVDC 为主导，因此假设 2025-2027 年，直流充电桩占比每年提升 1%。

➤ SiC 在直流充电桩中的渗透率：

当前 SiC 在直流充电桩中渗透率类比 240kW 功率以上占比，即约 15%。假设用高压快充（240kW 及以上）的渗透率来类比 SiC 渗透率，则根据中国充电联盟数据，约占公共充电桩的 6.7%，即直流充电桩的 15%。未来大功率趋势明确，根据 Yole 数据，2029E 大功率占比~45.8%，假设到 2030E~48%，作为 SiC 渗透率的参考值。

➤ SiC 在直流充电桩中的单位用量：

由于上述分析已说明，直流充电桩一方面依靠电源模块的并联堆叠组合数，来实现高功率的充电需求，根据行家说报告，350kW 以上完全采用 SiC，已知英飞凌 30kW 的电源模块需要 8 颗 SiC MOSFET+28 颗肖特基二极管，假设 350kW 的电源模块需要 96（12x8）颗 SiC MOSFET 和 336（12x28）颗肖特基二极管。对应的 6 吋 SiC 晶圆能够生产 360 颗 SiC MOSFET 和 10000 颗肖特基二极管。伴随兆瓦快充趋势，SiC 需求量

还有 3 倍以上的增长空间。

➤ 全球充电桩相关情况：

由于缺乏全球高压直流充电桩相关数据，参考百谏方略（DIResearch）对于全球充电桩的统计和预测数据，我们假设中国在全球新能源车充电桩中的销量占比即为 6 吋 SiC 衬底的需求占比，即 2024 年中国占比 63.90%，2030E 中国占比 56.78%。

图表 12：全球/中国新能源汽车充电桩 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算

年份	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
中国新能源车销量(万台)	1287	1628	1852	2090	2316	2530	2723
公共充电桩新增量（万台）	85	103	124	150	180	218	262
新能源车销量：公共充电桩新增量	15	16	15	14	13	12	10
直流充电桩占比	45%	46%	47%	48%	49%	50%	51%
大功率在直流充电桩的渗透率	15%	21%	27%	33%	39%	45%	48%
采用 SiC 的直流充电桩新增量（万台）	5.8	9.9	15.7	23.7	34.5	49.0	64.2
每台 SiC 直流充电桩需要 SiC MOSFET 颗粒数（颗）	96	101	106	111	117	123	129
每台 SiC 直流充电桩需要肖特基二极管颗粒数（颗）	336	353	370	389	408	429	450
SiC MOSFET 需求量（亿颗）	0.06	0.10	0.17	0.26	0.40	0.60	0.83
肖特基二极管需求量（亿颗）	0.19	0.35	0.58	0.92	1.41	2.10	2.89
假设良率	80.0%	81.5%	83.0%	84.5%	86.0%	87.5%	89.0%
SiC MOSFET 所需 SiC 衬底数（万片）	1.92	3.41	5.58	8.66	13.00	19.04	25.80
肖特基二极管理所需 SiC 衬底数（万片）	0.24	0.43	0.70	1.09	1.64	2.40	3.25
中国充电桩所需 SiC 衬底需求量（万片）	2.16	3.84	6.28	9.75	14.63	21.44	29.05
假设中国市场占比	63.9%	62.4%	60.9%	59.4%	57.9%	56.8%	56.78%
全球充电桩所需 SiC 衬底需求量（万片）	3.38	6.16	10.31	16.41	25.27	37.75	51.16

资料来源：中国充电联盟，英飞凌，Yole，百谏方略，中国政府网，五矿证券研究所测算

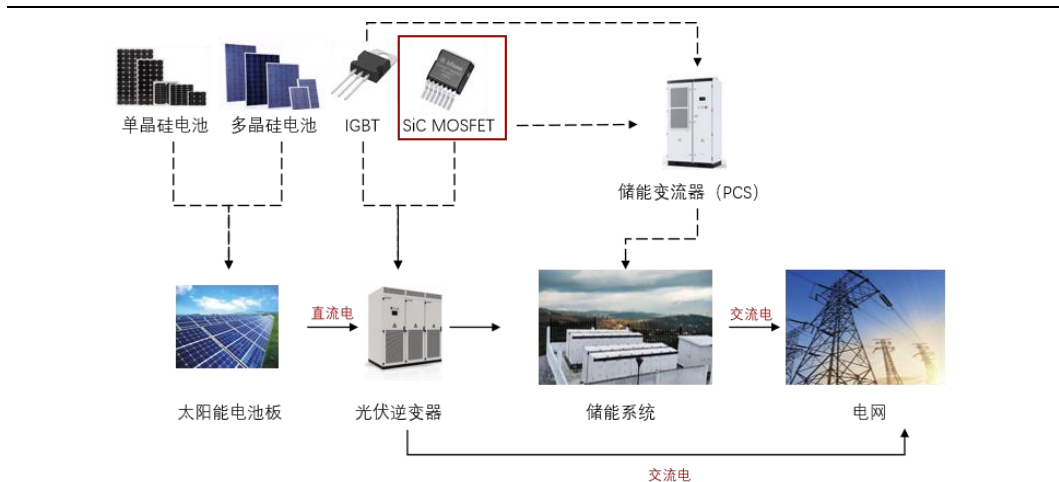
综上所述，我们预计 2030E，全球新能源车充电桩，SiC 衬底（6 吋当量）年需求量约 51 万片，2024-2030E，CAGR~57.3%；2030E，中国新能源车，SiC 衬底（6 吋当量）年需求量约 29 万片，2024-2030E，CAGR~54.2%。

2.6 SiC 成为光储一体化的高效能引擎

在光伏发电环节，SiC 主要应用于光伏逆变器中。光伏逆变器的核心功能是“直流→交流”。太阳能电池板（单晶硅、多晶硅电池等）产生不稳定的直流电（DC），光伏逆变器需将其转化为符合电网或负载要求的交流电（AC）。

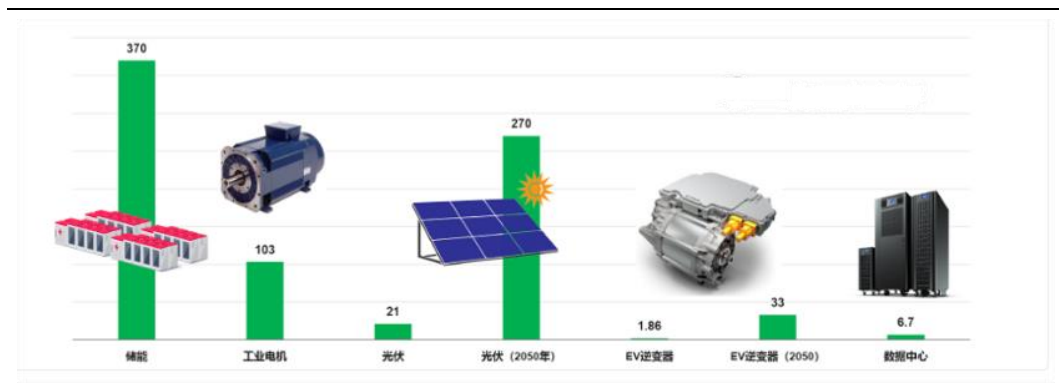
除了发电环节，SiC 还可用在储能系统的变流器（PCS）中。当光伏系统发电量有富余时，储能变流器先将电网或负载的交流电反向转换为直流电，存储至储能电池中；待用电高峰或光伏发电不足时，再将电池的直流电重新逆变为交流电，回馈至电网或供给负载。在此双向转换过程中，SiC 器件的高频特性与耐高压能力可以提高效率。

图表 13: SiC 在光/储环节的应用



资料来源: 太阳能光伏网, 得捷电子, 动力源, 新能源网, 艾邦光伏网, 碳索储能网, 视觉中国, 五矿证券研究所

图表 14: SiC 在光/储环节节能效果显著 (单位: Twh/年)



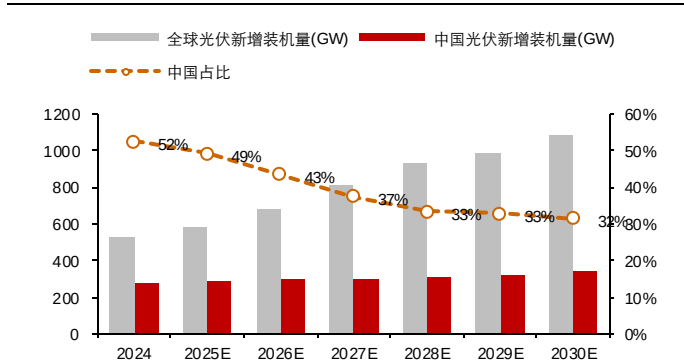
资料来源: 行家说三代半, 五矿证券研究所

光伏逆变器+储能变流器所需 SiC 需求量:

根据 Yole 报告预测, 2030E, 全球光伏+储能折合 6 吋 SiC 衬底年需求量约 95 万片, 2024-2030E, CAGR~30%。

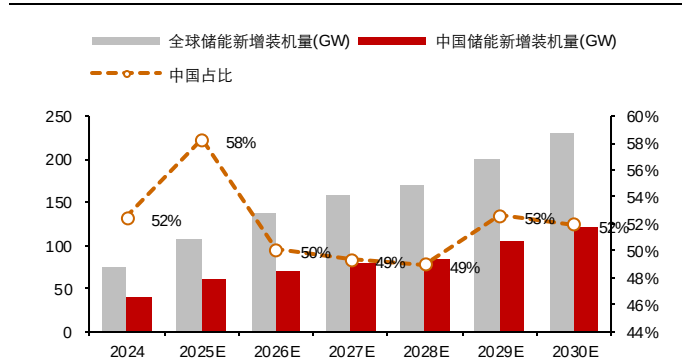
我们假设, 中国光储市场对 SiC 需求量基于 2025-2030E 新增光伏和储能装机量在全球的占比来推算。参考光伏行业协会、头豹产业研究院和 IEA 数据, 2030E 全球光伏新增装机容量将突破 1,000GW, 中国光伏新增装机容量约 340GW, 2024-2030E 中国在全球光伏新增装机量的比例在 32%~50% 区间波动。参考 CNESA、BNEF 数据, 2030E 全球储能新量 231GW, 中国新增储能装机量 120GW, 2024-2030E 中国在全球储能新增装机量的 50% 上下波动。

图表 15: 2024-2030E 中国/全球光伏新增装机量预测



资料来源: IEA, CPIA, 头豹产业研究院, 五矿证券研究所测算

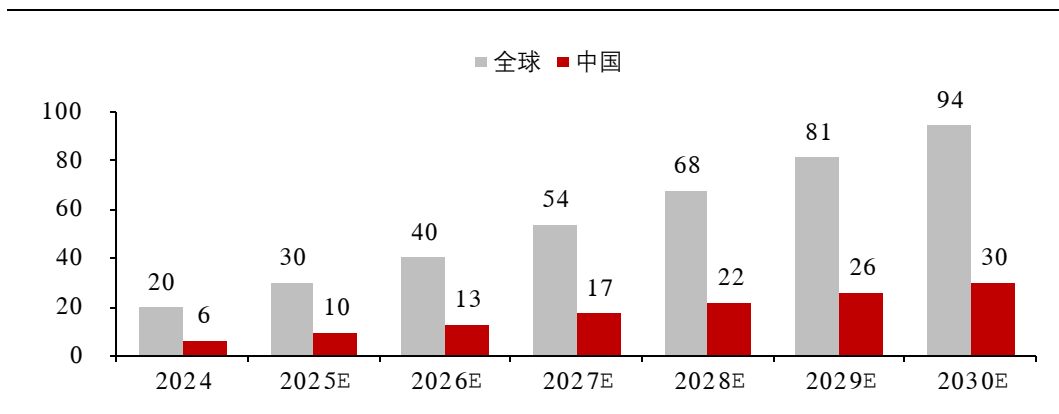
图表 16: 2024-2030E 中国/全球储能新增装机量预测



资料来源: CNESA, BNEF, 五矿证券研究所测算

综合上述数据，我们谨慎假设，中国光伏+储能所需 SiC 衬底的需求约全球 32%，测算得，2030E，中国光伏+储能折合 6 吋 SiC 衬底年需求量约 30 万片。

图表 17：中国/全球光伏+储能逆变器所需 SiC 衬底需求量（万片）



资料来源：Yole, IEA, CPIA, 头豹产业研究院, CNESA, BNEF, 五矿证券研究所测算

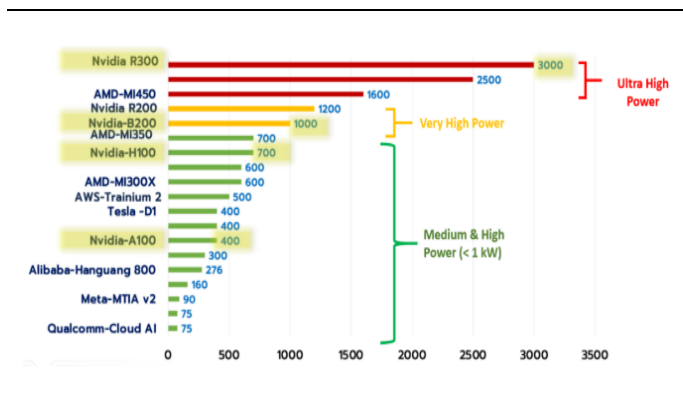
3、能耗砍半、散热升级，SiC 激活 AI 产业潜力

在 AI 数据中心领域，SiC 器件主要应用于 AI 功率器件和散热层。在 AI 功率器件方面，SiC 器件将用于 AI 数据中心的两大电能转换环节。一是电网到数据中心电流转换。二是数据中心内部电流转换。在散热层方面，SiC 主要作为 CoWoS 技术的中介层，也有望进入基板和热沉环节。

3.1 SiC 是 AI 数据中心电源系统升级的钥匙

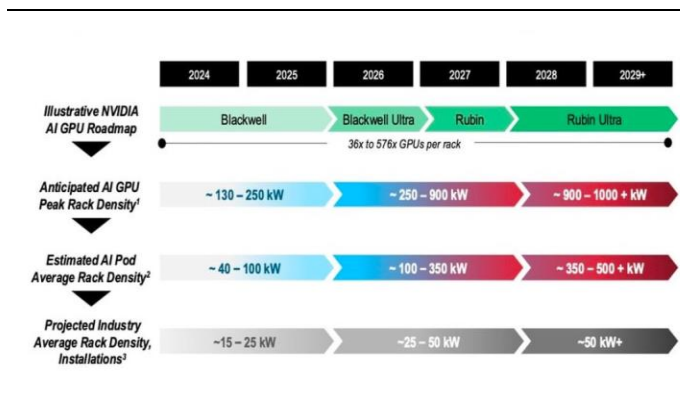
自 2022 年生成式 AI 大模型爆发以来，算力需求呈现指数级上升，这推动了单位算力下硬件的性能提升与成本下降，也带来了 AI 算力基础设施建设的高速增长。一方面，性能提升与单位算力成本下降的趋势下，芯片和机柜功耗都开始向高密度化演进：英伟达 A100（400W）到 H100（700W）再到 B200（1000W），到 2028 年将预计达到 R300（3000W），再加上风冷或液冷系统，单位机柜功耗从传统数据中心的 4~6kW 逐渐增加至 AIDC 的 20~40kW，未来逐步发展至 40~120kW，随着英伟达 2030 年 Rubin Ultra 等下一代架构的推出，Vertiv 预计，服务器机架密度（衡量机架内产生的功率和热量的指标）预计将超过 1000kW。

图表 18：AI 芯片的高密度化演进（单位：W）



资料来源：中国电子工程专辑, ICEPT2025, 五矿证券研究所

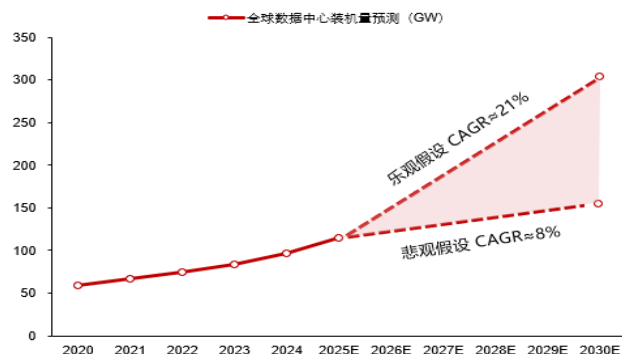
图表 19：英伟达 AI 芯片路线图对应的机柜功率密度演进



资料来源：Vertiv, 五矿证券研究所

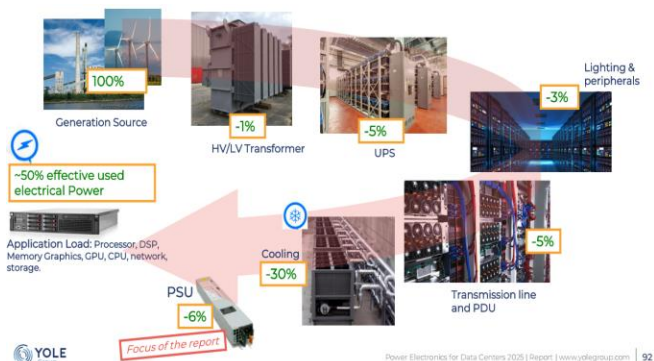
另一方面，数据中心装机量加速增长。根据 IEA 数据统计与预测分析，预计 2025 年全球数据中心总装机量有望达到 114.3GW，由于宏观环境的不确定性，乐观假设下，预计 2024-2030 年，CAGR 约 21%，在悲观假设下，CAGR 约 8%。

图表 20：全球数据中心装机量预测（GW）



资料来源：IEA，五矿证券研究所

图表 21：当前数据中心电源系统能效低，终端服务器仅 50%电能有效使



资料来源：Yole，五矿证券研究所

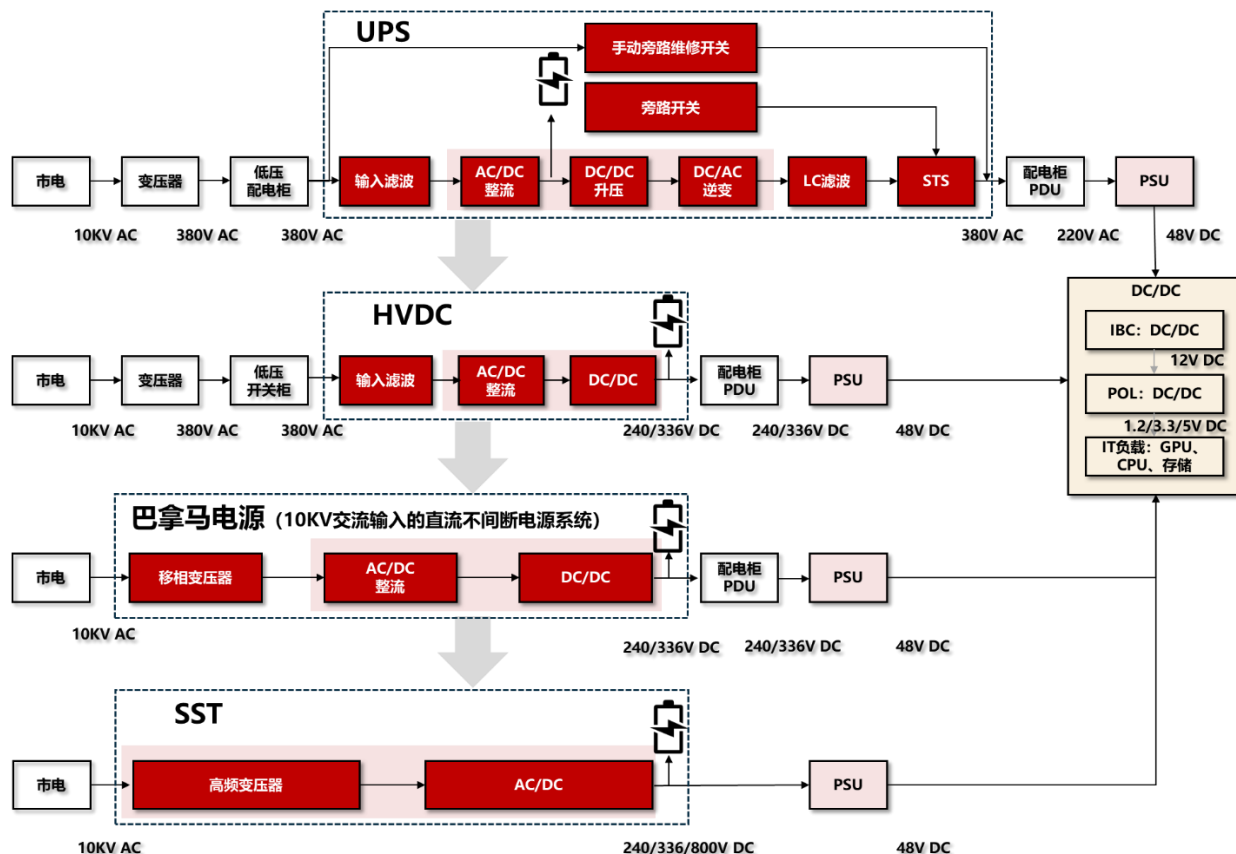
但当前数据中心电源系统能效低，终端服务器仅 50% 的电能得到有效使用，因此，在 AI 对计算资源和电力消耗需求不断升级的背景下，AIDC 正颠覆性地改变电力系统架构，对 AI 电源的稳定性、可靠性和效率提出了更高的要求。

问题一：SiC 功率器件主要用在 AIDC 电源系统的哪些环节？

SiC 功率器件主要用于供电体系层中，UPS/HVDC/SST 等电源所需的 PFC、逆变器、整流器；AC-DC 转换中的 PSU。从架构上看，AI 服务器电源系统可分为三层：供电体系（UPS、PDU 等外部电源设备）、AC-DC 转换（一级电源，AC-DC，220V-48V，PSU、BBU 等机箱内交流转直流模块）和 DC-DC 转换（48V-12V-1V 板级与芯片级稳压模块）。

➤ 供电体系：

图表 22：AIDC 电源系统技术升级示意图



资料来源：中迅邮电、中数智慧《数据中心 800V 直流供电技术白皮书(1.0)》，五矿证券研究所

UPS 架构 (AC-DC-AC): 目前, 传统的服务器架构以 UPS 为主, 主要分为“UPS - AC/DC - DC/DC”三级架构。UPS(不间断电源, Uninterruptible Power Supply), 是一种电力保护设备。电子信息系统运行时, 允许断电持续时间是 0~10ms, 当断电时间超过 10ms 时, 电子信息系统将中断运行, 数据和信息丢失。为了保障对电子系统的持续供电, UPS 电源先将交流转为直流, 存储至蓄电池, 然后再由蓄电池放出的直流电转回交流电, 从而实现负载不间断供电的过程。

UPS 拓扑结构主要由**整流器**、**逆变器**、旁路/逆变静态开关 (STS)、电池组等构成。

HVDC 架构 (AC-DC): 相较于 UPS, HVDC 在前端的输配电环节和 AC 转 DC 环节变化不大, 但取消了逆变环节, 将三相交流电经整流器转换为直流电, 在蓄电池中充放直流电, 为 IT 负载直流供电。相比 UPS 方案, HVDC 方案优势在于无需利用逆变器进行转换, 在降低故障发生概率的同时降低电耗, 能够提高的电力系统的稳定性, 降低系统成本。劣势在于当前 HVDC 渗透率相对较低, 以及行业生态没有 UPS 成熟。

HVDC 拓扑结构主要由交流配电单元、**整流器**、蓄电池组、电池管理单元、直流配电单元、绝缘监测单元及监控模块组等构成。采用 SiC 整流器能够提升功率密度, 减少散热需求, 实现系统效率的提升。

巴拿马电源架构(AC-DC): 巴拿马电源是在 HVDC 的基础上进一步优化。相较于传统 HVDC, 巴拿马电源是将 HVDC 前端的工频变压器改成移相变压器并集成至电源内部, 柔性集成了交流 10kV 配电, 工频变压器, 模块化整流器和输出配电等设备。将 HVDC 的传统变压器改为移相变压器, 采用多脉冲形式减少副边绕组短路电流, 为整流模块提供了相位各异的交流输入, 使得整流后的直流电谐波含量大幅降低, 能够有效抑制谐波, 节省整流电源模块的无功补偿及滤波回路装置, 带来了供电效率的改善。

巴拿马电源在拓扑结构上, 由移相变压器柜、整流输出柜、交流分配柜(常规不配置, 当要求配置交流 380V 输出时提供该柜)等组成。

SST 架构 (AC-DC): SST (固态变压器, Solid State Transformer) 方案简洁性突出, 通过可将 10 千伏交流电直接转换为 800 伏直流电, 也可接入多种直流设备, 无需滤波和无功补偿环节, 理论效率优势显著。

SST 在拓扑结构上, 包含电力电子电路 (MOSFET、IGBT)、高频变压器等。SST 的高频变压器较传统工频变压器频率大幅提升, 体重与质量大幅下降。不管是巴拿马电源, 还是传统工频变压器, 原理相近, 都采用硅钢片作为磁芯材料, 铜线作为绕组, 工作频率均为低频的 50/60HZ。而 SST 高频变压器摆脱了传统变压器“ $V=4.44 \times \text{频率} \times \text{匝数} \times \text{磁通密度} \times \text{磁芯截面积} A$ ”远离下, 电压需要大幅增加线圈匝数等的限制, 采用绝缘设计和纳米晶、铁氧体磁芯使得其能够在高频下工作 (如 20kHz), 从而承受更高电压。

SiC MOSFET 以其耐高压、高频、高温的特性, 成为 SST 中的核心部件。AC/DC 级采用单相 PFC 拓扑, 功率器件选用大功率 Si IGBT 或 SiC MOSFET, 实现**整流**和**功率因数校正**作用, 采用 SiC 器件可以提升 AIDC 的开关频率, 进一步减少网侧电流谐波含量; DC/DC 选用 SiC MOSFET, 由一个跟输入级连接的**逆变器**、谐振电容、谐振电感高频变压器和**整流器**组成, 通过谐振变换实现功率传输。

PDU (配电单元, Power Distribution Unit): 负责将上游电源分配到机柜和机架的 IT 设备: 将三相电分配为单相, 并监控将输入到 IT 机架的电力。AIDC 中机柜内部或列头柜所使用的 PDU 相比传统 DC 功率更高, 支持更多路数、更大电流。

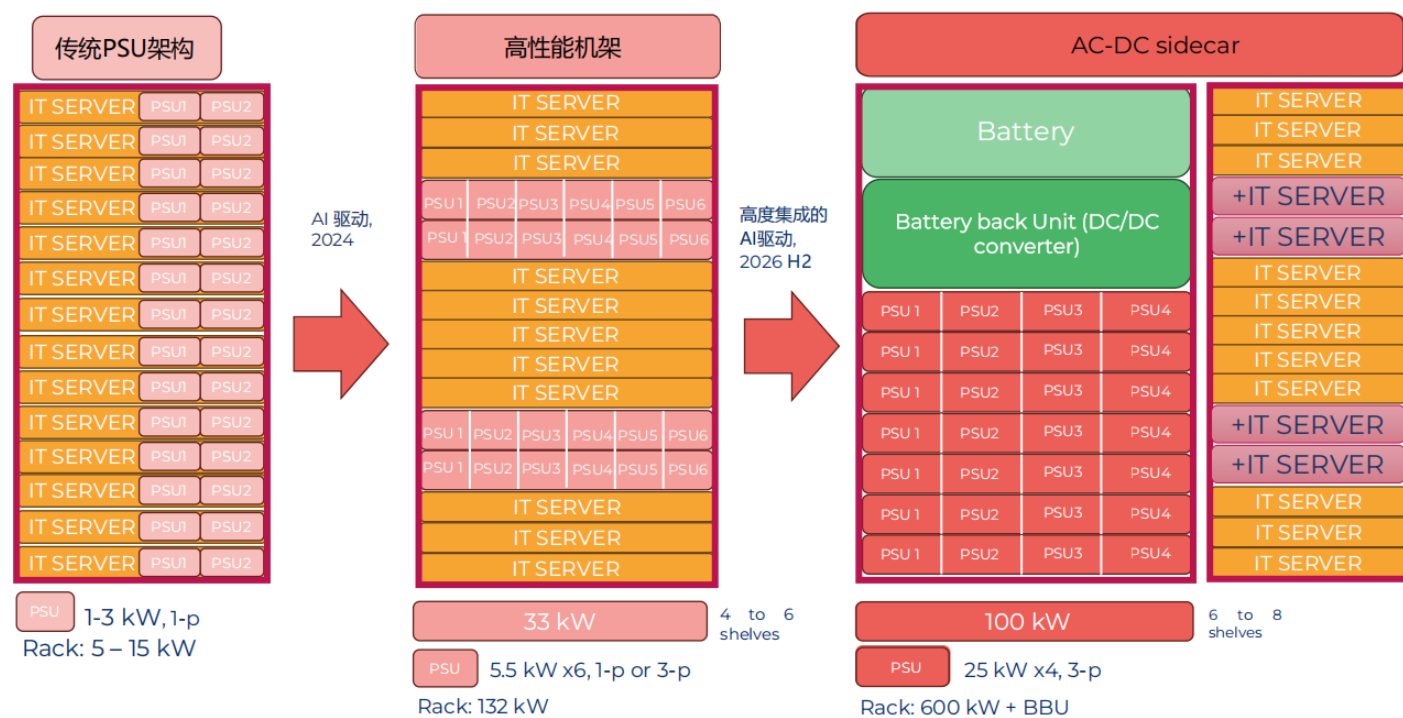
➤ **AC-DC 转换: 三代半 SiC 及 GaN 加速渗透**

PSU (电源供应单元, Power Supply Unit): 将交流电转换为直流母线电 (通常为 48V) 供

后续 DC-DC 模块使用。AI 服务器电源 (PSU) 遵循 OCP ORV3 标准, 随着 GPU 功率的提升, 服务器电源的功率密度也在不断提升。5.5kW 电源已随 GB200 出货开始放量, 而 8-12kW 更高功率电源有望伴随下一代 Rubin 进入市场。

此外, 在 AI 驱动下, 单个 PSU 的功率密度不断提升, 架构上也从传统的单个 PSU, 到电源架 (Shelves, PSU + 外壳+控制与连接组件), 并在 2026H2, 伴随 Rubin 架构的推进, 有望走向电源柜 (sidecar, 配电单 PSU 架+电池备份单元 (BBU) +电容组单元)。

图表 23: PSU 架构的演进



资料来源: Yole, 五矿证券研究所

从拓扑结构看, PSU 主要包括整流桥、PFC 模块 (功率因数校正)、EMI 滤波器、高频变压器等。PSU 中的功率器件目前仍以硅基 MOSFET 为主流, 第三代半导体功率器件 (SiC、氮化镓) 正加速渗透, 凭借在高功率密度、高频率和高能效设计中的优势, 有望逐步成为下一代 AC/DC 电源设计的关键驱动力。主要体现在: 1) 在 PSU 前端 AC-DC 变换或 800V 高压 DC-DC 变换中, 典型拓扑如 PFC 和整流器等, 需要高耐压低损耗的开关器件, SiC 成为首选材料; 2) 在 DC-DC 和次级转换的应用, GaN 器件通常工作电压较低 (多数为 650V 及以下), 但开关速度更快、栅极电荷和输出电容更小, 非常适合用于中压以下的高频变换。

➤ DC-DC 转换

DC-DC 模块是集成于服务器基板上的关键电源单元, 其主要功能是通过 IBC (Intermediate Bus Converter, 中间总线转换器) 将上游供来的 48V (大部分) 直流转换为中间母线电压 (12V), 再由 POL (Point of Load, 负载点稳压器) 转换为芯片 (如 CPU、GPU、存储等) 所需要的超低电压。该阶段芯片主要承担高功率转换、多相协同控制及系统级电源管理等功能功能, 因此主要采用 GaN 或 Si 器件。

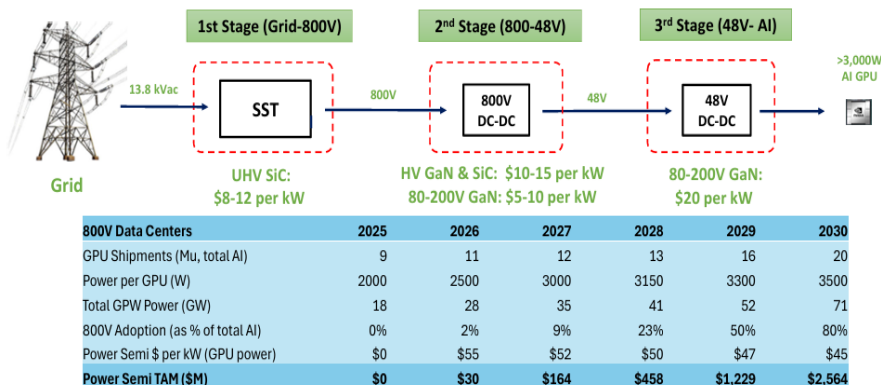
问题二: SiC 功率器件价值量及对应衬底需求如何?

综上, SiC 在 AI 数据中心功率器件市场前景广阔, 主要应用在 UPS、HVDC、SST 的整流器、逆变器及 FPC 等功率器件, 并随着高压直流渗透率提升, SiC 功率器件在 "AC-DC" 的用量递增。

根据 Navitas，预计 2030 年“GaN+SiC”器件在 800V AI 数据中心的固态变压器 (SST)、800V DC-DC 转换和 48V DC-DC 转换的 TAM (Total Addressable Market，总体潜在市场) 预计达 26.6 亿美元，其中，SiC 相关环节占比约 33%，即 8.3 亿美元。

表 24：2030E，AIDC 电源系统所需 SiC 衬底 TAM

GaN / SiC Opportunity for 800V Data Centers⁽¹⁾



GaN + SiC can be adopted in significant % of this \$2.6B/yr 800V Data Center opportunity

资料来源：Navitas，五矿证券研究所

参考 Navitas 测算模型中 800V 的渗透节奏，以及 IEA 预测的中国数据中心装机量在全球的占比（从 2024 年的 24%→2030 年的 28%），我们对 AI 数据中心所需的 SiC 衬底（折合 6 吋）市场需求进行测算，预计 2030 年，全球 AIDC 所需 SiC 衬底为 72.8 万片，中国场所需为 20.4 万片。

图表 25：全球/中国 AIDC SiC 衬底（6 吋当量）需求测算

年份	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球GPU出货量（百万颗）	9	11	12	13	16	20
单位GPU功耗（W）	2000	2500	3000	3150	3300	3500
合计GPU功耗（GW）	18	27.5	36	40.95	52.8	70
800V 渗透率	0	2%	9%	23%	50%	80%
功率器件价值量（\$/kW）	0	55	53	50	47	45
SiC功率器件价值量（\$/kW）	0	18.15	17.49	16.5	15.51	14.85
全球AIDC SiC功率器件市场规模（亿美元）	0.00	0.10	0.57	1.55	4.09	8.32
衬底在器件中的成本占比	30%	29%	28%	27%	26%	25%
全球衬底市场规模（亿元人民币）	0.0	0.2	1.1	2.9	7.5	14.6
全球衬底需求量（万片）	0.0	1.0	5.6	14.7	37.3	72.8
中国占比	24.7%	25.3%	26.0%	26.6%	27.3%	28.0%
中国衬底需求量（万片）	0.0	0.3	1.4	3.9	10.2	20.4

资料来源：Navitas，IEA，五矿证券研究所测算

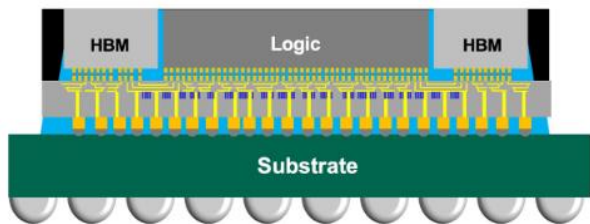
3.2 SiC 导热性能优异，有望作为芯片封装的散热材料

根据行家说三代半公众号信息，英伟达计划在新一代 GPU 芯片的先进封装环节中采用 SiC 衬底，作为中介层材料。根据集邦化合物半导体，台积电正计划将 12 英寸单晶 SiC 应用于散热载板，取代传统的氧化铝、蓝宝石基板或陶瓷基板。

问题一：SiC 在 AI 算力芯片散热方向的具体应用是哪些？ 1) 散热载板 (Carrier)，由导电型 SiC 取代之前的 Si; 2) 中介层 (Interposer)，由半绝缘型 SiC 取代 Si 或者 RDL (Redistribution Layer，再布线层); 3) 微通道 (Microchannel)，通过 SiC-相变材料复合，在通道附近嵌入相

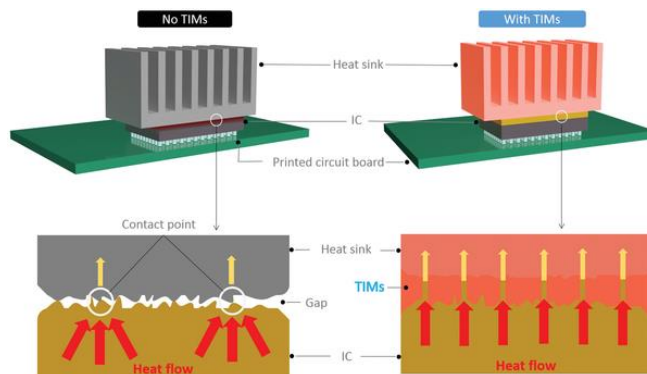
变材料实现短期热缓冲。

图表 26：先进封装中，中介层和有机载板示意图



资料来源：台积电，五矿证券研究所

图表 27：先进封装中，微通道热沉示意图



资料来源：Stanford Advanced Materials，五矿证券研究所

问题二：为什么采用 SiC 作为 AI 芯片散热材料？是否还有其他技术路线？

首先，从材料的第一性来看，SiC 的热导率显著领先于硅、氮化镓、氮化铝、玻璃等材料，虽然在热导率方面金刚石具有更领先的优势，但目前生长和制造工艺不够成熟，而 AI 算力芯片的散热问题迫在眉睫，因此 SiC 在散热、结构强度、生产工艺上，有望成为先进封装中散热材料（中介层、基板、微通道）的最优解。目前，SiC 中介层的大规模应用仍面临挑战：一是成本壁垒，由于目前大硅片均以 12 吋为主，因此作为散热材料的 SiC 也需要匹配到 12 吋，但目前 SiC 12 吋衬底量产技术不够成熟；二是加工壁垒，SiC 莫氏硬度达 9-9.5，切割和加工难度大、流程复杂，相关设备尚未完全就绪。

问题三：SiC 衬底在 AI 算力芯片散热方面的需求如何？

随着 AI 对算力的需求快速提升，SiC 中介层的市场需求也将逐步释放。

➤ CoWoS 产能：

根据 Fubon Research 预测数据，预计到 2026 年，台积电 CoWoS 年产能为 108 万片。基于台积电现有产能，我们假设到 2028E 满产，即年产能 160 万片，对于 2029E/2030E，谨慎假设按照 YOY+10%进行预测。

➤ SiC 中介层渗透率：

结合英伟达芯片推出的节奏(3-5 年的迭代周期)，2026 年和 2027 年分别推出 Rubin 和 Rubin Ultra，我们预计 2026 年 SiC 衬底在散热方面的需求量将出现明显提升。在尚不考虑基板和热沉的 SiC 替代，仅考虑 SiC 使用一层（中介层）的渗透率，我们假设从 2026 年的 5% 提升至 2030 年的 80%。

➤ 中国所需先进封装产能：

参照 IEA 预测的中国数据中心装机量在全球的占比，我们假设中国所需的先进封装产能从 2024 年的 24%提升到 2030 年的 28%。

综上所述，我们预计 2030E，全球先进封装中介层所需的 SiC 衬底（6 吋当量）年需求量约 620 万片；2030E，中国所需的先进封装产能对应的 SiC 衬底（6 吋当量）年需求量约 173 万片。若在先进封装的基板层和热沉领域有所推进，用于 AI 芯片散热的碳化硅衬底将迎来更加广阔的市场空间。

图表 28：全球/中国 AI 芯片中介层 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算

年份	2024	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
台积电 CoWoS 产量（万片，12 吋当量）	30	68	108	143	160	176	194
YoY		125%	60%	32%	12%	10%	10%
SiC 中介层渗透率			5%	20%	40%	60%	80%
全球 12 吋 SiC 衬底需求量（万片，12 吋当量）			5	29	64	106	155
假设中国所需 CoWoS 产能占全球的比例	24%	25%	25%	26%	26%	27%	28%
中国 12 吋 SiC 衬底需求量（万片，12 吋当量）			1	7	17	28	43
全球 AI 芯片中介层用 SiC 衬底需求量（折合成 6 吋，万片）			22	114	256	422	620
中国 AI 芯片中介层用 SiC 衬底需求量（折合成 6 吋，万片）			5	29	67	112	173

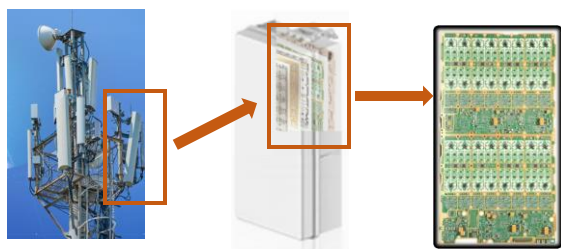
资料来源：TSMC, Fubon Research, 五矿证券研究所测算

4、半绝缘 SiC 衬底是 5G-A 与 6G 射频通信芯片的必然选择

伴随数字化、AI 的发展，信息的交互指数级增加，这给无线通信信息传递的速率带来了更高的要求。从 5G 到 5G-A、6G，无线通信所需要的电磁波频率越来越高，因为高频段可分配的带宽更宽；根据香农定理，带宽越宽，相同信噪比下通信速率越高，故高频段通常支持更高速率（但需克服传播损耗）。

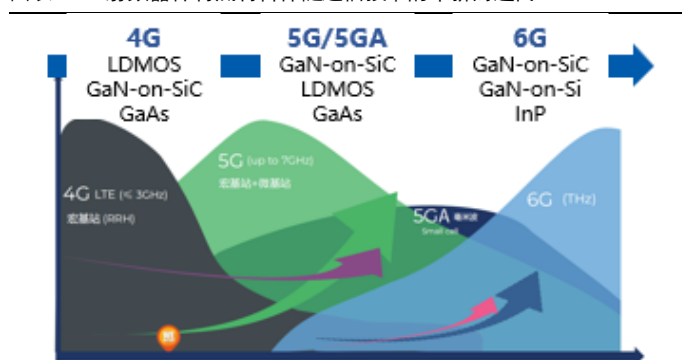
GaN-on-SiC 的方案，充分发挥了氮化镓和 SiC 各自的优势，在 5G-A 与 6G 时代，有望成为市场的主流选择。GaN-on-SiC 是指使用外延技术在 SiC 衬底上生长一层氮化镓薄晶体层的结构。氮化镓和 SiC 二者相辅相成，SiC 拥有极高的热导率，作为衬底能快速导出氮化镓功能层工作时产生的热量，解决 GaN 自身散热差的短板，避免器件因过热失效。氮化镓作为功能层，其宽禁带、高电子迁移率等特性可以更好地实现信号放大、电能转换等核心功能。

图表 29：射频器件示意图



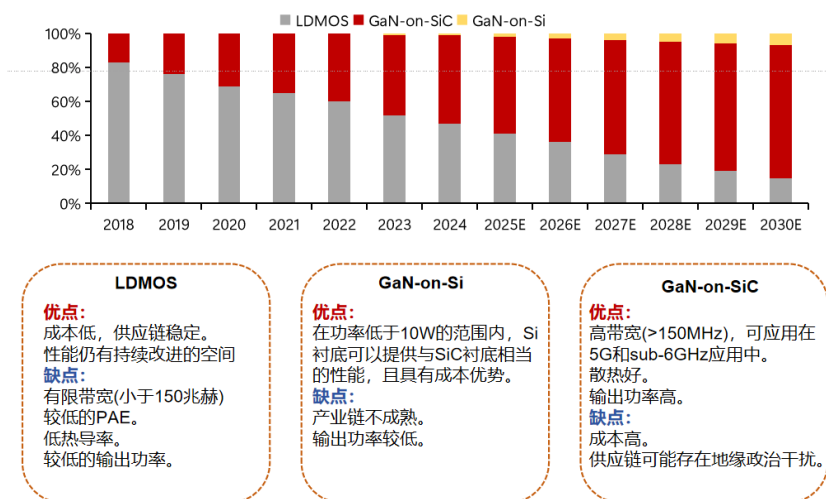
资料来源：Yole, 五矿证券研究所

图表 30：射频器件衬底材料伴随通信技术的革新而迭代



资料来源：Yole, 五矿证券研究所

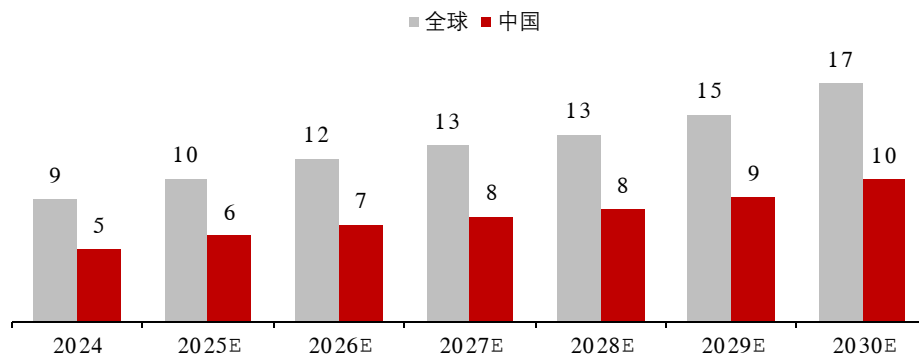
图表 31: LDMOS VS GaN-on-SiC VS GaN-on-Si



资料来源: Yole, 五矿证券研究所

根据 Yole 预测数据，预计到 2029 年，用于射频器件的 6 吋半绝缘型 SiC 衬底需求量将达到 14.9 万片，2024-2029E，CAGR ~11%，由于 2030 年起，伴随 6G 推进，GaN-on-SiC 有望起量，假设 2030E YoY+15%，则 2030 年全球半绝缘型 SiC 衬底需求量约为 17 万片。根据国资小新数据，中国 5G 基站约占全球的 60%。假设用 60%来作为中国对射频用半绝缘型 SiC 衬底需求量占比，预计 2030 年中国需求量为 10 万片。

图表 32: 全球/中国用于射频器件的半绝缘型 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算（万片）

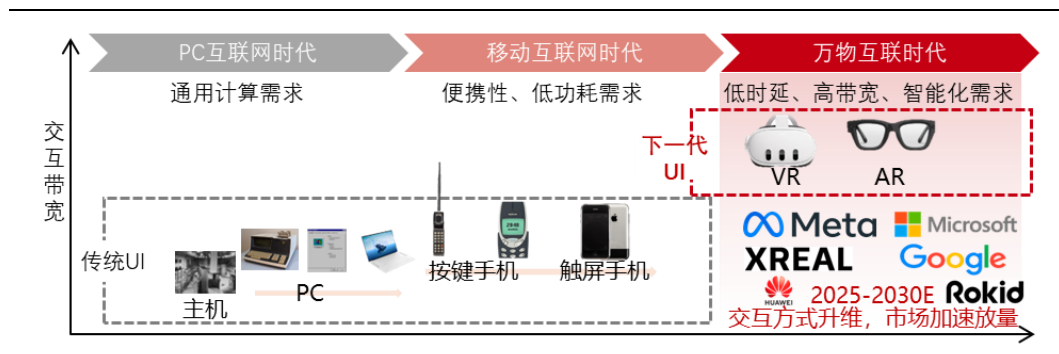


资料来源: Yole, 国资小新, 五矿证券研究所测算

5、SiC 降本为 AR 产业壮大的必备要素

移动硬件终端的变革往往伴随着交互模式的革新，AR 眼镜有望成为“下一代移动硬件终端”。20 世纪末的主机、PC，通过鼠标和键盘来实现交互；21 世纪初的按键手机、智能触屏手机在增强便携性的同时，通过手指直接操作界面，进一步优化交互模式。AR 眼镜，作为突破了手机、电脑等物理屏幕边界的终端硬件，能够将虚拟信息叠加到现实世界中，让用户无需依赖手持设备，即可通过语音、手势、眼动等方式交互，但目前上存在续航时间较短，价格高等产业化不够成熟的地方，因此，我们在 2025-2030 年，对 AR 眼镜，暂且定位为智能穿戴设备。

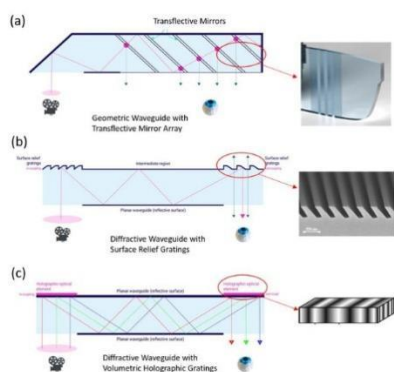
图表 33：移动硬件终端变迁



资料来源：Britannica，微软，Dell，Mobile Phone Museum，Meta，各公司官网，五矿证券研究所

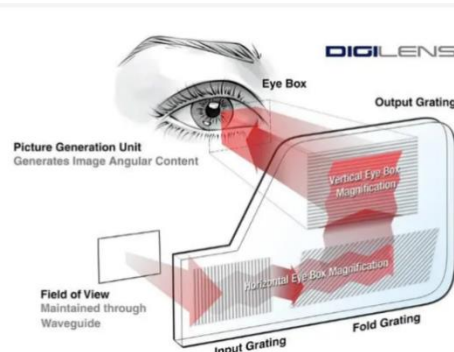
光学显示系统是 AR 眼镜的核心，约占整个 AR 眼镜成本的 40%+。当前业界对 AR 眼镜光学显示系统的技术发展路径基本确定为表面浮雕衍射光波导。表面浮雕衍射光波导从技术上看，是通过纳米压印或刻蚀技术，将模板上的图案转移到基片上，借助衍射原理，使光线通过表面浮雕光栅被精细地分束并耦入波导片。在波导片内部，光线经过全反射后，再由表面浮雕光栅耦出，直接进入人眼。

图表 34：三种光波导镜片示意图



资料来源：Display Module，五矿证券研究所

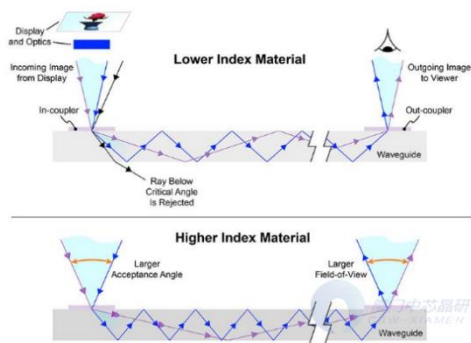
图表 35：AR 眼镜表面浮雕衍射光波导扩瞳示意图



资料来源：DIGILENS，五矿证券研究所

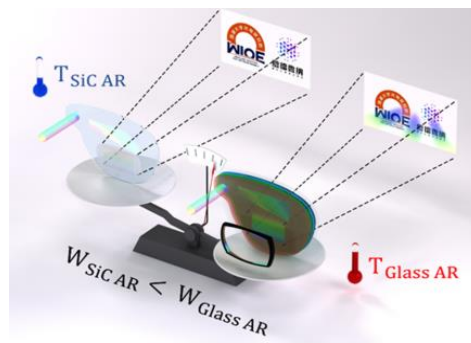
SiC 材料具备高折射率，成为 AR 眼镜镜片的理想材料。SiC 材料相较于玻璃有更高的折射率，常规折射率在 2.7，高于有树脂和玻璃不到 2 的水平。因此 SiC 光波导片制程的 AR 眼镜具有更广阔的视场角，还具备全彩集成特性，能够更好地实现 RGB 色彩通道的单层集成，解决彩虹纹效应，进而在实现全彩的应用下，大幅降低设备的重量、厚度。

图表 36：高折材料具有更广阔的视场角



资料来源：中芯晶研，五矿证券研究所

图表 37：SiC 镜片能够更好解决彩虹纹的问题



资料来源：慕德微纳，五矿证券研究所

但是目前 SiC 产品价格较高，制约了 SiC 光波导片在市场的渗透率。但从长期来看，SiC 能解决 AR 眼镜商业化过程中的重要痛点，且随着 SiC 产业链的愈加完善，尤其是材料端大尺寸化进展，产能扩张和良率提升实现低成本产品出货后，AR 眼镜市场空间将更广阔。

AR 眼镜市场规模测算

目前推出的 AR 眼镜通常已集成 AI 眼镜的功能。AI 眼镜需要的算力和控制功能主要集成在手机上，考虑目前 AI 眼镜的价格在千元以上，因此将其作为高端手机配件（智能穿戴设备）来定义。AR 眼镜在 AI 眼镜的功能上增加了增强现实的显示功能。

假设一，将 AI 眼镜用户，作为手机配件中的高端用户群体来定义：

根据 Wellsenn XR 数据，2024 年全球/中国 AI 眼镜的销量分别为 153/6.4 万台，2025 年 Q1-Q3 全球销量分别为 60/87/165 万台，预计全年销量 700 万台，和 TWS 初期渗透规模基本一致。

TWS 耳机作为手机配件，具有听音乐等功能，与目前 AI 眼镜所包含的音频功能有相似性，且经过连续 6 年的增长以后，市场规模趋于稳定，约为 2024 年全球手机销量（12.4 亿台）的 25%（约 3 亿台）。根据 Counterpoint，2024 年中国智能机 $\geq \$600$ 的比例约为 28%，假设高端用户约占 30%，我们预计 2030E AI 眼镜销量空间~0.9（3x30%）亿台。

根据 Wind 和 Canalyst 数据，2024 年中国手机销量 2.85 亿台，约占全球的 23%，假设作为手机配件的 AI 眼镜在中国的占比约为全球的 25%。

假设二，将 AR 功能的 AI 眼镜渗透情况，参考 TrendForce 预测数据推算：

根据 TrendForce 预测，全球 2030 年 AR 眼镜销量约为 3210 万台，年复合增速约为 94.1%。根据 TrendForce 预测，2030 年中国出货占比约 50%。

假设三，AR 眼镜在 AI 眼镜的渗透率不断提升，将采用 SiC 光波导片的 AR 眼镜用户，作为 AR 眼镜中的高端用户定义：

由于 SiC 光波导片价格更高，我们假设购买 SiC 光波导片 AR 眼镜的渗透率为 AR 眼镜用户的 30%，预计 2030 年全球 SiC 光波导片 AR 眼镜销量 963 万副。

假设四，SiC 晶圆的尺寸升级与占比预测：

伴随 SiC 大尺寸工艺不断成熟，2025-2030E，8 吋、12 吋的渗透率不断提升，假设 6 吋衬底能够切 2 副 AR 眼镜的光波导片，8 吋能切 4 副，12 吋能切 10 副。

图表 38：中国/全球 AR 眼镜 SiC 衬底（6 吋当量）需求测算

年份	2025E	2026E	2027E	2028E	2029E	2030E
全球A眼镜销量（万副）	700	1800	3000	5000	7000	9000
中国A眼镜销量（万副）	63	215	448	896	1465	2250
A眼镜中国销量占比	8.9%	11.9%	14.9%	17.9%	20.9%	25.0%
全球AR/A眼镜比例	9%	5%	6%	7%	15%	36%
中国AR/A眼镜比例	50%	30%	35%	40%	45%	50%
全球AR眼镜销量（万副）	60	90	170	360	1070	3210
中国AR眼镜销量（万副）	31	64	157	359	659	1125
SiC光波导片渗透率	10%	15%	20%	25%	28%	30%
全球ARSiC眼镜销量	6	14	34	90	300	963
中国ARSiC眼镜销量	3	10	31	90	185	338
6吋渗透率假设	80%	60%	40%	20%	10%	0%
8吋渗透率假设	20%	35%	40%	40%	20%	10%
12吋渗透率假设	0%	5%	20%	40%	70%	90%
全球SiC片衬底需求量（万片）						
6吋	2	4	7	9	15	0
8吋	0	1	3	9	15	24
12吋	0	0	1	4	21	87
折合为6吋衬底需求量（万片）	3	6	16	39	125	389
中国SiC片衬底需求量（万片）						
6吋	1	3	6	9	9	0
8吋	0	1	3	9	9	8
12吋	0	0	1	4	13	30
折合为6吋衬底需求量（万片）	2	5	14	39	77	137

资料来源：中商产业研究院，Counterpoint，前瞻产业研究院，Wind，Canalyst，WellsennXR，TrendForce，Yole，半导体信息，五矿证券研究所测算

综上所述，我们预计 2030E，全球 AR 眼镜 SiC 光波导片，对 SiC 衬底（6 吋当量）年需求量约 389 万片，2025-2030E，CAGR~166%；2030E，中国 AR 眼镜 SiC 光波导片，对 SiC 衬底（6 吋当量）年需求量约 137 万片，2025-2030E，CAGR~146%。

6、下游需求高速增长，2027 年碳化硅可能将迎来产能缺口

国内 SiC 市场正处于快速发展关键阶段，未来五至十年需求驱动力显著增强，市场规模将实现量级跃升。经综合测算，我们预计，到 2030 年，全球 6 吋当量 SiC 衬底总需求量预计达 1676 万片，约为 2025 年需求量（134 万片）的 12 倍；至 2030 年，中国 SiC 衬底需求量预计达 728 万片，较 2025 年需求量（84 万片）增长约 9 倍。

若 SiC 在 AI 芯片先进封装散热材料的运用上，能够实现在“基板层”、“中介层”和“热沉”三个环节的产业化，我们预计，2030E，全球碳化硅衬底需求量有望达到~3000 万片。

图表 39：2030E，中国/全球 SiC 衬底（6 吋当量）需求预测

应用场景	全球需求量（万片）			中国需求量（万片）		
	2025E	2027E	2030E	2025E	2027E	2030E
新能源汽车	85	187	432	63	143	328
充电桩	6	16	51	4	10	29
光伏发电和储能	30	54	94	10	17	30
AIDC 电源	0	6	73	0	1	20
AI 散热材料	0	114 (x1~x3)	620 (x1~x3)	0	29 (x1~x3)	173 (x1~x3)
射频	10	13	17	6	8	10
AR 眼镜	3	31	389	2	14	137
合计	134	421/535/649	1676/2296/2915	84	222/251/280	728/901/1075

资料来源：五矿证券研究所测算

根据深企投产业研究报告显示，2024 年底，中国 SiC 衬底（折合 6 吋）产能约 400 万片，超出 2025 年全球需求量。按照当前产能，我们预计 2027 年 SiC 衬底供需紧平衡；若 AR 眼镜渗透率、AI 散热材料进展超预期，将出现产能供应紧张的可能性；2030 年，全球约 1676~2915 万片的衬底需求量，较 2025 年的供给，存在超 1200 万片的产能缺口。

风险提示

- 1、中美贸易摩擦加剧，供应链进一步受限的风险；
- 2、下游需求不及预期；
- 3、产品研发、技术迭代与市场推进不及预期，如 SiC 作为先进封装的散热材料，中介层、基板和热沉三方面均处于研发阶段，技术路线尚未完全确定，风险较高；
- 4、行业竞争加剧。

分析师声明

作者在中国证券业协会登记为证券投资咨询(分析师)，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。作者保证：(i) 本报告所采用的数据均来自合规渠道；(ii) 本报告分析逻辑基于作者的职业理解，并清晰准确地反映了作者的研究观点；(iii) 本报告结论不受任何第三方的授意或影响；(iv) 不存在任何利益冲突；(v) 英文版翻译若与中文版有所歧义，以中文版报告为准；特此声明。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
报告中投资建议所涉及的评级分为股票评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 到 12 个月内的相对市场表现，也即以报告发布日后的 6 到 12 个月内的公司股价(或行业指数)相对同期相关证券市场代表性指数的涨跌幅作为基准。其中：A 股市场以沪深 300 指数为基准；香港市场以恒生指数为基准；美国市场以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。	股票评级	买入	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在 20%及以上；
		增持	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于 5%~20%之间；
		持有	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报介于-10%~5%之间；
		卖出	预期个股相对同期相关证券市场代表性指数的回报在-10%及以下；
		无评级	预期对于个股未来 6 个月市场表现与基准指数相比无明确观点。
	行业评级	看好	预期行业整体回报高于基准指数整体水平 10%以上；
		中性	预期行业整体回报介于基准指数整体水平-10%~10%之间；
		看淡	预期行业整体回报低于基准指数整体水平-10%以下。

一般声明

五矿证券有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本公司不会因接收人收到本报告即视其为客户，本报告仅在相关法律许可的情况下发放，并仅为提供信息而发放，概不构成任何广告。本报告的版权仅为本公司所有，未经本公司书面许可，任何机构和个人不得以任何形式对本研究报告的任何部分以任何方式制作任何形式的翻版、复制或再次分发给任何其他人。如引用须联络五矿证券研究所获得许可后，再注明出处为五矿证券研究所，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。在刊载或者转发本证券研究报告或者摘要的同时，也应注明本报告的发布人和发布日期及提示使用证券研究报告的风险。若未经授权刊载或者转发本报告的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。

本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入或将产生波动；在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告；本公司不保证本报告所含信息保持在最新状态。同时，本公司对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性和完整性不作任何保证，也不保证所包含信息和建议不发生任何变更。本公司已力求报告内容的客观、公正，但文中的观点、结论和建议仅供参考，不包含作者对证券价格涨跌或市场走势的确定性判断。在任何情况下，报告中的信息或意见不构成对任何人的投资建议，投资者据此做出的任何投资决策与本公司和作者无关。在任何情况下，本公司、本公司员工或者关联机构不承诺投资者一定获利，不与投资者分享投资收益，也不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。本公司及作者在自身所知情范围内，与本报告中所评价或推荐的证券不存在法律法规要求披露或采取限制、静默措施的利益冲突。

五矿证券版权所有。保留一切权利。

特别声明

在法律许可的情况下，五矿证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到五矿证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

联系我们

上海	深圳	北京
地址：上海市浦东新区陆家嘴街道富城路 99 号震旦国际大厦 30 楼 邮编：200120	地址：深圳市南山区滨海大道 3165 号五矿金融大厦 23 层 邮编：518035	地址：北京市东城区朝阳门北大街 3 号五矿广场 C 座 3F 邮编：100010

Analyst Certification

The research analyst is primarily responsible for the content of this report, in whole or in part. The analyst has the Securities Investment Advisory Certification granted by the Securities Association of China. Besides, the analyst independently and objectively issues this report holding a diligent attitude. We hereby declare that (1) all the data used herein is gathered from legitimate sources; (2) the research is based on analyst's professional understanding, and accurately reflects his/her views; (3) the analyst has not been placed under any undue influence or intervention from a third party in compiling this report; (4) there is no conflict of interest; (5) in case of ambiguity due to the translation of the report, the original version in Chinese shall prevail.

Investment Rating Definitions

The rating criteria of investment recommendations The ratings contained herein are classified into company ratings and sector ratings (unless otherwise stated). The rating criteria is the relative market performance between 6 and 12 months after the report's date of issue, i.e. based on the range of rise and fall of the company's stock price (or industry index) compared to the benchmark index. Specifically, the CSI 300 Index is the benchmark index of the A-share market. The Hang Seng Index is the benchmark index of the HK market. The NASDAQ Composite Index or the S&P 500 Index is the benchmark index of the U.S. market.	Ratings		Definitions
	Company Ratings	BUY	Stock return is expected to outperform the benchmark index by more than 20%;
		ACCUMULATE	Stock relative performance is expected to range between 5% and 20%;
		HOLD	Stock relative performance is expected to range between -10% and 5%;
		SELL	Stock return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%;
		NOT RATED	No clear view of the stock relative performance over the next 6 months.
	Sector Ratings	POSITIVE	Overall sector return is expected to outperform the benchmark index by more than 10%;
		NEUTRAL	Overall sector expected relative performance ranges between -10% and 10%;
		CAUTIOUS	Overall sector return is expected to underperform the benchmark index by more than 10%.

General Disclaimer

Minmetals Securities Co., Ltd. (or "the company") is licensed to carry on securities investment advisory business by the China Securities Regulatory Commission. The Company will not deem any person as its client notwithstanding his/her receipt of this report. The report is issued only under permit of relevant laws and regulations, solely for the purpose of providing information. The report should not be used or considered as an offer or the solicitation of an offer to sell, buy or subscribe for securities or other financial instruments. The information presented in the report is under the copyright of the company. Without the written permission of the company, none of the institutions or individuals shall duplicate, copy, or redistribute any part of this report, in any form, to any other institutions or individuals. The party who quotes the report should contact the company directly to request permission, specify the source as Equity Research Department of Minmetals Securities, and should not make any change to the information in a manner contrary to the original intention. The party who re-publishes or forwards the research report or part of the report shall indicate the issuer, the date of issue, and the risk of using the report. Otherwise, the company will reserve its right to taking legal action. If any other institution (or "this institution") redistributes this report, this institution will be solely responsible for its redistribution. The information, opinions, and inferences herein only reflect the judgment of the company on the date of issue. Prices, values as well as the returns of securities or the underlying assets herein may fluctuate. At different periods, the company may issue reports with inconsistent information, opinions, and inferences, and does not guarantee the information contained herein is kept up to date. Meanwhile, the information contained herein is subject to change without any prior notice. Investors should pay attention to the updates or modifications. The analyst wrote the report based on principles of independence, objectivity, fairness, and prudence. Information contained herein was obtained from publicly available sources. However, the company makes no warranty of accuracy or completeness of information, and does not guarantee the information and recommendations contained do not change. The company strives to be objective and fair in the report's content. However, opinions, conclusions, and recommendations herein are only for reference, and do not contain any certain judgments about the changes in the stock price or the market. Under no circumstance shall the information contained or opinions expressed herein form investment recommendations to anyone. The company or analysts have no responsibility for any investment decision based on this report. Neither the company, nor its employees, or affiliates shall guarantee any certain return, share any profits with investors, and be liable to any investors for any losses caused by use of the content herein. The company and its analysts, to the extent of their awareness, have no conflict of interest which is required to be disclosed, or taken restrictive or silent measures by the laws with the stock evaluated or recommended in this report.

Minmetals Securities Co. Ltd. 2019. All rights reserved.

Special Disclaimer

Permitted by laws, Minmetals Securities Co., Ltd. may hold and trade the securities of companies mentioned herein, and may provide or seek to provide investment banking, financial consulting, financial products, and other financial services for these companies. Therefore, investors should be aware that Minmetals Securities Co., Ltd. or other related parties may have potential conflicts of interest which may affect the objectivity of the report. Investors should not make investment decisions solely based on this report.

Contact us

Shanghai

Address: 30/F, Zhendan International Building, No.99 Fucheng Road, Lujiazui Street, Pudong New District, Shanghai
Postcode: 200120

Shenzhen

Address: 23F, Minmetals Financial Center, 3165 Binhai Avenue, Nanshan District, Shenzhen
Postcode: 518035

Beijing

Address: 3/F, Tower C, Minmetals Plaza, No.3 Chaoyangmen North Street, Dongcheng District, Beijing
Postcode: 100010