

计算机行业深度报告

金刚石散热：新一代 AI 散热方案

增持（维持）

2026年06月11日

证券分析师 王紫敬

执业证书：S0600521080005
021-60199781

wangzj@dwzq.com.cn

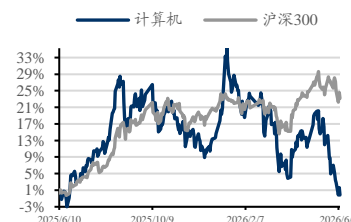
证券分析师 王世杰

执业证书：S0600523080004
wangshijie@dwzq.com.cn

投资要点

- **AI 芯片功耗提高，金刚石散热成为未来重要解决方案。**随着 2.5D/3D 异构集成技术（如 CoWoS、SOIC）的普及，芯片内部的热流密度呈指数级上升。金刚石凭借其无可比拟的物理特性脱颖而出，热导率：是铜的 5 倍以上，是硅的近 15 倍。金刚石的 CTE 约为 1.1 ppm/K，与硅（2.6 ppm/K）较为接近，能够有效降低热循环中的热应力。
- **金刚石散热的技术路径包括四种：**金刚石热沉片、金刚石/金属复合材料、CVD 金刚石涂层、金刚石材料与微通道液冷集成散热。其中前两个方案落地较快。
- **行业早期但商业化进展加快。**金刚石散热较为早期，各家公司都处于早期技术研发、测试阶段，收入体量较小。但随着金刚石散热在 AI 芯片中的战略地位确立，全球产业链正加速布局。美国企业在直接键合和系统级应用上占据先发优势，而中国大陆企业则依托在超硬材料领域的深厚积累，迅速向半导体级金刚石转型。
- **市场规模超 50 亿美元。**根据普华有策数据，全球服务器液冷总体市场空间将从 2026 年的 125.7 亿美元增长至 2030 年的 535.1 亿美元。假设 2030 年金刚石散热价值量占液冷市场的 10%，则市场规模有 54 亿美元。
- **国内多家公司布局金刚石散热。四方达：**金刚石散热片已通过海外客户测试，并进入小批量供货阶段。同时，公司正加快推进沙雅年产 2.5 万片 CVD 金刚石散热基地建设。**国机精工：**民用领域的产品已送样客户，若进展顺利有望在年内有小批量订单落地。**力量钻石：**多家国内知名半导体企业、科技企业积极与公司对接金刚石散热产品。公司陆续推进送样、研发、测试等合作。**黄河旋风：**拟 3 年内配置 300 台 MPCVD 设备，实现年产 15 万片大尺寸金刚石热沉片，目标将半导体散热业务打造为第一大主业。**沃尔德：**设立了金刚石半导体应用项目部，成功研发出高平整度的 12 英寸钻石散热晶圆，已形成系列化钻石散热晶圆产品。
- **投资建议：**随着 AI 芯片不断升级，功率密度越来越高，散热问题亟需解决。金刚石凭借其优异的物理性能，是新一代散热方案的重要选择。当前全球多家厂商已经开始布局金刚石散热，国内多家上市公司表示已经开始给下游 AI 客户送样、测试或者小批量交付。虽然当前金刚石散热仍有一些技术和成本问题需要解决，但产业进展明显加快，有望加速迎来放量。
- **相关标的：**四方达、国机精工、力量钻石、黄河旋风、沃尔德、九州一轨、中兵红箭等。
- **风险提示：**技术发展不及预期；金刚石散热方案经济性不够；工艺改良进展不及预期。

行业走势



相关研究

- 《SpaceX 商业概览：从火箭、通信到 AI》
2026-05-26
- 《AI 专题研究——阿里：从千问开源生态到超级 AI 云，或将重构商业基础设施》
2026-05-14

内容目录

1. 金刚石散热是 AI 散热前沿方向	4
2. 金刚石散热行业商业落地曙光来临	6
2.1. 全球多家公司争先入局金刚石散热	6
2.2. 金刚石散热市场空间广阔	8
2.3. 大规模商业化落地仍有多方面问题	9
3. 产业链公司	9
3.1. 四方达	9
3.2. 国机精工	10
3.3. 力量钻石	10
3.4. 黄河旋风	11
3.5. 沃尔德	11
4. 投资建议	12
5. 风险提示	12

图表目录

图 1: NVIDIA GPU 功耗演进趋势与散热材料热导率对比.....	4
图 2: 金刚石散热的四大技术路线.....	5
图 3: 金刚石热沉片.....	5
图 4: 金刚石铜/铝复合材料.....	6
图 5: 海外主要金刚石散热公司及进展.....	7
图 6: 中国主要金刚石散热公司及进展.....	8
图 7: 公司主要业务分类.....	10

1. 金刚石散热是 AI 散热前沿方向

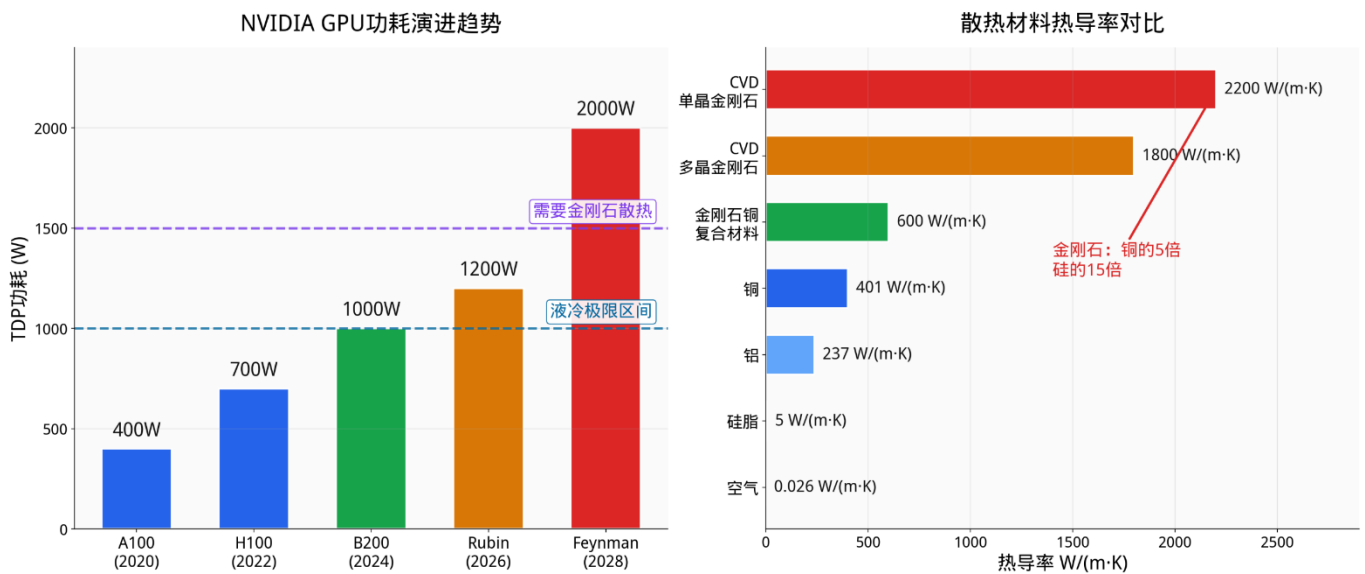
AI 芯片功耗提高，金刚石散热成为未来重要解决方案。随着 2.5D/3D 异构集成技术（如 CoWoS、SOIC）的普及，芯片内部的热流密度呈指数级上升。局部热点不仅会导致漏电流增加，更会引发电迁移和热应力，严重影响芯片寿命和算力释放。在众多导热材料中，金刚石凭借其优异的物理特性脱颖而出：

极高的热导率：室温下，CVD 单晶金刚石的热导率可达 2200 W/(m·K)，是铜（401 W/(m·K)）的 5 倍以上，是硅（149 W/(m·K)）的近 15 倍。

优异的绝缘性：金刚石具有极高的电阻率和击穿电压，使其能够直接贴装在裸片表面，而无需额外的绝缘层。

低热膨胀系数（CTE）：金刚石的 CTE 约为 1.1 ppm/K，与硅（2.6 ppm/K）较为接近，能够有效降低热循环中的热应力。

图1: NVIDIA GPU 功耗演进趋势与散热材料热导率对比



数据来源：半导体产业研究，东吴证券研究所

金刚石散热的技术路径包括四种：CVD 金刚石热沉片、金刚石/金属复合材料、CVD 金刚石涂层、金刚石材料与微通道液冷集成散热。

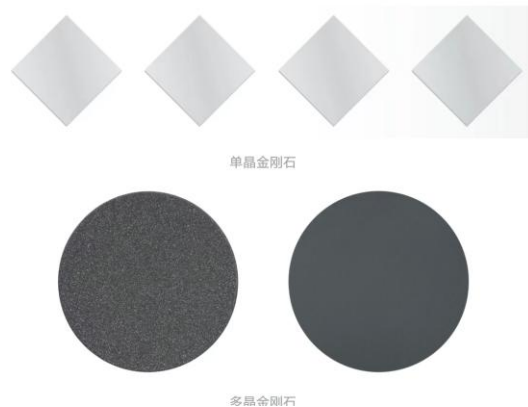
图2: 金刚石散热的四大技术路线



数据来源: 半导体行业研究, 东吴证券研究所

金刚石热沉片。通过化学气相沉积(CVD)法,在特定衬底上生长出一层多晶或单晶的金刚石薄膜,将其加工成薄片,并作为均热板(Heat Spreader)直接集成在发热元件上,其核心作用是将芯片表面的局部高温热点迅速扩散到更大面积上,再传递给次级散热器,从而极大降低热流密度。

图3: 金刚石热沉片



数据来源: 芯聚能科技, 东吴证券研究所

金刚石/金属复合材料。将高导热的人造金刚石颗粒与金属基体通过特定的工艺复合,形成一种全新的固体材料,热量通过金刚石颗粒进行高效传导,金属基体则负责将热量在不同金刚石颗粒间传递,并提供了良好的可加工性和焊接性。

图4: 金刚石铜/铝复合材料



数据来源：芯聚能科技，东吴证券研究所

CVD 金刚石涂层。该技术直接在需要散热的部件（基底）表面，通过 CVD 工艺沉积一层多晶金刚石薄膜，这层薄膜可以显著增强基底表面的热扩散能力。

金刚石材料与微通道液冷集成散热。例如金刚石-SiC 复合冷板，结合了液冷微流道与金刚石材料，为超高功率（>1kW）芯片提供系统级散热解决方案。

2. 金刚石散热行业商业落地曙光来临

2.1. 全球多家公司争先入局金刚石散热

金刚石散热较为早期，各家公司都处于早期技术研发、测试阶段，收入体量较小。

随着金刚石散热在 AI 芯片散热领域的应用前景愈加明晰，全球产业链正加速布局。美国企业在直接键合和系统级应用上占据先发优势，而中国大陆企业则依托在超硬材料领域的深厚积累，迅速向半导体级金刚石转型。

图5: 海外主要金刚石散热公司及进展

区域	公司名称	核心技术	最新进展
美国	Akash Systems	专利 Diamond Cooling® 技术, 合成金刚石直接集成于 GPU 散热模组	2026 年 2 月向印度 NxtGen AI 交付全球首批金刚石冷却 NVIDIA H200 服务器, GPU 性能提升 15% (FLOPs/W); 3 月发布全球首款金刚石冷却 AMD MI350X 服务器, 获 3 亿美元订单
英国	Element Six	De Beers 旗下, CVD 金刚石热扩散器, Diamond-Copper 复合材料	与日本 Orbray 合作实现晶圆级单晶金刚石制造里程碑, 推动热扩散器向大尺寸演进
美国	Coherent	CVD 金刚石基板 (直径达 145mm), 可键合金刚石 (Bondable Diamond), Diamond-loaded SiC 复合材料	2026 年 1 月推出高性能可键合金刚石解决方案, 消除热界面电阻; 2025 年 6 月发布金刚石-SiC 复合材料
美国	Diamond Foundry	实验室培育金刚石技术, Diamond Wafer 晶圆级金刚石键合	开发芯片级金刚石直接键合技术, 声称可解锁 5 倍 AI 芯片性能
日本	住友电工	Cu-Diamond 复合材料、GaN on Diamond (氮化镓直接键合在金刚石衬底) 技术	2025 年 5 月与大阪公立大学合作, 在 2 英寸多晶金刚石衬底上成功制造 GaN-HEMT, 大幅提升高频功率器件散热性能
美国	SP3 Diamond	20 年 CVD 金刚石涂层与晶圆制造经验	专注为半导体制造提供高质量金刚石晶圆, 拓展热管理解决方案产品线
印度	NxtGen AI	终端应用代表, 金刚石冷却 AI 数据中心规模化部署	2026 年 2 月在印度率先部署全球首批金刚石冷却 NVIDIA H200 GPU 服务器, 显著优化数据中心 PUE 指标

数据来源: 半导体产业研究, 东吴证券研究所

图6：中国主要金刚石散热公司及进展

区域	公司名称	核心技术	最新进展
河南 商丘	力量钻石	微波等离子体 CVD 技术，生产半导体高功率散热金刚石功能材料，热导率可达 2200W/(m·K)	2025 年 1 月，半导体高功率散热片金刚石功能材料研发制造项目正式建成投产，迈出产业化重要一步
河南 长葛	黄河旋风	掌握 HPHT 和 CVD 双技术路线，与优普莱合作采用 MPCVD 法量产国内最大 8 英寸金刚石热沉片	2026 年 2 月子公司风优创揭牌，国内首条 8 英寸金刚石热沉片生产线落成，一期投资 3.6 亿元，年产能 2 万片
河南	中兵红箭	旗下中南钻石为全球最大超硬材料供应商之一，具备 HPHT 和 CVD 双技术路线	加大在多晶金刚石热沉领域的研发投入，积极布局半导体级散热材料赛道
江苏 南京	瑞为新材	攻克金刚石与金属结合难题，掌握多梯度一体化制造成型核心技术，实现高导热金刚石铜/铝热沉低成本量产	2025 年建成 3 万平方米研发制造工厂并获评国家级专精特新“小巨人”；2026 年投入数千万元扩产
广东 佛山	华智新材料	华太电子子公司，专注大功率半导体封装，核心技术包括金刚石铜复合热沉材料、局部金属化处理 and 焊接技术	2026 年 3 月已完成金刚石铜散热方案关键仿真验证，并布局针对性焊接解决方案，推动在 AI 芯片领域应用
河南 郑州	四方达	自主研发 MPCVD 设备及工艺，具备高品质大尺寸超纯 CVD 金刚石批量制备能力	2025 年 12 月宣布已具备批量制备 12 英寸金刚石衬底及薄膜的能力，可用于芯片热沉等领域
福建 厦门	化合积电	MPCVD 制备高质量金刚石，晶圆级金刚石衬底、热导率超 2000W/(K·m)金刚石热沉片	2025 年底攻克高质量大尺寸多晶金刚石制备技术，实现单晶金刚石表面粗糙度 Ra<1nm；10 月呼和浩特量产基地投产
河南 洛阳	国机精工	具备从六面顶压机+MPCVD 设备到材料的全链自制能力，生产金刚石散热片和光学窗口片	2025 年金刚石散热收入超千万，12 月牵头制定国内首个热沉用金刚石片团体标准；与华为联合测试昇腾芯片热沉片
北京	沃尔德	国内少数掌握 CVD 法三大工艺（MPCVD、热丝、直流电弧）的企业，开发 CVD 金刚石热沉片	2026 年 3 月定增募资 3 亿元用于金刚石微钻及功能材料等项目；已成立 AI 芯片散热专项组，12 寸 CVD 金刚石热沉片处于测试阶段
浙江 衢州	桦茂科技	恒盛能源控股子公司，采用 MPCVD 法生长金刚石，可低成本产出单晶热沉片和多晶热沉片	2025 年 12 月二期产线陆续投产，已展开送样测试；金刚石散热片目前仍处测试验证阶段

数据来源：半导体产业研究，东吴证券研究所

2.2. 金刚石散热市场空间广阔

根据普华有策数据，全球服务器液冷总体市场空间将从 2026 年的 125.7 亿美元增长至 2030 年的 535.1 亿美元。假设 2030 年金刚石散热价值量占液冷市场的 10%，则市场规模有 54 亿美元。

2.3. 大规模商业化落地仍有多方面问题

热膨胀系数不匹配导致“翘曲”。金刚石与硅（Si）、碳化硅（SiC）等芯片常用衬底的热膨胀系数差异较大。通过 CVD 工艺在异质衬底上高温生长出来的金刚石，在降温剥离时内部会积聚巨大的应力，导致毫米甚至厘米级的形变。这种微小的翘曲对于纳米级精度的 AI 芯片晶圆工艺是致命的，会导致后续的抛光、切割、金属化等工序良率暴跌。

高额的“界面热阻”。如果金刚石无法与芯片实现原子级的紧密键合，中间微小的缝隙或常规导热膏（TIM）就会变成新的散热瓶颈。如何实现低应力、无缝的原子级键合，直接决定了其散热性能能否真正体现出来。

材料加工难。金刚石是自然界中硬度最高的物质，这导致对其进行后道加工极其困难。超精密表面减薄与抛光极慢：为满足半导体产线需求，金刚石晶圆的表面粗糙度通常需要控制在 $Ra < 1nm$ 。因为太硬，常规的机械抛光效率极低，需要采用昂贵的化学机械抛光（CMP）或等离子体抛光，加工周期长，产能受限。切割与金属化困难：将大尺寸金刚石晶圆切割成适配 GPU 核心大小的微型热沉时，常规刀具完全失效，必须依赖精密激光切割。但在激光高温作用下，金刚石容易转化为石墨（碳化），导致边缘精度的控制难度和报废率极高。

经济性难点。虽然多晶金刚石（PCD）已经在向 4 英寸、8 英寸晶圆迈进，但热导率 $2000W/m \cdot K$ 以上的高质量、大尺寸金刚石制备成本依然较高。虽然采用金刚石散热可以使芯片整体温度降低、能耗下降，但前期昂贵的材料引入成本和低良率带来的溢价，让很多下游服务器厂商和云服务商在算力 ROI（投资回报率）上感到压力。

3. 产业链公司

3.1. 四方达

四方达主营聚晶金刚石(简称 PCD)及其相关制品的研发、生产和销售。公司是国内规模大、技术实力强的复合超硬材料生产厂商，是国内能批量生产及销售超大直径切削用聚晶金刚石复合片的企业。公司产品包括石油/天然气钻探用聚晶金刚石复合片、煤田及矿山用聚晶金刚石复合片、切削刀具用聚晶金刚石复合片、聚晶金刚石拉丝模坯/拉丝模具、精密超硬刀具、矿山工具等，形成以复合超硬材料为核心，以精密金刚石工具为新的业务增长点的战略产品体系。产品广泛应用于石油钻探及矿山开采、汽车零部件、装备制造等制造领域。

公司是国内设备规模优势明显的 CVD 金刚石厂商。公司拥有自主知识产权的 MPCVD 合成及加工设备技术和 CVD 金刚石生长工艺技术。首先，在成本与供应链方面，自研设备能显著降低采购支出。同时，避免了因外采设备产能紧张带来的供应不确定性。其次，自研设备更贴合公司实际生产需求，能够更好地提升生产效率和产品加工

适应性，有利于实现生产环节的优化。此外，公司自制设备研发灵活性高，能够快速迭代工艺方案，并在保障设备持续改进的同时，更专注于提升产品差异化竞争力。

目前公司金刚石散热片已通过海外客户测试。公司产品验证进展符合预期，并进入小批量供货阶段。同时，公司正加快推进沙雅年产 2.5 万片 CVD 金刚石散热基地建设，以更好匹配客户对批量、稳定交付的需求，保障订单顺利落地。

3.2. 国机精工

公司主要业务涵盖轴承行业、磨料磨具行业及相关领域的研发制造、行业服务与技术咨询、贸易服务等。分为新材料、基础零部件、机床工具、高端装备、供应链管理与服务五大业务板块，产品广泛应用于航空航天、舰船兵器、电子信息、新能源、高端机床、汽车等国民经济和国防建设核心领域。

图7：公司主要业务分类



数据来源：公司年报，东吴证券研究所

金刚石散热片和金刚石光学窗口片已有小批量订单。该部分产品主要供应国防工业领域，2025 年实现收入超 1000 万元。公司金刚石散热产品矩阵覆盖金刚石单晶、金刚石多晶和金刚石铜复合材料。民用领域的产品已送样客户，若进展顺利有望在年内有小批量订单落地。

以目前产品价格衡量，公司 2026 年 6 月 MPCVD 产能对应产值大约在 1.5 亿元左右，至明年，产能对应产值大约在 2 亿元左右，可满足一定时段内的市场需求。公司也会根据市场情况，适时扩大产能。

3.3. 力量钻石

公司产品主要包括金刚石单晶、金刚石微粉和培育钻石等超硬材料。金刚石单晶产品根据颗粒形貌和应用领域不同可进一步细分为磨削级单晶、锯切级单晶和大单晶，金刚石微粉产品根据颗粒形貌和应用领域不同可进一步细分为研磨用微粉、线锯用微粉和其他工具用微粉。

多家国内知名半导体企业、科技企业积极与公司对接金刚石散热产品。公司陆续推进送样、研发、测试等合作，下游客户需求旺盛。

3.4. 黄河旋风

公司主要经营的产品涵盖超硬材料及制品，超硬复合材料及制品等。主要包括工业金刚石、培育钻石、砂轮、刀具、钻头、锯片等，主要应用于金刚石工具制造、珠宝首饰、陶瓷加工、勘探开采、建筑建材加工、机械加工、光学玻璃和宝石加工、电子电器制造、汽车零部件制造等领域。

黄河旋风将半导体散热赛道作为战略转型的核心方向，加速推进高附加值金刚石散热材料的产业化。2023年5月，公司正式启动 MPCVD 多晶金刚石热沉片项目；2024年先后实现2至8英寸金刚石晶圆的研发突破；2026年2月28日，国内首条8英寸金刚石热沉片生产线在子公司河南风优创正式投产，实现了从实验室研发向规模化生产的关键跨越。

黄河旋风同步推进“金刚石—铜复合材料”“金刚石—铝复合材料”等系列散热材料的研发，部分项目已取得重要技术突破。这些高性能散热材料可广泛应用于AI芯片、高功率半导体激光器、5G/6G通信基站、有源相控阵雷达、新能源汽车功率器件、航天电子等高端领域，有效破解我国在高算力、高功率场景下的散热“卡脖子”问题。

按照规划，黄河旋风拟3年内配置300台MPCVD设备，实现年产15万片大尺寸金刚石热沉片，目标将半导体散热业务打造为第一大主业。

3.5. 沃尔德

公司主营业务为超高精密、高精刀具及超硬材料制品的研发、生产和销售。产品主要应用于消费电子、汽车、航空航天和半导体精密加工等领域。公司刀具业务定位于全球高端刀具市场，是国内较为领先的刀具综合方案提供商，为客户提供涵盖超硬、硬质合金刀具等产品；金刚石功能材料业务定位于全球高端新兴应用市场，在CVD金刚石制备及应用领域具备深厚的研发实力与技术储备，产品包括金刚石膜声学器件、金刚石热沉材料、金刚石光学窗口、金刚石工具材料、硼掺杂金刚石膜涂层电极及制品等。

金刚石散热布局已经开启。公司设立了金刚石半导体应用项目部，引进资深博士等高层次技术人员，围绕硅/碳化硅基金刚石衬底、多晶/单晶金刚石衬底、金刚石铜/铝复合材料三大产品研发方向，专注GPU、高功率器件、射频器件、激光器等领域的应用研究及产业化工作，成功研发出高平整度的12英寸钻石散热晶圆。

激光器散热应用：优化金刚石制备工艺，产品已通过客户认证。

多晶金刚石：成功开发出不同热导率等级的多晶金刚石生长技术，生长速率大幅提升，并持续进行工艺优化；通过衬底优选、工艺参数调控及生长结构优化等措施，有效抑制制备过程中碎裂与翘曲问题，已形成系列化钻石散热晶圆产品。

4. 投资建议

随着 AI 芯片不断升级，功率密度越来越高，散热问题亟需解决。金刚石凭借其优异的物理性能，是新一代散热方案的重要选择。当前全球多家厂商已经开始布局金刚石散热，国内多家上市公司表示已经开始给下游 AI 客户送样、测试或者小批量交付。虽然当前金刚石散热仍有一些技术和成本问题需要解决，但产业进展明显加快，有望加速迎来放量。

相关标的：四方达、国机精工、力量钻石、黄河旋风、沃尔德、九州一轨、中兵红箭等。

5. 风险提示

技术发展不及预期。金刚石散热是 AI 技术不断发展带来的硬件升级需求，如果 AI 大模型发展不及预期，将会影响金刚石散热的商业化落地节奏。

金刚石散热方案经济性不够。当前金刚石散热方案依旧较贵，如果实际落地过程中无法进一步降低成本，可能会影响技术的普及。

工艺改良进展不及预期。当前金刚石散热生产工艺仍有较多需要改进的方面，如果改进进展不及预期，会影响金刚石散热的商业化进展。

免责声明

东吴证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。

本研究报告仅供东吴证券股份有限公司（以下简称“本公司”）的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，本公司及作者不对任何人因使用本报告中的内容所导致的任何后果负任何责任。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

在法律许可的情况下，东吴证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

市场有风险，投资需谨慎。本报告是基于本公司分析师认为可靠且已公开的信息，本公司力求但不保证这些信息的准确性和完整性，也不保证文中观点或陈述不会发生任何变更，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。

本报告的版权归本公司所有，未经书面许可，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制和发布。经授权刊载、转发本报告或者摘要的，应当注明出处为东吴证券研究所，并注明本报告发布人和发布日期，提示使用本报告的风险，且不得对本报告进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权或未按要求刊载、转发本报告的，应当承担相应的法律责任。本公司将保留向其追究法律责任的权利。

东吴证券投资评级标准

投资评级基于分析师对报告发布日后 6 至 12 个月内行业或公司回报潜力相对基准表现的预期（A 股市场基准为沪深 300 指数，香港市场基准为恒生指数，美国市场基准为标普 500 指数，新三板基准指数为三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的），北交所基准指数为北证 50 指数），具体如下：

公司投资评级：

- 买入：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 15% 以上；
- 增持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 5% 与 15% 之间；
- 中性：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 -5% 与 5% 之间；
- 减持：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准介于 -15% 与 -5% 之间；
- 卖出：预期未来 6 个月个股涨跌幅相对基准在 -15% 以下。

行业投资评级：

- 增持：预期未来 6 个月内，行业指数相对强于基准 5% 以上；
- 中性：预期未来 6 个月内，行业指数相对基准 -5% 与 5%；
- 减持：预期未来 6 个月内，行业指数相对弱于基准 5% 以上。

我们在此提醒您，不同证券研究机构采用不同的评级术语及评级标准。我们采用的是相对评级体系，表示投资的相对比重建议。投资者买入或者卖出证券的决定应当充分考虑自身特定状况，如具体投资目的、财务状况以及特定需求等，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

东吴证券研究所
苏州工业园区星阳街 5 号
邮政编码：215021

传真：（0512）62938527

公司网址：<http://www.dwzq.com.cn>