下载日志已记录，仅供内部参考

方正证券 FOUNDER SECURITIES

正 在 你 身 边

证券研究报告 | 其他电子III | 2026年09月08日

新兴产业团队·行业深度报告

人造金刚石行业：从可选消费到AI材料，金刚石散热与PCB加工双重突破

分析师 李鲁靖 登记编号：S1220523090002

刘明洋 登记编号：S1220524010002

李羽佳 登记编号：S1220526050002

下载日志已记录，仅供内部参考

目录

1. 金刚石散热：AI芯片功耗升级，金刚石散热迎来产业化拐点
   - 1.1 必要性：AI芯片功耗持续提升，传统铜散热接近瓶颈
   - 1.2 路线与空间：金刚石散热与液冷协同，三大散热路线
   - 1.3 制备方式：单晶多晶金刚石主要采用MPCVD合成金刚石，金属复合材料无需CVD设备
   - 1.4 海内外产业化加速布局

2. PCB钻针：高阶PCB加工升级，打开金刚石钻针应用第二成长曲线
   - 2.1 金刚石材料成为钻针升级的不二选择，涂层与PCD钻针方案并行
   - 2.2 全球PCB钻针市场规模有望在AI驱动下实现较快增长
   - 2.3 规模化量产在即，多家推进验证工作

3. 标的梳理

4. 风险提示

下载日志已记录，仅供内部参考

摘要：功能金刚石从可选消费到AI材料，散热与PCB加工双重突破

AI推动人造金刚石从传统超硬材料及可选消费品，向高附加值功能材料加速升级。中国占全球人造金刚石产量90%以上，已经形成完整的HPHT、CVD及超硬材料产业基础；随着AI算力持续升级，金刚石两项核心物理性能正在打开新的高价值应用空间：一是利用超高热导率解决AI芯片高功耗、高热流密度带来的**散热**瓶颈；二是利用超高硬度和耐磨性解决M9/M9Q、高多层及石英布等高阶PCB材料带来的钻孔**加工**难题。由此，人造金刚石产业有望从传统的磨削、切割和培育钻石市场，***向AI芯片热管理+高阶PCB精密加工两条新成长曲线延伸***。

金刚石散热：AI算力功耗持续抬升背景下，先进热管理材料的投资机会。*短期*关注金刚石铜复合材料在服务器中的渗透率；*中期*关注大尺寸CVD金刚石热沉片产能落地、客户送样验证及小批量订单，以及8英寸等大尺寸产品的良率和设备爬坡，以及单GPU价值量由局部小面积热沉向更大面积Package级均热方案升级；*长期*关注12英寸及更大尺寸CVD金刚石量产能力、与微通道液冷/封装结构的一体化集成，以及金刚石材料从“单一散热片”向芯片级、封装级、系统级热管理平台延伸的能力。

1）定义：金刚石散热材料通常不是放进晶体管电路内部，而是放在裸芯片（Die）附近的热传导路径上，核心作用是把芯片局部热点快速摊开，再把热量传给冷板或散热器。按集成位置分为Die级（直接键合芯片背面）、Package级（封装盖板）和System级（配合冷板均热）。主要材料类型包括商业化进展最领先的金刚石与金属铜复合材料、多晶单晶金刚石热沉片，以及直接用金刚石衬底替代硅衬底。

2）规模格局：以等效NVL72机柜数量×72颗GPU×单GPU价值量×渗透率测算市场空间，50万柜、单GPU价值量50美元条件下，10%渗透对应约12.6亿元市场空间，100%渗透对应126亿元；若未来由局部小面积热沉向更大面积Package级均热、金属化和精密加工升级，单GPU价值量提升至100美元，同等机柜下理论TAM可进一步提升至252亿元。

PCB金刚石钻针：AI PCB高阶化与石英布等高硬度材料导入背景下，金刚石钻针的产业升级机会。*短期*关注M9/M9Q/M10对于高端CVD金刚石涂层钻针渗透率提升；*中期*关注石英布等高硬度材料渗透、PCD聚晶金刚石钻针客户验证及小批量订单，以及良率提升和成本下降推动单孔经济性优势兑现；*长期*关注金刚石钻针向先进封装基板等高难度精密加工场景延伸。

1）定义：金刚石钻针是指以金刚石（单晶/聚晶 PCD/CVD金刚石涂层）为切削工作层，搭配硬质合金/钢材基体，用于硬脆、高磨耗材料微孔精密钻孔的超硬微细切削刀具。

2）规模格局：根据弗若斯特沙利文预测，2026年至2030年全球PCB钻针市场规模有望稳健成长，到2030年预计将达到人民币100亿元，期间年复合增长率为9.6%，高端涂层钻针市场份额将从31.3%提升至50.5%。金刚石钻针属于高端精密钻针品类，将直接受益高端化趋势。

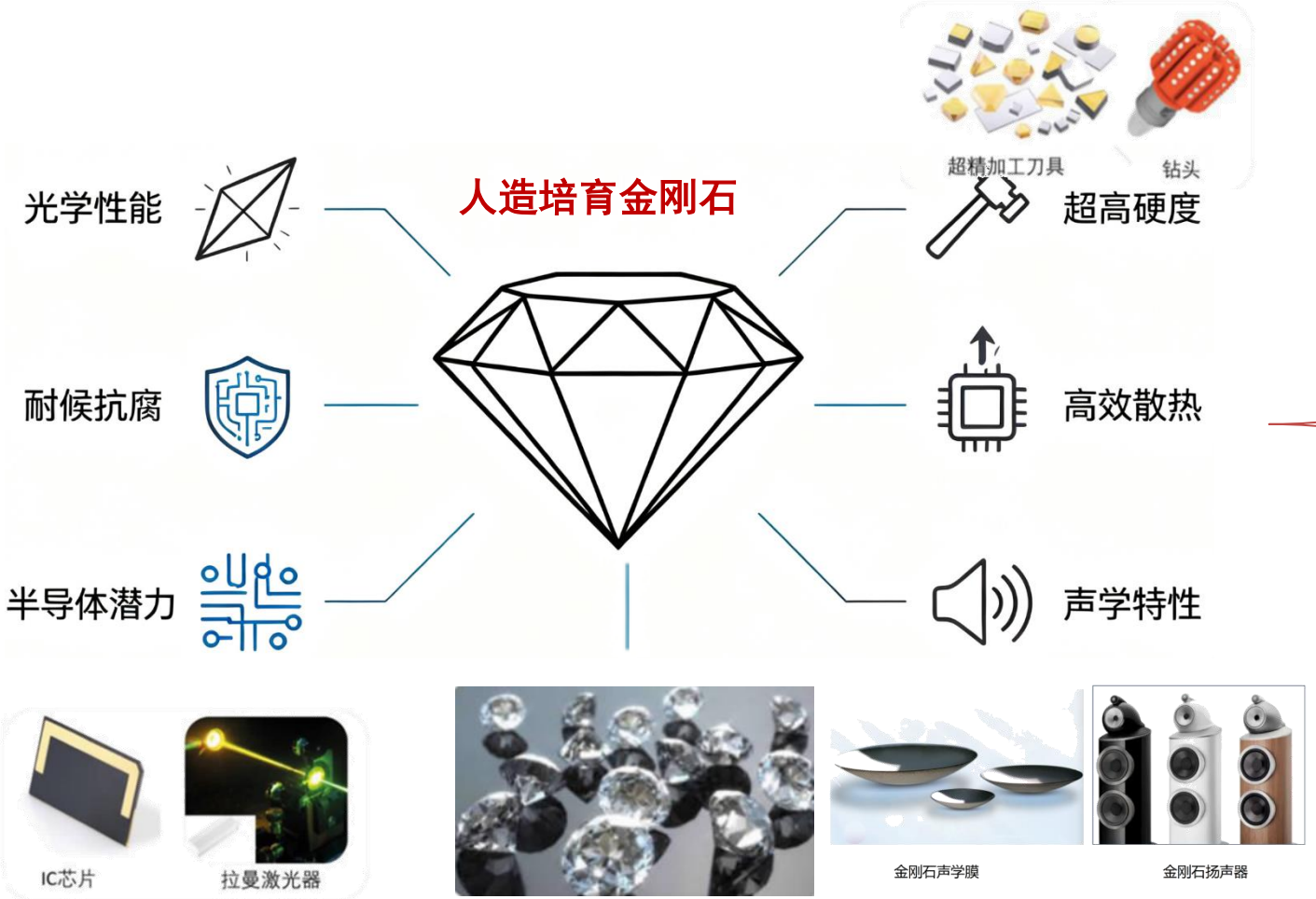
建议关注：四方达、沃尔德、国机精工、中兵红箭、黄河旋风、力量钻石、惠丰钻石

风险提示：技术迭代风险、商业化落地不及预期风险、认证周期风险。

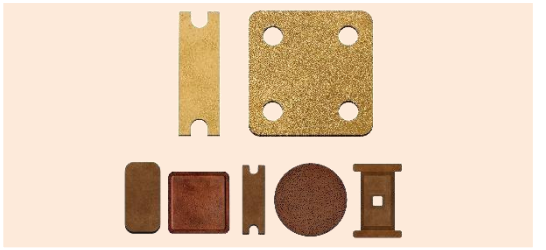
下载日志已记录，仅供内部参考

中国是人造金刚石的主要生产国，下游应用覆盖散热、超硬以及珠宝首饰等领域

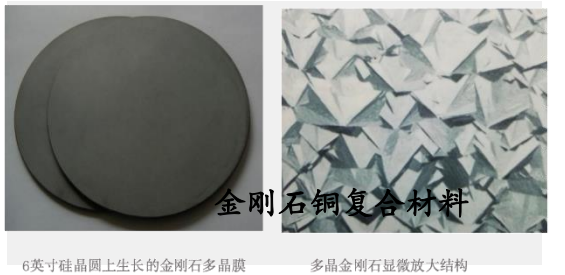
我国是全球最大的人造金刚石生产国，占据主导地位。从2000年开始，我国便成为全球最大人造金刚石生产国，2010年产量突破100亿克拉，进一步巩固了我国在全球人造金刚石市场中的领先地位。2023年我国人造金刚石产量增至165.97亿克拉，占全球总产量的90%以上。其中，河南的人造金刚石产量约占全国80%，形成了包括郑州、许昌、南阳、商丘市在内的产业集聚区。



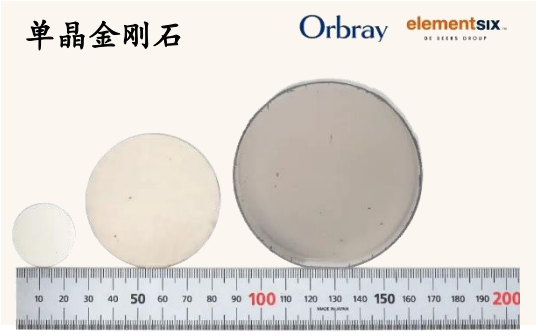
金刚石铜复合材料



多晶CVD金刚石



单晶金刚石



资料来源：观研天下、慧曦观点、粉体网、未来产链、河南省材料学会、万磨金刚石、未来产链、 DT半导体、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

方正证券 FOUNDER SECURITIES

正 在 你 身 边

一、金刚石散热：AI芯片功耗升级，金刚石散热迎来产业化拐点

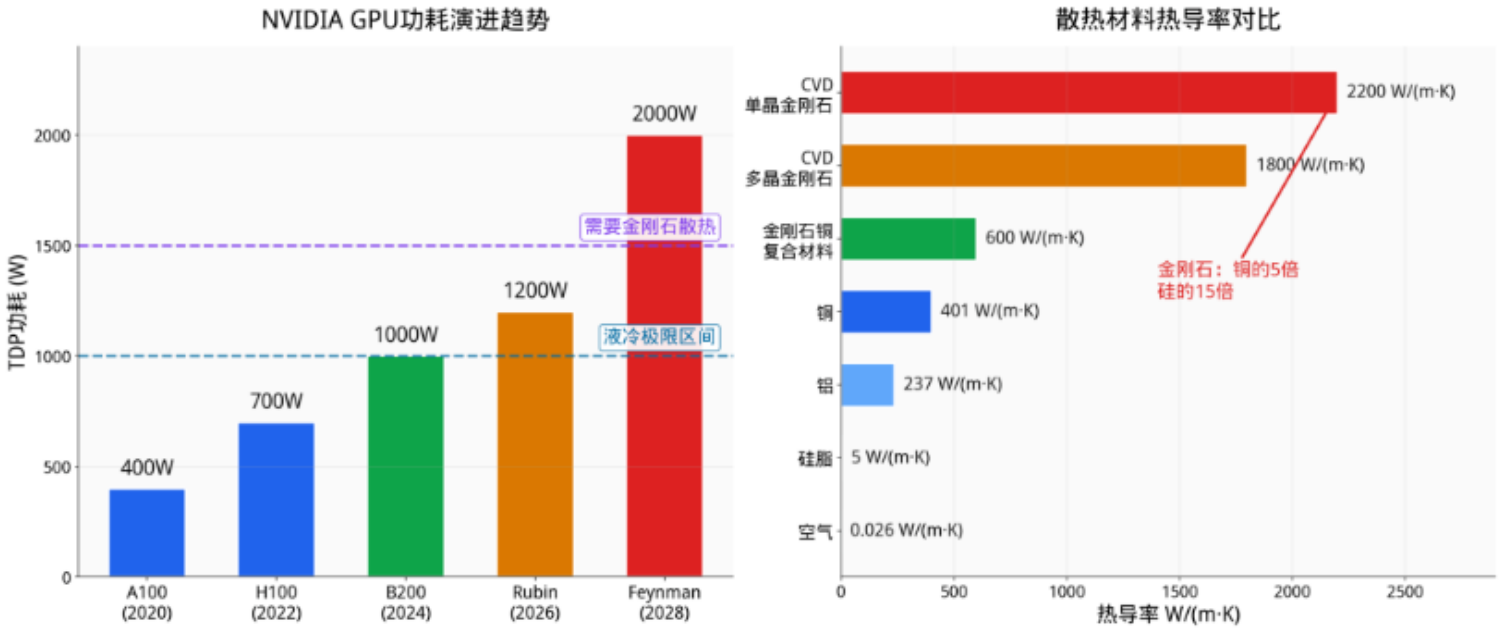
下载日志已记录，仅供内部参考

1.1 金刚石散热成为刚需，2026年是产业化元年

方正证券 FOUNDER SECURITIES 正 在 你 身 边

当单芯片功耗突破1000W、局部热流密度超过1000W/cm²时，传统铜散热（热导率约400W/m·K）已抵达物理极限。行业迫切需要热导率更高且兼具电绝缘和CTE（热膨胀系数）匹配的新材料，金刚石由此进入视野。

NVIDIA GPU功耗演进趋势与散热材料热导率对比



NVIDIA GPU世代演进趋势与散热技术代际升级

GPU世代	功耗	对应散热方案	散热技术代际
A100（2020）	400W	风冷为主	传统
H100/H200（2023-2024）	500-700W	风冷+入门液冷	过渡
Blackwell B200（2025）	1000-1200W	液冷标配	液冷元年
Vera Rubin（2026-2027）	1500-2300W	液冷+新材料	双路线竞争

资料来源：半导体产业研究、VentureSights 、天加环境、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.1 金刚石散热成为刚需，2026年是产业化元年

时间/阶段	产业化方向	代表公司/产品	关键进展	产业意义
前沿验证阶段	AI芯片/GPU散热材料导入预期	英伟达（NVIDIA）	随着Vera Rubin / Rubin Ultra等下一代架构芯片功耗持续提升，芯片散热难度显著加大，市场开始预期金刚石相关高导热材料有望逐步导入GPU散热体系。	头部算力芯片平台若开启材料升级，将对金刚石散热形成较强产业示范效应。
2026年1月，消费电子导入阶段	AI PC/高端终端散热	联想Yoga Slim 7i Aura Edition	在2026 CES 上，联想发布全球首款量产机型Yoga Slim 7i Aura Edition，采用超薄金刚石铜热沉搭配石墨烯铝合金，热导率达到传统铜材约2倍，实现40W性能释放与975g，轻薄机身兼顾。	标志金刚石散热由数据中心向消费电子延伸，打开更广泛终端渗透空间。
2026年2月，商用落地起点	AI服务器液冷散热	Akash Systems、NxtGen AI	2026年2月，Akash Systems宣布已向印度主权云服务商NxtGen AI交付全球首批搭载Diamond Cooling的英伟达GPU服务器，标志金刚石导热技术首次正式部署于商用AI服务器体系。	标志金刚石散热由“实验/验证”迈向“商用服务器落地”，产业化进程取得实质突破。
2026年3月，集成化升级阶段	冷板/基底一体化散热方案	Coherent、Thermadite™ 800液态冷板	Coherent深度合作英伟达，推出面向下一代AI散热的金刚石复合材料基底冷板Thermadite™ 800，采用更高集成度结构，取消传统散热板及TIM层。	体现行业由单一导热材料升级，进一步走向“散热器件集成化、系统化”演进。
2026年4月，规模化应用起步阶段	AI整机柜浸没液冷；金刚石铜微通道散热产品	曙光数创；MW级相变浸没液冷整机柜C8000 V3.0	2026年4月，曙光数创发布全球首个MW级相变浸没液冷整机柜C8000 V3.0，并首次规模化应用金刚石铜微通道产品，导热率提升80%，助力芯片性能提升10%。	标志金刚石铜散热开始进入整机柜级规模化应用。
2026年5月，平台标配导入/量产确认阶段	AI服务器/GPU液冷散热；金刚石复合材料微流道冷板	纬颖科技（Wiwynn）；面向英伟达Vera Rubin NVL72平台的金刚石复合材料微流道液冷冷板	2026年5月，纬颖在COMPUTEX展出金刚石复合材料微流道液冷冷板，并确认Rubin全系列 AI服务器将标配该类金刚石复合微通道冷板，计划于2026年Q3正式量产。	标志金刚石散热由验证/试点走向平台级标配导入，产业化进一步提速。
2026年5月，规模化应用起步阶段	AI服务器/超算机房散热；金刚石铜复合材料应用	郑州国家超算中心；金刚石铜复合材料	2026年5月，金刚石铜复合材料在郑州国家超算机房实现规模化应用，芯片模组传热能力提升80%，运行温度降低5℃，整体性能提升10%。	标志金刚石铜复合散热方案开始进入超算机房规模化应用阶段，先进热管理材料商业化落地进一步提速。

资料来源：央视财经、DT洞见热管理、AKASH公司官网、COHERENT公司官网、联想公司官网、曙光数创官网、EAC热管理与液冷 、 第一财经、纬颖公司官网、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.2 金刚石散热与液冷是协同架构设计，解决的是“热怎么更快地从芯片传出来的问题"（导热层）

冷板 / 散热器

铜冷板、液冷板或均热板

↑

导热界面材料 TIM

金刚石热扩散片

↑

导热界面材料 TIM

GPU裸芯片

晶体管工作并产生大量热量

↓

微凸点 / 焊球 / 底填胶

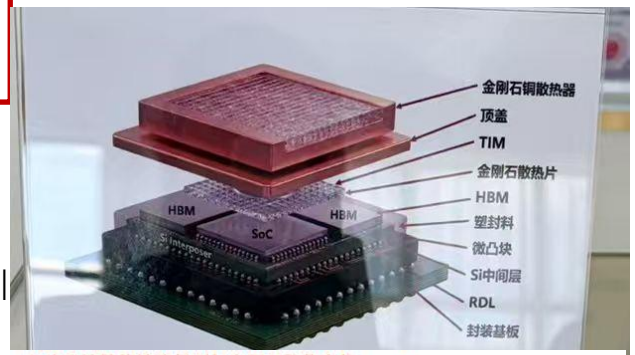
硅中介层或先进封装基板
GPU旁边可能放置HBM芯片

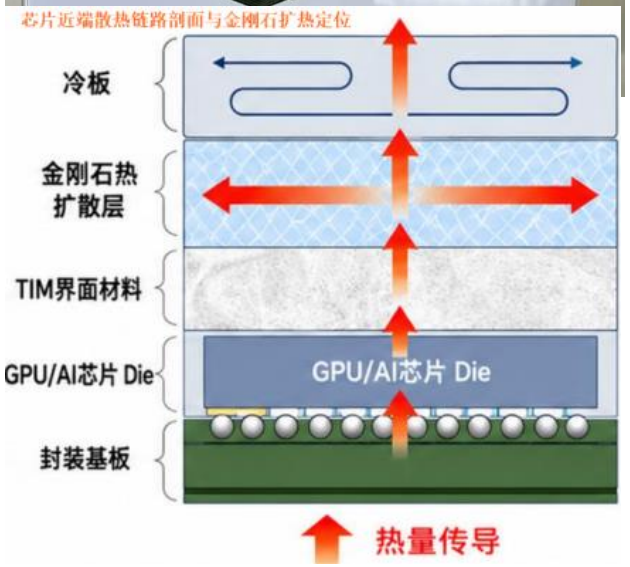
封装基板

PCB主板

散热架构的分层热阻模型：散热链路可抽象为七级串联热阻模型：芯片结→芯片衬底→TIM→热沉/均热板→冷板→冷却液→末端散热器→环境。

金刚石散热：金刚石散热材料通常不是放进晶体管电路内部，而是放在裸芯片（Die）附近的热传导路径上，核心作用是把芯片局部热点快速摊开，再把热量传给冷板或散热器。





方案一

液冷冷板

↑ TIM B ↑

独立金刚石散热片

↑ TIM A ↑

GPU裸芯片

方案二

液冷冷板

↑ TIM2 ↑

铜—金刚石复合盖板/IHS
铜框架＋金刚石扩散区域

↑ TIM1 ↑

GPU裸芯片

方案三

冷却液微通道

铜冷板主体

冷板底部集成金刚石层

↑ TIM2 ↑

原有封装盖板/IHS

↑ TIM1 ↑

GPU裸芯片

方案一是“夹一块金刚石”
方案二是“把芯片盖板做成金刚石”
方案三是“把冷板底部做成金刚石”。

盖板是否存在，则取决于芯片采用带盖还是无盖封装。

资料来源：粉体网、沃尔德、金刚石复合材料、中国地质大学北京郑州研究院、方正证券研究所

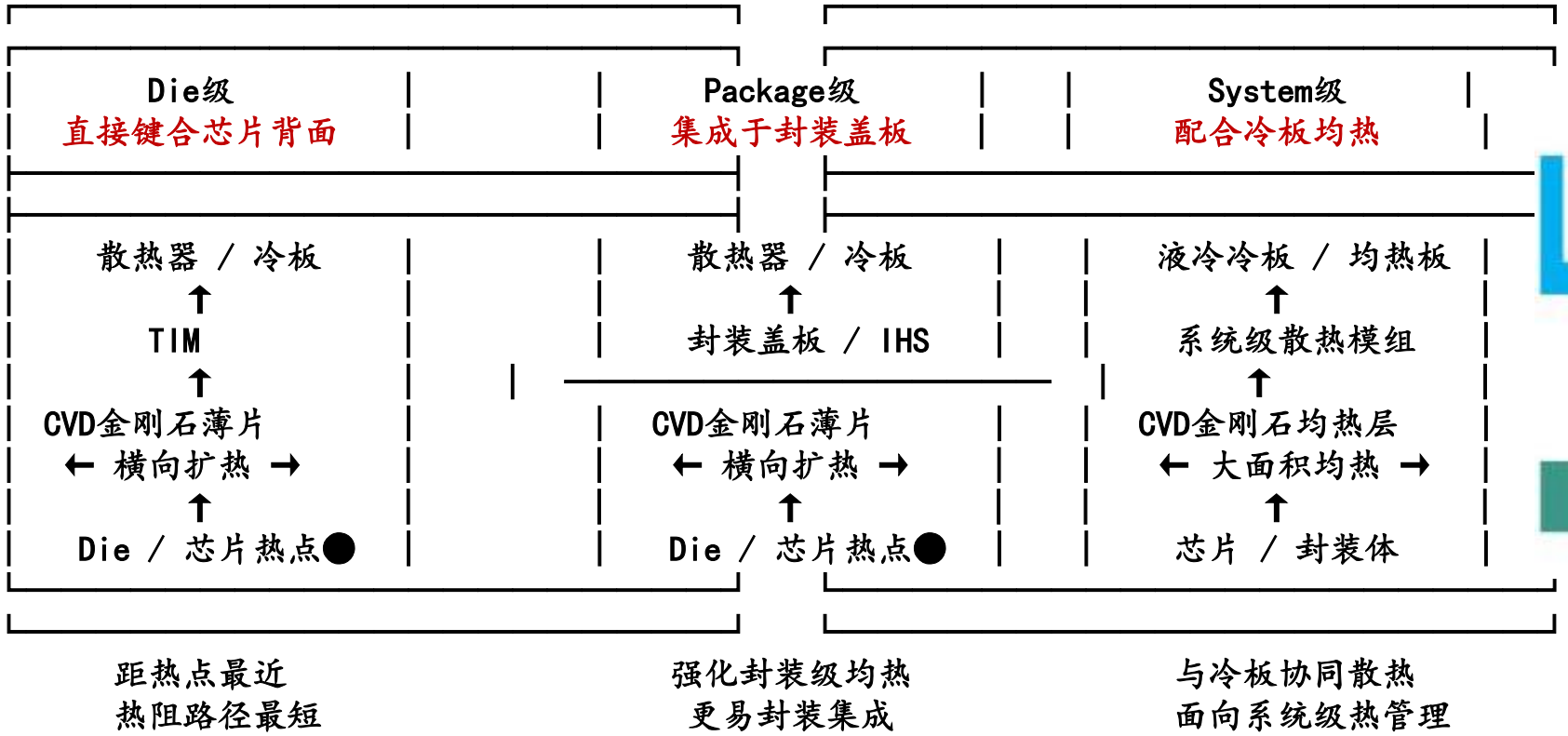
下载日志已记录，仅供内部参考

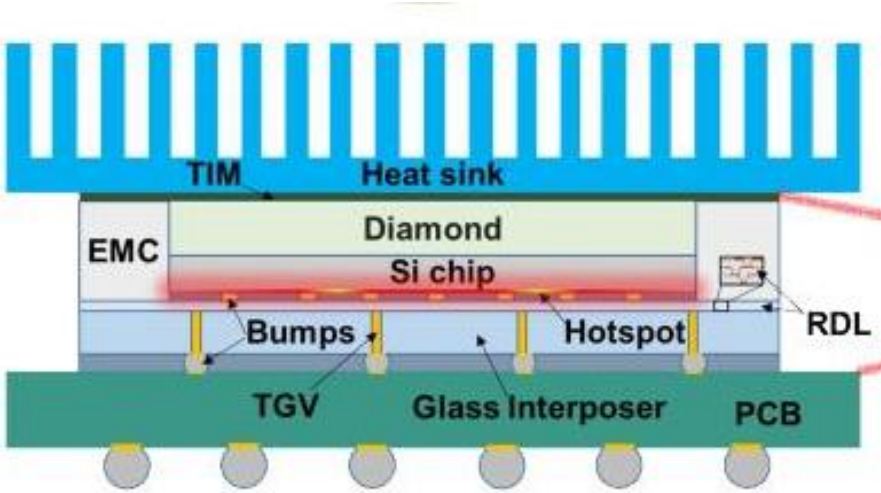
1.2 金刚石热扩散层/热沉片，按集成方式分为Die级、Package级和System级

将CVD金刚石薄片（50-500μm）键合于芯片背面或封装盖板，横向展开热点热量后再传递给外部散热器。可按集成位置分为Die级（直接键合芯片背面）、Package级（封装盖板）和System级（配合冷板均热）。

技术原理：利用化学气相沉积（CVD）工艺，在特定衬底上直接生长高纯度金刚石薄膜或单晶。生长完成后再剥离衬底，获得可用于芯片散热的金刚石片。

CVD金刚石散热集成路径





下载日志已记录，仅供内部参考

1.2 金刚石散热按材料分为三种：复合铜商业化进展最快、其次多晶单晶、最慢衬底

① 金刚石铜复合材料（已规模部署）

将微米级金刚石颗粒混入铜基体，形成复合材料。导热率提升到约600-800W/m·K（纯铜约400），同时保持铜的可加工性。郑州超算中心部署的正是这种方案，散热能力提升80%，芯片性能提升10%。这是目前最接近大规模商用的路线。

②金刚石热沉片（已商用）

在芯片和散热片之间插入一片CVD人造金刚石薄片（厚度约0.3-1mm），作为"导热桥梁"。这块薄片的热导率约2000W/m·K，能把芯片结温快速拉低。

③ 金刚石衬底（研发中）

直接用金刚石做芯片衬底（替代硅衬底），让散热通道从"芯片外部"走向"芯片内部"。这是最激进的路线，目前处于实验室阶段。Element Six、II-VI等公司已展示金刚石衬底GaN射频器件，但大规模量产还需3-5年。

材料	热导率	技术难点	成熟度	量产时间	AI散热定位	适合位置	主要功能	典型特点
单晶金刚石	2000－2400 W/(m·K)	1）生长极慢，仅厘米级别；2）异质外延应力/缺陷大；3）成本极高；4）加工难度大	★☆☆☆☆（最低）	远期（3年+）	实验室/小众高端，成本暂不可承受	紧贴裸芯片、热点下方、器件直接键合	极致局部导热	性能最高、尺寸小、成本高
多晶CVD金刚石	1000－2000 W/(m·K)	1）CVD生长慢、成本高；2）大尺寸翘曲开裂（8英寸突破中）；3）晶界散射 + 极难加工	★★★☆☆（中等）	2027－2029年	小尺寸高端小批量；die顶（芯片裸晶顶部）极致导热需求	芯片与冷板之间、大面积扩散片、金刚石衬底	大面积摊热	导热高、面积较大、量产性更好
金刚石复合铜	600－800 W/(m·K)	1）界面声子散射（金刚石-铜界面，最大瓶颈）；2）大尺寸均匀性；3）CTE 与热导率难以兼顾	★★★★☆（最高）	2026年导入，2027－2028年放量	封装基板/大尺寸热沉，性价比首选	IHS盖板、冷板底部、封装底座	摊热 + 承力 + 结构集成	易加工、易连接、导热低于纯金刚石

资料来源：金刚石复合材料、河南省投融资协会、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

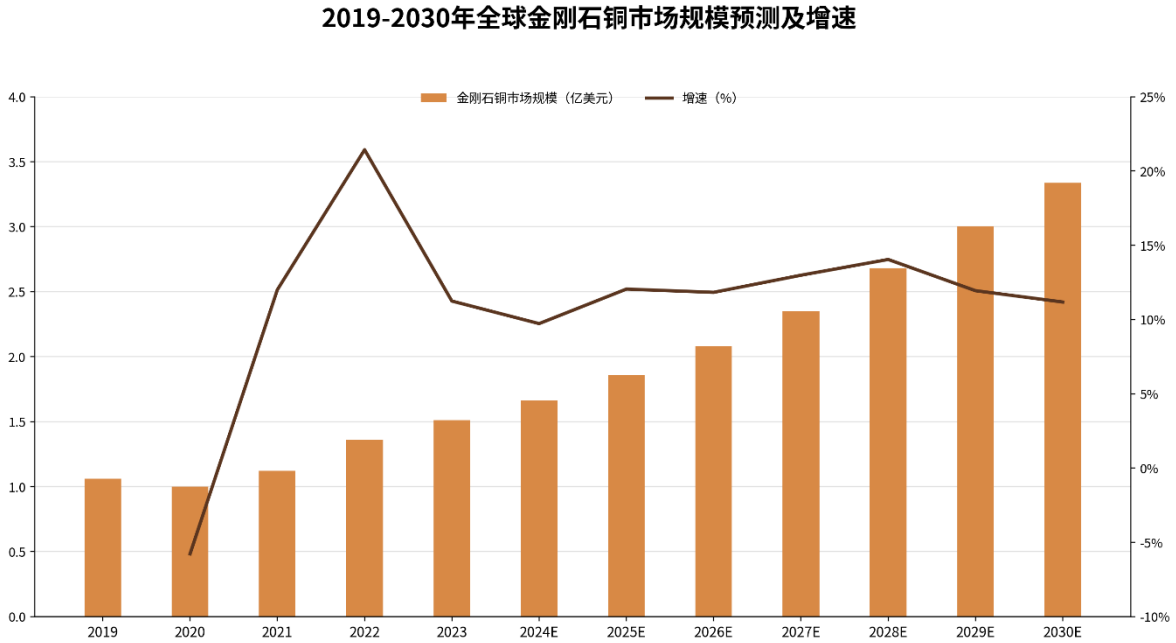
1.2.1 金刚石/金属复合材料（短期主流），已在卫星、电车、6G通讯领域有所商业化

利用金刚石-铜复合材料制造冷板、散热盖板或封装基板。

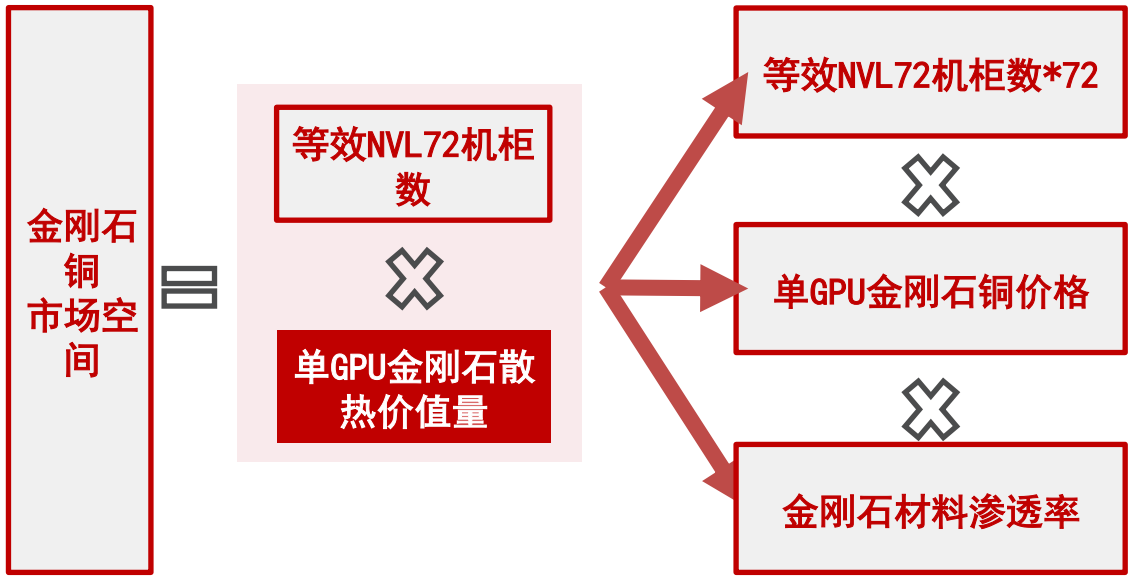
金刚石铜复合材料是由金刚石颗粒（增强相）与铜基体（连续相）通过特殊工艺复合而成的新型功能材料，其核心价值在于通过微观结构设计实现“性能协同”——既保留金刚石的超高导热性，又兼具铜的加工性与导电性，在热管理领域展现出不可替代的优势。

金刚石铜已经在下游卫星通信以及电动自动驾驶汽车领域有所应用，在金刚石散热下游出现前，6G等通信领域的应用是拉动金刚石铜材料增长的一大主要因素。根据共研网预测，2023年全球金刚石铜市场规模为1.51亿美元，2019-2023这四年期间年复合增长率CAGR为9.27%；**预计到2030年全球规模将达到3.34亿美元，2024至2030期间年复合增长率为12.41%。**

传统领域空间



AI服务器领域空间



下载日志已记录，仅供内部参考

1.2.2 金刚石材料在AI服务器领域的应用是新的落地方向，重点在于跟踪渗透率提升

弹性测试以等效AI服务器机柜出货量和金刚石铜散热方案渗透率作为两项核心变量，在固定单柜配置72颗GPU、单GPU金刚石铜价值量50美元、美元兑人民币汇率7.0的假设下，测算不同情景对应的整体市场空间。

测算方式为“等效机柜出货量 × 单柜GPU数量 × 单GPU 金刚石散热方案价值量 × 渗透率”。



以等效NV72 AI服务器50万柜出货为例，按照单GPU金刚石铜价值量50美元测算，渗透率10%的时候，增量空间约12.6亿元；渗透率50%的时候，增量空间63亿元；而达到100%渗透对应理论TAM约126亿元。整体来看，金刚石铜在AI服务器领域的市场弹性既取决于机柜出货规模的持续增长，也更取决于方案能否顺利通过客户验证并实现渗透率提升，因此渗透率仍是决定产业兑现节奏和市场空间弹性的核心变量。

从单GPU价值量弹性来看，若后续金刚石铜由局部小面积热沉进一步向更大面积Package级均热、金属化及精密加工方案升级，单GPU价值量由Base Case的50美元提升至100美元，则以50万柜为例，100%渗透对应理论TAM将翻倍至约252亿元。因此，随着金刚石铜在单颗GPU上的使用面积、加工复杂度及集成深度提升，单GPU价值量同样可能成为市场空间向上扩张的重要弹性来源。

从机柜出货量弹性来看，若AI基础设施建设持续加速、等效机柜出货量由50万柜提升至100万柜，在单GPU金刚石铜价值量维持50美元的情况下，100%渗透对应理论TAM将由126亿元提升至约252亿元；若进一步提升至200万柜，则100%渗透TAM可达约504亿元。

资料来源：共研网、材料汇、金刚石复合材料、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.2.2 金刚石材料在AI服务器领域的应用是新的落地方向，重点在于跟踪渗透率提升

固定假设	单位	当前假设
单柜GPU数量	颗/柜	72
单GPU金刚石铜价值量	美元/GPU	50
美元兑人民币	人民币/美元	7

弹性测试：等效机柜出货量 × 金刚石铜渗透率

渗透后整体市场空间（亿元人民币）

等效机柜出货量（万柜）/金刚石铜使用渗透率	1%	3%	5%	8%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%	100%
10.0	0.3	0.8	1.3	2.0	2.5	3.8	5.0	6.3	7.6	10.1	12.6	25.2
15.0	0.4	1.1	1.9	3.0	3.8	5.7	7.6	9.5	11.3	15.1	18.9	37.8
20.0	0.5	1.5	2.5	4.0	5.0	7.6	10.1	12.6	15.1	20.2	25.2	50.4
25.0	0.6	1.9	3.2	5.0	6.3	9.5	12.6	15.8	18.9	25.2	31.5	63.0
50.0	1.3	3.8	6.3	10.1	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8	50.4	63.0	126.0
75.0	1.9	5.7	9.5	15.1	18.9	28.4	37.8	47.3	56.7	75.6	94.5	189.0
100.0	2.5	7.6	12.6	20.2	25.2	37.8	50.4	63.0	75.6	100.8	126.0	252.0
200.0	5.0	15.1	25.2	40.3	50.4	75.6	100.8	126.0	151.2	201.6	252.0	504.0
300.0	7.6	22.7	37.8	60.5	75.6	113.4	151.2	189.0	226.8	302.4	378.0	756.0

固定假设	单位	当前假设
单柜GPU数量	颗/柜	72
单GPU金刚石铜价值量	美元/GPU	100
美元兑人民币	人民币/美元	7

弹性测试：等效机柜出货量 × 金刚石铜渗透率

渗透后整体市场空间（亿元人民币）

等效机柜出货量（万柜）/金刚石铜使用渗透率	1%	3%	5%	8%	10%	15%	20%	25%	30%	40%	50%	100%
10.0	0.5	1.5	2.5	4.0	5.0	7.6	10.1	12.6	15.1	20.2	25.2	50.4
15.0	0.8	2.3	3.8	6.0	7.6	11.3	15.1	18.9	22.7	30.2	37.8	75.6
20.0	1.0	3.0	5.0	8.1	10.1	15.1	20.2	25.2	30.2	40.3	50.4	100.8
25.0	1.3	3.8	6.3	10.1	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8	50.4	63.0	126.0
50.0	2.5	7.6	12.6	20.2	25.2	37.8	50.4	63.0	75.6	100.8	126.0	252.0
75.0	3.8	11.3	18.9	30.2	37.8	56.7	75.6	94.5	113.4	151.2	189.0	378.0
100.0	5.0	15.1	25.2	40.3	50.4	75.6	100.8	126.0	151.2	201.6	252.0	504.0
200.0	10.1	30.2	50.4	80.6	100.8	151.2	201.6	252.0	302.4	403.2	504.0	1,008.0
300.0	15.1	45.4	75.6	121.0	151.2	226.8	302.4	378.0	453.6	604.8	756.0	1,512.0

资料来源：共研网、材料汇、金刚石复合材料、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.3 金刚石散热材料制备方法：MPCVD 合成金刚石厚膜具较大的优势，HPHT可以产出大颗粒单晶，金属复合材料无需CVD设备

HPHT

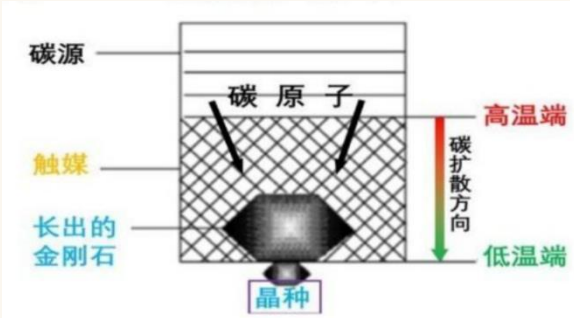
在高温（1200-2000℃）、高压（5-6 GPa）及金属触媒的作用下，使石墨原料中的碳原子重新排列形成单晶金刚石，该方法可产出大颗粒宝石级单晶。

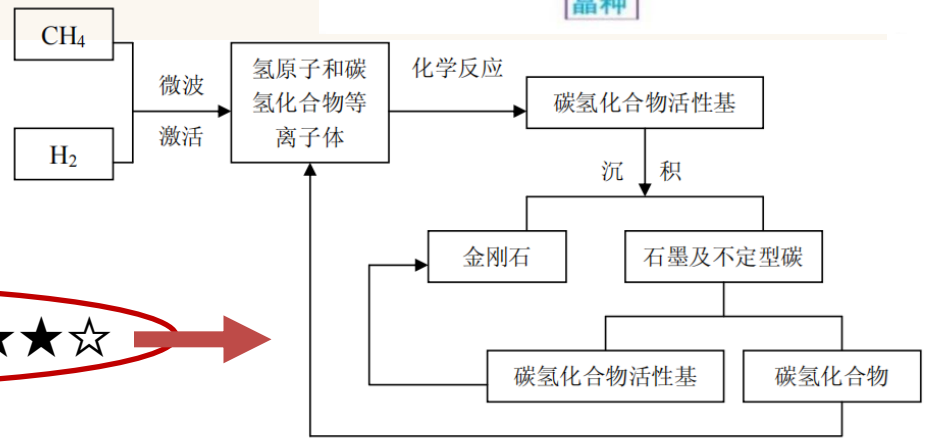
CVD合成金刚石

是一种在低压条件下（≤100kPa），通过某种激发方式激活含碳气体中的碳原子，使其在基板上过饱和沉积从而合成金刚石的方法，这一沉积形成过程通过了一定的化学反应。

金刚石合成制备方法

- 高压法
  - （超）高压高温法（HPHT）
  - 高压催化法（HP Catalyst）
- 化学气相沉积法（低压法）
  - 热分解化学气相沉积法
  - 热丝法（HFCVD）
  - 等离子体法
    - 直流放电法
    - 射频放电法
    - 微波激活法 MPCVD ★★★★★☆
  - 化学气相输运法（CTR）
    - 热输运法
    - 等离子体输运法
  - 激光激活 CVD 法（LECVD）
  - 火焰燃烧法





一般认为该方法和热丝法是较适合金刚石膜工业生产的主要方法。较之于其他几个方法，MPCVD放电区较集中，能够激活产生等离子体，产生的离子最大动能低，不易刻蚀已生成的金刚石。并且该方法生长速率高，最大可达到30μm·h-1的生长速率，设备相对简单，成本低，易于操作。

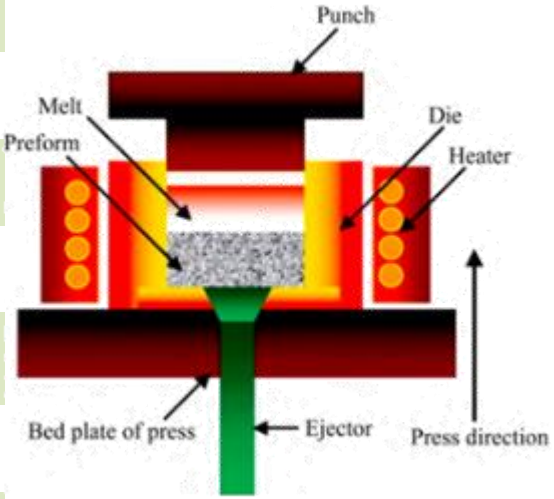
资料来源：材想社、高压物理学报 、真空科学与技术学报、粉体网、 方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.3.1 金刚石铜制备工艺:性能与成本的平衡艺术，常用热压烧结法、高温高压烧结法、放电等离子烧结法以及熔渗法

熔渗法（又称浸渗法）是制备高性能金刚石铜的主流技术，市场占比约28%。工艺流程为：金刚石颗粒成型➡预烧结形成多孔骨架➡真空条件下将熔融铜渗入骨架孔隙➡冷却成型。该工艺可分为压力辅助熔渗和无压熔渗，其中气体压力辅助熔渗（GPI）技术能有效提高致密度至98%以上。

材料类型	热导率 (W/m·K)	热膨胀系数 (10^{-6}/K)	密度 (g/cm³)	抗拉强度 (MPa)	成本相对值	适用热流密度 (W/cm²)	核心优势	核心局限
纯铜	385-400	~17	8.96	220	1	<100	导电导热优、加工性好	热膨胀系数高、密度大
铜钨合金	180-220	6-8	14	600	5	<200	热匹配性好、耐高温	密度大、成本高、加工难
氮化铝陶瓷	200-300	4.5-6	3.3	350	8	<250	绝缘性好、低膨胀	脆性大、抗冲击差
石墨 / 铜复合	400-600	8-10	5.2	180	10	<300	轻量化、横向导热优	纵向导热差、易掉粉
铝基碳化硅	180-250	7-11	2.8-3.0	300-450	6	<200	轻量化（密度仅为铜的1/3）、比强度高	热导率低于金刚石铜、高温易氧化
金刚石铜（低含量）	**550-700**	**6-8**	**5.5-6.0**	**300**	**12**	**<500**	**热导高、热匹配性优**	**成本高于传统合金**
金刚石铜（高含量）	**700-1000**	**5-7**	**6.0-6.5**	**350**	**18**	**>800**	**热导极致、耐极端环境**	**加工难度大、成本高**
银金刚石	~650	5-7	~6.8	320	50	<600	热导优、抗腐蚀	成本极高（银基）、难量产



资料来源：材料汇、金刚石复合材料、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.3.2 HPHT与CVD互补，HPHT提供籽晶，CVD可以沉积形成薄膜和晶圆衬底

HPHT法产量占全球人造金刚石总产量90%以上，其中河南省贡献了全球80%以上的人造钻石产量。HPHT法产出的产品以金刚石单晶、微粉和培育钻石为主，应用方向集中在传统工业磨料、切割工具和珠宝消费。2014年黄河旋风实现规模化应用HPHT法造宝石级钻石后，中国成为全球培育钻石主力军，1-5克拉是常见的HPHT法规模化量产的品种。

CVD法产量占比小但增速快，产品以金刚石薄膜和晶圆为主，应用方向集中在半导体散热、光学窗口和量子传感等功能领域。CVD金刚石可以做成热沉片的形状，热导率可达2000W/(m·K)以上，国内已实现8英寸多晶热沉片量产；在下游，光学窗口以及量子传感领域已经应用：光学窗口已用于高功率激光器和航天器，并被列入出口管制目录、量子传感方面，通过控制氮掺杂浓度金刚石材料可形成NV色心，是核心材料。

两种方法在产业链中形成互补关系。HPHT法为CVD法提供籽晶衬底——MPCVD生长单晶金刚石时通常采用HPHT Ib型金刚石作为籽晶。HPHT法在传统工业和培育钻石领域的成本和规模优势短期内不可替代，CVD法在金刚石功能性应用方面有HPHT法无法媲美的技术能力。

对比维度	HPHT	CVD
产量占比	全球90%以上	占比小，增速快
主要产品	单晶、微粉、培育钻石	薄膜、晶圆
纯度	金属触媒残留，难达半导体级	无金属残留，可达半导体级
掺杂能力	不可控掺杂	可控掺杂（NV色心、p型导电）
最大尺寸	受设备腔体限制	单晶2-4英寸，多晶8英寸
主要应用	工业磨具、切割工具、珠宝	半导体散热、光学窗口、量子传感
核心优势	成本低、技术成熟	纯度高、功能化能力强

资料来源：共正资本、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.3.3 散热方面行业技术重心正从HPHT向CVD迁移

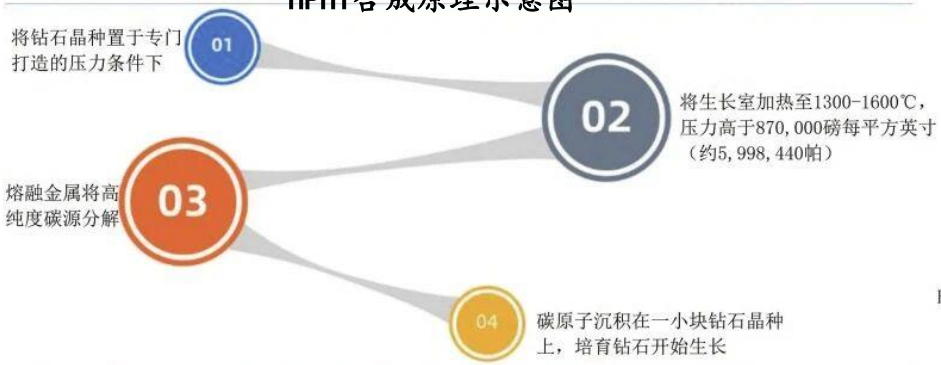
HPHT法通过构建高温高压环境模拟天然金刚石的形成条件，以金属触媒为溶剂，使石墨碳源溶解后向低温端晶种迁移并析晶生长。 典型工艺温度约1300－1500℃、压力约5.5－6.5 GPa，合成周期约7－20天。其核心机制是温度梯度驱动的碳原子传质与结晶：碳源位于高温端、晶种位于低温端，碳在触媒中溶解后向晶种方向扩散，并在其表面持续结晶长大。

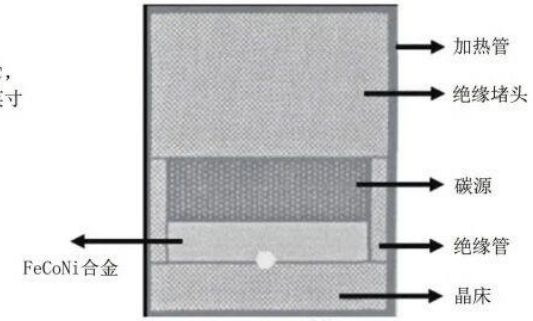
六面顶压机





HPHT合成原理示意图





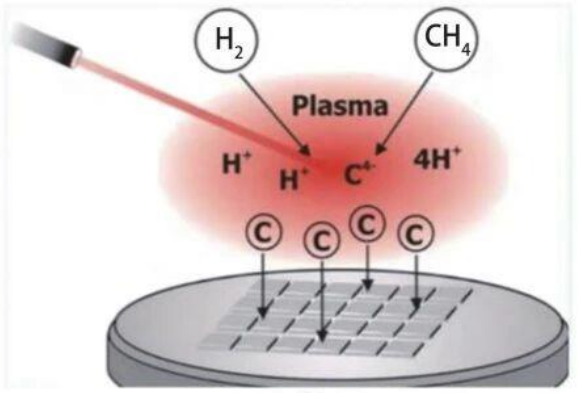
CVD法通过在高温低压环境中活化甲烷等含碳气体，使碳活性基团在衬底表面沉积并形成金刚石。 反应过程中，含碳气体和氢气在能量源作用下形成等离子体，产生原子氢及CH_3等活性物种；衬底表面会同步形成sp^3金刚石相和sp^2石墨相，而原子氢对石墨相具有更强的选择性刻蚀作用，使非金刚石碳不断被去除，从而推动金刚石晶体持续生长。

MPCVD反应腔



CVD合成原理示意图





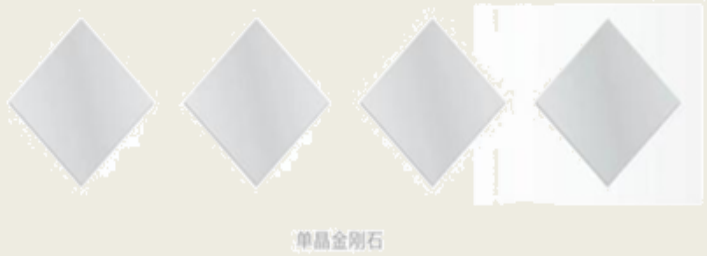
资料来源：共正资本、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

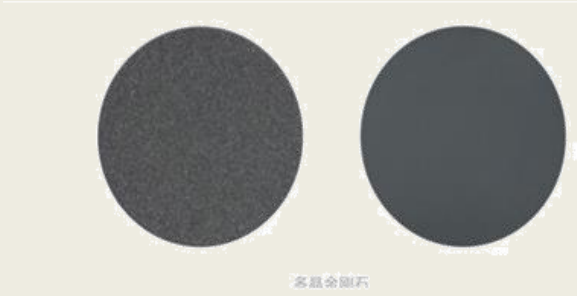
1.3.4 多晶单晶制备工艺对比：主要通过CVD化学气相沉积工艺制备，产品包括热丝CVD多晶金刚石热沉片、MPCVD多晶金刚石热沉片、MPCVD单晶金刚石

对比项	单晶金刚石	多晶CVD金刚石	金刚石铜复合材料
本质	一个连续晶体	许多晶粒共同组成	金刚石颗粒＋铜基体
是否直接生长金刚石	是	是	通常否
常见主工艺	HPHT、MPCVD外延	MPCVD大面积沉积	熔渗、热压、SPS
是否需要单晶籽晶	必须或通常需要	不需要大块单晶籽晶	不需要
初始原料	单晶籽晶＋甲烷/氢气	硅/钼基底＋纳米金刚石种子＋气体	金刚石颗粒＋铜
金刚石形成方式	按单一晶格外延	多点成核后连接	金刚石颗粒预先存在
主要界面	基底与外延层	晶粒边界	金刚石与铜界面
大尺寸难度	最高	相对较低	最容易做成大尺寸复杂件
后处理	切割、抛光、金属化	去基底、抛光、切割、金属化	机加工、磨削、镀层
核心设备	HPHT压机或MPCVD	大腔体MPCVD	熔渗炉、热压炉、SPS
核心难点	籽晶、位错、应力、尺寸	均匀性、晶界、开裂、翘曲	润湿、孔隙、界面热阻

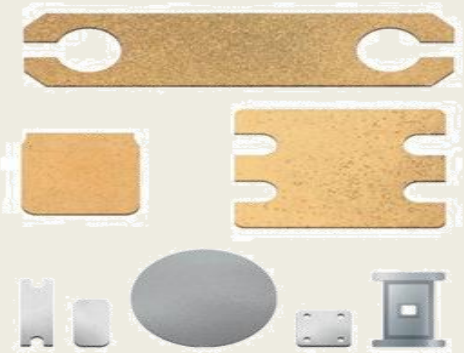
单晶金刚石



多晶CVD金刚石



金刚石铜复合材料



资料来源：金刚石复合材料、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

1.4 海内外重点公司及金刚石散热产业布局进展

方正证券 FOUNDER SECURITIES
正 在 你 身 边

海外重点企业

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，声称可使芯片计算速度提升高达10倍
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

国内重点企业

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
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
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年金刚石营收收入超千万，12月牵头制定国内首个热沉用金刚石片团体标准；与华为联合测试异质芯片热沉片
北京/嘉兴	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8月定增募资14.5亿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

资料来源：公司公告、定增预案、交易所问询回复函、上市公司投资者关系调研纪要、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

方正证券 FOUNDER SECURITIES

正 在 你 身 边

二、金刚石钻针：高阶PCB加工升级，打开功能性金刚石应用第二成长曲线

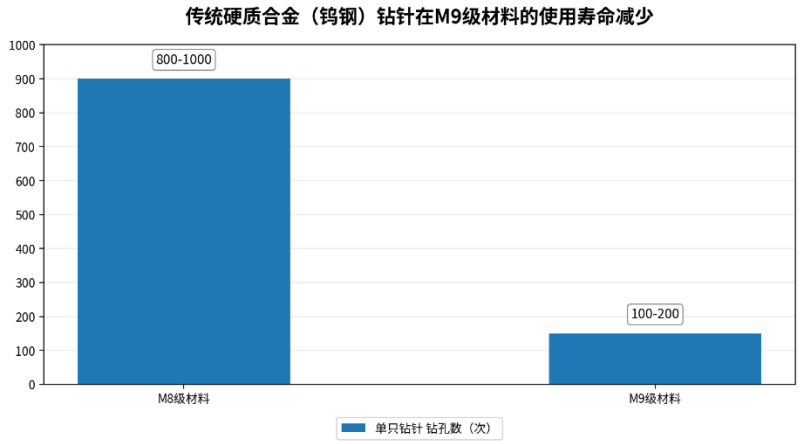
下载日志已记录，仅供内部参考

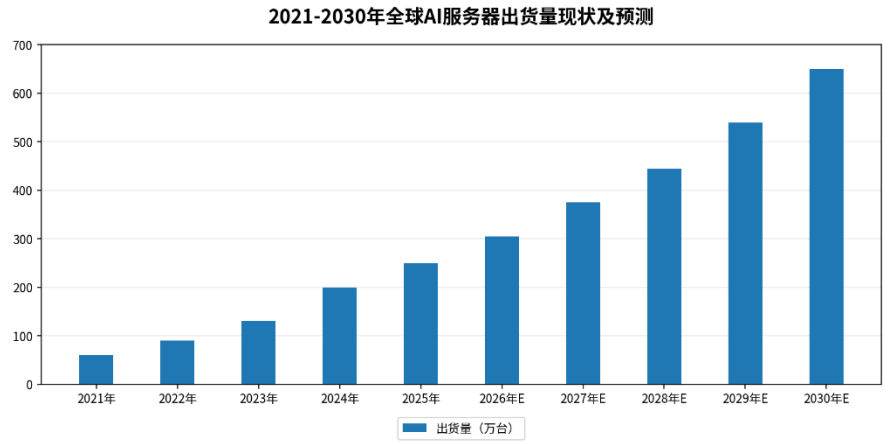
2.1 金刚石材料钻针适用于高阶PCB（如M9材料）等硬脆难加工场景

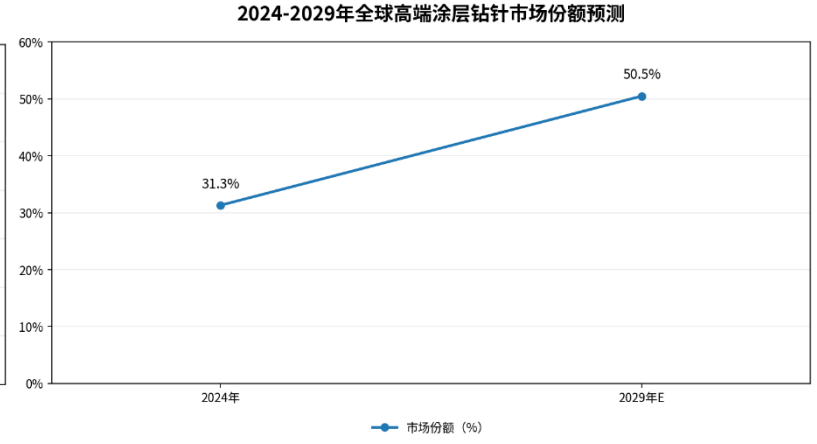
定义：金刚石钻针是指以金刚石（单晶/聚晶 PCD/CVD 金刚石涂层）为切削工作层，搭配硬质合金/钢材基体，用于硬脆、高磨耗材料微孔精密钻孔的超硬微细切削刀具。与普通钻针相比，金刚石钻针具有超高硬度、极长寿命及优异散热性等优势，可适用于高阶PCB（如M9材料）等硬脆难加工场景。此前适配M8级材料的钻针，单支可完成800-1000次钻孔，而在M9材料上，钻针寿命骤降至100-200次，影响加工效率、生产成本和良率。

金刚石钻针在M9级别以上覆铜板加工方面更具性价比。从当前单价与使用寿命对比来看，在M9板材加工场景下，若完成同等钻孔总量，单支金刚石钻针售价达1500-2000元，是传统钨钢钻针单价（6-10元）的300倍；但金刚石钻针单支可完成8000-10000个钻孔，是传统钨钢钻针（100-200个）的50-75倍。按总钻孔量折算，金刚石钻针的综合加工成本反而更低，**较传统钨钢钻针方案下降约37.5%-40%**。预计伴随PCB高端基材持续迭代，金刚石钻针刚需属性持续凸显，渗透率有望快速上行，持续打开行业增长空间。

从市场需求来看，AI服务器PCB的钻孔量达到普通服务器的5-10倍，单台GB200服务器就需使用4000-8000支钻针，更高层数的PCB意味着单板钻孔数量翻倍。**弗若斯特沙利文数据显示，2024-2029年全球PCB钻针市场年复合增长率将达到15%，高端涂层钻针市场份额将从31.3%提升至50.5%。**金刚石钻针属于高端精密钻针品类，将直接受益高端化趋势。





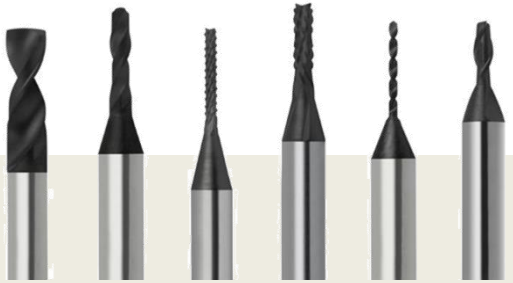


下载日志已记录，仅供内部参考

2.1 金刚石涂层大幅提升PCB钻针表面耐磨性和耐热性，成为钻针高端化的必选路径

PCB钻针的高端化，核心变量在涂层，涂层是钻针升级的首选方案。对于M7及以下板材，传统无涂层硬质合金钻针基本能够满足加工需求；但当板材升级至M8/M9级、并引入石英布等高硬度材料后，钻针磨损显著加快，单支寿命可由500－1000孔降至100－200孔，断针率及孔壁质量压力同步上升。涂层技术通过在钨钢基体表面构建高硬度耐磨层，在兼顾基体韧性的同时提升耐磨、耐热性能，因而成为钻针向高端化演进的核心方向。

行业已形成三条明确的涂层技术路线：**PVD物理气相沉积、CVD化学气相沉积、以及正在成型的复合涂层方案。**

维度	PVD（TiN/NB）	PVD（Ta-C）	CVD纳米金刚石	复合涂层（开发中）
硬度	中等	较高	极高	极高+润滑
寿命提升	2-3倍	3-5倍	15-20倍	待验证
加工温度	200-500℃	200-500℃	800-1000℃	两步工艺
适用基材	FR-4、M6/M7	M7/M8	M8/M9、陶瓷基板	M9及未来新板材
量产成熟度	成熟	成熟	规模化量产初期	开发中
典型售价	**标准针3-6倍**	**标准针5-8倍**	**标准针5-10倍**	**待定**
工艺原理	在200-500℃的低温真空条件下，通过物理激发靶材（如Ti、Ta等），使靶材原子气化后沉积在钻针表面，形成氮化物或类金刚石碳功能膜层。		在800-1000℃的高温真空条件下，通入含碳气体（甲烷/氢气混合气），通过化学反应在钻针表面原位生长纳米级金刚石晶粒，形成真正的金刚石硬膜。	这是正在成型中的下一代技术方向。以CVD金刚石层提供核心硬度和耐磨性（底层），以Ta-C类金刚石碳膜提供润滑性能（表层），实现"既硬又滑"的双重效果。目标是进一步降低断针率并大幅提高钻针寿命。
优势	低温沉积不损伤基体，工艺窗口宽，适合大批量镀膜，国产设备已成熟。		硬度达金刚石级别（约10000HV），摩擦系数仅为常规PVD涂层的1/2至1/3。M9板材加工寿命可达000-3000孔，是白针的15-20倍。	
局限	膜层硬度上限远低于真金刚石，无法应对M9级极端磨损；膜层较厚时影响超微径钻针精度。		高温沉积可能改变基体微观组织；涂层良率普遍仅50%-60%；超微径钻针上的均匀性控制仍是工程难题。	

资料来源：金刚石复合材料、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.1 PCD聚晶金刚石钻针是更为终极的超硬加工不二之选

聚晶金刚石烧结体(PCD)是金刚石微粉和结合剂在高温超高压下烧结而成，根据结合剂种类不同，分为钴聚晶和硅聚晶(耐热聚晶)。在钻探领域，聚晶金刚石具有很大的应用潜力。首先，耐磨性和耐热性远高于硬质合金，抗冲击韧性接近硬质合金，其次具有显著的体积价格优势。

PDC聚晶金刚石复合片是新型复合超硬材料。聚晶金刚石复合片(简称 PDC)，是一种将金刚石微粉与硬质合金衬体在高温高压条件下一次性烧结成一体的新型复合超硬材料。不仅具有金刚石超高的耐磨性，还兼具了硬质合金高的抗冲击性，另外由于PDC硬质合金基底具有较好的可焊性，能够与多种焊接材料形成牢固的结合，而且焊接工艺简单。广泛应用于机械加工刀具和钻探用PDC钻头。

PCD聚晶金刚石复合钻针是面向未来的终极方案。采用聚晶金刚石（PCD）复合片作为切削刃部，与钨钢柄部通过精密焊接工艺结合。该路线在性能维度上是当前最优解：M9板材测试中可实现万孔至一万五千孔级别的连续钻孔，对比CVD涂层方案高出3-5倍，对比传统钨钢方案则高出两个数量级。单支价格500-2000元，绝对值远高于前两者，但折算到每孔的加工成本，反而比钨钢方案低30-40%。

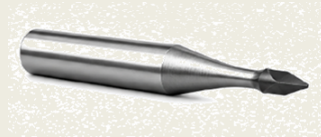
聚晶金刚石烧结体(PCD)



聚晶金刚石复合片(PDC)



PCD和CVD技术路线不同

形态	钨钢基体 + 表面金刚石薄膜	钨钢柄 + 焊接实体PCD金刚石刃头
单价	约16-45元/支（视倍径）	1500-2000元/支
		
寿命（M9板）	上千孔~3000孔	万孔~1.5万孔
量产进度	已规模化量产	验证/小批量阶段
应用场景	FR4、M6-M8、常规HDI、普通ABF	M9/M9Q、超厚多层算力板、高端封装基板

资料来源：氮硼科技、AIDATA、金刚石复合材料、虎嗅、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

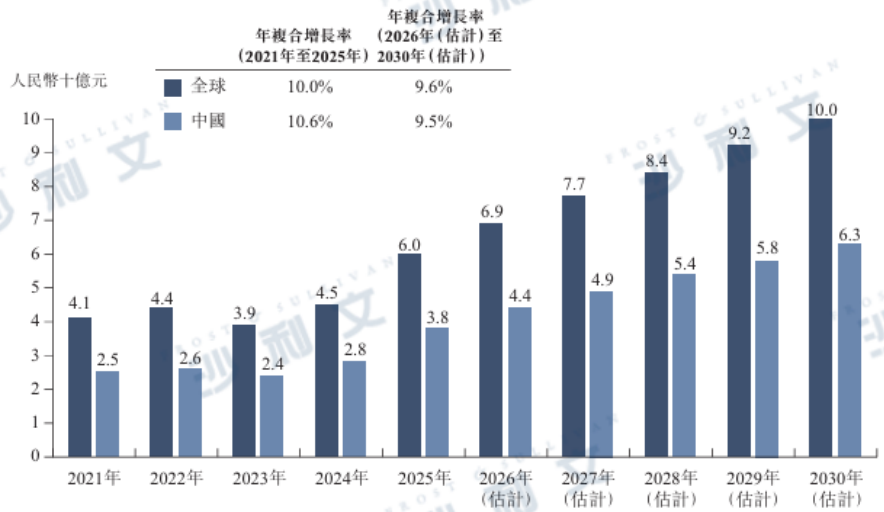
2.2 全球PCB钻针市场规模有望在AI驱动下实现较快增长

PCB钻针市场呈现较高集中度，全球CR5超过70%。日本佑能（UNION TOOL）依托长期的高端钻针技术积累，全球市场份额约40%，并在AI服务器高精密钻针及PCD钻针等高附加值领域占据优势；国内厂商中，鼎泰高科和中钨高新旗下金洲精工全球市占率分别约为29.2%和21%，依托产能、成本及规模制造优势，在传统钻针市场具有较强竞争力。

2030年全球PCB市场预计100亿元，2026-2030年复合增速9.6%。根据弗若斯特沙利文，按销售收入统计，全球PCB钻针市场规模从2021年的人民币41亿元增长至2025年的人民币60亿元，期间年复合增长率达10.0%。2023-2025年，全球PCB钻针的平均价格分别为1.49、1.50 及1.55元/件；预计未来随着AI前沿技术的蓬勃发展，PCB行业将不断向高多层、高性能、高密度化方向演进，同时拉动高端PCB钻针的需求，产品结构升级推动单价抬升，2026年至2030年全球PCB钻针市场规模有望稳健成长，到2030年预计将达到人民币100亿元，期间年复合增长率为9.6%。

在中国PCB产业规模扩张的带动下，国内PCB钻针市场保持较快增长，有望占据全球六成以上的市场份额。根据弗若斯特沙利文，2021年至2025年，中国PCB钻针市场规模由25.0亿元提升至38.0亿元，期间复合增速达到10.6%，快于同期全球市场增速。展望2030年，国内PCB钻针市场规模有望进一步增长至63.0亿元，对应全球市场份额提升至约63.5%。

全球PCB鑽針市場規模（按銷售收入劃分），2021年至2030年（估計）



PCB鑽針製造商排名與市場份額（以銷量計），全球，2025年

公司名稱	銷量（十億支）	市場份額
本公司	1.13	29.2%
公司A	0.81	21.0%
公司B	0.40	10.4%
公司C	0.38	9.9%
公司D	0.20	5.2%
其他	0.94	24.3%
總計	3.87	100.0%

PCB鑽針製造商排名與市場份額（以銷量計），中國，2025年

公司名稱	銷量（十億支）	市場份額
本公司	1.07	41.0%
公司A	0.76	29.0%
公司B	0.25	9.7%
公司C	0.23	8.8%
公司D	0.12	4.7%
其他	0.18	6.8%
總計	2.61	100.0%

资料来源：弗若斯特沙利文、鼎泰高科招股说明书、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

2.3 多家企业正积极推进金刚石钻针在头部 PCB 厂商的产品验证与小批量导入工作

当前，多家企业正积极推进在头部PCB厂商的产品验证与小批量导入工作，规模化量产的各项条件日趋成熟。沃尔德在内部性能验证中给出实测结果：采用0.25mm金刚石微钻加工3.5mm厚M9 PCB基板，全程无断针情况下钻孔数量可达8000个以上。公司产品已进入深南电路、沪电股份等头部PCB厂商小批量测试。四方达PCD微钻钻头实现直径φ0.5mm-φ20mm、PCD厚度1mm-10mm等规格产品系列供应。

企业名称	金刚石钻针进程情况
沃尔德	公司在CVD金刚石的制备及应用方面已有多年的研发和技术储备，是少数能够全部掌握CVD金刚石生长技术的公司之一。其采用0.25mm金刚石微钻加工3.5mm厚M9 PCB基板，全程无断针情况下钻孔数量可达8000个以上。公司相关产品已进入深南电路、沪电股份等头部PCB厂商小批量测试。另外有公告，拟向特定对象发行A股股票，募集资金总额不超过14.5亿元，进一步加码金刚石微钻、功能部件及功能材料研发等业务。
四方达	公司是国内设备规模优势明显的CVD金刚石厂商，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。未来，公司将持续加大功能性金刚石方面的研发投入，加快金刚石在光学窗口、芯片热沉、半导体及功率器件等方面技术突破。目前公司PCD微钻钻头已实现直径φ0.5mm-φ20mm、PCD厚度1mm-10mm等规格产品系列供应。公示年产710万支金刚石钻针项目，总投资额18.46亿元。
英诺激光	2024年攻克“金刚石隐切技术”，实现微米级无损切割，大幅提升PCD钻针的加工精度与效率。
安泰科技	积极开发和布局PCB钻针材料，其中硬质合金钻针材料已经开始向客户打样，金刚石钻针正处于研发阶段。

资料来源：观研天下、金刚石复合材料、沃尔德公告、四方达公告、方正证券研究所

下载日志已记录，仅供内部参考

方正证券 FOUNDER SECURITIES

正 在 你 身 边

三、相关标的

下载日志已记录，仅供内部参考

3 标的梳理

- **国机精工：超硬材料全产业链平台型龙头，金刚石散热具备“设备+材料+应用验证”一体化能力。**1）具备从六面顶压机、MPCVD设备到金刚石材料的全链条自制能力，生产金刚石热沉片及光学窗口片；2）CVD产品进入行业头部客户验证阶段，散热片 + 光学窗口片小批量订单（国防工业），2025年收入超1000万元。
- **黄河旋风：传统超硬材料龙头，大尺寸金刚石热沉片产业化进展领先。**子公司推进8英寸金刚石热沉片产线建设，规划年产能约2万片，是国内大尺寸热沉量产化的重要突破；规划三年内配置300台MPCVD、年产15万片，目标将热管理业务打造为第一大主业；单晶CVD研发顺利，多晶膜在手机/平板领域具备优势。
- **中兵红箭：全球超硬材料龙头之一，**HPHT+CVD双路线布局金刚石散热。旗下中南钻石具备较强的金刚石材料制造基础和规模优势，近年来持续加大多晶金刚石热沉等功能材料研发。
- **四方达：CVD金刚石功能材料领先企业，大尺寸金刚石热沉片弹性突出。**1）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；2）公司向更大尺寸金刚石衬底/薄膜推进，具备12英寸级产品技术储备，2026年4月控股子公司天璇半导体拟投资约4.5亿元，在新疆沙雅建设年产2.5万片CVD金刚石项目；3）布局年产710万支金刚石钻针产业化项目，形成“CVD散热材料 + PCB/半导体金刚石钻针”双线扩张。
- **力量钻石：培育钻石龙头向半导体功能金刚石延伸，MPCVD技术储备突出。**1）10亿元募资投向「金刚石功能材料生产研发建设项目」；2）原有培育钻石MPCVD制造能力可向高附加值功能金刚石迁移，关注从消费级培育钻石向半导体级散热材料的产品结构升级。
- **沃尔德：精密超硬工具龙头，积极切入CVD金刚石功能材料与AI芯片散热。**1）2019年科创上市，掌握MPCVD、热丝法、直流电弧等多种CVD工艺，同时布局超硬工具和材料；2）全球化产能布局，拥有嘉兴、墨西哥等工厂；3）定增14.5亿元扩张金刚石功能材料，包括金刚石微钻、金刚石功能部件、金刚石功能材料。
- **惠丰钻石：金刚石微粉及功能材料特色厂商，受益金刚石由“磨削材料”向“功能材料”升级。**公司传统优势集中于金刚石微粉、超硬材料等领域，若金刚石铜、金刚石复合材料需求放量，上游高品质金刚石粉体有望形成新的增量方向。

金刚石散热产业链估值表

			归母净利润（亿元）			归母净利润YOY（%）			PE		
股票代码	股票简称	市值	2026E	2027E	2028E	2026E	2027E	2028E	2026E	2027E	2028E
300179.SZ	四方达	187	1.7	2.9	4.2	81%	73%	43%	111	64	45
688028.SH	沃尔德	156	1.4	1.8	2.4	50%	25%	37%	110	88	65
002046.SZ	国机精工	277	3.2	4.1	4.8	23%	27%	18%	86	68	57
000519.SZ	中兵红箭	218	4.5	7.0	8.9	991%	53%	28%	48	31	25
600172.SH	黄河旋风	229	-	-	-						
301071.SZ	力量钻石	156	2.4	4.3	6.9	117%	80%	63%	66	37	23
920725.BJ	惠丰钻石	77	-	-	-						

资料来源：Wind、方正证券研究所 截至2026年9月7日收盘（未标注的为Wind无一致预测值）

下载日志已记录，仅供内部参考

4 风险提示

1. 技术迭代风险；

2. 商业化落地不及预期风险；

3. 认证周期风险等。

下载日志已记录，仅供内部参考

分析师声明与免责声明

分析师声明

作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，保证报告所采用的数据和信息均来自公开合规渠道，分析逻辑基于作者的职业理解，本报告清晰准确地反映了作者的研究观点，力求独立、客观和公正，结论不受任何第三方的授意或影响。研究报告对所涉及的证券或发行人的评价是分析师本人通过财务分析预测、数量化方法、或行业比较分析所得出的结论，但使用以上信息和分析方法存在局限性。特此声明。

免责声明

本研究报告由方正证券制作及在中国（香港和澳门特别行政区、台湾省除外）发布。根据《证券期货投资者适当性管理办法》，本报告内容仅供我公司适当性评级为C3及以上等级的投资者使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。若您并非前述等级的投资者，为保证服务质量、控制风险，请勿订阅本报告中的信息，本资料难以设置访问权限，若给您造成不便，敬请谅解。

在任何情况下，本报告的内容不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需求，方正证券不对任何人因使用本报告所载任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。

本报告版权仅为方正证券所有，本公司对本报告保留一切法律权利。未经本公司事先书面授权，任何机构或个人不得以任何形式复制、转发或公开传播本报告的全部或部分内容，不得将报告内容作为诉讼、仲裁、传媒所引用之证明或依据，不得用于营利或用于未经允许的其它用途。如需引用、刊发或转载本报告，需注明出处且不得进行任何有悖原意的引用、删节和修改。

下载日志已记录，仅供内部参考

评级说明

类别	评级	说明
公司评级	强烈推荐	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有20%以上的涨幅。
	推荐	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有10%以上的涨幅
	中性	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数在-10%和10%之间波动。
	减持	分析师预测未来12个月内相对同期基准指数有10%以上的跌幅。
行业评级	推荐	分析师预测未来12个月内行业表现强于同期基准指数。
	中性	分析师预测未来12个月内行业表现与同期基准指数持平。
	减持	分析师预测未来12个月内行业表现弱于同期基准指数。
基准指数说明		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，美股市场以标普500指数为基准。

下载日志已记录，仅供内部参考

方正证券研究所

专注·专心·专业

北京市朝阳区朝阳门南大街10号兆泰国际中心A座17层
长沙市天心区湘江中路二段36号华远国际中心37层

上海市静安区延平路71号延平大厦2楼
深圳市福田区竹子林紫竹七道光大银行大厦31层

广州市天河区兴盛路12号楼隽峰院2期3层方正证券