2026 年 09 月 14 日
证券研究报告•行业研究•机械设备
机械行业深度报告

强于大市(首次)

西南证券 SOUTHWEST SECURITIES

AI 散热驱动材料升级，产业化迎来拐点

——金刚石行业深度报告

投资要点

- **投资逻辑：1）AI 芯片高功耗驱动近芯片散热材料升级。**GPU、ASIC 等高性能芯片功耗和热流密度持续提升，传统铜、铝散热材料性能边界逐步显现，金刚石凭借高热导率和低热膨胀系数，有望成为高热流密度器件的重要增量散热材料。**2）产业化由验证阶段逐步向扩产放量推进。**当前金刚石-金属复合、多晶 CVD 金刚石及单晶 CVD 金刚石三类路线同步推进，国内外企业已由材料研发逐步进入客户验证、小批量供货及产线建设阶段。**3）竞争格局尚未定型，先发企业有望建立客户与工艺壁垒。**金刚石散热对大尺寸制备、精密加工、界面连接及可靠性要求较高，率先完成头部客户验证并形成稳定批量交付能力的企业有望取得先发优势。

- **高热流密度致近芯片散热成为 AI 算力继续提升的重要约束。**AI 算力需求增长推动 GPU、ASIC 等高性能芯片单芯片功耗和局部热流密度持续上行，散热瓶颈正由系统侧换热逐步前移至近芯片侧传热环节。液冷能够提高系统级热量传输效率，但芯片至冷却介质之间仍存在芯片背面、TIM、盖板等多层热阻，近芯片材料性能的重要性持续提升。随着高功率芯片加速放量，传统铜、铝等材料逐步接近性能边界，更高导热材料的升级需求有望持续释放。

- **金刚石兼具超高热导率和优异综合性能，三类技术路线覆盖不同产业化阶段。**金刚石组合性能突出，室温热导率可达 2000~2200W/(m·K)、热膨胀系数约为 1.0~1.5×10^{-6}/K，且具备良好电绝缘性及较高热稳定性，可显著提升热点扩散能力并降低近结区热阻。当前产业主要形成金刚石-金属复合材料、多晶 CVD 金刚石及单晶 CVD 金刚石三类路线：复合材料工程兼容性和成本优势较强，多晶 CVD 金刚石性能与产业化进展兼顾，单晶 CVD 金刚石则具备更高性能上限。不同路线并非简单替代，而是伴随芯片功耗和封装形态升级逐步分层导入。

- **产业化基础持续完善，装备、材料与应用验证多环节加速推进。**国内已形成 HPHT 与 MPCVD 等较为完整的金刚石制备装备基础，大尺寸 CVD 生长、切割磨抛、金属化及界面连接等配套能力持续提升，产业链由传统超硬材料向高附加值功能材料延伸。与此同时，AI/HPC、高功率激光、射频及功率电子等下游应用验证不断推进，部分金刚石散热产品已进入客户验证、小批量供货及产线建设阶段，产业化条件逐步成熟。

- **竞争格局尚未定型，产业壁垒由单一材料生长向“制备—加工—连接—认证”全流程延伸。**金刚石本征热导率并不能直接等同于最终器件散热性能，大尺寸稳定生长、缺陷和应力控制、减薄磨抛、金属化、键合强度、界面热阻及热循环可靠性均会影响产品良率和实际散热效果。国内参与者来自传统超硬材料、装备制造、精密加工及专业功能材料等不同领域，切入路径各异。随着应用由独立热沉向芯片背面及晶圆级集成推进，具备大尺寸制备、精密加工、低热阻连接和规模化交付能力的企业竞争优势有望进一步强化。

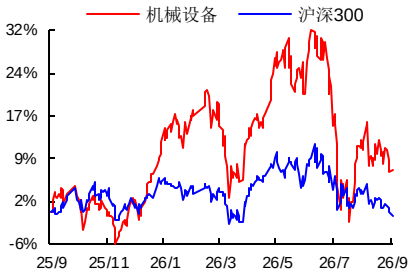
- **相关标的：**已在金刚石复合材料、CVD 金刚石热沉及功能金刚石领域形成研发和产业化布局的相关公司：国机精工（002046）、沃尔德（688028）、四方

西南证券研究院

分析师：邰桂龙
执业证号：S1250521050002
电话：021-58351893
邮箱：tgl@swsc.com.cn

联系人：刘采薇
电话：021-58351893
邮箱：liucw@swsc.com.cn

行业相对指数表现



数据来源：聚源数据

基础数据

股票家数	448
行业总市值（亿元）	48,084.67
流通市值（亿元）	46,793.45
行业市盈率 TTM	42.67
沪深 300 市盈率 TTM	13.45

相关研究

1. 机械行业 2026 年投资策略：拥抱科技，聚焦新经济 (2026-02-10)

达（300179）、力量钻石（301071）、中兵红箭（000519）、惠丰钻石（920725）、宏昌科技（301008）、九州一轨（688485）。

- **风险提示：**下游高算力芯片需求不及预期风险、金刚石散热商业化及客户验证进度不及预期风险、宏观系统性风险。

相关公司盈利一致预期

代码	名称	股价（元）	EPS（元）			PE（倍）		
			2025A	2026E	2027E	2025A	2026E	2027E
002046	国机精工	60.00	0.49	0.60	0.76	89	96	76
688028	沃尔德	120.20	0.63	0.94	1.17	103	125	101
300179	四方达	43.36	0.19	0.35	0.60	79	125	72
301071	力量钻石	65.79	0.42	0.93	1.67	85	71	39
000519	中兵红箭	15.80	0.03	0.33	0.50	608	48	32
920725	惠丰钻石	99.53	-0.21	-	-	-164	-	-
301008	宏昌科技	45.10	0.25	0.26	0.28	138	173	163
688485	九州一轨	98.39	-0.10	0.23	0.76	-186	433	129

数据来源：一致预期(截至 2026 年 9 月 14 日)，西南证券整理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

目 录

1 AI 芯片热流密度持续上行，金刚石材料成为产业必选项 1
1.1 高算力需求叠加千瓦级功耗，芯片散热进入新阶段 1
1.2 高密度封装推动热流密度提升，局部热点成为散热核心矛盾 3
1.3 多层热传导路径下，近芯片热阻成为关键约束 4
1.4 传统散热材料边际改善趋弱，近芯片散热迈向高导热、低膨胀协同 5
1.5 液冷体系逐步成熟，金刚石迎来产业化导入窗口 6
2 从宝石到功能材料：金刚石性能优势与散热产品路线逐步形成 7
2.1 从“钻石”到功能金刚石：规模化合成推动价值由稀缺性向性能延伸 7
2.2 金刚石组合性能突出，适配高热流密度场景 9
2.3 HPHT：规模化供给基础，支撑微粉与复合材料路线 10
2.4 CVD：高品质片状材料核心路线，面向高端热沉及近芯片应用 12
2.5 后加工与连接工艺决定金刚石高导热性能向器件端有效传递 15
3 产品路线逐步分化，复合、多晶与单晶金刚石加速导入散热场景 18
3.1 三类产品各有侧重，性能、尺寸与制造难度形成分化 18
3.2 金刚石-金属复合材料：兼顾高导热与工程适配 19
3.3 多晶 CVD 金刚石：高导热与大面积兼具的纯金刚石材料 22
3.4 单晶 CVD 金刚石：晶格连续打开热性能上限，大尺寸能力仍受约束 24
4 市场条件逐步成熟，功能金刚石进入商业化导入阶段 26
4.1 行业发展现状：由传统工业材料向高端功能材料升级 26
4.2 材料政策、转化机制与应用场景协同，功能金刚石商业化环境持续改善 29
4.3 国内产业链已具备完整基础，竞争重心由原料规模向高端产品化迁移 31
4.4 高功率芯片放量叠加渗透率提升，金刚石散热市场空间有望打开 34
5 产业化加速导入，国内外竞争格局逐步分化 37
5.1 海外企业率先完成产品化，由材料供应向器件级热管理延伸 37
5.2 国内多类主体加速切入，既有产业基础形成差异化路径 39
5.3 制造能力由单点性能向全流程协同延伸，产品化能力成为竞争分水岭 41
5.4 客户认证与规模交付决定商业化兑现，先发优势有望逐步固化 44
6 相关标的 46
6.1 国机精工：超硬材料稳健增长，金刚石新材料打开成长空间 47

6.2 沃尔德：刀具主业表现亮眼，金刚石新业务加速放量 49
6.3 四方达：复合超硬材料龙头，CVD 金刚石打开成长空间 52
6.4 力量钻石：人造金刚石龙头，功能材料打开成长空间 55
6.5 中兵红箭：全产业链基础突出，功能金刚石稳步推进 57
6.6 惠丰钻石：金刚石微粉龙头，功能材料产业化加速推进 60
6.7 宏昌科技：并购布局功能金刚石，散热业务有望成为新增长点 63
7 风险提示 66

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 目 录

图 1：前沿 AI 模型训练计算量十余年提升超 8 个数量级.....1
图 2：代表性 GPU TDP 由百瓦级迈向千瓦级.....1
图 3：芯片内部高热流密度区域易形成局部热点.....2
图 4：微处理器运行过程中出现明显局部温度梯度与热点区域.....2
图 5：随着结温升高，器件寿命快速下降.....2
图 6：热循环诱导界面缺陷演化过程.....2
图 7：传统封装与 Chiplet/2.5D/3D 封装结构对比.....3
图 8：传统 2D SoC、2.5D 和 3D Chiplet 封装温度分布对比.....3
图 9：先进封装市场持续扩张，芯片集成度进一步提升.....4
图 10：AI 需求驱动 2.5D 先进封装产能持续扩张.....4
图 11：算力芯片典型多层热传导路径.....5
图 12：多层热阻串联决定芯片结温.....5
图 13：金刚石近端铺热与液冷系统输运协同构建芯片散热链路.....6
图 14：服务器液冷系统通过一次侧与二次侧回路实现热量输运.....7
图 15：CVD 金刚石热扩散层强化芯片近端散热.....7
图 16：钻石 4C 分级体系.....8
图 17：天然钻石产业链由资源开采向珠宝消费延伸.....8
图 18：培育钻石平均零售价格持续下滑.....8
图 19：美国裸钻零售市场培育钻石销量份额持续提升.....8
图 20：金刚石多维性能协同释放高热流密度场景应用潜力.....10
图 21：HPHT 工艺设施.....11
图 22：HPHT 金刚石晶体晶面结构及典型形貌.....11
图 23：HPHT 在人造金刚石散热产业中的主要应用路径.....11
图 24：金刚石 CVD 制备技术发展时间线.....12
图 25：CVD 生长设施.....12
图 26：CVD 金刚石晶体生长及出炉形态.....12
图 27：CVD 金刚石沉积速率七十年演进.....13
图 28：CVD 在人造金刚石散热产业中的主要应用路径.....14
图 29：CVD 金刚石生长面与成核面微观结构差异.....15
图 30：不同类型 CVD 金刚石产品的加工规格与表面质量要求.....15
图 31：CVD 金刚石后加工中的激光精密切割工艺.....16
图 32：随着磨料粒径逐步细化，金刚石表面粗糙度同步下降.....16
图 33：不同抛光方法对 CVD 金刚石表面形貌的影响.....16
图 34：CVD 金刚石表面金属化层结构示意图.....17
图 35：Element Six 已经商业化提供金属化 CVD 金刚石.....17
图 36：现有金刚石与半导体器件连接工艺的技术路线图.....18
图 37：大尺寸纳米银颗粒的截面图.....18
图 38：金刚石散热三类产品核心能力对比.....19
图 39：国内人造金刚石应用仍以结构性材料为主.....19

图 40：金刚石-金属复合材料样品参数 20
图 41：金刚石颗粒尺寸及体积分数共同影响金刚石/铜复合材料热导率 21
图 42：金刚石体积分数与热导率/热膨胀系数之间的关系 21
图 43：表面镀膜后的金刚石-铜复合材料导热载板 21
图 44：高导热金刚石-铝复合材料成品 21
图 45：多晶 CVD 金刚石晶圆 22
图 46：多晶金刚石微观结构 22
图 47：多晶 CVD 金刚石晶粒随生长过程逐步粗化 23
图 48：多晶金刚石晶粒尺寸增大有助于提升热导率 23
图 49：自支撑金刚石片实物图 23
图 50：多晶金刚石应用场景 23
图 51：单晶 CVD 金刚石晶圆 24
图 52：单晶金刚石微观结构 24
图 53：氮掺杂改变单晶 CVD 金刚石表面及缺陷状态 25
图 54：单晶 CVD 金刚石兼具高热导率、低热膨胀系数及高电阻率 25
图 55：单晶金刚石可通过拼接生长向大尺寸扩展，但对界面应力及晶体一致性要求较高 25
图 56：单晶衬底实物图 26
图 57：单晶金刚石应用场景 26
图 58：传统金刚石应用领域 27
图 59：功能金刚石产品形态持续拓展，高端应用场景逐步丰富 27
图 60：金刚石散热产品产业链及商业化路径 27
图 61：政策支持由新材料研发向功能金刚石及前沿半导体产业化逐步延伸 29
图 62：功能晶体及超硬材料纳入新材料中试重点方向 30
图 63：金刚石散热材料产业链图谱 31
图 64：2011-2023 年中国金刚石单晶产量和河南省金刚石总产量 32
图 65：我国主导全球人造金刚石供给，河南贡献全国八成产量 32
图 66：我国 HPHT 装备已形成成熟供给体系 32
图 67：我国 MPCVD 设备全球占比持续提高 33
图 68：国内功能金刚石由规模生产迈向商业化兑现 33
图 69：国内功能金刚石重点项目规划投资额合计超百亿元 33
图 70：下游高功率应用场景持续扩容，金刚石散热需求基础不断夯实 34
图 71：Element Six 金刚石热管理产品由复合材料向晶圆级产品延伸 37
图 72：Diamond Materials 聚焦定制化金属化 CVD 金刚石热扩散片 38
图 73：Applied Diamond 形成多热导率等级及多金属化体系的 CVD 金刚石热沉产品 38
图 74：Element Six 与 Orbray 单晶金刚石晶圆已拓展至 3 英寸 38
图 75：直接键合金刚石通过减少 TIM 降低芯片界面热阻 38
图 76：Akash Systems Chip-on-Diamond 覆盖 GPU、CPU 及存储芯片 39
图 77：Akash Systems Diamond Cooling 已实现 NVIDIA H200 服务器商业交付 39
图 78：相关企业产线与项目布局 41
图 79：4 英寸 CVD 金刚石不同径向位置晶体质量表征 42
图 80：3 英寸自支撑 CVD 金刚石晶圆及径向厚度分布 42
图 81：不同 CVD 金刚石抛光技术的加工性能及适用性对比 42

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 82：金刚石晶圆翘曲可直接影响自动化加工.....42
图 83：GaN/金刚石界面热阻对纳米级界面厚度高度敏感.....43
图 84：GaN/金刚石热膨胀失配引发晶圆翘曲.....43
图 85：Infineon 产品开发与量产监控流程.....44
图 86：Infineon 产品资格认证流程.....44
图 87：功能金刚石商业化需跨越由技术验证至规模交付的多重门槛.....44
图 88：TI 产品变更需履行客户通知与再认证流程.....45
图 89：Infineon 产品变更分级与客户通知机制.....45
图 90：Intel 供应商质量管理体系覆盖多个质量控制环节.....45
图 91：2025 年公司营收恢复增长，2026H1 阶段性承压.....47
图 92：2026H1 公司归母净利润同比明显承压.....47
图 93：2026H1 公司毛利率保持稳定，净利率有所回落.....48
图 94：2026H1 公司期间费用率整体保持稳定.....48
图 95：公司核心制造业务仍占据主导.....48
图 96：国机精工分业务毛利率.....48
图 97：2026H1 公司营业收入增速明显回升.....50
图 98：2026H1 公司归母净利润增速显著改善.....50
图 99：2026H1 公司毛利率及净利率同步修复.....50
图 100：2026H1 公司期间费用率整体保持稳定.....50
图 101：硬质合金刀具收入占比持续提升.....51
图 102：2026H1 公司主要产品毛利率普遍改善.....51
图 103：2026H1 公司营收增速显著回升.....53
图 104：2026H1 公司归母净利润恢复增长.....53
图 105：2026H1 公司毛利率及净利率明显修复.....53
图 106：2026H1 公司期间费用率整体下降.....53
图 107：2026H1 CVD 业务放量推动公司收入结构进一步多元化.....54
图 108：四方达分业务毛利率.....54
图 109：2026H1 公司营业收入增速大幅回升.....55
图 110：2026H1 公司盈利能力开始修复.....55
图 111：2026H1 公司毛利率及净利率同步改善.....56
图 112：2026H1 公司期间费用率较 2025 年小幅下降.....56
图 113：2026H1 培育钻石收入占比进一步提升.....56
图 114：2026H1 培育钻石毛利率明显修复.....56
图 115：2026H1 公司营业收入延续较快增长.....58
图 116：2026H1 公司归母净利润同比显著改善.....58
图 117：2026H1 公司毛利率及净利率继续修复.....58
图 118：2026H1 管理及研发费用率有所提升.....58
图 119：2026H1 超硬材料及制品收入占比显著回升.....59
图 120：特种装备毛利率回升，超硬材料及制品保持较高盈利水平.....59
图 121：2026H1 公司营业收入恢复正增长.....61
图 122：2026H1 公司归母净利润实现扭亏.....61
图 123：2026H1 公司毛利率及净利率明显修复.....61

图 124：公司管理及研发投入维持较高水平 61
图 125：金刚石微粉仍为公司最主要收入来源 62
图 126：2026H1 金刚石微粉毛利率明显回升 62
图 127：公司营业收入保持稳健增长 64
图 128：2026H1 公司归母净利润显著修复 64
图 129：2026H1 净利率回升，毛利率仍处低位 64
图 130：公司管理及研发费用率小幅提升 64
图 131：智能家电组件仍贡献公司九成以上收入 65
图 132：汽车零部件加工业务仍处亏损阶段 65

表 目 录

表 1：芯片及常用电子封装散热材料的分类及其性能 5
表 2：四种 CVD 技术路线核心特征对比 14
表 3：科研突破与产业布局协同推进，功能金刚石散热加速迈向商业化 28
表 4：下游政策持续加码，高热流密度应用场景加速扩张 30
表 5：AI 芯片金刚石散热市场空间核心测算假设 35
表 6：全球高端 AI 芯片用金刚石散热市场空间测算 36
表 7：国内功能金刚石主要参与者 39
表 8：功能金刚石产业化核心壁垒及评价指标 43
表 9：相关公司盈利一致预期 46
表 10：国机精工功能金刚石产业化布局持续推进 49
表 11：沃尔德金刚石新业务产业化布局持续加码 52
表 12：四方达功能金刚石产业化布局梯次推进 54
表 13：力量钻石功能金刚石产业化布局持续推进 57
表 14：中兵红箭功能性金刚石产业化布局持续推进 60
表 15：惠丰钻石功能金刚石产业化布局加速落地 63
表 16：宏昌科技拟通过并购切入功能金刚石及散热材料领域 65

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

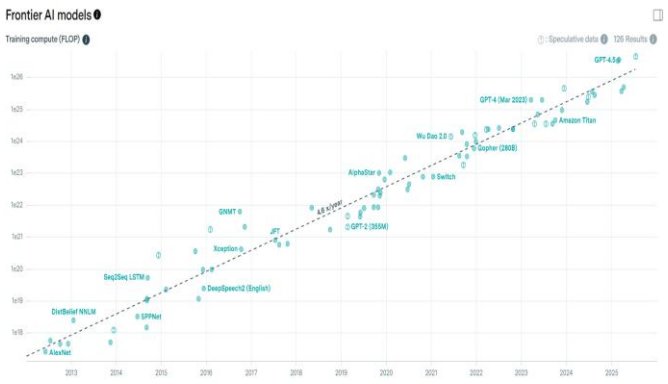
1 AI 芯片热流密度持续上行，金刚石材料成为产业必选项

1.1 高算力需求叠加千瓦级功耗，芯片散热进入新阶段

人工智能大模型训练与推理需求快速增长，推动算力需求持续提升，并带动 GPU、ASIC 等高性能计算芯片向更高算力、更高功耗方向演进。与传统计算芯片相比，AI 计算需要大量矩阵运算和并行计算资源，芯片性能提升更多依赖计算核心数量增加、晶体管规模扩大以及专用加速单元集成。在先进制程微缩带来的性能提升逐渐放缓背景下，单芯片集成度和计算规模持续提高，推动芯片功耗快速增长。

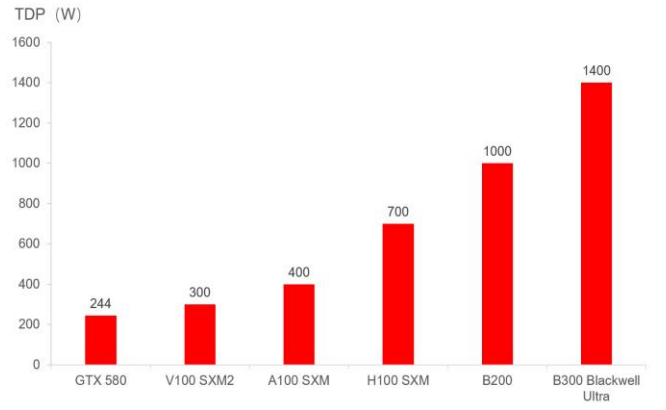
人工智能模型训练计算需求呈指数级增长，芯片散热需求已由传统百瓦级器件热管理演变为千瓦级芯片结温控制问题。根据 Epoch AI 数据，2012 年 AlexNet 训练计算量约为 4.7×10^{17} FLOP，2020 年 GPT-3（175B）级模型训练计算量已提升至约 3.1×10^{23} FLOP 量级，较 AlexNet 提升约 66 万倍；至 2025 年 GPT-4.5 等前沿模型训练计算量进一步达到约 3.8×10^{26} FLOP，较 GPT-3 提升约 1226 倍，十余年间提升超过 8 个数量级。随着模型规模扩大和训练复杂度提升，AI 模型对高性能计算芯片的算力需求持续提升，并推动数据中心加速部署高性能 GPU 和 ASIC 芯片。与此同时，代表性 GPU 产品热设计功耗（TDP）持续提升，由 GTX580 的 244W 提升至 B300 Blackwell Ultra 的 1400W，提升约 4.7 倍。芯片散热需求已由传统百瓦级器件热管理逐步演变为千瓦级芯片结温控制问题。

图 1：前沿 AI 模型训练计算量十余年提升超 8 个数量级



数据来源：Epoch AI，西南证券整理

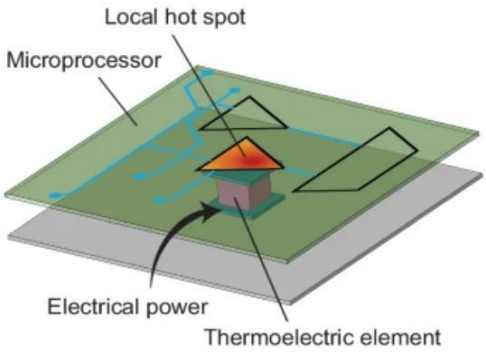
图 2：代表性 GPU TDP 由百瓦级迈向千瓦级



数据来源：NVIDIA，西南证券整理

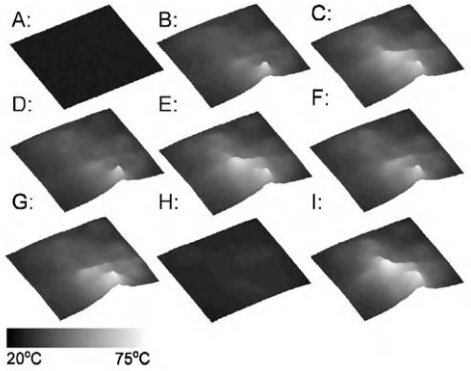
高性能 AI 芯片局部热点更易形成，单位面积热负荷提升给芯片散热带来挑战。功耗增长带来的挑战并不只是需要处理更多热量，更重要的是单位面积热负荷持续提升。随着 AI 芯片算力需求不断增加，芯片内部需要集成更多计算单元、缓存资源以及高速数据传输模块，计算资源逐渐向有限芯片面积内集中，使单位面积产生的热量持续提高。相比传统芯片主要面临整体功耗管理问题，高性能 AI 芯片运行过程中大量计算单元需要同时工作，热源分布更加密集，局部热点更容易形成。当局部区域热流密度过高时，即使芯片平均温度仍处于可控范围，热点区域的峰值温度、温度梯度以及热扩散效率也可能成为限制芯片性能释放的重要因素。高热流密度还会加剧芯片内部不同区域之间的温度不均匀性，使热量难以通过传统垂直传导路径快速扩散至散热端。未来芯片散热问题的核心已不仅是降低整体温度，而是如何在更小空间内实现高效热扩散，降低局部热点带来的热管理压力。

图 3：芯片内部高热流密度区域易形成局部热点



数据来源：Nature Communications，西南证券整理

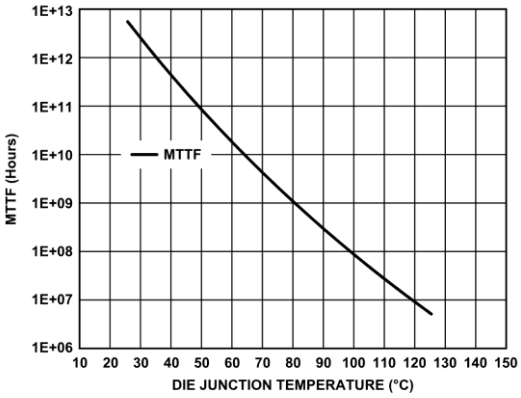
图 4：微处理器运行过程中出现明显局部温度梯度与热点区域



数据来源：IEEE Journal of Solid-State Circuits，西南证券整理

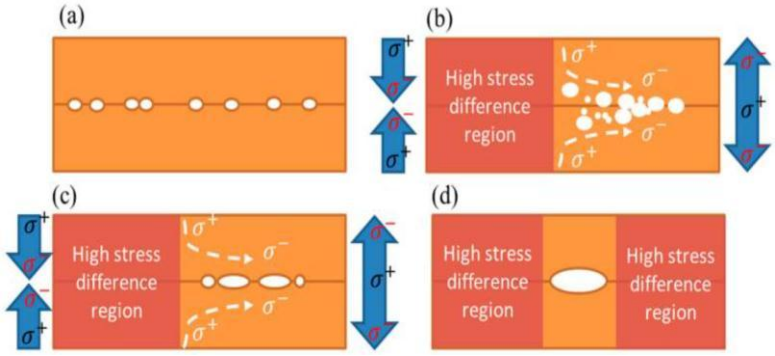
高温环境影响芯片长期运行寿命与可靠性。随着工作温度升高，半导体器件内部载流能力、电子迁移特性以及材料稳定性均可能受到影响，结温持续升高不仅限制芯片性能释放，也会降低器件长期可靠性。已有研究表明，器件平均失效时间（MTTF）随结温升高呈明显下降趋势，当芯片结温由约 50℃升高至 100℃时，MTTF 由约 10^{11} 小时下降至约 10^{8} 小时，降低约 3 个数量级；当结温进一步升高至 120℃附近时，MTTF 进一步下降至约 10^{7} 小时。同时，在 AI 服务器长期高负载运行过程中，芯片、焊料、金属基板以及封装材料之间存在热膨胀失配。由于不同材料具有不同的热膨胀系数，在反复功率循环和温度变化过程中，界面会产生周期性热应力，并进一步诱导界面空洞迁移、聚集以及裂纹扩展，最终导致焊层疲劳和封装可靠性下降。

图 5：随着结温升高，器件寿命快速下降



数据来源：Analog Devices，西南证券整理

图 6：热循环诱导界面缺陷演化过程



数据来源：Materials，西南证券整理

人工智能大模型训练与推理需求快速增长，推动算力芯片持续向高性能、高功耗和高集成度方向演进，散热问题也由传统功耗管理逐步转变为高热流密度、高热点集中度条件下的系统性热管理问题。随着模型规模扩大和计算复杂度提升，GPU、ASIC 等高性能计算芯片需要集成更多计算核心、高带宽存储及高速互连资源，单芯片功耗由百瓦级逐步迈向千瓦级。同时，有限封装面积内计算资源持续集中，使单位面积热负荷不断提高，局部热点、温度梯度以及界面热阻逐渐成为限制芯片性能释放和长期可靠运行的重要因素。未来芯片散热的核心挑战已不再仅是提升热量搬运能力，而是在更小空间内实现高效热扩散、降低近芯片热阻，并兼顾高负载运行下的可靠性要求，高导热材料有望成为下一代高性能计算芯片热管理的重要支撑。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

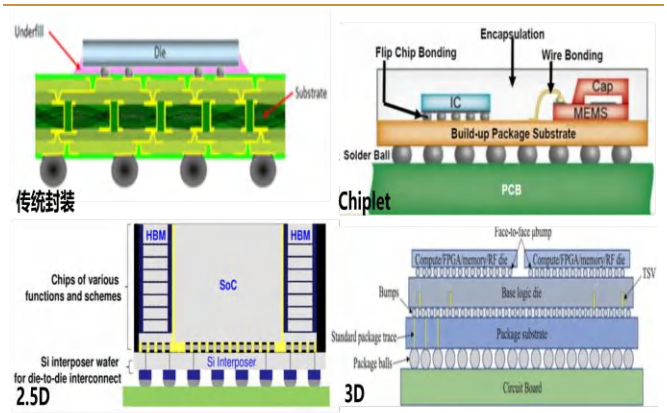
1.2 高密度封装推动热流密度提升，局部热点成为散热核心矛盾

为进一步提升算力密度，芯片产业正加速采用 Chiplet、2.5D/3D 封装等先进封装方案。多个计算单元、高带宽存储以及高速互连结构被进一步集成至有限封装空间内，使热源由传统单芯片集中分布向多热点、高密度集聚演变，也进一步增加了封装内部横向扩热和界面热阻管理难度。

其中，Chiplet 架构通过将大型 SoC 拆分为多个功能模块，并利用先进互连技术进行组合，可以降低大尺寸芯片制造难度，提高设计灵活性；2.5D 封装通过硅中介层（Interposer）实现 GPU 与 HBM 等芯片之间的高速互连，目前已成为高性能 AI 芯片的重要技术路线；3D 封装则进一步通过垂直堆叠方式缩短芯片间距离，提高单位面积内的集成密度。

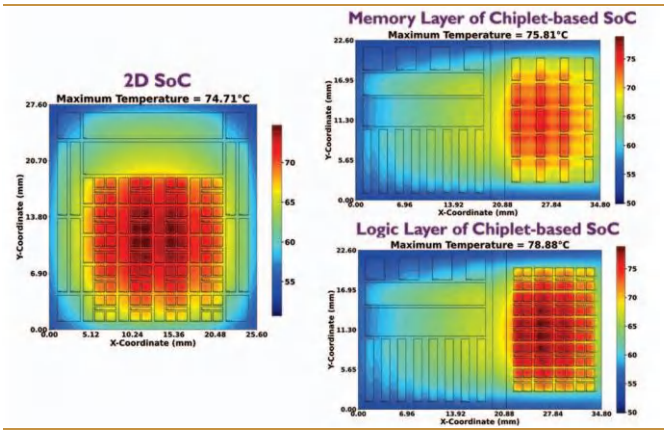
从温度分布结果看，先进封装会进一步放大局部热点问题。传统 2D SoC 最高温度约为 74.71℃，而 Chiplet 架构下存储层和逻辑层最高温度分别升至 75.81℃和 78.88℃，较传统结构分别提高约 1.10℃和 4.17℃。其中逻辑层峰值温度升幅更为明显，表明高功耗计算单元在更小封装空间内集聚后，热点效应显著增强；同时，多层结构之间的温度分化也反映出先进封装内部热分布不均匀性加剧，封装内横向扩热与近端热阻控制的重要性同步提升。

图 7：传统封装与 Chiplet/2.5D/3D 封装结构对比



数据来源：Materials，Micromachines，西南证券整理

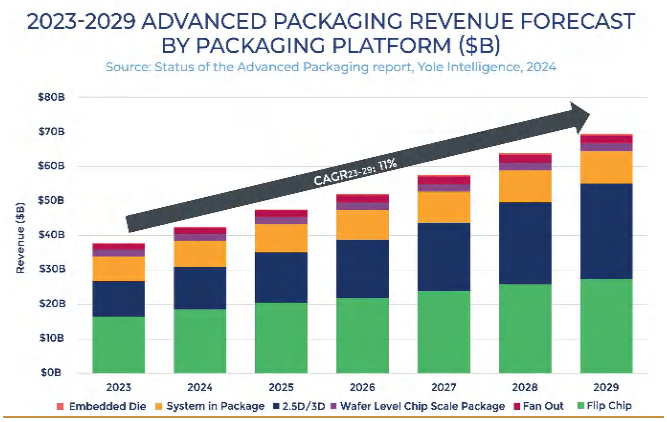
图 8：传统 2D SoC、2.5D 和 3D Chiplet 封装温度分布对比



数据来源：Energies，西南证券整理

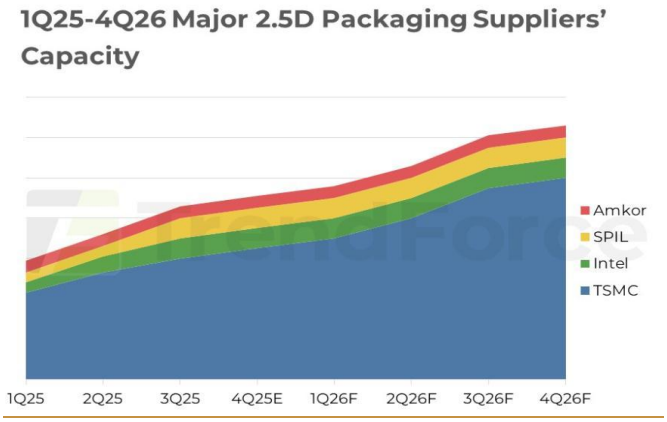
AI 算力芯片向高带宽、高集成度演进，先进封装的重要性持续提升。根据 Yole 预测，全球先进封装市场规模将由 2023 年的约 370 亿美元增至 2029 年的约 695 亿美元，期间复合增速约 11%；2023 年先进封装已约占全球 IC 封装市场的 44%。AI GPU、HBM 及 Chiplet 架构的发展进一步推动 2.5D 封装需求增长，全球主要厂商持续加大相关产能投入。根据 TrendForce 预测，2025—2026 年 TSMC、Intel、Amkor 等厂商 2.5D 封装产能仍将保持增长，反映先进封装已成为高性能计算芯片竞争的重要环节。

图 9：先进封装市场持续扩张，芯片集成度进一步提升



数据来源：Yole，西南证券整理

图 10：AI 需求驱动 2.5D 先进封装产能持续扩张



数据来源：Trendforce，西南证券整理

算力芯片散热约束正由“总功耗增加”进一步向“高热流密度和热点治理”迁移。功耗增长抬升散热总量，封装集成则强化热量集中，两者共同推动散热瓶颈向芯片近端前移。未来热管理的价值增量将不再局限于冷板、CDU 等后端液冷设备，TIM、IHS 及高导热热扩散层等近芯片环节的价值量有望提升。

1.3 多层热传导路径下，近芯片热阻成为关键约束

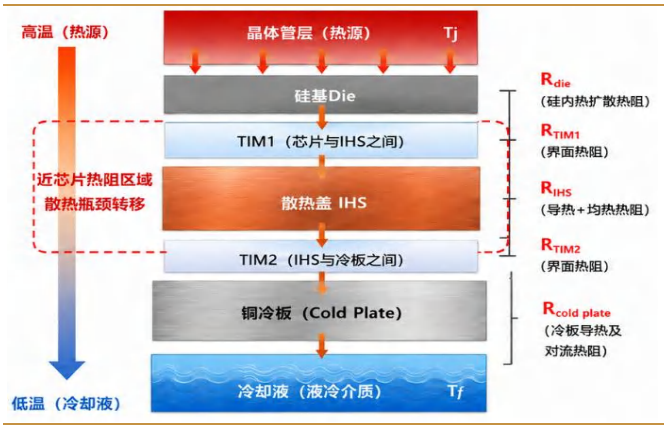
在典型带盖冷板式封装中，多层材料与界面叠加形成复杂传热路径，热阻累积成为制约芯片结温进一步下降的重要因素。芯片热量并非直接进入冷却液，而是需依次经过 Die、TIM1、IHS、TIM2 及冷板等多层结构后，才由冷却介质带走。芯片结温与冷却介质温度之间的差值，本质上由各实体层导热热阻与界面热阻共同决定；任一环节的材料导热能力不足、厚度控制不佳、接触不充分或界面层老化，均可能放大整条传热路径的温升。

热阻的影响会随着芯片功耗提升被线性放大。按照 $\Delta T=Q\times R_{th}$ 计算，在 1400W 芯片负载下，传热路径额外增加 0.01K/W 热阻即可带来约 14℃的额外温升；若增加 0.02K/W，则对应约 28℃温升。对于接近结温上限运行的高端芯片而言，这一温升幅度足以影响动态频率、长期可靠性及系统可用功率，因此近芯片热阻的边际变化已不再是局部工艺问题，而是系统性能约束的重要来源。

液冷系统持续提升后端热量输运能力，近芯片传热效率正成为进一步降低芯片结温的关键约束。从各层分工看，液冷系统主要负责把热量从封装外部输运至机房循环系统；而 Die 至冷板的首段传热路径则决定局部热点能否及时、均匀地导入后端液冷链路。随着微通道冷板、液体分配和设施侧冷却能力持续迭代，后端换热能力不断增强，TIM、IHS 及高导热热扩散层等近芯片环节对结温的约束反而更加突出。

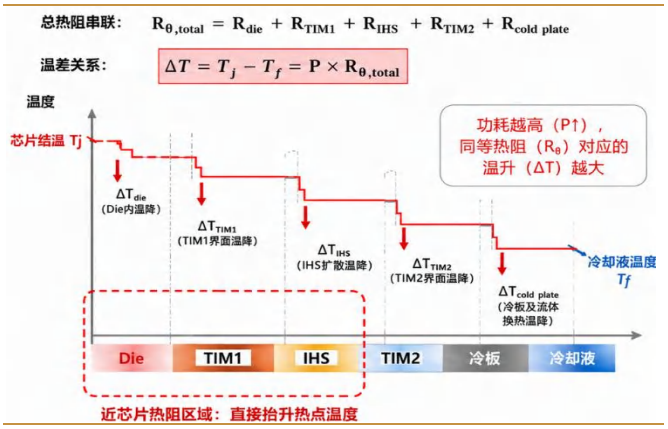
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 11：算力芯片典型多层热传导路径



数据来源：Mountain Scholar，西南证券整理

图 12：多层热阻串联决定芯片结温



数据来源：Mountain Scholar，西南证券整理

随着 AI 芯片功耗持续提升，散热瓶颈正逐渐由传统系统级换热能力不足，向芯片内部及封装近端热传导能力不足迁移。相比单纯提升冷板换热能力，降低 Die 至冷板之间的首段热阻、改善局部热点扩散效率，正在成为下一代高性能计算芯片热管理的重要方向。

1.4 传统散热材料边际改善趋弱，近芯片散热迈向高导热、低膨胀协同

纯铜体系散热面临挑战。铜凭借较高导热率、成熟加工能力、成本可控及封装兼容性良好等特点，长期以来一直是芯片 IHS、热沉和冷板的主流材料。铜的热导率约为 400W/(m·K)，明显高于硅、铝及多数陶瓷和高分子材料，能够满足传统功耗水平下的导热和结构支撑需求。但随着芯片热点热流密度持续提高，纯铜体系的热扩散能力与热机械匹配能力开始面临边际约束。

热膨胀失配是高可靠性场景下的重要问题。铜的线膨胀系数约为 17.6×10^{-6}/K，显著高于硅的约 2.6×10^{-6}/K；在热循环过程中，材料间膨胀收缩不同步，容易在 TIM、焊层、金属化层及芯片边缘形成热应力。对于薄型化、高集成度及长期高负荷运行的封装结构而言，单纯增加铜层厚度或扩大散热面积，往往难以同时解决局部热点和可靠性问题。

金刚石-金属复合材料提供了高导热与低热膨胀协同优化的工程路径。与纯铜相比，金刚石/铜复合材料热导率可提升至约 450~600W/(m·K)，热膨胀系数可降低至约 $5.0\sim7.0\times10^{-6}$/K；与纯铝相比，金刚石/铝复合材料热导率可达到约 440~530W/(m·K)，同时兼顾轻量化和更低的热膨胀系数。复合材料并不追求完全替代铜，而是利用金刚石颗粒强化局部扩热，再由金属基体承担结构支撑、外部导热与加工装配功能。

表 1：芯片及常用电子封装散热材料的分类及其性能

类型	材料	热导率/(W·(m·K)$^{-1}$)	热膨胀系数/(10^{-6}K^{-1})	密度/(g·cm^{-3})
芯片材料	Si	150	2.6	2.3
	GaAs	39	5.8	5.3
陶瓷材料	Al_2O_3	20	6.75	3.9
	AlN	170~320	17	3.5
塑料材料	环氧树脂	0.2	15.8	10.2
	聚四氟乙烯	0.1	20.0	2.15

类型	材料	热导率/(W·(m·K)$^{-1}$)	热膨胀系数/($10^{-6}K^{-1}$)	密度/(g·cm^{-3})
金属材料	Al	238	23.6	2.7
	Cu	400	17.6	8.96
复合材料	金刚石/铜	450~600	5.0~7.0	5.3~6.7
	金刚石/铝	440~530	7.0~9.0	3.1~3.2

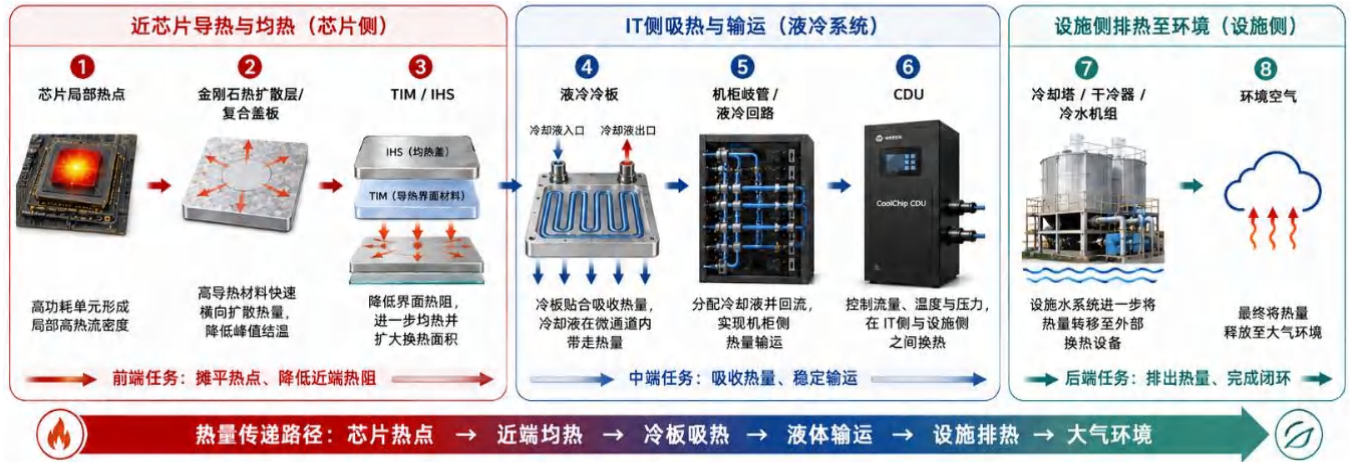
数据来源：复合材料学报，NIST，西南证券整理

随着芯片热流密度持续提升，散热材料竞争已不再局限于单纯追求更高导热率，而是需要同时满足高导热、低热膨胀、封装兼容性以及规模化加工等综合要求。金刚石凭借优异的热物性，有望通过复合材料、热扩散层等形式引入现有散热体系，在提升局部热扩散能力的同时降低热机械失配风险，成为高热流密度场景下传统散热材料的重要补充。

1.5 液冷体系逐步成熟，金刚石迎来产业化导入窗口

从系统视角看，芯片散热是一条由近端导热、液体输运和设施侧排热共同构成的完整链路。热量通常依次经过近结热扩散层、TIM/IHS、液冷冷板、机柜液冷回路、CDU 及设施水系统，最终通过冷却塔、干冷器或冷水机组排至外部环境。任一环节热阻过高、流量不足或温度控制失衡，均可能限制系统整体散热能力。

图 13：金刚石近端铺热与液冷系统输运协同构建芯片散热链路



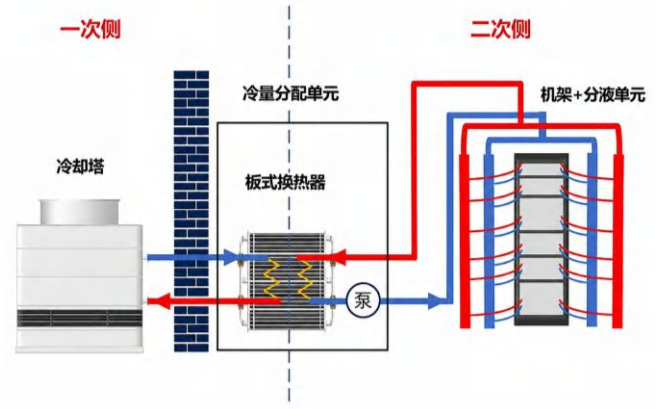
数据来源：OCP，Engineering，西南证券整理

随着 AI 服务器功耗快速提升，液冷已成为解决高功率芯片散热问题的重要路径。冷板液冷通过提升换热效率、降低冷却介质温升，可以显著增强系统级热量搬运能力，并已成为高功率算力设备热管理升级的核心方向之一。但液冷主要作用于冷板及其后的热量输运和设施侧排热环节，其性能仍受到芯片内部热传导路径和封装近端热阻的约束。随着冷板、CDU 及机房液冷系统持续成熟，AI 服务器散热能力的提升重点正由后端换热能力扩张，逐步转向芯片近端热阻优化和局部热点治理。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

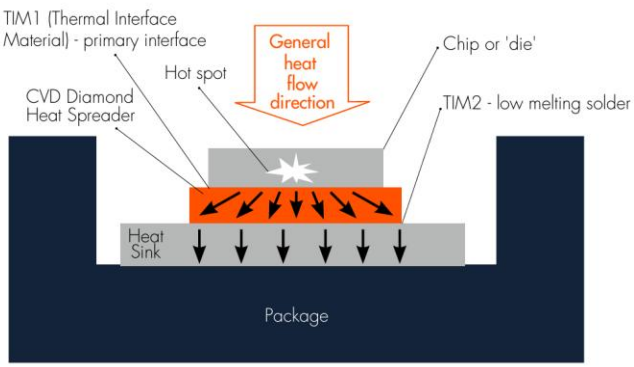
金刚石的核心价值在于改善高热流由芯片向冷板传递过程中的扩散效率。后端液冷可以提高热量搬运效率，但无法直接消除 Die、TIM 和 IHS 附近的局部热点；若近芯片侧热量无法均匀、快速地传递至冷板，后端液冷能力也难以充分发挥。金刚石凭借超高热导率和优异横向扩热能力，能够降低局部温度梯度、削弱热点峰值，并改善冷板热流输入的均匀性，从而改善冷板入口侧的热流分布，使后续液冷系统的换热能力得到更充分利用。

图 14：服务器液冷系统通过一次侧与二次侧回路实现热量输运



数据来源：中国信息通信研究院，西南证券整理

图 15：CVD 金刚石热扩散层强化芯片近端散热



数据来源：Element Six，西南证券整理

金刚石功能性材料面临前所未有的 AI 产业级机会。对产业链而言，热管理升级的受益顺序或将呈现分层特征：在系统级，液冷冷板、CDU 及机房基础设施仍是大规模算力部署的基础；在高热流密度、可靠性优先的芯片和器件级场景，TIM、IHS、高导热扩散层及连接工艺的价值量有望提升。随着热管理瓶颈由系统侧逐步向近芯片侧延伸，未来 AI 服务器散热体系或将呈现系统液冷能力持续升级、近端高导热材料价值量同步提升的分层演进趋势。

2 从宝石到功能材料：金刚石性能优势与散热产品路线逐步形成

2.1 从“钻石”到功能金刚石：规模化合成推动价值由稀缺性向性能延伸

金刚石是由碳元素构成的晶体材料，钻石则通常指达到宝石级品质并用于珠宝消费的金刚石。二者在材料元素构成上并无区别，但价值评价体系存在明显差异：在传统珠宝市场中，金刚石主要以“钻石”的形态进入消费者认知，其价值更多体现为稀缺性、观赏性和消费属性；而从材料角度看，金刚石还具有高热导率、低热膨胀、高硬度、良好绝缘性及化学稳定性等一系列功能特征。长期以来，由于天然金刚石供给受资源禀赋约束且成本较高，这些材料性能并未成为其主要商业价值来源。

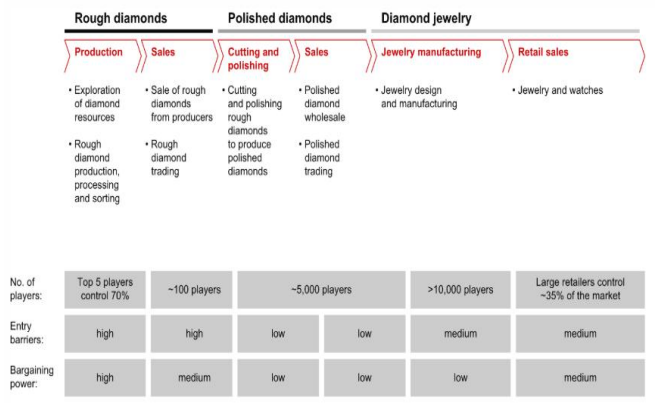
天然钻石的商业模式建立在资源稀缺与珠宝消费需求共同作用的基础上。天然金刚石形成于特定地质环境，资源分布和可开采储量受到天然条件约束，从矿产勘探、开采、毛坯筛选，到切磨、分级和零售形成较长产业链。在终端珠宝市场中，产品价值主要通过克拉、颜色、净度和切工等“4C”指标进行区分，并进一步叠加品牌、设计和渠道溢价。因此，传统天然钻石产业链本质上围绕“资源获取—宝石筛选—切磨分级—品牌零售”形成价值增值。

图 16：钻石 4C 分级体系



数据来源：GIA，西南证券整理

图 17：天然钻石产业链由资源开采向珠宝消费延伸

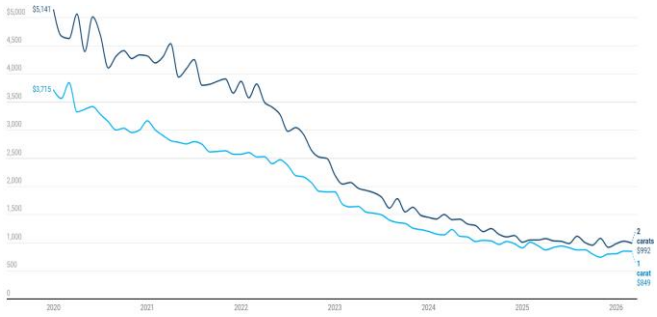


数据来源：Bain＆Company，西南证券整理

人造金刚石合成技术的成熟，逐步改变了金刚石长期依赖天然资源供给的模式。与天然金刚石新增供给受到矿山储量、开发周期和开采能力约束不同，人造金刚石可以通过设备投入、工艺优化和产能扩张持续增加供给，金刚石的供给约束由资源禀赋逐步转向制造能力。随着设备效率、晶体生长工艺和生产良率提升，设备投资、能源成本、生产效率和良率等制造业变量开始成为决定人造金刚石成本与供给的重要因素，金刚石由资源品逐步具备标准化制造品属性。

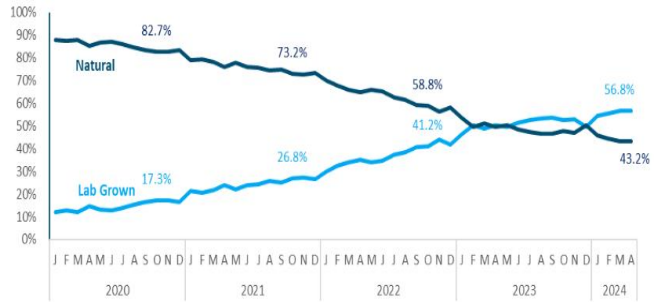
培育钻石市场的发展进一步验证了金刚石规模化制造能力的形成。伴随产能扩张和生产效率提升，同规格产品可复制性增强，培育钻石价格中枢持续下移。根据 Edahn Golan 数据，2020 年 1 月至 2026 年 3 月，2 克拉培育钻石平均零售价由 5141 美元降至 992 美元，累计下降约 80.7%；1 克拉培育钻石平均零售价由 3715 美元降至 849 美元，累计下降约 77.1%。与此同时，Tenoris 零售样本中，培育钻石销售份额由 2020 年的 17.3%提升至 2024 年的 56.8%，同期天然钻石份额由 82.7%降至 43.2%。价格下降与渗透率提升共同表明，人造金刚石已由早期技术稀缺型产品逐步迈向规模化、标准化制造阶段。

图 18：培育钻石平均零售价格持续下滑



数据来源：Edahn Golan，西南证券整理

图 19：美国裸钻零售市场培育钻石销量份额持续提升



数据来源：Tenoris，西南证券整理

培育钻石的规模化发展表明，人造金刚石已逐步形成较成熟的合成技术、规模制造和产业化体系，为金刚石进一步由珠宝消费向高性能功能材料延伸奠定了制造基础。随着材料纯度、尺寸、晶体质量及产品形态等关键参数的可控程度进一步提升，人造金刚石的制造目标也开始由满足克拉、颜色、净度等宝石属性，向满足热导率、晶体质量、尺寸一致性、加工精度及可靠性等工程指标拓展，金刚石的材料属性和功能价值逐步凸显。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

功能金刚石形成区别于传统钻石的价值评价体系。天然钻石主要依赖资源稀缺性与消费属性定价，培育钻石在规模化制造过程中更强调成本、效率和产品品质，功能金刚石的价值则更多取决于“性能—工艺—认证”：材料性能决定产品能够进入的应用场景及性能上限，制备与加工工艺决定材料性能能否稳定转化为可批量交付的产品，客户认证则决定产品能否真正进入下游供应链并实现规模应用。在散热、半导体、光学等工业领域，金刚石的高热导、低热膨胀、电绝缘等本征性能开始成为核心价值来源，产业竞争逻辑也由传统珠宝市场中的稀缺性与消费属性，转向以材料性能、产品化能力和客户导入为核心。

2.2 金刚石组合性能突出，适配高热流密度场景

金刚石用于热管理的核心优势在于高热导率与热机械、电学及力学性能形成组合匹配，而非单一材料参数领先。热学性能方面，金刚石室温热导率可达 2000~2200W/(m·K)，约为铜的 4~5 倍、铝的 8 倍以上，能够显著降低芯片热点至外部热沉之间的传导热阻，并强化局部热量的横向扩散。在高端芯片热点热流密度达到 500~1000W/cm²以上的场景下，金刚石可作为热扩散片、热沉或复合材料增强相，将集中热量更快向周边铺展，降低局部峰值温度，为 AI/HPC 芯片向更高功耗和更高热流密度演进提供材料端的性能裕量。

较低的热膨胀系数进一步提升了金刚石在先进封装中的热机械适配能力。金刚石热膨胀系数约为 1.0~1.5×10^{-6}/K，与硅的约 2.6×10^{-6}/K 较为接近，显著低于铜的约 17.6×10^{-6}/K。随着芯片反复经历升温、降温及功率循环，不同材料之间的膨胀失配容易在 TIM、金属化层及键合界面产生剪切应力，并引发焊点疲劳、分层或开裂。金刚石较低的热膨胀系数有助于缓解这一热失配问题，提高芯片与基板、封装盖板之间的界面可靠性，因此较为适配 2.5D/3D 等高集成度先进封装场景。

电学、化学及热稳定性进一步拓宽了金刚石在高功率和极端工况下的应用边界。金刚石禁带宽度约为 5.5eV，高纯未掺杂金刚石具有良好的电绝缘性能，可在维持电气隔离的同时更加靠近 SiC、GaN 等高功率器件热源；同时，金刚石化学惰性较强，具有较好的耐酸碱和耐腐蚀能力，并可耐受 600℃以上高温，适用于高功率、高频及复杂环境下的热管理需求。上述特性使其不仅可用于 AI/HPC 芯片，也适用于车载电驱、OBC、逆变器以及雷达、激光、航空航天等对耐高温、高可靠性要求较高的应用场景。

高硬度和高刚度则为金刚石热管理产品的尺寸稳定性提供力学基础。金刚石维氏硬度可达 80~100GPa，杨氏模量约为 1.0~1.1TPa，弹性变形较小，有利于薄型热沉片维持较高的尺寸稳定性、平整度及较低翘曲；但较高硬度也同步提高了切割、减薄、抛光等精密加工难度，对加工设备、工艺控制和制造成本提出更高要求。整体来看，金刚石的材料优势不仅是“导热更快”，而是通过高热导、低热膨胀、电绝缘、耐高温及高力学强度协同作用，同时匹配高热流密度器件对热点扩散、界面可靠性和极端工况适应性的多重要求。

图 20：金刚石多维性能协同释放高热流密度场景应用潜力



数据来源：西南证券整理

2.3 HPHT：规模化供给基础，支撑微粉与复合材料路线

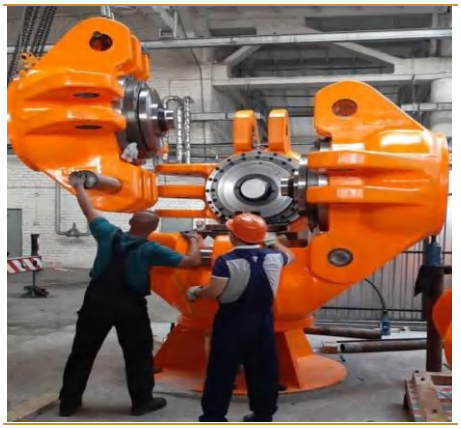
高温高压（HPHT）技术于 20 世纪 50 年代实现关键突破，开启人造金刚石工业化制备进程。1954 年，美国通用电气公司（GE）首次在实验室成功合成小颗粒金刚石，标志着人类开始突破天然金刚石对地质形成条件的依赖；随后随着高温高压设备及晶体生长工艺不断改进，HPHT 金刚石逐步由工业级小颗粒向更大尺寸、更高品质单晶延伸。1971 年，GE 进一步利用 HPHT 技术制备出首批珠宝级培育钻石，表明该技术已由满足工业磨削、切削需求，逐步具备制备高品质单晶的能力。

HPHT 技术突破使人造金刚石由实验室合成走向规模化制造，为后续工业金刚石及功能材料发展奠定了供给基础。HPHT 通过模拟天然金刚石形成所需的高温、高压环境，实现碳原子由石墨结构向金刚石晶体结构转变。典型工艺以高纯石墨为碳源，并加入铁、钴、镍等金属触媒，在约 6.7GPa、1500℃的高温高压条件下促进碳原子发生相变并结晶形成金刚石。相较于后续发展的 CVD 路线，HPHT 具有生长速度较快、生产效率较高、装备及规模制造体系成熟等特点，能够稳定生产金刚石微粉、颗粒及块状单晶，是目前人造金刚石规模化供给的重要技术路线。

国产六面顶压机及配套工艺体系构成我国 HPHT 规模制造的重要基础。HPHT 产业链上游主要包括高纯石墨、金属触媒等原材料，核心装备为高温高压合成设备。我国围绕六面顶压机长期积累设备设计、压力控制、合成腔体及晶体生长工艺，并以河南为核心形成较完整的产业配套体系。近年来，随着合成腔体大型化以及温度场、压力场控制精度持续提升，HPHT 产品进一步向大尺寸、高品质单晶延伸，成熟的装备与制造体系也为功能金刚石拓展提供了低成本、规模化的原料基础。

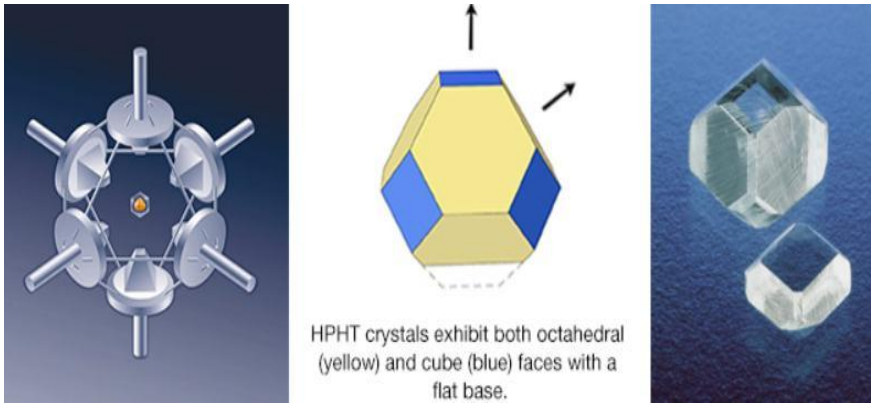
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 21：HPHT 工艺设施



数据来源：La Brilliante，西南证券整理

图 22：HPHT 金刚石晶体晶面结构及典型形貌

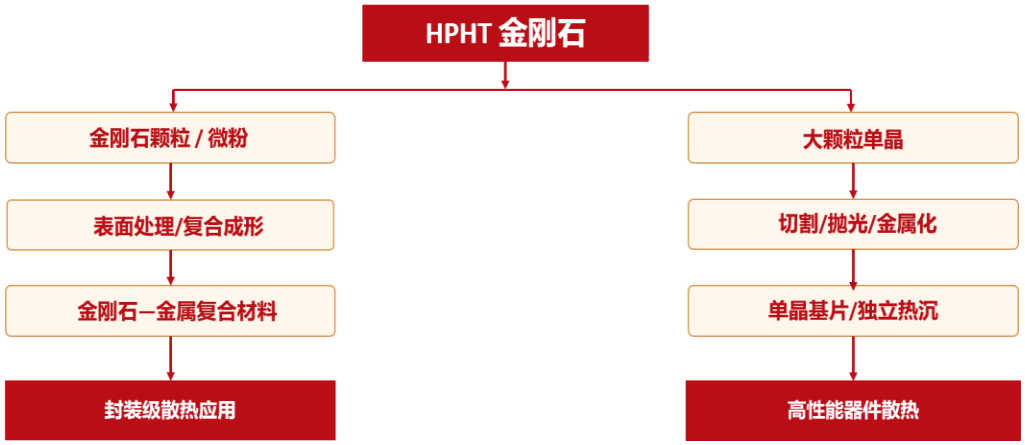


数据来源：GIA，西南证券整理

从散热应用看，HPHT 与金刚石-金属复合材料的匹配度更高。HPHT 能够以较高效率、较低成本提供金刚石颗粒和微粉，可作为增强相与铜、铝等金属基体复合。金刚石颗粒负责提升材料导热能力并降低整体热膨胀水平，金属基体则保留机械加工、金属化、焊接及装配能力，使复合材料在提升热性能的同时仍能够兼容现有热沉、封装盖板、基板及功率模块结构。相较于需要直接制备大面积高品质片状金刚石的路线，HPHT 颗粒增强复合材料对原料形态和后续集成工艺的要求相对较低，因此更具现阶段工程导入基础。

金刚石-金属复合材料或率先实现规模化工程导入。HPHT 大颗粒单晶同样可以进一步加工为高端功能材料，但从晶体生长到最终器件仍需经历切割、减薄、抛光、金属化和连接等多道工序，其应用上限不仅取决于原始晶体尺寸和品质，也受到后加工良率与界面集成能力约束。因此，HPHT 在金刚石散热产业中的核心定位并非替代 CVD 高端热沉，而是依托成熟装备和规模制造优势，为复合材料及其他功能产品提供低成本、可规模化的金刚石原料基础。短期来看，金刚石-金属复合材料由于产品形态接近传统散热材料、对现有封装结构改动较小，有望率先实现工程导入。

图 23：HPHT 在人造金刚石散热产业中的主要应用路径

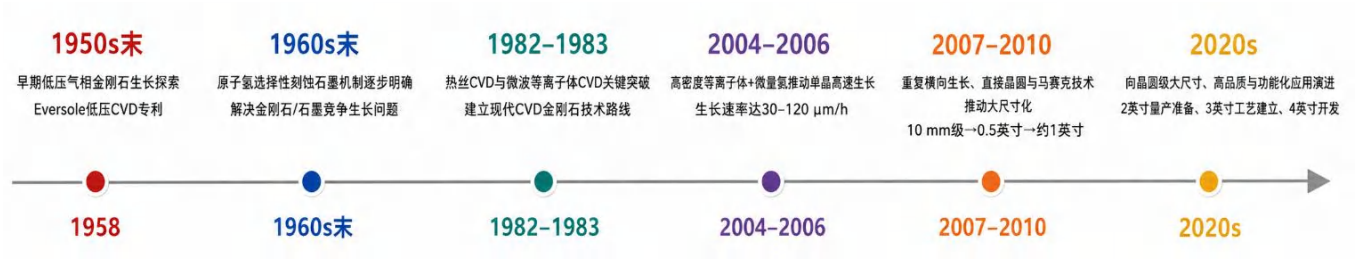


数据来源：Scientific Reports，西南证券整理

2.4 CVD：高品质片状材料核心路线，面向高端热沉及近芯片应用

相较 HPHT 以高温高压环境实现块状晶体生长，化学气相沉积法（CVD）进一步突破了金刚石在低压环境下连续沉积的限制，为薄膜、片状材料及高品质单晶的可控制备打开空间。CVD 金刚石的探索可以追溯至 20 世纪 50 年代，但早期技术长期受到沉积速率低和非金刚石碳相竞争生长等问题制约，距离工业应用仍有较大差距。20 世纪 80 年代，随着对原子氢作用机制认识加深以及热丝、等离子体等气体活化方式取得突破，低压环境下金刚石稳定沉积逐步成为可重复实现的工艺过程，CVD 金刚石由早期实验室探索进入快速发展阶段。其中，氢气在 CVD 金刚石生长过程中发挥关键作用，一方面能够选择性刻蚀石墨，另一方面有助于金刚石相生长。随着对这一机制认识加深以及气体活化能力提升，CVD 金刚石由早期低速沉积逐步进入可稳定、可重复的生长阶段。

图 24：金刚石 CVD 制备技术发展时间线



数据来源：AIST，Element Six，西南证券整理

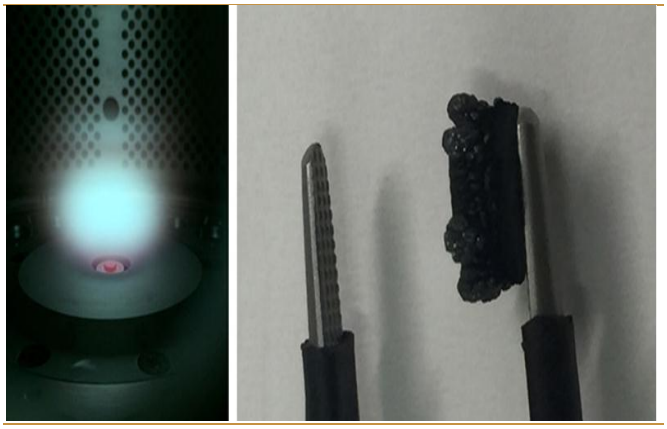
CVD 通过含碳气体在气相或气固界面发生反应，使碳原子在衬底表面逐层沉积并生长形成金刚石。金刚石制备通常以甲烷、氢气等作为反应气体，利用微波等离子体等方式将气体活化，再使含碳基团在金刚石籽晶或基底表面沉积。通过调节气体比例、温度、压力和沉积时间，可对材料的晶粒尺寸、厚度、应力和晶体质量进行控制。

图 25：CVD 生长设施



数据来源：GIA，西南证券整理

图 26：CVD 金刚石晶体生长及出炉形态



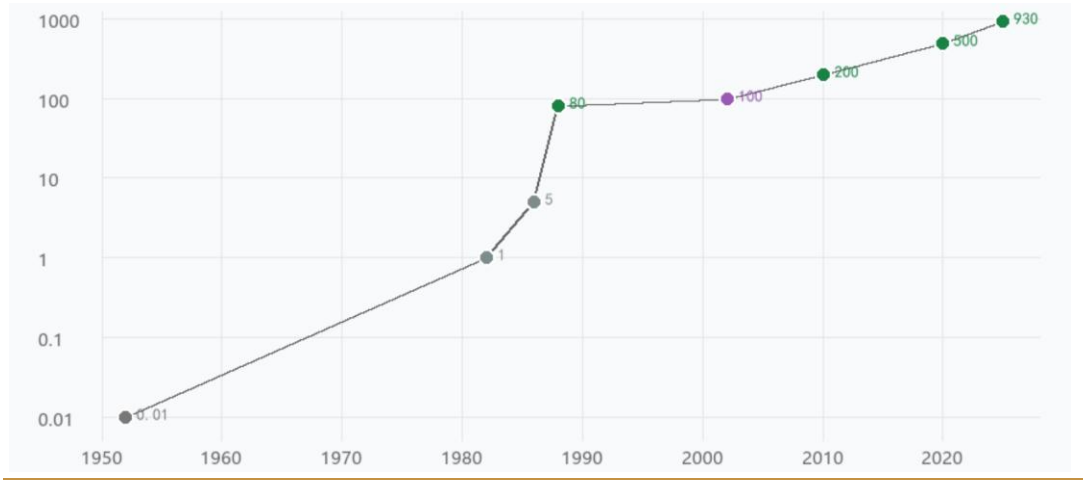
数据来源：GIA，西南证券整理

沉积速率持续提升推动 CVD 金刚石由实验室研究走向工业制造，技术进步的核心逐渐由“能否生长”转向“能否高效、稳定地生长”。早期 CVD 金刚石沉积速率极低，限制了材料厚度和生产效率；随着热丝、微波等离子体、电弧等气体活化方式持续迭代，单位时间内的活性基团密度和能量输入能力明显提高，沉积速率由早期 0.01μm/h 逐步提升至 930μm/h。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

对于散热热沉等需要一定厚度的独立片材而言，沉积效率提升直接缩短生产周期并摊薄设备折旧和能源成本，是 CVD 金刚石由实验室样品向规模制造演进的重要条件。

图 27：CVD 金刚石沉积速率七十年演进



数据来源：半导体用金刚石概念验证平台，西南证券整理

沉积速率并非越高越好。随着能量密度提高，材料应力、晶体缺陷、温度场均匀性及非金刚石相控制难度也同步上升，因此实际产业化需要在沉积效率、材料品质、面积和稳定性之间寻找平衡。CVD 技术的发展也由此形成多条差异化路线。根据碳源活化方式及等离子体产生方式不同，当前金刚石 CVD 主要形成热丝 CVD（HFCVD）、微波等离子体 CVD（MPCVD）、直流电弧等离子体喷射 CVD（DC Arc）及直流等离子体辅助 CVD（DC-PACVD）等技术路线。

HFCVD 通过高温钨丝等金属热丝分解甲烷和氢气，产生原子氢及含碳活性基团，并在衬底表面沉积形成金刚石薄膜。该路线设备结构简单、工艺控制相对成熟，热丝阵列易于扩展，在大面积、多基片和低成本制备方面具有优势；但高温热丝容易发生碳化和脆化，并可能引入金属杂质，同时活性粒子浓度相对有限，对沉积速率和高纯度材料制备形成约束。因此，HFCVD 目前更适合大面积多晶金刚石薄膜及涂层等规模化应用。

MPCVD 利用微波激发甲烷、氢气等反应气体形成等离子体，并在衬底表面沉积金刚石薄膜。由于反应区无需金属电极直接参与，MPCVD 能够有效降低杂质污染，同时可对功率、气压、气体配比及衬底温度等参数进行精细控制，在材料纯度、晶体质量及沉积稳定性方面具有优势。其主要约束在于设备投资较高，且随着沉积面积扩大，等离子体和温度场均匀性控制难度上升。因此，MPCVD 更适用于高品质单晶、金刚石热沉及其他高性能功能材料制备。

DC Arc 突出优势在于高能量密度和高沉积效率，更适合厚膜及快速沉积场景。该路线通过直流电弧产生高温、高密度等离子体，并以高速等离子体射流将活性碳氢物种输运至基底表面，其活性粒子通量显著提升，因此具有较高的活性粒子通量和沉积效率，可实现金刚石的高速生长。但其高速沉积也伴随着更高的热负荷和更剧烈的空间梯度，基底温度均匀性、残余应力、晶粒质量及大面积一致性的控制难度相对较高。

DC-PACVD 利用直流放电激发甲烷—氢气体系形成等离子体，并在基底表面沉积金刚石。该路线可通过多阴极阵列及扩大电极尺寸等方式扩展稳定放电和沉积区域，具有沉积速率较高、设备及运行成本相对较低和大面积扩展能力较强等特点。多阴极 DC-PACVD 已实现 100 mm 自支撑金刚石晶圆制备，后续采用二极管型电极结构进一步实现 8 英寸自支撑金刚石晶圆。随着沉积面积扩大，等离子体均匀性、阴极杂质引入以及膜厚、热导率和结晶质量一致性成为重要控制环节，因此该路线较适合大面积多晶金刚石厚膜及自支撑晶圆制备。

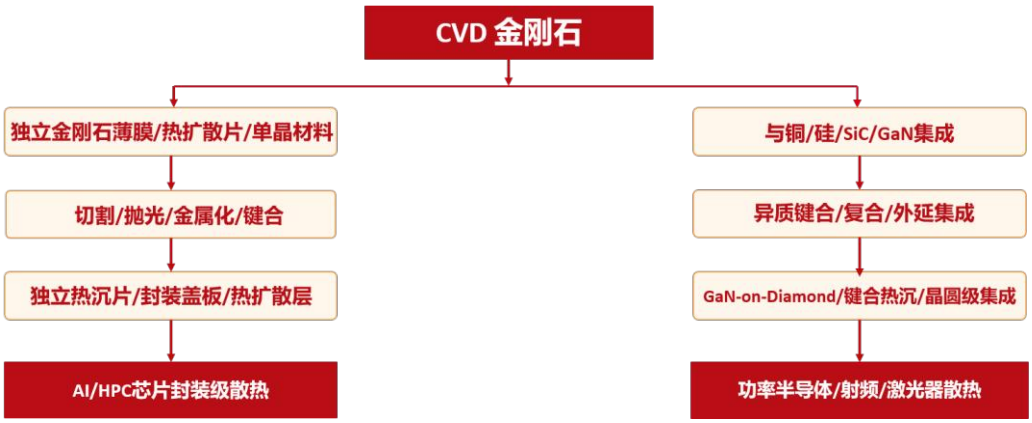
表 2：四种 CVD 技术路线核心特征对比

技术路线	主要工艺特征	核心优势	主要约束	应用场景
HFCVD	热丝分解 CH4/H2，阵列易扩展	结构简单、成本低、适合大面积	热丝碳化脆化，易引入金属杂质	多晶薄膜/涂层
MPCVD	微波激发，参数控制精细	杂质低、纯度高、晶体质量好	设备投入高，放大后均匀性控制难	高品质单晶/热沉/功能金刚石材料
DC Arc	直流电弧+等离子体射流	能量密度高、沉积快、适合厚膜	热负荷高，一致性与应力控制难	厚膜/快速沉积
DC-PACVD	直流放电，可多阴极扩展面积	速率较高、成本较优、面积可放大	均匀性、阴极杂质与膜质一致性需控制	大面积厚膜/自支撑晶圆

数据来源：Synthesiology、Diamond and Related Materials、Applied Physics Letters，西南证券整理

与 HPHT 相比，CVD 的核心优势在于片状材料尺寸、厚度及形态的可控制备，更适合面向高端热沉及近芯片应用。CVD 可制备独立金刚石薄膜、热扩散片及单晶材料，并进一步与铜、硅、SiC、GaN 等材料实现异质集成；其在材料形态和界面集成方面的灵活性，使其更适合 AI/HPC 芯片、高功率半导体、射频器件及高功率激光器等对局部热扩散和近结热管理要求更高的应用。

图 28：CVD 在人造金刚石散热产业中的主要应用路径



数据来源：Element Six，Coherent，西南证券整理

现阶段 CVD 产业化已经由“材料能否生长”逐步转向“大尺寸、高效率、高品质和稳定良率能否兼顾”。随着材料面积和厚度增加，等离子体均匀性、温度场、应力和批次一致性的控制难度同步提升；同时，材料仍需经过后续加工和界面集成才能转化为可实际使用的散热产品。因此，CVD 生长决定了高端金刚石材料的性能与形态基础，而后续加工、连接及不同散热产品路线的工程化能力，将进一步决定其最终应用边界。

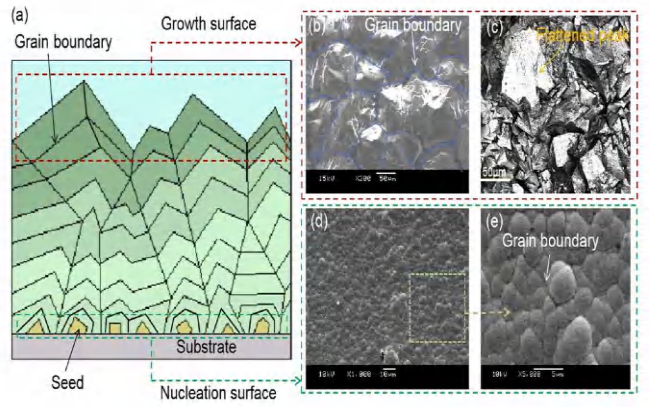
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

2.5 后加工与连接工艺决定金刚石高导热性能向器件端有效传递

CVD 生长完成后的金刚石通常仍属于材料毛坯，其优异热学性能并不能直接转化为满足芯片散热需求的标准化器件。尤其对于多晶 CVD 金刚石而言，随着沉积厚度增加，晶粒尺寸、晶界结构以及生长表面起伏会进一步增加，导致表面粗糙度、厚度均匀性和平整度难以满足热扩散片、键合层及器件集成要求。因此，实际应用中需要通过切割、减薄、研磨、抛光及金属化等后加工环节，对材料尺寸、厚度和表面质量进行精确控制。

从商业化产品要求来看，CVD 金刚石热管理材料已不仅关注材料本征热导率，而需要满足严格的加工一致性要求。以 Element Six CVD 金刚石产品规格为例，机械/电化学应用级 CVD 金刚石尺寸可达到约 130mm 级，厚度通常控制在 2mm 以内，厚度公差约±25μm；同时，研磨后表面粗糙度需控制在 200nm 以内，抛光后进一步降低至 20nm 以内。对于高端 CVD 金刚石应用，表面粗糙度要求甚至可达到 5nm 以内。因此，CVD 金刚石的应用等级越高，对后加工精度的要求越严格。

图 29：CVD 金刚石生长面与成核面微观结构差异



数据来源：Micromachines，西南证券整理

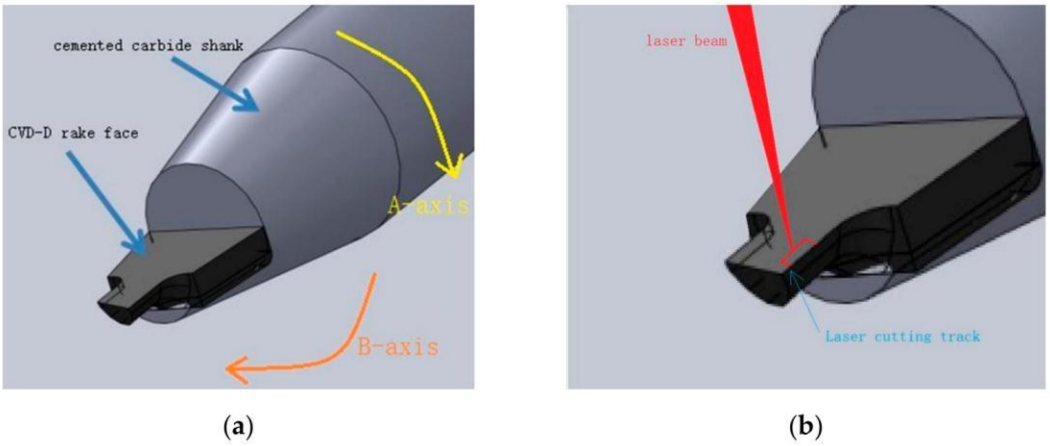
图 30：不同类型 CVD 金刚石产品的加工规格与表面质量要求

	pCVD DIAMOND (OPTICAL THERMAL ELECTRONIC)	pCVD DIAMOND (MECHANICAL ELECTROCHEMICAL)	scCVD DIAMOND
SIZE THICKNESS	< Φ85 mm; < 2 mm	< Φ130 mm < 2 mm	8 × 8 mm < 2 mm
DIMENSIONAL TOLERANCE	-0, + 0.2 mm	-0, + 0.2 mm	-0,+ 0.2 mm
THICKNESS	±25 µm	±25 µm	±25 µm
CUT EDGE KERF ANGLE	3° ±2°	3° ±2°	3° ±2°
SURFACE ROUGHNESS LAPPED (Ra)	<200 nm	<200 nm	<200 nm
SURFACE ROUGHNESS POLISHED (Ra)	<20 nm	<20 nm	<5 nm
FLATNESS (633 nm)	1 fringe in 10 mm		1 fringe in 3 mm
ORIENTATION MISCUT			±3°
FACET ANGLE (PRISMS)			±0.25°

数据来源：Element Six，西南证券整理

切割与减薄是金刚石由大尺寸材料向标准化散热组件转换的第一步。由于金刚石具有极高硬度和化学稳定性，传统机械加工效率较低，实际制造中通常需要结合激光切割、精密磨削及减薄工艺，实现尺寸、厚度以及边缘质量控制。其中，切割主要决定产品尺寸和形状，而减薄则直接影响热扩散片厚度、重量以及封装匹配性。对于芯片散热应用而言，厚度过大会增加热传输路径，而厚度不均则可能导致局部接触压力不足，进一步增加界面热阻。因此，大尺寸 CVD 金刚石材料向薄型化、高一致性热沉产品转化过程中，加工精度成为影响产品良率的重要因素。

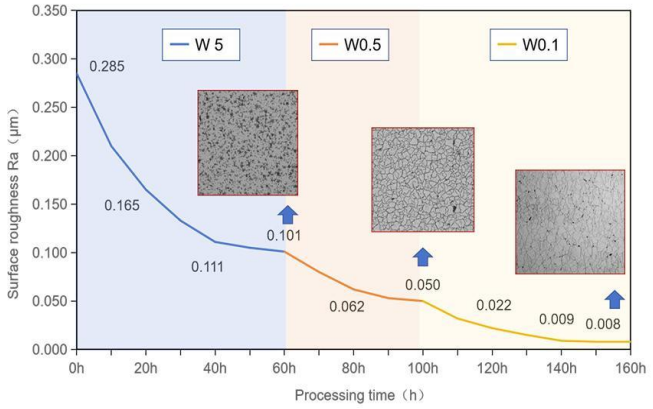
图 31：CVD 金刚石后加工中的激光精密切割工艺



数据来源：Micromachines，西南证券整理

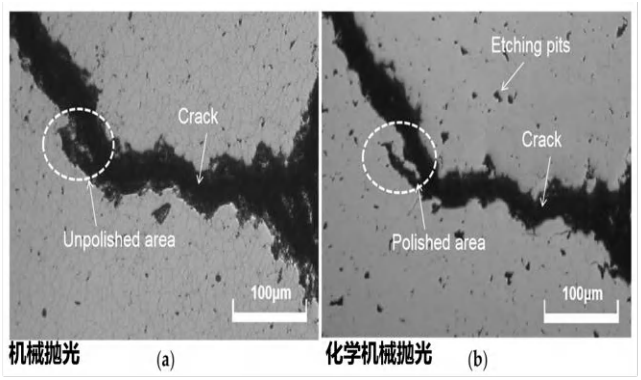
研磨与抛光进一步决定金刚石表面质量，是实现低热阻连接的关键环节。在切割和减薄完成后，CVD 金刚石表面仍可能存在加工损伤、晶粒起伏及微观缺陷，需要通过精密研磨和抛光进一步改善表面状态。研磨主要用于去除加工余量、降低厚度偏差并提升平整度，抛光则进一步降低表面粗糙度，为后续金属化、焊接及直接键合提供高质量界面。由于金刚石硬度极高且多晶 CVD 金刚石存在晶粒取向差异，其精密加工难度较高，通过优化加工参数和抛光工艺，可显著改善表面质量。随着磨料粒径由 W5 向 W0.1 逐步细化，CVD 金刚石表面粗糙度 Ra 由 0.285μm 下降至 0.008μm；同时，化学机械抛光相较传统机械抛光能够减少裂纹、蚀坑等表面缺陷，进一步提升表面完整性。对于芯片级散热应用而言，表面粗糙度和平整度不仅影响加工精度，更直接决定金刚石与金属层、焊料及芯片结构之间的有效接触面积和界面热阻。随着金刚石由独立热扩散片向芯片级键合和先进封装应用拓展，对纳米级表面质量和高一致性加工能力的要求将持续提升。

图 32：随着磨料粒径逐步细化，金刚石表面粗糙度同步下降



数据来源：Micromachines，西南证券整理

图 33：不同抛光方法对 CVD 金刚石表面形貌的影响

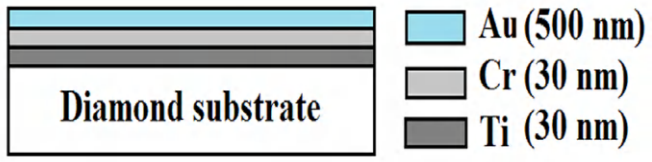


数据来源：Micromachines，西南证券整理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

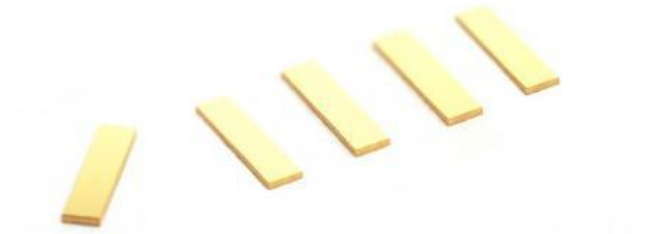
表面金属化进一步解决金刚石难以直接焊接和装配的问题，是连接工艺与精密加工之间的重要桥梁。金刚石完成减薄和抛光后，可根据焊接、钎焊、烧结或直接键合等后续方案设计相应的金属化或功能涂层，使金刚石既保持较高本体热导率，又能够兼容现有芯片封装及装配工艺。金属化通常采用 Ti、Cr 等活性金属作为附着层，再叠加 Au 等导电层，实现金刚石与后续焊接/键合工艺兼容，目前 Element Six 已经商业化提供金属化 CVD 金刚石。金属化工艺是实现 CVD 金刚石与现有封装体系兼容的关键环节，决定了材料高导热优势能否有效传递至芯片及散热结构。随着金刚石散热应用逐步推进，具备稳定金属化和连接能力的产品已开始进入商业化阶段。

图 34：CVD 金刚石表面金属化层结构示意图



数据来源：Advanced Engineering Materials，西南证券整理

图 35：Element Six 已经商业化提供金属化 CVD 金刚石



数据来源：Element Six，西南证券整理

经过切割、减薄、研磨、抛光及金属化等后加工环节后，CVD 金刚石已具备作为热扩散材料应用的尺寸和表面条件，但材料性能向器件散热能力的转化仍取决于后续连接工艺。在实际芯片散热应用中，金刚石需要进一步与芯片、金属热沉、封装基板或其他散热结构实现可靠连接，而连接界面通常成为整个热传输路径中的关键环节。由于金刚石与传统封装材料之间存在热膨胀系数差异、界面化学稳定性不足以及结合能力较差等问题，如何降低连接界面热阻、提高结合强度并保证长期热循环可靠性，成为金刚石散热产业化过程中需要突破的重要技术环节。

金刚石材料与半导体器件之间的连接，是决定高导热性能能否真正传递至器件端的关键环节。从界面结构看，金刚石与半导体材料的连接方案通常可分为直接连接和间接连接两类。直接连接通过减少或取消中间界面层，实现半导体与金刚石材料的近距离集成，有助于降低界面热阻并提升近结散热能力；间接连接则通过焊料、金属中间层或烧结材料实现异质材料连接，工艺成熟度更高。不同方案的选择，需要在散热性能、工艺温度、连接可靠性及规模化制造能力之间进行综合权衡。

直接连接主要包括沉积直连和低温键合两类。沉积直连可表现为在金刚石衬底上外延生长 Si、SiC、GaN 等半导体材料，或在 Si、SiC、GaN 等半导体表面沉积金刚石膜；后者通常先完成半导体外延层制备和原衬底去除，再与金刚石衬底进行键合。该类方案能够缩短热源至金刚石的距离，并减少中间层热阻，是发挥金刚石近结散热能力的重要方向。

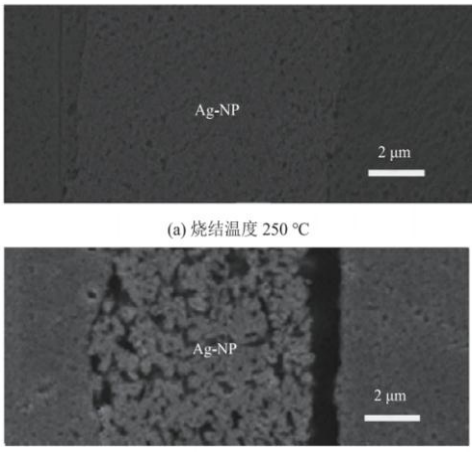
间接连接则通过中间层实现，主要包括软钎焊、瞬时液相扩散焊和纳米银低温烧结等方式。软钎焊工艺成熟、适用范围较广；瞬时液相扩散焊通过低熔点中间层扩散形成高熔点金属间化合物，可提高连接结构的稳定性；纳米银烧结则能够在相对较低温度下实现高导热连接，近年来在高功率 SiC、GaN 器件封装中的应用逐步增加。不同方案最终仍需在界面热阻、工艺窗口、热机械应力、成本和量产可行性之间进行权衡。

图 36：现有金刚石与半导体器件连接工艺的技术路线图



数据来源：集成技术，西南证券整理

图 37：大尺寸纳米银颗粒的截面图



数据来源：集成技术，西南证券整理

CVD 金刚石散热商业化的核心并不只是材料本征热导率，而在于能否通过后加工和连接工艺，将材料性能稳定转化为封装级热管理能力。未来随着应用场景由独立热扩散片进一步向芯片级键合、晶圆级集成发展，尺寸控制、表面加工、金属化以及界面可靠性将成为决定金刚石散热产品竞争力的重要环节。随着加工精度和界面集成能力提升，金刚石的导入位置可由封装外部逐步向芯片背面、器件衬底及晶圆级近结区域前移，并由此形成不同的散热产品路线。

3 产品路线逐步分化，复合、多晶与单晶金刚石加速导入散热场景

3.1 三类产品各有侧重，性能、尺寸与制造难度形成分化

从产品类型看，当前金刚石散热材料主要包括金刚石复合材料、多晶金刚石和单晶金刚石三类。其中，金刚石复合材料通过将金刚石与铜、铝等基体结合，在提升导热能力的同时兼顾加工、连接及结构设计需求；多晶和单晶则属于纯金刚石材料，能够更充分发挥金刚石本征高导热、低热膨胀和电绝缘等特性。三类产品的差异并不只体现于热导率，更体现在大尺寸制造、表面加工、成本及器件集成难度等方面，因此对应的产品形态和适用场景存在明显分化。

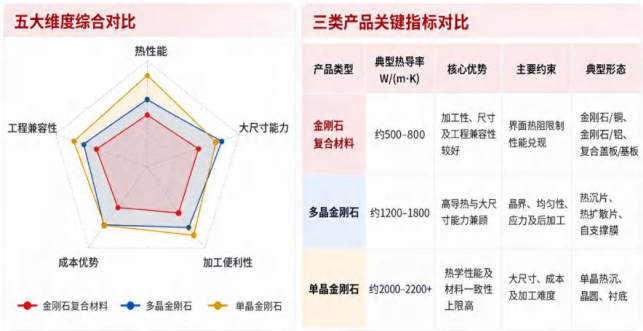
金刚石复合材料更强调热性能与工程可制造性的平衡。以金刚石-铜为例，其通常以金刚石颗粒作为高导热增强相、金属作为连续基体，在提升材料整体导热能力的同时，保留金属材料较好的延展性、可焊接性和机械加工能力；通过调节金刚石含量及界面结构，还可在导热性能与热膨胀系数之间进行匹配。相较纯金刚石材料，复合材料热导率上限较低，但产品形态更接近传统盖板、基板、热沉及冷板等结构件，因而在尺寸设计和器件适配方面具备较强灵活性。其核心难点则来自金刚石与金属基体界面结合能力较弱，若界面结合不足，容易形成较高界面热阻，使金刚石本征高导热性能难以充分传递至复合材料。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

多晶金刚石在高导热与大尺寸制造之间形成较好平衡。多晶材料由大量金刚石晶粒构成，通常通过 CVD 工艺在基底表面同时成核并连续生长，可形成大面积片状材料、自支撑膜及热沉片。由于晶界会对声子传输产生散射，其热导率一般低于高品质单晶，但仍显著高于铜铝等传统散热材料；与此同时，多晶路线无需依赖大尺寸单晶籽晶，更容易扩大沉积面积，在尺寸扩展和制造成本方面具备相对优势。典型多晶金刚石热导率约为 1200~1800 W/(m·K)，部分高热导型号可进一步提升；其主要约束则集中于大面积生长过程中的厚度均匀性、残余应力、翘曲以及后续研磨抛光质量。

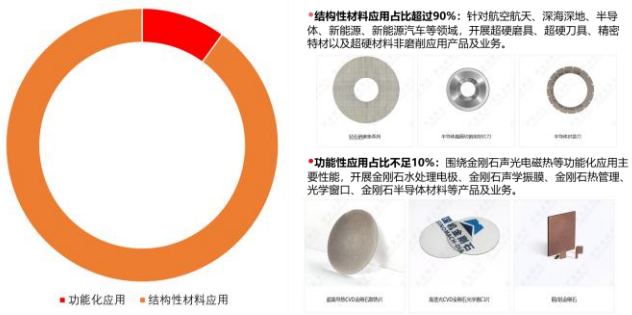
单晶金刚石代表金刚石散热材料的性能上限。单晶材料内部晶格连续、不存在晶界，可以减少晶界散射对声子传输的影响，高品质单晶金刚石热导率通常可达到约 2000~2200 W/(m·K)以上，同时具备较低热膨胀系数和优异的材料一致性，更适合对热流密度、界面质量及器件可靠性要求较高的应用。但单晶制备通常依赖高质量籽晶外延生长，面积扩展受到籽晶尺寸、缺陷累积和应力控制约束，大尺寸单晶还需要通过横向扩径、三维生长或马赛克拼接等方式实现，对晶相、厚度一致性及沉积环境提出更高要求；叠加切割、减薄、抛光和键合等后加工环节，整体制造难度明显高于多晶及复合材料。

图 38：金刚石散热三类产品核心能力对比



数据来源：西南证券整理

图 39：国内人造金刚石应用仍以结构性材料为主



数据来源：大河财立方，国机金刚石，西南证券整理

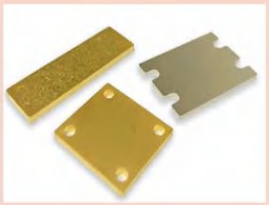
三类产品并非简单的前后替代关系，而是在“热性能—尺寸能力—加工制造—成本”之间形成差异化取舍。从产业导入节奏看，预计将呈现由工程适配性更强的金刚石复合材料率先导入，多晶 CVD 金刚石逐步向更高性能、大尺寸场景渗透，单晶 CVD 金刚石则率先在对极致散热要求较高的高端场景落地的梯次推进特征。金刚石复合材料更侧重工程适配与结构灵活性，多晶金刚石兼顾高热导和大尺寸制造能力，单晶金刚石则进一步打开材料性能上限。随着下游器件对热流密度、尺寸、可靠性及成本要求不同，三类产品预计将分别面向不同性能区间和产品形态，最终形成长期并行的材料体系。

3.2 金刚石-金属复合材料：兼顾高导热与工程适配

金刚石-金属复合材料是以金刚石颗粒作为高导热增强相，以铜、铝等金属作为连续基体形成的复合热管理材料。其核心思路是在金刚石高热导、低热膨胀特性与金属良好的加工、连接及结构成型能力之间取得平衡，使材料在提升导热能力的同时保留较好的工程可制造性。当前主要产品包括金刚石铜和金刚石铝，两者在热导率、密度及应用定位上存在明显差异。

金刚石铜综合导热性能更优，金刚石铝则更突出轻量化优势。从典型产品参数看，金刚石铜最高热导率可达约 800 W/(m·K)，明显高于金刚石铝的约 560 W/(m·K)；两者最大尺寸均可达到 Φ120 mm，厚度范围均覆盖 0.3—5.0 mm。另一方面，金刚石铝密度约 2.8—3.2 g/cm³，显著低于金刚石铜的 5.4—6.2 g/cm³，因此更适合对重量敏感的热管理场景；金刚石铜则凭借更高的导热能力，更适合高热流密度器件的热扩散需求。两类材料的热膨胀系数均明显低于纯铜等传统金属材料，可通过金刚石含量及材料体系设计进一步调节，实现导热性能与热机械匹配的协同优化。

图 40：金刚石-金属复合材料样品参数

产品类型	金刚石铜	金刚石铝
产品图		
最大尺寸(mm)	Φ120	Φ120
密度(g/cm³)	5.4-6.2	2.8-3.2
最大厚度(mm)	0.3-5.0	0.3-5.0
热膨胀系数(ppm/K)	6-9	6-11
最高热导率[W/(m·K)]	800	560

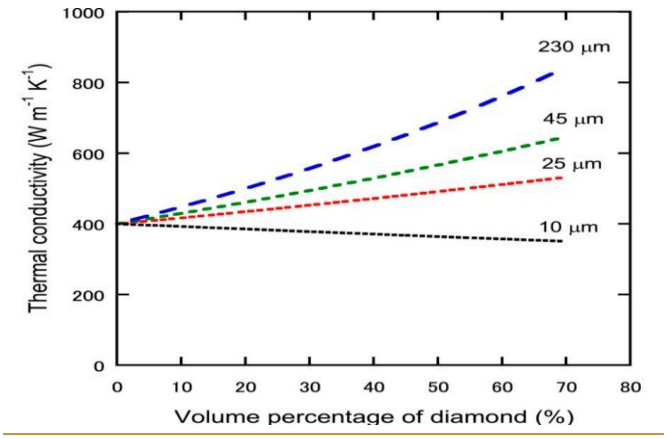
数据来源：Element Six，Denka，国机金刚石，西南证券整理

金刚石-金属复合材料具有较强的性能可设计性，其热学性能由金刚石颗粒体积分数、颗粒尺寸及界面状态共同决定。随着金刚石含量提高，材料中高导热相占比增加，热导率通常随之提升、热膨胀系数下降，但过高的金刚石含量也可能削弱金属基体的连续填充能力，增加孔隙和界面缺陷，因此并非金刚石比例越高越好。同时，颗粒尺寸会进一步影响实际传热路径，较小颗粒会增加单位体积内的界面数量，使界面热阻影响更加突出，而较大颗粒更有利于减少热量跨界面传递次数并形成连续导热网络。相关实验结果显示，在相同体积分数下，大颗粒金刚石体系通常具有更高热导率。复合材料性能优化的关键在于体积分数、颗粒尺度与界面质量的协同设计，以实现高导热相占比与材料致密性、连续传热能力之间的平衡。

复合材料的另一特点是热导率与热膨胀系数可以协同调节。对于半导体散热而言，仅提高热导率并不足以保证长期可靠性；芯片、基板和散热材料在温度循环过程中反复膨胀和收缩，如果不同材料热膨胀系数差异过大，容易在界面产生热应力。由于铜的热膨胀系数较高，而金刚石热膨胀系数较低，提高金刚石比例可以在改善导热性能的同时降低复合材料整体热膨胀系数。相关模拟结果显示，当金刚石体积分数由 10 vol%提高至 70 vol%时，复合材料热膨胀系数可由约 18×10^{-6}/K 下降至约 6×10^{-6}/K，同时考虑界面热阻和微观缺陷后的热导率由约 400 W/(m • K)提高至约 800 W/(m • K)。因此，金刚石-金属复合材料的价值不仅在于提升传统金属散热材料的导热能力，还在于通过组分设计降低与芯片之间的热机械失配。

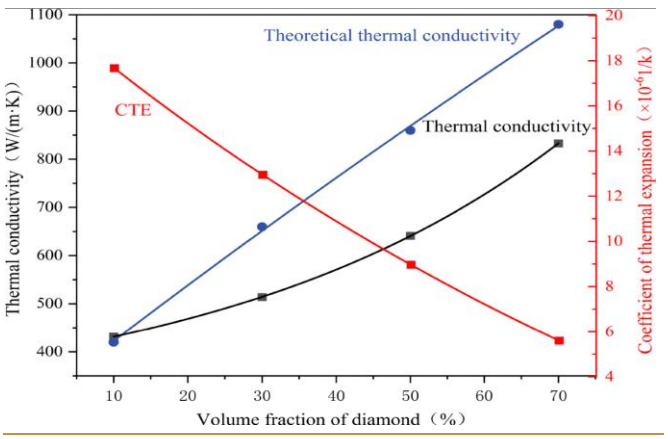
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 41：金刚石颗粒尺寸及体积分数共同影响金刚石/铜复合材料热导率



数据来源：AIP Advances，西南证券整理

图 42：金刚石体积分数与热导率/热膨胀系数之间的关系



数据来源：Materials Advances，西南证券整理

较高的结构自由度使金刚石-金属复合材料能够延续传统金属散热件的产品形态。金刚石颗粒并不需要形成完整的大尺寸连续晶体，而是分散于金属基体内部，因此材料可以进一步加工为平板、基板、封装盖板、热沉以及冷板局部高导热结构等不同形态。相较纯金刚石片材，这种结构更容易根据器件尺寸、安装孔位及机械接口进行定制，也更容易与既有金属散热结构进行组合。因此，复合材料的核心竞争力并不在于追求极限热导率，而是在高导热、低热膨胀和金属结构件属性之间形成综合平衡。

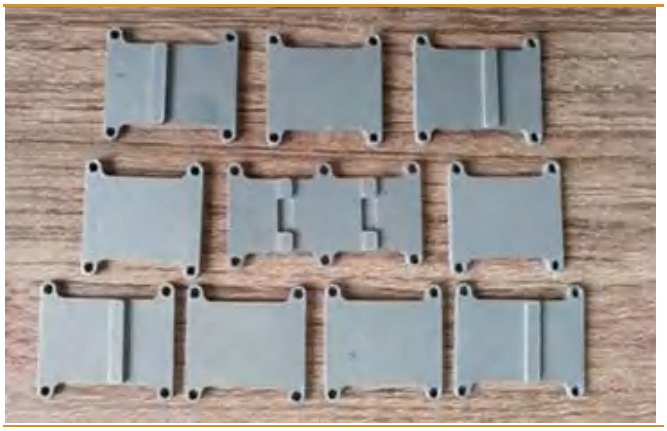
从这一角度看，金刚石铜与金刚石铝构成了当前最典型的两类金属基体系：前者利用铜的高导热基础进一步强化热扩散能力，适合对热性能要求更高的场景；后者通过铝基体降低整体密度，在保持明显高于传统铝材热性能的同时突出轻量化。随着器件功率密度持续提高，金刚石-金属复合材料的性能优化重点将更多落在高导热网络构建、热膨胀匹配和结构性能之间的协同设计，而非单一追求更高金刚石含量。

图 43：表面镀膜后的金刚石-铜复合材料导热载板



数据来源：哈尔滨一盛，西南证券整理

图 44：高导热金刚石-铝复合材料成品



数据来源：哈尔滨一盛，西南证券整理

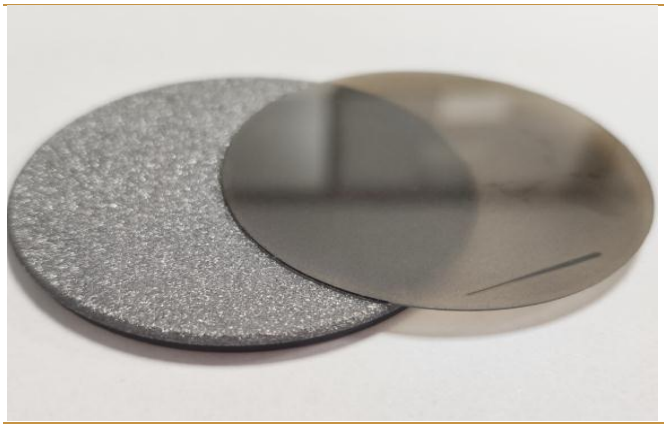
金刚石-金属复合材料并不追求纯金刚石的极致热导率，而是通过复合设计将金刚石的高导热优势转化为更易加工、连接和集成的工程化散热产品。其中，金刚石铜侧重高导热性能，金刚石铝侧重轻量化，两者共同覆盖不同性能与结构需求。

3.3 多晶 CVD 金刚石：高导热与大面积兼具的纯金刚石材料

多晶 CVD 金刚石是由大量金刚石晶粒相互连接形成的连续纯金刚石材料。其通常通过化学气相沉积在基底表面形成大量晶核，晶核在持续生长过程中逐渐长大并相互接触，最终形成具有一定厚度的连续金刚石膜；经分离后可获得自支撑金刚石片材。与金刚石-金属复合材料不同，多晶 CVD 金刚石内部不存在连续金属基体，材料主体基本由金刚石构成，因此能够更充分发挥金刚石高热导率、低热膨胀系数、电绝缘和较高化学稳定性等本征特性；与单晶金刚石相比，多晶材料则由不同取向的晶粒共同组成，无需整个片材保持统一晶格取向，因此能够形成更大的连续沉积面积。

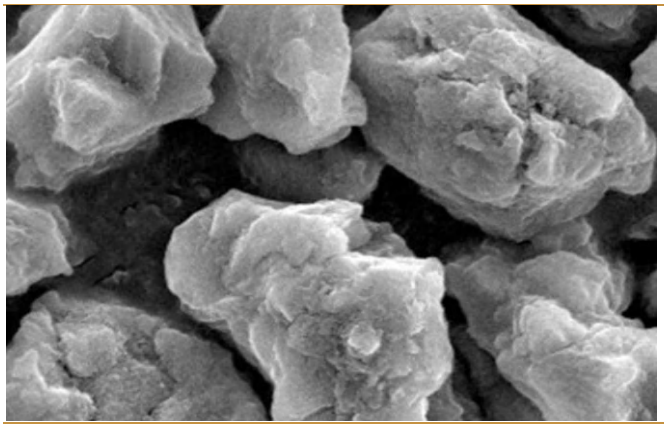
从微观结构看，晶粒与晶界构成了多晶 CVD 金刚石最重要的材料特征。单个晶粒内部仍保持金刚石晶格结构，但相邻晶粒之间存在晶界，不同晶粒在尺寸、取向和缺陷状态上也可能存在差异。金刚石主要依靠声子传递热量，晶界和晶体缺陷会对声子产生散射，因此多晶材料的热导率通常低于晶格连续的高品质单晶金刚石。不过，多晶 CVD 金刚石的热导率仍可达到约 1200~1800 W/(m·K)，明显高于铜、铝等传统散热材料；随着晶粒尺寸增大、晶界密度下降及晶体质量提高，高品质多晶材料的热导性能还可以进一步接近单晶水平。多晶材料由此形成了区别于单晶的核心结构特点：其性能并非由统一晶格决定，而是由晶粒质量、晶粒尺度和晶界状态共同塑造。

图 45：多晶 CVD 金刚石晶圆



数据来源：海光智能科技，西南证券整理

图 46：多晶金刚石微观结构

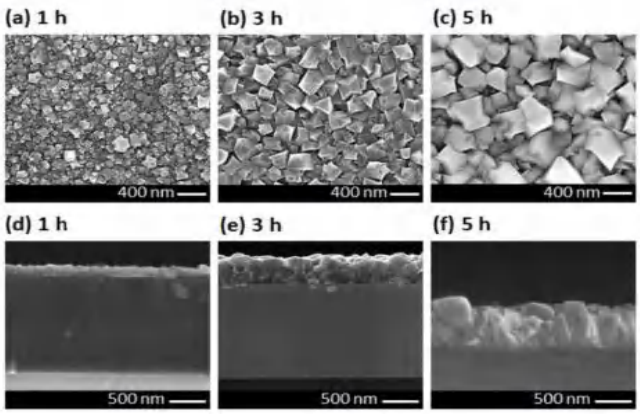


数据来源：粉体网，西南证券整理

多晶 CVD 金刚石并不是结构固定的单一材料，不同晶粒尺度可以形成差异化的材料性能。根据晶粒尺寸，可进一步划分为超纳米晶、纳米晶、微晶及更大晶粒多晶等不同形态。随着晶粒尺寸由纳米尺度逐步增大，单位传热路径中需要跨越的晶界数量减少，晶界散射作用减弱，材料热导率通常随之提高。因此，多晶材料的热性能会随晶粒尺寸和晶体质量发生明显变化：晶粒较小时，单位传热路径内晶界数量更多，晶界散射作用更强；随着晶粒逐步粗化，晶界密度下降，声子平均自由程增加，材料热导率随之提升。已有研究显示，从纳米晶向微晶及更大晶粒多晶演变过程中，金刚石薄膜热导率整体呈上升趋势。因此，多晶 CVD 金刚石性能提升的关键在于提高晶体质量、增大有效晶粒尺度并减少晶界缺陷对声子传输的干扰。

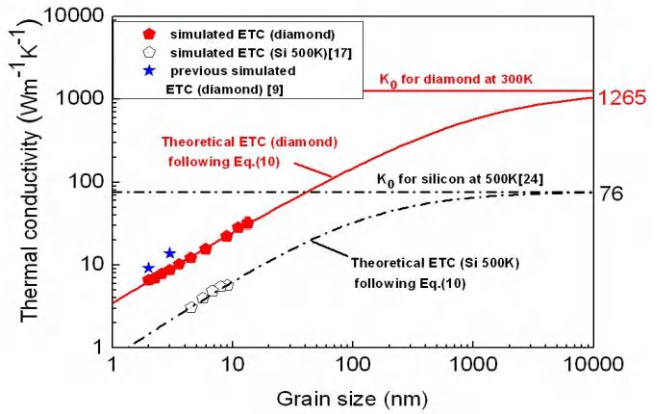
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 47：多晶 CVD 金刚石晶粒随生长过程逐步粗化



数据来源：Crystals，西南证券整理

图 48：多晶金刚石晶粒尺寸增大有助于提升热导率



数据来源：Scientific Reports，西南证券整理

从产品形态看，多晶 CVD 金刚石主要以自支撑片材、热沉片和热扩散片等形式存在。由于材料主体由高导热金刚石构成，其单位面积热扩散能力明显高于传统金属及金刚石复合材料；同时，大面积制备能力又使其能够覆盖尺寸更大的器件和封装区域。因此，多晶 CVD 金刚石的核心竞争力并不在于达到单晶材料的极限性能，而是在高热导率、大尺寸能力和材料成本之间形成更均衡的产品定位。所以，多晶金刚石常定位于大功率激光器、精密机械以及高端 CPU/GPU 热管理等高热流密度场景。

图 49：自支撑金刚石片实物图



数据来源：Element Six，西南证券整理

图 50：多晶金刚石应用场景

POLYCRYSTALLINE CVD DIAMOND	
OPTICAL GRADE	Engineered for far infrared laser optical applications
ELECTRONIC GRADE	Ultrahigh purity material for large area passive electronics
THERMAL GRADES	High thermal conductivity diamond heat spreading
MECHANICAL GRADES	High strength diamond for precision machining
ELECTRO-CHEMISTRY GRADES	Boron doped diamond for electrochemical applications

数据来源：Element Six，西南证券整理

多晶 CVD 金刚石是一类兼顾高热导率与大面积制备能力的纯金刚石热管理材料。其内部由大量晶粒及晶界构成，晶粒尺寸、晶体质量和晶界缺陷共同决定材料热导水平；随着晶粒粗化和晶界散射减弱，其热性能可持续提升。相较金刚石-金属复合材料，多晶 CVD 金刚石具备更高的导热性能上限；相较单晶金刚石，其又具有更强的尺寸扩展能力和更好的产品适配性。因此，多晶 CVD 金刚石的核心优势并非追求单晶材料的极限性能，而是在高导热、大面积和产品化适配之间形成更均衡的材料方案。

3.4 单晶 CVD 金刚石：晶格连续打开热性能上限，大尺寸能力仍受约束

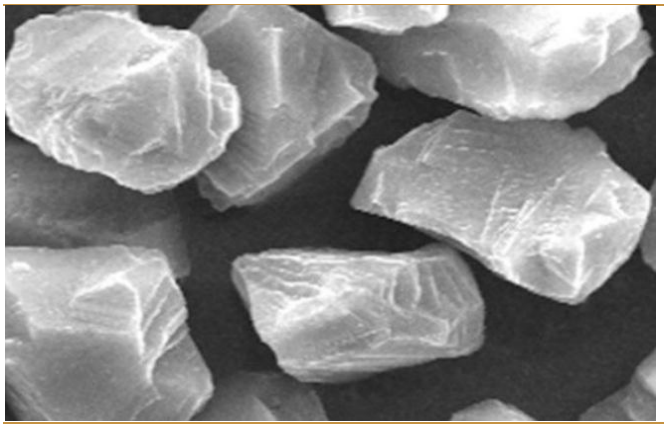
单晶 CVD 金刚石是由连续、统一晶格构成的高品质纯金刚石材料，也是当前金刚石散热材料中热性能上限最高的一类。与由大量不同取向晶粒组成的多晶 CVD 金刚石不同，单晶金刚石内部不存在宏观晶界，整个晶体保持连续一致的晶格取向，因此能够最大程度降低晶界对声子传输的影响，更充分释放金刚石本征高热导率。与此同时，单晶金刚石还兼具低热膨胀系数、高电阻率和优异化学稳定性等特征，在高热流密度和高可靠性场景中具有较突出的材料优势。典型高品质单晶金刚石室温热导率约为 2000~2200 W/(m •K)，明显高于铜、铝及多数多晶 CVD 金刚石，同时热膨胀系数仅约 1.0~1.2×10^{-6}/K。

从微观结构看，连续晶格是单晶 CVD 金刚石区别于多晶材料的核心特征。金刚石中的热量主要通过声子传递，在高品质单晶中不存在大量晶界，声子能够在更长距离内保持较高平均自由程，因此材料热导率更接近金刚石本征水平。相较之下，多晶金刚石虽然同样以金刚石为主体，但晶界会形成额外的声子散射中心，使整体热导率有所下降。由此，单晶金刚石的性能优势并非来源于材料成分发生变化，而是来自更高的晶格连续性和更低的结构散射水平，其核心材料特征可以概括为“高晶体完整性对应高热导性能上限”。

图 51：单晶 CVD 金刚石晶圆

数据来源：Element Six，西南证券整理

图 52：单晶金刚石微观结构

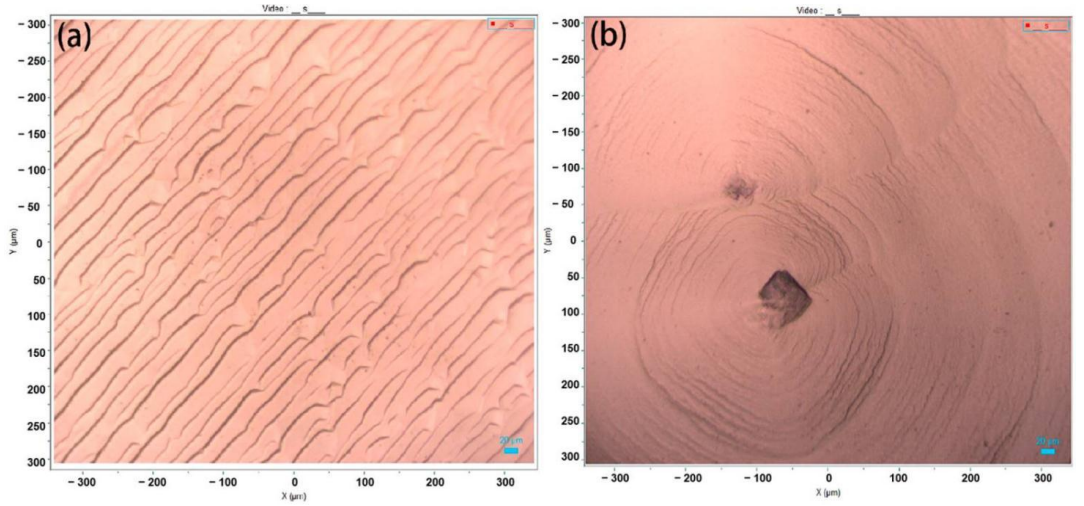


数据来源：粉体网，西南证券整理

单晶 CVD 金刚石的实际热学性能仍受到杂质和晶格缺陷影响，高纯度、高完整性是其性能兑现的关键。虽然单晶内部不存在晶界，但氮、硼等杂质原子、空位、位错以及其他晶格缺陷仍会对声子产生散射，因此不同品质单晶之间的热导率仍存在明显差异。面向热管理和电子级应用，对材料纯度、缺陷密度和晶体均匀性的要求明显高于传统磨料级及宝石级金刚石，高纯电子级 CVD 单晶金刚石的氮杂质浓度可控制至 ppb 量级。因此，单晶 CVD 金刚石的性能提升并非依靠进一步“放大晶粒”，而是通过降低杂质和晶格缺陷、提高晶体完整性，使实际热导率不断逼近金刚石的本征性能上限。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 53：氮掺杂改变单晶 CVD 金刚石表面及缺陷状态



数据来源：Materials，西南证券整理

高热导率与低热膨胀系数共同构成单晶 CVD 金刚石的核心热管理优势。单晶金刚石不仅能够快速将局部热量沿面内扩散，其约 1 ppm/K 的低热膨胀水平也显著低于铜等传统金属材料，与硅、SiC 等半导体材料的热膨胀差距相对更小。对于高功率器件而言，这意味着材料在提升热扩散效率的同时，也有助于降低温度循环过程中因材料热膨胀不匹配带来的热机械应力。因此，单晶 CVD 金刚石的优势并不只是“热导率更高”，而在于同时具备高热扩散能力、低热膨胀和高绝缘性等多重材料性能。

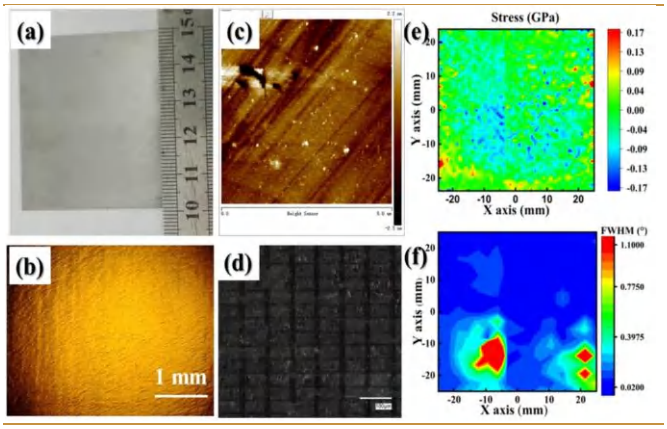
尺寸能力则是单晶 CVD 金刚石相较多晶路线更明显的约束。单晶材料要求整个片材保持连续一致的晶格结构，其横向尺寸受到高品质籽晶面积以及晶体连续扩展能力限制；随着面积增加，晶格缺陷、应力和厚度一致性的控制难度进一步提高。现有大尺寸单晶通常需要通过晶体横向扩展或多个单晶单元拼接等方式扩大有效面积，对不同区域的晶向、厚度及晶体一致性提出更高要求。因此，与多晶材料更强调“大面积均匀生长”不同，单晶路线的核心要求是在尺寸扩展过程中持续保持晶格连续性和高晶体质量，尺寸与晶体质量之间的平衡构成其重要材料特征。

图 54：单晶 CVD 金刚石兼具高热导率、低热膨胀系数及高电阻率

Property	MCC - Single Crystal
Thermal conductivity	
@ 300K (W m⁻¹ K⁻¹)	>1900
@ 425K (W m⁻¹ K⁻¹)	>1500
Thermal expansion coefficient	
@ 300K (ppm K⁻¹)	1.0 ± 0.1
@ 1000K (ppm K⁻¹)	4.4 ± 0.1
Thermal diffusivity	
300K (cm² s⁻¹)	11.1
Specific heat capacity	
300K (J kg⁻¹ K⁻¹)	520
Hardness	
GPa	70 - 120†
Fracture stress	Surface finish dependent
(MPa)	2000 - 3000
Fracture toughness	
(MPa m^0.5)	5
Young's modulus	
(GPa)	1050
Poisson's ratio	0.1
Density	
(10³ kg m⁻³)	3.52
Resistivity	
Bulk Rv (Ω cm)	1 x 10¹²

数据来源：Element Six，西南证券整理

图 55：单晶金刚石可通过拼接生长向大尺寸扩展，但对界面应力及晶体一致性要求较高



数据来源：Element Six，西南证券整理

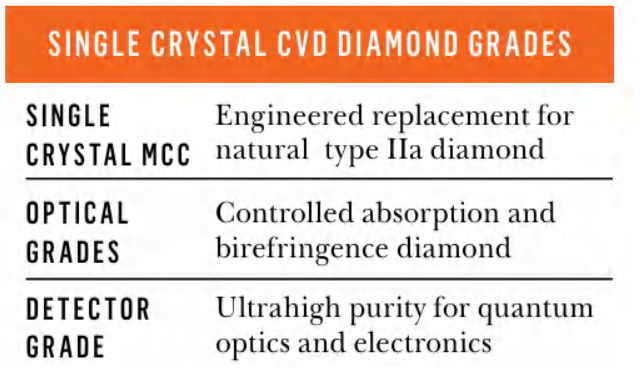
从产品形态看，单晶 CVD 金刚石主要以热沉片、热扩散片、衬底片及晶圆等形式存在。对于高热流密度器件，单晶金刚石可以利用高热导率快速摊开局部热点；随着材料尺寸、厚度均匀性和平整度提高，其产品形态还可以进一步向更大面积衬底和晶圆延伸。相较多晶 CVD 金刚石，单晶路线更强调单位面积的极致热性能和晶体一致性，因此通常更适合高功率激光器、射频器件、GaN/SiC 功率半导体以及高端 CPU/GPU 等对热性能要求更高的应用场景。

图 56：单晶衬底实物图



数据来源：Element Six，西南证券整理

图 57：单晶金刚石应用场景



数据来源：Element Six，西南证券整理

单晶 CVD 金刚石是一类以连续晶格和高晶体质量为核心特征的高性能纯金刚石材料。相较金刚石-金属复合材料，其纯金刚石结构带来更高的热性能上限；相较多晶 CVD 金刚石，其进一步消除了晶界对声子传输的影响，使热导率更接近金刚石本征水平。材料性能主要取决于纯度、缺陷水平、晶格完整性及尺寸一致性，因此单晶 CVD 金刚石形成了“极致热导、高晶体质量、低热膨胀”的核心材料特征，但其大尺寸扩展难度也相应更高。

4 市场条件逐步成熟，功能金刚石进入商业化导入阶段

4.1 行业发展现状：由传统工业材料向高端功能材料升级

人造金刚石产业经过数十年发展，已形成较为成熟的规模化制造体系。早期人造金刚石主要应用于磨削、切削、钻探等工业领域，其核心价值来源于金刚石优异的硬度、耐磨性。在超硬工具领域，金刚石作为关键增强材料，能够显著提升刀具、钻头及磨具的加工效率和使用寿命，推动传统制造业加工效率持续提升。

随着合成技术、装备能力以及后加工工艺不断发展，人造金刚石的尺寸、纯度和性能可控性持续提升，应用价值逐渐由单一机械性能向综合材料性能拓展。除高硬度、高耐磨性外，金刚石具备超高热导率、低热膨胀系数、高绝缘性以及优异化学稳定性等特征，使其在高功率电子器件、半导体、光学及先进制造等高端领域具备应用潜力。

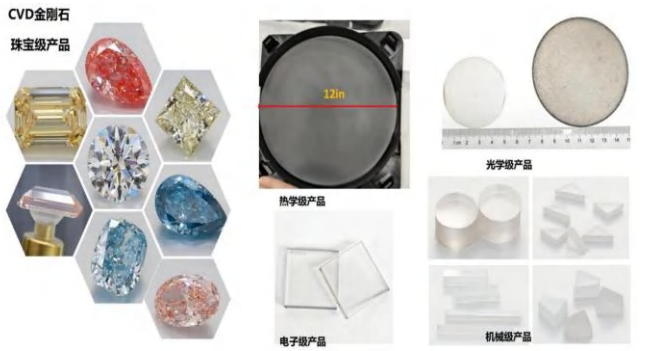
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 58：传统金刚石应用领域



数据来源：四方达，西南证券整理

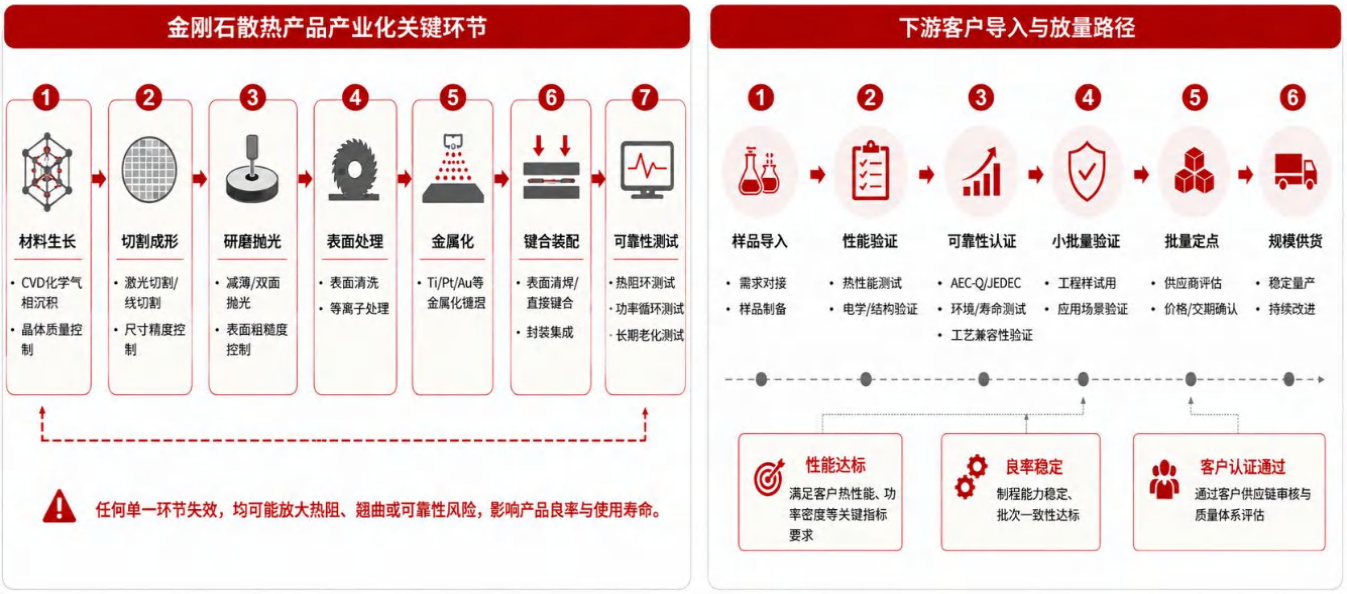
图 59：功能金刚石产品形态持续拓展，高端应用场景逐步丰富



数据来源：四方达，西南证券整理

随着金刚石由传统超硬材料向热管理应用拓展，围绕金刚石散热的专业化生产制造链正在逐步形成。与传统工业金刚石主要关注材料硬度、耐磨性及生产成本不同，散热用功能金刚石需要进一步满足电子器件对于尺寸精度、表面质量、界面热阻及长期可靠性的要求。从材料端看，CVD 金刚石生长完成后仍需依次经过切割减薄、研磨抛光、表面处理、金属化、键合装配及可靠性测试等环节，才能形成满足终端应用要求的标准化散热产品；任何环节的工艺波动均可能影响最终热阻、结合可靠性及产品良率。下游导入同样需要经过较长的验证周期。金刚石散热产品通常需要由样品导入开始，先后完成性能验证、可靠性认证、小批量验证、批量定点，最终才能进入规模供货阶段。因此，行业由实验室样品走向商业化产品，是材料可制备、产品可验证、客户可导入、供应可放量的逐级推进过程。

图 60：金刚石散热产品产业链及商业化路径



数据来源：Coherent，JEDEC JESD47，Samsung，西南证券整理

当前行业正沿上述路径由实验室验证向工程导入推进。科研端持续围绕材料制备、低温集成及芯片级散热结构取得突破，产业端则开始出现客户测试、小批量供货及规模产线建设，科研成果转化与商业化投入呈现同步推进特征。以科研端为例，北京科技大学围绕高品质 CVD 金刚石膜、大面积自支撑金刚石膜及相关精密加工持续开展研究，北京大学相关团队进

一步探索金刚石基微通道等芯片级热管理结构；哈尔滨工业大学、北京大学研究团队提出低温兼容金刚石薄膜制备方案，实现低于 400℃条件下硅基底直接生长多晶金刚石薄膜；台湾成功大学等团队则开发低温 MPCVD 金刚石薄膜制备方法，通过 3nm 金刚石晶种诱导生长获得 200~300nm 厚连续金刚石薄膜，热导率超过 300 W/(m·K)。研究目标由材料性能逐步向半导体工艺兼容和芯片集成延伸，为金刚石进入更靠近热源的位置提供持续验证。

产业端的推进则更加接近商业化环节。部分 CVD 金刚石散热片已经完成客户测试并进入小批量供货阶段，同时，大尺寸热沉片、CVD 功能金刚石等产业化项目陆续启动。四方达围绕 CVD 金刚石散热片推进海外客户验证和产能建设；黄河旋风旗下项目进一步向 8 英寸大尺寸热沉片延伸；惠丰钻石推进 CVD 功能金刚石项目建设；中兵红箭相关产品进入小批量生产阶段。与此同时，国机精工、沃尔德等传统超硬材料企业也在持续拓展功能金刚石材料及相关产品。行业由此逐步形成“科研端推进应用验证、产业端推进产品验证与产能储备”的并行发展格局。

表 3：科研突破与产业布局协同推进，功能金刚石散热加速迈向商业化

企业/机构	产业化/研究方向	最新进展
北京科技大学新材料技术研究院	高品质 CVD金刚石膜及热管理应用	围绕高品质 CVD金刚石膜制备开展研究，突破大面积、自支撑金刚石膜制备及精密加工技术，并探索其作为高功率电子器件热扩散材料的应用。
北京大学集成电路学院相关团队	金刚石芯片级热管理	开展金刚石基微通道散热结构研究，探索利用金刚石高热导率优势提升高功率芯片热管理能力。
哈尔滨工业大学、北京大学等研究团队	低温兼容金刚石薄膜集成	提出低温兼容金刚石薄膜制备方案，实现低于 400℃条件下硅基底直接生长多晶金刚石薄膜。
台湾成功大学等研究团队	MPCVD 低温金刚石薄膜热扩散层	开发低温 MPCVD 金刚石薄膜制备方法，通过 3 nm 金刚石晶种诱导生长，实现 200~300 nm厚连续金刚石薄膜，热导率超过 300 W/(m·K)，面向芯片后端散热应用。
四方达	CVD 金刚石散热片	CVD 金刚石散热片已完成海外客户测试，并进入小批量供货阶段；公司控股子公司河南天璇计划投资约 4.5 亿元建设年产 2.5 万片 CVD金刚石生产线。
黄河旋风	大尺寸金刚石热沉片	旗下河南风优创建设 8 英寸金刚石热沉片生产线，项目总投资 12 亿元，一期投资 3.6 亿元，规划年产约 2 万片热沉片，实现大尺寸金刚石散热材料产业化推进。
惠丰钻石	CVD 金刚石功能材料	公司拟投资建设 CVD金刚石项目，布局热沉片、半导体功能材料等方向，推动功能金刚石产能建设。
中兵红箭	金刚石散热片	公司相关产品已进入小批量生产阶段，并积极开展下游应用对接。
国机精工	功能金刚石材料	依托三磨所，围绕单晶、多晶金刚石及金刚石复合材料方向开展功能材料布局。
沃尔德	CVD 金刚石功能材料	围绕 CVD 金刚石材料及后加工能力布局，推动功能材料业务拓展。

数据来源：官方网站，西南证券整理

金刚石散热已经由早期材料性能验证逐步进入工程化和商业化导入阶段。科研端的研究重点正由高性能材料制备向低温工艺兼容、芯片级集成及器件热管理延伸，产业端则开始出现客户测试、小批量供货和规模产线建设等明确商业化信号。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

4.2 材料政策、转化机制与应用场景协同，功能金刚石商业化环境持续改善

新材料产业政策持续向高端化、功能化方向倾斜，功能金刚石战略定位逐步提升。随着我国新材料产业由规模扩张向高性能、高附加值方向升级，政策支持重点逐步由传统基础材料向关键战略材料和前沿材料延伸。《“十四五”原材料工业发展规划》提出培育壮大新材料产业，开展宽禁带半导体、集成电路关键材料、碳基材料等协同攻关，并通过关键材料应用推广、首批次保险补偿等方式促进新材料应用。《产业结构调整指导目录（2024 年本）》进一步将高品质人工晶体材料以及“功能性人造金刚石材料生产装备技术开发”列入鼓励类方向，功能金刚石在国家产业政策中的定位由传统超硬材料应用进一步向高性能功能材料延伸。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》提出加快宽禁带半导体产业提质升级，明确推动氧化镓、金刚石等超宽禁带半导体产业化发展，金刚石半导体进入国家中长期产业规划。政策导向的变化一方面有利于引导技术、人才和资本等资源向高品质金刚石材料聚集，另一方面也为功能金刚石由磨削、切削等传统应用向热管理、半导体等高端领域拓展提供制度基础。

图 61：政策支持由新材料研发向功能金刚石及前沿半导体产业化逐步延伸



数据来源：政府官网，西南证券整理

政策支持由前端技术研发进一步向中试放大和首次应用延伸，新材料成果转化链条逐步完善。2024 年工业和信息化部、国家发展改革委发布《新材料中试平台建设指南（2024—2027 年）》，明确将中试定位为科研成果向工业化生产转化的关键环节，重点解决产业化放大过程中的工艺匹配性、批量稳定性和成本经济性问题，并提出到 2027 年力争建成约 300 个地方新材料中试平台、择优培育约 20 个高水平新材料中试平台。同年，工业和信息化部、财政部、金融监管总局进一步完善首批次新材料保险补偿政策，通过保险风险分担和财政补助降低新材料市场应用初期的质量风险和信任成本，推动创新材料实现批量稳定生产并形成成本竞争优势。中试体系解决从“样品”向“稳定产品”的工程化问题，首批次机制则有助于降低新材料进入客户供应链初期的商业化障碍，政策支持由单纯鼓励技术研发逐步向“研发—中试—验证—应用”全链条延伸。

图 62：功能晶体及超硬材料纳入新材料中试重点方向



数据来源：原材料工业司，西南证券整理

下游高功率电子与先进计算产业持续获得政策支持，为功能金刚石拓展高端应用提供需求基础。从应用领域看，金刚石热管理当前已在射频微波、高功率激光及功率电子等高价值器件中形成商业需求，并逐步向 AI/HPC 等高热流密度场景延伸。近年来，相关下游产业政策持续加码。人工智能领域，国务院《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》推动人工智能规模化商业应用,《电子信息制造业 2025—2026 年稳增长行动方案》进一步提出到 2026 年服务器产业规模超过 4000 亿元，并加强高性能人工智能服务器、先进计算等领域布局；信息通信领域，《“十四五”信息通信行业发展规划》提出加大毫米波、5G 增强及 6G 研发支持力度，突破 5G 毫米波器件等产业链短板；能源电子领域，《关于推动能源电子产业发展的指导意见》明确发展 SiC、GaN 等宽禁带功率半导体、高可靠功率器件以及高功率激光器等产品；航空航天领域，《国家航天局推进商业航天高质量安全发展行动计划（2025—2027 年）》支持先进航天推进、卫星平台及载荷等关键技术研发，推动商业航天产业规模和应用场景持续扩张。新能源汽车领域，《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》支持推动新能源汽车电动化、网联化、智能化发展，加强动力系统、汽车电子等关键技术升级。

表 4：下游政策持续加码，高热流密度应用场景加速扩张

应用领域	主要政策	核心政策内容
人工智能	《关于深入实施“人工智能+”行动的意见》	推动人工智能规模化商业应用，加快 AI 与实体经济深度融合。
	《电子信息制造业 2025—2026 年稳增长行动方案》	提出到 2026 年服务器产业规模超过 4000 亿元，并加强高性能人工智能服务器、先进计算等领域布局。
信息通信	《“十四五”信息通信行业发展规划》	加大毫米波、5G 增强及 6G 研发支持力度，突破 5G 毫米波器件等产业链短板。
能源电子	《关于推动能源电子产业发展的指导意见》	明确发展 SiC、GaN 等宽禁带功率半导体、高可靠功率器件及高功率激光器等产品。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

应用领域	主要政策	核心政策内容
航空航天	《国家航天局推进商业航天高质量安全发展行动计划（2025—2027 年）》	支持先进航天推进、卫星平台及载荷等关键技术研发，推动商业航天产业规模和应用场景持续扩张。
新能源汽车	《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》	推动新能源汽车电动化、网联化、智能化发展，加强动力系统、汽车电子等关键技术升级。

数据来源：政府官网，西南证券整理

功能金刚石产业化的外部支撑已由单一研发政策逐步形成“战略定位—成果转化—应用推广—需求牵引”的多层次体系。一方面，功能性人造金刚石、高品质人工晶体等方向在产业政策中的定位持续提升；另一方面，中试平台与首批次保险补偿机制逐步解决新材料由实验室走向规模制造和首次应用过程中面临的工程化及市场风险。同时，高功率电子与先进计算产业持续获得政策支持，为高性能热管理材料创造新的应用空间。相关政策与应用环境持续改善为人造金刚石产业提供坚实的外部产业基础。

4.3 国内产业链已具备完整基础，竞争重心由原料规模向高端产品化迁移

我国人造金刚石产业已由传统原料规模优势逐步向功能材料产品化能力延伸，金刚石散热产业链进入由“能生产材料”向“能稳定交付产品”升级的关键阶段。经过数十年发展，我国在人造金刚石原料、HPHT 合成装备及产业配套方面已形成较强规模优势，并依托传统超硬材料产业积累逐步向 MPCVD 设备、大尺寸 CVD 金刚石、精密加工及散热制品等高附加值环节延伸。从产业链看，上游原料和核心装备供给基础较为成熟，为功能金刚石规模制造提供低成本、稳定的生产条件；中游企业已由实验室样品和小规模试制逐步迈向万片级产线建设和批量交付，竞争重点由材料“能否制备”转向尺寸、热导率、加工良率和产品一致性；下游射频微波、高功率激光、功率电子等领域已形成真实商业需求，AI/HPC 进一步打开高热流密度场景的增量空间。产业链竞争由早期以原料产量和制造成本为核心，逐步向材料品质、精密加工、界面集成、客户认证及规模交付能力迁移。

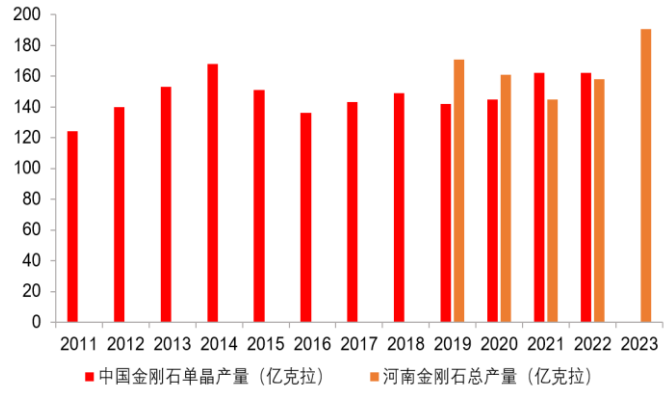
图 63：金刚石散热材料产业链图谱



数据来源：Wonsen，西南证券整理

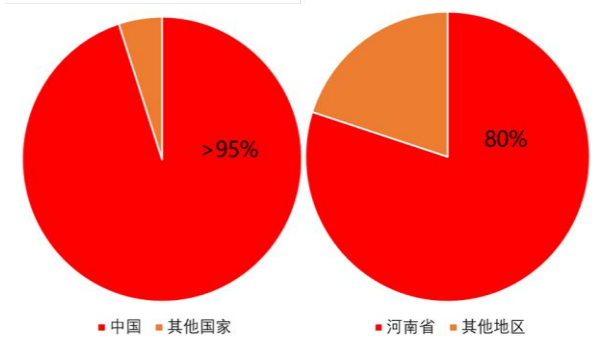
我国已形成全球领先的人造金刚石规模化供给能力。2011—2022 年，中国金刚石单晶产量整体维持高位，2021—2022 年均约 162 亿克拉；河南省金刚石总产量则由 2019 年的约 171 亿克拉提升至 2023 年的约 190 亿克拉，产业集聚优势突出。根据行业资料，我国 2023 年人造金刚石产量占全球 95%以上，河南贡献全国约 80%的产量。

图 64：2011-2023 年中国金刚石单晶产量和河南省金刚石总产量



数据来源：中国磨料磨具工业年鉴，河南省国民经济和社会发展统计公报，西南证券整理

图 65：我国主导全球人造金刚石供给，河南贡献全国八成产量

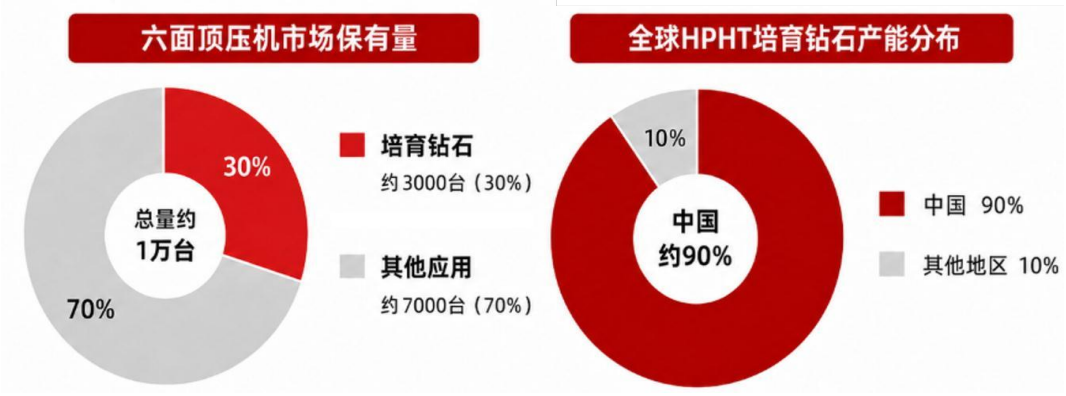


数据来源：中国机床工具工业协会超硬分会，新华网，西南证券整理

规模供给为功能金刚石发展提供了原料、设备、人才和产业配套基础。河南长期积累的压机制造、原材料供应、单晶生长和微粉加工能力，有助于降低基础材料端的制造成本，并为后续向大尺寸材料、CVD 生长和精密加工延伸提供产业协同。对于复合材料路线而言，这种供给基础更容易向金刚石颗粒、粉体和金属基复合等环节传导。

我国 HPHT 装备经过数十年产业化积累，已形成万台级设备存量和较为成熟的国产供应体系。根据中国机床工具工业协会超硬材料分会数据，国内生产人造金刚石的六面顶压机数量已达约 1 万台；截至 2022 年 4 月，全国六面顶压机市场保有量仍约 1 万台，其中约 3000 台用于培育钻石生产。设备供给端亦已具备规模化交付能力，同时，根据智研咨询统计，2020 年中国约占全球 HPHT 培育钻石产能的 90%，进一步反映出国内已形成从六面顶压机制造到材料合成工艺的完整产业基础。

图 66：我国 HPHT 装备已形成成熟供给体系

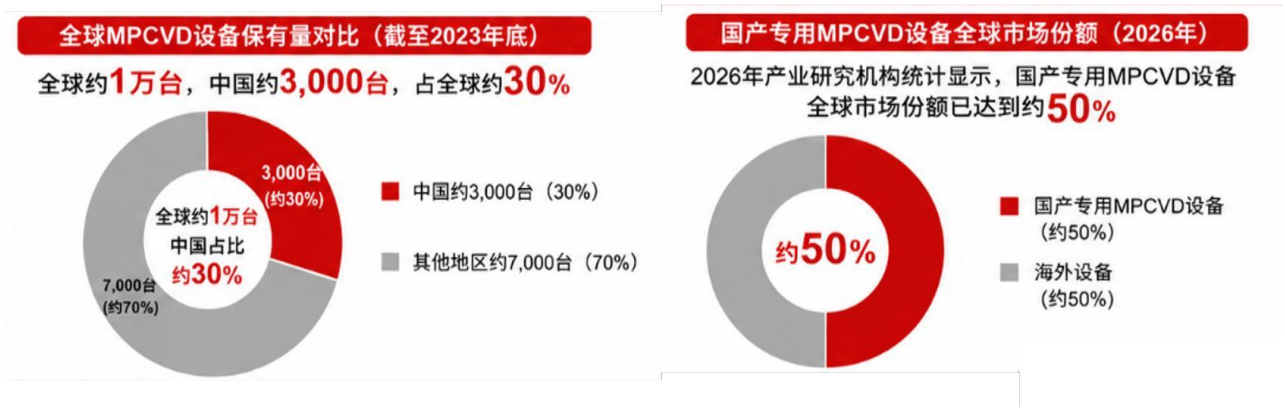


数据来源：中国超硬材料网，智研咨询，西南证券整理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

我国 MPCVD 装备已由早期研发验证逐步进入规模化产业应用阶段，国产设备供给能力持续增强。据《中国科学报》数据，截至 2023 年底全球 MPCVD 设备保有量约 1 万台，其中我国约 3000 台，占全球约 30%，表明国内已经形成较大规模的 CVD 金刚石装备应用基础；2026 年产业研究机构统计显示，国产专用 MPCVD 设备全球市场份额已达到约 50%。我国 MPCVD 设备产业化起步相对较晚，但近年来自主研发能力快速提升，我国 MPCVD 设备全球占比持续提高。

图 67：我国 MPCVD 设备全球占比持续提高



数据来源：中国科学报，观研天下，西南证券整理

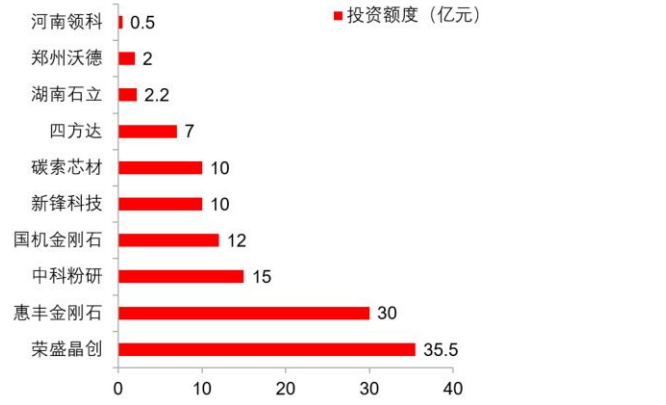
国内功能金刚石中游已由产能建设逐步迈向商业化兑现，产业化信号持续增强。2026 年 2 月，国内首条 8 英寸金刚石热沉片生产线正式投产，一期规划年产约 2 万片，并配置约 50 台 MPCVD 设备；至 2026 年 7—8 月，相关产线已进入连续满负荷运行状态，表明国内大尺寸金刚石热沉片已由项目建设逐步转入实际生产阶段。与此同时，金刚石热沉片订单开始陆续交付，部分 CVD 金刚石散热产品亦已进入小批量供货阶段；功能金刚石产品开始形成可识别的收入贡献，2025 年部分金刚石散热片及光学窗口片相关收入已超过 1000 万元。在前期产品验证和产线落地基础上，产业资本仍在持续向功能金刚石中游集聚，新增投资由验证性产能逐步转向规模化产能储备。根据公开项目梳理，荣盛晶创、惠丰金刚石、中科粉研、国机金刚石等 10 个代表性项目规划投资额合计约 124 亿元，单体项目投资规模已达到数亿元至数十亿元。从目前进展看，国内功能金刚石产业化开始向稳定产品供给和商业化落地过渡，叠加产业资本持续加码，产品验证、产能建设与商业交付正形成协同推进态势。

图 68：国内功能金刚石由规模生产迈向商业化兑现



数据来源：未来产链，上海证券报，国机精工，Semixicon，西南证券整理

图 69：国内功能金刚石重点项目规划投资额合计超百亿元

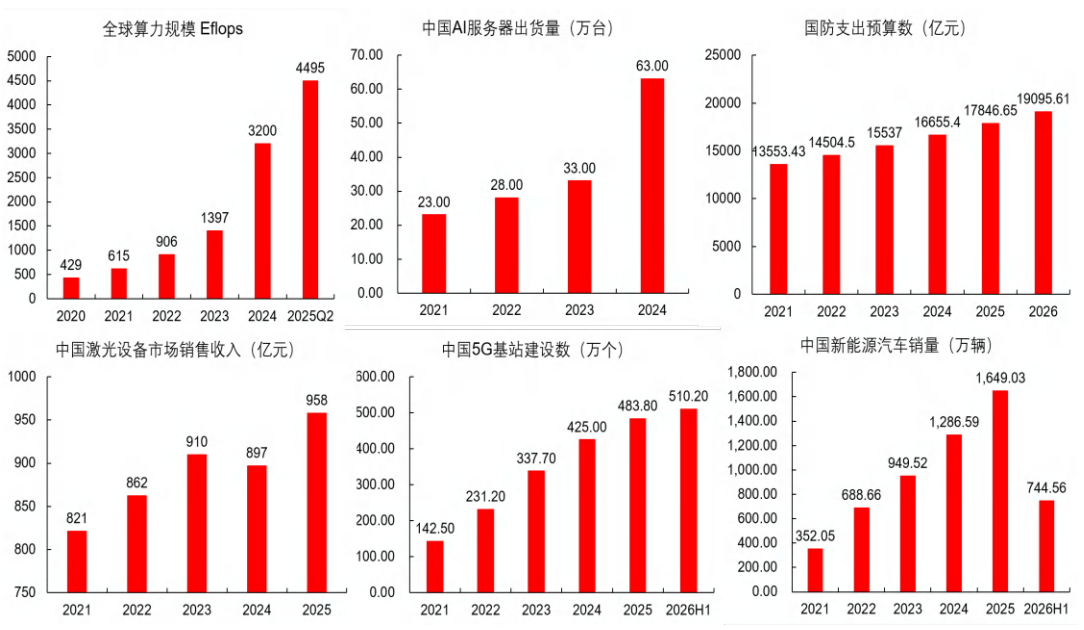


数据来源：政府官网，西南证券整理

算力基础设施加速扩张，高功率、高集成度应用持续渗透，推动高导热材料需求提升。AI 大模型训练及推理需求快速增长，全球算力规模由 2020 年的 429 EFlops 提升至 2024 年的 3200 EFlops，2025Q2 进一步达到 4495 EFlops；同期，中国 AI 服务器出货量由 2021 年的 23 万台增至 2024 年的 63 万台。伴随 AI 芯片算力、服务器功率密度及机柜部署密度持续提升，芯片端热流密度同步上行，传统铜、铝等材料在高热流密度场景下的导热及热阻瓶颈逐步显现，对高导热、低热阻材料的需求持续增强。

除 AI/HPC 外，军工、激光、通信及新能源汽车等高功率场景亦持续扩容。雷达与射频器件、高功率激光器、5G 射频前端以及新能源车功率模块均向高频、高功率密度和高集成度方向升级，对器件散热能力和长期可靠性提出更高要求。总体来看，下游热管理需求正由系统级散热进一步向器件及芯片近端延伸，为金刚石等高导热材料在芯片散热、射频器件、功率电子和高功率激光等领域打开应用空间。

图 70：下游高功率应用场景持续扩容，金刚石散热需求基础不断夯实



数据来源：，中国信息通信研究院，西南证券整理

4.4 高功率芯片放量叠加渗透率提升，金刚石散热市场空间有望打开

高端 AI 芯片持续放量提供需求基础，高热流密度器件占比提升进一步扩大金刚石散热的潜在应用范围。金刚石散热商业化首先取决于芯片功耗及局部热流密度是否达到材料升级的必要水平，同时还受到封装结构、IHS/TIM 设计、液冷方案以及材料连接工艺等因素制约。因此，采用“全球数据中心 AI 芯片出货量×高热流密度芯片占比×可导入金刚石方案比例×各路线采用率×各路线单芯片价值量”的分层方法进行测算。据 DIGITIMES 预测，全球数据中心 AI 芯片出货量将由 2024 年的约 3050 万颗增长至 2030 年的约 5340 万颗，对应 2024—2030 年复合增速约 9.8%。按该增速测算，2026 年全球数据中心 AI 芯片出货量约为 3676 万颗。随着 AI 算力基础设施持续扩张，高端 GPU、专用 AI 芯片及相关处理器需求有

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

望持续增长。2026 年保守、中性、乐观情景下，高热流密度芯片占比分别假设为 60%/70%/80%，随着 GPU、ASIC 等器件单芯片功耗及热点热流密度继续提升，2030 年分别提高至 70%/80%/90%；进一步考虑封装结构、IHS/TIM、液冷系统及材料连接工艺等适配约束，可导入金刚石方案的技术适配率由 2026 年的 60%/75%/85%提升至 2030 年的 70%/85%/95%。据此，中性情景下可装配金刚石方案的数据中心 AI 芯片数量由 2026 年的约 1929.9 万片提升至 2030 年的约 3631.2 万片。

表 5：AI 芯片金刚石散热市场空间核心测算假设

测算项目	2026E			2030E		
测算情景	保守	中性	乐观	保守	中性	乐观
全球数据中心 AI 芯片出货量（万颗）	3676			5340		
高热流密度芯片占比（%）	60.0%	70.0%	80.0%	70.0%	80.0%	90.0%
高热流密度芯片数量（万颗）	2205.6	2573.2	2940.8	3738.0	4272.0	4806.0
可导入金刚石方案比例（%）	60.0%	75.0%	85.0%	70.0%	85.0%	95.0%
可装配金刚石方案芯片数量（万片）	1323.4	1929.9	2,499.7	2616.6	3631.2	4565.7

数据来源：DIGITIMES，西南证券

不同金刚石散热路线的工程兼容性、性能上限及产业成熟度存在差异，商业化节奏预计呈现明显分层。金刚石-金属复合材料兼具较高导热能力与金属材料的加工、连接及装配优势，可较好适配传统盖板、基板等结构，短期工程导入难度相对较低；多晶 CVD 金刚石能够提供更高的热导率，同时在大尺寸制备、切割磨抛及热沉产品化方面已有较明确的产业化基础；单晶 CVD 金刚石具有更高的性能上限，但大尺寸生长、超精密加工、键合良率及可靠性仍需持续优化，因此短期商业化采用率相对较低。基于三条路线当前产业成熟度及导入节奏，我们假设 2026 年保守、中性、乐观情景下，金刚石-金属复合路线采用率分别为 1.5%/2.0%/2.5%，多晶 CVD 路线分别为 0.6%/1.0%/1.5%，单晶 CVD 路线分别为 0.1%/0.2%/0.3%；至 2030 年，随着材料扩产、客户认证及先进封装工艺成熟，三条路线采用率分别提升至 10%/11%/12%、8%/10%/11%和 2%/3%/4%，三路线合计采用率由 2026 年的 2.2%/3.2%/4.3%提升至 2030 年的 20%/24%/27%。

单芯片价值量随技术路线、材料尺寸及加工复杂度显著分化。多晶 CVD 金刚石方面，Element Six 官网公开销售的 Diafilm TM200 热管理级多晶 CVD 金刚石片，规格为 10×10×0.5 mm、热导率高于 2000 W/(m·K)，公开售价为 465 美元/片；按约 7.0 元/美元折算，对应约 3255 元/片，因此将其作为 2026 年多晶 CVD 路线中性价值量参考；单晶 CVD 金刚石方面，ASONE/AXEL 公开销售的 DIAMOND ELEMENTS CVD 单晶金刚石片，同样采用 10×10×0.5 mm 规格，标准价格为 36 万日元/片（税前）；按人民币汇率折算约 1.6 万元/片，据此将 16000 元作为 2026 年单晶 CVD 路线的中性价值量参考。金刚石-金属复合材料目前缺乏同规格、标准化的公开市场报价，因此采用相对价值量方法测算。考虑其使用金属基体及金刚石颗粒复合形成，材料成本及加工难度显著低于独立 CVD 金刚石热沉，本模型将其单芯片价值量设定为同情景多晶 CVD 方案的约 20%，对应 2026 年保守、中性、乐观情景分别为 500/651/800 元。随着 MPCVD 设备扩产、大尺寸生长能力提升、加工良率改善以及批量采购增加，各路线单位价值量预计逐步下降，假设 2026—2030 年各路线单芯片价值量年均下降 8%。据此，2030 年保守、中性、乐观情景下，金刚石-金属复合路线单芯片价值量分别降至 358/466/573 元，多晶 CVD 路线降至 1791/2332/2866 元，单晶 CVD 路线降至 8597/11462/14328 元。

情景测算显示，高热流密度芯片占比、技术适配率、各路线商业化采用率以及单芯片价值量共同决定金刚石散热市场空间。2026 年保守、中性、乐观情景下，三条路线合计需求量分别约 29.1 万、61.8 万和 107.5 万颗，对应市场空间约 4.57 亿、14.97 亿和 35.00 亿元；至 2030 年，合计需求量分别提升至约 523.3 万、871.5 万和 1232.7 万颗，对应市场空间约 91.85 亿、228.17 亿和 436.98 亿元。尽管规模扩产、大尺寸化、良率提升及批量采购预计推动单位价值量持续下降，但 AI 芯片出货基数扩大、高热流密度器件占比提升以及金刚石材料商业化渗透率提高，有望推动实际装配数量快速增长，需求量扩张预计成为未来市场规模增长的主要驱动力。

表 6：全球高端 AI 芯片用金刚石散热市场空间测算

测算项目		2026E			2030E		
测算情景		保守	中性	乐观	保守	中性	乐观
采用率（%）	金刚石-金属复合路线	1.5	2.0	2.5	10.0	11.0	12.0
	多晶 CVD 金刚石片	0.6	1.0	1.5	8.0	10.0	11.0
	单晶 CVD 金刚石片	0.1	0.2	0.3	2.0	3.0	4.0
	合计	2.2	3.2	4.3	20.0	24.0	27.0
需求量（万片）	金刚石-金属复合路线	19.9	38.6	62.5	261.7	399.4	547.9
	多晶 CVD 金刚石片	7.9	19.3	37.5	209.3	363.1	502.2
	单晶 CVD 金刚石片	1.3	3.9	7.5	52.3	108.9	182.6
	合计	29.1	61.8	107.5	523.3	871.5	1232.7
单芯片价值量（元）	金刚石-金属复合路线	500	651	800	358	466	573
	多晶 CVD 金刚石片	2500	3255	4000	1791	2332	2866
	单晶 CVD 金刚石片	12000	16000	20000	8597	11462	14328
市场空间（亿元）	金刚石-金属复合路线	0.99	2.51	5.00	9.37	18.63	31.40
	多晶 CVD 金刚石片	1.99	6.28	15.00	37.49	84.67	143.92
	单晶 CVD 金刚石片	1.59	6.18	15.00	44.99	124.87	261.67
	合计	4.57	14.97	35.00	91.85	228.17	436.98

数据来源：Element Six，DIAMOND ELEMENTS，西南证券

AI 芯片功耗和热流密度持续提升正在推动近芯片散热材料由传统金属体系向更高导热方案升级，金刚石散热的产业空间有望随芯片出货增长、技术适配范围扩大及商业化渗透率提升而持续打开。分路线看，金刚石-金属复合材料凭借较强工程兼容性有望率先放量，多晶 CVD 金刚石片在高端 GPU/ASIC 近芯片散热中的产业化路径相对清晰，单晶 CVD 金刚石片则具备更高性能上限并有望在先进封装演进中贡献中长期增量。根据测算，中性情景下全球高端 AI 芯片用金刚石散热市场空间有望由 2026 年的约 15 亿元增长至 2030 年的约 228 亿元。与此同时，当前行业仍处于产能建设、客户验证和良率爬坡阶段，后续市场空间兑现仍取决于大尺寸材料制备、后加工与连接工艺、成本下降以及终端客户导入进度，产业化能力将成为决定行业竞争格局的核心变量。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

5 产业化加速导入，国内外竞争格局逐步分化

5.1 海外企业率先完成产品化，由材料供应向器件级热管理延伸

海外金刚石热管理产业已率先跨过单纯材料制备阶段，产业价值正由高热导金刚石材料向标准化热管理产品、界面集成及器件级解决方案延伸。从现有商业化进展看，海外领先厂商已形成覆盖 CVD 金刚石热沉、金属化热沉、金刚石-金属复合材料、晶圆级单晶金刚石以及可直接键合金刚石等多层次产品体系，部分企业进一步将金刚石导入芯片及服务器系统。产业竞争的载体由未经加工的 CVD 材料逐步升级为满足尺寸、表面、连接及器件集成要求的功能组件，金刚石在热管理体系中的应用位置也由封装外部持续向芯片近端迁移。

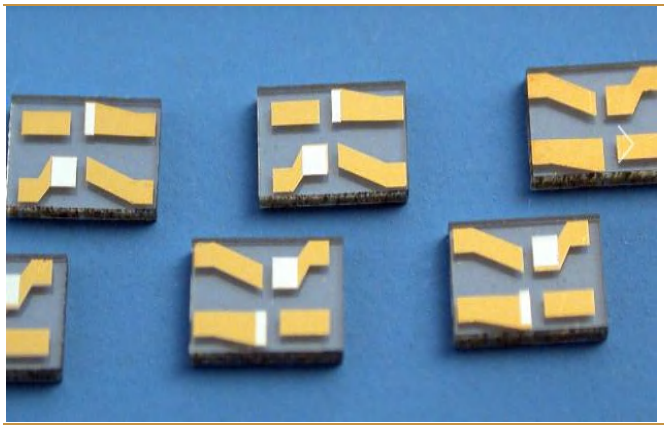
独立热沉及金属化产品是目前海外金刚石热管理商业化程度较高的产品形态。Element Six 已形成覆盖不同热导率等级 CVD 金刚石热沉、金属化热沉及金刚石—铜复合材料的产品体系，其 CVD 热沉可根据应用需求提供约 1000~2200W/(m·K)的热导率，并可通过金属化处理进一步适配 Die Bonding、焊接及烧结等连接工艺。Diamond Materials 与 Applied Diamond 则进一步围绕客户实际封装要求提供尺寸、厚度、平整度、表面粗糙度及金属化体系定制，部分产品可配置 Au、AuSn、In 以及 Ti/Pt/Au、Ti/Ni/Au 等连接体系。海外领先厂商的商业模式已由出售 CVD 金刚石毛坯逐步转向提供可直接进入下游封装工艺的热管理组件，产品评价维度也由单一热导率进一步扩展至尺寸公差、表面质量、金属化及连接兼容性。

图 71：Element Six 金刚石热管理产品由复合材料向晶圆级产品延伸



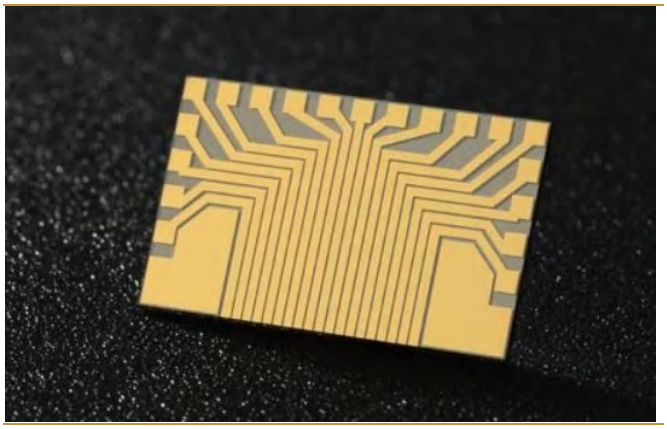
数据来源：Element Six，西南证券整理

图 72：Diamond Materials 聚焦定制化金属化 CVD 金刚石热扩散片



数据来源：Diamond Materials，西南证券整理

图 73：Applied Diamond 形成多热导率等级及多金属化体系的 CVD 金刚石热沉产品



数据来源：Applied Diamond，西南证券整理

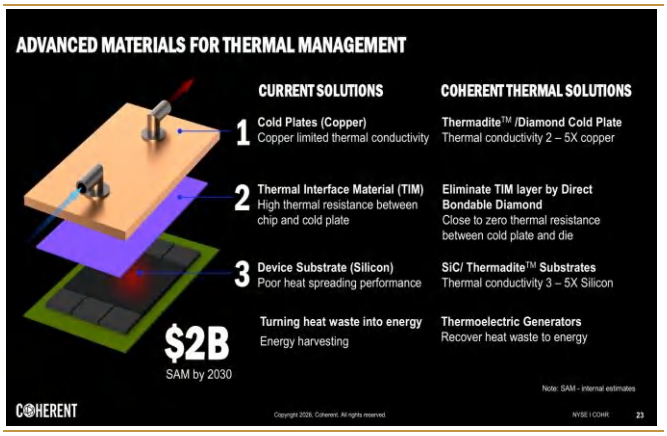
随着金刚石由封装外部热沉进一步向芯片近端延伸，晶圆级材料与低热阻连接成为海外产品升级的重要方向。2026 年 6 月，Element Six 与 Orbray 宣布已建立可重复的 3 英寸 WSC 单晶金刚石晶圆制备工艺，并继续推进 4 英寸衬底开发，用于热键合应用的 2 英寸金刚石晶圆亦进入规模生产准备阶段。相比传统独立热沉片，大尺寸晶圆为后续晶圆级加工、直接键合及异质集成提供了更适配的材料基础。同时，Coherent 推出 Bondable Diamond 方案，通过控制金刚石表面粗糙度、平整度及表面状态，使其能够面向 Si、SiC、GaN、AlGaN、GaAs 及 InP 等多类半导体材料进行直接键合。其产品逻辑不再局限于提升金刚石本体热导率，而是通过减少传统中间层并降低界面热阻，使高导热材料进一步贴近器件热点。

图 74：Element Six 与 Orbray 单晶金刚石晶圆已拓展至 3 英寸



数据来源：Orbray，西南证券整理

图 75：直接键合金刚石通过减少 TIM 降低芯片界面热阻



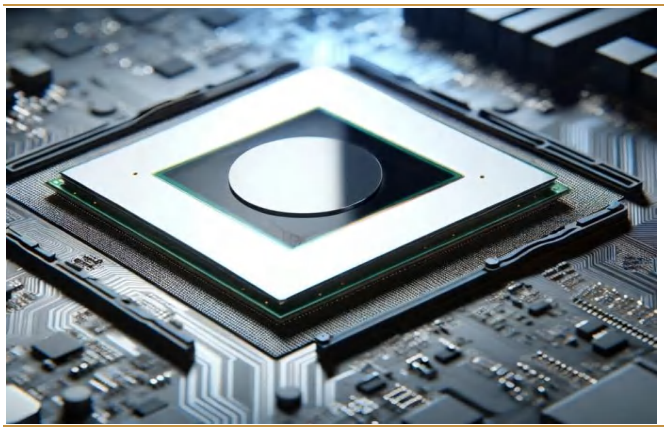
数据来源：Coherent，西南证券整理

部分海外企业已进一步由材料供应和器件集成向系统级热管理延伸。Akash Systems 早期以 GaN-on-Diamond 为核心，通过将 GaN 薄膜与合成金刚石衬底集成提升器件近结散热能力，并进一步将 Diamond Cooling® 拓展至 Chip-on-Diamond 产品。公司目前的 Chip-on-Diamond 方案已覆盖 GPU、CPU 及 Memory 等核心计算器件，通过将高导热金刚石直接引入芯片热管理路径，降低器件温度及冷却需求。在此基础上，公司进一步向 AI 服务器系统延伸，已推出搭载 NVIDIA H200 及 AMD Instinct 系列 GPU 的 Diamond-Cooled Servers，并于 2026 年 2 月实现 Diamond Cooled NVIDIA GPU 服务器的商业交付。从材料、

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

热沉到 Chip-on-Diamond 及服务器系统，金刚石热管理的价值获取方式正在由单一材料销售逐步向器件性能改善及系统级散热方案延伸。

图 76：Akash Systems Chip-on-Diamond 覆盖 GPU、CPU 及存储芯片



数据来源：Akash Systems，西南证券整理

图 77：Akash Systems Diamond Cooling 已实现 NVIDIA H200 服务器商业交付



数据来源：Akash Systems，西南证券整理

海外金刚石热管理产业已初步形成“材料—热沉产品—界面集成—器件—系统”逐级延伸的产品化路径。随着应用位置持续向热源靠近，产品附加值和技术复杂度同步提升：独立热沉阶段更加关注热导率、尺寸及表面质量，晶圆级和直接键合阶段进一步强调大尺寸材料、界面热阻及封装兼容性，系统级方案则要求材料、封装与整机设计形成更深协同。海外发展路径表明，金刚石散热产业的成熟并非体现为单一材料产能扩大，而是高性能材料逐步转化为标准化、可集成并能够稳定交付的热管理产品。

5.2 国内多类主体加速切入，既有产业基础形成差异化路径

国内功能金刚石参与主体来源多元，不同企业正依托既有产业基础向散热等高附加值功能材料延伸。当前国内参与者主要来自传统超硬材料、装备及精密加工以及专业化功能材料项目等不同体系。由于各类企业原有业务分别覆盖金刚石原料及晶体生长、CVD 装备、超硬材料精密加工、复合材料制造等不同环节，其切入功能金刚石的路径也呈现明显差异。与传统工业金刚石主要依靠规模制造和成本竞争不同，功能材料进一步强调材料品质、产品规格及下游应用适配，国内现阶段竞争更多体现为既有制造能力向高附加值功能材料领域的迁移和延伸。

表 7：国内功能金刚石主要参与者

企业	既有产业基础	功能金刚石主要产品方向	核心竞争力
中兵红箭	工业金刚石、立方氮化硼等传统超硬材料龙头，原料及晶体生长基础深厚	金刚石单晶散热片、半导体级金刚石单晶、金刚石散热材料等	具备超硬材料全产业链基础，并形成 HPHT+CVD 双技术路线，功能金刚石研发及规模制造积累较深
力量钻石	人造金刚石单晶、大单晶及微粉制造能力较强	散热材料、光学材料、声学振膜等功能材料	掌握人造金刚石合成关键技术，单晶、微粉等原料体系成熟，具备向高附加值功能材料延伸基础
黄河旋风	国内领先的超硬材料供应商，工业金刚石规模制造能力强	大尺寸 CVD 金刚石热沉片、热管理材料	超硬材料制造及 CVD 多晶金刚石技术积累较深，已实现 8 英寸大尺寸金刚石热沉片产业化布局
惠丰钻石	长期深耕金刚石微粉及相关精细粉体材料	CVD 金刚石热沉片、半导体散热材料	依托金刚石微粉及粉体加工基础向高导热粉体、CVD 热沉和复合材料延伸，产品矩阵逐步完善

企业	既有产业基础	功能金刚石主要产品方向	核心竞争力
国机精工	覆盖装备、材料、检测等多个环节，产业链较完整	单晶/多晶 CVD 散热片、金刚石铜/铝复合材料、光学窗口片	具备 MPCVD 装备、材料制备及复合材料协同能力，产品路线较丰富
沃尔德	超硬刀具及精密加工能力突出	多晶/单晶金刚石、金刚石铜/铝复合材料、硅基 PCD	具备 CVD 生长、激光加工、超薄片精密研磨及镜面抛光等一体化工艺能力，后加工优势突出
四方达	复合超硬材料及精密加工基础较强	CVD 金刚石散热片	复合超硬材料及精密加工基础深厚，CVD 散热片已通过海外客户测试并进入小批量供货阶段
荣盛晶创	新进入的专业化功能金刚石项目运营主体	高品质 CVD 功能金刚石材料	以专业化项目方式切入，聚焦高品质功能材料
中科粉研	新进入的功能金刚石及第四代半导体材料项目主体	金刚石散热片、微纳米球形金刚石粉体	具备从金刚石 CVD 装备、长晶、外延、微纳加工到先进封装基板全链条垂直整合能力

数据来源：公司公告，公司官网，，西南证券整理

传统超硬材料企业依托原料、晶体生长及规模制造基础，率先向功能材料延伸。此类企业长期从事工业金刚石单晶、微粉及相关超硬材料生产，在原料体系、晶体生长、设备运行以及规模制造方面积累较深，为进一步布局 CVD 单晶、多晶金刚石及热管理材料提供了产业基础。中兵红箭已推进 CVD 单晶及散热材料布局；力量钻石拟投入 10.28 亿元募集资金建设金刚石功能材料项目，进一步向散热、光学等高附加值应用延伸；黄河旋风继续强化规模制造基础，2026 年 8 月其子公司新疆黄河旋风科技有限公司年产 4.5 亿克拉人造金刚石项目正式开工，一期总投资 3 亿元、规划配置 60 台六面顶压机；惠丰钻石 10 亿元 CVD 金刚石散热项目亦已正式开工。整体来看，传统超硬材料企业的突出优势仍集中于原料、晶体生长及规模制造，但功能材料对热导率、尺寸一致性、表面质量及后续产品化能力提出更高要求，原有制造基础仍需进一步向高规格功能材料能力转化

装备及精密加工企业更多依靠 CVD 装备、材料制备与超精密加工能力协同切入，产业链纵向延伸特征更加明显。国机精工依托 MPCVD 装备、材料生长及超硬材料加工能力推进功能金刚石业务，相关产品已获得小批量订单，2025 年功能金刚石相关收入超过 2000 万元；沃尔德则依托超硬刀具及精密制造领域积累，将切割、精密研磨、镜面抛光等加工能力向 CVD 热沉片、散热晶圆及光学窗口等功能材料迁移；四方达 CVD 金刚石散热片已完成海外客户测试并进入小批量供货，同时规划建设 2.5 万片/年的 CVD 金刚石产线。对散热用 CVD 金刚石而言，高品质材料制备仅是产品形成的前端环节，后续仍需进一步完成尺寸控制、减薄抛光及表面质量优化，因此材料生长与精密加工能力的协同，有助于缩短从晶体材料向标准化功能产品转化的路径。相较于单纯扩大材料生长规模，此类企业的差异化更多体现于“装备—材料—加工”多个制造环节之间的协同。

专业化功能材料项目加快建设，新增供给正围绕 CVD 金刚石晶圆及散热产品直接布局。荣盛晶创 35.5 亿元金刚石产业基地已投产，一期规划形成 200 万克拉/年 CVD 功能材料产能；中科粉研规划建设 15 亿元功能金刚石基地，并配置 500 台 MPCVD 设备。与传统企业依托原有业务逐步延伸不同，此类项目从建设初期即围绕功能材料进行设备选型和产品规划，有利于缩短业务转型路径，但其后续竞争力仍需通过工艺稳定性、产品规格及产业化进展进一步验证。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 78：相关企业产线与项目布局



数据来源：公司公告，公司官网，　　，政府官网，西南证券整理

国内功能金刚石尚未形成单一主导型产业路径，不同参与者正依托各自在原料与晶体生长、CVD 装备、精密加工、复合材料制造等环节的既有基础形成差异化切入方式。传统超硬材料企业更侧重由规模制造向功能材料升级，装备及精密加工企业强调材料制备与后加工协同，专业化项目则通过新建产线直接面向功能材料需求布局。因此，当前国内功能金刚石竞争并非传统工业金刚石市场格局的简单延续，而是不同产业基础向功能材料能力迁移和重构的过程。

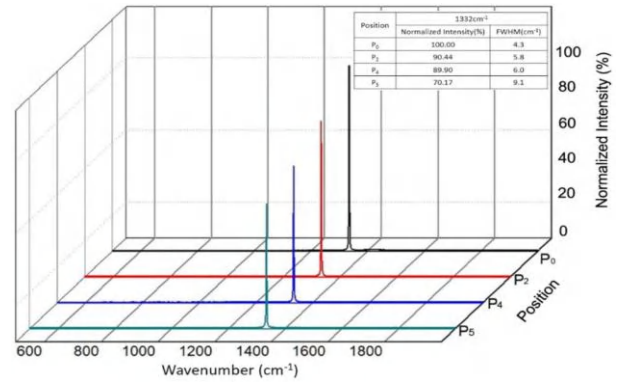
5.3 制造能力由单点性能向全流程协同延伸，产品化能力成为竞争分水岭

功能金刚石由材料制备走向规模化应用后，竞争壁垒逐步由单一材料性能向产品化和产业化综合能力延伸。金刚石具有高热导率、低热膨胀系数等优异性能，但实际器件中，散热效果还受到晶体尺寸及一致性、精密加工质量、界面热阻、封装适配和长期可靠性等多重因素影响。因此，功能金刚石产业化并非简单增加设备和扩大材料产能，而是需要将高品质材料稳定转化为满足客户规格、能够完成封装集成并实现批量交付的产品。

材料制备能力构成产业化的首要门槛，大尺寸、高品质与一致性共同决定有效供给能力。对散热用功能金刚石而言，单片材料取得较高热导率并不意味着已经具备产业化能力，随着产品尺寸扩大，等离子体分布、温度场及晶粒生长差异均可能进一步影响整片材料的厚度、晶体质量和热学性能。2024 年，国内团队已实现 4 英寸自支撑 CVD 金刚石膜制备，在约 100 mm 范围内保持较好的生长均匀性，样品室温热导率达到 1894 W/(m·K)；2026 年相关研究进一步实现 3 英寸高取向自支撑金刚石晶圆的均匀生长，并通过晶粒取向及尺寸优化，将面内热导率提升至 1125 W/(m·K)。相关进展表明，大尺寸 CVD 金刚石正由单纯追求“尺

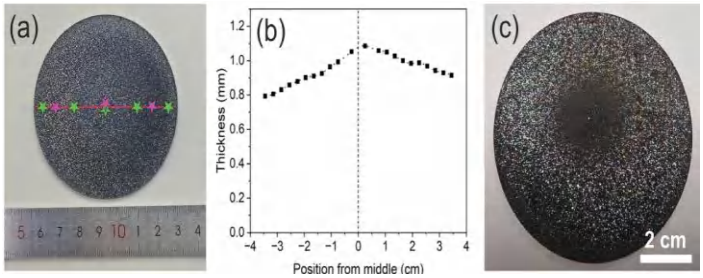
寸突破”向“性能与一致性并重”演进。随着沉积面积扩大，温度场、等离子体场及生长速率的均匀控制难度同步提升，局部缺陷、厚度差异及晶体质量波动更容易被放大，因此材料端竞争重点已不再局限于单点最高热导率，而进一步延伸至大尺寸稳定生长、整片均匀性、缺陷控制及批次一致性。相较于单纯比较 MPCVD 设备数量和名义产能，上述指标更能反映材料企业的实际制备能力及规模化交付水平。

图 79：4 英寸 CVD 金刚石不同径向位置晶体质量表征



数据来源：Functional Diamond，西南证券整理

图 80：3 英寸自支撑 CVD 金刚石晶圆及径向厚度分布



数据来源：Materials，西南证券整理

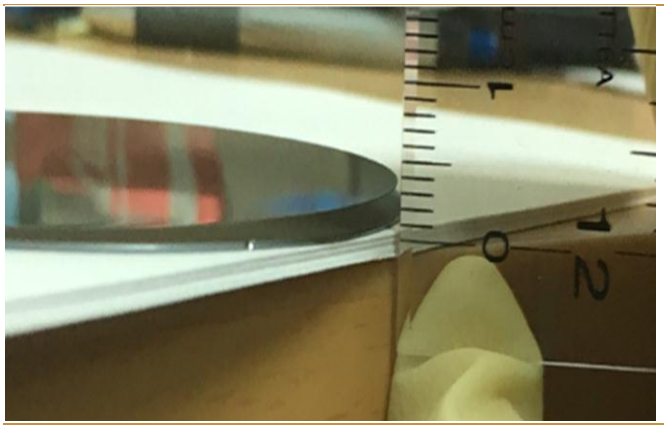
精密加工是连接高性能材料与下游产品的关键环节，加工精度与良率决定材料价值能否进一步释放。金刚石具有极高硬度、较强化学惰性和较高耐磨性，使其在切割、研磨和抛光过程中面临材料去除效率低、加工周期长以及表面和亚表面损伤难以控制等问题。现阶段，机械抛光、化学机械抛光、等离子体辅助抛光、离子束抛光等多种技术路线均已用于 CVD 金刚石加工，但不同工艺在材料去除率、最终表面粗糙度、可加工面积及损伤控制能力之间存在明显权衡：部分工艺能够获得较低的表面粗糙度，但加工效率和面积放大能力有限；部分高效率加工方法则可能引入较大的表面损伤或难以满足后续精密键合、金属化和器件集成对表面质量的要求。因此，随着 CVD 金刚石由小尺寸样片逐步向大面积、晶圆级产品演进，加工环节的评价标准也由单一追求低粗糙度，进一步转向大面积平坦化、低损伤、高去除效率和批次一致性的综合平衡。尤其在后续芯片键合、先进封装和高精度金属化等应用中，表面质量和形貌一致性将直接影响界面接触质量、工艺良率及最终器件性能，使超精密加工能力成为连接“材料制备”与“器件应用”的关键中间环节。

图 81：不同 CVD 金刚石抛光技术的加工性能及适用性对比

Polishing method		MP	CMP	TCP	DFP	LP	IBP	PAP
Maximum MRR	Value(μm/hr)	70.32	120.20	Over 400	1260	10	8.60	120
	Crystal orientation					(111)*, (220),(311)		(220)*,(111), (311),(400)
	Reference	[57]	[30]	[23]	[38]	[58]	[59]	[60]
Maximum PR	Value(nm/min)	32.00	92.20	69.30	1166.70	3592	24.90	8.24
	Crystal orientation			(111)				(111)
	Measurement area	4000,1250 μm	10000 μm²	2500 μm		80～1500 μm		
	Reference	[56]	[43]	[61]	[62]	[63]	[64]	[65]
Finest Ra	Value(nm)	0.278	0.187	1.3	0.1	22	1.9	1.79
	Crystal orientation	(111)*, (331),(220), (311),(400)			(220)*, (111),(311)			(111)*, (331),(220), (311),(400)
	Measurement area	25 μm²	100 μm²	2500 μm²	25 μm²		1 μm²	25 μm²
	Reference	[49]	[41]	[66]	[67]	[68]	[69]	[49]
Maximum wafer size	Value(mm²)	2827	7853	225	126.6	225	100	100
	Crystal orientation			(111)*, (220),(311)		(111)*, (220),(311)		
	Reference	[57]	[70]	[58]	[38]	[58]	[64]	[71]

数据来源：Functional Diamond，西南证券整理

图 82：金刚石晶圆翘曲可直接影响自动化加工

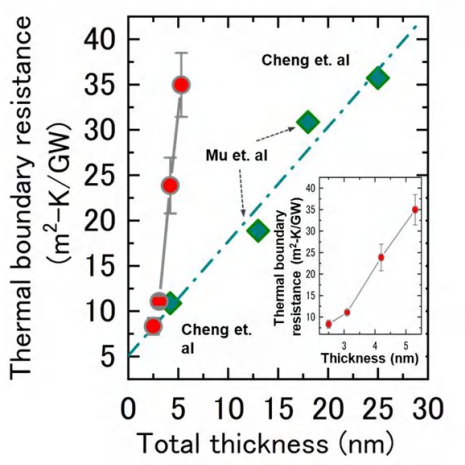


数据来源：CS MANTECH Conference，西南证券整理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

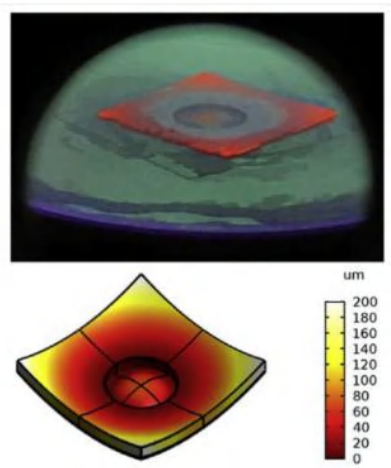
界面集成能力决定金刚石材料性能能否有效转化为器件级散热能力，越接近芯片热源，对界面工艺的综合要求越高。金刚石本体即使具备较高热导率，热量仍需跨越金刚石与金属层、焊料及半导体材料形成的多个异质界面，因此实际散热效果不仅取决于材料本征性能，还受到金属化质量、键合方式、界面热阻、热膨胀失配及长期可靠性等因素共同影响。一方面，金属化层的覆盖均匀性、附着强度及界面缺陷将影响后续焊接、烧结和键合质量，而不同连接工艺又需要在低温制程、界面强度和低热阻之间取得平衡；另一方面，纳米级界面结构变化即可引起 TBR 明显变化，过高的界面热阻可能抵消金刚石自身的高导热优势。与此同时，金刚石与 GaN、Si 及金属等材料在热膨胀系数和力学性质上存在差异，高温制程及器件反复升降温过程中可能产生残余热应力，并进一步导致翘曲、开裂、脱层或界面性能衰减。因此，随着金刚石由独立热沉逐步向芯片背面、晶圆级键合及近结散热延伸，界面集成的竞争重点已由单一“实现连接”转向对金属化均匀性、键合强度、TBR、CTE 匹配与残余应力控制、热循环可靠性等指标的综合优化。能否在保持低界面热阻的同时实现高结合强度、低缺陷及长期稳定服役，将成为高端金刚石散热方案规模化应用的重要壁垒。

图 83：GaN/金刚石界面热阻对纳米级界面厚度高度敏感



数据来源：Acta Materialia，西南证券整理

图 84：GaN/金刚石热膨胀失配引发晶圆翘曲



数据来源：Materials，西南证券整理

功能金刚石产业的核心壁垒具有明显的递进性：材料制备决定性能基础，精密加工决定产品规格，界面工程决定器件端性能兑现。单一环节领先并不足以形成完整竞争优势，能够在多个关键环节形成协同并稳定交付高品质材料的企业，更有望在产业规模化生产过程中建立先发优势。

表 8：功能金刚石产业化核心壁垒及评价指标

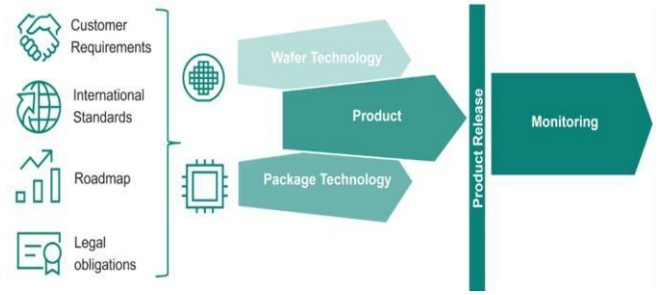
壁垒维度	核心能力	重点评价指标
材料制备	大尺寸、高品质、稳定生长	热导率及均匀性、最大尺寸、缺陷、批次一致性、有效产能
精密加工	从晶体向标准化产品转化	TTV、Ra、平整度、翘曲度、加工良率、加工周期
界面集成	将材料性能转化为器件性能	金属化、键合、TBR、CTE 匹配、热循环可靠性

数据来源：西南证券整理

5.4 客户认证与规模交付决定商业化兑现，先发优势有望逐步固化

客户认证是功能金刚石由“产品可用”走向“供应链可用”的关键环节。对高功率芯片、射频器件及功率电子等下游而言，材料达到目标热导率、尺寸及表面质量仅意味着具备进入客户测试的基础，并不等同于能够直接进入量产供应链。半导体客户对于新材料的评价通常并非仅关注单次样品性能，还需要进一步验证产品在目标器件、封装结构及实际工作环境下的适配性、可靠性和制造一致性。以 Infineon 的产品资格认证体系为例，其认证评价覆盖功能、可靠性及可制造性，并进一步考察晶圆、封装以及芯片—封装相互作用，同时结合最终应用环境开展可靠性评价。高端散热材料导入并非单一性能指标测试，而是由材料性能验证进一步延伸至器件适配、可靠性及制造体系验证的系统性过程。

图 85：Infineon 产品开发与量产监控流程



数据来源：Infineon，西南证券整理

图 86：Infineon 产品资格认证流程



数据来源：Infineon，西南证券整理

客户导入具有明显的阶段递进特征，样品验证与规模供应之间仍需跨越多个产业化环节。功能金刚石企业 Diamond Quanta 将其 Adamantine Platform 的商业化推进划分为由平台验证向客户认证、试生产及商业化部署逐步演进，并将 OEM 客户测试及 Pilot Manufacturing 作为产业化的重要中间环节。该路径反映出，新材料由实验室性能验证向实际收入转化，需要逐步经历客户需求匹配、样品测试、产品适配、资格认证、试生产以及量产导入等阶段。对于金刚石散热而言，随着产品进一步进入芯片及封装体系，下游评价对象也将由“金刚石材料本身”逐步扩展至采用该材料后的器件性能、制造稳定性及长期运行表现。因此，完成样品开发仅意味着具备商业化可能，进入客户正式认证和试生产阶段才代表产品开始真正跨越供应链导入门槛。

图 87：功能金刚石商业化需跨越由技术验证至规模交付的多重门槛



数据来源：Diamond Quanta，西南证券整理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

完成首次认证后，量产供应仍要求企业维持长期稳定的过程控制能力。半导体产业具有较高的质量和可靠性要求，产品进入供应链后并不意味着后续生产条件可以自由变化。当材料、生产地点、工艺流程或关键参数发生可能影响产品外形、适配、功能、质量或可靠性的重大变化时，通常仍需履行客户通知、影响评估及相应资格验证流程。以 TI 为例，对于可能影响产品性能及可靠性的重大产品和工艺变更，公司需要向客户提供变更影响、资格验证计划及结果、样品获取时间和预计量产时间等信息；Infineon 亦依据相关行业标准建立产品及工艺变更通知机制。由此可见，进入高端半导体供应链后，竞争要求已由“单次产品合格”进一步升级至产品和制造过程长期可控。

图 88：TI 产品变更需履行客户通知与再认证流程

TI provides the following information before implementing any notifiable change:

- Detailed description
- Reason for change
- PCN tracking number
- Product identification (affected products)
- TI contact information
- Anticipated (positive/negative) impact on fit, form, function, quality & reliability
- Qualification plan and results (or qual schedule if results are not available)
- Sample availability date
- Projected production shipment date

数据来源：TI，西南证券整理

图 89：Infineon 产品变更分级与客户通知机制

Customers will be notified a minimum of 90 days before the proposed first ship date of the changed product. According to the JEDEC J-STD-046 standard, lack of acknowledgement of the PCN within 30 days constitutes acceptance of the change.

Change class	Description	Manufacturing site	Business Division	Info Note (no customer release)	PCN (customer release)
Class 1	Major Change: Customer information and release necessary	Yes	Yes	No	Yes
Class 2	Minor Change: Clarification on customer information between executing and affected organization / Business Division necessary	Yes	Yes	Yes/No	No
Class 3	Minor Change: Handling within local organization	Yes	No	No	No

数据来源：Infineon，西南证券整理

规模交付能力的内涵因此明显高于名义产能规模。对仍处产业化早期的功能金刚石而言，MPCVD 设备数量、规划产能及单次样品性能可以反映企业制造基础，但真正能够形成持续收入的，是符合客户规格的有效产能及稳定交付能力。Intel 供应商质量体系将统计过程控制、异常材料处置、问题调查、规格管理以及产品和工艺变更等纳入统一质量管理框架，反映成熟半导体供应链对于供应商的要求已经由“提供合格样品”进一步延伸至“持续稳定控制生产过程”。随着功能金刚石订单由样品送测和小批量采购向规模供应扩大，企业评价指标亦应由设备数量和规划产能进一步转向批次一致性、生产良率、异常响应能力及持续交付记录。能够将名义产能稳定转化为符合客户标准的有效产能，才意味着企业真正具备规模供应能力。

图 90：Intel 供应商质量管理体系覆盖多个质量控制环节

General Links

Supplier QOS Health Assessment
The QOS HA application on supplier.intel.com provides registered suppliers to access to Intel's assessment of a supplier's quality systems. Supplier users provide responses to gaps with closure plans and record their progress against the closure plans.

Supplier Disposition Request
Registered supplier users request Intel disposition of non-standard and non-conforming materials through the Supplier Disposition Request (SDR) tool.

Supplier Investigation Request
Intel requests supplier engagement in issue investigation, containment, and resolution through the Supplier Investigation Request (SIR) tool.

Unified Change Management
The Unified Change Management (UCM) tool provides a method for registered users at suppliers to submit change forecasts for the materials, equipment, and services they provide. They may track Intel's response and the status of the change request.

Statistical Process Control
The SPC application on the Supplier Presence Site is a document repository to support supplier process control review meetings with Intel.

Electronic Product Data Management (ePDM)
The Product Data Management application provides suppliers access to Intel SPEED drawings and specifications. It also provides a sign-off mechanism for the documents.

Visual Defect Catalog (VDC)
On-line reference and training tool for suppliers containing materials (substrate, IHS, quartz, et al) procurement spec visual/mechanical defect pictures and sample photographs illustrating Intel's expectations and requirements.

Intel Learning
Intel Learning is Intel's Supplier Learning Management System. It is accessed through the Supplier Presence Site and provides access to training materials and classes relevant to Intel's expectations of suppliers.

Intel® WebSuite
Suppliers access purchase orders and forecasts, submit advanced shipping notifications and invoices, and track payments through Web Suite.

数据来源：Intel，西南证券整理

认证进度与订单质量比规划产能更能反映企业真实竞争位置。当前功能金刚石产业仍处于由技术验证向规模应用过渡阶段，若仅以项目投资额、设备数量及规划产能比较企业竞争力，容易高估尚未形成稳定下游需求的产能价值。相比之下，“样品送测—客户认证—试生产—小批量订单—重复采购—稳定交付—收入贡献”构成更具辨识度的商业化验证链条：进入客户认证意味着产品开始获得下游认可，试生产和小批量订单反映制造体系具备初步复制能力，重复采购进一步验证客户需求持续性，而形成稳定收入贡献则意味着技术优势真正开始转化为商业价值。因此，后续判断功能金刚石企业产业化进度，应更加关注客户认证所处阶段、订单是否由一次性送样转向重复采购、有效产能释放以及实际收入贡献，而非单纯比较名义产能。

功能金刚石竞争壁垒正由技术能力逐步向供应链能力延伸。前端材料制备、精密加工及界面集成决定产品能否达到应用要求，客户认证、质量管理及稳定交付则进一步决定产品能否真正进入下游供应链并形成持续收入。随着产业由样品验证迈向规模应用，企业竞争重点有望由“能否做出高性能产品”进一步转向“能否持续稳定地向核心客户交付”。率先完成核心客户认证、建立稳定量产记录并形成重复采购的企业，可以更早积累产品数据、量产经验及客户协同关系；在新供应商仍需重新经历测试、认证及导入流程的背景下，先发企业形成的时间优势和客户黏性有望逐步转化为竞争壁垒。

6 相关标的

功能金刚石产业化持续推进，相关上市公司依托不同产业基础加快布局。当前国内参与者主要来自传统超硬材料、金刚石制品及精密加工等领域，并通过自建产能、功能材料延伸或外延并购等方式切入金刚石散热赛道。其中，部分企业已形成 CVD 金刚石材料制备、精密加工及客户验证能力，部分企业则依托既有 HPHT、MPCVD 装备及超硬材料产业基础推进功能化升级。随着下游高功率芯片散热需求提升及相关项目陆续建设，行业竞争正由技术储备逐步向产品验证、规模交付及盈利兑现阶段演进。建议重点关注具备明确产业化项目、客户验证进展及规模制造能力的相关企业。

表 9：相关公司盈利一致预期

代码	名称	股价（元）	EPS（元）			PE（倍）		
			2025A	2026E	2027E	2025A	2026E	2027E
002046	国机精工	60.00	0.49	0.60	0.76	89	96	76
688028	沃尔德	120.20	0.63	0.94	1.17	103	125	101
300179	四方达	43.36	0.19	0.35	0.60	79	125	72
301071	力量钻石	65.79	0.42	0.93	1.67	85	71	39
000519	中兵红箭	15.80	0.03	0.33	0.50	608	48	32
920725	惠丰钻石	99.53	-0.21	-	-	-164	-	-
301008	宏昌科技	45.10	0.25	0.26	0.28	138	173	163
688485	九州一轨	98.39	-0.10	0.23	0.76	-186	433	129

数据来源：一致预期(截至 2026 年 9 月 14 日)，西南证券整理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

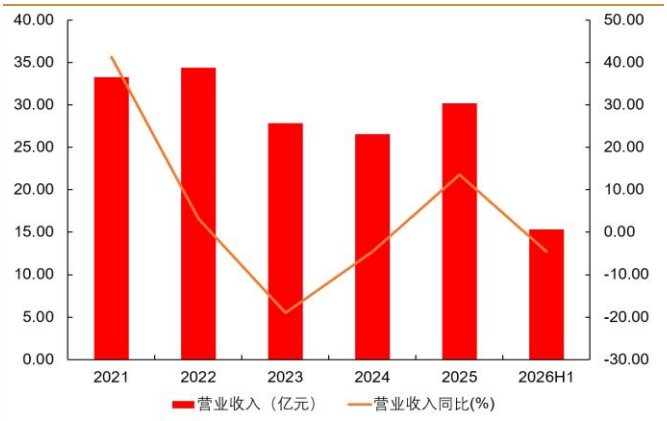
6.1 国机精工：超硬材料稳健增长，金刚石新材料打开成长空间

国机精工集团股份有限公司（简称“国机精工”，股票代码 002046）成立于 2001 年，隶属于中国机械工业集团有限公司，是国机集团精工业务核心平台。公司聚焦精密制造领域，核心业务涵盖高精度、高可靠性轴承及高速高效超硬材料制品等，在相关产品研发制造、检测与试验领域具备较强技术实力。旗下拥有洛阳轴承研究所、郑州磨料磨具磨削研究所等核心企业，产品广泛应用于航空航天、汽车、轨道交通、能源、电子、机床工具等领域，业务覆盖全球 80 多个国家和地区。

2025 年公司收入恢复增长，2026H1 经营阶段性承压。2021—2022 年公司营业收入分别为 33.28 亿元和 34.36 亿元，2023—2024 年受业务结构调整及下游需求变化等因素影响，营业收入分别同比下降 18.98%和 4.53%。2025 年公司经营有所修复，实现营业收入 30.19 亿元，同比增长 13.59%，收入端重新恢复增长；同期实现归母净利润 2.60 亿元，同比下降 6.96%。2026H1 公司实现营业收入 15.35 亿元，同比下降 4.51%；实现归母净利润 0.49 亿元，同比下降 71.89%，利润端降幅明显高于收入端，短期经营表现有所承压。

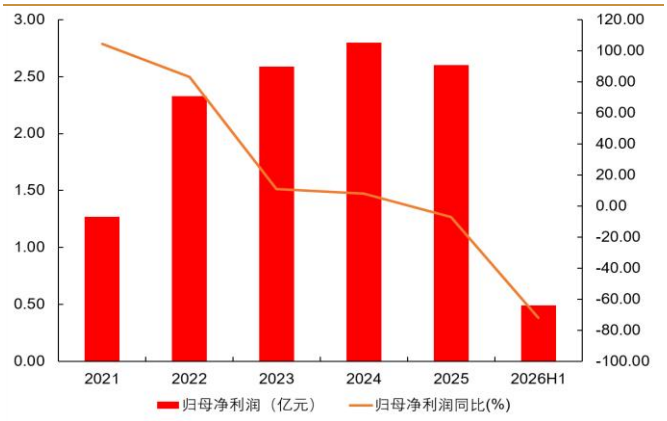
毛利率整体保持稳定，2026H1 净利率明显承压。2021—2024 年，公司毛利率由 20.94%持续提升至 35.27%，净利率由 3.95%提升至 10.92%，盈利能力整体呈改善趋势；2025 年毛利率和净利率分别为 34.10%和 10.77%，整体维持相对稳定。2026H1 公司毛利率为 34.63%，较 2025 年全年提升 0.53pp，主营业务层面的盈利能力总体保持稳定；同期净利率下降至 5.39%，较 2025 年全年下降 5.38pp。费用端看，2026H1 销售、管理、财务及研发费用率分别为 3.96%、9.79%、0.52%和 8.71%，合计 22.98%，较 2025 年提升 0.13pp，整体费用率基本稳定。其中研发投入加大，2026H1 研发费用达到 1.34 亿元，上年同期为 0.87 亿元，同比增长约 54.0%。2026H1 利润端承压体现为业务结构及其他损益项目变化对净利润的影响。

图 91：2025 年公司营收恢复增长，2026H1 阶段性承压



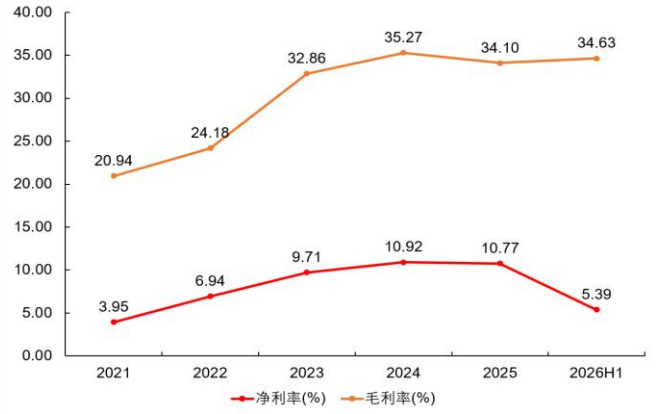
数据来源：，西南证券整理

图 92：2026H1 公司归母净利润同比明显承压



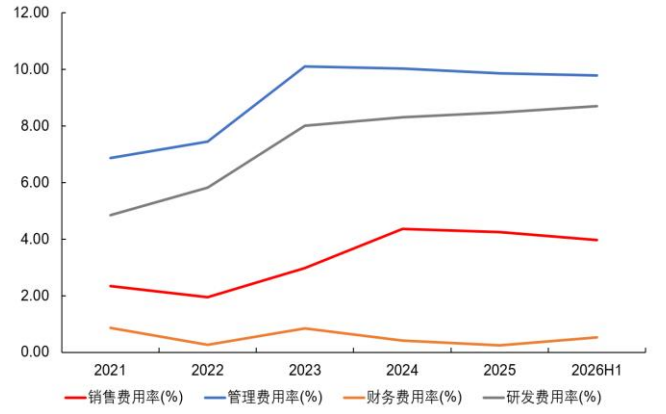
数据来源：，西南证券整理

图 93：2026H1 公司毛利率保持稳定，净利率有所回落



数据来源：，西南证券整理

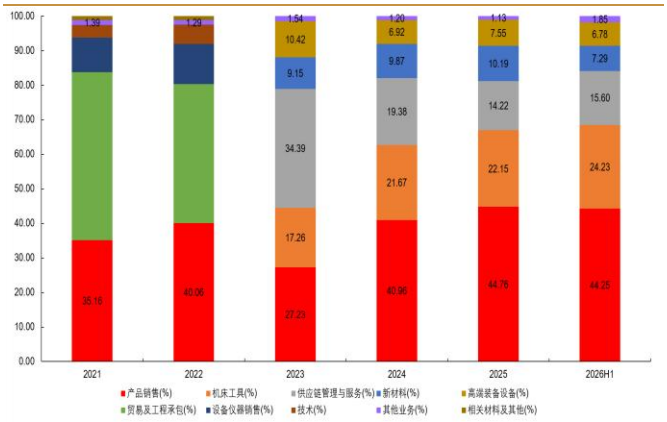
图 94：2026H1 公司期间费用率整体保持稳定



数据来源：，西南证券整理

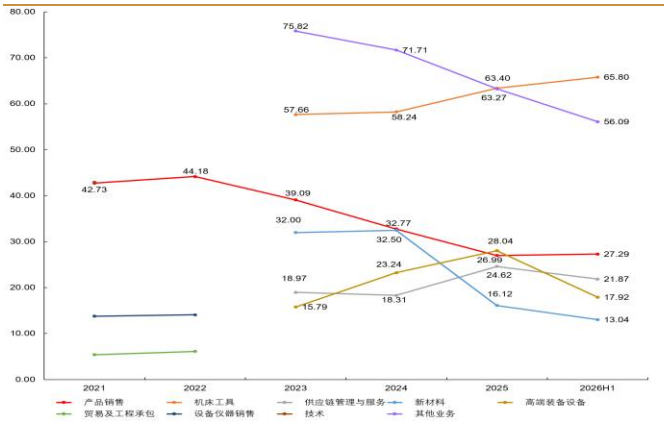
核心制造业务仍占据主导，新材料及机床工具业务成为重要增长支撑。分业务来看，公司收入仍主要集中于产品销售、机床工具等核心制造业务。2025 年产品销售、机床工具、新材料、高端装备设备和供应链管理与服务收入占比分别为 44.76%、22.15%、10.19%、7.55%和 14.22%；2026H1 分别为 44.25%、24.23%、7.29%、6.78%和 15.60%，其中产品销售仍为公司第一大收入来源，机床工具收入占比较 2025 年提升 2.08pp 至 24.23%，业务重要性进一步提升。盈利能力方面，2026H1 机床工具毛利率达到 65.80%，较 2025 年的 63.40%进一步提升，是公司盈利能力最强的主要业务；产品销售毛利率为 27.29%，较 2025 年的 26.99%小幅提升；新材料毛利率由 2025 年的 16.12%下降至 13.04%，高端装备毛利率由 28.04%下降至 17.92%，短期仍处于业务培育及产品结构调整阶段。整体来看，公司收入和利润贡献仍主要集中于特种及精密轴承、超硬材料磨具等优势产品，同时新材料、高端装备等新业务持续推进，为后续成长提供增量空间。

图 95：公司核心制造业务仍占据主导



数据来源：，西南证券整理

图 96：国机精工分业务毛利率



数据来源：，西南证券整理

功能金刚石产品矩阵持续完善，非民用领域已形成小批量收入，民用客户验证加速推进。公司目前已形成覆盖 CVD 金刚石单晶、多晶及金刚石铜复合材料的散热产品矩阵，其中金刚石散热片及光学窗口片已取得小批量订单，主要供应国防工业领域，2025 年相关收入超过 1000 万元；CVD 单晶及多晶产品已进入行业头部客户验证阶段，金刚石铜复合材料亦已向重点客户送样。民用散热领域目前仍处于下游客户验证阶段，公司预计若验证进展顺利，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

2026 年内有望实现小批量订单落地。2026H1 公司金刚石材料实现收入 1.12 亿元，同比增长 220.59%，功能材料业务产业化基础进一步增强。

MPCVD 产能与哈密产业基地同步推进，进一步完善功能金刚石规模化制造布局。截至 2026H1 末，公司新型高功率 MPCVD 法大单晶金刚石项目（二期）建设进度已达到 94.84%，8 月公司进一步将项目投资总额由 2.56 亿元上调至 2.76 亿元，并新增新疆哈密作为实施地点，将耗电量较大的金刚石合成环节部分布局至低电价区域，以进一步降低制造成本。此外，国机金刚石此前在新疆哈密设立晶源创科，建设功能性金刚石材料中试及产业化项目，规划配置 400 台高功率 MPCVD 设备，重点拓展散热级、光学级及电子级金刚石产品；截至 2026H1 末，该项目建设进度为 17.79%。项目规划总投资 3.78 亿元、建设周期 37 个月，后续将持续扩大散热级和光学级金刚石产品尺寸，并推进电子级金刚石中试及产业化。

表 10：国机精工功能金刚石产业化布局持续推进

进展阶段	主要布局	当前状态	核心看点
现有运营	MPCVD 金刚石材料平台	已形成单晶、多晶及复合材料产品	散热片/窗口片已有小批量收入
客户验证	CVD 散热片、金刚石铜复合材料	CVD 进入头部客户验证，复合材料已送样	民用客户订单转化
产能扩建	高功率 MPCVD 二期	建设进度约 94.8%，投资额增至 2.76 亿元	新增哈密实施地点、降低制造成本
在建项目	哈密功能性金刚石材料中试及产业化项目	2026H1 建设进度 17.79%	总投资约 3.78 亿元，规划 400 台高功率 MPCVD
产品储备	散热级、光学级、电子级金刚石	持续研发及产业化	大尺寸产品、第四代半导体材料

数据来源：公司公告，西南证券整理

综合来看，公司已形成“现有功能材料收入—民用客户验证—MPCVD 产能扩建—哈密产业基地建设”的梯次布局。相较于仍主要停留于技术研发阶段的参与者，公司金刚石散热片及窗口片已在非民用领域实现小批量商业化，同时通过 MPCVD 二期及哈密功能性金刚石项目进一步扩大材料供给能力。后续重点关注民用散热客户验证及订单落地、哈密项目建设和产能释放、金刚石铜复合材料客户导入，以及功能金刚石收入与盈利贡献提升。

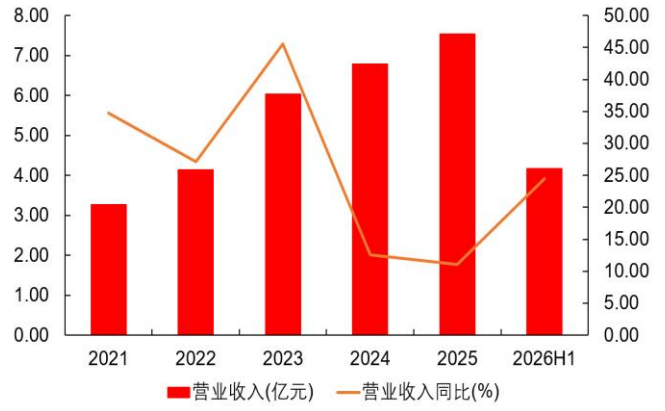
6.2 沃尔德：刀具主业表现亮眼，金刚石新业务加速放量

北京沃尔德金刚石工具股份有限公司（简称“沃尔德”，股票代码 688028）成立于 2006 年，公司专注于超高精密、高精密刀具及超硬材料制品的研发、生产和销售业务，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、金属陶瓷材料的刀具产品；金刚石功能材料业务定位于全球高端新材料市场，是国内少数能够掌握 CVD 法三大制备工艺的公司之一，主要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、CVD 培育钻石等。

收入保持稳健增长，2026H1 业绩增速进一步回升。2021—2025 年，公司营业收入由 3.26 亿元增长至 7.54 亿元，其中 2022 年完成鑫金泉并购后产品矩阵及业务规模进一步扩张，2023 年营业收入同比增长 45.52%至 6.03 亿元；2024—2025 年收入分别同比增长 12.54%和 11.08%，整体保持稳健增长。2025 年公司实现营业收入 7.54 亿元，同比增长 11.08%，归母净利润 0.95 亿元，同比下降 4.71%，主要受到 3C 刀具业务盈利承压、钨等原材料价格上涨等因素影响，收入增长尚未完全转化为利润增长。2026H1 公司实现营业收入 4.17 亿元，同比增长 24.54%；归母净利润 0.58 亿元，同比增长 33.96%，利润增速超过收入增速，经营表现及实际盈利能力明显改善。

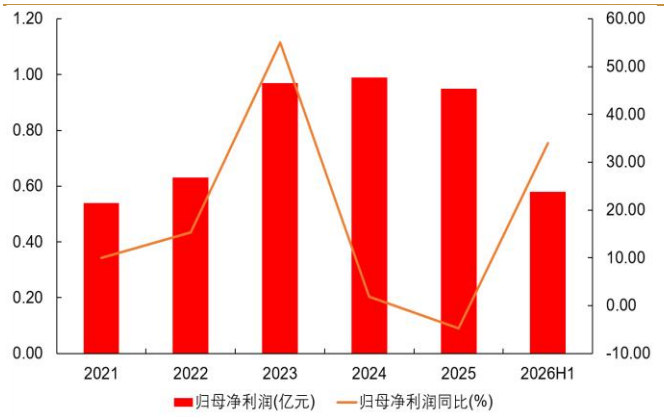
毛利率、净利率明显修复，盈利能力持续改善。2021—2023 年公司毛利率由 49.22%逐步下降至 45.11%，2024 年小幅回升至 46.10%；2025 年受钨等原材料价格上涨、3C 刀具市场竞争加剧及部分新业务仍处投入培育阶段等因素影响，公司毛利率进一步下降至 42.59%，净利率降至 12.45%。2026H1 随着收入较快增长、产品结构优化及经营效率改善，公司毛利率回升至 46.60%，净利率回升至 14.05%，盈利能力明显修复。费用端，2026H1 销售、管理、研发、财务费用率分别为 10.67%、9.75%、7.52%、0.92%，四项期间费用率合计约 28.86%，同比基本保持稳定；其中财务费用率提升主要系汇兑损失增加所致。整体来看，毛利率修复是 2026H1 利润增速快于收入增速的主要驱动力之一。

图 97：2026H1 公司营业收入增速明显回升



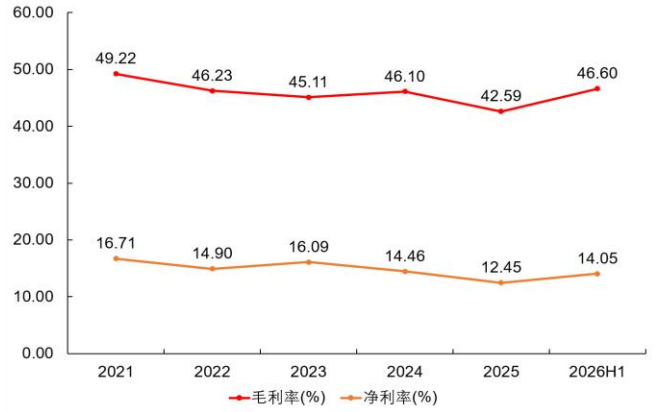
数据来源：，西南证券整理

图 98：2026H1 公司归母净利润增速显著改善



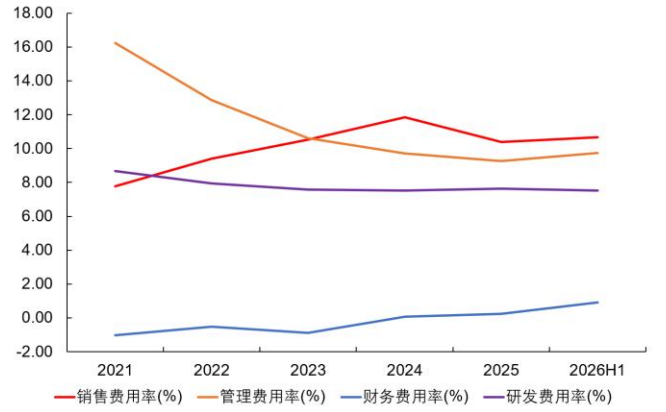
数据来源：，西南证券整理

图 99：2026H1 公司毛利率及净利率同步修复



数据来源：，西南证券整理

图 100：2026H1 公司期间费用率整体保持稳定



数据来源：，西南证券整理

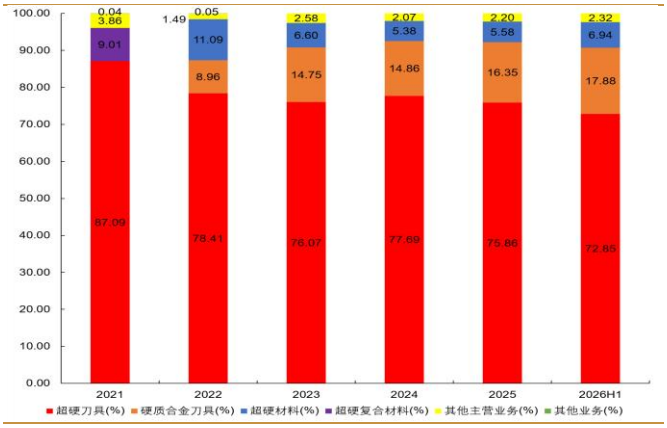
超硬刀具稳居公司核心业务，硬质合金刀具占比持续提升，产品结构进一步多元化。分产品来看，2022—2025 年公司超硬刀具收入占比始终维持在 75%以上，2025 年实现收入 5.72 亿元，同比增长 8.45%，收入占比为 75.86%，仍为公司最主要的收入来源；硬质合金刀具业务近年来增长较快，收入占比由 2022 年的 8.96%持续提升至 2025 年的 16.35%，2025 年实现收入 1.23 亿元，同比增长 22.25%。2026H1 公司超硬刀具实现收入 3.04 亿元，同比增长 15.45%，收入占比为 72.85%，仍为最主要的收入来源；硬质合金刀具实现收入 0.75 亿元，同比增长 55.62%，收入占比进一步提升至 17.88%，其中硬质合金数控刀片项目实现扭亏为盈；同期超硬材料实现收入 0.29 亿元，占比 6.94%，其他产品实现收入 0.10 亿元，

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

占比 2.32%。整体来看，公司在保持超硬刀具核心优势的同时，硬质合金刀具及金刚石功能材料等产品贡献逐步提升，收入结构趋于多元化。

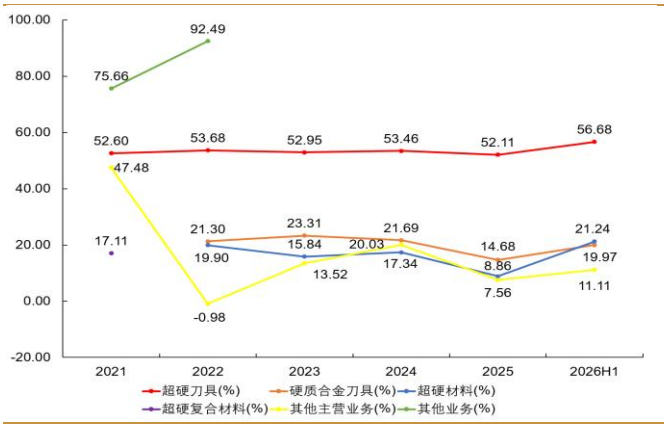
超硬刀具盈利能力进一步提升，超硬材料毛利率显著修复。2022—2025 年公司超硬刀具毛利率整体维持在 52%—54%的较高水平，2025 年为 52.11%，核心业务盈利能力保持相对稳定。相比之下，硬质合金刀具毛利率由 2023 年的 23.31%下降至 2025 年的 14.68%，超硬材料毛利率由 2024 年的 17.34%下降至 2025 年的 8.86%，主要受到钨等原材料价格上涨及部分下游市场竞争加剧等因素影响；其他业务 2025 年毛利率约 7.56%。2026H1 分产品盈利能力总体改善，其中超硬刀具毛利率提升至 56.68%，核心业务盈利优势进一步强化；硬质合金刀具毛利率为 19.97%，较 2025 全年水平明显回升；超硬材料毛利率大幅提升至 21.24%，较 2025 年明显修复，反映金刚石功能材料等产品逐步放量后产品结构及盈利质量改善；其他产品毛利率亦回升至 11.11%。

图 101：硬质合金刀具收入占比持续提升



数据来源：，西南证券整理

图 102：2026H1 公司主要产品毛利率普遍改善



数据来源：，西南证券整理

金刚石热管理产品验证持续推进，现有技术能力已覆盖材料生长、精密加工及复合散热方案。公司将金刚石散热确立为中长期重点研发方向，围绕 GPU、CPU、高功率器件、射频器件等场景持续推进产品开发。公司已依托自主研发的 CVD 设备实现大尺寸金刚石材料制备，并形成超薄切割、精密研磨及镜面抛光等后加工能力；多晶/单晶金刚石热沉片已能够实现 TTV＜2μm，多晶产品表面粗糙度 Ra＜1nm、单晶产品 Ra＜0.5nm。同时，公司围绕芯片直接散热开发金刚石衬底及金刚石铜复合材料，其中金刚石铜铝复合材料已向下游冷板客户送样验证。最新募投报告进一步披露，公司已建立覆盖金刚石生长、激光分片及切割、精密研磨、镜面抛光及半导体级清洗包装的标准化生产流程，面向 C2W 的中小尺寸金刚石散热衬底已完成中试验证，并与头部客户开展送样验证，面向 W2W 应用的 4—12 英寸金刚石散热晶圆亦处于小批量验证阶段，其中 12 英寸产品已实现稳定生长，并与多家行业头部企业开展研发合作。

产能扩张与研发储备同步推进，金刚石新业务布局进一步完善。2026 年 8 月，公司推出新一轮向特定对象发行方案，拟募集资金不超过 14.5 亿元，其中 5.24 亿元用于金刚石功能部件产业化项目，规划建设年产 65 万片金刚石散热衬底产能，重点面向高端 GPU/CPU 及光通信芯片等近结散热需求；同时，总投资 8.22 亿元的金刚石微钻产业化项目（一期）规划形成 420 万支/年产能，重点服务高端 PCB、半导体硬脆材料及精密器件微孔加工。此外，公司拟投资 3888 万元建设金刚石功能材料研发中心，围绕金刚石散热晶圆、金刚石复

合冷板及量子级金刚石晶体等方向开展研发。随着产业化项目与研发平台同步推进，公司在金刚石散热、精密加工及前沿功能材料领域的布局进一步完善。

表 11：沃尔德金刚石新业务产业化布局持续加码

进展阶段	主要布局	当前状态	核心看点
现有能力	CVD 金刚石制备及精密加工平台	CVD 金刚石制备及精密加工平台	材料制备与超精密加工协同
产品验证	金刚石散热衬底/晶圆	中小尺寸产品初步完成客户验证，4—12 英寸产品小批量验证	GPU/CPU、光通信及先进封装应用
产品拓展	金刚石铜铝复合材料	已向下游冷板客户送样验证	拓展复合散热及系统级应用
规模扩产	65 万片金刚石散热衬底项目	拟募资建设，建设期 3 年	总投资 5.24 亿元，支撑规模交付
精密加工扩产	金刚石微钻产业化项目（一期）	拟募资建设	总投资 8.22 亿元，规划 420 万支/年
技术储备	金刚石功能材料研发中心	备案、环评手续已完成办理	散热晶圆、复合冷板、量子级金刚石

数据来源：公司公告，西南证券整理

综合来看，沃尔德金刚石功能材料业务已形成“现有技术及加工平台—客户验证—先期扩产—大规模募投扩产—前沿产品研发”的梯次布局。公司中小尺寸金刚石散热衬底已初步完成客户验证，4—12 英寸散热晶圆进入小批量验证，同时金刚石铜复合材料进一步向冷板等下游场景延伸；在此基础上，65 万片散热衬底项目将明显扩大后续规模供应能力，微钻及研发中心项目则进一步丰富公司在半导体精密加工和功能金刚石领域的产品矩阵。后续重点关注散热衬底客户验证及订单转化、65 万片项目建设与产能释放进度、金刚石铜复合材料客户导入，以及功能金刚石业务收入和盈利贡献提升。

6.3 四方达：复合超硬材料龙头，CVD 金刚石打开成长空间

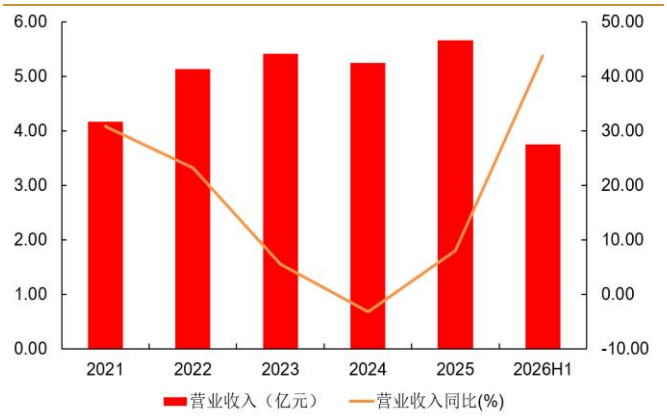
河南四方达超硬材料股份有限公司（简称“四方达”，股票代码 300179）成立于 1997 年。现为高新技术企业、专精特新“小巨人”企业、绿色工厂、绿色供应链管理企业、河南省智能制造车间试点企业以及安全生产标准化三级企业。2011 年在深交所上市，成为中国聚晶金刚石行业上市公司。公司主营产品为石油/天然气钻探用聚晶金刚石复合片、煤田及矿山用聚晶金刚石复合片、切削刀具用聚晶金刚石复合片、聚晶金刚石拉丝模具、精密超硬刀具、潜孔钻头等，产品现已销售海内外 40 多个国家和地区。

传统业务维持稳健，CVD 金刚石放量推动业绩增速回升。2021—2022 年，公司受益于资源开采/工程施工及精密加工业务增长，营业收入由 4.17 亿元提升至 5.14 亿元，归母净利润由 0.92 亿元提升至 1.54 亿元；2023 年以来传统业务增速有所放缓，同时 CVD 金刚石业务处于产业化投入和产能爬坡阶段，公司利润端阶段性承压。2025 年公司实现营业收入 5.67 亿元，同比增长 7.98%，归母净利润 0.93 亿元，同比下降 20.77%；2026H1 随着 CVD 业务逐步放量，公司实现营业收入 3.75 亿元，同比增长 43.76%，归母净利润 0.78 亿元，同比增长 46.9%。

公司盈利能力逐步修复。2021—2022 年公司毛利率由 52.89%提升至 55.57%，净利率由 22.08%提升至 29.19%；受 CVD 业务前期产能利用率及生产成本影响，2025 年毛利率和净利率分别降至 41.37%和 5.72%。随着新业务放量及经营效率改善，2026H1 公司毛利率回升至 47.63%，净利率提升至 16.87%，同期销售、管理、财务及研发费用率合计约 23.94%，较 2025 年进一步下降，盈利能力呈现改善趋势。

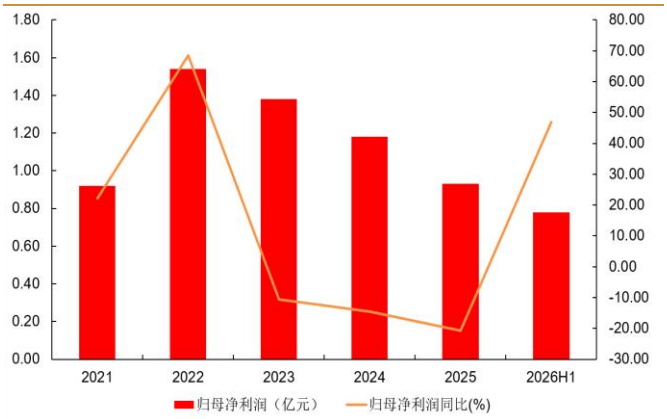
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 103：2026H1 公司营收增速显著回升



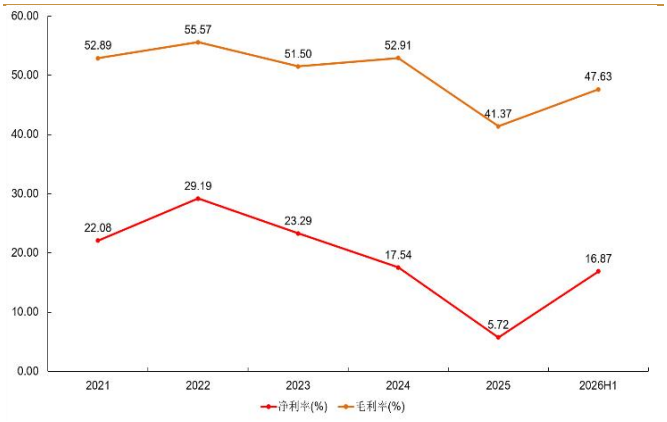
数据来源：，西南证券整理

图 104：2026H1 公司归母净利润恢复增长



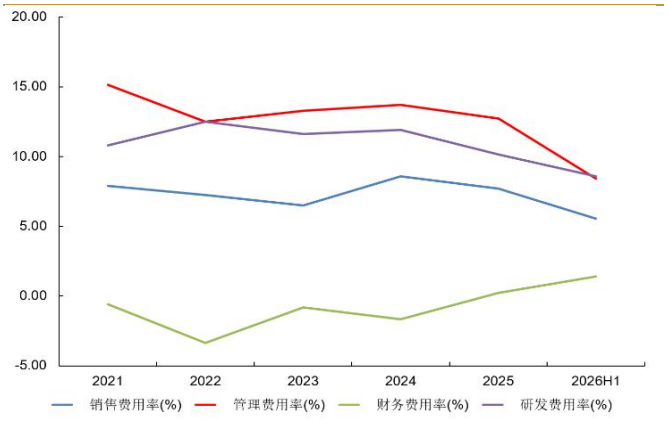
数据来源：，西南证券整理

图 105：2026H1 公司毛利率及净利率明显修复



数据来源：，西南证券整理

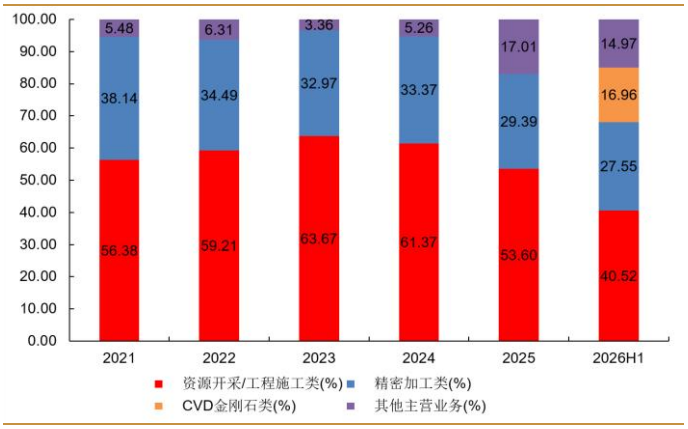
图 106：2026H1 公司期间费用率整体下降



数据来源：，西南证券整理

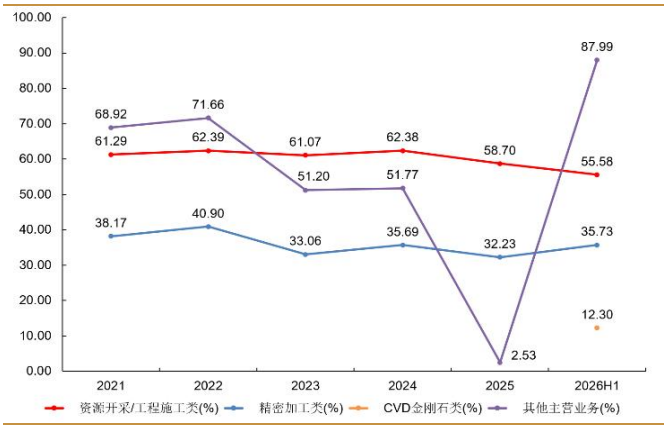
传统业务仍为公司收入和盈利的核心来源，CVD 放量推动业务结构逐步多元化。分业务来看，2021—2024 年资源开采/工程施工类产品收入占比整体维持在 56%—64%，2025 年为 53.60%；精密加工类产品收入占比由 2021 年的 38.14%下降至 2025 年的 29.39%，两类传统业务合计收入占比仍达到 82.99%。随着 CVD 金刚石等新业务逐步放量，其他主营业务收入占比由 2024 年的 5.26%提升至 2025 年的 17.01%。随着 CVD 金刚石业务逐步放量，公司于 2026H1 单独披露 CVD 金刚石类业务，收入占营业收入的 16.96%；其他主营业务收入占比为 14.97%，业务结构进一步向新业务倾斜。盈利能力方面，资源开采/工程施工类产品毛利率长期维持在较高水平，2025 年为 58.70%；精密加工类产品毛利率为 32.23%。受 CVD 业务仍处于产业化爬坡期、前期生产成本较高影响，2025 年其他主营业务毛利率降至 2.53%，短期对公司整体盈利能力形成一定拖累。2026H1 CVD 金刚石业务毛利率为 12.30%，盈利能力相较成熟传统业务仍有较大提升空间。

图 107：2026H1 CVD 业务放量推动公司收入结构进一步多元化



数据来源：，西南证券整理

图 108：四方达分业务毛利率



数据来源：，西南证券整理

功能金刚石产业化基础逐步成型，散热产品已由材料制备向实际交付推进。公司依托河南天璇持续向 CVD 金刚石产业链延伸，目前已形成自主 MPCVD 合成及加工设备、CVD 金刚石生长工艺以及高品质大尺寸超纯金刚石批量生产能力，产品覆盖珠宝首饰、精密刀具、光学窗口及芯片热沉等领域。公司 CVD 金刚石散热片热导率已达到 2000 W/(m·K)以上，并已通过客户测试进入小批量供货阶段，意味着功能金刚石业务已由前期设备、工艺及样品开发逐步进入实际产品交付。与此同时，2026H1 公司 CVD 金刚石业务实现收入 0.64 亿元，同比增长 1031.90%，收入占比提升至 16.96%，新业务已开始形成明确财务贡献。

新增产能与大尺寸产品储备同步推进，为功能金刚石进一步放量提供成长空间。2026 年 4 月，河南天璇签署年产 2.5 万片 CVD 金刚石项目投资合同，项目计划总投资约 4.5 亿元，其中固定资产投资约 3.15 亿元。资本端，公司进一步加大对河南天璇的投入，2026 年 7 月拟与其他投资方共同向河南天璇增资 2 亿元，其中四方达拟现金增资约 1.01 亿元，增资完成后公司直接持股比例将由 46.81%提升至 47.57%，本次增资有助于补充河南天璇业务发展资金，为后续项目建设及业务拓展提供资金支持；随着项目建设推进，公司功能金刚石规模供应能力有望进一步提升。与此同时，公司已披露具备大尺寸金刚石衬底及薄膜相关生产能力，产品方向进一步覆盖芯片散热、光学及半导体等高附加值应用。 因此，公司功能金刚石布局已由单一产品开发逐步形成“现有产能运营—散热片小批量供货—新增项目扩产—大尺寸及高附加值产品储备”的梯次推进格局。

表 12：四方达功能金刚石产业化布局梯次推进

进展阶段	主要布局	当前状态	核心看点
现有运营	河南天璇 CVD 平台	已形成设备、材料及产品生产能力	CVD 业务已实现收入
产品兑现	CVD 金刚石散热片	客户测试通过、进入小批量供货	热导率>2000 W/(m·K)，关注重复订单
新增产能	沙雅 2.5 万片项目	建设推进中	总投资约 4.5 亿元，支撑规模放量
产品储备	大尺寸衬底/薄膜及其他功能材料	持续拓展	芯片散热、光学、半导体等高附加值场景

数据来源：公司公告，西南证券整理

综合来看，公司功能金刚石业务已不再停留于技术储备或产能规划阶段，而是形成了现有业务收入、小批量客户供货与新增产能建设并行推进的产业化格局。 相较于单纯依赖规划产能的企业，四方达已有产品性能、客户验证及实际收入作为商业化支撑，沙雅新增产能则进一步提供后续增长弹性。后续重点关注客户复购及订单扩量、沙雅项目投产及产能爬坡进度，以及 CVD 业务收入占比和盈利能力提升。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

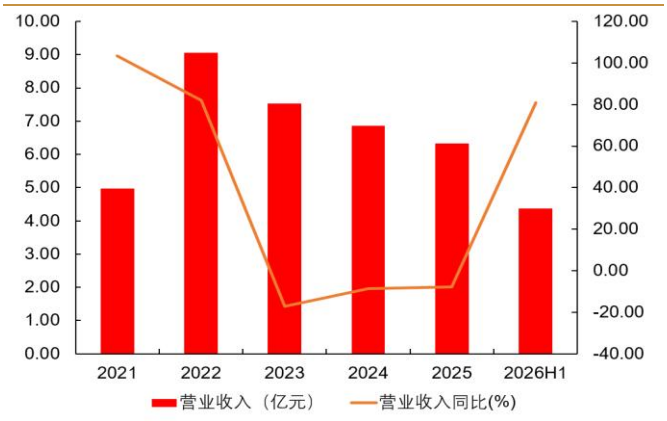
6.4 力量钻石：人造金刚石龙头，功能材料打开成长空间

河南省力量钻石股份有限公司（简称“力量钻石”，股票代码 301071）成立于 2010 年，地址位于河南商丘柘城高新技术开发区“国家超硬材料及制品高新技术产业化基地”。是一家专业从事培育钻石和超硬材料研发、生产制造的高新技术企业，公司主营业务涵盖金刚石单晶、金刚石微粉、培育钻石三大系列，主要应用于精密制造，地质钻探，航天军工，光伏新能源，第三代半导体，珠宝首饰等相关领域。下属成员企业分布于商丘、深圳、海南、香港、扬州等地。

经历连续三年调整后，2026H1 营收及利润增速明显回升。2021—2022 年，公司处于快速增长阶段，营业收入由 4.98 亿元提升至 9.06 亿元，归母净利润由 2.40 亿元提升至 4.60 亿元；2023 年以来公司经营进入调整期，2023—2025 年营业收入分别为 7.52、6.86、6.32 亿元，同比下降 17.03%、8.74%、7.84%，同期归母净利润由 3.64 亿元进一步下降至 1.09 亿元，利润端承压幅度高于收入端。2026H1 公司经营明显改善，实现营业收入 4.38 亿元，同比增长 80.94%，归母净利润 0.90 亿元，同比增长 247.61%，收入及利润均恢复较快增长，业绩修复趋势逐步显现。

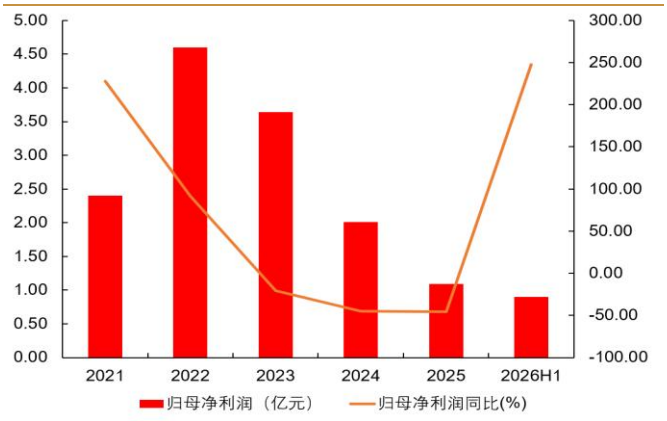
盈利能力触底回升，毛利率修复带动净利率改善。2021—2022 年公司毛利率维持在 63%以上，净利率超过 48%；随着核心产品盈利能力下降，2023—2025 年公司毛利率由 51.67%持续下降至 22.23%，净利率由 48.37%下降至 17.28%。2026H1 公司毛利率回升至 34.44%，较 2025 年提升 12.21pp，净利率提升至 20.57%，盈利能力出现明显修复。费用端，2026H1 销售、管理、财务及研发费用率分别为 0.64%、4.70%、2.14%和 7.53%，四项期间费用率合计约 15.01%，较 2025 年全年下降约 0.97pp；其中研发费用率由 2025 年的 10.29%下降至 7.53%，财务费用率则由-1.39%转为 2.14%。

图 109：2026H1 公司营业收入增速大幅回升



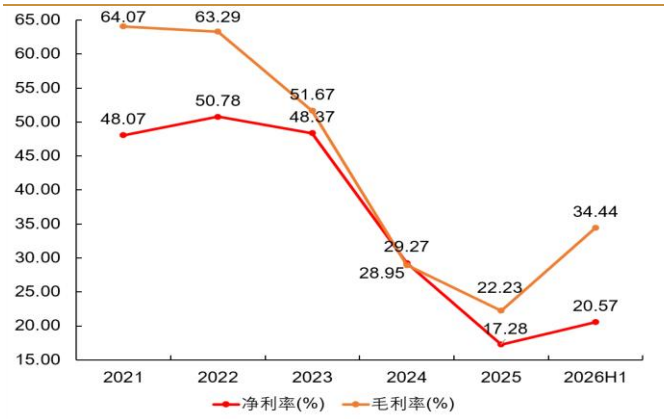
数据来源：，西南证券整理

图 110：2026H1 公司盈利能力开始修复



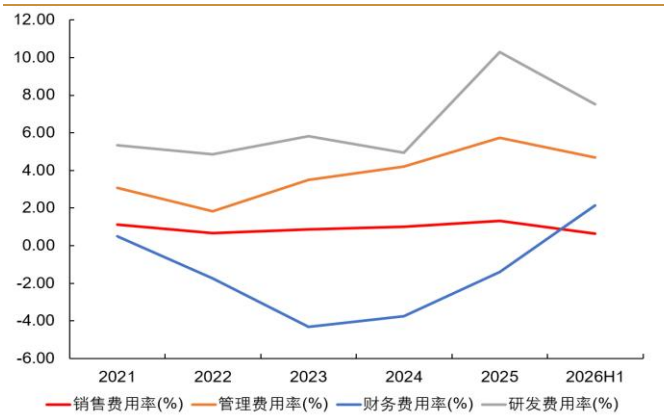
数据来源：，西南证券整理

图 111：2026H1 公司毛利率及净利率同步改善



数据来源：，西南证券整理

图 112：2026H1 公司期间费用率较 2025 年小幅下降

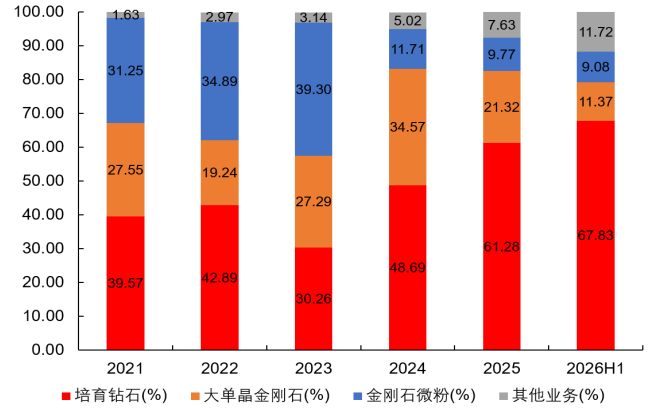


数据来源：，西南证券整理

培育钻石收入占比持续提升，业务结构进一步向核心产品集中。分产品来看，培育钻石已逐步成为公司收入最主要的组成部分，收入占比由 2021 年的 39.57%提升至 2025 年的 61.28%，2026H1 进一步达到 67.83%；同期大单晶金刚石收入占比由 2024 年的 34.57%下降至 2025 年的 21.32%，2026H1 进一步降至 11.37%。金刚石微粉收入占比也由 2023 年的 39.30%持续下降至 2025 年的 9.77%，2026H1 为 9.08%。其他业务收入占比由 2021 年的 1.63%提升至 2026H1 的 11.72%。整体来看，公司收入结构近年来明显向培育钻石倾斜，2026H1 培育钻石收入占比已接近七成，成为推动公司收入恢复增长的核心业务。

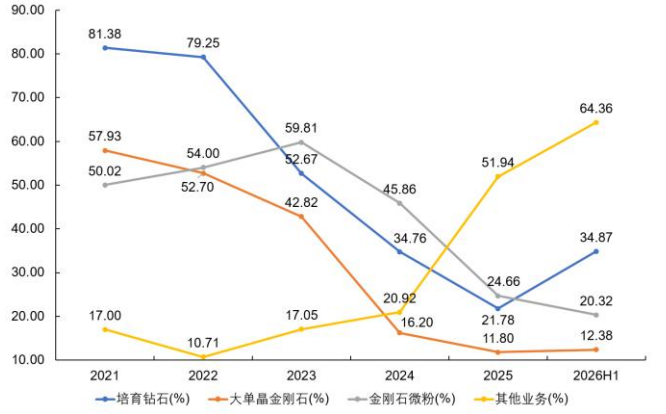
培育钻石盈利能力明显修复，推动公司综合毛利率回升。分产品看，公司培育钻石毛利率由 2021 年的 81.38%下降至 2025 年的 21.78%，是近年来综合盈利能力下行的重要影响因素；2026H1 培育钻石毛利率明显回升至 34.87%，较 2025 年提升 13.09pp，随着其收入占比进一步提升，对公司整体毛利率改善形成较强拉动。大单晶金刚石毛利率 2026H1 为 12.38%，较 2025 年的 11.80%小幅改善，但仍处于较低水平；金刚石微粉毛利率由 2025 年的 24.66%下降至 20.32%。同期其他业务毛利率进一步提升至 64.36%，较 2025 年的 51.94%明显提高。整体来看，2026H1 公司盈利修复主要来自培育钻石及其他业务毛利率改善，其中培育钻石凭借较高收入占比，对综合盈利能力的影响最为显著。

图 113：2026H1 培育钻石收入占比进一步提升



数据来源：，西南证券整理

图 114：2026H1 培育钻石毛利率明显修复



数据来源：，西南证券整理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

散热项目已进入小规模量产，客户导入持续推进。公司在既有人造金刚石材料基础上加快向高附加值功能材料延伸，与中国台湾捷斯奥合作建设半导体高功率散热片金刚石功能材料项目，重点攻关大尺寸半导体高功率金刚石散热片，项目于 2025 年 1 月建成投产。公司已攻克金刚石散热片相关核心技术，产品热导率达到铜的 5 倍以上，目前散热相关产品已实现小规模量产。客户端，公司已与多家国内半导体及科技企业开展产品对接，持续推进金刚石散热产品送样、研发及测试合作，产业化进程由产线建设进一步向客户验证及订单导入延伸。

募投方向进一步向功能金刚石倾斜，新增产能与产品储备同步加码。2026 年 6 月，公司拟将原“商丘力量钻石科技中心及培育钻石智能工厂建设项目”尚未使用的 10.28 亿元募集资金变更投入“金刚石功能材料生产研发建设项目”，实施主体仍为全资子公司商丘力量钻石科技中心有限公司，重点布局散热材料、光学材料、声学振膜等高端功能产品。从投资结构看，新项目设备购置费约 7.24 亿元，占总投资 70.45%，同时配置研发、建筑工程及流动资金等投入，体现公司由前期产品验证进一步向规模制造能力建设延伸。

表 13：力量钻石功能金刚石产业化布局持续推进

进展阶段	主要布局	当前状态	核心看点
现有运营	半导体高功率散热片金刚石功能材料项目	2025 年 1 月建成投产，已实现小规模量产	大尺寸高功率金刚石散热片，热导率达铜的 5 倍以上
客户导入	金刚石散热产品	与国内知名半导体企业、科技企业推进送样、研发和测试	关注客户验证向订单转化
新增产能	金刚石功能材料生产研发建设项目	2026 年 6 月拟变更 10.28 亿元募集资金投入，其中设备购置费约 7.24 亿元，占总投资 70.45%	扩充金刚石材料生长、精密加工及终端产品规模化制造能力
产品储备	散热材料、光学材料、声学振膜等	持续研发及产业化推进	功能金刚石应用由单一散热向多场景拓展

数据来源：公司公告，西南证券整理

综合来看，公司功能金刚石业务已形成“现有散热项目投产—产品小规模量产—客户送样验证—新增募投扩产—多元功能材料储备”的梯次布局。相较于此前以培育钻石、工业金刚石及金刚石微粉为主的业务结构，公司正通过现有高功率散热片项目及 10.28 亿元新增投资进一步向散热、光学、声学等高附加值功能材料延伸，功能金刚石有望成为新的业务增量。后续重点关注散热片客户验证及订单放量、新增 MPCVD 设备投放和项目建设进度，以及功能金刚石业务收入与盈利贡献提升。

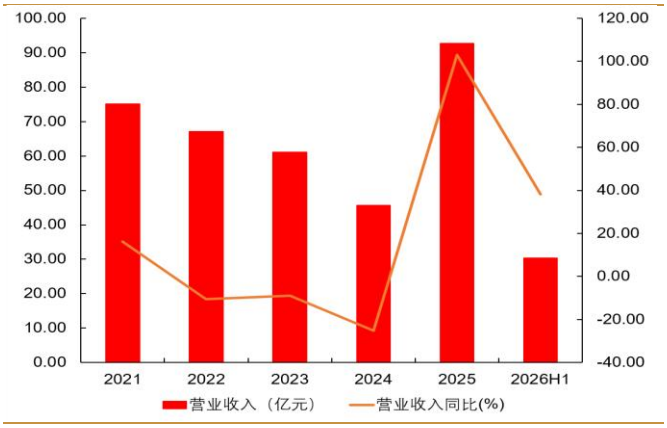
6.5 中兵红箭：全产业链基础突出，功能金刚石稳步推进

中兵红箭股份有限公司（简称“中兵红箭”，股票代码 000519）是中国兵器工业集团有限公司所属豫西工业集团有限公司的控股上市公司，是以生产军用、民用产品为主的大型军民融合性企业。公司前身为成都配件厂，于 1993 年 10 月在深圳证券交易所挂牌上市，后经历次重组，于 2013 年成为豫西工业集团有限公司控股上市公司。总部位于河南省南阳市，在河南、四川、江西、山东、吉林、广东等省境内设有分、子公司。公司专业从事特种装备、超硬材料、专用汽车及汽车零部件研究与开发。

收入规模大幅恢复，2026H1 延续较快增长，利润端逐步走出低谷。2021—2024 年，公司营业收入由 75.14 亿元持续下降至 45.69 亿元，其中 2022—2024 年分别同比下降 10.65%、8.90%和 25.29%；归母净利润则由 2023 年的 8.28 亿元转为 2024 年亏损 3.27 亿元，经营压力明显加大。2025 年公司营业收入大幅恢复至 92.74 亿元，同比增长 102.97%，归母净利润实现 0.42 亿元，同比扭亏。2026H1 公司实现营业收入 30.30 亿元，同比增长 38.15%；归母净利润 0.37 亿元，同比增长 191.36%，收入端继续保持较快增长，利润端延续修复态势。

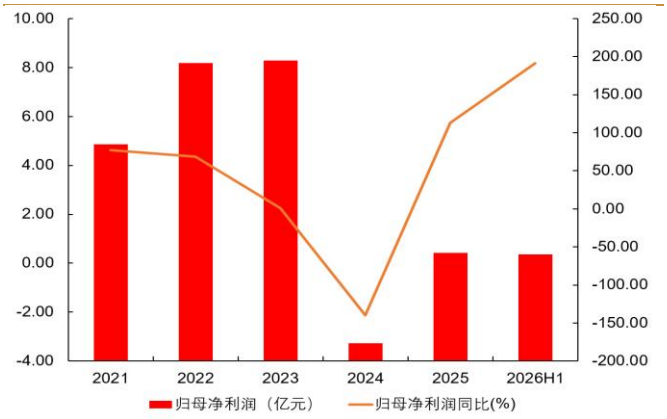
盈利能力触底修复，2026H1 毛利率明显回升。2021—2023 年公司毛利率由 20.74%持续提升至 32.25%，净利率由 6.46%提升至 13.54%；2024 年盈利能力明显承压，毛利率下降至 15.24%，净利率转负至-8.05%。2025 年公司实现扭亏，净利率恢复至 0.65%，但毛利率进一步降至 14.35%。2026H1 公司毛利率回升至 18.48%，较 2025 年提升 4.13pp，净利率进一步提升至 1.07%，盈利能力延续修复。费用端，2026H1 销售、管理、研发及财务费用率分别为 0.63%、8.40%、7.24%和-0.85%，四项期间费用率合计约 15.42%，较 2025 年的 10.99%有所上升，其中管理及研发费用率提升较为明显。整体来看，公司盈利能力虽较 2021—2023 年高位仍有明显差距，但随着毛利率恢复和经营改善，利润修复趋势已逐步确立。

图 115：2026H1 公司营业收入延续较快增长



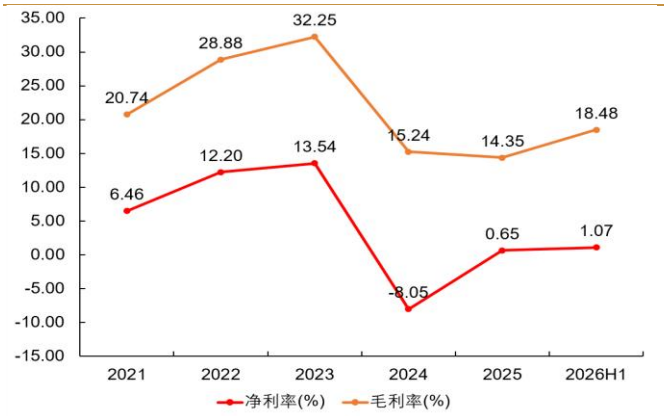
数据来源：，西南证券整理

图 116：2026H1 公司归母净利润同比显著改善



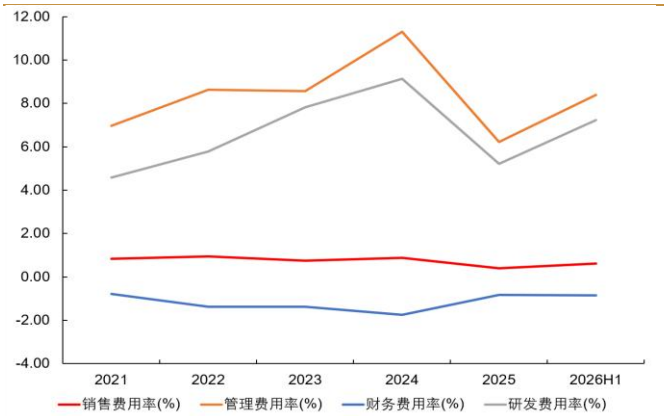
数据来源：，西南证券整理

图 117：2026H1 公司毛利率及净利率继续修复



数据来源：，西南证券整理

图 118：2026H1 管理及研发费用率有所提升



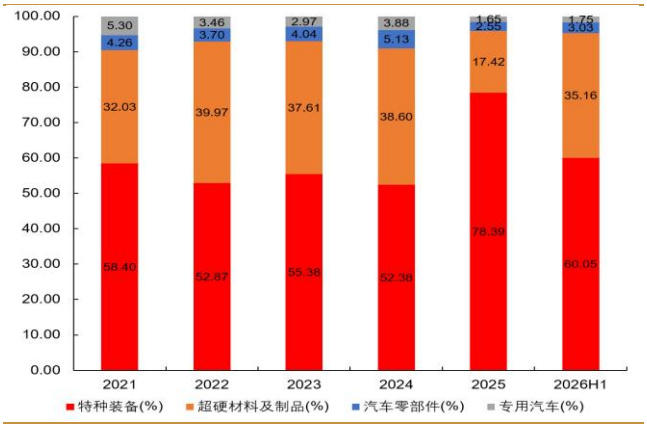
数据来源：，西南证券整理

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

特种装备仍为收入核心，2026H1 超硬材料及制品占比显著回升，业务结构趋于均衡。分产品来看，特种装备始终为公司最主要的收入来源，2021—2024 年收入占比维持在 52%—58%，2025 年随着相关业务规模快速增长，占比进一步提升至 78.39%；2026H1 特种装备收入占比回落至 60.05%，仍居首位。超硬材料及制品收入占比 2021—2024 年整体维持在 32%—40%，2025 年受特种装备收入大幅增长影响降至 17.42%，2026H1 重新提升至 35.16%，较 2025 年提高 17.74pp，收入贡献明显恢复。同期汽车零部件和专用汽车占比分别为 3.03%和 1.75%，总体贡献相对有限。整体来看，公司当前仍以特种装备和超硬材料及制品两大业务为核心，2026H1 超硬材料业务占比恢复后，收入结构较 2025 年更加均衡。

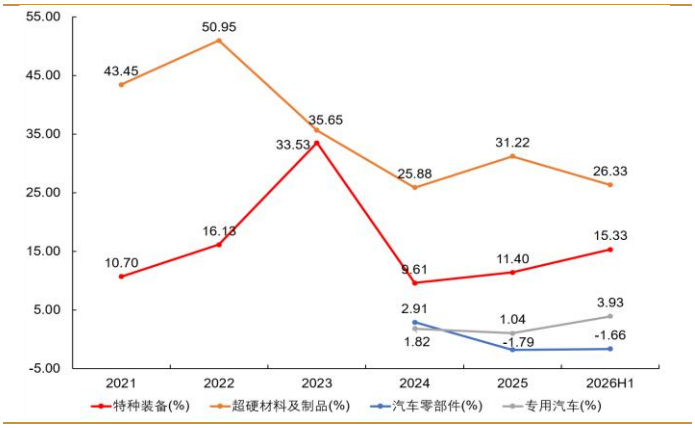
特种装备盈利能力明显修复，超硬材料及制品仍保持相对较高毛利率。分业务看，特种装备毛利率波动较大，2023 年一度达到 33.53%，2024 年下降至 9.61%，2025 年小幅回升至 11.40%，2026H1 进一步提升至 15.33%，成为公司综合毛利率改善的重要支撑。超硬材料及制品长期保持公司各主要业务中较高的盈利水平，毛利率由 2022 年的 50.95%下降至 2024 年的 25.88%，2025 年回升至 31.22%，2026H1 为 26.33%，虽较 2025 年有所下降，但仍明显高于特种装备业务。同期汽车零部件毛利率为-1.66%，仍处亏损状态；专用汽车毛利率由 2025 年的 1.04%提升至 2026H1 的 3.93%。整体来看，2026H1 公司综合毛利率改善主要受特种装备盈利能力恢复以及高毛利超硬材料业务收入占比回升共同推动，但部分业务盈利质量仍有进一步提升空间。

图 119：2026H1 超硬材料及制品收入占比显著回升



数据来源：，西南证券整理

图 120：特种装备毛利率回升，超硬材料及制品保持较高盈利水平



数据来源：，西南证券整理

功能性金刚石布局较早，散热产品已由技术研发向小批量生产及客户导入推进。公司依托中南钻石超硬材料全产业链基础持续向功能性应用延伸，2013 年开始开展 CVD 技术研究，2016 年进入试验阶段，并参与多个重要项目研制；2026H1 公司进一步明确聚焦高性能单晶材料及器件技术攻关，其中“220GHz 大功率微波用金刚石窗口制备开发”项目入选“中国好技术”项目库。在散热领域，公司 2026 年 6 月披露金刚石散热片已实现小批量生产，并积极与下游应用端开展技术对接，同时持续开展低成本、大尺寸功能性金刚石制备及金刚石与铜键合工艺研发。最新 9 月投资者关系活动进一步显示，公司当前功能性金刚石以单晶为主，尺寸主要在 2 英寸以内，已有送样及客户，但总体规模仍较小；客户主要集中于头部企业，现阶段更多处于预研和储备阶段，较高成本仍限制其在非高附加值场景的大规模应用。

设备升级与产能储备同步推进，为后续功能金刚石产业化放量提供基础。公司坚持 HPHT 与 CVD 双技术路线，并持续推进功能性金刚石工艺优化，良品率及单位生产成本逐步改善；在产能端，公司表示已稳步推进产能替代、设备升级及产能提升，同时 MPCVD 设备亦存在进一步扩产计划。公司具备相应技术、人员及产能储备，在下游需求明显放量后具备进一步扩充产能的条件。

表 14：中兵红箭功能性金刚石产业化布局持续推进

进展阶段	主要布局	当前状态	核心看点
技术基础	CVD 功能性金刚石	2013 年开始技术研究，2016 年进入试验阶段	CVD 技术储备时间较长，依托中南钻石全产业链基础
产品形成	单晶功能性金刚石	目前以单晶为主，尺寸主要在 2 英寸以内	向高性能、高附加值功能材料延伸
散热应用	金刚石散热片	已实现小批量生产，并与下游开展技术对接	关注送样、验证向持续订单转化
客户导入	功能性金刚石产品	已有送样及客户，但总体量较小	当前以头部客户预研、储备项目为主
设备扩充	MPCVD 设备及产能	推进设备升级、产能替代，并有 MPCVD 扩产计划	关注具体设备数量、投资规模及产能释放
产品储备	金刚石窗口等功能器件	已完成 220GHz 大功率微波金刚石窗口相关技术攻关	拓展散热、微波等高附加值应用

数据来源：公司公告，西南证券整理

综合来看，公司功能性金刚石业务已形成“长期技术储备—产品形成—小批量生产—客户送样验证—设备及产能储备”的产业化路径。依托中南钻石在工业金刚石、HPHT 及 CVD 工艺方面的产业基础，公司在功能性金刚石材料制备和高附加值应用方面具备较深积累，但当前产品尺寸仍以 2 英寸以内为主、客户订单总体规模较小，距离规模化收入贡献仍有一定距离。后续重点关注大尺寸产品技术突破及降本进展、头部客户验证和订单转化、MPCVD 设备扩产落地，以及功能性金刚石业务收入贡献提升。

6.6 惠丰钻石：金刚石微粉龙头，功能材料产业化加速推进

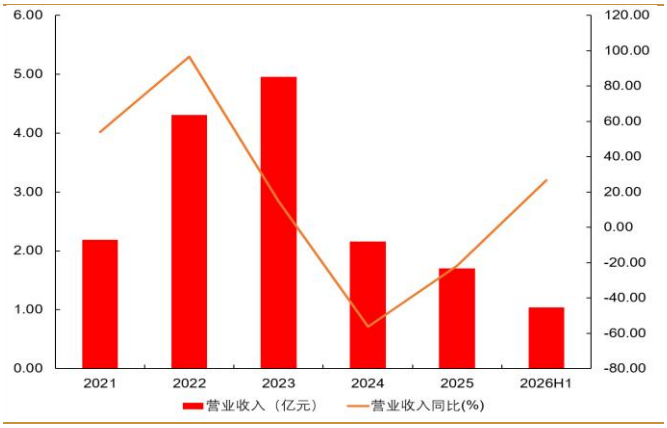
惠丰钻石股份有限公司（简称“惠丰钻石”，股票代码 920725）是国内金刚石微纳粉体领域的领先企业之一，2022 年 7 月于北京证券交易所上市。公司以金刚石微粉及微纳粉体材料为核心业务，在高端金刚石微粉制备、分级、表面处理及应用开发等方面形成较深技术积累，“人造单晶金刚石微粉”获评国家级制造业单项冠军产品，产品广泛应用于精密加工、电子信息、新能源及半导体等领域。近年来，公司在巩固传统金刚石微粉业务优势的基础上，积极向高附加值功能金刚石材料延伸，通过深圳惠丰半导体材料、河南功能金刚石研究院等平台推进半导体及功能金刚石相关技术研发，并布局 CVD 金刚石散热材料等新兴应用，逐步由传统超硬材料企业向微纳金刚石材料与功能金刚石综合材料供应商转型。

经历连续两年调整后，2026H1 收入恢复增长并实现扭亏。2021—2023 年公司营业收入由 2.19 亿元增长至 4.96 亿元，其中 2022 年、2023 年分别同比增长 96.71%、14.85%；归母净利润同期由 0.56 亿元提升至 0.70 亿元，整体处于较快扩张阶段。2024 年以来受下游需求及行业竞争等因素影响，公司经营明显承压，2024—2025 年营业收入分别下降 56.35%、21.61%至 2.16 亿元、1.70 亿元，2025 年归母净利润亏损 0.19 亿元。2026H1 公司经营出现改善，实现营业收入 1.04 亿元，同比增长 26.64%；归母净利润 0.07 亿元，同比增长 165.09%，重新实现盈利，收入及利润端均呈现修复趋势。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

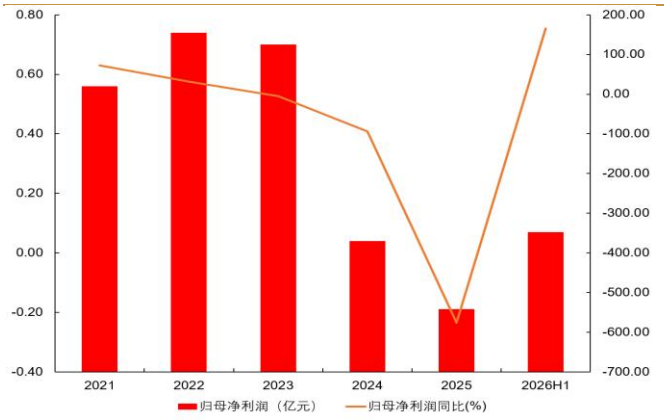
毛利率明显回升，2026H1 盈利能力由负转正。2021—2023 年公司毛利率由 41.10%下降至 27.28%，净利率由 25.96%下降至 14.34%；2024 年后盈利能力进一步承压，2024—2025 年毛利率分别为 21.16%、22.95%，净利率由 1.67%降至-11.79%。2026H1 公司综合毛利率回升至约 31%，净利率恢复至 6.78%，较 2025 年明显改善。费用端，公司近年来销售、管理及研发投入有所提升，2025 年销售、管理及研发费用率分别达到 5.27%、11.47%和 8.73%，在收入规模下降背景下对利润形成一定压力；2026H1 随着收入恢复及毛利率改善，公司整体盈利能力开始修复。整体来看，公司当前盈利水平仍明显低于 2021—2023 年高位，但 2026H1 已出现较为明确的经营改善迹象。

图 121：2026H1 公司营业收入恢复正增长



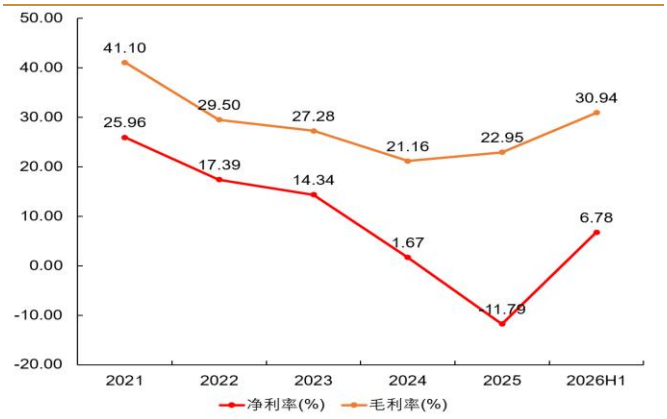
数据来源：，西南证券整理

图 122：2026H1 公司归母净利润实现扭亏



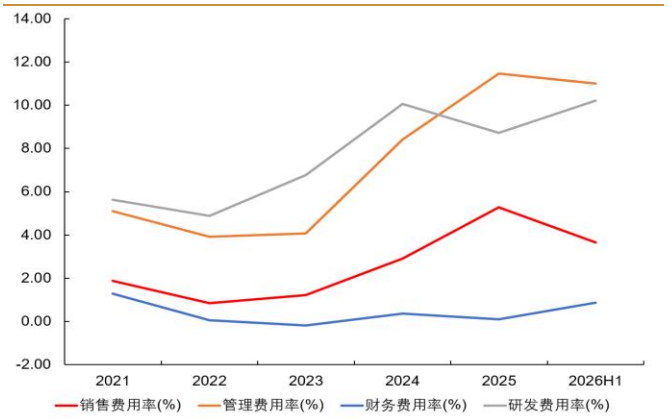
数据来源：，西南证券整理

图 123：2026H1 公司毛利率及净利率明显修复



数据来源：，西南证券整理

图 124：公司管理及研发投入维持较高水平

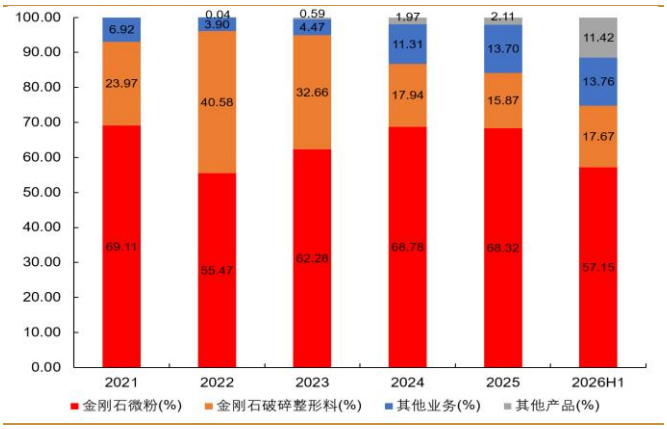


数据来源：，西南证券整理

金刚石微粉始终占据收入主体，破碎整形料占比整体有所下降。分产品来看，金刚石微粉是公司最核心的收入来源，2021—2025 年收入占比始终维持在 55%以上，其中 2024—2025 年分别达到 68.78%、68.32%；2026H1 占比为 57.15%，仍贡献公司过半收入。金刚石破碎整形料收入占比则由 2022 年的 40.58%逐步下降至 2025 年的 15.87%，2026H1 小幅回升至 17.67%。同期其他业务和其他产品收入占比分别达到 13.76%和 11.42%，较早期有所提高。整体来看，公司当前仍以金刚石微粉及破碎整形料为收入基本盘，但其他业务贡献逐步提升，产品结构较此前有所拓展。

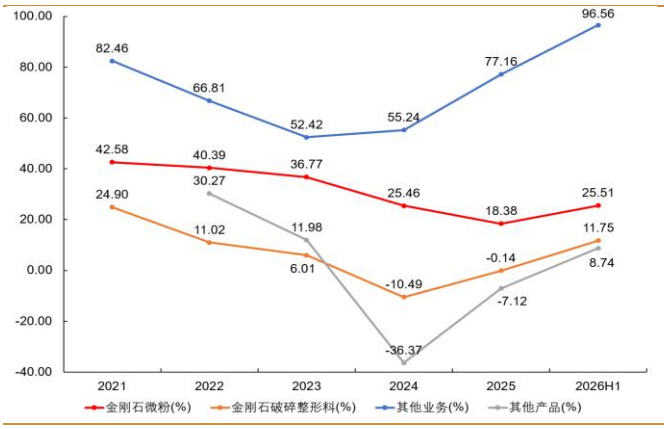
金刚石微粉仍贡献主要盈利，破碎整形料盈利能力持续承压。分产品来看，金刚石微粉毛利率由 2021 年的 42.58%下降至 2025 年的 18.38%，是近年来公司综合毛利率下行的重要原因之一；2026H1 毛利率回升至 25.51%，较 2025 年提升 7.13pp，核心产品盈利能力明显改善。金刚石破碎整形料毛利率则由 2021 年的 24.90%持续下降，2025 年降至-0.14%，2026H1 恢复至 11.75%，目前仍处于低盈利水平。与此同时，其他业务 2026H1 毛利率达到 96.56%，其他产品毛利率为 8.74%，对整体盈利形成一定补充。整体来看，2026H1 公司综合盈利能力修复主要来自金刚石微粉毛利率回升，但破碎整形料盈利能力仍较弱，核心产品价格、成本及产品结构改善仍是后续盈利修复的重要观察变量。

图 125：金刚石微粉仍为公司最主要收入来源



数据来源：，西南证券整理

图 126：2026H1 金刚石微粉毛利率明显回升



数据来源：，西南证券整理

功能金刚石战略进入项目落地阶段，包头 CVD 基地成为散热业务核心载体。公司 2025 年提出“2245”战略，即依托高温高压法与化学气相沉积法两大工艺二次创业，在柘城、包头、三亚、郑州四地布局五大重点项目，进一步明确由传统金刚石切磨抛材料供应商向“金刚石功能应用材料解决方案提供商”转型，重点面向算力、航空航天及新能源汽车等高功耗场景推进高导热金刚石复合材料和 CVD 散热产品。2026 年 2 月，公司在包头设立全资子公司，注册资本 1 亿元，并规划建设总投资 10 亿元的 CVD 金刚石项目，其中一期投资约 5 亿元，拟配置 500 台 MPCVD 设备，重点开展 CVD 金刚石热沉片、半导体功能材料及培育钻石研发生产。2026 年 5 月包头项目正式开工，公司随后将河南子公司已有的 52 台 MPCVD 设备及配套设备转移至包头，进一步加快产能集聚和项目启动。根据公司后续披露，首批设备已陆续投入运行，并已实现高质量 8 英寸 CVD 多晶金刚石热沉片稳定生产，大尺寸热沉产品产业化能力进一步提升。

上下游项目协同推进，功能材料布局由单一产品向材料制备、加工及标准体系延伸。除包头 CVD 基地外，公司同步推进柘城高性能金刚石粉体及三亚后端加工项目，其中原“金刚石微粉智能生产基地扩建项目”募集资金已变更投入“年产 20 亿克拉高性能金刚石粉体项目”，2026 年 3 月取得建设工程规划许可证，进一步强化高性能金刚石粉体供给能力。三亚项目则承担 CVD 金刚石产品后续加工及销售，与包头前端材料生长形成产业链协同，相关工业用地面积约 4.04 万平方米。同时，2026H1 公司牵头或参与制定《金刚石铜复合材料制备技术规范》《电子封装用高导热金刚石铜复合材料技术规范》《金刚石单晶抛光片》等多项标准，功能金刚石布局进一步由产品研发向产业化能力和行业标准体系延伸。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

表 15：惠丰钻石功能金刚石产业化布局加速落地

进展阶段	主要布局	当前状态	核心看点
现有能力	CVD 金刚石及功能材料	已具备 CVD 材料研发、生产基础	从传统微粉向功能材料延伸
核心扩产	包头 CVD 金刚石项目	2026 年 5 月开工，总投资 10 亿元，一期约 5 亿元	一期拟配置 500 台 MPCVD 设备
设备整合	MPCVD 设备向包头集中	52 台 MPCVD及配套设备由河南子公司转移至包头	加快现有设备和新基地协同
产品突破	8 英寸 CVD 多晶金刚石热沉片	已实现稳定生产	大尺寸热沉片产业化能力提升
上游扩产	年产 20亿克拉高性能金刚石粉体项目	募投方向调整，已取得建设工程规划许可证	强化高性能粉体及复合材料原料基础
后端布局	三亚 CVD 金刚石加工及销售基地	已取得约 4.04 万平方米工业用地	与包头前端材料生长形成协同
标准建设	金刚石铜复合材料、单晶抛光片等标准	2026H1 牵头或参与多项标准制定	提升功能材料行业话语权

数据来源：公司公告，西南证券整理

综合来看，公司功能金刚石业务正由前期技术研发逐步进入“项目建设—设备投放—大尺寸产品突破—前后端产业链协同”的产业化阶段。包头总投资 10 亿元的 CVD 项目构成功能材料扩产核心，一期 500 台 MPCVD 规划叠加现有 52 台设备迁入，为后续规模供给提供产能基础；8 英寸多晶金刚石热沉片稳定生产则进一步验证公司大尺寸 CVD 材料制备能力，柘城粉体及三亚后加工项目同步完善产业链布局。后续重点关注包头项目设备投放及产能爬坡、8 英寸热沉片客户验证和订单转化，以及功能金刚石业务收入和盈利贡献提升。

6.7 宏昌科技：并购布局功能金刚石，散热业务有望成为新增长点

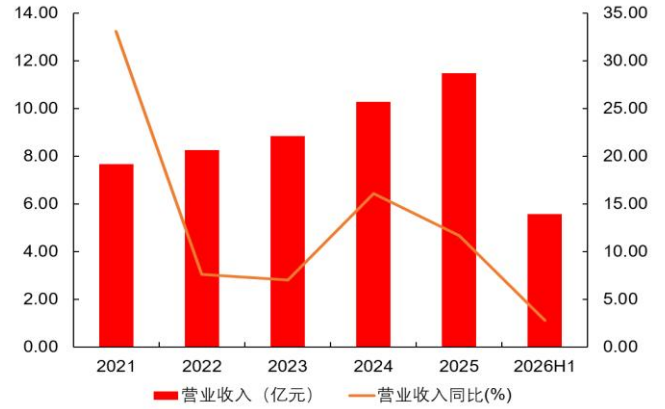
浙江宏昌电器科技股份有限公司（简称“宏昌科技”，股票代码 301008）成立于 1996 年，是国内领先的磁感控制及流体控制产品制造商之一，2021 年于深交所创业板上市。公司以流体电磁阀为传统优势业务，并逐步形成水位传感器、模块化组件、开关门锁、电子水泵等多品类产品矩阵，主要服务于洗衣机、净水器、智能坐便器、洗碗机等智能家电领域，与海尔、美的、松下等头部家电企业建立了长期稳定的合作关系。依托多年积累的电磁控制、流体控制及精密制造能力，公司持续推进产品平台化和应用领域横向拓展，并积极布局汽车零部件等新业务，逐步由传统家电零部件供应商向家电流体控制与汽车零部件综合解决方案提供商转型。

收入规模持续扩张，2026H1 利润端明显修复。2021—2025 年，公司营业收入由 7.68 亿元持续增长至 11.47 亿元，期间仅 2022—2023 年增速相对平稳，2024—2025 年营业收入分别同比增长 16.09%和 11.68%，整体保持较为稳健的扩张趋势。相比收入端，利润表现波动较大，归母净利润由 2021 年的 0.68 亿元提升至 2023 年的 0.86 亿元后连续回落，2024—2025 年分别降至 0.52 亿元和 0.33 亿元，同比下降 38.93%和 37.41%，利润端明显承压。2026H1 公司实现营业收入 5.58 亿元，同比增长 2.83%；归母净利润 0.34 亿元，同比增长 113.74%，收入保持稳定的同时利润实现较快恢复，经营质量较 2025 年明显改善。

净利率有所修复，但毛利率仍处低位，盈利能力尚未完全恢复。2021—2023 年公司毛利率整体维持在 18%—20%左右，其中 2023 年达到 20.22%；2024 年以来受业务结构及新业务投入等因素影响，毛利率连续下降至 2024 年的 16.35%和 2025 年的 13.20%，2026H1 进一步降至 11.72%。净利率则由 2023 年的 9.73%下降至 2025 年的 2.84%，2026H1 回升至 5.87%，利润端修复幅度明显高于毛利端。费用端，2026H1 销售、管理、财务及研发费用率分别为 1.70%、6.22%、0.50%和 4.33%，其中管理费用率较 2025 年的 5.80%有所提升，研发费用率亦由 4.11%小幅升至 4.33%。整体来看，公司 2026H1 净利润明显恢复，但

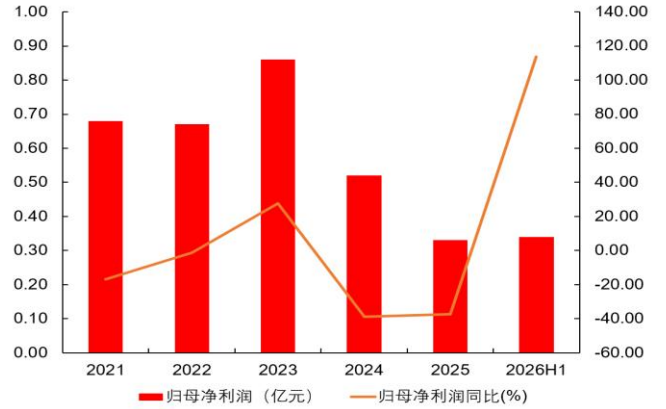
毛利率仍处于近年来较低水平，盈利能力的持续改善仍有赖于核心业务毛利率企稳及新业务经营质量提升。

图 127：公司营业收入保持稳健增长



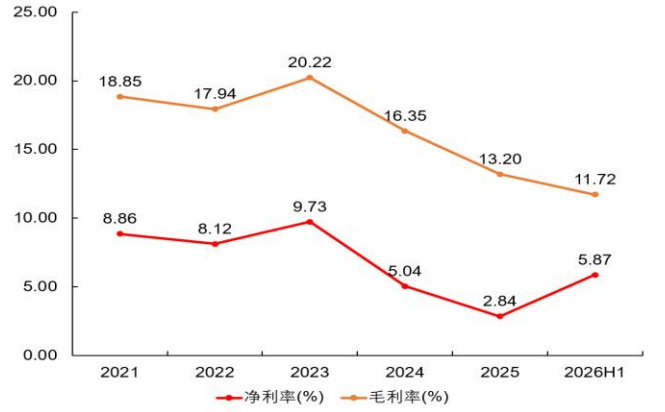
数据来源：，西南证券整理

图 128：2026H1 公司归母净利润显著修复



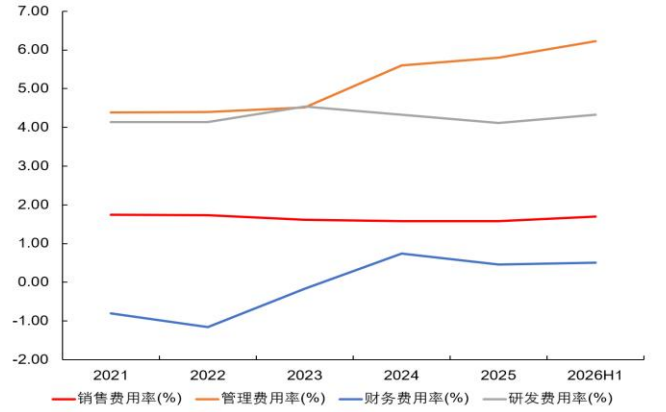
数据来源：，西南证券整理

图 129：2026H1 净利率回升，毛利率仍处低位



数据来源：，西南证券整理

图 130：公司管理及研发费用率小幅提升



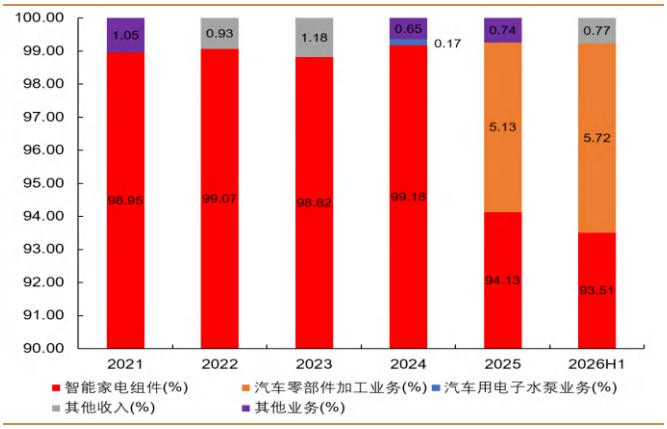
数据来源：，西南证券整理

智能家电组件仍贡献九成以上收入，汽车零部件业务开始形成一定收入规模。分产品来看，智能家电组件始终为公司绝对核心业务，2021—2024 年收入占比均接近 99%，2025 年随着汽车零部件业务逐步放量，占比下降至 94.13%，2026H1 进一步降低为 93.51%，但仍贡献公司绝大部分收入。汽车零部件加工业务 2025 年收入占比达到 5.13%，2026H1 进一步提升至 5.72%，已逐步形成一定收入贡献；同期其他收入占比为 0.77%。整体来看，公司当前仍高度依赖智能家电组件业务，但汽车零部件等新业务的收入贡献正逐步提升，业务结构开始由单一智能家电零部件向多领域延伸。

智能家电组件盈利能力整体承压，汽车零部件业务仍处投入培育阶段。分业务看，智能家电组件毛利率由 2021 年的 18.64%提升至 2023 年的 19.90%后持续下降，2024—2025 年分别降至 16.22%和 13.79%，2026H1 为 13.73%，基本与 2025 年持平，是公司综合毛利率下行的主要影响因素。汽车零部件加工业务目前盈利能力仍较弱，2025 年毛利率为-3.00%，2026H1 进一步降至-20.49%，表明新业务尚处产能爬坡和客户导入阶段，对整体盈利能力形成一定拖累。其他收入 2026H1 毛利率为 6.12%。整体来看，公司目前盈利仍主要依赖智能家电组件业务，新进入的汽车零部件业务虽然收入占比持续提升，但尚未形成正向利润贡献，后续产能利用率、客户放量及毛利率改善将成为新业务能否形成第二增长曲线的关键。

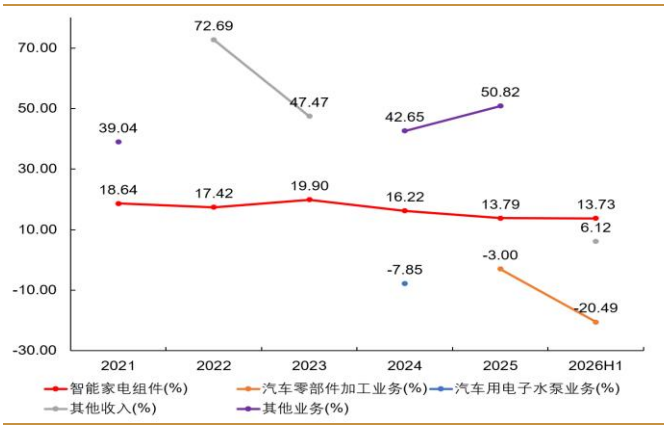
更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

图 131：智能家电组件仍贡献公司九成以上收入



数据来源：，西南证券整理

图 132：汽车零部件加工业务仍处亏损阶段



数据来源：，西南证券整理

拟通过并购切入人工金刚石材料赛道，金刚石散热成为新业务重要布局方向。2026 年 8 月，公司分别与昆吾半导体科技（江西）有限公司、安徽尤品新材料有限公司相关股东签署股权收购意向协议，拟以现金方式分别收购两家公司 45%股权，对应交易价格预计分别不超过 4.05 亿元和 3.15 亿元，合计交易对价上限约 7.2 亿元。同时，相关股东拟将两家标的各 6%股权对应的全部表决权无偿委托公司行使，如交易顺利实施，公司将取得两家标的控制权并纳入合并报表。两项收购互为前提、不可拆分实施，体现公司拟以组合式并购方式整体切入人工金刚石材料产业链。 根据公司公告，两家标的均聚焦人工培育金刚石材料，业务覆盖材料研发、工艺创新及量产应用，核心产品包括大克拉彩色钻石和散热材料，本次收购有望推动公司业务由智能家电零部件进一步向高附加值功能材料领域延伸。

金刚石散热片构成本次并购的重要业务增量，产业化能力有望通过外延方式快速导入。从交易安排看，本次收购的核心并非单纯布局培育钻石消费属性，而是同步获取面向半导体等领域的功能金刚石材料能力；尤品新材料收购协议的业绩承诺条款中，考核净利润口径亦明确涉及昆吾半导体的金刚石散热片净利润，进一步表明散热片业务是本次组合并购的重要价值组成。 两项交易均设置 2026—2028 年业绩承诺、分期支付及资产减值补偿等机制，部分转让款支付与实际盈利完成情况挂钩，有助于强化交易后的经营约束。 不过，目前协议仍属于意向性安排，最终交易价格及业绩承诺金额尚需在尽调、审计和评估完成后进一步确定，且公开文件尚未充分披露金刚石散热片的具体产能、产品参数、客户验证及订单规模，后续产业化兑现仍需持续跟踪。

表 16：宏昌科技拟通过并购切入功能金刚石及散热材料领域

进展阶段	主要布局	当前状态	核心看点
战略切入	人工金刚石及功能材料	2026 年 8 月签署两项股权收购意向协议	由智能家电零部件向高附加值功能材料延伸
拟收购标的	昆吾半导体	拟收购 45%股权，交易对价不超过 4.05 亿元	涉及人工金刚石及金刚石散热片业务
	安徽尤品新材料	拟收购 45%股权，交易对价不超过 3.15 亿元	与昆吾半导体共同构成人工金刚石产业布局
控制权安排	45%股权+6%表决权委托	如交易完成，公司拟取得两家标的控制权	有望纳入上市公司合并报表
散热布局	金刚石散热材料/散热片	已纳入标的公司核心产品及业绩考核体系	半导体功能材料成为并购重要增量方向
交易约束	2026—2028 年业绩承诺	设置分期付款、业绩补偿及减值补偿机制	交易支付与后续经营表现挂钩
后续进展	尽调、审计、评估及正式协议	当前仍处意向收购阶段	关注交易落地及散热业务真实产业化能力

数据来源：公司公告，西南证券整理

综合来看，公司拟通过收购昆吾半导体及尤品新材料快速切入人工金刚石及功能材料产业链，金刚石散热构成本次外延布局的重要方向。若交易顺利完成，公司将由原有智能家电组件及汽车零部件业务进一步延伸至人工金刚石材料领域，并通过标的公司现有技术及产业化基础缩短自主从零布局所需周期。不过，现阶段交易尚未正式完成，且散热片具体产能、客户验证及订单规模披露仍较有限。后续重点关注正式股权转让协议签署及交割进度、标的公司业绩承诺情况、金刚石散热片客户验证和订单兑现，以及并购完成后新业务对公司收入和利润的实际贡献。

7 风险提示

下游高算力芯片需求不及预期风险。金刚石散热需求主要受 AI 服务器、高性能 GPU/ASIC、先进封装及高功率器件放量驱动。若 AI 基础设施资本开支放缓、高端算力芯片出货低于预期，或芯片能效提升使功耗及热流密度上升速度放缓，可能导致高性能散热材料升级需求低于预期。

金刚石散热商业化及客户验证进度不及预期风险。当前行业整体仍处于由技术验证、小批量供货向规模化应用过渡阶段，下游半导体客户通常对材料性能、可靠性、批次一致性及封装兼容性要求较高，认证周期较长。若客户测试、产品认证及重复订单导入进度低于预期，金刚石散热渗透率提升节奏可能放缓。

大尺寸制备、精密加工及界面集成技术突破不及预期风险。金刚石散热产品性能不仅取决于材料本身热导率，还受到晶体尺寸、缺陷密度、厚度均匀性、表面粗糙度、翘曲、加工良率及界面热阻等多项指标影响。随着产品向大尺寸、薄型化及晶圆级集成发展，工艺难度进一步提升，若相关技术突破或良率改善不及预期，可能影响产品性能、成本及规模化交付。

产业化项目建设及产能释放不及预期风险。当前行业处于集中扩产阶段，新增项目仍需经历设备交付、安装调试、工艺爬坡、良率提升及客户订单导入等过程。若项目建设进度慢于预期，或新增产能形成后客户需求释放不足，可能出现产能利用率偏低、折旧压力增加及投资回报不及预期等情况。

行业竞争加剧及产品降本不及预期风险。随着传统超硬材料企业、新材料企业及设备厂商加速进入功能金刚石领域，行业供给能力持续增加。若扩产速度快于终端需求增长，可能引发产品价格竞争；同时，若设备折旧、能耗、后加工及良率改善速度低于预期，金刚石产品成本下降空间受限，可能影响其相对传统散热材料的经济性及行业盈利水平。

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，报告所采用的数据均来自合法合规渠道，分析逻辑基于分析师的职业理解，通过合理判断得出结论，独立、客观地出具本报告。分析师承诺不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接获取任何形式的补偿。

投资评级说明

报告中投资建议所涉及的评级分为公司评级和行业评级（另有说明的除外）。评级标准为报告发布日后 6 个月内的相对市场表现，即：以报告发布日后 6 个月内公司股价（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，新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）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。

公司评级	买入：未来 6 个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在 20%以上
	持有：未来 6 个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于 10%与 20%之间
	中性：未来 6 个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-10%与 10%之间
	回避：未来 6 个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅介于-20%与-10%之间
	卖出：未来 6 个月内，个股相对同期相关证券市场代表性指数涨幅在-20%以下
行业评级	强于大市：未来 6 个月内，行业整体回报高于同期相关证券市场代表性指数 5%以上
	跟随大市：未来 6 个月内，行业整体回报介于同期相关证券市场代表性指数-5%与 5%之间
	弱于大市：未来 6 个月内，行业整体回报低于同期相关证券市场代表性指数-5%以下

重要声明

西南证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证券监督管理委员会核准的证券投资咨询业务资格。

本公司与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。

《证券期货投资者适当性管理办法》于 2017 年 7 月 1 日起正式实施，本公司签约客户使用，若您并非本公司签约客户，为控制投资风险，请取消接收、订阅或使用本报告中的任何信息。本公司也不会因接收人收到、阅读或关注自媒体推送本报告中的内容而视其为客户。本公司或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或争取提供投资银行或财务顾问服务。

本报告中的信息均来源于公开资料，本公司对这些信息的准确性、完整性或可靠性不作任何保证。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、价值及投资收入可升可跌，过往表现不应作为日后的表现依据。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。

参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的要约或邀请。 在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，本公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

本报告及附录版权为西南证券所有，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。如引用须注明出处为“西南证券”，且不得对本报告及附录进行有悖原意的引用、删节和修改。未经授权刊载或者转发本报告及附录的，本公司将保留向其追究法律责任的权利。

西南证券研究院

上海

地址：上海市浦东新区陆家嘴 21 世纪大厦 10 楼

邮编：200120

北京

地址：北京市西城区金融大街 35 号国际企业大厦 A 座 8 楼

邮编：100033

深圳

地址：深圳市福田区益田路 6001 号太平金融大厦 22 楼

邮编：518038

重庆

地址：重庆市江北区金沙门路 32 号西南证券总部大楼 21 楼

邮编：400025

西南证券机构销售团队

区域	姓名	职务	手机	邮箱
上海	崔露文	上海公募销售主管	15642960315	clw@swsc.com.cn
	张方毅	私募销售主管	15821376156	zfyi@swsc.com.cn
	戴剑箫	销售岗	13524484975	daijx@swsc.com.cn
	李嘉隆	销售岗	15800507223	ljlong@swsc.com.cn
	叶佳缘	销售岗	15800609605	yejy@swsc.com.cn
	贾文婷	销售岗	13621609568	jiawent@swsc.com.cn
	毛玮琳	销售岗	18721786793	mwl@swsc.com.cn
	张大炜	销售岗	13163027178	zhangdaw@swsc.com.cn
	张怀文	销售岗	18800275611	zhanghuaiwen@swsc.com.cn
	苏湖	销售岗	18913127448	suhu1997@swsc.com.cn
北京	李杨	北京公募销售主管	18601139362	yfly@swsc.com.cn
	姚航	北京保险销售主管	15652026677	yhang@swsc.com.cn
	张岚	销售岗	18601241803	zhanglan@swsc.com.cn
	杨薇	销售岗	15652285702	yangwei@swsc.com.cn
	王宇飞	销售岗	18500981866	wangyuf@swsc.com.cn
	刘艳	销售岗	18456565475	liuyanyj@swsc.com.cn
广深	高欣	广深销售主管	13923418464	gaoxin@swsc.com.cn
	龚之涵	销售岗	15808001926	gongzh@swsc.com.cn
	文柳茜	销售岗	13750028702	wlq@swsc.com.cn
	林哲睿	销售岗	15602268757	lzr@swsc.com.cn
	黄诗洁	销售岗	18817316880	hsj@swsc.com.cn
	周玥	销售岗	18580531950	zhy1997@swsc.com.cn
	彭志伟	销售岗	15521604635	pzhw@swsc.com.cn

更多免费行业报告 并购家 www.ipoipo.net