

## 金属新材料

### 新材料行业 2025 年年度策略：不急，缓缓行

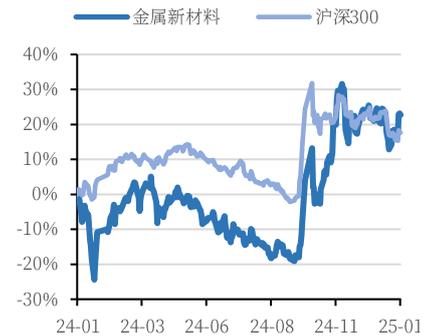
- ◆ 当前我国新材料发展已进入关键时期，过去几年航空航天、新能源等终端行业的景气度快速抬升推动了新材料行业的进步，然而近年来许多新材料因终端有效需求放缓以及供给端的无序扩张，面临着供需失衡的窘境。新材料行业景气周期的摆动幅度要大于下游终端行业，在终端需求增长鼎盛时期享受了超越下游的景气度，在行业下行周期中同样也会因量价收缩而经受更大的考验，因此想要实现最终的供需动态平衡道阻且长。站在当前时点，我们认为新材料行业的发展“等不得、急不来”，但从宏观和产业层面正在看到一些边际改善迹象，“慢中有进”或将是 2025 年新材料行业的投资主旋律，诸多机遇已在悄然酝酿；
- ◆ **两航需求改善及增量机遇：**虽然在中期调整之后航空航天新材料企业距离“以价换量”的美好愿景尚有差距，但我们认为，钟摆效应下材料的“价利”将有望逐步回归到合理的平衡位，而“量”对企业的重要性会得到进一步凸显。短期内关注下游航空航天装备订单的补偿式增长，包括前序老订单的执行和近期部分新订单的落地，中长期则需要关注新的装备发展趋势对新材料及新工艺带来的需求结构变化，同时，军用装备以外的市场也有望为相关新材料企业贡献增量需求，大飞机、海洋工程、低空经济、商业航天等新质领域的发展壮大，也会不断开拓两航新材料应用市场。留意细分赛道边际变化：1) 军用装备订单补偿式修复及新一代装备列装将共同牵动航空钛材需求回暖，而海洋装备及民用航空等增量领域将带动钛材需求迈上新台阶；2) 新旧牌号更替有望为高性能碳纤维需求增量做出贡献，未来无人化、高效费比的装备采购思路，以及大飞机、低空经济等新兴领域的发展，有望拉动更多应用需求；3) 陶瓷基复材有望成为提升新一代航空发动机推力的关键材料，随着工艺的逐步成熟将带动上游纤维的需求放量；4) 增材制造在经历调整期后逐步走向新的发展阶段，坚持研发创新、与客户需求深度融合方能开拓出更加广阔的应用空间。

投资评级

增持

维持评级

行业走势图



作者

邓轲 分析师

SAC 执业证书: S0640521070001

邮箱: dengke@avicsec.com

王勇杰 分析师

SAC 执业证书: S0640524090001

邮箱: wangyjsh@avicsec.com

股市有风险 入市需谨慎

中航证券研究所发布 证券研究报告

请务必阅读正文之后的免责声明部分

联系地址: 北京市朝阳区望京街道望京东园四区2号楼中航产融大

厦中航证券有限公司

公司网址: www.avicsec.com

联系电话: 010-59219558 传真: 010-59562637

- ◆ **寻找供给端相对刚性的细分赛道：**由于过去几年行业新增固定资产投资较为激进，对应近两年仍处于产能的投放和消化阶段，因此在可见的时间范围内，如若需求不能出现较大幅度增长，多数偏市场化竞争的新材料仍将处于供需失衡的状态。在此背景下，供给端具备顶层政策的有效钳制且下游需求具备相对较好成长性的细分赛道具备稀缺性：1) 制冷剂受到相关协议约束，国内供给受限的同时，海外需求良好，价格持续走高；2) 钨作为我国具有优势战略金属，总量控制指标有效抑制了供给端增速，在终端硬质合金、光伏钨丝需求增量可期的背景下，有望维持供需紧平衡状态；3) 中央层面定调了稀土的战略价值，稀土供应端的增速放缓及终端需求的增长有望共同带动稀土价格企稳回升，行业周期拐点可期。
  
- ◆ **前沿创新驱动材料和工艺新应用：**新旧动能转换是当前及未来宏观经济极为重要的议题，在产业结构升级的大背景下，前沿生产力的重要性日益凸显，相关领域应用的快速发展有望大幅拉动上游新材料及新工艺应用需求：1) 商业航天领域，在火箭可复用运载技术持续发展、发动机推力持续提升和液体火箭发动机的应用大趋势下，未来液体火箭发动机的升级迭代和火箭制造市场的增长将共同牵动上游铜合金推力室内壁、热障涂层以及增材制造的应用需求；2) 人工智能的全面铺开带动了算力建设需求高涨，随着电源模块呈现出小型化、高频化、高功率化的发展趋势，金属软磁材料及羰基铁粉有望随芯片电感的应用得到进一步拓宽；3) 人形机器人有望牵动上游相关材料应用需求，轻量化设计理念有望带动工程塑料的应用，而永磁同步电机将为钕铁硼永磁材料提供需求端新增量；4) 随着超导材料的产业化节奏提速以及超导应用的铺开，建议关注高温、低温超导材料在下游技术应用领域中的拓展进程。
  
- ◆ **风险提示：**原材料价格波动风险、企业募投项目不及预期、行业竞争加剧风险、终端需求增长不及预期、产业技术路线变更风险等。



## 正文目录

前言 .....	8
一、 两航需求改善及增量机遇 .....	10
1.1 多领域带动钛合金需求增量 .....	14
1.2 碳纤维有望迎来转机 .....	19
1.2.1 中期调整带来三大变化 .....	19
1.2.2 航空碳纤维有望在 2025 年迎来转机 .....	22
1.3 陶瓷基复材蓄势待发 .....	26
1.4 增材制造进入新的发展阶段 .....	32
1.4.1 行业处于调整期.....	32
1.4.2 “十五五” 有望迎来新的机遇.....	34
二、 寻找供给端相对刚性的细分赛道 .....	36
2.1 供给端约束驱动制冷剂价格上涨 .....	37
2.2 优势战略金属“钨” .....	46
2.2.1 产业链附加值呈“微笑曲线” .....	46
2.2.2 指标管控下钨矿供给弹性有限 .....	47
2.2.3 硬质合金及光伏钨丝驱动需求端 .....	49
2.3 大国资源王牌“稀土” .....	53
2.3.1 供给端占据全球主导地位 .....	53
2.3.2 政策定调行业地位 .....	56
三、 前沿创新驱动材料和工艺新应用 .....	58
3.1 商业航天“材艺” 相随 .....	58
3.1.1 火箭制造环节具备发展潜力 .....	60

3.1.2 推力室内壁用铜合金持续迭代 .....	63
3.1.3 热障涂层应用前景广阔 .....	65
3.1.4 增材制造应用不可或缺 .....	68
3.1.5 小结 .....	70
3.2 算力建设带动芯片电感需求激增 .....	70
3.3 机器人带动新材料应用拓展 .....	75
3.3.1 轻量化趋势势不可挡 .....	77
3.3.2 钕铁硼拓展新增长极 .....	81
3.4 超导技术应用驶向星辰大海 .....	83

## 图表目录

图 1 新材料及主要终端行业资本开支增速 .....	8
图 2 新材料及主要终端行业营收增速对比 .....	9
图 3 新材料及主要终端行业归母净利润增速对比 .....	9
图 4 M1 和 M2 增速差作为企业利润领先观察指标 .....	10
图 5 近期 M1 和 M2 增速剪刀差持续收窄 .....	10
图 6 军用航空三大环节营收增速对比 .....	11
图 7 军用航空三大环节扣非归母净利润增速对比 .....	11
图 8 价利的钟摆效应 .....	12
图 9 部分上游企业的项目调整情况 .....	13
图 10 企业面对行业周期性调整已出现或未来可能产生的行为变化 .....	13
图 11 西部超导单季度归母净利润及同比变化 .....	15
图 12 西部超导分季度毛利率及净利率 .....	15
图 13 歼-35A 首次亮相珠海航展 .....	16
图 14 美国战机部分结构材料用量比例 .....	16
图 15 大飞机规模化系列化建设项目启动 .....	16
图 16 C919 价值预测 .....	17
图 17 美军已推出及或将推出的各类 UUV .....	18
图 18 国外典型大型 UUV 装备发展情况 .....	18
图 19 近年来航空碳纤维企业毛利率 .....	20
图 20 航空碳纤维企业应收账款周转天数 .....	21



图 21 中简科技在建工程与固定资产情况 .....	21
图 22 光威复材在建工程与固定资产情况 .....	21
图 23 碳纤维企业合同情况.....	23
图 24 美国波音 X-45A 无人机 .....	24
图 25 民用航空碳纤维需求预测.....	25
图 26 部分 eVTOL 设计方案碳纤维复合材料的应用 .....	25
图 27 材料在相同工况下的极限破裂温度随时代发展而提升.....	26
图 28 碳化硅纤维及复材产业链图.....	27
图 29 国外三代碳化硅纤维的基本情况 .....	28
图 30 碳化硅纤维行业梯队.....	28
图 31 火炬电子“陶瓷材料 1”销量（吨）及增速.....	29
图 32 火炬电子陶瓷材料毛利率及立亚新材、立亚化学净利率.....	30
图 33 火炬电子对外出售聚碳硅烷数量（推测） .....	30
图 34 GE9X 发动机应用的 SiC/SiC 复合材料部件 .....	30
图 35 CMC 在航空发动机上的演示验证情况.....	31
图 36 SiC 潜在应用场景及部件.....	31
图 37 铂力特增材制造设备发布情况 .....	33
图 38 国内增材制造企业的收入及其增速情况 .....	33
图 39 国内 3D 打印项目投融资总金额及其增速.....	34
图 40 上市公司 3D 打印项目建设情况 .....	35
图 41 增材制造行业进入发展新阶段.....	36
图 42 新材料及主要终端行业资本开支增速 .....	37
图 43 制冷剂分类及发展现状.....	38
图 44 二代制冷剂削减方案.....	38
图 45 三代制冷剂削减方案.....	39
图 46 2025 年度三代制冷剂生产、进口配额表（吨） .....	40
图 47 2023 年全球冰箱冷柜销量占比.....	40
图 48 2024 年全球家用空调销量占比.....	40
图 49 制冷剂 R32 市场均价（元/吨） .....	41
图 50 国内 R22/R32 价格走势图（元/吨） .....	41
图 51 国内 R125/R134a 价格走势图（元/吨） .....	41
图 52 巨化股份股价复盘（元） .....	42
图 53 R143a 海内外价差（元/吨） .....	43
图 54 R134a 海外内价差（元/吨） .....	43
图 55 R32 海内外价差（元/吨） .....	43
图 56 R125 海内外价差（元/吨） .....	43
图 57 内销空调排产情况（万台） .....	44

图 58 出口空调排产情况 (万台) .....	44
图 59 三代制冷剂行业配额集中度较高 (2025 年) .....	44
图 60 钨产业链全景 .....	46
图 61 钨产业链相关企业.....	47
图 62 2023 年全球各国钨资源储量占比.....	48
图 63 2023 年全球各国钨矿产量占比.....	48
图 64 2015-2024 年我国钨矿开采总量控制指标及增速.....	48
图 65 黑钨精矿及白钨精矿均价 (万元/吨) .....	49
图 66 2022 年我国钨精矿终端消费领域占比.....	50
图 67 近年来国内钨产品消费量及增速.....	50
图 68 2023 年我国钨产品消费量 (吨) 及占比.....	50
图 69 近年来各类钨产品消费量 YOY.....	51
图 70 近年来我国钨产品消费结构占比.....	51
图 71 我国硬质合金下游需求结构.....	51
图 72 我国硬质合金消费量及增速.....	52
图 73 我国制造业 PMI .....	52
图 74 金刚线在单晶硅片的应用图示.....	52
图 75 国内头部企业光伏钨丝扩产项目 .....	53
图 76 稀土产业链相关企业.....	54
图 77 2023 年全球各国稀土储量 (万吨) 及占比 .....	54
图 78 2023 年全球各国稀土产量 (万吨) 及占比 .....	54
图 79 2024 年度我国各大稀土集团开采、冶炼分离指标配额.....	55
图 80 2024 年稀土开采和冶炼分离总量控制指标增速明显下降.....	55
图 81 2020 年以来轻稀土价格走势 (万元/吨) .....	56
图 82 近两年稀土价格走势 (万元/吨) .....	56
图 83 《中国禁止出口限制出口技术目录》中对稀土产业的控制要点 .....	57
图 84 国务院公布《稀土管理条例》 .....	58
图 85 2023 年全球火箭发射分类别占比.....	59
图 86 全球火箭发射数量 (单位: 次) .....	60
图 87 2023 年各国运载火箭发射占比.....	60
图 88 火箭一子级结构成本.....	61
图 89 火箭二子级结构成本.....	61
图 90 国内火箭制造各环节相关材料工艺及研发制造企业.....	62
图 91 液体火箭发动机构造示意图.....	63
图 92 延伸喷管结构示意图.....	63
图 93 推力室内壁备选材料参数对比 (标绿指标为不符合条件项) .....	64
图 94 推力室内壁材料的迭代进程.....	64

图 95 航天飞机主发动机的再生冷却系统 .....	65
图 96 热障涂层典型结构 .....	66
图 97 热障涂层产业链图 .....	67
图 98 不同发动机中使用 3D 打印的具体案例 .....	68
图 99 Terran 1 全 3D 打印鼻锥 .....	69
图 100 液体火箭发动机推力室 .....	70
图 101 全球人工智能市场规模预测 .....	71
图 102 RTX 3080 Ti 影驰 HOF EXTREME 显卡（红框标注为芯片电感） .....	72
图 103 常见的金属软磁粉芯与铁氧体软磁材料比较 .....	73
图 104 金属软磁材料在芯片电感中的应用 .....	73
图 105 芯片电感下游应用 .....	73
图 106 铂科新材软磁粉芯产品系列迭代示意图 .....	74
图 107 金属软磁粉芯各系列产品性能对比（NPX 系列磁粉芯具备超低损耗） .....	74
图 108 软磁粉主要用于制造磁芯及电感元器件 .....	75
图 109 到 2030 年人形机器人累计市场规模有望达到 5700 亿元 .....	76
图 110 近期我国主要机器人行业政策梳理 .....	77
图 111 Optimus 二代人形机器人未来场景演示 .....	77
图 112 不同类型机器人工况及材料 .....	78
图 113 常用塑料、工程塑料、特种塑料示意图 .....	79
图 114 常用塑料、工程塑料、特种塑料性能对比 .....	80
图 115 PEEK 单价较高 .....	80
图 116 华曙高科 UT252P 设备打印 PEEK 材料 .....	81
图 117 永磁同步电机成本结构拆分 .....	82
图 118 特斯拉 Optimus 机器人参数 .....	83
图 119 小鹏 PX5 初步应用场景包括工厂生产与门店销售 .....	83
图 120 超导技术主要应用场景 .....	83
图 121 低温超导产业链及相关企业 .....	84
图 122 2022 年全球部分国家 MRI 设备人均保有量 .....	84
图 123 2015-2022 年我国 MRI 设备进出口数 .....	84
图 124 我国核磁共振设备厂家梯队 .....	85
图 125 高温超导产业链及相关企业 .....	85
图 126 我国主要高温超导电缆示范工程 .....	86
图 127 托卡马克装置构成及电流和环形磁场示意 .....	87
图 128 中国聚变工程实验堆（CFETR） .....	87
图 129 聚变堆主机关键系统综合研究设施（CRAFT） .....	87
图 130 聚变工程堆中心螺管系统 .....	88

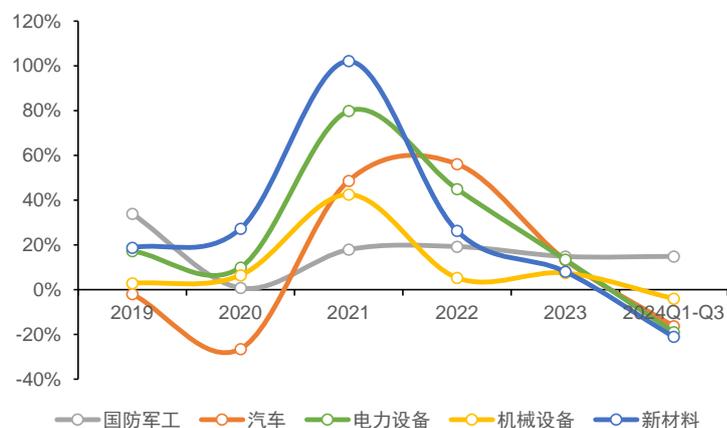
## 前言

我国新材料行业发展已进入关键时期,随着近些年全球尤其是国内产业结构升级,航空航天、新能源、信息技术等终端产业快速发展,为新材料的技术研发及推广应用提供了巨大的推动力。然而当前许多新材料面临着供需失衡以及好的材料未能“用得其所”两个突出性问题。

新材料行业下游需求普遍偏较高成长性,但 2023 年以来可以看到很多新材料开始面临需求不足的情况,一方面是由于客观的宏观经济因素;另一方面,则是当前环境下很多新材料的终端下游行业,在市场总量需求下行的状态下,为了维持所谓的市场份额,内卷式竞争,将成本压力上传到产业链各个环节,在新材料的应用中大多只考虑初始投入成本,较少考虑使用了新材料后产品全生命周期的降本增效价值,严重影响了上游新材料的应用推广和研发进展。长此以往,将带来产品质量的下降和技术创新的放缓甚至停滞,对应的是整体制造竞争力的下降,损害的是国内制造的品牌形象,后果是严重而深远的。因此近期可以看到政府积极出台有关政策,相关行业协会也在号召加强行业自律,正对以光伏为代表的制造业内卷进行反制,当然我们也需要清醒的认识到,由于各种已有和新增项目中各方利益的盘根错节,内卷的伤痛仅仅只能得到短期的缓解,实现最终的供需动态平衡仍然道阻且长。

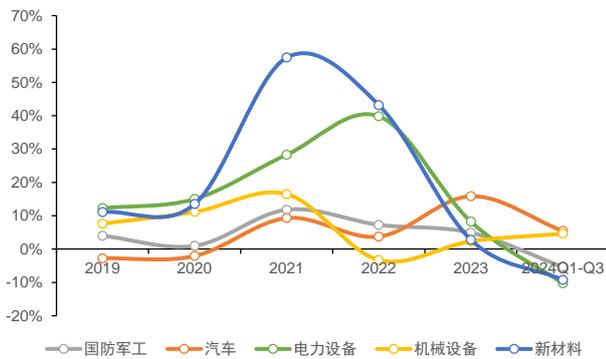
从供给端来看,受益于过去几年融资市、中央及地方政府补贴支持,2020-2022 年产能大幅扩张,资本开支增速明显超过了主要下游应用行业,虽然需求端依然保持成长性,但是供需并没有得到很好的匹配,多数处于供大于求的局面。近一年多,很多企业公告延缓了新项目的投产进度,但也仅仅相当于延缓疼痛,供需失衡的结果仍需要时间去消化。叠加海外宏观和地缘扰动依然频繁,成本端能源与原材料价格波动对于新材料企业稳定经营也提出较大考验。

**图1 新材料及主要终端行业资本开支增速**

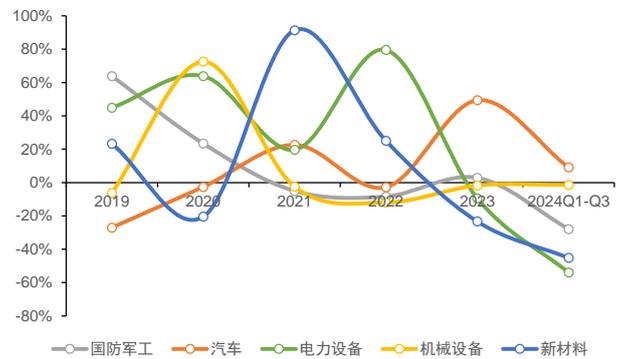


资料来源: iFinD, 中航证券研究所

**新材料景气周期的摆动幅度较大：**综合以上因素，回溯“十四五”可以看到，得益于下游军工、新能源等多个终端领域的景气周期共振，同时叠加国产替代的迫切需求使得部分新材料出现了阶段性供不应求的局面，2021年新材料行业展现出了超越其他下游行业的业绩弹性，而随着近两年供需关系的逐步失衡，2023年以来新材料板块又出现了超过大部分下游行业的业绩增速下滑。可以讲新材料行业在终端需求增长鼎盛时期享受了超越下游的景气度，而在行业下行周期中同样也会因量价收缩而经受更大的考验，周期的摆动特征显露无疑。

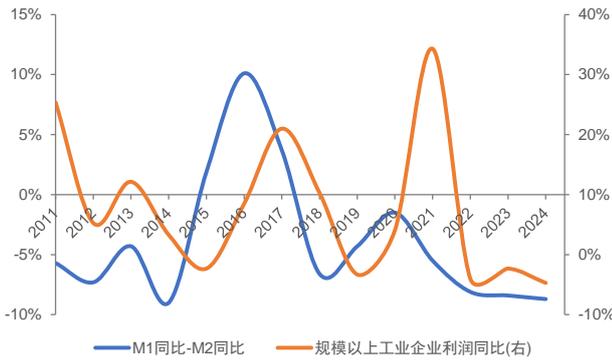
**图2 新材料及主要终端行业营收增速对比**


资料来源：Wind，中航证券研究所

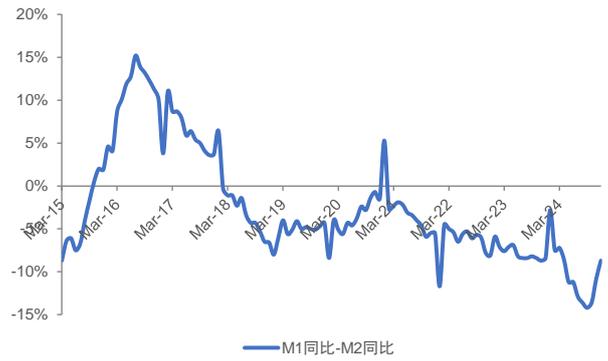
**图3 新材料及主要终端行业归母净利润增速对比**


资料来源：Wind，中航证券研究所

**2025 年给予一些乐观的期待：**当然很多新材料目前的过剩局面不是绝对的，是动态变化的，是当前有效需求不足叠加不断投产的新产能带来的，背后是由自上而下战略决策的结果和现实需求客观困境共同造成的。2024年下半年以来，随着宏观调控政策的密集出台，宏观政策底已基本确立，经济底的确认仍有待进一步观察，但近期我们可以看到一些边际改善的迹象，例如 M1 和 M2 的增速剪刀差近几个月正逐步收窄，作为工业企业利润的领先观察指标，可以对后续基本面的探底逐步回升抱有一些期待。

**图4 M1 和 M2 增速差作为企业利润领先观察指标**


资料来源：Wind，中航证券研究所

**图5 近期 M1 和 M2 增速剪刀差持续收窄**


资料来源：Wind，中航证券研究所

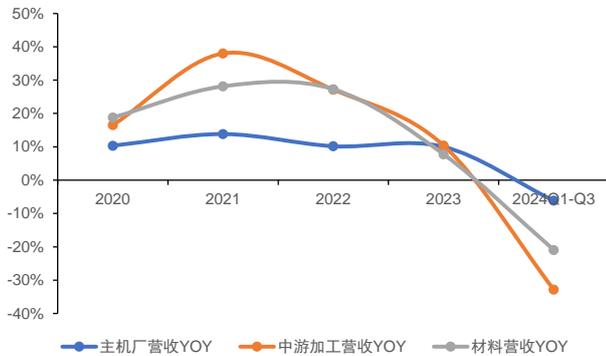
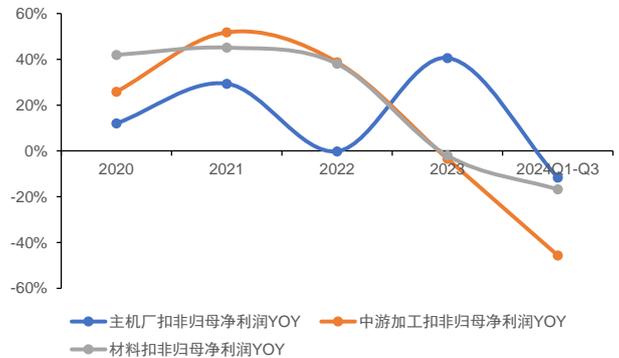
新材料行业的发展“等不得、急不来”——在百年未有之大变局的背景下，新材料作为制造业的支柱，发挥着重要的基石作用，因此“等不得”；新材料行业的发展遇难过坎，曲折前进，产业的发展进步建立在点滴积累中，因此“急不来”。虽然未来一段时间内很多新材料仍将面临周期摆动过程中供需失衡的窘境，但从宏观和产业层面也正在看到一些积极的边际变化，“慢中有进”，诸多机遇正在酝酿：

- 1) 经历了中期调整的航空航天新材料企业在订单的补偿式增长和装备的发展理念转变中逐步找到了前进的方向；
- 2) 在可见时间范围内，多数偏市场化竞争的新材料仍将处于供需失衡状态，在此背景下，供给端具备顶层政策的有效钳制且下游需求具备相对较好成长性的细分赛道具备稀缺性；
- 3) 在产业结构升级的大背景下，前沿生产力的重要性日益凸显，相关领域应用的快速发展有望大幅拉动上游新材料及新工艺应用需求。

## 一、两航需求改善及增量机遇

通过对比军用航空产业链上中下游三大环节的业绩增速情况，我们可以清晰看到行业周期性波动给企业带来的影响。在“十四五”期间，军用航空经历了订单加速放量 and 中期调整带来的多变的需求环境，使得产业链中上游企业的订单节奏也随下游需求变化而出现较大幅度波动。通过下图可以清楚的看到行业各环节业绩增速于 2021 年达到阶段性峰值，随后均有下行趋势，且中上游环节的降速较主机厂更为明显。对于产业链各环节的业绩增速分化，我们认为，在行业快速上升期，中上游企业享受了高于主机厂的盈利增速，主要受益于下游装备放量初期的暂定价机制以及“小核心，大协作”下规模效应的体现；但在行业越过景气阶段性高点后，随着供应链体系趋于

成熟，主机厂对装备控本降费追求和“多流水”竞争格局的开启使得中上游企业面临了量价利层面的压力，叠加近年来订单的不稳定性，给中上游企业带来了更大的考验，从而导致中上游企业的业绩增速降幅更大。

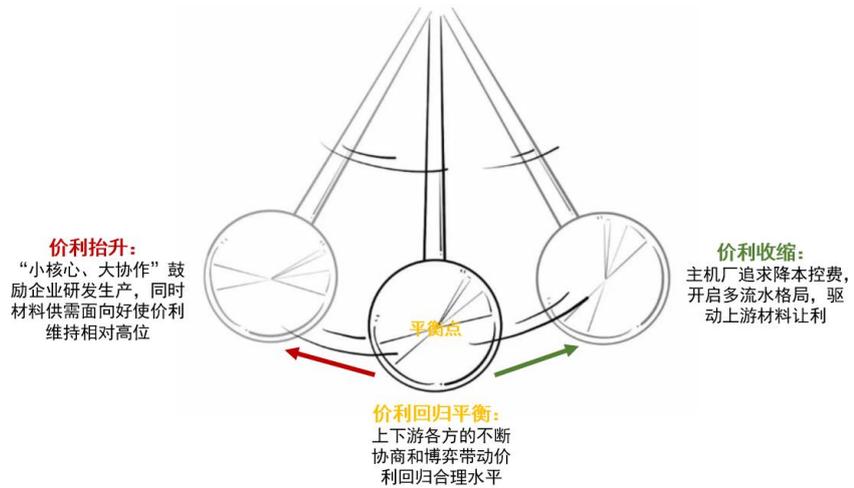
**图6 军用航空三大环节营收增速对比**

**图7 军用航空三大环节扣非归母净利润增速对比**


资料来源: Wind, 中航证券研究所

资料来源: Wind, 中航证券研究所

材料端“价利”的钟摆效应显现。军用装备放量节奏在步入“十四五”之初提升明显，行业景气度高涨，“小核心、大协作”战略的推进促使产业链上下游形成了密切协作，材料类企业尤其是机制较为灵活的民企在这一过程中充分受益，量价利齐增之下相关企业业绩大幅增长，此时“价利”的钟摆左倾。而随着装备发展日趋成熟，主机厂对于控本降费和“多流水保供应稳定”的要求逐步提升，叠加上游材料行业产能投放较多、部分原料价格下行，材料企业经历了主机厂的审价考验，钟摆开始向右倾斜。在向右摆动的过程中，钟摆很难一次性回归到相对合理的平衡位置，而是会继续向右进行一定程度的偏离。虽然当前我国军用航空航天装备不断追求更高的“效费比”，但其中对装备性价比的追求也并不等同于绝对的低成本化，审价的初衷是为了更好的服务于作战体系，而过低的价格则会对上游环节造成一系列影响。随着上下游各方对材料定价的不断协商和博弈，我们预计钟摆的摆动幅度将逐步减小，从而逐渐寻找到一个合理的平衡点，届时材料的价利有望达到一个相对稳定的水平。

图8 价利的钟摆效应



资料来源：中航证券研究所

审价影响及行业竞争加剧之后再遇中期调整，材料企业距离“以价换量”的美好愿景尚有差距。在“十四五”中期，随着上游材料端新建产能的建设完成和陆续投产，主机厂从降本控费角度出发，逐步开启了上游材料端“多流水”竞争格局。从整体视角来看，多流水保证了供应链的安全稳定，是行业向市场化和成熟化迈进的表现，但对于材料企业来说，“多流水”意味着原有的“独供”格局被打破，行业竞争的加剧之下订单份额的争取变得愈发关键。随后，2023年开始，行业又受到了中期调整及人事变动影响，订单下达量明显减少，上游以钛合金、碳纤维复合材料为代表的两航新材料经历了不同程度的订单量下滑，导致企业距离“以价换量”的美好愿景尚有差距。

由于多数上游企业在行业景气高位纷纷宣布通过募集或自有资金扩产来突破产能瓶颈，以满足下游需求的快速增长。当产品的价利被压缩，叠加中期调整带来的需求端波动，企业前期投建的项目变得难以达到预期回报。行业的周期性调整已经导致材料企业出现了一系列的行为变化，并可能会产生其他更为深远的影响：

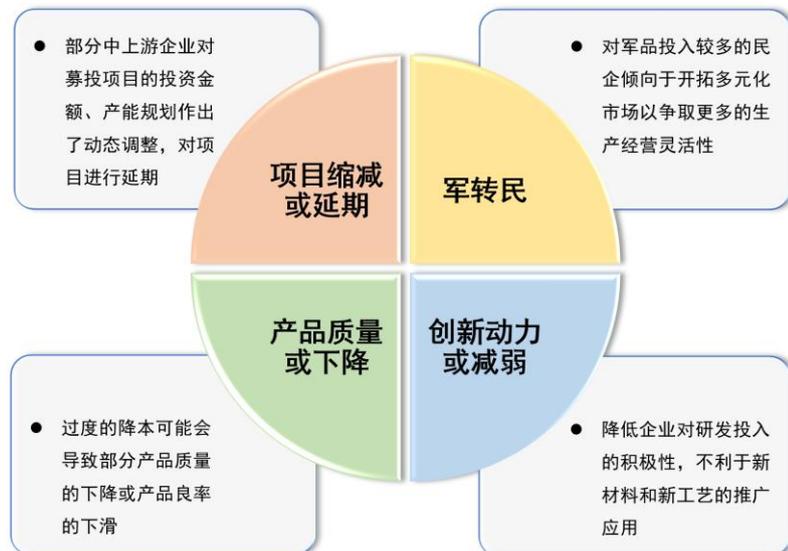
- 1) **项目缩减或延期：**基于对行业竞争情况、下游需求节奏的变化，以及对固定资本投入回报率的评价，近年来部分中上游企业已对募投项目的投资金额、产能作出动态调整，留存更多现金以应对未来的不确定性，部分企业则因市场环境或资产折旧影响而对项目进行了延期；

**图9 部分上游企业的项目调整情况**

公司	公告日期	相关项目调整情况
火炬电子	2023. 12. 23	“小体积薄介质陶瓷电容器高技术产业化项目”完成时间延长至2024年12月，主要受工程建设进度较预期延迟、国内外宏观经济环境变化等因素影响。
有研粉材	2024. 5. 29	募投项目“新建粉体材料基地 建设项目”和“泰国产业基地建设项目” 结项并将节余募集资金用于永久补充流动资金；募投项目“有研粉末科技创新中心建设项目”因受到近年全球宏观经济波动和不可抗力因素影响，达到预定可使用状态的时间延期至2025年12月。
隆达股份	2024. 8. 28	对募集资金投资项目“新增年产1万吨航空级高温合金的技术改造项目”中的变形高温合金原设计产能建设规模由6,000 吨调整为 3,000 吨。
钢研高纳	2024. 11. 6	拟向特定对象发行股票募集资金总额不超过28,000万元，扣除发行费用后的募集资金净额拟全部用于补充流动资金。
振华科技	2024. 11. 16	为确保募集资金投入的安全性、有效性及适应外部环境变化，结合实际经营情况、整体市场变化和客户需求，谨慎使用募集资金，逐步进行项目布局并稳步推进项目实施，公司对募投项目建设进度作出延期调整。
金天钛业	2024. 12. 20	“高端装备用先进钛合金项目（一期）”拟使用募集资金由7.45亿元调整为4.87亿元；“补充运营资金项目”拟投入额由3亿元调整为1亿元。

资料来源：各公司公告，中航证券研究所

- 2) **军转民**：原先对军品投入较多的民营企业会倾向于开拓更多元化的下游市场以平滑下游单一行业的周期性波动，争取更多的生产经营灵活性；
- 3) **产品质量或下降**：产品价利被压缩后，企业的内部降本增效变得至关重要，然而过度的降本可能会导致部分产品质量的下降或产品良率的下滑；
- 4) **创新动力或减弱**：对产品盈利性下降的预期会降低现有企业对研发投入的积极性，同时也会降低对行业新进入者的吸引力，长远来看不利于新材料和新工艺的推广和应用。

**图10 企业面对行业周期性调整已出现或未来可能产生的行为变化**


资料来源：中航证券研究所

我们预计未来航空航天新材料的“价利”有望逐步回归到相对合理水平，而“量”对企业的重要性会得到进一步凸显。在全球地缘局势紧张的大背景下，军用装备更新换代的紧迫性依然存在，未来歼-35A等新型装备的批量列装将为军品需求端提供有效支撑，推动产业走出阶段性发展低谷。我们认为，短期内需关注下游航空航天装备订单的补偿式增长，包括前序老订单的执行和近期部分新订单的落地，中长期则需要关注新的装备发展趋势对新材料及新工艺带来的需求结构变化。俄乌冲突颠覆了以往“短促精准”的作战理念，具备更高性价比、无人化等特征的作战装备很好的适应了战争形态转变趋势，进而有望带来诸如复合材料、增材制造及其他新材料和工艺的应用比例提升。同时，军用航空航天以外的市场也有望为相关新材料企业贡献增量需求，大飞机、海洋工程、低空经济、商业航天等新质领域的发展壮大，也会不断开拓两航新材料应用市场。

## 1.1 多领域带动钛合金需求增量

2024年国内外经济环境错综复杂，我国钛合金行业在量价承压的背景下依然砥砺前行，2025年更需关注钛材需求端的积极变化。2024年11月，我国钛合金行业迎来了新晋企业的上市——金天钛业成功登陆科创板，我国高端钛合金行业在持续壮大的过程中整体行业集中度也有望进一步提升。然而，自2023年开启的行业中期调整使钛材的市场格局随着下游终端领域的景气度变化而产生了显著分化，展望2025年，我们认为钛材终端领域的边际变化值得密切关注：①军用航空钛材的需求端在经历了订单交付节奏延缓之后，在2024年迎来了一定转机，我们认为2025年军用航空钛材需求有望随下游订单的逐步恢复而重拾景气；②国产大飞机仍处于提速放量初期阶段，后续“十五五”期间民用航空的蓬勃发展有望大力牵动钛材国产替代，贡献增量需求；③海洋装备的资本开支步入新周期，相关装备及工程领域对钛材的需求有望步入快速起量阶段。

军用航空钛材量价承压对基本面的影响已计入，2024年交付节奏回升已现端倪。钛材自2023年起经历了量和价两方面的压力：①量方面，国内军用航空市场因受到中期调整、人事变动等影响，自2023年起相关装备订单释放节奏放缓，订单交付出现延误，相关企业钛材销量也因此出现了较为明显的下滑；②价方面，钛材产品价格及盈利性因下游主机厂客户降本控费等因素而受到了一定程度的压缩，我们认为当前军用钛材产品的降价风险已基本体现，产品毛利率已处于相对合理水平，后续持续降价空间或较为有限。综上，“缩量”和“跌价”对企业经营造成了不小的考验，这也导致了以西部超导为代表的龙头企业自2023年起出现了业绩掉速的情况，但在2024年也

看到了销售情况有所改善，西部超导业绩在 2024Q2 有较大幅度的环比改善（2024Q2 公司营收环比+54.6%，归母净利润环比+115%），主要系由钛材销量环比改善所驱动，公司整体业务毛利率也于 2024Q2 企稳回升，主要系具备高附加值的钛材产品盈利占比提升帮助优化了产品结构；同时，公司的业务规模在 Q3 得到了维持，表明其钛材产品保持了订单回暖后的平稳交付，钛材产品的交付量也仍处于由装备订单回暖带来的回升区间之中。

**图11 西部超导单季度归母净利润及同比变化**


资料来源：Wind，中航证券研究所

**图12 西部超导分季度毛利率及净利率**


资料来源：Wind，中航证券研究所

后续钛材看点主要在于“量”，须重点关注需求端的边际变化。军用航空方面，我们认为需关注订单的补偿式修复、新一代装备的列装、军贸逻辑的强化。对于前期下游主机厂客户订单下达节奏的放缓，我们认为，2025年作为“十四五”规划的最后一年，在中期调整带来的影响逐步消退后，军用航空装备有望根据“十四五”计划完成度来进行补偿式的订单下达，军用钛材或将迎来需求修复机遇。除了存量需求的修复外，我国航空装备的更新换代有望在“十五五”贡献增量需求——新一代中型隐身多用途战斗机“歼-35A”于2024年11月在珠海航展首次公开亮相，进一步完善了我国军机产品谱系；从材料角度来看，钛材用量占比是评估战机先进性的重要指标，战机代际的升级往往对应着用钛量占比的提升，以美国的飞机迭代作为参考，三代机 F16 的钛合金占比仅为 2%，而四代机 F/A-22 及 F35 的钛合金占比则分别达到 41% 和 27%，预计后续我国歼-35A 等新一代次机型的列装放量有望为高端钛材贡献新的增量需求。此外，2024 年我国航空产业在军贸项目上也取得了较多进展，越来越多的先进机型开始面向军贸出口，海外增量需求有望打开军用航空市场天花板，从而为材料的需求端贡献更大的弹性。综合以上三方面，我们认为国内军用航空装备的潜在增量空间无需多虑，中期调整之后航空装备也具备了新一轮的放量基础，上游钛材生产企业将直接受益于需求端的显著提振。

图13 歼-35A 首次亮相珠海航展



资料来源：中航工业公众号，中航证券研究所

图14 美国战机部分结构材料用量比例

机型	首飞年	用量 (%)			
		钛合金	复合材料	钢	铝合金
F16	1978	2	3	5	83
F-17Y	-	7	8	10	73
F/A-18A/B	1980	12	9.5	15	50
F/A-18C/D	1986	13	10	16	50
F/A-18E/F	2002	15	23	14	29
F/A-22	2005	41	24	5	15
F35	2008	27	36	-	-

资料来源：《航空用钛合金研究进展》，中航证券研究所

除了军用航空领域外，民用航空及海洋工程和装备等具备较大市场容量的领域也为钛材的需求提供了广阔的拓展空间：

- 民用航空方面，C919 有望于“十五五”步入放量新阶段。根据中国商飞发布《中国商飞公司市场预测年报（2024-2043）》，预计未来 20 年我国航空运输市场将接收喷气客机 9323 架。其中，支线客机 821 架，单通道客机 6881 架，双通道客机 1621 架。到 2043 年，中国民航的机队规模将达到 10061 架，占全球客机机队 20.6%，中国有望成为全球最大的单一航空运输市场。2024 年 12 月底，中国商飞在总装制造中心浦东基地举行大飞机规模化系列化建设项目启动活动，表明 C919 即将进入规模化运营新阶段。

图15 大飞机规模化系列化建设项目启动



资料来源：大飞机公众号，中航证券研究所

C919 中钛合金使用量在机体结构重量的占比达到 9.3%，民用机型较高的单机重量和价值量为材料提供了广阔的渗透和成长空间。根据中国东航和中国国航向商飞购买的飞机目录价格，C919（基本型）目录单价为 0.99 亿美元，C919（增

程型) 目录单价为 1.08 亿美元。根据中航证券军工组假设, 以 1.08 亿美元目录单价测算, C919 大飞机将分别在 2024-2025 年、2026-2027 年、2028-2030 年贡献 54-81、162-216、324-486 亿美元的市场空间。大飞机订单的火爆和规模化项目的启动有目共睹, 我们认为国产大飞机在“十五五”期间的加速放量和在材料端的进口替代将共同拉动钛材销量迈上新台阶。

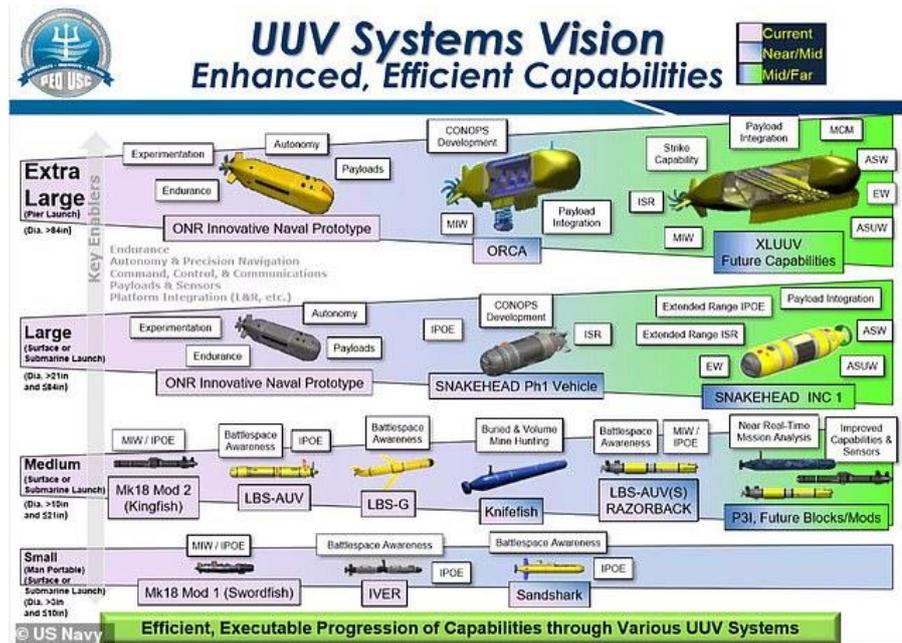
**图16 C919 价值预测**

项目	2024-2025年	2026-2027年	2028-2030年
交付量 (架)	50-75	150-200	300-450
总价值 (亿美元)	54-81	162-216	324-486

资料来源: 中航证券研究所

- 海洋装备方面, 重点关注 UUV 技术发展提速。**在新时代作战体系下, 无人作战系统已得到了大规模的实战化应用, 无人化武器装备的发展趋势较为明朗, 水下无人潜器 (UUV)、水下无人预置系统等海洋装备的技术发展日益成熟。目前世界各海洋强国都在加速推进水下无人装备的技术研发与应用, 以抢占未来海上军事竞争新的制高点, 从而赢得新时代水下攻防对抗的重要保障。根据美国国会研究服务处 (CRS) 2022 年 5 月发布的一份报告, 美国海军正在转向更加分散的舰队架构: “海军的能力将分散到更多平台上, 避免将舰队整体能力的很大一部分集中到相对较少数量的高价值舰艇上”。为实现该目标, 美国在水下领域大力投入, 包括 UUV、载人潜艇、鱼雷等武器。UUV 作为一种水下无人平台, 可搭载多种设备或武器执行特定任务, 在极端或危险环境中替代人类作业, 具有效费比高、隐身性能好、作战用途广和智能程度高等优势, 被美国等海军强国视为现代海军“力量倍增器”, 是未来智能化战争中重要的新质作战装备。

图17 美军已推出及或将推出的各类 UUV



资料来源：Daily Mail, US Navy, 中航证券研究所

图18 国外典型大型 UUV 装备发展情况

国别	型号	特点与功能	重要时间节点
美国	攻击型“曼塔”(Manta) UUV	采用模块化设计，可搭载多种武器，根据不同任务随时改变其配置的有效载荷	2009年下潜至西太平洋的马里亚纳海沟
	LDUUV-INP	是大型UUV搭载平台的2.0版，最高续航可达30天	2015年开始研制，2019年完成了最终测试
	双模式“海神”(Nereus HROV) UUV	首次实现有人/无人通用平台应用	2012年开始研发，2017年移交海军作为专门的官方试验平台，2018年在NSWC支持下完成了海上试验
	MASTT	把反潜战训练靶的基础载荷做成货架式的模块化结构，可随时模拟各类潜艇目标性能参数	2010年启动，2011年完成设计制造，2012年交付海军水下战中心
	“回声旅行者”(Echo Voyager) 超大型UUV	可全自主航行数月，内部和外部有效载荷容量充足	2017年首次海上试验，检测其深水潜航持久力
	“虎鲸”(Orca) 超大型UUV	模块化设计，任务执行能力多样，续航时间几个月，可续航万公里	2013年公布了设计方案，2020年交付，2022年下水测试
俄罗斯	“比拉鱼”超大型UUV	耐压能力强	2013年研制成功
	“替代者”超大型UUV	能模拟相关潜艇声学特征以欺骗敌人，对敌低噪潜艇发现距离可达数千米	2017年研制成功
	“大键琴”大型UUV	具备较强的情报侦察能力	2018年进行海试

注：LDUUV-INP为大直径创新型原理样机(large diameter UUV innovative naval prototype)；NSWC为海军水面作战中心(Naval Surface Warfare Center)；MASTT为反潜水下自航训练靶(mobile anti-submarine training target)

资料来源：《水下无人装备前沿发展趋势与关键技术分析》，中航证券研究所

大深度无人潜航器工作于深海恶劣环境，其结构与材料需满足耐高压/冲击、耐腐蚀、抗附着等要求。传统无人潜航器结构材料以钢、钛等金属及其合金材料为主，钛及钛合金因具有质轻、比强度高、抗冲击性高、耐海水腐蚀性能优异、耐

冷热性优异等一系列优点，是一种理想的、具有前景的海洋装备用结构材料。考虑到结构减重需求，减重后兼具高强度、高韧性的钛合金成为无人潜航器研制的关键技术问题。在海洋工程用钛方面，已有部分上市公司启动了相关的产能建设项目，据西部材料公告，公司计划投资 1.92 亿元用于“海洋工程用大规格低成本钛合金生产线技改项目”，该项目投产后将提升公司锻造等关键工序控制能力，进一步提升公司在海洋工程领域的综合配套能力。随着水下无人装备的发展逐步迎来起量阶段，相关公司的钛材产品有望随下游海洋装备及工程的放量而迎来新的增长极。

总结：我们认为，介于当前军用钛材的降价风险已基本体现，虽然中期调整导致企业“以价换量”未能如愿，但后续军用航空下游装备订单的补偿式修复、新一代装备的列装、军贸逻辑的强化将共同构筑“十五五”期间军用钛材的需求增量，进而带动相关企业盈利企稳上行，建议关注军用钛材生产企业西部超导、金天钛业。海洋装备及民用航空等具备较大市场容量的终端领域有望带动钛材需求在“十五五”期间迈上新台阶，具备相关业务布局的企业将率先收益，建议关注西部材料、宝钛股份。

## 1.2 碳纤维有望迎来转机

碳纤维行业是过去两年受到下游需求变动影响最大的行业之一，由于碳纤维产业从无到有，完成了国产化替代，研发投入较大，因此在“十四五”装备放量初期，高端产品暂定价格较高，毛利率较为丰厚，碳纤维行业得以维持较高的景气度。但物极必反，在需求增速悄然放缓、供给大幅扩张的背景下，碳纤维行业景气度越过高点——新增产能由于需求变化产能利用率不足、军品订单不确定性增强、单一客户风险暴露，行业需要面对诸多变化，也亟需调整发展思路。而在经历破茧的痛楚后，随着新订单、新领域应用的落地，相信两航碳纤维会迎来更加美好的明天。

### 1.2.1 中期调整带来三大变化

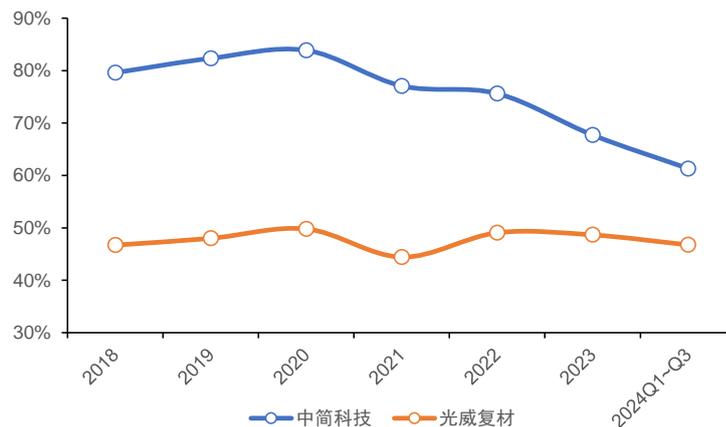
订单周期变短带来市场预期反复。2024 年以来小丝束（T700 级）碳纤维、大丝束（T300 级）碳纤维价格跌速较 2023 年有所放缓，民品碳纤维供需格局宽松，价格持续承压。而与民品碳纤维市场化机制不同，军用航空碳纤维更加关注装备订单的情况，因此呈现出三大变化：订单确定性下降、供需格局变化以及企业发展思路转变：

1) 订单的周期、数量、价格等要素确定性下降。“十四五”中期调整使得材料企业的业绩普遍受到较大幅度的影响，但影响更为深远的是，军用航空的生产思路从“有

没有”向“优不优”的转变，因此下游客户的部分订单在时间周期、数量以及价格层面确定性相比以往有所减弱，这使得市场对于相关企业业绩稳定性分歧加大：

- **先交付后签约，订单周期变短。**根据中简科技、光威复材公告可知，2024年的部分碳纤维订单采用先交付产品后签订合同的方式，且部分订单签约周期较短，相比于以往签订的长期大合同，新的签订模式有利于下游客户根据需求灵活调整自身采购计划，但也一定程度增加了市场对相关碳纤维企业业绩持续性的担忧；
- **重新审价带来碳纤维企业盈利能力承压。**根据光威复材中报公告，目前航空碳纤维价格主要由相关各方根据价格管理办法确定，近两年受到审价政策影响，相关碳纤维企业产品毛利率有所下降；

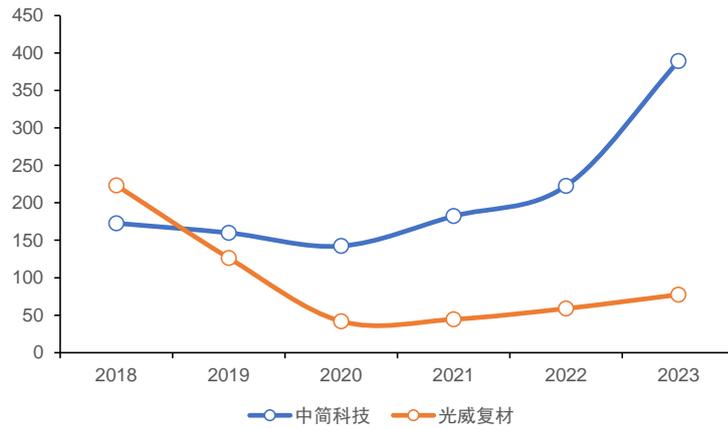
**图19 近年来航空碳纤维企业毛利率**



资料来源：iFinD，中航证券研究所

- **应收账款天数增加，汇款周期变长。**从企业应收账款周转天数可以看出，2020年以前由于需求较为旺盛，供不应求，叠加应收账款基数较少等因素，相关企业周转天数逐年下滑，2021-2022年，营收快速提升的同时，周转天数逐步爬升，2023年受到下游客户需求增速放缓等因素，相关企业周转天数出现明显的增加。

图20 航空碳纤维企业应收账款周转天数



资料来源：iFinD，中航证券研究所

2) 供需格局出现较大变化。在装备加速放量的过程中，上游材料具有较强的弹性，而由于涉军产品具有较强的供应门槛和扩产难度，因此充分享受了行业红利带来的良好格局，但随着下游供需逐步达到平衡以及其他竞争对手的潜在威胁，当前航空碳纤维的行业竞争格局出现了较大变化：

- 供需矛盾使得航空碳纤维企业经营压力加大。军工行业的中期调整使得产业链的需求出现了较大的波动，需求增速的下降较为明显。与此同时，中简科技、光威复材近两年扩产较多，一定程度上缓解了由于装备需求大幅提升带来的供给能力不足的问题。在需求阶段性面临困难的情况下，大幅扩张的供给无法转化为订单和利润，使得航空碳纤维企业的产能利用率普遍不足，而过去较大的资本开支也转化为了当前较大的摊销压力，给企业经营造成了一定的困扰；

图21 中简科技在建工程与固定资产情况



资料来源：iFinD，中航证券研究所

图22 光威复材在建工程与固定资产情况



资料来源：iFinD，中航证券研究所

➤ **潜在竞争对手的威胁**：近年来，随着民品碳纤维出现较大的供给过剩局面以及相关企业陆续突破高性能碳纤维制造的门槛，有部分企业希望通过进入军用航空产业消化部分产能压力。虽然由于航空碳纤维具有较强的竞争壁垒和较长的验证周期，原有型号进入门槛较高，但终端客户出于供应链多元化的考虑，新型号的验证过程中不排除引入新进入者。

3) **两航碳纤维企业发展思路有所转变**。历经过去几年的跌宕起伏，行业内企业也开始反思并思考未来发展路径，关注拓展多元化市场的重要性，目前两航碳纤维行业已经基本实现了国产化替代，在这种背景下，保证交付的质和量是大前提，因此技术上要持续探索更好的产品，在此基础上，企业需要多思考自身战略定位，从市场的需求出发，积极谋求市场和客户的多元性、多样性，从而实现自身的可持续发展。

### 1.2.2 航空碳纤维有望在 2025 年迎来转机

站在当前时点展望 2025 年，我们认为航空碳纤维行业已经出现了新的转机：首先是近期，部分订单合同陆续落地标志着行业重新步入正轨；其次，“十五五”的发展规划与未来新装备的发展思路契合碳纤维的特性，势必带来高性能碳纤维用量的提升；最后，在国家强调新质生产力的背景下，大飞机、低空经济等领域的高速增长也为碳纤维开拓出新的应用领域。

1) **新合同是航空碳纤维企业新的起点**。2024 年 11 月 4 日，中简科技披露了原有合同续签以及新合同签订的公告，2024 年 12 月 16 日，光威复材披露了总价值量 36.6 亿元的公告，包括了 A、B、C、D、E 各型号的碳纤维，其中合同组三为 B 型号碳纤维及织物，总价值量 18.7 亿元，履约期限两年。新合同的披露意味着行业在经历了两年的调整后，重新进入了新的发展阶段。部分公司公告合同中包括了原有牌号的续签，进一步修复了市场对于相关公司未来业绩持续性的信心，同时我们推测合同内容也包括了新牌号碳纤维的订单，光威复材 2600 吨原丝线的扩产主要应用于 T800 级产品，进一步验证了新型装备对于高性能碳纤维的需求较为旺盛，确认了下一代装备放量的紧迫性；

**图23 碳纤维企业合同情况**

公司	合同名称	履约时间	合同金额	备注
中简科技	重大合同	2022年3月-2026年2月	21.69亿元	2024年2月-2025年2月执行合同金额6.89亿元，后续合同执行条件继续协商
	前期重大合同	以订单为准，具体根据客户下发交货计划执行	4.24亿元	在完成合同签署时，对应订单已部分执行完毕，部分产品已实现生产交付并确认收入
光威复材	合同组一	2024.7.1-2024.12.31	6.03亿元	A、B、C、D、E型号碳纤维及织物
	合同组二	2025.1.1-2025.12.31	11.9亿元	A、B型号碳纤维及织物
	合同组三	2026.1.1-2027.12.31	18.7亿元	B型号碳纤维及织物

资料来源：iFinD，中航证券研究所

2) 下一代装备发展思路牵引高性能碳纤维渗透率提升。海湾战争是信息化战争的开端，而俄乌冲突的持续性让各国意识到，发展无人化、高效费比的主战装备或将成为未来大国对抗、代理人战争的主要方向，而碳纤维材料在装备无人化、高性价比的趋势下也将提升自身渗透率，迎来更加广阔的应用前景。

- 主战装备无人化趋势下，对材料的特化要求变高，促进碳纤维的应用。在未来无人装备主战化的背景下，无人机尤其是僚机在作战中主要承担“脏活、累活、险活”，因此需要协同有人机进行设计，例如在穿透性航空要求下，无人僚机需要肩负起灵活响应、动态杀伤、感知干扰以及保护有人机等责任。因此无人机对材料的特化要求较高，例如无人僚机由于需要伴飞高超隐身战机，因此对于机动性、隐身性以及扛电磁干扰能力要求较高，根据《先进复合材料在军用无人机的应用动向》统计，目前先进军用无人机的机身结构大幅度使用复合材料，占结构总重的 60-80%：

- 1) 碳纤维复合材料的大比例使用使得无人机减重 25-30%，有效提升机动性；
- 2) 碳纤维复合材料具有特殊电磁性能，通过加入吸波纤维，可以有效减少外部观测特征，同时通过结构设计，引入吸波透波的复合结构，从而提高隐身性；
- 3) 碳纤维复材具有较好的导电性能，经过高温石墨化处理后，碳纤维成为电磁波的优良反射材料，从而有效保护飞行器内部电子设备免受外界电磁波干扰。

- 现代战争对高效费比的装备更加青睐。近期中无人机发布公告，决定将部分募投项目（无人机系统研制及产业化项目、技术研究与研发能力提升项目）延期至 2027 年 12 月。与此同时，中央军委装备发展部发布面向社会的极低成本无人机竞优比测活动。下游客户的调整反映出当前无人机的发展思路，体现出军方对于高效费比的作战装备认知进一步强化，采购需求进一步增加。

在这一背景下，材料选取和工艺的选择也要跟随需求调整，自动化、高效率的碳纤维生产成为趋势。复合材料结构/功能一体化设计和整体化成型的特点，使得无人机机体零部件数量大大减少，从而节省了装配工序、缩短了生产周期，降低了综合成本。与此同时，自动带料铺层、自动纤维缠绕、树脂传递模塑等低成本制造工艺的应用，也大大降低了无人机生产制造成本，以美国波音 X-45A 为例，使用低温固化预浸料制造技术制造的机翼，成本较传统工艺降低一半。但也需要注意，高性价比不能只单纯考量采购成本，因此并不能一味追求材料的价格而牺牲装备作战效果。除了初次采购成本以及维护成本以外，从任务效能角度考虑，应该以任务的完成与否来衡量有效成本，而非仅仅追求低价的无效成本。碳纤维复材的使用可以有效提升无人机的性能，有效提高穿透性航空的效果，因此属于有效成本。

图24 美国波音 X-45A 无人机



资料来源：环球时报，中航证券研究所

3) 民用大飞机打开想象空间。C919 飞机于 2022 年取得型号合格证（TC）、生产许可证（PC）和适航证（AC）三证，并于次年 5 月完成首次商业飞行。截至到 2024 年 10 月底，商飞累计交付 11 架 C919，其中 2024 年交付 5 架，总体来看商业运营顺利。目前商飞 C919 的在手订单饱满，累计数量超过 400 架以上。在此基础上，商飞加速产能建设，计划到 2028 年年产能扩大至 150 架。随着民用航空市场的复苏，订

单量有望出现进一步增长。随着国产飞机制造技术的上升和碳纤维技术的进一步突破，预计我国民航领域在未来 20 年将产生 10.2 万吨的碳纤维需求，市场规模达到 1020 亿元。目前国产大飞机的碳纤维原材料主要还是海外进口，但随着国内碳纤维制造能力的成熟、复材积木式验证逐步完成，相信国产碳纤维会逐步进入国产大飞机供应链。

**图25 民用航空碳纤维需求预测**

机型	补充机队规模 (架)	示例机型	空重 (吨)	结构系数	结构重量 (吨)	碳纤维复材含量	碳纤维在复合材料中的占比	传递系数	碳纤维需求 (吨)	碳纤维市场规模 (亿元)
50座涡扇支线客机	821	ARJ21	25	31%	7.8	8%	65%	2	663	7
120座单通道喷气客机	6881	C919	42	50%	21.0	20%	65%	2	37570	376
250座双通道喷漆客机	1621	CRJ929	110	50%	55.0	55%	65%	2	63746	637
合计									101979	1020

资料来源：《中国商飞公司市场预测年报(2024-2043)》，中航证券研究所

4) eVTOL 贡献碳纤维应用的新增量。国家发改委于 2024 年 12 月 27 日正式宣布设立低空经济发展司，标志了我国低空经济迎来了更加明确的战略规划和政策推动。碳纤维复材在 eVTOL 飞行器中发挥重要作用，单台飞行器对碳纤维的需求量在 100-400 公斤，国内领先的 eVTOL 飞行器，几乎都采用了碳纤维结构。根据 Stratview Research, eVTOL 使用的复合材料中，约有 75%-80%将应用于结构部件和推进系统，有 12%-14%在内部结构应用，如横梁、座椅结构等；剩余的 8%-12%在电池系统、航空电子设备和其他小型应用。

**图26 部分 eVTOL 设计方案碳纤维复合材料的应用**

企业	型号	碳纤维复合材料的应用
亿航智能	亿航AAV	机身机构采用 <b>环氧基碳纤维复合材料</b> 优化整体结构强度和刚度，实现轻量化与机身刚性的完美统一，搭配航空铝合金材料，有效降低机身整体重量，保证各部件的支撑强度
小鹏汇天	旅航者X2	全机身碳纤维复合材料，旋翼桨叶采用 <b>先进碳纤维环氧树脂复合材料</b> ，是现阶段航空最先进的桨叶庸才，起落架材料为碳纤维+玻纤，碳纤维保证起降过程所需强度，玻纤保证减震缓冲所需韧性
峰飞航空	盛世龙	整机机身采用 <b>高强度碳纤维复合材料</b> 一体成型技术

资料来源：各公司官网，中航证券研究所

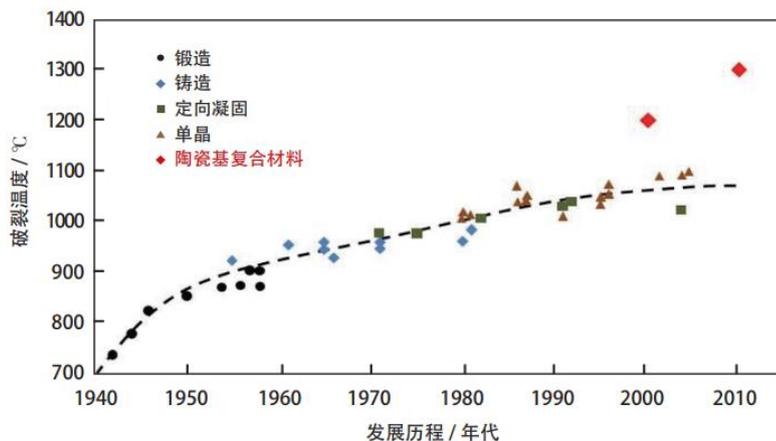
航空碳纤维行业在经历了过去一段时间订单不确定性增强、供需格局恶化和企业发展思路转变后，正逐步走出低谷。展望 2025 年，我们认为新的大合同签订意味着行业开始重新步入正轨，新旧牌号的更替也说明高性能碳纤维需求依然旺盛。放眼“十

五五”，我们认为无人化、高效费比的武器采购思路已逐步形成，对应更多的碳纤维复材的应用和自动化装备低成本、高效率的生产模式的转变。于此同时，在大力发展新质生产力的背景下，大飞机、低空经济也为碳纤维应用带来新的增量。综上所述，碳纤维企业在“十五五”期间有望迎来新的发展机遇，建议关注：1) 碳纤维制造企业：光威复材、中简科技；2) 碳纤维复材核心企业：中航高科、佳力奇等。

### 1.3 陶瓷基复材蓄势待发

陶瓷基复合材料由增强材料、基体和界面层组成，各组分呈现出犬牙交错、紧密结合的态势，因此三种组分对于复合材料的性能均有贡献。陶瓷基复材的出现，将发动机部件的耐温能力提升至 1200~1350°C (1473K~1623K)，并且构件质量通常为镍基高温合金构件质量的 1/4~1/3。目前面向未来的推动比 15~20 的发动机涡轮最高达到 2200K 以上，远超单晶高温合金的耐温极限，因此陶瓷基复材的应用将成为下一代发动机的重要选择。下图是在拉伸载荷 137Mpa，持久寿命 1000°C 条件下，不同材料能够承受的温度极限。

图27 材料在相同工况下的极限破裂温度随时代发展而提升

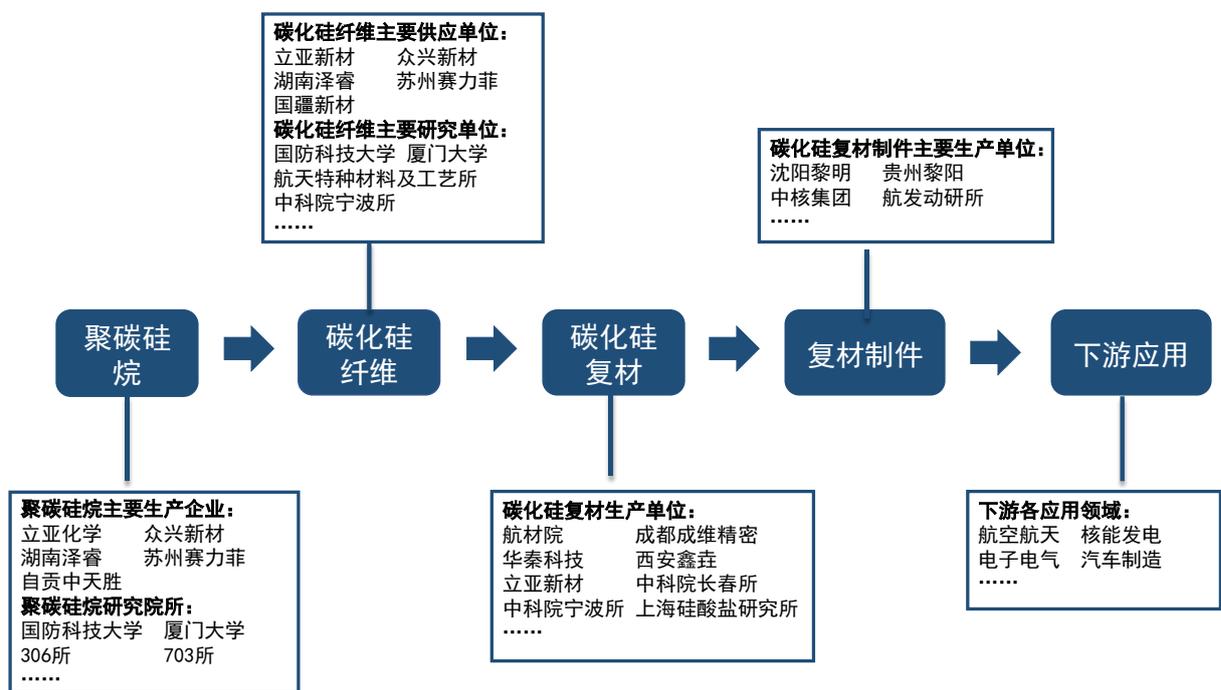


资料来源：《航空发动机用陶瓷基复合材料研究进展》，中航证券研究所

在众多陶瓷材料中，SiC/SiC 复材成为重要选项。增强体对材料的要求与基体相似，但其对于工艺加工难度的要求更高，而容易加工、相对均衡的性能和不低的强度使碳化硅纤维目前成为下一代航空发动机的主要增强体材料。在一次性使用的航天装备上，碳碳复材以其较高的性价比和成熟的工艺仍然占据了重要地位，而在航空发动机等对热端部件的耐温性、抗腐蚀性以及使用寿命提出较高要求的工况环境下，碳化硅增韧碳化硅复材就成为了重要的选项。SiC/SiC 复材的发展整体呈现出欧美国国家先发、国内研究紧追不舍，国外应用领先、国内逐步上量的情况。整体上来看，经过引进吸收，国内生产的第二代、第三代碳化硅纤维整体指标已经对标海外先进水平，

国内聚碳硅烷、碳化硅纤维生产企业已形成寡头，生产降本为主要课题，目前主要头部企业包括立亚新材、众兴新材以及湖南泽睿等。而 SiC/SiC 复材的工艺路线从全球来看尚不稳定，主要路线方向上仍存在争议，因此技术路线的选择和设计方向大多由体制内单位或与上述单位关系紧密的部件生产企业主导，呈现出垄断竞争的局面，稳定工艺和拓展应用是他们的主要方向，目前主要的研究企业包括华秦科技（上海瑞华晟）、成维精密、航材院等。下游的复材制件单位除了部分民营企业以外，大多以主机厂、业主单位的研究所为主，他们主导了制件的设计、工艺以及标准制定，是碳化硅复材需求的主要来源，目前主要参与方包括了航发集团、中核集团以及航天集团等。

图28 碳化硅纤维及复材产业链图



资料来源：国家知识产权局，中航证券研究所

根据上图所示，SiC/SiC 复材主要有碳化硅纤维和碳化硅复材两个主要环节，当前国内碳化硅复材行业中呈现出纤维行业发展较快，复材应用奋起直追的情况：

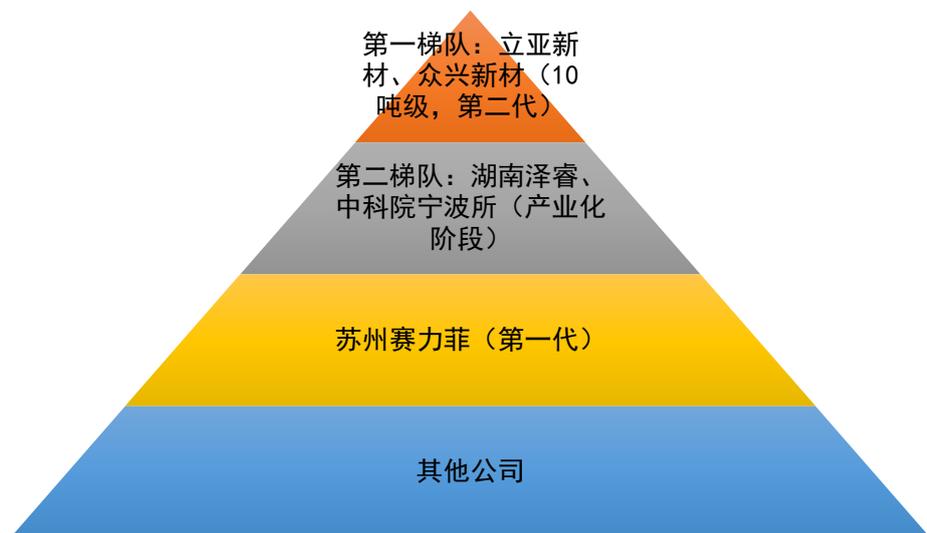
- 碳化硅纤维整体分为三代，第三代碳化硅纤维无论在纤维密度、拉伸强度、拉伸模量还是耐热温度上都超过了前两代产品。但目前根据产业链反馈的情况来看，具有第三代碳化硅国内生产企业目前仍较少，大部分国内碳化硅生产企业仍然是处于第二代甚至第一代碳化硅纤维的产业化初期阶段。

**图29 国外三代碳化硅纤维的基本情况**

类别	代表商品牌号	生产厂家	纤维直径 / $\mu\text{m}$	密度 / ( $\text{g} \cdot \text{cm}^3$ )	拉伸强度 / GPa	拉伸模量 / GPa	耐热温度 / $^{\circ}\text{C}$
第一代	Nicalon NL-200	Nippon Carbon	14	2.55	3	200	1200
	Tyranno Lox-M	UBE Industries	11	2.48	3.3	285	1200
第二代	H-Nicalon	Nippon Carbon	12	2.74	2.8	270	1300
	Tyranno ZE	UBE Industries	11	2.55	3.5	233	1300
第三代	H-Nicalon S	Nippon Carbon	12	3.1	2.6	400	>1500
	Tyranno SA	UBE Industries	11	3.02	2.8	400	>1500
	Sylramic	Dow Corning	10	3.05	3.2	400	>1700

资料来源：《碳化硅纤维增韧碳化硅陶瓷基复合材料的发展现状及其在航空发动机上的应用》，中航证券研究所

目前国内主要碳化硅纤维生产企业包括立亚新材和宁波众兴，此外，中科院宁波所和湖南泽睿也在做产业化落地，但目前尚未形成批量能力。前驱体产能方面，立亚化学于2020年投产12条聚碳硅烷（固态PCS）产线（约50吨产能），于2022年建设液态PCS30吨（中报显示已完成大部分投资进度）。碳化硅纤维方面，立亚新材于2015年建设的CASAS-300特种陶瓷材料，生产规模10吨/年。与此同时，众兴新材第二代碳化硅纤维产能约10吨，聚碳硅烷产能约40吨，整体产能体量与立亚新材接近，但产量层面不及立亚新材。根据以上情况，我们得到如下产业格局竞争图，行业整体呈现出寡头竞争的态势。

**图30 碳化硅纤维行业梯队**


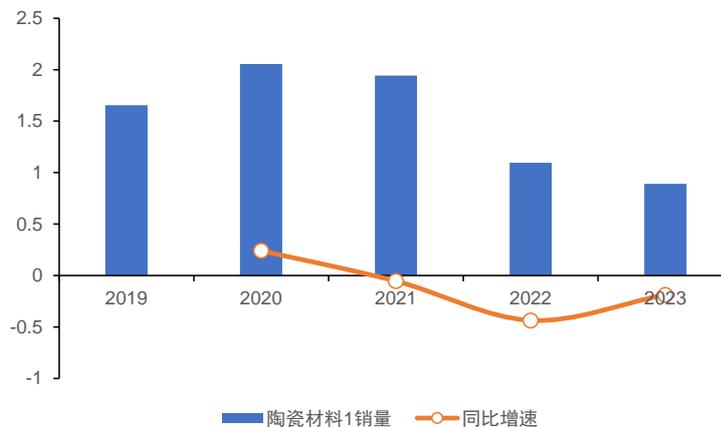
资料来源：中航证券研究所

注：具有第二代碳化硅产业化能力及第三代碳化硅生产能力的企业列为第一梯队，具有第二代碳化硅生产能力的企业列为第二梯队，具有第一代产业化能力的企业列为第三梯队

➤ 碳化硅复材环节由于发展阶段晚，数据库不完全，应用经验不充足，因此高

校、科研院所等参与比例较高,而由于制件环节直接涉及到下游部件的设计,因此大部分前期的设计和试验工作都是由主机单位以及相关的研究单位承担的。目前复材环节相较于纤维环节,仍处于预研验证阶段。受限于碳化硅纤维及复材昂贵的价格、落后的工艺以及下游产业的不成熟,需求处于放量前期。尽管随着国产航空发动机的逐步列装和下级主管单位对于飞行器更快、更高、更强的需求牵引,碳化硅纤维及复材被设计单位着重考虑,但距离产业化和批量生产仍有相当的距离。我们判断,火炬电子相关板块业务的下滑主要系下游客户需求波动等原因。

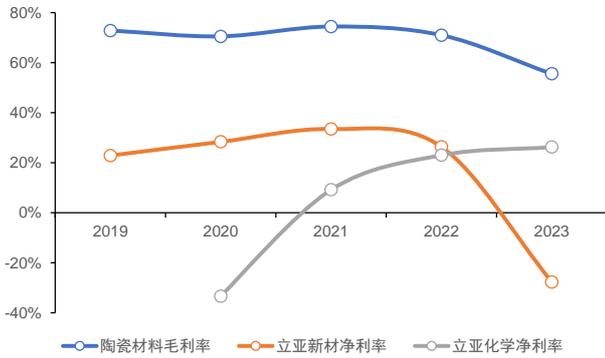
图31 火炬电子“陶瓷材料1”销量(吨)及增速



资料来源: iFinD, 中航证券研究所

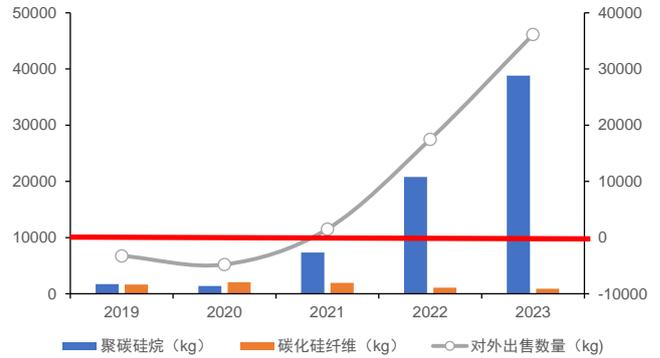
近两年,行业内公司呈现出上游景气,中下游萎缩的局面。可以明显看到由于下游复材需求的萎缩,火炬电子主要负责碳化硅纤维生产的子公司立亚新材的净利率出现较大幅度的下滑、火炬电子主要负责碳化硅纤维先驱体聚碳硅烷生产的子公司立亚化学的净利率提升明显,而陶瓷材料整体业务的毛利率保持相对稳定,我们推测主要系火炬电子碳化硅纤维的产能利用率保持稳定的同时,收入下降带来的三项费用率及资产、信用减值较多所致。与此同时,根据湖南泽瑞环评报告中的物料平衡表中聚碳硅烷与第二代碳化硅纤维用量 3: 1 的比例推算,2021 年以后,火炬电子从对外采购先驱体转向对外出售聚碳硅烷,数量呈现明显增长,一方面这是由于公司碳化硅纤维需求有所下降,另一方面也是近年来建设的液态聚碳硅烷投产带来的高端聚碳硅烷生产能力大幅提升所致,表现出公司在行业需求不及预期的情况下,积极寻求多元化发展的情况。

图32 火炬电子陶瓷材料毛利率及立亚新材、立亚化学净利率



资料来源：iFinD，中航证券研究所

图33 火炬电子对外出售聚碳硅烷数量（推测）



资料来源：iFinD，中航证券研究所

碳化硅复材下游应用广泛。由于碳化硅纤维及复材整体成本较高温合金、碳纤维复材高，因此我们判断，碳化硅纤维的主要应用领域应具有以下几个特点——可以反复使用以降低全生命周期成本、对温度要求极高、对减重有一定要求以及对材料的韧性要求不高等，综合来看，陶瓷基复材在航空发动机、核电等领域的优势较为突出：

1) CMC 优异的热力学性能及其在航空发动机热端部件具有较大应用潜力。燃气涡轮航空发动机采用布雷顿循环，高热效率的一个关键效率是总高压比，而高压比又会导致涡轮流场温度升高，而涡轮入口温度通常高于部件材料的热极限。因此来自于压气机的空气通过内部和外部流道冷却结合的方式冷却热端部件。得益于 CMC 优异的热力学性能，自 20 世纪 80 年代开始，欧美国家已经开展了 CMC 在航空发动机的研究，包括燃烧室火箭筒、涡轮部件（如外环、导向叶片、转子叶片、叶盘）、排气部件（如调节片/密封件、混合器和中心体、加力燃烧室火焰稳定器）等。

图34 GE9X 发动机应用的 SiC/SiC 复合材料部件



资料来源：《航空发动机用陶瓷基复合材料研究进展》，中航证券研究所

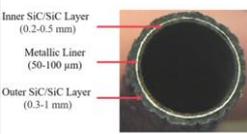
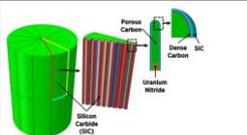
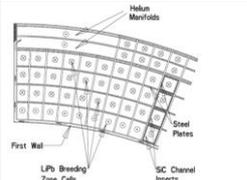
**图35 CMC 在航空发动机上的演示验证情况**

飞机型号/发动机型号	推重比	应用部位和效果
F22/F119(美)	10	矢量喷管采用陶瓷基复合材料(内壁板)和钛合金(外壁板)的复合结构代替高温合金,有效减重,从而解决飞机舱心后移问题
EF2000/E2000(欧)	10	SiC-CMC 燃烧室、火焰稳定器和尾喷管调节片分别通过了专用发动机试验台,并利用验证发动机的严苛验证,证明在高温高压下未受损伤
阵风/M88-III(法)	9~10	SiC-CMC 做尾喷管调节片试验成功
F118/F414(美)	9~10	成功地应用了SiC-CMC 燃烧室
B777/Trent(英)800	民用	SiC-CMC 做燃尾涡轮外环试验成功,证明耐大幅度节省冷却气,提高工作温度,降低结构重量并提高部件寿命

资料来源:《连续纤维增韧碳化硅陶瓷基复合材料》,中航证券研究所

2) 碳化硅复合材料将在核电领域发挥越来越重要的作用。目前核反应关键材料仍以金属材料为主,核用陶瓷材料相对较少,目前尚无陶瓷材料在核反应堆结构中应用,这主要是由于陶瓷材料对缺陷、裂纹的极高敏感性和自身化学键等特性导致。目前碳化硅在核能系统中主要应用在四个方面,一是作为包覆了颗粒的包覆层,主要应用于高温气冷堆,二是用于碳化硅复合包壳,代替锆合金包壳,三是在气冷快堆中用于基体材料,四是在熔盐堆中作为结构材料使用。

**图36 SiC 潜在应用场景及部件**

系统	SiC/SiC 复合材料(拟)应用的部件	中子辐照损伤范围/dpa	示意图
压水堆	ATF 包壳	8~10	
熔盐堆	控制棒套管	20~40	
铅基堆	包壳, 主容器	50~100	
聚变堆	液态包层流道插件, 包层第一壁材料	~100	

资料来源:《连续碳化硅纤维增强碳化硅陶瓷复合材料在先进核能领域的发展研究》,《Neutronic Analysis of SiC/SiC Sandwich Cladding Design in APR-1400 under Normal Operation Conditions》,《Fusion power core engineering for the ARIES-ST power plant》,中航证券研究所

新旧交替,行业蓄势待发。根据华秦科技中报所述,目前军用航空发动机已形成

“一、二代机加速淘汰，三代机批量稳定交付、四代机研制、五代机预研加速的局面”，商用航空发动机 CJ1000、CJ2000 等正加速研制以解决大飞机心脏卡脖子的重大风险。大国重器需要强大心脏，强大心脏需要基础材料，一代装备一代材料。站在当前阶段，我们判断陶瓷基复材有望成为提升新一代航空发动机推力的关键材料，“十五五”期间下游陶瓷基复材工艺的逐步成熟将带动上游纤维的需求放量，陶瓷纤维及复材生产环节的相关公司有望受益。建议关注具有行业领先地位、与下游深度合作的碳化硅纤维及先驱体生产企业：火炬电子；具有复材结构功能一体化经验，多年从事航空发动机相关部件设计制造的中游企业：华秦科技。

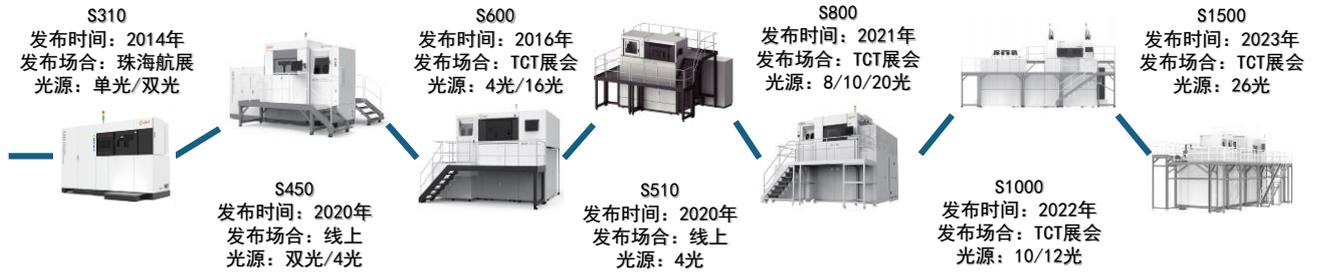
## 1.4 增材制造进入新的发展阶段

### 1.4.1 行业处于调整期

2024 年增材制造行业面临下游需求增速放缓、客户审价压力等影响。与此同时，行业内门槛较低的通用小设备的同质化日趋严重，部分企业为抢占市场份额，率先掀起价格战，对行业内设备尤其是小型设备（400mm 以下）价格造成了较大冲击，导致行业内各企业的设备收入增速出现了下降。以下是我们认为行业目前处于调整期的主要因素：

- 1) 多激光头红利边际递减，设备企业苦练内功。在前序发布的《打开批量生产的第三阶段》专题报告中，我们提出行业自 2017 年开发出多激光打印策略后，每增加一个激光头，设备打印效率提升 20-50%，大大拓展了增材制造技术的应用空间，带来了至今为止以“大”为强的设备军备竞赛。但 2023 年以来，随着 800 尺寸 20 光、1500 尺寸 26 光等设备的发布，甚至最高 64 光设备的推出，行业发现激光头增加的边际红利正在减少，更多时候多激光头由于控制能力、扫描策略等因素无法同时工作，大大浪费了多激光头超大设备的优势。而观察 2024 年的 TCT 展会，可以明显发现，今年设备企业的发布会，更多的不是在设备尺寸、激光头数量层面上盲目增强，而是更多着眼于多激光头的控制、动态扫描策略以及大层厚打印等软件策略的展示，这反映出下游客户的需求变化，也是设备企业苦练内功、提升综合能力的证明。

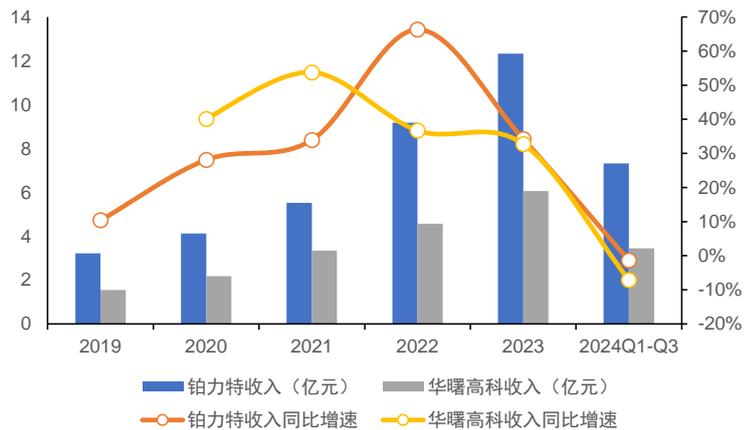
图37 铂力特增材制造设备发布情况



资料来源：铂力特，中航证券研究所

2) FOMO 心理消退，带来设备需求增速的放缓。2020 年是金属增材制造在航空航天领域大规模应用的元年，相关公司的业绩出现了较大幅度的增长，而其中有部分因素是因为下游单位出于 FOMO (Fear Of Missing Out) 等因素也对金属增材制造设备进行了小批量的试验性采购，带来了行业内较多增长的机遇。而随着下游需求的调整以及增材制造技术逐步为潜在客户了解，FOMO 情绪的消退也带来了设备需求的放缓。我们认为当前行业已逐步走出了教育市场的阶段，当前制约下游应用的因素主要是成本、效率以及一致性等行业亟待提升的部分。

图38 国内增材制造企业的收入及其增速情况

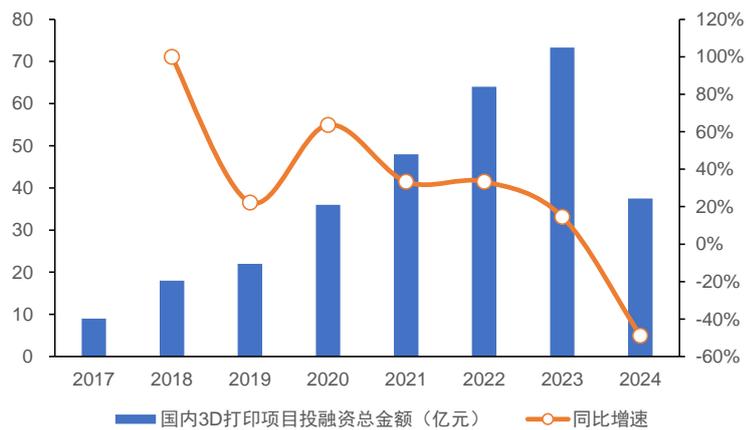


资料来源：iFinD，中航证券研究所

3) 增材制造一级融资困难加剧。2024 年国内 3D 打印行业共有 32 起投融资事件，投资总额约 37.5 亿元，较 2023 年下降约 49%。据南极熊 3D 打印报道，2023 年开始增材制造行业的投融资下滑就已经有所感受，只不过由于铂力特

超 30 亿元的定增和华曙高科 IPO 融资 11.5 亿元掩盖了这一现象，去除这两笔融资，2024 年融资金额较 2023 年略有增长。而阶段性收紧 IPO 节奏以来，资本市场上市公司数量大幅下滑，反馈到一级市场就是融资金额的萎缩，为了保“营收”、保“市占率”，行业从业者加快了对于现有客户的抢夺，反过来也促使 2023 年以来价格战的爆发。

图39 国内 3D 打印项目投融资总金额及其增速



资料来源：南极熊 3D 打印，中航证券研究所

- 4) 应用遇到真空期，同质化竞争引发价格战。过去两年设备企业丰厚的利润引来了大量新进入者，企业间通过相互挖角获得了小设备的技术外溢。而多激光头红利带来的较浅层次的行业应用市场开发殆尽，深度与设计融合的应用尚在酝酿，行业应用遭遇瓶颈。融资端的压力也倒逼从业者依靠更激烈的价格策略维持市场份额，低端设备的竞争日趋红海。靠价格战或许能够在存量市场中获得更多的市场份额，但需要注意的是，增材制造行业整体的渗透率较低，前景广阔，并非存量竞争。因此行业内卷带来的相关研发投入强度的下降，进而导致行业无法做出真正有益于降本增效的创新，这给行业带来的伤害要远超过价格战获得的成本下降。

### 1.4.2 “十五五”有望迎来新的机遇

尽管在过去的两年内行业处于阶段性的调整阶段，但我们也欣喜的看到了新的变化——例如在“十五五”期间订单的恢复性增长、下一代武器装备带来的新的发展机遇以及设计与生产高度结合的新发展模式等：

- 1) 订单或将迎来恢复性增长。观察近两年行业内主流增材制造企业的毛利率可知，在航空航天需求放缓的情况下，毛利率出现了较大幅度的下滑。而展望 2025 年，

即将进入“十四五”收官之年，延滞订单或将密集而至。回暖趋势之下，增材制造行业在航空航天领域相关的大额订单和新项目的研制也或将重启。而占据行业较好竞争地位、产能逐步投产的龙头企业也将受益于订单恢复带来的景气度回升。

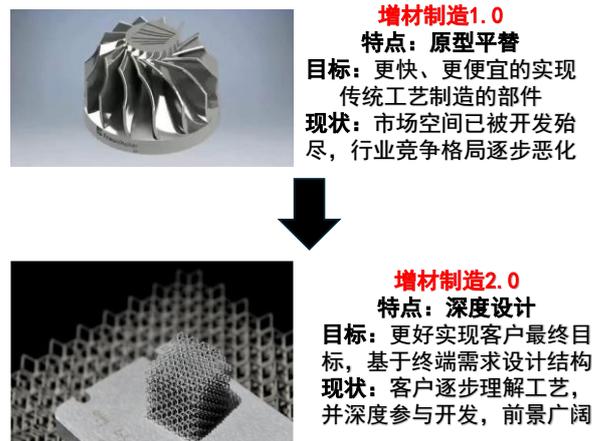
**图40 上市公司 3D 打印项目建设情况**

企业	建设项目	产能情况	建设情况	预计投产时间
铂力特	激光立体成型产业化基地（一期项目）	增材制造设备90台，设备年产能150台，高质量球形粉末生产线年产能20吨	已建成	2018
	金属增材制造智能工厂项目（二期）	用于建设集增材制造、高品质球形粉末生产、智能增材研发于一体的现代化金属增材制造智能工厂	已建成	2022
	金属增材制造产业创新能力建设项目（三期）	年产金属3D打印设备1000套	在建中	2025以后
	金属增材制造大规模智能生产基地	金属3D打印粉末生产线，金属3D打印设备及后处理设备505台/套	在建中	2025以后
华曙高科	国家工程实验室及附属厂区建设	80余台设备年产能	已建成	2023
	增材制造设备扩产项目	大型工业级3D打印装备产线中心、增材制造国际创新研究中心与新型研发实验室、工业级3D打印服务产线、研发调试车间、国际售后服务中心	已建成	2024

资料来源：iFinD，中航证券研究所

2) 装备高效费比趋势之下，增材制造行业有望发挥重要作用。根据上文提到的现代战争形态下的装备无人化、高效费比的需求方向，我们认为增材制造工艺有望在军用装备生产中发挥更加重要的作用。例如无人机主战化趋势下，随着设计师对于无人僚机性能要求提高，对新材料新工艺的使用比例较有人机更为积极，增材制造有望继续提高其在无人机领域的渗透率。在效费比要求越来越高的背景下，经过拓扑优化的设计稿将不可避免的使用增材制造工艺，从而有效地减少材料的使用、减轻整体重量以及提高续航里程等，因此我们判断未来在无人作战装备快速增长、对高效费比装备采购需求增加的背景下，增材制造将发挥越来越重要的作用。

3) 增材制造进入工艺和需求深度结合的新阶段。如上文所述，目前增材制造正在经历行业需求增速阶段性放缓和中低端供给过剩的局面，而事实上，尽管自2017年以来需求快速增长带来了相关企业和投融资的快速增加，但在实际应用层面，客户多采用原先设计方案，而只是单纯考虑传统工艺是否能替换为增材制造。但事实上，这种平替的市场空间很快被客户验证殆尽，能替代、有经济性的部件被替换后，客户对于增材制造设备的需求也随之大幅降低，这也使得行业增速出现了断档期。而与此同时，更深层次的变革正在酝酿——设计部门在新型产品中原型设计中，充分考虑新型工艺带来的结构上的优势而无需考虑加工难度，因此点阵结构、镂空结构等越来越多的被引入飞行器原型设计中，而一体化成型的增材制造在处理复杂结构方面具有先天优势，增材制造进入了工艺和需求深度结合的新阶段。

**图41 增材制造行业进入发展新阶段**


资料来源：中航证券研究所

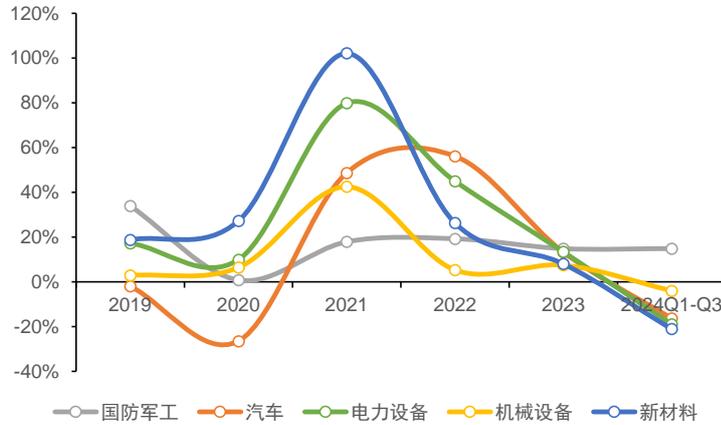
近年来，增材制造行业进入调整期，这一方面与下游需求波动有关，另一方面也与行业内过多低端产能的扩张有一定关系。我们判断，增材制造通过增加激光头数量和设备尺寸获得红利的阶段已接近尾声，增材制造进入新的发展阶段。在行业面临新一轮的创新变革的当下，只有坚持研发创新，坚持与客户需求深度融合的设计理念，才能使得增材制造开拓出更加广阔的空间。我们认为，在过去两年坚持创新驱动发展，与客户需求深度融合的相关企业有机会在新一轮的增材制造趋势中脱颖而出，建议关注：铂力特、华曙高科。

## 二、寻找供给端相对刚性的细分赛道

2024年下半年以来，随着宏观调控政策的密集出台，政策底已基本确立，但经济底的确认仍有待进一步观察。过去几年，与新材料相关的诸多终端下游行业迎来景气周期，新材料行业的供需错配带来了产品量价齐升，业绩增幅更为明显。得益于二级市场大幅融资、中央及地方政府补贴的支持，2020-2022年，新材料行业较其终端行业表现出更加激进的资本开支力度，但随着近两年下游行业面临增长困境，新材料行业供需矛盾开始显著爆发。从具体时间节点来看，2021年新材料行业的资本开支增速达到顶峰，如果按照制造业2-3年的产能建设周期计算，新增产能的投产高峰大致对应应在2023-2024年，与此同时，虽然2022-2023年新材料行业资本开支增速下降较快，到2024年增速转负，但其在建产能存量规模仍处于较高水平，对应2024-2026年仍处于产能的投放和消化阶段。随着这部分产能转固，若未来需求不能出现较大幅度增长，我们判断，过大的固投折旧压力和竞争格局的恶化会使得很多偏市场化竞争的新材料产品价格在未来较长时间内维持在较低水平运行。因此在当前时间点，我们倾向于寻找供给端具备顶层政策的有效钳制且下游需求具备相对较好成长性的细分赛道，

制冷剂、钨、稀土行业等在供给端存在较强的政策约束，同时需求保持稳健增长，因此具备稀缺性。

图42 新材料及主要终端行业资本开支增速



资料来源：iFinD，中航证券研究所

## 2.1 供给端约束驱动制冷剂价格上涨

制冷剂（又称冷媒、雪种），是各类热机中用于完成能量转化的工质。自 20 世纪 30 年代起，人们引入氟氯烷烃（CFCs）作为第一代制冷剂，标志着氟化工在制冷剂领域应用的开始，随后氢氯氟烃（HCFCs）、氢氟烃（HFCs）作为第二代、第三代制冷剂依次登上历史舞台。目前人们已经研发出第四代制冷剂，其对环境友好度高，但安全性存在隐患。制冷剂代际的差别主要是体现在 ODP 值（大气臭氧消耗潜能值）与 GWP 值（全球变暖潜能值），这两个指标数值越低，代表制冷剂的环境友好指数越高，其中第三代制冷剂和第四代制冷剂的 ODP 值对臭氧层已经不具备破坏作用，但第三代制冷剂的温室效应仍有影响。

**图43 制冷剂分类及发展现状**

产品代次	产品名称	主要产品	ODP	GWP <sub>100</sub>	特点及现状
第一代	氯氟烃类 (CFCs)	R11	1	4660	严重破坏臭氧层，全球范围内已淘汰并禁产
		R12	0.73	10800	
		R13	1	13900	
第二代	氢氯氟烃 (HCFCs)	R22	0.055	1810	长期来看严重破坏臭氧层，发达国家已接近完全淘汰，发展中国家进入减产阶段
		R123	0.02	77	
		R141b	0.12	725	
		R142b	0.057	1980	
第三代	氢氟烃 (HFCs)	R32	0	677	对臭氧层无影响，而温室效应远高于二氧化碳和第二代制冷剂，目前处于淘汰初期
		R125	0	3170	
		R134a	0	1300	
		R410a	0	2100	
第四代	氢氟烯烃 (HFOs)	R1234yf	0	<1	环境友好度高，而制冷效果和安全性不及前代，制冷剂本身，相关专利与设备成本高，易燃
		R1234ze (E)	0	<1	
	碳氢天然工质制冷剂 (HCs)	R290	0	5	
		R600a	0	20	

资料来源：IPCC AR5 (2013)，Scientific Assessment of Ozone Depletion 2022，中航证券研究所

注：ODP 为大气臭氧消耗潜能值，GWP 指全球变暖潜能值

当前法案采用“先冻结，后削减”两步走战略。由于当前使用的第二代、第三代制冷剂造成了臭氧层破坏以及温室效应，全球在《蒙特利尔议定书》及《基加利修正案》中对制冷剂生产进行了配额限制。根据协议内容，发达国家目前已经完全淘汰使用二代制冷剂，而包括中国在内的发展中国家计划到 2030 年实现全面淘汰二代制冷剂。发达国家在 2019 年开启了对三代制冷剂的削减，目前已经完成了 10% 的生产配额，计划到 2036 年削减三代制冷剂配额 85%，而中国等第一组发展中国家计划以 2020-2022 年为基准线年于 2025 年开始对制冷剂生产配额进行冻结，到 2045 年累计削减配额 80%。

**图44 二代制冷剂削减方案**

发达国家（第二条款国）：生产配额		发展中国家（第五条款国）：生产配额	
削减方案	时间点	削减方案	时间点
基准数量	1989年氟氯烃平均生产量 + 1989年氟氯化碳生产量和1989年氟氯烃消费量的2.8% + 1989年氟氯化碳消费量的2.8%	基准数量	2009-2010年的平均数
冻结水平	于2004年1月1日开始，冻结在基准生产量水平上	冻结水平	2013年1月1日
削减进度	削减75%	2010年1月1日	削减进度
	削减90%	2015年1月1日	
	削减99.5%	2020年1月1日，其后生产仅限于对上述日期仍存在冷冻和空调设备的维修	
	-	-	
		削减10%	2015年1月1日
		削减35%	2020年1月1日
		削减67.5%	2025年1月1日
		削减97.5%	2030年1月1日，其后生产仅限于上述日期仍存在的冷冻和空调设备的维修

资料来源：《蒙特利尔议定书》，《基加利修正案》，中航证券研究所

**图45 三代制冷剂削减方案**

	发达国家第一组	发达国家第二组	发展中国家第一组	发展中国家第二组
	大部分发达国家	俄罗斯等五个国家	大部分发展中国家 (含中国)	印度等十个国家
基线值	2011-2013年HFCs平均值 + HCFCs基线值的15%	2011-2013年HFCs平均值 + HCFCs基线值的25%	2020-2022年HFCs平均值 + HCFCs基线值的65%	2024-2026年HFCs平均值 + HCFCs基线值的65%
冻结	-	-	2024年	2028年
削减进度	2019年削减10%	2020年削减5%	2029年削减10%	2032年削减10%
	2024年削减40%	2025年削减35%	2035年削减30%	2037年削减20%
	2029年削减70%	2029年削减70%	2040年削减50%	2042年削减30%
	2034年削减80%	2034年削减80%	2045年削减80%	2047年削减85%
	2036年削减85%	2036年削减85%	-	-

资料来源：《蒙特利尔议定书》，《基加利修正案》，中航证券研究所

**我国第二代制冷剂淘汰加速。**根据《蒙特利尔议定书》，中国的第二代制冷剂生产消费将通过三步走的方式逐步淘汰：我们已经完成第一阶段（2011-2016年）、第二阶段（2016-2020年）的削减任务，而第三阶段（2021-2025年）淘汰67.5%，目前已逐步接近，2025年我国HCFCs生产量将削减至基线值的67.5%，满足阶段性履约任务要求。

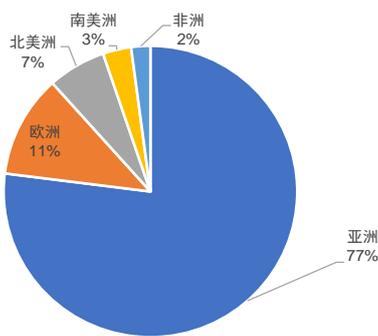
**国内第三代制冷剂开始退出。**2021年中国宣布接受《<蒙特利尔议定书>基加利修正案》并生效，2024年为我国第三代制冷剂配额元年。2023年11月生态环境部印发的《2024年度氢氟碳化物配额总量设定与分配方案》中规定，按照HFCs品种发放各公司2024年度生产配额，具体到品种则是按照2020-2022基线年各公司HFCs生产量的均值，而HCFCs生产和使用的基线值65%的部分则并未进行分配。2024年10月18日，生态环境部发布了《关于印发2025年度消耗臭氧层物质和氢氟碳化物配额总量设定与分配方案的通知》（下称2025年总量方案），较2024年增加了较多的R32的配额（4.5万吨）。2024年12月，生态环境部印发了《2025年度氢氟碳化物生产、进口配额核发表》，该表主要是通过各企业申报并由主管部门核发，与10月公布的2025年总量方案有所出入（R32、R245fa、R134a、R236fa配额环比有一定减少，R125、R143a、R152a环比增加较多），可见配额制有一定灵活性，只要生产产品的总GWP不大于规定的配额，企业即可根据自身需求在规则范围内申报并自行调配。

**图46 2025 年度三代制冷剂生产、进口配额表 (吨)**

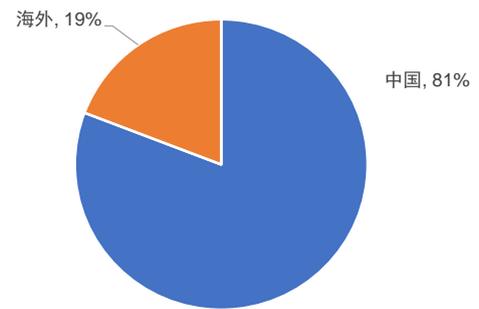
年份	2025年核算表方案		与原先总量方案相比的变化	
	生产	内用	生产	内用
R125	167282	61141	1614	1058
R134a	208269	80398	-7401	-2241
R143a	47298	11445	1781	276
R152a	33731	8055	1060	254
R227ea	31435	27492	157	-29
R236ea	191	0	0	0
R236fa	756	145	-86	-2
R245fa	19514	14035	-2646	-2647
R32	280349	184479	-4214	-2460
R41	102	42	2	1
R23	2952	2348	0	0

资料来源：生态环境部，中航证券研究所

中国接受基加利修正案影响深远。中国是全球最大的制冷剂生产国和消费国，尤其是第三代制冷剂，基加利修正案的施用将带来全球制冷剂生产与消费的较大变化。根据生态环境部数据，2020 年中国 HFCs 总产能 168.3 万吨，总产量 81.1 万吨，是全球最大的 HFCs 产品生产国、消费国和出口国。据产业在线数据，亚洲冰箱和空调产量在全球占比约为 75%和 80%以上，其中中国是最主要的生产地，中国接受基加利修正案意味着第三代制冷剂的全球供需情况将受到深远的影响。

**图47 2023 年全球冰箱冷柜销量占比**


资料来源：产业在线，中航证券研究所

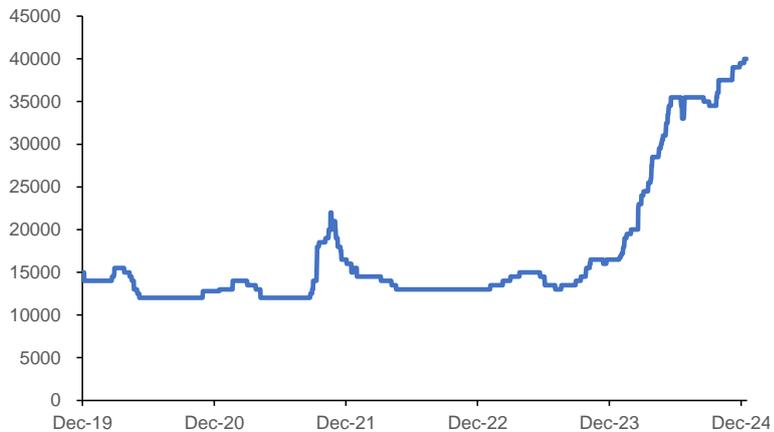
**图48 2024 年全球家用空调销量占比**


资料来源：产业在线，中航证券研究所

配额受限后，制冷剂价格上涨明显。2020-2022 年，国内制冷剂企业为抢占更多 HFCs 配额，大幅扩张产能，但受到下游需求增速趋缓等影响，制冷剂供过于求，价格萎靡，盈利能力较差。2022 年为制冷剂基准线末年，产能扩张基本结束，在无新增产能的情况下，价格保持底部震荡。而 2023-2024 年，随着第二代制冷剂配额逐步削减，叠加 2024 年配额方案的落地，第三代制冷剂供给受到政策约束，而需求保持稳

定增长。供需错配之下，2024年初以来，以R32为代表的制冷剂价格涨幅明显。

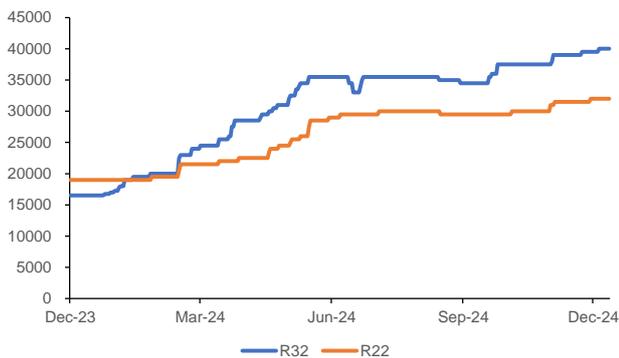
图49 制冷剂 R32 市场均价（元/吨）



资料来源：百川盈孚，中航证券研究所

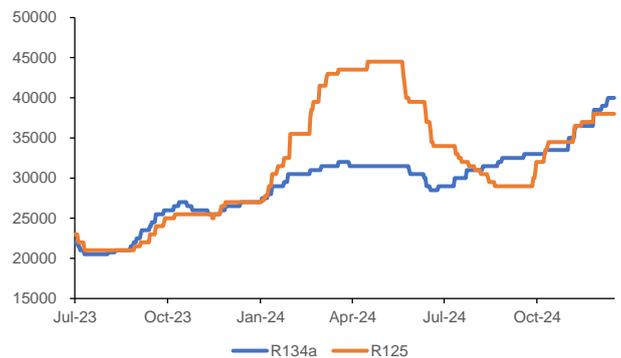
政策预期交易是2024年主要矛盾。2024Q1，进入配额期后，政策预期较高，上下游形成一定共识，各品种价格均出现大幅上涨。2024年年中，市场出现一定分歧，行业预期三代制冷剂配额增加，允许将部分高GWP品种调整为低GWP品种，转化上限为等GWP值的配额，叠加下游客户为抵制高价制冷剂联合申请调整配额转换比例，市场对配额供给端宽松的担忧使得巨化股份股价从高点大幅回落，但观察第三代制冷剂和第二代制冷剂价格，除了R125三季度由于库存高企、需求疲弱出现大幅回撤以外，其余品种价格并没有出现大幅的波动，由此可见政策的预期交易是2024年的主要矛盾。

图50 国内 R22/R32 价格走势图（元/吨）



资料来源：氟务在线，中航证券研究所

图51 国内 R125/R134a 价格走势图（元/吨）

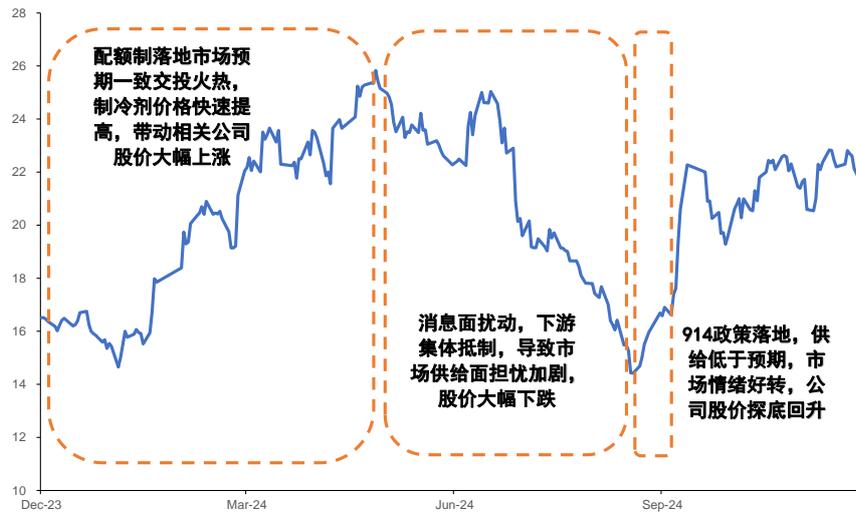


资料来源：氟务在线，中航证券研究所

政策落地，担忧有所缓解。2024年9月14日生态环境部发布关于征求意见函，对2025年二代制冷剂与三代制冷剂的配额量做出了规划。2024年10月18日，生态环境部发布《关于印发2025年度消耗臭氧层物质和氢氟碳化物配额总量设定与分配

方案》的正式通知，在 2024 年基础上，增发 4.5 万吨 R32 内用配额，0.8 万吨 R245fa 内用生产配额，25 吨 R41 内用生产配额，50 吨 R236ea 生产配额（非内用），其余品种配额与 2024 年保持一致，增加发放配额按照原制冷剂的企业市占率进行发放。品种间调配规则与 2024 年一致，年度累计调整量不得超过该品种配额的 10%，调整次数仍为一年两次。914 配额政策落地之后，配额增加对供给端的冲击低于预期，叠加市场情绪回暖，相关公司股价出现了较大幅度的反弹，市场对制冷剂供给端宽松的担忧得到缓解。

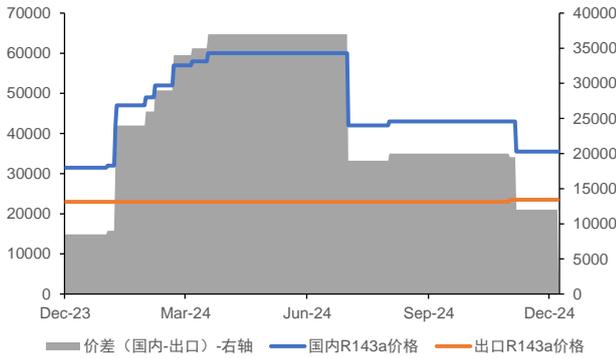
图52 巨化股份股价复盘（元）



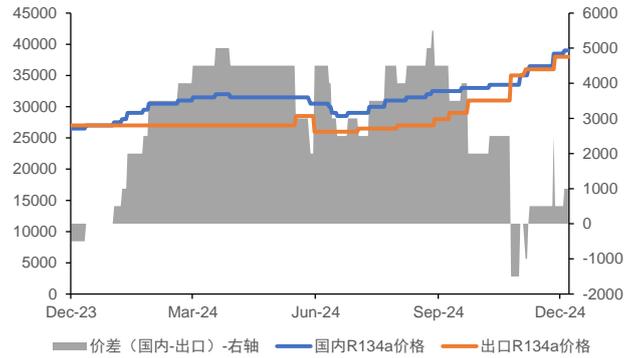
资料来源：iFinD，中航证券研究所

复盘 2024 年的需求变化，我们认为，政策对于制冷剂配额的增加是审慎的，但也要认识到供给端的约束并不绝对刚性，从维护全产业链健康发展的角度，不应期待制冷剂价格出现较大幅度的波动。但同时也应该理解，随着供需面的持续改善，良性竞争带来的更好的市场格局，下游客户会逐步接收制冷剂的价格，从而进一步促进行业的回暖，我们判断 2025 年将是制冷剂行业利润逐步兑现，基本面决定行情的甜蜜期。

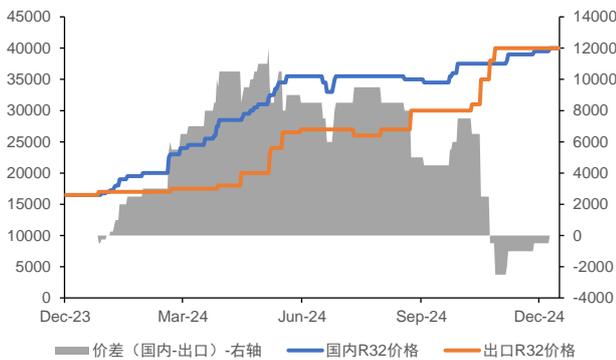
制冷剂海内外价差继续收窄。2024 年，国内三代制冷剂的价格持续高于海外，因此海内外价差成为了市场关心的重点问题。全年来看，制冷剂出口呈现出前低后高的走势，上半年因去库等因素，出口需求较为疲软，海内外价差持续走高。随着库存去化，下半年出口形势逐步好转，就 R32 而言，由于出口配额年内有效，随着下半年出口价格上涨，行业内部分企业的出口配额使用超时间进度，需求向好，价格持续上涨，四季度以来价差有所收敛。从全年配额来看，含 R23 的我国三代制冷剂的生产/内用配额分别为 80.16、39.53 万吨，“内用：出口”比例为 49.3：50.7，在内用配额可以转化为外用的背景下，我们判断后续内外贸价差将继续收窄。

**图53 R143a 海内外价差（元/吨）**


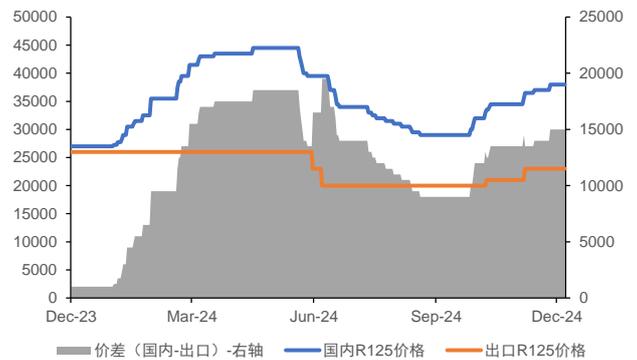
资料来源：氟务在线，百川盈孚，中航证券研究所

**图54 R134a 海内外价差（元/吨）**


资料来源：氟务在线，百川盈孚，中航证券研究所

**图55 R32 海内外价差（元/吨）**


资料来源：氟务在线，百川盈孚，中航证券研究所

**图56 R125 海内外价差（元/吨）**


资料来源：氟务在线，百川盈孚，中航证券研究所

海外需求增速快于国内。近年来，随着内销市场需求低迷以及贸易壁垒等问题，国内空调企业进入大变局，从以前单纯的出口代理，提升为生产及研发基地布局+区域产品及销售定制的立体化营销，带来了东南亚空调产能快速增长。根据产业在线数据，2025年1月/2月/3月家用空调内销排产724万台/669万台/1390万台，分别同比增长-1.1%/10.2%/12.5%，出口排产990万台/771万台/1108万台，分别同比增长10.1%/23.3%/10.0%，出口排产增速快于内销，体现出海外较强的需求。

图57 内销空调排产情况（万台）



资料来源：产业在线，中航证券研究所

图58 出口空调排产情况（万台）



资料来源：产业在线，中航证券研究所

2025 年制冷剂或迎来价格倒挂。三代制冷剂在 2024 年前三季度库存水平较高，叠加行业长期价格战导致的信心不足，出口配额使用超预期，导致价格内外差距明显，而随着库存的去化、配额消化较快、海外需求增长强劲，三季度外贸价格快速修复，截止到 12 月底，R32 为代表的三代制冷剂出口价格已接近或持平内贸价格。海外库存的持续下降也为 2025 年的制冷剂的价格提振创造了有利条件。从当前报价来看，海外市场报盘较国内市场表现的更为乐观，外贸价格的进一步提振有望同步带动国内三代制冷剂的价格接受度。因此，我们判断 2025 年三代制冷剂的内外贸价差将持续收窄甚至出现海外价格阶段性高于国内价格的情况。

国内制冷剂供给进一步集中。配额制下，制冷剂供给端集中度较高，2025 年的配额显示 R32 的集中度进一步提高。以巨化股份为例，根据生态环境部数据，2025 年巨化股份三代制冷剂生产配额占到全国比例的 37.8% (+0.54pcts)，其中内用配额占到全国比例的 38.7% (+0.68pcts)，占比进一步提高。而 2024 年以来，随着配额制的推出，行业内企业加快了并购重组，伴随着非法产能的退出、海外产能扩张受限等因素，我们判断行业集中度将进一步集中。

图59 三代制冷剂行业配额集中度较高（2025 年）

	2025年		较2024年的变化	
	CR3集中度	CR5集中度	CR3集中度	CR5集中度
R32	88.0%	96.1%	0.6%	-0.1%
R134a	86.7%	94.9%	-0.3%	-0.3%
R125	74.2%	94.5%	-0.3%	0.8%
R143a	89.6%	100.0%	-1.2%	0.0%

资料来源：生态环境部，中航证券研究所

- **并购重组加速**：随着第三代制冷剂配额逐步稀缺，行业内并购重组加速，2023年12月，巨化股份发布公告，收购淄博飞源化工并增加股本，累计取得标的公司51%的股权。根据生态环境部公告，收购飞源化工将分别增加公司2025年R32、R125、R134a生产配额2.9万吨、1.4万吨以及1.6万吨。2024年8月昊华科技发布公告，拟发行股份整体并购中化蓝天100%股权，目前中化蓝天制冷剂配额处于行业头部梯队；
- **海外产能扩张有限**：根据基加利修正案，发展中国家第二组国家将2024-2026年设立为基线年，因此目前HFCs产能扩张仍未受到限制。但根据统计，国内只有巨化股份在阿联酋设立了生产基地。而印度方面由于缺少萤石资源，生产成本较高的同时，需求增加较快，其扩产的产能仅能满足部分自用需求，因此海外产能扩张对供给影响有限；
- **打击非法产能**：2024年9月12日，中国化工环保协会携手行业内龙头企业，成立了查处和打击非法生产和销售HFCs专项基金，并发布了《关于建立查处和打击非法生产和销售HFC专项基金的倡议书》，持续打击非法产能有利于维持较好的竞争格局。

良好的竞争格局有利于形成价格同盟。配额制之前，市场中有大量产能，尤其是灰色产能难以控制，因此企业间很难形成价格默契；但配额制之后，竞争格局由原来的分散转向集中，头部效应较为突出。中长期来看，行业内的头部企业为保证自己的利益，更加容易形成价格同盟来完成挺价。我们认为行业景气度将随着市场集中度的进一步提高而保持。

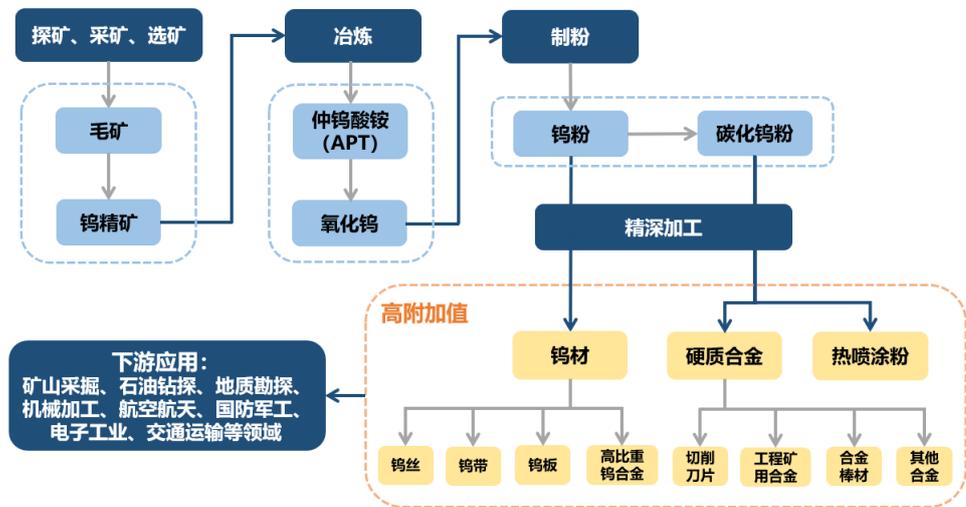
**总结**：制冷剂行业经历了产能的大幅扩张后，于2024年开始进入了配额制元年，在供给端持续收缩，需求稳定增长的背景下，国内制冷剂产业链涨价一致预期较强，价格持续上涨。而前三季度，海外制冷剂价格受到社会库存、出口配额偏多等因素影响价格低于国内，近期随着库存去化、需求增长而逐步上涨，海内外价差持续收窄。并购重组加速、海外产能建设影响有限、非法产能持续收缩使得行业供给集中度还将进一步提升。展望2025年，政策预期逐步稳定，海外预期更为乐观，行业价格同盟逐步形成，我们判断三代制冷剂价格将保持稳健上涨态势，建议关注，行业内具有较强的定价能力的头部企业：巨化股份、三美股份等，享受行业红利的企业：东岳集团。

## 2.2 优势战略金属“钨”

### 2.2.1 产业链附加值呈“微笑曲线”

钨作为稀有难熔金属，其具有高比重、高熔点、高沸点、高硬度、高稳定性等出色的特性，因此钨的合金及化合物也具有一系列优异的物理、化学和机械加工性能，因此被广泛应用于国民经济中的各个领域。钨产业链主要涵盖上游资源开采、中游冶炼及制粉、下游精深加工和终端应用四大环节。

图60 钨产业链全景



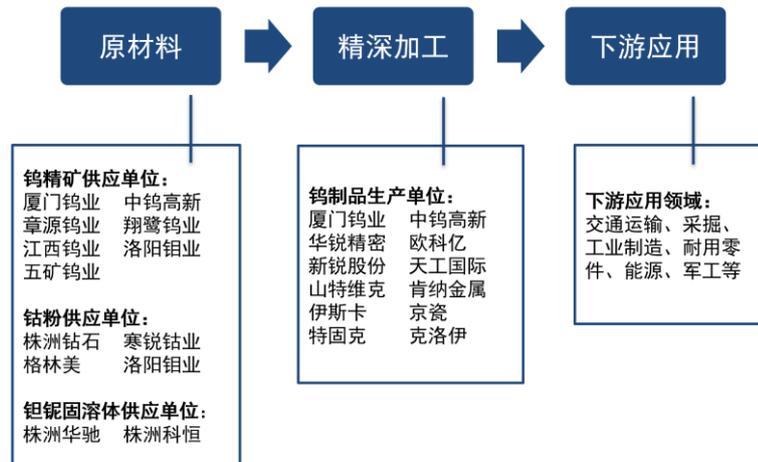
资料来源：章源钨业招股书，翔鹭钨业招股书，中航证券研究所

目前我国上游规模化钨矿供应企业主要包括厦门钨业、中钨高新、洛阳钼业、章源钨业、翔鹭钨业等。头部企业往往具有较多的钨矿开采配额及相应的钨矿采选产能，钨精矿供给往往在自然资源部下达的指标范围内按需供应。由于钨产业链附加值呈“微笑曲线”，上游资源开采与下游精深加工环节的附加值往往较高，而中游冶炼及制粉环节的利润率相对偏低，因此头部企业也在通过并购等举措向产业链上下游环节延伸。

国内参与下游精深加工环节的企业包括厦门钨业、中钨高新、天工国际等，海外钨制品头部供应商包括山特维克、肯纳金属等。当前国内钨制品行业的核心痛点在于高端化产品占比不足。以硬质合金刀具产品的行业竞争情况为例，目前占据较多市场份额的主要是山特维克等具有先发优势的海外品牌，国内产品定位大多以中低档为主，虽然高端产品份额在提升，但国产产品仍依赖于对国际高端产品的逆向研发，缺乏正向研发的能力，这也导致了国内多数钨深加工企业较难融入高端产品供应链。目前国内以厦门钨业、中钨高新、天工国际等为代表的头部企业致力于攻克高端硬质合金

产品的研发、生产与应用，努力解决“卡脖子”问题以实现对进口刀具的替代。

图61 钨产业链相关企业

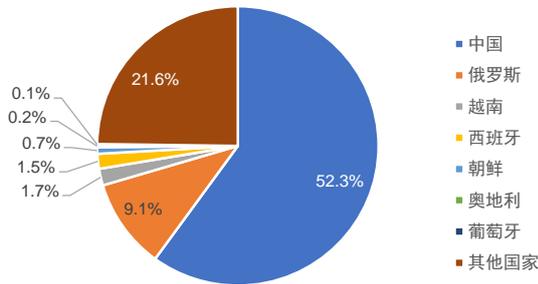


资料来源：各公司公告，百川盈孚，塔坚研究，中航证券研究所

### 2.2.2 指标管控下钨矿供给弹性有限

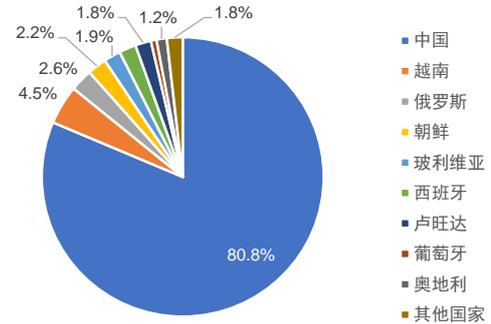
我国具备得天独厚的钨资源禀赋，在钨矿供给端具备全球话语权。据美国地质调查局（USGS）数据显示，2023 年全球钨资源储量达 440 万吨，其中我国储量为 230 万吨，占比 52.3%。钨矿的供给分布特征与钨矿资源的分布重合度较高，我国也是世界上最大的钨生产国。据 USGS 数据显示，2023 年全球矿山钨产量为 7.8 万吨，我国产量为 6.3 万吨，占比 80.8%，为主要的钨矿生产国。为保护和合理开发优势矿产资源，我国从可持续发展角度出发，出台了钨矿开采总量控制、出口许可证管理、钨品出口年度配额总量控制、钨初级产品缴纳关税、精加工产品适度退税等一系列钨产业政策，促进了我国钨工业进一步向规范化、有序化方向发展，未来在全球范围内的行业话语权将得到进一步巩固。

图62 2023 年全球各国钨资源储量占比



资料来源：USGS，中航证券研究所

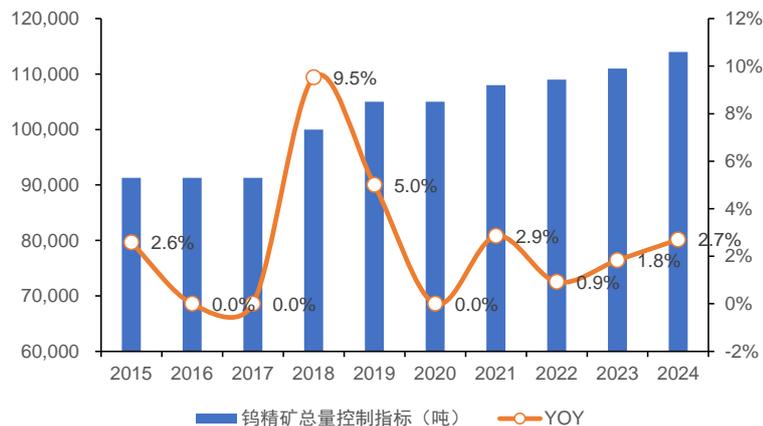
图63 2023 年全球各国钨矿产量占比



资料来源：USGS，中航证券研究所

由于钨资源的不可替代性和不可再生性，美国、俄罗斯等国家先后建立了钨的战略储备，我国将钨列为国家实行保护性开采特定矿种行列，自然资源部每年下达两批钨精矿总量控制指标，严控战略资源无序消耗。2024 年全国钨精矿（折合三氧化钨含量 65%）开采总量控制指标合计为 11.4 万吨，同比增长 2.7%。从近年来钨精矿总量控制指标增速来看，指标增速大多维持低单位数增长，2015-2024 年十年间总量控制指标 CAGR 约为 2.5%，钨精矿供给端增量较为有限。

图64 2015-2024 年我国钨矿开采总量控制指标及增速

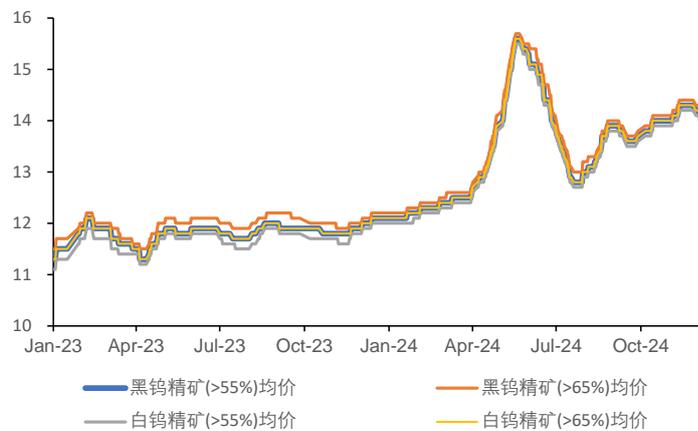


资料来源：自然资源部，iFinD，中航证券研究所

钨价在 2024 年上半年受多重因素刺激而呈现出了先扬后抑的走势，2024 年全年钨矿均价同比上涨近 15%。宏观面，自然资源部于 2024 年 3 月下达通知，2024 年度第一批钨矿（三氧化钨含量 65%）开采总量控制指标为 62000 吨（同比下降 1.6%），为 5 年来首次下调指标，反映出了上层部门对战略金属钨的供给侧管控决心。指标配额的收缩强化了钨矿供给端趋紧的预期，也引发了市场对钨价的看涨情绪。基本面，

据百川盈孚咨询，2024年上半年由于矿山安全生产以及环保督察等因素影响，矿山开工有所受限，甚至国有大型矿山停产检修，导致新增矿源有限，贸易商炒作氛围也随之升温，钨价于2024年4月开启了极速跳涨行情。据iFinD数据，黑钨精矿(>65%)和白钨精矿(>65%)均价于5月底分别触及15.7、15.6万元/吨的高点，3月至5月钨价涨幅超过20%。但随后由于实际成交支撑不足，供需面以僵持为主，钨价再度快速回落至原先的价格上行中枢附近，随后回归温和上涨趋势。截至2024年年底，黑钨精矿(>65%)和白钨精矿(>65%)均价分别较年初上涨17.2%、17.4%至14.3、14.2万元/吨，两者全年均价分别为13.7、13.6万元/吨，分别同比2023年上涨14.3%、14.8%，钨价稳固的走势也反映出了其作为战略金属的基本属性和价值。

**图65 黑钨精矿及白钨精矿均价（万元/吨）**



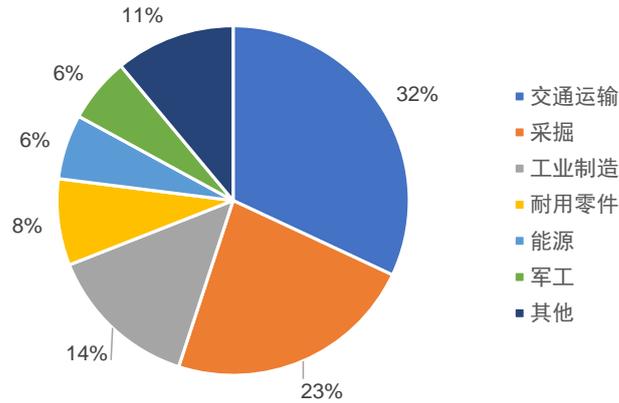
资料来源：自然资源部，iFinD，中航证券研究所

展望后市，钨价走势已回归基本面交易，钨价涨跌仍将由供给和需求变化所主导。供给端，仍需关注2025年钨精矿开采总量控制指标下达情况及各大矿山开工和实际供应量，年度指标的低个位数增速从源头端限制了钨矿无序供应，对行业的可持续发展有着积极的导向作用，也为钨价提供了底层支撑。需求端，钨作为“工业牙齿”，国内制造业的景气度直接影响了钨制品的消费量，主要需关注下游以硬质合金为代表的顺周期行业及光伏钨丝的需求边际变化。

### 2.2.3 硬质合金及光伏钨丝驱动需求端

钨凭借其高熔点、高比重、高硬度的出色物理特性，其制品被广泛应用于多个国民经济领域。据百川盈孚咨询，2022年钨精矿下游各个终端消费领域占比分别为：交通运输32%，采掘23%，工业制造14%，耐用零件8%，能源6%，军工6%，以及其他领域11%。可以看出钨制品终端应用领域多为高端制造业，钨的需求量与我国国民经济情况呈强相关关系。

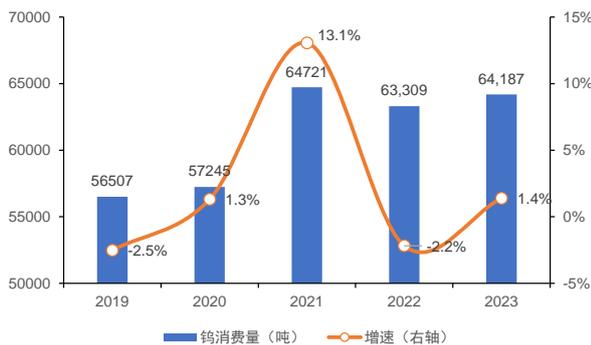
图66 2022年我国钨精矿终端消费领域占比



资料来源：百川盈孚，中航证券研究所

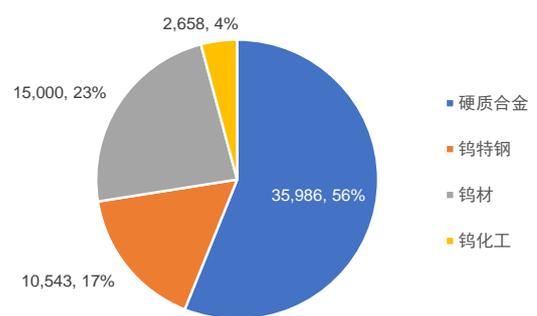
2023年国内钨消费量实现同比温和增长，硬质合金消费量占比过半。据厦门钨业公告，2023年我国钨消费合计为6.42万吨，同比上升1.4%；分产品来看，硬质合金、钨特钢、钨材、钨化工消费量分别为3.60/1.05/1.50/0.27万吨，分别同比-2.0%/-3.0%/+15.0%/-0.8%，硬质合金和钨特钢消费量下滑主要系受国际环境、地缘政治及下游装备投资乏力等因素影响，钨材需求增速较快主要得益于光伏用钨丝需求景气较高。从2023年钨产品消费占比拆分来看，硬质合金占据了56%的钨消费需求，是钨的深加工产品中最为核心的消费领域，近年来其消费结构占比相对稳定，基本占据钨产品消费总量的50%~60%。

图67 近年来国内钨产品消费量及增速

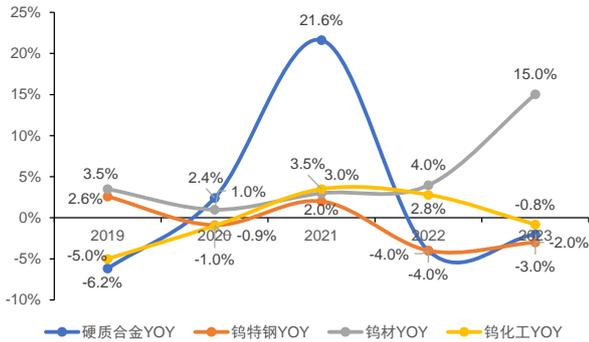


资料来源：厦门钨业公告，中航证券研究所

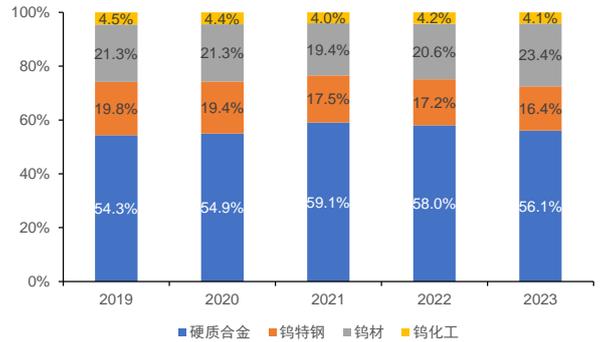
图68 2023年我国钨产品消费量 (吨) 及占比



资料来源：厦门钨业公告，中航证券研究所

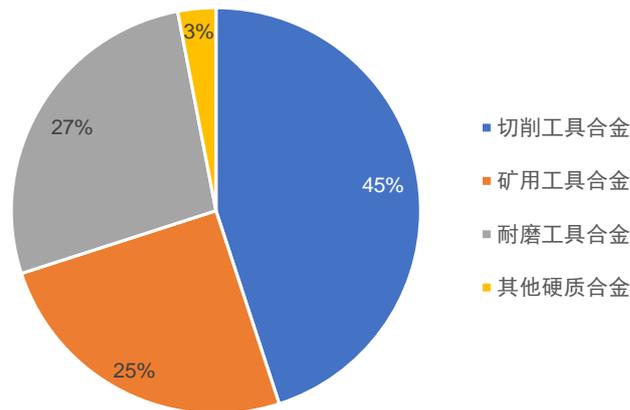
**图69 近年来各类钨产品消费量 YOY**


资料来源：厦门钨业公告，中航证券研究所

**图70 近年来我国钨产品消费结构占比**


资料来源：厦门钨业公告，中航证券研究所

硬质合金切削工具为高端制造业的核心组成部分，未来持续增量确定性较高。据中国钨业协会统计，硬质合金下游需求结构中切削工具消费占比为 45%，切削工具是高端数控机床的重要组成部分，其决定了加工复杂工件的效率、最终产品的质量，极大影响制造成本，因此钨素有“工业牙齿”之称。随着“供给侧结构性改革”、“产业链供应链自主可控”等战略持续推进，机床的高端化、数控化及国产替代已成为必然趋势，高附加值硬质合金产品的国产化替代已开始加速，因此切削刀具未来的需求增量预期已较为明确。

**图71 我国硬质合金下游需求结构**


资料来源：中国钨业协会，华经产业研究院，中航证券研究所

硬质合金需求与制造业景气度正相关，制造业需求向好有助于提振硬质合金消费量。2024 年 12 月我国制造业 PMI 指数为 50.1%，已连续三个月处于荣枯线以上，无论是自 8 月以来 PMI 修复的速度还是绝对景气度，均已大致恢复到近十年同月的平均水平，说明自 9 月以来实施的经济稳增长政策在提振制造业方面取得了一定成效。

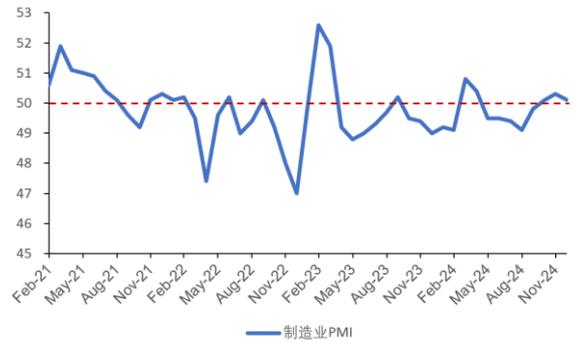
随着我国工业母机、汽车制造、船舶工业等国民经济领域稳步发展，以及航空航天等高端制造业的需求向好，增量需求叠加存量替代将共同提振硬质合金需求，夯实钨产品的需求基本盘。

图72 我国硬质合金消费量及增速



资料来源：厦门钨业公告，中航证券研究所

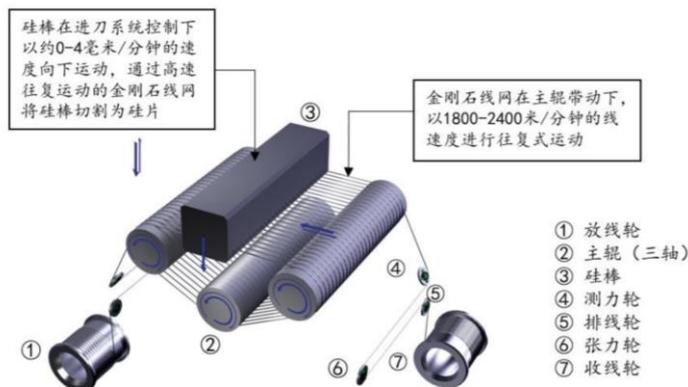
图73 我国制造业 PMI



资料来源：iFinD，中航证券研究所

2023年钨材消费量增长显著，主要由光伏用钨丝的快速放量所牵动。在硅片薄片化、大片化的发展趋势下，光伏硅片切割使用的高碳钢丝线径逐渐细化，且现有技术水平下材料性能已接近碳钢丝的材料物理极限，而钨丝母线作为金刚线的主要基体材料替代物成为了突破线径瓶颈、达到最佳切割效果和出片率的金刚线母线材料。目前钨丝的产业化极限已低于 35 $\mu$ m，具有显著的细线化优势。

图74 金刚线在单晶硅片的应用图示



资料来源：原轼新材招股说明书，中航证券研究所

钨丝因具备强度高、耐磨损、抗疲劳性好、断线率低、细线化潜力大等特性，已逐步开始对传统碳钢丝形成替代。光伏用高强度钨丝制造工艺复杂，技术含量高，前端对拉丝用基体材料的工艺、配方及质控均有很高的要求，国内只有少数公司具备规模化供应能力，因此光伏用钨丝母线仍处于供不应求状态。厦门钨业、中钨高新等头

部企业均有光伏钨丝扩产计划，说明企业对钨丝线的应用前景抱有较强的信心。据厦门钨业公告，公司的细钨丝产销保持较快增长，2024 年前三季度共实现销量 1065 亿米，同比增长 95%，销售收入同比增长 52%，产品处于快速起量阶段。随着钨丝产业化的推进，未来各企业扩产后实现的规模效应和产品良率的提升均有望推动钨丝母线实现降本，从而进一步提升对传统碳钢丝的替代效应。

图75 国内头部企业光伏钨丝扩产项目

公司	项目名称	产能规划	项目进展
厦门钨业	厦门虹鹭细钨丝产线建设项目	新增88亿米细钨丝产线，其中有45亿米为光伏用钨丝	已建成投产
		新增200亿米细钨丝产线	已建成投产
		新增600亿米光伏用钨丝产线	已建成投产
	1,000亿米光伏用钨丝产线建设项目	新增1,000亿米光伏用钨丝产线	预计建设周期36个月，2026年建设完成
中钨高新	100亿米光伏用高强度切割钨丝产能建设项目	年产100亿米线径37 $\mu$ m光伏钨丝	已建成投产

资料来源：各公司公告，中航证券研究所

总结：钨作为优势战略金属，我国上游钨资源禀赋和总量控制指标为钨资源端的可持续发展奠定了坚实的基础，行业政策的持续出台不断推动我国钨工业进一步向规范化、有序化方向发展。总量控制指标有效管控了钨的供给端增量，同时终端硬质合金、光伏钨丝等需求增量可期，钨的供需有望在政策的强约束下维持紧平衡状态。我们认为，具有钨矿储备的一体化龙头企业有望随钨价的温和上涨而增厚矿端盈利，并有望推动我国钨制品行业向高端化转型，享受行业发展红利，建议关注具备产业链一体化优势的企业：厦门钨业、中钨高新。

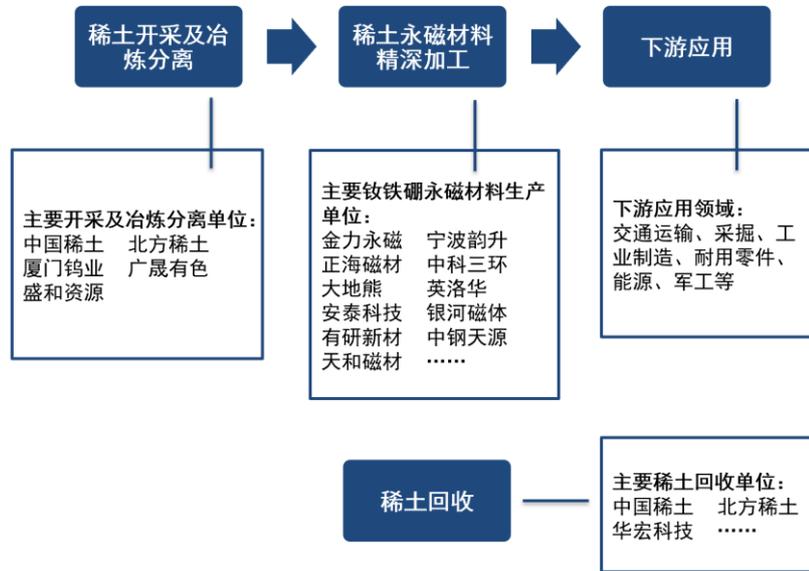
## 2.3 大国资源王牌“稀土”

### 2.3.1 供给端占据全球主导地位

稀土产业链涵盖了上游稀土矿的开采、冶炼分离，中游各类稀土材料的精深加工，以及下游终端应用领域三大板块。上游稀土原矿的开采主要包括轻稀土矿和中重稀土矿的采选；原矿石经冶炼分离后可得到稀土氧化物，随后通过火法冶金或湿法冶金技术便能形成稀土化合物或单一稀土金属。在产业链中游，稀土金属及稀土氧化物再被进一步精密加工成稀土永磁、催化、发光材料等多类稀土材料。随后，稀土材料可被应用至各类下游稀土应用端——以稀土永磁材料中的高性能钕铁硼永磁材料为例，

其终端应用包括新能源汽车、风力发电、节能家电、机器人及智能制造等领域。

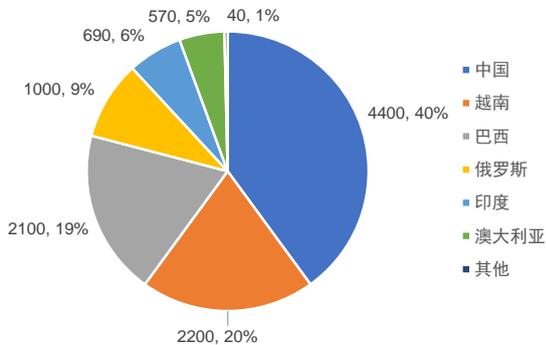
图76 稀土产业链相关企业



资料来源: Wind, 中航证券研究所

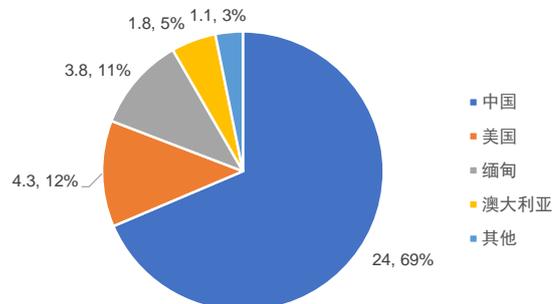
我国为全球最大的稀土资源储备国和生产国。据 USGS 数据显示, 2023 年全球稀土储量折合稀土氧化物约为 1.1 亿吨, 其中, 我国占比 40%, 稳居第一, 全球前四国稀土储量之和占比高达 88.2%, 资源集中度较高。稀土产量方面, 2023 年全球稀土产量达 35 万吨, 我国稀土产量达 24 万吨, 占全球稀土总产量的 69%, 美国稀土矿产量 4.3 万吨, 占全球产量的 12%, 为我国境外第一大生产国, 前四大稀土生产国合计占比超全球总产量的 96.9%。

图77 2023 年全球各国稀土储量 (万吨) 及占比



资料来源: USGS, 中航证券研究所

图78 2023 年全球各国稀土产量 (万吨) 及占比



资料来源: USGS, 中航证券研究所

工信部与自然资源部下发的指标主导了我国稀土供给增速，供给端重塑助力行业改革。由于稀土是国家实行生产总量控制管理的产品，任何单位和个人不得无指标超指标生产，因此稀土供给端的弹性主要来自于工信部下发的指标配额。据工信部与自然资源部下发的稀土开采、冶炼分离总量控制指标，2024 年度我国稀土开采总量和冶炼分离总量控制指标分别为 27 万吨（同比+5.9%）、25.4 万吨（同比+4.2%），指标增幅较以往 20%左右的增速大幅收窄，供给端增速放缓有助于稀土行业重新回归供需紧平衡状态。拆分矿产品开采指标来看，轻稀土开采指标为 250,850 吨（同比+6.4%），已较前期大幅收窄；中重稀土开采指标为 19,150 吨，近年来均维持同比持平，供给刚性更强，体现了政策严控中重稀土开采的意志，明确了上层对维护中重稀土稀缺性的战略意图。当前我国稀土资源端主要由南、北两大稀土集团掌控，在中国稀土集团成立后，我国稀土矿的供给集中度大幅提升，各大稀土集团对指标落实和行业秩序整顿的响应效率较以往更高，也有助于深化行业供给侧改革。

**图79 2024 年度我国各大稀土集团开采、冶炼分离指标配额**

企业	矿产品（折稀土氧化物，吨）		冶炼分离产品（折稀土氧化物，吨）
	岩矿型稀土（轻）	离子型稀土（以中重为主）	
中国稀土集团有限公司	62200	19150	83999
中国北方稀土（集团）高科技股份有限公司	188650	-	170001
合计	250850	19150	254000
总计	270000		254000

资料来源：工信部，自然资源部，中航证券研究所

**图80 2024 年稀土开采和冶炼分离总量控制指标增速明显下降**

指标	2021	2022	2023	2024
稀土开采指标（吨）	168,000	210,000	255,000	270,000
稀土开采指标YOY	20.0%	25.0%	21.4%	5.9%
岩矿型稀土（轻稀土）	148,850	190,850	235,850	250,850
轻稀土开采指标YOY	23.2%	28.2%	23.6%	6.4%
离子型稀土（中重为主）	19,150	19,150	19,150	19,150
中重稀土开采指标YOY	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
稀土冶炼分离指标（吨）	162,000	202,000	243,850	254,000
稀土冶炼分离指标YOY	20.0%	24.7%	20.7%	4.2%

资料来源：工信部，自然资源部，中航证券研究所

稀土价格回归供需面，轻稀土价格有望率先筑底企稳，步入供需平衡新周期。2024 年全年稀土价格跌幅已较上一年大幅收窄，据上海有色网数据，截至 2024 年年底，镨钕金属、镨钕氧化物现货均价分别为 49.9 万元/吨、40.8 万元/吨，分别较年初

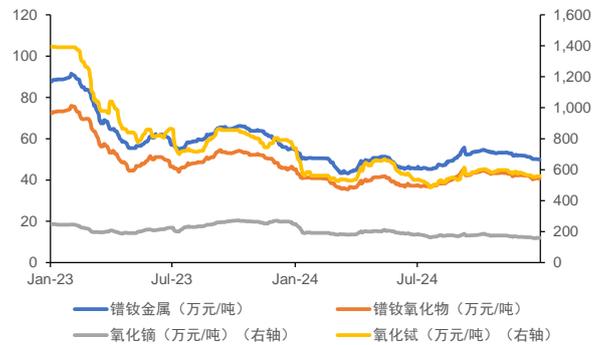
-9.3%、-9.8%；氧化镨、氧化铽现货均价分别为 161 万元/吨、560 万元/吨，分别较年初-35.3%、-24.3%，推测跌幅相对较大主要系钕铁硼磁材晶界渗透技术的推广对重稀土需求有部分抑制作用。对于后续稀土价格走势，需关注 2025 年第一批稀土总量控制指标下达情况，我们认为，若轻稀土开采指标依然保持低增速偏紧状态，在下游磁材消费量随终端新能源、智能家电、机器人等领域需求增长的背景下，轻稀土有望率先达到新的供需平衡点，价格也有望在筑底企稳后步入新周期；国内中重稀土开采指标将大概率维持稳定，供应端边际变化需关注进口缅甸矿端的扰动，需求端同样受钕铁硼磁材消费量增长所带动，但因需求相对增速低于轻稀土，价格拐点或晚于轻稀土。

图81 2020 年以来轻稀土价格走势（万元/吨）



资料来源：上海有色网，iFinD，中航证券研究所

图82 近两年稀土价格走势（万元/吨）



资料来源：上海有色网，iFinD，中航证券研究所

### 2.3.2 政策定调行业地位

稀土行业作为由上层部门主导管理和调控的政策性行业，理解顶层规划和政策意图对理解行业未来发展显得尤为重要。近年来，中国稀土集团的资产重组打响了行业供给端整合的响亮一枪，行业供给端由前期的四大集团进一步缩减至一南一北两大集团主导，供给侧规范化的行政成本在国有企业主导的竞争格局下得到了进一步降低。随后各部门对稀土行业的供给侧改革、相关技术出口限制、资源战略性定位等多方面出台了相关的明文规章制度，持续加强稀土资源保护、完善行业管理体制、促进行业高质量发展。

中国商务部于 2023 年 12 月发布通知称，将“稀土的提炼、加工、利用技术”列入《中国禁止出口限制出口技术目录》。外交部发言人汪文斌对此回应，本次禁止出口限制出口技术目录修订是中国适应技术发展形势变化、完善技术贸易管理的具体举措和例行调整。我们认为，国际贸易关系的日益紧张提升了资源端自主可控的必要

性，该出口管制政策通过控制稀土工艺技术的外流，确保了稀土产业集群在国内的集中度，也提高了海外其他国家掌握稀土产业相关技术的壁垒，让西方在这场“供应竞争”中受到了阻碍。在全球终端市场对稀土需求量持续增长的背景下，该技术目录压制了海外稀土的供应弹性，以留存海外各国对我国稀土原料的依赖度，从而进一步提升我国在稀土行业的定价话语权。

**图83 《中国禁止出口限制出口技术目录》中对稀土产业的控制要点**

行业领域	技术名称	控制要点
有色金属冶炼和压延加工业	稀土的提炼、加工、利用技术	1. 稀土萃取分离工艺技术 2. 稀土金属及合金材料的生产技术 3. 钐钴、钕铁硼、钕磁体制备技术 4. 稀土硼酸氧钙制备技术

资料来源：商务部，中航证券研究所

国务院于 2024 年 6 月发布《稀土管理条例》，自 2024 年 10 月 1 日起施行。《条例》共 32 条，首次以行政立法形式规范稀土行业管理，立法目的为“为有效保护和合理开发利用稀土资源，促进稀土产业高质量发展，维护生态安全，保障国家资源安全和产业安全”。《条例》从中央层面定调了稀土资源的战略属性，以下三方面对稀土行业的定位和改革提出了明确的制度：

- 1) **明确稀土资源战略定位：**为有效保护稀土资源，《条例》明确稀土资源属于国家所有，任何组织和个人不得侵占或者破坏稀土资源，国家依法加强对稀土资源的保护，对稀土资源实行保护性开采。稀土作为我国优势战略性资源，打击黑稀土、引导行业供给端整合等措施将帮助维护资源的稀缺性；
- 2) **稀土供给侧改革持续深化：**为健全稀土管理体制，《条例》规定了国务院工业和信息化、自然资源等有关部门在稀土管理方面的职责，规定对稀土开采和稀土冶炼分离实行总量调控。随着稀土总量控制指标的持续落实，当前稀土行业已回归由供需面主导的良性发展状态；
- 3) **建立产品追溯制度，明确相关处罚措施：**《条例》进一步规范稀土综合利用，建立产品追溯制度，严格流通管理，要求从事稀土开采、冶炼分离、金属冶炼、综合利用和稀土产品出口的企业建立“稀土产品流向记录制度”，如实记录稀土产品流向信息并录入稀土产品追溯信息系统，工信部和其他有关部门将对以上活动进行监督检查，对违法行为及时依法处理。我们认为，加大对违法企业及相关人员的处罚力度有望为行业的秩序维护起到引导作用，推动行业规范化管理。

图84 国务院公布《稀土管理条例》



资料来源：央视网，中航证券研究所

**总结：**纵观我国稀土行业，工信部和自然资源部每年下达的稀土总量控制指标对稀土供给进行了严格把控，维护了稀土的价格和稀缺性，行业具备的全球竞争力使我国在资源战略层面拥有了一张珍贵的王牌。站在资源安全的角度，我国稀土行业的重要性不言而喻，核心优势产业的地位不可动摇，由国家政策所铸就的高准入壁垒使具备指标配额的资源类企业拥有了深厚的护城河。稀土供应端的增速放缓及终端需求的增长有望共同带动稀土价格企稳回升，行业周期拐点可期，建议关注稀土资源端企业：中国稀土、北方稀土、盛和资源。

### 三、前沿创新驱动材料和工艺新应用

新旧动能转换是当前及未来宏观经济最重要的议题，百年未有之大变局之下，只有不断解放和发展前沿生产力，使用科技创新推动新经济的发展，才能获得不竭的前进动力。前沿领域应用的快速发展，将推动新的材料和工艺的进步，进而带来新的产业机遇和投资机会。展望科技革新机遇，商业航天、人工智能、人形机器人等前沿领域的快速发展，有望大幅拉动上游新材料及新工艺应用需求。

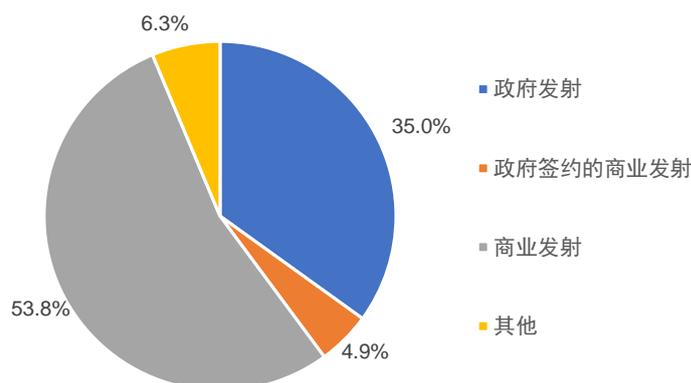
#### 3.1 商业航天“材艺”相随

根据我们前序发布的《商业航天深度报告：星辰大海，“材艺”相随》，自从SpaceX提出“星链”（Starlink）计划以来，人们开始意识到低轨卫星（LEO）资源争夺的重要性，商业卫星的发射频次正在显著提升。由于卫星绕地球运行需要轨道和频段资源，国际电信联盟（ITU）提出在轨道和频段资源获取上遵循“先登先占、先占永得”的原则，因此轨道和频段是有限且不可再生的战略资源。根据ITU数据，地球低轨卫星总容量约6万颗，目前正在运行的近地卫星则有4800颗。SpaceX的星链

计划要在 2027 年前将 4.2 万颗卫星送入低轨,这使得近地轨道资源变得越来越抢手,也造就了各国竞争趋于白热化。虽然我国在低轨卫星通信领域起步较晚但发展较快,在星链计划的推动下,商业卫星的发射频次愈发密集,这为商业火箭的需求打下了广阔的增量基础,而我国商业航天公司正成为低轨卫星星座建设的中坚力量。

全球火箭发射数量在近年来呈快速增长态势,2023 年商业发射次数占比已过半。据 The Space Report 发布的《2023 年全球太空活动年度报告》,2023 年全球共进行了 223 次航天发射任务(同比增长 19.9%),发射载荷 2911 个,全球航天发射次数和载荷发射数量双双打破了发射记录。据统计,2023 年全球轨道发射任务中,政府发射 78 次(占比 35.0%),11 次由商业公司根据与政府签订的合同进行(占比 4.9%),商业发射 120 次(占比 53.8%),其余发射未提及具体划分情况。当前商业发射次数已占据一半以上,随着以 SpaceX 为代表的商业航天公司快速推进发射进程,未来该占比仍有持续增加势头。

**图85 2023 年全球火箭发射分类别占比**

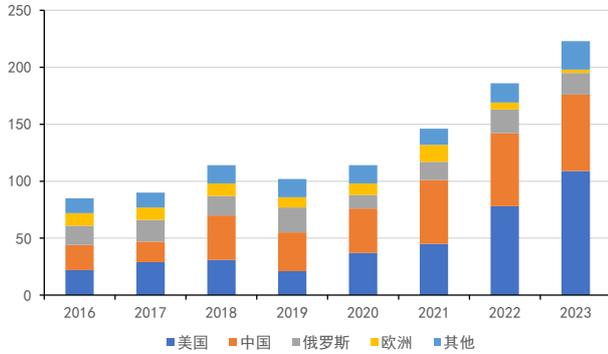


资料来源:《2023 年全球太空活动年度报告》,中航证券研究所

分国家来看,2023 年美国以 109 次发射占据世界第一,我国 67 次发射排名第二,俄罗斯以 19 次发射位居第三,其余实现轨道级发射的国家和地区,发射量均为个位数。中美两国火箭发射数量居前,但商业模式有别。美国在航天发射领域中居于领先地位,发射主要以 SpaceX 等私营企业为主,SpaceX 于 2023 年发射 98 次(含星舰组合体 2 次试飞失利),平均每 3.7 天发射一次,打破了 2022 年发射 87 次、平均 4.2 天发射一次的记录。目前我国航天发射仍然以国家队为主,但随着私营企业的快速发展,未来有望接力国家队,承接更多的发射任务。2023 年我国共计发射火箭 67 次,涉及载荷 200 余个,其中 1 个载荷因 1 次发射失败未能入轨;其中航天科技集团 48 发,航天科工集团 6 发,民营火箭企业累计 13 发。根据斯瑞新材公告,2024 年上半年,全球共计火箭发射 126 次,其中美国 73 次,中国 30 次。美国火箭发射数量

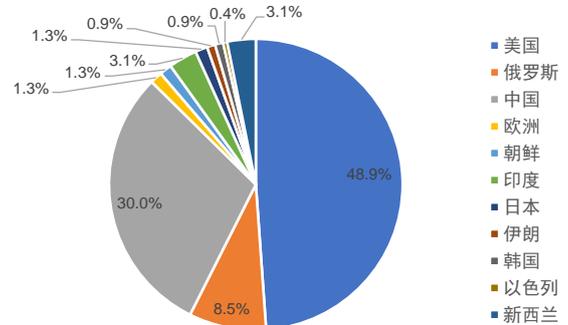
的背后离不开 SpaceX 的高频次发射，相比之下，国内商业航天私营企业尚未形成规模化发射，我国在火箭制造规模、火箭可复用技术等多方面均与美国存在一定差距。

图86 全球火箭发射数量（单位：次）



资料来源：《2023 年全球太空活动年度报告》，中航证券研究所

图87 2023 年各国运载火箭发射占比

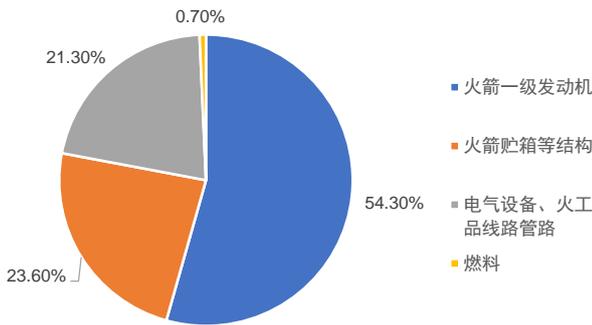
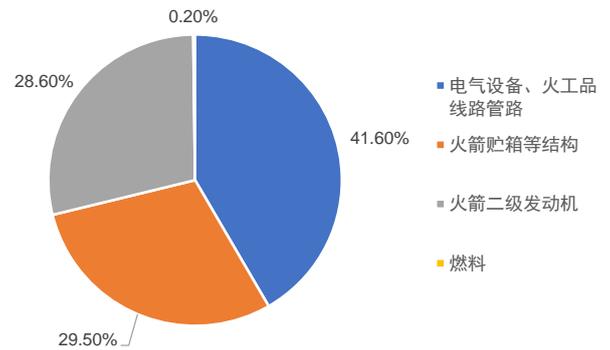


资料来源：《2023 年全球太空活动年度报告》，中航证券研究所

纵观国内火箭发射市场的发展进程，自 2014 年国家政策放开民营商业航天的限制起，民营火箭制造企业如雨后春笋般涌现，商业航天行业正从单一的国家领导模式，向多元化、市场化的商业模式转变。目前大部分火箭仍然由体制内的航天企业发射，未来中国的商业航天发展模式也将与美国有所区别。我们判断，随着各企业发射任务的压力逐步增大，以及对星网盈利性要求的逐步提高，商业航天反应快、周期短、性价比高的优势有望逐一体现。

### 3.1.1 火箭制造环节具备发展潜力

火箭可按照级数分为单级火箭和多级火箭，目前相对成熟的箭型和在研火箭基本为多级火箭。火箭制造环节中，火箭发动机和贮箱的价值量较高，据中国数字科学馆统计，两者在一子级和二子级中的价值量占比之和分别达到 77.9%和 58.1%，其他成本还包括电气设备、火工品线路管路、燃料等。

**图88 火箭一子级结构成本**

**图89 火箭二子级结构成本**


资料来源：中国数字科学馆、ULA、头豹研究院，中航证券研究所

资料来源：中国数字科学馆、ULA、头豹研究院，中航证券研究所

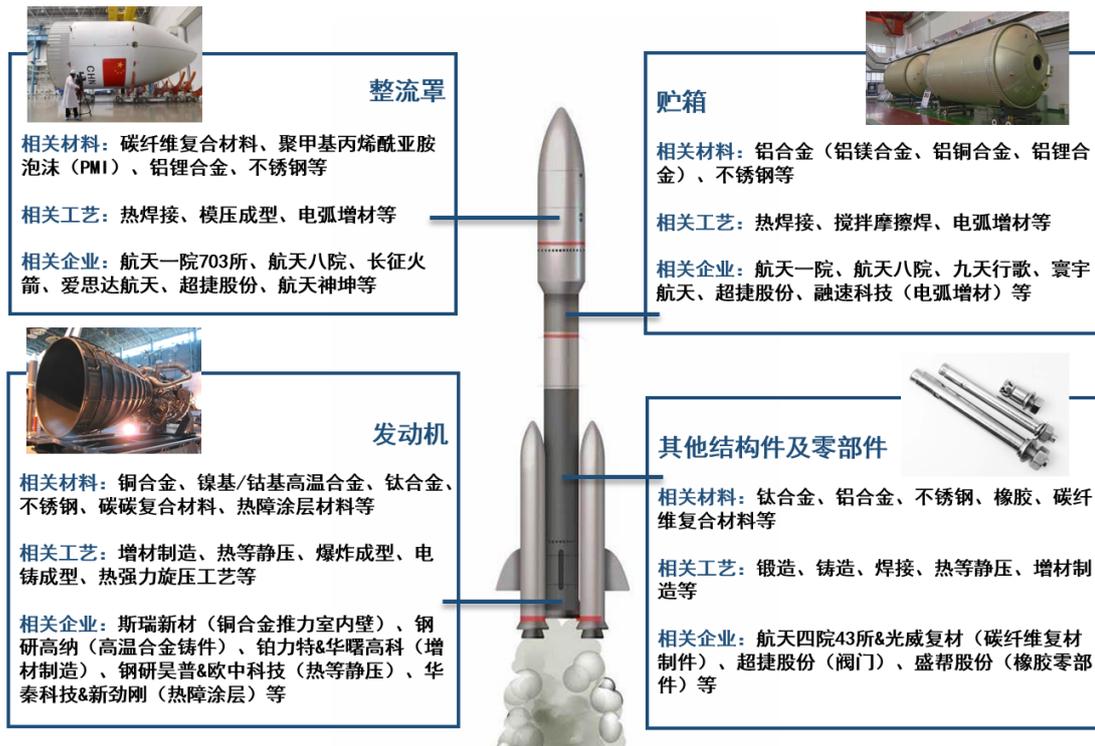
火箭的载荷、经济性、可靠性及使用寿命都取决于生产制造环节，火箭设计参数的不断提升及成本的下降与材料及工艺的应用密不可分。**液体火箭中具备高价值量的部分包含①整流罩、②贮箱、③发动机、④其他结构件及零部件等，我们在下图中对国内火箭制造各环节所应用的相关材料、工艺及研发制造企业进行了梳理：**

- **整流罩：**整流罩通常位于火箭的顶部，用于保护卫星等有效载荷顺利进入太空，可以为航天器等有效载荷提供良好环境，保护其内部所搭载的载荷在大气层内飞行时免受气流、热环境等有害因素的影响。出于空气动力学方面的考虑，大部分整流罩都由高强度、轻质、耐高温，且无线电透波性强的材料制成，包括碳纤维复合材料、聚甲基丙烯酸酯亚胺泡沫（PMI）等。国内的火箭整流罩生产参与企业除了航天一院 703 所、航天八院等院所外，还包括爱思达航天、超捷股份、航天神坤等民营生产企业；
- **贮箱：**火箭贮箱作为推进器关键结构，占据了箭体 60% 的质量，储存液体推进剂的同时还承担着大部分的结构载荷，是决定运载火箭性能的关键。贮箱材料不仅需要具备一系列优异的力学性能，还要能够在恶劣条件下表现出高可靠性和高耐久性，其发展的趋势主要包括结构轻量化、强度和模量的提高、工作寿命的延长。轻质高强铝合金（包括猎鹰 9 号采用的铝锂合金）为当前主流的贮箱结构材料，而 SpaceX 的星舰采用的奥氏体不锈钢贮箱、处于研发阶段的复合材料贮箱也有望成为未来的发展趋势。工艺方面，目前传统热焊接工艺是贮箱加工的主流方案，而电弧增材、搅拌摩擦焊等工艺则可能成为下一代贮箱生产中的重要工艺。我国火箭贮箱生产及加工企业包括九天行歌、寰宇航天、超捷股份、融速科技等；
- **发动机：**运载火箭对主发动机的要求包括大推力、高比冲、高推重比、高可靠、低成本等。这些要求高且相互矛盾的指标，决定了发动机以用尽材料极

限性能的极端参数运行，在较小结构空间实现高水平能量剧烈释放与转化的工作特点。①材料方面，可重复使用液体火箭发动机推力室身部一般由高导热的铜合金内壁，以及镍基合金外壁连接而成。此外，在发动机燃烧室及涡轮叶片上应用热障涂层则有助于提高涡轮前温度和延长叶片使用寿命。②工艺方面，可重复使用发动机生产环节涉及的工艺包括高温合金和钛合金的精密铸造成形技术，以及在发动机壳体等精密构件中使用的增材制造技术，在泵叶轮和涡轮盘等旋转关键零件中使用的热等静压技术等。我国液体火箭发动机铜合金推力室内壁生产企业主要包括斯瑞新材，高温合金铸件生产企业主要包括钢研高纳，热障涂层供应企业包括华秦科技、新劲钢等，具备增材制造服务及设备产能的企业包括铂力特、华曙高科等，具备热等静压工艺的企业包括钢研昊普、欧中科技等；

- 其他结构件及零部件等：除了上述部件外，火箭还包括各类阀门、管路、着陆腿等其他零部件，涉及到的材料包括碳纤维、铝合金、不锈钢、橡胶、碳纤维复合材料等，相关上市企业包括超捷股份、光威复材、盛帮股份等。

图90 国内火箭制造各环节相关材料工艺及研发制造企业



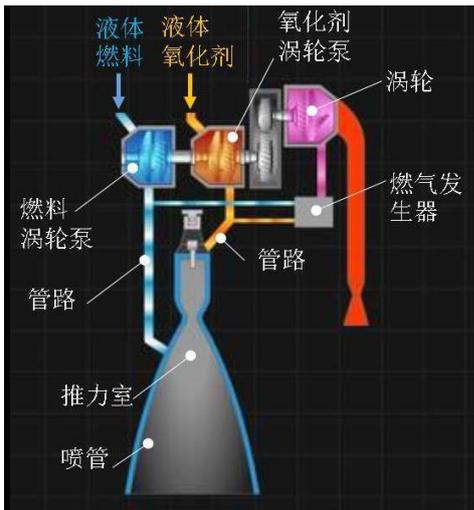
资料来源：各公司公告及官网，中航证券研究所

在火箭发射提速、商业航天市场迅速扩张的背景下，火箭制造市场规模有望日益增长。随着国内商业航天企业对火箭可复用技术研究的持续推进，火箭发射试验多点开花，相关的材料及工艺革新有望成为推动火箭制造环节升级迭代的核心，上游相关材料生产商及加工企业有望享受终端行业的高速发展红利。

### 3.1.2 推力室内壁用铜合金持续迭代

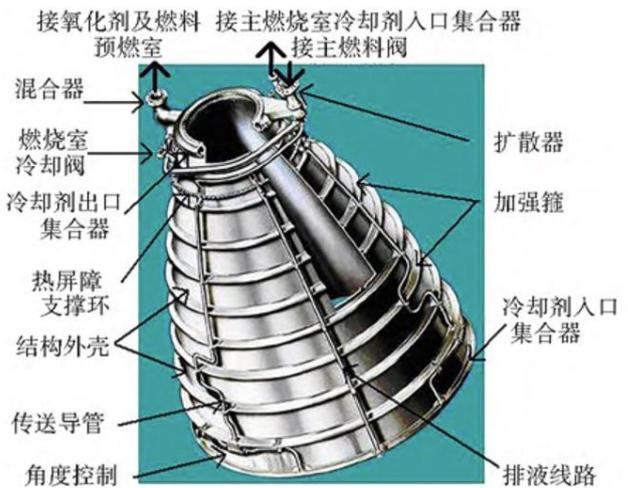
推力室内壁材料需在高温下长期服役，材料内外两侧分别是高温燃气环境和低温冷却环境，且使用的燃料和助燃剂具有腐蚀性，在高温高压及高速燃气冲蚀下对材料的腐蚀甚为严重。如此极端的工作环境对材料提出了多方面的要求：①燃烧室内壁温度超过 1000°C，喉部燃烧温度高达 3500°C，这要求推力室内壁材料具有良好的耐高温性、热导率，将火箭发射过程中燃料燃烧的热量导出，以确保发动机正常工作。若无法将热量导出，则会引起材料过热、过烧，引起材料塑性、冲击韧性、疲劳及耐高温燃气腐蚀性能急剧下降，从而导致部件失效。②燃烧室内压力可达 200 大气压（约 20MPa），故对结构材料的组织稳定性、机械稳定性提出了要求；③液体推进剂具有氧化性或腐蚀性，叠加高温高压及高速燃气的冲蚀也会对材料造成侵蚀，因此材料需具备抗高温氧化、燃气冲蚀性能；④材料的热疲劳极限循环寿命是影响材料重复使用的重要因素，因此材料还需具备较高的低周热疲劳性能。

图91 液体火箭发动机构造示意图



资料来源：搜狐，中航证券研究所

图92 延伸喷管结构示意图



资料来源：《重复使用液体火箭发动机用材料及工艺研究进展》，中航证券研究所

火箭推力室内壁材料需具备较好的综合性能，而非满足单一条件即可。以下几类材料性能可拿来类比：考虑到需在高温下具有较高强度的材料，例如 $\gamma$ 增强的镍基合金，在室温下屈服强度和抗拉强度较高，但较难满足导热条件。钨、钼基合金，具有较高的熔点和耐高温特性，但是这些合金密度极高，考虑到发射成本和条件，其在火箭上的应用较为受限。纯铜材料在高温下具有较高的电导率、热导率，但是其抗拉强度相对较低。氧化物弥散强化合金（ODS）具有较好的组织稳定性，其强度很高，但塑性很差。而经过热处理工艺的铜合金材料由于具备与氧的相容性、高热导率、高熔点等优异性能，能够兼具上述所需的材料强度、热导率、抗氧化性、低周热疲劳性等条件。

图93 推力室内壁备选材料参数对比（标绿指标为不符合条件项）

材料	屈服强度 (Mpa)	抗拉强度 (Mpa)	热导率 (W/mK)	电导率 (S/m)	熔点 (°C)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
镍基合金	550	965	11.4	0.8 ~ 1.4 x 10 <sup>6</sup>	1200+	8.1~8.83
纯铜	100~150	230~240	401	5.9 x 10 <sup>7</sup>	1083	8.9
钨合金	517	680~1100	162*	5.6 x 10 <sup>8</sup>	3410	16.8~18.9

资料来源：《火箭发动机内衬 CuAgZr 合金时效析出行为及力学性能》，百度，Maigoo，网讯，中钨在线，中航证券研究所

因此，国内外液体火箭发动机推力室材料的研究重点也重点聚焦于不同成分、不同工艺制成的铜合金材料，持续推动材料的更新迭代以贴合应用需求。至今，液体火箭发动机内壁材料已经历了4个发展阶段：不锈钢—钽铜合金（Amzirc）—银钽铜合金（NARloy-Z）—铜铬铌合金（GRCop-84）。其中铜铬铌合金作为第四代高强高导热耐热合金，有望逐步取代银钽铜合金，应用于火箭发动机推力室内壁。除了上述材料外，学术界和产业界也都在持续探索特种铜合金材料的各个分支，以寻找契合推力室应用需求的新材料，其中铬钽铜合金因优异的力学性能和导热性而在近年来得到了落地应用。

图94 推力室内壁材料的迭代进程



资料来源：《大推力氢氧发动机铜合金内壁数控加工技术》，中航证券研究所

铜合金材料的制备及推力室内壁产品的生产均处于火箭发动机产业链上游。铜合金推力室内壁主要由耐高温高导热铜合金材料的设计&制备、3D 打印或锻造旋压、精密加工及组装焊接等产业环节构成，具备较高的技术壁垒。由于推力室内壁产品的生产需具备工艺技术成熟、质量性能可靠、供应链的稳定保证、可持续发展等特点，因此该环节也具备较高的市场准入条件。海外对推力室用铜合金材料研发及生产环节参与度较高的企业主要包括美国 NASA、法国铜合金集团（Lebronze Alloys）等。

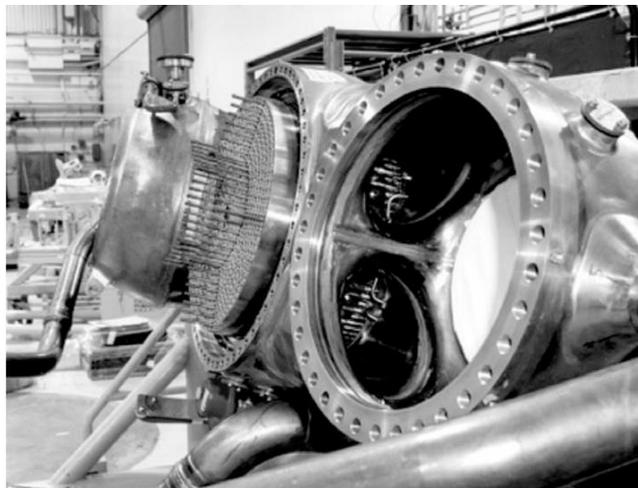
当前国内液体火箭发动机推力室产品主要供应商为中国航天科技集团、中国航天科工集团等国有企业，优先供应深空探测、载人航天等重大国家太空项目的需求，但仍难以满足未来商业航天发展的需要。斯瑞新材作为火箭推室内壁行业的民营龙头企业，拥有高强高导铜合金制造的核心技术和关键装备，具备为客户提供规模化、性能优异的推室内壁产品的能力。

我国商业航天产业尚处于初期发展阶段，产业链供应尚未充分发展，铜合金推室内壁产品的技术成熟度和产能规模仍有大幅提升空间。由于先前我国火箭研发制造目标一般为满足运载火箭的一次性使用，国内重复使用运载技术较美国仍有较大差距。随着越来越多的民营商业航天企业开启了 VTVL 回收试验进程，未来国内火箭发射也将步入可重复使用时代，与之相对应的是应用材料性能要求的大幅提升。在此背景下，铜合金推室内壁的产品成熟度需通过材料的产学研用及生产工艺的改进完善来提升，填补国内外材料代差刻不容缓。国内以铜铬铌材料为代表的推室内壁产品需求量有望随火箭应用材料需求的推进而迎来从 0 到 1 的增长，相关企业需突破产能瓶颈以满足下游市场的快速扩容。

### 3.1.3 热障涂层应用前景广阔

随着航天技术的不断发展，航天发动机开始向着更高推重比、更高燃料使用效率发展，尤其是近两年可回收火箭概念的提出，航天发动机的使用寿命也成为了重要议题。为实现上述目的，更高的燃烧温度和二次加力燃烧室的使用将成为重要的发展方向。为了保证部件在高温环境下长时间稳定工作，美国国家航空航天局于 20 世纪 50 年代提出了热障涂层（TBCs）概念。

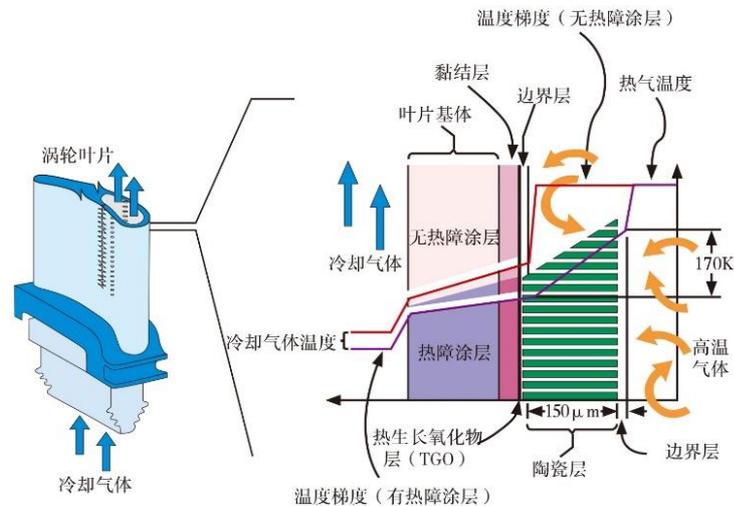
图95 航天飞机主发动机的再生冷却系统



资料来源：《Liquid propellant rocket engines》，中航证券研究所

热障涂层是指将具有高耐热性、高抗腐蚀性以及低导热率的陶瓷材料以涂层的形式覆盖在热端部件表面的一种热防护技术。作为一种复杂的多层涂层，可以在一定程度上阻止燃气温度向基体材料传递，降低基体工作温度，从而保障热端部件在高温环境的稳定运行。传统的热障涂层主要包括了四个部分：镍基高温合金基材、金属黏结层、顶部陶瓷层以及在高温环境中生长的热生长氧化物层。目前氧化钇稳定氧化锆（YSZ）因其优异的隔热性能、较高的热膨胀系数与断裂韧性，150 $\mu\text{m}$ 的涂层最高可以提供170 $^{\circ}\text{C}$ 的降温效果，因此成为使用最为广泛的热障涂层陶瓷顶层材料。

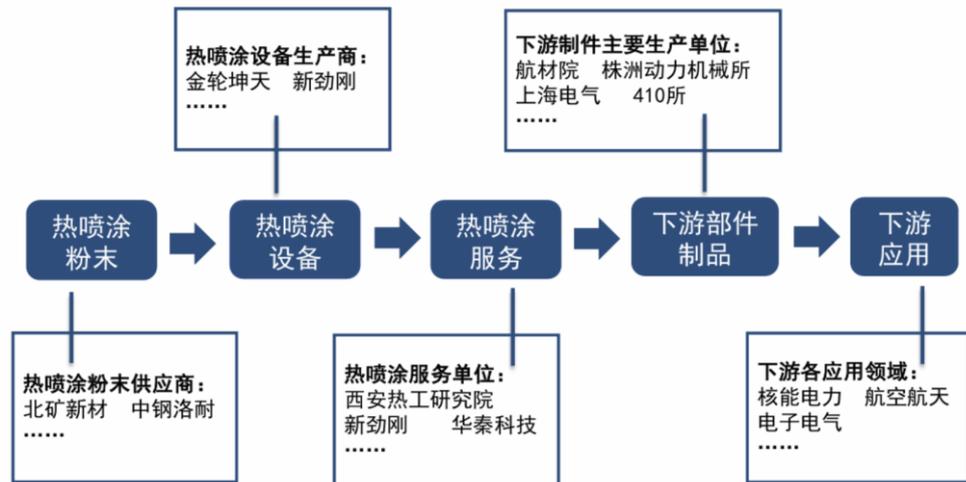
图96 热障涂层典型结构



资料来源：《热障涂层技术发展》，中航证券研究所

目前产业链主要涉及喷涂设备、喷涂服务以及下游部件客户等多个环节。主要商业模式是中游零部件加工后，交由热喷涂服务企业进行热障涂层工作，随后由零部件企业确认质量后交付给下游总装企业进行装配。因此热喷涂服务大多涉及到保密资质，取得军工资质证明的企业具有较大的优势，并且部分下游企业也会要求该环节的企业负责部分中游零部件加工方面的工作，代表企业包括华秦科技、新劲刚等；而上游的粉末供应商主要是研究所或者是大型集团下属的子公司，典型的如北矿科技集团下属子公司北矿新材和中钢集团下属子公司中钢洛耐等；设备方面，金轮坤天等具有热喷涂设备制造能力的企业占据核心地位。

图97 热障涂层产业链图



资料来源：各公司公告，中航证券研究所

近年来，随着科研人员对热障涂层的研究逐步深入以及下游应用行业对于热障涂层的性能要求发生变化，热障涂层整体呈现出三大趋势：

- **结构/功能一体化**：热障涂层的应用目前正在从简单的在热端部件表面进行喷涂和固化向结构/功能一体化的热障涂层部件转化，这意味着从部件层面，部件的结构设计的重构以及喷涂工艺的颠覆。但目前热障涂层的喷涂仍然受制于喷头的角度、工艺的难度以及产业链分工等多方面影响。未来，随着设计端更加一体化、更加复杂化的设计要求出现，从部件制造到涂层制造的一体化企业出现，热障涂层的结构/功能一体化将成为可能；
- **硅基非氧化物陶瓷逐步应用**：在发动机燃烧室温度要求逐步提高的情况下，热端部件表面温度将达到 1400°C 以上，这大大超出了现有镍基高温合金的耐温极限，因此硅基非氧化物陶瓷成为研究重点。区别于传统的氧化物陶瓷，硅基陶瓷具有耐高温、热导率高、耐化学腐蚀等特点，因此被应用于高温热端部件中；
- **环境障涂层崛起**：发动机工作环境中，硅基陶瓷的表面稳定性恶化严重，因此环境障涂层成为重要的解决方案。环境障碍涂层与热障涂层并不冲突，热障涂层的主要功能是降低基材的温度，而环境障涂层的主要功能是提高基材在高温下抵抗熔盐和水分侵蚀，提高陶瓷基复材的高温稳定性和耐久性。随着可复用火箭的技术进步，商业航天对火箭发动机的使用寿命提出了更高的要求，因此环境障涂层的需求将逐步提高。

在航天领域，热障涂层的应用开始逐步增多，包括火箭发动机的热端部件、航天热保护系统、姿态控制发动机等等，已经或潜在有可能使用热障涂层作为一种热防护

的材料来保护基材。这主要是由于热障涂层的耐温极限的不断提升、可回收可复用火箭技术的出现以及热障涂层工艺的成熟和成本的降低推动所致。相信随着上述利好因素的不断扩大，热障涂层在航天领域的应用前景广阔。

### 3.1.4 增材制造应用不可或缺

在此前我们发布的深度报告《金属增材制造行业深度：新时代新工艺，先军后民踏上新征程》中，我们重点提及了增材制造在航天领域的应用前景。商业航天作为增材制造的重点应用领域，能对部件进行轻量化改进并降低加工成本，从而提升单发火箭的载荷和性价比。此外，商业航天尚不成熟的供应链体系和紧迫的发射任务导致其对于短流程制造工艺更为青睐，金属 3D 打印完美符合了航天产业多品种、小批量、整体化、轻量化、低成本等需求，在卫星、火箭、发动机多个领域存在较大的增长空间。未来增材制造工艺势必成为商业航天产业中主流加工技术：

**图98 不同发动机中使用 3D 打印的具体案例**

发动机类型	公司	发动机型号	3D打印应用具体案例
液氧甲烷发动机	蓝箭航天	天鹊11	广泛采用3D打印技术，缩短组件制造周期
	九州云箭	凌云发动机	3D打印技术，减少了90%的焊缝
	星际荣耀	JD-2火箭发动机	3D打印管路类和涡轮泵类零件
	宇航推进	沧龙一号火箭发动机	推力室和全尺寸涡轮泵零组件的研制中大量采用3D打印
液氧煤油发动机	天兵科技	YF-102/85吨级开式循环液氧煤油发动机	广泛采用3D打印技术，突破了离心式喷注器增材制造及后处理技术
	深蓝航天	雷霆R1针栓式可重复使用液氧煤油发动机	85%重量为3D打印制造
	航天六院	130吨级重复使用液氧煤油补燃循环发动机	部分零部件使用3D打印

资料来源：《3D 打印与航天研发与制造业白皮书》，中航证券研究所

- 1) **增材制造实现卫星结构减重**:传统卫星结构承载比 20%左右，整星频率 70Hz，而千乘一号 01 星结构承载比 15%，整星频率 110Hz。该卫星采用铂力特的 BLT-S600 设备打印，内部采用点阵化结构。目前该设计方法已经用于卫星整星结构、相变储能热控结构与有效载荷支架结构，相较于传统的制造工艺，实现了结构减重 30-60%；
- 2) **火箭零部件需要增材制造**:近年来，随着星链计划的推出以及行业内对航天的重视度提高，火箭发射将朝着高频次方向发展，因此加工的时效性成为了近年来产业的关注重点。3D 打印凭借无库存、柔性生产、快速制造、性能

优异等优点，完美符合了他们的诉求，在小批量的情况下，成本较重新培育传统供应链具备更大优势，因此 3D 打印几乎成为商业火箭零部件加工的必选路线；以 3D 打印火箭创业公司 Relativity Space 为例，其主要火箭 Terran 1 装备有九台 Aeon 1 发动机，通过 3D 打印减少发动机燃烧室、点火器、涡轮泵、推进器等系统内的零部件数量（数千→100 个），其可以在 60 天的时间内制造出 Terran 1 的发动机。3D 打印技术将帮助公司力争在 20 年内实现规模化太空旅行的目标；

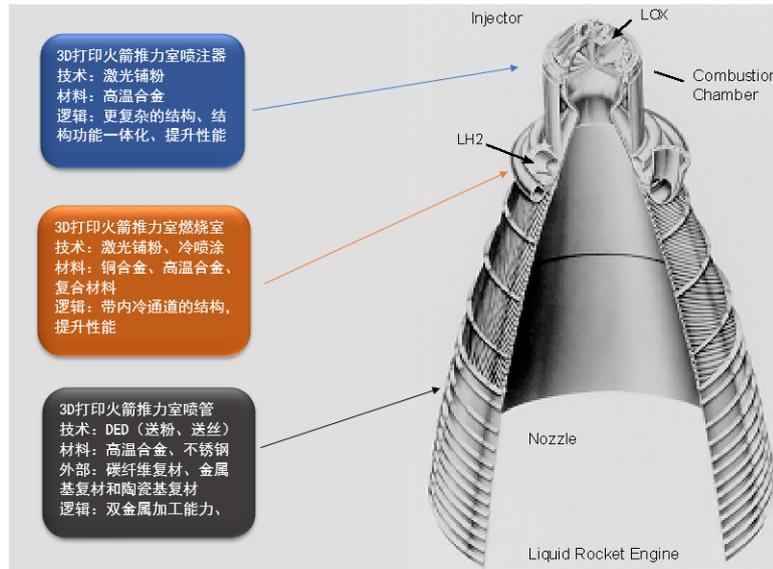
**图99 Terran 1 全 3D 打印鼻锥**



资料来源：Relativity Space，中航证券研究所

- 3) 火箭发动机：以 SLM（激光选区熔化）为代表的技术正在逐步渗透，如火箭推力室的喷注器、燃烧室以及推力室喷管等部件均有应用。目前火箭发动机公司为了提高核心燃烧室耐温性、提升燃料的燃烧效率，采用再生冷却方法制造发动机内壁，而 3D 打印的火箭推力室部件能生产带内流道的薄壁结构，从而实现结构功能一体化，有效解决了再生冷却系统加工困难的问题。以 SpaceX 为例，从 Raptor1 代—3 代对比来看，新一代的发动机外部看起来更加简化，很多管线都消失了，部分原因是由于 Raptor3 采用了金属 3D 打印技术，这种外部简单但内部结构复杂的独特设计，充满了工业美感且性能突出。根据 SpaceX 数据，单台发动机具备 280 吨推力与 350s 的比重，而其自身重量仅 1525kg。3D 打印的使用使得发动机减重 7%，推力较上一代发动机高出了 21%，比初代 Raptor 提高 51%。

图100 液体火箭发动机推力室



资料来源：NASA，中航证券研究所

### 3.1.5 小结

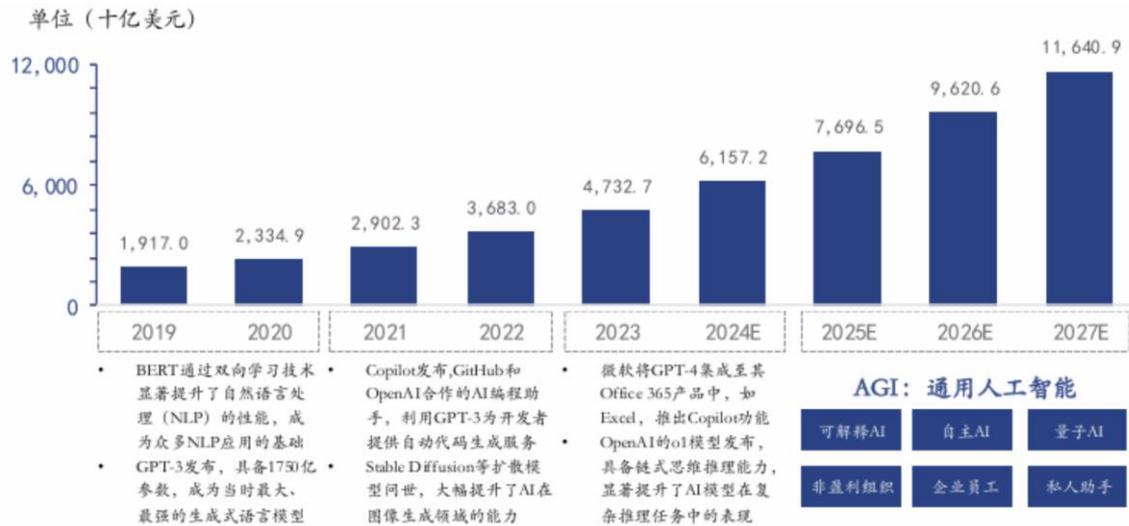
在国内火箭可复用运载技术持续发展、发动机推力持续提升和液体火箭发动机的应用大趋势下，未来液体火箭发动机的升级迭代和火箭制造市场的增长将共同牵动上游新材料和新工艺的应用需求。铜合金材料的迭代升级逐步满足了现代先进火箭发动机对可复用性能的要求，未来火箭发动机燃烧室温度的提升将进一步催生具备高温稳定性和高热导率的铜铬铌合金材料的应用。热障涂层有望助力火箭发动机进一步突破温度的限制，在可复用技术逐步成熟的背景下，热障涂层的单次使用成本不断降低，推动其在航天领域的应用不断扩大。增材制造在卫星结构、火箭箭体以及发动机部件中均有应用，而该工艺制造的发动机再生冷却体系极大的提升了燃烧效率，已经成为发动机不可或缺的核心工艺。建议关注：斯瑞新材（铜合金推力室内壁供应商）；华秦科技、新劲刚（热障涂层材料供应商）；铂力特、华曙高科（增材制造方案提供商）。

## 3.2 算力建设带动芯片电感需求激增

从 ChatGPT、Sora 大模型连续惊艳世界的表现，到英伟达、微软、谷歌等科技巨头持续迭代 AI 软硬件，AI 已形成全球共识的产业趋势。据沙利文预测，全球人工智能市场规模将从 2019 年到 2027 年大幅增长，到 2027 年市场规模将超过 11 万亿美元，CAGR 约为 25.3%。主要里程碑包括诸如 OpenAI 的 GPT 和 Stable Diffusion 等，这些技术在自然语言处理、代码辅助和图像生成等应用中推动了市场增长。随着

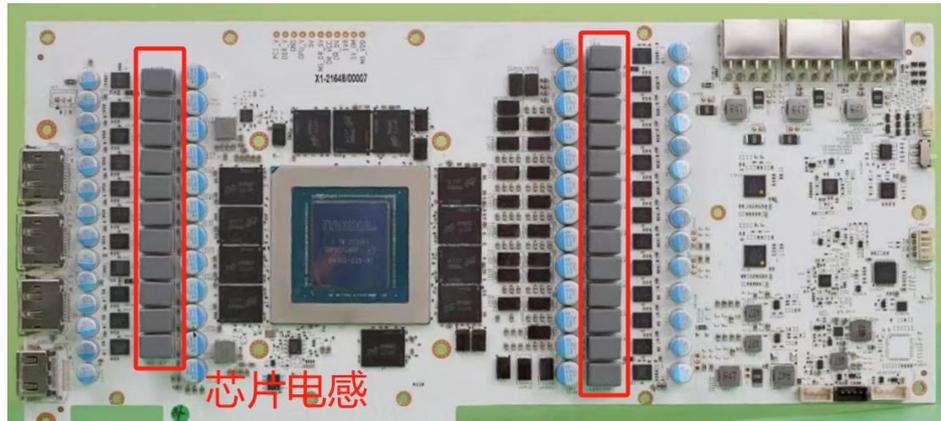
全球数字化转型市场蓬勃发展，云计算、人工智能、大数据、5G 等技术的应用范围不断扩大，全球企业的数字化转型已经来到了持续发展阶段，这也促使了企业不断加大其在数字化转型上的投入。

图101 全球人工智能市场规模预测



资料来源：沙利文，中航证券研究所

人工智能的发展离不开算力的提升，AI 算力建设如火如荼。算力建设是发展人工智能技术的根基，以人工智能模型为例，模型需要的准确性越高，训练该模型所需的计算力就越高，因此复杂的 AI 大模型和大规模的训练均需要高算力支持。同时，在算力、大模型的快速迭代下，仅靠云计算中心集中存储、统一计算或集中式的模式已经无法满足终端设备对于时效、容量、算力的需求。受 AI 单点算力提升，以及大规模算力部署的需求驱动，越来越多的算力需求下沉到边缘和终端，这意味着会需要更多的大算力芯片，以 GPU 为代表的算力芯片环节将迎来全面升级。随着芯片制程的不断微型化并开始向 3nm 迈进，芯片电压越来越低，对芯片供电模块的性能提出了更高的要求。

**图102 RTX 3080 Ti 影驰 HOF EXTREME 显卡（红框标注为芯片电感）**


资料来源：影驰，中航证券研究所

随着 5G、AI 和 IOT 时代的到来，电源模块小型化、高频化、高功率化的发展趋势愈发明显：①小型化：随着智能手机等电子产品以轻薄短小、功能集成为诉求，在封装空间有限的情况下，面对快速增加的元器件数量，使用的电感器有向小型化的发展趋势；②高频化：随着新一代信息技术快速部署和应用，物联网、消费电子-TWS 耳机、GPS+北斗等应用需求激增，消费电子产品使用的通信频段也不断升高，通讯产品已朝向高频化、宽频化及高传输量发展；③高功率化：芯片低压大电流化以及低功耗产品的环保需求，必然要求周边元器件具有较低的直流电阻和较高的耐受电流能力，同时高算力需求的趋势使得高功率元件需求增加，因此要求电感器具备较强的耐受电压电流能力。

芯片电感起到为 GPU、CPU、ASIC、FPGA 等芯片前端供电的作用，由金属软磁材料制成的电感能够顺应电源模块更迭趋势，是电感材料的理想选择。前期主流的芯片电感主要采用铁氧体材质，但随着电源模块的小型化、高频化、高功率化的发展趋势，铁氧体材料受限于其饱和磁通密度低等条件制约，已经很难满足后续发展需求。对功率电感来讲最合适的磁性材料应该同时具备下列特点：①较高的饱和磁通密度特性；②尽可能好的高频低损耗特性，以避器件发热；③结构上必须较易实现气隙微小化、均匀化，以防止产生磁通的泄露；④较易制作成各种特定型号的尺寸，对于大功率的应用，应易于制成大型尺寸。与各类铁氧体软磁材料相比，金属软磁粉芯作为高性能软磁材料，具有电阻率高、低磁导率、均匀微观气隙漏磁小、温度稳定性高，适合功率电感设计等特点。

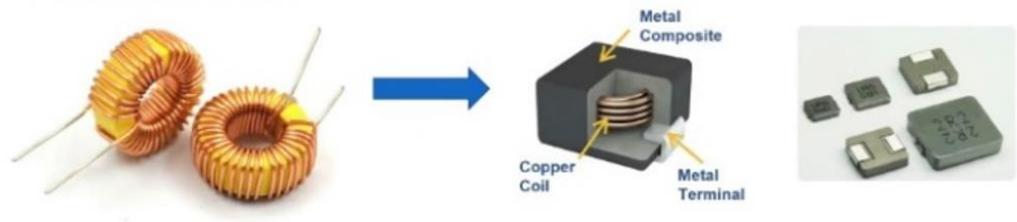
图103 常见的金属软磁粉芯与铁氧体软磁材料比较

磁性材料		组合	磁饱和密度 Bs (T)	磁导率范围	磁损耗	相对成本	温度稳定
磁粉芯	铁硅铝	铁·硅·铝	1.05	14-125	低	低	佳
	铁硅	铁·硅	1.6	60	高	低	低
	高磁通	铁·镍	1.5	14-160	中等	中等	更佳
	钼坡莫	铁·镍·钼	0.75	14-550	最低	高	最佳
铁氧体	锰锌	-	0.45	900-10k	最低	最低	差
	绕带磁芯	铁·镍·钼	0.7	100k	极低	极高	极佳
	铁粉芯	铁	1.2-1.5	3-100	最高	最低	差

资料来源：铂科新材官网，中航证券研究所

金属软磁材料的高饱和磁通密度及优异的高频损耗特性与电源模块的新需求相适应，并有望替代传统铁氧体软磁在功率电感方面的应用。基于金属软磁材料开发的芯片电感具有低电压、大电流、小体积的优势，更加适用于人工智能、自动驾驶、服务器、通讯电源、笔记本电脑、矿机等大算力应用场景，符合未来大算力的应用需求，市场前景非常广阔。

图104 金属软磁材料在芯片电感中的应用



资料来源：悦安新材，中航证券研究所

图105 芯片电感下游应用



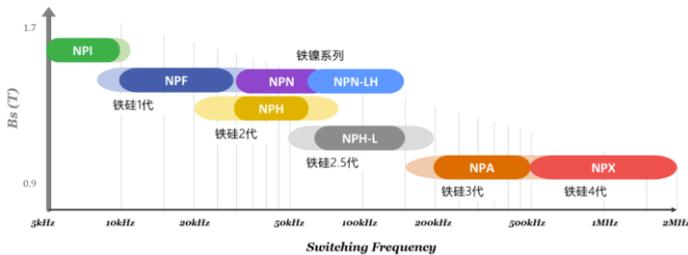
资料来源：铂科新材，中航证券研究所

铂科新材的芯片电感产品已批量用于英伟达 AI 芯片 GPU-H100，开启业务第二曲线。基于在金属软磁粉末制备技术、铜铁共烧成型工艺及电力电子方面的技术积累，铂科新材自主掌握了从制粉到电感成型全环节核心技术，于 2020 年成功研发并向市场推出了芯片电感产品。公司开发出的铁硅 3 代、4 代金属软磁材料性能指标领

先行业，其制成的芯片电感具有小型化、耐大电流的特性，比主流的铁氧体芯片电感更加适用于大算力的应用需求，当前下游客户包括英伟达、英飞凌、AMD 等国际知名厂商。公司芯片电感产品取得了 MPS、英飞凌等全球知名半导体厂商的高度认可，业务营收于 2024 年前三季度保持较高增速，第二增长曲线已步入发展快车道并具备强劲的增长潜力。

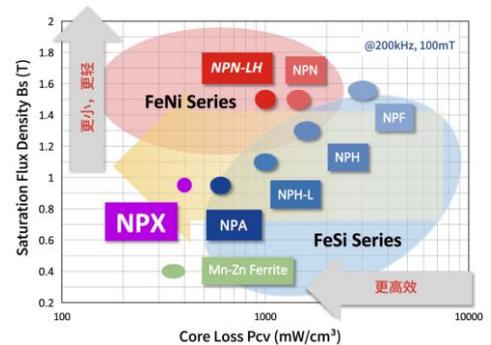
下游 GPU 需求快速增长导致芯片电感产能遇到瓶颈，铂科新材规划在短期内根据市场需求扩充芯片电感现有产线产能至 1000-1500 万片/月，同时公司在 2024 年下半年陆续发布了芯片电感产线扩建相关公告：①公司于 7 月公告称，拟投入不超过 1 亿元人民币用于建设“泰国高端金属软磁材料及磁元件生产基地”一期项目，以更好的满足海外市场对一体成型芯片电感及磁粉芯等产品日益旺盛的市场需求；②公司于 8 月公告称，以简易程序发布定向增发，拟投资 4.54 亿元用于建设“新型高端一体成型电感建设项目”，其中拟使用募集资金 3.0 亿元，计划建设周期为 30 个月。该项目计划新建芯片电感生产基地，以解决下游需求快速增长带来的产能瓶颈问题。

图106 铂科新材软磁粉芯产品系列迭代示意图



资料来源：公司公告，中航证券研究所

图107 金属软磁粉芯各系列产品性能对比 (NPX 系列磁粉芯具备超低损耗)



资料来源：公司官网，中航证券研究所

悦安新材的羰基铁粉产品有望受益于下游一体化电感的高频化发展趋势。悦安新材的羰基铁粉和雾化合金粉产品均处于电感行业上游环节，两款产品均通过绝缘包覆等系列深加工工艺形成金属软磁粉出售，下游电子领域主要供应一体化电感的头部厂商。据公司投资者问答，公司属于显卡、汽车电子等下游终端的二级供应商，相关产品已进入到主流供应链当中，据下游客户反馈，相关产品中芯片工作频率较高，对一体式电感有一定增量需求。公司称羰基铁粉及雾化合金粉的复合使用是行业发展的趋势，且细粉（羰基铁粉）在终端应用频率进一步提高的背景下有功耗较低的独特优势。产能扩建方面，公司于 2023 年 6 月公告，计划投资不超过 30 亿元，于宁夏建设“年产 10 万吨金属软磁微纳粉体项目”，该项目基于公司多年的工艺技术和经验积累，计划在保持产品毛利率 40%以上的前提下，将基础版羰基铁粉售价从目前的 4 万元/

吨降至 2 万元/吨左右，未来羰基铁粉市场容量的天花板有望呈指数级抬升。

图108 软磁粉主要用于制造磁芯及电感元器件



资料来源：悦安新材招股书，中航证券研究所

当前人工智能领域的应用渗透迎来发展曙光，算力建设需求增长对硬件提出了更高的要求，随着电源模块呈现出小型化、高频化、高功率化的发展趋势，金属软磁材料及羰基铁粉有望随芯片电感的应用得到进一步拓宽，下游市场容量的抬升将会上游材料和电感带来崭新的成长机遇，建议关注：铂科新材、悦安新材。

### 3.3 机器人带动新材料应用拓展

Optimus 人形机器人市场空间有望于 2030 年累计超 5700 亿元。人形机器人是 AI 技术落地物理世界的优质载体，近两年大模型的发展赋予人形机器人强大的泛化能力，产业进入了商业化落地的初级阶段，特斯拉、OpenAI、英伟达、三星等科技巨头纷纷入局抢占行业高地。据特斯拉 CEO 马斯克透露，特斯拉计划在 2025 年生产数千台人形机器人 Optimus，2026 年计划将产量提高至 2025 年的 10 倍，即大约 5 万到 10 万台，2027 年再进一步提高 10 倍。根据中航证券先进制造组的判断，伴随着特斯拉 Optimus 落地，2025 年人形机器人将步入量产元年，其应用场景有望经历“汽车工厂应用-制造业全面铺开-成熟后走进千家万户”三个阶段，预计到 2030 年全球人形机器人需求有望达到 200 万台，对应市场空间超 5700 亿元。

**图109 到 2030 年人形机器人累计市场规模有望达到 5700 亿元**

	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
特斯拉工厂工人数量预计 (人)	76000	87400	100510	115587	132924			
<b>第一阶段：2025-2027，以特斯拉工厂应用为测算基础</b>								
特斯拉工厂人形机器人渗透率 (人机比)			5%	20%	50%			
特斯拉工厂人形机器人市占率			90%	75%	55%			
<b>第二阶段：2028-2030，在全球制造业范围内渗透</b>								
全球制造业人数预计 (亿人)	4.42	4.41	4.41	4.41	4.40	4.40	4.40	4.39
全球制造业人形机器人渗透率				0.01%	0.02%	0.07%	0.19%	0.45%
人形机器人需求量 (万台)	0.005	0.008	0.57	2.98	10.86	30.80	83.54	197.71
人形机器人新增需求量 (万台)		0.003	0.56	2.41	7.88	19.94	52.74	114.17
单价 (万元)	80	68	58	49	42	35	30	26
人形机器人累计市场规模 (亿元)	0.40	0.60	32.88	151.39	480.50	1188.35	2779.60	5707.61
人形机器人新增市场规模 (亿元)		0.20	32.27	118.51	329.11	707.85	1591.24	2928.01

资料来源：Tesla, UNIDO, 中航证券研究所

我国机器人行业政策频出，未来国内机器人产业发展方向和目标也同样具备确定性。2023 年 1 月，工信部等十七部门联合印发《“机器人+”应用行动实施方案》，方案提出，到 2025 年，制造业机器人密度较 2020 年实现翻番，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升。深圳、上海、北京等地方政府自 2023 年 5 月以来接连推出行业行动方案，指出需加速布局智能机器人、人形机器人的研发和应用，增加工业机器人的使用密度，以及打造国际先进的机器人产业集群。11 月 2 日，工信部印发《人形机器人创新发展指导意见》，明确提出：“至 2025 年，大脑、小脑、肢体等一批关键技术取得突破，整机产品达到国际先进水平并实现批量生产，在特种、制造、民生服务等场景得到示范应用”。本次指导意见为继 9 月份《2023 年未来产业创新任务揭榜挂帅工作》后的又一重磅方案，也是国家层面首个仅针对人形机器人政策方案，对人形机器人的量产与应用时间做出了明确指引，重点部署了关键技术、产品培育、场景拓展、生态营造、支撑能力五方面内容。指导意见对于人形机器人的硬件和软件都提出了重点发展方向和目标，政策支持下国内人形机器人产业链有望快速补齐关键技术及核心部件短板，产业链发展有望提速。

**图110 近期我国主要机器人行业政策梳理**

发布单位	公告名称	日期	公告内容
工信部等十七部门	《“机器人+”应用行动实施方案》	2023年1月18日	到 2025 年，制造业机器人密度较 2020 年实现翻番，服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升，机器人促进经济社会发展高质量发展的能力明显增强。开展从机器人产品研制、技术创新、场景应用到模式推广的系统推进工作。
深圳市人民政府	《深圳市加快推动人工智能高质量发展高水平应用行动方案（2023-2024年）》	2023年5月31日	开展通用型具身智能机器人的研发和应用、加快组建广东省人形机器人制造业创新中心等。
上海市人民政府	《上海市推动制造业高质量发展三年行动计划（2023-2025年）》	2023年6月15日	增加制造业中工业机器人的使用密度，前瞻性布局人形机器人、智能机器人等赛道。
北京市人民政府	《北京市机器人产业创新发展行动方案（2023-2025年）》	2023年6月28日	到2025年北京市机器人核心产业收入达到300亿元以上，打造国内领先、国际先进的机器人产业集群。
工信部	《2023年未来产业创新任务揭榜挂帅工作》	2023年8月28日	面向元宇宙、人形机器人、脑机接口、通用人工智能4个重点方向，聚焦核心基础、重点产品、公共支撑、示范应用等创新任务，发掘培育一批掌握关键核心技术、具备较强创新能力的优势单位，突破一批标志性技术产品，加速新技术、新产品落地应用。
工信部	《人形机器人创新发展指导意见》	2023年10月20日	到2025年，人形机器人创新体系初步建立，“大脑、小脑、肢体”等一批关键技术取得突破，确保核心部件安全有效供给。整机产品达到国际先进水平，并实现批量生产，在特种、制造、民生服务等场景得到示范应用，探索形成有效的治理机制和手段。

资料来源：工信部等十七部门，各地方政府，中航证券研究所

### 3.3.1 轻量化趋势势不可挡

轻量化或将成为人形机器人应用的重要趋势。2023 年 12 月，特斯拉发布 Optimus Gen-2 视频，相较于第一代人形机器人，第二代 Optimus 在不牺牲原有结构和性能的前提下实现了减重 10kg，整体重量减少到 63kg，提升移动速度 30%以上。2024 年 11 月 28 日，特斯拉发布人形机器人 Optimus 接球演示视频，其可以稳稳接住对面抛来的网球并放下，手指灵活弯曲，展示其具备 22 自由度的灵活手正式上线。我们认为人形机器人实现轻量化可以有效的提升运动能力、提高续航时间以及提高负载性能。因此，轻量化或将成为人形机器人未来重要的发展趋势。

**图111 Optimus 二代人形机器人未来场景演示**


资料来源：Tesla，中航证券研究所

新材料新工艺助力轻量化提质增效。传统工业机器人主要使用碳素结构钢和合金结构钢作为主要材料，部分部件采用铝合金等材料，这主要是由于传统工业机器人大多在工厂使用，价格敏感度较高，同时对机械臂的载荷、承力能力等要求较高，且大多运转在运动包线以内，对平衡性、灵活性和续航能力没有过高的要求；而人形机器人需要综合考虑上述因素，因此需要选取耐磨损、高性能、价格适中的材料，传统钢、铝结构无法满足要求，因此部分非金属新材料开始进入到机器人产业应用考虑。

图112 不同类型机器人工况及材料

	工况	要求	主要使用材料
工业机器人	固定位置、运动包线以内、往复运动	价格敏感，结构强度高，承力要求高，对重量不敏感	碳素结构钢、合金结构钢、铝结构等
人形机器人	非固定位置，自由度较高，随机运动	价格相对不敏感，疲劳强度高，承力要求适中，对重量较敏感	特种塑料、镁合金、铝合金等

资料来源：机器人网，中航证券研究所

从广义上来说，“以塑代钢”指的是使用有机高分子材料替代金属材料的过程。而有机高分子材料具有较轻的质量，较高的比模量，耐温差以及耐疲劳等特性，相较于金属材料，在一些变载荷情况下适应性更强，因此我们判断有机高分子材料在人形机器人中将有广泛的应用，目前有机会应用于机器人的塑料主要是工程塑料。工程塑料包括了多种不同特性的塑料，其中聚苯硫醚（PPS）和聚醚醚酮（PEEK）作为近年来发展较为迅速、应用范围较广的工程塑料，有机会应用于人形机器人中。

图113 常用塑料、工程塑料、特种塑料示意图



资料来源：《特种工程塑料——我国拥有强势自主创新知识产权的新一代塑料急待产业化》，中航证券研究所

作为优秀的工程塑料，PPS 和 PEEK 均具有较好的性能以替代金属材料：

- **PPS 具有高阻燃性、可加工性以及较好的质感：**PPS 耐热性高(长期使用温度为 200℃-220℃,短期可承受 260℃ 的高温)，是一种机械强度、刚性、难燃性、耐化学药品性、电气特性、尺寸稳定性都优良的树脂，其具有三大优势：
  - ①**阻燃性能：**在不进行任何改性的情况下，就已经能达到 V0 级别的阻燃；
  - ②**可加工性：**其半结晶的特点使得与其复合的玻纤可以经受较低程度的剪切和挤压；
  - ③**金属质感和表面硬度：**通过合理的模具使用，可以实现表面较高的硬度以及金属般的光泽。
- **PEEK 具有耐热性、耐腐蚀性、耐磨损能力：**PEEK 具有优良的耐热性能、耐化学腐蚀性能、耐辐射性能、电性能、阻燃性能等，是一款兼具韧性和刚性的材料，其具有以下突出性能：
  - ①**耐热性：**PEEK 可以在 250℃ 长期使用，高温下仍能保持较高的强度，因此适用于高温下工作的部件；
  - ②**耐腐蚀性：**PEEK 在高温下保持较好的耐腐蚀性，在水环境中连续工作却能保持良好的力学性能；
  - ③**耐磨损能力：**PEEK 在高剂量的电离辐射下仍能保持正常工作，且在交变应力的耐疲劳性也非常优秀。

**图114 常用塑料、工程塑料、特种塑料性能对比**

特性	性能指标	指标说明	单位	特种工程塑料				工程塑料			对比结果说明
				PEEK	PTFE	PI	PPSU	PPS	POM	PA66	
刚性	拉伸模量	拉伸模量数值越大，说明刚性越好	MPa	4300	1750	3700	2450	4000	2800	1700	刚性和韧性一般呈现反比例关系，PEEK 在刚性为最好的情况下韧性并非最低，展示了其全面的机械特性
韧性	缺口冲击强度	冲击强度数值越大，说明材料的韧性越好	KJ/m <sup>2</sup>	3.5	4.5	4.5	12	2	8	4.5	
耐热	长期使用温度	值越高，通常代表该材料耐热性能越好	°C	250	260	240	180	220	115	95	除 PTFE 外，PEEK 为耐热性能最好的材料之一
耐磨	摩擦系数	摩擦系数越小，通常代表耐磨性越好	-	0.4	0.15	0.4	0.45	0.5	0.52	0.5	除 PTFE 外，PEEK 为耐磨性能最好的材料之一
耐腐蚀	耐化学性能	值越大，说明材料的耐化学性能越好	-	9.27	9.9	8.4	7.78	9.33	7.58	7.25	PEEK、PTFE、PPS 均为耐腐蚀性最好的材料
电性能	介电强度	值越大，说明材料的绝缘性能越好	KV/mm	24	11	28	26	18	20	27	PEEK 绝缘性能与其他工程塑料无明显差距

资料来源：中研股份招股说明书，中航证券研究所

具体到机器人应用，我们认为 PPS 和 PEEK 在人形机器人中应用有所不同，由于 PPS 具有性价比高、易加工以及表面质感较好等特点，因此在表面件、普通非承力件以及其他大型件上主要使用 PPS 以及其他塑料；而由于 PEEK 单价价高，且具有耐腐蚀、高温以及交变载荷下力学性能好等特点，主要应用于结构件、关键承力件以及特殊高温环境下的专用机器人中，用量虽然不大，但是价值量较高。

**图115 PEEK 单价较高**

特种工程塑料	2022年国内市场价格 (万元/吨)
PTFE	4.7
PSU	9.11
PPS	4.3
PEEK	33.7

资料来源：中研股份招股书，中航证券研究所

PEEK 加工难度较 PPS 更高，非金属增材制造具备加工优势。由于 PEEK 熔点较高且熔融后具有较高的黏度，高温流动性较差，易发生热量堆积，且难以使用复合方法对其进行改性。因此传统工艺无法解决其加工过程中刀具磨损和热量堆积导致开裂的问题。而采用增材制造来加工 PEEK 材料就成为了重要选择，华曙高科开发的 SLS Flight 快速成型技术，可以使用较高功率的激光头对 PEEK 材料进行熔融，有效解决了因其较高的结晶速率导致的错位问题，具有较高的技术壁垒。

图116 华曙高科 UT252P 设备打印 PEEK 材料

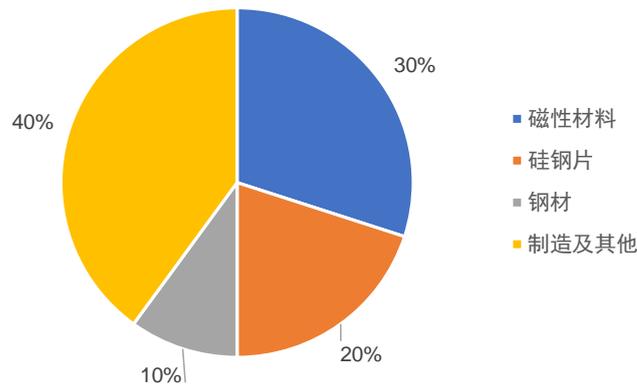


资料来源：华曙高科，中航证券研究所

“以塑代钢”从根本上解决了机器人材料过重带来的续航和灵活性问题，从而有效地控制机器人的重量。因此从“以塑代钢”角度，我们建议关注特种塑料及其原材料供应商：中研股份、新瀚新材、中欣氟材、沃特股份等。

### 3.3.2 钕铁硼拓展新增长极

钕铁硼永磁电机切入人形机器人应用，下游应用拓展为钕铁硼需求端提供新增量。永磁同步电机为机器人伺服电机中的核心零部件，其主要由定子、转子和端盖等部件构成，定子包括定子铁芯和定子铜线绕组，转子的核心是永磁磁芯。据立新电机数据显示，磁性材料为永磁同步电机中第一大材料成本，占比约为 30%。由于高性能钕铁硼永磁材料具备较高的磁能积，且钕铁硼永磁同步电机相较其他永磁电机体积更小，因此无论在性能还是工作效率方面都是永磁同步电机中的最优选。人形机器人中的伺服电机也将大概率采用钕铁硼永磁同步电机方案，钕铁硼永磁材料也因此切入崭新的应用端。

**图117 永磁同步电机成本结构拆分**


资料来源：立新电机，中航证券研究所

钕铁硼永磁材料生产企业与客户合作研发磁组件，产业链重心向下游延伸。据金力永磁公告，磁组件为磁性材料（钕铁硼等）与金属、非金属等材料通过粘接、注塑等工艺装配而成的组合件，其价值量和盈利性相较钕铁硼磁钢产品更高。金力永磁于2023年下半年公告拟投资建设“墨西哥新建年产100万台/套磁组件生产线项目”，该项目的建设投产有助于满足公司客户在人形机器人领域磁组件的非标准化订单需求，同时公司业务也向产业链下游延伸，能够与客户建立和保持稳固的关系。

未来人形机器人产业化提速或为钕铁硼行业提供需求增长机遇。据中航证券先进制造组测算，每台Optimus人形机器人中含有钕铁硼永磁材料的部件包括14个旋转关节及14个直线关节中共计28个无框力矩电机，以及2个手部关节中共计12个空心杯电机，钕铁硼永磁电机数量总计40个。我们假设单个电机的钕铁硼磁钢用量约为100g，则单台Optimus人形机器人的钕铁硼磁钢用量约为4kg，若以年产100万台Optimus计算，新增的钕铁硼磁钢年化需求达4000吨。在特斯拉的引领下，国内人形机器人产业也已迎来“从0到1”的高速发展期，同时政策指明特种服务、制造业、民生三大示范场景，擘画2027深度融合实体经济，未来机器人产业化发展机遇可期。在此背景下，基于我国稀土永磁行业已具备较大的产业优势，国内钕铁硼磁钢占据全球大部分产量，在特斯拉人形机器人和国内机器人产业的共同加速发展下，钕铁硼永磁材料的应用具备发展确定性。建议关注具备规模化供应能力的钕铁硼磁钢头部生产企业：金力永磁、宁波韵升、正海磁材等。

图118 特斯拉 Optimus 机器人参数



资料来源：特斯拉，中航证券研究所

图119 小鹏 PX5 初步应用场景包括工厂生产与门店销售

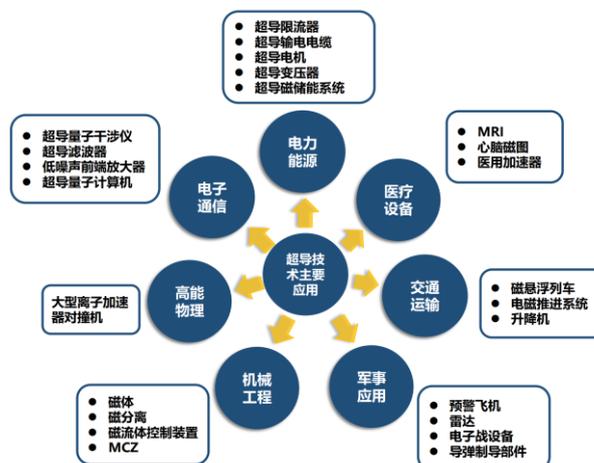


资料来源：小鹏，中航证券研究所

### 3.4 超导技术应用驶向星辰大海

根据我们前序发布的《超导材料专题报告（二）：超导技术应用驶向星辰大海》，目前已实现产业化的超导材料包括低温超导和高温超导两大类，经过数十年的潜心发展，我国已成为国际超导材料和应用技术研发的中坚力量，目前已基本掌握了各种实用化超导材料的制备技术，实现了低温超导材料的商业化生产。据《中国新材料产业发展报告》，目前国内超导市场以低温超导为主，低温超导材料及应用占超导市场总量的 90%以上，高温超导材料仍处于商业化初期，未来超导技术的应用空间是星辰大海。

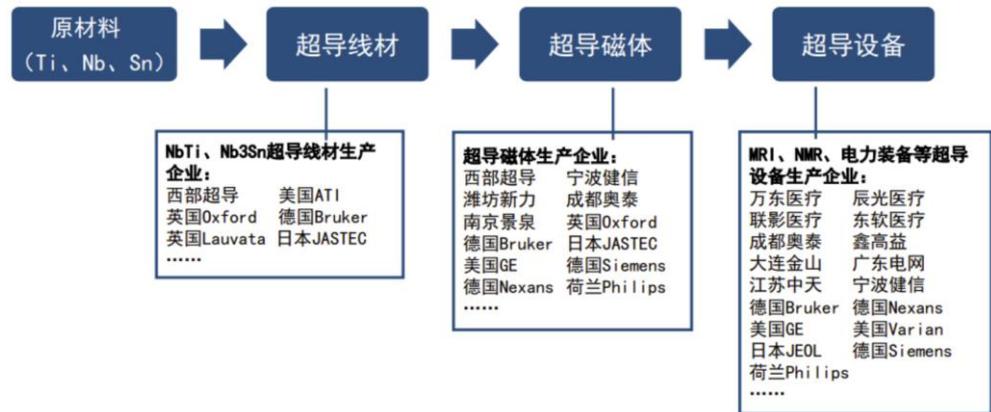
图120 超导技术主要应用场景



资料来源：前瞻产业研究院，中航证券研究所

以铌基超导材料 (NbTi 和 Nb<sub>3</sub>Sn) 为主的低温超导材料具有优良的机械加工性能和超导电性, 是目前最主要的实用化超导材料。低温超导下游终端行业主要为各类超导设备, 随着磁共振成像仪 (MRI)、磁控直拉单晶硅技术 (MCZ)、核磁共振谱仪 (NMR)、质子加速器、核聚变实验堆等领域的发展, 市场空间广阔。

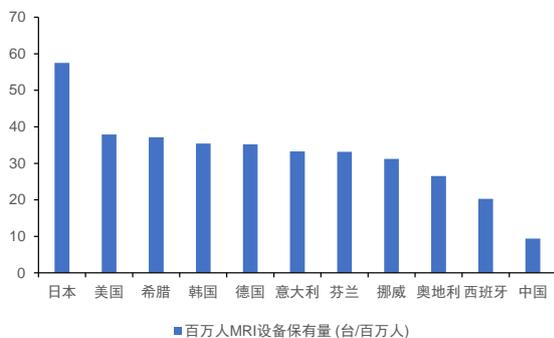
图121 低温超导产业链及相关企业



资料来源: 西部超导招股书, 《中国新材料产业发展报告 2020》, 各公司公告, 中航证券研究所

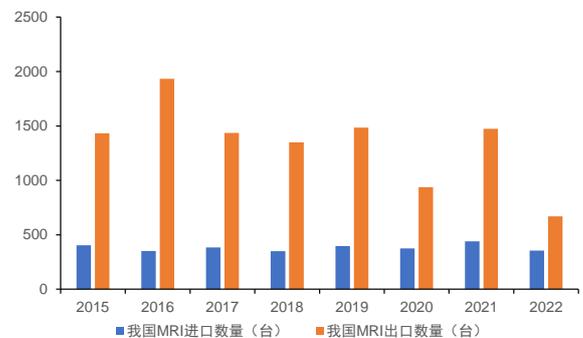
磁共振成像仪 (MRI) 是当前低温超导材料下游主要的应用领域之一, 目前我国人均 MRI 拥有量与发达国家仍存在较大差距, 需求缺口尚存。医用 MRI 作为医学影响诊断中心等医疗机构的基本配备要求, 其中长期市场的发展具有较强确定性。据华经情报网, 2022 年我国每百万人口 MRI 拥有量仅约 9.38 台, 远低于日本的 57.4 台, 美国、希腊、韩国、德国、意大利、芬兰和挪威等国的百万人 MRI 设备保有量均在 30 台以上, 我国 MRI 拥有量和欧美发达国家相比仍存在较大缺口。MRI 设备进口方面, 目前我国主要从德国、荷兰等地进口高端 MRI 设备, 进口数量少, 但相对货值较高, 未来高端 MRI 市场的国产替代空间广阔。

图122 2022 年全球部分国家 MRI 设备人均保有量



资料来源: 华经情报网, 中航证券研究所

图123 2015-2022 年我国 MRI 设备进出口数



资料来源: 海关总署, 中航证券研究所

以 GE、飞利浦和西门子为首的外资品牌占据超导型 MRI 设备的大部分份额，国内份额有待提升。目前国内超导 MRI 设备厂商有联影、东软、贝斯达、朗润、奥泰、安科、万东等，此类企业技术日渐成熟，产品质量和性能已接近进口设备，未来市场份额有望逐渐上升。国产超导 MRI 设备份额的提升也将持续稳步拉动对 NbTi 低温超导磁体的需求。

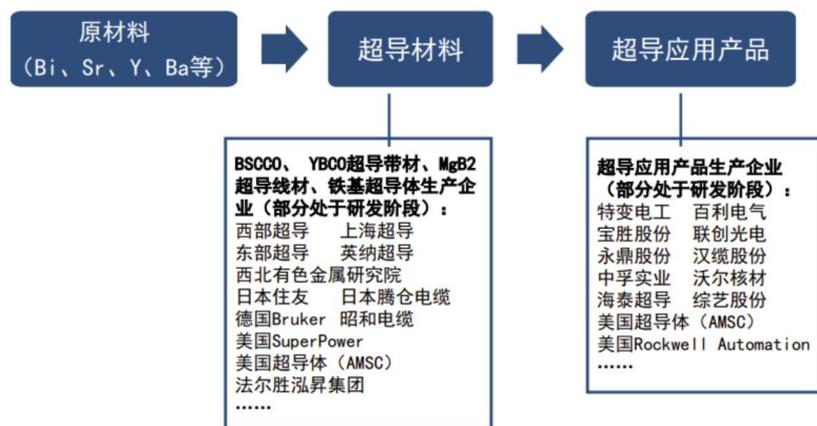
图124 我国核磁共振设备厂家梯队



资料来源：沙利文，中航证券研究所

目前具备实用价值的高温超导材料主要包括铋系（BSCCO）、钇系（YBCO）、二硼化镁（MgB2）及铁基超导材料等。高温超导下游应用包括多种超导应用产品，如可控核聚变装置、超导电缆、超导电机、超导限流器、超导变压器、超导滤波器、超导磁悬浮等。我国高温超导材料已步入商业化初期的起量阶段，迎来发展曙光。

图125 高温超导产业链及相关企业



资料来源：新材料在线，中航证券研究所

超导电缆是高温超导材料目前已能够实现商业化且具备发展前景的下游领域之一。超导电缆具有损耗低、截流能力大、体积小、环境污染小、电磁和噪声污染小等优点，是解决大容量、低损耗输电的重要途径之一。从电缆的应用难点来看，在城市

核心地块采用高压架空线将电能输往密集的城市负荷中心会遇到占地面积大、电磁辐射强、维护成本高等较多困难，而高温超导可被广泛应用于城市核心地块已有线路的扩容、大电流传输等场景。从电缆运营成本来看，由于城市负荷中心的电缆敷设空间非常有限，常规电缆管网繁多会导致安装维护成本提升，而超导电缆的施工成本约为传统电缆的 20%，包含制冷费用的整体运营成本约为传统电缆的 25%，且无需高压架空线，能大幅减少土地置换费用，较常规电缆有显著优势。目前我国已在上海、深圳、苏州等多个城市建设了高温超导电缆示范工程，并在负荷热点区域实现运行。

**图126 我国主要高温超导电缆示范工程**

工程名称	主办团队	建设地	验收/投入使用时间	超导材料类别	工程内容
大电流高温超导直流电缆的关键技术与工程示范	中科院电工所、河南中孚实业股份有限公司	河南	2013年4月	BSCCO	长度达360米、载流能力达10千安的高温超导直流输电电缆在我国研制成功，并在河南中孚实业股份有限公司顺利投入工程示范运行。针对超导电缆低温杜瓦管加工长度有限的问题，首次提出了“分段设计、插接集成”的思路和技术方案，通过采用标准化接口和双层夹套真空密封连接技术，可以实现任意长度超导电缆的连接，为长距离超导电缆研制奠定了基础。
10千伏三相轴高温交流超导电缆示范工程	南方电网深圳供电局	深圳	2021年9月	YBCO	一根10千伏三相轴高温交流超导电缆，相当于一根常规110千伏电缆的电量输送能力，且其输电损耗几乎为零。系统性解决了三相轴超导电缆总体设计、低温杜瓦管连续焊接成型、失超保护研制、电磁环网高可靠性运行方式等核心技术难题，实现了关键技术自主可控，填补了相关国内技术空白。超导电缆应用于实际电网中，有望“一揽子”解决电网建设用材难、电网负荷需求持续增长、城市输配电走廊趋于饱和等诸多问题和挑战。
35千伏公里级超导电缆示范工程	上海超导科技有限公司	上海	2021年12月	YBCO	工程建设35千伏超导电缆线路，替代原有4回共计12根35千伏常规电缆，联结两座220千伏变电站，总长1.2公里，额定电流2200安培，额定容量133兆伏安，采用全程排管敷设工艺，是目前世界上距离最长、输送容量最大的35千伏超导电缆输电工程，为上海地区约4.6万用户供电。
10千伏庞东直流中心站高温超导直流电缆工程	苏州吴江区政府、国网苏州供电公司、永鼎股份	苏州	2023年11月	YBCO	2023年11月20日，国内首条高温超导低压直流电缆在江苏苏州并网投运，填补了超导电缆在国内低压直流系统的应用空白。该工程在国内率先应用正负极同轴的冷绝缘高温超导直流电缆，使用了苏州本地企业自主研发生产的钇钡铜氧（YBCO）第二代高温超导带材，实现了超导电缆系统核心材料的国产化替代，具有电流密度大、传输损耗小、占地少、环境友好等优点。

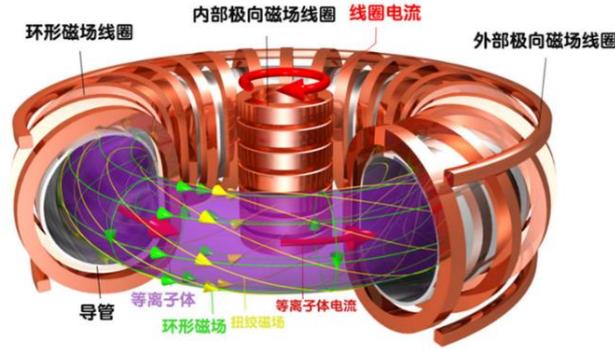
资料来源：国务院国有资产监督管理委员会，中国科学院，江苏电力报，上海超导，贤集网，深圳特区报，新华网，中航证券研究所

全球高温超导电缆市场规模有望保持增长，未来超导带材持续降本有望进一步打开市场需求空间。据贝斯哲咨询，2022年全球超导电缆市场规模达到 20.65 亿元，预计到 2028 年全球超导电缆市场规模将达到 54.07 亿元，2022-2028 年 CAGR 为 17.4%。当前国内超导电缆商业化推进仍聚焦于示范工程项目，阻碍超导电缆实现快速大规模商业化的原因在于高温超导材料价格较为昂贵，超导电缆较高的硬件成本会削弱对常规电缆的替代动力。目前国内上海超导、上创超导、东部超导（永鼎股份全资子公司）等公司已具备较为成熟的第二代高温超导材料制造技术，但未来仍迫切需要进一步研究能产业化生产低成本、高性能高温超导带材的制备工艺。随着 YBCO 高温超导带材的产业化推进和相应的单位降本逐步兑现，超导电缆市场有望实现从示范项目到商业化应用的跨越，未来高温超导电缆市场的商业化序幕也将随之拉开。

可控核聚变领域有望成为未来超导材料的主要应用增长极。当今实现可控的磁约束聚变需要依赖于超导托卡马克装置，其中超导体为聚变的稳态运行提供核心的支撑作用。由于超导体的零电阻特性使其能承载高电流密度，托卡马克装置中的超导磁体在通电后产生的环形磁场能维持聚变反应的长时间稳态运行，因此超导材料在其中

的应用至关重要。

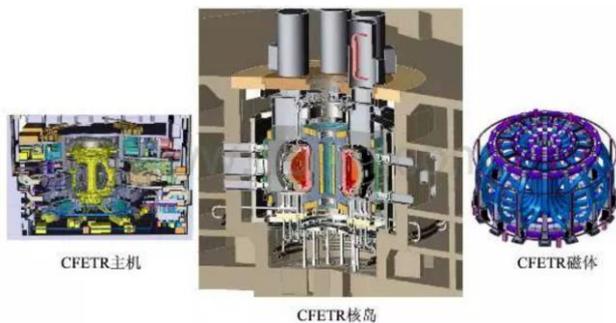
图127 托卡马克装置构成及电流和环形磁场示意



资料来源：The Kharkiv Times，中航证券研究所

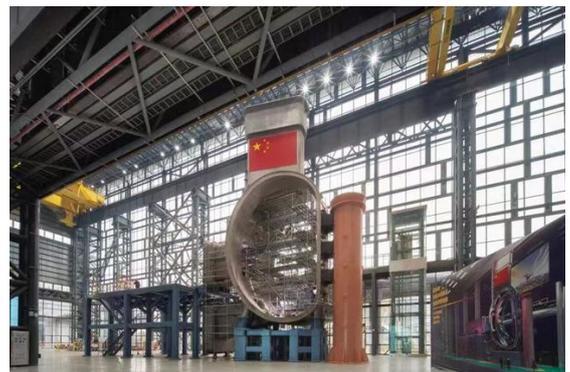
我国在 40 余年的可控核聚变研究中已取得了长足进展，当前已跻身世界磁约束受控聚变研究前沿，期间超导材料的应用革新也日新月异。纵观我国可控核聚变中对超导材料的应用进程：①实验装置 HT-7 和 EAST 均采用了 NbTi 低温超导线圈，为未来聚变堆发展提供物理研究和工程技术保障；②在 ITER 实验堆阶段，西部超导代表我国承担了相关 NbTi 和 Nb<sub>3</sub>Sn 线材的供应，为 ITER 计划的顺利推进做出了重要贡献；③工程堆 CFETR 阶段，Bi-2212 铋系高温超导材料与 NbTi、Nb<sub>3</sub>Sn 低温超导体并行，高温超导材料已开始应用于托卡马克装置的建设。当前，诸如中科院合肥物质院等离子体所、联创光电、能量奇点、星环聚能等企业已置身于对高温超导托卡马克装置的技术研究和设计之中，第二代高温超导材料 YBCO 带材有望导入应用，未来托卡马克装置将有望对低温和高温超导材料形成万吨级的增量市场需求。

图128 中国聚变工程实验堆（CFETR）



资料来源：中科院等离子体所装置主机工程研究室，中航证券研究所

图129 聚变堆主机关键系统综合研究设施（CRAFT）



资料来源：文汇网，中航证券研究所

国际最大的大型超导磁体动态性能测试系统于合肥建成。2024 年 12 月 29 日，由中国科学院合肥物质院等离子体所建设运行的国家重大科技基础设施“聚变堆主

机关键系统”子系统“聚变工程堆中心螺管系统”完成首轮测试实验，最大测试电流达到稳态 48kA。该设施达到总储能 406.7MJ、可用测试磁体内径 1500 毫米、最高场强 12T、接头电阻 0.1 纳欧，全面达到设计指标，成为国际尺寸最大、实验条件最完善的大型超导磁体动态性能测试系统。“聚变工程堆中心螺管系统”目标是建成大型超导磁体及实验系统，开展针对未来聚变工程堆运行工况下，超导中心螺管磁体强电磁场、高压快速变化、系统可靠性等系列实验，为我国聚变工程堆建设奠定坚实基础和获得充分的运行工况数据。聚变工程堆中心螺管系统的建成，不仅能为未来聚变堆提供良好的实验条件，同时也为低温、材料、凝聚态物理、超导应用等其他领域提供一流的大型测试平台。

**图130 聚变工程堆中心螺管系统**



资料来源：中国科学院，中航证券研究所

当前已得到产业化的低温超导（NbTi、Ni<sub>3</sub>Sn）和处于商业化初期的高温超导（YBCO 等）材料均具备十分广阔的应用前景，目前多个下游应用领域正处于应用初期或从 0 到 1 的商业化突破阶段，超导技术终端应用的发展将极大地满足一国的安全需求、社会发展需求、能源战略需求。随着超导产业进展频频，相关材料和应用领域的探索和突破将吸引更多科研力量的投入，有望加速推进现有超导材料的产业化进程。我们建议着重关注两大环节投资机会：

- 超导材料生产端，建议关注具有高温、低温超导材料产业化能力的相关上市公司：永鼎股份（YBCO 高温超导带材生产+应用）、上海超导（YBCO 高温超导带材生产，当前已完成上市辅导备案）、西部超导（NbTi、Nb<sub>3</sub>Sn 低温超导龙头厂商）；
- 超导技术应用端，建议关注下游各个应用领域的设备商：联创光电（高温超导应用解决方案、超导感应加热设备生产商）、国光电气（托卡马克装置零部件生产商）、联影医疗（MRI 设备生产商）。

## 四、风险提示

- **原材料价格波动风险：**需留意相关原材料价格波动风险，企业未能及时原料传导成本或一定程度侵蚀产品利润；
- **企业募投项目不及预期：**目前多数相关上市企业具有在建募投项目，需留意项目变更和推进不及预期的风险；
- **行业竞争加剧风险：**部分行业中竞争对手扩产幅度较大，需留意行业整体竞争加剧风险；
- **终端需求增长不及预期：**需留意终端需求不及预期风险；
- **产业技术路线变更风险：**需留意因下游技术路径变更导致材料或工艺被替代的风险；

### 公司的投资评级如下:

买入: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数涨幅 10%以上。  
增持: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数涨幅 5%~10%之间。  
持有: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数涨幅-10%~+5%之间。  
卖出: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数跌幅 10%以上。

### 行业的投资评级如下:

增持: 未来六个月行业增长水平高于同期沪深 300 指数。  
中性: 未来六个月行业增长水平与同期沪深 300 指数相若。  
减持: 未来六个月行业增长水平低于同期沪深 300 指数。

### 研究团队介绍汇总:

中航证券新材料团队: 擅长新材料和宏观周期研究, 依托中航工业集团强大产业背景, 研究体系重点围绕航空新材料, 并逐步拓展至新能源材料、轻量化材料等, 形成赛道型产业链覆盖和跟踪, 注重投研一体, 形成业务层面一二级市场协同。

### 销售团队:

李裕淇, 18674857775, liyuq@avicsec.com, S0640119010012  
李友琳, 18665808487, liyoul@avicsec.com, S0640521050001  
曾佳辉, 13764019163, zengjh@avicsec.com, S0640119020011

### 分析师承诺:

负责本研究报告全部或部分内容的每一位证券分析师, 再次申明, 本报告清晰、准确地反映了分析师本人的研究观点。本人薪酬的任何部分过去不曾与、现在不与、未来也将不会与本报告中的具体推荐或观点直接或间接相关。

风险提示: 投资者自主作出投资决策并自行承担投资风险, 任何形式的分享证券投资收益或者分担证券证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。

### 免责声明:

本报告由中航证券有限公司(已具备中国证券监督管理委员会批准的证券投资咨询业务资格)制作。本报告并非针对意图发送或为任何就发送、发布、可得到或使用本报告而使中航证券有限公司及其关联公司违反当地的法律或法规或可致使中航证券受制于法律或法规的任何地区、国家或其它管辖区域的公民或居民。除非另有显示, 否则此报告中的材料的版权属于中航证券。未经中航证券事先书面授权, 不得更改或以任何方式发送、复印本报告的材料、内容或其复本给予任何其他人。未经授权的转载, 本公司不承担任何转载责任。

本报告所载的资料、工具及材料只提供给阁下作参考之用, 并非作为或被视为出售或购买或认购证券或其他金融票据的邀请或向他人作出邀请。中航证券未有采取行动以确保于本报告中所指的证券适合个别的投资者。本报告的内容并不构成对任何人的投资建议, 而中航证券不会因接受本报告而视他们为客户。

本报告所载资料的来源及观点的出处皆被中航证券认为可靠, 但中航证券并不能担保其准确性或完整性。中航证券不对因使用本报告的材料而引致的损失负任何责任, 除非该等损失因明确的法律或法规而引致。投资者不能仅依靠本报告以取代行使独立判断。在不同时期, 中航证券可发出其它与本报告所载资料不一致及有不同结论的报告。本报告及该等报告仅反映报告撰写日分析师个人的不同设想、见解及分析方法。为免生疑, 本报告所载的观点并不代表中航证券及关联公司的立场。

中航证券在法律许可的情况下可参与或投资本报告所提及的发行人的金融交易, 向该等发行人提供服务或向他们要求给予生意, 及或持有其证券或进行证券交易。中航证券于法律容许下可于发送材料前使用此报告中所载资料或意见或他们所依据的研究或分析。

联系地址: 北京市朝阳区望京街道望京东园四区 2 号楼中航产融大厦中航证券有限公司

公司网址: www.avicsec.com

联系电话: 010-59219558

传 真: 010-59562637