

金属新材料

新材料 2023 年年度策略：花开未有期，守候真成长

■ 当今世界正经历百年未有之大变局，地缘环境巨变、内外商贸摩擦、供应链体系重构和疫情等因素，对全球经济社会发展带来了诸多不确定性。“安全稳定”、“自主可控”成为了我国产业未来发展的明晰路径以及主要的投资逻辑。站在当前时点，尽管稳增长仍为国内交易主线，但经济复苏的效果仍需等待后防疫时代宏观政策的落地而得到进一步确认。我们认为主线缠绕式演绎将成为市场的主要风格，基于国家战略指引和外部环境变化，以及当下赛道型产业链投资风格，在应用场景下重新定义新材料将更具投研价值，以下投资方向值得密切关注：

■ **航空航天新材料-时期交界点，重结构轻总量**：“十四五”规划提出了加快国防和军队现代化建设，实现富国和强军相统一的新时代军事战略方针，装备力量的提升是增强国防实力的重要切入点。受益于国内航空产业“先军后民”的放量周期，航空新材料将具备更为稳定可靠的需求保障；同时无人机、航天等新增长极的爆发，有望成为相关材料企业发展的新增量。叠加国产替代不断加速的大背景下，高温合金、钛合金、碳纤维等关键新材料需求有望延续高质量增长，能够实现军民两用的航空航天新材料企业将在未来享有更长的高景气窗口。站在业绩高速增长向稳定发展过渡的时期交界点，针对当前市场疑虑，我们提出“30%不弱于50%”、“优势竞争格局≠垄断竞争格局”；我们强调，需重视航空航天产业链长期战略配置价值，用战略层面的坚定战胜产业层面阶段性成长疑虑。建议关注受益于航空航天下游需求增量的相关新材料核心标的：
1) 钛合金：西部超导、西部材料；2) 高温合金：图南股份、西部超导、隆达股份、钢研高纳和抚顺特钢；3) 碳纤维复合材料：中简科技、中复神鹰、光威复材、佳力奇（已过会）；

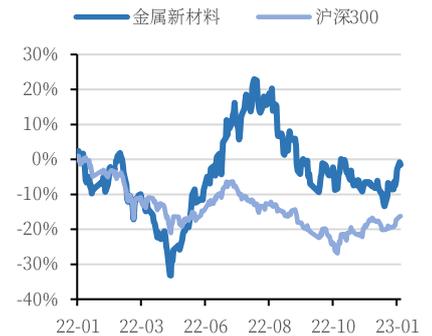
■ **政策再平衡下，挖掘能源材料中的细分赛道机会**：近一年来，多因素造成全球能源危机频发，国内重新扶正了煤炭、火电等传统能源的地位和战略作用，新能源更多开始强调增强消纳能力，增加有效输出，同时停滞多年的核电建设也重新加速。稳定和安全的能源供应是经济社会正常运转的前

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

联系电话：021-2356 3561

邮箱：dengke@avicsec.com

相关研究报告

航空新材料 2022 年 Q3 总结-时期交界点，重结构轻总量 —2022-11-06

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

提，二十大报告也着重强调了能源安全的重要性。当前地缘政治局势依然紧张，能源格局已经重塑，因此在当下能源政策纠偏，能源结构重回“新旧平衡”稳步发展的过程中。顺应新的发展趋势，相关材料的需求也将产生，因此我们倾向于寻找具备产业政策支持且基本面向好的自主可控细分领域。建议关注新能源材料：1) 全产业链自主可控的稀土行业，包括上游资源端中国稀土、北方稀土、广晟有色和厦门钨业，以及中游钕铁硼永磁材料生产商金力永磁、中科三环、宁波韵升、大地熊；2) 具备国际竞争力的金属软磁材料，包括铂科新材（金属磁粉芯）、云路股份（非晶合金）。另外建议关注传统能源行业中有望受益于油气及核电领域景气度提升的久立特材（高端不锈钢管）和应流股份（高端装备零部件）；

- **重视前沿轻量化工艺和具备战略资源属性的轻量化材料：**轻量化是在给定的边界条件下，实现结构自重的最小化，同时满足一定的性能和可靠性要求。除了产品结构优化设计之外，轻量化工艺和轻质化材料是其主要内涵，同时要实现最终的商业化应用，也需要考虑成本因素。由于轻量化应用的普遍性以及其带来的直接和潜在增量价值，应给予足够的重视。建议关注金属增材制造，作为新型工艺路线，具有较高技术门槛，航空航天等下游领域需求旺盛，标的包括铂力特、华曙高科（即将上市）；另外建议关注具备战略资源属性和广阔需求替代空间的镁合金赛道，标的包括云海金属、三祥新材。
- **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、下游需求增长不及预期、产业技术路线不明确等。



正文目录

一、 稳增长中发掘真成长材料赛道	9
二、 航空航天新材料	10
2.1 前言-时期交界点, 重结构轻总量	10
2.2 航空新材料方兴未艾	11
2.2.1 航空装备建设刻不容缓	11
2.2.2 军用航空蓬勃发展	14
2.2.3 商业航空开启新篇章	15
2.2.4 航空新材料渗透持续加速	16
2.3 航天新材料步入景气周期	19
2.4 钛合金	23
2.4.1 产业链概览	23
2.4.2 海绵钛价格有望下行	24
2.4.3 钛材行业蓬勃发展	27
2.5 高温合金	30
2.5.1 产业链概览	30
2.5.2 成本端压力有望缓解	33
2.5.3 行业发展长坡厚雪	36
2.6 碳纤维复合材料	38
2.6.1 行业简介	38
2.6.2 产业竞争格局	39
2.6.3 下游需求高增	43
2.6.4 行业发展趋势	46



2.7 小结	46
三、 能源材料	47
3.1 稀土及稀土永磁材料	48
3.1.1 稀土	48
3.1.2 稀土永磁材料	51
3.2 金属软磁材料	56
3.2.1 金属磁粉芯	57
3.2.2 非晶合金	61
3.3 油气及核电领域用材	64
四、 轻量化工艺及材料	67
4.1 金属增材制造	68
4.1.1 行业介绍	68
4.1.2 产业竞争格局	70
4.1.3 下游领域不断拓展	72
4.2 镁合金材料	78
4.2.1 发展前景可期	78
4.2.2 不利因素迎转变契机	80
4.2.3 镁合金消费将保持可观增速	82
五、 风险提示	85

图表目录

图 1 航空航天新材料上市公司历年及一致预期归母净利润增速.....	10
图 2 我国 2015-2022 年国防支出	12
图 3 2015-2021 年各国国防支出占同期 GDP 平均比重.....	12
图 4 我国年度国防费构成	12
图 5 航空装备细分市场占比	13
图 6 航空产业未来重点发展项.....	14
图 7 歼-20、运-20、直-20	14
图 8 2021 年中美两国军机数量对比（架）	14
图 9 C919 大型客机首架总装下线.....	15
图 10 C919 采用的先进技术图解	15
图 11 2022-2041 年中国民航新增客机预测（架）	16
图 12 C919 全机材料使用示意图	16
图 13 主要航空新材料用途及应用占比.....	17
图 14 海外飞机复合材料结构重量占比不断提升	17
图 15 波音飞机钛含量随年代的变化	17
图 16 军用飞机部分结构材料用量比例	18
图 17 民用飞机部分结构材料用量比例	18
图 18 航空发动机选材图解.....	19
图 19 我国主要航天产业参与主体.....	20
图 20 我国军费、装备费用以及航天防务费用增速情况.....	20
图 21 钛合金及高温合金在航天领域的应用情况	21
图 22 碳纤维企业在航天领域的应用情况	22
图 23 各上市公司披露的有关于航天领域的参与情况.....	22
图 24 钛合金产业链梳理.....	24
图 25 部分海绵钛分级指标及 2022 年均价	25
图 26 镁锭含税现货均价走势.....	25
图 27 海绵钛(≥99.6%)含税现货均价走势	25
图 28 我国历年海绵钛产量及增速.....	26
图 29 2021 年我国主要海绵钛生产企业产量	26
图 30 2022 年国内海绵钛月度产量及开工率	26
图 31 各海绵钛生产企业新增扩产规划	27
图 32 我国钛材产量	28
图 33 我国各类钛材产量所占比例.....	28
图 34 钛材国内销量、净出口量（吨）及增速	28

图 35 2021 年我国钛加工材下游消费结构占比	28
图 36 细分行业钛材消费量变化趋势	29
图 37 国内航空航天钛材销量	29
图 38 国内主要钛材加工企业产能、产量及产品特点情况	29
图 39 高温合金分类	31
图 40 变形高温合金产业链梳理	32
图 41 铸造高温合金产业链梳理	32
图 42 高温合金下游细分行业消费占比	33
图 43 高温合金在航空发动机中使用图示（标红部分）	33
图 44 电解镍(Ni99.90)现货含税均价	33
图 45 LME 镍价格走势	34
图 46 美国 2 年期国债收益率	35
图 47 LME 镍历年总库存	35
图 48 国内领先高温合金企业对比	37
图 49 碳纤维的具体分类	39
图 50 全球碳纤维行业发展历程	40
图 51 我国碳纤维行业发展历程	40
图 52 碳纤维中间体及对应的领域应用	41
图 53 碳纤维产业链产品价值逐级提升(单位：元/公斤)	41
图 54 碳纤维产业链	41
图 55 碳纤维积木式验证体系	42
图 56 航空碳纤维企业重大合同订单情况	42
图 57 头部高端小丝束企业扩产节奏	43
图 58 2021 年我国各领域碳纤维需求量占比	43
图 59 中国 vs 全球航空航天碳纤维占比	43
图 60 民用航空碳纤维需求预测	44
图 61 无人机用碳纤维需求预测	45
图 62 稀土产业链相关标的梳理	49
图 63 2021 年全球各国稀土储量占比	49
图 64 我国矿产分布图	49
图 65 近年来全球/我国稀土矿产量情况	50
图 66 我国稀土产品进出口量及增速	50
图 67 2022 年度我国各大稀土集团开采、冶炼分离指标配额	51
图 68 主要的几类稀土功能材料	52
图 69 2020 年全球稀土材料消费领域结构占比	52
图 70 三代稀土永磁材料	52
图 71 近年来我国主要高性能钕铁硼生产商毛利率	53

图 72 各企业研发投入对比.....	53
图 73 2020-2026 年各企业未来产能扩增测算（吨）	54
图 74 2020 年全球高性能钕铁硼永磁材料下游消费结构	54
图 75 汽车有多处部件涉及到稀土的应用	55
图 76 全球及我国新能源车销量及渗透率	55
图 77 全球及我国新能源车钕铁硼用量	55
图 78 常见的金属软磁粉芯与铁氧体软磁材料比较表.....	57
图 79 四类不同的磁芯性能及特征对比	58
图 80 金属软磁材料产业链.....	58
图 81 电感在光伏逆变器中的应用	59
图 82 2021-2030 年我国逆变器功率密度变化趋势（单位：kW/kg）	60
图 83 2021-2025 年我国光伏新增装机量预测（单位：GW）	60
图 84 铂科新材募投项目概况.....	61
图 85 非晶合金薄带制作流程.....	61
图 86 节能效果对比表	62
图 87 非晶合金薄带国际市场占有率（2019）	62
图 88 非晶合金薄带国内市场占有率（2019）	62
图 89 2020-2025 年我国非晶合金变压器装机量预测.....	63
图 90 2022-2025 年我国电网变压器对非晶合金带材的需求预测	63
图 91 布伦特原油（ICE）期货结算价（美元/桶）	64
图 92 天然气(NYMEX)期货结算价(美元/百万英热单位).....	64
图 93 核电站原理流程图.....	65
图 94 我国历年核电机组核准数（台）	65
图 95 我国历年核电机组运行数量.....	65
图 96 我国历年核电装机容量.....	65
图 97 久立特材现有项目建设进程.....	66
图 98 应流股份生产的泵及阀门零件具体产品及应用情况.....	67
图 99 增材制造技术	68
图 100 蜂窝点阵结构.....	68
图 101 Aeon1 发动机.....	69
图 102 3D 打印大大缩短 Aeon1 火箭发动机开发周期	69
图 103 法国赛峰一体化成型发动机外壳	69
图 104 增材制造与传统工艺对比	70
图 105 增材制造产业链图.....	71
图 106 增材制造主要参与者及重要环节	72
图 107 增材制造全球市场规模.....	73
图 108 中国增材制造产业营收情况.....	73



图 109 全球工业级增材制造设备销售量（单位：台）	73
图 110 全球金属增材制造设备销售量（单位：台）	73
图 111 全球增材制造下游领域价值量占比	74
图 112 增材制造在航空航天领域具体产品及用途（1）	74
图 113 增材制造在航空航天领域具体产品及用途（2）	75
图 114 全球骨科医疗器械市场规模变化	76
图 115 国内骨科植入医疗器械市场规模	76
图 116 国内模具行业下游需求空间（亿元）及占比.....	76
图 117 历年国内模具行业总产值	76
图 118 原始加工条件下的设计	77
图 119 使用 3D 打印后的全新设计	77
图 120 中国换热器市场营收情况	77
图 121 轻量化材料特点及应用对比	78
图 122 我国矿产地质勘探投入开始加大	79
图 123 我国原镁产量.....	79
图 124 我国镁产品出口量.....	79
图 125 白云石冶炼金属镁工艺流程	80
图 126 镁合金产业链.....	80
图 127 汽车不同零部件使用镁合金后减重效果.....	81
图 128 镁锭、铝锭价格及镁铝比	82
图 129 我国汽车行业镁合金需求量预测	83
图 130 乘用车整车轻量化系数总体目标	83
图 131 我国主要 3C 产品产量（万台）	84
图 132 镁合金制备的机匣和壳体	84
图 133 某型雷达部件.....	84

一、稳增长中发掘真成长材料赛道

当今世界正经历百年未有之大变局，地缘环境巨变、内外商贸摩擦、供应链体系重构和疫情等因素，对全球经济社会发展带来了诸多不确定性。海外来看，2022年以来，伴随通胀压力不减，美联储加快了货币政策收紧步伐，多项指标显示需求走弱迹象，市场对全球经济衰退预期升温。虽然加息预期和俄乌冲突等风险因素已渐渐被市场消化，但地缘政治局势紧张、长期资本开支不足、资源保护主义抬头等原因，导致供需矛盾依然广泛存在，且宏观流动性持续收紧存疑，因此，预计未来全球仍将面临一段时间通胀与经济衰退共存的考验。国内来看，一方面，原材料价格普涨在2022年上半年对制造业的成本端产生了较大冲击，多数企业的盈利性受到挤压，这对加工制造企业的原料成本传导能力和稳定经营能力提出了较高的要求；另一方面，贸易摩擦升级，制裁措施的密集出台使部分产业遭受重创。“安全稳定”、“自主可控”成为了我国产业未来发展的明晰路径以及主要的投资逻辑；

长期以来，我国高端新材料发展滞后、创新能力弱，导致下游高端应用领域长久以来得不到国产材料充分自主保证。近年来在国家层面强调内循环经济为主体及自主可控的背景下，依赖进口的关键新材料国产替代化进程有望加快。尽管同类产品相比海外发达国家在质量、技术、稳定性和成材率等方面仍有较大差距，但受益于政策环境的倾斜以及军工、先进制造、新能源等终端行业景气度的持续抬升，国内相关新材料企业技术发展和业务拓展的正向循环已然开启。站在当前时点，尽管稳增长仍为国内交易主线，但经济复苏的效果仍需等待后防疫时代宏观政策的落地而得到进一步确认。考虑到某类材料对应不同下游需求，以及当下赛道型产业链投资风格，在应用场景下重新定义新材料将更具投研价值。我们认为主线缠绕式演绎将成为2023年市场的主要风格，基于国家战略指引和外部环境变化，以下几个投资方向值得密切关注：

- **航空航天新材料：**在“国家安全”的顶层战略指引下，国产化替代趋势下产业链的自主可控是我国航空航天产业的发展核心。受益于航空产业“先军后民”的放量周期，军用航空新材料将在“十四五”期间具备更为稳定可靠的需求保障；无人机、航天等新增长极的爆发，有望成为相关材料企业发展的新增量。我们强调航空航天产业链的长期战略配置价值，重点关注的细分领域包括高温合金、钛合金及碳纤维复合材料等；
- **能源材料：**在能源体系重构和强调“安全稳定”的背景下，产业体系的自主可控有望带来价值重估。随着能源政策回归“新旧平衡”，需重视处于景气周期中的新能源及传统能源相关材料——新能源材料有望随下游需求高景气而维持高速发展，建议关注稀土及高性能钕铁硼永磁材料、金属软磁材料；而传统能源行业的资本开支扩张将提振相关材料需求，建议关注油气及核电领域用材；

- **轻量化工艺和材料**：轻量化是兼顾性能与功能的解决方案，主要包含工艺轻量化和材料轻量化。增材制造作为近年来新兴的工艺路线，其短周期、轻量化、复杂结构不敏感等特点在航空航天领域快速应用；镁合金作为我国少数的在全球具备话语权的金属材料，天然具有资源战略属性，压延性好的特点也有助于其在一体化压铸领域提高渗透率。未来汽车、航空航天等领域的消费增长将有效拉动增材制造工艺和镁合金材料需求。

二、航空航天新材料

2.1 前言-时期交界点，重结构轻总量

结合过往数据以及 Wind 一致预期数据，从归母净利润增速来看，随着下游需求井喷，企业相关产能加速投放，叠加低基数，绝大多数航空新材料企业增速高峰已经在 2018-2021 年体现，这个阶段可以定义为“高速增长期”，这个阶段相关公司盈利年复合增速均值超过 50%。而随着终端下游部分装备进入稳定的批产交付阶段，以及企业产能投放增速逐步趋稳，目前航空航天新材料已逐步进入“稳定发展期”。在两个时期的交界点，市场目前主要关注两点，(1) 盈利增速下降带来的不确定性增强，(2) 龙头企业优势竞争格局被冲击。

图1 航空航天新材料上市公司历年及一致预期归母净利润增速

所处领域	证券代码	证券名称	2018	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2019-2024归母净利润增速
高温合金	600399.SH	抚顺特钢	295%	-88%	83%	42%	-34%	109%	32%	
	300034.SZ	钢研高纳	83%	46%	31%	50%	23%	45%	38%	
	300855.SZ	图南股份	76%	37%	7%	66%	33%	36%	30%	
	688231.SH	隆达股份	-	-6%	255%	102%	140%	78%	40%	
	688122.SH	西部超导	-5%	17%	134%	100%	46%	34%	28%	
钛合金	002149.SZ	西部材料	12%	2%	29%	68%	51%	39%	31%	
	600456.SH	宝钛股份	557%	70%	51%	54%	31%	34%	25%	
碳纤维	300777.SZ	中简科技	9%	13%	70%	-13%	126%	51%	25%	
	300699.SZ	光威复材	59%	39%	23%	18%	30%	27%	22%	
	600862.SH	中航高科	264%	81%	-22%	37%	31%	32%	29%	
	688295.SH	中复神鹰	-	207%	226%	227%	109%	53%	42%	

资料来源：Wind，中航证券研究所

对以上两个问题我们的理解：

- ◆ “30%不弱于 50%”：当前全球宏观经济前景仍不明朗，地缘政治形势日趋严峻，不确定性因素增多，在内外风险挑战加大的背景下，二十大报告着重强调了“国家安全”的重要性。航空航天作为衡量一个国家综合科学技术力量的重要指标，其发展水平与国家安全息息相关。回归到资本市场，航空航天由于其独特的行业

特性，研究壁垒相对较高，导致市场对其认知度和信任度一直处在相对偏低的状态。因此在盈利增速下降后，市场对板块分歧有所增大。但是我们需要看到的是，航空航天主战装备换装列装仍处于加速阶段，大量新型装备仍有待批产交付，同时国产大飞机、无人机、商用航天等新兴市场蓬勃发展，叠加内循环经济为主体的大背景下关键新材料国产化替代进程加快，航空航天新材料需求成长的持续性无需担忧。虽然由于客观原因，板块未来几年盈利年复合增速中枢将下降至 30% 左右，但这一增速背后代表的是国家意志背书的确信性和行业成熟发展后的稳定性，并且这一增速是建立在经济前景不甚明朗、通胀依然高企流动性宽松条件受限背景之下的高质量增长，因此我们认为：逐步进入“稳定发展期”的航空航天新材料板块 30% 的盈利增速并不弱于过去几年处于“高速增长期”50% 的增长；

- ◆ “优势竞争格局 ≠ 垄断竞争格局”：在航空航天材料需求爆发的初期，由于产业发展相对滞后等原因，关键材料供给不足时有发生，造成部分高端装备当中材料供应商竞争环境过于宽松。虽然从投资角度，类似“独供”的竞争环境对企业来说意味着阶段性的高壁垒和稳定性，但拘泥于一隅容易缺失竞争性和创新性，长期潜藏了业绩增速下滑的风险，因此我们看到老一代航空航天新材料龙头企业在进入“十四五”需求迸发的时代渐露疲态，而新一代材料企业则已经以崭新的姿态后来居上逐步靠近舞台中心。优势竞争格局不等于垄断竞争格局，我国航空航天新材料发展正处于入海口的的位置，有望即将驶入大海，坚实的船体结构必不可少，如同船体内部错综复杂的若干舱室，以保证船体强度、稳定性、浮力等需要，一个成熟安全的产业链同样需要各种企业相互竞争、协作，品类完整、研用结合紧密、高性能高质量有保障的新材料体系，才是终端产业发展当中不可或缺的。目前航空航天新材料生产企业在可见时间范围内仍将维持良性竞争的状态，竞合关系多于直接竞争，这也符合主管部门对供应链安全稳定的需求，在下游需求不断放大的过程中，各方不断良性融合。长期来看真正的优势竞争格局不是得天独厚而是竞争得来，而我们需要做的，是去甄别未来谁才是真正的龙头企业。

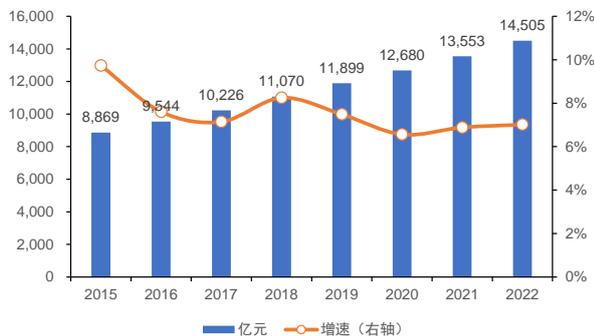
2.2 航空新材料方兴未艾

2.2.1 航空装备建设刻不容缓

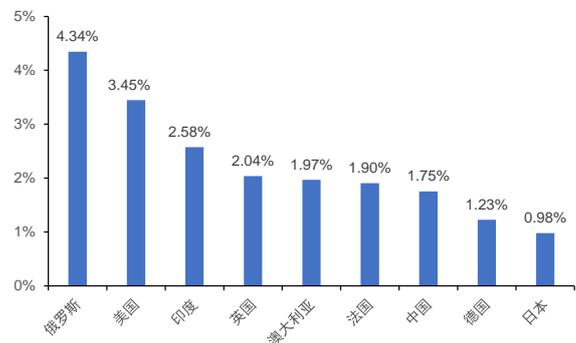
我国当前面临的不稳定性和不确定性尤为突出：反分裂斗争、国土安全和海外利益仍然形势严峻。因此，提升我国国防实力刻不容缓。“十四五”规划提出了加快国防和军队现代化，实现富国和强军相统一的新时代军事战略方针。规划中重点强调了提

高国防和军队现代化质量效益、促进国防实力和经济实力同步提升两个要点，侧面说明国防和军队的现代化建设需要从“质量”和“体量”两方面入手，因此装备力量的提升将成为增强国防实力的重要切入点，深度契合我国国防战略愿景；

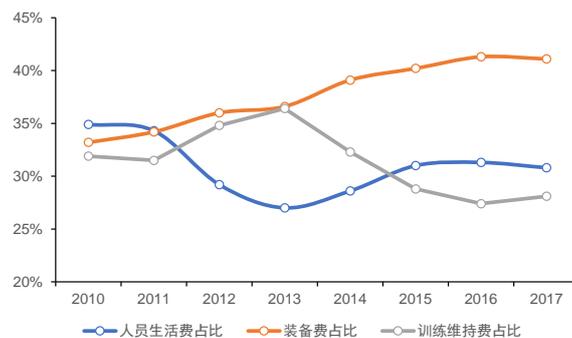
新时代中国国防和军队建设的战略目标下，国防支出逐年提升，装备费占国防费用比例一路攀升。同国家现代化进程相一致，我国须全面推进军事理论现代化、军队组织形态现代化、军事人员现代化、武器装备现代化，力争到 2035 年基本实现国防和军队现代化，到本世纪中叶把人民军队全面建成世界一流军队。我国国防支出在 2015-2021 年间 CAGR 达 7.3%，国防费占同期 GDP 平均比重为 1.75%，大幅落后美俄两国（3.45%、4.34%）。国防现代化建设需要现代化的装备，目前我国军队机械化建设尚未完成，信息化水平亟待提高，现代化水平与国家安全需求相差较大，因此急需提高装备投入。根据《新时代的中国国防》白皮书，我国装备费用在国防费用中的占比自 2010 年的 33.2% 增长至 2017 年的 41.1%。其中，空军在国家和军事战略全局中具有举足轻重的地位和作用，航空装备的质量和体量均是衡量我国装备力量的关键指标；

图2 我国 2015-2022 年国防支出


资料来源：iFinD，中航证券研究所

图3 2015-2021 年各国国防支出占同期 GDP 平均比重


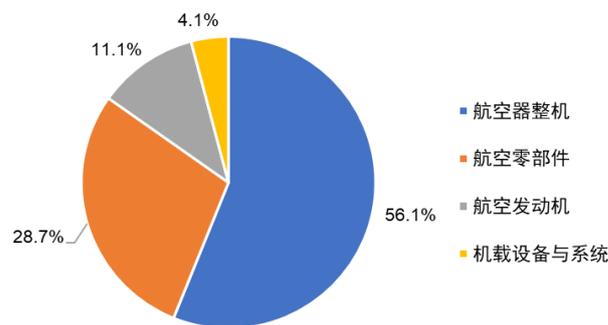
资料来源：iFinD，中航证券研究所

图4 我国年度国防费构成


资料来源：《新时代的中国国防》白皮书，中航证券研究所

航空装备是国家综合实力的体现。科索沃战争是第一次仅以空中力量打赢的战争，向世人展示了利用现代航空装备具备的远程投送、精准制导、隐蔽突防等手段摧毁一个国家的政治、经济、军事目标的能力。航空装备的质量展现了国家科技力量的强弱，而国防实力的强弱则直接与航空装备的体量挂钩。航空装备由航空器整机、航空发动机、机载设备与系统以及航空零部件四个部分组成。2019年，我国航空器整机在航空装备中占比高达56.1%，产业规模约为524亿元；其次是航空零部件，占比28.7%，产业规模为268亿元；

图5 航空装备细分市场占比



资料来源：前瞻产业研究院，中航证券研究所

自国家将航空装备列入战略新兴产业重点方向以来，《中国制造2025》明确指出了我国航空装备未来的发展重点：1) 在飞机产业，推进干线飞机、通用飞机、直升机和无人机的产业化；2) 在航空发动机产业，突破高推重比、先进涡轮（轴）发动机及大涵道比涡扇发动机技术，且安全性、可靠性和维修性不低于国外同级别飞机的最先进动力装置的水平；3) 在机载设备与系统产业，开发先进的机载设备及航电、飞控、机电系统，突破航空新材料关键技术，形成自主完整的航空产业链。随着我国国防军队现代化建设提速，航空领域对于装备的新增和替代需求均不断增加。我国航空全产业链在政策红利的驱动下不断完善：军用飞机在“十四五”期间升级换代需求井喷、新增型号列装提速，商用飞机在通过适航认证后有望于“十五五”期间逐步释放产能，我国航空全产业链在国产化替代的大背景下将自下而上全面受益。

图6 航空产业未来重点发展项

航空产业	未来发展重点
飞机产业	重点发展干线飞机（150座级、单通道干线飞机）、支线客机、通用飞机（大中型喷气公务机和水陆两栖飞机）、直升机（重型直升机、先进轻型双发直升机）。
航空发动机产业	重点发展大涵道比涡扇发动机、中等涵道比中小型涡扇发动机、大功率涡浆发动机、航空活塞发动机，全力推进中等功率涡轴发动机国际合作。
航空机载设备与系统产业	重点发展航电系统、飞控系统、机电系统，在航空材料和元器件领域中推动各类新材料的关键技术突破。

资料来源：《中国制造 2025》，中航证券研究所

2.2.2 军用航空蓬勃发展

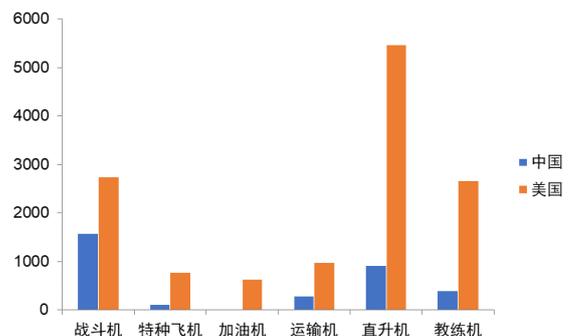
在现代战役中，拥有制空权如同稳操胜券，空军力量的整体提升对国防力量的建设有着不言而喻的重要性。根据《新时代的中国国防》的规划，我国空军需按照空天一体、攻防兼备的战略要求，加快实现国土防空型向攻防兼备型转变，提高战略预警、空中打击、防空反导、信息对抗、空降作战、战略投送和综合保障能力，努力建设一支强大的现代化空军。随着“20 系列”等军机的列装，我国航空产业链逐渐由前期研发投入迈入批量列装阶段，航空领域对于装备的新增和替代需求均不断增加。根据《World Air Forces 2022》数据，2021 年我国战斗机总量为 1571 架，虽排名世界第三，但仍然远低于美国的 2740 架，同时美国现役战斗机已经实现了全三代以上，并开始加速列装 F-22、F-35 等四代战机，相比之下我国升级换装需求迫切；我国武装直升机仅为美国的六分之一，训练机仅为美国的七分之一，特种飞机、加油机和运输机数量也远少于美国。我国航空全产业链在政策红利的驱动下不断完善，在军机的总量补偿式增长叠加结构换代升级之下，我国军用航空已在“十四五”期间迎来快速增长，未来市场增量空间可期。

图7 歼-20、运-20、直-20



资料来源：百度百科，中航证券研究所

图8 2021 年中美两国军机数量对比（架）



资料来源：《World Air Forces 2022》，中航证券研究所

2.2.3 商业航空开启新篇章

首架 C919 飞机于 2022 年 12 月交付东航，标志着我国大型客机的国产化以及商业化进程打开了全新而广阔的发展空间。C919 是我国按照国际民航规章自行研制、具有自主知识产权的大型喷气式民用飞机，具备座级 158-168 座，航程达 4075-5555 公里，其直接竞争对手为空客 A320Neo 和波音 B737Max。由于全球民用大型客机市场长期被世界两大飞机制造巨头——空客和波音所垄断，C919 大飞机的产业化进程有望在未来打破国际大飞机市场二选一的寡头垄断局面。根据空客和波音 2021 年飞机交付数据显示，空客全年共交付民用飞机 611 架，连续三年蝉联世界最大飞机制造商；波音交付飞机 340 架，约为空客的一半。随着全球航空运输业从疫情影响中逐步复苏，后续我国 C919 大飞机的的订单放量将助力我国商业航空产业跻身国际前列；

商业航空市场空间的整体抬升将推进更多民航相关产业链的发展，并带动个体企业高速增长，大飞机订单增量有助于孕育我国航空产业自军用航空后的第二增长曲线。由于在大飞机的制造中，结构系统、航电系统及发动机系统的研发和生产具备较高的技术含量，大飞机的总体设计与集成需要涉及到诸多产业的协同，其发展将有效拉动相关的高端制造业。其中，C919 大量采用航空金属新材料及碳纤维复合材料，使得机体总体重量保持在相对合理水平，因此作为产业链上游的航空新材料生产环节也将突破新的需求量级，站上新台阶；

图9 C919 大型客机首架总装下线



资料来源：新浪网，中航证券研究所

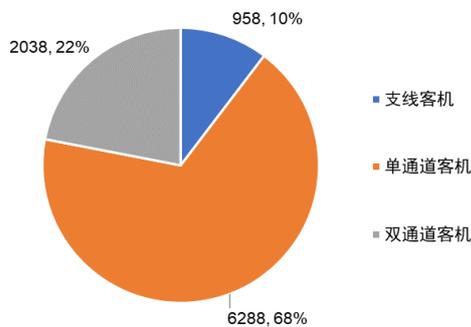
图10 C919 采用的先进技术图解



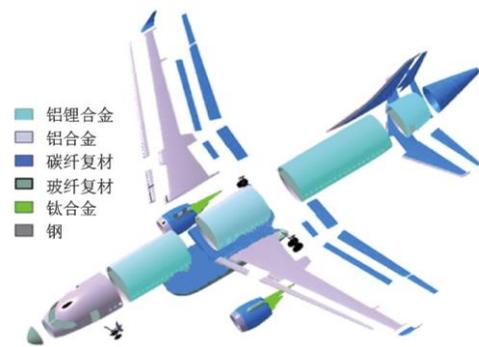
资料来源：中国商飞，中航证券研究所

国内民航市场前途无量。根据中国商飞发布的《中国商飞公司市场预测年报（2022-2041）》，预计 2022~2041 年间，中国航空市场将接收喷气客机 9284 架。其中，其中支线客机 958 架，单通道客机 6288 架，双通道客机 2038 架。到 2041 年，中国的机队规模将达到 10,007 架，占全球客机机队 21.1%，中国航空市场将成为全

全球最大的单一航空市场。2022年1月18日，国务院发布的《“十四五”现代综合交通运输体系发展规划》提出，我国需加强适航审定能力建设，推动C919客机示范运营和ARJ21支线客机系列化发展，推广应用新舟700支线客机、AG600水陆两栖飞机等。根据中国商飞预测，未来20年我国新增飞机需求量中单通道飞机约占69%，其中C919大飞机为后续国产民航客机的大批量生产和销售奠定了基础。从C919客机的材料应用来看，尾翼、后机身和襟缝翼上均使用了碳纤维复合材料，机身蒙皮和长桁结构中使用了第三代铝锂合金，航空发动机中则包含了钛合金和高温合金等材料的应用。随着未来商用飞机市场规模的大幅增长，我国航空全产业链将自下而上全面受益。

图11 2022-2041年中国民航新增客机预测（架）


资料来源：《中国商飞公司市场预测年报（2022-2040）》，中航证券研究所

图12 C919全机材料使用示意图


资料来源：《大飞机引领先进材料发展》，中航证券研究所

2.2.4 航空新材料渗透持续加速

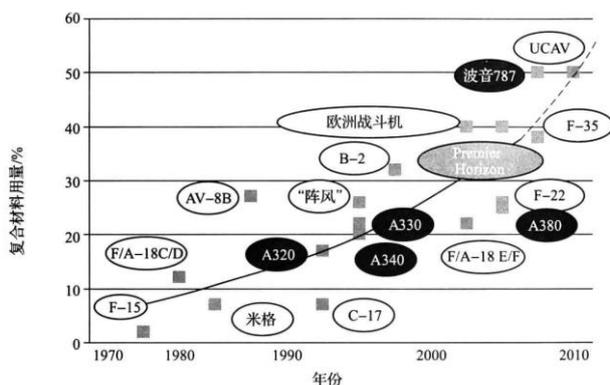
从分类来看，航空新材料主要包括金属材料 and 复合材料两大类：1) 航空用金属材料主要包括高温合金、钛合金、镁合金、铝锂合金、铝合金及各类钢材；2) 航空用复合材料主要包括树脂基复合材料（碳纤维复合材料）、金属基复合材料和陶瓷基复合材料。由于各材料的物理和化学性质均不相同，因此在机身的应用部位也各不相同（见图13）。金属材料方面，“十四五”原材料工业发展规划指出，我国需聚焦大飞机、航空发动机等重点领域，着重推进高温合金、航空轻合金材料等材料创新发展，以补齐国内关键短板材料。目前我国军用高温合金及钛合金材料仍有很大比例来自于进口，为避免遇到原材料“卡脖子”的问题，材料生产端需早日实现自主可控，短板材料攻关刻不容缓。复合材料方面，尽管我国C919大飞机碳纤维复合材料用量约为12%，和美国同机型相比有较大差距，但随着C919大飞机的交付开启，国内民用航空增量市场已翻开新篇章，凭借着较大的单机材料用量，大飞机产业有望大幅拉动航空新材料的中长期需求。从材料应用领域来看，飞机结构件用材和航空发动机用材是较为明确的两大增量领域，有望大幅拉动航空新材料需求，以下将对飞机和航空发动机领域中的新材料应用做出相关展望；

图13 主要航空新材料用途及应用占比

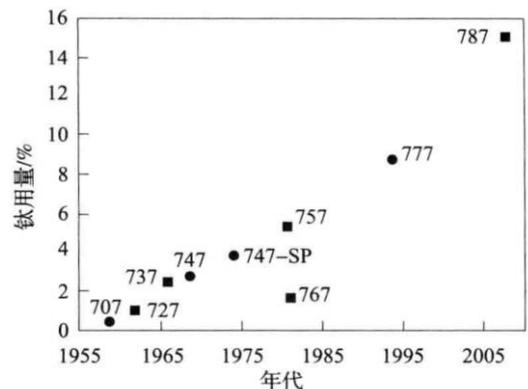
材料类型	性能	在飞机上的使用部位	国内用量占比
高温合金	优异的高温强度、较好的抗氧化性、抗热腐蚀性能、良好的热疲劳性能、良好的塑性和断裂韧性	燃烧室、涡轮叶片、涡轮盘、等热端承压部件	约占飞机发动机重量的40%-60%以上
钛合金	密度小、比强度高、导热系数低、耐高温低温性能好、耐腐蚀能力强	风扇增压级及压气机转子盘和叶片、起落架部件、框、梁、机身蒙皮、隔热罩等	约占民机总重的10%；可占到军机总重的20%-30%
碳纤维复材	低密度、耐腐蚀、耐高温、耐摩擦、抗疲劳、震动衰减性高、电及导热性高、热及湿膨胀系数低、X光穿透性高、非磁体但有电磁屏蔽效应	风扇叶片、中机身段、中央翼盒、主翼、尾翼等	约占飞机总重的10%-50%
铝锂合金	密度小、较好的强度、耐损伤、抗疲劳、各项异性小、耐腐蚀、耐热性好、良好的加工成型性	机身框架、垂直安定面、襟翼翼肋、进气道唇口、整流罩、油箱、舱门等	以C919大飞机为例，约占飞机总重的7.66%

资料来源：《“十四五”原材料工业发展规划》，《大飞机引领先进材料发展》，《铝锂合金的性能特点及其在飞机中的应用研究》，中航证券研究所

随着材料生产工艺的精进和飞机设计的改变，复合材料和钛合金在飞机结构材料中的用量不断提升。材料在飞机上的应用一般会经历几个阶段，以复合材料为例，其应用起始于受力较小的前缘、口盖以及整流罩和扰流板等构件上，海外已在上世纪70年代实现；接着在一些升降舵、方向舵以及襟副翼等部件上应用，我国的ARJ21大致处于该阶段；随后在垂尾、平尾等受力较大的部件上应用，标志着材料应用进入第三阶段，波音777大致处于该水平；新世纪以来，以波音787为代表的飞机中，主承力件已经开始采用复合材料，说明复材的应用已进入第四阶段。如今，复合材料和钛合金的发展均已进入第五阶段，在飞机结构件中的用量不断增多为大势所趋，两者用量占比持续创历史新高；

图14 海外飞机复合材料结构重量占比不断提升


资料来源：《航空复合材料技术》，中航证券研究所

图15 波音飞机钛含量随年代的变化


资料来源：《航空材料技术》，中航证券研究所

海外先进的军机和民机均加大了机体结构中钛合金和复合材料的用量比例。从军机来看，美国第三代、第四代战斗机历经数次迭代，其钛合金用量占比由 F16 机型的 2% 提升至 F/A-18E/F 的 15%，复合材料占比由 3% 提升至 23%，第五代战斗机 F/A-22 的钛合金和复合材料用量更是分别高达 41% 和 24%。民用飞机方面，从历年空客和波音的机型更替来看，两者的钛合金及复合材料用量占比均随迭代而快速攀升，其中，复合材料的用量占比呈现出了跳跃式增长，空客客机的复材占比一度由 A300 的 4% 提升至 A380 的 25%，波音客机的复材用量更是由 B747 的 1% 飙升至 B787 的 50%。尽管国内飞机结构发展进程较海外仍有差距，但随着相关材料的生产技术趋于成熟，中俄联合研制的远程宽体客机 CRJ929 中碳纤维复材用量预计将达到总重的 51%，赶超波音 787 的复材用量占比。飞机材料结构用量的改变的背后，是飞机设计思路的转变，随着人们对飞机设计的寿命、安全性等要求不断提高，面向耐久性和损伤容限的设计思路将牵引着飞机材料中钛合金和碳纤维复合材料的比例不断增长。伴随我国军用航空崛起于“十四五”，以及民用航空在“十五五”接力，材料需求将迎来新一轮爆发，因此航空新材料中短期看军用，长期看军民两用；

图16 军用飞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	
战斗机	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	-	-
轰炸机	B-1	1986	21	29	9	41
	B2	1991	26	38	6	19
运输机	C5	1970	6	-	-	-
	C17	1992	10	8	12	69

资料来源：《航空用钛合金研究进展》，中航证券研究所

图17 民用飞机部分结构材料用量比例

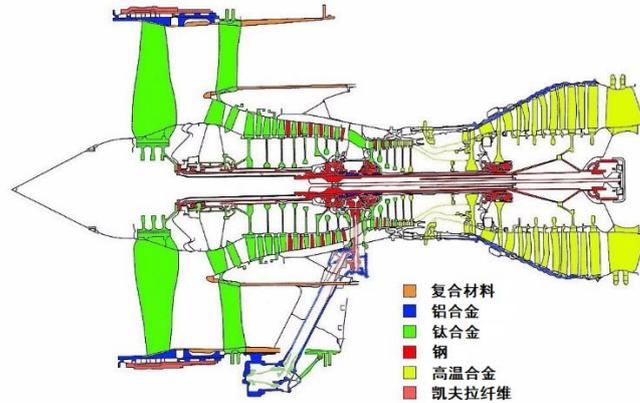
机型	首飞年	用量 (%)				
		钛合金	复合材料	钢	铝合金	
空客	A300	1972	5	4	13	75
	A310	1982	5	7	12	73
	A320	1987	6	15	9	68
	A340	1991	6	18	7	67
	A380	2005	9	25	5	60
	波音	B747	1969	4	1	13
B767		1981	6	1	14	76
B757		1982	6	3	12	78
B777		1995	9	11	10	70
B787		2008	15	50	10	20

资料来源：《钛手册》，中航证券研究所

飞机的代际升级牵引了发动机结构的演进，同时我国发动机的发展加速了材料的国产化替代，因此相关材料的需求将被大幅牵动。航空发动机结构演进的最终目标是提高推重比、功率重量比、增压比和涡轮前温度，即在燃料热值不发生大变化的情况下，尽可能提高燃烧效率和推进效率，从而实现飞机机动性的提升。具备更高推重比的发动机对材料和工艺提出了新的要求，为满足高性能发动机的效能，高温合金、钛合金在发动机中的用量不断提升，目前先进发动机的高温合金和钛合金用量已分别占到发动机重量的 55%-65% 和 25%-40%。此外，随着飞机尤其是民用航空对于大推重比、燃油效率的追求，航空发动机有向大涵道比、大尺寸叶片方向发展的趋势，未来复合材料应用比例有望进一步提高——例如 GEnx 发动机中复合材料用量约为 15%，

主要应用包括发动机转子叶片、风扇、后风扇机匣、导流叶片和其它的传动部件。受益于国产发动机研发进程提速，关键新材料的国产化替代大势所趋，未来我国航空发动机市场增量有望带动航空新材料需求再上新量级。

图18 航空发动机选材图解

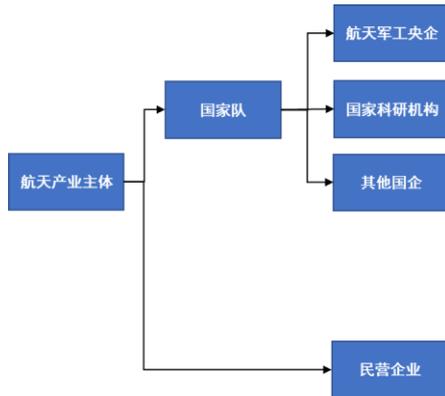


资料来源：中科院之声，搜狐，中航证券研究所

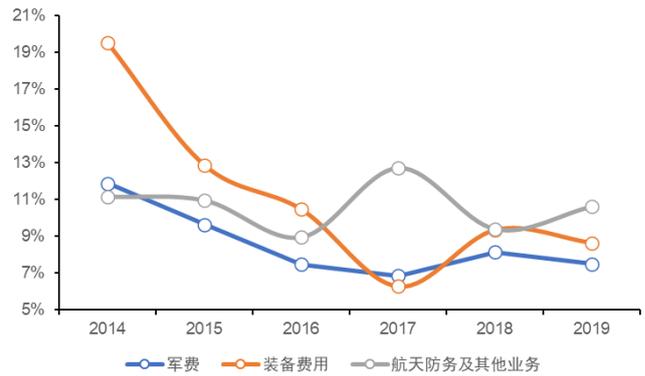
2.3 航天新材料步入景气周期

航天工业已经发展成为国民融合的系统工业。航天工业是研制于生产航天器、航天运载器及其所载设备和地面保障设备的工业，目前我国的航天产业具体可细分为导弹、火箭、卫星、空间飞船以及空间探测器等五个细分产业。我国的航天产业起步较晚但发展迅速，由于航天产业具有系统性强、协作面广的特点，因此市场主体主要包括国家队和民营企业，其中国家队包括了航天军工央企如航天科工和航天科技，国家科研机构以及其他国企，民营企业主要是市场化的商业航天公司等；

导弹装备增速快于其他装备。其中导弹十四五期间增速较快，根据中航证券军工行业研究报告，导弹属于一次性耗材，使用即消失，作战效果好且扩产的难度较低，同时飞机、舰船、坦克等装备是导弹武器的平台，为了战争需求需要维持一定规模的安全库存。因此，在军队全面加强备战演习的背景下，导弹作为现代军队不可获取的消耗性武器装备，其需求将随着装备费用持续增长。2016年以后，航天科工集团的航天防务收入增速已经超越我国军费增速及装备费用增速。目前美军每年对于导弹和弹药投入占军费的比例已经接近战斗机投入；

图19 我国主要航天产业参与主体


资料来源：《新时代的中国航天》，中航证券研究所

图20 我国军费、装备费用以及航天防务费用增速情况


资料来源：《紫电清霜镇海疆》，中航证券研究所

十四五航天领域发力，高端航天新材料放量。当前时点，随着国家安全的重视程度提高，市场对于航天的关注度也在逐步提升，新材料是新一代航天装备的核心物质基础，因此未来三年航天领域增量有望接力军用航空，成为高端新材料行业新的增长点。航天新材料具备高强度、高刚度和低密度等特点，而应用于航天产业不同装备领域，包括了金属和非金属材料，其中金属材料包括钛合金和高温合金等：

- **钛合金**：由于具有强度高、轻质、耐高温、耐腐蚀等优秀特性，因此在有减重、高温高压、高湿高盐的环境中应用较多，航天工业面临的风险和不确定性较高，因此钛合金成为了航天领域应用极为广泛的金属，在航天发动机、空间飞行器动力系统以及导弹武器系统领域均有应用，根据钛合金中添加的不同比例的其他合金，钛合金的不同牌号具有不同的特性，从而更好的服务于航天事业；
- **高温合金**：具有耐高温、高强、轻质、抗氧化、耐腐蚀等特性，使其成为航天工业中要求“最高”的特种合金，在温度极高、环境及其恶劣的环境下使用。在液体火箭发动机中，燃烧室极高的温度和压力工况下，高温合金需要正常工作，以保证燃烧的效率和安全性，因此要求极高。典型的高温合金牌号有 GH3030、GH1040 以及 GH4169 等。

图21 钛合金及高温合金在航天领域的应用情况

材料	使用的材料特性	应用部位	合金牌号	典型应用	样式
钛合金	减重需求、耐高温、高湿、高盐环境	航天发动机系统	TC4、TC8、TC11	固体火箭发动机喷管，一级火箭发动机壳体	
		空间飞行器动力系统	Ti 5Al-2.5Sn	阿波罗飞船	
				徘徊者卫星	
				双子座飞船	
导弹武器系统	IM1315	民兵导弹			
高温合金	轻质、高强、高韧、耐高温、抗氧化、耐腐蚀	液体火箭发动机	GH3030, GH1040, GH4169	重型运载火箭液氧煤油发动机涡轮转子	

资料来源：《异“材”秀出千林表》，《钛手册》，Bing 图片，百度文库，中航证券研究所

非金属材料中，碳纤维具有优异的性能而得到广泛应用：

- **PAN 碳纤维**：PAN 基碳纤维具有耐高温、各向异性、质量轻、强度高等优点，因此在火箭助推器中应用较多。尤其是火箭和其他航天飞行器在真空中暴露在宇宙射线和强紫外线下，因此在这种昼夜温差极大的环境中必须具有稳定的特性。在运载火箭中，碳纤维主要用于制造固体发动机的壳体结构、箭体整流罩、仪器舱、级间段，发动机喷管等部件，以发动机壳体为例，大多采用强度 5.5Gpa 以上，模量 290GPa 左右的中模碳纤维，如 T800、T1000 等。而 M 系列碳纤维具有抗拉、抗压强度高，高模量的碳纤维不易变形，因此可用于反射器、天线、桁架或者夹层、导弹武器系统等领域，甚至用于部分精密结构；
- **沥青基碳纤维**：沥青基碳纤维较为少见，主要特点是导热性能优异，但强度较低，因此沥青基碳纤维在卫星上主要用于散热片结构，部分用于卫星的精密结构。

图22 碳纤维企业在航天领域的应用情况

材料	使用的材料特性	应用部位	合金牌号	典型应用	样式
碳纤维	耐高温、抗拉伸、比强度高，质量轻	火箭助推器等	T700S、T800S	Delta 7925-10 运载火箭	
		导弹武器系统	M系列	三叉戟-2导弹，战斧巡航导弹，大力神-4，阿里安-2	
	导热性能好	卫星桁架、夹层	沥青基、M系列	嫦娥一号	

资料来源：《异“材”秀出千林表》，Bing 图片，中航证券研究所

航天领域中，原有航空新材料企业将具有先发优势。军工资质包括国军标认证，保密认证、许可证认证和名录认证，航空新材料企业经过了航空认证体系的锻炼，在军用资质、供应能力和质量稳定性方面获得了认可，因此在航天供应链中也将具有一定的先发优势。受到相关领域景气度提升影响，中简科技、光威复材加大了在航天领域的布局，中简科技三期项目、光威复材 T700S/T800S 级以及 M 系列碳纤维在航天领域均有所表现；此外，高温合金板块，钢研高纳等公司也通过前期试验参与布局，未来公司业绩的驱动力将来自于航天发动机需求的持续增长。同时，新的工艺在航天领域也率先得到应用，增材制造龙头企业铂力特与航天科工、航天科技下属单位形成了紧密合作，共同开发航天装备核心零部件。未来随着下游航天需求的扩张，更多具备资质的传统航空新材料企业将成为航天领域的核心供应商，航天领域将成为企业发展新的增长极。

图23 各上市公司披露的有关于航天领域的参与情况

公司	航天领域的参与情况
中简科技	除了航空领域也在积极参与其他领域的竞争
光威复材	公司T700S/T800级碳纤维及M40J级/M55J均有部分航天应用，子公司光晟科技主要从事航天动力壳体开发
恒神股份	航天领域市场销售量持续增加
铂力特	与航天科工、航天科技下属单位形成紧密合作关系
钢研高纳	公司未来业绩驱动力来自于航天发动机的需求持续增长
抚顺特钢	未公开披露
图南股份	未公开披露
西部超导	未公开披露

资料来源：各公司公告，中航证券研究所

在产业链自主可控所引领的国产化浪潮下，航空及航天新材料产业将持续受益于国产替代及下游多个先进装备领域的需求攀升。随着钛合金、高温合金及碳纤维复合材料等关键新材料在“十四五”迎来高景气成长周期，相关生产企业有望尽享产业发展红利，以下将就各类航空航天新材料细分行业发展现状及前景展开介绍。

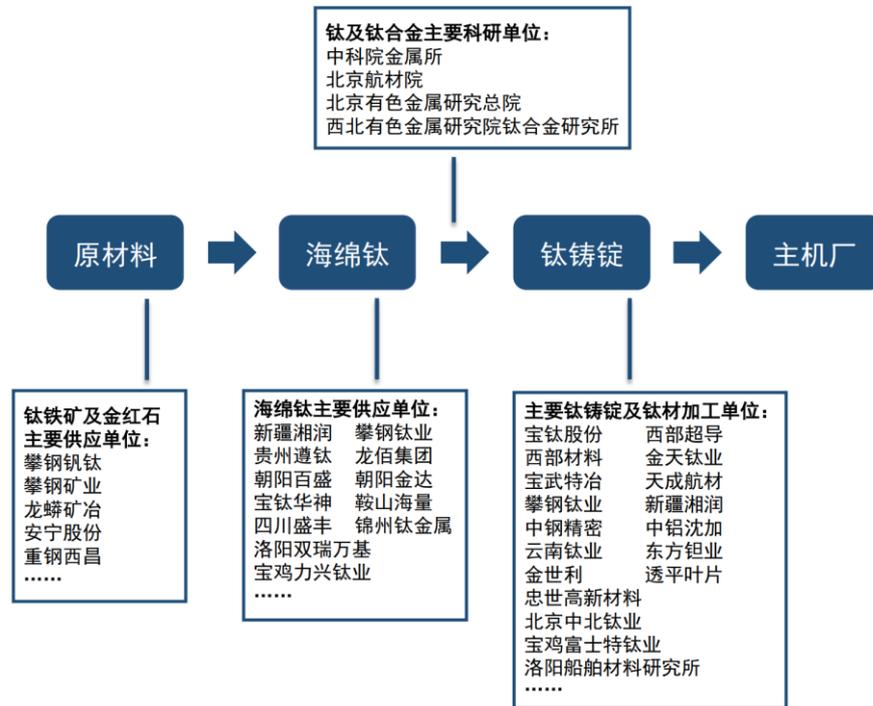
2.4 钛合金

2.4.1 产业链概览

钛具有密度小、比强度高、导热系数低、耐高温低温性能好、耐腐蚀能力强等特点，其中最为突出的两大优点是比强度高和耐腐蚀性强，这决定了钛在海、陆、空和外层空间都有广泛的用途，具体包括航空航天、常规兵器、舰艇及海洋工程、核电及火力发电、化工与石化、冶金、建筑、交通、体育器材与生活用品等。钛及钛合金从熔炼到最终产品一般需要海绵钛制备、钛材制备和钛材应用三步，其中前两步技术复杂、制备难度大，是钛应用的难点和关键环节，海绵钛和钛材的质量直接决定钛制品的质量；

在海绵钛生产环节，目前我国海绵钛生产商主要包括新疆湘润、攀钢集团、洛阳双瑞万基等企业，国内海绵钛市场产销量随着下游钛材的高景气而连年攀升。海绵钛制备作为钛材加工的上游环节，其价格波动对钛材原料端影响较大。由于在军品调价机制下，军用钛合金产品价格会在合同期内保持相对固定，海绵钛价格的上涨将对钛材成本端造成冲击。在钛材生产环节，我国钛加工行业持续做大做强，以西部超导、宝钛股份、西部材料、新疆湘润、湖南湘投金天、中船重工七二五所等为主的骨干企业进一步完善产品线，在化工、航空航天、医疗器械、电力等行业起到引领作用，填补了国内相关产品空白。多家中小型企业着力在细分领域中打造“专精特新”型企业，钛加工行业持续扩容。目前我国主要的规模钛材加工企业包括西部超导、宝钛股份、金天钛业和西部材料，各企业的产品形态及产能规模均有一定差异。从上市企业来看，西部超导的钛合金产品主要为棒丝材，90%偏军用航空产品，因此产品售价和毛利率都显著高于其他企业；西部材料钛产品主要为板材和管材，为避免同业竞争问题，和西部超导错位竞争，军品相对较小；宝钛股份基本涵盖全系列钛合金产品，产品下游应用广泛，除了航空航天等高端领域外，下游还覆盖了大量民用领域。以下小节将对国内海绵钛行业和钛加工材行业展开讨论。

图24 钛合金产业链梳理



资料来源：Wind，中航证券研究所

2.4.2 海绵钛价格有望下行

海绵钛是钛合金产品的主要原材料，根据现行海绵钛国家统一执行标准 GB/T2524-2019，海绵钛产品按化学成分及布氏硬度分为 7 个等级，纯度越高，海绵钛质量越好，相应价格也越昂贵。由于我国以工业级海绵钛居多，高端产能主要集中在美、日等国，因此我国进口海绵钛主要用于满足下游企业对高品质海绵钛的需求。航空航天用钛一般采用 1 级及以上级别的海绵钛，目前我国 0 级以上海绵钛的生产占比与国外相比还有较大差距，仍不能满足国内高端领域的原料需求。国内能够生产航空用 0 级海绵钛的企业主要为洛阳双瑞万基、朝阳金达、宝钛华神和贵州遵钛，其下游客户包含了我国主要的航空钛材生产企业。近年来我国海绵钛产能快速增长，高品质海绵钛产量也在稳步提高，但其增速仍无法满足需求的爆发式增长，供给缺口逐年拉大，从而造成了我国海绵钛高端供应仍然不足而中低端供应过剩的局面。随着行业继续加大研发和生产投入，高端海绵钛产量占比有望逐步提升，未来高端海绵钛市场的发展有望促进航空航天用钛材的全流程国产化替代；

图25 部分海绵钛分级指标及 2022 年均价

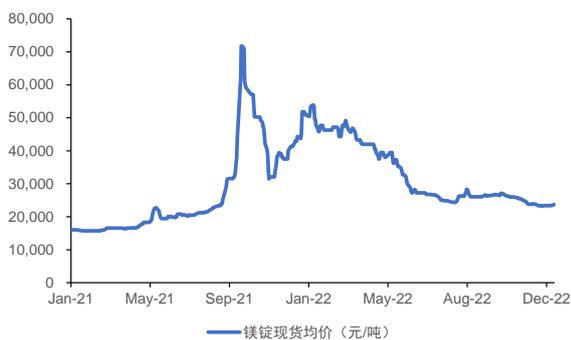
产品等级	产品牌号	Ti 不小于	布氏硬度 不大于	价格 (万元/吨)
0A级	MHT-95	99.8%	95	-
0级	MHT-100	99.7%	100	8.6
1级	MHT-110	99.6%	110	8.5
2级	MHT-125	99.5%	125	8.2
3级	MHT-140	99.3%	140	7.8
4级	MHT-160	99.1%	160	7.6
5级	MHT-200	98.5%	200	-

海绵钛价格为2022年均价，其中0A级、5级海绵钛价格数据暂缺

资料来源：中华人民共和国国家标准，百川盈孚，中航证券研究所

海绵钛价格抬升对钛材生产企业成本端造成一定冲击。海绵钛提价发生于 2021 年 10 月，海绵钛 ($\geq 99.6\%$) 每吨价格上调 2 万元至 8.0~8.5 万元/吨，主要诱因为原材料端镁锭价格的大幅上扬，2021 年 9 月镁锭现货价格从约 2 万元/吨涨至 7 万元/吨。目前海绵钛制备多用镁热还原法，海绵钛与镁锭价格关联度较高。同时，钛矿、液氯、煤炭等商品价格在同期也有所上涨，海绵钛生产企业压力骤增，从而促成了本次调价。海绵钛价格的大幅上涨无疑抬高了钛材生产企业的成本端压力，对军用钛材的生产企业来说，军品定价机制一定程度上抑制了钛材售价的上调，因此受海绵钛涨价的冲击较大。由于下游钛加工企业及终端主机厂客户多数要求产业链上游控价让利，上游钛材生产企业的成本传导相对来说并不顺畅。所幸高端钛合金景气度持续维持高位，在阶段性成本端上升和售价吃紧的情况下，钛材生产企业更需着重于挖潜增效以量换价，规模化效应降本增效，以此来保持盈利性；

图26 镁锭含税现货均价走势



资料来源：iFinD，中航证券研究所

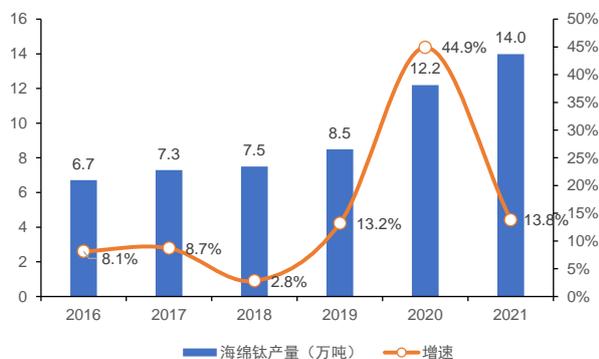
图27 海绵钛($\geq 99.6\%$)含税现货均价走势



资料来源：iFinD，中航证券研究所

近年来海绵钛产量持续攀升，下游钛材生产维持高景气，海绵钛市场整体供需两旺。从海绵钛的市场供给来看，《中国钛工业发展报告》数据显示，新疆湘润、攀钢集团、洛阳双瑞万基等 9 家主要生产企业在 2021 年共生产海绵钛约 14.0 万吨，同比增长 13.8%，实现七年连续增长。需求端来看，2021 年我国海绵钛销售量为 13.3 万吨，同比增长 4.7%，表观消费量为 15.3 万吨，同比增长 20.5%，创历史新高；

同年我国海绵钛净进口量为 1.31 万吨，同比增长 214%，同比增长较多主要由于 2020 年疫情影响导致进口基数较低，且 2021 年国内下游高端钛材市场需求强劲驱动了高品质海绵钛的进口；

图28 我国历年海绵钛产量及增速


资料来源：《中国钛工业发展报告》，中航证券研究所

图29 2021年我国主要海绵钛生产企业产量

企业名称	产量 (吨)
新疆湘润新材料科技有限公司	26011
攀钢集团矿业有限公司海绵钛分公司	24271
洛阳双瑞万基钛业有限公司	20000
朝阳金达钛业股份有限公司	17786
贵州遵义(集团)有限责任公司	15670
龙蟒佰利联新立钛业公司	14848
朝阳百盛钛业股份有限公司	10000
宝钛华神钛业有限公司	8443
四川盛丰钛业有限公司	2900
合计	139929

资料来源：《中国钛工业发展报告》，中航证券研究所

注：标蓝的为能够批量生产 0 级及以上海绵钛生产企业

生产企业扩产意愿较强，未来海绵钛供给端有望进一步宽松。据百川盈孚数据显示，2022 年我国海绵钛企业整体开工率由 1 月的 65.4% 逐步攀升至 12 月的 86.4%，月产量也同向攀升，可见在钛材需求旺盛之下海绵钛企业整体生产意愿较强。据我们统计，主要海绵钛生产企业在近年来均有相关扩产规划，下表中 9 家企业新增海绵钛产能合计约 20.3 万吨，较目前合计产能近乎翻番，因此未来国内海绵钛市场的新增产能持续投放预期较强，供应端偏向宽松；

图30 2022年国内海绵钛月度产量及开工率


资料来源：百川盈孚，中航证券研究所

图31 各海绵钛生产企业新增扩产规划

企业名称	计划新增产能 (吨)	项目建设时间
新疆湘润新材料科技有限公司	30000	预计2024年投产
攀钢集团矿业有限公司海绵钛分公司	35000	预计2023年8月完成基础建设, 2023年9月至2024年12月生产调试
洛阳双瑞万基钛业有限公司	15000	已于2022年11月竣工
朝阳金达钛业股份有限公司	20000	已于2022年10月竣工并试生产
贵州遵钛(集团)有限责任公司	4000	已于2022年11月竣工投产
龙蟒佰利联新立钛业公司	30000	于2022年10月开始建设
朝阳百盛钛业股份有限公司	50000	2022年6月与陕西宝鸡市育才玻璃(集团)有限公司就年产5万吨海绵钛项目达成合作意向, 成功签约
宝钛华神钛业有限公司	12000	2020年4月开工, 仍在建设中
四川盛丰钛业有限公司	7000	2021年年底竣工, 2022年2月试生产

资料来源: 发改委, 搜钛网, 钛白粉网, 四川省统计局, 朝阳县新闻网, 宝钛集团官网, 洪雅融媒, 网易, Wind, 中航证券研究所

展望未来, 海绵钛价格上行空间有限, 下行空间可以期待。据百川盈孚预测, 从原料端来看, 四氯化钛、钛渣及金红石等价格预计高位持稳, 镁锭价格已经回落至合理水平, 同时煤价波动趋于稳定, 因此海绵钛原料端压力有望进一步缓解。由于高端海绵钛市场维持供不应求状态, 下游钛材企业基本处于满产状态。在终端钛材需求正反馈和成本压力缓解之下, 海绵钛厂商整体开工情况在 2023 年有望持续改善, 叠加海绵钛未来新建产能的投放, 总体供应偏向宽松。我们预计海绵钛价格将以偏弱运行为主, 钛材生产企业盈利性有望受益于成本端下降。

2.4.3 钛材行业蓬勃发展

我国钛材产量持续增长, 行业集中度较高, 陕西省产量领先全国。据《中国钛工业发展报告》数据显示, 2021 年国内钛材生产企业共生产钛材 13.6 万吨, 同比增长 40.1%, 2016 年以来钛材产量呈现持续增长态势。我国钛加工材产业集中度相对较高, 前三企业产量之和占全国总产量的 47.0%, 前十企业产量之和占全国总产量的 78.7%。从我国钛加工材的区域分布来看, 钛及钛合金铸锭的生产主要集中在陕西, 其产量占国内总产量的 40.4%; 钛加工材生产也主要集中在陕西, 其产量占国内总产量的 44.3%。钛材根据形态大致可分为板材、棒材、管材、锻件、丝材、铸件及其他种类, 其中, 板材、棒材、管材三者产量共占我国钛材产量约 85%。其中, 板材、棒

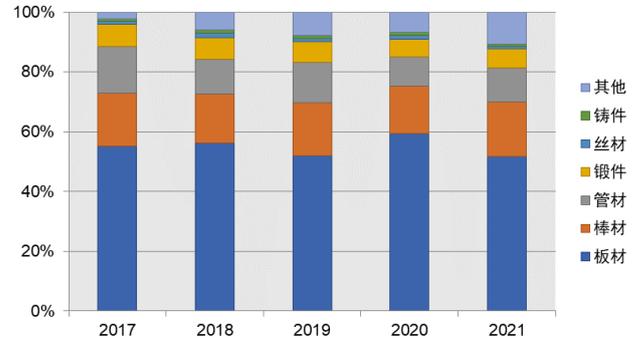
材生产均集中在陕西，其产量分别占国内总产量的 27.9%和 69.5%；管材生产主要集中在江苏，其产量占国内总产量的 50.8%。近年来，随着钛材产品下游使用领域的拓展，钛材生产企业的地域分布有逐渐分散的迹象；

图32 我国钛材产量



资料来源：《中国钛工业发展报告》，中航证券研究所

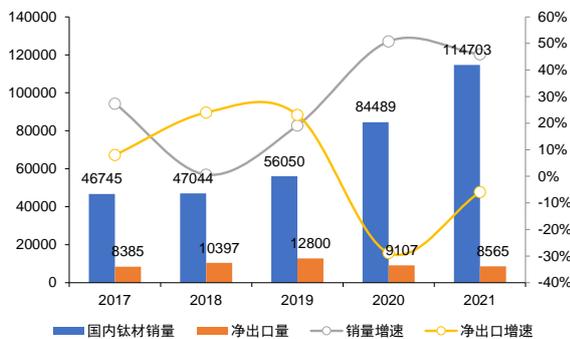
图33 我国各类钛材产量所占比例



资料来源：《中国钛工业发展报告》，中航证券研究所

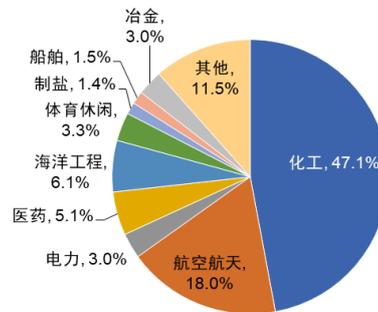
据《中国钛工业发展报告》数据显示，2021 年中国钛加工材销售量为 12.3 万吨，同比增长 31.7%，其中净出口量为 8565 万吨，同比减少 6.0%，国内销售量为 11.5 万吨，同比增长 45.9%。2021 年，化工、航空航天、医药、体育休闲、制盐和冶金六块领域的钛材需求量同比分别增长 23.3%、30.3%、154%、27.4%、41.7%和 180%，近几年航空航天、高端化工等领域钛材需求稳定增长趋势较为明显。我国钛材消费已由中低端的化工、冶金等领域，逐步向航空航天、高端化工（PTA 装备）、医疗、海洋工程等行业发展，其中化工行业贡献了近半数需求。航空用钛材方面，我国航空航天行业钛材消耗量自 2017 年开始呈现逐年快速上升趋势，2021 年消耗量达 2.25 万吨（+30.3%）；全球范围内航空用钛材占据钛材总需求比例接近 50%，美俄两大军事强国航空钛材在整个钛合金应用市场占比超过了 70%，而我国这一比例尚不足 20%，国内航空用钛材市场存在较大的成长潜力；

图34 钛材国内销量、净出口量（吨）及增速



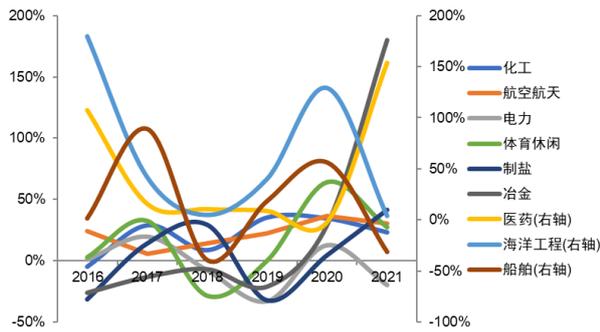
资料来源：《中国钛工业发展报告》，中航证券研究所

图35 2021 年我国钛加工材下游消费结构占比



资料来源：《中国钛工业发展报告》，中航证券研究所

图36 细分行业钛材消费量变化趋势



资料来源:《中国钛工业发展报告》,中航证券研究所

图37 国内航空航天钛材销量



资料来源:《中国钛工业发展报告》,中航证券研究所

目前上市企业中主营钛合金业务的主要有西部超导、宝钛股份和西部材料。西部超导目前高端钛合金年产量在 7000 吨以上, 2024 年其产能可达万吨级别, 其钛合金产品主要为棒丝材, 绝大部分偏军工领域尤其是航空产品, 因此产品单价和盈利性都显著高于其他企业; 宝钛股份 2021 年钛材产能为 3 万吨, 位居全国第一, 其产品基本涵盖全系列钛合金产品, 产品下游应用广泛, 除了航空航天等高端领域外, 下游还覆盖了大量民用领域, 同时公司钛产品口径当中包含了价格和毛利率偏低的原材料海绵钛, 因此相较之下综合指标表现偏弱; 西部材料的高性能低成本钛合金生产线技改项目于 2022 年 6 月底投产, 目前具备钛及钛合金产能 1 万吨, 其钛产品主要为板材和管材, 出于避免同业竞争问题, 和西部超导呈错位竞争;

图38 国内主要钛材加工企业产能、产量及产品特点情况

公司名称	专注领域	主要产品及应用领域	主打材料形态	钛合金产能	在建产能
西部超导	新一代战机、运输机、航空发动机	TC4-DT、TC21、TA11: 先进战斗机结构件、新型发动机结构件 Ti45Nb: 先进战斗机紧固件	棒材、丝材	高端钛合金 7000吨+	航空航天用高性能金属材料产业化项目预计于2024年竣工, 届时将共计新增5050吨钛合金产能。
宝钛股份	军用航空航天及民用航空	Tc4: 飞机机身 TC4、TC6、TC11、TA11: 航空发动机	全谱系	30938吨	1、高品质钛锭、管材、型材生产线建设项目预计于2022年年底竣工, 届时将新增钛及钛合金锭总产能10000吨、钛合金管材产能290吨、钛合金型材产能100吨; 2、宇航级宽幅钛合金板材、带材、箔材建设项目预计于2022年年底竣工, 届时将新增板材产能1500吨/年、带材产能5000吨/年、箔材产能500吨/年。
金天钛业	船舶、运输机、化工	TA5: 舰船 TA15、TC4、TC11: 运输机起落架	钛及钛合金薄板、中厚板	15000吨	
西部材料	民用航空、军用航空	TA-15改进型: 兵器 TA6、TC4: 新一代高性能新型战斗机、导弹 TA5-A: 舰船	钛薄板、钛厚板	10000吨	高性能低成本钛合金生产线技术改造项目于2022年6月底投产, 目前具备3000吨军品钛材、7000吨民品钛材年产能。

资料来源: 各公司官网及公告, 中国知识产权局, 中航证券研究所

钛合金行业部分动态更新如下：

- **甬金股份等拟投资建设 6 万吨钛合金：**2022 年 10 月 19 日，甬金股份公告拟与龙佰集团、航宇科技、汇鸿科技共同出资成立河南中源钛业有限公司，拟投资建设“年产 6 万吨钛合金新材料项目”，总投资额约 31.44 亿元。项目分三期建设，一期工程计划建设期 18 个月，建成年产 1.5 万吨钛合金生产线；二期工程 18 个月，建成 1.5 万吨钛合金年产能，三期工程 24 个月，建成年产 3 万吨钛合金深加工新材料生产线。新增产能有助于增强我国钛合金行业的竞争力，同时也无需担忧对现有的军品钛合金市场造成冲击，主要由于军用钛合金验证具备严苛的准入资质和较高的技术壁垒，龙佰集团以生产工业级海绵钛为主，该项目中各企业所处的专业领域决定了其产品布局偏向民用钛合金市场；
- **天力复合拟于北交所上市：**2022 年 10 月 29 日，西部材料控股子公司天力复合（代码：873576）拟公开发行股票并在北京证券交易所上市。天力复合是专业从事层状金属复合材料研究及生产的高新技术企业，主营业务包括层状金属复合材料的研发、生产和销售。公司持有天力复合 51.31% 的股份，本次上市有助于进一步拓宽公司整体融资渠道及天力复合独立融资。

在航空航天等高端领域，我们认为技术研发壁垒、市场先入壁垒、行业准入壁垒等将有助于钛合金行业供给端保持较好的竞争环境，利好如西部超导这样军品占比较高的成熟企业。后续即便有新的竞争对手试图进入，除了 3 年左右的硬件设施建设期外，还要经历技术研发-认证-批量销售，需要相当长时间才能在成本端对成熟企业构成直接竞争威胁。因此整体来看，行业供给端格局未来 2-3 年内不会有明显变化，未来行业内头部企业通过募投项目的建设落地，将进一步扩大航空航天领域的领先地位，推荐关注西部超导、西部材料。

2.5 高温合金

2.5.1 产业链概览

高温合金一般以铁、镍、钴等为基，是能在 600℃以上的高温及一定应力条件下长期工作的金属材料，具有优异的高温强度、较好的抗氧化性、抗热腐蚀性能、良好的热疲劳性能、良好的塑性和断裂韧性等综合性能。按照基体元素，镍基高温合金应用范围最广，占比达 80%，其次为镍-铁基，占比 14.3%，钴基占比最少，占比 5.7%。按照制备工艺，可以分为变形高温合金、铸造高温合金和新型高温合金，其中变形高温合金应用范围最广，占比达 70%，其次是铸造高温合金占比为 20%。我国高温合

金主要为“GH”系列的变形高温合金和“K”系列的铸造高温合金，两者牌号数量分别多达 50+和 40+，虽然型号较多，但规模化应用的较少，其中 GH4169 合金用量最大，使用范围最广，被称为高温合金中的“万金油”，广泛应用于航空航天、舰船、能源电力、汽轮机等领域；

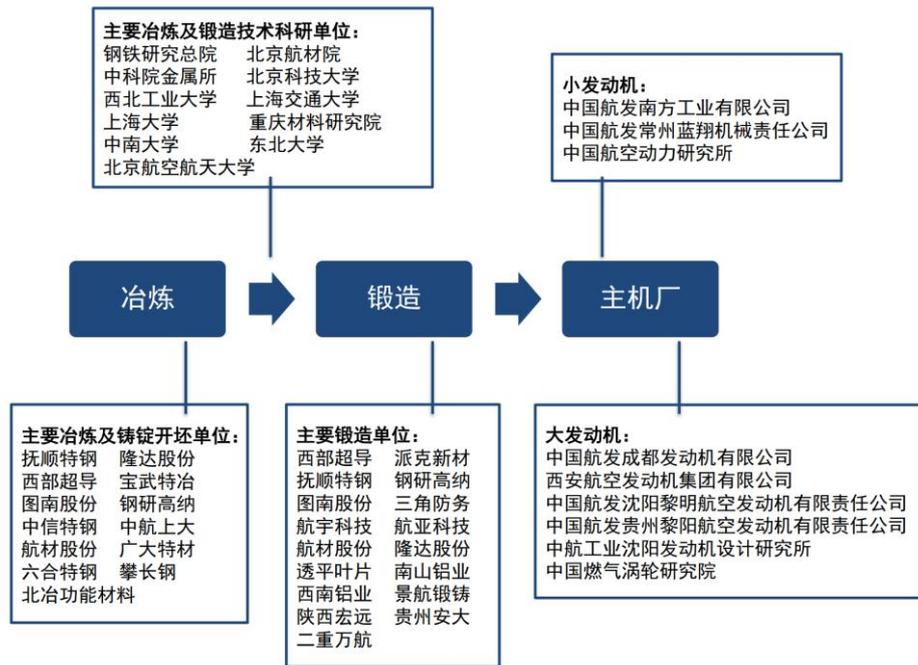
图39 高温合金分类

产品系列	定义及特性	细分品种	国内主要牌号	对应主要下游
变形高温合金	可以进行冷、热变形加工，具有良好的力学性能和综合的强韧性指标，具有较高的抗氧化和抗腐蚀性能。变形高温合金塑性较低，高温变形抗力大，使用普通的热加工手段变形有一定困难，因而需要采用开坯锻造、径向锻造以及轧制等工艺来加工。变形高温合金是高温合金中应用最广的一类，是航空发动机中主要用材。主要为航空、航天、核能、石化等行业提供结构锻件、饼材、环件、棒材、板材、管材、带材和丝材。	高温合金盘锻件	GH4169、GH4698、GH4708、GH4742、GH4720Li、GH4065	涡轮盘锻件、叶片等转动部件及机匣、环形件、拉杆等热端承力件，应用于航空发动机、航天动力、地面及舰用燃气轮机、石油、化工、勘探及核工业等领域
		高温合金棒材	GH4169、GH2132、GH600、GH901、GH3030、GH3039	高性能轴类、垫片、紧固件等承力部件，应用于航空、航天、能源、石油、化工、勘探及核工业等领域
		高温合金板带材	GH4169、GH3230、GH4648、GH4099、GH4098、GH4199、GH4170、GH4282、GH625	发动机燃烧室、安装边、燃气导管等零件和各种用途波纹管等高温抗氧化、承力部件，以及板簧、燃气导管、密封件等具有较高要求的结构件。应用于能源、石油、化工、勘探、核工业等领域
		高温合金管材	GH747、GH214、GH455、GH3128、GH3044、GH4169、GH188、Co50、GH652	应用于航空、航天、石化、冶金、机械、能源、电力、核工业
		高温合金丝材	HGH367、HGH533、HGH4202、HGH3128、HGH5188、HGH4169、GH4169、GH625、GH2132	弹簧丝、焊丝用于制作弹簧、阻尼元件及各种规格的焊丝，应用于航空、航天发动机、石油、电力、核电等领域。
铸造高温合金	通过真空重熔直接浇铸成型的高温合金。其具有更宽的成分范围，由于可不必兼顾其变形加工性能，合金的设计可以集中考虑优化其使用性能。其特点可以通过铸造工艺直接成型，主要用于制造形状比较复杂的产品。	高温合金母合金	K130、K242、K403、K414、K418、K423、K424、K438、K477、K480、K488、K640、K825、K4169、K4202	航空、航天、燃机以及其他领域用高温合金批量母合金
		等轴晶铸造高温合金	K4648、K418、K423A、K4386、K424、K417（K417G）、K4002、K403、K465、K447A、K419	航空发动机扩压器和机匣、航天火箭发动机涡轮泵、坦克用燃气轮机转子叶片和导向叶片
		定向凝固柱晶高温合金	DZ4、DZ5、DZ17G、DZ22、DZ22B、DZ38G、DZ125、DZ125L、DZ40M、IC6、IC6A	燃气轮机叶片、导向器叶片、航空发动机涡轮叶片
		单晶高温合金	DZ6、DD9、DD6、DZ125、DZ22、DZ4、DZ125、IC10	高温度、高载荷、高转速、复杂应力、燃气腐蚀环境下的涡轮热端部件
新型高温合金		粉末高温合金	FGH4095	航空发动机的涡轮盘、压气机盘、导流盘
		ODS高温合金	FGH4096	涡轮工作叶片前后挡板、弹性环、鼓筒轴和承力环等部件
		金属间化合物高温合金	FGH4097	

资料来源：中国特钢企业协会，中航证券研究所

变形高温合金是目前应用范围最广的高温合金产品，其适用于大批量、通用性强、结构较为简单的产品，如航空发动机当中的燃烧室、涡轮盘等。从生产流程来看，其经过真空冶炼等工艺浇铸成合金铸锭，通过锻造、轧制等热变形制成饼坯、棒、板、管等材料，最后模锻成涡轮盘和叶片等毛坯，经热处理后加工成涡轮盘、叶片等零件。结合产业链各个环节相关参与方来看，目前我国变形高温合金供应体系当中冶炼和锻造环节，参与者包括抚顺特钢、钢研高纳、图南股份、西部超导等上市企业，宝武特冶、攀长钢等非上市企业，以及北京航材院、中科院金属所等科研单位；

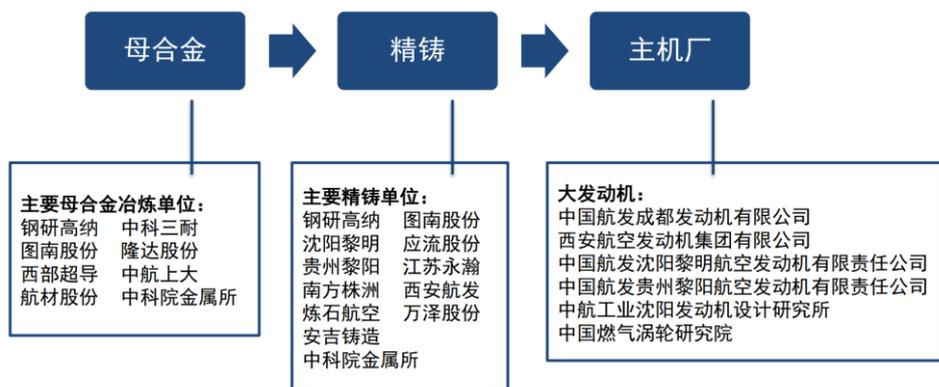
图40 变形高温合金产业链梳理



资料来源：Wind，中航证券研究所

铸造高温合金的特点是可以直接通过铸造工艺成型，主要用于制造形状比较复杂的产品，如航空发动机当中的导向器、涡轮叶片等。产品环节主要包括前端的母合金冶炼和后端的精密铸件生产，母合金冶炼环节主要参与者包括图南股份、钢研高纳、航材股份等，铸件生产环节主要包括图南股份、江苏永翰等；

图41 铸造高温合金产业链梳理

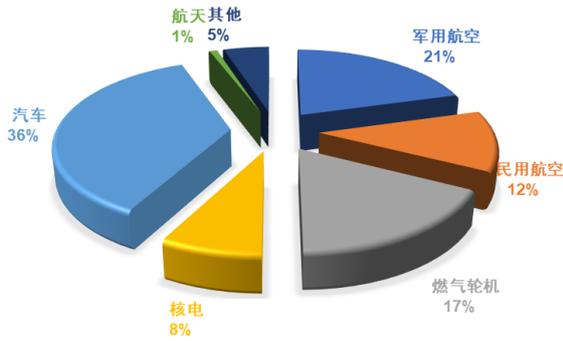


资料来源：Wind，中航证券研究所

高温合金在材料工业中主要是为航空航天产业服务，但由于其优良的性能，已经应用到核能发电、船舶燃气轮机、石油石化等工业领域，因此高温合金的整体需求在多个终端领域的牵引之下维持高度景气。根据我们的假设测算，高温合金在航空航天

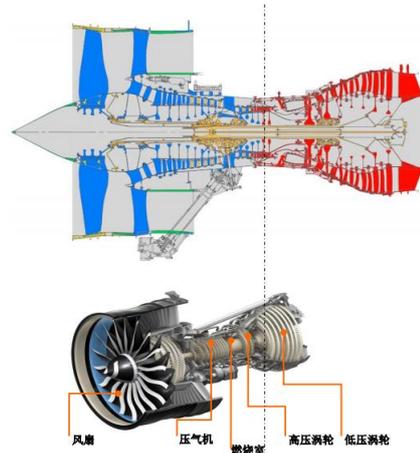
领域的消费占比达 34%，主要应用在航空航天发动机的叶片、涡轮盘、燃烧室等零部件。作为制造航空航天发动机热端部件的关键材料，在先进的航空发动机中，高温合金用量占发动机总重量的 55%—65% 以上，发动机的性能水平在很大程度上取决于高温合金材料的性能水平；

图42 高温合金下游细分行业消费占比



资料来源：Roskill，中航证券研究所

图43 高温合金在航空发动机中使用图示（标红部分）



资料来源：西部超导招股说明书，中航证券研究所

2.5.2 成本端压力有望缓解

电解镍作为高温合金的主要原材料，其价格波动对高温合金厂商的成本端产生了较大影响。2022 年，电解镍价格走势跌宕起伏，经历了飙涨、回撤、再度上涨的三个阶段，全年电解镍均价同比 2021 年上涨 43.5%。虽然高温合金产品下游航空装备端的需求高景气度依旧，但原材料上涨所带来的成本端压力，叠加军品审价机制制约，使企业在短期内无法及时上调产品售价，因此利润空间会被一定程度压缩；

图44 电解镍(Ni99.90)现货含税均价



资料来源：iFinD，中航证券研究所

纵观 2022 年，电解镍价受到宏观面、基本面和资金面等多重因素影响，全年镍价走势大体可被分为三个阶段：

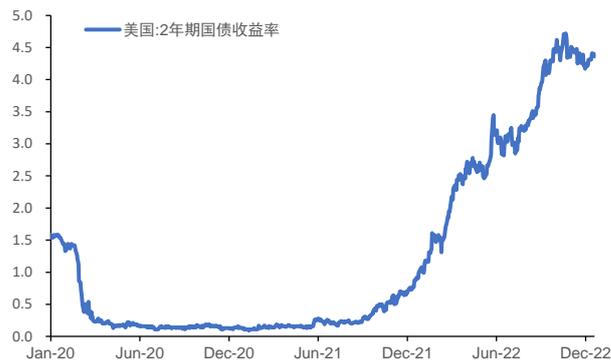
- 1) 自年初至 3 月屡创历史新高：镍价自年初以来出现大幅波动，持续逼空，主要包括地缘政治导致的供需失衡以及海外资金短期炒作（“青山镍”事件）两大方面原因。供需失衡主要由于国内需求端不锈钢行业排产计划相对可观，且三元高镍锂电池用镍需求增速较高，从而使需求端持续增量，而俄乌冲突造成了镍的供应端断供预期，同时印尼镍项目未达产，供需错配预期导致镍价在 2 月震荡上行。资金炒作方面，由于俄乌冲突导致俄罗斯的电解镍无法用于实物交割，而 LME 镍库存又恰逢低位，外资在了解到青山持仓后进行了多逼空的操作，LME 镍随即在 3 月 7 日、3 月 8 日两天一度从 3 万美元飙涨至 10 万美元。随后，LME 对此恶劣逼空事件采取了史无前例的抑制措施，同时青山回应称在国储、银团及其它大型中资企业的帮助下已调配到充足的镍板现货进行交割，“流动性危机”才得以解除。随着市场情绪受消息面刺激而转向，投机资金逐步撤离，镍价逐步回归基本面；

图45 LME 镍价格走势



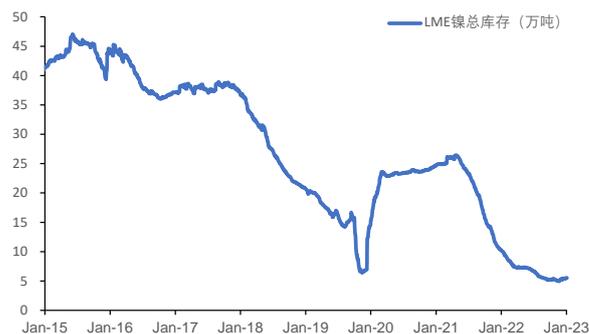
资料来源：Wind，中航证券研究所

- 2) 自 6 月起迎来快速回调：6 月至 7 月镍价回落主要由宏观因素驱动。美联储于当地时间 6 月 15 日宣布上调联邦基金利率目标区间 75bps 至 1.5%~1.75% 之间，以遏制通胀的再度飙升，这也是美联储自 1994 年以来最大加息幅度。由于市场担忧美联储鹰派加息或将对经济和需求造成严重冲击，有色市场在一定程度上受流动性预期影响而承压，同时伴随着俄乌冲突预期的部分消化，宏观因素影响下镍价于 6~7 月回吐所有涨幅，回落至年初水平；

图46 美国 2 年期国债收益率


资料来源：iFinD，中航证券研究所

- 3) 7 月触底后再度反弹上行：受宏观因素、供给端偏紧及资金面影响，镍价在 2022 年下半年一路震荡上行，截至年底 LME 镍收于约 3 万美元关口。宏观方面，美国 10 月通胀数据低于市场普遍预期，随着 CPI 数据公布后，市场对美联储放缓加息的预期进一步增强，商品价格再度抬头。供给端，由于菲律宾雨季长于往年，镍矿出口偏低，同时俄罗斯镍巨头 Norilsk 于 12 月称考虑 2023 年减产约 10%，该公司控制着全球约十分之一的镍市场，导致镍供给端紧缩预期升温；需求端，尽管国内不锈钢厂生产亏损持续累库，新能源需求增长对需求形成一定支撑，但整体来看镍基本面呈供需双弱态势，电解镍库存仍处于历史低位，低库存对镍价形成一定支撑。

图47 LME 镍历年总库存


资料来源：iFinD，中航证券研究所

展望 2023 年，镍价有望随供给端增量和宏观因素而偏空运行。从基本面来看，国内镍铁产量或将延续下滑趋势，全球原生镍增量主要由印尼镍铁及镍中间品(MHP、高冰镍)贡献，仍需关注印尼镍铁出口征税政策进展。随着中国与印尼新增电解镍冶炼项目的陆续投产，电解镍供给有望趋于宽松，全球镍低库存格局或难延续，镍价或偏空运行。宏观层面，美联储鹰派纪要显示高利率将维持更长时间，或导致全球经济

景气度不高，而 2023 年 1 月初美联储最新利率纪要强调了抗击通胀的决心，市场对美国宏观经济衰退的担忧升温。在供应趋于宽松和宏观衰退预期的叠加下，镍价有望在 2023 年逐步回落，下游企业对镍原料的采购压力有望得到缓解，高温合金生产企业有望与下游客户就新订单进行适当议价，随着成本端压力逐步被传导至下游，产品盈利空间有望改善。

2.5.3 行业发展长坡厚雪

目前我国高端航空用高温合金的有效产能仍然远不能满足日益增长的航空市场需求，高端高温合金的产能短板仍需通过材料进口来填补。出于国防安全以及国家竞争地位的考虑，西方国家仍对我国相关领域的技术和产品实行封锁。随着中航上大在 2022 年 6 月申报，隆达股份在 7 月上市，以及航材股份在年底提交注册，国内高温合金企业正着力募资扩张以加速国产化替代，填补高端产能空缺。中短期来看，国内高温合金生产商仍属于竞合关系，直接竞争较少，基本上以努力实现技术创新、扩大产能、满足市场需求为核心目标，行业整体生态较为健康。高温合金行业应具有较高的技术壁垒，从产业链各个环节相关参与方来看，国内从事高温合金的企业大体上可被分为三类：

- 第一类是以抚顺特钢、宝钢特钢、长城特钢等特钢企业为主的大型钢铁厂变形高温合金生产基地。其产品以批量较大、结构较为简单的变形高温合金板材、棒材和锻件为主；
- 第二类是以钢研总院（钢研高纳）、中科院金属研究所（中科三耐）和北京航材院（航材股份）为代表的研究、生产基地。其科研能力较强，产品牌号较齐全，因此涵盖了铸造、变形和新型高温合金等多种产品品类，产品中包含更多结构较复杂的精密铸件、结构件以及据客户需求定制的小批量产品；
- 第三类为其他民营企业，虽然普遍相比老牌钢企规模较小，但近年来业务增速较高。代表企业包括西部超导、图南股份、隆达股份等。

下表对我国高温合金行业领先企业的各项业务指标及高温合金产品经营数据进行了横向对比，可以看出各企业在产品形态、产品结构、终端需求等方面的重合度相对较低，不同类别的企业专注于相对不同的高温合金细分赛道，存在差异化竞争趋势：

图48 国内领先高温合金企业对比

公司	高温合金产能 (吨)	产品特点	在建产能
抚顺特钢	5000	变形高温合金, 军品占比高, 批量大, 结构简单	“均质高强度大规格高温合金、超高强度钢工程化建设项目”和“高温合金、高强度产业化技术改造项目”预计在2022年下半年投产, 届时公司高温合金产能有望达到1万吨。
隆达股份	6000	铸造高温合金产能3000吨、变形高温合金产能3000吨, 民品占比高, 尚处于小批量生产阶段	1、高温合金业务仍处于导入期, 待公司设备在2022年年底调试投产后, 预计公司变形高温合金产能将增加2000吨; 2、2022年IPO募投建设变形高温合金6000吨、变形高温合金棒材2000吨和铸造高温合金母合金2000吨, 建设期3年, 达产期3年。
西部超导	2000	高性能高温合金铸锭产能2600吨, 镍基高温合金棒材产能2000吨, 尚处于小批量生产阶段	1、2019年IPO募投建设年产镍基高温合金棒材1900吨, 粉末高温合金母合金600吨项目, 建设期2年, 达产期计划4年; 2、2021年募投建设1500吨高温合金产能, 建设期3年。
钢研高纳	3000	铸造、变形、新型高温合金, 以高温合金棒材及粉末高温合金母合金为主, 批量小, 结构复杂	“青岛新力通新厂(北区)建设项目”为实现满足石化炉管、乙烯裂解炉抗结焦炉管的规模生产, 项目设计新增年产能7000吨, 于2021年6月起试生产, 达产期5年。
图南股份	4000	铸造高温合金、变形高温合金, 批量小, 结构复杂	1、2020年IPO募投建设“年产1000吨超纯净高性能高温合金材料建设项目”原计划于2022年年底达到预定可使用状态, 项目因疫情影响部分延期, 截至2022Q3已达成部分产能; 2、“年产3300件复杂薄壁高温合金结构件建设项目”原计划于2022年年底达到预定可使用状态, 项目因受国内外疫情影响, 整体进度放缓, 预计以2023年7月31日达到可使用状态。
中航上大	-	变形高温合金、高温合金自由锻件, 民品占比高	2022年IPO募投项目“年产8000吨超纯净高性能高温合金建设项目”已于2021年年底完成备案, 规划建设期4年
航材股份	4500	铸造、粉末、变形高温合金母合金, 军品占比接近一半	-
宝武特冶	1500	大型高温合金盘锻件, 民品占比高	-
攀钢长城特钢	1200	变形高温合金, 民品占比高	-
中科院金属所	1000	铸造、变形、定向凝固以及单晶高温合金, 研究为主	-
中科三耐	400	航空发动机及汽车增压器用铸造高温合金母合金、燃气轮机叶片、玻璃棉喷催离心机	-

资料来源: 各公司官网及公告, Wind, 中航证券研究所

高温合金行业部分动态更新如下:

- 中航上大启动申报: 2022年6月29日, 中航上大辅导备案材料已获受理, 计划于创业板上市。公司主要产品包括高温及高性能合金、高品质特种不锈钢等, 主要产品交付形态为自由锻件, 截至2021年度具备2.4万吨的锻造能力。公司拟募资12.5亿元, 其中拟投资10.52亿元募集资金于“年产8000吨超纯净高性能高温合金建设项目”, 来弥补现有产能不足, 同时提升产品质量, 扩大规模降本增效;
- 图南股份多个新设项目向下游机加工延伸: 1) 华秦科技于2022年8月26日公告称, 计划与图南股份等四家企业共同出资2.4亿元以设立沈阳华秦航发科技有限责任公司, 其中图南股份出资4560万元, 占比19%。沈阳华秦本次拟开展的新业务为航空发动机零部件加工、制造、维修、特种工艺处理及相关服务, 图南股份作为第二大股东将随该项目向航空发动机零部件的机加工环节进行延伸; 2)

图南股份于 2022 年 12 月 27 日公告称，拟通过全资子公司图南智造在辽宁省沈阳市投资建设“年产 1000 万件航空用中小零部件自动化产线建设项目”，项目计划投资总额为人民币 8.55 亿元。我们认为，高温合金材料生产商向其下游机加工环节延伸有利有弊：图南股份作为铸造高温合金（母合金、精密铸件）全产业链生产企业，使其参与机加工环节具有一定的成本优势，且整体生产效率有望随各个加工环节的紧密协同而提升，但由于机加工环节的附加值相比高温合金母合金生产环节更低，业绩规模扩大的同时一定程度拖累整体毛利率；

- **航材股份提交注册**：2022 年 12 月 30 日，航材股份已提交注册稿，公司计划于科创板上市。公司主要产品包括钛合金铸件、橡胶与密封件、透明件和高温合金母合金，截至 2021 年其具备高温合金母合金及大型铸件年产能 4500 吨。公司拟募资约 36.2 亿元，其中拟投资 4.53 亿元募集资金于“航空发动机及燃气轮机用高性能高温母合金制品项目”，项目建成后，公司将新增 3 条母合金研发中试线，1 条大型复杂高温结构件模具研发中试线，提升航空高温合金母合金研发中试能力，保障研发与交付需求。

技术研发、市场先入和行业准入三大因素所构筑的综合性壁垒将有效维系行业整体竞争环境。近年来虽然有西部超导等新玩家入场，且通过上市平台募集资金方式进行产能扩张，但除了硬件设施 2-3 年的建设期之外，还要经历技术研发-认证-批量销售流程，需要相当长一段时间才会在成本端对成熟企业构成直接竞争威胁。同时，业内众多公司更多为竞合关系，而不单纯是竞争关系。尽管 2022 年电解镍的大幅涨价使部分企业盈利性受到扰动，未来板块盈利性有望随镍价逐步回归合理和军品新签订单落地而改善。在国家安全为重的大背景下，军品相较民品而言具有更强的计划性和确定性，军用航空景气周期为航空金属新材料的需求端提供了强有力的背书，未来民用航空及航天市场的增量将为板块带来新的增长极，需求层层推进，赛道长坡厚雪。推荐标的包括：稳健经营类的图南股份、西部超导；环比提升空间较大的隆达股份、钢研高纳和抚顺特钢。

2.6 碳纤维复合材料

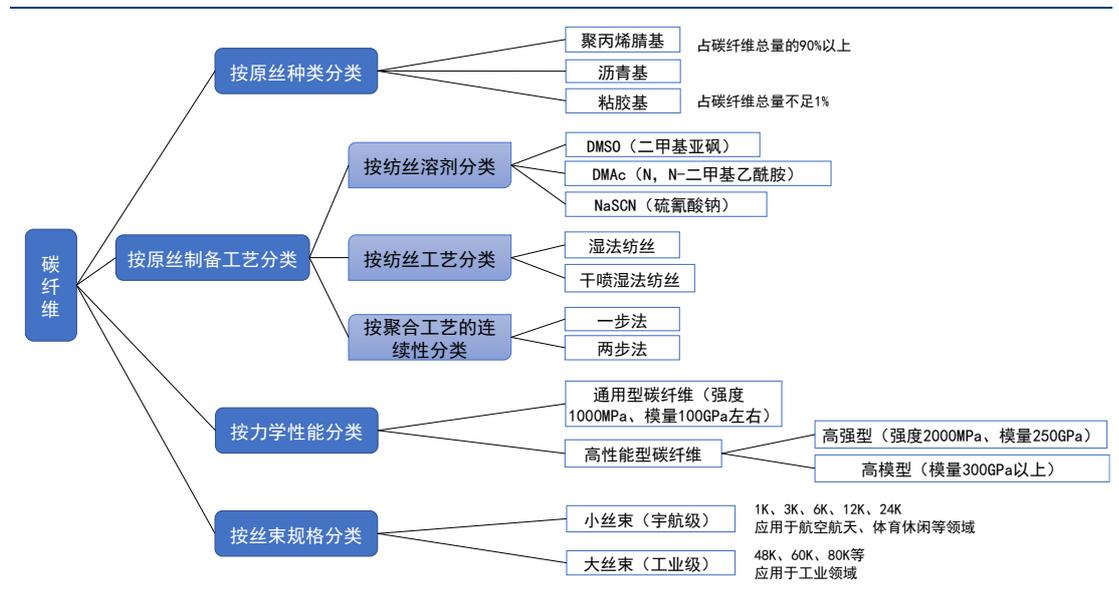
2.6.1 行业简介

碳纤维具有广阔的发展前景。碳纤维是由有机纤维在 1000°C 以上裂解碳化形成的含碳量高于 90% 的无机纤维，不仅具有碳材料固有的本征特性，又兼备纺织纤维的柔软可加工性，是新一代的增强纤维。碳纤维呈黑色，其质轻、强度高，同时具有易于成型、耐腐蚀、耐高温等多种优良性质，已经被广泛应用于体育休闲、碳/碳复合材料、航空航天、风电叶片、压力容器、交通建设等诸多领域，是一种国家亟需、应用

前景广阔的战略新材料；

大小丝束碳纤维应用有所不同，重点关注高端小丝束碳纤维。碳纤维可以按照原丝种类、力学性能、丝束规格等维度进行分类。碳纤维按原丝种类可分为聚丙烯腈（PAN）基碳纤维、沥青基碳纤维和粘胶基碳纤维。其中聚丙烯腈（PAN）基碳纤维制备工艺简单，抗拉强度优越，是市场上碳纤维的主要种类，产量占90%以上；按拉伸强度和拉伸模量这两项力学性能指标来分类，可分为通用型碳纤维、高强碳纤维、高模碳纤维、超高强碳纤维、超高模碳纤维，后三者均被工信部列为重点发展的高端碳纤维材料；按丝束规格（单丝数量）划分，碳纤维可以分为小丝束和大丝束，大丝束主要用于交通运输、风电叶片等工业领域，而小丝束主要应用于航空航天、压力容器等领域。

图49 碳纤维的具体分类

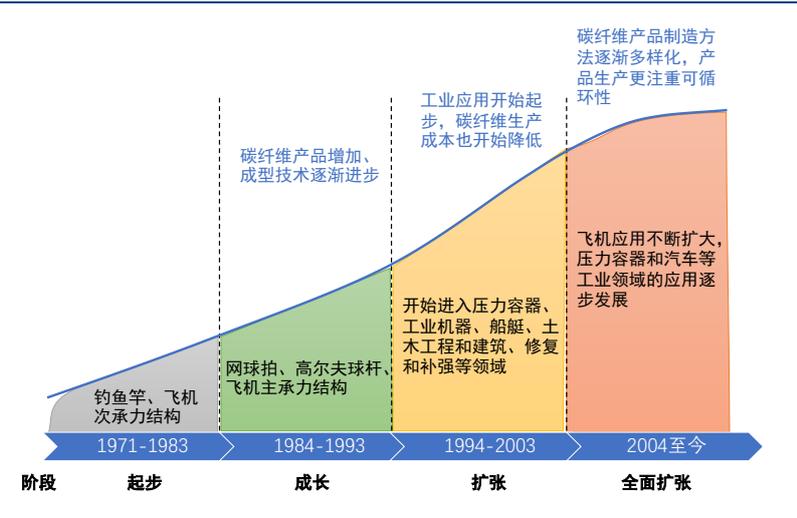


资料来源：中复神鹰招股说明书，中航证券研究所

2.6.2 产业竞争格局

碳纤维产业发展渐入佳境。起步于上个世纪七十年代的碳纤维材料，自问世以来随着成本下降和工艺成熟，逐步运用到不同领域。整个碳纤维行业经历了起步、成长、扩张和全面扩张四个阶段。尽管我国与欧美日等国家同时起步，但由于相关技术储备不足、知识产权归属不明等问题，发展缓慢，曾一度出现“有产能，无产量”的现象，产业长期处于停滞不前的状态。目前全行业存在关键技术落后、下游应用开发滞后、生产成本居高不下、市场竞争力较弱等突出问题；

图50 全球碳纤维行业发展历程



资料来源：中复神鹰招股说明书，中航证券研究所

图51 我国碳纤维行业发展历程



资料来源：《2015-2020 中国碳纤维行业深度调研与投资战略规划分析报告》，中航证券研究所

碳纤维产业链根据不同的产品形态可以分为五个环节——碳纤维原丝、碳纤维、碳纤维制品（中间体）、碳纤维复合材料以及下游应用。其中，从原丝到最终制件，每层的价值都得到较大幅度提高。光威复材和恒神股份包含了从碳纤维原丝到复合材料的全生产过程，是当前产业链最完整的碳纤维龙头企业；而中复神鹰和中简科技等碳纤维企业只生产产业链中上游的产品，复合材料的生产则交给中航高科等下游企业。整体上看，碳纤维企业各司其职，卡位精准，构成了碳纤维产业链的完整图谱；

图52 碳纤维中间体及对应的领域应用

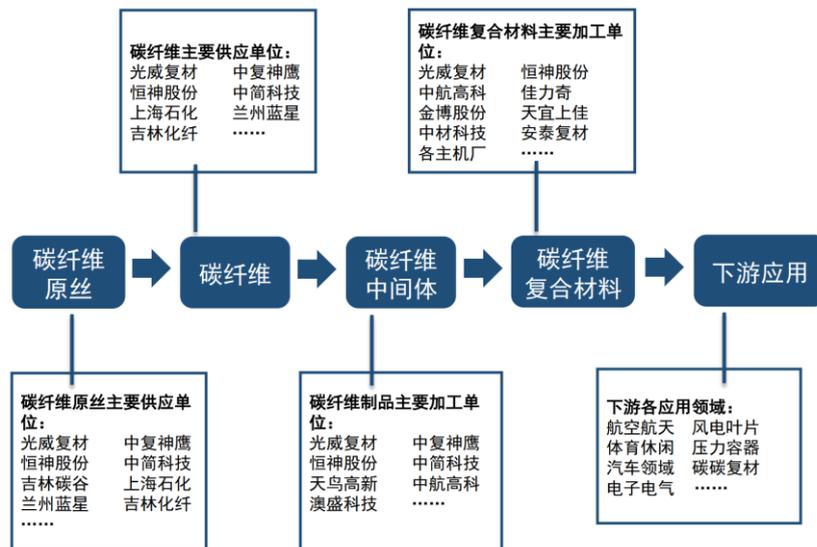
产品分类	产品介绍	主要应用领域
碳纤维编织物	碳纤维编织布，简称为碳纤维布或碳布，系碳纤维通过织造工艺生产出来的碳纤维中间体，根据制造方式的差异，可细分为单向布、双向布等	体育休闲，建筑加固
碳纤维预浸料	碳纤维预浸布，将碳纤维、树脂基体、离型纸等材料经过涂膜、热压、冷却、覆膜、卷取等工艺加工而形成的复合材料	航空航天、体育休闲、轨道交通
碳纤维拉挤板	碳板、系碳纤维通过牵引、导向、浸胶、预成型以及加热固化后形成的复合材料	风电叶片、建筑加固
碳碳复合材料	碳碳制品，由碳纤维或各种碳纤维织物为增强体，以碳为基体加工形成的复合材料	光伏、航空航天

资料来源：中复神鹰招股说明书，中航证券研究所

图53 碳纤维产业链产品价值逐级提升(单位：元/公斤)

行业	碳纤维	预浸料	制品
体育休闲	80~140	120~200	300~500
风电叶片梁板	80	-	150
工业领域高端应用	80~140	120~200	500~1000
武器装备（缠绕用）	250~300	-	-
通用飞机和无人机	-	800~1000	2000~3000
军用无人机	-	1500~2500	5000~8000
民用航空（国内）	-	2500~3000	8000~10000
军用航空（结构件）	3000	5000~7000	10000~15000

资料来源：《从国产碳纤维的处境谈碳纤维“全产业链”》，中航证券研究所

图54 碳纤维产业链


资料来源：各公司公告，中航证券研究所

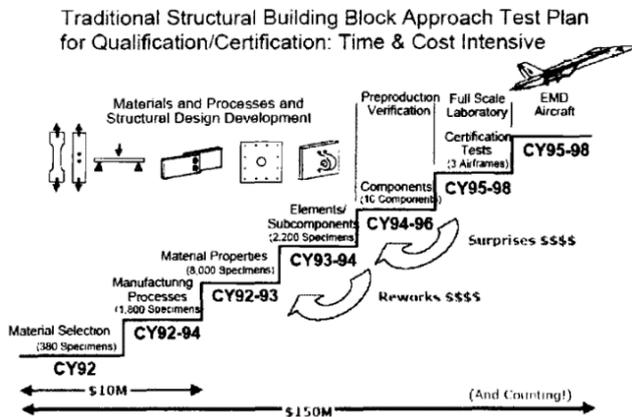
2022年，军用航空领域出现较大的竞争格局的变化，光威复材 CCF700G 的装机评审通过使其成为现有航空装备全系列的碳纤维供应商。通过本次事件，我们认为：

- **你中有我，我中有你的竞争新格局形成：**由于行业需求持续旺盛，下游主机厂出于保证交付、自身供应体系安全可靠性的考虑，通过了光威复材 CCF700G 的装机评审，这一事件标志着碳纤维行业逐步走向良性发展的道路，竞争并不可怕，这表示行业整体需求仍然保持了较高的增长。同时，供应商的多元化反过来也为行业内其他公司提供了更多的机会——你中有我、我中有你的竞争格局将逐步形成，新机型、新装备的列装将为上游航空碳纤维原材料厂商提供更多元的选择和

更大的市场空间。因此，我们认为，本次事件事实上打破了原有的竞争格局，在新的局面下，各家碳纤维企业将拥有更好的舞台；

- 本次事件是增量市场竞争而非存量市场博弈：由于碳纤维行业具有较长的认证周期和完善的积木式验证体系，本次装机评审通过短期内并不会对已有定型的竞争格局造成太大冲击，更多的是在新型号中各家各逞擅长的竞争，因此对存量市场冲击有限，更需关注增量市场竞争，后续需跟踪新的合同订单的签订和完成情况。

图55 碳纤维积木式验证体系



资料来源：《航空复合材料学科发展研究》，中航证券研究所

图56 航空碳纤维企业重大合同订单情况

	金额 (亿元)	合同发布日期	占最近一年营收比例
中简科技	21.7	2022/3/14	556.94%
	6.4	2021/7/14	163.40%
	2.6	2020/5/13	112.88%
光威复材	21.0	2021/12/31	99.15%
	11.1	2021/12/10	52.28%

资料来源：各公司公告，中航证券研究所

2023年年初，中复神鹰公布年产3万吨高性能碳纤维的建设项目，市场对民用小丝束碳纤维竞争格局有所疑虑。2020年以来，海外碳纤维进出口政策收紧带来了国产碳纤维尤其是高端民用小丝束碳纤维的景气度快速提升，量价齐升之下，以中复神鹰、光威复材和恒神股份为代表的高端小丝束碳纤维企业纷纷加大扩产。中复神鹰产能由2020年的0.35万吨提高至2022年的1.45万吨，其中2022年上半年新能源领域产品销售占比50%，航空航天领域占比10%以上，西宁二期达产后总产能将达到2.85万吨，近期公布的神鹰连云港项目规划了3万吨T700/T800级以上的产能。供给端的快速提质扩容满足了新能源革命下风、光、氢能领域高速增长的需求，同时也为民用航空航天的发展打下了坚实基础。未来随着头部企业的陆续投产，碳纤维成本优势有望进一步抬升，而海外厂商例如日本东丽进出口政策的变化值得关注，以新能源需求为主的民用小丝束碳纤维竞争格局或有变数。我们认为，头部企业高端民用小丝束产能大额投放，对国内民用航空航天竞争格局的潜在影响有待观察，仍需跟踪相关企业认证进度以及下游竞争格局变化。

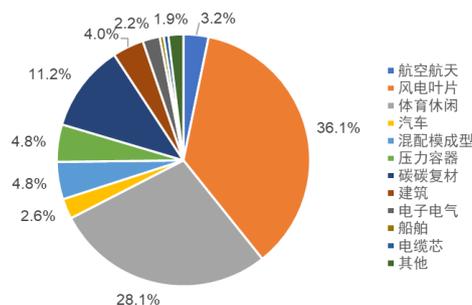
图57 头部高端小丝束企业扩产节奏

公司	扩产项目	产品描述	新增碳纤维年产能(吨)	投资额(亿元)	预计投产时间
光威复材	高强高模型碳纤维产业化项目	高强高模型碳纤维M40J级/M55J级	20	3	2021年已达产
	军民融合高强度碳纤维高效制备技术产业化项目	12K碳纤维T700S, T800S	2000	5	2021年已达产
	万吨级碳纤维产业化项目	小丝束碳纤维	10000	20	预计2023年上半年一期投产4000吨。
中复神鹰	西宁年产万吨高性能碳纤维及配套原丝项目	高性能碳纤维	11000	21	2022年已满产满销
	西宁年产14000吨高性能碳纤维及配套原丝项目	高性能碳纤维	14000	28	预计2023年上半年全面投产
	连云港年产30000吨高性能碳纤维及配套原丝项目	T700/T800级以上碳纤维	30000	60	建设期2023年4月到2026年8月
中简科技	1000吨/年国产T700级碳纤维扩建项目	12K碳纤维T700	1000	3	2021年已投产
	高性能碳纤维及织物产品项目	12K高性能碳纤维及织物产品	1500	19	施工方案与设计已经完工,前置审批已经完成,土建施工完成90%,订货合同签订率达70%,进度超预期。预计2022年年底建成一条氧化碳化线、一条原丝线安装,2023年三条线分别于一季度、二季度、三季度投产,2024年满产
恒神股份	陕西榆林年产两万吨高性能碳纤维项目	干喷湿纺生产线和大丝束碳化线	5000	13	一期5000吨,后续依据市场变化情况决定,建设期20个月

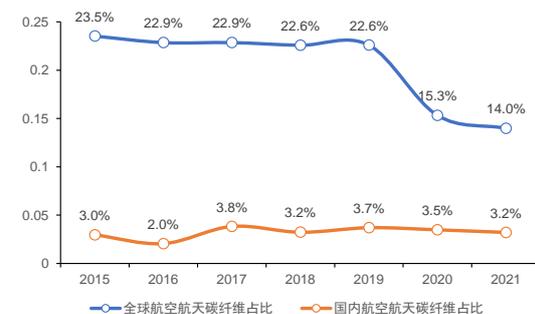
资料来源:各公司公告,中航证券研究所

2.6.3 下游需求高增

下游需求旺盛,国内国外碳纤维的消费结构差距较大。根据《全球碳纤维复合材料市场报告》,截至2021年,我国碳纤维的总需求为6.2万吨,较2015年的碳纤维需求量1.7万吨,期间CAGR为24.3%,远超全球碳纤维需求量的增速(9.6%)。目前我国航空航天领域碳纤维用量有限,但成长空间较大。基于报告统计结果,2021年航空航天在全球碳纤维需求量市场占比为14%,仅次于风电叶片(28.0%)和体育休闲(15.7%);但我国的航空航天用碳纤维需求量仅占我国碳纤维总需求量的3.2%(约2000吨),较全球占比有明显差距。从增速角度分析,2015-2021年我国航空航天碳纤维需求量的CAGR为25.99%,而全球CAGR仅为0.51%,在下游军用航空需求旺盛的情况下,我国的航空航天碳纤维消费增速十分显著;

图58 2021年我国各领域碳纤维需求量占比


资料来源:《全球碳纤维复合材料市场报告》,中航证券研究所

图59 中国 vs 全球航空航天碳纤维占比


资料来源:《全球碳纤维复合材料市场报告》,中航证券研究所

军用航空换装和补充需求较大，同时新一代战机复材比例有所提高。根据中国复合材料学会发布的《军工复合材料深度研究报告》，四代机之前的军机，复合材料的应用范围仅限于尾翼、鸭翼等次承力结构，目前我国第三代战斗机歼-10 和歼-11 的碳纤维用量仅为 6%和 10%；在新一代军机上，复合材料主要应用于机翼、鸭翼、尾翼、垂尾、中机身壁板、腹鳍、武器舱门等处，占结构重量的 19%左右，预计未来随着相关复合材料和结构材料技术的突破，军机碳纤维使用比例也将不断提升。同时，从军机结构上来看，我国目前仍有大量的二代战机，现有机型的存量替换和“20 系列”军机加速列装将有效牵动碳纤维需求增量。随着碳纤维复合材料在军用航空领域上应用比例的增加和军机换代更新带来的军机数量增长，我国军用碳纤维应用将呈现逐年递增的趋势；

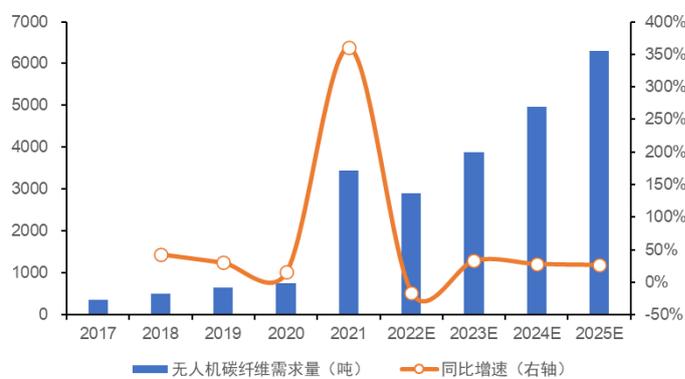
国产大飞机的复材比例逐年提高，随着民用航空的发展，国产航空碳纤维迎来春天。复合材料在大型民机上的应用大致经历了四个阶段，第一阶段主要应用于受力较小的前缘、口盖、整流罩、扰流板等构件；第二阶段主要应用于受力较小的部件如升降舵、方向舵、襟副翼等，该阶段约于 20 世纪 80 年代结束，我国的 ARJ21 支线客机复材水平大致处于这个阶段；第三阶段复合材料应用在受力较大的部件，主要是垂尾和平尾等；第四阶段复合材料进入飞机最主要受力部件如机翼、机身等应用。目前，复合材料在国内民机上的应用比例在逐步提高，根据中国商飞官网数据，C919 复合材料用量占比约 12%，而 CRJ929 复合材料用量占比超过 50%，同时国产 C919 和 ARJ21 订单出现明显增加，中国未来市场民用客机需求量大。根据前瞻产业研究院和制造界网的统计数据，截至 2022 年 5 月，C919 客机包含确认订单和意向订单在内的总订单数量超过 800 架，ARJ21-700 订单数量接近 600 架。2022 年中国东航发布定增预案，拟采购 4 架总价值 24 亿元的 C919 客机，同时首架交付给东航的 C919 首飞成功，意味着该机型从前期的研发以及测试阶段开始转向交付运营阶段，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 11.5 万吨的碳纤维需求，市场规模达到 1153 亿元；

图60 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	958	ARJ21	25	31%	7.8	8%	65%	2	773	8
120座单通道喷气客机	6288	C919	42	50%	21.0	20%	65%	2	34332	343
250座双通道喷漆客机	2038	CRJ929	110	50%	55.0	55%	65%	2	80144	801
合计									115250	1153

资料来源：《中国商飞公司市场预测年报(2021-2040)》，中航证券研究所

无人机作为新一代的武器装备，有望带来较大的碳纤维需求。根据《2021年全球碳纤维复合材料报告》，2021年碳纤维在全球无人机领域的需求量约为3450吨，较2020年的750吨大幅度增长（+360%），主要原因可能包括基数较少，下游军用、测绘、气象、应急等领域需求提高所致。考虑到2021年单位无人机规模对应的碳纤维用量较往年有较大幅度提升，我们推测是由于碳纤维用量更大的军用无人机的交付以及技术进步碳纤维用量提升等因素。根据历史数据，我们保守给出每千亿市场规模使用大约1000吨碳纤维的假设，推测到2025年全球无人用碳纤维需求量达到6312吨，2022-2025年CAGR约29.5%；

图61 无人机用碳纤维需求预测


资料来源：《全球碳纤维复合材料市场报告》，中航证券研究所

随着碳纤维复材技术的进步，航天器中复材应用经历了四个阶段。航天器设计中显著的特点是刚度设计、强度校验，同时要求轻量化、耐空间环境。碳纤维复合材料优异的比模量、比强度特性可以大幅提升航天器结构承载力。碳纤维复合材料在我国航天器结构中的应用分为四个阶段：1) 第一阶段（1970-1985）随着东方红一号的研制，复合材料开始应用于航天器结构，此时的碳纤维主要应用于次承力结构，如1984年东方红二号采用了碳纤维管胶接的空间桁架；2) 第二阶段（1985-1999）随着结构设计仿真技术的发展，碳纤维复合材料实现了在航天器主承力结构的大规模应用，其中具有里程碑意义的代表产品为东方红三号的波纹承力筒，标志着我国掌握了大承载轻量化主承力结构设计的技术；3) 第三阶段（2000-2010）是我国航天技术迅速发展的十年，得益于复杂曲面结构设计和工艺成型的突破，复合材料大量应用于航天器次级结构，如相机大梁、复杂支架等；4) 第四阶段（2010-至今）伴随着国产高模量碳纤维在成型、工艺控制及性能稳定性上的突破，航天器主承力结构及次级结构上开始大范围使用国产碳纤维复合材料。

2.6.4 行业发展趋势

经过多年的发展，碳纤维及复合材料行业整体呈现出国产化率不断提高、复材部件一体化、制造过程自动化发展的趋势，由此带来了军用、民用航空航天领域复材比例的不断提高：

- **国产化进程加速**：复合材料是引领结构材料革命的典型代表，是国家航空航天制造能力的集中体现，关系到我国的战略安全，因此国际上严格禁运，受到地缘政治等因素影响，近年来高端碳纤维的进口有所波动，加速了国内相关企业寻求自主可控的国产替代方案的节奏。各类国家级战略规划也重点强调了关键材料的自主研发生产制造能力，加快国产化率，以实现自主保障；
- **复材部件一体化**：大型化、整体化的复材部件开始逐步应用于机身、机翼，相较于传统的铆接工艺，一体化部件有效减少了零部件结构的连接和分段，在实现较高承接效率的同时，大幅度减少对进口紧固件的依赖，减轻整体重量，缩短装配流程，降低装配成本。同时传统的铆接工艺需要大量的非标工装夹具，定制周期长，成本高，采用一体化部件思路可以有效缩短制造周期，实现作战装备的快速列装；
- **制造过程自动化**：目前在我国的复材部件生产环节中，铺放过程高度依赖手工作业，不仅操作风险高，材料利用率较低，而且无法应用于超大部件，这是由于我国的自动铺放设备尚不成熟，而海外禁运政策严格，因此自动化水平较低。而随着国内大型民机的生产量和机体结构中大型部件比例的提高，自动铺丝铺带设备将成为卡脖子的环节，随着下游对于碳纤维铺放的效率、精度以及材料利用率的要求逐渐严格，制造过程自动化水平将不断提高。

小结：军用碳纤维在质量稳定性要求上远高于民用碳纤维产品，复杂而漫长的验证流程也大大增加了其使用的难度，供应商资质认证和军民品技术相通提高了应用壁垒。在高端航空航天领域，我们认为碳纤维行业供给端有望保持良好的竞争环境，随着军民两用市场未来高成长可期，相关企业将全面受益，并且头部公司通过募投加快规模扩张，将有效保持领先优势。推荐标的：中简科技、中复神鹰、光威复材、佳力奇（已过会）。

2.7 小结

供需两旺，良好格局仍将保持：十四五期间军用航空装备的快速提量推动了相关航空新材料需求，高温合金、钛合金以及碳纤维企业业绩得以快速增长。十四五后半段，航天板块的关注度逐步提高，各类航天装备需求有望接棒，成为材料企业新的增

长点。展望未来,民用航空大飞机和无人机等领域的需求将打开新材料企业成长空间。与此同时,竞争格局仍将保持良好——由于航空航天新材料的资质认证周期长,技术门槛高等特点,主机厂对供应商的认证有一套完整复杂的管理体系,新进入者时间成本较高,因此供给端具有较高门槛。我国高性能高温合金、钛合金及碳纤维复合材料为关键性短板材料,不论从材料本身的质量还是企业规模来看,较国外领先企业均存在一定差距。在国产化替代持续提速背景下,在需求快速提升周期内航空航天新材料将维持供不应求的局面;

军民融合企业有望最大程度受益于赛道崛起:拥有军用航空航天供货资质的企业往往具有成熟的制造技术和产品质量控制体系,而能够成为民用航空供应商(通过商飞、商发认证)的企业,则说明企业具有成本控制、大批量交付以及快速响应能力。中长期即便部分军用主战装备放量速度存在减缓可能性,但民用领域的崛起将有望保持整个赛道的高增长。受益于“先军后民”的下游需求放量,能够实现军民两用的航空航天新材料公司将在未来享有更长的高景气窗口。在这一过程中我们认为应淡化传统的军工单一属性,重视航空航天产业链长期战略配置价值,用战略层面的坚定战胜产业层面阶段性成长疑虑,行业估值中枢未来进一步抬升可期!

三、能源材料

能源政策再平衡下,挖掘细分赛道机会。过去几年间,全球在新能源领域的投资建设火热,对应的传统能源方向资本开支不足。近一年来,受俄乌冲突、疫情扰动、极端天气等因素影响,全球能源价格剧烈震荡,能源危机频发,过往偏激能源政策累积的弊端暴露无遗。能源结构的调整是一个循序渐进的过程,传统能源逐步退出要建立在新能源安全可靠的替代基础之上。因此在这一背景下,欧洲多国采取了包括重启煤电、延期关闭核电等措施;国内在经历了“煤荒”、“电荒”之后,重新扶正了煤炭、火电等传统能源的地位和战略作用,新能源更多开始强调增强消纳能力,增加有效输出,同时停滞多年的核电建设也重新加速。稳定和安全的能源供应是经济社会正常运转的前提,二十大报告也着重强调了能源安全的重要性。当前地缘政治局势依然紧张,能源格局已经重塑,因此在当下能源政策纠偏,能源结构重回“新旧平衡”稳步发展的过程中,顺应新的发展趋势,相关材料的需求也将产生,因此我们倾向于寻找具备产业政策支持且基本面向好的自主可控细分领域:

- 1) **新能源材料:**2020年“十四五”规划纲要提出了“2030年前碳达峰,2060年前碳中和”的目标,明确要求到2030年非化石能源占一次能源消费比重达到25%左右,风电和太阳能发电总装机容量达到12亿千瓦以上。我国推行的“四个革命,一个合作”能源安全新战略使能源行业充分受益,双碳背景下的新能源产业将维

持高景气和高速发展态势，推荐关注以下几个新能源领域上游细分赛道：

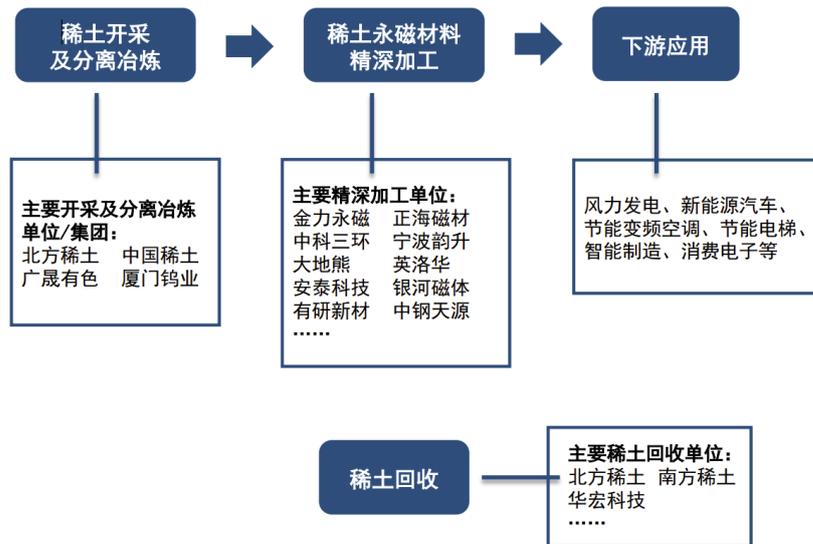
- **稀土及稀土永磁材料**：我国具有从稀土开采、冶炼分离到稀土材料精深加工的全产业链，对稀土产业链各环节完全自主可控。建议关注上游稀土及中游稀土永磁材料（高性能钕铁硼永磁材料）；
 - **金属软磁材料**：我国是磁性材料生产大国，具备完整的磁性材料生产全产业链，并在多个金属软磁材料细分赛道占据国际领先地位。建议关注金属磁粉芯、非晶合金。
- 2) **传统能源材料**：考虑到新能源行业火热的行情已透支了部分未来预期，须关注能源政策调整下传统能源行业的相关材料投资机会。一方面，地缘政治影响使原油、天然气等商品供需失衡，从而导致其价格大幅上涨，油气领域的固定资产投资扩张使工业用油气管道需求大幅提升；另一方面，2022年核电机组核准的加速则有效提振了核电建设相关材料的需求，在下游传统能源领域的景气度提升之下，建议关注油气及核电领域用材。

3.1 稀土及稀土永磁材料

3.1.1 稀土

稀土产业链涵盖了上游的稀土矿资源的开采、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掘；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，其终端应用包括风力发电、新能源汽车、节能家电、机器人及智能制造等领域；

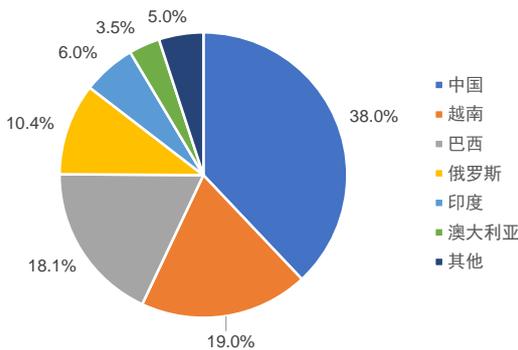
图62 稀土产业链相关标的梳理



资料来源: Wind, 中航证券研究所

我国拥有全球最大的稀土储备。据 USGS 数据显示, 2021 年全球稀土储量折合稀土氧化物约为 1.2 亿吨, 其中, 我国稀土储量为 4400 万吨, 占比 38.0%, 稳居第一; 越南储量 2200 万吨, 巴西储量 2100 万吨, 俄罗斯储量 1200 万吨, 全球前四国稀土储量之和占比高达 85%。从地理位置来说, 我国稀土资源呈现“北轻南重”的特点。轻稀土矿以内蒙古包头的白云鄂博矿为代表, 主要分布在我国北方地区和四川凉山, 离子型中重稀土矿主要分布在福建、江西、广东、云南等南方地区。得益于我国丰厚的稀土资源储备, 我国稀土金属氧化物年产量在全球范围内处于主导地位;

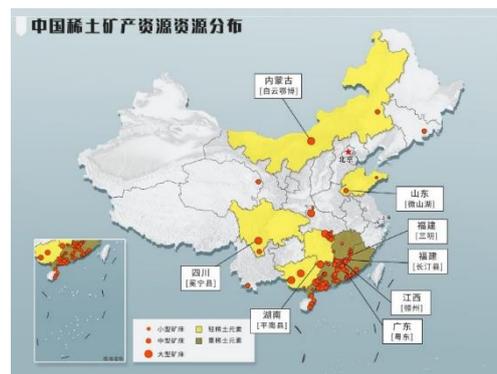
图63 2021 年全球各国稀土储量占比



资料来源: USGS, 中航证券研究所

注: 缅甸储量数据暂空缺

图64 我国矿产分布图



资料来源: 金十数据, 中航证券研究所

我国是全球最大的稀土生产及消费国。从产量来看, 2021 年全球稀土产量达 28 万吨, 我国稀土产量达 16.8 万吨, 占全球稀土总产量的六成; 美国稀土矿产量 4.3 万

吨，占全球产量的 15.4%，为我国境外第一大生产国；缅甸、澳大利亚产量分别为 2.6 万吨、2.2 万吨。前四大稀土生产国合计占比超全球总产量的 92.5%；从消费端来看，2021 年我国稀土表观消费量高达 16.5 万吨，占据全球一半以上，为全球稀土资源消费量第一大国。我国也是稀土出口大国，2021 年我国稀土产品出口量为 4.89 万吨（包括稀土化合物及稀土金属），主要稀土出口国包括日本、美国、德国等；

图65 近年来全球/我国稀土矿产量情况



资料来源：Wind，中航证券研究所

图66 我国稀土产品进出口量及增速



资料来源：Wind，中航证券研究所

我国的稀土行业如今已确立了以四大稀土集团为主导的供给格局。自 2011 年国务院在《关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见》中提出“稀土是不可再生的战略资源”以来，关于稀土的政策红利频频出台。为了规范稀土行业的发展，2015 年年年初，工信部提出，需大力推进我国六大稀土集团整合全国所有稀土矿山和冶炼分离企业，以实现以资产为纽带的实质性重组；2016 年，我国稀土行业由此确定了以六大稀土企业集团（北方稀土、南方稀土、中铝公司、广东稀土、五矿稀土和厦门钨业）为主导的行业竞争格局，一概扭转了我国稀土行业往日“多、散、小”的局面。2021 年年末，我国宣布成立以中铝公司、五矿稀土、赣州稀土三大稀土集团为主体的“中国稀土集团”，各大稀土集团的指标落实配合稀土行业的秩序整顿，我国稀土矿的供给端变得更为集中可控；

工信部指标主导了我国稀土产品供给端，稀土集团战略重组助力我国稀土供给端话语权提升。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。据工信部与自然资源部下达的 2022 年度稀土开采、冶炼分离总量控制指标，2022 年度我国稀土开采总量和冶炼分离总量控制指标分别为 21 万吨（同比+25.0%）、20.2 万吨（同比+24.7%），超过 2021 年两项指标同比增长 20% 的增幅。经整合后的中国稀土指标配额涵盖了五矿稀土、南方稀土、中铝公司三家的中重稀土开采配额，其合计约占我国中重稀土开采总量的 68%，该战略重组使我国中重稀土供给在未来更易管控，进一步抬升了稀土资源的战略地位，且有助于我国在全球范围内掌握稀土定价权。综上所述，稀土产业链上游供给格局较为清晰，我国各大稀

土集团对稀土资源供应掌握着重要话语权，而工信部掌控的稀土开采及冶炼分离配额或将成为影响全球稀土供应市场的主要决定性因素；

图67 2022 年度我国各大稀土集团开采、冶炼分离指标配额

企业	股票代码	业务类型	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（中重为主）	
中国北方稀土（集团）高科技股份有限公司	北方稀土（600111）	为我国轻稀土主要生产地，主营稀土原料产品、稀土功能材料、稀土终端应用产品	141650	-	128934
广东省稀土产业集团有限公司	旗下唯一上市公司为广晟有色（600259）	稀有稀土金属矿产资源开发、冶炼分离、综合回收利用、深加工、新材料研发和贸易业务	-	2700	10604
厦门钨业股份有限公司	厦门钨业（600549）	钨钼、稀土和锂离子电池材料	-	3440	3963
中国稀土集团	五矿稀土集团有限公司	旗下唯一上市公司为五矿稀土股份有限公司（000831）	49200	13010	58499
	中国南方稀土集团有限公司	母公司为赣州稀土集团有限公司（未上市）			
	中国稀有稀土股份有限公司	母公司为中国铝业集团有限公司（未上市）			
合计			190850	19150	202000
总计			210000		202000

资料来源：工信部，自然资源部，各公司公告，中航证券研究所

我国稀土产业链上游竞争格局较为稳定，稀土集团将持续受益于配额增量。从无序开采到合理管控，从稀土原料产品批量出口到稀土进口量的逐步提升，中国在稀土行业的身份不再只是最大的稀土资源出口国，也逐渐转变成了稀土消费大国，这背后是新能源汽车、风力发电以及其他节能减排领域的需求高速增长的结果。稀土作为重要的战略物资，工信部和自然资源部每年下批的稀土开采、冶炼分离指标从源头对稀土产量进行了严格把控，维护了稀土的价格和稀缺性。随着中国稀土的成立，我国稀土供应端变得更为集中，产业上游环节变得更自主可控。稳定的稀土原材料供应、由国家政策所铸就的极高的准入壁垒使各大稀土集团拥有了深厚的行业护城河，稀土开采端逐年递增的限制配额也使企业的营收步入稳定增长阶段。建议关注稀土行业上游相关标的：中国稀土、北方稀土、广晟有色和厦门钨业。

3.1.2 稀土永磁材料

稀土被誉为“现代工业维生素”、“新材料之母”，终端应用领域十分广泛。上游稀土矿经分离及冶炼后，可在中游被进一步精深加工成稀土材料，经不同的加工工艺制成的稀土材料可被应用至诸多不同的终端领域。稀土材料的下游需求按大类可分为传统领域和新材料领域两大块：1) 传统应用领域包括冶金工业、石油化工、玻璃陶

瓷、农轻纺及军事领域等；2) 在新材料领域中，不同稀土材料相对应的则是不同的下游细分赛道，例如稀土永磁材料可被广泛应用于信息产业中的各类电子设备及新能源领域中的各类电机及零部件，稀土储氢材料可被应用于电池储氢产业，稀土发光材料则可被应用于荧光器件等；

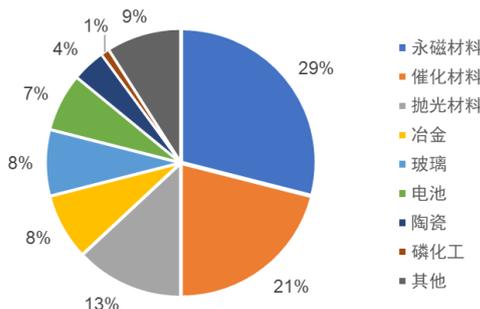
图68 主要的几类稀土功能材料

稀土材料	定义	特点	分类
稀土储氢材料	在室温条件下能迅速吸氢(H ₂)并反应生成氢化物，使氢以金属氢化物的形式贮存起来，在需要的时候，适当加温或减小压力以释放氢气	以LaNi ₅ 为代表的稀土储氢合金被认为是所有稀土储氢合金中应用性能最好的一类，其吸放氢反应速度较快，性能优良	AB ₂ 型储氢合金、非AB ₂ 型稀土型储氢合金 (La-Mg-Ni系储氢合金)
稀土发光材料	由稀土4f电子在不同能级间跃出而产生的材料	具有吸收能力强，转换效率高，可发射从紫外线到红外光的光谱，特别在可见光区有很强的发射能力等优点	因激发方式不同可分为光致发光、电致发光、X射线发光、生物发光等
稀土永磁材料	是指将钐、钕等稀土金属与钴、铁等过渡金属组成的合金，经磁场充磁后制得的一种磁性材料	稀土永磁材料比碳钢磁性能高100多倍，是普通永磁材料磁性4倍，钕铁硼是目前磁性最强的永磁材料。其中钕铁硼永磁体的磁能积在27-50MJGOe之间，是磁性最高的永磁材料	可分为钐钴 (SmCo) 永磁体和钕铁硼 (NdFeB) 永磁体
稀土抛光材料	指一种以氧化铈为主体成分用于提高制品或零件表面光洁度的混合稀土氧化物的粉末	粒度均匀、硬度适中、抛光效率高、使用寿命长等	按氧化铈含量由低到高，可分为低铈抛光粉、中铈抛光粉、高铈抛光粉
稀土催化材料	铜、钐、钨等稀土离子由于其独特的4f电子层结构，使其在化学反应过程中表现出良好的助催化性能与功效	稀土元素不仅本身具有催化活性，还可以作添加剂或助催化剂，以提高催化剂的催化性能	分子筛稀土催化材料、稀土钙钛矿催化材料、钐钴固溶体催化材料

资料来源：瞪羚云，中航证券研究所

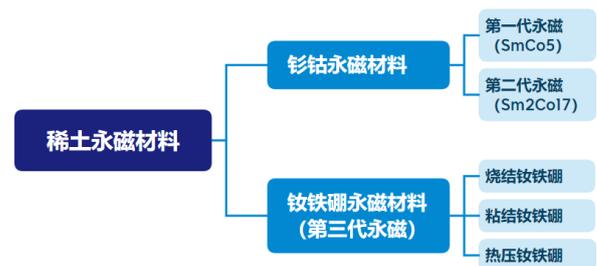
稀土永磁材料是全球稀土下游需求中占比最大的应用领域，也是稀土材料中最具潜力和价值的应用领域。据 Roskill 数据显示，2020 年，稀土永磁材料为全球稀土材料下游应用领域中最大的需求占比，高达 29%，稀土催化材料占比 21%，抛光材料占比 13%，冶金应用占比 8%，光学玻璃应用占比 8%，电池应用占比 7%，其他应用占比共计 14%。稀土永磁材料可被应用至多个高速发展的终端领域，包括新能源车、风力发电、节能家电等符合国家政策导向的新能源行业，而钕铁硼永磁材料是如今综合素质最优的稀土永磁体，同时也是现在产量最高、应用最广泛的稀土永磁材料；

图69 2020 年全球稀土材料消费领域结构占比



资料来源：Roskill，中航证券研究所

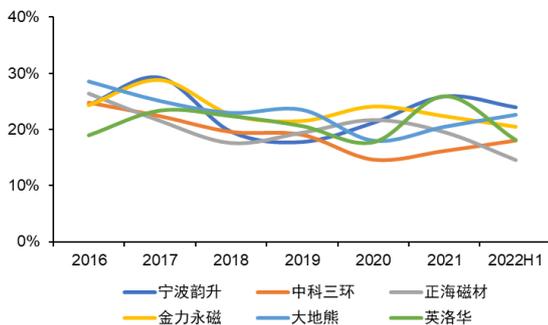
图70 三代稀土永磁材料



资料来源：大地熊招股说明书，中航证券研究所

高性能钕铁硼生产企业在行业中较为集中，主要生产企业包括宁波韵升、中科三环、正海磁材、金力永磁、大地熊和英洛华等。六家企业的销售毛利率在近年来分化不大，对下游客户具有较强的议价能力。高性能钕铁硼永磁材料作为知识技术密集型的战略性新兴产业之一，其生产行业具有较高的准入壁垒，主要体现在技术研发壁垒、资金壁垒和客户粘性壁垒三个方面：

- **技术研发壁垒：**高性能钕铁硼多属非标准化产品，生产商需具备较强的研发能力，并通过长时间的行业经验积累才能完成产品的研发与生产，在研发投入和设备升级方面，相关企业均保持较高投入；
- **资金壁垒：**烧结钕铁硼永磁材料行业属于资金密集型行业，资金主要用于高性能产线、原材料储备及较长账期所致的流动性需求；
- **客户粘性壁垒：**烧结钕铁硼永磁材料下游客户多为业内知名优质企业或其产品配件供应商，在选定烧结钕铁硼供应商并经长期合作认可后，通常不会轻易更换，容易形成一定的客户粘性。

图71 近年来我国主要高性能钕铁硼生产商毛利率


资料来源：Wind，中航证券研究所

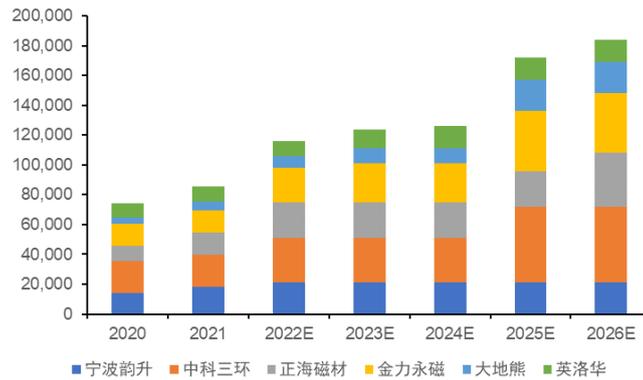
图72 各企业研发投入对比

公司名称	研发投入（百万元）			研发投入占营收比例		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
宁波韵升	127	144	231	6.52%	5.99%	6.15%
中科三环	76	83	116	1.89%	1.78%	1.62%
正海磁材	126	142	179	7.03%	7.25%	5.31%
金力永磁	64	103	160	3.79%	4.27%	3.93%
大地熊	32	34	97	5.07%	4.35%	5.83%
英洛华	125	129	173	4.98%	4.96%	4.60%

资料来源：Wind，中航证券研究所

由于钕铁硼永磁材料为非标准化产品，涉及新材料、新工艺和新产品的研发，钕铁硼生产商往往需根据下游客户对产品的需求而制定相关的生产计划。根据目前公开披露口径，以上企业均有相应的扩产计划，预计六家企业总产能将由2021年的8.65万吨增至2026年的18.4万吨，CAGR为16.3%；由于许多高性能钕铁硼产品为定制化或非标准化产品，企业扩产的决心也间接印证了下游终端行业的需求高景气度；

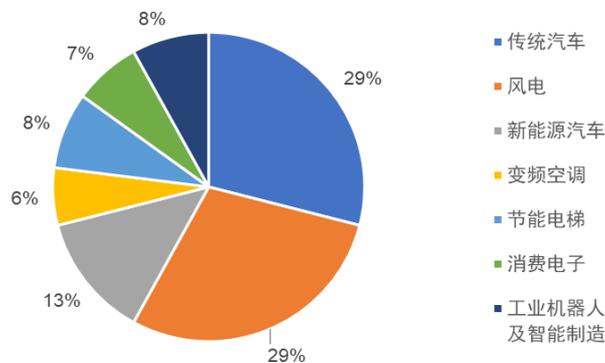
图73 2020-2026年各企业未来产能扩增测算（吨）



资料来源：各公司公告，Wind，中航证券研究所

近年来，新能源领域的高速发展带动钕铁硼永磁材料新增需求井喷，稀土永磁行业逐渐步入基本面驱动时代。高性能钕铁硼主要应用于高技术壁垒领域中各种型号的电机、压缩机、传感器等。从高性能钕铁硼下游应用消费结构来看，2020年全球传统汽车的钕铁硼需求量占比为29%，风电占比为29%，新能源汽车占比13%，变频空调占比6%，节能电梯占比8%，消费电子占比7%，工业机器人及智能制造占比8%；

图74 2020年全球高性能钕铁硼永磁材料下游消费结构

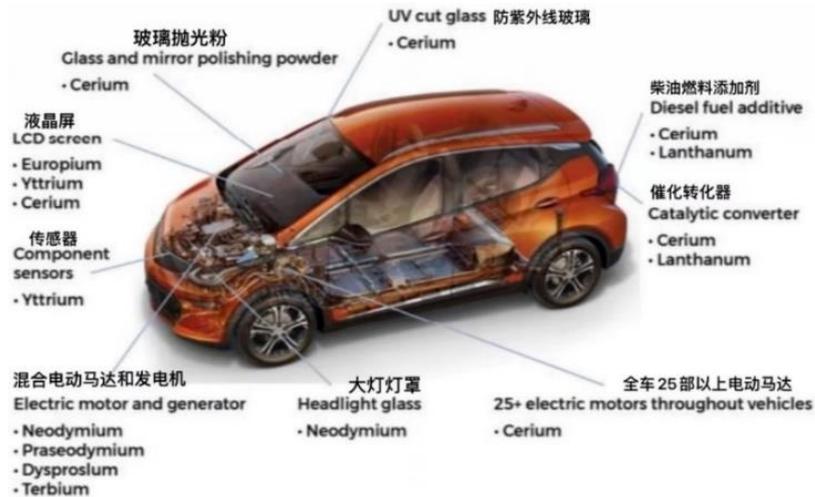


资料来源：上海有色网，中航证券研究所

新能源汽车高景气度将推动高性能钕铁硼磁材需求，稀土永磁同步电机有望成为下游需求增长的首要驱动力。高性能钕铁硼主要应用于新能源汽车驱动电机，据Frost & Sullivan信息显示，与传统电动机相比，应用钕铁硼永磁材料可节省高达15%-20%的能源。目前，稀土永磁同步电机可以大幅减轻电机重量、缩小电机尺寸、提高工作效率，且具有转矩大、功率密度大、工作速域宽、可靠性高、结构简单等特点，目前已成为了新能源汽车驱动电机的主流。中汽协数据显示，2021年，我国新能源汽车产销量分别为354.5万辆和352.1万辆，分别同比增长159.5%和157.5%，

预计 2022 年我国新能源车销量可达 500 万辆左右。新能源车产销量的稳固增长为未来钕铁硼潜在的增量市场打下了良好的基础。从新能源车的相关政策方面来看，国务院办公厅印发《新能源汽车产业发展规划（2021—2035 年）》，提出到 2025 年，新能源汽车新车销售量需达到汽车新车销售总量的 20% 左右。因此，随着新能源车渗透率和销量的提升，新能源车有望成为高性能钕铁硼下游核心增量市场；

图75 汽车有多处部件涉及到稀土的应用



资料来源：Google，中航证券研究所

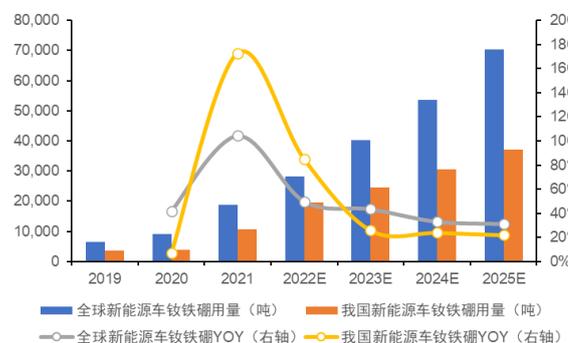
根据产业信息，每辆新能源车的稀土永磁同步电机中的钕铁硼用量为 2-5kg，此处我们假设单车电机钕铁硼用量为 3kg。根据我们的预测，可以推算出，2021-2025 年我国新能源车钕铁硼用量分别为 1.06/1.95/2.46/3.05/3.72 万吨，CAGR 为 37.0%；全球新能源车钕铁硼用量分别为 1.88/2.81/4.04/5.37/7.04 万吨，CAGR 为 39.1%；

图76 全球及我国新能源车销量及渗透率



资料来源：Marklines，ACEA，中汽协，SNE，Wind，中航证券研究所

图77 全球及我国新能源车钕铁硼用量



资料来源：Marklines，ACEA，中汽协，SNE，Wind，中航证券研究所

受益于钕铁硼磁材终端应用的高景气度，高性能钕铁硼永磁材料加工环节在稀土

产业链中具有较高的附加值，推荐标的包括金力永磁、中科三环、宁波韵升、大地熊等。国家频频出台的稀土永磁行业鼓励政策对钕铁硼永磁材料的发展有着至关重要的推进作用，同时双碳政策背景为钕铁硼众多下游市场提供了强大的发展支撑。随着下游新能源车、风电等应用领域未来渗透率逐步提升，高性能钕铁硼将在国内外市场维持供不应求的状态，市场现有头部企业将持续受益。纵观我国稀土行业，凭借得天独厚的资源储备、源头端的产业整合、稀土永磁材料行业格局不断优化、持续旺盛的终端新能源需求，稀土产业链已实现全面自主化，所具备的全球竞争力让国家在资源战略层面拥有了一张珍贵的王牌。

3.2 金属软磁材料

我国为磁性材料生产大国，产业化已较为成熟。从电感磁性材料行业的整体竞争格局来看，韩国、美国、日本以及部分欧洲国家在磁性材料生产方面起步较早，诸如 Changsung Corp.（韩国昌星）、Magnetics（美磁）等龙头企业具备较强的新品开发能力及领先的技术工艺。随着我国制造业的不断蓬勃发展，诸如日本 TDK、田村电子、韩国昌星等世界领先的磁性材料生产企业纷纷将产品供应链向中国迁移，从而使得我国磁性材料工业的生产技术日益提升，产品质量和生产规模大幅提升，整体实力不断增强。目前我国已建成了门类齐全的磁性材料产业，各类磁性材料的产量均居世界第一位，确立了世界磁性材料生产大国和磁性材料产业中心的地位；

软磁材料是具有低矫顽力和高磁导率的磁性材料，易于磁化，也易于退磁，其主要功能是导磁、电磁能量的转换与传输，广泛用于各种电能变换设备中。在软磁材料中，铁氧体软磁材料的应用需求最大，经长期市场发展已进入成熟阶段，而金属软磁材料在近年来随着下游多个新能源领域的发展，产业扩张较为迅速，我们认为金属磁粉芯、非晶合金为两条处于高速发展中的潜力赛道：

- **金属磁粉芯：**金属磁粉芯是电感元件的核心部件之一，其具备温度特性良好、损耗小、饱和磁通密度高等优良特性，所制成的电感元件能够顺应现代电气设备对高效率、高频化、高功率密度、小型化的需求。产品下游应用包括光伏发电、新能源汽车及充电桩、变频空调、数据中心等终端领域。重点关注金属磁粉芯龙头——铂科新材；
- **非晶合金：**作为新一代高新技术材料，非晶合金，具有优异的物理、化学性能，又被称为液态金属，在电力电子技术领域，非晶合金实现了高频、节能、小型化，部分替代传统硅钢、铁氧体材料，在农村、数据中心、光伏风电等领域具有优势。重点关注非晶合金龙头——云路股份。

3.2.1 金属磁粉芯

横向对比各类软磁材料，金属软磁粉芯是大功率能量转换装置的理想选择，未来应用领域广阔。与铁氧体软磁材料相比，金属软磁粉芯具有电阻率高、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。随着电力电子向高效率、高频化、高功率密度、小型和节能的方向发展，金属软磁材料有望替代铁氧体软磁在功率电感方面的部分应用。由于磁性元件及金属软磁材料的性能将直接决定使用它的改电路的最终尺寸，因此磁性元件的大小将是电子产品小型化的瓶颈。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；

图78 常见的金属软磁粉芯与铁氧体软磁材料比较表

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

横向对比各类金属软磁粉芯：1) 铁镍类粉芯（铁镍 50、铁镍钼）虽性能优异，但由于金属镍价格昂贵，尚难以被大规模应用；2) 铁基非晶类粉芯（铁粉芯）虽具有良好的磁芯损耗与饱和特性，但雾化非晶粉工艺难度大，大批量生产与使用仍然较难实现；3) 通过对铁硅粉或铁硅铝粉生产工艺的改进，现有铁硅类材料不仅展现出可以与铁氧体匹敌的高频损耗特性，而且具备了优于铁镍、铁镍钼类金属粉芯的损耗特性、突出的高频特性、较高的饱和磁通密度和优良的直流偏置特性（DCBias）。因此，铂科新材生产的铁硅类金属软磁粉芯是高频大功率能量转换装置的较优选择，未来应用空间有望随下游领域的发展和應用拓寬而变得更为广阔；

图79 四类不同的磁芯性能及特征对比

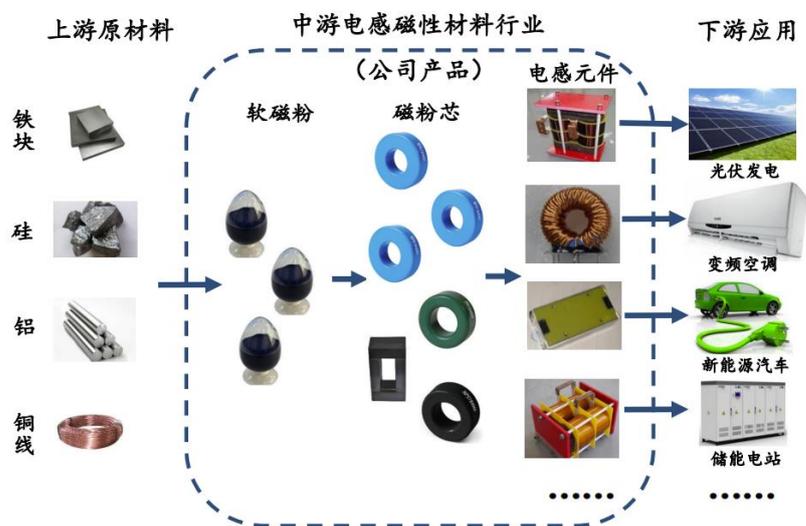
磁芯类别	性能及特征
铁镍50	该材料最适合用做差模电感器，但是价格很高，由于原来国内能做铁镍钼的厂家做的铁镍钼性能很差，所以一些开关电源厂家和军工客户都使用铁镍50材料做储能电感器，其实这是错误的选择。因为这种材料的损耗仅好于铁粉心，是铁硅铝的2倍左右，是铁镍钼的三倍左右，但是该材料同样磁导率下，直流叠加特性好于铁硅铝材料，虽然它的Bs值达14000Gs，但是由于磁滞回线的形状不一样，所以它的直流叠加特性并不好于铁镍钼材料。
铁镍钼	价格比铁镍50昂贵，损耗最低材料，频率特性最好的材料。
铁粉芯	由碳基铁磁粉和树脂碳基铁磁粉构成，磁导率在10-100之间：（1）磁导率10左右材料以优良的频率特性和阻抗特性良好的温度特性是雷达和发射机滤波用电感器最佳材料；（2）磁导率33材料最适合在几十A到上百A的大电流逆变电感器，如果对体积和温升要求不高，可以使用其做频率底50KHz的开关电源输出电感器，APFC电感器；（3）磁导率75材料是做差模电感器和频率在20K左右的滤波电感器储能电感器的高性价比材料。
铁硅铝	由纯铁、硅、铝制成，高性价比材料，是铁粉芯的替代品（不包括低磁导率铁粉心），由于不含有机成分，所以不存在老化问题，工作温度可达200℃。

资料来源：铂科新材官网，中航证券研究所

金属软磁材料产业主要包括金属软磁粉（制造金属软磁粉芯的核心材料）、金属软磁粉芯（电感元件的核心部件）及电感元件，其上游为大宗原材料，下游主要为各类电源技术及电能变换设备应用需求：

- 上游原材料行业：磁粉芯主要原材料包括纯铁、纯硅、铝锭、铜铝导线等主料及氮气等辅料，上游行业包括钢铁制造业、硅制造业、铝制造业以及铜制造业等；
- 下游应用领域广泛：利用金属软磁粉芯制成的电感元件是电能变换设备的核心元件之一，电感元件产品主要应用于发电、输配电、用电等环节的各类电能变换设备中，以实现电能的存储和变换。电感元件产品目前已在光伏逆变器、变频空调、UPS 电源、新能源汽车及充电桩等领域得到广泛应用和快速发展，未来还可延伸至电能质量整治、轨道交通等领域。

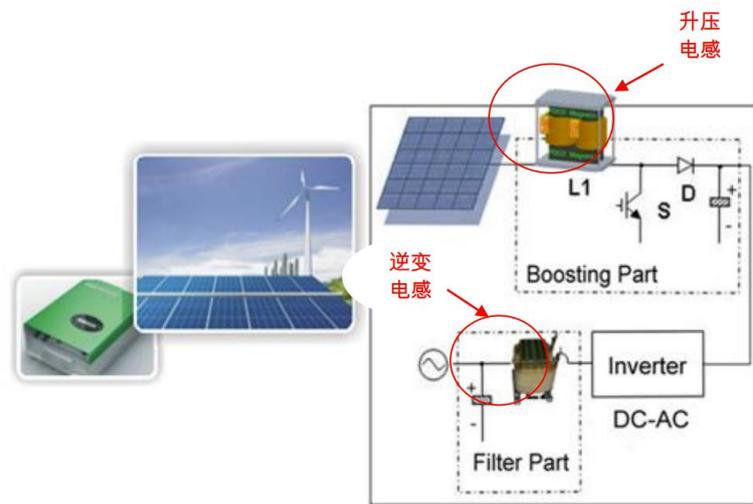
图80 金属软磁材料产业链



资料来源：铂科新材公告，中航证券研究所

“碳中和”下的能源革命催生了电源能量变换对高效率、高功率密度的应用新需求，而由金属软磁材料制备的电感元件能够顺应现代电气设备对高效率、高频化、高功率密度、小型化的需求。下游应用领域的发展金属磁粉芯需求有着重要的影响，而电感磁性材料下游终端应用具备较大的增量基础。在国家的高度重视及政策的大力支持下，我国的光伏产业已在全球范围内占据领先地位。金属软磁粉芯在光伏发电领域主要应用于光伏逆变器中，光伏逆变器是一种电源转换装置，其主要功能是将太阳能电池板受阳光照射时产生的直流电逆变成交流电，并送入电网。其中，Boost 升压电感和大功率交流逆变电感是光伏逆变器中的关键核心磁元件，这两种电感元件基本由高性能铁硅类粉芯材料制成；

图81 电感在光伏逆变器中的应用



资料来源：铂科新材招股说明书，中航证券研究所

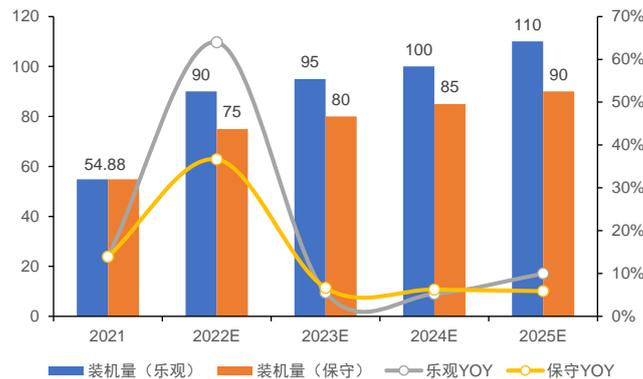
逆变器功率密度的提升有助于加速金属磁粉芯替代需求。根据中国光伏行业协会（CPIA）数据，2021年我国光伏逆变器市场中组串式逆变器市场占有率为69.6%，集中式逆变器占比为27.7%，集散式逆变器的占比约为2.7%，同时CPIA预测我国组串式逆变器渗透率有望在未来持续提升。随着电力电子器件的升级以及逆变器生产商在逆变器结构上的创新，逆变器的功率密度得到了显著提升。2021年集中式逆变器功率密度为1.17kW/kg，集中式电站用组串式逆变器功率密度为2.39kW/kg，且未来逆变器功率密度有进一步上升趋势。逆变器高功率化和高频化趋势将需要磁性材料具备较高的饱和磁通密度和高频低损耗特性，有助于加速金属软磁粉芯对传统铁氧体软磁材料的替代及下游市场渗透；

图82 2021-2030年我国逆变器功率密度变化趋势（单位：kW/kg）

功率密度	2021	2022E	2023E	2025E	2027E	2030E
集中式逆变器	1.17	1.18	1.28	1.39	1.56	1.65
组串式逆变器-集中式电站用	2.39	2.66	2.79	3	3.2	3.5
集散式逆变器	1.17	1.17	1.48	1.48	1.8	1.9

资料来源：《中国光伏产业发展路线图》2021年版，中航证券研究所

新增光伏装机量及替换需求将共同带动光伏逆变器的出货量以及磁粉芯产品需求。根据国家能源局数据，2021年我国光伏新增装机为54.88GW，同比增长13.9%，光伏逆变器需求将随光伏新增装机量的增长以及存量逆变器的替换需求而持续攀升。CPIA预计2022年我国光伏新增装机量可达75-90GW，2022-2025年光伏年均新增装机量将有望达到83-99GW。根据铂科新材生产及行业经验数据，单位千瓦装机容量平均所需铁硅金属软磁材料约为0.38kg，计算可得2021-2025年光伏逆变器领域对磁粉芯的需求量CAGR在乐观情况下为19.0%，在保守情况下为13.2%。

图83 2021-2025年我国光伏新增装机量预测（单位：GW）


资料来源：中国光伏行业协会，中航证券研究所

铂科新材借力可转债项目，惠东+河源基地磁粉芯产能快速扩张。截至2021年年底，公司具备2.5万吨的合金软磁粉芯总产能，公司通过推进厂房改造和生产线自动化升级改造，计划于2022年4月起在惠州惠东生产基地继续扩充6000吨左右的产能（该升级改造项目自2023年起助力公司新增8000吨年产能），2022年公司计划达到3万吨以上总产能。公司于2022年3月成功发行可转债项目，拟使用3.47亿元募集资金于河源基地新增20000吨金属软磁材料产能，并配置相应的配电、品质检测、环保、物流运输等设备，项目建设期3年，整体产能将在建设期陆续释放。该项目已开工建设，公司将争取尽快实现部分产能，力争在2024年左右实现5万吨以上的金属软磁材料总产能；

图84 铂科新材募投项目概况

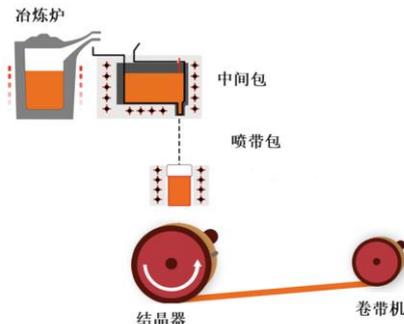
募资方式	募集资金投资项目	实施主体	项目与现有产品的关系	项目说明	项目总投资额（亿元）	投入募集资金（亿元）	项目进程
IPO项目	高性能软磁产品生产基地扩建项目	铂科实业	产能提升、生产工艺自动化和智能化升级	本项目将通过扩建生产车间，购置先进的生产设备、自动化生产线， 新增高性能软磁产品年生产能力9,000吨 ，解决产能瓶颈问题；结合现有生产工艺的实际运作情况进行自动化和智能化升级，减少人工操作，降低劳动力资源波动对公司经营管理的影响，提高生产制造效率。	3.14	2.04	建设期3年，已于2021年达产
IPO项目	研发中心建设项目	铂科实业	现有产品升级、新产品研发	本项目系研发中心的升级建设，将通过新建研发中心大楼，购进先进的研发、检测、试验等软硬件设备，引进优秀的技术人才，加强与科研院所的技术合作，并通过超细金属粉末的研究与开发、适用于高频化小型化电子元件的高性能铁硅三代的研究与开发和用于变压器的超低损耗铁硅四代的研究与开发等研发课题，提高公司技术创新能力和技术成果转化能力。	0.75	0.36	-
可转债	高端合金软磁材料生产基地建设项目	河源铂科	产能提升、生产工艺自动化和智能化升级	本项目将通过新建厂房，购置先进的生产设备、自动化生产线， 新增金属软磁材料年生产能力20,000吨 。项目紧跟下游市场发展步伐，进一步强化公司粉体—磁芯—电感元件解决方案协同发展的业务模式，巩固公司在金属软磁粉芯行业领先的市场地位。	4.14	3.47	建设期三年，已于2022年年中开工建设
自有资金	厂房改造和生产线的自动化升级改造	铂科实业	产能提升、生产工艺自动化和智能化升级	计划于2022年在原惠东基地完成6000吨左右的产能扩建，升级改造项目规划年产能8000吨。	-	-	-

资料来源：铂科新材公告，中航证券研究所

在政策大力支持的“双碳”背景下，金属磁粉芯终端新能源需求有望持续向好，利好业内具备充沛订单和较高市占率的头部企业。而先发优势、规模优势、产业链一体化优势等多方竞争优势将持续稳固铂科新材在金属磁粉芯行业的领军地位，产能加速扩张将顺利助推公司实现高速成长，未来业绩将随着产能扩充而逐步兑现。

3.2.2 非晶合金

作为一类高新技术材料，非晶合金具有优异的物理、化学性质。非晶合金也称为金属玻璃或液态金属，其物理形态表现为金属原子呈长程无序的非晶体排列，其具有低矫顽力、高磁导率、高电阻率等特性，使得材料更容易磁化和退磁，显著降低了电磁转换损耗；

图85 非晶合金薄带制作流程


资料来源：云路股份招股说明书，中航证券研究所

非晶合金具有高效、低损耗、高磁导等优秀的物理性能，因此被用于配电变压器的铁芯材料，与同容量的硅钢芯变压器相比，非晶合金变压器的空载损耗比大幅降低，被认为是绿色节能的变压器，在低负载的场景下替代普通硅钢片是技术发展的必然趋势。根据《浅述中压系统用非晶合金干式变压器的节能优势》中的计算和比较，证明了 SCBH15 型干变空载损耗比 SCB10 型硅钢干变降低约 67%，比 SCB12 型硅钢干变降低 58% 左右。而在不同的年平均负载情况下，SCBH15 型非晶干变最具有节能优势，其次是 SCB12 型硅钢干变。以年负载率 50% 为例，列出三种变压器的节能效果对比；

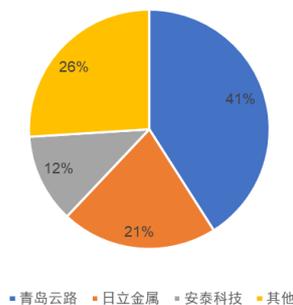
图86 节能效果对比表

容量/kVA	型号	运行总损耗/kW	年运行能耗/kWh	SCBH15型非晶干变	
				节约年运行能耗/kWh	节约电费/元
1000	SCBH15	4.35	29106	15812	12650
	SCB12	5.69	49845	11739	9391
	SCB10	6.155	53918	/	/
1600	SCBH15	6.37	55801	22075	17660
	SCB12	8.24	72182	16381	13105
	SCB10	8.89	77876	/	/

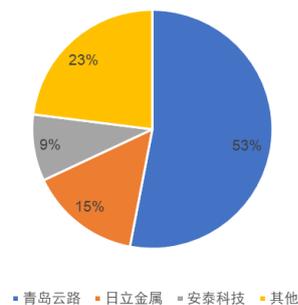
资料来源：《浅述中压系统用非晶合金干式变压器的节能优势》，中航证券研究所

注：电费单价以 0.8 元/kWh 计算

非晶合金供给端分化明显，宽带竞争格局良好。近两年我国非晶合金发展很快，非晶合金主要以薄带形式生产，其中非晶合金窄带材（带宽 50mm 以下）生产技术成熟，国内有几十家企业生产；而宽度在 50mm 到 100mm 的薄带只有少数几家企业生产；而应用于非晶合金变压器铁芯的非晶合金宽带材（140mm 以上），目前国内只有云路股份、安泰科技等企业能够生产，云路股份市占率大幅领先，竞争格局良好；

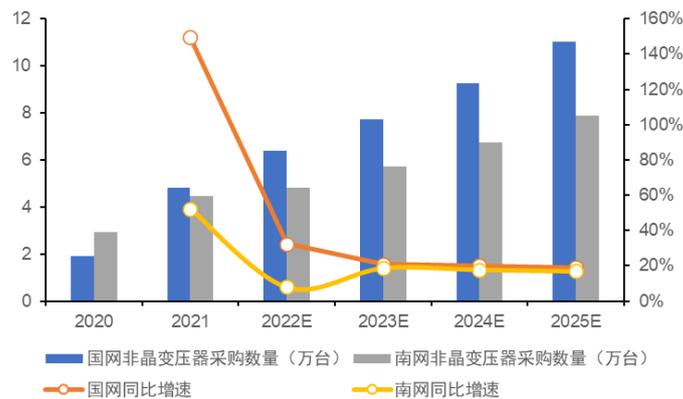
图87 非晶合金薄带国际市场占有率（2019）


资料来源：云路股份招股说明书，中航证券研究所

图88 非晶合金薄带国内市场占有率（2019）


资料来源：云路股份招股说明书，中航证券研究所

电网变压器为非晶合金宽带产品主要的下游应用领域。2019-2021 年国网招标中非晶合金占比分别为 22.58%、14.6%、16.69%。《变压器能效提升计划》中明确提出到 2023 年高效节能变压器在网运行比例提高 10%，计划落地大大推进了高效节能变压器的落地。同时受益于近年来稳增长等基础设施投资旺盛，变压器整体规模稳步提升，伴随着国内电网非晶合金节能变压器的渗透率提升，预计非晶合金变压器装机量将在 2025 年达到 18.9 万台。非晶带材行业迎来景气度周期，2022 年非晶宽带材供不应求，价格传导顺利；

图89 2020-2025 年我国非晶合金变压器装机量预测


资料来源：国网英大，南方电网官网，中航证券研究所

电网非晶合金变压器将持续拉动非晶宽带材需求。根据国网数据，2021 年我国国网非晶配电变压器 4.8 万台，南网非晶配电变压器 4.5 万台，非晶合金带材需求将随非晶合金变压器招标量的增长持续攀升。我们预计到 2025 年非晶合金需求将有望达到 9.5 万吨。根据公司生产及行业经验数据，单台非晶合金变压器平均所需非晶宽带材约为 0.5kg，计算可得 2021-2025 年电网变压器领域对非晶合金带材的需求量 CAGR 为 15.6%。

图90 2022-2025 年我国电网变压器对非晶合金带材的需求预测

	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
国网配电变压器采购数量 (万台)	13.2	29.0	31.9	35.1	38.6	42.5
非晶合金变压器渗透率	14.6%	16.6%	20.0%	22.0%	24.0%	26.0%
国网非晶变压器采购数量 (万台)	1.9	4.8	6.4	7.7	9.3	11.0
南网配电变压器采购数量 (万台)	5.0	8.9	9.6	10.4	11.2	12.1
非晶合金变压器渗透率	58.8%	50.0%	50.0%	55.0%	60.0%	65.0%
南网非晶变压器采购数量 (万台)	2.9	4.5	4.8	5.7	6.7	7.9
非晶合金变压器合计数量 (万台)	4.9	9.3	11.2	13.4	16.0	18.9
单台非晶变压器带材用量 (吨/台)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
非晶带材需求 (万吨)	2.4	4.6	5.6	6.7	8.0	9.5

资料来源：国网英大，南方电网官网，中航证券研究所

3.3 油气及核电领域用材

近年来新能源赛道的火热行情提前透支了部分相关资产未来的成长预期，而 2022 年上半年以来俄乌战争所导致的大宗商品价格大幅上涨牵动了原油、天然气等行业的产能扩张步伐，同时国内核电项目重启加速建设亦拉动了相关零部件的需求。能源转型进程需建立在能源安全的基础之上，我们认为需重视传统能源用材相关标的在下游景气扩张周期中所具备的估值修复和盈利增长；

油气领域方面，供需错配是产业固定资产扩张的核心因素。原油产量在 2020 年疫情影响后有所下降，而随着疫情影响的逐渐平滑，原油需求的逐步回暖使市场供需出现短期错配。2022 年俄乌战争的爆发更是对原油、天然气的供给端造成冲击，进而导致大宗商品价格出现大幅上涨，进而提振了石油、天然气行业的开采扩张力度，相关油气供应企业加大了对镍基合金油井管、油气输送焊接管、油气用阀门阀体、油气钻采和炼油化工装备零部件等相关固定资产的投入。海外石油、天然气供应商受供需错配影响而持续加大固定资产投资，同时随着我国进一步强调能源供应链的安全性和稳定性，油气领域相关用材有望随行业景气度回暖而持续受益；

图91 布伦特原油 (ICE) 期货结算价 (美元/桶)



资料来源：iFinD，中航证券研究所

图92 天然气(NYMEX)期货结算价(美元/百万英热单位)

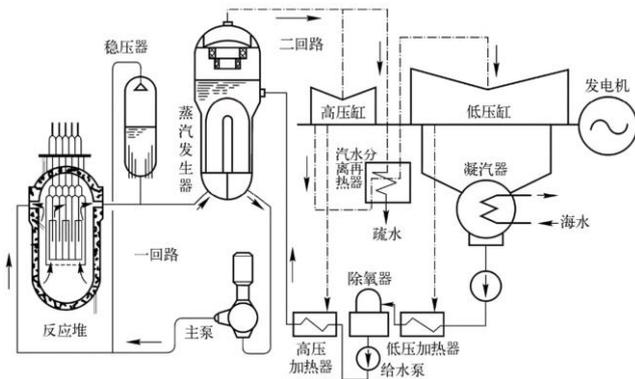


资料来源：iFinD，中航证券研究所

核电装备领域方面，核电机组核准数的提升有望开启行业新一轮景气周期。核电作为清洁、稳定的基荷能源，随着全社会用电量的不断提升而成为了清洁能源中的一个重要选择。核电机组是由反应堆及其配套的汽轮发电机组以及为维持它们正常运行和保证安全所需的系统和设施组成的基本发电单元。通过全面加强核电自主创新，我国通过自主研发和国产化攻关，自主三代核电综合国产化率已达 90%以上，核心技术、重大装备已不受国外制约，核能产业链保障能力全面提升。2011 年，日本福岛核事故发生后，世界各国对核电站的建设变得更为谨慎，我国核电审批进度开始放缓，2011-2014 年，仅中俄合作的田湾核电站获批，2015 年再次批准了 8 台机组，之后我国核电核准进入停滞状态，2016-2018 年核电连续三年“零批准”。2019 年我国重启

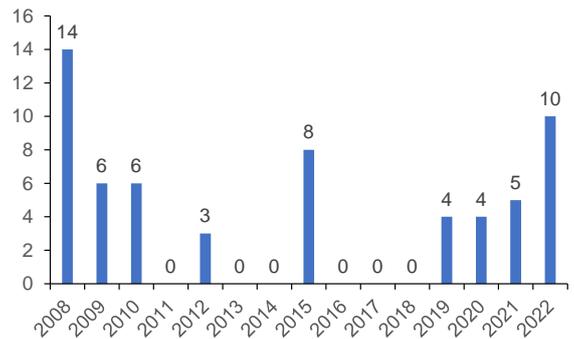
核电项目批复，截至 2021 年末，我国核电机组运行数量共 53 台，2021 年我国核电机组装机容量达 5326 万千瓦。2022 年我国核电机组核准数达 10 台，创 2008 年 14 台机组获批以来的新高，彰显了我国进入清洁能源时代后重拾核电的决心，未来核电装机量的稳步增长以及国产化替代趋势将大力推动核电设备零部件的需求，相关公司有望随核电行业的发展而步入新一轮景气周期；

图93 核电站原理流程图



资料来源：无忧文档，中航证券研究所

图94 我国历年核电机组核准数（台）



资料来源：未来智库，中航证券研究所

图95 我国历年核电机组运行数量



资料来源：中国核能行业协会，中航证券研究所

图96 我国历年核电装机容量



资料来源：iFinD，中航证券研究所

具备相关用材产能的久立特材、应流股份有望受益于油气及核电领域需求升温：

久立特材作为国内规模最大的工业用不锈钢管专业生产企业，市占率多年稳居行业第一。公司的主营业务为工业用不锈钢管及特种合金的管材、管件、法兰、棒材及管道预制件的研发、生产、销售，目前拥有工业用不锈钢管产能 13.5 万吨。近年来，公司着力布局油气高端用材（镍基合金油井管等）、核电用管（核三代、四代用管等）、航空航天用管及高温合金等高端产品，高端产品与传统业务齐头并进。截至 2022H1，公司仍有多个项目处于建设中：1) 航空航天用管为公司的新布局方向，可转债项目“年产 1000 吨航空航天材料及制品”已于 2021 年年底投产，目前仍处于产能爬坡阶段，将助力提升公司高端产品的竞争力；2) 对子公司久立永兴实施的“合金公司二期项目”

规划向变形高温合金、高品质航空及核电用特种材料等高端领域拓展，已于 2022H1 竣工，产能的陆续投放将持续推进公司的产品高端化进程，公司的整体业务盈利性有望逐步攀升。尽管 2022 年以来原材料涨幅较大，公司通过内外销平衡、产能爬坡及产品结构优化实现逆势增长，体现出了弱周期属性。随着公司产品业务向油气、核电、航空航天等高景气应用领域积极延伸，高端产品产能将进一步向上突破，盈利性有望持续提升，未来业绩将随产能投放而加速释放；

图97 久立特材现有项目建设进程

项目名称	预计新增产能（吨）	项目进度（截至2022H1）
工业自动化与智能制造项目	-	100%
年产1000吨航空航天材料及制品	1000	100%
年产5000吨特种合金管道预制件及管维服务项目	5000（管件二期）	35%
年产15000吨油气输送特种合金焊接管材项目	15000（焊接管）	70%
合金公司二期项目	-	100%
金属材料研究院项目	-	50%
预制管建设项目	-	40%
合计	21000	-

资料来源：久立特材公告，中航证券研究所

应流股份自 2000 年成立以来持续深耕精密铸造领域，主要专注于高端装备核心零部件的研发、制造和销售，其制造技术、生产装备达到国内领先水平。公司主要产品为泵及阀门零件、机械装备构件，产品下游应用包括航空航天、核电、油气、资源及国防军工等高端装备领域，积极参与我国核电、油气装备和航空发动机、燃气轮机国产化。在核电领域，公司产品涵盖各类核级铸件、乏燃料格架、金属保温层、核辐射屏蔽材料等核能新材料及零部件，2022 年我国核准新建 10 台核电机组，其采用了 CAP1000 技术和华龙一号技术，为公司核能核电业务后续增长提供了稳定支撑。油气领域用高端装备零部件为公司传统业务，受益于油气价格上涨，公司油气钻采和炼油化工装备零部件需求有望维持高景气。

图98 应流股份生产的泵及阀门零件具体产品及应用情况



资料来源：应流股份招股说明书，中航证券研究所

四、轻量化工艺及材料

轻量化是在给定的边界条件下，实现结构自重的最小化，同时满足一定的性能和可靠性要求。为了实现这一目标，需要优化设计产品结构，选择合适的轻质材料，开发应用相应的制造工艺。而要实现最终的商业化应用，同时还要考虑到成本因素。由于节能减排和经济性的考虑，轻量化技术在汽车制造中被广泛应用，已经成为全球汽车发展的潮流；在航空航天领域，不但能够提高飞行器的机动能力和有效载荷，还能产生可观的经济效益；

结构轻量化主要是以材料的轻量化和工艺的轻量化为出发点，镁合金等新材料以及增材制造等新工艺将极大的降低相关载具的结构重量，从而为其他系统让出空间。轻量化不仅为新的工艺和材料带来需求，还将为其他部件功能贡献增量，此外轻量化将带来全新的产品设计，拓展出新的需求空间。考虑到轻量化应用的普遍性以及其带来的直接和潜在增量价值，应给予足够的重视：

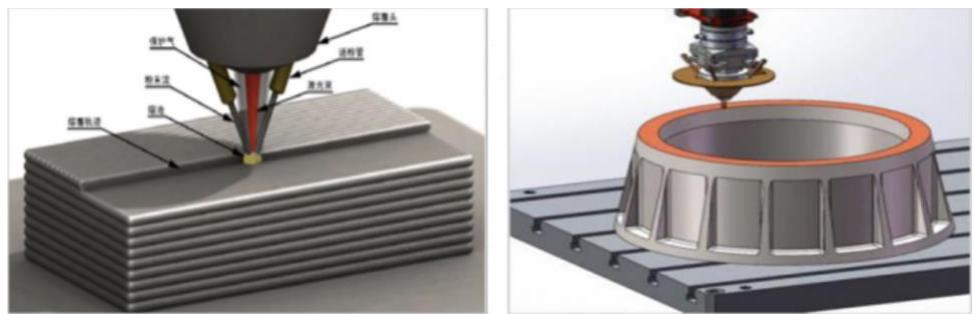
- **增材制造**：是信息技术、新材料体系以及新设计理念的深度融合，经过多年发展，已经有最初的原型制造发展为直接制造、批量制造，成为工业领域的主流制造手段之一。建议关注金属增材制造中的粉末制备、设备组装、打印服务以及振镜、激光器核心零部件等赛道，核心标的包括铂力特、华曙高科（即将上市）；
- **镁合金**：我国镁资源丰富，镁合金综合性能优秀，在汽车、3C、航空航天、储能等领域发展延伸空间广阔，随着多因素改善，镁合金在终端应用有望实现大幅增长。建议关注云海金属、三祥新材。

4.1 金属增材制造

4.1.1 行业介绍

增材制造又称 3D 打印,是一种快速成型技术,其以计算机三维设计模型为蓝本,通过软件分离离散和数控成型系统,利用激光束、热熔喷嘴等方式将金属粉末、陶瓷粉末、塑料、细胞组织进行逐层堆积粘结,最终叠加成型,制造出实体产品。因此,3D 打印可以简单的理解为多层二维打印,其基于坐标系,按照三维的图纸,将特制的材料一层层喷涂或熔结到三维空间,从而制造出传统工艺难以制造的高复杂度产品;

图99 增材制造技术

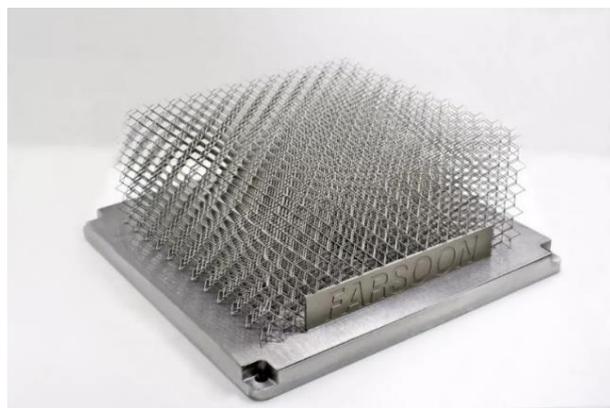


资料来源: TechWeb, 中航证券研究所

由于增材制造的加工过程具有由二维到三维的堆叠特征,因此具有较为鲜明的优缺点:

优点: 1) 可快速加工成型结构复杂的零部件: 3D 打印通过将三维切片以得到二维的轮廓信息,通过叠层的方式实现零部件成型。因此这种方式不受零部件形状和内部复杂度的影响,尤其是制造一些结构复杂、使用传统工艺较难或者成本较高的产品时,具有突出优势。同时,定制化的特点使得 3D 打印可以根据消费者需求自由定制形状,真正实现按需生产;

图100 蜂窝点阵结构



资料来源: 华曙高科招股说明书, 中航证券研究所

2) **缩短产品研发周期**: 使用增材制造技术制造零部件直接由模型驱动, 无需模具、夹具等辅助工具, 凭借增材制造快速成型快速迭代的特点, 可以极大的加快新产品的研发周期, 节约昂贵的模具费用, 提高产品迭代速度;

图101 Aeon1 发动机


资料来源: Relatively Space, 中航证券研究所

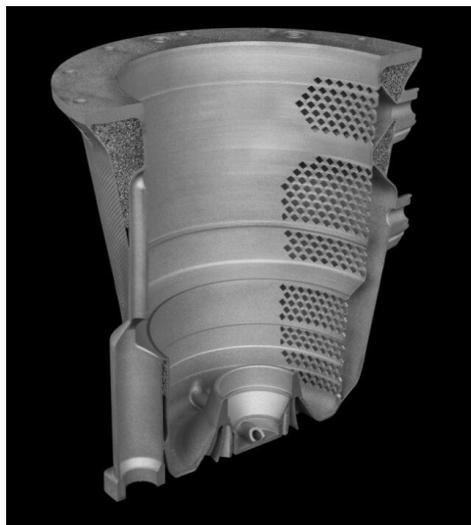
图102 3D 打印大大缩短 Aeon1 火箭发动机开发周期

	Aeon1	传统火箭发动机
部件数量	三个	一千多个
制造时间	一个月	六个月
最终火箭成本	一千万美元	数千万美元

资料来源: Relatively Space, 中航证券研究所

3) **材料利用率高**: 传统加工工艺会产生大量废料, 存在相当的余料价值损耗, 增材制造技术根据二维轮廓添加材料, 按需制造, 加工材料可回收二次利用, 因此材料利用率显著高于传统加工模式。尤其是对于较为昂贵的金属材料如钛合金、高温合金等, 可节约大量成本;

4) **实现一体化、轻量化设计**: 3D 打印的应用可以在保证零部件性能的前提下, 通过拓扑优化、结构设计等方法将复杂结构经过变换重新设计成简单结构, 从而减轻重量, 同时 3D 打印一体成型的加工方式也极大的节省了铆接和焊接的部位, 从而进一步提升产品的可靠性;

图103 法国赛峰一体化成型发动机外壳


资料来源: 3D 科学谷, 中航证券研究所

5) 提高供应链柔性：3D 打印省去了雇佣较多产业工人、使用大型产线的建设点火试车环节，根据需求及时调整产能，具有“去模具、减废料、降库存”等优点，缩短产业链、提高供应链可靠性以及减少库存风险方面具有较大优势，在供应链安全受到挑战以及需求不确定的当下具有现实意义。

缺点：金属增材制造技术在加工材料、加工精度、表面粗糙度、加工效率上较精密加工仍有较大差距，而小批量的情况下实现了力学性能上，金属增材制造技术已经满足铸造的水平，部分零部件经过热处理后接近锻造水平，因此目前增材制造技术主要的竞争技术是小批量的精密铸造，在部分领域对锻造构成挑战。

图104 增材制造与传统工艺对比

项目	金属3D打印技术	传统精密加工技术
技术原理	增材制造（分层制造、逐层叠加）	减材制造（材料去除、切削、组装）
技术手段	SLM、LSF	磨削、超精细切削、精细磨削与抛光等
使用场合	小批量、复杂化、轻量化、定制化、功能一体化零部件制造	批量化、大规模制造、复杂零部件制造受限
使用材料	金属粉末、金属丝材等（受限）	几乎所有材料
材料利用率	高，可超过95%	低，材料浪费
产品实现周期	短	相对较长
零件尺寸精度	±0.1mm	0.1-10 μm
零件表面粗糙度	Ra2 μm-Ra10 μm之间	Ra0.1 μm以下

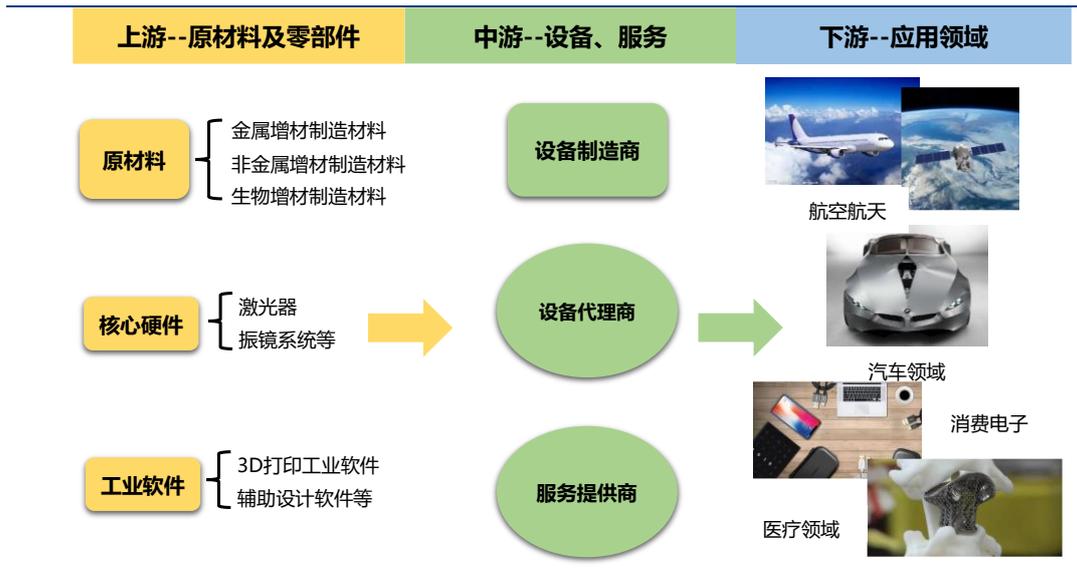
资料来源：铂力特招股说明书，中航证券研究所

金属增材制造处于快速发展期。技术成熟度曲线又称 Gartner 炒作曲线，曲线描述了新技术的发展过程，从诞生到过热，到低谷，最后为人们理解和接受的完整阶段。我们判断目前金属增材制造在航空航天领域的应用处于技术成熟度曲线第四阶段，即快速发展期。

4.1.2 产业竞争格局

3D 打印行业大致可以分为上中下游三个环节。其中上游环节为原材料及零件，包括 3D 打印原材料、核心硬件和软件等，中游为 3D 打印设备和服务，其中在产业发展初期国产化率尚不高的情况下还存在 3D 打印设备代理商，下游主要为航空航天、汽车、医疗、消费及电子产品等领域；

图105 增材制造产业链图

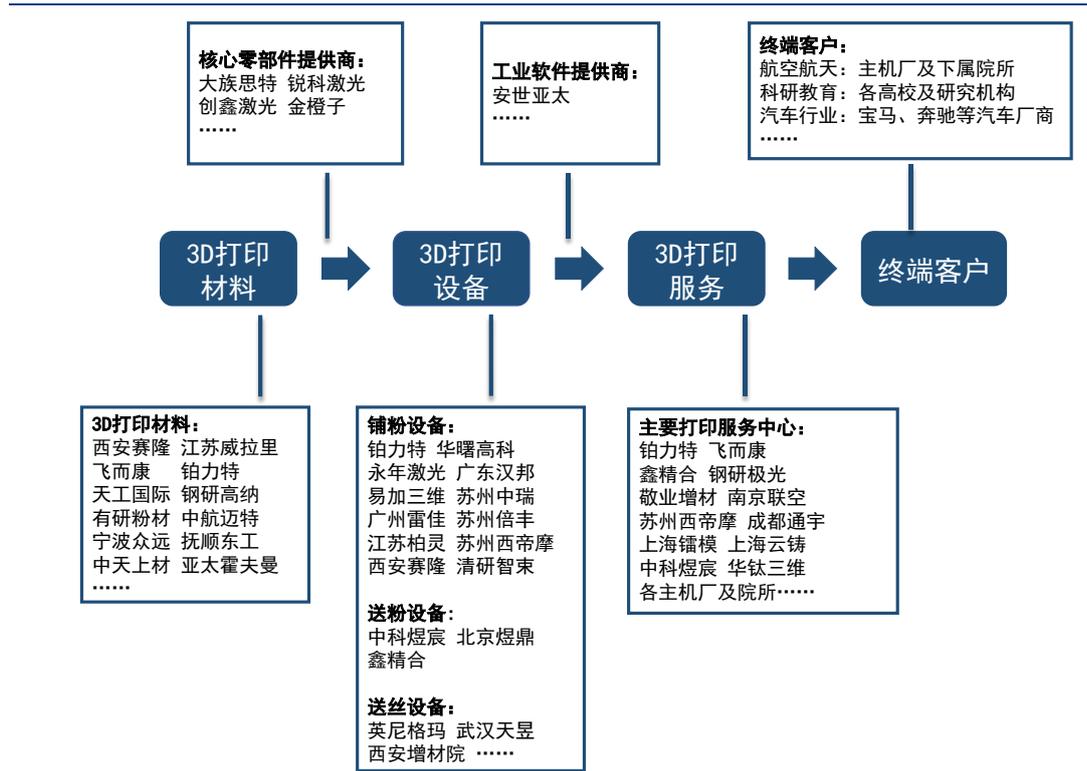


资料来源：华曙高科招股说明书，中航证券研究所

公司间业务种类犬牙交错：经过多年的发展，产业链中分化出多种增材制造企业类型，他们业务相互交错，形成了独特的业态分布：

- **纯粹的增材制造企业：**以铂力特、华曙高科、飞而康、鑫精合为代表的企业，为了扩充体量、争取足够多政策和融资的支持，大多向产业链上下游进行延伸，在多个领域进行布局，形成了增材制造的产业生态。同时，近年来，在军民融合和武器定型放量的大背景下，军工的订单呈现出“小核心，大协作”，即以主机厂为核心，在国内军民企业中寻找配套厂商，民营企业深度参与武器装备的研发、试制和量产。在这一背景下，增材制造企业也深度参与了航空航天领域零部件的试样，得益于军品订单的快速释放，行业内的部分头部公司纷纷拓展了从粉末到设备到服务的全产业链生态；
- **传统业务转型的巨头：**以天工国际、有研粉材、抚顺东工、敬业增材和钢研集团为代表的传统行业巨头纷纷入局，该部分企业凭借自身资本、产业、技术以及客户渠道等资源优势，在产业中取得了一定的优势；
- **下游客户研发部门：**此外还有一些行业参与者，他们属于各企业的科研单位，他们既是下游的终端客户，同时也参与到产业链的各个环节，是产业内不可忽视的力量。例如各大主机厂的科研单位，他们也会采购和招标金属增材制造设备，建设打印服务中心，以满足自身科研和批产的需求。

图106 增材制造主要参与者及重要环节



资料来源: 南极熊 3D 打印, 中航证券研究所

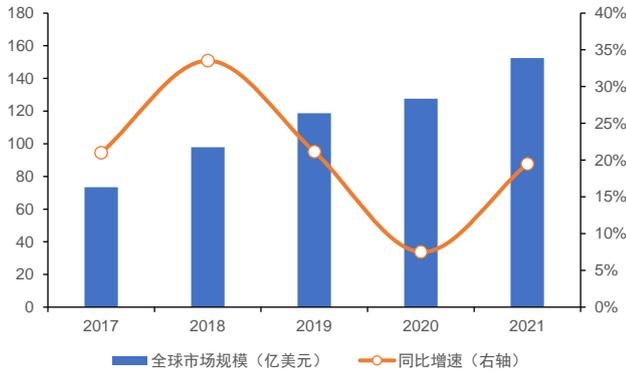
增材制造是高科技、高附加值的技术密集型产业, 技术壁垒高、设备资本投资大, 同时在生产工艺、性能指标上较传统制造业有更高的技术要求。另外, 产业定制化属性也使得公司需要深度参与客户产业的产业前期论证和定制化设计, 具有较强的客户黏性。目前增材制造技术尚处于产业快速成长期, 因此核心技术团队在经验上的积累十分重要, 先发者具有人才和数据库优势。

4.1.3 下游领域不断拓展

全球 3D 打印市场进入快速发展期, 我国增速突出。经过多年发展, 增材制造产业进入了快速发展期, 根据《Wohlers Report 2022》报告显示, 2021 年全球增材制造市场规模达到 152 亿美元, 同比增长 19.5%, 其中产品市场规模为 62.29 亿美元, 同比增长 17.5%; 服务收入为 90.15 亿美元, 同比增长 20.9%, 2017-2021 年年复合增速 20.1%。根据报告预测, 到 2025 年增材制造收入规模较 2021 年将增长近 2 倍, 达到 298 亿美元, 到 2031 年增材制造收入规模将较 2021 年增长 5.6 倍, 达到 853 亿美元。而我国的增材制造产业近年来增速明显快于全球, 根据中国增材制造产业联盟估算, 2021 年我国增材制造企业营收约 265 亿元, 近四年平均增长率约为 30%, 较全球平均增速高出近 10pcts, 2021 年, 50 家规模以上企业总营收达到 91.2 亿元, 比 2020 年的 65.5 亿元增加近 30 亿元, 同比增长 39.2%。根据赛迪顾问预测, 未来

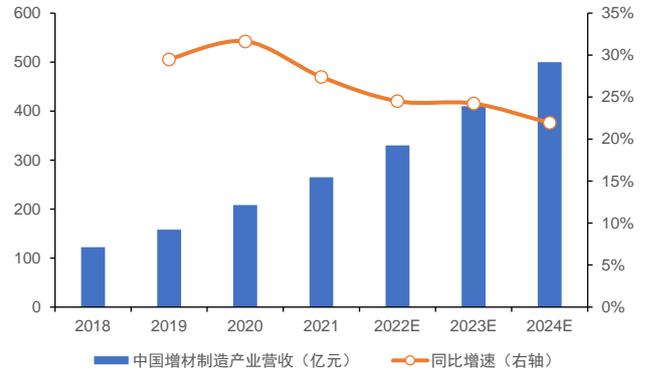
三年我国 3D 打印产业 CAGR 为 24.1%，2024 年产业规模增长至 500 亿元；

图107 增材制造全球市场规模



资料来源：《Wohlers Report 2022》，中航证券研究所

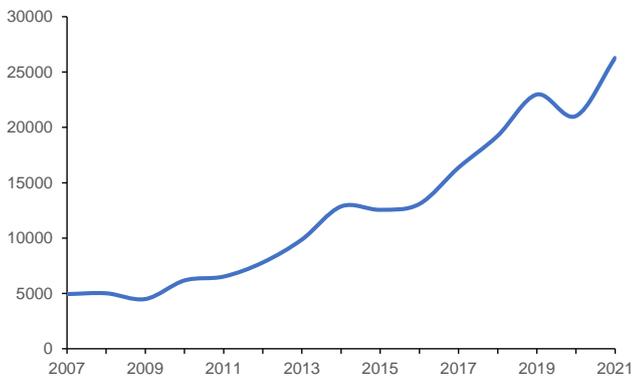
图108 中国增材制造产业营收情况



资料来源：中国增材制造产业联盟，中航证券研究所

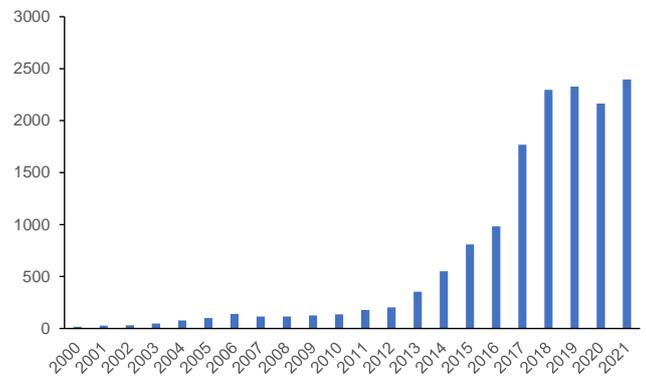
工业级增材制造设备明显增多，其中金属近十年增长十倍。根据《Wohlers Report 2022》显示，2021 年全球工业级增材制造设备（指面向工业且售价在 5000 美元以上的机器）销售量达到 26272 台，较 2020 年增长 24.9%。过去十年全球金属增材制造设备销售量实现了超过十倍的增长，2021 年度全球金属增材制造装备销售量约为 2397 台，较 2020 年增长了近 10.7%；

图109 全球工业级增材制造设备销售量（单位：台）



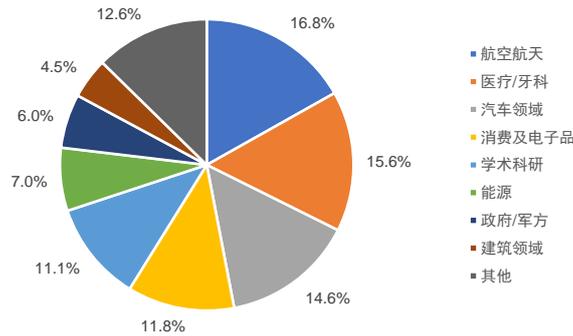
资料来源：《Wohlers Report 2022》，中航证券研究所

图110 全球金属增材制造设备销售量（单位：台）



资料来源：《Wohlers Report 2022》，中航证券研究所

增材制造下游应用领域多元化趋势明显，应用深度不断拓展。增材制造已经被广泛应用于航空航天、汽车、医疗等领域，并逐步被尝试应用于更多领域。如航空航天领域，具有成本不敏感、性能要求高、减重需求大等特点，因此增材制造的先天优势较大，成为了近年来应用领域最多，价值量占比最高的领域。医疗/牙科领域定制化需求较多、消费者价格承受力强，同时时间周期较短，也非常适合使用增材制造产品。此外，在汽车、消费电子、科研等领域，增材制造均发挥着重要作用，因此在各个领域均具有较大的增长潜力。根据 Wohlers Report 2022 报告显示，2021 年增材制造主要应用于航空航天、汽车、消费与电子产品、医疗/牙科、学术科研等领域：

图111 全球增材制造下游领域价值量占比


资料来源：华曙高科招股说明书，中航证券研究所

1) **航空航天**：根据 Wohlers Report 2022 的统计，2021 年全球航空航天需求占比 16.8%，根据 AM power 预测，航空航天领域使用增材制造技术制造的最终产品而非模具的比例将大大提高。站在目前的时间点来看，航空航天领域的应用也印证了这一趋势，其应用范围已经从零部件级（飞机、卫星、高超飞行器、载人飞船零部件打印）发展至整机级（发动机、无人机、微/纳卫星整机打印）；

图112 增材制造在航空航天领域具体产品及用途（1）

应用材料	产品名称	具体用途及实现功能	产品示例
高温合金	发动机集成件	以航空发动机为基本构型为载体，通过整体化设计，实现了典型的轻量化特征、空间多尺度结构、异形曲面及流道等复杂特征，实现了大尺寸部件与局部灵活可动性特征。	
	燃油喷嘴	航空发动机燃油喷嘴，应用于燃烧室，内部具有复杂内腔和流道，实现了零件一体化成形，生产周期大大缩短，已经实现验证机上100%设计转速稳定运转，实现了批量化生产	
	叶轮盘	适用于900°C以下的热端部件和静子结构，内部无缺陷，性能优于铸件，在涡轮工作叶片、导向叶片、导向器和涡轮盘等零件上应用广泛	
钛合金	格栅舱门	薄壁异形曲面、内部镂空、大区域高密度直、斜向格栅孔，具有零部件一体化、加工周期短、减重效果明显等优点	
	通风器	蜂窝结构一次成型，整体无焊缝、无需模具，实现功能优先、任意结构的蜂窝，解决传统工艺良品率低的问题，已经实现小批量装机	
	空心叶片	一体化制造空心叶片，解决连接缺陷问题，内腔为W型加强筋，减重近30%，强度更好，制造周期更短	
	钛合金框零件	主承力结构件，降低了生产周期和成本，缩短研制周期	
	主连接箱体	组合制造，在传统铸件上加工精细结构	
	中央翼上下缘条	保证抗疲劳等性能的同时，缩短了项目研发周期，在C919研发阶段起到重要作用	

资料来源：铂力特公告，中航证券研究所

图113 增材制造在航空航天领域具体产品及用途（2）

应用材料	产品名称	具体用途及实现功能	产品示例
铝合金	飞机进气道壁	异形曲面结构，制造周期短，变形可控且无需后处理	
	册瓶支架	卫星上重要零部件，拓扑优化同时减轻重量	
	天线支架	卫星的天线支架经过拓扑优化和一体化设计，相较于传统工艺减重35%，应力集中问题得到缓解，峰值应力响应状态降低6%，材料利用率提高，避免了机加工过程的浪费	
铜合金	发动机尾喷管	结构内外壁有50条冷却槽道，由于集成了复杂冷却流道，增大了接触面积，因此效率极大提升，且设计更加紧凑和轻量化	
	高频感应线圈	成形内部空腔薄壁环形结构，实现了较高的反射率	

资料来源：铂力特公告，中航证券研究所

近年来由于国家陆续开展了低成本生产战略战术武器的方法和新型空天体系的研究，同时民用航空航天的兴起，带动了产业的全面繁荣，金属 3D 打印完美符合了产业多品种、小批量、整体化、轻量化、低成本等需求，势必成为航空航天产业中主流加工技术甚至是某些产品唯一加工技术，在飞机、无人机、发动机、卫星、武器装备、火箭以及太空飞行器多个领域存在较大的增长空间。

2) 骨科医疗：根据 Evaluate Medtec，2017 年全球骨科器械市场规模为 365 亿美元，全球医疗器械市场规模为 4050 亿美元，骨科器械占比 9.01%。根据 World Preview 预测，到 2024 年全球骨科市场规模将增长至 471 亿美元。2018 年我国的骨科植入物市场销售规模约为 262 亿元，同比增速 16.4%，2010-2018 年复合增速为 17.5%。随着我国进入老龄化社会，人均 GDP 的提高以及人们对于高水平生活需求的提高，国内骨科植入物的市场有望维持 15% 以上的增速；

图114 全球骨科医疗器械市场规模变化



资料来源: Evaluate Medtec, 中航证券研究所

图115 国内骨科植入医疗器械市场规模

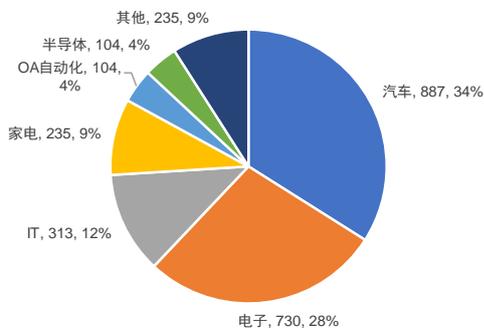


资料来源: 医疗器械蓝皮书, 中航证券研究所

3D 打印可以为医疗行业带来全定制化的个性解决方案, 并能在最短的时间进行加工制造。骨科植入物是理想的应用领域, 传统的金属加工方法需要首先制造出模具, 对于只需要少量的植入物来说, 生产成本过于昂贵, 因此大部分患者倾向于选择标准化的植入物, 因此术后愈合和适配度并不高。而使用增材制造技术, 不仅解决了小批量定制化成本高的问题, 同时缩短了制造时间, 也可以制造出更多轻量化、结构复杂的植入物, 为患者预后带去更多方便。

3) 模具: 模具是万业之母, 主要应用于电子、汽车、电机、电气、仪器、家电和通讯等领域, 根据中国工业模具协会的数据, 2020年汽车模具需求量34%、电子行业需求占比28%、IT需求占比12%、家电需求占比9%, 自动化需求占比4%, 半导体需求占比4%, 其他行业需求占比9%。目前中、日、德、韩、意为主要的注塑模具和冲压模具生产国, 其中中国产值最大。根据国家统计局数据显示, 我国模具行业工业产值已从2010年的1367.3亿元上升至2020年的3043亿元;

图116 国内模具行业下游需求空间 (亿元) 及占比



资料来源: 中国工业模具协会, 中航证券研究所

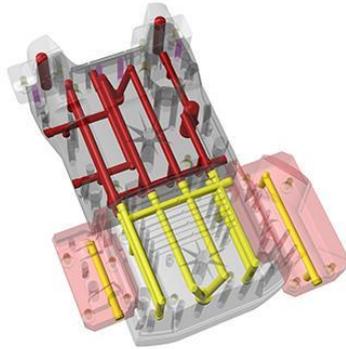
图117 历年国内模具行业总产值



资料来源: 国家统计局, 中航证券研究所

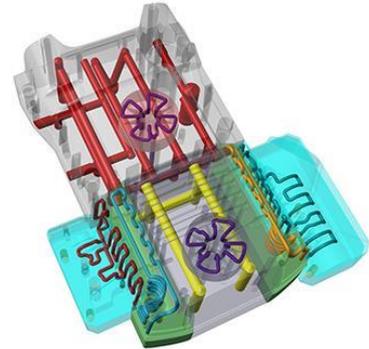
增材制造在模具行业的广泛应用主要得益于 3D 打印的复杂模具具有较好的冷却效果——冷却通道摆脱了交叉钻孔的限制，使得接近模具冷却表面的内部通道设计成为了可能，这种平滑的拐角带来了更快的流量和能量效率。以雷尼绍公司产品为例，他们的网格设计和仿真效果小时，经过优化的设计可以带来冷却液流量 50% 以上的提高，显著提升冷却效果——通过随形设计的模具，使得注塑过程中模具壁温度降低 40-70°C，冷却时间从 22 秒缩短至 10 秒，减少 55%，成型周期从 52 秒缩短至 37 秒。

图118 原始加工条件下的设计



资料来源：雷尼绍官网，中航证券研究所

图119 使用 3D 打印后的全新设计



资料来源：雷尼绍官网，中航证券研究所

4) **热交换器**：散热器和换热器对设备的稳定运行起到重要作用，而增材制造技术为热交换器的制造提供了更加紧凑、高效、模块化以及多元化的解决方案，尤其是对于异形件、薄壁件、一体化件、点阵结构等复杂件的加工，3D 打印技术拥有传统工艺不具备的优势；

热交换器市场前景广阔：随着现代工业的迅速发展，以能源为中心的各项问题和矛盾日益突出，在寻找新能源的同时，人们也在寻找节能的方式。使用更高效的热交换技术可以很有效的提高能量的转化效率。2019 年我国的热交换器市场规模约为 1168 亿元，2020 年我国热交换器市场规模为 1296 亿元左右。

图120 中国换热器市场营收情况



资料来源：华经产业研究院，中航证券研究所

小结：增材制造作为全新的工艺，客户教育和市场开拓尚处于初期，头部效应明显，技术研发、规模效应和用户资质提高了新进入者在上下游拓展的难度。在高端航空航天领域，我们认为头部企业具有较强的先发优势，短期内不具备更迭的条件，在民用领域，我们认为目前尚处于市场开拓阶段，与客户深度定制化的企业将在下游需求爆发的阶段充分受益，头部公司通过一、二级募投加快规模扩张，马太效应明显。
推荐标的：铂力特、华曙高科（即将上市）。

4.2 镁合金材料

4.2.1 发展前景可期

镁合金综合性能优秀：镁具有密度小、比强度高、比刚度高、减震性强、电磁屏蔽性好、切削加工性等诸多优点。从重量来看，镁合金是常用金属结构材料中最轻的一种，密度约为铝的 2/3，钢的 1/4；比刚度和比强度高，机械性能好；在所有金属结构材料中具有最高的阻尼系数，对应优良的减震性能，相比其他轻量化材料更适用于制造承受冲击载荷和振动的汽车零部件；熔化潜热低，具备良好的加工性能，易于进行铸造和热加工，生产复杂的零部件，且熔炼能耗成本低，易于回收；具备良好的电磁波屏蔽性和再生性，可省去电磁波屏蔽膜的电镀工序和成本；具有良好的能源特性，作为储氢材料和电池负极材料展现出巨大潜力；

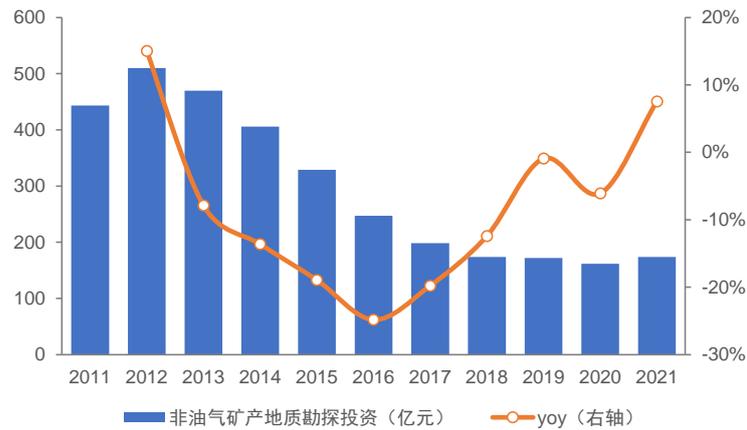
图121 轻量化材料特点及应用对比

材料	优点	不足	可应用零部件	应用情况
镁合金	密度约为钢的1/4，质量最轻的金属材料，很高的比强度和比刚度、减震能力强、切削性能好、镁资源丰富	耐热性、耐腐蚀性有待提高，铸造性差，后处理工艺复杂、成本高	方向盘骨架、变速器箱体、离合器外壳、发动机阀盖、缸盖、座椅支架、仪表盘、进气管、轮毂、车门框架等	发达国家较为广泛应用，国内推广中
铝合金	密度约为钢的1/3，质轻、耐蚀、比强度高、易于加工、表面美观、回收成本低	加工难度较钢材高，焊接性能差、成本高	发动机气缸体、汽缸盖、活塞、进气管、发动机悬置支架、离合器课题、车轮、制动器零件、壳体零件等	应用广泛
高强度钢	强屈服强度，在抗碰撞、耐腐蚀性能、疲劳性能和成本方面具有优势	延伸率较低，随强度增加，其冲压性能变差、回弹量低，尺寸难以控制	车身钢板、纵梁等	应用广泛

资料来源：中航证券研究所

环境巨变，增强原材料供应安全稳定势在必行：由于资源禀赋一般及勘探投入的不足，我国有色金属行业原材料对外依存度很高，其中目前铜原料对外依存度超过70%，铝原料对外依存度超过50%，铅锌原料对外依存度也分别超过40%，铁矿石对外依存度也很高，超过70%。近年来，在地缘政治局势紧张、资源保护主义抬头、全球性的矿产资源资本开支不足背景下，增强原材料供应安全稳定势在必行。2021年，我国地质勘察投资973亿元，同比增长11.6%，其中非油气地质勘查投资174亿元，同比增长7.5%，自2013年以来首次实现正增长；

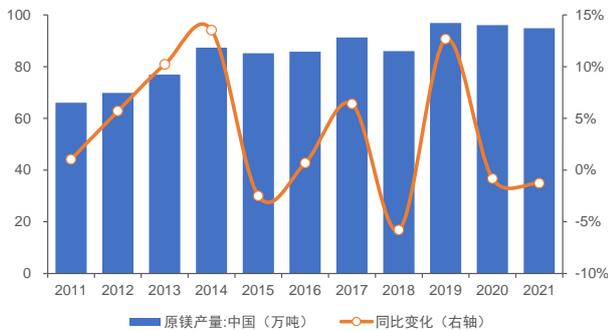
图122 我国矿产地质勘探投入开始加大



资料来源：《中国矿产资源报告 2022》，中航证券研究所

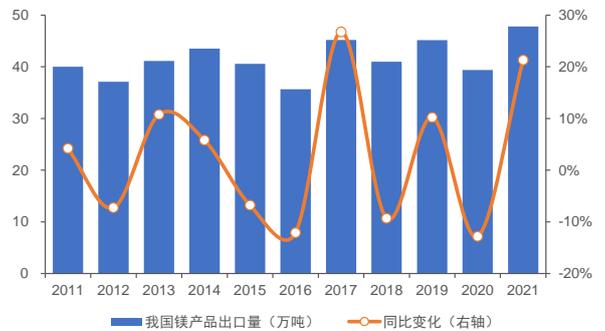
镁是我国少数的在全球具备话语权的金属材料：与多数矿产资源对外依赖较高不同，我国镁资源丰富，是全球镁资源最为丰富的国家，占世界镁资源比重高达70%以上。同时我国也是全球最大镁产品生产国和出口国，镁及镁合金产量占全球比重长期超过80%，2021年我国原镁产量94.9万吨，占全球比重达83%；进出口方面，我国镁产品出口占我国原镁产量的一半左右，2021年出口量为47.8万吨，同比增长21.3%；

图123 我国原镁产量



资料来源：工信部原材料工业司，中航证券研究所

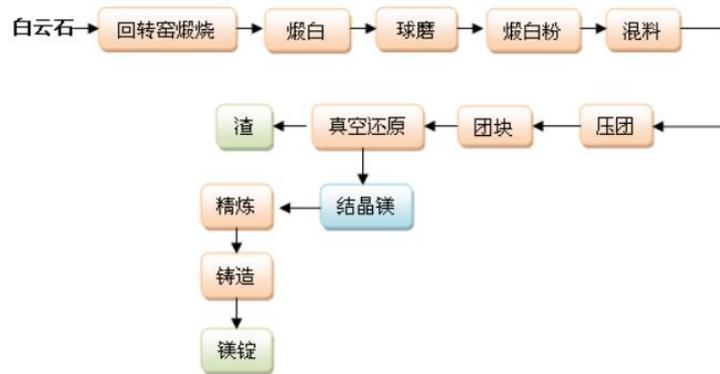
图124 我国镁产品出口量



资料来源：海关总署，中航证券研究所

资源端聚焦白云石：镁资源主要来源于菱镁矿、白云石、盐湖区镁盐以及海水等，目前开采镁资源主要来自菱镁矿和白云石矿。其中，白云石为硅热法炼镁重要原料。由于成本原因，目前采用白云石作为原料的皮江法是最具竞争优势的生产工艺。据统计，我国已探明可开采白云石矿超过200亿吨，主要分布在山西、河北、宁夏、吉林、河南等地。虽然含镁白云石资源储量非常丰富，但并不是全部都适用于皮江法炼镁；

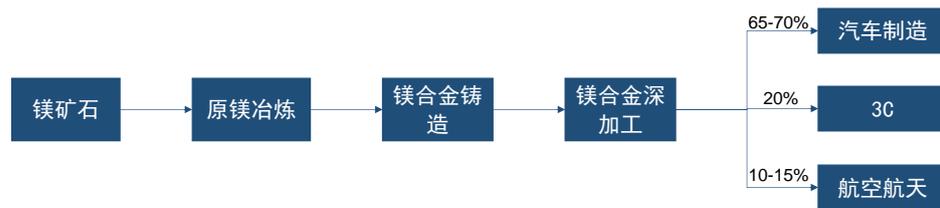
图125 白云石冶炼金属镁工艺流程



资料来源：首泰装备，中航证券研究所

镁合金需求驱动主要来自汽车行业：正是由于镁合金具备显著的结构轻量化优势，以及很好的功能特性，因此广泛应用于汽车、轨道交通、3C、航空航天等领域。除了传统应用领域，镁合金由于重量轻、碱性环境耐蚀性好等特点，可用于水泥模板，在建筑行业的应用有望成为一个新的增长点。镁合金通过压铸等深加工工艺制备的零部件，65-70%应用于汽车行业，20%应用于3C产品，航空航天等其他消费领域占比10-15%，目前镁合金的需求驱动主要来自汽车行业。当然商业化应用当中镁合金材料也具备一些缺陷，例如绝对强度仍然偏低，镁合金构件的耐蚀性较差，仍需进一步推动高性能镁合金的研发推广。

图126 镁合金产业链



资料来源：中航证券研究所

4.2.2 不利因素迎转变契机

我国镁合金深加工水平仍低、行业集聚效应不足、汽车厂商主观应用意愿偏弱、综合成本优势不明显等因素，导致近年来镁合金轻量化替代进程低于预期，但我们认为这几项不利因素正迎来转变契机；

龙头企业领衔加强产业链协同：镁产业链当中重资产主要分布在冶炼环节，属于产业链中最复杂的环节，也是技术含量最高的环节，云海金属经过多年发展镁合金

全球市场占有率已近 40%，依靠上游规模及成本优势，近几年公司产业链拓展动作频频，在安徽青阳县建设年产 30 万吨高性能镁合金、15 万吨镁合金深加工产品项目，2021 年公司又收购了天津六合镁制品有限公司 100% 股权，在北方地区增加新的汽车轻量化部件生产基地。在龙头企业带领下，业内相关企业也在积极拓展下游深加工环节，例如盾安集团 2019 年在内蒙古投资建设年产能 2.5 万吨镁合金压铸生产线，陕西鸿泰元和镁业有限公司 2020 年 3 月开工新建 5 万吨镁合金压铸件项目；

外力助推镁合金下游应用：虽然目前高强钢和超高强钢是汽车轻量化的主体材料，但多元化的材料车身会成为行业大趋势。正是看中这一点，宝武集团旗下轻金属材料平台宝钢金属战略性入股并于近期正式控股云海金属，利用其先进生产技术和广泛的车企客户资源，结合云海金属镁产业领先优势，有望实质性推进镁产品在终端市场尤其是汽车领域的应用。又例如三祥新材与宁德时代、万顺集团等企业合作投资建设了轻量化新材料镁铝合金项目，利用各自的汽车厂商客户等资源，为轻量化材料推广提供助力；

主流汽车厂商轻量化意愿增强：全球各国都在持续关注机动车辆所产生的尾气排放，并通过政府法规推动汽车制造厂商大幅减少二氧化碳等尾气排放量。使用镁合金实现汽车轻量化正是其中一个重要的解决方案，目前镁合金在汽车上的应用零部件主要可以归纳成壳体类和支架类，在实际应用中，针对不同零部件所产生的减重效果从 30%-80% 不等（具体见下页）。除了减重效果外，由于具备极为良好的减震性能，采用镁合金不仅提高了汽车零部件使用寿命，还能够提升乘坐舒适性。从轻量化需求角度来看，新能源汽车厂商意愿更为强烈，蔚来 ES8 的仪表盘支架及前端模块框架皆由镁合金所制，相比于传统的钢结构减重 50% 以上，单车用镁量突破 7kg；2020 年特斯拉 Model Y 座椅骨架（靠背+座框）全部使用镁合金。主流汽车厂商在部分零部件批量替代使用镁合金，能够起到很好的产业示范和引领作用，有利于推动镁合金在汽车行业中的拓展应用；

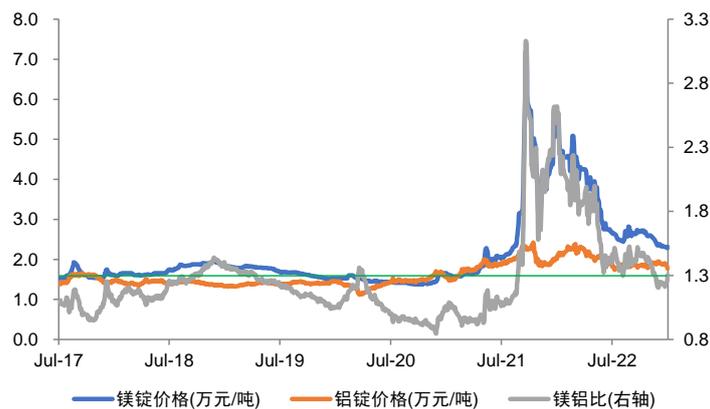
图127 汽车不同零部件使用镁合金后减重效果

汽车零部件	原用材料	原质量(kg)	改用镁合金后质量(kg)	减重效果
发动机缸体	铝合金	22	16	27%
变速箱壳体	铝合金	21.5	15	30%
油底壳	铝合金	3	2	33%
轮毂	铝合金	23	18	22%
	钢	36	18	50%
仪表盘	铝合金	5	1.8	64%
框架	铝合金	14.4	7.3	49%
座椅靠背	钢	2.2	1.2	48%
座椅框架	钢	2.4	1.4	44%
方向盘	铝合金	1.4	0.9	36%
转向轴	铝合金	2.3	1.4	39%
脚踏板	钢	5	1.1	78%
阀体零件	锌合金	2.5	0.7	72%

资料来源：中国有色金属工业协会，中航证券研究所

短期限产因素干扰不改长期成本下降趋势：关于前期环保限产因素导致的镁价快速上涨，我们定位为双刃剑，短期看能够带来镁冶炼端利润大幅扩张，有利于云海金属这样处于限产区域之外的企业，但行政性政策扰动下镁价的快速上涨我们认为需要理性看待，不利于镁合金深加工产品的应用推广。随着供给端扰动因素的逐步弱化，以及像云海金属等企业进一步扩张镁产品产能，镁铝比有望长期保持在合理水平；

图128 镁锭、铝锭价格及镁铝比



资料来源：Wind，中航证券研究所

镁合金轻量化逻辑更加通畅：近年来制约镁合金轻量化推广进程的多个因素，正迎来转变契机，随着汽车行业尤其是新能源汽车轻量化进程的推进，将有效促进镁合金下游需求释放。

4.2.3 镁合金消费将保持可观增速

国内汽车领域镁合金用量提升空间宽广：相比欧美发达国家，我国汽车场景内的镁合金使用量仍处于偏低位置，单车用量仅为 4kg，与海外相比我国还有 3-4 倍的提升空间。理性来看，现阶段镁合金更适用于对抗腐蚀性要求不高且对减震性要求比较高的车内部件，仪表盘支架、中控支架和座椅骨架等是最可能普及的镁合金部件，考虑到这些部件的重量，我们预计到 2025 年我国单车用镁量有望提高至 10kg，未来随着材料及铸造技术升级，镁合金的应用范围有扩大的可能性。按照中汽协的判断，“十四五”期间我国汽车行业将经历一轮转型升级的爬坡过坎期，2025 年汽车销量有望达到 3000 万辆。综合压铸件成材率的假设，2025 年我国汽车行业镁合金需求将达到 37.6 万吨，相比 2020 年 CAGR 为 23%；

图129 我国汽车行业镁合金需求量预测

	时间	汽车产量 (万辆)	单车用镁量 (kg)	压铸件成材率	镁合金需求量 (万吨)
汽车行业	2020	2523	4	75%	13.5
	2025	3010	10	80%	37.6
	2020-2025 CAGR	3.6%	20%	1.3%	23%

资料来源：中汽协，中航证券研究所

围绕未来新型汽车发展需求，结合自身发展环境，中国汽车工程学会编制的汽车轻量化技术路线图提出近期以完善高强钢应用体系为重点，中期以形成铝、镁合金应用体系为方向，远期形成多材料混合应用体系为目标。提出到 2035 年，燃油乘用车整车轻量化系数降低 25%，纯电动乘用车整车轻量化系数降低 35%；

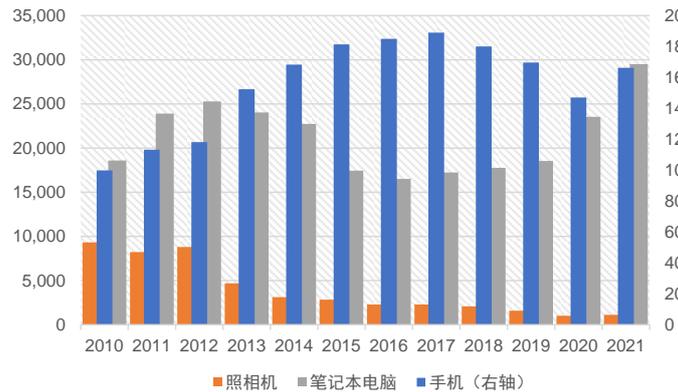
图130 乘用车整车轻量化系数总体目标



资料来源：《节能与新能源汽车技术路线图 2.0》，中航证券研究所

3C 市场需求保持相对稳定：3C 产品是镁合金下游第二大需求领域，在 3C 产品中主要用作壳体材料，由于拥有重量轻、散热性好、电磁屏蔽能力强、抗震性好等优点，相比 ABS 壳体有明显优势，符合手机、笔记本电脑等 3C 产品轻薄、尺寸缩小的发展需求。但考虑到全球 3C 产品保有量趋于饱和，销量增速下滑，我们预计 3C 产品用镁需求量将整体保持相对稳定状态；

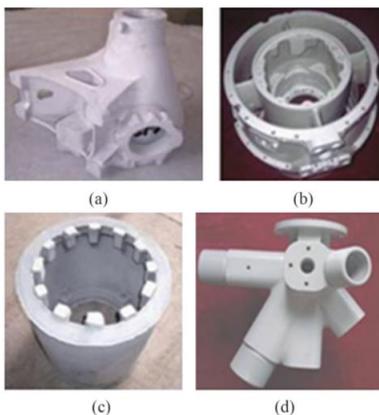
图131 我国主要 3C 产品产量 (万台)



资料来源: Wind, 中航证券研究所

航空航天是重要的镁合金需求增长点: 在航空航天领域, 镁合金被广泛应用于制造飞机、导弹、飞船、卫星上的重要构件, 使用镁合金可以明显减轻飞行器结构重量, 综合减重效果比铝合金高出 25%~35%, 提高机动性能, 降低航天器的发射成本, 能为航空航天设备带来较大的经济效益。与此同时, 镁合金的性能可满足航空航天等高科技领域对轻质材料吸噪、减震、防辐射的要求。《镁合金在航空航天领域中的应用》一文中研究表明, 航空航天设备每减少 1 磅重量所带来的经济效益, 商用飞机为 300 美元, 战斗机为 3000 美元, 航天器则高达 3 万美元, 因此镁产品在航空航天中的应用前景广阔;

图132 镁合金制备的机匣和壳体



资料来源: 《镁合金在航空航天领域研究应用现状与展望》, 中航证券研究所

图133 某型雷达部件



资料来源: 《镁合金在航空航天领域研究应用现状与展望》, 中航证券研究所

镁合金需求将保持可观增速: 未来汽车和航空航天这两大场景的轻量化需求将有效拉动镁合金消费, 其中汽车行业依然是最值得期待的行业需求爆发点, 有产业链外力加持的企业将最大程度受益于行业景气度上行。推荐标的: 云海金属、三祥新材。

五、风险提示

- **原材料价格波动风险：**
 - 1) 需留意电解镍、海绵钛等相关原材料价格上涨风险，由于高端金属材料军用产品同规格、同型号价格基本是锁死的，因此原材料价格上涨将一定程度侵蚀利润；
 - 2) 丙烯酸酯等相关原材料价格波动较大，而航空碳纤维价格审定后一般不会大幅变动，会对相关企业盈利能力产生一定影响；
 - 3) 需留意稀土原料价格受工信部指标增速影响而大幅波动的风险；
 - 4) 需留意铁、硅、铝等商品价格大幅波动对金属软磁材料的成本影响；
 - 5) 需留意镁价大幅波动对镁合金产品成本及市场需求开拓造成的影响；
- **企业募投项目不及预期：**目前多数相关上市企业都在积极募投项目提升产能规模，需留意项目推进不及预期风险；
- **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；
- **下游需求增长不及预期：**
 - 1) 需留意航空航天新材料下游不同装备放量情况以及材料的国产化渗透进程；
 - 2) 能源材料下游涉及各类新能源及传统能源领域，需留意因产业政策等因素导致的终端需求不及预期风险；
 - 3) 增材制造下游应用的预测存在主观判断，需求领域的开拓需要应用成本的不断降低，因此存在下游需求不及预期风险；
 - 4) 需留意镁合金产品下游汽车及航空航天市场需求不及预期风险；
- **产业技术路线不明确：**
 - 1) 金属软磁材料的发展与终端需求的技术路径发展息息相关，需留意下游需求技术路径变更导致金属软磁材料被其他磁性材料替代的风险；
 - 2) 目前增材制造产业正处于发展初期，技术路线尚没有明确，因此存在技术被颠覆的风险。

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。
持有: 未来六个月的投资收益相对沪深 300 指数涨幅-10%~10%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送发或为任何就送发、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