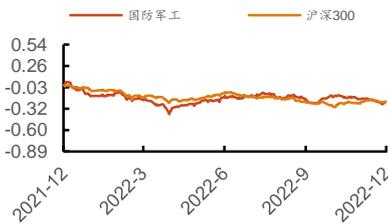


证券研究报告 — 行业深度报告

投资评级：强于大市

相对指数表现



高新技术组

分析师：朱泓学（分析师）
联系方式：0871-63577091
邮箱地址：zhuhx@hongtastock.com
资格证书：S1200521070001

军工材料系列报告之隐身材料：蓄势待发，拭目以待

报告摘要

军工材料作为武器装备发展的物质基础，集成了空气动力学、燃烧学、材料科学、控制、冶金等众多学科，军工新材料技术的发展及应用决定着武器装备性能和水平。隐身材料技术的应用可最大限度降低探测系统发现和识别目标能力，而提高现代武器装备的生存能力和突击能力。雷达隐身和红外隐身是主要的两大隐身技术，多频谱兼容隐身是隐身材料的重要发展方向。目前主流隐身材料以隐身涂层和结构隐身复合材料为主，从全球隐身材料的市场规模来看，据统计，2017年全球隐身超材料在武器装备中的应用市场规模大约在1.3亿美元，到2025年有望达到11.7亿美元左右，年均复合增长率在30%以上。根据Global Market Insights Inc.的研究报告，到2026年，隐形涂料市场规模预计将超过8.34亿美元。

由于隐身材料技术涉及重大军事材料的研制，国外的隐身材料企业不会对国内形成直接竞争。国内隐身材料商业化进程仍处于发展初期，由于隐身材料是基于不同技术路径、保密性较强等原因，相关企业均专注于不同细分领域，也未产生直接竞争。隐身材料行业具备定制化生产特点以及较高的进入壁垒，已经进入产业链的合格供应商具备先发优势和粘性较高的客户资源。

隐身材料的应用主要集中于国防军工领域，稳定增长的国防预算给予整个国防军工行业以良好发展支持。隐身材料作为关键武器装备的核心部件，将受益于武器装备“质”与“量”的提升。另外，隐身材料的耗材属性，存在维修换装需求，且修理定价可达到初始涂覆的定价水平。

综上所述，我们认为处于早期阶段的隐身材料市场拥有较少的合格供应商，且由于技术路径不同，已经进入市场的合格供应商凭借先发优势及行业特点占据着不同细分领域。随着新型武器装备的批产，将带动隐身材料的应用需求，可重点关注已经形成产业化的隐身材料相关公司。

相关研究

国防军工月度观察：无人化系统装备涌现于航展，主机厂股权激励彰显信心

2022.12.05

国防军工月度观察：军强方能国安，行业业绩整体仍保持稳定增长

2022.11.04

国防军工月度观察：行业上半年业绩稳定增长

2022.09.14

国防军工月度观察：空军增程利器正式列装，疫情或将重任放于三季度

2022.08.18

国防军工月度观察：国产航母福建舰下水

2022.07.25

独立性声明

作者保证报告所采用的数据均来自正规渠道，分析逻辑基于本人的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求客观、公正，结论不受任何第三方的授意、影响，特此声明。

风险提示

处于预研试制、小批试制阶段产品存在不达预期的风险；技术升级迭代风险；民品市场拓展不及预期；国防形势变化风险。

正文目录

| | |
|--|----|
| 1. 军工材料：一代材料，一代装备..... | 4 |
| 2. 隐身材料：实现装备隐身功能的重要途径之一..... | 6 |
| 2.1. 隐身技术：隐身的基本原理，外形技术与隐身材料缺一不可..... | 6 |
| 2.1.1. 雷达隐身：低 RCS 外形技术+隐身材料..... | 8 |
| 2.1.2. 红外隐身：仅次于雷达隐身的重要隐身措施..... | 10 |
| 2.1.3. 多频谱兼容隐身：隐身材料重要发展方向..... | 13 |
| 2.2. 隐身材料行业特点：定制化，高壁垒和较强的客户粘性..... | 14 |
| 2.2.1. 定制化生产模式，隐身材料供应商位于产业链中游..... | 14 |
| 2.2.2. 高进入壁垒和稳定的客户资源..... | 16 |
| 3. 武器装备放量将带动隐身材料需求..... | 16 |
| 3.1. 军工为国家必选消费，军工材料当属其中..... | 16 |
| 3.2. 隐身材料下游应用广泛..... | 18 |
| 3.2.1. 我国军用飞机存在量与质的需求，隐身材料是四代机的核心部件之一..... | 18 |
| 3.2.2. 导弹、无人机、舰艇同样存在对隐身材料的需求..... | 19 |
| 3.3. 隐身材料具备耗材属性，存在维修换装需求..... | 22 |
| 3.4. 民用市场仍有待继续开拓..... | 22 |
| 4. 隐身材料相关公司..... | 23 |
| 4.1. 华秦科技：专注于中高温隐身材料..... | 23 |
| 4.2. 光启技术：超材料为公司发展增添新动力..... | 24 |
| 4.3. 佳驰科技：公司产品已批量应用于我国主力机型..... | 26 |
| 5. 研究结论..... | 28 |
| 6. 风险提示..... | 29 |

图目录

| | |
|------------------------------------|----|
| 图 1. 隐身技术的分类..... | 7 |
| 图 2. 隐身技术发展历史..... | 8 |
| 图 3. 各种机翼的散射效应..... | 9 |
| 图 4. 吸波材料原理..... | 9 |
| 图 5. 结构型吸波材料图示..... | 10 |
| 图 6. 红外隐身材料机理..... | 11 |
| 图 7. 红外隐身材料分类..... | 11 |
| 图 8. 军用飞机红外辐射区域..... | 12 |
| 图 9. 美国 F-22 战斗机..... | 12 |
| 图 10. 波兰 PL-01 隐身坦克..... | 12 |
| 图 11. 舰船可探测部位..... | 13 |
| 图 12. 军品合格配套供应商流程..... | 14 |
| 图 13. 隐身材料产业链..... | 15 |
| 图 14. 隐身涂层材料制备工艺..... | 15 |
| 图 15. 结构隐身材料制备工艺..... | 15 |
| 图 16. 我国国防预算变动情况..... | 17 |
| 图 17. 全球军用无人机市场规模预测（亿美元）..... | 20 |
| 图 18. 吸波涂层失效故障树..... | 22 |
| 图 19. F-35 座舱边缘隐身涂层在海上环境中起泡开裂..... | 22 |
| 图 20. 华秦科技营业收入变动情况..... | 23 |
| 图 21. 华秦科技毛利率和净利率变动情况..... | 23 |
| 图 22. 光启技术营收与归母净利润..... | 25 |
| 图 23. 光启技术毛利率及净利率..... | 25 |
| 图 24. 佳驰科技营业收入构成（亿元）..... | 27 |

表目录

| | |
|--------------------------------|----|
| 表 1. 部分军工材料的特点及应用..... | 4 |
| 表 2. 美国军用飞机各种材料占机体结构总量百分比..... | 5 |
| 表 3. 我国国防费用构成（支出额：亿元）..... | 17 |
| 表 4. 全球现役军用飞机数量..... | 18 |
| 表 5. 国外隐身导弹型号及隐身材料应用情况..... | 19 |
| 表 6. 国外隐身无人机型号及隐身材料应用情况..... | 21 |
| 表 7. 国外隐身舰艇型号及隐身材料应用情况..... | 21 |
| 表 8. 电磁兼容材料..... | 28 |

1. 军工材料：一代材料，一代装备

军工材料作为武器装备发展的物质基础，须将军工装备的工作环境纳入军工材料的选取、制造及应用各环节，需要在超高温、超低温、高真空、高应力、强腐蚀介质等极端条件下正常工作。尤其在航空航天方面，例如航空飞行器要经受起飞和降落、发动机振动、转动件的高速旋转、机动飞行、突风等因素导致的冲击载荷和交变载荷；发动机燃气以及太阳辐照导致航空器处于高温环境，随着飞行速度提高，气动加热效应凸显，产生“热障”等服役环境影响，会导致零件、构件、仪器、装置、系统等出现功能衰退或失败，使飞行器失去可靠性和安全性。因此，军工材料的性能要求会更高、更全，同时需要新材料为新一代武器装备提供基础保障，国防工业往往是新材料技术成果的优先使用者，新材料技术的研究和开发对国防工业和武器装备的发展起着决定性的作用。

综合性是国防军工行业的特性之一，集成了空气动力学、燃烧学、材料科学、控制、冶金等众多学科，对材料种类的需求也更加多样，大致可分为金属材料、高性能纤维及复合材料。

表 1. 部分军工材料的特点及应用

| 材料分类 | 材料种类 | 特点 | 应用 |
|------|-------|---|--|
| 金属材料 | 铝合金 | 比强度和比刚度高、弹性好、塑性好、抗冲击性能良好，低温下强度增加而无脆性，且具有较好的成形及加工性能。 | 铝合金一直是军事工业中应用最广泛的金属结构材料之一，如飞机机身、飞机蒙皮等结构件。 |
| | 钛及钛合金 | 具有密度小、高比强度、耐高温、耐低温、耐腐蚀、可焊、无磁、生物相容性好等综合优点，是三大轻金属（铝、镁、钛）中强度最高、耐热性最好、耐腐蚀最好的材料。 | 广泛应用于航天、航空、舰船、兵器，如军用飞机（飞机承重件）、航空发动机（齿轮套、发动机外壳）、军舰（舰船大面积蒙皮）、核潜艇、装甲车辆。 |
| | 高温合金 | 能在 600 摄氏度以上的高温及一定应力作用下长期工作，具有优异的高温力学性能和良好的抗氧化性和耐热腐蚀性能。 | 主要应用于航空发动机、航天推进器、舰船燃气轮机及陆基动力涡轮增压系统热端承力、氧化/腐蚀气氛中工作的零部件。 |
| | 超高强度钢 | 为了适应航空航天技术的需求而逐渐发展起来的一种高比强度的结构材料，一般将屈服强度超过 1380MPa 的结构钢成为超高强度钢，超高强度钢不仅具有高的抗拉强度，还具有一定塑性和韧性、小的缺口敏感性、高的疲劳强度、一定的抗蚀性、良好的工艺性能、符合资源情况及价格低廉等优点，在航空工业的应用越来越广泛。 | 超高强度钢大量用于制造火箭发动机外壳，飞机机身骨架、蒙皮和着陆部件以及高压容器和一些常规武器。由于钛合金和复合材料在飞机上应用的扩大，钢在飞机上用量有所减少，但是飞机上的关键承力构件仍采用超高强度钢制造。 |
| | 镁合金 | 具有比重轻、比强度及比刚度高、阻尼性及导热性好，电磁屏蔽能力强、以及减振性好等一系列独特的性质。 | 在军工装备上有诸多应用，如坦克座椅骨架、车长镜、炮长镜、变速箱箱体、发动机机滤座、进出水管、空气分配器座、机油泵壳体、水泵壳体、机油热交换器、机油滤清 |

| | | | | |
|--------------|-------------------------------|--|---|---|
| | | | 器壳体、气门室罩、呼吸器等车辆零部件； 战术防空导弹的支座舱段与副翼蒙皮、壁板、加强框、舵板、隔框等弹箭零部件；歼击机、轰炸机、直升机、运输机、机载雷达、地空导弹、运载火箭、人造卫星等飞船飞行器构件。 | |
| 高性能纤维材料及复合材料 | 碳纤维 | 一种含碳量在 90% 以上的纤维材料，具有质量轻、强度高、耐腐蚀、模量高、密度低、无蠕变、导电导热性能良好、非氧化环境下耐超高温、抗疲劳性好等特性。 | | 是制造火箭、导电、战斗机、海军军舰及多种尖端军事武器的必备关键材料。 |
| | 芳纶纤维 | 对位芳纶 | 具有轻质、高温、高韧、耐高温、透波、抗冲击和耐磨等优异性能。 | 对位芳纶主要用于个体防护、防弹装甲等领域，芳纶 III 已批量用于洲际导弹发动机壳体、直升机蒙皮、单兵头盔、军警防弹衣等领域。 |
| | | 芳纶 III | 比对位芳纶拥有更高的强度、模量、更好的抗冲性、阻燃性和抗热氧化性。 | |
| | 增材制造金属材料 | 相比传统制造模式，金属增材制造除了具备无模、数字、柔性的特点外，还具有材料总体利用率高、相应速度快等优势，甚至能够完成传统工艺无法实现的高复杂度、高精密度金属零部件的直接制造。 | | 已经实现应用于航空发动机、航空飞机、航天、燃气轮机方面的应用，如航空发动机的燃油喷嘴、热交换器、轴承支撑等。 |
| 吸波材料隐身材料 | 具有吸波性质，实现雷达、红外、可见光、激光以及多频谱隐身等 | | 应用于各类新型号武器装备，主要分为涂覆型和结构型 | |

资料来源：《隐身材料》，《航空航天用先进材料》，《中国新材料产业发展报告》，铸造头条，红塔证券

军工新材料技术的发展及应用决定着武器装备性能和水平。以四代机为例，第四代机是目前世界上现役机种最先进的一代战斗机，其性能特点为 4S，分别是隐形（Stealth）、超音速巡航能力（Super Sonic Cruise）、超机动能力（Super Maneuverability）、超级信息优势（Super Avionics），主要代表机型有 F-22、苏-57 和歼-20，到 21 世纪的隐身设计以及更加完善的综合航电系统，使得四代机较其他代级的战斗机更具强劲战斗能力。参考美国军用飞机各自材料占机体结构总量百分比，不难看出复合材料、钛合金、铝合金这三类材料的占比都有所提升，军用飞机向轻量化发展，而且长时间超音速巡航会是飞机表面温度急剧升高，更加耐高温的钛合金比例也大幅提升。

表 2. 美国军用飞机各种材料占机体结构总量百分比

| 机型 | 第三代战斗机 | | 第四代战斗机 | | 轰炸机 |
|------|--------|----------|--------|------|-----|
| | F-16 | F/A-18CD | F/A-22 | F-35 | B-1 |
| 复合材料 | 3% | 10% | 24% | 36% | 29% |
| 钛合金 | 2% | 13% | 41% | 27% | 21% |
| 铝合金 | 83% | 50% | 15% | - | 41% |
| 钢材 | 5% | 16% | 5% | - | 9% |

资料来源：《中国新材料产业发展报告》，红塔证券

2.隐身材料：实现装备隐身功能的重要途径之一

在技术与工艺不断进步的条件下，航电、机电系统也实现了不断更新，第三代战斗机的信息化作战能力在不断向四代机靠近，但二者最重要的区别在于隐身技术的实现，隐身能力是新一代作战装备的重要技术特征，隐身已成为飞行器等重要武器装备发展的必然趋势。由于各国在隐身技术领域存在严密的技术封锁，针对当前新型国际形势，隐身技术是国家国防建设的重大需求。军用飞机隐身的实现离不开隐身材料，隐身材料技术的应用可最大限度降低探测系统发现和识别目标能力，而提高现代武器装备的生产能力和突击能力，达到克敌制胜的效果。

2.1.隐身技术：隐身的基本原理，外形技术与隐身材料缺一不可

隐身技术是一类技术的统称，并非专门针对某种探测器或某种专门技术的应用，隐身技术又称为“低可探测技术”，是指通过弱化呈现目标存在的雷达、红外、声波和光学等信号特征，最大限度地降低探测系统发现和识别目标能力的技术，其目的是提高武器平台的生存力，是一种防御性军事技术。

根据探测器的种类不同，隐身技术可分为雷达隐身、红外隐身、声波隐身、可见光隐身和磁隐身等技术：

雷达隐身是通过精心设计武器外形，减少雷达波散射截面（RCS），使结构吸波材料或贴片或涂层吸收掉部分雷达波或透过部分雷达波，以减少雷达回波，从而实现隐身目的。代表探测器为雷达。

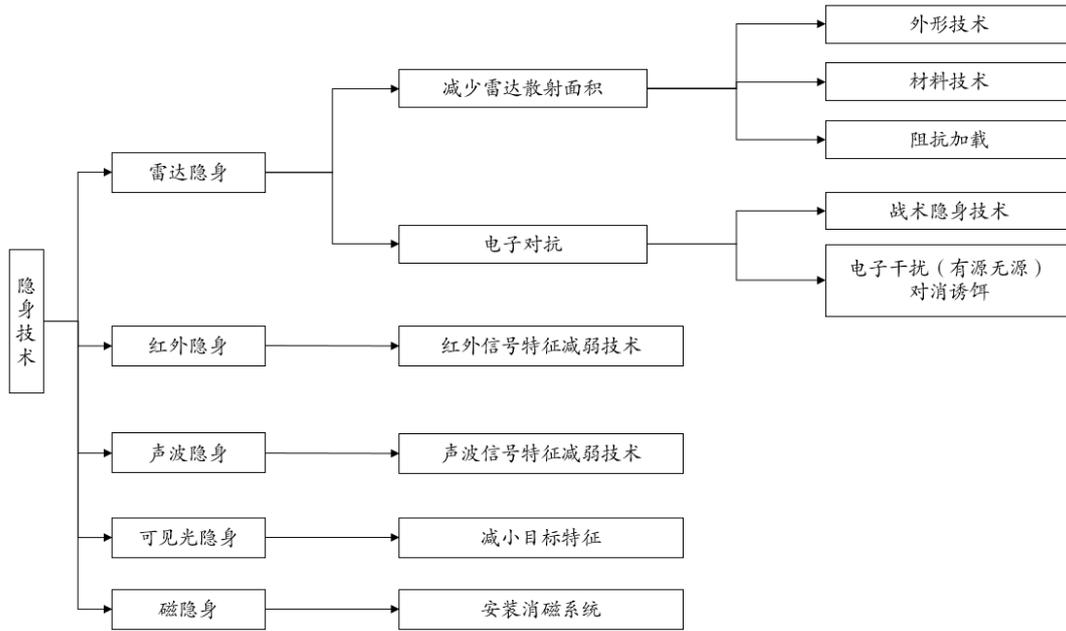
红外隐身是通过适当改变发动机排气系统，减少发射热量，主要采用多频谱涂料和防热伪装材料，改变目标的红外特征，以减少红外辐射，从而实现红外隐身。代表探测器为红外传感器。

声波隐身是通过使用低噪声发动机，并运用消声隔声蜂窝状或泡沫夹层结构，控制信号特征，以降低噪声，从而达到声波隐身的目的。代表探测器为声呐。

可见光隐身是通过涂覆迷彩涂料、视觉伪装网、施放遮蔽烟雾，降低目视特征等方式实现伪装遮障，以达到可见光隐身的目的。代表探测器为可见光传感器。

磁隐身多用于舰船，在舰船上安装消磁系统是舰船磁性防护的最有效手段，主要目的是预防敌方磁性武器攻击和磁性探测，提高舰船的生命力。代表探测器为磁异常探测器。

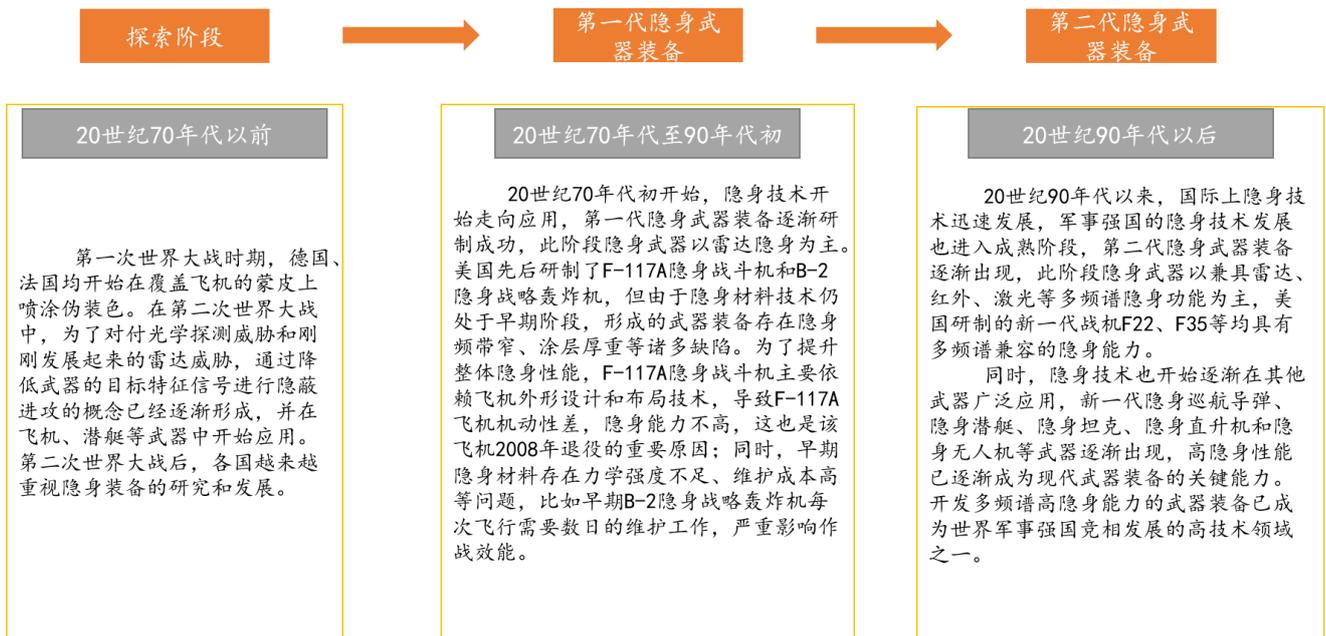
图 1. 隐身技术的分类



资料来源:《隐身材料》,《隐身原理》,红塔证券

隐身技术是武器装备突防的重要技术,早在二战期间,德国就在潜艇上应用雷达吸波材料,以躲避盟军的雷达探测。美国、英国、法国、苏联等国家也积极开展相关技术的研究。隐身材料技术及隐身武器装备的发展历程大概分为探索阶段、第一代隐身武器装备和第二代隐身武器装备三个发展阶段,对应的时间分别是 20 世纪 70 年代以前,20 世纪 70 年代到 90 年代初,20 世纪 90 年代后。

图 2. 隐身技术发展历史



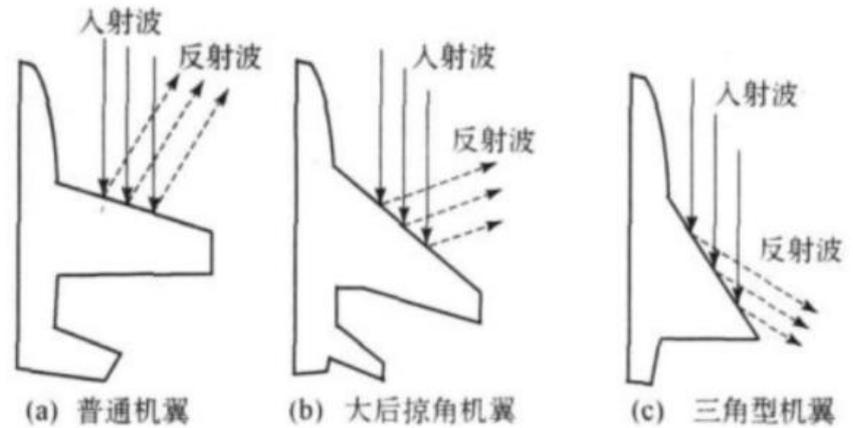
资料来源：佳驰科技招股说明书，红塔证券

隐身技术是未来信息化战争中实现信息获取与反获取、夺取战争主动权的重要技术手段，是攻防对抗双方获得战略、战役、战术和技术优势的重要内容，也是新一代武器装备的显著技术特征。隐身性能已成为现代主战武器装备的重要战技指标之一，是军队战斗力生成的重要增长点之一。随着信息技术的飞速发展和战场环境的复杂变化，隐身武器的出现对战争模式已经带来了重要影响。

2.1.1. 雷达隐身：低 RCS 外形技术+隐身材料

现代隐身技术的实现主要通过低 RCS（Radar Cross Section，雷达散射截面）外形技术和隐身材料的使用。雷达散射截面是隐身技术中的核心概念，雷达隐身的本质就是降低目标的雷达散射截面，较小的雷达散射截面意味着同样的雷达系统接收到的信号更弱，进而探测距离更短，更难以对目标进行跟踪、识别。根据《隐身材料》，外形隐身技术是提高装备产品隐身性能的一项重要技术，也是目前最有效的技术途径之一，外形隐身并不能吸收雷达波，而是通过精确的外形设计将雷达波能量发射到较低威胁的方向上，以减小高威胁方向上的雷达回波。

图 3. 各种机翼的散射效应

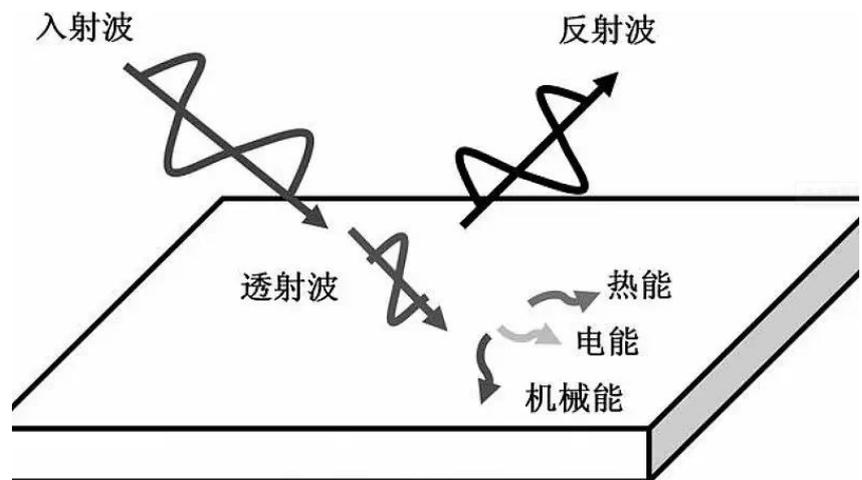


资料来源：笔记百科，《隐身材料》，红塔证券

由于不同武器系统的作战环境各不相同，仅以外形设计无法实现理想化的预期隐身效果，因此隐身材料即成为实现隐身技术的重要技术途径之一，通过减少武器系统的目标特征信号而达到隐身目的。

吸波材料技术的发展和运用是实现武器系统隐身的重要措施之一，是隐身技术发展的关键。根据《隐身材料》，雷达吸波材料简称吸波材料，是指能吸收投射到它表面的电磁波能量，或通过材料的电磁损耗使其能量转化为热能或其他形式的能量而耗散掉的一类材料。吸波材料吸收电磁波的基本要求主要有两条：一是入射电磁波最大限度地进入材料内部而不是在其表面就被反射，即要求材料的表明阻抗匹配；二是进入吸波材料内部的电磁波能迅速被吸收而衰减掉，即材料的衰减特性。

图 4. 吸波材料原理

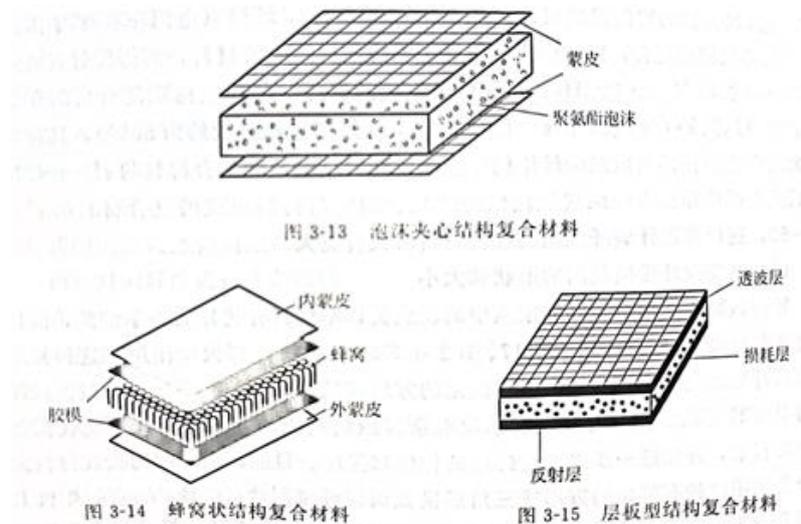


资料来源：百度图库，红塔证券

按照吸波材料是否参与结构承力，可分为涂覆型吸波材料和结构型吸波材料。涂覆型吸波材料是在目标表面涂覆的可以吸收雷达波的涂层，一般由粘结剂与金属、合金粉末、铁氧化物、导电纤维等吸收剂混合而成。

结构型吸波材料是在先进复合材料的基础上，将吸收剂分散在特种纤维增强的结构材料中而形成的复合材料。结构型吸波材料作用机理是通过特殊的复合材料结构对雷达波进行损耗，同时，与吸波涂层相比，高温结构吸波材料集吸波、承载及防热于一体，不仅可以减轻飞行器自重，而且允许设计厚度较大，具有更好的吸波性能以及更高的可靠性，应用前景十分广阔，已经成为世界各国高温吸波材料研究重点之一。

图 5. 结构型吸波材料图示



资料来源：《隐身材料》，红塔证券

2.1.2. 红外隐身：仅次于雷达隐身的重要隐身措施

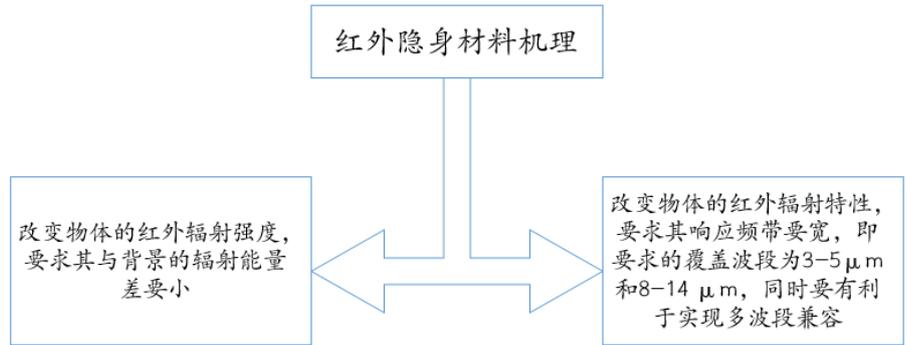
一切高于热力学零度的物体都能发出红外辐射，红外辐射的光子能量能够使一些活泼金属产生红外光电效应。红外隐身的目的就是降低或改变目标的红外辐射特性，减小红外探测系统对目标的作用距离，从而降低目标被探测的概率。

随着红外成像技术的日益发展，高探测精度和分辨率的红外探测手段的相继出现，以及红外精确制导武器的大量使用，红外跟踪设备已成为当代电子战中最有效的目标跟踪系统之一，常规的红外对抗措施越来越难以满足现代实战的需要，为了保证武器系统在整个作战过程中有足够的生存能力和突防能力，红外隐身技术成为了红外对抗的主要研究方向，**红外隐身技术的实质就是抑制和缩减其红外辐射能力，避免过早被发现和跟踪，已经成为当前仅次于雷达隐身的主要隐身措施。**

红外探测系统依靠探测目标自身和背景的辐射差来窥和识别目标，因此实现红外隐身的途径从理论上可以从 4 个方面来实现：1. 改变目标的红外

辐射特征，使目标的红外辐射波段避开红外大气窗口或红外制导导弹的工作频率；2.降低目标的红外辐射强度，主要为降温和采用低发射率材料；3.控制目标红外辐射的传输过程，增加其在传输过程中的吸收、散射和反射以改变目标红外辐射的功率分布；4.干扰目标的红外辐射信号，造成假象。因此，热红外隐身材料的目的就是使目标和背景的辐射能量差减小到红外探测器探测不到或是识别不出的程度。

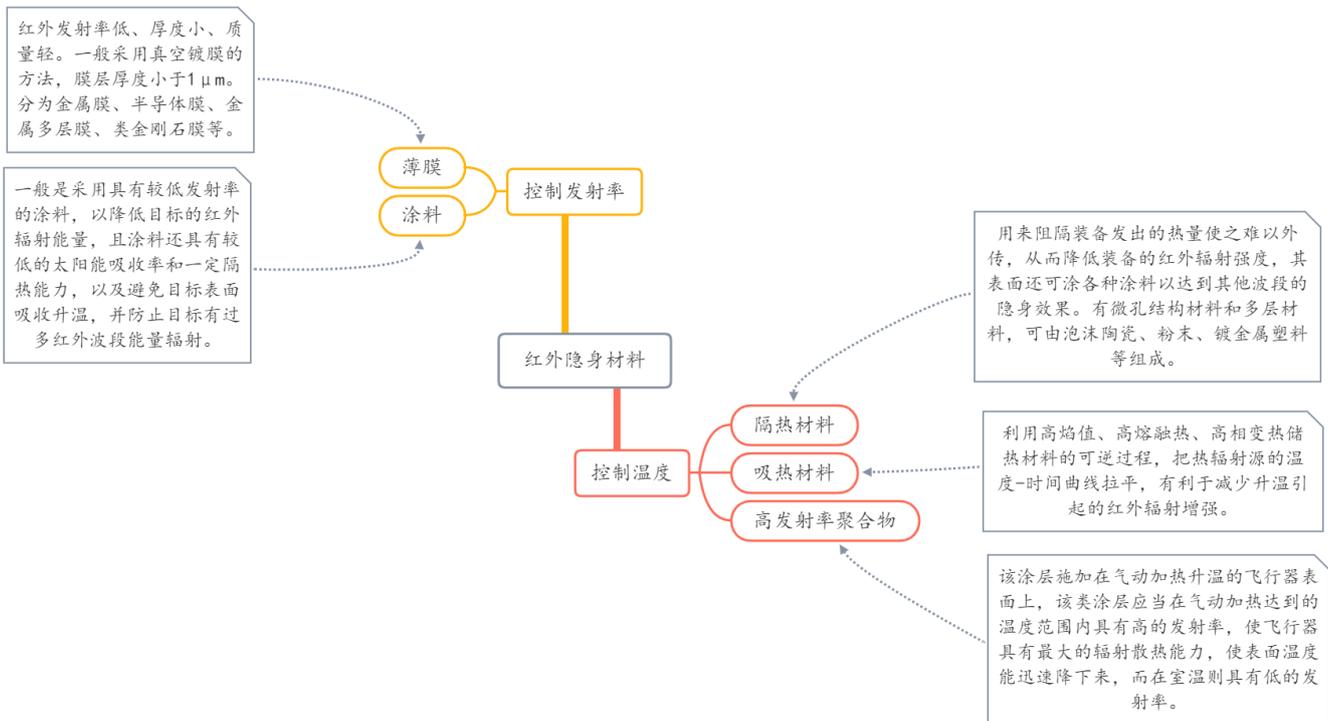
图 6. 红外隐身材料机理



资料来源:《隐身材料》, 红塔证券

红外隐身材料是目标红外隐身的重点之一。红外隐身材料具有隔断目标的红外辐射能力, 同时在大气窗口波段内, 具有低的红外发射率和红外镜面反射率。按照工作原理, 红外隐身材料可分为控制发射率和控制温度两类。前者主要有涂料和薄膜, 后者主要有隔热材料、吸热材料和高发射率聚合物。

图 7. 红外隐身材料分类

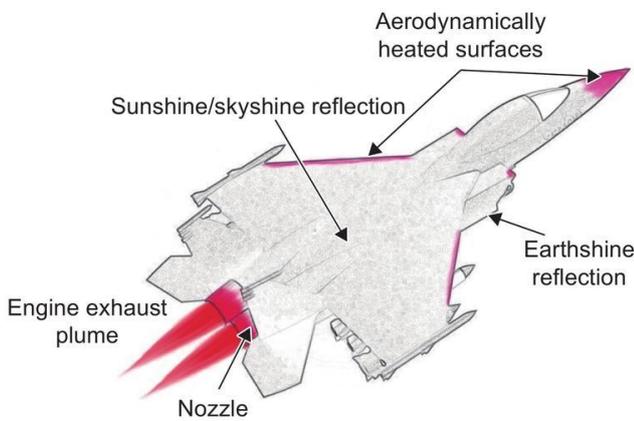


资料来源:《雷达隐身材料、红外隐身技术与材料》, 百度文库, 红塔证券

红外隐身技术广泛应用于飞机、地面武器装备和舰艇等军事目标。

飞机的热辐射主要产生于发动机、发动机喷口、排气气流、机体蒙皮等。实现飞机红外隐身的主要措施包括：采用红外辐射较弱的涡扇发动机，并通过对发动机进行隔热，防止其热量传给机身；在喷管内部涂低发射率材料；在燃料中加入添加剂抑制和改变尾焰的红外辐射频段；飞机表面涂红外隐身涂料等。例如，美国的 F-22 战斗机通过矢量可调管壁来降低二元矢量喷管所产生的红外辐射，垂尾、平尾、尾撑向后延伸以遮蔽发动机喷口的红外辐射，在炽热喷流飞出尾喷口前就得到了降温，因而红外特征显著降低。

图 8. 军用飞机红外辐射区域



资料来源：百度图库，航空材料学报，红塔证券

图 9. 美国 F-22 战斗机



资料来源：百度图库，新浪网，红塔证券

坦克的红外辐射主要来源包括：发动机、烟囱、烟羽、表面辐射和对外界短波辐射的反射等。主要采用效率高、热损耗小的发动机减少发热量，改变排气通道位置和形状并进行冷却，发热部位隔热，表面涂低发射率材料和迷彩伪装等措施来实现红外隐身。

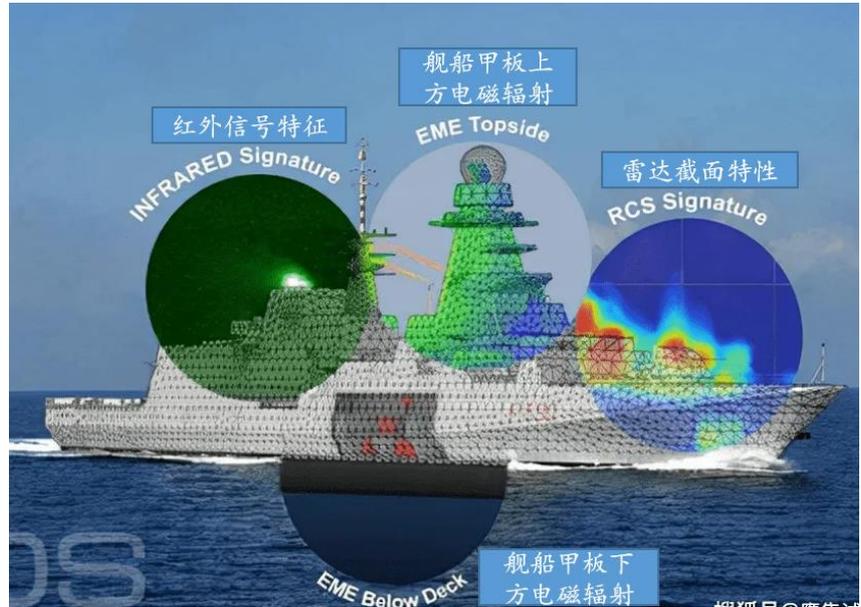
图 10. 波兰 PL-01 隐身坦克



资料来源：百度图库，红塔证券

舰艇的红外辐射源主要是烟囱管壁、排气烟羽和舰体表面。对舰艇进行红外辐射抑制的技术手段主要分3种：降温、红外屏蔽和隐身涂料，其中降温是最常用和最有效的策略。具体实施方法包括：改变烟囱的位置和形状、对机舱水冷降温、高温表面涂绝热层、舰船表面喷淋海水和涂隐身材料等。

图 11. 舰船可探测部位



资料来源：鹰隼试翼搜狐号，红塔证券

2.1.3.多频谱兼容隐身：隐身材料重要发展方向

随着探测技术的迅猛发展，武器装备在战场上可能同时受到来自雷达、热红外、可见光及近红外、激光等多频谱、多波段侦察仪器的探测，因此适用于单一频段的隐身材料将很难获得进一步的实际应用，而多频谱兼容隐身材料有望满足武器装备在战场复杂电磁环境中的需要。

根据《隐身材料》，实现材料多频谱兼容隐身，总体来说有两种思路：第一，将高性能微波吸收材料、红外低发射率材料以及可见光伪装材料形成夹层或多层膜等复合结构，如常考虑把红外低发射率层作为外层，雷达波高吸层作为内层形成一种雷达与红外兼容的双层复合结构；第二，研制一种微波高吸收、红外低辐射，同时可见光近红外能伪装的一体化材料，如一些稀土纳米材料、掺杂氧化物半导体、掺杂光子晶体等。

目前国内外研究较多的多频谱隐身材料主要有：雷达与红外兼容隐身材料、红外与激光兼容隐身材料、红外与可见光兼容隐身材料，以及覆盖包括可见光、近红外、远红外和微波在内的多波段隐身材料。

整体来看，隐身能力已成为衡量现代武器装备性能的重要指标之一。世界军事强国的武器装备隐身化呈现出从部分隐身到全隐身、从单一功能隐身

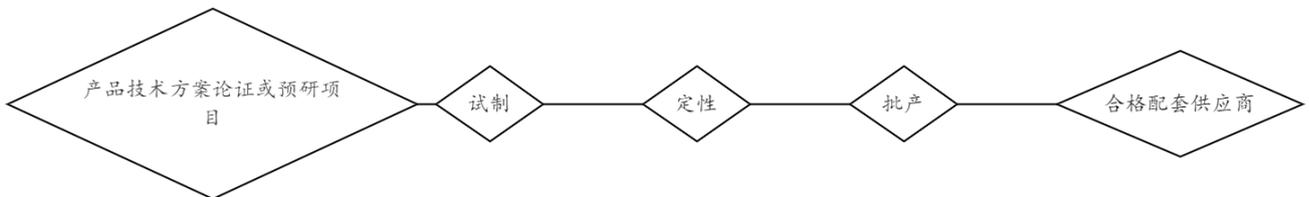
到多功能隐身、从少数武器装备隐身到实现多数主战兵器装备隐身的循序渐进的发展趋势，且隐身技术正向“多频谱、全方位、全天候、智能化”的方向发展，未来隐身材料应做到兼顾尽可能宽的电磁波频带，且其质量要尽量轻。多层化的隐身材料由于面密度及厚度打、施工不易等原因，其应用会受到一定限制，但结合复合材料技术进行新型多频谱隐身兼容材料的结构设计仍是一个重要的研究方向，研制一体化多频谱兼容隐身材料或将是今后的重点和趋势。

2.2.隐身材料行业特点：定制化，高壁垒和较强的客户粘性

2.2.1.定制化生产模式，隐身材料供应商位于产业链中游

隐身材料供应商通常采用以销定产的生产模式，并根据客户需求进行定制化生产。军用产品定制化程度较高，不同型号武器装备的技术指标要求存在差异，产品需经过严格的产品验证试验，定型后批量生产销售，一般需要经历产品技术方案论证或预研项目，根据武器装备技术要求进行针对性研发，通过“试制-定型-批产”流程，才能正式成为军品合格配套供应商。另外，在隐身材料行业中，由于隐身材料应用武器装备部位及种类不断增加，下游型号众多、产品需求各异，每种型号的产品在材料、规格、性能方面均具有特殊性要求，客户的定制化需求较多，因此产品具有定制化特征。

图 12. 军品合格配套供应商流程

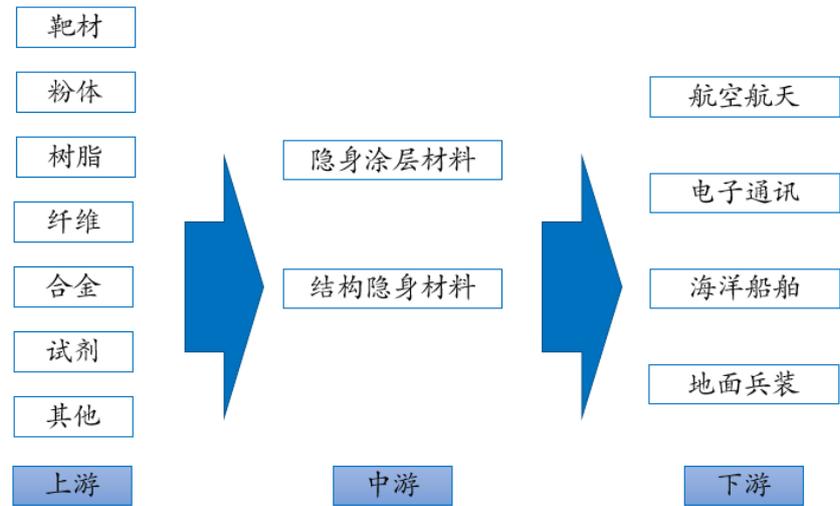


资料来源：华泰科技招股说明，佳驰科技招股说明书，红塔证券

隐身材料供应商主要位于产业链中游。隐身材料的上游是原材料制造商，原材料包括靶材、粉末、树脂、纤维、合金、试剂、金属结构和连接件；中游是隐身材料制造企业，隐身材料以涂层和结构化的方式广泛应用于武器装备和先进设备设施，包括飞机、主战坦克、舰船和导弹，降低武器装备的探测率；隐身材料制造企业的下游主要是军工集团及其下属单位。为保障型号装备特别是预研、在研装备的性能，客户一般要求隐身材料生产企业配合其进行同步研发，从研发设计、首件试制到产品定型批量生产的周期较长，而最终能否实现定型批产不仅取决于供应商自身研制进展，亦取决于下游客户应用装备的定型批产。目前主流隐身材料依然以隐身涂层和结构隐身复合材料为主，但新的隐身机理和技术手段（如仿生技术隐身、等离子体隐身、微波传播指示隐身、有源隐身技术等）、新型隐身材料的研制（如手性材料、纳

米隐形材料、导电高聚物材料、光子晶体、智能型隐形材料等)也在不断发展。

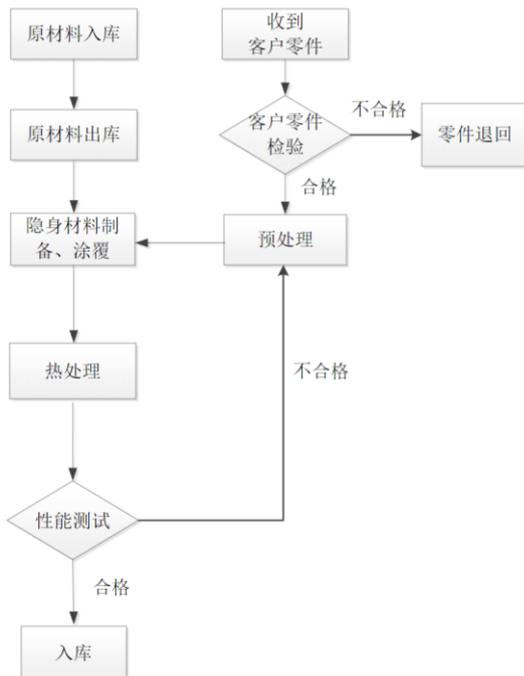
图 13. 隐身材料产业链



资料来源：华泰科技招股说明，佳驰科技招股说明书，红塔证券

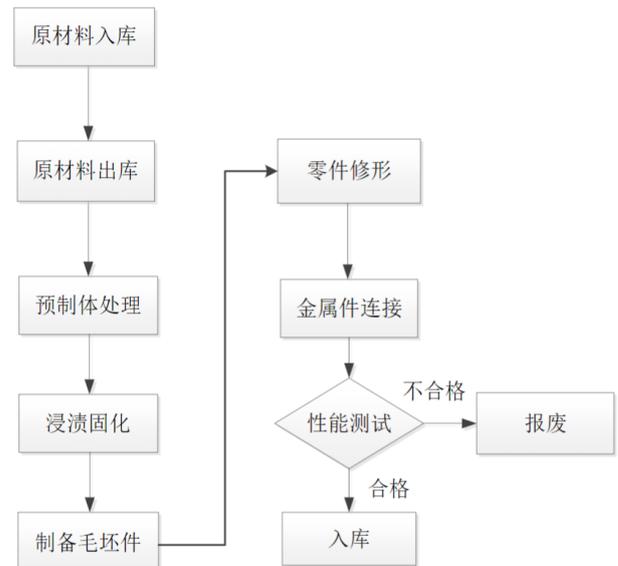
隐身涂层材料和结构隐身材料的制备工艺有一定区别。隐身涂层材料主要是来料加工，在接收到客户提供的零件后根据涂层成分的不同，采用等离子喷涂、磁控溅射、空气喷涂等涂覆工艺在预处理后的零件表面制备、涂覆隐身涂层材料。结构隐身材料是根据设计要求裁剪出一定尺寸的纤维预制体，模压成型为毛坯件在进行机械加工并通过铆接等方式将金属连接件同修形后的零件连接，得到所需复合材料结构件成品。

图 14. 隐身涂层材料制备工艺



资料来源：华泰科技招股说明书，红塔证券

图 15. 结构隐身材料制备工艺



资料来源：华泰科技招股说明书，红塔证券

2.2.2.高进入壁垒和稳定的客户资源

行业进入壁垒较高，已进入行业的厂商具备先发优势。由于隐身材料的性能和质量在相当大的程度上决定着武器装备关键构件的使用性能和服役周期，相关武器装备对于隐身材料的性能、质量的要求非常高，如需要考虑在高温、高压、高转速的环境下的脱落和烧毁问题，仅了解材料机理不足以应对实际制造或应用中发生的变化，目前国内仅有少数企业能够进行高性能、实战化隐身材料的研制生产，所以一般企业进入该行业存在较大的壁垒。军工产品的资质要求、高难度的技术工艺、较高的研发投入、优秀的研发及生产人才储备、完善的质量控制体系和检测体系，均使得行业新进入者从进入本行业到具备一定竞争力的周期较长。所以，从另一方面来说，已经成为合格供应商的厂商具备先发优势。

稳定的客户资源，且具有排他性。隐身材料主要应该于各型先进武器装备，技术实现难度较大，某些特殊场合的应用还要满足更为苛刻的要求，如高温、高压或耐腐蚀等极端恶劣条件，产品的性能稳定性和质量可靠性是客户优先考虑的重要因素，因此在材料实现定型批产，客户选定供应商后，一般不会轻易更换。在既定的产品质量标准及技术指标要求下，客户更换相关供应商的转换成本较高且周期较长，若隐身材料研制生产企业提供的产品能持续符合客户的质量及技术要求标准，下游客户将与其形成长期稳定的合作关系，且具有一定的排他性。

存在技术封锁，保障自主可控是关键。由于隐身材料技术涉及重大军事材料的研制，国外在该项技术方面对我国实行严密的封锁，我国研究机构及参与企业难以取得可以借鉴的技术信息，其具体实现的技术路线较少公开报道。因此，隐身材料的自主可控也成为了保障我国军事装备发展的重要一环。

3.武器装备放量将带动隐身材料需求

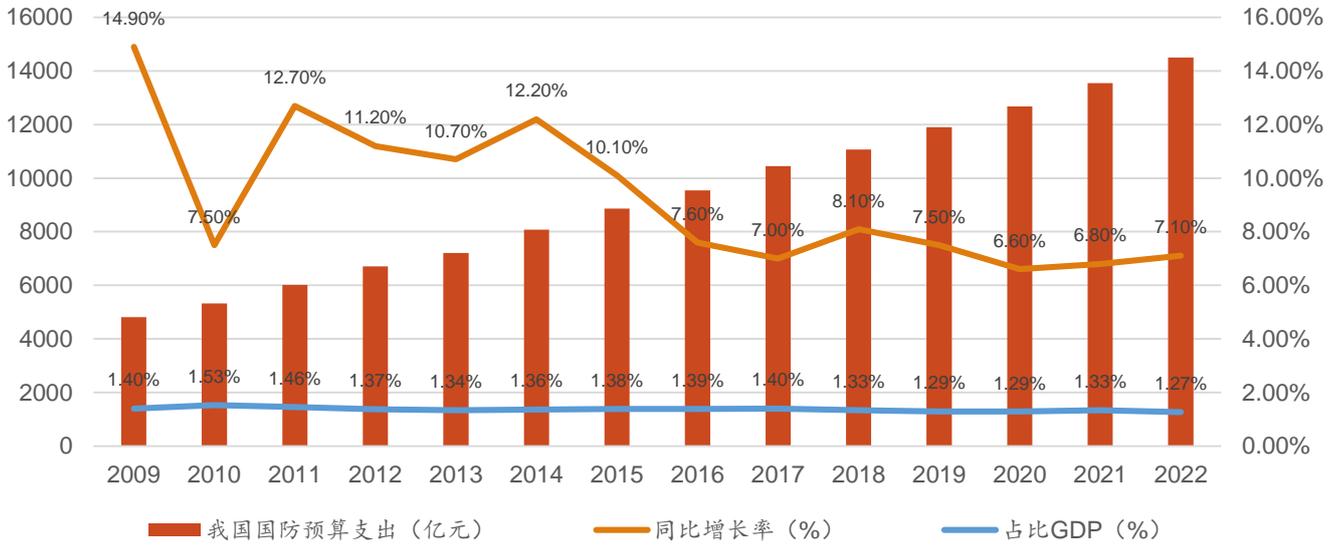
3.1.军工为国家必选消费，军工材料当属其中

我国国防预算支出金额的绝对值呈现持续增长的趋势。“十三五”期间（2016年-2020年）国防预算的增速分别为7.6%、7.0%、8.1%、7.5%和6.6%，维持在6.6%-8.1%之间。“十四五”的前两年增速分别为6.8%和7.1%，2022年我国国防预算公布的金额约为1.45万亿元，约占我国GDP的1.27%。

根据2019年7月国务院新闻办公室发布的《新时代的中国国防》白皮书，在2017年国防费位居世界前列的国家中，中国国防费无论是占国内生产总值和国家财政支出的比重，还是国民人均和军人人均数额，都处于较低水平。从国防费占国内生产总值比重看，2012年至2017年，中国国防费占国内生产总值平均比重约为1.3%，在国防费位居世界前列的国家中排在第六位，是联合国安理会常任理事国中最低的。从国防费占财政支出比重看，2012

年至 2017 年，中国国防费占财政支出平均比重约为 5.3%，在国防费位居世界前列的国家中排在第四位。中国国防开支与维护国家主权、安全、发展利益的保障需求相比，与履行大国国际责任义务的保障需求相比，与自身建设发展的保障需求相比，还有较大差距。预计中国国防开支将与国家经济发展水平相协调，继续保持适度稳定增长。

图 16. 我国国防预算变动情况



资料来源：公开资料整理，红塔证券

装备费占国防费比例上升。根据我国《新时代的中国国防》白皮书中公布的国防费构成，我国国防费主要由人员生活费、训练维持费和装备费构成。装备费在国防费中的比例逐渐上升，截至 2017 年，装备费占比国防费的 41.1%，为我国国防费用的最大支出项。截至 2017 年，我国国防费实际支出约为 1.04 万亿元，其中装备费为 4288.35 亿元，人员生活费为 3210.52 亿元，训练维持费为 2933.50 亿元。

表 3. 我国国防费用构成（支出额：亿元）

| 项目年度 | 人员生活费 | | 训练维持费 | | 装备费 | | 合计 |
|------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-----------|
| | 支出额 | 占比(%) | 支出额 | 占比(%) | 支出额 | 占比(%) | |
| 2010 | 1,859.31 | 34.9 | 1,700.47 | 31.9 | 1,773.59 | 33.2 | 5,333.37 |
| 2011 | 2,065.06 | 34.3 | 1,899.43 | 31.5 | 2,063.42 | 34.2 | 6,027.91 |
| 2012 | 1,955.72 | 29.2 | 2,329.94 | 34.8 | 2,406.23 | 36.0 | 6,691.92 |
| 2013 | 2,002.31 | 27.0 | 2,699.71 | 36.4 | 2,708.60 | 36.6 | 7,410.62 |
| 2014 | 2,372.34 | 28.6 | 2,679.82 | 32.3 | 3,237.38 | 39.1 | 8,289.54 |
| 2015 | 2,818.63 | 31.0 | 2,615.38 | 28.8 | 3,653.83 | 40.2 | 9,087.84 |
| 2016 | 3,060.01 | 31.3 | 2,669.94 | 27.4 | 4,035.89 | 41.3 | 9,765.84 |
| 2017 | 3,210.52 | 30.8 | 2,933.50 | 28.1 | 4,288.35 | 41.1 | 10,432.37 |

资料来源：《新时代的中国国防》，红塔证券

国防军工行业作为国家安全和稳定发展的基础因素，拥有较强的成长确定性。从内部角度来看，国防军工作为拥有特殊经济属性的行业，相较于其他领域，军工行业经费投入确定性高，受宏观因素影响较小，军工集团也正以“小核心、大协作、专业化、开放型”的方式发展，如构建区域性产业链框架，形成体系化供应链，使得不确定因素进一步减少，整体效率提升。从外部因素来看，国际形势复杂且周边存在扰动因素，强国必强军，军工行业的发展存在刚性需求。军工材料是奠定一代武器装备发展的物质基础，也是当今世界军事领域的关键技术，稳定增长的国防预算给予整个国防军工行业以良好发展支持。

3.2. 隐身材料下游应用广泛

3.2.1. 我国军用飞机存在量与质的需求，隐身材料是四代机的核心部件之一

在现代战争中，能取得制空权的空中力量已经成为决定战争胜负的主导力量，而航空装备的数量和性能是争夺制空权的关键。近年来，我国高度重视航空装备的研制与生产，在“质”与“量”上有了明显的提升，但仍然存在一定不足。在军机数量方面，根据 Flight Global 发布的《World Air Forces 2022》，2022 年全球现役军用飞机总计 53271 架。其中，美国拥有军用飞机 13246 架，占全球军机数的 25%；我国拥有的各类军用飞机 3285 架，占比仅 6%。主要是因为我军装备在尚未完全定型前装备数量较低，随着改进改型的逐渐完成，新型战机有望在“十四五”期间开启列装放量模式。

表 4. 全球现役军用飞机数量

| 国家 | 现役军用飞机数量 | 占比 (%) |
|------|----------|--------|
| 美国 | 13,246 | 25 |
| 俄罗斯 | 4,173 | 8 |
| 中国 | 3,285 | 6 |
| 印度 | 2,182 | 4 |
| 韩国 | 1,595 | 3 |
| 日本 | 1,449 | 3 |
| 巴基斯坦 | 1,387 | 2 |
| 埃及 | 1,062 | 2 |
| 土耳其 | 1,057 | 2 |
| 法国 | 1,055 | 2 |
| 其他 | 22,781 | 43 |
| 总计 | 53,271 | 100 |

资料来源：《World Air Forces 2022》，红塔证券

在军机构成方面，我国空军现役队列中仍有较多老旧机型，新机型占比较少。根据《World Air Forces 2022》，我国总共拥有 1571 架战斗机，仅有

19架 J-20 (四代机), 占比仅为 1%左右, 而在美国的 2740 架战斗机中, 四代机 (F-22 和 F-35) 的占比达到了 16%, 且不包含属于教练机的四代机型, 预计将在 2034 年前后完成 2470 架 F-35 隐身战机的采购, 所以相较而言, 我国隐身战机数量存在明显不足。未来我国军机将有大部分老旧机型退役, 隐身战机作为“十四五”提出的跨越式武器装备, 将带动隐身材料市场空间的持续扩张。

全球军机产业呈现出典型、明显的寡头垄断格局。航空武器装备具有高技术、高投入的特点, 关键核心技术仅有少数国家掌握。近年来, 地缘政治冲突频现, 国际关系趋于紧张, 实现国防武器装备自主可控已成为新型世界格局下大国博弈的必经之路。隐身材料作为关键武器装备的核心部件, 未来将持续受到政策和市场的支持。

3.2.2. 导弹、无人机、舰艇同样存在对隐身材料的需求

导弹具有射程远、速度快、精度高、威力大的特点, 是现代武器系统中的重要战略威慑装备。突防技术是提高弹道导弹生命力的重要措施, 随着现代武器装备自防护技术的持续升级, 降低导弹自身的信号特征已成为国内外军事强国的重要研究方向。与传统导弹相比, 隐身导弹可全面缩减其信号特征, 可以有效降低敌方军用探测装备的任务效能, 减少敌军反应时间, 有效提升导弹实战命中率。此外, 隐身导弹由于更难被发现, 亦可避免间接暴露如载机等装备的存在, 有效提升己方的战场隐蔽性。**隐身已成为新型导弹的发展趋势。**导弹隐身化的主要技术包括外形设计、弹道设计和隐身材料。在如今的战场环境中, 导弹面临多频带侦察仪器的复合探测, 仅靠外形设计与弹道设计已不足以满足隐身需求, 隐身材料技术将成为隐身导弹技术的重要方向。随着隐身导弹需求日益增大, 隐身材料将迎来广阔发展前景。

表 5. 国外隐身导弹型号及隐身材料应用情况

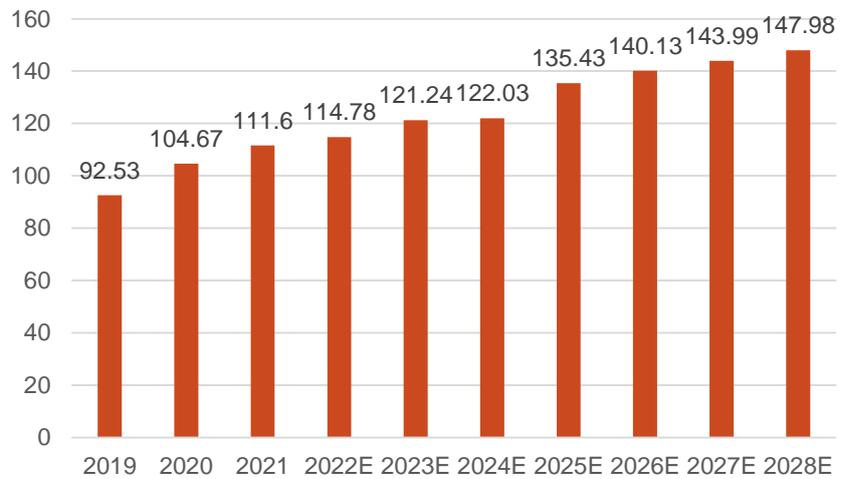
| 武器装备型号 | 隐身材料种类 | 形式 | 图示 |
|---------------------------------------|----------|---------|---|
| 3M25“流星”高超音速战略巡航导弹 | 等离子体吸波系统 | 等离子发生装置 |  |
| Kh-555 低可探测性战略空射巡航导弹 Kh-101 隐身巡航导弹 | 雷达吸波材料 | 结构/涂层 |  |

图为 Kh-555

资料来源:《国外重点国家陆军武器装备隐身技术应用情况》, 红塔证券

二十大报告中指出：“打造强大战略威慑力量体系，增加新域新质作战力量比重，加快无人智能作战力量发展，统筹网络信息体系建设运用。”相比于研发周期漫长、成本高昂的载人飞行器，军用无人机具有战场适应能力强、成本低、配置灵活、任务多元化等优势。根据斯德哥尔摩国际和平研究所（SIPRI）统计数据，我国国防军费占国内生产总值的比例与美国、俄罗斯、英国、以色列等军事强国相比处于低位，未来提升空间较大。随着我国军费投入持续快速增长以及现代信息化战争需求不断释放，我国军费将更多投入至武器装备建设领域，武器装备更新换代需求将加速释放，预计我国军用无人机行业将加速发展。

图 17. 全球军用无人机市场规模预测（亿美元）



资料来源：中无人机招股说明书，蒂尔集团，红塔证券

现代化战争形态对无人化、远程化、精准化的作战需求日益凸显。与载人战斗机相比，军用无人机起降灵活、隐身性能强，同时也可避免人员伤亡，且能够在核辐射强、毒性强、高海拔等战场工作，可执行危险性高的军事任务，已经逐步成为现代战争不可或缺的重要武器平台。当无人机具备隐身功能后，其战场存活能力将呈几何级提升，且未来战争中无人机将配合有人机协同作战，该作战方式下隐身能力将成为无人机的必要特性，否则将暴露有人机的定位。

表 6. 国外隐身无人机型号及隐身材料应用情况

| 武器装备型号 | 隐身材料种类 | 形式 | 图示 |
|--------------|-----------|----|---|
| 欧洲无人战斗机“神经元” | 雷达和红外隐身材料 | 涂层 |  |
| XQ-58A 战斗无人机 | 雷达吸波材料 | 涂层 |  |

资料来源：公开资料整理，中国军事网，红塔证券

舰艇是海军的主要作战力量，早在二战期间，德国就在潜艇上应用雷达吸波材料，以躲避盟军的雷达探测。在精确制导技术成熟的现代战争中，舰艇的反探测能力需求日益凸显。近年来，各国已逐渐开展隐身舰艇相关研究，俄罗斯“龙卷风”级隐身炮舰、瑞典“维斯比”级轻型护卫舰、美国“朱姆沃尔特级驱逐舰”、中国的“055”大型驱逐舰等舰艇相继推出，隐身化已成为海军装备的发展趋势。

目前，各国海军的舰艇隐身方案中，主要采用以外形设计为主，局部应用隐身材料的技术途径。但由于探测制导技术的不断发展，舰艇对隐身性能的要求将不断提高，以隐身外形、隐身材料并重的隐身技术途径将成为提升隐身能力的重要手段。随着隐身技术在海军舰艇的逐渐应用，隐身材料将迎来新增长。

表 7. 国外隐身舰艇型号及隐身材料应用情况

| 武器装备型号 | 隐身材料种类 | 形式 | 图示 |
|---------------------|--------|------|---|
| 朱姆沃尔特级（DDG-1000）驱逐舰 | 雷达吸波材料 | 结构材料 |  |
| “什瓦利克”号隐形护卫舰 | 雷达吸波材料 | 结构材料 |  |

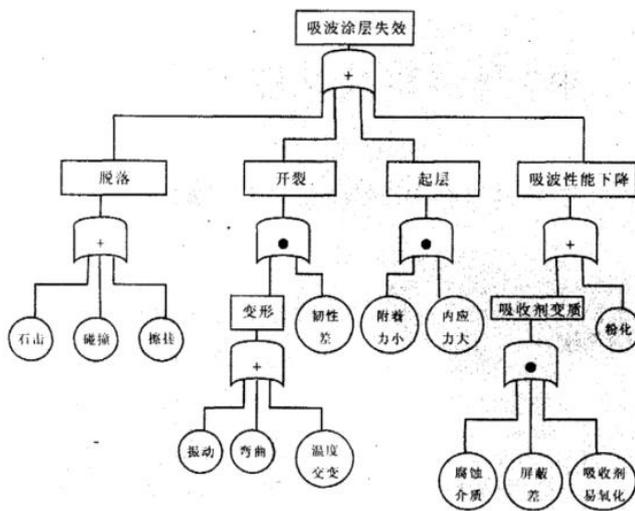
资料来源：公开资料整理，百度图库，红塔证券

3.3.隐身材料具备耗材属性，存在维修换装需求

根据《雷达吸波涂层损伤及修复研究进展》，隐身材料被广泛用于飞机、舰船、导弹及其他武器装备，在武器装备寿命期内的任何隐身涂层在贮存、运输和使用过程中，均会受到环境因素的影响和作用，从而引起涂层变化、粉化、起层、开裂、附着力下降等物理化学性能的变化和涂层隐身性能的波动。同时，在战场上、训练中等引起的隐身涂层的划伤、擦伤等机械损伤都会严重影响到武器的隐身性能。涂层脱落部分使电磁波反射严重，从而会严重影响到舰艇等武器装备的隐身性能，而且脱落涂层需要考虑到隐身材料的整体性而进行整体重新涂覆，并不会只填补脱落处，因此修理定价可以达到与初始涂覆定价相近水平。

美国 F-117 战机在初期，差不多 10 次出动中，飞机的隐身系统有 9 次要进行大修。B-2 飞机 900m² 表面的 95% 涂覆一种具有不同厚度的韧性隐身涂层，每次飞行后，都需要对其表面进行掉屑、划伤和腐蚀等检查，且在两次飞行之间必须对损坏的蒙皮进行修理。在吸波涂层的使用过程中，吸波涂层出现了脱落、起层、开裂等失效现象。为了确定吸波涂层失效检测，一般会采用故障树分析法进行分析，分别从故障现象延伸出故障问题所在，以采用相应的修复措施。

图 18. 吸波涂层失效故障树



资料来源：《浅谈隐身涂料及涂层维修技术》，红塔证券

图 19. F-35 座舱边缘隐身涂层在海上环境中起泡开裂



资料来源：百度百科，红塔证券

3.4.民用市场仍有待继续开拓

目前，隐身材料的产品应用多集中于军品领域，民品销售收入规模较小，但军用向民用的拓展是有利于企业向好发展的。根据《磁性吸波材料与应用》，军用雷达吸波材料以磁性吸波材料为主，而磁性吸波材料在民用市场具有广阔的前景。一方面，电磁波吸波材料技术作为材料科学的分支，其应用的广泛性及其电子信息产业的紧密相关性将使之成为崛起的新兴产业。另一方面，

通过军用向民用的技术迁移，磁性吸波材料已大量应用于民用企业，金属与合金系列吸波材料也因吸收频带宽、工艺简单而备受关注。

4.隐身材料相关公司

由于隐身材料技术的严密封锁，国外的隐身材料企业不会对国内形成直接竞争。国内商业化进程仍处于发展初期，开展研究的包括各大军工集团下属研究院以及各大高校等，由于隐身材料是基于不同技术路径、保密性较强等原因，已实现产业化并公开的相关企业并不多。另外，技术路径的不同也会引起应用领域、产业化进程的不同，相关企业均专注于不同细分领域，也未产生直接竞争。

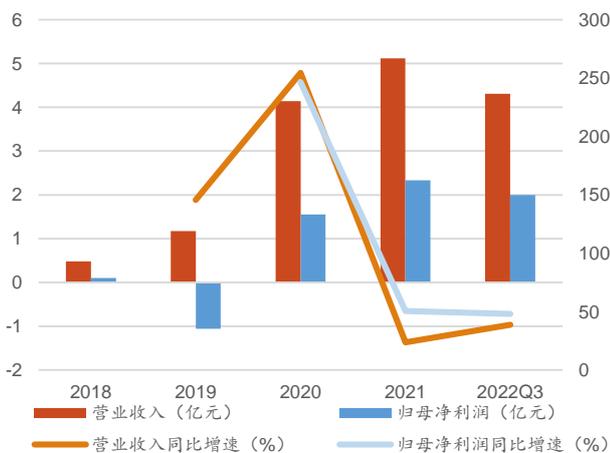
具体的公司主要有已上市的华秦科技和光启技术，未上市的佳驰科技。

4.1.华秦科技：专注于中高温隐身材料

公司主要从事特种功能材料，包括隐身材料、伪装材料及防护材料的研发、生产和销售，产品主要应用于我国重大国防武器装备如飞机、主战坦克、舰船、导弹等的隐身、重要地面军事目标的伪装和各类装备部件的表面防护。

公司的隐身材料及伪装材料的核心产品分别在 2019 年及 2020 年实现了批产，使得公司营收快速增长，截至 2022 年第三季度，公司营收为 4.31 亿元（同比+38.64%），公司归母净利润为 2 亿（同比+48.14%），公司 2019 年度净利润为负数，主要受当期股权激励产生的股份支付所影响，扣除非经常性损益后的净利润为 3341.83 万元，扣非净利润率为 28.62%。公司毛利率稳定在 55%以上，毛利率水平稳定且较高，公司净利率在 2019 年之后呈现小幅上升。

图 20. 华秦科技营业收入变动情况



资料来源：iFind，红塔证券

图 21. 华秦科技毛利率和净利率变动情况



资料来源：iFind，红塔证券

公司营收主要分为三类，分别为隐身材料、伪装材料和防护材料。隐身材料方面，公司是目前国内极少数能够全面覆盖常温、中温和高温隐身材料设计、研发和生产的高新技术企业，尤其在中高温隐身材料领域技术优势明显，产业化成果突出。通过多年的技术攻关，公司成功研制出可以长期应用于中高温环境的耐温隐身涂层材料，并实现在武器装备上的批产应用，提升武器装备的雷达、红外及多频谱兼容隐身性能。伪装材料方面，公司为各类地面军事目标提供伪装材料及技术支持，使其在雷达、红外和可见光等频段的特征信号与周围背景环境高度融合，可实现军事目标全天候、全方位、全时段、多频谱兼容的高仿真伪装，从而降低军事目标在现代侦查手段下被发现的概率。公司伪装材料产品主要有高仿真伪装遮障和伪装网等。防护材料是公司向民用领域拓展的重要业务板块，公司隐身涂层材料主要包括耐温隐身涂层材料和防腐隐身涂层材料等，重防腐材料及高效热阻材料是华秦科技积极开拓军工技术向民用转化所重点研发的新型材料，重防腐材料在新兴海洋工程、现代交通运输、能源工业、市政设施等领域应用广泛，发展前景广阔。高效热阻系列产品兼具热防护、高温燃气防护、高温氧化防护和耐环境腐蚀等功能，能有效降低高温部件的使用温度，解决了高温部件使用寿命较短的行业难题，对新一代发动机的研发具有重大意义。

核心技术团队来自于西工大，“产学研”稳固公司技术水平。华秦科技自1996年起联合西北工业大学进行特种功能材料技术预研和培育，持续深耕特种功能材料领域，凭借深厚的技术积累和丰富的应用经验，形成了一系列具有自主知识产权的核心技术。

布局航发产业链，提高公司竞争力。2022年8月26日，公司发布公告与江苏图南合金股份有限公司、陕西黎航万生商务信息咨询合伙企业（有限合伙）、沈阳黎航发石化机械设备制造有限公司、沈阳新大方电力设备有限公司，共同出资设立沈阳华秦航发科技有限责任公司。本次公司对外投资系公司开展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等新业务。

公司募集资金投资项目紧密围绕科技创新开展。2022年，公司募集12.8亿元，其中6.8亿元和3.2亿元分别用于特种功能材料产业化和研发中心项目，公司的募投项目将运用公司已形成的各项核心技术，优化产品结构，更好的满足客户广泛的产品需求；另一方面，在项目实施过程中，公司通过购置先进设备与软件、引进优秀人才，搭建完善的研发平台，将进一步提高技术研发能力和自主创新能力，扩展跟研型号，提升核心技术整体水平。

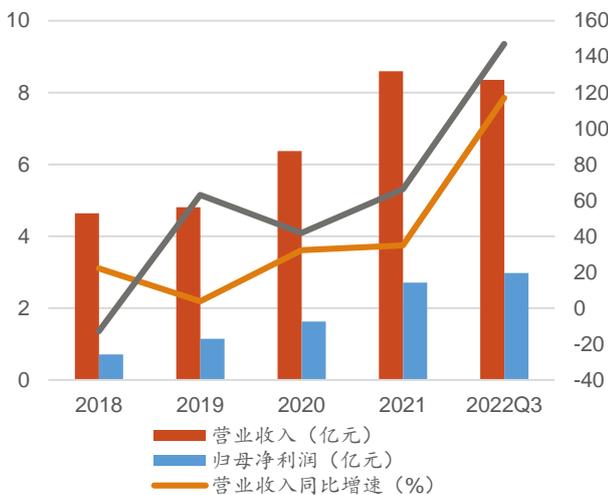
4.2.光启技术：超材料为公司发展增添新动力

公司起初以传统汽车零部件业务为主2017年以来公司完成了资产重组，并实现了从传统制造业向新兴产业的转型升级，超材料成为公司主业。

公司主要产品为超材料，是一种特种复合材料或结构，通过对材料关键物理尺寸上进行有序结构设计，使其获得常规材料所不具备的超常物理性质，在电学、磁学和光学等方面具备天然材料所不具备的特殊性质。公司超材料技术融合了超级计算、集成电路制造、微纳加工、功能材料、装备结构、增材制造、电磁场与电磁波、微波射频等领域的技术，将装备的结构、传感、电磁调制等多种功能一体化形成了超材料智能结构产品。根据光启技术披露的公告，其隐身超材料产品总重量占整机机体结构重量近 10%。

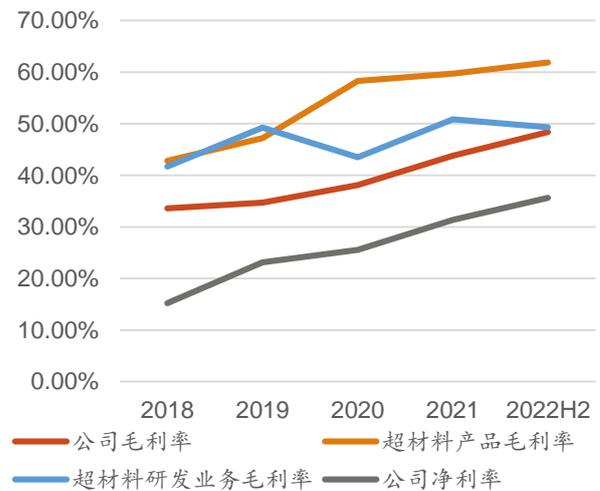
2022 年前三季度公司营收为 8.35 亿元，同比增长 117.00%，归母净利润达到 2.98 亿元，同比增长高达 146.98%。2018 年-2022 年半年度，公司超材料产品业务从收入贡献占比的 7.62% 增长至 73.32%，公司营业收入及归母净利润也随着超材料产品收入同向增长。光启技术整体毛利率低于超材料产品和研发业务的毛利率，主要受到公司之前的汽车零部件产品业务所拖累，2018 年以来，公司的毛利率和净利率也伴随着超材料业务的毛利率同向增长。公司以装备发展需求为牵引，公司超材料业务板块主要是新一代超材料技术在尖端装备领域的应用，按照使用场景分为航空结构产品与海洋结构产品，截至 2022 年半年度，公司已实现 5 大装备体系、13 款型号、60 余个关键部位、多种产品的装机应用且实现 11 项产品的转批产。

图 22. 光启技术营收与归母净利润



资料来源：iFind，红塔证券

图 23. 光启技术毛利率及净利率



资料来源：iFind，红塔证券

超材料技术产业化的稀缺标的，技术储备雄厚。公司在世界范围内，率先完成了从 0 到 1 的超材料工业体系构建，开创了超材料的设计、制造、检测的全产业链体系。公司是国内唯一一家将超材料技术产业化，并大规模应用于尖端装备领域的公司，使得装备具备跨代的性能优势，具备行业领先性。公司产品为新一代超材料技术在航空与海洋装备领域应用的电磁功能结构件，在电磁调制、综合射频传感、功能结构一体化等性能方面具备独特优势。公司所依托的技术来自于光启空间技术背后的深圳光启高等理工研究院，该研

究院是我国超材料领域的新型科研机构，是科技部超材料电磁调制技术国家重点实验室的依托单位，是国家创新驱动发展战略科技力量的重要组成部分，实验室主任为深圳光启高等理工研究院院长刘若鹏博士，主任委员为我国航母舰载机总设计师孙聪院士。

实现订单突破，正式进入批量生产。公司全资子公司光启尖端于2022年1月签署了具有里程碑性质的超材料领域最大的单一产品单一合同订单，金额近20亿元，与客户A的订单额从2018年的613万元，增长至目前的19.87亿元，标志着中国的超材料装备产品已正式进入了大规模工业化的阶段；且公司与沈阳某客户的进度正在研制阶段，2022年获得1.2亿元的合作，包括6500万元的研制经费。

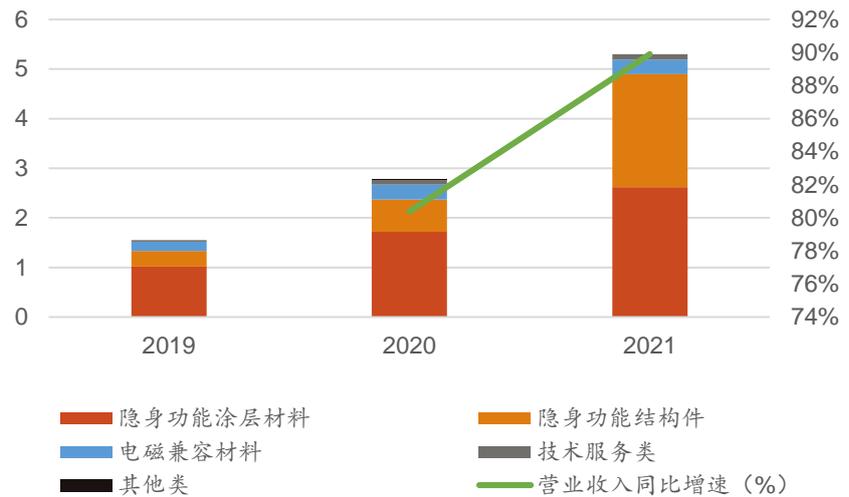
公司技术实现突破，向更先进方向发展。公司新出的第四代超材料技术是可以实现三维超材料工程化应用的新一代超材料技术，相比于上一代超材料技术，实现了由二维向三维立体设计的重大技术突破和超材料制造工艺的升级改进。技术方面，第四代超材料技术通过三维蜂窝状设计，让超材料微结构实现了全向高性能吸波；工艺方面，采用新型工艺成型技术，实现二维阻抗完美匹配，且在尺寸上突破传统工艺的限制，由有限尺寸突破到近似无限尺寸。

4.3.佳驰科技：公司产品已批量应用于我国主力机型

公司主要产品为EMMS（电磁功能材料与结构的简称），是指具备控制电磁辐射与散射、力学承载等功能结构一体化特性的材料与结构，广泛应用于武器装备隐身、电子产品电磁兼容等。

公司2021年营业收入为5.30亿元（同比+89.90%），三年年均复合增长率高达85.08%。从营收结构来看，隐身功能涂层材料和隐身功能结构件产品的贡献不断增大，2021年分别贡献2.62亿元和2.28亿元，分别同比增长52.13%和248.86%。2019-2021年，公司整体毛利率水平分别为77%、79.54%和82.58%，高于大多军工材料行业上市公司水平。公司所生产的隐身功能涂层材料系列产品具有吸收雷达、红外线等电磁波的功能，涂覆于武器装备表面后可降低武器装备被雷达等探测装备发现的概率，主要用于飞机、导弹等隐身武器装备及其部件的表面。公司所生产的隐身功能结构件系列产品兼具电磁吸收和高强度两种特性：一方面具有电磁吸收能力，可有效损耗雷达波，缩减武器装备的雷达散射截面，实现隐身功能；另一方面具备质量轻、强度高的优点，可作为承载结构件。该产品主要用于武器装备中需要结构承力和隐身功能一体化的关键部位，如机翼前缘、机身边缘等。

图 24. 佳驰科技营业收入构成（亿元）



资料来源：iFind，红塔证券

公司以邓龙江院士为首席科学家，凝聚了一支在国内 EMMS 领域有重要影响力的专业队伍，建有“国家电磁辐射控制材料工程技术研究中心成果转化基地”、“四川省电磁功能材料与结构工程技术研究中心”等国家及四川省科技创新平台，承接了国家级、省部级 EMMS 领域重大重点科研项目，突破了 EMMS 产品的“薄型化”和“超宽带”等关键技术瓶颈。在国防安全领域，公司研制的我国战机“两代”隐身材料，已批量应用于我国第三代、第四代战机等重大重点型号工程。

佳驰科技的产品可解决电磁干扰问题，已向民用领域拓展。电子信息技术日新月异，各类电子终端设备系统向高频化、小型化、多功能、智能化方向发展，如陆续推出的各类智能穿戴设备、智能家居设备。随着现代电子设备的功能模块逐步增加，信道频段成倍展宽，系统集成性逐步增强，模块间、信道间、设备间的电磁干扰问题凸显。以前国内外主要通过优化设备结构设计和电子元器件布局来解决电磁干扰问题，但随着集成化程度的提升，原有设计理念已无法满足现代设备需求，使用电磁兼容材料已成为解决电磁干扰问题的重要手段和未来趋势。佳驰科技生产的电磁兼容材料主要为胶板类吸波材料、天线基板材料、宽带磁性薄膜材料，具有吸收空间电磁波的能力，可提高电子设备的电磁兼容能力，主要应用于智能消费电子、基站通信、光电通信、新能源汽车等各类现代电子信息领域。

表 8. 电磁兼容材料

| 产品名称 | 主要用途 | 产品图示 | 产品优势/技术水平介绍 |
|---------|-------------------------|--|---------------------|
| 胶板类吸波材料 | 民用消费电子产品高密度集成抗电磁干扰及电磁兼容 |  | 厚度薄、柔性好、宽频带 |
| 天线基板材料 | 手机、电脑等消费电子产品近场通讯基板材料 |  | 高磁导率、低损耗、厚度薄 |
| 宽带磁性薄膜 | 民用消费电子产品高密度集成抗电磁干扰及电磁兼容 |  | 磁导率高、磁损耗大、厚度薄、可任意调节 |

资料来源：佳驰科技招股说明书，佳驰科技官网，红塔证券

公司预计将募集 12.45 亿元，其中 6.2 亿元用于电磁功能材料与结构生产制造基地建设项目，3.27 亿元用于电磁功能材料与结构研发中心建设项目。在国防军工领域，目前地缘政治冲突频现，国际关系趋于紧张，保障国家安全所需的武器装备数量持续上升，公司产品作为关键武器装备的重要材料，下游军工客户对公司产品需求量将快速增加；在民用电子信息领域，随着消费电子、通信、汽车等产品的迭代发展，其内部的电磁兼容问题逐渐显现，电磁兼容材料作为解决电磁兼容问题的关键材料，市场需求也持续提升。因此，公司新建智能制造基地、储备充裕产能可促进公司的持续发展。

5. 研究结论

军工材料作为武器装备发展的物质基础，集成了空气动力学、燃烧学、材料科学、控制、冶金等众多学科，军工新材料技术的发展及应用决定着武器装备性能和水平。隐身材料技术的应用可最大限度降低探测系统发现和识别目标能力，而提高现代武器装备的生存能力和突击能力。雷达隐身和红外隐身是主要的两大隐身技术，多频谱兼容隐身是隐身材料的重要发展方向。目前主流隐身材料以隐身涂层和结构隐身复合材料为主，从全球隐身材料的市场规模来看，据统计，2017 年全球隐身超材料在武器装备中的应用市场规模大约在 1.3 亿美元，到 2025 年有望达到 11.7 亿美元左右，年均复合增长率在 30% 以上。根据 Global Market Insights Inc. 的研究报告，到 2026 年，隐形涂料市场规模预计将超过 8.34 亿美元。

由于隐身材料技术涉及重大军事材料的研制，国外的隐身材料企业不会对国内形成直接竞争。国内隐身材料商业化进程仍处于发展初期，由于隐身材料是基于不同技术路径、保密性较强等原因，相关企业均专注于不同细分

领域，也未产生直接竞争。隐身材料行业具备定制化生产特点以及较高的进入壁垒，已经进入产业链的合格供应商具备先发优势和粘性较高的客户资源。

隐身材料的应用主要集中于国防军工领域，稳定增长的国防预算给予整个国防军工行业以良好发展支持。隐身材料作为关键武器装备的核心部件，将受益于武器装备“质”与“量”的提升。另外，隐身材料的耗材属性，存在维修换装需求，且修理定价可达到初始涂覆的定价水平。

综上所述，我们认为处于早期阶段的隐身材料市场拥有较少的合格供应商，且由于技术路径不同，已经进入市场的合格供应商凭借先发优势及行业特点占据着不同细分领域。随着新型武器装备的批产，将带动隐身材料的应用需求，可重点关注已经形成产业化的隐身材料相关公司。

6. 风险提示

处于预研试制、小批试制阶段产品存在不达预期的风险：由于特种功能材料技术涉及重大军事材料的研制，国外在该项技术方面对我国实行严密的封锁，我国研究机构及参与企业难以取得可以借鉴的技术信息，加大了相关领域材料研制和成果产业化的难度。隐身材料主要产品定制化程度较高，需要针对不同型号的武器装备以及武器装备所使用的不同部位单独进行研发，研发难度较高、周期较长、投入较大。处于预研试制、小批试制阶段的产品未来能否实现定型批产不仅取决于隐身材料供应商的自身研制进展，亦取决于下游客户应用装备的定型批产。如果相关隐身材料供应商参与配套同步研发的特种功能材料产品无法顺利定型批产，将对未来业务发展和未来业绩增长产生重大不利影响。

技术升级迭代风险：随着现代各种光电磁探测技术及材料科学的迅猛发展，新的隐身机理和技术手段、新型探测技术的发展、新型隐身材料的研制将为隐身技术的发展带来突破。如果相关隐身材料供应商未来不能对技术、产品和市场需求的发展趋势做出正确判断并及时做出准确决策，有可能导致新技术开发方向选择错误、技术开发失败，或者新产品不能满足客户需求，从而改变隐身材料市场竞争格局。

民品市场拓展不及预期：多数隐身材料企业产品以军品为主，尽管正在开发的民用产品市场前景广阔，但军品公司尚需积累市场经验，存在民品市场开发达不到预期效果的风险。

国防形势变化风险：国防军工产业作为国家安全建设的支柱性产业，受国家政策、国家安全形势、地缘政治、国防发展水平、国防支出等多种因素影响。若未来出现军费削减、军方采购政策变化，国防军工行业将整体受到影响。

研究团队首席分析师

| | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 宏观总量组 | 消费组 | 生物医药组 | 智能制造组 | 高新技术组 |
| 李奇霖 021-61634272 | 黄瑞云 010-66220148 | 代新宇 0871-63577083 | 王雪萌 0871-63577003 | 肖立戎 0871-63577083 |
| 新材料新能源 | 汽车 | 质控风控 | 合规 | |
| 唐贵云 0871-63577091 | 宋辛南 0871-63577091 | 李雯婧 0871-63577003 | 周明 0871-63577083 | |

红塔证券投资评级:

以报告日后 6 个月内绝对收益为基准:

| 类别 | 级别 | 定义 |
|------------|------|----------------------------------|
| 行业 投资评级 | 强于大市 | 未来 6 个月内行业指数相对大盘涨幅 10% 以上 |
| | 中性 | 未来 6 个月内行业指数相对大盘涨幅 10% 至 -10% 之间 |
| | 弱于大市 | 未来 6 个月内行业指数相对大盘涨幅 -10% 以下 |

公司声明:

本公司经中国证券监督管理委员会核准,取得证券投资咨询业务许可。

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师。

免责声明:

。本公司不会因接收人收到本报告而视其为本公司的客户。

本报告的作者是基于独立、客观、公正和审慎的原则制作本研究报告。本报告的信息来源合法合规,本公司力求但不能担保其准确性或完整性,也不保证本报告所含信息保持在最新状态。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断,本报告中的证券或投资标的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期,本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。投资者应当自行关注。

本公司已采取信息隔离墙措施控制存在利益冲突的业务部门之间的信息流动,以尽量防范可能存在的利益冲突。在法律许可的情况下,本公司及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易,还可能为这些公司提供或者争取提供承销保荐、财务顾问等投资银行服务或其他服务。因此,投资者应当考虑到本公司可能存在影响本报告客观性的潜在利益冲突,投资者不应将本报告视为作出投资决策的唯一参考因素

市场有风险,投资需谨慎。本报告中的观点、结论仅供投资者参考,不构成投资建议。本报告也没有考虑到个别投资者特殊的投资目标、财务状况或需要,投资者应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。投资者不应以本报告取代其独立判断或仅根据本报告做出决策。在决定投资前,如有需要,投资者应向专业人士咨询并谨慎决策。除法律法规规定必须承担的责任外,本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失承担责任。

本报告版权仅为本公司所有,未经书面许可,任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制或发布。否则,本公司将保留随时追究其法律责任的权利。如征得本公司同意后引用、刊发,则需注明出处为"红塔证券股份有限公司证券研究所",且不得对本报告进行任何有悖原意的引用、删节和修改。任何有关本报告的摘要或节选都不代表本报告正式完整的观点,一切须以本公司向客户发布的本报告完整版本为准。所有于此报告中使用的商标、服务标记及标记均为本公司的商标、服务标记及标记。

红塔证券股份有限公司版权所有。

红塔证券股份有限公司对本声明条款具有惟一修改权和最终解释权。