

2020新材料行业研究报告

Part 1 新材料概述

新材料的“新”在于性能新、工艺新、应用新、需求新

◆ 新材料定义：应用在传统行业或新兴行业中，基于新工艺技术而生产的出具有高壁垒和难替代性的，使传统材料性能明显提升、或拥有传统材料不具备的优异性能或特殊性能的材料，从而满足原有产业需求升级或新需求。

◆ 新材料的关键点：

1) 高壁垒和难替代性：由配方、专用装备、和配套工艺形成难复制的材料生产体系，且短期内难以实现突破；材料本身由于高性价比或自身特性短期内难以被其他材料取代；

2) 新属性：采纳新技术工艺从而形成优异性能或者特殊性能，从而满足原有产业的需求升级或新需求。

“新”的理解

性能新

因成分、结构导致性能上具备独特的属性

如：超导、石墨烯、纳米材料

工艺新

通过改进制备方法达到特定的性能

如：采用CVD法生产出大面积石墨烯薄膜，以及特钢、特种玻璃

应用新

传统材料在新兴产业的材料应用

如：已有金属或高分子材料用作3D打印耗材

需求新

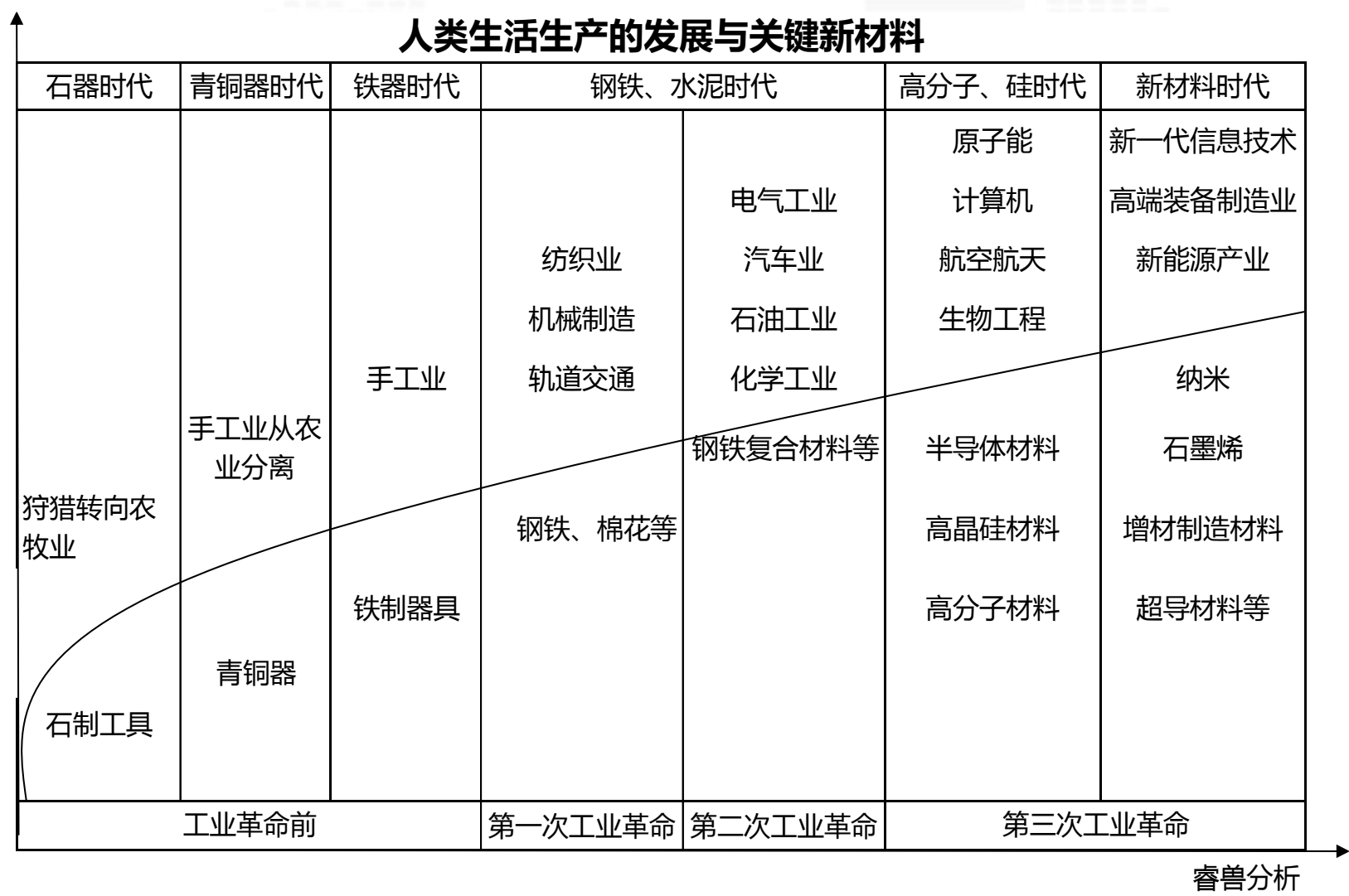
新材料的诞生往往来自于下游应用中新的需求，需求的变化影响着新材料的生死存亡

新材料为重资产产业，具有周期长、门槛高、品种多且分散、应用广泛等特征

- ◆ **重资产产业**：新材料的生产过程需要大量有形资产的投入，包含原材料、设备采购，人工费用等。与其他轻资产如互联网公司相比，重资产的模式可形成一定的壁垒，不易被效仿。同时，新材料的生产线需要不断更新，产生高折旧率及相关的维护费用；产品的迭代和新产品的研发，也需要不断的资金投入。
- ◆ **材料导入周期长**：从“材料开发-产业化-客户送样测试-小试-量产”等环节，通常需要10-20年的时间。而且如果产品市场拓展较慢，企业空有高毛利但很难产生净利润。
- ◆ **关键应用领域门槛高**：半导体、军工、医药等产业材料，通常需要较长时间的客户测试。
 - （1）军工材料通常需要取得军工资质、且需参与型号预研等，且产品何时放量时间也不确定，进入壁垒高。
 - （2）半导体、显示等高端应用，材料的性能对产品性能的影响很关键，客户不会轻易改变材料供应商，在材料测试的选择上也是非常谨慎；而且测试周期通常在3-5年。
 - （3）医用材料同样需要长期的临床验证和医疗资质认证。且有些材料的推广应用，需要配合应用场景体系或者其他响应的改进，这又某种程度上延迟了材料的产业化进程。
- ◆ **新材料品种多且分散，应用领域覆盖面广泛**：十三五规划就新材料提出了重点发展战略性新兴产业先进电子材料，战略性新兴产业先进电子材料，先进结构与复合材料，纳米材料与器件，重点基础材料技术提升与产业升级和材料基因工程关键技术与支撑平台与材料人才队伍建设。规划中还具体就这7个方面提出了42个重点发展方向和约157个发展的子方向。涵盖了生物、铁路、航运、军工、化工、环保和人才培养等各个行业。

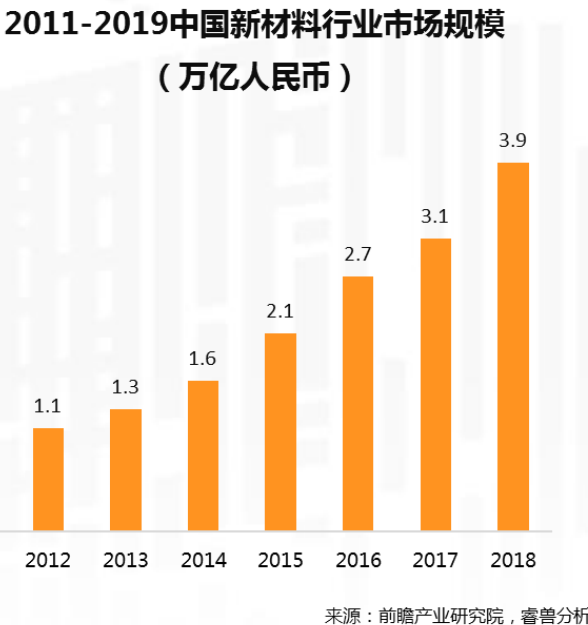
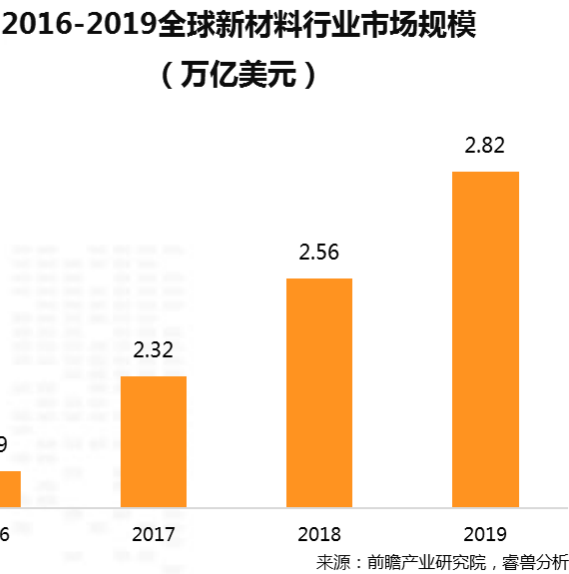
新材料与人类生产生活的发展相辅相成

（新）材料是人类一切社会生活和经济发展的基础性要素，一次次推动着技术革命的进步；反过来，满足社会发展的需求是材料不断创新与发展的源动力。



我国新材料行业规模2019年占全球22.8%；发达国家新材料行业整体领先，我国在细分领域已取得优势突破

- ◆ 2019年全球新材料产业规模达到2.82万亿美元，同比增长10%。
- ◆ 2011年我国新材料产业总产值仅为0.8万亿元，到2019年我国新材料产业总产值已增长至3.9万亿元，占全球总规模的22.8%；同比增长15.4%，预计到2021年有望突破7万亿元。
- ◆ 发达国家在国际新材料产业中占领先主导地位。龙头企业集中在欧美、日本。巨头凭借其技术开发、资金和人才等优势在高技术含量、高附加值的新材料产品中占主导地位，并加速全球新材料产业的垄断。例如，英国铝业、杜邦、拜耳、GE塑料、陶氏化学、日本帝人、日本TORAY、韩国LG等大型跨国公司，正加速对全球新材料产业的垄断。
- ◆ 亚太地区尤其是中国，新材料产业凭借政策、资金等扶植处在一个快速发展的阶段，产业链日趋完善。中国已在新材料细分领域取得优势性突破，如半导体照明、稀土永磁材料、人工晶体材料等领域。



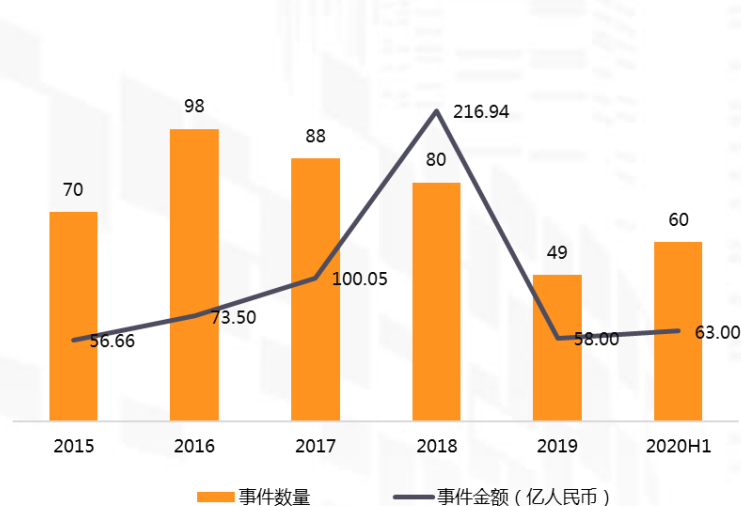
国家/地区	中国	韩国	俄罗斯	日本	欧洲	美国
新材料优势领域	半导体照明 稀土永磁材料 人工晶体材料	显示材料 存储材料	航空航天材料	纳米材料 电子信息材料	结构材料 光学与光电材料	全面领跑

来源：公开信息，睿兽分析

我国新材料投融资市场趋于稳定，科创板为新材料企业IPO带来新的动能

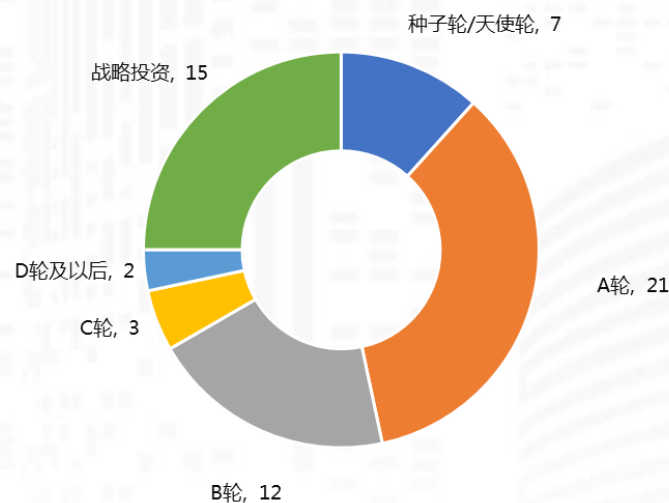
- ◆ 我国新材料行业投融资市场在2015-2018年成增长态势，2018年事件金额约216.94亿人民币，事件数量80起；2019年开始资本趋于理性，事件数量仅49起，金额约58亿人民币。
- ◆ 从融资轮次来看，2020年H1初创期企业（种子轮/天使轮、A轮）事件数量28起，中后期企业（B轮、C轮、D轮及以后）事件数量17起；资本更偏向于早期的初创企业。
- ◆ 从IPO数量来看，2017年有20家新材料企业成功上市；2019年有10家企业IPO，2020H1有9家企业完成IPO，随着科创板的开启，预计将有更多新材料企业实现上市。

2015-2020H1中国新材料投融资事件数量与金额



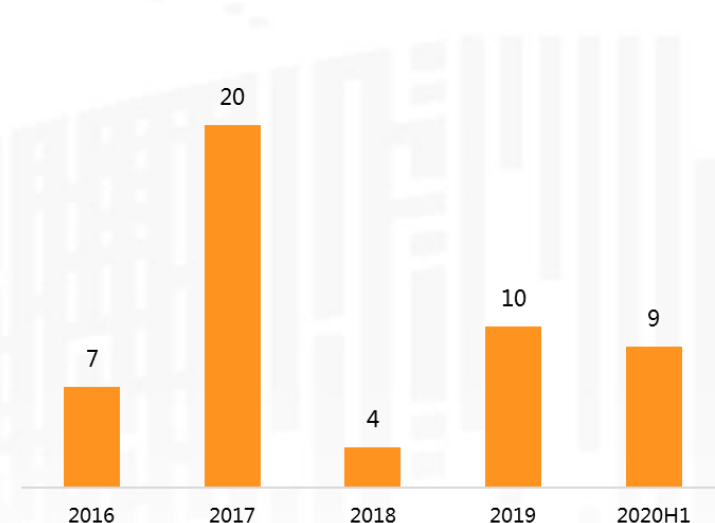
来源：睿兽分析

2020H1中国新材料融资事件轮次分布



来源：睿兽分析

2016-2020H1中国新材料企业IPO数量



来源：睿兽分析

我国也陆续出台了一系列政策和支持方案，为新材料的发展提供了良好的政策环境

“十三五规划”我国鼓励的新材料品种



来源：中国新材料产业“十三五”规划，睿兽分析

新材料相关政策

发布时间	发布单位	政策
2007.01	发改委	高新技术产业十一五规划
2010.10	国务院	关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定
2011.05	国务院	关于促进稀土行业持续健康发展的若干意见
2012.07	国务院	“十二五”国家战略性新兴产业发展规划
2013.01	工信部	新材料产业标准化工作三年行动计划
2014.01	发改委、财政部、工信部	关键材料升级换代工程实施方案
2015.01	国家制造强国战略咨询委员会	中国制造2025重点领域技术路线图
2015.05	国务院	中国制造2025
2016.01	国务院办公厅	关于成立国家新材料产业发展领导小组的通知
2017.01	工信部、发改委等	新材料产业发展指南
2017.01	发改委	新材料关键技术产业化实施方案
2017.01	工信部	重点新材料首批应用示范指导目录
2017.01	工信部、发改委、科技部、财政部	新材料产业发展指南
2017.09	工信部	重点新材料首批应用示范指导目录（2017年版）
2018.01	工信部、财政部	国家新材料生产应用示范平台、测试评价平台建设方案
2018.05	工信部	关于印发国家新材料产业资源共享平台建设方案的通知
2018.10	工信部、科技部等	原材料工业质量提升三年行动方案（2018-2020年）

新基建大幅提升了对新材料的需求

- ◆ 新基建主要包括5G基站建设、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网七大领域，涉及诸多产业链，是以新发展理念为引领，以技术创新为驱动，以信息网络为基础，面向高质量发展需要，提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。
- ◆ 在新基建的背景下，增效降本，拉动智能化数字化建设，新材料的创新速度会越来越快，并逐渐向高性能、多功能、复合、智能和低成本化方向发展，学科间的交叉越来越复杂。

新基建及细分领域



我国新材料产业整体来看仍存在痛点

◆ **关键材料国产化不足。**工信部2019年对全国30多家大型企业130多种关键基础材料调研结果显示，32%的关键材料在中国仍为空白，52%依赖进口；目前中国在关键零部件、元器件和关键材料上的自给率只有1/3，预计到2020年达到40%，2025年达到70%。

◆ **新材料人才相对不足。**根据《国家中长期新材料人才发展规划（2010-2020）》：

- 1) 新材料领域技能以上人才资源占全国总量的比例不到17%；
- 2) 人才供应结构与需求错配：高端和领军人才严重不足与“材料强国”目标需求不相适应；人才区域分布不平衡：我国有色矿产、稀土等关键原材料分布“西高东低”，材料领域人才分布“东高西低”
- 3) 人才使用和评价不完善：我国高校过于强调基础教学和理论知识，轻实践培养；工程化与应用开发人才流动性不够，造成技术扩散和成果推广受阻；新兴产业人才流动过大，加剧行业的低水平重复建设和恶性竞争；人才评价和激励机制相对缺乏

◆ **政策环境不能完全适应产业发展需要。**

- 1) 我国新材料产业独立主体地位不明确，材料开发往往是被动应对重大工程提出的需求，分散在各应用领域，材料的共性、通用性被忽略；
- 2) 新材料技术含量高，研发、生产和推广需要大量资金投入，风险相对较大，我国财税政策引导作用有待进一步加强。

关键材料 国产化不足

- ◆ 32%的关键材料在中国仍为空白，52%依赖进口；
- ◆ 中国在关键零部件、元器件和关键材料上的自给率只有1/3。

新材料人才 相对不足

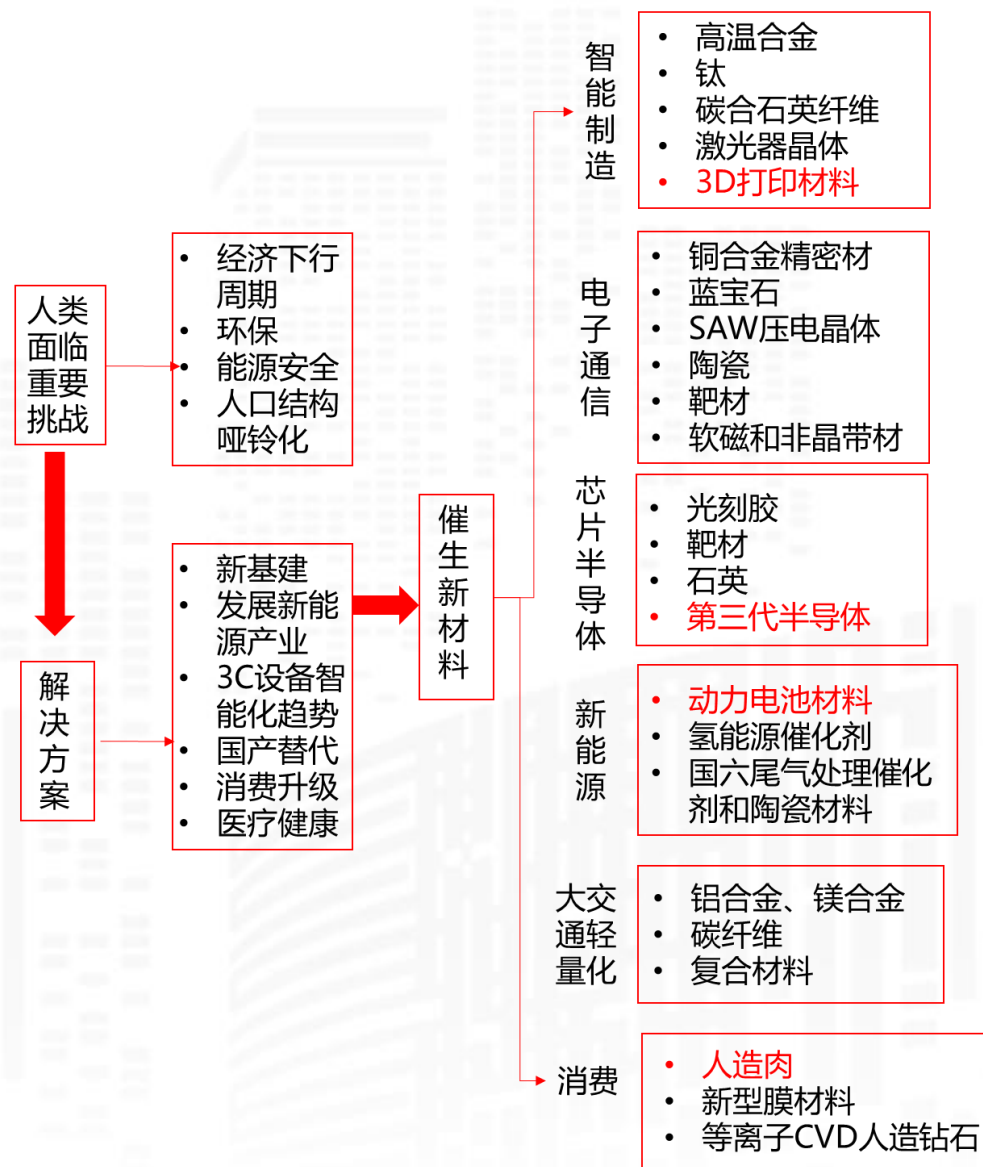
- ◆ 新材料领域技能以上人才资源占全国总量不到17%；
- ◆ 人才供应结构与需求错配，区域分布不均衡；
- ◆ 人才使用及评价不完善。

政策环境 不完全适应

- ◆ 新材料产业独立主体地位不明确；
- ◆ 我国财税政策引导作用有待进一步加强。

新材料应用梳理

- ◆ 本报告根据新材料主要需求，将下游应用分为智能制造、电子通信、芯片半导体、新能源、大交通轻量化和消费五大板块。
- ◆ 从中，挑选出3D打印材料、第三代半导体、动力电池材料和人造肉四个细分行业进行分析。
- ◆ 四个细分行业的特点为：具备一定的市场规模，国内企业发展迅速并有超车海外巨头的潜力，并存在创新创业机会。

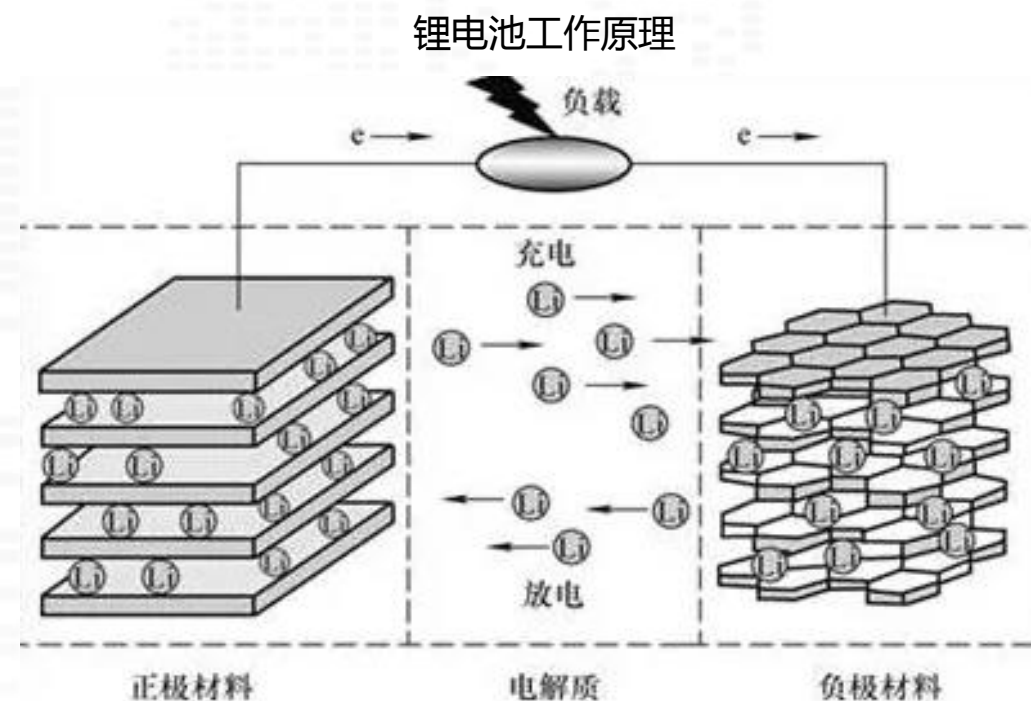


Part 2 动力锂电池材料

新能源汽车材料——锂电池简介

- ◆ 锂离子电池是一种充电电池，它主要依靠锂离子在正极和负极之间移动来工作。在充放电过程中， Li^+ 在两个电极之间往返嵌入和脱嵌：
 - 充电时， Li^+ 从正极脱嵌，经过电解质嵌入负极，负极处于富锂状态；放电时则相反。
 - 一般采用含有锂元素的材料作为电极的电池，是现代高性能电池的代表。
- ◆ 锂离子电池诞生于20世纪70年代，逐步向采用更绿色环保、性能更优的正/负极材料方向研发；**到90年代，随着索尼公司研发出首个商用锂离子电池以及电子产品的快速发展，对高功率、高能量密度电池的需求增大，锂离子电池开始成为主流。**

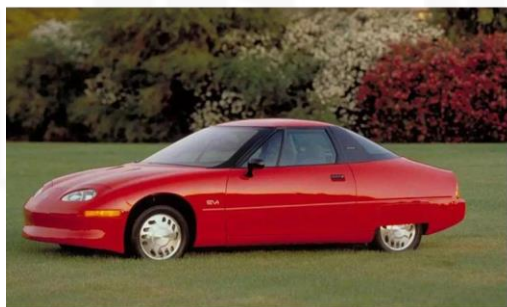
- ◆ 近年来，锂离子电池产业受到世界各国的高度重视以及资金上的大力支持，锂电池正逐步取代铅酸电池等传统电池，已大量应用在新能源汽车、消费电子产品（手机、笔记本电脑、智能穿戴等产品）及储能领域等。



锂电池是目前动力电池的主流

- ◆ 从动力电池的发展来看，主要有铅酸电池、镍氢电池和锂电池三种类型。
- ◆ 动力电池的核心技术指标包括能量密度、充放电倍率、循环寿命、安全性、一致性、成本等多项指标。
- ◆ 纯电动汽车最早使用的是铅酸电池，这是现在大部分电动自行车的动力源，低成本是其最大的优势。但铅酸电池的能量密度低，无法满足一台纯电动汽车关于自重的控制、驱动力的消耗导致续航能力不足，甚至无法满足每年超过1万公里行程的使用寿命，所以无法大规模用于量产车上。同样，镍氢电池也因为能量密度、比功率和循环寿命等原因逐渐被锂电池所取代，目前在大部分混合动力汽车中使用。
- ◆ 锂是元素周期表中最轻的金属，其离子带电性最高，决定了锂离子电池有较高的能量密度。锂离子电池易于维护的特点也是许多其他化学电池无法匹敌的：锂离子电池无记忆效应，不需要完全充放电来保持性能，而且自放电率不足镍氢电池的一半，还拥有较高的充电效率，这都使锂电池成为目前最适合的动力电池。

动力电池与其代表车型



通用EV1—铅酸蓄电池

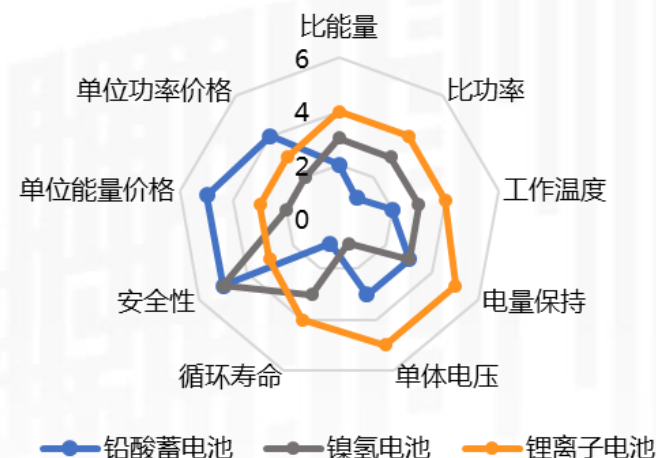


丰田普锐斯混动—镍氢电池



特斯拉Roadster—锂电池

不同动力电池性能比较



动力电池成为锂电池产业需求增长的集中领域

◆ 锂电池按下游应用主要分为消费类锂电池、动力电池和储能电池：

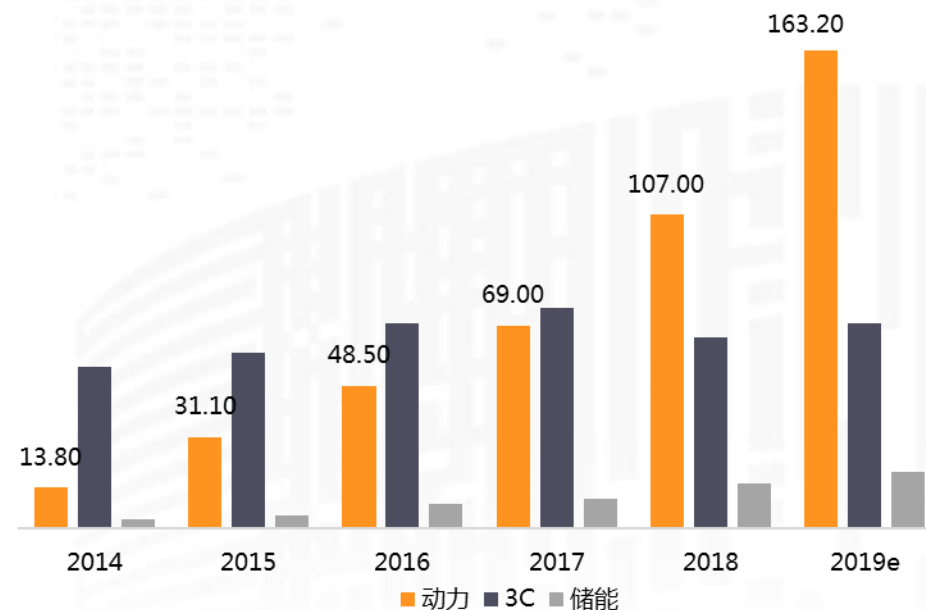
（1）锂离子电池最早主要应用于3C领域，即消费类锂电池；

（2）随着技术的发展和电池性能的不断提高，锂离子电池逐渐被应用在为电动工具、电动汽车等交通工具提供动力，即动力电池；

（3）储能领域的发展使得锂离子电池又产生一片全新的市场需求；但由于储能领域对电池技术水平要求较低，因此所用电池主要为动力电池企业淘汰和剩余产能或回收再利用的动力电池。

◆ 从全球各终端锂电池产量来看，3C锂电池的产量趋于稳定，动力电池在2018年的产量已经超越3C锂电池，并预计2019年产量达到163.2GWh。

2014-2019全球各终端锂电池产量（GWh）



来源：GGII，睿兽分析

◆ 未来，随着全球新能源产业的发展，电动车逐渐成为锂电池的第一大需求产业，因此动力电池成为锂电池产业需求增长的集中领域。

动力电池市场，国内外总量增长毋庸置疑

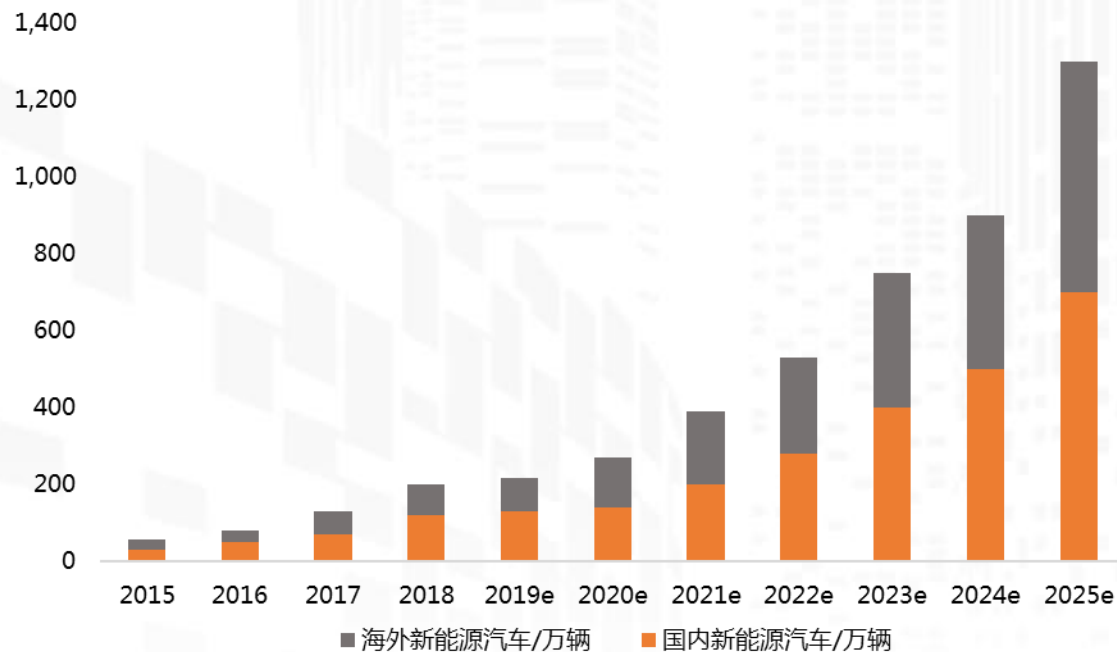
◆ 动力电池需求 (kwh) = 新能源汽车销量 (辆) × 单车带电量 (kwh/辆)

◆ 新能源汽车销量，核心点在于中国国内市场的发展及欧美大车厂的推动。

(1) 根据工信部《新能源汽车产业发展规划 (2021-2035年)》公开征求意见稿，到2025年新能源汽车销量占比需要提升至25%，按照目前国内每年汽车销量2,800万测算，**2025年，国内新能源汽车销量将至少达到700万辆；**

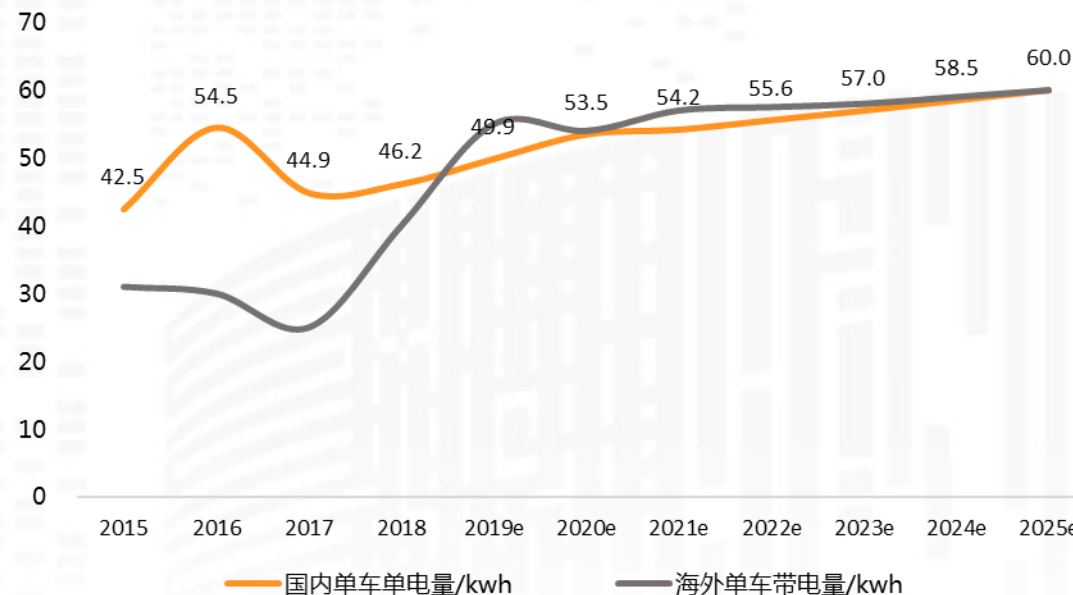
(2) **海外预计2025年将有超过600万辆的新能源汽车销量。**大众集团计划2025年全集团电动化率超25%；宝马计划2023年推出25款新能源汽车，到2025年新能源汽车复合增速超30%；戴姆勒计划2022年前推出10款新能源汽车，到2030年集团电动化率超50%。

全球新能源汽车销量测算 (万辆)



数据来源：GGII，BNEF，Wind，东北证券，睿兽分析

全球新能源汽车单车带电量变化 (kwh)



数据来源：GGII，Wind，东北证券，睿兽分析

动力电池市场，国内外总量增长毋庸置疑

◆ 国内单车带电量的变化主要是新能源客车占比降低及A+级销量占比提升。

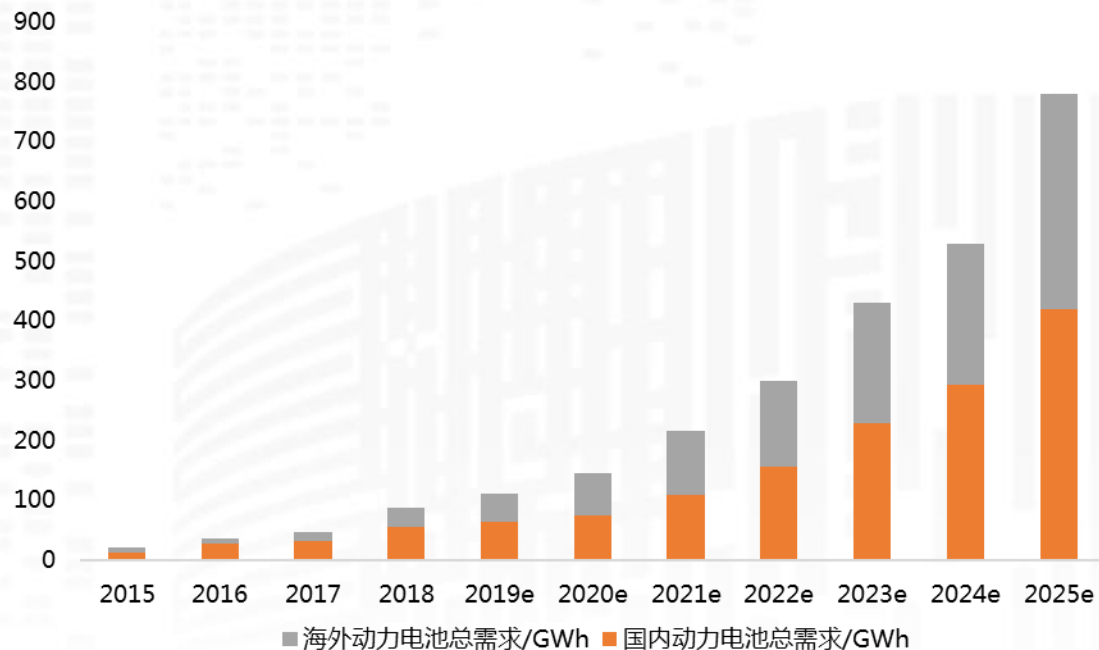
2019年补贴新政策取消续航里程250公里新能源纯电动车型补贴，主机厂和消费者开始追求性能更高，带电量更大的纯电动汽车，因此提升了单车带电量水平。远期来看，预计未来国内新能源汽车单车带电量将逐步提升至60kwh以上。

◆ 海外单车带电量的变化主要是从微混普混切向插混及纯电动。

从2017年开始，随着单车带电量为70kwh的特斯拉model 3热卖，海外电动车平均带电量水平开始逐步提升。各大车企对电动车的规划开始从原来的微混普混逐步切换至插混和纯电动。远期来看，海外新能源汽车的发展仍然将会是多条路线并存，从目前各发布的车型来看，海外纯电动车型单车带电量普遍能提升至70kwh以上，考虑到还有部分插混车型，保守预计2025年海外新能源汽车单车带电量将达到60kwh左右。

- ◆ 可以测算得知，国内新能源汽车动力锂电池需求将从2017年36GWh，2018年56GWh，逐步提升至2019年约60GWh，2020年约85GWh。海外新能源汽车动力锂电池需求将从2017年18GWh，2018年34GWh，逐步提升至2019年约50GWh，2020年约90GWh。行业空间继续扩张，预计2019年及2020年动力电池需求增速分别约为6%及50%。

全球动力电池需求测算（GWh）

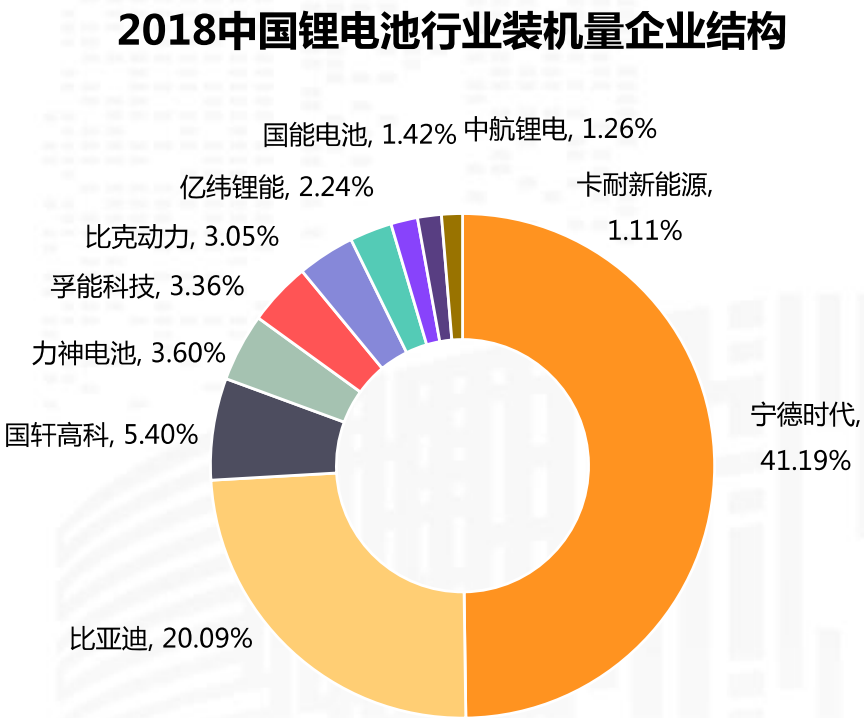


锂电池竞争格局——中日韩三国鼎立、国内市场头部效应明显

- ◆ 根据SNE Research发布的2018年全球动力电池出货数据显示，日本松下的动力电池出货量成为全球动力电池出货量第一的企业，出货量达到13.38GWh，而我国宁德时代以出货量11.07GWh位居第二。前10名中，有6家企业来自中国。
- ◆ 从国内锂电池格局来看，头部企业效应明显，宁德时代、比亚迪占据了国内超60%的市场份额。

2018全球锂电池企业出货量TOP10			
排名	企业	所属国家	出货量 (GWh)
1	松下	日本	13.38
2	宁德时代	中国	11.07
3	比亚迪	中国	6.81
4	LG化学	韩国	4.39
5	远景集团	中国	2.87
6	三星SDI	韩国	2.07
7	力神电池	中国	1.48
8	孚能科技	中国	1.44
9	PEVE	日本	1.4
10	国轩高科	中国	1.27

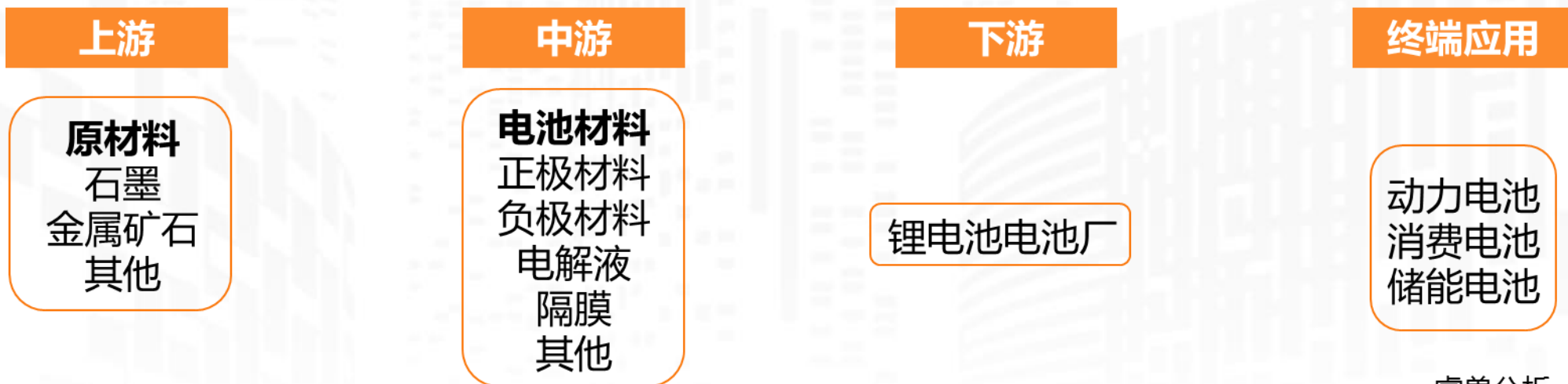
数据来源：SNE Research



数据来源：前瞻产业研究院

锂电池产业链概况——动力电池企业产业链地位较低

- ◆ 动力电池行业处于新能源动力产业链的中游。
- ◆ 上游主要为生产电池所需原材料（正极、负极、电解液、隔膜、包装物、其他零部件）等产业链环节，以及金属材料生产和矿产资源开采环节（锂、钴、锰金属化合物的冶炼和钴矿、锰矿、镍矿、石墨矿开采等）。
- ◆ 动力电池企业主要产品为电芯、电池模组和电池包。此外，由于部分电池企业仅生产电芯并将电池包（PACK）业务外包，因此在电池企业和车企之间，还派生出一些专门做模组和PACK的细分行业。下游主要为新能源汽车企业。
- ◆ 产业链地位方面，由于电池企业最上游资源主要为有色金属大宗商品，中游电池和正负极材料企业仅为价格的被动接受者。在锂、钴等原材料价格大幅波动且动力电池行业产能快速扩张的背景下，电池企业较难完全将成本的增长完全传导至下游，存在较大的成本控制压力。
- ◆ 同时，在补贴退坡、“3万公里”等政策影响下，下游车企盈利和获现能力有所减弱。运营压力由车企逐步向电池企业传导，导致动力电池企业产品持续降价，盈利和获现表现普遍弱化。**整体看，动力电池企业对上下游的议价能力均较弱，盈利空间及现金流情况较易受上下游行业影响，产业链地位较低。**



动力锂电池四大主要原材料

- ◆ 正极材料、负极材料、电解液和隔膜是动力锂电池的四大主要原材料。
- ◆ 在电池成本中所占的比例各不相同。其中，正极材料占40%左右，电解液占16%左右，隔膜占21%左右，负极材料仅占5%。
- ◆ 产业链下游电芯厂商使用上游电芯材料厂商提供的正负极材料、电解液和隔膜生产出不同规格、不同容量的锂离子电芯。



正极材料——各种正极材料的性质决定应用领域

- ◆ 正极材料是锂离子电池最为关键的原材料，锂电池正极材料上游为锂、钴、镍等矿物原材料，结合导电剂、粘结剂等制成前驱体。前驱体经过一定工艺合成后制得正极材料，应用于不同的领域。
- ◆ 根据正极材料使用锂化合物的不同，可以分为钴酸锂电池、三元电池（镍钴锰酸锂NCM或镍钴铝酸锂NCA）、锰酸锂电池、磷酸铁锂电池。其中三元电池NCM又可以按三种金属配比不同进行分类，如NCM111、NCM532、NCM622、NCM811等。
- ◆ 不同正极材料的动力电池在性能上也存在差异：
钴酸锂电池能量密度高，但成本高、安全性差，因此主要被应用于3C领域；
三元电池、磷酸铁锂电池、锰酸锂电池虽然能量密度方面不及钴酸锂电池，但因在安全性、循环性等方面优势明显，因此被广泛应用于动力电池领域。
三元材料在电池能量密度、比功率、大倍率充电、耐低温性能等方面占据优势，但成本、循环性、安全性上弱于磷酸铁锂电池。

因此新能源汽车市场中，客车采用的电池以磷酸铁锂为主，轿车以三元电池为主。

锂电池各类正极材料对比					
项目	钴酸锂（LCO）	锰酸锂（LMO）	磷酸铁锂（LFP）	镍钴锰酸锂（NCM）	镍钴铝酸锂（NCA）
比容量（mAh/g）	140-150	100-120	130-140	150-220	180-220
循环寿命（次）	500-1,000	500-1,000	>2,000	1,500-2,000	
安全性	适中	较好	好	较好	
成本	高	低	低	较低	
优点	充放电稳定、工艺简单	锰资源丰富成本低、安全性能好	成本低、高温性能好	化学性能好、循环性能好、能量密度高	高能量密度、低温性能好
缺点	钴价格昂贵	能量密度低	低温性能差	部分金属贵	
典型代表车型	-	比亚迪e6	Leaf/普锐斯三代	特斯拉	
代表供应商	松下	比亚迪	松下/AESC	LG/松下/三星	

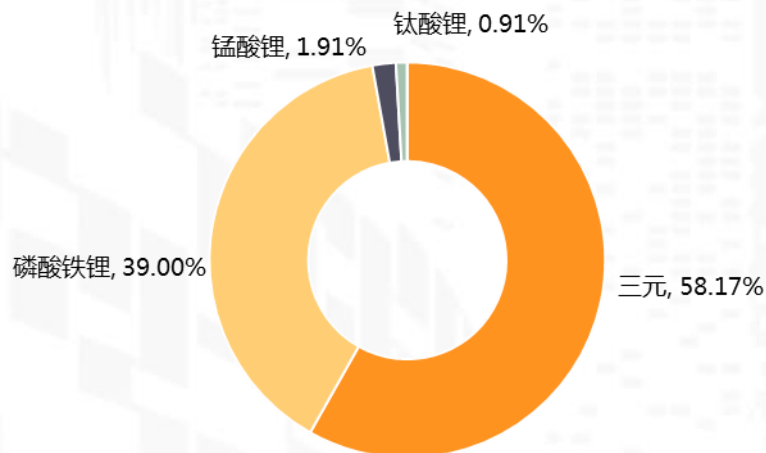
数据来源：容百科技招股书，互联网公开信息，创业邦研究中心

国内正极材料竞争格局较分散，磷酸铁锂在稳步成长中加快向龙头集中

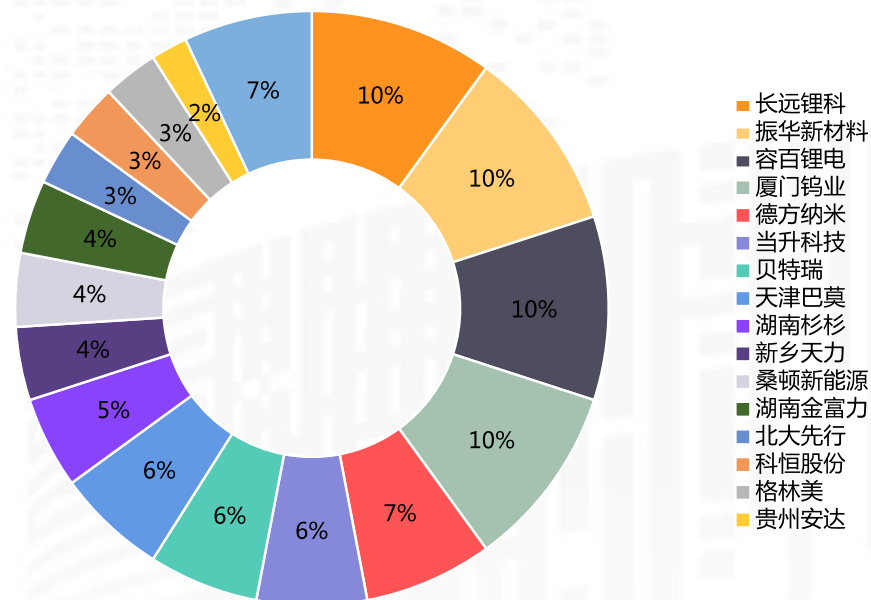
- ◆ 整体来看国内动力电池正极材料竞争格局较分散，从装机量来看，三元电池占据大部分市场，竞争较为激烈。
- ◆ 磷酸铁锂市场在稳步成长中加快向龙头集中。大部分中小厂家逐渐退出市场，市场将不再低水平规模扩张，而更关注产品性能、技术快速迭代和产业生态合作。
- ◆ CTP (Cell to Pack, 无模组动力电池包) 技术将原来LFP电池较差的单体性能通过空间结构优化，使得整体电池包性能提升。在同等需求的情况下磷酸铁锂比三元电池便宜了至少15-20%，同时提升了安全性和使用寿命。
- ◆ 贝特瑞高镍产品也已切入国际大客户。贝特瑞现有高镍产能1.5万吨/年，贝特瑞根据市场情况和客户需求安排产能，目前高镍/NCA产品得到日韩电芯厂的认可，2019年起批量供货。

2019H1国内动力电池正极格局

2018各类动力电池装机量占比



数据来源：电池中国，睿兽分析



数据来源：GGII，Wind，睿兽分析

特斯拉推动动力电池材料的发展，高镍成为未来正极材料的发展趋势

- ◆ 特斯拉一直推动的动力电池材料的发展：从最初采用18650三元锂电池让锂电池成为主流动力电池，到国产model 3采用宁德时代的磷酸铁锂电池加速去钴化过程，再到收购Maxwell推进干电极技术和超级电容技术，特斯拉在未来将继续推动动力电池的发展。
- ◆ 高镍材料综合优势明显，将是未来主流路线。基于能量密度高、放电容量大、循环性能好、结构比较稳定等优势，三元正极材料目前是锂电池正极材料的重要发展方向，相比于采用常规三元材料的锂电池，高镍三元材料电池具有更长的续驶里程、更低的综合成本。
- ◆ 三元正极材料市场正在逐步往高镍方向发展，已从早期的NCM333材料进步到NCM523和NCM622，并逐渐升级到NCM811和NCA。

特斯拉与电池厂的合作过程

时间	重点事件
2009年	特斯拉与松下开启合作
2010年	松下投资3000万元，收购特斯拉141.8万股股票
2013年	再次续签协议18亿颗电池，双方发展到独家供应商
2014年7月	特斯拉与松下投资50亿美元在美国内华达州，建立Gigafactory
2017年12月	松下进驻特斯拉Gigafactory 2超级工厂胜寒太阳能屋顶用电池
2018年下半年	Model 3产能达标，特斯拉盈利，松下大量投资，两个季度亏损
2018年10月	松下计划与特斯拉再投入资金，将超级工厂产能提高50%
2019年4月	马斯克：超级工厂不达预期；松下：产能未被充分利用
2019年9月	LGC在中国扩大产能，为国产特斯拉Model 3提供圆柱电池供应
2020年1月	特斯拉宣布与LG及宁德时代达成合作，自研电池试行

资料来源：公司公告、互联网公开信息， 睿兽分析

负极材料概述

- ◆ 负极材料主要是作为储锂的主体，在充放电过程中实现锂离子的嵌入和脱嵌。一般可分为碳材和非碳材两大类。
碳材料包括：人造石墨、天然石墨、复合石墨、中间相碳微球；
非碳材料包括：钛基材料、锡基材料、硅基材料、氮化物等。
- ◆ 负极材料的性能可以从多个指标来进行考量，往往指标之间难以兼顾，天然及人造石墨均有优势。
以目前应用中最为看重的比容量、循环寿命以及倍率性能三项性能指标而言，人造石墨由于经过石墨化等工序处理，循环和倍率占优，但比容量弱于天然石墨。
另外，由于人造石墨需要经过石墨化等处理，成本上要高于天然石墨，天然石墨更具价格优势。
- ◆ 随着新能源汽车补贴退坡，动力锂电供应商面临下游车厂要求进一步降价的压力，天然石墨负极材料因原料价格优势与磷酸铁锂正极材料搭配以降低成本。随着电力系统的规模储能广泛应用，天然石墨负极材料和磷酸铁锂正极材料搭配的锂离子电池因较高的性价比优势也将会得到更为广泛的应用。

各类负极材料性能对比

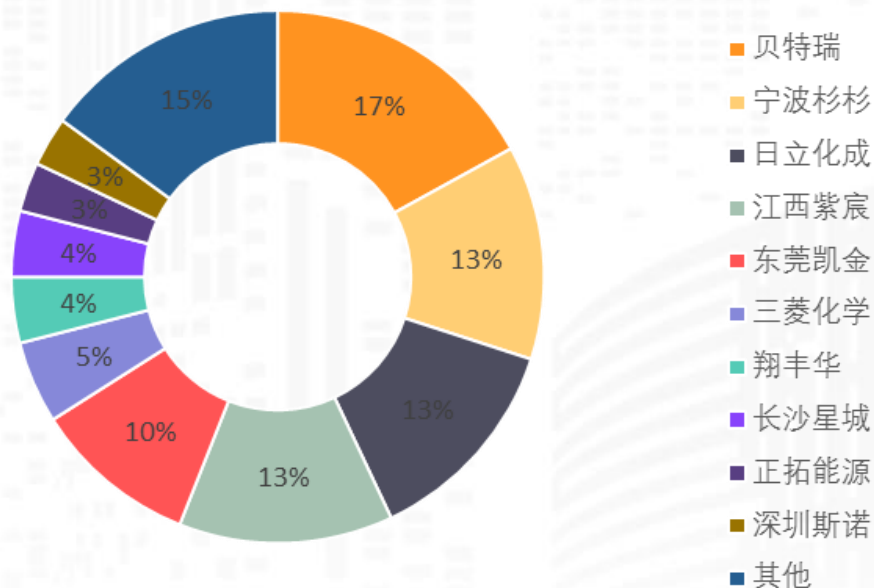
负极材料	比容量 (mAh/g)	工作电压 (V)	循环寿命 (次)	安全性能	倍率性能	价格
天然石墨	340-370	0.8-1.2	1000	一般	差	低
人造石墨	310-370	0.8-1.1	1500	良好	良好	较低
硅碳负极	380-950	0.6-1.1	300-500	良好	一般	高

数据来源：Wind，睿兽分析

负极材料市场格局——国内负极产量占据全球主要份额，头部企业打入海外电芯供应链

- ◆ 国内负极产量已占据全球主要份额，未来将持续保持领先。2018年，国内负极产量超过19万吨，占全球供应比例超70%。全球负极企业中，贝特瑞出货量常年保持首位，并不断在海外侵占如日立化成等企业的份额。
- ◆ 以贝特瑞、璞泰来、杉杉为首的中国负极企业在牢牢占据国内电芯厂负极供应的同时，顺利进入松下、LG、三星等主流海外电芯厂供应链，并逐步占据主供地位。贝特瑞为全球负极龙头，2018年份额约为17%，其后是宁波杉杉、日本化成及江西紫宸，份额占比约13%。

2018全球负极格局



数据来源：GGII，Wind，睿兽分析

负极从石墨体系到硅基负极将是未来的升级方向，产品升级促进价值量提升

- ◆ 石墨材料的理论克容量为372mAh/g（每6个碳原子嵌入1个锂离子，形成LiC₆结构），目前高端产品已经达到360-365mAh/g，接近理论容量，石墨负极材料逐步达到上限。
- ◆ 因此需要更高能量密度的新材料来应对需求。其中，硅材料最能够满足人们更高能量密度的需求（形成Li₂₂Si₅，理论克容量为4200mAh/g）。未来随着动力电池能量密度要求的提高，硅碳负极搭配高镍三元材料的体系成为发展趋势。未来两年，随着高镍三元材料NCM811、NCA及其他配套材料的技术逐渐成熟，硅碳负极的产业化即将到来。
- ◆ 目前已经商用化的硅基负极是硅碳复合负极材料以及SiO负极材料。虽然硅基合金负极材料相对碳负极材料克容量提升效果明显，但是因为其工艺难度高、生产成本低，且首次充放电效率较低，所以目前尚未大规模使用。而硅碳复合负极材料以及SiO负极材料的工艺相对成熟，综合电化学性能较优，是目前最为主流的硅基负极材料。
- ◆ 日本的硅碳负极技术最早突破，国内贝特瑞已大批量出货，并配套松下-特斯拉。松下-特斯拉体系中最初应用的硅碳负极便是由日立化成提供。松下自2012年顺利将硅碳负极应用，多年应用相对成熟。经过多年的工艺摸索，国内技术不断完善，贝特瑞的硅碳负极2013年已通过三星验证，后成功进入松下-特斯拉体系，并逐步占据主供地位。目前国内仅有贝特瑞一家可以大批量供货，其他厂家规模较小或处于验证阶段，贝特瑞在新型负极方向在国内遥遥领先。

各类硅基负极材料对比

主要种类	优势	劣势
SiO负极材料	可逆容量高，达1,700-1,800mAh/g接近理论容量 循环性能和倍率性能相对于其他硅基负极材料好	首次库伦效率低（71.4%），无法单独使用，需要预锂化处理 SiO工艺复杂，生产成本非常高
硅碳复合负极材料	克容量高 首次充放电效率高 工艺相对于其他硅基负极材料较为成熟	大批量生产电化学性能优异的产品难度较高 循环性能和库伦效率有待提高 电池膨胀率较高
硅基合金负极材料	体积能量密度高	工艺难度大、成本高 首次充放电效率低 循环性能较差

动力电池在材料技术提升电池性能方面仍存在创新创业机会

- ◆ 动力电池的发展是不断地追求更高的能量密度，更高的安全性，更高的功率，给予纯电动汽车更好的电力支持，提升动力电池性能存在着巨大的需求和创新创业机会。
- ◆ 从国际上动力电池创新创业企业来看，从正极材料的创新、固态电解质的研发，到纳米材料的应用，无一例外都才动力电池材料上进行创新。
- ◆ 传统巨头企业推进着传统材料的不断推进，创新创业企业利用其技术不断研发新型材料，传统巨头和创新企业的联合也将进一步推进动力电池材料的发展。

国际动力电池创新创业企业

企业	国家	简介
BostonPower	美国	Boston-power享有强大的知识产权组合，能够开发出将新型化学物与突破性创新相结合的电池。该公司的电池采用业界最佳的6西格玛(SixSigma)制造工艺生产，有着全面性的质量控制，及经过强化的安全特性。
Nexeon	英国	它开发了硅正极技术，使用了纳米材料，技术很复杂。Nexeon用嵌入式方法开发电池，换言之，企业可以在现有制造流程中使用新正极，将电芯容量增加30-40%。
StoreDot	以色列	用纳米技术生产电池（尤其是量子点技术），这种电池的充电速度快100倍。
Amprius	美国	用硅纳米线制造正极。根据公司的介绍，目前公司正在设计、销售高能量电池，与最先进的电池相比，新电池单位重量和体积的能量密度提高了15-30%。
SolidEnergy	美国	它正在开发超薄金属正极，有了该电极电池能量密度可以翻倍。
CadenzaInnovation	美国	这家公司正在开发3D锂电池技术，新技术可以让电池价格更有竞争力，提高充电速度，可以使用更长时间。电池没有使用液态电解质，而是使用了传导泡沫，它可以改变形状，放进原本无法安装电池的空间。
QuantumScape	美国	开发固态防火电池，它可以让电动汽车的续航里程增加2倍。
OxisEnergy	英国	正在开发锂硫电池化学材料。公司申请过专利，它说新技术更安全、更轻、维护更容易，与传统锂电池技术相比，新电池可以循环1500次。即使钉子与子弹穿过电池，它仍然可以使用。目前OxisEnergy正在建造工厂生产电池。

Part 3 3D打印材料

3D打印概述

- ◆ 3D打印技术，又称增材制造技术，是以数字模型为基础，将材料逐层堆积制造出实体物品的新兴制造技术，体现了信息网络技术与先进材料技术、数字制造技术的密切结合，**是智能制造的重要组成部分。**
- ◆ 3D打印的步骤是首先将想要打印的物品的三维形状信息写入到3D打印机可以解读的文件，然后将文件传输到3D打印机，3D打印机解读文件后，以材料逐层堆积的方式打印出立体形状。通常情况下，三维的形状是功能的基础，因此，打印出了形状，也就打印出了功能。平面打印是为了传递信息，而3D打印作为一种制造加工的技术，却可以直接实现功能。

3D打印基本流程



构建3D数字模型

将数据交付打印机

以实物呈现作品

资料来源：前瞻网，平安证券研究所， 睿兽分析

平面打印与3D打印对比

比较项	平面打印	3D打印
数据文件	二维信息	三维信息
打印方式	顺序逐行打印	顺序逐层打印
使用原料	油墨	金属粉末、光敏树脂、ABS塑料等
主要目的	信息传递	实现功能

资料来源：3D打印网，平安证券研究所， 睿兽分析

根据所用材料的不同，3D打印可分类为金属材料和非金属材料3D打印

- ◆ 根据所使用的原材料不同，可大致将3D打印技术分为金属材料的3D打印和非金属材料的3D打印。
- ◆ 按照打印技术的特点，3D打印又可分为选择性激光熔化成型(SLM)、选择性激光烧结成型(SLS)、激光直接烧结技术(DMLS)、电子束熔化技术(EBM)、熔融沉积式成型(FDM)、选择性热烧结(SHS)、立体平板印刷(SLA)、数字光处理(DLP)、三维打印技术(3DP)、及细胞绘图打印(CBP)等。

3D打印分类及具体材料			
类别	技术原理	缩写	具体材料种类
金属材料	选择性激光熔化	SLM	金属粉末
	选择性激光烧结	SLS	尼龙、聚苯乙烯、金属粉末、陶瓷、玻璃等
	激光直接烧结	DMLS	金属为主
	激光近净成型	LENS	主要金属，少量陶瓷
	电子束熔化技术	EBM	金属
非金属材料	熔融沉积式成型	FDM	热塑性材料，如ABS塑料、聚乳酸等
	选择性热烧结	SHS	尼龙粉末等
	立体平版印刷	SLA	光敏树脂
	数字光处理	DLP	光敏树脂
	材料喷射成形	PJ	金属
	三维立体打印	3DP	型砂、建筑材料等
	细胞绘图打印	CBP	西保等生物材料

资料来源：翔丰华招股说明书，睿兽分析

目前3D打印的劣势主要归因于3D打印材料的不完善

优势：

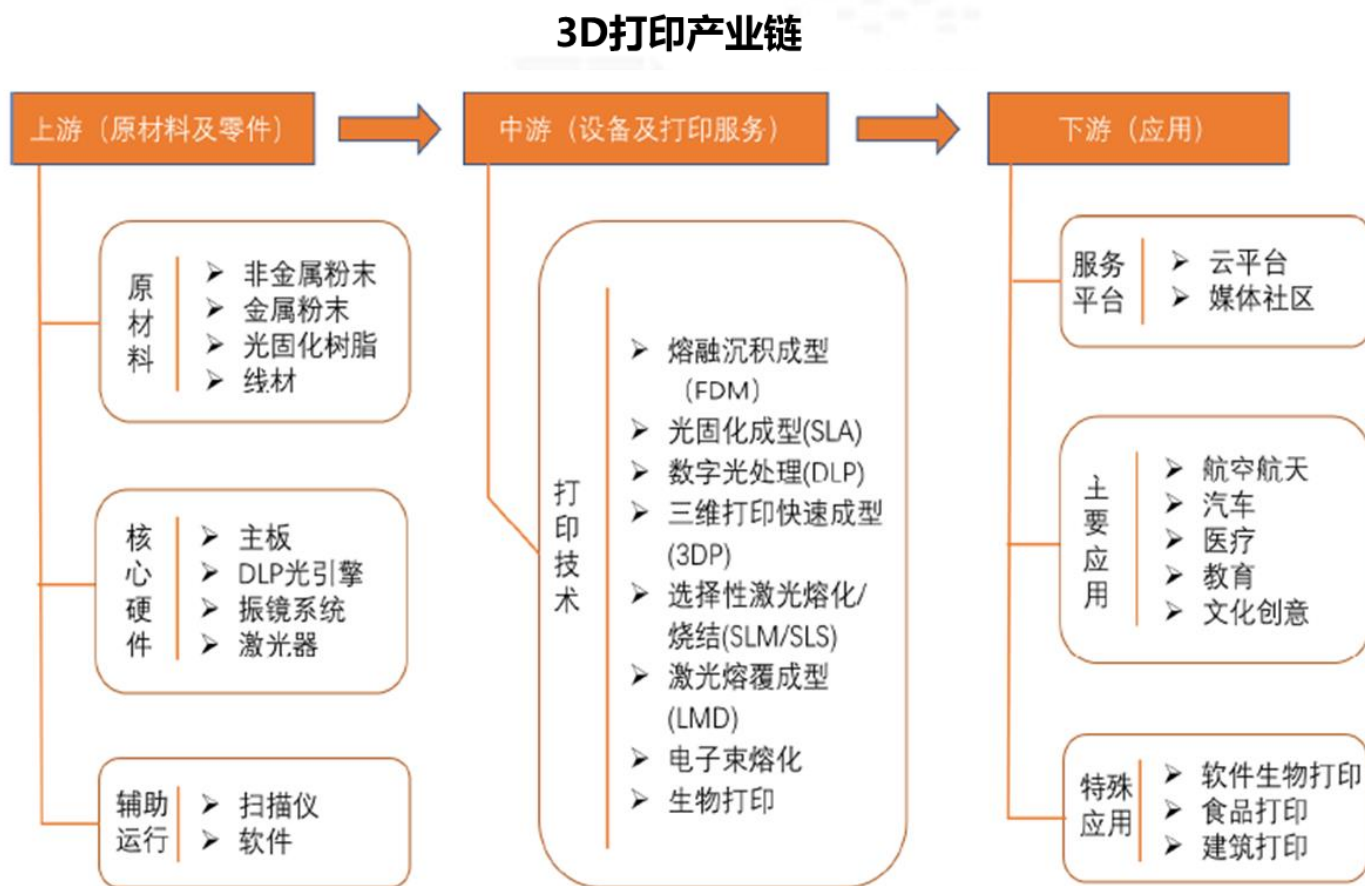
- ◆ **制造复杂的物品而不增加成本。**对于传统的减材制造来说，零部件的形状越复杂，制造的成本越高。但对于3D打印来说，不需额外的设备和人力就可以完成。
- ◆ **实现高柔性生产。**一台3D打印机可以打印出许多形状。对于传统的机床生产线来说，要加工不同形状的零件，需要对产线进行复杂的调整。
- ◆ **无需组装。**由于3D打印可以制造出足够复杂形状的零部件，因此也就没有必要通过组装的方式来获得复杂的内部结构。提高了强度也减轻了重量，在航空航天等高端应用有极大优势。
- ◆ **零时间交付。**3D打印机可以按需打印，即时生产可减少企业的实物库存。
- ◆ **零技能制造。**传统的手工制造以及机床加工制造等，都需要工匠进行长期的练习锻炼才能胜任。而对于3D打印来说，无论将要打印的零部件形状多么复杂，仅设计出图纸就可以完成。
- ◆ **废弃的副产品较少。**

劣势：

- ◆ **得到的零部件力学性能不稳定。**主要由于3D打印过程中，氧化杂质较多、微观组织不够致密、原材料一致性差等。
- ◆ **当前可用的原材料种类仍然有限。**从当前的情况来看，3D打印技术能加工的材料种类不如传统加工方式多，主要有两个原因，一是不同种类原材料的性质决定了，3D材料的开发受限于对应的设备研发进展；二是由于3D打印的原材料往往需要特定的形态，例如金属3D打印常使用金属粉末作为原材料，相对于型材来说，粉末的加工难度更高。
- ◆ 对于利用ABS塑料、光敏树脂等非金属进行的打印来说，目前市场上已经有比较多的原材料供应商，原材料的成本已经不是制约该技术发展的瓶颈；**但对于金属、高端聚合物材料来说，由于供应产能的限制，价格仍然比较昂贵。**
- ◆ **所以不断对3D材料进行开发，是3D打印发展的关键。**

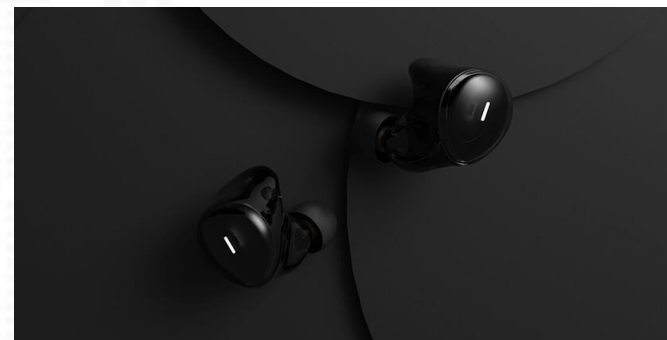
3D打印产业链

- ◆ 上游：主要包括制造3D打印设备所需的零部件、打印过程中所使用的各类原材料、设计和逆向工程所需要的软硬件；
- ◆ 中游：3D打印设备及服务；
- ◆ 下游：航空航天、汽车、医疗、教育等下游应用领域。



资料来源：铂力特招股书，睿兽分析

3D打印无线耳机U.1



来源：黑格智造官网，睿兽分析

3D打印义齿和下颌骨



来源：科讯医疗网，睿兽分析

3D打印出的铝合金车身

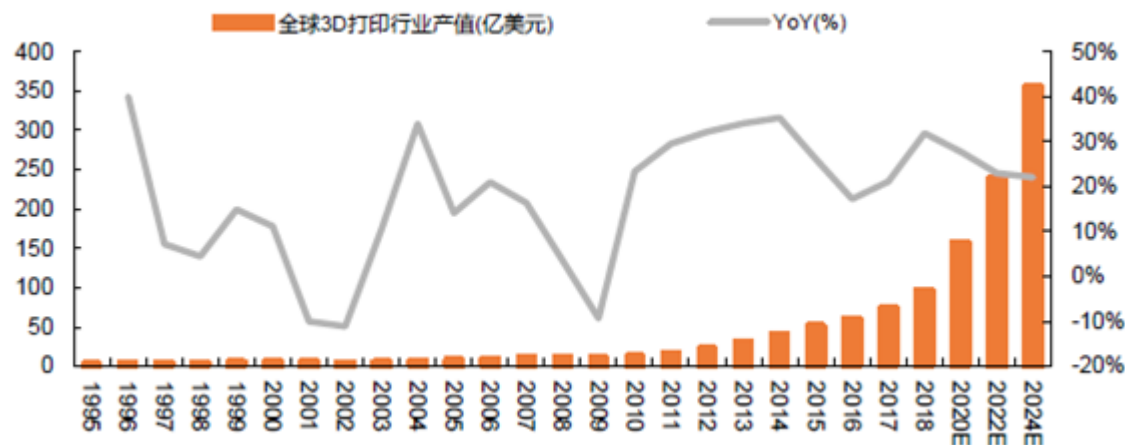


来源：Divergent，3D科技股，睿兽分析

3D打印市场规模快速增长

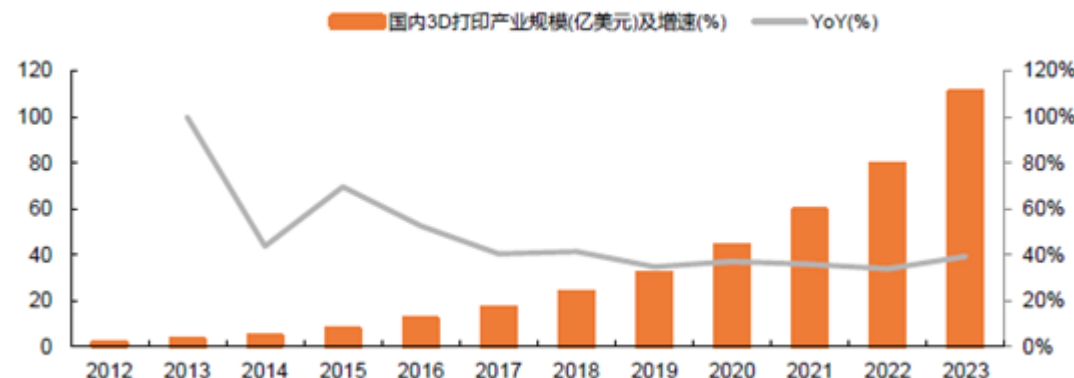
- ◆ 无论在全球范围内还是我国市场内，3D打印的行业规模都呈现快速增长。据咨询机构Wohlers Associates统计，2013年全球3D打印行业总产值为30.3亿美元，2018年达到了96.8亿美元，5年间的复合增速达26.1%，该机构同时预测到2020年、2022年、2024年，全球3D打印行业总产值将分别有望达到158亿美元、239亿美元、356亿美元，即从2019年-2024年间，全球3D打印行业仍将保持着年均24%左右的复合增速。
- ◆ 相比全球平均水平，我国3D行业的市场规模增速更高，2013年国内3D打印产业规模仅3.2亿美元，2018年规模达23.6亿美元，5年的复合增速达49.1%。预计2023年，我国3D打印行业总收入将超过100亿美元。

全球3D打印行业规模(亿美元)及增速



数据来源：铂力特招股说明书，ofweek激光网，Wohlers Associates，睿兽分析

国内3D打印行业规模(亿美元)及增速



资料来源：铂力特招股说明书，中商情报网等，睿兽分析

3D打印原材料：低端非金属材料产能充足，高端产能受限

- ◆ 3D打印原材料种类的丰富程度，决定了3D打印技术的应用范围。
- ◆ 常用的3D打印原材料包括工程塑料、光敏树脂、橡胶类材料、陶瓷材料、金属材料等。
- ◆ 一般来说，各种非金属材料，在工业领域和消费领域都有应用；在消费领域由于技术要求相对较低，目前供应已比较充足，但高端的、应用于特定工业或医疗的原材料，供应能力尚显不足。
- ◆ 相比传统制造模式，非金属3D打印的优势主要在于无模化和可定制，但受限于材料性能，其主要用于样品和模具的生产；金属3D打印除了具备无模化可定制优势外，在打印效率和打印质量上相比传统金属加工工艺均有较为明显的提升，甚至能够完成传统工艺无法制造的高复杂度高精密度零部件的打印，具有更大的发展潜力。
- ◆ 金属原材料由于比较昂贵，故多用于工业领域。通常用于3D打印的金属原材料为金属粉末，金属材料的纯净度、颗粒度、均匀度、球化度、含氧量等指标都对最终的打印产品性能影响极大。而获得高品质金属粉末材料的技术要求和成本都很高，最终导致产量不足。

3D打印材料比较

优点		缺点	应用领域
工程塑料	强度、耐冲击性、耐热性、硬度及抗老化性	产品已出现各向不同性	汽车、家电、电子消费品，航空航天、医疗器械
光敏树脂	高强度、耐高温、防水	加工速度慢，有一定污染	可用于制作高强度、耐高温、防水材料
橡胶类材料	断裂伸长率高、抗撕裂强度高和拉伸强度较高	易老化	要求防滑或柔软表面的应用领域，如消费类电子产品、医疗设备以及汽车内饰、轮胎、垫片
陶瓷材料	高强度、高硬度、耐高温、低密度、化学稳定性好、耐腐蚀等	制备成本高，品质控制困难，打印设备功率大	航空航天、汽车、生物等行业
金属材料	金属性、延展性、较高的力学强度和表面质量	制备成本高，品质控制困难，产品容易产生疏松	航空航天、汽车、模具制造
细胞生物原料	生物相容性好	产量低，配套的3D打印设备技术要求高	与医学、组织工程相介和，可制造出药物、人工器官等用于治疗疾病

资料来源：沃德夫聚合物，睿兽分析

我国金属原材料高度依赖进口，非金属材料基本满足需求，材料价格是3D打印发展核心因素

- ◆ 我国高性能金属粉末耗材高度依赖进口，国产材料在纯净度、颗粒度、均匀度、球化度、含氧量等对打印成品性能影响较大的原料指标方面相比国外仍存在较大的差距。德国的EOS、TLS，及瑞典的Arcam、Hoganas、Sandvik，比利时的Solvay等都能提供比较高端的3D打印粉末原材料。这些企业普遍历史悠久，3D打印原材料往往只是它们业务的一部分。此外，不少从事3D打印设备研发、3D打印服务的企业，也同时供应原材料，例如STRATASYS，3D system等。
- ◆ 国内能提供高质量金属粉末的公司包括中航迈特、飞而康、塞隆金属、西安欧中、铂力特等。
- ◆ 非金属材料、尤其是高分子原材料，国内已有较多厂家可以供应，相当多的设备或服务供应商，同时也供应原材料。
- ◆ 预计随着越来越多种类的材料投入使用以及工艺的成熟，各类3D打印材料的价格仍有较大下行空间，将进一步推动金属3D打印的应用和发展。

海外提供金属材料公司

公司名称	成立时间	所在国家	主要产品
Arcam 公司	1997 年	瑞典	EBM 硬件、EBM 构建材料、金属粉末和粉末处理设备
EOS 公司	1989 年	德国	铝、钴/铬合金和钢等 3D 打印材料
Hoganas 公司	1797 年	瑞典	金属粉末
Sandvik 公司	1862 年	瑞典	3D 打印应用的气体雾化金属粉末
Solvay 公司	1863 年	比利时	3D 打印用金属粉末
TLS Technik 公司	1994 年	德国	TC4 钛合金粉末

资料来源：搜狐科技，睿兽分析

国内提供金属材料公司

公司名称	成立时间	所在地区	主要产品
中航迈特	2014 年	北京	钛/铝/镍铬/高温合金、不锈钢、高强钢等金属粉末
飞而康科技	2012 年	无锡	钛/铝/镍/钴铬合金，钢等 3D 打印用金属粉末
塞隆金属	2013 年	西安	多种 Ti/钴铬合金
江苏威拉里	2015 年	徐州	钛/铝/镍/钴/铜合金，钢等金属粉末
西安欧中	2013 年	西安	钛/镍/钴合金，钢等金属粉末
铂力特	2011 年	西安	钛合金粉末等

资料来源：公司官网，平安证券，睿兽分析

材料的开发是我国3D打印行业发展的重中之重，结合行业的需求存在极大的创新创业机会

- ◆ 现在3D打印所能够使用的材料不超过100种，预计真正在制造中间使用的材料会有上万种，如何将传统制造业中使用到的材料用3D打印技术实现生产，是中国3D打印行业发展的重中之重。
- ◆ 结合行业需求进行3D打印材料和技术的开发。3D打印技术本身优势的优势包括定制化成本低、适用于高难度空间结构的制造、适配多材料、制造精度高。这些优势与某个行业的契合度越高，该行业就越容易被改造，改造之后的效益就越高。
- ◆ 行业被技术改造的程度由浅入深可分为三种：单产品应用、行业应用及垂直应用。
单产品应用的行业进入价值不高；行业应用是指3D打印可用于多款产品生产制造过程中某一环节，如复杂度较高的电子消费行业；垂直应用是指行业的生产链条能够进行整合，布局完成后会形成显著的规模效益，如牙科医疗行业。
- ◆ 所以，结合行业需求，将3D打印技术与产业链进行整合，在此基础上进行3D打印技术和材料的开发。这存在极大的创新创业机会。

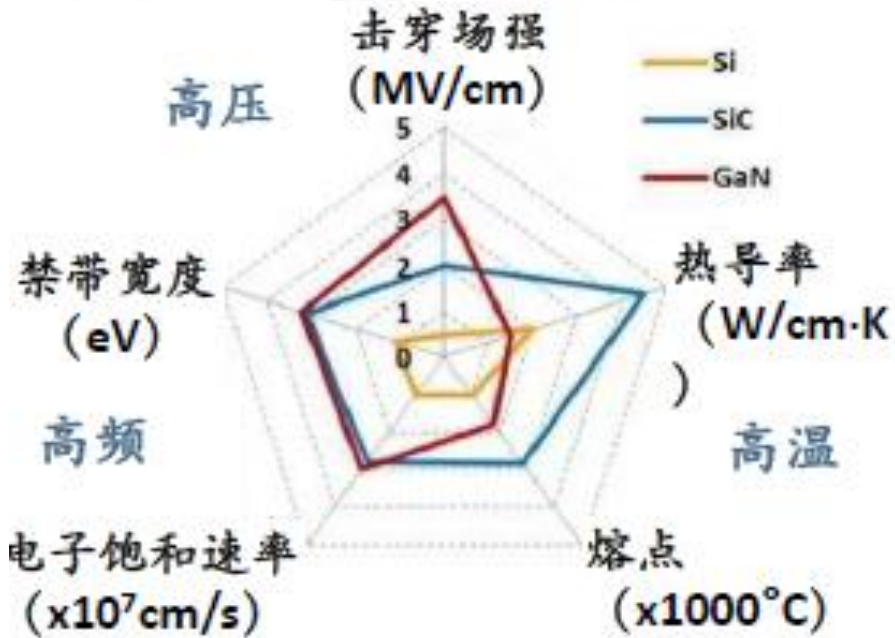
Part 4 第三代半导体材料

第三代半导体概述

- ◆ 第三代半导体材料主要包括SiC、GaN、金刚石等，因其禁带宽度 ≥ 2.3 电子伏特(eV)，又被称为宽禁带半导体材料。在第三代半导体材料中，目前发展较为成熟的是碳化硅(SiC)和氮化镓(GaN)，这两种材料是当下规模化商用最主要的选择。
- ◆ 与第一代和第二代半导体材料相比，第三代半导体材料具有更宽的禁带宽度、更高的击穿电场、更高的热导率、更高的电子饱和速率及更高的抗辐射能力，更适合于制作高温、高频、大功率及抗辐射器件，可广泛应用在高压、高频、高温以及高可靠性等领域，包括射频通信、雷达、卫星、电源管理、汽车电子、工业电力电子等。

SiC、GaN与Si性能对比

	主要材料	材料特性与发展过程	主要应用
第一代半导体	■ 锗(Ge)、硅(Si)等单元素半导体	■ 上世纪五六十年代逐步应用于晶体管 ■ 锗(Ge)耐高温和抗辐射性能较差，到60年代后期逐渐被Si器件取代 ■ 硅(Si)储量丰富，提纯与结晶方便，二氧化硅(SiO₂)绝缘性能很好。 ■ Si材料的物理性质限制了其在光电子和高频大功率器件上的应用	■ 主要应用于低电压、低频、中功率晶体管和光电探测器 ■ Si是半导体分立器件、集成电路，以及太阳能电池的基础材料，是信息产业的基石
第二代半导体	■ III-V族化合物半导体 ■ 典型代表是砷化镓(GaAs)、磷化铟(InP)、锑化铟(InSb)，以及铝砷化镓(AlGaAs)、铟砷化镓(InGaAs)等	■ 上世纪八十年代逐步发展起来 ■ 其材料特性非常适合用于制作高速、高频、大功率晶体管，以及发光电子器件，例如高性能微波/毫米波器件及发光器件 ■ GaAs、InP材料资源稀缺，具有毒性且污染环境，对其应用有一定制约	■ 高频、低噪声 ■ 广泛应用于卫星通信、移动通信、光通信和GPS导航系统等
第三代半导体	■ 主要代表是氮化镓(GaN)、碳化硅(SiC) ■ 其他还包括氧化锌(ZnO)、金刚石、氮化铝(AlN)	■ 上世纪九十年代开始逐步发展 ■ 第三代半导体也称为宽禁带半导体(禁带宽度$E_g > 2.3\text{eV}$)，其高温、高压、高电流、低导通电阻以及高频等特性均显著优于前两代半导体材料	■ 最早在光电子领域大规模应用，例如LED和激光器 ■ 可广泛应用在高电压、高功率、高频等领域，如电力电子、电源管理、无线通信等



GaN、SiC的主要产品和应用

- ◆ GaN器件主要包括射频器件、电力电子功率器件、以及光电器件三类。GaN的商业化应用始于LED照明和激光器，其更多是基于GaN的直接带隙特性和光谱特性，相关产业已经发展的非常成熟。
- ◆ 射频器件和功率器件是发挥GaN宽禁带半导体特性的主要应用领域。
- ◆ SiC主要应用于功率器件。SiC能大大降低功率转换中的开关损耗，因此具有更好的能源转换效率，更容易实现模块的小型化，更耐高温。

GaN的主要产品和应用

	产品类型	主要器件	主要应用
射频	■ PA、LNA、开关器、MMIC等,	■ HEMT ■ HBT	■ 通信基站 (4G、5G)、低噪放大器、射频开关 ■ 卫星通讯、有源相控阵雷达 ■ 民用消费 (微波加热)
功率 (电力电子)	■ 开关器、稳压器、变流器、变压器、变频器 ■ 功率因数校正(PFC)	■ SBD ■ MOSFET ■ IGBT	■ 电源开关、无线充电、包络跟踪、逆变器 ■ 可广泛用于电网、轨道交通、新能源汽车、消费电子等
光电	■ 蓝光/紫外LED ■ 蓝光/紫外激光器 ■ 蓝光/紫外光电探测器	■ LED ■ VCSEL ■ DFB	■ 蓝光用于照明、显示、高密度存储、生物医学 ■ 紫外用于光催化、探伤、防伪、杀菌等

5G建设推动GaN射频市场高速增长

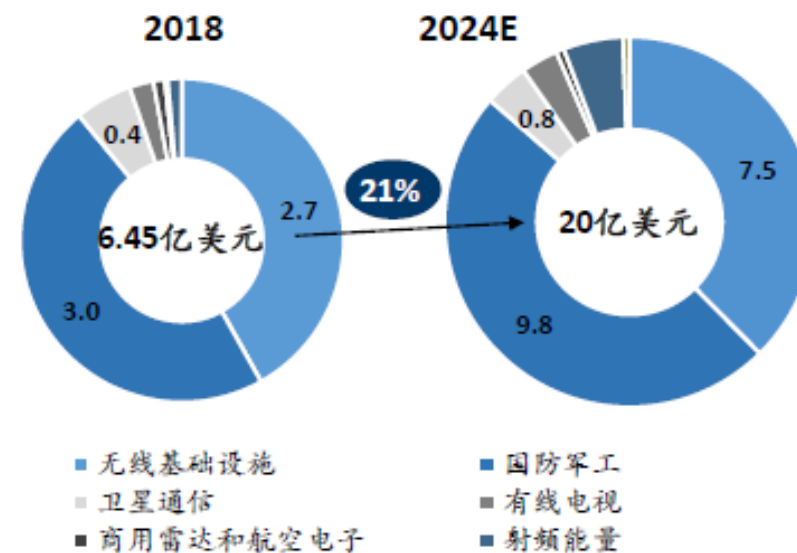
- ◆ 射频器件是无线通讯设备的基础性零部件，在无线通讯中负责电磁信号和数字信号的转换和接收与发送，是无线连接的核心
- ◆ 过去十年来，国防应用一直是推动GaN技术发展的主要驱动力，现在这些技术正在从军用转向商用
- ◆ 由于高频性能优异，未来大部分Sub-6GHz以下宏基站都将采用GaN器件，2019年至2021年为5G基础设施建设的关键期，也将是氮化镓器件替换LDMOS的关键期

GaN射频器件的应用优势：

- ◆ GaN在功率密度上的优势使得芯片体积大为缩小；
- ◆ 5G基站会用到多发多收天线阵列方案，GaN射频器件对于整个天线系统的功耗和尺寸都有巨大的改进；
- ◆ 在高功率，高频率射频应用中，获得更高的带宽、更快的传输速率，以及更低的系统功耗。

- ◆ 根据Yole的数据，到2024年，预计全球GaN射频市场规模将达20亿美元，其中国防军工领域仍为最大细分市场，无线基础设施领域将达到7.5亿美元。

2018-2024年全球GaN射频市场规模



新能源汽车等应用推动GaN和SiC功率市场高速发展

◆ 功率器件与前述射频功率芯片有所区分。主要指在高电压和较大电流下工作，与高频和射频关系不大。这类最常见的应用是电源相关的芯片。

◆ 根据GaN和SiC所适用电压的不同，两者功率器件的应用领域也有所不同。

GaN功率器件主要应用领域：

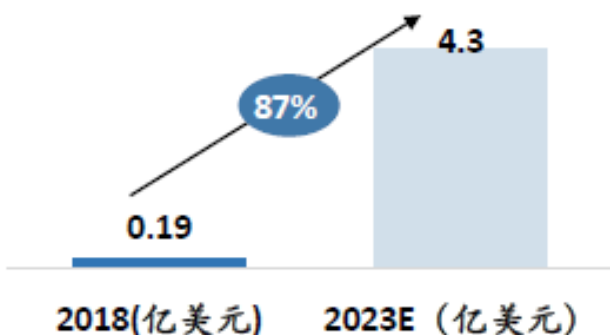
消费电子、数据中心电力系统、光伏逆变器、DC-DC转换器、POL转换器，以及电机驱动和D类大功率音频放大器等。

SiC功率器件主要应用领域：

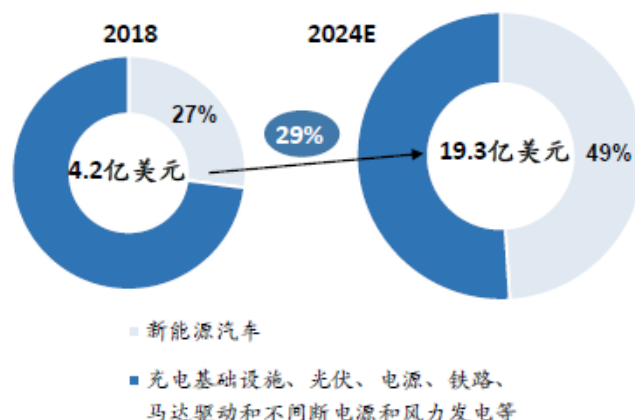
智能电网、轨道交通、新能源汽车、光伏、风电。

◆ 受新能源汽车等应用的驱动，预计2023年全球GaN功率器件市场规模将达到4.3亿美元；2024年全球SiC功率器件市场规模将达到19.3亿美元，其中新能源汽车应用占比将达49%。

2018-2023年全球GaN功率市场规模



2018-2024年全球SiC功率市场规模



GaN和SiC功率器件应用区分



产业链发展来看：国内SiC产业进展落后国外较大，GaN产业进展稍微落后国外

◆ GaN和SiC芯片的产业链与硅芯片类似，主要分为晶圆衬底、外延、设计、制造和封装等环节。

◆ 近年来国内已初步建立起相对完整的碳化硅产业链体系，追赶速度在加快。

◆ 单晶衬底方面，目前国内可实现4英寸衬底的商业化生产，山东天岳、天科合达、同光晶体均已完成6英寸衬底的研发，中电科装备研制出6英寸半绝缘衬底。

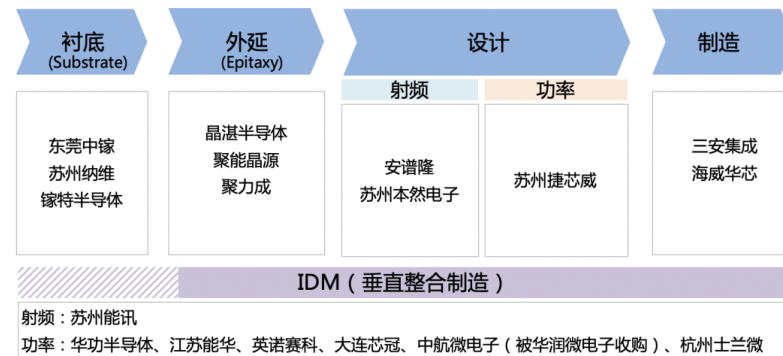
◆ 外延方面，国内瀚天天成和天域半导体均可供应4-6英寸外延片，中电科13所、55所亦均有内部供应的外延片生产部门。

◆ 芯片设计与制造方面，国内600-3300V SiC-SBD已开始批量应用，有企业研发出1200V/50A SiC-MOSFET；泰科天润已建成国内第一条SiC器件生产线，SBD产品覆盖600V-3300V的电压范围；中车时代电气的6英寸SiC生产线也于2018年1月首批芯片试制成功。

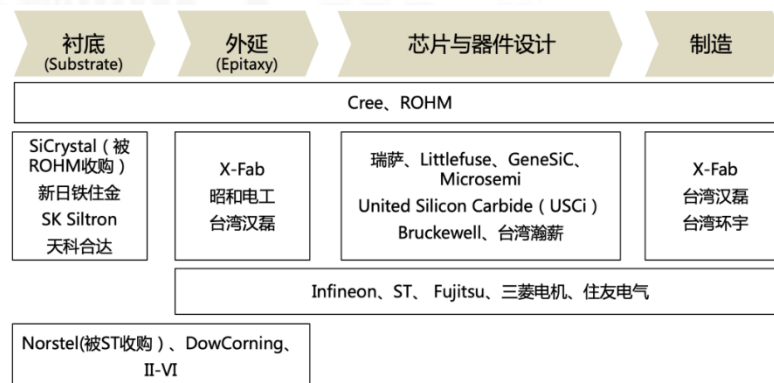
海外GaN芯片产业链



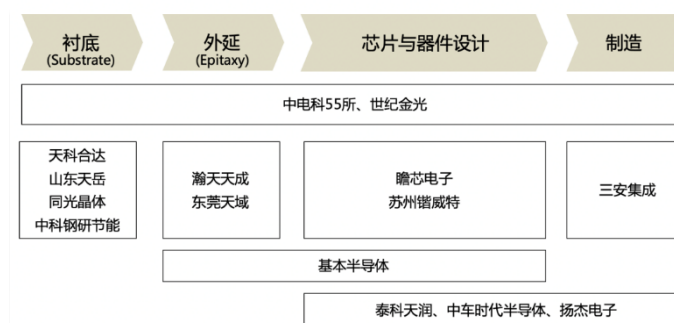
国内GaN芯片产业链



海外SiC器件产业链



国内SiC器件产业链



Part 5 人造肉材料

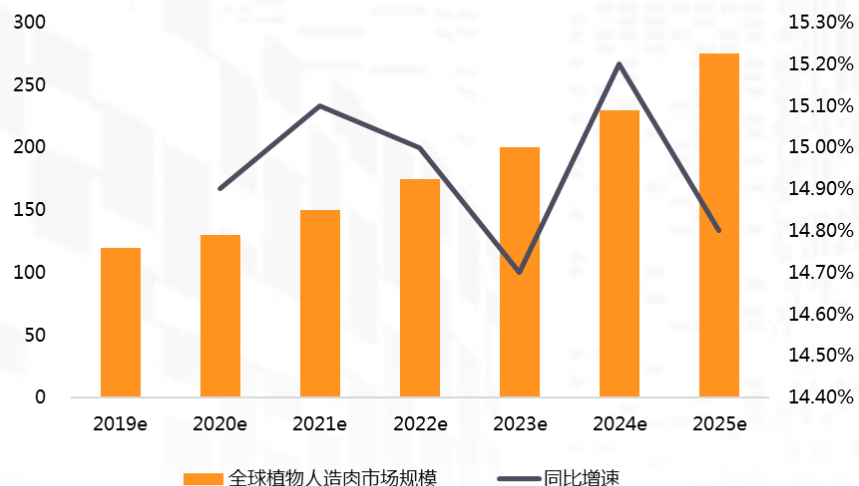
人造肉概述

- ◆ 人造肉按照产品开发的模式，可以分为**植物基人造肉**和**实验室细胞培养人造肉**。目前，植物肉的商业化程度又远高于培养肉。
- 植物肉是以植物蛋白、氨基酸和脂肪为基础，添加由酵母合成的植物性血红蛋白而制成的人造肉；
- 培养肉是从动物体内分离、提取出少量干细胞，在营养液中进行培养，最终生长分化成人造肉。
- ◆ **健康优势、营养灵活性、动物福利思潮和环保因素使人造肉存在巨大市场空间：**
 - **人造肉具有零胆固醇、低脂肪和少量膳食纤维等健康优势。**人造肉含大量的蛋白质和少量的饱和脂肪,天然优势是没有胆固醇，避免了过度摄入肉类带来的健康隐患。同时，植物肉可以提供肉制品所缺乏的纤维。
 - **同普通肉类相比，植物肉的成分更加灵活，具有多样性。**除了外形和口感外，人造肉最主要是模拟普通肉类的营养成分，减少与普通肉类之间的差异。人造肉企业还可以通过添加一部分其他营养成分满足不同消费者的个性化需求。例如，Beyond Meat 发布的品牌为“野兽”的素食汉堡肉饼添加了肉类所不含的微量营养素，如维他命A、维他命C；国内人造肉初创企业星期零所研发的植物肉也可以按照人体所需添加钙铁锌硒和维生素等微量元素。
 - **人造肉迎合动物福利思潮。**过去几十年中，动物生产的大量增加引发了消费者对动物福利的关注。零售商和食品加工商要求对动物性食品提出更高的动物福利标准，并且在贸易协议中越来越要求遵守这些标准。2015 年有32%美国人认为动物应当享受和人类相同的权免于伤害与剥削。近90%的中国民众明确表示愿意为动物福利更好的猪肉多支付5%-10%的价格。
 - **人造肉可减少全球环境污染和资源浪费。**畜牧业在全球温室气体排放总量中的比例接近15%，超过所有汽车、卡车、飞机、火车和船舶的排放总和，如从植物中直接获取蛋白，跳过动物养殖过程，缓解温室效应。同时，人造肉可以节省畜牧养殖中消耗的大量土地、粮食和水资源。与制作标准牛肉汉堡相比，制作Beyond Burger 产生的温室气体排放量减少90%，能源消耗减少46%，对水资源短缺的影响减少99%，对土地使用的影响减少93%。

植物肉市场高速发展，全球人造肉市场千亿可期，美国巨头公司领跑市场

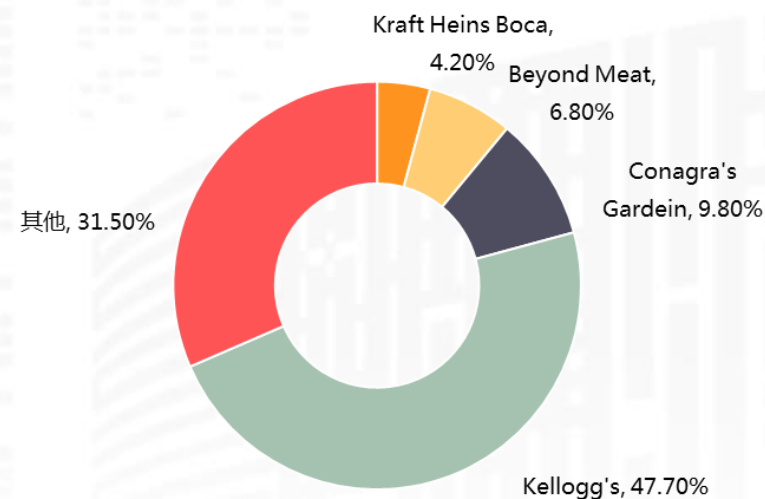
- ◆ 2019年，全球植物蛋白肉的市场规模约121亿美元，预计每年将以15.0%的复合增长率增长，到2025年将达到279亿美元。
- ◆ 如果人造肉市场规模可以目前植物奶与乳制奶的比例（2.3%），那么全球人造肉市场未来将达到217亿美元，对标较为成熟的美国植物奶市场，植物奶渗透率已达13%，全球植物肉类市场模糊测算可达1,229亿美元
- ◆ 人造肉市场份额主要集中在美国。美国人造肉行业在全球发展中遥遥领先，食品行业巨头纷纷布局，成为人造肉市场的领跑者。
- ◆ 根据IRR的预测，美国食品巨头Kellogg's、Conagra's Gardein 和Kraft Heinzs Boca 分别在肉类替代品市场占据了47.7%、9.8%和4.2%的市场份额，分别排名一、二、四，第三名Beyond Meat 的市场占有率为6.8%，美国成为全球人造肉市场领跑者。

全球人造肉市场规模（亿美元）



来源：中国产业信息，睿兽分析

全球肉类替代品市场格局



数据来源：商务委，观研天下，睿兽分析

传统素肉公司、休闲食品公司和人造肉创企是国内人造肉主要玩家

- ◆ **传统素肉公司的创新。** 目前中国传统素肉公司的企业只有三家是真正涉及人造肉产品，分别是宁波素莲食品、深圳齐善食品和江苏鸿昶食品，成立均超过10年。
- 2019 年，齐善食品与深圳植物餐饮品牌青苔行星达成深度战略合作，共同研发出植物肉产品。
- 江苏鸿昶食品与植物肉品牌星期零（Starfield）达成合作，共同启动植物肉新项目。
- 行业内传统公司整体规模较小，2018年，深圳齐善营业额达到3亿元，江苏鸿昶和宁波素莲分别为6,000万元和3,000万元，整体规模不敌 Beyond Meat 一家。但中国传统公司的创新人造肉产品更贴近中国消费者日常饮食，如齐善食品推出的素东坡肉等产品。

齐善食品主要素食产品



◆ 休闲食品等轻食用方式的创新。

- 百草味食品研究院最终与美国杜邦公司达成技术合作生产。目前人造肉产品有烟熏小片肠和麻辣植物牛肉。
- 金字火腿同样是建立了与美国杜邦公司的合作，合作期限为三年，前者负责后期的生产以及销售，后者主要负责技术。2019年10 月，金字火腿开始在天猫旗舰店预售与美国杜邦公司技术合作生产的国内首款人造肉饼。

金字火腿主要素食产品



百草味主要素食产品



人造肉创业企业，星期零、珍肉通过各自的拓展模式进入市场

◆ 餐饮拓展模式：

- 星期零（Starfield）旗下的素食餐厅“青苔行星”于2018年创办于深圳，主打中式素食餐饮。
- 目前公司人造肉产品主要与各地餐饮合作以菜品形式推出，包括中式风味的卤肉饭、抄手、肉馅饼等，西式风味的帕尼尼、肉酱披萨、绿星汉堡等。2020年，星期零与棒约翰合作推出“人造肉”披萨，持续发力餐饮赛道。

星期零素食牛肉饼产品



与奈雪梦工厂合作



资料来源：星期零Starfield，睿兽分析

◆ 零售拓展模式：

- 与北京工商大学的研究团队展开合作，推出苏式月饼。
- 同年9月，公司采用零售拓展模式，首款国产人造肉月饼正式登陆电商平台销售。

全球人造肉参与玩家汇总

国内			美国	
传统素肉公司	休闲食品公司	创业公司	食品巨头	创业公司
宁波素莲食品	金字火腿	星期零Starfield	Kraft Heins Boca	Beyond Meat
深圳齐善食品	百草味	珍肉	Conagra's Gardein	Impossible Foods
江苏鸿昶食品			Kellogg's	

资料来源：睿兽分析

珍肉植物蛋白肉月饼



资料来源：天猫官方旗舰店，睿兽分析

拟真程度是人造肉壁垒，原材料稳定供应是保障

- ◆ 口味是植物肉体验的基础，拟真程度是行业最大的壁垒。
- 目前人造肉产品已不同于传统意义上的豆制素鸡等肉类替代品，口感体验有所进步，但仍无法与传统肉食相比相媲美。
- 市面上主流产品仍以肉饼、肉丸及休闲食品为主，无法模拟出咀嚼骨头、筋膜等特殊部位带来的口感，拟真程度不高。
- ◆ 上游提取技术壁垒高，供应链稳定是公司长期发展保障。
- 人造肉公司大都直接采购人造肉原料，如beyond meat采购原材料豌豆蛋白，impossible food采购原材料大豆蛋白，并不涉及上游蛋白提取环节。人造肉公司对原材料的质量即蛋白的纯度有较高的标准，而蛋白提取技术壁垒较高，供应商较少。
- 相比国外公司，由于植物肉原料是以大豆、豌豆等豆类品为主的拉丝蛋白，而全球大豆蛋白、豌豆蛋白加工近50%在中国，主要以山东、河南地区为主，因此中国人造肉企业或有显著的原材料优势，保障了中国人造肉行业的未来发展。

中国人造肉目前品类

西式快餐



休闲零食



中式菜肴



资料来源：公司官网天猫官方旗舰店，睿兽分析

技术水平是决胜关键，创业企业应持续创新

◆ 大力投资科研，突破拟真壁垒，持续创新是关键。

- 国内初创企业星期零、珍肉等均实行植物肉的自主研发，进行大量的研发。与国内多所高校建立科研合作关系，采用分子感官技术来丰富植物肉的口感，突破植物肉的拟真壁垒。
- 美国Beyond Meat持续投入研发，研发费用持续增加。2016年，研发费用率超35%，2019年，研发费用率仍高达7%。Beyond Meat成立以来，一直保持不断推新，从鸡肉、肉块、汉堡到香肠、肉饼、牛肉，到未来仍规划推出的鸡胸肉、熏猪肉、牛排，品类不断扩张，创新能力持续增强，未来有望生产出所有肉类的植物肉产品。

Beyond Meat 产品创新过程



资料来源：Foodnavigator、Forbes、公司官网，睿兽分析

Part 6

我国新材料创新创业机会 和成熟企业发展建议

新材料企业创业发展建议

◆ 新材料创新创业机会：

- 前沿新材料存在创业机会。典型材料包括石墨烯、碳纳米管纤维等。
- 符合国家政策鼓励扶持方向。符合该类条件的企业将充分享受国家政策红利带来的发展动力，如节能环保材料、军转民高端材料等同样存在创新创业机会。
- 创业过程中，将技术进行工程化和产业化转化的能力、生产关键设备是否能够实现国产化是创业能否成功的关键。
- 同时拥有核心技术的创业企业可以凭借其核心技术不断进行产业研发和性能优化，稳定生产工艺、降低生产成本以取得先发优势，从而享受行业高成长带来的超额利润。

◆ 新材料成熟企业的建议：

- 横向延伸：多线拓展业务。对于成熟期的企业，通过开发关联材料品种，实现原材料一站式供给，可增加收益品类。
- 纵向延伸：产业链整合。对于行业内具有资源和市场优势的龙头企业，通过兼并或合资等方式收购上游原材料或下游应用端企业，可降低成本、完善产业链布局。
- 积极转型：推动技术升级。新材料在最开始应用阶段多用于高端市场；随着技术成熟成本降低，其应用领域不断向工业、民用市场转移，为企业带来新的成长空间，如军用防腐涂料在大型桥梁上的应用。