

锂电行业深度系列七：碳纳米管 新一代导电材料，应用前景广阔

行业研究·深度报告

电力设备新能源·锂电池

投资评级：超配（维持评级）

证券分析师：王蔚祺
wangweiqi2@guosen.com.cn
S0980520080003

■ 碳纳米管性能优势显著，催化剂、分散体系和设备壁垒高

碳纳米管（CNT）是由石墨烯围成的一维量子结构，是优势显著的导电材料，主要应用在锂离子电池，并且在导电塑料和碳基芯片领域拥有较好的商业化前景。

根据石墨烯层数的差异，CNT可分为单壁和多壁；单壁碳管优势主要为：1) 化学性质更稳定；2) 机械性能好；3) 提升极片附着力。

CNT**技术壁垒**主要体现为：1) 催化剂是工艺核心；2) 设备工艺决定连续化和宏量化制备水平，头部企业多自研设备以提升生产效率。3) 分散体系是浆料制备的核心步骤，分散程度的优劣直接决定浆料性能。

■ 动力电池市场快速渗透，百亿市场扬帆远航

在锂离子电池领域，2021年CNT按质量占比的份额约为21%，产品渗透率份额约为30-40%，未来有望继续快速增长：1) CNT能够全方位提升电池能量密度、循环寿命、快充性能、高低温特性等。2) 随着竞品（炭黑）价格上涨以及自身规模化降本，性价比提高。3) 磷酸铁锂电池快速崛起，其导电性差、添加比例高有效拉动碳纳米管需求。4) 高镍正极和硅基负极快速发展，将带动碳纳米管，特别是单壁碳纳米管在掺硅负极的快速应用。

我们预计2025年全球碳纳米管浆料需求将达到59万吨，2022-2025年均复合增速达到47%，对应市场空间达到224亿元。

■ 行业技术与产品迭代快，龙头企业优势显著

碳纳米管行业壁垒主要体现在：1) 技术壁垒高，头部企业有完善的专利布局，传统炭黑因工艺差异和技术壁垒难以直接切换；2) 客户壁垒高：导电剂认证周期较长，且成本占比较低，客户粘性较大。因此CNT属于典型的技术密集型利基市场，具有集中度高的特点。国内市场中天奈科技出货量多年蝉联第一，2020年市占率达到32%，集越纳米紧随其后。海外市场看，LG化学依托自身优势进行自主研发，卡博特通过收购三顺纳米切入碳纳米管领域；OCSiAl专注单壁碳纳米管产品，拥有行业约95%产能。

■ 投资建议：我们推荐关注技术实力领先、客户优势显著的赛道领军者天奈科技。

产能快速扩张，积极开拓新客户，同时布局导电母粒业务有望成为新增长点。公司坚持粉体自产，并布局纯化和NMP回收加强，一体化布局增厚利润。此外，公司还积极迭代产品提升盈利能力。我们持续看好公司技术和客户优势，上调原有盈利预测，预计2021-2023年归母净利润为2.99/5.96/9.90亿元（原预测为2.92/5.82/7.88亿元），同比增长179%/100%/66%，对应EPS分别为1.29/2.57/4.26元，当前股价下对应PE为107/54/32倍，维持“买入”评级。

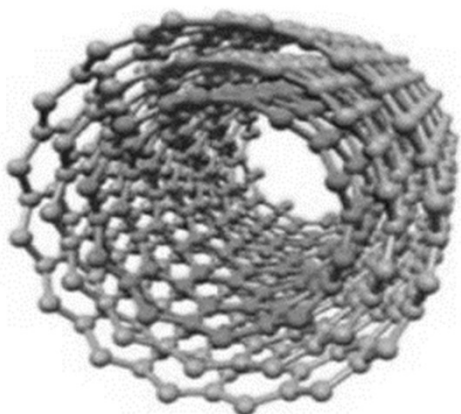
■ 风险提示：电动车销量不及预期；碳纳米管渗透率不及预期；硅基负极应用不及预期；天奈科技高代产品开发进展不及预期。

一、碳纳米管介绍：性能突出的导电剂

碳纳米管结构及特性

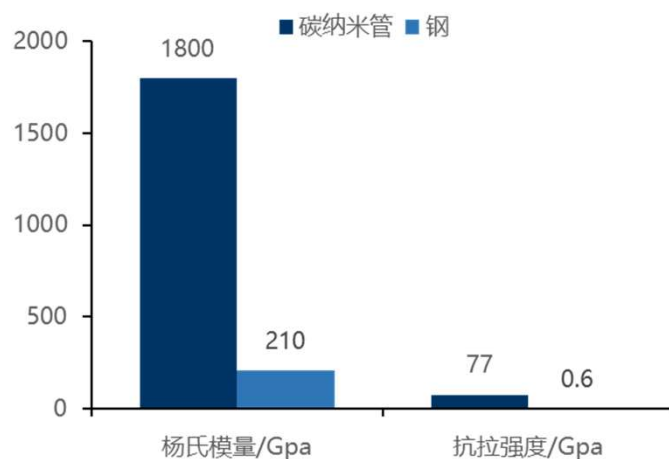
- **碳纳米管**又称**巴基管**，英文简称**CNT**，是由**单层或多层的石墨烯层围绕中心轴按一定的螺旋角卷曲而成一维量子材料**。其最早在1991年由饭岛澄男发现。碳纳米管的长径比、碳纯度作为影响导电性的两个核心指标，直接决定了碳纳米管的产品性能，碳纳米管管径越细，长度越长，导电性能越好。
- **CNT具有突出的多方面性能**：1) **力学性能**：具有极高的弹性和韧性，杨氏模量是钢的近6倍、抗拉强度是钢的100倍，也是目前自然界中比强度最高的材料。2) **电学性能**：导电性显著优于石墨烯、炭黑等材料，且管径越细、长度越长，导电性越好。3) **导热性能**：极高的导热率，室温下导热率是金刚石的2倍。轴向导热性能优、径向导热较差，可合成各向异性的导热材料。4) **化学稳定性**：具有耐酸性、耐碱性，在**高分子复合材料中添加碳纳米管可以提高材料本身的阻酸抗氧化性能**。5) **嵌锂性能优异**：碳纳米管的中空管腔、管与管之间的间隙、管壁中层与层之间的空隙及管结构中的各种缺陷，为锂离子提供了丰富的存储空间和运输通道。

图1：碳纳米管结构



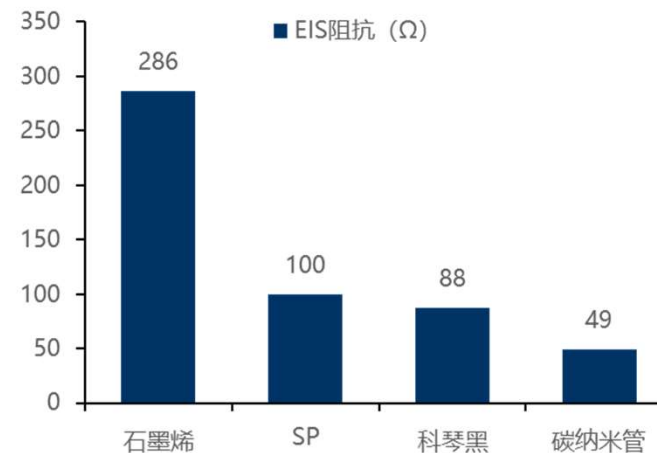
资料来源：天奈科技公告、国信证券经济研究所整理

图2：碳纳米管、铜的杨氏模量和抗拉强度对比 (GPa)



资料来源：《Strength of carbon nanotubes depends on their chemical structures》、国信证券经济研究所整理
注：杨氏模量越高，弹性越大

图3：部分碳材料导电性能对比 (Ω)





资料来源：天奈科技招股说明书，国信证券经济研究所整理
注：EIS阻抗越小，导电性越强

碳纳米管分类：单壁碳纳米管性能更优

在商业用途中，碳纳米管根据石墨烯层数差异可以分为单壁碳纳米管和多壁碳纳米管。单壁碳纳米管优势体现为：

- ✓ **结构简单、化学性质稳定**：多壁碳纳米管形成过程中层与层之间容易成为陷阱中心而捕获各种缺陷，而单壁碳纳米管结构简单、均匀一致性好，且缺陷少、化学性质稳定。
- ✓ **添加量少、导电性优**：由于单壁碳纳米管长度-直径比较高，其能够在极低添加量下形成三维导电网络。同时，单壁碳纳米管有一层碳原子，并根据空间的螺旋特性可表现出金属或半导体性能。此外，其强大的碳碳键使得其能够有更高的载流量，电流密度能够高于铜等金属1000倍以上。
- ✓ **弹性好、机械性能高**：单壁碳纳米管具有更强的柔韧性，能够更好的弯曲、扭曲或扭结，其弹性模量和抗拉强度显著优于多壁碳纳米管。
- ✓ **导热性好**：单壁碳纳米管的单位质量导热系数高于多壁碳纳米管，同时二者都能够承受750°C以上的高温。
- ✓ **制成品颜色多样**：多壁碳纳米管通过提高添加量来改善机械性能和导电性，这会影响到产品表面质量和颜色，如其只能生产黑色材料。由于单壁碳纳米管添加量普遍在0.01-0.1%，因而能够生产任何颜色以及透明导电材料。

表1：单壁碳纳米管与多壁碳纳米管对比

产品	结构示意图	管径值	长度值	长径比	弹性模量/GPa	抗拉强度	300K时导热系数
单壁碳纳米管		1-2nm	可达1mm	高达10000	1000-3000	50-100GPa	3000-6000W/(m·K)
多壁碳纳米管		7-100nm	可达1mm	50-4000	300-1000	10-50GPa	2000-3000W/(m·K)

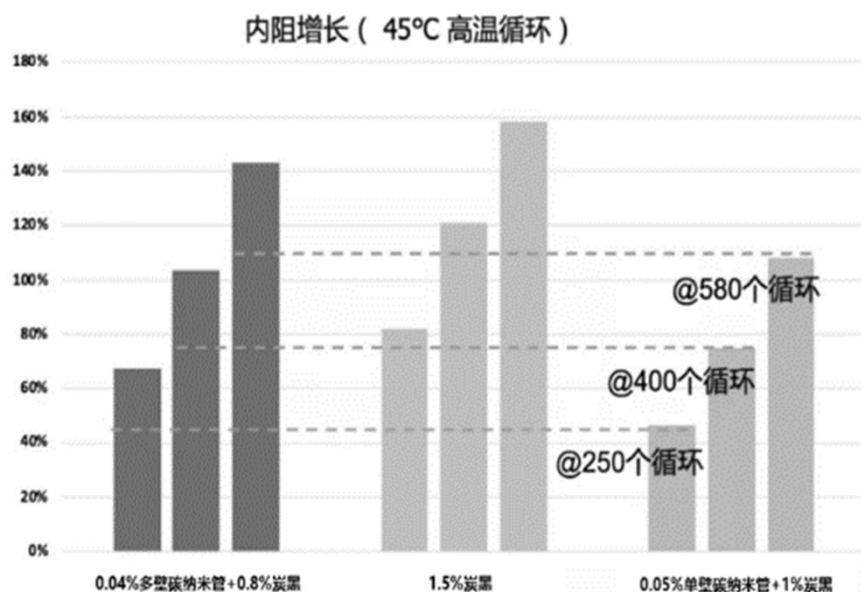
资料来源：OCSIAI, 《A review on carbon nanotube: An overview of synthesis, properties, functionalization, characterization, and the application》, 国信证券经济研究所整理

碳纳米管分类：单壁碳纳米管性能更优

在商业用途中，碳纳米管根据石墨烯层数差异可以分为单壁碳纳米管和多壁碳纳米管。单壁碳纳米管优势体现为：

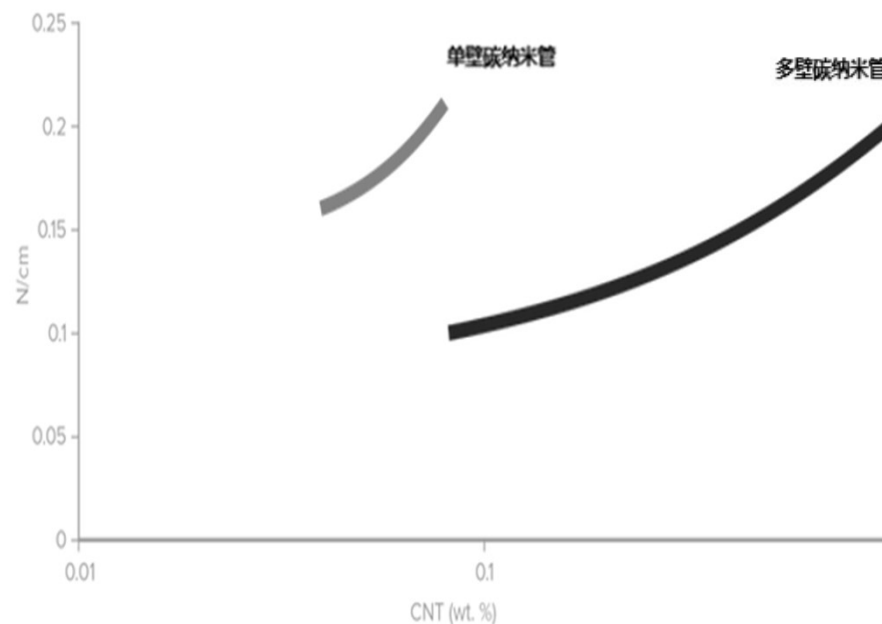
- ✓ **安全性能优**：在45°C高温多周循环下，添加单壁CNT的软包电池内阻增长，明显低于添加其他导电剂的电池，表明电池着火风险越小。
- ✓ **提升极片附着力**：单壁碳纳米管网络将正极材料颗粒连在一起，从而提高了颗粒之间的连接强度。而这一特性对于易粉化、易脱落的硅基负极而言尤为重要。

图4：单壁碳纳米管能够更好维持导电网络



资料来源：OCSiAl，国信证券经济研究所整理
注：纵轴表示为多次循环后直流电阻增长百分比，该值越小表明导电性能维持越好；不同柱状图表示不同的循环周次

图5：单壁碳纳米管能够提升正极材料附着力

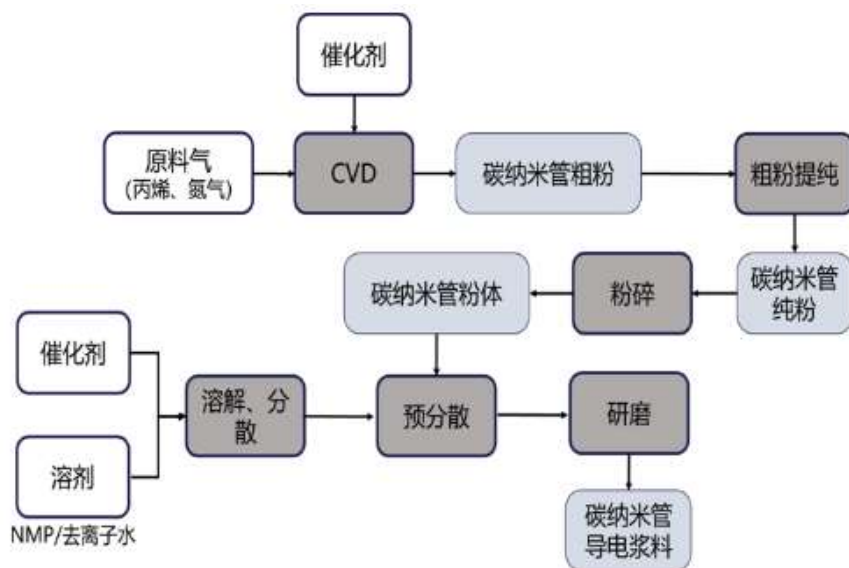


资料来源：OCSiAl，国信证券经济研究所整理
注：纵轴为剥离强度，该值越大表明材料粘结强度越高；横轴表示不同导电剂的添加量

碳纳米管粉体制备方法：化学气相沉积法是产业界主流

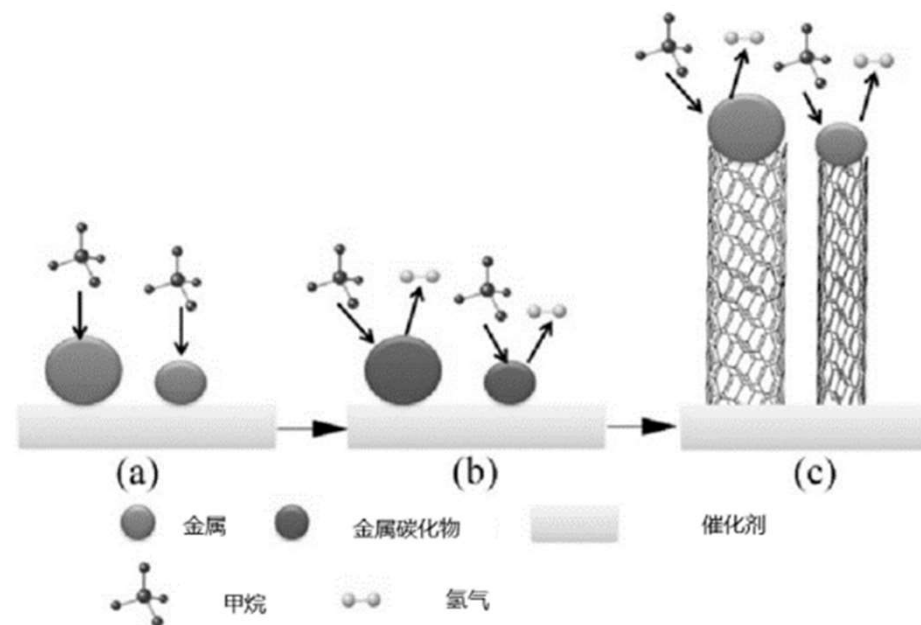
CNT主要制备方法为化学气相沉积法，该方法是目前业界最主流的制备方法。其是将烃类或含碳氧化物引入到含有催化剂的高温管式炉中，通过催化裂解方式制备碳纳米管，关键环节是碳纳米管在催化剂表面进行生长的过程。具体的反应过程包括碳源化合物在催化剂表面分解，碳原子通过表面扩散或者体相扩散进入催化剂内部，最后碳纳米管从催化剂颗粒中析出。该方法操作简单、成本低、过程可控性强。

图6：碳纳米管生产工艺流程



资料来源：天奈科技招股说明书，国信证券经济研究所整理

图7：碳纳米管化学气相沉积法 气-液-固生长模式示意图 (CVD)

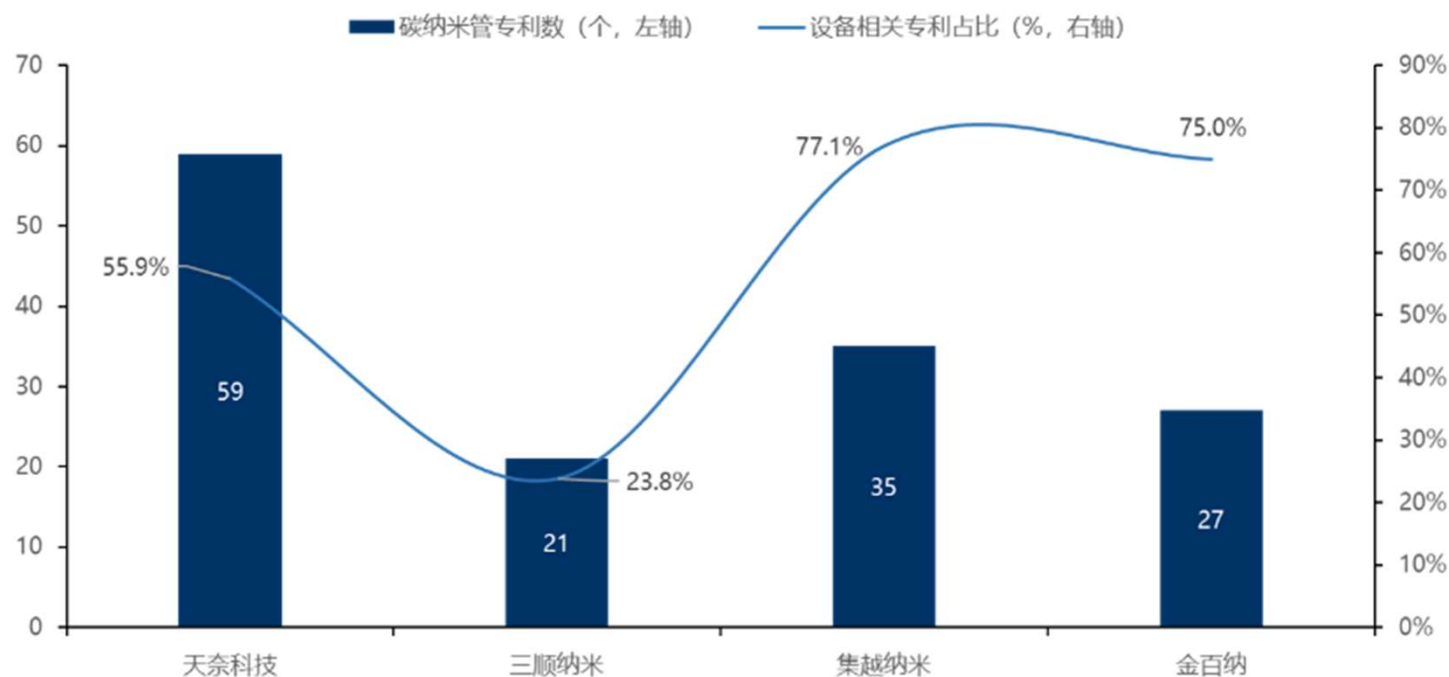


资料来源：《碳纳米管制备技术的研究进展》，国信证券经济研究所整理

碳纳米管技术壁垒体现在催化剂、分散体系和设备三个方面

✓ **设备**：碳纳米管生产中主要使用的设备有超高温炉、碳化反应器、石墨化炉、砂磨机等。碳纳米管体积密度小、比表面积大，生产中易出现缠绕，连续化生产难度高。行业内企业普遍会对流化床反应器、纯化和分散设备进行改造、甚至自主设计，以此提高生产效率和连续性。例如，截止2022年1月底天奈科技共拥有59项碳纳米管相关专利，其中设备改进相关专利为33项，占比达到56%。

图8：碳纳米管企业专利数量及其设备专利占比



资料来源：天奈科技公告，SooPAT专利，国信证券经济研究所整理

碳纳米管技术壁垒体现在催化剂、分散体系和设备三个方面

碳纳米管生产过程中核心壁垒体现为：

- ✓ **分散体系：粉体分散是浆料制备的核心步骤。**由于CNT粉体直接实际应用效果不好，所以电池厂目前更倾向于采购CNT浆料。而由于碳纳米管之间较强的范德华力和高长径比，容易形成大的管束，并且纳米尺寸效应的存在，使得团聚效应更为显著。常见的分散方法包括研磨、高能球磨、添加表面活性剂等。实际生产中，常采用PVP等表面活性剂作为分散剂，NMP作为分散介质，使用砂磨机进行分散。而不同组分和不同含量的分散剂所得到的效果存在显著差异。
- ✓ **催化剂：**催化剂的制备方法和流程，会影响其粒径、活性、纯度等性能，进而对碳纳米管的管径、长度、纯度以及均一性产生显著影响。各家企业针对催化剂的组分和生产流程多进行了专利布局，并且通过自身实际生产工艺进行灵活调整。而催化剂制备水平的优劣也会直接反应在碳纳米管产品的性能上。

表2：碳纳米管主要分散方法

分散方法	具体内容
高能球磨	通过有较高的能量密度，能打散大的碳纳米管团聚体，打断长的碳纳米管纤维，同时也会使分散的短碳纳米管粘接起来，形成小型团聚体。
研磨与搅拌	由于研磨过程作用力较小，可以分散碳纳米管团聚体于介质中，对于团聚体本身很难起作用。普遍认为研磨过程不能很好地解决碳纳米管的团聚问题。
超声波处理	多壁碳纳米管管壁上通常存在一些小洞样的缺陷，通过超声波能量，可以把碳纳米管从缺陷处震断，形成短纤维，然后分散于介质中。但是，超声波处理在把团聚体表面的碳纳米管震断分散的同时会把团聚体震得更加密实，难于分散。
使用表面活性剂	碳纳米管表面缺陷少、缺乏活性基团，在各种溶剂中的溶解度都很低。通过添加合适的表面活性剂，形成非共价键结合，得到非共价功能化碳纳米管，同时提高溶解度，把碳纳米管分散于介质中。
强酸强碱处理	通过强酸强碱的强氧化能力，把碳纳米管在缺陷处氧化溶断，然后将短的碳纳米管分散。强酸洗涤可以把团聚体表面的碳纳米管絮溶断分散，但不能进入团聚体本身，溶液中有较小不能分散团聚体存在，需要进行后续过滤分离，工艺流程较长。

资料来源：《碳纳米管的分散方法与分散机理》，国信证券经济研究所整理

二、动力电池快速渗透，百亿市场扬帆远航

碳纳米管应用领域之锂电池：提升正负极导电性能

- **导电剂是锂电池的关键辅材，主要作用是提升正负极的导电性。**锂电池正极活性材料普遍存在导电性差的问题，使得电极内阻较高、放电深度不够，进而导致活性材料利用率低、电极的残余容量较大。而导电剂在其中发挥着：
 - 1) 提升电子在电极中传输速率，**提升导电性**；
 - 2) 提升极片对电解液的浸润，提高锂离子迁移速率，**改善电极充放电效率和使用寿命**；
 - 3) 充放电过程中正极材料体积变动时，**构建良好导电网络，改善导电性**。
- 目前主流导电剂为炭黑类、**碳纳米管**、导电石墨类、VGCF（气相生长碳纤维）和石墨烯。

表3：锂电池常用导电剂情况

导电剂种类	优点	缺点	EIS阻抗 (Ω)	
碳纳米	导电性能优异,添加量小,提升电池能量密度,提升电池循环寿命性能	需要预分散,价格较高	49	
炭黑类	SP	价格便宜,经济性高	导电性能相对较差,添加量大,降低正极活性物质占比,全依赖进口	40
	科琴黑	添加量较小,适用于高倍率、高容量型锂电池	价格贵,分散难、全依赖进口	100
	乙炔黑	吸液性较好,有助提升循环寿命	价格较贵,影响极片压实性能,主要依赖进口	87.5
导电石墨类	颗粒度较大,有利于提升极片压实性能	添加量较大,主要依赖进口	-	
VGCF (气相生长碳纤维)	导电性优异	分散困难、价格高、全依赖进口	-	
石墨烯	导电性优异,比表面积大,可提升极片压实性能	分散性能较差,需要复合使用,使用相对局限(主要用于磷酸铁锂电池)	286.2	

资料来源：天奈科技招股说明书，国信证券经济研究所整理

碳纳米管产品迭代快，不同代际性能与盈利能力差异显著

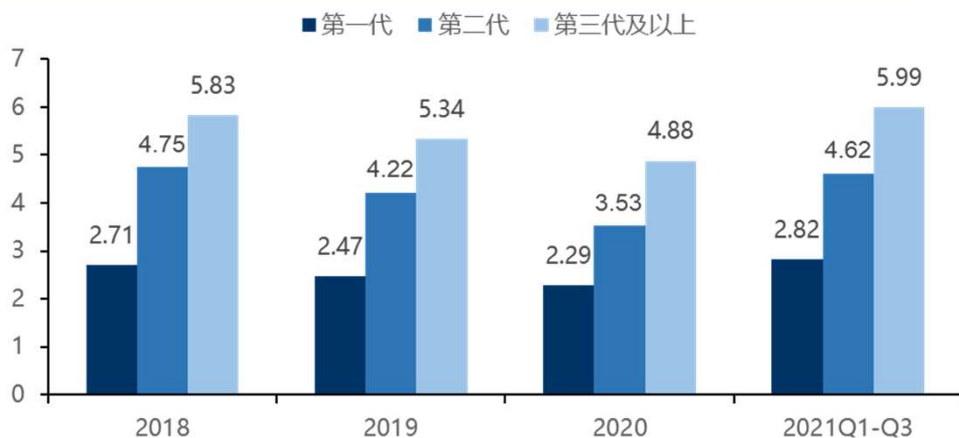
- 各代际碳纳米管之间制备方法的差异主要体现在催化剂配方以及宏量制备方法上，高代产品管径更细、长度更长，导电性能、机械性能等各方面更为优异。根据天奈科技公告，其碳纳米管产品大致分为四代，各代产品对应不同的催化剂配方和不同的细分应用领域。各代产品推出时间间隔在2-3年，价格差异显著、成本相差很小。这种快迭代的产品也是夯实碳纳米管高盈利的重要基础。

表4：不同代际碳纳米管浆料情况

技术路线	催化剂配方	管径/nm	长度/ μm	量产时间	应用领域	
第一代产品 LB100系列	CVD+纳米聚团流化床宏量制备技术	铁、铝、钼	10-15	3-10	2014年	磷酸铁锂
第二代产品 LB107系列	CVD+定向生长流化床宏量制备技术	钴、铁、硅、铝、镁、钙	7-11	5-20	2016年	三元/高端磷酸铁
第三代产品 LB116系列	CVD+尖晶石复合催化剂流化床宏量制备技术	钴、镁、锰、铝	5-10	5-30	2018年	高镍三元
新一代产品 LB212系列	CVD+新一代寡壁和单壁碳纳米管连续制备技术				2023-2024年	硅碳负极等高端

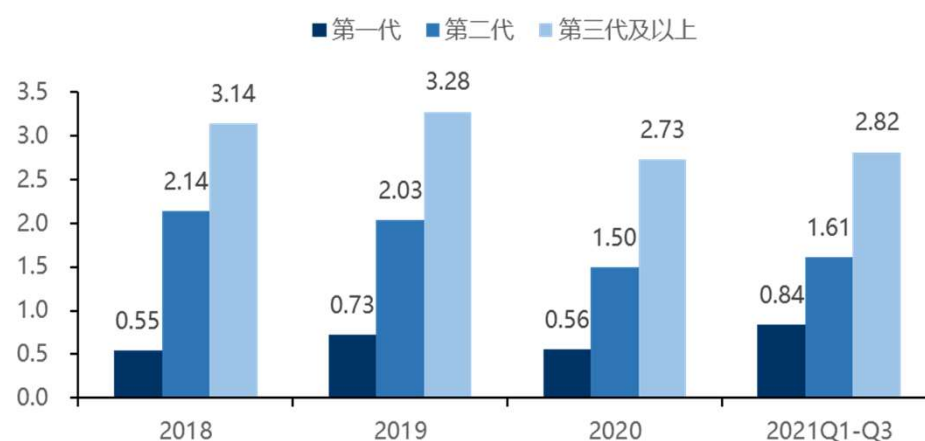
资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

图9：不同代际碳纳米管浆料价格对比（万元/吨）



资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理 CVD：化学气相沉积法。

图10：不同代际碳纳米管浆料单吨毛利对比（万元/吨）

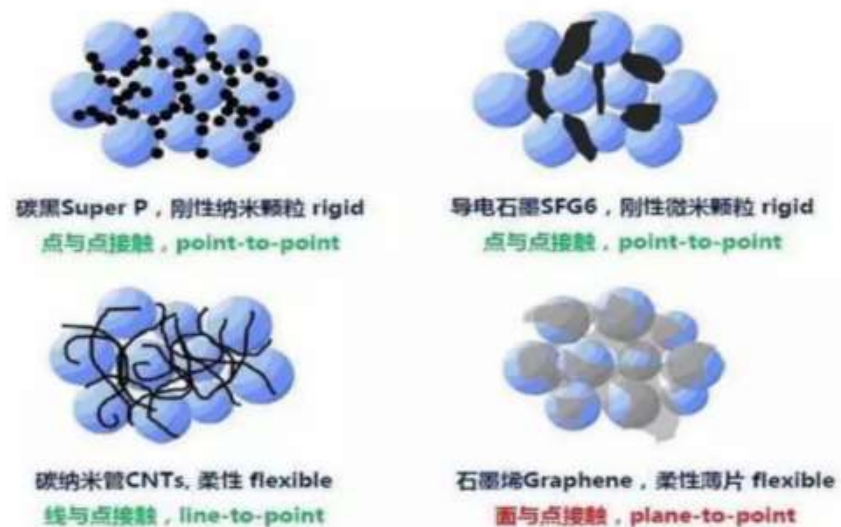


资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

碳纳米管在导电剂中渗透率稳步提升

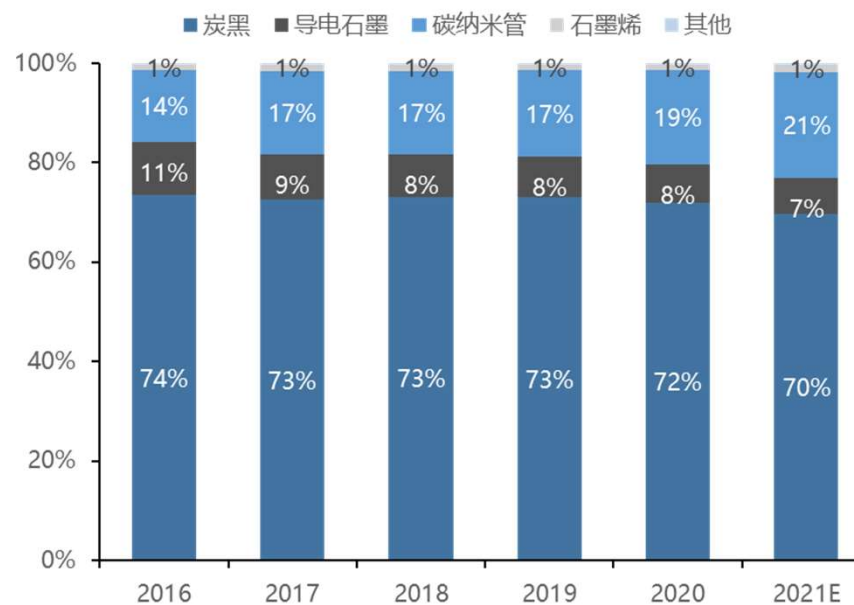
- 碳纳米管和石墨烯导电剂相较于传统导电剂具有导电性能好、用量少的特点。炭黑类、导电石墨类和VGCF作为传统的导电剂，其在活性物质之间各形成点、面或线接触式的导电网络；碳纳米管和石墨烯属于新型导电材料，其分别形成线接触式和面接触式导电网络。
- 在用量方面，导电剂的添加量取决于不同电池生产商的电化学体系，一般为正极或负极重量的1%-3%，碳纳米管导电剂的粉体使用量仅为传统导电剂的1/6-1/2。根据GGII预测，2021年炭黑依旧是市场最主流的导电剂，其出货量占比有望达到69.7%；碳纳米管渗透率持续上升，有望达到21.2%。

图11：锂电池导电材料不同接触类型示意图



资料来源：三顺纳米招股说明书，国信证券经济研究所整理

图12：2016-2021年中国锂电池各类导电剂出货量占比 (%)



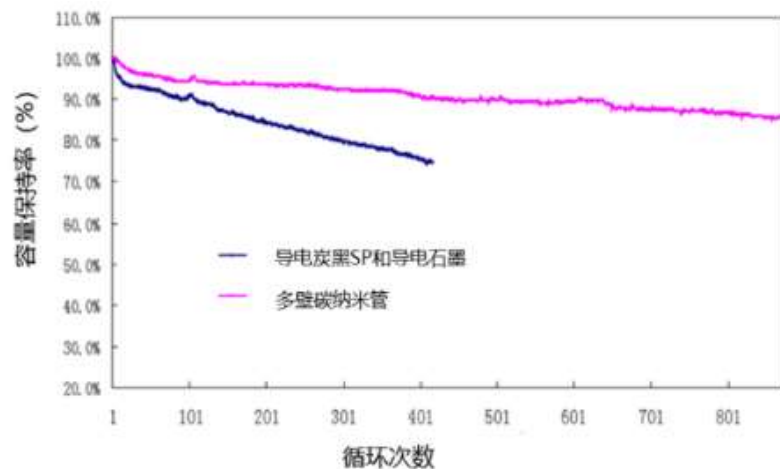
资料来源：天奈科技公告，GGII，国信证券经济研究所整理

多因素催化碳纳米管渗透：性能优势契合下游需求

我们认为，伴随着市场对于高性能电池需求走高，叠加高镍正极、硅基负极等新技术应用以及性价比逐步体现，碳纳米管渗透率有望迎来快速增长：碳纳米管能够全方位提升电池能量密度、寿命、倍率等性能，更为契合下游需求。

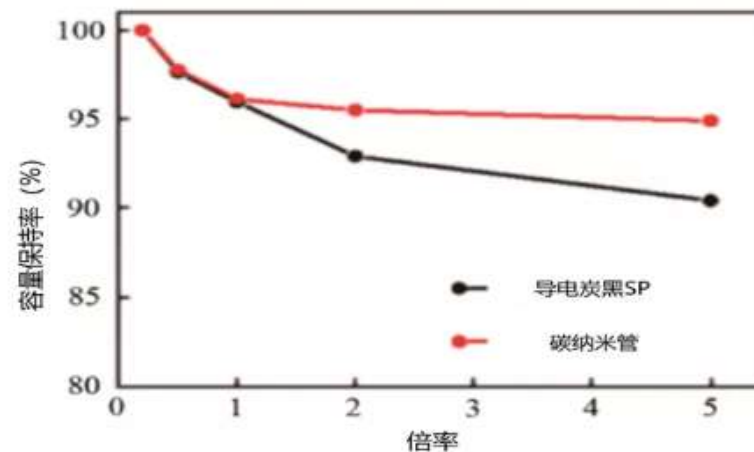
- 1) **提升能量密度**：碳纳米管添加量是传统炭黑的1/6-1/2，等效于降低电极整体质量，提高活性物质质量占比，进而提升能量密度。
- 2) **延长循环寿命**：碳纳米管长径比大，能够与正极材料形成良好导电网络，进而保证正极材料之间连接、防止材料破裂脱落，提升循环寿命。
- 3) **改善快充性能**：碳纳米管优异的导电性能够降低电池极化，提升倍率特性，进而改善快充性能。
- 4) **优化高低温性能**：碳纳米管电导率高，能够降低电极电阻、减少发热；其导热性能优，能够提升电池高低温性能和安全性。

图13：不同导电剂下电池的循环次数



资料来源：中科院成都有机化学所，国信证券经济研究所整理

图14：碳纳米管能够提高电池的倍率性能

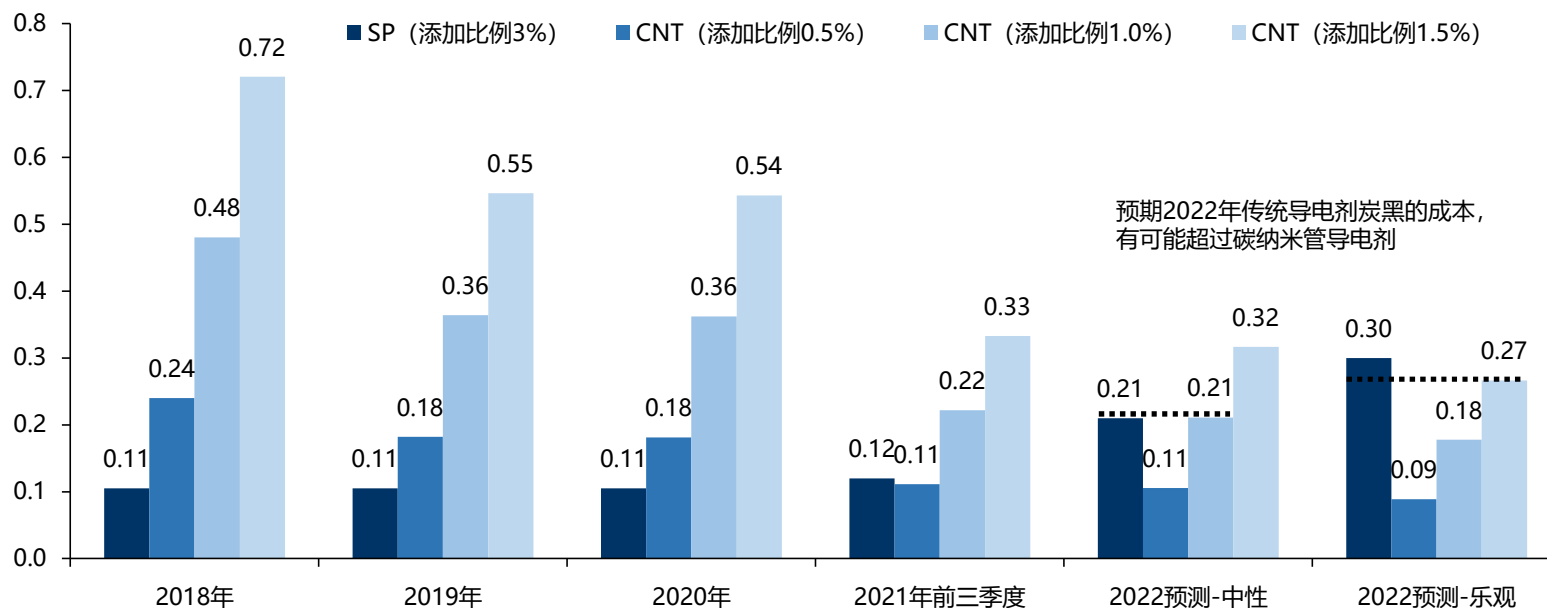


资料来源：《碳纳米管导电剂对硅碳负极锂电池性能提升的探索》，国信证券经济研究所整理

多因素催化碳纳米管渗透：经济性逐渐凸显

- 碳纳米管产品经济性逐步体现。**由于原材料及能源价格上涨，炭黑报价在2021年底由4.5万元/吨提升至近10万元/吨。而碳纳米管伴随规模化快速降本，经济性已初步体现。假设正极材料中SP的添加量为3%，而碳纳米管添加量为0.5%-1.5%。根据天奈科技公告，碳纳米管粉体在2021年前三季度均价已降至22.2万元/吨，较2020年降低38.6%。我们中性假设2022年SP均价为7万元/吨，碳纳米管均价为21.1万元/吨，测算得到添加3%SP对应单吨成本为0.21万元，添加0.5%/1.0%/1.5%碳纳米管对应单吨成本为0.11/0.21/0.32万元。

图15：单吨正极材料添加不同类型导电剂对应成本（万元）变动趋势

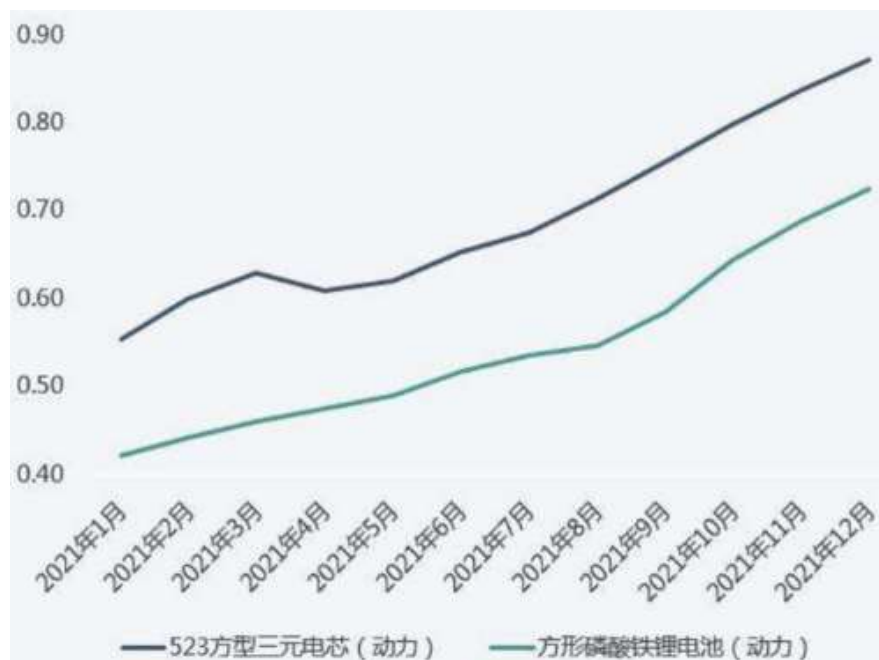


资料来源：天奈科技公告，鑫椏锂电，国信证券经济研究所整理与测算

多因素催化碳纳米管渗透：与铁锂电池装机共同走高

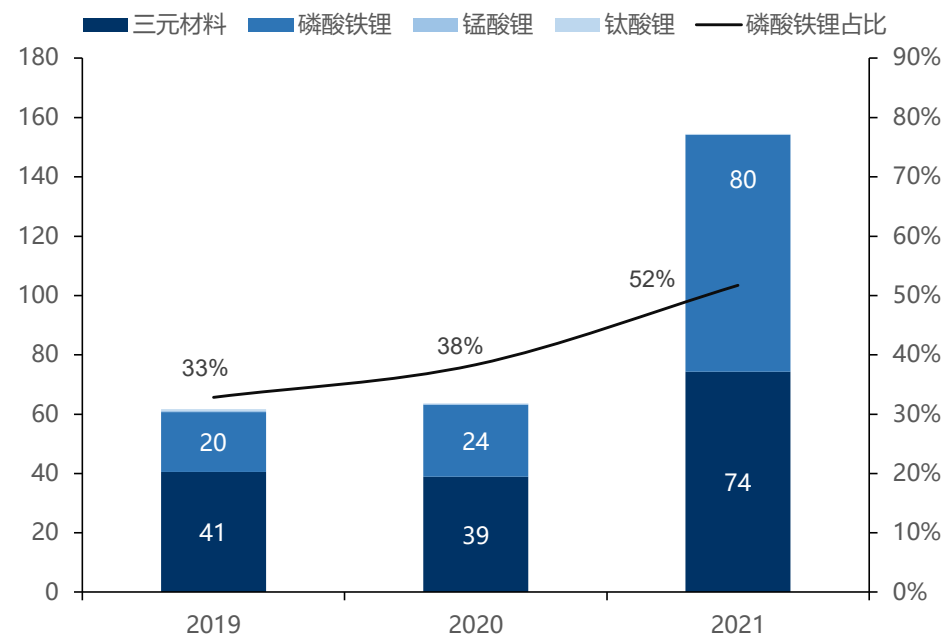
- **与三元正极相比，磷酸铁锂正极材料的优势在于：**1) 组分无贵金属，成本低；2) 材料晶格稳定，可逆性好，循环寿命长；3) 化学键稳定，安全性能高；其主要不足在于：1) 能量密度低；2) 导电性能差。
- **成本优势叠加新技术推动磷酸铁锂装机量走高。**近年来新能源车补贴政策快速滑坡，下游电池厂降本压力巨大，特别是2021年以来镍、钴金属价格持续走高，使得三元电芯价格快速提升，进而使得磷酸铁锂低成本优势更为突出。刀片电池、CTP (Cell to Pack) 封装技术等使得磷酸铁锂电池能量密度得以提升。兼具安全性和性价比的磷酸铁锂电池装机占比持续走高；2021年国内磷酸铁锂电池装机量从24.4GWh提升至79.8GWh，占比为51.7%，同比提升13.3pct。

图16：三元电芯和磷酸铁锂电芯成本对比 (元/Wh)



资料来源：上海有色金属网，国信证券经济研究所整理

图17：国内动力电池装机量及磷酸铁锂电池占比 (GWh、%)

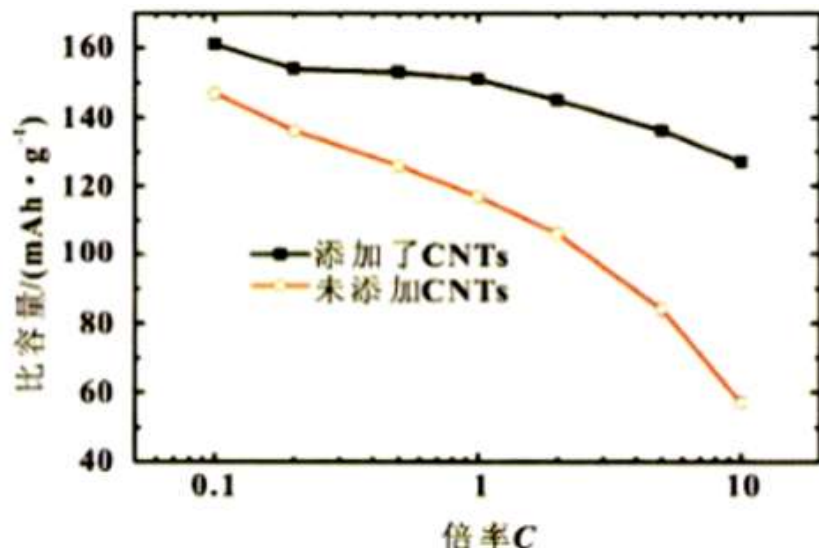


资料来源：动力电池联盟，国信证券经济研究所整理

多因素催化CNT渗透：与铁锂电池装机共同走高

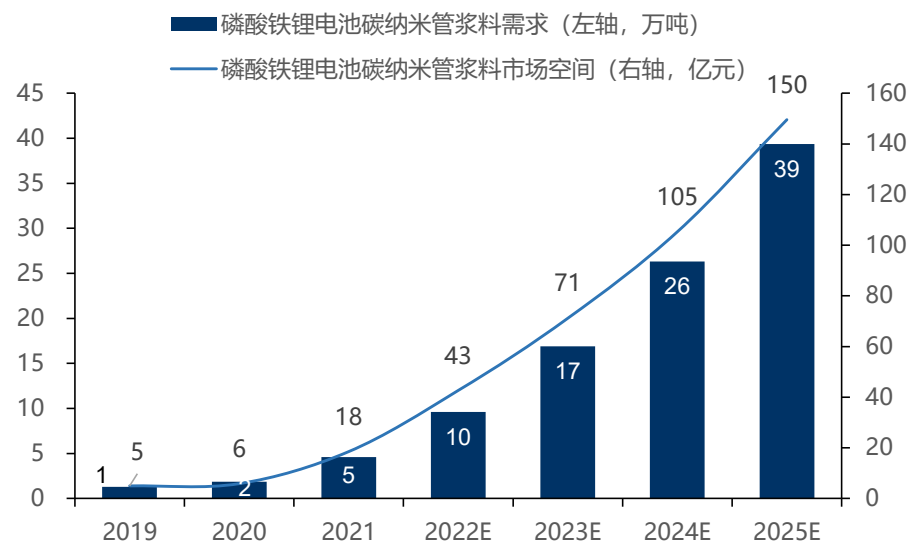
- **CNT能够全方位提高磷酸铁锂电池性能：**特别是增强正极和集流体表面导电性，减少电子在电极局部的极化，加快电子迁移，改善倍率性能。磷酸铁锂电池添加的CNT导电剂比例更高，伴随磷酸铁锂装机占比提升，CNT出货有望快速增长。
- **磷酸铁锂电池添加CNT成本仍较高。**我们假设2022年SP均价7万元/吨，碳纳米管均价21.1万元/吨，SP/CNT粉体添加比例为3%/2%，测算得到单吨正极添加SP/碳纳米管成本为0.21/0.42万元。若考虑到CNT带来能量密度的提升作用，1GWh磷酸铁锂电池正极添加SP和CNT成本为561/999万元。
- **我们假设：**1) 磷酸铁锂电池凭借成本和新技术优势，装机量占比有望稳步提升，2022年预计全球市场占比为44%，2025年有望提升至50%；2) 磷酸铁锂正极CNT添加比例为2%；3) 2022年碳纳米管渗透率预计为24%，2025年渗透率有望达到35%。**综上我们测算得到2022年全球磷酸铁锂CNT浆料需求为9.6万吨，市场空间为43亿元；2025年磷酸铁锂CNT浆料需求为39.4万吨，市场空间为150亿元，2022-2025年均复合增速达到52%。**

图18：不同倍率下磷酸铁锂电池首次放电比容量 (mAh/g)



资料来源：《碳纳米管改性磷酸铁锂正极材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

图19：全球磷酸铁锂电池碳纳米管浆料需求及市场空间 (万吨、亿元)

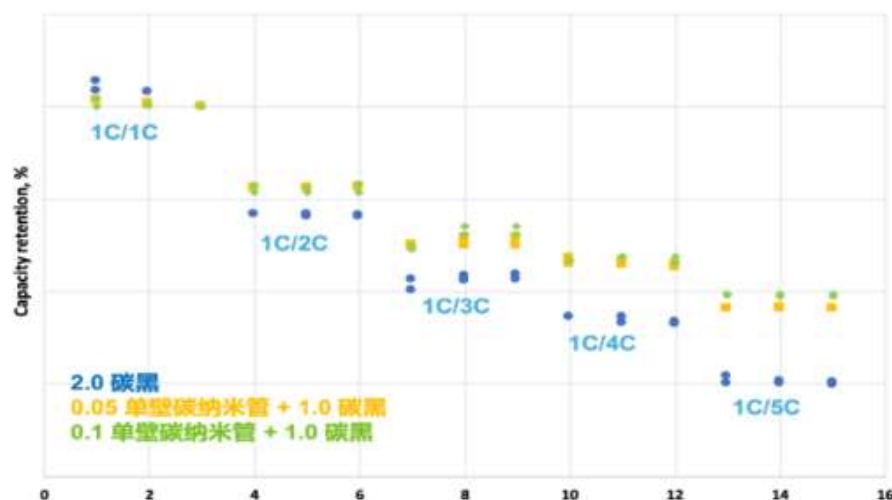


资料来源：GGII，天奈科技公告，国信证券经济研究所整理与测算

多因素催化CNT渗透：携手高镍、硅基同发展

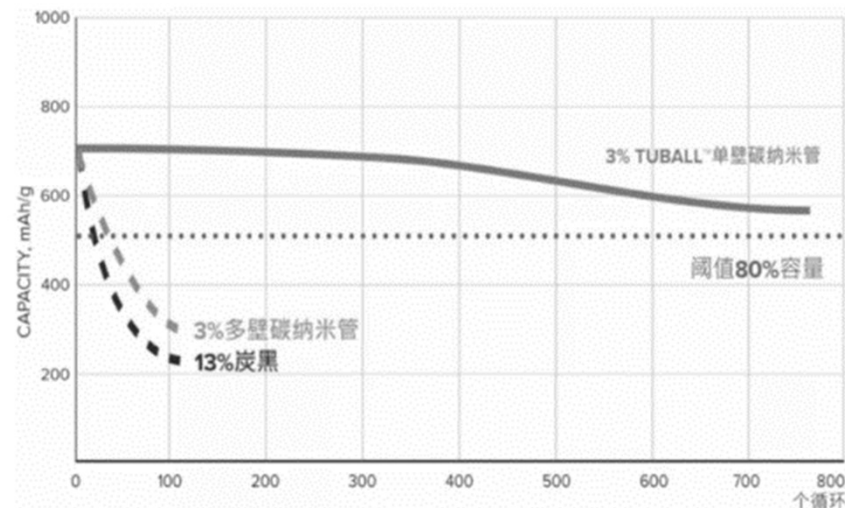
- **4680电池装车在即，有望加快高镍正极和硅基负极应用。** 2022年2月，特斯拉宣布4680电池有望在22年Q1末实现装车。4680电池将带动高镍正极和硅基负极的市场化：1) 圆柱电池单体间接触面小，较方形电池更适配热失控风险高的高镍材料；2) 圆柱电池成组效率低，需要搭配高能量密度材料提升单体容量。
- **高镍正极和硅基负极带动碳纳米管需求。** 高镍正极导电性能差，CNT更契合需求。硅基负极理论比容量高但应用面临较大挑战：1) 硅材料体积膨胀率达300%（碳材料为16%），材料易粉化；2) 负极活性物质易脱落；3) SEI膜处于破损修复动态阶段，厚度持续增加，界面阻抗提高，活性物质消耗。
- **碳纳米管（特别是单壁碳纳米管）是最契合硅基负极的导电剂：1) 导电性能优异**，相较石墨烯，其一维结构更容易搭建有效导电网络，弥补硅基负极导电性差的问题；**2) 弹性高、机械性能强**，特别是单壁碳管弹性更优（是多壁碳管的3-10倍），能够在硅材料体积碰撞时紧密连接各颗粒，提高结构稳定性、减少活性物质脱落；**3) 比表面积大、中空结构优**，能够缓解硅基负极在充放电过程中的体积变化的应力，减少材料坍塌、提高循环寿命；**4) 改善倍率特性、高低温性能等。** 目前，OCSIAI公司已经量产了单壁碳管可用于硅基负极中；天奈科技则提出单壁碳管和多壁碳管混合的方式，来优化浆体的分散性。

图20：单壁碳纳米管能够显著提高NCM811电池的倍率性能



资料来源：OCSIAI，国信证券经济研究所整理
注：纵轴表示容量保持率；图中五组数据由左至右分别代表倍率1C-5C

图21：单壁碳纳米管能够显著提高搭载硅基负极电池的循环寿命



资料来源：OCSIAI，国信证券经济研究所整理
注：横轴表示循环周次，纵轴表示电池容量

多因素催化CNT渗透：携手高镍、硅基负极同发展

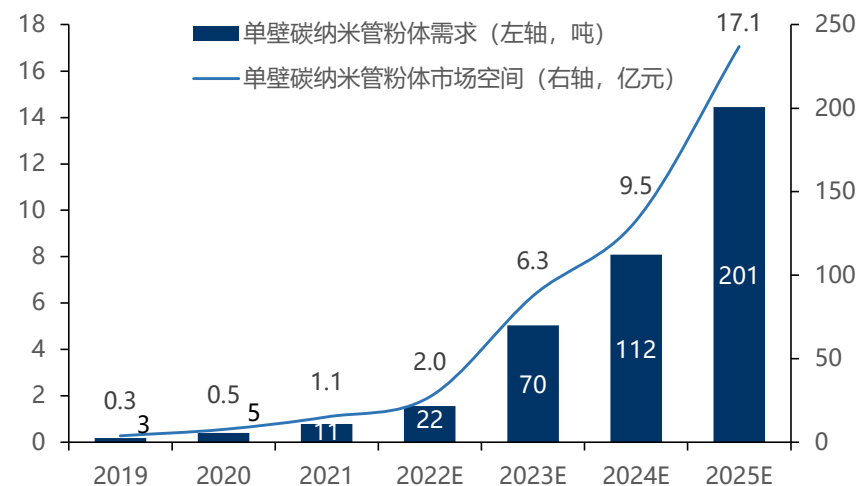
- **高镍三元掺杂CNT成本：**我们假设2022年SP均价7万元/吨，碳纳米管均价21.1万元/吨，SP/碳纳米管粉体添加比例为3%/2%，在假设碳纳米管掺杂使得能量密度提升5%的因素下，测算得到1GWh三元811电池对应SP/碳纳米管成本分别为303/435万元。
- **硅基负极掺杂单壁碳纳米管成本：**我们假设2022年单壁碳纳米管价格为900万元/吨，其在硅基负极中添加比例为0.1%，测算得到1GWh电池对应硅基负极中添加单壁碳纳米管的成本为650万元。
- **我们假设：**1) 硅基负极2022年渗透率为4%、2025年渗透率预计达到15%；2) 三元电池2022年装机占比为44.6%、2025年装机占比达到43.7%；3) 三元正极中2022年碳纳米管渗透率预计为24%，2025年渗透率有望达到35%；4) 三元正极碳纳米管添加比例为1.5%，硅基负极中单壁碳纳米管添加比例为0.1%。
- **综上，我们测算得到：**1) 2022年全球三元电池CNT浆料需求为4.9万吨，市场空间为22亿元；2025年三元电池CNT浆料需求为16.6万吨，市场空间为63亿元，2022-2025年均复合增速达到43%。2) 2022年全球单壁碳纳米管粉体需求为22吨，市场空间为2.0亿元；2025年全球单壁碳纳米管粉体需求为201吨，市场空间为17.1亿元，2022-2025年均复合增速达到106%。

图22：全球三元电池碳纳米管浆料需求及市场空间（万吨、亿元）



资料来源：GGII，天奈科技公告，国信证券经济研究所整理与测算

图23：全球单壁碳纳米管粉体需求及市场空间（吨、亿元）

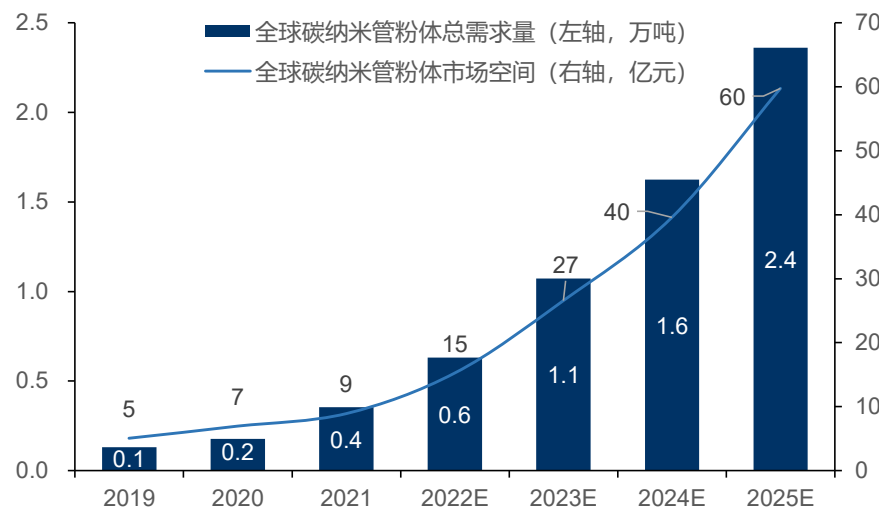


资料来源：GGII，天奈科技公告，OCSiAl，国信证券经济研究所整理与测算

CNT浆料2025年需求为59万吨，市场空间达到224亿元

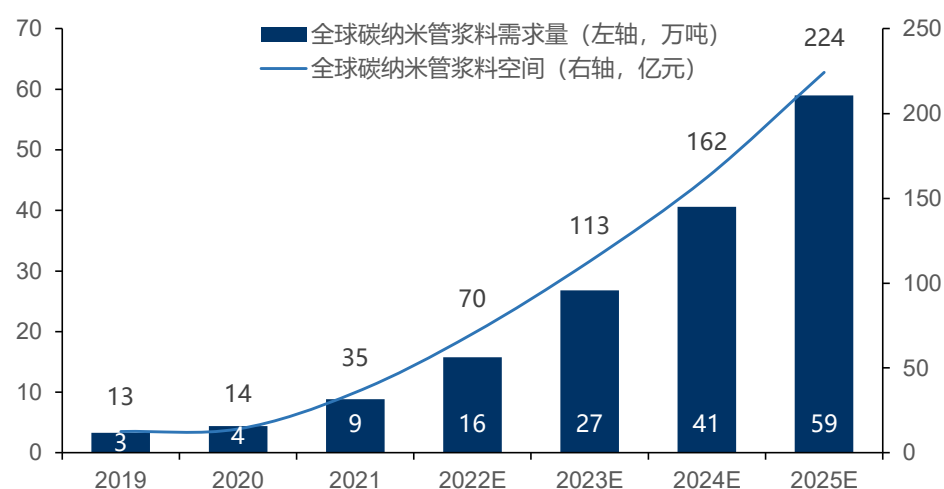
- **我们假设：1) 电池需求：**2022年全球新能源车销量预计为991万辆，对应动力电池需求为492GWh，预计全球锂电池需求为763GWh；预计2025年全球新能源车销量为2227万辆，动力电池需求为1331GWh，锂电池总需求为1938GWh。**2) CNT添加比例：**假设钴酸锂和三元正极中多壁碳纳米管添加比例为1.5%；磷酸铁锂和锰酸锂中多壁碳纳米管添加比例为2%。硅基负极2022年渗透率为4%、2025年渗透率预计达到15%，单壁碳纳米管添加比例为0.1%。**3) CNT导电剂渗透率：**假设2022年正极CNT渗透率预计为24%，2025年渗透率有望达到35%；硅基负极中均需添加单壁碳纳米管。
- **综上所述我们测算得到：1) 2022年全球碳纳米管粉体总需求为0.6万吨，粉体市场空间为15.2亿元；2025年全球碳纳米管粉体需求为2.4万吨，粉体市场空间为59.7亿元，2022-2025年均复合增速达到58%。2) 2022年全球碳纳米管浆料总需求为15.8万吨，市场空间为70亿元；2025年全球碳纳米管浆料总需求为59.0万吨，市场空间为224亿元，2022-2025年均复合增速达到47%。**

图24：全球碳纳米管粉体需求及市场空间（吨、亿元）



资料来源：GGII，天奈科技公告，OCSIAI，国信证券经济研究所整理与测算

图25：全球碳纳米管浆料需求及市场空间（万吨、亿元）



资料来源：GGII，天奈科技公告，OCSIAI，国信证券经济研究所整理与测算

碳纳米管浆料2025年需求为59万吨，市场空间达到224亿元



表5：全球碳纳米管粉体、浆料需求及市场空间测算

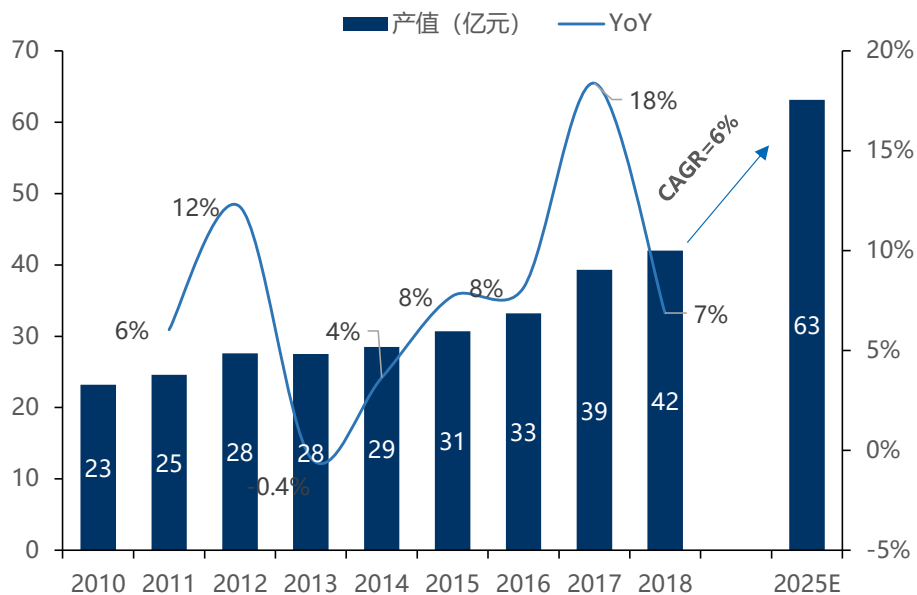
	2019	2020	2021	2022E	2023E	2024E	2025E
全球动力电池需求 (GWh)	102.4	135.3	293.7	492.0	751.4	1006.6	1330.9
全球储能电池需求 (GWh)	17.6	27.0	47.0	78.3	131.5	205.7	322.0
全球消费类电池需求 (GWh)	124.6	138.3	166.4	192.6	221.9	251.8	285.0
全球三元正极需求 (万吨)	22.2	26.5	40.8	54.0	77.3	99.5	126.8
全球钴酸锂正极需求 (万吨)	6.1	6.3	7.5	8.3	9.1	9.9	10.7
全球磷酸铁锂正极需求 (万吨)	14.8	19.6	43.5	80.1	120.7	164.5	225.0
全球锰酸锂正极需求 (万吨)	1.8	2.4	3.5	4.3	4.9	5.5	6.3
全球正极用多壁碳纳米管需求							
三元正极添加比例	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
钴酸锂正极添加比例	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%	1.5%
磷酸铁锂正极添加比例	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
锰酸锂正极添加比例	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%	2.0%
多壁碳纳米管渗透率	17.3%	18.9%	21.2%	24.0%	28.0%	32.0%	35.0%
多壁碳纳米管粉体需求 (吨)	1308.6	1762.4	3526.8	6295.4	10661.9	16131.5	23404.0
多壁碳纳米管粉体价格 (万元/吨)	36.4	36.2	22.2	21.1	19.0	18.6	18.2
多壁碳纳米管粉体市场空间 (亿元)	4.8	6.4	7.8	13.3	20.2	30.0	42.7
全球负极需求 (万吨)	22.3	27.1	45.4	67.8	96.6	126.7	165.3
硅碳负极渗透率	1.4%	2.5%	3.0%	4.0%	9.0%	11.0%	15.0%
全球硅碳负极需求 (万吨)	0.3	0.5	1.1	2.2	7.0	11.2	20.1
全球负极用单壁碳纳米管需求							
硅碳负极中单壁碳纳米管添加比例	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
单壁碳纳米管粉体需求 (吨)	2.5	5.5	10.9	21.7	70.0	112.3	200.7
单壁碳纳米管粉体价格 (万元/吨)	1100.0	1000.0	1000.0	900.0	900.0	850.0	850.0
单壁碳纳米管粉体市场空间 (亿元)	0.3	0.5	1.1	2.0	6.3	9.5	17.1
碳纳米管粉体市场合计							
全球碳纳米管粉体总需求量 (吨)	1311.1	1767.9	3537.8	6317.1	10731.9	16243.8	23604.7
全球碳纳米管粉体市场空间 (亿元)	5.0	6.9	8.9	15.2	26.5	39.6	59.7
YoY		37.4%	28.8%	70.7%	74.3%	49.0%	51.0%
固含量	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
碳纳米管浆料市场需求量 (万吨)	3.3	4.4	8.8	15.8	26.8	40.6	59.0
YoY		34.8%	100.1%	78.6%	69.9%	51.4%	45.3%
碳纳米管浆料市场合计							
碳纳米管浆料价格 (万元/吨)	3.8	3.2	4.0	4.4	4.2	4.0	3.8
全球碳纳米管浆料空间 (亿元)	12.6	14.0	35.5	70.0	112.9	162.4	224.2
YoY		11.3%	153.9%	97.3%	61.4%	43.8%	38.0%

资料来源：GGII，天奈科技公告，OCSIAI，国信证券经济研究所整理与测算

碳纳米管应用领域之导电塑料：2025年市场空间超60亿元

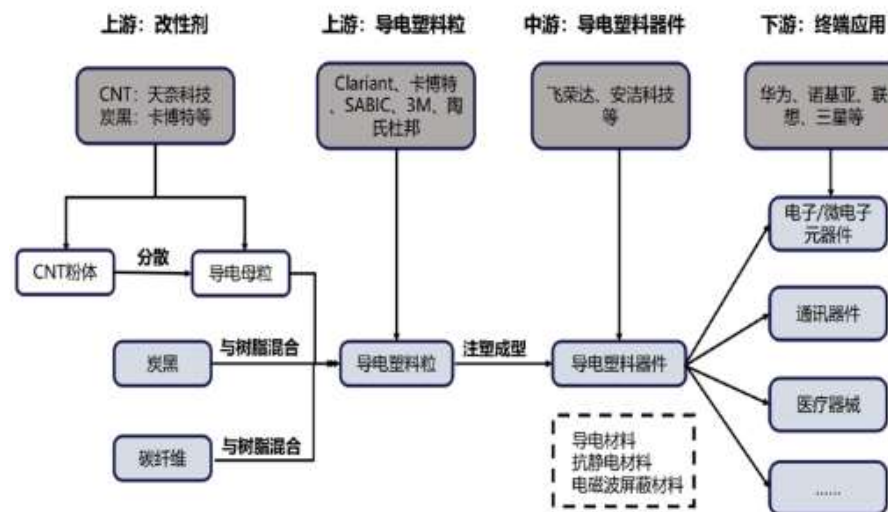
- **导电塑料可分为结构型和填充型。**结构型导电塑料是高聚物本身或经掺杂之后具有导电性的材料，而填充型导电塑料是本身不具有导电性，但通过加入导电性填充物（导电母粒）获得导电性的材料。根据GGII数据，2018年全球导电母粒产值为42亿元，2010-2018年均复合增速为7.7%。我们假设2018-2025年全球导电母粒市场年均复合增速在6%，可以测算得到2025年市场空间有望达到63亿元。

图26：全球导电母粒行业产值（亿元）



资料来源：天奈科技招股说明书，GGII，国信证券经济研究所整理与测算

图27：导电塑料行业产业链示意图



资料来源：华经情报网，国信证券经济研究所整理

碳纳米管应用领域之导电塑料：2025年市场空间超60亿元

- **导电塑料广泛应用于半导体、防静电材料等领域。**导电塑料兼具导电性和塑料材料的优势，具有密度低、机械柔韧性、高强度、低成本、耐腐蚀、电阻可调节等特性，是理想的屏蔽材料。导电塑料目前广泛应用于抗静电添加剂、计算机抗电磁屏幕、智能窗、发光二极管等多个领域。

表6：导电塑料的应用场景

应用领域	具体功能
抗静电以及电磁屏蔽	理想的抗静电材料，其在电子电器领域中可用作集成电路、传感器护套等精密元件生产过程使用防静电周转箱等；中高压电缆中可用作屏蔽材料；还可用作防爆产品的外壳及结构件，电器产品的外壳及结构件等。
显示器领域	可通过旋转覆膜工艺，形成具有导电性或半导电的塑料薄膜。由此可以制造聚合物发光二极管和塑料芯片等。
芯片领域	成本仅为硅材料的十分之一甚至更低，具有极其广阔的前景，很有可能替代硅芯片。塑料芯片在国际上已经得到具体应用并投入到实际的生产生活中，目前主要应用在几百个种类电子元器件中。
生物科学领域	导电塑料具有良好的导电性和生物相容性，可用作生物敏感组织修复材料、人造肌肉、医药缓释材料等。
储能设备	美、日、德等国家已经应用导电塑料成功地研制出了电池，和传统的储能设备相比，这种塑料电池体积小重量轻，并且对环境的危害远小于重金属蓄电池。

资料来源：《导电塑料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

图28：导电塑料的应用领域



资料来源：飞荣达官网，浙江慧仁电子官网，国信证券经济研究所整理

碳纳米管应用领域之导电塑料：碳纳米管性能优势显著

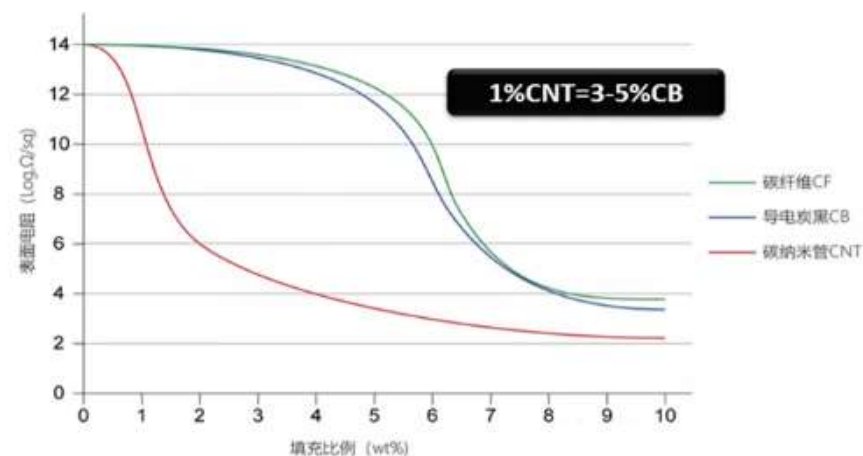
- **导电塑料是由导电填料（导电母粒）和基材通过塑料加工成型方式制得。**常见的导电填料包括：金属及其氧化物、碳系纳米材料等；而最常用的填料是炭黑，主要是由于其价格低廉、产量大以及化学性能和导电性能稳定。
- **在导电塑料领域，碳纳米管相较炭黑存在明显优势：**
 - 1) 冲击强度影响小：**炭黑和CNT等无机材料的添加大多都会导致复合材料的冲击强度下降，而由于碳纳米管添加量较少，整体影响更小。
 - 2) 导电性能优：**碳纳米管的线性结构能够很好的搭建导电网络，其自身导电能力强，会进一步优化复合材料的导电性。
 - 3) 制成品外观好：**一方面碳纳米管添加量少，在实际应用中不会出现导电塑料表面脱碳的情况，而炭黑则会容易产生脱碳并可能影响其他接触件性能；另一方面CNT导电塑料表面光洁度，高透明度、饱和色彩度和力学性能要远好于炭黑填充的制品。
- **CNT在导电塑料中应用的难点：易团聚难分散。**不同于在锂电池领域的应用，碳纳米管在导电塑料领域应用时需要分散在树脂等固体中，分散难度更大。

表7：不同导电填料对比

导电填料类型	优势	不足	对应导电塑料的屏蔽效能/dB
金属及其氧化物	金属及其氧化物来源较广，制备方法简单，导电性能良好，在导电高分子材料中应用较为广泛。	易腐蚀、抗静电和屏蔽性能难以调解等。	55
炭黑	炭黑资源丰富、价格低廉，导电性能持久稳定，可大幅改善材料的导电性能，易加工，对塑料有增强作用。	导电性能一般，且制成品只能为黑色。添加量较多时，复合材料冲击强度会下降。	33.2
碳系纳米材料 碳纤维	碳纤维具有高强度、高模量、高导电性、力学性能好、材料导电性能持久等特点，能够改善复合材料性质。	填充量较高，影响整体的机械强度和加工成型性。	37
碳纳米管	少量的碳纳米管就能形成导电网络，且其密度小，不容易因重力的作用而聚沉。	易团聚、难以分散。	71

资料来源：《电磁屏蔽及抗静电包装塑料及应用》，《导电塑料的研究进展》，国信证券经济研究所整理
注：屏蔽效能越大，屏蔽效果越好

图29：碳纳米管能够显著提升导电塑料的导电性



资料来源：山东大展纳米材料有限公司官网，国信证券经济研究所整理
注：纵轴为电阻，电阻越低导电性越好

碳纳米管应用领域之导电塑料：天奈科技等龙头超前布局



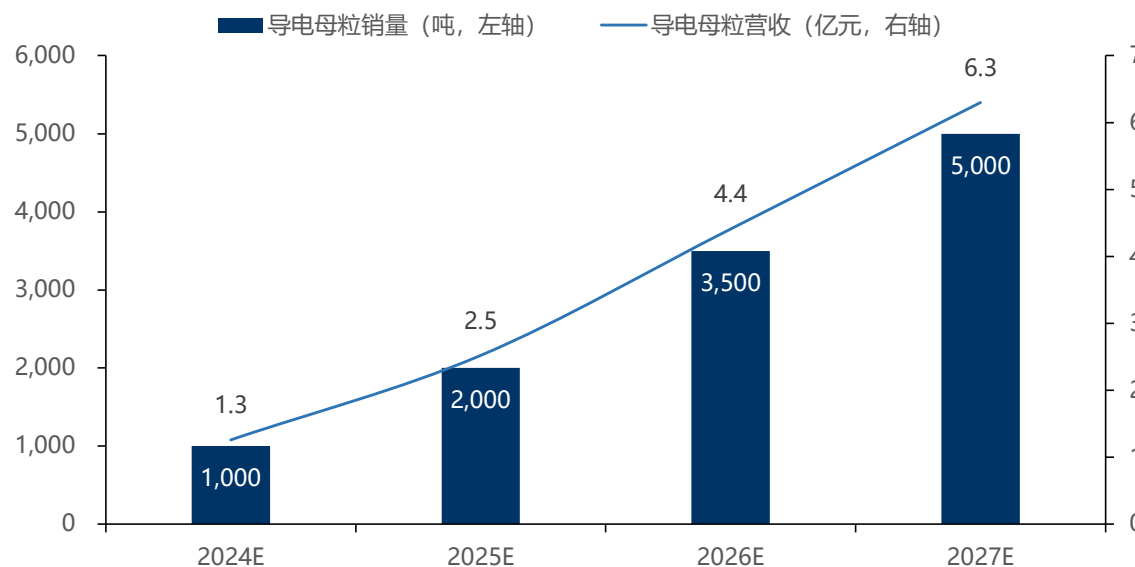
- 天奈科技针对相关工艺、设备、添加剂等都进行了近10项的专利布局，能够拥有一系列核心技术有效解决碳纳米管团聚等问题。同时，其已经和SABIC、Total、Clariant 和 Polyone 等知名国际化工企业展开合作，相关碳纳米管导电母粒产品已经完成部分客户认证，特别是与SABIC的合作已经完成样品测试、正推动后续量产准备工作。
- 公司IPO募投导电母粒产能为2,000吨，2021年可转债募资再扩产5,000吨。导电母粒供应能力持续爬升有望成为业绩新增长点。我们假设导电母粒单吨售价在12.6万元，公司现规划产能有望在2027年前达产，届时公司导电母粒年收入将达到8.8亿元，对应市场占有率接近13%。

表8：天奈科技导电母粒主要技术储备

核心技术名称
碳纳米管压缩技术
导电塑料母粒低剪切、高分散技术
高含量导电塑料母粒技术
导电复合材料分散技术
应用于3D打印的导电塑料母粒技术

资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

图30：天奈科技2021年导电母粒募投项目预期销量及收入（吨、亿元）

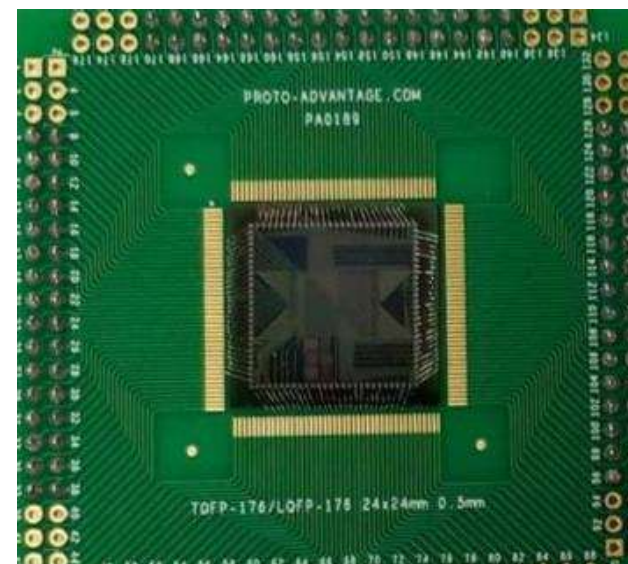


资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

碳纳米管应用领域之碳基芯片：前景广阔，未来可期

- **碳基芯片比硅基芯片有更快的传输数率，且避免欧美技术封锁的优势。**碳纳米芯片的电子特性比硅有优势，电子在碳晶体内比在硅晶体内更容易移动，因此能有更快的传输数率。同时碳基芯比硅基芯片具有成本更低、功耗更小的明显优势。由于美欧等对硅芯片技术的封锁，中国想在硅技术上超越它们非常难，因而发展碳基芯片产业具有战略意义。
- **碳纳米管性能突出，是碳基芯片的关键材料之一。**碳纳米管优势：1) 特殊且完美的一维结构，极大压抑了背散射，是低功耗的弹道运输。2) 理想的无悬挂键结构，化学稳定性强、表面超洁净，栅效率高。3) 载流子迁移率极高、本征电容小，能够快速响应。4) 导电通道超薄、静电控制极佳，性能接近理论极限的5nm平面晶体管。碳纳米管应用挑战：1) 碳纳米管阵列密度低，一般需要在1微米内有100-200个碳纳米管；2) 纯度低：半导体的适宜纯度需要达到99.9999%甚至更高。
- **碳基芯片研究成果频出，但仍任重道远。**2019年，MIT的团队成功制备了完全由碳纳米晶体管构成的16位微处理器。2021年6月北京大学彭练矛院士在《Nature Electronics》发表文章，表示开发出了每微米120个纳米管、半导体纯度高达99.99%的碳纳米管阵列，并以此构筑成了性能优异的射频晶体管。同时，2021年初彭练矛院士提出“在国家重视和科研经费充足下，预计3-5年碳基技术能够在特殊领域小范围应用；预计10-15年硅碳融合技术将成为主流；预计15年之后碳基芯片有望凭借其高性能成为主流技术”。

图31：MIT研制的碳纳米晶体管构成的微处理器

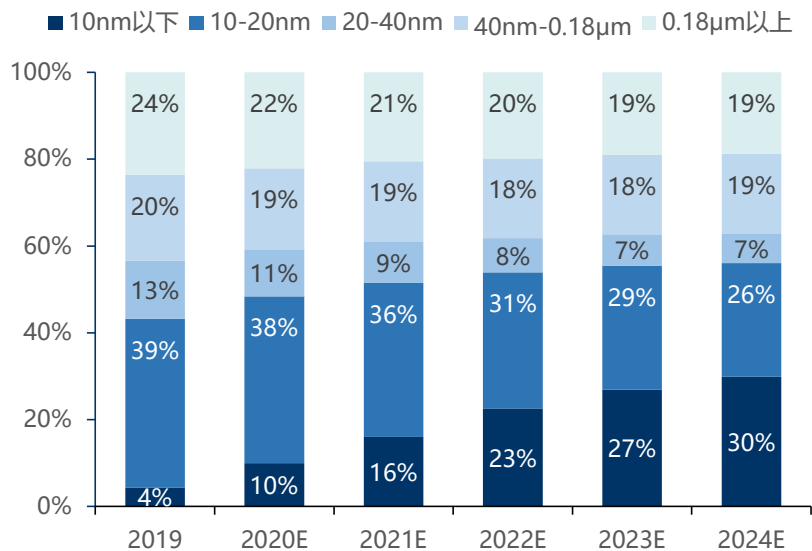


资料来源：期刊ACS Nano，国信证券经济研究所整理

碳纳米管应用领域之碳基芯片：前景广阔，未来可期

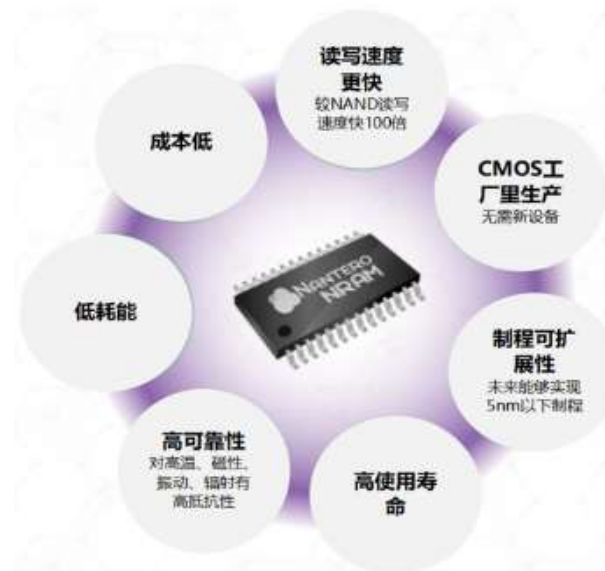
- 台积电2020年开发出独特的工艺流程，生产出了采用“顶栅+背栅”独特结构的CNT器件。同时，该公司在3nm以下的工艺制程中也是在积极探索新材料（例如高迁移率通道、2D晶体管和碳纳米管）的应用可能性。
- 美国Nantero在2007年就与安森美半导体携手开发在CMOS晶圆制造中集成碳纳米管；近年来其也推出了基于碳纳米管的存储器NRAM。NRAM实质上就是形成一层碳纳米管薄膜并将其沉积在标准硅基板上。目前，国内的天奈科技已经与该公司展开合作，高纯碳纳米管产品也已经开始送样测试。
- 根据IC Insights预测，2022年全球集成电路市场规模有望达到5651亿美元，其中10nm以下制程的细分市场规模为1277亿美元，而未来碳纳米管在该细分市场的先进制程领域有着一定的应用前景与可能。

图32：2019-2024年不同制程芯片市场占比



资料来源：IC Insights，国信证券经济研究所整理

图33：美国Nantero公司NRAM产品性能



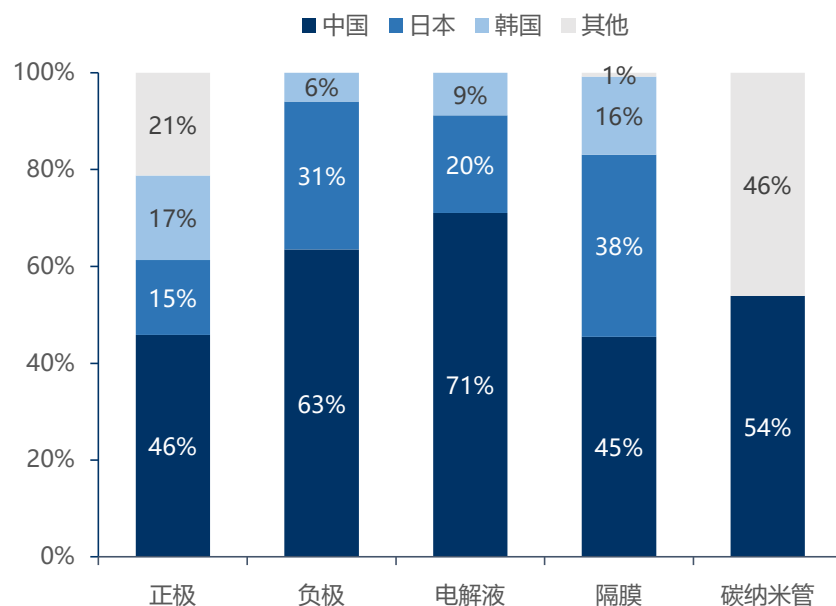
资料来源：Nantero官网，国信证券经济研究所整理

三、行业高集中快迭代，龙头企业优势显著

碳纳米管行业特点：技术密集型的利基市场

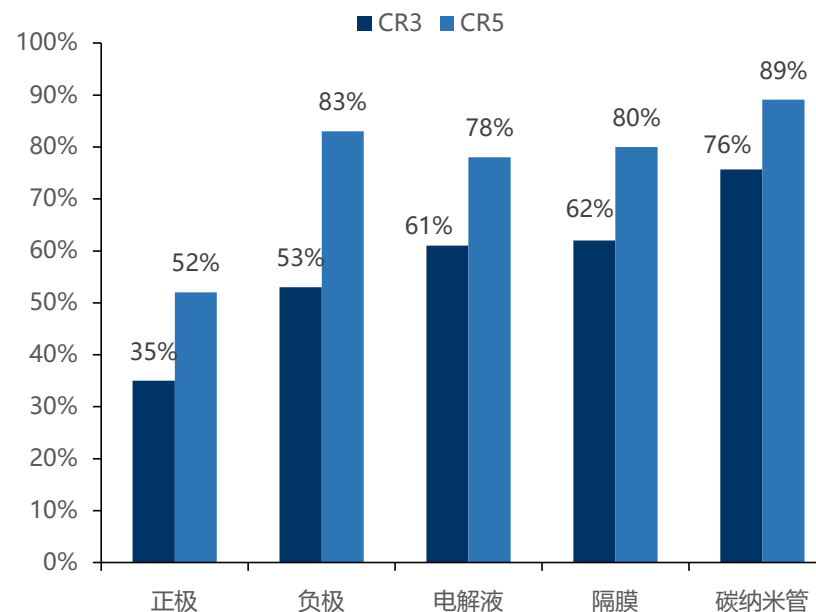
- **国产化率仍有提升空间**：2020年国内碳纳米管出货量占全球的54%，低于负极、电解液等环节，仍有较大提升空间。
- **行业集中度高**：碳纳米管行业2018-2020年，CR3/CR5分别从68.0%/87.7%提升至75.7%/89.1%，行业持续集中。横向对比来看，碳纳米管行业集中度显著高于四大锂电主材环节。

图34：2020年全球锂电主要材料出货量占比



资料来源: GGII、国信证券经济研究所整理

图35：2020年国内锂电材料CR3和CR5

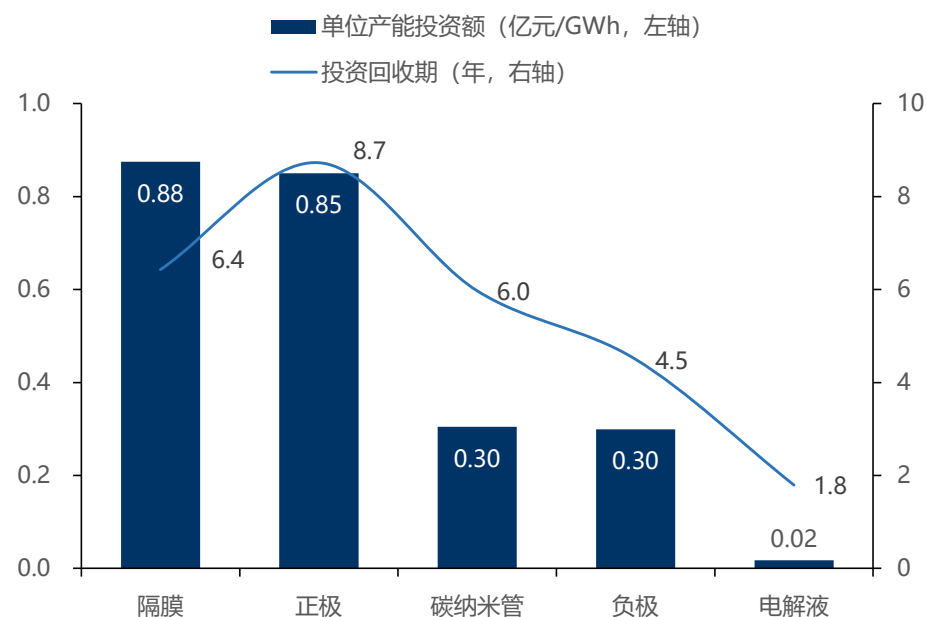


资料来源: GGII、国信证券经济研究所整理

碳纳米管行业特点：技术密集型的利基市场

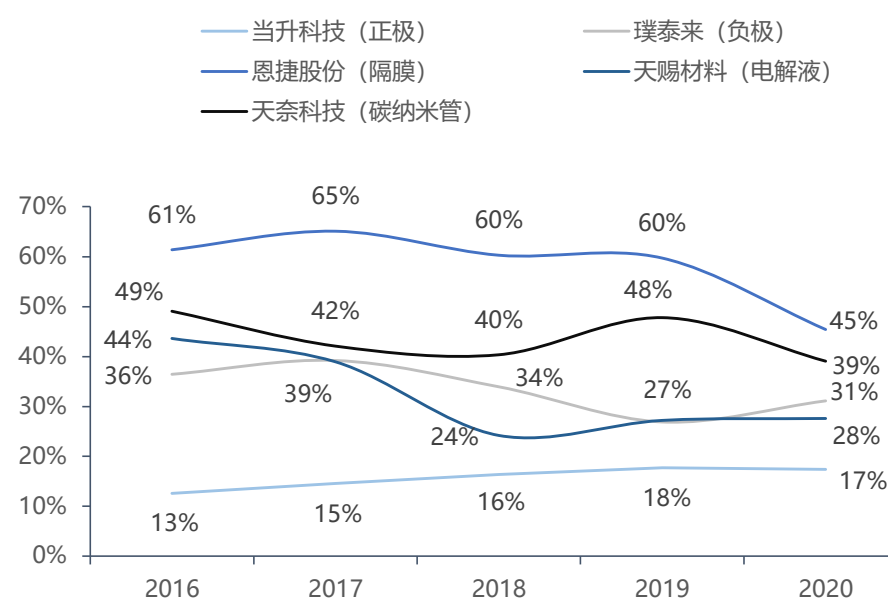
- 碳纳米管单GWh产能投资额为0.30亿元，与负极基本持平，显著低于隔膜和正极行业；头部碳纳米管企业的投资回收期在6年左右。
- 2020年天奈科技毛利率为39%，低于隔膜环节的恩捷股份，但显著高于其他主材环节。高毛利率一方面是由于其在电池中成本占比低（不足4%），下游价格敏感性低；另一方面是产品2-3年的快速迭代，保持较好的竞争优势。

图36：碳纳米管单位产能投资额相对较低



资料来源: Wind、国信证券经济研究所整理
注: 主要材料分别选取当升科技、璞泰来、天赐材料、恩捷股份、天奈科技新建项目投资进行测算

图37：碳纳米管毛利率处于锂电材料较高水平



资料来源: Wind、国信证券经济研究所整理

碳纳米管主要企业概览



表9：碳纳米管主要生产企业情况

生产厂家	碳纳米管浆料年产能	碳纳米管粉体年产能	单壁碳管发展规划	公司情况
OCSiAl		2021年底拥有90吨单壁碳纳米管粉体产能。2024年预计扩产100吨。	现有90吨单壁碳纳米管粉体产能；扩产后产能达到190吨。	公司成立于2010年，总部位于卢森堡。2013年公司研发了首个工业合成单壁碳纳米管的技术；2014年发布了TUBALL单壁碳纳米管。
LG化学		2021年底：1700吨；到2025年计划扩张到5100吨以上。		LG化学于2011年正式启动了碳纳米管的技术研发，2013年建立20吨中试生产线，2014年成功研发出电池用材料和导电复合产品，并通过世界最大规模的流化床反应器建立了大规模生产体系。
卡博特 (三顺纳米)	2020年底：1.3万吨	2020年底：2000吨		全球唯一具备商业量产炭黑、碳纳米管粉体、碳纳米管分散浆料的全系列锂电导电剂生产商。
道氏技术 (青岛昊鑫)	2021年底：1.7万吨；后续在赣州扩产2万吨。	2021年底：1550吨	第五代产品进入中试研发阶段，主要为单壁、双壁管，核心应用于硅基负极、高镍电池产品。	公司自上市后即确立了新能源材料的战略布局，主要集中在正极材料领域，主要产品包括三元前驱体、导电剂和磷酸锂，2018年拟作价15亿元收购青岛昊鑫。
集越纳米	2019年底：1.2万吨			公司成立于2014年，专注于锂电池材料（碳纳米管，隔膜，负极材料等）的研发、生产和销售。公司主打中低端产品。
无锡东恒			具备相关设备和工艺专利。	公司成立于2011年，由无锡东恒纺织与复旦大学产学研合作转型而来，是最早将碳纳米管应用于动力电池的企业。公司产品为碳纳米管导电浆料、石墨烯及二者融合产品。2022年1月获宁德时代投资入股。
天奈科技	2021年底：5万吨。预计在2025年前扩张至10万吨以上。	2021年底：2000吨；预计在2025年扩张至8000吨。	2021年定增新建5000吨单壁碳纳米管浆料项目，预计在2023-2024年投产。	公司是全球最大的碳纳米管供应商之一，在中国市占率常年位居第一。
中科时代纳米	2021年底：2000吨	2021年底：700吨	高纯度单壁碳纳米管粉体产能达到500公斤/年。	公司隶属于中国科学院成都有机化学所，是世界上最主要的碳纳米管生产商之一。

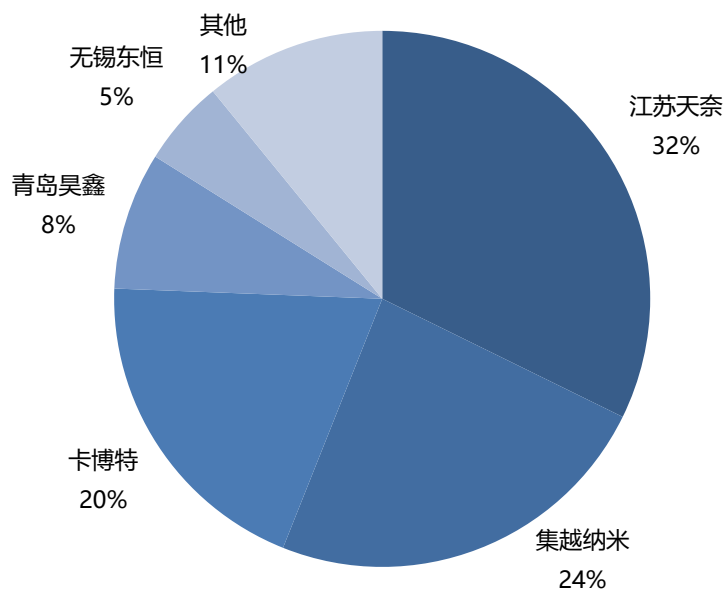
资料来源：OCSiAl, 天奈科技公告, Carbonec, 中科院成都有机化学所, 道氏科技公告, LG化学官网, 国信证券经济研究所整理
注：各公司最新产能情况以各公司最新披露口径为准

天奈科技领航赛道，OCSiAl单壁碳管全球领先



- **天奈科技在碳纳米管行业地位稳固**：根据GGII数据，2020年国内碳纳米管导电浆体行业中天奈科技出货量多年蝉联第一，市占率达到32.3%，主要是供应高端锂电池市场；集越纳米市占率23.8%位居第二；卡博特位居第三。海外企业中卡博特收购三顺纳米切入该领域，LG化学依托自身化工优势自研。
- **碳纳米管行业主要壁垒**：1) 技术难度大，传统导电剂主要是通过反应炉将燃料热解来进行制备，碳纳米管是通过纳米级化学气相沉积法来制备，制备工艺和设备存在显著差别，难以直接切入；2) 导电剂认证周期较长，且成本占比较低，因而客户粘性较大。

图38：2020年国内碳纳米管导电浆料竞争格局



资料来源：GGII，国信证券经济研究所整理

表10：主要碳纳米管企业客户对比

	天奈科技	卡博特 (三顺纳米)	道氏技术 (青岛昊鑫)	无锡东恒
宁德时代	√			
比亚迪	√	√	√	√
国轩高科		√	√	
亿纬锂能	√	√		
中创新航	√		√	√
LG新能源				
松下	√			
ATL	√			√
珠海冠宇	√		√	√
三星SDI	√	√		√
欣旺达	√			

资料来源：天奈科技公告，道氏技术公告，三顺纳米招股说明书，国信证券经济研究所整理
注：不完全统计，各公司情况以其最新披露口径为准

天奈科技领航赛道，OCSiAl单壁碳管全球领先



- **单壁碳纳米管是新机遇，OCSiAl超前布局谋求先机。**OCSiAl是一家俄罗斯企业，其在2013年研发出了首个工业合成单壁碳纳米管的技术，并且在2014年正式发布其单壁碳纳米管产品TUBALL。目前，OCSiAl拥有90万吨的年产能，占全球单壁碳纳米管市场的95%以上。TUBALL已经在锂离子电池、轮胎、导电塑料等领域得到应用，且性能领先于同行竞品。国内企业，天奈科技已成功研发单壁碳纳米管成品，并在2021年定增新建单壁碳纳米管产能，有望在2023-2024年投产；中科时代纳米（中科院成都有机化学所）已具备500kg的年生产能力；道氏技术（青岛昊鑫）也已经完成单壁碳纳米管的研制工作。
- **单壁碳纳米管现阶段价格较高，规模化后有望快速降本。**我们假设单壁碳管报价为900万元/吨。我们假设相同情况下单壁碳管添加量为0.1%，多壁碳管添加量为1.5%。那么我们测算得到单壁碳管和多壁碳管单吨成本分别为0.90/0.32万元。未来伴随企业产能在2023-2024年批量释放以及硅基负极的快速应用，单壁碳管有望通过规模化快速降本。

表11：各企业单壁碳纳米管粉体性能情况

公司名称	产品所处阶段	平均管径/nm	纯度	IG/ID	长度/um	比表面积 (m2/g)
OCSiAl	量产	1.2-2		>90	>5	800-1600
天奈科技	量产	2-4	≥80%	≥40	≥500	≥450
中科时代纳米	量产	<2	≥95%	>20	5-30	450m2/g以上，部分产品达到900m2/g以上
道氏技术（青岛昊鑫）	实验室样品完成制备	1-2	≥95%		<10	730-800

资料来源：OCSiAl官网，天奈科技公告，道氏技术公告，中科时代纳米官网，国信证券经济研究所整理

注：IG/ID为拉曼光谱两峰比值，该值越高代表材料导电性能越强；比表面积是指单位质量物料所具有的总面积，该值越大能够更好吸附活性颗粒。

四、投资建议

天奈科技：技术优势领先



技术优势：公司自主制备催化剂、自研关键设备、分散体系设置专利保护，掌握核心制备壁垒。同时公司针对硅基负极、高镍正极等新产业趋势，已经进行专利布局和技术积累，持续保持龙头优势。公司现已量产一代、二代和三代产品，新一代应用到硅基负极中的产品有望在2023-2024年量产，产品性能和迭代速度领先同行。从历史上看，公司对各主要电池技术的产品研发和市场推广，均领先行业主要竞争对手。

表12：碳纳米管企业不同产品对比

公司名称	产品型号	平均管径/nm	纯度	长度/um	比表面积 (m2/g)
天奈科技	FT9000系列粉体	10-25	≥99.9%	10	110-250
	FT7000系列粉体	7-11	≥99.9%	5-20	200-300
	FT6000系列粉体	7-11	≥99.9%	50-250	250-350
	FT2000系列粉体	2-4	≥80%	≥500	≥450
青岛昊鑫	细管径导电浆料NS-7系	8-15			
	细管径薄壁碳管NS-6系	6-8		50-100	
	单壁碳纳米管粉体	1-2	≥95%	<10	730-800
无锡东恒	DH-S1粉末	40-60	>98%	10-20	
	DH-P1-5B浆料	50	>98%	20	
	DH-P2-5浆料	10-20	>98%	20	
三顺纳米	CNTs40	30-50	>99.2%	5-12	
	HCNTs10	10-20	>99.5%	5-12	
	CNTs1	10-20	>97.5%	5-12	
	GCNTs5	5-10	>99.2%	≥15	
	GCNTs20	20-30	>98.7%	5-12	

资料来源：天奈科技官网，天奈科技招股说明书，道氏技术公告，国信证券经济研究所整理

表13：碳纳米管企业不同代际产品推出时间

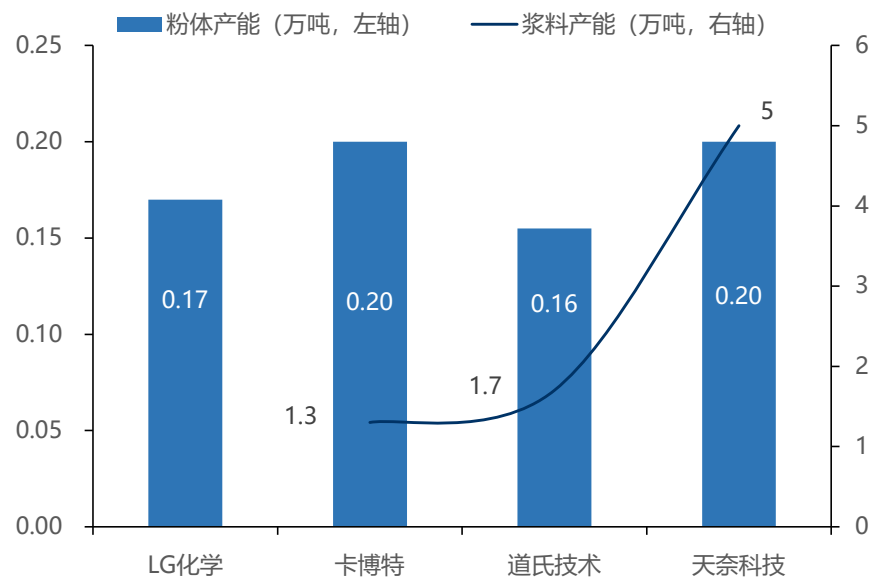
应用领域	青岛昊鑫	天奈科技
磷酸铁锂正极	2016	2014
三元正极	2017	2016
高镍三元正极		2018
硅基负极 (单壁碳管)	实验室完成制备	2023-2024

资料来源：天奈科技公告，道氏技术公告，国信证券经济研究所整理

天奈科技：客户与规模优势

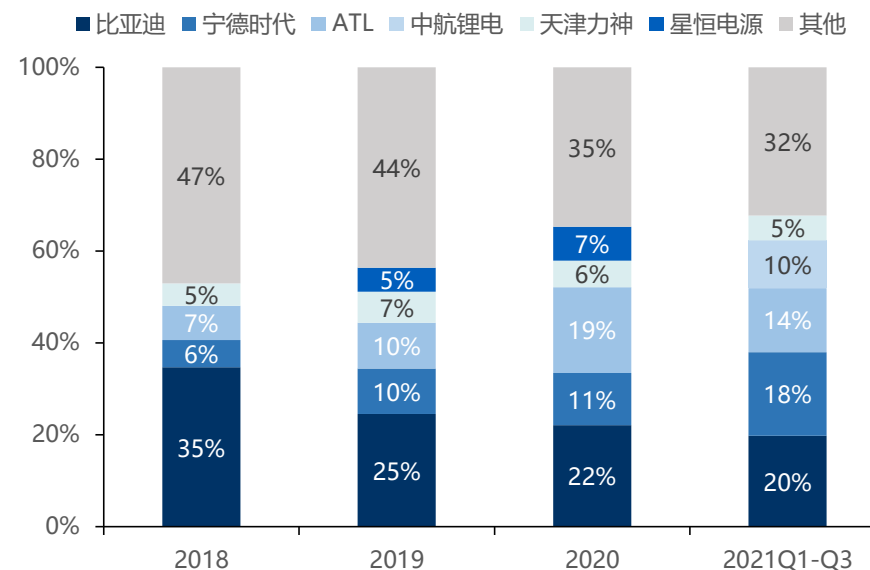
- ✓ **客户优势：**公司与宁德时代、比亚迪、ATL等产业龙头密切合作，并积极布局亿纬锂能、欣旺达、中创新航等客户，客户兼具深度和广度。同行企业多集中于同比亚迪、国轩高科等企业合作，其他电池厂渗透较少。**1) 近年来公司积极加深与宁德时代等厂商合作，2021年前三季度对其销售占比已提升至18.2%，较2018年提升12.2pct；2021年前三季度中创新航首次跻身前五大客户。2) 凭借单壁碳纳米管产品优势，公司有望突破松下、三星新电池体系，跟随4680电池及硅基负极快速成长。**
- ✓ **规模优势：**公司2021年底预计碳纳米管导电浆料产能为5万吨，生产能力远超同行。规模效应和产品高速迭代下，公司盈利持续高位。2021年上半年，天奈科技净利率达到23.05%，高于青岛昊鑫的17.78%。

图39：碳纳米管企业产能对比



资料来源：LG化学官网，道氏技术公告，天奈科技公告，国信证券经济研究所整理
注：卡博特数据为2020年产能，其他企业均为2021年底数据

图40：天奈科技前五大客户结构



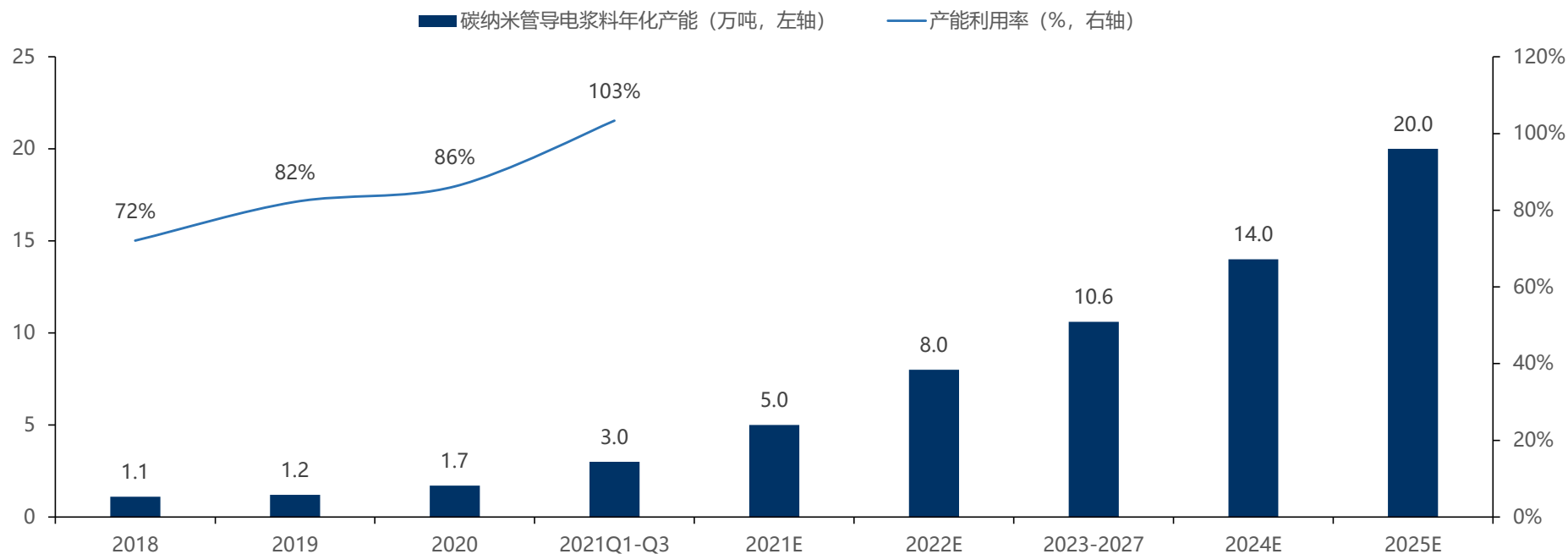
资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

募投扩产缓解产能瓶颈，一体化叠加产品优化增厚利润

量的逻辑：

- ✓ **产能扩张：**下游汽车电动化加速推进，公司产品供不应求，产能利用率持续高位，大举扩产势在必行。公司现有碳纳米管导电浆料产能达到5万吨，2021年公司再提新扩产计划，拟扩建5万吨导电浆料项目，届时公司产能将突破10万吨，较现有产能实现翻倍。
- ✓ **导电母粒有望贡献新增量：**公司IPO募投导电母粒产能为2,000吨，2021年可转债募资再扩产5,000吨。导电母粒升有望成为业绩新增长点。

图41：天奈科技导电浆料年化产能及产能利用率（万吨、%）



资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理与预测

注：2023-2027年产能为公司已披露规划总建设产能，具体投产节奏未明确；2022、2024、2025年产能为国信证券经济研究所预测

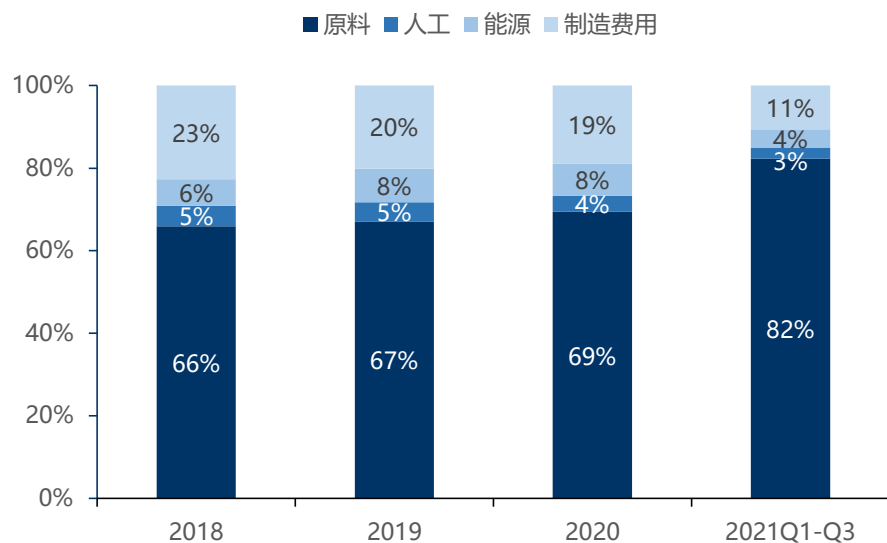
募投扩产缓解产能瓶颈，一体化叠加产品优化增厚利润

公司一体化布局夯实盈利优势：

- 1) 粉体自产：**公司碳纳米管粉体均为自产，较青岛昊鑫等在原料成本上更具优势，公司IPO募投6000吨粉体有望在2022年至2023年开始释放；
- 2) 布局纯化环节：**公司早期场地资源有限纯化多采用委外加工，而高代碳纳米管产品纯化要求高，公司在2021年募投新建3000吨碳管纯化产能，提高产品质量、保障竞争力；
- 3) 深化NMP生产与回收：**碳纳米管浆料的主要原材料有NMP、丙烯、分散剂等，其中NMP成本占比超80%。2018年公司投资设立控股子公司新纳环保自行生产和回收NMP，相关项目已于2020年开始投产，未来伴随产能爬坡有望对冲NMP价格波动对成本的压力。

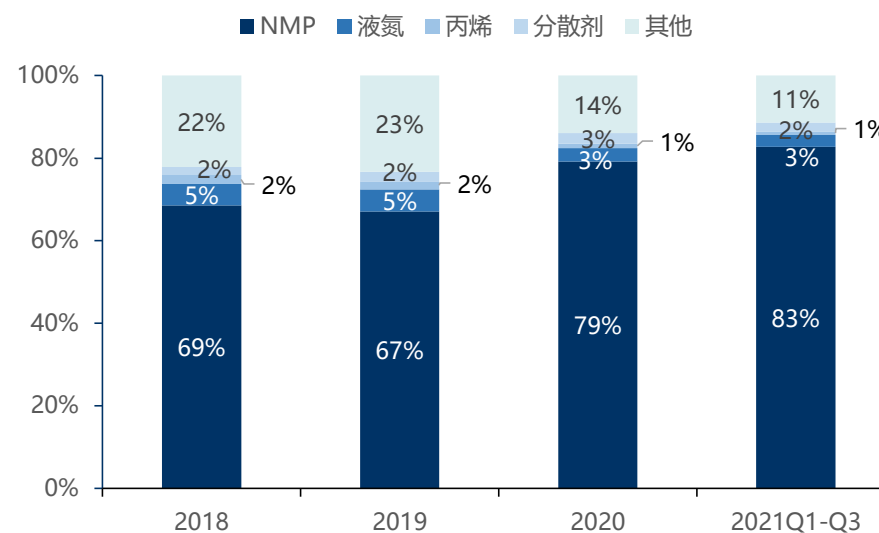
规模化推动成本下降：公司产能快速扩张和产能利用率持续提升下，单位产品折旧摊销减少，制造费用和人工成本占比持续下降，成本得到优化。

图42：天奈科技产品成本结构



资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

图43：天奈科技原材料成本结构



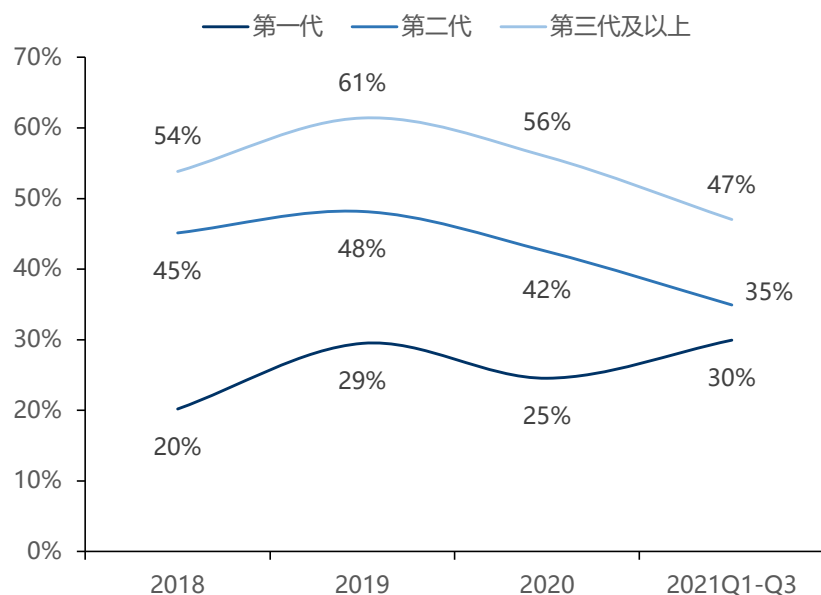
资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

募投扩产缓解产能瓶颈，一体化叠加产品优化增厚利润



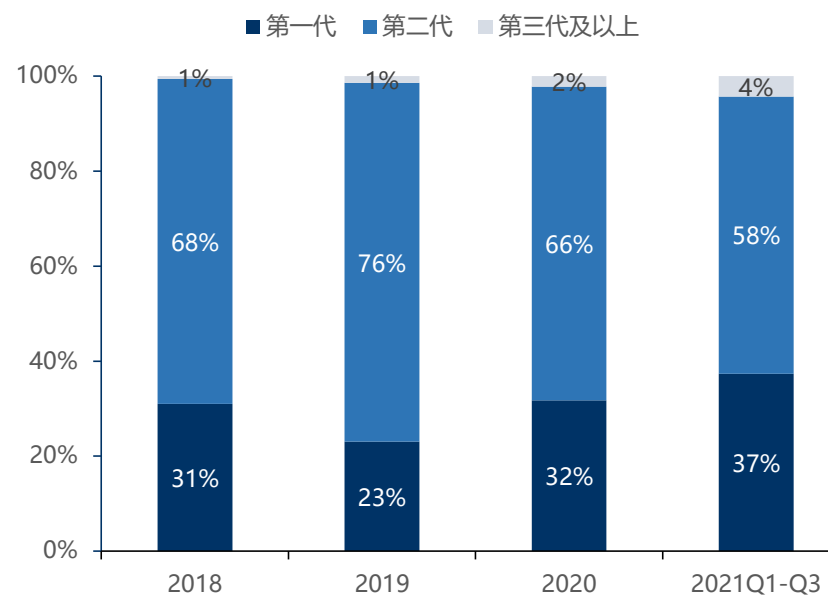
✓ **产品结构优化增厚利润**：公司每2-3年推出一代新产品，新品价格高、盈利能力强。近年来公司二代、三代及以上高毛利率产品积极导入下游客户并开发新型单壁碳纳米管产品，产品结构优化增强盈利能力。

图44：天奈科技各代际产品毛利率对比



资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

图45：天奈科技各代际产品销量占比



资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理

投资建议：推荐关注天奈科技



我们假设：

- ✓ **碳纳米管浆料**：我们预计，伴随新增产能快速释放和下游碳纳米管渗透率的逐步提升，公司产品出货将快速增长；同时产品出货结构改善将提升盈利能力。我们预计2021-2023年碳纳米管浆料销量分别为3.3/7.0/10.0万吨，单吨均价分别为4.12/4.00/3.77万元，对应毛利率分别为34.0%/34.8%/35.3%。
- ✓ **多壁碳纳米管粉体**：公司浆料产能规划饱满，粉体产能将持续维持供应紧张态势，预计对外销售量将相对平稳。我们预计2021-2023年多壁碳纳米管粉体销量分别为16.5/18.0/20.0吨，单吨价格分别为22.0/21.3/20.7万元。
- ✓ **单壁碳纳米管**：公司预计2023年单壁碳纳米管开始实现批量销售，预计2023年粉体销量为22吨，单吨价格为900万元，对应毛利率为77.8%。
- ✓ **导电母粒**：公司预计2023年导电母粒开始实现批量销售，预计2023年销量为2000吨，单吨价格为12.6万元，毛利率为45%。

表14：天奈科技各主业务拆分及预测

		2020	2021E	2022E	2023E			2020	2021E	2022E	2023E
碳纳米管浆料	营业收入 (亿元)	4.7	13.6	28.0	37.7	导电母粒	营业收入 (亿元)				2.5
	YoY		191%	106%	34%		YoY				
	销量 (吨)	14,742	33,000	70,000	100,000		销量 (吨)				2000
	单价 (万元/吨)	3.2	4.1	4.0	3.8		单价 (万元/吨)				12.6
	毛利润 (亿元)	1.8	4.6	9.7	13.3		毛利润 (亿元)				1.1
	毛利率 (%)	38.8%	34.0%	34.8%	35.3%		毛利率 (%)				45.0%
多壁碳纳米管粉体	营业收入 (亿元)	0.06	0.04	0.04	0.04	单壁碳纳米管粉体	营业收入 (亿元)				2.0
	YoY		-34%	6%	8%		YoY				
	销量 (吨)	15	17	18	20		销量 (吨)				22
	单价 (万元/吨)	36.2	22.0	21.3	20.7		单价 (万元/吨)				900
	毛利润 (亿元)	0.03	0.03	0.03	0.03		毛利润 (亿元)				1.5
	毛利率 (%)	60.5%	78.0%	75.0%	75.0%		毛利率 (%)				77.8%
合计	营业收入 (亿元)	4.7	13.6	28.1	42.2						
	YoY		189%	106%	50%						
	毛利润 (亿元)	1.8	4.7	9.8	16.0						
	毛利率 (%)	39.1%	34.1%	34.8%	37.9%						

资料来源：天奈科技公告，国信证券经济研究所整理与预测

投资建议：推荐关注天奈科技



我们推荐关注技术实力领先、客户优势显著的赛道领军者天奈科技：

公司积极进行产能扩张，并加快下游大客户渗透推动出货量高速增长。同时，公司依托一体化布局，积极向下游导入高代产品提升盈利能力。我们持续看好公司在碳纳米管细分赛道的技术和客户优势，我们上调原有盈利预测，预计2021-2023年归母净利润为2.99/5.96/9.90亿元（原预测为2.92/5.82/7.88亿元），同比增长179%/100%/66%，对应EPS分别为1.29/2.57/4.26元，当前股价下对应PE为107/54/32倍，维持“买入”评级。

表15：重点公司盈利预测及估值（2022年3月6日）

公司代码	公司名称	投资评级	收盘价(元)	EPS				PE				PB
				2020	2021E	2022E	2023E	2020	2021E	2022E	2023E	2020
300073	当升科技	买入	77.65	0.76	1.91	2.17	2.82	102.18	40.56	35.70	27.51	8.62
002812	恩捷股份	增持	225.67	1.26	2.74	4.87	6.77	179.10	82.36	46.33	33.32	12.65
300037	新宙邦	增持	88.91	1.26	3.17	3.44	4.50	70.83	28.06	25.87	19.74	8.81
688116	天奈科技	买入	137.27	0.46	1.29	2.57	4.26	296.75	106.67	53.47	32.22	19.20

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理与预测

投资建议：推荐关注天奈科技



附表：财务预测与估值

资产负债表 (百万元)	2019	2020	2021E	2022E	2023E
现金及现金等价物	201	197	200	200	200
应收款项	96	175	224	461	694
存货净额	69	55	131	269	405
其他流动资产	85	99	13	26	37
流动资产合计	1288	1311	1371	1782	2179
固定资产	332	397	1126	2723	3826
无形资产及其他	99	152	146	140	134
投资性房地产	25	20	55	112	169
长期股权投资	0	0	0	0	0
资产总计	1742	1881	2698	4757	6308
短期借款及交易性金融负债	15	25	549	1937	2506
应付款项	59	96	128	260	366
其他流动负债	14	23	0	0	0
流动负债合计	88	145	678	2197	2872
长期借款及应付债券	36	24	24	24	24
其他长期负债	23	31	31	31	31
长期负债合计	59	55	55	55	55
负债合计	148	200	732	2251	2926
少数股东权益	13	20	22	26	32
股东权益	1582	1661	1943	2480	3350
负债和股东权益总计	1742	1881	2698	4757	6308
关键财务与估值指标	2019	2020	2021E	2022E	2023E
每股收益	0.47	0.46	1.29	2.57	4.26
每股红利	0.14	0.07	0.26	0.51	0.85
每股净资产	6.88	7.25	8.46	10.79	14.56
ROIC	16%	13%	24%	25%	26%
ROE	7%	6%	15%	24%	29%
毛利率	48%	39%	34%	35%	38%
EBIT Margin	30%	21%	23%	25%	29%
EBITDA Margin	37%	27%	26%	29%	33%
收入增长	18%	22%	189%	106%	50%
净利润增长率	63%	-3%	179%	99%	66%
资产负债率	8%	11%	27%	47%	46%
息率	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
P/E	289.11	296.75	106.67	53.47	32.22
P/B	19.96	18.93	16.22	12.72	9.43
EV/EBITDA	225.48	248.97	90.19	42.30	24.76

利润表 (百万元)	2019	2020	2021E	2022E	2023E
营业收入	386	472	1365	2807	4223
营业成本	202	288	899	1830	2624
营业税金及附加	4	6	9	19	28
销售费用	15	17	29	48	68
管理费用	28	35	70	124	175
研发费用	21	28	50	93	127
财务费用	3	2	(1)	15	56
投资收益	3	33	20	20	20
资产减值及公允价值变动	(4)	(7)	(7)	(3)	(3)
其他收入	14	9	19	12	12
营业利润	123	124	333	706	1171
营业外净收支	3	(1)	4	0	0
利润总额	126	123	337	706	1171
所得税费用	16	16	37	106	176
少数股东损益	(0)	(1)	2	4	6
归属于母公司净利润	110	107	299	596	990
现金流量表 (百万元)	2019	2020	2021E	2022E	2023E
净利润	110	107	299	596	990
资产减值准备	(4)	(7)	(7)	(3)	(3)
折旧摊销	26	30	48	107	198
公允价值变动损失	0	0	(3)	0	0
财务费用	3	2	(1)	15	56
营运资本变动	48	(36)	(46)	(279)	(291)
其它	(66)	(29)	(9)	1	45
经营活动现金流	114	65	282	422	939
资本开支	(73)	(128)	(770)	(1698)	(1296)
其它投资现金流	(737)	83	(17)	(38)	(37)
投资活动现金流	(810)	(44)	(788)	(1735)	(1332)
权益性融资	834	6	0	0	0
负债净变化	(28)	(1)	524	1388	569
支付股利、利息	0	(33)	(16)	(60)	(119)
其它融资现金流	(64)	11	524	1388	569
融资活动现金流	803	(30)	509	1313	394
现金净变动	106	(10)	3	0	0
货币资金的期初余额	96	201	197	200	200
货币资金的期末余额	201	197	200	200	200
企业自由现金流	102	(48)	(489)	(1275)	(362)
权益自由现金流	71	(51)	36	100	159

资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理与预测

免责声明



国信证券投资评级		
类别	级别	定义
股票投资评级	买入	预计6个月内，股价表现优于市场指数20%以上
	增持	预计6个月内，股价表现优于市场指数10%-20%之间
	中性	预计6个月内，股价表现介于市场指数±10%之间
	卖出	预计6个月内，股价表现弱于市场指数10%以上
行业投资评级	超配	预计6个月内，行业指数表现优于市场指数10%以上
	中性	预计6个月内，行业指数表现介于市场指数±10%之间
	低配	预计6个月内，行业指数表现弱于市场指数10%以上

分析师承诺

作者保证报告所采用的数据均来自合规渠道，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

本报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有，仅供我公司客户使用。未经书面许可任何机构和个人不得以任何形式使用、复制或传播。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，一切须以我公司向客户发布的本报告完整版本为准。本报告基于已公开的资料或信息撰写，但我公司不保证该资料及信息的完整性、准确性。本报告所载的信息、资料、建议及推测仅反映我公司于本报告公开发布当日的判断，在不同时期，我公司可能撰写并发布与本报告所载资料、建议及推测不一致的报告。我公司或关联机构可能会持有本报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行业务服务。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司将随时补充、更新和修订有关信息及资料，但不保证及时公开发布。

本报告仅供参考之用，不构成出售或购买证券或其他投资标的的要约或邀请。在任何情况下，本报告中的信息和意见均不构成对任何个人的投资建议。任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。投资者应结合自己的投资目标和财务状况自行判断是否采用本报告所载内容和信息并自行承担风险，我公司及雇员对投资者使用本报告及其内容而造成的一切后果不承担任何法律责任。

证券投资咨询业务的说明

本公司具备中国证监会核准的证券投资咨询业务资格。证券投资咨询业务是指取得监管部门颁发的相关资格的机构及其咨询人员为证券投资者或客户提供证券投资的相关信息、分析、预测或建议，并直接或间接收取服务费用的活动。

证券研究报告是证券投资咨询业务的一种基本形式，指证券公司、证券投资咨询机构对证券及证券相关产品的价值、市场走势或者相关影响因素进行分析，形成证券估值、投资评级等投资分析意见，制作证券研究报告，并向客户发布的行为。



国信证券
GUOSEN SECURITIES

国信证券经济研究所

深圳

深圳市福田区福华一路125号国信金融大厦36层

邮编：518046 总机：0755-82130833

上海

上海浦东民生路1199弄证大五道口广场1号楼12楼

邮编：200135

北京

北京西城区金融大街兴盛街6号国信证券9层

邮编：100032