

国金证券研究所

分析师：苏晨（执业 S1130522010001）

联系人：胡媛媛

分析师：陈传红（执业 S1130522030001） suchen@gjzq.com.cn

huyuanyuan@gjzq.com.cn

chenchuanhong@gjzq.com.cn

芳纶涂覆隔膜的 0-1 拐点到了么？

——电池涂覆材料专题（二）

基本结论：

电池快充&安全性要求提高，芳纶涂覆隔膜 0-1 加速。快充和安全性是电池尤其是动力电池最重要的迭代动力。由于基膜不耐高温（破膜温度较低）、穿刺性能差（机械撞击下容易起火自燃），造成电芯内部短路。为了改善电池快充和安全性，基膜涂覆技术在快速迭代，间位芳纶破膜温度超过 270 度、穿刺性能优异，是目前涂覆材料中较完美的涂覆膜解决方案。

0-1 替代三部曲，圆柱和 3C 先行，25 年芳纶涂覆膜市场规模近 140 亿。我们判断，芳纶 0-1 进程将比市场预期的要快，圆柱、3C 及出口电池上有望率先普及。如果国产芳纶一体化工艺获得下游认可，芳纶涂覆成本将大幅超预期下降，在中性假设下，我们测算 25 年芳纶涂覆膜市场有望达 140 亿规模，CAGR=73%。

涂覆一体化成本最优，芳纶企业有望获得行业话语权。我们测算，在现有行业竞争生态下，在芳纶涂覆时代，涂覆一体化企业成本将领先，比基膜企业成本低 50% 以上，主要因为芳纶原材料成本、产线投资成本、溶剂回收成本、专利费、收率差异等拉开差距。目前做芳纶涂覆一体化的主要是芳纶企业，若芳纶普及，未来有望获得行业话语权。长期看，基膜+涂覆全自制模式将获得行业最优成本。

与陶瓷隔膜相比，在芳纶隔膜时代，由于涂覆的成本差拉大，涂覆赛道有望走出大市值公司。由于陶瓷膜没有原材料、溶剂回收以及收率差异问题，在陶瓷膜时代，涂覆赛道尚未出现竞争力特别突出的龙头公司。在芳纶涂覆时代，由于原材料自制、专利、溶剂回收成本以及收率差拉大，手握原材料+专利+一体化（溶剂回收成本接近于 0，收率高于非一体化）工艺的龙头公司将构筑强竞争壁垒。

投资建议：

行业策略：由于兼具无机和有机材料的性能优势，芳纶涂覆膜较传统陶瓷膜更胜一筹。随着国产芳纶企业下场自制涂覆膜，芳纶在圆柱、3C、出口等领域具备成本竞争力，商业化 0-1 拐点已至。从成本结构看，由于具备芳纶成本、溶剂回收、专利、收率等优势，芳纶涂覆一体化企业有望引领芳纶隔膜的商业化且高筑竞争壁垒。

推荐组合：泰和新材（化工团队覆盖）、恩捷股份等。

风险提示：

芳纶涂覆隔膜渗透率提升低于预期；陶瓷涂覆成本下降超预期；新技术对芳纶涂覆市场产生替代性；锂电池装机量低于预期。

内容目录

一、涂覆材料迭代的原动力：安全性能&电池快充.....	4
1.1 涂覆材料：提高安全和电池快充性能.....	4
二、性能对比：芳纶有啥优势？.....	4
2.1 传统方案：无机和有机材料各有优劣，组合使用更佳.....	4
2.2 行业拐点：国产芳纶厂下场制膜，成本骤降开启商业化.....	5
2.3 芳纶涂覆：综合性能优异，份额预计攀升.....	6
三、成本探讨：芳纶原液-涂覆一体化或是芳纶商业化起点.....	8
3.1 国产芳纶涂覆成本具备竞争力.....	8
3.2 原液-涂覆一体化，芳纶时代的涂覆赛道是否竞争格局生变？.....	9
四、市场空间探讨：0-1 三部曲，圆柱&3C 先行.....	10
4.1 芳纶 0-1 替代三部曲，圆柱&3C 领域先行渗透.....	10
4.2 2025 年芳纶涂覆膜市场空间近 140 亿.....	10
五、投资建议.....	13
5.1 恩捷股份：日本帝人专利授权，23 年供应北美车企.....	13
5.2 泰和新材：芳纶国产替代龙头，双重壁垒筑护城河.....	14
六、风险提示.....	15

图表目录

图表 1：隔膜的热稳定性测试（上/隔膜；下/涂覆膜）.....	4
图表 2：PVDF 涂覆前后对比（左/涂覆前；右/涂覆后）.....	4
图表 3：锂电池结构（隔膜&正极&负极均可做涂覆处理）.....	4
图表 4：PE 基膜及不同涂覆隔膜参数指标对比.....	5
图表 5：不同有机物的形貌及隔膜改性.....	5
图表 6：PVDF 下游应用领域（2022 年）.....	6
图表 7：PVDF 价格（万元/吨）.....	6
图表 8：不同企业生产芳纶涂覆膜成本（元/平）.....	6
图表 9：不同涂覆材料的涂覆厚度、单平重量对比（吨/GWh）.....	6
图表 10：不同材料的涂覆膜性能对比（一）.....	7
图表 11：不同材料的涂覆膜性能对比（二）.....	7
图表 12：有机涂覆材料市场空间测算（亿元）.....	8
图表 13：有机涂覆领域不同材料市占率测算（亿元）.....	8
图表 14：隔膜涂覆材料单平成本测算（2022 年）.....	8
图表 15：涂覆材料单 GWh 成本（万元/GWh）.....	9

图表 16: 不同商业模式下理论芳纶涂覆膜成本测算 (元/平)	9
图表 17: DMAC 溶剂回收装置 (示意图仅供参考)	10
图表 18: 全球有机涂覆市场空间测算 (亿元)	10
图表 19: 全球隔膜涂覆用芳纶材料需求 (吨)	11
图表 20: 芳纶涂覆膜渗透率 (%)	11
图表 21: 全球芳纶涂覆膜市场空间测算 (亿元)	12
图表 22: 全球芳纶涂覆膜利润空间测算 (亿元)	12
图表 23: 芳纶涂覆膜下游需求拆分 (亿平)	12
图表 24: 芳纶涂覆膜收得率&成本敏感性测试 (单平全成本; 元/平)	13
图表 25: 芳纶涂覆膜收得率&成本敏感性测试 (单平售价; 元/平)	13
图表 26: 隔膜&涂覆膜领域相关专利 (2022 年)	14
图表 27: 泰和新材芳纶业务主要产品及用途	14
图表 28: 泰和新材营业收入结构 (亿元)	14
图表 29: 泰和新材芳纶&氨纶业务毛利率走势 (%)	14

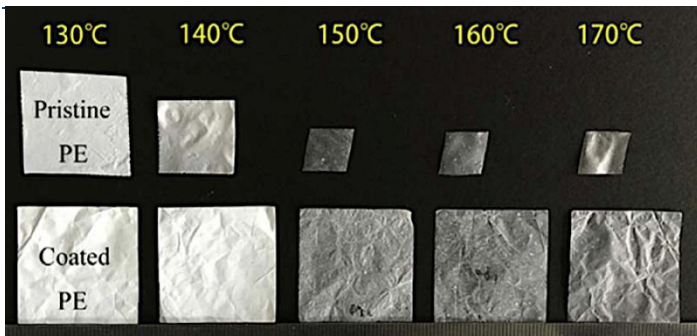
一、涂覆材料迭代的原动力：安全性能&电池快充

1.1 涂覆材料：提高安全和电池快充性能

涂覆材料可改善聚烯烃基膜性能。聚烯烃隔膜(基膜)本身热尺寸稳定性差,极性低导致电解液亲和性差,从而影响电池快充和安全性能。在聚烯烃隔膜(基膜)上涂覆陶瓷等纳米或有机材料,使涂覆隔膜热稳定性提高、热收缩降低、与电解液浸润性提高。

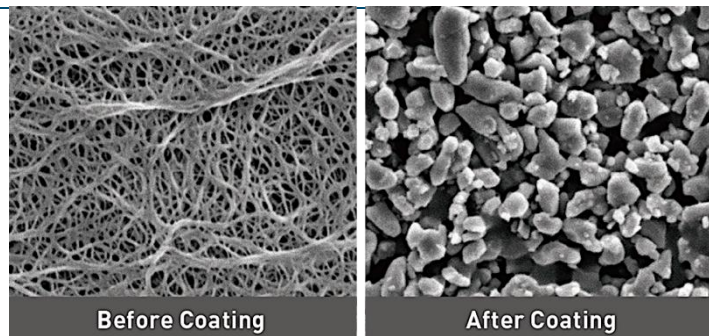
图表1为勃姆石涂覆在聚乙烯基膜上的热稳定性测试,当温度加热到170度,隔膜已发生明显形变,涂覆膜几乎无收缩,涂覆工序可改善隔膜熔点低、安全性差的不足之处。图表2为聚乙烯基膜涂覆PVDF前后对比,聚乙烯基膜呈现湿法隔膜典型的树枝状微孔结构,表面涂覆PVDF有机粒子后,聚乙烯基膜上附着了一层PVDF涂覆层,形成大量微孔,提高电解液保持率,从而降低锂电池内阻和提高放电功率。

图表1:隔膜的热稳定性测试(上/隔膜;下/涂覆膜)



来源: 钜大官网, 国金证券研究所

图表2: PVDF涂覆前后对比(左/涂覆前;右/涂覆后)

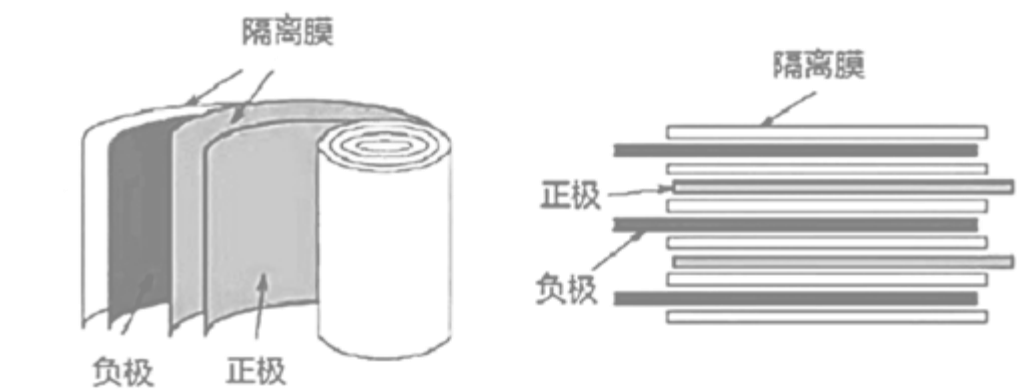


来源: 钜大官网, 国金证券研究所

极片边缘涂覆可提高电池安全性和良品率。勃姆石等材料亦可用在锂电池电芯的极片涂覆,以提高锂电池的安全性能及良品率。以比亚迪为例,其最新的刀片电池将采用勃姆石材料在电芯极片边缘进行涂覆。极片涂覆可分别应用在电池的正极和负极:

- 1) 正极极片边缘涂覆: 由于正极片一般小于负极片,极片宽边的边缘在切割中容易出现毛刺,一旦刺穿隔膜接触到负极会引起电池短路。勃姆石表面光滑,涂覆后可填平正极边缘,使切割后的表面光滑无毛刺。行业内由宁德时代率先使用勃姆石进行正极边缘涂覆已形成示范效应,比亚迪、亿纬锂能等电池厂也在导入。
- 2) 负极边缘涂覆: 负极表面粗糙,涂覆超小粒径的勃姆石后,负极造孔变得均匀,可以改善电解液亲润性,使得锂离子在充放电过程中更加通畅。负极边缘涂覆还未形成主流,目前有应用在ATL的消费电池上。

图表3: 锂电池结构(隔膜&正极&负极均可做涂覆处理)



来源: 起点锂电大数据, 国金证券研究所

二、性能对比：芳纶有啥优势？

2.1 传统方案：无机和有机材料各有优劣，组合使用更佳

电池能量密度迭代驱动有机涂覆需求。无机涂覆材料主要有氧化铝、勃姆石,有机涂覆材料主要有PVDF、PMMA等,在牢固性、透气性、耐热性和吸液性等指标上看,无机和有机涂覆材料各有优劣,互补性较强。

- 牢固性 vs 透气性: 陶瓷类无机物透气性好,但本身没有粘结性,需要用胶把无机物粘在隔膜上,若产品质量不好可能出现脱粉情况,导致涂覆不均匀,在电池中造成安全隐患。有机物质地软,粘结性好,PMMA、PVDF等本身就是胶,可以有效解决牢固性的问题,但是相应的透气性差。

➤ 耐热性 vs 吸液性：陶瓷类无机物的耐热性高于有机物；无机物吸液性弱于有机物，有机物熔融在油性溶剂里，涂层可以很薄在 1μm 左右，涂层厚度只有无机物的一半。

图表4: PE 基膜及不同涂覆隔膜参数指标对比

参数	PE	PE-氧化铝	PE-勃姆石	PE-PVDF
拉伸强度 (Mpa)	55.27	59.3	61.78	55.35
断裂伸长率 (%)	81	161	171	101.4
穿刺强度 (N)	5.67	6.14	6.55	6.2
接触角 (度)	117	11.6	5.7	3.28
孔隙率 (%)	55.74	55.2	55.63	61.4
吸液率 (%)	126	144	187	208
离子电导率 (mS/cm)	0.55	0.75	1	1.53


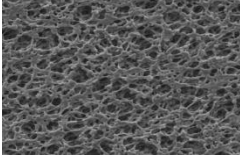

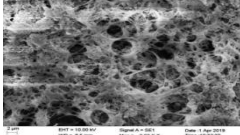

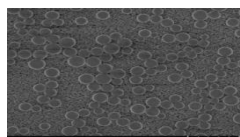
相比于 PE 基膜、氧化铝/勃姆石涂覆膜，PVDF 涂覆膜的接触角更低，表现出更好的电解液亲润性，同时，PVDF 涂覆膜的孔隙率为 61.4%，优于无机物涂覆膜，主要系 PVDF 有机涂层可为电解液提供额外的孔隙通道，进而显著提高隔膜的吸液率。此外，PVDF 涂层的互连和多孔表面形态提高了涂覆膜的离子电导率，此项指标均高于无机物涂覆膜。

PVDF 涂覆膜的拉伸强度、断裂伸长率均未及陶瓷涂覆膜，主要系有机聚合物的机械强度受结晶度影响，PVDF 的半结晶 (55.93%) 性质导致其拉伸强度无法得到显著提高。

来源：真锂研究，国金证券研究所

有机物与无机物组合涂覆可形成功能互补。有机涂覆材料包括 PVDF、PMMA 等，具有高粘结性、吸液及保液能力，能够有效降低隔膜内阻，提高电化学性能。由于 PVDF、PMMA 自身耐热性、透气性等存在局限性，有机物一般与无机物相结合，常见的组合形式包括双面多层涂覆、单面多层涂覆、单面混和涂覆。

图表5: 不同有机物的形貌及隔膜改性

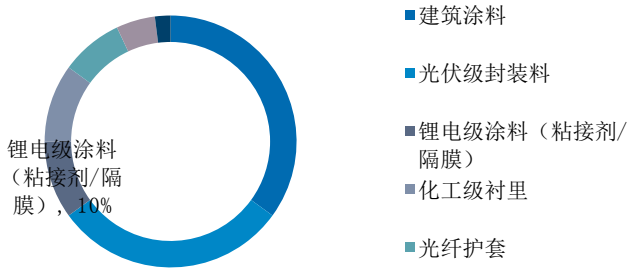
产品	产品外貌	扫描电镜下的形貌	隔膜改性
PVDF			PVDF 具有粘结性，改善隔膜与极板的界面特性，从而增加电池硬度，提升安全性。同时还能增加隔膜对电解液的浸润性与保液性，增加隔膜电化学稳定性。PVDF 可进行水性涂覆或油性涂覆。
芳纶			芳纶涂覆使隔膜耐热性能大幅提升，提高对电解液的浸润性以延长电池寿命，提高隔膜的抗氧化性，有助于实现高电位化，提高电池能量密度和安全性能。
PMMA			PMMA 可显著提高粘结性、浸润性与保液性，提高隔膜热稳定性，目前作为 PVDF 的替代品。

来源：粉体网，国金证券研究所

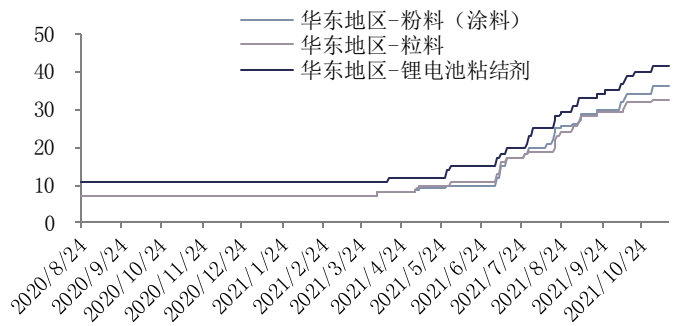
2.2 行业拐点：国产芳纶厂下场制膜，成本骤降开启商业化

PVDF 价格居高不下，被替代趋势显现。PVDF 是传统的有机物涂覆材料，具有低内阻、高（厚度/孔隙率）均一性、力学性能好、化学与电化学性能好等特点。受到下游锂电和光伏的双重需求带动，叠加双控政策限制，PVDF 从 4Q20 以来供应缺口不断扩大，产品价格持续上涨。根据卓创资讯，当前电池级 PVDF 价格已经从此前的 9 万元/吨左右，上涨到 40 万元/吨左右水平，其中隔膜涂覆级 PVDF 价格在 10-20 万元/吨。我们认为电池级 PVDF 中期价格不见回调态势，相较于芳纶、PMMA 等材料失去性价比，被替代趋势显现。

图表6: PVDF 下游应用领域 (2022 年)



图表7: PVDF 价格 (万元/吨)



来源: 粉体网, 国金证券研究所

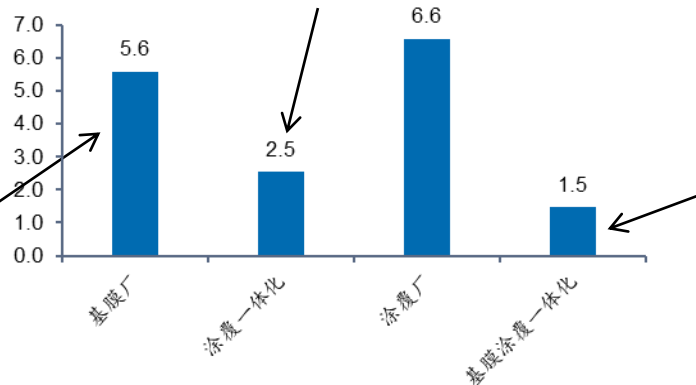
来源: Wind, 国金证券研究所

芳纶厂下场制膜, 快速促进商业化。国内隔膜厂制芳纶膜成本在 5-6 元/平以上, 成本较高限制其推广; 22 年以来, 芳纶材料厂亲自下场制膜, 将成本降至 2-3 元/平 (量产成本), 符合下游细分市场商业化推广条件, 芳纶膜 0-1 拐点到来; 远期看, 基膜+涂覆一体化企业将获得行业最优成本, 有望渗透更高比例陶瓷涂覆膜市场。

图表8: 不同企业生产芳纶涂覆膜成本 (元/平)

国产芳纶企业下场自制芳纶膜, 在原材料成本 (内购 10 万元/吨, 对外销售 50-60 万元/吨)、设备初始投资、溶剂回收、专利、收得率等均有明显优势, 理论成本低于 2-3 元/平, 符合商业化推广条件。

国内隔膜厂自制芳纶涂覆膜, 需向海外芳纶供应商如帝人等购买原材料, 价格在 60-80 万元/吨 (陶瓷仅 2 万元/吨), 价格高昂; 此外, 芳纶膜涉及溶剂回收、专利费等额外费用加剧成本上涨, 达 5-6 元/平以上 (陶瓷膜仅 1.5-2 元/平), 成本因素限制其推广。



国内头部隔膜厂基膜毛利率在 40%-50%, 芳纶厂外采基膜成本仍有较大下降空间。远期看, 基膜+涂覆一体化企业将获得行业最优成本, 将有望渗透更大涂覆市场。

来源: 公司公告, 国金证券研究所测算

2.3 芳纶涂覆: 综合性能优异, 份额预计攀升

芳纶兼具有机&无机材料特点, 是目前最理想的涂覆材料:

1. 芳纶是目前性能最优且最轻薄的涂覆材料。由于芳纶的一致性良好且无颗粒, 涂层很薄在 1.5 μm 左右, 而 PVDF 混涂通常在 2 μm 以上 (PVDF+陶瓷)。另外一方面, 芳纶的密度是所有涂覆材料中最低的之一, 是陶瓷的 40%、PMMA 的 50%、PVDF 的 80%;

图表9: 不同涂覆材料的涂覆厚度、单平重量对比 (吨/GWh)

产品	勃姆石	进口氧化铝	国产氧化铝	PVDF	芳纶-国产	芳纶-进口	PMMA
型号	BG-611	日本 AI203	FJA-0719	LGB	间位芳纶	间位芳纶	旭化成 80N
涂覆厚度 (um)	2	2	2	1.5	1.5	1.5	2.5
比重 (g/cm3)	3.05	3.5	3.9	1.78	1.44	1.44	3
单平单面涂覆层涂覆材料重量 (g/m2)	6.1	7	7.8	2.67	2.16	2.16	7.5
1GWh 电池对应涂覆材料重量 (吨)	148	170	189	65	56	56	182

来源：粉体网，国金证券研究所

2. 耐受温度高。芳纶耐热性达 400 度，180 度下热收缩不到 5%，不易燃易爆，陶瓷隔膜 170 度就会收缩；
3. 电解液亲润性好。芳纶是极性高分子有机物，与电解液亲润性高，有利于提高电池快充性能；
4. 抗穿刺性能。芳纶最大的优势之一是机械性能好，抗穿刺性能高于陶瓷隔膜；
5. 可以单独涂覆。芳纶自身孔隙率较高，是目前唯一可以不搭配无机材料而单独涂覆能保持高性能的有机材料，并不需要像 PVDF 一样，底层需要在基膜上涂覆无机物实现造孔。

图表10：不同材料的涂覆膜性能对比（一）

测试项目	PE 基膜	PE- PVDF	PE-陶瓷	PE-芳纶
厚度均匀性	4	4	4	4
拉伸强度	4	4	4	4
穿刺强度	3	3.5	3.5	5
透气性	5	4	4.5	4.5
热稳定性	2	3.5	4	5
润湿性	4	4	4.5	5
电池能量密度	4	4.5	4.5	5

来源：国金证券研究所，注：评分越高性能越好

图表11：不同材料的涂覆膜性能对比（二）

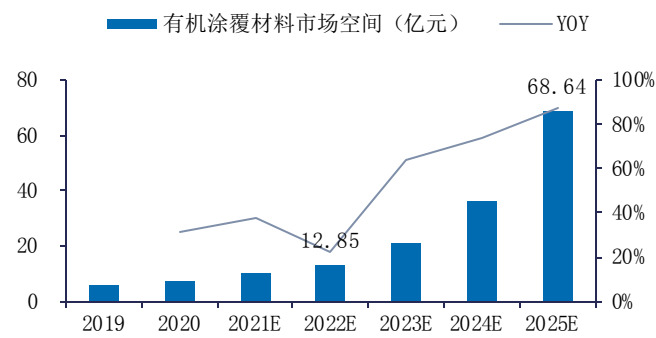
测试项目		9 μm+3 层涂覆	12 μm+4 层涂覆	9 μm+2+2 混合涂覆
		芳纶单面	芳纶单面	芳纶双面
厚度	偏差	12±1	16±1	13±1
透气性 (s/100c)	TD	200±30	240±40	200±40
拉伸强度 (Mpa)	MD	≥100	≥120	≥80
穿刺强度 (g)		≥435	≥600	≥250
130 度热收缩 (%)	TD	≤2	≤2	≤2
	MD	≤2	≤2	≤2
150 度热收缩 (%)	TD	≤3	≤3	≤3
	MD	≤3	≤3	≤3
180 度热收缩 (%)	TD	≤5	≤5	≤5
	MD	≤5	≤5	≤5

来源：蓝科途官网，国金证券研究所

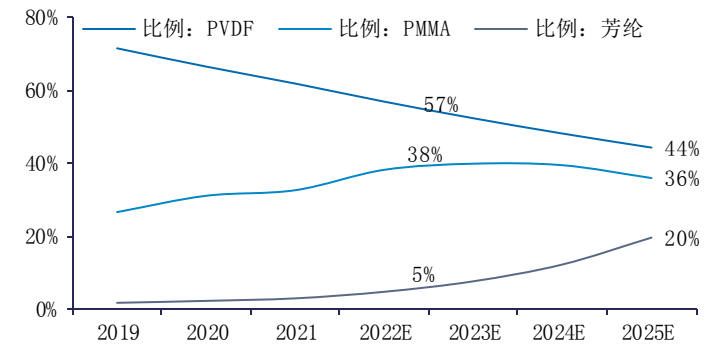
芳纶：竞争力显现，渗透率攀升。PVDF&PMMA 为当前主流有机涂覆材料。目前，PVDF、PMMA 占据主要有机涂覆材料市场，预计分别占比约 57%/38%，芳纶占比 5%左右。

1. PVDF：考虑到 PVDF 市场价格进一步上涨，且芳纶材料各项性能表现出明显优势、PMMA 表现出明显性价比，我们预计 PVDF 比例将持续下降；
2. 芳纶：随着芳纶材料国产化进程进一步突破，国内已有部分厂商实现规模化量产，我们预计芳纶材料市占率将保持上升，25 年在有机物中渗透率达 20%；
3. PMMA：由于 PMMA 自身物理属性造成其耐热性能较差，我们预计短期内 PMMA 将替换部分 PVDF 用量，但其长期在隔膜涂覆中的应用比例将受限。

图表12: 有机涂覆材料市场空间测算(亿元)



图表13: 有机涂覆领域不同材料市占率测算(亿元)



来源: 真锂研究, 国金证券研究所

来源: 真锂研究, 国金证券研究所

三、成本探讨: 芳纶原液-涂覆一体化或是芳纶商业化起点

3.1 国产芳纶涂覆成本具备竞争力

核心假设: 我们选取主流的涂覆材料进行成本对比, 材料包括勃姆石、进口(日本)氧化铝、国产氧化铝、电池涂覆级 PVDF、间位芳纶(分别为国产、进口)、PMMA。假设: 1) 1GWh 涂覆隔膜用量为 0.17 万平; 2) 涂覆膜良品率为 70%, 国产芳纶涂覆良率 60% (芳纶收率低), 进口芳纶涂覆良率 50% (进口需要先提丝再溶解, 收率会进一步降低); 3) 无机涂覆材料单层涂覆厚度为 2um, 有机涂覆材料单层涂覆厚度为 1.5um, 其中 PMMA 单层涂覆厚度为 2.5um; 4) 单位价格勃姆石/进口氧化铝/国产氧化铝/PVDF/间位芳纶(国产)/间位芳纶(进口)/PMMA 分别为 2/3.5/1.9/10/10/80/1.85 万元/吨; 5) 人工、能耗、折旧成本, 勃姆石/进口氧化铝/国产氧化铝/PVDF/间位芳纶(国产)/间位芳纶(进口)/PMMA 分别为 0.2/0.2/0.2/0.35/0.25/0.65/0.2 元/平。

国产涂覆一体化成本优势明显。根据我们的测算, 勃姆石/进口氧化铝/国产氧化铝/PVDF/间位芳纶(国产)/间位芳纶(进口)/PMMA 单位材料成本分别为 0.17/0.35/0.21/0.38/0.36/3.46/0.20 元/平, 单 GWh 总成本分别为 296/595/360/648/612/5875/337 万元/GWh, 国产涂覆一体化优势明显。

图表14: 隔膜涂覆材料单平成本测算(2022年)

产品	勃姆石	氧化铝 (进口)	氧化铝 (国产)	PVDF	芳纶 (国产一体化)	芳纶 (进口)	PMMA
型号	BG-611	日本 Al ₂ O ₃	FJA-0719	LGB	间位芳纶	间位芳纶	旭化成 80N
1GWh 涂覆隔膜用量 (m ²)	17000000	17000000	17000000	17000000	17000000	17000000	17000000
原材料涂覆收得率	70%	70%	70%	70%	60%	50%	70%
涂覆厚度 (um)	2	2	2	1.5	1.5	1.5	2.5
比重 (g/cm ³)	3.05	3.5	3.9	1.78	1.44	1.44	3.0
单平单面涂覆层涂覆材料重量 (g/m ²)	6.1	7	7.8	2.67	2.16	2.16	7.5
1GWh 电池对应涂覆材料重量 (吨)	148	170	189	65	61	73	182
单位价格 (万元/吨)	2	3.5	1.9	10	10	80	1.85
材料成本 (元/平)	0.17	0.35	0.21	0.38	0.36	3.46	0.20
涂覆成本 (元/平)	0.2	0.2	0.2	0.35	0.25	0.65	0.2
全成本 (元/平)	0.37	0.55	0.41	0.73	0.61	4.11	0.40
单 GWh 成本 (万元/GWh)	296	595	360	648	612	5875	337

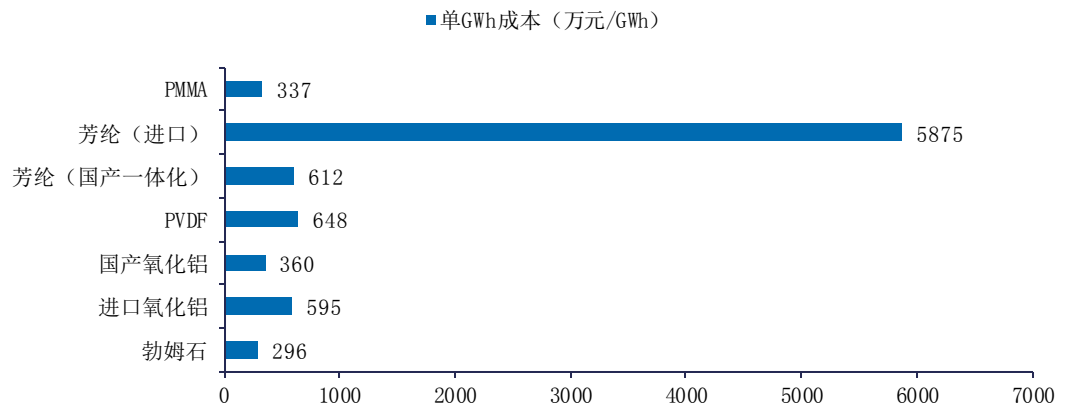
来源: 国金证券研究所测算

注 1: 单 GWh 电池所需涂覆材料使用量 = 单 GWh 动力电池中涂覆隔膜的使用量 / 隔膜生产良品率 * 单位涂覆层涂覆材料重量; 其中单位涂覆层涂覆材料重量 = 涂覆层厚度 * 涂覆材料密度;

注 2: 产品价格为当期批发价格, 表格数据为研究员测算, 仅供参考;

注 3: 该测算假设单面涂覆层数仅为 1, 现实情况可进行单面多层涂覆, 单位用量及成本将增加

图表15: 涂覆材料单 GWh 成本 (万元/GWh)



来源: 公司公告, 国金证券研究所

3.2 原液-涂覆一体化, 芳纶时代的涂覆赛道是否竞争格局生变?

涂覆一体化成本优势明显。根据我们的测算, 基膜涂覆一体化成本最低, 1.5 元/平; 涂覆一体化成本仅次于基膜涂覆一体化, 2.5 元/平。考虑到当前行业芳纶和基膜分业经营的现实情况, 以及芳纶涂覆目前尚未实现连续涂覆。远期看, 基膜涂覆一体化企业将具备芳纶隔膜最强成本竞争力。

原材料成本、专利费用、溶剂回收成本、收率拉开了成本差。(1) 芳纶涂覆膜由基膜+芳纶涂覆两部分组成, 其中基膜由隔膜厂提供, 对外售价在 1.3-1.5 元/平左右, 成本在 0.7-0.8 元/平; 国内芳纶材料供应商如泰和新材, 售价接近日本帝人, 在 50-60 万元/吨以上, 公司制备芳纶涂覆膜直接使用芳纶聚合体制造成本仅 7-8 万元/吨; (2) 芳纶涂覆膜涉及专利, 目前对位芳纶涂覆及间位芳纶涂覆分别由住友化学及日本帝人原创, 隔膜厂需要支付专利费 0.2 元/平获得授权, 国内泰和新材拥有自己的专利; (3) 芳纶企业原液直涂, 无须再建回收装置; (4) 原液直涂收率高于外购芳纶涂覆。

成本测算核心假设: 保守假设下, 基膜自制和外采成本分别为 0.7/1.3 元/平, 芳纶厂自制芳纶和隔膜厂外采芳纶成本分别为 10/80 万元/吨。

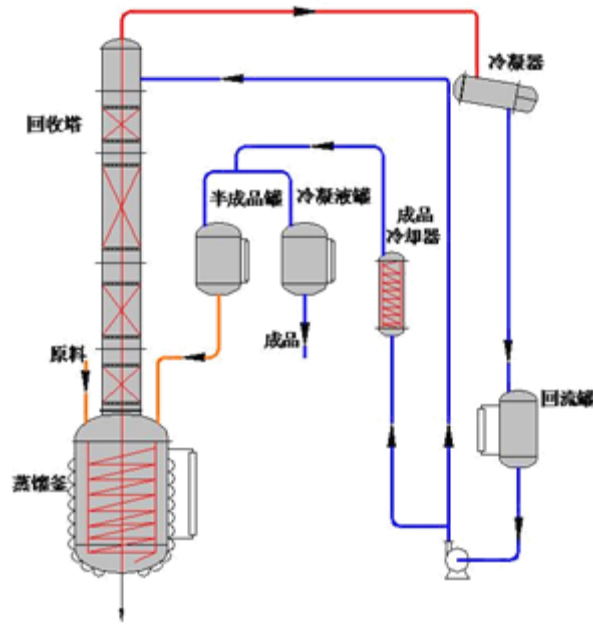
图表16: 不同商业模式下理论芳纶涂覆膜成本测算 (元/平)

涂覆膜制造商	产品	基膜成本 (元/平)	芳纶成本 (万元/吨)	单平克重 (g/m ²)	油性涂覆加工成本 (元/平)	油性溶剂回收成本 (元/平)	专利费用 (元/平)	收得率 (%)	芳纶涂覆膜全成本 (元/平)
基膜厂	基膜 (自制)+芳纶 (外采)	0.7	80	2.16	0.4	0.4	0.2	60%	5.6
涂覆一体化	基膜 (外采)+芳纶 (自制)	1.3	10	2.16	0.25	0.01	0	70%	2.5
涂覆厂	基膜 (外采)+芳纶 (外采)	1.3	80	2.16	0.4	0.4	0.2	60%	6.6
基膜涂覆一体化	基膜 (自制)+芳纶 (自制)	0.7	10	2.16	0.25	0.01	0	80%	1.5
海外涂覆一体化	基膜 (外采)+芳纶 (自制)	1.3	80	2.16	1.5	1	0	65%	8.5

来源: 公司公告, 国金证券研究所

芳纶溶剂回收成本具体测算: DMAC 及 NMP 等油性溶剂占比芳纶涂覆浆料 90%, 毒性较大需要特殊回收处理, 芳纶涂覆一体化企业边际回收成本显著较低。按照 3000 万平涂覆膜为基数测算, 对应溶剂消耗约 1000 吨, 其中 10%在回收过程中自然挥发, 对应 100 吨溶剂需额外采购, 按照 2 万元/吨溶剂单价测算对应约 200 万元溶剂采购成本。此外, 1000 吨溶剂经过系统, 单吨回收成本约 1600 元 (主要为蒸汽等能耗费用), 对应 160 万元回收成本。回收设备折旧费用约 100 万元, 加上人员工资等约 140 万元, 3000 万平涂覆膜生产中回收总成本约 600 万元, 折算约 0.2 元/平。以芳纶企业泰和新材为例, 短纤业务生产 1 小时需处理上百吨左右溶剂回收, 3000 万平涂覆膜处理量仅 0.5 吨/小时, 涂覆膜边际回收成本几乎为零。

图表17: DMAC 溶剂回收装置 (示意图仅供参考)



来源: 江苏麦克化工机械有限公司官网, 国金证券研究所

四、市场空间探讨：0-1 三部曲，圆柱&3C 先行

4.1 芳纶 0-1 替代三部曲，圆柱&3C 领域先行渗透

早期芳纶价格过于高昂影响市场推广，仅作为特种隔膜应用于苹果、特斯拉部分高端产品上。随着芳纶国产替代进程加速，芳纶材料渗透率提升将历经三部曲：

1. 细分领域取代陶瓷涂覆，如圆柱电池、3C 电池、军用电池、出口电池领域等，主要系芳纶耐高温性能较陶瓷更优异、同时提升电解液浸润速度尤其适用于圆柱电池；由于初期价格仍不及陶瓷水平，更适合于高端出口等细分领域。
2. 芳纶作为水性粘接剂将取代现有粘接剂，从而取代 PVDF 功能。陶瓷涂覆层骨架粘接处由于使用传统水性粘接剂，耐温性能较差，当陶瓷受热温度扩散至粘接处时，容易传导至隔膜造成熔融破裂；当芳纶制成水性粘接剂后，芳纶涂层骨架本身有强度，可以承受高温下膜不收缩，提升张力、耐热性能。此外，通过芳纶纤维改性使其具备粘接性能，实现 PVDF 功能，从而替代 PVDF。
3. 替代陶瓷涂覆市场。由于芳纶材料本身与聚烯烃隔膜适配性高，涂覆后各项性能指标表现均优异，在芳纶材料国产替代背景下，涂覆一体化芳纶隔膜成本逐步接近陶瓷膜，将有望逐步替代陶瓷涂覆市场。

4.2 2025 年芳纶涂覆膜市场空间近 140 亿

2025 年芳纶涂覆膜市场空间近 140 亿元，CAGR=73%。根据我们测算，假设：1) 量：2022/2023/2024/2025 年，全球锂电池需求为 1107/1537/2049/2572GWh，全球涂覆隔膜需求为 155/202/254/300 亿平，芳纶涂覆膜渗透率为 2.0%/3.4%/5.5%/8.7%；芳纶涂覆膜渗透率提升主要系在圆柱、大电池、军工、3C 等细分领域较其他涂覆材料性能更优，国产替代价格下降背景下凸显芳纶性价比，预计对传统陶瓷涂覆等形成替代；2) 价：2022/2023/2024/2025 年，考虑到以泰和新材为主的国内公司芳纶原材料成本显著低于日本帝人等进口芳纶原材料，综合考虑成本下降及假设 30%-40% 毛利率，芳纶涂覆膜价格预计分别为 12.0/10.6/7.8/5.3 元/平，CAGR=-20%。我们预计，2022/2023/2024/2025 年，全球涂覆用芳纶材料需求分别为 675/1446/2905/5402 吨，CAGR=115%；全球芳纶涂覆膜市场空间分别为 38/72/108/138 亿元，CAGR=73%，假设 25% 净利率（根据恩捷股份、星源材质等隔膜公司历史涂覆膜净利率，综合考虑璞泰来等涂覆膜公司历史涂覆加工费模式下净利率），全球芳纶涂覆膜利润空间分别为 10/18/27/35 亿元。

图表18: 全球有机涂覆市场空间测算 (亿元)

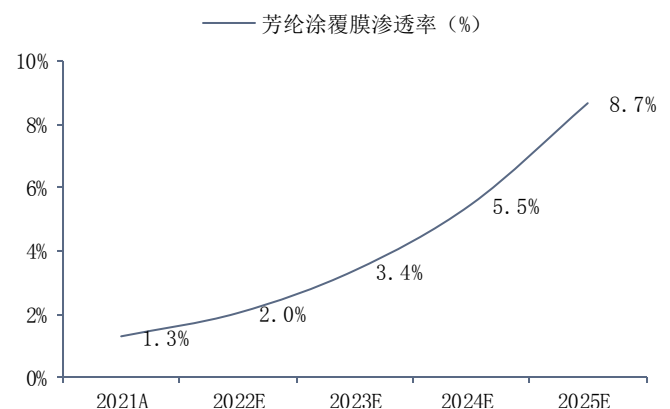
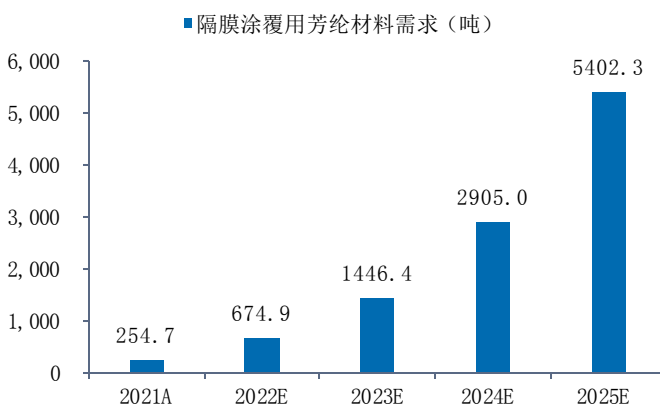
	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
全球锂电池需求合计 (GWh)	605	1107	1537	2049	2572
高镍三元	182	353	518	763	1028
中镍三元	213	331	392	325	285
钴酸锂	65	62	58	54	49

	2021A	2022E	2023E	2024E	2025E
LFP	144	361	568	907	1210
全球涂覆膜需求合计(亿平)	91	155	202	254	300
动力	53	106	141	183	215
储能	9	20	32	40	55
3C	21	21	21	21	21
小动力+电动工具	7	8	8	9	10
隔膜涂覆比例(%)	76%	77%	79%	83%	88%
不同涂覆类型占比	100%	100%	100%	100%	100%
比例: 双面单层/无机+无机	9%	9%	9%	10%	10%
比例: 双面单层或单面双层/有机+无机	18%	19%	21%	25%	28%
比例: 单面单层/无机	63%	67%	65%	59%	50%
比例: 其他	10%	5%	4%	6%	11%
芳纶涂覆膜渗透率(%)	1.3%	2.0%	3.4%	5.5%	8.7%
动力	1%	2%	3%	5%	9%
储能	0%	0%	0%	0%	0%
3C	3%	5%	10%	19%	37%
小动力+电动工具	0%	0%	0%	0%	0%
芳纶单平单面涂覆重量(克/平)	2.2	2.14	2.12	2.10	2.07
隔膜涂覆用芳纶材料需求(吨)	254.7	674.9	1446.4	2905.0	5402.3
YOY		165%	114%	101%	86%
涂覆用芳纶材料单价(万元/吨)	80	80	70	48	28
隔膜涂覆用芳纶材料市场空间(亿元)	2.0	5.4	10.1	14.0	15.4
YOY		165%	88%	38%	10%
芳纶涂覆膜需求(亿平)	1.2	3.2	6.8	13.9	26.0
芳纶涂覆膜单价(元/平)	13.2	12.0	10.6	7.8	5.3
全球芳纶涂覆膜市场空间(亿元)	15.6	37.9	72.3	108.1	138.0
YOY		143%	91%	50%	28%
全球芳纶涂覆膜利润空间(亿元; 假设25%净利率)	3.9	9.5	18.1	27.0	34.5
YOY		143%	91%	50%	28%

来源: 国金证券研究所测算

图表19: 全球隔膜涂覆用芳纶材料需求(吨)

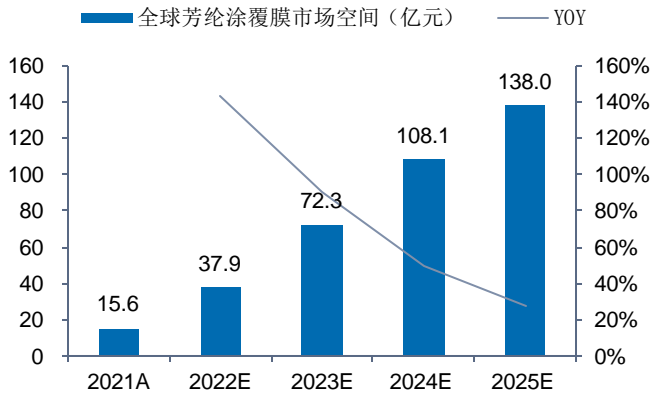
图表20: 芳纶涂覆膜渗透率(%)



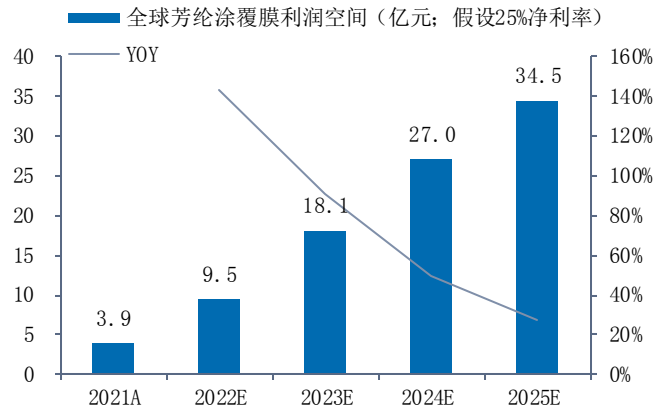
来源: 国金证券研究所测算

来源: 国金证券研究所测算

图表21: 全球芳纶涂覆膜市场空间测算 (亿元)



图表22: 全球芳纶涂覆膜利润空间测算 (亿元)

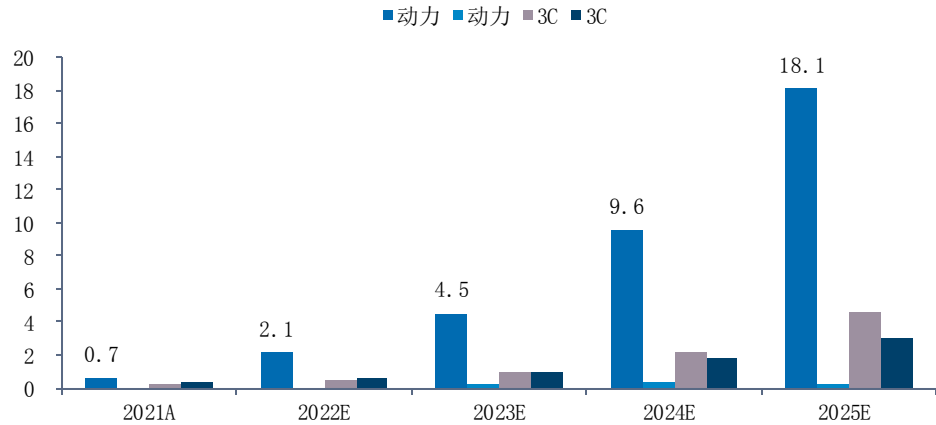


来源: 国金证券研究所测算

来源: 国金证券研究所测算

动力&3C 高镍三元贡献主要芳纶膜需求: 动力高镍三元/动力中镍三元/3C 高镍三元/3C 钴酸锂用芳纶膜 22、25 年需求预计分别为 2.1/0/0.5/0.6、18.1/0.3/4.7/3.0 亿平; 25 年占比分别为 69%/1%/18%/11%, 动力高镍三元占主要芳纶膜需求。

图表23: 芳纶涂覆膜下游需求拆分 (亿平)



来源: 国金证券研究所测算

敏感性测试: 芳纶涂覆膜收得率提升至 70% 以上, 按照 35% 毛利率假设, 售价将符合圆柱、3C 等细分领域市场推广条件。根据我们的测算, 以泰和新材 70% 收得率、10 万元/吨芳纶原材料内部采购成本测算, 当前芳纶涂覆膜成本约 2.5 元/平; 按照 35% 芳纶涂覆膜毛利率假设, 对应单平售价预计为 3.9 元/平。根据敏感性测试, 当芳纶涂覆膜收得率保持在 70% 以上, 单平涂覆膜价格将落于 4 元/平以内, 符合圆柱、3C 等细分领域市场推广条件。

图表24: 芳纶涂覆膜收得率&成本敏感性测试 (单平全成本; 元/平)

纵轴: 芳纶采购成本 (万元/吨); 横轴: 收得率 (%)

2.5	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
6.5	3.40	3.09	2.83	2.62	2.43	2.27	2.13	2.00	1.89	1.79
7	3.42	3.11	2.85	2.63	2.44	2.28	2.14	2.01	1.90	1.80
7.5	3.44	3.13	2.87	2.65	2.46	2.30	2.15	2.03	1.91	1.81
8	3.47	3.15	2.89	2.67	2.48	2.31	2.17	2.04	1.93	1.82
8.5	3.49	3.17	2.91	2.68	2.49	2.32	2.18	2.05	1.94	1.84
9	3.51	3.19	2.92	2.70	2.51	2.34	2.19	2.06	1.95	1.85
9.5	3.53	3.21	2.94	2.72	2.52	2.35	2.21	2.08	1.96	1.86
10	3.55	3.23	2.96	2.73	2.54	2.37	2.22	2.09	1.97	1.87
10.5	3.57	3.25	2.98	2.75	2.55	2.38	2.23	2.10	1.99	1.88
11	3.60	3.27	3.00	2.77	2.57	2.40	2.25	2.11	2.00	1.89

来源: 国金证券研究所测算

图表25: 芳纶涂覆膜收得率&成本敏感性测试 (单平售价; 元/平)

纵轴: 芳纶采购成本 (万元/吨); 横轴: 收得率 (%)

4.6	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
6.5	5.23	4.76	4.36	4.02	3.74	3.49	3.27	3.08	2.91	2.75
7	5.27	4.79	4.39	4.05	3.76	3.51	3.29	3.10	2.93	2.77
7.5	5.30	4.82	4.42	4.08	3.78	3.53	3.31	3.12	2.94	2.79
8	5.33	4.85	4.44	4.10	3.81	3.55	3.33	3.14	2.96	2.81
8.5	5.36	4.88	4.47	4.13	3.83	3.58	3.35	3.16	2.98	2.82
9	5.40	4.91	4.50	4.15	3.86	3.60	3.37	3.18	3.00	2.84
9.5	5.43	4.94	4.53	4.18	3.88	3.62	3.39	3.19	3.02	2.86
10	5.46	4.97	4.55	4.20	3.90	3.64	3.42	3.21	3.04	2.88
10.5	5.50	5.00	4.58	4.23	3.93	3.67	3.44	3.23	3.05	2.89
11	5.53	5.03	4.61	4.25	3.95	3.69	3.46	3.25	3.07	2.91

军工、部分高端 3C 及出口电池

圆柱、3C 等细分领域

来源: 国金证券研究所测算

五、投资建议

我们认为, 由于兼具无机和有机材料的性能优势, 涂覆时不需要粘结剂且孔隙率高, 芳纶涂覆隔膜在多层涂覆领域具备成本竞争力。从成本结构看, 由于具备芳纶成本、溶剂回收、专利、收率等优势, 芳纶涂覆一体化企业有望引领芳纶隔膜的商业化, 关注泰和新材等。长期看, 基膜+涂覆一体化, 具备行业最强成本竞争力, 关注恩捷等基膜和在线涂覆龙头。

5.1 恩捷股份: 日本帝人专利授权, 23 年供应北美车企

公司专利布局最广, 出海建厂核心壁垒。公司获得 LG、帝人授权的油性涂覆专利、Celgard 授权干法专利, 及数百件溶剂型(水性+油性)涂覆专利, 同时推进研发溶剂型涂覆技术在在线涂覆产线上的应用, 现已获得陶瓷、芳纶、纳米纤维等涂覆工艺及材料专利授权, 为全球隔膜厂专利布局最全面的公司之一。

芳纶膜认证松下, 远期利润弹性大。公司为松下全球范围仅 3 家隔膜供应商之一, 供应松下份额约 30%; 日韩电池厂对于供应商工艺要求高(如要求隔膜收卷长度达万米), 同时价格通常为国内水平翻倍。公司 16 年布局芳纶涂覆产线, 预计 23 年进入松下芳纶供应链, 有望伴随北美客户需求放量。22/25 年, 松下+特斯拉体系在公司出货预期占比约

6%/10%。

图表26: 隔膜&涂覆膜领域相关专利 (2022年)

协议签署时间	授权/专利持有方	专利内容
2019年	LG化学	油性涂覆、SRS涂覆
2019年	三星	勃姆石涂覆
2019年11月	帝人	PVDF油性涂覆, 用于电动车领域
2020年12月	帝人	PVDF油性涂覆、芳纶涂覆等数百件独家授权核心专利, 全球范围内使用
2021年2月	Celgard	吹塑法生产单层、多层共挤及超薄隔膜, 同时授权陶瓷涂覆
2022年	泰和新材	芳纶涂覆

来源: 公司公告, 国金证券研究所

5.2 泰和新材: 芳纶国产替代龙头, 双重壁垒筑护城河

国产化芳纶替代领军者, 双重壁垒筑产业护城河。全球芳纶行业的市场容量超过12万吨, 其中间位芳纶和对位芳纶均可在锂电隔膜中使用。据泰和新材, 目前间位芳纶国产化替代已基本完成, 对位芳纶正在进行中。泰和新材是全球三大芳纶生产企业之一, 在国内率先实现间位芳纶和对位芳纶产业化, 现有产能分别是11000吨和6000吨, 产量最大且长期居于国内龙头地位。芳纶具备较高的壁垒: 1. 技术壁垒: 研发周期长、生产工艺要求高、投资金额大; 2. 市场壁垒: 认证周期长、推广周期长、盈利周期长。公司间位/对位芳纶分别于01/08年实现中试, 于04/11年完成产业化, 于04/17年实现盈利。

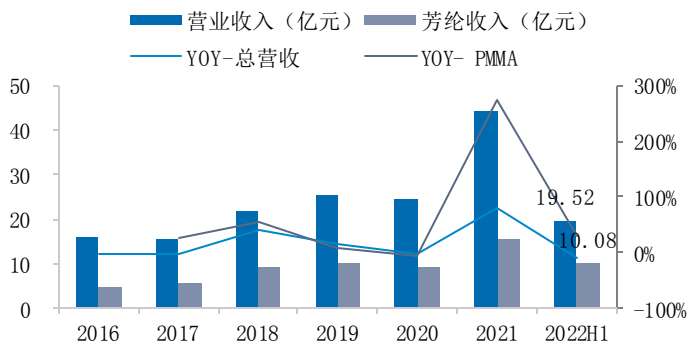
图表27: 泰和新材芳纶业务主要产品及用途

产品	特点及用途
泰美达间位芳纶	具有阻燃、耐高温等特点, 广泛应用于个人防护、环境保护等领域
民士达芳纶纸	具有绝缘、高强度等特点, 广泛应用于航空、轨道交通、电气绝缘及新能源领域
泰普龙对位芳纶及其制品	具有高强度、高模量等特点, 广泛应用于光缆、汽车、安全防护等领域

来源: 公司公告, 国金证券研究所

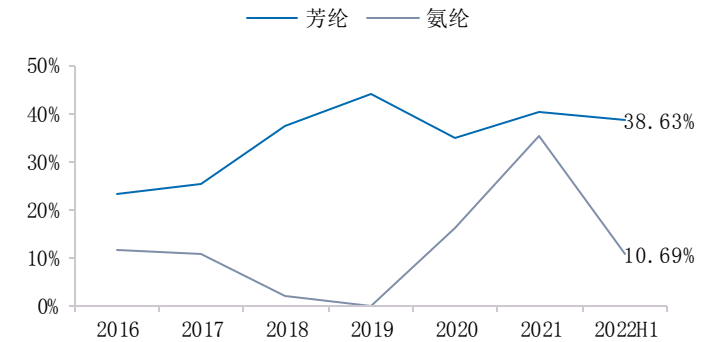
主营业务结构纯粹, 盈利能力改善明显。泰和新材专业从事氨纶、芳纶等高性能纤维的研发生产及销售, 主导产品为纽士达氨纶、泰美达间位芳纶、泰普龙对位芳纶及其上下游制品; 1H22, 公司氨纶/芳纶占比分别为52%/48%, 其中芳纶产品收入10亿元, yoy+30%, 毛利率为38.6%; 公司芳纶产品需求旺盛, 产销量较去年同期大幅增长, 利润同比增幅较大。氨纶价格波动较大, 公司预计控制其发展。1H22, 公司芳纶/氨纶业务毛利率分别为38.6%/10.7%, 氨纶业务毛利率波动较大主要系供需失衡导致价格年内波动40%-50%; 考虑到公司长期经营稳定, 预计氨纶业务规模将逐步收窄, 未来公司芳纶业务将贡献主要营收及利润。

图表28: 泰和新材营业收入结构 (亿元)



来源: 公司财报, 国金证券研究所

图表29: 泰和新材芳纶&氨纶业务毛利率走势 (%)



来源: 公司财报, 国金证券研究所

六、风险提示

芳纶涂覆隔膜渗透率提升低于预期。若芳纶涂覆膜成本不及预期，存在芳纶涂覆膜在终端渗透率低于预期的风险。

陶瓷涂覆成本下降超预期。以勃姆石为主的陶瓷材料当前毛利率超 30%-40%，仍有较大下降空间，若陶瓷膜成本下降超预期，可能导致芳纶膜性价比下滑。

新技术对芳纶涂覆市场产生替代性。

锂电池装机量低于预期。锂电池需求终端如电动车、3C 等产销量受到宏观经济环境、行业支持政策、消费者购买意愿等因素的影响，存在不确定性。

行业投资评级的说明:

- 买入: 预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 15%以上;
- 增持: 预期未来 3—6 个月内该行业上涨幅度超过大盘在 5%—15%;
- 中性: 预期未来 3—6 个月内该行业变动幅度相对大盘在 -5%—5%;
- 减持: 预期未来 3—6 个月内该行业下跌幅度超过大盘在 5%以上。

特别声明:

国金证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准,已具备证券投资咨询业务资格。

本报告版权归“国金证券股份有限公司”(以下简称“国金证券”)所有,未经事先书面授权,任何机构和个人均不得以任何方式对本报告的任何部分制作任何形式的复制、转发、转载、引用、修改、仿制、刊发,或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。经过书面授权的引用、刊发,需注明出处为“国金证券股份有限公司”,且不得对本报告进行任何有悖原意的删节和修改。

本报告的产生基于国金证券及其研究人员认为可信的公开资料或实地调研资料,但国金证券及其研究人员对这些信息的准确性和完整性不作任何保证。本报告反映撰写研究人员的不同设想、见解及分析方法,故本报告所载观点可能与其他类似研究报告的观点及市场实际情况不一致,国金证券不对使用本报告所包含的材料产生的任何直接或间接损失或与此有关的其他任何损失承担任何责任。且本报告中的资料、意见、预测均反映报告初次公开发布时的判断,在不作事先通知的情况下,可能会随时调整,亦可因使用不同假设和标准、采用不同观点和分析方法而与国金证券其它业务部门、单位或附属机构在制作类似的其他材料时所给出的意见不同或者相反。

本报告仅为参考之用,在任何地区均不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告提及的任何证券或金融工具均可能含有重大的风险,可能不易变卖以及不适合所有投资者。本报告所提及的证券或金融工具的价格、价值及收益可能会受汇率影响而波动。过往的业绩并不能代表未来的表现。

客户应当考虑到国金证券存在可能影响本报告客观性的利益冲突,而不应视本报告为作出投资决策的唯一因素。证券研究报告是用于服务具备专业知识的投资者和投资顾问的专业产品,使用时必须经专业人士进行解读。国金证券建议获取报告人员应考虑本报告的任何意见或建议是否符合其特定状况,以及(若有必要)咨询独立投资顾问。报告本身、报告中的信息或所表达意见也不构成投资、法律、会计或税务的最终操作建议,国金证券不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保,在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。

在法律允许的情况下,国金证券的关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易,并可能为这些公司正在提供或争取提供多种金融服务。

本报告并非意图发送、发布给在当地法律或监管规则下不允许向其发送、发布该研究报告的人员。国金证券并不因收件人收到本报告而视其为国金证券的客户。本报告对于收件人而言属高度机密,只有符合条件的收件人才能使用。根据《证券期货投资者适当性管理办法》,本报告仅供国金证券股份有限公司客户中风险评级高于C3级(含C3级)的投资者使用;本报告所包含的观点及建议并未考虑个别客户的特殊状况、目标或需要,不应被视为对特定客户关于特定证券或金融工具的建议或策略。对于本报告中提及的任何证券或金融工具,本报告的收件人须保持自身的独立判断。使用国金证券研究报告进行投资,遭受任何损失,国金证券不承担相关法律责任。

若国金证券以外的任何机构或个人发送本报告,则由该机构或个人为此发送行为承担全部责任。本报告不构成国金证券向发送本报告机构或个人的收件人提供投资建议,国金证券不为此承担任何责任。

此报告仅限于中国境内使用。国金证券版权所有,保留一切权利。

上海	北京	深圳
电话: 021-60753903	电话: 010-66216979	电话: 0755-83831378
传真: 021-61038200	传真: 010-66216793	传真: 0755-83830558
邮箱: researchsh@gjzq.com.cn	邮箱: researchbj@gjzq.com.cn	邮箱: researchsz@gjzq.com.cn
邮编: 201204	邮编: 100053	邮编: 518000
地址: 上海浦东新区芳甸路 1088 号 紫竹国际大厦 7 楼	地址: 中国北京西城区长椿街 3 号 4 层	地址: 中国深圳市福田区中心四路 1-1 号 嘉里建设广场 T3-2402