

超高分子量聚乙烯行业分析框架

行业研究 · 专题报告

基础化工 · 特种材料

证券分析师：杨林
010-88005379
yanglin6@guosen.com.cn
S0980520120002

证券分析师：薛聪
010-88005107
xuecong@guosen.com.cn
S0980520120001

证券分析师：曹熠
021-60871329
caoyi1@guosen.com.cn
S0980522080002

- ◆ **超高分子量聚乙烯（UHMWPE）是一种线性结构的具有优良综合性能的工程塑料。** UHMWPE耐磨性位居塑料之首比碳钢、黄铜还耐磨数倍，其耐磨性能是普通聚乙烯的数十倍以上；摩擦系数也比其它工程塑料小。UHMWPE还具有优良的抗水性能、耐冲击性能、耐化学药品性、耐低温性能以及良好的不粘性、无毒、优良的电气绝缘性能等，应用场景十分广泛。
- ◆ **超高分子量聚乙烯国内产能扩张加速。** 2021年全球超高分子量聚乙烯产量和需求量分别达到38万吨和36.7万吨左右。塞拉尼斯、帝斯曼等国外巨头长期占据着世界UHMWPE主要供应商地位，近年来国内厂商逐渐实现技术突破，掌握了UHMWPE生产技术，产能得到较快扩张，截至2022年6月，国内超高分子量聚乙烯产能合计约为16.8万吨/年，另有约21万吨/年拟新建产能。
- ◆ **国防装备费投入增加有望率先带动超高分子量聚乙烯纤维需求。** 超高分子量聚乙烯纤维具有超高强度、超高模量、低密度、耐磨等众多的优异性能，被广泛应用于军事装备、海洋产业、安全防护、体育器械等领域。我国超高分子量聚乙烯纤维的产能已经超过全球总产能的50%，但是国内的超高分子量聚乙烯纤维整体呈现中低端产能富余、高端产能紧缺的情况，目前这一情况正逐步得到改善。UHMWPE纤维传统需求不减，而近年来全球范围内的国防装备费投入增加有望率先带动UHMWPE纤维需求。
- ◆ **超高分子量聚乙烯锂电池隔膜专用料国产化进程加速，可满足国内高端锂电池需求。** UHMWPE锂电池隔膜专用料具有分子链间缠结度强、熔体黏度大等特点，其隔膜制品具有电化学稳定性好、寿命长、安全性高等优点，是锂电池隔膜材料的主要开发方向。但由于该材料颗粒粒径要求严苛、工业生产难度大、行业准入门槛高，国内市场以进口料为主，2020年总进口量达到1.17万吨，进口依存度45%。随着原材料树脂制备技术的提升，国产UHMWPE树脂的品质有望得到改善，从而实现隔膜用原料的完全国产化；同时，由于隔膜加工工艺与表面改性技术的提升，高端湿法隔膜有望完全实现国产化，满足国内高端锂电池需求。
- ◆ **相关标的：** 1) **东方盛虹：** 子公司斯尔邦石化2万吨/年的超高分子量聚乙烯计划于2022年年底投产，主要应用是为下游的锂电隔膜。 2) **联泓新科：** 2万吨/年超高分子量聚乙烯项目已于2022年7月开工，预计2024年上半年建成投产，装置可生产隔膜料与纤维料。 3) **同益中：** 2021年公司拥有UHMWPE纤维产能3320吨/年，另有2240吨/年在建，预计2023年年底投产。
- ◆ **风险提示：** 市场竞争加剧风险；项目建设和市场开拓不达预期的风险；技术升级迭代风险；环保风险等。

- [01] 超高分子量聚乙烯行业格局梳理
- [02] 超高分子量聚乙烯纤维行业格局梳理
- [03] 超高分子量聚乙烯锂电隔膜行业格局梳理
- [04] 其他子行业及相关上市公司
- [05] 风险提示

1

超高分子量聚乙烯行业格局梳理

[返回目录](#)

超高分子量聚乙烯是高性能工程塑料，下游应用范围广阔



➤ 超高分子量聚乙烯是一种线性结构的具有优良综合性能的工程塑料。UHMWPE分子链很长，沿同一方向排列，相互缠绕，通过强化分子之间的相互作用，较长的分子链能够更有效地将载荷传递给主链，所以UHMWPE具有很高的比模量和比强度。UHMWPE耐磨性位居塑料之首比碳钢、黄铜还耐磨数倍，其耐磨性能是普通聚乙烯的数十倍以上，而且随着分子量的增加，其耐磨性能也会进一步提高。摩擦系数也比其它工程塑料小，可以与聚四氟乙烯相媲美，是理想的润滑材料，由于其良好的耐磨性能和润滑性能，UHMWPE在人工关节方面得到了广泛应用。UHMWPE具有优良的抗水性能，几乎不吸水，其吸水率在工程塑料中是最小的。UHMWPE耐冲击性能也是目前工程塑料中最高的，比以耐冲击性能著称的聚碳酸酯还要高3~5倍。由于UHMWPE分子结构以直链为主，具有超拉伸取向必备的结构特征，其拉伸强度高达3~3.5GPa，拉伸弹性模量高达100~125GPa。UHMWPE还具有优良耐化学药品性，在一定温度、浓度范围内能耐各种腐蚀性介质及有机溶剂。优良的耐低温性能，在冰点以下也具有有良好的冲击强度，最低使用温度可以达到-269℃。另外，UHMWPE还具有良好的不粘性、无毒、优良的电气绝缘性能、比HDPE更好的耐疲劳性及耐γ-射线能力等。

表：UHMWPE制品性能和其他工程塑料的对比

性能指标	UHMWPE	聚四氟乙烯	尼龙66	聚碳酸酯	指标说明
密度/(g/cm ³)	0.93~0.945	2.16	1.14	1.2	
抗张强度/(kg/cm ²)	400~500	200	750	640	材料或构件受拉力时抵抗破坏的能力
断裂伸长率/%	300~350	300	200	110	断裂伸长率越大表示材料的柔软性能和弹性越好
抗冲击强度/(kJ/m ²)	/	16	11	80	评价一种材料的抵抗冲击能力的指标
布氏硬度/D	40	/	100	118	
动摩擦系数	0.2	0.2	0.4	/	物体越粗糙，动摩擦因数越大
吸水率/%	0.01	0.02	1.5	0.15	

资料来源：《国内外超高分子量聚乙烯发展现状》、百度百科，国信证券经济研究所整理

超高分子量聚乙烯技术壁垒——催化剂

- 催化剂是UHMWPE生产工艺的核心。乙烯的聚合主要受聚合温度、压力、催化剂组成及用量、外给电子体和氢气的影响，催化剂是聚合技术的核心，对聚合产物平均分子量、分子量分布、堆密度、结晶度以及颗粒的大小和形态都有着重要影响。经过半个多世纪的发展，催化剂的性能和制备技术都得到了迅速地发展，目前主要的UHMWPE催化剂有Ziegler-Natta (Z-N) 催化剂、茂金属催化剂和非茂过渡金属催化剂。
- Z-N催化剂是目前唯一工业化应用的催化剂。Z-N催化剂具有制备简单、成本低、对杂质敏感性低等优点，是目前国内外工业化制备UHMWPE应用最多的催化剂，细分产品品种很多，但也存在共聚能力欠佳、所得聚合物分子量分布较宽，影响树脂的力学性能提升等问题。茂金属催化剂的催化活性更高，能够制备窄分子量分布的聚合物，从而赋予产品更高的力学性能，但受限于所制备的聚乙烯分子量偏低、成本高等缺陷目前还未有茂金属催化剂用于工业化生产UHMWPE的报道。非茂过渡金属催化剂目前已在实验室规模取得一定突破，但核心的负载化过程还未解决，距离批量应用还有一段距离。目前，美国Celanese、日本三井油化、巴西Braskem、荷兰DSM、韩国油化等国际公司以及包括上海化工研究院有限公司在内的国内树脂生产企业均采用Z-N催化剂为主生产UHMWPE树脂。

表：不同类型UHMWPE催化剂性能对比

项目	Z-N催化剂	茂金属催化剂	非茂过渡金属催化剂
结构特征	结构不明确，由卤化钛、活性载体和给电子体等组分构成	结构明确，配体含至少一个Cp及衍生物，金属中心为IVB元素	结构明确，配体由含氧、氮、硫和磷等基团构成，金属中心涵盖所有过渡金属元素
催化机理	多活性中心，机理复杂	单活性中心，乙烯与活性中心生成 π -络合物，移位插入，如此重复进行链增长	单活性中心，聚合机理与茂金属催化剂一致
优点	活性较高，成本低，耐杂质	活性高，共聚性能优，树脂分子结构高度均一，组分均匀	活性高，成本较低，催化剂结构灵活可调，可定制树脂性能
缺点	树脂分子量宽分布，共聚性能欠佳，树脂结构不易调控	催化剂合成繁琐，负载后活性降低，树脂分子量难以提高，加工困难	技术壁垒高，负载难度大，体系对杂质敏感

资料来源：《超高分子量聚乙烯材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

超高分子量聚乙烯技术壁垒——聚合工艺

- 目前生产UHMWPE树脂的工业装置大多采用淤浆聚合，淤浆工艺主要包括搅拌釜工艺与环管工艺。
- **釜式聚合工艺：**釜式聚合包括Hostalen工艺和三井CX工艺，目前绝大多数的UHMWPE聚合采用Hostalen搅拌釜工艺。Hostalen工艺流程包括两个反应器，在第一反应器中加入乙烯、氢气和催化剂，生产较高熔融指数的树脂，得到的聚合物浆液进入第二反应器，在第二反应器中完成剩余乙烯的聚合反应。该工艺装置的操作压力和操作温度低、操作弹性高、生产灵活且稳定性较好，而且使用该工艺，催化剂耐杂质能力强，对乙烯气原料的纯度要求低。目前全球超过三分之二的UHMWPE聚合采用Hostalen釜式工艺。
- **环管聚合工艺：**环管工艺主要有Phillips公司的Phillips单环管工艺和InnoveneS双环管工艺。这两种工艺均采用异丁烷为反应介质环管工艺不同于Hostalen工艺和CX工艺的釜式搅拌，其物料依靠轴流泵的推动在环管中高速流动来撤除聚合反应热。Phillips公司利用改性后的二氧化硅或氧化铝固定催化剂来生产UHMWPE，聚合中不需要加入氢气，投资少，但对催化剂的要求较高。InnoveneS 工艺也较成熟，布局紧凑，产品质量控制稳定，特点是物料停留时间短，牌号切换快。

表：不同类型UHMWPE聚合工艺对比

工艺	流程	优点	缺点
Hostalen	串联或并联双釜反应器，正己烷为溶剂，夹套水撤热	生产灵活，牌号切换快，稳定性好，耐杂质能力强，对原料纯度要求低	撤热方式不如环管工艺，产能较低
CX	串联或并联双釜反应器，正己烷为溶剂，正己烷蒸发撤热	牌号切换快，稳定性好，耐杂质能力强，对原料纯度要求低	受限撤热方式，单线产能低
Phillips	单环管，轴流泵输送物料，异丁烷为溶剂，冷却水撤热	装置投资较少，撤热能力强，产能较高，产品质量稳定	对催化剂要求高
InnoveneS	双环管串联反应器，异丁烷为溶剂，冷却水撤热	工艺参数控制精确，产品质量控制稳定，物料停留时间短，产能高	装置投资高，对催化剂要求高

资料来源：《超高分子量聚乙烯材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

国内超高分子量聚乙烯的生产工艺

- 超高分子量聚乙烯是由乙烯聚合而成，生产过程与普通高密度聚乙烯的生产过程相类似，都是采用齐格勒（Z-N）催化剂在一定条件下使乙烯聚合的。国内超高分子量聚乙烯近年来发展很快，超高分子量聚乙烯催化剂制备技术也得到了长足的发展，目前能看到的文献报道的技术大多是用改进的Z-N催化剂为主。
- **上海化工研究院工艺：**原化工部上海化工研究院在90年初开发成功万吨超高分子量聚乙烯的生产工艺，该装置流程采用淤浆法聚合工艺，采用的催化剂是二氯化镁—复合活性组分钛化合物乙烯在溶剂中进行催化反应。通过溶剂吸收和传递反应热，可获得稳定的反应温度，从而可以生产分子量达400万~500万的超高分子量聚乙烯产品。
- **东方石化助剂二厂工艺：**助剂二厂自主研发技术，使用Z-N催化剂，在一定温度和压力条件下，使乙烯按配位机理进行低压聚合，与塞拉尼斯下属南京科迪纳公司生产工艺相近，1万吨/年超高分子量聚乙烯生产装置已稳定运行近20年，该装置是国内唯一能实现连续化生产超高分子量聚乙烯UHMWPE的装置，基本占领了整个国内市场，并能批量出口西欧和美国，质量指标也都接近当代国际水平，内在质量性能达到日本三井240M、340M及德国科迪纳 GUR432牌号的水平。出口产量占世界总产量的10%左右。
- 由于超高分子量聚乙烯高端产品都用于军事用途和高科技领域，国外发达国家和少数几个掌握核心技术的公司均不转让该技术，自行生产及销售。国内上海化工研究院虽然开发了M500万超高分子量聚乙烯技术，但单线规模小，没有得到万吨级工业化规模验证，存在技术风险。助剂二厂开发的超高分子量聚乙烯技术，已在自有装置上得到应用，并通过多年的技术完善和改进，该技术已经处于国内领先地位。

表：国内两种主要工艺技术比较

比较项目	上海化工研究院		东方石化助剂二厂
	原料要求	乙烯	GB/T 7715-2003 工业用乙烯优等品
	己烷	GB17602-1998 工业己烷	
产品规格	超高分子量聚乙烯		牌号齐全
原料单耗 (t/t产品)	乙烯	1.1	1.03
	己烷	0.08	0.02
公用工程消耗 (t/产品)	原水		0.63
	脱盐水		0.24
	冷却水	2	
	低压蒸汽	1.2	0.86
	低温水		28.8
	电 (kWh/t产品)	800	865
三废排放	废水		1.74

资料来源：《超高分子量聚乙烯工艺研究》，国信证券经济研究所整理

超高分子量聚乙烯供应——国内产能扩张加速

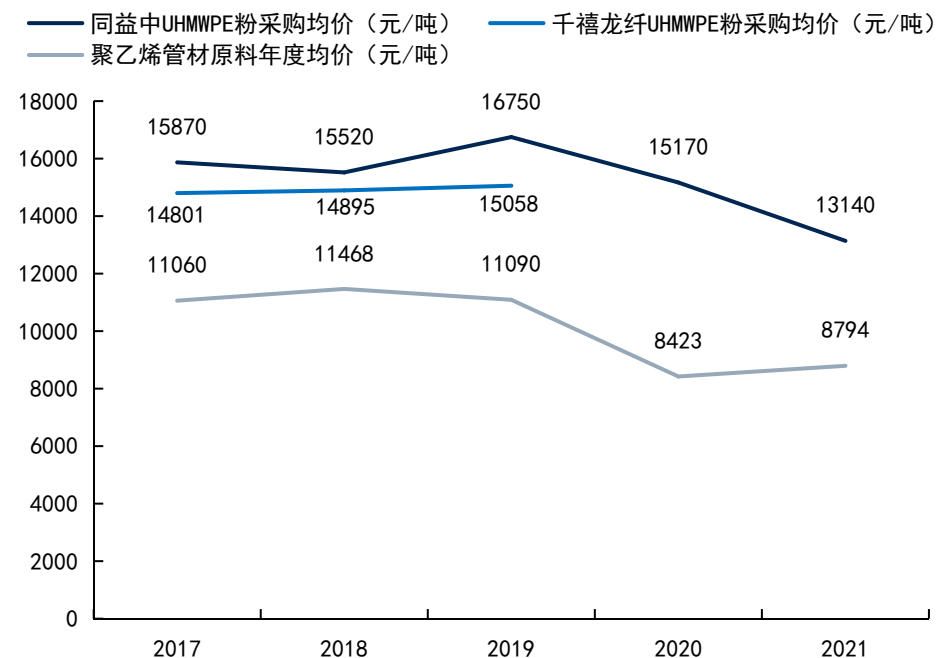


- **UHMWPE产量、需求量同步增长。**据同益中招股书中披露，2016年，全球UHMWPE产能和需求量分别为22.1万吨和20万吨，随着制造业对材料的特性要求越来越高，UHMWPE以其优异的特性，有着广阔的市场前景，预计至2021年UHMWPE产量和需求量分别有望达到38万吨和36.7万吨。
- **UHMWPE国内产能扩张加速。**在国际上，UHMWPE的生产企业主要包括美国Celanese Corporation、巴西Braskem、荷兰帝斯曼等国外企业，其中，2022年初，Celanese位于得州的1.5万吨/年新生产线达产，美国Celanese Corporation的总产能增加至约12.3万吨/年，为全球产能最大企业；巴西Braskem总产能约为4.5万吨/年。国内主要的生产企业有河南沃森超高化工科技有限公司、上海联乐化工科技有限公司、安徽省特佳劲精细化工有限责任公司、九江中科鑫星新材料有限公司、中国齐鲁石化公司等企业，截至2022年，国内UHMWPE产能合计约为16.8万吨/年，另有约21万吨/年拟新建产能。

表：我国超高分子量聚乙烯生产企业概况（截至2022年6月）

企业名称	区域	产能（万吨/年）	产能占比	拟新增产能,万吨/年
河南沃森超高化工科技有限公司	河南	4	23.80%	/
塞拉尼斯(Celanese)泰科纳 TOCNIA工程塑料公司	江苏	3.5	20.80%	/
中玺新材料(安徽)有限公司	安徽	2.5	14.90%	/
安徽丰达新材料有限公司	安徽	2	11.90%	1
上海联乐化工科技有限公司	上海	1.05	6.30%	/
九江中科鑫星新材料有限公司	江西	1	6.00%	4
中国石油辽阳石化公司	辽宁	1	6.00%	/
中国石化天津石化	天津	/	/	10
联泓新材料科技股份有限公司	山东	/	/	2
斯尔邦石化（东方盛虹）	江苏	/	/	2
平原信达化工有限公司	山东	/	/	1
南京金陵塑胶化工有限公司	江苏	/	/	1
其它	全国	1.75	10.40%	
合计	全国	16.8	100%	11

图：UHMWPE粉市场价格走势

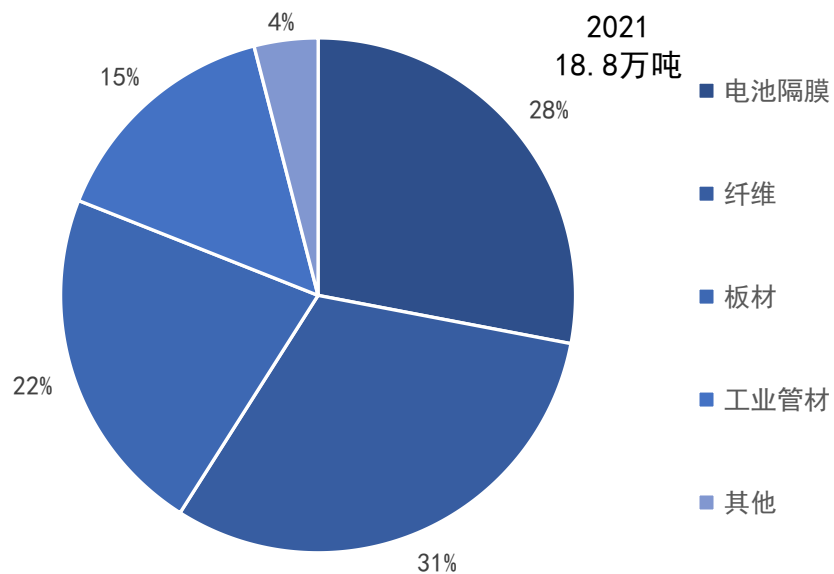


资料来源：卓创资讯、同益中招股书、同益中年报、千禧龙纤招股书，国信证券经济研究所整理
注：同益中主要向TCC公司（日本）采购，千禧龙纤主要向上海联乐化工科技有限公司采购。

超高分子量聚乙烯下游概况——纤维和电池隔膜是需求主力

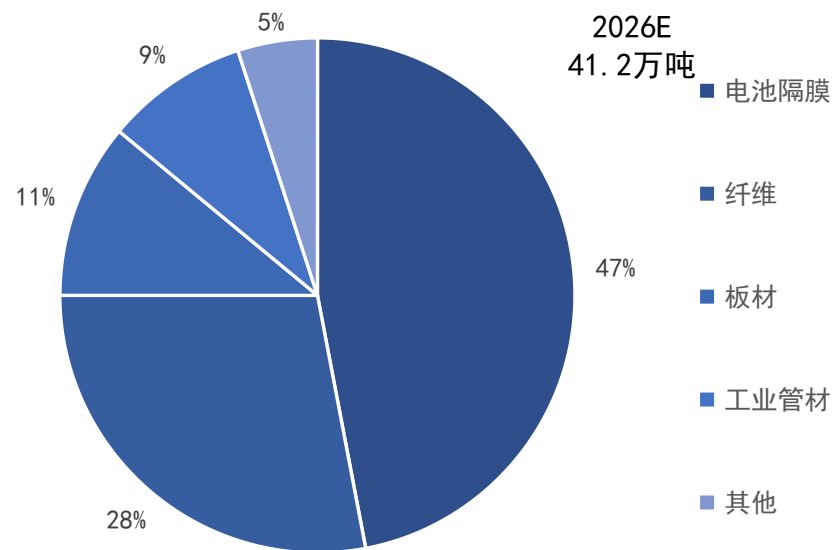
- 现阶段纤维是超高分子量聚乙烯最大消费领域。据中国化信-咨询，2021年我国超高分子量聚乙烯总消费量为18.8万吨，同比增长19%，主要增长来源为纤维和电池隔膜产品。超高分子量聚乙烯纤维是2021年最大的下游应用领域，占比31%；电池隔膜、板材和工业管材分别占比28%、22%和15%。同年，我国电池隔膜出货量同比增长超110%，且未来五年，预计储能电池与动力电池仍将保持迅猛增势，将进一步推动电池隔膜成为超高分子量聚乙烯最重要的增长领域。
- 电池隔膜有望成为超高分子量聚乙烯最大消费领域。据中国化信-咨询预测，预计到2026年，超高分子量聚乙烯树脂总消费量将达41.2万吨，CAGR为17%，其中纤维和电池隔膜总消费量占比将达四分之三。

表：2021年我国超高分子量聚乙烯消费结构



资料来源：中国化工信息中心-咨询，国信证券经济研究所整理

图：2026年预期我国超高分子量聚乙烯消费结构



资料来源：中国化工信息中心-咨询，国信证券经济研究所整理

2

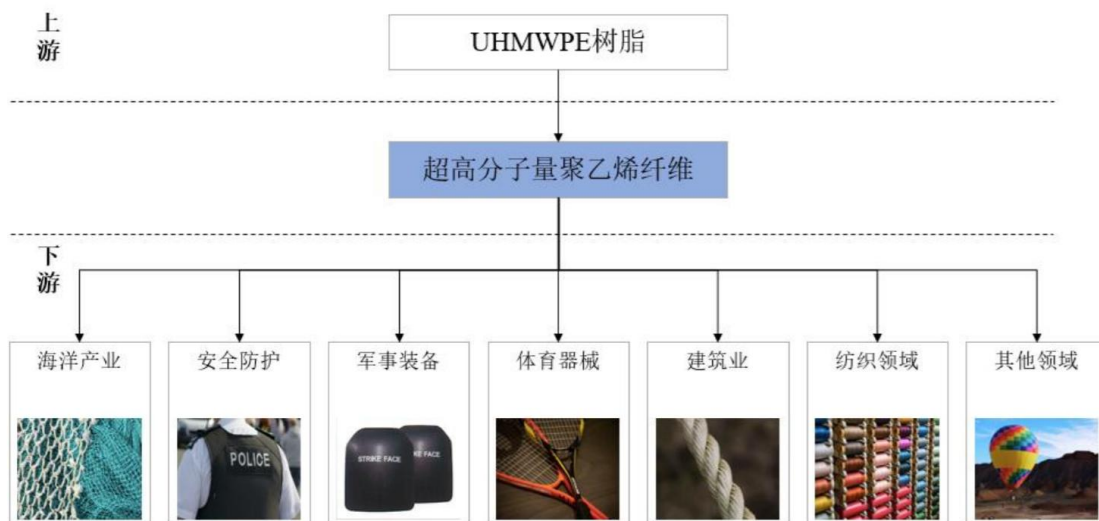
超高分子量聚乙烯纤维行业格局梳理

[返回目录](#)

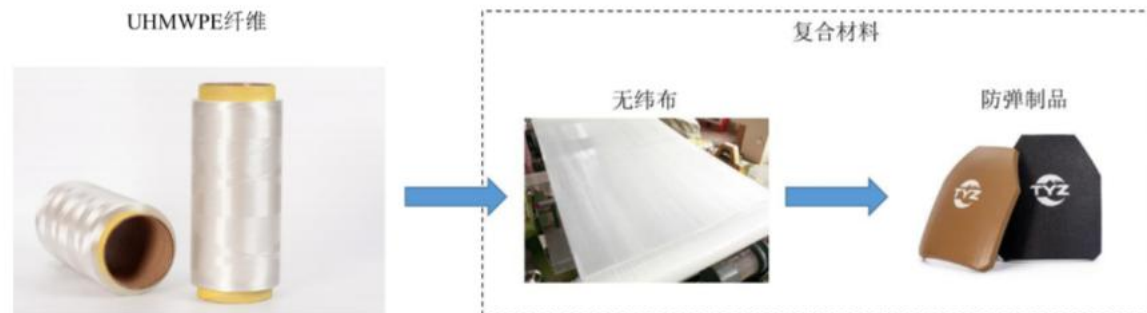
超高分子量聚乙烯纤维是三大高性能纤维之一，下游应用范围广阔

➤ 超高分子量聚乙烯（UHMWPE）纤维，又称高强高模聚乙烯纤维，是继碳纤维、芳纶纤维之后的第三代高性能纤维。超高分子量聚乙烯纤维是目前工业化高性能纤维材料中比强度和比模量最高的纤维，是分子量在100万以上的聚乙烯树脂所纺出的纤维（普通聚乙烯的分子量一般在4-12万），其断裂伸长率高于碳纤维和芳纶，柔韧性好，在高应变率和低温下力学性能仍然良好，抗冲击能力优于碳纤维、芳纶等，是一种非常理想的防弹、防刺安全防护材料。超高分子量聚乙烯纤维与普通的聚乙烯纤维相比，具有强度高、韧性好，以及优良的抗冲击性和抗切割性、高耐磨性、耐化学腐蚀性等特性。其中，超高分子量聚乙烯纤维的比强度是优质钢材的15倍，是玻璃和尼龙66的4倍，是碳纤维的2.6倍，是芳纶纤维的1.7倍；在抗冲击性能方面，超高分子量聚乙烯纤维复合材料的比冲击总吸收能量是碳纤维的1.8倍、芳纶的2.6倍，防弹能力是芳纶装甲结构的3.6倍。由于质轻高强及比能量吸收高的特点，超高分子量聚乙烯纤维已逐步取代芳纶，成为个体防弹防护领域的首选纤维。超高分子量聚乙烯纤维具有超高强度、超高模量、低密度、耐磨损、耐低温、耐紫外线、抗屏蔽、柔韧性好、冲击能量吸收高及耐强酸、强碱、化学腐蚀等众多的优异性能，被广泛应用于军事装备、海洋产业、安全防护、体育器械等领域。

图：UHMWPE上下游产业链



图：UHMWPE纤维可用于生产无纺布应用在下游领域



资料来源：千禧龙纤招股书，国信证券经济研究所整理

资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理

国内超高分子量聚乙烯纤维发展历程及趋势

- **国内UHMWPE纤维企业正处于成长阶段，目前产品多用于中低端领域。**2005年，以同益中、湖南中泰、宁波大成为代表的国内超高分子量聚乙烯纤维企业实现技术突破后，UHMWPE纤维行业良好的市场前景和经济效益吸引多家企业投资，国内新建了数十条UHMWPE纤维生产线，形成了较为完善的规模化生产能力。**国内企业研发和生产的超高分子量聚乙烯纤维产品主要经历了三个发展阶段：**（1）逐步实现了超高分子量聚乙烯纤维的批量化生产，打破海外龙头技术垄断、填补了国内空白，实现了超高分子量聚乙烯纤维产品的进口替代；（2）国内企业研发和生产的超高分子量聚乙烯纤维及复合材料产品，在主要指标和功能方面，已达到国际领先知名品牌的同等水平，实现了在相关高端应用领域的进口替代，特别是改变了我国在部分军工装备领域（例如海军舰艇缆绳和武警、陆军防弹衣等）的对国外产品的依赖及受制约的局面；（3）在抗蠕变等高端产品以及医用缝合线、雷达天线罩等细分应用领域，我国仍处于起步阶段，我国企业仍将持续进行产品及应用研发。
- **国内UHMWPE纤维企业在高端应用领域有待突破。**尽管2011年之后我国超高分子量聚乙烯纤维的产能已经超过全球总产能的50%，但是国内的超高分子量聚乙烯纤维整体呈现中低端产能富余、高端产能紧缺的情况。我国超高分子量聚乙烯纤维企业在医用缝合线、雷达天线罩等高端应用领域的产品研发仍处于起步阶段，在产品一致性及稳定性、抗蠕变产品等细分领域仍处于不断追赶海外龙头公司的位置。以同益中为代表的国内企业仍需在高端领域内继续实现“从有到优”更高端产品的突破。

图：UHMWPE纤维可用于制造防弹制品



资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理并预测

图：DSM迪尼玛纯黑UHMWPE医用纤维



资料来源：Medtec China，国信证券经济研究所整理并预测

超高分子量聚乙烯纤维——干法纺丝工艺

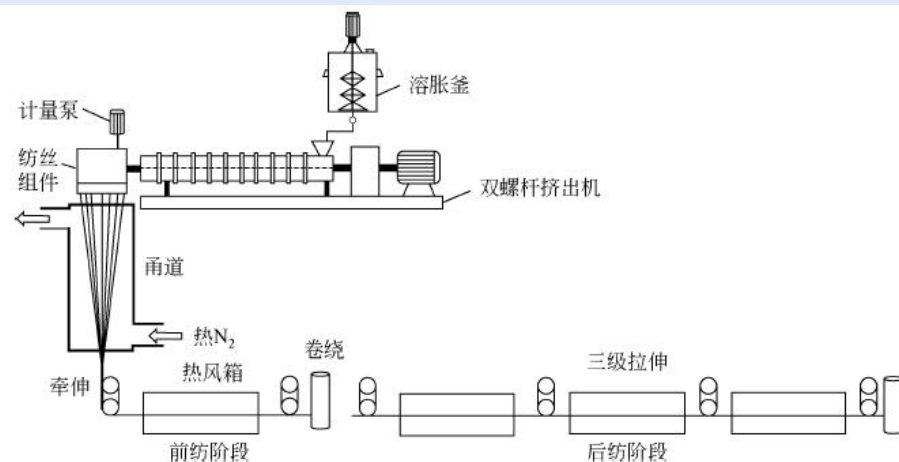
- **超高分子量聚乙烯纤维性能指标：**《重点新材料首批次应用示范指导目录（2019年版）》对关键战略材料超高分子量聚乙烯纤维的超高强型等性能进行了要求。通常认为断裂强度在35cN/dtex及以上的UHMWPE纤维产品可以划分为“高端”产品。
- **UHMWPE纤维的纺丝工艺可分为干法工艺与湿法工艺。**目前，超高分子量聚乙烯纤维凝胶纺丝工艺主要有两大类：一类是干法工艺路线，即高挥发性溶剂干法凝胶纺丝工艺路线；另一类是湿法工艺路线，即低挥发性溶剂湿法凝胶纺丝工艺路线。采用的溶剂和后续工艺是这两种工艺路线最大的区别，由于两类溶剂特性区别大，从而后续溶剂脱除工艺也完全不同，各有优势。
- **干法工艺路线纺丝：**干法主要以十氢化萘为纺丝溶剂，与UHMWPE树脂混合后，经过双螺杆挤出机高温混炼、喷丝板挤出成熔体细流，通过惰性气体等方式吹扫使溶剂脱去，同时熔体固化成原纤可收卷成型。原纤再经过多级多次的超倍热拉伸可得到强度较高的UHMWPE纤维。相较于湿法路线纺丝，干法路线工艺流程短、经济环保，其制备的纤维表面平整、缺陷少、柔软、结晶度高、纤维密度大、熔点高、熔程短、溶剂残留低。荷兰DSM公司、东洋纺公司、仪征化纤、上海化工研究院有限公司均采用干法工艺路线生产UHMWPE纤维。
- **干法路线关键技术：**树脂在十氢萘溶剂中溶胀过程对于纺丝溶液均匀溶解至关重要；纺丝溶液均匀下料是影响纤维纤度的关键；初生纤维中溶剂的充分挥发是影响溶剂回收和纤维力学性能的关键；超倍拉伸温度、拉伸比和拉伸速度是影响纤维结晶和力学性能的关键因素。

表：UHMWPE纤维的超高强型等性能指标要求

检验指标	性能要求	指标说明
断裂强度 (cN/dtex)	≥36	纤度相同的条件下，断裂强度越大，表明纤维所能承受的最大拉力越大
初始模量 (cN/dtex)	1300~1800	模量越大表明纤维抵抗变形的能力越好
断裂伸长率 (%)	2~3	断裂伸长率越大表示其柔软性能和弹性越好

资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理

图：典型的干法路线工艺流程

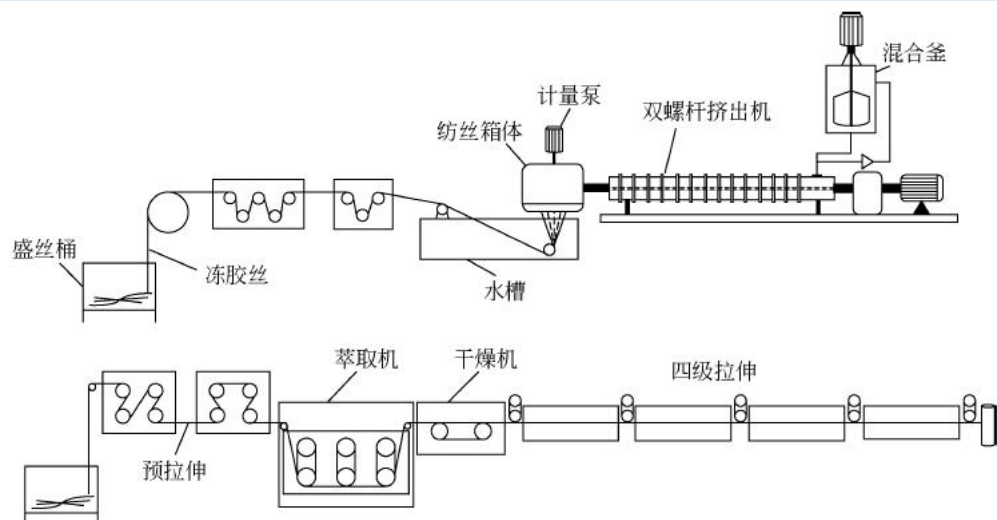


资料来源：《超高分子量聚乙烯材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

超高分子量聚乙烯纤维——湿法纺丝工艺

- **湿法工艺路线纺丝：**湿法路线采用的纺丝溶剂为高沸点不易挥发溶剂，如白油、矿物油、煤油等，纺丝加工温度可调节范围大。纺丝溶剂需要在纺丝后期进行萃取和干燥，常用萃取剂主要有碳氢清洗剂、二氯甲烷、二甲苯等，纺丝溶剂回收工艺经十余年的产业化发展，相对简单成熟，但环保、安全的压力较大。
- **湿法路线是目前国内外纤维企业用得更多的一种工艺技术路线，**最早是1985年由美国Honeywell公司购买DSM专利后进行产业化生产推出的纤维牌号有Spectra-HT、Spectra900、Spectra1000 等系列产品，其中Spectra-HT牌号断裂强度可达40cN/dtex。另外日本三井公司于1988年正式商业化生产UHMWPE纤维，牌号为Tekmilon，产品重点放在作业手套、钓鱼线和缆绳市场。我国于20世纪80年代开始相关研究，并于2000年左右实现产业化生产，目前国内湿法生产企业有同益中、爱地、九九久、中泰等十余家公司，可生产不同旦数、强度的军民用纤维产品，占全球产销量的60%以上，但以中低端产品为主，产品价格竞争激烈。
- **湿法路线发展方向：**传统的湿法路线由于工艺的先天性缺陷，导致产品质量的稳定性受到影响，特别是纤维旦数的偏差率普遍较高，优化现有的工艺路线，进一步提高纤维的力学性能、稳定性、功能性是目前湿法路线研究的重点。

图：典型的湿法路线工艺流程



表：干、湿法纺丝工艺对比

纺丝类型	干法	湿法
溶剂	十氢萘（易挥发，安全性低）	矿物油（不易挥发，安全性高）
去溶剂	加热挥发	萃取
纺丝速度	快	慢
流程	短	长
回收方式	直接回收	间接回收
回收系统	密闭要求高，运行效率要求高	庞大，复杂
代表企业	荷兰帝斯曼	美国霍尼韦尔、同益中

资料来源：《超高分子量聚乙烯材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理

国内外超高分子量聚乙烯纤维供给

➤ **国外产能情况：**2019年全球超高分子量聚乙烯纤维行业总产能约达6.46万吨，其中行业内主要企业荷兰帝斯曼的产能为1.74万吨/年，美国霍尼韦尔、日本东洋纺的产能分别为0.3、0.32万吨/年。国外UHMWPE纤维企业的产品主要应用于军事装备、海洋产业、安全防护等中高端领域，同时在民用领域如家用纺织、体育器材等因布局较早市场渗透率也较高。

➤ **国内产能、产量情况：**2021年我国超高分子量聚乙烯纤维总产能约4.3万吨/年，主要集中在江苏九九久、山东爱地、北京同益中和仪征化纤等企业。据中国化学纤维工业协会数据，2021年我国超高分子量聚乙烯纤维产量排名前三的企业分别是江苏九九久、北京同益中和仪征化纤。

表：我国超高分子量聚乙烯纤维产能分布

企业名称	产能（万吨/年）	备注
江苏九九久科技有限公司	1	
山东爱地高分子材料有限公司	0.5	荷兰帝斯曼控股
北京同益中新材料科技股份有限公司	0.33	计划扩产至7560吨/年
中国石化仪征化纤股份有限公司	0.33	
浙江千禧龙纤特种纤维股份有限公司	0.26	计划扩产至4000吨/年
江苏锵尼玛新材料股份有限公司	0.25	计划扩产至3500吨/年
其他	1.63	
合计	4.3	

表：全球主要超高分子量聚乙烯纤维生产公司

公司名称	主要产品	2019年产能（万吨/年）	产品下游应用领域
荷兰帝斯曼	UHMWPE纤维、无纺布	1.74	医疗缝合、商业捕鱼、养殖网、绳索、吊索、高性能面料以及汽车或人员的防弹保护等领域
美国霍尼韦尔	UHMWPE纤维	0.3	安全网、绳索、鱼线、防弹衣等
日本东洋纺	UHMWPE纤维	0.32	船舶系泊绳用纤维、钓鱼线、高尔夫球网、防护手套等

资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理

表：2021年中国超高分子量聚乙烯纤维产量排名名单

序号	企业名称
1	江苏九九久科技有限公司
2	北京同益中新材料科技股份有限公司
3	中国石化仪征化纤有限责任公司
4	江苏锵尼玛新材料股份有限公司
5	山东爱地高分子材料有限公司
6	山东星宇手套有限公司
7	浙江千禧龙纤特种纤维股份有限公司
8	长青藤高性能纤维材料有限公司

资料来源：中国化学纤维工业协会，国信证券经济研究所整理

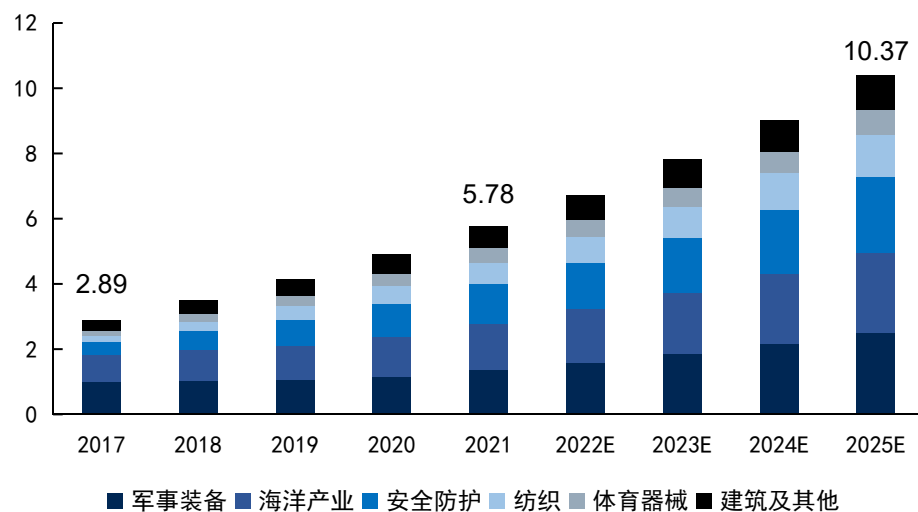
资料来源：中国化学纤维协会、CNCIC、华经情报网，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

超高分子量聚乙烯纤维需求快速增长

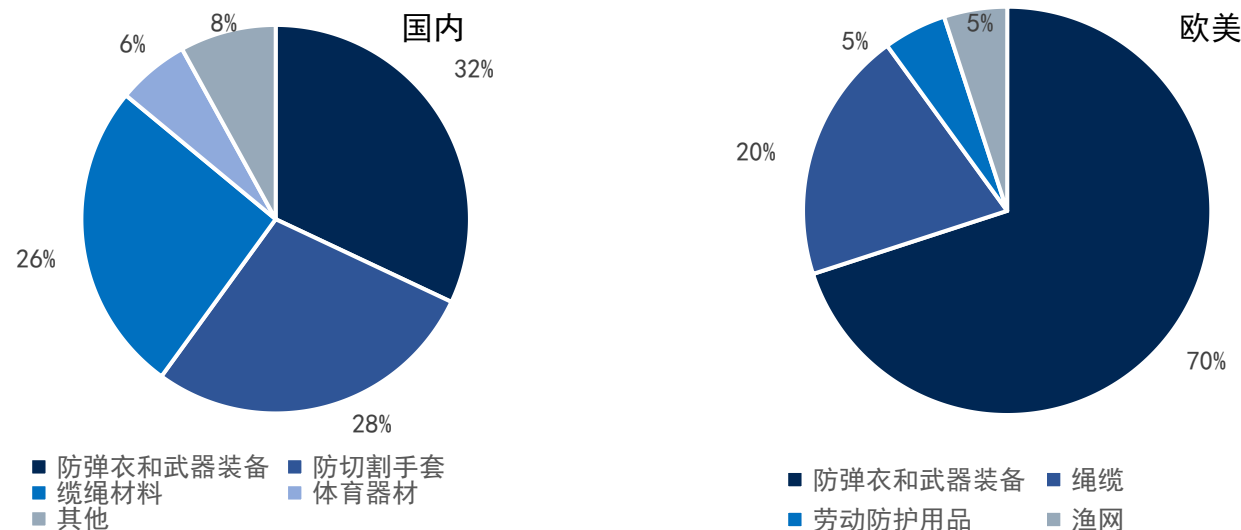
- 近年来，我国超高分子量聚乙烯纤维的需求量保持持续较快增长，主要来源于军事装备、海洋产业和安全防护等领域。未来，随着市场需求的不断增加，超高分子量聚乙烯纤维行业仍将持续快速发展。一方面，超高分子量聚乙烯纤维作为现代国防必不可少的战略物资，国家出台了一系列政策将其列为关键战略材料，主要包括《重点新材料首批次应用示范指导目录（2019年版）》《增强制造业核心竞争力三年行动计划（2018-2020年）》等；另一方面，随着产业技术水平的持续提升，超高分子量聚乙烯纤维的应用领域不断拓宽，日益增加的军品、民品应用将为超高分子量聚乙烯纤维带来庞大的市场需求。据同益中招股书中披露，2015年至2019年，中国超高分子量聚乙烯纤维需求量复合增长率为19.87%，2020年至2025年，预期中国超高分子量聚乙烯纤维需求量复合增长率为15.05%。
- 根据《中国化工新材料产业发展报告（2018）》，欧美市场超高分子量聚乙烯纤维下游应用领域中，防弹衣和武器装备占比约70%，绳缆占比约20%，劳动防护占比约5%，渔网占比约5%；中国市场超高分子量聚乙烯纤维下游应用领域中，防弹衣和武器装备占比约32%，防切割手套占比约28%，缆绳材料占比约26%，体育器材占比约6%，其他占比约8%。

图：2017年至2025年中国UHMWPE纤维需求量（万吨）



资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理并预测

图：国内及欧美地区超高分子量聚乙烯纤维下游消费结构

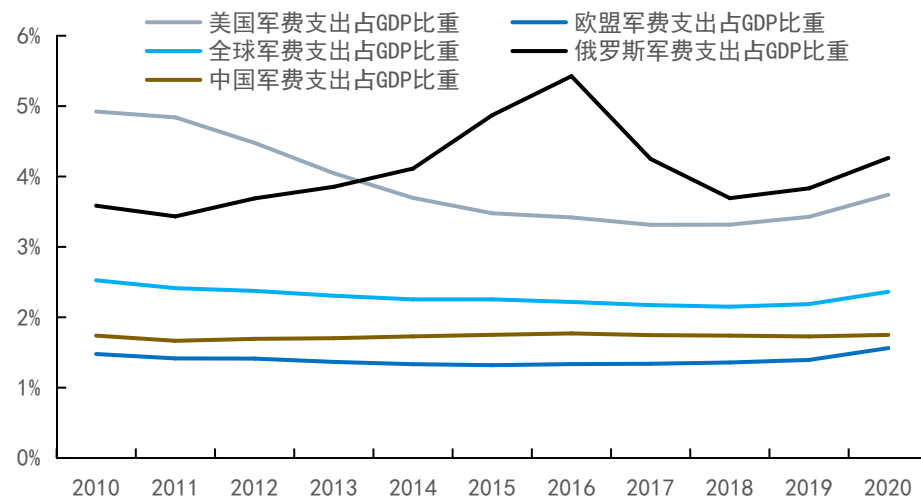


资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理并预测

国防装备费投入增加有望拉动UHMWPE纤维需求

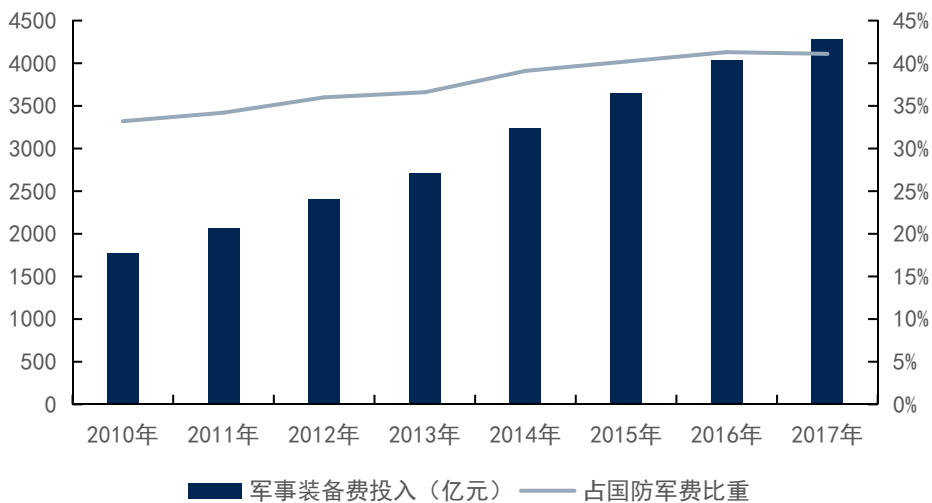
➤ 国防装备费投入增加将拉动UHMWPE纤维需求。由于超高分子量聚乙烯纤维具有耐冲击性能好、比能量吸收高、轻质、使用温度范围大等优势，可以被应用在直升飞机/坦克/舰船的装甲防护（防弹）板、雷达的防护外壳罩、导弹罩、盾牌、降落伞、防弹头盔、防弹衣等不同产品上。包括美国、欧盟、俄罗斯、中国在内的多个国家军费支出占GDP比重近年来有所提升，推动全球军费支出占GDP比重小幅增加，国防支出的提升将会极大地推动超高分子量聚乙烯纤维的需求。

图：2010至2020年全球军费支出占GDP比重情况



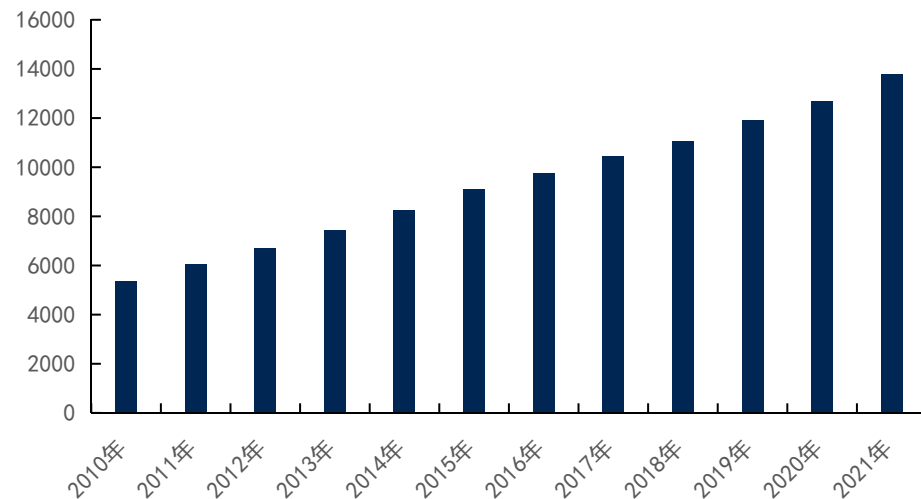
资料来源：Wind，国信证券经济研究所整理

图：2010-2017年中国军事装备费投入及占国防军费比重（亿元）



资料来源：千禧龙纤招股书、《新时代的中国国防》，国信证券经济研究所整理

图：2010至2021年中国的国防预算（亿元）



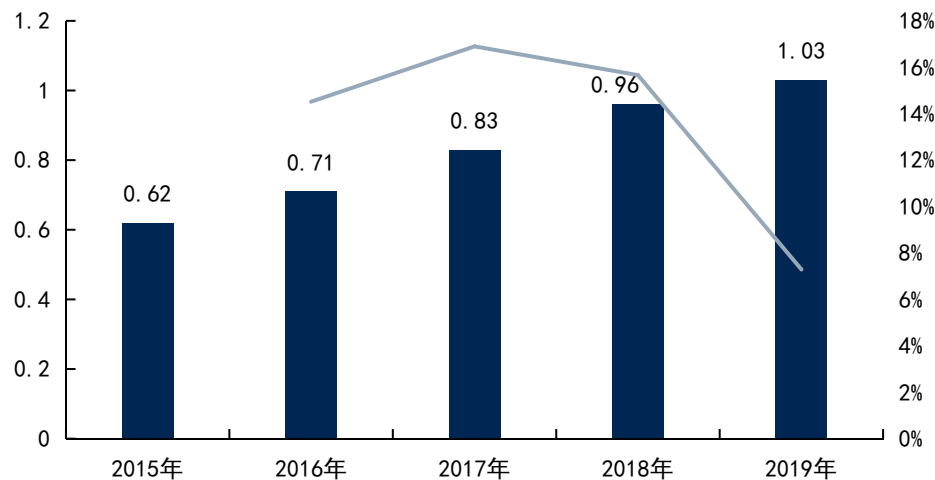
资料来源：《新时代的中国国防》、中国政府网，国信证券经济研究所整理

超高分子量聚乙烯纤维传统下游需求不减

➤ **海洋产业超高分子量聚乙烯纤维市场情况：**海洋产业中，超高分子量聚乙烯纤维以其优良的性能，迅速成为海上用绳缆、船舶系泊绳、远洋渔网和海上养殖网箱等的主要材料。其市场需求保持旺盛的增长，特别是绳索、缆绳等绳网制造业。比如，超高分子量聚乙烯纤维加工成的渔网比普通聚乙烯纤维渔网质量轻一半以上，同等质量的渔网可制造成更大尺寸的网具，捕捞作业时既可增加捕捞量又能减少渔网的水阻，从而降低渔船能耗，适合远洋捕捞。超高分子量聚乙烯纤维加工成的高强度绳索，与同等直径的钢丝缆绳相比，重量轻88%、强度高50%，且比水轻、能浮于水面之上，同时又耐海水腐蚀和紫外线的照射，可保证更长的使用寿命，尤其适于制作船用泊绳、拖绳、灯塔固定锚绳等海洋工程用缆绳。根据同益中招股书中数据显示，2017-2019年，我国海洋产业超高分子量聚乙烯纤维需求量分别为0.83万吨、0.96万吨和1.03万吨。结合目前渔业及海洋工程的发展速度，前瞻预计，未来市场需求将保持稳定的增长，2025年海洋产业超高分子量聚乙烯纤维需求量有望达到2.46万吨，年均复合增速为15.62%。

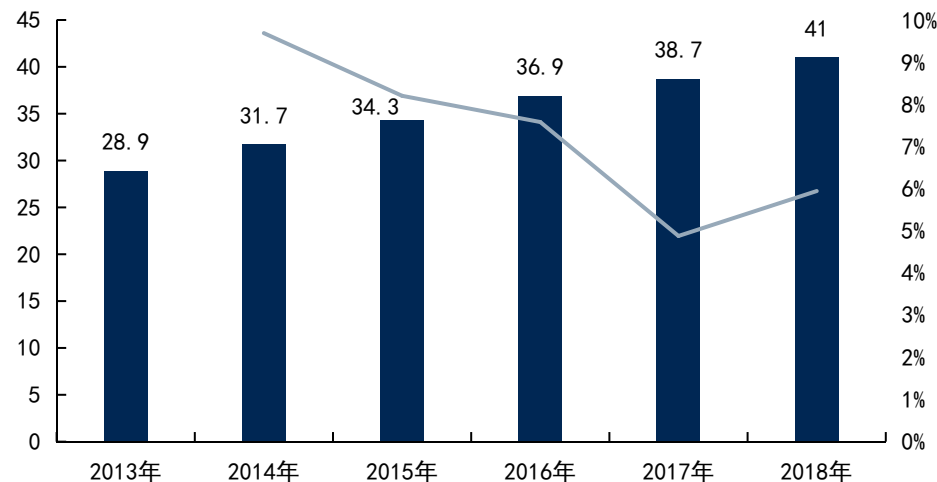
➤ **安全防护超高分子量聚乙烯纤维市场情况：**据中国产业用纺织品行业协会显示，2013-2018年中国安全防护用纺织品纤维加工量一直维持稳步上升趋势，2018年已经达到41万吨，较上年增加5.94%。以超高分子量聚乙烯纤维为代表的更高质量和防护性能的应用也不断提高。根据前瞻研究院统计，2016年，国内安全防护超高分子量聚乙烯纤维需求量约为0.22万吨；2019年，国内安全防护超高分子量聚乙烯纤维需求量约为0.81万吨，增速为92%。预计未来一段时间中国安全防护领域超高分子量聚乙烯纤维需求量还会继续上升，2025年需求量将达到2.32万吨，年均复合增速为19.17%。

图：2015-2019年海洋产业UHMWPE纤维需求量（万吨）



资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理

图：2013-2018年中国安全防护用品纺织品纤维加工量（万吨）



资料来源：同益中招股书，国信证券经济研究所整理

- **纺织领域超高分子量聚乙烯纤维市场情况：**因为超高分子量聚乙烯纤维具有的独特性能，其在纺织品行业的应用非常广泛。之前因成本和价格等的局限，消费者的接受认可度不高。近几年，随着技术进步和超高分子量聚乙烯纤维成本的进一步下降，超高分子量聚乙烯纤维在民用纺织领域的应用已经进入快车道。超高分子量聚乙烯纤维经机织而成的面料具有明显的冰凉感，且具有良好的自润滑性、低吸水性、不粘性，以及优异的耐磨性、拉伸性能、耐冲击性能、耐化学药品性等，因此在床上用品、窗帘、座套、床垫、凉席、被罩、牛仔面料上得到了广泛的应用。根据前瞻研究院数据，2015年，我国纺织领域超高分子量聚乙烯纤维需求量约为0.09万吨。2019年，我国纺织领域超高分子量聚乙烯纤维需求量约为0.42万吨，预计2025年需求量将达到1.30万吨，2019-2025年均复合增速20.72%。
- **体育产业超高分子量聚乙烯纤维市场情况：**伴随着一系列对体育产业及赛事的指导意见陆续出台及逐步落地，我国大众体育和健身运动诉求也在出现爆发式的增长，作为体育产业重要子行业之一的国内体育用品行业亦将迎来高速增长期。在体育器材领域，超高分子量聚乙烯纤维可制成安全帽、滑雪板、帆轮板、钓竿用钓鱼线、球拍及自行车、滑翔板等，其性能优于传统材料。目前，超高分子量聚乙烯纤维鱼线行业已经相对成熟。超高分子量聚乙烯纤维制成的鱼线拉力值是同样纤度下尼龙线的三倍之多，同等拉力值下的体积更小，质量更轻，且具有耐磨性、鱼讯传递明显迅速等优势，特别是在高端鱼钓，海钓等领域得到了充分的应用，是国内鱼线加工行业的重点出口项目。超高分子量聚乙烯纤维制成的体育用品具有舒适性、凉感性、强度高、轻量化和耐磨等优异特性，因此被广泛地应用在登山绳、钓鱼线、球拍网线、风筝线、射箭弓弦等绳索产品，及运动衣、击剑服等纺织织物和滑雪板、滑雪橇、钓竿、球拍、赛车、滑翔板、赛艇、帆船、网球拍、帆轮板等。随着国内体育用品市场的高速增长，超高分子量聚乙烯纤维的需求也会相应快速增长。

3

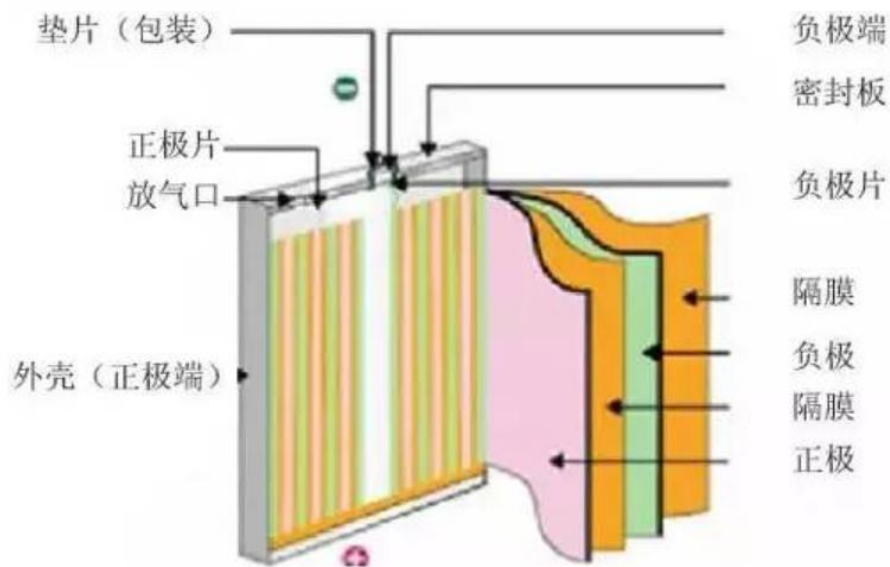
超高分子量聚乙烯锂电隔膜行业格局梳理

[返回目录](#)

隔膜是电池组件中的关键组件

- 隔膜是现有锂电池内层组件中技术壁垒最高的材料，直接决定了锂电池的使用性能和安全性。锂电池隔膜是一种具有多孔网络结构的绝缘材料，平均孔径为0.03~0.10 μm，其主要作用是使电池的正、负极分隔开，防止两极接触而短路，能让锂离子自由通过，阻隔电流传导，防止电池过热。隔膜的性能决定了电池的界面结构、内阻等，直接影响电池的容量、循环以及安全性能等特性。根据隔膜的结构特点，锂电池隔膜可分为聚烯烃隔膜、无纺布隔膜与无机复合隔膜。其中，聚烯烃隔膜是目前商业化锂电池隔膜的主流，以聚乙烯(PE)、聚丙烯(PP)等为主。
- 锂电池隔膜一般需要满足以下几个方面的要求：(1)具有良好的电子绝缘性，保证正负极的有效阻隔；(2)一定的孔径和孔隙率，具有较高的锂离子传导率；(3)化学和电稳定性好，由于电解质的溶剂为强极性的有机化合物，隔膜必须耐电解液腐蚀，有足够的化学和电化学稳定性；(4)良好的浸润性，对电解液的浸润性好，有足够的吸液保湿能力；(5)优异的力学强度，具有足够的力学性能，包括穿刺强度、拉伸强度等；(6)热稳定性好，热收缩率低，防止正负极接触发生短路；(7)安全性高，包括自动关断保护性能高、闭孔温度低、破膜温度高等。

图：锂电池内部结构图



资料来源：GGII，国信证券经济研究所整理并预测

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

图：锂电隔膜的性能要求及几种商品膜性能参数

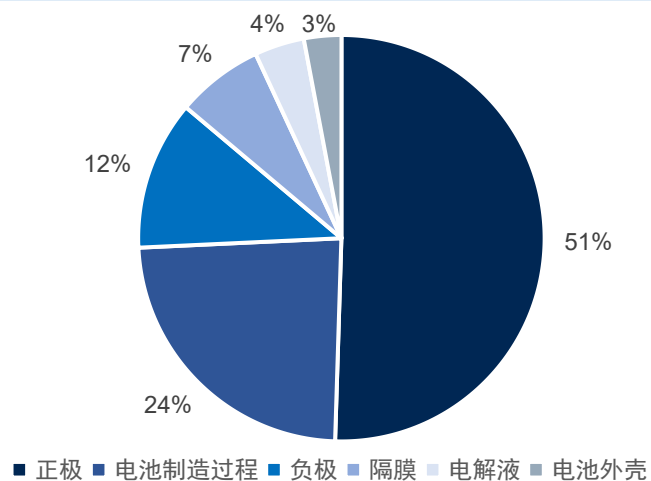
性能参数	基本要求	较高要求	PP隔膜	PP/PE/PP隔膜	PE隔
厚度 (μm)	20~40	PE膜更薄 (6 μm)	25	38	12
Gurley值 (s)	200~800	/	620	780	253
孔隙率	>30%	40%~60%	41%	45%	38%
平均孔径 (μm)	<1	0.1~1	0.043	0.035	0.038
受热收缩/(TD) 1h@90°C	<1%	1h@180C<2%	0	0	1.8%
受热收缩/(MD) 1h@90°C	<5%	1h@180C<2%	5%	7%	4.7%
穿刺强度 (g)	>100	/	450	550	233
横向拉伸强度 (kg·cm ⁻²)	>100	/	140	165	878
纵向拉伸强度 (kg·cm ⁻²)	>1000	/	1420	1630	1134
电化学稳定窗口 (V)	0~4.5	0~5.0			
离子电导率 (S·cm ⁻¹)		>1x10 ⁻³	0.6~1.0x10 ⁻³	0.6~1.0x10 ⁻³	约1.0x10 ⁻³

资料来源：《锂离子电池隔膜及技术进展》，国信证券经济研究所整理并预测

隔膜约占锂离子电池成本的7%，市场需求快速增长

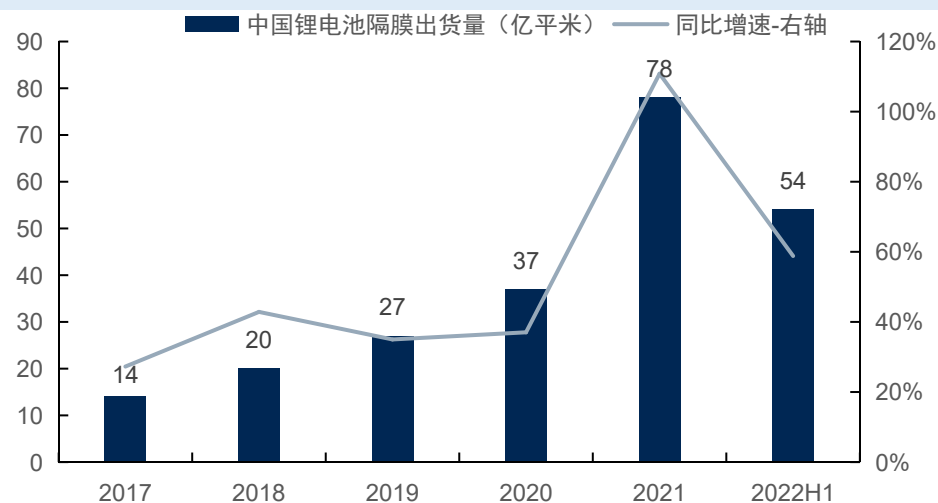
- 隔膜约占锂离子电池成本的7%。根据彭博新能源财经的数据，2021年锂离子电池正极成本加起来占每个电池总成本一半以上，为51%。电池制造过程包括电极制备、电池组件和电池电化学激活，这一过程占总成本的24%，负极占总成本的12%，隔膜、电解液和电池外壳分别占总成本的7%、4%和3%。
- 中国锂电隔膜出货量快速增长。据高工产研锂电研究所（GGII）调研数据，2021年，国内隔膜出货量达到78亿平米，同比增长109.7%，2017年至2021年CAGR达53.64%；2022年上半年中国锂电隔膜出货量54亿平米，同比增长超55%。
- 我国隔膜企业已占有全球市场70%以上的市场份额，但UHMWPE锂电池隔膜材料仍以进口料为主。锂电隔膜市从全球发展趋势来看，锂电池隔膜产业是逐步向国内转移的过程，我国隔膜企业出货量份额持续增加。2021年受全球新能源汽车终端需求提升的驱动，全球锂电池隔膜出货量为107亿平米，同比增长70%。我国隔膜企业已占有全球市场70%以上的市场份额。UHMWPE锂电池隔膜专用料具有分子链间缠结度强、熔体黏度大等特点，其隔膜制品具有电化学稳定性好、寿命长、安全性高等优点，是锂电池隔膜材料的主要开发方向。但由于该材料颗粒粒径要求严苛、工业生产难度大、行业准入门槛高，国内市场以进口料为主，国产料多处于小规模研发和生产阶段，未来有部分厂商可大规模生产。

图：2021年全球锂离子电池成本构成



资料来源：彭博新能源财经，国信证券经济研究所整理并预测

图：2017-2022H1中国锂电隔膜出货量及增速



资料来源：GGII，国信证券经济研究所整理并预测

UHMWPE隔膜是高端隔膜，可用于高效、大功率电池中

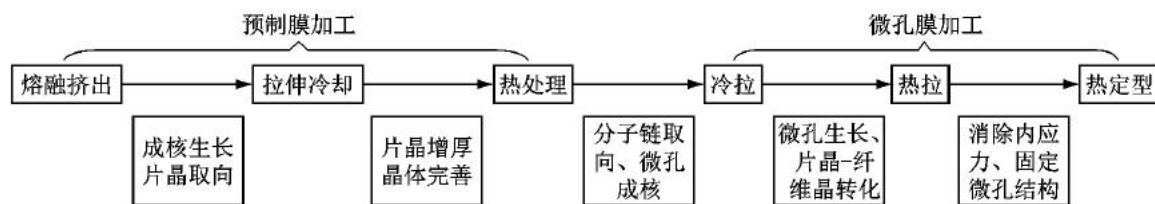


- **UHMWPE隔膜是高端隔膜，可用于高效、大功率电池中。**近年来，随着新能源汽车的快速发展，动力电池的安全性受到人们的高度重视，因此对隔膜的性能提出了更高的要求。超高分子量聚乙烯（UHMWPE）由于分子质量高决定了其制备锂电池隔膜的优势，耐磨损、耐冲击、耐化学腐蚀、耐低温，力学性能、耐热性优于普通PE、PP，综合性能优异。UHMWPE隔膜是锂电池隔膜中的高端产品，特别在高温下熔体呈凝胶状，熔而不塌，对过充或者温度突升时短路、爆炸具有优良的安全保护作用，更适用于高效、大功率的动力电池。
- **涂覆膜与轻薄化是UHMWPE锂电池隔膜的发展趋势：**UHMWPE 锂电池隔膜综合性能优异，但仍存在耐热稳定性差、对极性电解液浸润性差等缺点，因此高孔隙率、高强度、良好的浸润性与热尺寸稳定性是今后UHMWPE锂电池隔膜的发展方向。（1）**涂覆膜：**目前，国内外研究者和企业主要通过隔膜表面改性对UHMWPE隔膜进行功能化改性，其中隔膜表面改性方法包括涂覆和辐射接枝。根据涂覆物原材料不同，表面涂覆又可细分为无机涂覆和有机涂覆。通过在基膜上涂覆无机陶瓷材料、PVDF、芳纶 等材料，能够有效提高锂电池隔膜的抗穿刺和耐热性，提高吸液能力，从而提升电池的安全性和使用寿命等性能，因此涂覆膜出货量在锂电池隔膜中的占比不断提升。（2）**轻薄化：**在保障安全性的基础上隔膜进一步趋于轻薄化，锂电池隔膜轻薄化能够有效提升锂电池的能量密度，使单位体积或重量的锂电池中容纳更多的电极材料，从而最终提升锂电池的续航能力。因此，无论是消费类锂电池还是动力类锂电池，在保障安全性和使用寿命、能承受高倍率和高功率充放电的前提下，隔膜厚度越薄越好，锂电池隔膜轻薄化是行业发展的重要趋势。（3）**改性：**聚烯烃材料本身的极性与电解液相差较大，通过化学和物理方法改善聚烯烃隔膜的电解质亲和性，也是动力类锂电池隔膜基体材料研发的重要方向。
- **隔膜原料的导入周期比较长，**合格的隔膜需要经过锂电池厂家的试用，一次评价要3~6个月时间，至少要通过3次评价，才能得到正式认可。同时，隔膜要求的不断提高对原料的杂质含量、批次质量一致性乃至颗粒形态的要求极高，原料研发的周期长，开发的难度大，门槛高。因此，进一步提高UHMWPE隔膜的各项质量指标，仍需隔膜原料开发、隔膜生产和电池生产等上下游通力合作，这也是我国电池业目前急需解决的问题。

UHMWPE锂电隔膜的生产可分为干法工艺与湿法工艺

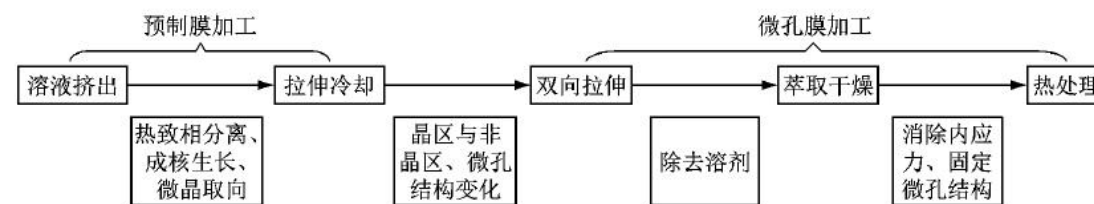
- **干法工艺路线简单，但隔膜产品性能不佳：**干法工艺又称熔融拉伸法，包括单向拉伸、双向拉伸工艺和吹塑工艺，是指将聚烯烃树脂熔融、挤出制成结晶性聚合物薄膜，经过结晶化处理、退火获得高结晶度的结构，随后在高温下进一步拉伸，将结晶界面进行剥离，形成多孔结构的制备工艺。干法单向拉伸工艺相对简单，且无环境污染，但低温拉伸时容易导致隔膜穿孔且拉伸倍数较小，产品不能做得很薄。与纵向相比，横向拉伸强度差，其隔膜呈扁长微孔结构。
- **湿法工艺是未来的主流工艺：**湿法工艺又称相分离法或热致相分离法，是将高沸点小分子作为造孔剂添加到聚烯烃中，加热熔融成均匀体系，由螺杆挤出铸片，经同步或分步双向拉伸后用有机溶剂萃取出造孔剂，再经拉伸、热定型等后处理得到微孔膜材料的制备工艺。与干法拉伸制膜工艺相比，湿法工艺制成的锂电池隔膜可以做到很薄，利用热致相分离而产生的微孔，在孔隙率和孔径大小方面更易控制，产品的力学性能和均一性更好，适合做高能量密度和高安全性的电池，因此湿法隔膜未来将占据主导地位。
- **湿法隔膜多用在中高端领域，干法隔膜在储能领域市场空间广阔。**湿法隔膜多用于电动汽车、电动工具、高端数码类用锂离子电池等对锂电池能量密度较高的场景。而随着全球范围内新能源汽车的增长以及储能市场的快速兴起，干法锂电池隔膜在对能量密度要求不高的电动汽车、电动自行车、电动工具、数码产品、储能用电池领域的需求量将迅速扩大，市场前景广阔。

图：锂电池干法隔膜加工工艺流程及对应的结构演变



资料来源：《超高分子量聚乙烯锂电池隔膜的制备及其发展趋势》，国信证券经济研究所整理

图：锂电池湿法隔膜加工工艺流程及对应的结构演变



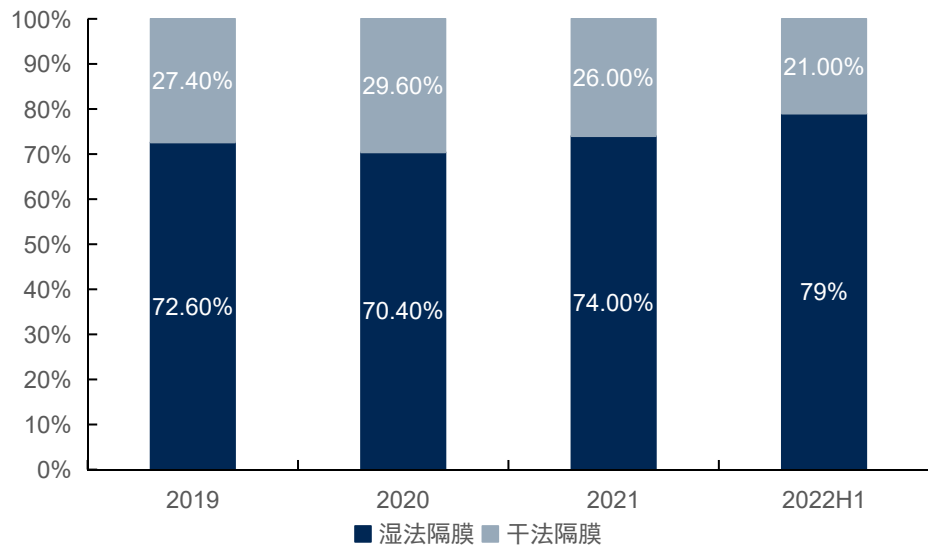
资料来源：《超高分子量聚乙烯锂电池隔膜的制备及其发展趋势》，国信证券经济研究所整理并预测

中国锂电隔膜市场出货仍以湿法隔膜为主，市场价格较为稳定



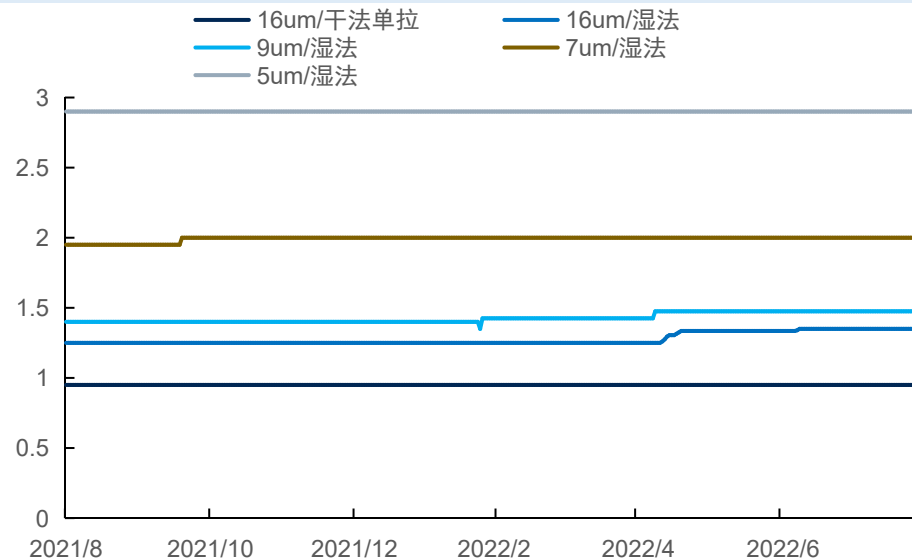
- 从隔膜产品结构来看，2022H1中国锂电隔膜市场出货仍以湿法隔膜为主，市场占比进一步提升，达79%，湿法隔膜市场占比提升主要受动力电池市场需求快速增长带动。然而当前新能源汽车补贴逐步退坡，新能源汽车厂商成本控制压力传导至上游，磷酸铁锂技术进步带来能量密度提升导致磷酸铁锂电池的装车量和产量迅速上升。因此随着磷酸铁锂出货量大幅提升和储能市场需求爆发，未来干法隔膜的中国市场需求预计会处于持续增长。
- 从价格走势看，2022H1市场特点有：1) 湿法隔膜价格Q1上升超10%，Q2持平，主要因为Q1行业供给偏紧，Q2受疫情影响，下游需求增速减缓；2) 隔膜企业对中小电池企业、细分产品领域如（16 μ 湿法、20 μ 、25 μ 干法）涨价幅度大于头部电池企业和主流产品，而高端隔膜（9、7、5 μ 湿法）市场价格均维持稳定；3) 干法隔膜22Q1微涨，22Q2小幅下滑，主要是因为干法隔膜新增产能投产超预期，导致市场供给增加。

图：2019-2022H1我国湿法、干法隔膜出货量占比



资料来源：GGII，国信证券经济研究所整理

图：2021-2022年中国锂电隔膜市场价格走势（元/平方米）



资料来源：百川盈孚，国信证券经济研究所整理

我国UHMWPE锂电池隔膜专用料依赖进口，国产替代进程加速



- 国内UHMWPE生产企业尝试突破国外技术壁垒，开发具有竞争力的高端湿法UHMWPE锂电池隔膜专用料依然存在较大难度，主要体现在以下方面：
 - (1) 进口的UHMWPE锂离子电池隔膜专用料基本被美国、韩国、德国和日本等少数国家垄断，国内研发和生产起步较晚，自主知识产权匮乏我国锂电池隔膜的研发和生产起步较晚，自主知识产权匮乏；
 - (2) 隔膜要求不断提高，对原料树脂的杂质含量、批次质量一致性乃至颗粒形态的要求极高，而国内企业对上游原材料的研究不够深入，国产UHMWPE锂电池隔膜专用料配方研究欠缺系统性；
 - (3) 我国的隔膜企业大多是工艺模仿，缺乏系统基础研究支撑，没能完全理解和掌握隔膜加工的基本科学问题和技术原理，很难提升隔膜的性能，生产出的隔膜一致性、均匀性、热收缩性能等比较差，合格率偏低，量产化能力有待进一步提高。
- 我国锂电池隔膜专用UHMWPE料依赖进口，国产替代进程加速。2016-2020年，我国锂电池隔膜专用UHMWPE料进口量年均增速在23.5%左右，2020年总进口量达到11700吨，进口依存度45%。由于国内非外资企业UHMWPE研发和生产能力仍比较有限，再加上新产品打入市场的认证周期较长，未来一段时间内我国UHMWPE锂电池隔膜专用料国产量增速预计难以满足需求增速。2020年，我国仅有南京塞拉尼斯和扬子石化有锂电池隔膜专用UHMWPE料量产产品，两家企业累计年产量在14000吨左右。另外，河南沃森（UHMWPE产能10000吨/年）有锂电池隔膜实验料投放试用，但没再进一步量产。东方盛虹子公司斯尔邦石化2万吨的超高分子量聚乙烯计划于2022年年底投产，主要应用是为下游的锂电隔膜。联泓新科投资7.9亿元在山东新建2万吨/年超高分子量聚乙烯和10万吨/年醋酸乙烯联合装置及配套项目已于2022年7月开工，预计2024年上半年建成投产，装置可生产隔膜料与纤维料，隔膜料主要用于生产锂电池隔膜。随着原材料树脂制备技术的提升，国产UHMWPE树脂的品质有望得到改善，从而实现隔膜用原料的完全国产化；同时，由于隔膜加工工艺与表面改性技术的提升，高端湿法隔膜有望完全实现国产化，满足国内高端锂电池需求。

图：2020年我国锂电池隔膜专用UHMWPE料进口数据统计

企业名称	进口量/吨	锂电池隔膜专用料主要牌号
泰科纳（塞拉尼斯）	6100	具有多样性，以定制化牌号为主，如GUR2122、GUR4018等
日本三井	1050	145M
大韩油化	4500	VH035、VH150U
合计	11650	

资料来源：锂电产业通，国信证券经济研究所整理并预测

图：2020年我国UHMWPE锂电池隔膜专用料生产企业统计

企业名称	产能（吨/年）	产量/吨	主要牌号
扬子石化	20000	4000	YEV-4500、YEV-060F
塞拉尼斯南京	35000	10000	以定制化牌号为主，如GUR2122、GUR4116等
合计	55000	14000	

资料来源：锂电产业通，国信证券经济研究所整理并预测

3

其他子行业及相关上市公司

[返回目录](#)

UHMWPE管材——性能优异的管道材料

➤ UHMWPE管材以其突出的耐腐蚀性、耐热、耐磨、对输送介质无污染性、使用寿命长、制造安装费用低等优异性能，在石油化工、河海疏浚、尾矿输送、海洋浮标等领域得到了广泛的应用。UHMWPE管材的耐磨性比HDPE高4倍，是碳钢、不锈钢的7~10倍，摩擦系数仅为0.07~0.11，自润滑性优异；冲击强度高，特别是在低温条件下，仍有相当高的冲击强度；还具有优良的抗内压强度、耐环境应力开裂性等。

图：UHMWPE管材及应用



(a) 钢塑复合管



(b) 大口径海洋浮标



(c) 输油管道

资料来源：《超高分子量聚乙烯材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

图：UHMWPE管材及应用

项目	UHMWPE	QT-450钢	碳钢	HDPE	玻璃钢	PVC
密度/g. cm ³	0.945	7.8	7.8	0.95	>2	1.4
拉伸强度/MPa	>26	300	200	22		
使用温度/℃	<85			<75		<75
线膨胀系数×10 ⁻⁶ /℃	1.5	0.11	0.12	1.2		
断裂伸长率/%	>400	<10	<10	>350	<10	<100
冲击强度/kJ·m ⁻²	110			27	<10	<10
低温冲击强度(-40℃)/kJ·m ⁻²	150			<10	极差	<1
抗环境应力开裂/h	>4000			>2000	极差	很差
耐疲劳性/万次	>40			3	极差	差
承压能力/MPa	2.0			1.0	1.0	0.6
摩擦系数	0.07~0.11	>0.85	>0.3	0.4	0.4	0.4~0.6
磨耗系数	1	7	9	4	>10	>10.5
结垢	不易结垢	良	结垢	良	结垢	结构
抗腐蚀	优	良	很差	良	优	优

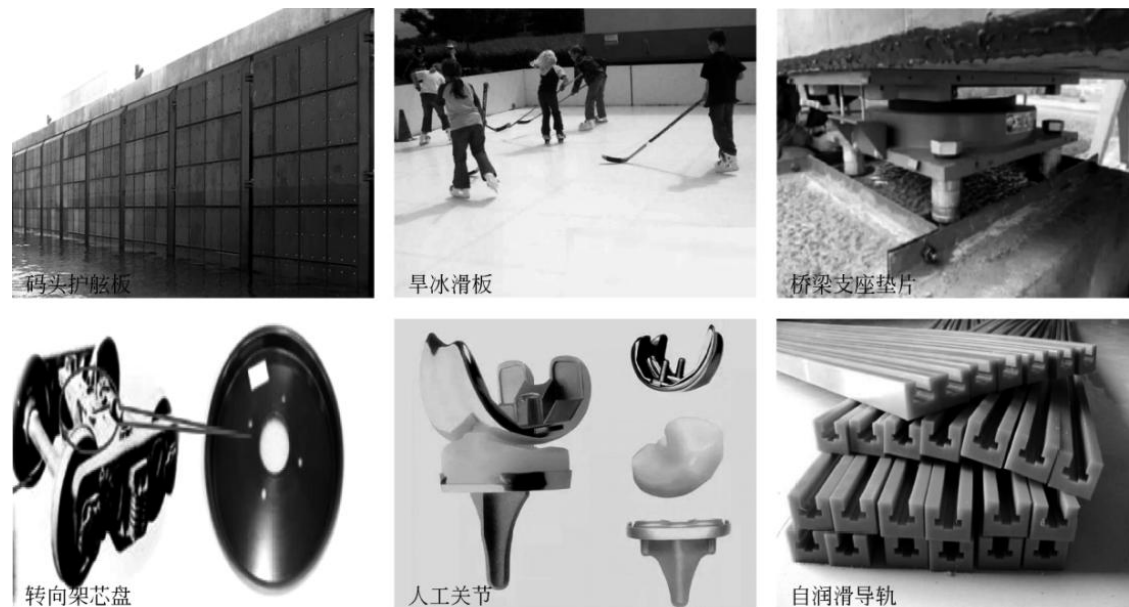
资料来源：《超高分子量聚乙烯材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

请务必阅读正文之后的免责声明及其项下所有内容

UHMWPE板材、型材——人工关节的主流材料

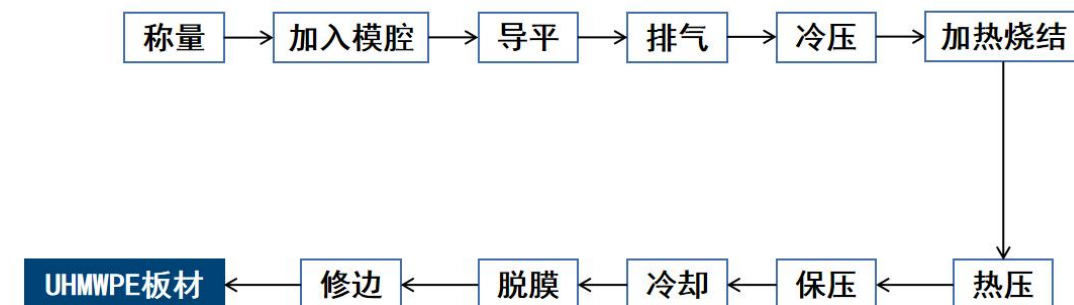
- UHMWPE板材广泛应用于各类护舷板、车厢滑板、煤仓衬板、旱冰滑板、铁路公路桥梁支座垫片以及人工关节等领域。目前市场上超过90%的人工关节材料中的衬垫为UHMWPE材料，全球每年约有三百万次的关节置换手术，UHMWPE部件的磨损和损坏是影响人工关节寿命的主要因素。UHMWPE于1960年被首次应用于制作人工关节衬、垫。目前，UHMWPE基础树脂的耐磨性能还不能完全满足关节的长时间使用，美国麻省总医院等研究机构和企业开发了交联UHMWPE，大幅降低了关节磨损，于1998年首次获得食品药品监督管理局（FDA）批准进入临床应用。随后，欧美国家又发明了维生素E聚乙烯，兼备抗氧化和耐磨性能，于2009年获得FDA批准进入临床使用。我国从1990年起逐渐使用UHMWPE制作关节衬垫，但国产UHMWPE的分子量、成型加工工艺以及关节制造工艺等都较落后，人工关节临床使用寿命短（平均五年左右），磨损等导致的并发症严重。

图：UHMWPE板材、型材的应用图示



资料来源：《超高分子量聚乙烯材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

图：UHMWPE模压成型工艺流程



资料来源：《超高分子量聚乙烯材料的研究进展》，国信证券经济研究所整理

超高分子量聚乙烯行业主要公司介绍



- **东方盛虹**：子公司斯尔邦石化2万吨的超高分子量聚乙烯计划于2022年年底投产，主要应用是为下游的锂电隔膜。
- **联泓新科**：投资7.9亿元在山东新建2万吨/年超高分子量聚乙烯和10万吨/年醋酸乙烯联合装置及配套设施，预计项目建设周期18个月，项目已于2022年7月开工，预计2024年上半年建成投产。装置可生产隔膜料与纤维料，隔膜料主要用于生产锂电池隔膜，是锂电池湿法隔膜的主要原材料；纤维料主要用于生产超高分子量聚乙烯纤维，下游主要用于军用防弹盔甲、安全防护服、深海绳网等高端制造领域。
- **同益中**：国内首批掌握全套超高分子量聚乙烯纤维生产技术和较早实现超高分子量聚乙烯纤维产业化的企业之一，拥有超高分子量聚乙烯纤维行业全产业链布局。2021年公司拥有UHMWPE纤维产能3320吨/年，另有2240吨/年在建，预计2023年年底投产。公司主要向TTC公司（日本）采购UHMWPE原料。
- **扬子石化**：2017年5月，扬子石化首次实现了UHMWPE隔膜专用料YEV-4500的工业化试生产，填补了国内空白，成为国内首家成功开发锂电池隔膜料的生产企业，打破了该产品完全依靠进口的局面，首次试生产专用料100吨。
- **大庆石化**：2022年7月，大庆石化在低压装置首次生产锂电池隔膜专用料超高分子量聚乙烯，装置切换过程流畅、运行平稳，产出的230吨料体经分析检验和性能测试，各项性能达到预设指标要求。
- **辽阳石化**：2020年，中国石油辽阳石化分公司超高分子量聚乙烯投产，并实现了3个产品牌号自由切换，生产总量超5100吨。2021年，辽阳石化在该产品实现系列化生产的基础上，超高分子量聚乙烯产量突破8000吨。2022年，辽阳石化利用自主研发的串联淤浆工艺，在聚乙烯装置A釜首次实现串联生产超高分子量聚乙烯，实现创新驱动新突破。
- **天津石化**：10万吨/年超高分子量聚乙烯装置是天津南港乙烯项目的重要组成部分，于2021年5月正式启动，南港乙烯预计2023年建成，项目集群预计2025年全部建成。
- **燕山石化**：燕山石化新产品锂电池隔膜用特高分子量聚乙烯专用料在下游成功应用，实现了超薄锂电池隔膜批量稳定生产。

一、市场竞争加剧风险

鉴于超高分子量聚乙烯及下游纤维、隔膜属于关键战略材料，具备良好的市场前景，国际上的主要参与者都投入了大量精力和资源进行相关产品的开发，我国目前也存在一批企业正在从事超高分子量聚乙烯及下游纤维、隔膜的研发和生产。随着近年来全球超高分子量聚乙烯产品的需求量持续增长，将可能吸引行业内的主要企业继续扩充产能，行业竞争将日益激烈。另一方面，国际行业巨头凭借自身的底蕴积累，具有较强的品牌知名度和市场影响力，在超高分子量聚乙烯市场份额相对较高，可能针对行业内的参与者采取更激进的竞争策略。

二、项目建设和市场开拓不达预期的风险

因防疫、施工环境等风险因素存在一定的不确定性，可能导致项目建设进度不达预期。超高分子量聚乙烯锂电隔膜领域终端客户市场集中度较高，相关领域隔膜产品的开发和客户认证周期相对较长。相关隔膜产品存在认证周期太长或无法顺利通过认证的风险，存在相关领域客户开拓进展不及预期的风险。

三、技术升级迭代风险

国内外竞争对手或潜在竞争对手率先在超高分子量聚乙烯及其下游的纤维、隔膜材料领域取得重大突破，从而推出更先进、更具有竞争力的技术和产品。

四、环保风险

超高分子量聚乙烯所处新材料行业在环保方面受到国家监管比较严格，生产过程中亦会产生部分废气、废水和固废等污染物，随着我国加快改变经济增长方式和推进经济高质量发展，环保意识不断增强、环保监管愈加严格。

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；分析逻辑基于作者的职业理解，通过合理判断并得出结论，力求独立、客观、公正，结论不受任何第三方的授意或影响；作者在过去、现在或未来未就其研究报告所提供的具体建议或所表述的意见直接或间接收取任何报酬，特此声明。

重要声明

本报告由国信证券股份有限公司（已具备中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）制作；报告版权归国信证券股份有限公司（以下简称“我公司”）所有。本报告仅供我公司客户使用，本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。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。我公司不保证本报告所含信息及资料处于最新状态；我公司可能随时补充、更新和修订有关信息及资料，投资者应当自行关注相关更新和修订内容。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并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或金融产品等相关服务。本公司的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告意见或建议不一致的投资决策。

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，是指从事证券投资咨询业务的机构及其投资咨询人员以下列形式为证券投资人或者客户提供证券投资分析、预测或者建议等直接或者间接有偿咨询服务的活动：接受投资人或者客户委托，提供证券投资咨询服务；举办有关证券投资咨询的讲座、报告会、分析会等；在报刊上发表证券投资咨询的文章、评论、报告，以及通过电台、电视台等公众传播媒体提供证券投资咨询服务；通过电话、传真、电脑网络等电信设备系统，提供证券投资咨询服务；中国证监会认定的其他形式。

发布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