



管中窺豹：

从日韩锂电隔膜企业发展看我国锂电隔膜行业的现在和未来

20190530

潘永乐(分析师)

电话：020-88832354

邮箱：pan.yongle@gzgzhs.com.cn

执业编号：A1310518070002

核心观点：

● 动力锂电对隔膜参数的要求推动了隔膜制备工艺的技术迭代

在动力锂电成为锂电行业最大的增量市场以来，其对锂电隔膜的参数要求更加倾向于高能量密度和更好的充放电性能。由于湿法制备工艺所生产的隔膜具有更加均匀的孔隙率、更薄的厚度以及更高的拉伸强度，因此以上海恩捷为代表的企业迅速扩大湿法产能，推动了从市场份额角度上湿法对干法的替代。但我们也进一步看到，作为目前湿法隔膜基材的 PE 熔点较低，当电池热失控时极易熔化。目前虽然通过在基膜上涂覆各种浆料的形式进一步完善隔膜的参数，然再往后动力锂电对隔膜的参数和安全性要求更高的情况下新的基材（如 PET、PI 等）以及配套的无纺布制备工艺是一个需要跟踪的行业趋势。

● 日韩锂电隔膜企业大多以纺织业起家，在纤维领域拥有深厚的技术积累

旭化成、东丽以及韩国 SK 都是以纺织业起家，包括宇部、东洋纺在内的其他企业也拥有深厚的化工、纺织等综合业务。与我国目前的锂电隔膜企业大多以采购设备规模化生产以求降低成本的模式不同，日韩企业深厚的历史和技术积淀使其拥有推动隔膜基材和制备工艺技术迭代的能力。

● 日韩企业产能规模不大且扩产速度较慢，主要与其较为保守的经营风格和隔膜业务占比不大有关

与近年来我国国内隔膜企业迅速的扩产潮形成较大反差的是，日韩隔膜企业普遍并未在锂电隔膜领域进行大幅度的扩产。截至 2018 年底，旭化成产能 7.3 亿平，较 2015 年仅上升了 55.31%；东丽产能 8.5 亿平，较 2015 年上升了 183.33%；韩国 W-Scope 的产能仅有 3.75 亿平；日本宇部的产能也仅有 2 亿平。

● 供求关系导致毛利率偏高，未来国内毛利率下降是大概率事件

由于海外隔膜产能有限、价格偏高，导致国内隔膜企业以更低的价格迅速占领国内市场。加上动力锂电对隔膜的质量要求较高，使得国内龙头企业的毛利率得以维持在较高的水平。通过对比我们发现，国外龙头企业的毛利率基本在 30% 左右，W-scope 的毛利率更是连续 2 年下降，2018 年毛利率已下降至负值。从长周期来看，我们认为海外隔膜企业的毛利水平更具参考意义，国内隔膜企业的毛利率仍有下降空间。

投资建议：

我们认为国内锂电隔膜行业集中度正在快速提升，龙头企业议价权有所增强，毛利率虽在下滑然下滑幅度依旧可控。行业逻辑已从前期的“价稳量升”进入了“以量补价”的循环。在当前隔膜用量增速可能阶段性放缓的时点上，行业不能仅仅靠大幅扩产来实现增长，而更需在新型隔膜基材、涂布浆料以及新型制备技术等方面投入资源，以应对行业不断技术迭代的挑战。

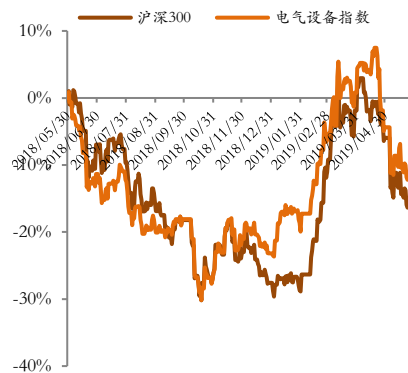
风险提示：新能源汽车销量不及预期；隔膜制备技术迭代再次发生；固态电池等锂电技术迭代进程加快等。

敬请参阅最后一页重要声明

强烈推荐

电力设备与新能源行业

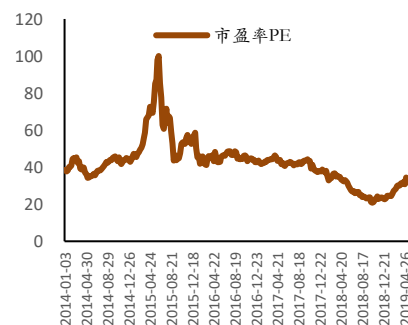
行业指数走势



股价表现

涨跌 (%)	1M	3M	6M
沪深 300	-8.07	-3.28	12.91
电气设备	-6.14	-4.85	14.38

行业估值走势



相关报告

广证恒生-点评报告-恩捷股份 (002812.SZ)-业绩符合预期，产能与订单双升驱动未来增长-20190220
广证恒生-点评报告-恩捷股份 (002812.SZ)-收购江西通瑞，需求上升加速扩产-20181112
广证恒生-深度报告-恩捷股份 (002812.SZ)-上海恩捷注入完成，湿法龙头启航-20181024
广证恒生-点评报告-星源材质 (300568.SZ)-业绩增速略有下滑，静待产能释放-20181018
广证恒生-深度报告-星源材质 (300568.SZ)-干法隔膜龙头，进军湿法再出发-20180919

证券研究报告



目录

1 湿法替代干法仅仅是开始，涂布材料研发是关键.....	5
1.1 锂电隔膜行业充分展现了高技术壁垒行业的技术迭代特征.....	5
1.2 湿法替代干法趋势已确定.....	6
1.3 新型隔膜基材的研发应用是一个重要方向.....	9
1.4 涂布环节未来将成为锂电隔膜的核心技术壁垒.....	13
2 技术的不断迭代是海外隔膜企业发展的必由路径.....	18
2.1 深厚技术积淀铸造国际锂电隔膜龙头企业.....	18
2.2 不断迭代的新产品是海外隔膜企业赖以发展的重要手段.....	20
3 日韩隔膜企业发展历史的借鉴意义.....	20
3.1 Asahi-Kasei（旭化成）.....	20
3.2 Toray（东丽）.....	22
3.3 W-Scope.....	24
3.4 UBE（宇部兴产）.....	27
3.5 TOYOBO（东洋纺）.....	28
4 当前我国锂电隔膜龙头企业所处阶段.....	30
5 成本只是短期竞争力，中期还看技术升级.....	32
5.1 账期短使得海外隔膜企业流动性高.....	32
5.2 市场化竞争使得海外隔膜企业毛利率水平更具有参考意义.....	32
5.3 成本与技术双轮驱动才能可持续发展.....	34
6 投资建议.....	35
7 风险提示.....	36



图表目录

图表 1: 锂电隔膜类型及涂覆工艺.....	5
图表 2: 锂电隔膜在锂电池链条中所处位置.....	5
图表 3: 锂电隔膜工作原理.....	6
图表 4: 锂电隔膜技术迭代路径.....	6
图表 5: 干法与湿法隔膜生产工艺差异.....	7
图表 6: 不同类型的锂电池对隔膜性能的需求不同.....	7
图表 7: 干法、湿法隔膜全方位对比.....	7
图表 8: 不同特性隔膜的安全性测试.....	7
图表 9: 2014-2018 年我国锂电隔膜出货量 (亿m ²).....	8
图表 10: 2014-2018 年干法湿法隔膜占比变化 (%).....	8
图表 11: 国外企业无纺布型隔膜材料隔膜研发进展.....	9
图表 12: PET 隔膜与传统隔膜性能参数对比.....	9
图表 13: PI 隔膜热收缩测试.....	10
图表 14: PI 隔膜倍率测试.....	10
图表 15: PI 隔膜与传统隔膜性能参数对比.....	10
图表 16: PMIA 放大 20000 倍.....	11
图表 17: PMIA 孔径分布图.....	11
图表 18: PMIA 隔膜与传统隔膜性能参数对比.....	11
图表 19: PBO 性能参数对比.....	11
图表 20: 我国高密度聚乙烯及聚丙烯进口数量及占比情况 (吨).....	12
图表 21: 我国高密度聚乙烯及聚丙烯进口数量及占比情况 (元/吨).....	12
图表 22: 涂布带来的隔膜物理性能差别.....	13
图表 23: 日韩陶瓷涂布技术研发进展.....	13
图表 24: 勃姆石涂层放大 5000 倍.....	14
图表 25: 勃姆石涂层放大 10000 倍.....	14
图表 26: 日韩芳纶涂布技术研发进展.....	14
图表 27: PVDF 涂覆隔膜性能参数.....	15
图表 28: 陶瓷与 PVDF 混涂示意图.....	15
图表 29: 有机-无机复合包覆示意图.....	15
图表 30: 水性溶剂 VS 油性溶剂.....	16
图表 31: 水性/油性 PVDF 涂覆隔膜优缺点对比.....	16
图表 32: 目前国内锂电隔膜设备主要供应商.....	16
图表 33: 凸版辊涂示意图.....	17
图表 34: 狭缝涂布示意图.....	17
图表 35: 涂布工艺对比.....	17
图表 36: 全球锂电隔膜竞争格局.....	18
图表 37: 2017 年全球锂电隔膜市场占有率.....	18
图表 38: 日本主要隔膜企业战略发展历程.....	19
图表 39: 韩国主要隔膜企业战略发展历程.....	19
图表 40: 海内外主要隔膜企业产品不断升级迭代.....	20
图表 41: Asahi-Kasei 发展历程.....	21
图表 42: Asahi-Kasei 业务布局.....	21
图表 43: Asahi-Kasei 旗下湿法与干法隔膜历年营收情况 (十亿日元).....	21

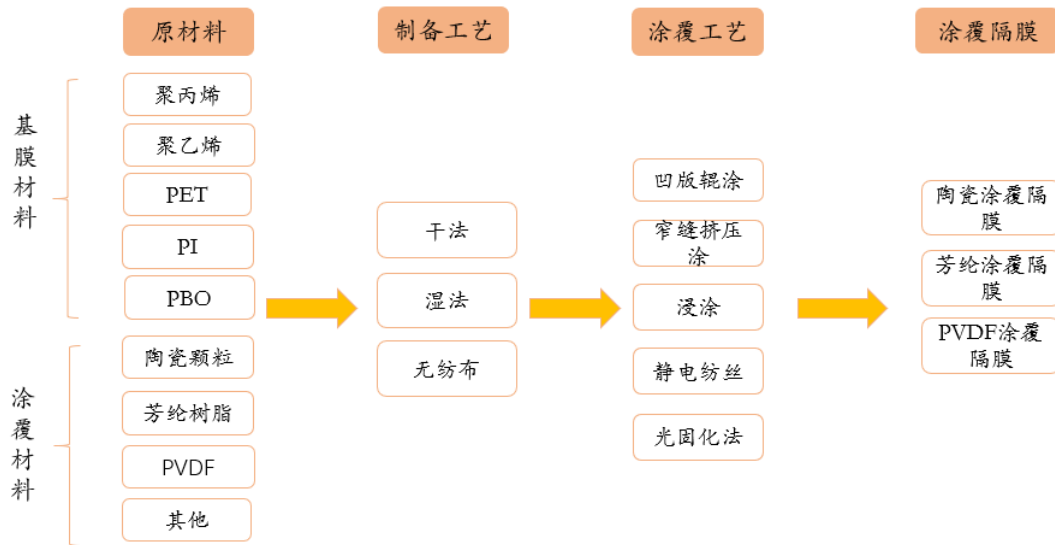


图表 44: Asahi-Kasei 产能结构 (百万m ² /年)	22
图表 45: Asahi-Kasei 资本性支出 (十亿日元)	22
图表 46: Asahi-Kasei 湿法基膜生产线代际及产能	22
图表 47: Toray 发展历程	23
图表 48: Toray 业务布局	23
图表 49: Toray 锂电隔膜营收情况及增速	23
图表 50: Toray 锂电隔膜产能 (百万m ² /年)	24
图表 51: Toray 资本支出情况 (十亿日元)	24
图表 52: Toray 湿法基膜生产线代际及产能	24
图表 53: W-Scope 发展历程	25
图表 54: W-Scope 锂电隔膜营收情况及增速	25
图表 55: W-Scope 基膜产能 (百万m ² /年)	25
图表 56: W-Scope 资本支出情况 (十亿日元)	25
图表 57: W-Scope 产品结构	26
图表 58: W-Scope 销量分布	26
图表 59: W-Scope 湿法基膜生产线代际及产能	26
图表 60: W-Scope 湿法涂布生产线产能	26
图表 61: UBE 发展历程	27
图表 62: UBE 整体业务布局	27
图表 63: UBE 化工品营收情况及增速	27
图表 64: UBE 锂电隔膜产能 (百万m ² /年)	28
图表 65: UBE 资本支出情况 (十亿日元)	28
图表 66: TOYOBO 高性能隔膜发展历程	28
图表 67: TOYOBO 业务布局	29
图表 68: TOYOBO 隔膜/功能性聚合物业务营收情况及增速	29
图表 69: TOYOBO 毛利率情况(%)	29
图表 70: TOYOBO 资本支出情况 (十亿日元)	29
图表 71: 国内外锂电隔膜产能 (亿 m ²)	30
图表 72: 湿法生产线代际及数量对比	30
图表 73: 锂电隔膜企业供应情况	30
图表 74: 上海恩捷和星源材质单位成本拆分情况	31
图表 75: 各公司专利申请量对比	31
图表 76: 各公司隔膜专利申请趋势	31
图表 77: 应收账款周转天数对比	32
图表 78: 营业周期对比	32
图表 79: 国内锂电隔膜厂商营收情况 (百万元)	32
图表 80: 国外锂电隔膜厂商营收情况 (百万元)	33
图表 81: 国内湿法隔膜集中度变化趋势	33
图表 82: 国内干法隔膜集中度变化趋势	33
图表 83: 国内外隔膜企业毛利率对比	33
图表 84: 国内外隔膜企业净利率对比	33
图表 85: 国内外企业对比	34
图表 86: 国内外产量及毛利率对比 (亿平米、%)	35
图表 87: 国内外锂电隔膜企业财务指标对比	36

1 湿法替代干法仅仅是开始，涂布材料研发是关键

随着电动汽车的发展，高能量密度、高功率以及大容量的动力电池需求大增推动了锂电隔膜的技术迭代。锂电隔膜是锂电池内部进行电化学反应时，用来分隔正极和负极以防止两者直接反应而发生短路的一层薄膜，同时也是支撑锂电池完成充放电过程的重要构件。传统锂电隔膜基材为 PE、PP，随着对于锂电池的安全性和快充的要求越来越高，在湿法隔膜上使用陶瓷、芳纶等材料进行涂布以增强 PE 膜的性能参数已成为主流的技术方向。在不远的未来，例如 PMT、PI、PMIA、PVDF、PBO 等新型隔膜基材以及随之配套的无纺布织造技术也有可能得到快速发展。

图表 1：锂电隔膜类型及涂覆工艺

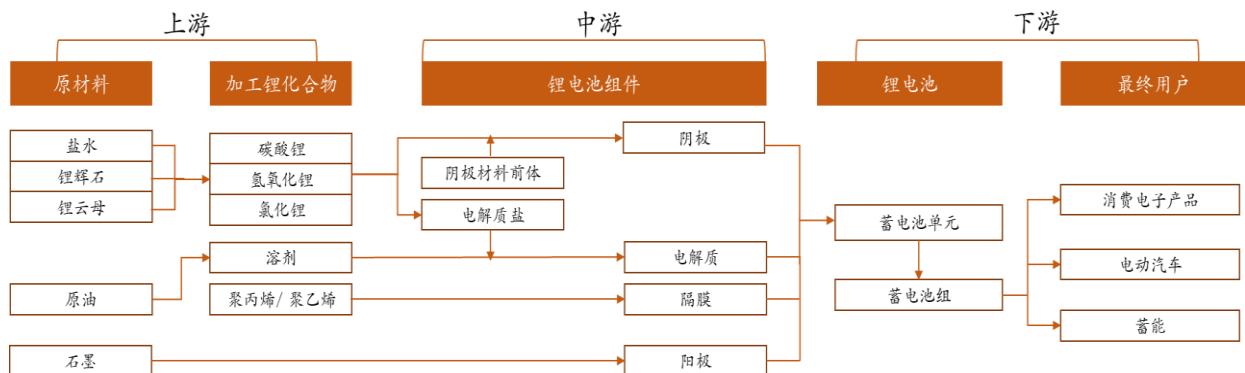


数据来源：广证恒生

1.1 锂电隔膜行业充分展现了高技术壁垒行业的技术迭代特征

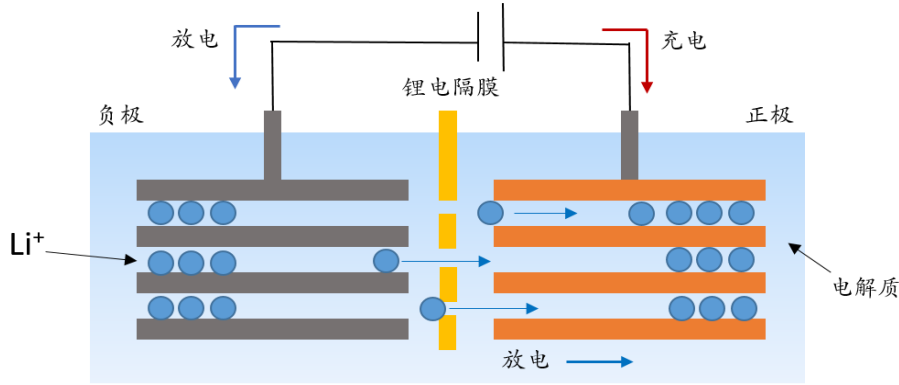
隔膜是锂电池的重要组成部分，技术壁垒较高。动力锂电隔膜因其基材、涂布浆料以及工艺难度较高而具有高进入壁垒。其难度主要来自原料的选择和配比、专业定制的制造设备以及精确控制和微调技术。锂电隔膜性能和安全性来源于对孔隙率、浸润性、力学强度、热稳定性、热关闭温度和热融化温度之间的平衡和提高。根据锂电隔膜的结构和组成，大致可分为多孔聚合物膜、无纺布隔膜和无机复合膜，在性能表现上有所不同，目前最为常见的是多孔聚合物膜。

图表 2：锂电隔膜在锂电池链条中所处位置



数据来源：广证恒生

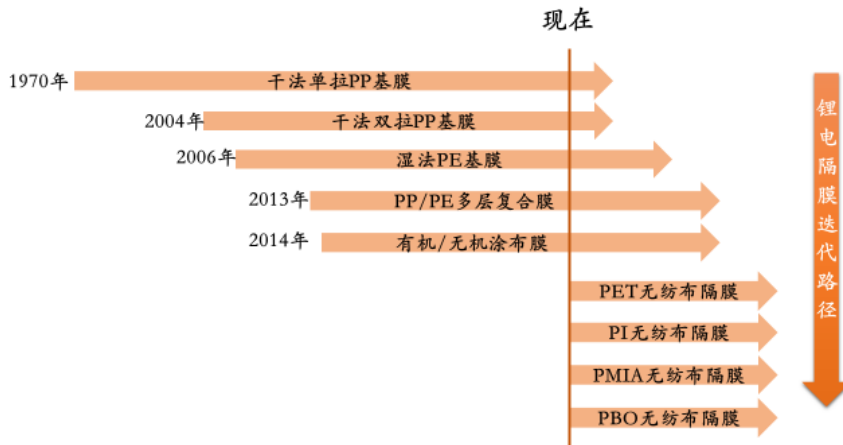
图表 3: 锂电隔膜工作原理



数据来源: 公开资料, 广证恒生

技术迭代是必由之路。在锂离子电池开发的初期主要应用在 3C 领域, 对能量密度和电池容量要求低, 无需大电流充放电, 因此多使用制备工艺简单的干法隔膜。但随着电动汽车的发展, 高能量密度、高功率以及大容量的电池需求量越来越大。不同于 3C 锂电, 动力锂电在大功率快速充放电和安全性方面对隔膜的各项性能提出了更高的挑战, 这也使得锂电隔膜使用的主材从聚烯烃类材料向多种材料、复合材料的方向发展, 结构上也从简单结构向复杂结构发展。我们认为, 目前锂电隔膜行业的技术迭代路径具体表现为:
干法 PP 隔膜—湿法 PE 隔膜—单层/多层涂布膜—新型基材隔膜。

图表 4: 锂电隔膜技术迭代路径



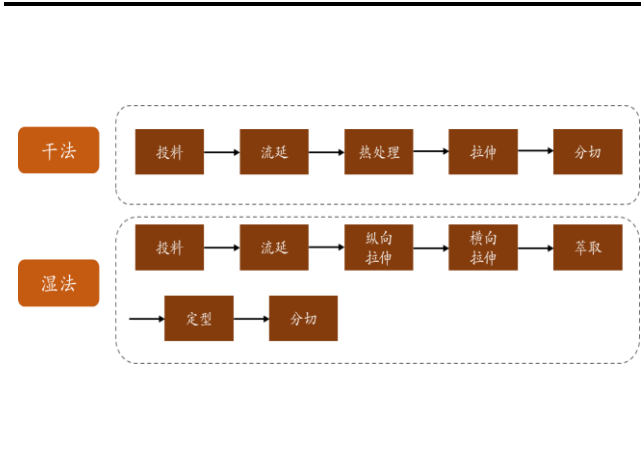
数据来源: 广证恒生

1.2 湿法替代干法趋势已确定

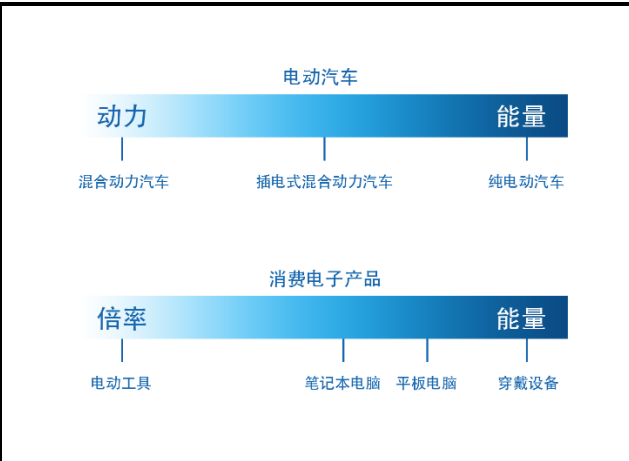
聚烯烃膜中干法工艺在性能表现上有天花板, 湿法工艺是控制隔膜孔径和孔隙率的有效手段。聚烯烃隔膜是目前商业化锂电池隔膜的主流, 分为干法和湿法两种生产工艺, 有着不同的成孔机理。干法的孔隙源自物理作用, 在厚度上有天然的瓶颈; 而湿法的孔隙源自化学作用, 可以达到更大的孔隙率和更均匀的孔径。

从成本、均匀性和生产线的角度进行对比, 由于生产复杂性较低, 干法隔膜的成本相对低于湿法隔膜; 然而在精度控制上, 干法隔膜的均匀性比湿法更难控制。干法隔膜生产线是一种更加细分的生产线, 涉及更精细的手动控制点; 相比之下, 湿法隔膜的生产线是更自动化、连续生产的生产线, 有更高的生产率。应用方面, 在动力锂电池领域, 湿法隔膜在性能和安全程度方面有着超越干法的显著优势, 更能够适应当前新能源车动力电池逐渐向高能量密度化发展的趋势。

图表 5: 干法与湿法隔膜生产工艺差异



图表 6: 不同类型的锂电池对隔膜性能的需求不同



数据来源: 广证恒生收集整理

数据来源: Celgard 官网, 广证恒生收集整理

图表 7: 干法、湿法隔膜全方位对比

		干法隔膜	湿法隔膜
原料比较	适用材料	单层 PP 膜、单层 PE 膜、双层膜、多层膜	单层 PE 膜
	原料特性	流动性好, 分子量低	流动性差, 分子量高
工艺比较	工艺	简单	复杂
	工艺控制	难度高	难度低
	工艺柔性	较小	较大
产品特性比较	精密程度	较低	较高
	厚度	偏厚	偏薄
	拉伸强度	低	高
	孔隙率	低	高
	透气性	差	好
	孔径大小	大	小
	孔径均匀性	差	好
	横向收缩率	低	高
	穿刺强度	低	高
	安全性	低	高
产品特征比较	熔点	165°C	135°C
	产品种类	单层膜、三层膜	单层膜
	成本	较低	较高
	适用范围	小功率、低容量电池	大功率、高容量电池
	环保程度	环境友好	有污染

数据来源: 星源材质招股说明书, 广证恒生

图表 8: 不同特性隔膜的安全性测试

隔膜种类	基本信息	过充试验	内短路-针刺实验	外短路试验
PE12+4	12μm的湿法 PE 隔膜单面涂覆 4μm的 Al ₂ O ₃	1、0.5C、电压达到 10V 时最高温度 107.26°C, 未发生热失控 2、1C、最高温度 95.16°C,	1、50%SOC 针刺, 最高温度 44°C, 未发生热失控; 100%SOC 针刺, 最高温度 548°C, 发生热失控	1、外电阻在 5mΩ, 最高温度为 109°C, 未发生热失控 2、外电阻在 15mΩ, 最高温度为 115°C, 发生热收缩,

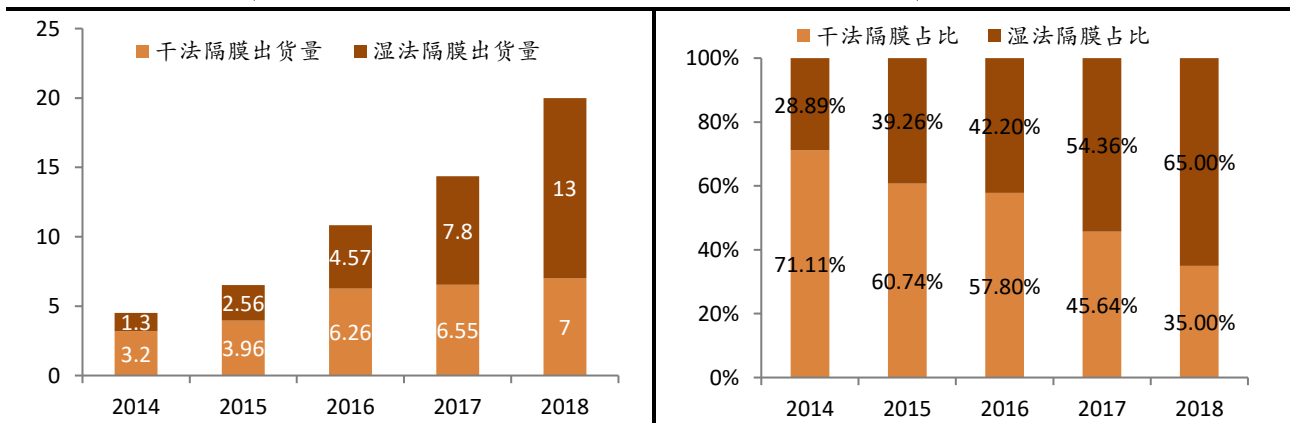


		发生热失控	2、通过测试；刺透8层，孔径为9	闭孔
PP16	厚度为16μm的干法隔膜	1、0.5C、电压达到10V时最高温度102.67℃，未发生热失控 2、1C、最高温度415.37℃，发生热失控	1、50%SOC针刺，最高温度60℃，未发生热失控；100%SOC针刺，最高温度250℃，发生热失控 2、通过测试；刺透22层，孔径为25	1、外电阻在5mΩ，最高温度为102℃，未发生热失控 2、外电阻在15mΩ，最高温度为103℃，未发生热失控，闭孔
PE16	厚度为16μm的湿法PE隔膜	1、0.5C、电压达到10V时最高温度100.08℃，未发生热失控 2、1C、最高温度95.16℃，发生热失控	1、50%SOC针刺，最高温度63℃，未发生热失控；100%SOC针刺，最高温度478℃，发生热失控 2、通过测试；刺透22层，孔径为34	1、外电阻在5mΩ，最高温度为111℃，未发生热失控 2、外电阻在15mΩ，最高温度为分离温度，发生热收缩，闭孔
PE12	厚度为12μm的湿法PE隔膜	1、0.5C、电压达到7.5V时最高温度500.05℃，发生热失控 2、1C、最高温度621.72℃，发生热失控	1、50%SOC针刺，最高温度288℃，发生热失控；100%SOC针刺，最高温度600℃，发生热失控 未通过测试。	1、外电阻在5mΩ，最高温度为793℃，发生热失控 2、外电阻在15mΩ，最高温度为788℃，发生热失控，闭孔
PE7	厚度为7μm的湿法PE隔膜	1、0.5C、电压达到10V时最高温度74.07℃，未发生热失控 2、1C、最高温度为分离温度，发生热失控	1、50%SOC针刺，最高温度320℃，发生热失控；100%SOC针刺，最高温度476℃，发生热失控 未通过测试。	1、外电阻在5mΩ，最高温度为112℃，未发生热失控 2、外电阻在15mΩ，最高温度为100℃，发生热收缩，闭孔

数据来源：电池材料，广证恒生整理

锂电隔膜出货量快速增长，湿法占比快速提升。2018年我国国内锂电隔膜出货量已达20亿 m^2 (YoY+26.05%)，对应锂电池装机规模接近100GWh，近5年CAGR达34.76%。其中湿法隔膜出货量13亿 m^2 (YoY+75.67%)，干法隔膜出货量7亿 m^2 (YoY-4.76%)，二者在增速上已呈现出明显的反差。随着湿法隔膜与干法隔膜价格差越发缩小以及动力锂电对湿法隔膜的需求越来越高，其占比呈现快速上升趋势，从2014年仅有28.89%的占比已提升至2018年的65%。我们认为未来随着湿法隔膜价格愈发与干法隔膜接近，这一占比仍有可能进一步提升。干法隔膜最后可能保留低端3C等少数对产品性能要求不高的市场，但未来随着动力电池对成本愈发敏感，干法隔膜可能依旧在动力锂电的低端市场存在着一定的需求。

图表9：2014-2018年我国锂电隔膜出货量(亿 m^2) 图表10：2014-2018年干法湿法隔膜占比变化(%)



数据来源：GGII，广证恒生

数据来源：GGII，广证恒生

1.3 新型隔膜基材的研发应用是一个重要方向

除了使用涂布的方式增强隔膜的电化学性能之外，研发采用新型隔膜基材也是一个重要的发展方向。由于 PE 和 PP 的热变形温度比较低（PE 的热变形温度 80~85℃，PP 为 100℃），温度过高时隔膜会发生严重的热收缩，导致电池的正负电极接触而短路，存在引起电池燃烧或爆炸的危险，严重威胁着使用者的生命安全。为了提高隔膜安全性，现有隔膜厂商是以在基膜上涂覆 PVDF 或陶瓷等材料生产的涂覆隔膜为主，也有一些厂商正在通过非纺织的方法将纤维进行定向或随机排列形成纤网结构，然后用化学或物理的方法进行加固成膜（被称为无纺布型隔膜材料），使其具有良好的透气率和吸液率。这些新型基材隔膜的耐热性能大多显著好于聚烯烃类隔膜，并且因其具有类似编织的结构使得隔膜的抗穿刺性方面表现也十分优异，可有效避免因针刺造成的短路现象，提高保液率。目前使用聚酰亚胺（PI）、聚对苯二甲酸乙二酯（PET）、间位芳纶（PMIA）等合成材料制备无纺布隔膜。

图表 11：国外企业无纺布型隔膜材料隔膜研发进展

企业	时间	发展进展
美国杜邦 (DuPont)	2011 年	全球最早做出无纺布隔膜的企业,用经典纺丝技术制备的聚酰亚胺纳米吸纳为隔膜,于 2011 年初进行量产。
日本特种东海制纸(TOKUSHU)	2011 年	开发出纤维素隔膜材料技术
日本广濑制纸 (HRS)	2012 年	展示以聚烯烃无纺布为基材,由 PVA 纳米纤维纺丝制成的锂电隔膜
首科喷薄 (SKPB)	2012 年	成功实现聚酰亚胺纳米纤维隔膜技术的产业化,30 万 m ² /年纳米纤维东丽锂电池隔膜中试生产线建成运行。
德国 Evonik (Degussa)	2012 年	使用由氧化铝、氧化锆和氧化硅组成的特殊混合物高柔性聚合物无纺布,制造出可弯曲的隔膜。
日本东丽 (Toray)	2012 年	开发出耐热性和尺寸稳定性俱佳的芳纶树脂为基材的多孔芳纶隔膜。2015 年已量产。
德国 Evonik (Degussa)	2013 年	在 PET 无纺布上涂布陶瓷材料制造锂电隔膜
德国科德宝 (Freudenberg)	2014 年	展示采用陶瓷涂覆 PET 无纺布隔膜的电池
日本三菱制纸(Mitsubishi)	2017 年	将陶瓷离子涂敷在聚酯纤维构成的无纺布隔膜上,增强电池隔膜的耐高温性能,其可耐 470℃ 的高温。

数据来源：真锂研究，广证恒生收集整理

一、聚对苯二甲酸乙二酯 (PET)

PET 是一种机械性能、热力学性能、电绝缘性能均十分优异的材料。根据相关研究，电极表面锂沉积会形成枝晶且会继续生长刺穿隔膜，而造成电池内部短路引起故障甚至火灾爆炸，而 PET 隔膜所具有的三维孔结构，可有效避免因针刺造成的短路现象。PET 类隔膜最具代表性的产品是德国 Degussa 公司开发的以 PET 隔膜为基底，陶瓷颗粒涂覆的复合膜，表现出优异的耐热性能，闭孔温度高达 220℃。

PET 无纺布隔膜性能优异但成本过高，还未进入大规模商业化应用。采用静电纺丝法制造的 PET 无纺布隔膜熔点为 255℃，远高于 PE 膜；最大拉伸强度为 12Mpa，孔隙率达到 89%、吸液率达到 500%，均远高于干法隔膜；离子电导率和循环性能也较干法隔膜优异。虽然 PET 隔膜性能优良，但从成本上来说，制造过程中需要根据隔膜的孔径、厚度及均匀度来采用相匹配的纤维。一般来说 PET 纤维越细则成本越高，目前纳米级别直径的 PET 纤维成本在 1 万日元/kg（人民币约 600 元/kg）以上。如果用该级别的纤维材料制备隔膜，成本将在 100 日元（人民币约 6 元）每平方米以上。相对于目前的锂电隔膜来说 PET 隔膜的成本显著偏高，还未到在动力锂电领域规模化商业应用的阶段。

图表 12：PET 隔膜与传统隔膜性能参数对比

性能指标	PET 膜	Celgard 隔膜
熔点	255℃	165℃

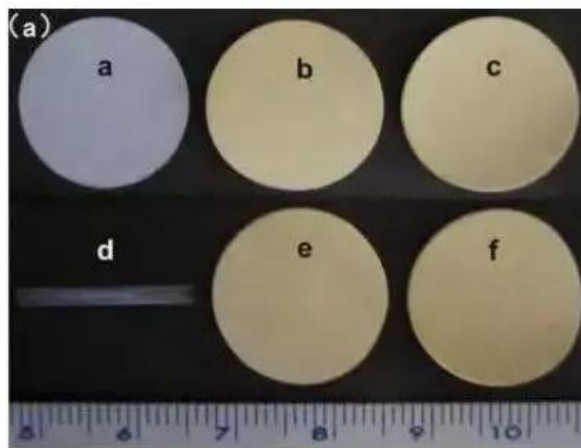
孔隙率	89%	48.76%
吸液率	500%	84.85%
热稳定性 (180°C, 0.5h)	良好, 收缩率仅为 3.6%	较差, 收缩率为 86%
离子导电率	0.27mS/cm	0.34mS/cm

数据来源: 膜链, 广证恒生收集整理

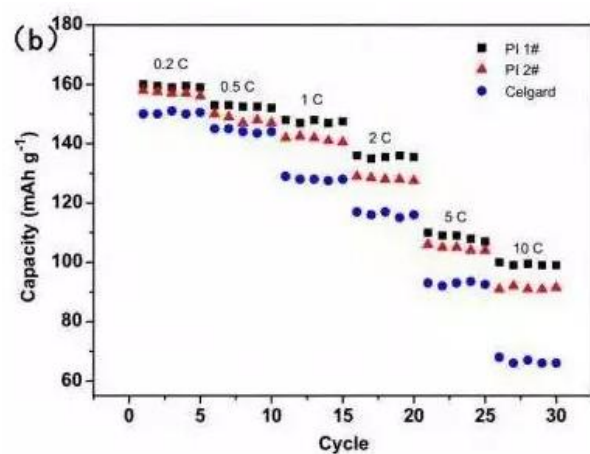
二、聚酰亚胺 (PI)

PI 是较 PET 更加优秀的纤维材质,也是目前最具潜力的锂电隔膜基材之一。PI 具有优异的热稳定性、较高的孔隙率,和较好的耐高温性能,可以在-200~300°C 下长期使用。目前用静电纺丝法制造的 PI 无纺布隔膜其熔点可达 500°C,并且在 150°C 高温条件下也不会发生老化和热收缩。其次由于 PI 纤维极性较强,对电解液润湿性好,使得 PI 无纺布隔膜也具有极佳的吸液率。综合而言,PI 无纺布隔膜熔点、吸液率、孔隙率、热收缩温度都较传统 PE/PP 隔膜乃至 PET 无纺布隔膜表现优秀,是最具潜力的锂电隔膜基材之一。目前市场上主流的 PI 薄膜是美国杜邦公司发明的 Kapton、日本宇部的 Upilex 和钟渊的 Apical,主要的专利和生产厂家还是集中在美国杜邦、日本宇部和日本东洋纺等企业手中。

图表 13: PI 隔膜热收缩测试



图表 14: PI 隔膜倍率测试



数据来源:《锂离子电池隔膜材料研究进展》,广证恒生 数据来源:《锂离子电池隔膜材料研究进展》,广证恒生

注:左图中 Celgard、PI40μm、100μm 隔膜 150°C 处理前 (a, b, c);后 (d, e, f)

图表 15: PI 隔膜与传统隔膜性能参数对比

性能指标	PI 膜	PP/PE/PP 三层隔膜
介电常数	3.4	2.2
紧度	0.28g/cm ²	0.6g/cm ²
耐压值	100-300kv/mm	400v/mm
透气性	>140ml/lm ²	>140ml/lm ²
热收缩	0-350°C	0.08-85°C
孔隙率	90%	42%
溶解温度	>500°C	175°C
穿刺强度	>2.5N	>2.5N
动力电池交流内阻 (mΩ, 1kHz)	2.1	3.8
动力电池功率密度 (w/kg)	2200	1500

数据来源:《聚酰亚胺纳米纤维隔膜技术进展》,广证恒生

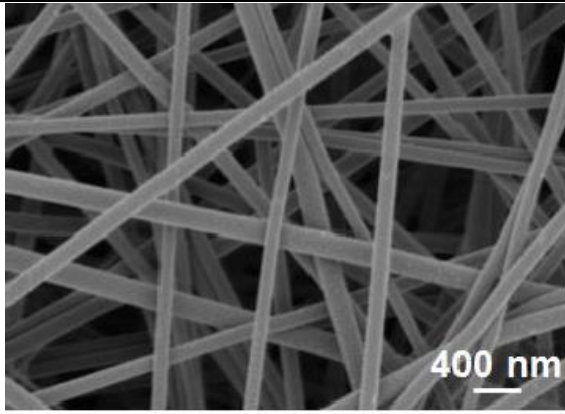
三、间位芳纶 (PMIA)

PMIA 是一种芳香族聚酰胺,其高达 400°C 的热解温度能显著提高电池的安全性能。从图 16 中可以看

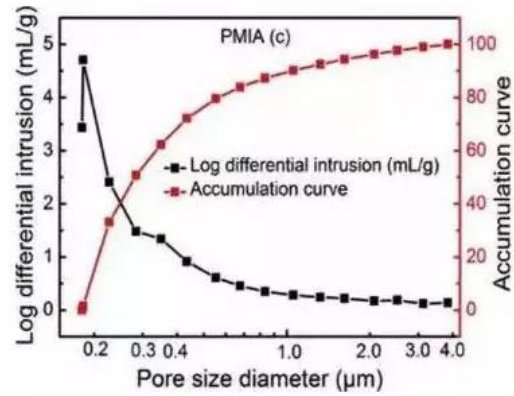
到 PMIA 薄膜是由 PMIA 纤维无规则排列而形成三维网络多孔结构，这种多孔结构有助于提高隔膜的孔隙率。此外由于羰基基团的极性相对较高使得隔膜在电解液中具有较高的润湿性，从而提高了隔膜的吸液率。

一般而言 PMIA 隔膜是通过非纺织的方法（如静电纺丝法）来制造，但相转化法制造的 PMIA 薄膜更加具备商业化前景。目前由于静电纺丝法的纺丝速率极慢导致生产效率低下，使得其价格偏高从而不利于商业化大规模推广。此外静电纺丝法导致 PMIA 隔膜的离子电导率偏低，也不太适合用在高倍率充放电的锂电池中。而相转化法制造的 PMIA 薄膜由于其通用性和可控制性，更加具备商业化的前景。

图表 16: PMIA 放大 20000 倍



图表 17: PMIA 孔径分布图



数据来源:《锂离子电池隔膜材料研究进展》, 广证恒生

数据来源:《锂离子电池隔膜材料研究进展》, 广证恒生

图表 18: PMIA 隔膜与传统隔膜性能参数对比

性能指标	PMIA 膜	Celgard 隔膜
孔隙率	88.17%	48.76%
吸液率	629.33%	84.85%
热稳定性 (180°C, 0.5h)	良好, 收缩率仅为 3%	较差, 收缩率为 86%, 颜色由白色变为透明
离子电导率	高, 0.82mS/cm	低, 0.34mS/cm

数据来源:《锂离子电池隔膜材料研究进展》, 广证恒生收集整理

四、聚偏氟乙烯 (PVDF)

PVDF 除了目前常见用于涂布中之外，还可以单独用于生产隔膜。PVDF (聚偏氟乙烯) 本身是半结晶性含氟聚合物，目前主要用作锂电隔膜涂布环节的粘结剂和隔膜涂层，但一直有单独将 PVDF 作为隔膜基材的研究。以静电纺丝法制造的 PVDF 无纺布隔膜其熔点 170°C、吸液率可达 150%、长期使用温度 -40~150°C，总体与目前主流湿法 PE 隔膜相近。我们认为其作为隔膜基材的商业化价值不大，未来将继续主要用于涂布的粘结剂和涂层材料使用。

五、聚对苯撑苯并二噻 (PBO)

新型高分子材料 PBO(聚对苯撑苯并二噻)是一种具有优异力学性能、热稳定性、阻燃性的有机纤维。其基体是一种线性链状结构聚合物，在 650°C 以下不分解，具有超高强度和模量，是理想的耐热和耐冲击纤维材料。由于 PBO 纤维表面极为光滑，物理化学惰性极强，因此纤维形貌较难改变。PBO 纤维只溶于 100%的浓硫酸、甲基磺酸、氟磺酸等，经过强酸刻蚀后的 PBO 纤维上的原纤会从主干上剥离脱落的，形成分丝形貌，提高了比表面积和界面粘结强度。日本东洋纺是目前世界上唯一的一家可以进行 PBO 纤维商业化生产、以及拥有单体(DAR)的工业化生产能力的公司。虽然 PBO 隔膜性能十分优异、也超出了 PI 隔膜，但我们认为由于技术的问题我国要规模化使用 PBO 作为隔膜基材的路途还十分遥远。

图表 19: PBO 性能参数对比

名称	拉伸强度 G/Pa	拉伸模量 G/Pa	密度 g/cm ⁻³	极限氧指数%	耐热性°C
PBO	5.80	180.0	1.54	68	650
PMIA	0.68	17.0	1.38	29	400

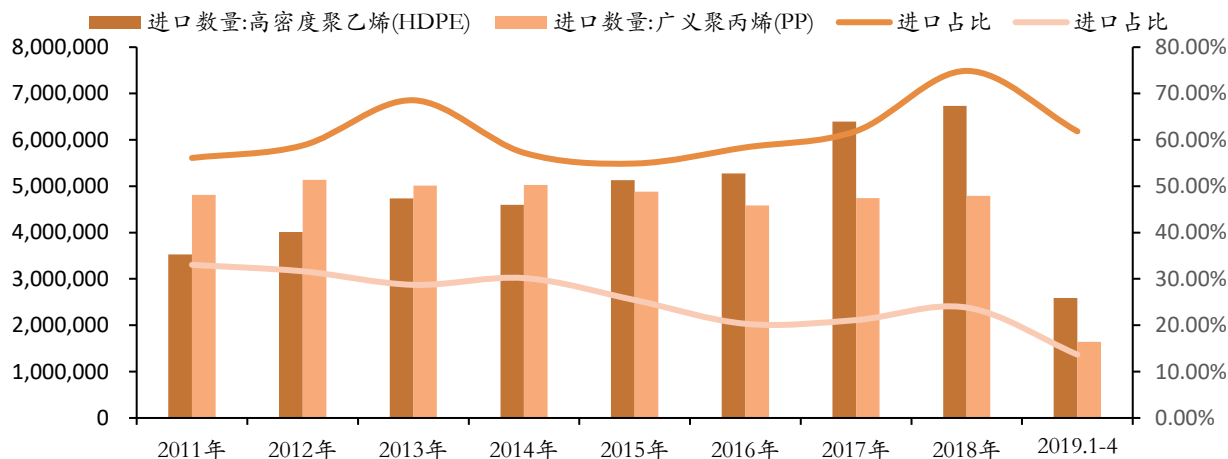


PP	2.21	130.0	0.91	17	165
PE	1.97	110.0	0.97	—	150
PI	2.00	—	1.39	55	400
PET	1.10	15.0	1.38	17	260
PVDF	2.28	—	1.78	44	316

数据来源：公开资料，广证恒生收集整理

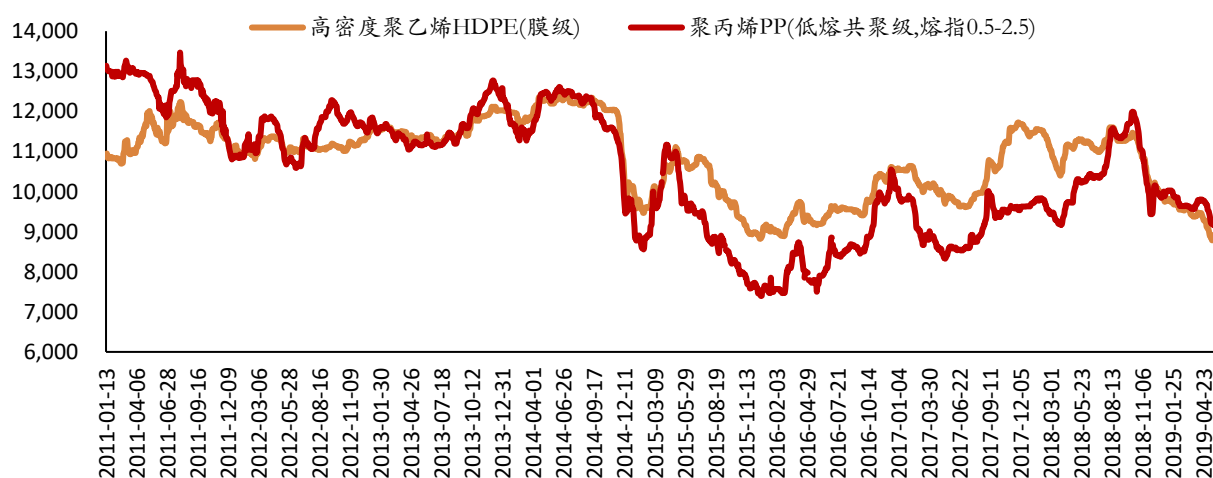
目前我国锂电隔膜原材料主要依赖进口，PP/HDPE 虽为石化产品但价格较为稳定，不太受原油价格影响。从草根调研来看，目前我国制造锂电隔膜所使用的 HDPE 依旧主要依赖进口，主要来源有日本三井、日本旭化成、大韩日化。而 PP 则开始采用国内产品，包括成都慧成等。价格上 HDPE 和 PP 的进口价格常年来均维持在 10000 元/吨附近波动，2014 年之前价格较高约在 12000 元/吨左右，2015 年之后由于国产化率增加价格下滑至 9000 元/吨附近。由于是目前干法/湿法隔膜的主要原材料，PP/HDPE 的价格波动对隔膜成本的影响较为刚性。但一方面 PP/HDPE 价格波动空间有限、另一方面对成本的实际边际影响不大，我们认为可以不做重要因素考虑。这是由于锂电隔膜的厚度十分薄，按照 PP 密度 $0.95g/cm^3$ 而言，一吨 PP 原料可生产 $16\mu m$ 厚度隔膜约 6.58 万 m^2 ，折合单位成本约 0.139 元/ m^2 ；若以 HDPE 密度 $0.92g/cm^3$ 而言，一吨 HDPE 可生产 $12\mu m$ 厚度的湿法隔膜约 9.06 万 m^2 ，折合单位成本约 0.096 元/ m^2 。

图表 20：我国高密度聚乙烯及聚丙烯进口数量及占比情况（吨）



数据来源：海关总署，广证恒生

图表 21：我国高密度聚乙烯及聚丙烯进口数量及占比情况（元/吨）



数据来源：金联创，广证恒生

敬请参阅最后一页重要声明

证券研究报告

1.4 涂布环节未来将成为锂电隔膜的核心技术壁垒

1.4.1 涂布材料

一、无机涂布：无机涂布目前以陶瓷材料涂布为主，还有勃姆石涂布材料等处于研发中。

(1) 陶瓷材料

在隔膜表面涂覆无机陶瓷材料能有效改善隔膜性能。首先，无机材料特别是陶瓷材料热阻大，可以防止高温时热失控的扩大从而提高电池的热稳定性；其次，陶瓷颗粒表面的-OH等基团亲液性较强，从而提高隔膜对于电解液的浸润性。陶瓷涂布材料由 Al_2O_3 、 SiO_2 、 $Mg(OH)_2$ 或其他耐热性优良的无机物陶瓷颗粒组成，其涂布在隔膜表面后可以提高隔膜的耐高温性能、耐热收缩性能和穿刺强度，防止电池胀气，从而提高电池的安全性。早在2010年前，日本、韩国已经开始普及和推广陶瓷涂布隔膜的应用，目前已经开始往复合膜方向发展，不再停留涂布材料研究层面。国内从2013年开始从日本采购设备开始陶瓷涂布隔膜的生产并进行研发，但相关的研究和产业化主要集中在单面复合和双面复合工艺，即以现有聚烯烃微孔膜为基膜的陶瓷涂覆技术。

图表 22：涂布带来的隔膜物理性能差别

样品	面密度 / $mg \times cm^{-2}$	孔隙率 /%	吸液率 /%	拉伸强度 / $kN \cdot cm^{-2}$ (纵向)	热收缩率 /% (纵向)	热收缩率 /% (横向)	透气速率 / $s \times (100ml^{-1})$
常规隔膜	15.61	42	70	12.47	3	0	300
涂覆隔膜	16.27	32	82	15.09	2	0	324~407

数据来源：公开资料，广证恒生

图表 23：日韩陶瓷涂布技术研发进展

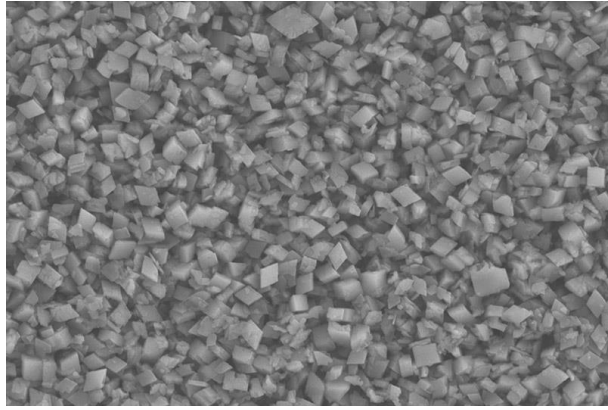
企业	时间	发展进展
UBE	2009年	研发一种陶瓷薄膜复合材料或与基材和材料的粘合性优异的颗粒分散型陶瓷涂层材料。
SK-Innovation	2011年	通过将纳米陶瓷颗粒涂覆在基膜上，2011年开始量产陶瓷涂层隔膜。
Toray	2014年	通过收购LG化学的涂覆工厂，获得生产SRS涂层的能力
Asahi-Kasei	2016年	研发一种在多孔基材的至少一个表面上进行多孔涂层的方法。涂层可以由涂料浆料形成，所述涂料浆料包括水，纳米陶瓷颗粒，一种或多种水不溶性聚合物或粘合剂的混合物。

数据来源：世界专利索引，广证恒生收集整理

(2) 勃姆石材料

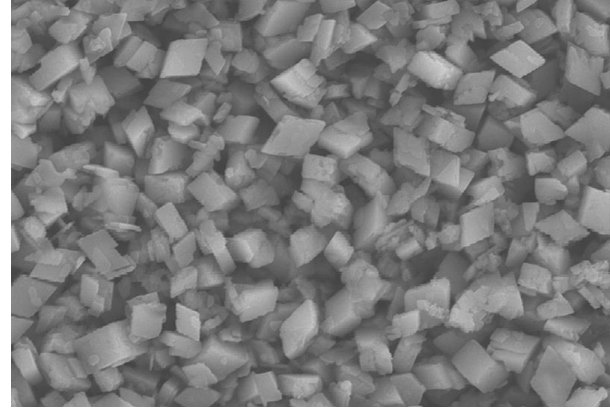
勃姆石材料是继陶瓷材料之后的新兴无机涂布材料。勃姆石又称软水铝石，分子式为 $AlOOH$ ，颗粒形貌为均匀的立方体，具有耐热温度高，硬度低，与有机物相容性好的特点。勃姆石微观结构为板状结构，涂覆后有缝隙，不影响锂离子的穿透和隔膜的透气性。此外勃姆石涂覆隔膜能够保证隔膜的完整性，即使在基底膜融化的情况下，也能保持隔膜完整性、隔开正负极，从而防止进一步短路的发生。隔膜制造企业通过在涂布中采用勃姆石涂层，能够在较低的涂层厚度的前提下显著的提升隔膜的热稳定性，从而提升锂离子电池的安全性并改善电池的倍率性能和循环性能。同时勃姆石涂层较薄的厚度还有助于提升锂离子电池的体积能量密度和重量能量密度。

图表 24: 勃姆石涂层放大 5000 倍



数据来源: 粉体圈, 广证恒生

图表 25: 勃姆石涂层放大 10000 倍



数据来源: 粉体圈, 广证恒生

二、聚合物涂层

(1) 芳纶涂布材料:

芳纶涂布目前应用较广, 在松下供给特斯拉的 NCA 电池上已全面使用。虽然陶瓷涂布技术能提高 PE 材料的耐高温性, 但其也体现出浸润性差、质量大的特点。芳纶涂布则可以有效解决这些问题。芳纶涂布膜具有更优的吸液、保液性能和离子电导率, 可在不影响安全性的前提下制造出更轻薄小巧的微型高容量电池。涂覆使用高耐热性芳纶树脂进行复合处理而得到的涂层, 一方面能使隔膜耐热性能大幅提升, 实现闭孔特性和耐热性能的全面兼备; 另一方面芳纶树脂对电解液具有高亲和性, 使隔膜具有良好的浸润和吸液保液的能力, 而这种优秀的高浸润性可以延长电池的循环寿命。此外, 芳纶树脂加上填充物, 可以提高隔膜的抗氧化性, 进而实现高电位化, 从而提高能量密度。其主要技术瓶颈是芳纶材料的合成储运、芳纶涂层成膜造孔技术。目前特斯拉 Model S 系列装载的锂电池已全面使用芳纶涂布隔膜。

图表 26: 日韩芳纶涂布技术研发进展

企业	时间	发展进展
Teijin	2012 年	是全球首家将芳纶、氟系化合物涂覆于聚乙烯基材上的企业, 自主开发出了具有革命性的隔膜“LIELSORT”, 实现了两面同时涂布及相当于原来 5 倍以上的高速涂布, 实现了更高效化的生产; 在耐热性、电极间的粘合性等方面表现出优异的性能。 涂布芳纶产品“CONEX”, 使隔膜在 250°C 高温下仍可以保持原来的形状, 在点加热试验中, 即使在 400°C 高温下, 隔膜也没有出现破损, 可防止锂电池恒久性的异常导致发热现象, 从而能够制造出具有高安全性的动力用锂电池。
Toray	2012 年	开发出多孔质薄膜“微多孔芳纶薄膜”。该产品是通过添加防止芳纶树脂凝聚的相分离控制剂, 形成微细且均匀的多孔质膜, 其特点是弹性模量较高, 具有高耐热性、难燃性, 并具有均一的孔构造, 空孔率高, 即使在 200°C 的高温下形状也不会发生变化。2015 年已量产。
Sumitomo	2013 年	在聚烯烃树脂薄膜上涂敷芳纶及陶瓷, 提高了耐热性, 便可加大电池容量, 从而延长 EV 的续航里程。

数据来源: 锂电网, 广证恒生

(2) PVDF 涂布材料

PVDF 涂覆隔膜具有低内阻、高(厚度/空隙率)均一性、力学性能好、化学与电化学稳定性好等特点。PVDF 即聚偏氟乙烯, 是一种白色粉末状结晶性聚合物, 熔点 170°C, 热分解温度 316°C 以上, 长期使用温度 -40~150°C, 具有优良的耐化学腐蚀性、耐高温色变性、抗氧化性、耐磨性、柔韧性以及很高的耐冲击性强度。目前根据溶剂不同, 分为水性 PVDF 涂覆隔膜与油性 PVDF 涂覆隔膜。由于纳米纤维涂层的存在, 该新型隔膜对锂电池电极具有比普通电池隔膜更好的兼容性和粘合性, 能大幅度提高电池的耐高温性能和

安全性。此外，该新型隔膜对液体电解质的吸收性好，具有良好的浸润和吸液保液的能力，延长电池循环寿命，增加电池的大倍率放电性能，使电池的输出能力提升 20%，特别适用于高端储能电池、汽车动力电池。

图表 27: PVDF 涂覆隔膜性能参数

指标		行业通用指标	PVDF 涂覆隔膜指标
厚度/ μm		20-40	20-50
电解质容纳量/ (mg/cm^2)		0.6-1.5	1.2-1.5
透气度/ $(\text{s}/100\text{mL})$		100-1000	800-1000
穿刺强度(钢针直径 1mm) /gf		450 ± 20	≥ 500
断裂长度/%		> 30	> 30
孔隙率/%		30-50	50-60
拉伸强度/Mpa	纵向	≥ 150	160
	横向	≥ 120	130
热收缩率(180°C,2h) /%	纵向	5	≤ 1
	横向	5	≤ 0.5

数据来源: 公开资料, 广证恒生收集整理

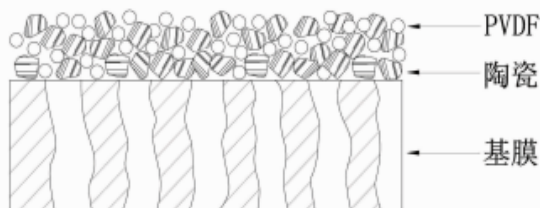
三、复合涂层

复合涂层是在聚合物涂层浆料中分散进入无机粒子, 混合均匀后涂覆在隔膜基材上。目前多以实验室研究为主, 尚未进入大规模应用。

(1) 陶瓷与 PVDF 混涂: 将陶瓷颗粒与 PVDF 颗粒混合分散均匀, 均匀涂覆在隔膜基材上, 一次加工成型, 以同时使隔膜兼备热稳定性与粘接力。

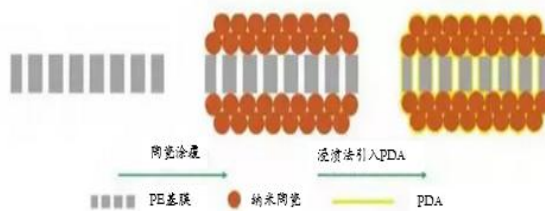
(2) 有机-无机复合包覆: 制备方法是将陶瓷颗粒涂覆在 PE 膜两侧表面, 再用浸渍法将聚多巴胺(PDA) 引入, PDA 能包裹在陶瓷和 PE 外表面形成一个整体覆盖的自支撑膜, 从而影响了复合隔膜的成膜特性, 特别是在 230°C 高温条件下此复合膜依然没有热收缩, 同时, 经过聚多巴胺处理后的隔膜对电解液润湿性更好, 该复合隔膜表现出优于 PE 膜和陶瓷复合隔膜的循环性能和倍率性能。

图表 28: 陶瓷与 PVDF 混涂示意图



数据来源: 网络资料, 广证恒生

图表 29: 有机-无机复合包覆示意图



数据来源: 网络资料, 广证恒生

1.4.2 涂布溶剂

涂布过程中可使用的溶剂范围比较广泛, 总体而言可以分为水性和油性两种。水性溶剂包括水、乙醇、丙三醇和其他极性有机溶剂, 油性溶剂包括丙酮、NMP 和其他非极性溶剂。在实际配方中, 溶剂的使用并不限于一种, 不同种类和比例的溶剂组合会对产品性能产生不同的影响。

水性溶剂成本便宜, 但粘附性较差, 一般用于低端隔膜产品。水性涂覆的浆料溶剂可以使用去离子水、乙醇、丙三醇等极性溶剂, 使用后无需回收, 环境污染小。但由于隔膜本身存在亲油性, 会导致产品的均匀性和粘附性下降, 产品可能出现透光点(涂覆厚度太薄)和暗点(涂覆厚度太厚), 水性涂覆隔膜价格和产品定位相对较低。

油性溶剂价格较水性溶剂稍贵，但其均匀性和粘附性均较好，一般用于高端隔膜产品。油性涂覆的浆料使用油性溶剂，如丙酮、NMP。该工艺中溶剂与粘结剂和隔膜本身亲和性好，产品的均匀性和粘附性较水性涂覆隔膜优秀，也更能减少透光点和暗点的发生，但油性溶剂价格高，污染较大，需要回收，成本较高，因此油性涂覆隔膜通常定位中高端。

对于一些特殊要求的隔膜在涂布环节会采用油性溶剂和水性溶剂混合应用的方式。例如一些涂覆隔膜对孔隙率有一定要求，厂家就可能通过造孔工艺来满足需求。先使用油性溶剂涂覆，然后在浆料中按一定小比例添加造孔剂如水、乙醇、正丁醇、PVP 等极性材料。这些造孔剂不溶于油性溶剂，分布相对集中，在涂覆完成后可以通过水洗溶解去除从而留下孔道。使用造孔剂造孔能极大提升涂覆隔膜的离子迁移率，改善导电性能，但会降低其力学性能和机械性能。在上述的几种极性材料中，使用 PVP 造孔后的隔膜抗拉伸能力最强，乙醇、正丁醇造孔隔膜次之，水造孔隔膜力学性能最差。我们认为，对水性和油性涂覆的使用取决于下游电池厂商的需求和应用场景，一定时期内两种技术将并行发展。

图表 30: 水性溶剂 VS 油性溶剂

溶剂	均匀性	粘附性	成本	环保程度
水性溶剂	较差	较差	低，成本在 1-1.5 元/㎡，无需回收	环境污染小
油性溶剂	良好	良好	高，成本在 2 元/㎡左右，需要回收	环境污染大

数据来源：《沧州明珠湿法隔膜及涂布技术的最新进展》，广证恒生

图表 31: 水性/油性 PVDF 涂覆隔膜优缺点对比

指标		优点	缺点
水性		1、环保 2、涂覆成本相对较低	粘接性有所降低
油性	丙酮	1、设备投资小 2、工艺简单 3、与极片的粘接性好	1、丙酮为限制性材料 2、单台设备速度慢、产能小 3、污染环境
	NMP/DMAC	1、速度快、产能大 2、溶剂可回收利用 3、工艺简单、粘接性好	1、设备投入大 2、配套设施要求高

数据来源：《沧州明珠湿法隔膜及涂布技术的最新进展》，广证恒生

1.4.3 涂覆工艺

隔膜制造环节相对具备一定工艺壁垒，尤其是湿法隔膜。目前我国基本完全掌握了干法（单拉/双拉）隔膜的制造工艺，生产设备也可以自主制造。但湿法隔膜的制造工艺依旧相对复杂，核心设备基本主要由国外采购。

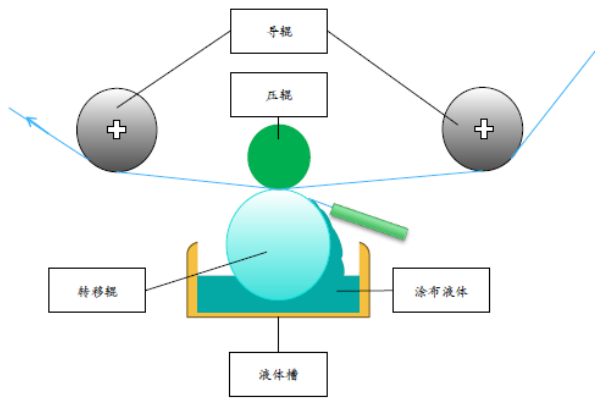
图表 32: 目前国内锂电隔膜设备主要供应商

隔膜类型	主要设备供应商
干法隔膜	日本东芝，桂林电科所，济南机械装备总厂
湿法隔膜	日本制钢所，德国布鲁克纳，日本东丽，韩国韩承，韩国 MASTER，青岛中科华联
无纺布隔膜 (静电纺丝法)	美国 DuPont，捷克 Elmarco，日本 MECC 株式会社，和韩国 Top Tech，北京永康乐业，长春吉纳

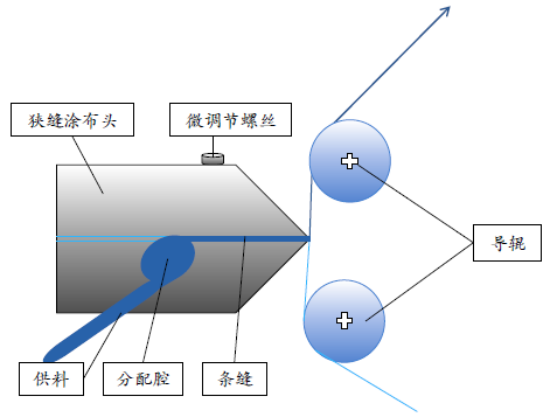
数据来源：广证恒生收集整理

相对于制造环节，隔膜涂布在技术上难度不高，设备基本也可以国产解决。主要来说可使用凹版辊涂、浸涂、窄涂或喷涂等方式，国内主流基膜厂商和大量代工厂都能够实现。目前隔膜涂覆厂商大多采用凹版辊涂方法，原因是此工艺的加工速度、精度均较高，工艺成熟，同时维护相对简单，成本较低。当然，在隔膜涂布环节，光固化法具有固化速度快、生产效率高、涂层性能优异、节约资源的优点，未来应用前景广阔。但光固化法目前我国国内企业基本未有大规模应用的案例。

图表 33: 凸版辊涂示意图



图表 34: 狭缝涂布示意图



数据来源:《涂布工艺应用与发展》, 广证恒生

数据来源:《涂布工艺应用与发展》, 广证恒生

图表 35: 涂布工艺对比

涂布工艺	具体工艺	优点	缺点
凹版辊涂	目前常用的涂覆方法, 微凹版辊将浆料从浆料盒中带出, 由定厚刮刀刮下多余涂料, 然后在压力下涂覆到隔膜上。	此方法原理比较简单, 凹版辊凹槽容量容易控制, 产品精度较好	网纹辊容易磨损, 会导致连续涂覆过程中涂层逐渐变薄, 需要更换新辊; 涂覆目标厚度改变时就需要更换辊, 不能灵活调节
窄缝挤压涂	窄缝挤压涂覆, 简称窄涂, 是通过一定压力将浆料从挤压嘴挤出涂覆到隔膜上的工艺, 涂层厚度由挤压嘴缝宽和计量泵控制	适用粘度范围广, 产品精度高, 可涂覆薄层, 涂覆速度快	挤压嘴的维修相对困难
浸涂	浸涂基本原理为将隔膜浸泡到一定浓度的浆料中一定时间, 取出后晾干或烘干, 在隔膜表面得到一定厚度的涂层	技术原理和操作简单	厚度控制较为困难
静电纺丝	静电纺丝法是通过电场力将浆料喷涂到隔膜上的工艺, 给浆料带上电荷, 在电场力作用下浆料突破表面张力, 形成纳米丝喷射向隔膜	适用材料范围广, 操作方便, 比表面积大, 孔隙率高, 纤维丝均一性好, 产率高等	结晶度、取向度小, 机械性能、力学性能差
光固化法	光固化法是一种采用光照射以固化涂覆材料的方法。光固化法使用光引发剂和光固化树脂, 当光固化材料吸收一定波长的能量后, 使光引发剂生成自由基, 并与光固化树脂发生交联、聚合等化学反应, 以形成增长链, 从而使光固化材料从液态转为固态, 因而使光固化材料在很短的时间内形成固态膜层	固化速度快, 节能, 生产效率高, 涂层耐酸碱, 耐溶剂, 耐高温等方面性能指标均很高; 光固化法不会堵塞和腐蚀设备, 涂装工具和管路清洗方便; 设备投资成本低	光固化反映的同时, 空气中氧气活性高会导致材料不易固化, 破坏了形成固态膜层的稳定性

数据来源: 电池中国, 广证恒生

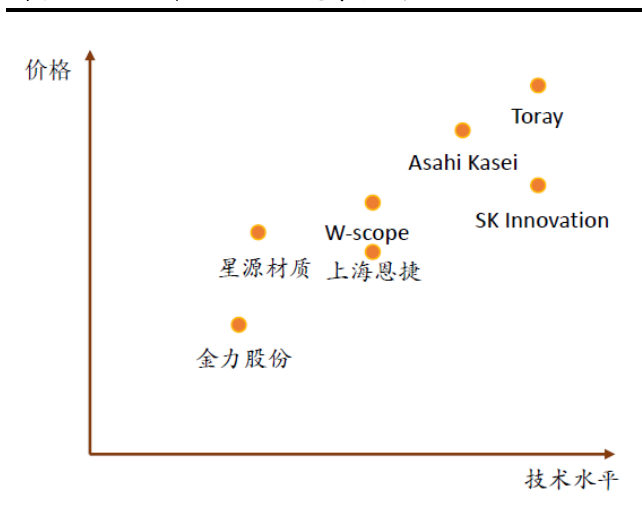
2 技术的不断迭代是海外隔膜企业发展的必由路径

2.1 深厚技术积淀铸造国际锂电隔膜龙头企业

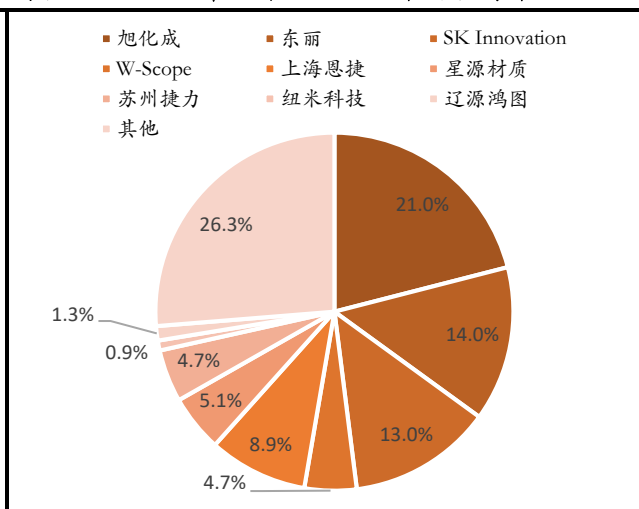
从全球锂电隔膜竞争格局来看，日本、韩国锂电隔膜行业从上世纪 80 年代开始发展，以先进技术和先发优势占据着海外高端市场。在梳理海外龙头企业发展历程过程中发现他们的共同特点是，这些企业基本都从纺织纤维行业起家，在锂电快速发展的过程中抓住机遇开展精细化工业务，依赖自身对成膜技术的积淀和精细化工涂布材料的研发逐步成长成为锂电隔膜巨头。

国内锂电隔膜企业在特殊政策窗口下快速成长。在早期锂电池主要应用领域还是 3C 产品的年代，当时 3C 产品主要都是由海外厂商供应以及存在着其对供应链的约束，国内锂电隔膜长期处于进口产品占据主流的格局。在国内 2009 年开始大力发展新能源汽车之后，锂电隔膜需求尤其是动力锂电隔膜需求短期快速增长，且由于国内补贴政策影响海外电池厂商基本进入不了国内车企供应链。在这一特殊的政策环境和时间窗口下，以上海恩捷、星源材质、湖南中锂等为代表的一批国内企业开始加大了锂电隔膜产能的投资力度。上海恩捷和星源材质与海外龙头相比，二者仅专注于锂电隔膜的研发和生产，前期并没有其他纤维、化工或其他成膜领域的制造经验。

图表 36: 全球锂电隔膜竞争格局



图表 37: 2017 年全球锂电隔膜市场占有率



数据来源：公开资料，广证恒生收集整理

数据来源：公开资料，广证恒生收集整理

日本锂电隔膜企业历史悠久，具有复杂的产业背景和深厚的技术研发实力，以 Asahi-Kasei (旭化成)、Toray (东丽) 和 UBE (宇部兴产) 为代表。Asahi-Kasei 和 Toray 历史悠久，均从纺织工业起家。Asahi-Kasei (旭化成) 成立于 1922 年、原名“旭绢织株式会社”；Toray (东丽) 成立于 1926 年、原名“东洋人造丝株式会社”。二者均成立于第二次世界大战期间，均以粘胶人造丝业务起家，都经历了从人造丝到纤维到聚酯的产品进化升级，目前属于综合性的新材料产业集团，所生产的产品覆盖了医疗、电子、纺织、建材等各个领域，在化学工业拥有深厚的技术积淀。Asahi-Kasei 目前拥有隔膜品牌 HI-PORE™(锂电湿法隔膜)、Celgard™ (锂电干法隔膜)、戴瑞米克™ (铅蓄电池隔膜)；Toray 目前拥有隔膜品牌 SETELA™ (锂电湿法隔膜)。UBE (宇部) 创办于 1897 年，从煤炭业务起家，现在是一家业务范围遍及化学品、建筑材料、医药、能源、机械等多元化的制造商。其开始生产锂电隔膜始于 1994 年，主要使用干法单向拉伸技术工艺，该技术此时已经非常成熟。目前 UBE 对隔膜业务进行了重组，建立“宇部万盛京都股份有限公司”，致力于锂电基膜和涂布膜的研发和生产制造。

图表 38: 日本主要隔膜企业战略发展历程

日本产业结构转型	Asahi-Kasei 战略转型历程	Toray 战略转型历程
<p>二战前 - 二战后初期</p> <ul style="list-style-type: none"> 以纺织工业为中心的轻工业结构 	<ul style="list-style-type: none"> 1922年成立，以纺织品和基础化学品起家 	<ul style="list-style-type: none"> 根据日本制造业振兴政策成立了东洋人造丝株式会社，制造出最早的人造丝
<p>1950s 中期 - 1970s</p> <ul style="list-style-type: none"> 美日贸易摩擦 工业结构向以重化学工业为中心转移 化工行业开始转向石油炼制体系 	<ul style="list-style-type: none"> 将发展重心从纺织品转向综合化学多个领域，包括石化、合成树脂、功能性膜等，并在技术上取得重大突破 	<ul style="list-style-type: none"> 停止传统产业——人造丝制造，从事各种化学业务，包括塑料制品、精细化学品以及制药的综合性化学公司。
<p>1970s - 1980s</p> <ul style="list-style-type: none"> 经济危机、生态危机和能源危机的相继出现，重化工业发展放缓，向知识和技术密集型工业结构转变 大力推进电子、信息产业发展， 	<ul style="list-style-type: none"> 主动放弃在低附加值、成本驱动出口的领域的激烈竞争，开始重视国内市场和技术驱动增长的业务领域 1985年，申请了全球第一份关于锂离子电池的专利 	
<p>1990s - 至今</p> <ul style="list-style-type: none"> 适应全球化发展，建立国际协调型产业。由以汽车、电子产业为主轴的“一级集中型”变为“多极型”产业结构。 注重发展知识经济，如信息、通信、住宅、医疗、福利、环境等相关产业 国内消费疲弱，企业生产意愿不足，大宗化工品市场需求低迷 	<ul style="list-style-type: none"> 向国内住宅、人工肾脏、医药试剂、传感器等领域全面进军。化学品方面，将重心放在了合成树脂和锂电材料以及部分特种化学品领域。 布局国际化战略，以亚洲、北美、欧洲为核心在全世界15个国家积极开展业务，将部分产能转向海外具有市场潜力的国家。 	<ul style="list-style-type: none"> 《广场协议》后，日元汇率开始一路飙升。东丽重点对各项业务进行重组，巩固公司结构并通过扩大海外生产基地的业务未实现海外扩张

数据来源：Asahi-Kasei 官网，Toray 官网，广证恒生收集整理

韩国锂电隔膜代表企业中，SK-Innovation 历史同样悠久，也是以纺织工业起家；W-Scope 则是一个新兴的以锂电隔膜为主业的企业。韩国 SK-Innovation 隶属于 SK 集团，成立于 1962 年。SK 集团于 1952 年成立时名为“鲜京织物株式会社”，以生产醋酸纤维和涤纶为主。后续在介入石油销售后通过连续并购发展成为涵盖能源、石油化工、半导体材料、通信、电池材料等领域的巨型企业集团。而 W-Scope 则是一个成立于 2005 年的新兴企业，其业务集中在湿法锂电隔膜上，与国内的龙头隔膜企业如星源材质或上海恩捷较为类似。

图表 39: 韩国主要隔膜企业战略发展历程

韩国产业结构转型	SK 集团战略转型历程
<p>1950s - 1960s</p> <ul style="list-style-type: none"> 以轻工业为核心，劳动密集型产业为重点，简化和发展民族工业 	<ul style="list-style-type: none"> 前身是鲜京织物，主营纺织纤维； 筹备资金购买设备，进行产品研发，从小型织物作坊转型呈聚酯纤维的生产企业
<p>1970s - 1980s</p> <ul style="list-style-type: none"> 从轻工业向重工业转型 出口导向型发展政策 	<ul style="list-style-type: none"> 借助政府实施重工业发展的利好政策，顺势进入石油产业，逐步完成从原油到化纤的产业链纵向整合，成为韩国石化龙头企业之一； 积极进行海外布局
<p>1990s - 至今</p> <ul style="list-style-type: none"> 向技术密集型的高新技术产业转移 	<ul style="list-style-type: none"> 石油化学的垂直体系初具规模，重点发展信息通讯业务向水平方向拓展； SK 电讯成为韩国最大的移动通信运营商

数据来源：SK 集团官网，广证恒生收集整理

2.2 不断迭代的新产品是海外隔膜企业赖以发展的重要手段

在激烈的竞争形势中，海外隔膜企业通过技术投入不断促进产品的更新迭代以适应市场需求。根据各国新能源汽车的发展战略，日本2020年将新能源汽车销量占总销量的比例提高至50%，2030年提高到70%；美国2020年电动汽车保有量将达100万辆，而中国到2025年新能源汽车销量占总销量的比例也将达到20%甚至更高。这也表明，发展新能源汽车的方向已经明确，并且普及的步伐正在加快；这将促进动力电池的性能不断优化。隔膜是关键的内层组件之一，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，性能优异的隔膜对提高电池的综合性能具有重要的作用。因此日韩主要锂电隔膜企业在不断地进行产品的升级换代，以满足新能源汽车的要求。

日韩隔膜企业产品线较为齐全，研发实力深厚。Asahi-Kasei 是生产湿法隔膜的厂商，通过2015年收购Celgard成为干湿法隔膜的主导厂商，先后研发了PP/PE/PP三层复合隔膜，聚烯烃微孔膜，陶瓷涂覆膜，纳米陶瓷复合膜以及无纺布隔膜等等，以提高隔膜的性能，满足市场需求。Toray 是生产环保车电池用材料的全球性大企业，在全球锂电池隔膜的市场份额仅次于旭化成，通过对产品的更新换代，已拥有芳香族聚酰胺多孔膜、聚烯烃微孔膜和无纺布隔膜等技术。随着动力电池性能要求不断提升，借助电池技术的发展，隔膜轻薄化已成为一大趋势。因此从厚度来看，东丽隔膜研发的产品包括12 μ m、9 μ m、7 μ m、5 μ m，具有一定的竞争优势。UBE 是生产干法隔膜的厂商，拥有均匀孔隙的聚烯烃隔膜，还可以根据客户要求改变膜厚度和透气性；未来致力于有机涂布隔膜的研发。2013年至2018年间，SK-Innovation 和 W-Scope 也申请了多款产品专利，包括芳香族聚酰胺多孔膜、聚烯烃微孔膜和无纺布隔膜等，这些为企业占据全球锂电隔膜高端市场提供了良好的基础。

图表 40：海内外主要隔膜企业产品不断升级迭代

企业	2013-2014	2015-2016	2017-2018
Asahi-Kasei	多层孔隔膜	聚烯烃微孔膜、蓄电装置多层隔膜	无纺布隔膜
Toray	芳香族聚酰胺多孔膜	聚烯烃微孔膜、多层涂覆隔膜	无纺布隔膜
SK-Innovation	多层孔隔膜	熔炼型复合隔膜、隔膜粘合剂层	隔膜制备方法创新
UBE	单层或多层聚烯烃多孔膜、陶瓷涂层薄膜	制备方法和设备的更新	研发有机涂布隔膜产品
W-Scope	单层聚烯烃隔膜	聚烯烃微孔膜、涂层技术创新	孔隙制备方法创新

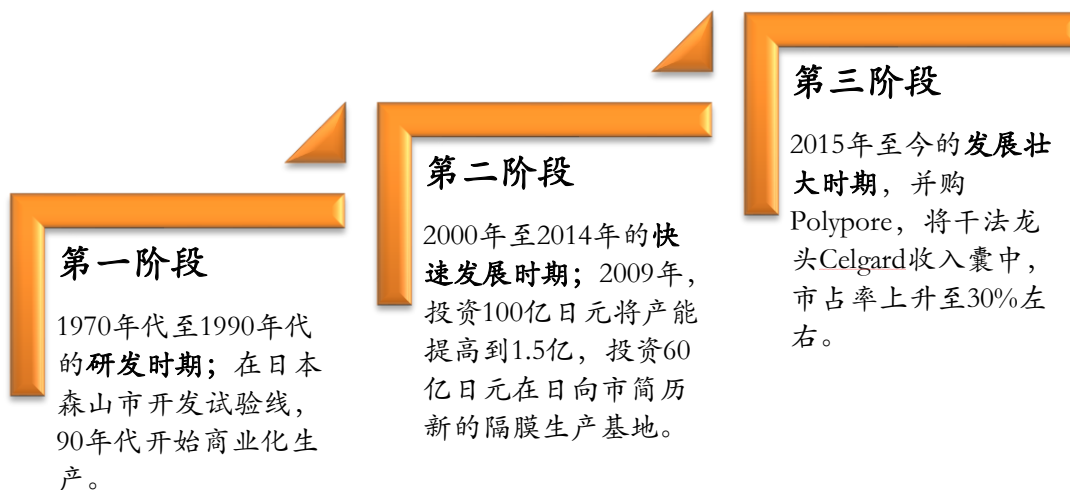
数据来源：世界专利索引，广证恒生

3 日韩隔膜企业发展历史的借鉴意义

3.1 Asahi-Kasei（旭化成）

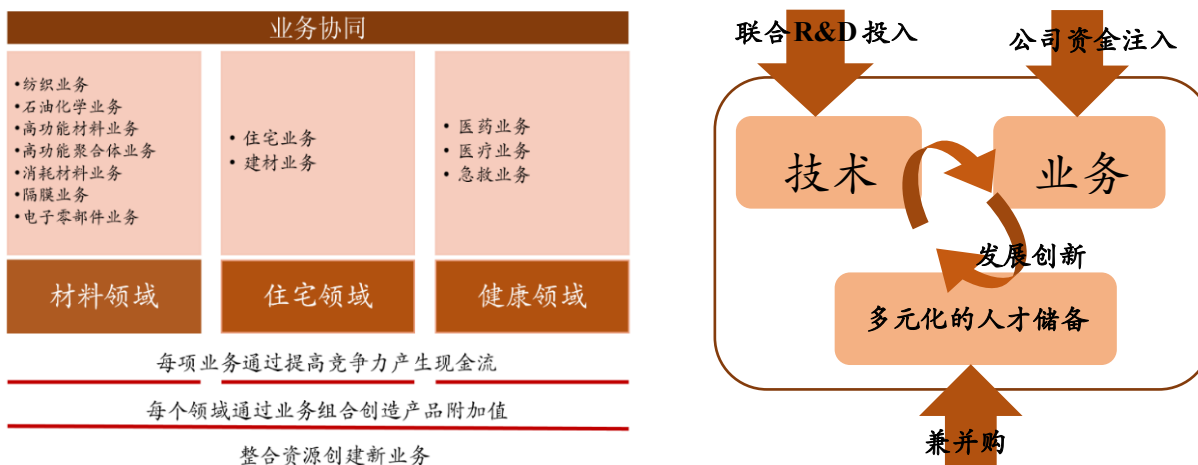
Asahi-Kasei 的隔膜生产历史悠久，兼具干法与湿法两种技术路线。Asahi-Kasei 自1970年代对锂电隔膜进行研发，1990年代开始销售以来，始终处于世界锂电隔膜的领先地位。1998年旭化成开发 Hipore 锂电隔膜，具有优异的均匀性、高孔隙率、高穿刺强度等优越性能；2015年收购美国 Polypore 的 Celgard 隔膜，成为兼具干法湿法隔膜顶级生产工艺的厂家，能灵活满足客户需求。Asahi-Kasei 锂电隔膜业务的发展可分为三个时期。

图表 41: Asahi-Kasei 发展历程



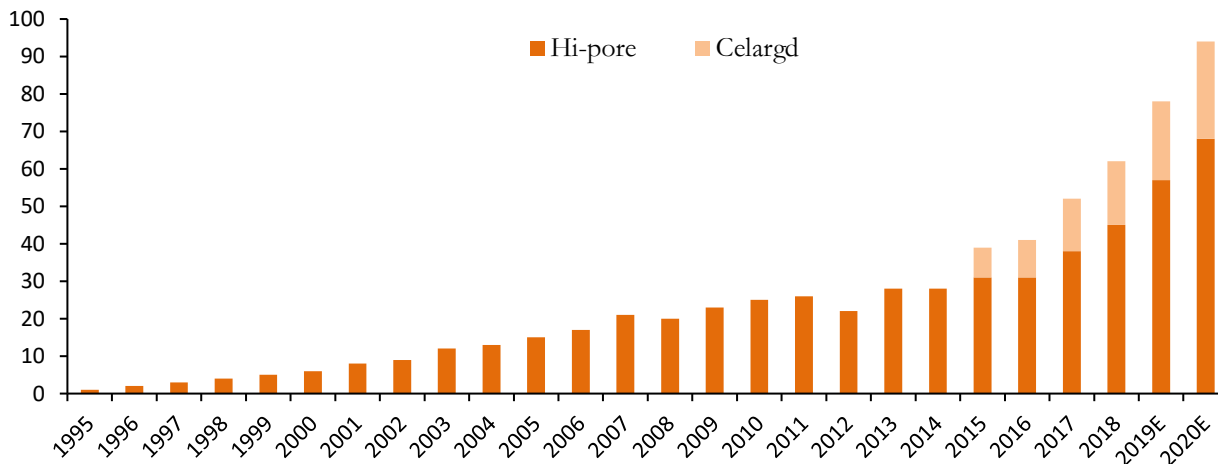
数据来源：Asahi-Kasei 年报，广证恒生

图表 42: Asahi-Kasei 业务布局



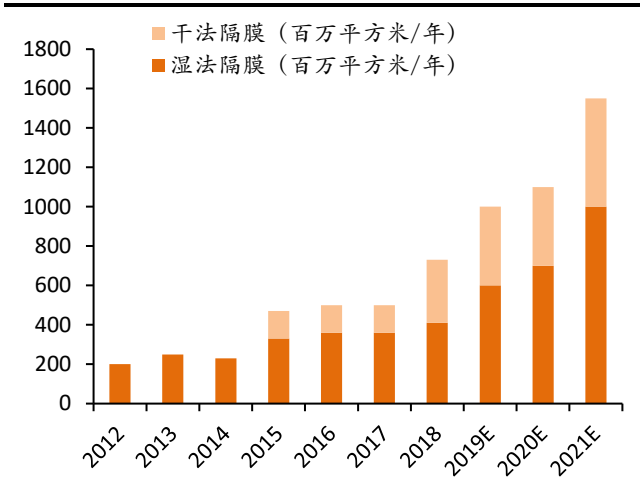
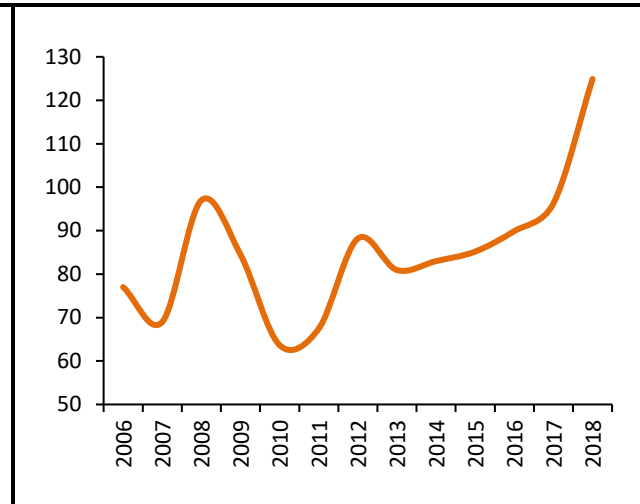
数据来源：Asahi-Kasei 官网，广证恒生

图表 43: Asahi-Kasei 旗下湿法与干法隔膜历年营收情况 (十亿日元)



数据来源：Asahi-Kasei 年报，广证恒生

旭化成锂电隔膜研发基地位于日本、韩国和美国，制造基地设于日本、韩国和美国。其中美国为干法制造工厂，日本、韩国和中国为湿法制造工厂。2018年，旭化成的隔膜总产能约为7.3亿 m^2 /年，干法产能约为3.2亿 m^2 /年，湿法产能约为4.1亿 m^2 /年。2019年计划投资300亿日元增设滋贺县守山市以及美国北卡罗来纳州基地的生产设备，以提高湿法隔膜“Hipore”和干法隔膜“Celgard”的生产能力，新设备预计将于2021财年上半年开始商业运作，届时隔膜总产能将达15.5亿 m^2 /年，其中干法隔膜产能5.5亿 m^2 /年，湿法隔膜产能10亿 m^2 /年。

图表 44: Asahi-Kasei 产能结构 (百万 m^2 /年)

图表 45: Asahi-Kasei 资本性支出 (十亿日元)


数据来源: Asahi-Kasei 年报, 广证恒生

数据来源: Asahi-Kasei 年报, 广证恒生

图表 46: Asahi-Kasei 湿法基膜生产线代际及产能

代际及产能	投产时间	生产线号	总计	产量提升 (基数为 2018 年)
第一代 (每条产线产能约为 1500 万 m^2 /年)	2012 年以前	1-10 号	10 条	100%
第二代 (每条产线产能约为 3000 万 m^2 /年)	2012 年	11-12 号	7 条	
	2013 年	13-14 号		
	2015 年	15-16 号		
第三代 (每条产线产能不低于 6000 万 m^2 /年)	2016 年	18 号	6 条	提升 50%
	2015 年	17 号		
	2018 年	19 号		
	2019 年	20-21 号		
	2020 年	22-23 号		

数据来源: 公开资料, 广证恒生收集整理

3.2 Toray (东丽)

Toray (东丽) 的历史与旭化成同样悠久。东丽成立于 1926 年 1 月, 以生产合成纤维、合成树脂起家, 主要制造、加工和销售纤维和纺织品、高性能化学品、碳纤维复合材料以及生命科学相关产品等。东丽公司是世界上最早从事反渗透膜技术开发的企业之一, 早在二十世纪 60 年代就开始了膜技术的研究, 从原材料的选用、制膜技术的开发以及膜元件构造的设计等, 为这一技术在超纯水、海水淡化等水处理领域的应用发展做出了卓越的贡献。现在东丽已经成为世界上少数的能同时提供醋酸纤维膜和聚酰胺复合膜的厂家。借助于之前的技术积淀, 东丽于 2009 年开始开展锂电隔膜业务, 我们总结东丽的锂电隔膜发展可主要分为两个时期。

图表 47: Toray 发展历程

第一阶段

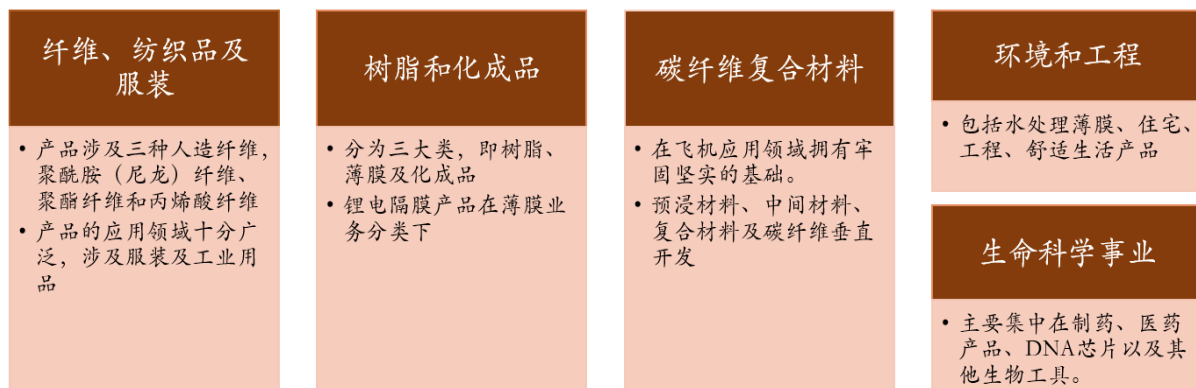
2015年以前为**研发期**。
公司研发4款高性能隔膜产品，并且可根据锂电池厂商的特定需求量身定制，在技术方面有很强的竞争力

第二阶段

2015年后为**产能加速期**。
随着锂电隔膜需求量的增加，东丽加大投资增加产能。计划到2020年6月底投资约200亿日元，再增加50%的产能，年产能最终将超过14亿。

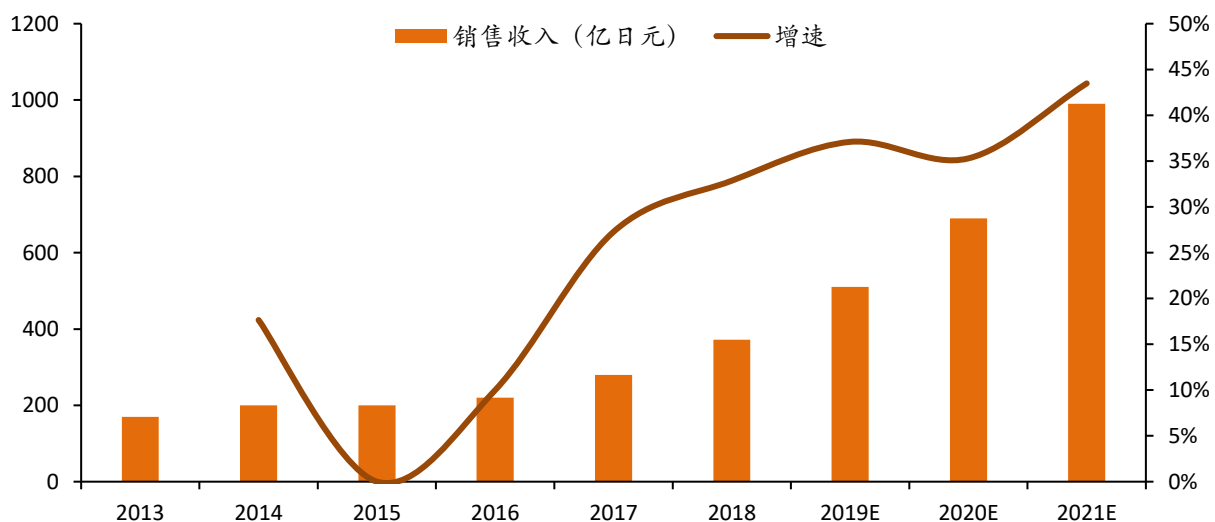
数据来源: Toray 官网, 广证恒生

图表 48: Toray 业务布局

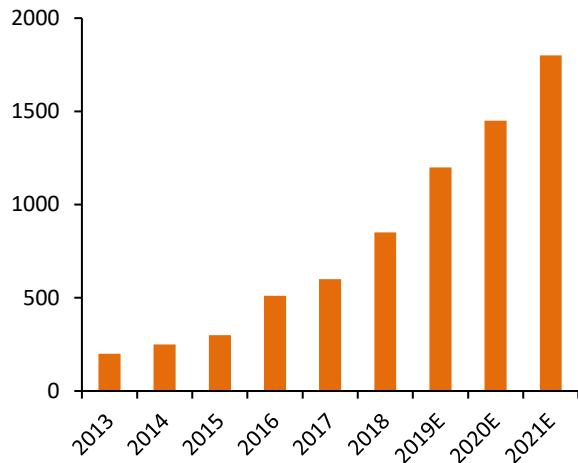


数据来源: Toray 官网, 广证恒生

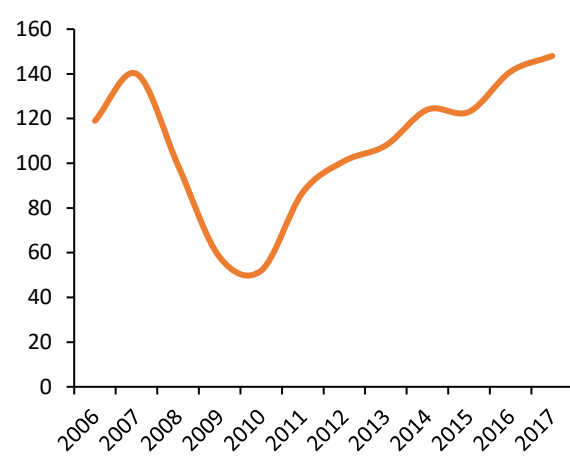
图表 49: Toray 锂电隔膜营收情况及增速



数据来源: Toray 年报, 广证恒生

图表 50: Toray 锂电隔膜产能 (百万 m^2 /年)


数据来源: Toray 年报, 广证恒生

图表 51: Toray 资本支出情况 (十亿日元)


数据来源: Toray 年报, 广证恒生

图表 52: Toray 湿法基膜生产线代际及产能

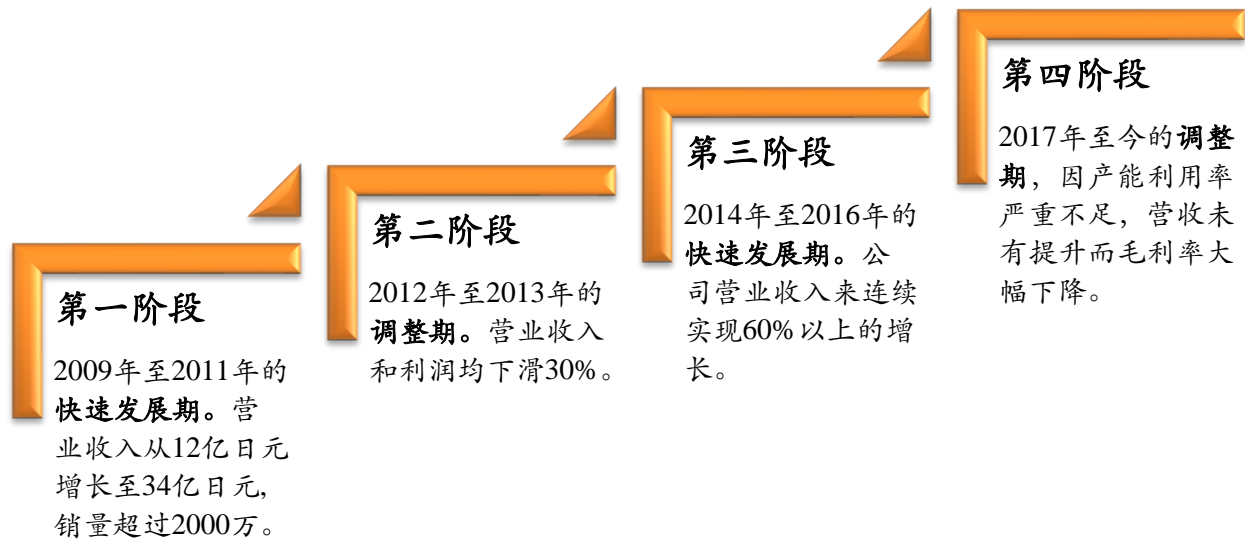
代际及产能	投产时间	生产线号	总计	产量提升 (基数为 2018 年)
第一代 (每条产线产能约为 1500 万 m^2 /年)	截至 2013 前	1-10 号	10 条	100%
	第二代 (每条产线产能约为 3000 万 m^2 /年)	2013 年	11-12 号	
2014 年		13-14 号		
2016 年		16 号		
2017 年		20 号		
第三代 (每条产线产能不低于 6000 万 m^2 /年)	2015 年	15 号	18 条	
	2016 年	17-19 号		
	2017 年	21-22 号		
	2018 年	23-25 号		
	2019 年	26-31 号		
	2020 年	32-34 号		
				提升 62%

数据来源: 公开资料, 广证恒生收集整理

3.3 W-Scope

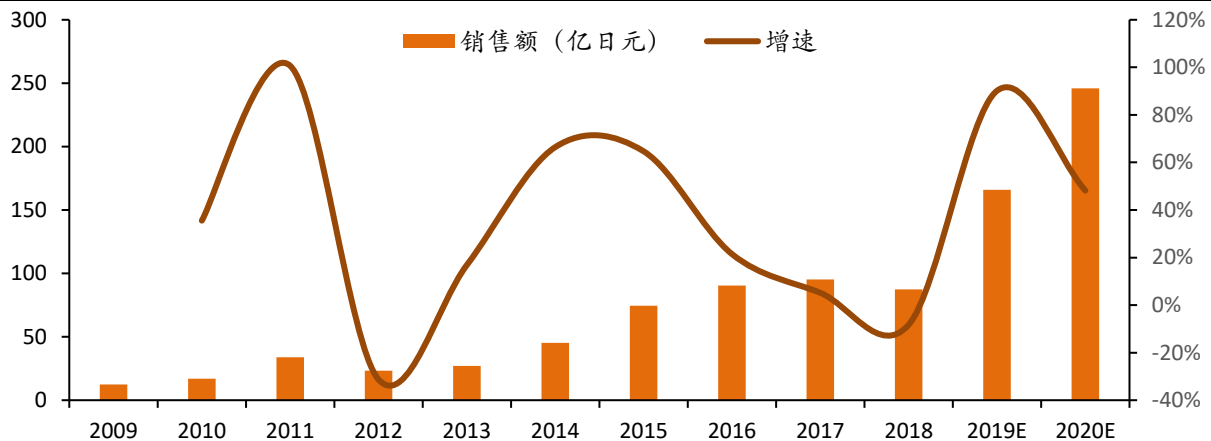
相对业务较为综合的旭化成和东丽而言, 韩国的 W-Scope 是一个新兴的以隔膜业务为主的企业。W-Scope 成立于 2005 年, 专注于湿法隔膜业务。2015 年, W-Scope 在全球的锂电隔膜市场中份额占到了 6%, 排名第五位。在技术层面上, 公司采用“依次单轴分别延伸法”成产隔膜, 能够高速完成宽幅延伸, 使薄膜可利用的面积最大化, 提高量产性。同时, 公司产品还实现了低阻抗、有助于提高电池的充放电性能和充电周期特性。目前公司产品涵盖了 7-20 微米, 并在此基础上开发了超薄隔膜, 孔隙率达到 30%到 47%, 在拉伸强度方面, 也有很大的提升。公司产品除了要用在电动汽车 (EV) 等车载用途上, 还增加了吸尘器和电动自行车等家庭用品的电池搭载。W-Scope 的发展历程可分为 4 个时期。

图表 53: W-Scope 发展历程



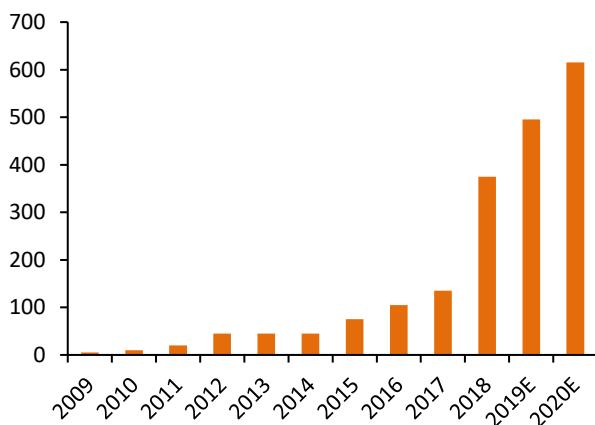
数据来源: W-Scope 年报, 广证恒生

图表 54: W-Scope 锂电隔膜营收情况及增速



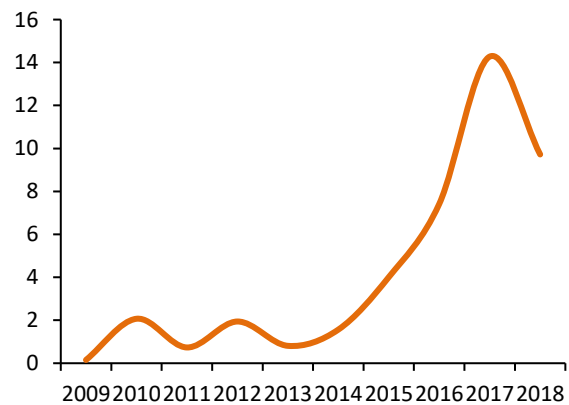
数据来源: W-Scope 年报, 广证恒生

图表 55: W-Scope 基膜产能 (百万m²/年)



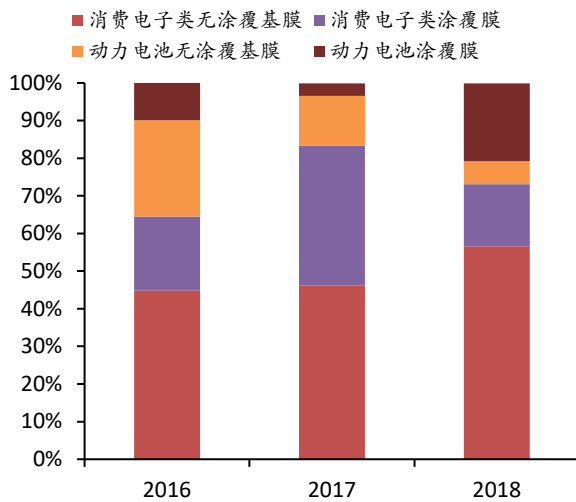
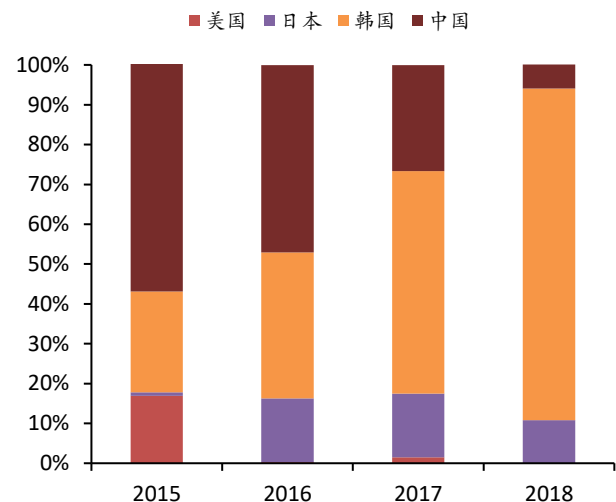
数据来源: W-Scope 年报, 广证恒生

图表 56: W-Scope 资本支出情况 (十亿日元)



数据来源: W-Scope 年报, 广证恒生

W-scope 总部虽位于东京，但所有的生产线都位于韩国。目前 W-Scope 共有 11 条基膜生产线、6 条涂布线，在建的有 4 条基膜生产线和 8 条涂布线。第三代基膜生产线比第二代生产速度提高 20%-30%，产量提高 100%/每条。从产品结构来看，2018 年以前 W-Scope 主要将后期生产（涂布等）外包给合作伙伴以节省成本，因而公司销量中 30% 是涂布膜，70% 是基膜。为迎合锂电池市场的扩大和对高品质产品的需求，W-Scope 增加对涂布生产线的投产，涂布产品将大幅增加。由于同时投产多条生产线，需要至少两年才能实现批量化生产，因而近年来 W-Scope 的产能利用率低，对毛利率产生影响，存在实际效益的后滞性。从下游应用来看 70%-80% 用于消费电子产品，20%-30% 用于动力电池。

图表 57: W-Scope 产品结构

图表 58: W-Scope 销量分布


数据来源: W-Scope 年报, 广证恒生

数据来源: W-Scope 年报, 广证恒生

图表 59: W-Scope 湿法基膜生产线代际及产能

代际及产能	投产时间	生产线号	总计	产量提升 (基数为 2018 年)
第一代 (每条产线产能为 1500 万 m^2 /年)	2006 年	1 号	5 条	100%
	2011 年	2 号		
	2012 年	3 号		
	2016 年	6-7 号		
第二代 (每条产线产能为 3000 万 m^2 /年)	2015 年	4 号	2 条	100%
	2017 年	5 号		
第三代 (每条产线产能为 6000 万 m^2 /年)	2018 年	8-11 号	8 条	提升 62%
	2019 年	12-13 号		
	2020 年	14-15 号		

数据来源: W-Scope 年报, 广证恒生

图表 60: W-Scope 湿法涂布生产线产能

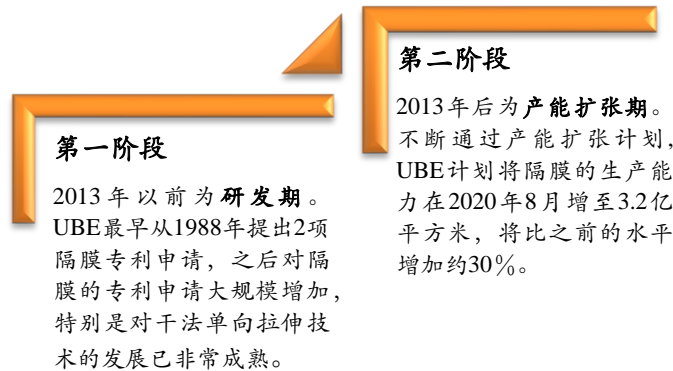
生产线号	投资金额 (亿日元)	FY2019				FY2020				FY2021				产量提升 (基数 2019Q1)
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	
11-14	50													提升 240%
7-10	40													提升 240%
3-6	35.5													提升 100%
1-2	--													--

数据来源: W-Scope 年报, 广证恒生

3.4 UBE (宇部兴产)

日本 UBE (宇部兴产) 也是一个综合性的企业, 与旭化成和东丽不同, 其介入锂电隔膜行业时间较短, 主要生产干法隔膜。UBE 成立于 1897 年, 以煤炭起步, 目前形成化学品、医药、水泥及建筑材料、机械及能源五大业务同步发展的企业。于 1994 年涉足锂电隔膜行业。随着新能源汽车应用需求的增加, 从 2013 年开始逐步扩大生产能力。UBE 的隔膜以采用干法制造为特点, 已被用于车载用途。2016 年, UBE 在全球的锂电隔膜市场中份额占到了 10%, 排名第五位。现阶段, UBE 继续计划新增生产线以提高产能, 满足市场需求。我们把 UBE 的锂电隔膜业务发展分为两个阶段:

图表 61: UBE 发展历程



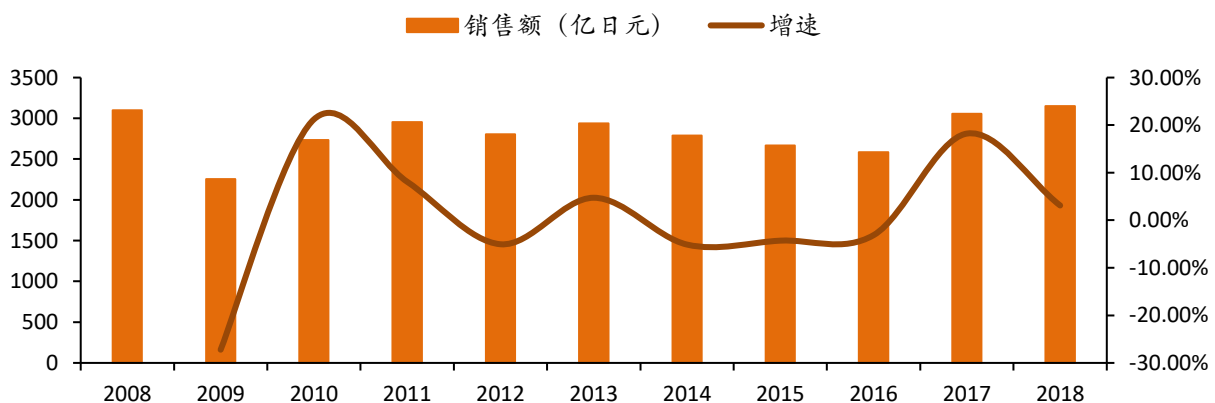
数据来源: UBE 官网, 广证恒生收集整理

图表 62: UBE 整体业务布局

化学	水泥及建筑材料	机械	医药	能源与环境
<ul style="list-style-type: none"> 主要为尼龙树脂和工程塑料, 锂离子电池的电解质隔膜, 气体分离膜, 家居食品工业包装材料, 耐热涂料, 合成橡胶等先进材料和环保型产品 产品的应用范围十分广泛, 涉及生活及工业用品 	<ul style="list-style-type: none"> 从普通水泥、专用水泥到固化剂一直被广泛用于基础设施的开发 利用自身化工优势广泛开发建筑材料产品, 如室内材料, 外墙材料, 防水材料, 地板基材, 抹灰材料, 基础材料等 	<ul style="list-style-type: none"> 在注塑机和全球汽车制造商使用的压铸机以及运输设备, 磨矿设备机和桥梁建设等机械制造方面拥有先进的技术支持, 享有盛誉 	<ul style="list-style-type: none"> 研究制造了抗过敏药, 降血压药, 抗血小板药物等, 拥有独创的制药技术 根据对病原体的开发研究的 CMC 技术, 公司也为国内外提供新药原体和中间体的开发制造。 	<ul style="list-style-type: none"> 宇部不仅出口煤炭和供电的自给发电站 (火力发电、太阳能发电), 还着手于开展新能源战略 利用生化能源, 减轻环境负荷

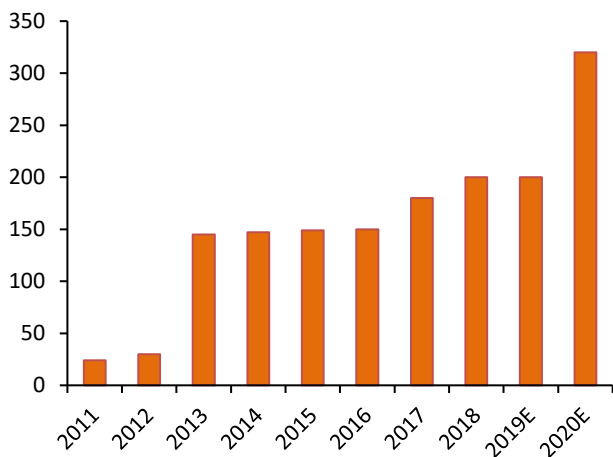
数据来源: UBE 官网, 广证恒生收集整理

图表 63: UBE 化工品营收情况及增速



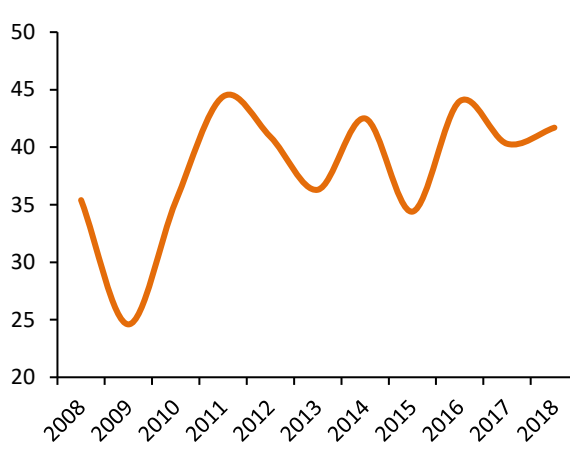
数据来源: UBE 年报, 广证恒生

图表 64: UBE 锂电隔膜产能 (百万 m^2 /年)



数据来源: UBE 年报, 广证恒生

图表 65: UBE 资本支出情况 (十亿日元)



数据来源: UBE 年报, 广证恒生

3.5 TOYOBO (东洋纺)

TOYOBO (东洋纺) 成立于 1882 年, 最初以生产纤维材料起家, 于 1963 年开始进入薄膜领域。迄今为止东洋纺已经创立了 136 年, 涵盖业务领域也十分广泛, 主要经营薄膜和功能型聚合物、工业材料、医疗保健和纺织品及房地产五大业务。

2018 年 4 月, 公司与长濑产业株式会社合资新设子公司正式成立, 新公司主要从事高耐热性 XENOMAX®PI 膜的生产与销售。东洋纺通过高耐热聚合物合成技术与制膜技术结合, 生产具有高耐热性和稳定性的 XENOMAX®薄膜, 当温度由常温升高至 500°C, 该薄膜的膨胀系数约为 3ppm/°C, 因此该薄膜在 400-500°C 高温下依然可以进行加工处理。

图表 66: TOYOBO 高性能隔膜发展历程



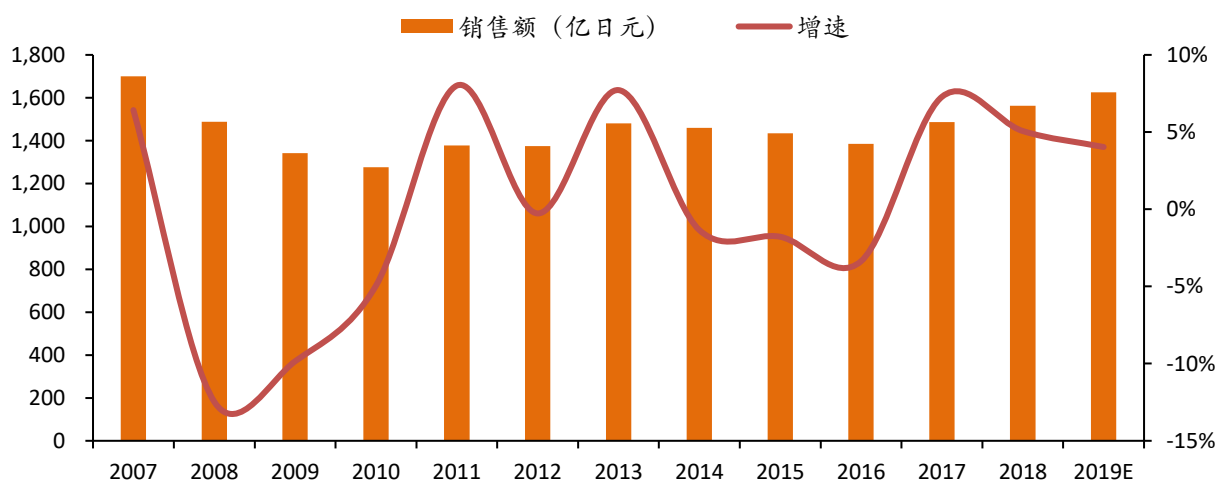
数据来源: TOYOBO 官网, 广证恒生

图表 67: TOYOBO 业务布局

薄膜和功能性聚合物	工业材料	医疗保健	纺织品	房地产
<ul style="list-style-type: none"> 用于LCD和光学用途 (PET薄膜); 以及用于食品包装 (PET、聚烯烃、尼龙) 的薄膜 功能性聚合物: 包括工程塑料。工业粘合剂, 涂料, 光敏印刷版以及电子材料 其他: 橡胶加工、涂层加工 	<ul style="list-style-type: none"> 功能纤维: 包括安全气囊面料、床垫、床上用品材料 高性能纤维: PBO纤维, 耐热性极高, 高强度 过滤器、非织造布: 包括溶剂吸附材料和单元功能性过滤器 (活性炭纤维) 等, 以及汽车零部件用纤维材料 	<ul style="list-style-type: none"> 生物制品: 生命科学研究的试剂、用于诊断试剂的酶 制药: 原料药、医药中间体 皮肤护理和化妆 医用膜、设备和装置: 人造肾中空纤维、抗凝血材料 	<ul style="list-style-type: none"> 功能性纺织品: 运动服装、内衣、制服 衣服用纤维: 合成纤维 (PET、NY、PU) 丙烯酸纤维 	<ul style="list-style-type: none"> 房地产租赁、管理 建筑物的设计与建造

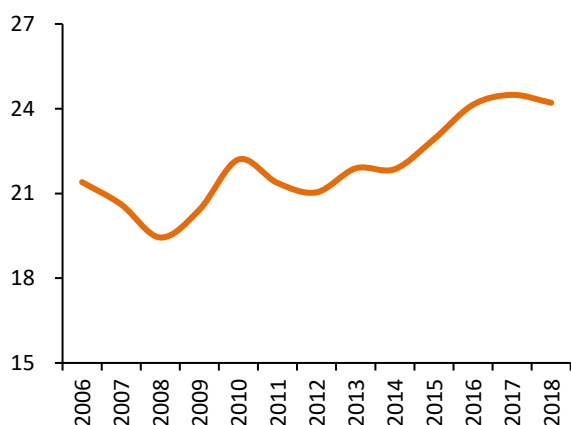
数据来源: TOYOBO 官网, 广证恒生收集整理

图表 68: TOYOBO 隔膜/功能性聚合物业务营收情况及增速



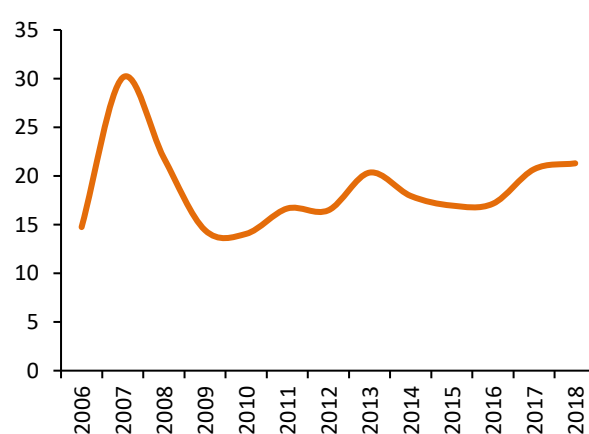
数据来源: TOYOBO 年报, 广证恒生

图表 69: TOYOBO 毛利率情况(%)



数据来源: TOYOBO 年报, 广证恒生

图表 70: TOYOBO 资本支出情况 (十亿日元)



数据来源: TOYOBO 年报, 广证恒生

4 当前我国锂电隔膜龙头企业所处阶段

相较于日韩老牌锂电隔膜厂商，我国锂电隔膜企业起步虽晚，但伴随着我国动力电池行业发展正处于快速成长阶段。利用后发优势，我国锂电隔膜企业加大研发和产能投入，产能和市占率迅速增长。典型的行业代表性企业星源材质成立于2003年，上海恩捷成立于2010年。但从产能来看，上海恩捷已居全球隔膜产量之首，这得益于生产线代际更迭所带来的产量倍增，国内龙头企业积极布局第三代生产线。星源材质1、2号基膜生产线已投产，并处于爬坡阶段，19年将有8条基膜生产线完成安装并在下半年投产，2019年干法产能达5.9亿 m^2 ，湿法产能4.7亿 m^2 。上海恩捷已有18条基膜产线投产，2019年公司锂电隔膜产线将再增加20条，2019年产能将达20亿 m^2 。

图表 71：国内外锂电隔膜产能（亿 m^2 ）

	2016A		2017A		2018A		2019E		2020E	
	干法	湿法	干法	湿法	干法	湿法	干法	湿法	干法	湿法
Asahi-Kasei	2.5	4.2	2.5	4.2	3.2	4.1	4.0	6.0	4.0	7.0
Toray	0	5.4	0	6.9	0	8.7	0	12.3	0	15.1
W-Scope	0	1.0	0	1.4	0	3.8	0	5.0	0	6.2
UBE	-	0	-	0	2.0	0	2.0	0	3.2	0
星源材质	1.3	0.3	1.9	0.7	1.8	1.1	5.9	4.7	5.9	10
上海恩捷	0	0.9	0	3.0	0	13.0	0	20.0	0	28.0

数据来源：各公司年报，广证恒生收集整理

图表 72：湿法生产线代际及数量对比

企业	第一代生产线 (1500万 m^2 /年)	第二代生产线 (3000万 m^2 /年)	第三代生产线 (6000万 m^2 /年)	
	已建成数量	已建成数量	已建成数量	在建数量
Asahi-Kasei	10	7	2	4
Toray	10	6	11	7
SK-Innovation	5	4	2	6
W-Scope	5	2	4	4
上海恩捷	0	3	15	20
星源材质	0	1	1	8

数据来源：公司公告，广证恒生收集整理

从下游供应情况来看，国内锂电隔膜凭借价格优势和产品质量的提高逐步打入海外市场。海外龙头企业虽长期持有松下、LG化学、三星SDI等龙头企业的订单，但随着需求量的增加以及中国隔膜企业技术进步，国产锂电池隔膜产品逐步打入海外市场。2018年上海恩捷与LG合作开发用于现代汽车和大众汽车的动力锂电池隔膜产品，与松下开展合作并将于今年3月初发货。星源材质已与LG开展业务合作，此外，产品已送样三星、日产、松下、村田，样品通过验证，有望促成合作。

图表 73：锂电隔膜企业供应情况

	综合（动力、储能、3C 电池）				动力电池				动力、3C	3C	涂覆加工
	松下	LG 化学	SKI	三星 SDI	特斯拉	比亚迪	宁德时代	国轩高科	天津力神	索尼	东莞旭然
Asahi-Kasei	○	○		○	○	○			○	○	
Toray		○		○	○				○	○	
W-Scope	○	○	○	○			○		○		○

敬请参阅最后一页重要声明

证券研究报告



SK-Innovation		○	○	○		○				○	
UBE	○					○					
星源材质		○				○		○	○		
上海恩捷	○	○		○		○	○	○	○		
苏州捷力						○	○				
沧海明珠						○					

数据来源：公司公告，广证恒生收集整理

国内锂电隔膜厂商凭借规模优势，单位成本大幅下降。从出货量和单位成本来看，星源材质 2018 年出货 14466 万 m^2 ，今年 1 季度的出货量合计 6900 万 m^2 ，干法占 60%，湿法占 40%，其中，湿法基本上是涂覆隔膜，干法涂覆比例为 30-40%。上海恩捷生产湿法隔膜，2018 年出货量为 4.7 亿 m^2 ，今年 1-4 月发货量约为 2.4 亿 m^2 。星源材质湿法隔膜的单位成本为 0.85 元/ m^2 ，而上海恩捷为 0.45/ m^2 。我们分析原因出于两方面：1、上海恩捷除了原有上海基地的单线产能是 5000 万平之外，新投建的珠海基地、江西基地的单线产能都已经上升至 7500 万平，提升幅度在 50%左右；2、上海恩捷的江西基地采用并购的方式，初期 6 条线的成本远低于正常购置建设；3、上海恩捷产线数量多，单线产能可以集中于某一型号的隔膜产品从而避免了来回切换产品规格参数带来的原材料损耗和产能损耗，由此带来单位制造成本和人工成本的大幅下降。

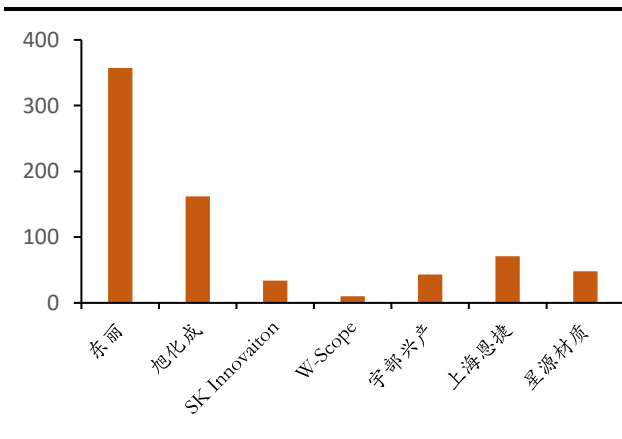
图表 74：上海恩捷和星源材质单位成本拆分情况

	上海恩捷	星源材质
湿法产量 (万 m^2)	50000	5800
单位成本 (元/ m^2)	0.47	0.87
单位原材料成本 (元/ m^2)	0.14	0.18
单位人工成本 (元/ m^2)	0.07	0.25
单位制造费用 (元/ m^2)	0.19	0.34
单位燃料及动力 (元/ m^2)	0.07	0.09

数据来源：各公司年报，广证恒生收集整理

国内企业已意识到技术提升才是根本，近年来新增专利数迅速增加。从技术研发来看，上海恩捷和星源材质在锂离子电池隔膜专利的申请总量与海外龙头企业虽有一定的差距，但 2016-2018 年专利数显著增加，在基膜制备技术取得突破的基础上，开始逐步向涂布领域拓展，并已经掌握水性涂布、油性涂布技术、陶瓷涂布、芳纶涂布、纳米纤维涂布等多种涂布工艺，以及涂布浆料、涂布材料、粘结剂等产品的制备工艺。虽然目前聚合物隔膜仍然是研究的热点，但无纺布隔膜的专利仍有较多的技术空白区域，预期这也将是未来可实现突破的重点领域。

图表 75：各公司专利申请量对比



数据来源：世界专利索引，广证恒生

图表 76：各公司隔膜专利申请趋势

	1980-1985	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	2011-2015	2015-2018
旭化成	1	2	5	32	43	61	18	30
东丽	2	11	94	26	37	96	57	84
SK-Innovation	-	-	-	1	5	13	8	55
W-Scope	-	-	-	-	1	-	1	8
日本宇部	-	2	8	15	6	3	5	4
星源材质	-	-	-	-	-	-	5	43
恩捷股份	-	-	-	-	-	-	-	71

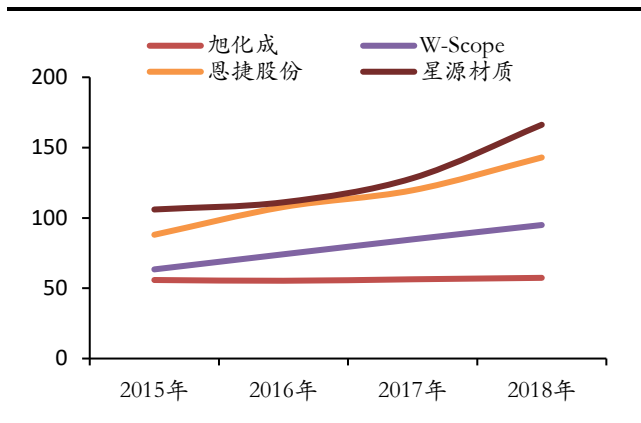
数据来源：世界专利索引，广证恒生

5 成本只是短期竞争力，中期还看技术升级

5.1 账期短使得海外隔膜企业流动性高

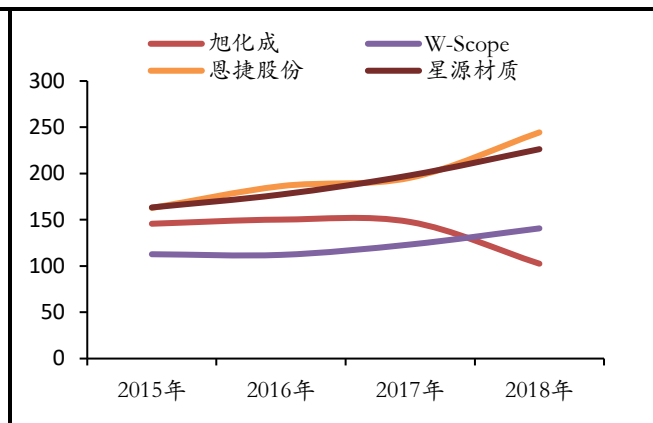
海外隔膜企业的回款能力大幅优于国内企业，这与海外下游电池厂商结算周期较短有关。从营运能力来看，海外龙头企业账期短，2018年旭化成和W-Scope的账期分别为57.40天和94.96天，国内龙头恩捷股份和星源材质分别为142.99天和166.23天。旭化成和W-Scope的营业周期分别为102.54天和140.72天，资金周转速度较快；而恩捷股份和星源材质分别为244.46天和226.33天，大幅高于海外企业。我们认为，这也是目前国内龙头隔膜企业都大举进军海外的原因之一，海外订单账期短、回款快，提高海外订单占比可以降低企业的资金占用，从而降低财务费用和应收账款出现计提的风险。

图表 77：应收账款周转天数对比



数据来源：各公司年报，广证恒生

图表 78：营业周期对比

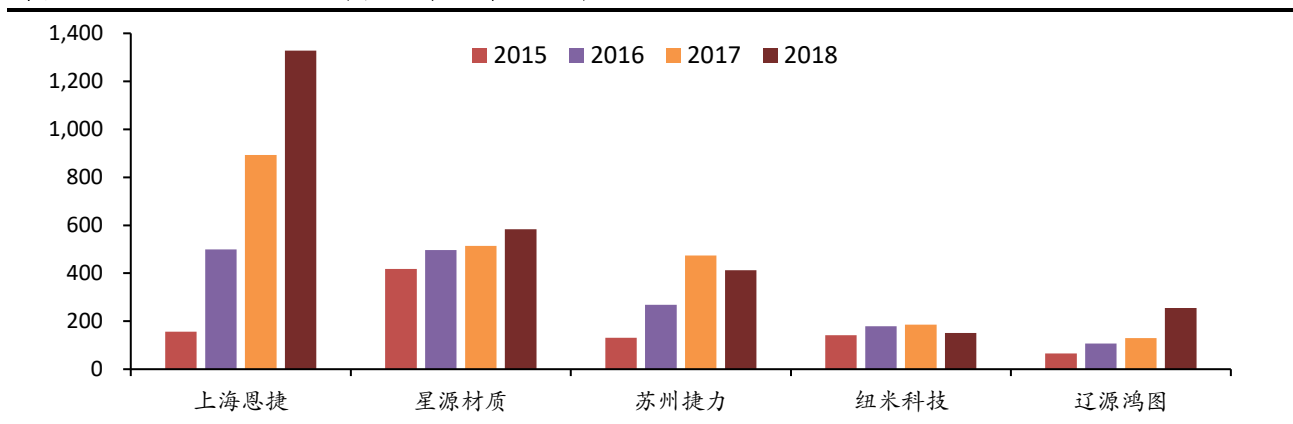


数据来源：各公司年报，广证恒生

5.2 市场化竞争使得海外隔膜企业毛利率水平更具有参考意义

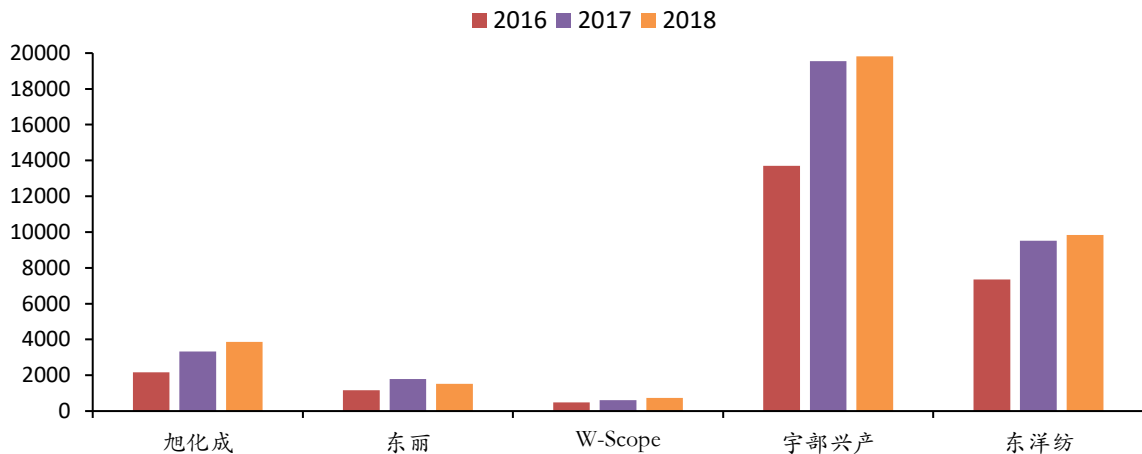
国内龙头企业大幅扩产，二线企业产能增长缓慢。伴随着下游动力锂电行业集中度快速提升，国内龙头企业也同步大幅扩产。上海恩捷在珠海一期项目投产后，基膜产能由3亿 m^2 增长至2018年底的12亿 m^2 。在2019年上海恩捷珠海二期和江西一期建设完成后，产能将扩张至24.3亿平；2020年产能更将增加至40亿平。伴随着产能增长，上海恩捷的营收也迅速增长。而其他二线隔膜企业则由于订单不足、产能利用率低下而导致盈利能力偏弱，产能扩张也十分缓慢。截至2018年底，我国锂电隔膜产能总计16.7亿 m^2 ，而根据GGII统计，2018Q4我国锂电隔膜企业合计产能利用率仅为41.2%，其中湿法产能利用率稍高为48.5%，干法产能利用率仅为28.7%。整体来看行业处于供大于求的状态，产能利用率尚有较大提升空间。

图表 79：国内锂电隔膜厂商营收情况 (百万元)



数据来源：各公司年报，广证恒生

图表 80: 国外锂电隔膜厂商营收情况 (百万元)

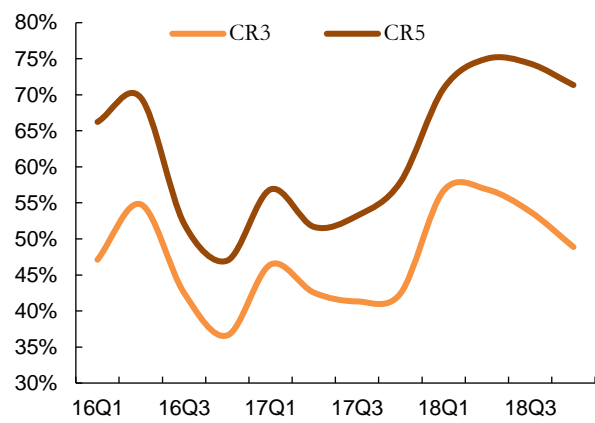
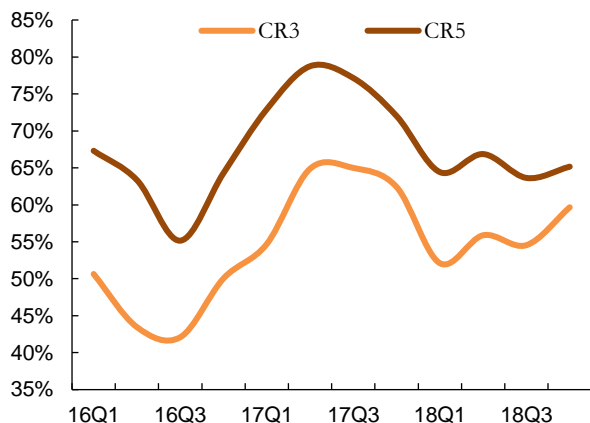


数据来源: 各公司年报, 广证恒生 (注: 以上数据均为隔膜业务所在业务部门的营业收入)

湿法隔膜集中度稳中有升, 干法隔膜集中度持续下滑。伴随着龙头企业均在湿法隔膜领域投入重金快速扩产, 湿法隔膜集中度稳中有升。但与之相反的是, 我们观察到干法隔膜集中度正在迅速下降, 尤其是 CR3 占比由 2018 年初的 57% 下降到了年末的 49%, 下降了接近 8 个百分点。我们认为由于湿法隔膜领域已经出现了上海恩捷这样的龙头企业, 其余国内企业无论是在客户还是在成本方面都很难跟其正面竞争, 这也使得部分湿法产能为了保证开工率而开始转向低毛利率的 3C 订单。在干法隔膜领域由于技术壁垒更低, 竞争环境更为恶劣, 且由于需求不足干法隔膜龙头也较少扩产干法产能, 使得行业集中度持续下滑。

图表 81: 国内湿法隔膜集中度变化趋势

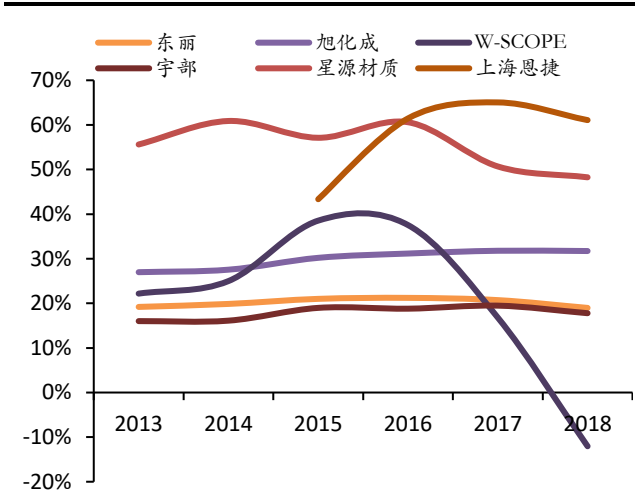
图表 82: 国内干法隔膜集中度变化趋势



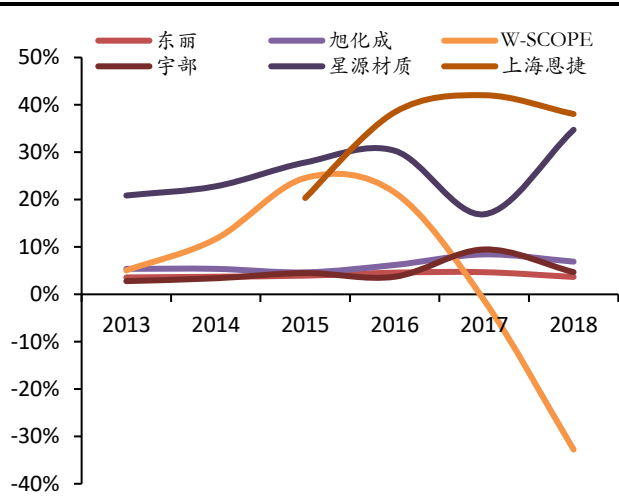
数据来源: GGII, 广证恒生

数据来源: GGII, 广证恒生

国内企业毛利率依旧高于日韩, 未来或将逐步接近日韩企业毛利率水平。近两年来国内锂电隔膜价格下跌明显, 行业的毛利率进一步下降。截至 2019 年 5 月, 9 μ m 湿法基膜价格已下降至 1.4 元/ m^2 附近; 14 μ m 干法基膜已下降至 1 元/ m^2 附近。但由于规模效应依旧显著, 2018 年国内龙头隔膜企业毛利率并未出现显著下降。国内代表性企业星源材质毛利率仅从 2017 年的 50.68% 下降至 2018 年的 48.25%, 上海恩捷毛利也仅从 2017 年的 65.04% 下降至 2018 年的 61.07%。与日韩隔膜企业比较我们发现, 日韩隔膜企业平均毛利率基本都维持在 20%-30% 之间, 特别是韩国企业 W-Scope 的毛利率 2017、2018 年已经出现了连续大幅下滑, 目前已录得亏损。我们认为国内隔膜企业的高毛利率目前是基于集中的订单和规模效应, 随着接下来国内隔膜价格继续下降, 国内产品的毛利率仍有下行空间。对于海外市场, 我们认为由于锂电隔膜业务在旭化成、东丽等企业的业务占比并不大, 在国内产品依靠价格优势出口大增的情况下, 日韩企业为了保证产能利用率不排除下调价格水平以应对竞争。因此长期来看锂电隔膜的价格仍将继续下行, 日韩隔膜企业目前的毛利率水平更具参考意义。

图表 83: 国内外隔膜企业毛利率对比


数据来源: 各公司年报, 广证恒生

图表 84: 国内外隔膜企业净利率对比


数据来源: 各公司年报, 广证恒生

5.3 成本与技术双轮驱动才能可持续发展

现在: 国外侧重技术, 国内偏重于市场。我国发展锂电隔膜技术较国外企业要晚, 处于行业发展初期, 而日本、韩国锂电隔膜行业从上世纪 80 年代开始发展, 具有先进技术和高端产品生产工艺。前文在梳理海外龙头企业发展历程过程中发现: 这些企业基本都从纤维织造起家, 逐步开展精细化工业业务并形成多业务并行的企业集团。而国内企业则更多借助我国使用产业政策以补贴拉动新能源汽车行业快速发展这一阶段也同步迅速扩张产能, 阶段性的进入了“需求短期大幅增加→出货量增长+毛利率上升→市值上升 or 上市 IPO→进一步融资投建新产能”的循环。

未来: 产品价格下降, 规模效应红利减退。近几年国内企业的高毛利率主要是因为扩大产能形成的规模效应。隔膜成本主要包括人工成本、原材料、设备折旧、燃料及动力。国内企业制备锂电隔膜的原材料和设备目前都依赖进口, 成本差别不大。公司产线自动化程度越高, 单位面积人工费用就越低。另外国内龙头企业积极扩产生产线, 利用后发优势带来的规模效应实现单位原材料成本和折旧的降低。但即使考虑到成本下降, 我们认为快速增长的产能也将导致产品价格降幅超过成本降幅, 隔膜行业的规模效应红利将逐步减退。

远期展望: 长期来看, 技术迭代才是企业发展的核心驱动力。锂电隔膜是锂离子电池产业链中最具技术壁垒的关键内层组件, 制备优良性能的隔膜对工艺的要求很高。国内隔膜目前普遍存在的问题是一致性不高, 主要表现在不规律的缺陷, 孔隙率不达标, 厚度、孔隙分布以及孔径分布不均等方面。客观来说, 目前国内企业生产的隔膜与国外顶尖产品在产品质量与性能方面依旧存在着较大差距。在当前阶段我国隔膜企业只有不断完善制备工艺, 使自己的产品质量接近海外顶尖水平; 同时国内企业还亟需提高技术研发能力, 以应对可能发生的技术迭代。

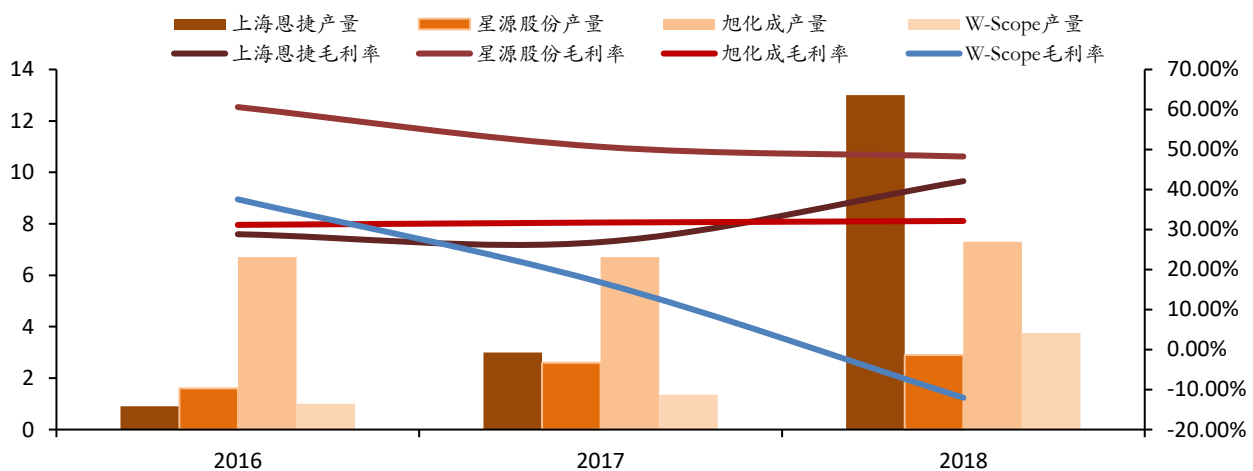
图表 85: 国内外企业对比

隔膜供应商	入行时间	年产能力 (截至 2018 年底)	主要用途	隔膜采购商	扩产计划
UBE	1994 年	2 亿 m ² (干法)	消费电子 类、动力电 池	松下、日立、比克	预计在 2020 年 8 月产能增至 3.2 亿 m ² , 比之前的水平增加约 30%
Toray	2009 年	4 亿 m ² (湿法)	消费电子 类、动力电 池	三星 SDI、LG 化学、索尼、LEJ、天津力神	预计 2020 年产能增加 4 倍, 并开设欧洲工厂

Asahi-Kasei	1990s 初	6 亿 m ² (干法、湿法)	消费电子 类、动力电 池	三星 SDI、LG 化学、 松下、索尼、日立、 天津力神、比克、ATL	预计在 2021 年产能达到湿法 隔膜 10 亿平方米,干法隔膜 5.5 亿平方米
Sumitomo	2008 年	2.1 亿 m ² (湿法)	动力电池	特斯拉	预计增加 4 亿 m ² 产能
SK-Innovation	2005 年	3.8 亿 m ² (湿法)	消费电子 类、动力电 池	三星 SDI、LG 化学、 索尼、比亚迪	于常州新建工厂,2020 年产 能将增至 8.5 亿 m ²
W-Scope	2005 年	2.37 亿 m ² (湿法)	消费电子 类、动力电 池	LG 化学、天津力神、 索尼、松下、宁德时 代	新设 4 条基膜线,8 条涂覆 线,预计 2020 年产能达 20.6 亿 m ²
Teijin	2012 年	0.36 亿 m ² (湿法)	消费电子 类	-	计划韩国工厂年内增加产能
星源材质	2003 年	2.9 亿 m ² (干法、湿法)	消费电子 类、动力电 池	LG 化学、比亚迪、天 津力神	建设“超级涂覆工厂”,预计 达产后干法产能 4 亿 m ² ,涂 覆加工 10 亿 m ²
上海恩捷	2010 年	13 亿 m ² (湿法)	消费电子 类、动力电 池	LG 化学、比亚迪、松 下 三星 SDI、天津力神	累计在建湿法隔膜产能约为 15 亿平,力求在 2020 年达到 28 亿平的产能规模

数据来源:广证恒生收集整理

图表 86: 国内外产量及毛利率对比 (亿平米、%)



数据来源:各公司年报,广证恒生收集整理

6 投资建议

我们认为,国内锂电隔膜行业集中度正在快速提升,龙头企业议价权有所增强,毛利率虽在下滑然下滑幅度依旧可控。未来影响隔膜行业格局或有两个趋势:一是海外隔膜企业通过合资建厂等形式重新进入国内市场;二是随着国内隔膜企业以低价驱动出口挤压海外隔膜企业市场,海外隔膜企业再一次推动隔膜基材和工艺的迭代,重新占据行业主动权。通过与日韩隔膜企业发展历史和技术路径的比较,我们得出以下判断:

- (1) 日韩是锂电隔膜材料的发源地之一。代表性企业旭化成自身既生产原料又制造隔膜,可以说是全产业链掌握了上下游技术。同时旭化成、东丽、SK 等企业大多是以纤维织造业务起家,其在纤维领域的深厚技术积累使其具备了推动产业技术迭代的能力。



- (2) 旭化成、东丽、SK 等企业都是横跨多个产业的集团，锂电隔膜业务只是其众多业务中的一部分。从这个角度出发我们或许可以理解在国内动力电池产业兴起、国内锂电隔膜企业大幅度扩产的情况下，既有技术又不缺乏资金的这些企业并未跟随大幅度扩产的原因。一方面锂电隔膜业务只是其众多业务的一部分，并未提升到战略高度倾尽集团之力去扩产；另一方面这些企业也是想等待下游市场相对成熟后，再凭借技术优势重新下注。
- (3) 目前锂电隔膜以湿法 PE 路线为主，湿法 PE 技术虽然较为复杂，但通过购买对应设备也可以实现生产。但其实旭化成、东丽、SK、东洋纺、宇部的真正优势领域在纤维织造领域。无论是被视为未来方向的 PI 纤维还是 PBO 纤维，几家大企业均已经实现量产出货，而国内依旧处于研发阶段。
- (4) 日韩企业毛利率普遍维持在 30% 左右，国内隔膜企业毛利率较高的原因主要在于规模优势。我们认为长期来看，未来国内隔膜企业毛利率大概率将向日韩企业的毛利率靠近。

图表 87：国内外锂电隔膜企业财务指标对比

企业	单位：亿元	2014	2015	2016	2017	2018
W-Scope (6619.T)	市值	11.35	75.53	32.36	42.11	22.87
	净利润	0.27	0.99	1.16	-0.07	-1.77
	P/E	42.04	76.3	27.9	-	-
SK-Innovation (096770.KS)	市值	445.06	662.69	779.72	1152.71	1022.08
	净利润	44.94	96.22	128.52	141.35	99.40
	P/E	9.9	6.89	6.07	8.15	10.28
Asahi-Kasei (3407.T)	市值	804.76	622.12	849.11	1176.33	988.06
	净利润	54.17	52.79	71.03	100.56	93.91
	P/E	14.86	11.78	11.95	11.7	10.52
Toray (3402.T)	市值	819.81	993.69	916.65	1000.2	785.17
	净利润	36.41	51.85	61.41	56.65	50.02
	P/E	22.52	19.16	14.93	17.66	15.70
UBE (4208.T)	市值	99.21	147.11	154.5	203.13	147.9
	净利润	7.51	10.99	14.94	18.71	20.41
	P/E	13.21	13.39	10.34	10.86	7.25
TOYOBO (3101.T)	市值	74.87	81.6	92.01	105.18	83.21
	净利润	4.16	5.84	5.83	7.7	8.57
	P/E	18	13.97	15.78	13.66	9.71
星源材质 (300568.SZ)	市值	-	-	50.24	50.48	42.34
	净利润	-	-	1.53	0.88	2.03
	P/E	-	-	32.84	57.36	20.86
恩捷股份 (002812.SZ)	市值	-	-	83.62	139.15	324.20
	净利润	-	-	1.65	1.56	6.8
	P/E	-	-	50.68	89.2	34.44

数据来源：Wind，广证恒生

7 风险提示

新能源汽车销量不及预期；隔膜基材及制备技术迭代再次发生；固态电池等锂电技术迭代进程加快。



广证恒生电力设备新能源团队介绍：

潘永乐：厦门大学金融硕士，8 年证券研究经验，主要覆盖工控、电力设备。

徐 超：浙江大学核技术硕士，2 年证券研究经验，主要覆盖新能源发电。

李子豪：北京理工大学航天工程硕士，1 年证券研究经验，主要覆盖新能源汽车。

广证恒生：

地 址：广州市天河区珠江西路 5 号广州国际金融中心 4 楼

电 话：020-88836132，020-88836133

邮 编：510623

股票评级标准：

强烈推荐：6 个月内相对强于市场表现 15% 以上；

谨慎推荐：6 个月内相对强于市场表现 5%—15%；

中 性：6 个月内相对市场表现在 -5%—5% 之间波动；

回 避：6 个月内相对弱于市场表现 5% 以上。

分析师承诺：

本报告作者具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本报告清晰、准确地反映了作者的研究观点。在作者所知情的范围内，公司与所评价或推荐的证券不存在利害关系。

重要声明及风险提示：

我公司具备证券投资咨询业务资格。本报告仅供广州广证恒生证券研究有限公司的客户使用。

本报告中的信息均来源于已公开的资料，我公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证该信息未经任何更新，也不保证我公司做出的任何建议不会发生任何变更。在任何情况下，报告中的信息或所表达的意见并不构成所述证券买卖的出价或询价。在任何情况下，我公司不就本报告中的任何内容对任何投资做出任何形式的担保。我公司已根据法律法规要求与控股股东（广州证券股份有限公司）各部门及分支机构之间建立合理必要的信息隔离墙制度，有效隔离内幕信息和敏感信息。在此前提下，投资者阅读本报告时，我公司及其关联机构可能已经持有报告中提到的公司所发行的证券或期权并进行证券或期权交易，或者可能正在为这些公司提供或者争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等相关服务。法律法规政策许可的情况下，我公司的员工可能担任本报告所提到的公司的董事。我公司的关联机构或个人可能在本报告公开前已经通过其他渠道独立使用或了解其中的信息。本报告版权归广州广证恒生证券研究有限公司所有。未获得广州广证恒生证券研究有限公司事先书面授权，任何人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。如引用、刊发，需注明出处为“广州广证恒生证券研究有限公司”，且不得对本报告进行有悖原意的删节和修改。

市场有风险，投资需谨慎。