

膜材料

PI 薄膜专题报告

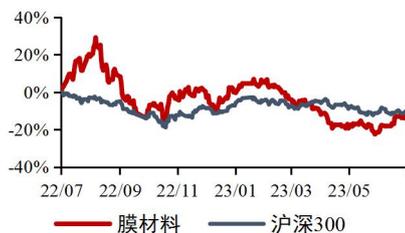
同步大市-B(首次)

“产能扩张+技术突破”助力 PI 薄膜国产化进程加快

2023 年 7 月 13 日

行业研究/行业专题报告

膜材料板块近一年市场表现



资料来源：最闻

首选股票	评级
688323.SH 瑞华泰	买入-A

相关报告：

分析师：

叶中正

执业登记编码：S0760522010001

电话：

邮箱：yeyzhongzheng@sxzq.com

研究助理：

冯瑞

邮箱：fengrui@sxzq.com

投资要点：

- “产能扩张+技术突破”助力 PI 薄膜国产化进程加快
- PI 薄膜是聚酰亚胺商业化最早且最为成熟的产品形式，也是制约我国高技术产业发展的关键高分子材料。聚酰亚胺是“金字塔尖”的高分子材料，因其具有优异的性能，广泛应用于柔性屏幕、轨道交通、航空航天等诸多领域。其中，聚酰亚胺薄膜（PI 薄膜）是最早商业化、最成熟、市场容量最大的产品形式，也是制约我国高技术产业发展的关键高分子材料，具有生命周期长、功能多样化、应用领域不断拓宽等特点。
- 制备工艺突破及产能扩张是 PI 薄膜国产化进程加快的关键驱动因素。
 - ①在制备工艺方面：PI 薄膜生产在配方、工艺及设备等多个环节均具有较高的技术壁垒，目前最为成熟的 PI 薄膜制备工艺是二步法。尽管国内 PI 薄膜行业的整体技术水平与国外先进企业存在差距，但以瑞华泰为代表的国内厂商已逐步建立起较完善的核心技术体系，掌握了完整的 PI 薄膜制备技术，推动了 PI 薄膜的国产化进程。
 - ②在产能方面：全球高性能 PI 薄膜的研发和制造技术主要由美国、日本和韩国企业掌握，国内厂商现有产能相对较小尚不足以兼顾研发和生产，但瑞华泰、时代新材、国风新材均在积极推进扩产规划，为抢占现有市场份额、拓展新市场和提升国产化率做好准备。
- 美日韩企业主导 PI 薄膜市场，国内厂商竞争力持续增强
- 美日韩企业主导 PI 薄膜市场。①美国企业主要是杜邦公司，作为行业的“带头人”，其生产的“Kapton”系列涵盖热控、电子、电工等多种薄膜类型。②日本企业涵盖钟渊化学、宇部兴产、住友化学等，其中：钟渊化学主要布局电子及热控 PI 薄膜，用于 2L-FCCL 生产的 TPI 薄膜是其优势产品；宇部兴产采用独树一帜的“一步法合成+流涎”工艺，在以 COF 为代表的微电子应用领域具有明显优势；住友化学是 CPI 薄膜领域的“先行者”，具有柔性 OLED 用 CPI 薄膜批量供应能力。③韩国企业包括可隆、SKC、PIAM 等，PIAM（原 SKPI）是由可隆和 SKC 合资建立的 PI 薄膜领先企业，合资终结后可隆和 SKC 分别进行了 CPI 薄膜研发并具备批量供应能力。
- 国内厂商在 PI 薄膜市场的竞争力不断提升。瑞华泰、时代新材、国风新材、丹邦科技是中国大陆主要的 PI 薄膜生产厂商，其中：瑞华泰是中国大陆规模最大的高性能 PI 薄膜厂商，具有丰富的 PI 薄膜产品种类；时代新材曾具备导热膜批量供货能力，但经过重大调整后已将 PI 薄膜业务移交时代华鑫和时代华昇；国风新材加速向战略性新材料产业转型，PI 薄膜是其重点布局的业务之一；丹邦科技拥有柔性材料到柔性封装基板到柔性芯片器件



请务必阅读最后一页股票评级说明和免责声明

1



封装产品全产业链布局，但已终止上市。

➤ **中低端市场：国内厂商已立足市场，产能扩张助力向上突破**

➤ **热控 PI 薄膜：5G 推广有望创造新需求，国内厂商竞争力提升。**热控 PI 薄膜是制备人工石墨散热膜的关键材料，广泛应用于手机、电脑等智能终端产品，5G 技术的发展形成了更加多元化的高导热石墨膜需求，也为热控 PI 薄膜的发展创造了新的机遇。目前该领域主要供应企业包括 PIAM、达迈科技以及中国大陆厂商。虽然中国大陆厂商在该领域起步较晚，但目前瑞华泰和时代华鑫等国内厂商已实现大规模量产，并且国产热控 PI 薄膜的性能优势正逐步显现。

➤ **电子 PI 薄膜：FPC 需求扩张为重要驱动，产能扩张助力国产化率提升。**电子 PI 薄膜是制造 FCCL 的关键基膜材料，FCCL 可加工成 FPC 并最终应用于手机、汽车等领域，手机需求逐步回暖、5G 时代带来技术变革、汽车三化趋势愈演愈烈、可穿戴市场快速发展等因素都将助推 FPC 需求快速增长，预期电子 PI 薄膜也将迎来新的发展机遇。目前国内厂商已具备 3L-FCCL 用 PI 薄膜供应能力，并且与国际巨头的产品性能差异正逐步缩小，目前瑞华泰、时代华鑫、国风新材等国内厂商均在积极推进产能扩张，电子 PI 薄膜领域的国产化率有望进一步提升。

➤ **电工 PI 薄膜：绝缘要求提升带来新机遇，国内厂商已顺利破局。**电工 PI 薄膜常用于变频电机、发电机等高级绝缘系统，并最终用于高速轨道交通、风力发电、新能源汽车等领域。传统电工绝缘领域对于 PI 薄膜的性能要求相对较低因而国内已能实现大规模生产，而多应用于新兴领域且性能要求更高的耐电晕 PI 薄膜则长期被杜邦等国际巨头所垄断，但以瑞华泰为代表的国内厂商已在耐电晕薄膜的突破上取得关键进展。

➤ **高端市场：日韩企业长期垄断，国内厂商技术突破按下加速键**

➤ **COF 用 PI 薄膜：日本企业垄断市场，国内厂商加速破局正当时。**伴随 AMOLED、MiniLED、MicroLED 等新型显示技术渗透率持续提升，作为 COF 封装关键材料的 PI 薄膜有望迎来快速发展。COF 用 PI 薄膜市场此前长期被以宇部兴产为代表的日本企业垄断，目前全球已有多家突破这项技术，其中包括中国大陆厂商丹邦科技，但丹邦科技退市后中国大陆厂商在这一领域的竞争力可能会有所减弱，加速破局或将依托瑞华泰与下游应用单位共同进行技术攻关的 COF 用 PI 薄膜项目。

➤ **TPI 薄膜：钟渊化学占据专利高地，国内厂商逆势开发新工艺。**2L-FCCL 已成为主要的 FCCL 产品，伴随 FCCL 市场空间持续扩大，TPI 的重要性日益显现。钟渊化学拥有“三层共挤”专利技术并占据专利高地，国内厂商在层压法制备 2L-FCCL 上打破垄断仍需较长时间，但以瑞华泰为代表的国内厂商正积极布局涂布法等其他制备工艺，力求实现无胶法 FCCL 商业化生产。

➤ **CPI 薄膜：折叠屏手机迅速发展，国内厂商已顺利打破垄断。**折叠屏手

机是 CPI 薄膜的主要应用场景，OLED 向可卷曲方向发展叠加价格逐步下探推动折叠屏手机进入快速放量阶段，CPI 薄膜有望受益。并且折叠形态的多样化、折叠设备的大型化以及大规模推广催生的降本需求有利于 CPI 薄膜市场占有率提升。目前，CPI 薄膜的供应商主要有住友化学、韩国可隆以及韩国 SKC，国内厂商瑞华泰生产的 CPI 薄膜也即将实现小规模量产。

- **国家政策持续支持 PI 薄膜业务发展，国产替代进程有望进一步加快**
- **国家政策高度支持 PI 及 PI 薄膜的发展，国产替代步伐有望加快。**近年来，各国都在将 PI 的研究、开发及利用列入 21 世纪化工新材料的发展重点之一。此前相关政策明确表示将 PI 列为先进结构与复合材料的发展重点，此后进一步将柔性显示用 PI 列为新型显示与战略性电子材料的重点专项和关键技术。国家政策导向对 PI 及 PI 薄膜的开发和生产予以足够的重视和支持，为国产高性能 PI 产业的发展创造了有利条件。
- **投资建议：**PI 薄膜是制约我国高技术产业发展的关键高分子材料，以美国杜邦、日本钟渊化学、韩国可隆为代表的国际巨头长期以来在 PI 薄膜市场占据主导地位，国内厂商在打破垄断方面虽取得了明显突破但仍限于中低端市场，产能不足和技术难点尚未攻克仍是制约国内厂商进入高端 PI 薄膜市场的核心原因。在国家政策的大力支持下，以瑞华泰为代表的国内厂商也在积极进行产能扩张和高端产品研发，打破国际巨头垄断、保障关键材料供应安全指日可待，**建议持续关注进展较快的瑞华泰（688323.SH）。**
- **风险提示：**国内厂商业务规模、产品技术与国际知名企业存在较大差距的风险；PMDA 和 ODA 等原材料采购价格波动风险；募投项目进展不及预期的风险；新产品研发失败的风险；消费电子市场恢复不及预期的风险。

目录

1. 聚酰亚胺：“金字塔尖”的高分子材料.....	10
2. 聚酰亚胺薄膜：制约我国高技术产业发展的关键高分子材料.....	12
2.1 制备工艺突破是加快 PI 薄膜国产化进程的基石.....	12
2.2 产能扩张是 PI 薄膜国产化率提升的关键.....	15
3. 美日韩企业主导 PI 薄膜市场，国产替代进程全面加速.....	18
3.1 头部 PI 薄膜厂商先发优势明显，但国内厂商竞争力持续增强.....	18
3.2 中低端市场国产化率不断提升，高端市场破局指日可待.....	20
3.2.1 中低端市场：国内厂商已立足市场，产能扩张助力向上突破.....	21
3.2.1.1 热控 PI 薄膜：5G 推广有望创造新需求，国内厂商竞争力提升.....	21
3.2.1.2 电子 PI 薄膜：FPC 需求扩张为重要驱动，产能扩张助力国产化率提升.....	24
3.2.1.3 电工 PI 薄膜：绝缘要求提升带来新机遇，国内厂商已顺利破局.....	27
3.2.2 高端市场：日韩企业长期垄断，国内厂商技术突破按下加速键.....	30
3.2.2.1 COF 用 PI 薄膜：日本企业垄断市场，国内厂商加速破局正当时.....	30
3.2.2.2 TPI 薄膜：钟渊化学占据专利高地，国内厂商逆势开发新工艺.....	32
3.2.2.3 CPI 薄膜：折叠屏手机迅速发展，国内厂商已顺利打破垄断.....	35
4. 国家政策持续支持 PI 薄膜业务发展，国产替代进程有望进一步加快.....	39
5. 投资建议.....	40
6. 风险提示.....	40
7. 附录：PI 薄膜市场主要参与者情况.....	41
7.1 美国公司.....	41
7.1.1 美国杜邦：“Kapton”开启 PI 薄膜新纪元.....	41
7.2 日本公司.....	43
7.2.1 钟渊化学：2L-FCCL 关键 TPI 材料的供应者.....	43
7.2.2 宇部兴产：“一步法合成+流涎”工艺独树一帜.....	45

7.2.3 住友化学：CPI 薄膜领域的“先行者”	46
7.3 韩国公司	48
7.3.1 韩国可隆：合资走向终结但仍专注开发 CPI 薄膜	48
7.3.2 韩国 SKC：合资走向终结并将逐步退出 CPI 之争	49
7.3.3 韩国 PIAM：合资缔造的 PI 薄膜领先企业	51
7.4 中国台湾公司	52
7.4.1 达迈科技：专注 PI 薄膜生产的中国台湾厂商	52
7.5 中国大陆公司	54
7.5.1 瑞华泰：中国大陆规模最大的高性能 PI 薄膜厂商	54
7.5.2 时代新材：重大调整不改深耕 PI 薄膜之志	56
7.5.3 国风新材：PI 薄膜是战略转型的关键驱动点	58
7.5.4 丹邦科技：COF“基材→基板→芯片封装”全产业链	60

图表目录

图 1：聚酰亚胺分子式	10
图 2：聚酰亚胺是金字塔尖的高分子材料	10
图 3：杜邦 Kapton（上）和宇部兴产 Upilex（下）化学结构	12
图 4：瑞华泰 PI 薄膜制造工艺流程及产线示意图	15
图 5：PI 薄膜产业化发展历程	16
图 6：2022 年全球 PI 薄膜收入占比（按直接应用）	16
图 7：2022 年全球 PI 薄膜收入占比（按终端应用）	16
图 8：PI 薄膜主要厂商产能（吨）	17
图 9：PI 薄膜 FY2022 市场竞争格局（按销量）	17
图 10：不同类别 PI 薄膜市场价格概况	21
图 11：中国市场 PI 薄膜产品价格（万元/吨）	21

图 12: 2020 年全球石墨散热膜下游应用领域占比.....	22
图 13: 人工石墨散热膜用 PI 市场需求量 (吨)	22
图 14: 石墨膜在智能手机中应用广泛.....	23
图 15: 中国人工石墨散热膜用 PI 市占率情况.....	23
图 16: 全球智能手机出货情况预测.....	24
图 17: 中国智能手机出货情况预测.....	24
图 18: FPC 基本构成.....	25
图 19: 电子 PI 薄膜应用示例.....	25
图 20: 中国 FCCL 产能、产量及产能利用率情况.....	25
图 21: 中国及全球 FCCL 用 PI 薄膜需求量.....	25
图 22: 全球及中国汽车出货情况预测.....	27
图 23: 全球 FPC 行业产值规模 (亿美元)	27
图 24: PI 薄膜在电力设备中的应用.....	28
图 25: 耐电晕 PI 薄膜应用示例.....	28
图 26: 中国高铁及新能源汽车发展情况.....	29
图 27: 中国风电累计装机容量 (GW)	29
图 28: 全球主要显示设备出货量 (亿台)	31
图 29: LCD 及 AMOLED 市场规模预测.....	31
图 30: 中国 FCCL 市场销售情况变化.....	33
图 31: 全球 FCCL 市场空间预测 (百万美元)	33
图 32: 折叠屏手机折叠形态及 CPI 薄膜在折叠屏手机中的应用.....	35
图 33: 全球及中国折叠屏手机出货情况.....	36
图 34: 折叠屏手机价格逐步下探.....	36

图 35: UTG 和 CPI 市场规模预测 (百万件)	37
图 36: 中国折叠屏盖板市场需求量情况预测.....	37
图 37: 美国杜邦近年营业收入 (亿美元) 及构成.....	43
图 38: 美国杜邦近年盈利能力 (%)	43
图 39: 钟渊化学近年营业收入 (亿美元) 及构成.....	45
图 40: 钟渊化学近年盈利能力 (%)	45
图 41: 宇部兴产近年营业收入 (亿美元) 及构成.....	46
图 42: 宇部兴产近年盈利能力 (%)	46
图 43: 住友化学近年营业收入 (亿美元) 及构成.....	48
图 44: 住友化学近年盈利能力 (%)	48
图 45: 可隆工业近年营业收入 (亿美元) 及构成.....	49
图 46: 可隆工业近年盈利能力 (%)	49
图 47: SKC 近年营业收入 (十亿韩元) 及构成.....	50
图 48: SKC 近年盈利能力 (%)	50
图 49: PIAM 近年营业收入 (亿韩元) 及构成.....	52
图 50: PIAM 近年盈利能力 (%)	52
图 51: 达迈科技近年营业收入 (亿元) 及构成.....	54
图 52: 达迈科技近年盈利能力 (%)	54
图 53: 瑞华泰近年营业收入 (亿元) 及构成.....	56
图 54: 瑞华泰近年盈利能力 (%)	56
图 55: 时代新材近年营业收入 (亿元) 及构成.....	58
图 56: 时代新材近年盈利能力 (%)	58
图 57: 国风新材近年营业收入 (亿元) 及构成.....	60



图 58: 国风新材近年盈利能力 (%)	60
图 59: 丹邦科技近年营业收入 (亿元) 及构成.....	61
图 60: 丹邦科技近年盈利能力 (%)	61
表 1: PI 材料的性能.....	10
表 2: PI 材料的分类.....	11
表 3: PI 薄膜生产工艺概况.....	13
表 4: PI 薄膜典型成型工艺及亚胺化工艺概述.....	14
表 5: PI 薄膜市场主要竞争者产品品类情况.....	18
表 6: PI 薄膜市场主要竞争者业绩情况.....	19
表 7: 制备人工石墨膜的主要技术路线.....	22
表 8: 不同公司电子 PI 薄膜产品性能比较.....	26
表 9: 不同公司耐电晕 PI 薄膜产品性能比较.....	28
表 10: 屏幕封装技术对比.....	30
表 11: 宇部兴产及杜邦 COF 用 PI 薄膜性能概况.....	31
表 12: 2L-FCCL 和 3L-FCCL 对比.....	32
表 13: 钟渊化学、宇部兴产及杜邦 TPI 薄膜性能概况.....	34
表 14: CPI 与 UTG 性能比较.....	37
表 15: 可隆、SKC 透明 PI 薄膜性能概况.....	38
表 16: PI 薄膜相关支持政策.....	39
表 17: 杜邦 Kapton 产品概况.....	41
表 18: 钟渊化学 PI 薄膜产品概况.....	44
表 19: 宇部兴产 Upilex 产品概况.....	45

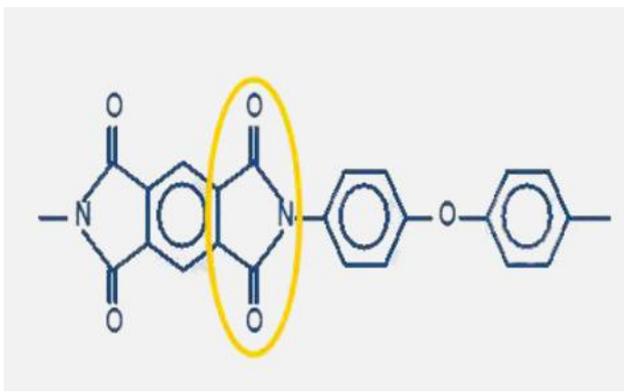


表 20: 住友化学高性能薄膜产品概况.....	47
表 21: 克隆工业 CPI 薄膜产品概况.....	49
表 22: SKC 透明 PI 薄膜产品概况.....	50
表 23: PIAM PI 薄膜产品概况.....	51
表 24: 达迈科技 PI 薄膜产品概况.....	53
表 25: 瑞华泰 PI 薄膜产品概况.....	54
表 26: 时代华鑫及时代华昇 PI 薄膜专利申请概况.....	56
表 27: 国风新材 PI 薄膜产品概况.....	59
表 28: 丹邦科技 PI 薄膜产品概况.....	60

1. 聚酰亚胺：“金字塔尖”的高分子材料

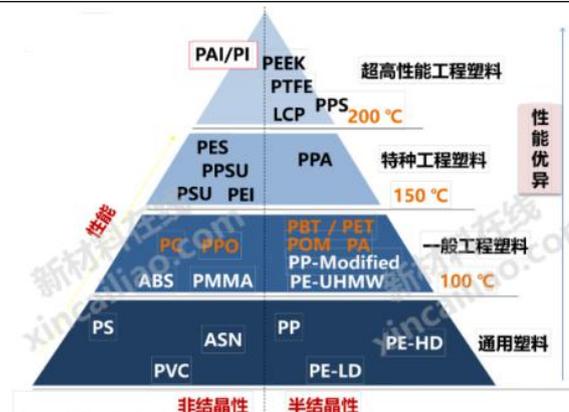
聚酰亚胺是一种耐热性工程塑料，也是“金字塔尖”的高分子材料。聚酰亚胺（Polyimide，PI）是分子主链中含有酰亚胺环结构（-CO-NH-CO-）的一类高分子聚合物，高性能 PI 的主链大多以芳环和杂环为主要结构单元。PI 被誉为“二十一世纪最有希望的工程塑料之一”、“解决问题的能手”，其性能居于高分子材料金字塔的顶端。

图 1：聚酰亚胺分子式



资料来源：新材料在线，山西证券研究所

图 2：聚酰亚胺是金字塔尖的高分子材料



资料来源：新材料在线，山西证券研究所

PI 具有非常优异的性能，因而广泛应用于航空航天、机械化工、国防军工等复杂的应用场景中。PI 具有最高的阻燃等级（UL-94），良好的电气绝缘性能、机械性能、化学稳定性、耐老化性能、耐辐照性能、低介电损耗，且这些性能在很宽的温度范围（-269℃~400℃）内不会发生显著变化，因而广泛应用于柔性屏幕、轨道交通、航空航天、防火阻燃、光刻胶、电子封装、风机叶片、汽车、武器装备等诸多领域。

表 1：PI 材料的性能

性能	特点
绝缘和介电性能	介电常数通常为 3.4 左右，通过改良后，可降到 2.5 左右，介电强度为 100-300kv/mm，在宽广的温度范围和频率范围内仍能保持性能稳定
耐高低温	长期使用温度-269℃-400℃，短时间内可承受 550℃的高温，360℃以下可长期使用，热分解温度达到 600℃，是迄今聚合物中热稳定性最高的品种之一。高温部分无明显熔点，全芳香聚酰亚胺的分解温度一般在 500℃左右，改良后可达到更高水平；低温部分在-269℃的液态氮中不会脆裂
低热膨胀系数	热膨胀系数在 $2 \times 10^{-5} \sim 3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ，联苯型 PI 可达 $10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ，与金属处于同一水平，个别品种可达 $10^{-7}/^{\circ}\text{C}$
机械性能优异	未填充的抗张强度都在 100MPa 以上，均苯型 PI 薄膜为 250MPa，而联苯型 PI 薄膜（Upilex）达到 530MPa。作为工程塑料，其弹性模量通常为 3-4GPa。在 280℃下有足够高的抗拉强度和弯曲模量、改进的耐压强度，在极广温度范围内保持长期耐蠕变和耐疲劳性
高稳定性	一些品种不溶于有机溶剂，对稀酸稳定，一般不耐水解，回收率可达 80%-90%
耐辐照	具有很高的耐辐照性能，其薄膜在 5×10^9 rad 快电子辐照后强度保持率为 90%
自熄性	发烟率低，具有阻燃性能
无毒性	无毒，可用于制造餐具和医用器具，并经得起数千次消毒

资料来源：瑞华泰招股书，嘉肯咨询，山西证券研究所

PI 产品类型多样，其中 PI 薄膜是商业化最早且最为成熟的产品形式。得益于优异的综合性能及出色的加工性能，PI 可以制成除了橡胶以外的各种形式的产品：①按照主链组成可分为芳香族、半芳香族、脂肪族三大类；②按照分子链结构可大致分为均苯型 PI、可溶性 PI、聚酰胺-酰亚胺（PAI）、聚醚酰亚胺（PEI）四类；③按照加工特性可分为热塑型和热固型两类；④按照应用类型又可以分为 PI 薄膜、PI 纤维、PI 泡沫、PI 树脂、PI 基复合材料、光敏 PI（PSPI）等。其中，PI 薄膜是最早商业化、最成熟、市场容量最大的产品形式，并且具有生命周期长、功能多样化、应用领域不断拓宽等特点。

表 2：PI 材料的分类

分类方法	类型	概况	
按主链组成	芳香族聚酰亚胺	由芳香族二酐和二胺结合得到的	
	半芳香族聚酰亚胺	二酐或二胺为芳香族而另一部分为脂肪族结合得到的	
	脂肪族聚酰亚胺	由脂肪族二酐和二胺结合得到的	
按分子链结构	均苯型 PI	由均苯四甲酸二酐与各种芳香二胺生成的聚酰亚胺，20 世纪 60 年代由美国杜邦最先合成	
	可溶性 PI	通过在聚合物分子链中引入柔性官能团或者破坏 PI 分子链的重复规整度和对称性等方式来提高 PI 溶解性，改善可加工性，提高生产效率	
	聚酰胺-酰亚胺（PAI）	美国 Amoco 公司研究所于 1964 年开发出的新品种，解决了过去聚酰亚胺不能注射成型的技术问题，可生产精密制品	
	聚醚酰亚胺（PEI）	一种热塑性工程树脂，外观为琥珀色透明固体，天然具有固有的阻燃性和低烟度	
按加工特性	热塑型	均苯酞型聚酰亚胺	最早实现商品化的聚酰亚胺，由均苯四甲酸二酐（PMDA）与芳香族二胺反应，经亚胺化形成不溶不熔的聚酰亚胺，该产品耐热性优异，500℃以上才开始分解
		醚酞型聚酰亚胺	由二苯醚四羧酸酐（OPDA）与芳香族二胺反应，270℃可以软化，300-400℃呈粘流态，可模塑多次，介电性优异
		酮酞型聚酰亚胺	由二苯甲酮四羧二酐（BTDA）与二胺反应，是性能优良的耐高温粘结剂
		氟酞型聚酰亚胺	由六氟二酐（6FDA）与二胺反应，具有较高的耐热性能和抗热氧化稳定性且易于加工，无定型且不会交联，可用于制备层压制件、涂料和粘合剂等
	
	热固型	双马来酰亚胺树脂	由马来酸酐与二胺反应，最高使用温度一般不超过 250℃，主要用作复合材料的基体树脂，但固化物较脆
		PMR 型酰亚胺树脂	由芳香族二酐（或芳香族四羧酸的二烷基酯）、芳香族二元胺和 5-降冰片烯-2,3-二羧酸酐（或 5-降冰片烯-2,3-二羧酸的单烷基酯、炔基苯酞等）单体溶剂热在一种烷基醇（如甲醇或乙醇），作为溶液直接用于纤维，经过交联和聚合，得到耐热和高机械性能的先复合先进材料
按应用类型	PI 薄膜	PI 薄膜系 PI 最早实现商业化、最成熟、市场容量最大的产品形式，应用领域覆盖柔性线路板、消费电子、高速轨道交通、风力发电、电工绝缘、5G 通信、柔性显示、航天航空等多个行业	

分类方法	类型	概况
	PI 纤维	PI 纤维主要用于军品市场，民用市场处于快速开发阶段。PI 纤维的耐热性能、机械性能优异，是航天航空和军用飞机等重要领域的核心配件材料，在环保高温滤材、防火材料等领域也有广阔的市场空间
	PI 泡沫	PI 泡沫目前最重要的应用为舰艇用隔热降噪材料
	PI 基复合材料	PI 基复合材料是耐高温性能与高强基材结合的复合材料，主要应用于航天航空、高速轨道交通、汽车等行业
	光敏 PI (PSPI)	PSPI 主要有光刻胶和电子封装两大应用。PSPI 光刻胶相比于传统光刻胶，无需涂覆光阻隔剂，能大幅缩减加工工序；同时 PSPI 也是重要的电子封装胶，包括集成电路以及多芯片封装件等的封装

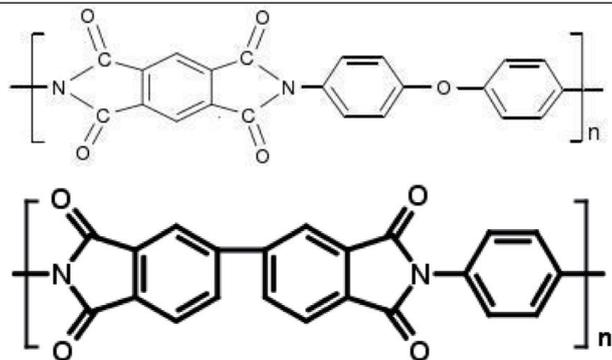
资料来源：范德生物官网，中国复合材料学会，《聚酰亚胺的改性》，《含三苯胺基团聚酰亚胺的合成和表征》，瑞华泰招股书，山西证券研究所

2. 聚酰亚胺薄膜：制约我国高技术产业发展的关键高分子材料

2.1 制备工艺突破是加快 PI 薄膜国产化进程的基石

PI 薄膜是 PI 最早实现商业化的产品形式，也是制约我国高技术产业发展的关键高分子材料。聚酰亚胺薄膜 (Polyimide Film, PIF)，也称 PI 膜，是一种新型的耐高温高分子聚合物薄膜，是由 PAA 溶液流涎成膜后，再经亚胺化制成。PI 薄膜呈琥珀色，具有优良的力学性能、介电性能、化学稳定性以及很高的耐辐照、耐腐蚀、耐高低温性能，是目前世界上性能最好的超级工程高分子材料之一，被誉为“黄金薄膜”，与碳纤维、芳纶纤维并称为制约我国发展高技术产业的三大瓶颈性关键高分子材料之一。目前，市场上主流的 PI 薄膜主要包括均苯型 PI 薄膜和联苯型 PI 薄膜两大类，其中：均苯型 PI 薄膜最早由美国杜邦生产，商品名为 Kapton，由均苯四甲酸二酐与二苯醚二胺制得；联苯型 PI 薄膜最早由日本宇部兴产公司生产，商品名为 Upilex，由联苯四甲酸二酐与二苯醚二胺 (R 型) 或间苯二胺 (S 型) 制得。

图 3：杜邦 Kapton (上) 和宇部兴产 Upilex (下) 化学结构



资料来源：360 百科，Polyimides as High Temperature Capacitor Dielectrics，山西证券研究所

PI 薄膜生产在配方、工艺及设备等多个环节均具有较高的技术壁垒，其中生产工艺环节涉及多道工序。

①PI 薄膜在配方上的难点主要体现在：配方设计在追求特定高性能要求的同时需要兼顾各项性能的平衡；配方设计需要与产业化相匹配，需有较高的可行性；配方设计需要对单体类型及配比、添加材料等进行大量的试验与筛选，新配方的研发周期通常在 2 年以上。②PI 薄膜在设备上的难点主要体现在：生产设备多为非标设备且精密度要求极高，由于国际巨头对设备工艺严格保密，国内厂商若自行设计难度很大，若进口整条产线则面临使用和运行过程中自主可控性较差的问题。③PI 薄膜在工艺上的难点主要体现在：PI 薄膜的生产方法有一步法、二步法、三步法、气相沉积法四大类，其中主流的、相对成熟的工艺是二步法（分为合成聚酰胺酸和成膜亚胺化两步），通过二步法生产 PI 薄膜又涉及聚酰胺酸合成、成型（流延、拉伸）、亚胺化（热法、化学法）、后处理等多个环节，任意一个环节出现偏差都有可能影响 PI 薄膜成品的质量一致性和稳定性。

表 3：PI 薄膜生产工艺概况

技术路径	简介	概况	应用
一步法	反应单体在高温溶液、高温离子溶液中或在无溶剂的高温熔融状态下反应，直接生成 PI，可经成型工艺制成 PI 薄膜。	优势： 一步直接合成 PI，无需经过 PAA 树脂中间步骤；反应过程无需催化；溶剂体系选择范围较广；产品形式多，可制成 PI 薄膜、PI 粉末、PI 积体材料等。 劣势： 反应过程需要较高温度；大规模制备 PI 薄膜的生产效率较低，更适合 TPI 或可溶性 PI 的制备；此法的控制工艺尚需完善，并正向实用化迈进。	宇部兴产
二步法	反应单体在极性溶剂中先合成 PAA 或 PAA 衍生物，再脱水环化生成 PI 薄膜。	优势： 合成 PAA 或 PAA 衍生物的反应过程较温和；适合大规模制备 PI 薄膜，同时适用于 TPI 和热固性 PI 的制备；可制备纯度很高的 PI。 劣势： 需经过 PAA 中间步骤；必要时需引入催化剂；溶剂体系选择范围较小；产品形式少，只适用于 PI 薄膜、PI 粉末的制备；聚酰胺酸溶液不稳定对水汽很敏感，储存过程中常发生分解。	杜邦、钟渊化学、SKPI、达迈科技、瑞华泰、国风塑业、时代新材、丹邦科技
三步法	首先合成聚酰胺酸 PAA，在脱水剂作用下脱水环化为聚异酰亚胺，然后在酸或碱等催化剂作用下异构化成聚酰亚胺。	优势： 作为聚酰亚胺预聚的聚异酰亚胺，其玻璃化温度低于对应的聚酰亚胺，热处理时不会放出水分，易异构化成聚酰亚胺，因此用聚异酰亚胺代替聚酰胺酸作为聚酰亚胺的前身材料，可制得性能优良的制品。该法较新颖，正受到广泛关注。 劣势： 存在副反应，可能导致产品纯度和产率较低。	—
气相沉积法	在高温下使二酐酐与二胺直接以气流的形式输送到混炼机内进行混炼，制成薄膜。	无溶剂、添加剂、引发剂等，纯度高，不伤底物；膜厚可控，通过选择合适的沉积速率和沉积时间可以控制厚度；膜的质量好，表面光滑，可沉积在不同形状表面，可实现保形涂敷；可以集聚与成膜为一体，简化工艺流程。	—

资料来源：瑞华泰招股书，《含三苯胺基团聚酰亚胺的合成和表征》，《聚酰亚胺气相沉积聚合的研究进展》，国高材产业创新中心，山西证券研究所

二步法是制备 PI 薄膜最为成熟的工艺，但由于细分环节较多且 PAA 储存过程中容易分解，因而仍有

较大的优化空间。除宇部兴产采用“一步法合成—流涎法成膜—热法亚胺化”以外，目前主要的 PI 薄膜生产厂商多采用“二步法合成—流涎拉伸法成膜—热法/化学法亚胺化”。众多研究及试验表明采用不同方法生产出的 PI 薄膜在性能上存在显著差异，以亚胺化环节为例：①化学亚胺化的 PI 薄膜的玻璃化温度、热稳定性高于热亚胺化 PI 薄膜；热亚胺化的 PI 薄膜具有较高的断裂伸长率，化学亚胺化的 PI 薄膜具有更大的拉伸强度、弹性模量（资料来源：《热和化学亚胺化对 ODPA/ODA 聚酰亚胺薄膜性能的影响》）。②化学亚胺化的 PI 薄膜具有更优异的力学性能、更好的可溶性以及在可见光范围内拥有更高的透光率，相比热亚胺化的 PI 薄膜，其亚胺化程度和起始分解温度较低，介电常数较大（资料来源：《亚胺化途径对聚酰亚胺薄膜性能的影响》）。与此同时，虽然二步法工艺已经较为成熟但其固有的问题尚未解决，即聚酰胺酸溶液不稳定并且对水汽很敏感，储存过程中容易发生分解，所以聚酰胺酸烷基酯法、聚酰胺酸硅烷基酯法等改进方法也相继出现。

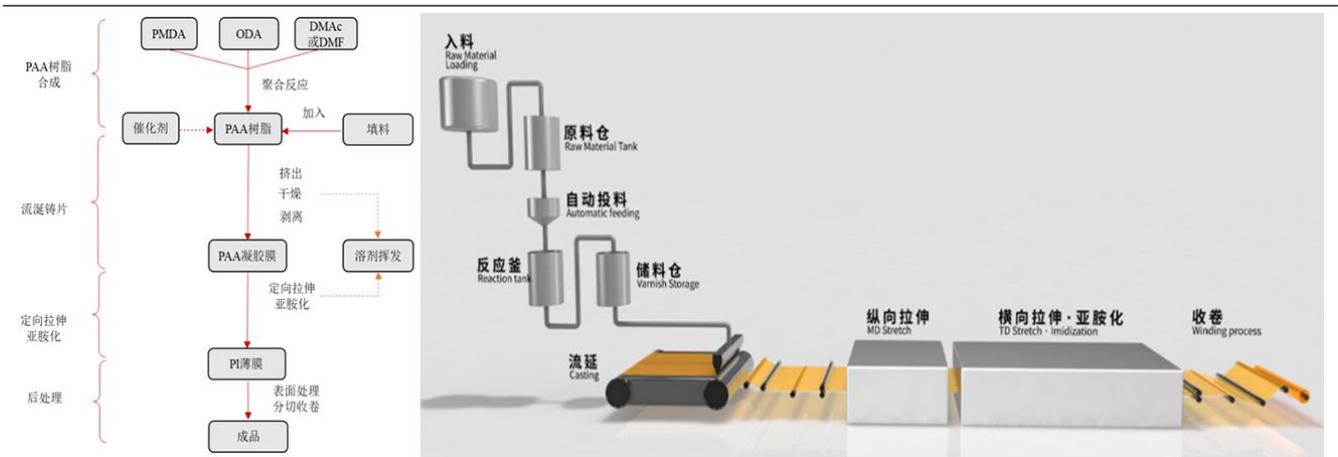
表 4：PI 薄膜典型成型工艺及亚胺化工艺概述

分类	技术路径	简介	概况	应用
成型工艺	流涎法	将有一定粘度的 PAA 树脂流涎到相对平坦的旋转光滑支撑体上，通过简单控制流涎、热风干燥过程，制成具有自支撑性的 PAA 凝胶膜，再经亚胺化收卷得到 PI 薄膜。	优势： 生产工艺较简单，设备投资较小；可以连续化生产，连续收卷长度可达到较高水平。 劣势： 难以满足 H 级以上高等级电气绝缘应用性能要求，也难以满足高性能要求。	低端： 国内 90%以上 PI 薄膜厂家以流涎法为主。 高端： 宇部兴产一步法采用流涎法制膜成型
	流涎拉伸法	将有一定粘度的 PAA 树脂流涎到相对平坦的旋转光滑支撑体上，通过精确控制流涎、热风干燥过程，制成厚度均匀的、具有自支撑性的 PAA 凝胶膜，将其剥离后送入拉伸机，在一定温度范围内，将薄膜大幅度地进行拉伸，以定向拉伸伴随亚胺化过程制得高性能 PI 薄膜。按拉伸方向可分为单向拉伸和双向拉伸。	优势： 分子链沿拉伸方向获得部分取向排列，产品性能得以提升，可以满足 PI 薄膜的高性能要求；双向拉伸后的 PI 薄膜在横向、纵向均可获得更有序的结晶取向，薄膜特性更为优异。 劣势： 制备技术复杂，需对 PAA 树脂配方进行设计，生产过程需要达到较高的控制精度；设备投资大，设备设计难度更高。	杜邦、钟渊化学、SKPI、达迈科技、瑞华泰、国风塑业、时代新材、丹邦科技
亚胺化工艺	热法	将 PAA 树脂加热到一定温度，使其脱水环化，形成 PI。	优势： 新产品开发难度更低，可缩短新产品开发周期；单线设备投资、设备复杂性程度低于化学法，同时可制得高性能 PI 薄膜。 劣势： 生产效率较化学法低。	美国杜邦、宇部兴产、达迈科技、瑞华泰、国风塑业
	化学法	在 PAA 树脂中（如-5℃以下）加入一定量的低温型催化剂，与物理加热相结合，加快脱水环化，形成 PI。	优势： 催化剂的添加，使得生产效率提高。 劣势： 配方涉及多种催化剂，不同催化剂的选配需要调整工艺，新产品开发难度更高；设备投资大，设备复杂性程度更高。	杜邦、钟渊化学、SKPI、达迈科技、瑞华泰、时代新材、丹邦科技

资料来源：瑞华泰招股书，山西证券研究所

国内部分厂商已具备完整的二步法制备技术，PI 薄膜国产化进程有望加快。国内 PI 薄膜行业的整体技术水平与杜邦、钟渊化学等国外先进企业存在差距，但随着中国 PI 薄膜产业化进程的发展，以瑞华泰为代表的国内企业逐步建立起较完善的核心技术体系，掌握了完整的 PI 薄膜制备技术，推动 PI 薄膜的国产化进程。瑞华泰的高性能 PI 薄膜制备方法与杜邦 Kapton 薄膜基本相同，采用两步法合成方法，以流涎拉伸法制膜成型，以热法为主，兼具化学法的工艺技术能力。依托从专用树脂合成技术到连续双向拉伸薄膜生产技术的完整制备技术，瑞华泰自主开发了热控 PI 薄膜、电子 PI 薄膜、电工 PI 薄膜等系列产品，并成为产品种类最丰富的高性能 PI 薄膜供应商之一。随着越来越多国内上市公司进入 PI 薄膜行业，国内高性能 PI 薄膜产业有望迎来快速发展，国产化趋势增强。

图 4：瑞华泰 PI 薄膜制造工艺流程及产线示意图

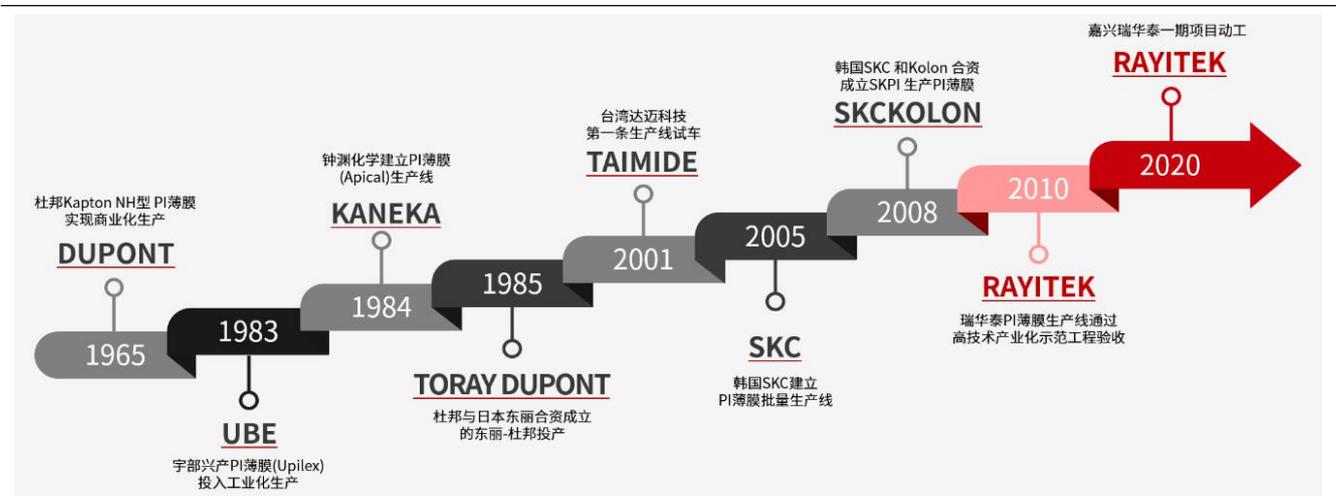


资料来源：瑞华泰招股书，瑞华泰官网，山西证券研究所

2.2 产能扩张是 PI 薄膜国产化率提升的关键

PI 薄膜商业化以后应用领域不断拓展，已逐步成为影响我国高新技术产业快速发展的“卡脖子”材料。PI 薄膜的商业化进程始于 20 世纪五六十年代，美国杜邦生产的 Kapton 产品首次实现了 PI 薄膜的商业化生产，并应用于耐高温电工绝缘领域。20 世纪七八十年代起，日本宇部兴产和钟渊化学相继开发出 Upilex 和 Apical 产品并投入工业化生产，PI 薄膜的商业化应用拓展至电子领域。进入 21 世纪后，达迈科技、SKC、SKPI、瑞华泰等相继建立了批量生产线，PI 薄膜的更多应用被开发出来，如用作高导热石墨的前驱体材料、柔性显示盖板材料等；与此同时，随着 FPC 等电子制造业由韩国、中国台湾向中国大陆转移，大陆地区在 PI 薄膜下游市场中所占的比重不断增加，5G 通信、柔性显示、高速轨道交通等领域快速发展。高性能 PI 薄膜已逐步成为影响我国高新技术产业快速发展的“卡脖子”材料，市场需求不断增加，国产化需求较迫切。

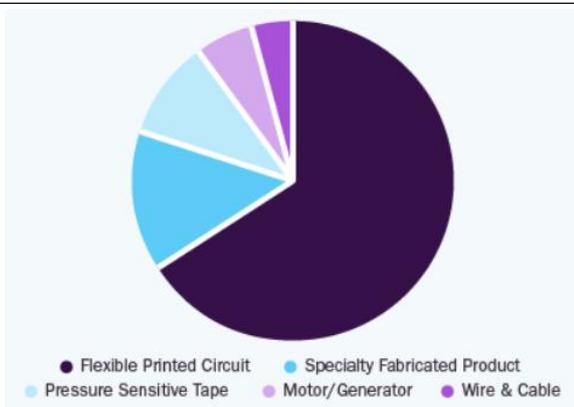
图 5：PI 薄膜产业化发展历程



资料来源：瑞华泰公司官网，山西证券研究所

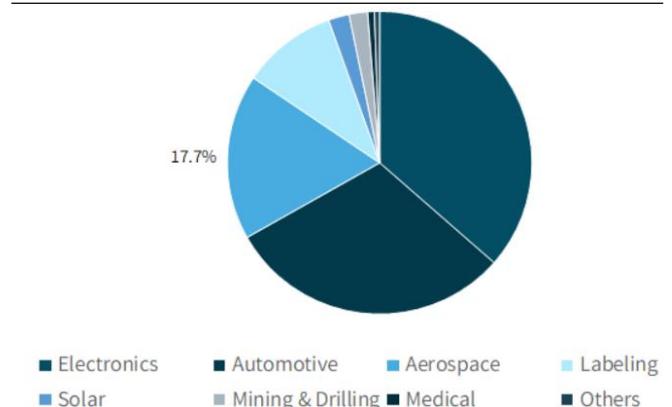
基于不同的产品特性，PI 薄膜可应用于热控、电子、电工、柔性显示等诸多领域，市场空间广阔。PI 薄膜是高性能聚合物，具有一系列优异的性能，根据产品性能的差异可分别用于热控、电子、电工、柔性显示等不同的行业。按照直接应用领域划分，PI 薄膜可用于柔性印刷电路（FPC）、电线电缆、压敏胶带、特种加工产品、电动机和发动机，其中柔性印刷电路（FPC）是主要的应用场景，2022 年占比在 66%以上；按照终端应用场景划分，PI 薄膜可用于电子、汽车、航空航天、标签等领域，其中电子和汽车是主要应用场景，2022 年合计占比超过 50%。Global Market Insights 数据显示，2022 年全球 PI 薄膜市场规模达到 24 亿美元，预计 2032 年达到 45 亿美元，2023-2032 年复合增长率为 6.6%；2022 年亚太地区 PI 薄膜市场规模达到 8.87 亿美元，占全球市场的比重超过 33%，考虑到亚太地区的汽车、电子、航空航天等行业不断扩张，预计亚太地区的 PI 薄膜市场将迎来快速增长。

图 6：2022 年全球 PI 薄膜收入占比（按直接应用）



资料来源：Grand View Research，山西证券研究所

图 7：2022 年全球 PI 薄膜收入占比（按终端应用）

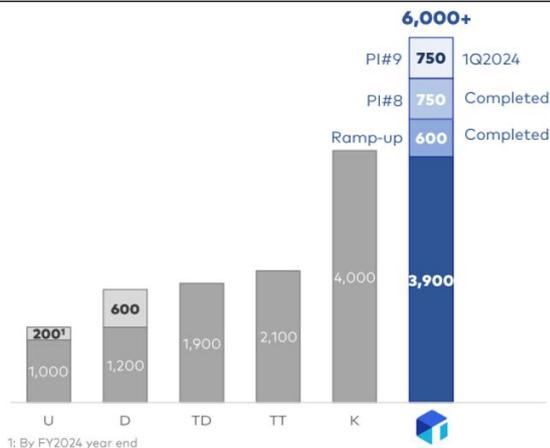


资料来源：Global Market Insights，山西证券研究所

产能充足是抢占现有市场份额和拓展新市场的保障，也是国产化率提升的关键。全球高性能 PI 薄膜的

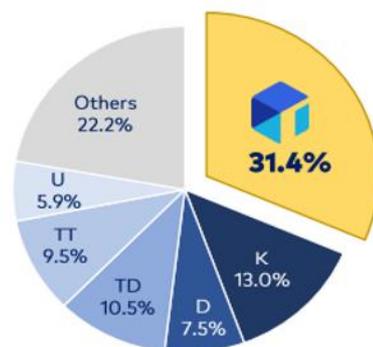
研发和制造技术主要由美国、日本和韩国企业掌握，美国杜邦、日本宇部兴产、日本钟渊化学、韩国 SKPI（现更名为 PIAM）等厂商合计占据全球 80% 以上的市场份额，其中韩国 SKPI（现更名为 PIAM）近年来产能扩张速度最快：2021 年 PIAM 的产能由 3900 吨增长至 4500 吨，2022 年 PIAM 的产能由 4500 吨增长至 5250 吨，预计到 2024 年一季度 PIAM 的产能将超过 6000 吨。得益于产能快速扩张，PIAM 已跻身 PI 薄膜行业领先企业，2022 财年其销量全球市占率达到 31.4%。考虑到新产品研发会对现有产线形成占用，国内厂商现有产能相对较小尚不足以兼顾研发和生产，但国内主要厂商也开始积极推进扩产规划：①瑞华泰深圳总部设计产能 1100 吨，已实现量产的 9 条产线合计产能 1050 吨，另外还有 1 条 50 吨的 CPI 专用产线处于调试阶段；同时嘉兴厂区总规划产能 7000 吨/年，其中一期的 1600 吨项目共规划 6 条产线，目前厂房建设工程已基本完成，4 条主生产线和各工厂系统主体安装工作基本完成，各单项工程进入检查阶段，110KV 变电站已通电，各公辅设施和生产线开始进入单机调试阶段，另外 2 条全化法产线正在安装，预计 2023 年下半年可陆续试生产，2023 年预计可实现新增产能 400 吨—800 吨。②时代新材最初从国外进口一条生产线（采用化学法和流涎拉伸工艺），2019 年将 PI 薄膜产业化项目转入子公司株洲时代华鑫。根据株洲新闻网报道，伴随高性能 PI 膜需求提升以及第二条高性能 PI 膜生产线出炉，株洲时代华鑫的年生产能力达到 1000 吨，未来公司还将继续扩大产能，将 PI 薄膜的年产能提升到 3000 吨，以满足国内外高尖端技术产业 PI 薄膜需求。③国风新材曾向瑞华泰采购 2 条产线，目前合肥高新区的 4 条热法生产线已建成投产，合计产能 350 吨；合肥新站高新区在建项目年产能 815 吨，拟扩建项目年产能 350 吨，目前合肥新站高新区在建的 8 条产线正按计划推进建设并且有 2 条已于 2023 年 6 月 26 日顺利投产。通过产能扩张，国内厂商的产品结构将进一步丰富，生产效率提升、生产成本降低将进一步提升公司的市场竞争力。

图 8：PI 薄膜主要厂商产能（吨）



资料来源：PIAM 官网，山西证券研究所

图 9：PI 薄膜 FY2022 市场竞争格局（按销量）



资料来源：PIAM 官网，山西证券研究所

3. 美日韩企业主导 PI 薄膜市场，国产替代进程全面加速

3.1 头部 PI 薄膜厂商先发优势明显，但国内厂商竞争力持续增强

从产品情况来看，头部 PI 薄膜厂商先发优势明显，但国内厂商也在产品丰富度及高附加值产品突破上取得了重要进展。目前，PI 薄膜市场仍以美日韩企业为主，并且呈现出品类持续扩充或特定品类不断加强两大发展方向：①美国杜邦是品类持续扩充的典型代表，其产品覆盖热控、电子、电工等诸多领域，但尚未补齐柔性显示 CPI 薄膜，原因可能是受到了前期公司合并与分拆的干扰；②钟渊化学是日本企业中 PI 薄膜品类最丰富的一家，也覆盖热控、电子、电工等诸多领域，并且正在开发柔性显示盖板用 CPI 薄膜；③宇部兴产深耕电子 PI 薄膜领域，其产品主要应用于 FPC、COF 及芯片封装等领域；④住友化学仅从事柔性显示盖板用 CPI 薄膜的研发和生产，在日韩贸易战爆发之前曾是三星折叠屏智能手机的柔性盖板供应商；⑤韩国可隆目前仅保留了柔性显示盖板用 CPI 薄膜业务，并且积极开发和供应中型、大型及可卷曲等多种形态的材料；⑥韩国 SKC 也仅保留了柔性显示盖板用 CPI 薄膜的基膜生产和硬化涂层业务，但据其 2022 年 6 月的公告称薄膜业务将会被出售；⑦韩国 PIAM 也是品类较为齐全的 PI 薄膜厂商之一，其产品以热控和电子为主，柔性显示等高附加值薄膜仍待补齐。但以瑞华泰为代表的中国大陆厂商在产品丰富度及高附加值产品突破上取得了重要进展，已经追赶并逐步超越中国台湾厂商达迈科技：①达迈科技产品以热控和电子为主，尚未推出高附加值薄膜产品；②瑞华泰产品覆盖热控、电子、电工等领域，并且已突破柔性显示盖板用 CPI 薄膜等高附加值产品的技术难题；③时代新材以热控 PI 薄膜为主，但其下属公司时代华鑫和时代华昇正积极进行导热膜以外的 PI 薄膜开发；④国风新材产品以热控和电子为主，尚未推出高附加值薄膜产品；⑤丹邦科技退市前专注于 FPC、COF 柔性封装基板及 COF 产品的研发、生产与销售。

表 5：PI 薄膜市场主要竞争者产品品类情况

地区	厂商	商标	石墨膜 用 PI 膜	黑色 PI 膜	FPC 用 PI 膜	耐电晕 PI 膜	薄膜太 阳能用 PI 膜	柔性显 示盖板 用 CPI 膜	COF 用 PI 膜	TPI 薄膜
美国	杜邦	Kapton	有	有	有	有	有		有	有
日本	钟渊化学	APICAL; PIXEO	有		有	有	有	开发中		有
日本	宇部兴产	Upilex			有				有	有
日本	住友化学	—						有		
韩国	可隆	CPI®						有		
韩国	SKC	—						有		
韩国	PIAM	—	有	有	有		有		有	
中国台湾	达迈科技	—	有	有	有					

地区	厂商	商标	石墨膜 用 PI 膜	黑色 PI 膜	FPC 用 PI 膜	耐电晕 PI 膜	薄膜太 阳能用 PI 膜	柔性显 示盖板 用 CPI 膜	COF 用 PI 膜	TPI 薄膜
中国大陆	瑞华泰	---	有	有	有	有		有		
中国大陆	时代新材	---	有							
中国大陆	国风新材	---	有	有	有					
中国大陆	丹邦科技	---			有				有	

资料来源：各公司官网（详见附录），瑞华泰招股书，山西证券研究所

注：达迈科技拥有无色 PI 薄膜，但未明确用于柔性显示盖板或柔性显示衬底，故暂未在表中列示

从经营情况来看，仅有 PIAM、达迈科技、瑞华泰、丹邦科技 4 家厂商专注于 PI 薄膜业务，并且中国大陆厂商瑞华泰赶超达迈科技指日可待。对于杜邦、住友化学、可隆等大型企业而言，PI 薄膜是其收入中占比非常小的一部分，所以基本不会列示其 PI 薄膜业务的收入。就现有市场参与者而言，仅有 PIAM、达迈科技、瑞华泰、丹邦科技 4 家厂商专注于 PI 薄膜业务，除已退市的丹邦科技外，其余三家 99% 的收入均来自 PI 薄膜。从营业收入及盈利能力来看，中国大陆厂商瑞华泰的营业收入略低于中国台湾厂商达迈科技而盈利能力显著高于达迈科技，实现赶超指日可待；但其营业收入和净利率仍与 PIAM 存在较大差距。

表 6：PI 薄膜市场主要竞争者业绩情况

地区	厂商	FY2022 营业收 入	FY2022 毛利率	FY2022 净 利率	是否列示 PI 薄膜收入	PI 薄膜收入情况
美国	杜邦	130.17 亿美元	35.45%	45.46%	否	---
日本	钟渊化学	56.61 亿美元	28.44%	4.01%	否	---
日本	宇部兴产	53.64 亿美元	19.52%	3.94%	否	---
日本	住友化学	226.36 亿美元	31.60%	6.74%	否	---
韩国	可隆工业	42.56 亿美元	27.58%	3.52%	否	---
韩国	SKC	31389 亿韩元	---	---	否	---
韩国	PIAM	2764.4 亿韩元	28.78%	16.54%	是	PIAM 的主要收入来源是 PI 薄膜，仅有 1% 左右的收入来自 PI 浆料及其他产品；2022 财年 FPCB、石墨片、先进材料的收入占比分别为 39.90%、36.14%、23.95%
中国台湾	达迈科技	4.29 亿元	25.46%	7.13%	是	PI 薄膜是达迈科技的主要收入来源，2021 年和 2022 年 PI 薄膜销售收入占比始终维持在 99.9% 以上
中国大陆	瑞华泰	3.02 亿元	38.32%	12.88%	是	热控、电子和电工 PI 薄膜始终是公司营收的主要来源，2022 年收入占比分别为 44.53%、38.46%、14.50%
中国大陆	时代新材	150.35 亿元	12.14%	1.67%	否	---
中国大陆	国风新材	24.60 亿元	11.71%	9.34%	否	---
中国大陆	丹邦科技	0.25 亿元	-93.52%		是	2022 年 PI 薄膜收入为 0.03 亿元，收入占比为 10.42%

资料来源：Wind（详见附录），山西证券研究所

从发展战略来看，除韩国 SKC 等个别厂商进行重大调整外，其余厂商仍将 PI 薄膜作为重点布局的业务，国内厂商在产能扩张和技术突破上持续发力。①美国杜邦历经多次调整目前定位特种产品板块，公司将依托先发优势及技术优势持续巩固 PI 薄膜领域的优势地位；②钟渊化学未来将继续专注于布局前沿业务、增强制造能力，尤其是会加大改性有机硅聚合物和异质结光伏的产能投资，预期其在薄膜太阳能领域的竞争力将进一步增强；③宇部兴产逐步将公司定位聚焦在化学品业务，计划到 2030 年投资约 1500 亿日元以扩大特种化学品业务，预计投产后 PI 薄膜的产能可增长 20%；④住友化学计划 2022-2024 财年投入 7500 亿日元用于战略投资和巩固现有业务基础，其中 900 亿日元将用于 5G、半导体及下一代显示材料；⑤韩国可隆目前专注于 CPI 薄膜，公司预期消费电子市场需求将会逐步复苏，公司营业利润有望改善；⑥韩国 SKC 决定将 SKC 薄膜业务部门、薄膜加工子公司 SKC hi-tech&marketing 以及美国和中国工厂进行出售，并加速向 ESG 材料解决方案企业转型；⑦韩国 PIAM 计划将 PI 产品的战略重心转移至“移动、显示、5G 及半导体”，并将持续扩张产能，预计到 2026 年实现 7000 亿韩元以上的销售收入；⑧达迈科技近五年的发展重点是 FPC 用 PI 薄膜、光电用 PI 薄膜、功能用 PI 薄膜三大业务，覆盖可便携式及穿戴式装置、AI 智慧整合、Mini & Micro LED、5G/6G 高频高速、汽车等诸多领域；⑨瑞华泰在扩张产能的同时，也在持续开发 CPI、COF 用 PI 薄膜等高附加值产品；⑩时代新材完成 PI 薄膜业务剥离后，株洲时代华鑫及其全资子公司株洲时代华昇仍在大力推进 PI 薄膜的国产化进程，并将产能目标设置为 3000 吨；⑪国风新材持续加大 PI 薄膜材料投入，目前建成和在建的共有 12 条产线，并与高校共同开发芯屏领域 PI 材料；⑫丹邦科技因经营能力恶化导致退市，预期其在 PI 薄膜市场的竞争力将会有所减弱。

3.2 中低端市场国产化率不断提升，高端市场破局指日可待

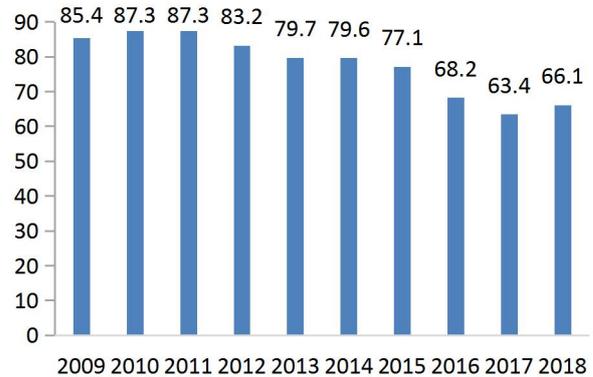
受技术差异及应用场景等因素影响，不同类别的 PI 薄膜价格差异较大。根据华经产业研究院数据，低端 PI 薄膜产品价格呈现降价趋势，而高端 PI 薄膜产品价格维持高位：低端电工 PI 薄膜价格约为 20 万元/吨，低端电子 PI 薄膜价格约为 25 万元/吨；电子 PI 薄膜与热控 PI 薄膜价格约为 35-100 万元/吨；高端电子 PI 薄膜价格约为 100-200 万元/吨，例如 COF；CPI 价格可达到每吨 2000-3000 万元。为方便阐述，本文综合考虑产品价格水平及制备难度等因素，将价格相对较低的热控 PI 薄膜、电子 PI 薄膜、电工 PI 薄膜定义为中低端产品，将价格相对较高的 COF 用 PI 薄膜、TPI 薄膜、CPI 薄膜定义为高端产品。

图 10：不同类别 PI 薄膜市场价格概况



资料来源：华经产业研究院，山西证券研究所

图 11：中国市场 PI 薄膜产品价格（万元/吨）



资料来源：嘉肯咨询，山西证券研究所

3.2.1 中低端市场：国内厂商已立足市场，产能扩张助力向上突破

3.2.1.1 热控 PI 薄膜：5G 推广有望创造新需求，国内厂商竞争力提升

热控 PI 薄膜是制备人工石墨散热膜的关键材料，广泛应用于手机、电脑等智能终端产品。手机在运行过程中会产生大量的热量，CPU、电池、摄像头、LE 等都是重要热源，伴随手机性能持续升级，其对散热的要求也越来越高。目前电子领域的导热材料主要有导热硅胶片、导热硅脂、导热双面胶、相变导热材料和导热石墨膜，相比其他材料，导热石墨膜最大的优势在于可以沿两个方向均匀导热，消除“热点”区域，在屏蔽热源与组件的同时改进电子产品性能，除此以外导热石墨膜还具有重量轻、热阻低、导热系数高等特点。自 2009 年起石墨膜开始批量应用于消费电子产品，2011 年开始大规模应用于智能手机，目前已经取代传统金属，成为消费电子领域主流的散热材料。根据产品制成材料，石墨散热膜又可以划分为天然石墨散热膜、纳米碳散热膜和人工石墨散热膜，其中：①天然石墨膜完全由天然石墨制成，价格最低并且性能最差（膜厚最低只能做到 0.1mm 左右，导热系数 350~700 左右）；②人工石墨散热膜由 PI 薄膜经过碳化和石墨化制成，价格偏高但性能优异（膜厚最低能做到 0.01mm，导热系数在 1500~1800 左右）；③纳米碳散热膜由纳米碳（石墨同素异构体）制成，价格极高且性能极佳（膜厚最低能做到 0.03mm，导热系数在 1000~6000 左右）。基于高性价比，人工石墨散热膜已广泛应用于手机、电脑等智能终端产品，并且我国早在 2016 年就实现了人造石墨的大规模应用，到 2020 年占比达到了 83.6%。目前制备高导热人工石墨膜的方法主要有膨胀石墨压延法、氧化石墨烯还原法、气相沉积法和 PI 类薄膜碳化-石墨化法四种，其中 PI 类薄膜碳化-石墨化法在制备具有高热导率的高结晶性和高取向性石墨膜方面更有优势，性价比最高，因而热控 PI 薄膜也成为制备人工石墨散热膜的关键材料。

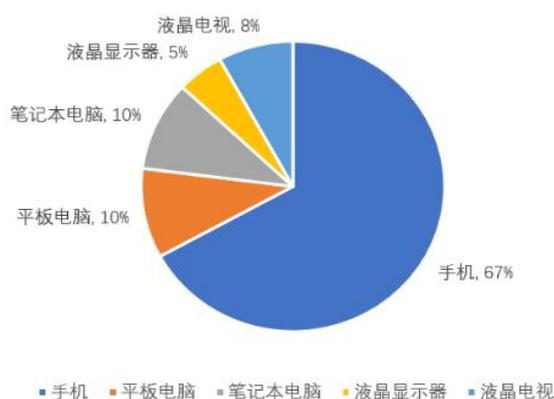
表 7：制备人工石墨膜的主要技术路线

工艺方法	优势	劣势	导热系数	应用领域
膨胀石墨压延法	工艺简单、成本低廉、无需高温高压、可批量生产	拉伸强度低、热导率不高	300~600 (W/(m·K))	LED 等低端导热领域
氧化石墨烯(GOx)还原法	工艺简单、原料廉价、生产周期短	大量废液污染，石墨烯的电子结构以及晶体的完整性均受到强氧化剂严重的破坏	800~1000 (W/(m·K))	低端导热领域
气相沉积(CVD)法	石墨的片层结构完整，石墨晶型完整度好，在平行层面热导率达到最高值	制备过程中需要高温高压，造价成本高，且对实验条件要求苛刻，很难大范围推广应用	1800~2200 (W/(m·K))	目前仍停留在实验室研究阶段
PI 类薄膜碳化-石墨化法	结构比较完整，晶型结构缺陷较少，碳原子有序程度高	PI 基材要求高	1400~1950 (W/(m·K))	PC、平板、手机等电子产品散热领域

资料来源：翁梦蔓、余文涛等《基于聚酰亚胺的高导热石墨膜材料的研究进展》，山西证券研究所

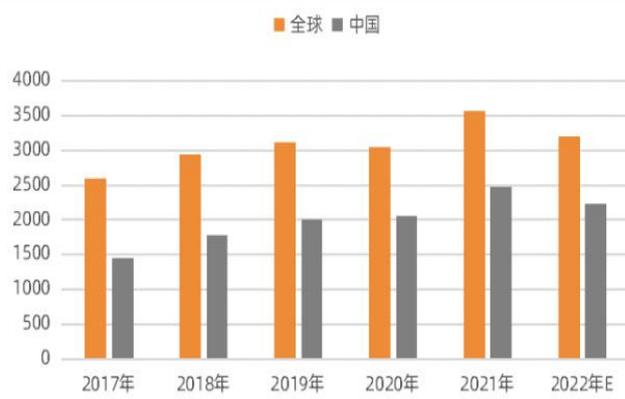
热控 PI 薄膜的需求量与下游人工石墨散热膜市场情况直接相关，受消费电子市场低迷影响，2022 年热控 PI 薄膜的需求量有所回落。热控 PI 薄膜是采用 PI 薄膜碳化-石墨化法制备人工石墨散热膜的前驱体材料，其市场需求量与下游人工石墨散热膜市场情况直接相关，其中智能手机是其主要应用领域。根据势银（TrendBank）统计，2017~2021 年期间，中国人工石墨散热膜用热控型 PI 薄膜市场需求量呈波动上升态势，复合增长率为 14.3%；2022 年受消费电子市场低迷影响，中国人工石墨散热膜用 PI 市场需求量为 2238 吨，同比下降 9.8%，这是自 2017 年以来该产业在中国市场首次需求量下滑。

图 12：2020 年全球石墨散热膜下游应用领域占比



资料来源：国际薄膜与胶带展，山西证券研究所

图 13：人工石墨散热膜用 PI 市场需求量（吨）

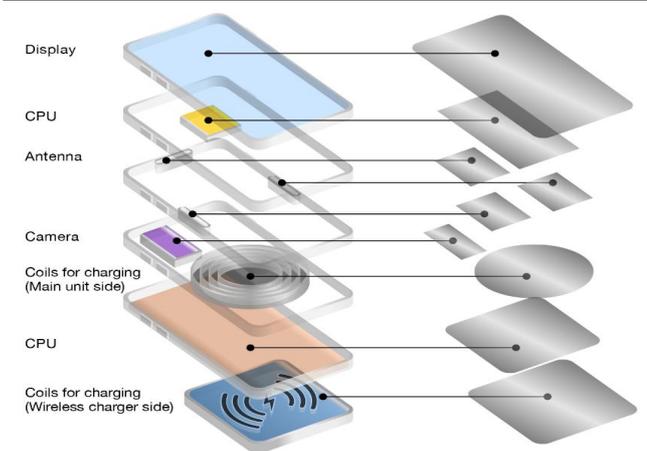


资料来源：势银（TrendBank），山西证券研究所

瑞华泰及时代华鑫等国内厂商已实现大规模量产，中国市场热控 PI 薄膜国产化率有望快速提升。目前热控 PI 薄膜领域主要供应企业包括：PIAM、达迈科技以及中国大陆厂商。其中，中国大陆厂商在该领域起步较晚，主要的生产和研发企业包括：瑞华泰、时代华鑫、国风新材、中天科技、顺铨新材等，热控型 PI 薄膜属于高性能 PI 材料，具有较高的技术壁垒，但目前瑞华泰和时代华鑫等国内厂商已实现大规模量产，

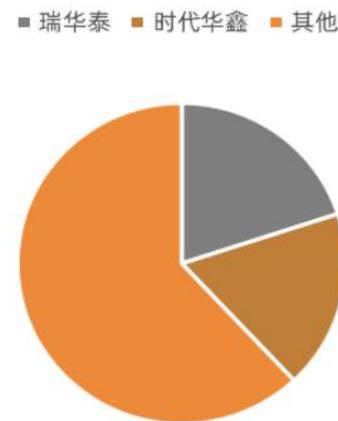
并且国产热控 PI 薄膜的性能优势正逐步显现。以瑞华泰为例，公司的高导热石墨膜前驱体 PI 薄膜（50 微米）的关键性能达到行业先进水平；公司批量供应的高导热石墨膜前驱体 PI 薄膜的最大幅宽可达 1200mm，可制得 1200mm 宽幅以下客户定制宽度的连续成卷石墨膜产品，同时易于石墨化，非常适合整卷烧制；公司产品制成的 25 微米高导热石墨膜的耐弯折次数达到 20 万次（测试标准：耐弯折测试仪），热扩散系数均大于 900mm²/s（测试标准：ASTME1461），内聚力 90，达到 100gf/in（测试标准：客户标准），公司产品的导热性能优异。根据势银（TrendBank）统计，瑞华泰中国市场占有率约为 20%，中国市场人工石墨散热膜用 PI 薄膜本地化率超 38%。考虑到我国人工石墨散热膜产业发展迅速并已占据全球约 70% 的市场需求量，现有的国产人工石墨散热膜用 PI 薄膜尚不足以满足下游市场需求，国产替代的空间依旧非常广阔。

图 14：石墨膜在智能手机中应用广泛



资料来源：钟渊化学官网，山西证券研究所

图 15：中国人工石墨散热膜用 PI 市占率情况



资料来源：势银（TrendBank），山西证券研究所

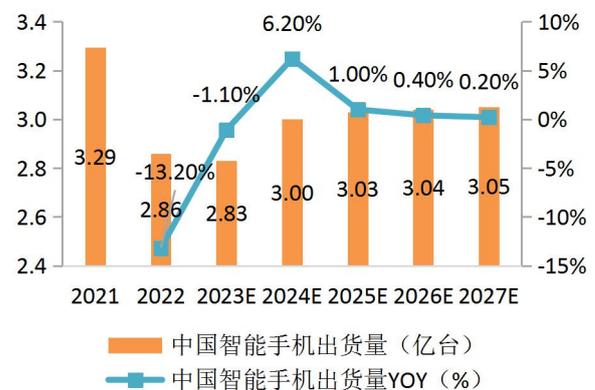
5G 技术的发展形成了更加多元化的高导热石墨膜需求，也为热控 PI 薄膜的发展创造了新的机遇，预期消费电子市场恢复后热控 PI 薄膜市场也将逐步恢复。进入 5G 时代以后，智能手机的天线数量翻倍、射频前端增加、处理器性能提升，同时向大屏折叠屏、多摄高清摄、大功率快充、高刷新率升级，功耗相比 4G 手机大大提升，散热需求也愈发强烈。在此背景下，散热材料的重要性凸显，高导热石墨膜的市场需求预期增加，或将推动热控 PI 薄膜市场快速发展。但考虑到通货膨胀和全球经济的不确定性使消费需求复苏减弱，2023 年智能手机市场仍旧难言乐观，目前全行业寄希望于今年下半年全球及中国智能手机市场会有一定反弹，并且反弹趋势可能延伸到 2024 年，继而逐步实现智能手机市场复苏。根据 IDC 预测数据，2023 年全球和中国智能手机出货量分别为 11.93 亿台和 2.83 亿台，同比分别下降 1.1% 和 1.1%；2024 年全球和中国智能手机出货量分别为 12.63 亿台和 3.00 亿台，同比分别增长 5.9% 和 6.2%。

图 16：全球智能手机出货情况预测



资料来源：IDC，山西证券研究所

图 17：中国智能手机出货情况预测



资料来源：IDC，山西证券研究所

3.2.1.2 电子 PI 薄膜：FPC 需求扩张为重要驱动，产能扩张助力国产化率提升

电子 PI 薄膜是制造 FCCL 的关键基膜材料，FCCL 可加工成 FPC 并最终应用于手机、汽车等领域。FPC 板又称为柔性电路板，是基于柔性绝缘基材（如 PI 膜）制成的印刷电路板，可以满足更小型和更高密度安装设计需要，也可以自由弯曲、卷绕、折叠，从而大大缩小电子产品的体积和重量，适应电子产品高密度、小型化、高可靠的发展方向。按照产品结构划分，FPC 又可以分为单面 FPC、双面 FPC、多层 FPC 以及软硬结合 FPC。电子 PI 薄膜是 FPC 中非常常见的材料，可以作为绝缘基膜与铜箔贴合构成 FCCL 的基板部分，也可作为覆盖膜贴覆于 FPC 表面用于保护线路免受破坏与氧化，同时还可以贴覆于 FPC 背面区域用于增强厚度和硬度从而方便插拔。根据基膜材料特性和基板制造方法不同，柔性覆铜板（FCCL）又可以划分为传统有接着剂型三层软板基材（3L-FCCL）与新型无接着剂型二层软板基材（2L-FCCL）两大类，其中：①中低端电子 PI 薄膜主要应用于三层型挠性覆铜板（3L-FCCL），该产品价格较低，产量相对充足，广泛应用于大宗软板产品；②TPI 等高端 PI 薄膜主要应用于二层型挠性覆铜板（2L-FCCL），该产品价格较高，产量相对有限，因而主要应用于高阶的软硬结合板、COF 等产品。

图 18: FPC 基本构成

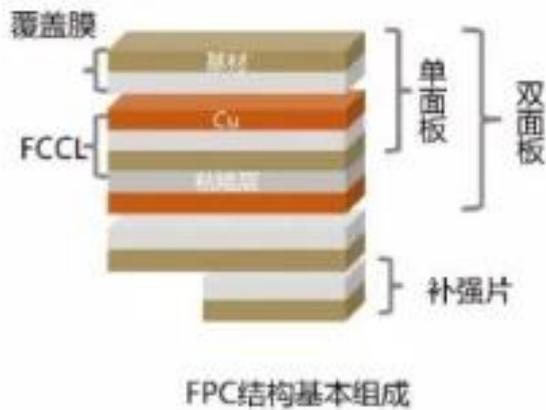


图 19: 电子 PI 薄膜应用示例



资料来源: 势银 (TrendBank), 山西证券研究所

资料来源: 瑞华泰招股书, 山西证券研究所

电子 PI 薄膜主要用于 FCCL 制造, 下游应用领域景气度不高叠加 FCCL 整体产能过剩预期会影响电子 PI 薄膜的需求量。根据华经产业研究院数据, 全球 FCCL 产能主要集中在日本、中国大陆、韩国以及中国台湾, 合计占比 96.8%; 其中中国大陆占比 25.5%, 位列第二。就中国大陆 FCCL 的供给情况而言, 2016-2021 年产能利用率呈现逐年上升态势, 但仍低于 50%, 产能过剩的情况依旧存在。考虑到 2021 年下半年以来消费电子市场持续低迷以及疫情以来全球芯片短缺致使汽车明显减产, 预期 2022 年 FCCL 用电子 PI 薄膜的需求量将会下降, 但从历年数据来看电子 PI 薄膜仍是需求量最大的 PI 薄膜产品: 头豹研究院数据显示, 2019 年全球和中国 FCCL 用电子 PI 薄膜需求量分别为 14877.5 吨和 4869 吨。

图 20: 中国 FCCL 产能、产量及产能利用率情况



资料来源: 智研咨询, 山西证券研究所

图 21: 中国及全球 FCCL 用 PI 薄膜需求量



资料来源: 头豹研究院, 山西证券研究所

国内厂商已具备三层型挠性覆铜板 (3L-FCCL) 用 PI 薄膜供应能力, 并且与国际巨头的产品性能差异正逐步缩小, 预期产能扩张后国内厂商可抢占更多市场。相较于二层型挠性覆铜板 (2L-FCCL), 三层型挠性覆铜板 (3L-FCCL) 的生产工艺更加成熟, 对于 PI 薄膜基材的要求也更低, 国内厂商在这一领域取得了突破性进展。以瑞华泰为例, 公司的电子 PI 薄膜产品性能已达到行业先进水平, 具体表现在: ①公司的超

薄电子基材用 PI 薄膜（7.5 微米）与杜邦、SKPI 和达迈科技的厚度公差均可稳定控制在 1 μ m 之内；杨氏模量 4.8GPa 优于 SKPI、略低于杜邦和达迈科技；热膨胀系数 9ppm/ $^{\circ}$ C 优于杜邦、SKPI 和达迈科技；200 $^{\circ}$ C 高温下烘烤 2 小时的热收缩率 0.1% 低于杜邦、SKPI 和达迈科技。②公司的黑色电子 PI 薄膜透光率达 0.001%，与 SKPI 相当，优于达迈科技；杨氏模量、绝缘强度等与杜邦、SKPI、达迈科技等国际先进企业相当；200 $^{\circ}$ C 高温下烘烤 2 小时的热收缩率为 0.15%，低于杜邦、SKPI 和达迈科技。尽管国内厂商已具备 FCCL 用电子 PI 薄膜的供应能力，但年产能均未超过 2000 吨，因而全球 80% 以上的 FPC 用 PI 薄膜的市场份额仍被杜邦、钟渊化学、SKPI、达迈科技等公司占据。但瑞华泰、时代华鑫、国风新材等国内厂商均在积极推进产能扩张，电子 PI 薄膜领域的国产化率有望进一步提升。

表 8：不同公司电子 PI 薄膜产品性能比较

产品	性能指标	瑞华泰	杜邦	SKPI	达迈科技	测试方法
超薄电子 PI 薄膜	厚度（微米）	7.5	7.5	7.5	7.5	—
	热膨胀系数（ppm/ $^{\circ}$ C）	9 (100–200 $^{\circ}$ C)	16 (50–200 $^{\circ}$ C)	12 (100–200 $^{\circ}$ C)	20 (100–200 $^{\circ}$ C)	热机械分析仪（TMA） ¹
	杨氏模量（GPa）	4.8	5.3	3.5	6	ASTM D882 ²
	热收缩率	0.1% (200 $^{\circ}$ C, 2h)	0.01% (200 $^{\circ}$ C, 2h)	0.07% (150 $^{\circ}$ C, 30min)	-0.006% (150 $^{\circ}$ C, 30min)	IPC TM650 2.2.4
黑色电子 PI 薄膜	厚度（微米）	25	25	25	25	—
	透光率（%）	0.001	—	0.0	0.1 ³	ASTM D1003
	杨氏模量（GPa）	4.8	3.0	3.1 ⁴	3.6	ASTM D882
	绝缘强度（KV/mm）	127	110	180	160	GASTM D149
	热收缩率	0.15% (200 $^{\circ}$ C, 2h)	<0.1% (200 $^{\circ}$ C, 2h)	0.03% (150 $^{\circ}$ C, 30min)	-0.025% (150 $^{\circ}$ C, 30min)	IPC TM650 2.2.4

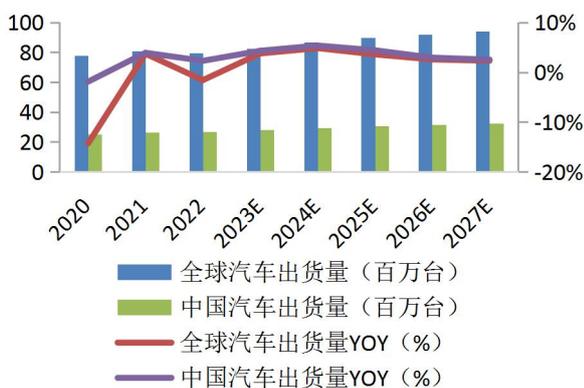
资料来源：瑞华泰招股说明书，山西证券研究所

注：¹杜邦公布的对热膨胀系数的测试方法为 JIS K 7161，达迈科技公布的对热膨胀系数的测试方法为 ASTM D696；²杜邦公布的对杨氏模量的测试方法为 JIS K 7161，SKPI 公布的对杨氏模量的测试方法为“SKPI 方法”；³公司和 SKPI 对透光率的测试方法为 ASTM D1003，达迈科技的测试方法为 ISO 14782 JIS K 7136；⁴SKPI 公布的对杨氏模量的测试方法为“SKPI 方法”。

手机需求逐步回暖、5G 时代带来技术变革、汽车三化趋势愈演愈烈、可穿戴市场快速发展等因素都将助推 FPC 需求快速增长，预期电子 PI 薄膜也将迎来新的发展机遇。FPC 下游应用领域景气度回升可以带动 FPC 行业快速复苏，进而为电子 PI 薄膜创造更多的市场需求。①在手机领域：一方面，受全球通胀、消费电子景气度下行等因素影响，2022 年手机出货量下滑明显，伴随消费信心逐步回暖，预期 FPC 和电子 PI 薄膜的需求都将逐步回升；另一方面，进入 5G 时代后，消费电子迎来了新一轮的技术变革，高性能电子产品需求增长带动高速高频覆铜板市场需求快速增长，性能更优异、附加值更高的电子 PI 薄膜产品仍有较大的发展空间。②在汽车领域，“电动化、网联化、智能化”融合逐步成为主要发展潮流，FPC 替代铜线束

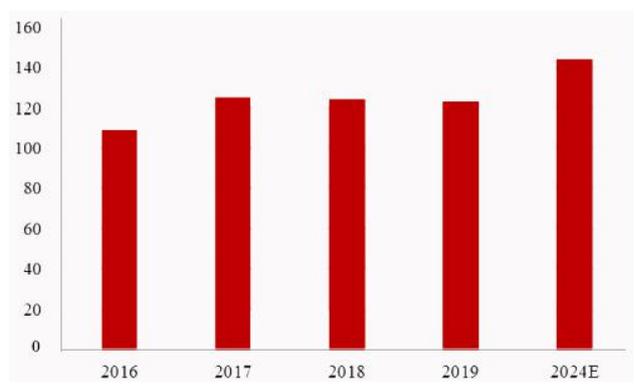
的趋势也愈发明确，伴随汽车出货量持续增加，FPC 的需求量也将持续扩张。群智咨询数据显示，2022 年全球和中国汽车出货量分别为 7970 万台和 2690 万台，预计到 2027 年将分别达到 9430 万台和 3250 万台。战新 PCB 产业研究院预测数据显示 FPC 单车用量在 40-100 片不等，假定单车 FPC 用量为 70 片，据此可计算得到 2027 年全球和中国汽车用 FPC 需求量分别为 66.01 亿片和 22.75 亿片。③在可穿戴领域，伴随产品不断迭代升级，传感器数量增加，性能和重量控制更为严格，电路更为复杂，FPC 用量也将持续增加。IDC 预测数据显示 2022 年全球可穿戴设备出货量为 5.156 亿部，较 2021 年下降 3.3%；考虑到经济状况逐步改善以及新兴市场需求持续增加，IDC 预测 2023 年全球可穿戴设备出货量将达到 5.39 亿部，到 2026 年底出货量有望达到 6.283 亿部。假定单机 FPC 用量为 10 片，据此可计算得到 2023 年和 2026 年可穿戴设备用 FPC 需求量分别为 53.9 亿片和 62.8 亿片。根据 PrismaMark 数据，2024 年全球 FPC 产值有望达到 144 亿美元。

图 22：全球及中国汽车出货情况预测



资料来源：群智咨询，山西证券研究所

图 23：全球 FPC 行业产值规模（亿美元）



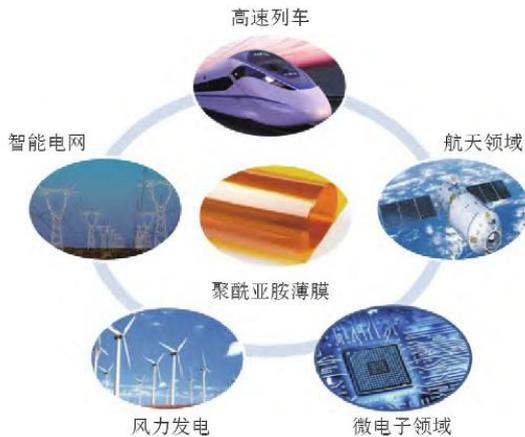
资料来源：瑞华泰招股书，山西证券研究所

3.2.1.3 电工 PI 薄膜：绝缘要求提升带来新机遇，国内厂商已顺利破局

电工 PI 薄膜常用于变频电机、发电机等高级绝缘系统，并最终用于高速轨道交通、风力发电、新能源汽车等领域。相对低端的 C 级电工 PI 薄膜主要用作耐温电机、变压器等产品的绝缘材料，其主要功能为耐高温与绝缘，耐温等级达到 200℃ 以上。随着电力电子技术快速发展，将电力电子技术与高频变压器相结合的电力电子变压器成为智能电网、高铁动车、航空航天等多个领域的关键电气设备。高频变压器在高效实现电压等级变换、电气隔离、功率调控等功能的同时，也面临着绝缘材料加速老化、诱发电晕放电等严重危害电气设备使用安全的情况。在此背景下，具有优异耐电晕特性的电工 PI 薄膜重要性凸显。目前，耐电晕 PI 薄膜主要用于变频电机、发电机等的高等级绝缘系统，并最终应用于高速轨道交通、风力发电等领域，保护绝缘系统免遭变频电机运行时局部放电导致的损坏，提高电机长期运行的可靠性，保障高速列车的运行安全性，实现风电设备长寿命免维护。众多研究表明借助纳米改性技术可以有效改善 PI 的耐电晕性能，

已投入大规模生产的杜邦 Kapton 100CRC 是最具有代表性的产品。

图 24：PI 薄膜在电力设备中的应用



资料来源：电工技术学报，山西证券研究所

图 25：耐电晕 PI 薄膜应用示例



资料来源：瑞华泰招股书，山西证券研究所

目前我国电工级 PI 薄膜整体消费量基本与电子级 PI 薄膜相当，并且国内厂商已成功打破杜邦长期在耐电晕 PI 薄膜领域的全球垄断。根据《中国化工信息周刊》消息，目前我国电子级 PI 膜与电工级 PI 薄膜整体消费量基本相当。并且电工级 PI 薄膜主要应用在传统电工绝缘领域以及高铁、风电、新能源汽车等新兴领域，瑞华泰招股书数据显示目前我国对于绝缘材料类的 PI 薄膜年需求量约为 2000-3000 吨。传统电工绝缘领域对于 PI 薄膜的性能要求相对较低因而国内已能实现大规模生产，而多应用于新兴领域且性能要求更高的耐电晕 PI 薄膜则长期被杜邦等国际巨头所垄断，但以瑞华泰为代表的国内厂商已在耐电晕薄膜的突破上取得关键进展。以瑞华泰为例，公司自主研发的耐电晕 PI 薄膜具备优异的耐电晕性能，依照国际电工委员会 IEC60343 的测试方法，在工频 50Hz、电压强度 20KV/mm（500V/mil）的条件下，耐电晕寿命超过 100,000 小时（11 年）。根据上海电器设备检测所对 38 微米厚度耐电晕 PI 薄膜制成的绕包导线进行的检测，公司的耐电晕 PI 薄膜的耐电晕长寿命性能优于杜邦；根据同行业公司公开的产品资料，公司产品的拉伸强度、断裂伸长率和绝缘强度优于杜邦。按照《GB/T21707-2018 变频调速专用三相异步电动机绝缘规范》试验要求，在峰值电压 3.0KV、脉冲频率 20KHz、脉冲上升时间 50ns 的测试条件下，公司耐电晕 PI 薄膜的测试寿命平均可达 247.24 小时，达到行业领先水平。自 2014 年起，公司陆续通过西门子、庞巴迪、ABB、中国中车的产品认证，打破了杜邦长期在该领域的全球垄断。

表 9：不同公司耐电晕 PI 薄膜产品性能比较

性能指标	瑞华泰	杜邦	测试方法
厚度（微米）	38	38	--
耐电晕测试平均寿命（h）	247.24	179.14	《GB/T21707-2018 变频调速专用三相异步电动机绝缘规范》试验要求
拉伸强度（MPa）	142	117	ASTM D882

性能指标	瑞华泰	杜邦	测试方法
断裂伸长率 (%)	58	43	ASTM D882
绝缘强度 (KV/mm)	188	173	ASTM D149

资料来源：瑞华泰招股书，山西证券研究所

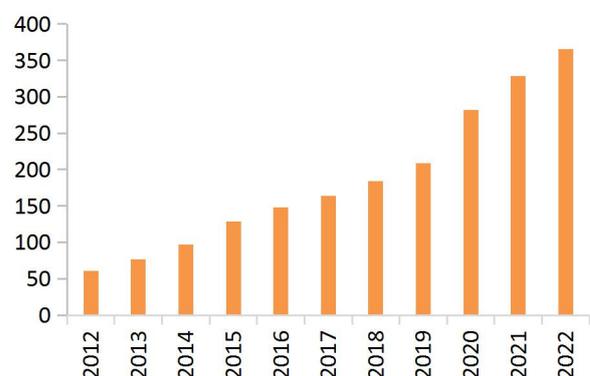
技术水平提高及绝缘要求升级使电工 PI 薄膜的应用场景得以延伸，新兴领域的快速发展也为其创造了巨大的市场空间。电工 PI 薄膜主要用于电工绝缘领域，随着行业技术水平的提高，具备高绝缘强度、耐电晕特性的产品不断出现，从传统电工绝缘延伸到高速轨道交通、风力发电、新能源汽车等领域。目前，这些新兴领域正处于快速发展阶段：①我国的高速铁路发展非常迅速。截至 2022 年底，我国铁路运营总里程达到 15.5 万公里，其中高铁运营里程达到 4.2 万公里，预计 2035 年全国高铁运营里程将实现 7 万公里。②我国的新能源汽车产业欣欣向荣。2018 年，我国新能源汽车销售首度突破 100 万辆，达到 125.6 万辆；2019 年，由于补贴退坡销量略有下降；2020 年，销量达到 136.7 万辆，同比增长超过 10%；2021 年和 2022 年我国新能源汽车销量分别达到 352.1 万辆和 688.7 万辆，同比分别增长 157.54%和 95.62%。国务院发展研究中心市场经济研究所副所长在 2023 中国电动汽车百人会上进一步表示，到 2025 年我国新能源汽车的销量有望达到 1700 万辆左右，到 2030 年市场占有率预期会突破 90%从而达到约 3200 万辆左右，市场潜力较大。③我国的风力发电迅速发展。《关于促进新时代新能源高质量发展的实施方案》指出到 2030 年我国要实现风电、太阳能发电总装机容量达 12 亿千瓦以上的目标。截至 2022 年底，我国风电装机容量约 3.7 亿千瓦，同比增长 11.2%；太阳能发电装机容量约 3.9 亿千瓦，同比增长 28.1%。假定这一比例保持不变，预计 2030 年我国风电装机容量将达到 5.8 亿千瓦。作为上述新兴领域的关键材料，耐电晕 PI 薄膜的市场需求或将不断扩大。

图 26：中国高铁及新能源汽车发展情况



资料来源：瑞华泰招股书，Wind，山西证券研究所

图 27：中国风电累计装机容量 (GW)



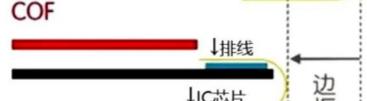
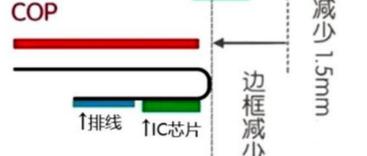
资料来源：Wind，山西证券研究所

3.2.2 高端市场：日韩企业长期垄断，国内厂商技术突破按下加速键

3.2.2.1 COF 用 PI 薄膜：日本企业垄断市场，国内厂商加速破局正当时

消费电子全面屏时代到来，更适应窄边框、高屏占比需求的 COF、COP 需求快速扩张，工艺更加成熟、成本更低的 COF 封装逐步成为主流。伴随技术进步，消费电子显示器经历了从 CRT（阴极射线显像管）到 LCD（液晶显示器）再到 OLED（有机发光二极管）的变革，消费者对于清晰度、厚度、形态（是否可折叠）、可视区域（屏占比）的追求也越来越高。在此背景下，更适应窄边框、高屏占比需求的 COF、COP 需求快速扩张并逐步取代了 COG 封装方式。与 COG 封装方式相比，COF 封装方式可以充分利用 FPC 可翻折的特性将显示驱动 IC 芯片翻折至屏幕下方，从而缩小边框、提升屏占比；与 COP 封装方式相比，虽然 COF 封装方式在减小边框方面存在一定欠缺，但其工艺更加成熟、成本更低，因而逐步成为主流的屏幕封装方式。

表 10：屏幕封装技术对比

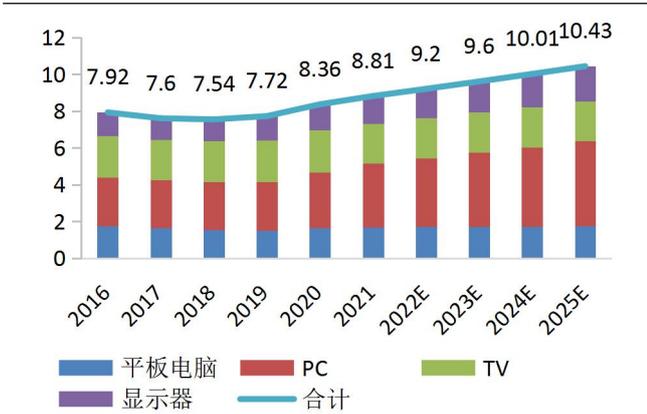
封装技术	全称	特点	简介	示意图
COG	Chip On Glass	传统封装技术	将显示驱动 IC 芯片、FPC 排线放置在屏幕的背板玻璃上，IC 芯片位于 LCD 的正下方，会挤压大部分的屏幕空间进而产生宽边框	COG 
COF	Chip On Film	适用全面屏	将显示驱动 IC 芯片置入柔性 FPC 排线中，再利用 FPC 本身可折叠的特性翻折至屏幕下方，从而释放 IC 芯片占用的空间，减少下边框的宽度	COF 
COP	Chip On PI	适用于柔性 OLED	利用柔性 OLED 本身可弯曲的特性将排线和显示驱动芯片全部弯折至屏幕下方，能够最大限度地减少边框，但目前存在成本较高、良品率较低的缺点	COP 

资料来源：厦门都一电子科技有限公司官网，山西证券研究所

伴随 AMOLED、MiniLED、MicroLED 等新型显示技术渗透率持续提升，作为 COF 封装关键材料的 PI 薄膜有望迎来快速发展。显示驱动芯片行业的发展与面板行业及其终端消费市场发展情况密切相关，主要的终端消费市场集中在显示器、电视、笔记本电脑、智能手机、智能穿戴和车载显示等。顾中科技招股书援引的赛迪顾问数据显示，平板电脑、显示器及个人电脑等显示设备未来几年的年出货量基本保持稳定或缓慢增长的态势，驱动显示面板市场发展的因素主要是结构调整，如相关终端设备对显示分辨率、显示屏便携性等方面要求的逐渐提高；大尺寸 AMOLED、MiniLED、MicroLED 等新型显示技术渗透率的提升；相关驱动芯片性能的提高等。以显示分辨率为例，顾中科技招股书援引的沙利文预测数据表明 4K、8K 电视的渗透率分别将由 2021 年的 54.80%、0.71% 提升至 2025 年的 79.72%、17.79%，单台设备所需的显示驱动芯片数量也将由 2K 时代的 4~6 颗增加到 4K 时代的 10~12 颗以及 8K 时代的 20 颗左右。显示驱动芯片

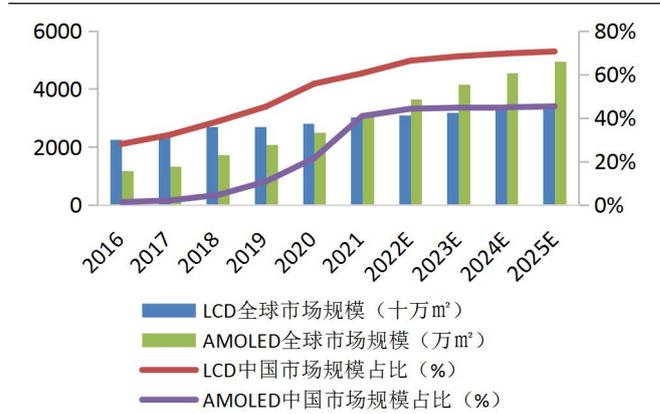
需求大幅增加以及显示驱动芯片封测行业技术提升将驱动 COF 封装市场快速发展，进而为 COF 用 PI 薄膜创造更大的发展空间。Research and Markets 数据显示，2022 年全球 COF 市场规模预计为 16 亿美元，2030 年有望达到 21 亿美元，2022-2030 年 CAGR 为 3.3%。

图 28：全球主要显示设备出货量（亿台）



资料来源：顾中科技招股书，山西证券研究所

图 29：LCD 及 AMOLED 市场规模预测



资料来源：顾中科技招股书，山西证券研究所

COF 用 PI 薄膜市场此前长期被日本企业垄断，目前全球已有多家突破这项技术，其中包括中国大陆厂商丹邦科技。早在 2003 年，日本宇部兴产公司就发布公告称要开始布局 COF 基板业务，并将其作为中期经营计划中的一项重点项目。依托相对完整的 COF 用 PI 薄膜和 COF 制程产业链，以宇部兴产为代表的日本企业基本垄断了 COF 用 PI 薄膜市场。但其他厂商也在积极布局这一业务，并将其列入公司中长期发展规划：PIAM 的 CEO 在 2021 年接受 Korea JoongAng Daily 采访时表示，PIAM 在 COF 用 PI 薄膜市场份额仅有不到 5%，其中长期的目标是将这一比例提升到 30% 以上。除 PIAM 以外，杜邦、达迈科技、丹邦科技等公司也已突破这项技术，其中丹邦科技在“微电子级高性能聚酰亚胺研发与产业化项目”2017 年实现量产已形成“PI 膜→FCCL→COF 柔性封装基板→COF 产品”的全产业链结构，丹邦科技退市后中国大陆厂商在这一领域的竞争力可能会有所减弱。但以瑞华泰为代表的国内厂商仍在积极推进 COF 用 PI 薄膜的研发与生产，其与下游应用单位共同进行技术攻关的 COF 用 PI 薄膜目前已完成多次评价，加速破局指日可待。

表 11：宇部兴产及杜邦 COF 用 PI 薄膜性能概况

指标	宇部兴产			指标	杜邦			
	25SGA	50SGA	测试方法		150EN-C	150EN-A	140EN-Z	测试方法
厚度	25 μm	50 μm	—	厚度	37.5 μm	37.5 μm	35.0 μm	JIS K 7130
拉伸强度	490 MPa	490 MPa	ASTM D882	拉伸强度 (纵/横)	375/400 MPa	375/430 MPa	385/450 MPa	JIS K 7161
延伸率	40%	45%	ASTM D882	延伸率 (纵/横)	80%/65%	85%/60%	70%/55%	JIS K 7161
拉伸模量	10GPa	9.7 GPa	ASTM D882	模量 (纵/横)	5.3/5.8 GPa	5.7/7.0 GPa	6.9/8.5 GPa	JIS K 7161

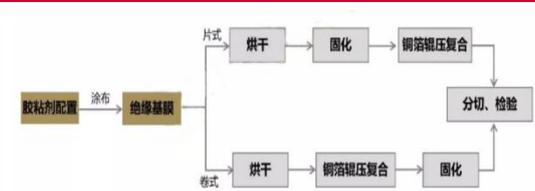
指标	宇部兴产			指标	杜邦			
	25SGA	50SGA	测试方法		150EN-C	150EN-A	140EN-Z	测试方法
热缩率 (200℃)	0.06%	0.06%	ASTM D1204	热缩率 (200℃)	0.01%	0.01%	0.01%	JIS K 7133
热膨胀系数	13 ppm/°C	14 ppm/°C	Fine linear dilatometer	热膨胀系数 (纵/横)	16/13 ppm/°C	12/5 ppm/°C	7/2 ppm/°C	JIS K 7197
吸水率	1.2%	1.4%	ASTM D570	吸水率	1.9%	2.1%	2.3%	JIS K 7209

资料来源：宇部兴产官网，杜邦官网，山西证券研究所

3.2.2.2 TPI 薄膜：钟渊化学占据专利高地，国内厂商逆势开发新工艺

手机等便携式电子设备持续向高性能化、小型化、轻量化、薄型化发展，二层型挠性覆铜板(2L-FCCL)的市场需求持续扩张。FCCL 可以分为有胶型三层软板(3L-FCCL)和无胶型二层软板(2L-FCCL)两大类，由于产品结构存在较大差异，2L-FCCL 会比 3L-FCCL 更薄：根据方邦股份招股书，普通型单层 3L-FCCL 的厚度大概在 36~111μm，极薄型单层 3L-FCCL 的厚度大概在 6~40μm；普通型单层 2L-FCCL 的厚度大概在 21~68μm，极薄型单层 2L-FCCL 的厚度大概在 5.5~34μm。除此以外，相比 3L-FCCL，2L-FCCL 的可操作使用温度更高、介电常数更低、耐屈挠性更高并且重量更轻，因而 2L-FCCL 也逐步发展成为消费电子高性能化、小型化、轻量化、薄型化发展趋势下的关键材料，根据中科玖源数据，无胶型挠性覆铜板(2L-FCCL)占有超过 65%的 FCCL 市场量并且有 75%的产值占有率。目前，制备 2L-FCCL 的方法主要包括涂布法、层压法和溅射法三大类：①涂布法是由 PI 预聚体聚酰胺酸(PAA)单面涂布在铜箔表面，经过干燥及亚胺化后制得 2L-FCCL，涂布法是率先实现工业化生产 2L-FCCL 的工艺，技术成熟但多用于生产单面挠性覆铜板，且黏附性较差；②层压法是指将 PI 复合膜和铜箔在高温高压下经过压合制得 2L-FCCL，多用于生产双面二层挠性覆铜板，黏附力较强，但符合要求的热塑性树脂比较少且设备造价高昂；③溅射法是指在真空环境下先在基膜上喷射一层很薄的品种层，然后通过镀铜加厚至所需要的厚度从而制得 2L-FCCL，优势在于能制作超薄铜层，适用于 FPC 精细线路或半加成法工艺，但是最大问题是工艺技术要求高，且板材剥离强度较低使用不稳定，容易出现镀层针孔等问题。目前，涂布法和层压法是更为常用的 2L-FCCL 制备方法，二者合计占比在 70%以上。

表 12：2L-FCCL 和 3L-FCCL 对比

名称	分类	结构示意图	制备方法	制备方法示意
3L-FCCL (有胶)	普通型		片状法	
	极薄型		卷状法	

名称	分类	结构示意图	制备方法	制备方法示意
2L-FCCL (无胶)			涂布法	
			层压法	
			溅射法	

资料来源：势银（TrendBank），方邦股份招股书，山西证券研究所

2L-FCCL 已成为主要的 FCCL 产品，伴随 FCCL 市场空间持续扩大，TPI 的重要性也日益显现。市场需求变化叠加技术水平提升促使 FCCL 的产品结构发生较大变化，附加值更高、更适用于精细电路的 2L-FCCL 市场需求迅速增长。根据《2L-FCCL 用热固性聚酰亚胺基体树脂研究》一文，2L-FCCL 和 3L-FCCL 的市场需求比例已从 2004 年的 40%和 60%变为 2006 年的 52%和 48%，并且 2L-FCCL 的价格通常为 3L-FCCL 价格的 1.5-2 倍。从势银（TrendBank）《2019 年挠性覆铜板及覆盖膜材料市场分析报告》披露的数据可以发现，2013 年以来 2L-FCCL 的优势地位愈发明显。Prof Research 预测数据显示，2017 年全球 FCCL 市场空间为 22.10 亿美元，预计 2022 年将达到 28.13 亿美元（2017-2022 年 CAGR 为 4.9%），到 2027 年全球 FCCL 市场空间有望扩大至 28.83 亿美元。在此情况下，预期 2L-FCCL 仍将稳步增长，作为制备 2L-FCCL 关键材料的 TPI 重要性也日益显现。TPI（热塑型 PI）是一类可熔融的线性聚合物，一般在分子主链上含有酰亚胺环和柔性基团，由于其成型期间没有发生化学交联，因而可以反复模塑和再加工，广泛应用于工业领域的模压、挤出成型等，如日本钟渊化学公司开发的牌号为“PIXEO”的 PI 复合胶粘膜就可应用于 FPCB 的制备（资料来源：《用于 2L-FCCL 的热塑性聚酰亚胺薄膜的制备与性能》）。

图 30：中国 FCCL 市场销售情况变化

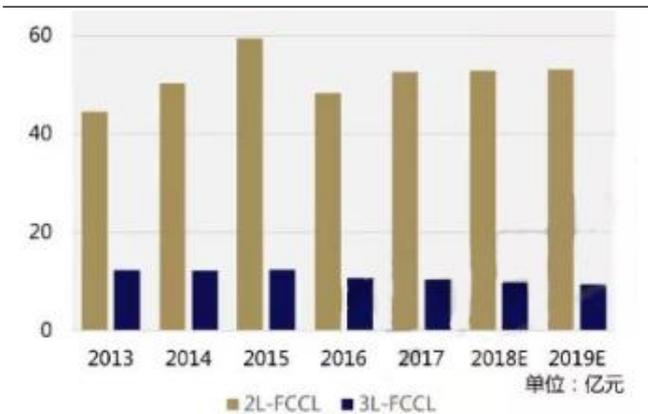
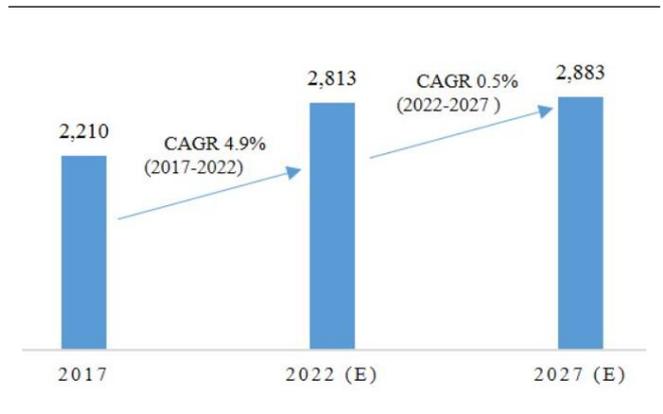


图 31：全球 FCCL 市场空间预测（百万美元）



资料来源：势银（TrendBank），山西证券研究所

资料来源：Prof Research，山西证券研究所

钟渊化学拥有“三层共挤”专利技术并占据专利高地，以瑞华泰为代表的国内厂商通过自有工艺路径打破垄断。相比于涂布法，层压法的成本较高，需要使用几乎被杜邦、钟渊化学和宇部兴产 3 家企业垄断的 PI 基膜原材料。并且早在 2011 年钟渊化学就获得了“三层共挤”专利技术，该专利是对浇铸在支撑体表面的流动聚酰胺酸溶液、中间的非热塑型聚酰亚胺层、设置在非热塑型聚酰亚胺层表面的热塑型聚酰胺层进行三层共挤压，成形后再从支撑体上剥离下来，可以减少双面涂布聚酰胺酸溶液并进行酰亚胺化所产生的额外成本，并且钟渊化学采用“三层共挤”专利技术生产的 TPI 薄膜还具有高耐热性、高密合性、高尺寸稳定性等优点。由于技术难度较高且“三层共挤”专利受到保护，国内厂商在层压法制备 2L-FCCL 上打破垄断仍需较长时间，但以瑞华泰为代表的国内厂商正积极布局涂布法等其他制备工艺，力求实现无胶法 FCCL 商业化生产：瑞华泰的热塑性薄膜开发过程包括配方设计、工艺流程设计、工艺参数计算，以及相应的设备改进等步骤，公司自 2014 年启动热塑性 PI 薄膜的研究并进行了大量的配方试验及工艺验证，基于该技术研发并量产了 MAM 产品，并且公司自主研发的、采用涂布法制备的 TPI 薄膜产品已处于中试阶段，将视下游需求情况推向市场。

表 13：钟渊化学、宇部兴产及杜邦 TPI 薄膜性能概况

指标	钟渊化学			宇部兴产		杜邦	
	PIXEO™	高频用 PIXEO™	测试方法	UPILEX® 50VT	测试方法	Kapton® 200FWR919	测试方法
厚度	—	—	—	50 μm	—	50 μm	ASTM D374
拉伸模量	5.3GPa	7.6GPa	IPC-TM-650 2.4.18.3	7.6GPa	ASTM D882	3.0GPa	ASTM D882
拉伸强度	190MPa	280MPa	IPC-TM-650 2.4.19	540MPa	ASTM D882	207MPa	ASTM D882
断裂伸长率	80%	80%	IPC-TM-650 2.4.19	90%	ASTM D882	63%	ASTM D882
介电常数	3.4@1MHz	3.4@10GHz	Kaneka method	3.3@1GHz 3.3@10GHz	Triplate-Line Resonator	2.7@1kHz	ASTM D150
介电损耗	0.01@1MHz	0.0025@ 10GHz	Kaneka method	0.004@1GHz 0.007@10GHz	Triplate-Line Resonator	0.0013@1kHz	ASTM D150
体积电阻率	>10 ¹⁵ Ω·cm	>10 ¹⁵ Ω·cm	IPC-TM-650 2.5.17	>10 ¹⁴ Ω·m	ASTM D257	2.30 ¹⁷ Ω·cm	ASTM D257
表面电阻率	>10 ¹⁶ Ω	>10 ¹⁶ Ω	IPC-TM-650 2.5.17	>10 ¹⁵ Ω	ASTM D257	—	—
热膨胀系数	18 ppm/°C (100-200°C)	18 ppm/°C (100-200°C)	IPC-TM-650 2.4.41.3	20ppm/°C (50-300°C)	Fine linear dilatometer	—	—
吸湿率	1%	0.4%	Kaneka	1.4%	ASTM D570	2.2%	ASTM D570

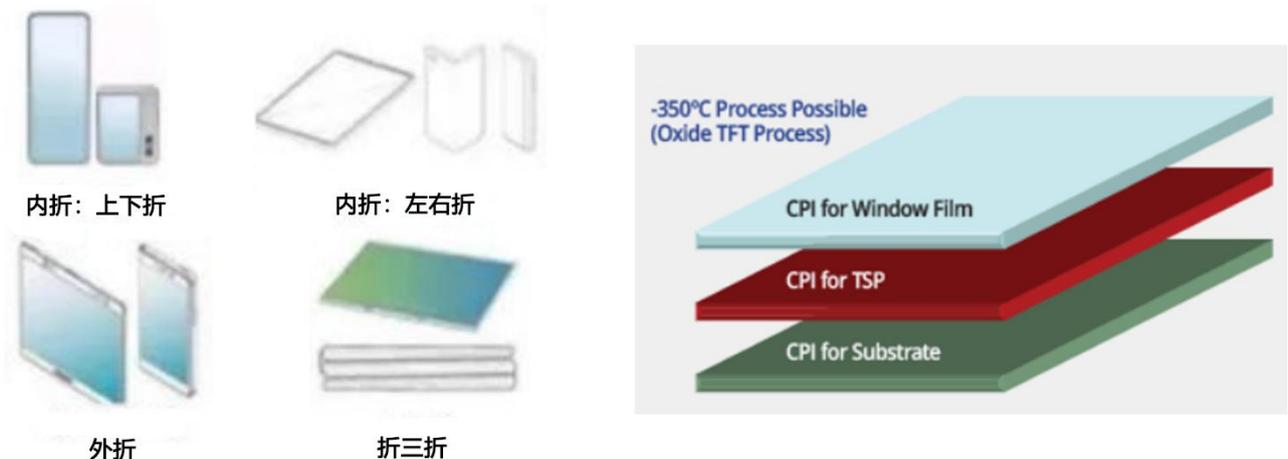
指标	钟渊化学		宇部兴产		杜邦		
	PIXEO™	高频用 PIXEO™	测试方法	UPILEX® 50VT	测试方法	Kapton® 200FWR919	测试方法
			method				
易燃性	V-0, VTM-0	V-0, VTM-0	UL94	V-0	UL94	V-0	UL Test Method

资料来源：钟渊化学官网，宇部兴产官网，杜邦官网，山西证券研究所

3.2.2.3 CPI 薄膜：折叠屏手机迅速发展，国内厂商已顺利打破垄断

CPI 薄膜是生产光电显示器件的重要材料，其中半芳香型 CPI 薄膜商业潜力较大。CPI 薄膜广泛应用于柔性光电显示器件的制造，如柔性显示屏盖板、柔性显示器件基板、薄膜太阳能电池等。根据主链的组成不同，CPI 薄膜可以分为全芳香型 CPI 薄膜、全脂肪族/脂环族型 CPI 薄膜、半芳香型 CPI 薄膜三种，其中：①全芳香型 CPI 薄膜具有优异的电、热和机械性能，但其加工性差、介电常数高且呈棕黄色等缺陷限制了产业化推广；②全脂肪族/脂环族型 CPI 薄膜在极性有机溶剂中具有良好的溶解性，并且其介电系数较低、光学透明度较高，但是由于该薄膜较脆且热机械稳定性较差，综合性能不及全芳香型 CPI 薄膜且实用性较差；③半芳香型 CPI 薄膜具有相对低的分子密度、低的极性、低的分子间或分子内电荷转移相互作用发生概率，因而其光学透明度较全芳香型 CPI 薄膜更高、介电系数较全芳香型 CPI 薄膜更低、力学性能和热机械稳定性较全脂肪族/脂环族型 CPI 薄膜更高。由于半芳香型 CPI 薄膜充分结合了全芳香型 CPI 薄膜、全脂肪族/脂环族型 CPI 薄膜的性能优势，具有高透明性、低介电、溶解性好、易加工等特点，因而商业潜力较大。（资料来源：庞勃、吴志强等《无色透明聚酰亚胺薄膜近五年的研究进展》）

图 32：折叠屏手机折叠形态及 CPI 薄膜在折叠屏手机中的应用



资料来源：Gfk，Kolon 官网，山西证券研究所

折叠屏手机是 CPI 薄膜的主要应用场景，OLED 向可卷曲方向发展叠加价格逐步下探推动折叠屏手机

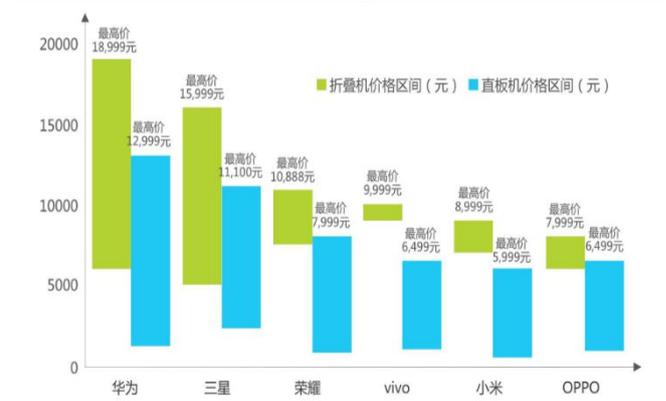
进入快速放量阶段，CPI 薄膜有望受益。一方面，就电子产品的显示方案而言，OLED 取代 LCD 已成主流趋势，并朝着曲面→可折叠→可卷曲的方向发展，柔性 OLED 在电子产品显示屏中的渗透率不断提升，折叠屏手机进入了快速放量阶段。Counterpoint 数据显示，2022Q1-Q3 全球折叠屏手机的累计出货量达到 950 万部（同比增长 90%），考虑到全球通货膨胀和经济衰退，预期 2022 财年全球折叠屏手机出货量将达到 1490 万台，但与此同时折叠屏手机已在智能手机市场站稳脚跟，预计 2023 财年全球折叠屏手机出货量将会达到 2270 万部。艾瑞咨询数据显示，2022 年中国折叠屏手机出货量约为 360 万部（同比增长 154.40%），预计 2025 年将达到 1600 万部，2022~2025 年 CAGR 为 64.41%。另一方面，小米、OPPO 等厂商纷纷入局，折叠屏手机价格趋于下行，折叠屏手机放量有望加速。三星和华为是折叠屏手机市场中的领跑者：三星在全球折叠机市场中占据主导地位，2022H1 市场份额为 62%，Fold 系列（如 Galaxy Z Fold3）、Flip 系列（如 Galaxy Z Flip3）以及 W 系列（如 W22）是其三大产品线，现有产品所使用的盖板多为 UTG；华为在中国折叠机市场中占据主导地位，2022 年市场份额为 47.4%，X 系列（如 Mate X2）和 Pocket 系列（如 P50 Pocket）是其主要产品线，现有产品所使用的盖板多为 CPI；除此以外，小米、OPPO、VIVO 等手机厂商也纷纷入局。新参与者的进入及出货量不断提升推动产品价格下探，艾瑞咨询数据显示，在售折叠屏手机中三星最低价已接近 5000 元，略低于 VIVO、小米、OPPO 的中高端直板手机的价格。在此情况下，可用作柔性显示屏盖板、柔性显示器件基板等的 CPI 薄膜有望受益。

图 33：全球及中国折叠屏手机出货情况



资料来源：Counterpoint，艾瑞，山西证券研究所

图 34：折叠屏手机价格逐步下探



资料来源：艾瑞咨询，山西证券研究所

短期来看，CPI 和 UTG 共存的形式仍将持续，并且逐步衍生出“CPI+UTG”的新模式。除 CPI 以外，UTG 也可用于折叠屏手机盖板。自折叠屏手机诞生以来，CPI 与 UTG 的博弈一直在进行，关于哪种材料将在博弈中胜出目前并无定论：①UBI Research 认为折叠屏手机显示器制造商将继续依赖超薄玻璃（UTG）和无色聚酰亚胺（CPI）薄膜，预计 2020 年 CPI 和 UTG 的需求量分别为 450 万件和 350 万件，到 2024 年需求量将分别达到 3710 万件和 3050 万件；②Gfk 认为尽管当前 CPI 的需求量比 UTG 更多，但随着 UTG

技术不断进步，成本会逐步下降，2023 年 UTG 的采用量有望超过 CPI。基于 CPI 和 UTG 均无法作为完美解决方案的现实情况，“CPI+UTG”等复合盖板或新型材料方案正逐步成为折叠屏手机盖板的新趋势。

图 35：UTG 和 CPI 市场规模预测（百万件）

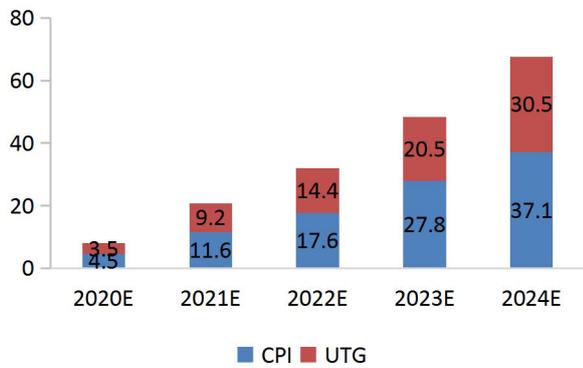
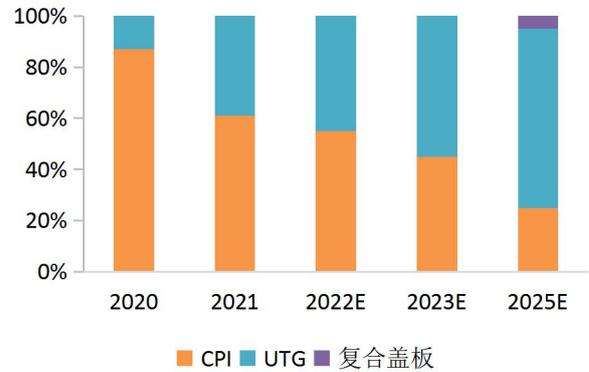


图 36：中国折叠屏盖板市场需求量情况预测



资料来源：UBI Research，山西证券研究所

资料来源：Gfk，山西证券研究所

中长期来看，折叠形态的多样化、折叠设备的大型化以及大规模推广催生的降本需求均将助力 CPI 在博弈中占据上风。与 UTG 相比 CPI 薄膜在某些方面具有独特优势，或将推动国产折叠屏手机快速发展，原因是：①虽然 UTG 具有良好的硬度但抗冲击性仍然不足，因此需要粘贴保护膜；而 CPI 薄膜虽然较软但抗冲击能力较强、不容易破碎，安全性较高。②CPI 薄膜的折叠性能优于 UTG，通常来说粘贴保护膜后的 UTG 在使用过程中非常容易出现折痕，并且受弯折点相对固定影响很难制作大屏以及特殊形式的折叠屏；而 CPI 薄膜折叠性能更好，可以适配大屏折叠和屏幕卷曲的需要。③CPI 薄膜国产化的速度预期会比 UTG 更快，国产化成功后，基于卷对卷生产的 CPI 薄膜还有很大的降本空间。目前，国内厂商瑞华泰已具备小规模生产光学级 CPI 薄膜的能力，并且在持续优化工艺、产品质量及一致性表现，预期采购时机到来后将形成批量销售。而国内厂商目前尚不具备 UTG 原片生产能力，多通过“外购原片+自行减薄”来实现供应，因而面临采购价格较高、供应链安全难以保障等问题。④CPI 薄膜是高分子聚合物，可以通过分子结构以及工艺的调控来拓展产品性能，相比 UTG 在性能拓展上还存在很大的空间和可行性。

表 14：CPI 与 UTG 性能比较

性能指标	CPI	UTG
硬度（硬化处理后）	软	硬
是否有表面附加膜	无	有（用于保护）
平整度	正常	良好
厚度	≤50μm	30-200μm
透射率	正常	良好
成本	高	更高
外观	中端	高端

性能指标	CPI	UTG
折叠可靠性	良好	正常
可折叠半径	良好	正常
是否处于大规模生产阶段	正处于	正处于
供应商	SKC Kolon (韩国科隆), 住友化学	Coming(美国康宁), Schott(德国肖特), 韩国 Dowoo Insys
硬化涂层厂商	DNP, Dongwoo, C3Nano	无

资料来源：国际全触与显示展官网，山西证券研究所

目前，具备 CPI 薄膜供应能力的厂商主要有住友化学、韩国可隆以及韩国 SKC，国内厂商瑞华泰生产的 CPI 薄膜也即将实现小规模量产。CPI 薄膜可用于屏幕盖板等柔性显示结构部件，最终应用于折叠屏手机等柔性显示电子产品，其中透光率和耐弯折次数为关键特性。CPI 薄膜的技术难度很高，目前仅有韩国 KOLON、日本住友化学等极少数几家日韩企业具备供应能力，国内尚无企业具备柔性显示用 CPI 薄膜的量产能力。但国内厂商瑞华泰已自主掌握 CPI 薄膜制备的核心技术，并于 2018 年成功生产出 CPI 薄膜，该等产品的光学性能和力学性能优异，可折叠次数超过 20 万次，关键性能通过国内终端品牌厂商的评测，已实现样品销售，用于终端品牌厂商及其配套供应商的产品测试。目前公司的柔性显示用 CPI 薄膜项目进展顺利，已具备小批量生产光学等级 CPI 薄膜的能力，并且在持续加大对光电应用的系列产品开发，但 CPI 薄膜形成批量销售还需等待采购时机，公司将继续优化 CPI 薄膜的工艺、产品质量及一致性表现。

表 15：可隆、SKC 透明 PI 薄膜性能概况

指标	可隆						SKC	
	CPI 薄膜				硬化涂层后 CPI 薄膜		TF110	测试方法
	A	B	C	D	高灵活性	高硬度		
厚度(μm)	30	30	20	20	60 (裸厚 50)	70 (裸厚 50)	50	Micrometer
透光率(%)	88	90	88	88	91	91	89↑	ASTM D1003
黄色指数	<4.5	0.7	1.8	2.9	0.6	0.6	2.5	ASTM E313
热膨胀系数 (ppm/°C)	10	11	28	45	---	---	---	---
玻璃化温度 (°C)	>330	>330	>300	>300	---	---	---	---
硬度	1H	2H	>1H	>1H	6H	8H	2H	750g Load
拉伸强度(MPa)	>300	>300	170	130	---	---	---	---
断裂伸长率(%)	<30	30	25	25	---	---	---	---
模量(Gpa)	>6	>6.5	5.3	4.5	---	---	6.8	ASTM E111 (Knife cutting)
应用场景	TFT 基板	盖板	TSP 基板	FPCB	---	---	---	---
雾度	---	---	---	---	---	---	0.3	ASTM D1003
剥离强度	---	---	---	---	5B	5B	---	---
抛光	---	---	---	---	PASS	PASS	---	---
内折	---	---	---	---	R1	R1	PASS	1R, 1 cycle/sec,

指标	可隆						SKC	
	CPI 薄膜				硬化涂层后 CPI 薄膜		TF110	测试方法
	A	B	C	D	高灵活性	高硬度		
外折	--	--	--	--	R2	R3	--	200000 cycles

资料来源：可隆官网，SKC 官网，山西证券研究所

注：除可隆和 SKC 外，住友化学也具备 CPI 薄膜供应能力，但住友化学未披露相关产品的性能数据

4. 国家政策持续支持 PI 薄膜业务发展，国产替代进程有望进一步加快

聚酰亚胺是当前炙手可热的材料之一，国家政策高度支持 PI 及 PI 薄膜的发展，国产替代步伐有望加快。PI 被誉为“高分子材料金字塔的顶端材料”，也被称为“解决问题的能手”，因其在性能和合成方面的突出特点，不论是作为结构材料或是作为功能性材料都有着巨大的应用前景。近年来，各国都在将 PI 的研究、开发及利用列入 21 世纪化工新材料的发展重点之一。此前，我国《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》、《“十三五”材料领域科技创新专项规划》等政策明确表示将 PI 列为先进结构与复合材料的发展重点，《重点新材料首批次应用示范指导目录（2019 年版）》、《重点新材料首批次应用示范指导目录（2021 年版）》、《“十四五”国家重点研发计划“新型显示与战略性电子材料”等重点专项 2022 年度定向项目申报指南》进一步将柔性显示用 PI 列为新型显示与战略性电子材料的重点专项和关键技术。国家政策导向对 PI 及 PI 薄膜的开发和生产予以足够的重视和支持，为国产高性能 PI 产业的发展创造了有利条件。

表 16：PI 薄膜相关支持政策

时间	政策名称	颁布部门	主要内容
2022.4	《“十四五”国家重点研发计划“新型显示与战略性电子材料”等重点专项 2022 年度定向项目申报指南》	科技部	将柔性显示用 PI 列为新型显示与战略性电子材料的重点专项和关键技术
2021.12	《重点新材料首批次应用示范指导目录（2021 年版）》	工信部	柔性显示盖板用透明聚酰亚胺、I-线光敏型聚酰亚胺（PI）绝缘材料、低介电常数低损耗聚酰亚胺（PI）、OLED 基板用电子级聚酰亚胺材料等均在重点新材料中列示
2019.12	《重点新材料首批次应用示范指导目录（2019 年版）》	工信部	在“关键战略材料”之“三、先进半导体材料和新型显示材料”明确列示“柔性显示盖板用透明聚酰亚胺”
2019.12	《首台（套）重大技术装备推广应用指导目录（2019 年版）》	工信部	在“11、成形加工设备”之“11.8 注塑成形设备”之“11.8.8 双向拉伸塑料薄膜生产线”明确列示“聚酰亚胺薄膜（PI）生产线”
2019.04	《产业结构调整指导目录（2019 年本）》	国家发展改革委	聚酰亚胺薄膜属于鼓励类中第十一类第 12 项“纳米材料，功能性膜材料，超净高纯试剂、光刻胶、电子气、高性能液晶材料等新

时间	政策名称	颁布部门	主要内容
			型精细化学品的开发与生产”，为国家产业政策鼓励发展的行业
2018.11	《战略性新兴产业分类（2018）》	国家统计局	将聚酰亚胺薄膜列入战略性新兴产业领域，归属于“新材料产业”分类下“前沿新材料”分类下“高分子纳米复合材料制造”分类下“塑料薄膜制造”分类下“聚酰亚胺纳米塑料薄膜”
2017.07	《重点新材料首批次应用示范指导目录（2017年版）》	工信部	“聚酰亚胺及薄膜”被列入2017年重点新材料首批次应用目录，归属于“先进基础材料”下的“先进化工材料”。热塑性薄膜、高导热石墨聚酰亚胺薄膜和高铁耐电晕级聚酰亚胺薄膜均被列入其中
2017.04	《“十三五”材料领域科技创新专项规划》	科技部	先进结构与复合材料领域发展重点：高性能高分子结构材料。高性能聚醚酮、聚酰亚胺、聚芳硫醚酮（砜）、聚碳酸酯和聚苯硫醚材料，耐高温聚乳酸、全生物基聚酯、氨基酸聚合物等新型生物基材料，高性能合成橡胶等
2016.12	《新材料产业发展指南》	工信部、发改委、科技部、财政部	将新一代信息技术产业用材料、航空航天装备材料、先进轨道交通装备材料、节能与新能源汽车材料、电力装备材料等列入“突破重点应用领域急需的新材料”之“专栏1 新材料保障水平提升工程”
2016.11	《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》	国务院	推动新材料产业提质增效。面向航空航天、轨道交通、电力电子、新能源汽车等产业发展需求，扩大高强轻合金、高性能纤维、特种合金、先进无机非金属材料、高品质特殊钢、新型显示材料、动力电池材料、绿色印刷材料等规模化应用范围，逐步进入全球高端制造业采购体系

资料来源：瑞华泰招股书，工信部官网，山西证券研究所

5. 投资建议

PI 薄膜是制约我国高技术产业发展的关键高分子材料，以美国杜邦、日本钟渊化学、韩国可隆为代表的国际巨头长期以来在 PI 薄膜市场占据主导地位，国内厂商在打破垄断方面虽取得了明显突破但仍限于中低端市场，产能不足和技术难点尚未攻克仍是制约国内厂商进入高端 PI 薄膜市场的核心原因。在国家政策的大力支持下，以瑞华泰为代表的国内厂商也在积极进行产能扩张和高端产品研发，打破国际巨头垄断、保障关键材料供应安全指日可待，**建议持续关注进展较快的瑞华泰（688323.SH）。**

6. 风险提示

国内厂商业规模、产品技术与国际知名企业存在较大差距的风险；PMDA 和 ODA 等原材料采购价格波动风险；募投项目进展不及预期的风险；新产品研发失败的风险；消费电子市场恢复不及预期的风险。

7. 附录：PI 薄膜市场主要参与者情况

7.1 美国公司

7.1.1 美国杜邦：“Kapton”开启 PI 薄膜新纪元

美国杜邦是 PI 薄膜行业的“带头人”，其生产的“Kapton”系列涵盖热控、电子、电工等多种薄膜类型。美国杜邦公司自 1950 年起开始耐高温聚合物研究，1962 年开始在布法罗试生产“H”型薄膜，1965 年在塞克尔维尼建厂并开始大规模生产“Kapton”薄膜（主要有 H 型、F 型、V 型 3 种），1984 年推出改良型“Kapton”薄膜（HN 型、FN 型、VN 型），1984 年在日本正式设立东丽-杜邦株式会社。美国杜邦在高性能 PI 薄膜行业居于领先地位，可生产多种类型的 Kapton PI 薄膜，涵盖耐电晕 PI 薄膜、黑色 PI 薄膜、电子 PI 薄膜、热控 PI 薄膜等多个品类，其中最为常用的是 HN、FN 和 HPP-ST 系列（HN 和 HPP-ST 是薄膜形式的聚酰亚胺聚合物，FN 是 HN PI 薄膜与 FEP 氟碳树脂单面或双面的组合产品）。

表 17：杜邦 Kapton 产品概况

产品类型	简介	应用	可选厚度 (μm)
Kapton B	一种黑色、均匀、不透明的聚酰亚胺薄膜，并且在宽温度范围内表现出优异的物理、化学和电学性能平衡，在高温下具有优异的尺寸稳定性	主要用于需要黑色薄膜的加热器、天线、LED 电路和加强件、需要激光消融的应用	12.7、25.4、50.8、76.2、127
Kapton 100CRC	一种耐电晕聚酰亚胺薄膜，比传统绝缘材料的使用寿命和运行效率更高，并且还具有优异的物理、电学、热学和化学耐受性	交流逆变器负载电机、轨道及汽车的牵引电机、水力和风力的发电机、变压器	25.4
Kapton EN	主要用于柔性印刷电路和高密度互联的电介质基板，是极细间距电路首选的介电膜，具有卓越的尺寸稳定性、平整度、高模量以及与铜匹配的热膨胀系数	柔性印刷电路、精细变浆电路、芯片级封装、高密度互联	5.0、7.5、12.5、25、50
Kapton 150FCR	由 Kapton-100CRC 耐电晕 PI 薄膜和热熔 FEP 含氟聚合物薄膜组成的复合薄膜	电磁线、铁路牵引电机、汽车牵引电机、采矿牵引电机、工业电机绝缘、风力和水力发电机、ESP 电机、航空航天和特种电线等	38
Kapton 150FWN019	一种复合聚酰亚胺，在 1mil 的聚酰亚胺薄膜一侧分散涂有 0.5mil 的增强型 FEP 含氟聚合物，具有优异的刮擦耐磨性	主要用于要求苛刻的电磁线以及难以卷绕的电动机	38
Kapton 150FWR019	一种复合聚酰亚胺，在 1mil 的聚酰亚胺薄膜一侧或双侧分散涂有 0.5mil 的增强型 FEP 含氟聚合物，具有更高的模量和更强的抗水解性	电磁线、铁路牵引电机、汽车牵引电机、采矿牵引电机、工业电机绝缘、风力和水力发电机、ESP 电机、航空航天和特种电线等	38、50
Kapton	一种复合聚酰亚胺，由一层 10μm 厚的含氟聚合	电磁线、铁路牵引电机、汽车牵引	38

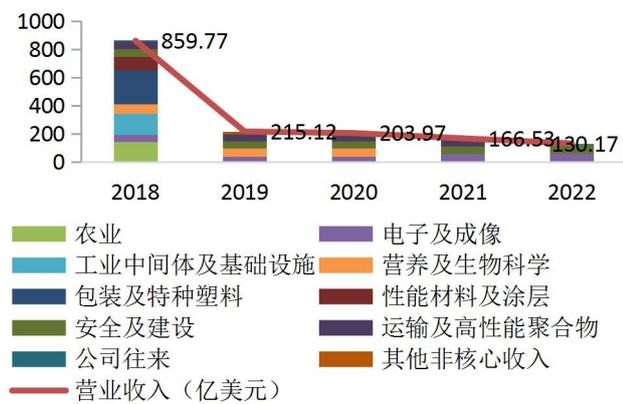
产品类型	简介	应用	可选厚度 (μm)
150PRN411	物、一层 25μm 的 HN 聚酰亚胺薄膜以及一层 3μm 厚的含氟聚合物组成	电机、采矿牵引电机、工业电机绝缘、风力和水力发电机、ESP 电机	
Kapton EN-A, EN-C, EN-Z	高性能聚酰亚胺薄膜，主要用作 COF、柔性印刷电路和高密度互联的电介质基底，具有优异的表面质量、高模量和热膨胀系数控制特性	COF、金属化 FPC、半导体、封装 TFT	37.5、35 (EN-Z)
Kapton FN	一种通用 HN 薄膜，其一面或两面涂有或层压有 FEP 含氟聚合物，具有热密封性和较强的耐化学性	卡套管、加热器电路、可热密封袋、汽车隔膜和歧管、电气绝缘	—
Kapton FPC	具有卓越的尺寸稳定性和附着力，专为柔性电路制造商设计	柔性印刷电路、汽车、计算机、消费品、电信设备、工业仪表和控制装置、军事应用、航空航天、电子零件、PCB 模板、丝网印刷、绝缘管	25、50、75、125
Kapton GS	具有高的拉伸强度和均匀的性能，允许在碳化过程中控制收缩，在石墨化过程中能够形成均匀的石墨	人造石墨板	25、37.5、50、61、68.6、75、125
Kapton HN	在宽温度范围内良好的性能平衡特性，已在低至 -269° C (-452° F) 和高达 400° C (752° F) 的温度下成功应用	机械零件、电子零件、电气绝缘、压敏胶带、光纤电缆、保温毯、绝缘管、汽车隔膜传感器和歧管、蚀刻、垫片	—
Kapton HPP-ST	在宽温度范围内良好的性能平衡特性，并且具有优异的尺寸稳定性和粘合性	电子零件、PCB 模板、丝网印刷、绝缘管	—
Kapton MT, FMT	MT 的热导率和穿透强度是标准 HN 的 3 倍，FMT 在 MT 薄膜两侧添加了含氟聚合物树脂	隔热垫（散热器）、加热器电路、电源、陶瓷板更换	25.4、38.1、50.8、76.2
Kapton MT+	提供了市场上所有聚酰亚胺薄膜中最高的热导率，并提供了优异的击穿电压、机械弹性和灵活性，是电子或汽车应用中电绝缘热解决方案的理想基板	锂离子电池单元包覆、电机槽内衬、加热器电路、电源、陶瓷板更换	—
Kapton PST	一种为压敏胶带行业设计的结晶薄膜，可改善 PST 涂布机的薄膜特性	主要用于压敏胶带行业	—
Kapton PV9100 系列	具有耐高温、自熄燃烧、韧性和柔韧性等特点	主要用作电介质基底，可用于薄膜太阳能	25、38、50
Kapton RS	一种导电聚酰亚胺薄膜，用于需要薄、轻、均匀加热器的加热应用，最高连续温度 240°C	表面除冰、汽车内部加热、航空航天温度调节、工业管道加热、复合材料固化、可穿戴设备、家用电器	—
Kapton XP	在 H 型薄膜的一面或两面涂覆专有的氟碳树脂，因而在高温下具有优异的机械强度和粘合性能	—	38、50

资料来源：美国杜邦官网，山西证券研究所

美国杜邦历经多次调整目前定位特种产品板块，但尚未拓展用于折叠屏手机盖板的 CPI 薄膜。此前由陶氏化学与杜邦公司达成合并协议成立的陶氏杜邦公司是全球仅次于巴斯夫的第二大化工公司，经过 2019

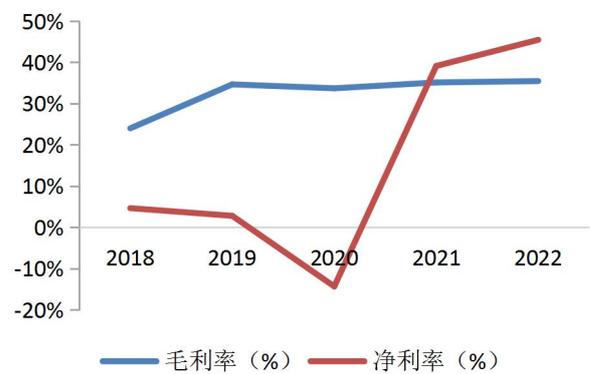
年拆分重组后形成科迪华（负责农业板块）、陶氏（负责材料科学板块）、杜邦（负责特种材料板块）三家独立的、行业领先的上市公司，自此杜邦公司继续推进业务调整，特种材料的定位也逐步清晰。从公司近5年的业绩及盈利情况来看，业务调整造成了较大的波动，由于PI薄膜是其细分业务，目前尚未有公开披露的销售收入信息。除此以外，前期的合并与分拆一定程度上也影响了CPI薄膜产品的研发节奏和进展：根据Thomas消息，早在2010年杜邦就已推出面向薄膜光伏市场的无色PI薄膜，包括用于非晶硅（a-Si）模块和铜铟镓硒（CIGS）光伏应用的产品，但截至目前尚未有消息称推出用于折叠屏手机盖板的CPI薄膜。

图 37：美国杜邦近年营业收入（亿美元）及构成



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 38：美国杜邦近年盈利能力（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

7.2 日本公司

7.2.1 钟渊化学：2L-FCCL 关键 TPI 材料的供应者

钟渊化学主要布局电子及热控PI薄膜，用于两层型挠性覆铜板生产的TPI薄膜是其优势产品。钟渊化学成立于1949年，是一家综合型公司，拥有材料解决方案、生活质量解决方案、健康护理解决方案、营养解决方案四大业务以及八大研究所（先进材料开发研究所、电子研究所、生物科技开发研究所、医疗设备开发研究所、太阳能电池薄膜研究所、生产技术研究所、薄膜工艺技术开发中心、Green Planet 技术研究所），其中PI薄膜属于其电子材料板块。1980年钟渊化学开始PI薄膜的实验室研究；1984年开发出超耐热PI薄膜Apical并在滋贺工厂开始生产，其产品主要应用于FPC领域；1989年钟渊化学在美国成立Allied-Apical Co（现为Kaneka North America LLC）并于1990年开始在美国德克萨斯州生产Apical薄膜；2008年开发超高热导性石墨片Graphinity；2009年成立太阳能电池薄膜研究所。专为两层法柔性电路板开发的PIXEO™薄膜是公司的特色产品，依托该类产品钟渊化学基本垄断了无胶法生产FCCL的工艺。除此以外，钟渊化学也致力于薄膜硅太阳能电池的研究，并且其生产的产品相比传统产品性能更加优异，不易受到阴影影响、

能够提供更高的发电量并且更加适用于低角度安装。

表 18：钟渊化学 PI 薄膜产品概况

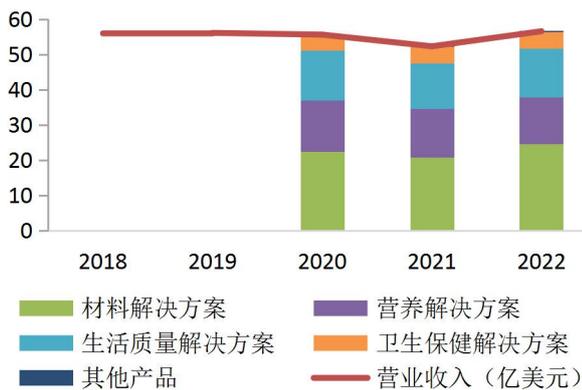
产品分类	产品名称	简介	应用
信息和通讯材料	PIXEO™	一种具有 TPI（热塑性聚酰亚胺）层的聚酰亚胺薄膜，专为两层柔性电路板开发。该产品是一种不需要环氧基粘合剂的全聚酰亚胺材料，可以通过热层压直接连接铜箔，这有助于促进高耐热性和更薄的电路板	主要用于柔性覆铜板，并广泛用于智能手机和平板电脑等便携式电子设备
	用于高频应用的 PIXEO	除具备 PIXEO™产品的特性外，用于高频应用的 PIXEO 产品还具有良好的介电性能，可以降低高频和高速传输频段的传输损耗	可以用于 5G 智能手机等对频率和速度有更高要求的领域
	APICAL™	具有良好的阻燃性（V-0、VTM-0）、良好的耐化学性、良好的尺寸稳定性（在 100-200° C 的温度范围内，线膨胀系数低，几乎相当于铜）以及各向同性控制特性	可用于柔性覆铜板、石墨板、盖板薄膜、软板加固板、耐热保护膜、飞机线材涂层材料、电机和发电机的电线涂层材料
热管理材料	Graphinity™	一种卷式超高导热石墨片，具有高导热率（铜的 3 倍以上，铝的 6 倍）、高柔韧性和抗弯曲性、高电磁屏蔽效果、高化学稳定性，并且重量比金属更轻（密度为 2g/cm ² ，约为铝的 3/4、铜的 2/9）、吸水率比天然石墨更低	广泛用作智能手机等各种电子设备中的高性能散热器
	New Graphite Material	具有高导热性、形状自由度更高（厚度上限约 370μm）、重量比金属更轻（密度为 2.1g/cm ² ，约为铝的 3/4、铜的 2/9），目前正在研发低回弹性的产品（轧制产品、复合加工产品）	目前主要用于智能手机，未来有望用于下一代汽车及新的物联网设备
	Graphite Thermal Strap	多层石墨板，具有高传热性（导热系数是铜的 3 倍），重量更轻（密度为 1.8g/cm ² ，约为铝的 2/3、铜的 1/5），灵活且可弯曲，低排气	主要适用于外太空使用，用于卫星发热部件冷却
	多层隔热材料 MLI	一种真空多层隔热材料，原料是聚酰亚胺 APICAL™薄膜，具有良好的隔热性能	主要用作低温和太空应用中真空领域的辐射热抑制膜
光学和显示材料	CPI 膜（开发中）	一种玻璃替代薄膜，具有玻璃的特性，例如透明度，耐热性，尺寸稳定性和电气性能，同时增加了薄膜的柔韧性（抗弯曲性）和轻盈性	可用于盖板（可折叠显示屏）、触摸屏、耐热绝缘基材和薄膜
薄膜硅光伏组件	—	钟化公司的薄膜硅太阳能电池板具有串联结构，可吸收光谱的蓝色和红色端，使其能够将更多的太阳光转化为能量。这种最新的薄膜硅创新可以提供高发电量，并且是环保的	主要用于光伏领域

资料来源：钟渊化学官网，山西证券研究所

得益于转变业务组合等策略，钟渊化学的业绩及盈利情况在疫情期间仍保持相对平稳。钟渊化学拥有材料解决方案、营养解决方案、生活质量解决方案、健康护理解决方案四大类业务，2022 财年收入占比分别为 43.37%、23.51%、24.45%、8.52%，其中材料解决方案是公司的第一大收入来源，尽管 2022 财年受到

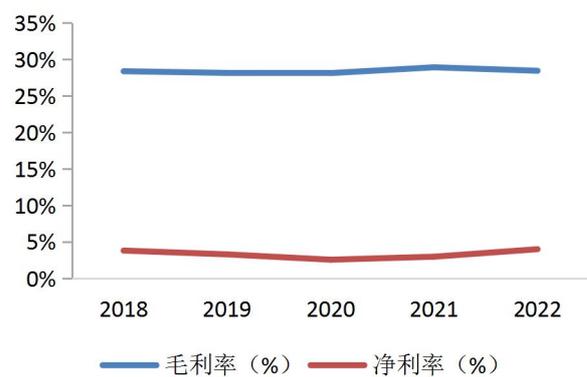
欧洲、美国和亚洲经济放缓的强烈影响，该项业务仍同比增长 17.52%。并且疫情爆发以来，钟渊化学的业绩及盈利情况仍保持相对平稳而没有出现大幅波动，其原因可能是公司通过转变业务组合的方式尽可能抵消了商业环境不确定带来的负面影响。未来钟渊化学仍将继续专注于布局前沿业务、增强制造能力：在材料领域，钟渊化学将增加比利时改性有机硅聚合物的产能；在光伏领域，钟渊化学将增加异质结光伏的产能投资以满足住宅用高效光伏组件日益增长的需求。

图 39：钟渊化学近年营业收入（亿美元）及构成



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 40：钟渊化学近年盈利能力（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

7.2.2 宇部兴产：“一步法合成+流涎”工艺独树一帜

宇部兴产采用区别于其它厂商的“一步法合成+流涎”工艺制备 PI 薄膜，在以 COF 为代表的微电子应用领域具有明显优势。宇部兴产的历史可以追溯到 1897 年，公司创始人相继成立了冲野山煤矿（现宇部制作所）、宇部新川铁厂（现宇部机械所）、宇部水泥生产株式会社（现宇部水泥工厂）、宇部氮气工业株式会社（现宇部化工厂），并于 1942 年合并四家公司成立了宇部兴产株式会社。宇部兴产的主要业务是化工、建筑材料和机械，其中 PI 薄膜隶属于化工业务。1978 年宇部兴产公司研制出联苯型 PI 薄膜，该产品采用了不同于杜邦 Kapton 薄膜的技术路线（一步法合成+流涎工艺），以 BPDA 和 ODA 为主要原材料，并于 1983 年投入工业化生产（商品名 Upilex）。得益于高耐热性、优异的耐磨性和韧性、优异的耐化学性以及行业领先的表面均匀性，其 Upilex 产品在微电子领域被广泛应用，并且此前基本垄断了 COF 用 PI 薄膜市场。

表 19：宇部兴产 Upilex 产品概况

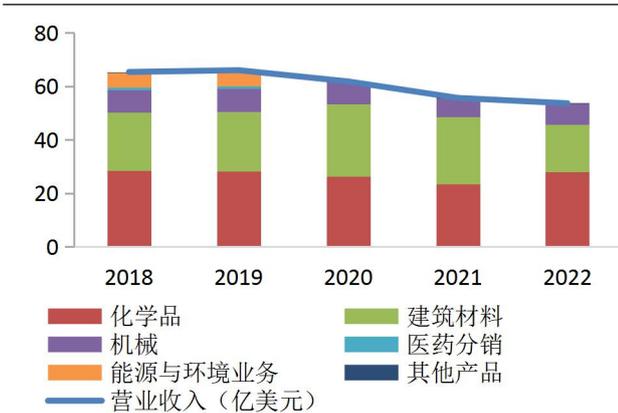
产品名称	简介	应用	可选厚度 (μm)
Upilex-S	Upilex 产品的标准型号，具有高拉伸强度、高模量、长期耐热性、高抗水解性；高温下电气性能几乎无恶化并且电绝缘缺陷水平较低；热分解的高起始温度、较小的热收缩系数和热线性膨胀系数以及阻燃性；不溶于所有有机溶剂，对几乎所有化学物质（包括无机酸和碱溶液）	电路板中使用的各种材料（基膜、覆盖膜、加强板等）、薄的器件（TFT、纳米油墨、各种薄膜等）	12.5、25、50、75、125

产品名称	简介	应用	可选厚度 (μm)
	都有足够的抵抗力；表面光滑、粗糙度低		
Upilex-RN	与 Upilex-S 相比，Upilex-RN 具有低模量和高柔性；优异的伸长率、耐热性、电气性能和抗辐射性；对酸和有机溶剂具有良好的耐受性，并且对碱也有优异的耐受性	压花产品、反射器、屏蔽材料、绝缘构件	25、50、75、125
Upilex-VT&NVT	热粘合 PI 薄膜，薄膜两侧均有热熔合层，可用于生产无粘层的高质量柔性电路，可适用金属、陶瓷、其他材料等。该类产品的具有高拉伸强度，并且具备 Upilex-S 所具有的低吸水性、低尺寸变化和高耐热性	薄膜式线束、加热器用耐热绝缘膜、金属模制品保护膜、电路板基底、多层衬底中的层间绝缘膜	13、20、25、50
Upilex-SGA	具有卓越的机械性能、低吸水性、优异的尺寸稳定性和高耐热性；表面光滑度很高；可以通过溅射或电镀获得不适用任何粘合剂的电子电路柔性基底	柔性显示衬底、胶膜基材、可固化树脂体系用载体膜、热压应用脱模膜	25、50

资料来源：宇部兴产官网，山西证券研究所

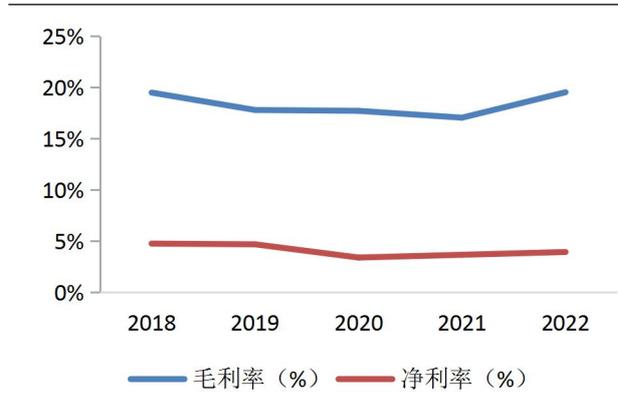
宇部兴产逐步聚焦化学品业务，盈利能力逐步提升。此前宇部兴产是一家拥有化学品、水泥、机械等业务的企业集团，目前逐步通过业务剥离调整公司的战略定位：剥离全资企业 UBE Machinery Corporation；2022 年 4 月将水泥业务剥离并与三菱合资成立了宇部三菱水泥公司。通过一系列业务调整，宇部兴产逐步将公司定位聚焦在化学品业务，并且在全球经济放缓的情况下化学品业务的销售超出了预期，尤其是聚酰亚胺和其他特种化学品的表现较为优异，并且公司整体盈利能力也有所改善。根据 2022 财年年报，宇部兴产计划到 2030 年投资约 1500 亿日元以扩大特种化学品业务，预计投产后薄膜的产能可增长 20%。

图 41：宇部兴产近年营业收入（亿美元）及构成



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 42：宇部兴产近年盈利能力 (%)



资料来源：Wind，山西证券研究所

7.2.3 住友化学：CPI 薄膜领域的“先行者”

住友化学具有柔性 OLED 用 CPI 薄膜批量供应能力，曾是三星折叠屏手机柔性盖板的主要供应商。住友化学成立于 1913 年，是日本具有代表性的综合化学企业之一，也是住友集团的主要公司之一。住友化学拥有基本化学品和塑料、能源和功能材料、IT 相关化学品、健康与作物科学、制药 5 大类业务，并且拥有

9大研究实验室分别用于基本化学品、能源与功能材料、IT相关化学品、健康与作物科学、工业技术、环境健康、先进材料、生物科学、生产与安全技术等方向的研究和开发。住友化学是全球范围内为数不多的具备柔性 OLED 用 CPI 薄膜批量供应能力的企业，CPI 薄膜隶属于 IT 相关化学品业务，由 IT 相关化学品实验室开展研究和开发工作。在日韩贸易战爆发之前，住友化学是三星折叠屏智能手机的柔性盖板供应商，制造前端工程在日本生产，量产的后端工程由韩国子公司 DongWoo Fine-Chem 负责生产。除用于柔性显示的偏光膜、盖板之外，住友化学也在开发光敏性 PI 薄膜（PSPI）用于半导体后工序材料。

表 20：住友化学高性能薄膜产品概况

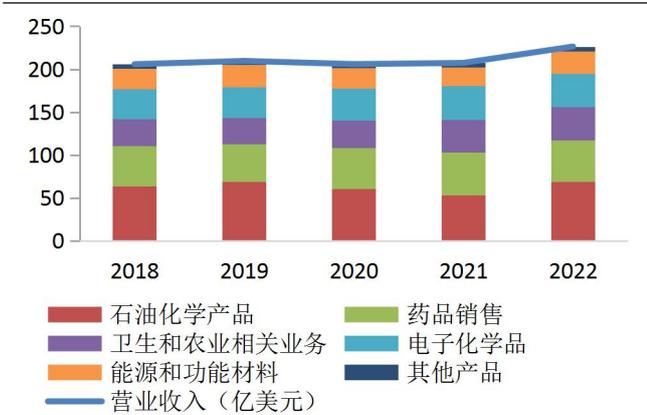
分类	产品名称	技术	应用	应用图示
用于显示器的偏光膜	LCD 用偏光膜	高耐水（丙烯酸、UV 粘合剂）、高透过（透过率 44%）、高硬度、低收缩（Low Shrinkage）、高耐久（95℃以上）、宽视角、超低反射（反射率 0.1-0.5%）、雾反射（雾度 50%以上）	电视、显示器、笔记本电脑、平板电脑、数字标牌、汽车	
	OLED 偏光膜	反射色（全黑，蓝色，红色）、高透过（透过率 45%~50%）、超薄（Coating 偏振光，相位差）、高耐热（95 度以上）、低收缩（Low Shrinkage）、Hole/异形加工、超低反射（反射率 0.3%）	OLED 电视、OLED 显示器、OLED 手机、汽车、柔性可折叠、显示器（游戏）、微型 LED、可弯曲的	
用于显示的功能性薄膜	防反射膜（AR 膜）	实现超低反射率（Panel 反射率 1.0%）、可调节反射/透射光谱（染料）、光学仿真技术、染料设计技术（SCC）、后工序（对接/加工/切割）技术	OLED 显示器防反射膜、POL 无显示膜	
	盖板	颜色（Yellow index）、适用多种材质的显示窗口（PI、PET 等）、一体式防冻剂硬质涂层、拥有 Hard coating 相关的多项专利、拥有自己的 OCA（低弹性率至高弹性率）、OCA 卷对卷附着和加工技术、可应用 BM design	灵活可折叠的显示窗口、可折叠或多折叠显示窗口、汽车	

资料来源：住友化学子公司 DongWoo Fine-Chem 官网，山西证券研究所

疫情爆发以来住友化学电子化学品业务的销售收入仍有小幅增长，未来公司还将继续加大相关投入并将盈利能力较强的业务进行整合。疫情爆发及全球经济放缓并未给住友化学的电子化学品业务带来较大不利影响，2020-2022 财年电子化学品业务分别实现销售收入 37.45、39.13、38.78 亿美元，同比分别变动 4.41%、4.49%和-0.91%。根据住友化学企业发展规划，2022-2024 财年公司计划投入 7500 亿日元用于战略投资和巩固现有业务基础，其中 900 亿日元将用于 5G、半导体及下一代显示材料。同时公司计划将显示材料等盈利能力较强的业务进行整合，其中显示材料的目标是升级产品组合、优化生产分配，预期调整后显示材料的

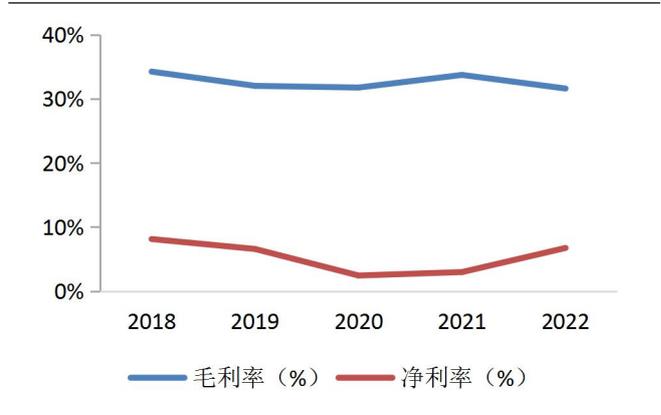
年收益达到 100 亿日元以上。

图 43：住友化学近年营业收入（亿美元）及构成



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 44：住友化学近年盈利能力（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

7.3 韩国公司

7.3.1 韩国可隆：合资走向终结但仍专注开发 CPI 薄膜

韩国可隆曾是 SKPI（现为 PIAM）的母公司之一，子公司可隆工业首次实现 CPI 薄膜量产，其产品已应用至可折叠手机、折叠笔记本电脑等多个细分领域。韩国科隆是一家综合型公司，拥有核心材料、时装、建设&流通&休闲、环境&能源、汽车配件&IT&复合材料、生物保健等多项业务，其中子公司可隆工业株式会社主要负责工业原材料、化学及薄膜、电子材料等的研发、生产和销售。2008 年，韩国可隆工业和 SKC 联合成立了 SKPI（现为 PIAM），SKPI 是 PI 薄膜世界市场的领军企业并于 2014 年在韩国上市。2020 年 3 月，韩国可隆将其原先持有的 SKPI 股份全部出售给 Korea PI Holdings 并将获得的 3035 亿韩元优先投资于聚酰胺纤维（商品名：Heracron）和透明 PI 薄膜（产品名：CPI®）等销售表现或盈利能力较好的产品。韩国可隆工业于 2019 年在全球首次成功实现 CPI®薄膜量产，该产品像玻璃一样透明并且折叠数十万次也不会出现折痕，是用作可折叠显示器视窗的最佳核心材料，同时与其他竞争公司材料相比，CPI®薄膜对温度变化和长期使用具有很强的耐用性，能够自由自在地应用于各种尺寸和设计形态。目前，韩国可隆的 CPI®薄膜已应用于多款折叠屏手机，并通过与 LG Display 合作应用于全球首款可折叠笔记本电脑——联想 ThinkPad X1 Fold，未来公司还将继续通过与跨国显示器企业建立紧密的分工协作体系，开发和供应中型、大型及可卷曲等多种形态的材料。

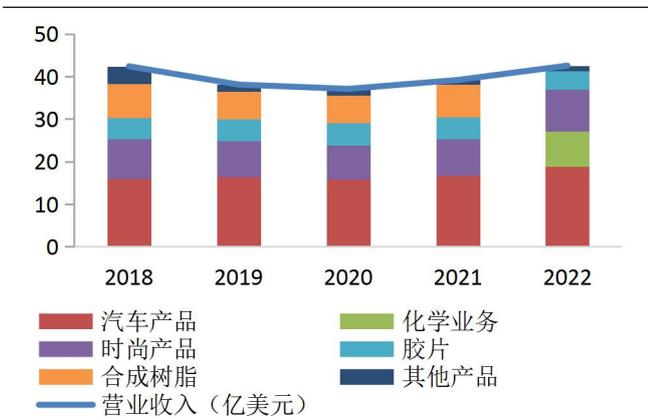
表 21：可隆工业 CPI 薄膜产品概况

产品名称	性能	应用	产品图示
CPI®薄膜	全球首条量产线，高耐热透明材料透明聚酰亚胺，通过去除 PI（彩色）的黄色来改善光学性能；高耐热透明聚合物材料，具有优异的机械和热性能，具备高透明度、透明和高模量特性	可折叠或可卷曲设备的盖板、汽车的显示屏盖板、透明柔性 PCB 基板或太阳能电池等	

资料来源：可隆工业官网，山西证券研究所

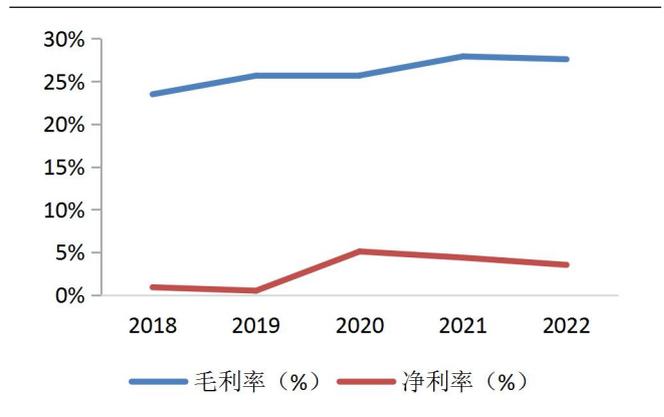
可隆工业的 CPI 薄膜隶属于薄膜业务，2022 财年全球经济不确定性增强叠加消费电子行业不景气拖累该项业务，预期 2023 财年会有所好转。可隆工业长期以来从事光学、食品包装、绝缘、工业材料等领域的多种 PET 薄膜和尼龙薄膜生产，后来进一步将 CPI 薄膜纳入薄膜业务。2022 财年薄膜业务是可隆工业所有业务中销售收入和营业利润均出现下滑的板块：①销售收入下滑是因为全球经济不确定性增强降低了电子和显示行业的需求；②营业收入下滑是因为原材料价格上涨以及一次性成本。根据公司预测，2023 年 MLCC 等电子材料的需求有望恢复，原材料价格预期下跌，市场需求将会逐步复苏，营业利润有望改善。

图 45：可隆工业近年营业收入（亿美元）及构成



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 46：可隆工业近年盈利能力（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

7.3.2 韩国 SKC：合资走向终结并将逐步退出 CPI 之争

韩国 SKC 曾是 SKPI（现为 PIAM）的另一家母公司，具备透明 PI 薄膜基膜生产能力以及硬化涂层能力。SKC 成立于 1976 年，是世界第四大 PET 薄膜制造商同时也是韩国首家 PET 薄膜制造商，拥有 30 多年的薄膜技术能力，并致力于开发透明 PI 薄膜等高附加值产品。2008 年，韩国可隆工业和 SKC 联合成立了 SKPI（现为 PIAM），SKPI 是 PI 薄膜世界市场的领军企业并于 2014 年在韩国上市。2020 年 3 月，韩国 SKC 也将其原先持有的 SKPI 股份全部出售给 Korea PI Holdings 并获得了 3035 亿韩元的资金。SKC 具备透明 PI

薄膜基膜生产能力以及硬化涂层能力，其中：①SKC 负责基膜生产，其生产的透明 PI 薄膜具有高耐热性和透明度，虽然表面像玻璃一样坚硬但很容易折叠，是可以替代盖板玻璃的下一代显示材料；②SKC hi-tech&marketing 负责硬化涂层，通过硬化涂层处理，SKC 生产的透明 PI 薄膜能够具备折叠屏手机盖板所需的多种物理性能，如防反射、防炫光、防紫外线等。据韩媒 2019 年 7 月消息，考虑到日韩贸易战可能带来的不利影响，三星显示拟寻求与 SKC 合作并向其采购用于折叠屏手机的透明 PI 薄膜，但三星后续推出的 Galaxy Z Flip、Z Fold 4、Z Flip 4 均采用 UTG 作为盖板材料，并且三星显示也在同步研究超薄玻璃 UTG 和透明 PI 薄膜两种方案。

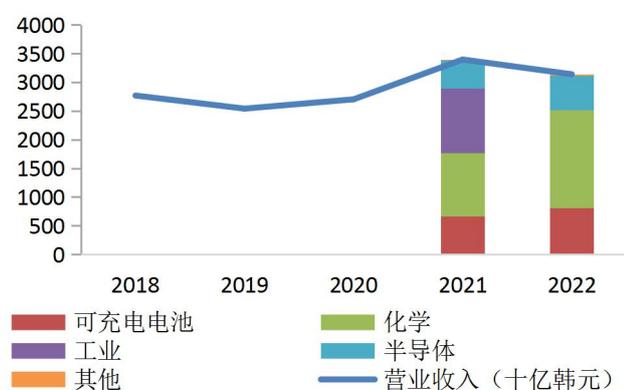
表 22：SKC 透明 PI 薄膜产品概况

产品名称	性能	应用	应用图示
TF110 (SKC 生产的基膜)	厚度 50 μm；硬度 2H； 透明度 89%；雾度 0.3%、 黄色指数 2.5；模量 6.8GPa	替代玻璃的下一代 显示器材料（用于 盖窗、基板等）	
TPI HC (SKC hi-tech&marketing 硬化涂层)	硬度 2H；雾度 0.4%； 透过率 89%；模量 6.7 Gpa；折叠 100K	适用可折叠手机的 盖板	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>内侧折叠</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>外侧折叠</p>  </div> </div>

资料来源：SKC 官网，SKC hi-tech&marketing 官网，山西证券研究所

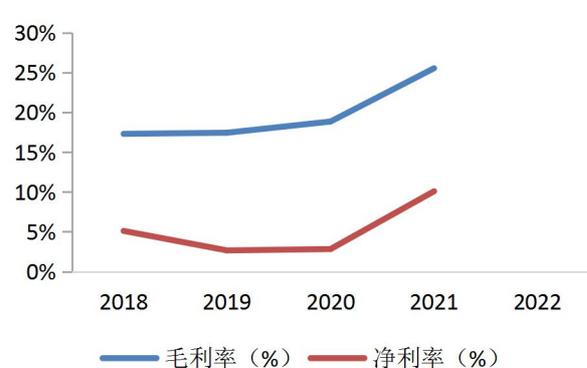
韩国 SKC 加速向 ESG 材料解决方案企业转型，预期其在透明 PI 薄膜领域的影响力将会下降。2022 年 6 月 SKC 发布公告称决定将 SKC 薄膜业务部门、薄膜加工子公司 SKC hi-tech&marketing 以及美国和中国工厂出售给 Hahn & Company，合同金额为 1.6 万亿韩元。剥离薄膜业务后 SKC 将确立以充电电池、半导体、环保为中心的事业结构，预计未来 SKC 在透明 PI 薄膜领域的竞争力将会减弱。

图 47：SKC 近年营业收入（十亿韩元）及构成



资料来源：Wind，SKC 年报，山西证券研究所

图 48：SKC 近年盈利能力 (%)



资料来源：Wind，山西证券研究所

7.3.3 韩国 PIAM：合资缔造的 PI 薄膜领先企业

韩国 PIAM 专业从事聚酰亚胺产品的研发、生产及销售，凭借自身的技术和创意研发已跻身聚酰亚胺领域全球第一企业。PIAM 的前身为 2008 年韩国 KOLON 和 SKC 合作成立的 SKPI 公司，该公司于 2014 年在韩国上市并成为全球 PI 薄膜市场占有率第一位的企业，2020 年 SKPI 公司大股东变更为 Glenwood PE 设立的 Korea PI Holdings，此后更名为 PIAM。根据美通社 2023 年 6 月 29 日消息，法国阿科玛公司拟以 7.28 亿欧元的价格收购 PIAM 公司 54% 的股份，由于这项交易需要得到中国和韩国反垄断机构批准，预计在 2023 年底完成。PIAM 拥有 PI 薄膜、PI 浆料、PI 粉末&模具三大类业务，并广泛应用于汽车、PCB 材料、半导体、能源等诸多行业。就 PI 薄膜领域而言，PIAM 是为数不多持续扩产能的头部企业，2021 年 PIAM 的产能由 3900 吨增至 4500 吨，2022 年进一步增至 5250 吨，预计到 2024Q1 产能将超过 6000 吨。

表 23：PIAM PI 薄膜产品概况

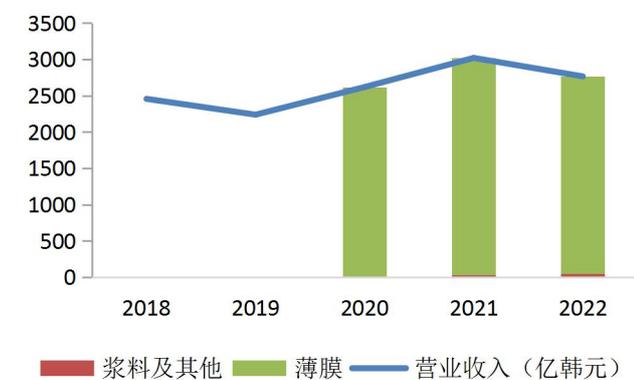
分类	类型	特征	用途	产品图示
IT 和工业用 PI 薄膜	GF	优异的机械、电气性能和尺寸稳定性；CTE 与铜箔匹配	柔性显示器用 TFT 基板（黄色 PI）；绝缘、涂层、保护和基体材料	
	GV	高伸长率和低回弹性；优异的隔热性能	覆盖层，FPCB 加强件；高温胶带和标签等	
	LV-A	具有卓越导热性的材料；石墨板表面处理；最大限度地减少碳化过程中的收缩损失；可以满足各种厚度	合成石墨板	
黑色 PI 薄膜	GD-A	优异的光学性能（低光泽，遮光）；优异的机械、电气性能和尺寸稳定性；CTE 与铜箔匹配；均匀厚度	覆盖层，FPCB 加强件；电子光学元件；绝缘胶带、标签等	
低 CTE PI 薄膜	GL-A	卓越的尺寸稳定性和热性能；高模量和 MD-TD 平衡低 CTE；卓越的剥离强度；无缺陷表面；光滑表面粗糙度	COF、加强件、柔性太阳能电池板基板等	

资料来源：PIAM 官网，山西证券研究所

PI 薄膜是 PIAM 的主要收入来源，公司将通过优化产品结构、增加产能等方式巩固现有的市场地位。

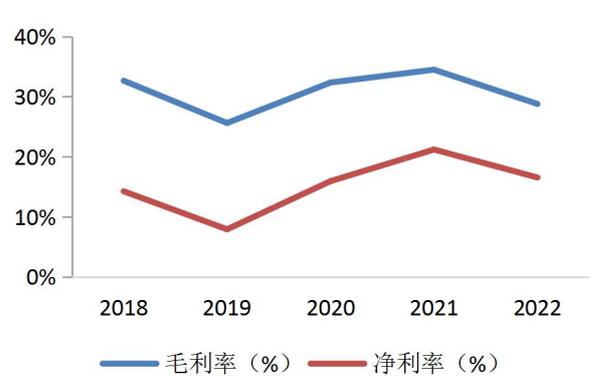
从产品端来看，PIAM 的主要收入来源是 PI 薄膜，仅有 1%左右的收入来自 PI 浆料及其他产品；从应用端来看，PIAM 的收入主要来自 FPCB 和石墨片，2022 财年 FPCB、石墨片、先进材料的收入占比分别为 39.90%、36.14%、23.95%。PIAM 对聚酰亚胺产品的发展前景充满信心，其目标是通过利用现有的聚酰亚胺专业技术及基础开发新的 PI 相关产品，并将应用范围从 IT 中心扩展到半导体、显示器和电动汽车等领域。公司计划到 2026 年实现 7000 亿韩元以上的销售收入，具体措施包括优化产品结构和进一步扩张产能：①在优化产品结构方面，公司会将战略重心转移至“移动、显示、5G 及半导体”，预期 PI 薄膜实现销售收入 5500 亿韩元以上，浆料及其他实现销售收入 1500 亿韩元以上；②在扩张产能方面，公司计划建设 10 号 PI 薄膜产线从而将产能增加到 7500 吨以上，同时公司计划将浆料的产能从 600 吨提升至 3600 吨。

图 49：PIAM 近年营业收入（亿韩元）及构成



资料来源：Wind，PIAM 官网，山西证券研究所

图 50：PIAM 近年盈利能力（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

7.4 中国台湾公司

7.4.1 达迈科技：专注 PI 薄膜生产的中国台湾厂商

达迈科技专注于聚酰亚胺有机高分子材料，已成为全球生产 PI 薄膜的领导厂商之一。达迈科技总部设于中国台湾，2011 年在台湾证券交易所公开上市，已在中国大陆的华中、华南地区设立营销据点。达迈科技董事长吴声昌拥有超过 30 年的 PI 薄膜开发经验，自 2000 年公司成立起就致力于具有高耐热性、电气特性、机械与耐化性能的 PI 薄膜开发，二十年间相继建成 8 条产线并已全部量产使用，并积累了聚酰亚胺配方设计、聚酰亚胺合成技术、精密制膜制程设计与模拟、表面处理制程与设备等核心技术。2002 年达迈科技开始化学法亚胺化开发并成为全球第三家以化学法制备 PI 薄膜的企业，同时公司切入了高温绝缘应用市场。此后公司相继开发了应用于 FPC 不同厚度的 PI 膜、应用于 COF 的表面改质 Si-H PI 膜、应用于智能手机软板的黑色 PI 膜、应用于 LED 背光与照明模组的白色 PI 膜、应用于折叠屏的高透明 PI 膜等产品、应用

于柔性太阳能电池基材的高耐热且抄底热膨胀系数 PI 薄膜等。目前达迈科技所生产的 PI 薄膜已成为各式轻、薄、短、小电子产品不可或缺的尖端材料。

表 24：达迈科技 PI 薄膜产品概况

类型	厚度	特征	用途	产品图示
TH 型	12.5 μm ~125 μm	高耐热性、高机械性能、优异的电气性能、良好的尺寸稳定性	FPCB、柔性印刷电路板；覆盖层、加强件、复合 PI、3L FCCL；一般工业；耐热胶带、压敏胶带等	
TL 型	12.5 μm ~50 μm	优异的尺寸稳定性、高耐热性、高机械性能、优异的电气性能	FPCB、柔性印刷电路板；覆盖层、加强件、复合 PI、3L FCCL；一般工业；耐热胶带、压敏胶带等	
TX 型	7.5 μm	优异的耐碱性、较低的刚度、优异的尺寸稳定性、高模量	FPCB、柔性印刷电路板、软硬结合板；更薄的覆盖层；一般工业；更薄耐热胶带、更薄压敏胶带等	
BK 型	10 μm ~75 μm	低透光率、低光泽、良好的电气性能、优异的剥离强度	FPCB、柔性印刷电路板；不透明覆盖层、不透明加强件、不透明复合 PI；一般工业；不透明耐热胶带、不透明压敏胶带等	
OT 型	12.5 μm ~50 μm	高透光率、高耐热性、低黄变、优异的加工性能	FPCB、柔性印刷电路板；高耐热性的无色覆盖层；柔性显示、柔性电子等	
WB 型	12.5 μm ~25 μm	高耐热性、低黄变、优异的剥离强度、优异的加工性能	FPCB、柔性印刷电路板 高耐热性的白色覆盖层、加强件；LED 灯条、条码等	

资料来源：达迈科技官网，山西证券研究所

PI 薄膜是达迈科技的主要收入来源，近五年来公司的发展重点集中在 FPC 用 PI 薄膜、光电用 PI 薄膜、功能用 PI 薄膜三大领域。PI 薄膜是达迈科技的主要收入来源，2021 年和 2022 年 PI 薄膜销售收入占比始终维持在 99.9% 以上。受全球经济不确定性增强以及消费电子市场景气度下行影响，2022 年公司营业收入较去年同期下滑 21.98%。近五年来公司的发展重点集中在 FPC 用 PI 薄膜、光电用 PI 薄膜、功能用 PI 薄膜三大领域，其中：①在 FPC 用 PI 薄膜领域，公司致力于开发超薄、高尺寸稳定的 PI 膜材（针对可便携式及穿戴式装置、AI 智慧整合以及 Mini & Micro LED 等）、高频高速用 PI 膜材（针对 5G、6G 新通讯时代的数位

高速传输及高频信号收取等)以及车载用PI膜材(针对高可靠度及轻量化要求较高的动力电池封装与电池电力管理系统(BMS)导通连结用绝缘材料与软板)。②在光电应用PI膜材领域,公司致力于开发透明PI膜(针对折叠屏触控及盖板等)及先进封装用胶带。③在功能应用PI膜材领域,公司致力于开发高热通量的石墨膜烧结用加厚PI膜、高导热PI膜(针对移动通讯装置散热、车载加热及温度控制模组等)。

图 51: 达迈科技近年营业收入(亿元)及构成

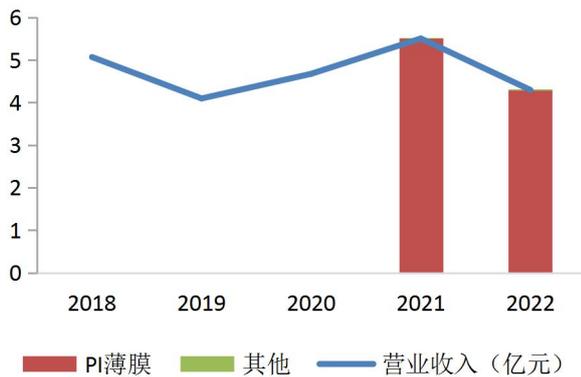
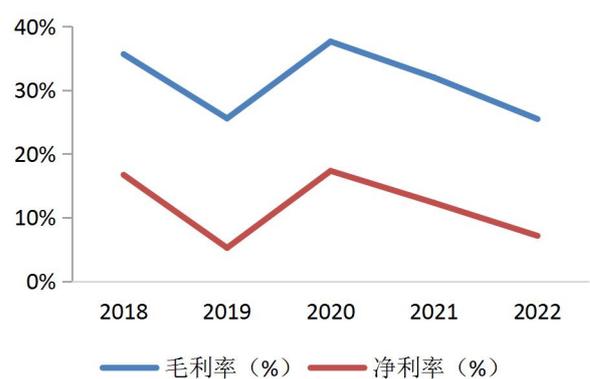


图 52: 达迈科技近年盈利能力(%)



资料来源: Wind, 达迈科技官网, 山西证券研究所

资料来源: Wind, 山西证券研究所

7.5 中国大陆公司

7.5.1 瑞华泰: 中国大陆规模最大的高性能PI薄膜厂商

瑞华泰是国内高性能PI薄膜行业的先行者,依托PI薄膜制备核心技术跃居行业领先地位。公司专业从事高性能PI薄膜的研发、生产和销售,主要产品系列包括热控PI薄膜、电子PI薄膜、电工PI薄膜等,广泛应用于柔性线路板、消费电子、高速轨道交通、风力发电、5G通信、柔性显示、航天航空等国家战略新兴产业领域。通过15年的持续技术研发,公司掌握了配方、工艺及装备等完整的高性能PI薄膜制备核心技术,已成为全球高性能PI薄膜产品种类最丰富的供应商之一,产品销量的全球占比约为6%,打破了杜邦等国外厂商对国内高性能PI薄膜行业的技术封锁与市场垄断,跨入全球竞争的行列。公司开发的多款产品填补了国内空白,获得西门子、庞巴迪、中国中车、艾利丹尼森、德莎、宝力昂尼、生益科技、台虹科技、联茂、碳元科技等国内外知名企业的认可。

表 25: 瑞华泰PI薄膜产品概况

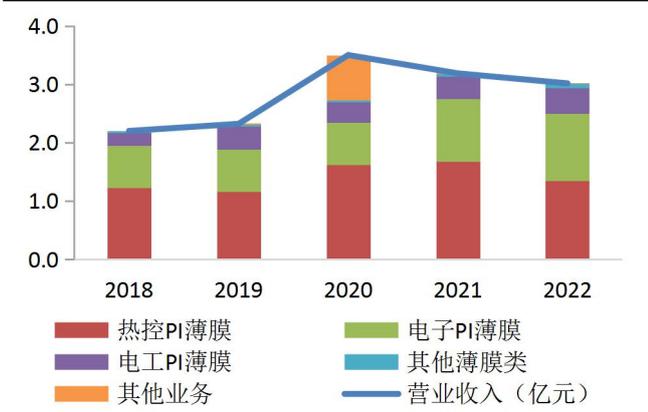
产品类别	销售类型	产品名称	主要应用领域	特性	厚度规格
热控PI薄膜	量产销售	高导热石墨膜前驱体PI薄膜	高导热石墨膜	面内取向度高,易于烧结和石墨化,下游制程加工性能突出	25-75微米
电子PI薄膜	量产销售	电子基材用PI薄膜	FCCL	高尺寸稳定性,兼具较好的	5-50微米其中5微米

产品类别	销售类型	产品名称	主要应用领域	特性	厚度规格
		电子印刷用PI薄膜	电子标签	介电性能 优良的涂覆适应性，兼具尺寸稳定性、耐高温和耐化学性等性能	和7.5微米系超薄电子PI薄膜 5-100微米其中5微米和7.5微米系超薄电子PI薄膜
电工PI薄膜	量产销售	耐电晕PI薄膜	高速列车牵引电机、风力发电设备	耐电晕性能优异，高绝缘强度	33/38微米
		C级电工PI薄膜	电机、变压器	较高的绝缘耐温等级、及力学性能	25-175微米
航天航空用PI薄膜	小批量销售	聚酰亚胺复合铝箔(MAM)	火箭热控材料	优异的耐高低温、耐辐照、耐氧原子、耐化学性等	33微米
柔性显示用CPI薄膜	样品销售	CPI薄膜	折叠屏手机等柔性显示电子产品	光学性能和力学性能优异，可折叠次数超过20万次	--

资料来源：瑞华泰招股说明书，山西证券研究所

热控、电子和电工PI薄膜是公司的主要产品，并且公司持续开发CPI、COF用PI薄膜等高附加值产品。2018~2022年，热控、电子和电工PI薄膜始终是公司营收的主要来源，除2020年公司出售生产线导致三项业务收入占比有所下行外，其余年份三项业务收入占比均在98%以上。2022年热控PI薄膜的收入占比明显下滑，主要系受国际形势日趋复杂、市场需求变化等原因影响，消费电子市场智能手机应用需求收窄，热控PI薄膜下游终端客户需求下降。尽管2022年公司营收及净利润均出现不同程度的下滑，公司仍按照技术发展路线图持续保持研发投入，加快在柔性显示、新能源、集成电路封装、航天应用领域的聚酰亚胺材料等产品研制。其中：①柔性显示用CPI薄膜进展顺利，公司已具备小批量生产光学等级CPI薄膜的能力，并且持续加大对光电应用的系列产品开发，但CPI薄膜形成批量销售还需等待采购时机，公司将继续优化CPI薄膜的工艺、产品质量及一致性表现；②集成电路封装应用的COF用PI薄膜是与下游应用单位共同进行技术攻关，目前已完成多次评价；③两项PI浆料的开发已经完成实验室工作及评价，同时完成中试产线设计，目前在立项阶段；④TPI柔性基材已完成小样的评价及认证工作，产品将在嘉兴新产线实现量产，空间应用高绝缘1500mm幅宽PI薄膜进入项目验收阶段。

图 53：瑞华泰近年营业收入（亿元）及构成



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 54：瑞华泰近年盈利能力（%）



资料来源：Wind，山西证券研究所

7.5.2 时代新材：重大调整不改深耕 PI 薄膜之志

PI 薄膜曾是时代新材新型材料业务的重要组成部分，后随子公司时代华鑫一起被剥离。时代新材由原株洲时代橡塑实业有限责任公司于 1998 年 5 月改制成立，以高分子材料的研究及工程化推广应用为核心，产品主要面向轨道交通、汽车、风力发电、高分子新材料等市场。时代新材于 2010 年前后开始从事 PI 薄膜业务。2015 年时代新材建成国内首条化学亚胺化法 PI 薄膜制膜中试线并成功完成带料试车，在国内率先掌握了化学亚胺化法制膜配方及工艺技术，并实现批量化生产。2017 年末时代新材年产 500 吨 PI 薄膜生产线完成调试运行和优化，顺利产出合格产品。2018 年时代新材自主研发的 PI 薄膜已完成产业化并实现批量销售，其生产的导热膜具备向华为、苹果、三星、VIVO 等品牌批量供货的能力。2019 年 8 月，时代新材将 PI 薄膜产业化项目转入新设子公司株洲时代华鑫新材料技术有限公司，并于 2019 年 12 月向第三方处置该子公司 65% 股权，时代新材 2019 年年报显示当年时代华鑫营收和净利润分别实现 5284.06 万元和 190.21 万元。目前株洲时代新材仅保留液态聚酰亚胺材料业务，PI 薄膜业务主要由株洲时代华鑫及其全资子公司株洲时代华昇开展，根据国家知识产权局披露的专利公布公告，目前时代华鑫和时代华昇正积极进行导热膜以外的 PI 薄膜开发。

表 26：时代华鑫及时代华昇 PI 薄膜专利申请概况

申请人	申请公布号	申请公布日	专利名称	专利简介
时代华鑫	CN114656634A	2022.06.24	一种高耐热超低膨胀聚酰亚胺薄膜的制作方法	本发明所制备的聚酰亚胺薄膜兼具低热膨胀性、低吸湿率、高耐热性及高强韧等特点，克服了传统聚酰亚胺薄膜的缺点，有效提高了聚酰亚胺薄膜的使用范围
	CN114621434A	2022.06.14	一种柔性显示基板用耐高温聚酰亚胺的制备方法	本发明所制备的聚酰亚胺薄膜具有低热膨胀性、低吸湿率、高耐热性及高强韧等特点，克服了传统聚酰亚胺薄膜的缺点，使得其更利于作为柔性显示基板使用

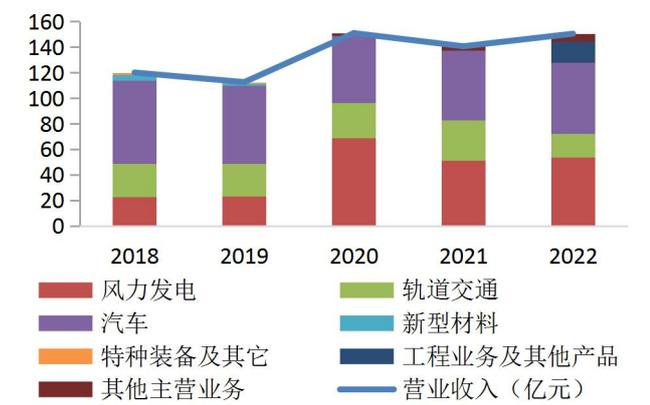
申请人	申请公布号	申请公布日	专利名称	专利简介
	CN114605823A	2022.06.10	一种绝缘高热聚酰亚胺复合薄膜、制备方法及其应用	本发明的有益效果在于：抗冲击强度和抗弯曲强度性能良好，可批量化生产，可应用于航天航空领域
	CN114605637A	2022.06.10	一种低介电聚酰亚胺、低介电聚酰亚胺薄膜、制备方法及其应用	本发明的有益效果在于：减少 5G 高频下的串扰和信号损耗；具有低热膨胀系数、良好光学性能、出色的耐热及机械性能
	CN114605824A	2022.06.10	一种超黑耐原子氧聚酰亚胺薄膜的制备方法	本发明制备得到的超黑耐原子氧聚酰亚胺薄膜在太阳光谱中具有超低的透射率和反射率，在宽的太阳光谱 200- 2000nm 范围内表现出接近零的超低透射率，并在紫外光谱区、可见红外光谱区分别具有 5%和 2%以下的低反射率，且具有有效的抗分解能力
	CN114605681A	2022.06.10	一种高强度耐原子氧聚酰亚胺透明薄膜、制备方法及其应用	本发明提供一种高强度耐原子氧聚酰亚胺透明薄膜、制备方法及其应用的有益效果在于：力学性能和机械性能好，拉伸强度高，最高抗拉强度均高达 89MPa 左右，具有优异的耐原子氧性
	CN111205646A	2020.05.29	一种黑色哑光聚酰亚胺薄膜及其制备方法	本发明的黑色聚酰亚胺薄膜在可见光范围内的透光率 \leq 0.45%，光泽度 \leq 25GU，其电场击穿强度 \geq 140kV/mm，拉伸强度 \geq 210MPa，断裂伸长率 \geq 60.5%，具有良好的遮光效果、电气绝缘性能和力学性能
	CN111187436A	2020.05.22	一种高性能无色透明聚酰亚胺薄膜及其制备方法	采用该方法制得的无色透明聚酰亚胺薄膜，具有优异的耐溶剂性、耐热性以及较高的尺寸稳定性，还具有良好的力学性能，可以广泛应用于包括太阳能电池、柔性显示屏的基板或盖板材料等多个领域中
	CN111116950A	2020.05.08	一种高性能聚酰亚胺薄膜及其制备方法	该方法通过在分子链结构的中间引入含乙炔基官能团的二胺，以及在分子链末端引入带有乙炔基的单胺，利用二元胺 POSS 的笼型结构和乙炔基在一定温度下实现交联固化，形成网络状分子结构，使透明聚酰亚胺薄膜的耐溶剂性能、力学性能和耐热性能得到全面提升
	CN111087633A	2020.05.01	一种耐电晕聚酰亚胺薄膜及其制备方法	该方法通过在薄膜中引入具有不同粒径的第一无机填料和第二无机填料，同时结合化学亚胺化法，使无机填料在薄膜内部建立了均匀的导热网络，提高了薄膜的耐电晕性能、导热性能、粘接性能和力学性能
	CN111057260A	2020.04.24	一种黑色哑光聚酰亚胺薄膜的制备方法	该方法制得的黑色聚酰亚胺薄膜在可见光范围内的透光率 \leq 0.5%，光泽度 \leq 30GU，其表面电阻率 \geq 1015 Ω ，其电场击穿强度 \geq 160kV/mm，拉伸强度 \geq 200MPa，杨氏模量 \geq 3.6GPa，具有良好的遮光效果、电气绝缘性能和力学性能
时代华昇	CN115926458A	2023.04.07	一种亚光黑色聚酰亚胺复合膜及其制备方法	本发明制备得到的聚酰亚胺复合膜保证其电气强度与机械强度的同时，基本杜绝针孔，同时还具有低光泽度、低光透过率、耐碱性、耐磨性的性能
	CN114591522A	2022.06.07	一种聚酰亚胺薄膜及其	本申请聚酰亚胺薄膜通过调节化学亚胺法的化学亚胺程

申请人	申请公布号	申请公布日	专利名称	专利简介
			制备方法	度,控制模量和伸长率,提升聚酰亚胺薄膜的力学性能,同时提高了无机填料的掺杂量,解决了薄膜高韧性与高掺杂量之间的矛盾问题
	CN113583242A	2021.11.02	一种聚酰亚胺薄膜的制备方法	本发明制备聚酰亚胺薄膜的过程中,选择不同的单体分步制成预聚体,再对不同的预聚体进行亚胺化,降低了分子链极化率和自由体积,不仅保证了聚酰亚胺薄膜具有优异的尺寸稳定性和力学性能,而且在高频下拥有低介电常数、低介电损耗的优势;同时,通过加入特定种类和结构的无机填料介孔氧化硅微球,增加了表面粗糙度,改善了薄膜的附着性

资料来源:国家知识产权局,山西证券研究所

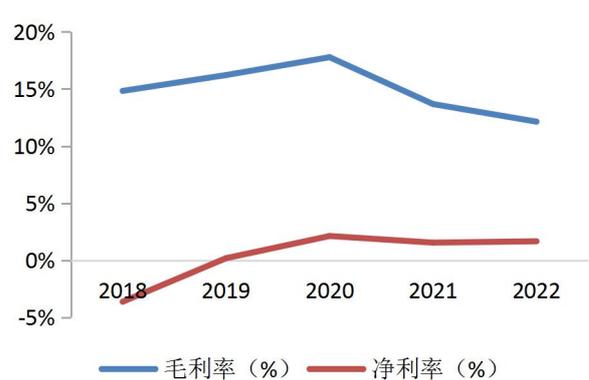
时代新材完成PI薄膜业务剥离后,株洲时代华鑫及其全资子公司株洲时代华昇仍在大力推进PI薄膜的国产化进程。剥离时代华鑫之前,时代新材的新型材料业务主要由原绝缘材料制品、PI薄膜制品、芳纶制品和特种尼龙制品等组成,2019年末剥离时代华鑫后时代新材的营业收入和净利率均出现显著改善。目前株洲时代华鑫及其全资子公司株洲时代华昇仍在大力推进PI薄膜的国产化进程,时代华鑫总经理兼首席专家张步峰在接受株洲日报采访时表示“伴随高性能PI膜需求提升以及第二条高性能PI膜生产线出炉,株洲华鑫的高性能PI膜年生产能力达到1000吨,市场份额不断攀升。考虑到5G技术、超大规模集成电路制造与封装等高新技术快速发展,国内外对高性能PI膜的需求日益增加,市场潜力巨大。为了满足市场需要,株洲时代华鑫未来将继续扩大产能,将PI薄膜的年产能提升到3000吨,在实现规模效应的同时,积极向下游渗透,以满足国内外高尖端技术产业PI薄膜需求”。

图 55: 时代新材近年营业收入(亿元)及构成



资料来源: Wind, 山西证券研究所

图 56: 时代新材近年盈利能力(%)



资料来源: Wind, 山西证券研究所

7.5.3 国风新材: PI 薄膜是战略转型的关键驱动点

国风新材加速向战略性新材料产业转型,PI薄膜是其重点布局的业务之一。国风新材成立于1998年9

月，二十余年专注于薄膜材料生产，积累了配方工艺、技术开发，以及设备驾驭和技术升级的能力与优势，具有进入高端产品领域的核心竞争力。近年来，公司着力深化产品结构调整与技术改造升级，依托国家企业技术中心，打造开放式研发平台，提质发展现有高分子功能膜材料、绿色建材、新能源汽车配套功能材料产业，重点培育电子信息膜材料和光学级聚酯基膜两个产业，其中PI薄膜材料是公司重点布局的业务之一。国风新材于2017年启动年产180吨高性能微电子级PI薄膜项目建设，并与瑞华泰签订设备采购合同和技术合作协议，2018年12月购自瑞华泰的2条PI薄膜生产线开始进行设备安装和调试，2019年6月顺利试生产。此后公司持续加大PI薄膜材料投入，目前建成和在建的共有12条产线，其中：位于合肥市高新区的4条热法生产线已建成投产；位于合肥市新站高新区的8条生产线正在建设过程中，并且有2条已于2023年6月26日顺利投产，其余生产线正按计划加速推进。公司已量产并投放市场的PI薄膜产品主要为不同厚度规格的FPC用PI黄色基膜、遮蔽用PI黑膜、以及PI碳基膜等。

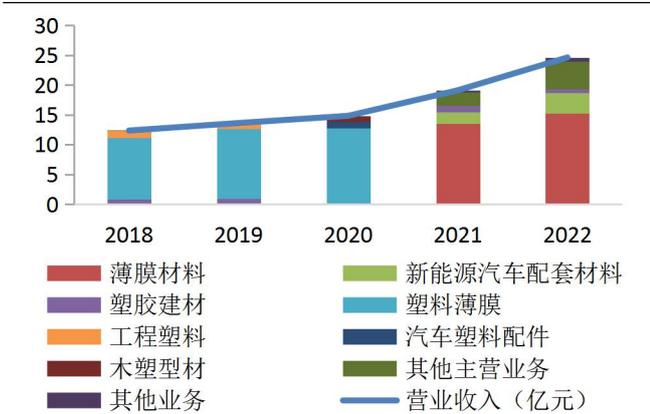
表 27：国风新材 PI 薄膜产品概况

产品名称	产品特点	产品应用	产品图示
高性能聚酰亚胺薄膜	具有优异的尺寸稳定性，较好的绝缘强度、体积电阻率、表面电阻率等电学性能	电子级聚酰亚胺薄膜，主要用于FPC柔性线路板基材、LED柔性线路板基材、覆盖膜、补强板，耐热性电子标签等	
黑色聚酰亚胺薄膜	具有优异的尺寸稳定性和遮盖性能，较好的绝缘强度、体积电阻率、表面电阻率等电学性能	高哑光的聚酰亚胺薄膜，主要用于LED、FPC线路遮蔽，各类黑色电气绝缘胶带，扬声器音圈，热辐射吸收器等	
导热聚酰亚胺薄膜	经炭化、石墨化、压制成具有石墨烯结构的高导热石墨膜，散热性强	高导热石墨膜的基材，主要用于手机、平板、笔记本电脑、数码相机、LED、通讯医疗、航空航天等领域中的关键散热材料	

资料来源：国风新材官网，山西证券研究所

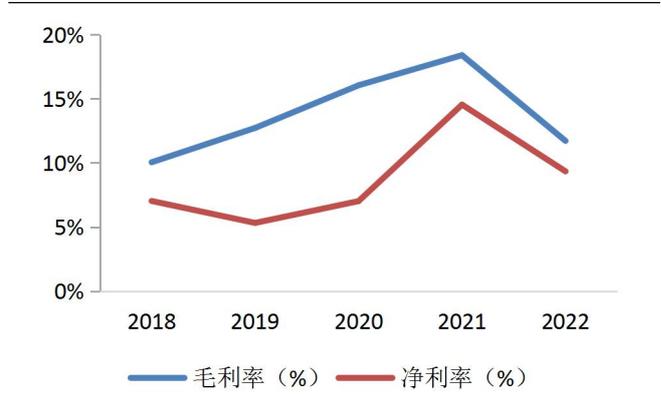
战略转型驱动公司营收快速增长，公司积极推进产学研合作助力PI薄膜业务实现高质量发展。近年来公司加速推进战略转型升级，着力深化产品结构调整与技术改造升级，实施环保型功能膜材料与电子信息用膜材料双轮驱动战略，紧跟市场节奏，把握行业发展趋势，2021年和2022年公司营业收入均保持28%以上的同比增速。为进一步提升PI薄膜制备能力、破解芯屏领域PI材料不能自主生产的难题，国风新材携手中国科学技术大学，建立了联合实验室，开展新型显示柔性衬底用PI浆料、集成电路领域PSPI光刻胶、柔性线路用TPI热塑性复合膜核心技术研发。同时，国风新材还和哈尔滨工业大学共建了功能膜联合实验室，开展光学膜涂布技术开发，进一步加强科技资源与市场紧密对接。

图 57：国风新材近年营业收入（亿元）及构成



资料来源：Wind，山西证券研究所

图 58：国风新材近年盈利能力（%）



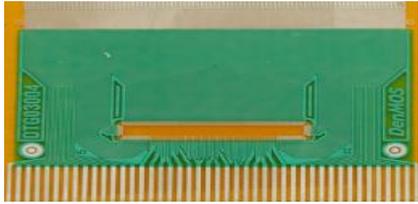
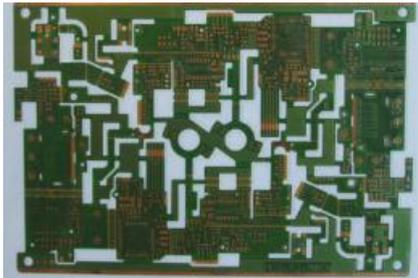
资料来源：Wind，山西证券研究所

7.5.4 丹邦科技：COF “基材→基板→芯片封装”全产业链

丹邦科技专业从事挠性电路与材料的研发和生产，拥有柔性材料到柔性封装基板到柔性芯片器件封装产品全产业链布局。丹邦科技成立于 2001 年，自成立以来专注于 FPC、COF 柔性封装基板及 COF 产品的研发、生产与销售，公司拥有多项自主知识产权，具有从柔性材料到柔性封装基板到芯片封装组件等产业链的核心技术，可以为客户提供设计、制造、服务的完整柔性互联及封装解决方案。公司是全球极少数有完整产业链布局的厂商，是国内极少数不依赖进口封装基材而通过自产封装基材批量制造 COF 柔性封装基板的厂商。公司主要产品包括柔性 FCCL、高密度 FPC、芯片封装 COF 基板、芯片及器件封装产品及柔性封装相关功能热固化胶、微粘性胶膜等，主要应用于空间狭小，可移动折叠的高精尖智能终端产品，在消费电子、医疗器械、特种计算机、智能显示、高端装备产业等所有微电子领域都得到广泛应用。

表 28：丹邦科技 PI 薄膜产品概况

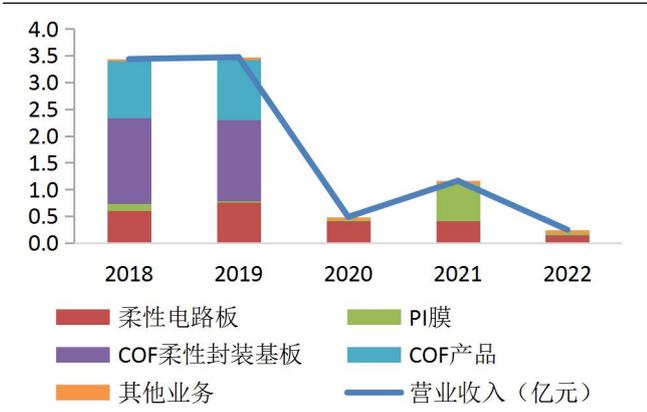
产品名称	产品特点	产品应用	产品图示
FCCL 单双面基材	耐弯折，耐腐蚀，耐高温，耐老化，确抗剥离强度高，抗拉伸强度高，绝缘性能好，尺寸稳定	液晶显示器，液晶电视，摄像机，手机，上网本，电子书，汽车等	
COF 柔性封装基板	具有配线密度高、重量轻、厚度薄、可折叠、弯曲、扭转等优点	在芯片封装过程中，起到承载芯片、电路连通、绝缘支撑的作用，特别是对芯片起到物理保护、提交信号传输速率、信号保真、阻抗匹配、应力缓和、散热防潮的作用	

产品名称	产品特点	产品应用	产品图示
COF 产品	用 COF 柔性封装基板作载体, 将半导体芯片直接封装在柔性基板上形成的芯片封装产品	广泛应用于液晶电视, 智能 3G 手机及笔记本电脑等产品液晶屏的显示与驱动	
FPC 柔性电路板	①轻、薄、短、小, 结构灵活, 可弯曲、卷曲, 折叠和立体组装, 便于最大使用有效空间; ②耐热性高, 可制造更高密度和更精细节距的产品; ③可采用卷绕的传送滚筒加工方法 (Roll-to-Roll), 易于自动化, 量产化, 提高生产效率	广泛应用于具有小型化, 轻量化和移动要求的各类电子产品	

资料来源: 丹邦科技官网, 山西证券研究所

丹邦科技自 2020 年起营业收入下滑明显、净利润持续为负, 公司已于 2022 年终止上市。2020 年以来, 现金流缺口、债务逾期及重大诉讼等问题给公司业务经营带来重大挑战, 公司面临持续经营能力恶化的风险, 并最终导致退市。预期退市后, 丹邦科技在 PI 薄膜市场的竞争力将会有所减弱。

图 59: 丹邦科技近年营业收入 (亿元) 及构成



资料来源: Wind, 山西证券研究所

图 60: 丹邦科技近年盈利能力 (%)



资料来源: Wind, 山西证券研究所

分析师承诺：

本人已在中国证券业协会登记为证券分析师，本人承诺，以勤勉的职业态度，独立、客观地出具本报告。本人对证券研究报告的内容和观点负责，保证信息来源合法合规，研究方法专业审慎，分析结论具有合理依据。本报告清晰地反映本人的研究观点。本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点直接或间接接受到任何形式的补偿。本人承诺不利用自己的身份、地位或执业过程中所掌握的信息为自己或他人谋取私利。

投资评级的说明：

以报告发布日后的 6--12 个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的涨跌幅为基准。其中：A 股以沪深 300 指数为基准；新三板以三板成指或三板做市指数为基准；港股以恒生指数为基准；美股以纳斯达克综合指数或标普 500 指数为基准。

无评级：因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见的结果的重大不确定事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。（新股覆盖、新三板覆盖报告及转债报告默认无评级）

评级体系：

——公司评级

- 买入： 预计涨幅领先相对基准指数 15%以上；
- 增持： 预计涨幅领先相对基准指数介于 5%-15%之间；
- 中性： 预计涨幅领先相对基准指数介于-5%-5%之间；
- 减持： 预计涨幅落后相对基准指数介于-5%- -15%之间；
- 卖出： 预计涨幅落后相对基准指数-15%以上。

——行业评级

- 领先大市： 预计涨幅超越相对基准指数 10%以上；
- 同步大市： 预计涨幅相对基准指数介于-10%-10%之间；
- 落后大市： 预计涨幅落后相对基准指数-10%以上。

——风险评级

- A： 预计波动率小于等于相对基准指数；
- B： 预计波动率大于相对基准指数。

免责声明：

山西证券股份有限公司(以下简称“公司”)具备证券投资咨询业务资格。本报告是基于公司认为可靠的已公开信息，但公司不保证该等信息的准确性和完整性。入市有风险，投资需谨慎。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议。在任何情况下，公司不对任何人因使用本报告中的任何内容引致的损失负任何责任。本报告所载的资料、意见及推测仅反映发布当日的判断。在不同时期，公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。公司或其关联机构在法律许可的情况下可能持有或交易本报告中提到的上市公司发行的证券或投资标的，还可能为或争取为这些公司提供投资银行或财务顾问服务。客户应当考虑到公司可能存在可能影响本报告客观性的利益冲突。公司在知晓范围内履行披露义务。本报告版权归公司所有。公司对本报告保留一切权利。未经公司事先书面授权，本报告的任何部分均不得以任何方式制作任何形式的拷贝、复印件或复制品，或再次分发给任何其他人，或以任何侵犯公司版权的其他方式使用。否则，公司将保留随时追究其法律责任的权利。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此声明，禁止公司员工将公司证券研究报告私自提供给未经公司授权的任何媒体或机构；禁止任何媒体或机构未经授权私自刊载或转发公司证券研究报告。刊载或转发公司证券研究报告的授权必须通过签署协议约定，且明确由被授权机构承担相关刊载或者转发责任。

依据《发布证券研究报告执业规范》规定特此提示公司证券研究业务客户不得将公司证券研究报告转发给他人，提示公司证券研究业务客户及公众投资者慎重使用公众媒体刊载的证券研究报告。

依据《证券期货经营机构及其工作人员廉洁从业规定》和《证券经营机构及其工作人员廉洁从业实施细则》规定特此告知公司证券研究业务客户遵守廉洁从业规定。

山西证券研究所：

上海

上海市浦东新区滨江大道 5159 号陆家嘴滨江中心 N5 座 3 楼

太原

太原市府西街 69 号国贸中心 A 座 28 层
电话：0351-8686981
<http://www.i618.com.cn>

深圳

广东省深圳市福田区林创路新一代产业园 5 栋 17 层

北京

北京市丰台区金泽西路 2 号院 1 号楼丽泽平安金融中心 A 座 25 层

