

2024 年数字经济专题报告：把握数字化机遇 _赋能跨越式发展

一、数字化转型是石化化工高质量发展的新引擎

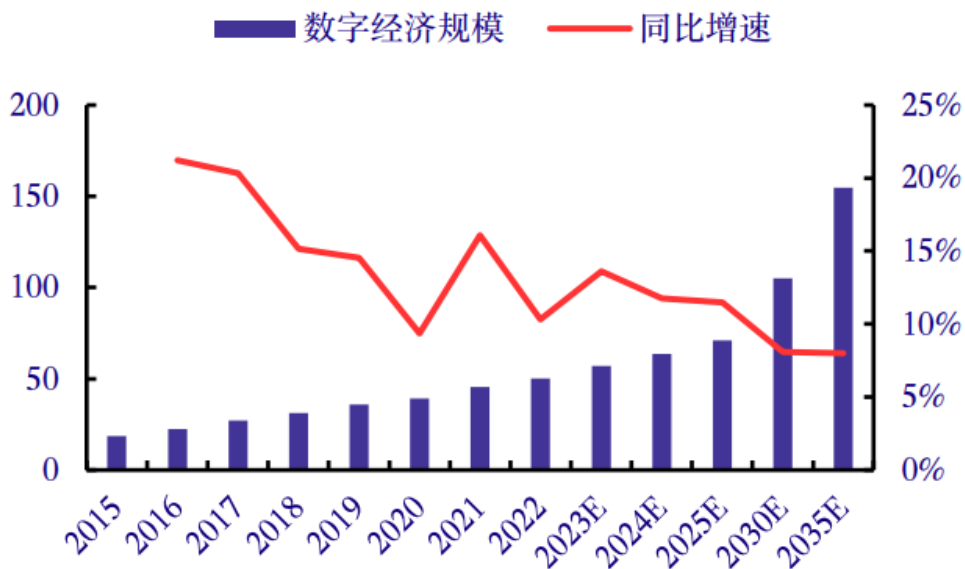
(一) 数字经济引领新质生产力，石化化工迎来发展新机遇

数字经济是以数字化的知识和信息作为关键生产要素，以数字技术为核心驱动力量，以现代信息网络为重要载体，通过数字技术与实体经济深度融合，不断提高经济社会的数字化、网络化、智能化水平，加速重构经济发展与治理模式的新型经济形态。具体包括数字产业化、产业数字化、数字化治理和数据价值化四部分。从生产力角度来看，数字经济聚焦于数字产业化和产业数字化。

数字经济引领新质生产力，打造经济增长新动能。中国银河证券《数字经济：引领新质生产力，打造经济新动能》报告指出，数字经济通过数字产业化和产业数字化形成新的增长点，以弥补房地产行业转型所导致的增长“缺口”，同时赋能和改造传统行业，既“保持制造业比重基本稳定”，也能持续提升服务业生产率，缓解“鲍莫尔病”，最终

提升国民经济整体技术进步率与潜在增长率。我国作为“大国经济”体系，在发展数字经济方面，更具相对优势。首先是人口基数与市场空间的规模优势，其次是基础设施的优势，再次是体制与政策的优势，最后是数据资源禀赋的优势。2022年我国数字经济规模50.2万亿元，同比增长10.3%，2015-2022年年均复合增长率达15.2%；2022年我国数字经济规模占GDP比重41.5%，较2015年增加14.0个百分点。据中国银河证券《数字经济：引领新质生产力，打造经济新动能》报告测算，2035年我国数字经济规模将达到154.6万亿元，占GDP比重71.6%，数字经济将成为拉动我国经济发展的最主要新动能。

图2：我国数字经济规模（万亿元）及同比增速（右轴）



资料来源：中国信息通信研究院，中国银河证券研究院

数字经济时代，石化化工行业迎来发展新机遇。石化化工行业是数字经济时代下数字产业化和产业数字化极为重要的参与者。一方面，许多化工产品特别是高端化工新材料将参与到数字产业化蓬勃发展进程中，推动需求加速增长，同时自主可控下进程加快。另一方面，我国是世界石化和化工第一大国，而非强国；多数大宗商品供给过剩，盈利压力大，亟需降本增效；同时我国石化化工行业数字化水平和转型还处于相对初级的阶段，其中以石化能源为主的大宗化工品制造企业处于相对领先的行列，而对于特种精细化工品的中小规模的生产企业，目前仍处于数字化平台建设的初级阶段。通过产业数字化将有效实现化工行业绿色低碳、集约集聚、安全清洁发展等，以提升生产效率、实现降本增效。

（二）数字产业化催生需求新动能，高端化工新材料加速

数字产业化规模持续增长，产业链自主可控至关重要。数字化产业是指以数字化技术为核心，以数据为生产要素，以云计算、大数据、人工智能等为手段，从事信息传输、信息安全、软硬件开发、数字创意等领域的新兴产业，具体包括电子信息制造业、电信业、软件和信息技术服务业、互联网行业等。据中国银河证券《数字经济：引领新质生产力，打造经济新动能》报告测算，预计 2035

年我国数字产业化规模将达到 35.61 万亿元，对应 2022-2035 年年均复合增长率为 10.6%。我国经济运行外部环境依然复杂多变，产业链安全与自主可控已成为我国数字经济时代亟待解决的关键问题。聚焦 5G、人工智能、高端芯片、高端工业软件等关键领域，解决一批“卡脖子”的关键核心技术，加速自主可控数字产业化发展，确保数字技术产业链供应链安全。

石化化工行业提供底层关键原材料，高端化工新材料有望加速。尽管石化化工行业并非数字产业化的执行主体，但高端化工新材料公司可为通信设备、电子元器件等提供关键原材料支撑。如，应用于晶圆制造的上游核心材料、应用在 FPC 及柔性显示等诸多领域的高性能 PI 薄膜、应用在液冷数据中心冷却系统的冷却液、应用在 AR/VR 头显设备光学镜片的 COC/COP、应用在人形机器人的 PEEK 材料，以及应用在高频 PCB 覆铜板中的 PPO 等。整体来看，近些年我国化工新材料需求稳健增长，但高端化工新材料仍大量依赖进口。2021 年我国化工新材料消费量 3834 万吨，预计 2025 年我国化工新材料消费量将超 5700 万吨，对应 2021-2025 年年均复合增长率 10%左右；我国化工新材料自给率为 77.3%，高端化工新材料如高端聚烯烃、专用树脂、特种工程塑料、高端膜

材料等产品仍然以进口为主，特别是上述用于通信设备、电子元器件的一些材料更是严重

依赖进口。我们认为，数字经济时代高端化工新材料有望享受终端需求增长和 进程加速双重利好。

（三）产业数字化赋能高质量发展，行业数字化转型势在必行

产业数字化是将传统的产业与数字化技术相结合，通过数字化手段来提升产业效率、降低成本、优化资源配置、提高市场竞争力等。中国工业互联网研究院《石化化工行业数字化转型路径蓝皮书（2022）》指出，石化化工行业数字化转型是产业顺应第四次信息科技革命趋势，不断深化云计算、大数据、人工智能、物联网、区块链等新一代技术融合应用，盘活并发挥炼化、煤化工、化肥等行业多年来所沉淀数据的基础资源作用和创新引擎作用，打造基于数据要素驱动的生存能力、发展能力和创新能力，催生炼化及煤化工等智能化制造、轮胎等网络化协同、特种化学品等个性化定制、化工新材料等平台化设计、化肥及涂料等服务化延伸等发展新模式，推动产业加速质量变革、效率变革、动力变革，释放数字化对行业发展的放大、叠加和倍增作用。

政策积极推进，石化化工数字化转型势在必行。石化化工是我国国民经济重要支柱产业，属于典型的流程制造过程，其原料来源广泛、产品种类众多、工艺流程长、反应

条件苛刻，且多涉及重点监管的危险化工工艺、重点监管的危险化学品和重大危险源，在5G、人工智能、大数据等新技术加速渗透，资源环境约束不断增强，绿色安全发展任务愈加紧迫的新形势下，数字化转型是筑牢绿色安全底线的重要手段，也是提高全要素生产率、打造竞争新优势的必然选择。近年来，工业和信息化部等部门陆续出台了《关于“十四五”推动石化化工行业高质量发展的指导意见》、《石化行业智能制造标准体系建设指南（2022版）》、《原材料工业数字化转型工作方案（2024-2026年）》、《石化化工行业数字化转型实施指南》等文件，积极推动石化化工行业加速数字化转型。

石化化工细分行业众多，产业数字化发展各有侧重。石化化工行业以流程工业为主，进行批量、连续生产，以工艺优化等智能生产、生产计划调度等运营为核心需求，但不同细分行业的工艺流程、核心装置大不相同，数字化转型的实施重点有所区别。首先，石化化工行业数字化转型过程中，组织保障是一切的前提，数字化设计、安全管理、能耗管理等为通用场景。其次，生产制造追求优化一体化，细分行业侧重有所不同。炼化等流程行业以APC先进控制、RTO实时优化等应用追求“安稳长满优”，轮胎等兼具流程和离散特点的行业应用智能化装备以贯通各生产环节。最后，在运营管理方面

，不同细分行业对新模式新业态的探索呈现多样化，炼化等上下游关联广泛的行业侧重推动产

业链现代化建设以提升整体链式竞争力，轮胎等终端产品行业侧重服务化转型，化肥等行业侧重贯通农业、工业、交通运输业、服务业等。

二、数字产业化催生高端化工新材料发展新机遇

（一）海外企业高度垄断，核心半导体材料国产化进程亟待提速

数字经济时代，半导体产业增长空间广阔。半导体是信息产业的基石，数字经济时代，物联网、AI、汽车电子、消费电子、云计算等新兴领域的强劲需求有望驱动半导体产业规模持续扩张。世界半导体贸易统计协会（WSTS）数据显示，受下游需求及宏观经济疲软影响，预计2023年全球半导体市场营收为5201.3亿美元，同比下滑约9.4%。分季度来看，受部分终端市场需求逐步改善带动，2023年下半年以来全球半导体市场已开始呈现复苏态势，23Q4全球半导体市场营收环比增长8.4%。预计2024年全球半导体市场将进一步复苏，2024年全球半导体市场销售额有望同比增长13.1%，达到5883.6亿美元。据SEMI、麦肯锡、DIGITIMES Research等多方预测，2030年全球半导体市场规模有望突破1万亿美元。受益于庞大的终端市场需求，我国已成为全球最重要的半导体应用和消费市场之一。从销售额来看，2023年我国大陆

地区半导体销售额为 1515.9 亿美元，占全球半导体总销 售额
的近 30%。从产能来看，2023 年国内晶圆产能为 760

万片/月，约占全球晶圆总产能的 25.7%。2024 年我国预计新增运营 18 个晶圆项目，产能将增长至 860 万片/月。随着我国晶圆产能持续释放，未来我国在全球半导体产业中的市场份额将进一步增加。

半导体材料是半导体产业链的物质基础，贯穿于半导体生产制造的全流程。按环节划分，半导体材料主要包括晶圆制造材料和封装材料两大类。其中，晶圆制造材料为将硅晶圆、化合物半导体加工成芯片时所用到的材料，包括硅片、电子特气、掩膜版、湿电子化学品、光刻胶、抛光材料、溅射靶材等；封装材料为封装、切割芯片时所用到的材料，包括封装基板、芯片粘结材料、引线框架、陶瓷材料、键合丝等。

从市场规模来看，半导体材料以晶圆制造材料为主。SEMI 数据显示，2022 年全球半导体材料销售金额为 726.9 亿美元，同比增长 8.9%。其中，晶圆制造材料和封装材料销售金额分别占比 61.5%、38.5%，分别同比增长约 10.5%、6.3%。晶圆制造材料细分品类中，硅片占比最高（33%），电子特气、掩膜版、光刻胶及配套材料等占比居前。

我国大陆地区是全球第二大半导体材料消费市场，但核心材料仍待。分地区来看，我国大陆地区是全球第二大半导体材料消费市场。2022 年我国大陆地区半导体材料销售金额为 129.7 亿美元，同比增长约 7.3%。据 SEMI 预测，到 2024

年我国大陆地区半导体材料市场规模将达到 1145.0 亿元，2022-2024 年年均复合增速约 11.9%。但从生产能力来看，核心半导体材料普遍技术壁垒较高，经过多年发展，我国半导体材料虽已实现在部分细分领域的规模化生产，但整体来看我国半导体材料仍需大量依赖进口，国产化率大约只有 15%；国内产能仍以中低端为主，高端产能主要被欧美日韩等所垄断。近年来，国际贸易争端加剧、国内晶圆厂商积极扩产、终端产业高速发展等诸多因素正驱动我国半导体材料厂商不断加大研发投入、加速突破核心技术，未来我国半导体材料进程有望逐步提速。

1. 光刻胶：光刻工艺核心材料，半导体领域任重道远

光刻工艺是推进半导体集成电路产业发展的关键技术。光刻工艺是利用光化学反应原理和物理、化学蚀刻方法，以特定波长光源为图形信息载体，以光致抗蚀剂为图形记录的中间媒介，将特定图形由掩膜版转移至单晶表面或介质层上的工艺技术，是一种精密的微细加工技术。光刻工艺是推动集成电路及相关产业发展的重要技术，随着光刻工艺的升级迭代，集成电路制程逐步缩小，计算能力和存储量不断提升。光刻胶是光刻工艺的核心材料。光刻胶是光刻工艺中所用到的光致抗蚀剂，是由高分子光敏树脂、抗蚀性树脂、增感剂、防光晕剂和溶剂等材料组成的光敏感混合胶态液

体，是光刻工艺中的核心材料。在光刻工艺中，将光刻胶均匀涂布在衬底上，经曝光、显影、蚀刻等工序，即可得到与掩膜版对应的图形。根据显影效果不同，光刻胶可划分为正性光刻胶和负性光刻胶。正性光刻胶得到的图形与掩膜版图形一致，负性光刻胶得到的图形与掩膜版图形相反。

全球光刻胶市场规模有望持续扩张，我国需求增速有望高于全球平均水平。根据应用领域不同，光刻胶可划分为半导体光刻胶、显示面板光刻胶和 PCB 光刻胶等。全球光刻胶市场中半导体光刻胶、显示面板光刻胶、PCB 光刻胶占比较为均衡。受益于电子信息产业发展及新兴终端应用领域拓展，全球光刻胶市场规模稳健扩张。数据显示，2016-2021 年全球光刻胶市场规模年均复合增速约 5.8%，同期我国增速约 11.7%、高于全球增速。Maximize Market Research 数据显示，2022 年全球光刻胶市场规模约为 92.3 亿美元，预计到 2029 年将增长至 140.7 亿美元，2022-2029 年年均复合增速约 6.2%。未来随着国内晶圆产能持续释放，半导体、显示面板及 PCB 等下游产业逐步向我国转移，我国光刻胶市场规模将不断扩大，增速有望持续高于全球平均增速。

光刻胶行业壁垒较高，我国半导体光刻胶国产化率低。光刻胶在原材料、配方、设备以及下游客户认证等方面均具有较高壁垒，目前全球光刻胶市场主要被少数美日韩企

业高度垄断，2021 年行业 CR6 高达 88%。我国光刻胶发展起步较晚，现正处于由中低端向中高端过渡阶段。与海外先进光刻胶技术相比，我国现有光刻胶技术水平整体相对落后，光刻胶国产化率偏低。分品类来看，PCB 光刻胶和显示面板光刻胶技术壁垒相对较低，我国已逐步在湿膜光刻胶、TFT 光刻胶等细分领域初步实现；半导体光刻胶技术壁垒最高，尤其 KrF 光刻胶、ArF 光刻胶、EUV 光刻胶等高端产品严重依赖进口，其中 ArF 光刻胶国产化率不足 2%，EUV 光刻胶则几乎全部依赖进口。从细分市场来看，目前全球主要半导体光刻胶需求集中在浸没式 ArF 光刻胶和 KrF 光刻胶等高端产品，随半导体制程不断升级，半导体光刻胶需求占比仍将进一步提升。整体来看，我国光刻胶生产能力主要集中在 PCB 光刻胶，半导体光刻胶仅占 2%；半导体光刻胶自给率仍有很大提升空间。

进口不确定性风险加剧，半导体光刻胶进程正提速。TrendBank 数据显示，预计 2023 年中国大陆地区光刻胶半导体市场规模为 42.0 亿元，同比增长约 7.2%，2019-2023 年年均复合增速约 25.2%。考虑到目前我国半导体产业仍处于高速发展期，半导体光刻胶市场扩容趋势有望延续。若半导体光刻胶长期高度依赖进口，一旦遭遇贸易争端

或自然灾害等不可抗力，国内半导体生产企业或将面临停产或减产的严重风险，因此加速实现半导体光刻胶自主化生产具有十分重要的战略意义和经济价值。随着国内光刻胶厂商研发投入力度不断加大，当前已有部分企业在半导体光刻胶领域取得关键性突破，未来半导体光刻胶国产化进程有望逐步提速。

2. 湿电子化学品：集成电路对品质要求最高，国内中高端领域仍待突破

湿电子化学品主要包括通用湿电子化学品和功能湿电子化学品。湿电子化学品也称超纯电子化学品，是对颗粒控制、金属和非金属等杂质含量要求最高的化学试剂，通常要求主体成分纯度大于 99.99%、杂质颗粒粒径小于 0.5 μm 、杂质含量低于 ppm 级。湿电子化学品主要可分为通用湿电子化学品和功能湿电子化学品两类。其中，通用湿电子化学品为在下游产品制造工艺中大量使用的超净高纯试剂，一般为单成分、单功能化学品，包括酸类、碱类、有机溶剂类以及其他类产品，常用于湿法工艺中的清洗、蚀刻等工序；功能湿电子化学品指通过复配手段达到特殊功能，以满足特殊工艺要求的复配类化学品，包括清洗液、显影液、蚀刻液、剥离液、再生剂等。

湿电子化学品是电子工业关键化工材料之一，集成电路领域对湿电子化学品的品质要求最高。湿电子化学品主要应用于集成电路、显示面板以及光伏等领域，其品质直接

影响下游产品的成品率、电性能及可靠性等指标，是电子工业的关键化工材料。在下游产业不断发展的过程中，对湿电子化学品的各项指标要求也在不断提高。SEMI 结合全球湿电子化学品实际发展情况制定了国际统一标准等级，将其由低到高划分为 G1-G5 五个等级。光伏主要用 G1 级湿电子化学品，分立器件主要用 G2 级湿电子化学品，LED 制造及显示面板主要用 G2、G3 级湿电子化学品，集成电路对湿电子化学品品质要求最高，主要集中在 G3 级及以上水平。

晶圆尺寸越大对湿电子化学品的品质要求越高，晶圆制造过程中湿电子化学品的消耗量也更大。晶圆尺寸越大对湿电子化学品纯度要求越高，12 英寸晶圆制造一般用 G4、G5 级，制造过程中湿电子化学品消耗量约为 239.82 吨/万片，是 8 英寸晶圆消耗量的 4.62 倍、6 英寸晶圆消耗量的 7.86 倍。现阶段集成电路生产技术仍在延续摩尔定律路径持续发展，随制造工艺越来越复杂，对湿法工艺技术要求及对应湿电子化学品的品质也将不断提出更高要求。为满足集成电路领域配套需求，坚持进行技术创新、提高产品纯度、降低杂质含量、确保产品批次稳定性与一致性、满足市场个性化需求将成为未来湿电子化学品行业未来的主要发展方向。从技术等级来看，未来集成电路产业对于 G4、G5 级湿电子化学品的需求量及占比或将持续增长。

湿电子化学品技术等级越高，则盈利能力越强、附加值越高。技术等级、应用领域以及所用工艺环节对湿电子化学品的盈利能力具有较大影响。功能性越强、技术等级越高的湿电子化学品议价能力越强、附加值越高。技术等级低的产品同质化较为严重，议价能力及盈利能力相对较弱。分应用场景来看，集成电路用湿电子化学品普遍技术等级更高，产品盈利能力也相对更强。

终端产业发展带动湿电子化学品市场持续增长。受益于电子工业高速发展，全球湿电子化学品市场规模稳步扩张。中国电子材料行业协会数据显示，2022年全球湿电子化学品市场规模约为639.1亿元，预计到2025年增长至825.2亿元，2022-2025年年均复合增速为8.9%，其中集成电路用湿电子化学品在全球市场所占比重最大；2022年我国湿电子化学品市场规模约为176.7亿元，预计到2025年增长至274.7亿元，2022-2025年年均复合增速约为15.8%，我国湿电子化学品预期市场增速显著高于世界整体水平。我国湿电子化学品技术发展不均衡，高端湿电子化学品国产化率偏低。湿电子化学品生产工艺复杂、技术壁垒高、品类繁多，行业投资成本较大，且产品获下游认证周期较长，对生产企业的资金实力和研发实力均有较高要求。我国湿电子化学品起步较晚，

近年来经过不断创新发展，已在部分细分领域取得技术突破、海内外市场规模逐步提升。中国电子材料行业协会数据显示，2022年我国大陆地区湿电子化学品生产企业在全球市场份额约为13%。但相较于海外龙头企业，国内湿电子化学品生产企业仍存在规模较小、技术研发和产品迭代能力较弱、优势产品单一等问题，在多个品种均拥有较高市场占有率的龙头企业较为缺乏。尤其在集成电路先进制程用湿电子化学品领域，国内企业生产研发能力仍较海外龙头企业存在较大差距。从技术等级来看，国内湿电子化学品主流产能仍停留在G2、G3级，仅少数企业在部分产品实现G4、G5级别量产。2022年，国内集成电路用湿电子化学品整体国产化率达到约38%，仍有较大提升空间。

3. 电子特气：电子工业的“血液”，本土企业大有可为

电子特气是电子工业不可或缺的原材料。电子特气全称为电子特种气体，是电子气体的重要细分品类，广泛应用于化学气相沉积、离子注入、蚀刻、掺杂等工艺环节，是电子工业不可或缺的原材料，且其品质对电子器件的成品率和性能有直接影响，因此电子特气也有电子工业的“血液”之称。电子特气种类繁多，按成分划分主要包括惰性气体、硅族气体、卤化物或卤化物气体、含硼/磷/砷等原子的气体以及氟碳气体等。

集成电路是电子特气下游最大消费市场。电子特气上游原料主要为空气、工业废气以及基础化学原料等。下游主要应用于集成电路、显示面板、LED以及光伏等行业。其中，集成电路是电子特气最大的消费市场，在全球市场占比约7成，在我国市场占比约4成。

纯度是电子特气的核心指标，先进制程集成电路对纯度要求更高。在先进制造领域，即使是痕量的杂质也可能导致产品缺陷。另外，电子特气在与精密设备直接接触过程中，杂质可能导致关键工艺参数偏移甚至损坏仪器。因此，下游领域通常对电子特气的产品纯度和质量稳定性提出较高要求，尤其是集成电路制造领域，随着制程节点不断缩小，对电子特气的纯度要求也在持续提高。集成电路制造对不同气体的纯度要求不一，通常需要纯度在5N及以上，其中先进制程集成电路制造对电子特气的纯度要求一般在6N以上，且对于质量稳定性的要求也在不断提高。从28nm到7nm，电子特气的金属杂质要求下降100倍、污染粒子体积要求缩小4倍。

全球电子特气市场规稳步扩张。在集成电路、新型显示等下游产业快速发展带动下，近年来海内外电子特气市场稳步增长。TECHCET数据显示，2022年全球电子特气市场规模预计约为50.0亿美元，同比增长10.2%，创下历史新高，2025年全球电子特气市场规模将达到60.2

亿美元，2022-2025 年年均复合增速约 6.4%。中国半导体行业协会和 SEMI 数据显示，2022 年我国电子特气市场规模预计约为 220.8 亿元，2025 年将达到 316.6 亿元，2022-2025 年年均复合增速约 12.8%。

我国电子特气市场被海外龙头企业高度垄断。电子特气深度提纯的难度较高，纯度每提升一个等级，都会对纯化技术提出更高要求，技术难度将显著上升，且电子特气生产过程中需经过合成、纯化、混合气配置、充装、分析检测、气瓶处理等多项工艺技术，具有极高技术壁垒。经过多年发展和兼并，目前全球电子特气市场主要被美国空气化工、德国林德集团、法国液化空气集团以及日本酸素（原大阳日酸）四家气体供应商高度垄断，2021 年行业 CR4 超 90%。上述海外气体龙头企业早在 20 世纪 80 年代起便已陆续进入国内市场，其产业发展相对更成熟、专利布局较为全面。而我国对于电子特气的研发生产起步较晚，相比于海外气体龙头而言，仍存在规模小、产品品种少、纯度级别不高等差距。现阶段我国电子特气市场仍主要由上述海外龙头企业占据主导地位。

我国集成电路用电子特气产业处于高速增长阶段。近年来在国家政策支持以及下游产业发展推动下，我国电子特气企业研发投入力度不断加大，现已实现部分产品的国产

替代，部分国产产品品质达到国际先进水平。以电子特气最重要的下游市场集成电路为例，集成电路材料产业技术创新联盟（ICMtia）数据显示，2022年我国厂商集成电路用电子特气销售收入预计为40.5亿元，2016-2022年年均复合增速高达20.4%。

产业链配套完善必要性和紧迫性凸显，电子特气本土化进程有望提速。虽然国内电子特气产业发展已初见成效，但考虑到电子特气是第二大晶圆制造材料，在终端新兴产业驱动国内半导体产业持续高端化发展以及国际贸易不确定风险日益加剧的背景下，加速实现电子特气自主化供应、完善产业链配套的必要性和紧迫性日益凸显。国内电子特气产业在产品种类丰富度、产品品质以及供应能力等方面仍有较大向上发展空间。未来自主研发实力领先、产品品质过关，且能够满足下游客户多样化需求的国产电子特气领先企业有望迎来发展契机。

（二）新兴终端产业兴起，引领PI薄膜高端化、多元化发展

1. 新型终端产业高速发展，驱动PI薄膜稳健增长

PI薄膜性能优良，下游应用广泛。PI薄膜是现阶段理化性能最突出的高分子薄膜，其力学性能、介电性能、化学稳定性优良，且高度耐辐照、耐腐蚀、耐高低温，也被誉

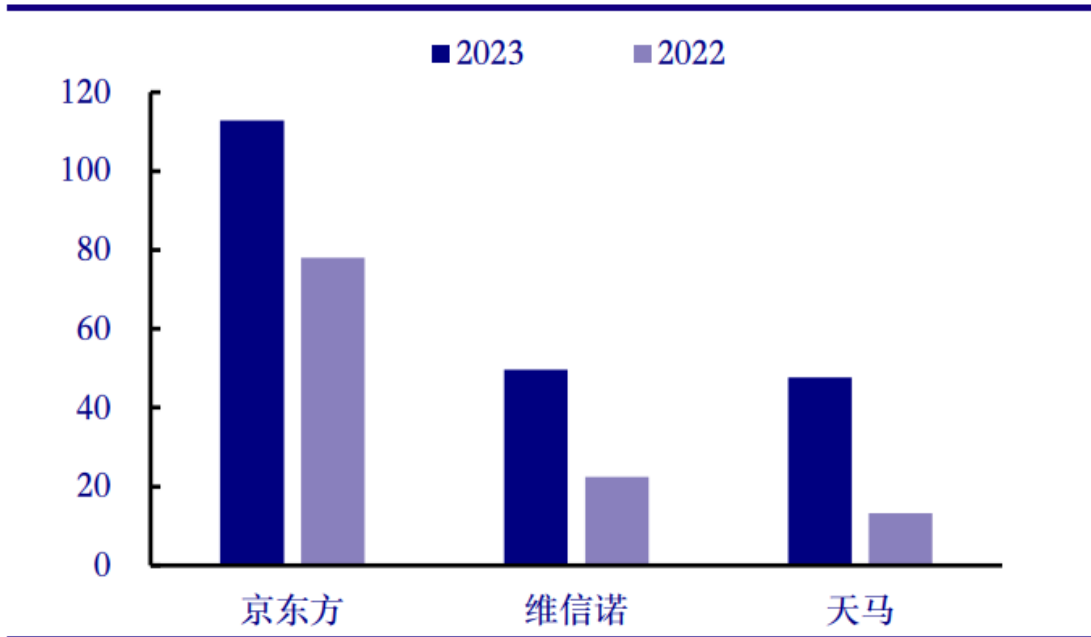
为“黄金薄膜”，是制约我国发展高技术产业的三大瓶颈性关键高分子材料之一。根据应用类别划分，PI 薄膜可划分为热控 PI 薄膜、电子 PI 薄膜、电工 PI 薄膜、航天航空 PI 薄膜以及柔性显示 PI 薄膜等，终端广泛应用于消费电子、汽车电子、高速轨道交通、风力发电、航天航空、5G 通信、柔性显示等诸多领域。

新兴应用领域驱动 PI 薄膜高端化、多元化发展。作为功能性材料，PI 薄膜具有生命周期长、功能多样化的特点。随产品丰富度提升，PI 薄膜下游应用领域不断拓宽。下游领域的发展也在不断引导 PI 薄膜开发新特性、新功能。数字经济产业兴起，5G 通信、人工智能等领域驱动 PI 薄膜迎来全新发展机遇，热控 PI 薄膜、电子 PI 薄膜、电工 PI 薄膜以及柔性显示 CPI 薄膜等产品均有望从中受益。（1）热控 PI 薄膜：主要用于电器热管控系统领域，经碳化、石墨化等加工工序后，可制成高导热石墨膜，进而用于智能手机等电子产品的散热和导热。在电子产品代际更迭过程中，功耗增加、结构设计升级、对散热性能要求升级。与此同时，汽车电子、智能穿戴设备、柔性显示等新兴应用加速渗透。高导热石墨膜需求增长的同时，也在从单层石墨膜向复合型、超厚型石墨膜发展，随着应用场景的多样化，下游柔性显示也对石墨膜的

耐弯折性能等方面提出了更高要求。 (2) 电子 PI 薄膜：PI 薄膜最大的细分市场，主要应用于

FPC（柔性电路板）领域。电子PI薄膜可作为绝缘基膜与铜箔贴合构成FCCL（柔性覆铜板），进而用作FPC基板，也可以用作FPC覆盖膜，用于保护线路免受破坏与氧化。随着电子产品智能化、轻薄化、柔性可穿戴化以及5G/6G高频高速通信技术、AI应用等发展，FPC及电子PI薄膜需求有望持续扩张，同时也驱动电子PI薄膜向高尺寸稳定性、高模量、低介电常数、TPI-PI多层复合、低吸湿性等方面高端化发展。此外，电视高清化、手机全面屏趋势为在减少屏幕边框方面具有明显技术优势的COF工艺提供了良好发展契机，带动了COF用PI薄膜等高附加值电子PI薄膜需求增长。（3）电工PI薄膜：凭借耐电晕、高绝缘等特性主要应用于电气绝缘领域，主要用于高速轨道交通应用的牵引变频电机耐电晕绕包扁线、大功率风力发电机长寿命绕包扁线。数字经济产业爆发，有望释放大量绿电需求进而驱动风电新增装机增加，带动电工PI薄膜在风电领域需求增长。（4）柔性显示CPI薄膜：具备透光率高、耐弯折、耐刮擦等特性，主要应用于器件光学盖板等领域，用作OLED盖板、触控传感器盖板等。在可折叠智能手机及笔记本电脑渗透率逐步提升、柔性显示面板应用多样化并从可折叠逐步向可卷曲方向发展的趋势下，柔性显示用CPI薄膜的市场需求和渗透率有望大幅提升。

图32：国内主流面板厂商柔性 OLED 智能机面板出货量（百万片）



PI 薄膜市场规模有望稳健增长。数字经济时代，消费电子、汽车电子、5G/6G 高频 高速通信技术、AI 应用、柔性显示等产业快速发展为 PI 薄膜带来需求增长，同时更多的应用场景也在不断驱动高性能 PI 薄膜向高端化、多元化发展。未来 PI 薄膜市场规模有望保持稳健增长态势。Global Market Insights 数据显示，2022 年全球 PI 薄膜市场规模约为 24 亿美元，预计 2032 年将达到 45 亿美元，2023-2032 年年均复合增速约 6.6%。

2. 本土企业打破海外垄断，高性能 PI 薄膜正当时

高性能 PI 薄膜生产工艺复杂，准入门槛高。高性能 PI 薄膜制备流程较为复杂，通常以 PMDA（均苯四甲酸二酐）和 ODA（二氨基二苯醚）为单体，在极性溶剂中进行聚

合反应合成 PAA（聚酰胺酸）树脂溶液，流涎成 PAA 凝胶膜后进行定向拉伸和亚胺化，最后经过高温处理、表面处理 and 分切收卷等后处理工序而制成。其中，对于 PAA 树脂配方设计、流涎所得 PAA 凝胶膜均匀度的精准把控，以及全程自动控制系统的生产控制水平均有较高要求，因此高性能 PI 薄膜新产品的研发周期较长，通常在 2 年以上，对生产企业的技术储备和研发实力具有较高要求。

海外企业高度垄断，我国进口替代空间广阔。基于较高的入行门槛，目前全球高性能 PI 薄膜市场主要被杜邦、钟渊化学、PIAM 等少数美日韩企业高度垄断。PIAM 数据显示，2022 年全球 PI 薄膜市场 CR5 约 70.9%。我国是全球 PI 薄膜主要消费国，IHS、CNCIC 数据显示，2021 年我国 PI 薄膜需求量约 1.01 万吨，全球需求量约 1.63 万吨，我国 PI 薄膜需求量全球占比超 60%。预计到 2030 年，我国 PI 薄膜需求量将突破 2 万吨，2021-2030 年均复合增速 8.6%，在全球消费占比也将进一步提升至 70% 以上。我国 PI 薄膜产业化进程相对缓慢，且海外龙头企业对我国高性能 PI 薄膜领域实施了严格的技术封锁。现阶段，依靠本土企业自主研发，我国已在传统电工绝缘领域实现高度自主供应，但在高端电工绝缘、电子等高端应用领域的产业化水平依然较弱，高性能 PI 薄膜仍存在产品

品类不足、产品性能不稳定等问题。我国绝大部分高性能 PI 薄膜需求仍需依赖进口，进口依赖度达到 80%以上，甚至柔性显示用 CPI 薄膜等超高附加值细分品类 100%依赖进口，空间非常广阔。

本土企业逐步打破海外垄断，未来发展前景良好。高性能 PI 薄膜是对我国诸多新兴产业发展有重要影响的关键配套材料，为顺应产业发展需求，我国已将高性能 PI 薄膜纳入国家加快培育和重点发展的战略性新兴产业。在国家重点支持下，国内已有少数企业实现高性能 PI 薄膜自主核心技术突破，在多项细分领域逐步打破国外厂商市场垄断。随着本土高性能 PI 薄膜生产企业的产品稳定性及批量供应能力不断优化，以及终端企业逐渐将核心上游原材料采购重心向国内转移，国产高性能 PI 薄膜在下游客户的供应地位有望逐步提升。

（三）算力是数字经济增长核心生产力，本土冷却液迎来发展机遇

1. “双碳”背景下，浸没式液冷数据中心渗透率有望快速攀升

数字经济驱动算力升级，数据中心规模高速扩张。算力是数字经济发展的的重要底座，在数字经济发展及 AI 大模型的带动下，传统通用算力越来越无法满足高速增长的算力需求

，提升算力能级愈发迫切。我国高度重视算力基础设施的高质量发展，数据中心规模

高速扩张。根据《数字中国发展报告（2022年）》，截至2022年末，我国数据中心机架总规模超670万标准机架，近五年年均增速超过30%；在用数据中心算力总规模超180EFLOPS，位居世界第二。随着“新基建”、“东数西算”工程持续推进，未来我国数据中心规模有望维持高速增长。据工信部等部门联合发布的《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》和《算力基础设施高质量发展行动计划》，我国将在京津冀、长三角、粤港澳大湾区等八大枢纽节点打造数据中心集群，到2025年我国算力总规模将超过300EFLOPS，数据中心规模也有望随之保持高速增长。

节能增效是数据中心的必然发展趋势。为满足下游日益增长的计算需求，数据中心正逐步向“高性能、高密度、高能耗”方向发展。IEA数据显示，2022年全球数据中心耗电量约为460太瓦时，约占全球总耗电量的2%，预计到2026年可能膨胀至620-1050太瓦时，最大约为2022年的2.3倍。国家能源局数据显示，2022年我国数据中心耗电量约2700亿千瓦时，约占全社会总耗电量的3%。电费占到数据中心运维成本的七成，在“双碳”背景下，高耗能的数据中心成为我国节能减排的重点环节之一，各级政府部门积极引导数据中心产业

向绿色高质量发展。长远来看，绿色低碳、集约高效、安全可靠将成为数据中心产业的必然发展趋势。政策层面对我国

数据中心能效及碳排放要求趋严。电能利用效率（Power Usage Effectiveness, PUE）是数据中心的重要能效考核指标，为数据中心总能耗与 IT 设备总能耗的比值，比值越接近于 1 则表示数据中心绿色节能效果越好。《Uptime Institute 全球数据中心调查报告 2022》调查显示，2022 年全球数据中心平均 PUE 约为 1.55。《东数西算下新型算力基础设施发展白皮书》数据显示，2021 年我国数据中心 PUE 均值为 1.49。发改委发布的《贯彻落实碳达峰碳中和目标要求推动数据中心和 5G 等新型基础设施绿色高质量发展实施方案》中明确提出，到 2025 年我国新建大型、超大型数据中心 PUE 降到 1.3 以下，国家枢纽节点 PUE 降至 1.25 以下。可见未来政策层面对于数据中心的能效及碳排放要求将愈发严格。

减少制冷能耗是降低 PUE 的主要途径，液冷将成为未来数据中心主流制冷技术。数据中心的耗能部分主要包括 IT 设备、制冷系统、供配电系统以及照明等。其中，制冷系统耗能占比仅次于 IT 设备，降低制冷系统能耗是降低数据中心 PUE 值的重要途径。此外，电子元器件故障有半数以上是温度过高所导致的，随着数据中心计算密度提升，在对关键电子元器件精准散热方面的要求也随之提升。与传统风冷技术相比，液冷技术取代大部分空调系统、风扇等高能耗设备，可节能 20%-30%以上、使数据中心 PUE 降至 1.1

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/428043120047006076>