

聚焦特种尼龙及尼龙 66 切片：机遇之匣将启

2025 年 03 月 13 日

➤ **引言：为什么要关注特种尼龙及尼龙 66 新业务？** AI 技术的发展正在深度赋能诸多新兴产业，特种聚酰胺材料凭借其优良性能，在智能汽车、人形机器人等领域涌现出新的需求增量。据公司在 2024 年发布的转债相关公告，**本次转债募资项目恰好涉及包括尼龙 66、高温尼龙、共聚尼龙等差异化尼龙新产品**，我们认为，以上尼龙差异化品类的价格以及产品盈利显著高于传统主业 PA6 切片，在尼龙行业新需求的背景下，公司产品布局得到不断优化，盈利能力有望持续提升。

➤ **高温尼龙：耐高温+多品类，需求受益汽车及电子发展。** 高温尼龙是指能在 150°C 以上环境长期使用的特种尼龙材料，主要品类包括脂肪族的 PA46 和半芳香族的 PA4T/5T/6T/9T/10T/12T 等多种类型。近年来受益于汽车轻量化以及电子电器的小型化、高频化发展，高温尼龙需求量不断增长。据中国合成树脂协会数据，2021 年全球高温尼龙市场需求达到 16 万吨，2022 年预计全球需求量将超过 17 万吨；2016-2020 年，我国高温尼龙市场规模从 14.60 亿元增长至 22.21 亿元。从市场格局来看，国际头部企业布局完全、优势明显，凭借先发优势占据市场主导，国内企业由于起步晚、规模小，产品整体参差不齐、稳定性欠佳。

➤ **共聚尼龙：尼龙单体聚合而来，优化性能拓展应用。** 共聚尼龙是指由两种或两种以上的聚酰胺单体或聚酰胺聚合物聚合而成的聚酰胺产品，主要品类为共聚酰胺 6/66、共聚酰胺 6/12 及共聚酰胺 6/11 几类。伴随汽车、电子电器、包装及纺织品等下游行业对高性能材料需求的持续增长，2023 年全球尼龙共聚物销售额达到 3.38 亿美元，QY Research 预计 2030 年，尼龙共聚物销售额将攀升至 3.83 亿元，年均复合增长率达到 1.8%。从市场格局来看，国际头部企业同样凭借技术及先发优势占据较大的市场份额，国内企业仍在发展阶段。

➤ **尼龙 66：主流尼龙产品，综合性能突出，国产化迈入“最后一公里”。** 尼龙 66 综合性能突出，过去受制于关键原料己二腈的工艺制约发展较为缓慢，伴随着近年来国产化己二腈工艺突破，我国 PA66 切片有望迎来快速发展。据百川盈孚，2024 年国内 PA66 切片产量及需求量分别为 71.50 万吨、73.92 万吨，行业供需呈现紧平衡状态。而伴随原料突破+需求放量，行业诸多企业纷纷布局 PA66 生产，尼龙 66 行业有望重塑市场格局，迈入高速发展期。

➤ **投资建议：**我们预计 2024-2026 年归母净利润分别为 3.09、4.33、5.38 亿元，3 月 13 日收盘价对应 PE 分别为 13X、9X、7X。公司拥有多年的尼龙 6 聚合工艺研发和生产经验，具备产品质量、稳定性等多方面的多重优势，新产品高温尼龙、共聚尼龙以及尼龙 66 为公司构造第二增长曲线。受益于 PA6 及 PA66 行业未来的发展趋势以及公司产能扩产节奏，我们持续看好公司未来成长空间，维持“推荐”评级。

➤ **风险提示：**行业竞争加剧；原材料价格波动；项目实施不及预期等。

盈利预测与财务指标

项目/年度	2023A	2024E	2025E	2026E
营业收入 (百万元)	6,018	6,446	8,121	10,232
增长率 (%)	-0.3	7.1	26.0	26.0
归属母公司股东净利润 (百万元)	197	309	433	538
增长率 (%)	-18.8	57.0	40.3	24.3
每股收益 (元)	0.63	0.98	1.38	1.71
PE	20	13	9	7
PB	2.3	2.1	1.8	1.6

资料来源：Wind，民生证券研究院预测；（注：股价为 2025 年 3 月 13 日收盘价）

推荐

维持评级

当前价格：

12.69 元



分析师 刘海荣

执业证书：S0100522050001

邮箱：liuhairong@mszq.com

分析师 李金凤

执业证书：S0100524070003

邮箱：lijinfeng@mszq.com

相关研究

1. 聚合顺 (605166.SH) 2024 年业绩预增点评：全年业绩符合预期，产能增长+新品释放演绎长期价值-2025/01/22
2. 聚合顺 (605166.SH) 2024 年前三季度业绩预增点评：24Q1-3 业绩持续高增，看好公司全年业绩表现-2024/10/08
3. 聚合顺 (605166.SH) 2024 年半年报点评：24H1 业绩整体高增，新品助力打开长期业绩空间-2024/08/28
4. 聚合顺 (605166.SH) 2024 年半年度业绩预增公告点评：1H24 归母净利润高增长，看好公司长期业绩发展-2024/07/09
5. 聚合顺 (605166.SH) 事件点评：夏日未至防晒“先行”，锦纶纺丝需求有望显著提振-2024/05/14

目录

1 引言：为什么要关注特种尼龙及尼龙 66 新业务？	3
2 高温尼龙：耐高温+多品类，需求受益汽车及电子发展	5
2.1 高温尼龙是主要特种尼龙产品之一	5
2.2 高温尼龙主要有五种生产工艺	7
2.3 高温尼龙主要有脂肪族及半芳香族两大品类	8
2.4 市场需求快速发展，国际头部企业占据主导地位	13
3 共聚尼龙：尼龙单体聚合而来，优化性能拓展应用	16
3.1 共聚尼龙由两种或两种以上尼龙单体聚合而来	16
3.2 无规共聚改性为共聚尼龙主要生产工艺	16
3.3 共聚尼龙主要产品为共聚酰胺 6/66、6/12、6/11	17
3.4 全球市场容量约 3 亿美元，市场格局同样由国际主导	19
4 尼龙 66：主流尼龙产品，综合性能突出，国产化迈入“最后一公里”	20
4.1 尼龙 66 系主流锦纶产品，综合性能突出	20
4.2 行业产能高速增长，利好产业链及相关行业发展	26
4.3 需求端：己二腈国产化工艺突破，行业格局即将转变	27
5 盈利预测与投资建议	34
5.1 盈利预测假设与业务拆分	34
5.2 估值分析	35
5.3 投资建议	35
6 风险提示	36
插图目录	38
表格目录	38

1 引言:为什么要关注特种尼龙及尼龙 66 新业务?

AI 赋能特种聚酰胺材料的新需求。2025 年 2 月 19 日,国务院国资委召开中央企业“AI+”专项行动深化部署会议。会议全面总结了国资央企在发展人工智能领域所取得的进展与成效,并针对后续重点工作展开深入研究与系统部署。近年来, AI 技术呈迅猛发展态势,正深度赋能并重塑诸多重点产业,如电子与半导体封装、5G/6G 通信、自动驾驶与智能汽车、机器人与智能制造以及医疗与 AI 辅助装备等。AI 技术借助智能化和数字化手段,实现产业效率提升与程序优化,同时催生出全新的应用场景。而被赋能的产业进而对中游材料性能提出更为严苛的要求。在此过程中,特种聚酰胺材料因其具备优良特性,于智能汽车、人型机器人等新兴产业中崭露头角,大放异彩,同时下游产业的高速发展为尼龙行业开拓出极具潜力的发展空间。

2024 年 7 月 18 日,公司发布《向不特定对象发行可转换公司债券发行结果公告》,公告称聚合顺向不特定对象发行可转换公司债券已通过中国证券监督管理委员会证监许可[2024]861 号文同意注册,本次发行的可转债简称为“合顺转债”,债券代码为“111020”。结合同日公告的募集说明书内容,本次向不特定对象发行可转换公司债券募集资金总额不超过 3.38 亿元(含 3.38 亿元),扣除发行费用后的募集资金用于投资“年产 12.4 万吨尼龙新材料项目”和“年产 8 万吨尼龙新材料(尼龙 66)项目”。

本次可转债募集资金项目涉及较多差异化尼龙材料品类,包括尼龙 66、高温尼龙、共聚尼龙等差异化领域,公司盈利性有望得到显著改善。以尼龙 66 为例,2019 年-2025 年 2 月底,尼龙 66 均价为 25896 元/吨,是尼龙 6 切片的 1.89 倍,毛利润平均水平为 1332 元/吨,是尼龙 6 切片的 9.75 倍。我们认为,以上项目的建设是公司在尼龙行业拓展产品种类、把握尼龙新材料国产化机遇的重要布局,有利于提高公司的业务承接能力,突破产能不足的瓶颈,把握尼龙新材料发展的重要历史发展机遇,进而利好公司业绩长期发展,完善公司业务版图。结合公司发展的新机遇,本报告接下来的内容将基于 2024 年 4 月 21 日发布的《聚合顺(605166.SH)首次覆盖报告:锦纶纺丝景气持续上行,双 6 布局打开成长新空间》,进一步对其特种尼龙新材料板块进行探讨研究,以进一步完善聚合顺公司的深度解读。

图1：2019-2025年2月底尼龙6及尼龙66价格表现



资料来源：百川盈孚，民生证券研究院

图2：2022-2025年2月底尼龙6及尼龙66毛利润表现



资料来源：百川盈孚，民生证券研究院

2 高温尼龙：耐高温+多品类，需求受益汽车及电子发展

2.1 高温尼龙是主要特种尼龙产品之一

特种尼龙系常规尼龙引入新的合成单体后、能够满足不同适用场合的材料，其以长碳链尼龙和高温尼龙为主导。尼龙是聚酰胺的俗称，其品种繁多，按照主链结构可以分为脂肪族、半芳香族、全芳香族、含杂环芳香族和脂环族，其中脂肪族尼龙的品种多、产量大、应用广泛。常规尼龙一般是指 PA6、PA66 两大脂肪族尼龙，常规尼龙在增强、阻燃等改性后还是会有较大的缺点，比如强亲水性、不耐高温、透明性差等，限制了其在更多场合的应用，而为了改善这一缺点、增加新的应用特性，一般通过引入新的合成单体，得到一系列有不同特性、可满足不同适用场合的产品，如高温尼龙、长碳链尼龙、透明尼龙、生物基尼龙以及尼龙弹性体等特种尼龙，其中在特种尼龙中，长碳链尼龙和高温尼龙占据主导地位。

表1：尼龙分类及工业化的主要品种

尼龙（按结构）	常规尼龙	特种尼龙			
		高温尼龙	长碳链尼龙	透明尼龙	尼龙弹性体
脂肪族	PA6		PA610	PA6/66 共聚物	
	PA66		PA613	PA6/12 共聚物	
	PA56	PA46	PA1010	PA12/MACMI	
			PA1012	PA61/X	
			PA1212	PACM12	
			PA11		
脂肪-芳香族			PA12		
			PA4T	PA MXD6	
			PA5T		
			PA6T		
			PA9T		
			PA10T		
			PA12T		
			MAT		
芳香族			PXD10		
			PA6T/66 共聚物		
			MPIA		
		PPIA			
		PBA			

其他	PA6C	PEBA
	其他	

资料来源：张丽著《特种尼龙发展趋势及建议》，民生证券研究院

表2：特种尼龙主要类别、性能、应用情况

类别	典型特性	主要产品	主要应用
高温尼龙	耐高温型,可以长期在 150°C以上环境使用	PA46、PA4T、PA6T、PA9T、PA10T、PPA	汽车、机械零件以及电气/电子零件等领域
长碳链尼龙	高韧性,一般是指分子链中亚甲基数在 10 个以上的尼龙	PA11、PA12、PA610、PA1010、PA1212	汽车、通讯、机械、电子电器、航空航天、体育用品等领域
透明尼龙	高透明性,透光率一般在 90%以上	PA、TMDT、PA CM12、PA12/MACMI、PA61/X	饮料和食品包装,还可制造光学仪器和计算机零件,工业生产用监视窗,X射线仪的窥窗,计量仪表,静电复印机显影剂贮器,特种灯具外罩,食具和与食品接触的容器等
尼龙弹性体	高弹性,具有高回弹、轻质等特性的尼龙	最常见的商业化品种是聚醚嵌段酰胺 (PEBA)	登山鞋、滑雪靴、消音齿轮以及医用导管等领域

资料来源：张丽著《特种尼龙发展趋势及建议》，民生证券研究院

(耐) 高温尼龙主要是指可以长期在 150°C以上环境使用的尼龙材料。随着汽车轻量化以及电子电器朝着小型化、高频化方向发展,市场对于尼龙材料的性能指标提出了更为严苛的要求。在汽车领域中,轻量化和低碳环保的发展目标需要使用聚合物材料部分替代金属合金,比如汽车发动机的燃料系统、排气系统及冷却系统。这就要求材料需要具备优秀的耐热性;在电气电器行业,表面组装技术的出现发展加速了电子元器件的小型化和高度集成化,但该技术的使用对材料的耐回流焊和尺寸稳定性提出了更高的要求,如承受瞬时峰值温度高达 260°C的回流焊。在尼龙家族中,高温尼龙产品具备非常优异的耐高温性能,其熔融温度接近或超过 300°C,长期使用温度在 150°C以上,其优异特性恰好可以满足轻量化、耐高温以及尺寸稳定性的要求,因此高温尼龙可以被广泛应用于汽车工业和电子电器领域。

表3：高温尼龙的特性介绍

特性	说明	代表品种
耐高温性能	热挠曲温度为 280°C (1.8MPa),连续使用温度为 180°C	PA6T、PA9T、PA46
韧性和蠕变性好	高温尼龙高结晶性使得其在高温 (大于 120°C) 仍然保持优良的刚性,具有铝一样的强度、钢一样的硬度以及橡胶一样的柔性、延展性和耐冲击性	PA66、PA46
尺寸稳定性好	高温尼龙的分子结构中分子链含有芳环,分子结构更规整,链段更不易运动	PA10T、PA12T
耐化学性	与其他聚酰胺类材料相比,耐高温尼龙具有良好的抵抗性,特别是高温下的耐油和油脂性非常良好	PA66、PA46
吸湿性	高温尼龙纤维增强产品具有较低的吸湿性,其吸水率仅为等量玻纤增强 PA66 产品的一半。这种低吸湿性可以为客户节省更多的干燥费用,且制品的尺寸稳定性更好	PA5T、PA6T

加工成型性好

作为热塑性塑料，可通过挤出、注塑工艺加工成型，分子链中含有柔性脂肪链，降低刚性，更易于加工

PA46T

资料来源：中国合成树脂协会，民生证券研究院

2.2 高温尼龙主要有五种生产工艺

高温尼龙常用的制备方法主要有**高温高压溶液缩聚法、低温溶液缩聚法、聚酯缩聚法、界面聚合法、直接熔融缩聚法**五种。

(1) 高温高压溶液缩聚法：高温高压溶液缩聚法是目前工业生产最常采用的合成工艺。首先将等物质的量的二元酸和二元胺单体在 N₂ 环境的保护下与适量的水，少量的反应助剂加入到高压聚合反应釜中，在较低温下 (< 100°C) 合成尼龙盐，然后缓慢升高体系温度进行预聚合，得到分子量相对较小的预聚物，将预聚物在真空烘箱中干燥，粉碎成合适粒径的颗粒，然后通过固相缩聚工艺或者挤出设备经过熔融聚合得到高熔点、高分子量的终聚物。该方法在水相体系下进行反应，生产成本低，经过多年发展，该工艺已经相当成熟，并且成功应用到工业化生产中。

(2) 低温溶液缩聚法：将等物质的量的二元酸和二元胺单体、少量的稳定剂加入到 N- 甲基吡咯烷酮 (NMP) 和吡啶的混合溶液中，加入适量的氯化钙和氯化锂，在一定条件下反应，所得产物在醇类溶剂中洗涤过滤后烘干，最后得到熔点在 310°C 左右，分子量较低的预聚物。该工艺之所以没有在生产中得到应用，主要是由于反应体系所用溶剂成本较高，且后续处理较为麻烦，且反应所得副产物会对反应容器造成腐蚀，给企业增加了极大的成本。

(3) 胺酯交换法：胺酯交换法是近些年来新开发的工艺，其主要机理在利用聚酯与脂肪族二胺单体进行酰胺化反应制得半芳香族 PA。该方法以回收聚酯作为原料，实现资源的再利用，符合环保政策要求，但是以高分子聚合物作为反应物，导致目标产物分子量无法控制，反应后期产物分子量增长困难，影响了该工艺的进一步产业化应用。

(4) 界面聚合法：界面聚合是指两种互不相容的溶剂混合后会产生相界面，在相界面上发生的聚合反应而进行的聚合反应。其工艺过程为，将含有苯环的酰氯化物分散在与水不相容的有机溶剂中，将二元胺分散在水相中，聚合反应发生在有机相和水相的界面上，通过搅拌就可得到相对分子量较高的 PA。

该工艺无需高温高压，反应要求简单且不可逆，制备所得产物分子量较高，但是反应体系溶剂回收处理较麻烦，溶剂消耗量大，设备利用率低，易造成环境污染，设备成本高，不适合大规模工业化生产。

(5) 直接熔融缩聚法：直接熔融缩聚法是在反应单体和聚合物熔融温度以上，保持熔融状态，在减压和氮气保护下，在熔融状态下发生聚合的合成工艺。直接熔融缩聚法设备及操作简单，不需要溶剂，成本较低，而且高温有利于反应进行并提高 PA 产物的分子量，实现连续反应，降低生产成本。但是该法制备产物出料时

存在粘釜问题，且在空气中易被氧化，限制了其在工业生产中的应用。

2.3 高温尼龙主要有脂肪族及半芳香族两大品类

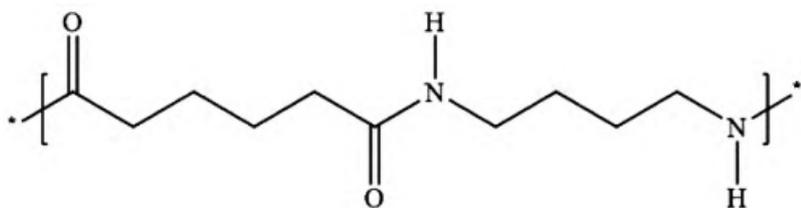
目前，常见的耐高温尼龙有脂肪族的 PA46 和半芳香族的 PA4T、PA5T、PA6T、PA9T、PA10T 和 PA12T 等多种类型。耐高温尼龙性能优异的特性与分子结构密切相关。尼龙分子链中存在的重复酰胺基团，不仅能把小分子连接成大分子，还能在彼此间形成氢键，从而增强分子间的相互作用，提高材料的物理机械性能。而且，氢键的存在能让分子链排列得更有序，进而促进尼龙结晶，提高尼龙的力学性能和耐热性。例如，脂肪族尼龙 PA46 的分子链对称性和规整程度很高，因此，其具有高的氢键密度和结晶度，因此 PA46 具备出色的耐热性能。

此外，为了让尼龙的耐热性能更好，含芳环的单体被引入到尼龙分子链中，半芳香尼龙便应运而生。芳环的加入，使得分子链的刚性增强，活动能力减弱，玻璃化转变温度提高，材料的力学性能和耐热性能也随之提升。与此同时，脂肪链的保留还保证了尼龙产品的熔体加工性能，因此半芳香尼龙集耐热性和熔体加工性于一体，具有非常广阔的市场应用空间和前景。另外，与脂肪族尼龙相比，半芳香尼龙的吸水率更低，有助于提升产品在实际应用过程中的尺寸稳定性。

2.3.1 PA46、PA4T

PA46 是唯一属于高耐热尼龙的脂肪族尼龙。传统脂肪族尼龙如 PA6、PA66 的耐热性能较差，但 PA46 除外。PA46 学名为聚己二酰丁二胺，由单体己二酸和丁二胺缩聚而成。**PA46 产业化最为关键的问题在于原料丁二胺的制备**，长久以来，帝斯曼掌握了丁二胺的合成技术，也是全球唯一实现了丁二胺工业化生产的企业，基于该优势，1984 年 5 月帝斯曼与 Twente University of Technology 合作完成了 PA46 的商业化，随后宣布了 PA46（商品牌号：Stanyl）的工业化工艺。

图3：PA46 的分子结构式



资料来源：郑天成著《耐高温尼龙的结构、性能及发展现状》，民生证券研究院

PA46 是常见脂肪族尼龙中耐热性能极为突出的品种。PA46 的熔融温度达 295°C，热变形温度为 160°C。PA46 分子结构中，酰胺基两侧各有四个亚甲基，分子链对称性高且规整性佳，这使得不同分子链的酰胺键之间更易形成氢键，氢键密度较高，不仅能提升 PA46 的结晶速度，还能增强其耐热性，其结晶度最高可达 70%。此外，PA46 具有高刚性、高温下低蠕变、良好的韧性和疲劳性能以及耐化

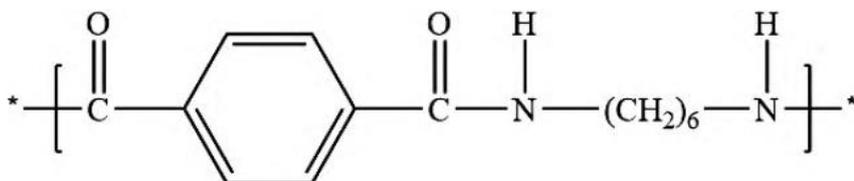
学性，可在高温环境中长期使用，在电子电器、汽车行业等领域有广泛应用，如结构体、摩擦件和传动件，像电机中的端部层压板、电刷架、衬套、齿轮、连接器和线轴等。不过，PA46 分子链中酰胺基团密度大，导致其吸水性强，尺寸稳定性欠佳，所以需要通过改性来改善。

此外，基于原料丁二胺的工业化，帝斯曼实现了聚对苯二甲酰丁二胺 (PA4T) 的产业化。PA4T 的单体是对苯二甲酸和丁二胺缩聚产物。与 PA46 相比，PA4T 的吸水率更低，但由于丁二胺中柔性的亚甲基链较短，均聚 PA4T 的熔点高达 430°C，远超其分解温度，因此 PA4T 均聚物无法进行熔融加工。工业上一般采用共聚的方式降低 PA4T 的熔点，这是因为共聚单体的加入会破坏分子链的规整度，降低聚合物的完善程度，从而降低熔点，实现熔体加工，例如帝斯曼开发 PA4T/6T 共聚物。

2.3.2 PA6T

PA6T 是目前已实现大规模产业化、用途广泛且市场占比较大的一种耐高温尼龙。 PA6T 的学名为聚对苯二甲酰己二胺，由单体对苯二甲酸和己二胺缩聚而成，其，最早生产 PA6T 的企业主要有杜邦、索尔维、三井化学、艾曼斯等国外企业。因 PA6T 聚合工艺复杂、难度大，聚合核心技术长期被国外企业垄断。近年来国内也开展了 PA6T 工业化研究，浙江新和成和青岛三力本诺等企业历经多年研发，已实现 PA6T 的产业化。

图4：PA6T 的分子结构式



资料来源：郑天成著《耐高温尼龙的结构、性能及发展现状》，民生证券研究院

与 PA4T 相比，PA6T 分子链中的亚甲基碳链长度增加，酰胺基团密度下降，熔点也有所降低；但 PA6T 聚物熔点仍高达 370°C，高于热分解温度 (350°C)，这使得 PA6T 的熔融加工成型依旧困难。因此，商品化的 PA6T 通常采用共聚改性的方法，将熔点降至合适温度区间 (295-325°C)，以在满足耐高温使用需求的同时改善熔体加工性能。目前商品化的 PA6T 商品中的主要共聚物种包括 PA6T/6、PA6T/66、PA6T/61、PA6T/6I/66 和 PA6T/DT 等。共聚单体的引入会破坏分子链的规整程度，削弱聚合物的结晶能力，进而降低熔点。通过引入不同的共聚单体，可实现对 PA6T 共聚物性能的调控。比如，改变共聚单体比例可调控共聚物熔点以满足不同应用场景需求；引入间苯二甲酸单体可改善透明性；引入共聚单体 2-甲基-戊二胺可提高 PA6T 共聚物的玻璃化转变温度等。不过，结晶能力的减弱会影响材料的熔体加工成型速率和力学性能。在 PA6T 共聚物中，PA6T/66 较为特殊。因为沿分子链方向，己二酸的长度与对苯二甲酸长度接近，所以 66 共聚单元可排

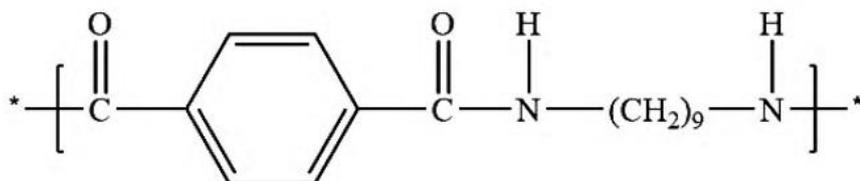
入 6T 的晶格，两种共聚单元形成共晶，这使得 PA66 单元的引入未大幅降低 PA6T/66 共聚物的结晶能力，因此 PA6T/66 是熔体加工、成型和耐热性能更均衡的共聚物产品。

由于 PA6T 在耐高温尼龙领域具有原料价格优势，且具备优异的耐热性、熔体加工等诸多物理机械性能，被广泛应用于电子电器和汽车工业等诸多领域，如汽车发动机周边部件、LED 支架、电路板表面贴装技术、机械轴承架、压缩机阀门和武器工业等。

2.3.3 PA9T

PA9T 无需进行额外共聚改性，综合性能优异。 PA9T 学名为聚对苯二甲酰壬二胺，由单体对苯二甲酸与壬二胺缩聚而成。PA9T 最早由日本可乐丽开发并实现工业化生产。由于 PA9T 中单体壬二胺的碳链长度增加到九个碳原子，且壬二胺原料中含有部分同分异构体（2-甲基-辛二胺），其熔点降低至 308°C 附近，因此其易于熔体加工，无需像 PA4T 和 PA6T 那样再进行额外的共聚改性。

图5：PA9T 的分子结构式



资料来源：郑天成著《耐高温尼龙的结构、性能及发展现状》，民生证券研究院

PA9T 的产业化技术曾被可乐丽公司独家掌握，这是因为可乐丽具备成熟的生产壬二胺的工艺技术。但随着近年可乐丽专利的到期，巴斯夫也宣布进军 PA9T 的市场。由于壬二胺的合成工艺复杂，所以 PA9T 开发的“卡脖子”问题主要在于原料二胺产业化工艺的开发。

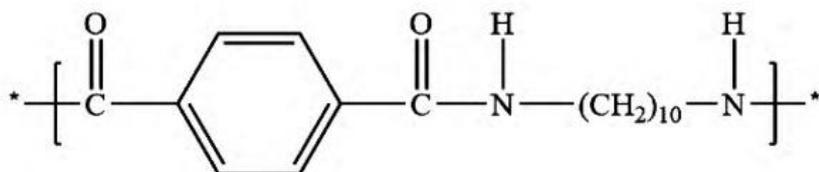
PA9T 的分子链中，既有刚性的芳环，又有长度为 9 个亚甲基的脂肪族链，这降低了酰胺基团的密度，因此，PA9T 的吸水率仅为 0.17%，是 PA46 的 1/10，是 PA6T 的 1/3，这就大幅提高了材料在使用过程中的尺寸稳定性；同时单体中脂肪链长度的增加提高了分子链的活动能力，由此提高了结晶速率，因此，PA9T 易于快速成型。此外，PA9T 因为具有较长的亚甲基碳链，使其具有优异的耐腐蚀性和耐化学溶剂性。基于以上优点，PA9T 已应用于多种部件，特别是在汽车和机械工业中用作功能部件，比如轴承支架和传动齿轮，在电子电器领域，用于电子电器连接器以及 LED 灯支架等。

2.3.4 PA10T

PA10T 是目前综合性能最为优异的高温尼龙之一，兼具生物基特性。 PA10T

学名为聚对苯二甲酰癸二胺，是由单体对苯二甲酸与癸二胺缩聚而成的聚合物。一直以来 PA10T 的主要生产商是金发科技和艾曼斯，近年来由于全球致力于实现“双碳”目标，而 PA10T 的原料癸二胺是一种生物基来源的化学品，可以由蓖麻油制得，因此最近 PA10T 备受关注。更重要的是，PA10T 是目前综合性能最为优异的高温尼龙之一，具有优异的耐高温、低吸水、高韧性和耐腐蚀等性能。

图6：PA10T 的分子结构式



资料来源：郑天成著《耐高温尼龙的结构、性能及发展现状》，民生证券研究院

PA10T 熔点为 316°C，耐热性能出色。与上述耐高温尼龙相比，PA10T 分子链中脂肪族二胺的碳链长度进一步增加，使得聚合物分子链中酰胺键密度进一步降低，分子链活动能力增强，因而具有高结晶速率和结晶度。二胺单体中脂肪链碳原子数的增加还增添了分子链的柔顺性，从而提高了材料的韧性，因此，PA10T 具有更优异的韧性。此外，酰胺键密度的降低，降低了 PA10T 的吸水率。低吸水率是应用于表面贴装技术（SMT）组件耐热材料的关键特性，因为高吸水材料会在 SMT 加工过程中起泡，影响产品质量，所以 PA10T 也经常应用于高端的电子产品中。但是 SMT 加工要求材料具有非常优异的熔体流动性，因此，需要对 PA10T 进行分子结构设计，以改善其流动性。目前常用的方法有适当降低分子量，以及在聚合体系中引入多官能团的单体等。少量多官能团单体的引入，可以聚合得到多臂星形分子链，以减少分子链之间的缠结，达到改善熔体流动性的目的。

基于以上优异性能，PA10T 应用于电子、汽车等行业。此外，从原料来源角度考虑，癸二胺属于生物基来源的化学品，PA10T 产品的生物基含量达到 56.3%。在目前实现“双碳”的大背景下，PA10T 具有广阔的应用前景。

2.3.5 PA12T

PA12 产业化曾受单体十二碳二胺制备难题制约，国内经生物发酵工艺取得较大进展。 PA12T 学名为聚对苯二甲酰十二碳二胺，是由单体对苯二甲酸与十二碳二胺缩聚所得的聚合物。因分子链中亚甲基含量更高，其熔点较其他均聚半芳香尼龙低，约为 310°C；也正因酰胺基团密度的降低，PA12T 有更低的吸水率，同时其具有较好的韧性和抗冲击性能。

PA12T 实现产业化最大的难题在于单体十二碳二胺。最早杜邦公司采用化学合成的方法制备十二碳二元胺，但由于工艺路线复杂、污染严重、成本较高，因此，最终未能实现产业化。国内中科院微生物研究所通过生物发酵的方法，以轻石蜡为

原料实现了十二碳二元酸的制备。生物路线较化学合成更为简单且绿色环保。此后，郑州大学与中科院微生物研究所合作，以石油发酵法的十二碳二酸为原料经过聚合、脱水、加氢合成了十二碳二元胺，然后再与对苯二甲酸聚合得到 PA12T。经过多年的深耕和研究，郑州大学团队在 PA12T 成盐和聚合工艺方面取得了突破性进展，并与河南君恒合作实现了 PA12T 的工业化生产。

近年，凯赛生物技术材料有限公司大力发展生物发酵法生产长链二元酸的工艺和规模，实现了长链二元酸的大规模工业化生产，降低了长链二元酸的生产成本。但相对而言，十二碳二元胺的价格仍然较高。随着生物法制备长碳链二胺工艺的进一步成熟，PA12T 具备良好的发展前景。

2.3.6 其他耐高温尼龙

PA5T 是近期发展较为热门的一种耐高温尼龙，其学名为聚对苯二甲酰戊二胺，由单体对苯二甲酸与戊二胺缩聚而成。与 PA6T 相比，二者结构相似，性能也比较接近。戊二胺是生物基来源的化学物质，可通过生物赖氨酸脱羧反应形成。赖氨酸的脱羧反应一般是通过生物化学方法进行，然而生物化学方法路线复杂、成本较高，导致工业化生产存在难度。近年来，随着凯赛生物在戊二胺技术方面取得重大突破，PA5T 在未来的发展充满潜力。

此外，除了半芳香族尼龙以外，还有部分研究报道了对脂环族耐高温尼龙的探索。其中可乐丽以 1,4 - 环己烷二酸和壬二胺为原料开发了 PA9C，该材料熔点高达 320 - 330°C，具有优异的耐热性和低的吸水率。脂环中含有不饱和键，因此，其具有更为优异的耐热氧化性能。其他文献资料也有 PA46C、PA10C 以及萘环尼龙的报道，但是上述材料目前尚未实现大规模产业化。

表4：高温尼龙主要品种介绍

类别	产品	单体	特点	代表厂商
脂肪族尼龙	PA46	己二酸、丁二胺	熔融温度 295°C，热变形温度 160°C，脂肪族尼龙中耐热性最优，分子链对称性和规整度高，氢键密度和结晶度高，结晶速度快、结晶度可达 70%，有高刚度、高温下低蠕变、良好韧性和疲劳行为、耐化学性，吸水率较高，尺寸稳定性相对较差。	帝斯曼
	PA4T	对苯二甲酸、丁二胺	相比 PA46 吸水率相对低；由于丁二胺中甲基链短，均聚 PA4T 熔点高达 430°C，高于其熔融温度，难以进行熔融加工，工业上通常采用共聚的方法降低熔点，改善熔体完善程度以实现熔体加工	帝斯曼
半芳香族尼龙	PA6T	对苯二甲酸、己二胺	与 PA4T 相比分子链中亚甲基碳链长度增加，酰胺基团密度下降，均聚物熔点 370°C 高于热分解温度 (350°C)，熔融加工成型困难，常通过共聚改性调控性能，PA6T/66 熔体加工、成型和耐热性能更均衡。	杜邦、索尔维、三井化学、艾曼斯；新和成、青岛三力本诺
	PA9T	对苯二甲酸、壬二胺	分子链有刚性芳环和 9 个亚甲基脂肪族链，降低酰胺基团密度，吸水率 0.17%，尺寸稳定性高，单体脂肪链长提升分子链活动能力，结晶速率高、易于快速成型，有优异耐腐蚀性和耐化学溶剂性，熔点 308°C 附近，易于熔体加工。	可乐丽、巴斯夫

	PA10T	对苯二甲酸、癸二胺	熔点 316°C, 耐热性能突出, 分子链脂肪族二胺碳链长, 酰胺键密度低, 分子链活动能力强, 有高结晶速率和结晶度、更优异韧性, 吸水率低, 适用于 SMT 组件耐热材料, 需进行分子结构设计改善熔体流动性。	金发科技、艾曼斯
	PA12T	对苯二甲酸、十二碳二胺	分子链中亚甲基含量高, 熔点约 310°C较其他均聚半芳香尼龙低, 酰胺基团密度低, 吸水率低, 有较好韧性和抗冲击性能; 产业化难题是单体十二碳二胺制备, 国内通过生物发酵等方法取得进展。	杜邦 (未实现产业化)、中科院微生物研究所、郑州大学、河南君恒、凯赛生物
其他	PA5T	对苯二甲酸、戊二胺	结构和性能与 PA6T 相似, 戊二胺为生物基来源, 曾因生物化学制备路线复杂、成本高致工业化有难度, 凯赛生物取得技术突破后发展潜力大。	-
	PA6C	1,4-环己烷二酸、壬二胺	熔点 320 - 330°C, 具有优异的耐热性和低吸水率, 脂环中不含不饱和和键, 有更优异的耐热老化性能, 尚未实现大规模产业化。	可乐丽

资料来源: 郑天成著《耐高温尼龙的结构、性能及发展现状》, 民生证券研究院

2.4 市场需求快速发展, 国际头部企业占据主导地位

高温尼龙市场需求快速发展。受益于下游汽车、电子行业的快速发展, 高温尼龙的需求得以不断增长, 据中国合成树脂协会数据, 2021 年全球耐高温尼龙市场需求量达到 16 万吨, 2022 年预计全球需求量将超过 17 万吨。国内市场方面, 2016-2020 年, 我国高温尼龙行业工业总产值从 5.72 亿元增长至 8.78 亿元, 市场规模则从 14.60 亿元增长至 22.21 亿元。而从终端消费领域来看, 据中国化信咨询数据, **电子电器行业对高温尼龙需求增长最快, 其次为交通运输领域。**2020 年电子电器和交通运输分别占高温尼龙消费量的 58%和 30%, 中国化信咨询预计 2025 年该占比将调整为 65%和 26%。

国际头部化工企业优势明显, 占据市场主导地位。1985-1990 年是高温尼龙发展的黄金时期, 然而该领域技术门槛颇高, 使得生产主要集中在**杜邦、索尔维、帝斯曼、艾曼斯、可乐丽、三井、巴斯夫**等国际巨头手中。这些企业凭借成熟的生产技术和严格的质量管控, 确保了产品质量的稳定, 在市场上拥有极高的知名度。凭借品牌和技术优势, 它们在市场具备较强的议价能力。从产品生产分布来看, 帝斯曼独家生产 PA4T、PA46 产品; PA9T 主要由日本可乐丽公司生产; 三菱瓦斯作为间苯二甲胺最主要的生产商, 主要生产 MXD6 产品; 其他国外企业大多以 PA6T 产品为主。国际企业在高温尼龙领域的布局较为完善, 并且凭借先发优势和技术积累, 占据了市场主导地位。

表5: 全球高温尼龙生产企业情况

公司名称	地址	2020 年产能 (万吨/年)	占全球份额	主要产品
杜邦	美国、德国	5.0	19%	PA6T
索尔维	美国	1.8	7%	PA6T

巴斯夫	德国	0.5	2%	PA6T, PA9T
帝斯曼	荷兰	8.5	32%	PA46, PA6T
艾曼斯	瑞士	2.5	9%	PA6T, PA10T
三菱瓦斯	日本、美国	3.5	13%	MXD6
可乐丽	日本	1.3	5%	PA9T
三井化学	日本	0.6	2%	PA6T
金发科技	中国	0.5	2%	PA6T, PA10T
其他	-	2.15	8%	-
总计	-	26.35	100%	-

资料来源：中国化信咨询公众号，民生证券研究院

国内企业起步相对较晚，进口依赖度高。国内高温尼龙产业虽起步较晚，但经过十几年的发展，已经成功实现了从无到有的突破，像金发科技等企业已实现PA10T、PA6T的工业化生产。不过，与国际巨头相比，国内企业仍面临诸多挑战。在生产规模上，国内企业规模普遍偏小。在技术积累方面，国内企业时间较短，这导致产品质量和国外同类产品相比存在一定差距。

高温尼龙的技术挑战主要集中在原料二元胺及树脂的生产上。例如，丁二胺作为制备PA46和PA4T的主要单体，目前由帝斯曼独家生产；己二胺是制备PA6T的主要单体，虽然国内有英威达、河南神马等生产企业，但我国现阶段尚不具备己二胺原料己二腈的生产能力，从而限制了PA6T的发展；癸二胺是制备PA10T的主要单体，国内有无锡殷达、天津利安隆等生产企业。

受上游原料限制，国内产业化的产品种类较少，主要以PA10T以及中低端的PA6T为主。国内高温产品质量参差不齐，稳定性欠佳，在国际市场竞争中处于劣势地位。以产量和开工率来看，目前国内仅有金发可以生产PA10T产品，开工率可以达到90%；而其余几家企业生产的PA6T、PA12T因技术不稳定，开工率不足30%，年产量仅在500-1000吨。中国高温尼龙生产企业不足10家，从2020年的产能分布来看，金发科技、江门德众泰和三力本诺总产能占全国的78%。

随着国产化率的提高和新建项目增多，高温尼龙产品价格有所下滑。2015年产品单价在5.2万元/吨，2020年已下降到4.6万元/吨，产品毛利率维持在25%。在乐观情境下，2025年中国高温尼龙自给率将提升至40%-50%，但由于原料己二腈自主生产受限，未来新建项目仍将以中低端产品为主。总体而言，国内高温尼龙产业尚处于成长期，虽然下游需求强烈，但技术壁垒较高，发展之路依然任重道远。

表6：中国高温尼龙生产企业情况

公司名称	装置地点	2020 年产能 (万吨/年)	2025 年产能 (万吨/年, 预计)	主要产品
金发科技	广东	0.5	1.5	PA10T, PA6T
江门德众泰	广东	0.5	0.5	PA6T, PA12T
三力本诺	山东	0.3	1.0	PA6T
杰事杰	安徽	0.1	0.1	PA6T
新和成	浙江	0.1	0.1	PA6T
君恒	河南	0.1	0.1	PA12T
龙杰	广东	0.05	0.3	PA10T
其他	-	-	2.0	PA6T, PA10T, PA12T
总计	-	1.65	5.6	-

资料来源：中国化信咨询公众号，民生证券研究院

3 共聚尼龙：尼龙单体聚合而来，优化性能拓展应用

3.1 共聚尼龙由两种或两种以上尼龙单体聚合而来

共聚改性系应对传统尼龙缺点应运而生的主流改性方法之一。传统的聚酰胺产品虽然具有多种优异的性能，但仍然存在一些不足之处，如产品尺寸稳定性差、吸水性大、低温韧性不足、易燃烧等，这些缺点限制了聚酰胺的大规模应用。而酰胺改性可以针对现有的聚酰胺品种进行性能优化以拓展其应用领域。就改性方法而言，按照是否发生化学变化可以分为物理改性和化学改性，按照改性目的的不同可以分为：共聚改性、增韧改性、增速改性、增强和填充改性以及阻燃改性等。由于聚酰胺主链末端的氨基和羧基具有反应活性，因此可以通过引入功能性单体进行共聚化学改性，以改善聚酰胺制品的吸水性、尺寸稳定性等不足之处，共聚改性相较其他改性方法而言，具有工艺简单、效果较好且针对性强的特点，因而发展迅速。

共聚尼龙（共聚酰胺）是指由两种或两种以上的聚酰胺单体或聚酰胺聚合物聚合而成的聚酰胺产品。通过合理选择共聚单体与聚合物进行共聚改性，能改变其组成和结构，进而显著影响熔点、溶解性、结晶度和透明性等性能，以此制备出具有低软化点、高透明性、柔软且易溶解等特殊性能的共聚尼龙。此外，依据不同应用领域和性能需求，调整共聚尼龙组分的配比，可制备出熔点、结晶度和溶解性可调的系列改性品种，实现聚酰胺材料的高性能化与功能化，拓展其应用范围。例如，共聚尼龙树脂可做感光印刷版材料，还可用作复合纤维的组分；共聚尼龙溶液可用作光敏基料、涂层材料和胶粘剂；共聚尼龙薄膜可做热熔胶、织物衬里等。

3.2 无规共聚改性为共聚尼龙主要生产工艺

根据聚合工艺的不同，制得的共聚尼龙共聚物的结构也不相同，共聚尼龙的主要改性工艺可以分为无规共聚、嵌段共聚、交替共聚以及接枝共聚等。目前，聚酰胺的无规共聚改性研究较为广泛，且已有工业化产品；而嵌段、接枝共聚改性大多仍处于基础研究阶段，尚需进一步深入探索。

3.2.1 无规共聚尼龙

无规共聚改变了均聚酰胺分子链结构的对称性与规整性，会使共聚物的熔点、结晶度降低，其物理、机械和光学性能相较于均聚酰胺也产生较大变化。无规共聚酰胺主要有三种聚合工艺：（1）直接加入共聚单体（酰胺盐或预聚体）进行熔融缩聚或溶液缩聚反应；（2）采用初始单体（二元酸、二元胺、内酰胺或 ϵ -氨基己酸）作为共聚成分进行熔融聚合；（3）以初始单体二元胺与二元酰氯作为共聚单体进行界面缩聚。

通过无规共聚制备的共聚酰胺包括透明、荧光型、耐油型、热熔胶用、水溶和醇溶性、同晶型置换共聚酰胺等种类。因其具备优异特性，共聚酰胺被广泛应用于

包装材料、管材、表层涂料、粘合剂、汽车部件及光学器件等领域。

3.2.2 嵌段共聚尼龙

嵌段共聚酰胺是由两种或多种链段构成的线性共聚物，与无规共聚酰胺不同，其性能与链段的种类、长度和数量等密切相关。研究者能够通过调控各链段的组成、长度以及嵌段数目等因素，以满足不同产品的需求。嵌段共聚酰胺主要有三种聚合工艺：(1) 内酰胺或氨基酸的多步法活性阴离子聚合；(2) 均聚酰胺的预聚物进行酰胺交换反应；(3) 均聚酰胺预聚物固态缩聚法。

3.2.3 接枝共聚尼龙

接枝共聚物是在大分子链上连接有另一种链节支链的共聚物，若聚合物主链与支链链节相同，则为带支链的均聚物。接枝共聚工艺在分子新材料和新产品的制备中意义重大，制备接枝共聚酰胺的关键在于确定合适的接枝点。

3.3 共聚尼龙主要产品为共聚酰胺 6/66、6/12、6/11

目前共聚酰胺材料研究应用主要集中在共聚酰胺 6/66、共聚酰胺 6/12、共聚酰胺 6/11 等几大类。

3.3.1 共聚酰胺 6/66

共聚酰胺 6/66 强韧耐磨，加工与阻隔性能良好。共聚酰胺 6/66 是由己内酰胺与己二酸己二胺盐经熔融缩聚制得，具备优良的耐腐蚀性、耐磨性、较高的力学强度和良好熔体流动性，兼具优良的韧性，可以用于制备多层、多形状的共聚酰胺 6/66 薄膜，广泛应用于包装、电器、汽车、医疗等领域。在此基础上，提升共聚酰胺 6/66 的热稳定性，将有助于改善共聚酰胺 6/66 的加工性能，进而扩大其应用领域；改善共聚酰胺 6/66 的阻隔性能，能使其在包装领域有更广阔的应用；改善共聚酰胺 6/66 的节点性能和力学性能，可以使其在新材料的研发中发挥一定作用。

目前，共聚酰胺 6/66 常通过共混等方法与无机或有机材料复合，或调控工艺来提升力学、加工、耐热、阻隔等性能，拓展其在包装膜等领域的应用范围。

表7：铝/碳纤维的添加有助于增强共聚酰胺 6/66 材料的力学性能

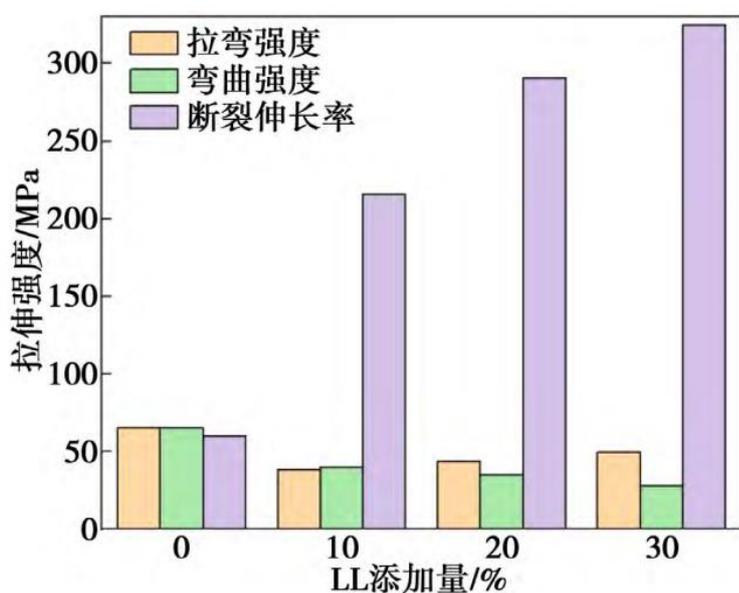
材料名称	拉伸强度 / MPa	弯曲强度 / MPa
PA6/66	54.42	67.02
10%Al/PA6/66	65.38	73.72
20%Al/PA6/66	57.78	91.15
10%CF/PA6/66	72.42	100.35
20%CF/PA6/66	95.54	121.42

资料来源：沈影等著《共聚酰胺 6 改性研究进展》，民生证券研究院

3.3.2 共聚酰胺 6/12

共聚酰胺 6/12 具有低熔点和高透明度，可用于服装面料和非织造布热熔黏合剂，毛刷用柔性单丝以及食品药品包装薄膜等领域。为提升共聚酰胺 6/12 的冲击强度与机械性能，进而扩大其应用范围。目前，共聚酰胺 6/12 多通过调整聚合和加工工艺、添加纳米材料等方式提升共聚酰胺 6/12 的力学、韧性和热稳定等性能，拓展其应用前景。

图7：十二内酰胺（LL）的添加有助于改善共聚酰胺 6/12 的断裂伸长率



资料来源：沈影等著《共聚酰胺 6 改性研究进展》，民生证券研究院

3.3.3 共聚酰胺 6/11

共聚酰胺 6/11 加工性优，性能均衡且性价比高。共聚酰胺 6/11 熔点低、加工性好，与聚酰胺 6 相比耐水性优良，与普通烯烃类聚合物相比机械性能更优，较聚酰胺 11 性价比高，更加适合商业应用，前景广阔。共聚酰胺 6/11 与其他材料形成共混体系后，力学、热稳定和导电性能，可进一步提升聚酰胺材料的应用领域。共聚酰胺 6/11 与其他材料共混形成的复合材料，在耐热、导电和结晶性能上得到提升，应用范围更为广阔。

表8：碳材料的添加有助于改善共聚酰胺 6/11 的拉伸强度

材料名称	拉伸强度 / MPa	断裂伸长率 /%
CoPA6/11	280.80	18
0.50 wt%GR/CoPA6/11	303.26	-
0.50wt%GO/CoPA6/11	610.40	30
0.50wt%CNT/CoPA6/11	540.02	43

资料来源：沈影等著《共聚酰胺 6 改性研究进展》，民生证券研究院

3.3.4 三元共聚酰胺

除了前文提到的较为常用的二元共聚酰胺，多元共聚酰胺在市场上同样应用广泛，并且通过调控聚合物配比，可以获得具有不同软化点、溶解性及耐油性、耐药性等特殊性能的聚酰胺共聚物，发展前景良好。

表9：共聚尼龙主要品种介绍

产品种类	产品特点	应用领域
共聚酰胺 6/66	具有优良的耐腐蚀性、耐磨性、较高力学强度、良好熔体流动性和韧性，可通过与其他材料复合或调控工艺提升热稳定、阻隔等性能。	包装、电器、汽车、医疗等领域
共聚酰胺 6/12	低熔点、高透明度，可通过调整聚合工艺、添加材料等提升力学、韧性、热稳定等性能。	服装面料、非织造布热熔黏合剂、毛刷用柔性单丝、食品药品包装薄膜等
共聚酰胺 6/11	熔点低，加工性好，与聚酰胺 6 相比耐水性优良，与普通烯烃类聚合物相比机械性能更优，性价比高，与其他材料共混后耐热、导电和结晶等性能提升。	可作为木塑复合材料基体聚合物，通过添加碳材料等改性后应用进一步拓展
三元及多元共聚酰胺	可通过调控聚合物配比获得不同软化点、溶解性的产品，具有耐油性、耐药性等特殊性能，经改性可提升拉伸强度、阻隔性等。	热熔型黏合剂（制鞋、服装、纺织等行业）、膜领域等

资料来源：沈影等著《共聚酰胺 6 改性研究进展》，民生证券研究院

3.4 全球市场容量约 3 亿美元，市场格局同样由国际主导

伴随汽车、电子电器、包装及纺织品等下游行业对高性能材料需求的持续增长，尼龙共聚物市场呈现出一定的发展态势。据 QY Research 研究数据显示，2023 年全球尼龙共聚物的销售额达 3.38 亿美元，展现出较为可观的市场体量。基于当前市场发展趋势与行业前景分析，QY Research 预计至 2030 年，尼龙共聚物的销售额将攀升至 3.83 亿美元，期间年均复合增长率为 1.8%，这表明尼龙共聚物市场在未来一段时间内将保持稳定的增长节奏。

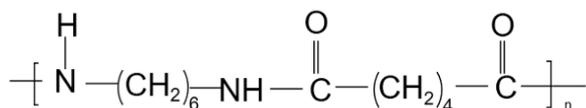
从全球市场竞争格局来看，尼龙共聚物市场主要由 BASF、EMS、Toray 等国外企业主导。这些头部企业凭借先进的生产技术、成熟的供应链体系以及强大的研发能力，占据了较大的市场份额，其中排名前三的企业约占全球市场 60% 的份额，在市场定价、产品创新等方面拥有较强的话语权。国内企业在该领域虽然也在不断发展，但整体市场影响力与国际龙头企业相比，仍存在一定的追赶空间。

4 尼龙 66：主流尼龙产品，综合性能突出，国产化迈入“最后一公里”

4.1 尼龙 66 系主流锦纶产品，综合性能突出

尼龙 66 是锦纶的重要品种。尼龙 66 又称锦纶 66、聚酰胺 66 (PA66)、聚己二酰己二胺，为半透明或不透明的乳白色结晶聚合物，受紫外光照射后会发紫白色或蓝白色光。尼龙 66 综合性能好，具有强度高、刚性好、抗冲击、耐油及耐化学品、耐磨和自润滑等优点，尤其是硬度、刚性、耐热性和蠕变性能更佳，因此广泛应用于工业、服装、装饰、工程塑料等领域。

图8：尼龙 66 结构式



资料来源：郭梓栋著《增韧阻燃尼龙 66 配方设计及工艺研究》，民生证券研究院

图9：尼龙 66 产品图片



资料来源：百川盈孚，民生证券研究院

表10：尼龙 66 物理性质

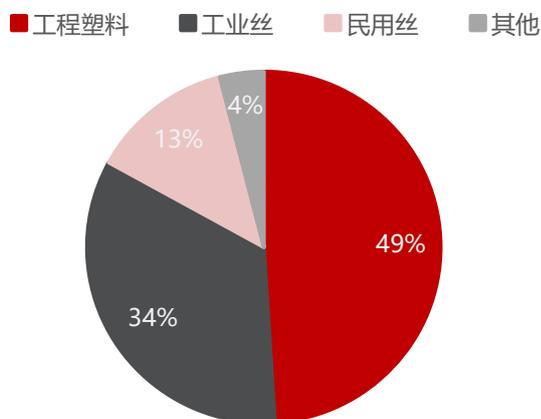
性能	尼龙 66	单位	检测标准
密度	1.14	g/cm ³	
熔点	252	°C	
成型收缩率	0.8-2.5	%	
脆化温度	-30	°C	
热分解温度	大于 350°C	°C	
连续耐热温度	80-120	°C	
平衡吸水率	2.5	%	
成型温度	250-270	°C	
干燥条件	100-120	°C/3 小时	
拉伸模量 (干态)	2.5	GPa	ISO527
悬臂梁缺口冲击强度 (干态)	9.2	KJ/m ²	ISO180
抗弯强度 (干态)	71.8	MPa	ISO178

拉伸强度 (干态)	75	MPa	ISO527
断裂伸长度 (干态)	30	%	ISO527
弯曲模量 (干态)	2500	MPa	ISO178
简支梁缺口冲击强度 (干态)	2.5	KJ/m	ISO179
简支梁冲击强度 (干态)	不断	KJ/m	ISO179

资料来源: 郭梓栋著《增韧阻燃尼龙 66 配方设计及工艺研究》, 民生证券研究院

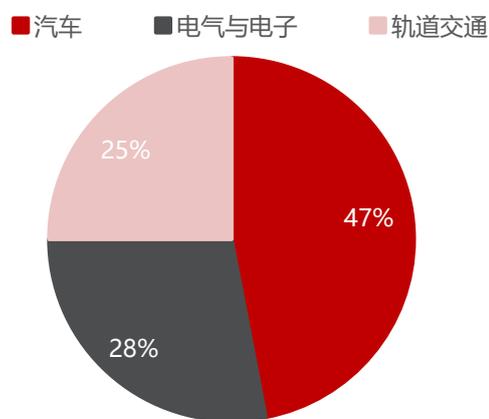
尼龙 66 切片的主要产品类型有纤维级切片和工程塑料切片。据百川盈孚数据, 从 2024 年尼龙 66 下游的应用占比来看, 尼龙 66 工程塑料需求占比达到 49%; 而工业丝、民用丝和其他应用的尼龙 66 消费量占比则分别为 34%、13% 和 4%。其中, 尼龙 66 作为优良的热塑性树脂, 可制备成多种工程塑料, 广泛应用于电子电气、汽车等领域; 民用丝以细旦、超细旦、抗静电、阻燃、抑菌等高附加值产品为主, 主要用于制作军用服装、防护服等性能要求高的终端产品; 工业丝则以高强度、高模量、高韧性和低收缩的特点为主, 大多用于制作轮胎帘子布、降落伞、绳索、渔网等终端产品; 其他用丝以地毯丝为主, 具有高蓬松性、色彩鲜艳、保形性好等特点, 是高品质地毯的主要原料之一。

图10: 2024 年中国 PA66 下游消费结构



资料来源: 百川盈孚, 民生证券研究院

图11: 2020 年中国尼龙 66 在工程塑料领域的具体应用



资料来源: 天天化工网, 民生证券研究院

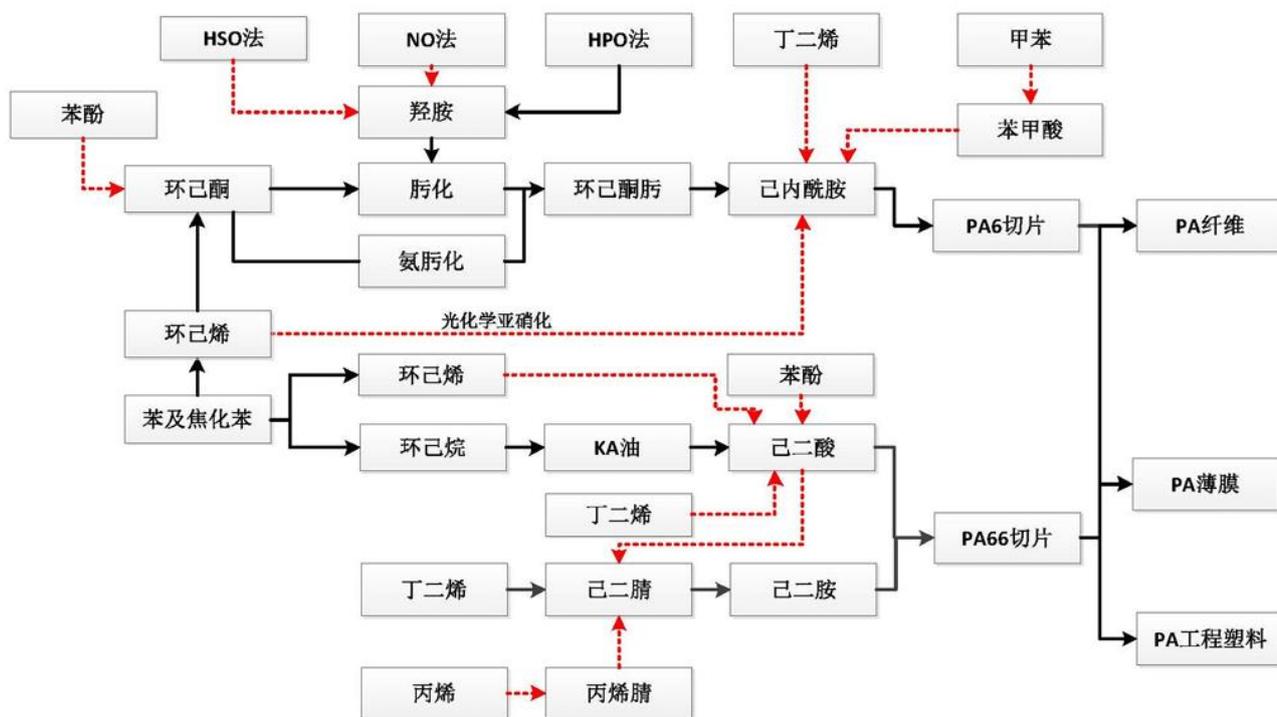
图12：尼龙 66 下游应用场景



资料来源：《南山智尚：向特定对象发行 A 股股票募集说明书（注册稿）》，民生证券研究院

尼龙 66 上游核心原料是己二腈 (ADN)。在二元酸和二元胺制取尼龙的环节中，只有严格控制原料配比为等摩尔比，才能获得分子量较高的聚合物。因此，在生产过程中需先将己二酸和己二胺混合成尼龙 66 盐，后经过缩聚反应，才能得到尼龙 66。其中，己二酸的主要原料为纯苯，生产工艺成熟；己二胺的主要原料为己二腈，但由于己二腈、己二胺具有一定的投资壁垒，因此己二腈-己二胺-PA66 为影响 PA66 生产的关键环节。

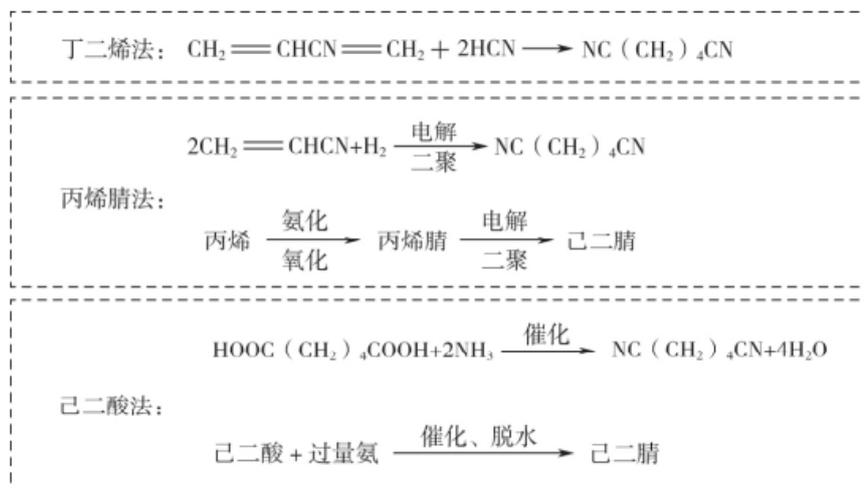
图13: PA6 及 PA66 行业产业链示意图



资料来源: 王佳臻等著《国内尼龙 6、尼龙 66 产业的发展现状》, 民生证券研究院

己内酰胺法己二腈 (AND, 1,4-二氰基丁烷), 是一种非常重要的有机化工原料, 在工业上主要用于生产己二胺, 进而与己二酸反应生产尼龙 66 盐, 全球每年约有 90%的己二腈用于生产尼龙 66 盐, 约占尼龙 66 盐成本的 40%。此外, 其还可以用于生产橡胶助剂、杀虫剂、杀菌剂、火箭燃料和聚合物材, 增塑剂、添加剂、着色剂、纺织助剂和用于芳香萃取的萃取剂也可基于 AND 制备。

目前, 工业化生产己二腈的传统工艺主要有 3 种: 丁二烯直接氰化法、丙烯腈电解二聚法、己二酸催化氨化法, 还有产能规模小的己内酰胺氨化法和 1,4-二氯丁烷氰化法。其中, 丁二烯直接氰化法虽然采用剧毒的氢氰酸为生产原料, 对于设备、操作、管理等方面都有非常高的要求, 但具有原料成本低、能耗低、产品质量好、收率高的优势, 并且适合大规模的工业化生产, 是目前较为理想的己二腈工艺路线。另外, 还处于研发阶段的丙烯腈催化二聚法可降低能耗和投资, 丁二烯氢酯糖基化法选择性更高、更安全。

图14：丁二烯法、丙烯腈法和己二酸法的反应过程


资料来源：曾成著《我国锦纶 66 产业发展现状及展望》，民生证券研究院

表11：三种制备己二腈工艺路线对比分析

项目	丁二烯法	丙烯腈法	己二酸法
原料成本	低	高	略高
工艺过程	一般	一般	复杂
能耗	较低	较高	一般
生产规模	大	小	适中
产品质量	高	高	一般
环保	污染一般	污染大	污染一般
投资	略低	较高	较低
公用工程成本 (元/吨)	1320	2735	2218

资料来源：曾成著《我国锦纶 66 产业发展现状及展望》，民生证券研究院

己二腈技术长期被国外企业垄断，产能较为集中。己二腈生产工艺流程较长，催化剂体系复杂，且工程放大难度极大。以目前主流的丁二烯法为例，原料氢氰酸具有剧毒性，且以镍—磷配合物为核心的催化体系开发在国内更属空白，因而国内虽自上世纪 70 年代开始便有国内企业引进和研发己二腈生产技术，但是过程并不顺利。目前国际己二腈产能仍高度集中，据伊帆著《己二腈的产业化现状与发展建议》中的数据，截至 2023 年年底，全球己二腈产能达到 250.48 万吨，其中英威达、奥升德、巴斯夫、华峰、天辰齐翔 5 家公司全球产能占比达到 97%，英威达是全球最大的己二腈企业，年产能达到 91.65 万吨，是全球最大的己二腈生产企业。

表12：国内己二腈技术发展历程曲折

时间	企业/机构	里程碑
1970s	中石油辽阳石化	引进法国罗纳普朗克己二酸氨化法生产工艺，建设 2 万吨装置，但能耗高、流程长、副反应多，于 2002 年停产
2010 年	神马股份	自 2010 年开始公司开始研究己二腈的合成技术，虽取得一定进展但并没有最终攻克
2011 年	山东润兴化工	公司电合成己二腈及其产业化、非光气法 HDI 技术及产业化两项科技成果通过省级鉴定
2015 年	山东润兴化工	公司投资建设的 10 万吨己二腈装置试生产，后因装置爆炸而停产
2015 年	中国化学	由天辰工程有限公司等单位共同开发的丁二烯直接氢氰化合成己二腈技术通过科技成果鉴定
2016 年	石化联合会	己二腈生产技术被列为十三五规划重点突破的关键技术和高端产品
2018 年	重庆紫光化工	500 吨装置中试已经建成，后续进展无公开信息
2019 年	天辰新材料	中国化学和齐翔腾达合资设立天辰齐翔新材料有限公司，建设己二腈及尼龙项目，首期己二腈 20 万吨
2019 年	华峰化学	自有己二酸工艺建成 5 万吨己二腈产业化生产装置并投产（2020 年实现稳定生产，产品品质与英威达相当）

资料来源：CNKI，石化联合会，立鼎产业研究网，伊帆等著《己二腈的产业化现状与发展建议》，民生证券研究院

表13：2023 年全球己二腈产能情况

企业	地点	年产能 / 万 t	工艺路线	备注
英威达	美国奥兰治 (Orange)	51.65	丁二烯法	2023 年 10 月关闭
英威达	美国维多利亚 (Victoria)	51.65	丁二烯法	—
英威达	中国上海	40.00	丁二烯法	—
英威达 / 巴斯夫	法国 Butachimie	62.50	丁二烯法	两家各占 50%
奥升德	美国	49.00	丙烯腈法	—
华峰集团	中国	20.00	己二酸法	—
天辰齐翔	中国	20.00	丁二烯法	—
旭化	日本	4.30	丙烯腈法	—
扬农宁夏瑞泰	中国	2.50	己内酰胺法	—
无锡殷达尼龙	中国	0.50	己二酸法	—
江苏朝阳化学品	中国	0.03	1,4 - 二氯丁烷氰化法	—
合计	—	302.13	—	—

资料来源：伊帆等著《己二腈的产业化现状与发展建议》，民生证券研究院

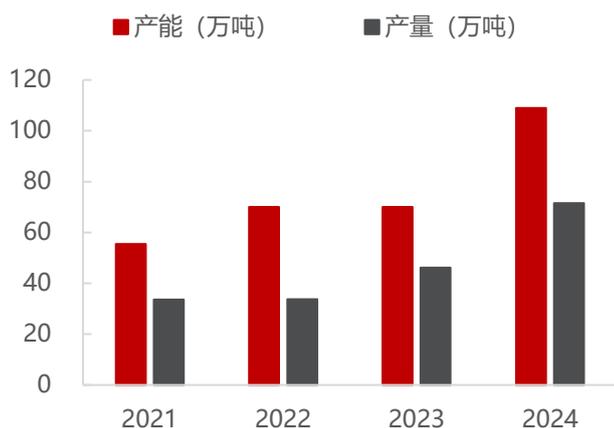
己二腈国产化迎来突破，多家企业快速布局。近年来以华峰集团、中国化学为代表的中国企业经过多年的技术攻关，已逐步打破己二腈行业此前遭遇的“卡脖子”难题。2019 年，华峰建成了国内首套 5 万吨/年己二腈生产装置，这是国内首个己二腈工业化生产项目，也是在国内首次打通并建成了 PA66 的完整产业链；同年，中国化学旗下中国天辰工程有限公司攻关团队历经 3000 多天自主研发“丁二

烯法己二腈专有技术”，并积极打造中国化学年产 100 万吨尼龙新材料生产基地，这是国内首次利用民族自有技术研发的己二腈项目，也在真正意义上填补了国内产业空白。受益于国产工艺突破，多家国产企业正在陆续投产己二腈，随着国产己二腈逐步投产，我国尼龙 66 行业发展迎来新的契机。

4.2 行业产能高速增长，利好产业链及相关行业发展

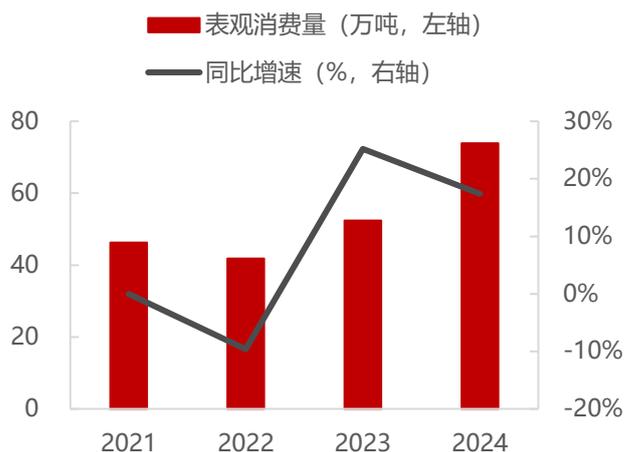
我国 PA66 切片产能、产量稳步提升。就 PA66 切片的产能及产量变动情况而言，我国 PA66 切片整体呈现逐年增长的态势，产能自 2021 年 55.50 万吨增长至 2024 年的 108.90 万吨，产量自 2021 年的 33.65 万吨增长至 2024 年的 71.50 万吨，CAGR 分别达到 25.19%、28.56%。就表观消费量变动情况而言，我国 PA66 切片表观消费量从 2021 年的 46.27 万吨增长至 2024 年的 73.92 万吨，CAGR 为 16.90%。

图15：2021-2024 年中国尼龙 66 产能及产量



资料来源：百川盈孚，民生证券研究院

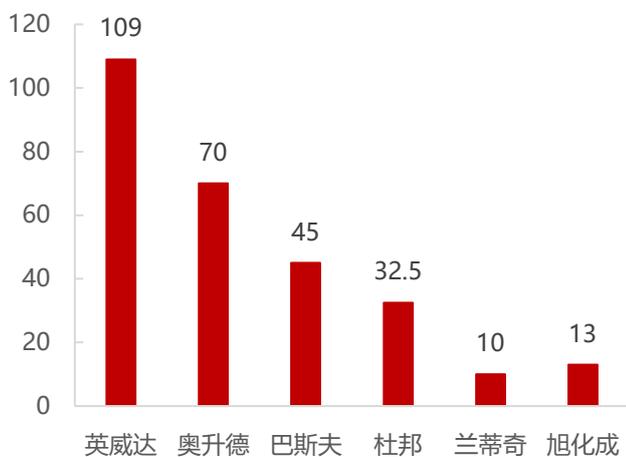
图16：2021-2024 年中国尼龙 66 进出口及增长率



资料来源：百川盈孚，民生证券研究院

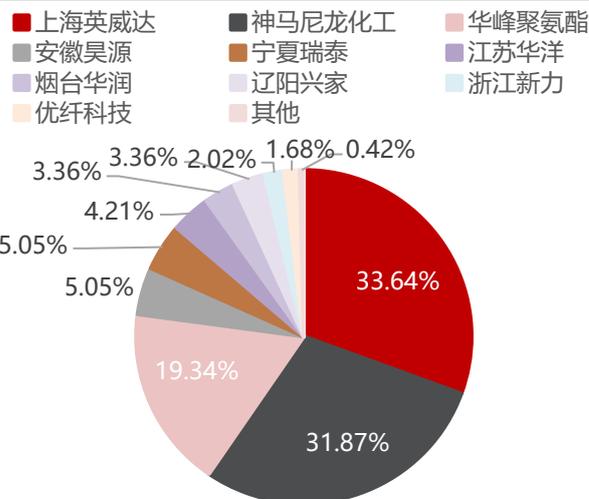
尼龙 66 切片行业呈现典型的寡头垄断特点。同样受原料制约，加之尼龙 66 生产工艺复杂、技术壁垒高，因此无论国内外，尼龙 66 切片行业内集中度较高，均呈现典型的寡头垄断格局。全球来看，2021 年全球 PA66 切片总产能为 345 万吨，生产技术主要垄断在美国、英国、法国、意大利、德国、日本等发达国家和地区手中，其中英威达、奥升德、巴斯夫三家公司产能占比达 70%；国内尼龙 66 产能较低，生产厂家较少，截至 2025 年 2 月底，上海英威达、神马尼龙化工分别位居产能一、二位，合计占比超过 50%。

图17: 2021 年全球主要锦纶 66 切片企业产能情况



资料来源: 曾成著《我国锦纶 66 产业发展现状及展望》, 民生证券研究院

图18: 国内锦纶 66 切片产能情况(截至 2025 年 2 月)



资料来源: 百川盈孚, 民生证券研究院

尼龙 66 国内产业扩张, 国产化替代加速进行中。随着国产化工艺技术的突破, 及上游己二腈关键原料的集中放量, 国内尼龙 66 迎来快速发展, 行业内包括聚合顺、中国化学、天辰齐翔等诸多企业纷纷布局 PA66 的生产。我们认为, 随着未来 PA66 相关项目的陆续投产, 国内尼龙 66 产量规模将显著提升, 带来的结果是: 一方面有助于重塑尼龙 66 行业竞争格局, 扩大国内企业的行业市场份额; 另一方面, 供给端大幅扩容带来的价格下降, 将充分利好产业链上下游及相关行业的发展, 投资价值凸显。

4.3 需求端: 己二腈国产化工艺突破, 行业格局即将转变

根据前文数据显示, 我国尼龙 66 下游应用领域主要可以分为工程塑料 (49%)、工业丝 (34%)、民用丝 (13%), 接下来本文将围绕以上三大主要应用领域展开详细解读 PA66 需求端的情况。

4.3.1 工程塑料: PA66 为主要工程塑料, 有望受益汽车轻量化发展

工程塑料是指被用作工业零件或外壳材料的工业用塑料。工程塑料具有刚性大, 蠕变小, 机械强度高, 耐热性好, 电绝缘性好, 可在较苛刻的化学、物理环境中长期使用的特点, 加速方便能够替代金属材料作为工程结构材料使用。根据不同塑料的使用特性, 工程塑料可以分为通用工程塑料与特种工程塑料。其中, 通用工程塑料技术先对成熟、使用较为广泛, 包括聚酰胺 (尼龙, PA)、聚碳酸酯 (聚碳, PC)、聚甲醛 (POM)、聚酯 (PBT 和 PET)、聚苯醚 (PPO)。特种工程塑料则是指综合性能较高, 长期使用温度在 150°C 以上的一类工程塑料, 但目前的生产规模相对较小, 包括聚苯硫醚 (PPS)、聚酰亚胺 (PI)、聚砜 (PSF)、聚醚酮 (PEK)、液晶聚合物 (LCP) 等。

表14：工程塑料类别及主要产品

塑料类型	产品系列
通用工程塑料	聚酰胺 (PA)、聚碳酸酯 (PC)、聚甲醛 (POM)、聚酯 (PBE 和 PET)、聚苯醚 (PPO)
特种工程塑料	聚苯硫醚 (PPS)、聚酰亚胺 (PI)、聚砜 (PSF)、聚醚酮 (PEK)、液晶聚合物 (LCP)

资料来源：前瞻产业研究院，民生证券研究院

尼龙 66 是五大通用工程塑料之首。20 世纪 50 年代，聚酰胺注塑制品开始投入开发与生产，用以取代金属材料，满足下游工业制品轻量化、降低成本的需求。PA66 是工程塑料的主要原料，可以用来生制备机械零件或替代有色金属材料作机器的外壳，由 PA66 制备的工程塑料具有比重小，化学性能稳定，机械性能良好，电绝缘性能优越，易加工成型等众多优点，因而广泛应用于下游汽车、电子电器、机械仪器等工业领域，工业加工领域前景较为广阔。

PA66 应用主要领域为汽车制造业，已成为目前汽车轻量化的首选材料。汽车轻量化是指在保证汽车的强度和安全性能的前提下，尽可能地降低汽车的整备质量，从而提高汽车的动力性，减少燃料消耗。目前在节能和环保的趋势下，汽车轻量化已成为当今汽车行业的大趋势。由于随着汽车制造商创造的车辆更为高效，发动机舱的热负荷也将迅速增加，而相较于其他普通工程塑料，PA66 在减轻重量的同时，也具备出色的高温表现和机械应力，因此成为越来越多汽车制造商的首选材料。

具体而言，尼龙 66 的优势体现如下：

(1) PA66 比强比 PA6、PBT、POM 高很多。例如，选择 30% 玻纤填充的 PA6 时，可能需要增加约 21% 的材料，才可匹配 60°C 时的 PA66 强度要求，而 60°C 只是发动机舱的一般温度而已。PBT 和 POM 则更加不及 PA6，分别需要增加 56% 和 59% 的材料。如果增加材料用量以期达到同等强度，就会抵消使用热塑性塑料所节省的大部分重量的初衷。

(2) 120°C 条件下，PA66 蠕变性能优于 PA6 或 PBT。蠕变是在恒定负荷下材料变形的长期量度值。40MPa 负荷时，PBT 在 10 小时后的蠕变模量约为 1,900MPa。PA6 实现该蠕变模量值需要 100 小时出头，而 PA66 需要 10,000 小时以上才会达到相同蠕变模量。这意味着，采用 PA66 制作的部件保持稳定形态的时间是 PA6 的 100 倍，是 PBT 的 1000 倍。对于油底壳或气缸盖罩等应用，这种较高的抗蠕变性可以降低漏油或其他关键部件故障的可能性。

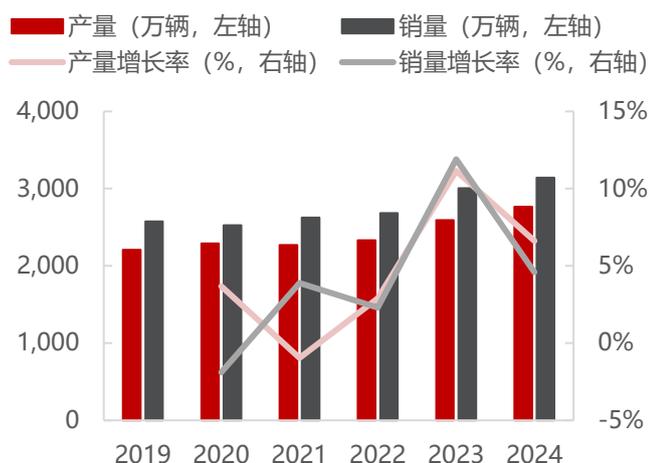
(3) PA66 在循环应力或疲劳下的性能优于 PA6 或 PBT。交变应力为 25MPa 时，PA6 的循环次数为 30,000 次。相同应力条件下，PA66 可承受 100,000 次循环，使用寿命几乎是 PA6 的三倍。120°C 条件下时，PBT 无法完全满足应力负荷。

电动车也是 PA66 的良好应用点。与燃油车相比，电动车对于材料轻量化及

电池相关材料的安全性方面具有更加严苛的要求。据数据分析,与传统燃油汽车每减少 100kg,百公里油耗降低 0.3-0.6L 类似,新能源汽车每减少 100kg,续航里程可提高 6%-11%,日常损耗成本减少 20%。而 PA66 不仅能够满足电动车轻量化的要求,而且还具有良好的机械强度,以及耐高温、耐化学、耐高电压的能力,因而电动车也为 PA66 材料提供了很好的发展空间。

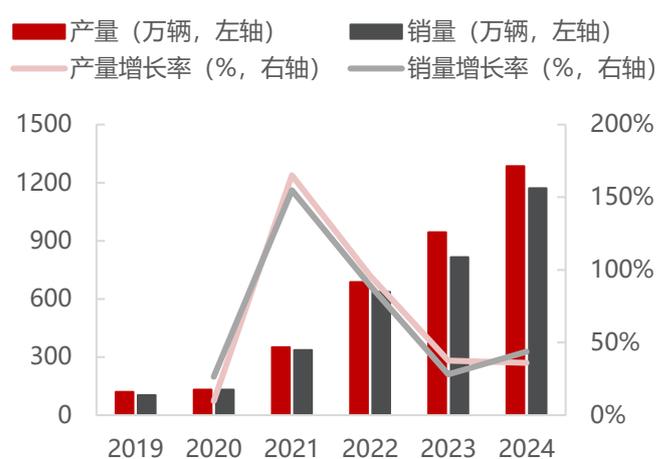
汽车轻量化发展将带动 PA66 工程塑料需求发展。2024 年,我国汽车产销量分别为 2765.40 万辆和 3142.64 万辆,2019-2024 年复合增长率分别为 4.60%、4.06%;2024 年,我国新能源汽车产销量分别为 1171.20 万辆和 1285.76 万辆,2019-2024 年复合增长率分别为 62.21%、60.53%。此外,2020 年中国汽车工程学会发布《节能与新能源汽车技术路线图》2.0 版本,该版本引入整车轻量化系数、载质量利用系数、挂牵比等作用衡量整车轻量化水平的依据,并提出到 2035 年预计燃油乘用车整车轻量化系数降低 25%,纯电动乘用车整车轻量化系数降低 35%。未来随着我国汽车的不断增长及轻量化的发展,PA66 需求有望实现进一步发展。

图19: 2019-2024 年国内汽车产销稳定增长



资料来源: wind, 民生证券研究院

图20: 2019-2024 年国内新能源汽车产销稳定增长



资料来源: wind, 民生证券研究院

4.3.2 工业丝: 帘子布、安全气囊丝市场空间较大, 需求保持稳定增长

PA66 工业丝的主要行业为汽车制造业, 主要应用于轮胎帘子布及安全气囊丝。尼龙 66 工业丝具有强度高、耐高温、尺寸稳定等特点, 可以分为重旦工业丝和细旦工业丝, 其中重旦工业丝主要应用于汽车行业的轮胎帘子布 (轮胎冠带层及斜交胎胎体) 帆布 (输送带领域) 及织带等领域; 细旦工业丝则主要应用于安全气囊丝, 少量应用于缝纫线及特殊织物领域。

锦纶 66 工业丝是轮胎首选骨架材料。轮胎在高速行驶的时候，由于摩擦和材料分子间的运动，轮胎生热较快，一般情况下温度可达 150℃左右，因此要求帘线应当具备良好的耐热性，在其受热时，强力保持率要高，否则很容易保胎。与锦纶 6 相比，锦纶 66 工业丝具备强度高、耐高温、耐疲劳和抗冲击性好等优良性能，是轮胎行业首选的骨架材料，在轮胎用帘子布中占据主导地位。

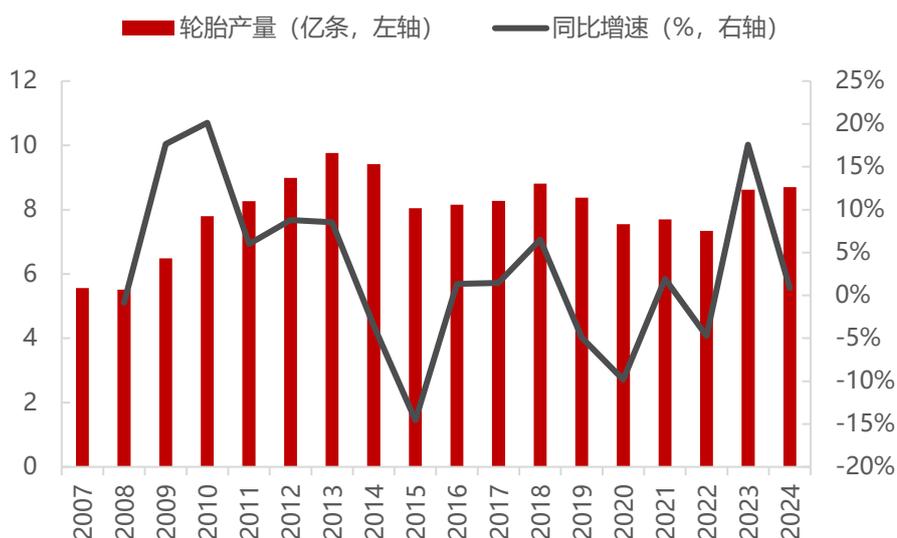
表15：尼龙 6 轮胎与尼龙 66 轮胎耐久性能与速度性能试验结果

项目		尼龙 66 轮胎	尼龙 6 轮胎
耐久性能	总行驶时间/h	110.5	85
	轮胎损坏原因	肩空	子口内裂
速度性能	总行驶时间/h	14	9
	最终速度/km/h	120	9.5
	轮胎损坏情况	肩空	肩空

资料来源：曾成著《我国锦纶 66 产业发展现状及展望》，民生证券研究院

尼龙 66 工业丝需求有望受益轮胎下游需求拉。随着下游轮胎市场需求的拉动，我国 PA66 工业丝需求有望持续增长。据 wind 统计，2007-2024 年，我国轮胎产量从 5.56 亿条增长至 8.70 亿条，CAGR 为 2.66%，轮胎作为尼龙 66 工业丝产品的主要应用领域，其产销的增长将带来尼龙 66 工业丝需求的稳步提升。

图21：2007-2024 年中国轮胎产量及增速



资料来源：wind，民生证券研究院

4.3.3 民用丝：PA66 成本下降利好民用丝放量，未来市场增长潜力较大

与尼龙 6 (PA6) 民用长丝相比，PA66 民用长丝具备诸多优势，如耐洗涤、耐磨、强度高、韧性好、防风、能适应高温低温环境、回弹性佳且亲肤性良好。这些特性使其在高档内衣、无缝服饰、高档瑜伽服、高档户外运动服饰等领域拥有巨大的应用潜力。不过，PA66 民用长丝在切片制备、纺丝以及染色环节，对工艺的要求明显高于 PA6 民用长丝。

PA66 民用丝聚合具有较高要求。我国 PA66 下游民用丝占有仅为 13%，其原因在于民用丝的特殊生产工艺，对原料尼龙 66 切片本身质量的均一、稳定性的高要求。PA66 民用丝切片聚合的难点具体可以分为以下几个方面：

(1) 原料杂质含量控制。PA66 切片的原料己二胺由己二腈加氢催化制得，因己二腈生产中各组分挥发度相近，分离困难，导致己二胺中会残留多种杂质，如二氨基环己烷、1-氨基甲基环戊烷、氨基己腈、钙盐、铁盐等，这些杂质在 PA66 盐液中以正离子形式存在，会影响水溶液的电离平衡，导致制得的 PA66 切片相对分子质量下降，纺丝时产生断头，增加废丝率。原料己二酸生产时，若反应器散热效率低，局部高温区域会导致少量的环己醇生成苯酚，而苯酚易氧化生成苯醌或者其他偶氮化合物，这些杂质会使 PA66 盐的 UV 值偏高。

(2) 相对分子质量控制。相对分子质量和相对黏度是决定 PA66 切片能否纺制民用长丝的关键因素。当相对分子质量过低时，PA66 熔体相对黏度小，纺丝组件易出现泛浆、漏头，产生毛丝和断头多，同时初生丝断裂强度不高；当相对分子质量过高，PA66 熔体的黏度会急剧增加，流动阻力大，纺丝组件的压力升高，造成初生丝发僵、发硬，拉伸困难。此外，PA66 切片相对分子质量分布越窄，内部结构越趋均匀，内在质量较为稳定，可纺性也会越好，纺出的丝质量波动越小。

表16：民用丝半消光 PA66 切片质量指标

项目	进口切片	国产切片
相对黏度	2.53±0.03	2.55±0.02
端氨基含量 / (mmol · kg ⁻¹)	40.20±3.00	45±3
灰分质量分数 / %	0.30±0.05	0.30±0.01
含水量 / (mg · kg ⁻¹)	≤400	≤900

资料来源：毛行功著《民用丝级 PA_66 切片的生产应用现状及展望》，民生证券研究院

(3) 含水量控制。PA66 切片分子链含酰胺基团，熔融状态极易水解，微量水分就会加速水解反应，降低熔体黏度或致局部黏度不均，使可纺性变差。同时，PA66 切片含水量过高时，也会导致熔融纺丝时切片中的水分难排出，进入 PA66 熔体中，在丝束成型时形成气泡，从而导致纱线拉伸易断裂，较难升头且断头率高。

相较于 PA 6 切片, PA 66 切片含水量较高, 通常处 2000~5000 mg/kg, 而纺制民用长丝必须要求其含水量降至 500 mg/kg 以下才符合要求, 而干燥过程中含水量的稳定性对 PA66 长丝的染色性能影响显著。相较于 PA66 工业丝, 民用丝对于染色的均匀度要求非常严格, 尽管 PA66 切片熔点较高 (265°C), 分解温度相对较低 (310°C), 但其热稳定性欠佳, 氮气中氧含量过高时会发生交联反应形成凝胶。为确保 PA66 切片质量, 从湿切片置换料仓、干燥塔、干切片料仓到螺杆熔融进入管道的全过程, 均需采用纯度高达 99.99999% 的氮气进行保护, 而 PA 6 切片所采用的氮气纯度为 99.9999%。PA66 切片在湿切片料仓 (停留 6~8h)、干燥塔 (停 16~24 h) 及干切片料仓 (停留 6~8 h) 中停留时间较长, 若使用的氮气纯度不足, 低纯度的氮气长时间作用于切片表面会使切片变黄, 凝胶粒子增多, 纺丝飘丝短头增加, 物理指标下降, 严重时会使纺丝过程无法正常进行。

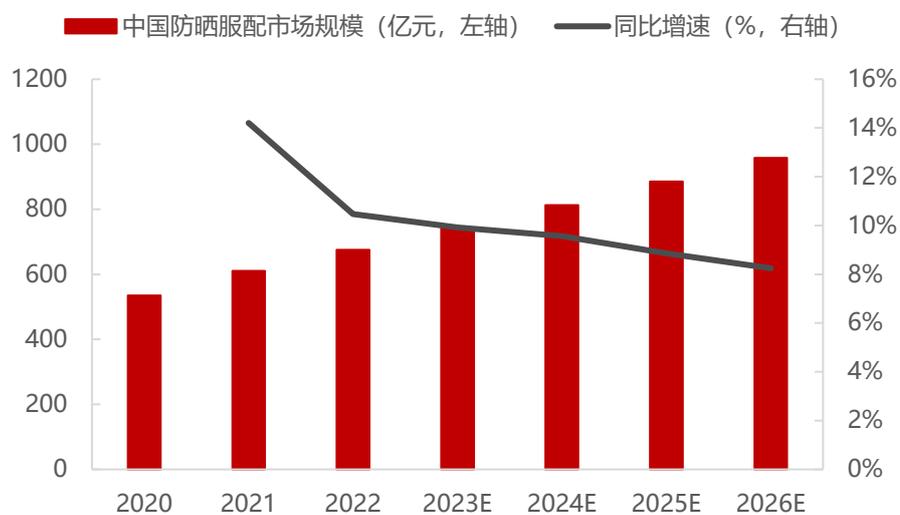
(4) 凝胶含量控制。PA66 连续聚合过程中, 熔体在设备和管道壁形成滞留膜, 特别是在后聚合管道反应器中, 由于物料黏度高、液位不稳定, 在反应器壁上挂壁停留, 长期受热会发生脱羧、脱氨和交联等热降解副反应, 从而产生凝胶。而凝胶积累到一定时间就会脱落进入熔体中, 会使得造粒时出现黑粒的情况, 并且粒料中的凝胶在纺丝过程中也会造成喷丝板堵塞, 从而产生断丝。

此外, 由于 PA66 切片比 PA6 切片更易热分解和产生凝胶, PA66 切片纺丝过程中也会更容易在纺丝箱体管壁处产生凝胶, 细微的凝胶离子会进入丝条中, 造成可纺性变差, 产生断丝、毛丝, 严重影响到长丝的质量和和生产。

(5) 染色性能局限。与 PA6 切片相比, PA66 切片结晶度高、分子链结构紧密且无支链, 疏水性强, 染料分子只能与末端氨基结合, 难以扩散或渗透进入分子晶区, 从而导致 PA66 民用长丝染色上染率低、色牢度差。

尼龙 66 民用丝受益下游市场发展, 发展潜力较大。随着居民消费水平的不断提升, 尼龙 66 下游行业迎来广阔的发展空间。以防晒衣产品为例, 伴随着国民防晒意识的提升、轻量化户外活动的增加、穿着场景的多元化等因素, 我国防晒服配市场呈现稳定增长的趋势, 由 2020 年的 535 亿元迅速增长至 2022 年的 675 亿元, 年均复合增长率达到 12.32%, 预计 2026 年我国防晒服配将达到 958 亿元, 2022-2026 年 CAGR 为 9.15%。其中, 防晒衣以超过 50% 的市场占比成为防晒服配市场的重要组成部分, 预计 2026 年中国防晒衣市场将达到 554 亿元水平。下游行业的快速发展给尼龙 66 民用丝带来的广阔的市场空间, 未来国内尼龙 66 民用丝需求量将不断提升。

图22: 2020-2026 年中国防晒服配市场规模 (含预测)



资料来源: 艾瑞咨询、蕉下著《中国防晒衣行业标准白皮书》, 民生证券研究院

5 盈利预测与投资建议

5.1 盈利预测假设与业务拆分

在国内尼龙6聚合产业存在低端产品竞争激烈、高端产品供给不足的背景下，公司自成立以来便定位于高端尼龙6切片市场，实行差异化战略，在规模、管理、技术、信誉和品牌、区位优势等方面积累了一定的优势，竞争实力不断增强；同时，在已有的尼龙6切片的基础上，公司紧抓尼龙66行业己二腈国产化工艺突破机遇，积极拓展尼龙66项目，公司业绩有望再上新台阶。

(1) 锦纶切片业务：价格方面，尼龙6切片价格及利润水平自2023年下半年开始进入高景气区间，虽价格水平自2024年下半年开始有所下滑，但考虑锦纶纤维需求仍处于高景气区间，加之高价格、高毛利的新产品PA66切片即将迎来投产，我们预测锦纶切片板块整体价格及毛利率水平有望持续提升；产销量方面，24-26年随着公司杭州二期12.4万吨尼龙6/尼龙共聚项目、淄博一期8万吨尼龙66项目、滕州二期18万吨尼龙6项目陆续投产爬坡，公司产能实现进一步扩张，销量水平也有望逐步提升，收入水平也将不断增长。我们预计2024-2026年锦纶切片板块收入增速分别实现7%、26%、26%，毛利率水平预计分别实现9%、10%、10%。

(2) 其他业务：其他业务预计业务增长较为稳定，我们预计2024-2026年其他板块收入增速均为10%，毛利率水平预计均为7%。

表17：公司盈利预测假设

		2023	2024E	2025E	2026E
锦纶切片	收入(百万元)	6014	6441	8116	10226
	收入增速(%)	0%	7%	26%	26%
	毛利率%	7%	9%	10%	10%
其他	收入(百万元)	4	5	5	6
	收入增速(%)	-8%	10%	10%	10%
	毛利率%	7%	7%	7%	7%
营收总计	收入(百万元)	6018	6446	8121	10232
	收入增速(%)	0%	7%	26%	26%
	毛利率%	7%	8%	10%	10%

资料来源：wind，民生证券研究院预测

5.2 估值分析

可比公司：根据公司的主营业务情况，我们选取同行业中的同样布局 PA66 领域的中国化学和台华新材，以及同样布局 PA6 切片的华鲁恒升作为聚合顺的可比公司。聚合顺 2025 年平均动态 PE 为 9X，与可比公司 2025 年平均动态 PE 的 9X 相同，但是考虑到 (1) 聚合顺定位于高端 PA6 切片材料，公司本身具备高附加值、高盈利的特点；(2) 公司未来 3 年归母净利润复合增速高于可比公司，聚合顺 2023-2026 年的年均复合增长率为 39.78%，而可比公司中国化学、华鲁恒升、台华新材 2023-2026 年的年均复合增长率分别为 8.36%、16.36%和 34.44%，因此公司仍具备投资价值。

表18：可比公司 PE 数据对比

股票代码	公司简称	收盘价 (元)	EPS (元)			PE (倍)			CAGR (%)
			2024E	2025E	2026E	2024E	2025E	2026E	
601117.SH	中国化学	7.34	0.94	1.03	1.13	8	7	6	8.36%
600426.SH	华鲁恒升	21.65	1.87	2.28	2.65	12	9	8	16.36%
603055.SH	台华新材	11.14	0.89	1.04	1.23	13	11	9	34.44%
可比公司均值						11	9	8	
605166.SH	聚合顺	12.69	0.98	1.38	1.71	13	9	7	39.78%

资料来源：wind，民生证券研究院预测

注 1：可比公司数据采用 Wind 一致预期，股价时间为 2025 年 3 月 13 日；

注 2：年均复合增长率区间为 2023-2026 年

5.3 投资建议

我们预计 2024-2026 年归母净利润分别为 3.09、4.33、5.38 亿元，3 月 13 日收盘价对应 PE 分别为 13X、9X、7X。公司拥有多年的尼龙 6 聚合工艺研发和生产经验，具备产品质量、稳定性等多方面的多重优势，新产品高温尼龙、共聚尼龙以及尼龙 66 为公司构造第二增长曲线。受益于 PA6 及 PA66 行业未来的发展趋势以及公司产能扩产节奏，我们持续看好公司未来成长空间，维持“推荐”评级。

6 风险提示

1) 行业竞争加剧的风险。公司所在的行业为尼龙 6 行业，具有行业周期性波动的特点。如果未来行业周期波动出现行业景气度下降，将会影响到公司的营收及利润增速，产生不利影响。

2) 原材料价格波动的风险。公司核心原料为己内酰胺和己二腈。己内酰胺国内市场竞争充分，但仍存供给突发风险；己二腈国产化工艺未全熟，若供应不足，不仅会阻碍公司 PA66 拓展进程，还可能因原料稀缺致价格上涨，增加成本，掣肘公司业绩突破。

3) 项目实施不及预期的风险。公司近几年积极投产扩建新项目，建成后将进一步扩大公司的生产规模，优化产品结构，巩固公司行业地位。但如果在项目的实施过程中，遇到诸如国家宏观政策、市场、技术、财务变化等原因导致项目所依赖的条件发生变化，项目实施进度可能出现拖延甚至不能完全实施，进而对公司业绩产生不利影响。

公司财务报表数据预测汇总

利润表 (百万元)	2023A	2024E	2025E	2026E
营业总收入	6,018	6,446	8,121	10,232
营业成本	5,615	5,898	7,309	9,209
营业税金及附加	13	14	17	22
销售费用	11	12	15	18
管理费用	37	37	47	59
研发费用	158	170	214	269
EBIT	199	366	535	674
财务费用	-48	-50	-49	-51
资产减值损失	0	0	0	0
投资收益	-6	-5	-6	-8
营业利润	240	411	577	716
营业外收支	-1	0	0	0
利润总额	239	411	577	716
所得税	22	41	58	72
净利润	217	370	519	645
归属于母公司净利润	197	309	433	538
EBITDA	263	437	618	771

资产负债表 (百万元)	2023A	2024E	2025E	2026E
货币资金	2,088	2,846	3,065	3,399
应收账款及票据	75	80	101	127
预付款项	187	177	219	276
存货	248	328	406	511
其他流动资产	670	684	819	989
流动资产合计	3,268	4,114	4,609	5,302
长期股权投资	0	0	0	0
固定资产	937	1,193	1,463	1,744
无形资产	205	225	245	265
非流动资产合计	1,417	1,740	2,060	2,380
资产合计	4,685	5,854	6,669	7,683
短期借款	0	0	0	0
应付账款及票据	2,389	2,572	2,985	3,504
其他流动负债	129	157	194	240
流动负债合计	2,517	2,729	3,178	3,745
长期借款	20	360	360	360
其他长期负债	222	558	558	558
非流动负债合计	242	918	918	918
负债合计	2,759	3,647	4,096	4,663
股本	316	316	315	315
少数股东权益	215	276	361	468
股东权益合计	1,926	2,207	2,573	3,020
负债和股东权益合计	4,685	5,854	6,669	7,683

资料来源：公司公告、民生证券研究院预测

主要财务指标	2023A	2024E	2025E	2026E
成长能力 (%)				
营业收入增长率	-0.31	7.10	25.99	25.99
EBIT 增长率	-7.29	84.28	45.92	25.99
净利润增长率	-18.78	57.03	40.26	24.26
盈利能力 (%)				
毛利率	6.70	8.50	10.00	10.00
净利润率	3.27	4.79	5.34	5.26
总资产收益率 ROA	4.20	5.28	6.50	7.01
净资产收益率 ROE	11.50	15.99	19.59	21.09
偿债能力				
流动比率	1.30	1.51	1.45	1.42
速动比率	0.86	1.07	1.00	0.94
现金比率	0.83	1.04	0.96	0.91
资产负债率 (%)	58.89	62.29	61.42	60.69
经营效率				
应收账款周转天数	7.38	4.34	4.01	4.01
存货周转天数	19.52	17.56	18.06	17.93
总资产周转率	1.39	1.22	1.30	1.43
每股指标 (元)				
每股收益	0.63	0.98	1.38	1.71
每股净资产	5.44	6.14	7.03	8.11
每股经营现金流	1.65	1.85	2.57	3.13
每股股利	0.29	0.45	0.63	0.78
估值分析				
PE	20	13	9	7
PB	2.3	2.1	1.8	1.6
EV/EBITDA	7.97	4.79	3.38	2.71
股息收益率 (%)	2.25	3.54	4.96	6.16

现金流量表 (百万元)	2023A	2024E	2025E	2026E
净利润	217	370	519	645
折旧和摊销	64	70	84	98
营运资金变动	237	123	171	206
经营活动现金流	520	581	807	984
资本开支	-299	-390	-403	-417
投资	40	0	0	0
投资活动现金流	-236	-395	-410	-426
股权募资	0	0	0	0
债务募资	-150	675	0	0
筹资活动现金流	-222	572	-179	-224
现金净流量	65	758	219	334

插图目录

图 1: 2019-2025 年 2 月底尼龙 6 及尼龙 66 价格表现	4
图 2: 2022-2025 年 2 月底尼龙 6 及尼龙 66 毛利润表现	4
图 3: PA46 的分子结构式	8
图 4: PA6T 的分子结构式	9
图 5: PA9T 的分子结构式	10
图 6: PA10T 的分子结构式	11
图 7: 十二内酰胺 (LL) 的添加有助于改善共聚酰胺 6/12 的断裂伸长率	18
图 8: 尼龙 66 结构式	20
图 9: 尼龙 66 产品图片	20
图 10: 2024 年中国 PA66 下游消费结构	21
图 11: 2020 年中国尼龙 66 在工程塑料领域的具体应用	21
图 12: 尼龙 66 下游应用场景	22
图 13: PA6 及 PA66 行业产业链示意图	23
图 14: 丁二烯法、丙烯腈法和己二酸法的反应过程	24
图 15: 2021-2024 年中国尼龙 66 产能及产量	26
图 16: 2021-2024 年中国尼龙 66 进出口及增长率	26
图 17: 2021 年全球主要锦纶 66 切片企业产能情况	27
图 18: 国内锦纶 66 切片产能情况 (截至 2025 年 2 月)	27
图 19: 2019-2024 年国内汽车产销稳定增长	29
图 20: 2019-2024 年国内新能源汽车产销稳定增长	29
图 21: 2007-2024 年中国轮胎产量及增速	30
图 22: 2020-2026 年中国防晒服配市场规模 (含预测)	33

表格目录

盈利预测与财务指标	1
表 1: 尼龙分类及工业化的主要品种	5
表 2: 特种尼龙主要类别、性能、应用情况	6
表 3: 高温尼龙的特性介绍	6
表 4: 高温尼龙主要品种介绍	12
表 5: 全球高温尼龙生产企业情况	13
表 6: 中国高温尼龙生产企业情况	15
表 7: 铝/碳纤维的添加有助于增强共聚酰胺 6/66 材料的力学性能	17
表 8: 碳材料的添加有助于改善共聚酰胺 6/11 的拉伸强度	19
表 9: 共聚尼龙主要品种介绍	19
表 10: 尼龙 66 物理性质	20
表 11: 三种制备己二腈工艺路线对比分析	24
表 12: 国内己二腈技术发展历程曲折	25
表 13: 2023 年全球己二腈产能情况	25
表 14: 工程塑料类别及主要产品	28
表 15: 尼龙 6 轮胎与尼龙 66 轮胎耐久性能与速度性能试验结果	30
表 16: 民用丝半消光 PA66 切片质量指标	31
表 17: 公司盈利预测假设	34
表 18: 可比公司 PE 数据对比	35
公司财务报表数据预测汇总	37

分析师承诺

本报告署名分析师具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并登记为注册分析师，基于认真审慎的工作态度、专业严谨的研究方法与分析逻辑得出研究结论，独立、客观地出具本报告，并对本报告的内容和观点负责。本报告清晰地反映了研究人员的研究观点，结论不受任何第三方的授意、影响，研究人员不曾因、不因、也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收到任何形式的补偿。

评级说明

投资建议评级标准	评级	说明
以报告发布日后的 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。	推荐	相对基准指数涨幅 15%以上
	谨慎推荐	相对基准指数涨幅 5% ~ 15%之间
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上
行业评级	推荐	相对基准指数涨幅 5%以上
	中性	相对基准指数涨幅-5% ~ 5%之间
	回避	相对基准指数跌幅 5%以上

免责声明

民生证券股份有限公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。

本报告仅供本公司境内客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。本报告仅为参考之用，并不构成对客户的投资建议，不应被视为买卖任何证券、金融工具的要约或要约邀请。本报告所包含的观点及建议并未考虑获取本报告的机构及个人的具体投资目的、财务状况、特殊状况、目标或需要，客户应当充分考虑自身特定状况，进行独立评估，并应同时考量自身的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见，不应单纯依靠本报告所载的内容而取代自身的独立判断。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容而导致的任何可能的损失负任何责任。

本报告是基于已公开信息撰写，但本公司不保证该等信息的准确性或完整性。本报告所载的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，且预测方法及结果存在一定程度局限性。在不同时期，本公司可发出与本报告所刊载的意见、预测不一致的报告，但本公司没有义务和责任及时更新本报告所涉及的内容并通知客户。

在法律允许的情况下，本公司及其附属机构可能持有报告中提及的公司所发行证券的头寸并进行交易，也可能为这些公司提供或正在争取提供投资银行、财务顾问、咨询服务等相关服务，本公司的员工可能担任本报告所提及的公司的董事。客户应充分考虑可能存在的利益冲突，勿将本报告作为投资决策的唯一参考依据。

若本公司以外的金融机构发送本报告，则由该金融机构独自为此发送行为负责。该机构的客户应联系该机构以交易本报告提及的证券或要求获悉更详细的信息。本报告不构成本公司向发送本报告金融机构之客户提供的投资建议。本公司不会因任何机构或个人从其他机构获得本报告而将其视为本公司客户。

本报告的版权仅归本公司所有，未经书面许可，任何机构或个人不得以任何形式、任何目的进行翻版、转载、发表、篡改或引用。所有在本报告中使用的商标、服务标识及标记，除非另有说明，均为本公司的商标、服务标识及标记。本公司版权所有并保留一切权利。

民生证券研究院：

上海：上海市浦东新区浦明路 8 号财富金融广场 1 幢 5F； 200120

北京：北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 A 座 18 层； 100005

深圳：深圳市福田区中心四路 1 号嘉里建设广场 1 座 10 层 01 室； 518048