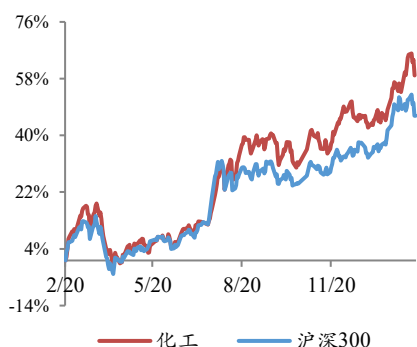


标准升级系列之三： PLA 核心在于丙交酯，PBAT 核心在于一体化

行业评级：增 持

报告日期：2021-01-29

行业指数与沪深 300 走势比较



分析师：刘万鹏

执业证书号：S0010520060004

电话：18811591551

邮箱：liuwp@hazq.com

联系人：曾祥钊

执业证书号：S0010120080034

电话：13261762913

邮箱：zengxz@hazq.com

相关报告

《标准升级系列之二：国家禁塑力度继续加码》2020.7.22

《标准升级系列之一：替代市场空间巨大，可降解塑料大有可为》2020.6.30

主要观点：

► PLA、PBAT 是可降解塑料领域主流产品

可降解塑料产品百花齐放。塑料是现代化工行业最重要的材料之一，然而由此产生的“白色污染”问题被广泛关注。可降解材料不仅可以大幅减少废弃塑料对环境造成的影响，同时也是实现资源循环利用的有效载体。各种可降解塑料在性能、实用性、降解性、安全性上都有其各自的特点。PLA 和 PBAT 因其性能优良、生产技术较成熟、产业化程度较高，成为了可降解塑料行业的主流产品，发展前景广阔。

► PLA 技术壁垒较高，核心竞争优势在于丙交酯的生产

PLA 目前是产业化最成熟、产量最大、应用最广泛的生物基和生物降解塑料。PLA 制备有两种方法，分别是丙交酯开环聚合法和直接缩聚法，工业上广泛采用的是丙交酯开环聚合法。中间体丙交酯的合成和纯化是目前 PLA 工艺流程中的核心技术和难点，其反应条件苛刻、工艺复杂、技术要求较高、生产成本较高，是国内企业 PLA 产能扩张的主要技术壁垒。目前 PLA 产能主要集中于海外，国内仍处于起步阶段。许多企业正在加强与科研机构的合作研发，试图打通乳酸、丙交酯、聚乳酸的全产业链。预计未来 PLA 投产速度将有大幅提升，市场前景广阔。国内在建或规划 PLA 项目新增产能合计 160 万吨。上市公司金丹科技、万华化学、道恩股份、中粮科技也在积极布局 PLA 产业链。

► PBAT 技术较为成熟，核心竞争优势在于一体化水平

PBAT 是目前生物降解塑料研究中非常活跃和市场应用最好的降解材料之一。共酯化（直接酯化）、分酯化和串联酯化是 PBAT 制备常用的三种方法，国内企业主要采用直接酯化法，该工艺操作简单，工艺流程短、原料利用率高、反应时间短、生产效率高，但也存在反应体系物质较复杂、相对分子质量分布宽且不易控制等缺点，对产品质量有影响。我国 PBAT 产能居于全球领先地位，技术较为成熟。在同质化竞争的情况下，PBAT 的核心竞争优势在于公司的一体化水平。一体化水平的提高将有三大优势：（1）避免上游原材料价格波动；（2）保障原材料供给；（3）生产成本的进一步下降。随着不断有新的在建产能涌入，未来市场竞争加剧，一体化的成本优势将凸显。在建产能方面，PBAT 在建或规划产能合计达 563 万吨，是现有产能的 10 倍以上。PBAT 产业较为成熟，行业内投产加速，新增产能比 PLA 更多，恒力石化、金发科技、万华化学、道恩股份、彤程新材等上市公司不断加码 PBAT 赛道。

► “禁塑令”开始实施，应用场景不断拓展，供不应求

经过 2020 年一年的准备期，我国已形成了国家-地方多层次的禁塑政策体系，政策再度趋严，进入执行阶段，对可降解塑料行业的利好正式落地。可降解塑料已应用在多个场景，如线下商超、零售和餐饮、外卖平台、社区团购平台等，需求量因此大幅增加，出现了供不应求的局面。

据我们测算:未来5年中国可降解塑料市场需求量有望达到238万吨,市场规模可达477亿元;未来10年有望达到428万吨,市场规模可达855亿元,未来可降解塑料市场空间较大。

风险提示

可降解塑料技术迭代风险;可降解塑料替代进程不及预期;政策推动不及预期;原料价格上涨的风险;垃圾分类普及和塑料再生技术突破的风险;疫情对全球经济的影响无法短期恢复的风险。

推荐关注:

金发科技;金丹科技;万华化学;恒力石化;道恩股份;中粮科技;彤程新材;瑞丰高材(排名不分先后)。

正文目录

1 PLA、PBAT 是可降解塑料领域主流产品	5
1.1 可降解塑料产品百花齐放	5
1.2 PLA 与 PBAT 为未来主流产品，发展前景广阔	7
2 PLA 产业技术壁垒较高，国内仍处于起步阶段	10
2.1 PLA 技术难点在丙交酯	10
2.2 PLA 投产加速，合作研发是一大技术来源	13
3 PBAT 产业较为成熟，产能全球领先	18
3.1 PBAT 核心优势来源于一体化	18
3.2 PBAT 项目快速推进，工艺以直接酯化方式为主	20
4 政策推动需求量猛增，应用场景广泛	25
5 风险提示	30

图表目录

图表 1 可降解塑料的降解过程	5
图表 2 可降解循环过程	6
图表 3 可降解塑料的分类	6
图表 4 2019 年全球不同种类可降解塑料产能占比	7
图表 5 可降解塑料性能对比	8
图表 6 可降解塑料完全成本对比	8
图表 7 主要可降解塑料及其特点	9
图表 8 PLA 制备化学式	10
图表 9 PLA 一步法生产流程	11
图表 10 PLA 两步法生产流程	12
图表 11 PLA 合成技术对比	12
图表 12 开环聚合法中关键步骤参数	13
图表 13 全球 PLA 现有产能分布	14
图表 14 国内 PLA 在建产能分布	15
图表 15 国内部分企业产业链布局及技术来源	15
图表 16 PBAT 结构式	18
图表 17 PBAT 生产流程	19
图表 18 PBAT 完全成本测算	20
图表 19 PBAT 原料价格变化	20
图表 20 BDO 自给率变化	20
图表 21 全球 PBAT 现有产能	21
图表 22 国内 PBAT 在建产能	22
图表 23 可降解塑料相关政策时间表	25
图表 24 可降解塑料应用领域	28
图表 25 2020-2025 年可降解塑料市场需求预测（基于各地政策）	29

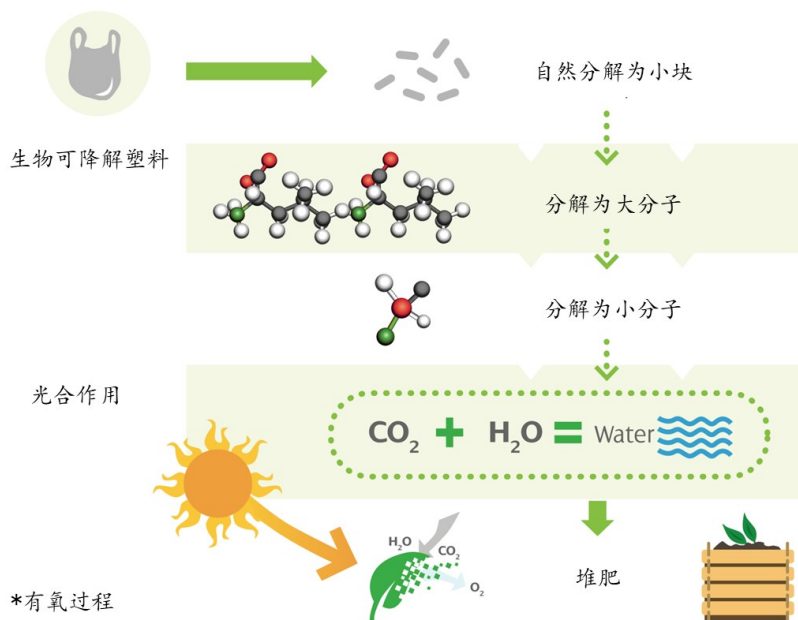
1 PLA、PBAT 是可降解塑料领域主流产品

可降解塑料领域方兴未艾，有广阔的市场空间。塑料是现代化工行业最重要的材料之一，然而由此产生的“白色污染”问题被广泛关注，唯有可降解塑料可以根本性解决白色污染问题，可降解材料不仅可以大幅减少废弃塑料对环境造成的影响，同时也是实现资源循环和利用的有效载体。多种可降解塑料共同主导全球可降解塑料市场，可降解材料可以通过降解方式或者原料两种方式进行分类，各种材料在性能、实用性、降解性、安全性上都有其各自的特点，其中，PLA 和 PBAT 性能优良、生产技术较成熟、产业化程度较高，是未来行业发展主流，发展前景巨大。

1.1 可降解塑料产品百花齐放

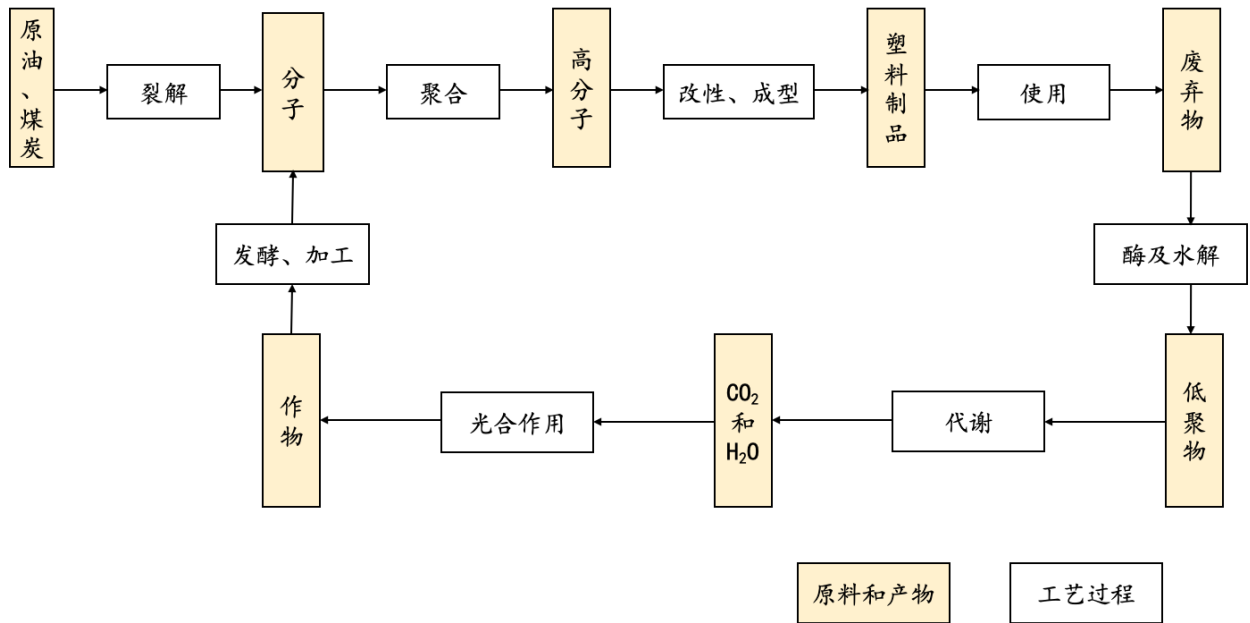
可降解塑料是白色污染的最佳解决方案。塑料是现代化工行业最重要的材料之一，然而，使用后的废弃塑料制品具有数量大、分布广、难回收等特点，形成了全球都非常关注的“白色污染”问题，不仅污染环境、危害健康，还占用宝贵的土地资源。在这种情况下，可降解塑料应运而生。可降解塑料是指其制品的各项性能可满足使用性能要求，在保存期内性能不变，而使用后在自然环境条件下能降解成对环境无害的物质的塑料，其能够通过堆肥处理转化为肥料、二氧化碳和水，种植出含糖或淀粉的作物后，通过发酵或者化工加工就又能转化成用于生产高分子材料的有机分子。这样的可降解循环可以大幅减少废弃塑料对环境造成的影响，同时也是实现资源循环和利用的有效途径。

图表 1 可降解塑料的降解过程



资料来源：Nova Institute，华安证券研究所

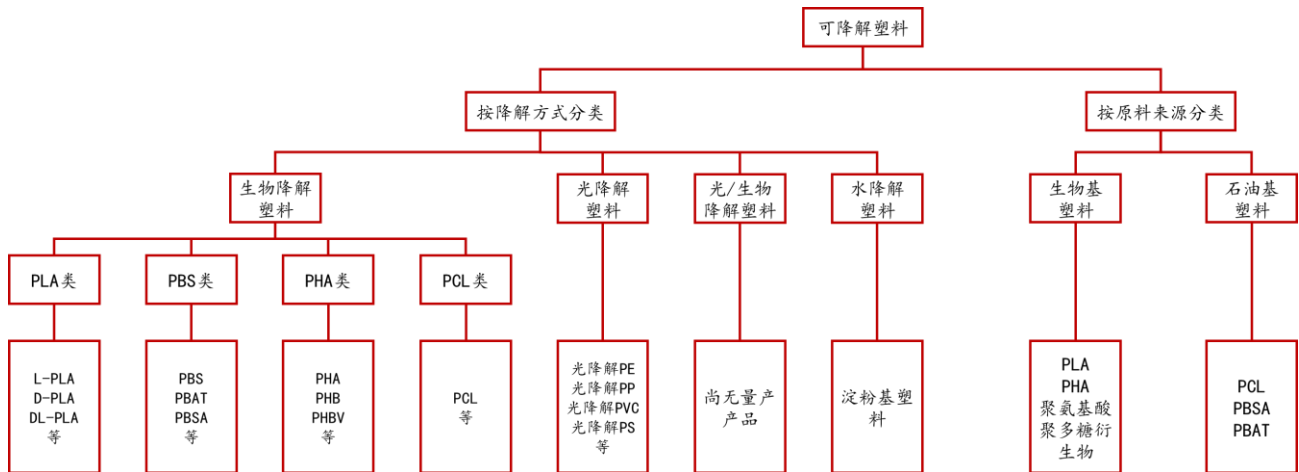
图表 2 可降解循环过程



资料来源：《塑料》，华安证券研究所

可降解塑料可以通过降解方式或者原料的不同进行分类。按照降解方式分类，可降解塑料可以分为生物降解塑料、光降解塑料、光和生物降解塑料、水降解塑料四大类。目前，光降解塑料、光和生物降解塑料的技术还不成熟，市场上的产品较少，大部分提到的可降解塑料均为生物降解塑料和水降解塑料。按照原材料划分，可降解塑料又可分为生物基可降解塑料和石油基可降解塑料。生物基可降解塑料是以生物质为原料生产的塑料，能够减少对石油等传统能源的消耗，主要包括 PLA（聚乳酸）、PHA（聚羟基烷酸酯）、PGA（聚谷氨酸）等。石油基可降解塑料是以化石能源为原料生产的塑料，主要包括 PBS（聚丁二酸丁二醇酯）、PBAT（聚己二酸/对苯二甲酸丁二酯）、PCL（聚己内酯）等。

图表 3 可降解塑料的分类

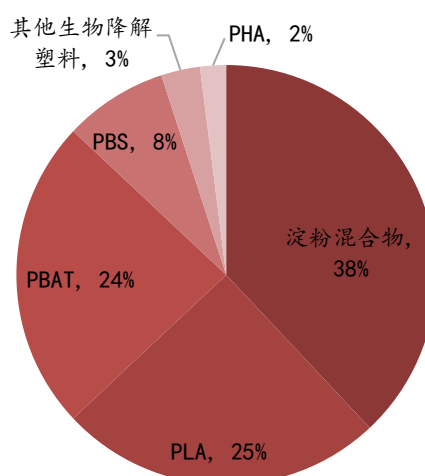


资料来源：《化学工业》，华安证券研究所

1.2 PLA 与 PBAT 为未来主流产品，发展前景广阔

全球可降解塑料市场以淀粉基、PLA、PBAT 为主。目前被广泛应用的可降解材料包括淀粉基塑料、PLA、PBAT、PBS、PHA 等。据智研咨询数据，2019 年全球可降解塑料产能合计约为 107.7 万吨，其中，淀粉基塑料产能为 44.94 万吨，占全球可降解塑料产能的 38.4%，PLA、PBAT 分别占 25.0%和 24.1%，位居二、三位。三者合计占比近 90%，是目前主流的可降解塑料产品，从全球范围内技术相对更成熟，发展前景最为明朗。淀粉基塑料性能缺陷较大，使用范围受限，但由于价格便宜，得到广泛使用。随着 PLA 和 PBAT 技术逐步成熟，成本不断下降，加上产能扩张，未来可降解塑料主要增长点将集中在 PLA 和 PBAT。而淀粉基材料将成为 PLA、PBAT 等塑料的填充物，起到降低成本的作用。

图表 4 2019 年全球不同种类可降解塑料产能占比



资料来源：智研咨询，华安证券研究所

从性能角度来说，各种可降解塑料各有优缺点，一般需要改性或复合后使用。从性能上来看，PLA 具有较好的耐热性，在常温下性能稳定，光泽性较好，但韧性差，气体阻隔性一般；PBS 和 PBAT 具有较好的力学性能，韧性好，热稳定性高，但是强度低；PCL 具有较大的延展性，优良的生物相容性，易成型加工，但熔点低，耐热性一般；PGA 降解速率快，气体阻隔性、机械加工性、强度高，但是韧性小，光泽性一般。PBAT、PBS 和 PHA 三种材料的性能比较接近，主要是由于构成这些材料的单体分子结构上比较类似，而与构成 PLA 的乳酸差别很大。目前，市面上大规模使用的可降解塑料产品都经过了改性或复合，其中 PBAT 主要与 PLA 复合使用，比如商超大规模使用的可降解塑料袋就是 PLA 与 PBAT 的复合材料。

图表 5 可降解塑料性能对比

		PLA	PBAT	PBS	PGA	PCL	PHA
耐热性	熔点/°C	177-180	110-120	114	220-240	60	180
	分解温度/°C	300	280	400	315	200	195
	玻璃化温度/°C	高	低	低	适中	低	低
力学性能	拉伸性能	好	好	好	一般	一般	好
	拉伸强度/Mpa	45	20-30	33	80	4	30
	延伸率/%	3	820	400	10	800-1000	10
	杨氏模量/GPa	3-4	1.5	0.2-0.5	7	0.3	0.5-1.5
	抗冲击性能	一般	一般	好	好	一般	好
其他	水汽阻隔性	一般	差	未知	高	一般	较高
	氧气阻隔性	一般	差	未知	高	未知	较高
	降解速度	适中	适中	快	超快	慢	快
	商品化程度	高	高	高	超低	低	中
	价格区间 (万元/吨)	2-4	2-3	2-3	1.9-3	5	7

资料来源：《化工新材料》，华安证券研究所

从成本角度来说，近 5 年 PLA 成本略高于 PBAT。PLA 单体原料乳酸主要由玉米等粮食作物发酵制成，近年来国内乳酸价格相对平稳，乳酸生产成本较高，典型工业化规模的 PLA 产品完全成本约为 16000 元/吨。PBS 和 PBAT 单体均来自石化路线，产品价格受原油价格的影响。PBS 原材料价格水平较高，导致完全成本较高，约为 18000 元/吨，因此 PBS 产品竞争力较弱，产量较少。PBAT 由于原料价格相对较低，完全成本是主流可降解塑料中偏低的，约为 13000 元/吨，因此 PBAT 更具有竞争优势，产业化程度较高。PCL 与 PHA 的生产规模都明显偏小，国内以进口为主，尚未产业化。整体而言，目前可降解塑料的完全成本依然较高，但在覆盖范围更广且程度更严格的“禁塑”政策的落实推行下，可降解塑料的成本并不会制约其发展，塑料包装有偿使用将成为商家成本转嫁到消费者的新常态。

图表 6 可降解塑料完全成本对比

名称	完全成本 (元/吨)	主要原料	备注
PLA	16000	乳酸	乳酸 9000 元/吨
PBAT	13000	对二苯甲酸、己二酸、丁二醇	对二苯甲酸 5300 元/吨、己二酸 8700 元/吨、丁二醇 9500 元/吨
PBS	18000	丁二酸、丁二醇	丁二酸 16500 元/吨、丁二醇 9500 元/吨
PGA	13000	草酸二甲酯	草酸二甲酯 2800 元/吨
PCL	-	过氧酸、环己酮	
PHA	-	乙醇酸甲酯	

资料来源：《化工新材料》，华安证券研究所

从产业化阶段来说，可降解塑料中 PLA 和 PBAT 的产业化程度最高，引领市场主流。相对来说，PLA 的生产技术较为成熟，且总产能占比居于前列，产业化程度最高，是在市场上被着重研发的对象；PHA 的性能优异，随着成本下降，未

来有望从医疗高端领域拓展至包装、农膜等更大的市场，目前生产技术不成熟，处于产业化初级阶段。由于国内丁二酸原料受限，PBS 产量很低，故衍生了 PBAT 和 PBS 两种材料，但二者加工性能都不及 PBS，其中 PBAT 产业化程度较高，是可降解塑料中的主流产品。PGA 和 PCL 生产技术均不成熟，国内厂商很少，且价格很高，因此主要以进口为主，国内尚未实现产业化。

图表 7 主要可降解塑料及其特点

分类	名称	降解途径	存在的问题	产业化阶段	应用领域
生物基	聚乳酸 (PLA)	在温度高于 55℃ 或富氧和微生物作用下降解为二氧化碳和水	水降解，需干燥储存、铝塑包装，成本较高	产业化程度较高，中间体丙交酯生产工艺是瓶颈	包装、纺织行业、农用地膜和生物医用高分子等行业
	聚羟基脂肪酸酯 (PHA)	在水中、土壤中和二者兼具的环境中，甚至在厌氧条件下，都可生物降解	加工温度范围窄、热稳定性差、脆性大、生产质量不稳定	生产技术不成熟、生产成本过高，处于产业化初级阶段	主要用于医学领域，如手术缝线、组织工程支架材料、药物载体材料等医用植入材料高附加值领域
	全淀粉基	可在潮湿的自然环境中完全降解	使用寿命、机械性能以及印刷性能都较差	技术较为成熟	具有很强的热塑性，用于餐具、日用品等领域
石油基	聚丁二酸丁二醇酯 (PBS)	在堆肥等接触特定微生物条件下才发生降解，降解速率尤其是崩解速率稍差	国内丁二酸原料受限，国内产量很低	产业化列入 2002 年中科院创新工程项目，赢得了产业化先机	包装薄膜、餐具、发泡包材、日用品瓶、药品瓶、农用薄膜、农药及化肥缓释材料等
	聚(对苯二甲酸-co-己二酸丁二醇酯) (PBAT)		与 PBS 性能相似，但加工性能不及 PBS	PBS 衍生物，2010 年中科院理化所取得技术突破	用于农膜、包装
	聚(丁二酸-co-己二酸丁二醇酯) (PBSA)		与 PBS 性能相似，但加工性能不及 PBS	PBS 衍生物	用于农膜、包装
	聚乙醇酸 (PGA)	可在几个月内完全降解为 CO ₂ 和水，无毒无害	量少价高	进口为主，国内尚未产业化	具有良好的气体阻隔性、生物相容性，用于药物缓释材料、组织工程材料、手术缝合线等高附加值的医用领域
	聚己内酯 (PCL)	厌氧或需氧环境下，都可以被微生物完全分解，但速度慢	量少价高	进口为主，国内尚未产业化	以高附加值的包装材料和医用材料为其主要应用方向

资料来源：《化工进展》，华安证券研究所

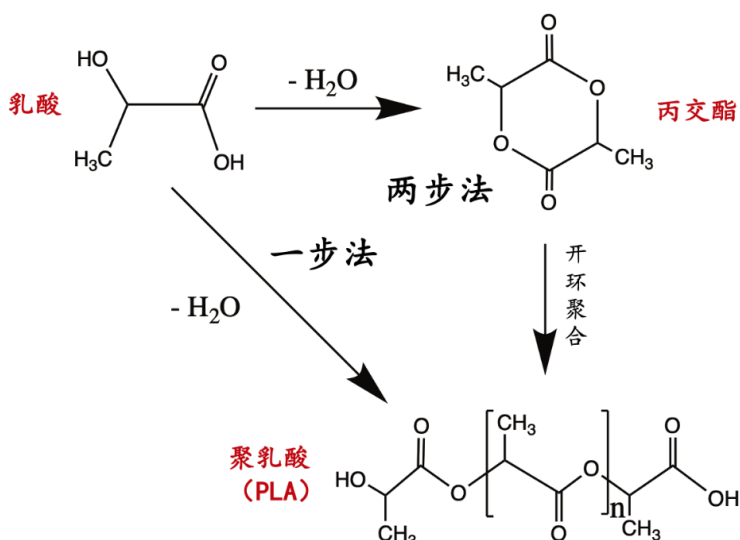
2 PLA 产业技术壁垒较高，国内仍处于起步阶段

PLA 是主流可降解塑料产品之一。聚乳酸是以乳酸为主要原料聚合而成的聚合物，目前是全球范围内产业化最成熟、产量最大、应用最广泛的生物可降解塑料。PLA 制备有两种方法，分别是丙交酯开环聚合法和直接缩聚法，其中丙交酯开环聚合法被广泛采用。在丙交酯开环聚合法中，中间体丙交酯的合成和纯化是工艺流程中的核心技术和难点，反应条件苛刻、工艺复杂、技术要求较高、生产成本较高，是国内企业 PLA 产能扩张的技术壁垒。目前，PLA 产能主要集中在海外，国内仍处于起步阶段。随着“禁塑令”的推行，许多公司加强与科研机构的合作研发，加强乳酸、丙交酯、聚乳酸的产业链布局。国内 PLA 产业已建并投产的生产线并不多，且多数规模较小，在建产能行业集中度高，竞争格局较好。总的来说，国内企业目前受制于技术水平、产品质量、生产规模等方面的原因，市场份额较小，随着国内企业打通丙交酯的技术难点，PLA 投产速度将有大幅提升，市场前景广阔。

2.1 PLA 技术难点在丙交酯

PLA 是最常见的可降解塑料之一。PLA（聚乳酸）是以生物发酵生产的乳酸为主要原料聚合得到的聚合物。单个的乳酸分子中有一个羟基和一个羧基，多个乳酸分子在一起，羟基与别的分子的羧基脱水缩合，羧基与别的分子的羟基脱水缩合，形成了聚乳酸。PLA 原料来源充分且可以再生，生产过程无污染，而且产品可以生物降解，使用后的 PLA 可以通过堆肥，在温度高于 55℃ 或富氧和微生物作用下降解为二氧化碳和水，实现在自然界中的物质循环，不会对环境产生影响，因此是理想的绿色高分子材料。PLA 还具有可靠的生物安全性、生物可降解性、良好的力学性能和易加工性，被广泛用于包装、纺织行业、农用地膜和生物医用高分子等行业。PLA 的缺点是降解条件相对苛刻。

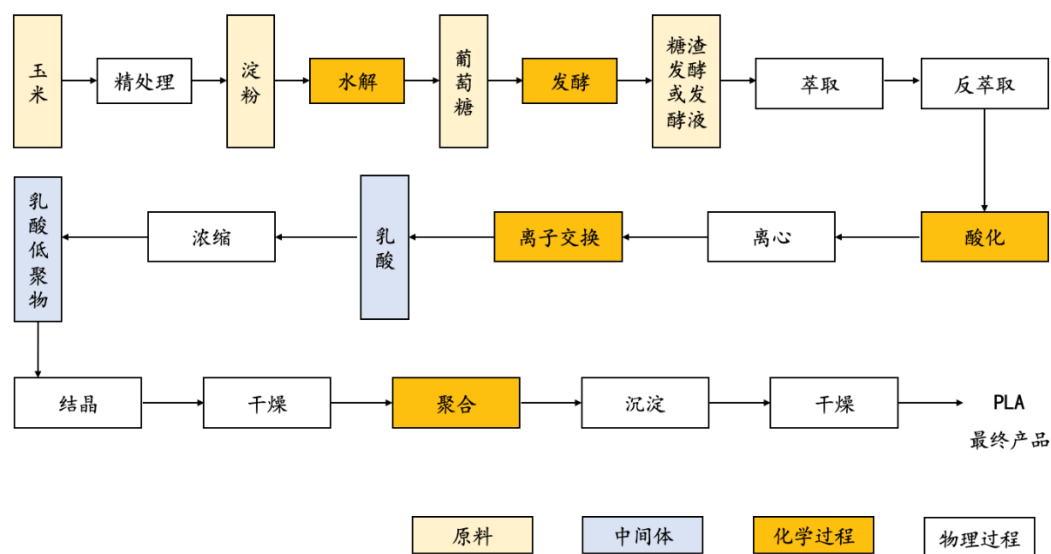
图表 8 PLA 制备化学式



资料来源：《乙醛醋酸化工》，华安证券研究所

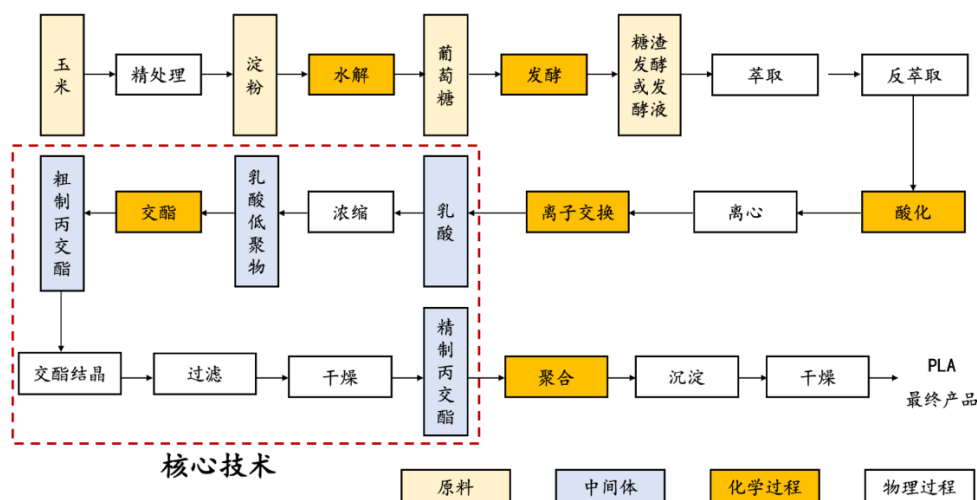
PLA 制备主要有两种方法，分别是丙交酯开环聚合法和直接缩聚法，工业上采用的主要是开环聚合法，**产业链技术难点在于丙交酯的合成和纯化**。(1) 直接缩聚法又称一步法，是指乳酸分子通过脱水缩聚反应制备 PLA 的过程。该方法缺点在于反应体系处在缩聚和解聚的动态平衡，体系黏度的逐渐增大导致去除副产物水的难度增加，无法及时排除的水会使反应向聚合物解聚的方向进行，进而影响 PLA 分子量的提高。同时，在高温高真空度的反应条件下，PLA 也会发生解聚、带色和消旋，降低产物性能。一步法生产 PLA 的生产流程短、成本低，但是由于 PLA 分子量难以得到有效提升，产品机械性能差，限制了其工业应用。目前国内仅有上海同杰良公司采用一步法合成技术。(2) 丙交酯开环聚合法又称两步法，是将乳酸先脱水生成低聚物，然后解聚生成丙交酯，再开环聚合制得 PLA 的过程，核心技术在于**丙交酯的合成和纯化**。丙交酯的纯化在整个开环聚合过程中至关重要，只有纯度高的丙交酯才能用于合成分子量高、物理性能好的 PLA。两步法涉及丙交酯的提纯步骤，不仅工艺过程复杂、成本也较高，但是可以通过控制丙交酯的纯度及反应条件，实现生产高分子量及化学结构可控、力学性能较好的 PLA，因此是目前工业上应用最多的方法。

图表 9 PLA 一步法生产流程



资料来源：Chemicalbook，华安证券研究所

图表 10 PLA 两步法生产流程



资料来源：Chemicalbook，华安证券研究所

图表 11 PLA 合成技术对比

	核心技术	优点	缺点	代表企业
直接聚合法	副产物水分的脱除	(1) 产率高，能得到接近理论产率的聚乳酸； (2) 流程简短，工艺简单，合成的聚乳酸不含催化剂，成本低。	(1) 原料乳酸中不挥发性的杂质最终都留在聚乳酸成品中，因此只能使用纯净的乳酸为原料； (2) 随着反应的进行，反应体系的黏度越来越大，反应副产物水在粘性熔融物中难以除去，很难保证反应向生成聚合物方向进行，易发生解聚； (3) 所得聚乳酸的分子量较低，只有 5000 左右，限制了广泛应用。	国内仅有同杰良公司采用该技术
丙交酯开环聚合法	丙交酯的纯化	(1) 可得到高分子量的聚乳酸，最高可达 80 万左右； (2) 可使用纯度不高的乳酸为原料，因为挥发性的丙交酯可与非挥发性杂质分离，在用重结晶法或蒸馏法提纯时还可以进一步去除杂质； (3) 可以通过控制丙交酯的纯度及反应条件，实现生产高分子量及化学结构可控、力学性能较好的 PLA。	(1) 粗丙交酯中含有水、乳酸、乳酸低聚物等杂质，丙交酯的纯度和产率会直接影响聚乳酸的质量和生产成本，丙交酯必须提纯才能聚合得到高分子量的产品； (2) 整个过程需要在高温、负压及催化的条件下进行，工艺过程复杂，成本较高。	大多数公司采用该技术，如 NatureWorks、Total Corbion、金丹科技、浙江海正、丰原集团等

资料来源：《当代化工》，华安证券研究所

图表 12 开环聚合法中关键步骤参数

步骤	催化剂	温度/°C	压力/kPa	反应产物指标要求	当前成本
乳酸预处理	-	60-80	3-5	乳酸浓度需超过 90%	低
乳酸缩聚	锌、锡类催化剂, 有机胍类催化剂	140-160	20-60	乳酸寡聚体转化率需超过 90%	高
乳酸解聚环化	锌、锡类催化剂, 有机胍类催化剂	180-250	1-5	粗丙交酯转化率需超过 90%	高
丙交酯提纯	-	180-250	1-5	聚合级丙交酯化学纯度需超过 99%, 某些用于纺织的丙交酯光学纯度需超过 99%	适中

资料来源:《当代化工》, 华安证券研究所

2.2 PLA 投产加速, 合作研发是一大技术来源

PLA 产能主要集中于海外, 国内企业正加快布局。全球可降解塑料企业数量较多, 生产的产品种类也具有很大的差异化, 单家公司的产能都较小, 大部分公司的产能都不足 5 万吨。产能占比较大的企业主要包括美国嘉吉 NatureWorks 公司和科比恩与道达尔合资 Corbion-Purac 公司, 分别拥有 15 万吨/年和 7.5 万吨/年的产能。其中, 美国 NatureWorks 于 1997 年由美国陶氏化学与 Cargill (嘉吉) 合作成立, 为全球最大的 PLA 生产企业, 也是全球唯一产能达到 15 万吨级的 PLA 生产商, 远超其他生产商的生产规模, 在 2001 年建设了世界最大的聚乳酸生产工厂。国内 PLA 市场分散度较高, 近年来, 国内一些玉米深加工企业和生物化工企业开始投资进入 PLA 产业, 但 PLA 产业在我国仍处于起步阶段, 已建并投产的生产线并不多, 且多数规模较小。河北华丹和丰原集团都拥有 5 万吨/年的产能, 居于国内 PLA 企业的领先地位。浙江海正目前拥有产能 4.5 万吨/年, 2020 年 12 月 1 日, 其年产 3 万吨聚乳酸项目成功投产, 实现聚乳酸树脂工业化生产跨越式增长, 海正称已自主掌握丙交酯 (聚乳酸中间体) 等核心技术, 能够夯实推进我国聚乳酸的产业化发展。国内其他企业, 如吉林中粮、永乐生物等也都有规模不等的聚乳酸生产线。总的来说, 国内企业目前受制于技术水平、产品质量、生产规模等方面的原因, 市场份额较小, 随着可降解塑料领域的发展, PLA 投产速度将有大幅提升。

图表 13 全球 PLA 现有产能分布

	企业	地区	产能 (万吨)	市占率	备注
国内	河北华丹	河北	5	10.28%	
	丰原集团	安徽	5	10.28%	2020 年 9 月投产
	浙江海正	浙江	4.5	9.25%	2006 年底, 投产 5000 吨; 2020 年 12 月, 投产 3 万吨
	吉林中粮生化有限公司	吉林	3	6.17%	
	永乐生物	河南	2	4.11%	2016 年投产
	深圳易生	深圳	1	2.06%	2019 年 11 月, 投产 1 万吨
	上海同杰良	上海	1	2.06%	
	光华伟业	深圳	1	2.06%	
	江苏天仁	江苏	0.5	1.03%	
	江苏九鼎	江苏	0.5	1.03%	
国外	Natureworks	美国	15	30.83%	2013 年投产
	Corbion-Purac	荷兰	7.5	15.42%	2018 年投产
	FKuR Kunststoff GmbH Willich	德国	2	4.11%	
	Synbra Holding bv	荷兰	0.5	1.03%	
	futerro Escanaffles	比利时	0.15	0.31%	
合计			48.65	100%	

资料来源: 公司公告, 环评报告, 华安证券研究所

PLA 投产加速, 各企业正在争相进入千亿可降解塑料市场, 在建或规划产能达到 160 万吨。目前, PLA 产能正处于快速扩张期, 其中浙江友诚在建 PLA 产能 50 万吨, 项目落户广西崇左, 充分利用广西地区丰富的甘蔗渣资源、秸秆纤维资源, 后续产业链长、市场前景广, 建成投产后对国内聚乳酸产业长远发展具有重要意义。丰原集团在建产能 40 万吨, 预计 2021 年投产, 项目地点在安徽省蚌埠市固镇县经济开发区, 是安徽省“增强高质量发展动能暨全省贯彻“六稳”重大项目”之一, 聚力推动蚌埠成为全国领先的生物基材料之都、国际化的聚乳酸产业集群。山东同邦新材料在建产能 30 万吨, 预计分两期建成投产, 分别为 2022 年 4 月和 2023 年 10 月, 一期工程建成后年产聚乳酸 10 万吨、聚乳酸纤维 5 万吨, 二期工程建成后全厂年产聚乳酸 20 万吨、聚乳酸纤维 10 万吨。山东泓达生物科技有限公司 16 万吨/年 PLA 项目分三期建成, 建设期为 6 年。从国内在建产能来看, PLA 新增产能行业集中度高, 竞争格局较好, 预计当国内企业陆续打通技术难点丙交酯的产业链后, PLA 投产有望进一步加快, 产业发展前景良好。

图表 14 国内 PLA 在建产能分布

企业	地区	产能 (万吨)	备注
浙江友诚	浙江	50	
丰原集团	安徽	40	预计 2021 年投产
同邦新材料	山东	30	预计分两期建成投产：2022 年 4 月，2023 年 10 月
山东泓达生物科技有限公司	山东	16	分三期建成，建设周期为 6 年
东部湾（上海）生物科技有限公司	上海	8	预计 2021 年 12 月投产
永乐生物	河南	8	
浙江海正	浙江	3	
金发科技	广东	3	预计 2021 年 Q4 投产
金丹科技	河南	1	预计 2021 年投产
河南龙都天仁生物材料有限公司	河南	1	
合计		160	

资料来源：公司公告，环评报告，华安证券研究所

国内聚乳酸技术主要依靠企业与科研机构的合作研发。上海同杰良公司技术来自同济大学，采用一步法生产工艺，现已具备“乳酸-聚乳酸”的生产能力。浙江海正丙交酯技术工艺来自于长春应化所，其丙交酯成功实现生产，能够实现部分自供，公司依托生物技术方面积累，持续向聚乳酸上下游产业链延伸，但目前公司缺乏原材料乳酸生产，需要向国内金丹科技等企业采购。金丹科技和南京大学合作，采用有机胍催化工艺，尝试打通“乳酸-丙交酯”产业链，中试结果较好，成本有望随工程化能力提高而持续降低。中粮科技技术来源于比利时格拉特，两者合作已在安徽建立玉米-乳酸-丙交酯-聚乳酸的全产业链生产基地，公司已掌握丙交酯生产工艺和加工技术，丙交酯生产项目正稳步推进。由此可见，PLA 技术难点主要在丙交酯，国内许多企业正在大力研发丙交酯生产技术，试图攻破 PLA 产业技术壁垒，打通“乳酸-丙交酯-聚乳酸”全产业链，增强成本优势。

图表 15 国内部分企业产业链布局及技术来源

企业	合作科研机构	产业链情况
上海同杰良	同济大学	采用一步法生产工艺，具备“乳酸-聚乳酸”生产能力。
浙江海正	长春应化所	具备从乳酸和丙交酯两条路线合成聚乳酸的能力； 缺乏乳酸生产能力，需要国内金丹科技等企业采购； 能够生产丙交酯，可实现部分自供。
金丹科技	南京大学	具备乳酸生产能力； 正在打通“乳酸-丙交酯”产业链，尝试生产中间体丙交酯，中试结果良好。
中粮科技	比利时格拉特	已在安徽建立“玉米-乳酸-丙交酯-聚乳酸”的全产业链生产基地； 已掌握丙交酯生产工艺和加工技术，丙交酯生产项目正稳步推进。

资料来源：公司公告，华安证券研究所

【相关上市公司】

金丹科技：立足乳酸生产，积极布局聚乳酸 PLA 产业链。公司目前拥有 12.8 万吨乳酸及盐产能，是国内最大，也是全球主要的乳酸生产企业。公司一方面继续夯实乳酸主业，一方面延伸产业链进军 PLA 行业。据招股说明书，公司已和南京大学、哈尔滨工业大学、江南大学等高等院校的科研机构建立了合作关系，采用自主研发、合作研发、外部技术引进等多种方式开展研发工作，已拥有完整的、自主研发的高效工程菌种的选育、乳酸及衍生产品的制备、提纯等多项核心技术。2017 年，公司与南大科技园合作成立金丹生物新材料公司，获取了以乳酸为原料、采用生物有机胍催化剂生产丙交酯的关键技术，开始布局“丙交酯-聚乳酸”生产线。公司目前有“年产 5 万吨高光纯 L-乳酸工程项目”与“年产 1 万吨聚乳酸生物降解新材料项目”两个募投项目，项目完全达产后，公司将新增 5 万吨高光纯 L-乳酸及 1 万吨聚乳酸产能。其中 5 万吨高光纯乳酸将部分用于公司本次 1 万吨聚乳酸募投项目及子公司 1 万吨丙交酯的生产，部分对外销售，预计建设期为 24 个月。年产 1 万吨聚乳酸生物降解新材料项目，预计建设期为 12 个月，成为公司在可降解塑料领域的战略布局首次覆盖。2020 年 11 月 29 日，公司发布丙交酯试车公告，称丙交酯项目已投料试车，目前该项目正按计划推进。

万华化学：PBAT 与 PLA 协同布局，进军可降解塑料领域。万华化学是全球聚氨酯龙头，目前正全面向新材料领域积极扩张。围绕国内大循环，公司将进一步发挥技术优势，疏通影响国内大循环的瓶颈，挖掘下游的市场增长潜力，围绕 PBAT 和 PLA 两种可降解塑料产品，开展原料、技术、性能三位一体的研究。2019 年 12 月，公司在充分调研后，选择了天津科技大学王正祥教授的技术，该技术通过代谢途径重构和代谢调控新策略的发明与实施，选育获得具有完整自主知识产权的乳酸单体高产新菌种。目前，万华实验室已经攻破 PLA 产品的技术难点，开始准备中试，届时将实现乳酸单体制造技术的国产化，打通聚乳酸产业完整链条。万华化学布局 PLA 和 PBAT 两种主流可降解塑料产品，可以提高产品的协同效应，未来有望为万华打开新的业绩增长点。

道恩股份：加大研发投入，储备可降解塑料技术。公司 2019 年年报披露，公司青岛研发中心通过聚合物共混改性，已开发出 PLA/PBAT 合金性能可调生物可降解材料及淀粉填充完全生物可降解材料等，储备了可降解塑料技术，形成了系列产品储备，包括全降解 PLA/PBAT 合金改性系列产品、全降解 PLA/PBAT+淀粉合金改性系列改性料、改性母料产品及低碳降解产品等。2021 年 1 月 16 日，公司与中国纺织科学研究院有限公司签订了《战略合作框架协议》，同时签订了《山东道恩高分子材料股份有限公司年产 12 万吨生物可降解树脂项目一期工程服务合同》，积极做好可降解塑料产品研发，这意味着道恩股份将完成可降解塑料的全产业链布局，为可降解塑料时代实现领跑奠定基础。同时中纺院根据道恩股份需求和已有技术积累，针对道恩股份生物可降解树脂产品，组织技术团队开展系列化新产品开发及其在工程塑料、膜等领域的应用技术开发，为道恩股份在此领域的产品升级、产业链延伸及市场推广提供技术支撑。道恩股份表示，本次协议及合同的签署旨在生物可降解领域开展密切合作，共同推动双方在生物可降解领域的发展，有利于挺进上游可降解合成领域，延伸公司产业链，增强公司在市场的竞争力，进一步提升公司的持续盈利能力，符合公司长期发展战略和全体股东的利益。

中粮科技：产业布局持续推进，引领聚乳酸领域发展。2005 年公司引入比利时生产技术，并于安徽合作建立起“玉米-乳酸-丙交酯-聚乳酸”的全产业链生产

基地。下属联营公司吉林中粮生物材料有限公司设计产能为聚乳酸原料和制品 3 万吨/年，已经量产，而且公司在互动平台表示，吉林中粮聚乳酸产能目前满产满销，聚乳酸制品销售良好，还将积极推进可降解材料全产业链生产加工。2019 年 3 月，丰原集团与通过经济技术开发区签约百万吨级可降解塑料聚乳酸 PLA 项目，总投资额达 120 亿，分三期建设。其中，一期项目投资 50 亿元，于 2019 年开始建设，年产量达 30 万吨，预计于 2021 年建成投产。此外，丰原集团年产 50 万吨乳酸、30 万吨聚乳酸项目预计在蚌埠固镇经济开发区分为 6 个模块建设，总投资 300 亿元，2020 年 9 月 27 日第一模块开工，2020 年 12 月 26 日第二模块开工。2020 年 8 月 14 日，丰原福泰来聚乳酸有限公司成功下线聚乳酸粒子成品，标志着中国第一条全产业链聚乳酸生产线顺利量产，这也是目前国内最大的、规模化的聚乳酸生产线。目前，该公司聚乳酸项目二期的建设工程也已经启动。在中间体丙交酯方面，2020 年中粮科技中报公示，公司万吨级丙交酯项目正在稳步推进，公司还将积极开展技术攻关，掌握工业加工技术，以实现可降解生物材料的产业链延伸。

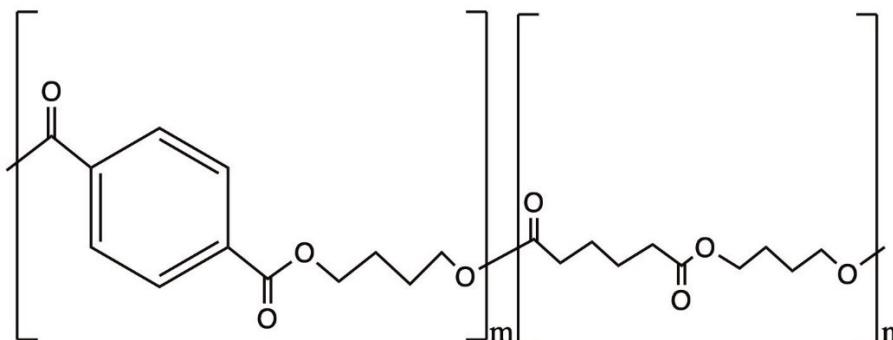
3 PBAT 产业较为成熟，产能全球领先

PBAT 属于石油基生物降解塑料，产业链较为成熟，拥有良好的使用性能和经济性，是目前生物降解塑料研究中市场应用最广泛的可降解材料之一。目前，PBAT 的主流生产方法为共酯化方法，该工艺操作简单，工艺流程短、原料利用率高、反应时间短、生产效率高。我国 PBAT 产能居于全球领先地位，在建产能较多。PBAT 技术壁垒较低，因此不断有新产能进入市场，未来市场竞争可能加剧，因此一体化程度是 PBAT 的核心优势。

3.1 PBAT 核心优势来源于一体化

PBAT 是可降解材料替代传统塑料的另一个主要产品。PBAT（聚己二酸/对苯二甲酸丁二醇酯），是己二酸丁二醇酯和对苯二甲酸丁二醇酯的共聚物，具有 PET 和 PBT 的性能，属于石油基生物降解塑料。PBAT 含有苯环，因此具有较高的分子热稳定性，但分子降解速度较低；分子所占空间大，有利于与其他分子共混；具有脂肪链，保证了分子链具有良好的柔性，从而具有良好的延展性。由于 PBAT 具有良好的延展性、断裂伸长率、耐热性和冲击性能，可用于生产一次性日用品、包装材料、农用薄膜等领域。此外，PBAT 具有良好的生物降解性能，使用后能被自然界中微生物完全降解，最终可以被转化为二氧化碳和水。

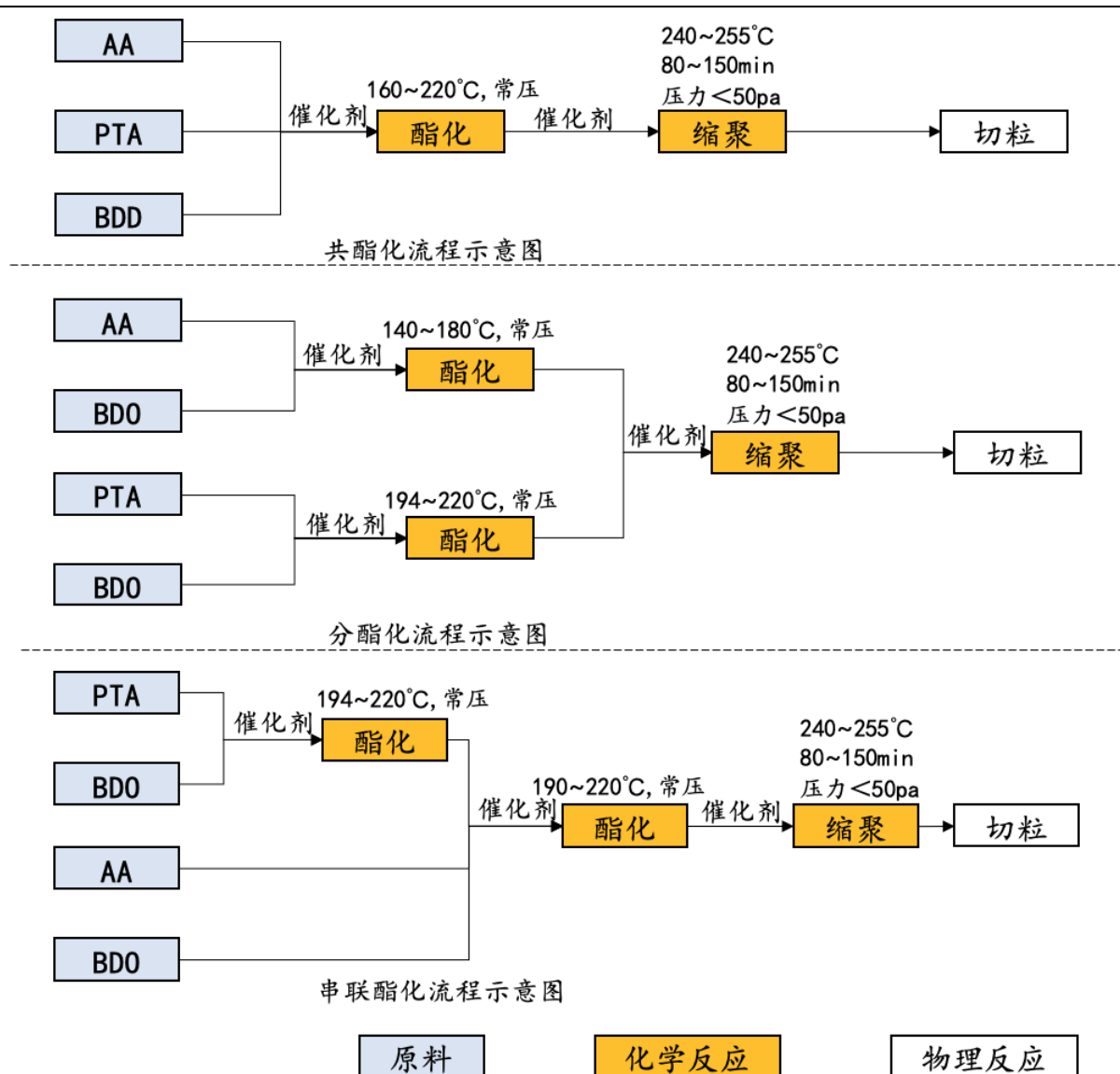
图表 16 PBAT 结构式



资料来源：Chemicalbook，华安证券研究所

PBAT 制备常用的三种方法包括共酯化法（直接酯化）、分酯化法和串联酯化法。PBAT 的制备原料主要是以己二酸（AA）、对苯二甲酸（PTA）、丁二醇（BDO）为单体，按照一定比例经过酯化或酯交换反应和缩聚反应合成聚己二酸/对苯二甲酸丁二醇酯，然后经过酯化、缩聚以及切粒三个步骤制得最终产品。目前国内主要采用共酯化（直接酯化）工艺，由于只需一个反应釜进行一次酯化反应，因此具有工艺流程短、原料利用率高、反应时间短、生产效率高的特点。但是该方法也有缺点，反应体系物质较复杂、相对分子质量分布宽且不易控制、反应条件比较苛刻、反应介质酸性较强、部分 BOD 发生环化脱水反应生成四氢呋喃（THF）等，对产品质量有影响。分酯化和串联酯化工艺通过分开进行反应、一级两步法反应以对产品质量进行较好的调控，优点是设备简单、反应体系中间物质较少、相对分子质量分布较窄、产品黏度易于调控、废弃物可以被再次利用；缺点是各批次产品质量可能存在差异。

图表 17 PBAT 生产流程



资料来源：《合成技术及应用》，华安证券研究所

PBAT 行业的核心竞争力取决于企业产业链一体化水平。根据珠海万通 3 万吨 PBAT 项目环评报告，PBAT 的完全成本约为 12511 元/吨。PBAT 成本主要来自于原料，占比达到 72%，其中丁二醇 (BDO) 占比 34%，精对苯二甲酸 (PTA) 占比 22%。我们认为，PBAT 行业未来的核心竞争力在于产业链一体化水平，主要因为：

(1) 从原料价格来看，近 5 年 PBAT 的主要原料价格波动较大，其中成本占比最高的 BDO 价格范围为 7000 到 13000 元/吨，因此造成生产成本的不确定性增大。

(2) 从 BDO 价格来看，从 2019 年年底开始，可降解塑料需求扩张也带动了 BDO 需求增大，价格也已达到近年来的历史高点。这也造成了 PBAT 的生产成本提升，PBAT 价格也受其影响上涨。

(3) 从BDO消耗量来看,若在建及规划的563万吨新增PBAT产能全部投产,按80%开工率计算,将新增BDO消费量约216万吨,远超过2020年产量120万吨。在此条件下,BDO自给率将进一步降低,价格维持在高位。

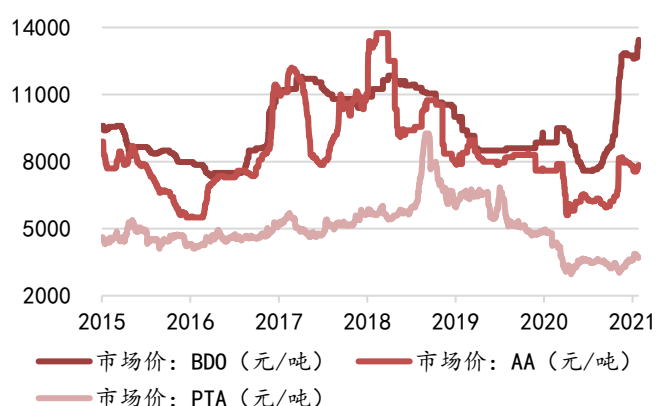
拥有PBAT产业链一体化的企业将在行业竞争中取得原材料和成本的优势。若企业自身不具备上游原材料的生产能力,将面临着市场价格波动和生产成本较高的风险,PBAT的生产很容易被上游原料“卡脖子”。部分公司通过提高一体化水平降低生产成本,积极布局PBAT上下游产业链,有望使企业在未来竞争中占据优势。例如:万华化学正积极布局PBAT一体化,其天然气制乙炔项目主要是通过天然气制乙炔,再经过甲醇装置和甲醛装置生产BDO,BDO产能为10万吨/年,为下游6万吨/年的PBAT装置提供原料。万华通过更高的一体化程度,不仅可以提高生产的稳定性,还可以有效地降低成本。

图表 18 PBAT 完全成本测算

PBAT		单耗	单吨成本(元/吨)
原料	精对苯二甲酸(PTA)	0.48	2755
	己二酸(AA)	0.24	1961
	丁二醇(BDO)	0.48	4277
人工		—	1050
折旧		—	467
其他		—	500
三费		—	1500
完全成本		—	12511

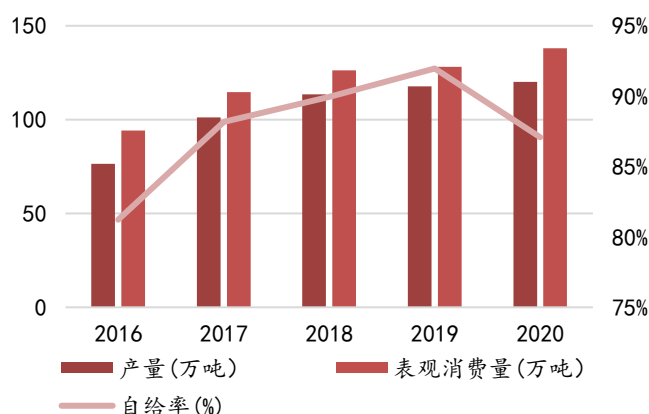
资料来源:环评报告,wind,华安证券研究所

图表 19 PBAT 原料价格变化



资料来源:wind,华安证券研究所

图表 20 BDO 自给率变化



资料来源:百川盈孚,华安证券研究所

3.2 PBAT 项目快速推进,工艺以直接酯化方式为主

国内PBAT产能水平领先,多采用直接酯化工艺。目前,国内拥有PBAT产能的企业较多,但单家公司的产能都较小。新疆蓝山屯河化工股份有限公司是以

高分子材料制造和深加工为主业的国家级高科技化工新材料企业，拥有 PBAT 产能 12.8 万吨/年，居全球领先地位。金发科技拥有 PBAT 产能 6 万吨/年，于 2011 年投产，公司建立了完全生物降解塑料从开发到工业化生产的完整流程，目前拥有生物降解聚酯合成产能，并配有专业生物降解塑料改性生产线，产品涵盖 PBAT、PBS、PLA 树脂及相关改性材料。恒力石化子公司营口康辉石化于 2020 年 12 月 25 日宣布年产 3.3 万吨 PBAT/PBS 类生物可降解聚酯新材料项目一次性开车成功，顺利投产并产出合格产品，标志着恒力石化进军可降解塑料行业。全球来看，意大利 Novamont 公司是世界上最早进行生物降解塑料产业化的企业，Novamont 的 PBAT 商品名是 Origo-Bi，目前拥有 PBAT 产能 10 万吨/年。巴斯夫（BASF）的 PBAT 商品名为 ecoflex，产能为 7.4 万吨/年。

图表 21 全球 PBAT 现有产能

	企业	地区	产能 (万吨)	市占率	备注
国内	蓝山屯河	新疆	12.8	26.07%	
	金发科技	广东	6	12.22%	2011 年投产
	恒力石化	辽宁	3.3	6.72%	2020 年投产
	仪征化纤	江西	3	6.11%	2020 年投产
	山西金晖兆隆	山西	2	4.07%	2015 年投产
	莫高股份	甘肃	2	4.07%	2020 年投产
	杭州鑫富	浙江	1.3	2.65%	
	台湾长春	中国台湾	1.3	2.65%	
国外	意大利 Novamont	意大利	10	20.37%	
	德国巴斯夫	德国	7.4	15.07%	
合计			49.1	100%	

资料来源：公司公告，环评报告，华安证券研究所

PBAT 将迎来集中投产期，国内在建或规划产能达 563 万吨。新疆望京龙新材料有限公司 PBAT 在建产能 130 万吨，总投资约 300 亿元，并有望充分发挥一体化优势。望京龙和西南化工研究设计院有限公司签订天然气等离子体法制乙炔项目战略合作协议，一吨乙炔仅需要 2000 方天然气。此外，新疆望京龙 PBAT 项目还毗邻中泰石化 120 万吨 PTA 项目，产业集群，物料互供，将为新疆望京龙 PBAT 全生物降解塑料提供原料，可以有效降低 PBAT 生产成本。长鸿高科在建产能 60 万吨，预计 2021 年投产 10 万吨，总建设周期为 5 年，可根据市场需求灵活生产 PBAT、PBS、PBT 等不同产品，同时具备扩链改性生产其它不同牌号产品的能力。

图表 22 国内 PBAT 在建产能

企业	地区	产能 (万吨)	备注
新疆望京龙新材料有限公司	新疆	130	2022 年以后投产
宁波长鸿高分子科技股份有限公司	宁波	60	2021 年投产 10 万吨, 2025 建设完成
浙江华峰新材料股份有限公司	浙江	30	2021 年投产
新疆蓝山屯河化工股份有限公司	新疆	24	2022 年拟建 24 万吨
重庆鸿庆达产业有限公司	重庆	10	2022 年以后投产
鹤壁莱闰新材料科技有限公司	河南	10	2022 年以后投产
彤程新材料集团股份有限公司	上海	10	2022 年投产
金发科技股份有限公司	辽宁	6	2021Q2 投产
山东瑞丰高分子材料股份有限公司	山东	6	2021Q2 投产
万华化学集团股份有限公司	山东	6	处于环评公示阶段
北京化工集团华腾沧州有限公司	北京	4	2022 年以后投产
新疆美克化工股份有限公司	新疆	3	2022 年以后投产
河南恒泰源聚氨酯有限公司	河南	3	2022 年以后投产
浙江华峰环保材料有限公司	浙江	3	处于环评公示阶段
江苏科奕莱新材料科技有限公司	江苏	2.4	2022 年以后投产
南通龙达生物新材料科技有限公司	江苏	1	2022 年以后投产
江苏和时利新材料股份有限公司	江苏	1	2022 年以后投产
其他		237.6	
合计		563	

资料来源: 公司公告, 环评报告, 华安证券研究所

【相关上市公司】

金发科技: 潜在产能充足, 产品大部分销往海外。金发科技自主研发生物降解聚酯 PBAT, 产品性能国际领先, 建立了从开发到工业化生产的完整流程, 并建成生物降解塑料合成和改性专用生产线, 产品涵盖 PBAT、PBS、PLA 树脂及相关改性材料, 广泛应用于农用地膜、一次性包装 (购物袋、垃圾袋等)、一次性餐饮具及 3D 打印行业等。公司现拥有于 2011 年投产的 PBAT 产能 6 万吨/年, 正处于满产状态, 且有 6 万吨 PBAT 产能处于在建状态, 预计将于 2021 年上半年投产, 另有子公司珠海万通 24 万吨生物降解塑料项目已在当地政府备案, 公司会根据产品市场推广情况及降解塑料政策的变化趋势, 分期进行建设降解塑料项目, 适时增加新的产能。目前, 金发科技将大部分可降解塑料销往海外市场, 国内市场占比相对较低, 约为 20%-30%。在禁塑令政策的推动下, 若公司将可降解塑料产品转为内销, 将为公司带来巨大的净利润提升空间。

恒力石化: 基于石化优势, 积极拓展 PBAT 市场。恒力石化结合自身在石化和新材料领域的优势, 顺应国家禁塑令环保政策走向, 积极拓展可降解塑料市场。PBAT 可降解塑料是一个重点发展的环保新材料领域, 公司具备在这个领域的技术工艺和装置能力储备, 并且拥有上游 PTA 的原料供应。2020 年 12 月 25 日, 恒力石化子公司营口康辉石化有限公司年产 3.3 万吨 PBAT 类生物可降解聚酯新材料项目一次性开车成功, 顺利投产并产出合格产品, 标志着恒力石化进军未来空间巨大的可降解塑料市场, 其聚酯业务板块产能结构升级与规模工艺优势也将更加明显。2021 年 1 月 19 日, 康辉石化年产 60 万吨 PBS 类生物可降解塑料项目正

式签约，项目同样采用恒力自主研发的工艺技术和配方，标志着国内规模最大、产能最高的可降解新材料项目在恒力落户。恒力石化布局可降解塑料领域，将进一步提升全产业链经营能力，并为公司贡献超额利润。

万华化学：推进产业链一体化布局，PBAT 项目处于环评阶段。万华化学是全球聚氨酯龙头，目前正全面向新材料领域积极扩张，PBAT 生产采取直接酯化法。公司于四川眉山投资建设年产 6 万吨生物降解聚酯 (PBAT) 项目，总投资额 3.6 亿元，目前项目正处于环评阶段，预计 2022 年上半年投产。2020 年 9 月 4 日，公司发布年产 6 万吨生物降解聚酯项目国际招标公告，招标产品为 PBAT 切粒机组，建设有序进行。万华还积极推进天然气制乙炔项目，主要通过天然气制乙炔，再经过甲醇装置和甲醛装置生产 BDO，为下游 PBAT 装置提供原料，提高 PBAT 产业链一体化程度，有望在未来 PBAT 竞争中取得成本优势。同时还布局上下游产业链配套装置，通过更高的一体化程度，不仅提高生产的稳定性，还可以有效的降低成本，在可降解塑料产能释放的阶段，可以有效抵抗产品供过于求带来的价格战风险。

道恩股份：加强合作研发，推进 PBAT 产业建设。公司青岛研发中心通过聚合物共混改性，已开发出 PLA/PBAT 合金性能可调生物可降解材料及淀粉填充完全生物可降解材料等，储备了可降解塑料技术，形成了系列产品储备，包括全降解 PLA/PBAT 合金改性系列产品、全降解 PLA/PBAT+淀粉合金改性系列改性料、改性母料产品及低碳降解产品等。2021 年 1 月 17 日晚间，道恩股份发布公告，公司已于 1 月 16 日上午与中国纺织科学研究院有限公司(以下简称“中纺院”)签订战略合作协议，合作金额 2.65 亿元，拟计划投资建设产能 12 万吨/年的 PBAT 项目，其中一期项目 6 万吨/年 PBAT 连续聚合生产装置将委托中纺院承接，同时中纺院还将根据公司已有技术，为公司在可降解塑料领域的产品升级、产业链延伸等提供技术支持。道恩股份是国内改性塑料行业龙头企业，受益于疫情下熔喷布订单的大幅增加，公司业绩实现爆发式增长。在熔喷料业务持续驱动的同时，公司在可降解塑料领域亦拥有突出优势及发展潜力。禁塑政策的落地实施，以及可降解塑料新增产能项目的建设投产，将进一步助力公司业绩实现高速增长。

彤程新材：与巴斯夫合作，建设 PBAT 工厂。公司自 2018 年就开始布局生物可降解材料 PBAT 研发与生产。2020 年 3 月，终止塑料废弃物联盟 (The Alliance to End Plastic Waste, 简称 AEPW) 将彤程新材纳入其成员之一，彤程新材也成为继中石化之后第 2 家进入该组织的中国企业。公司研发团队与北京化工大学密切合作，作为课题负责单位承担了国家“十三五”重点研发计划项目——生物基橡胶的设计制备与产业化的课题三。还与北京化工大学王朝副教授课题小组紧密配合，主攻生物可降解阻隔材料和纤维布制造技术，首次设计合成了熔融指数高达 1200g/10min 的可生物降解的改性聚己二酸/对苯二甲酸丁二醇酯 (PBAT) 熔喷料。2020 年 4 月 28 日，公司发布投资建设公告，拟投资 6.2 亿建设 10 万吨/年可生物降解材料项目(一期)，预计于 2022 年第二季度投产，可年产 6 万吨/年 PBAT。2020 年 5 月 28 日，巴斯夫与彤程新材料集团签署了联合协议，授权彤程新材料集团根据巴斯夫高质量标准生产和销售经认证的可堆肥共聚酯 (PBAT)。为此，彤程新材将在上海建造一座产能为 6 万吨的 PBAT 工厂。该工厂将使用巴斯夫的工艺技术，出产的原材料将部分交由巴斯夫作为 ecoflex 产品销售。新工厂将于 2022 年投产，供应可降解塑料市场。彤程新材致力于开发中国市场，拥有良好的营销网络和优越的地理位置，并长期与巴斯夫保持良好合作关系，通过此次合作，双方将更加有效地满足客户需求，并拥有更高的交付灵活性，有力地巩固双方的

市场地位。彤程新材可以以此推进环保新材料产业布局，进一步提升公司的市场竞争力和盈利能力。

瑞丰高材：与上海聚友化工技术合作，打开未来成长空间。2020年3月16日，公司公告称拟投资不超过3.2亿元，在现有厂区内建设年产6万吨PBAT生物降解塑料项目，建设周期为15个月。项目已于2020年9月底开始建设，预计于2021年6月30日前竣工投产，建设完成后产能逐年释放，预计第三年进入满负荷生产状态。目前，公司PBAT产品已经顺利通过中试，产品性能达到国际先进水平。待新增产能全部达产，公司有望享受到可降解塑料行业早期红利。2020年10月24日，瑞丰高材与上海聚友化工签署项目合作意向协议书，双方就公司规划年产30万吨生物可降解高分子材料PBAT项目拟达成合作意向，公司该30万吨PBAT项目已取得备案，上海聚友化工为该项目设计和实施提供技术支持，帮助解决项目进程中出现的问题。上海聚友化工具有自主知识产权的专有工艺技术和设备，已在国内建成数万吨连续生产线，有多年生物可降解材料工程技术的开发经验。本次合作将给瑞丰高材带来正面影响，瑞丰高材可借鉴聚友化工在可降解塑料行业的经验，促进公司产业转型，加快公司在可降解塑料领域的布局。瑞丰高材在做好原PVC加工助剂和抗冲改性剂的基础上，积极谋求向生物可降解塑料行业转型，通过规划扩产PBAT项目，旨在进一步提高公司未来PBAT产品的产能，提升行业地位，力争成为生物可降解塑料的优质服务商之一。

4 政策推动需求量猛增，应用场景广泛

我国逐步推行“禁塑令”，执行力度较大。可降解塑料的成本相对较高，通过政策限制成本较低的不可降解塑料袋的使用，推动可降解塑料的生产与销售。在国家政策上，我国“限塑令”推出较早，早在1999年，我国国家经贸委发布(99)第6号令，规定2000年底前全面禁止生产和使用一次性发泡塑料餐饮具的文件，走在世界前列。2020年8月，商务部公布《关于进一步加强商务领域塑料污染治理工作的通知》，此次“禁塑令”不仅要求禁止、限制使用对环境负担较大的塑料，还加快推广塑料的可替代产品，比如可降解塑料、纸质包装等，有助于可降解塑料对传统塑料的替代进程，这也为替代产品市场快速发展奠定了良好的政策基础。在地方政策上，自2015年开始，陆续有地方政府推行出政策限制对塑料的使用，近年来，北京、上海等城市都提出了具体的禁塑措施，与限塑令不同，禁塑令对于可降解塑料的市场增量贡献更大，有利于可降解塑料替代率快速上升。经过2020年一年的准备期，国内已形成了国家-地方多层次的禁塑政策体系，政策再度趋严，进入执行阶段，对可降解塑料行业的利好正式落地。

图表 23 可降解塑料相关政策时间表

时间	发布机构	禁塑政策	政策简介	政策类型
1999年	国家经贸委	(99)第6号令	规定2000年底前全面禁止生产和使用一次性发泡塑料餐饮具的文件	限塑
2004年	全国人大	《可再生能源法(草案)》和《固体废物污染环境防治法(修订)》	鼓励再生生物质能的利用和降解塑料推广应用	限塑
2008年1月	国务院办公厅	《关于限制生产销售使用塑料购物袋的通知》	自2008年6月1日起，在所有超市、商场、集贸市场等商品零售场所实行塑料购物袋有偿使用制度，一律不得免费提供塑料购物袋	限塑
2017年4月	科技部	《“十三五”材料领域科技创新专项规划》	全生物降解材料入围	限塑
2017年11月	邮政总局、发改委、科技部等	《关于协同推进快递业绿色包装工作的指导意见》	从国家层面提出了推进快递行业资源节约以及废弃物污染防治的多项措施，提出“到2020年，可降解的绿色包装材料应用比例将提高到50%”	限塑
2017年11月	工信部	《农用薄膜行业规范条件(2017年本)》	鼓励研发生产使用生物降解地膜	限塑
2018年2月	国家质检总局、国家标准委	《快递封装用品》系列国家标准	2018年9月1日，要求快递包装袋宜采用生物降解塑料，减少白色污染；并相应增加了生物分解性能要求	限塑
2020年1月	生态环境部	《关于进一步加强塑料污染治理的意见》	到2020年，率先在部分地区、部分领域禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。到2022年，一次性塑料制品消费量明显减少，替代产品得到推广，塑料废弃物资源化能源化利用比例大幅提升。到2025年，塑料污染得到有效控制	禁塑
2020年7月	国家发改委等	《关于扎实推进塑料污染治理工作的通知》	通知针对塑料污染问题强调要落实属地管理责任，狠抓重点领域推进落实，强化日常监管和专项检查，加强宣传引导工作；8月中旬前，各省需出台省级实施方案，并督促地级以上城市等结合本地实际情况，提出可操作、有实效的具体推进措施，确保如期完成2020年底阶段性目标	禁塑
2020年8月	商务部	《关于进一步加强商务领域塑料污染治理工作的通知》	明确商务领域推进禁塑限塑的时间表和实施地区，对商场、超市、集贸市场、餐饮、住宿、展会、电子商务等重点领域提出了具体的禁塑要求。对商场、超市等场所推广鼓励使用可降解塑料袋、非塑料制品；在餐饮外卖领域推广使用符合性能和食品安全要求的秸秆覆膜餐盒等生物基、可降解塑料袋等替代品；加强电商、外卖等平台入驻商户管理，制度一次性塑料制品减量替代实施方案等	禁塑
自2020年2月起，海南省、河北省、广西壮族自治区、青海省、内蒙古自治区、云南省、广东省、山东省、河南省、浙江省等省市陆续推出禁塑政策				
时间	省市	禁塑政策	政策简介	政策类型

2015年 1月	吉林省	《吉林省禁止销售和使用一次性不可降解塑料袋、塑料餐具规定》	全省商品批发和零售、住宿餐饮服务行业不得销售、使用或提供一次性不可降解塑料袋、塑料餐盒。鼓励引导企业研发生产丙交酯、聚乳酸等生物基材料以及下游制品，并对吉林省投资建厂的企业给予产业发展、财政、税收等方面的政策支持	禁塑
2018年 6月	河南省南乐县	《关于治理白色污染推广使用一次性可降解塑料制品的实施意见（试行）》	禁止生产、销售、使用不可降解的一次性塑料制品	禁塑
2019年 4月	西藏自治区	《西藏自治区“白色污染”治理攻坚战行动方案》	禁止生产销售国家明确规定的厚度小于0.025毫米的超薄塑料购物袋等一次性塑料包装制品，积极推行绿色包装材料的普及应用，积极支持可降解型“绿色”替代产品的研发、引进，以替代发泡塑料餐具、超薄塑料购物袋等一次性塑料包装制品。把“白色污染”治理工作纳入日常监督管理范围，以农贸市场、超市、批发市场、沿街商户为重点，加大联合执法检查力度，严肃查处和取缔生产、销售、使用超薄塑料购物袋的企业	限塑
2020年 2月	海南省	《海南经济特区禁止一次性不可降解塑料制品规定》	禁止生产、销售、使用不可降解的一次性塑料制品	禁塑
2020年 3月	河北省	《关于进一步加强塑料污染治理的实施方案（公开征求意见稿）》	到2020年，率先在部分地区、部分领域禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。到2022年，全区一次性塑料制品消费量明显减少，替代产品得到推广，塑料废弃物资源化能源化利用比例大幅提升；在塑料污染问题突出领域和电商、快递、外卖等新兴领域，推动形成塑料减量和绿色物流模式。到2025年，全区塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立，多元共治体系基本形成，替代产品开发应用水平进一步提升，城市塑料垃圾填埋量大幅降低，塑料污染得到有效控制	限塑
2020年 3月	广西壮族自治区	关于《广西壮族自治区进一步加强塑料污染治理工作实施方案（修订征求意见稿）》		限塑
2020年 4月	青海省	《关于进一步加强塑料污染治理的实施办法》		限塑
2020年 4月	北京市	《北京市餐饮服务不得主动提供的一次性餐具目录》	饭馆餐厅不得主动提供的一次性餐具，包括筷子、勺子、刀（刀具）、叉子；外卖平台默认“不勾选=不需要”模式	禁塑
2020年 4月	北京市	《北京市宾馆不得主动提供的一次性用品目录》	宾馆不得主动提供的一次性用品包括牙刷，梳子，浴擦，剃须刀，指甲锉，鞋擦	禁塑
2020年 5月	云南省	《云南省进一步加强塑料污染治理实施方案（征求意见稿）》	到2020年，率先在昆明市等部分地区、部分领域禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。到2022年，有序扩大禁限范围，一次性塑料制品消费量明显减少，替代产品得到推广，塑料废弃物资源化能源化利用比例大幅提升。到2025年，塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立，多元共治体系基本形成，替代产品开发应用水平进一步提升，塑料污染得到有效控制	限塑
2020年 5月	山东省	《山东省进一步加强塑料污染治理实施方案》	到2020年，率先在部分地区、部分领域禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。到2022年，全区一次性塑料制品消费量明显减少，替代产品得到推广，塑料废弃物资源化能源化利用比例大幅提升；在塑料污染问题突出领域和电商、快递、外卖等新兴领域，推动形成塑料减量和绿色物流模式。到2025年，全区塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立，多元共治体系基本形成，替代产品开发应用水平进一步提升，城市塑料垃圾填埋量大幅降低，塑料污染得到有效控制	限塑
2020年 5月	广东省	《关于进一步加强塑料污染治理的实施意见（征求意见稿）》		限塑
2020年 6月	浙江省	《进一步加强塑料污染治理的实施办法（征求意见稿）》	到2020年底，率先在杭州市、宁波市、绍兴市建成区等重点地区的重点领域禁止、限制不可降解塑料购物袋、一次性不可降解塑料餐具等部分塑料制品的销售和使用；全省城乡生活垃圾总量基本实现零增长，塑料垃圾实现“零填埋”。到2022年底，一次性塑料制品消费量明显减少，替代产品普遍推广，在塑料污染问题突出领域和电商、快递、外卖等新兴领域，普遍推行科学适用的塑料减量和绿色物流模式。到2023年底，全省重点领域禁止销售和使用不可降解塑料购物袋、一次性不可降解塑料餐具等部分塑料制品，全域“无废城市”基本建成，塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立，多元共治体系基本形成，替代产品开发应用水平进一步提升，塑料污染得到有效控制	限塑
2020年 6月	北京市	《北京市生活垃圾管理条例》	禁止在本市生产、销售超薄塑料袋。超市、商场、集贸市场等商品零售场所不得使用超薄塑料袋，不得免费提供塑料袋	禁塑

2020年7月	河南省	《加快白色污染治理、促进美丽河南建设行动方案》	2020年底前，郑州、洛阳、濮阳、许昌等4个试点市建立健全塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节管理制度体系，城市建成区禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。2022年底前，各省辖市、济源示范区、各省直管县（市）建成区禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。可循环可降解塑料替代产品初具规模，形成一批可复制可推广的塑料减量和绿色物流模式，塑料废弃物资源化能源化利用比例得到较大提升。2025年底前，全省塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节管理制度基本建立，多元共治体系基本形成。县级以上城市建成区禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用，一次性塑料制品使用量大幅减少，可循环可降解的替代产品得到广泛应用，塑料污染得到有效控制	禁塑
2020年7月	甘肃省	《进一步加强塑料污染治理的实施方案》	到2020年，率先在部分地区、部分领域禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。到2022年，全区一次性塑料制品消费量明显减少，替代产品得到推广，塑料废弃物资源化能源化利用比例大幅提升；在塑料污染问题突出领域和电商、快递、外卖等新兴领域，推动形成塑料减量和绿色物流模式。到2025年，全区塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立，多元共治体系基本形成，替代产品开发应用水平进一步提升，城市塑料垃圾填埋量大幅降低，塑料污染得到有效控制	禁塑
2020年7月	西藏自治区	《西藏自治区关于进一步加强塑料污染治理的实施办法》	以连锁商超、大型农贸市场、物流仓储、专业市场、电商快递等为重点，推动企业通过设备租赁、融资租赁等方式，积极推广可循环、可折叠包装产品和物流配送器具。鼓励企业使用商品和物流一体化包装，建立可循环物流配送器具回收体系。严格执法监管，行业管理部门与生态环境保护综合执法部门建立查处塑料环境污染违法违规行为线索共享、分析、处理机制，实现多部门、齐协同、快查处的高效处置机制。对违法违规责任主体，依法依规予以查处，加大公开曝光力度	禁塑
2020年9月	内蒙古自治区	《内蒙古自治区关于加强塑料污染治理工作实施方案》	到2020年，率先在部分地区、部分领域禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用。到2022年，全区一次性塑料制品消费量明显减少，替代产品得到推广，塑料废弃物资源化能源化利用比例大幅提升；在塑料污染问题突出领域和电商、快递、外卖等新兴领域，推动形成塑料减量和绿色物流模式。到2025年，全区塑料制品生产、流通、消费和回收处置等环节的管理制度基本建立，多元共治体系基本形成，替代产品开发应用水平进一步提升，城市塑料垃圾填埋量大幅降低，塑料污染得到有效控制	禁塑
2020年12月	北京市	《北京市塑料污染治理行动计划（2020-2025年）》	推动六大重点行业塑料污染治理，对餐饮、外卖平台、批发零售、电商快递、住宿会展、农业生产等一次性塑料制品使用集中、易向环境泄露的六大重点行业，分别提出了有针对性的治理措施，明确了部分行业不可降解一次性塑料制品的禁限目标。发挥北京冬奥会在塑料污染治理方面的示范引领作用	禁塑

资料来源：政府网站，华安证券研究所

可降解塑料应用场景广泛，供不应求。自2021年1月1日开始，最严禁塑令开始实行，不可降解塑料袋禁止在北京、上海等城市和省会城市使用，一次性塑料吸管也在全国的饮料连锁店中消失，取而代之的是可降解塑料或纸质材料制品。以PBAT和PLA为原料的可降解塑料逐渐渗透到生活中，商超、餐厅、饮品店等各行业纷纷采取措施落实减塑。许多线下商超更换使用可降解塑料袋，如京客隆、永旺超市、便利蜂、KKV等；奶茶店更换使用具有生物可降解性质的塑料吸管，如喜茶开始使用PLA吸管和杯子；零售和餐饮品牌使用具有生物可降解功能的餐盒，如盒马、麦当劳、肯德基等；外卖平台、社区团购平台使用具有可降解功能的塑料袋以减少白色污染。可降解塑料需求量因此大幅增加，出现了供不应求的局面。据每日经济新闻消息，可降解塑料原材料PBAT的价格已从20年12月底的2.3万元/吨，上涨至1月初的2.6万元/吨，不到一个月涨幅达13%；国内PLA报价也从一年前的2万元/吨上涨到现在的3.2万元/吨，涨幅达60%。

图表 24 可降解塑料应用领域



资料来源：公司网站，华安证券研究所

基于各地政策，对可降解塑料的总体替代率进行保守估计。我们依据各省市禁塑政策执行时间表和执行力度，以及海外可降解塑料发展历程，预测了我国未来可降解塑料的需求变化。预测中国可降解塑料市场需求量的基本思路如下：2020-2025年，由于有明确的禁塑政策，我们根据禁塑政策执行时间和力度，在保守条件下，预测5年内各省市可降解塑料的替代量。保守假设各地区“禁塑令”“开始执行”的替代率10%、“进一步推广”的替代率20%、“完成替代”的替代率30%。“完全替代”意为不再销售传统包装塑料制品，但由于其他材料的竞争，例如纸质包装袋/盒，考虑西欧和美国可降解塑料在包装领域的替代率不超过30%，“完成替代”的替代率假设为30%。根据各省份“禁塑令”的执行时间表及禁令范围，不同省市的落实情况按照等级乘以系数，其中2020年因为疫情影响，替代率为通常情况的70%。根据上述假设，我们预测了2020年到2025年我国各省份包装领域可降解塑料对传统塑料的替代率。根据各省市预测可降解塑料的替代率、涉及人口，以及人均消费包装塑料制品量，我们预测2020年到2025年，我国包装塑料总替代量分别为50、98、125、153、180、207万吨。假设未来全国年度废弃塑料总量维持在4200万吨不变，预计，2020年到2025年可降解塑料替代率分别为1.19%、2.34%、2.99%、3.63%、4.28%、4.92%，呈现逐渐减缓的趋势。通过国内塑料的消费类以及进出口量，得出可降解塑料总消费量（万吨）以及可降解塑料的总产值（亿元）。到2025年，预计我国可降解塑料需求量可到238万吨，市场规模可达477亿元；到2030年，预计我国可降解塑料需求量可到428万吨，市场规模可达855亿元，需求总体呈现减缓上升的趋势，我国未来可降解塑料市场空间巨大。

图表 25 2020-2025 年可降解塑料市场需求预测（基于各地政策）

	2020E	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E	备注
总替代率 (%)	1.2%	2.3%	3.0%	3.6%	4.3%	4.9%	保守估计
包装塑料消费量	50	98	125	153	180	207	
农膜塑料消费量	4.0	7.9	10.1	12.3	14.5	16.7	
其他消费量	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	
可降解塑料国内消费量 (万吨)	55	108	137	166	196	225	
净出口量 (万吨)	8.6	9.3	10.2	11.1	12.1	13.2	按西欧可降解塑料在包装行业的增速为 9% 计算
可降解塑料总消费量 (万吨)	64	117	147	178	208	238	国内消费量+净出口量
可降解塑料总产值 (亿元)	128	234	295	355	416	477	以均价 2 万元/吨计算

资料来源：华安证券研究所预测

5 风险提示

可降解塑料技术迭代风险
可降解塑料替代进程不及预期
政策推动不及预期
原料价格上涨的风险
垃圾分类普及和塑料再生技术突破的风险
疫情对全球经济的影响无法短期恢复的风险

分析师与研究助理简介

刘万鹏，首席分析师，德克萨斯大学奥斯汀分校机械硕士，天津大学化工学士，2年化工战略规划经验，4年化工卖方研究经验；2019年“金麒麟”化工行业新锐分析师第一名；2019年“新财富”化工行业团队入围。

古武，研究助理，四川大学高分子材料学学士、复合材料学硕士，4年中航工业成飞航空材料产业经历，2年新材料行业研究经历。

曾祥钊，研究助理，中国科学院化工硕士，清华大学化工学士。

重要声明

分析师声明

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，以勤勉的执业态度、专业审慎的研究方法，使用合法合规的信息，独立、客观地出具本报告，本报告所采用的数据和信息均来自市场公开信息，本人对这些信息的准确性或完整性不做任何保证，也不保证所包含的信息和建议不会发生任何变更。报告中的信息和意见仅供参考。本人过去不曾与、现在不与、未来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接收任何形式的补偿，分析结论不受任何第三方的授意或影响，特此声明。

免责声明

华安证券股份有限公司经中国证券监督管理委员会批准，已具备证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于合规渠道，华安证券研究所力求准确、可靠，但对这些信息的准确性及完整性均不做任何保证，据此投资，责任自负。本报告不构成个人投资建议，也没有考虑到个别客户特殊的投资目标、财务状况或需要。客户应考虑本报告中的任何意见或建议是否符合其特定状况。华安证券及其所属关联机构可能会持有报告中提到的公司所发行的证券并进行交易，还可能为这些公司提供投资银行服务或其他服务。

本报告仅向特定客户传送，未经华安证券研究所书面授权，本研究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，或以任何侵犯本公司版权的其他方式使用。如欲引用或转载本文内容，务必联络华安证券研究所并获得许可，并需注明出处为华安证券研究所，且不得对本文进行有悖原意的引用和删改。如未经本公司授权，私自转载或者转发本报告，所引起的一切后果及法律责任由私自转载或转发者承担。本公司并保留追究其法律责任的权利。

投资评级说明

以本报告发布之日起6个月内，证券（或行业指数）相对于同期沪深300指数的涨跌幅为标准，定义如下：

行业评级体系

增持—未来6个月的投资收益率领先沪深300指数5%以上；

中性—未来6个月的投资收益率与沪深300指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持—未来6个月的投资收益率落后沪深300指数5%以上；

公司评级体系

买入—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数15%以上；

增持—未来6-12个月的投资收益率领先市场基准指数5%至15%；

中性—未来6-12个月的投资收益率与市场基准指数的变动幅度相差-5%至5%；

减持—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数5%至15%；

卖出—未来6-12个月的投资收益率落后市场基准指数15%以上；

无评级—因无法获取必要的资料，或者公司面临无法预见结果的重大不确定性事件，或者其他原因，致使无法给出明确的投资评级。市场基准指数为沪深300指数。