



全生物可降解材料简介

2020.11.16

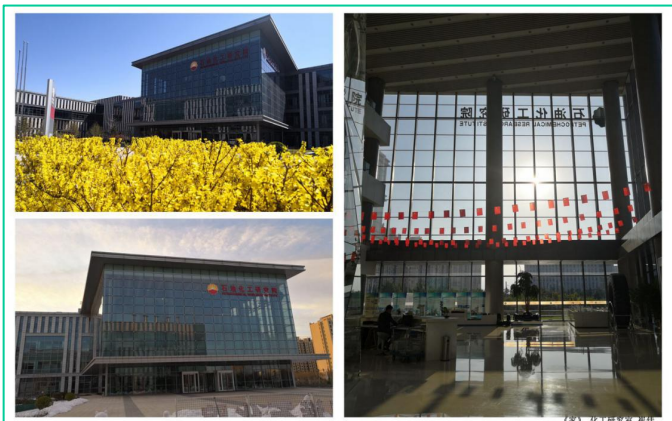


中国石油石油化工研究院
PETROCHINA PETROCHEMICAL RESEARCH INSTITUTE



中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院

兰州化工研究中心



- ❖ 成立于2006年12月，是中国石油集团公司唯一直属研究院。
- ❖ 是一家集成橡胶、合成树脂、石油化工催化剂、石油炼制催化剂、合成材料加工应用、精细化工、环境保护、化学工程、物化分析、标准检测、科技信息与专利等专业为一体的国有综合性**石油化工应用**科研单位。
- ❖ 中国石油集团公司高级技术专家9名；教授级高工11名；高级工程师166名；工程师167名；博士研究生43名；硕士190名（硕士研究生128名）；大学本科生201名。博士后科研工作站1个、博士点2个、硕士点4个（联合培养）；中国石油重点实验室1个；中国石油中试研究基地4个；《合成橡胶工业》和《石化技术与应用》核心期刊2个。
- ❖ 累计取得300余项重要科研成果，其中获国家科技进步特等奖2项，二等奖6项，三等奖13项，发明专利金奖1项，获省部级科技进步奖200余项；已累计申请专利1200件，授权600余件。



目 录

1

行业概述

2

可降解塑料产业现状

3

可降解聚酯PBAT简介

4

聚乳酸PLA简介



一、行业概述



材料的发展是人类进步和发展的里程碑！！



一、行业概述

塑料制品的发现和应用为人们提供了一个多彩的世界！！



✧ 塑料制品的使用量往往用来定义国家和经济发展水平



一、行业概述

塑料行业的迅猛发展与环境保护之间的矛盾日益凸显

- ✿ 造成严重的环保问题，污染治理是当今最具挑战的课题之一
- ✿ 2018年我国产生废塑料6778万吨，回收利用率仅为27%
- ✿ 根据第3届联合国大会主席埃斯皮诺萨的统计数据，八成的一次性塑料制品最终进入海洋，预计2050年海洋中的塑料将超过鱼类
- ✿ 废旧塑料的回收利用及环境保护问题已经迫在眉睫





一、行业概述

塑料污染特点

特点	具体表征
污染范围广	城市，农田，河流，海洋，白色污染无处不在
污染物增长量快	价廉、易老化、寿命较短，随着塑料量的增加，导致废弃物的迅速增加
处理困难	具有耐酸碱、抗氧化、难腐蚀、难降解的特性，埋地处理100年不烂 燃烧时产生大量有毒气体，如氯化氢、硫氧化物、一氧化碳等
回收利用困难	种类多，难以分拣
生态环境危害大	会降低耕地质量；改变地下水层结构；污染空气



一、行业概述

膜材料现状

- 膜材料由于用量大、用途广，废膜污染是最为严重的污染领域
- 全国地膜使用量超过200万吨
- 甘肃省是我国第二大农膜使用省份，地膜使用量20万吨
- 国内出台多项政策鼓励降解塑料产品的研究、开发及替代利用

解决途径

回收增加成本
不可完全降解
问题仍然存在

完全降解
一劳永逸



地膜沉积后果

土壤

- 土壤物理结构层次改变
- 耕地质量下降

农作物

- 水分、养分阻断，大幅度减产
- 烂种、烂苗、死苗多发

环境

- 白色污染严重
- 危及子孙后代



一、行业概述

政策驱动加强环境治理

- 世界各国陆续推出相关政策，积极推进
 - 符合国家战略发展规划、前景广阔
 - ✓ 2020年1月19日，发改委出台“**关于进一步加强塑料污染治理的意见**”
 - ✓ 7月10日，发改委、工信部等九部门下发“**关于扎实推进塑料污染治理工作的通知**”
 - ✓ 7月28日，甘肃省发改委“**进一步加强塑料污染治理的实施方案**”
 - ✎ 提出积极应对塑料污染，有序禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用
 - ✎ 积极推广可循环易回收可降解替代产品，增加绿色产品供给
 - ✎ 规范塑料废弃物回收利用，建立健全各环节**管理制度**，有力有序有效治理塑料污染
- 的一系列**政策措施**



一、行业概述

快递包装行业政策响应

邮政集团	配发绿色包装箱，在北京和河南试用可降解包装袋。推进 胶带“瘦身” ，推广使用 可循环中转袋 。甩挂邮车占比提升至72%。
顺丰	研发使用生物基材料包装袋、无胶带纸箱等。推广使用可循环中转袋。
申通	使用可循环使用50-60次的环保文件封套，与清华大学合作研发可降解的塑料袋，推广使用可循环中转袋，全网覆盖率达90%以上。
圆通	推广使用可循环中转袋。推广无纸化办公，能耗降低80%以上。推广使用可循环中转袋。
韵达	建立带头部门上传下达，全网执行落地和合作伙伴协同推进三机制，推广使用可循环中转袋。
百世	在江苏、浙江、安徽试用环保袋。电子运单率达到100%。
民航快递	印发《民航快递有限责任公司节能减排及环境保护管理办法》。
德邦	上线智慧车队系统管理平台，使用纸质单据项目减少20项，常规工作无纸化率达99.6%以上。
品骏	推行直发包装，对于品牌商企业原包装出库投递，减少二次包装。
优速	全网推广使用可循环中转袋，自主开发了循环中转袋条码管理系统。
菜鸟	研发使用生物基材料包装袋、无胶带纸箱等。
京东	在生鲜业务全面推广 全生物降解包装袋 。自营业务电子运单使用率达到100%。推进胶带“瘦身”。3层纸箱使用比例超过95%，缓冲包装的厚度降低25%-35%。
苏宁	推进胶带“瘦身”。推行直发包装，对于品牌商企业原包装出库投递， 减少二次包装 。



一、行业概述

绿色循环带动产业良性发展

❄ 废料流向管理

❄ 政策引导及税收管理

绿色消费

产业
循环

绿色产品

❄ 可循环使用化工产品

❄ 可降解塑料制品

绿色制造

❄ 清洁生产

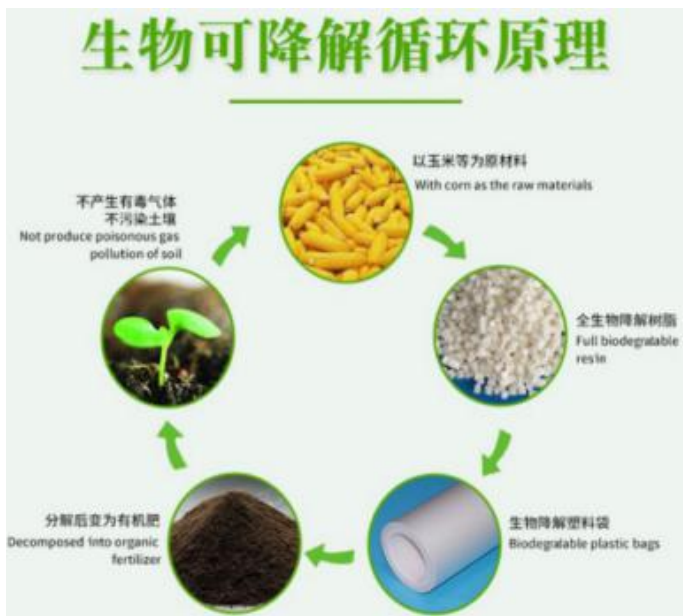
❄ 绿色过程管理



二、可降解塑料产业现状

生物可降解塑料

美国ASTM（材料和实验协会）**定义**：生物降解材料是在细菌、真菌、藻类等自然界存在的微生物作用下能发生化学、生物或物理作用而降解或酶解的**高分子材料**



原料采用可再生资源：以农作物等生物基材料为主要原料，资源丰富可再生，能够节约大量的石油资源。

健康安全保障：通过生物发酵途径制备，不含或极少含有复杂的化学元素，是健康安全的有效保障。

可堆肥：使用后分解为有机肥料，提高土壤肥力。

减少二氧化碳排放：二氧化碳净排放量只有传统塑料二氧化碳排放量的10-20%，能够有效减少温室气体。

废弃物可安全焚烧：生物基材料及其制品废弃后焚烧时无有害物质排放。

著名科普杂志《科学美国人》公布了2019年十大突破性技术榜单，生物可降解塑料入选。



二、可降解塑料产业现状

可降解塑料发展历程

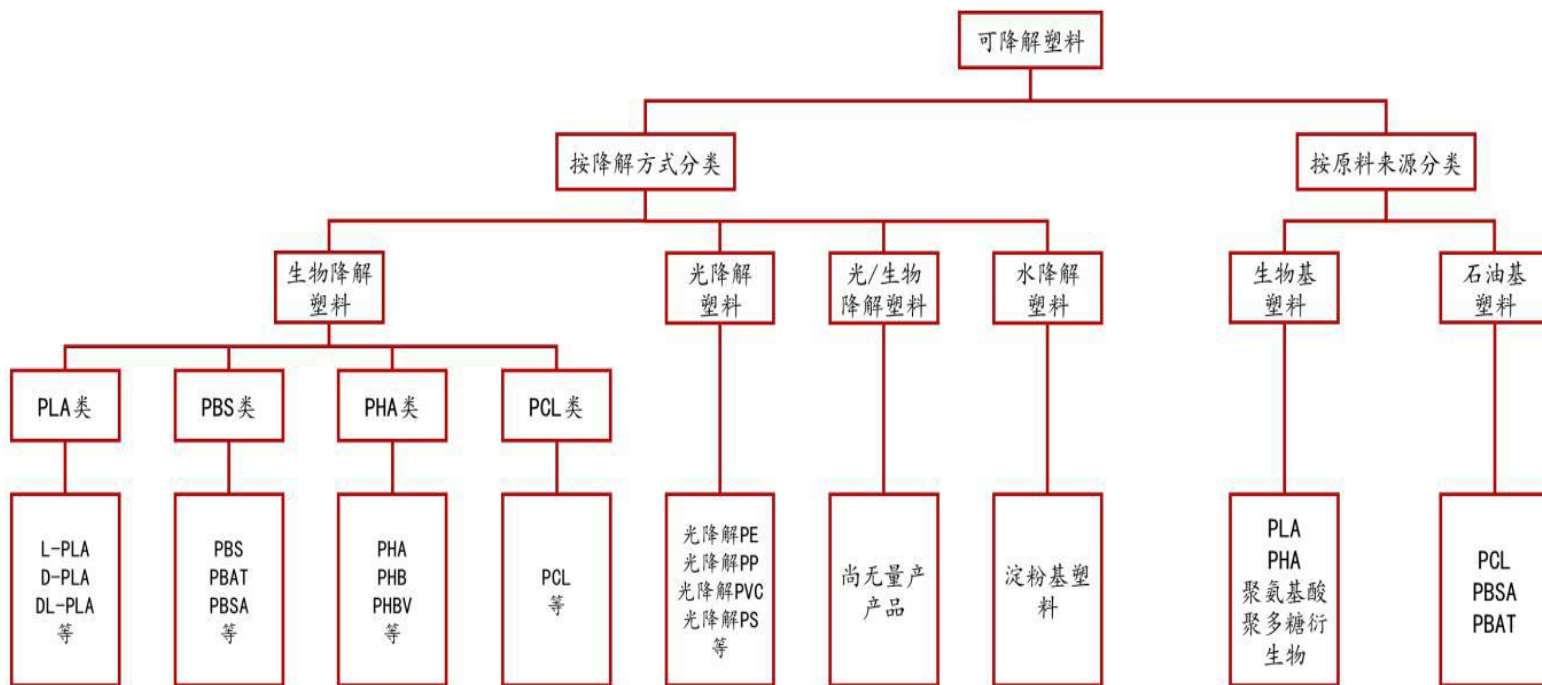
□ 从1967年第一项降解塑料专利的申请，到上世纪90年代降解塑料开始规模生产，可降解塑料的研究和开发已经经历了50多年的发展

技术路线		降解特点	优缺点
淀粉改性塑料	基料是传统单体；加入淀粉等添加剂	一般环境中降解；降解效率低	不能完全降解；难以回收利用
光热降解塑料	基料是传统单体；添加光敏剂	光照条件下降解；光降解剂调节控制降解诱导期长短	降解过程中受环境条件影响大 光敏剂有一定毒性，逐渐弃用
生物降解塑料	可完全降解	堆肥降解效率高	生产成本较高



二、可降解塑料产业简介

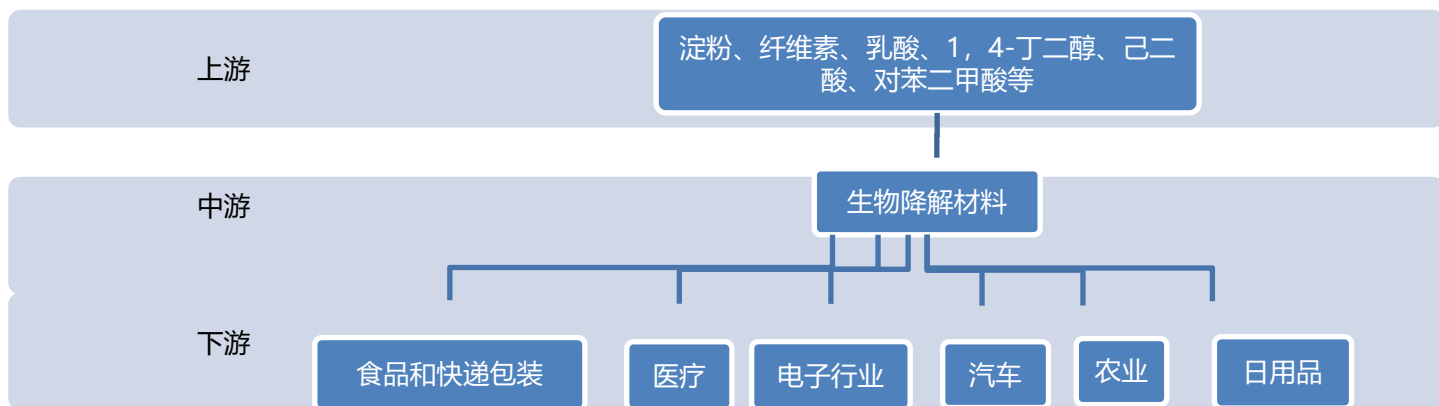
可降解塑料的分类





二、可降解塑料产业现状

可降解塑料的产业链



技术引领：海外市场可降解塑料主流供应商有美国Natureworks、Danimer Scientific、德国巴斯夫、意大利Novamont、意大利Mater-Biopolymer、日本三菱塑料、油墨化学等

消费需求：西欧地区需求超过一半，其他需求主要分布在亚太地区，国内约占总体的12%，差异化分布主要是受高成本及相关政策引导影响

消费领域：消费领域较为集中，软包装和硬包装合计达到53%的产能占比

消费趋势：从可降解塑料下游需求来看，食品包装、餐具、袋子及地膜等市场是最大的最终用途市场，也是主要的增长动力

增长趋势：预计未来几年将实现两位数的增长



二、可降解塑料产业现状

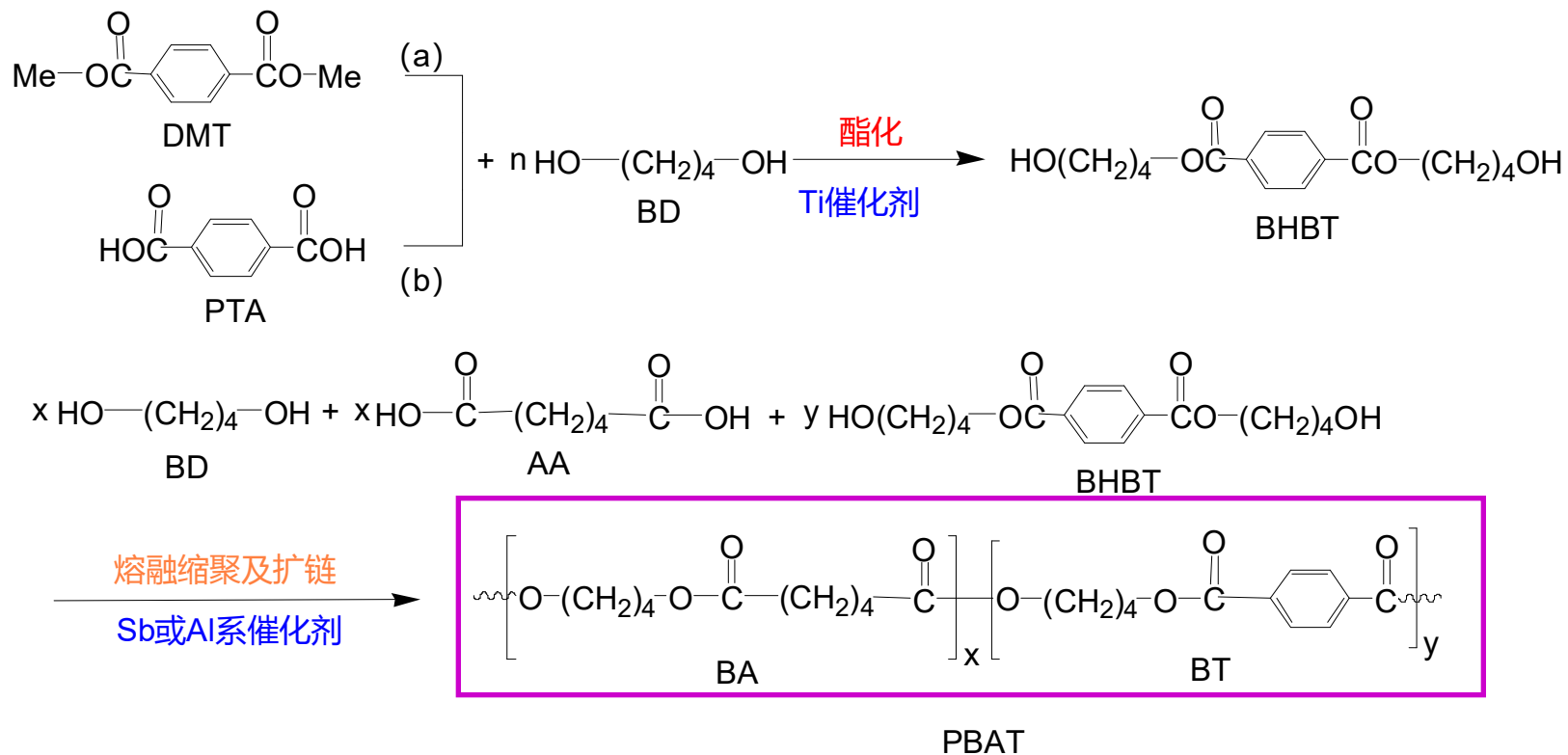
降解塑料的特点及其用途

名称	性能特点	用途
聚乳酸 PLA	良好的机械性能、物理性能及生物相容性	片材、合金、纤维、餐具、食品包装
聚酯PBS、PBSA、PBAT	延展性、成模性、冲击性能	包装薄膜、农用薄膜、一次性塑料袋
聚甲基乙撑碳酸酯PPC	阻隔性好、相容性好	食品包装、医用材料、复合材料、胶黏剂
聚乙二醇酸PGA	阻隔性和机械性能的可降解塑料	流延成膜、医用缝合线、骨折固定材料
聚羟基脂肪酸酯PHA	气体阻隔性、耐水解性能、耐热性	农药缓释剂、高性能滤膜、缓释长效药物载体
聚己内酸酯 PCL	生物相容性、药物通过性	用于药物体内释放载体和完全降解手术缝合线



三、可降解聚酯PBAT简介

PBAT简介





三、可降解聚酯PBAT简介



- ❑ **物理性能**：断裂伸长率大于700%，抗张强度大于20MPa，具有优秀的柔软性和延展性。
- ❑ **加工性能**：类似于LDPE，吹塑、注塑工艺，在韧性、成膜性、透明性等方面较优。
- ❑ PBAT符合目前全球所有执行生物可降解标准，实现生物可降解、可堆肥。
- ❑ 我国PBAT的工业化才刚刚起步，PBAT的生产、应用前景广阔。

公司名称	品牌	拉伸强度 (Mpa)	断裂伸长率 (%)	熔点 (°C)	密度 (g/cm ³)	熔融指数 (ml/10min)
BASF	Ecoflex	32-36	560-710	110-120	1.25-1.27	3-8
Eastman	Eastar Bio	22	700	108	1.22-1.25	3-8
国内研究	国产PBAT	22	688	113	1.22-1.25	3-5



三、可降解聚酯PBAT简介

▣ PBAT产品的降解情况介绍



地膜产品



农作物种植



收获



残膜直接犁入地里



完全降解

降低劳动力成本
减少环境污染



三、可降解聚酯PBAT简介

□ BASF公司实地试验效果



使用生物降解地膜ecovio 4年的棉花地



使用PE地膜多年的棉花地



三、可降解聚酯PBAT简介

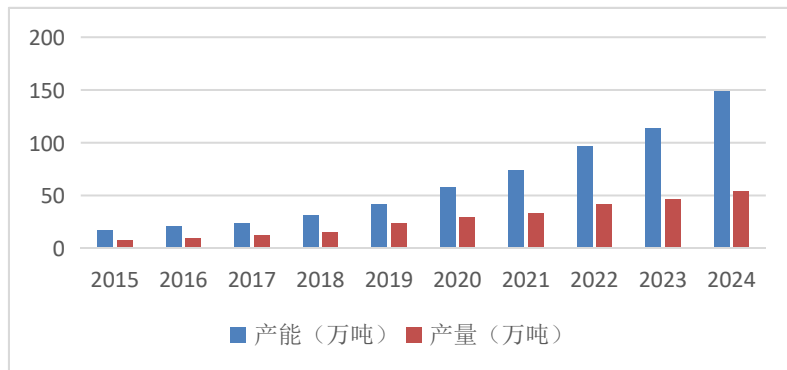
□ 全球产能情况介绍

□ 2019年，全球PBAT年生产能力约42.0万吨，产量约23.0万吨。2015~2019年全球产能复合增长率约25.0%，而全球产量年均复合增长率约34.0%。

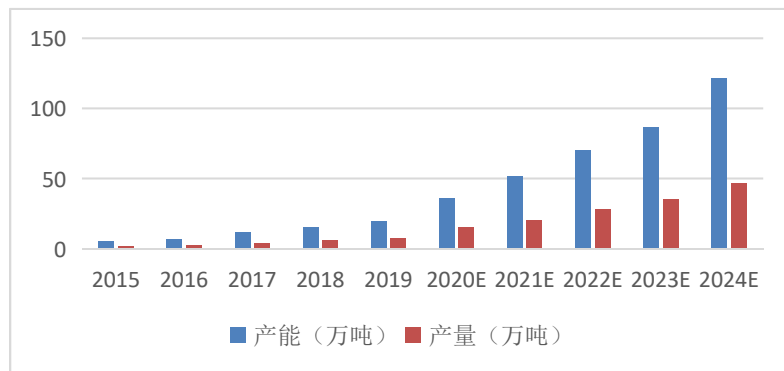
□ 预计到2024年全球PBAT产能将达到148.7万吨/年，2019~2024复合增长率将接近20%。

□ 2019年国内PBAT产能在19.8万吨左右，产量约为7.4万吨。2015~2019年产能年均复合增长率41%，2015~2019年产量复合增长率38%。

□ 2024年PBAT产能将提升至120万吨（企业相关项目顺利投产前提下），2019~2024复合增长率将达到43%



全球产能产量情况及预测



国内产能产量情况及预测



三、可降解聚酯PBAT简介

国内二元酸/二元醇聚酯产能约19万吨左右，多套装置在建

生产公司	聚酯种类	产能（万吨/年）	商品牌号
BASF	PBAT	14.0	Ecoflex
Eastman Chemical	PBAT	----	Eastar Bio
广州金发	PBAT+PBS	5.6	Ecoflex
浙江亿帆鑫富	PBAT+PBS	1.3	Biocosafe
山东悦泰（汇盈）	PBAT+PBS	2.5	Econor
新疆蓝山屯河	PBAT+PBS	5.5	Ecoflex
山西金晖兆隆	PBAT	2.0	Ecoworld
龙达生物新材料	PBAT+PBS	1.0	----



三、可降解聚酯PBAT简介

国内PBAT进出口情况

- 2017年进口数量为15.3万吨，2019年进口量上升至20.33万吨，进口额年均增长-3.7%，在进口数量保持增长的前提下，进口额的降低表明进口价格大幅下降
- 2017年出口数量为25.62万吨，2019年25.10万吨，出口数量基本保持稳定，出口额提升4.0%，随着国内需求的拉动，进口数量不断提升，净出口数量从2017年的10.4万吨降至2019年4.8万吨

年份	进口数量 (万吨)	出口数量 (万吨)	进口额 (万美元)	出口额 (万美元)
2017	15.28	25.62	45472	45434
2018	16.80	28.22	45206	54963
2019	20.33	25.10	42092	49094



三、可降解聚酯PBAT简介

PBAT 材料缺点分析

- ✧ PBAT模量低、容易蜷曲变形
- ✧ PBAT熔体粘性较大，容易粘附设备
- ✧ 阻隔性差
- ✧ 薄膜持续性差

需要改性，提升产品性能



三、可降解聚酯PBAT简介

主要改性思路

含有芳香族片段，生物降解速率相对天然生物降解材料（如淀粉）和脂肪族聚酯（如PLA）较慢



助降解剂

熔体强度低、加工过程易发生降解反应



化学交联增强改性

熔体粘性较大，在加工过程中容易粘附在设备上



功能性助剂

成本较高，约为2.4万元/吨



无机填充剂

受环境变化影响大、保水性差



阻隔辅助试剂

特点

手段



三、可降解聚酯PBAT简介

主要用途



吹塑



注塑





三、聚乳酸PLA简介

聚乳酸的生产流程



□ 聚乳酸公认替代石油基塑料最具前景的环境友好材料



三、聚乳酸PLA简介

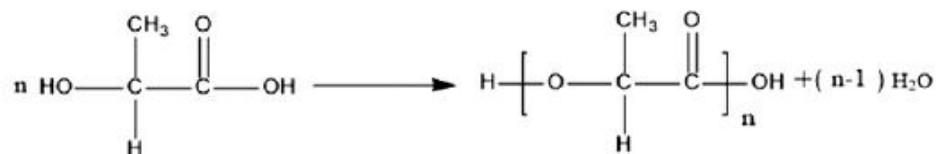
聚乳酸特点

优点	具体描述
原料来源丰富， 安全性强	玉米、木薯、高粱等都可以生产聚乳酸，而这些农作物均可人工大面积种植，此外 秸秆、稻草 等农作物或植物根茎叶也可以作为原料。焚烧时不会释放出氮化物、硫化物等有毒气体，安全性强。
具有良好的生物相容性和生物可降解性	降解产物可被生物体吸收，是理想的生物医用材料。 埋在土壤中在大自然微生物的作用下6-12个月就可以发生降解，变成乳酸最终成为二氧化碳和水，可谓真正的环境友好材料。
机械性能，透明性， 透气、透氧性优异	唯一具有优良抑菌及抗霉特性的生物降解塑料。 可直接采用通用塑料设备进行挤出、注射、拉伸、纺丝、吹塑等加工成型
生产能耗低	生产能耗约为传统石化产品的20%~50%，产生的二氧化碳气体则只为50%。



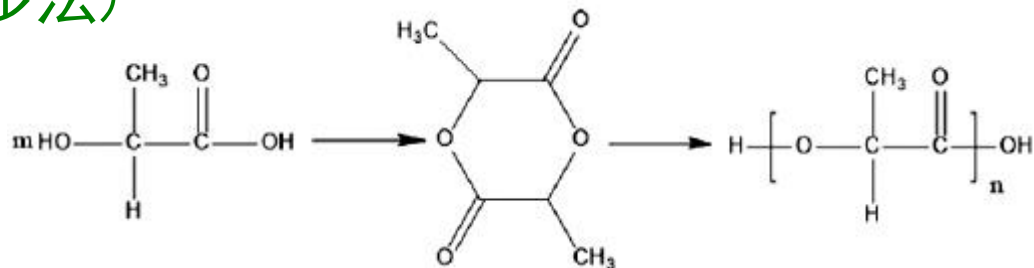
三、聚乳酸PLA简介

直接缩聚法



- 直接缩聚法生产工艺简单，但由于乳酸缩聚反应是可逆反应，且体系中存在杂质，因此很难得到高分子量的PLA

开环聚合法(两步法)

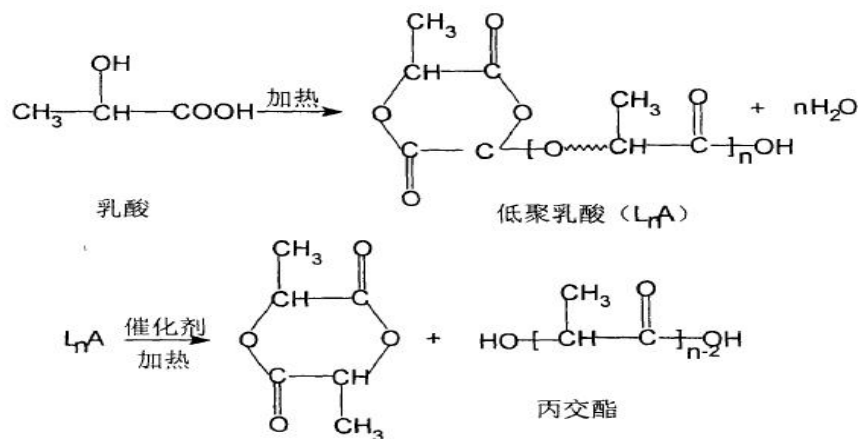


- 主流生产工艺，NatureWorks公司使用

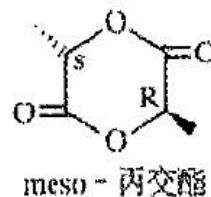
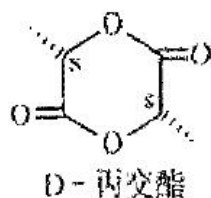
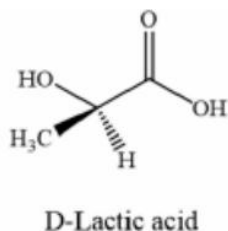
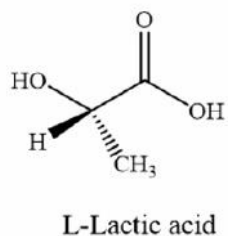


三、聚乳酸PLA简介

关键技术—丙交酯合成及纯化



- 在一定压力、温度及催化剂存在下使乳酸进行酯化缩聚反应，制备聚合度可控、分子量可调的低聚物
- 在催化剂作用下，促使齐聚物解聚，制备多组分丙交酯混合物
- 进行手性化合物分离，得到高纯度L-丙交酯
- 丙交酯开环聚合，得到高分子量聚乳酸





三、聚乳酸PLA简介

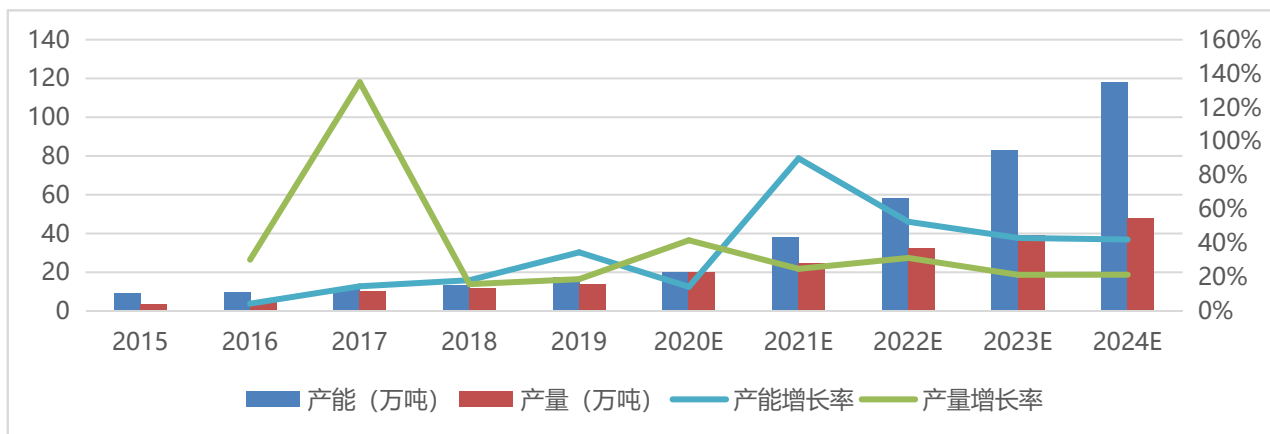
聚乳酸生产企业

企业	产地	产品	产能	主要应用
NatureWorks	美国	Ingeo树脂	18	挤出和热成型、注塑、吹塑、发泡、薄膜、片材、纤维、3D打印等
Total Corbion	泰国	Luminy®	7.5	注塑、薄膜、片材、纤维、热成型等
FKuR Kunststoff GmbH Willich	德国	Fibrolon®	2.0	注塑、薄膜、片材、纤维、热成型等
Synbra Holding bv			0.5	
Teijin	日本	Biofront®	0.1	纤维
Synbra	荷兰	Synterra®	0.5	发泡
海正生物	浙江	REVODE®	1.5	注塑、薄膜等
吉林中粮	吉林		3.0	注塑、片材、纤维等
安徽丰原	安徽	全产业	5	注塑、片材、纤维等



三、聚乳酸PLA简介

聚乳酸产能情况



- 2019年国内PLA产能在17.5万吨左右，产量约14万吨。与2015年相比，产能增加约8.3万吨，产量增加约10.6万吨，产能年均复合增长率17%，产量复合增长率43%
- 由于市场接受度等各种原因，前几年的PLA产能产量并不理想，近年在政策推进和市场的强需求下，PLA的产能产量都有了大幅提升
- 随着各大企业项目的投产，企业产能进一步释放，2024年产能将提升至118万吨（企业相关项目顺利投产前提下），2019-2024复合增长率将达到46%



三、聚乳酸PLA简介

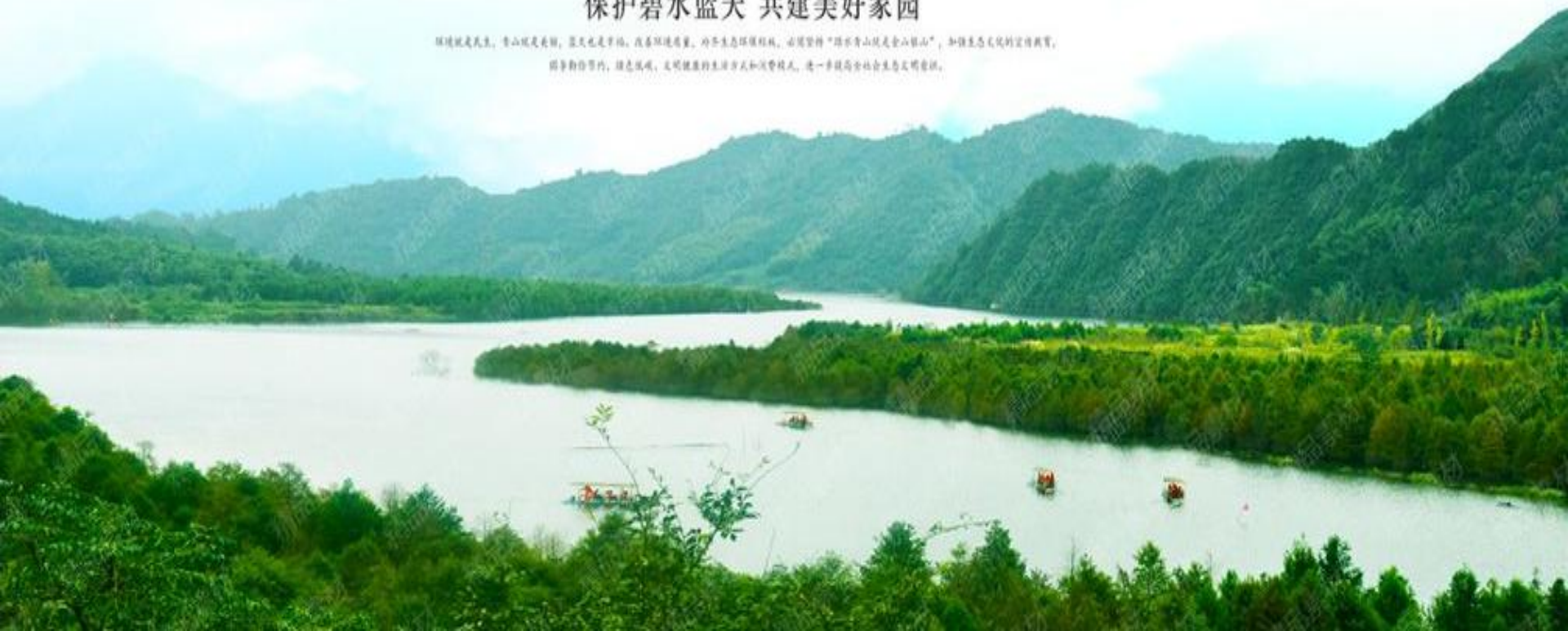
聚乳酸应用



绿水青山就是金山银山

保护碧水蓝天 共建美好家园

环境就是民生，青山就是美丽，蓝天也是幸福。改善环境质量，关系生态环境保护，必须牢固树立“绿水青山就是金山银山”理念，加强生态环境宣传教育，倡导勤俭节约，绿色消费，文明健康的生活方式和消费模式，进一步提高全社会生态文明素质。





奉献能源 创造和谐

Thank You !

欢迎到兰州化工研究中心指导交流



奉献能源 创造和谐



北京2008年奥运会合作伙伴
OFFICIAL PARTNER OF THE BEIJING 2008 OLYMPIC GAMES