信达证券 CINDA SECURITIES

Research and Development Center

禁塑与限塑令之下，可降解大规模推广难言归正途！

专题报告

2020 年 7 月 2 日

张燕生　化工行业首席分析师

洪英东　研究助理

证券研究报告

行业研究——专题报告

化工行业

张燕生　　化工行业首席分析师

执业编号：S1500517050001

联系电话：+86 10 83326847

邮　箱：zhangyansheng@cindasc.com

洪英东　　研究助理

联系电话：+86 10 83326848

邮　箱：hongyingdong@cindasc.com

信达证券股份有限公司

CINDA SECURITIES CO.,LTD

北京市西城区闹市口大街 9 号院 1 号楼

邮编：100031

禁塑与限塑令之下，可降解大规模推广难言归正途！

2020 年 7 月 2 日

本期内容提要

- **禁塑和限塑令出台，加强塑料污染治理。**2020 年 1 月 16 日，发改委和生态环境部发布了《关于进一步加强塑料污染治理的意见》。其主要目标：**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；在塑料污染问题突出领域和电商、快递、外卖等新兴领域，形成一批可复制、可推广的塑料减量和绿色物流模式。**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，重点城市塑料垃圾填埋量大幅降低，塑料污染得到有效控制。出台《意见》背景：**不规范生产、使用、处置塑料会造成资源能源浪费，带来生态环境污染，甚至会影响群众健康安全。**

- **普通塑料和可降解塑料。**常见的塑料包括聚乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯等，化学稳定性好，不易降解，单位成本低，因此被广泛大量使用，但也因此由于不规范丢弃处理容易造成污染。根据国标定义，可降解塑料是指在规定环境条件下，经过一段时间和包含一个或多个步骤，导致材料化学结构的显著变化而损失某些性能（如完整性、分子质量、结构或机械强度）和/或发生破碎的塑料。目前最为热门的可降解材料为**聚乳酸（PLA）和 PBAT**。

- **可降解材料是否真的可降解？。**为了防治随意丢弃带来的污染，我们希望可降解材料能在自然条件下降解。而根据研究，自然条件主要包括土埋和水体，在土埋情况下，在土填的条件下 PLA 的分子量没有发生明显的下降，PLA 在自然土壤环境中的降解及其缓慢；在天然海水中，PLA 52 周几乎不降解，分子量、失重、力学性能等均没有明显的变化。PBS 和 PBAT 降解速率缓慢，虽然分子量和力学性能有明显下降，但是并没有呈现明显失重。而可降解塑料仅在堆肥条件下发生明显的降解，自然条件下是难以具备堆肥环境，而需要我们人工提供能源和环境，去处理它。

- **焚烧处理的污染和经济性：**由于普通塑料和可降解塑料在自然条件下都难以降解，因此最为合适的处理方式仍然为垃圾焚烧。从垃圾焚烧的污染和排放角度来看，二者碳排放没有差异，而燃烧的污染主要是聚氯乙烯中的氯元素，一方面可以减少聚氯乙烯在塑料袋中的使用，另一方面也可以通过过滤装置滤除。而从能耗角度来看，垃圾焚烧发电主要的能量来源就是聚酯塑料。最终从经济性角度而言，普通塑料比可降解塑料价格具有明显优势，即使未来可降解塑料规模提升，也难以降到与普通塑料同等规模。因此，我们认为，对于普通塑料的污染防治，一方面是限制总量的使用，但最重要的是做好垃圾分类、有效回收处理，而不是全面转向可降解塑料；而可降解的 PLA 等塑料，主要应用于不适合回收的领域，比如在医疗领域，用作免拆的手术缝合线。

目 录

禁塑和限塑令！ 1
塑料与可降解塑料 2
一般塑料 2
可降解塑料 3
可降解塑料是否真的可降解？ 5
塑料焚烧的污染和经济性 8
污染对比 8
经济性对比 9
结轮 10

表 目 录

表 1 可降解塑料分类 4

图 目 录

图 1 发改委限制和禁止塑料使用措施 1
图 2 C-H-O 分子 3
图 3 聚乙烯结构 3
图 4 聚乳酸（PLA）结构 4
图 5 聚乳酸（PLA）和纤维素在堆肥条件下的二氧化碳释放曲线和生物分解曲线 6
图 6 不同聚酯材料在不同水体中 52 周内的降解失重率 7
图 7 常见塑料燃烧焓（MJ/Kg） 8
图 8 二噁英分子结构 9

禁塑和限塑令！

2020 年 1 月 16 日，发改委和生态环境部发布了《关于进一步加强塑料污染治理的意见》。

其主要目标：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；在塑料污染问题突出领域和电商、快递、外卖等新兴领域，形成一批可复制、可推广的塑料减量和绿色物流模式。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，重点城市塑料垃圾填埋量大幅降低，塑料污染得到有效控制。

图 1　发改委限制和禁止塑料使用措施



资料来源：发改委，信达证券研发中心

通知意见包括禁止、限制使用塑料制品：

1、**不可降解塑料袋**。到 2020 年底，直辖市、省会城市、计划单列市城市建成区的商场、超市、药店、书店等场所以及餐饮打包外卖服务和各类展会活动，禁止使用不可降解塑料袋，集贸市场规范和限制使用不可降解塑料袋；到 2022 年底，实施范围扩大至全部地级以上城市建成区和沿海地区县城建成区。到 2025 年底，上述区域的集贸市场禁止使用不可降解塑料袋。鼓励有条件的地方，在城乡结合部、乡镇和农村地区集市等场所停止使用不可降解塑料袋。

2、**一次性塑料餐具**。到 2020 年底，全国范围餐饮行业禁止使用不可降解一次性塑料吸管；地级以上城市建成区、景区景点的餐饮堂食服务，禁止使用不可降解一次性塑料餐具。到 2022 年底，县城建成区、景区景点餐饮堂食服务，禁止使用不可降解一次性塑料餐具。到 2025 年，地级以上城市餐饮外卖领域不可降解一次性塑料餐具消耗强度下降 30%。

3、宾馆、酒店一次性塑料用品。到 2022 年底，全国范围星级宾馆、酒店等场所不再主动提供一次性塑料用品，可通过设置自助购买机、提供续充型洗洁剂等方式提供相关服务；到 2025 年底，实施范围扩大至所有宾馆、酒店、民宿。

4、快递塑料包装。到 2022 年底，北京、上海、江苏、浙江、福建、广东等省市的邮政快递网点，先行禁止使用不可降解的塑料包装袋、一次性塑料编织袋等，降低不可降解的塑料胶带使用量。到 2025 年底，全国范围邮政快递网点禁止使用不可降解的塑料包装袋、塑料胶带、一次性塑料编织袋等。

《意见》的初衷是极好的，发改委在解读时提到：出台《意见》背景是**不规范生产、使用、处置塑料会造成资源能源浪费，带来生态环境污染，甚至会影响群众健康安全。**

其实这句话非常重要，浪费、污染和危害来自于不规范。如果忽视这句话，一刀切的给塑料扣上“白色污染”的帽子，甚至蜂拥投资可降解塑料去替代，才是因噎废食，甚至会造成新的浪费、污染和危害。

塑料与可降解塑料

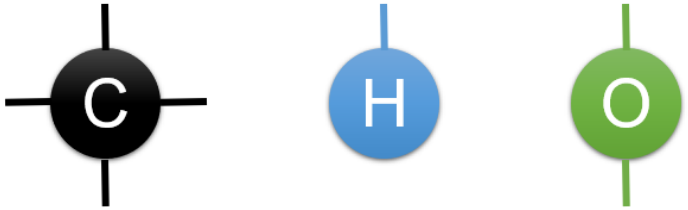
一般塑料

塑料是高分子材料的一个重要分支，高分子就是大个儿的分子。分子由原子构成，大个儿的分子就是由一大堆原子聚在一起组合而成的。高分子主要就是 C、H、O 三种原子拼插而成的，拼插的规则也很简单，C 需要跟别人配 4 条共价键，H 需要配

1 条，O 需要配 2 条。

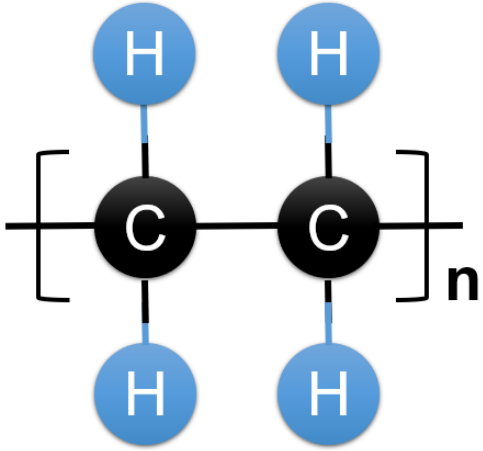
按照这个规则不断拼接下去，得到的链状分子就是高分子。一堆链状的高分子攒成一个解不开的线团，就是塑料。最常见的塑料聚乙烯就是由 n 个这样最基本的单元链接成的高分子。这样一个单元的分子量是 28，聚乙烯高分子的分子量从几万到几十万不等，可以大致想象一下其长度。

图 2 C-H-O 分子



资料来源：信达证券研发中心

图 3 聚乙烯结构



资料来源：信达证券研发中心

可降解塑料

聚乙烯的化学稳定性很好，熔点在 100℃以上，一般的溶剂奈何不了，更不可能溶于水。在使用时这些本来都是优点，在转身丢弃时，反而瞬间成了缺点。

在自然条件下，这个长链确实不容易断开。而我们期望的降解，是回归于自然，分解成自然界存在的简单化合物。分子量几十万的长链断裂成几千，也是不能让我们满意的。我们要求它跟空气中的 O_2 结合，分解成最基本的 CO_2 和 H_2O，才算是降解。

我国的国家标准《GB/T 20197-2006 降解塑料的定义、分类、标志和降解性能要求》中对于降解塑料的定义是：**在规定环境条件下，经过一段时间和包含一个或多个步骤，导致材料化学结构的显著变化而损失某些性能（如完整性、分子质量、结构**

或机械强度）和/或发生破碎的塑料。

根据降解方式的不同，又可分为生物分解塑料、热氧降解塑料、光降解塑料和可堆肥塑料。

表 1 可降解塑料分类

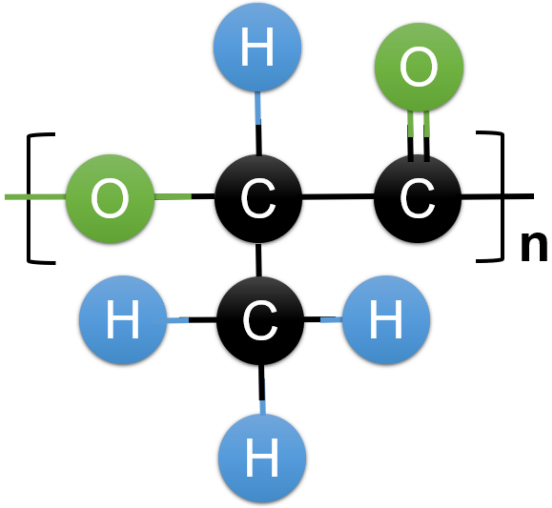
分类	定义
生物分解塑料	在自然界如土壤和/或沙土等条件下，和/或特定条件如堆肥化条件下或厌氧消化条件下或水性培养液中，由自然界存在的微生物作用引起降解，并最终完全降解变成 CO2 或/和 CH4、H2O 及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质的塑料。
热氧降解塑料	由热和/或氧化引起降解的塑料
光降解塑料	由自然日光引起降解的塑料
可堆肥塑料	可在堆肥化条件下，由于生物反应过程，可被降解和崩解，并最终完全分解成二氧化碳、水及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质，并且最后形成的堆肥的重金属含量、毒性试验、残留碎片等应符合相关标准的规定。

资料来源：国家标准，信达证券研发中心

现在最热门的生物分解塑料，其中代表性的品种为聚乳酸（PLA）和 PBAT（己二酸丁二醇酯和对苯二甲酸丁二醇酯的共聚物）。

聚乳酸（PLA），使用玉米提出淀粉，淀粉经由糖化得到葡萄糖，再由葡萄糖及一定的菌种发酵制成高纯度的乳酸。将乳酸单体以浓缩制程转变成中间型产物——减水乳酸，即丙交酯。丙交酯单体开环聚合得到 PLA。

图 4 聚乳酸（PLA）结构



资料来源：信达证券研发中心

PBAT，己二酸丁二醇酯和对苯二甲酸丁二醇酯的共聚物。主要是以对苯二甲酸（PTA）、己二酸（AA）与丁二醇（BDO）为原料，在催化剂的作用下直接进行酯化、缩聚反应而制得。

这两种产品都是目前国内最热门的可降解塑料品种，资本快速涌向这两个产品，期望其未来成为聚乙烯等原料的替代品去生产塑料袋和一次性餐具等产品。

可降解塑料是否真的可降解？

塑料废品丢弃或者填埋，都被称作白色污染。我们想用可降解塑料去替代，就是希望在丢弃或者填埋的条件下，塑料制品都可以降解回归自然。可降解塑料在这种条件下是否真能在我们可接受的时间周期内降解掉?

从逻辑上，在自然条件下，可降解塑料是不会有很快很明显的降解发生，因为若降解的话，这个产品从生产、库存、流通，到我们手中时如何保证还可以使用？

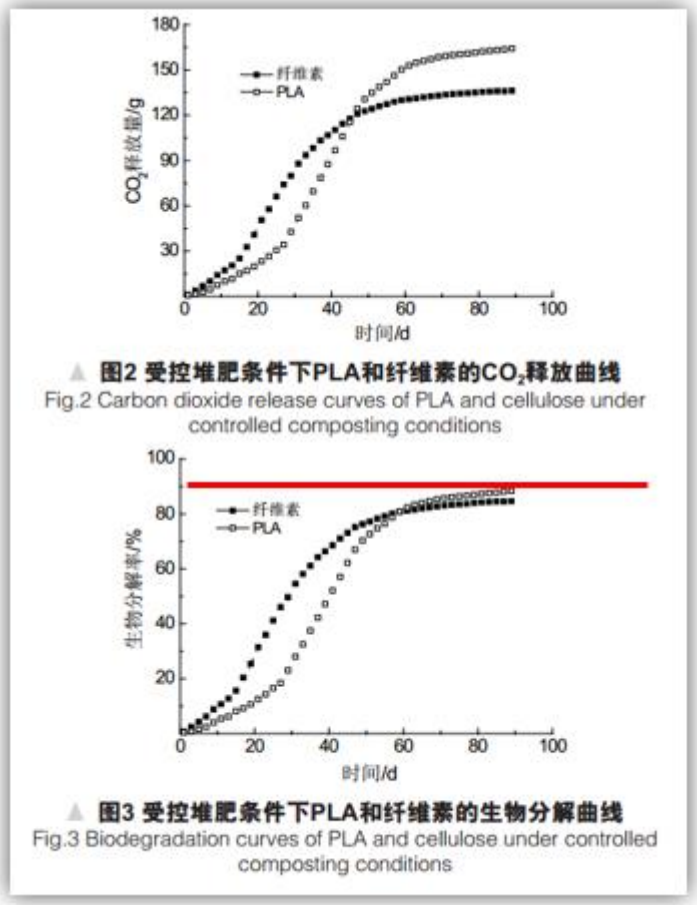
首先是土埋条件下的降解，这最符合我们一般意义上理解的，丢弃后在自然条件下的降解。根据《聚乳酸基复合材料降解行为及机制的研究》，作者通过实验得到的结果是：**在土填的条件下，随着土埋降解时间的延长，各样品对应的 GPC 曲线开始向低分子量方向偏移，但并不明显，表明土埋降解并没有引起 PLA 的分子量发生明显的下降。PLA 在自然土壤环境中的降解及其缓慢。**

尽管 PLA 材料在土埋条件下出现了肉眼可见的性能的降低，已经易破裂，但是这并不符合国家标准对于降解的定义，也不符合我们对于减少污染的预期！我们要的降解是分子层面的长链打碎，然而这并没有如预期发生，因为分子量没有下降。

那么 PLA 是否能够降解呢？降解需要什么条件呢？根据《PLA 在受控堆肥条件下的生物降解行为研究》，实验得出，PLA 在降解 90 天后的生物分解率为 88.4%，表明 PLA 具有良好的堆肥降解性。

这次不是简单埋土里了，而是在堆肥条件降解。实验条件为：加蒸馏水，将混合物的相对湿度调节至 50%左右，温度 58℃（±2），维持 90 天。在这种条件下，PLA 降解了接近 90%。**维持这个温度和湿度，显然自然条件下是难以具备的，而需要我们人工提供能源和环境，去处理它。**

图 5 聚乳酸（PLA）和纤维素在堆肥条件下的二氧化碳释放曲线和生物分解曲线



资料来源：CNKI，信达证券研发中心

再说另一种环境下的降解：海洋环境。近两年网上流传很广的一个文章，说现在外卖经济导致大量的塑料餐盒废弃，沉积到海洋里，在鱼类的体内都检测到大量塑料颗粒，贻害无穷。那么可降解塑料在海水中的表现是否优秀。根据《典型生物降解聚酯在海水中的降解性能》的实验，堆肥条件下能快速降解的聚酯在不同水体中降解失重明显降低，除了 PLC 在含菌水体中有明显失重外，其他聚酯在 6 种实验水体中均没有明显失重。在静态海水和静态河水中，PBAT、PBS、PLA 失重率均小于 3%；天然海水中，PBAT、PBS、PLA 的降解速率依然很低，均小于 2%。

综合来看，PLA 在天然海水中 52 周几乎不降解，分子量、失重、力学性能等均没有明显的变化。PBS 和 PBAT 降解速率缓

慢，虽然分子量和力学性能有明显下降，但是并没有呈现明显失重。

可见海水环境中，PLA 和 PBAT 的降解能力仍然不能让人满意。

图 6 不同聚酯材料在不同水体中 52 周内的降解失重率

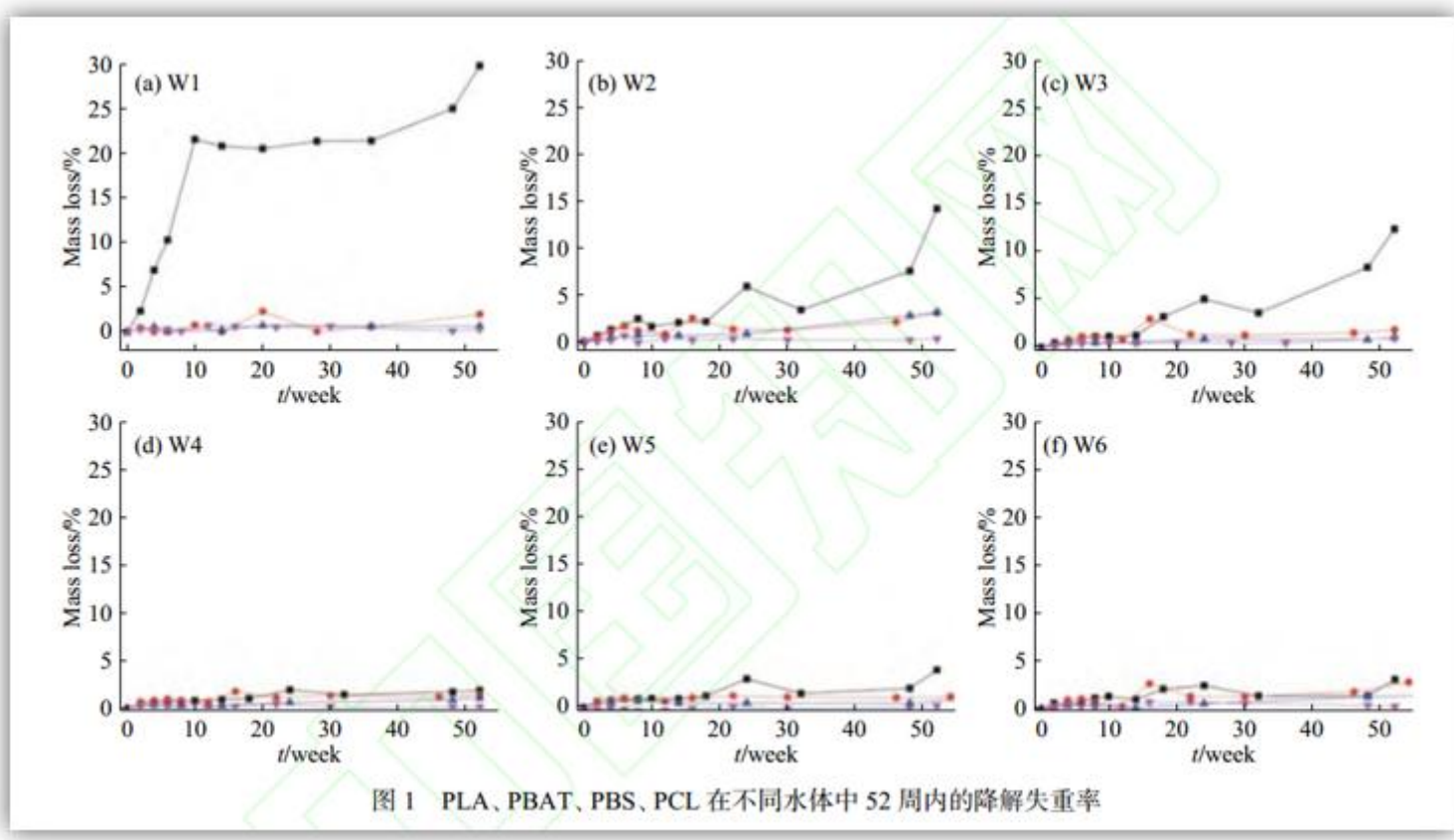


图 1 PLA、PBAT、PBS、PCL 在不同水体中 52 周内的降解失重率

资料来源：CNKI，信达证券研发中心

塑料焚烧的污染和经济性

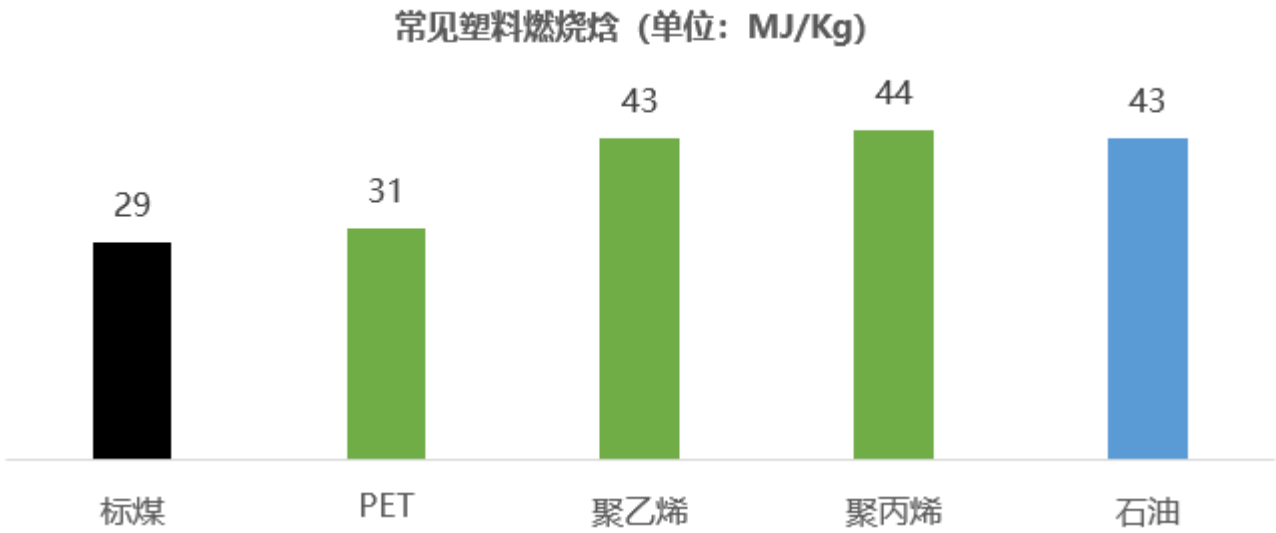
污染对比

PLA 和 PBAT 在自然条件（土埋和海水）下的降解能力差强人意，也就是说，和传统塑料一样，简单丢弃可降解塑料依然属于“白色污染”。那么还是要将可降解垃圾进行回收统一处理才能减少污染和资源浪费，那么焚烧传统塑料和焚烧可降解塑料在能耗、污染方面有显著差异吗？

首先是碳排放，焚烧处理传统的聚乙烯等塑料，排放 CO_2，为人诟病。但是从可降解塑料的定义来看，其降解的最终结果就是要分解为 CO_2，因此从碳排放角度而言，普通塑料和可降解塑料塑料没有差别。。

那么从处理成本来看，自然条件下可降解塑料也不能降解，要想加速，就要投入能源营造适宜的环境，并且时间不短，要经年累月的去投入能源等其降解。焚烧处理的能耗？垃圾焚烧发电的能量来源可不是果皮剩饭，作为石化产品的塑料才是主力，聚乙烯的燃烧焓跟原油接近，高于标煤。焚烧处理垃圾非但不是能耗问题，而是提供能量。

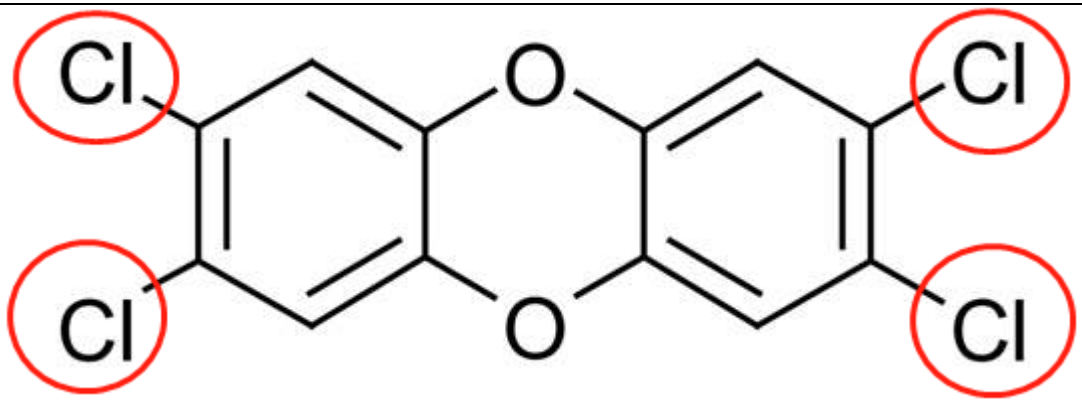
图 7 常见塑料燃烧焓（MJ/Kg）



资料来源：CNKI，信达证券研发中心

焚烧塑料可能产生二噁英。二噁英的分子式如下，重点是含氯。

图 8 二噁英分子结构



资料来源：信达证券研发中心

首先，二噁英可以过滤脱除，其次，在一次性的塑料制品中应少使用、不使用聚氯乙烯。聚氯乙烯主要用作下水管道和门窗型材，这些东西一般是不进入生活垃圾的。以前一次性的塑料购物袋是不用聚氯乙烯的，现在开始使用，主要是价格因素。不过现在聚乙烯和聚氯乙烯的差价越来越小，是可以做到尽量少用聚氯乙烯做塑料袋的。

如果说焚烧还要考虑塑料里面的添加剂包含其余无机成分，这个问题填埋可降解塑料同样要面对。另外，焚烧会尽量将塑料的整个高分子链打碎为 CO_2，而可降解塑料填埋后即便是降解 90%，也是部分留下了，常年累月放心的填埋反而是忽视了污染隐患。

经济性对比

目前聚乙烯大约 7 元/公斤，PLA 和 PBAT 的每公斤价格要超过 20 元。目前可降解塑料的成本远高于聚乙烯，即便未来通过规模优势降低成本也不可能与聚乙烯相比。

价格影响的并不仅是我们愿意为了绿色掏多少钱。价格是全产业链资源投入量最好的度量标尺。我们不能仅看最终产品端去判断是否绿色。比如 PBAT 的原料 BDO，在我国全部是乙炔法生产的，乙炔来自电石，电石生产过程整体而言是一个相对能耗和污染较高的过程。

结轮

我们认为，白色污染的问题不是出在塑料几百年不降解，而是出在一件再简单不过的行为上——乱扔。

所以再回到开头说到的禁塑令出台的背景：不规范生产、使用、处置塑料会造成资源能源浪费，带来生态环境污染，甚至会影响群众健康安全。禁塑令的初衷是没问题的，但措施不应该盯在把乱扔的塑料垃圾降解上，而是应该改掉乱扔的毛病。

乱扔的原因也非常现实，就是塑料袋太便宜了，其实这正是塑料制品的优点。我们享受了塑料制品的便利，只需做到分类扔进垃圾桶，就能让它发挥最后的余热。全社会都提高成本去使用可降解塑料并不是理性的选择。

当然，可降解的 PLA 本来是有阳春白雪的用途的，就是在医疗领域，比如用作免拆的手术缝合线，毕竟这个场合，还是不回收的好。

研究团队简介

信达证券化工研究团队（张燕生）曾获 2019 第二届中国证券分析师金翼奖基础化工行业第二名。

张燕生，清华大学化工系高分子材料学士，北京大学金融学硕士，中国化工集团 7 年管理工作经验。 2015 年 3 月正式加盟信达证券研究开发中心，从事化工行业研究。

洪英东，清华大学自动化系学士，清华大学过程控制工程研究所工学博士，2018 年 4 月加入信达证券研究开发中心，从事石油化工、基础化工行业研究。

机构销售联系人

区域	姓名	手机	邮箱
华北	袁　泉	13671072405	yuanq@cindasc.com
华北	张　华	13691304086	zhanghuac@cindasc.com
华北	唐　蕾	18610350427	tanglei@cindasc.com
华北	魏　冲	18340820155	weichong@cindasc.com
华东	王莉本	18121125183	wangliben@cindasc.com
华东	文襄琳	13681810356	wenxianglin@cindasc.com
华东	张思莹	13052269623	zhangsiying@cindasc.com
华东	吴　国	15800476582	wuguo@cindasc.com
华东	孙斯雅	18516562656	sunsiya@cindasc.com
华东	张琼玉	13023188237	zhangqiongyu@cindasc.com
华东	袁晓信	13636578577	yuanxiaoxin@cindasc.com
华南	王留阳	13530830620	wangliuyang@cindasc.com
华南	王雨霏	17727821880	wangyufei@cindasc.com
华南	杨诗茗	13822166842	yangshiming@cindasc.com
华南	陈　晨	15986679987	chenchen3@cindasc.com

分析师声明

负责本报告全部或部分内容的每一位分析师在此申明，本人具有证券投资咨询执业资格，并在中国证券业协会注册登记为证券分析师,以勤勉的职业态度,独立、客观地出具本报告；本报告所表述的所有观点准确反映了分析师本人的研究观点；本人薪酬的任何组成部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体分析意见或观点直接或间接相关。

免责声明

信达证券股份有限公司(以下简称“信达证券”)具有中国证监会批复的证券投资咨询业务资格。本报告由信达证券制作并发布。
本报告是针对与信达证券签署服务协议的签约客户的专属研究产品，为该类客户进行投资决策时提供辅助和参考，双方对权利与义务均有严格约定。本报告仅提供给上述特定客户，并不面向公众发布。信达证券不会因接收人收到本报告而视其为本公司的当然客户。客户应当认识到有关本报告的电话、短信、邮件提示仅为研究观点的简要沟通，对本报告的参考使用须以本报告的完整版本为准。
本报告是基于信达证券认为可靠的已公开信息编制，但信达证券不保证所载信息的准确性和完整性。本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告最初出具日的观点和判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会出现不同程度的波动，涉及证券或投资标的的历史表现不应作为日后表现的保证。在不同时期，或因使用不同假设和标准，采用不同观点和分析方法，致使信达证券发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告，对此信达证券可不发出特别通知。
在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见并不构成对任何人的投资建议，也没有考虑到客户特殊的投资目标、财务状况或需求。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，若有必要应寻求专家意见。本报告所载的资料、工具、意见及推测仅供参考，并非作为或被视为出售或购买证券或其他投资标的的邀请或向人做出邀请。
在法律允许的情况下，信达证券或其关联机构可能会持有报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，并可能会为这些公司正在提供或争取提供投资银行业务服务。
本报告版权仅为信达证券所有。未经信达证券书面同意，任何机构和个人不得以任何形式翻版、复制、发布、转发或引用本报告的任何部分。若信达证券以外的机构向其客户发放本报告，则由该机构独自为此发送行为负责，信达证券对此等行为不承担任何责任。本报告同时不构成信达证券向发送本报告的机构之客户提供的投资建议。
如未经信达证券授权，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。信达证券将保留随时追究其法律责任的权利。

评级说明

投资建议的比较标准	股票投资评级	行业投资评级
本报告采用的基准指数 ：沪深 300 指数（以下简称基准）; 时间段：报告发布之日起 6 个月内。	**买入：** 股价相对强于基准 20％以上；	**看好：** 行业指数超越基准；
	增持： 股价相对强于基准 5％～20％；	**中性：** 行业指数与基准基本持平；
	持有： 股价相对基准波动在±5% 之间；	**看淡：** 行业指数弱于基准。
	卖出： 股价相对弱于基准 5％以下。	

风险提示

证券市场是一个风险无时不在的市场。投资者在进行证券交易时存在赢利的可能，也存在亏损的风险。建议投资者应当充分深入地了解证券市场蕴含的各项风险并谨慎行事。
本报告中所述证券不一定能在所有的国家和地区向所有类型的投资者销售，投资者应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专业顾问的意见。在任何情况下，信达证券不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任，投资者需自行承担风险。