

致编辑：

请务必注明：英文原文刊登于 *Kunststoffe international* 8/2008



图示：据估计，制造生物塑料（主要为淀粉和聚乳酸）所需的玉米量还不到全球玉米种植总量的 0.1%。

馅饼还是陷阱

——探索“生物”概念的意义

从长远来看，可再生资源 and 生物质可在一定程度上代替矿物燃料和原材料，或作为其有益补充。因此，未来可再生资源的重要性将日益突出。然而，在这个方面，可再生资源也并非像人们想象的那么完美，正如石油也并非只有坏处。地球上的石油、天然气和煤炭资源是有限，但可再生资源也并非永不枯竭。一方面，它们需要时间来再生；而另一方面，它们也肩负着众多角色：小麦，玉米（题图），甘蔗和水稻都是最主要的粮食作物。但是，它们还被用于发电和发热，被用于制造生物燃料，被用作化工行业原料。巴斯夫很早就开始使用生物原材料来生产各种产品，比如用天然树脂和油料来生产颜料和涂料，从植物油中提取维生素 B2，用糖滓和蔗糖来生产胺和丙烯酸酯产品，等等。目前世界各地对可再生资源利用的研究方兴

未艾。但只有这些方案具备经济和生态方面的可行性后，企业才会加以采用。巴斯夫目前所采购的可再生资源还不到采购总量的 5%。

不依靠生物资源也可行

在将可再生资源投入使用前，必须先对其在生命周期内的环境亲和性、经济因素、社会影响，包括相关生产流程和处理方法进行生命周期评估（LCA）。通过一次又一次的研究人们发现基于生物质的产品在生态方面的表现并不见得比石化产品更佳。每种情况必须具体分析：如果可再生资源只需进行短途运输，无需额外的水或肥料，那么使用生物质作为原材料就有利于生态环保。然而，如果需要砍伐大量森林，或加工过程中需要消耗大量能源，那么使用生物质就可能弊大于利。

“生物降解”还是“基于生物原料”

由于全球对可再生资源的关注升温，“生物”一词被处处提及，就给人们造成了一种误解，使理解发生混淆。然而，这里需要澄清的是，“基于生物”并不一定就等于“生物降解”（图 2）。“基于生物”是指原料的来源——原料是可再生资源，还是矿物资源？而“生物降解”是指这种材料在寿命结束后能够最终被分解。原料与分解方式并不直接相关，也就是说以生物为原料的塑料零件可能要在废物焚烧炉或是高炉中进行处理，采用传统石油化工原料生产的可降解（依照 DIN EN 13432 之定义）塑料袋可以在堆肥植物中完成分解。

2005 年全球石油消耗情况

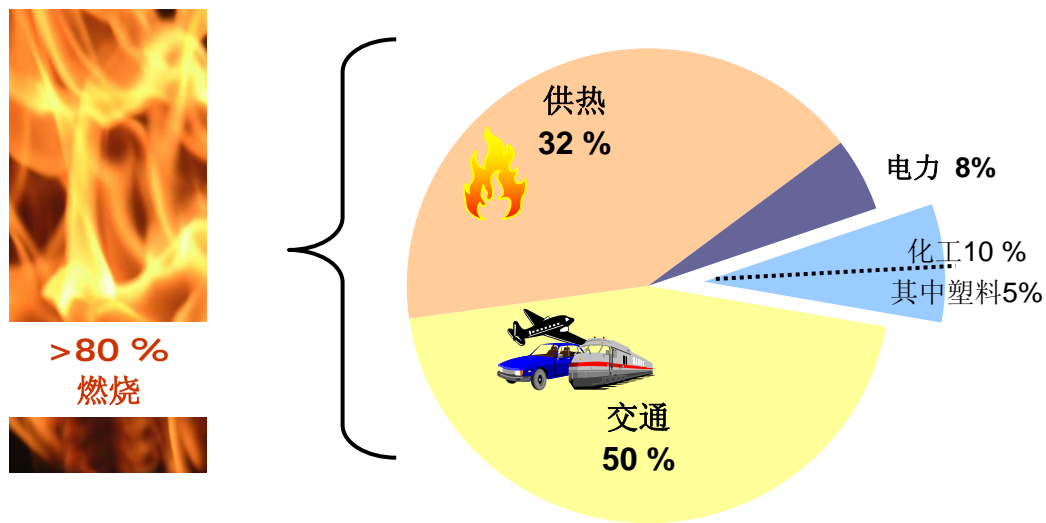


图 1：全球石油消耗量的 80%是“燃烧”后供加热或动力用，塑料生产所使用的矿物资源仅占极小的一部分。（数据来源：埃克森美孚，Wintershall）

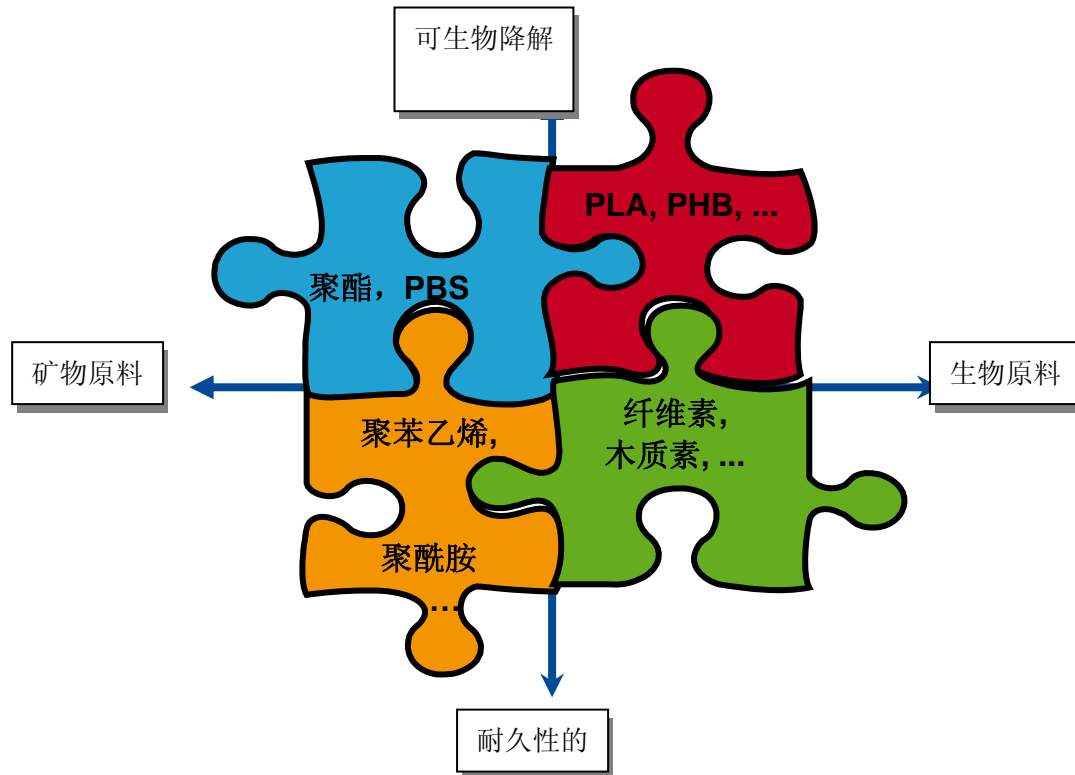


图 2：塑料家族：这里的生物塑料包括了可生物降解塑料和基于生物原料的塑料。

两种生物材料

以基于生物原料的聚合物为原料生产塑料是一个全新的领域，目前还需要进行广泛而深入的研究。现在最常见的生物基聚合物是 PLA 和 PHB（聚羟基丁酸酯）。PLA 是使用乳酸通过缩聚处理形成的，而乳酸又是通过淀粉发酵形成的。PHB 属聚酯类产品，是以糖为原料通过微生物作用形成的。与传统的塑料相比，PLA 和 PHB 制成的塑料无论是在性能还是性质上都大有不及。另外一种方法是，聚酯本身不直接从自然界合成，而是通过生物质生产合成聚酯所需的化学原料。这样生产出来的塑料产品与矿物资源直接生产的塑料具有几乎完全相同的性质。聚乙烯（PE）就是其中的代表，它所采用的原料（乙醇）可以从甘蔗中获得，所以这样生产出来的产品可以称作生物原料型 PE。

巴斯夫产品 Ultramid® Balance 是一种 PA 6 10 材料，其原料癸二酸为是从蓖麻油中提取的；用于聚氨酯生产的多羟基化合物 Lupranol® Balance，其原料也来自于蓖麻油。上述两种也属于生物原料型产品。在这样的情况下，使用可再生资源就比较有意义。这并不是说，它们源于自然比较有意义，而是指这样生产出的产品具备某些特殊性质。比如，以 PA 6 10 和 PA 6 进行比较，前者的吸水量大大减少：这就意味着新产品拥有了新的用途。按照巴斯夫的理论，可再生资源的使用既要符合生态要求，又要能够改善聚合材料的性质。为了甄别良莠，杜绝生物原料/可生物降解塑料的不当使用，巴斯夫参与开发了一种新的 LCA 分析法，称之为“生态效率分析法”。采用这种分析法，可以对各种替代产品和流程在生命周期内的表现进行分析评估——包括与生产、运输、使用和处理相关的能源影响、生态影响和社会影响。这种分析法必须针对单独的应用进行评估，如无实际计算，评估结果无法从一个应用领域推广到另一个领域——对塑料口袋的评估就无法推广到农用薄膜或者汉堡包的包装上。

关注生物降解性

大约在十年前，巴斯夫成为首批推出可生物降解塑料的厂商之一。这种塑料虽然跟普通塑料一样采用石油原料，但可实现完全生物降解。所谓生物降解就是指材料通过微生物实现新陈代谢。在堆肥条件下，特别是在具备最合适条件——高温、高湿度、一定的氧气浓度（DIN EN 13432）——的工业堆肥设施中，材料被真菌或者细菌完全转化为水和二氧化碳（图 3 和图 4）。这种商品名为Ecoflex® 的塑料，其性能特征与普通的聚乙烯相仿，但它使用后的处理方法与PE或PP（聚丙烯）完全不同：Ecoflex® 采用了堆肥处理。这是Ecoflex®与前述包装材料最大的不同之处。此外，Ecoflex® 作为一种高级材料，还具备非常特殊的阻隔性。例如Ecoflex® 具备极佳的水蒸汽渗透性，这就决定了它可以用于蔬菜和水果的包装，帮助抑制霉菌的生长。相应的，在评估其最佳用途时，也应当考虑其阻隔性，以及尤为重要的可堆肥性（以及可发酵性）：这种可降解、抗撕裂、防水、防刺穿、可印刷、水蒸气可透过的塑料的最佳用途是什么？用它来制造购物袋（使用多次后还可以当作垃圾袋装有机垃圾），农用薄膜（耕地时无需摘除）以及食品包装袋（可与食物残渣一起装在盛放有机垃圾的容器中）无疑是比较合适的。拥有这些细分市场，更显示出它与PE和PP相比的优点。



图 3：以矿物原料为基础的生物可降解塑料Ecoflex® 可达到日益严格的国际可降解性和可堆肥性标准要求：以上从左至右为 4 周中Ecoflex® 在 55 堆肥环境下逐渐分解的图示。

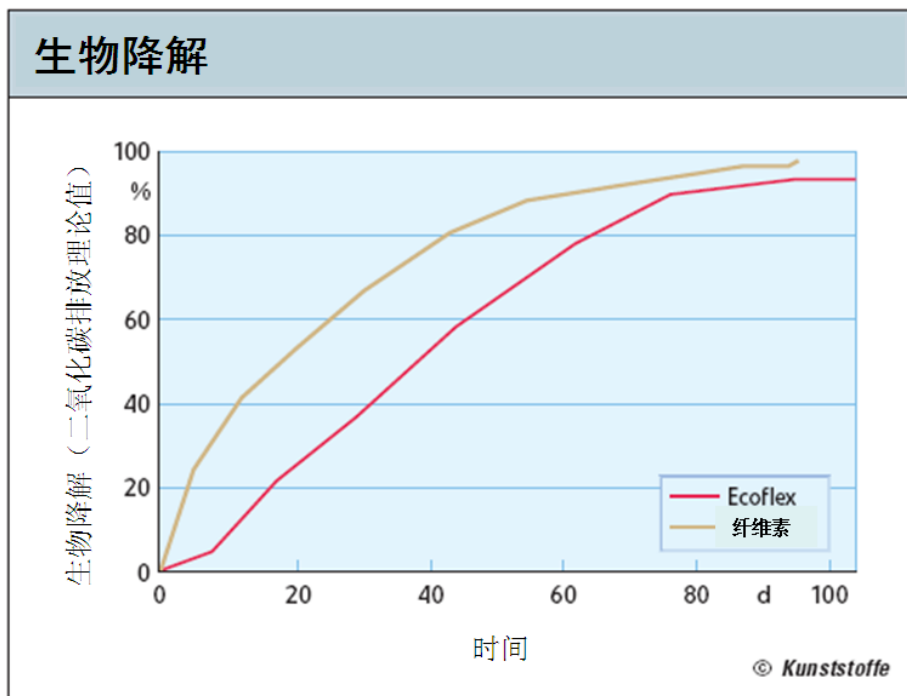


图 4：降解曲线显示，80 天后，Ecoflex® 降解程度为 90%，其降解速度远高于EN13432 标准第 2 部分的要求。

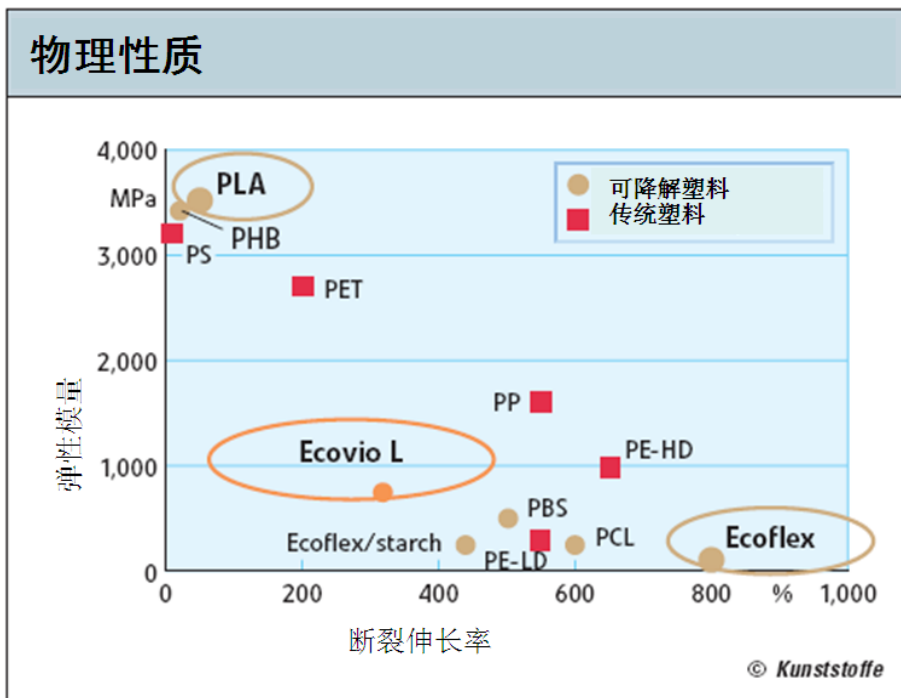


图 5: Ecoflex[®]与Ecovio[®] (= Ecoflex[®]/PLA混合物) 具备各种材料特性: 塑料可根据加入的Ecoflex[®]或PLA比率, 达到不同的的刚度(弹性模量)或柔韧性(断裂伸长率)。

生物降解材料与基于生物原料

可再生资源在产品制造中的使用日益广泛, 这为Ecoflex[®]的应用开辟了一块新天地。由于塑料与淀粉、纤维素、木质素、PLA和PHB等材料表现出了良好的相容性, 所以可以用于制造各种混合材料。这些混合材料不仅可以实现完全生物降解, 还含有大量可再生资源。因此, 巴斯夫将Ecoflex[®]称为“实现可能的聚合物”或“实现可能的材料”, 意思就是说这种材料使可再生资源的使用变为了可能。包括玉米淀粉在内的绝大多数可再生原材料物理性质不尽如人意, 既无法防水, 耐穿刺性能也不佳。用玉米淀粉制造的PLA在纯态下非常脆, 与普通塑料相比更难加工。

要在高性能设备上实现生物材料的高效处理, 并将其转化为品质优良的可生物降解最终产品, 我们需要一种实用的混合材料。如图 5 所示, 将淀粉或PLA与Ecoflex[®]混合, 可获得不同刚度/弹性的材料, 可用于生产坚固的外壳或是柔韧的塑料袋和薄膜(图 6)。



图 6: 因为含有Ecoflex[®], 用Ecovio[®]制成的薄膜防水性、耐撕裂性都有所提高。



图 7：生物降解购物袋（左）可在购物后用作垃圾袋收集有机废物。

为什么要进行堆肥处理？

使用生物降解塑料的重大意义在于产品对经济和/或生态的贡献，而不是单单因为可以埋在土里，或是随用有机废物一同处理，就“眼不见，心不烦”。

如果传统的塑料垃圾袋未能与所盛放的有机废物分离，那么剩下的唯一处理方法就是只有焚烧。这从能量的角度来说完全没有任何益处，因为有机废物中三分之二以上的成分是水。然后，如果使用可降解垃圾袋，就无需将垃圾袋与有机废物进行分离处理——两者都能够实现有机分解。实现降解的方法有很多：第一，堆肥处理；第二，厌氧发酵，将生物质转化为生物沼气（甲烷），为人们提供一种能源。

堆肥处理在土壤侵蚀相当严重的南欧国家尤为重要。生物降解塑料为这些国家提供了一个清洁的有机垃圾分类方法，堆肥产生的物质还可以改善其土壤质量。从这个角度来看，生物降解塑料不仅是一种极具成本效益的垃圾处理解决方案，更为有机废物的有效利用做出了巨大贡献。可生物降解的购物袋的作用与之类似：购物后，它们还可以用于收集和有机废物。由此具备了购物袋和垃圾袋的双重作用。

结论

无论是专家、或是对此感兴趣的公众，还是那些能够通过津贴、配额等方式发出正确或错误信号的政治家们，在讨论可再生资源和所谓的生物塑料时都应牢记一点：只有根据其具体应用领域进行完善的个案分析，才能获得有效利用资源所需的信息。究其本质而言，用聚乙烯来生产购物袋不见得是坏事，用淀粉来生产蔬菜包装材料也不一定就是好事。

参考文献：

综合分析学会(GUA – Gesellschaft für umfassende Analysen):塑料产品对资源效率的贡献，维也纳 2005。

作者：

VALENTINE REIMER 博士，1971 年生，就职于德国路德维希港巴斯夫欧洲有限公司塑料与环境技术中心。

ANDREAS KÜNKEL 教授，博士，1969 年生，就职于同一公司的可降解塑料市场开发部门。

SABINE PHILIPP 博士，1964 年生，负责同一公司与塑料媒体的沟通。

致编辑：

请务必注明：英文原文刊登于 **Kunststoffe** international 8/2008