GDGM-QR-03-077-A/1



廣東工貿職業技術學院

Guangdong College of Industry & Commerce

毕业综合实践报告

Graduation synthesis practice report

可降解塑料的研究现状及发展前景

Research status and development prospects of degradable plastics

系　　别：机 械 工 程 系

班　　级：11 材 料 2 班

学 生 姓 名：方 晓 聪

学　　号：1132201

指 导 老 师：邓 小 艳

完 成 日 期：2014.5.10

内 容 提 要

摘　要：目前,塑料已经成为人们生产和生活中常用的一种材料。随着塑料产量的不断增长及其用途的不断扩大,其废弃物也与日俱增，带来了严重的环境污染问题。使用高分子材料所造成的白色污染近年来受到各国的广泛重视，从而推动了可降解塑料的研究和发展。可降解性塑料是解决垃圾、海洋污染和城市固体废弃物处理的可靠办法。因此,在研究废旧塑料回收利用技术的同时,可降解塑料作为最可能解决塑料废弃物问题的途径已经成为了国内外研究热点。

关键词：可降解塑料 污染 解决 研究现状 发展

目 录

毕业设计（论文）任务书 i
毕业设计（论文）题目 i
可降解塑料的研究现状及发展前景 i
内 容 提 要 ..... i ii
目 录 ..... i v
一、前言 1
二、降解塑料的定义 2
三、可降解塑料的种类 2
（一）光降解塑料 2
（二）生物降解塑料 3
（三）光/生物双降解塑料 3
（四）水降解塑料 4
四、降解原理 5
（一）生物解原理 5
（二）光降解原理 5
（三）光/生物降解原理 5
五、降解塑料的主要用途 6
（一）在普通塑料领域： 6
（二）在替代品领域： 6
六、研究现状 7
（一）我国可降解塑料的研究现状 7
（二）国外可降解塑料的研究现状 10
（三）可降解塑料尚存在的问题 11
七、可降解塑料的特性 13
八、发展前景 13

九、结束语 14
十、参考文献 16
十一、致谢 17

可降解塑料的研究现状及发展前景

一、前言

目前，塑料制品的广泛应用给人们的生活带来了诸多便利，但是塑料制品使用后其废弃物却不能自动消失，长期地残留在自然界造成了严重的“白色污染”，严重破坏了自然环境，影响了生态平衡。“白色污染”阻碍了社会的进步和经济的发展，是当前社会环境的一大公害，如何治理和减少“白色污染”已经成为一个全球性的问题。

随着环境保护呼声的高涨及塑料行业的快速发展，可降解塑料逐渐走进人们的视线，并逐渐成为一类重要的高分子材料。可降解塑料是指一类其制品的各项性能可满足使用要求，在正常使用的情况下性能不变，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，是一类新型功能塑料。可降解塑料作为一种环保产品听起来并不陌生，但距离人们的实际生活似乎总觉得有段距离。从 1967 年第一项降解塑料专利的申请到上世纪 90 年代降解塑料产能开始规模生产，可降解塑料的研究和开发已经经历了 50 多年的发展，其优势也得到了人们的认可。但目前这类塑料的生产成本还比较高，无法真正取代传统塑料。

在世界范围内，随着人们环保意识的提高，企业倾向于走可持续发展的道路，国家对低碳环保的重视程度也越来越高，可降解塑料正在逐步代替传统塑料的一些领域。

在 21 世纪的今天，保护地球环境，发展循环经济，走可持续发展道路，已经成为世界的热点和紧迫任务。对于可降解塑料来讲是一个良好的机遇。可降解塑料通过各种天然的可再生资源的利用，不仅扩大了塑料功能，同时也符合可持续发展的战略，其实用性和环保性让我们有理由相信，可降解塑料的发展前景是美好的。

二、降解塑料的定义

可降解塑料是指一类其制品的各项性能可满足使用要求，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，因此，它也被称为可环境降解塑料。

聚合物的降解是指因化学和物理因素引起的聚合的大分子锭断裂的过程。聚合物曝露于氧，水，热光，射线，化学品，污染物质，机械力。昆虫等动物以及微生物等环境条件下的大分子链断裂的降解过程被称为环境降解。降解使聚合物分子量下降，聚合物材料物性降低，直到聚合物材料丧失可使用性，这种现象也被称为聚合物材料的老化降解。

天然聚合物和合成聚合物两者暴露于环境条件下都会降解，但是，在相同的环境条件下，各种聚合物，尤其是合成聚合物的降解敏感性大不相同，因而，各种聚合物的可解性也各不相同，例如，聚丙烯在光氧环境条件下易于降解，而聚苯乙烯在同样的环境条件下难于降解，聚乙烯醇在某些微生物存在的环境条件下较易于降解，而聚乙烯，聚丙烯，聚苯乙烯在同样环境条件下难于降解。

环境降解塑料的降解过程主要涉及生物降解，光降解和化学降解，而且，这三种主要降解过程相互间具有增效，协同和连贯作用。例如，光降解与氧化物降解常同时进行并互相促进；生物降解更易发生在光降解过程之后。

聚合物的老化降解和聚合物的稳定性有直接关系。聚合物的老化降解缩短塑料的使用寿命。为此，自塑料问世以来，科学家就致力于对这类材料的防老化，即稳定化的研究，以制得高稳定性的聚合物材料，而目前各国的科学家也正利用聚合物的老化降解行为竞相开发环境降解塑料。

三、可降解塑料的种类

（一）光降解塑料

光降解塑料是指被光照射后能发生降解的塑料称为光降解塑料。制品一旦埋入土中，失去

光照，降解过程则停止。生产工艺简单、成本低，缺点是降解过程中受环境条件影响大。

光降解塑料分为共聚型和添加型两类。

共聚型光降解塑料是用一氧化碳或含碳单体与乙烯或其他烯烃单体合成的共聚物组成的塑料。由于聚合物链上含有羰基等发色基团和弱键，易于进行光降解。

添加型光降解塑料是在通用的塑料基材中加入如二苯甲酮、对苯醌等光敏剂后制得，制造技术简单。光敏剂能吸收 300nm 波长的光线，与相邻的分子发生脱氢反应，将能量转给聚合物分子，引发光降解反应，使分子量下降。

（二）生物降解塑料

生物降解塑料是指一类由自然界存在的微生物如细菌、霉菌（真菌）和藻类的作用而引起降解的塑料。理想的生物降解塑料是一种具有优良的使用性能、废弃后可被环境微生物完全分解、最终被无机化而成为自然界中碳素循环的一个组成部分的高分子材料。

生物降解塑料又可分为完全生物降解塑料和破坏性生物降解塑料两种。

按原料划分，生物降解塑料种类有：

1、聚己内酯（PCL）

2、聚丁二酸丁二醇酯（PBS）及其共聚物

3、聚乳酸（PLA）

4、聚羟基烷酸酯(PHA)

5、脂肪族芳香族共聚酯

6、聚乙烯醇（PVA）类生物降解塑料

7、二氧化碳共聚物

8、聚-β-羟基丁酸酯(PHB)

生物降解塑料由于具有良好的降解性，主要用作食物软硬包装材料，这也是现阶段其最大的应用领域。但是由于生物降解塑料还未实现量产，要替代所有传统塑料包装并不现实。

（三）光/生物双降解塑料

光降解和微生物降解相结合的一类塑料，它同时具有光和微生物降解塑料的特点。

光/生物双降解塑料分为合成型双降解塑料和掺混型双降解塑料，但由于合成型光降解塑料

成本比较高，研究比较少，目前研究较多的是掺混型光/生物双降解塑料。

（四）水降解塑料

一类由水解作用而引起降解的塑料，在塑料中添加吸水性物质，用完后弃于水中即能溶解掉，主要用于医药卫生用具方面(如医用手套等)，便于销毁和消毒处理。



图 1

四、降解原理

（一）生物降解原理

生物降解机理是:生物降解剂可以用细菌、真菌、放射线菌的作用,靠生物细胞的生长,而使塑料制品发生机械破坏,或是通过微生物对聚合物作用而产生新的物质,或是直接侵蚀塑料制品组分,生成霉菌,而导致塑料分裂、氧化、断链。生物降解剂主要是玉米、土豆、谷物等淀粉。

（二）光降解原理

光降解机理是:光降解剂是过渡金属元素且含有双键的有机化合物,在光照下发生光化学反应,产生自由基化合物,转移聚合物分子上的氢,导致分子链断裂,从而实现聚合物的降解。光降解剂分为过渡金属化合物(络合物)和二苯甲酮类化合物两类。

（三）光/生物降解原理

光/生物降解塑料是塑料制品在地面上受阳光照射,按光降解机理发生光降解.塑料制品在地下土壤中时,按生物降解机理发生生物降解。

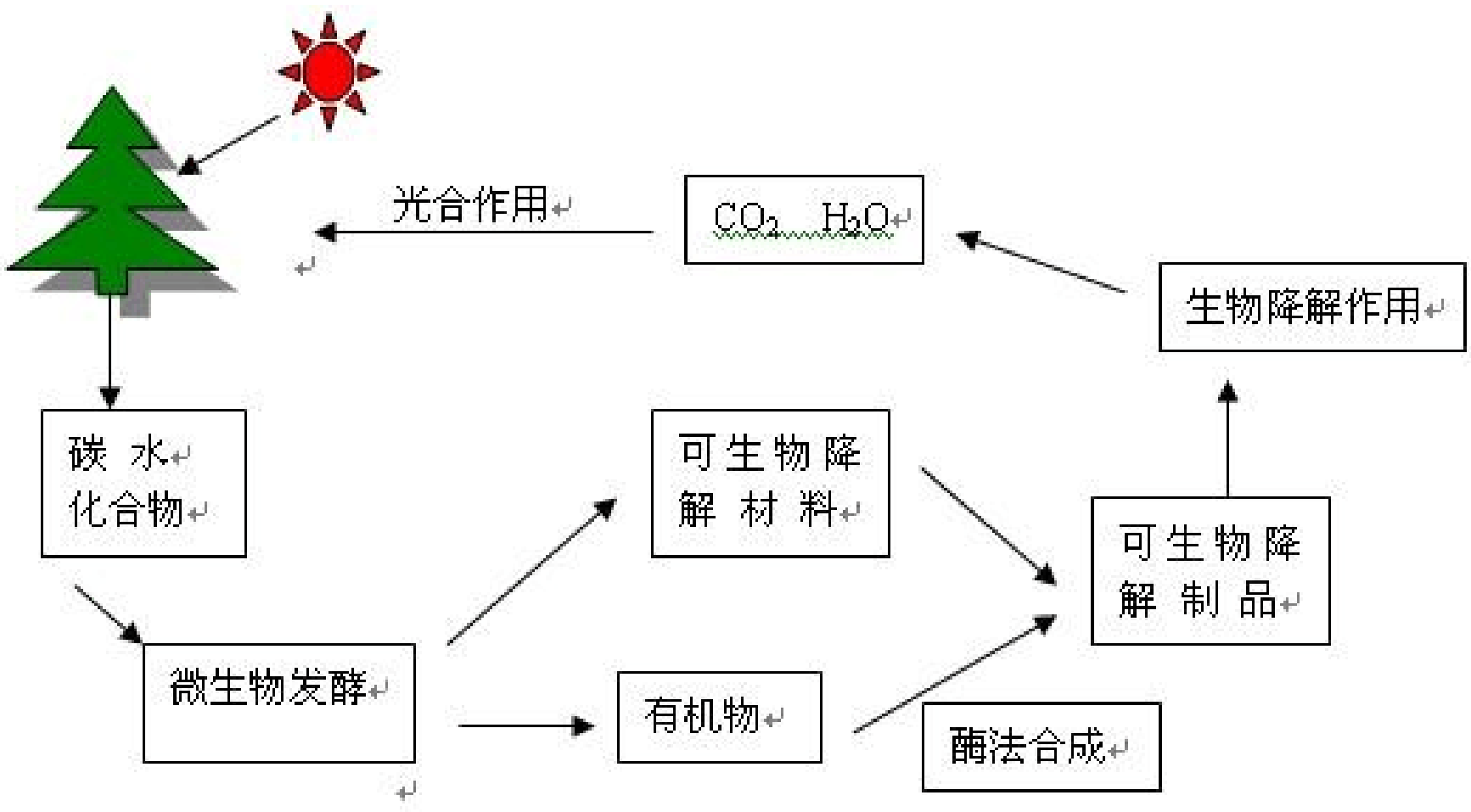


图 2

图 4　　生物降解示意二

塑料已经被应用于农业、工业、建筑、包装、国防尖端工业以及人们日常生活等各个领域。

（一）在普通塑料领域：

1、在农业方面：大量塑料被用于制造地膜、育秧薄膜、大棚膜和排灌管道、鱼网、养殖浮漂等。

2、在包装业方面：购物袋，垃圾袋，堆肥袋，一次性餐盒，方便面碗，缓冲包装材料；

（二）在替代品领域：

1、在体育方面：体育用品，高尔夫球场球钉和球座；

2、在日用品方面：卫生用品，妇女卫生用品，婴儿尿布，医用褥垫，一次性胡刀；

3、在医用方面：医药用材，绷带，夹子，棉签用小棒，手套，药物缓释材料，以及手术缝合线和骨折固定材料。



图 3

降解塑料是一个新产业。目前国外主要生产降解塑料的有美、日、德、英等国，品种主要有光降解、光/生物降解、水解降解和完全生物降解塑料等。其中光降解技术较为成熟，而完全生物降解塑料的研究开发最为活跃；但其回归自然仍需一定周期和特定条件，特别是由于其技术较复杂、价格高昂，尽管美、日、西欧等发达国家已建成千吨级甚至万吨级的工业化装置，仍难以进入量大、面广的一次包装材料和地膜等市场，目前主要用于医用卫生器材和高附加值包装材料。我国降塑的研究开始于 20 世纪 70 年代后期，80 年代也仅有少数单位进行实验室研究，90 年代才掀起研究开发的热潮。初期主要集中在农地膜的研究和开发，90 年代中期研究开发的热点转向塑料餐具、包装袋、垃圾袋，这一时期已开发出部分技术经济上较好的产品，并推向市场，但产品较多地投向市场是 90 年代后期，到目前为止，降解农用塑料地膜已处于示范应用阶段，包装材料及制品已处在市场推广阶段。我国目前从事降解塑料研发的有 100 多家，部分形成了产学研相结合的开发体系。其中天津丹海股份有限公司是国家计委批准的降解塑料产业化示范工程项目，已形成 30kt/a 母料及制品的生产能力，是亚洲最主要的降解塑料生产基地，其产品出口到日本、澳大利亚等国。另外规模在万吨级以上的企业有吉林金鹰实业有限公司、南京苏石降解树脂有限公司，但其技术路线不同于天津丹海，价格昂贵，有两条国外生产线，设备投资较大。国内除合成型光降解、完全生物降解塑料外，降解塑料的研发进程与世界同步，技术水平和先进水平接近或相当。其中淀粉细化、疏水改性技术和淀粉高填充等技术已拥有自主知识产权。

（一）我国可降解塑料的研究现状

近年来我国包装用塑料已超过 400 万吨，其中难以回收利用的一次性塑料包装约占 30%，每年产生的塑料包装废弃物约 120 万吨、塑料地膜 40 多万吨，难以回收的一次性塑料日用杂品及不宜回收利用的医用塑料约 40 万吨。据估计，2005 年我国将产生难以回收利用的塑料废弃物 350 万吨，若部分以可降解塑料替代，则可减轻其对环境的污染程度。

我国从上世纪 80 年代中期开始可降解塑料的研究工作，最初主要集中在光降解塑料，但这种添加型的降解塑料在自然环境中并不能全部降解，同时使用性能上也不能满足要求。因此从

上世纪　　年代末起，我国开始研发生物分解塑料。有众多的高等院校、科研院所参与研究光降解、光/生物降解、光/碳酸钙降解、光/氧/生物降解、完全生物降解、全淀粉塑料、崩坏性生物降解等塑料以及高填充碳酸钙环境友好材料等。

国内主要研究单位研究情况介绍：

复旦大学：成功地开发出一种可生物降解的聚氨酯复合塑料。该塑料采用稻草、木屑等植物纤维为添加料经液化后与异氰酸酯反应制得。其制品不但具有普通聚氨酯塑料的各种特性，而且其废弃物经一定周期后易被微生物完全分解，也可通过化学处理降解成单体，再用于聚氨酯合成，实现资源再循环。该塑料主要用于包装、日用品等领域的泡沫塑料制品加工，目前已开始批量生产。

同济大学：利用玉米淀粉为原料生产乳酸，再经过特殊的聚合反应生产聚乳酸。由这种生物高分子材料制成的物品，废弃后可采用堆肥填埋处理在，自然界微生物的作用下彻底分解为水和二氧化碳，并可当作有机肥施人农田成为植物养料。目前该项目已被列为上海市科教兴市重大，产业化项目，与上海新立工业微生物科技有限公司共同投资2.35亿元建设千吨级生产线。

天津大学：采用溶剂（矿物油、植物油）浸渍淀粉细化改性技术，提高淀粉与聚乙烯的相容性和分散性，制品中淀粉含量大于30%，最高可达50% ，在国内外均是领先的。

武汉大学：继 2000 年研制出魔芋可降解塑料包装膜以来，又将可降解塑料包装膜的原材料延伸到玉米、马铃薯，使该系列可降解塑料包装膜又增加了新品种该新型可降解塑料包装膜以玉米、马铃薯为原料，其拉伸强度、柔韧性和透明度等特性与普通塑料膜相同，其造价与普通塑料膜相差不大，并且可食用、可降解，对保护环境及降低白色污染有显著效果。

昆明理工大学：利用我国南方芭蕉芋淀粉资源开发出芭蕉芋淀粉基微生物降解塑料，可用作耐油和干性包装材料。

浙江大学：主要开展淀粉接枝技术研究，其膜制品的淀粉含量达50%，强度和外观质量均较好，价格适中，生物降解性能正在检测中，目前正计划扩大试生产。

大连理工大学:研究添加中草药中挥发性成分的可降解塑料，经过三年使用后用手轻搓就会成为碎末，从而找到了一种新的塑料降解途径。

中科院广州化学研究所：从事二氧化碳降解塑料母粒项目研究，“二氧化碳制取全降解塑料”的新技术已经完成30t/a 的中试试验，并通过中科院组织的专家验收。

中科院长春应用化学研究所：也从事二氧化碳降解塑料技术开发，其成果已经转让给内蒙

古蒙西高新技术集团公司进行产业化生产。

北京降解塑料研究中心：从事复合降解塑料合成技术及专用设备研究，借鉴光、生物双降解技术和科学原理，在配方及工艺上大胆地取消了添加淀粉和光敏材料的诸多弊病，提高了其力学性能，达到诱导期可控及充分降解的目的，大幅度地降低了生产成本。

目前，我国生物分解塑料主要集中在植物纤维如秸秆纤维模塑制品、淀粉模塑制品，能规模化生产的品种主要为 PHBV PPC、PVA、PEG、PHA。据统计，我国目前从事降解塑料的企业有 100 多家，初步形成了产学研相结合的开发体系，建成双螺杆降解母料生产线近 100 条，年生产能力约 10 万吨，其中天津丹海公司、吉林金鹰（降解塑料）公司、南京苏石降解树脂公司、深圳绿维塑胶公司、深圳德实利集团公司、海口天人降解塑料公司、惠州环美降解树脂公司、宁夏华西降解树脂制品公司已投产或批量投产，年产量 2~3 万吨。典型产品有天津丹海公司的淀粉基生物降解产品，用于制得的薄膜中，改性淀粉等可生物降解成分含量达 51%以上，其中育苗钵和注塑制品的淀粉含量可达 60%~80%。

我国浙江台州市海正集团公司研制成功聚乳酸生物降能塑料，已将进入产业化中试阶段，该公司已掌握了乳酸的发酵、提取、聚合等多项关键技术，计划两年内建成 1 万吨/年规模生产装置。

上海林达塑胶公司研发的全生物降解母粒也已形成产业规模，中国环境标志产品认证委员会向林达公司颁发了“中国环保标志产品认证证书”。上海林达公司研发的全生物降解母粒，加入聚乙烯中制成的塑料薄膜可降解，且无毒副作用，实现了清洁化生产。据悉，使用该降解母粒后可节约 20%的原料，因此薄膜生产企业不会增加成本。上海的家乐福、农工商、华联等大型连锁超市已用上加入降解母粒的塑料袋。

武汉华丽环保科技公司自主研制开发了可塑性淀粉基生物全降解材料。这种材料采用表面疏水处理、超细化等新工艺，并通过添加内增塑剂等，实现了淀粉的可塑性。同时该公司还研制成功了啮合同向平行双螺杆挤出机，可一次性完成内增塑、淀粉结构改性、淀粉接技等反应过程，并且不需要通过原料造粒环节。

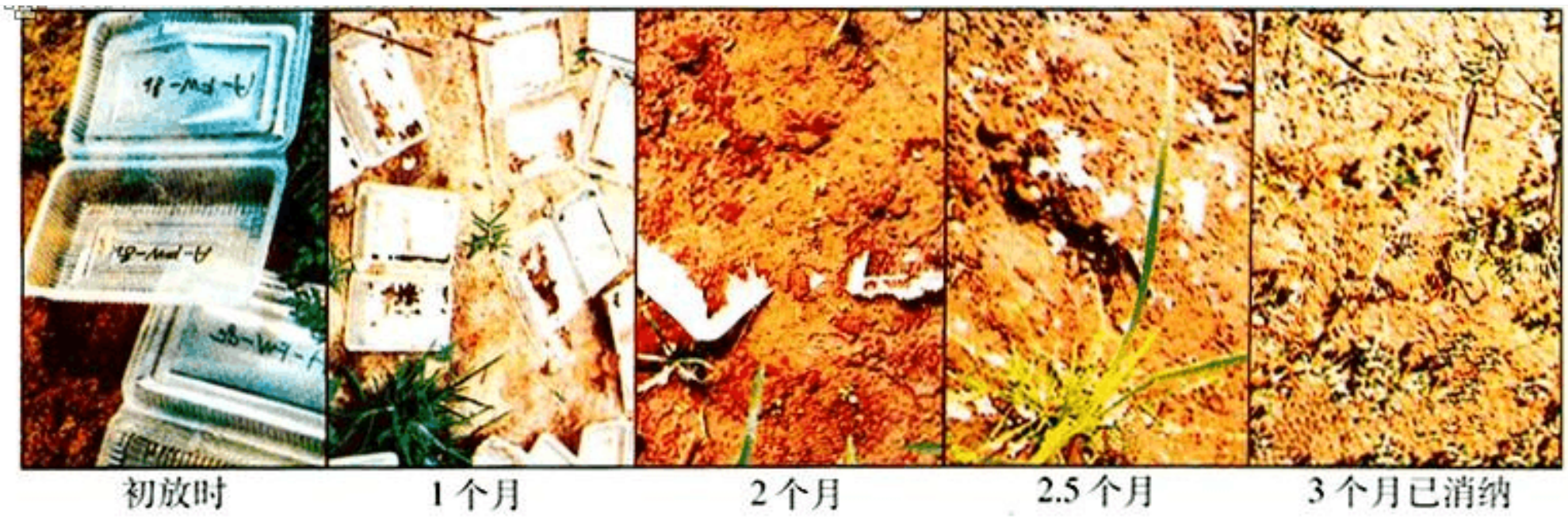
我国清华大学通过开展高分子科学、化工和微生物等学科的交叉研究，在世界上成功发展了基因工程法合成可降解聚酯的新方法，并获得了性能优异的新型可降解聚酯 3-羟基丁酸与 3-羟基已酸的共聚物(PHBHHx)。研究小组建立了合成基因的新技术，发现了 4 个与合成 PHA（聚羟基脂肪酯）相关的 4 个新基因并存入国际基因库，克隆到了与合成 PHA相关的 3 个新基因。用

这些新基因及突变体构建成功合成新型性能　　的高效微生物表达体系，现正在进行 PHA制备的扩大实验，并利用筛选获得的菌株进行了新型 PHBHHx合成，在世界上第一个实现 PHBHHx工业化生产。

目前，我国降解塑料开拓的应用领域主要是农田、包装和日用一次性消费品。降解塑料地膜处于示范应用阶段，一次性包装材料及日用杂品正推向市场，完全生物降解塑料处于中试阶段，并可望走向产业化。从总体上看，除合成型光降解、完全生物降解塑料外，我国降解塑料的研发进程已与世界同步，技术水平接近或相当世界先进水平。

（二）国外可降解塑料的研究现状

降解塑料主要应用在包装材料，这些材料大多是短期性和一次性的。就生物降解塑料而言：美国主要用于垃圾袋、购物袋、医药用材；西欧主要用于垃圾袋、购物袋；日本用于农膜、带、刮胡刀、高尔夫球。就光降解塑料而言：美国用于农膜、垃圾袋； 以色列用于农膜、带； 西欧用于垃圾袋、购物袋、农膜、包装材料； 日本用于农膜、带、包覆肥料、购物袋。总之， 西方国家对发展降解塑料极为重视。随着降解塑料的不断开发研究和它们的重要性不断被人们认识，无论是国外还是国内，可降解材料在很多领域都将得到应用。降解塑料作为一种治理塑料废弃物的全新技术途径，经过多年研究开发，目前已取得令人满意的进展。我们相信，随着技术的进步，可降解性能的不断提高、成本的降低及公众环保意识的增强，可降解料的应用将越来越广泛。无论从环保角度还是从其自身的学术角度考虑，可降解塑料的研究开发和应用都有重要意义，前景乐观。



可降解塑料的降解实验

图 4

（三）可降解塑料尚存在的问题

随着人们环保意识的提高，近年来，国内外可降解塑料得到了很快的发展。尤其是一次性使用塑料制品如食品包装袋、饮料瓶、农用薄膜等可降解塑料在市场中已实现了工业化生产。就长远来看，可降解塑料的发展具有其必然的趋势。但是目前可降解塑料的开发和应用还存在以下的一些问题。

1、市场应用。由于生产可降解塑料的成本偏高，造成其在市场中价格偏高，这样就给可降解塑料的推广造成了很大的影响。同时一次性纸制品的迅速崛起也给可降解塑料带来很大的冲击。

2、降解技术尚不成熟。目前很多的光降解塑料都是在塑料中添加光分解剂或者光敏剂，而这些添加剂对塑料的降解效果受到地理环境和气候的影响很大，这样就很难做到准确控制降解时间，同时，埋地部分和进入垃圾填埋系统部分也很难得到降解。目前有些所谓生物降解塑料是以简单的物理共混工艺，将淀粉填充到聚乙烯等树脂内，虽可加工吹塑成膜，但这种降解薄膜，待其内所含淀粉被生物降解后，其聚合物骨架在很长时间内(约20年)仍有50%残留量，反而为废弃塑料的回收加工处理增加了困难。

3、降解塑料的标准及试验评价方法。对于降解塑料，世界上尚没有统一的定义、试验评价方法、识别标志和产品检测技术，致使缺乏正确统一的认识和确切的评价，产品市场比较混乱，真假难辩。

表1 国内外有关降解塑料的标准及试验评价方法

标准号	标准名称
GB/ T 18006. 1-1999	《一次性可降解餐饮具通用技术条件》
GB/ T 18006. 2-1999	《一次性可降解餐饮具降解性能试验方法》
QB/ T 2461-1999	《包装用降解聚乙烯薄膜》行业标准
HJBZ12-2000	包装制品”环境标志产品技术要求
HJBZ12-97	可降解塑料包装制品技术要求
ASTM G22-87	测试合成高分子材料抵抗细菌的标准操作法

ASTM G21-90	测试合成高分子材料抵抗真菌的标准方法
ASTM G29-90	Standard Practice for Determing the Resistance of Synt hetic Polymeric Materials to Algae
ASTM D3826-91	采用拉伸试验测定可降解聚乙烯及聚丙烯降解终点的标准规则
ASTM D5071-91	可光降解塑料曝晒用水氙灯弧型曝晒仪标准操作规则
ASTM D5247-91	降解塑料残余固体物水萃出物的毒性试验标准
ASTM D5208-91	可光降解塑料曝晒用(荧光)紫外线及冷凝仪标准操作规则
ASTM D5209-91	城市污水淤泥中，测定可降解塑料需氧生物降解性的标准试验方法
ASTM D5210-91	城市污水淤泥中，测定可降解塑料厌氧生物降解性的标准试验方法
ASTM D5247-92	采有特定微生物测定可降解塑料需氧生物降解性的标准试验方法
ASTM D5272-92	光降解塑料户外曝露试验标准规则
ASTM D5338-92	受控堆肥化条件下测定可降解塑料需氧生物降解的试验方法
ASTM D5437-93	塑料在海洋漂浮曝露状态下耐候试验标准规则
ASTM D5509-96	塑料曝露于模似堆肥环境中的标准规则
ASTM D5512-96	塑料曝露于采用外加热器的模拟堆肥环境中的标准规则
ASTM D5951-96	固体废弃物中的塑料可生物降解性试验方法
ASTM D6002-96	环境降解塑料堆肥性评价的标准准则
ASTM D6003-96	固体废弃物中的塑料经可生物降解试验方法进行毒性和堆肥质量试验后配制的剩余固体物的标准规则
JISK6950-94	生物降解塑料测试方法标准(日本)
DIN V54900	通过堆肥实验检测生物降解塑料生物降解性标准(德国)
ISO DIS 14851	水系培养液中需氧条件下生物降解率试验方法(以氧气消耗量评价)
ISO DIS 14852	水系培养液中需氧条件下生物降解率试验方法(以二氧化碳发生量评价)
ISO CD 14853	水系培养液中厌氧条件下生物降解率试验方法
ISO CD 14855	堆肥条件下的需氧生物降解试验方法(以二氧化碳发生量评价)
ISO846-1996	塑料在真菌和细菌作用下的行为测定-用直观检验法或用测量质量或物性变化的评价方法

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/296235015104010100