

云南省塑料行业协会《生态降解聚烯烃塑料袋》 团体标准编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

2020年7月由云南省塑料行业协会提出了制定《生态降解聚烯烃塑料袋》团体标准的申请。经云南省塑料行业协会批准，该项目被列入2020年度云南省团体标准制修订项目计划，并下达了《生态降解聚烯烃塑料袋团体标准制修订任务书》。

(二) 项目承担单位、协作单位及主要分工

本标准的主要起草单位为：1、昆明鑫鑫大壮降解塑料技术有限公司；2、国家环保产品质量监督检验中心；3、西南林业大学；4、上海奥巴迪降解塑料有限公司；5、温州信环生物材料科技有限公司；6、昆明东方塑纸包装有限公司；7、昆明秀川经贸有限公司；昆明鑫鑫大壮降解塑料技术有限公司负责组织资料收集、调研分析、标准起草、研讨修订、标准送审报批等工作。国家环保产品质量监督检验中心、西南林业大学、上海奥巴迪降解塑料有限公司、温州信环生物材料科技有限公司、昆明东方塑纸包装有限公司、昆明秀川经贸有限公司等单位协同完成资料收集、起草、研讨修订等工作。

(三) 主要起草人

本标准主要起草人见表1所示。

表1 标准主要起草人名单表

姓名	性别	职务/职称	工作单位	任务分工
赵晏竹	男	总经理	昆明鑫鑫大壮降解塑料技术有限公司	主要起草人、编辑、审核
梁俊雄	男	工程师	昆明鑫鑫大壮降解塑料技术有限公司	主要起草人
黄承哲	男	总经理	温州信环生物材料科技有限公司	调查研究、起草人
刘灿	男	副教授	西南林业大学	调查研究、起草人
许旭彪	男	副总经理	上海奥巴迪降解塑料有限公司	调查研究、起草人
郭忠	男	总经理	昆明东方塑纸包装有限公司	调查研究、起草人
张亚敏	女	副总经理	昆明秀川经贸有限公司	调查研究、起草人

刘金鹏	男	高级工程师	国家环保产品质量监督检验中心	调查研究、起草人
刘博	男	工程师	国家环保产品质量监督检验中心	调查研究、起草人
杨萌萌	女	工程师	国家环保产品质量监督检验中心	调查研究、起草人

二、制定标准的必要性和意义

塑料自 1907 年问世以来，给人们生活带来了极大的便利。其应用已经渗入到人们生活的方方面面。然而，大量的废弃塑料被随意丢弃，在全球范围内造成严重的“白色污染”。

“白色污染”影响自然景观；造成土壤板结；影响水分吸收，导致农作物减产。针对这种情况，世界各国开始研究降解型塑料，使其在满足人们对塑料需求的情况下，又减少对环境造成的危害。降解塑料在丢弃后，经过一定时间，结构发生变化，性能丧失，被微生物或某些生物作为营养源吞噬，分解为成分较简单的化合物或单质及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质，最终回归生态圈。

目前，国际上降解塑料按降解类型共分为填充型降解塑料、光降解塑料、聚酯型降解塑料、生态降解塑料四大类，其技术发展现状和趋势如下：

（一）淀粉填充型降解塑料

淀粉填充型降解塑料是通过在生产过程中向普通塑料中填充易降解成分淀粉得到的。由于聚烯烃与淀粉兼容性差，成品存在强度差、成本高、降解过快等问题，导致难以产业化，同时在淀粉成分降解后，聚烯烃成分仍然不降解。

（二）光降解塑料

光降解塑料的降解机理是通过光敏剂吸收光能而产生自由基，进而促使高分子材料降解。

该方法与传统塑料加工工艺兼容，只需在生产过程中向普通塑料中添加光敏剂即可，操作简单、制备容易、生产成本较低、强度较好。但是塑料热加工过程中，有机光敏剂易分解，影响降解效果。

（三）聚酯型降解塑料

聚酯型降解塑料，如聚乳酸（PLA）、聚丁二烯（PBS）、聚羟基脂肪酸酯（PHA）、聚苯脂（PHB）等基材的降解塑料，在室温条件下的长期储存性不理想，质脆、抗溶剂性不佳，耐热性和机械性能不佳，成本较高，难以满足国内市场需求。

（四）生态降解塑料

在自然界中，生态降解塑料无论是堆肥、填埋，还是随意丢弃在地表，都会发生生态

降解。降解过程是：第一步，被氧化，在光/热/微生物等自然条件下将聚乙烯、聚丙烯等聚烯烃高分子塑料的长分子断裂成许多亲水的小分子（分子量降低到10000左右）；分子量到这个水平的分子碎片含有丰富的羧基、羰基，可由微生物逐步进行降解。第二步，这些小分子再被生物分解，在废弃后的24个月内生物降解，最终生成二氧化碳（CO₂）、水（H₂O）及其所含元素的矿化无机盐等物质，能够最终实现塑料真正的完全降解。

生态降解塑料不仅克服了光催化在无光或光照不足时不易降解的缺陷，还克服了其它降解塑料加工复杂、成本高、不易推广的弊端，具有广泛的环境普适性。

基于生态降解塑料的优点，本标准中所采用的生态降解聚烯烃塑料技术是将传统聚烯烃塑料（聚乙烯、聚丙烯等）改变成可氧化、生物降解的高科技环保技术。目前国际上专业从事研究和制造生态降解塑料添加剂产品的公司有加拿大的EPI（公司、添加剂代号）、日本的P-Life（公司、添加剂代号）、英国的Symphony（公司代号）、中国的EBP（添加剂代号）等，他们都经过了多年的研发、试验，证明其具备优良的降解性能，已具有广泛的市场。同时，国际上，已有阿拉伯联合酋长国、墨西哥和阿根廷等12个国家针对购物袋中使用生态降解塑料添加剂制定了法律。英国塑协提供的资料指出：生态降解塑料是可持续制造的最佳途径，并指出“氧化式生物降解添加剂已经成为众多塑料产品的首要产品”。《国际制造业先进技术译丛》中，由美国Ray Smith编著的，复旦大学留日博士戈进杰等翻译的《生物降解聚合物及其在工农业中的应用》，对生态降解聚烯烃塑料也有详细论述。

生态降解聚烯烃塑料袋在生产过程中，无需对现有塑料生产工艺、设备进行改进。以聚烯烃树脂为主要原料，添加少量降解剂（1%-5%），经过吹膜、印刷、制袋工序即可生产出能够在丢弃后24个月内生态降解的聚烯烃塑料袋。由于其生产工艺与传统工艺相同，生产成本较低，兼具优良的降解性能、使用性能，可满足广大消费者对“物美价廉”的降解塑料袋的需求。通过生态降解聚烯烃塑料袋的使用，能够减少塑料袋、垃圾袋等大量一次性不可回收塑料产品对环境的危害。

综上所述，生态降解聚烯烃塑料以其优越的降解性能、良好的经济性，正在被世界各国广泛应用。如英国塑协指出的：生态降解塑料是可持续制造的最佳途径，氧化式生物降解添加剂已经成为众多塑料制品的首要产品。塑料袋作为一次性不可回收塑料中用量最大的产品之一，应用生态降解聚烯烃塑料技术已成为一种趋势。生态降解聚烯烃塑料袋既具备传统塑料袋质轻、防水、机械性能好的优点，又具备良好的降解性能。是传统塑料袋的

最终替代品之一。

2012年9月1日，由我司与国家环保产品质量监督检验中心等单位起草的云南省地方标准《氧化生物降解聚烯烃塑料袋》（标准号 DB53/T 412--2012）经中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局备案（备案号 34754-2012），正式实施。弥补了国内生态降解袋的空白。《生态降解聚烯烃塑料袋》团体标准的制定，将规范氧化降解聚烯烃塑料袋在我省的生产、使用、管理，并作为降解聚烯烃塑料袋在企业生产、检验、质量管理方面的依据。

三、主要起草过程

云南省《生态降解聚烯烃降解塑料袋》团体标准制定项目立项后，成立了由昆明鑫鑫大壮降解塑料技术有限公司牵头、昆明东方塑纸包装有限公司、昆明秀川经贸有限公司、河北省环保产品质量监督检验研究院、温州信环生物材料科技有限公司等参加的标准起草小组。起草小组按工作要求，进行资料收集、整理、分析、起草编写标准。

（一）资料收集

标准起草小组深入到云南省塑料行业协会、塑料制品生产企业等单位，了解、征求塑料行业在生产、管理方面的意见，并查阅了大量国际、国内的生态降解塑料方面的资料，收集了国外的生态降解塑料试验标准以及 GB/T 20197《降解塑料的定义、分类、标志和降解性能要求》、GB/T38082-2019《生物降解塑料购物袋》、GB/T38079-2019《淀粉基塑料购物袋》、DB53/T 412--2012《氧化生物降解聚烯烃塑料袋》；GB/T39084 2020《绿色产品评价 快递封装用品》、QB/T 2461《包装用降解聚乙烯薄膜》、HJ/T209-2005《环境标志产品技术要求 包装制品》、GB 21660《塑料购物袋的环保、安全、标识通用技术条件》、GB/T 21661-2008《塑料购物袋》、GB/T 24984-2010《日用塑料袋》、GB/T 24454-2009《塑料垃圾袋》等国家和行业标准资料，为制定标准提供了基础资料。

（二）分析、整理资料，确定标准框架

标准起草小组在收集相关标准和资料的基础上，对国际和国内降解塑料的技术路线，国内相关降解塑料标准的相关概念、分类、参数、试验方法、执行情况等进行了整理、分析；通过调研生态聚烯烃降解塑料袋制品在生产、使用过程中存在的问题，并对标准资料进行汇总分析研究，确立了标准的基本构架。起草小组以国家环保产品质量监督检验中心的检验为基础，确定了生态聚烯烃降解塑料袋的检验及质量指标，为生态聚烯烃降解塑料袋标准的编制提供了科学性的数据指标。在以上工作基础上，编制了云南省《生态降解聚

烯烃塑料袋》团体标准征求意见稿。

（三）制订标准的原则和依据，与现行法律、法规、标准的关系

标准制定过程中，标准起草小组根据生态降解聚烯烃塑料技术目前在国际、国内的运用情况和发展趋势，遵循前瞻性和先进性的原则，制定标准的相关条文。与行业内专业人员充分研讨，立足于行业发展现状，充分关注行业发展趋势，以国际国内相关科研数据及上级标准为依据，合理制定指标数值，使标准能够对生态聚烯烃降解塑料袋的生产起到指导作用，有利于降解塑料行业的发展。

本标准的制定符合现行有关法律、法规的规定，符合《云南省塑料行业协会团体标准管理办法》对制定团体标准的有关要求。产品分类、标识、尺寸偏差、物理力学性能、安全卫生、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存等按照 GB /T 21661-2008《塑料购物袋》、GB/T38082-2019《生物降解塑料购物袋》、GB/T38079-2019《淀粉基塑料购物袋》、DB53/T 412--2012《氧化生物降解聚烯烃塑料袋》、GB/T 24454-2009《塑料垃圾袋》和 GB/T 24984-2010《日用塑料袋》的相关内容引用。降解性能按照 GB/T 20197-2006《降解塑料的定义、分类、标志和降解性能要求》、QB/T 2461-1999《包装用降解聚乙烯薄膜》和 HJ/T209-2005《环境标志产品技术要求 包装制品》标准要求，检测方法上级标准保持一致，其中有些数据指标严于上级标准。

五、主要条款的说明，主要技术指标、参数、试验验证的论述

云南省《生态降解聚烯烃塑料袋》团体标准共有 8 章，一个附录 A。

（一）术语和定义

对氧化降解、生态降解聚烯烃塑料、生态降解聚烯烃塑料袋、生物分解后质量失重率等术语进行了定义。

（二）产品分类。

分为三类：购物袋、日用袋、垃圾袋。

（三）技术要求

1、产品的标识、尺寸偏差、感官、物理力学性能、安全卫生等指标按照上级标准的相关要求执行。

其中，因 GB/T 24984-2010《日用塑料袋》对产品标识无要求，且在实际生产过程中也并不对日用塑料袋印刷标识，因此未规定日用袋的标识要求，仅规定了生态降解聚烯烃购物袋和垃圾袋的标识要求。

因 GB/T 24454-2009《塑料垃圾袋》对卫生性能无要求，且在使用过程中，塑料垃圾袋不应接触到食品，因此未规定垃圾袋的卫生性能，仅规定了生态降解聚烯烃购物袋和日用袋的卫生性能要求。

2、降解性能

要求检测氧化降解后的断裂伸长保留率、降解后的重均分子量或生物降解后质量失重率。

(1) 断裂伸长保留率

塑料在丢弃后，其最终归属无外乎两种：被随意丢弃在野外或进入垃圾填埋场。丢弃野外，有户外阳光（含紫外光），可以进行光氧降解，在垃圾填埋场的塑料，背埋在下部的塑料，是很难吸收到紫外光的，此时可以进行热氧降解，其目的就是导致材料化学结构的显著变化，生成新生的亲水活性基团或其它含氧基团，可被自然界中的微生物吞噬。因此，无论光氧或是热氧，其最终所达到的目的是一样的。因此，本标准中既考虑了光氧降解性能的要求，同时也考虑了在无紫外光的情况下的热氧降解性能，只要经过光氧降解或热氧降解后的薄膜断裂伸长率保留率 $\leq 25\%$ ，即可视为生态降解性能符合标准要求。

断裂伸长保留率指降解前后试样断裂伸长率变化值与降解前断裂伸长率的百分比。它反映了试样的性能变化率，表征了试样的脆化、化学结构、物理力学性能的变化。根据 QB/T 2461-1999《包装用降解聚乙烯薄膜》，用断裂伸长保留率来判定热氧催化降解或光氧催化降解的程度。

本标准对断裂伸长保留率的要求是经 120h 氙灯暴晒后，断裂伸长保留率 $\leq 25\%$ ，严于 QB/T 2461-1999《包装用降解聚乙烯薄膜》标准中的“环境降解包装聚乙烯薄膜：光降解后断裂伸长保留率应不大于 30%”，及 HJ/T209-2005《环境标志产品技术要求 包装制品》标准 6.2.2 可降解类包装制品的要求中降解断裂伸长保留率 $\leq 30\%$ 的规定。

(2) 降解后的重均分子量

塑料再经过氧化降解后，会经过微生物作用，继续分解。在判断生物降解的程度方面，设计了测定重均分子量和测定生物降解后质量失重率两种方式。标准的使用者可以选择其中的一种检测方法，作为生物降解评判的依据。

本标准中设定降解后的重均分子量 $M_w \leq 10000$ ，严于 GB /T 20197-2006《降解塑料的定义、分类、标志和降解性能要求》中的，一、光降解后重均分子量 $M_w < 10000$ 的分子百分含量 $\geq 10\%$ ；二、热降解后重均分子量 $M_w < 10000$ 的分子百分含量 $\geq 20\%$ 。

设定10000分子量左右时能被生物降解的依据一方面是参考了多份国际专家科研报告文献关于聚烯烃材料生态降解的试验证明，另一方面就是参考GB 20197规定的光、热降解分子量需达到1万的规定，其生物降解性即可以断定。

(a) 国外文献报道：法国克莱蒙费朗第二大学国家光保护评价中心和英国伯明翰阿斯顿大学的英文文献报道，光降解后，Mw（重均分子量）为 40,000 时，聚乙烯板的表面发生了生物降解。意大利比萨大学化学化工学院 Emo Chiellinia^{*}, Andrea Cortia, Graham Swift^b 一篇介绍分子量为 28,000 的高密度聚乙烯能被生物降解。其总的原则就是，氧化降解后分子量越小就越容易生物降解。

(b) GB 20197《降解塑料的定义、分类、标志和降解性能要求》光、热降解塑料性能变化的评价中，规定了重均相对分子质量小于 1 万的分子百分含量的要求。

(3) 生物降解后质量失重率

生物降解后质量失重率指试样在规定的生物降解条件下失去的重量与样品原重量的百分比。

GB 20197《降解塑料的定义、分类、标志和降解性能要求》关于环境降解包装用聚乙烯薄膜的规定为“需氧生物降解率（30d）应不小于15%或生物降解后质量失重率（28d）应不小于6%。

HJ/T 209-2009《环境标志产品技术要求 包装制品》关于可降解类包装制品的规定是“生物降解型膜包装制品降解率 $\geq 15\%$ ”。

由于添加了降解剂的塑料结构发生了变化，使其生物降解成为持续的，最终被自然界中的微生物吞噬而完全降解。上级标准也说明了在规定的时间内需达到生物降解的要求。本标准在试验的基础上设定经3个月生物降解后质量失重率 $\geq 20\%$ 判定为可生物降解，用生物降解后质量失重率来表示其生物降解的程度。

(四) 关于试验方法

1、产品的取样、试样状态调节和试验环境、尺寸偏差、感官、物理力学性能、卫生性能等指标按照上级标准中的相关要求执行。

其中，因 GB/T 24984-2010《日用塑料袋》对物理力学性能中的提吊性能没有要求，因此，本标准也未规定日用袋的提吊试验要求，仅规定了生态降解聚烯烃购物袋和垃圾袋的提吊试验要求。同时，在 GB/T 24984-2010《日用塑料袋》中规定了对宣称有食品保鲜的日用袋的气体透过率偏差和透湿量偏差的试验方法，因此，本标准也规定了对宣称有食

品保鲜的日用袋的气体透过率偏差和透湿量偏差的试验。

2、降解性能

(1) 光氧催化降解试验, 按 GB/T 1040.3-2006《塑料拉伸性能的测定第3部分: 薄膜和薄片的试验条件》规定的 II 型试样放入氙灯人工加速老化箱, 按规定的试验条件, 经过 120h 暴晒后, 用万能试验机对样品进行拉力试验, 薄膜断裂伸长率保留率 $\leq 25\%$ 判定为合格。

(2) 热氧催化降解试验。按 GB/T 1040.3-2006《塑料拉伸性能的测定第3部分: 薄膜和薄片的试验条件》规定的 II 型试样放入高温鼓风烘箱中, 高温鼓风烘箱设定恒温 $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。经过 90 d 热降解后, 薄膜断裂伸长率保留率 $\leq 25\%$, 判定为合格。

加速热降解所使用的温度须类似于应用环境和处置方式中的温度。如土壤中的 $20^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$, 堆肥场为 $30^{\circ}\text{C} \sim 65^{\circ}\text{C}$ 。各地土壤中的温湿度变化很大。在试验中所采用的温度中, 应接近聚合物最终处置方式中的其中一个温度。在任何情况下, 试验温度不得超过实际温度 20°C 。所采用的温度也不得使聚合物发生相变, 如玻璃转换温度。综合考虑后, 我们选定 70°C 作为加速热降解的实验温度。一方面可以很好地模拟堆肥场的温度, 同时也可适当提高降解速率, 在较短时间内观测到降解效果, 再一方面此温度时塑料可以保持相态稳定不变, 不发生相变。

(3) 分子量检测: 生态降解聚烯烃塑料袋, 经 120h 光氧催化降解或 90d 热氧催化降解所述操作流程进行氧化降解试验后, 按热氧降解方法再补充 90 d 热氧催化降解, 然后通过凝胶渗透色谱仪 (GPC) 测试分子量, 若样品重均分子量 $M_w \leq 10000$, 即判定为可生物降解。

3、生物降解后质量失重率: 试验按 QB/T 2461 附录 B 中真菌培养液配比进行, 菌种选用黑曲霉菌, 经 3 个月生物降解后, 生物降解后质量失重率 (R) $\geq 20\%$, 即判定为可生物降解。

(五) 检验规则。

按照 GB/T 2828.1-2003《计数抽样检验程序 第1部分: 接收质量限 (AQL) 检索的逐批检验抽样计划》的二次正常抽样方案。检查水平 (IL) 为一般检查水平 II, 合格质量水平 (AQL) 为 6.5。

(六) 标志、包装、运输和贮存。

规定了生态降解聚烯烃塑料袋的标志、包装、贮存和运输要求。

（七）附录 A

为了便于标准的使用，设置了附录 A。

1、无机盐培养液配制方法按照 QB/T 2461-1999《包装用降解聚乙烯薄膜》附录 B 的要求配制，pH6.0~6.5 的微酸性环境更适合微生物的生长繁殖，有利于快速检测。

2、实验证明自然界中广泛存在的黑曲霉对生态塑料的降解速度相对较快，为达到快速检测的目的而采用黑曲霉作为菌种。

3、本检测方法采用每隔一定时间，测量一次生物降解率。

4、微生物在培养过程中，以其对碳源的分解速率判断，微生物生长呈几何级数速度分裂的爆发式增长，因此微生物对生态降解聚烯烃塑料袋的利用速率也是逐渐加快的。如果最初 3 个月的生物降解率可以达到 20%以上，生态降解聚烯烃塑料袋将可以在 24 个月内实现生物降解。

六、作为团体标准的建议及其理由

生态降解聚烯烃塑料是降解塑料发展的重要方向。

本标准将成为“生态降解聚烯烃塑料袋”在生产、检验、销售过程中企业产品质量管理的执行准则，也将为相关职能部门执法提供依据，更好地对产品行使监督、检查。建议将该标准作为团体标准发布。

七、贯彻标准的措施建议

为保护环境，建议行业主管部门对云南省《生态降解聚烯烃塑料袋》团体标准的宣传贯彻制定切实可行的措施，做好宣传培训，使全省各相关部门掌握标准的各项技术要求，加强示范推广，以提高市场竞争力。

《生态降解塑料袋》标准起草小组