郑州市高分子行业协会 《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具》团体标准编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

经郑州高分子行业协会批准，该项目被列入 2024 年度郑州高分子行业协会团体标准制修订项目计划，并下达了《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具制订任务书》。该标准由河南科技大学包装工程研究所负责牵头编制工作。

（二）项目承担单位、协作单位及主要分工

河南科技大学包装工程研究所接到任务后，迅速组织了由：河南科技大学包装工程研究所，洛阳绿之汇塑料降解科技有限公司、河南奥尼斯帝新材料有限公司、国家环保产品质量检验检测中心、江苏省塑料及塑料包装产品质量监督检验中心、山东省产品质量检验研究院、湖南工业大学、平顶山市鼎灿工贸有限公司、河南鑫亿容环保科技有限公司、河南众鑫源环保科技有限公司、河南汇德隆环保科技有限公司、河南鑫丰源工贸有限公司、北京燕山石化高技术有限责任公司、山东凯贵特塑业股份有限公司、偃师市星程塑料制品厂、信阳市宏盛包装用品有限公司、汕头市好家风塑料制品有限公司、济南振华塑料包装有限公司、嘉兴市瑞鑫塑业有限公司、洛阳荣峰塑业有限公司、黄骅市宏振塑料制品有限公司、昆明鑫鑫大壮降解塑料技术有限公司等机构组成的标准编制单位，并组成标准编制小组，同时进行了分工。具体如下：由河南科技大学包装工程研究所负责组织资料收集、调研分析、标准起草、研讨修订、标准送审报批等工作。河南科技大学包装工程研究所，洛阳绿之汇塑料降解科技有限公司、河南奥尼斯帝新材料有限公司、国家环保产品质量检验检测中心、江苏省塑料及塑料包装产品质量监督检验中心、山东省产品质量检验研究院、湖南工业大学、平顶山市鼎灿工贸有限公司、河南鑫亿容环保科技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
魏风军	男	总经理	河南科技大学	主要起草人、编辑、审核
魏丰杰	男	工程师	洛阳绿之汇塑料降解科技有限公司	主要起草人
陈其思	男	总经理	河南奥尼斯帝新材料有限公司	调查研究、起草人
刘金鹏	男	高级工程师	国家环保产品质量检验检测中心	调查研究、起草人
刘红波	男	工程师	江苏省塑料及塑料包装产品质量监督检验中心	调查研究、起草人
李林林	女	工程师	山东省产品质量检验研究院	调查研究、起草人
钟云飞	男	教授	湖南工业大学	调查研究、起草人
杜松琴	女	总经理	平顶山鼎灿工贸有限公司	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，尤其是聚丙烯餐盒。基于此，世界各国开始研究可降解塑料，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。可降解塑料在丢弃后，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，国内外用于吸塑、注塑的聚丙烯餐饮具，其降解或者替代技术按类型可分为填充型降解塑料、光降解塑料、聚酯型降解塑料、自然生态降解聚丙烯四大类，其技术发展现状和趋势如下：

（一）淀粉（稻壳）填充型聚丙烯餐饮具

淀粉（稻壳）填充型聚丙烯餐饮具是通过在生产过程中向普通塑料中填充易降解成分淀粉（稻壳）得到的。由于聚丙烯与淀粉兼容性差，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，聚丙烯成分仍然不降解，造成对环境的进一步污染。

（二）光降解聚丙烯餐饮具

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）聚酯型降解餐饮具

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，目前产能不大，难以满足国内市场需求。

（四）自然生态降解聚丙烯餐饮具

在自然界中，自然生态降解聚丙烯餐饮具无论是堆肥、填埋，还是随意丢弃在地表，都会发生生物降解。降解过程是：第一步，老化，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5000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。

自然生态降解聚丙烯餐饮具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。

基于自然生态降解聚丙烯餐饮具的优点，本标准中所采用的自然生态降解聚丙烯技术是将传统聚丙烯塑料中加入自然生态降解添加剂，从而使其在光照、水

分、氧气及微生物的联合作用下可生物降解的创新环保技术。

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Polymateria、ymphony(公司代号)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降解塑料添加剂制定了法律。在标准方面，美国有ASTM D6954《氧化生物降解塑料实验标准指南》；英国国标委于2020年10月5日发布PAS9017《露天陆地环境生物降解聚烯烃塑料》。

自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具在生产过程中，无需对现有塑料生产工艺、设备进行改进。以聚丙烯加入自然生态降解添加剂，按照传统工艺即可生产出能够在丢弃后24个月内自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具。由于其生产工艺与传统工艺相同，具优良的降解性能、使用性能，可满足广大消费者对自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具的需求。通过自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具的使用，能够减少一次性不可回收塑料产品对环境的危害。

本技术依据以上材料制成的餐盒、吸管，按照GB/T16422.3、GB/T7141、GB/T19277.1进行检测，经老化后的堆肥，180天，生物降解率分别达到了64.8%、77.6%。

综上所述，自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具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。作为一次性不可回收塑料中用量最大的产品之一，应用自然生态降解技术也是解决塑料污染的一种途径。

《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具》团体标准的制定，将规范自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具的生产、使用、管理，并作为自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具在企业生产、检验、质量管理方面的依据。

三、主要起草过程

为制定《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具》团体标准，成立了由河南科技大学包装工程研究所，洛阳绿之汇塑料降解科技有限公司、河南奥尼斯帝新材料有限公司、国家环保产品质量检验检测中心、江苏省塑料及塑料包装产品质量监督检验中心、山东省产品质量检验研究院、湖南工业大学、平顶山市鼎灿工贸有限公司、河南鑫亿容环保科技有限公司、河南众鑫源环保科技有限公司、河南汇

德隆环保科技有限公司、河南鑫丰源工贸有限公司、北京燕山石化高技术有限公司、山东凯贵特塑业股份有限公司、偃师市星程塑料制品厂、信阳市宏盛包装用品有限公司、汕头市好家风塑料制品有限公司、济南振华塑料包装有限公司、嘉兴市瑞鑫塑业有限公司、洛阳荣峰塑业有限公司、黄骅市宏振塑料制品有限公司、昆明鑫鑫大壮降解塑料技术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

该标准起草小组深入到塑料化工及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、国内的可降解聚丙烯塑料方面的资料，收集了国外的可降解聚丙烯塑料试验标准美国标准 ASTM D6954《氧化生物降解塑料实验标准指南》、英国标准 PAS9017《露天陆地环境生物降解聚烯烃塑料》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》、GB18006.3-2020《一次性可降解餐饮具通用技术要求》、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 21661-2020《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；通过调研可降解聚丙烯塑料制品在生产、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检验检测中心的检验为基础，确定了自然生态降解聚丙烯餐饮具的检验及质量指标，为《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具》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《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具》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，标准起草小组根据自然生态降解聚丙烯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，使标准能够对自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具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《郑州高分子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，检测方法与上级标准保持一致，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

郑州高分子行业协会《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具》团体标准共有 8 章。

（一）术语和定义

对自然生态降解、自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具等术语进行了定义。

（二）产品分类

产品包含如下品类：餐盒、盘、碟、刀叉勺、筷子、碗、杯、罐、壶、吸管等。

（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。

2、降解性能

要求检测老化后的断裂伸长保留率、重均相对分子质量下降率、重均相对分子质量 < 10000 百分含量、生物降解率。

(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 $\leq 5\%$ ，即可视为生物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 氙灯老化或紫外老化后，补充 90 天热老化，断裂伸长保留率 $\leq 5\%$ ，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相对分子质量 $M_w \leq 10000$ 的分子百分含量 $\geq 50\%$ ，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， M_w （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 Swiftb 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) 生物降解率

按照 GB/T 19277.1 进行检测，180 天，要求 $\geq 60\%$

由于添加了自然生态降解添加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 180 天堆肥实验生物降解率 $\geq 60\%$ 判定为可生物降解。

(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。

2、降解性能

(1) 光氧催化降解试验，按 GB/T 16422.2 或 GB/T 16422.3 进行老化。

(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，按 GB/T 7141-2008《塑料热老化试验方法》放入高温鼓风烘箱中，高温鼓风烘箱设定恒温 $78\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ 。经过 90 d 热降解后，薄膜断裂伸长率保留率 $\leq 5\%$ ，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 $20\text{ }^\circ\text{C} \sim 30\text{ }^\circ\text{C}$ ，堆肥场为 $30\text{ }^\circ\text{C} \sim 65\text{ }^\circ\text{C}$ 。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 $20\text{ }^\circ\text{C}$ 。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 $78\text{ }^\circ\text{C}$ 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：自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具，经 120h 光氧催化降解再补充 90 天热氧催化降解，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 $M_w \leq 10000$ ，即判定为可降解。

4、生物降解率：试验按 GB/T19277.1 经 180 天堆肥，生物分解率 $\geq 60\%$ 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。

规定了自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具的标志、包装、贮存和运输要求。

六、作为团体标准的建议及其理由

自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具是契合我国石化产业发展的降解塑料发展方向之一。

本标准将成为“自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具”在生产、检验、销售过程中企业产品 quality 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郑州高分子行业协会《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具》团体标准的宣传贯彻制定切实可行的措施，做好宣传培训，使大家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。

《自然生态降解聚丙烯一次性餐饮具》标准起草小组