

国家塑料制品质量监督检验中心

China National Center for Quality Supervision & Test of Plastic Products

降解塑料试验体系的建立与完善

翁云宣

BMG

国家塑料制品质量监督检验中心（北京）

一. 背景

为了解决越来越多的塑料废弃物问题，世界上相继出现了焚烧利用热能、回收再利用、自然降解等三种主要的解决塑料废弃物方法。而开发可自然降解的塑料制品来替代目前普遍使用的普通塑料制品是近年来的热点。由于各国政府、科学家、企业家的共同努力，降解塑料的开发不断取得进展，降解塑料已应用于各个行业，如降解农用塑料薄膜、一次性降解餐具、降解包装材料、日用塑料、医药行业中的可降解的手术缝线等，生产降解产品的企业也越来越多。随着可降解产品的生产和需求将与日俱增，为了规范可降解产品市场，保证产品的可降解性，最终保护环境，建立一个完善的可降解塑料的测试技术和标准体系，尤为重要和紧迫。

二. 国外现状和趋势

国外许多发达国家在研究降解塑料方面投入了大量资金。美国是研究和开发降解塑料的主要国家之一，主要单位有十几家，如塑料降解研究联合体（PDRC）、生物/环境降解塑料研究会（BEOPS）等，他们的宗旨是进行有关降解材料合成、加工工艺、降解试验、测试技术和方法标准体系的建立。近年来日本对降解塑料的研究开发给予了极大的关注，日本通产省已将生物降解塑料作为继金属材料、无机材料、高分子材料之后的“第四类新材料”，并拨款 1440 万美元支持生物降解塑料的开发，内容包括生物降解性塑料研制及试验评价方法的研究开发。欧洲 Bri te-Euram 对降解塑料之一的生物降解塑料就投资 200 万美元，用于跨国研究和开发，并计划建立完善的降解评价体系。到目前，国外制定的可降解塑料测试技术和标准很多，测试技术涉及物理性能、羰基指数、熔点、分子量、质量变化及电镜表面扫描、¹⁴C 放射线跟踪法与生物菌种浸蚀、堆肥法，涉及的标准有近 20 几个，具体见表 1。国外测试技术和标准总的趋势就是用加速降解试验在短时间

表 1 国外相关降解试验方法标准

标准号	标准名称
ISO 4892.1-1999	Plastics -- Methods of exposure to laboratory light sources -- Part 1: General guidance
ISO 4892.2-1994	Plastics -- Methods of exposure to laboratory light sources -- Part 2: Xenon-arc sources
ISO 4892.3-1994	Plastics -- Methods of exposure to laboratory light sources -- Part 3:

北京阜成路 11 号
11 Fucheng Road, Beijing, P. R. China
Tel.: +86-10-68905380
Email: wengyx@plastic.org.cn

邮政编码 100037
PostCode 100037
Fax.: +86-10-68423957
BP: 010-95900 呼 39382

国家塑料制品质量监督检验中心

China National Center for Quality Supervision & Test of Plastic Products

	Fluorescent UV lamps
ISO 4892.4-1994	Plastics -- Methods of exposure to laboratory light sources -- Part 4: Open-flame carbon-arc lamps
ASTM G 151	Standard Practice for Exposing Nonmetallic Materials in accelerated Test Devices that Use Laboratory Light Sources
ASTM G 155	Standard Practice for Operating Xenon Arc Light Apparatus for Exposure of Non-Metallic Materials
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 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 D5152 - 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	采用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	塑料曝露于模拟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
ASTM D6400-99	Standard Specification for Compostable plastics
ASTM D 6002-96	Standard guide for assessing the compostability of environmentally degradable plastics
ASTM D 5338-98	Standard test methods for determining aerobic biodegradation of

北京阜成路 11 号
11 Fucheng Road, Beijing, P. R. China
Tel.: +86-10-68905380
Email: wengyx@plastic.org.cn

邮政编码 100037
PostCode 100037
Fax.: +86-10-68423957
BP : 010-95900 呼 39382

国家塑料制品质量监督检验中心

China National Center for Quality Supervision & Test of Plastic Products

	plastic materials under controlled composting conditions
ASTM D 6340-98	Standard test method for determining aerobic biodegradation of radiolabeled plastic materials in an aqueous or compost environment
JIS K 6950-94	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)
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
ISO 14851:1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium -- Method by measuring the oxygen demand in a closed respirometer
ISO 14852:1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials in an aqueous medium -- Method by analysis of evolved carbon dioxide
ISO 14855:1999	Determination of the ultimate aerobic biodegradability and disintegration of plastic materials under controlled composting conditions -- Method by analysis of evolved carbon dioxide
D 618-99	Standard Practice for Conditioning Plastics for Testing
D883-99	Standard Terminology Relating to Plastics
D1293	Standard Test Methods for pH of Water
D 1888	Discontinued 1991, Replaced By No Replacement
D2908-91(1995)	Standard Practice for Measuring Volatile Organic Matter in Water by Aqueous-Injection Gas Chromatography
D3590-89(1994)e1	Standard Test Methods for Total Kjeldahl Nitrogen in Water
D4129-98	Standard Test Method for Total and Organic Carbon in Water by High Temperature Oxidation and by Coulometric Detection
E290-96	Standard Practice for Packed Column Gas Chromatography

三. 国内现状和趋势

国内对降解塑料的研究开始于 80 年代末和 90 年代初,开发的产品主要有包装材料、一次性餐具、办公用品及农业用品如农业薄膜等。但国内目前尚没有完善的评价降解塑料材料的测试技术和标准体系。国内涉及的标准很少,具体见表 2。随着可降解塑料的在国内广泛使用,建立能在短时间内评价其可降解性能的测试技术和标准体系成为必然的趋势。

表 2 国外相关降解试验方法标准

标准号	标准名称
GB/T 9344-88	塑料氙灯光源暴露试验方法 (neq ISO 4892-2:1994)
GB/T 15596-1995	塑料暴露于玻璃下日光或自然气候或人工光源后颜色和性能变化的测定 (neq ISO 4582:1980)
GB/T 16422.1-1996	塑料实验室光源暴露试验方法 第 1 部分: 通则 (eqv ISO 4892.1:1994)
GB/T 16422.2-1996	塑料实验室光源暴露试验方法 第 2 部分: 氙灯
GB/T 16422.3-1997	塑料实验室光源暴露试验方法 第 3 部分: 荧光紫外灯 (eqv ISO 4892-3:1994)

北京阜成路 11 号
11 Fucheng Road, Beijing, P. R. China
Tel. : +86-10-68905380
Email : wengyx@plastic.org.cn

邮政编码 100037
PostCode 100037
Fax. : +86-10-68423957
BP : 010-95900 呼 39382

国家塑料制品质量监督检验中心

China National Center for Quality Supervision & Test of Plastic Products

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
HJBZ 12—2000	“包装制品”环境标志产品技术要求

四．国外微生物降解试验方法标准与国内目前的试验方法之间区别

从表 1 和表 2 可以看出,国外在降解试验的技术和标准体系的建立上已经比较完全,而国内的降解试验方法标准除光降解试验方法采用国际标准以外,微生物的降解试验方法标准包括微生物行为评定法、堆肥法等均没有专门的试验方法标准。产品标准中规定的一些试验方法与国外先进标准有一定的区别,如 ISO 846-1996《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》中涉及的菌种有真菌 ATCC6275、CMI 114933、ATCC18502、ATCC9645、ATCC6205 以及细菌 QM82J、ATCC9348、ATCC9112、CMI 49528,而国内标准在考虑到中国国情的情况下选择的真菌有 AS3.4253、3.4004、3.3928、3.4254、3.3984、3.3875、3.3935,但是由于这些菌种的选择缺乏经过大多数企业的产品、区域性的验证试验,使国内标准的试验方法与国外先进标准有一定的差距。

五．已经开展的工作

国家塑料制品质量监督检验中心于 1992 年起就开始进行降解塑料及其降解评价方法的研究,到目前已经建立了室外自然曝晒实验室、人工加速降解实验室,测试与分析方法有样品降解前后物理性能、羰基指数、熔点、降解前后样品质量损失、以及生物菌种浸蚀、堆肥法,拥有的设备有室外曝晒架、氙灯人工模拟自然条件加速老化箱、生物细菌培养箱、万能材料试验机、FTTR 红外仪、差热分析仪(DSC)等,能初步评价光降解、生物降解、光-生物降解型塑料降解性能,到目前已对全国几十家企业的降解产品进行了测试评价,降解性能的评价测试方法在国内已处于领先地位。

六．进一步完善降解试验标准和技术体系

我中心准备完善降解试验方法,依据 ISO、ASTM、DIN 等国外先进标准制定适合国内情况的试验方法标准,即“塑料微生物降解试验方法标准”系列,包括“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”、“受控堆肥化条件下塑料材料的需氧生物降解和分解的测定法”。

北京阜成路 11 号
11 Fucheng Road, Beijing, P. R. China
Tel.: +86-10-68905380
Email: wengyx@plastic.org.cn

邮政编码 100037
PostCode 100037
Fax.: +86-10-68423957
BP : 010-95900 呼 39382