

团 体 标 准

T/SZS XXXX—2026

微生物降解塑料制品使用和循环再利用 指南

Guidelines for the use and recycling of microbial degradable plastic
products

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

深圳市深圳标准促进会 发布



版权保护文件

本标准版权归发布机构所有。除另有规定外，未经许可，不得以任何形式或任何方式复制、转载、传播或使用本标准及其内容，包括但不限于电子版本、影印复制、互联网及内部网络发布。使用许可须向发布机构申请。

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 概要 2

5 分类及使用 3

6 再利用 4

7 环境保护要求 6

参考文献 8

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由深圳市工业和信息化局提出。

本文件由深圳市深圳标准促进会归口。

本文件起草单位：深圳市中集新材科技发展有限公司、深圳市标准技术研究院、深圳市新材料行业协会、深圳市恒得源环保新材料科技有限公司、广东省华微检测股份有限公司、深圳市华万彩实业有限公司、深圳市丰园控股有限公司、通标标准技术服务有限公司、深圳市大二包装制品有限公司、深圳市善翔环保科技有限公司、东莞愷进塑胶制品有限公司、东莞市金顺包装材料有限公司、广西骏辉高分子科技有限公司、惠州市雅祥实业有限公司、贵州格林杜尔环保新材料有限公司、东莞市梓俊胶袋制品有限公司、东莞市金宠智能科技有限公司。

本文件主要起草人：刘松、邓海波、周志林、李小凤、陈寿、李音、徐立峰、练晓、冯雪萍、游匡正、张贤江、甘明、杨泉。

微生物降解塑料制品使用和循环再利用指南

1 范围

本文件提供了微生物降解塑料制品的概要、分类及使用、再利用、环境保护要求等方面的指导。
本文件适用于微生物降解塑料制品使用和循环再利用的管理和应用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 5085.7 危险废物鉴别标准 通则
GB 8978 污水综合排放标准
GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 14554 恶臭污染物排放标准
GB 15562.2 环境保护图形标志 固体废物贮存（处置）场
GB 16297 大气污染物综合排放标准
GB 18599 一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准
GB 31572 合成树脂工业污染物排放标准
GB/T 31962 污水排入城镇下水道水质标准
GB 34330 固体废物鉴别标准 通则
GB/T 45090 塑料 再生塑料的标识和标志
HJ 662 水泥窑协同处置固体废物环境保护技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

生物降解 biodegradation

由生物活动引起的降解，尤其是酶的作用引起材料化学结构的显著变化。由于材料被微生物或某些生物作为营养源而逐步消解，导致质量损失、性能如物理性能下降等，并最终导致材料被分解成成分较简单的化合物或单质，如二氧化碳（CO₂）或/和甲烷（CH₄）、水（H₂O）及其所含元素的矿化无机盐以及新的生物质。

[来源：GB/T 20197—2006，3.2]

3.2

微生物降解 microbial degradation

由于微生物活动引起材料降解，导致其相对分子质量下降与质量损失、物理性能下降等，并最终被分解为成分较简单的化合物及所含元素的矿化无机盐、生物死体的一种性质。

注1：此处所指微生物可以是自然界中的，也可以是人工添加的微生物。

注2：人工添加的微生物包括地衣芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、蜡样芽孢杆菌等。

3.3

降解塑料 degradable plastic

在自然或规定环境条件下，经过一段时间和包含一个或更多步骤，导致材料化学结构的显著变化而损失某些性能（如完整性、分子质量、结构或机械强度）和/或发生破碎的塑料。

[来源：GB/T 32163.2—2015, 3.13, 有修改]

3.4

微生物降解塑料制品 microbial degradation of plastic products

在自然界如土壤和/或沙土等条件下,和/或特定条件的需氧(如堆肥化条件下)或厌氧消化条件下或水性培养液中,由微生物作用引起降解,并最终被分解为成分较简单的化合物及所含元素的矿化无机盐的塑料制品。

注:此处所指塑料可以是直接被自然环境中的微生物降解的降解塑料,也可以是人工添加特定的微生物菌群(如地衣芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、蜡样芽孢杆菌等)至普通塑料中形成的可降解塑料。后者在常规使用条件下保持普通塑料的优异物理性能,当处于特定环境(如微生物富集环境、特定温度/湿度条件等)触发时,具有可降解性。

[来源:GB/T 20197—2006, 3.12, 有修改]

3.5

循环再利用 recycling

为了最初用途或其他用途而进行的塑料废弃材料的加工。

[来源:GB/T 30102—2024, 3.5, 有修改]

3.6

相对生物降解率 relative degree of biodegradation

在同一生物降解试验中,样品生物降解率与参比材料(纤维素)生物降解率的比值,以百分率表示。

3.7

机械再利用 mechanical recycling

通过筛选、破碎、清洗或熔融挤出造粒等工艺将塑料废弃物转化成二次原料或产品的加工过程,在这一过程中材料的化学结构没有发生显著变化。

[来源:GB/T 30102—2024, 3.9, 有修改]

3.8

物理再利用 physical recycling

经过熔融、拆分、剥离、溶解、萃取(固液)、沉淀或过滤等系列净化步骤,将一种或多种目标聚合物与其他聚合物、添加剂和加入的其他材料(如纤维、填料、着色剂和污染物)分离,得到回收的聚合物的过程,该聚合物很大程度上不受过程的影响,能够重新用于塑料配方,在这一过程中材料的化学结构未发生显著变化。

注1:此过程还可能使塑料的其他有价值的部件能够回收(如金属、增强纤维)。

注2:目前,大多数物理再利用方法是基于溶剂的方法。

[来源:GB/T 30102—2024, 3.10, 有修改]

3.9

化学再利用 chemical recycling

通过裂解、气化或解聚反应、焦炉处理(不包括能量回收和焚烧)等技术,使塑料废弃物的化学结构发生改变,生成新的单体或原材料。

[来源:GB/T 30102—2024, 3.11]

3.10

生物再利用 biological recycling

在可控条件下采用微生物对可生物降解塑料废弃物进行有氧(堆肥等)或厌氧(消化)处理,从而在有氧条件下生成稳定的残余有机物、二氧化碳和水,或在无氧条件下生成稳定的残余有机物、甲烷、二氧化碳和水。

注:包含基于活的微生物的工业化过程,能将生物废弃物转化为有价值的产品。

[来源:GB/T 30102—2024, 3.12, 有修改]

4 概要

4.1 微生物降解塑料制品原材料符合国家及行业相关标准,不使用对人体健康或环境有害的物质。

- 4.2 微生物降解塑料制品强化绿色设计，以便于重复使用和利用处置。
- 4.3 微生物降解塑料制品的标识清晰、准确，包括降解条件、适用场景、再利用方式等信息。
- 4.4 微生物降解塑料制品的降解性能、物理性能及安全环保性能满足使用场景的需求。仅在产品标注的限定环境条件下发生降解，常规储存、使用周期内不出现提前粉化、力学性能快速衰减等过早降解现象，各项性能指标满足对应产品标准。
- 4.5 宜以提高资源利用率和减少环境影响为原则，按照重复使用、再利用和处置的顺序，选择合理可行的微生物降解塑料利用处置技术路线。
- 4.6 涉及微生物降解塑料制品的产生、收集、运输、贮存、利用、处置的单位和其他生产经营者，根据产生的污染物采取防扬散、防流失、防渗漏或者其他防止污染环境的措施，并执行国家和地方相关标准。
- 4.7 微生物降解塑料制品的产生、收集、贮存、预处理和再利用企业内单独划分贮存场地，不同种类的废塑料宜分开贮存，贮存场地具有防雨、防扬散、防渗漏等措施，并按 GB 15562.2 的要求设置标识。
- 4.8 微生物降解塑料制品的收集、再利用和处置企业，建立废塑料管理台账，内容包括废塑料的来源、种类、数量、去向等，相关台账保存至少 3 年。

5 分类及使用

5.1 分类

5.1.1 一次性微生物降解塑料制品

单次使用后即废弃的微生物降解塑料制品，包括塑料购物袋、连卷袋、塑料包装袋（含编织袋），一次性塑料餐盒、塑料餐具（刀、叉、勺）、塑料吸管等制品。

注：以通用塑料为基材，复配地衣芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、蜡样芽孢杆菌等外源功能微生物菌群制得的一次性微生物降解制品，能通过检测检出目标功能微生物，且受控堆肥试验相对生物降解率达到规定指标。

示例：含地衣芽孢杆菌的一次性微生物降解塑料制品依据 GB/T 19277.1 开展 45 天受控堆肥降解试验，相对生物降解率超过 15%。

5.1.2 多次复用微生物降解塑料制品

可重复使用多次的微生物降解塑料制品，一次性塑料制品之外的微生物降解塑料制品均为多次使用塑料制品。

注：以通用塑料为基材，复配地衣芽孢杆菌、枯草芽孢杆菌、蜡样芽孢杆菌等外源功能微生物菌群制得的多次复用微生物降解制品，能通过检测检出目标功能微生物，且受控堆肥试验相对生物降解率达到规定指标。

示例：含地衣芽孢杆菌的多次复用微生物降解塑料制品依据 GB/T 19277.1 开展 45 天受控堆肥降解试验，相对生物降解率超过 5%。

5.2 应用场景

5.2.1 一次性微生物降解塑料制品

5.2.1.1 一次性微生物降解塑料制品的使用符合以下要求：

- 明确标识为一次性使用，并注明降解条件和回收方式；
- 优先用于卫生要求高或难以重复使用的场景；
- 循环再利用的塑料制品标识和标志符合 GB/T 45090 的要求；
- 使用后纳入垃圾分类体系，确保其得到合理处理。

5.2.1.2 一次性微生物降解塑料制品应用场景包括但不限于包装、餐饮服务、日常消费等领域：

- 包装类：如购物袋、食品包装袋、快递袋等，适用于零售、物流等领域；
- 餐饮类：如一次性餐具、吸管、杯盖等，适用于外卖、餐饮服务、公共食堂等场景；
- 其他类：如垃圾袋、一次性桌布等，适用于日常生活及商业活动。

5.2.2 多次复用微生物降解塑料制品

5.2.2.1 多次复用微生物降解塑料制品的使用符合以下要求：

- 具备良好的耐用性和可清洁性，确保其可重复使用；
- 明确标识其使用次数和维护方法，并注明降解条件和回收方式；

- 循环再利用的塑料制品标识和标志符合GB/T 45090的要求；
- 使用后进行清洁和消毒，确保其卫生性能符合要求。

5.2.2.2 多次使用微生物降解塑料制品应用场景包括但不限于家庭生活、办公场所、餐饮服务、农业生产等领域：

- 容器类：如可重复使用的食品盒、水杯等，适用于家庭、办公等场景；
- 工具类：如可重复使用的餐具、托盘等，适用于餐饮服务、公共食堂等场景；
- 农业类：如可重复使用的育苗盘、灌溉设备等，适用于农业生产领域；
- 其他类：如可重复使用的购物袋、工具箱等，适用于日常生活及商业活动。

5.2.3 场景选用导向

各类经营主体、使用者在选型时，宜优先选用多次复用微生物降解塑料制品，合理缩减一次性微生物降解塑料制品的使用规模。

6 再利用

6.1 概要

微生物降解塑料制品根据塑料的来源、特性、污染情况以及后续再利用或处置的要求，选择合理的再利用方式，主要包括机械再利用、物理再利用、化学再利用、生物再利用、能源再利用等。

6.2 流程

微生物降解塑料制品的再利用流程见图1。

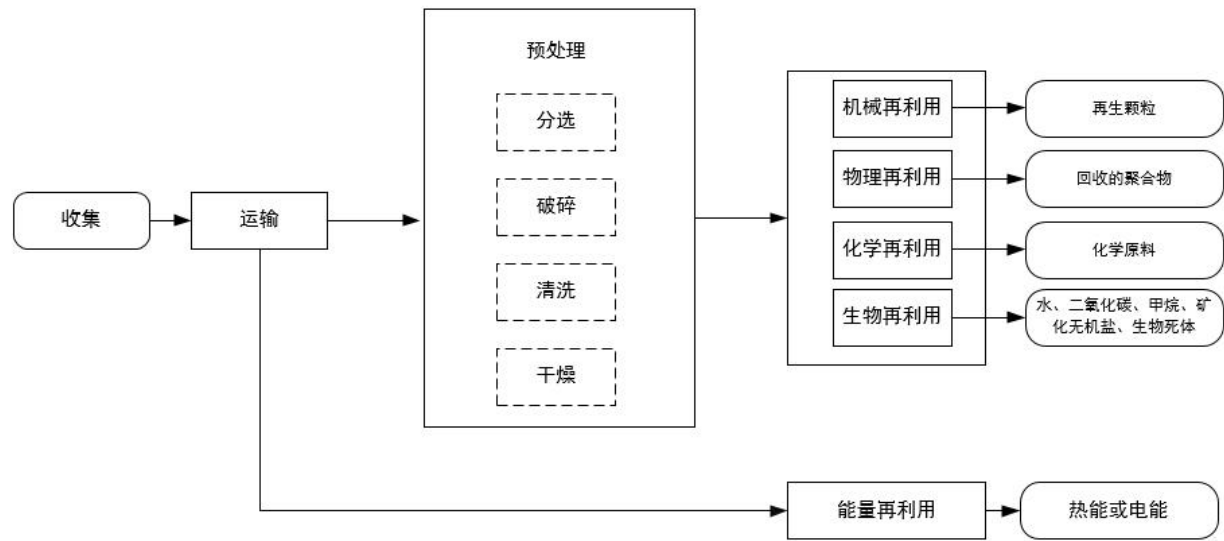


图 1 微生物降解塑料制品的再利用流程

6.3 收集

- 6.3.1 根据微生物降解塑料制品来源、特性及使用过程对废塑料进行分类收集。
- 6.3.2 收集过程中避免扬散，不随意倾倒物料残液、清洗废液，清洗废液统一收集处置。

6.4 运输

微生物降解塑料制品及其预处理后的中间产物的装卸及运输过程，采取必要的防扬散、防渗漏措施，保持运输车辆的洁净，避免二次污染。

6.5 预处理

6.5.1 分选

6.5.1.1 预处理前端设置预分选工序，分离废塑料与砂石、金属、织物等异类杂质，提升后端自动化分选设备运行效率。

6.5.1.2 分选遵循稳定、二次污染可控的原则，根据废塑料特性，宜采用密度分选、气流分选、静电分选、X射线荧光分选、近红外分选、熔融过滤分选、低温破碎分选及其他新型的自动化分选等单一或集成化分选技术。

6.5.2 破碎

6.5.2.1 破碎工序宜采用高效节能工艺技术及设备，破碎工艺分为干法破碎、湿法破碎两类。

6.5.2.2 采用干法破碎工艺时，配备相应的防尘、防噪声设备。

6.5.2.3 采用湿法破碎工艺时，配套废水收集、预处理设施，破碎废水统一汇入厂区污水处理系统。

6.5.2.4 破碎机具有安全防护措施。

6.5.3 清洗

6.5.3.1 清洗工序宜采用节水的自动化清洗技术；清洗剂宜选用无磷绿色环保型产品，不使用有毒有害的清洗剂。

6.5.3.2 根据清洗废水中污染物的种类和浓度，配备相应的废水收集和处理设施，清洗废水处理后宜循环使用。

6.5.4 干燥

6.5.4.1 干燥工序宜采用离心脱水、鼓风干燥、流化床干燥等低能耗设备。

6.5.4.2 干燥环节配备废气收集和净化处理设施，防止二次污染。

6.6 再利用

6.6.1 机械再利用

6.6.1.1 本工艺适用于材质单一、结构简单、无多层复合结构的热塑性微生物降解塑料制品。

6.6.1.2 物料经分选、破碎、清洗、干燥后，通过熔融挤出造粒加工成再生粒料。

6.6.1.3 宜采用节能熔融造粒技术，含卤素废塑料宜采用低温熔融造粒工艺。

6.6.1.4 熔融造粒车间安装废气收集及处理装置，挤出工艺的冷却废水经处理后宜循环使用。

6.6.1.5 造粒设备宜选用无丝网过滤机型，减少废滤网固体废物产生；废弃滤网、熔融残渣分类收集，按厂区固废管理制度统一处置。

6.6.1.6 再生改性所用改性剂、增塑剂、相容剂选用低毒、环境友好型助剂；不使用国家明令禁止的塑料加工助剂。

6.6.1.7 以机械再生粒料为原料生产微生物降解塑料制品时，成品全部性能指标符合本文件及对应产品标准要求。

6.6.2 物理再利用

6.6.2.1 本工艺适用于表面洁净、结构完整，无法通过机械造粒实现再生，且采用溶剂分离提纯经济性优于化学裂解的微生物降解塑料制品。

6.6.2.2 通过熔融分层、剥离、溶剂溶解、固液萃取、沉淀、过滤等工序分离提纯目标聚合物，制备再生高分子原料。

6.6.2.3 为了回收不同用途的再生材料所用的主要或目标聚合物，有必要采取适当的工艺（如溶剂萃取）去除其他聚合物、添加剂、填料和污染物。

6.6.2.4 提纯得到的再生聚合物性能满足对应塑料原料标准；再生聚合物宜优先用于非食品接触、性能要求较低的塑料制品生产。

6.6.3 化学再利用

6.6.3.1 本工艺适用于多层复合、重度污染、交联老化，无法通过物理、机械方式提纯再生的微生物降解塑料制品。

6.6.3.2 通过水解、热解、气化等多种工艺将塑料转化为单体化学成分或相应的碳氢化合物。这些化

学品能用作聚合反应的原料，或用于其他化学加工过程。

6.6.3.3 化学处理过程符合环保要求，避免有害物质排放。

6.6.3.4 含有聚氯乙烯等含卤素塑料的混合废塑料进行化学再生时，进行适当的脱氯、脱硅及脱除金属等处理，以满足生产及产品质量和污染防治要求。

6.6.3.5 化学再生工艺配套助剂不宜选用含重金属组分添加剂。

6.6.3.6 化学再利用过程使用的含重金属催化剂优先循环使用，废弃的催化剂委托有资质的单位进行利用或处置。

6.6.3.7 化学再利用裂解设施使用连续生产设备(包含连续进料系统、连续裂解系统和连续出料系统)。

6.6.3.8 化学再生产生的固态副产物按照 GB 34330 开展固体废物属性鉴别；判定为固体废物的，实施分区贮存管理；经 GB 5085.7 鉴别属于危险废物的，按危险废物全流程管控要求处置。

6.6.4 生物再利用

6.6.4.1 生物再利用工序仅适用于纯生物基微生物降解塑料制品，不宜混入石油基改性塑料、多层覆膜复合杂质。

注：石油基 PE、PP 改性塑料分子碳链无易水解的官能团，工业堆肥周期内仅物理碎裂、无法完全矿化，会产生微塑料残留，同时溶出助剂干扰堆肥微生物活性，腐熟产物不满足农用基质生态安全要求；多层覆膜复合制品的铝箔、普通塑料夹层、不可降解复合胶会阻隔微生物接触基材，大幅延缓降解，残留金属与塑料杂质易损坏发酵设备，且无低成本规模化分选手段。

6.6.4.2 物料经预处理分离砂石、金属等不可降解杂质后，在可控好氧堆肥、厌氧消化体系内通过微生物酶解完成矿化；食品残渣等可生物降解附着污染物无需提前分离，该类杂质进入机械再生高温工序易发生热分解，属于再生过程干扰杂质。

6.6.4.3 生物降解处置全过程宜配套渗滤液收集、恶臭治理设施，避免废水、废气、固体残渣二次污染。

6.7 能源再利用

6.7.1 能源再利用为兜底处置路径，仅适用于无法通过机械、物理、化学、生物方式实现材料再生的微生物降解塑料制品。

6.7.2 通过焚烧、高温热解工艺回收物料中化学能，转化为热能或电能。

6.7.3 使用生活垃圾焚烧类设施处置微生物降解塑料制品时，污染物排放执行相应设施的排放标准。使用水泥窑等工业窑炉协同处置含卤素废塑料时，按照 HJ 662 的要求控制入窑卤素元素含量。

6.7.4 能源化处置设施配套脱硝、脱酸、除尘、二噁英削减等完整烟气治理装置，全过程管控废气污染物稳定达标排放。

7 环境保护要求

7.1 从事微生物降解塑料制品再生利用的企业，生产过程废水、废气、恶臭、厂界噪声排放控制指标分别符合 GB 31572、GB 8978、GB/T 31962、GB 16297、GB 14554、GB 12348 的规定；有地方污染物排放标准的，排放控制执行地方标准中更严限值。

7.2 再生作业产生分选废水、清洗废水、设备冷却水，可依据各类废水污染物组分、浓度差异，选择分单元单独处理或全厂集中综合处理模式。废水处理工艺宜采用物化预处理耦合生化深度处理、膜分离协同工艺，通过优化药剂投加方案减少药剂消耗量与污泥产生量；经处理达标后的废水，宜优先回用于车间生产工序。

7.3 再利用过程中收集的废气根据废气的性质，采用催化氧化、低温等离子、喷淋等处理技术；如再利用过程的废气中含氯化氢等酸性气体，增加喷淋处理设施，喷淋处理产生的污水按 7.2 执行。

7.4 再生作业产出的固体废物可分区分类贮存管理。其中，经判定为一般工业固体废物的，贮存、处置管控按 GB 18599 的要求执行；经鉴别属于危险废物的物料，宜密闭单独存放，委托具备对应危险废物经营资质的单位规范化处置，并留存完整转移台账记录。

7.5 废水处理产生的污泥，企业可配套稳定化、干化设施自行处置，也可委托具备污泥处置能力的合规单位处置；污泥不宜随意堆放、露天倾倒丢弃。

7.6 废弃滤网、熔融残渣等工艺固体废物不在缺少配套废气、除尘治理设施的条件下开展露天焚烧、简易焚烧作业。

7.7 破碎、造粒、风机、泵类等高噪声生产设备，宜配套减振基座、隔声罩、消声器等降噪设施，厂界噪声水平按照 GB 12348 规定的限值管控。

7.8 企业宜建立完善的污染防治管理制度，编制废气、废水、固废处理设施日常运维操作规程；完整留存环保设施巡检维护记录、污染物监测报告、固体废物转移联单、污泥处置凭证等环保档案。其中监测记录、设施运维台账、一般固废处置单据留存时长不少于 5 年，危险废物转移纸质联单留存时长不少于 5 年，电子转移联单系统数据留存时长不少于 10 年。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2035 塑料 术语
 - [2] GB 4806.1 食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求
 - [3] GB/T 7918.1 化妆品微生物标准检测方法 总则
 - [4] GB 9685 食品安全国家标准 食品接触材料及制品用添加剂使用标准
 - [5] GB 14934 食品安全国家标准 消毒餐（饮）具
 - [6] GB/T 16288 塑料制品的标志
 - [7] GB/T 18006.3 一次性可降解餐饮具通用技术要求
 - [8] GB/T 19277.1 受控堆肥条件下材料最终需氧生物分解能力的测定采用测定释放的二氧化碳的方法 第1部分：通用方法
 - [9] GB/T 20197—2006 降解塑料的定义、分类、标识和降解性能要求
 - [10] GB/T 30102—2024 塑料废弃物的回收和再利用指南
 - [11] GB/T 32163.2—2015 生态设计产品评价规范 第2部分：可降解塑料
 - [12] GB/T 34224 生物产品中功能性微生物检测
 - [13] GB/T 37821 废塑料再生利用技术规范
 - [14] GB/T 38082 生物降解塑料购物袋
 - [15] CJ/T 280 塑料垃圾桶通用技术条件
 - [16] HJ/T 202 环境标志产品技术要求 一次性餐具
 - [17] HJ 364 废塑料污染控制技术规范
 - [18] HJ 2035 固体废物处理处置工程技术导则
 - [19] NY/T 1461 饲料微生物添加剂地衣芽孢杆菌
 - [20] SN/T 2206.2 化妆品微生物检测方法 第2部分：需氧芽孢杆菌和蜡样芽孢杆菌
 - [21] DB13/T 5361 废塑料回收与再利用污染控制技术规范
 - [22] ISO 14855-1:2012 Determination of the ultimate aerobic biodegradability of plastic materials under controlled composting conditions—Method by analysis of evolved carbon dioxide—Part 1: General method
 - [23] ASTM D5338-15:2021 Standard Test Method for Determining Aerobic Biodegradation of Plastic Materials Under Controlled Composting Conditions, Incorporating Thermophilic Temperatures
 - [24] 中华人民共和国商务部. 商务领域一次性塑料制品使用、回收报告办法（试行）：（2020）61号. 2020年
-