

《物料甲烷潜力测试方法》国家标准
编制说明（征求意见稿）

《物料甲烷潜力测试方法》编制组

二〇二四年十月

目 录

一、工作简况	1
1.1 任务来源	1
1.2 标准拟解决的问题	1
1.3 标准制定的意义及目的	1
1.4 起草单位情况	2
1.5 主要工作过程	2
二、标准编制原则、技术路线和依据	4
2.1 编制原则	4
2.2 编制依据	4
2.3 技术路线	4
三、主要内容及其确定依据	5
3.1 范围	5
3.2 规范性引用文件	5
3.3 术语与定义	6
3.4 原理	7
3.5 实验物料的特征	8
3.6 仪器与设备	9
3.7 实验的流程	9
3.8 计算及结果表达	9
3.9 结果的有效性	11
3.10 测试报告	12
四、预期效益	12
4.1 社会效益	12
4.2 经济效益	13
4.3 生态效益	13
五、与有关的现行法律、法规与强制性标准的关系	13
六、对国家标准的采纳情况及国内外先进行对比	13
6.1 国外先进标准采标程度	13
6.2 国内外同类标准水平对比情况	14
七、重大分歧意见的处理依据和结果	14
八、作为推荐标准的建议	15
九、贯彻标准的要求和措施建议	15
十、废止现行有关标准的建议	15
十一、其他应予说明的事项	15
参考文献	15

《物料甲烷潜力测试方法》编制说明

(征求意见稿)

一、工作简况

1.1 任务来源

国家标准计划《物料甲烷潜力测试方法》由TC515（全国沼气标准化技术委员会）归口，主管部门为农业农村部，组织起草部门为国家标准化管理委员会。

标准立项信息如下：

项目编号：20232563-T-326

项目名称：物料甲烷潜力测试方法

制、修订：制订

标准类型：方法

1.2 标准拟解决的问题

本标准针对生物废物、能源作物、农业废弃物、粪便、污泥及农业加工废水等有机物，提供评估有机发酵物料生物降解性的测试方法，以及相应测试设置所需的设备和仪器。首先提供了重要术语的定义，并提供有关发酵物料特征描述的信息，并规定如何测量表征发酵物料的变量，提供系统的实验操作指导，以可靠和可重复地评估任何化合物或未定义材料转化为甲烷和二氧化碳的厌氧生物降解性能。

1.3 标准制定的意义及目的

有机废弃物的沼气化利用具有显著的经济和环境效益，是减少对化石能源依赖的有效途径。物料产甲烷潜力(biochemical methane potential, BMP)是指单位有机物料在厌氧条件下发酵产生甲烷气体的数量,用于评估解生活垃圾、市政污泥、禽畜粪便、农作物废弃物和能源植物等不同有机废弃物的生物降解性能和产气潜力。目前，甲烷潜力测试的核心问题是缺乏标准化的操作流程和报告所需的信息。许多国际和国家级的测试方法已被提出，其使用不同的血清瓶、接种微生物、物料和接种泥的比例、营养物质以及产

气测量设备等，产生的数据结果不具备可比性。因此，迫切需要建立推荐厌氧生物降解性测试的指导原则，尤其需要建立甲烷潜力测试标准。

事实上，可通过物料甲烷潜力测试，研究各种生物质底物的微生物降解和产气动力学过程，可以为沼气工程中有机负荷和停留时间等关键参数设计以及发酵优化策略提供重要依据；通过不同混合比例的有机废弃物的产甲烷潜力测试，可以获得有机废弃物联合消化过程的重要参数。有机物料的产甲烷潜力分析对于了解沼气发酵效率及其过程稳定性、沼气工程的规模和工艺设计、生产优化策略和沼气工程投资收益评估都具有十分重要的意义。

1.4 起草单位情况

起草单位湖南农业大学是农业农村部与湖南省人民政府共建大学。依托机电工程学院建有湖南省厌氧过程控制与智能化仪器工程技术研究中心、智能农机装备湖南省重点实验室等10个省部级教学平台。长期坚持“产、学、研”相结合的办学思路，在农业工程核心领域保持了显著的优势，在可再生能源工程、农业机械化与装备工程、农业电气化与信息化工程等领域形成了自己鲜明的研究特色。

参与单位为：湖南碧臣环境能源有限、中国科学院生态环境研究中心、浙江科技大学、湖南仁和环境股份有限公司、华中科技大学、农业农村部农业生态与资源保护总站、河海大学、中国农业大学、西安交通大学。

1.5 主要工作过程

2023年1月-2023年9月，文献检索及准备，并根据体系内容开展针对性实验；2023年12月底本标准立项批复；2024年1月湖南农业大学征集参编单位，成立起草组，组织起草。2024年1月-2024年9月，湖南农业大学组织起草组召开多次工作组会议，修改标准草案，形成征求意见稿。

表1 标准进度工作过程

内容 \ 时间	2023			2024		
	1月-3月	4月-9月	10月-12月	1月-4月	5月-6月	7月-9月
T1						
T2-T3						
T4&T6-T8						
T5						
T9-T11						
T12						

- T1: 厌氧生物降解的国际和国内标准及相关衍生方法的文献综述
- T2: 物料甲烷潜力已有技术对比及装备标准化分析
- T3: 评估所使用的仪器，例如基于测压法和体积法的手动和自动操作模式的仪器
- T4: 识别影响生物降解测试结果的因素并分析其对测试的影响
- T5: 定义和调整技术文件，以适应我国生物质实验室研究基础性需要
- T6: 应用验证1——基于共消化的原料优化评估
- T7: 应用验证3——评估是否需要原料进行预处理及筛选可用的预处理方法
- T8: 应用验证2——基于添加剂（如微量元素、诱导微生物菌株）的工艺优化评估
- T9: 定义和调整技术标准，用于物料剩余甲烷潜力测试
- T10: 定义和调整技术标准，用于微生物组学分析
- T11: 定义和调整技术标准，用于估算温室气体排放
- T12: 基于该标准相关的研究项目所获得的经验和知识，进行专家研讨论证

表2《物料甲烷潜力测试方法》标准编写小组成员及分工

姓名	性别	所在单位及职务	任务分工
李超	男	湖南农业大学/教授	总体设计、调研与标准编写
王雯	女	中科院生态中心/研究员	微生物组学分析要求
薛寒光	男	碧臣仪器(北京)有限公司/技术总监	物料取样及传质
笱飞翔	男	华中科技大学/研究员	数据处理标准化
单胜道	男	浙江科技大学/教授	物料检测及分析
颜丙花	女	湖南农业大学/教授	调研与标准编写
董保成	男	农业农村部农业生态与资源保护总站/ 研究员	数据有效性评判
易志刚	男	湖南仁和环境股份有限公司/ 总经理	沼液RMP测试要求
孙超然	男	湖南农业大学/副教授	接种泥评估
彭星	男	湖南仁和环境股份有限公司/ 高级工程师	数据有效性评判
罗景阳	男	河海大学/教授	新污染物抑制影响分析
马英群	男	西安交通大学/教授	微生物组学分析要求
徐芙清	女	西安交通大学/教授	数据结果有效性评估
周宇光	男	中国农业大学/副教授	温室气体排放
程松	男	河海大学/副教授	手动测试装置分析
王兰亭	女	浙江科技大学/讲师	调研与标准编写
徐秉生	男	中国标准化研究院/副研究员	相关标准评估

二、标准编制原则、技术路线和依据

2.1 编制原则

本标准编制遵循“科学性、先进性、统一性、经济性、适用性、一致性和规范性”的原则，在广泛调查研究的前提下，参照国内外成熟技术和最新成果制定了本标准。

2.2 编制依据

本标准编制参考引用了下列文件或其中的条款。

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

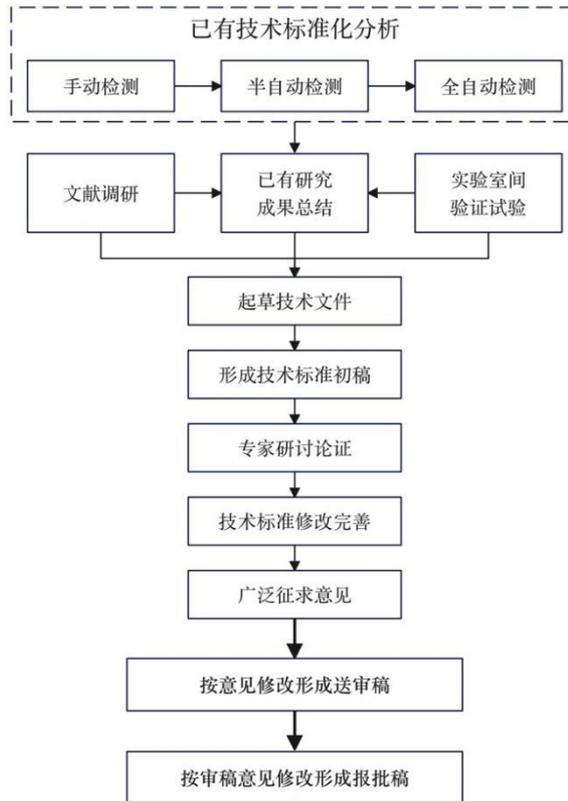
GB/T 38737-2020 塑料 受控污泥消化系统中材料最终厌氧生物分解率测定采用测量释放生物气体的方法

GB/T 19276.2-2003 水性培养液中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

ISO 117334-1995 水质 消化污泥中有机化合物最终厌氧生物降解能力评估方法 测量沼气产生量的方法 (Water quality - Evaluation of the "ultimate" anaerobic biodegradability of organic compounds in digested sludge - Method by measurement of the biogas production)

VDI 4630-2016 有机物料的发酵，发酵物料的特性描述、取样、数据收集及发酵实验 (Fermentation of organic materials Characterisation of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests)

2.3 技术路线



三、主要内容及其确定依据

3.1 范围

本标准规定了一种评估沼气发酵物料产气能力的测试方法，通过测定其排放的甲烷量来确定其厌氧生物降解性。这种方法通过调节厌氧反应的搅拌、温度和接种比等条件，达到最佳的生物降解率。

本部分适用于以下发酵物料：

- 农业废弃物（畜禽粪污、农作物秸秆），能源作物；
- 轻工行业废弃物（果蔬加工废弃物及农业轻工废水等）；
- 市政有机废弃物（餐厨和厨余垃圾、有机垃圾、市政污泥、污水等）。

如果发酵物料对接种物中厌氧微生物有抑制作用，可以先采用半连续进料方式驯化培养接种物。

3.2 规范性引用文件

本文共引用5个现行的标准文件,其中与测试方法相关的标准有3个(GB/T 1.1-2020、ISO 117334-1995、VDI 4630-2016),与气体计量、塑料降解等相关的有2个(GB/T 19276.2-2003、GB/T 38737-2020)。

3.3 术语与定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.3.1 产气能力 Biochemical Methane Potential

单位质量有机发酵物料,在厌氧条件下发酵产生甲烷气体的量。

3.3.2 发酵物料 Substrate

用于发酵的原料。

3.3.3 接种物 Inoculum

含有适合厌氧发酵和产甲烷微生物的沼液混合物,该混合物取自温度适宜的污水处理厂污泥消化反应器或农业废弃物沼气池等。

3.3.4 沼气 Biogas

发酵的气态产物,主要由甲烷和二氧化碳组成。根据发酵底物不同,还可含有氨、硫化氢、水蒸气和其他气态或可蒸发组分。

3.3.5 厌氧消化 Anaerobic Digestion

在无氧或缺氧条件下,利用厌氧微生物的作用使废物中可生物降解的有机物转化为甲烷、二氧化碳和稳定物质的生物化学过程。

3.3.6 沼气产量 Biogas Production Volume

单位原料产生的沼气体积。根据空白产气进行计算,减去对应接种泥的产气体积,来计算发酵物料的沼气产量,该沼气产量表示为每添加的总固体或挥发性固体质量产生的沼气体积。

3.3.7 甲烷产气率 Methane Production Rate

单位时间内产生的甲烷量。

3.3.8 残留气体潜力 Residual Gas Potential (RGP)

消化残留物甲烷生产潜力相对于甲烷产量的百分比,单位%。

3.3.9 干物质总固体 Dry Matter Total Solids (TS)

发酵物料或接种物在105 °C下干燥不少于15小时或干燥直至达到恒重所得到的固体量。

3.3.10 挥发性固体 Volatile Solids (VS)

将干物质总固体(见3.11)量减去其在550 °C下灼烧后残留固体量所得的差。

注:挥发性固体常用于表征发酵物料的有机物质含量

3.3.11 空白样品 Blank

发酵实验中不添加实验物料而其他配置与实验组样品均相同的样品。

3.3.12 对照样品 Control

具有已知沼气潜力的发酵物料（例如微晶纤维素）。

3.3.13 反应器 Reactor

反应器是指用来完成厌氧发酵的容器。

3.3.14 顶空 Headspace

反应器的顶部空间，用容器的体积减去接种物和底物的添加量。

3.3.15 迟滞阶段 Lag Phase

发酵物料加入接种泥会经历一个适应和驯化的阶段，称为迟滞阶段。

3.3.16 生物分解阶段 Biodegradation Phase

在厌氧微生物作用下，通过代谢作用将有机物转化为无机物的阶段。

3.3.17 平稳阶段 Plateau Phase

从生物分解阶段结束到实验结束时的阶段。

3.3.18 比产甲烷活性 Specific Methanogenesis Activity (SMA)

污泥比产甲烷活性（SMA, Specific methanogenesis activity），也成为比产甲烷活性，实际上是指单位质量的厌氧污泥（以VSS计）在单位时间内最多能产生的甲烷量，或者，是指单位质量的厌氧污泥（以VSS计）在单位时间内最多能去除的有机物（以COD计）。

3.4 原理

传统的生物甲烷潜力（BMP）测定方法主要依赖于气相色谱法或气体传感器来测定气体浓度，需人工收集气体并测量其体积，以进一步根据浓度计算总体积。然而，这种方法不仅无法获取甲烷生产的降解动力学曲线，而且人工测量的过程繁琐、耗时，且存在较大误差。

人工手动测量：人工手动BMP主要依托于传统的排水法或压力法技术。该方法的核心在于通过人工定期观测并记录排水体积的增减动态或压力差异的变化趋势，从而推算出产气量的数据。而甲烷浓度的测量则采用集气袋等辅助工具进行气体收集，随后利用气相色谱仪或高精度气体传感器对样本中的甲烷浓度进行精确测定。该方法的显著优势在于其初期成本相对较低，且操作上具有相当的灵活性。然而，人工手动测量的局限性在于测量过程繁琐且耗时，手动操作的误差难以避免，这在很大程度上影响了数据的准确性和可靠性。此外，手动测量方式的适用场景较为有限，难以满足大规模、高效率的计量需求。

相较于人工手动测量，自动测量技术的主要优势在于其能够提供更高的测量精度和连续性，确保数据的一致性和可靠性；同时，自动测量技术还极大地节省了人工操作时间，显著提升了工作效率，为生物甲烷潜力的研究和应用提供了更为便捷、高效的工具。本标准除了涵盖常规的手动测试方法，还包含自动化程度高的压力法和排水法。实现了对产气量和甲烷浓度的实时、连续监控与记录。在压力法设备的应用中，通过保持体积恒定，利用压力传感器对沼气产生过程中压力变化进行实时监测，从而准确计量沼气产量。而在排水法设备中，则基于恒压条件，利用沼气置换液体的原理，通过自动计量装置对沼气体积进行精确测量。自动化系统一般由三大模块构成：（1）发酵单元，该单元包括发酵瓶、温度控制系统以及搅拌装置；（2）CO₂吸附部件，吸附产生的二氧化碳、硫化氢等酸性气体；（3）气体计量单元，该单元的基于压力法和排水法原理，实时记录发酵过程中气体的产生体积。另外，会根据不同的系统配置，提供环境温度和压力在线监测，并针对惰性气体吹扫、气体预处理等条件，开展校准，为生物甲烷潜力的测定提供了更为可靠、高效的解决方案。

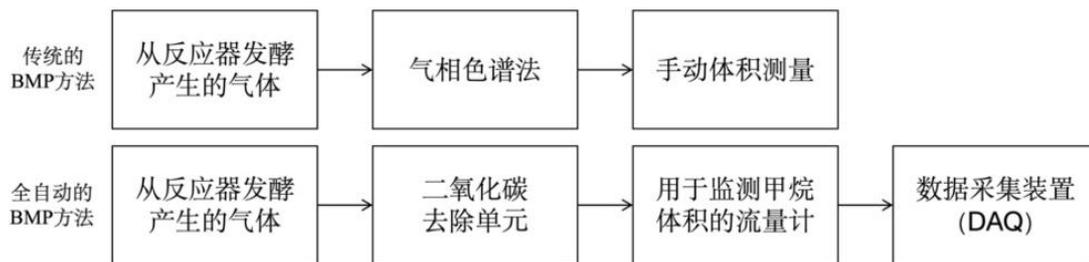


图1 物料甲烷潜力测试原理

3.5 实验物料的特征

实验物料即用于实验的发酵物料，分为体物料、和液体物料，主要包括作物秸秆类、畜禽粪污、餐厨垃圾、污水等。发酵物料需根据物料本身的性质特点经过相应的基础的预处理后方可进行甲烷潜力测试。

3.5.1 均一性

实验物料需要尽可能保证其均一性。发酵物料在发酵之前需进行更广泛的制备，保证其尺寸大小和在物料中的分布是一种均匀的、生物利用最佳的形态，以减少物料对发酵系统产生的影响。

3.5.2 组成

实验物料的组成指的是它的化学成分。用于表征的基本指标包括：含水率（或含固率）、挥发性固体含量、化学需氧量、灰分、碳含量等。理论上可发酵的有机物质通过挥发性固体含量和化学需氧量表征，可以进一步划分为脂肪、蛋白质以及碳水化合物。此外，进一步的表征方法可以涉及到微量金属元素含量。在这些参数的帮助下，可以对发酵物料的特征做出表述。

3.6 仪器与设备

文件规定了实验所必需的仪器、设备及对参数的要求，包括反应器、二氧化碳吸收装置、气体体积测量系统以及相关参数等。其中，实验涉及到的所有仪器及设备均需完全清洗干净，避免有机物质或毒性物质附着影响实验结果；气体体积测量系统分为体积法测试系统和压力法测试系统，其所对应的二氧化碳吸收装置也分为2种，即通过气管与反应器相连的小型容器以及内置于压力法测试系统反应器顶空中的小型容器。

3.7 实验的流程

文件对实验的全部流程进行了规定，包括准备接种物、检测接种物活性、制备实验物料、制备试验培养基以及具体的实验步骤等。其中，对接种物的前处理、储存预培养进行了规定；对接种物的常规检测参数以及活性进行了规定；实验物料的制备主要是从储存、去除杂质、污染物评估、筛分、均质化等方面进行了相关规定；对试验培养基的必要性、制备材料与方法及还原方法进行了相关的规定；具体的实验步骤主要是从反应器的准备、实验物料与接种物的比例、实验环境控制、实验过程监测、实验产生气体体积测量以及实验结束条件等方面进行了相关的规定。

3.8 计算及结果表达

(1) 压力法计量沼气产量：

本法采用保持体积恒定的方式，通过精确测量压力的增加来进行沼气产量的计量。具体操作过程中，在恒温环境下，利用压力传感器对沼气生成过程中产生的压力变化进行实时监测与记录，公式（式1）和（式2）如下：

$$PV = nRT \quad (1)$$

式中：

- P----气体压强，单位为帕斯卡（Pa）；
 V----气体体积，单位为升（mL）；
 n----气体的物质的量，单位为摩尔（mol）；
 R----理想气体常数，单位为毫升帕斯卡每摩尔每开尔文（mLPa/(Kmol)）；
 T----温度，单位为开尔文（K）；

$$V_S = \frac{V_H \cdot (P_t - P_0) \cdot T_0}{P_0 \cdot (T_t)} \quad (2)$$

式中：

- V_S ----时刻t发酵瓶内累积产生的甲烷量，单位为毫升（NmL）；
 V_H ----发酵瓶顶空的体积，单位为毫升（NmL）；
 P_t ----时刻t测量的发酵瓶顶空的压力，单位为帕斯卡（Pa）；
 P_0 ----标准状态时的压力，单位为帕斯卡（Pa）；
 T_t ----时刻t测量的发酵瓶顶空中甲烷的温度，单位为开尔文（K）；
 T_0 ----标准状态时的温度，单位为开尔文（K）；

（2）排水法测量沼气体积：

本法基于恒压条件，通过沼气置换液体的原理来间接测量沼气体积。实施过程中，首先将沼气在恒压条件下导入一个装满液体的密闭容器中，发酵产生的沼气置换出容器内的液体，并占据其原有空间。沼气体积的测量可通过两种方式实现：一是直接读取容器上预设的刻度，以获取沼气置换液体的体积；二是测量被置换液体的体积或重量，再依据液体的密度换算得出沼气体积。

产气能力是以每千克挥发性固体（ V_S ）发酵产生的干燥甲烷换算到标准条件（273.15 K和101.33 kPa）下的体积来表示，单位为 $NLCH_4 \text{ g}_{VS}^{-1}$ 。实验中的累积产气量要除以加入发酵瓶中的有机物料的量。但是在发酵瓶内所用的接种物中，会有残留有机物质在厌氧生物降解过程中产生一定量的甲烷，因此要将这一部分从总甲烷产量中减掉接种泥的产甲烷量，再除以得到准确的物料产甲烷量。因此，BMP可以用以下公式（式3）表达：

$$BMP = \frac{V_S - V_I}{m_{VS,SS}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- BMP--单位质量有机发酵物料，在厌氧条件下发酵产生甲烷气体的量，单位为毫升（甲烷）每克（总有机质）（ $NmLCH_4 \text{ g}_{VS}^{-1}$ ）；
 V_S ----含有实验样品（即，物料和接种物）的发酵瓶累积产生的沼气体积，单位为毫升（NmL）；
 V_I ----实验瓶中接种物累积产生的沼气体积，单位为毫升（NmL）；

$m_{VS,SS}$ ---实验瓶中物料中有机物的质量，单位为克（总有机质）（g VS）。

空白中的接种泥产生的甲烷（ V_B ），并且可以转化为标况下对应质量接种物所产生的甲烷。检测到的这一小部分沼气（ $V_B/m_{VS,IB}$ ）要乘以每个发酵瓶中的接种物的质量，从而计算出发酵瓶中的接种物产生多少沼气(这部分的产气不属于物料，应该减去)，公式（式4）如下：

$$BMP = \frac{V_S - V_I}{m_{VS,SS}} = \frac{V_S - V_B \frac{m_{VS,IS}}{m_{VS,IB}}}{m_{VS,SS}} = \frac{V_S - V_B \frac{m_{IS}}{m_{IB}}}{m_{VS,SS}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

BMP--单位质量有机发酵物料，在厌氧条件下发酵产生甲烷气体的量，单位为毫升（甲烷）每克（总有机质）（NmLCH₄ g⁻¹VS）；

VS-----含有实验样品（即，物料和接种物）的发酵瓶累积产生的沼气体积，单位为毫升（NmL）；

V_I -----实验瓶中接种物累积产生的沼气体积，单位为毫升（NmL）；

$m_{VS,SS}$ ---实验瓶中物料中有机物的质量，单位为克（总有机质）（g VS）；

V_B -----空白瓶中接种泥产生的甲烷气体体积，单位为毫升（NmL）；

$m_{VS,IB}$ -----空白组中接种泥有机物含量，单位为克（总有机质）（g VS）；

$m_{VS,IS}$ -----发酵组接种泥有机物含量，单位为克（总有机质）（g VS）。

实验中“发酵瓶中接种泥的有机物含量”与“空白组接种泥的有机物含量”的比例，与“发酵组接种泥总质量（ m_{IS} ）”与“空白组中接种泥总质量（ m_{IB} ）”的比例相等。

3.9 结果的有效性

文件对实验结果的有效性进行了规定，只有符合一定条件的实验结果方认定为有效。限制条件包括：对照实验组的甲烷产量占理论最大产量的比值、平行反应器种生物分解率之间的偏差、实验物料与接种物的甲烷产量占总产气量的比值等。

表3《物料甲烷潜力测试方法》结果有效性判断规定

序号	样品类别	数据处理方法	相关文献	推荐判断标准
1	空白组 阳性对照组	用物理判别法剔除单个离群值	- RSD=6%	相对标准偏差（RSD）≤6%
2	均质底物	用物理判别法剔除单个离群值	RSD=4%	相对标准偏差（RSD）≤5%

3	非均质底物	用物理判别法剔除单个离群值	RSD=7%	相对标准偏差 (RSD) ≤10%
4	阳性对照组	BMP测试值/BMP理论值	-	80%<BMP测试值/BMP理论值<95% (例如使用纤维素, ≥330 NLCH ₄ kg _{V_S} ⁻¹ 和≤395 NLCH ₄ kg _{V_S} ⁻¹)

关于“3.9 结果的有效性”中的“结果有效行判断规定”，通过对大量实验室间数据比对，同时参考以下两篇文献：1) Holliger C, Astals S, Hélène Fruteau de Laclos, et al. Towards a standardization of biomethane potential tests: a commentary[J]. Water Science & Technology, 2021, 83(1):247–250. DOI:10.2166/wst.2020.569.; 2) CRESSON R, POMMIER S, BéLINE F, et al. Results from a french inter - laboratory campaign on the biological methane potential of solid substrates [C]. proceedings of the 14th World Congress on Anaerobic Digestion AD-14, F, 2015. 在参考上述文献的基础上，充分考虑我国发酵物料的复杂性和多样性，并结合实验论证结果，对相关判断参数范围进行调整，旨在更好的适应我国的实际情况。

3.10 测试报告

文件对测试报告的内容进行了规定，一般应当包括：引用参考的标准；所有标识和描述实验物料和对照材料所需的资料；实验容器中实验化合物的浓度和添加方法；产生生物气的测量方式和可溶解无机碳的测试仪器；所使用接种物的信息；产生的生物气体、每个反应器的产气能力及平均值，以及实验物料和对照材料的最终分解程度和接种物的活性；培养温度；容器中混合物和顶部空间的体积；实验结束时上清液的pH及可溶解无机碳含量；迟滞阶段、产甲烷阶段所持续时间以及整个实验的持续时间；实验结果不合格的理由等。

四、预期效益

4.1 社会效益

物料甲烷潜力测试标准的制定为优化有机物质甲烷产出潜力的评估提供了重要的框架。在全球能源需求不断增长以及向可再生能源过渡加速的背景下，确保BMP测试的可靠性有助于提升公众对厌氧发酵技术的信任，并增强行业的公信力。标准化的实施还将促进教育和培训工作，提升可再生能源和废物管理领域的劳动力技能。此外，标准化

有助于全球学术界、工业界和政府机构之间的合作，增强科研和技术交流。在农村和农业地区，标准的实施可以推动生物甲烷技术的推广，减少农业废弃物的温室气体排放，改善生活水平，并创造可持续的能源解决方案。系列测试的标准化有助于提高社会对可再生能源的认识，促进绿色社会的建设。

4.2 经济效益

相关测试标准的实施将规范及简化评估有机物质甲烷产出潜力的流程，减少测试资源浪费和不确定性，提高生物燃气行业的效率。通过帮助行业识别出产甲烷潜力最大的原料，并优化预处理及共消化等工艺组合，该标准将推动资源分配的成本效益。它还将使生物燃气项目的投资决策更加合理，从而降低财务风险，促进市场增长。通过优化原料使用，降低生物燃气生产成本，使可再生能源在经济上更具竞争力。标准化的明确指南将促进创新，推动农业废弃物资源化技术商业化，为新时代农村能源领域创造就业机会，进而推动整个经济的可持续发展。

4.3 生态效益

物料甲烷潜力测试标准化将提供一种可靠的方式来测量和优化有机废弃物的甲烷排放，这直接支持应对气候变化的努力。标准确保了结果的一致性和透明性，从而更有效地管理农业废物、食品废物和其他生物质废弃物，这些废物本可以造成温室气体排放。标准的实施还将促进循环经济，激励将废弃物转化为有价值的能源资源，减少对化石燃料的依赖。这有助于降低碳足迹，促进更加可持续的农业实践。此外，生物燃气生产效率的提升将减少填埋场和环境的压力，有助于通过减少有害废弃物副产品保护土壤和水资源。

五、与有关的现行法律、法规与强制性标准的关系

本标准符合现行的法律法规要求，无与本标准有冲突、矛盾和相关的强制性（国家、行业、地方）标准，具备协调一致性。

六、对国家标准的采纳情况及国内外先进行对比

6.1 国外先进标准采标程度

中国近年来在废物处理和可再生能源领域快速发展。德国VDI 4630标准主要针对厌氧消化和生物降解测试方法，这些技术在中国的生物质利用和废物管理中有潜在应用，采纳这些标准可以提升技术水平和国际竞争力。

中国政府在环境保护和可持续发展方面的政策逐渐与国际接轨，采纳国际标准能够帮助完善国内法规体系，提高政策的透明度和一致性。这也有助于促进技术的创新与应用。然而，标准的本地化和适应性调整也十分重要。在采纳欧洲标准时，需要考虑中国的具体国情、行业特征和技术基础，以确保这些标准能够有效实施并发挥预期的作用。

6.2 国内外同类标准水平对比情况

欧盟及国际上与厌氧生物降解测试相关的法规和标准发展历程较为缓慢。ECETOC于1988年发布的《厌氧生物降解评估》技术报告是厌氧测试的重要里程碑。然而，尽管90年代可降解塑料的推出在一定程度上推动了标准的快速响应，尤其是在美国ASTM的推动下，1995年ISO标准首次考虑了化学品降解问题，目前实施的67/548/EEC C等相关欧盟指令仅限于使用需氧测试方法评估“生物降解性”。2002年提出的草案尝试对“土壤中的需氧/厌氧转化”和“沉积物中的需氧/厌氧转化”进行规范，但至今只有一个针对厌氧条件下化学品测试的草案发布。这种情况可能反映了在过去二十多年中，欧盟在厌氧测试方面几乎没有实质性进展，所有的进展都依赖于工业界和标准化组织的活动。

在整体上，厌氧生物降解性测试方法仍存在问题，许多问题尚未得到解决，亟需进一步的澄清。其中，统一术语的重要性不容忽视，它将极大地促进国际间的沟通与理解，为标准的制定和应用奠定基础。

德国工程师协会在2008年发布了VDI 4630标准，专注于生物质的厌氧消化技术，提供了科学依据和技术指导。2016年，VDI 4630进行了重要修订，更新了技术要求和评估方法，以反映最新的科研成果和行业需求。这一版本强调对厌氧消化过程的全面评估，包括生物质特性和消化过程中的气体产量及质量评估等。VDI 4630标准在德国及其他欧洲国家的应用广泛，为生物质利用和环境保护提供了统一的技术框架，并在国际上也起到了参考作用。

综上，目前物料甲烷潜力测试标准尚不成熟。尽管德国已制定了系统的标准，但其适用性仍需验证。我国的生物质资源丰富，物料特性对资源化利用等具有指导意义，因此亟需开发适合我国国情的物料甲烷潜力测试标准，以推动生物质资源的高效利用和环境保护。

七、重大分歧意见的处理依据和结果

无

八、作为推荐标准的建议

建议作为推荐性国家标准

九、贯彻标准的要求和措施建议

建议标准发布后组织标准宣贯和培训，促进标准顺利实施。通过学术会议、学术论坛等合作方式，加大示范和宣传力度，加快推进本标准的实施。

十、废止现行有关标准的建议

无

十一、其他应予说明的事项

无

参考文献

(1) ANGELIDAKI I, ALVES M, BOLZONELLA D, et al. Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays [J]. Water Science and Technology, 2009, 59(5): 927-34.

(2) CRESSON R, POMMIER S, BÉLINE F, et al. Results from a french inter - laboratory campaign on the biological methane potential of solid substrates [C]. proceedings of the 14th World Congress on Anaerobic Digestion AD-14, F, 2015.

(3) FILER J, DING H H H, CHANG S. Biochemical Methane Potential (BMP) Assay Method for Anaerobic Digestion Research [J]. Water, 2019, 11(5).

(4) HOLLIGER C, ALVES M, ANDRADE D, et al. Towards a standardization of biomethane potential tests [J]. Water Science and Technology, 2016, 74(11): 2515-22.

(5) HOLLIGER C, ASTALS S, DE LACLOS H F, et al. Towards a standardization of biomethane potential tests: a commentary [J]. Water Science and Technology, 2021, 83(1): 247-50.