

HJ

中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1266—2022

生物质废物堆肥污染控制技术规范

Technical specification for pollution control on the composting of bio-waste

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。



2022-11-25 发布

2022-11-28 实施

生态环境部 发布

目 次

前 言	ii
1 适用范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义	1
4 总体要求	2
5 收集、贮存、运输污染控制要求.....	2
6 预处理和发酵过程污染控制要求.....	2
7 环境和污染物监测要求.....	3
8 运行管理要求.....	4
附录 A（规范性附录） 好氧呼吸量测试方法.....	5
附录 B（规范性附录） 堆肥产物中塑料类杂质含量和面积的测试方法	9



前 言

为贯彻《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》等法律法规，防治环境污染，改善生态环境质量，规范和指导生物质废物堆肥的污染控制，制定本标准。

本标准规定了生物质废物堆肥污染控制的总体要求，收集、贮存、运输、预处理和发酵过程的污染控制技术要求，以及监测和环境管理要求。

本标准的附录 A 和附录 B 为规范性附录。

本标准首次发布。

本标准由生态环境部固体废物与化学品司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：同济大学、中国环境科学研究院、华中科技大学、中国市政工程华北设计研究总院有限公司、上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司。

本标准生态环境部 2022 年 11 月 25 日批准。

本标准自 2022 年 11 月 28 日起实施。

本标准由生态环境部解释。

生物质废物堆肥污染控制技术规范

1 适用范围

本标准规定了生物质废物堆肥污染控制的总体要求，收集、贮存、运输、预处理和发酵过程的污染控制技术要求，以及监测和环境管理要求。

本标准适用于生物质废物堆肥处理的收集、贮存、运输、预处理和发酵过程的污染控制，可作为生物质废物堆肥有关建设项目的环境保护设施设计、环境影响评价、建设运行、竣工环境保护验收、排污许可管理、清洁生产审核等的技术依据。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 3096	声环境质量标准
GB 14554	恶臭污染物排放标准
GB/T 16157	固定污染源排气中颗粒物测定与气态污染物采样方法
GB 16297	大气污染物综合排放标准
GB 18918	城镇污水处理厂污染物排放标准
GB/T 33891	绿化用有机基质
GB 38400	肥料中 toxic 有害物质的限量要求
HJ/T 20	工业固体废物采样制样技术规范
HJ 91.1	污水监测技术规范
HJ/T 397	固定源废气监测技术规范
HJ 905	恶臭污染环境监测技术规范
HJ 1209	工业企业土壤和地下水自行监测技术指南（试行）
NY/T 525	有机肥料
	《国家危险废物名录》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

生物质废物 bio-waste

生活垃圾中的厨余垃圾、园林废物和不可回收的纸类，农业固体废物中的畜禽粪便、秸秆和其他作物残余，城镇污水处理厂污泥，厨余垃圾厌氧消化沼渣及食品加工废物等源于生物质的固体废物。

3.2

堆肥处理 aerobic composting

在受控的有氧和保温环境中，通过微生物代谢（发酵）使生物质废物中的可降解组分分解的过程。

3.3

不可生物降解杂质 non-biodegradable impurities

堆肥原料中含有的各种合成材料颗粒物和粒径大于 5 mm 的无机颗粒物。

3.4

密闭式堆肥装置 closed composting equipment

堆肥发酵空间具有密闭性的堆肥装置，包括各种反应器式、集装箱式、隧道式堆肥设备等。

3.5

敞开式堆肥装置 open composting equipment

堆肥发酵空间不具备密闭性的堆肥装置，包括各种置于防风雨棚架内的条垛式、翻堆槽式堆肥装置等。

3.6

半密闭式堆肥装置 semi-closed composting equipment

置于密闭构筑物内的条垛式、翻堆槽式等堆肥装置。

4 总体要求

4.1 应根据后续堆肥方式对生物质废物的要求，对其进行适当的预处理。

4.2 危险废物及危险废物利用处置的残余物不得直接进入生物质废物堆肥装置。国家另有规定的除外。

4.3 堆肥处理适用的固体废物包括生活垃圾中的厨余垃圾、园林废物和不可回收的纸类，农业固体废物中的畜禽粪便、秸秆和其他作物残余，城镇污水处理厂污泥，厨余垃圾厌氧消化沼渣及食品加工废物。

5 收集、贮存、运输污染控制要求

5.1 采用堆肥方式进行处理的生物质废物，宜在源头进行分类收集并设置明显标识。

5.2 在生物质废物的贮存、运输过程中，应根据其类型采取适当的密闭措施，避免在贮存和运输过程中发生废物洒落、气味泄漏和液体滴漏。

5.3 生物质废物的贮存装置应能有效收集装置内的渗沥液。在不影响发酵效果的条件下，可将渗沥液作为堆肥原料送入发酵装置处理。

5.4 生物质废物卸料和贮存场所地面应做防渗处理，须无阻水、存水缺陷。

6 预处理和发酵过程污染控制要求

6.1 生物质废物的预处理工艺包括分选、破碎和混合等，应满足以下要求：

- a) 生物质废物的预处理装置应设置局部密闭和气体收集装置；
- b) 预处理产生的渗沥液和不可生物降解杂质应收集后进行处理。

6.2 生物质废物预处理后进入堆肥装置时，不可生物降解杂质质量百分数应低于 5%。

6.3 生物质废物堆肥过程应满足以下要求：

- a) 堆肥主发酵装置内的物料最大颗粒粒径不宜大于 50 mm；
- b) 堆肥主发酵装置内的温度及持续时间应满足表 1 的要求；
- c) 堆肥熟化发酵装置应保持有氧条件，发酵堆体空隙中气体的氧含量（体积比）应大于 5%。

表 1 堆肥主发酵装置内的温度和持续时间要求

达到温度	≥65℃	≥55℃
持续时间	≥3 日	≥5 日

- 6.4 生物质废物堆肥主发酵装置产生的臭气应进行收集，不同类型堆肥装置应分别满足以下要求：
- 密闭式堆肥装置，应保证装置的气密性；
 - 敞开式堆肥装置，应通过表面密闭覆盖和负压通风方式有效收集气体；
 - 半密闭式堆肥装置，应在构筑物内采用负压方式有效收集气体，室内保持 5 Pa~10 Pa 的负压。
- 6.5 生物质废物堆肥设施应配备相应的废水收集和处理设施，将生物质废物堆肥处理过程产生的渗沥液和清洗废水收集并处理后排放，收集处理过程中产生的气体应进行收集。排放的废水应根据受纳水体功能或纳管要求，执行国家或地方相关排放标准。
- 6.6 堆肥处理各环节收集的气体应进行除尘和脱臭处理，达到 GB 14554 和 GB 16297 或地方相关排放标准的规定后方可排放。脱臭处理宜优先采用腐熟堆肥床过滤技术。
- 6.7 生物质废物堆肥装置、除尘装置和脱臭装置在运行过程中发生故障时，应立即停止堆肥装置的进料，及时检修，尽快恢复正常。如果无法修复，应停止堆肥装置运行，并采取有效措施控制堆肥装置污染物排放。
- 6.8 生物质废物堆肥装置应根据设备特征，配备噪声控制措施，保障周界噪声符合 GB 3096 的规定。
- 6.9 生物质废物堆肥处理产物的污染物含量应满足以下控制要求：
- 以城镇污水处理厂污泥为原料的，应符合 GB 18918 的要求；
 - 以其他类型生物质废物为原料的，应符合 GB/T 33891 的要求。
- 6.10 生物质废物堆肥处理产物土地利用时，应满足以下要求：
- 蛔虫卵死亡率和粪大肠菌群数应符合 GB 38400 的要求；
 - 种子发芽指数应符合 NY/T 525 的要求；
 - 好氧呼吸量不超过 20 mg O₂/ (g 有机物)；
 - 杂质含量指标：杂质（粒径>2 mm 的玻璃、塑料、金属、橡胶）质量百分数不超过 0.5%（以干燥样计），塑料类杂质（粒径>2 mm）质量百分数不超过 0.1%（以干燥样计），塑料类杂质面积质量比不超过 25 cm²/ (kg 湿堆肥)。

7 环境和污染物监测要求

- 7.1 生物质废物堆肥装置运营单位应按照国家有关自行监测的规定及本标准的要求，对生物质废物堆肥过程进行环境和污染物监测。运营单位根据自身条件和能力，可自行进行监测，也可委托其他有资质的检（监）测机构代其开展监测。
- 7.2 生物质废物堆肥过程的监测方法应符合以下要求：
- 生物质废物堆肥过程的臭气监测采样应按照 GB/T 16157、HJ 905 规定的方法进行，并符合 HJ/T 397 的要求；
 - 生物质废物堆肥过程的废水监测采样应按照 HJ 91.1 规定的方法进行；
 - 生物质废物堆肥装置运营厂区的土壤和地下水监测采样应按照 HJ 1209 规定的方法进行；
 - 生物质废物堆肥的原料和产物的监测采样应按照 HJ/T 20 的方法进行，测试方法除已有标准规定的外，可按照附录 A 和附录 B 的规定。
- 7.3 生物质废物堆肥主发酵装置内的温度测试要求为：
- 采用密闭式堆肥装置时，宜在反应器中心与距反应器内壁 100 mm 处各设 2 个测温点。温度按

测温点均值计，温度需连续记录；

- b) 采用半密闭式和敞开式堆肥装置时，宜在条垛或槽式堆肥设备的长度方向每间隔 5 m 横截面的中心与距表面和底部 100 mm 处各设 1 个测温点。温度按测温点均值计，间隔 2 小时记录温度 1 次。

7.4 生物质废物堆肥装置污染物监测频次应符合以下要求：

- a) 生物质废物堆肥装置臭气的监测频次应为每个月至少 1 次；
- b) 生物质废物堆肥装置废水的监测频次应为每个月至少 1 次；
- c) 生物质废物堆肥装置运营厂区的土壤和地下水监测频次应为每年至少 1 次；
- d) 生物质废物堆肥处理原料和产物的监测频次应为每个月至少 1 次；
- e) 对 6.9 和 6.10 中指标的监测，应按照堆肥产物生产量进行，每生产 500 吨采样检测 1 次；每月生产量不足 500 吨的，应每月至少采样检测 1 次。

8 运行管理要求

8.1 生物质废物堆肥装置运营单位明确专门的部门或者专职人员，负责生物质废物堆肥过程的生态环境管理工作。

8.2 按照国家有关规定建立污染预防机制和处理突发环境事件的应急预案制度。

8.3 根据有关要求对生物质废物堆肥过程的所有管理和作业人员开展培训，内容包括但不限于生物质废物的污染特性、生态环境保护要求、环境应急处理等。

8.4 生物质废物堆肥装置运行期间，根据排污许可相关要求建立运行状况记录制度，如实记载运行管理情况，记录内容至少应包括接收原料的类型和质量、预处理分流的杂质质量、发酵装置进料质量、运行参数和环境监测数据等。运行情况记录簿应按照国家有关档案管理的法律法规进行整理和保管。

附 录 A
(规范性附录)
好氧呼吸量测试方法

A.1 适用范围

本方法适用于测试堆肥产物的生物稳定性程度。

好氧呼吸量是指在一定的好氧环境条件下，单位质量物料在一定培养期内微生物降解时所消耗的累计氧气量，以单位物料的有机物质量为基准计算，是评价物料生物稳定性程度的一种指标。

A.2 引用标准

HJ/T 20 工业固体废物采样制样技术规范
CJ/T 96 生活垃圾化学特性通用检测方法

A.3 样品采集

A.3.1 采样方法

好氧呼吸量测试样品采样方法和采样量按照 HJ/T 20 的规定执行。

A.3.2 样品储存和运输

样品采集后置于内衬为塑料的可密闭样品桶或可密闭袋式容器，于 1 °C~4 °C 环境中储存和运输。从采样到实验室开始测试的时间不得超过 24 小时。

A.4 测试器材与材料

A.4.1 测试器材

1) 呼吸反应器

体积不小于 200 ml、底部直径不小于 80 mm 的平底密闭容器。

2) 好氧呼吸量分析仪

能连续测定及记录密闭反应器内 O₂ 消耗量的仪器。记录频率不低于 1 次/小时。

3) 器材可靠性检验

定量称取 105 °C 下烘干的 394 mg 无水 Na₂SO₃ (分析纯)，快速放入呼吸反应器，并加入 5 ml 蒸馏水，密闭后置于 20 °C ± 1 °C 的恒温箱中，12 小时后测定氧气消耗量，测定结果在 50 mg ± 1 mg O₂ 范围内，则可判定呼吸反应器的密闭性及好氧呼吸量分析仪的可靠性符合要求。

A.4.2 测试接种物

来源于堆肥处理过程主发酵末期或熟化发酵阶段的物料，含水率 40%~50%。采集后储放于透气编织袋内，室温 15 °C~30 °C 条件下储放时间不超过 15 日。

A.4.3 药剂

微晶纤维素：分析纯。

A.5 测试样品制备

A.5.1 去除杂质

手工捡除现场采集的样品中的杂质，包括尺寸大于 4 mm 的石子，尺寸大于 2 mm 的玻璃、塑料、金属和橡胶等。

A.5.2 破碎和筛分

将样品全量破碎至粒径 10 mm 以下，并过筛，再按照四分法缩分至约 1 kg 的分样，再次粉碎至粒径 5 mm 以下，并过筛得到测试样品。

A.5.3 含水率调节

连接布氏漏斗和抽滤瓶及真空抽吸装置，布氏漏斗内铺设滤纸，取 300 g 测试样品均匀摊铺于滤纸上；均匀淋洒 300 ml 自来水，再用铝箔和塑料薄膜封闭布氏漏斗开口；真空抽滤，直至无滤液渗出；抽滤结束后，测量抽滤瓶中的液体量 m_{w1} 。

A.5.4 样品活化

将调节含水率后的测试样品，在塑料薄膜上均匀摊铺为 1 cm~2 cm 厚，室温 15 °C~30 °C 下风干 5~7 小时。风干前后应称重，计算风干过程的水分损失量 m_{w2} 。

A.6 好氧呼吸量测定

好氧呼吸量测试步骤如下：

- a) 准确称量 40 g 风干活化后的测试样品和 80 g 接种物，均匀混合后装入呼吸反应器，在反应器底部松散平铺；
- b) 将呼吸反应器与好氧呼吸量分析仪连接并密封；
- c) 将呼吸反应器放置在 20 °C±1 °C 的控温箱中；
- d) 每小时记录密闭反应器内的氧气消耗量 m_{O_2i} ；
- e) 按公式 (A.1) 计算平均每小时氧气消耗量 $\overline{m_{O_2i}}$ ；

$$\overline{m_{O_2i}} = \frac{1}{3} \times (m_{O_{2i-1}} + m_{O_{2i}} + m_{O_{2i+1}}) \quad (A.1)$$

式中：

$\overline{m_{O_2i}}$ ——平均每小时的氧气消耗量，单位为毫克 (mg)；

$m_{O_{2i}}$ ——第 i 小时的氧气消耗量，单位为毫克 (mg)；

$m_{O_{2i-1}}$ ——第 i-1 小时的氧气消耗量，单位为毫克 (mg)；

$m_{O_{2i+1}}$ ——第 i+1 小时的氧气消耗量，单位为毫克 (mg)。

- f) 连续测定 4 日以上，在迟滞期结束后开始累计 96 小时的氧气消耗量 $\sum_{i=1}^{96} m_{O_{2i}}$ ；

- g) 判定迟滞期结束时间点的方法为：计算测试前 4 日每个小时的平均氧气消耗量 $\overline{m_{O_{2i}}}$ ，从中得到最大值 $(\overline{m_{O_{2i}}})_{\max}$ ，以 $\overline{m_{O_{2i}}}$ 恒大于 $0.25 \times (\overline{m_{O_{2i}}})_{\max}$ 的时间点 t 记为迟滞期结束时间点；

- h) 准确称取 80 g 接种物，均匀混合后装入呼吸反应器；

- i) 根据上述 b) 至 h) 步骤测定接种物累计 96 小时的氧气消耗量 $\sum_{i=1}^{96} m_{O_2(0)_i}$;
- j) 根据公式 (A.2) 计算好氧呼吸量 RA_4 。

$$RA_4 = \frac{\sum_{i=1}^{96} m_{O_2_i} - \sum_{i=1}^{96} m_{O_2(0)_i}}{40 \times \frac{300}{300 + (300 - m_{w1}) - m_{w2}}} \times (1 - C_w) \times C_{OM} \quad (A.2)$$

式中:

RA_4 ——好氧呼吸量, 单位为 $mg O_2 / (g \text{ 有机物})$;

$\sum_{i=1}^{96} m_{O_2_i}$ ——累计 96 小时的氧气消耗量, 单位为毫克 (mg);

$\sum_{i=1}^{96} m_{O_2(0)_i}$ ——接种物累计 96 小时的氧气消耗量, 单位为毫克 (mg);

m_{w1} ——实验样品调节含水率时的抽滤量, 单位为克 (g);

m_{w2} ——实验样品风干活化时的水分损失量, 单位为克 (g);

C_w ——实验样品的含水率, 单位为质量百分数 (% , 以湿基计);

C_{OM} ——实验样品的有机质含量, 单位为质量百分数 (% , 以干基计)。按照 CJ/T 96 测定, 计算结果保留两位小数。

A.7 注意事项

A.7.1 呼吸反应器顶部空间的氧气含量 (体积分数) 应大于 10%。若低于此值, 应对呼吸反应器通风 5 分钟; 或者将反应物料从呼吸反应器中全部取出, 在室温下摊铺 15 分钟后, 再重新装入呼吸反应器测试。

A.7.2 若好氧呼吸量分析仪的输出结果为 CO_2 产生量, 则应按公式 (A.3) 进行换算。

$$m_{O_2_i} = \frac{32}{44} \times m_{CO_2_i} \quad (A.3)$$

式中:

$m_{O_2_i}$ ——第 i 小时的氧气消耗量, 单位为毫克 (mg);

$m_{CO_2_i}$ ——第 i 小时的二氧化碳产生量, 单位为毫克 (mg)。

A.7.3 若在初始 4 日内的氧气消耗量与接种物空白的相对偏差小于 10%, 或无法确定 $\overline{m_{O_2_i}}$ 恒大于 $0.25 \times (\overline{m_{O_2_i}})_{\max}$ 的时间点 t , 则应在呼吸反应器中加入 10 g 微晶纤维素, 并与原 40 g 实验样品和 80 g 接种物均匀混合, 重新测试。

若微晶纤维素加入后 1 日内出现显著的氧气消耗, 则可认为该样品不含抑制好氧生物反应的物质, 数据报告 RA_4 数值为零。

否则数据报告结论为“未检出, 该样品可能含有抑制物”。

A.8 质量控制和数据报告

A.8.1 实验进行三平行, 分析报告应提供平均值和相对误差。

A.8.2 如果三平行中有一个偏离平均值的 20%, 则应舍弃。平均值和相对误差按剩下的两个测量结果重新计算。

A.9 实验室废物处理

未使用的各类样品、分拣出的样品杂质、经测试后残留的样品、接种物，作为生活垃圾处理。

Na_2SO_3 氧化后的产物 Na_2SO_4 ，以及微晶纤维素残余物，按《国家危险废物名录》“HW49”废物类别“900-47-49”（研究、开发和教学活动中，化学和生物实验室产生的废物）进行管理。



附录 B (规范性附录)

堆肥产物中塑料类杂质含量和面积的测试方法

B.1 适用范围

本方法适用于测试堆肥产物中塑料类杂质的含量和面积。

B.2 引用标准

HJ/T 20 工业固体废物采样制样技术规范

B.3 术语

B.3.1

杂质 impurity

在任一维度上粒径大于2 mm 的玻璃、金属、塑料、橡胶和其他非矿物类成分。

B.3.2

塑料类杂质 plastic impurities

堆肥产物杂质中的塑料成分。

B.4 样品采集

堆肥产物样品的采样方法和采样量按照 HJ/T 20 的规定执行。

B.5 测试程序

B.5.1 分样和干燥

按照 HJ/T 20 的规定对采集的堆肥产物样品进行缩分操作后,取 3 份子样,每份子样重量应大于 2 kg。

每份子样准确称重后,在 2000 cm² 的搪瓷盘中均匀摊铺(单盘面积不够,可在多个合计面积大于 2000 cm² 的盘中摊铺),将搪瓷盘置于干燥箱 50 °C ± 5 °C 内干燥 24 小时。干燥后各份子样再次称重并记录质量。

B.5.2 样品筛分

采用配 2 mm 孔径的振动筛,对每份堆肥子样品分别筛分,每份子样筛分时间应大于 7 分钟。各份子样筛分结束后,分别测定筛上物和筛下物的质量。

B.5.3 拣选杂质和称重

人工拣选每份子样筛上物（粒径>2 mm）中的玻璃、金属、塑料、橡胶和其他非矿物杂质，并称重。

从拣选出的杂质中进一步挑取塑料类物料，并称重。

B.5.4 拍摄数码照片并测定塑料类杂质覆盖面积

将依据 B.5.3 挑出的塑料类杂质互不交叠地置于 15 cm×20 cm 白板上并拍照。采用能够测定颗粒物面积的图像分析软件测定塑料类杂质的覆盖面积。

B.6 结果计算与表达

每份堆肥产物子样的杂质含量为杂质（粒径>2 mm）重量占该子样总重（烘干基）的百分数（%）；塑料类杂质含量为塑料（粒径>2 mm）重量占该子样总重（烘干基）的百分数（%）。堆肥产物中塑料类杂质的面积以测试子样中塑料类杂质的覆盖面积与堆肥产物湿重的比值表达，单位为 cm²/（kg 湿堆肥）。

B.7 结果报告

堆肥产物中杂质和塑料类杂质的含量及覆盖面积测试结果按表 B.1 报告。

表 B.1 堆肥产物中杂质和塑料的含量及覆盖面积测试结果

样品	杂质含量，% （以干燥样计）	塑料类杂质含量，% （以干燥样计）	塑料类杂质面积质量比， cm ² /（kg 湿堆肥）
堆肥子样 1			
堆肥子样 2			
堆肥子样 3			
平均值			

测试结果报告随表应注明堆肥产物的总取样量和含水率、每份子样的湿重、2 mm 筛分后筛上物和筛下物的质量、2 mm 筛上物中杂质及塑料类杂质的质量。