

ICS 点击此处添加 ICS 号

CCS 点击此处添加 CCS 号

团 体 标 准

T/ZAEP1 XXX—XXXX

粪肥亚临界定向制备有机肥技术规范

Technical specification for subcritical directed preparation of organic fertilizer from manure

(征求意见稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省环保产业协会 发布

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 总体要求.....	1
5 工艺要求.....	2
6 设施要求及运行控制要求.....	2
7 产品质量要求.....	3
8 环境保护要求.....	4

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由浙江大学长三角智慧绿洲创新中心提出。

本文件由浙江省环保产业协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

粪肥亚临界定向制备有机肥技术规范

1 范围

本文件规定了以畜禽粪便及其处理产物为主要原料，通过粪肥亚临界定向制备有机肥料技术制备有机肥的技术工艺与设施要求，并明确了相关产品的质量要求以及环境保护措施。

本文件适用于以有机肥生产方向开展的畜禽粪便资源化处理工程；产品质量与卫生学安全性除了满足本文件相关要求外，还应满足NY/T 525—2021中的产品技术指标与限量指标，并符合肥料中有害有毒物质限量要求。

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 5085.6 危险废物鉴别标准 毒性物质含量鉴别
- GB/T 22924 复合肥中缩二脲含量的测定
- GB/T 32952 肥料中多环芳烃含量的测定 气相色谱-质谱法
- GB/T 35104 肥料中邻苯二甲酸酯类增塑剂含量的测定 气相色谱-质谱法
- GB 38400 肥料中有害有毒物质限量要求
- NY/T 525—2021 有机肥料
- NY/T 1978 肥料 汞、砷、镉、铅、铬、镍含量的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

粪肥 manure fertilize

以畜禽粪便及其处理产物为主要原料，经物理、化学或生物过程处理后，用于提供养分和/或改良土壤性质的有机肥料产品。

3.2

粪肥亚临界定向制备 subcritical hydrothermal carbonization

在亚临界温度（180℃~250℃）和自生压力条件下，利用水作为反应介质进行的热化学反应过程，能够有效促进粪肥有机物的降解、稳定化和有害物质去除，形成促进作物生长的有机肥料。

3.3

种子发芽指数 germination index

以黄瓜或萝卜（未包衣）种子为试验材料，在有机肥料浸提液中培养，其种子发芽率和种子平均根长的乘积与在水中培养的种子发芽率和种子平均根长的乘积的比值。用于评价有机肥料的腐熟度。

3.4

有机肥料 organic fertilizer

主要来源于植物或动物，经过发酵腐熟的含碳有机物料，其功能是改善土壤肥力、提供植物营养、提高作物品质。

4 总体要求

亚临界水热碳化原料应以畜禽粪便及其处理产物为主。设施使用亚临界水热碳化装置，属于高温高压设施，其压力容器应配置安全附件与安全保护装置及压力、温度、液位等测量仪表。工作区域需要包含必要的安全措施。

5 工艺要求

5.1 工艺路线

粪肥亚临界定向制备有机肥料技术处理粪便的工艺路线包括预处理阶段、碳源制备反应阶段和后处理阶段。温度与停留时间通常是影响反应路径与产物性质的最关键变量，是以关键工艺参数（温度、压力、时间）应根据不同原料来源类型进行调整，确保有效转化。

5.2 预处理阶段

5.2.1 原料筛选与清理

通过筛选设备和机械清理对粪便进行初步清理，去除粪便中的杂质（如石块、塑料、异物等），以免影响反应设备的正常运行。

5.2.2 水分控制及反应前准备

通过对水分控制（如脱水或加水）调节水分，原料放入碳源制备装置之前通过搅拌确保粘度合适，避免反应前出现固体沉淀。对高固含或高纤维原料宜通过均质/破碎/适当调节固液比降低堵塞与沉积风险。

5.3 碳源制备反应阶段

5.3.1 亚临界反应系统准备

启动碳源制备反应装置，加热至设定的温度范围，压力控制在亚临界范围（通常为5 MPa~20MPa）。反应器内部配备搅拌系统，确保反应器罐体内固液混合物的均匀搅拌，避免沉积和反应不均匀；内壁设计有研磨机构，用于破碎大颗粒物质，提高水解酸化过程的效果。

5.3.2 反应物料加热

通过加热管道加热反应器内部的粪便原料，确保反应器内的粪便水合物在反应开始前达到必要的反应温度。加热过程必须控制在恒定、可控范围内，以避免温度波动影响反应及最终产品质量。

5.3.3 反应物质监控与浓度检测

实时监控反应液的碳源浓度，确保反应过程达到预期目标。当浓度达到设定值时，自动停止反应，避免过度反应，确保能效和肥料质量。

5.4 后处理阶段

5.4.1 反应物收集与提纯

分离水热炭（固相）与反应液（液相），并对水热炭进行干燥处理。去除反应液中的杂质，提取有用的溶解养分，并调节pH值，得到可用于农田的肥料。

5.4.2 产品检测与质量控制

进行养分含量（N、P、K）、有机质含量、重金属含量等的检测，确保产品满足NY/T 525等相关标准的要求。

6 设施要求及运行控制要求

6.1 主体反应设备要求

设备需包括反应器罐体、搅拌系统、检测系统，罐体与机架紧固连接，反应器罐体用于对物料进行水解酸化，搅拌系统与罐体紧固连接，检测系统与搅拌系统紧固连接，检测系统内置传感器用于检测碳源的浓度。

粪肥亚临界定向制备有机肥料技术反应装置应在反应罐体外侧设有加热管道、外接热源，将反应器罐体内的温度保持在合适的区间，确保反应过程顺利进行。此外加热管道可以对反应完成后的液体进行蒸发浓缩，装置需配置检测系统，能够在线实时监测出碳源的浓度，在碳源浓缩时，能够判断出浓缩蒸发程度达到所需浓度后停止，便于减少能耗。

粪肥亚临界定向制备有机肥料技术反应装置应在反应罐体的内壁上设有研磨机构，研磨机构与检测系统的出水端连通，研磨机构与搅拌系统传动连接，研磨机构用于研磨厨余垃圾浆液内的大颗粒物体。

6.2 运行控制要求

粪肥亚临界处理需在约150°C~250°C、压力低于水的临界点条件下（通常为5 MPa~20MPa）运行；中等温度（约180°C~220°C）与较短停留时间（约0.5 h~2 h）有利于兼顾产物性质与养分保留。反应需根据原料以及产物要求的不同确定具体的反应条件。

7 产品质量要求

处理后的产品应满足以下稳定化目标：产品外观均匀、粉状或颗粒状、无恶臭味；pH、含水率与腐熟度（GI）等指标满足有机肥料产品要求，避免对作物产生植物毒害风险；必要时可通过干燥、调理剂调节等方式进一步降低异味。

处理后得到的产品应达到表1标准。

表1 相关物质限值

（含量以烘干计）

序号	项目	限值
1	总镉, mg/kg	<3
2	总汞, mg/kg	<2
3	总砷, mg/kg	<15
4	总铅, mg/kg	<50
5	总铬, mg/kg	<150
6	总铊, mg/kg	<2.5
7	总镍, mg/kg	<600
8	总钴, mg/kg	<100
9	总钒, mg/kg	<325
10	总铋, mg/kg	<25
11	缩二脲/%	≤1.5
12	苯并(a)芘, mg/kg	≤0.55
13	石油烃总量/%	≤0.25
14	邻苯二甲酸酯类总量, mg/kg	≤25
15	种子发芽指数/%	≥70
16	总养分(N+P ₂ O ₅ +K ₂ O) %	≥4
17	有机质/%	≥30

相关物质监测方法参见表2。

表2 监测分析方法

序号	指标	监测分析方法	参考标准
1	总氮(N)	硫酸-过氧化氢消煮、蒸馏滴定法	NY 525
2	总磷(P ₂ O ₅)	硫酸和过氧化氢消煮、钒钼黄比色法	NY 525
3	总钾(K ₂ O)	硫酸和过氧化氢消煮法、火焰光度法	NY 525
4	有机质	重铬酸钾容量法	NY 525
5	种子发芽指数	种子发芽指数(GI)的测定	NY 525
6	总镉	原子吸收分光光度法	NY/T 1978

序号	指标	监测分析方法	参考标准
		电感耦合等离子体质谱法	
		电感耦合等离子体发射光谱法	
7	总汞	原子荧光光谱法	NY/T 1978
8	总砷	原子荧光光谱法	NY/T 1978
		电感耦合等离子体质谱法	
9	总铅	原子吸收分光光度法	NY/T 1978
		电感耦合等离子体质谱法	
		电感耦合等离子体发射光谱法	
10	总铬	原子吸收分光光度法	NY/T 1978
		电感耦合等离子体质谱法	
		电感耦合等离子体发射光谱法	
11	总镍	原子吸收分光光度法	NY/T 1978
		电感耦合等离子体质谱法	
		电感耦合等离子体发射光谱法	
12	总铈	电感耦合等离子体发射光谱法	GB 38400
13	总钴	电感耦合等离子体发射光谱法	
14	总钒	电感耦合等离子体发射光谱法	
15	总铈	电感耦合等离子体发射光谱法	
16	缩二脲	高效液相色谱法	GB/T 22924
		分光光度法	
17	苯并(a)芘	气相色谱-质谱法	GB/T 32952
18	石油烃总量	红外光谱法	GB 5085.6
19	邻苯二甲酸酯类总量	气相色谱-质谱法	GB/T 35104

8 环境保护要求

8.1 废气、臭气控制

原料接收、预处理及暂存等易产生废气、臭气的环节，应采取密闭、半密闭或局部集气罩等收集措施，并保持收集系统有效运行。臭气治理设施应根据污染物特性和风量进行配置，可采用洗涤、生物过滤、吸附或其他组合处理工艺。废气和臭气排放应符合国家和地方现行相关标准要求。

8.2 噪声与卫生控制

生产设施应优先选用低噪声设备，并通过合理布局、基础减振、隔声、消声及加强维护保养等措施控制噪声对周边环境的影响。

原料接收区、预处理区、反应区、后处理区及暂存区应保持整洁，及时清理散落物料和积液；必要时开展清洗、消毒和病媒生物防治，降低异味和卫生风险。

8.3 废水与液相废弃副产物管理

废水与液相废弃副产物宜按性质分类收集，应区分反应液、冷凝液、设备及地面冲洗废水等，不宜混合收集后直接排放。

反应液等高浓度液相副产物应优先进行养分回收或工艺资源化利用。收集设施应具备防渗、防腐、液位监测和防溢流能力，并设置事故状态下的应急截流或应急暂存措施。

废水经处理后回用或排放的，应根据去向满足相应水质要求；纳入污水管网的，应经必要预处理后方可排入；直接排放的，应符合国家和地方现行相关排放标准要求。

8.4 固体副产物管理

预处理和后处理过程中分离出的塑料、织物、砂石、金属等杂物，以及筛分残渣、沉渣、废过滤介质、废吸附材料等固体副产物，应分类收集、分类暂存和分类处置，不得混入成品有机肥。

固体副产物暂存区域应采取防雨、防散落、防渗漏措施，必要时采取覆盖或密闭容器暂存，防止二次污染。