ICS 点击此处添加 ICS 号
CCS 点击此处添加 CCS 号

T/JAASS

团 体 标 准

T/JAASS XX—2024

用于土壤修复和改良的生物质炭类材料生产质量控制技术规范

Technical specification for quality control in the production of biomass charcoal-based restoration and improvement materials

（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

江苏省农学会 发 布

目　　次

前言 1
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 设备要求 2
5 技术工艺 2
6 生物质炭类修复/改良材料质量评价方法 3
7 生物质炭类修复/改良材料效果判定方法 5
8 副产物处置和利用 5
9 环境要求 6

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。

本文件由南京理工大学提出

本文件由江苏省农学会归口。

本文件起草单位：南京理工大学，南京农业大学，江苏省农业科学院、生态环境部南京环境与科学研究所，南京大学，南京市耕地质量保护站，江苏太湖地区农业科学研究所，南京市栖霞区农业综合行政执法大队，中电环保股份有限公司，中科土壤环境科技（江苏）有限公司，江苏天象生物科技有限公司，江苏全立环境科技有限公司，南京宁粮生物工程有限公司，嘉兴桐奥环保科技有限公司，泰州市北青环境科技有限公司

本文件主要起草人：陈颢明，沈锦优，李真，冯彦房，孔令雅，沈征涛，张雨轩，张治，程月琴，王海候，何娟，梁晓辉，蒋金延，彭毅，赵方舟，李伶俐，蒋瀚峰，娜扎发提·穆罕麦提江，杜仙凤

用于土壤修复和改良的生物质炭类材料生产质量控制技术规范

1 范围

本文件规定了有机固体废弃物制备生物质炭的术语和定义、设备要求、技术工艺、副产物处置和利用、环境要求、生物质炭类修复/改良材料生产质量评价方法等内容。

本文件适用于以农作物秸秆、菌渣、果枝、棉杆、花生壳、木材废料以及畜禽粪便、河沟滤泥、污泥等城市或农林业有机废弃物为主要原料，应用在土壤肥力缺失，理化结构失衡，受重金属或有机物污染等需要修复及改良土壤中的生物质炭类材料的生产质量控制。

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 3095 环境空气质量标准
GB 13271 锅炉大气污染物排放标准
GB 15577 粉尘防爆安全规程
GB 38400-2019 肥料中有毒有害物质的限量要求
GB 15618-2018 土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)
GB 36600-2018 土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)
GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
GB/T 30366 生物质术语
GB/T 16658-2007 煤中铬、镉、铅的测定方法
GB/T 16659-2008 煤中汞的测定方法
GB/T 3058-2008 煤中砷的测定方法
GB/T 19225-2003 煤中铜、钴、镍、锌的测定方法
GB/T 16415-2008 煤中硒的测定方法 氢化物发生原子吸收法
GB/T 14352.2-2010 钨矿石、钼矿石化学分析方法 第2部分:钼量测定
DB37/T 4546-2022 农业废弃物制备生物质炭技术规程
DB43/T 2191-2021 农用地土壤重金属污染修复治理效果评价技术规范
DB11/T 783-2011 污染场地修复验收技术规范
NY/T 3036-2016 肥料和土壤调理剂水分含量、粒度、细度的测定
NY/T 3672 生物质炭检测方法通则
HJ 77.3-2008 固体废物 二恶英类的测定 同位素稀释高分辨气相色谱-高分辨质谱法
HJ 743-2015 土壤和沉积物 多氯联苯的测定 气相色谱-质谱法
ISO/TR 20736 Sludge recovery, recycling, treatment and disposal — Guidance on thermal treatment of sludge

3 术语和定义

GB/T 30366界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1农业有机废弃物 agricultural organic wastes

整个农业生产过程中产生的有机类废弃物质，主要包括农作物秸秆、玉米芯、稻壳、花生壳和畜禽粪便等。

3.2林业有机废弃物 forestry organic wastes

林业生产、森林更新和林产品加工过程中产生的有机废弃物。包括采伐剩余物、清林抚育剩余物和木材加工剩余物。

3.3 生物质炭 biochar

在无氧和缺氧条件下将废弃农作物秸秆、菌渣、果枝、棉杆、花生壳、畜禽粪便、木材废料等在一定温度下，通过热裂解的方式得到的一种孔隙发达、芳香化程度高、比表面积大、理化性质稳定、可溶性低、熔沸点高、吸附和抗氧化能力强的固体富碳材料。

3.4 热裂解 pyrolysis carbonization

生物质热裂解（又称热解或裂解），通常是指在无氧或低氧环境下，生物质等原料被加热升温引起分子分解产生焦炭、可冷凝液体和气体产物的过程，是生物质能的一种重要利用形式。根据温度、压力、停留时间和升温速率的不同，一般分为快速热解和慢速热解两种方式。

3.5 木醋液 pyrolysis wood vinegar

木质原料热解炭化产生的一种以醋酸为主要成分的棕色或棕红色透明液体。

3.6 农用地土壤重金属污染 heavy metal pollution of agricultural land soil

因土壤重金属含量达到农产品质安全农作物生长或对农用地环境质量产生不利影响且超过可接受风险的现象。

3.7 场地土壤重金属污染 heavy metal contamination of site soils

建设用地和工业用地中因人类活动造成土壤中的金属元素含量达到人类承受风险的，从而造成不利影响的现象。

3.8 复配剂 compounding agent

在生物质材料加工前故意混合或无意中与生物质原料混合的无机材料。这些材料不会以与生物质相同的方式碳化。包括土壤和天然土壤的常见成分，如粘土，砾石，矿物，菌剂等，它们可能与生物质一起聚集或通过预先使用生物质原料混合在一起。复配剂可以在各种各样的原料中找到，例如农业残留物，粪肥和城市固体废物等。

4 设备要求

根据炭化工艺的不同，可选择固定床、移动床、流化床等连续性半封闭式热裂解设备。

热裂解设备工作状态正常，能满足连续生产技术需要，且设备布置应紧凑合理，应留有足够场地空间以便操作、维修和管理。

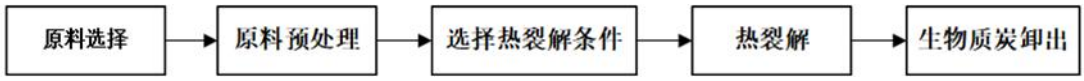
设备操作人员等应按照设备安全操作规程进行设备操作。

设备运行管理应符合GB 15577要求。

5 技术工艺

5.1 工艺流程

农、林业有机废弃物制备生物质炭技术工艺采用在一定温度下无氧或微氧干馏条件下采用热裂解技术制备生物质炭，主要技术流程如下：



5.2 原料要求

生物质炭的原料为生物质，主要选择产出量较大、资源丰富、易于获取的农林有机废弃物，包括玉米、小麦、高粱、稻子等作物的秸秆、果树等树木的枝条、牛、羊、猪等畜牧粪便，以及城市污泥或河沟滤泥等。原料中要求无碎石、土块、塑料、铁丝等杂质，原料自然含水量应小于80 wt%（含水量的测定方法以NY/T 3036-2016执行）。如原料含水量较高，应结合工艺要求进行自然干燥或人工干燥处理，干燥后原料含水量应小于30 wt%。此外，用作生物质炭生产的原料可以是生物质和其他复配剂的组合，但按干重计复配物含量不得超过10%。任何占原料干重10%或更多的复配剂都必须作为原料组分报告。复配后原料中有毒有害物质应符合GB 38400-2019。

5.3 原料预处理

生物质炭制备前应对原料进行干燥、粉碎处理。原料粉碎应在通风良好的场地进行，粉碎设备应带有除尘装置。粉碎后原料的粒度应小于50 mm。当热裂解设备对原料尺寸有具体要求时，粉碎后的原料颗粒尺寸应满足热裂解设备的要求。粒度的测定方法以NY/T 3036-2016执行。

5.4 热裂解

对原料进行热裂解应在具有防雨和通风条件良好的场地进行，生产过程安全卫生应符合GB/T 12801要求。不同原料热裂解的反应温度、反应时间、升温速率等技术参数选择参照表1。同一原料在同一批次进行热裂解反应温度波动应小于等于50℃。

表1 不同原料热裂解参数选择

原料	主要热裂解参数		
	反应温度 ℃	反应时间 min	升温速率 ℃/min
玉米秸秆	400~500	20~30	5~10
小麦秸秆	300~500	20~30	5~10
稻壳	500~650	20~40	5~10
棉杆/壳	500~700	60~90	10~20
花生壳	300~500	20~40	5~10
果枝	600~700	60~90	10~20
菌渣	500~600	30~60	10~20
猪粪	450~700	120~180	5~25
污泥	400~850	60~240	5~10
核桃壳	400~600	60~240	5~10

5.5 生物质炭卸出

生物质炭制备结束后，卸出，室温冷却至60℃以下，自然堆放24 h后，方可使用。

5.6 注意事项

生物质炭是裂解完成后残留的黑色固体位置，若呈灰白色则为灰化严重，呈黄褐色或原料的原色则为裂解不完全，二者均是裂解条件或裂解时间控制不当条件下的产物，为不合格的产品。

对于使用粉碎秸秆生产的生物质炭产品可直接使用，而对于采用原状秸秆制得的生物质炭宜对其进行适当挤压，以使其断成长度小于1 cm的小段或颗粒。对于较细的粉末应喷施5%左右的水使其湿润以避免扬尘。

6 生物质炭类修复/改良材料质量评价方法

农业废弃物制备生物质炭的产炭率应在20%-50%。检测方法参照NY/T 3672执行。根据对生物质炭特性及安全性的相关参数评估，确定了生物质炭材料的三类测试。

测试类别A-基本实用性能：要求所有生物质炭。A组测试评估用于土壤的生物质炭材料所需的最基本特性。

测试类别B-毒性评估：要求所有生物质炭。

测试类别C-高级分析和土壤增强特性：选择性测定。

所有生物质炭必须进行基本实用性能测试，并符合测试类别A中规定的标准，如表2所示。生物质炭的基本特征包括粒径和水分等物理性质，以及元素[氢（H）、碳（C）和氮（N）]比例，灰分比例，电导率（EC）和pH等。有机碳（Corg）含量用于根据材料中有机碳的百分比将生物质炭材料划分为三类，并代表生物质炭材料中典型的有机碳含量范围。碳的稳定性由氢与有机碳的摩尔比表示，该比值越低，碳的稳定性越好。

表 2　测试类别 A-参数、标准和测试方法

参数	标准	单位	测试方法
水分	声明	占干重的%	NY/T 3672
有机碳（C_{org}）	最低 10% 第一类：≥60% 第二类：30%≤X≤60% 第三类：10%≤X＜30%	占干重的%	NY/T 3672
H: C_{org}	最大0.7	摩尔比	
总灰分	声明	占干重的%	NY/T 3672
总氮	声明	占干重的%	NY/T 3672
pH	声明	pH	NY/T 3672
电导率	声明	dS/m	NY/T 3672
碱度（pH＞5）	声明	% $CaCO_3$	NY/T 3672
粒度分布	声明	% <0.5 mm; % 0.5-1 mm; % 1-2 mm; % 2-4 mm; % 4-8 mm; % 8-16 mm; % 16-25 mm; % 25-50 mm;	50 mm，25 mm，16 mm，8 mm，4 mm，2 mm，1 mm和0.5 mm筛子的渐进过筛。
所有报告值都将保留到一个小数点后一位有效数字（0.1）。			

除了测试A外，所有生物质炭材料必须符合下表3所列的土壤毒性评估阈值。毒物可分为两类：一类可能存在于所使用的原料中（金属和多氯联苯），另一类可能由用于制造生物质炭的热化学转化过程产生（多环芳烃和二恶英/呋喃）。

表 3　测试类别 B-参数、允许的最大阈值和测试方法

参数	允许的最大阈值范围		测试方法
多环芳烃（PAHs），总数（美国环保署列出的16种PAHs的总和）	6-300	mg/kg 干重	NY/T 3672
二恶英/呋喃（PCDD/Fs）	17	ng/kg 干重	HJ 77.3
多氯联苯（PCBs）	0.2-1	mg/kg 干重	HJ 743
砷	13-100	mg/kg 干重	GB/T 3058
镉	1.4-39	mg/kg 干重	GB/T 16658

参数	允许的最大阈值范围		测试方法
铬	93-1200	mg/kg 干重	GB/T 16658
钴	34-100	mg/kg 干重	GB/T 19225
铜	143-6000	mg/kg 干重	GB/T 19225
铅	121-300	mg/kg 干重	GB/T 16658
汞	1-17	mg/kg 干重	GB/T 16659
钼	5-75	mg/kg 干重	GB/T 14352.2
镍	47-420	mg/kg 干重	GB/T 19225
硒	2-200	mg/kg 干重	GB/T 16415
锌	416-7400	mg/kg 干重	GB/T 19225
所有报告值都将保留到一个小数点后一位有效数字（0.1）。			

生物质炭高级分析特性包括生物质炭的挥发物含量和表面积（表4）。生物质炭增强特性鉴定了生物质炭中所含的植物所需养分。

表 4　测试类别 C-参数、标准和测试方法

参数	标准	单位	测试方法
氮（铵态氮和硝态氮）	声明	mg/kg	NY/T 3672
总磷和总钾	声明	mg/kg	NY/T 3672
有效磷	声明	mg/kg	NY/T 3672
总钙，镁和硫	声明	mg/kg	NY/T 3672
可利用钙，镁和硫酸盐-硫	声明	mg/kg	NY/T 3672
挥发性物质（VOCs）	声明	占干重%	NY/T 3672
总表面积	声明	m^2/g	NY/T 3672
外比表面积	声明	m^2/g	GB/T 19225
所有报告值都将保留到一个小数点后一位有效数字（0.1）。			

7　生物质炭类修复/改良材料效果判定方法

应根据修复治理目标和修复治理类型，选取评价目标。建议在农业土壤中施用生物质炭比例每吨小于15%，在场地土壤中施用每吨小于50%。与其他修复和改良性技术联合使用可根据实际工艺技术进行调整。不同废弃物种类建议对应使用，污泥等生物炭在农业土壤中施用需达到生物质炭类材料最低污染物标准。农用地土壤重金属污染修复效果评价具体参考GB 15618-2018。其他场地土壤重金属污染修复效果评价参考GB 36600-2018和DB43/T 2191-2021。

8　副产物处置和利用

生物质炭是慢速热解产生的主要固体产品，热解过程还会产生大量废烟气，一部分经过冷凝形成粗木醋液，另一部分为不可冷凝性气体。生物质热解产生的副产物中存在部分挥发性物质。因此，在保证产品得率的基础上，采用有效的多联产工艺对热解过程中产生的挥发分进行收集，有利于推进可持续、经济的工业化。不可利用的副产物参考ISO/TR 20736进行收集与管理。

8.1　液态副产物

原料热解过程中产生的烟气冷凝物（液态副产物）应收集在防渗池并妥善进行二次深加工或集中销售利用。液态副产物可作为原料精炼加工成高附加值的农业投入品或送往发电厂、供热站等用于燃烧发电或供热，可参照DB37/T 4546-2022。

8.2 气态副产物

原料热裂解过程中产生的气态副产物不应直接排放，应加以收集利用或直接燃烧，收集到的气态副产物优先燃烧回用于原料的干燥和热裂解等环节。此外，利用农林生物质原料（废木屑、秸秆等）进行热解汽化反应产生的木煤气，可用于供给居民生活用气、供热和发电。

在生物质炭冷却或气态副产物燃烧等环节产生的热量可通过收集装置进行回收利用以提高热裂解过程的热效率，可参照DB37/T 4546-2022。

9 环境要求

在农林业有机废弃物制备生物质炭的生产场所、过程、副产物处置等环节见《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的相关规定。

热裂解过程中应减少粉尘产生并采取减少粉尘散发的除尘装置，生产场所环境空气应符合GB 3095的规定。

热裂解的全过程应无污水排放。

生产完成后所产生的气态副产物在燃烧后的大气污染物排放应符合GB 13271的规定。