

# T/EJCCCSE

## 中国商业股份制企业经济联合会团体标准

T/EJCCCSE XXXX—XXXX

### 镉污染稻田生物炭制备和施用方法

Preparation and application of biochar in cadmium-contaminated paddy fields

(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。

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国商业股份制企业经济联合会 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 生物炭分类 .....	1
5 制备方法 .....	1
6 施用方法 .....	2
7 适用镉污染浓度 .....	2

## 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。

本文件由昆明理工大学提出。

本文件由中国商业股份制企业经济联合会归口。

本文件起草单位：昆明理工大学

本文件主要起草人：

# 镉污染稻田生物炭制备和施用方法

## 1 范围

本文件规定了镉污染稻田生物炭的种类、制备方法、施用方法及适用镉污染浓度。  
本文件适用于镉污染稻田生物炭的制备和施用。

## 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 15618—2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)  
GB/T 17141—1997 土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法  
GB/T 23739—2009 土壤质量 有效态铅和镉的测定 原子吸收法  
DB43/T 2637—2023 土壤中总镉的测定 固体进样电热蒸发原子吸收光谱法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**生物炭** biochar

有机废弃物在限氧（氧气有限）条件下热解而得的富碳物质（富碳材料）。

### 3.2

**生物质** biomass

一种含有有机和无机成分的生物化合物。

### 3.3

**镉污染稻田土壤** cadmium polluted paddy soil

土壤镉浓度超过 GB 15618—2018 中镉浓度安全阈值的稻田土壤。

## 4 生物炭分类

### 4.1 农业废弃物类生物炭

由农作物秸秆如小麦秸秆、玉米秸秆、水稻秸秆等，和农产品加工副产物如花生壳、稻壳、玉米芯等两类原料制备的生物炭定义为农业废弃物类生物炭。

### 4.2 林业废弃物类生物炭

由林业废弃物如木材和竹材制备的生物炭，定义为林业废弃物类生物炭。

### 4.3 其他有机废弃物类生物炭

由污水污泥、粪肥、堆肥、水葫芦、浮萍、虾壳、鱼骨等其他有机废物制备的生物炭，定义为有机废弃物类生物炭。

### 4.4 金属/金属矿物改性生物炭

用于修复镉污染稻田土壤常用的改性生物炭有铁改性生物炭、铁锰改性生物炭、镁改性生物炭等金属/金属矿物改性生物炭。

## 5 制备方法

### 5.1 农业废弃物类生物炭的制备

农业废弃物类生物炭的制备的主要步骤如下：

- a) 将农业废弃物粉碎至粒径小于 2 mm，用去离子水彻底洗涤粉碎的农业废弃物以除去附着的灰尘，然后在 40 °C~70 °C 下烘干，直到没有进一步的重量损失；
- b) 将干燥后的农业废弃物收集在坩埚中，放入氮气/二氧化碳氛围的马弗炉/管式炉中进行热解处理。热解温度为 300 °C~800°C，升温速率为 5 °C/min~10°C/min，停留时间为 2 h~8 h。

### 5.2 林业废弃物类生物炭的制备

制备方法见 5.1。

### 5.3 其他有机废弃物类生物炭的制备

其他有机废弃物类生物炭的制备方法与农业/林业废弃物类生物炭制备方法类似，主要步骤如下：

- a) 将其他有机废弃物粉碎至粒径小于 2 mm，然后在 40 °C~70 °C 下烘干，直到没有进一步的重量损失；
- b) 将干燥后的废弃物收集在坩埚中，放入氮气/二氧化碳氛围的马弗炉/管式炉中进行热解处理。热解温度为 300 °C~700 °C，升温速率为 5 °C/min~10 °C/min，停留时间为 2 h~8 h。

### 5.4 金属/金属矿物改性生物炭的制备

5.4.1 化学共沉淀法是制备金属/金属矿物改性生物炭的最常用方法，以制备 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 改性生物炭为例，主要步骤如下：

- a) 将 FeCl<sub>3</sub> 和 FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O（摩尔比 2:1）溶解在一个三口烧瓶中；
- b) 在上述混合物中加入相应量的生物炭，室温搅拌 30 min 后，继续加入 10 M NaOH，直至 pH 为 10~11，有黑色沉淀生成。在此过程中，Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 被负载到生物炭上；
- c) 反应 24 h 后，用磁铁分离黑色沉淀即为 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 改性生物炭，之后用超纯水和无水乙醇洗涤；
- d) 将清洗后的样品真空干燥，存储备用，整个合成过程在 N<sub>2</sub> 气氛下进行。

5.4.2 其他用化学共沉淀法制备金属/金属矿物改性生物炭的方法与此类似，区别之处在于添加的金属矿物类型或金属盐离子溶液不同。

## 6 施用方法

### 6.1 农田施用

在农田土壤表面施用生物炭，通过人工犁耕将生物炭充分混合至 0 cm~20 cm 的深度。

### 6.2 施用时间

生物炭应施用在秧苗移栽或作物播种前两周。

### 6.3 施用量

生物炭的施用量在土壤质量的 0.1%~5% 左右，具体添加量依土壤质量状况而定。

## 7 适用镉污染浓度

### 7.1 镉形态及总量的测定

镉的形态及含量可按 GB/T 17141—1997、GB/T 23739—2009 及 DB43/T 2637—2023 中的相关方法进行测定。

### 7.2 镉污染浓度

7.2.1 适用修复稻田土壤的镉浓度范围在 0.25 mg/kg~10.8 mg/kg 之间。

7.2.2 不同类型生物炭对应修复镉污染稻田土壤添加量见表 1。

表1 不同类型生物炭对应修复镉污染稻田土壤添加量

生物炭类型	加热温度	pH	添加量	土壤的 pH
玉米秸秆	300 °C~800 °C	7.4~10.1	0.1%~2%	5~7
水稻秸秆	300 °C~700 °C	9~10.5	0.5%~3%	5~7
小麦秸秆	300 °C~700 °C	7.95~10.5	1%	5~7
油菜秸秆	350 °C~600 °C	9~10.5	0.1%~3%	5~7
动物粪便	300 °C~700 °C	7.85~10.35	1%~5%	5~7
活性污泥	300 °C~700 °C	7.3~9.18	2%~10%	4.8~7.08

---