

ICS 01.040.65

CCS B10/14

团体标准

T/CSER 007-2024

煤基固废人造土壤基质用于盐碱地改良的技术规范

Code of practice for coal-based solid waste artificial soil matrix in the improvement of saline-alkali land

(发布稿)

2024-12-04发布

2024-12-05实施

中关村众信土壤修复产业技术创新联盟发布

目次

| | |
|--------------------------------|----|
| 目次..... | I |
| 前言..... | II |
| 1. 范围..... | 1 |
| 2. 规范性引用文件..... | 1 |
| 3. 术语和定义..... | 1 |
| 4 煤基固废人造土壤基质制备方法..... | 3 |
| 5. 煤基固废人造土壤基质产品质量要求..... | 5 |
| 6. 煤基固废人造土壤基质用于盐碱地改良的应用技术..... | 7 |
| 7. 环境风险评价..... | 7 |

前 言

本文件按照GB/T1.1-2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》规定起草。

本文件由中关村众信土壤修复产业技术创新联盟提出并归口管理。

本文件起草单位：山西大同大学、山西大地控股自然资源产业集团有限公司、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、山西交控生态环境股份有限公司、山西赛新资源再生利用科技有限公司、鄂尔多斯市皓通科技有限公司、森源达生态环境集团股份有限公司、海南慧清源生物环保科技有限公司、府谷县江源森环保产业有限责任公司、江苏富淼科技股份有限公司、华北理工大学、大唐同舟科技有限公司、四川省自然资源实验测试研究中心（四川省核应急技术支持中心）、朔州晋北固废资源综合利用研发中心、安徽理工大学、山西鸿宇固废资源化利用科技有限公司、鄂尔多斯市云东生态产业开发有限公司、江苏科勒泰新材料研究院有限公司、陕西奕君阜建筑工程有限公司、金达科创（北京）能源有限公司、包头市峰象标新能源科技有限公司、陕西奥维乾元化工有限公司、山西国信生态环境科技工程有限公司、榆林恩典之路环保科技发展有限公司、内蒙古旭特新能源有限公司、贵州省煤田地质局、太原市鹏森技术服务部、鄂尔多斯碳中和研究院、太原理工大学、内蒙古农业大学、山西师范大学、西南科技大学、榆林学院、西北师范大学。

本文件主要起草人：赵海东、畅吉庆、赵振明、王丽萍、李权、申午艳、李文军、杨贞、卢珍、罗居杰、吕超、缪子凤、施和平、张晓涛、赵秋霞、任晓净、葛青松、乔银桃、赵苇黛、魏永杰、任慧、杨兴旺、张平、李小光、袁雪涛、王勇、苏建华、祝长生、冯振华、刘武艳、边伟龙、武亚峰、刘宗恺、吕静瑶、杨小荣、李国胜、冯秀娟、纪建兵、钱隆、王平业、王日飞、王大林、陈永哲、李扬、郑宇、钱彦雁、尚保元、蒋良富、王明培、张弦、金琦、范军刚、田宝强、贾雪峰、侯娟娟、马小玲、谭宏斌、张哲、郭永、姚丽英。

煤基固废人造土壤基质用于盐碱地改良的技术规范

1. 范围

本文件规定了用于盐碱地改良的煤基固废人造土壤基质制备要求、应用技术和效果评价等内容。

本文件适用于盐碱地改良工程中利用煤基固废制成人造土壤基质的改良项目。

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，标注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB15618-2018 土壤环境质量标准-农用地土壤污染风险管控标准
- 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 1121.2-2006 土壤检测 第2部分：土壤 pH 的测定
- NY/T 1121.16-2006 土壤检测 第16部分：土壤水溶性盐总量的测定
- NYT 1121.6-2006 土壤检测 第6部分：土壤有机质的测定
- NY/T 1121.4-2006 土壤检测 第4部分：土壤容重的测定
- HJ332-2006 食用农产品产地环境质量评价标准
- NY861-2004 粮食（含谷物、豆类、薯类）及制品中铅、铬、镉、汞、硒、砷、铜、锌等八种元素限量
- GB2762-2022 食品安全国家标准食品中污染物限量
- GB/T 14848-2017 地下水质量标准

3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤基固废 Coal Based Solid Waste

由煤炭开采、洗选、加工、利用过程中产生的固体废弃物，包括煤矸石、煤泥、粉煤灰、炉渣、煤气化渣、脱硫石膏等。

3.2

人造土壤基质 Artificial Soil Matrix

用人工方法将多种原材料混合制备而成的土壤基质，称为人造土壤基质。主要用于改良土壤、增加土壤肥力和修复受损土地。

3.3

盐碱地 Saline-alkaline land

土壤中含有较多可溶性盐分而使非耐盐植物不能正常生长的土地。

3.4

土壤含盐量 Salt content of soil

土壤含盐量是指土壤中盐分（主要是氯化物、硫酸盐、碳酸盐）的质量占干土质量的百分数。土壤含盐量是判断土壤盐渍化及其程度的重要指标。通常，土壤含盐量可以分为以下几类：氯化物等盐土土壤含盐量等级 1~2 g/kg 为轻度，2~4 g/kg 为中度，4~6 g/kg 为重度，6 g/kg 以上为极重度。以土壤含盐量为主要分级依据，确定盐碱地分级标准。

3.5

盐碱地改良 Improvement of saline-alkali land:

用工程、农艺、物理、化学、生物等措施（降低土壤含盐量，改善土壤理化

性质，改善植物生长的土壤环境条件）对盐碱地土壤影响农业生产的指标进行综合治理（作业和措施）称为盐碱地改良。

3.6

土壤基质功能性助剂 Functional Additives for Soil Matrix

用于激活煤基固废原料中的养分元素，调节人造土 pH 值，钝化重金属离子，改善土壤结构的材料。主要成分为有机酸类调节剂，金属钝化剂，无机-有机粘结剂、保水剂和微生物等。

4 煤基固废人造土壤基质制备方法

4.1 原料要求

人造土壤基质的研发须遵循土壤的物质组成和自然特性、遵循土壤生态系统的自然规律，优化“矿物质-有机质-微生物”这三者的质量、数量、及其相互关系。煤基固废以“无机矿物质”为主要成分，具有“成土母岩”的特性，可以与有机质和微生物复合、加工生产成为“人造土壤基质”产品。人造土壤基质的生产对原料的要求为：酸碱度 pH 值 ≤ 8.5 、水溶性盐含量 ≤ 2.0 g/kg、重金属含量符合 GB15618-2018 限量要求、粒度尺寸 ≤ 5 mm。

煤矸石：煤矸石是煤炭开采和洗选过程中排出的固体废弃物，主要成分包括碳、石英、长石、高岭土、黏土矿物等。

煤泥：煤泥是煤炭洗选过程中产生的细粒煤和泥沙的混合物，其主要成分为有机质、矿物质和水分。

粉煤灰：粉煤灰是从煤燃烧后的烟气中收捕下来的细灰，也称为烟灰，是燃煤电厂排出的主要固体废物，主要含有硅、铝、铁、钙等氧化物。

燃煤炉渣：通常也称为煤渣或火力发电厂炉渣，主要由火力发电厂、工业和民用锅炉及其他设备燃煤后排出，主要含有硅、铝、铁、钙、镁等氧化物。

煤气化渣：煤气化渣是煤与氧气或富氧空气在高温下发生不完全燃烧生成 CO 与 H₂ 的过程中，煤中无机矿物质经过不同的物理化学转变，伴随着煤中残留

的碳颗粒形成的固态残渣。煤气化渣可分为粗渣和细渣两类。

脱硫石膏：脱硫石膏是一种重要的工业副产品，主要来源于燃煤电厂或油厂对含硫燃料燃烧后产生的烟气进行脱硫净化处理过程，主要成分为二水硫酸钙（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）。

4.2 煤基固废人造土壤基质制备流程

1) 原材料理化性质检测：所有煤基固废使用前均需要检测其酸碱度、盐分含量、重金属含量，如果存在超标的指标，必须进行前期处理（固定、钝化、中和、酸浸、水洗等），重金属不达标的煤基固废不得作为原料进行使用。

2) 测土配方：对待改良的盐碱地进行取样检测，包括：pH 值、水溶性盐含量、EC 值、氮磷钾含量、有机质含量、重金属含量、土壤容重、密度、结构等，确定盐碱地的盐碱化程度以及土壤缺少的养分，针对性的设计煤基固废人造土壤基质的配方。

3) 煤基固废人造土壤基质的制备：将符合原料要求的固废原料，按照配方设计，配入矿源腐植酸、秸秆等有机物料和适合的微生物菌剂，进行复混，喷洒土壤基质功能性助剂，搅拌均匀，静置稳定化 2 h，自然晾干后得煤基固废人造土壤基质产品。

4) 包装和存贮：经检测合格的煤基固废人造土壤基质产品按照 25 kg 包装袋分装或者采用吨包装袋包装，存贮和运输过程中避免淋雨和浸水。

具体流程图如图 1 所示：

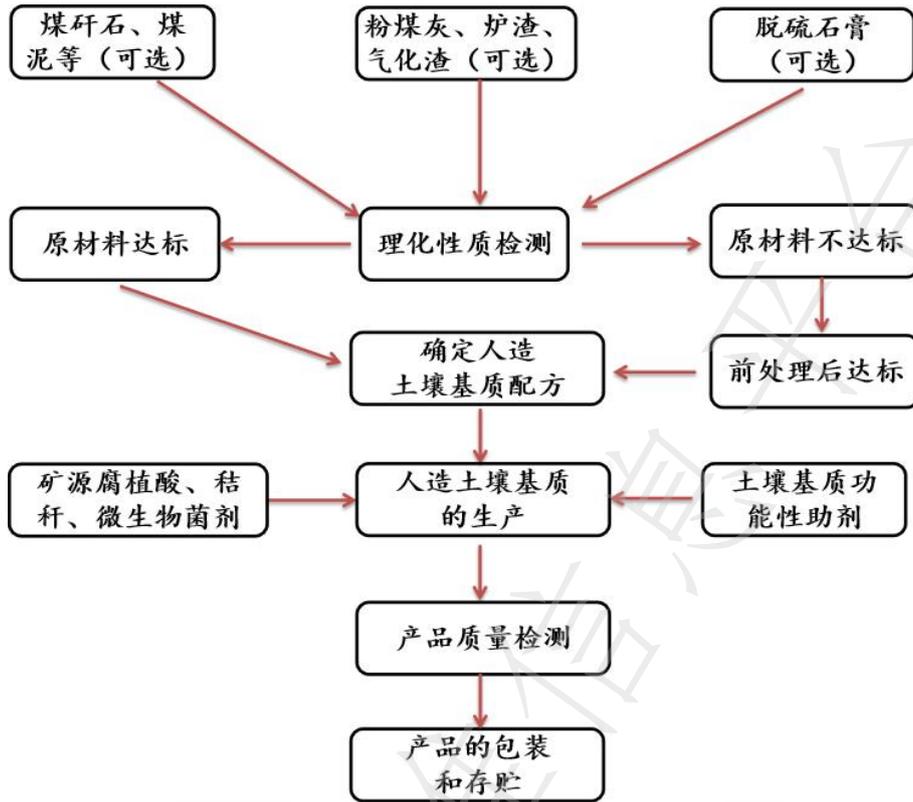


图 1 煤基固废人造土壤基质制备流程图

5. 煤基固废人造土壤基质产品质量要求

5.1 外观及感官

均匀灰色或黑色粉末及颗粒混合物，无明显块体，无异味。

5.2 技术指标

利用煤基固废为原料制备的人造土壤基质产品技术指标应符合表 1 要求。

表 1 煤基固废人造土壤基质产品技术指标

| 项目 | 单位 | 检测依据 | 指标 |
|---------------|-------------------|-------------------|---------|
| pH 值 | - | NY/T 1121.2-2006 | 6.5-8.5 |
| 水溶性盐含量 | g/kg | NY/T 1121.16-2006 | ≤ 2.5 |
| 有机质含量 | g/kg | NYT 1121.6-2006 | ≥ 15 |
| 粒度 (0-5.0 mm) | % | NY/T 3036-2016 | ≥ 90 |
| 容重 | g/cm ³ | NY/T 1121.4-2006 | 1.1-1.4 |

5.3 限量要求

利用煤基固废为原料制备的人造土壤基质产品重金属汞、砷、镉、铅、铬元素限量应符合表 2 要求,即 GB15618-2018 土壤环境质量标准-农用地土壤污染风险管控标准限量要求。

表 2 煤基固废人造土壤基质产品重金属限量要求

| 序号 | 污染物项目 ^{a,b} | | 风险筛选值 | | | |
|----|----------------------|----|--------|------------|------------|--------|
| | | | pH≤5.5 | 5.5<pH≤6.5 | 6.5<pH≤7.5 | pH>7.5 |
| 1 | 镉 | 水田 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.8 |
| | | 其他 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.6 |
| 2 | 汞 | 水田 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 1.0 |
| | | 其他 | 1.3 | 1.8 | 2.4 | 3.4 |
| 3 | 砷 | 水田 | 30 | 30 | 25 | 20 |
| | | 其他 | 40 | 40 | 30 | 25 |
| 4 | 铅 | 水田 | 80 | 100 | 140 | 240 |
| | | 其他 | 70 | 90 | 120 | 170 |
| 5 | 铬 | 水田 | 250 | 250 | 300 | 350 |
| | | 其他 | 150 | 150 | 200 | 250 |
| 6 | 铜 | 水田 | 150 | 150 | 200 | 200 |
| | | 其他 | 50 | 50 | 100 | 100 |
| 7 | 镍 | | 60 | 70 | 100 | 190 |
| 8 | 锌 | | 200 | 200 | 025 | 300 |

^a 重金属和类金属砷均按元素总量计。
^b 对于水旱轮作地,采用其中较严格的风险筛选值。

6. 煤基固废人造土壤基质用于盐碱地改良的应用技术

6.1 煤基固废人造土壤基质使用方法

采用煤基固废人造土壤基质改良盐碱地的方法步骤为：

- (1) 土地平整作业，削高填洼。
- (2) 喷洒土壤改良功能性专用助剂于土壤表面，每亩施 0.5-1.5 kg。
- (3) 将煤基固废人造土壤基质抛洒平铺于盐碱地表面（抛洒数量见 6.2）。
- (3) 机械翻耕 2 次，深度 25-30 cm，旋耕机混匀，使人造土壤基质与原土均匀混合。
- (4) 喷洒土壤改良功能性专用助剂于混合土壤表面，每亩施 0.5-1.5 kg，旋耕机混匀。
- (5) 完成改良后，陈化稳定 2-3 d，可以种植。

6.2 不同级别盐碱地改良用量

上述煤基固废人造土壤基质，结合改良的盐碱地的级别，一次性施用，可根据耕作层厚度 (30 cm)来控制用量。

轻度盐碱地施用量建议：人造土壤基质占比耕作层重量约 10%；

中度盐碱地施用量建议：人造土壤基质占比耕作层重量约 20%；

重度盐碱地施用量建议：人造土壤基质占比耕作层重量约 30%；

极重度盐碱地施用量建议：人造土壤基质占比耕作层重量约 40%。

改良后取混合土壤样品进行检测，确保改良后土壤酸碱度 pH 值在 6.5-8.5 之间、水溶性盐含量 ≤ 2.5 g/kg、EC 值 ≤ 4.0 mS/cm、重金属含量符合 GB15618-2018 限量要求。

7. 环境风险评价

7.1 修复后土壤指标

按照 GB15618-2018《土壤环境质量标准-农用地土壤污染风险管控标准》和

HJ332-2006《食用农产品产地环境质量评价标准》执行。

7.2 农作物重金属限量检测

盐碱地改良后种植农作物中重金属限量检测按照 GB2762·2022《食品安全国家标准食品中污染物限量》和 NY861·2004《粮食（含谷物、豆类、薯类）及制品中铅、铬、镉、汞、硒、砷、铜、锌等八种元素限量》执行。

7.3 地下水环境监测

按 GB/T 14848-2017《地下水质量标准》执行。主要监测盐碱地改良区域内地下水中重金属含量和有毒有机物含量，与未改良区域地下水中含量相比较，判断地下水是否被污染。如出现含量明显增加的情况，应尽快排查污染原因，杜绝污染地下水事件发生。
