

ICS 13.030.10

CCS B10



中国化工企业管理协会团体标准

T/CCEMA 0006—2024

煤矸石基人造土壤基质

Coal gangue based artificial soil matrix

2024-12-20 发布

2025-01-20 实施

中国化工企业管理协会 发布

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》的规定起草。

本文件由江苏科勒泰新材料研究院有限公司提出。

本文件由中国化工企业管理协会归口。

本文件起草单位：江苏科勒泰新材料研究院有限公司、中国科学院过程工程研究所、内蒙古科学技术研究院、中盐安徽红四方肥业股份有限公司、云南解化清洁能源开发有限公司解化化工分公司、北京世纪阿姆斯生物工程有限公司、中国科学院地质与地球物理研究所、北京零立科技有限公司、上海砣力人工砂装备有限公司、鄂尔多斯市宝亿科技有限公司、黑龙江沃坤农业科技有限公司、榆林中科环保科技集团有限公司、黑龙江合熙生物科技有限公司、泰戈特（北京）工程技术有限公司、神木市荣垣煤业有限公司、北方民族大学、上海交通建设总承包有限公司、内蒙古科勒泰环保科技有限公司、山西紫昇科技有限公司、黑龙江佳生宏农业科技有限公司、鄂尔多斯市环保投资有限公司、河南理工大学、中国矿业大学、中国地质大学（北京）、吉林农业大学资源与环境学院、山西大同大学、内蒙古智地科技有限公司、西安碳中和科技有限公司、中国石油和化学工业联合会农化服务办公室。

本文件主要起草人：武亚峰、马淑花、王强、陈勇、王朝文、邓祖科、刘建明、于书权、王有负、葛玉岭、邢璐、郑仕梅、杨宇、孙国敏、刘晓荣、韩凤兰、苗舒奕、谢海清、贾永、史艳茹、张传祥、武昌亮、梅陆森、姚强岭、吕莹、王雪峰、赵海东、李东明、王汉荣、卞振涛、孙柯华、惠贺龙、束维正、董兆信、吴书凤、王政、刘善科、雷晓东、麻文东、吴丽敏、李世英、由广山、徐延枫、李宁、郭鹏洋、董福元、王印海、张亚丁、李艳强、徐兴家。

引 言

煤矸石等工业固体废弃物是以无机矿物质为主要成分，能否作为生产土壤改良材料的原料？或者换句话说，能否将其融入地球土壤生态循环？其基本原理和基本加工技术是什么？

首先，人类需要重新认识土壤。土壤生态系统不仅具有生产力（土壤生产农产品的能力），还具有分解力（土壤分解废弃物并将其转化为生产力、实现系统物质循环的能力）。我国传统农业的土壤培肥改良模式——有机培肥，本质就是将有机固废回归土壤并通过土壤分解力转化为新的土壤肥力（土壤内在生产力）。但现代工业固废是以无机矿物为主，是否还能通过土壤的分解力将其转化为新的土壤生产力，并进而优化土壤生态系统？这是现代工业社会的一个必答题。

要回答上述问题，需要先搞清楚土壤的形成过程和土壤与矿物质的关系。

土壤是由岩石矿物（成土母岩）在地表经风化成土作用过程形成的（物理风化、化学风化、生物风化）。因此土壤固体是由土壤矿物质和土壤有机质（含微生物）构成的。其中，土壤矿物质是继承自成土母岩的基质部分，其所含有的、在风化成土作用过程形成的少量活性矿物质元素是植物生长的基本养分（李比希的植物矿质营养学说）；而土壤有机质和微生物则是在成土过程中不断加入的新物质，正是它们与矿物质之间的长期相互作用和复合才形成了土壤和土壤的基本功能。

因此，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，我们对人造土壤基质的研发，就是要把“矿物质-有机质-微生物”这三者的数量、质量、及其相互关系（包括数量的比例关系、空间的结构关系以及相互之间在物理化学和生物学上的耦合关系）都调理到最佳，这样才能得到一个高质量的人造土壤基质。

在此原理下，大部分的工业固废可以视为已经过一定的风化过程的成土母岩（可称为“成土母质”）。例如，矿山尾矿砂所经过的破碎研磨加工就可视为强烈的“物理风化作用”，将其与有机质（有机肥、腐植酸）和微生物菌剂复合、发酵，就能形成具有一定土壤功能的物料（人造土壤基质），并可经过科学的使用方法将其施入土壤去培肥改良土壤。当然，前提是这个尾矿砂的重金属元素等有害物质不超标，这需要以《GB 15618-2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》为依据，开展生态安全性评价。

据此，答案是：尽管现代工业固废是以无机矿物为主，但当其有害物质不超标时，还是可以加工成为土壤改良材料进入土壤生态系统，并通过土壤的分解力将其转化为新的土壤生产力（新质生产力），进而优化土壤生态系统。其加工技术可概括为：在“矿物质-有机质-微生物”三元复合原理指导下的“活化、复合/复配、发酵”。

至于煤矸石和煤炭，本身就是由富有机质的泥炭土、草炭土埋藏地下后经煤化作用形成的，随着埋深增大和时间延长，土壤微生物死亡、矿物质和有机质的活性降低。因此，把今天采出的煤矸石，通过添加微生物、活化矿物质和有机质等加工处理，部分恢复其原有的土壤属性，然后将其重新回归土壤生态系统去培肥改良土壤，这应该是自然而然的。

煤矸石基人造土壤基质

1 范围

本文件规定了煤矸石基人造土壤基质的术语和定义、产品技术指标和试验方法，以及检验规则、标识、包装、运输及贮存要求。

本文件适用于以煤矸石为主要原料经过特定技术处理并与其他辅料复合后，在此基础上赋予其土壤相关的物理、化学、生物学功能和特征，能够以“客土”的方式来改良盐碱地、沙地、矿山生态修复、退化性耕地的物料或产品。

关于产品的适用范围有以下四点说明：

- 1.1 煤矸石基人造土壤基质的主要固废原料，除煤矸石外，还可包括风化煤、煤泥等；
- 1.2 煤矸石等固废必须经过特定活化加工工艺、并遵循“矿物质-有机质-微生物”三元复合的原理，与其他辅料（包括但不限于牛羊粪、堆肥、活性矿物质、微生物菌剂等）通过一定工艺复合；
- 1.3 产品须具备与土壤相关的物理、化学、生物学功能和特征；
- 1.4 产品以“客土”的方式施入土壤中并起到改良障碍土壤的效果，包括（但不限于）：在沙地和盐碱地等未利用地复垦中作为再生土壤利用；在矿山修复中作为生态修复土源利用；配施至农用地作为土壤调理剂利用。

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，注明日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。

GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）

GB/T 17141 土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法

GB/T 17140 土壤质量 铅、镉的测定 KI-MIBK萃取火焰原子吸收分光光度法

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 22105.1 土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第1部分：土壤中总汞的测定

GB/T 22105.2 土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第2部分：土壤中总砷的测定

GB/T 29162 煤矸石分类

GB/T 6679 固体化工产品采样通则

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 8569 固体化学肥料包装

HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则

HJ 491 土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法

HJ 962 土壤pH值的测定电位法

NY/T 1121.6 土壤检测 第6部分：土壤有机质的测定
NY/T 1121.4 土壤检测 第4部分：土壤容重的测定
NY/T 3036 肥料和土壤调理剂水分含量、粒度、细度的测定
LY 1237 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算
T/JNHB 005 土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法
T/CPPC 1025 园林绿化人造种植土壤
CJ/T 340 绿化种植土壤

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

人造土壤基质 artificial soil substrate

通过人工手段配制而成的、用于模拟或替代自然土壤功能的物质组合。人造土壤基质通常由多种成分组成，包括但不限于以下几类：有机物质、无机物质和肥料。人造土壤基质可应用于园林绿化、盐碱地治理、沙漠治理和矿山修复。

3.2

煤矸石 gangue

在煤矿建井、开拓掘进、采煤和煤炭洗选过程中产生的干基灰分>50%的岩石。

3.3

客土 soil from other place

非当地原生的、由别处移来的外来土壤。

在土壤受到严重污染、过度贫瘠、被破坏难以恢复原有功能，或需要特定土壤质地和成分来满足特定植物生长需求时，可以引入客土来改善土壤条件。客土可以调整土壤的酸碱度、肥力水平及结构等，为植物生长创造更好的环境。

3.4

障碍土壤 problematic soil

在各种自然环境因素和人为活动因素长期作用下，土壤的物质组成和（或）结构形态发生改变，导致土壤生态系统功能失调，作物生长发育受阻，产量和品质下降的土壤类型。

4 质量技术要求

4.1 原材料要求

主要固废原料，除煤矸石外，还可包括风化煤、煤泥等，其他辅料包括但不限于牛羊粪、堆肥、活性矿物质、微生物菌剂等。

4.2 感官指标

表 1 煤矸石基人造土壤基质的感官指标

项目	指标
外包装	洁净、无破损
性状	呈不规则颗粒状，最大粒径不超过 5.0 mm
色泽	呈规定颜色（整体灰黑色）
气味	无刺激性气味

4.3 理化指标

表 2 煤矸石基人造土壤基质的理化指标

项目	指标
有机质含量（以烘干基计）， g/kg	≥30.0
pH 值	5.0-8.0
粒度（0-3.0mm）， %	≥90
容重， g/cm ³	≤1.4

4.4 生态指标

表 3 煤矸石基人造土壤基质的生态指标

污染物项目	指标
砷及其化合物（以 As 计）， mg/kg	≤40
镉及其化合物（以 Cd 计）， mg/kg	≤0.6
铅及其化合物（以 Pb 计）， mg/kg	≤70
铬及其化合物（以 Cr 计）， mg/kg	≤250
汞及其化合物（以 Hg 计）， mg/kg	≤1.8

注：生态指标参考GB 15618 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》

4.5 净含量

每批产品平均每袋净含量不应低于 1000 kg。

5 试验方法

5.1 感官指标

将样品放置于白色容器中，使用目测和鼻嗅方法进行检验。

5.2 理化指标

5.2.1 有机质含量

按 NY/T 1121.6 《土壤检测 第 6 部分：土壤有机质的测定》或 LY1237 《森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算》的方法执行。

5.2.2 pH 值

按 HJ 962 《土壤 pH 值的测定电位法》执行。

5.2.3 粒度

按 NY/T 3036 《肥料和土壤调理剂水分含量、粒度、细度的测定》执行。

5.2.4 容重

按 NY/T 1121.4 土壤检测 第 4 部分：土壤容重的测定执行。

5.3 生态指标

表4 生态指标的检测依据

序号	分析指标	检测依据	标准编号
1	砷	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 2 部分：土壤中总砷的测定	GB/T 22105.2
2	镉	土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141
		土壤质量 铅、镉的测定 KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法	GB/T 17140
		土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	T/JNHB 005
3	铅	土壤质量铅、镉的测定石墨炉原子吸收分光光度法	GB/T 17141
		土壤质量 铅、镉的测定 KI-MIBK 萃取火焰原子吸收分光光度法	GB/T 17140
		土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法	T/JNHB 005
4	汞	土壤质量总汞、总砷、总铅的测定原子荧光法第 1 部分：土壤中总汞的测定	GB/T 22105.1
5	铬	土壤和沉积物铜、锌、铅、镍、铬的测定火焰原子吸收分光光度法	HJ 491

5.4 净含量

应符合国家质量监督检验检疫总局第75号令《定量包装商品计量监督管理办法》的规定。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品检验为出厂检验。

- 6.1.1 产品出厂需经工厂检验部门逐批检验，检验合格后方可出厂。
- 6.1.2 出厂检验项目包括感官指标、理化指标、生态指标和净含量。
- 6.1.3 将同一工艺、同一原辅材料生产的同一规格产品作为一组物批。
- 6.1.4 如发现不合格产品，立即进行标识和隔离。

6.2 抽样方法

按照 GB/T 6679《固体化工产品采样通则》执行。

6.3 合格判定

- 6.3.1 判定检测数据是否符合标准要求时，采用 GB/T 8170 中规定的“修约值比较法”。
- 6.3.2 产品质量的判定，全项检验所有指标都符合本标准要求，则判定产品合格。检验结果中若外观指标、理化指标、安全指标有一项不合格，可从该产品中加倍抽样对不合格项目进行复检，并以复检结果为准。

7 标识

- 7.1 符合本文件“4 技术指标”中要求的产品，可在包装正面标明产品名称（“煤矸石基人造土壤基质”），应标明有机质含量、pH、净含量、本文件编号、企业名称、厂址、生产日期、保质期、联系电话、使用方法、注意事项和二维码等。
- 7.2 其他法律法规和规章另有要求的应符合其规定，生产企业认为必要的符合国家法律法规要求的其他标识。

8 包装、运输和贮存

- 8.1 产品应使用符合 GB/T 8569 规定的材料进行包装，包装规格为 1000 kg。净含量允许偏差范围（ 1000 ± 10 ）kg，每批产品平均每袋净含量不应低于 1000 kg。也可使用供需双方合同约定的其他包装规格。
- 8.2 在标明的每袋净含量范围内的产品中有添加物时，应与原物料混合均匀，不应以小包装形式放入包装袋中。
- 8.3 产品应贮存于阴凉干燥处，在运输过程中应防雨、防潮、防晒、防破裂。

参 考 文 献

- 1 DB 3714/T0002 园林绿化种植土壤
 - 2 《定量包装商品计量监督管理办法》国家市场监督管理总局令 第 70 号 (2023)
-

全国团体标准信息平台