ICS 13.080
CCS Z 50

DB32

江 苏 省 地 方 标 准

DB32/T 5013—2025

镉污染耕地土壤减污修复黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基功能材料制备技术规程

Code of practice for preparation of clay mineral-Fe_3O_4-sodium alginate based functional materials for cadmium pollution reduction and remediation in cultivated soil

地方标准信息服务平台

2025-02-06 发布　　2025-03-06 实施

江苏省市场监督管理局　发布
中国标准出版社　出版

目　　次

前言 ……Ⅲ
1　范围 ……1
2　规范性引用文件 ……1
3　术语和定义 ……1
4　环境和设备设施 ……2
5　技术工艺 ……2
6　技术指标 ……4
7　取样及检测规则 ……4
附录A（资料性）　理化性质及检测方法 ……5

地方标准信息服务平台

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有可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省土壤修复标准化技术委员会提出、归口并组织实施。

本文件起草单位：中国科学院南京土壤研究所、中国建筑第八工程局有限公司。

本文件主要起草人：骆永明、刘国明、涂晨、宋静、李忠元、骆润来、陈星。

地方标准信息服务平台

镉污染耕地土壤减污修复
黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基
功能材料制备技术规程

1 范围

本文件规定了镉污染耕地土壤减污修复黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基功能材料制备的环境和设备设施、技术工艺、技术指标和取样及检测规则。

本文件适用于以凹凸棒石、沸石、四氧化三铁和海藻酸钠为原料的减污修复功能材料的制备。

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 1886.243 食品安全国家标准 食品添加剂 海藻酸钠(又名褐藻酸钠)

GB 3095 环境空气质量标准

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 6679 固体化工产品采样通则

GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB/T 12496.8 木质活性炭试验方法 碘吸附值的测定

GB/T 13566.1 肥料 堆密度的测定 第1部分：疏松堆密度

GB 15577 粉尘防爆安全规程

GB/T 20781 固体肥料和土壤调理剂 筛分试验

GB/T 41741 凹凸棒石黏土分级及测试方法

NY/T 1377 土壤pH值的测定

NY/T 1978 肥料 汞、砷、镉、铅、铬、镍含量的测定

NY/T 3036 肥料和土壤调理剂 水分含量、粒度、细度的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基土壤镉减污修复功能材料 clay mineral-Fe_3O_4-sodium alginate based functional materials for soil cadmium reduction and remediation

一种以凹凸棒石、沸石、四氧化三铁和海藻酸盐为主要原料，可施入受镉污染耕地土壤中能吸附土壤中镉并可通过磁场从土壤中分离回收的多组分磁性颗粒态材料，适用于耕地土壤中镉的去除与修复。

江苏省标准信息服务平台

3.2

凹凸棒石　attapulgite

具有链层状结构的含水富镁铝硅酸盐黏土矿物。

3.3

凹凸棒石黏土　attapulgite clay

以凹凸棒石为主要组分的一种黏土矿物。除含凹凸棒石外，常含有白云石、蒙脱石、伊利石、水云母、海泡石、石英、蛋白石及碳酸盐等矿物。

3.4

3-巯丙基三乙氧基硅烷　3-mercaptopropyltriethoxysilane

一种分子结构中有一个巯基官能团和三个可水解的乙氧基官能团的有机硅化合物。

3.5

凹凸棒石改性

通过物理或化学方法改变凹凸棒石的物理、化学性质，以使凹凸棒石具有特定功能。

3.6

土壤重金属形态　speciation of heavy metals in soil

土壤中重金属在固相、液相存在的状态。

注：通常可分为游离态、交换态、吸附态、结晶态，可表征土壤中重金属的溶解性、移动性和生物有效性。

4　环境和设备设施

4.1　环境

4.1.1　原料的存放应防水、防雨、防火、防尘、防潮。

4.1.2　制备场地应配备电力、水源、防渗和排水设施。

4.1.3　制备的成品材料应存储在干燥、通风、防止阳光直射的区域。

4.2　设备设施

4.2.1　制备场地应配备计量设备、搅拌机、水净化处理设备、超声振荡器或真空脱气机、液滴产生设备、干燥设备等。应具有备用电源。

4.2.2　制备场地应能防水、防尘、防渗漏、有良好的通风和排水系统。

4.2.3　应配备材料质量检验的仪器设备。

4.2.4　设备运行管理应符合 GB 15577 粉尘防爆安全规程的要求和 GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准中 2 类标准要求，生产场所环境空气应符合 GB 3095 环境空气质量标准的规定。

5　技术工艺

5.1　工艺流程

5.1.1　工艺流程主要包括凹凸棒石改性、混合悬液制备、液滴生成、固液分离和清洗与干燥 5 个流程，可根据原料的来源特点优化工艺流程。

5.1.2　在工艺流程处理过程中，应记录并监测原料来源及剩余量、物料配比、处理工艺、流程状态等数据资料。

工艺流程见图 1。

超文本信息服务平台

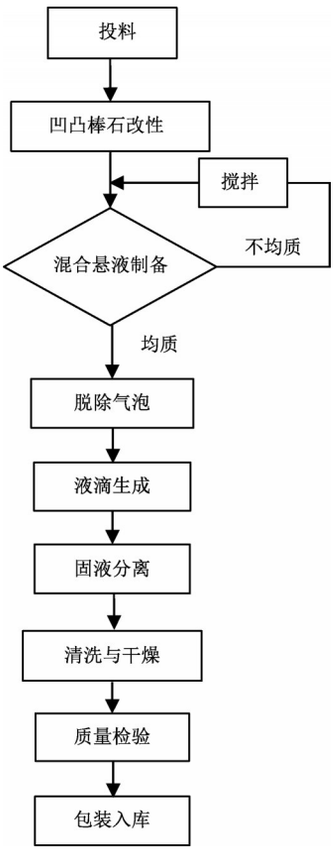


图1　黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基功能材料制备流程

5.2　原料要求

减污修复黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基功能材料制备原材料中，凹凸棒石黏土、沸石、四氧化三铁粉末粒径宜＜0.15 mm，且不含碎石、土块、塑料、铁丝等杂质。凹凸棒石黏土中凹凸棒石含量应≥20%，氧化镁含量应满足 GB 41741 中Ⅲ级要求。凹凸棒石黏土、沸石中钙离子含量应满足与四氧化三铁-海藻酸钠可形成均质稳定混合悬液的要求。四氧化三铁磁性物含量应≥98%。制备用海藻酸钠符合 GB 1886.243 要求。生产用水符合 GB 5749 要求，同时硬度≤0.6 mmol/L。清洗用水符合 GB 5749 要求。

5.3　凹凸棒石改性

巯基改性凹凸棒石可采用凹凸棒石黏土与无水乙醇、3-巯丙基三乙氧基硅烷和水混合，通过室温下机械搅拌或振荡获得，搅拌或振荡时间为 2 h～5 h，其中凹凸棒石∶水（质量比）为 1∶(15～25)，无水乙醇∶3-巯丙基三乙氧基硅烷∶水（体积比）为 10∶(1.1～1.4)∶(100～110)，体系总体积不宜超过罐容积的 3/4。

5.4　混合悬液制备

向罐体中投入沸石和四氧化三铁，缓慢加入海藻酸钠和水，机械搅拌或振荡获得功能材料混合悬液，混合悬液中凹凸棒石∶沸石∶四氧化三铁∶海藻酸钠∶水（质量比）为 1∶(0.4～0.6)∶1∶1∶(90～110)，搅拌或振荡时间为 2 h～8 h，搅拌后采用超声或抽真空处理脱除混合悬液中的气泡。

5.5　液滴生成

宜采用滴制法将混合悬液逐滴加入氯化钙溶液中，混合悬液与钙离子发生胶凝反应，获得功能材料凝胶颗粒。氯化钙溶液浓度宜为 2.0%～5.0%。宜采用合适的装置，如采用蠕动泵等将混合悬液逐滴滴

入氯化钙溶液中。获得的功能材料凝胶颗粒在氯化钙溶液中静置 2 h～24 h。

5.6 固液分离

采用滤网过滤将功能材料凝胶颗粒从氯化钙溶液中分离，获得固体产物。

5.7 清洗与干燥

用水清洗功能材料凝胶颗粒 3～5 次，清洗后的功能材料凝胶颗粒可利用鼓风干燥箱等仪器设备干燥，期间应定期翻动，以提高干燥效率和均匀性，干燥至质量不再变化为止，干燥温度不高于 100 ℃。

6 技术指标

6.1 外观及观感

减污修复黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基功能材料为颗粒状，可被磁铁吸引，均匀、无异味、无霉变。

6.2 理化性质

利用凹凸棒石、沸石、四氧化三铁和海藻酸钠为原料制备的减污修复黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基功能材料的主要理化性质及检测方法见附录 A。

7 取样及检测规则

7.1 外观形态

自然光照下，目测法检验。

7.2 粒度

按 GB/T 20781 的规定执行。

7.3 采样

按 GB/T 6679 的规定执行。

7.4 检验

参照表 A.1 进行检测，如果检测结果中有一项或一项以上指标不符合本文件要求，应重新自加倍采样批中采样进行复验。复检结果中有一项或一项以上指标不符合本文件时，则整批产品不应被验收合格。

地方标准信息服务平台

附 录 A
（资料性）
理化性质及检测方法

黏土矿物-四氧化三铁-海藻酸钠基功能材料的理化性质及检测方法表A.1。

表 A.1 理化性质及检测方法

项目		指标		检测方法
外观形态		颗粒状	粉状	NY/T 3036
粒度[a]/%	0.9 mm～1.5 mm	≥ 95	—	—
	>1.5 mm	≤ 5	—	—
水分/%		≤ 6.0		NY/T 3036
机械杂质		无		—
疏松堆密度/(g/cm^3)		≥ 1.0		GB/T 13566.1
酸碱度(pH 值)		5.9～7.3		NY/T 1377
碘吸附值[b]/(mg/g)		≥ 7.5		GB/T 12496.8
总镉(Cd)(以烘干基计)/(mg/kg)		≤ 0.2		NY/T 1978
总砷(As)(以烘干基计)/(mg/kg)		≤ 9		NY/T 1978
总铅(Pb)(以烘干基计)/(mg/kg)		≤ 14		NY/T 1978
总汞(Hg)(以烘干基计)/(mg/kg)		不应检出		NY/T 1978
总铬(Cr)(以烘干基计)/(mg/kg)		≤ 98		NY/T 1978

[a] 指出厂检验数据，当用户对粒度有特殊要求时，可由供需双方协商确定。
[b] 参考GB/T 12496.8的方法，对本文件所制备的材料不经破碎研磨处理。

地方标准信息服务平台