

# T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXX—2024

## 淤泥土固化加固与处置技术规程

Technical specifications for silt solidification reinforcement and disposal

(征求意见稿)

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国中小商业企业协会 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 ..... 2

4 总体要求 ..... 2

5 固化加固技术 ..... 3

6 处置技术 ..... 7

7 环境管理 ..... 8

附录 A（规范性） 可再利用泥质指标和试验方法 ..... 10

## 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。

本文件由浙江省水利水电勘测设计院有限责任公司提出。

本文件由中国中小商业企业协会归口。

本文件起草单位：浙江省水利水电勘测设计院有限责任公司……

本文件主要起草人：……

# 淤泥土固化加固与处置技术规程

## 1 范围

本文件规定了淤泥土固化加固与处置的总体要求、固化加固技术、处置技术、环境管理。  
本文件适用于：

- a) 淤泥土地基承载力加固设计；
- b) 淤泥土闭气防渗；
- c) 海塘、堤防迎水坡侧堤脚抗冲刷；
- d) 软基海塘、堤防加高设计。

## 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 175 通用硅酸盐水泥
- GB 3097 海水水质标准
- GB 3838 地表水环境质量标准
- GB 7466 水质 总铬的测定
- GB 7467 水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法
- GB 7472 水质 锌的测定 双硫脲分光光度法
- GB 7475 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
- GB 7484 水质 氟化物的测定 离子选择电极法
- GB 7485 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
- GB 7959 粪便无害化卫生要求
- GB 8978 污水综合排放标准
- GB 11912 水质 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法
- GB/T 17135 土壤质量 总砷的测定 硼氢化钾-硝酸银分光光度法
- GB/T 17136 土壤质量 总汞的测定 冷原子吸收分光光度法
- GB/T 17138 土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法
- GB/T 17139 土壤质量 镍的测定 火焰原子吸收分光光度法
- 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 17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO法）
- GB 18918—2002 城镇污水处理厂污染物排放标准
- GB/T 23439 混凝土膨胀剂
- CJ/T 221 城镇污泥标准检验方法
- CJ/T 486 土壤固化外加剂
- HJ/T 166 土壤环境监测技术规范
- HJ/T 299 排污许可证质量核查技术规范
- 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 680 土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法  
HJ 743 土壤和沉积物 多氯联苯的测定 气相色谱-质谱法  
HJ 745 土壤 氰化物和总氰化物的测定 分光光度法  
JC/T 475 混凝土防冻剂  
JC/T 2031 水泥砂浆防冻剂  
JTG 3430 公路土工试验规程

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**淤泥土** silt

由滨海相、泻湖相、三角洲相、河湖相等沉积环境形成的天然孔隙比大于或等于1，天然含水率大于液限的细粒土。

#### 3.2

**固化加固** solidification reinforcement

向淤泥土中掺入固化剂，经拌和均匀使其发生水化、水解反应，生成水化产物及胶凝物质并包裹在淤泥细颗粒外围，形成强度和稳定性较高的骨架结构。

#### 3.3

**淤泥固化土** soil of silt solidified

采用固化处理工艺处理后的固化淤泥土。

#### 3.4

**轻质淤泥固化土** light silt solidified soil

发泡剂水溶液与淤泥土泥浆、固化剂、外加剂等拌和而成，经物理化学反应硬化形成无侧限抗压强度、抗剪切强度等力学指标显著提高，且天然容重小于传统土基础的新型材料。

#### 3.5

**抗剪强度** shear strength

土体在外力作用下抵抗剪切破坏的能力，反映土体达到屈服或破坏时的极限应力，指标包括粘聚力和内摩擦角。

#### 3.6

**土地利用** land application

淤泥固化土作为土壤改良材料，用于园林、绿地、林业等场合的利用方式。

#### 3.7

**建材利用** agricultural application

淤泥固化土作为建筑材料，用于砖、陶粒、水泥、活性炭、生化纤维板等的利用方式。

#### 3.8

**工程利用** engineering application

淤泥固化土作为工程材料，用于公路、铁路、机场、码头、堤防、陆域形成、场馆、商业用地、市政用地、海绵城市设施等工程填土的利用方式。

### 4 总体要求

4.1 淤泥土固化加固与处置应实施全过程管理，并体现“减量化、稳定化、无害化、资源化”的原则，在满足环保和安全要求的前提下，宜采用多种形式进行资源化综合利用。

4.2 应依据流域总体规划、环境保护规划、固体废弃物处置规划要求，对淤泥土固化加固与处置进行区域性规划和专项规划，合理确定淤泥固化处置设施的布局和设计规模。

## 5 固化加固技术

### 5.1 基本要求

5.1.1 当淤泥土固化地基为偏酸性软土、泥炭土、腐殖质或有机质含量较高的软土、地下水具有侵蚀性的软基时，应在固化处理前通过试验分析其加固效果。

5.1.2 在进行淤泥土固化加固处理设计和施工前，应进行现场调查和室内配合比试验。

5.1.3 淤泥土固化加固的施工应根据现场调查、室内配合比试验和设计要求编制施工组织设计。

5.1.4 淤泥土固化加固施工开工前应进行现场拌合试验工程施工，现场拌合试验工程和加固工程应进行施工过程中和施工后的检验。

### 5.2 现场调查

5.2.1 现场调查内容包括土质、水质、障碍物和环境：

- a) 土质调查：应查明加固工程区内土的 pH 值、主要矿物成分和腐殖质、有机质的含量；
- b) 水质调查：应查明海水及地下水的侵蚀性；
- c) 障碍物调查：应查明加固工程区内的块石和孤石等障碍物；
- d) 环境调查：应查明加固工程区及影响区内的污染源和污染程度等的分布情况；

5.2.2 对加固工程区内的影响因素进行综合分析论证，并形成现场调查报告。

### 5.3 材料

#### 5.3.1 胶结料

5.3.1.1 胶结料主要为水泥，也可选用石灰、石灰-粉煤灰和利用工业废渣配制的复合胶结料等无机胶凝材料。

5.3.1.2 水泥应符合 GB 175 的规定，强度等级宜为 42.5。宜采用硅酸盐水泥，不宜使用含有石灰石、砂石等非活性混合材的水泥。

5.3.1.3 使用的水泥应有出厂检验报告，无出厂检验报告或出厂超过 3 个月的水泥，应重新检验合格后方能使用。

5.3.1.4 利用工业废渣（如 MgO 等）配制的复合胶结料，经试验验证后可用于固化加固土工程。

#### 5.3.2 外加剂

5.3.2.1 外加剂的选择应考虑淤泥土的性能、工程的技术要求，外加剂使用量不宜超过 5%。

5.3.2.2 固化剂应符合 CJ/T 486 的规定。

5.3.2.3 可加入膨胀剂或收缩补偿剂控制固化土总收缩变形，膨胀剂应符合 GB/T 23439 的规定。

5.3.2.4 对于在冻害地区的淤泥土固化加固工程，宜加入固化土防冻剂，固化土防冻剂应符合 JC/T 475 或 JC/T 2031 的规定。

5.3.2.5 对于应考虑干燥收缩影响的淤泥土固化加固工程，宜加入土工合成材料加筋、纤维配筋、膨胀剂或收缩补偿剂。

5.3.2.6 对于轻质淤泥固化土，加入外加剂时，配比应根据室内试验和现场拌合试验综合确定。

## 5.4 固化设计

### 5.4.1 室内配合比试验

#### 5.4.1.1 室内配合比试验内容包括：

- a) 确定胶结料品种和掺量；
- b) 确定水胶比；
- c) 确定外加剂品种和用量；
- d) 拌和土各龄期强度试验。

#### 5.4.1.2 室内配合比试验应使用加固工程的地基土、拌和用水和工程拟采用的胶结料和外加剂进行。

#### 5.4.1.3 应根据淤泥土含水率和拌和土搅拌的难易程度，综合确定固化剂掺量及水胶比。

#### 5.4.1.4 按以下步骤进行试验：

- a) 选用三个配合比，基准配合比的固化剂用量为固化剂推荐用量，另外两个配合比的固化剂用量为基准配合比的±25%；
- b) 将固化剂加入拌合水中或直接加入混合料中，制备拌和土试件；
- c) 将搅拌和土装入 5 cm×10 cm 的圆柱形试模中，振实成型；
- d) 成型后 1 d~2 d 内拆模，拆模后立即将拌和土试件放入养护室进行潮湿养护，养护室温度应为 20℃±3℃，湿度应不低于 90%，养护 14 d、28 d、60 d、90 d；
- e) 按 GB/T 17671 测试养护后试件的无侧限抗压强度和抗压强度比，绘制拌和土龄期与强度的关系曲线，确定最终配比；
- f) 若不符合要求，选取其他配比按 a) ~e) 步骤重新试验。

### 5.4.2 无侧限抗压强度

#### 5.4.2.1 可根据式（1）预估固化土 28 d 无侧限抗压强度：

$$\frac{q_{cu(R,T)}}{q_{cu(R,28)}} = (-0.019 + 0.31 \ln T) \times \frac{1/R - 0.129 \exp(-0.014 \times w_L)}{1/R_1 - 0.129 \exp(-0.014 \times w_L)} \dots \dots \dots (1)$$

式中：

$q_{cu(R,T)}$ ——拟配掺量  $R$ （质量比）、拟预估龄期  $T$  时固化土无侧限抗压强度，单位为千帕（kPa）；

$q_{cu(R,28)}$ ——已知某一掺量  $R$ 、龄期 28 d 时的固化土无侧限抗压强度，单位为千帕（kPa）；

$w_L$ ——淤泥土的液限，%。

#### 5.4.2.2 不具备现场原位试验条件时，现场淤泥固化土 28 d 无侧限抗压强度可按同等固化剂用量下室内试验成果的 0.7 倍进行折减考虑，同时应进行现场施工对固化剂用量进行验证。

### 5.4.3 大面积满堂淤泥固化

大面积满堂淤泥固化设计时，应考虑淤泥固化土竖向膨胀的影响，可根据式（2）计算大面积满堂淤泥固化土竖向膨胀量：

$$\delta = \alpha HR \dots \dots \dots (2)$$

式中：

$\delta$ ——大面积满堂淤泥固化土竖向膨胀量，单位为米（m）；

$\alpha$ ——修正经验系数，取 0.5~0.95，根据工程经验选取；

$H$ ——待大面积满堂固化的淤泥土厚度，单位为米（m）；

$R$ ——固化剂掺量质量比。

### 5.4.4 抗剪强度

当淤泥土固化土28 d无侧限抗压强度在0.60 MPa~3.0 MPa时,淤泥固化土的抗剪强度随其无侧限抗压强度的增大而增加,一般淤泥固化土黏聚力可按0.2~0.3倍的无侧限抗压力强度考虑,实际工程设计中淤泥固化土黏聚力可根据工程重要性、地质情况复杂性、施工质量控制及实际可能成桩质量等进行0.4~0.7倍折减考虑;内摩擦角为20°~30°;淤泥固化土容重一般较原状淤泥土增加1%~5%,与固化剂掺量呈正相关关系。

#### 5.4.5 等效抗剪强度

对于淤泥固化土复合地基,可根据式(3)、式(4)计算复合地基等效抗剪强度:

$$c_m = (1 - m)c + mc_s \dots \dots \dots (3)$$

式中:

$c_m$ ——淤泥固化土复合地基等效黏聚力,单位为千帕(kPa);

$m$ ——淤泥固化土复合地基中淤泥固化置换率;

$c$ ——未固化区原天然土地基黏聚力,单位为千帕(kPa);

$c_s$ ——淤泥固化土黏聚力,单位为千帕(kPa)。

$$\phi_m = \arctan[(1 - m) \tan \phi + m \tan \phi_s] \dots \dots \dots (4)$$

式中:

$\phi_m$ ——淤泥固化土复合地基等效内摩擦角,单位为度(°);

$\phi$ ——未固化区原天然土地基内摩擦角,单位为度(°);

$\phi_s$ ——为淤泥固化土内摩擦角,单位为度(°)。

#### 5.4.6 轻质淤泥固化土指标

通过对配合比优化设计、原材料选用等进行控制,轻质淤泥固化土28 d湿容重可控制在8.0 kN/m<sup>3</sup>~9.5 kN/m<sup>3</sup>,28 d无侧限抗压强度为0.6 MPa~1.0 MPa,渗透系数小于5×10<sup>-5</sup> cm/s,具体技术指标可根据现场试验进行优化调整。

### 5.5 固化施工

#### 5.5.1 施工材料

5.5.1.1 淤泥土固化加固施工采用的材料应为5.4验证过的材料。施工前应按5.4进行固化剂与加固区内各层土的室内配比试验。

5.5.1.2 拌和用水宜采用工程所在地的淡水,并应对拌和用水进行有机物含量、pH值、混浊度和水温等物理化学检验。

#### 5.5.2 施工方法

淤泥土固化施工分为原位固化法施工和异位固化法施工,具体施工工艺应根据现场实际条件综合确定;对于轻质淤泥固化土异位法施工,运输过程中应采用对发泡量扰动小的施工运输方式,并做好养护。

#### 5.5.3 现场拌合试验

5.5.3.1 现场拌合试验应在加固工程区内地质条件有代表性的地点进行,应在加固工程开工前60 d~90 d完成。

5.5.3.2 现场拌合试验工程施工地点,应具有地质钻孔和地基土的物理力学指标等资料。

5.5.3.3 现场拌合试验工程施工,应确定以下内容:

a) 制备固化剂的水胶比;

- b) 拌和土的配合比;
- c) 固化剂浆液的输浆量;
- d) 搅拌机的贯入速度和提升速度、搅拌轴的转速;
- e) 拌和土的强度;
- f) 拌和体的深度、强度、均匀性、搭接情况、着底情况、着底要求;
- g) 设备的适用性、稳定性;
- h) 施工效率等。

5.5.3.4 现场拌合试验应采取钻孔取样的方法检验拌和体的深度、强度、均匀性、搭接情况、着底情况、着底要求等。

5.5.3.5 拌和体着底要求应根据钻孔柱状图和搅拌机的贯入深度、贯入速度、荷重转速、扭矩等参数综合判断和确定，宜将对着底反应灵敏的搅拌机电流值作为着底要求。

5.5.3.6 在室内试验的基础上，现场拌合试验宜选用不同的配合比，并经现场搅拌和钻孔检验，分析确定配合比。

5.5.3.7 宜采用高效拌机将混合料拌和，也可采用机组联合作业。拌和时由低到高、由两侧到中间，拌和不应少于三遍，至混合料颜色均匀一致，层底不应留有未掺拌的“土料”夹层，边缘不应留有土料或混合料未拌合的空白区。局部可采用人工补拌。

#### 5.5.4 施工工序

5.5.4.1 淤泥土固化加固施工主要工序如下：

- a) 淤泥土临时存放：采用清淤设备清淤，利用管道泵送至临时堆场存放；
- b) 淤泥沉淀：泥水混合物进入临时堆场后，泥水逐渐分离，排除上部清水；沉淀时间 10 d~30 d，若加絮凝剂，可缩短沉淀时间；
- c) 固化剂搅拌：淤泥沉淀稳定后，按配比加入固化剂，搅拌均匀；
- d) 基面清理：清除基面的垃圾、树根等杂物，对原有地基按照设计高程和尺寸进行开挖、清理、整平、压实等处理；
- e) 断面填筑：搅拌完成后，在初凝前泵送或挖掘机和自卸车结合运送至填筑断面填筑，5 d~7 d 后采用碾压机械碾压压实；
- f) 循环施工：分层填筑，每单元间隔 7 d~10 d 填筑一层，分段、分层、分单元循环施工。

5.5.4.2 轻质淤泥固化土异位法施工主要工序如下：

- a) 制备泥浆：将淤泥制备成泥浆，检测泥浆含水率及流动度；
- b) 抽入泥浆：泥浆经过检测后，用泥浆泵抽取泥浆至搅拌机，待泥浆到达规定容量刻度线时，停止泵送；
- c) 制备流态土：将固化剂与泥浆混合均匀，加料过程应均匀快速、无明显扬尘；
- d) 制备淤泥轻质固化土：用发泡剂进行发泡，要求泡沫连续致密、喷射有力，搅拌时不应堆积泡沫；
- e) 运输：采用管道溜槽输送至填筑区域，填筑区域设置木模板，分仓分层填筑；
- f) 浇筑：浇筑过程宜减小浇注口与填筑区域表面的高度差，减少消泡，使淤泥轻质固化土自流平，在初凝前完成整平；
- g) 养护：待淤泥轻质固化土初凝后，用无纺土工布覆盖，并洒水养护，无纺土工布应保持湿润、无积水；养护期间，应关注裂缝发展，出现裂缝及时处理。

#### 5.6 检验和验收

##### 5.6.1 材料检验

胶结料、外加剂按不同材料进场批次，每批次抽查1次，查阅检验报告，必要时复验。

## 5.6.2 施工过程检验

- 5.6.2.1 施工过程中，应检验拌和土相应龄期的强度、拌和土搅拌的均匀性和着底情况。
- 5.6.2.2 拌和土的检验应垂直钻探取芯，钻取的芯样至少应进行无侧限抗压强度、重度和含水率检验。
- 5.6.2.3 现场施工试验的垂直钻孔取芯不应少于4根，斜钻孔取芯不应少于1根，加固施工过程中垂直钻孔取芯不应少于3根，斜钻孔取芯不应少于1根。
- 5.6.2.4 钻孔取芯的取芯率不宜低于80%。当不同土层的固化土强度相差较大时，钻孔取芯率可按不同土层分别统计。取芯后的钻孔孔底应进行贯入试验，检验固化土深度的着底情况。
- 5.6.2.5 施工时应预留试件测定7d无限侧抗压强度用于预估28d无侧限抗压强度。每施工单元抽检一组，现场制作试件，每组6个~9个试件，养护后，送第三方机构检测。

## 5.6.3 加固后检验

### 5.6.3.1 一般项目

一般项目包括：

- a) 外观：表面应平整、坚实、接缝平顺，无松散沟坑；
- b) 外形尺寸偏差：应符合工程设计实际相关规定。

### 5.6.3.2 拌和体质量

- 5.6.3.2.1 淤泥土固化加固施工完成后，应对拌和体进行质量检验，检验应采用钻孔取芯法。
- 5.6.3.2.2 钻孔取芯的数量应视工程的规模而定：
- a) 当固化土体工程量 $>50\,000\text{ m}^3$ 时，每 $10\,000\text{ m}^3$ 固化体应垂直钻孔取芯1根，每 $20\,000\text{ m}^3\sim 30\,000\text{ m}^3$ 拌和体应斜钻孔取芯1根；
  - b) 当固化土体工程量 $\leq 50\,000\text{ m}^3$ 时，垂直钻孔取芯不应少于3根，斜钻孔取芯不应少于1根。
- 5.6.3.2.3 钻孔取芯要求应符合5.6.2.4规定。
- 5.6.3.2.4 轻质淤泥固化土应进行28d天然容重、无侧限抗压强度指标检测。
- 5.6.3.2.5 有防渗要求的固化土应进行渗透系数检测，检测数量应符合设计要求。

## 6 处置技术

### 6.1 预处理

6.1.1 淤泥土预处理工程分为：

- a) 筛分：对石块、混凝土块等建筑垃圾和塑料瓶、塑料袋等生活垃圾进行清理；
- b) 理化调理：初步调整淤泥的含水率，满足后续深度处理工序的要求

6.1.2 淤泥土经预处理之后的颗粒粒径、含水率指标应符合表1的规定。

表1 淤泥土预处理质量要求

项目	指标	检验方法
颗粒粒径, cm	$<5$	JTG 3430
含水率, %	$<90$	

## 6.2 处置

### 6.2.1 淤泥土处置工程分为：

- a) 固化处理：对淤泥进行脱水、固化、稳定化以及无害化处理；
- b) 尾水处理：对尾水采用物理化学和生物化学方法处理。

6.2.2 淤泥土经固化加固处理后可再利用的泥质应符合附录 A 的规定，可分为土地利用、建材利用和工程利用，不可利用部分应集中处置。

6.2.3 淤泥土固化处理后尾水排放要求应符合表 2 的规定。当尾水作为再生水资源用于农业、工业、市政等方面用途时，应符合相应的用水水质要求。

表2 尾水排放要求

受纳水体	排放要求
城镇景观用水、一般回用水	GB 18918—2002 一级A标准
地表水Ⅲ类水域 <sup>a</sup> 、海水二类水域和湖、库等封闭或半封闭水域 <sup>b</sup>	GB 18918—2002 一级B标准
地表水Ⅳ、Ⅴ类水域 <sup>a</sup> 或海水三、四类海域 <sup>b</sup>	GB 18918—2002 二级标准
<sup>a</sup> 地表水Ⅲ类水域见 GB 3838，划定的饮用水水源保护区和游泳区除外。 <sup>b</sup> 海水三、四类海域见 GB 3097。	

## 6.3 取样与检测

### 6.3.1 泥质

6.3.1.1 取样方法、制样方法应符合 HJ/T 166 的规定。

6.3.1.2 浸出方法应符合 HJ/T 299 的规定。

6.3.1.3 检测分析方法应符合附录 A 的规定。

### 6.3.2 尾水

6.3.2.1 应在淤泥土处理工艺末端排放口取样。

6.3.2.2 取样方法应符合 GB 8978 的规定。

6.3.2.3 检测分析方法应符合 GB 18918—2002 的规定。

## 6.4 贮存

6.4.1 泥质贮存过程中不应遗洒、泄漏、渗漏。

6.4.2 贮存场所应采取防止二次污染周围环境及地下水。

## 6.5 运输

6.5.1 泥质运输的单位或个人应有准运证件，运输设备、运输重量应有记录。

6.5.2 泥质运输设备应防水、不渗漏、槽帮牢固可靠、无破损、挡板严密、不应沿途泄漏；运输时若泄漏，应及时清理干净。

6.5.3 运输过程中未经许可不应将淤泥固化土在厂外进行中转存放或堆放，不应向厂外环境中倾倒、丢弃、遗洒，且在运输过程中不应进行中间装卸操作。

## 7 环境管理

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/905000221344011233>