

团标

T/JSCTS XXXX—2026

固废基低碳胶凝材料搅拌桩施工技术要求

Technical requirements for construction of solid waste-based low-carbon cementitious material mixing piles

(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。

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

江苏省综合交通运输学会 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 基本规定	1
5 材料	2
6 施工	2
7 质量检验	2
附 录 A (规范性) 浆体流动度的测试	4

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。

本文件由江苏筑港建设集团有限公司提出。

本文件由江苏省综合交通运输学会归口。

本文件起草单位：江苏筑港建设集团有限公司、南京工业大学、连云港新晟港码头有限公司、连云港港口工程设计研究院有限公司、中交第三航务工程勘察设计院有限公司、中交天津港湾工程研究院有限公司。

本文件主要起草人：

固废基低碳胶凝材料搅拌桩施工技术要求

1 范围

本文件规定了固废基低碳胶凝材料搅拌桩施工的基本规定、材料、施工及质量检验的要求。本文件适用于固废基低碳胶凝材料搅拌桩的施工。

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 36600 土壤环境质量 建设用地土壤风险管控标准
GB/T 1345 水泥细度检验方法
GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间与安定性检验方法
GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)
GB/T 50123 土工试验方法标准
HJ 1091 固体废物再生利用污染防治技术导则
JGJ 63 混凝土用水标准
JTS 257 水运工程质量检验标准
DB32/T 2283 公路水泥搅拌桩成桩质量检测规程
DB32/T 5135 固废基低碳胶凝材料在道路工程中应用技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 固废基低碳胶凝材料 solid waste-based low-carbon cementitious materials

以粒化高炉矿渣、钢渣、脱硫石膏、脱硫灰、粉煤灰、煤渣等固体废弃物为主要原料，采用其中若干种经过磨细与添加剂按比例搅拌均匀后配制而成的水硬性胶凝材料。

3.2 固废基低碳胶凝材料搅拌桩 solid waste-based low carbon cementitious material mixing pile

以固废基低碳胶凝材料作为固化剂，通过搅拌机就地将固化剂和地基土强制搅拌，使土体凝结成具有整体性、水稳定性和一定强度的桩体。

4 基本规定

4.1 固废基低碳胶凝材料搅拌桩施工前应收集下列资料，包括但不限于：

- 工程地质勘察报告；
- 建（构）筑物设计文件及搅拌桩设计文件；
- 临近建（构）筑物和堤上、地下管线等环境保护相关资料；
- 地下障碍物调查资料；
- 测量基线和水准点资料。

4.2 施工前应综合分析工程地质与水文地质条件、周边环境、工程特点与条件因素编制施工方案，施工方案内容包括但不限于工程概况、编制依据、施工计划、施工工艺技术、施工设备、施工质量安全保证措施、绿色环保要求、应急预案。

4.3 固废基低碳胶凝材料搅拌桩施工前,应进行现场技术交底,明确各工序施工要点。

5 材料

5.1 固废基胶凝材料基本性能指标应符合表 1 规定。

表 1 固废基低碳胶凝材料基本性能指标

项目		指标	检测方法
外观		均匀一致的粉状固体, 不应有结块	目测
含水率/%		≤1	GB/T 50123-2019 第5.2条
45 μm 筛余量/%		≤10	GB/T 1345-2005 第 7.2 条
凝结时间/min	初凝	≥200	GB/T 1346-2024 第 10 章
	终凝	≤1800	
胶砂抗压强度/MPa	7d	≥8.0	GB/T 17671-2021 第 10 章
	28 d	≥20.0	
净浆流动度/mm	初始	≥100	附录A
	30 min	≥90	
	60 min	≥80	

注: 当固废基低碳胶凝材料应用于软土地基深层加固时测其净浆流动度。

5.2 检验批划分应符合以下要求:

- a) $120 \times 10^4 \text{t}$ 以上, 不超过 1200t 为一检验批;
- b) $60 \times 10^4 \text{t} \sim 120 \times 10^4 \text{t}$, 不超过 1000t 为一检验批;
- c) $30 \times 10^4 \text{t} \sim 60 \times 10^4 \text{t}$, 不超过 600t 为一检验批;
- d) $10 \times 10^4 \text{t} \sim 30 \times 10^4 \text{t}$, 不超过 400t 为一检验批;
- e) $10 \times 10^4 \text{t}$ 以下, 不超过 200t 为一检验批。

5.3 固废基低碳胶凝材料应符合 HJ 1091 的规定, 重金属含量应满足 GB 36600 中第二类建设用地筛选值要求。

5.4 固废基低碳胶凝材料拌合用水应符合 JGJ 63 的规定。

6 施工

6.1 施工前应进行工艺性试桩, 通过工艺性试桩确定施工方法、工艺流程、技术参数, 工艺性试桩数量宜不少于 3 根; 当场地地质条件变化较大时, 应针对不同地质进行工艺性试桩。

6.2 固废基低碳胶凝材料浆液应按照试桩结果确定的配合比拌制, 制备好的浆液不应离析, 放置时间不应超过初凝时间。

6.3 提升钻杆、喷浆搅拌时, 应使钻头反向边旋转、边喷浆、边提升, 提升速度宜控制在 $0.5 \text{m/min} \sim 0.8 \text{m/min}$ 。当钻头提升至设计桩顶高程 1m 时, 应采用不超过 0.5m/min 的速度提升; 当喷浆口高于设计桩顶高程一定高度时, 应停止提升, 停浆时的钻头位置应高于设计桩顶高程 $0.2 \text{m} \sim 0.5 \text{m}$, 搅拌数秒, 保证桩头搅拌均匀。

6.4 应根据设计要求和试桩情况, 对搅拌桩桩身范围内进行复搅。复搅速度宜为 $0.5 \text{m/min} \sim 0.8 \text{m/min}$ 。

6.5 应随时记录喷浆压力、喷浆量、钻进速度、提升速度等有关参数的变化。当发现喷浆量不足时, 应整桩复打。当施工中因故停浆时, 应使搅拌头下沉至停浆面以下 0.5m , 待恢复供浆后再喷浆提升。当停机超过 4h 时, 应拆卸输浆管路, 清洗后方可继续施工, 防止浆液硬结堵管。

6.6 桩机移位前, 应向集料斗中注入适量清水, 开启灰浆泵, 清洗全部管路中残存的浆液, 直至管体干净, 并将搅拌头清洗干净后, 方可移位。

6.7 相邻桩搭接施工的时间间隔宜不超过 24h 。当超过 24h 时, 搭接施工时应放慢搅拌速度。若无法搭接或搭接不良, 应作为冷缝记录在案, 并应经设计单位认可后, 在搭接处采取补救措施。

7 质量检验

7.1 主要检验项目

- 7.1.1 固废基胶凝材料搅拌桩钻孔取芯率应不低于 85%，芯样试件的无侧限抗压强度平均值应满足设计要求。
- 7.1.2 固废基胶凝材料搅拌桩的位置、范围和形式应满足设计要求。
- 7.1.3 固废基胶凝材料搅拌桩单桩承载力的检测数量和检测结果应满足设计要求。
- 7.1.4 所用固废基胶凝材料的质量应符合表 1 中的规定。
- 7.1.5 胶凝材料浆体的水灰比和每立方米加固体的胶凝材料用量应满足设计和技术方案的要求。

7.2 一般检验项目

- 7.2.1 搅拌头的转速、贯入与提升速度、着底电流和胶凝材料浆液流量等应符合工艺性试桩施工所确定的工艺参数。
- 7.2.2 固废基胶凝材料搅拌桩施工的允许偏差、检验数量和方法应符合表 2 规定。

表 2 固废基低碳胶凝材料搅拌桩施工的允许偏差、检验数量和方法

序号	项目	允许偏差 (mm)	检验数量	单元测点	检验方法
1	桩位	50	逐件检查	1	拉线用钢尺测量纵横两方向, 取大值
2	桩底标高	±200		1	测量机头深度
3	桩顶标高	+100, -50		1	用水准仪测量
4	桩径	±0.04D	抽查10%	1	用钢尺测量
5	垂直度(每米)	15		1	用经纬仪或吊线测量

注1: D为搅拌桩的直径, 单位为mm。
注2: 表中桩顶标高不包括浮浆高度。

7.3 成桩质量判定

- 7.3.1 成桩 28d 后开展搅拌桩钻孔取芯, 取芯方法按照 DB32/T 2283-2024 中第 7.2 条执行。
- 7.3.2 应根据试件的高径比, 按照公式 1 对试件的无侧限抗压强度 R 进行修正, 获得修正后的无侧限抗压强度值 R'

$$R' = \beta R \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

式中:

β —高径比修正系数, 按表 3 取插值。

表 3 高径比修正系数

高径比	<0.79	1.11	1.30	1.48	1.67	1.85	2.00
β	0.85	0.89	0.93	0.96	0.97	0.98	1.00

7.3.3 无侧限抗压强度代表值应按照一组试件强度的平均值确定, 受检桩中不同深度位置芯样试件代表值中的最小值为该桩无侧限抗压强度代表值

7.3.4 当桩体检测无侧限抗压强度代表值大于或等于设计要求时, 判定该桩合格; 当无侧限抗压强度代表值小于设计要求时, 判定该桩不合格。

7.4 不合格桩处理

对于判定不合格的桩, 根据设计要求采取补桩或补强措施。

附录 A
(规范性)
浆体流动度的测试

A. 1 试验材料应符合以下要求:

- a) 水: 符合 JGJ 63 的技术要求;
- b) 固废基胶凝材料: 符合本规程 4.1.1 条的要求。

A. 2 试验应采用以下仪器:

- a) 水泥净浆搅拌机;
- b) 截锥圆模: 上口直径 36mm, 下口直径 60mm, 高度为 60mm, 内壁光滑无接缝的金属制品;
- c) 玻璃板: 400mm×400mm×5mm;
- d) 秒表;
- e) 钢直尺: 300mm;
- f) 刮刀;
- g) 天平: 称量 2000g, 分度值 0.01g。

A. 3 试验应按以下步骤进行:

- a) 将玻璃板放置在水平位置, 用湿布擦抹玻璃、截锥圆模、搅拌器及搅拌锅, 使其表面湿而不带水渍。将截锥圆模放在玻璃板的中央, 并用湿布覆盖待用;
- b) 称取固废基胶凝材料 900g 倒入搅拌锅内, 加入 540g 水搅拌;
- c) 将拌好的浆体一部分迅速注入截锥圆模内, 用刮刀刮平, 将截锥圆模按垂直方向提起, 同时开启秒表计时, 任浆体在玻璃板上流动, 至 30s, 用直尺量取流淌部分相互垂直的两个方向直径, 取平均值作为浆体初始流动度;
- d) 将剩余的浆体分 2 份用保鲜袋密封放入标准养护箱中养护, 在 30min、60min 时取出, 搅拌 1min, 测定 30min 与 60min 时的浆体流动度, 计算结果精确至 1mm。