

T/HBTS

团 体 标 准

T/HBTS XX-2026

桥梁桩基钻渣砂化处理技术规程

Technical regulations for sandification treatment of bridge
pile foundation drill cuttings

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

湖北省公路学会 发布

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 基本规定	2
5 材料	3
5.1 一般规定	3
5.2 钻渣	3
5.3 固化剂	3
5.4 水	4
6 场地与厂房	4
6.1 一般规定	4
6.2 场地选址与占地面积	4
6.3 功能分区	4
6.4 厂房与配套设施	4
6.5 拆除与恢复	5
7 设备	5
7.1 一般规定	5
7.2 关键设备性能要求	5
8 工艺流程	6
8.1 一般规定	6
8.2 原料接收与预处理	6
8.3 配料与投加	6
8.4 破碎混炼与出料	6
8.5 闷料熟化与堆放	6
9 质量控制与检验	7
9.1 一般规定	7
9.2 材料质量控制	7

9.3 生产过程质量控制 7

9.4 成品质量检验 7

10 设备运行与维护 8

10.1 一般规定 8

10.2 运行操作 8

10.3 维护保养 8

10.4 故障处理与记录 8

11 安全生产与环境保护 8

11.1 一般规定 8

11.2 人员要求与培训 8

11.3 设备安全操作 9

11.4 现场安全管理 9

11.5 环境保护措施 9

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。

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。

本文件由中建三局集团有限公司提出。

本文件由湖北省公路学会归口。

本文件起草单位：中建三局集团有限公司、武汉工程大学、福建南方路面机械股份有限公司。

本文件主要起草人：

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省公路学会，联系电话：027-83461637，邮箱：421378854@qq.com。对本文件的修改意见请反馈至武汉工程大学，联系电话：13407169249，邮箱：467798234@qq.com。

桥梁桩基钻渣砂化处理技术规程

1 范围

本文件规定了桥梁桩基钻渣砂化处理的材料、场地与厂房、设备、工艺流程、质量控制与检验、设备运行与维护、安全生产与环境保护等内容。

本文件适用于公路桥梁桩基钻渣的砂化处理，铁路桥梁、市政桥梁等可参照执行。

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 8978	污水综合排放标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB 50205	钢结构工程施工质量验收规范
GB/T 50123	土工试验方法标准
GB/T 50145	土的工程分类标准
CJ/T 486	土壤固化外加剂
JGJ 63	混凝土用水标准
JTG 3430	公路土工试验规程
JTG D30	公路路基设计规范
JTG E51	公路工程无机结合料稳定材料试验规程
JTG/T 3610	公路路基施工技术规范
T/HBTS 06	桥梁桩基钻渣固化土路基施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

桥梁桩基钻渣 **bridge pile foundation drill cuttings**
桥梁桩基施工中岩土破碎与泥浆混合形成的复合型固体废弃物。

3.2

固化剂 **solidifying agent**
为降低钻渣的含水率，提升其强度、稳定性、耐久性而掺加的无机结合料。

3.3

复合固化剂 composite solidifying agent

由石灰与粉煤灰或粒化高炉矿渣粉、脱硫石膏等工业废渣按确定配比复配而成，用于改良钻渣的无机固化材料。

3.4

砂化处理 sandification treatment

设置集中拌和基地、配置砂化处理生产线，在封闭空间内对钻渣进行破碎、搅拌、混炼一体化加工，制备砂状固化土的加工过程，无需前置拌料与闷料。

条文说明：砂化处理的核心在于通过机械破碎、剪切、混炼作用，将高含水率、高黏聚态的钻渣在密闭条件下连续转化为颗粒均匀、松散的砂状改良土。相较于其他掺灰改良工艺，砂化处理无需提前拌料与闷料，而是钻渣与固化剂在设备内一次性完成破碎、掺灰和混炼，成品出料后再闷料熟化1~2天即可（“后置闷料”），有利于提升钻渣与固化剂混合的均匀性、缩短处理周期并实现安全环保施工。

3.5

砂化改良土 sandified modified soil

经砂化处理后，粒径、含水率、强度等指标符合要求，可用于路基填筑、路面垫层铺设等用途的改良土产品。

3.6

砂化处理场地 sandification treatment site

包含钻渣堆放区、预处理区、拌和区、成品堆放区及配套设施，用于开展钻渣砂化处理作业的专用场地。

3.7

连续式砂化处理设备 continuous sandification treatment equipment

采用连续给料、连续计量、连续搅拌和连续出料方式，将钻渣与固化剂在封闭空间内完成破碎、掺灰、混炼的一体化加工设备。

条文说明：连续式砂化处理设备是“砂化法”改良的核心装备，其关键特征为：①掺灰改良加工过程在相对密闭空间内完成；②采用多轴强制式混炼实现破团、剪切、均化；③连续给料、连续搅拌和连续出料的一体化作业模式。

4 基本规定

4.1 砂化处理过程应符合相关法律法规、环境保护和安全生产的规定，兼顾技术先进性、经济合理性与操作可行性。

4.2 砂化处理应采用连续式生产工艺，在密闭条件下完成给料、计量、破碎、掺灰和混炼，实现材料、设备、工艺、成品的全过程质量受控。

4.3 砂化处理设备选型应适应钻渣高含水率、高黏性、粒径不均的特性，具备稳定给料、精准投加、破团混炼和连续出料能力，确保处理效果稳定。

条文说明：桥梁桩基钻渣通常具有高含水率、高黏性、团块多、级配不均等特点，难以直接套用普通稳定土拌和设备。连续式砂化处理设备宜重点满足高湿高黏物料的稳定给料、固化剂动态计量、强制破团与均匀混炼等要求，以适应规模化、连续化施工需要。

- 4.4 应建立完善的质量保证体系，制定材料检验、过程控制、成品检验等管理制度。
- 4.5 应建立必要的安全生产管理制度，明确岗位职责，并根据设备运行和现场作业需要配备相应的安全防护设施及应急器材。

5 材料

5.1 一般规定

- 5.1.1 砂化处理所用钻渣、固化剂、水及其他辅助材料的技术性能，应符合本文件及相关标准的规定。
- 5.1.2 材料应按来源、种类分别储存和管理，并采取防雨、防潮和防混杂措施。
- 5.1.3 材料进场后应按批次进行检验，检验合格后方可使用；当材料来源、性质或质量状态发生明显变化时，应重新检验。

5.2 钻渣

5.2.1 进场控制指标

进场钻渣应不含有《国家危险废物名录》中的危险废物及有毒有害物质，且含水率应小于40%；经分类堆放、自然沥水、晾晒或必要的脱水处理后，上线加工的钻渣含水率宜控制在30%以内。对影响给料、输送和混炼的石块、砖块、钢筋、木棒、超大团块及其他杂物，应在进入主机前清理达标或破碎处理，刚性物料粒径宜 ≤ 20 mm。

5.2.2 检验要求

钻渣进场后应检测其基本工程性质，主要检测项目宜包括含水率、有机质含量、液限、塑性指数和颗粒组成，检测方法、频次、限值等按《桥梁桩基钻渣固化土路基施工技术规程》（T/HBTS 06）执行。

5.2.3 储存要求

不同来源、不同性质的钻渣应分类堆放，设置明显标识，堆放区应采取防渗漏、防流失措施。

5.3 固化剂

5.3.1 类型选择

固化剂种类及规格应根据钻渣性质、成品用途及经济性综合确定，可选用石灰或粉煤灰、矿渣粉、脱硫石膏等工业废渣与石灰组成的复合固化剂。采用石灰作固化剂时，宜选用新鲜的生石灰粉；采用复合固化剂时，工业废渣宜就地取材，并保证各组分投加比例准确，且符合技术、经济及环保要求。砂化法不宜采用水泥作为固化剂。

条文说明：砂化法不宜在混炼阶段掺加水泥，也不宜将水泥与生石灰预混后掺加，原因是：经砂化处理的成品一般要闷料熟化1~2天，掺加水泥会导致成品提前硬化、结块，丧失可施工性。当工程需要掺加水泥时，宜在成品闷料完成后，采用路拌法或厂拌法施工，且应在水泥初凝前完成摊铺碾压。

5.3.2 质量要求

- 石灰可使用Ⅰ级~Ⅲ级石灰；新鲜磨细生石灰可直接使用；对储存较久、部分消解的石灰粉应先经过试验，当活性氧化钙加氧化镁的含量不低于50%时方可使用；
- 水泥应符合《通用硅酸盐水泥》（GB 175）的规定，初凝时间应不少于45 min，终凝时间应满足施工要求；
- 复合固化剂应符合《土壤固化外加剂》（CJ/T 486）的规定，其性能指标经试验验证应满足砂化处理质量要求。

5.3.3 进场与储存要求

- a) 固化剂进场时应提供出厂质量检验报告，进场后按相关标准进行抽检；
- b) 粉料固化剂应采用封闭式粉罐储存，粉罐应保证结构完好、密封，并设置料位显示和破拱装置；
- c) 不同品种、规格和批次的固化剂应分别存放，并设置明显标识，不得混放、混存；
- d) 储存期间应定期检查固化剂状态，发现受潮、结块、污染、变质或超过贮存期时，不得使用。

5.4 水

5.4.1 用于砂化处理的水宜采用自来水；若采用清洁的地表水、地下水等其他水源，应符合《混凝土用水标准》（JGJ 63）的规定。

5.4.2 水中不得含有影响固化反应、设备运行或造成环境污染的有害物质。

6 场地与厂房

6.1 一般规定

6.1.1 砂化处理场地的选址、占地、平面布置、厂房设置应与处理规模、工期安排、运输条件、环保要求、后期拆除恢复条件等相协调。

6.1.2 砂化处理场地宜靠近钻渣集中产生区域或成品利用区域，减少中转距离和二次倒运。

6.1.3 砂化处理场地布置应符合生产顺畅、物流分明、管理方便、安全环保等原则，避免原料、成品、车辆、人员流线交叉干扰。

6.2 场地选址与占地面积

6.2.1 场地选址应综合考虑地形条件、交通组织、供电供水、排水条件、周边环境、土地使用条件及施工组织要求等。

6.2.2 场地占地面积应根据处理能力、原料周转量、成品堆存量、设备布置、运输路线、辅助设施需要等综合确定，并满足生产加工、原料周转、成品熟化、装卸运输、设备检修、消防和环境保护等要求，宜不小于 8000 m²。

6.2.3 当处理规模较大或需多线并行生产时，应预留原料周转、成品熟化、车辆待装待卸、设备检修和应急处置空间。

6.3 功能分区

6.3.1 砂化处理场宜划分为下列功能区：

- a) 钻渣接收与暂存区；
- b) 预处理及上料区；
- c) 生产加工区；
- d) 固化剂储存与计量区；
- e) 成品堆存与闷料熟化区；
- f) 运输组织区；
- g) 办公、值守及辅助设施区。

6.3.2 原料区与成品区应分开设置，不同来源钻渣及不同批次成品宜分区堆放并设置标识。

6.4 厂房与配套设施

6.4.1 应根据处理规模、环保要求、使用周期等设置厂房、棚式结构或其他封闭、半封闭防护设施。

6.4.2 给料、计量、粉料投加、混炼、出料等主要作业环节宜布置于厂房或封闭空间内；原料暂存区和成品堆放区可根据实际条件采用棚式、防雨或防尘覆盖设施。

6.4.3 厂房建设应满足以下要求：

- a) 结构形式应与设备布置、检修空间、吊装条件、使用周期等相适应；
- b) 建筑净空、跨度和柱网布置应满足设备安装、运输和维护要求；
- c) 具备防风、防雨、通风、照明、消防和排水条件；
- d) 结构和基础应满足使用荷载及振动要求。

6.4.4 场地应配置供配电、给排水、消防、照明、视频监控及必要的污水收集处理设施。

6.4.5 设备区、主运输通道、装卸作业区应进行硬化处理；堆料区和熟化区宜根据使用要求进行硬化并采取防污染措施。

6.5 拆除与恢复

6.5.1 砂化处理任务完成或场地停用后，应根据合同要求、用地条件、现场实际等编制拆除与恢复方案。

6.5.2 拆除范围宜包括临时厂房、棚式结构、设备基础、生产线、储仓、管线、围挡、临时道路附属设施及其他临建设施。

6.5.3 拆除完成后，应根据土地使用要求对场地进行平整、清运、恢复与移交；涉及硬化地坪、基础或地下设施处置时，应按约定要求实施。

7 设备

7.1 一般规定

7.1.1 砂化处理设备应与钻渣性质、处理规模、场地布置等相适应，由给料系统、固化剂储存与计量系统、破碎混炼系统、输送系统、控制系统组成。

7.1.2 砂化处理设备应根据原料特性、处理规模、成品要求和施工组织方式合理配置。

7.1.3 砂化处理设备应满足连续给料、稳定计量、破团混炼、连续出料、密闭输送和运行监测等要求。

7.2 关键设备性能要求

7.2.1 给料系统应适应高湿、高黏物料连续稳定供料要求，对黏聚性较强的钻渣宜应用专用送泥设备，并具备防堵、防搭桥、便于清理等功能。

7.2.2 固化剂储存与计量系统应密闭、防潮、连续和稳定，储仓宜设置破拱装置；计量装置应根据主料流量动态调节固化剂投加量，固化剂动态计量相对误差应小于 $\pm 1.0\%$ （以设计掺量为基准）。采用复合固化剂时，宜按比例预混后采用单罐供料方式；不具备预混条件时，可设置多个独立粉料罐，各罐分别计量、同步投加，确保各组分比例准确且分散均匀。

条文说明：当采用石灰+工业废渣等复合固化剂时，若在设备上分别独立投加，各组分比例的同步性和均匀性难以保证，因此应采用粉料按比例预混方式或设置多个独立粉料罐分别计量、同步投加。无论采用何种方式，均应确保固化剂各组分在进入混炼主机前已达到目标配比并预分散均匀。

7.2.3 破碎混炼系统是砂化处理的核心单元，应具备破团、剪切、离散和均化能力，宜采用适用于高湿、高黏物料的多轴强制式混炼设备。设备应在密闭条件下连续完成钻渣与固化剂的破碎、掺灰和混炼处理，实现钻渣颗粒化和固化剂均匀混合的效果。破碎混炼易损件应耐磨且便于更换。

7.2.4 出料输送系统应与主机处理能力相匹配，且宜配置封闭罩。

7.2.5 控制系统应具备顺序启停、联锁保护、流量监测、故障报警、运行记录和数据导出功能；生

产运行数据存储期限不少于 6 个月，以满足溯源核查要求。

8 工艺流程

8.1 一般规定

8.1.1 砂化处理宜按“原料接收—暂存与预处理—上料与连续给料—固化剂投加—破碎混炼—成品出料—闷料熟化—质量检验”的流程执行。

8.1.2 生产过程中应根据原料含水率、黏聚状态、主机负荷和成品状态，动态调整给料速度、固化剂掺量和混炼参数。

8.2 原料接收与预处理

8.2.1 钻渣进场后应按来源和性质分类堆放，并核查其含水状态、杂物情况及适用性。

8.2.2 对含水率过高、流塑性明显或不利于连续给料的钻渣，应采取晾晒、脱水或其他预处理措施后再上线加工。

8.2.3 影响给料、输送、计量或混炼的硬质杂物、缠绕杂物、大块结团物料等，应在上料前清理达标或破碎处理。

8.3 配料与投加

8.3.1 固化剂种类、掺量和投加方式应根据试验结果确定，不得随意更改。采用复合固化剂时，应明确各组分比例及供料方式。

8.3.2 生产前应检查储仓余量、计量系统、投加通道、控制参数及各输送部件运行状态。

8.3.3 生产中应保持主料和固化剂连续、同步、稳定供给，避免断料、空转、超欠量和长时间波动。

8.3.4 采用新鲜生石灰粉时，应随进随用，避免受潮失效。采用石灰与工业废渣复合改良时，应按确定配比预混均匀后供料，或采用多粉料罐分别计量投加，保证配比准确、供料稳定和混合均匀。

8.4 破碎混炼与出料

8.4.1 钻渣与固化剂应在密闭条件下连续破碎、掺灰和混炼。

条文说明：密闭条件下完成破碎、掺灰、混炼是砂化法的核心工艺特征，密闭的目的：一是保证固化剂与钻渣充分接触反应，减少有效成分损失；二是减少粉尘的影响。混炼过程应使钻渣团块在机械作用下破碎，同时固化剂均匀包覆于钻渣颗粒表面。

8.4.2 混炼后的成品应颜色较均匀、颗粒较离散、呈松散砂状，无明显灰团、泥团或素土夹层。

8.4.3 当出现结团、混炼不均、设备积料或成品异常时，应及时调整给料速度、掺量、转速、混炼时间等工艺参数，必要时暂停生产并排查原因。

8.5 闷料熟化与堆放

8.5.1 对采用生石灰改良并经砂化处理后的成品，闷料熟化时间宜为 1~2 天。

条文说明：钻渣与生石灰在砂化处理设备内完成混炼后，成品应堆放静置 1~2 天，其主要目的：一是使生石灰充分消解，避免过火石灰在填筑后继续膨胀导致开裂；二是利用石灰消解放热进一步降低成品含水率；三是促进成品状态趋于稳定，便于后续摊铺碾压施工。

8.5.2 不同固化体系的熟化要求、容许延迟时间存在差异，采用复合固化剂时，应根据材料组成、成品状态分类控制堆放时间与使用时限，具体应通过试验确定。

8.5.3 成品应按生产批次、固化剂配比分区堆放并设置标识，不同批次、不同配比砂化改良土不得混堆混用；成品堆置高度不宜大于 3 m。成品堆放区应配套完善排水设施，并采取防雨、防尘等防护措施。

9 质量控制与检验

9.1 一般规定

9.1.1 砂化处理应建立材料、生产过程和成品质量控制制度，实行全过程质量管理。

9.1.2 未经检验或检验不合格的材料不得投入使用；未经检验或检验不合格的成品不得用于工程。

9.2 材料质量控制

9.2.1 钻渣进场后应按《桥梁桩基钻渣固化路基施工技术规程》（T/HBTS 06）规定的项目和频率进行检验。

9.2.2 钻渣应重点控制含水率、粒径组成、杂物含量；生石灰粉应重点控制活性氧化钙加氧化镁的含量。

9.2.3 工业废渣用于复合改良时，应核查来源、类别、检测报告及环保性。

9.3 生产过程质量控制

9.3.1 生产过程中应检查给料连续性、计量准确性、主机运行状态和出料均匀性。

9.3.2 应结合连续出料情况，及时检查成品颗粒离散性、色泽均匀性以及是否存在明显灰团、泥团、夹层等现象。

9.3.3 当发现处理效果异常时，应及时复核生产控制参数，并根据试验进行调整。

9.4 成品质量检验

9.4.1 砂化处理成品应按表 1 规定的项目和频率进行出厂检验。

表 1 砂化处理成品检测项目

检测项目	允许范围	检验数量或频率 ^a	检验方法	检测标准、规程
含水率	最佳含水率 ±2%	每天使用前测 2 个样品	烘干法或酒精燃烧法	《土工试验方法标准》（GB/T 50123）
CBR 值	不小于设计值	每 5000m ³ 抽检 1 组	承载比（CBR）试验	《公路土工试验规程》（JTG 3430）
颗粒分析	15 mm< d ≤ 20 mm 的土颗粒应 小于 5%	固化土使用前测 2 个样品，使用过程中每 2000 m ³ 测 2 个样品	筛分法	《公路土工试验规程》（JTG 3430）
^a 单项工程量未达到检测要求的数量时，单项工程检测频率应不少于 2 次。				

9.4.2 成品用于路基填筑时，其承载比（CBR）应符合《公路路基设计规范》（JTG D30）、《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）等相关标准的规定，压实度、弯沉值等应符合设计要求。

9.4.3 成品出厂前应进行外观检查，成品应颜色较均匀、无明显灰团、无明显泥团或素土夹层，呈松散砂土状。

10 设备运行与维护

10.1 一般规定

- 10.1.1 应建立设备运行、维护、保养、标定制度，明确检查、保养、维修和备件管理要求。
- 10.1.2 设备维护应遵循日常检查、定期保养、故障检修相结合的原则，保证系统连续稳定运行。
- 10.1.3 设备运行维护记录应完整、真实、可追溯。

10.2 运行操作

10.2.1 启动流程

应按逆物料流顺序启动设备，先启动控制系统，再启动固化剂储存与计量系统、出料输送设备、搅拌设备，最后启动计量与配料系统、泥饼切碎设备；启动过程中应实时监测设备运行状态。

10.2.2 运行控制

设备运行过程中，应监测电流、电压、温度、振动等参数，确保在额定范围内运行。应定时检查物料输送情况，防止堵料和跑偏；应关注粉料储仓料位及破拱装置运行状态，防止断料或堵仓。应按设定工艺参数操作，不得擅自调整。

10.2.3 停机流程

应按顺物料流顺序停机，先停止钻渣进料，待设备内物料处理完毕后，依次停止泥饼切碎设备、计量与配料系统、搅拌设备、出料输送设备、固化剂储存与计量系统，最后停止控制系统；停机后应清理设备内残留物料。

10.3 维护保养

- 10.3.1 每班作业后应对设备进行清洁，检查关键部位紧固件、密封件及润滑状况。
- 10.3.2 应定期清理料仓、输送装置、混炼主机、除尘装置和转运点积料。
- 10.3.3 应定期检查输送带、链条等部件的张紧度与磨损情况，及时调整或补充润滑。

10.4 故障处理与记录

- 10.4.1 发生故障时应立即停机，查明原因并排除后方可重新启动，故障处理过程中应采取必要的安全防护措施。
- 10.4.2 应详细记录设备运行、维护、故障及处理情况，建立设备档案。设备档案应包括设备基本信息、运行记录、维护保养记录、故障维修记录、备件更换记录等内容。

11 安全生产与环境保护

11.1 一般规定

- 11.1.1 应建立安全生产与职业健康管理制度，明确岗位职责和操作要求。
- 11.1.2 应结合设备系统、运输组织和场地条件，制定安全技术措施和应急处置措施。
- 11.1.3 施工全过程应遵守环境保护相关法律法规，减少对周边环境的影响。

11.2 人员要求与培训

- 11.2.1 操作人员应经专业培训合格后上岗。
- 11.2.2 操作人员应熟悉设备操作规程、安全注意事项及应急处理措施。
- 11.2.3 作业人员应佩戴必要的劳动防护用品，包括安全帽、防尘口罩、防护手套等。

11.3 设备安全操作

11.3.1 设备运行前应进行全面检查，确认设备完好、安全防护设施齐全有效、电气接线正确后方可启动。

11.3.2 严禁在设备运转时进行检修、清理或调整作业；进入设备内部作业前，必须切断电源并挂“禁止合闸”标志且派专人监护。

11.3.3 设备停机后应清理残留物料，做好维护记录，切断电源。

11.4 现场安全管理

11.4.1 原料堆场、设备区、成品区和运输通道应分区管理，并设置必要的警示标识。

11.4.2 应配备必要的消防器材并定期检查。生石灰等固化剂储存区域应设置防潮、防雨标识，远离水源和易燃物。

11.4.3 运输车辆进出砂化处理场地应遵守交通规则，限速行驶，场内车速宜小于15 km/h，避免碰撞事故。

11.5 环境保护措施

11.5.1 砂化处理场地内宜设置必要的排水设施和沉淀池，生产废水经沉淀处理后宜循环利用；场地雨水宜经排水沟收集后排放。

11.5.2 设备产生的废油、废液等废弃物应妥善收集，按照相关规定处理。
