

## 深层搅拌法施工工艺

### 深层搅拌法

深层搅拌法适用于饱和软黏土、淤泥质亚黏土、新吹填土、沼泽地带炭土、沉积粉土等土层的建筑物基础加固，深层搅拌掺水泥格栅式挡墙作为深基坑支护，隔水帷幕，以及道路、港口基础的软土地基加固，土的承载力可由90Kpa提高到248Kpa。

#### （一）施工准备

##### 1. 材料

（1）深层搅拌法加固软黏土，宜选用525#以上普硅水泥作为固化剂，水泥掺量根据加固强度，一般为加固土重的7%-15%，每一立方米掺加水泥量约为110-160Kg用公式表示为：掺入比（%）=水泥重/被加固的软土重×100%。

（2）改善水泥土性质和桩（墙）体强度，可选用木质素磺酸钙、石膏、氯化钠、氯化钙、硫酸钠等外加剂，还可掺入不同比例的粉煤灰。

（3）深层搅拌以水泥作为固化剂，其配合比为水泥：砂=1：1-1：2，为增加水泥砂浆和易性能，利于泵送，宜加入减水剂（木质素磺酸钙），掺入量为水泥用量的0.2%-0.25%，并加入硫酸钠，掺入量为水泥用量的1%，以及加入石膏，掺入量为水泥用量的2%，水灰比为0.41-0.50，水泥浆稠度为1-14CM，能起到速凝早强作用。

##### 2. 作业条件

（1）依据地质勘察资料进行室内配合比试验，结合设计要求，选择最佳水泥加固掺入比，确定搅拌工艺。

（2）依据设计图纸，编制施工方案，做好现场平面布置，安排施工进度，布置水泥浆制备的灰浆池，有条件时将水泥浆制备系统安装在流动挂车上，便于流动供应，采用泵送浇筑时，泵送距离小于50米为宜。

（3）清理现场地下、地面及空中障碍物，以利施工安全。

（4）测量放线，定出每一个桩位。

（5）机械设备配置：深层搅拌机、起重机及导向、量测、固化剂制备等系统。

（6）劳动组织：每台深层搅拌机械组由12人组成。

(7) 如施工现场表土坚硬，需要注水搅拌时，现场四周设排水沟及集水井。

## (二) 操作工艺

### 1. 深层搅拌法水泥土固化原理及操作工艺

(1) 利用水泥系作为固化剂通过特殊的深层搅拌机在地基深处就地将软黏土与水泥浆强制拌和后，首先发生水泥分解，水化反应生成水化物，然后水化物胶结与颗粒发生粒子交换，因粒化作用，以及硬凝反应，形成具有一定强度和稳定性水泥加固土，从而提高地基承载力及改变地基土物理力学性能，达到加固软土地基效果。

(2) 深层搅拌两台电动机分别通过减速器，搅拌轴使搅拌头切削软土，并经中心管向地基土中压入固化剂，强制拌和成水泥土。

2. 深层搅拌法施工工艺特点：根据上部结构的要求，可布置成柱状、壁状和块状三种加固形式。柱（桩）状加固形式：每间隔一定的距离打设一根搅拌桩。壁状加固形式：将相邻搅拌桩部分重叠搭接而成。块状加固形式：纵横两个方向的相邻桩搭接而成。

### 3. 深层搅拌桩施工工艺

(1) 定位对中

(2) 预搅下沉

(3) 制备固化剂浆液

(4) 喷浆搅拌提升

(5) 重复搅拌

(6) 移位

4. 壁状加固施工工艺流程：按柱状加固工艺，将相邻两桩纵向相垂搭接成行施工，相邻两桩搭距按设计需要确定。形状如“8”字型。

5. 块状加固施工工艺流程：按深层搅拌施工工艺将相邻的桩纵横搭接施工，即组成块状加固体，两行桩之间搭接距可按设计需要确定。

## (三) 质量标准

### 1. 保证项目

深层搅拌桩使用的水泥品种、标号、水泥浆的水灰比，水泥加固土的掺入比和

外加剂的品种掺量，必须符合设计要求。

检验方法：检查出厂证明、合格证试验报告及施工记录。

2. 基本项目

(1) 深层搅拌桩的深度、断面尺寸、搭接情况整体稳定和墙体、桩身强度必须符合设计要求。

检验方法：

1) 一般成桩后两周内用钻机取样检验，开挖检查断面尺寸，观察桩身搭接情况及搅拌均匀程度，桩身不能有渗水现象。

2) 搅拌桩质量检验，使用轻便触探，根据触探击数判断各段水泥浆强度。

(2) 现场载荷试验：用此法进行工程加固效果检验，因为搅拌桩的质量与成桩工艺、施工技术密切相关，用现场载荷试验所得到的承载力完全符合实际情况。

(3) 定期进行沉降观测，对正式采用深层搅拌加固地基的工程，定期进行沉降观测、侧向位移观测，是直观检查加固效果的理想方法。

3. 允许偏差

深层搅拌桩的质量允许偏差和检验方法应符合下表的要求。检查数量，按墙（柱）体数量抽查5%。

项目	允许偏差（mm）	检查方法
桩体桩顶位移	10（20）	用尺量检查
桩（墙）体垂直度	0.5H/100	用测量仪器吊线和尺量检查为桩长度。

(四) 施工注意事项

1. 避免工程质量通病

(1) 深层搅拌机应基本保持垂直，要注意平整度和导向架垂直度。

(2) 深层搅拌叶下沉到一定深度后，即开始按设计配合比拌制水泥浆。

(3) 水泥浆不能离析，水泥浆要严格按照设计的配合比配置，水泥要过筛，为防止水泥浆离析，可在灰浆机中不断搅动，待压浆前才浆水泥浆倒入料斗中。

(4) 要根据加固强度和均匀性预搅，软土应完全预搅切碎，以利于水泥浆均匀搅拌

1) 压浆阶段不允许发生断浆现象，输浆管不能发生堵塞。

2) 严格按设计确定数据, 控制喷浆、搅拌和提升速度。

3) 控制重复搅拌时的下沉和提升速度, 以保证加固范围每一深度内, 得到充分搅拌。

(5) 在成桩过程中, 凡是由于电压过低或其它原因造成停机, 使成桩工艺中断的, 为防止断桩, 在搅拌机重新启动后, 将深层搅拌叶下沉半米后再继续成桩。

(6) 相邻两桩施工间隔时间不得超过12小时(桩状)。

(7) 确保壁状加固体的连续性, 按设计要求桩体要搭接一定长度时, 原则上每一施工段要连续施工, 相邻桩体施工间隔时间不得超过24小时(壁状)。

(8) 考虑到搅拌桩与上部结构的基础或承台接触部分受力较大, 因此通常还可以对桩顶板-1.5M范围内再增加一次输浆, 以提高其强度。

(9) 在搅拌桩施工中, 根据摩擦型搅拌受力特点, 可采用变掺量的施工工艺, 即用不同的提升速度和注浆速度来满足水泥浆的掺入比要求。在定量泵条件下, 在软土中掺入不同水泥浆量, 只有改变提升速度, 通过提升速度检测仪检测。

## 2. 主要安全技术措施

(1) 深层搅拌机冷却循环水在整个施工过程中不能中断, 应经常检查进水和回水温度, 回水温度不应过高。

(2) 深层搅拌机的入土切削和提升搅拌, 负载荷太大及电机工作电流超过额定值时, 应减慢提升速度或补给清水, 一旦发生卡钻或停钻现象, 应切断电源, 将搅拌机强制提起之后, 才能重新启动电机。

(3) 深层搅拌机电网电压低于380V应暂停施工, 以保护电机。

(4) 灰浆泵及输浆管路

1) 泵送水泥浆前管路应保持湿润, 以利输浆。

2) 水泥浆内不得有硬结块, 以免吸入泵内损坏缸体, 每日完工后, 需彻底清洗一次, 喷浆搅拌施工过程中, 如果发生故障停机超过半小时宜见拆卸管路, 排除灰浆, 妥为清洗。

3) 灰浆泵应定期拆开清洗, 注意保持齿轮减速器内润滑油清洁。

(5) 深层搅拌机械及起重设备, 在地面土质松软环境下施工时, 场地要铺填石块、碎石, 平整压实, 根据土层情况, 铺垫枕木、钢板或特制路轨箱。

### 3. 产品保护

深层搅拌桩施工完成后，不允许在其附近随意堆放重物，防止桩体变形。