

# 水泥土搅拌桩在施工中的应用

王金朝 熊文波 冯士占

中冀建勘集团有限公司 河北石家庄 050022

**摘要:** 本文主要探讨了水泥土搅拌桩在施工中的应用,分析了其工作原理、工艺特点以及在工程实例中的具体应用。通过详细阐述施工过程中的质量控制和可能遇到的问题,本文旨在为水泥土搅拌桩的施工技术提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 水泥土搅拌桩; 施工技术; 质量控制; 工程应用

## 引言

水泥土搅拌桩是用于加固饱和软黏土地基的一种方法,它利用水泥作为固化剂,通过特制的搅拌机械,在地基深处将软土和固化剂强制搅拌,利用固化剂和软土之间所产生的一系列物理化学反应,使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的优质地基。用回转的搅拌叶片将压入软土内的水泥浆与周围软土强制拌和形成泥加固体<sup>[1]</sup>。加固深度通常超过5m,干法加固深度不宜超过15m,湿法加固深度不宜超过20m。

据网络资料显示,水泥土搅拌法是一种适用于加固饱和粘性土和粉土等地基的方法,它利用水泥(或石灰)等材料作为固化剂,通过特制的搅拌机械,就地软土和固化剂强制搅拌,使软土硬结成具有整体性、水稳定性和一定强度的水泥加固土。根据固化剂掺入状态的不同,水泥土搅拌法分为浆液搅拌和粉体喷射搅拌两种。在技术发展方面,水泥土搅拌法经历了从浅层搅拌法到深层搅拌法的发展过程。早期的浅层搅拌法加固深度一般为1~3m,而现在的深层搅拌法加固深度可大于5m,甚至可达60m。

水泥土搅拌桩作为一种有效的地基处理方法,在软土地区的基础工程中得到了广泛的应用<sup>[1]</sup>。它通过将水泥与软土进行充分搅拌,利用水泥的固化作用使软土逐渐硬化,从而提高地基的承载力和稳定性<sup>[2]</sup>。本文将深入探讨水泥土搅拌桩的施工原理、技术要点以及结合其在实际工程中的应用情况。

## 一、水泥土搅拌桩的施工原理及工艺特点

水泥土搅拌桩的施工原理主要是利用专用搅拌设备将水泥与软土进行混合搅拌,通过水泥的固化作用使软

土硬化<sup>[3]</sup>。在施工过程中,水泥与软土发生一系列物理化学反应,包括水泥的水解和水化反应、土颗粒与水泥水化物的作用以及碳酸化作用等<sup>[2]</sup>。这些反应使软土逐渐形成具有整体性、水稳定性和一定强度的水泥土桩体。需要注意控制水泥的掺入量、搅拌时间和搅拌深度等参数,以确保桩体的质量和强度<sup>[3]</sup>。

水泥土搅拌桩的工艺特点主要体现在以下几个方面:一是施工速度快,能够大幅度缩短工期;二是成本较低,相比其他地基处理方法具有更高的经济效益;三是适用范围广,适用于各种软土地基的加固处理。在某软土地基处理工程中,采用水泥土搅拌桩施工,不仅缩短了施工周期,还降低了工程成本,取得了良好的效果。

## 二、水泥土搅拌桩在工程实例中的应用

以某道路边坡工程为例,该工程道路全长385m,地基主要为粉土为主。针对这种情况,采用了水泥土搅拌桩进行地基处理(湿法)。通过合理控制施工质量,有效地提高了地基的承载力和稳定性,确保了道路的安全使用。

### 1. 具体施工工艺要求如下:

(1) 按设计图纸要求,下单制备水泥浆,保证浆液均匀,悬浮性好,防止离析。施工前应先做试块试验,桩身强度应满足设计要求。

(2) 桩机就位:桩位偏差 $\leq 2\text{cm}$ ,钻头中心对准桩位,垂直度应符合要求( $\leq 1\%$ )。场地上部为人工回填土,为保证桩体强度可在桩头下3米范围内复搅复喷一次。

(3) 沉桩至设计深度后,开始喷注水泥浆,待浆体喷至孔底后进行倒转提升,搅拌喷浆。

(4) 提升喷浆应按设计要求进行复喷、复搅拌,由于本场地表层为新近填土,其下部为粉土粉细砂等,喷搅

提升速度应控制在送浆量要稳定提升速度要均匀。并且应注意有效桩顶部位桩头质量，超喷搅应大于等于30cm。

(5) 放浆人员要认真按水灰比配浆，真实填写施工记录，与桩机操作员积极配合，保证注浆连续、足量。

(6) 深层搅拌机预搅下沉时，当遇到较坚硬的表土层而使下沉速度过慢时，可适当加水下沉。

(7) 施工前先进行工艺试成桩，数目不少于3根。通过工艺性成桩试验确定灰浆泵输浆量、灰浆经输浆管到达搅拌机喷浆口的时间和起吊设备提升速度等施工参数。

## 2. 桩体材料要求

固化剂宜选用强度等级为42.5级及以上的普通硅酸盐水泥。且每延米桩体水泥掺入量 $\geq 80\text{kg}$ ，湿法的水泥浆水灰比可选用0.50~0.60。外掺剂可根据工程需要和土质条件选用具有早强、缓凝、减水以及节省水泥等作用的材料，但应避免污染环境。根据勘察报告，计算出水泥每延米掺量不小于67.82kg。

在施工过程中，首先进行了场地的清理和准备工作，包括清除杂物、整平至施工需要的高程（以高出设计高程0.3~0.5m为宜）等。然后根据设计图纸完成布桩图，并明确标出施工线路的关键处和各个桩体的标号。在施工过程中，严格控制了水泥的掺入量、搅拌时间和搅拌深度等参数，确保桩体的质量和强度符合要求。同时，还加强了对施工质量的监测和检验，及时发现问题并采

取相应的处理措施。

## 三、水泥土搅拌桩施工质量控制

1. 为了确保水泥土搅拌桩的施工质量，需要从以下几个方面进行控制：

(1) 水泥浆液的质量控制，包括水泥原材料及水灰比的控制；

(2) 是施工机械的质量控制，包括搅拌设备、钻机等施工机械的维护和保养；

(3) 是工艺性试桩的质量控制，通过试桩确定合理的施工参数和工艺流程；

(4) 是钻进成桩的质量控制，确保桩体的连续性和完整性；

(5) 是持力层和桩长的质量控制，根据设计要求确定合理的持力层和桩长；最后是施工后的质量控制，包括桩体的检验和验收等。

(6) 桩施工完成并按规范和设计要求进行检验后，在水泥搅拌桩桩顶换填400厚碎石垫层，分层夯实，夯实后压实系数不小于0.95。级配碎石铺设范围为满堂铺设，桩外边缘外扩500mm。因此褥垫层同时还做为加筋土挡墙的排水层使用，所以说选料时应选用透水性良好的碎石。

## 四、质量验收

具体验收标准及方法详见下表

表 水泥土搅拌桩质量验收标准

项目	序号	检验项目	允许偏差	检查数量	检验方法	
主控项目	1	复合地基承载力不小于设计值	$\geq 240\text{kPa}$	按检验批数量	检查检测报告	
	2	单桩承载力不小于设计值	$\geq 220\text{kN}$	按检验批数量	检查检测报告	
	3	水泥用量不小于设计值	$\geq 67.82\text{kg}$	按检验批数量	观察、计量	
	4	搅拌叶回转半径	$\pm 20$	按检验批数量	观察、测量	
	5	桩长不小于设计值	$\geq 10\text{m}$	按检验批数量	观察、测量	
	6	桩身强度不小于设计值	$\geq 3\text{Mpa}$	按检验批数量	检查检测报告	
一般项目	1	水胶比应符合设计值	0.50~0.60	按检验批数量	观察	
	2	提升速度应符合设计值	不大于0.5m/min	按检验批数量	观察	
	3	下沉速度应符合设计值	不大于0.8m/min	按检验批数量	观察	
	4	桩位偏差	条基边桩沿轴线	$\leq 1/4D$	按检验批数量	观察
			垂直轴线	$\leq 1/6D$	按检验批数量	观察
			其他情况	$\leq 2/5D$	按检验批数量	观察
	5	桩顶标高	$\pm 200\text{mm}$	按检验批数量	观察	
6	导向架垂直度	$\leq 1/150$	按检验批数量	观察		
7	褥垫层夯填度	$\leq 0.9$	按检验批数量	观察		

## 结论

水泥土搅拌桩作为一种有效的地基处理方法，在软土地区的基础工程中具有广泛的应用前景。通过对其施工原理、工艺特点以及在实际工程中的应用情况进行深入分析和研究，可以为类似工程提供有益的借鉴和参考。同时，加强施工过程中的质量控制和监测也是确保工程质量的关键所在。

但是，施工过程中发现，水泥土搅拌桩在稍硬的粘土地层不能有效成桩，甚至层厚不足0.5m时，有会发生不进尺状况，碰到此类情况，应立即停止钻进，查明原因，以免损坏机具设备，为工程造成不必要的损失。

水泥土搅拌法还可以与其他技术相结合，如SMW工法，以提高加固效果。在应用方面，水泥土搅拌法广泛应用于道路、桥梁、码头、机场、堤坝等工程中，特别是在软土地基加固方面具有显著的优势。例如，在日本，水泥土搅拌法已被广泛应用于高速公路、铁路、桥梁、隧道等工程中

在未来的研究中，可以进一步探讨水泥搅拌桩在不

同地质条件下的适应性以及优化其施工工艺和技术参数等方面的内容，以提高其施工效率和工程质量。此外，还可以研究将水泥土搅拌桩与其他地基处理方法相结合的综合处理方案，以满足更加复杂的地质条件和工程需求。

## 参考文献

[1] 水泥土搅拌桩（用于加固饱和软黏土地基的方法）\_百科[EB/OL].[https://m.baike.com/wiki/%E6%B0%B4%E6%B3%A5%E5%9C%9F%E6%90%85%E6%8B%8C%E6%A1%A9/4898007?baike\\_source=doubao](https://m.baike.com/wiki/%E6%B0%B4%E6%B3%A5%E5%9C%9F%E6%90%85%E6%8B%8C%E6%A1%A9/4898007?baike_source=doubao).

[2] 水泥土搅拌桩原理及施工工艺（共12页）\_人人文库网[EB/OL].<https://m.renrendoc.com/paper/197513193.html>.

[3] 基坑围护中，深层搅拌水泥土桩的应用[EB/OL].  
[http://mp.weixin.qq.com/s?\\_\\_biz=MzA5MjQ3MzMwNw==&mid=2649695730&idx=5&sn=1244e97d116098c61a5f6801a7c07a7d&scene=0](http://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzA5MjQ3MzMwNw==&mid=2649695730&idx=5&sn=1244e97d116098c61a5f6801a7c07a7d&scene=0).