

**JTJ**

中华人民共和国行业标准

**JTJ/T 259—2004**

**水下深层水泥搅拌法加固软土地基  
技 术 规 程**

Technical Specification for Offshore Cement Deep Mixing  
Technique to Consolidate Soft Soils

**2004 - 07 - 02 发布**

**2004 - 10 - 01 实施**

中华人民共和国交通部发布

中华人民共和国行业标准

# 水下深层水泥搅拌法加固软土地基技术规程

JTJ/T 259—2004

主编单位：中港第一航务工程局

中交第一航务工程勘察设计院

批准部门：中华人民共和国交通部

施行日期：~~2004年10月1日~~

人民交通出版社

2004·北京

中华人民共和国行业标准

书 名:水下深层水泥搅拌法加固软土地基技术规程(JTJ/T 259—2004)

责任编辑:孙毓华

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.chinasybook.com>

销售电话:(010)85285376,85285956

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:人民交通出版社交实书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:850×1168 1/32

印 张:2.125

字 数:48千

版 次:2004年9月第1版

印 次:2004年11月第1版第2次印刷

书 号:15114·0759

印 数:4001—6000册

定 价:20.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



# 关于发布《水下深层水泥搅拌法加固软土地基技术规程》(JTJ/T 259—2004)的通知

交水发[2004]357号

各省、自治区、直辖市交通厅(局、委),长江、珠江航务管理局,上海市港口管理局,有关企事业单位:

由我部组织中港第一航务工程局等单位制定的《水下深层水泥搅拌法加固软土地基技术规程》,业经审查通过,现批准为推荐性行业标准,编号为JTJ/T 259—2004,自2004年10月1日起施行。

本标准由交通部水运司负责管理和解释,由人民交通出版社出版发行。

中华人民共和国交通部

二〇〇四年七月二日

## 制定说明

本规程是在对国内外采用水下深层水泥搅拌法加固软土地基的工程进行深入调查研究的基础上,借鉴国内外有关科研成果和技术经验,广泛征求有关单位和专家的意见,并结合我国水运工程建设的实际情况编制而成。本规程主要包括水下深层水泥搅拌法加固软土地基的室内配合比试验、设计、施工和检验等技术内容。

本规程的主编单位为中港第一航务工程局和中交第一航务工程勘察设计院,参加单位为天津港湾工程研究所。

水下深层水泥搅拌法加固软土地基,具有在短期内可获取所需要的地基强度,加固后地基变形小和施工无公害等优点,在日本、芬兰、北欧等国已广泛应用于工程,在国内也已成功地应用于港口工程并取得了良好的经济效益。为适应工程建设发展的需要,统一对水下深层水泥搅拌法加固软土地基的技术要求,有效控制工程质量,交通部水运司组织中港第一航务工程局和中交第一航务工程勘察设计院等单位编制了本规程。

本规程共分 8 章 14 节和 3 个附录,并附条文说明。本规程编写人员分工如下:

- 1 总则: 王海滨
- 2 术语: 舒 宁
- 3 基本规定: 王海滨
- 4 现场调查: 孙万禾
- 5 室内配合比试验: 孙万禾
- 6 设计: 郭莲清 姜建维 刘永绣 舒 宁 杨丽民  
吴荔丹
- 7 施工: 周延利 袁孟全

8 检验: 孙万禾

附录 A: 孙万禾

附录 B: 周延利

附录 C: 王海滨

本规程于 2004 年 1 月 8 日通过部审, 于 2004 年 7 月 2 日发布, 自 2004 年 10 月 1 日起实施。

本规程由交通部水运司负责管理和解释。请各有关单位在使用本规程过程中, 将发现的问题和意见及时函告交通部水运司和本规程管理组, 以便修订时参考。

# 目 次

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| 1 总则 .....                            | (1)  |
| 2 术语 .....                            | (2)  |
| 3 基本规定 .....                          | (3)  |
| 4 现场调查 .....                          | (4)  |
| 5 室内配合比试验 .....                       | (5)  |
| 6 设计 .....                            | (6)  |
| 6.1 一般规定 .....                        | (6)  |
| 6.2 拌和体强度标准值确定 .....                  | (6)  |
| 6.3 拌和体尺寸确定和工程量计算 .....               | (7)  |
| 6.4 作用和作用效应组合 .....                   | (9)  |
| 6.5 块式拌和体基础计算 .....                   | (9)  |
| 6.6 壁式拌和体基础计算 .....                   | (17) |
| 7 施工 .....                            | (28) |
| 7.1 材料 .....                          | (28) |
| 7.2 现场试验工程 .....                      | (28) |
| 7.3 施工设备 .....                        | (29) |
| 7.4 施工定位 .....                        | (30) |
| 7.5 施工质量控制 .....                      | (30) |
| 8 检验 .....                            | (33) |
| 8.1 施工过程中的检验 .....                    | (33) |
| 8.2 加固后的检验 .....                      | (33) |
| 8.3 芯样的检验和试验 .....                    | (33) |
| 附录 A 拌和体钻芯取样及试验方法 .....               | (35) |
| 附录 B 水下深层水泥搅拌法加固软土地基施工<br>综合记录表 ..... | (38) |

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| 附录 C 本规程用词用语说明 .....                           | (39) |
| 附加说明 本规程主编单位、参加单位、主要起草人、<br>总校人员和管理组人员名单 ..... | (40) |
| 附 条文说明 .....                                   | (43) |

# 1 总 则

**1.0.1** 为统一水下深层水泥搅拌法加固软土地基工程的技术要求,有效控制工程质量,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于水运工程重力式结构块式和壁式支撑型浅基础采用水下深层水泥搅拌法加固软土地基的设计、施工和检验。

**1.0.3** 水下深层水泥搅拌法加固软土地基的设计、施工和检验,除应符合本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 水下深层水泥搅拌法

采用专用的水下深层搅拌机,将预先制备好的水泥浆等材料注入水下地基土中,并与地基土就地强制搅拌均匀形成拌和土,利用水泥的水化及其与土粒的化学反应获得强度而使地基得到加固的方法。

### 2.0.2 拌和土

在水下地基土中注入水泥浆并经搅拌处理后形成的水泥土。

### 2.0.3 拌和体

相互搭接的拌和土桩及桩间土体组成的块体。

### 2.0.4 块式拌和体

断面形状为矩形的拌和体。

### 2.0.5 壁式拌和体

断面由长壁和短壁组成梳子状的拌和体。

### 2.0.6 块式拌和体基础

由块式拌和体构成的基础。

### 2.0.7 壁式拌和体基础

由壁式拌和体及壁间土共同构成的基础。

### 3 基本规定

**3.0.1** 淤泥、淤泥质土和含水率高且地基承载力标准值低于120kPa的粘性土等的软基加固及海上施工环保要求高、海水养殖损失索赔高的工程的软基加固宜采用水下深层水泥搅拌法。

**3.0.2** 当采用水下深层水泥搅拌法处理偏酸性软土、泥炭土和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,应在工程建设前通过试验分析其加固效果。

**3.0.3** 在进行水下深层水泥搅拌法加固软土地基设计和施工前,应进行现场调查和室内配合比试验。

**3.0.4** 水下深层水泥搅拌法加固软土地基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。

**3.0.5** 水下深层水泥搅拌法加固软土地基施工开工前应进行现场试验工程施工。现场试验工程和加固工程应进行施工过程中和施工后的检验。

## 4 现场调查

**4.0.1** 现场调查应包括土质、水质、水文气象、障碍物和环境等内容。

**4.0.2** 土质调查,除应按现行行业标准《港口工程地质勘察规范》(JTJ 240)的有关规定执行外,尚应进行下列调查。

**4.0.2.1** 应查明加固工程区内标准贯入击数大于 15 的土层分布情况。

**4.0.2.2** 应查明加固工程区内土的酸碱度(pH 值)、主要矿物成分和腐殖质、有机质的含量。

**4.0.3** 水质调查应查明海水及地下水的侵蚀性。

**4.0.4** 水文气象调查应按现行行业标准《海港水文规范》(JTJ 213)和《内河航道与港口水文规范》(JTJ 214)的有关规定执行。

**4.0.5** 障碍物调查应查明加固工程区内的沉船、块石和孤石等障碍物。

**4.0.6** 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,渔场和养殖场等的分布情况。

**4.0.7** 现场调查应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 室内配合比试验

**5.0.1** 室内配合比试验,应包括水泥品种、水泥掺量和水灰比的确定,外加剂品种及掺量的确定,拌和土各龄期强度的试验等内容。

**5.0.2** 室内配合比试验应采用加固工程的地基土、拌和用水和工程拟采用的水泥和外加剂进行。

**5.0.3** 根据软土含水率的不同和拌和土搅拌的难易程度,水泥浆的水灰比可取 0.7~1.3。

**5.0.4** 根据拌和土强度的要求,水泥用量宜取 150~200kg/m<sup>3</sup>。

**5.0.5** 拌和土试验龄期可取 14d、28d、60d、90d、120d 和 150d 并应绘制拌和土龄期与强度的关系曲线。

**5.0.6** 试件的成型应按下列程序进行:

(1)取适量加固工程区各土层的土样,分别搅拌、揉搓均匀;

(2)按选定的水灰比和外加剂掺量,制成水泥浆,搅拌均匀;

(3)根据选定的配合比,将土样与水泥浆混合,使用专用的搅拌机进行搅拌;

(4)将搅拌均匀的拌和土装入  $\Phi 5\text{cm} \times 10\text{cm}$  的圆柱形试模中,使用专用的振动台振动密实成型。

**5.0.7** 拌和土试件应在成型后 1~2d 内拆模,拆模后应立即将拌和土试件放入养护室进行潮湿养护,养护室温度应控制在  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ ,湿度应控制在 90% 以上。

**5.0.8** 当拌和土试件养护到规定的龄期时,应进行无侧限抗压强度试验,试验方法见附录 A。

## 6 设 计

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 水下深层水泥搅拌法加固软土地基的拌和体的形式应通过技术经济比较确定。

**6.1.2** 当拌和体作为重力式结构基础时,结构稳定性验算应将上部结构与拌和体基础视为整体,验算结构的抗倾稳定、抗滑稳定、地基承载力和圆弧滑动等。

**6.1.3** 拌和土桩的直径不得小于 1.0m。相邻拌和土桩的搭接宽度不应小于桩径的 1/6,且不得小于 200mm。

**6.1.4** 当拌和体作为重力式结构基础时,拌和体顶部应设有抛石基床,拌和体顶部隆起土的未清除部分应满足设计强度要求,抛石基床各部位的厚度不应小于 0.5m,且不应大于 1.5m。当抛石基床厚度大于 1.0m 时,宜采用重锤低落距拍夯,拍夯能宜取 80 ~ 100kJ/m<sup>2</sup>。

**6.1.5** 拌和体应设置结构缝,结构缝的位置宜与上部结构分缝的位置相对应,结构缝的间距不宜小于 8m。

### 6.2 拌和体强度标准值确定

**6.2.1** 拌和土的抗压强度标准值应根据施工工期长短,取室内配合比试验拌和土 90d 或 120d 龄期的无侧限抗压强度。施工期各计算情况应取相应龄期拌和土的强度。

**6.2.2** 拌和体抗压强度标准值可按式计算:

$$\sigma_{cak} = \kappa q_{uck} \quad (6.2.2)$$

式中  $\sigma_{cak}$ ——拌和体抗压强度标准值(kPa);  
 $\kappa$ ——换算系数,取 0.6;  
 $q_{uck}$ ——拌和土的抗压强度标准值(kPa)。

**6.2.3** 拌和体抗剪强度标准值可按下式计算:

$$\tau_{ak} = \frac{1}{2} \sigma_{cak} \quad (6.2.3)$$

式中  $\tau_{ak}$ ——拌和体抗剪强度标准值(kPa);  
 $\sigma_{cak}$ ——拌和体抗压强度标准值(kPa)。

### 6.3 拌和体尺寸确定和工程量计算

**6.3.1** 拌和体的宽度应根据稳定性和地基承载力的要求确定。

**6.3.2** 拌和体的深度和前肩宽度应根据强度、稳定性和地基承载力的要求计算确定,并应满足构造要求。

**6.3.3** 壁式拌和体的壁间宽度应根据稳定性和地基承载力的要求确定。

**6.3.4** 壁式拌和体的短壁深度应根据其抗剪强度要求确定,且不宜小于 3m。

**6.3.5** 块式拌和体的体积应按拌和体四周拌和土桩搭结交点的连线所包围的面积乘以拌和体的深度计算。

**6.3.6** 壁式拌和体体积应按下列方法计算:

(1)长壁和短壁的宽度以拌和土桩搭结交点的连线计算;

(2)拌和体的宽度以最外侧拌和土桩搭结交点的连线间的宽度计算;

(3)拌和体的体积以长壁和短壁四周拌和土桩搭结交点连线所包围的面积分别乘以长壁和短壁深度之和计算,见图 6.3.6-1 和图 6.3.6-2。

**6.3.7** 拌和体工程量可根据工程的具体情况计算确定,也可取拌和体的体积乘以系数 1.10 的计算值。

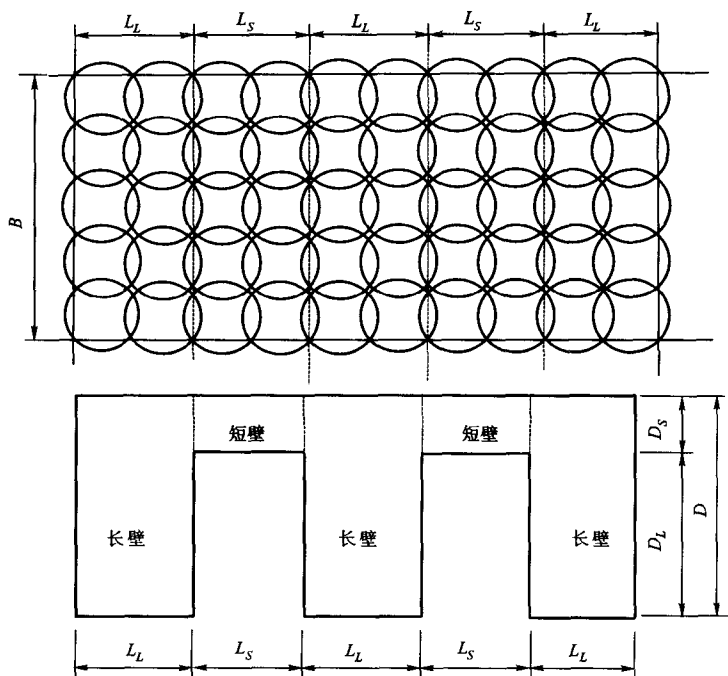


图 6.3.6-1 壁式拌和体尺寸示意图

$L_L$ -长壁宽度;  $L_S$ -短壁宽度;  $B$ -拌和体宽度;  $D$ -长壁深度;  $D_S$ -短壁深度;  $D_L$ -长短壁深度差

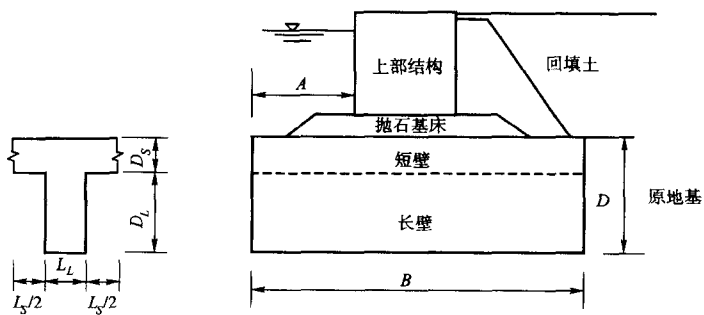


图 6.3.6-2 壁式拌和体结构断面示意图

$A$ -拌和体前趾长度;  $B$ -拌和体宽度;  $D$ -长壁深度;  $D_S$ -短壁深度;  $D_L$ -长短壁深度差;  $L_L$ -长壁宽度;  $L_S$ -短壁宽度

## 6.4 作用和作用效应组合

### 6.4.1 拌和体上的作用可分为下列三类:

(1)永久作用,包括结构自重力、固定设备自重力、主动土压力、被动土压力和剩余水压力等;

(2)可变作用,包括堆货荷载、流动机械荷载、码头面可变作用产生的土压力、船舶荷载、施工荷载、冰荷载和波浪力等;

(3)偶然作用,包括地震作用等。

### 6.4.2 拌和体设计应考虑下列三种设计状况:

(1)持久状况,结构使用期按承载能力极限状态和正常使用极限状态设计;

(2)短暂状况,施工期或使用初期临时承受某种荷载时,按承载能力极限状态设计,必要时按正常使用极限状态设计;

(3)偶然状况,使用期遭受地震作用时按承载能力极限状态设计。

### 6.4.3 拌和体承载能力极限状态设计,应考虑下列三种作用效应组合:

(1)持久组合,持久状况下的永久作用、主导可变作用和非主导可变作用的效应组合,持久组合的水位采用设计高水位、设计低水位、极端高水位和极端低水位;

(2)短暂组合,短暂状况下的永久作用和可变作用的效应组合,短暂组合的水位采用设计高水位和设计低水位;

(3)偶然组合,作用效应组合中包括地震作用,按现行行业标准《水运工程抗震设计规范》(JTJ 225)的有关规定执行。

### 6.4.4 拌和体正常使用极限状态设计应考虑持久状况作用效应的长期组合。

## 6.5 块式拌和体基础计算

### 6.5.1 块式拌和体基础的承载能力极限状态设计应包括持久组合、短暂组合、偶然组合的稳定性验算和强度验算。稳定性验算和