

## 散货码头堆场修复工程施工技术探析

洪秋生

中国水产广州建港工程有限公司, 广东 广州 510220

**[摘要]**散货码头堆场修复工程是对散货码头堆场进行维修和加固, 以保障其能够长时间、高效地运营。修复工程的具体内容包括: 基础修复: 对码头水泥基础进行检查, 如发现裂缝、松动、变形等情况, 需要进行基础修复, 也就是重新铺设混凝土基础, 并通过测量、定位、压力测试等手段, 确保基础的质量和稳定性; 地面修复: 检查码头道路和堆场等地面, 如果发现坑洼、起伏、漏洞等情况, 需要进行地面修复, 以确保码头的平整度和安全性; 改进设施: 对于使用时间过长、技术落后的设施, 需要进行改进和更换, 以提高散货码头堆场的运营效率和安全性等。散货码头堆场修复工程需通过详细的勘察和施工方案制定, 采取不同的修缮措施, 以保障码头的安全稳定, 为散货码头运营提供良好的保障。

**[关键词]** 建筑工程; 堆场修复; 散货码头; 施工技术

DOI: 10.33142/ect.v1i1.8442

中图分类号: U653.921

文献标识码: A

### Analysis of Construction Technology for Repair Engineering of Bulk Cargo Terminal Yard

HONG Qiusheng

CNFC Guangzhou Harbour Engineering Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510220, China

**Abstract:** The repair project of the bulk cargo terminal yard is to repair and reinforce the bulk cargo terminal yard to ensure its long-term and efficient operation. The specific content of the repair project includes: Foundation repair: Inspection of the cement foundation of the dock. If cracks, looseness, deformation, and other situations are found, foundation repair is required, that is, laying the concrete foundation again, and ensuring the quality and stability of the foundation through measurement, positioning, pressure testing, and other means; Ground repair: Check the ground of the dock roads and storage yards. If any potholes, undulations, or loopholes are found, ground repair is necessary to ensure the flatness and safety of the dock; Improvement of facilities: For facilities that have been used for too long and have outdated technology, improvements and replacements are needed to improve the operational efficiency and safety of the bulk cargo terminal yard. The repair project of the bulk cargo terminal yard needs to be carried out through detailed investigation and construction plan development, and different repair measures should be taken to ensure the safety and stability of the terminal and provide good guarantee for the operation of the bulk cargo terminal.

**Keywords:** construction engineering; storage yard repair; bulk cargo terminal; construction technology

湛江港霞山区散货码头散货堆场共分为 6 个堆场条带, 从北至南分别为 11#堆场~16#堆场。本工程位于 16#散货堆场, 堆矿范围: 东侧(向 603 泊位方向)距东侧防尘墙基础 47m、西侧(向污水处理站方向)距西侧防尘墙基础 77m, 南侧(向南柳河方向)距排水沟 6m, 北侧(向堆取料机轨道方向)距离 5#堆取料机轨道梁基础 5m, 堆矿范围为长 1271.4m, 宽 54.5m 的矩形, 实际堆场面积为 69291m<sup>2</sup>。

### 1 工程简介

本工程分为典型施工区和剩余区域, 典型施工区长度 260m, 自 16#堆场西端起 200~460m 区段, 目前典型施工区已施工完成交付使用。剩余区域总长度 1011.4m, 其中剩余区域 A 区长度 200m, 剩余区域 B 区(原堆场推移破坏严重区)长度 148m, 剩余区域 C 区长度 272m, 剩余区域 D 区长度 391.4m。

(1) 地基加固分区采用“CFG 桩/插筋 CFG 桩+树根桩+网复合地基”“插筋 CFG 桩+树根桩+网复合地基”及“树

根桩+网复合地基”。

(2) 堆场面层结构为: 15cm 厚 C30 六角块面层; 5cm 厚中粗砂垫层; 35~60cm 厚碎石土基层(利用堆场内原填隙碎石和砂混合料, 不足部分外购碎石)。

## 2 施工中的难点及对策

### 2.1 场地狭窄

本工程为修复工程, 场地狭窄, 加固修复过程须保证周边的防尘墙基础、轨道基础、南柳河护岸和码头等现有建构筑物的安全稳定。

解决的措施: 为控制堆场周边建构筑物的安全稳定, 须加强沉降、位移观测, 成立专门的施工监测小组, 严格按设计提出的监测内容布点、频率要求进行监测控制。通过监测结果指导施工, 必要时及时动态调整施工方案。

### 2.2 施工与码头营运共用进出口通道的影响

目前港区已建散货码头、11#~15#堆场均处于正常运营状态, 堆场的作业斗轮机的装卸作业, 对 16#堆场修复工程的桩机施工影响及东侧通用码头项目正在施工建设。

而进出港区只有靠南柳河护堤唯一进出口通道。因此，需采取措施减少工程修复期间与港区生产运营的交叉和与东侧在建码头项目之间的交叉影响。

解决的措施：为减少护堤上施工车辆的相互干扰，现场设专职安全指挥避让人员，指挥进出场车辆的避让具体工作。划定专门施工区域，成立施工协调小组，加强管理，提高功效。提前计划，动态控制，动态调整施工，减少干扰。

### 2.3 台风对施工的影响

季节性台风、洪水对工程施工影响，湛江地区是台风经常影响地区，每年都有季节性台风在湛江地区登陆，台风、洪水对工程施工影响较大。而加固施工设备较高，如何确保各施工设备的施工安全，是施工安全管理的难点；

解决的措施：编制防台、防洪专项预案和防护措施。确立防台、防洪的组织指挥体系及职责，加强对台风的监测预报、预警与预防工作，落实防台责任人，预警人员和抢险队伍，准备齐全防台的抢险物资、设备等，建立统一的高频电话联系系统，所有作业区内的设备 24 小时有人值班，保证沟通的顺畅；组织专人对施工的大型设备停放区域、防台风措施进行管理，确保安全度过台风期。

## 3 施工流程计划

### 3.1 项目总体施工流程

地基处理分区：16#堆场位于霞山港区散货码头配套的散货堆场区南侧，北侧为 15#堆场，南侧为南柳河，东侧（向 603#泊位方向）距东侧防尘墙基础 47m、西侧（向污水处理站方向）距西侧防尘墙基础 77m，南侧（向南柳河方向）距排水沟 6m，北侧（向堆取料机轨道方向）距 5#堆取料机轨道基础 5m，堆矿范围为总长 1271.4m，宽 54.5m 的矩形，实际堆场面积为 69291m<sup>2</sup>。目前已完成典型施工区，自 16#堆场西端起 200~460m 区段，共长度 260m，面积为 14170m<sup>2</sup>。本阶段施工任务为剩余区域施工总长度 1011.4m，堆矿面积为 55121m<sup>2</sup>。

剩余区域地基加固采用 CFG 桩、插筋 CFG 桩、树根桩、网等组合加固方案。根据不同区段代表性钻孔，剩余区域共分为 16 个地基处理分区，各分区设计方案及参数因地质情况及设计荷载的不同桩长、桩距均有变化。

### 3.2 施工顺序

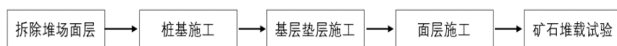


图1 施工流程图示

其中桩基施工是整个项目的关键分项工程，该分项工程的质量和进度对剩余区域工期目标的达成，具有决定性的作用。因此，项目部将围绕此分项工程从人、机、料各方面提供加强组织管理，配备性能良好、高效的施工机械，在施工中加强机械的保养维修，保证施工机械的完好率和利用率；并配备先进的计量、监测设备，提高施工工效和监测的准确性，加快施工进度，确保工期目标的实现。

### 3.3 总体施工流程

剩余施工区总体施工流程详见图 2：

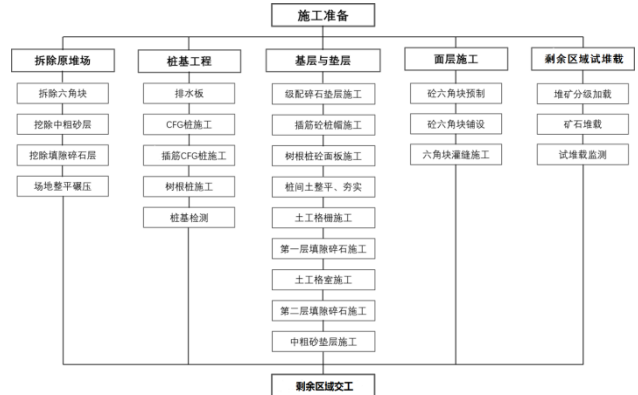


图2 施工流程图

## 4 施工技术及工艺

### 4.1 总体施工方案思路

本工程多种桩基施工工序交错搭接，技术要求高且工期紧。因此必须组织一个高效精干的施工体系，抓好宏观管理，把握好总体布局的合理性与施工程序的科学性，统筹制作，精心组织、精心施工。施工总体安排的原则是：必须满足各个节点工期及总工期目标要求。

组织好塑料排水板、CFG 桩、插筋 CFG 桩和树根桩等流水施工作业。

紧紧抓住对工期影响的关键工序——沉桩作业等关键工序的施工。

妥善处理相邻 CFG 桩与树根桩之间的施工顺序，特别是 CFG 桩之间施工时的相互影响，避免出现缩桩、断桩的现象。

根据合同文件要求，详细编制施工作业计划，并做到有效控制。

### 4.2 施工工艺流程

总体施工顺序：剩余施工区堆场施工由东头向西头形成流水作业；总顺序流程：先拆除原面层及基层，接着插塑料排水板施工，紧接着 CFG 桩施工，再跟着树根桩施工，CFG 桩帽、树根桩面板施工，最后基层及面层施工。

### 4.3 分部分项工程施工方法

#### (1) 塑料排水板

塑料排水板，其规格、质量和排水性能要求必须符合《水运工程地基设计规范》(JTS 147-2017)的各项指标规定。塑料排水板选用 SPB-B 型或 SPB-C 型，所有塑料排水板必须采用原原料<sup>[1]</sup>。

插板施工工艺为陆上套管式施工，设备接地压力与需处理地基相适应；套管下端应设置管靴，其材料可选用小钢筋或硬质塑料等；导架高度、打设能力应满足设计要求；机架垂直度、就位应调节方便、正确。

插板机打动力宜采用振动式插板机，表层应用钩机

适当钩松；插板机定位时，管靴与板位标记的偏差应控制在 100mm 内，塑料排水板的平面距差不得大于±150mm，垂直度应控制在±1.5%。施工时回带长度不可超过 0.5m，否则在该板位旁 200mm 内重新插入补打一根，回带排水板根数不应超过打设总根数的 5%。插板机需配备自动记录仪；

拔管时带出的泥土应清除干净，切勿污染砂垫层。当发现地质情况变化，无法按设计要求打设时，应及时与现场监理和设计人员联系，确定实际的打设深度；

剪板应高于砂垫层顶面 200mm，及时用砂垫层砂料仔细填满打设在板周围形成的孔洞，并将排水板板头埋进砂垫层中。塑料排水板插入过程中要防止淤泥进入板芯，堵塞通道，影响排水效果；

### (2) CFG 桩（振动沉管工艺）

本工程 CFG 桩施工主要采用振动沉管机成孔工艺，然后投放预拌商品混凝土成桩的施工工艺。

为减小后施工桩基对已施工桩基的影响，建议振动沉管 CFG 桩连续施工（不建议跳打）。对于中部区域 10 排桩，相邻桩基施工宜在已施工桩基混凝土初凝前进行，必要时采用相邻 1 排桩预先引孔的措施或者采用长螺旋钻孔施工工艺<sup>[2]</sup>。

测量放样：根据设计图纸放出桩位中心，偏差不得大于 5cm，并在每一区域设置一排基准桩位，后采用拉绳 50 米钢尺丈量测放每根桩位，插上桩位竹签标志。

振动沉管机就位：振动沉管机移至桩位，并用铅垂线法使沉管中心与桩位中心重合，偏差小于 2cm，并保持振动沉管机沉管铅垂。

振动沉管成孔：①采用振动沉管机成桩，要求最大激振力不小于 440kN，打桩时采用钢制活瓣桩尖或预制桩尖。沉桩开始时，关闭桩尖阀门（采用钢制活瓣桩尖时）或将桩尖套严封闭沉管底部（采用预制桩尖时）。向下移动沉管至桩尖触及地面时，启动马达沉桩，一般应先慢后快，这样既能减少沉桩摇晃，又能检查沉桩的偏差，以便及时纠正。②在沉桩过程中如发现沉管摇晃或难沉入时应放慢进尺，并及时检查沉管垂直度和桩位，否则容易导致桩孔偏斜、位移，甚至使桩基损坏。③桩长控制：在桩机机身上做明确的长度标识，为方便夜间施工控制，需用反光材料进行标识；标识的最小刻度一般为 50cm 或 25cm；根据桩机塔身上的进尺标记，成孔深度达到设计要求时，停机。④沉管过程中作好记录，每沉 1m 记录电流表上的电流一次，并对土层变化处予以说明。

### (3) 插筋 CFG 桩

插筋 CFG 桩混凝土强度为 C25 或 C30，采用振动沉管施工时，混凝土坍落度 80~120mm，（采用长螺旋管内泵压施工时，混凝土坍落度 160~220mm）。为方便后续插筋需要，混凝土坍落度宜取高值，但应避免施工振动致使混凝土离析。

中部插筋 CFG 桩单桩承载力要求高，应严格控制施工质量，包括混凝土强度、垂直度、拔管速度等。为减小后施工桩基对已施工桩基的影响，建议插筋沉管 CFG 桩连续施工（不建议跳打），对于中部区域 10 排桩，相邻桩基施工应在已施工桩基混凝土初凝前进行，必要时采用相邻 1 排桩预先引孔的措施或者采用长螺旋钻孔施工工艺。

插筋 CFG 桩采用振动沉管工艺或长螺旋管内泵压工艺先成孔后灌注混凝土，最后插入预制钢筋笼的施工工艺。

混凝土浇筑完成后，应在初凝前进行插筋施工，插筋前，应在桩顶地面设置专用的导向插筋装置，保证插筋的垂直度在 1%以内，钢筋保护层厚度不宜小于 25mm。插筋依靠钢筋笼自重和钩机辅助作业（也可采用振动管导向辅助预埋钢筋笼法，混凝土浇筑完成后对钢筋笼位置及顶标高固定对中），必要时采用平板振和导向棒施工。在钢筋笼插设完成后，应固定钢筋笼，防止邻近桩基施工影响已施工钢筋笼的定位。

前面成孔工艺及混凝土灌注施工与 CFG 桩相同，桩长按照施工图纸要求，插筋采用预制钢筋笼，纵向钢筋采用 6 根 HRB335  $\phi$  10 钢筋，均匀分布，每隔 1m 焊接一个  $\phi$  89mm，壁厚 2mm，长度 50mm 的钢管；中部带桩帽插筋 CFG 桩钢筋笼底部要求穿越软土层，顶部外露 250mm 伸入桩帽；两侧无桩帽后插筋 CFG 桩钢筋笼底部要求穿越软土层，顶部与桩顶齐平。

施工工序：施工准备→振动沉管（或长螺旋钻孔）→灌注混凝土→成桩→放置插筋导向架→拔管→插设钢筋笼至设计深度→固定钢筋笼→分项工程验收。

### (4) 高压注浆

注浆是树根桩施工最为关键的一步。浆液采用纯水泥浆，且应具有较好的和易性、可塑性、黏聚性、流动性和自密实性。水泥浆液采用 42.5 普通硅酸盐水泥，水灰比为 0.5，其水、水泥两者用量可根据试验来确定。用搅拌机搅拌成浆，搅拌时间不少于 5 分钟，以保证浆液的均匀，制备好的浆液宜在 30 分钟之内注入孔内<sup>[3]</sup>。

注浆前，应先试验确定混凝土初凝时间，为后续二次注浆作准备。

一次注浆：利用一次注浆管（钢管）将浆液注入碎石孔隙中，在注浆泵的压力作用下，水泥浆随注浆管不断提升从孔底逐渐渗入到孔内碎石孔隙和桩间土中。由于注浆过程中会引起振动，如果桩内碎石有一定的沉落量，应在压浆过程中逐步补入部分碎石到桩顶。当浆液在孔口充分溢出后，停止注浆。必要时采用插入式振捣器插入桩体 1m 左右进行振捣，使桩顶浆液充填密实。

二次注浆：一次注浆初凝时（暂按一次注浆后 120 分钟），利用二次注浆管对碎石孔隙和桩周土补充浆液，确保桩体密实，并进一步加固桩周土。

成孔过程中的性能确保满足下列要求：注入孔口泥浆，

泥浆密度： $\geq 1.15$ ；漏斗黏度：18~20”。排出孔口泥浆，泥浆密度： $\geq 1.30$ ；漏斗黏度：20~26”。

#### (5) 模板工程

CFG 桩桩帽采用四块夹板组成的方形模具，采用 60\*80cm 木方固定，采用方条作为支撑支顶。树根桩板侧面模板采用木模板，在侧模背后设木方横楞，横楞后设间距 80cm 木方直楞，木方间穿入  $\phi 10\text{mm}$  对拉螺栓，下部布置  $\phi 10\text{mm}$  对拉螺栓连接。模板拼缝用专用双面胶或其他软质材料垫实，保证不漏浆。

#### 5 结语

本工程实施完成后，16#堆场按一次性达到承载 350kPa 的使用要求。（其中东（603#泊位侧）、西（污水处理站侧）两侧反压平台宽 15.0m，高 6.0m，南侧（即南柳河侧）反压平台宽 10.0m，高 6.0m，北侧（斗轮机轨道侧）不设置反压平台，并且当 16#堆场北侧满载时（即 5#

轨道侧），相对应的 15#堆场无反压堆载要求）。当 16#堆场满载时，保证周边设施（斗轮机轨道、排水沟、电缆沟、防风抑尘墙、皮带机廊道、高杆灯及周边管线等）的安全稳定。两年缺陷责任期内，16#堆场沉降控制在 80cm 以内。

#### [参考文献]

[1]李丽明.软土地基中 CFG 桩的施工质量控制[J].四川水泥,2023(3):271-273.

[2]王钟.塑料排水板施工全过程质量控制[J].珠江水运,2021(3):80-81.

[3]王胜刚.高压注浆在处理大厚度填土地地的应用[D].甘肃:兰州理工大学,2020.

作者简介：洪秋生（1975.9-），男，毕业院校：大连理工大学；所学专业：土木工程；当前就职单位：中国水产广州建港工程有限公司；职务：项目总工；职称级别：工程师。