



水运工程施工标准化建设指南
施工工艺篇—码头工程
（征求意见稿）

二〇一七年十月

目 录

1 基本规定	3
1.1 编制目的.....	3
1.2 适用范围.....	3
1.3 编制依据.....	3
1.4 工艺选择原则.....	3
1.5 通用前置要点.....	4
2 通用工程	5
2.1 混凝土工程.....	5
2.2 轨道安装.....	20
2.3 道路堆场面层.....	24
2.4 码头设施.....	33
3 重力式码头	39
3.1 基槽开挖及泊位水域疏浚.....	39
3.2 基床抛石.....	44
3.3 基床夯实.....	47
3.4 基床整平.....	52
3.5 沉箱、方块预制.....	56
3.6 沉箱移运及出运.....	66
3.7 沉箱、方块安装.....	74
3.8 沉箱内抛填.....	83
3.9 墙后棱体及倒滤结构.....	85
3.10 现浇胸墙.....	89
4 高桩码头	96
4.1 混凝土桩预制.....	96
4.2 水上沉桩.....	105
4.3 灌注桩（嵌岩桩）施工.....	112
4.4 预制型锚杆嵌岩桩施工.....	122
4.5 现浇横梁、桩帽及墩台.....	124

4.6	预制构件制作.....	129
4.7	预制构件吊运及安装.....	135
4.8	面层浇筑.....	140
5	地连墙板桩码头	143
5.1	地下连续墙施工.....	143
5.2	胸墙、锚碇墙导梁.....	157
5.3	锚碇结构与拉杆.....	161
5.4	回填与地基处理.....	164

1 基本规定

1.1 编制目的

1.1.0.1 为推行码头工程施工标准化,规范施工工艺和加强过程控制,总结成熟的、具有推广价值的工艺工法,鼓励新技术、新材料、新设备、新工艺以及质量通病治理措施的推广和应用,提高码头工程施工质量管理、绿色施工和装配化施工水平,在施工技术规范的基础上,结合当前码头工程先进施工工艺进行提升和补充,作为持续改进质量、生态环境和作业安全健康管理体系的指导性管理手册,编制本指南。

1.2 适用范围

1.2.0.1 适用于大中型重力式、高桩、地连墙板桩码头工程。小型重力式、高桩、地连墙板桩或其他码头工程可参照执行。

1.2.0.2 作为施工方案编制及过程质量控制、质量检验的依据。

1.3 编制依据

1.3.0.1 本指南以国家、交通运输主管部门发布的与水运建设相关的标准、规范、规程及文件为依据,选择目前国内已完和在建水运工程中通行的、较为完善的和先进的施工工艺。

1.4 工艺选择原则

1.4.1 施工工艺适用原则

1.4.1.1 码头施工工艺选择应根据施工现场地质条件及岸线、水深情况、潮汐特征、潮流特征、风况、气温、降水等自然因素,结合码头水深、工程地点水域掩护条件、混凝土构件预制场地情况、当地动植物保护情况以及现有施工水平和当地要求等,通过工艺的特点、工程规模、施工条件、质量目标以及经济性等比较选择最优施工工艺。

1.4.2 工艺安全风险原则

1.4.2.1 应对拟采用的各种工艺进行安全风险分析比较,从中选择工艺技术可靠、风险较低施工工艺。

1.4.3 生态环境原则

1.4.3.1 结合项目规模、实施条件、工程目标,以不破坏和少破坏生态环境为优先原则,并考虑防尘和疏浚物合理利用等,以达到生态环境的要求。

1.4.4 推广新工艺的应用原则

1.4.4.1 淘汰限制落后，鼓励科技进步，积极采用新材料、新工艺，推动技术创新，严禁采用安全风险高的淘汰工艺、设备和材料；对落后的施工工艺、设备和材料限制使用，确保安全生产条件。

1.4.5 功效原则

1.4.5.1 应对拟采用的施工工艺进行综合比选，以技术性与施工效益相统一为原则。

1.5 通用前置要点

1.5.0.1 已按照要求办理航行通告、施工许可证。

1.5.0.2 危险性较大分部分项工程已编制专项施工方案经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。超过一定规模的应通过专家论证后，经施工单位技术负责人、总监和建设单位技术负责人批准签认。

1.5.0.3 施工人员已进场，并进行了施工技术、生态环境、职业健康安全交底。

1.5.0.4 施工材料已进场并通过验收。

1.5.0.5 施工船机、设备均已进场，并且已组织进场验收，验收中发现问题均已整改到位。

1.5.0.6 施工测量控制网点已经复核、验收；潮位观测、校核机制已建立。

1.5.0.7 施工临时用电已按专项方案布设并通过监理工程师验收。

2 通用工程

2.1 混凝土工程

2.1.1 工艺简述

2.1.1.1 混凝土（钢筋混凝土）构件或结构的施工分为预制和现浇两种工艺。

（1）构件预制工艺是指在预制场地预先制作构筑物的混凝土（钢筋混凝土）构件的工艺。

（2）结构现浇工艺指在现场原位支模并进行结构浇筑的工艺，

2.1.1.2 预制和现浇施工工艺对比见表 2.1-1。

表 2.1-1 预制和现浇施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
预制	工厂化生产，养护方便，质量易控制；节约劳动力，克服季节、水文影响，可常年施工；工效高。但需要预制、堆放场地及构件转运。	适用于可进行装配化施工的结构
现浇	结构的整体性能好；就地施工，不需预制、堆放场地及构件转运。但现场施工工序繁多，受季节、水文影响施工工期长；质量不易控制，养护不方便，尤其是大体积混凝土易开裂。	适用于整体性要求较高、形状不规则以及预制构件连接的结构

2.1.2 前置要点

2.1.2.1 预制场、拌和站及钢筋、模板加工场已按本指南现场布设篇的要求建设完成，并通过验收。其中，张拉作业区两端已设置安全挡；混凝土各种计量器具已检定；混凝土运输设备已落实，并在满足浇筑能力的同时留有备用；已配备两台套以上互为应急备用发电机。

2.1.2.2 模板设计已经过验算和复核，强度、稳定性和数量满足要求。

2.1.2.3 现浇混凝土施工缝的位置已确定。

2.1.2.4 混凝土配合比设计已报批。

2.1.2.5 预应力张拉固定张拉台座已检查，强度、刚度和稳定性满足要求；所用的张拉设备、锚具、夹具、连接器以及灌浆设备等已检查、检验，并满足要求，其中千斤顶与压力表已检定，检定时状态与实际工作状态一致。

2.1.3 工艺实施流程

2.1.3.1 普通钢筋混凝土（混凝土）施工工艺实施流程见图 2.1-1。

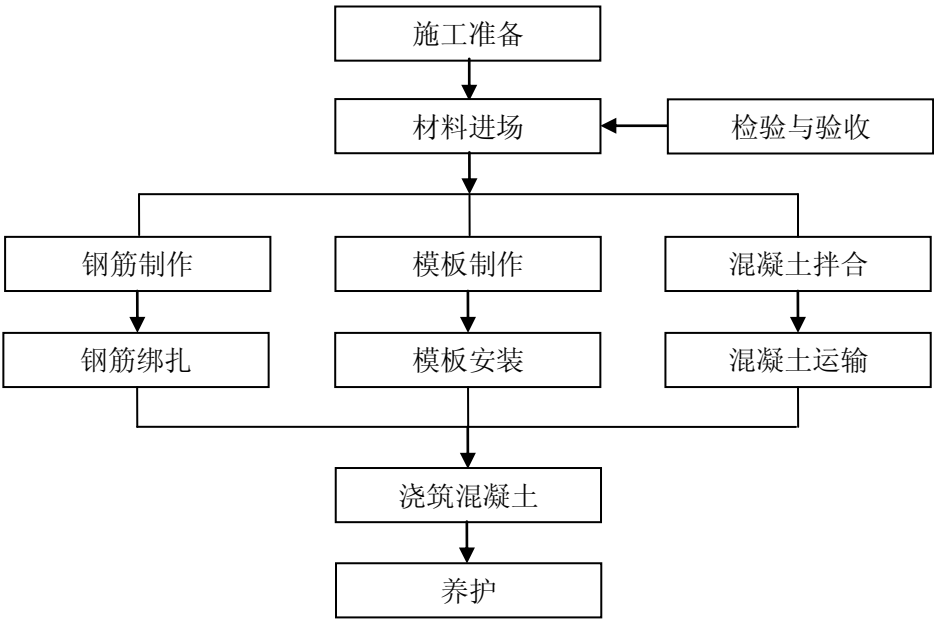


图 2.1-1 普通钢筋混凝土（混凝土）工艺流程

2.1.3.2 先张法预应力钢筋混凝土施工工艺实施流程见图 2.1-2。

2.1.3.3 后张法预应力钢筋混凝土施工工艺实施流程见图 2.1-3。

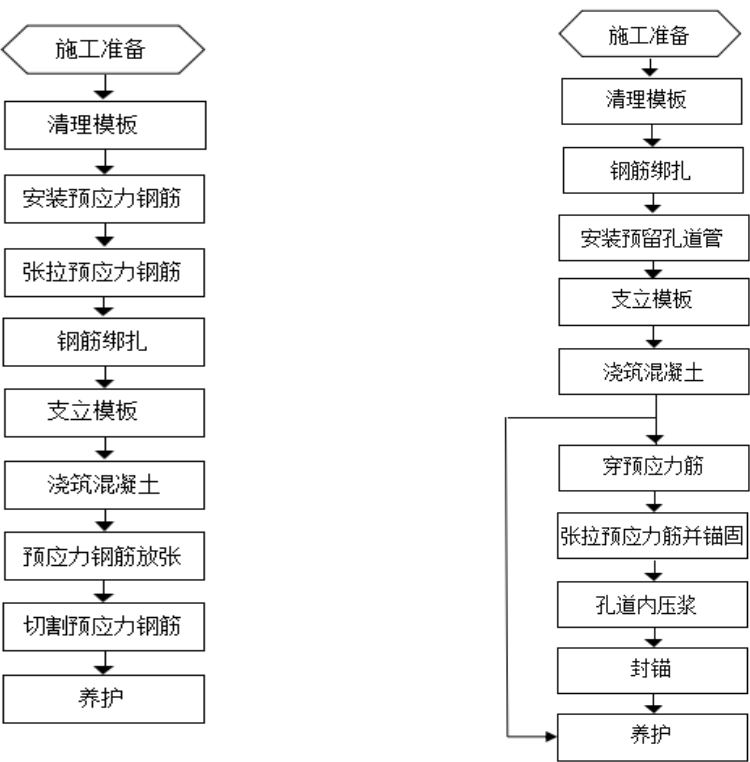


图 2.1-2 先张法预应力工艺流程

图 2.1-3 后张法预应力工艺流程

2.1.4 工艺控制重点

2.1.4.1 模板工艺控制重点主要包括以下内容：

（1）施工期间，应对底模或台座的标高、平整度每月至少复测 1 次，并建立观测数据档案，发现异常应及时处理。每次使用前应清理杂物，打磨干净。

（2）胸墙、沉箱、方块、梁板等大体积混凝土构件及长、宽、高均超过 3m 的构件应使用整体式钢模板或性能优异的其他材质模板。对于旧钢模板改造模板，小型构件平均 1m^2 单位面积允许拼缝长度不超过 2.0m；对于胸墙、沉箱等大体积构件，平均 1m^2 单位面积内允许拼缝长度不超过 1.0m。

（3）高大模板应设置作业平台、上下通道、防护栏杆等。操作平台宽度不小于 0.5m 的，其外侧临空边设置防护栏杆，防护栏杆和上下通道应符合安全防护规定。操作平台及防护栏杆见图 2.1-4。



图 2.1-4 操作平台及防护栏杆

（4）混凝土构件模板制作及拼装应采用无棱化处理工艺。

1) 构件侧模间隔角宜设置圆弧角或采用 45° 倒角进行钝化；侧模与底模间隔角应采用 45° 倒角进行钝化。半径 2-4cm 的圆弧角见图 2.1-5，采用 45° 倒角见图 2.1-6，横梁及悬臂采用 45° 倒角见图 2.1-7；

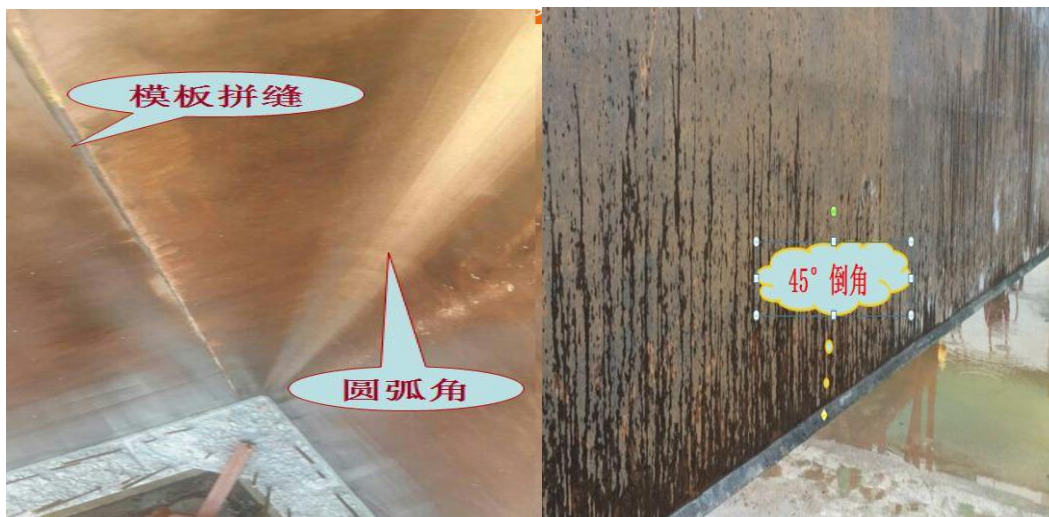


图 2.1-5 半径 2-4cm 的圆弧角

图 2.1-6 采用 45° 倒角

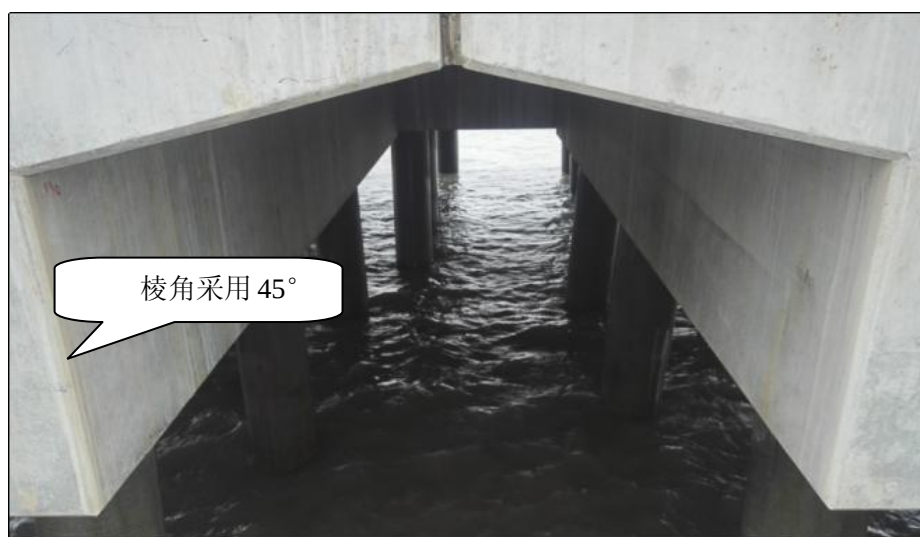


图 2.1-7 横梁及悬臂采用 45° 倒角

2) 模板内表面顶边宜焊钢“八字”条或 2cm 圆弧，控制施工缝的位置和线条的平直，图模板顶边内表面的 2cm 圆弧见图 2.1-8。

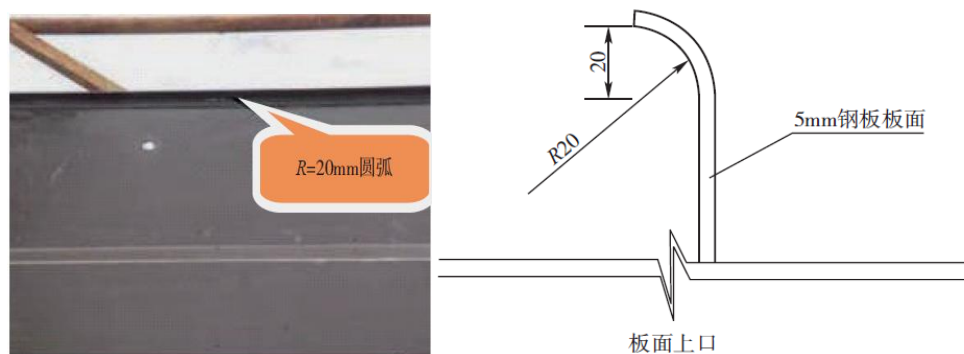


图 2.1-8 模板顶边内表面的 2cm 圆弧

(5) 模板与构筑物间及模板间的拼缝应采用有效止浆措施。

1) 模板与构筑物间宜采用中空鼓形橡胶或橡胶条进行止浆，中空鼓形橡胶见图 2.1-9;

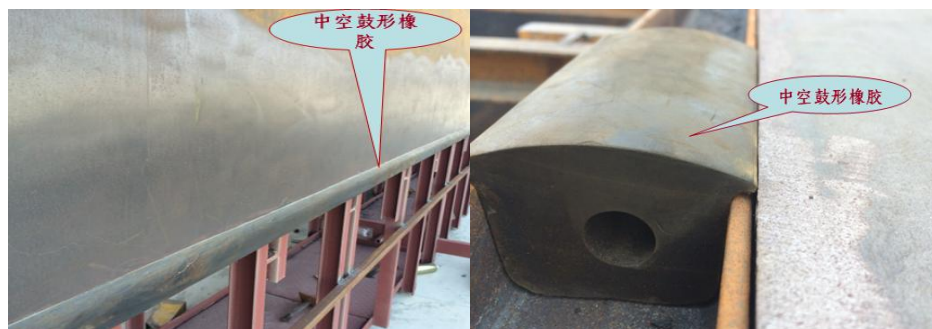


图 2.1-9 中空鼓形橡胶示意图

2) 侧模采用“底托帮”支模方法时，其底部应设弹性止浆条，依靠模板自重使之与底面的缝隙挤严。模板底部设“弹性止浆条见图 2.1-10;

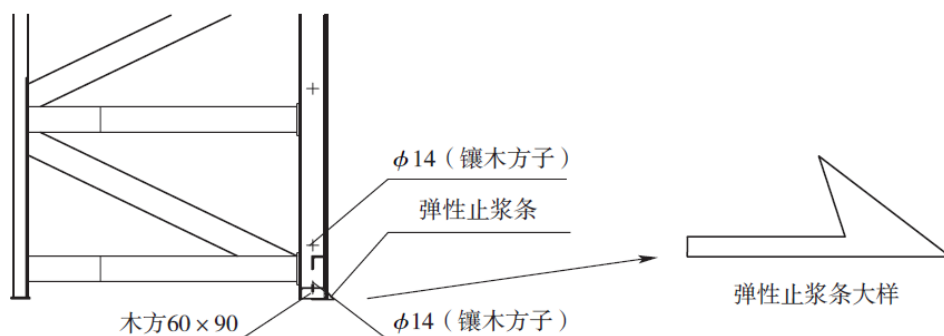


图 2.1-10 模板底部设“弹性止浆条”

3) 侧模采用“帮包底”支模方法时，其侧模宜采用中空鼓形橡胶或嵌入式泡沫橡胶止浆条，嵌入式泡沫橡胶止浆条见图 2.1-11，等有效止浆措施;

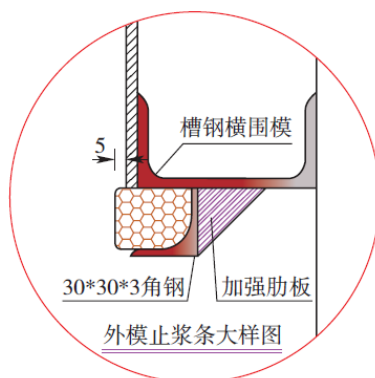


图 2.1-11 嵌入式泡沫橡胶止浆条

4) 模板间的拼缝采用平缝时应避开隅角处，并采用宽 5cm，厚 5mm 的高弹性橡胶板作为接缝的止浆措施。

(6) 模板拼装时应设置满足稳定性要求的临时固定措施，见图 2.1-12。



图 2.1-12 底层外模临时固定措施示意图

(7) 在已浇筑成型的混凝土构筑物上立模应采用预埋圆台螺母进行支撑，圆台螺母工艺见图 2.1-13。

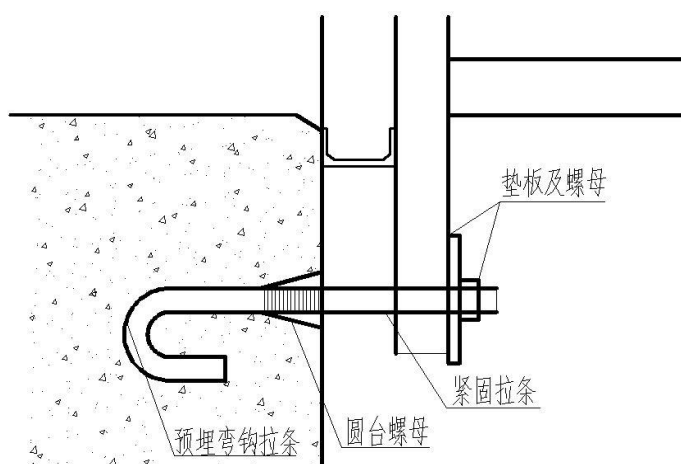


图 2.1-13 圆台螺母工艺

(8) 模板拼装应紧密牢固，并应采用措施控制拼装尺寸偏差。

1) 内外模板顶部应采用对拉螺杆连接和定尺钢支撑限位，不得采用木头支撑，对拉螺杆和定尺钢支撑示意图见图 2.1-14；

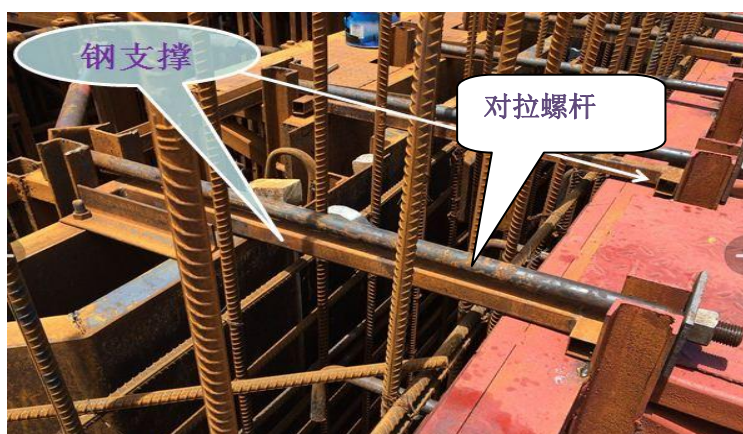


图 2.1-14 对拉螺杆和定尺钢支撑示意图

2) 应采用预埋槽钢协助支撑模板底部，松紧器加固，松紧器加固模板见图 2.1-15。



图 2.1-15 松紧器加固模板

3) 模板刚度不足时，可在模板中部设置对拉螺杆加固；拉杆孔应外套 PVC 管，管与模板连接处应设环形橡胶圈，PVC 管与模板连接处环形橡胶圈见图 2.1-16。



图 2.1-16 PVC 管与模板连接处环形橡胶圈

(9) 脱模剂宜采用乳液类水溶性脱模剂，不得使用皂类或废机油类脱模剂。

(10) 大模板存放时应采取相应的支垫和支撑措施，。有斜支撑的大模板应面对面堆放，自稳角为 $75^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ；无斜支撑的大模板应在现场搭设稳固的存放架或卧倒平放，不得依靠其他模板或构件。

2.1.4.2 钢筋工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 钢筋制作宜采用数控剪切及弯曲设备，数控弯曲机见图 2.1-17。



图 2.1-17 数控弯曲机

(2) 钢筋绑扎宜采用全自动钢筋捆扎机，全自动钢筋捆扎机见图 2.1-18。钢筋绑扎应为隔档双扎丝绑扎，宜朝钢筋骨架内侧绑扎，钢筋骨架外侧绑扎时，应将多余扎丝头剪除，见图 2.1-19。

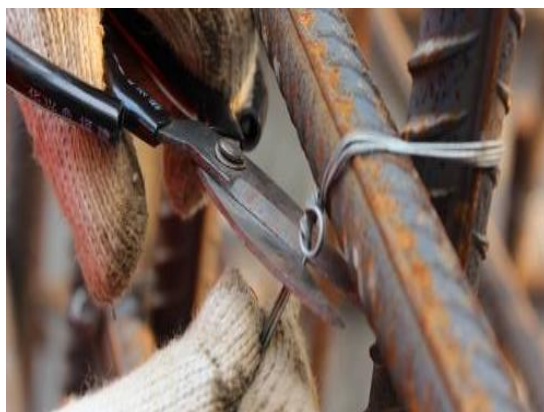


图 2.1-18 全自动钢筋捆扎机

图 2.1-19 剪除多余扎丝头

(3) 钢筋绑扎应采取措施控制钢筋间距及网片层距。

- 1) 单层钢筋绑扎应采用底模上设置定位卡模的固定工艺，定位卡模见图 2.1-20；
- 2) 多层立体钢筋绑扎应采用定位架的固定工艺，定位架见图 2.1-21；
- 3) 外伸钢筋应采用模板上设置定位架的固定工艺，外伸钢筋定位架见图 2.1-22；

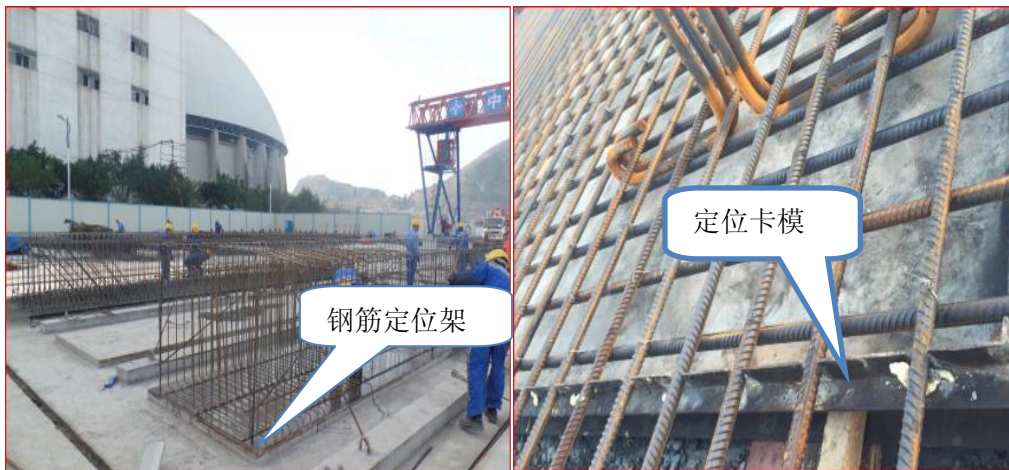


图 2.1-20 定位卡模

图 2.1-21 定位架

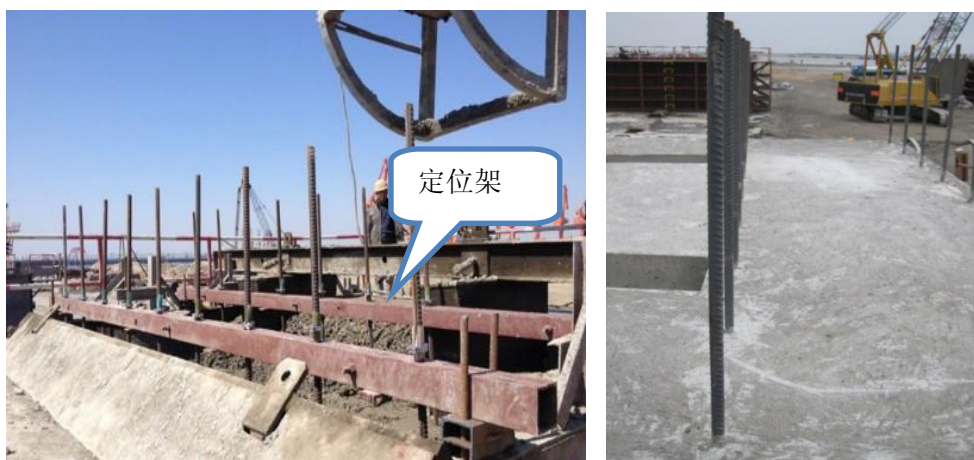


图 2.1-22 外伸钢筋定位架

4) 网片层距宜采用水平向和垂直向的“U”型钢筋双向交叉控制的固定工艺,“U”型钢筋见图 2.1-23。

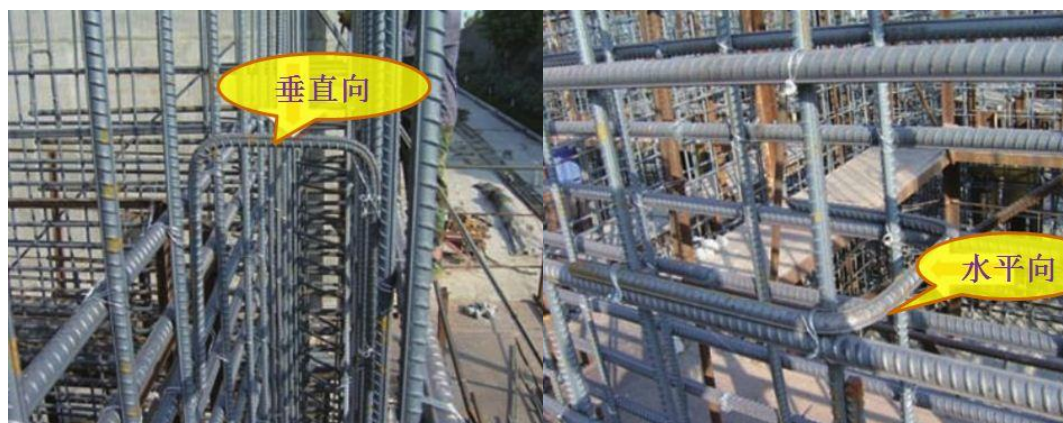


图 2.1-23 “U”型钢筋示意图

(4) 直径 25mm 及以上的非预应力钢筋应采用机械连接接头。切口应用砂轮磨平或镦平；钢筋头绞丝前应镦粗；绞丝后应采用通规止规检查；检验合格的丝头螺

纹应用塑料保护套或拧上连接套筒加以保护，通规止规检查及保护套见图 2.1-24。



图 2.1-24 通规止规检查及保护套

(5) 底板钢筋宜采用梅花形或圆台形垫块，墙体钢筋宜采用圆饼形（环形）垫块，垫块应采用模具压制成型。梅花形和圆饼形垫块安装见图 2.1-25，梅花形和圆饼形垫块见图 2.1-26。



图 2.1-25 梅花形和圆饼形垫块安装



图 2.1-26 梅花形和圆饼形垫块

2.1.4.3 预应力工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 预应力混凝土施工应采用智能张拉和灌浆等工艺。见图 2.1-27、图 2.1-28。



图 2.1-27 智能张拉



图 2.1-28 智能压浆设备

(2) 张拉宜采用超张拉方法，设计未规定时，可先从零应力开始张拉至 1.05 倍预应力筋的张拉控制应力 σ_{con} ，持荷 2min 后卸荷至预应力的张拉控制应力；或从应力为零开始，张拉至 1.03 倍预应力筋的张拉控制应力。

(3) 先张法预应力放张时混凝土强度和弹性模量（或龄期）应符合设计规定；设计未规定时，混凝土强度不应低于设计强度标准值的 75%，弹性模量不应低于混凝土 28d 弹性模量的 80%。放松预应力筋宜采用放松器；切断顺序应按序由放松端开始，切断应对称、相互交错地进行。

(4) 后张法预应力筋或钢绞线张拉时，结构的混凝土强度必须符合设计要求，当设计未明确强度要求时，不应低于设计强度标准值的 75%；孔道灌浆应在预应力张拉后及时完成，灌浆量应均匀，不得中断；灌浆过程和灌浆后 48h 内，若环境温度低于 $+5^{\circ}$ ，应采取保温措施；孔道内的灌浆材料强度未达到设计要求时，不得移动构件、切断主筋和拆卸锚具。

(5) 预应力筋或钢绞线切割应采用砂轮锯或切断机，不得采用电弧切割。

(6) 后张法的锚具应采用无收缩细石混凝土进行封锚和封端保护；封锚混凝土应采用无收缩混凝土，强度应满足设计要求；封端应采用定制模板支模，混凝土的质量（强度、抗氯离子渗透性能、外观等）应高于构件本体混凝土，封端混凝土见图 2.1-29。



图 2.1-29 封端混凝土

2.1.4.4 混凝土工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 浇筑混凝土前，应将模板内的木屑、泥水等杂物以及钢筋预埋件上的灰浆、油污清理干净。

(2) 混凝土自由倾落高度超过 2m 时应采用串筒、斜槽、溜管、振动溜管下落等措施。混凝土浇筑时应分层、均匀下料振捣，单层厚度不宜超过 50cm，顶层不超过 30cm。

(3) 顶面混凝土浮浆过厚或泌水时，应清除，并宜采用二次振捣及二次抹面。吸水宜采用海绵或者土工布吸除，不得采用干灰吸水。

(4) 乘潮浇筑混凝土时，浇筑速度应大于潮位上涨速度，振捣应在水位以上进行；混凝土初凝前不宜受水淹没。

(5) 混凝土施工缝处理应采用以下措施。

1) 浇筑上层混凝土前，应将下层混凝土上口倒角缝由人工切割整齐；

2) 施工缝表面应凿毛，凿毛可采用机械凿毛、人工凿毛、水冲凿毛等方法，手持式凿毛机见图 2.1-30，手推式凿毛机见图 2.1-31；



图 2.1-30 手持式凿毛机



图 2.1-31 手推式凿毛机

3) 施工缝浇筑前应浇水充分湿润混凝土表面；水平施工缝应先沿分层接茬面铺设一层厚度 2-3cm 的高一强度等级砂浆。

(6) 大体积混凝土宜采取以下措施控制温度裂缝。

- 1) 选用低水化热水泥，掺入引气剂和减水剂；
- 2) 适量掺粉煤灰、矿粉等掺合料，减少水泥用量；
- 3) 控制混凝土的入模温度，夏季施工混凝土的入模温度不得大于 30℃；
- 4) 减小浇筑分层厚度；
- 5) 集料存放区应设置遮阳棚，避免日光曝晒；
- 6) 混凝土内表温差应不大于 25℃，必要时应采取降温措施；
- 7) 可掺入适量的块石（块体单重在 40~60kg）；在炎热天气下施工时，块石应设置遮阳装置和喷水冷却降温；
- 8) 应加强混凝土的早期养护，合理确定拆模时间。

(7) 混凝土养护应采用以下方法：

1) 沉箱应采用自动喷淋养护；梁、板、方块、混凝土方桩等大型预制构件应采用土工布覆盖，自动喷淋养护；必要时辅助人工洒水。沉箱自动喷淋养护见图 2.1-32；



图 2.1-32 沉箱自动喷淋养护

2) 小型构件集中存放时,应采用自动喷淋辅助人工洒水养护或养护池浸泡养护,小型构件养护池浸泡养护见图 2.1-33,联锁块自动喷淋养护见图 2.1-34;

3) 在水位变动区以上的现浇钢筋混凝土构件应采用土工布覆盖,自动喷淋养护;必要时辅助人工洒水,横梁覆盖喷淋养护见图 2.1-35,码头面层覆盖喷淋养护见图 2.1-36;

4) 在浪溅区和水位变动区的现浇钢筋混凝土构件,采用淡水养护确有困难时,可掺入适量阻锈剂,并在浇筑二天后拆模,再喷涂蜡乳型养护剂养护。



图 2.1-33 小型构件养护池浸泡养护



图 2.1-34 联锁块自动喷淋养护



图 2.1-35 横梁覆盖喷淋养护



图 2.1-36 码头面层覆盖喷淋养护

(8) 构件支模螺栓孔应进行填补、封闭, 采用中心开孔, 厚度 1.5mm 的塑料模具作为封板, 密实封堵后利用胶带纸密封保湿养护, 圆台螺母封闭见图 2.1-37。



图 2.1-37 圆台螺母封闭示意图

(9) 主要受力构件或结构应设置二维码信息卡, 二维码信息应包括构件类型、编号、位置、强度等级、施工班组、施工员、质检员、监理工程师、制作日期、检验状态等信息, 预制人行桥板二维码见图 2.1-38。



图 2.1-38 预制人行桥板二维码

2.2 轨道安装

2.2.1 工艺简述

2.2.1.1 码头装卸机轨道安装按照安装位置主要分为“轨道梁（胸墙）+轨道安装”和“预制轨枕+轨枕道渣+轨道安装”两种。其中“轨道梁（胸墙）+轨道安装”按照螺栓安装工艺又分为螺栓预埋法和螺栓后植法；本指南主要介绍螺栓预埋法和轨枕道渣工艺。

（1）螺栓预埋法是利用预埋在轨道梁（胸墙）或其上部磨耗层里的螺栓进行轨道安装的工艺。

（2）螺栓后植法是利用后植在轨道梁（胸墙）上预留孔里的螺栓进行轨道安装的工艺。

（3）轨枕道渣是利用安放在碎石道渣的预制轨枕进行轨道安装的工艺。

2.2.1.2 螺栓预埋法、螺栓后植法和轨枕道渣施工工艺对比见表 2.2-1。

表 2.2-1 轨道安装施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
螺栓预埋法	现场施工量小，安装简单，工效高。但要求螺栓预埋的精度高，若在胸墙安装则受胸墙沉降和位移的影响大。	适用于在轨道梁上和沉降位移量较小的胸墙上安装轨道。

螺栓后植法	可克服胸墙不均匀沉降和位移的影响，同时可牢固地固定轨道的位置，而且使轨下混凝土与轨道底能够紧密接触。但现场施工量大，需预留螺栓孔或后期钻孔植螺栓，采用粘结材料固定不如预埋的牢固。	适用于在沉降位移量较大的胸墙上安装轨道。
轨枕道渣	施工工期短，造价低；预制构件采用工厂化生产，产品质量易控制。但后期沉降量大，维护费用高，影响生产；需要预制、堆放场地及构件转运。	适用于码头后方陆域形成回填开山石，且基础地质相对较好，淤泥层较薄

2.2.2 前置要点

2.2.2.1 在轨道槽内进行钢轨安装前，螺栓的位置、标高和外露长度等已检验；槽内已清理干净，无杂物或积水等。

2.2.2.2 采用轨枕道渣工艺，道渣填筑前其地基基础施工已完成，其承载力应达到设计要求并通过验收。

2.2.3 工艺实施流程

2.2.3.1 钢轨安装（螺栓预埋法）工艺实施流程见图 2.2-1。

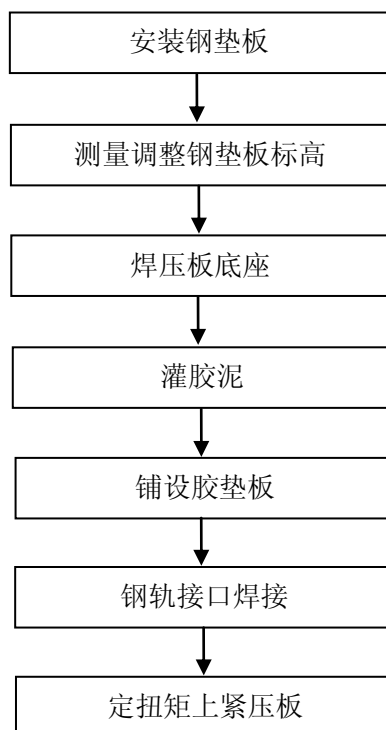


图 2.2-1 钢轨安装（螺栓预埋法）工艺流程

2.2.3.2 “预制轨枕+轨枕道渣+轨道安装”工艺实施流程见图 2.2-2。

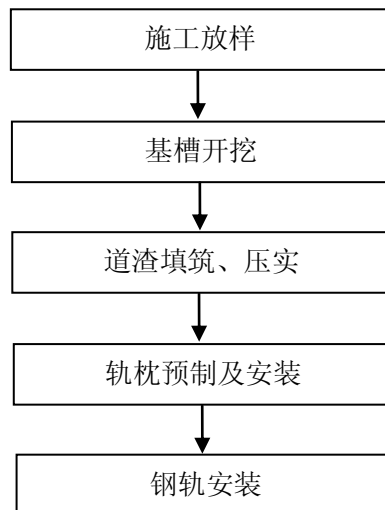


图 2.2-2 “预制轨枕+轨枕道渣+轨道安装”工艺流程

2.2.4 工艺控制重点

2.2.4.1 螺栓预埋工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 螺栓预埋应在胸墙（轨道梁）的沉降位移基本稳定后进行，并根据沉降位移情况进行预留外露长度。

(2) 螺栓预埋施工应采用固定架控制其位置精度和垂直度，固定架安装轨道螺栓见图 2.2-3。



图 2.2-3 固定架安装轨道螺栓

2.2.4.2 “预制轨枕+轨枕道渣”工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 轨枕预制的模板、钢筋和混凝土应采用本指南 2.1 章的施工工艺。宜采用钢模板，顶部边缘宜将直角边改为 2~3cm 圆弧倒角，轨枕无棱角化预制见图 2.2-4，

预制轨枕模板见图 2.2-5，预埋螺栓应采用定位架固定，见图 2.2-6。

(2) 道渣的规格、强度应满足设计要求；应分层填筑，振动密实；顶面应整平。

(3) 轨枕铺放应采用吊架安放，轨枕铺放见图 2.2-7。



图 2.2-4 轨枕无棱角化预制



图 2.2-5 预制轨枕模板



图 2.2-6 螺栓定位架

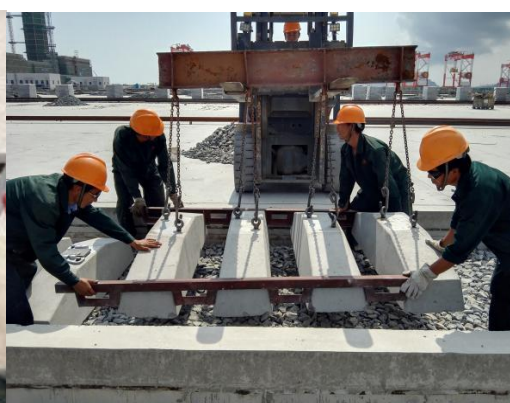


图 2.2-7 轨枕铺放

2.2.4.3 钢轨安装工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 钢轨的吊装点应经计算确定，避免吊装过程钢轨变形。

(2) 钢轨安放到到位后应加强测量，精调其平面位置，并调校螺栓调整钢垫板的标高和水平度。使其标高、顺直度、轨距等参数满足设计要求后才能进行紧固件安装。

(3) 钢轨接头位置在同一断面处互相错开，其距离不小于 60cm。

(4) 整条钢轨安装完成后应进行试运行，并根据试运行后的复测结果进行局部精调，见图 2.2-8。

(5) 钢轨精调后，轨道槽应封闭，材料宜采用沥青砂。

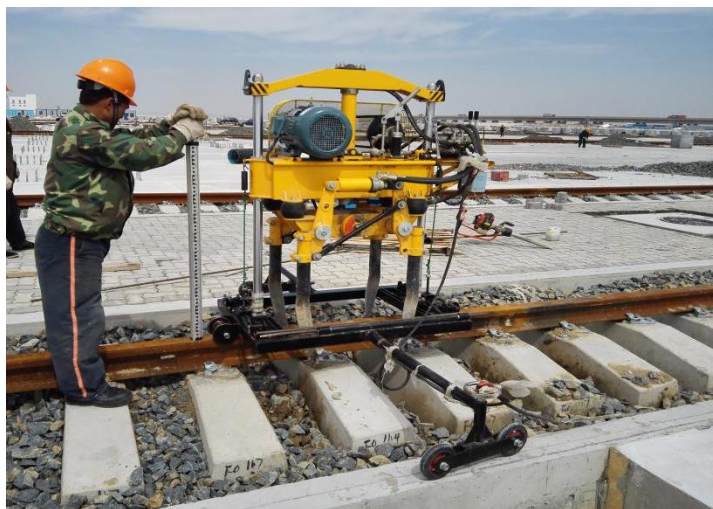


图 2.2-8 钢轨精调

2.3 道路堆场面层

2.3.1 工艺简述

2.3.1.1 道路堆场面层按施工方式分为装配式和现场铺筑两种施工工艺。本指南重点介绍装配式面层中铺砌联锁块和现场铺筑面层中现浇混凝土的施工工艺。重力式和地连墙板桩码头两轨间的前方作业带面层的施工工艺类同，可参照执行。

(1) 装配式工艺是指将加工预制的面层块体运抵现场进行拼砌组装的施工工艺。

(2) 现场铺筑工艺是指将拌和均匀的面层材料进行现场铺筑的施工工艺。

2.3.1.2 铺砌联锁块和现浇混凝土施工工艺对比见表 2.3-1。

表 2.3-1 联锁块铺砌和现浇混凝土施工工艺对比

工艺	特点	适用条件
铺砌联锁块	施工方便，操作简单，工期短，造价低；但需要预制、堆放场地及构件转运。	适用性较强，可适用于大部分的码头面层。
现浇混凝土	就地施工，不需预制、堆放场地及构件转运；但工序较多，工期长，造价高。	适用于沉降已稳定码头面层。

2.3.2 前置要点

- (1) 已对下承层的压实度、标高、平整度、坡度及坡向等进行检查验收。
- (2) 控制桩（边桩及中线桩）已设置好，控制桩间距以 10~20m 为宜，控制桩上显明标记结构层设计标高。
- (3) 水泥稳定层和混凝土面层的配合比已设计批准。
- (4) 联锁块铺砌前，铺设形式与区域划分已确定；砂垫层已整平处理。

2.3.3 工艺实施流程

2.3.3.1 级配碎石层施工工艺实施流程见图 2.3-1。

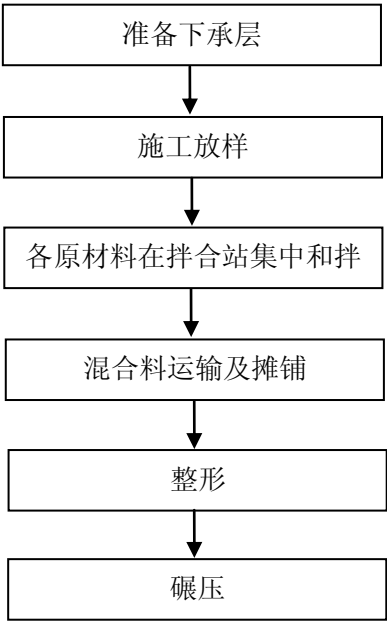


图 2.3-1 级配碎石层施工工艺实施流程

2.3.3.2 水泥稳定层工艺实施流程见图 2.3-2。

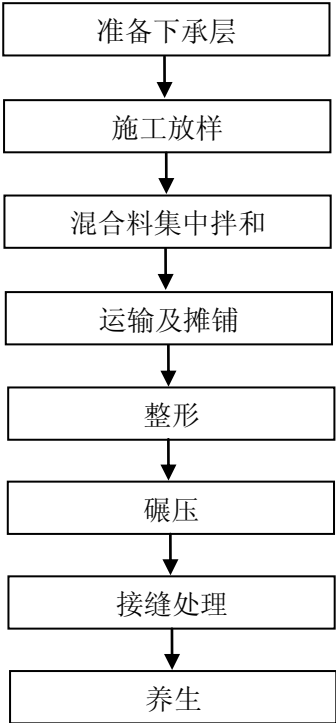


图 2.3-2 水泥稳定层施工工艺实施流程

2.3.3.3 联锁块铺砌面层工艺实施流程见图 2.3-3。

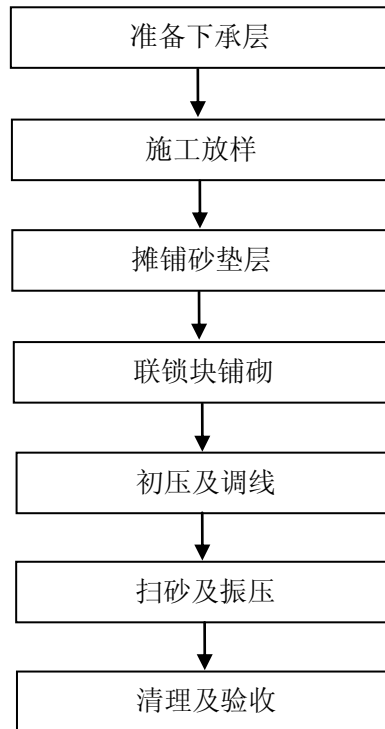


图 2.3-3 联锁块铺砌面层工艺流程

2.3.3.4 混凝土面层工艺实施流程见图 2.3-4。

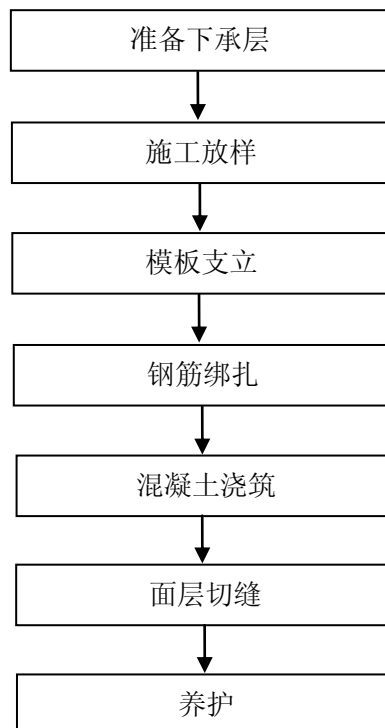


图 2.3-4 混凝土面层施工工艺流程

2.3.4 工艺控制重点

2.3.4.1 土基应进行整平与碾压，机械无法碾压的边角部位应使用夯机夯实，基层整平及碾压见图 2.3-5。

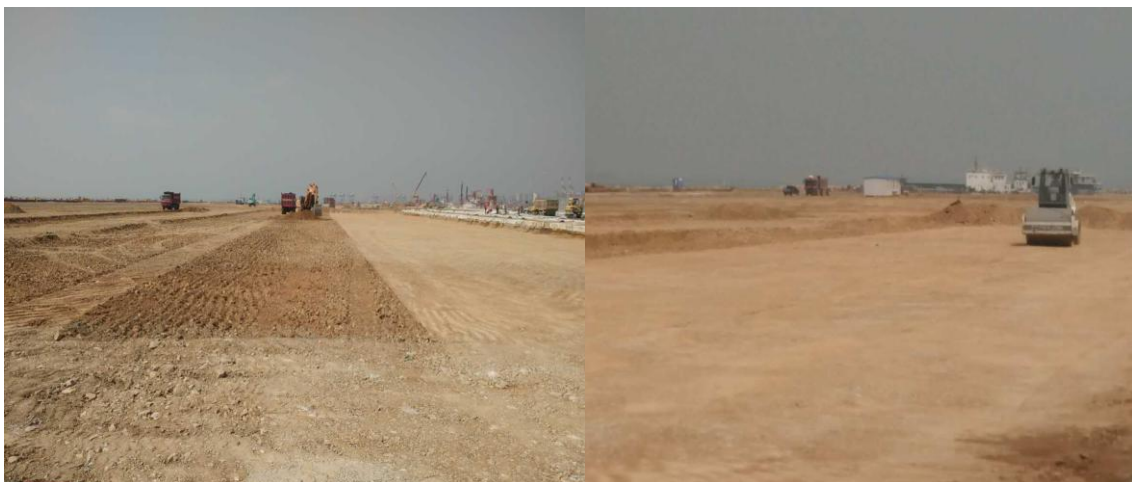


图 2.3-5 基层整平及碾压

2.3.4.2 级配碎石层工艺控制重点主要包括以下内容：

- （1）级配碎石层混合料拌合应采用集中厂拌，不得采用装载机、反铲或人工在场地上进行集中拌合。
- （2）大面积施工前应进行典型施工，确定松铺厚度、碾压遍数等施工参数。
- （3）摊铺应采用摊铺机或平地机，级配碎石层平地机整平见图 2.3-6。
- （4）横向和纵向接缝的处理应满足规范要求。



图 2.3-6 级配碎石层平地机整平

2.3.4.3 水泥稳定层工艺控制重点主要包括以下内容：

- （1）水泥稳定层混合料拌合应采用专用稳定土集中厂拌机械拌合，不得采用装

载机、反铲或人工在场地上进行集中拌合，水稳搅拌机组见图 2.3-7。



图 2.3-7 水稳搅拌机组

(2) 大面积施工前应进行典型施工，确定松铺厚度、碾压遍数、最佳含水率等施工参数。

(3) 摊铺应采用摊铺机或平地机，摊铺机摊铺水泥稳定层见图 2.3-8。



图 2.3-8 摊铺机摊铺水泥稳定层

(4) 混合料摊铺应一次完成，若中断且超过 2h，应设置施工缝。

(5) 水泥稳定层应使用 12 吨以上的压路机碾压。当采用 12-15 吨压路机时，每层压实厚度不应超过 15cm；当采用 18-20 吨压路机时，每层压实厚度不应超过 20cm。分层摊铺时，宜在第一层摊铺养护 7d 后，方可摊铺第二层。

(6) 碾压密实应采用先轻型两轮压路机后重型振动压路机碾压的工艺。碾压过程中严禁压路机在已完成或正在碾压的稳定土层上掉头或刹车。

(7) 井口边角应进行成品保护（见图 2.3-9），临近构筑物无法碾压范围采用人

工打夯方式进行密实处理，见图 2.3-10。



图 2.3-9 井圈混凝土成品保护

图 2.3-10 人工打夯密实处理

(8) 设置施工缝时，须将端头未压实混合料铲除，人工将基层末端沿垂直于道路中线方向切成垂面，见图 2.3-11。



图 2.3-11 水泥稳定层施工缝

(9) 水泥稳定层施工完成后应及时进行保湿覆盖养生，不得使稳定层干燥，也不应忽干忽湿，养生龄期不少于 7 天。

2.3.4.4 铺砌联锁块面层工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 大面积施工前应进行典型施工，确定松铺厚度、碾压遍数等施工参数。

(2) 锁边联锁块应采用“电脑排版，预制异形块”或机械切割法切割块镶嵌，并平顺连接。联锁块收边见图 2.3-12。



图 2.3-12 联锁块收边

(3) 铺砌时应采用设桩拉线等措施控制纵横坡度。

(4) 铺面施工自由边 1m 范围内不得振压。临近构筑物无法碾压范围应采用平板振捣器进行密实处理。

(5) 联锁块体间接缝应采用细砂填缝处理，填缝砂应先进行筛分；扫砂和振实应交替进行 2~3 遍直至填缝砂全部充实。

2.3.4.5 现浇混凝土面层工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 模板应采用钢模板；弯道等非标准部位可采用木模板。

(2) 传力杆施工应重点控制以下方面。

1) 布置在缩缝和胀缝处的传力杆应用圆型光面钢筋，且一半涂沥青或加套筒，另一端锚固于混凝土内；

2) 缩缝传力杆的施工方法可采用前置钢筋支架法或传力杆插入装置法。当混凝土板连续浇筑时，可采用限位架配合油丝绳悬吊法或钢筋支架法；当混凝土板不连续浇筑时，可采用传力杆插入装置法。限位架配合油丝绳悬吊法安装传力杆见图 2.3-13。



图 2.3-13 限位架配合油丝绳悬吊传力杆安装

(3) 顶面处理宜采用本指南第 2.1.4 (3) 项的工艺；压面抹光应遵循“高温时段浇筑，低温时段抹面”的原则。抹面宜采用驾驶式抹光机（见图 2.3-14），边角采用人工抹面。



图 2.3-14 驾驶式抹光机抹面

(4) 割缝应采取“扩缝倒圆角”工艺，填缝宜灌注硅酮填缝料，扩缝倒圆角灌注硅酮工艺见图 2.3-15。

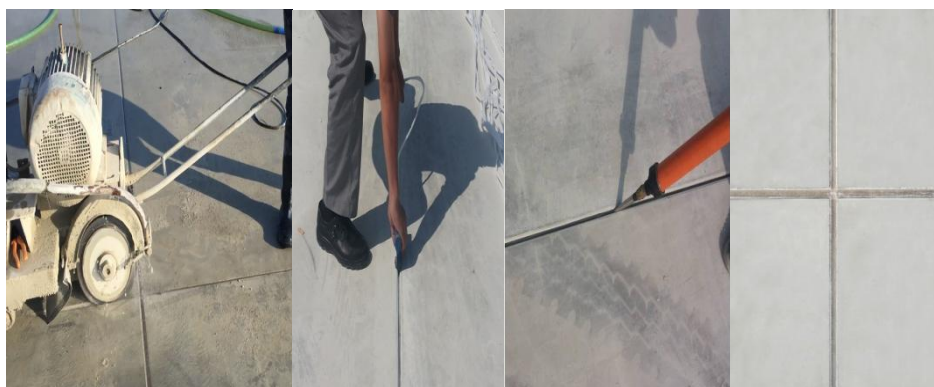


图 2.3-15 扩缝倒圆角灌注硅酮工艺

(5) 养护应采用自动喷淋覆盖养护（见图 2.3-16），必要时辅助人工洒水，养护时间不宜少于 28 天。

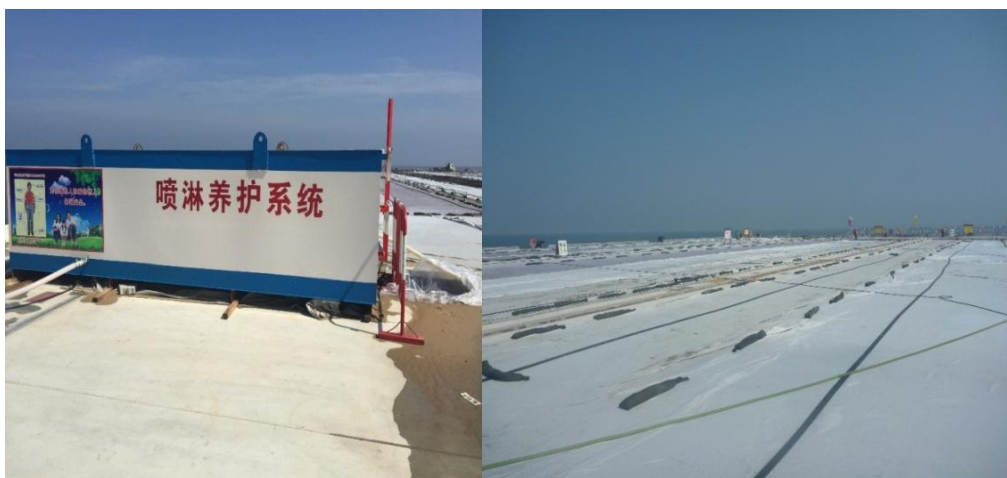


图 2.3-16 自动喷淋覆盖养护

(6) 设计有要求时，应采用压纹或刻纹机械进行纹路施工。

2.3.4.6 地下管井井筒施工工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 井筒砌筑应支设内模，内模宜采用定制钢模。

(2) 地下管井井筒施工至水泥稳定层底面高程时，宜采用临时盖板（临时井盖或钢板）覆盖井口，并采取固定措施，防止临时盖板移位。

(3) 铺筑水泥稳定层前，应测量并绘制井筒位置示意图；水泥稳定层施工完成后，在井筒位置进行开挖至临时盖板，开挖范围宜取沿井壁外缘向外加宽 20cm；取出临时盖板，并按照水泥稳定层的分层情况，逐层砌筑井筒至水泥稳定层顶高程。井筒与稳定层间隙应采用 C30 及以上细石混凝土填筑，并振捣密实。井筒开挖和逐层砌筑井筒及间隙填筑见图 2.3-17，图 2.3-18。



图 2.3-17 井图开挖



图 2.3-18 逐层砌筑井筒及间隙填筑

(4) 压顶混凝土浇筑前，应按照设计高程进行内外模和井盖座支设，支设应牢

靠稳固。浇筑时应先浇筑井盖座底混凝土，待密实后方可浇筑井周混凝土。

(5) 养护应采用覆盖洒水养护，养护时间不宜少于 14 天。

2.4 码头设施

2.4.1 工艺简述

2.4.1.1 码头设施包括系船柱、护舷、护轮坎、系船环、系网环铁梯、预埋件、沉降位移观测点等。本指南主要介绍系船柱、护舷、护轮坎、预埋件、沉降位移观测点的施工工艺。

2.4.1.2 系船柱、橡胶护舷基础预埋件在码头胸墙和面层施工过程中进行预埋，结构件在码头沉降、位移基本稳定后进行安装。

2.4.2 前置要点

(1) 系船柱、护舷等码头设施及构配件的质量按设计图和生产厂家提供的技术文件检查验收合格。

(2) 已对安装的位置及预埋螺栓等进行核对与检查。

(3) 预埋件已进行防腐处理。外委工厂加工的应采用热浸锌防腐；现场加工的应“先除锈、再涂层”。

(4) 码头主体的沉降、位移基本稳定。

2.4.3 工艺实施流程

2.4.3.1 预埋件加工与安装工艺实施流程见图 2.4-1。

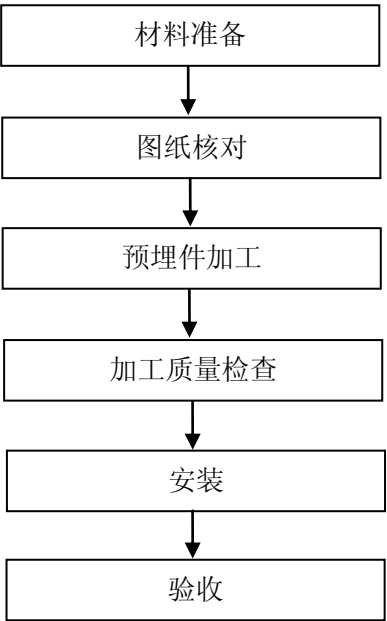


图 2.4-1 预埋件加工与安装工艺流程

2.4.3.2 码头设施安装工艺实施流程见图 2.4-2。

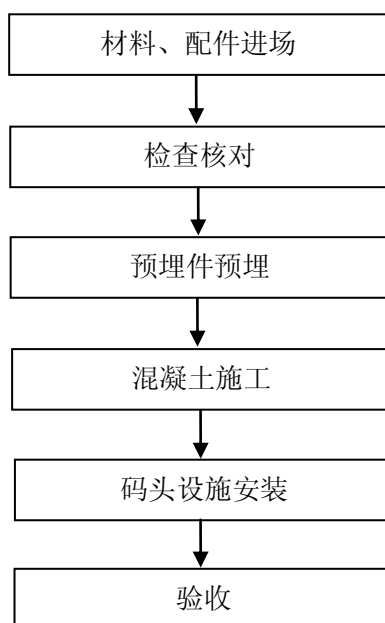


图 2.4-2 码头设施安装工艺流程

2.4.4 工艺控制重点

2.4.4.1 预埋件安装工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 预埋件加工切割时应保证切割面整齐。
- (2) 刚性较大的预埋件安装时，应先采用临时固定措施，通过测量调整其平面位置、标高和平整度，符合要求后进行焊接固定；焊接固定后应进行防腐。护轮坎钢护缘现场焊接安装见图 2.4-3。



图 2.4-3 护轮坎钢护缘安装

(3) 构筑物侧面护舷、电缆沟支架等的预埋铁件宜采用双螺栓固定工艺。预先在模板上放样开 2 个孔，将护舷定位板或预埋铁片事先通过螺栓锁在模板上，两个螺栓固定预埋铁件见图 2.4-4、电缆管沟预埋件见图 2.4-5。



图 2.4-4 两个螺栓固定预埋铁件



图 2.4-5 电缆管沟预埋件

(4) 对于不锈钢电缆槽等板材较薄、形状特殊的预埋件，应采用固定架进行固定安装，不锈钢电缆槽的固定工艺见图 2.4-6。

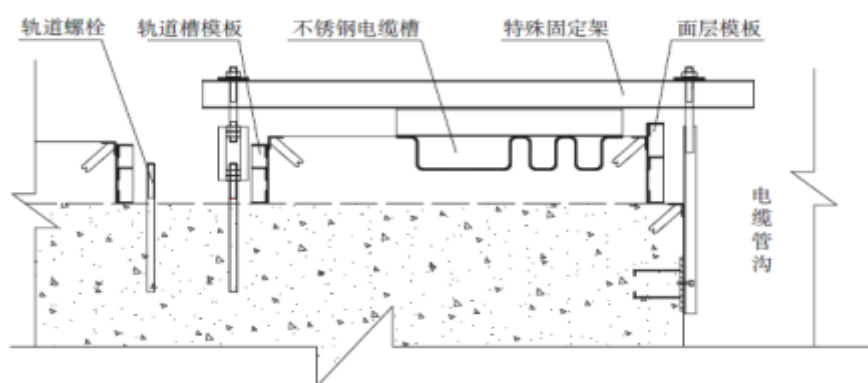


图 2.4-6 不锈钢电缆槽的固定工艺

(5) 对于面积较大的不锈钢电缆槽、护边角钢等预埋件，应在其顶部开设排气孔；必要时可通过排气孔进行二次压浆，不锈钢电缆槽顶部开设排气孔图 2.4-7。



图 2.4-7 不锈钢电缆槽顶部开设排气孔

(6) 预埋件外露螺栓应采用涂黄油、包塑料布、外加塑料套管保护。预埋件外露螺栓保护见图 2.4-8。



图 2.4-8 预埋件外露螺栓保护

2.4.4.2 系船柱安装工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 吊装时应采取保护措施，防止破坏系船柱表面涂层。
- (2) 安放完成后应检查系船柱安装方向是否正确；螺母应拧紧，螺栓应外露 2-3 扣，但不宜高出底盘，系船柱安装见图 2.4-9。



图 2.4-9 系船柱安装

2.4.4.3 橡胶护舷安装工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 安装前应检查预埋螺栓或预埋套筒的位置是否正确。
- (2) 吊装时应采取保护措施，防止对护舷造成损坏。
- (3) 护舷链索安装应符合厂家技术要求。

2.4.4.4 护轮坎施工工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 宜采用先浇筑护轮坎后浇筑面层混凝土的施工工艺。
- (2) 顶面应采用无棱化处理工艺；外侧宜采用弧形钢护缘，见图 2.4-10。
- (3) 模板、钢筋、混凝土应符合本指南 2.1.4 节的要求。
- (4) 条件具备时，宜推行装配式护轮坎，见图 2.4-11。

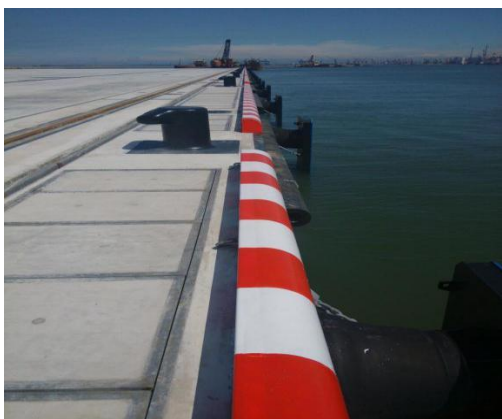


图 2.4-10 弧形钢护缘



图 2.4-11 装配式护轮坎

2.4.4.5 泄水孔宜采用排水口橡胶塞工艺见图 2.4-12。



图 2.4-12 排水口橡胶塞工艺

2.4.4.6 沉降位移观测点设置主要包括以下要求：

（1）沉降位移观测点布设应满足设计要求。观测点应选择在能反映变形体变形特征又便于监测的位置，并稳定设置于变形体上。

（2）临时沉降位移观测点布设应遵循合理反映监测对象变形趋势的原则，变形观测应连续，并随工程进展及时向上部结构迁移。沉箱沉降位移观测点一般布置在沉箱的四个角点，卸荷板沉降位移观测点应布设在每块顶部四个角点上，胸墙沉降位移观测点应分段、分层布置在前后沿的四个角点上。

（3）施工及观测过程中，应加强观测点的保护，并设置明显标志。

（4）永久性沉降位移观测点应使用专业厂家生产的金属标志，沉降位移观测点见图 2.4-13。



图 2.4-13 沉降位移观测点

3 重力式码头

3.1 基槽开挖及泊位水域疏浚

3.1.1 工艺简述

3.1.1.1 基槽开挖及泊位水域疏浚根据不同的地质情况采用不同的挖泥船，常见挖泥船有绞吸式挖泥船、耙吸式挖泥船、抓斗式挖泥船、链斗式挖泥船等，本指南主要介绍前三种工艺。

(1) 绞吸式挖泥船（见图 3.1-1）是利用转动着的绞刀绞松河底或海底的土壤，形成混合泥浆，经过吸泥管吸入泵体并经过排泥管送至纳泥区。

(2) 耙吸式挖泥船（见图 3.1-2）是利用泥泵的真空作用，通过耙头和吸泥管自河底吸收泥浆进入挖泥船的泥仓中，是一种边走边挖，且挖泥、装泥和卸泥等全部工作都由自身来完成的挖泥船。

(3) 抓斗式挖泥船（见图 3.1-3）是在船上通过吊机，使用抓斗将抓取的泥土卸入泥驳。

(4) 链斗式挖泥船是通过斗桥入水，导轮驱动带动斗链上的泥斗进行挖泥，再经过上导轮改变方向，将斗内的泥沙倒入斗塔中的泥井后经溜槽将泥土卸入泥驳。

3.1.1.2 开挖一定厚度的较坚硬岩层，一般先采用水下爆破开挖（水下炸礁）或凿岩棒机械凿岩破碎岩石，再采用抓斗式挖泥船配合泥驳清礁至设计底标高；对于中等硬度岩石，也可采用装配大功率铰刀的绞吸式挖泥船。本指南主要介绍钻孔爆破船工艺。

(1) 水下炸礁最常见的是利用炸礁船（又称钻孔爆破船）进行水下钻孔爆破，用爆破方法破碎或炸除水下礁石或岩层，炸礁船有驳船型和自升平台型两种。

(2) 凿岩棒机械凿岩是在挖泥船的抓斗吊机上装上铸钢制造的凿岩棒，施工时将其提升到一定高度后自由下落，依靠重力作用冲击海（河）床，以纵向撞击力破碎岩石。



图 3.1-1 绞吸式挖泥船



图 3.1-2 耙吸式挖泥船

图 3.1-3 抓斗式挖泥船

3.1.1.3 基槽开挖及泊位水域疏浚的施工工艺对比见表 3.1-1。

表 3.1-1 基槽开挖及泊位水域疏浚施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
疏浚（挖泥）施工		
绞吸式挖泥船	开挖、回填同步完成，开挖速度快、工效高。但粘土以上的较硬土质开挖效率相对低；吹填管线占用水域较宽，管线输送能力影响挖泥工效；不适合风浪大、流速高的区域；挖深受船型限制。	适宜开挖砂、砂性土、淤泥等土质。特别适用于吹填造地工程。
耙吸式挖泥船	边走边挖，不须抛锚定位，工效高，对航行干扰小；对于大面积、同标高、软弱土层的开挖，挖深自动控制能力强；抗风浪力强。但对粘土以上的较硬土质开挖工效相对低；不适合狭小空间；挖深受船型限制。	适用于较开阔水域、土质松软、开挖面积大的回旋水域、航道区域、基槽表层等

抓斗式挖泥船	适应能力强，软、硬土质以及较狭小范围内和深水均可开挖，。但工效和自动定深开挖能力较上述两种挖泥船要低。	普遍适用于基槽及泊位水域开挖，特别适用于设计断面变化较大的基槽底、清礁施工等绞吸式挖泥船或耙吸式挖泥船无法完成的区域和土层的开挖
链斗式挖泥船	可挖掘各种淤泥、软粘土、砂和砂砾土等。挖后平整度较好。但噪声大、振动大，部件磨损大且成本高。	适宜开挖港池、锚地和建筑物基槽等
水下岩石开挖施工		
炸礁船 水下爆破开挖	工效高。但安全、环保等方面受限制条件多，专业人员、专业设备、专业资质等要求严格，	普遍用于岩层或礁石的水下爆破开挖
凿岩棒 机械凿岩	安全、环保等方面受限制条件少，但工效低。	对于不允许采用炸礁施工的区域，少量的岩层开挖可采用此方法

3.1.2 前置要点

3.1.2.1 挖泥船疏浚作业前置要点主要包括以下内容：

- (1) 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。
- (2) 已确定卸泥地点并办理卸泥手续。
- (3) 已进行原泥面测量、核对，绘制水深图。
- (4) 码头前沿安全地带的范围及允许存在浅点的数量、范围和浅值已由设计单位确定。

3.1.2.2 钻孔爆破船炸礁作业前置要点主要包括以下内容：

- (1) 专项施工方案已组织专家论证评审，并经施工单位技术负责人、总监和建设单位技术负责人批准签认。
- (2) 已完成岩面测量及岩性确认。
- (3) 爆破相关手续均已办齐。
- (4) 施工爆破安全警戒船舶、器材、人员等已落实。

3.1.3 工艺实施流程

3.1.3.1 绞吸式挖泥船施工工艺实施流程见图 3.1-4。

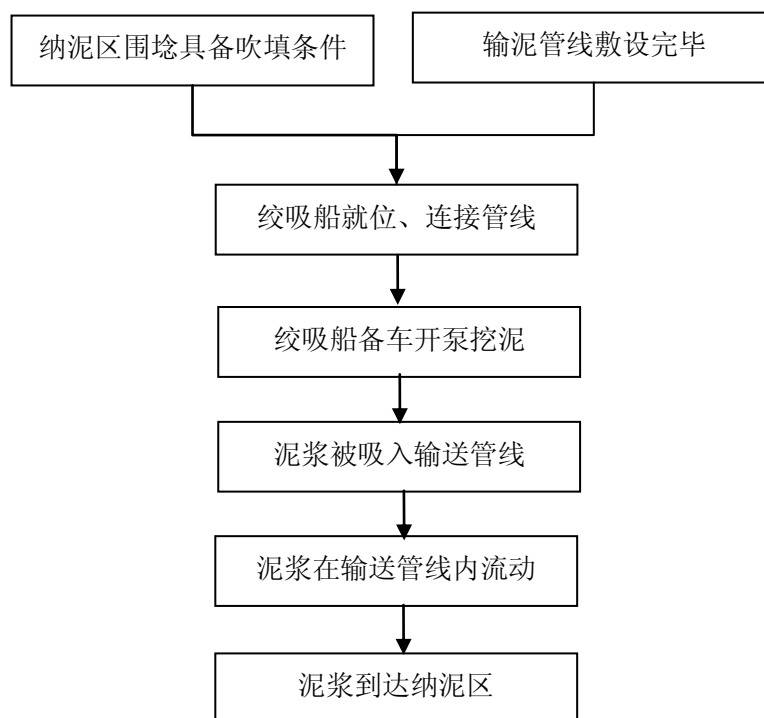


图 3.1-4 绞吸式挖泥船施工工艺流程图

3.1.3.2 耙吸式挖泥船施工工艺实施流程见图 3.1-5。

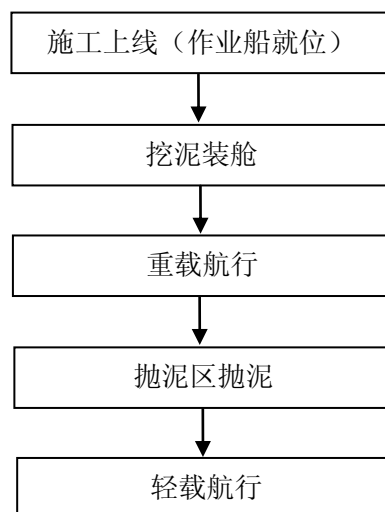


图 3.1-5 耙吸式挖泥船施工工艺流程图

3.1.3.3 抓斗式挖泥船施工工艺实施流程见图 3.1-6。

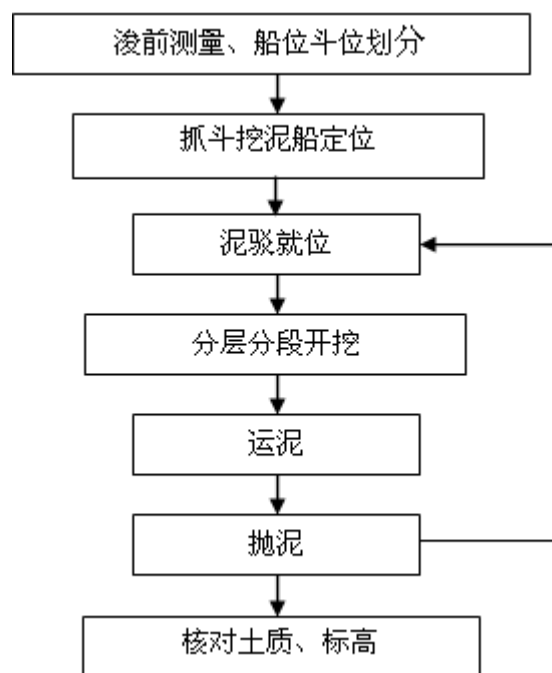


图 3.1-6 抓斗式挖泥船施工工艺流程图

3.1.3.4 水下炸礁施工工艺实施流程见图 3.1-7。

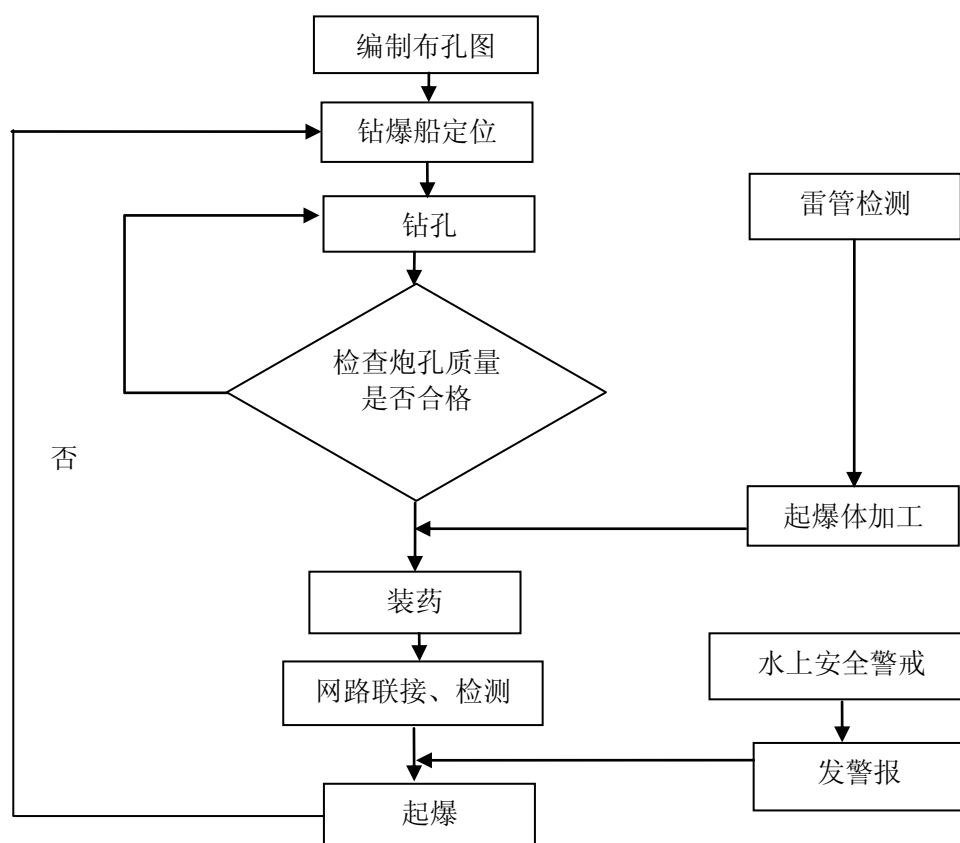


图 3.1-7 水下炸礁施工工艺流程

3.1.4 工艺控制重点

3.1.4.1 挖泥船疏浚作业工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 挖泥船定位应采用卫星定位系统，施工期间应定期对系统进行校核，如遇大风等特殊工况还应重新进行检查、校准。

(2) 施工过程中应经常检查校核挖泥船的位置，并勤测水深。

(3) 基槽开挖应严格执行“双控”；施工完成经自检合格后，由监理单位建设、设计、地勘、施工等单位有关人员到现场进行验收。

(4) 验收工作可分段进行，每段基槽开挖后应及时进行下道工序施工，避免回淤。

(5) 当开挖作业离岸坡距离较近时，应在岸坡上布设观测点并进行观测。

(6) 码头前沿停泊水域施工时，码头前沿安全地带以内的超深、超宽值和边坡坡度应控制在设计允许范围内。

(7) 泥驳应到指定卸泥点卸泥，航行过程中底仓应密闭，不得“随走随抛”。卸泥时泥驳不得在横浪或转向航行过程中卸泥。

3.1.4.2 钻孔爆破船炸礁作业工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 炸礁船定位应采用卫星定位系统定位。

(2) 抛锚时要注意抛锚点的选择，随时检查锚的持力情况，发现走锚、移锚现象应及时进行调整。船体的位移量不宜大于 10cm。

(3) 爆破作业及爆破器材的储运应符合现行国家标准《爆破安全规程》(GB 6722)的有关规定。

(4) 周边环境复杂的，应委托有资质单位进行地震波监测。

(5) 起爆前应将施工船舶撤离到安全位置，并安排警戒船进行警戒和清场，防止外来船舶和人员进入警戒范围。

(6) 前沿线以外一定安全距离内的停泊水域炸礁应与基槽同步施工与验收。

3.2 基床抛石

3.2.1 工艺简述

3.2.1.1 基床抛石按照运输与抛石方法通常分为“反铲+平板运输船+定位船”、“开底运输船+定位船”、“抛石整平船”和“网兜+平板运输船+方驳吊机”四种工艺。本指南主要介绍“反铲+定位船+平板运输船”和“开底运输船+定位船”工艺。

3.2.1.2 基床抛石的施工工艺对比见表 3.2-1。

表 3.2-1 基床抛石施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
反铲+平板运输船 +定位船	定位较准确，工效较高。但抛填质量受水流影响较大，不易控制，易漏抛或抛高。	适用于抛石工程量较大，作业面宽阔的情况。
开底运输船+定位船	直接开底抛填，工效高。但不易控制抛填厚度，易漏抛或抛高。	适用于单层厚度较厚、一次抛填量较大的抛石层的初期抛填，后期需采用其它方法补抛调平。
抛石整平船	抛填准确，工效高，不漏抛，平整度好，对海况适应性强。但施工成本较高。	更适用于深水、工程量大、海况复杂的工程。
网兜+平板运输船 +方驳吊机	定位准确，抛石量易控制但受采石场装石条件限制，工效略低。	适用于基床顶层细抛和较深水域的定点少量补抛。

3.2.2 前置要点

3.2.2.1 料源地原材料取样检测已合格，石料装船码头已落实。

3.2.2.2 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认；其中“反铲+定位船+运输船”方案中已附具船舶稳性和结构强度验算结果。

3.2.2.3 已按网格法定位抛投做好分区分段网格规划。

3.2.2.4 已对基槽断面尺寸、标高及回淤沉积物进行检查。

3.2.3 工艺实施流程

3.2.3.1 “定位船+运输船”基床抛石施工工艺实施流程见图 3.2-1。

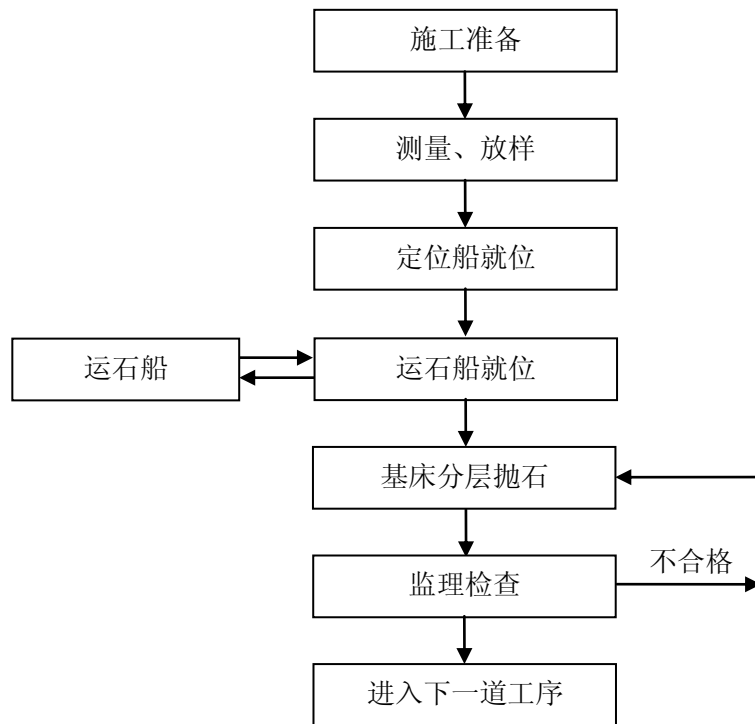


图 3.2-1 “定位船+运输船”抛石施工工艺流程

3.2.4 工艺控制重点

3.2.4.1 采用对岸标或卫星定位系统确定抛石断面位置，进行试抛。

3.2.4.2 采用“反铲+定位船+运输船”的工艺时，抛填过程应勤测水深，随时掌握抛石面的变化情况，并预留提前量。“反铲+定位船+运输船”基床抛石见图 3.2-2。

3.2.4.3 当用开底驳抛石时，应勤测水深以掌握块石堆的堆高高度情况、扩散情况，以选定下料起始点位置和移船距离，严禁抛高。“开底驳+定位船运输船”基床抛石见图 3.2-3。



图 3.2-2 “反铲+定位船+运输船”基床抛石



图 3.2-3 “开底驳+定位船运输船”基床抛石

3.2.4.4 基床预留夯沉量应按当地施工经验或试验段确定。

3.2.4.5 采用分层抛石应遵循“宁低勿高”、“粗、细抛相结合”的原则。

3.2.4.6 分层抛石基床的上下层间隔时间不宜过长，时间应根据回淤情况确定。在回淤严重地区或越冬施工时，基床顶面宜采用“覆盖土工布防止回淤技术”，基床覆盖土土工布示意图见图 3.2-4。

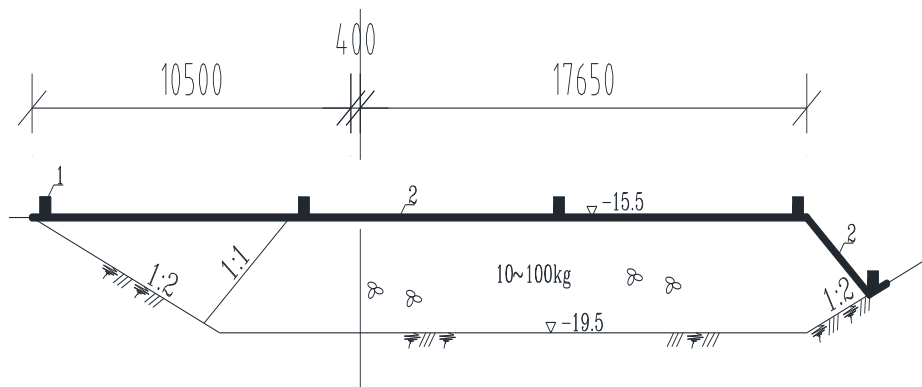


图 3.2-4 基床覆盖土土工布示意图

3.3 基床夯实

3.3.1 工艺简述

3.3.1.1 基床抛石（每层）完成后对抛石基床进行分层夯实，基床夯实施工工艺有重锤夯实法和爆炸夯实法。

(1) 重锤夯实法是用起重设备吊重锤，按一定的规则和指标要求进行落锤夯击，施工前宜通过试夯确定打夯参数。

(2) 爆炸夯实法是在离抛石层顶面一定高度的水中悬吊炸药包，利用炸药爆炸的冲击力和振动力夯实抛石层

3.3.1.2 基床夯实的施工工艺对比见表 3.3-1。

表 3.3-1 基床夯实施工工艺对比表

基床夯实方法	特点	适用条件
重锤夯实法	安全、环保限制条件少。对周边构筑物影响小。人员、设备要求少。但工效低，施工周期长，造价比较高；对于厚度 6m 以上较厚基床，工后沉降量较大。	适用于安全、环保要求高，周边有构筑物或构筑物距离较近的情况，厚度 6m 以下的基床。
爆炸夯实法	工效高，施工周期短；夯实效果好，工后沉降小；基床厚度和顶面平整度要求低。造价较锤夯法低。但安全、环保限制条件多，对周边构筑物影响大；表层 1.0m 厚度左右夯实效果较差，在多层爆夯的最后一层的表层需补锤夯。	周边无构筑物或距离较远，安全、环保方面具备实施爆夯的条件，基床厚度比较大的工程

3.3.2 前置要点

3.3.2.1 重锤夯实前置要点主要包括以下内容：

- (1) 已对抛石面层作适当整平，其局部高差不宜大于 300mm。
- (2) 宜选择设有竖向泄水通道的夯锤；已测量夯锤底面积，称量夯锤重量，同时确定夯锤的吊距，并在钢丝绳上设置明显记号。
- (3) 检查基床的回淤情况。

3.3.2.2 爆破夯实前置要点主要包括以下内容：

- (1) 专项施工方案已组织专家论证评审，并经施工单位技术负责人、总监和建设单位技术负责人批准签认。
- (2) 火工材料、用品的供给源头、供给方案、安全管理措施等已经审批并具备实施条件。
- (3) 定位、投药、警戒等施工船舶已落实。
- (4) 完成周边影响建筑物的调查，并进行爆破作业告示。
- (5) 已对准备爆夯的抛石区顶面进行测量。

3.3.3 工艺实施流程

3.3.3.1 重锤夯实施工工艺实施流程见图 3.3-1 。

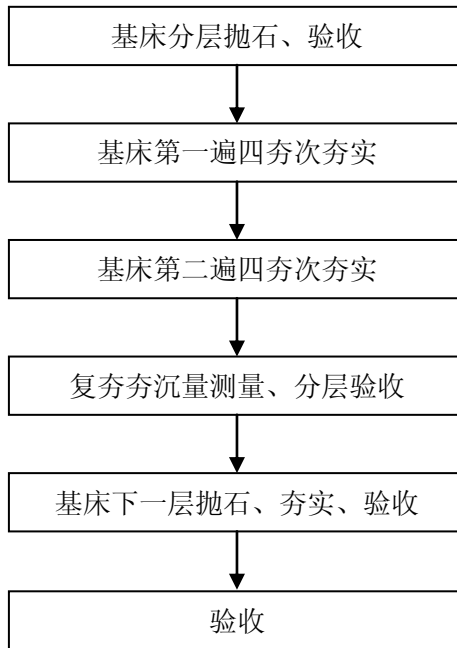


图 3.3-1 重锤夯实施工工艺流程

3.3.3.2 爆破夯实施工工艺实施流程见图 3.3-2 。

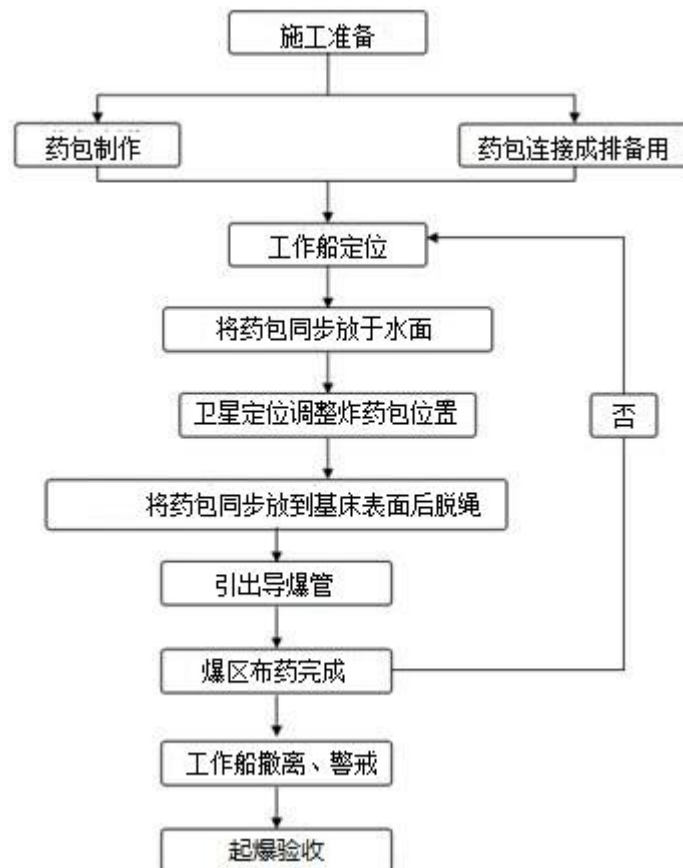


图 3.3-2 爆破夯实施工工艺流程

3.3.4 工艺控制重点

3.3.4.1 重锤夯实施工工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 基床锤夯时应分层、分段夯实，每层厚度宜基本相等，每层夯实后的厚度不宜大于 2 m，夯击能量较大时，分层厚度可适当加大；锤夯范围可根据分层处的应力扩散线各边加宽 1 m 确定，对施工定位和作业困难的水域，锤夯范围可适当加宽。分段夯实的搭接长度不应小于 2m。夯实范围见图 3.3-3，重锤夯实见图 3.3-4。

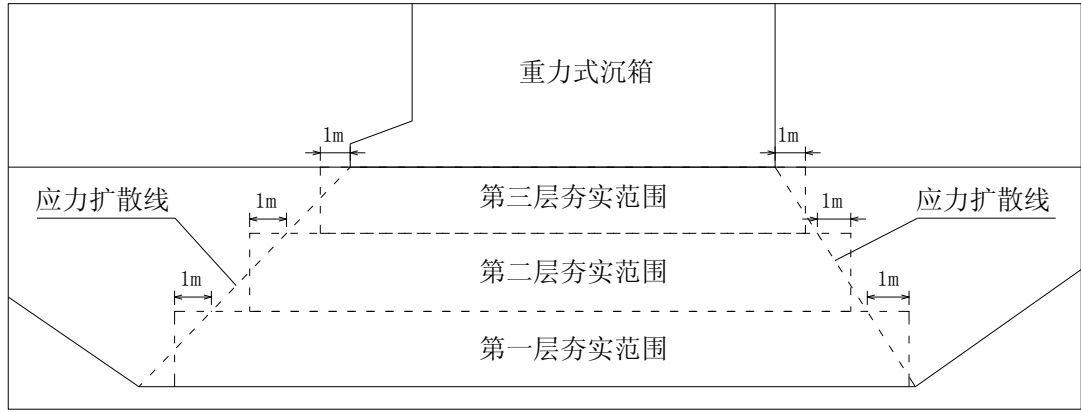


图 3.3-3 夯实范围示意图



图 3.3-4 重锤夯实

(2) 打夯船船头应设置夯击标记。宜将每一个船位即每一排的锤夯点位数分成 4 等分，在打夯船船头对应位置做好标记；计算每一个四分之一范围内的夯击点数，锤击时应均匀分布；排距则靠船位控制，每次移船距离为半个锤位。夯锤落点平面见图 3.3-5。

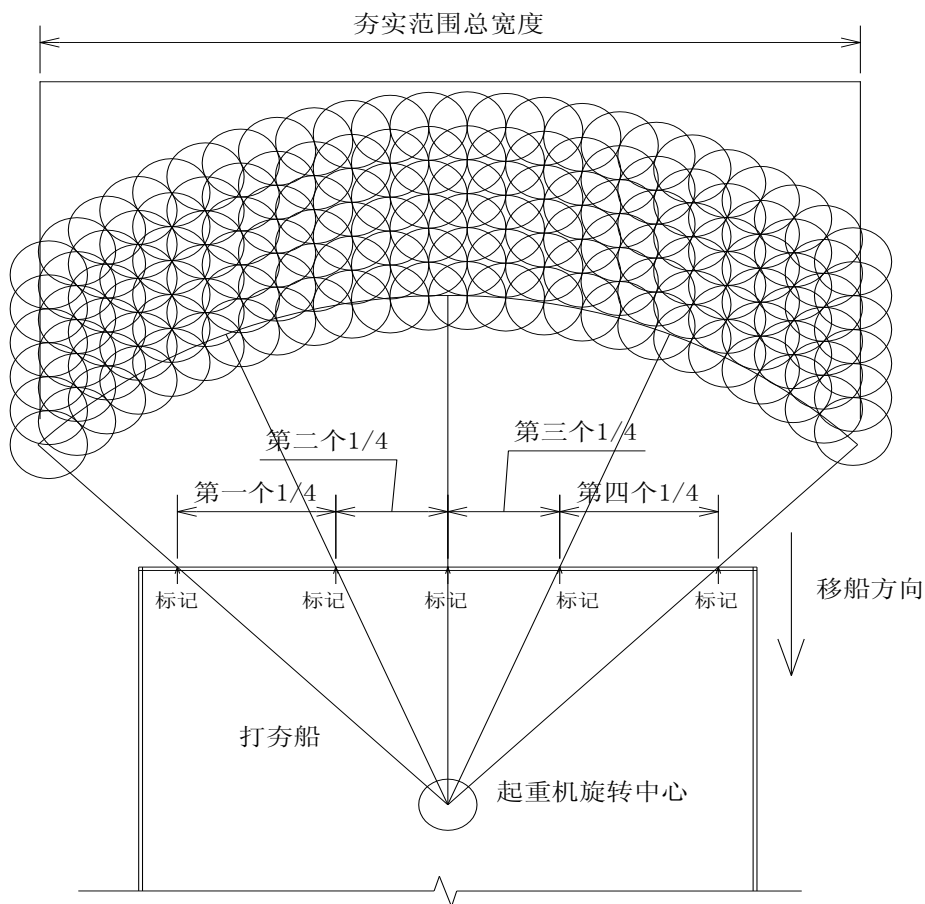


图 3.3-5 夯锤落点平面示意图

(3) 当夯实后补抛块石的面积大于 $1/3$ 倍构件底面积或连续面积大于 30m^2 。且厚度普遍大于 0.5m 时，宜作补夯处理。

(4) 在新旧码头结合处，基床施工宜采用减小分层厚度、适当降低夯击能量等保证旧码头结构安全的措施。

3.3.4.2 爆破夯实工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 应进行爆夯试爆的典型施工，并根据试爆结果调整爆炸参数及施工方案。
- (2) 分层夯实厚度不宜大于 12m 。当起爆时药包在水面下的深度大于计算值 20% 时，分层夯实厚度可适当增加，但不得超过 15m 。
- (3) 水上布药时应取逆风或逆流方向布药顺序，防止药包缠绕螺旋桨，基床爆夯示意图见图 3.3-6，药包投放见图 3.3-7。
- (4) 布药网格应根据爆破设计的间距布药。第二遍爆夯布药位置与第一遍爆夯布药位置等距离错开。爆夯布药平面见图 3.3-8。

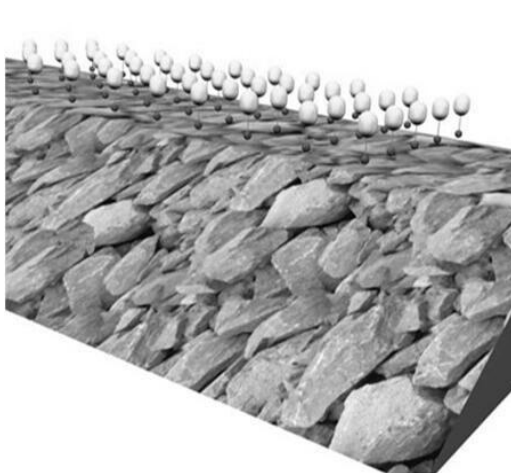


图 3.3-6 基床爆夯示意图



图 3.3-7 药包投放

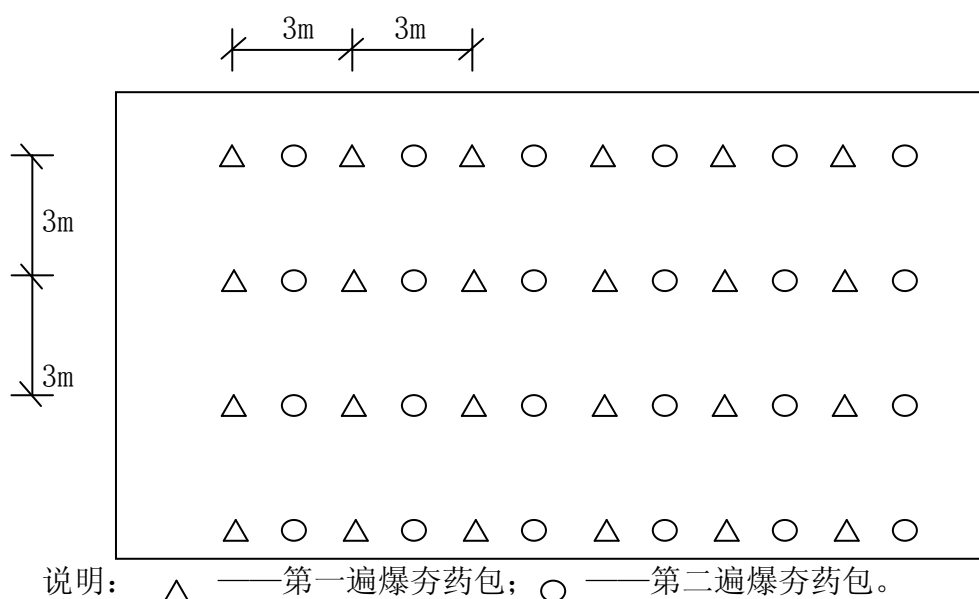


图 3.3-8 爆夯布药平面示意图 (以 3m 间距为例)

(5) 应在每排串联药包主要受力绳上绑扎 1~2 个出水浮标;起爆前应检查药包布设位置是否发生变化和警戒船是否到达指定位置。

(6) 爆夯后应对抛石基床顶面进行测量,计算该段基床的夯沉量。夯沉量可根据地基状况、基床厚度和石料规格等因素,控制在抛石层厚的 10%~15%。

(7) 爆炸夯实后,基床顶面补抛块石的厚度超过 0.5m 且连续面积大于 30m^2 时,应补爆或用重锤补夯。

(8) 码头的抛石基床(顶层)爆炸夯实后应普夯一遍次后,采用重锤复夯验收。

3.4 基床整平

3.4.1 工艺简述

3.4.1.1 基床整平主要采用导轨刮道法、步履式水下基床整平机和抛石整平船施

工工艺。本指南主要介绍导轨刮道法工艺。基床整平的施工工艺对比见表 3.4-1。

（1）导轨刮道法工艺是采用整平工作船定位、潜水员水下采用轨道进行刮平的整平工艺。

（2）步履式水下整平机工艺（见图 3.4-1）是利用该设备两组共 8 条液压支腿交替支承设备自重并完成在基床上的纵横位移，再利用液压驱动的卷扬机牵引推耙式刮刀进行刮平的整平工艺。

（3）抛石整平船工艺是在船艏的空腔内采用水平移动刮刀（板），将吊抓斗抛入基床的石块推平的整平工艺，抛石整平船分为坐底式和平台式两种。



图 3.4-1 步履式水下整平机

3.4.1.2 基床整平施工工艺对比见表 3.4-1

表 3.4-1 基床整平施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
导轨刮道法	船机设备要求低。但劳动强度大，受水流、风浪和水深等因素影响大，有效作业时间短，工效低。	适用于近岸，水深较浅、工程量较小、水流风浪条件较好的水域
步履式水下整平机	劳动强度低，工效高；整平精度高，对水深及基床宽度适应能力强。但进退场及检修时需起重船辅助；对前道抛石工序要求较高，若抛石大面积超高则难作业。	更适用于远海、深水、工程量大、海况复杂的工程。
抛石整平船	劳动强度低，工效高；整平精度高；对水深适应能力强，其中平台式抛石整平船对海况的适应能力强。但对前道抛石工序要求较高，若抛石大面积超高则难作业；对基床宽度适应能力有限。	更适用于远海、深水、工程量大、海况复杂的工程。

3.4.2 前置要点

3.4.2.1 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。

3.4.2.2 已对抛石基床进行检查，若出现超高的大块石或大面积超高，则应先将超高的块石清除。

3.4.2.3 基床回淤情况已检查，若有回淤应进行处理。

3.4.2.4 轨道和刮道已制作完成；当基床宽度较大时，应选用桁架梁做刮道。

3.4.2.5 潜水员使用的电气设备、装备、器具和水下设施已检查，并符合现行规范要求。

3.4.2.6 潜水作业船已应按规定显示信号，且信号应完整、齐全可靠。

3.4.3 工艺实施流程

3.4.3.1 导轨刮道法工艺实施流程见图 3.4-2。

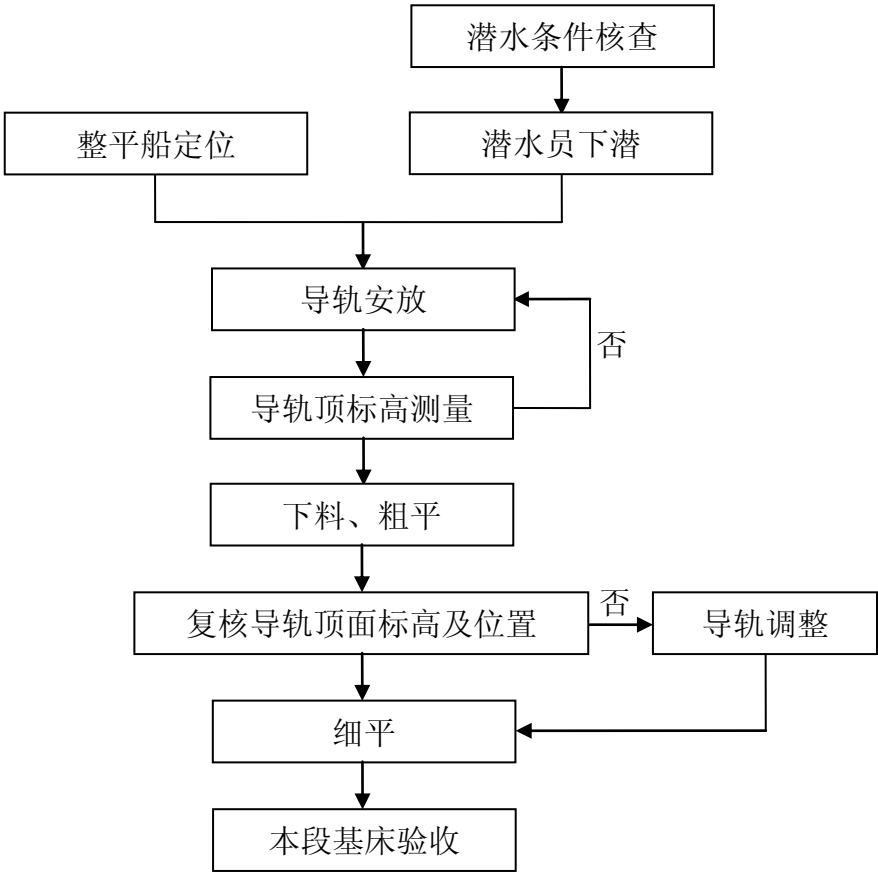


图 3.4-2 导轨刮道法工艺流程图

3.4.4 工艺控制重点

3.4.4.1 潜水员水下安放钢导轨，应采用全站仪控制测杆的位置及标高，有预留坡度时应注意前后轨的标高；控制点应放置在离基床位置最近且相对稳定的控制点

上，并提前放样校核。基床整平放轨见图 3.4-3，导轨标高放样或复测见图 3.4-4。

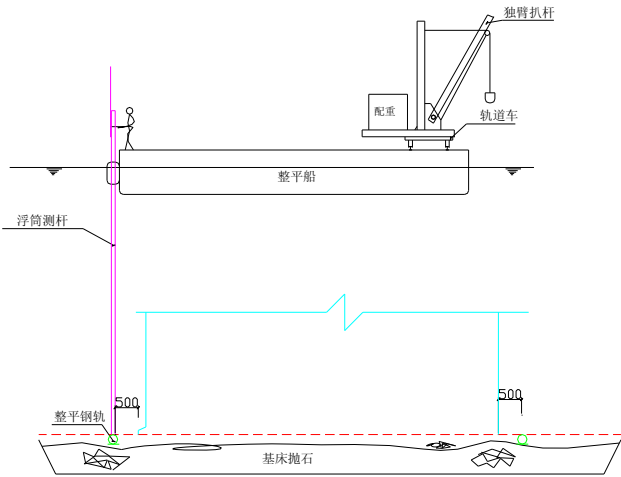


图 3.4-3 基床整平放轨示意图

3.4.4.2 整平作业时应两组潜水员同时下潜，两个组各自沿着钢轨两侧一起推动刮道，不断向前整平。潜水员下水见图 3.4-5。

3.4.4.3 粗平完成后，在进行细平前，需复核导轨轨面标高及位置，出现偏差及时进行调整。

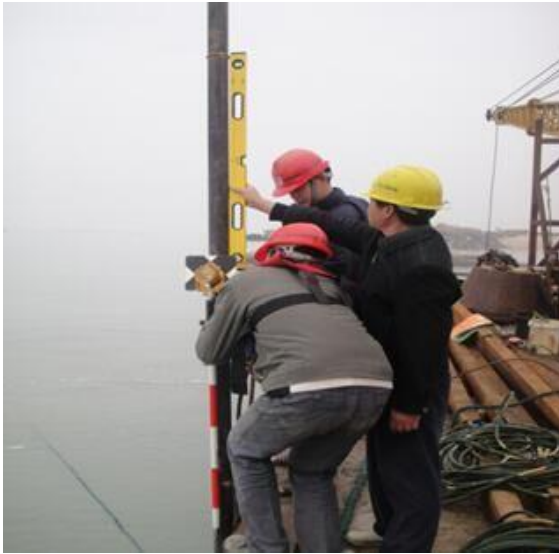


图 3.4-4 导轨标高放样或复测



图 3.4-5 潜水员下水

3.4.4.4 进行细平时，对于大块石间不平整部分，用二片石填充，对于二片石间不平整部分用碎石填充，碎石允许成层，但厚度不大于 5cm，碎石规格选用 2~4cm。

3.4.4.5 在回淤严重地区，基床顶面宜采用本指南 3.2.4.6 款的“覆盖土工布防止回淤技术”。

3.4.4.6 整平好的基床四周应抛设浮标等明显标志，并采取措施以防船只抛锚破坏已整平好的基床。

3.5 沉箱、方块预制

3.5.1 工艺简述

3.5.1.1 沉箱预制根据不同的模板工艺分为整体模板预制、翻模预制、滑模预制三种方式。本指南主要介绍翻模预制工艺。沉箱、方块预制施工工艺对比见表 3.5-1 和 3.5-2。

(1) 整体模板预制是指采用大模板整体预制，其外模一次到顶，内模分节安装，钢筋整体绑扎，混凝土一次性浇筑。

(2) 翻模预制是指采用分层的外内模，设置水平施工缝，分节逐层绑扎钢筋及混凝土浇筑，直至结构成型。

(3) 滑模预制是指采用液压滑升模板，随着模板系统的滑升，同步进行绑扎钢筋和浇筑混凝土，直至结构成型。

3.5.1.2 方块预制根据侧模的安装工艺分为“底托帮”和“帮包底”两种方式，本指南重点介绍“底托帮”模板工艺。卸荷板的施工工艺类同，可参照执行。

(1) “底托帮”工艺是指作出通长底胎，再在底胎上按线钢模板蹲在底胎上的方式。

(2) “帮包底”工艺是指按方块底部尺寸做出定型底胎，钢模板夹住底胎的方式。

3.5.1.3 沉箱、方块预制施工工艺对比见表 3.5-1 和 3.5-2。

表 3.5-1 沉箱预制施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
整体模板	无需设置水平施工缝，结构整体性好。但连续施工，劳动强度大，质量不易控制。	一般适用于 500t 以内小沉箱。
翻模	各工序可以在不同分层的作业面上流水作业，效率高，劳力安排均衡；作业条件好，施工质量易于控制。但需设置施工缝。	适应性强，对各类不同沉箱均适用。特别适用于 1000 吨及以上吨位的大型沉箱
滑模	无需设置施工缝，结构整体性好。但需连续浇筑，劳动力组织及施工强度较大；若结构异形角较多滑动施工难度增大，混凝土表面质量控制难度较大。	常用于规则几何截面的混凝土结构，特别是大圆筒沉箱。 不适用于壁厚小于 20cm 或保护层小于 30mm 的构件，当施工现场气温低于

		5℃时，不宜采用滑模施工。
--	--	---------------

表 3.5-2 方块预制施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
“底托帮”	可同时预制各种尺寸的构件，底胎的利用率较高，减少底胎制作量，周转速度快，投入小，占地少，支模效率高。但底脚止浆效果不佳。	适用于多种尺寸的预制构件，预制数量多的构件。
“帮包底”	底脚止浆控制较好。但每种预制构件均要制作相应尺寸的底胎，且预制数量受底胎数量的影响，场地面积大，周转速度慢，投入大。	适用于结构尺寸单一的预制构件，预制数量少的构件。

3.5.2 前置要点

3.5.2.1 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。

3.5.2.2 已满足本指南 2.1.2.1、2.1.2.2、2.1.2.4 款的内容。

3.5.2.3 沉箱分层施工缝位置已确定，施工缝不宜设在水位变动区（即设计高水位减 1.0m 至设计低水位减 1.0m 之间）、底板与立墙的连接处、吊孔处及吊孔以下 1m 范围内。

3.5.2.4 据沉箱的高度已配置人行塔梯，见图 3.5-1。楼梯应稳固、安全，并设置拉风缆或连墙结构加固，见图 3.5-2。



图 3.5-1 塔梯



图 3.5-2 塔梯连墙结构

3.5.3 工艺实施流程

3.5.3.1 沉箱预制翻模工艺实施流程见图 3.5-3。

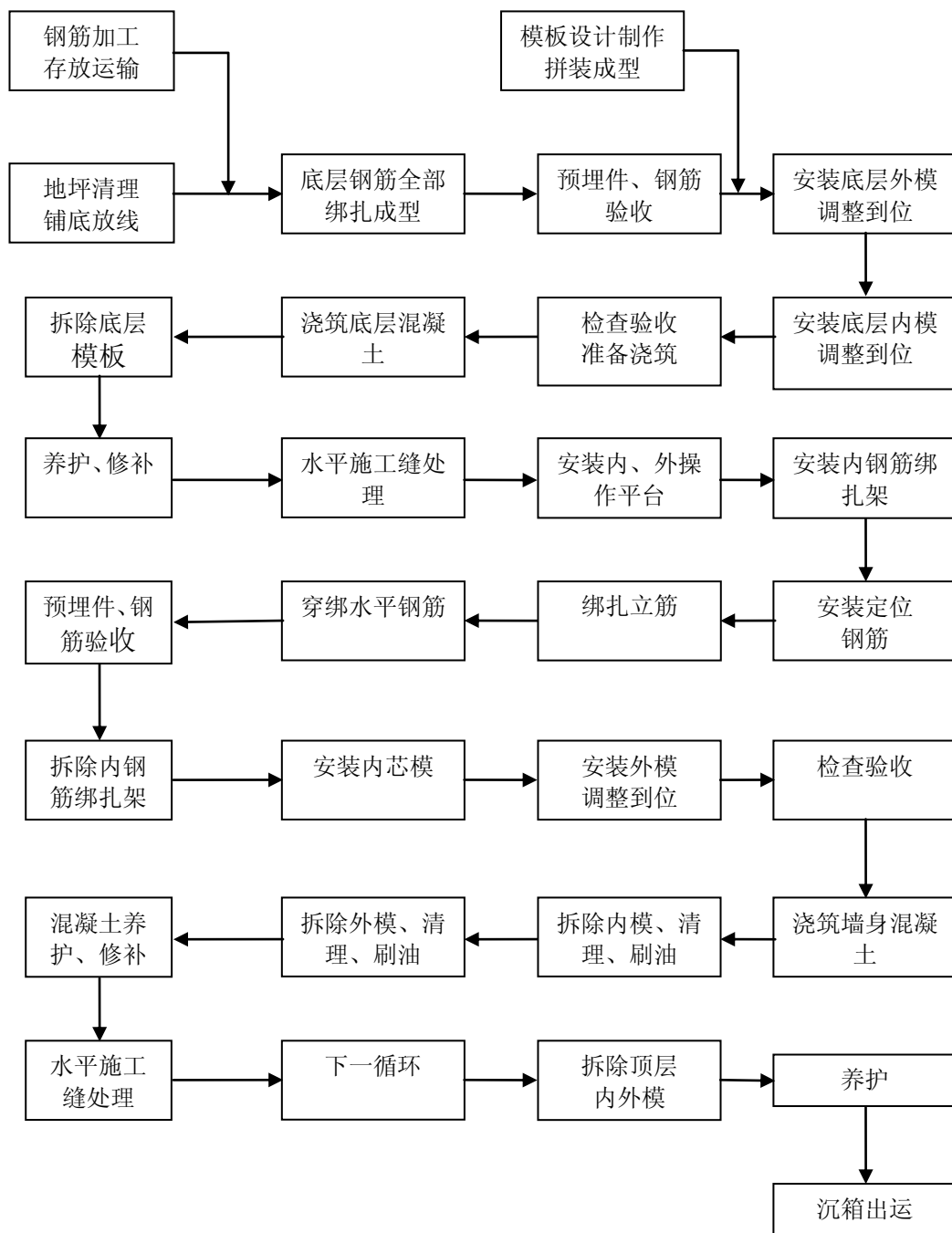


图 3.5-3 沉箱预制翻模工艺流程

3.5.3.2 方块（卸荷板）预制工艺实施流程见图 3.5-4。

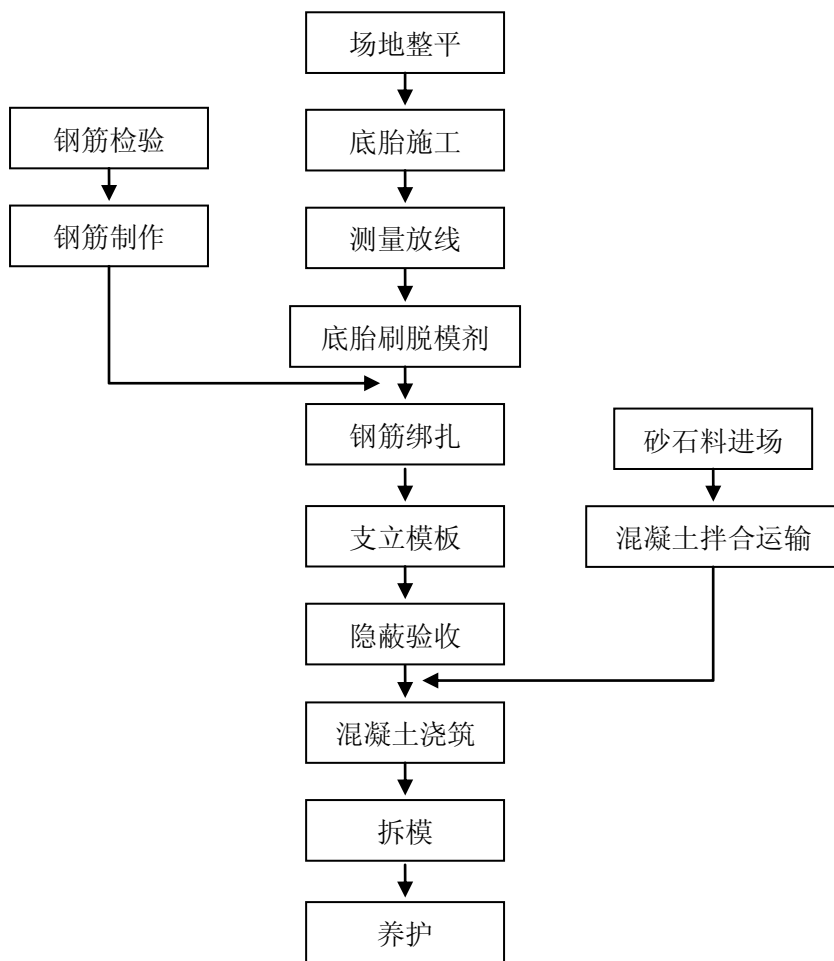


图 3.5-4 方块（卸荷板）预制工艺流程

3.5.4 工艺控制重点

3.5.4.1 沉箱、方块预制应开展首件典型施工。

3.5.4.2 沉箱预制模板工艺控制重点主要包括以下内容：

（1）台座预留顶升沟槽，宜采用方木或盖板覆盖工艺，不宜采用填充砂覆盖工艺；同时，还应符合本指南第 2.1.4.1（1）项的要求。

（2）沉箱外模板制作及拼装应符合本指南第 2.1.4.1（2）（3）项的要求，并采用本指南第 2.1.4.1（4）项的无棱化处理工艺。

（3）内模拼缝应设置在侧壁处，避开内腔倒角，见图 3.5-5。



图 3.5-5 内模接缝

(4) 沉箱前后趾为斜面时，宜在斜面模板处粘贴透水模板布进行透气排水，见图 3.5-7。



图 3.5-6 前后趾模板粘贴透水模板布

(5) 模板与下层沉箱间及模板间的拼缝应采用本指南第 2.1.4.1 (5) 项的止浆措施。

(6) 模板安装应采用本指南第 2.1.4.1 (6)、(7) (8) 项的施工工艺。

(7) 脱模剂和模板存放应符合本指南第 2.1.4.1 (9)、(10) 项的要求。

3.5.4.3 沉箱预制钢筋工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 (1)、(2)、(3) (4) 项的工艺。其中专用的内、外绑扎架（见图 3.5-7），并应在分层竖筋上标记水平筋的间距。



图 3.5-7 内、外绑扎架

(2) 保护层垫块使用宜符合本指南第 2.1.4.2 (5) 项的要求。

3.5.4.4 沉箱预制预埋件工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 沉箱移运牵引点应采用预埋无缝钢管工艺。无缝钢管的壁厚不应小于 6mm，其内径宜较钢插销大 1-2mm，长度宜为 60cm。无缝钢管埋设应采用高弹性海绵橡胶塞的孔口止浆工艺，见图 3.5-8。



图 3.5-8 高弹性海绵橡胶塞孔口止浆

(2) 沉箱进水孔预埋件钢板表面应采用粘贴高弹性海绵橡胶板的止浆工艺，见图 3.5-9。

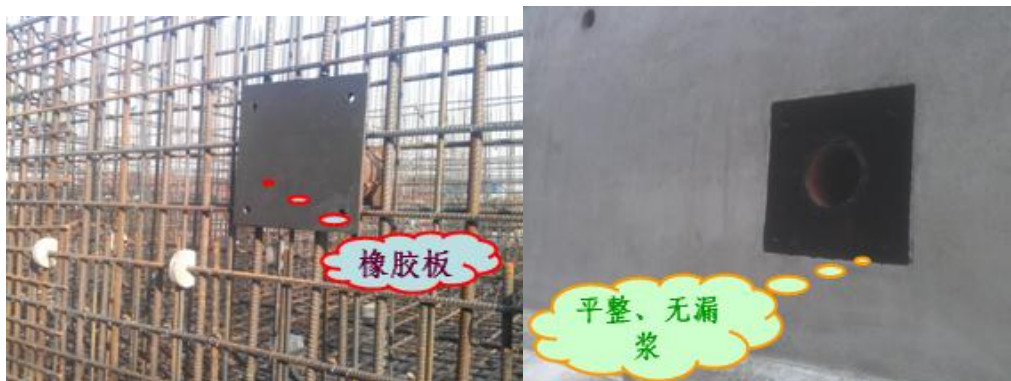


图 3.5-9 进水孔预埋件粘贴高弹性海绵橡胶板

3.5.4.5 沉箱预制混凝土工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 混凝土浇筑前膜内清理、下料方式应符合本指南第 2.1.4.4 (1)、(2) 项的要求。

(2) 分灰应按设定的分灰路线和分层高度（每层小于 50cm）；振捣手应按分工图位置就位并进行振捣；分工图应标明每名振捣手的负责区域，在两个区域交接处应重点注明，不得漏振和过振。沉箱浇注振捣顺序和间距见图 3.5-10。

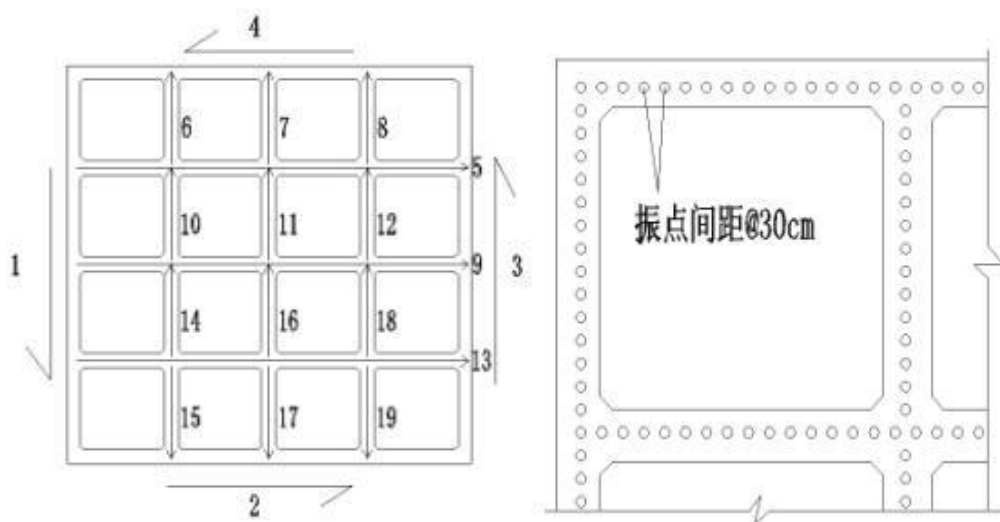


图 3.5-10 沉箱浇注振捣顺序和间距示意图

(3) 每层箱顶浇筑时应采用本指南第 2.1.4.4 (3) 项的工艺措施消除松顶现象。在每层箱顶以下 50cm 范围内，混凝土拌和宜减水并降低 3-4 个混凝土塌落度。

(4) 施工缝处理应符合本指南第 2.1.4.4 (5) 项的要求，如图 3.5-11。



图 3.5-11 沉箱壁施工缝水冲毛处理

(5) 沉箱底板应采用蓄水养护；内外墙体养护应采用自动喷淋工艺，必要时辅助人工洒水，养护时间不宜少于 14 天，见图 2.1-30。

(6) 沉箱外壁圆台螺母拆除后应采用本指南第 2.1.4.4 (8) 项工艺进行填补、封闭。

(7) 沉箱预制完成后应设置水尺和二维码标识。水尺应设于沉箱的前后壁外侧，位于沉箱对角上，见图 3.5-12。二维码标识应符合本指南第 2.1.4.4 (9) 项的要求。



图 3.5-12 沉箱壁水尺

3.5.4.6 方块预制模板工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 沉箱外模板制作及拼装应符合本指南第 2.1.4.1 (1)、(2) 项的要求，并采用本指南第 2.1.4.1 (4) 项的无棱化处理工艺。

(2) 模板间的拼缝应采用本指南第 2.1.4.1 (5) 项的止浆措施。

(3) 模板安装应采用本指南第 2.1.4.1 (6)、(8) 项的施工工艺。

(4) 方块吊孔宜采用吊环或“预制混凝土马蹄盒+马腿芯模”工艺，见图 3.5-13。

马腿芯模底部与马蹄盒预留槽连接宜用油毡软纸止浆，见图 3.5-14，马腿芯模顶部吊杠采用顶丝限位装置加固，限位固定芯模见图 3.5-15。



图 3.5-13 马蹄盒与马腿芯模安装



图 3.5-14 混凝土马蹄盒



图 3.5-15 限位固定芯模

(5) 脱模剂和模板存放应符合本指南第 2.1.4.1 (9)、(10) 项的要求。

3.5.4.7 方块（卸荷板）预制钢筋工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 (1)、(2)、(3)、(4) 项的工艺。
- (2) 保护层垫块使用宜符合本指南第 2.1.4.2 (5) 项的要求。

3.5.4.8 方块预制混凝土工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 混凝土浇筑前膜内清理、下料方式应符合本指南第 2.1.4.4 (1)、(2) 项的要求。

(2) 预制方块混凝土顶面应采用本指南第 2.1.4.4 (3) 项的工艺；顶面标高宜低于模板 3mm；顶面混凝土应加糙处理。

(3) 体积较大的方块宜采用本指南第 2.1.4.4 (6) 项的措施控制混凝土温度裂缝。

(4) 方块应采用土工布，自动喷淋养护，养护时间不宜少于 14 天，自动喷淋养护见图 3.5-16，立面渐湿效果 3.5-17。



图 3.5-16 自动喷淋养护



图 3.5-17 立面渐湿效果

(5) 方块预制完成后应设置二维码标识，二维码标识应符合本指南第 2.1.4.4 (9) 项的要求。

3.6 沉箱移运及出运

3.6.1 工艺简述

3.6.1.1 沉箱的陆上移运包括垂直移动和水平移动两大部分。垂直移动对于 500t 以内的小沉箱，可采用起重船、龙门吊、SPMT（自行模块化运输小车）等将沉箱直接吊离预制台座；当沉箱较大时，可采用千斤顶、气囊、各类专业台车等进行顶升。水平移动根据机械设备的不同可分为龙门吊或 SPMT 直接吊运、充气气囊卷扬机牵引和专业台车驮运等。沉箱移运与出运施工工艺对比见表 3.6-1。

3.6.1.2 沉箱出运主要采用起重船、龙门吊、气囊、台车、滑道等方式出运，本指南主要介绍经常使用的气囊、台车出运工艺。

(1) 起重船起吊出运是指利用起重船将顺岸预制好的沉箱直接吊运至平板船上的工艺。

(2) 龙门吊起吊出运是指利用龙门吊，结合突堤式或栈桥式出运码头直接吊装至平板船上的工艺。

(3) 气囊出运是指利用卷扬机牵引力使气囊滚动带动沉箱移动到拟定的地点，并最终移动至半潜驳上的工艺。

(4) 台车出运是指采用轨道台车，利用牵引或自身动力将沉箱横移或纵移至预先设定的位置，并最终上半潜驳的工艺。台车分为自行和非自行台车两种。

(5) 滑道出运是通过纵横移台车，利用卷扬机牵引将沉箱沿着滑道溜放至一定水深处的工艺。

3.6.1.1 沉箱移运与出运施工工艺对比见表 3.6-1。

表 3.6-1 沉箱移运与出运施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
起重船起吊出运	可直接吊装至平板船上。工艺传统简单、操作方便，移运效率较高。但要求顺岸预制，所需岸线较长；场地必须具备满足起重船吃水、吊装工作性能等要求。	根据起重船性能参数选用，一般适用于 500t 以内小沉箱。
龙门吊起吊出运	可直接吊装至平板船上，所需劳动力少、移运效率较高。但需要设计龙门吊轨道基础，根据轨道布置水平直线移运，对场地适应性较小。	根据龙门吊性能参数选用，一般适用于 500t 以内小沉箱。对大批量、需短时间出运的更有优势。
SPMT 吊装移运	对预制台座、场地、基础承载力等要求较低；使用灵活，可长距离运输、360 度转向，对场地适应性较大；所需劳动力少、移运效率较高。但受固定门架的限制，当构件种类较多时需调整门架局部尺寸，因而增加额外的安拆时间。	一般适用于 500t 以内小沉箱。对大批量、需短时间出运的更有优势。
千斤顶垂直顶升	工艺传统简单、操作方便；设备投入费用相对较低。但集中荷载大，不良地质条件需采用桩基来支撑千斤顶基础。	对各类沉箱均适用，一般用于专业预制场，更适用于地基条件良好的场地。
气囊顶升移运与出运	对场地的适应性强，且投入成本低；承载能力强，可移动大型沉箱。但工序较繁杂，劳动作业强度大，移运效率较低；气囊易磨损，安全控制要求高。	对各类沉箱均适用，一般用于临时预制场。

台车顶升移运与出运	机械化程度高，操作简单，节省劳动力；承载能力强，可移动大型沉箱。但对基础承载力和预制台座要求较高，需专业设计验算；机械设备及预制场基础建设投入较大，而且需要配套座底出运码头。	适用于大中型沉箱，一般用于专业预制场，沉箱数量多时优势更明显。目前的技术需配套构件运输船舶坐底出运码头。
滑道出运	解决特大型沉箱的出运难题。但轨道及滑道基础设施投入大；长距离水上拖运，存在较大的安全风险。	特别适用于特大型沉箱。

3.6.2 前置要点

3.6.1.1 专项施工方案已组织专家论证评审，并经施工单位技术负责人、总监和建设单位技术负责人批准签认。

3.6.1.2 出运码头已通过验收，满足沉箱上驳作业要求。

3.6.1.3 气囊顶升移运与出运工艺其他前置要点主要包括以下内容。

(1) 已对空压机及牵引与制动系统进行逐项检查，并经试运转。空压机及易耗配件在现场应有备份。

(2) 已对气囊逐条进行检查与试验。

1) 气囊表面老化、龟裂、发粘和帘线已腐坏的气囊不得使用；

2) 破损处未经修补不得使用。单个气囊修补不得超过 3 处，修补长边不得超过 30 厘米，锥体区域（囊嘴）不得进行修补；修补须在厂家专业技术人员指导下进行；从出厂之日起，超过 5 年以上的气囊不宜修补；

3) 充气检查并形成记录，检查压力取工作压力的 1.3 倍。

(3) 移运通道已检查。地基承载力满足要求，坡度小于 3%，受潮水影响区域应采用混凝土硬化；表面平整，无尖锐物及障碍物。

(4) 已对沉箱底部进行检查，无突起物或尖锐物；排查采用夜间强光的排查方法。

(5) 已在牵引钢丝绳两侧各 20m 处设置移动式安全警示带。

(6) 安全防护挡板已设置，宜采用可伸缩安全附着式挡板。附着式挡板距离外露气嘴 1m 处，高度不小于 600mm，其中上部 300mm 为向内侧的圆弧状；钢板厚度不小于 6mm，并用 50mm 的方管作为围檩加固，可伸缩安全附着式挡板见图 3.6-1、可

伸缩安全附着式挡板见图 3.6-2。

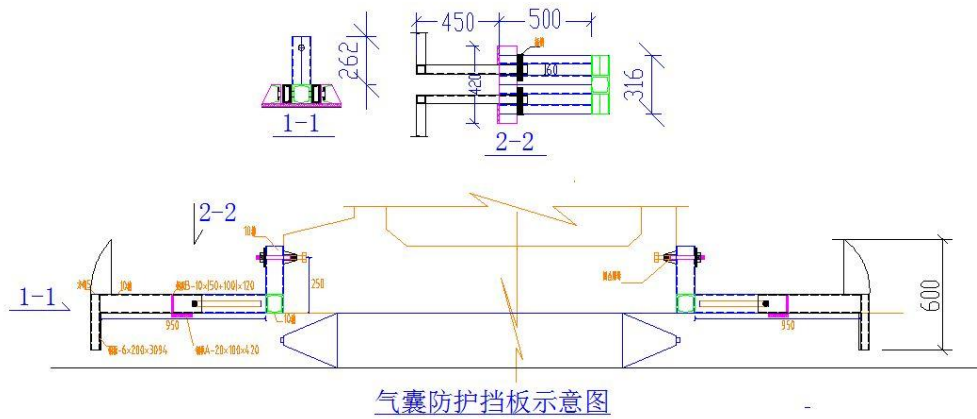


图 3.6-1 可伸缩安全附着式挡板尺寸示意图



图 3.6-2 可伸缩安全附着式挡板实物示意图

3.6.2.4 台车顶升移运与出运工艺其他前置要点主要包括以下内容。

- (1) 台车行走轨道已检查。轨道连接处缝隙应小于 10mm，高差小于 5mm；预制台座轨道与半潜驳甲板轨道之间应采用钢垫板，垫板间距应小于 100mm。
- (2) 轨道坡度已检查，坡度宜为 0.3%，最大不超过 1%。
- (3) 非自行台车作业前，已对牵引与制动系统进行逐项检查，并经试运转。易耗配件在现场应有备份。

3.6.3 工艺实施流程

3.6.3.1 气囊顶升移运与出运沉箱工艺实施流程见图 3.6-3。

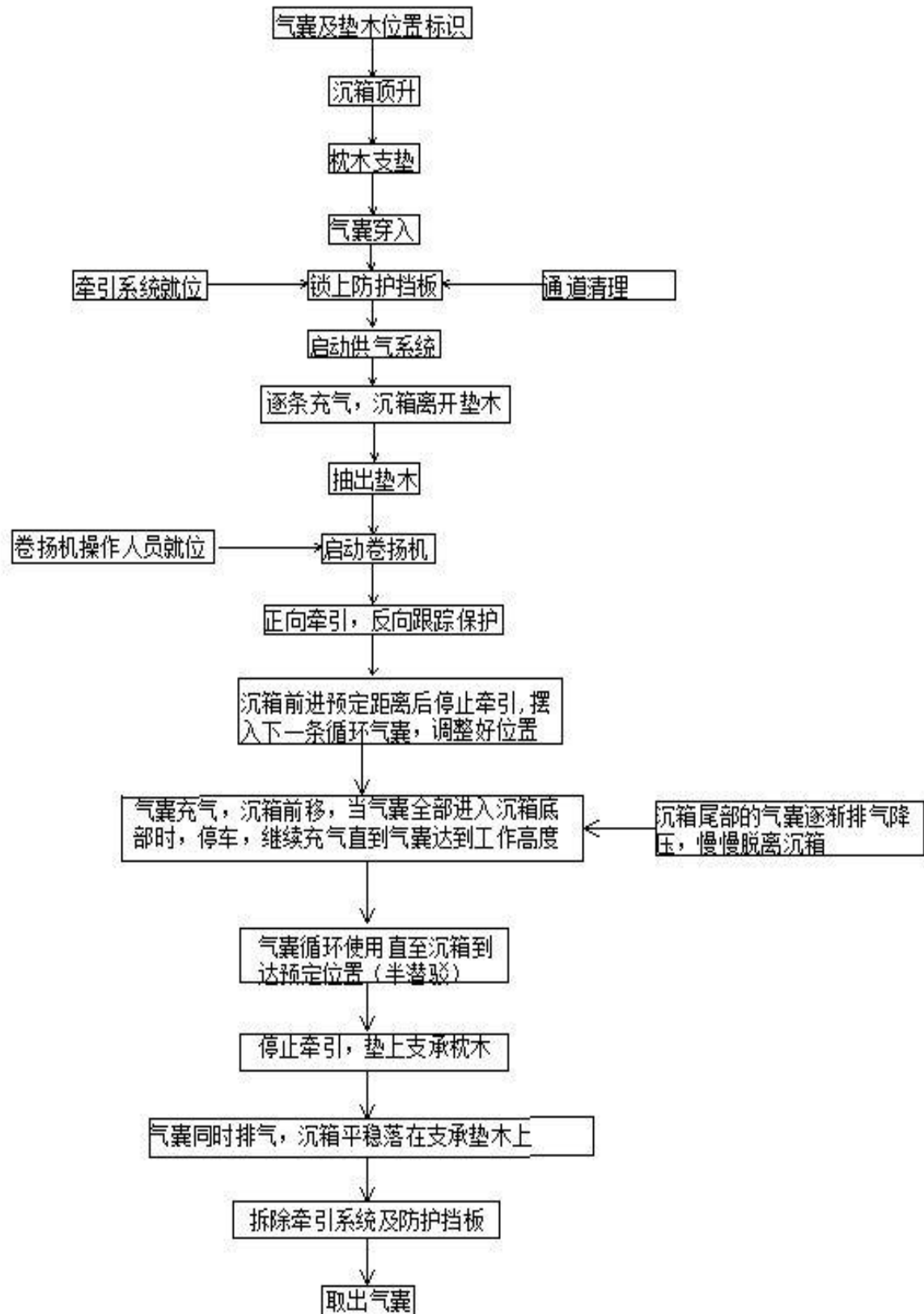


图 3.6-3 气囊顶升移运与出运沉箱工艺流程图

3.6.3.2 台车顶升移运与出运沉箱工艺实施流程见图 3.6-4。

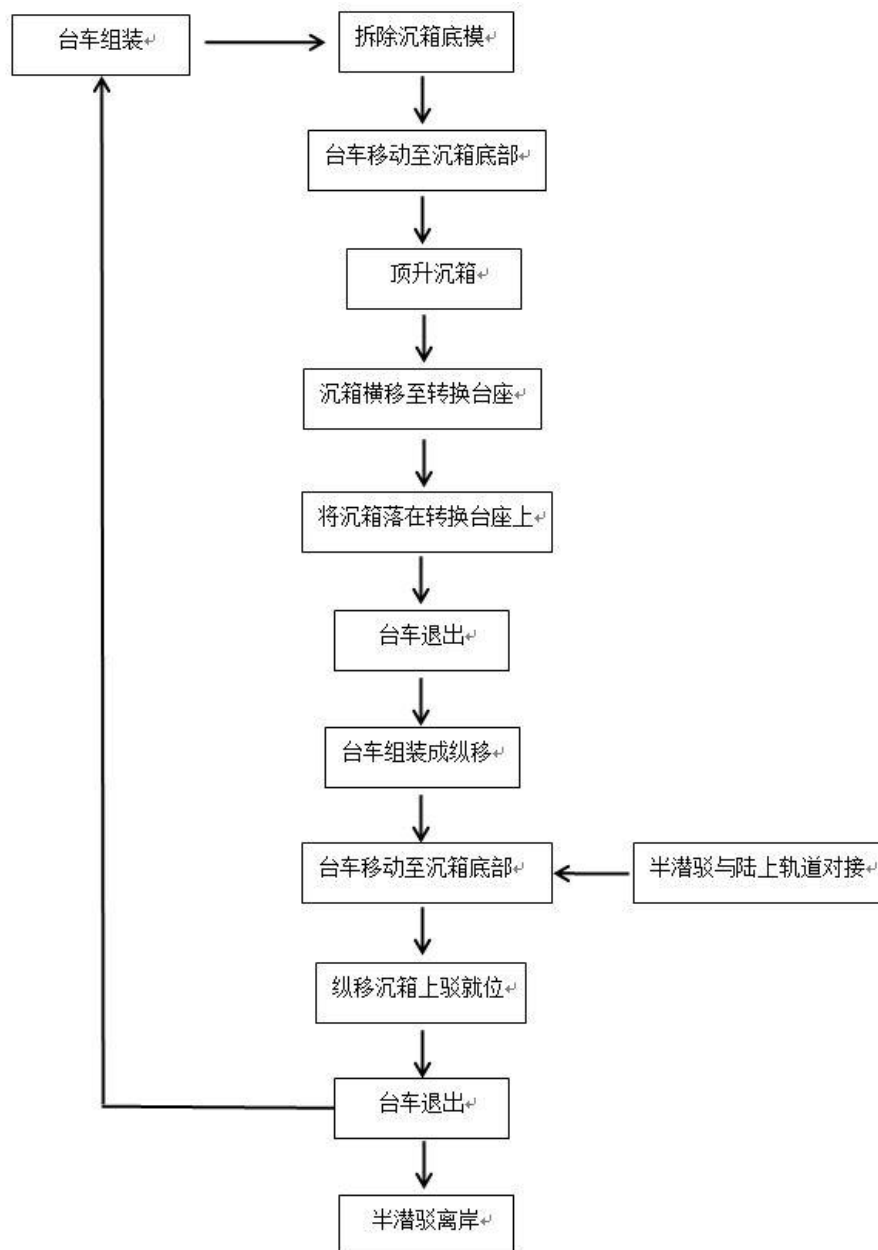


图 3.6-4 台车顶升移运与出运沉箱工艺流程

3.6.4 工艺控制重点

3.6.4.1 沉箱顶升、移运与出运应开展首件典型施工。

3.6.4.2 气囊顶升工艺控制重点主要包括以下内容。

- (1) 沉箱预制底模中预留顶升沟槽，不宜采用水冲填充砂工艺。
- (2) 在顶升时，正反向牵引系统应就位，防止沉箱移动。
- (3) 气囊的使用荷载不宜超过气囊工作压力的 80%，严禁超过工作压力使用；气囊的安全系数不低于 4.5。
- (4) 气囊应均布在沉箱底部，气囊长度不宜过长，以气囊锥头充气咀不露出边

界为宜。

(5) 在给气囊充气时, 应使用小导管, 并站在气囊咀的侧面, 严禁正对着或趴着近距离给气囊充气见图 3.6-5。

(6) 充气时应先逐条充气至气囊与沉箱底部接触, 再逐条逐步循环充气, 直至把沉箱顶升至预定的高度。



图 3.6-5 气囊充气示意图

3.6.4.3 千斤顶顶升工艺控制重点主要包括以下内容。

- (1) 千斤顶基坑应采用钢筋混凝土结构, 防止千斤顶下陷。
- (2) 千斤顶的工作荷载不宜超过额定值的 80%, 严禁超载使用。
- (3) 千斤顶的布置宜以沉箱的重心为准作对称布置, 同步顶升。

3.6.4.4 气囊移运与出运工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 沉箱拖曳点设置宜采用侧面预埋钢套管、钢棒插入的工艺。钢棒应采用 HPB300, 直径宜较钢管内径小 1-2mm, 长度宜为 80cm, 其断面大小应能满足沉箱牵引受力要求。

(2) 沉箱移运与出运时, 反向牵引系统应同步工作。

(3) 卷扬机上的牵引钢丝绳应装设拉力传感器。当牵引力超过允许值时, 限制器应自动暂停, 防止正反向卷扬机对拉, 导致钢丝绳断裂。拉力传感器示意图见图 3.6-6。

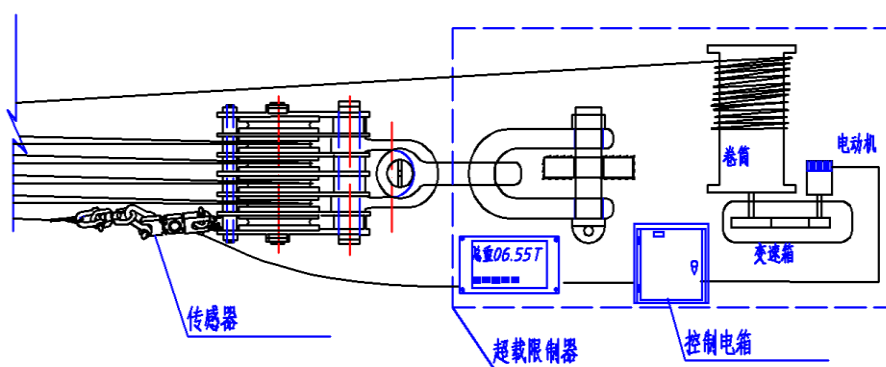


图 3.6-6 拉力传感器示意图

(4) 气囊的工作压力、安全系数、箱底布设及充气应符合本指南 3.6.4.2 (3)、(4)、(5) 项的要求。

(5) 气囊两端锥形头部应增设保护套，如图 3.6-7。



图 3.6-7 气囊锥形端部保护示意

(6) 移运出现异常情况停滞时间较长时，应对沉箱进行支垫，支垫应采用枕木或者用带有 20mm 厚橡胶调平层的钢垫块，严禁直接使用钢垫块；同时气囊应排气减

压，将沉箱荷载作用于支撑物上，禁止气囊长时间受压。

(7) 采用半潜驳不坐底上驳作业方式，应选择在涨潮期间趁潮搭岸作业，并计算具体的搭接、上驳、离驳潮水位和具体时间。

(8) 出运码头与半潜驳的船艀搭接处的搁置间隙不得大于 20mm，当无法满足要求时，应采用厚度不小于 12mm 的钢板进行覆盖。

(9) 气囊不得浸水作业。

3.6.4.5 台车移运与出运沉箱工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 台车沿出运轨道行走过程中应安排专人观测钢轨偏位和小车运行情况，出现异常情况应立即停车，严禁强行通过。

(2) 坐底半潜驳需提前一个高潮位与出运码头台车轨道精确对位。

(3) 沉箱移运至预定位置后，应在构件底部的台车间隙处码放厚度相同支垫块，支垫块应符合本指南 3.6.4.4 (6) 项的要求。

(4) 自行台车行走电机上应安装同步编码器，当某一电机速度过快或过慢时，设备发出警示。

(5) 采用非自行台车工艺时，其拖曳点设置、反向牵引系统、牵引钢丝绳装设拉力传感器应符合本指南 3.6.4.4 (1)、(2)、(3) 项的要求。

3.7 沉箱、方块安装

3.7.1 工艺简述

3.7.1.1 结合沉箱水上运输，安装主要工艺有：“平板驳+起重船安装”、“浮运+驳船定位安装”、“半潜驳+浮运+方驳定位安装”、“半潜驳+起重船助浮安装”。本指南重点介绍后两种利用半潜驳安装大型沉箱的施工工艺。

(1) “平板驳+起重船安装”工艺是将多个沉箱依次吊装至平板驳上，利用平板驳运输至安装现场，再用起重船将驳船上的沉箱依次安装到位，见图 3.7-1。



图 3.7-1 起重船安装

(2) “浮运+驳船定位安装”工艺指沉箱利用滑道或船坞下水，采用拖轮拖运至安装现场后利用多功能驳定位，往沉箱内注水自然下沉安装的工艺，见图 3.7-2。



图 3.7-2 驳船定位安装

(3) “半潜驳+浮运+方驳定位安装”工艺是预制沉箱出运至半潜驳上，半潜驳下潜使沉箱下水后，利用定位方驳进行浮运安装的工艺。

(4) “半潜驳+起重船助浮安装”工艺是指沉箱出运至半潜驳，半潜驳下潜后起重船施加辅助吊力，利用起重船将沉箱移动就位、箱内注水下沉安装的工艺。“半潜驳+起重船助浮安装”工艺见图 3.7-3。



图 3.7-3 半潜驳+起重船助浮安装工艺示意图

3.7.1.2 方块安装一般采用“平板驳+起重船安装”工艺，利用平板驳运输至安装现场，再用起重船将驳船上的方块沿码头方向依次阶梯安装。卸荷板安装与方块类同，可参照执行。

3.7.1.3 沉箱安装施工工艺对比见表 3.7-1

表 3.7-1 沉箱安装施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
平板驳+起重船安装	工艺传统简单，安装快捷、高效；一次可运输、安装数个沉箱。但场地前沿水域必须满足起重船吃水深度。受限于起重船的起吊能力。	适用于小型沉箱；安装地点离预制场地较远。
浮运+方驳定位安装	对船机设备要求低；施工成本较低。但浮运及安装作业时间长、效率相对低；沉箱浮运及安装海区的水文条件要求高，浮运通道水深须满足沉箱浮运要求；水上浮运存在安全风险。	适用于流速低、风浪小的水域和大型沉箱安装
半潜驳+浮运+方驳定位安装	对于大型沉箱安装可靠性高；不需起重船作业；水上运输安全风险较低。但安装作业时间较长，沉箱浮运及安装海区的水文条件要求高，浮运通道水深须满足沉箱浮运要求；下潜水域的水深必须满足沉箱出驳时的半潜驳吃水深度及安全水深要求。	适用于水流缓慢、风浪小、水深条件良好的水域，且要求较“浮运+方驳定位安装”低；适合大型沉箱安装。

半潜驳+起重船助浮安装	对海况的要求低，安装作业时间较短，沉箱安装作业机械化程度高，施工安全风险小；水上运输安全风险较低。但需起重船配合，下潜水域的水深较“半潜驳+浮运+方驳定位安装”低。	适用于对海况和水深条件一般的海域，通过起重船助浮可减少沉箱吃水深度；适合大型沉箱安装。
-------------	--	---

3.7.2 前置要点

3.7.2.1 沉箱“半潜驳+浮运+方驳定位安装”和“半潜驳+起重船助浮安装”工艺前置要点主要包括以下内容。

(1) 专项施工方案已编制，通过专家论证后，经施工单位技术负责人、总监和建设单位技术负责人批准、签认。方案中应对沉箱各舱压载水、浮游稳定、起重船吊力（起重船助浮）、预埋件及预留孔等技术参数进行计算，并应对每一艘参与安装的船舶位置进行详细规划，绘制相应的船舶驻位图及锚位图。

(2) 已检查基床整平度、倒坡以及回淤、障碍物情况。

(3) 已对半潜驳水上运输线路、半潜驳下潜水域、沉箱浮运通道进行水深测量，水深满足施工和安全要求。

(4) 吊具、索具已检查，满足最不利工况受力的受力要求。

(5) 已检查沉箱上布设的吊孔或吊环（起重船助浮）、系缆环、拖环、进水孔、水尺、闸阀及启闭系统等设施。

(6) 沉箱上的抽灌水系统、施工操作平台、钢爬梯等已安装完成。

(7) 沉箱拖运航行通告已发布。

3.7.2.2 方块“平板驳+起重船安装”工艺前置要点主要包括以下内容。

(1) 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。

(2) 基床、吊具、索具已检查，并满足本指南 3.7.2.1 (2)、(4) 项的要求。

3.7.3 工艺实施流程

3.7.3.1 “半潜驳+浮运+方驳定位安装”工艺实施流程见图 3.7-4。

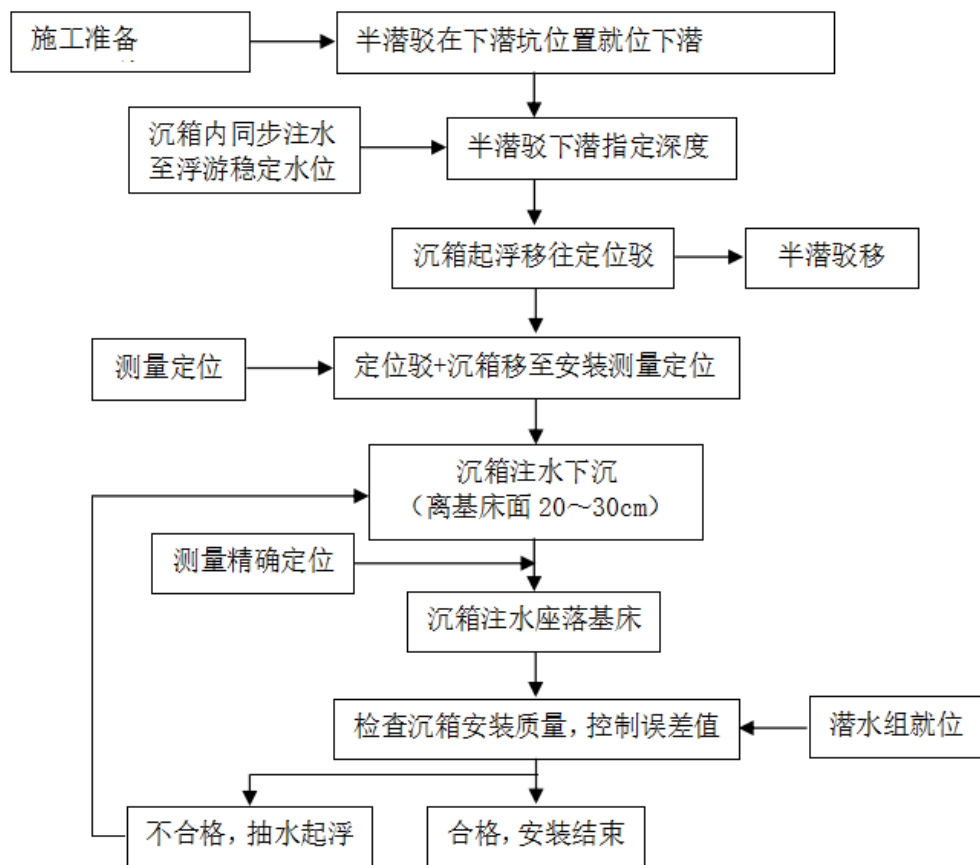


图 3.7-4 “半潜驳+浮运+方驳定位安装” 工艺流程

3.7.3.2 “半潜驳+起重船助浮安装” 工艺实施流程见图 3.7-5。

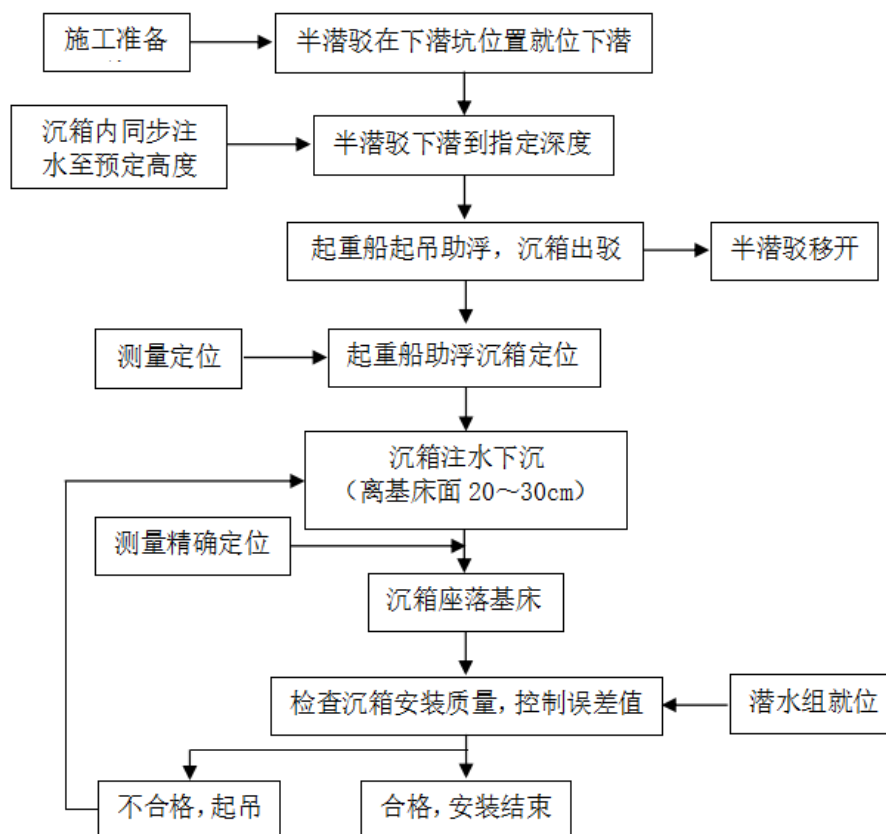


图 3.7-5 “半潜驳+起重船助浮安装”流程

3.7.3.2 方块“平板驳+起重船安装”工艺实施流程见图 3.7-6。

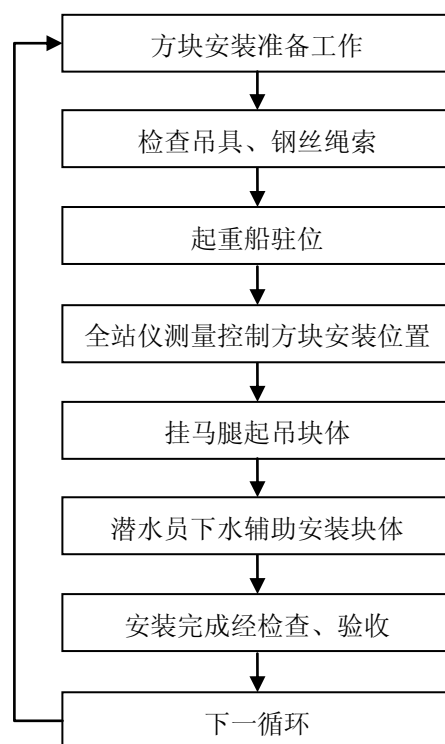


图 3.7-6 方块“平板驳+起重船安装”工艺流程

3.7.4 工艺控制重点

3.7.4.1 沉箱、方块（卸荷板）安装应开展首件典型施工。

3.7.4.2 “半潜驳+浮运+方驳定位安装”工艺控制重点主要包括以下内容。

（1）半潜驳下潜过程中沉箱应同步注水，期间应控制下潜速度，下潜过程中沉箱不得起浮；在确认沉箱内注水满足浮游稳定压载要求后，半潜驳方可下潜至沉箱起浮预定的深度。

（2）拖运时，沉箱应紧靠定位方驳且连接牢靠，见图 3.7-7。

（3）在浮运、安装过程中应有专人负责观察沉箱上的水尺读数。

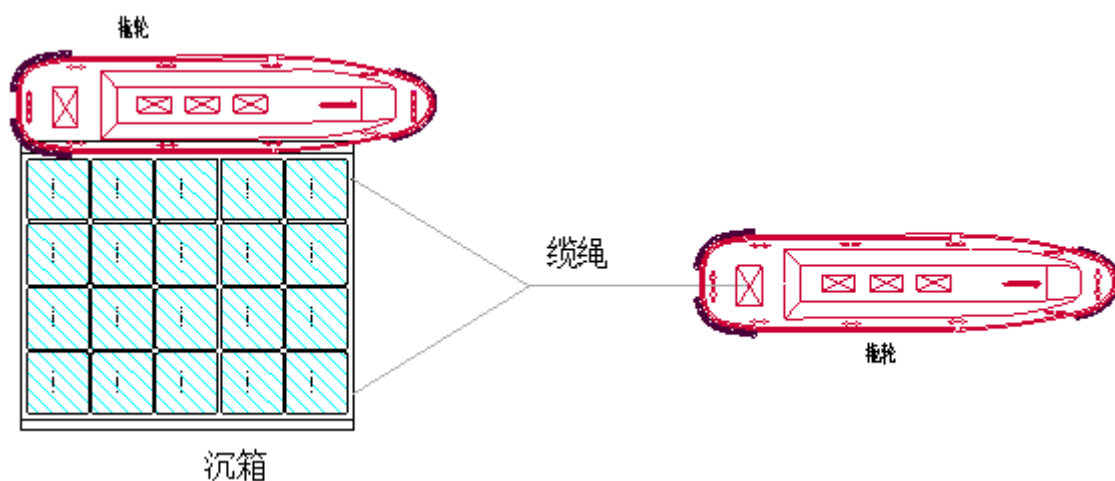


图 3.7-7 沉箱拖运示意图

（4）沉箱在注水下沉过程中各箱格应对称均匀注水，，并严格控制各相邻仓格的水头差，同时还应控制以下几个方面。

1) 沉箱下沉至距基床面约 1m 高度时，应暂停加水，测量沉箱 4 个角点位置，并调平沉箱；

2) 沉箱继续注水下沉距基床面约 0.3~0.5m 高度时，应再一次暂停加水，再次测量并纠正沉箱位置，同时将其前后坡度调至与基床倒坡坡度一致后，再继续注水下沉；

3) 沉箱着床后，潜水员应下水检查沉箱底和基床面吻合情况，以及与相邻沉箱的底缝宽、错牙情况。若合格则继续往沉箱内注水；若不合格则应将沉箱抽水上浮，并对基床进行整修，见图 3.7-8。



图 3.7-8 沉箱抽水上浮

4) 沉箱坐床后, 应控制各仓注水速度, 并不断测量沉箱位置, 调整注水过程中的偏位, 直至与潮水潮位一致。

(5) 沉箱安装时应采取保护措施, 防止沉箱碰损。

(6) 安装完成后, 应在沉箱顶部四个角点设置沉降、位移观测点, 经过 1~2 个低潮后, 应复测位置, 符合质量标准后, 及时填充箱内填料。

(7) 安装时宜从一个方向依次推进安装, 按照 5~6 个沉箱为一段, 分段控制其位置, 减少累积误差, 见图 3.7-9。

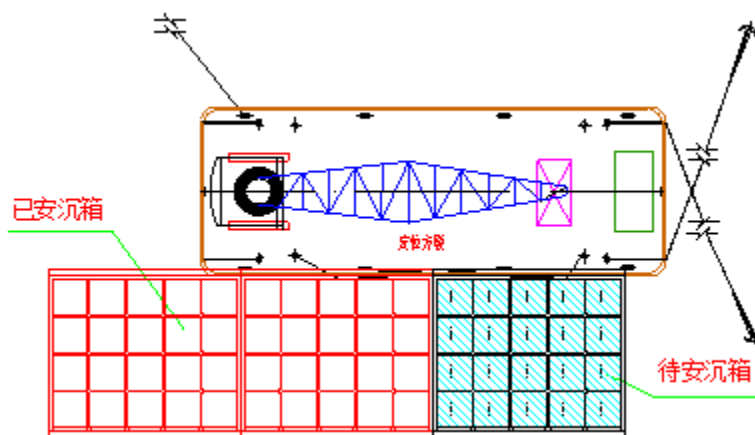


图 3.7-9 沉箱安装示意图

(8) 在已安沉箱(段)的边缘四个角点上应及时设立昼夜警示标志。

3.7.4.3 沉箱“半潜驳+起重船助浮安装”工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 起重船在主钩挂钩、主钩预吊(第一次提供吊力)和主钩提供“助浮”起吊吊力值时, 半潜驳应停止下潜。

1) 起重船主钩给沉箱挂钩时, 起重船主钩必须达到沉箱中心位置; 挂钩前起重

船锚缆必须收紧，起重船不得左右摆动。

2) 主钩预吊（第一次提供吊力）应在沉箱吃水距离“助浮”起吊的吃水不小于 2m 的时候进行；预吊吊力的大小约为“助浮”起吊吊力 $1/4 \sim 1/3$ 。

3) 主钩提供“助浮”起吊吊力值（沉箱出半潜驳需要的吨位）应在沉箱吃水距离“助浮”起吊的吃水不小于 0.6m 的时候提供；主钩预吊和主钩提供“助浮”起吊吊力值的时机和施工海况有关。

（2）半潜驳应控制下潜速度，同时观察沉箱吃水线变化，锚缆应保持收紧状态。

（3）～（8）同 3.7.4.2 款中的（3）～（8）项。

3.7.4.4 方块（卸荷板）“平板驳+起重船安装”工艺控制重点主要包括以下内容。

（1）起重船驻位安装宜垂直于码头前沿线，宜采用钢马腿穿预留吊孔方式进行吊安。方块安装见图 3.7-10。



图 3.7-10 方块安装

（2）底层第一块方块时，应一次坐到基床上，第一块的位置先粗安，以它为依托安装第二块，再以第二块为依托，重新安装第一块。

（3）方块距安装位置大于 10m 处下水后宜缓慢向安装位置移动，潜水员与起重船人员应保持通话，并依据基准线控制安装偏差；安装应在潮流流速较小时进行。

（4）结构段间的伸缩缝应上下贯通。

（5）卸荷板安装应采取与安装相反方向荒码（见图 3.7-11），待棱体反挖后（见图 3.7-12），起吊正位安装；安装应预留位移偏移量。



图 3.7-11 卸荷板荒码



图 3.7-12 棱体反挖

(6) 分段伸缩缝、块体间缝等过程宜采用“水下摄影技术”，见图 3.7-13。

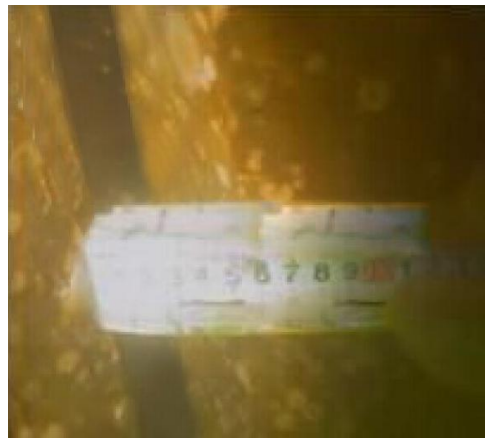


图 3.7-13 水下摄影缝宽检测

(7) 方块安装后应及时设置沉降、位移观测点，经过低潮后应进行复测位置。

(8) 在回淤严重地区或越冬施工时，底层方块顶面宜采用采用本指南 3.2.4.6 款“覆盖土工布防止回淤技术”。

(9) 在已安方块（段）的边缘四个角点上应及时设立昼夜警示标志。

3.8 沉箱内抛填

3.8.1 工艺简述

3.8.1.1 沉箱内抛填根据作业方式分为水上抛填和陆上抛填。本指南主要介绍水上抛填工艺。沉箱内抛填施工工艺对比见表 3.8-1。

(1) 水上抛填是指采用方驳配反铲或抓斗船进行块石抛填，沉箱内填石见图 3.8-1；采用自带皮带机的运砂船进行回填砂抛填。

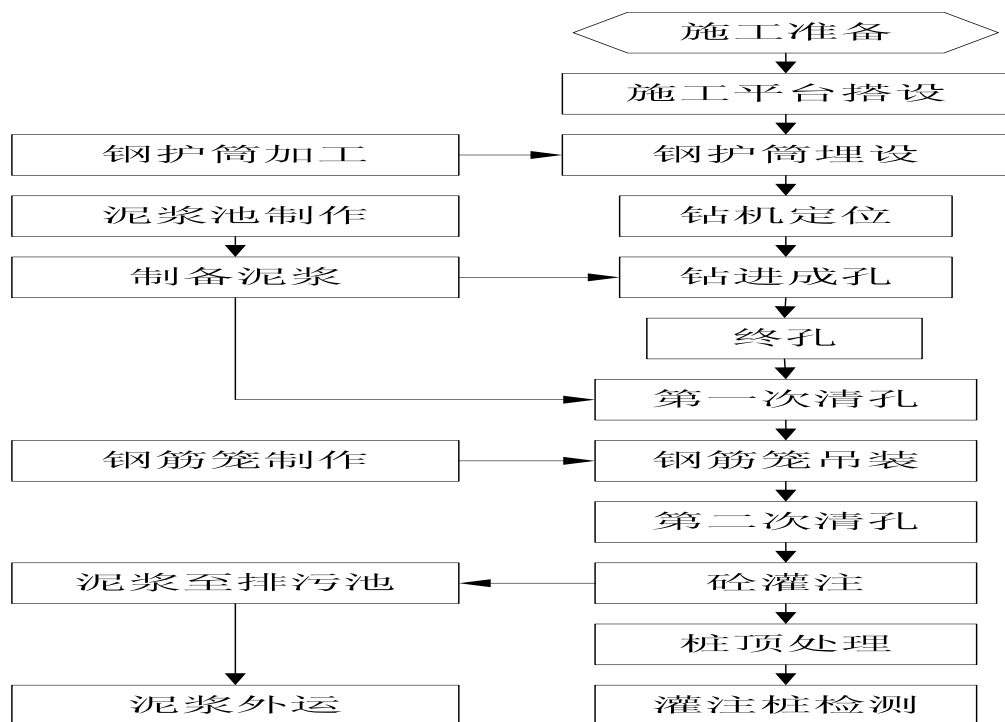


图 3.8-1 沉箱内填石示意图

(2) 陆上抛填是指对顺岸式或突堤式码头，有陆上作业条件时，可结合后方回填采用陆上自卸车运送材料，反铲抛填的工艺。

3.8.1.2 沉箱内抛填施工工艺对比见表 3.8-1。

表 3.8-1 沉箱内抛填施工工艺对比表

抛石方法	特点	适用条件
水上抛填	不受陆域或引堤施工进度影响，可及时开展抛填工作。但水上船机作业，受水位影响，抛填质量受水流影响，不易控制，易导致隔舱不均匀。	适用于各类码头，尤其是离岸码头。
陆上抛填	定位较准确，抛填效率较高；不需要船舶施工作业。但受陆域或引堤施工进度影响，无法及时开展抛填工作。	适用于顺岸式或突堤式码头，具备陆上作业条件。箱内回填必须在箱后回填前完成

3.8.2 前置要点

3.8.2.1 沉箱安装经过 1~2 个低潮后，经观测沉箱基本稳定无异常变化。

3.8.2.2 沉箱预留孔已封堵密实。

3.8.2.3 采用“反铲+定位船+运输船”的工艺时，应符合本指南 3.2.2.2 款的要求。

3.8.2.4 施工船舶边缘已系挂橡胶轮胎进行防护。

3.8.2.5 沉箱顶部已采用厚胶片进行防护。

3.8.3 工艺实施流程

3.8.3.1 沉箱内抛填施工工艺实施流程见图 3.8-2。

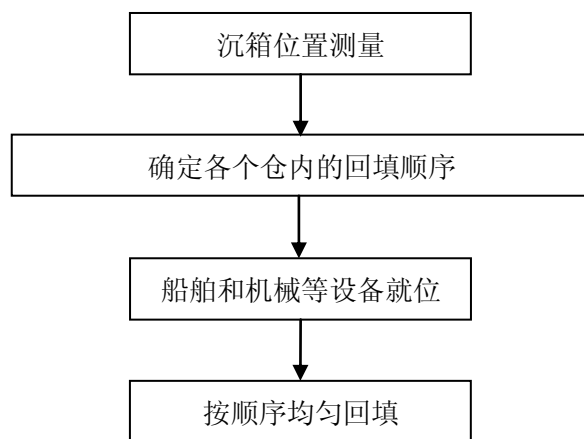


图 3.8-2 沉箱内回填施工工艺流程

3.8.4 工艺控制重点

3.8.4.1 沉箱安装完毕验收合格后应立即进行箱内回填的施工。沉箱内回填施工应自当潮水退潮至沉箱顶面时开始，潮水涨潮至淹没沉箱时结束。

3.8.4.2 沉箱间有倒滤井的宜先进行倒滤井施工。遇到风浪无法进行倒滤井施工时，应在抛填前对倒滤井仓口作封盖处理。

3.8.4.3 应计算好每一沉箱仓格内每米高度的回填量，实行定点定量抛填。

3.8.4.4 应注意回填顺序及仓格回填高差的控制，分层进行均匀回填，每层厚度宜控制在 1~2m；相邻仓格的填料高差不大于设计要求，抛填过程中应由测量人员打水砣测定抛填情况。

3.8.4.5 沉箱内回填砂施工完成后应及时进行覆盖保护。封仓混凝土浇筑前，应对沉箱顶部进行检查，并将淤泥质沉积物等清除干净。

3.8.4.6 应及时进行沉箱的沉降、位移观测与分析。

3.9 墙后棱体及倒滤结构

3.9.1 工艺简述

3.9.1.1 倒滤井抛填根据作业方式分为水上抛填和陆上抛填。本指南主要介绍水上抛填工艺，即采用配备远距离输送带的驳船水上抛填碎石，采用配备反铲的驳船水上抛填二片石的施工工艺。

3.9.1.2 墙后棱体、碎石混合倒滤层主要施工工艺分为：水上抛填、陆上推填、水陆相结合三种施工工艺。本指南主要介绍水陆相结合的工艺，即采用水上抛填和陆上推填相结合，驳船水上抛填至出水面后，然后采用陆上推填至设计标高，再由长臂反铲进行理坡平整。

3.9.1.3 土工布铺设工艺采用水上部分陆上定位摊铺，水下部分“潜水员+定位工作船摊铺固定”的工艺。

3.9.2 前置要点

3.9.2.1 倒滤井施工前置要点主要包括以下内容：

- (1) 已复核倒滤井底部标高及检查回淤、溢流沉积物情况。
- (2) 预制钢筋混凝土插板已预制完成，并通过监理工程师验收。
- (3) 倒滤井两侧防碰撞设施已安装到位。
- (4) 施工船舶边缘已系挂橡胶轮胎进行防护。

3.9.2.2 墙后棱体及倒滤层施工前置要点主要包括以下内容：

- (1) 棱体抛填前，已检查基床和岸坡有无回淤或塌坡，必要时应进行清理。
- (2) 沉箱内回填已施工完成，沉箱的沉降位移无异常变化。
- (3) 抛填料已检验合格，并通过监理工程师验收。
- (4) 采用“反铲+定位船+运输船”的工艺时，应符合本指南 3.2.2.2 款的要求。
- (5) 倒滤层施工前，棱体理坡已完成并通过监理工程师验收；已检查棱体坡脚的回淤情况，必要时进行清淤；坡面上已设置标志、标线。

3.9.2.3 土工布施工前置要点主要包括以下内容：

- (1) 倒滤层已通过监理工程师验收；坡脚的回淤情况已检查，必要时进行清淤；
- (2) 土工布已检验合格；压载土工布的辅助材料应准备齐全；
- (3) 潜水员使用的电气设备、装备、器具和水下设施已检查，并符合现行规范要求。
- (4) 潜水作业船已应按规定显示信号，且信号完整、齐全可靠。

3.9.3 工艺实施流程

3.9.3.1 倒滤井施工工艺实施流程见图 3.9-1。

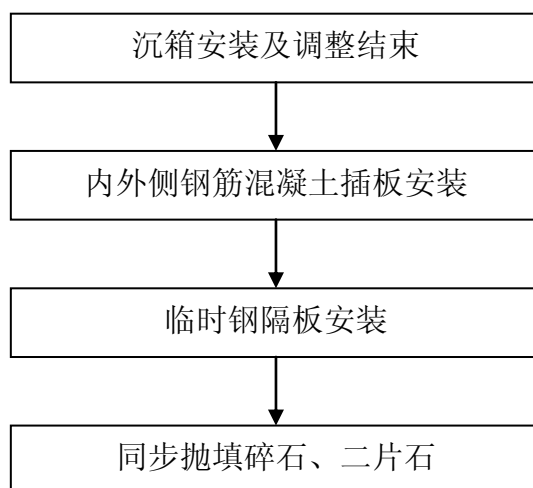


图 3.9-1 倒滤井施工工艺实施流程

3.9.3.2 抛石棱体及倒滤层施工工艺实施流程见图 3.9-2。

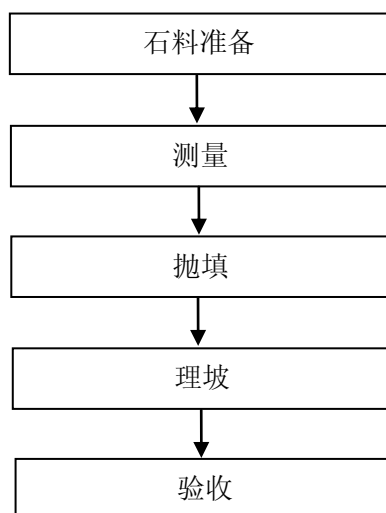


图 3.9-2 抛石棱体、倒滤层施工工艺实施流程

3.9.3.3 土工布施工工艺实施流程见图 3.9-3。

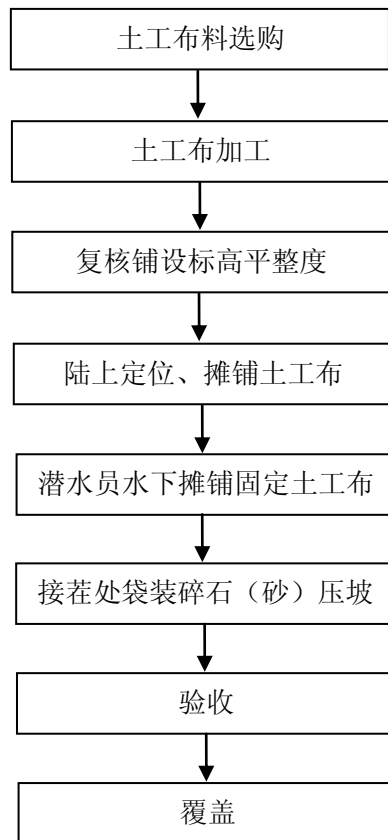


图 3.9-3 土工布施工工艺流程

3.9.4 工艺控制重点

3.9.4.1 倒滤井施工工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 钢筋混凝土插板宜整体制作，并一次安装到位，安装后应及时固定。
- (2) 临时钢格板安装并固定；碎石、二片石应同步均匀抛填。
- (3) 倒滤井碎石顶标高应超出沉箱顶标高 50cm 以上，高出部分应进行临时围挡。

3.9.4.2 墙后棱体及倒滤层施工工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 棱体抛填应根据沉降位移情况进行分层抛填，且间隔时间不宜过长；抛填时应距沉箱一定安全距离，当距离沉箱较近部位应在低潮时由反铲定点抛填。
- (2) 陆上推填应顺着墙身（纵向）推填。
- (3) 棱体抛完应及时理坡，理坡完成后应在其表面抛填一层二片石并进行整理。
- (4) 棱体抛填时应加强对沉箱、岸坡的沉降位移观测。
- (5) 混合倒滤层碎石级配连续均匀；分段铺筑时，应使接缝层次清楚。
- (6) 碎石混合倒滤层施工完成后，应及时验收，对坡度和厚度不满足要求部位

须补抛。

3.9.4.3 土工布施工工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 土工布应紧贴碎石垫层，并留有一定的余量；水下铺设时，应由潜水组配合检查。

(2) 土工布应沿倒滤层横断面方向铺设，沿倒滤层轴线方向相邻两块土工布连接采用搭接形式时，搭接长度应满足设计要求且不小于 1 米。

(3) 土工布铺设时应同步按 1~2 米间距进行袋装碎石（砂）压坡；铺设完成后，应及时自下而上进行覆盖施工。

(4) 土工布沿沉箱后壁铺设时应采取固定措施。

3.10 现浇胸墙

3.10.1 工艺简述

3.10.1.1 根据胸墙浇筑模板工艺的不同，可分为整体模板一次到顶浇筑和采用分层模板分层浇筑工艺。二者比较见表 3.10-1。本指南重点介绍分层模板分层浇筑工艺。

表 3.10-1 胸墙整体与分层浇筑工艺对比表

工艺	特点	适用条件
整体模板一次到顶浇筑	无施工缝，整体性好，进度快。但对施工过程沉降、位移的适应性差；体积较大时，连续浇筑，劳动强度高；大体积混凝土易产生温度裂缝。	适用于岩石地基等基层较好的小型胸墙
分层模板分层浇筑	适应施工过程沉降、位移的影响。但存在施工缝。上下层混凝土因约束应力易产生裂缝；进度慢。	适用于高大胸墙浇筑

3.10.1.2 现浇胸墙根据施工作业面条件的不同，可分为离岸水上施工和陆上施工。离岸水上施工采用平板工作驳船、搅拌船、材料运输船等，条件允许时应采用搭设临时施工便桥的工艺转化为陆上施工，施工成本较高。

3.10.1.3 根据胸墙混凝土入仓方式的不同，可分为泵送入仓、吊罐入仓、溜槽入仓工艺，三者比较见表 3.10-2。

表 3.10-2 胸墙混凝土浇筑入仓工艺对比表

工艺	特点	适用条件
泵送入仓	工效高，机械化程度高，操作简单。但混凝土坍落度大，成本高。	适用于一般工况
吊罐入仓	混凝土坍落度较小，表观质量易于控制；操作灵活，混凝土成本较低。但需起重作业；工效较低，作业人员较多。	现场有现成的起重设备
溜槽入仓	工艺简单，需要设备少，工效高，成本低。但受现场作业条件（高差）的限制；需要频繁移动溜槽。	陆上施工，浇筑现场具备溜槽作业条件（混凝土卸料平台与浇筑面有合适的高差）

3.10.2 前置要点

3.10.2.1 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。对于涉及高大模板施工或搭设临时施工便桥专项施工方案已组织专家论证评审，并经施工单位技术负责人、总监和建设单位技术负责人批准签认。

3.10.2.2 已满足本指南 2.1.2.1、2.1.2.3、2.1.2.4 款的内容。其中胸墙的分层高度的确定，应依据设计断面形式、管沟与预埋件等位置结合结构受力特点综合考虑，避免在受力部位和应力集中处分层；分层浇筑方案应经设计确认。

3.10.2.3 下部安装构件沉降位移已稳定。

3.10.2.4 施工通道畅通安全、施工用水用电已落实，钢斜梯见图 3.10-1。



图 3.10-1 钢斜梯

3.10.3 工艺实施流程

3.10.3.1 胸墙浇筑工艺实施流程见图 3.10-2。

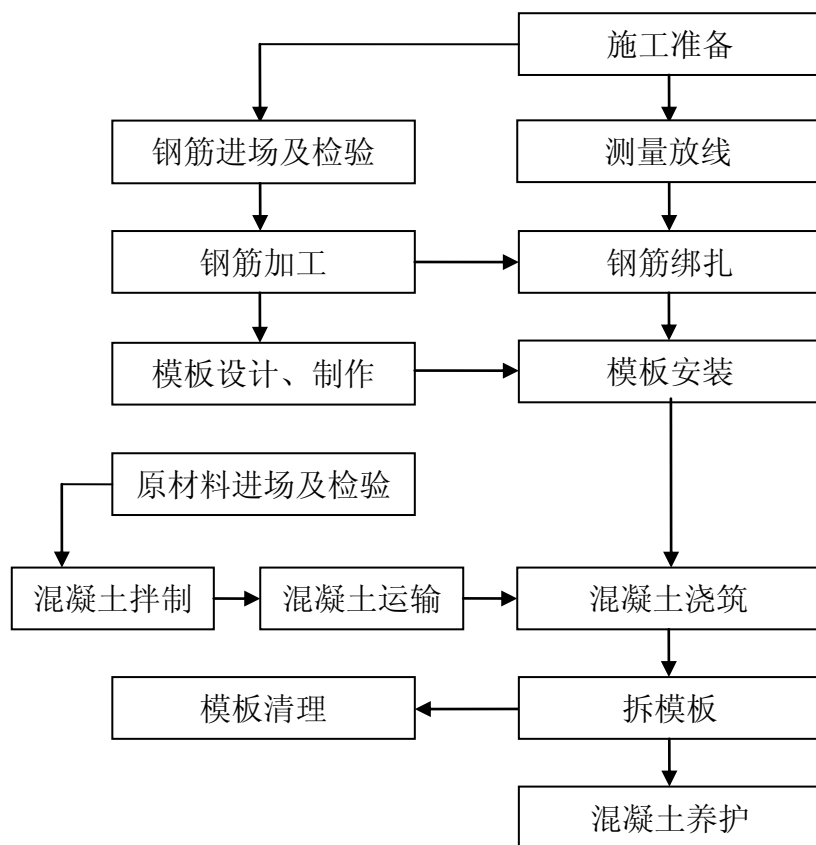


图 3.10-2 胸墙浇筑工艺流程

3.10.4 工艺控制重点

3.10.4.1 现浇胸墙应开展首件典型施工。

3.10.4.2 胸墙模板工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 模板计算应考虑波浪、流作用的附加力，充分考虑可能的施工荷载组合并留有足够的安全储备。

(2) 模板应采用桁架式整体钢模板，模板的板面厚度不应小于 4mm，其制作及拼装应符合本指南第 2.1.4.1 (2)、(3) 项的要求，并采用本指南第 2.1.4.1 (4) 项的无棱化处理工艺。其中操作平台、上下爬梯、防护栏杆见图 3.10-1。

(3) 模板与下承层间及模板间的拼缝应采用本指南第 2.1.4.1 (5) 项的止浆措施。

(4) 模板安装应采用本指南第 2.1.4.1 (6)、(7)、(8) 项的施工工艺。

(5) 脱模剂和模板存放应符合本指南第 2.1.4.1 (9)、(10) 项的要求。

(6) 胸墙后沿模板支模宜采用预埋圆台螺母，见图 3.10-3。

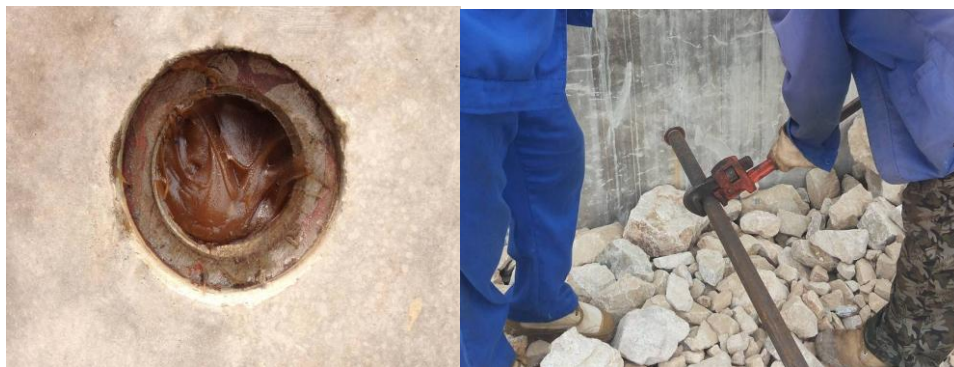


图 3.10-3 预埋圆台螺母

3.10.4.3 钢筋制作绑扎工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 (1)、(2)、(3)、(4) 项的工艺。其中钢筋安装定位卡模和绑扎架钢筋安装定位卡模固定措施见图 3.10-4、钢筋定位卡模和绑扎架见图 3.10-5。在上层预埋钢筋上应设置纵向通长限位筋，并通过定位架固定在模板上。

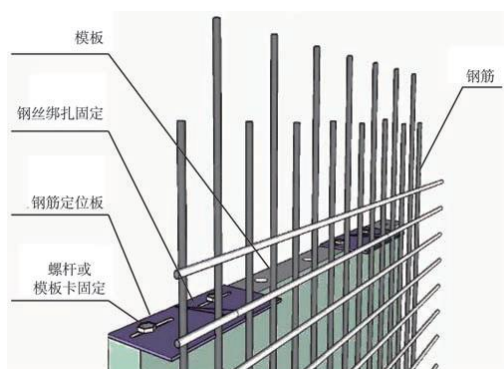


图 3.10-4 钢筋安装定位卡模固定措施



图 3.10-5 钢筋定位卡模和绑扎架

(2) 保护层垫块使用宜符合本指南第 2.1.4.2 (5) 项的要求。其中侧面的钢筋

宜采用圆饼型垫块，见图 2.1-26。

(3) 在预留坑洞等断面变化处宜增设“八字筋”。

3.10.4.4 护舷定位板埋设应符合 2.4 节的相关要求。

3.10.4.5 系船柱锚栓埋设应符合 2.4 节的相关要求，并应根据施工经验及沉降情况，在委托加工时，螺牙及螺栓长度应比设计长度适当加长，一般取 5cm，安装螺栓时考虑预留的沉降量，连同定位板用钢筋一同固定。

3.10.4.6 锚锭等门机预埋件宜采取预留坑的施工工艺，待胸墙沉降位移稳定后再将锚锭准确预埋安装。

3.10.4.7 混凝土浇筑工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 混凝土浇筑前膜内清理、下料方式、每层顶面处理和乘潮施工应符合本指南第 2.1.4.4 (1)、(2)、(3)、(4) 项的要求。

(2) 对于非岩石地基，胸墙顶部宜预留 30~40cm 面层，待沉降稳定后再浇至设计标高。

(3) 混凝土施工缝处理应符合本指南第 2.1.4.4 (5) 项的要求。

(4) 胸墙上下层混凝土浇注的间隔时间宜控制 7 天内。混凝土宜采取本指南第 2.1.4.4 (6) 项的措施控制温度裂缝。

(5) 轨道、电缆槽边缘和人孔井四个边角部位宜采用振捣棒加强振捣的措施，以粗骨料不再下沉、表面不再冒泡为准。

(6) 胸墙面层宜增设钢筋网片、混凝土添加聚丙烯纤维。钢筋网片宜设置在面层往下 3~5cm，纵向断开间距与缩缝间距一致。

(7) 胸墙面层施工时，系船柱、铁件等周边混凝土宜采用“二次浇筑后浇带”工艺。在系船柱四周贴橡胶条，分区块进行两次浇筑，系船柱周围混凝土分两次浇筑图 3.10-6。



图 3.10-6 系船柱周围混凝土分两次浇筑

(8) 胸墙面层压面抹光应遵循“高温时段浇筑，低温时段抹面”的原则，宜采用人工与机械压面抹光相结合的工艺，机械压面抹光次数宜在 4 遍以上；在和角钢、电缆槽衔接的地方应采用人工铁抹搓平，处理平顺；对掉落在角钢和电缆槽上的水泥浆应及时清理干净。

(9) 每段胸墙面上宜每隔 3m 切割 1 道缩缝（根据每段胸墙预埋件和预埋空洞位置可适当调整间距和增加缩缝数量），割缝深度宜取 3cm，宽度宜取 3mm。割缝应采用本指南 2.3.4.5（5）项的工艺。

(10) 变形缝宜采用收缩性好、耐腐蚀且埋设方便的 20mm 厚橡胶板，并固定牢固，变形缝采用橡胶板填充示意图见图 3.10-7。



图 3.10-7 变形缝采用橡胶板填充示意图

(11) 胸墙混凝土养护应符合本指南第 2.1.4.4（7）项的要求。非顶层胸墙养护时间不宜少于 14 天，顶层胸墙养护时间不宜少于 28 天，混凝土覆盖养护见图 3.10-8。



图 3.10-8 混凝土覆盖养护示意图

(12) 胸墙圆台螺母拆除后应采用本指南第 2.1.4.4 (8) 项工艺进行填补、封闭。

(13) 胸墙浇筑完成后应设置二维码标识, 二维码标识应符合本指南第 2.1.4.4 (9) 项的要求。

4 高桩码头

4.1 混凝土桩预制

4.1.1 工艺简述

4.1.1.1 混凝土桩根据预制工艺可分为后张法预应力大管桩、先张法预应力 PHC 桩和先张法预应力方桩等。

(1) 后张法预应力大管桩是指采用干硬性混凝土通过激振、辊压、离心复合成型工艺，制成标准管节，通过管节端部涂刷粘结剂、张拉预应力钢绞线、预留孔道灌浆、放松钢绞线形成自锚体系等一系列工序拼接形成所需长度的管桩。

(2) 先张法预应力 PHC 桩是指采用先张预应力工艺，将混凝土经高速离心密实成型，经常压蒸汽养护，根据设计长度拼接而成的高强预制混凝土管桩。

(3) 先张法预应力方桩是指经制安钢筋骨架、安装模板、先张预应力、浇筑混凝土、振捣密实、养护等工艺制成的空心或实心预应力混凝土方桩。

4.1.1.2 混凝土预制桩制桩工艺对比表见 4.1-1。

表 4.1-1 混凝土预制桩工艺分类

工艺	特点	适用条件
后张法预应力大管桩	竖向承载力高，抗弯能力强，桩身抗锤击性能较好。 生产过程自动化程度高，劳动强度低。但制作工艺复杂，生产技术和设备要求较高。	适用于各种类型的桩基工程，多用于大中型码头工程
先张法预应力 PHC 桩	竖向承载力高；预制工艺较大管桩简单，生产过程自动化程度高。但抗锤击性能较弱，桩身抗弯能力较大管桩差。	多用于以摩擦桩为主的码头桩基工程
先张法预应力方桩	较同等尺度（边长对应直径）的 PHC 桩，竖向承载力高，抗弯能力强，桩身抗锤击性能好，且工艺简单。但受制于边长尺寸的限制，在长径比较大的情况下，吊运和吊立时，抗弯能力弱；同时生产过程自动化程度低，劳动强度大，预制质量（空心桩）不易控制。	多用于以端承桩为主的中小型码头桩基工程

4.1.2 前置要点

4.1.2.1 桩基用混凝土、灌浆料配合比已验证。

4.1.2.2 管节张拉、离心、养护、制作台座等设备完好，运转正常。

4.1.2.3 方桩预制已满足本指南 2.1.2.1、2.1.2.2、2.1.2.4、2.1.2.5 款的内容。

4.1.2.4 预制空心方桩所用气囊已检查，满足要求。

4.1.3 工艺实施流程

4.1.3.1 后张法预应力大管桩预制工艺实施流程见图 4.1-1。

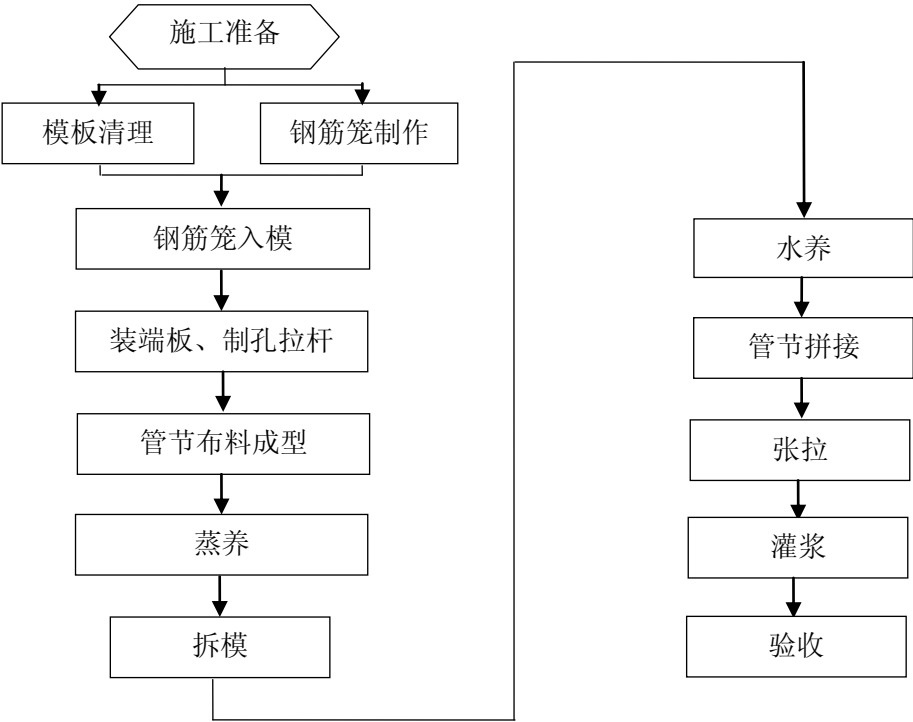


图 4.1-1 后张法预应力大管桩预制工艺流程

4.1.3.2 先张法预应力 PHC 桩预制工艺实施流程图 4.1-2。

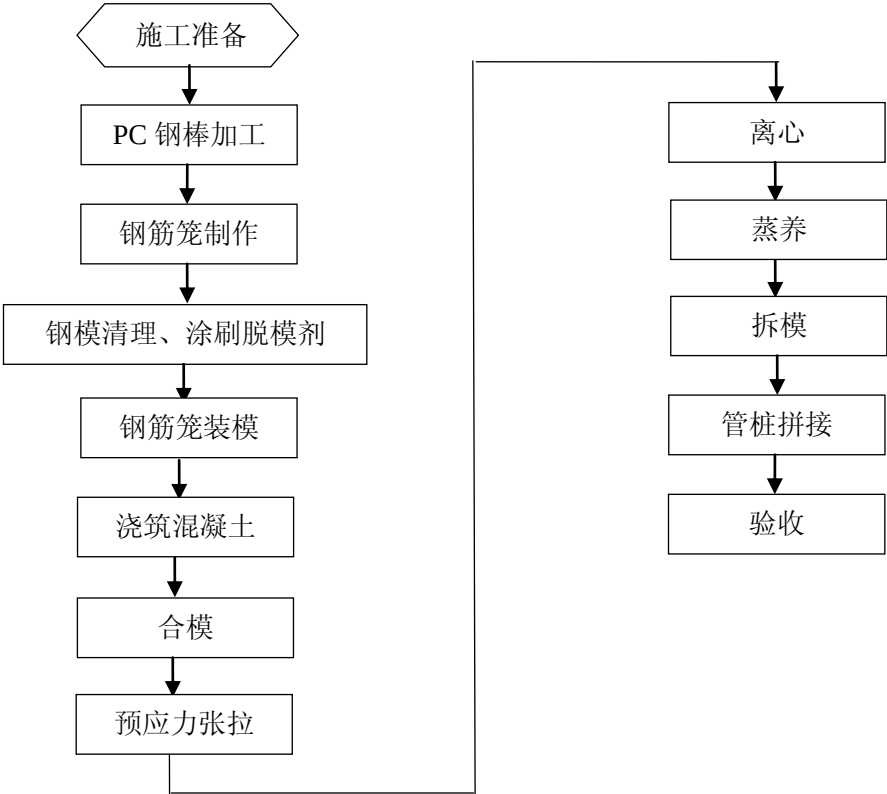


图 4.1-2 先张法预应力 PHC 桩预制工艺流程

4.1.3.3 先张法预应力方桩预制工艺流程见图 4.1-3。

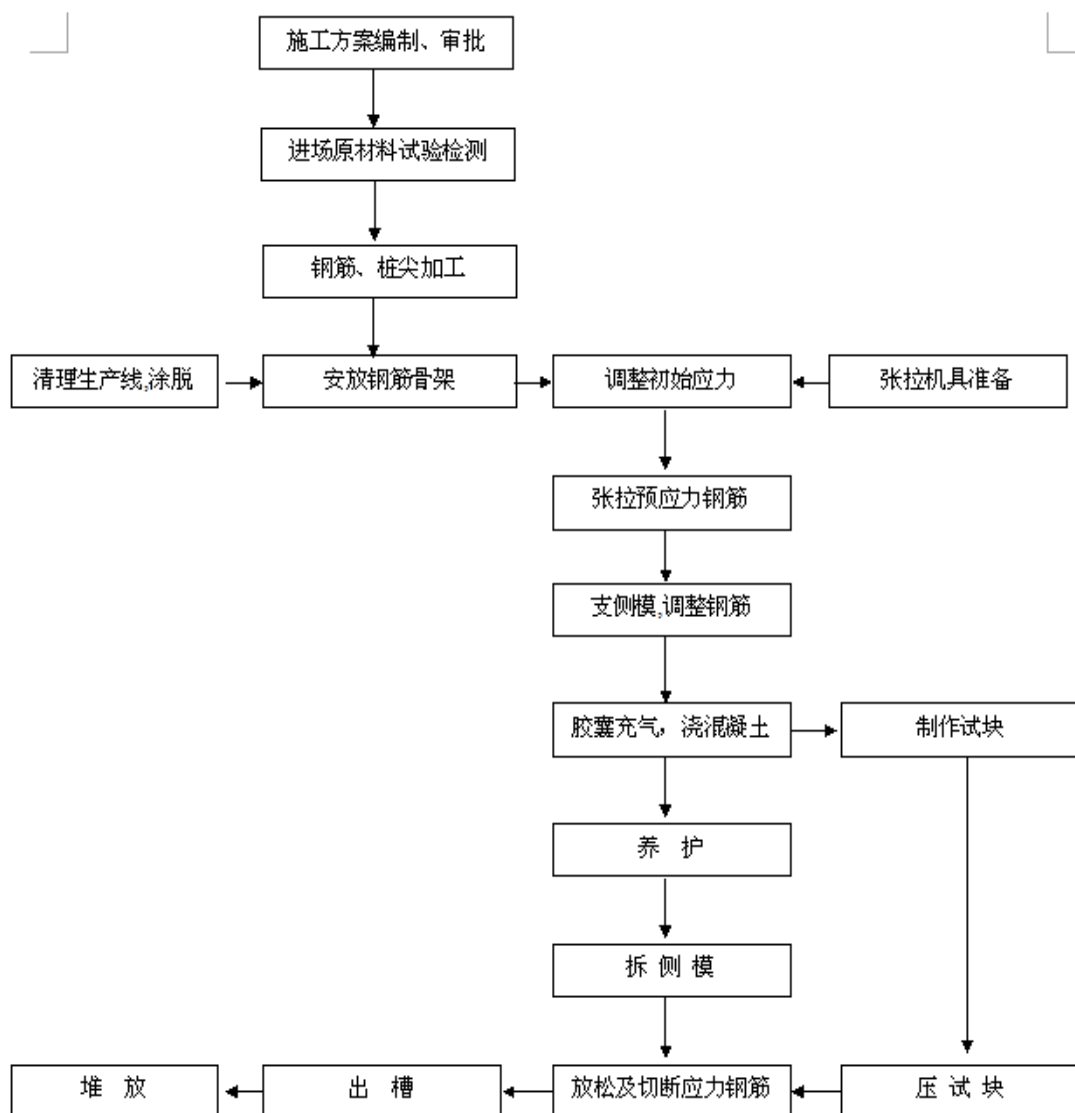


图 4.1-3 先张法预应力方桩预制工艺流程

4.1.4 工艺控制重点

4.1.4.1 混凝土预制桩应开展首件典型施工。

4.1.4.2 大管桩管节预制工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 钢筋笼应采用自动滚焊机成型，钢筋经冷拔处理，垫块宜采用高密度聚乙烯塑料压制成表面为凹凸形的卡式垫块。

(2) 管节成型钢模应采用强度高、弹性好、合缝间隙小于 0.3mm 的单开式定型弹性钢模，钢筋笼入模前应均匀涂刷脱模剂。

(3) 管节成型过程中的喂料、离心机运行等应由电脑控制系统控制，管节成型

电脑控制见图 4.1-4。

(4) 混凝土应采用干硬性混凝土，通过激振、辊压、离心复合成型。

(5) 管节成型后应连同钢模整体卧放于蒸养池，温度 65℃左右养护 8~10 小时，并应采用电脑系统控制。脱模并验收合格后再入池水养 7 天，管节入池养护见图 4.1-5。



图 4.1-4 管节成型电脑控制



图 4.1-5 管节入池养护

4.1.4.3 大管桩管节拼接工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 管节拼接前应吹入无油分的压缩空气清洗管道，去除松散颗粒等杂物。

(2) 钢绞线施加预应力应采用二次张拉工艺。张拉前，管节端部应按要求打磨清理后涂刷粘结剂，管节合缝口位置应对齐，钢绞线应穿梭到位；第一阶段的张拉力应为控制应力值的 20%~30%，张拉需在粘结剂初凝前结束；第二阶段的预应力应张拉至应力值。大管桩张拉见图 4.1-6。



图 4.1-6 大管桩张拉

4.1.4.4 大管桩孔道压浆工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 压浆前应采用快硬性水泥浆封闭锚具。

(2) 孔道压浆应在预应力钢绞线张拉完成后 48 小时内完成。孔道压浆宜采用单向压浆，封堵前，出浆孔流出的浆液稠度需稳定并达到进浆口稠度。预应力孔道内水泥浆应饱满。

(3) 水泥浆自调制至压入孔道的持续时间，不宜超过 45 分钟，水泥浆在使用前和压注过程中不应停止搅动。

(4) 应控制压浆时的环境温度，当白天气温高于 35℃时，压浆宜在夜间进行。孔道内水泥浆在注入后 48 小时内，结构混凝土温度不得低于 5℃。

(5) 压浆完成后，注浆管应在维持压力下封闭，直至水泥浆凝固方可拆除。

(6) 压满浆的管桩 24 小时内不得受振动。压浆 48 小时后，应检查注入端及出气孔的水泥浆密实情况，存在缺陷时应进行处理。

4.1.4.5PHC 桩施加预应力工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 张拉机头中心应对准钢模轴心后进行张拉。

(2) 高强钢棒的控制应力为 $0.7 F_{py}=994\text{N/mm}^2$ 。

(3) 钢棒张拉时应采用张拉应力和伸长量双控，伸长量应考虑模板压缩的影响，PHC 桩张拉控制仪见图 4.1-7。



图 4.1-7 PHC 桩张拉控制仪

4.1.4.6PHC 桩混凝土浇筑工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 浇筑混凝土时，模具温度不宜超过 45℃。

(2) 放入钢模内的钢筋骨架应平直，不得有散筋等。

(3) 混凝土落料应均匀平铺于整根桩。

4.1.4.7 PHC 桩管节离心成型工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 离心转速分低速、中速、高速三级，离心成型见图 4.1-8。离心时间宜控制在 15~20 分钟；管节成型后，内壁应光滑、密实。

(2) 模具发生跳动时，应及时维修，防止高速离心造成桩坍落。

(3) 离心成型后，倒清余浆，管桩内壁不得有露筋及混凝土坍落现象。

(4) 离心成型后的管桩严禁振动、碰撞。



图 4.1-8 离心成型

4.1.4.8 PHC 桩常压蒸养及脱模工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 常压蒸养前应静停 1 小时，升温 1.5 小时，恒温 4 小时，降温时间不应少于半小时，蒸养池见图 4.1-9。

(2) 脱模前，混凝土强度应达到 45MPa 以上。

(3) 脱模时，固定端螺栓应对称均匀放松，见图 4.1-10。

(4) 脱模场地应采用柔性材料铺底，铺底材料须保持同一水平面上。

(5) 脱模时管桩表面温度与环境温度之差不应大于 45℃。



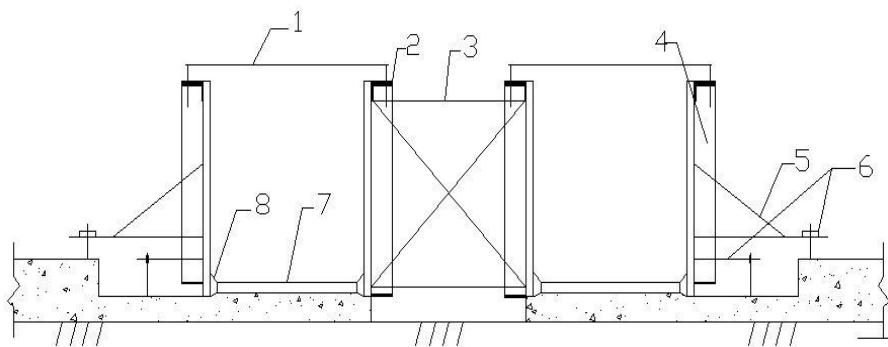
图 4.1-9 蒸养池



图 4.1-10 脱模

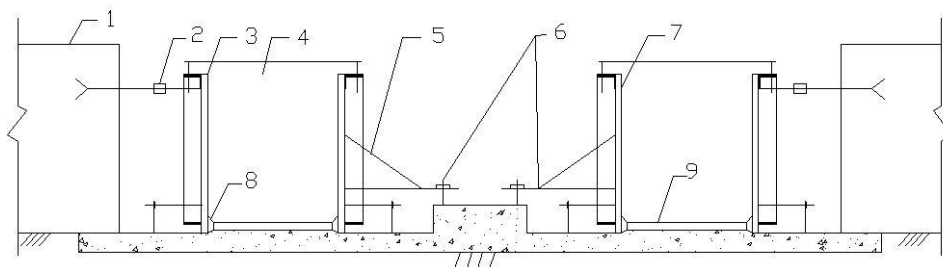
4.1.4.9 预应力钢筋混凝土方桩预制工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 墩式台座和压柱式台座桩底模和侧模应符合本指南第 2.1.4.1 (1)、(2) 项的要求，并采用本指南第 2.1.4.1 (4) 项的无棱化处理工艺。模板间拼缝应采用本指南第 2.1.4.1 (5) 项的止浆措施。墩式台座桩模板见图 4.1-11，压柱式台座桩模板见图 4.1-12。



1—定距拉杆；2—固定侧模；3—固定侧模支架；4—活动侧模；
5—三角支架；6—顶紧装置；7—底模；8—止浆条

图 4.1-11 墩式台座桩模板示意图



1—定距拉杆；2—紧器式支顶螺杆；3—固定侧模；4—定距拉杆；
5—三角支架；6—顶紧装置；7—活动侧模；8—止浆条；9—底模

图 4.1-12 压柱式台座桩模板示意图

(2) 模板安装应采用本指南第 2.1.4.1 (6)、(8) 项的施工工艺；同时应采取
措施控制桩尖斜面角度和中心位置，以及桩顶面出现倾斜。

(3) 脱模剂和模板存放应符合本指南第 2.1.4.1 (9)、(10) 项的要求。

(4) 钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 (1)、(2)、(3) 项的工艺，钢筋
绑扎见图 4.1-13，压杠见图 4.1-14。

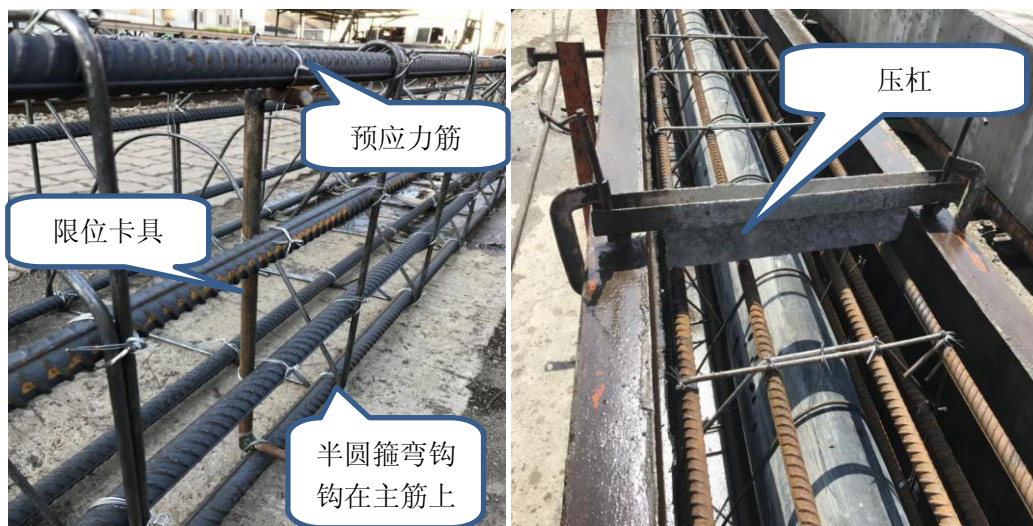


图 4.1-13 钢筋绑扎

图 4.1-14 压杠

(5) 保护层垫块使用宜符合本指南第 2.1.4.2 (5) 项的要求。其中侧面的钢筋
宜采用圆饼型垫块，见本指南图 2.1-26。

(6) 利用充气胶囊制桩时，应采取有效措施，控制胶囊上浮及偏心，并控制胶
囊拔出时间。

1) 应采用双向半圆箍筋固定胶囊，箍筋应分别勾连上下排的预应力筋。半圆箍
筋下料尺寸应考虑胶囊上浮预留量，其内径宜比设计图纸小 20mm，见图 4.1-13；

2) 每隔一定间距，在上下层主筋间应设置一个限位卡具，并在钢筋骨架上侧设
置一道压杠，见图 4.1-13，图 4.1-14；

3) 混凝土浇筑时，下料应分层、左右对称，先浇底层，减小胶囊上浮和侧偏；

4) 胶囊拔出时间宜控制在桩身混凝土用手指按压，无明显印痕。

(7) 预应力钢筋的张拉、放松及切断应满足指南第 2.1.4.3 (1)、(2)、(3)、
(5) 项的要求。

(8) 混凝土浇筑前膜内清理、下料方式应符合本指南第 2.1.4.4 (1)、(2) 项
的要求，混凝土下料斗混凝土下料斗图 4.1-15。



图 4.1-15 混凝土下料斗

(9) 顶面混凝土振捣和抹面应采用本指南第 2.1.4.4 (3) 项的工艺，第二次抹面时宜边抹面边适度轻压。

(10) 在露天台座制作预应力混凝土方桩，应采取措施减少钢筋张拉与混凝土浇筑两个工序间温度差的影响。

(11) 采用拼接桩时，上下两节宜同槽预制。拼接处的预埋铁件加工应符合设计要求，接头应平整密贴，并应在桩上编号，对号吊运及接桩。

(12) 桩内部的空心部分宜采用蓄水养护；台座内及桩堆场的养护胸墙混凝土养护应符合本指南第 2.1.4.4 (7) 项的要求，桩堆场自动喷淋辅助人工养护见图 4.1-16。养护期不宜少于 28 天。



图 4.1-16 桩堆场自动喷淋辅助人工养护

(13) 方桩预制完成后应设置二维码标识, 二维码标识应符合本指南第 2.1.4.4 (9) 项的要求。

(14) 方桩起吊应采用专用夹具, 并应采用专用吊架(如钢桁架式结构的钢扁担)多点吊运, 吊点位置符合设计要求, 方桩吊运见图 4.1-17。



图 4.1-17 方桩吊运

4.2 水上沉桩

4.2.1 工艺简述

4.2.1.1 水上沉桩按沉桩方式的不同分为锤击法、振动法等, 本指南主要介绍打桩船锤击沉桩。

(1) 锤击法沉桩是利用锤的断续冲击, 桩周围土体不断受挤压、剪切破坏、使桩逐步下沉的沉桩方法。

(2) 振动法沉桩施工是在桩上刚性连接振动锤, 形成振动体系, 由锤内偏心块相对旋转产生振动力, 使振动体系上下震动强迫与桩接触的土层相应振动, 使土层强度下降, 土的结构遭受破坏, 土对桩的相对阻力减少, 从而使桩逐步下的沉桩方法。

4.2.1.2 水上沉桩施工工艺对比见表 4.2-1。

表 4.2-1 水上沉桩施工工艺对比表

工艺	特点	适用条件
锤击法	锤击力较大，施工速度快，机械化程度高。但施工时有挤土、噪音和振动。	地基土土质为可塑性粘状土、砂性土、粉土、细砂以及松散的碎卵石类土
振动法	方便，效能高，能耗少，附属机具设备亦少。但适用范围较窄，不宜用于地质复杂的土层。	可塑性的粘性土和砂土

4.2.2 前置要点

4.2.2.1 编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。

4.2.2.2 已对施工区域有碍沉桩的水下管线、沉排或抛石棱体、沉船等障碍物进行探摸和处理。

4.2.2.3 已调查分析打桩对岸坡稳定和邻近建筑物安全的影响，并制定措施。

4.2.2.4 已检查测量平面控制点、水准点及桩位计算的准确性并进行碰桩校核。

4.2.2.5 沉桩前已打桩区域的水深进行测量，必要时进行挖泥疏浚。

4.2.3 工艺实施流程

4.2.3.1 锤击沉桩施工工艺实施流程见图 4.2-1。

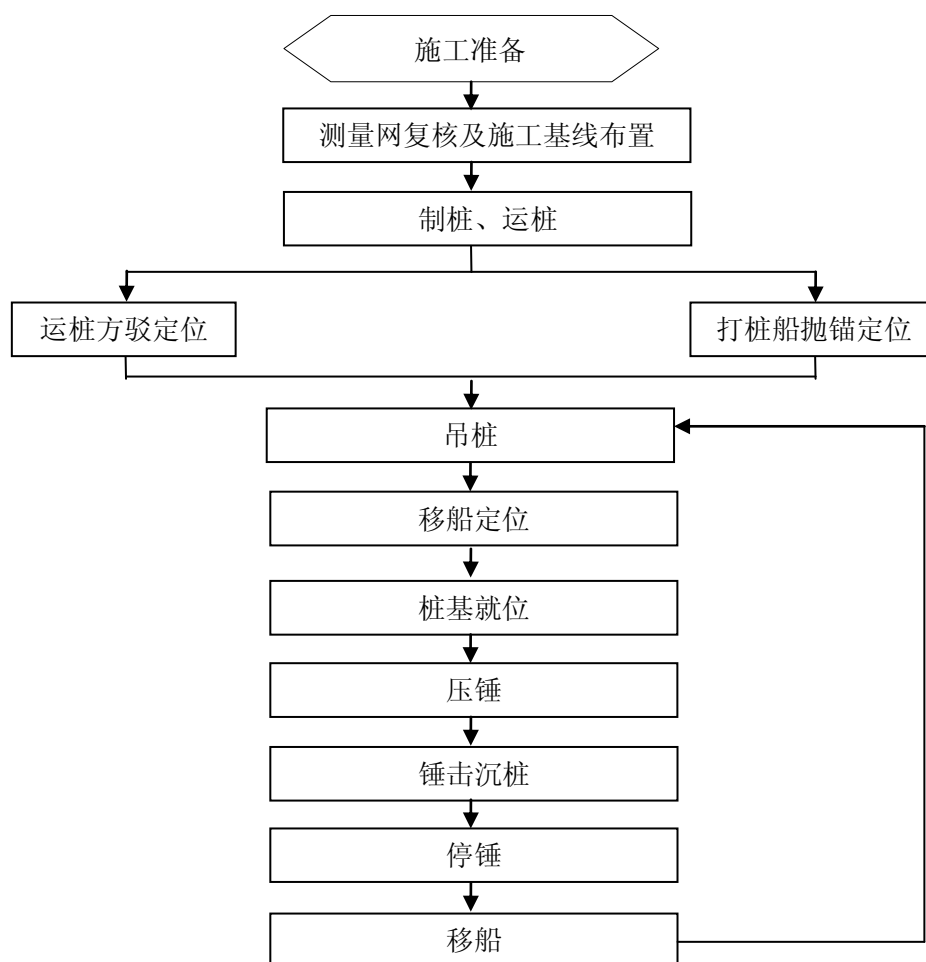


图 4.2-1 锤击沉桩施工工艺流程

4.2.4 工艺控制重点

4.2.4.1 桩吊运、驳运工艺控制重点主要包括以下内容。

- (1) 桩进场前，应对桩身质量及质保资料进行检查验收并记录。
- (2) 桩驳运前，应根据沉桩顺序编制的落驳图分层落驳。桩堆放应采用多支点支撑，垫木应均匀布置并适当布置通楞，垫木顶面标高应一致，堆放不应超过三层。船上应设置固桩设施，防止桩身滑移或滚动。见图 4.2-2。
- (3) 桩驳运时，底层桩与甲板间和桩与相邻桩之间应留有间隙，其中底层桩与甲板间隙不应小于 30cm。
- (4) 龙门吊吊管桩应采用专用吊架进行“多点吊”吊运，管桩驳运，见图 4.2-2。
- (5) 运桩驳船应具有足够长度，桩两端悬臂长度应控制在设计允许范围内。。
- (6) 钢管桩吊运过程中，应采取涂层保护措施，钢管桩吊装时宜采用吊耳，严禁捆扣；驳运时钢管桩的支垫及固桩设施处增设橡胶条或土工布等，钢管桩驳运见图 4.2-3。



图 4.2-2 管桩驳运、吊运



图 4.2-3 钢管桩驳运

4.2.4.2 沉桩定位宜采用卫星定位系统测量定位、全站仪校核的双控定位方式，卫星定位系统见图 4.2-4，全站仪定位见图 4.2-5。

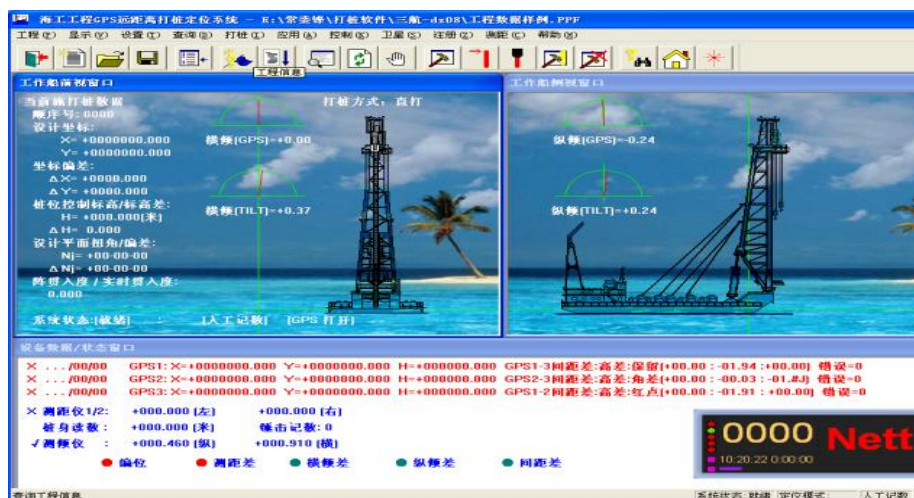


图 4.2-4 卫星定位系统



图 4.2-5 全站仪定位

4.2.4.3 锤击沉桩工艺控制重点主要包括以下内容。

- (1) 沉桩前，应通过试桩确定合理的停锤标准。
- (2) 打桩船及桩驳的锚缆布置应使船身保持平稳，并应避免各船锚缆互相干扰；锚缆应与已沉桩保持一定距离，不得碰桩。
- (3) 沉桩时应防止走锚。斜桩沉桩时应加强前后中心锚缆，必要时应采用双缆；近岸沉桩可在陆上设置地锚。
- (4) 桩的吊点位置应按照设计或规范要求布置，四点吊吊桩见图 4.2-6。
- (5) 沉桩时应使桩架的倾斜度与桩的设计斜度保持一致，锤、替打、送桩器与桩应在同一轴线上，沉桩作业见图 4.2-7。
- (6) 钢管桩打桩过程应采用滚动导向轮，高强塑胶导向轮见图 4.2-8。
- (7) 当出现贯入度异常、桩身突然下降、桩身倾斜、移位、出现严重裂缝或破碎掉块等现象时，应立即停止锤击，及时查明原因。
- (8) 沉桩桩垫宜采用柔性桩垫，如瓦楞纸，厚度不宜少于 10cm。



图 4.2-6 四点吊吊桩



图 4.2-7 沉桩作业



图 4.2-8 高强塑胶导向轮

(9) 沉桩后应对桩身外观质量进行检测，并及时夹桩，严禁拉桩；同时应根据规范 and 设计要求进行桩基检测和桩位测量。

(10) 混凝土桩顶超高部分应采用混凝土切割机切割 2 个截面，人工从上截面凿桩或吊移后用凿子凿至下截面，混凝土方桩桩头凿除见图 4.2-9，图 4.2-10。

(11) 严禁在已沉桩上系缆，在已沉桩区两端应设置昼夜警示标志，见图 4.2-11。

(12) 钢管桩夹桩及上部结构等施工过程中，应采取涂层保护措施。如夹桩围图应包缚柔性材料，围图槽钢应镶嵌方木并包缚柔性材料等，见图 4.2-12。

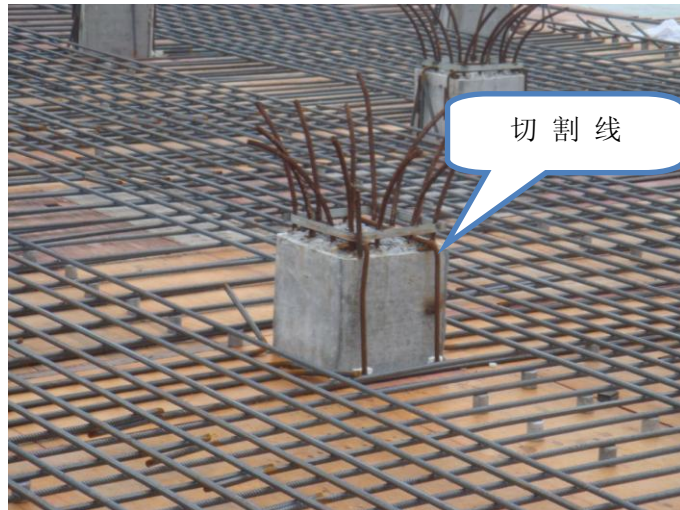


图 4.2-9 混凝土方桩桩头凿除

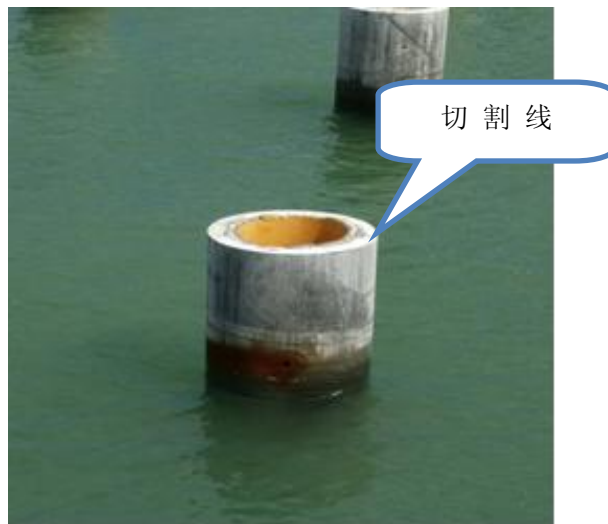


图 4.2-10 PHC 桩桩头凿除



图 4.2-11 夜间警示灯

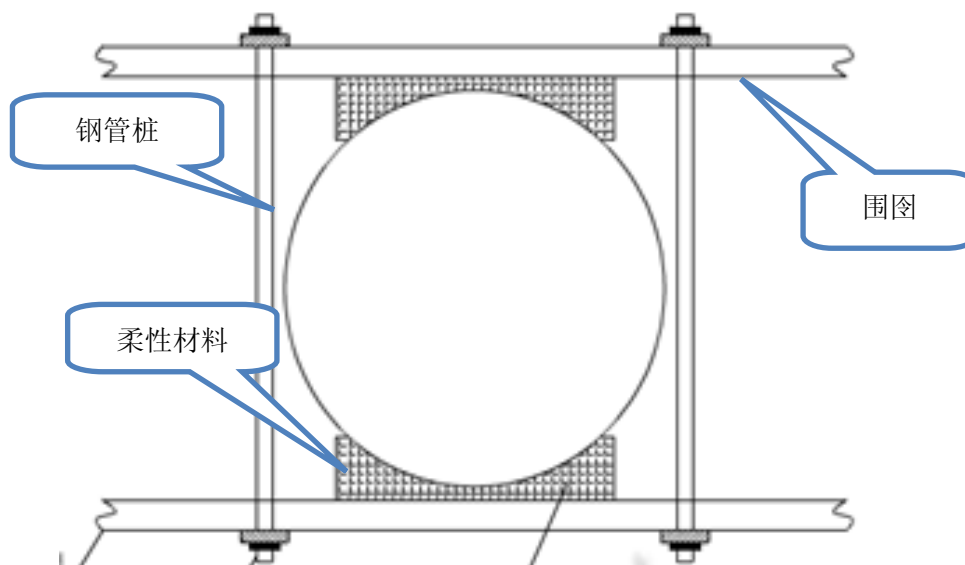


图 4.2-12 围圈包覆柔性材料

4.3 灌注桩（嵌岩桩）施工

4.3.1 工艺简述

4.3.1.1 灌注桩（嵌岩桩）按成孔方法不同分为回旋钻机成孔、冲击钻机成孔、旋挖钻机成孔等。本指南主要介绍灌注桩回旋钻和嵌岩桩冲击钻工艺。

（1）回转钻成孔是用回旋钻机在泥浆护壁条件下回旋钻进，正循环或反循环排渣成孔，安装钢筋笼，灌注水下混凝土成桩。

（2）冲击钻成孔是用冲击式钻机或卷扬机悬吊冲击钻头上下往复冲击，将硬质土或岩层破碎成孔，岩渣采用正循环或反循环排出，安装钢筋笼，二次清孔，灌注混凝土成桩。

（3）旋挖钻机成孔是通过底部带有活门的桶式钻头回转破碎岩土，将其装入钻斗内，由钻机提升装置和伸缩钻杆将钻斗提出孔外卸土，钻至设计深度，安装钢筋笼，灌注混凝土成桩。

4.3.1.2 成孔工艺分类见表 4.3-1。

表 4.3-1 成孔工艺分类

工艺	特点	适用条件
回旋钻机成孔	护壁效果好，成孔质量可靠，施工噪音、振动、挤压小；机具设备简单，操作方便。但受地质条件限制较大。	淤泥、粘性土、砂土、软质岩层
冲击钻机成孔	适用范围广，设备构造简单，所成孔壁稳定。但扩孔率较难控制。	粘性土或粉质粘土以及砂砾石层、漂石层、坚

		硬土层、岩层地基
旋挖钻机成孔	工作效率高，施工质量好，尘土泥浆污染少。但成本高，受地质条件限制。	水位较高、卵石较大等用正、反循环及长螺旋钻无法施工的地层

4.3.2 前置要点

4.3.2.1 工程勘察资料和设计文件已熟悉，地下障碍物等资料已了解。

4.3.2.2 专项施工方案已组织专家论证评审，并经施工单位技术负责人、总监和建设单位技术负责人批准签认。方案中应包括平台与栈桥结构设计及结构计算书、搭设及拆除方案、沉降位移观测方案、平台使用要求等。

4.3.2.3 搭设水上施工平台，已完成安全防护设施并交付验收合格。施工过程中隐蔽验收签认手续和资料齐全。

4.3.2.4 已根据地质、水文及桩基结构和设计要求，选择合理的施工机械设备。

4.3.2.5 嵌岩桩已根据地质资料，计算理论嵌岩起始面和终孔标高。

4.3.3 工艺实施流程

4.3.3.1 灌注桩回旋钻施工工艺实施流程见图 4.3-1。

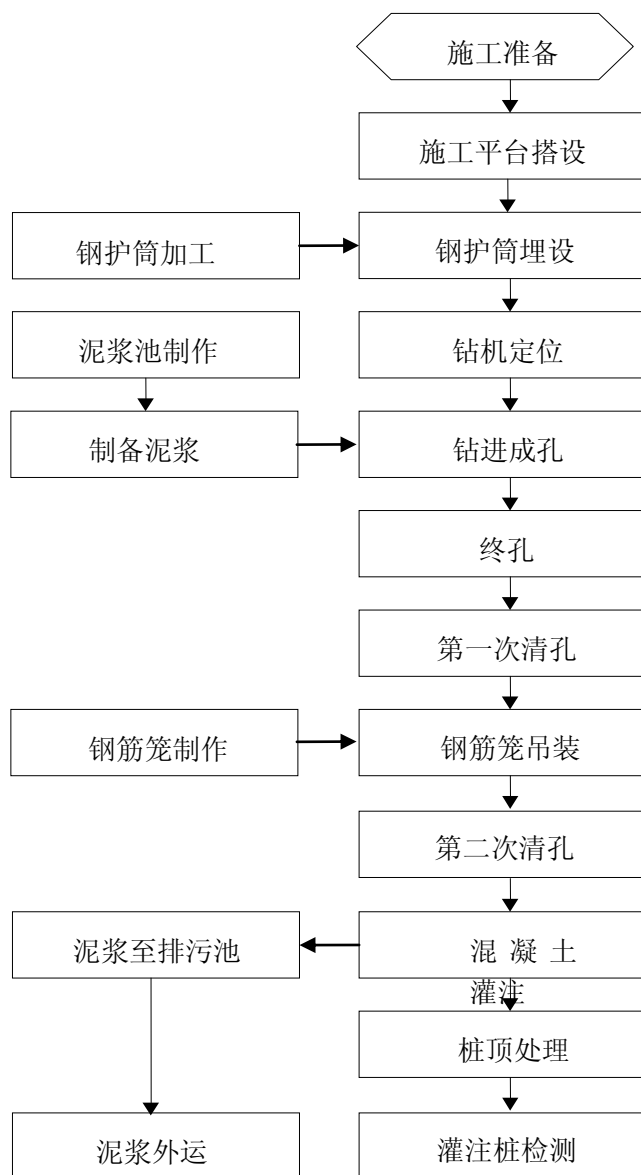


图 4.3-1 灌注桩回旋钻施工工艺流程

4.3.3.2 嵌岩灌注桩冲击钻施工工艺实施流程见图 4.3-2。

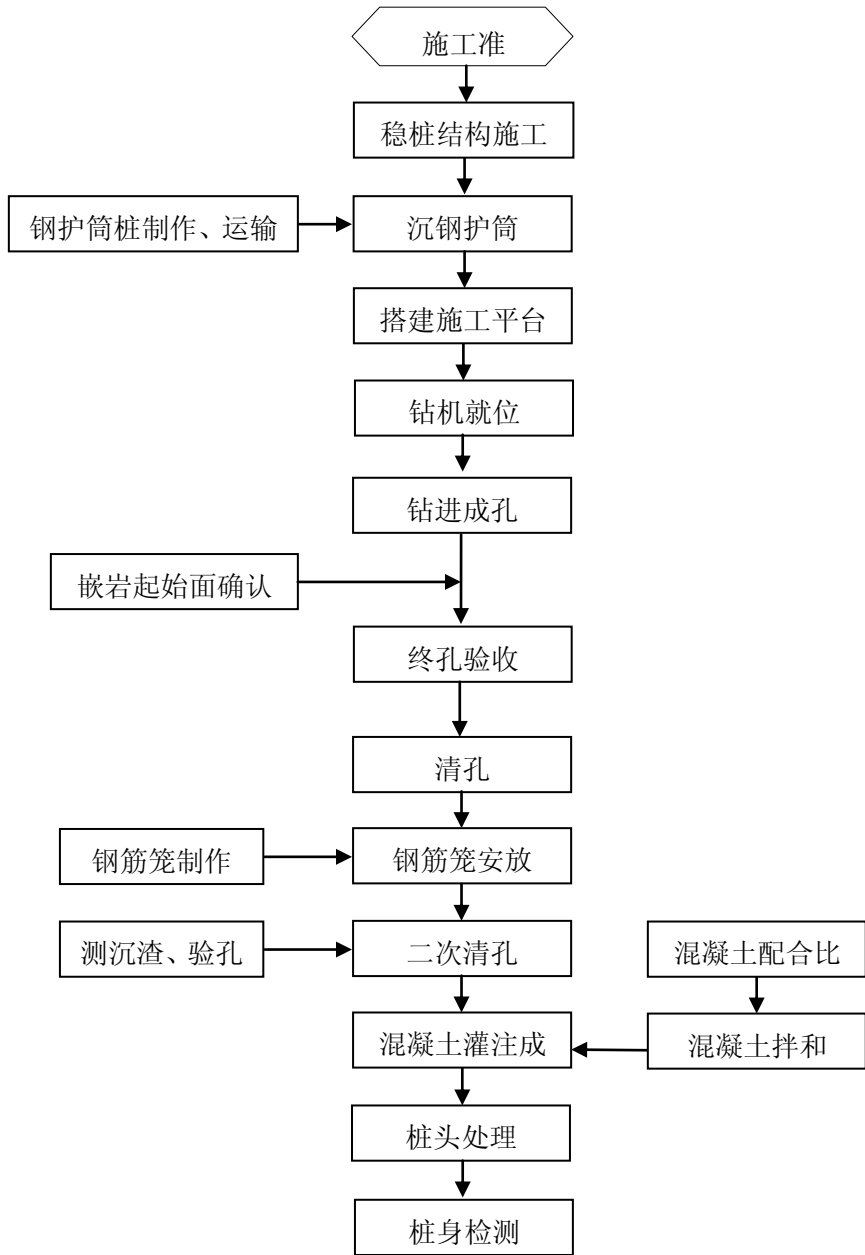


图 4.3-2 嵌岩灌注桩冲击钻施工工艺流程

4.3.4 工艺控制重点

4.3.4.1 施工平台与栈桥搭设工艺控制重点主要包括以下内容。

- (1) 支撑桩入土深度、持力层、长度应满足平台结构设计要求。
- (2) 钢牛腿焊缝长度、高度应满足平台结构设计要求；牛腿顶标高应一致，宜采用水准仪或水平管测量控制。水平撑和剪刀撑与钢牛腿应采用螺栓连接或焊接牢固，钢栈桥见图 4.3-3。
- (3) 横梁安装完成后应及时进行加固，避免横梁倾倒。

(4) 纵梁安装后应采用螺栓连接或焊接与横梁连接牢固；钢面板应与纵梁焊接牢固。

(5) 安全防护设施应与平台同时完成并验收。桩孔应设置安全护栏、盖板或网兜（未施工或浇筑完成时），并应设置安全警示标志，见图 4.3-4，图 4.3-5。

(6) 平台上施工机具的布置宜做到“三线一面”（见图 4.3-6），即桩机、泥浆桶、施工通道应在一条线上，平台面整洁。

(7) 施工平台与栈桥使用过程中应进行沉降位移观测，并检查搁置点的受力情况，如有异常应停工并及时修复、验收。



图 4.3-3 钢栈桥



图 4.3-4 施工时安全护栏



图 4.3-5 安全护栏与网兜

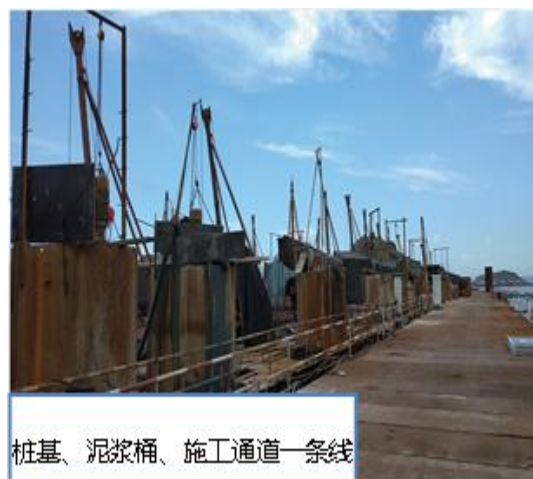


图 4.3-6 平台上施工机具布置

4.3.4.2 钢护筒制作及沉放工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 钢护筒应具有一定的强度和刚度，壁厚应综合考虑下沉深度、护筒长度、直径、地质条件和下沉工艺等因素，并宜在端部加强；中小孔径壁厚不宜小于 8mm，深水复杂地质及大孔径壁厚不应小于 12mm。

(2) 钢护筒的制作宜在专业工厂内完成，特殊情况下，小型钢护筒可现场制作，见图 4.3-7，大型钢护筒工厂制作见图 4.3-8。钢护筒制作完成后，应按照设计和规范要求对焊缝质量进行检测。



图 4.3-7 小型钢护筒现场制作



图 4.3-8 大型钢护筒工厂制作

(3) 水域护筒顶标高应高出施工期最高水位 1.5m~2m，并应考虑波浪的影响。陆域护筒顶标高应高出地面 300mm 以上，并应高出地下水位 1.5m~2m。护筒埋深应综合考虑施工区域、地质条件、护筒使用功能和稳定要求等因素，通过计算比较确定。进入不透水层或较密实的砂卵石层的护筒长度不宜小于 1.0m。

(4) 在平台上沉放钢护筒宜采用可重复利用钢平台限位框对护筒进行精准定位，见图 4.3-9。



图 4.3-9 平台上沉放钢护筒

4.3.4.3 嵌岩桩钢护筒沉桩及稳桩工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 沉桩区域水深条件好、桩径在 5m 内，宜采用大型打桩船沉桩，保证沉桩

速度和正位率。

(2) 沉桩区域水深条件较差，大型船机设备无法进入时，宜采用搭设辅助平台吊打沉桩，桩锤宜选用振动锤，并宜采用可重复利用钢平台限位框对护筒进行精准定位，见图 4.3-9。

(3) 沉桩时宜进行试沉桩，确定锤型和停锤标准，并应避免钢护筒的卷边及变形。

(4) 薄覆盖层或基岩裸露的地质情况，应采用套箱、支撑式钢桁架、导管架及人工基床等人工稳桩措施。

4.3.4.4 成孔工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 钻机安装底座应平稳，钻机就位后，其回转的钻杆、转盘或冲击锤吊绳的中心与成孔位的中心应在同一轴线上，偏差不应大于 20mm。钻进过程中不应发生倾斜、位移和下沉，机架或桩上应设置显示钻进深度的标尺，成孔施工见图 4.3-10。



图 4.3-10 成孔施工

(2) 回旋钻机钻进过程中应保持足够的钻压，开孔段及护筒底应采用轻压、慢转、小泵量钻进。冲击成孔时，宜采用小冲程开孔，使初成孔竖直和圆顺，起导向作用。

(3) 群桩基础的灌注桩同时钻孔时，相邻钻孔应保持一定的间距；当已浇筑混凝土桩的强度未达到 5MPa 时，不应在相邻孔位进行钻孔；深水或地质条件较差的相邻桩孔，不得同时钻进。

(4) 因故障停钻时，应保持孔内液面高度，以保证孔壁内外液面压力平衡，保持孔壁稳定。

(5) 嵌岩桩施工应根据地质资料，岩样情况，施工单位应会同设计、监理、勘

察单位确定嵌岩起始面和终孔标高。

(6) 大直径嵌岩桩宜采用泥浆分离器清孔排渣，泥浆分离器与指标检测见图 4.3-11。



图 4.3-11 泥浆分离器与指标检测

(7) 清孔应采用二次清孔法，并应采用刮孔器或扫孔器清除护筒内壁附着的泥皮。

(8) 终孔后应对孔深、孔径、孔的垂直度、孔底沉渣厚度等进行验收。

4.3.4.5 钢筋笼制作与安装工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 钢筋笼应在钢筋加工场集中制作，宜采用自动滚焊机加工。钢筋笼加工应在胎架上进行，条件具备时宜可整体制作，也可分节制作。制作好的钢筋笼应单层平整堆放。

(2) 钢筋采用机械连接时应采用本指南第 2.1.4.2 (4) 项的工艺。

(3) 钢筋笼制作应增设“十字撑”或“三角撑”，“十字撑”见图 4.3-12；在骨架主筋外侧，应在每隔 2m 的断面上对称设置控制保护层厚度的装置，垫块宜采用圆饼型垫块，钢筋笼安装见图 4.3-13。



图 4.3-12 钢筋笼增设“十字撑”



图 4.3-13 钢筋笼安装

(4) 每节骨架均应有半成品标志牌并编号，标明检验状态、使用部位等。

(5) 清孔后，钢筋笼应及时、准确吊装就位，下放钢筋笼时应防止碰撞孔壁；当下放困难时，应查明原因，不得强行下放，见图 4.3-13。

(6) 在斜桩孔中安装钢筋笼时，应采用吊车双点吊，调整钢筋笼的安装斜率与孔斜率一致；钢筋笼应间隔 2~3m 焊接“ π 型”定位筋，控制钢筋保护层和正位率。

(7) 钢筋笼安装就位后，应采取粗钢筋或型钢将钢筋笼和护筒焊接固定，混凝土浇注过程中钢筋笼不得上浮和掉落。

4.3.4.6 灌注桩声测管制作与安装工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 声测管应具有一定的强度、韧性及刚度，宜采用内径为 43~60mm 的钢管，接头应采用螺纹连接或焊接。

(2) 声测管安装前应对管内通畅、管壁完好、管底密封等情况进行检查。

(3) 声测管应焊接或绑扎在钢筋笼内侧，焊接或绑扎点间距宜不大于 2m；声测管应顺直且平行。声测管底部应与检测构件底部齐平，管的顶部应高出检测工作面 30cm 以上。

(4) 混凝土浇筑前应将管内注满清水，检测密封情况，合格后宜内衬抽拔管并并对管顶进行密封。

4.3.4.7 水下混凝土灌注工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 水下混凝土应采用导管灌注，水下混凝土灌注见图 4.3-14。导管在使用前和使用一段时期后，应对其规格、质量和拼接构造进行检查，并做拼接、过球、水密承压、接头抗拉等试验，并经常更换密封圈。



图 4.3-14 水下混凝土灌注

(2) 浇注前应复测沉渣厚度，当超过规定值时，应再次清孔至满足要求为止。

(3) 首批灌注的混凝土应保证导管首次埋置深度不小于 1m；灌注过程中，导管的埋置深度一般控制在 2~6m。灌注结束时，灌注的桩顶高程应高出设计标高 1m，当存在地质较差、孔内泥浆密度过大、桩径较大的情况时，应适当提高超灌高度。

(4) 灌注混凝土时应设定初始速度，当灌注的混凝土顶面距钢筋笼底部 1.0m 左右时，应降低混凝土的灌注速度，防止钢筋笼上浮；当混凝土上升到钢筋笼底口 4.0m 以上时，应提升导管，使其底口高于钢筋笼底部 2.0m 以上，即可恢复正常灌注速度。

(5) 在拔出最后一段导管时，拔管速度应慢，边拔边抖，以防止桩顶沉淀的泥浆挤入导管下形成泥心。

(6) 应严格按设计及规范要求预留凿桩高度，同时，应采用切割机切割 2 个截面，切割后对桩顶进行凿除，经凿除后的桩顶混凝土应有完整的桩形，不得有浮浆、裂缝或夹渣，灌注桩桩头凿除见图 4.3-15。



图 4.3-15 灌注桩桩头凿除

4.4 预制型锚杆嵌岩桩施工

4.4.1 工艺简述

预制型锚杆嵌岩桩是指将已沉桩内基岩面上的淤泥、砂石等清理干净，浇筑封底混凝土，安装桩内导向架，钻锚孔至设计深度，再清水清孔，安放锚杆，锚孔内灌注水泥浆到基岩面，清除桩内浮浆和沉渣，下放钢筋笼，浇注混凝土到设计标高。

4.4.2 前置要点

4.4.2.1 预制型锚杆嵌岩桩的前置要点应符合本指南 4.3.2 条的要求。

4.4.3 工艺实施流程

4.4.3.1 预制型锚杆嵌岩桩施工工艺实施流程见图 4.4-1。

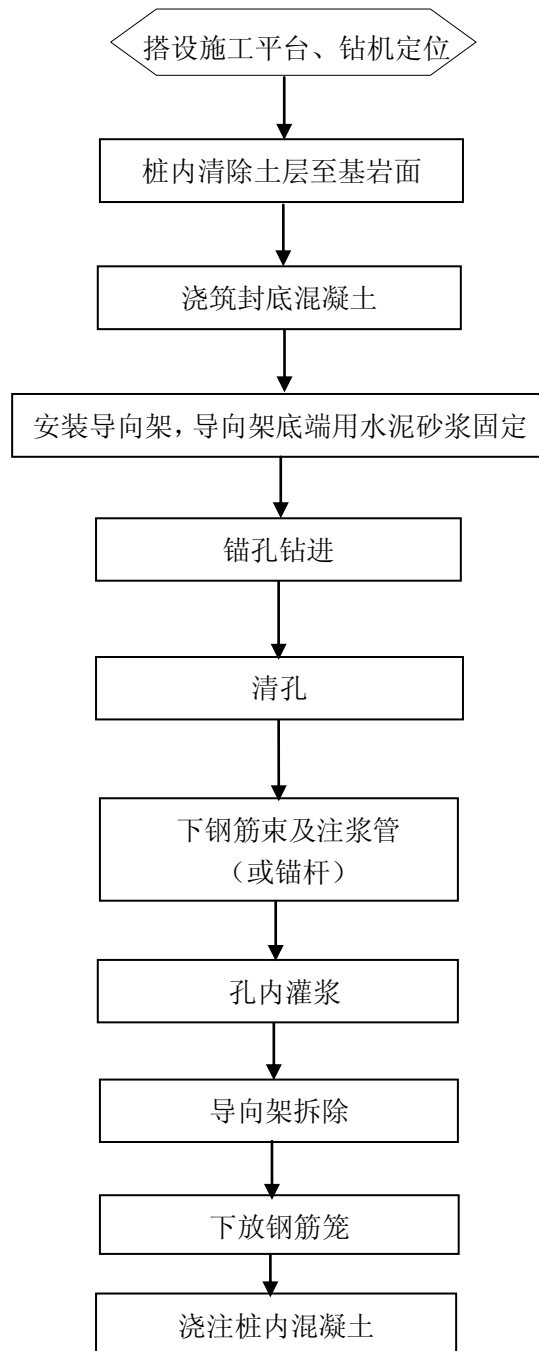


图 4. 4-1 预制型锚杆嵌岩桩施工工艺流程

4. 4. 4 工艺控制重点

4. 4. 4. 1 钻机固定后应将基岩面上的淤泥、砂石清理干净；在桩端口以上 0. 5~1m 范围内应灌注水下混凝土并找平。

4. 4. 4. 2 桩端口应在预定位置安装钻孔用导向架；导向架下放正位后，应用水泥砂浆固位，下放导向架见图 4. 4-2。



图 4.4-2 下放导向架

4.4.4.3 使用合金钻头扫钻水泥砂浆、封底混凝土层、强风化岩、破碎岩层宜慢速钻进，到达完整基岩面后改用金刚石钻或牙轮钻正常钻进。钻进过程中空压机气举排渣系统应连续工作避免沉渣卡钻。

4.4.4.4 锚杆的连接接头的强度不得小于锚杆极限抗拉强度标准值的 95%，锚杆应安装下放至孔底。

4.4.4.5 锚孔内清孔采用气举反循环法清孔；注浆宜采用砂浆压力泵，最高压力不小于 2.5MPa。每个钻孔应连续注浆并在水泥浆初凝前完成，注浆管应及时逐节拆卸清洗。

4.4.4.6 岩盘节理发育、裂隙严重的中等风化岩层和微风化岩层，宜采用压力注浆，锚孔注满浆后，应保持 0.5MPa 压强 2-3min。

4.4.4.7 注浆强度符合设计要求后，各孔锚筋（或锚杆）进行抗拔力检验，并符合设计要求。

4.4.4.8 桩芯混凝土的钢筋笼、声测管制作与安装、水下混凝土灌注施工工艺控制要点应符合本指南 4.3.4.5~7 款的相关要求。

4.5 现浇横梁、桩帽及墩台

4.5.1 工艺简述

4.5.1.1 现浇横梁、桩帽及墩台施工是指通过搭设钢梁（主、次梁）、铺设底模、绑扎钢筋、支立模板、浇筑混凝土等工艺形成混凝土构件。

4.5.2 前置要点

- 4.5.2.1 已编制专项施工方案并经技术负责人签认并报总监理工程师批准签认。
- 4.5.2.2 已调查作业区域的地质、水文及周边环境等条件，选择合适的船机设备和作业时间。
- 4.5.2.3 已满足本指南 2.1.2.1、2.1.2.3、2.1.2.4 款的内容。采用混凝土搅拌船时，其能力满足混凝土施工要求。
- 4.5.2.4 已结合施工现场环境，设计支承系统，编制模板安装拆除方案。
- 4.5.2.5 桩基已检测、验收合格，截桩或接桩处理完成；桩内吸泥、桩芯混凝土施工完成并验收合格。

4.5.3 工艺实施流程

4.5.3.1 现浇横梁、桩帽及墩台施工工艺实施流程见图 4.5-1。

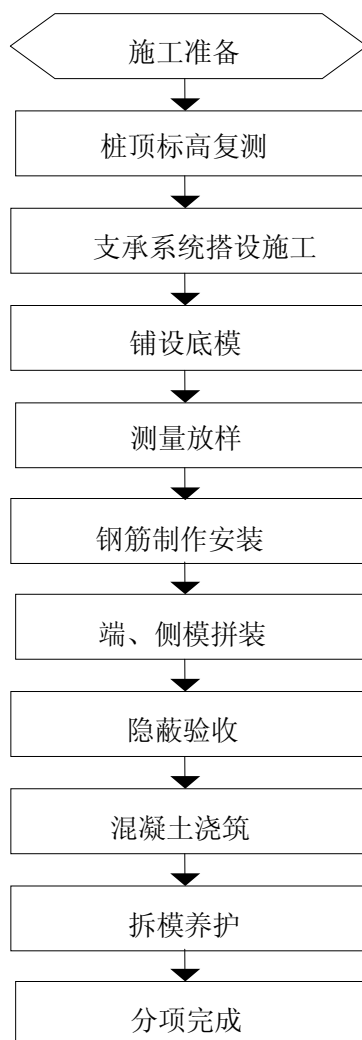


图 4.5-1 现浇横梁、桩帽及墩台施工工艺流程

4.5.4 工艺控制重点

4.5.4.1 现浇横梁、桩帽及墩台应开展首件典型施工。

4.5.4.2 底模支承系统结构应根据桩型、荷载等情况选用夹桩式、钢抱箍式或钢扁担悬吊式支承系统；铺底的范围应满足水上施工操作平台、施工通道及安全防护设置的要求。

(1) 施工前应复测桩顶标高，在桩侧面处标识夹桩木或钢抱箍或悬吊槽钢顶标高的控制线。

(2) 采用夹桩式或钢抱箍式支承系统（见图 4.5-2），应符合下列要求：

- 1) 使用前应对夹桩式或钢抱箍螺栓的紧固力和整体的承载能力进行试验；
- 2) 钢抱箍或其他钢质夹桩器材的内壁应加垫摩阻力较大的柔性材料，尤其是对钢管桩；夹桩木或钢抱箍应设置有足够刚度的连接板，能可靠地传递螺栓拉力；
- 3) 夹桩木或钢抱箍吊装到位后，应采用扭矩扳手按设计的螺栓紧固力将螺栓逐个对称拧紧；
- 4) 夹桩木或钢抱箍安装好后，在其下方做好标记，以便观测其承受荷载后是否下沉；浇筑混凝土前应再次紧固夹桩木或钢抱箍的连接螺栓；
- 5) 支承系统拆除前应有临时固定措施，拆除时应缓慢、整体下放，逐层拆除。

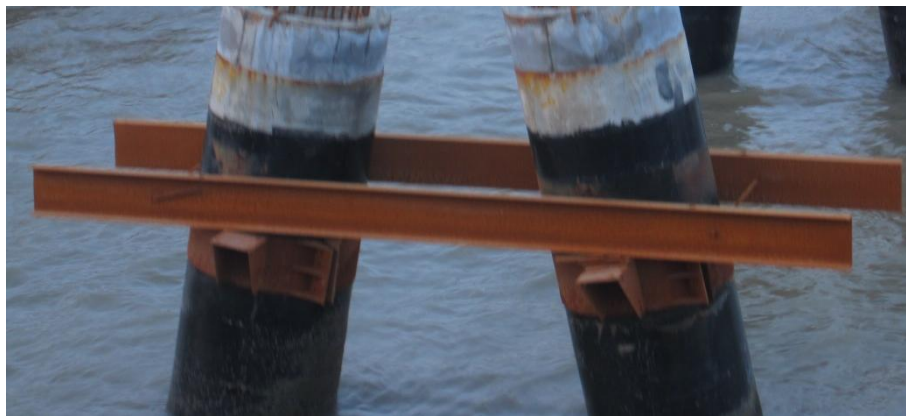


图 4.5-2 钢抱箍支承系统

(3) 采用钢扁担悬吊支承系统（见图 4.5-3），应符合下列要求。

- 1) 钢立柱应预埋进现浇桩芯或灌注桩内不小于 50cm，立柱垂直度偏差小于 5%，立柱应按照一端固定一端自由，进行压杆稳定性验算。
- 2) 钢立柱布置根据桩基要素和构件尺寸、整体稳定等合理确定钢扁担的悬臂长度和跨中距离。
- 3) 支承系统搭设和桩帽(或横梁)混凝土浇筑前，应检查桩芯混凝土强度，满足支承系统设计方案所要求的桩芯混凝土强度后方可进行施工。

4) 吊杆应外套 PVC 管，拆除后的螺杆孔应及时封堵。

5) 吊杆两端应采用双螺帽紧固。



图 4.5-3 悬吊支承系统

4.5.4.3 现浇横梁、桩帽及墩台时应在支承系统上支立操作平台，操作平台的宽度不应小于 0.5m，其搭设应符合下列要求：

(1) 支架应采用足够强度的钢材或方木条制作。

(2) 支架与支承系统应连接固定。

(3) 悬挑式支架应根据施工需要搭设有防护栏杆，栏杆立柱与支承系统应连接牢固，栈桥横梁操作平台防护见图 4.5-4；不方便搭设防护栏杆时，应将支架宽度增加至 0.8m 以上，同时排架间空档处应满铺足够强度的防护网，见图 4.5-5。

(4) 支架上应满铺钢格网或厚度 25mm 的脚手板，桩帽施工操作平台及防护网见图 4.5-5。

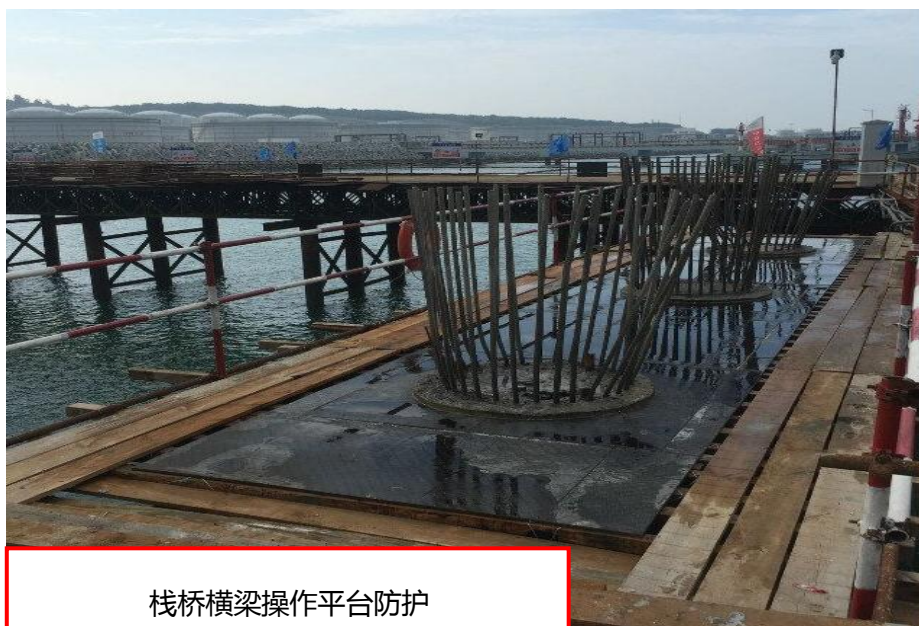


图 4.5-4 栈桥横梁操作平台防护



图 4.5-5 桩帽施工操作平台及防护网

4.5.4.4 钢筋绑扎和安装工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 海洋环境下，对外露时间较长的钢筋应提前作防锈处理。
- (2) 钢筋绑扎和安装施工前，应在底模上标识竖向钢筋间距线，控制钢筋间距。
- (3) 钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 (1)、(2)、(3) 项的工艺。其中钢筋安装定位卡模竖向、水平角钢定位架，见图 4.5-6。在上层预埋钢筋上应设置纵向通长限位筋，并通过定位架固定在模板上。



图 4.5-6 竖向、水平角钢定位架

- (4) 保护层垫块使用宜符合本指南第 2.1.4.2 (5) 项的要求。其中侧面的钢筋宜采用圆饼型垫块，见本指南图 2.1-26。

4.5.4.5 模板安装工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 模板计算应考虑波浪、水流作用的附加力，充分考虑可能的施工荷载组合并留有足够的安全储备。
- (2) 底模宜采用多层板或竹胶板等，侧模宜采用整体拼装式钢模板，针对异型结构，应制作定型模板以保证结构外观质量；其制作及拼装应符合本指南第 2.1.4.1 (2) 项的要求，并采用本指南第 2.1.4.1 (4) 项的无棱化处理工艺。

(3) 模板与桩周接合部宜采用 PE 密封条、玻璃胶止浆；模板与下承层间及模板间的拼缝应采用本指南第 2.1.4.1 (5) 项的止浆措施。

(4) 吊装整体模板时应避免模板与钢筋骨架产生碰撞；模板安装应采用本指南第 2.1.4.1 (6)、(7)、(8) 项的施工工艺，圆台型螺母见图 4.5-7。

(5) 脱模剂和模板存放应符合本指南第 2.1.4.1 (9)、(10) 项的要求。

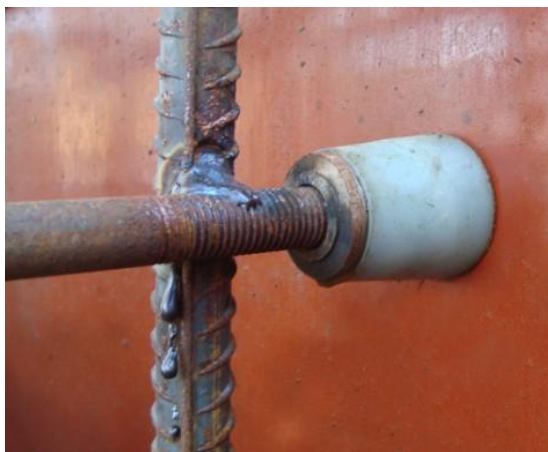


图 4.5-7 圆台型螺母

4.5.4.6 混凝土浇筑工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 混凝土浇筑前应对钢筋保护层厚度进行检查。

(2) 混凝土浇筑前模内清理、下料方式及顶面处理和乘潮施工应符合本指南第 2.1.4.4 (1)、(2)、(3)、(4) 项的要求。

(3) 当现浇构件高度小于 2m 时宜一次性浇筑成型，避免产生施工缝；当高度大于 2m 时宜分层浇筑，混凝土施工缝处理应符合本指南第 2.1.4.4 (5) 项的要求。

(4) 横梁、桩帽及墩台混凝土养护应符合本指南第 2.1.4.4 (7) 项的要求，养护时间不宜少于 28 天。

(5) 圆台螺母拆除后应采用本指南第 2.1.4.4 (8) 项工艺进行填补、封闭。

(6) 横梁、桩帽及墩台浇筑完成后应设置二维码标识，二维码标识应符合本指南第 2.1.4.4 (9) 项的要求。

4.6 预制构件制作

4.6.1 工艺简述

4.6.1.1 预制构件按钢筋施加预应力的情况与形式分为先张法预应力构件、后张法预应力构件及非预应力构件。本指南主要介绍非预应力实心板、先张法预应力梁、后张法预应力空心梁板。

(1) 先张法预应力构件制作是指将预应力钢筋(钢绞线)张拉到设计控制应力,然后浇筑混凝土,达到设计放松强度后放松预应力钢筋(钢绞线),使混凝土获得预压应力的工艺。

(2) 后张法预应力构件制作是先浇筑构件混凝土,并预留预应力孔道,混凝土达到设计张拉强度后,张拉预应力钢绞线(钢筋)并锚固、预应力孔道压浆,使混凝土获得预压应力的工艺。

(3) 非预应力构件制作是指在构件制作底模上,绑扎钢筋骨架,支立模板,浇筑混凝土形成预制构件的工艺。

4.6.1.2 预应力构件制作工艺分类见表 4.6-1。

表 4.6-1 预制构件制作工艺分类

工艺	特点	适用条件
先张法	需要固定的张拉台座,可批量生产,质量稳定。但场地要求高,只能张拉直线预应力筋。	适用于中小型构件工厂化生产。
后张法	不需固定的台座设备,不受地点限制,可张拉曲线预应力筋。但工序较多,工艺复杂,锚具不能重复使用。	主要适用施工现场生产大型预应力混凝土构件。

4.6.2 前置要点

4.6.2.1 已编制专项施工方案并经技术负责人签认并报总监理工程师批准签认。

4.6.2.2 已满足本指南 2.1.2.1、2.1.2.2、2.1.2.4、2.1.2.5 款的内容。

4.6.2.3 根据构件设计结构、数量、工期等,配备侧模板、底模。

4.6.3 工艺实施流程

4.6.3.1 非预应力实心板施工工艺流程见本指南图 2.1.3-1。

4.6.3.2 先张法预应力梁施工工艺流程见本指南图 2.1.3-2。

4.6.3.3 后张法预应力梁板施工工艺流程见本指南图 2.1.3-3。

4.6.4 工艺控制重点

4.6.4.1 预制构件应集中预制,并应开展首件典型施工。

4.6.4.2 非预应力实心板工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 模板工艺应符合本指南第 2.1.4.1 (1)、(2)、(4)、(5)、(6)、(8)、(9)、(10) 项的要求。

(2) 钢筋绑扎前应采取隔离措施，底模脱模剂不得污染钢筋。钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 款的相关工艺，见图 4.6-1。



图 4.6-1 弯起钢筋限位卡槽

图 4.6-2 弹线凿毛效果图

(3) 混凝土浇筑、凿毛、养护及二维码设置应符合本指南第 2.1.4.4 款的有关要求，其中弹线凿毛弹线凿毛效果见图 4.6-2。

(4) 面板顶部压槽宜选用定制钢压槽板进行整体压槽，面板整体压槽见图 4.6-3，压槽效果与面板堆放见图 4.6-4。

(5) 预制面板存放场地应平整，根据面板结构型式应采用垫木均匀铺设，面板堆放层数不得超过五层，压槽效果与面板堆放见图 4.6-4。

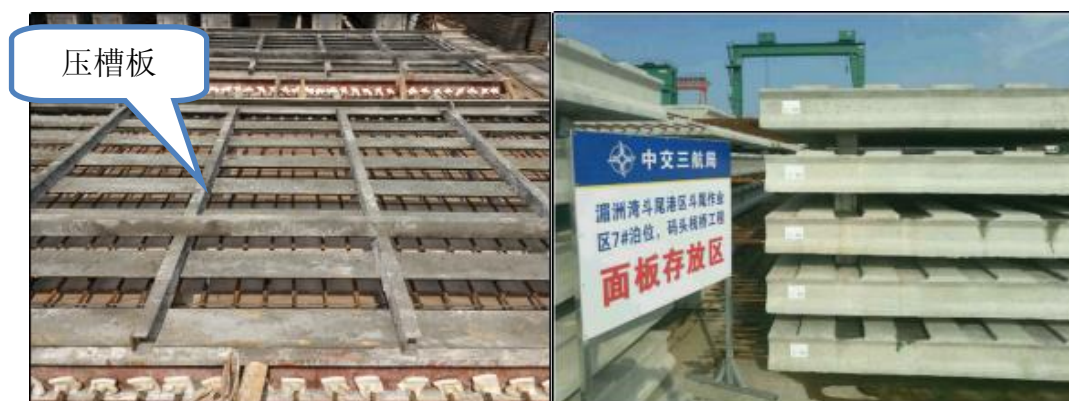


图 4.6-3 面板整体压槽

图 4.6-4 压槽效果与面板堆放

4.6.4.3 先张法预制梁工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 模板工艺应符合本指南第 2.1.4.1 (1)、(2)、(4)、(5)、(6)、(8)、(9)、(10) 项的要求，其中模板无棱化见图 4.6-5；同时，端模应有足够的刚度，外伸钢筋开孔位置应准确，孔径合理。梁端外伸筋较密的构件，宜在封头模板内侧设置钢丝网片等止浆措施见图 4.6-6。



图 4.6-5 预制梁模板无棱化



图 4.6-6 钢丝网片止浆

(2) 钢筋绑扎前应采取隔离措施，底模脱模剂不得污染钢筋。钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 款的相关工艺，其中定位架见本指南图 2.1-21。

(3) 预应力钢筋的张拉、放松及切断应满足指南第 2.1.4.3 (1)、(2) (3) 项的要求。

(4) 混凝土浇筑、凿毛、养护及二维码设置应符合本指南第 2.1.4.4 款的有关要求，其中弹线凿毛见图 4.6-7。



图 4.6-7 弹线凿毛



图 4.6-8 预制梁透气孔效果图

(5) 预制梁透气孔预埋管两端宜采用橡胶盖板封堵，预制梁透气孔见图 4.6-8。

(6) 面板顶部压槽宜选用专用压槽板进行压槽，预制梁透气孔见图 4.6-9，压槽效果图见 4.6-10。



图 4.6-9 压槽板



图 4.6-10 压槽效果图

4.6.4.4 后张法预制空心板梁工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 内模应采用刚性内模，不得采用充气胶囊，可调节式钢模见图 4.6-11。底模和外模工艺应符合本指南第 2.1.4.1 (1)、(2)、(4)、(5)、(6)、(8)、(9)、(10) 项的要求。

(2) 钢筋绑扎前应采取隔离措施，底模脱模剂不得污染钢筋；钢筋骨架宜先绑扎底腹板 U 型钢筋骨架，吊入内模后再绑扎顶板钢筋；钢筋制作和绑扎应采用本指

南第 2.1.4.2 款的相关工艺。

(3) 波纹管施工应符合下列要求。

1) 在使用前应进行外观检查，内外表面应清洁，无锈蚀、油污、孔洞和不规则的褶皱；波纹管接头应牢固、密封可靠。

2) 波纹管道的位置按照设计坐标精确放样，采用定位管卡固定，可调节式钢模见图 4.6-11，定位管卡宜沿波纹管每 50cm 设置一道；定位后的波纹管应顺直且端部垂直于锚垫板。

3) 混凝土浇筑前，管道内应穿入硬质塑料管支衬，待混凝土浇筑完成后取出，见图 4.6-12，4.6-13。



图 4.6-11 可调节式钢模



图 4.6-12 硬质塑料管支衬

(4) 混凝土浇筑、凿毛、养护及二维码设置应符合本指南第 2.1.4.4 款的有关要求，其中内腔自动喷淋养护见图 4.6-14。养护时间不宜少于 14 天。

(5) 钢绞线的张拉、灌浆、切断、封锚及封端应满足指南第 2.1.4.3 (1)、(4)、(5)、(6) 项的要求。其中内腔封端安装预制内芯混凝土挡板见图 4.6-15，安装封端外钢模见图 4.6-16。

(6) 面板顶部压槽宜选用专用压槽板进行压槽，见图 4.6-9，4.6-10。

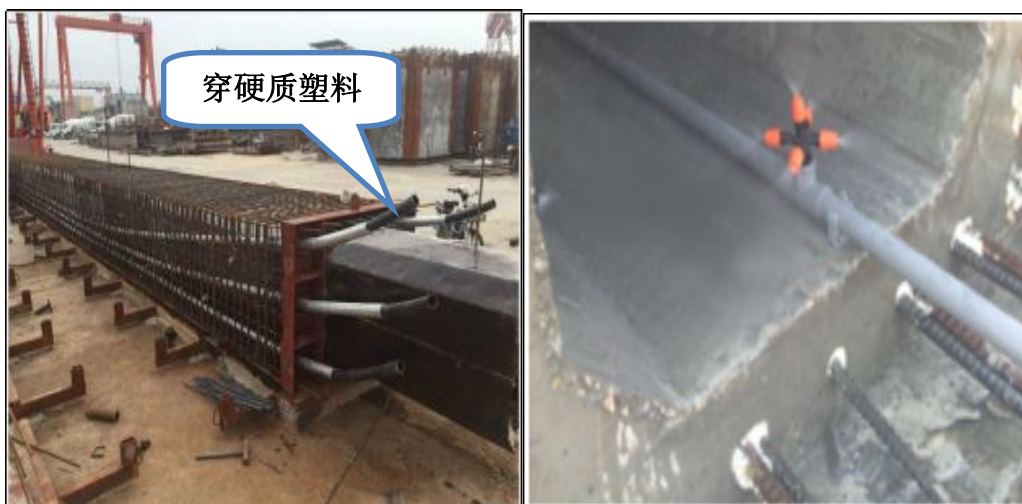


图 4.6-13 穿硬质塑料

图 4.6-14 内腔自动喷淋养护



图 4.6-15 安装预制内芯混凝土挡板

图 4.6-16 安装内腔封端外钢模

4.7 预制构件吊运及安装

4.7.1 工艺简述

4.7.1.1 预制构件安装分为陆上安装和水上安装。本指南主要介绍水上安装。

(1) 水上安装是指采用起重船等水上起重船机安装预制构件。

(2) 陆上安装是指采用架桥机等陆上起重设备安装预制构件。

4.7.1.2 预制构件安装工艺分类见表 4.7-1。

表 4.7-1 预制构件安装工艺分类

工艺	特点	适用条件
陆上安装	不受水深、波浪影响；但受施工通道限制	近岸、浅水区
水上安装	快速、方便；但受水深、风浪影响。	离岸、深水区

4.7.2 前置要点

4.7.2.1 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人签认并报总监理工程师批准签认。

4.7.2.2 已调查安装作业区域的水深、风浪及周边环境等条件，选择合适的船机设备和作业时间。

4.7.2.3 已复核下层支承结构混凝土强度、构件搁置面标高，测设预制构件的安装位置控制线和标高控制线。

4.7.2.4 已查对构件编号、数量、外露钢筋、预埋铁件、预留孔、强度、几何尺寸、凿毛和缺陷等情况，，对非对称型构件要作出明显标记。

4.7.2.5 同一套吊索、吊具按安装构件的最大单件重量进行了设计与验算。

4.7.3 工艺实施流程

4.7.3.1 预制构件安装施工工艺实施流程见图 4.7-1。

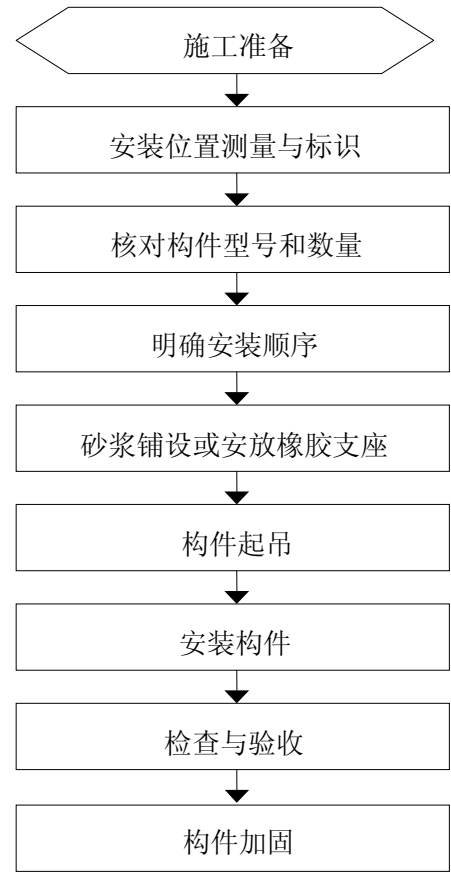


图 4.7-1 预制构件安装工艺流程

4.7.4 工艺控制重点

4.7.4.1 预制构件陆上运输工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 陆上运输预制构件时，搁置点位置应符合设计要求，并应防止剧烈振动。

(2) 预制构件装车时，重心线与车辆纵向中心线的偏差宜小于 10cm。装车后检查构件垂直情况，不得向两侧倾斜。

(3) 预制构件装车后宜采用钢丝绳捆绑、倒链拉紧固定在运输车上，见构件陆上运输图 4.7-2，在便道上行驶应控制车速，严禁超过 5km/h。

(4) 用平板车运输构件时，搁置点上须垫橡胶垫或枕木，以免损坏梁体。



图 4.7-2 构件陆上运输

4.7.4.2 预制构件水上运输工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 构件水上运输时应掌握航道条件及水文气象情况。

(2) 装船落驳时宜采用宝塔式和对称的间隔方法，满足甲板的强度和船体的稳定性，构件水上运输见图 4.7-3。

(3) 驳船甲板面上均匀铺设垫木，并适当布置通楞，垫木顶面应保持在同一平面上，并用木楔调整垫实。

(4) 构件驳运时，构件底部与甲板间和相邻构件间应留有间隙，其中构件底部与甲板间隙不应小于 30cm。

(5) 装运多层预制构件时，各层垫木应在同一垂直面上。

(6) 预制构件装驳后应采取加撑、加焊和系绑等措施，避免构件在甲板上移动、倾倒或坠落。



图 4.7-3 构件水上运输

4.7.4.3 安装位置测量与标识工艺控制重点主要包括以下内容。

- (1) 结合预制构件的偏差，应对搁置点位置及搁置标高进行复核。
- (2) 安装放线应标示出安装中心线和边线，并采用红油漆标识，安装位置弹线与标识见图 4.7-4。
- (3) 搁置台口安装控制线测放后，应复核台口顶面标高与平整度。标高偏差超过 10mm 以上必须处理，超高时应凿除超高部分并用 1:2 砂浆找平，欠高时应采用同标号细石混凝土填补；搁置面应采用砂浆找平，砂浆应进行配合比设计，宜采用砂浆框铺设砂浆。

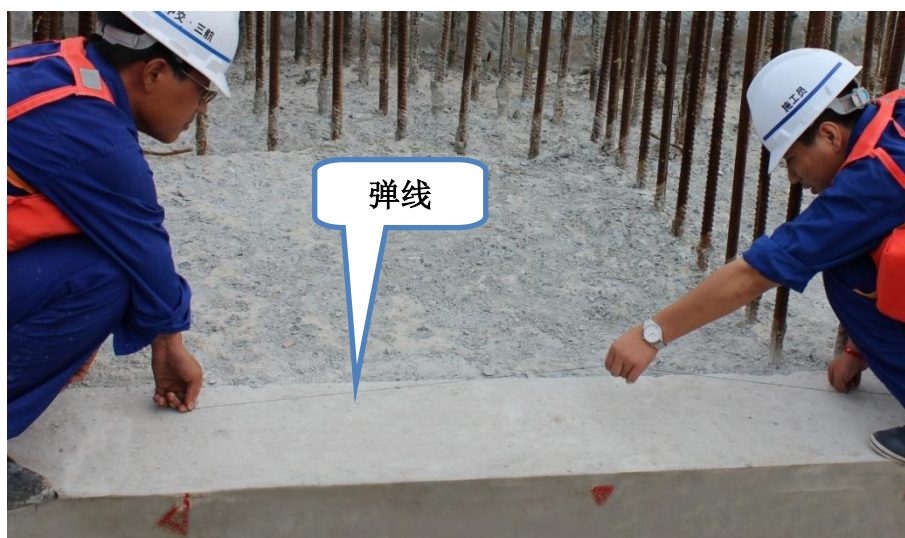


图 4.7-4 安装位置弹线与标识

4.7.4.4 预制构件安装工艺控制重点主要包括以下内容。

- (1) 合理选择施工时间，应避开外界不利条件（如大风、涌浪、雾天等）的影响。
- (2) 影响安装的钢筋应及时与设计单位研究解决。

(3) 搁置面应平整，预制构件与搁置面间接触应紧密。

(4) 吊运构件时，应使船体保持平稳。

(5) 安装时应由司索工统一指挥。

(6) 构件吊放时应轻放，不得碰撞其他构件。吊装横梁时应采用专用吊具，见图 4.7-5，图 4.7-6。



图 4.7-5 采用专用吊具吊装

(7) 梁、板安装到位后，应采取必要的加固措施，及时将梁、板接头处的外伸钢筋连接加固，见图 4.7-7。

(8) 对于引桥箱型梁和空心板等有橡胶支座的构件，支座安装应严格控制支座位置、标高、方向、水平度并及时加固；箱型梁及空心板安装前后均应对构件支座进行复查。



图 4.7-6 面板安装



图 4.7-7 面板安装连接加固

4.8 面层浇筑

4.8.1 工艺简述

4.8.1.1 分条浇筑施工是指根据码头的结构型式合理设置码头的分条宽度，进行面层混凝土浇筑。

4.8.2 前置要点

4.8.2.1 已编制专项施工方案经技术负责人签认并报总监理工程师批准签认。

4.8.2.2 配合比已设计，在满足混凝土设计强度等级的前提下，应尽量减少水泥用量和用水量，宜选用低水化热水泥，添加适量聚丙烯纤维。

4.8.2.3 根据设计图纸及施工条件，已进行面层分条分块浇筑规划，分条宽度宜控制在 5m 左右，并进行间隔浇筑。

4.8.3 工艺实施流程

4.8.3.1 现浇面层施工工艺实施流程见图 4.8-1。

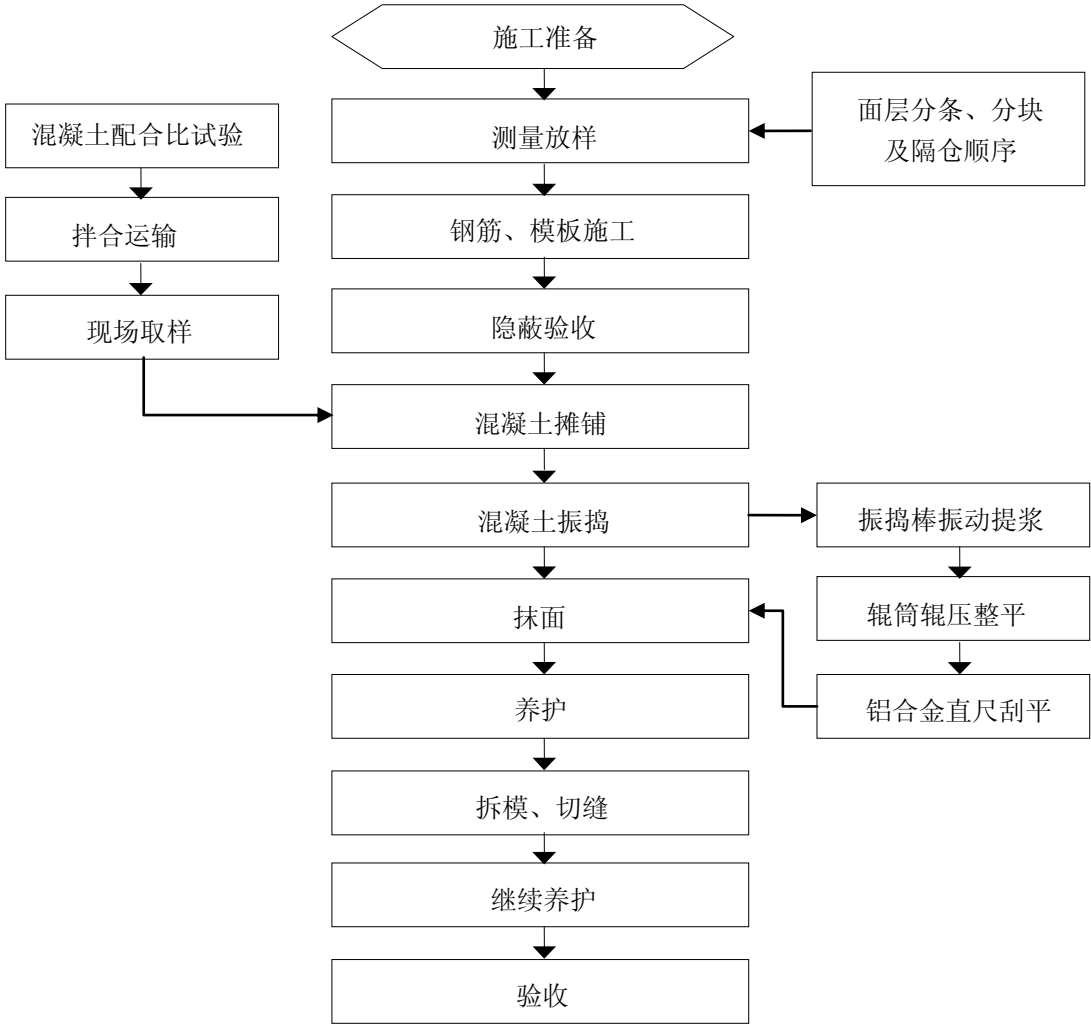


图 4.8-1 现浇面层施工工艺流程

4.8.4 工艺控制重点

4.8.4.1 面层钢筋与模板工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 款的相关工艺。其中钢筋标高定位架设置方法为，在预制面板中植入短钢筋（或在钢筋上焊角钢），其上焊接纵横向钢筋或角钢形成定位架，横向钢筋作为面层标高控制筋，在定位架上设置纵横向位卡尺控制钢筋间距，现浇面层钢筋标高定位架见图 4.8-2，纵横向钢筋定位架见图 4.8-3。



图 4.8-2 现浇面层钢筋标高定位架

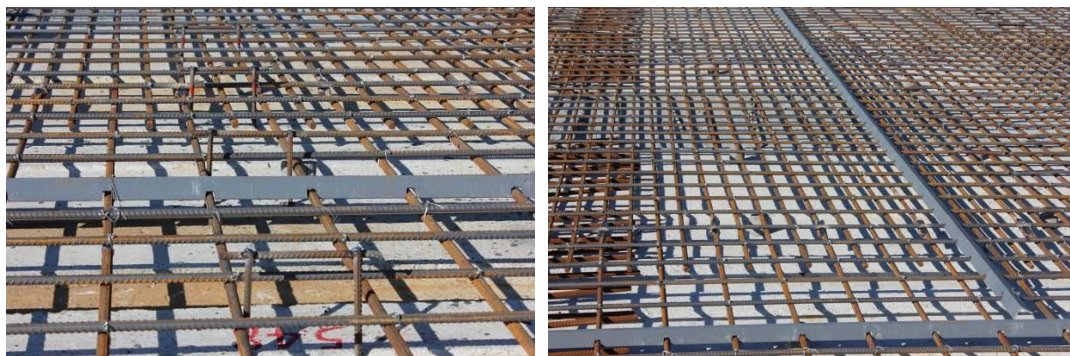


图 4.8-3 纵横向钢筋定位架

(2) 泄水孔等孔洞周边应布设加强筋；加强筋应与锚筋连接牢固，锚筋应固定在面板上。

(3) 分条模板宜选用槽钢；分条缝下部用钢丝网（或免拆模板）止浆，外侧应采用齿形模板增强刚度，减少混凝土外泄。

4.8.4.2 混凝土浇筑工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 混凝土浇筑前膜内清理、下料方式、施工缝处理应符合本指南第 2.1.4.4 (1)、(2)、(5) 项的要求。

(2) 宜在每个分段中间横梁顶处留置后浇带，并增设一层细钢筋网片。

(3) 顶面混凝土处理与抹面应采用本指南 2.3.4.5 (3) 项的工艺与原则。

(4)轨道、电缆槽边缘和系船柱、铁件等周边混凝土施工应采用本指南 3.10.4.7 (5)、(7) 项的工艺。

(5) 割缝位置应根据码头的结构型式合理布置，在横梁顶宜采用割双缝；割缝时混凝土强度宜达到 8~10Mpa，割缝深度宜控制在面层钢筋以上混凝土层厚度的 1/4；割缝与填缝宜采用本指南 2.3.4.5 (4) 项的工艺。

(6) 结构段间变形缝的折角宜采用弧角，缝隙宜采用收缩性好、耐腐蚀且埋设方便的橡胶板塞填牢固，结构段间变形缝见图 4.8-4。



图 4.8-4 结构段间变形缝

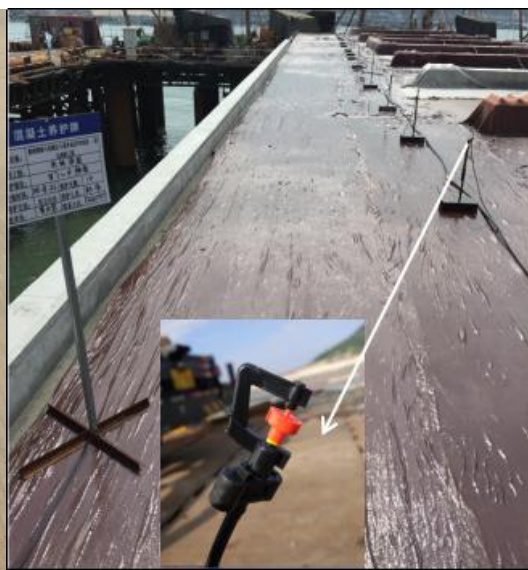


图 4.8-5 面层自动喷淋覆盖养护

(7) 混凝土浇筑完毕后应及时养护，养护应采用自动喷淋覆盖养护，面层自动喷淋覆盖养护见图 4.8-5，必要时辅助人工洒水；养护时间不宜少于 28 天。

5 地连墙板桩码头

5.1 地下连续墙施工

5.1.1 工艺简述

5.1.1.1 码头地连墙施工工艺按成槽（孔）方法的不同分为导管气举反循环钻机成槽、液压抓斗成槽机成槽、冲击式钻机与液压抓斗成槽机组合成槽等，锚碇墙、遮帘桩施工工艺可参照地连墙。本指南主要介绍导管气举反循环钻机成槽和液压抓斗成槽机成槽的施工工艺。

（1）导管气举反循环钻机成孔工艺是指通过先打设一个与墙等深的先导孔，再将喷导管插入，采用组合钻机沿槽段长度方向钻进作业，完成一个单元槽段钻进后，将钻机改换为修槽器进行修槽，修槽完成后再进行清槽换浆，直至完成一个单元槽段的成槽，如图 5.1-1 所示。

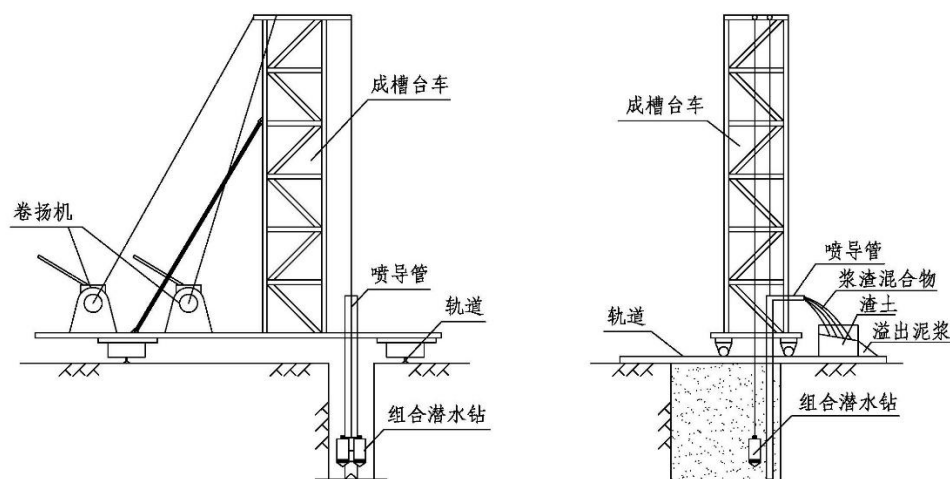


图 5.1-1 组合钻成槽施工侧面和正面示意图

（2）液压抓斗成槽施工工艺是在泥浆护壁条件下，成槽机在导墙上沿着地连墙轴线，分两抓或三抓的抓槽方式完成单元槽段抓槽作业，如图 5.1-2 所示。



图 5.1-2 液压抓斗成槽施工

5.1.1.2 地连墙成槽施工工艺对比见表 5.1-1。

表 5.1-1 地连墙成槽施工工艺对比表

工艺	特 点	适用条件
导管气举反循环钻机成槽	设备简单、操作方便、成本低，护壁效果好、无振动无挤压；设备根据工程特点可自行设计、灵活加工；受地质条件限制较大，用水、电量大；泥浆排放量大，污染场地环境；工效较低，深槽垂直度相对较差。	适用于冲填土、淤泥、粘性土、砂土、松散沙石、软质岩层等土层
液压抓斗成槽机成槽	设备先进，工效高；自带纠偏装置垂直度精度高，质量易控制；节省泥浆、污染环境小。设备费用较高，操作场地地基强度要求较高，槽内需要二次清理沉渣。	适用于杂填土、冲填土、粘性土、淤泥质粉质粘土、粉细沙、砂卵石、强风化岩层等土层
冲击式钻机+液压抓斗成槽机组合成槽	设备构造简单，可灵活改装；成槽壁较坚实、稳定；工效低、进度慢、成本高，振动大易塌孔，扩孔率控制较难。	适用于砂砾石层、漂石层、坚硬土层、硬质岩层地基等特殊的土层

5.1.2 前置要点

5.1.2.1 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。

5.1.2.2 已满足本指南 2.1.2.1、2.1.2.4 款的相关内容。

5.1.2.3 已对施工区域进行了探测，地下障碍物已排查。

5.1.2.4 地基处理已完成并通过检验验收，施工作业场地承载力满足施工设备作业的要求。

5.1.2.5 海侧边坡顶已设置防护栏杆；临海的边坡已设置沉降、位移观测点。

5.1.2.6 泥浆搅拌及管网循环系统已按规划已布设完成。

5.1.3 工艺实施流程

5.1.3.1 导管气举反循环钻机施工工艺实施流程见图 5.1-3。

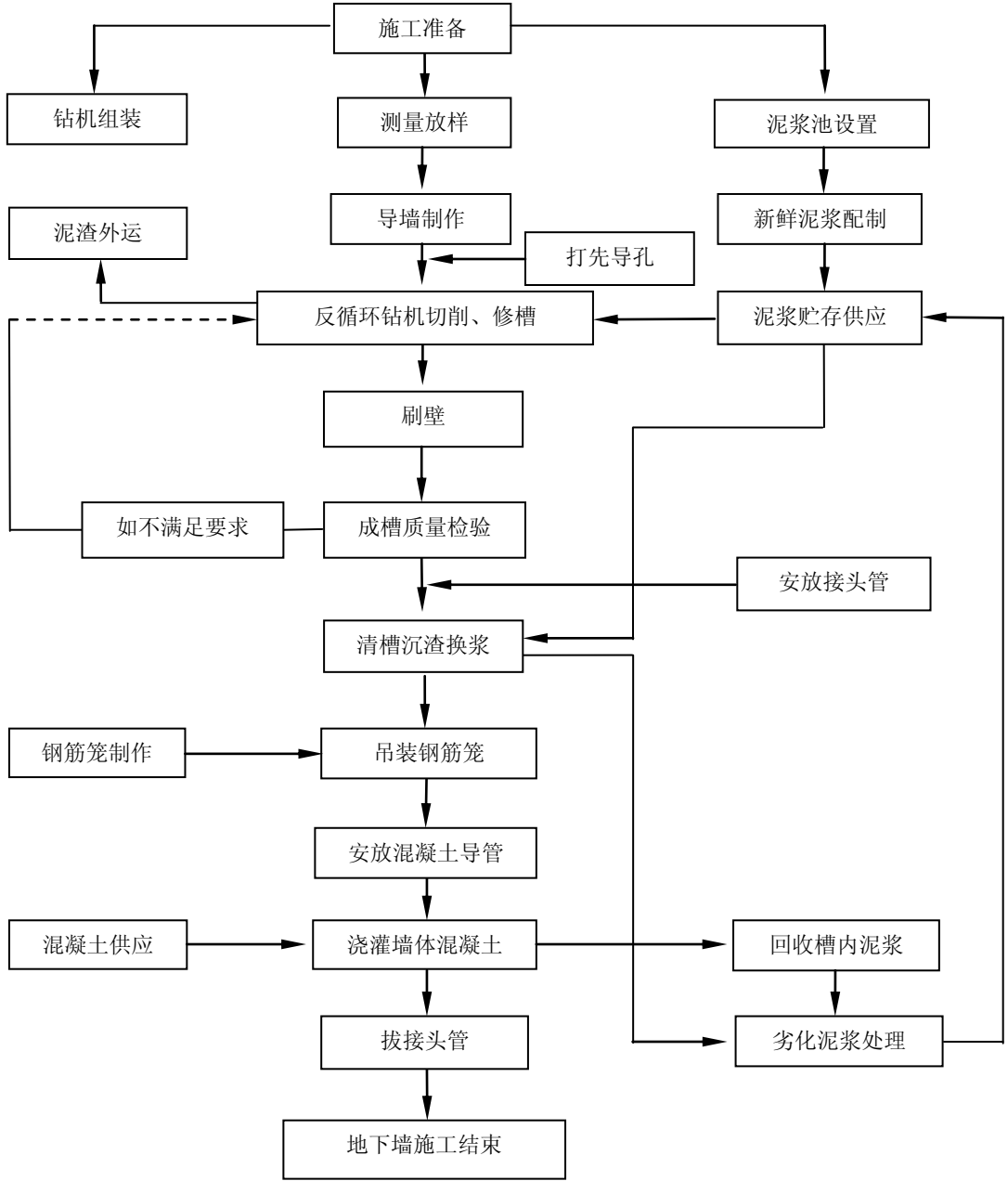


图 5.1-3 导管气举反循环钻机地连墙施工流程

5.1.3.2 液压成槽抓斗施工工艺实施流程见图 5.1-4。

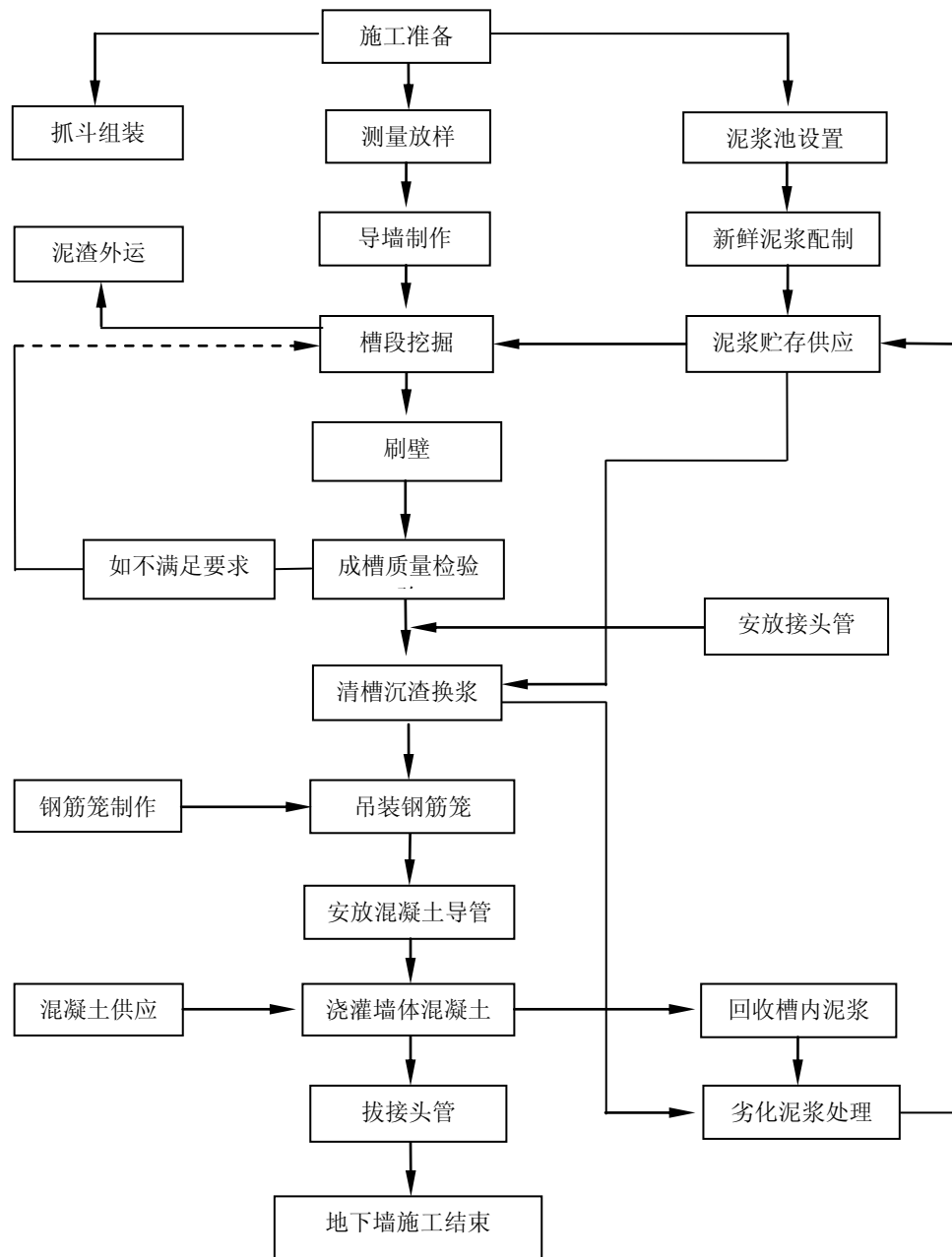


图 5.1-4 液压抓斗地连墙施工流程

5.1.4 工艺控制重点

5.1.4.1 导墙工艺控制重点主要包括以下内容。

(1) 导墙下地基土体应采取加固措施，以满足施工设备作业承载力的要求。在粉细沙质地基可采用水泥拌砂换填处理，水泥掺量为 6-8%（质量比），换填断面呈梯形，并分层换填碾压密实，每层厚度宜为 40cm，经过不少于 7 天的固结期，再进行导墙的开挖施工，见图 5.1-5。

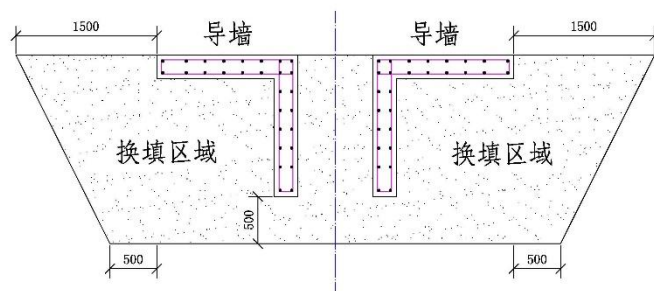


图 5.1-5 换填范围示意图

(2) 导墙应设置横向支撑，支撑位置分上下两层沿纵向交错布置，可采用混凝土或方木支撑，见图 5.1-6。



图 5.1-6 导墙支撑

(3) 成槽作业应在导墙混凝土达到设计强度后进行，混凝土未达到设计强度禁止车辆和起重机等重型机械靠近导墙。

5.1.4.2 泥浆制备控制重点主要包括以下内容。

(1) 泥浆搅拌设备应选择组装、拆卸方便及可重复利用的设备；泥浆制备应采用环保型成套泥浆循环置换处理系统，泥浆性能指标应稳定，见图 5.1-7，图 5.1-8。

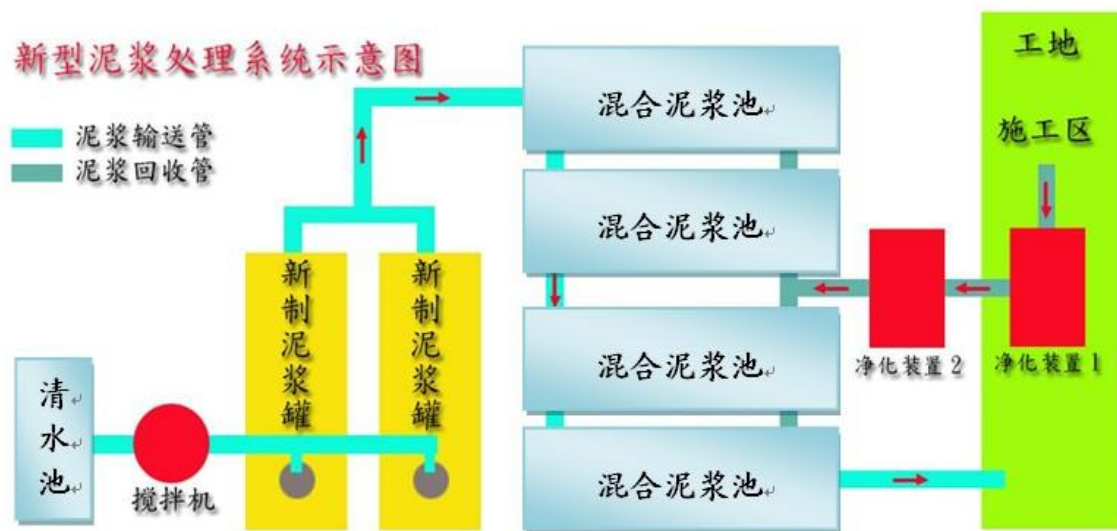


图 5.1-7 环保型成套泥浆循环置换处理系统示意图



图 5.1-8 环保型成套泥浆循环系统

(2) 施工过程中应对施工槽段泥浆进行检测，泥浆的粘度大于 40s 或 PH 大于 10 或比重大于 1.3 时，应予以废弃。

5.1.4.3 成槽工艺控制要点主要包括以下内容。

(1) 导管气举反循环钻机工法成槽应重点控制以下方面：

- 1) 导墙表面应平整，轨道预埋铁件和成槽台车轨道安装时应找平；
- 2) 成槽钻机组装时应控制台车（包括喷导管的钢丝绳和钻具的钢丝绳）的垂直度；
- 3) 喷导管制作应选用具有足够刚度的无缝钢管，成槽过程中不得变形；
- 4) 地连墙先导孔应选用旋挖钻机，成孔应控制孔的垂直度；
- 5) 成槽过程中应采取措施控制槽孔倾斜；成槽宜采用“双钻抱管或多头组合钻”工艺，钻机钻头应选择正反转钻进；
- 6) 成槽应采用与墙等厚的钻具，施工中应经常检查钻头、钻具的磨损情况，磨

损严重应及时更换。

(2) 液压抓斗施工工法成槽应重点控制以下方面：

1) 成槽过程中应采取措施防止槽壁坍塌。可采取控制地下水位与泥浆液面的高差、及时安放接头管和钢筋笼、缩短混凝土浇筑时间、控制泥浆质量等；

2) 抓槽结束，应控制泥浆中含砂率和槽底沉渣厚度。宜选择导管气举反循环除砂设备，采用“地下连续墙快速清槽，泥浆收集处理利用工法”，见图 5.1-9，图 5.1-10；



图 5.1-9 导管气举反循环除砂器工艺除砂



图 5.1-10 泥浆池除砂

3) 抓槽过程中宜采用 UDM100 超声波测槽仪进行检测，X、Y 轴任一方向偏差超过允许值时，应立即启动纠偏系统，见图 5.1-11，图 5.1-12，图 5.1-13。



图 5.1-11 地连墙超声波检测

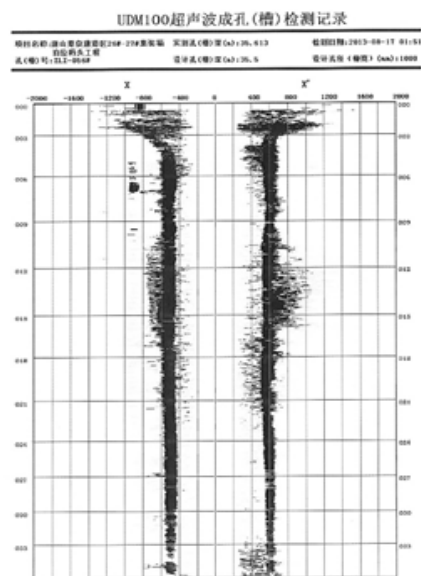


图 5.1-12 超声波成槽检测记录

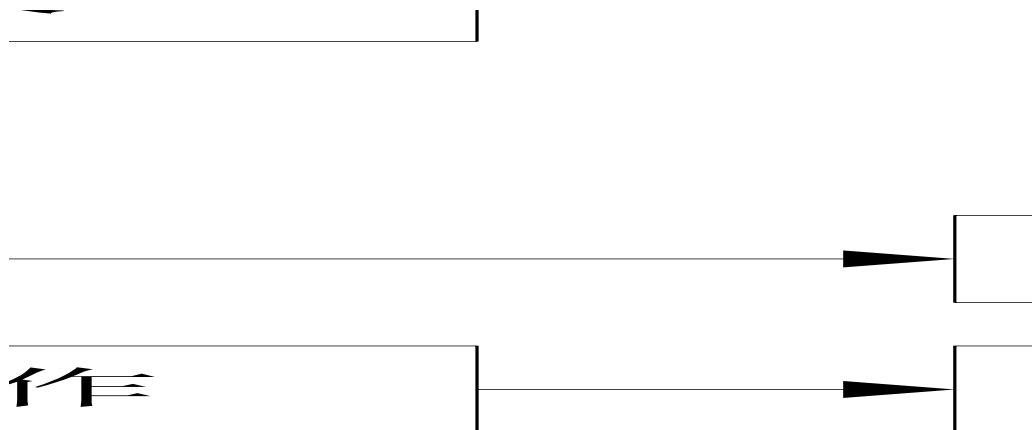


图 5.1-13 超声波检测示意图

- 4) 抓斗出、入导墙口时应轻放慢提，控制泥浆掀起波浪，减小对导墙底部及槽壁两侧土层的扰动；
- 5) 抓槽过程中，两抓或三抓的抓斗斗体应下落在同一位置，不得错位；
- 6) 槽内泥浆液面应控制在不低于导墙顶面 30cm，并维持槽内液面稳定，防止槽壁坍塌；
- 7) 地连墙接缝应进行刷壁处理，宜采用高压水冲复合式刷壁器清除接缝处的夹泥夹砂，见图 5.1-14，图 5.1-15，图 5.1-16。

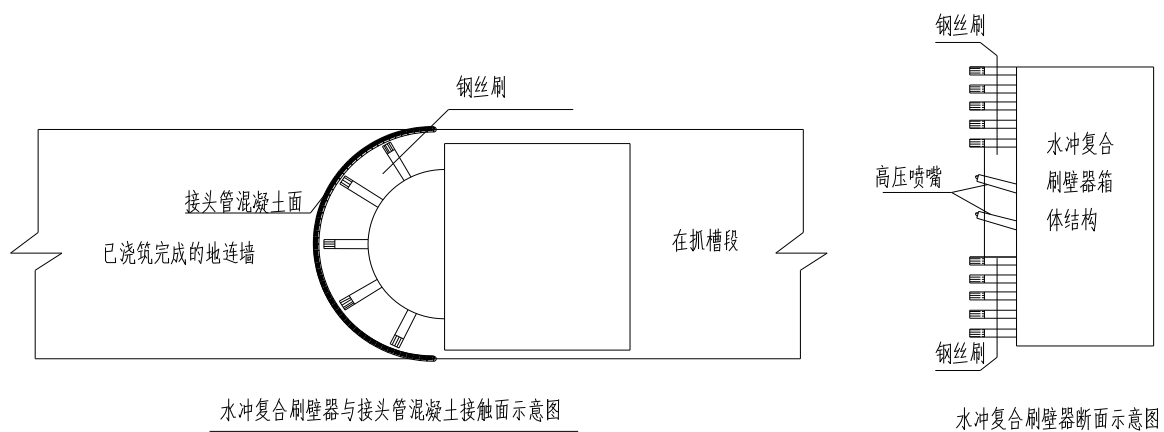


图 5.1-14 高压水冲复合刷壁器工作示意图



图 5.1-15 高压图



图 5.1-16 接缝顶面凿除后

5.1.4.4 接头管安放工艺控制要点主要包括以下内容。

(1) 地连墙接头管宜采用新型“带翼地连墙接头管”代替原有的圆形接头管，见图 5.1-17，图 5.1-18，图 5.1-19。

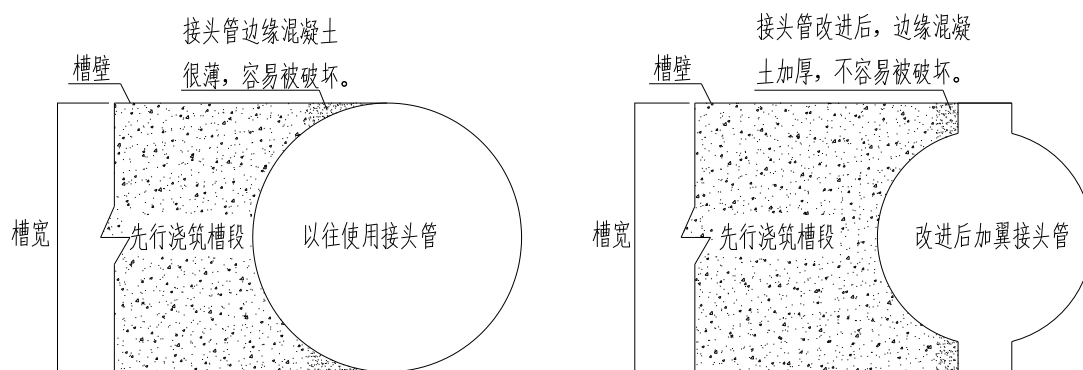




图 5.1-18 圆形接头管



图 5.1-19 加翼接头管

(2) 当接头管需要接长时，接头处应连接牢靠，宜采取管壁加厚、内壁加肋板、穿孔销采用圆形或方形钢棒材等加固措施，见图 5.1-20。



图 5.1-20 加翼接头管接头加固

(3) 接头管下放入槽时，管底部应插入槽底，防止混凝土从管底部绕进管内。

(4) 接头管的动管和拔出时间应根据混凝土的初凝、终凝时间、首次放管时间和混凝土的灌注完毕的时间确定，见图 5.1-21。



图 5.1-21 接头管起拔

5.1.4.5 钢筋笼制作工艺控制要点主要包括以下内容。

(1) 钢筋制作与连接应采用本指南第 2.1.4.2(1)、(4) 款的工艺，见图 5.1-22。

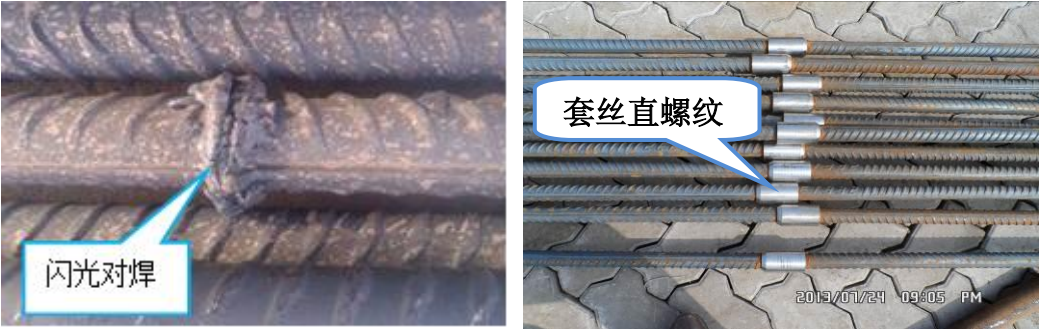


图 5.1-22 钢筋连接

(2) 钢筋笼制作应采用专用钢桁架加工平台（见图 5.1-23），在平台上设置固定定位凹形卡槽作为标尺，准确控制主筋及箍筋的位置，并应采用焊接工艺固定成型。



图 5.1-23 钢筋笼制作加工平台

(3) 钢筋笼箍筋应采用专用“组片”模具，大、小箍筋应统一加工，见图 5.1-24。

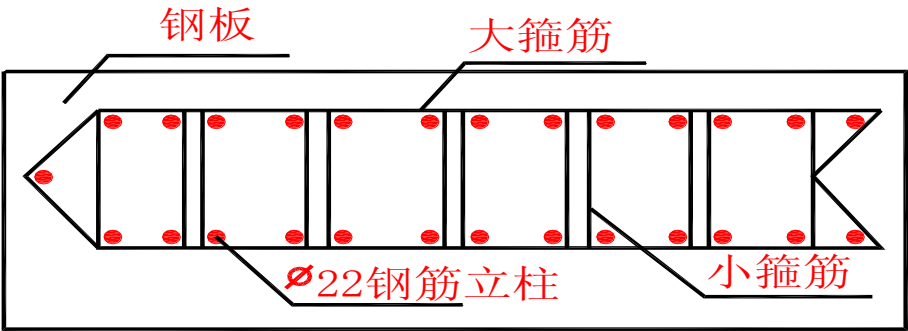


图 5.1-24 箍筋组片模具示意图

(4) 钢筋笼吊点位置应经计算确定，在搬运、起吊过程中不得发生不可恢复的

变形。

(5) 钢筋笼主筋保护层垫板宜采用“可焊抗腐型垫板”，垫板材质分内外层结构，板身内层为不锈钢，外层为耐腐蚀性材料（例如 PE 或 PP 等）。钢筋笼保护垫板的规格、主筋净保护层厚度、横向、纵向间距应符合设计要求，见图 5.1-25，图 5.1-26。

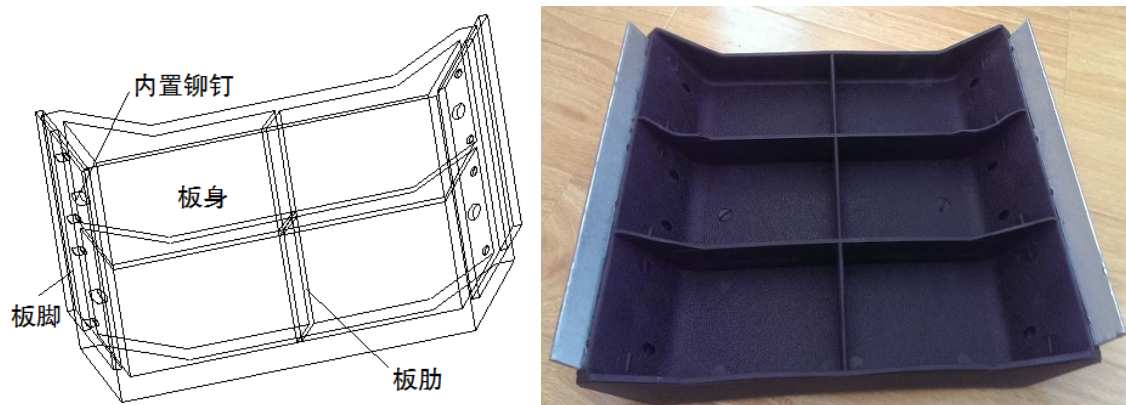


图 5.1-25 可焊抗腐型垫板

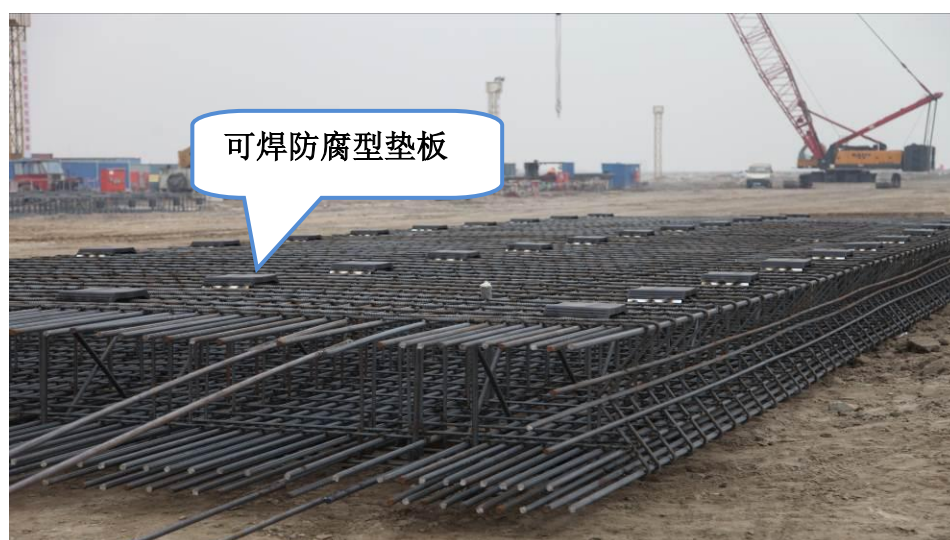


图 5.1-26 可焊抗腐型垫板

5.1.4.6 钢筋笼起吊与安放工艺控制要点主要包括以下内容。

(1) 钢筋笼的起吊宜采用“双机抬吊、空中回直”的方式，吊装应经过验算确定，起吊时应保证钢筋笼受力均匀，见图 5.1-27，图 5.1-28；

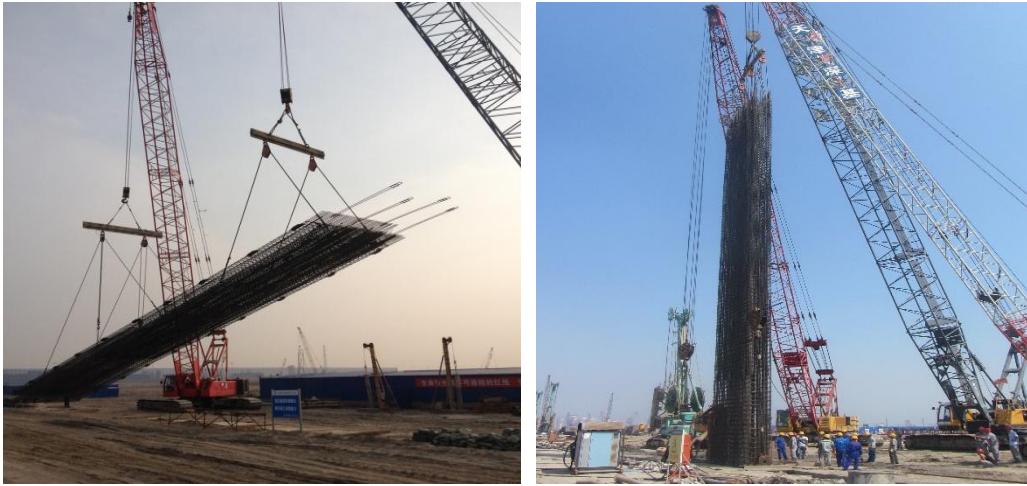


图 5.1-27 地连墙钢筋笼起吊

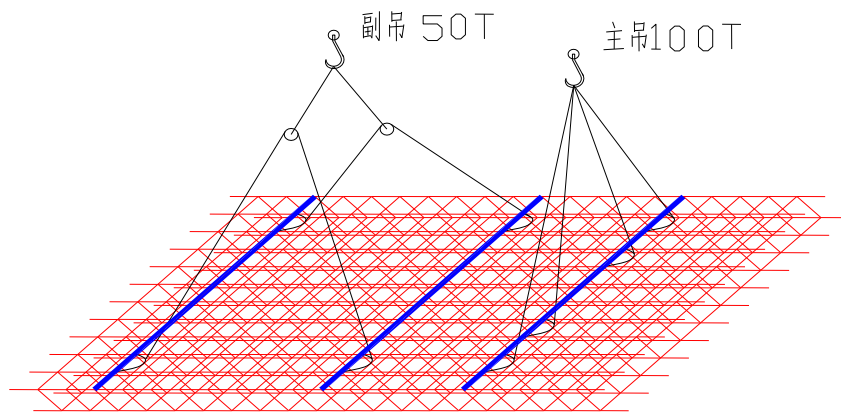


图 5.1-28 地连墙钢筋笼吊点示意图

(2) 钢筋笼下放时应正对槽口，控制速度，保持垂直，不得碰撞槽壁，见图 5.1-29。



图 5.1-29 地连墙钢筋笼下放

(3) 起吊前应检查吊索具、钢丝绳的完好情况，并应符合安全规范要求。

(4) 钢筋笼下放入槽的实际标高应通过计算钢筋笼吊环的长度准确，钢筋笼吊环应采用担杠悬吊于导墙上。

5.1.4.7 混凝土浇筑工艺控制要点主要包括以下内容。

(1) 混凝土浇筑应采用双管灌灰设备，灌灰导管配置长度应根据墙深、现场条件计算确定，见图 5.1-30。



图 5.1-30 地连墙混凝土浇筑

(2) 导管应采用钢制导管，内径宜为 200~300 mm，螺纹扣连接，内置橡胶圈。

(3) 混凝土灌注时，两根导管应同时下放混凝土，混凝土面高差应控制在 300mm 范围内。

(4) 导管首次使用前，应作水密封试验。

(5) 开始灌注混凝土前导管内应放置泥浆隔离管塞（如橡皮球胆等），底端应距离槽底应控制在 30~50cm。

(6) 对于设计低水位以上有抗冻要求的混凝土，浇注至抗冻标高时，应将普通水下混凝土变换为抗冻混凝土，导管底部标高应低于混凝土浇筑面 1.0 米以上。

(7) 混凝土灌注应采用混凝土探测器测量混凝土浇筑面，对于抗冻水下混凝土墙顶超浇高度不应小于 1.0m，见图 5.1-31。

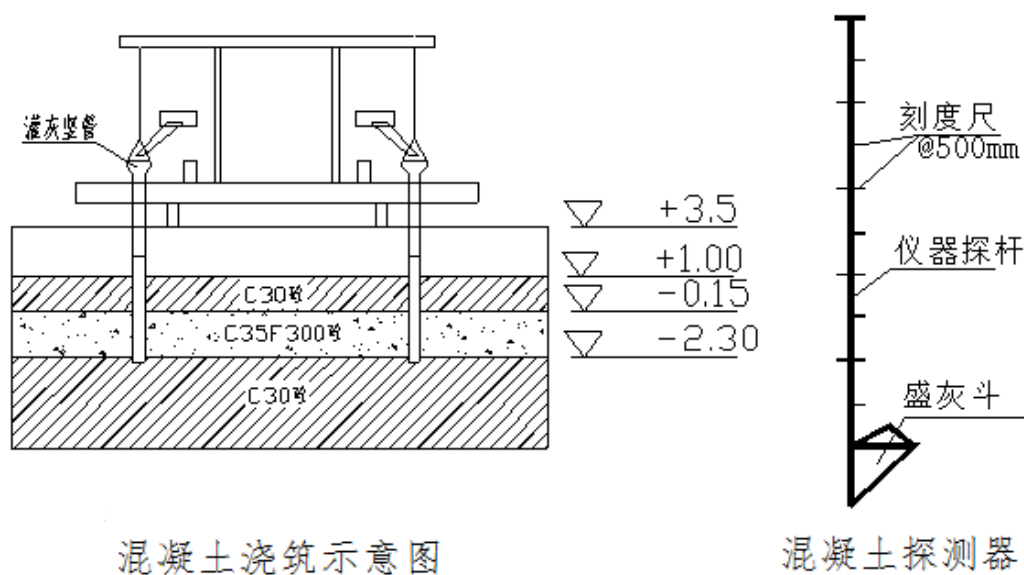


图 5.1-31 地连墙混凝土浇筑示意图

5.2 胸墙、锚碇墙导梁

5.2.1 工艺简介

5.2.1.1 胸墙和锚碇墙导梁主要采用整体大型钢模板一次浇筑到顶工艺，混凝土入仓主要采用泵送工艺浇筑，亦可采用低坍落度混凝土吊罐、皮带机等工艺。模板工艺和混凝土入仓工艺比较表参见本指南重力式码头现浇胸墙 3.10.1.1 款的内容。本指南主要介绍整体大型钢模板一次浇筑到顶工艺。

5.2.2 前置要点

5.2.2.1 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。对于涉及高大模板或深度 ≥ 5 米基坑的施工专项施工方案已组织专家论证评审，并经施工单位技术负责人、总监和建设单位技术负责人批准签认。

5.2.2.2 已满足本指南 2.1.2.1、2.1.2.4 款的相关内容。

5.2.2.3 地连墙、锚碇墙已检测完成并经过验收。

5.2.2.4 导墙已拆除完成，地连墙、锚碇墙墙顶超灌混凝土已凿除。

5.2.2.5 基坑降排水措施已满足要求；基坑海侧边坡已设置沉降、位移观测点；施工通道畅通安全，防护设施已落实到位。

5.2.3 工艺实施流程

5.2.3.1 胸墙和锚碇墙导梁施工工艺实施流程见图 5.2-1。

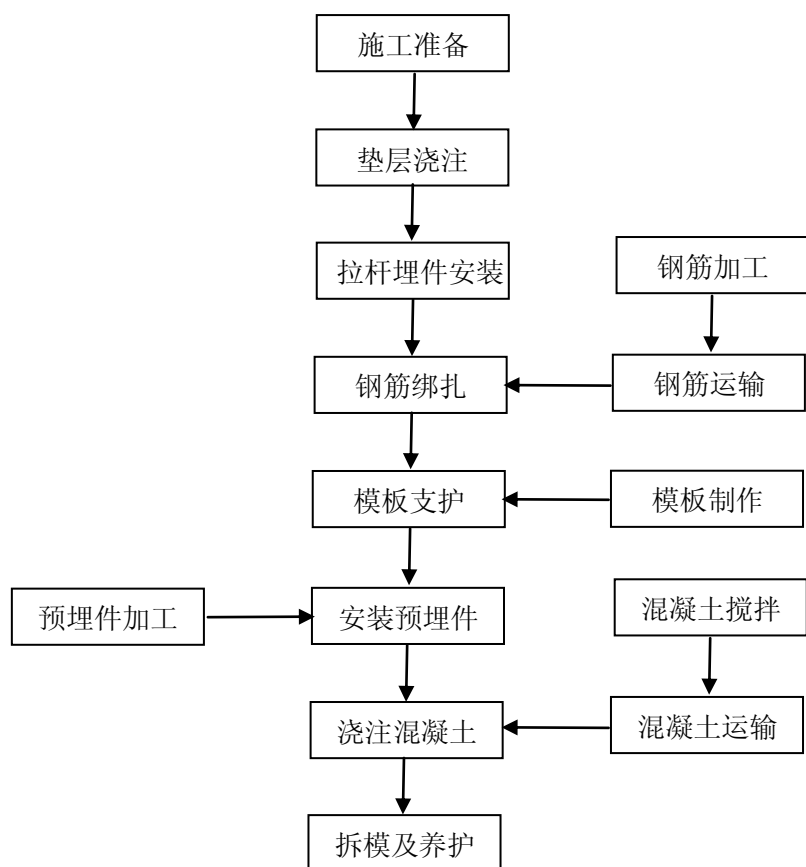


图 5.2-1 胸墙和锚碇墙导梁施工工艺流程

5.2.4 工艺控制重点

5.2.4.1 土方开挖工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 开挖前应通过典型施工确定降水、挡砂施工等措施。可设置排水沟和集水井采用明排水的方式，当地下水位较高时也可井点降水的方式；挡砂可采用在坡脚位置打设一排木桩，木桩背后挡竹排并压砂袋等措施，见图 5.2-2。



图 5.2-2 胸墙开挖支护

(2) 开挖应分层进行, 开挖边坡应根据土质条件确定, 不宜大于 1: 1.5; 开挖过程中应对海测围堰土体稳定性进行监测, 深度 ≥ 5 米基坑应进行基坑监测。

(3) 胸墙、锚碇墙导梁两侧底面工作面应满足施工作业要求, 宽度不宜小于 1.2m。

(4) 地连墙陆侧开挖, 应按设计要求控制倒滤层的标高及断面尺寸。

(5) 在边坡稳固后应设置安全爬梯, 见图 5.2-3。



图 5.2-3 安全爬梯

5.2.4.2 倒滤层铺设工艺控制重点主要包括以下内容:

(1) 倒滤层铺设前, 地连墙上预留的泄水孔应进行清理疏通, 并形成隐蔽验收记录。

(2) 土工织物应紧贴地连墙墙面并覆盖泄水孔; 其搭接长度应满足设计要求且不小于 1m。

(3) 土工织物型号、级配碎石规格及倒滤体断面尺寸应符合设计要求。

(4) 土工织物铺设完成应及时回填碎石倒滤体, 见图 5.2-4。

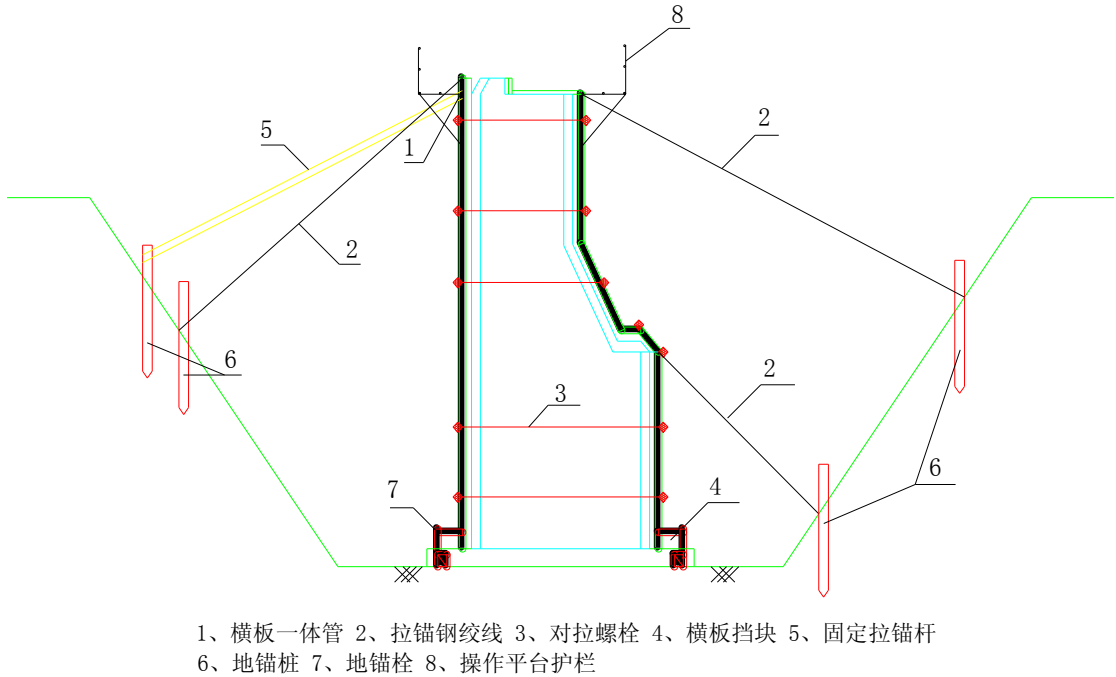


图 5.2-4 倒滤层施工

5.2.4.3 现浇胸墙与锚碇墙导梁应开展首件典型施工。

5.2.4.4 模板工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 胸墙应采用大型整体钢模板，锚锭墙导梁应采用整体钢模板。模板的板面厚度不应小于 4mm，其制作及拼装应符合本指南第 2.1.4.1 (1)、(2)、(3) 项的要求，并采用本指南第 2.1.4.1 (4) 项的无棱化处理工艺，见图 5.2-5，图 5.2-6。



胸墙整体钢模板安装图

图 5.2-5 胸墙模板安装



图 5.2-5 胸墙成品

- (2) 模板间的拼缝应采用本指南第 2.1.4.1 (5) 项的止浆措施。
- (3) 模板安装应采用本指南第 2.1.4.1 (6)、(7)、(8) 项的施工工艺。
- (4) 脱模剂和模板存放应符合本指南第 2.1.4.1 (9)、(10) 项的要求。

5.2.4.5 钢筋制作绑扎工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 钢筋制作和绑扎应采用本指南第 2.1.4.2 (1)、(2)、(3)、(4) 项的工艺。

其中钢筋安装定位卡模和绑扎架见图 3.10-5。

(2) 保护层垫块使用宜符合本指南第 2.1.4.2(5) 项的要求。其中侧面的钢筋宜采用圆饼型垫块, 见图 2.1-26。

(3) 护舷定位板、系船柱锚栓埋设应符合 2.4 节的相关要求。

5.2.4.6 混凝土浇筑工艺控制重点主要包括以下内容:

(1) 混凝土浇筑前膜内清理、下料方式、顶面处理应符合本指南第 2.1.4.4(1)、(2)、(3) 项的要求。

(2) 混凝土宜采取本指南第 2.1.4.4(6) 项的措施控制温度裂缝。

(3) ~ (11) 项参照本指南重力式码头现浇胸墙 3.10.4.7(5) ~ (13) 项。

5.3 锚碇结构与拉杆

5.3.1 工艺简介

5.3.1.1 锚碇结构与拉杆工程包含锚碇墙、现浇锚碇墙导梁、拉杆安装与防腐三部分, 其中锚碇墙和现浇锚碇墙导梁已分别在地连墙、胸墙及导梁中介绍, 本章主要介绍拉杆安装与防腐部分的施工工艺, 包括胸墙和锚碇墙导梁间土体开挖、钢拉杆防腐、安装与应力检测、拉杆包封。

5.3.2 前置要点

5.3.2.1 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。

5.3.2.2 基槽内降、排水满足要求, 具备干地作业条件。

5.3.2.3 钢拉杆及其附件已到施工现场, 安装拉杆的支垫垫块已具备。

5.3.2.4 现场已具备钢拉杆防腐作业场地。

5.3.2.5 钢拉杆的初始应力检测仪器仪表已校验。

5.3.3 工艺实施流程

5.3.3.1 锚碇结构与拉杆施工工艺实施流程见图 5.3-1。

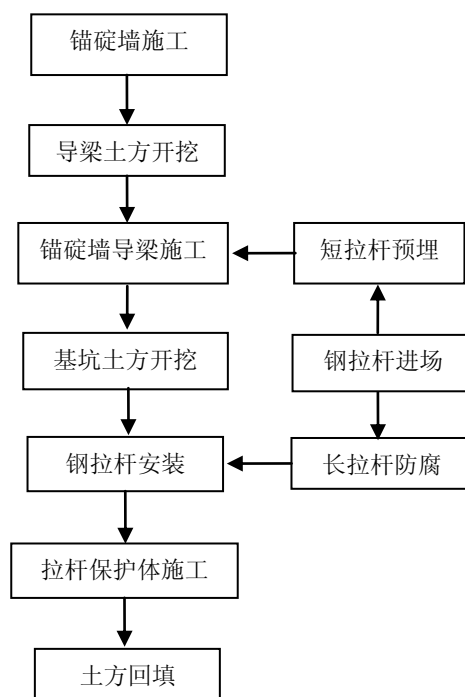


图 5.3-1 锚碇结构与拉杆施工工艺流程

5.3.4 工艺控制重点

5.3.4.1 胸墙与锚碇墙导梁间土体开挖工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 胸墙和锚碇墙导梁施工完成后，二者间土体开挖应分层、分段进行。
- (2) 开挖至钢拉杆位置时，应控制底层土体的开挖标高。

5.3.4.2 钢拉杆防腐工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 拉杆的防腐应满足设计要求。包裹层应采用“两毡三油”防腐处理，每遍麻布均应涂刷沥青防腐层，涂刷应均匀，不得漏刷或出现空鼓和防腐油未浸透现象。见图 5.3-2。



图 5.3-2 钢拉杆防腐

- (2) 防腐处理完成的拉杆杆体应分层堆放，层与层之间应采用方木支垫。

(3) 拉杆安装后, 应对防护层进行检查, 缺漏涂料和损伤处应修补, 修补应采用“再裹二毡三油沥青麻布”的防腐处理工艺。

5.3.4.3 拉杆安装及拉力检测工艺控制重点主要包括以下内容:

(1) 拉杆安装前, 应在拉杆安装位置先进行混凝土垫层施工。

(2) 拉杆安装时, 拉杆下部应设置垫块, 垫块应采用预制混凝土块体, 块体尺寸宜为 $200\text{mm} \times 200\text{mm} \times 100\text{mm}$, 垫块间距为 2m, 见图 5.3-3。

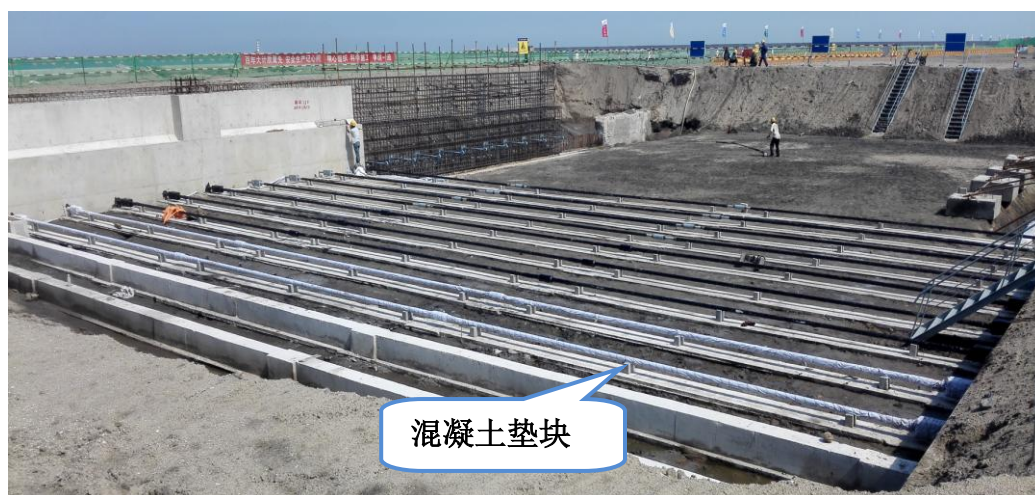


图 5.3-3 钢拉杆安装垫块

(3) 拉杆吊运应采用专业吊装带吊装, 吊运不得损坏丝扣及防腐层。

(4) 拉杆安装应平顺, 张力应均匀, 螺母和松紧器应拧紧; 拉杆的螺母应全部旋进, 并不少于 2~3 个丝扣外露。

(5) 拉杆初拉力紧固顺序应从每段胸墙两边向中间紧, 以此紧固二至三遍, 应采用“剪式恒力仪”进行初始应力的检测, 每根拉杆的初始拉力应达到设计要求, 见图 5.3-4。



图 5.3-4 剪式恒力仪进行拉杆初始应力检测

(6) 拉杆安装完成后, 应对钢拉杆预埋件外漏的杆体、松紧器、拉杆接头处等

未做防腐处理的部位，补做防腐层。

5.3.4.4 拉杆包封工艺控制重点主要包括以下内容：

钢拉杆安装防腐层完成后，根据设计要求，应在钢拉杆防腐层外部包裹一层防水土工布，再施工混凝土保护体，见图 5.3-5，图 5.3-6。

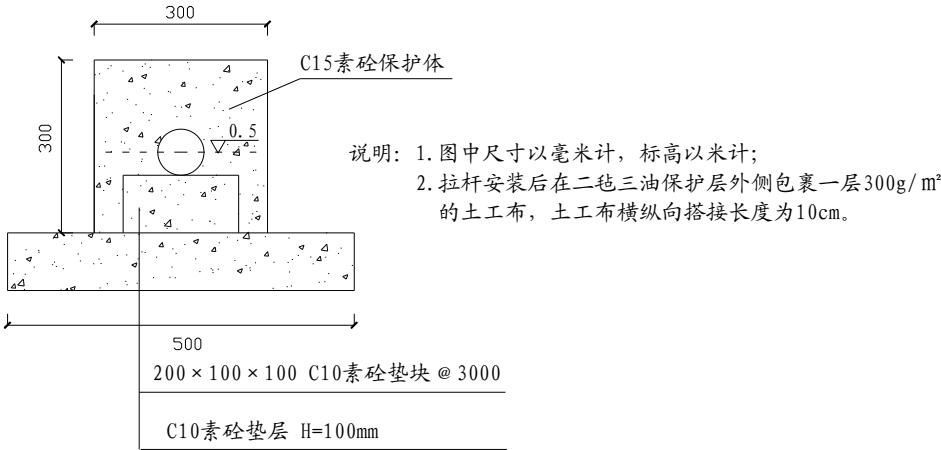


图 5.3-5 拉杆混凝土保护体断面示意图

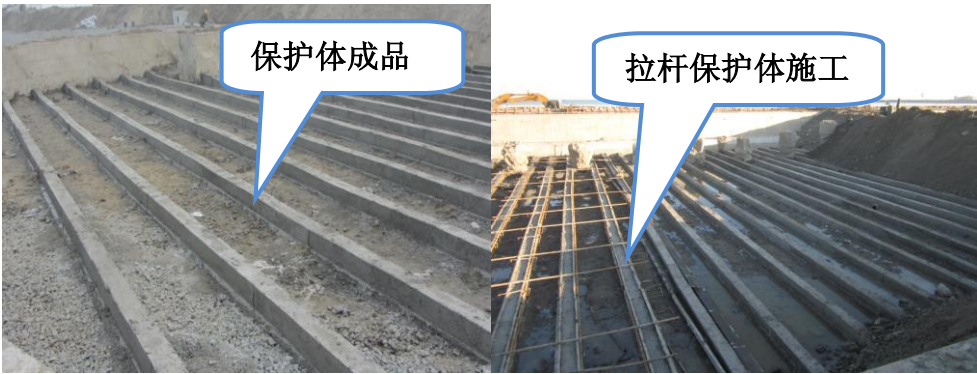


图 5.3-6 拉杆保护体施工

5.4 回填与地基处理

5.4.1 工艺简介

5.4.1.1 回填与地基处理是指胸墙与锚碇墙导梁之间钢拉杆以上部分的土方回填与地基处理。土方回填采用陆上回填工艺，回填顺序应先回填锚碇墙导梁海侧土体，再回填胸墙陆侧土体，逐步形成工作面后，在大面积回填至设计标高（考虑预留虑沉降量）；回填完成后，采用振冲工艺进行地基处理。

5.4.2 前置要点

5.4.2.1 已编制专项施工方案并经施工单位技术负责人和总监理工程师批准签认。

5.4.2.2 钢拉杆已安装、保护体已施工完成。

5.4.2.3 倒滤层已施工完成。

5.4.2.4 基坑内降、排水已满足要求，无积水。

5.4.3 工艺实施流程

5.4.3.1 回填与地基处理施工工艺实施流程见图 5.4-1。

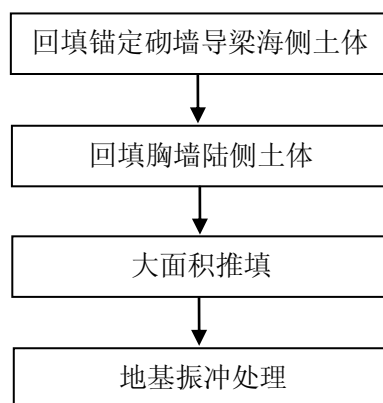


图 5.4-1 土方回填与地基振冲处理施工工艺流程

5.4.4 工艺控制重点

5.4.4.1 土方回填工艺控制重点主要包括以下内容：

(1) 土方回填顺序应先回填锚碇结构前方土体，再回填前墙后土体，最后进行大面积回填。

(2) 回填料的品种和质量应符合设计要求。

(3) 倒滤层施工应与后方回填相协调，应分段分层进行、平行推进，回填时不得损坏拉杆和外敷防腐层。

(4) 回填与压实应沿着与拉杆平行的方向推进，见图 5.4-2。



图 5.4-2 土方回填施工

5.4.4.2 地基处理工艺控制重点主要包括以下内容：

- (1) 地基振冲应进行典型施工，确定振冲施工参数，经设计同意后再进行施工。
- (2) 回填土体宜采用双点共振法施工，见图 5.4-3。



图 5.4-3 地基振冲处理施工

- (3) 振冲应采用跳行打桩的施工顺序，一遍桩、二遍桩施工间隔时间不宜小于 7 天。
- (4) 振冲桩桩底距离钢拉杆应预留 500mm 富裕高度，不得损伤钢拉杆及防腐层。