

港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工技术

文 / 周 宏 安徽省滁州港航投资有限公司

摘要：港航工程建设经过多年发展，其施工技术与安全管理水平稳步推进，实现了多项技术创新突破，持续提高施工效率与质量，确保施工安全，是行业一直以来的现实需求。基于此，将简要探讨港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工技术，对钢板桩围堰施工准备、施工工艺、质量控制等方面进行介绍，并提出质量控制措施，以期为工程施工奠定坚实基础。

关键词：港航工程；岸坡开挖；钢板桩围堰施工

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.11.023

引言

在港航工程的岸坡开挖过程中，钢板桩围堰主要由钢板桩和钢围笼组成，具有高强度、轻型、隔水性能好等优点，可在水流较深、流速较快的河床环境中，有效地阻挡外部水流和土质涌入，为基坑施工提供安全作业环境。随着现代水利、港口和桥梁等工程的不断发展，钢板桩围堰施工技术也在不断创新完善。从材料选择、设备配置，到施工工艺优化，使钢板桩围堰在施工中高效、安全，为工程顺利完成提供保障。

一、港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰作用

在港航工程的岸坡开挖过程中，钢板桩围堰借助钢板桩强度及刚度，阻挡水土侵入，为基坑开挖和建筑物修筑提供干燥、稳定的工作环境，钢板桩围堰具有较强止水性能，可降低地下水对工程施工影响，确保工程质量安全。钢板桩围堰还可防止水土流失和土壤侵蚀，保护岸坡生态环境。钢板桩围堰还具有施工速度快、效率高特征，可缩短工期，降低施工成本，在工程施工完成后，钢板桩可方便地拆除并回收再利用，降低工程成本，符合可持续发展理念。

二、港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工前准备

（一）材料准备

在港航工程岸坡开挖中，根据工程需求和设计要求，挑选出规格、型号适宜的钢板桩，表面平整、锁口紧密，以防止水土渗漏，对钢板桩严格检验，确保其质量达标，无弯曲、扭曲、死弯等缺陷。还应配备振动锤、吊车、

测量仪器等工具，以满足大规模施工需求。还需准备黄油、锯末等拌合物，用于钢板桩锁口的润滑和防渗，防水彩条布等，用于施工现场的临时防水保护。

（二）场地准备

在港航工程岸坡开挖中，需对施工现场全面勘查，明确地质条件、水位变化及岸坡稳定性等要素。基于勘查结果，合理规划施工区域，保证钢板桩围堰布设位置可有效防护岸坡。考虑到施工期间将面临天气变化，需预留足够排水系统与应急通道，以应对突发情况。清除施工区域如树木、石块等障碍物，以便施工机械正常作业。针对软土地基，采取铺设砂砾层或注浆加固等方式，增强地基承载力，设立明确的施工标识与警示标志，建立临时设施，如材料堆放区、工人休息区等，以维护施工现场秩序^[1]。

（三）技术准备

明确施工图纸与设计方案，掌握钢板桩围堰布局、尺寸、深度等参数，结合现场实际情况，对设计方案调整优化，以适应复杂多变的施工环境。组织技术交底会议，邀请设计、施工、监理等多方参与，探讨施工中的技术难点与解决方案。通过沟通讨论，形成共识，还需对钢板桩围堰的施工过程进行模拟，根据模拟结果，制定风险应对措施，确保施工安全，引入智能化、自动化等先进技术，提高施工效率。港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工前准备如表1所示：

表1 港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工前准备

准备内容	细节描述
制定施工计划	明确施工步骤、时间节点与资源配置
清理施工区域	移除障碍物，确保地面平整，便于机械作业
准备材料设备	钢板桩、打桩机、起重机、测量工具等齐全可用
钢板桩检查修整	检查桩体无裂纹、变形，必要时进行矫正或替换
地质勘察防范	了解地质情况，制定防塌方、防水措施
安装导向装置	确保钢板桩插打精度，提高围堰稳定性

三、港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工工艺

（一）测量放线

根据施工图纸，使用全站仪测量，对钢板桩围堰位置进行确定，在测量过程中，需控制桩间距在30m以内，设置水准点，其高程误差控制在±5mm以内，借助经纬

仪，沿着钢板桩围堰设计边线，每隔10m设立标志点，围堰边线误差在±10mm以内，在转角处，需特别增设标志点，使围堰形状尺寸得到合理控制。对于钢板桩围堰高程控制，采用水准仪逐层测量，且相邻测量点高程差在±3mm以内，保证钢板桩围堰在施工过程中始终保持

设计高度，避免因高程误差导致的施工质量问题。在测量放线过程中，还需实时记录控制桩坐标、水准点高程、放线标志点坐标等测量数据，为施工提供数据支持^[2]。

(二) 安装导向架

在设计位置，根据设计图纸上的坐标点放样，确保导向架安装位置准确无误。导向架通常由H型钢制作，长度多在12m，截面高度在250mm-350mm之间。安装时，打入导桩，导桩采用H型钢，长度为20m，保证打入到稳定地层。在导桩上焊接钢牛腿，用于支撑和固定导向架。导向架与钢牛腿之间通过螺栓连接，使连接牢固。导向架安装时，直度偏差在5mm以内，水平度偏差在10mm以内。

导向架安装完成后，需复核调整，确保其与设计钢板桩轴线一致，如有偏差，需调整导向架，以满足设计要求。在导向架的内侧，设置限位器，保证钢板桩可顺利插入，且不会受到过大侧向力。

(三) 搭设钢板桩

钢板桩选型需依据工程水文地质条件及设计要求，厚度在10mm-20mm之间，长度选用12m-18m钢板桩。打设前，应对钢板桩检查，确保其表面无锈蚀、弯曲度在5mm/m以内，保证锁口完好无损。打设作业采用振动锤或液压锤作为主要设备，振动锤频率控制在30Hz-50Hz，锤击能量依据钢板桩规格调整，控制在100kJ-300kJ之间。打设顺序遵循“先深后浅、隔跳打设”原则，以减少土体挤压效应及桩身倾斜。钢板桩打设需控制垂直度，偏差在3mm以内，连续、匀速下沉，避免骤停骤启造成桩身损伤。锁口咬合检查采用特制工具，保证相邻钢板桩间隙在2mm以内，防止渗漏。对于特殊地质条件，如遇到硬土层或孤石，需采用预钻孔或高压水冲射等辅助方式，以减少打设阻力和桩身损坏。每完成一定长度钢板桩搭设后，需进行围堰整体渗漏检测，满足施工要求。

(四) 围堰接缝严密

在港航工程的岸坡开挖作业中，需从钢板桩的选型、打设到接缝处理等环节进行控制。依据工程地质条件，选用标准钢板桩，偏差不超过3mm，以减少接缝错位及间隙。对钢板桩锁口仔细检查，确保其表面平整、无锈蚀杂物，以顺利咬合。对于接缝处间隙，可采用注浆或填充止水材料的方法修补，注浆材料选用聚氨酯或水泥

浆，注浆压力控制在0.2MPa-0.5MPa之间，填充止水材料选用膨胀塞、橡胶条等，其尺寸和材质需根据接缝实际情况进行定制。为确保接缝严密性，可选用注水试验和气压试验方法进行渗漏试验，其中，注水试验需向围堰内注水至一定高度，观察水位变化，以判断接缝是否渗漏，气压试验通过向围堰内充气，检测气压变化，以评估接缝密封性能。若试验结果显示接缝存在渗漏，需立即进行修补，满足防水要求^[3]。

(五) 止水处理

钢板桩选型需考虑其材质、厚度和锁口形式，通常选用耐腐蚀性强、厚度在12mm-16mm之间的热轧钢板桩，锁口形式需紧密咬合，减少渗水通道。打设过程中，需确保钢板桩垂直度偏差在2mm以内，相邻钢板桩间隙在1mm以内，以减少接缝渗漏。对于接缝处间隙，可采用高压注浆法修补，注浆材料选用聚氨酯或环氧树脂，注浆压力控制在0.3MPa-0.6MPa之间，注浆量根据间隙大小进行计算，确保注浆饱满、无遗漏。对于锁口咬合不紧密的情况，可采用特制橡胶条或膨胀塞进行填充，以增强接缝密封性。后期维护中，需定期对钢板桩围堰渗漏检查，一旦发现渗漏点，需立即进行修补，修补材料需与原有钢板桩材质相兼容，修补工艺需确保修补部位与原围堰结构紧密连接，无渗漏隐患。

(六) 内部支撑安装

内部支撑系统由多层钢梁或钢管构成，支撑梁选用I32a-I56a型号的工字钢，其截面高度在320mm-560mm之间，翼缘宽度在160mm-200mm之间，使支撑强度及刚度得到保证。支撑钢管选用直径在400mm-600mm之间、壁厚为10mm以上的无缝钢管，以满足高承载力需求。支撑安装需遵循“先支撑后降水”原则，即先安装好内部支撑，再进行围堰内抽水作业。安装时，需保证支撑与钢板桩连接牢固可靠，采用焊接或螺栓连接方式。焊接时，焊缝长度需满足设计要求，确保连接强度。螺栓连接时，需选用高强度螺栓，并按照扭矩要求进行紧固，防止松动。支撑的布局需考虑围堰受力特点及变形情况，在围堰的四个角部和中部设置加强支撑，以提高整体稳定。港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工工艺流程如图1所示：

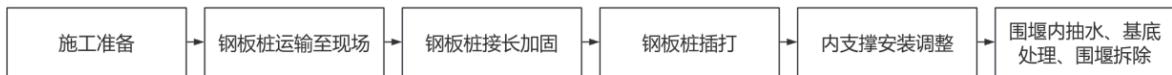


图1 港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工工艺流程

四、港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工的质量控制

(一) 钢板桩垂直度控制

钢板桩围堰作为岸坡开挖中的临时支护结构，在港航工程中，岸坡地质条件复杂，如软土地基、水流冲刷等，都给钢板桩的垂直度控制带来挑战。施工团队需具备高度专业素养，以应对复杂环境所带来的不确定性。选择符合设计要求的钢板桩材料，确保其尺寸、规格与强度满足施工需要，施工前需进行现场勘测与地质分析，使施工团队准确了解地基条件，为垂直度控制提供科学依据。

在施工过程中，施工团队需监测钢板桩的下沉轨迹与垂直度变化，一旦发现偏差，需调整打桩机的振动频率、打击力度及桩头位置等，使钢板桩沿着预设垂直轨迹顺利下沉。施工团队还需关注地基变化情况，采取注浆加固、地基预压等加固措施，以提高地基承载力，从而保障钢板桩垂直度。钢板桩垂直度控制与围堰整体结构布局、内部支撑的安装及防水处理等环节相连。在施工过程中，施工团队需考虑各因素间相互作用，确保各环节协调配合，以实现钢板桩围堰施工质量全面提升^[4]。

（二）桩位偏差控制

对于港航工程，岸坡开挖环境复杂多变，地质条件、水流冲刷、风浪影响等因素对桩位精度造成干扰。施工团队需对现场勘测，了解地质结构、水流速度、风向风力等环境因素，制定科学施工方案。在方案设计中，需考虑桩位偏差潜在风险，并预设应对措施，如采用先进定位技术、加强施工监测等，以确保桩位精准定位。选用GPS定位系统、全站仪等，提高桩位定位精度，施工团队需加强施工监测，实时监测桩位的偏移情况，一旦发现偏差，应进行调整，使桩位保持在允许范围内。此外，施工团队还需注重施工工艺改进创新，如优化打桩顺序、调整打桩力度等，以减少施工过程中误差，提高桩位稳定性。在地基处理阶段，需对地基加固处理，以提高地基的承载力与稳定性，从而减少桩位因地基沉降而产生的偏差。

（三）桩顶标高控制

因港航工程环境复杂，在施工准备阶段，团队需对现场地质勘测与环境分析，明确地基承载力、水位变化等参数，还需综合考虑钢板桩材质特性、围堰整体结构需求，制定出科学桩顶标高控制方案。从钢板桩选材、切割到安装，需按照设计方案执行，确保桩体尺寸、形状与标高标准准确性。在桩体打入过程中，施工团队需密切关注桩体的下沉轨迹与垂直度，调整打桩力度与频率，避免桩体因受力不均或地基沉降而导致标高偏差。借助激光测距仪、全站仪等，监测桩顶标高，一旦发现偏差，采取科学措施调整，确保桩顶标高保持在设计范围内。在施工过程中，施工团队需注重各环节协调配合，确保桩顶标高控制与其他施工环节衔接，构建稳定围堰结构^[5]。

（四）接缝止水效果检查

在港航工程的岸坡开挖作业中，钢板桩围堰作为临时性挡水结构，因受潮汐变化、水流冲刷、地质条件差异等影响，确保钢板桩围堰接缝处止水效果，成为施工过程中急需解决的问题。接缝止水效果检查，需根据工程具体需求、地质条件以及水流特性，合理确定钢板桩的型号、规格与布置方式，保证接缝处密封性能。选用高质量止水材料，如橡胶止水带、膨胀塞等，为接缝止水提供物质保障。

在施工过程中，施工团队需严格按照设计图纸与规范要求，保证钢板桩垂直度、间距与打入深度，为接缝止水效果的检查提供保障。在钢板桩打入后，需对接缝处检查，确保无错缝、漏浆现象，接缝缺陷，需采用焊接、注浆等方式进行修补，确保接缝处密封。此外，施工团队还需加强对接缝止水效果的监测，在水流冲刷、潮汐变化等时段，需密切关注接缝处变化情况，一旦发现漏水迹象，需进行处理，防止漏水问题扩大化，影响工程整体安全。随着工程推进，施工团队需根据现场实际情况，适时调整接缝止水方案，确保接缝止水效果满足工程需求。

（五）机械设备安全检查

在钢板桩围堰施工的前期准备阶段，需对打桩机、

起重机、挖掘机等设备动力系统、传动系统、制动系统及安全防护装置进行检查，确保设备都处于良好工作状态，满足施工需求，避免因设备故障引发安全事故。随着施工深入，设备使用频率与强度不断增加，其性能与状态也会发生变化，施工团队需建立完善机械设备安全检查体系，定期对设备维护保养，发现并排除潜在安全隐患。在机械设备安全检查中，操作人员应熟练掌握所操作设备性能特点与安全操作规程，具备应对突发状况的能力。通过定期安全教育演练，提高安全意识与应急反应能力，确保在紧急情况下可迅速、有效地采取行动，减少事故损失。还需加强与设备供应商、维修服务商的沟通与合作，确保在设备出现故障时及时获得专业技术支持与维修服务。

（六）妥善处理施工废弃物

在钢板桩围堰施工过程中，会产生大量建筑垃圾、废旧材料以及施工废水等废弃物，需明确废弃物的分类标准，将可回收与不可回收废弃物严格区分，确保资源最大化利用与废弃物最小化排放。对于可回收废弃物，如废旧钢板桩、钢筋等金属材料，应分类收集，送至专业回收机构再利用，减少资源浪费，对于不可回收废弃物，需按照环保要求进行妥善处理，避免对环境造成污染。钢板桩围堰施工过程中产生废水，多含有悬浮物、油污等污染物，若直接排放将对周边环境造成影响。在施工现场设置专门的废弃物堆放区域，防止废弃物因风吹雨打而散落造成二次污染，对废弃物堆放区域进行清理与消毒，减少废弃物对周边环境的影响。

结语

港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰的施工过程，从材料准备、场地清理，到导向架安装、钢板桩搭设，再到止水处理和内部支撑安装，遵循施工规范，确保围堰稳定安全。在水下封底和抽水作业中，通过施工控制和质量检测，有效避免封底过高、漏封等问题，确保围堰止水效果。在未来工程中，应加强施工质量控制和技术创新，以推动港航工程建设发展。

参考文献

- [1] 张健, 杨立功, 张宇亭, 等. 钢板桩加固岸坡变形与桩土相互作用机理研究 [J]. 岩土工程学报, 2024, 46(S1): 202-206.
- [2] 梁二清, 蒋鹏. 长江码头岸坡悬挂式拉森钢板桩支护方案优化设计研究 [J]. 建筑技术, 2024, 55(14): 1702-1706.
- [3] 吴文华, 安晓宇, 刘勇军, 等. 航道开挖对护岸结构影响的离心模型试验研究 [J]. 水运工程, 2024, (07): 232-238.
- [4] 王建龙. 港航工程岸坡开挖中钢板桩围堰施工技术应用研究 [J]. 珠江水运, 2024, (11): 98-100.
- [5] 任俊刚, 高永胜, 赵博文, 等. 桩锤作用下岸坡悬挂钢板桩的动力响应特性 [J]. 高压物理学报, 2023, 37(06): 140-147.