

航道整治工程围堰施工技术

崔佳晨 凌 星

嘉兴市港航建设开发有限责任公司 浙江 嘉兴 314000

摘要：航道整治工程对水上交通及区域经济发展意义重大，围堰施工是关键环节，但航道复杂环境带来诸多挑战。本文围绕航道整治工程围堰施工展开研究，阐述了施工前在方案、材料设备、场地布置等方面的准备工作，介绍了钢箱、钢板桩、拉森钢板桩等常见施工技术，分析了施工过程质量控制要点与常见问题预防措施，提出了安全保障措施，为工程高质量完成提供参考。

关键词：航道整治工程；围堰施工；施工技术；质量控制；安全保障

引言：航道整治工程对水上交通畅通与区域经济发展意义重大，围堰施工是其中关键环节。围堰能创造干燥施工环境，保障工程顺利推进。但航道环境复杂，水流、地质等因素给围堰施工带来诸多挑战。不同类型围堰施工方法、质量控制及安全保障措施各有特点。深入研究航道整治工程围堰施工技术，有助于提高工程质量、保障施工安全，推动水上交通建设发展。

1 航道整治工程围堰施工前的准备工作

1.1 施工方案与技术核定

围堰施工方案编制是施工准备核心，其深度与可行性影响后续施工。方案编制要结合勘察成果与设计意图，依据勘测的水文地质条件，如土层分布、地下水位、水流速度等，明确关键内容。需确定围堰轴线定位、结构选型，如钢箱围堰截面形式、钢板桩型号规格；明确关键尺寸，如顶高程、入土深度；明确主要施工工艺。重点工序要细化，如钢箱围堰预制精度控制、浮运航道清理与下沉路径规划；钢板桩导向架布设参数、插打顺序及合龙技术等。工期安排要考虑水流季节性变化与航道通航要求，制定分阶段计划，避开汛期开展围堰下沉与封底作业。方案还应涵盖材料设备需求、劳动力组织及质量安全控制要点。施工技术核定确保方案与现场及施工能力匹配。重点核定钢板桩打桩设备与地质适配性、钢箱围堰内支撑荷载取值与安全系数、工序衔接时间节点合理性。结合经验，必要时开展现场试验，验证并优化方案形成作业文件。

1.2 施工材料与设备准备

施工材料选择需严格把控质量，核心材料聚焦钢材质量控制：钢箱围堰侧壁板优先选用Q355B低合金高强度钢，板厚需根据水深计算确定，10米水深内采用8mm钢板，每增加5米水深板厚增加2mm；钢板桩作为一种重要的围堰材料，需按设计型号选用，其中拉森Ⅵ型钢板

桩的材质需符合GB/T20933标准，进场时逐根检查锁口精度与桩体平直度，不合格者需进行校正或更换；支撑系统所用的H型钢、钢管需核对截面尺寸与力学性能，确保满足受力要求。施工设备选型与配置需针对性匹配施工技术要求，钢箱围堰施工需配备半自动切割机（保证下料尺寸偏差 $\leq \pm 2\text{mm}$ ）、埋弧焊机及超声波探伤设备；钢板桩施工设备需根据地质条件选择，软土地质优先采用DZ120型振动锤配合80t履带吊，较硬土层可搭配冲击锤，对振动敏感的区域则选用静力压桩机，压桩力不小于500千牛^[1]。运输设备方面，钢箱围堰构件采用驳船上运输，钢板桩采用自卸汽车陆上转运，需确保运输过程中构件不变形。混凝土施工设备（搅拌机、输送泵）需满足钢箱围堰封底C30混凝土的浇筑量与连续施工要求。

1.3 施工场地布置

临时设施布置需合理规划，办公区与生活区选址需远离施工水域及重型设备作业区，办公区人均面积不小于4平方米，生活区宿舍人均居住面积不小于2.5平方米，且配备完善的安全防护与卫生设施。材料堆放场地需硬化处理，钢板桩采用分区直立堆放，堆放高度不超过3层，层间设置木垫隔离，避免锁口损伤；钢箱围堰构件需按拼装顺序摆放，预留吊车吊装作业空间。材料堆放场地面积根据储备量确定，一般不少于500平方米。施工道路规划需兼顾设备通行与围堰施工安全：陆上道路宽度不小于4米，坡度不大于8%，路面采用级配碎石碾压压实，与周边道路顺畅衔接；水上通道宽度不小于20米，需清理航道内障碍物，设置明显通航标识。道路与围堰施工需相互协调，陆上道路边缘距钢板桩围堰轴线不小于5米，避免车辆荷载扰动围堰基础；钢箱围堰浮运航道需提前疏浚，保证水深满足吃水要求。

2 常见航道整治工程围堰施工技术

2.1 钢箱围堰施工技术

钢箱围堰整体性与抗渗性好,适用于水深8-30米航道工程,分工厂预制和现场拼装,结构多矩形或圆形,由侧壁板、底板、隔舱板组成。大型围堰常分2-3节制作,现场焊接,隔舱划分可提升浮运与下沉稳定性^[2]。施工核心流程含预制、浮运、下沉、封底:预制在硬化场地搭刚性胎架,用半自动切割机下料,尺寸偏差±2mm内,焊接优先埋弧焊,焊缝100%超声波探伤;浮运前精确算吃水深度,用压载水调平衡,拖轮牵引至指定位置,定位偏差5cm内;下沉用排水或注水法,均匀对称作业,速度0.5m/h左右,实时用经纬仪监测垂直度;封底水下混凝土浇筑,导管间距不超3米,混凝土强度不低于C30,浇筑厚度不小于1.5米。防参与稳定控制关键,焊缝双面焊,焊后煤油渗透试验,无渗漏合格;底板与河床接触处高压喷射灌浆形成防渗帷幕,渗透系数小于 1×10^{-6} cm/s。内支撑系统依水深设,水平间距3-4米,垂直间距2-3米,用H型钢与侧壁刚性焊。施工实时监测围堰沉降与位移,单日沉降不超10mm,位移不超5mm,超范围及时调整。

2.2 钢板桩围堰施工技术

钢板桩种类不同性能各异。U型钢板桩截面惯性矩大,强度高,适用于深基坑围堰,基坑深度宜大于5米;Z型钢板桩锁口紧密,防水性能好;直线型钢板桩施工方便,常用于浅基坑,基坑深度宜小于3米。打桩设备与施工方法选择要根据地质条件和钢板桩类型确定。振动打桩适用于软土地质,通过振动使钢板桩沉入土中,振动频率宜在20-30赫兹之间;静力压桩依靠静压力将钢板桩压入土中,适用于对振动敏感的场地,静压力宜根据钢板桩打入深度和地质条件确定,一般不小于500千牛。打桩顺序要合理,优先采用从上游向下游封闭的施工顺序,避免水流冲击导致桩体移位。质量控制要严格,打桩前需清理桩尖障碍物,打桩过程中采用双向经纬仪监测垂直度,确保钢板桩垂直度偏差不大于1%,锁口咬合紧密无松动^[3]。围堰支撑与加固方面,内支撑系统设计要结合水深与土压力计算,水平间距宜控制在3-5米之间,垂直间距宜控制在2-3米之间,支撑节点采用螺栓或焊接连接,确保牢固可靠。围堰加固可增设拉锚,拉锚需嵌入稳定土层不小于3米,拉力应根据围堰受力情况确定,一般不小于100千牛。围堰拆除要按“先拆支撑、后拔桩”的顺序进行,拔桩采用振动拔桩机,配合吊车吊装,避免桩体断裂或残留。

2.3 拉森钢板桩围堰施工技术

拉森钢板桩围堰施工便捷、防渗性好,广泛用于中深水航道,尤其适合砂质、黏土质河床,常用SP-III型与SP-IV型,SP-IV型更适用于水深5-15米。其有锁口联动特

性,相邻桩体锁口咬合形成挡水结构,锁口用黄油与石棉绳混合密封。桩体长度依地质定,嵌入不透水层不小于2米,总长为水深2.5-3倍。施工前,要检查桩体与搭导向架。钢板桩进场逐根检查,不合格校正或更换。导向架用H型钢制作,分内外两层,间距比桩宽大5cm,高程偏差±3cm,轴线偏差不得超过10mm。打桩遵循“先定位、后群桩”原则,屏风式插打效率高,打桩过程用经纬仪监测垂直度,偏差不超过1%。锁口处理与支撑加固是重点。打桩后逐缝检查锁口,渗漏处用棉絮、黄油封堵,严重渗漏高压注浆处理。内支撑分多层设置,支撑用钢管或H型钢,设钢垫板,安装后预紧力不小于设计荷载的80%。围堰使用期间定期检查,及时处理异常。

3 航道整治工程围堰施工过程中的质量控制

3.1 施工过程质量检验与验收标准

航道整治工程围堰施工涉及多个分项工程,每个分项工程都有对应的质量检验项目与检验方法。以土石围堰为例,压实度检测是关键检验项目。可采用灌砂法或核子密度仪法进行检测,灌砂法通过测量挖坑取出的砂的质量和体积来计算压实度,核子密度仪法则利用放射性元素测量土体的密度和含水量,进而得出压实度。对于混凝土围堰,强度检测必不可少。通常采用回弹法或钻芯法,回弹法通过回弹仪测量混凝土表面的回弹值,结合碳化深度来推算混凝土强度;钻芯法则是直接从混凝土结构中钻取芯样,进行抗压试验,获取准确强度数据。验收标准与评定方法依据相关规范与标准严格制定。各分项工程需满足设计要求和相关质量指标,如土石围堰的压实度要达到规定数值,混凝土围堰的强度要符合设计强度等级。单位工程验收时,要对各分项工程进行综合评定,只有所有分项工程质量合格,单位工程才能通过验收。

3.2 常见质量问题及预防措施

围堰渗漏是常见问题之一。渗漏原因多样,防渗措施不到位是重要因素,如防渗材料质量差、铺设不严密;围堰填筑质量差也会导致渗漏,如土料含水量不合适、压实度不足。预防渗漏需加强防渗处理,选用优质防渗材料,严格按照设计要求铺设;严格控制填筑质量,确保土料含水量和压实度符合标准。围堰沉降与位移也不容忽视。地基承载力不足会使围堰产生不均匀沉降,施工荷载过大则可能引发围堰位移。预防沉降与位移要对地基进行处理,如采用换填、强夯等方法提高地基承载力;合理控制施工进度,避免集中堆载,减少施工荷载对围堰的影响。混凝土质量缺陷同样常见,裂缝、蜂窝麻面等问题影响围堰结构安全与外观质量。混

凝土裂缝成因包括配合比不当、养护不到位等；蜂窝麻面则是由于振捣不密实、模板表面不光滑导致^[4]。预防混凝土质量缺陷要优化配合比，确保混凝土性能良好；加强振捣，保证混凝土密实度；做好养护工作，防止混凝土表面干裂。

4 航道整治工程围堰施工安全保障措施

4.1 施工安全风险识别与评估

航道整治工程围堰施工环境复杂，存在多种安全风险。坍塌风险较为突出，土石围堰在填筑过程中，若填筑速度过快、边坡过陡或土料质量不佳，可能导致围堰坍塌；混凝土围堰若模板支撑不牢固，浇筑时也可能出现坍塌事故。淹溺风险也不容小觑，施工区域靠近水域，施工人员若不慎落水，易发生淹溺。触电风险同样存在，施工现场用电设备多，若电气线路老化、破损或违规操作，可能引发触电事故。对识别出的安全风险进行评估至关重要。依据风险发生的可能性和后果严重程度，确定风险等级。对于发生可能性大且后果严重的风险，列为高等级风险，需重点防控；对于发生可能性小且后果较轻的风险，列为低等级风险，但仍需关注。通过科学评估，为后续安全防护措施制定提供依据。

4.2 安全防护措施

人员安全防护是基础。为施工人员配备必要的安全防护用品，安全帽能有效保护头部免受物体打击；安全带可在高处作业时防止人员坠落；救生衣能在人员落水时提供浮力，保障生命安全。同时，在施工现场设置安全警示标志，如“禁止入内”“当心落水”等，提醒施工人员注意安全；在危险区域设置防护栏杆，防止人员误入。设备安全防护不可或缺。对施工设备进行定期检查与维护，确保设备性能良好、安全运行。例如，对打桩机、起重机等大型设备，定期检查其结构部件是否松动、磨损，电气系统是否正常。为设备设置安全防护装置，限位器可防止设备运行超出安全范围，防护罩能避免人员接触设备的危险部位。施工现场安全防护要全面。合理布置施工现场，设置安全通道，保证人员在紧

急情况下能迅速撤离；配备消防设施，如灭火器、消防栓等，以应对火灾事故。对危险区域进行隔离与警示，如设置围挡、拉警戒线等，防止无关人员进入。

4.3 应急救援预案

制定完善的应急救援预案内容与流程。明确在发生坍塌、淹溺、触电等事故时的应急处置步骤，如先救援伤者、疏散人员，再保护现场、调查原因等。明确应急组织机构与职责分工，成立应急指挥小组，负责统筹协调救援工作；设立救援小组、医疗小组等，分别承担救援、医疗救治等任务^[5]。确定应急救援资源与装备的配备要求，如配备足够的救援车辆、急救药品等。定期组织应急演练，模拟事故场景，让施工人员熟悉应急处置流程，提高应急处置能力。开展安全培训，向施工人员传授安全知识和应急技能，增强安全意识，确保在事故发生时能冷静应对。

结束语

航道整治工程围堰施工涉及多方面内容，从前期的细致筹备，到施工中的技术运用、质量把控，再到安全保障措施的落实，每个环节都紧密相连、至关重要。严格遵循各项要求，能有效提升围堰施工质量，降低安全风险。在实际工程中，需根据具体情况灵活运用技术，持续优化施工流程，为航道整治工程的高质量完成提供坚实保障。

参考文献

- [1]董堰川,于南洋,黄帅轺.航道整治工程水下双边抛石施工探讨[J].中国水运,2025,(17):80-82.
- [2]乔鑫杰,张浩,岳曾锋,等.沱浚河航道蚌埠段整治工程生态护岸的设计与应用研究[J].中国水运,2025,(17):89-91.
- [3]申其国,王亚妮.北江航道扩能升级工程航道整治关键技术研究[J].中国水运,2025,(17):115-117.
- [4]杨远鄂.港口航道工程中的护岸及疏浚工程施工工艺探讨[J].珠江水运,2024,(05):139-141.
- [5]余家祥,杨苏,程佳.汉江航道整治工程中的生态修复技术研究[J].交通节能与环保,2024,20(06):106-109.