

围堰技术在水利工程施工中的应用

傅缤纷

温州宏源建设集团有限公司，浙江温州，325000；

摘要：在水利工程施工中，围堰属于临时性的水工建筑保护结构。水利工程围堰通常用于隔离泥沙与水流的冲击作用，确保水利基础设施的坚固性、稳定性与耐久性。我国当前时期的水利工程施工技术呈现迅猛发展的特点，水利工程的围堰技术能够发挥更加显著的安全保障功能。基于此，本文探讨围堰技术在水利工程施工方面的应用路径及其完善方案。

关键词：围堰技术；水利工程；施工应用

DOI：10.69979/3060-8767.25.09.046

引言

水利工程施工单位修建围堰的目的即为建造坚固、耐用的水工建筑物，水利工程的围堰施工质量将会直接影响工程的综合效益。具体在修建水利工程围堰的施工阶段，技术人员不仅需要考虑地质条件与自然气候等因素，而且还不能够忽视围堰类型的优化选择，力求实现节约水利施工资源、缩短工期的效果。因此如何采取因地制宜的围堰施工技术方案，应当视为水利工程施工技术创新面临的关键问题。

1 水利工程围堰的基本功能

水利工程围堰具有保护水工建筑物的基本功能，作为临时性的安全防护结构而言，水利工程围堰主要针对水工建筑物与构筑物所在区域的水土平衡进行维护，并能够起到有效排水的作用。水利工程的施工人员通过挖掘深基坑并且布置围堰结构，可确保永久性的水利设施更加坚固耐用，依托围堰防护结构发挥最大化的水利工程效能。当前时期的水利工程围堰结构形式多样，围堰在水利工程中的防护作用也更加突出^[1]。依据水利工程安全防护的技术标准不同，水利施工单位应结合施工场地的地质环境状况，合理选择吹填围堰或者胶凝砂砾石材质为主的围堰等。

2 围堰技术在水利工程施工中的应用要点

2.1 吹填围堰

在水利工程的围堰施工中，吹填围堰具有就地取材、工期较短、耐久性好等优势。水利工程的吹填围堰旨在利用河床现有的土石料为施工材料，借助挖泥船辅助完

成吹填作业。以上施工步骤的消耗成本相对较低，尤其适用于资源比较有限的水利工程施工。与传统的土石围堰结构相比，采用吹填围堰的水利施工方法平均能够达到 200 万元的成本降低效果，并能够缩短半年左右的工期。

2.2 胶凝砂砾石围堰

胶凝砂砾石组成的水利工程围堰主要包括砂浆与粗骨料的两种主要成分，此种形式的水利工程围堰结构具有良好的耐久性、稳定性、抗渗性等优势，胶凝砂砾石混合料的初凝与终凝时间非常接近碾压混凝土的围堰结构。一般情况下，胶凝砂砾石的材料平均密度达到 2450kg/m^3 ，由胶凝砂砾石组成的水利工程围堰表面具备良好的抗冲刷性能。例如在碾压混凝土与堆石坝的基础上，布置胶凝砂砾石的水利工程围堰能够起到很好的防护作用^[2]。

2.3 橡胶面板土石围堰

与粘土心墙的水利工程传统围堰形式相比，采用橡胶面板土石围堰的水利施工防护方案更具可行性与经济性。橡胶面板材料本身具备良好的抗渗性，其能够用于水利工程的防渗层。橡胶面板还可以进行灵活的拆卸与组装，在工程材料的重复利用方面表现突出。以橡胶面板为主的水利工程土石围堰不仅能够延长水工建筑物的寿命，而且可以长时间抵御水流的冲刷侵蚀，体现了新型材料在水利工程围堰施工方面的推广价值^[3]。

2.4 其他常用的围堰类型

近些年来，新型的水利工程围堰材料已获得广泛的

应用。除了以上的水利工程围堰形式之外，水利施工单位还可以采用“贫胶硬填料”来铺设围堰表面。“贫胶硬填料”构筑水利工程坝体的施工方案可以在节约成本的同时改进工艺流程，进一步防止水利工程的生态污染后果产生。引进绿色环保材料的水利工程坝体填筑技术具有显著的应用优势，符合水利工程围堰施工中的经济效益目标。

3 围堰技术在水利工程施工中的应用实例

3.1 工程概况

某水利工程涉及4座水闸，施工区域位于强涌潮河段，受潮汐与洪水双重影响。为保障水闸基坑干地施工，需构建外江与内河围堰体系：（1）外江围堰：抵御50年一遇高潮位，确保老海塘拆除段挡潮标准不降低；（2）内河围堰：控制内河水位至5.18m，为闸室主体施工提供作业面。水利工程项目设计人员经现场勘查与潮汐数据分析，选定钢管桩围堰作为核心防护结构，并通过材料、工艺、结构验算等三重强度控制措施保障堰体稳定性^[4]。

采用的双排钢管桩围堰，其技术参数如表3-1所示：

表 3-1 围堰结构设计参数

项目	外江围堰	内河围堰
钢管桩规格	Φ220mm	Φ220mm
桩长	15m	10m
排距/桩距	2.0m/0.5m	2.0m/0.5m
堰顶高程	6.0m	5.18m
防浪墙顶高程	7.00m	-
核心防渗结构	竹篱片+止水彩布	土工膜+竹篱片

水利工程的勘测人员经过现场勘察判断出，该水利工程所在区域的地质条件存在特殊性，主要体现在水利工程所在区域的黏土层厚度较大，并且包含较大面积的湿陷性土层。以上的地质结构容易引发水工建筑物的基础部位沉降，进而影响到水工建筑物的上部结构稳固。为确保水利工程围堰施工的有序进行，水利工程的施工单位拟采用自卸车、挖掘机等工程机械设备用于围堰施工。本次水利工程的围堰抗冲刷要求较高，经过现场勘测以及前期考虑，拟外江侧采用双排桩间填筑编织袋黏土，迎潮面设1:3抛石护坡，背水侧加2.0m宽抛石平台；内河侧堰体采用编织袋分层压实，内侧铺设复合防渗层；每道围堰预埋充排水管，超标准潮汛时主动灌水

平压，防止堰体溃决。

3.2 围堰施工方案

以上水利工程具有规模较大、工期紧迫、地质条件复杂等特点，水利施工单位通过与设计单位进行沟通，拟采用钢管桩围堰为主的水利工程临时防护体系。具体需要将一排完整的钢管桩打入水利工程围堰的内侧坡脚部位，控制在10m的钢管桩长度、0.5m以内的桩间距^[5]。

基于以上的地质条件因素考虑，为防止水利工程的坝体结构出现位移，以及改善坝体结构的稳定性。围堰施工遵循“精准定位—振动沉桩—分层填筑—动态防渗”流程（图3-2），关键技术包括：

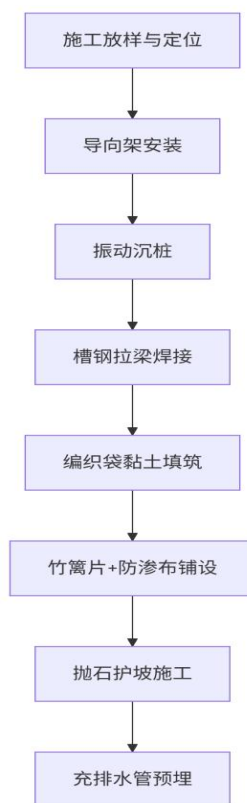


图 3-2 钢管桩围堰施工流程图

钢管桩围堰技术在本工程中取得三项关键技术突破：其一，基于区域半日潮特性，创新采用GPS实时定位与液压振动锤联动工艺，将单桩沉设时间压缩至≤20分钟，精准利用退潮窗口完成桩体施工；其二，通过竹篱片内侧复合止水彩布（外江）或土工膜（内河）的防渗体系优化，结合接缝热熔焊接与黏土嵌缝技术，实现渗流量较传统方案大幅减少；其三，首创注水软化桩周土体的环保拆除工艺，大幅降低海塘地基扰动，钢管桩回收利用大大提高。在安全层面成功抵御施工期多次台

风风暴潮,保障基坑零进水;生态方面实现围堰拆除后滩地 100%自然恢复,且未引发航道淤积;经济效益上较传统混凝土围堰造价低、用料少,为强潮河口水利工程提供了可复用的技术范式。

3.3 注意事项

部分水利工程的施工人员认为,布置水利工程的围堰结构需要花费较长工期以及较高成本,但是水利施工人员比较容易忽视拆除围堰结构时的质量安全隐患。实际上,钢管桩围堰拆除作业中,若施工人员违反规范操作,极易诱发结构失稳、渗漏破坏等事故,进而影响水工建筑物的运行安全。具体在以上的水利工程围堰施工阶段,施工人员需要利用振动锤击的方式,将各个桩体进行拔高处理,等待桩体松动之后依次对其进行拔除。水利施工人员还应当重视人身安全防护,尤其是在锤击振动的过程中,应避免由于人为操作失误而导致附近人员受到伤害。

但是在一些情况下,水利施工人员有可能遇到桩体尖部锁口的位置发生变形的问題,此时就需要适当增加设备的拔桩力度,确保与之相邻的桩体能够实现同步的拔除,然后对于拔除后的桩体应当及时运送出场^[6]。处于不同工序的水利工程施工人员应当展开密切的配合,采取有力措施维护水利施工人员的人身安全,避免由于机械打桩以及拔桩等操作而导致重大的工程质量事故。针对桩体拔除的施工效果应当展开全面的检查,加强针对水利工程围堰施工的监管力度。

4 围堰技术在水利工程施工中的完善对策

4.1 创新围堰施工材料与结构形式

水利工程的围堰施工效果直接关系到水工建筑物的运行可靠性,水利工程的施工单位应充分发挥新型材料与工程技术的作用,突破单一的围堰施工方案。近些年来,水利工程的新型围堰施工技术层出不穷,因此水利施工单位应结合水工建筑物的安全防护基本要求展开全面分析,以期在众多的围堰施工方案中选取最适宜的一种。水利工程的施工单位还需要密切沟通工程设计人员,保证水利工程的围堰防护体系满足工程设计标准。应创新围堰施工方案,融合 BIM 与物联网等技术构建工序协同管控措施,动态优化工序衔接策略,提升复杂地质条件下的围堰方案适用性。

例如在水利工程混凝土围堰的施工阶段,水利施工人员应当全面考虑混凝土材料的和易性、抗渗性、耐久性等指标,对于混凝土材料的粒径级配进行严格的控制。水利施工人员应当密切重视钢管桩以及围堰结构的间隙,采用填充间隙的措施避免水工建筑物出现渗漏,以期延长水工建筑物的使用年限。为进一步改善水利工程的围堰施工效果,施工单位还需要视情况选取单层或者双层的木桩围堰方案。具体需要将木板桩与定位桩布置在指定区域,利用拉杆作用力维持基坑黏性土层的稳定,为永久性水工建筑物的施工作业提供有利的条件。在必要时,水利工程的施工人员可联合采用两种或者多种围堰施工技术,对于围堰施工应当采取因地制宜的优化方案^[7]。

如下图,为水利工程的单层与双层木桩围堰结构图:

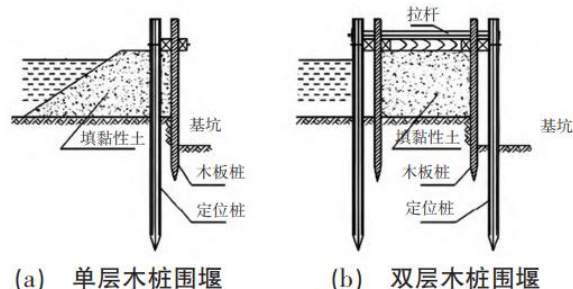


图 1: 水利工程的单层与双层木桩围堰结构图

4.2 加强围堰施工的质量安全监管

近些年来,一部分水利工程由于缺少严格的围堰施工监管,导致水利工程围堰的防护功能无法正常发挥,进一步威胁到水工建筑物的可靠性。为避免水利工程的质量安全事故形成,最关键的就是要加强针对围堰结构的质量安全把控。水利工程的施工人员应当准确理解围堰施工的图纸方案设计,增进不同工序人员之间的协调与沟通,在节约围堰工期资源的同时降低水工建筑物的安全使用风险。具体在水利工程的围堰施工阶段,施工人员应当将厚度均匀的润滑油涂抹于锤头部位,然后借助机械锤击作用力完成打桩作业。水利施工人员还需要严格控制锤击的力度,避免由于锤击过猛而导致损坏桩体结构。此外,施工人员需要等待钢板的桩尖位置距离地面 25cm 之后,才能够停止上升,并且将打桩锤进行缓慢的下降,直至将桩体送入夹口内。启动液压机并且将桩体夹紧,随后将锤与桩体同步上升到打桩点,开启半分钟左右的打桩锤。水利施工人员需要依次完成全部

的打桩操作,才能够进入围堰土方填筑以及加固的施工阶段。

例如,钢筋混凝土结构的水利工程围堰具有良好的防护效果。水利施工人员在布置施工作业平台时,重点在于合理确定承台纵轴线的所在位置,确保混凝土浇筑平台的高度适中。水利工程的施工人员不仅需要保证钢筋混凝土围堰达到承载力以及稳定性的基本要求,而且还需要利用专门仪器检测钢混围堰结构的力学特性指标,确保钢筋混凝土的水利工程围堰达到荷载极限值的基本要求。为了更好发挥水利工程钢筋混凝土围堰的支撑作用,关键就是要结合实际选择重力式或者拱形式的围堰布局方案;经过优化改进的水利工程围堰更加能够承受水流等外界作用力的冲击侵蚀,节约水利工程的运维与养护成本。

如下图,为钢筋混凝土结构的水利工程围堰施工平台:

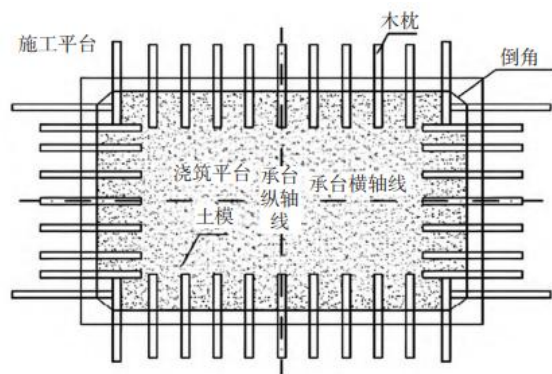


图 2: 钢筋混凝土结构的水利工程围堰施工平台

4.3 引进绿色节能的新型施工工艺

绿色环保的新型围堰施工技术具有良好的推广价值,水利工程的施工单位应重视绿色清洁的围堰施工工艺采用,在保证围堰工程质量的前提下优化资源配置,促进水利工程经济效益的显著提升。基于此,现阶段的水利施工人员应当积极探索围堰施工的新模式,同时需要加强针对施工噪声污染、固废污染的控制。水利工程的围堰施工人员对于固体废弃物应当采取有序的回收处理措施,避免由于围堰施工导致严重的生态破坏后果。

例如,单层与双层的木桩围堰具有环境友好的技术应用优势,但是经过水流浸泡与冲刷的木桩围堰容易发生腐蚀。为充分发挥木桩围堰的绿色施工技术优势,水利施工人员首先应当将木桩打入一定深度的河床中,然

后将篱笆结构布置在多个木桩中间。一般情况下,采用木桩围堰作为防护体系的水利工程应控制在比较平缓的水流速度,并需要限定于 0.3m 以内的木桩直径、6m 以上的单根木桩长度、半米左右的木桩间距大小。水利施工人员布置木桩围堰时,需严格遵循《水利水电工程施工技术规范》要求,通过控制木桩入土深度、间距及垂直度等关键参数,保障围堰结构的稳定性与抗渗安全性。

5 结束语

综上所述,水利工程的施工全过程不能够缺少围堰技术作为保障,目前常用的水利工程围堰类型主要包括吹填围堰、胶凝砂砾石围堰、橡胶面板土石围堰等。近些年来,水利工程的围堰施工技术不断获得创新,但是总体来讲仍然存在有待改进之处。为了进一步发挥水利工程围堰施工技术的作用,最关键的就在于突破单一技术方案的局限,结合水利工程的场地与环境特征进行合理选择。水利工程的施工单位还应当探索机械化与自动化的围堰施工形式,以期达到降本增效的水利工程转型目标。

参考文献

- [1] 夏泽富,郝忠. 水利施工中围堰技术的运用和施工技术要点分析[J]. 水上安全, 2025 (08): 187-189.
- [2] 韩进军. 围堰技术在水利工程施工应用探究[J]. 价值工程, 2024, 43 (36): 135-137.
- [3] 张志坚. 水利施工中导流围堰技术应用分析[J]. 工程与建设, 2024, 38 (04): 876-878.
- [4] 李晶,姬二通. 旬邑县王家咀水库工程中围堰技术的运用与施工技术要点探究[J]. 地下水, 2024, 46 (04): 318-320.
- [5] 闫鑫. 农田水利施工中围堰技术的运用[J]. 农业机械, 2024 (06): 107-109.
- [6] 许小扬. 围堰技术在水利水电工程施工导流中的应用研究[J]. 中国高科技, 2024 (09): 152-154.
- [7] 刘炜. 基于某水利施工项目的钢板桩围堰技术[J]. 中国科技信息, 2024 (03): 60-62.

作者简介: 傅缤纷, 女, 1990 年生, 浙江丽水人, 汉族, 本科, 工程师, 从事水利工程施工技术研究。