

水利工程施工中围堰施工技术研究

余娟

(安徽水安建设集团股份有限公司, 安徽 合肥 230601)

摘要 本文以杨湖水厂施工组织设计项目为实证对象, 深入剖析围堰施工技术在实际应用中的具体细节。研究重点聚焦围堰类型的科学比选、结构参数的精准设计、施工过程的量化管理以及拆除之后的环境恢复策略。通过引入具体的工程数据, 如土埂围堰长度达到 300 米、填筑量为 900 立方米、拉森钢板桩围堰长度为 70 米等, 详细阐述从进占法填筑到分层碾压的工艺控制要点。针对基坑降水、防渗墙施工以及废弃材料处理, 提出基于数据的解决方案。实践表明, 依据水文数据 (10 年一遇洪水位为 26.14 米) 制定的施工方案, 能够有效保障基坑干地作业环境, 显著降低施工风险, 为同类水利工程提供具备数据支撑的参考模式。

关键词 水利工程施工; 围堰施工; 参数设计; 导流标准

中图分类号: TV551.3

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2026.24.029

0 引言

水利工程施工常常会受到复杂水文地质条件的制约, 围堰作为保障主体工程能够顺利进行作业的关键临时设施, 其技术方案的科学性与可靠性直接关系到工程的整体安全以及建设周期。在江河湖泊区域开展取水头部、泵站或者大坝基础施工时, 往往会面临水位波动剧烈、河床渗透性强以及汛期洪水威胁等多重挑战。传统单一形式的围堰结构在面对深基坑开挖或者高流速冲刷环境时, 常常会显现出防渗性能不足或者抗滑稳定性欠缺等局限。随着水利建设标准的持续提升, 如何依据精确的水文数据与地质参数, 合理选择围堰型式并且优化结构设计, 已经成为施工技术领域亟待解决的核心问题。

1 工程概况

杨湖水厂建设项目地处淮北大堤堤内, 其主体工程建筑物级别被确定为 1 级, 导流建筑物级别设定为 4 级, 施工导流标准选取 10 年一遇洪水。该工程地理位置具有特殊性, 取水头部施工会直接受到淮河河水的影响, 因此需要布置围堰来封闭基坑, 而加压站身利用预留土埂挡水即可。依据水文资料分析, 淮河全年 10 年一遇设计洪水位处于 26.3 米至 25.44 米之间, 正阳关节点 10 年一遇洪水位为 26.14 米, 5 年一遇洪水位为 25.19 米。施工期跨越 2023 年和 2024 年两个汛期, 其中 2023 年汛期主要利用原淮河河堤进行挡水, 仅开展顶管沉井预制及三轴搅拌桩基础处理工作, 大规模

土方开挖与回填安排在 2023 年 10 月至 2024 年 4 月的枯水期。水厂主体现状地面高程约为 20.5 米, 底板底高程为 11.0 米, 取水头部建基面高程为 11.6 米。工程地质条件表明, 建基面坐落于 Q4a1 层重粉质壤土, 其渗透系数为 1.0×10^{-5} 厘米/秒, 属于弱透水层, 下层为中粉质壤土, 渗透系数为 2.0×10^{-4} 厘米/秒, 属于中等透水层。基于此情况, 工程采用了三轴搅拌桩进行围封, 桩径为 850 毫米, 成墙厚度为 600 毫米, 平均桩深约 20 米, 截渗墙底部深入砂层底部相对不透水层 1.0 米, 以此切断砂层渗流路径, 确保基坑处于干燥状态。

2 工程围堰施工技术应用实践

2.1 围堰形式的科学选定

围堰形式的确定需严格按照水文计算与现场地形条件来执行。针对杨湖水厂不同施工区域, 采取了具有差异化的选型策略。鉴于水厂主体区域位于淮北大堤堤内, 且其主要功能为拦截地表水以及排涝沟汇水, 所以选用了土石围堰形式。该区域借助现有地形, 设置了高度为 1.0 米、顶宽 1 米、底宽 5 米的土埂, 边坡坡比设定为 1:2, 总长度约 300 米, 填筑土方量控制在 900 立方米。此种形式充分利用了建筑物基坑开挖出的合格土方, 实现了资源的内部循环。由于取水头部区域直接面临淮河水流冲击, 且河滩地面高程约为 22.0 米, 建基面低至 11.6 米, 水深较大, 因此选用了拉森钢板桩围堰。该形式由两道拉森钢板桩组成, 宽度为

作者简介: 余娟 (1989-), 女, 本科, 工程师, 研究方向: 水利施工。

5米,长度约70米,中间填筑黏土以进行防渗,钢围堰高程设定为19.0米,并在堰顶增设了1米高、顶宽0.5米的土袋围堰用于防浪。这种组合形式既利用了钢板桩高强度抗冲刷的特性,又通过黏土心墙解决了防渗问题,能够抵御施工期内5年一遇至10年一遇的洪水冲击,确保了取水头部基坑的封闭性与安全性^[1]。

2.2 围堰结构的合理设计

围堰结构设计严格依照《水利水电工程围堰设计规范》开展,各项参数均经过精准细致的计算,土埂围堰断面设计成梯形,其底宽设定为5米、顶宽为1米、高为1米且边坡为1:2,该坡比经过稳定性验算,能够契合土料自然休止角要求,可有效防止滑坡情况发生,填筑材料限定为黏土或者粉质黏土,严禁使用沙质土等抗渗性较差的土料,土料含水量需控制在最优含水量范围之内,以此保证压实效果。拉森钢板桩围堰设计时,两道钢板桩间距为5米,从而形成重力式结构,其内部填筑黏土防渗体,能够有效阻断淮河侧向渗流,钢围堰高程设计值为19.0米,此值高于施工期11月至次年4月时段5年一遇洪水位(正阳关节点为20.61米,但考虑到大堤防护以及局部地形因素,19.0米能够满足内部基坑防护需求,且顶部设有土袋用于加高)。基坑降水设计采用深井降水与明沟排水相结合的方式,围封墙中心距结构物外边线为6米,截渗墙底部高程为0米,可确保截断下部中等透水层,排水系统所配置水泵的排水能力大于预测涌水量的一倍,并且设有1:1比例的备用水泵以及备用电源,可防止因设备故障导致基坑被淹没。所有结构设计参数均考虑到安全储备,能够确保在施工期内结构保持稳定,不存在渗漏隐患^[2]。

2.3 施工过程的精细管理

2.3.1 施工工艺流程的持续优化

施工工艺流程按照标准化作业要求实施,土埂围堰采用进占法进行填筑。首先运用1.0立方米挖掘机挖装基坑开挖所产生合格土方,再借助8吨自卸汽车将其运输至作业面,之后由120型推土机对土方进行推平与碾压作业。在填筑过程中,须严格执行分层上土制度,将每层厚度控制在30厘米以内,同时要求土料粒径不大于5厘米。每层土料摊铺平整之后,要立即开展碾压工作,在压实度检测合格后才可铺筑上层土料,直至达到设计高程1.0米。在拉森钢板桩围堰施工时,先施打两道钢板桩以形成框架,随后在中间区域填筑黏土,且填筑过程同样需分层进行,以此确保防渗体达到密实状态。堰顶土袋围堰在钢板桩施

工完成后要迅速进行堆筑,土袋需码放整齐且咬合紧密。施工期间,要实时监测淮河水位变化情况,若遇到水位上涨接近警戒线情况,需立即启动应急预案,对土袋围堰进行加高处理。整个施工流程紧凑有序,自2023年10月开工至2024年4月完工,各工序之间衔接紧密,未出现停工待料现象。通过对机械配置进行优化,使得挖掘机、自卸车与推土机之间配合默契,日均填筑效率得到显著提升,从而确保在枯水期内完成全部围堰建设任务^[3]。

2.3.2 质量控制与安全管理的同步强化

在质量控制环节,需对全过程进行数据监控。进场的土料必须经由试验室进行检测,要将含水率偏差控制在最优含水率的 $\pm 2\%$ 范围之内,对于不合格的土料要坚决予以退回。在碾压作业时,要详细记录碾压遍数以及行走速度,采用环刀法对每层压实度进行检测,以此确保达到设计要求。钢板桩施打时,要将垂直度偏差控制在1%以内,保证锁口连接严密,防止出现漏水情况^[4]。在安全管理方面,鉴于基坑深度大(最大开挖深度约9.5米)这一特点,要在基坑周边设置高度不低于1.2米的防护栏杆,并悬挂警示标志。高处作业平台需铺设固定脚手板,安全网距工作面的最大高度不能超过3.0米,水平投影宽度不小于2.0米。施工现场临时用电要执行“一机一闸一漏一箱”制度,配电箱与开关箱的距离不超过30米。机械作业区要安排专人进行指挥,非作业人员严禁进入挖掘机回转半径内。在防汛期间,要安排专人进行24小时值班,观测大堤及围堰的变形情况,一旦发现裂缝或渗水异常,要立即上报并进行处理。

2.4 围堰拆除与环境恢复

2.4.1 拆除工作的有序安排

围堰拆除工作安排在主体土方工程结束之后开展,遵循“轻挖、少装量、一次挖装到位”的原则,目的是减少对水源的污染。土埂围堰拆除使用1.0立方米挖掘机从一端向另一端逐步挖掘,渣料直接装入8吨自卸汽车并运至指定弃土场,拆除过程需严格控制边坡稳定,防止坍塌造成人员伤害。拉森钢板桩围堰拆除时,先借助振动锤将钢板桩逐根拔出,清洗干净后进行分类堆放,以便后续周转使用。桩间黏土由挖掘机清理装车并运至指定地点。拆除作业开始前,需对设备进行全面保养,确保液压系统处于正常状态。现场要设立警戒线,禁止无关人员进入。拆除进度需与下游河道疏浚相协调,确保拆除产生的泥沙不会堵塞河道。对于残留的防渗材料,要彻底清理至河床以下,保证水流畅通无阻。整个拆除过程历时约15天,未发

生任何安全事故,且未对淮河水水质造成明显影响,实现了平稳过渡。拆除后的场地要及时进行平整,恢复原地貌,以满足竣工验收要求。

2.4.2 废弃材料的分类处理

废弃材料处理需严格执行分类回收制度。拆除作业所产生的土石方,经检验合格之后,部分用于厂区道路的路基填筑,其余则运至指定的弃土场进行堆放,且堆放高度不得超过 2 米,并进行覆盖以防止扬尘。拉森钢板桩拔出之后,需去除其表面的锈蚀与附着物,同时检查桩身的完整性,完好的钢板桩应入库保存,以备后续项目使用,损坏严重的则送至回收站进行熔炼再生。施工过程中产生的废旧木材、模板等,剔除铁钉之后,将完好的进行整理以备使用,废料则作为生物质燃料进行处理。混凝土块破碎之后作为路基填料,从而实现循环利用^[5]。所有废弃物运输车辆必须覆盖篷布,以此防止沿途出现遗撒情况,车轮冲洗干净之后方可出场。处理过程需建立详细的台账,记录废弃物的种类、数量、去向以及责任人,确保处理情况可追溯^[6]。通过分类处理,本项目废弃材料回收利用率达到 85% 以上,大幅减少了固体废弃物的排放,降低了对土地资源的占用。

3 应用效果与经验总结

3.1 围堰施工的实际应用成效

杨湖水厂围堰施工项目于实际应用当中取得了十分显著的成效。土埂围堰成功地对地表水以及排涝沟汇水进行拦截,累计排水量达到了数万立方米,切实维护了水厂主体基坑在 2023 年 10 月至 2024 年 4 月期间处于干地作业环境。拉森钢板桩围堰成功经受住了施工期洪水的严峻考验,在淮河水位出现波动的情况下,未发生渗漏或者垮塌等事故,有效保障了取水头部深基坑(开挖深度约 10 米)的施工安全。质量检测数据表明,土埂填筑压实度合格率达到 100%,钢板桩垂直度偏差均小于 1%,防渗效果达到了设计标准要求。在施工进度方面,围堰工程按照计划节点顺利完成施工任务,未因围堰问题而导致主体工期出现延误,为后续三轴搅拌桩、顶管工程以及主体结构施工争取了宝贵时间。在安全方面,施工期间未发生重大安全事故,人员伤亡率为零。在环保方面,废弃材料实现高比例回收利用,既降低了工程造价,又减少了对环境的污染。该项目的成功实施,验证了基于具体水文数据(10 年一遇洪水位)和地质参数(渗透系数)所制定的施工方案具有科学性,为同类水利工程提供了可复制推广的范例。

3.2 围堰施工的经验深度分析

本项目在实施过程中积累了十分宝贵的经验。精准开展水文地质勘察是项目成功的重要前提,准确获取正阳关节点洪水位数据以及土层渗透系数,为围堰型式的选择和参数设计提供了坚实可靠的依据。采取差异化的选型策略至关重要,针对不同区域的特点分别选用土埂和钢板桩围堰,既能够满足工程的安全需求,又可以有效控制项目成本。在施工过程中坚持实施动态管理,依据实时水位情况及时调整施工计划,主动避开强降雨时段,从而确保了工程的顺利进度。严格进行材料管控,从源头上杜绝了质量方面的隐患,尤其是对土料含水率和钢板桩质量进行了严格把控。团队协作机制高效运行,土方、基础、金结等班组之间紧密配合,成功解决了诸多突发出现的问题。同时也清醒地认识到,在复杂地质条件下的深基坑降水工作仍需要进一步优化完善,以此降低能耗。提高机械化程度是缩短工期的关键所在,未来应当加大对先进设备的投入力度。

4 结束语

水利工程施工期间,围堰技术的合理运用是确保工程顺利开展的关键。通过对杨湖水厂项目开展实践分析,充分证实了依据 10 年一遇洪水位 26.14 米等具体数据来实施科学选型、开展精心设计、进行严格管理以及执行环保拆除工作的重要意义。土埂围堰和拉森钢板桩围堰进行组合运用,在特定施工条件下呈现出良好的适应性与经济性,对其施工工艺加以优化后显著提升了施工效率与工程质量。在整个施工过程中实施质量控制与安全管理能够有效规避各类风险,切实保障人员生命安全和财产安全。对废弃材料开展分类处理工作实现了资源的循环利用,契合可持续发展的先进理念。

参考文献:

- [1] 赵焱. 围堰施工技术在农田水利工程中的应用实证研究[J]. 数字农业与智能农机, 2024(10):79-82.
- [2] 周广忠. 水利工程围堰施工技术研究[J]. 河南科技, 2025,52(03):55-58.
- [3] 王朝晖. 水利工程施工中国堰施工技术及其质量控制研究[J]. 现代工程科技, 2025,04(13):73-76.
- [4] 李强. 钢板桩围堰施工技术在防洪工程中的应用[J]. 东北水利水电, 2026,44(02):19-22,46.
- [5] 李黎临,唐新平. 水利工程常见围堰类型及施工质量管控要点研究[J]. 工程建设与设计, 2026(03):186-188.
- [6] 胡杰. 深水嵌岩基础施工围堰平台一体化设计与施工技术[J/OI]. 世界桥梁, 1-7[2026-04-17]. <https://link.cnki.net/urlid/42.1681.U.20260205.1040.016>.