

水利施工中围堰技术及施工技术要点研究

张鸿博

四川省东风建设工程有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i12.19226

[摘要] 四川平原作为“天府粮仓”核心承载腹地,灌渠系统是维系区域农业灌溉、城乡供水及生态循环的关键基础设施,围堰技术在灌渠岁修养护、清淤疏浚、升级改造及新建工程实施中占据核心支撑地位。本文立足四川平原灌渠施工的地域特色与工况需求,结合都江堰灌区、通济堰等典型工程实践经验,系统探讨围堰技术的适配应用路径及核心施工要点。文章先明确灌渠围堰的核心内涵、功能定位及地域适配特征,再详细剖析土石围堰、竹笼围堰、钢板桩围堰等适配本地水文地质条件的技术类型,深入解读各类围堰的适用场景、关键设计指标及工程应用效果,最后从选址布局、基础处理、防渗施工、流程管控及监测维护五大维度,紧扣灌渠施工“保障供水、节约占地、便捷拆除”的核心诉求,提出针对性实操要点与问题处置策略。研究成果可为四川平原灌渠工程围堰技术的科学选型与施工质量提升提供实操指引,助力灌区水利设施提质增效与长效运维。

[关键词] 水利施工; 围堰技术; 灌渠工程; 施工要点; 四川平原; 地域适配

中图分类号: TV551.3 **文献标识码:** A

Research on Cofferdam Technology and Key Construction Points in Hydraulic Engineering

Hongbo Zhang

Sichuan Dongfeng Construction Engineering Co., Ltd.

[Abstract] As the core hinterland of the “Land of Abundance Granary,” the irrigation canal system in Sichuan Plain serves as key infrastructure for maintaining regional agricultural irrigation, urban and rural water supply, and ecological circulation. Cofferdam technology occupies a core supporting position in the implementation of irrigation canal maintenance, dredging, upgrading, and new construction projects. Based on the regional characteristics and working condition requirements of irrigation canal construction in Sichuan Plain, combined with practical engineering experience from typical projects such as Dujiangyan Irrigation District and Tongjiyan, this paper systematically explores the adaptive application paths and core construction points of cofferdam technology. It first clarifies the core connotation, functional positioning, and regional adaptation characteristics of irrigation canal cofferdams, then analyzes in detail the technical types adapted to local hydrogeological conditions such as earth-rock cofferdams, bamboo cage cofferdams, and steel sheet pile cofferdams, and interprets the applicable scenarios, key design indicators, and engineering application effects of each cofferdam type. Finally, from five dimensions including site selection and layout, foundation treatment, anti-seepage construction, process control, and monitoring and maintenance, closely addressing the core demands of irrigation canal construction of “ensuring water supply, saving land occupation, and facilitating dismantling,” it proposes targeted practical operation points and problem handling strategies. The research results can provide practical guidance for the scientific selection of cofferdam technology and construction quality improvement in irrigation canal projects in Sichuan Plain, helping to enhance the quality and efficiency of irrigation district water facilities and achieve long-term effective operation and maintenance.

[Key words] hydraulic engineering construction; cofferdam technology; irrigation canal project; construction key points; Sichuan Plain; regional adaptation

引言

四川平原河网交织、灌渠密布,以都江堰灌区为核心的灌排

体系,承担着千万亩农田灌溉、城乡生活供水及生态补水的重要使命。围堰技术作为灌渠工程施工的核心辅助手段,其应用效果

直接关乎施工安全管控、灌溉供水保障及整体工程效益。受四川平原浅水流、软地基的水文地质条件制约,加之灌渠岁修需兼顾“断流作业、持续供水”的特殊需求,本地围堰技术形成了“古法传承、现代革新”的鲜明特质——从都江堰古法杓槎截流、通济堰竹笼筑坝的传统工艺,到现代岁修中标准化土石围堰、临时混凝土围堰的广泛应用,技术迭代始终围绕灌区生产运营需求推进。深入探究四川平原灌渠围堰技术及施工要点,对优化灌区工程施工方案、降低农业生产影响、筑牢“天府粮仓”供水保障防线具有重要现实意义。

1 水利施工中围堰技术的概述

1.1 围堰的定义与作用

围堰是水利及建筑工程领域,为构筑永久性构筑物,对基坑或特定施工区域进行围护隔离,从而创造干燥作业环境的临时性挡水、挡土结构。其核心价值在于阻隔外部水流与土体侵入作业区域,维持内部环境干燥稳定,为基础开挖、混凝土浇筑等关键工序提供安全作业条件。

在四川平原灌渠工程中,围堰的应用场景具有极强的针对性,主要围绕灌渠岁修、改造升级、清淤疏浚及节点工程建设展开,且需严格平衡施工进度与供水保障的关系。围堰用于隔离指定施工段落,为渠道清淤、堤岸加固等工序搭建干地作业平台,同时通过分区域、分时段交替围堰的方式,确保下游灌区供水不受影响。

1.2 围堰技术的发展历程

四川平原灌渠围堰技术的演进,始终与灌区治水需求、材料工艺升级深度绑定,形成了“古法传承筑基、现代技术赋能”的发展格局。古代灌渠施工受材料与条件限制,围堰工艺完全依托本地资源,以“低成本、易操作、适配水文特性”为核心,创造了极具地域特色的施工方法^[1]。其中,都江堰的“杓槎截流法”最为典型,枯水期施工人员以杓槎(三角支架)为核心,搭配竹笼、卵石搭建临时围堰,修外江时拦水导入内江,修内江时则反向拦水,既满足岁修作业需求,又能在汛期被洪水自然冲毁,规避内涝风险,完美适配四川平原夏秋多雨、冬春枯水的水文规律。同期通济堰首创的竹笼垒石活动坝工艺,通过就地采伐竹子编织竹笼,填充鹅卵石垒筑围堰,兼具造价低廉、施工便捷、灵活性强等优势,成为我国历史上规模最大、沿用时间最长的活动坝围堰技术,为灌区两千余年的稳定供水提供了核心支撑。近现代以来,随着灌区规模化改造推进与机械化施工普及,传统围堰技术逐步与现代工艺融合,结构稳定性与工况适配性大幅提升。

2 水利施工中常见的围堰技术类型

2.1 土石围堰

土石围堰凭借材料易获取、施工流程简便、造价成本较低等优势,成为水利施工中应用最广泛的围堰类型之一,其核心特征是充分利用基坑开挖料,对地形地质条件适应性强,且便于根据工况需求加高培厚。按是否允许淹没可分为过水围堰与不过水围堰,多数场景下优先采用不过水围堰;若用于过水工况,需强化溢流面、下游基础及两岸接头的防冲保护,常规采用抛投

大块石、铺设钢筋网等防护措施。

此类围堰的固有局限的是抗冲刷能力较弱、占地面积较大,多用于横向围堰;在宽阔河床且配备完善防冲措施的前提下,也可作为纵向围堰使用。施工过程中需严格遵循“上游填筑、下游合龙”的原则,先彻底清除堰底河床杂物,再分层填筑压实,必要时对堰外坡面采用沙袋或块石进行防护加固^[2]。

2.2 钢板桩围堰

钢板桩围堰由标准化钢板桩通过锁口连接形成封闭挡水结构,具备强度高、刚性佳、防水性能优良、施工灵活性强等优势,可根据工程需求打设为矩形、条形等多种形态,适配灌渠节点工程、防洪治理等对挡水稳定性要求较高的工况。在成都平原浅水流、软地基的灌渠改造工程中,该技术应用逐步普及,尤其适用于堤防加固、穿堤涵管施工等场景。

2.3 混凝土围堰

混凝土围堰以混凝土为核心筑造材料,具备抗压强度高、抗冲刷能力强、结构稳定性好等特质,能够抵御复杂水流与土压力作用,适用于大中型水利工程中作为永久性挡水辅助结构,如大坝、水库、大型水闸等项目的施工防护。

此类围堰的局限性较为突出:施工周期长、造价成本高,材料运输与浇筑设备投入量大,且拆除难度较高。但凭借优异的结构稳定性,在工期要求宽松、对挡水安全性要求极高的工程中仍为首选方案,部分围堰可与主体工程整合设计,作为永久性结构的组成部分实现功能复用。

2.4 钢筋混凝土围堰

钢筋混凝土围堰通过钢筋骨架与混凝土协同受力,有效弥补了普通混凝土抗拉性能薄弱的缺陷,能够承受水流冲击、地震作用、不均匀沉降等复杂荷载,具备更强的结构完整性与耐久性,适用于地质条件复杂、荷载要求严苛的水利工程项目,如大型水闸、核电取水口、深海构筑物基础施工等场景。

该类围堰的不足在于造价高昂、施工周期长,对施工技术与设备配置要求严苛,但相较于普通混凝土围堰,其抗拉强度提升40%以上,使用寿命显著延长,在关键水利工程中可通过降低后期维护成本实现综合效益优化。

2.5 竹笼围堰(木笼围堰地域优化型)

四川平原灌渠中广泛应用的竹笼围堰,是木笼围堰结合本地竹资源丰富、水文条件特殊的地域优化产物,由古人因地制宜创造的特色工艺,至今仍在灌区小型岁修、临时挡水工程中发挥重要作用。其核心优势体现在取材便捷、施工高效、拆除简易且对渠道本体破坏小,适配水深 ≤ 3 米、流速 ≤ 1.2 m/s的灌渠工况,如都江堰灌区末级支渠清淤、通济堰周边农田灌排渠道维修等场景。与传统木笼围堰相比,竹笼围堰更契合四川平原气候与资源条件,竹子具备耐短期浸泡、韧性强的特质,且本地产量大,可大幅降低施工成本。

其施工工艺传承古法并结合现代需求优化:先将楠竹、慈竹削制成竹片,编织成边长1.0-1.5m的正方体竹笼,填充本地粒径10-20cm的鹅卵石,分层码放形成围堰主体,竹笼间采用竹篾

绑扎固定,构建整体受力结构,底部铺设竹席与碎石垫层提升稳定性。在都江堰放水节古法展示及部分生态灌渠维修工程中,还保留“杓槎+竹笼”组合围堰工艺,以杓槎搭建支撑框架,外侧杓槎填充卵石的竹笼,既还原传统治水技术,又保障施工安全。

此类围堰的局限性集中在耐久性较弱,长期浸泡(超过1个月)易出现竹片腐朽、竹笼松散现象,因此仅适用于工期 ≤ 1 个月的临时工程;在流速大于 1.2m/s 的主干渠中,需搭配块石加固护脚,防止被水流冲毁。如今,竹笼围堰逐步与现代防渗材料融合,部分工程在竹笼内侧铺设土工膜强化防渗效果,成为四川平原灌渠传统工艺活化利用的典型代表。

3 成都平原灌渠围堰施工技术要点

3.1 选址与布局要点

河灌渠围堰的选址与布局,严格遵循“防洪优先、保障灌溉、贴合地形”三大核心原则,结合两条河流的水文地质差异实施精准规划。清水河主干渠施工时,围堰优先选址于河道顺直区域,避开绕城高速已建堤防、穿堤涵管等构筑物,与构筑物边缘保持不小于6米的安全距离,防止施工扰动基础结构。如该段防洪治理工程中,围堰沿新建堤防外侧平行布置,在预留充足施工操作空间的同时,最大限度减少河道占用面积。

江安河作为都江堰灌区重要支渠,支渠网络密集且周边农田集中,围堰选址优先利用渠道弯道内侧,采用“窄幅围堰”设计,顶宽控制在 $1.8\sim 2.2$ 米,减少对周边农田的占用。江安河双流段岁修工程中,围堰沿弯道内侧布置,总长28米,仅占用河道 $1/3$ 宽度,保障其余断面正常输水灌溉。布局上,两条河流均采用“分段围堰、轮流施工”模式:清水河郫都区水毁护岸修复工程(2025年9月实施),将300米施工段划分为3个独立作业段,每段搭建专属围堰,通过断流施工与限流供水交替开展,确保下游城镇与农田供水不受影响;江安河支渠清淤时,按灌片划分施工单元,每段施工周期严格控制在7天内,完工后立即拆除围堰恢复通水。导流设施按需差异化配置,清水河主干渠采用“临时导流沟+潜水泵”组合方案,导流流量不低于 20 立方米/秒;江安河支渠直接采用水泵导流,单台水泵流量控制在 $3\sim 5$ 立方米/秒,满足局部灌片灌溉需求。

3.2 基础处理要点

清水河、江安河渠底均以砂壤土、壤土为主,普遍分布 $0.2\sim 0.5$ 米厚的淤泥层,围堰基础处理的核心目标是破除淤泥不良影响,强化基础承载能力与稳定性。清水河温江段钢板桩围堰基础处理时,先采用挖掘机清除渠底浮泥与杂草,晾晒24小时后铺设 20cm 厚级配碎石垫层,垫层宽度比围堰底宽多出 0.8 米,采用平板振动器压实,确保基础承载力达到 120kPa 以上,防止钢板桩出现沉降偏移;针对地下水丰富区域,在垫层下方设置盲沟排水系统,盲沟间距 2 米,填充碎石作为滤水介质,将地下水引入集水井集中抽排,降低地下水对基础的扰动。

江安河支渠土石围堰基础处理流程相对简化,清除浮泥后铺设 15cm 厚卵石垫层(卵石粒径 $10\sim 20\text{cm}$),垫层铺设完成后采用人工夯实加固;对于淤泥层厚度超过 0.4 米的区域,额外打入竹

桩加固处理,竹桩长度 2.5 米,间距 1 米,呈梅花形布置,提升基础抗滑稳定性。清水河郫都区护岸修复工程中,竹笼围堰基础在卵石垫层上增设竹席,减少水流对垫层的冲刷侵蚀,竹席边缘嵌入渠底土体 0.3 米,进一步增强基础整体性。基础处理完成后需进行现场检测验收,主干渠围堰沉降量控制在 2cm 以内,支渠围堰沉降量控制在 3cm 以内,确保挡水过程中无明显不均匀沉降现象。

3.3 防渗施工要点

结合成都平原土质特性与围堰类型,防渗措施采用“分类型适配、低成本高效能”原则,针对性制定防渗方案。清水河钢板桩围堰以锁口密封为核心防渗手段,锁口处涂抹丁基橡胶防水材料,外侧包裹土工布强化防护,接缝部位采用热焊加固工艺;同时在钢板桩内侧回填 0.5 米厚粘性土(含粘量 $\geq 35\%$),分层夯实形成防渗帷幕,经检测渗透量控制在 $0.03\text{L}/(\text{m}\cdot\text{d})$ 以内,满足防渗标准。

3.4 流程管控要点

清水河灌渠围堰施工流程管控,紧扣“工期管控、安全防护、生态保护”三大核心目标,结合工况特点优化施工组织。

安全管控方面,清水河深水区围堰作业搭设安全防护棚,配备救生衣、救生圈等应急设备,打桩作业时设置警戒区域,防范机械伤人事故;避开农忙时段,选用小型机械作业,减少对农田作物的破坏。生态保护贯穿施工全流程,河流施工均选用低噪声设备,围堰拆除后及时清理渠底残留材料,清水河施工中增设沉淀池,将基坑排水过滤处理后再排入河道,避免泥沙污染水体,保护流域生态环境。

3.5 监测维护要点

围堰监测维护需适配两条河流的水文变化与施工工况,建立“日常巡查+仪器监测”双重管控体系,确保施工全过程安全稳定。清水河钢板桩围堰重点监测桩体位移与锁口渗漏,采用全站仪每日监测桩体水平位移,当位移量超过 5cm 时,立即采取型钢加固措施;在锁口处布设渗漏观测井,每4小时记录一次渗流量,发现渗漏点及时采用棉花沥青封堵处理。

4 结束语

水利施工中围堰技术作为保障工程安全与质量的关键环节,其重要性不言而喻。通过对围堰类型选择、结构设计、施工流程控制及防渗措施等要点的深入研究,我们深刻认识到科学规划与精细施工的必要性。围堰技术需紧密结合工程实际,因地制宜地选用合适类型,并注重结构稳定性与防渗性能的提升。未来,随着水利建设规模的不断扩大,围堰技术将持续创新发展,为水利工程的顺利实施提供更加坚实的技术支撑,推动水利事业迈向更高水平。

【参考文献】

- [1]高嵩.水利施工中围堰技术的应用[J].中国新技术新产品,2020(17):101-102.
- [2]李桢,李红,柳树摇,等.浅谈水利水电施工中施工导流和围堰技术的运用[J].四川建材,2020,46(06):113-115.