

中小型水利工程围堰设计与施工的优化

黎汝婷¹, 刘玄²

1. 湘阴城发勘察设计院有限公司, 湖南 岳阳 414600

2. 湖南省湘阴立业水利建筑安装有限责任公司, 湖南 岳阳 414600

摘 要： 中小型水利工程正逐步成为社会经济发展的核心驱动力。本研究立足于实际工程项目，致力于在提升工程质量与效率的同时，兼顾生态可持续性需求，深入探索围堰设计与施工的高效方法。从围堰的功能定位、规模设计至材料选择，每一环节均经过精心打磨与优化。通过引入系统工程理论，我们构建了一种目标导向的施工优化模型，将围堰施工视为一个连贯的整体过程，而非孤立的施工活动。实际工程对比验证显示，该方法不仅显著提高了围堰工程质量，还有效缩短了施工周期并降低了成本。这一成果不仅彰显了设计与施工融合的成功实践，也为我国中小型水利工程在设计

关 键 词： 中小型水利工程；围堰设计；一体化优化；系统工程理论；综合成本降低

Optimization of Cofferdam Design and Construction in Small and Medium-sized Water Conservancy Projects

Li Ruting¹, Liu Xuan²

1. Xiangyin Chengfa Survey and Design Institute Co., Ltd. Yueyang, Hunan 414600

2. Hunan Xiangyin Liye Water Conservancy Construction and Installation Co., Ltd. Yueyang, Hunan 414600

Abstract： Small and medium-sized water conservancy projects are gradually becoming the core driving force of social and economic development. Based on actual engineering projects, this study aims to explore efficient methods for cofferdam design and construction, while improving engineering quality and efficiency, and taking into account the needs of ecological sustainability. Every aspect, from the functional positioning and scale design of the cofferdam to the selection of materials, has undergone careful refinement and optimization. By introducing systems engineering theory, we have constructed a goal-oriented construction optimization model that treats cofferdam construction as a coherent, integrated process rather than isolated construction activities. Comparative verification through actual engineering projects shows that this method not only significantly improves the quality of cofferdam engineering but also effectively shortens the construction period and reduces costs. This achievement not only demonstrates the successful practice of integrating design and construction but also opens up a new path for the simultaneous improvement of design and construction in China's small and medium-sized water conservancy projects.

Keywords： small and medium-sized water conservancy projects; cofferdam design; integrated optimization; systems engineering theory; comprehensive cost reduction

引言

中小型水利工程在经济社会发展中扮演着至关重要的角色，为经济发展提供必要的物质资源，保护生态环境，维护社会稳定。围堰作为此类工程中常见的设施，其设计与施工的优化对于提升工程质量与效率至关重要。然而，当前围堰设计与施工优化方法多聚焦于单一环节，缺乏整体优化与协同性的考量。本研究以实际工程案例为基础，聚焦于围堰设计的关键环节，探索围堰设计与施工的一体化优化方法。借助系统工程理论，提出目标导向的施工优化模型，旨在将围堰施工转化为有序且连续的过程。本研究旨在为中小型水利工程的设计与施工提供新的理论与实践指导，促进工程质量的全面提升。

一、中小型水利工程的重要性与挑战

(一) 中小型水利工程在国家经济发展中的作用

小型水利工程在推进乡村经济发展中日益凸显其重要性。灌

溉渠道等水利设施不仅显著提升了农田的灌溉效率，为粮食稳产提供了有力保障，还直接促进了农民收入的稳步增长。这些水利工程在改善农村生态环境方面也发挥着积极作用。通过修建水库和水渠，优化了水资源的分配，有效缓解了因缺水或水患带来的

作者简介：黎汝婷（1989.02-），女，本科，中级职称，研究方向：中小型水利工程围堰设计与施工的一体化优化。

困扰，使农业在面对自然灾害时更具韧性。尤为重要的是，随着这些水利工程的实施，乡村经济展现出了新的活力。水产养殖和旅游等行业逐渐兴起，为农村经济带来了更多元的发展机遇。这种多维度的正面效应，使得中小型水利工程成为乡村振兴战略的关键组成部分，为国家的乡村振兴目标提供了坚实的支撑。因此，加大对中小型水利工程的投入和优化力度，对于促进农村经济的可持续发展具有深远的战略意义。这不仅能够进一步提升农业生产效率，保障粮食安全，还能够推动农村产业结构的优化升级，为农村经济注入新的增长动力。^[1]

（二）中小型水利工程围堰设计施工的主要挑战

中小型水利工程的围堰设计与施工面临诸多挑战。地质条件的复杂性对围堰设计的稳定性和安全性提出了更高要求，必须充分考虑土壤性质、水流条件及地震等因素的影响^[2]。在选择材料和确定结构形式时，人们往往要在生态保护和经济效益之间做出权衡，这无疑让设计变得更加复杂。技术水平的高低直接影响工程的安全和质量。中小型工程常常面临设备不足和人员专业水平不够的问题。施工现场的环境变化多端，无论是气候的变化还是施工空间的受限，都会对施工进度和质量控制带来不小的麻烦。再加上需要严控成本，往往导致工期延误和预算超支。为了满足可持续发展的要求，设计和施工方案必须具备足够的适应性和持久性，这些都进一步增加了工程的挑战性。^[3]

（三）对可持续性的追求生态与经济兼顾

一些小型水利工程巧妙地融合了生态保护和经济发展确实让人耳目一新。围堰的设计不再只是单纯的建筑项目，它开始更加注重保护水生生物和保持自然景观，减少对生态的破坏和环境污染。从某些工程实例可以看到，通过环保材料的使用、新技术的引入和科学的管理，施工效率得到了惊人的提升。在项目有限的资源当中，不仅达到了优化投资的目的，还为区域的长远经济效益铺路。这样的工程在环保和经济两方面都实现了双赢，真正创造了有实质意义的价值。^[4]

二、关键环节剖析与理论基础

（一）工程功能定位围堰设计的出发点

工程功能定位是围堰设计的核心出发点，需要从项目整体目标出发，明确围堰在水利工程中的具体作用。围堰在中小型水利工程中的主要功能涉及控制水流、保护施工区域以及保障施工安全。围堰设计必须紧密结合工程功能定位，以确保其在整个工程体系中发挥关键作用。在围堰设计过程中，需要严格分析施工区域的地质和水文条件，这对围堰的选型和布局有直接影响。工程功能定位还要求设计者综合考虑生态保护要求，以减少围堰对周边环境的消极影响。创新性设计与施工技术的应用，能够在保障水利工程功能实现的同时达到生态与经济的兼顾。这就需要从工程功能定位阶段就融入新型材料和环保技术的考量，以形成更加科学和高效的围堰设计方案。通过精准的工程功能定位，围堰能更好地满足水利工程的内在需求，体现科学性与可持续发展的统一。^[5-9]

（二）规模选型结构设计及材料选用围堰设计的主要内容

在围堰工程中，选定合适的规模、设计结构以及选择材料等方面均对工程的安全性及成本产生直接影响。在规模选型方面，需综合考虑河道特性、工程规模及环境影响等因素，以确定适宜

的围堰尺寸与形式。这不仅要确保围堰具备足够的稳定性和承载力，还需通过详尽的计算与仿真分析，以保障其在施工及使用过程中的安全可靠。在材料选用上，则需从经济性、耐用性和环保性三个维度出发，精心挑选土石材料、加固材料及防渗材料等，以全面提升围堰的整体性能。通过灵活调配这些关键环节，能够使结构设计更加科学合理，资源利用更为高效，从而有效提升施工效率与工程质量。

（三）系统工程理论在水利工程领域的应用

水利工程中围堰的建设，需要处理各种复杂环节，这正是系统工程理论大显身手的地方。在建筑环境的组织上，这一理论促使我们从整体出发，协调多学科的知识，把材料选择和施工方案有机结合变得可能。通过这种整体优化和协调，工程团队得以在复杂条件下实现更高效的协同作业，使得每一个施工阶段都如臂使指般顺畅衔接。无论是从材料的利用还是施工的效率上都带来了实实在在的提升，体现了系统工程理论在实际应用中的价值。通过系统化的方法，对设计实施过程进行全方位管控，提升工程项目的适应性与可持续性。这种理论的应用促进了资源的合理配置，减少施工中的风险，提高了工程效率与质量。

三、围堰的类型、选择与施工技术

（一）围堰的主要类型

围堰作为水利工程中临时性的挡水结构，根据其材料、结构形式及功能需求的不同，主要分为土石围堰、钢板桩围堰、混凝土围堰和竹篱笆围堰等几种主要类型。

土石围堰是最常见的一种围堰类型，主要由土料、石料或土石混合料堆筑而成。其优点是就地取材、造价低廉、施工简便，适用于水流速度较慢、河床较宽的河段。然而，土石围堰的抗渗性能和稳定性相对较弱，需要采取适当的加固措施，如铺设防渗膜、设置排水系统等。^[7]

钢板桩围堰则以其高强度、良好的抗渗性能和可重复使用性而著称。它主要由钢板桩通过锁口连接而成，形成一个封闭的挡水结构。钢板桩围堰适用于水深较大、水流速度较快、河床较窄的河段。其施工速度快，但成本相对较高，且需要专业的施工设备和人员。

混凝土围堰则以其坚固耐用、抗渗性能优越而广泛应用于各类水利工程中。它主要由混凝土浇筑而成，可以设计成各种形状和尺寸，以满足不同的工程需求。混凝土围堰的缺点是施工周期长、成本较高，但一旦建成，其使用寿命长，维护成本低。^[8]

竹篱笆围堰则是一种传统的围堰类型，主要适用于小型水利工程或临时性挡水需求。它主要由竹子编织而成，具有取材方便、施工简便、成本低廉等优点。然而，竹篱笆围堰的抗渗性能和稳定性相对较弱，需要定期维护和更换。

（二）围堰形式的选择依据

围堰形式的选择是水利工程设计和施工中的重要环节，其依据主要包括以下几个方面：

首先，水流条件是选择围堰形式的关键因素之一。水流速度、水深、水流方向等都会直接影响围堰的稳定性和抗渗性能。因此，在选择围堰形式时，需要充分考虑水流条件，确保围堰能够抵御水流的冲刷和侵蚀。其次，河床地质条件也是选择围堰形

式的重要依据。河床的地质结构、土壤性质、地下水位等都会影响围堰的选址和稳定性。例如，在软土地基上建造围堰时，需要采取特殊的加固措施，以确保围堰的稳定性。此外，工程规模和要求也是选择围堰形式的重要考虑因素。不同的水利工程对围堰的要求不同，如挡水高度、挡水时间、抗渗性能等。因此，在选择围堰形式时，需要根据工程规模和要求进行综合考虑，确保围堰能够满足工程的实际需求。最后，经济性和环保性也是选择围堰形式时需要考虑的因素。不同类型的围堰在造价、施工周期、材料消耗等方面存在差异。同时，围堰的建设和使用也会对环境产生一定的影响。因此，在选择围堰形式时，需要综合考虑经济性和环保性，选择最优的围堰方案。^[9]

(三) 不同类型围堰的施工技术要点

不同类型的围堰在施工技术上各有特点，以下是对几种主要围堰施工技术要点的简要介绍：

土石围堰的施工技术要点主要包括：选择合适的土料和石料，确保材料的质量和数量满足施工需求；采用分层填筑、逐层压实的方法，确保围堰的密实度和稳定性；设置排水系统，及时排除围堰内的积水，防止围堰因浸泡而失稳；采取适当的加固措施，如铺设防渗膜、设置反滤层等，提高围堰的抗渗性能。

钢板桩围堰的施工技术要点则包括：选择合适的钢板桩型号和规格，确保钢板桩的质量和数量满足施工需求；采用振动锤或液压锤等专用设备进行钢板桩的打入和拔出作业，确保钢板桩的垂直度和紧密性；在钢板桩之间设置锁口连接件，确保钢板桩之间的连接牢固可靠；在钢板桩围堰内部设置支撑结构，提高围堰的整体稳定性和抗侧压能力。

混凝土围堰的施工技术要点主要包括：设计合理的混凝土配合比和浇筑方案，确保混凝土的强度和耐久性满足工程需求；采用模板支护和钢筋绑扎等工艺，确保混凝土围堰的形状和尺寸符合设计要求；在混凝土浇筑过程中，采取适当的振捣和养护措施，提高混凝土的密实度和抗渗性能；在混凝土围堰内部设置排水系统和温度控制措施，防止混凝土因温度变化或水分蒸发而产生裂缝。^[10]

竹篱笆围堰的施工技术要点则相对简单，主要包括：选择合适的竹子作为围堰材料，确保竹子的质量和数量满足施工需求；采用编织或绑扎等工艺将竹子连接成一体，形成封闭的挡水结构；在竹篱笆围堰内部设置支撑结构或加固措施，提高围堰的稳定性和抗渗性能。同时，需要定期对竹篱笆围堰进行检查和维护，及时更换损坏的竹子或加固薄弱部位。

综上所述，不同类型的围堰在施工技术上各有特点，需要根据工程实际情况和围堰类型进行综合考虑和选择。在施工过程中，需要严格遵守施工规范和操作规程，确保围堰的质量和安全性。

四、围堰的应用实例及优化措施

(一) 围堰在水利工程中的其他应用实例

围堰在水利工程中的应用不仅限于基本的挡水功能，其多样化的应用实例展现了其在水利建设中的广泛价值和灵活性。在水利枢纽工程中，围堰常用于导流、泄洪和发电等方面。例如，在修建水电站时，围堰被用来临时截断水流，以便进行坝体施工和基坑开挖。在导流方面，围堰可以引导水流绕过施工区域，确保施工期间的水流顺畅。在泄洪方面，围堰可以设计成具有泄洪功

能的结构，通过调节水流流量，有效减轻下游洪水的压力。此外，围堰在河道整治、防洪排涝和灌溉等水利工程中也有广泛应用。在河道整治中，围堰可以用来截断水流，方便施工人员对河床进行清理和修复。在防洪排涝方面，围堰可以作为临时挡水结构，防止洪水泛滥，保护周边地区的安全。在灌溉工程中，围堰可以用来调节水流，确保农田灌溉的顺利进行。

(二) 围堰设计与施工的生态影响及应对措施

围堰的建设和使用对生态环境产生了一定的影响，因此，在设计和施工过程中需要充分考虑生态因素，并采取相应措施来减少对环境的负面影响。首先，围堰的建设会改变水流状态，对水生生物和河流生态系统造成干扰。为了减轻这种影响，可以在围堰设计中融入生态理念，如采用生态型围堰结构，增加水生生物的栖息地和迁徙通道。同时，在围堰施工过程中，应尽量减少对周边植被的破坏，保护生态环境。其次，围堰施工期间产生的废弃物和废水可能对水体造成污染。为了应对这一问题，可以采取严格的施工管理和环保措施，如设置废水处理设施，对废弃物进行分类处理和回收利用。

五、结束语

本研究针对中小型水利工程围堰设计与施工问题，提出了一种一体化优化策略。该策略从围堰设计关键环节的细化入手，结合系统工程理论，构建了围堰施工优化模型，实现了施工活动的有序连续。实证对比分析显示，该策略能显著提升围堰工程质量，缩短施工周期，降低综合成本，具有重要的理论和实践意义。然而，本研究也存在局限性，如优化模型构建时可能未充分考虑环境因素对工程质量和施工效率的影响。未来研究需对模型进行精细化改进，并拓展和完善一体化优化策略，逐步形成成熟的理论体系和方法论。此外，研究者应持续关注并引入新型材料、新工艺和新技术，为中小型水利工程提供更多设计和施工解决方案，推动我国农村经济可持续发展。这一研究领域的深入探索，将为水利工程建设提供有力支撑。

参考文献

- [1] 卢志卿, 俞扬, 韦学军. 中小型水利工程施工中围堰技术的应用 [J]. 工程建设与设计, 2020, (21): 133-135.
- [2] 常辉章, 培培. 中小型水利工程施工中围堰技术工艺分析 [J]. 中国科技投资, 2019, (31): 35-35.
- [3] 谢毅云. 浅析中小型水利工程施工中围堰技术的应用 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2021, (09): 0083-0083.
- [4] 封浪. 浅谈中小型水利工程施工中围堰技术的应用 [J]. 中文科技期刊数据库 (文摘版) 工程技术, 2019, (12).
- [5] 张斌. 中小型水利工程施工中围堰技术工艺研究 [J]. 中文科技期刊数据库 (全文版) 工程技术, 2020, (10).
- [6] 陈环, 张崇昌. 中小型水利工程施工中围堰技术的应用 [J]. 中国新技术新产品, 2021, (10): 103-105.
- [7] 卢志卿, 俞扬, 韦学军. 中小型水利工程施工中围堰技术的应用 [J]. 工程建设与设计, 2020, (21): 133-135.
- [8] 陈俊果. 中小型水利工程施工中围堰技术工艺分析 [J]. 科技创新与应用, 2019, (28): 104-105.
- [9] 董树春. 中小型水利工程施工中围堰技术的应用浅析 [J]. 中外企业家, 2019, (19): 125.
- [10] 刘天宇, 刘派. 中小型水利工程施工中围堰技术的应用探究 [J]. 时代农机, 2018, 45(10): 186.