

# 水利工程围堰体袋装砂施工技术

王嘉伟, 刘世亮, 韩平衡, 史嘉欣

中交路桥北方工程有限公司, 北京

收稿日期: 2025年6月24日; 录用日期: 2025年8月1日; 发布日期: 2025年9月2日

## 摘要

袋装砂围堰技术在水利工程中应用广泛, 该技术通过使用土工布袋填充砂土, 结合排水固结原理, 形成稳定的围堰结构。袋装砂围堰在施工中表现出成本低、施工简便及良好的适应性, 特别适用于地质条件较差和水流环境复杂的区域。然而, 在高水流速、深水区域的施工中, 围堰的稳定性与防渗效果仍面临挑战。为解决这些问题, 需通过防渗膜、反滤层等措施进行技术优化。

## 关键词

水利工程, 袋装砂围堰, 施工技术

# Construction Technology of Bagged Sand for Cofferdam in Hydraulic Engineering

Jiawei Wang, Shiliang Liu, Pingheng Han, Jiaxin Shi

CCCC Road and Bridge North Engineering Co., Ltd., Beijing

Received: Jun. 24<sup>th</sup>, 2025; accepted: Aug. 1<sup>st</sup>, 2025; published: Sep. 2<sup>nd</sup>, 2025

## Abstract

The bagged sand cofferdam technology is widely used in hydraulic engineering. This technique involves filling geotextile bags with sand and soil, combined with the principle of drainage consolidation, to form a stable cofferdam structure. Bagged sand cofferdams demonstrate advantages such as low cost, simple construction, and good adaptability, making them particularly suitable for areas with poor geological conditions and complex water flow environments. However, challenges remain in terms of stability and anti-seepage performance during construction in high-velocity and deep-water areas. To address these issues, technical optimizations such as impermeable membranes and filter layers are required.

## Keywords

Hydraulic Engineering, Bagged Sand Cofferdam, Construction Technology

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

水利工程中的围堰体作为重要的基础性结构，承担着保障施工环境干燥、减少水流影响以及提供安全施工空间等重要任务。围堰体的设计与施工方法多样，其中袋装砂围堰由于其材料易得、施工简便、成本较低，逐渐成为许多水利项目中的首选施工方式。特别是在一些复杂的地质条件和水文环境下，袋装砂围堰具有独特的优势。近年来，随着沿海及滩涂区域开发的加速，袋装砂围堰在这些地区的应用愈发广泛，成为水利工程建设中不可或缺的一部分。

袋装砂围堰采用土工布袋将砂土装填，通过合理的施工设计和施工工艺，形成坚固的围堰结构。这种施工方法不仅能够适应多变的水流和潮汐环境，还能够有效提高围堰的施工效率，节约施工成本。尤其在地质条件较差、需短期完成的工程中，袋装砂围堰的应用表现出了显著的优势[1][2]。此外，袋装砂围堰的环保性也得到了广泛的认可。使用的土工布袋大多为环保型材料，能够减少对水体和环境的污染，而在拆除围堰时，砂土能够自然回归水体，避免了大量废弃物的产生[3]。

然而，尽管袋装砂围堰具有众多优势，其在实际施工过程中仍面临一些挑战。水流速度、潮汐变化、施工过程中砂袋的定位与充填效果等因素，都可能影响围堰的稳定性与防渗效果。尤其在高速水流或深水区域，袋装砂围堰的施工难度较大，需要额外的技术支持和设备保障[4][5]。此外，围堰的防渗能力和结构稳定性也是设计与施工中的关键问题。许多研究表明，袋装砂围堰的渗透性较高，需要通过增设防渗膜、反滤层等措施来增强其防渗效果，确保工程的安全与可靠[6][7]。

在过去的几年中，袋装砂围堰技术在不同的水利工程中得到了广泛的应用。例如，在长江口地区的水闸工程中，袋装砂围堰被用来确保施工环境的干燥和水流的有效阻挡[1]。此外，位于连云港的滩涂区开发项目也通过使用袋装砂围堰成功解决了高水流速和软弱土质问题[8]-[10]。这些成功的工程案例不仅证明了袋装砂围堰的可行性，也为今后类似工程的实施提供了宝贵的经验。

袋装砂围堰作为一种施工技术，随着研究的深入和技术的不断优化，其在水利工程中的应用将更加广泛和成熟。未来的研究不仅要解决施工过程中的技术难题，还要进一步提高其效率，确保围堰结构的长期稳定性和安全性。因此，本论文将结合实际工程案例，分析袋装砂围堰施工技术中的关键问题，提出优化措施，并对该技术在未来水利工程中的应用前景进行展望。

## 2. 袋装砂围堰的技术原理

袋装砂围堰的施工原理基于“排水固结”技术，即通过填充物(砂土)与土体的排水固结作用，实现在一定时间内对水流的阻隔。具体来说，袋装砂围堰的施工过程涉及以下几个步骤：首先，将土工布袋固定于围堰区域的底部或底层，并确保其正确位置；接着，使用高压泵将砂土快速填充入袋中，在填充过程中，砂土中的水分开始被排出，并通过固结作用逐渐形成坚固的堤体[3]。这一过程通过多次填充和压实，逐步提高围堰体的稳定性和抗冲刷能力。

此外，袋装砂围堰的防渗设计也是其技术原理中的重要组成部分。由于袋装砂围堰本身的透水性较

强,为了防止水分渗透并保证围堰结构的稳定性,施工中会使用土工膜、反滤层以及其他防渗材料进行加固。这些措施能够有效降低砂袋之间的渗透速度,并防止由于渗流造成的堰体变形或沉降[6] [7]。

袋装砂围堰的适用性非常强,尤其适用于土质松软、渗透性较大的水域。根据工程地质条件的不同,施工时可能需要对围堰的结构进行调整。例如,在长江口地区的水闸工程中,袋装砂围堰作为临时结构,用于挡水并确保干地施工[1]。此外,袋装砂围堰在高水流速区域同样具有很好的应用效果。在此类区域,通过合理的设计和施工,可以有效地防止围堰因水流冲击而导致的结构失稳[2]。

### 3. 袋装砂围堰的施工技术与实施要点

袋装砂围堰技术已成为水利工程施工中的重要手段,广泛应用于沿海地区、滩涂开发及航道治理等项目中。其施工技术主要涉及材料准备、施工工艺、设备选型以及施工质量控制等多个方面。要确保袋装砂围堰的顺利建设和长期稳定运行,必须在施工过程中遵循严格的操作流程,合理安排施工计划,并采用适当的技术措施以确保围堰的安全性和防渗性能[1] [3]。

#### 3.1. 施工材料准备

袋装砂围堰的主要材料是土工布袋和砂土。土工布袋一般采用高强度的土工织物,这种织物不仅具有足够的抗拉强度,还能抵御外部水流的冲击。施工前,必须对土工布袋进行充分的质量检查,确保其没有破损,并且各项规格符合设计要求。此外,砂土作为填充材料需要满足粒径和透水性等特定要求,以保证围堰的整体稳定性[6]。

砂土的选择至关重要,通常采用细砂或砂质粉土,这些材料具有较高的透水性,能够确保排水固结的效果。然而,由于其较强的渗透性,围堰的防渗设计至关重要。在施工过程中,必须合理控制砂土的来源和质量,避免使用含有过多细泥或有机物的土壤,以防影响围堰的渗透性能[7]。

#### 3.2. 施工工艺

袋装砂围堰主要是借助细砂与土体混合之后的排水固结作用,即通过高压泵冲、泥浆泵吸将细砂、土体及水的混合物通过皮龙管输送到土工模袋当中,一边滤水一边填料,经排水固结,砂浆会形成紧密的砂埂,按照预先设计好的围堰尺寸分层分段堆砌成围堰,借此来达到阻隔水流的目的。

袋装砂围堰的施工工艺较为简单,但需要精确控制每一个环节。施工的第一步是放样与定位,根据设计图纸确定围堰的轴线和控制点。在此基础上,开始进行土工布袋的铺设和砂土的填充。通常采用人工铺设土工布袋,确保袋体的纵向和横向排列正确,避免袋体之间出现过大的缝隙。在这一过程中,土工布袋的错缝叠筑是非常重要的,它能够增强围堰的整体性和稳定性[4]。

在砂土填充过程中,采用高压泵将砂土注入土工袋中,并逐层逐段地进行填筑。为了保证填充过程的稳定性,需要使用专用的充填设备进行控制,确保每一层砂土的均匀性和密实性。填充完成后,应对每一层砂土进行压实,以提高其抗冲刷和抗渗透能力[2] [5]。

#### 3.3. 设备选型与施工措施

设备的选择对于袋装砂围堰的施工至关重要。常用的设备包括吸砂船、泥浆泵、充填管道和混凝土振动设备等。在高水流速区域,通常使用大型吸砂船进行砂土的抽取与运输,而在低水流速区域则可使用小型泵船进行充砂[4]。这些设备应根据施工现场的实际情况进行合理配备,以确保砂土的快速供应和高效充填。

此外,为了提高施工效率,许多项目采用了高效的施工方法,例如在深水区使用水底探摸设备测量砂袋的轮廓线,并结合泵船进行精确充砂。这种方法能够确保围堰的稳定性,特别是在水流较强的情况

下[5]。同时, 在施工过程中, 必须严格控制水位、潮汐变化等外部环境因素, 以避免因水流影响导致围堰结构的偏移或损坏。

袋装砂围堰的施工工艺虽然并不复杂, 但想要保证施工有序进行, 现场作业人员应了解具体的工艺流程, 并以此作为依据进行施工作业。

## 4. 施工质量控制与技术优化

袋装砂围堰作为一种高效且经济的施工方法, 在水利工程中得到了广泛应用。为了确保袋装砂围堰的施工质量和长期稳定性, 需要在施工过程中实施严格的质量控制与技术优化措施。这不仅包括材料的选用、施工工艺的精确执行, 还涉及施工环境的监控和技术手段的优化。确保袋装砂围堰的防渗性能、稳定性及施工效率, 是提升其应用效果的关键[1] [6]。

### 4.1. 材料质量控制

袋装砂围堰的质量控制从源头开始, 首先是对土工布袋和填充砂土的严格筛选。土工布袋的质量直接影响围堰的稳定性和耐久性, 因此在采购和施工前, 必须对布袋的材料进行检测, 确保其符合强度和防水要求。一般采用高强度的聚酯或聚丙烯土工布, 这些材料能够承受较大的拉力, 并且具有较好的抗紫外线能力, 适应复杂的水流环境[3]。

在填充砂土方面, 必须保证使用的砂土颗粒均匀, 粒径分布适当, 避免使用含有过多细粒和有机物的土壤。砂土的渗透性也是设计时需要重点考虑的因素, 通常选择细砂或砂质粉土作为填充材料, 能够有效提升围堰的稳定性, 并保证快速的排水固结效果[7]。

### 4.2. 施工工艺优化

施工工艺的优化是确保袋装砂围堰质量的重要环节。首先, 在施工初期, 必须进行详细的放样和测量, 确保围堰的定位准确, 符合设计要求。在施工过程中, 采用层层压实的方法填充砂土, 并确保每层砂土的密实度达到设计标准, 以避免出现空隙或不均匀沉降现象。砂土的充填过程中, 使用高压泵和泥浆泵设备将砂土迅速且均匀地填充入土工布袋中, 并逐层压实, 从而确保堰体的密实性[5]。

袋装砂围堰的填充应注意土工布袋的错缝叠置, 每层的砂袋需要错开位置, 以增强结构的整体性和稳定性。特别是在迎水面, 土工布袋的叠放应根据水流方向合理布置, 以减少水流对围堰的冲刷影响。施工时应定期检查每一层的填充效果, 确保砂土的均匀分布, 并进行必要的调整[2]。

### 4.3. 防渗设计与控制

袋装砂围堰的防渗设计是保证其长期稳定性的关键之一。由于袋装砂围堰使用的砂土具有较高的渗透性, 容易造成水流通过围堰结构, 因此需要采取有效的防渗措施。常见的防渗设计方法包括在围堰外层覆盖防渗土工膜或设置反滤层。这些防渗措施能够有效阻止水流渗透至围堰内部, 确保堰体的稳定性[1]。

防渗土工膜的选择应根据施工现场的水文条件进行调整, 通常选用两布一膜的复合材料, 以增强膜的防渗效果。在防渗膜的铺设过程中, 应确保膜与土工布袋之间的接口严密无缝隙, 避免因膜的脱落或损坏而导致的渗漏[3] [7]。

### 4.4. 施工设备与技术手段优化

施工设备的优化和技术手段的提升是提高施工效率和质量的另一个重要方面。在袋装砂围堰施工中, 通常需要使用吸砂船、泥浆泵以及专用的充填设备等, 合理选用施工设备能够有效提高施工效率并确保



施工质量[4]。

特别是在深水区域和高流速水域,施工设备的选择和操作至关重要。在这些区域,常常采用泵船和浮排配合使用的方法进行砂土充填,并结合水下探测设备对填充效果进行实时监测,以确保每一层砂袋的厚度、密实度和稳定性[5]。此外,随着技术的发展,现代化的监测技术也被引入到袋装砂围堰施工中,通过传感器实时监控围堰结构的变形情况,及时发现潜在的隐患,从而提前采取措施,避免围堰发生严重的渗漏或结构损坏[2]。

#### 4.5. 施工质量控制措施

在施工过程中,质量控制必须从每个环节进行严格把关。首先,施工前期应对地质勘察进行详细分析,确保施工设计符合现场实际条件。施工期间,严格按照设计要求对砂袋进行逐层填充,并进行定期检查和回访,确保填充砂土的密实性和均匀性[5]。

同时,在施工过程中,应该严格控制水流对围堰的冲刷和影响,特别是在大潮和大水流期,围堰的稳定性必须得到特别保障。施工期间,还需要进行防渗膜的检测和质量验收,确保防渗效果达到设计标准[1]。

### 5. 结论及展望

袋装砂围堰作为一种施工方法,凭借其简便、经济且高效的特点,在多个水利工程项目中得到广泛应用。其主要优势在于材料易得、施工便捷及适应复杂地质条件和水文环境。通过合理的施工工艺与设备选型,可以提高施工效率,并确保围堰的稳定性和防渗效果。然而,袋装砂围堰在某些高水流速和深水区域的应用仍面临挑战,主要表现在施工中的定位、充填精度以及防渗效果等方面。

未来,袋装砂围堰技术将随着施工经验的积累和技术的不断优化而不断发展。研究重点应集中在提高防渗性能、优化施工设备与工艺流程方面。此外,借助现代化监测技术,实时监控围堰的变形和渗透情况,将有助于在施工过程中及时发现问题并采取措施。随着研究的深入,袋装砂围堰有望在水利工程中发挥更大作用,特别是在复杂环境和紧迫工期的项目中,展现其更高的应用价值。

### 参考文献

- [1] 张海龙, 马斌, 梁亚平. 充填袋装砂围堰防渗结构研究[J]. 陕西水利, 2017(1): 102-104+126.
- [2] 陈增勇. 关于某海湾袋装砂围堰施工的探讨[J]. 江西建材, 2016(18): 147+150.
- [3] 刘国锋. 袋装砂围堰施工特点与施工技术研究[J]. 现代盐化工, 2017, 44(2): 32-33+39.
- [4] 傅伟荣, 谢李焕. 浅谈袋装砂围堰施工效率提升措施[J]. 珠江水运, 2020(9): 13-15.
- [5] 尚琰. 水利工程中围堰体充填袋装砂的施工技术[J]. 建材与装饰, 2015(51): 294-295.
- [6] 严海青, 杨志雄, 王远宏, 等. 大型袋装砂挡水围堰在市政工程中的应用[J]. 施工技术, 2019, 48(5): 119-122.
- [7] 李艳. 水利工程中围堰体充填袋装砂的施工技术[J]. 低碳世界, 2017(20): 31-32.
- [8] 范公俊, 贾延权, 王艳红. 几种围堰施工技术在连云港滩涂区的应用[J]. 水利水电科技进展, 2011, 31(1): 62-65.
- [9] 阮龙飞, 王永庆. 中远船务启东海工基地坞口围堰工程的设计与施工[J]. 水利水电科技进展, 2009, 29(6): 90-94.
- [10] 吉明, 於志华. 模袋固化土围堰结构的应用及优化分析[J]. 水运工程, 2008(9): 36-39.