

# 基坑支护在水利工程中的应用

张 强

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300221

**摘要:** 在水利工程的施工过程中, 基坑支护技术, 扮演着至关重要的角色。然而, 在实际的施工过程中, 常常遇到一系列问题。如基坑开挖或相关基础施工时遇到的地下水水位较高的问题。这一现象会不仅增加工程施工的难度, 也对工程的质量和进展带来一定的不利影响。因此, 本文将针对基坑支护在水利工程中的应用要点进行分析, 以供参考。

**关键词:** 基坑支护; 水利工程; 应用

前言: 基坑支护, 作为水利工程中一项关键的施工保护措施, 其重要性不容忽视。在施工过程中, 必须综合考虑对周边环境的保护, 确保不对附近的建筑物或自然环境造成不良影响。此外, 基坑支护的设计和施工还需与工程的地下结构的施工要求相匹配, 保障整体工程的连贯性和稳定性, 由此可见, 其对于促进水利工程可持续发展, 具有十分重要的意义。

## 1 基坑支护主要类型

### 1.1 型钢水泥土搅拌墙

型钢水泥土搅拌墙作为一种先进的复合结构, 它通过将型钢嵌入连续打桩而成的水泥土搅拌墙中, 显著提升了原有水泥土墙的承重性和整体刚性。这种结构融合了挡土与阻止水流的双重功能, 使其能够应对更加复杂和多变的土质环境, 同时该技术由于工序流程简便, 大多时候都能实现成本效益的最优化。该技术的一个显著优点在于它的适用性极强, 可以在多种土层条件下施工, 从而大大扩展了其应用范围<sup>[1]</sup>。此外, 型钢水泥土搅拌墙在施工过程中, 相较于传统的挡土或防水墙, 具备简化施工程序的特点, 这不仅加快了工程建设的进度, 同时也在很大程度上降低了施工成本。

尽管如此, 使用型钢水泥土搅拌墙也存在一些局限, 比如墙体的位移及厚度相对较大。这意味着, 在某些需要精确控制位移或者对墙体厚度有严格要求的工程中, 可能需要通过调整设计、优化施工方法或者选择其他支护结构形式来满足特定的工程需求。型钢水泥土搅拌墙的应用, 凭借着其强大的功能性以及在工程成本和施工效率方面的优势, 已经成为建筑和土木工程中一个颇受欢迎的选择。它标志着当代工程技术在持续创新的过程中, 能够更好地适应不断变化的施工环境和工程需求。然而, 为了发挥其最大效用, 并充分考虑工程的安全性和稳定性, 对该技术的应用还需依据具体工程的实

际情况进行细致的规划和精心的施工管理。

### 1.2 柱列式排桩

在建筑和工程行业中, 柱列式排桩是一种广泛采用的支护结构形式, 特别是在需要高承载力与较大刚度的情形下。这种结构方式通常涉及多个独立的桩体排列, 桩体之间会保留一定的间隙。由于这些间隙导致不能直接通过桩体传递剪力和横向弯矩, 因此需要借助腰梁与冠梁来实现横向连接。在面对深基坑或对结构位移控制要求较高的项目上, 除了使用腰梁和冠梁, 还可以考虑在排桩的腰梁位置安装锚杆以增加额外的支撑力<sup>[2]</sup>。此外, 如果遇到地下水位较高的情况, 还应考虑设置截水帷幕, 以协助基坑的施工过程。

柱列式排桩支护结构之所以受到青睐, 很大程度上归功于其具备的优点, 如具有较高的支护刚度和承载力, 以及在一般条件下能表现出较小的变形量和良好的稳定性。然而, 由于桩体间的这些空隙, 有时候需额外增设截水帷幕以确保工程的顺利进行, 这或许会使得施工过程变得更为繁琐。解决这些挑战的关键, 在于精确地规划和细致地管理施工过程, 确保结构设计得当, 并根据工程具体情况灵活地调整支撑方案。通过这种方法, 柱列式排桩不仅能够提供必要的支撑力, 还能有效地控制基坑的位移, 同时在保证结构安全稳定的前提下, 尽可能地优化施工流程。

### 1.3 地下连续墙

地下连续墙的建造过程倚重特化的施工设备, 通过开挖成特定尺寸的槽洞, 随后在这些槽洞中填充混凝土, 构筑出单个槽段。这些槽段经过精准的设计, 相互搭接, 共同构成了一个完整的连续墙体。在浇筑混凝土过程中, 根据具体的工程需求, 可以加入钢筋笼或型钢以提升墙体的整体刚性和承载力。这种构筑方法使得地下连续墙具备了显著的刚度, 能够承担重大的荷载, 同

时也具有良好的防水功能,因此,它成为了广泛采用的支撑结构形式之一。地下连续墙特别适用于需要较高支撑刚度和承载能力的复杂地下结构项目,如大型地下车库、地铁站以及防洪墙等场景。然而,地下连续墙的施工流程相对较为复杂,这不仅要求施工团队具备高度的技术专业性和较长的工期完成,由此带来的是施工成本的增加。施工的复杂性主要体现在精确开挖槽洞、确保槽段间正确搭接以及混凝土的浇筑和固化等多个环节,这些环节都要求施工人员具备丰富的经验和较高的施工技巧。

## 2 项目介绍

南四湖地区一座节制闸,因无法满足正常运营的要求,需拆除并重建。该节制闸的地面高程介于37.0至39.0米之间,而建基面高程为27.1米<sup>[3]</sup>。基坑主要通过两种土层构成:顶层是砾质含重粉质壤土,底层则是粉砂岩。历史遗留问题导致节制闸周边房屋林立,加之闸室施工空间受限,若选择传统的放坡开挖方式,将面临庞大的拆迁任务和高昂的移民补偿费用,同时拆迁流程也异常复杂。为了尽量减小施工对周边建筑的影响,缩减拆迁工作量,并确保基坑的稳定性,决定采用基坑支护措施辅助施工。工程团队综合考察了闸址的地质特点以及周边建筑状况后,比较了两种不同的支护方案。一种方案是结合灌注桩和锚杆支护,外围则利用水泥土搅拌桩形成截渗墙;另一项方案则是采用地下连续墙加锚杆进行支护。这两种方案都旨在确保施工期间基坑的稳固,同时减轻对邻近建筑的潜在影响,达到既保证工程质量又维护社区关系的双重目的。

## 3 基坑支护在水利工程中的应用要点

### 3.1 灌注桩施工方案

在南四湖地区重新建设的节制闸项目中,为确保施工安全及周边环境稳定,采用了两种主要的地下支护系统:灌注桩与水泥搅拌桩。灌注桩具有0.6米的直径,长度在10到12米之间,设计以便其下端深入砂岩约9.0米,确保桩底端比建基面还要低4米,形成坚实的基础。而水泥搅拌桩直径为0.5米,长度介于5到7米之间,安排的桩间距仅350毫米,显示了密集布局的特点。为进一步加强整体结构的稳定性,项目还专门设计了锚杆系统。锚杆之间的间隔为2.0米,它们以150°的倾斜角倾斜进入地下,自由段长度达到7米,而锚固段则更长,达到了13米。这样的锚杆布局既保证了足够的稳固性,也兼顾了施工的可行性和经济效益。为协调这些支撑结构,灌注桩的顶部和中部特别设置了冠梁和腰梁。这些结构件不仅起到了连接和分配荷载的功能,而且还增强了整个支护系统的

整体性和抗变形能力。通过这种精心的设计,项目团队不仅成功解决了基坑稳定问题,也最小化了对周围建筑的影响,同时有效控制了环境破坏和施工成本。

### 3.2 地下连续墙支护方案

在南四湖地区的节制闸重建项目中进行了两种基坑支护方案的技术评估,包括地下连续墙和灌注桩方案。地下连续墙特指的是具有0.6米厚度、16米高度的结构,它深入下部9.0米的砂岩中,其底端比建基面低4米。相应地,锚杆的设计涉及2.0米的间隔、150°的倾斜角度、7米的自由伸展长度和13米的锚固长度。为了增加结构稳定性,地下连续墙的顶部和中部分别设置有冠梁和腰梁。使用理正深基坑支护设计软件进行的计算表明,两种方案都在技术上是可行的。方案一(地下连续墙方案)表现出最大位移为21.78毫米,这一数值低于北京、深圳、湖北等地区对于支护结构顶部最大水平位移的允许标准。其整体稳定安全系数为2.58,抗倾覆稳定系数报告为2.09,均满足规范要求<sup>[5]</sup>。而方案二(灌注桩方案)的最大位移值为16.65毫米,同样低于上述地区的标准限制。这一方案的整体稳定安全系数和抗倾覆稳定系数分别为2.37和1.83,说明嵌固深度为4.0米是符合规范要求的。

尽管两种方案在技术层面都是可行的,但在经济性以及施工便利性方面存在显著差异。具体来看,地下连续墙虽然具备较好的整体性和较高的安全性,但其施工过程比较繁琐,所需投资相对较高。另一方面,灌注桩在确保良好的整体性和安全性的同时,施工过程更为便捷,占用空间较小,特别适合周围有许多建筑物的城市环境。考虑到节制闸附近房屋较多,施工空间受限,地下连续墙方案对施工场地的要求较大,不仅施工难度加大,而且施工机械进场和运作的空间需求导致投资成本上升。因此,从经济性和施工便利性来看,灌注桩加锚杆配合水泥土搅拌桩截渗墙的方案更为适合。

## 4 基坑变形监测

### 4.1 内容

在本次基坑工程中,监测活动主要集中在开挖边坡、围堰以及周围已有的建筑物等关键区域。这些监测活动旨在密切跟踪结构的形变和稳定性状况。为确保监测结果的准确性和可靠性,启动监测程序之前,对初期数据进行至少三次的精确测量是必要步骤。详细地说,监测计划分为几个阶段,以适应工程进展的不同需求。在基坑开挖期间,监测的频率设定为每天一次,以确保及时发现并应对可能出现的结构变形或稳定性问题。随后,随着工程的推进,尤其是在底板浇筑完成后,监测频率将会根据时间段的不同作出相应调整。具体分为几

个时间段：在底板浇筑后的首7天内，保持每天一次的监测频率；接下来的7至14天，调整为每3天一次；而在14至28天的时间段内，进一步降低为每5天进行一次；超过28天后，则每10天监测一次。

当水利涵闸工程最终完工后，监测频率将进一步调整为每月一次。这一阶段的监测主要目的是评估工程项目对周边环境及结构的长期影响，同时确保新建结构物的稳定性和安全性得到持续跟踪。通过这一系列详细而系统的监测计划，旨在全面掌控工程进程中可能出现的各类风险，确保整个工程从开挖到完工各环节的安全可控。这样的安排不仅保障了工程质量，也最大程度地减少了对周边环境和既有建筑的潜在影响，为工程的顺利进行提供了坚实的数据支持。

#### 4.2 结果

测斜管的安装完成标志着基坑开挖前各项准备工作的结束，这一过程主要针对水利涵闸工程深基坑的支护桩进行监测。测试结果揭示了一个重要的现象：在开始挖掘之前，由于支护桩周围的土体尚未经过显著变化，因此，这些支护桩的侧向位移相对较小。随着基坑土方开挖工作的深入，尤其是在逐步移除基坑开挖面荷载的情况下，这种静态状态开始发生变化。具体来说，是基坑土体的去除导致了围护结构两侧压力差的产生，进而促使支护桩发生更为明显的侧向位移。不仅如此，随着土方工作的结束，这种侧向位移逐渐趋于稳定态，直接反映了基坑开挖工程对支护桩位移的深远影响。

此项发现强调了在水利涵闸工程中深基坑开挖支护施工期间，监控支护桩侧向位移变化的重要性。实际上，这种监控不仅仅是对数据的简单记录，更是一种预警机制。由测试数据可以看出，基坑开挖对支护结构的影响是显著的，而且这种影响在一定条件下可能会对工程安全构成威胁。因此，一旦监测到支护桩出现异常的沉降或侧向位移情况，立即向项目管理团队反馈并采取针对性措施就显得尤为关键。进一步地，这种监测不仅

能够及时发现潜在风险，还能够为调整支护和开挖方案提供科学依据，确保工程的顺利执行。透过持续的观察和分析，可以有效预防并避免因支护桩位移过大而可能导致的基坑支护结构失效，保障工程的安全性和稳定性。因此，在深基坑工程中，采取积极主动的监测策略，不仅是对工程技术负责，也是对整个项目顺利推进的重要保障。

结语：在水利工程领域，基坑支护技术是不可或缺的一环，为工程的安全稳定提供必要保障。然而，由于此类技术通常涉及较为复杂的临时性措施，其施工成本相对较高，这在一定程度上加大了总体工程造价。因此，选择最适合某一具体地理和工程条件的基坑支护方式显得尤为重要，这不仅能够确保技术方案的可行性，还能凸显经济效益。为保持基坑支护工程与预定设计的一致性，实施过程中的精确控制至关重要。这包括确保施工过程中的各项条件与设计预期相吻合，以及对施工质量进行严格检查。此外，加强对工程后期的监测亦不容忽视，因为这关系到整个水利工程施工质量的综合保障。对于水利工程而言，合理选择和严格控制基坑支护施工的各个环节，不仅能够有效控制工程成本，还能确保工程的安全性与耐用性，这对于提升整个项目的质量和可靠性具有重大意义。

#### 参考文献

- [1]俞昇森,李丹乐,李佳丽,等.绿色可回收型基坑支护形式竹板桩的应用分析[J].工程与建设,2024,38(01):82-84.
- [2]吴佳龙.浅析拉森钢板桩在水利工程基坑支护中的应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(12):115-117.
- [3]谭广湘.深基坑支护技术在水利工程中的应用[J].石材,2023,(11):124-126.
- [4]王可可,李梦雅.浅谈基坑支护在水利工程中的应用[J].治淮,2022,(11):37-38.
- [5]肖露.拉森钢板桩在某引水泵站基坑支护中的应用[J].江西建材,2022,(08):268-269+272.