

# 水利工程深基坑支护方案的选择

刘 钊

河北省水利工程局集团有限公司第五分公司 河北 石家庄 050000

**摘要：**水利工程深基坑支护方案选择至关重要。核心影响因素包括地质与水文条件、基坑自身特性、工程经济性与施工可行性。常用支护技术有排桩、地下连续墙、土钉墙与复合土钉墙等，各有特性与适用范围。科学选择流程涵盖前期调研、技术初步筛选、多方案比选与决策。实施关键控制要点在于把控支护结构施工质量，做好基坑降水与防渗，加强基坑变形与受力监测，依据监测数据动态优化方案，确保施工安全、高效、有序推进。

**关键词：**水利工程；深基坑支护；方案选择

引言：在水利工程中，深基坑支护是保障工程安全与周边环境稳定的关键环节。其支护方案的选择需综合考量地质与水文条件、基坑自身特性以及工程经济性与施工可行性等多方面因素。常用支护技术包括排桩、地下连续墙、土钉墙与复合土钉墙等，各有其适用场景与特性。科学选择支护方案需遵循前期调研、技术筛选、技术经济比选与决策的流程。实施过程中，需严格把控支护结构施工质量、基坑降水与防渗、基坑变形与受力监测等关键控制要点，以确保深基坑施工安全高效。

## 1 水利工程深基坑支护方案选择的核心影响因素

水利工程深基坑支护方案的选择至关重要，必须全面、深入分析各类影响因素，以确保所选方案具备高度的针对性与可行性。主要影响因素涵盖地质与水文条件、基坑自身特性以及工程经济性与施工可行性。（1）地质与水文条件是支护方案选择的首要考量因素。地质条件中，土体类型多样，黏性土、砂土、碎石土等不同土体，其抗剪强度、黏聚力和渗透性各不相同，这些特性直接决定了支护结构的受力模式。例如，砂土渗透性强，支护时防渗是关键；而黏性土抗剪强度较高，但需关注其蠕变特性。同时，岩溶、断层等不良地质构造会给基坑稳定带来极大风险，必须采取特殊支护措施，如对岩溶区进行注浆加固。水文条件方面，地下水位标高、地下水类型（潜水、承压水）及补给方式，决定了是否需要降水、防渗处理。在高地下水位地区，支护结构不仅要承受土体压力，还要应对地下水浮力，因此抗浮稳定性和防渗性能是重点考虑因素。（2）基坑自身特性也不容忽视。基坑开挖深度越大，侧壁土体应力释放越显著，变形和坍塌风险越高，对支护结构刚度和强度的要求也就越高。狭长形基坑与大面积基坑受力特点不同，狭长形基坑适合采用排桩、连续墙等线性支护结构；大面积基坑则需结合支撑体系优化布置。此外，基坑周边

环境至关重要，周边建筑物、地下管线、道路的分布及敏感度，决定了支护方案的变形控制标准。临近重要构筑物时，需选择变形量小的支护类型，如地下连续墙+内支撑组合。（3）工程经济性与施工可行性同样影响方案选择。不同支护方案造价差异大，在满足安全和质量要求的前提下，要兼顾投资成本。施工场地条件、设备可及性和工期要求等，会影响支护技术实施难度。狭窄场地可能限制大型吊装设备作业，需选择施工工艺简便的方案。水利工程的特殊性，如水下施工、汛期施工等，也需纳入考量，确保支护方案适应施工环境<sup>[1]</sup>。

## 2 水利工程常用深基坑支护技术类型及特性

### 2.1 排桩支护技术

在水利工程领域，深基坑支护方案的科学合理选择对于保障工程安全与稳定推进意义重大，排桩支护技术作为常用类型之一，应用广泛。（1）排桩支护是采用钢筋混凝土灌注桩或预制桩，依据特定间距有序排列构建支护结构体系，其形式多样，涵盖悬臂式、拉锚式、内支撑式三种。该技术施工工艺成熟，对不同地质条件展现出良好的适应性，无论是黏性土、砂土，还是碎石土等地质环境，均能有效发挥作用，且施工过程对周边环境的干扰相对较小。（2）具体而言，悬臂式排桩通常适用于开挖深度较浅，一般不超过6米，且地质条件优良的基坑工程；拉锚式与内支撑式排桩则借助锚杆或内支撑结构，显著提升支护结构的刚度，可应用于开挖深度在6-15米的基坑。在水利工程实践中，排桩支护常与降水、截水帷幕等措施协同应用，以应对地下水位较高的情况。但需特别注意的是，要高度重视桩间的防渗处理工作，通过采取有效的防渗措施，防止出现渗漏现象，从而切实保障基坑的安全与稳定，为水利工程的顺利建设提供坚实支撑。

### 2.2 地下连续墙支护技术

在水利工程深基坑支护的方案体系当中,地下连续墙支护技术占据着关键地位,是重点考虑的技术选项之一。(1)地下连续墙是利用专用的大型机械设备,在地下通过泥浆护壁等工艺,浇筑形成连续的钢筋混凝土墙体。它集多种功能于一体,兼具支护、防渗以及承重的作用。其最为突出的特性在于刚度大、整体性强,在受力过程中变形量极小。这一特性使其尤其适用于开挖深度较大,通常开挖深度大于等于10米,且地质条件复杂的深基坑工程。无论是软土、高地下水位地区,还是岩溶区等特殊地质状况,亦或是周边环境敏感、对变形控制要求极高的水利项目,都能发挥良好作用。(2)该技术具备卓越的防渗性能,能够有效阻断地下水的渗透路径,在临近河流、湖泊等水体的水利工程中,优势极为明显。同时,由于其墙体强度高,还可作为后期构筑物的承重结构,实现“支护-承重”一体化。然而,此技术施工工艺较为繁杂,涉及多个环节和工序,造价相对偏高,施工周期也较长,并且需要专业的设备以及经验丰富的施工团队,所以更适用于对安全及变形控制要求极为严苛的重点水利工程<sup>[2]</sup>。

### 2.3 土钉墙与复合土钉墙支护技术

在水利工程深基坑支护领域,土钉墙与复合土钉墙支护技术是较为常用的类型。土钉墙支护是于基坑侧壁土体中设置土钉,使其与土体共同构建成复合支护体系。它主要适用于开挖深度较浅( $\leq 10\text{m}$ )、地质条件良好的基坑,如黏性土、粉土、弱胶结砂土等地质环境。该技术具有造价低、施工速度快、工艺简便等优点,且无需大型设备,对于场地狭窄的工程场景尤为适用。复合土钉墙则是在土钉墙的基础上,结合预应力锚杆、微型桩、截水帷幕等元素形成的支护形式。它能有效提升支护刚度与防渗性能,进而扩大适用范围,适用于地下水位较高或土体稳定性欠佳的基坑。在水利工程中,土钉墙与复合土钉墙常用于中小型基坑工程,或作为辅助支护措施。不过,在饱和砂土、软土地区,这两种技术易出现土钉抗拔力不足的情况,因此在这些地质条件下需谨慎选用。

## 3 水利工程深基坑支护方案的科学选择流程

### 3.1 前期调研与条件梳理

在水利工程深基坑支护方案的科学选择流程中,前期调研与条件梳理是至关重要的起始环节。(1)要开展全面且细致的工程地质勘察与水文地质勘察工作,运用专业的勘察手段与技术,精准获取土体的物理力学参数,如土体的密度、抗剪强度等;详细掌握地下水位数据,明确其变化规律;清晰了解不良地质的分布情况,像软

土、断层破碎带等。这些核心资料能为后续方案选择提供坚实可靠的基础依据。(2)需对基坑周边环境展开全面调查,明确周边建筑物、地下管线、道路等的保护要求,根据其重要性与敏感性,合理确定变形控制指标。此外,还要系统梳理基坑开挖深度、平面尺寸等工程规模参数,以及施工工期、投资预算等核心需求,以此明确方案选择过程中所面临的各项约束条件,确保后续方案既满足工程要求又经济合理。

### 3.2 支护技术初步筛选

在水利工程深基坑支护方案的科学选择流程里,完成前期调研与条件梳理后,便进入支护技术初步筛选环节。需依据前期调研所获取的各项结果,紧密结合各类支护技术的适用条件展开筛选工作。具体而言,若基坑开挖深度达到或超过10m,且周边存在重要构筑物,对基坑变形控制要求极高,此时可优先考虑地下连续墙、排桩+内支撑这类刚度大、变形小的支护技术,以保障周边构筑物的安全稳定。当基坑开挖深度小于等于6m,且地质条件良好时,为追求经济高效,可筛选土钉墙、悬臂式排桩等支护技术。而对于高地下水位、强渗透性地层的情况,鉴于防渗的迫切需求,需优先选择具备防渗功能的支护技术,像地下连续墙、排桩+截水帷幕等。在初步筛选阶段,要果断排除明显不满足工程条件的支护类型,从而有效缩小后续比选范围<sup>[3]</sup>。

### 3.3 多方案技术经济比选与决策

对初步筛选后的2-3种候选方案,进行全面的技术经济比选。技术层面,对比各方案的支护刚度、变形控制能力、防渗性能、抗浮稳定性等核心指标,评估方案是否满足工程安全与质量要求;分析施工工艺的复杂性、施工周期、对周边环境的影响,判断方案的施工可行性。经济层面,核算各方案的造价成本,包括材料费用、设备租赁费用、施工人工费用等,明确各方案的投资差异。在比选过程中,需建立综合评价体系,权重分配应突出安全优先原则,同时兼顾经济性与施工可行性。例如,重点水利工程可适当提高安全性能权重,中小型工程可平衡安全与经济性。最终根据比选结果,结合工程实际需求与专家论证意见,确定最优支护方案,并制定方案实施细则与应急预案。

## 4 水利工程深基坑支护方案实施的关键控制要点

### 4.1 支护结构施工质量控制

在水利工程深基坑支护方案实施过程中,支护结构施工质量控制是关键要点,其施工质量直接关乎支护效果,必须对关键工序严格把控。(1)对于排桩支护,桩位偏差、桩身垂直度以及混凝土浇筑质量是重点控制对

象。桩位偏差过大会影响整体支护结构的稳定性,桩身垂直度偏差超标会降低桩的承载能力,而混凝土浇筑质量不佳则会影响桩体完整性与强度。锚杆施工时,钻孔深度、孔径、注浆压力与浆液配合比都需精准控制,任何一个参数偏差都可能导致锚杆抗拔力无法满足设计要求。(2) 地下连续墙施工中,槽段开挖精度、泥浆护壁质量、钢筋笼吊装垂直度及混凝土浇筑连续性都要严格把关。槽段开挖精度不够易使墙体接缝不严密,泥浆护壁质量差会引发塌孔,钢筋笼吊装不垂直会影响墙体受力,混凝土浇筑不连续则会造成墙体渗漏、夹泥等质量缺陷。此外,要按规范开展桩身完整性检测、锚杆抗拔试验等质量检测工作,及时处理质量问题。

#### 4.2 基坑降水与防渗控制

在水利工程深基坑的施工场景中,高地下水位是常见难题,降水与防渗作为支护方案实施的关键环节,不容有失。(1) 降水方案的选择必须紧密结合水文地质条件。常用的降水方法有轻型井点、管井井点、喷射井点等。在降水过程中,要精准控制降水速率与降水深度。若降水过快,周边地面会因土体有效应力改变而出现沉降,进而影响周边建筑物及地下管线的安全。(2) 防渗措施需与支护结构协同发挥作用。例如,在排桩支护中,可在排桩间设置高压旋喷桩、水泥土搅拌桩,形成可靠的截水帷幕;对于地下连续墙,要确保墙体接头具备良好的防渗性能,防止地下水渗漏。(3) 施工过程中要强化地下水监测工作,通过在基坑内外布置监测点,实时掌握地下水位的变化情况。依据监测数据,及时调整降水与防渗措施,有效防范涌水、管涌等灾害的发生,保障深基坑施工的安全与稳定<sup>[4]</sup>。

#### 4.3 基坑变形与受力监测

在水利工程深基坑施工过程中,土体应力释放以及支护结构受力变形始终处于动态变化状态,这要求必须构建一套完备的监测体系。(1) 监测内容涵盖多个关键方面。基坑侧壁的水平位移与沉降情况直接反映基坑的

稳定程度;支护结构内力,包括桩身应力、锚杆拉力、支撑轴力等,能精准体现支护结构的受力状态;地下水位变化对基坑的安全影响重大;周边建筑物与地下管线的沉降情况则关乎周边环境的安全。(2) 监测频率需依据施工阶段灵活调整。在基坑开挖期间,由于土体扰动大、应力变化快,应加密监测频次,以便及时捕捉数据变化。一旦监测数据超过预警值,必须迅速采取有效的加固措施,例如增加支撑以增强支护结构的稳定性,或者通过注浆加固土体来提高土体强度。(3) 要对监测数据进行实时分析反馈,深入剖析数据变化规律与趋势,为施工决策提供科学依据。基于数据分析结果,可对支护方案进行动态优化,确保深基坑施工安全、高效、有序推进,保障工程整体质量。

#### 结束语

水利工程深基坑支护方案的选择、实施与控制是一个系统且严谨的过程。从前期精准调研、依据条件科学筛选支护技术,到多方案细致比选确定最优方案,再到实施中严格把控支护结构施工质量、做好基坑降水与防渗、加强基坑变形与受力监测,每个环节都紧密相连、缺一不可。只有全面落实这些工作,充分考虑地质、基坑特性、经济与施工等多方面因素,才能确保支护方案切实可行,有效保障深基坑施工安全,为水利工程的顺利推进筑牢根基,实现工程的高质量建设与长期稳定运行。

#### 参考文献

- [1]孔令伟.深基坑支护技术在水利工程施工中的应用[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(19):125-127.
- [2]崔钊.深基坑支护施工技术在土建施工中的应用[J].建材发展导向,2024,22(23):123-126.
- [3]龙钢.水利工程永临结合预应力管桩深基坑支护关键技术[J].水上安全,2024,(20):130-132.
- [4]陈志春.水利工程建筑深基坑钢管桩支护施工技术[J].工程技术研究,2024,9(18):52-54.