

# 水利工程施工中深基坑支护的管理要点

● 柳孟军



**[摘要]** 本文详细阐述了水利工程深基坑支护的管理要点。首先介绍了水利工程深基坑支护的概念与重要性。其次深入剖析施工前准备工作,重点对施工过程中的土方开挖与支护配合、支护结构施工技术要点以及施工质量管理进行探讨,并强调了安全管理的关键作用。旨在为水利工程深基坑支护施工提供全面且具深度的技术与管理参考,确保工程的顺利推进与安全稳定。

**[关键词]** 水利工程;深基坑支护;施工管理;技术要点

**在** 水利工程建设中,深基坑支护是一项极为关键的环节。随着水利工程规模的不断扩大与建设环境的日益复杂,深基坑支护面临着更高的要求。深基坑支护的优劣直接关系到水利工程整体的稳定性、施工安全以及后续的运行效果。例如,在大型水闸、泵站等水利枢纽工程建设中,基坑深度往往可达10~20米甚至更深,如果支护不当,可能引发坑壁坍塌、地下水渗漏等严重问题,不仅会延误工期,还可能造成巨大的经济损失和安全事故。因此,

深入研究水利工程深基坑支护的管理要点具有极其重要的现实意义。

## Q 水利工程深基坑支护概述

水利工程深基坑支护是指为确保水利工程地下结构施工及周边环境的安全,对深基坑侧壁及周边环境采用的支挡、加固与保护措施。其支护形式多样,常见的有土钉墙支护、排桩支护、地下连续墙支护等,如表1所示。

表1 水利工程深基坑支护方式

| 支护方式  | 适用深度范围 | 土层类型    | 材料/构造         | 适用条件        |
|-------|--------|---------|---------------|-------------|
| 土钉墙   | ≤10米   | 粉质黏土、砂土 | 钢筋、喷射混凝土      | 基坑浅、周边环境简单  |
| 排桩支护  | >10米   | 混合土层、岩层 | 钻孔灌注桩、钢筋笼、混凝土 | 深基坑、复杂地质条件  |
| 地下连续墙 | >10米   | 各类土层    | 钢筋、混凝土、泥浆     | 高地下水位、高变形要求 |

例如,在一些土质相对较好、基坑深度较浅(一般小于10米)且周边环境较为简单的水利工程基坑中,土钉墙支护因其经济性和施工便捷性而被广泛应用。土钉墙是由密集土钉群、被加固的原位土体、喷射的混凝土面层等组成,土钉一般采用钢筋,长度通常在3~6米,间距1~2米,与水平面夹角10°~20°。而对于深度较大(超过10米)、地质条件复杂或周边有重要建筑物的基坑,则可能采用排桩支护。排桩支护可采用钻孔灌注桩、挖孔灌注桩等,桩径一般在0.6~1.5米,桩间距1.5~3米,桩长根据基坑深度和地质条件确定,通常要深入基坑底部以下3~5米。地下连续墙支护则适用于对基坑变形要求极高、地下水位较高且土层透水性强的情况,墙厚一般在0.6~1.2米。

试等手段,获取基坑范围内土层的物理力学性质参数,如土的重度、内摩擦角、黏聚力、渗透系数等。例如,某水利工程基坑所在区域的粉质黏土层,重度为18~20kN/m<sup>3</sup>,内摩擦角20°~25°,黏聚力15~20kPa,渗透系数为1×10<sup>-5</sup>~1×10<sup>-6</sup>cm/s。根据这些参数,确定基坑的安全等级与支护方案。

## Q 水利工程深基坑支护施工前的准备工作

首先,要进行详细的工程地质勘察,通过钻探、原位测

其次,要进行周边环境调查,了解周边建筑物、地下管线等的分布与状况。若周边有老旧建筑物,需对其结构状况进行评估,确定其对基坑施工的承受能力与可能受到的影响。

最后,编制完善的施工组织设计,明确施工顺序、施工方法、施工设备与人员安排等。例如,确定土方开挖是采用分层分段开挖还是一次性开挖,以及每层开挖的深度(一般每层开挖深度控制在2~3米)与分段长度(一般每段长度不超过20~30米)。

同时,做好施工材料与设备的准备工作,如支护结构所需的钢筋、混凝土等材料的采购与检验,以及挖掘机、钻机等设备的调试与维护。

## 水利工程施工深基坑支护过程中的管理要点

### (一)土方开挖与支护施工的配合

土方开挖与支护施工犹如紧密咬合的齿轮,其配合的精准度直接决定深基坑工程的成败。在开挖作业伊始,必须依据预先制定的详细施工方案,严格遵循分层分段开挖原则。例如,在某大型水利枢纽基坑工程中,按照设计要求,将基坑分为若干个开挖层,每层高度控制在2~2.5米,每段长度限定在15~20米。每完成一段土方开挖,应立即组织支护施工队伍进场作业,绝不能让坑壁长时间处于无支护的暴露状态。以土钉墙支护为例,当一层土方开挖至设计标高后,应迅速展开土钉钻孔、安装及注浆工序。土钉钻孔深度误差需控制在±50毫米以内,角度偏差不得超过±3°。

土钉安装完成后,及时进行注浆,注浆压力稳定在0.4~0.6兆帕,确保土钉与土体紧密结合。待土钉强度达到设计强度的75%以上(通常根据水泥浆配比及环境温度,需4~6天),方可进行下一层土方开挖。在排桩支护的配合中,排桩施工完成且混凝土强度达到设计强度的85%(约16~18天)后,方可启动土方开挖。开挖过程中,严禁超挖或欠挖,同时密切关注坑壁土体变化,如发现土体开裂、滑移等异常现象,应立即停止开挖,采取加固措施,如增设临时支撑、回填部分土方等,待隐患排除后再继续施工。

此外,合理规划土方运输路线与出土口位置,对运输车辆进行严格管理,限制其行驶速度与载重,避免对已完成支护结构造成碰撞损坏。

### (二)支护结构的施工技术要点

#### 1.土钉墙支护

土钉墙施工过程中,钻孔环节至关重要。钻孔设备应根据地质条件合理选择,确保钻孔效率与质量。如在砂质土层中,可选用冲击式钻机,而在黏土层中,旋转式钻机更为适宜。钻孔完成后,需对孔深、孔径及孔的倾斜度进行精确测量,孔深误差不得超过±100毫米,孔径偏差控制在±20毫米以内,倾斜度偏差小于±2°。土钉钢筋的加工应符合设计要求,其长度误差不超过±30毫米,钢筋表面应无锈蚀与油污。插入土钉时,要保证其位于孔的中心位置,偏差不得超过±5毫米。注浆材料通常采用水泥浆,水灰比严格控制在0.45~0.55之间,可适量添加早强剂以缩短凝结时间。喷射混凝土面层时,喷枪与受喷面的距离保持在0.8~1米,喷射角度控制在70°~90°之间,分层喷射厚度每层不超过50毫米,确保混凝土的密实度与强度。

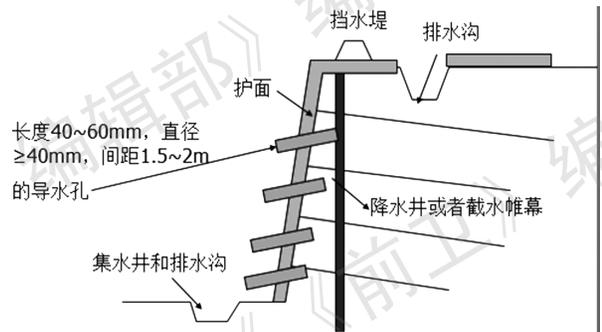


图1 土钉墙支护示意图

#### 2.排桩支护

排桩施工时,灌注桩的成孔质量是关键控制点。在泥浆护壁钻孔灌注桩施工中,泥浆的性能参数需根据土层特性进行动态调整。如在易坍塌的土层中,适当提高泥浆比重至1.2~1.35,黏度控制在20~25秒,含砂率不超过6%。钻进过程中,严格控制钻进速度,防止孔壁坍塌与缩径现象。钢筋笼的制作应在专门的加工场地进行,主筋的连接采用焊接或机械连接,焊接接头错开距离不小于35倍主筋直径,同一截面内接头数量不超过主筋总数的50%。钢筋笼下放时,采用吊车与钢筋笼扶正器配合,确保钢筋笼垂直、缓慢地放入孔内,下放速度不宜过快,防止碰撞孔壁。混凝土浇筑采用水下导管法,导管首次埋深不小于1米,后续浇筑过程中,导管埋深保持在2~6米之间,浇筑速度根据桩径与桩长合理确定,一般控制在0.5~1.5立方米/分钟,确保桩身混凝土的连续性与密实性。

#### 3.地下连续墙支护

地下连续墙施工的槽段划分应综合考虑地质条件、基坑形状及周边环境等因素。在软土地层中,槽段长度一般为3~5米,在硬土层中可适当延长至5~7米。挖槽过程中,采用先进的成槽设备,如液压抓斗成槽机或铣槽机,确保槽壁的垂直度偏差不超过1/300。泥浆护壁的泥浆性能要严格控制,新制泥浆比重为1.06~1.1,黏度19~21秒,含砂率小于4%。钢筋笼的制作与安装精度要求极高,钢筋笼的长度误差不超过±50毫米,宽度与厚度偏差不超过±10毫米,吊点设置应根据钢筋笼的重量与长度合理确定,确保钢筋笼在吊运与下放过程中的稳定性。混凝土浇筑采用水下浇筑的导管法,导管间距不大于3.5米,浇筑速度不低于2.5米/小时,且要保证混凝土面均匀上升,相邻导管处的混凝土高差不超过0.5米,防止出现混凝土夹泥、断墙等质量缺陷。

### (三)施工质量管理

对支护结构所用的钢筋、水泥、砂、石等材料进行严格的检验与验收。钢筋应具有质量证明文件,每批钢筋要进行抽样检验,屈服强度、抗拉强度等力学性能指标必须符合国家标准与设计的要求。水泥应检验其强度等级、安定性

等,砂、石的含泥量、颗粒级配等也要符合相关规范。例如,用于灌注桩混凝土的水泥,其强度等级不得低于42.5兆帕,砂的含泥量不超过3%,石子的含泥量不超过1%。

在施工过程中,建立全方位、多层次的质量监控体系。对于土钉墙支护,在土钉施工过程中,除了检查土钉的长度、间距、角度及注浆饱满度外,还需对每根土钉的抗拔力进行检测,检测数量不少于土钉总数的1%,且同一土层中的土钉检测数量不少于3根,抗拔力最小值不得低于设计值的90%。排桩施工时,除了监控桩位、桩径、桩身垂直度等常规指标外,对桩身混凝土的浇筑质量要进行重点检查。可采用超声波透射法或钻芯法对桩身混凝土的完整性与强度进行检测,检测数量不少于总桩数的30%,且不得少于20根。对于地下连续墙,在槽段开挖完成后,检查槽底沉渣厚度,不得超过100毫米,墙体混凝土浇筑后,检查墙体的平整度与垂直度,平整度偏差不得超过±30毫米,垂直度偏差不得超过1/300。同时,加强对各工序间的交接检验,上一道工序未经验收合格,严禁进入下一道工序施工。

在基坑施工过程中,要进行实时监测,包括基坑周边土体位移、坑顶沉降、支护结构变形等。一般在基坑周边每隔10~20米设置一个监测点,位移监测精度应达到±1毫米,沉降监测精度应达到±0.1毫米。根据监测数据及时调整施工方案与支护参数,当位移或沉降速率超过预警值(如位移速率超过2~3毫米/天,沉降速率超过1~2毫米/天)时,应立即停止施工,采取加固措施,如增加支撑、回填土方等。

### 水利工程深基坑支护施工的安全管理

首要任务是建立健全安全管理制度,清晰界定各级人员职责。项目经理主导安全管理规划,技术负责人审核安全技术交底,专职安全员负责现场监督纠违。设立奖惩机制,激励员工遵守安全规范,营造安全作业环境。

施工人员安全教育培训是核心工作之一。依据深基坑支护施工风险特性定制培训内容,剖析土钉墙、排桩、地下连续墙等施工环节潜在事故,如土钉回弹、钢筋笼坠落、槽壁坍塌等风险及防范举措。借助案例、视频强化人员安全意识,定期开展应急演练,涵盖火灾、坍塌等场景,提升人员应急处置与逃生能力,确保面对突发状况时能冷静应对。

施工现场的安全警示标识与防护设施必须到位。在基

坑周边设置醒目防护栏杆,高度不低于1.2米,红白相间警示色搭配警示标语,严禁翻越。通道口、楼梯口设防护棚,防止物体坠落。夜间施工保障充足照明,危险区域如坑边、塔吊周边设置警示灯,降低事故发生概率。

制定切实可行的应急预案极为关键。预案需全面涵盖坍塌、透水、火灾、触电等事故类型,明确抢险救援、医疗救护、后勤保障等应急小组职责分工。足量储备沙袋、抽水机、灭火器、急救药品等应急物资,定期检查维护,确保随时可用。周期性开展演练,检验并优化预案,增强应急救援效能,保障事故发生时能迅速响应,最大程度减少伤亡与损失,维护工程整体安全稳定。

### 结束语

综上所述,施工前完备的地质勘察、环境调研及合理的施工组织设计是基础。施工期间,土方开挖与支护施工紧密配合,依据不同支护形式的技术要点精准操作,严格把控施工质量,包括材料检验、工序监控与实时监测等,同时全方位落实安全管理举措,如健全制度、强化人员培训、设置警示防护与制定应急预案等,是确保水利工程深基坑支护施工安全高效、整体工程顺利推进并长期稳定运行的关键所在。

### 参考文献

- [1]刘伟萍.水利工程中深基坑支护结构的计算与施工方案研究[J].科学技术创新,2021(31):125-127.
- [2]徐炳进.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理要点[J].住宅与房地产,2020(03):199-200.
- [3]覃建华.水利工程项目深基坑支护要点[J].河南水利与南水北调,2020,49(07):45-46.
- [4]何南.论述深基坑支护技术在水利工程中的应用[J].建筑·建材·装饰,2017(13):60.
- [5]轩敏超.水利工程深基坑施工质量管理研究[J].河南水利与南水北调,2021,50(03):64-65.

### 作者简介:

柳孟军(1972-),男,汉族,浙江宁波人,本科,工程师,浙江省宁波市奉化区水务环境投资发展集团有限公司,研究方向:水利工程管理。