

水利工程中深基坑施工技术与安全管理

张彦军

淄博市水利勘测设计院有限公司 山东 淄博 255000

摘要:水利工程的蓬勃发展对推动社会经济进步意义非凡,而深基坑施工作为水利工程建设的关键环节,其技术应用与安全管理状况直接关乎工程整体质量与成败。本文聚焦水利工程中的深基坑施工,全面阐述了相关施工技术与管理要点。详细介绍深基坑土方开挖、支护、降水与排水等施工技术,包括开挖方法选择、支护结构设计及降水井布置等内容。在安全管理方面,通过风险评估识别风险,制定安全措施,如规范施工方案审批、建立安全管理制度等,并借助安全监测与预警保障施工安全。旨在为水利工程深基坑施工提供技术参考与安全管理指导,助力提升工程质量与安全性。

关键词:水利工程;深基坑;施工技术;安全管理

引言:水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,对社会经济发展起着关键支撑作用。深基坑施工是水利工程建设中的关键环节,其施工质量与安全直接影响到整个水利工程的成败。由于水利工程所处环境复杂,常面临地下水丰富、地质条件多变等难题,深基坑施工技术与安全管理面临诸多挑战。因此,深入研究水利工程中深基坑施工技术,强化安全管理,对于保障工程顺利推进、提高工程效益、维护人民生命财产安全具有重要的现实意义。

1 水利工程深基坑施工技术概述

在水利工程建设中,深基坑施工技术至关重要。水利工程深基坑施工技术涵盖了多个关键领域,土方开挖、支护以及降水与排水技术等。土方开挖技术决定着施工进度与质量,需依据工程地质条件、周边环境精准选择开挖方法,合理规划开挖顺序并严格控制深度,确保施工安全与高效。支护技术则是保障深基坑稳定的关键,不同支护结构类型各有特点,从常见的排桩支护到地下连续墙支护,在设计计算与施工时,要充分考虑土体压力、地下水等因素,保证支护结构安全可靠。降水与排水技术同样不可或缺,水利工程地下水丰富,合理选择降水方法,科学布置降水井,构建完善排水系统,能有效降低地下水位,防止基坑积水,为施工创造良好条件。然而,水利工程深基坑施工常面临地质条件复杂、施工场地狭窄等难题,对施工技术的科学性、精准性提出了极高要求,需要不断优化与创新,以确保水利工程顺利推进^[1]。

2 水利工程中深基坑施工技术

2.1 深基坑土方开挖技术

2.1.1 开挖方法选择

在水利工程深基坑施工中,开挖方法的选择至关重要。常见方法有分层分段开挖、盆式开挖与中心岛式开挖。分层分段开挖适用于较规则且深度适中的基坑,它能使支护结构均匀受力,便于控制每层开挖深度与坡度,确保施工安全。盆式开挖先挖基坑周边土方,保留中间土体形成土墩支撑,利于控制坑底隆起,适用于软土地基且对变形控制要求高的工程。中心岛式开挖则先挖周边,留下中心土墩,方便大型机械作业,可加快施工进度,但对支护结构要求较高。需依据基坑规模、地质条件、周边环境及工期要求等综合考量,精准选定开挖方法。

2.1.2 开挖顺序与深度控制

合理的开挖顺序是保障基坑稳定的关键。一般遵循先浅后深、分段跳槽的原则。先开挖浅部土方,为后续作业创造空间与条件,分段跳槽开挖能减少土体暴露时间,降低对周边土体扰动。深度控制更是重中之重,严格按设计标高进行,每挖一层及时测量监控,防止超挖或欠挖。超挖易破坏基底原状土结构,影响地基承载力;欠挖则需二次开挖,增加成本与工期。可借助水准仪、全站仪等测量仪器实时监测,同时结合现场经验,在接近基底设计标高时,采用人工清底,确保开挖深度精准无误,为后续工程奠定坚实基础。

2.1.3 土方运输与处理

土方运输关乎施工效率。选用合适运输车辆,如自卸汽车,依据现场道路条件与运距合理规划运输路线,保证运输顺畅,减少堵车延误。在基坑周边设置合理的出土口与车辆清洗设施,避免车辆带泥上路污染环境。土方处理方面,可利用的土方进行分类存放,用于后续回填;不能利用的弃土,按环保要求运至指定弃土场,

做好防护与绿化,防止水土流失。同时,对于淤泥质等特殊土方,需采取专门处理措施,如固化处理后再运输处置,确保土方运输与处理过程绿色、高效,符合水利工程建设规范。

2.2 深基坑支护技术

2.2.1 支护结构类型及特点

深基坑支护结构类型多元。排桩支护包含灌注桩与预制桩,刚度出色、施工便捷,适配各类土质条件,能有效抵抗土体侧压力。地下连续墙拥有卓越的整体性和防渗性能,在复杂环境与超深基坑作业中表现优异,可大幅降低地下水渗漏风险。土钉墙依靠土体与土钉协同工作,成本低廉且施工灵活,适合较浅基坑以及周边环境限制少的区域。钢板桩施工迅速、可重复利用,但其止水性欠佳。工程中需综合考量地质、水文与周边状况,合理选用支护类型。

2.2.2 支护结构设计计算

支护结构设计计算举足轻重。首先通过详细勘察获取土体强度、重度等岩土参数。土压力计算常采用经典的朗肯、库仑理论,同时结合结构内力分析,精确计算梁、板等构件受力。稳定性验算涵盖抗倾覆、抗滑移及整体稳定性,还要充分考虑施工时挖土顺序等荷载变化因素,运用有限元等先进方法模拟,确保设计结果满足规范安全系数,保障支护结构在施工和使用期间的安全稳定。

2.2.3 支护结构施工要点

施工要点直接影响支护效果。桩基础施工时,务必严格把控桩位、垂直度及桩身质量,灌注桩尤其要关注混凝土浇筑环节。地下连续墙施工注重泥浆制备、槽壁稳定维护和接头妥善处理。土钉墙按设计分层分段开挖,及时安装土钉并喷射混凝土。钢板桩打设保证垂直度,确保锁口紧密。施工全程需对支护结构位移、沉降及周边环境展开监测,依据监测数据动态调整施工参数,推动施工安全有序进行,实现预期支护目标。

2.3 深基坑降水与排水技术

2.3.1 降水方法及适用条件

深基坑降水方法多样。明沟排水简单直接,在基坑周边设排水沟与集水井,通过水泵抽排,适用于水量较小、土层透水性弱且坑深较浅的工程。轻型井点降水借助真空吸力,将地下水通过井点管汇集排出,常用于粉质黏土、粉土等土质,降水深度可达3~6米。喷射井点能产生更大真空度,降水深度达8~20米,适用于渗透系数小、要求降水深度大的基坑。管井降水则利用大口径井管,单井出水量大,适合强透水层的大型基坑降水。需依

基坑规模、土质特性、降水深度等确定适用方法。

2.3.2 降水井布置与设计

降水井布置需综合考量。首先依据基坑形状、大小及水文地质条件确定井位,在基坑周边或内部均匀布置,对于形状不规则基坑,加密拐角等重点部位井位。井深设计要保证能穿透主要含水层,且井底到达降水目标深度以下一定距离。井径根据出水量需求计算,确保能满足抽水流量。降水井数量通过涌水量计算结合单井出水量确定,运用裘布依公式等经典算法。同时,考虑群井干扰,合理调整井距,保障降水效果均匀,避免局部水位降不下去或过度降水引发周边地面沉降。

2.3.3 排水系统设置

排水系统设置关乎基坑安全。地面排水在基坑顶部设截水沟,拦截地表水流入基坑,沟底及侧壁做好防渗与加固,防止冲刷。基坑内排水除降水井外,沿坑底周边设排水沟,坡度控制在0.3%~0.5%,引导水流至集水井,集水井间隔依水量与基坑大小而定,一般20~40米。排水管道选用耐腐蚀、管径适配的管材,保证排水通畅,避免堵塞。配备备用电源与水泵,应对突发停电或设备故障,确保排水不间断,维持基坑干作业环境^[2]。

3 水利工程中深基坑安全管理

3.1 深基坑施工安全风险评估

3.1.1 风险识别

在水利工程深基坑施工中,风险识别是关键的起始环节。地质条件复杂多变,如遇软土地基,土体抗剪强度低,易引发基坑边坡失稳;若存在断层、溶洞等特殊地质构造,会增加支护难度与坍塌风险。水文因素不容忽视,高地下水位、强透水层会使基坑涌水、突涌现象频发。施工过程中,支护结构若设计不合理或施工质量不达标,像桩体倾斜、地下连续墙接头漏水,都可能导致支护失效。降水不当会造成周边地面沉降,影响临近建筑物安全。大型机械设备操作失误,如挖土机碰撞支护结构,以及交叉作业协调不畅,也会带来安全隐患。

3.1.2 风险分析与评价

风险分析与评价需综合考量风险发生可能性与后果严重性。借助历史数据、经验判断以及数值模拟等方法,量化风险概率。对于后果严重性,从人员伤亡、经济损失、工期延误及环境破坏等方面衡量。如支护结构坍塌可能造成施工人员伤亡,修复费用高昂且严重延误工期;周边地面沉降可能损坏临近重要建筑物,引发法律纠纷与高额赔偿。采用风险矩阵等工具,将风险分为高、中、低不同等级。高风险需立即采取针对性防控措施,如改变支护方案、加强监测;中风险要制定应对预

案；低风险也不能忽视，持续跟踪关注。通过科学分析评价，合理分配安全管理资源，保障深基坑施工安全。

3.2 深基坑施工安全措施制定

3.2.1 施工方案制定与审批

施工方案是深基坑施工安全的基石。制定时，深入研究地质勘察报告，结合基坑深度、周边环境，规划土方开挖分层分段方案，明确每层开挖深度与坡度。对支护结构施工，确定桩体、墙体施工工艺及支撑安装拆除顺序。同时，制定详尽的应急预案，涵盖涌水、坍塌等突发状况的应对流程。方案完成后，组织业内专家严格评审，从技术可行性、安全可靠性等多维度把关。施工单位内部，由项目经理牵头，技术、安全等部门协同审核，经各级负责人签字确认，确保方案精准指导施工，保障安全。

3.2.2 安全管理制度建立与执行

完善的安全管理制度是施工安全的保障。明确各岗位安全职责，项目经理全面负责，安全员专职巡查，施工人员按规操作。设立定期安全检查制度，每周至少一次全面检查，排查隐患并记录整改。实行安全教育培训制度，新工人入场三级教育、施工中定期复训，提升人员安全意识。建立安全奖惩机制，对违规作业严惩不贷，对安全表现优异者奖励。执行中，强化监督，定期考核，确保制度落地生根，让安全管理贯穿施工全程。

3.2.3 安全防护设施设置

安全防护设施为施工安全筑牢防线。在基坑周边，安装高度 1.2 米以上的防护栏杆，横杆间距不超 0.5 米，刷黄黑警示漆，底部设 18 厘米高挡脚板。上下基坑通道搭建稳固钢爬梯，设扶手与防滑条。在可能发生物体打击区域，张挂密目安全网。配电箱、电焊机等设备设专用防护棚，防雨防晒防砸。照明采用 36V 以下安全电压，线路架空或埋地敷设。定期检查维护防护设施，损坏部件及时更换，确保防护功能完好，守护施工人员安全。

3.3 深基坑施工安全监测与预警

3.3.1 监测项目与监测点布置

深基坑监测项目涵盖多方面。支护结构的应力应变监测，能实时掌握其内部受力状况，防止因应力集中导

致结构破坏。周边地表裂缝监测至关重要，细微裂缝可能是土体失稳的先兆。坑底隆起监测可判断基坑底部土体稳定性，避免坑底突涌等事故。在监测点布置上，支护结构的桩体、墙体每隔 10 至 15 米设置应力应变监测点，重点关注受力复杂区域。地表裂缝监测点沿基坑周边 3 至 5 米范围布置，尤其在建筑物、道路附近加密。坑底隆起监测点按梅花形布置，间距 8 至 12 米，确保全面覆盖坑底区域，精准捕捉异常变化，为安全预警筑牢根基。

3.3.2 监测方法与频率

监测方法随项目而异。应力应变监测采用应变片、钢筋计等传感器，通过导线连接数据采集仪获取数据。地表裂缝运用裂缝观测仪测量宽度与长度变化。坑底隆起借助水准仪、全站仪进行测量。监测频率依施工进度动态调整，土方开挖阶段，应力应变每天监测 1 次，地表裂缝与坑底隆起每 2 天监测 1 次。当基坑开挖至设计深度，若无异常，应力应变每 3 天监测 1 次，地表裂缝与坑底隆起每周监测 1 次。若遇恶劣天气、施工扰动等特殊情况下，立即启动加密监测，每小时甚至半小时监测 1 次，以便及时发现潜在安全隐患，保障深基坑施工安全^[3]。

结语

水利工程深基坑施工技术与安全管理相辅相成，是保障工程顺利推进的核心要素。先进的土方开挖等技术，为构建稳固基坑提供支撑；完善的安全管理体系，则确保施工全程无虞。施工中，精准运用技术、严格落实安全举措，可降低事故风险，提高工程质量。展望未来，随着技术持续革新、管理不断优化，水利工程深基坑施工必将朝着更高效、安全、环保的方向迈进，为水利事业蓬勃发展筑牢根基，更好地服务社会民生。

参考文献

- [1]李霞.浅述深基坑施工技术在水利工程中的应用分析[J].工程技术.2023, 02(8): 22-23
- [2]夏志国.浅析水利工程中深基坑支护问题研究[J].城市水利技术, 2022(26): 45-46.
- [3]赵士林.水利工程施工中深基坑施工技术的应用[J].中国建材科技, 2022(07): 112-113.