

水闸基坑开挖与支护施工技术优化及质量控制研究

宋自睿

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 832000

摘要: 本文聚焦于水闸基坑开挖与支护施工技术, 深入探讨其优化策略与质量控制要点。通过对水闸基坑工程特点的分析, 指出当前施工中存在的问题, 如支护结构稳定性不足、开挖过程易引发周边环境问题等。详细阐述了针对这些问题的施工技术优化措施, 包括支护结构选型优化、开挖工艺改进等方面。同时, 构建了全面的质量控制体系, 涵盖施工前准备、施工过程监控以及施工后验收等环节。通过实际工程案例验证, 表明所提出的优化技术和质量控制方法能够有效提高水闸基坑施工的安全性、效率和质量, 为类似工程提供参考。

关键词: 水闸基坑; 开挖与支护; 施工技术优化; 质量控制

1 引言

水闸作为水利工程中的重要建筑物, 在防洪、灌溉、供水等方面发挥着关键作用。水闸基坑开挖与支护是水闸建设的基础环节, 其施工质量直接关系到整个水闸工程的安全性、稳定性和耐久性。由于水闸基坑工程通常面临着复杂的地质条件、地下水文环境以及周边建筑物的约束, 使得基坑开挖与支护施工难度较大, 容易出现各种质量问题, 如基坑坍塌、支护结构变形过大等, 不仅会影响工程进度和造价, 还可能对周边环境和人员安全造成严重威胁。因此, 对水闸基坑开挖与支护施工技术进行优化, 并加强质量控制具有重要的现实意义。

2 水闸基坑工程特点及存在问题分析

2.1 水闸基坑工程特点

一是地质条件复杂: 水闸一般修建在江河、湖泊等水域附近, 地质情况多样, 可能存在软土、砂土、岩石等不同地层, 且地层分布不均匀, 给基坑开挖和支护带来较大挑战。二是地下水文影响大: 基坑开挖过程中, 地下水的渗流和突涌等问题较为常见, 容易导致基坑失稳。同时, 地下水位的变化还会影响支护结构的受力状态, 增加施工风险。三是周边环境约束多: 水闸周边通常存在建筑物、道路、管线等设施, 基坑开挖和支护施工需要充分考虑对这些周边环境的保护, 避免因施工引起地面沉降、建筑物倾斜等问题^[1]。四是施工季节性强: 水闸建设受季节影响较大, 特别是在雨季和汛期, 施工难度增加, 需要采取特殊的施工措施和防护手段, 以确保基坑安全。

2.2 当前施工中存在的问题

(1) 支护结构稳定性不足: 部分工程中支护结构选型不合理, 未能充分考虑地质条件、基坑深度等因素, 导致支护结构强度不够, 在施工过程中出现变形、开裂

甚至倒塌等现象。(2) 开挖过程控制不当: 开挖顺序和开挖速度不合理, 容易造成基坑边坡失稳。例如, 一次性开挖深度过大、开挖面暴露时间过长等, 都会增加基坑坍塌的风险。(3) 地下水处理效果不佳: 对地下水的认识不足, 降水方案不合理, 导致基坑内积水严重, 影响施工进度和质量。同时, 降水过程中可能引起周边地面沉降, 对周边环境造成破坏。(4) 施工质量监控不到位: 施工过程中的质量检测和监控手段不完善, 不能及时发现和处理施工中出现的問題。例如, 对支护结构的变形监测不及时, 无法准确掌握基坑的安全状况, 导致事故隐患不能及时排除。

3 水闸基坑开挖与支护施工技术优化

3.1 支护结构选型优化

(1) 根据地质条件选择: 对于软土地基, 可采用排桩支护结构, 如钻孔灌注桩、人工挖孔桩等, 并结合冠梁和支撑系统, 提高支护结构的整体稳定性。在砂土地层中, 地下连续墙是一种较为理想的支护方式, 其刚度大、防水性能好, 能有效抵抗土体的侧向压力和地下水的渗透。

(2) 考虑基坑深度和周边环境: 当基坑深度较浅且周边环境允许时, 可采用放坡开挖的方式, 但需要合理确定坡度和坡面防护措施。对于深度较大的基坑, 应选择具有足够强度和刚度的支护结构, 如内支撑体系或锚杆支护结构。在周边建筑物密集的地区, 为了减少对周边环境的影响, 可采用逆作法施工, 先施工地下结构, 再利用地下结构作为支护体系进行基坑开挖。

(3) 综合经济因素: 在选择支护结构时, 不仅要考虑其技术可行性, 还要综合考虑工程造价。例如, 在一些地质条件较好、基坑深度不大的工程中, 可采用土钉墙支护结构, 其施工简便、造价较低, 能有效降低工程

成本。

3.2 开挖工艺改进

(1) 分层分段开挖：将基坑开挖过程分为若干层和若干段，按照“分层、分段、对称、平衡、限时”的原则进行开挖。每层开挖深度应根据地质条件和支护结构形式确定，一般不宜超过3m。分段长度不宜过长，以减少基坑边坡的暴露时间，降低边坡失稳的风险^[2]。例如，某水闸基坑工程，采用分层分段开挖方式，每层开挖深度为2.5m，分段长度为20m。在开挖过程中，每开挖完一层，及时进行支护结构施工，待支护结构达到设计强度的80%后，再进行下一层的开挖。经监测，基坑边坡的最大水平位移控制在20mm以内。

(2) 合理安排开挖顺序：先开挖基坑周边土方，为支护结构施工创造条件，待支护结构达到一定强度后，再进行中间土方的开挖。在开挖过程中，应遵循“先撑后挖、严禁超挖”的原则，确保支护结构与土方开挖协调进行。例如，某工程在开挖基坑周边土方时，预留了2m宽的工作面，为支护结构施工提供了足够的空间。在支护结构施工过程中，采用跳槽施工的方法，避免了相邻支护结构之间的相互影响。

(3) 采用先进的开挖设备：选用性能良好、效率高的开挖设备，如长臂挖掘机、抓斗等，提高开挖效率和质量。同时，合理配置运输车辆，确保土方及时外运，避免在基坑周边堆放过多土方，增加基坑边坡的荷载。例如，某水闸基坑工程，采用长臂挖掘机进行土方开挖，其最大挖掘深度可达18m，大大提高了开挖效率。同时，配备了10辆自卸汽车进行土方运输，确保了土方及时外运，基坑周边堆土高度控制在1.5m以内。

3.3 地下水处理技术优化

(1) 降水方案设计优化：根据地质勘察报告和基坑开挖深度，准确计算基坑涌水量，合理确定降水井的数量、间距和深度。在降水过程中，应采用分层降水的方法，先降低浅层地下水，再降低深层地下水，避免因降水过快导致周边地面沉降。

(2) 止水帷幕施工质量控制：对于需要设置止水帷幕的工程，应严格控制止水帷幕的施工质量。例如，在施工地下连续墙时，要确保槽壁的稳定性，防止混凝土绕流；在施工高压旋喷桩时，要控制好喷射压力、提升速度等参数，保证止水帷幕的连续性和完整性。

(3) 地下水回灌技术：在降水过程中，为了减少对周边环境的影响，可采用地下水回灌技术。将降水井中抽出的地下水经过处理后，回灌到地下含水层中，保持地下水水位的基本稳定。回灌井的位置和数量应根据周边

环境和地质条件确定，确保回灌效果。

4 水闸基坑开挖与支护施工质量控制

4.1 施工前准备阶段的质量控制

组织设计、施工、监理等单位对施工图纸进行会审，熟悉设计意图和要求，检查图纸中是否存在错误和遗漏，提出合理的建议和意见，确保施工图纸的准确性和完整性。根据工程特点和现场实际情况，编制详细的施工方案，包括支护结构施工、土方开挖、地下水处理等内容。施工方案应具有针对性、可操作性和安全性，并经专家论证和相关部门审核批准后方可实施^[3]。对进入施工现场的施工材料和设备进行严格检验，确保其质量符合设计要求和相关标准。例如，对钢筋、水泥、混凝土等材料进行抽样检验，对挖掘机、起重机等设备进行性能检测和调试。根据设计图纸和现场控制点，进行精确的施工测量放线，确定基坑开挖边界、支护结构位置等关键控制点。测量放线成果应经监理单位复核确认后，方可进行施工。

4.2 施工过程的质量控制

在支护结构施工过程中，严格按照施工工艺和操作规程进行施工。例如，在钻孔灌注桩施工中，要控制好钻孔垂直度、孔径和孔深，确保钢筋笼的安装质量和混凝土的浇筑质量。钻孔垂直度偏差应控制在1%以内，孔径偏差应控制在 $\pm 50\text{mm}$ 以内，孔深偏差应控制在 $\pm 100\text{mm}$ 以内。确保钢筋笼的安装质量和混凝土的浇筑质量；在土钉墙施工中，要保证土钉的间距、长度和注浆质量，以及坡面喷射混凝土的厚度和强度。加强对土方开挖过程的监控，确保开挖顺序、开挖深度和开挖速度符合施工方案要求。在开挖过程中，要安排专人对基坑边坡进行观察，及时发现和处理边坡裂缝、滑坡等异常情况。同时，要做好基坑排水工作，防止基坑内积水。严格按照降水方案进行降水施工，定期检查降水井的运行情况，确保降水效果。在止水帷幕施工过程中，要加强对施工参数的控制，保证止水帷幕的质量。对地下水回灌系统要进行定期维护和检测，确保回灌水的质量和回灌量。建立完善的施工监测体系，对基坑边坡位移、支护结构变形、地下水位变化等项目进行实时监测。监测数据应及时整理和分析，当监测数据超过预警值时，应立即停止施工，采取相应的加固措施，并及时向相关部门报告。同时，将监测信息反馈给设计、施工和监理单位，以便及时调整施工方案和施工参数。

4.3 施工后验收阶段的质量控制

根据设计要求和相关规范标准，制定详细的验收标准和验收程序。验收标准应明确各项质量指标的允许偏

差范围和检验方法。对支护结构、土方开挖、地下水处理等分项工程进行逐项验收。验收内容包括工程实体质量和相关资料完整性。对于不符合验收标准的分项工程,应责令施工单位进行整改,直至验收合格为止^[4]。在所有分项工程验收合格后,组织整体工程验收。验收小组应由建设、设计、施工、监理等单位的相关人员组成,对工程质量进行全面检查和评估。验收合格后,方可交付使用。

5 工程案例分折

5.1 工程概况

某水闸工程位于河流中游,主要功能是防洪和灌溉。水闸基坑开挖深度为8m,基坑周边存在建筑物和道路等设施。地质勘察报告显示,场地地层主要为粉质黏土和砂土,地下水位较高,埋深约为2m。

5.2 施工技术优化措施

根据地质条件和基坑深度,采用排桩支护结构,钻孔灌注桩直径为1m,间距为1.5m,桩长为12m。在桩顶设置冠梁,并在基坑中部设置一道钢支撑,以提高支护结构的整体稳定性。采用分层分段开挖的方式,每层开挖深度为2m,分段长度为20m。先开挖基坑周边土方,为支护结构施工创造条件,待支护结构达到设计强度的80%后,再进行中间土方的开挖。在基坑周边设置降水井,降水井间距为10m,深度为15m。采用分层降水的方法,先降低浅层地下水,再降低深层地下水。同时,在基坑内侧设置止水帷幕,采用高压旋喷桩工艺,桩径为0.6m,间距为0.4m,以防止地下水渗入基坑。

5.3 质量控制措施及效果

组织相关人员对施工图纸进行会审,提出了一些合理的建议和意见,完善了施工图纸。编制了详细的施工方案,并经专家论证和相关部门审核批准后实施。对施工材料和设备进行了严格检验,确保了其质量符合要求。加强对支护结构施工、土方开挖和地下水处理等关键工序的质量控制。在支护结构施工中,严格控制钻孔垂直度、孔径和孔深等参数,确保了钻孔灌注桩的质

量;在土方开挖过程中,安排专人对基坑边坡进行观察,及时发现和处理了边坡裂缝等异常情况;在地下水处理过程中,定期检查降水井的运行情况,保证了降水效果。同时,建立了完善的施工监测体系,对基坑边坡位移、支护结构变形等项目进行实时监测,根据监测数据及时调整施工方案和施工参数。按照验收标准和验收程序对工程进行验收,各项质量指标均符合设计要求和相关规范标准,工程质量评定为合格。通过该工程实践表明,所采用的施工技术优化措施和质量控制方法能够有效提高水闸基坑施工的安全性、效率和质量。

结语

本文对水闸基坑开挖与支护施工技术进行了深入研究,通过分析水闸基坑工程特点和当前施工中存在的问题,提出了针对性的施工技术优化措施,包括支护结构选型优化、开挖工艺改进和地下水处理技术优化等方面。同时,构建了全面的施工质量控制体系,涵盖施工前准备、施工过程监控和施工后验收等环节。通过实际工程案例验证,表明所提出的优化技术和质量控制方法能够有效提高水闸基坑施工的安全性、效率和质量,降低施工风险和成本。在水闸基坑工程实践中,应根据工程具体情况,合理选择施工技术优化措施,加强施工质量控制,确保工程顺利进行。未来,随着科技的不断进步和施工经验的积累,水闸基坑开挖与支护施工技术将不断完善和发展,为水利工程建设提供更加可靠的技术支持。

参考文献

- [1]王沁,于培龙.水闸深基坑开挖过程中的土体力学特性与变形控制研究[J].珠江水运,2024,(22):112-114.
- [2]张永昌,孟利利.水闸泵站基坑施工技术分析[J].科技资讯,2024,22(20):185-187.
- [3]麦桦.某水闸基坑开挖支护与降水施工工艺[J].河南水利与南水北调,2022,51(09):42-44.
- [4]陈建波.水闸基坑放坡开挖与SMW工法围护施工的比较研究[J].治淮,2024,(09):59-60.