

水利工程高水位深基坑降排水施工方法分析

毕慧昌

(安徽省引江济淮集团有限公司, 安徽 合肥 230000)

摘 要 本文深入分析了高水位深基坑工程中降排水施工的关键问题, 以贾窝站扩建工程为案例, 探讨了地下水渗透压力、地层沉降及环境污染风险的管理方法, 强调了标准化施工流程的重要性, 并提出了精确水位控制、基坑支护强化和排水系统优化等综合性解决对策, 旨在为提高工程安全及效率、保护环境提供实践指导和技术参考。

关键词 高水位基坑; 降排水施工; 环境保护

中图分类号: TV5

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.04.017

0 引言

高水位深基坑工程在水利建设中具有重要地位, 尤其是在地下水位高、地质条件复杂的区域, 其施工过程中的降排水措施直接关系到基坑的稳定性与安全性^[1]。以贾窝站扩建工程为例, 该项目位于萧滩新河旁, 东侧紧邻民房, 西侧靠近既有的贾窝闸, 地理位置使得基坑边坡放坡受限, 增加了施工的复杂度。工程涉及在高水位环境下开挖深基坑, 面对的主要挑战包括地下水渗透压力大、地层易变形及环境风险高。基坑东侧(靠房屋侧)采用 0.6 m 厚 C25 混凝土防渗墙对地下水进行控制, 墙顶设计高程为 30.0 m, 墙底设计高程为 19.0 m, 深入重粉质壤土层不少于 2.0 m, 以确保防护效果。同时, 为保护现状房屋, 靠房屋侧采用组合钢管桩支护。若未对高水位进行妥善处理, 施工过程中可能导致地下水涌入基坑, 轻则造成工程延期, 重则可能引起深基坑坍塌, 对施工安全性构成严重威胁。因此, 保证高水位状态下深基坑的稳定性至关重要, 这不仅包括进行降水施工, 还需对深基坑的支护体系进行加固。因此, 本文最终目标是类似工程提供具有借鉴意义的标准化施工流程和优化建议, 推动水利工程降排水技术的进一步发展及提升。

1 高水位深基坑降排水施工中的常见问题

1.1 地下水渗透压力的影响与风险管理

在高水位环境中, 深基坑的开挖会显著改变周围地层的水压平衡, 从而导致复杂的水力作用和地下水流动问题^[2]。例如在贾窝站扩建工程中, 深基坑接近河流, 高水位的地下水对基坑的水压力巨大, 若未采取有效措施, 可能导致基坑坍塌或水害事故。地下水的渗透压力也可能导致基坑内的水位上升, 增加抽水难度和成本。

为标准化管理这一风险, 首先需要实施地下水位

的连续监测, 使用自动水位测量仪器, 并与地理信息系统(GIS)集成, 以实时跟踪地下水动态。基于监测数据, 应制定动态的水位控制策略, 包括预设的阈值和相应的抽水量调整计划, 确保任何时刻基坑内部的水压均低于土体的水压力, 防止水的反压力作用。还需通过数值模拟分析地下水流向和速度, 为抽水井的布置和运行提供科学依据, 以达到最优的降水效果。

1.2 地层沉降与周边建筑物保护策略

在高水位深基坑工程中, 地层沉降是一个关键问题, 特别是在土质疏松和地下水流动性强的地区。地层沉降不仅威胁基坑施工安全, 还可能对邻近建筑物造成损害。在贾窝站工程中, 大量抽取地下水降低基坑水位可能引发地下水位急剧下降, 加速周围地层沉降, 影响附近建筑的稳定性。为应对此挑战, 除采用常规支护方法外, 由于现场地形限制, 工程特别在基坑东侧紧邻民房的部分采用了钢管桩支护, 增强结构稳定性, 确保施工安全, 尽可能减少对环境的影响。

为了标准化地层沉降的管理, 工程中应引入高精度的沉降监测系统, 如使用自动化全站仪进行实时监测, 并设置多个监测点以覆盖所有潜在影响区域。同时, 应建立地层沉降预警系统, 并与施工日志进行关联, 以便及时调整抽水策略或施加反压措施。在抽水设计中, 引入阶段性、分布式抽水方式, 以减少对单一区域的地下水影响, 均衡沉降速率。根据土层特性和基坑深度, 采用合适的回灌技术, 通过人工补充地下水, 以减缓或阻止地层的进一步沉降。

1.3 环境污染风险与可持续施工实践

基坑降排水过程中产生的废水和泥浆如果未经适当处理, 会对周边环境造成污染。如贾窝站工程中, 由于基坑的深度和地下水含量大, 抽出的含泥水体若直接排放, 将严重影响水质, 可能对下游水体造成长

远影响。因此，环境保护措施必须纳入基坑工程的标准化管理体系中。

首先，制定基坑水处理和泥浆管理的标准操作程序（SOP），确保所有废水在排放前均经过沉淀、过滤等净化处理，达到相关环保标准。设立专门的环境监测小组，负责监测施工现场的水质和土质，以及排放水的水质。其次，推广使用环保材料和技术，如使用生物降解性的泥浆添加剂，减少对环境的负担。此外，优化泥浆循环系统，减少废泥浆的产生量，并探索泥浆的回收利用方式，如固化后用于非结构性填土，减少废弃物的排放。

2 高水位深基坑降排水施工方法分析

2.1 防渗墙的设计与施工技术

在高水位的深基坑施工中，防水与防渗是确保安全的关键。贾窝站工程采用 C25 混凝土防渗墙，该墙体具有良好的抗渗性能，其厚度和强度足以抵抗周围土压和水压。在设计阶段，基于地质勘查数据和历史水位数据，科学计算防渗墙的厚度、深度和长度，以保证其在各种水位变化下的稳定性和防渗效果。施工中，通常采用滑模施工方法，以高效连续地构建，确保墙体的完整性及防水性能。

为达到施工标准化，项目采用先进测量和定位系统，精确控制导墙施工，确保防渗墙的每一段均严格依据设计位置和垂直度施工。此外，墙体浇筑的混凝土均按标准化配比配制，并通过现场及实验室测试严格控制其质量。防渗墙的养护采用湿养护方法，确保混凝土强度和防渗性能达到设计要求。

2.2 回灌井技术与地下水平衡控制

在贾窝站等高水位基坑项目中，地下水控制是主要挑战。回灌井技术有效调节基坑内外水位差异，减少周围地层压缩。设计阶段，通过深入的水文地质调查及水动力学模拟，优化回灌井布局、深浅和数量，实现精确的水位控制。施工时，周围区域采用严格的密封技术，防止污染物通过回灌渗入地下水。

标准化管理在回灌井应用中至关重要，包括建立全面的监控系统，实时监测基坑内外水位及水质，并通过自动系统调节回灌水量和速度，保持地下水平衡，防止周围地层不均匀沉降。此外，对回灌水进行必要处理，避免对地下水造成二次污染，保护环境质量。

2.3 基坑排水系统的优化设计与施工

在高水位环境下设计基坑排水系统时，必须考虑多种因素以确保排水效率和时效性。在贾窝站工程中，排水系统由排水沟、集水井及排水管网组成，其设计基于精确的地形和水文分析，以确保在雨季或地下水

位升高时快速有效地排除积水。排水系统的构建严格遵守防水和耐久性标准，采用高质量材料和可靠的连接技术，以符合标准化施工要求。

排水系统的施工与维护是标准化流程的核心环节^[3]。系统采用模块化排水组件，实现快速组装与拆卸，极大地提升施工效率和系统适应性。此外，定期进行排水系统检测和维护，保持排水通道畅通，有效预防排水不畅引起的水害风险。同时，通过引入智能水位监测和排水控制系统，根据水位实时调整排水策略，优化排水系统性能，提高其响应速度和效率。

3 降排水施工过程中的挑战与风险控制

3.1 动态地下水位监控与应对策略

在贾窝站等高水位深基坑工程中，地下水位的动态变化显著影响基坑的安全性和稳定性。地下水位受季节性降雨、周边水域涨落和附近建筑工程等多种因素的影响。为此，实施了综合的地下水监控系统，包括自动水位测量站点与远程监控软件，确保能实时捕捉并迅速响应水位变化。

地下水位监控流程标准化涵盖监测设备的定期校准、数据传输系统的维护，以及专业人员的数据分析和决策培训。基于实时数据，工程团队能够迅速调整抽水量、修改回灌策略或调整防渗系统，以适应当前地下水状况，确保工程安全。

3.2 应对高水位引发的结构稳定性问题

高水位对深基坑结构稳定性构成挑战，尤其在施工阶段，土壤的力学性质随水分变化而改变，可能引发滑动、坍塌或其他结构问题。在贾窝站工程中，采用多层次防护措施如土钉墙和支撑系统增强坑壁稳定性，同时在设计阶段通过地质力学分析确保所有设计符合安全标准。

施工流程的标准化在确保结构稳定性方面起决定性作用。施工团队应严格遵循操作标准，从材料选择到施工方法，每一环节均经过精确计算和质量控制，确保结构稳固和持久性能。地质结构的物理和力学性质，包括土的渗透系数等，均基于土颗粒级配和孔隙率等因素，影响基坑支护和降水施工设计。设计降水方案前，应深入分析勘察报告，了解场地地层特性。

3.3 环境保护与施工废弃物管理

环境保护是高水位深基坑工程中不可忽视的一部分，特别是在处理施工过程中产生的废弃物时^[4]。贾窝站工程采取了多项措施来最小化对环境的影响，其中包括使用环保材料、优化资源使用和废物回收利用策略。例如，施工中产生的泥浆水通过专用的沉淀池处理，以去除有害物质后再进行回用或安全排放。

为实现这些环保目标,工程制定了一整套废物处理和环保操作规范,这些规范详细规定了废物的分类、储存、搬运及处理流程。每个处理步骤都严格遵守质量控制和监控机制,确保所有操作均符合环保法规和项目的绿色建筑标准。此外,工程设有专门的环保监控小组,负责监管施工对环境的影响,确保所有环保措施得到有效实施,从而保护生态环境并减少对周边居民区的干扰。

4 高水位深基坑降排水施工中常见问题解决对策及优化措施建议

4.1 实施精确的水位控制与监测

针对高水位深基坑的降排水问题,首要任务是确保地下水控制的精确性和有效性。基于贾窝站扩建工程的具体情况,需要建立一个精细化的水位控制系统。该系统不仅包括安装高精度的水位监测设备,而且要结合自动调节的抽水泵和反馈机制^[5]。通过实时数据采集,可以对基坑周围的水位进行动态监控,确保任何时刻水位都在安全范围内。此外,利用先进的地下水模拟软件,预测不同降水条件下的水位变化,根据模拟结果调整抽水策略,实现更为精确的水位控制。这种做法有助于减少对周边环境的影响,同时保证基坑的结构安全。

对于应急情况,应制定详尽的应急预案,包括在极端气候或其他突发事件下的快速响应措施。预案应涵盖备用抽水设备的准备、临时排水措施的实施以及与当地政府和救援部门的协调机制,确保在任何紧急情况下均能迅速有效地响应,以最大限度地减轻可能的风险。

4.2 加强基坑支护和周边结构的保护

考虑到高水位对基坑稳定性可能产生的威胁,加强基坑支护结构是至关重要的。在贾窝站工程中,除采用传统支护方法,如围堰和土钉墙外,还应考虑运用先进的土工合成材料加固土壤。这些材料具有优良的强度、透水性和耐久性,有效提升土壤稳定性并防止水流侵蚀。

实施实时监控技术,对基坑周边建筑及地下设施进行持续监测,以便在发现初期移动或变形时迅速采取补救措施。通过倾斜仪、应变计等精确监测设备收集数据,为工程团队提供即时信息,从而及时加强支护结构,保障所有相关结构的安全性^[6]。在标准化的施工过程中,应遵循严格的质量控制标准,确保所有使用的材料和施工技术都符合或超过行业标准。这种做法不仅提高了工程质量,也减少了后期维护的需求和成本。

4.3 优化排水系统设计 with 环保措施

为有效应对高水位挑战,基坑排水系统设计需经

过优化,以提升其管理效能。在贾窝站项目中,采用了结合表层排水和深层排水的多层排水系统。此设计策略有效管理了来自地表雨水及地下渗水的多源水流,有效防护基坑免遭水害^[7]。项目还引入了模块化排水单元,根据现场具体情况可进行快速组装与调整,极大地提高了系统的适应性与操作响应速度。

在环保措施方面,所有排放至外界的水必须经过严格净化处理,以符合环保标准,防止对周边水体及生态系统产生负面影响。此外,关于泥浆及其他建筑废料的处理,应制定固废管理计划,推行材料回收再利用,对于非可回收材料采取安全填埋或采用其他环保友好的处理方式。通过这些措施,旨在最大限度减少工程对环境的影响,同时保持施工活动的持续性和社会责任感。

5 结束语

水利工程深基坑开挖因施工条件、地质情况等不同,在开挖过程中遇到的困难各不相同,所采取的降排水措施也各不相同。通过对贾窝站扩建工程中高水位深基坑的降排水施工方法的细致分析,本研究突出了标准化施工流程的重要性及其在确保工程安全和环境保护中的核心作用。实现高效、安全的基坑降排水,需要精细化的水位监控系统、坚固可靠的基坑支护结构,以及环境友好的排水处理措施。不同的基坑降排水方法有其适用的条件及优缺点,降排水方式应根据场地条件、周边环境及排水条件、场地工程地质条件和水文地质条件合理选择。通过这种方法,不仅可以最大程度地减少对环境影响,还可以确保所有参与方的安全和工程的长期稳定性。因此,对于未来类似的高水位深基坑工程,采用标准化、系统化的管理策略将是实现工程成功的关键。

参考文献:

- [1] 陈林. 复杂条件下深基坑施工变形控制与周边环境监测研究[J]. 砖瓦, 2024(06):140-142,145.
- [2] 纪伟, 陈志坚, 赵仲珩. 边坡地下水渗透压力数据时序分解方法研究[J]. 中国煤炭地质, 2024,36(09):32-39.
- [3] 吕鸿基, 王人贵. 城市排水系统预制装配式检查井施工工艺优化[J]. 四川水力发电, 2023,42(02):44-49.
- [4] 郑劲松. 高水位砂层中基坑支护止水施工技术[J]. 建筑技术开发, 2021,48(13):2.
- [5] 田光辉. 复杂地质条件下水利工程高水位深基坑降排水施工方法研究[J]. 价值工程, 2024,43(26):67-70.
- [6] 赵永志. 软弱土层深基坑支护中加强型土钉墙的应用[J]. 低碳世界, 2021,11(02):119-120.
- [7] 张凯. 城市致洪因素与高效排水系统协同优化设计及其施工技术研究[J]. 水利科技与经济, 2024,30(08):60-65.