

水利水电工程深基坑降水方案优化与地下水控制效果探讨

李培雷

河南省水利第二工程局集团有限公司 河南 郑州 450016

摘要: 伴随水利水电工程建设规模扩大,深基坑施工面临复杂水文地质挑战。本文聚焦水利水电工程深基坑降水方案优化与地下水控制效果。首先阐述深基坑降水与地下水控制在保障施工安全、确保工程质量、减少对周边环境影响方面的重要性。接着剖析当前降水方案存在的降水方法选择不当、降水井布置不合理、降水参数控制不精准、对周边环境考虑不足等问题。随后提出降水方法组合、降水井布置、降水参数以及考虑周边环境的综合优化策略。最后构建地下水控制效果评估指标体系,选择合适评估方法,设计评估流程并探讨评估结果应用,为水利水电工程深基坑降水提供参考。

关键词: 水利水电工程;深基坑降水;方案优化;地下水控制;效果评估

引言:在水利水电工程建设中,深基坑施工是关键环节,而降水与地下水控制是保障深基坑施工顺利推进的核心要素。随着工程建设规模不断扩大、施工环境日益复杂,深基坑降水与地下水控制面临着诸多挑战。合理的降水方案不仅能有效降低基坑内地下水位,为施工创造干燥作业环境,还能防止基坑壁失稳、涌水等安全事故发生,确保工程质量。然而,当前部分水利水电工程深基坑降水方案存在诸多问题,影响施工安全与质量,还对周边环境造成不良影响。因此,对深基坑降水方案进行优化并探讨地下水控制效果具有重要的现实意义。

1 水利水电工程深基坑降水与地下水控制的重要性

1.1 保障基坑施工安全

在水利水电工程深基坑施工中,地下水位的存在是重大安全隐患。若不进行有效的降水与地下水控制,基坑内积水会使土体抗剪强度降低,导致基坑壁土体失稳,引发坍塌事故,严重威胁施工人员生命安全。同时,地下水渗透产生的动水压力可能冲毁基坑支护结构,造成支护体系失效。此外,在地下水位较高的区域,还可能引发管涌、流砂等现象,进一步破坏基坑稳定性。

1.2 确保工程质量

水利水电工程深基坑的施工质量对整个工程的稳定性和耐久性起着决定性作用。地下水若未得到有效控制,会长期浸泡基坑底部和侧壁土体,使土体软化,降低其承载能力,导致基础沉降不均匀,影响上部结构的稳定性。在混凝土浇筑过程中,地下水渗入会改变混凝土的水灰比,影响混凝土的强度和密实性,降低结构的

抗渗性能。而且,地下水中的化学成分可能对钢筋等金属材料产生腐蚀作用,缩短结构使用寿命。

1.3 减少对周边环境的影响

水利水电工程深基坑施工往往处于城市或生态环境敏感区域,降水与地下水控制不当会对周边环境造成多方面不利影响。不合理的降水可能引起周边地面沉降,导致周边建筑物出现裂缝、倾斜甚至倒塌,破坏地下管线,影响其正常使用。同时,地下水位的下降可能改变区域水文地质条件,影响周边植被生长,破坏生态平衡。此外,降水过程中若排水处理不当,污水可能渗入地下,污染地下水资源^[1]。

2 水利水电工程深基坑降水方案存在的问题

2.1 降水方法选择不当

在水利水电工程深基坑降水方案中,降水方法选择不当是常见问题。部分工程未充分考量地质条件,如土层的渗透性、岩石的颗粒组成等。在渗透性强的砂层中,若选用渗透系数要求低的降水方法,难以有效降低地下水位;而在渗透性弱的黏土层,采用大流量降水设备,不仅造成资源浪费,还可能引发周边土体过度沉降。同时,未结合工程规模和工期要求选方法,小型工程选用复杂昂贵的降水技术,增加成本;大型工程为节省开支选用简易方法,无法满足降水需求,影响施工进度与安全。

2.2 降水井布置不合理

降水井布置不合理会严重影响深基坑降水效果。一方面,降水井间距设置缺乏科学依据,间距过大,地下水无法形成有效降落漏斗,基坑内地下水位降深不足;

间距过小,则会造成相邻降水井相互干扰,降低降水效率,增加工程成本。另一方面,降水井位置选择不当,未避开地下管线、建筑物基础等重要设施,在降水过程中可能引发这些设施的不均匀沉降,造成损坏。此外,降水井深度设计不合理,过浅无法触及主要含水层,过深则增加施工难度和成本。

2.3 降水参数控制不准确

降水参数控制不准确是水利水电工程深基坑降水中的突出问题。降水流量控制缺乏精准度,流量过大,会使周边地下水位下降过快,导致地面沉降、建筑物开裂等环境问题;流量过小,则无法满足基坑降水要求,影响施工进度。降水持续时间把控不当,时间过短,地下水位未降至安全施工范围;时间过长,不仅增加能耗和成本,还可能引发周边土体长期固结沉降。同时,对降水过程中的水位监测频率不足,不能及时掌握地下水位变化情况,无法根据实际调整降水参数,影响降水效果。

2.4 对周边环境考虑不足

在水利水电工程深基坑降水方案制定中,对周边环境考虑不足的现象较为普遍。未充分评估降水对周边建筑物的影响,降水引发的地下水位变化可能导致建筑物基础不均匀沉降,造成墙体裂缝、门窗变形等问题。对地下管线的影响考虑欠缺,降水可能使地下管线因土体沉降而断裂、变形,影响其正常使用,如供水、排水、燃气等管线受损会带来严重后果。此外,对周边环境的影响关注不够,降水可能改变局部水文地质条件,影响周边植被生长、湿地生态平衡,破坏生物栖息环境,引发一系列生态问题^[2]。

3 水利水电工程深基坑降水方案优化策略

3.1 降水方法组合优化

水利水电工程深基坑地质条件复杂多样,单一降水方法往往难以满足降水需求,因此需进行降水方法组合优化。对于渗透性强的砂层,可先采用明排法快速排除基坑内积水,再结合管井降水法降低深层地下水位,利用管井的大降深、大流量特点,有效控制砂层中的地下水。在渗透性弱的黏土层,轻型井点降水效果不佳时,可搭配电渗井点降水,通过电渗作用加速黏土中水分排出,提高降水效率。对于含有多层不同性质土层的基坑,采用多级降水井组合,在不同深度设置不同类型降水井,分层控制地下水位。同时,根据工程进度和降水效果,动态调整降水方法组合,如在基坑开挖初期采用强降水方法快速降低地下水位,后期采用相对温和的降水方式维持地下水位稳定,实现降水效果与成本、环境

影响的平衡。

3.2 降水井布置优化

降水井布置的合理性直接影响降水效果和工程安全。首先,依据基坑形状、尺寸和地质条件,采用数值模拟或经验公式确定降水井的合理间距,确保地下水能形成连续有效的降落漏斗,避免出现降水盲区。对于狭长形基坑,沿长度方向合理布置降水井,控制间距;对于方形或圆形基坑,采用环形或梅花形布置。其次,精确确定降水井位置,避开地下管线、建筑物基础等重要设施,利用地质勘探资料和现场探测技术,准确定位含水层位置,使降水井深入主要含水层。此外,根据基坑开挖深度和降水要求,优化降水井深度,确保能有效降低地下水位至安全施工范围。

3.3 降水参数优化

降水参数的准确控制是保障降水效果的关键。降水流量应根据基坑涌水量、地质条件和周边环境要求进行优化,通过现场试验和理论计算确定合理流量范围,避免流量过大引发周边环境问题或流量过小无法满足降水需求。降水持续时间需结合基坑开挖进度和地下水位变化情况确定,在基坑开挖前提前降水,使地下水位降至开挖面以下一定深度,开挖过程中持续降水,确保地下水位始终处于安全范围,开挖完成后根据实际情况适时停止降水。水位监测频率要合理增加,特别是在降水初期和地下水位变化剧烈阶段,实时掌握地下水位动态,根据监测数据及时调整降水参数。同时,考虑降水过程中的水头损失、井壁阻力等因素,对降水参数进行修正,提高降水参数的精准度。

3.4 考虑周边环境的综合优化

水利水电工程深基坑降水需充分考虑周边环境影响,进行综合优化。在降水方案制定前,对周边建筑物、地下管线、生态环境等进行详细调查评估,了解其结构特点、使用功能和敏感程度。根据评估结果,制定针对性的保护措施,如对周边建筑物设置回灌井,通过回灌补充地下水,维持地下水位稳定,减少建筑物沉降;对地下管线采取加固措施,增强其抵抗变形能力。在降水过程中,加强对周边环境的监测,包括建筑物沉降、倾斜监测,地下管线变形监测,周边地面沉降监测以及生态环境指标监测等,及时发现异常情况并采取调整降水参数、停止降水等措施进行处理。同时,建立与周边居民和相关单位的沟通协调机制,及时通报降水施工情况和可能产生的影响,争取理解和支持,共同应对降水过程中出现的问题,实现工程建设与周边环境协调发展^[3]。

4 水利水电工程地下水控制效果评估

4.1 评估指标体系构建

构建科学合理的评估指标体系是准确评估水利水电工程地下水控制效果的基础。该体系应涵盖多方面关键指标,从地下水水位变化角度,设置基坑内地下水位降深、周边地下水位变化幅度等指标,以直观反映降水对地下水位的控制成效。在基坑稳定性方面,选取基坑壁水平位移、竖向沉降等指标,衡量地下水控制对基坑安全的保障程度。对周边环境影响,纳入周边建筑物沉降、地下管线变形、地面裂缝发展等指标,评估降水对周边设施和环境的潜在威胁。同时,考虑工程经济效益,设置降水成本、能耗等指标,分析地下水控制方案的成本效益。此外,引入生态环境指标,如周边植被生长状况、水质变化等,综合评估降水对生态环境的影响。通过构建多维度、多层次的评估指标体系,全面、客观地反映地下水控制效果,为后续评估工作提供准确依据。

4.2 评估方法选择

评估方法的选择直接影响评估结果的准确性和可靠性。对于定量指标,可采用数学模型分析法,如建立地下水数值模拟模型,模拟降水过程中地下水位变化、渗流场分布等情况,通过与实际监测数据对比分析,评估地下水控制效果;运用统计分析方法,对基坑位移、周边环境变形等监测数据进行统计分析,计算其变化规律和趋势,判断是否在安全范围内。对于定性指标,可采用专家评估法,邀请相关领域专家根据工程实际情况和经验,对地下水控制方案的科学性、合理性以及实施效果进行综合评价;运用层次分析法,将评估指标进行分层分析,确定各指标权重,通过综合计算得出评估结果。此外,还可结合模糊综合评价法,对一些难以精确量化的指标进行模糊处理,综合考虑多种因素影响,提高评估结果的全面性和准确性。

4.3 评估流程设计

合理的评估流程能够确保评估工作有序进行。首先,资料收集与整理阶段,收集工程设计资料、施工记录、监测数据等,包括降水方案、地质勘察报告、基坑位移监测数据、周边环境监测数据等,对资料进行分类整理和分析,为评估提供基础数据支持。其次,现场调查与监测阶段,对基坑及周边环境进行实地调查,查看基坑壁稳定性、周边建筑物和地下管线状况等;同时,持续开展地下水水位、基坑位移、周边环境变形等监测工作,获取实时数据。然后,指标计算与分析阶段,根据构建的评估指标体系,对收集到的数据进行计算分

析,得出各指标具体数值,并分析其变化规律和趋势。接着,评估方法应用阶段,根据指标特点和评估要求,选择合适的评估方法进行综合评估,得出初步评估结果。最后,结果审核与反馈阶段,组织相关专家对评估结果进行审核,确保评估结果的科学性和准确性,将评估结果反馈给工程建设各方,为后续工程决策和优化提供依据。

4.4 评估结果应用

评估结果的应用是地下水控制效果评估工作的重要环节。一方面,根据评估结果及时调整和优化地下水控制方案,若评估显示基坑内地下水位降深不足,可调整降水井运行参数或增加降水设备;若周边建筑物沉降过大,可采取回灌等措施稳定地下水位,减少沉降影响。另一方面,为后续类似工程提供经验借鉴,将本次评估中的成功做法和存在问题进行总结分析,形成技术报告或案例库,供其他工程参考,避免重复犯错,提高工程建设质量和效率。此外,评估结果还可作为工程验收的重要依据,判断地下水控制工作是否达到设计要求和规范标准,确保工程安全可靠。同时,对于评估中发现的因地下水控制不当引发的环境问题,及时采取修复和治理措施,保护周边生态环境,实现工程建设与环境保护的协调发展,促进水利水电工程行业的可持续发展^[4]。

结束语

水利水电工程深基坑降水方案优化与地下水控制效果紧密关联且意义重大。通过对降水方法组合、降水井布置、降水参数以及考虑周边环境等方面的优化策略研究,可以显著提升降水方案的合理性与有效性。而科学构建评估指标体系、合理选择评估方法、精心设计评估流程并有效应用评估结果,能准确评判地下水控制成效。未来,需持续深入探索,结合新技术、新方法,不断优化降水方案,提高地下水控制水平,保障工程安全、质量与周边环境稳定,推动水利水电工程事业朝着更科学、更可持续的方向蓬勃发展。

参考文献

- [1]桑田.水利工程施工中的混凝土防渗墙施工技术[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(24):113-115.
- [2]尹朝阳.水利工程施工组织与项目管理技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(24):202-204.
- [3]艾纯其.水利水电工程中深基坑支护施工技术[J].建筑科学,2025,(02):107-108.
- [4]吴涛.水利水电工程深基坑设计与施工管理[J].文化科学,2020,(11):118-119.