

水利工程施工中地下水控制技术的应用与探析

张茂全

山东省泰安市东平县新湖镇人民政府

DOI:10.12238/btr.v8i2.4626

[摘要] 随着水利工程规模的日益扩大,地下水对施工过程的影响日益突出,尤其在大型水库、堤坝、灌溉系统等项目,地下水问题往往是影响工程进度和质量的关键因素。地下水渗透、基坑积水、地基不稳等问题,对施工带来很大挑战。有效的地下水控制技术可以有效解决这些问题,确保工程的顺利进行。常见的地下水控制技术包括抽水降水、注浆加固、排水系统与防渗措施等,这些技术在水利工程施工中得到了广泛应用。本文对水利工程施工中的地下水控制技术进行了深入分析,探讨了地下水对水利工程施工的影响,并通过案例分析,阐述了不同控制技术的应用效果。此外,本文还对地下水控制技术的优化方向进行了展望,旨在为未来水利工程施工提供理论依据与实践指导。

[关键词] 水利工程; 地下水控制技术; 防控措施; 技术应用

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Application and Analysis of Groundwater Control Technology in Water Conservancy Engineering Construction

Maoquan Zhang

Xinhu Town People's Government, Dongping County

[Abstract] With the increasing scale of water conservancy projects, the impact of groundwater on the construction process is becoming increasingly prominent, especially in large reservoirs, dams, irrigation systems and other projects. Groundwater problems are often a key factor affecting the progress and quality of the project. The problems of groundwater infiltration, accumulated water in foundation pits, and unstable foundations pose great challenges to construction. Effective groundwater control technology can effectively solve these problems and ensure the smooth progress of the project. Common groundwater control techniques include pumping and dewatering, grouting reinforcement, drainage systems, and anti-seepage measures, which have been widely used in water conservancy engineering construction. This article provides an in-depth analysis of groundwater control technology in hydraulic engineering construction, explores the impact of groundwater on hydraulic engineering construction, and through case analysis, elaborates on the application effects of different control technologies. In addition, this article also looks forward to the optimization direction of groundwater control technology, aiming to provide theoretical basis and practical guidance for future water conservancy engineering construction.

[Key words] water conservancy engineering; Groundwater control technology; Prevention and control measures; Technical application

水利工程是基础设施建设的重要组成部分,直接影响社会经济发展与民生保障。然而,地下水的存在对水利工程施工带来诸多不利影响,特别是在湿润或水源丰富的地区,地下水的渗透和溢出容易破坏施工环境,影响工程质量,甚至危及施工安全。地下水渗透可能导致基坑不稳、土壤液化等问题,增加施工难度和成本。为应对这些挑战,地下水控制技术应运而生,通过抽水降水、注浆加固、排水系统和防渗技术等手段,有效降低地下水

对工程施工的影响。随着技术进步,这些技术在水利工程中已取得显著成效。如何有效控制地下水,保障工程质量与安全,已成为水利工程施工中亟待解决的重要问题。

1 地下水对水利工程施工的影响

1.1 地下水渗透对施工环境的影响

地下水的渗透对水利工程施工环境的影响是显著的。在水利工程施工过程中,地下水的存在会导致土壤湿润或饱和,直接

影响土质的稳定性^[1]。尤其在基坑开挖时,地下水渗透进入坑内,会使土层湿度增加,导致土体强度下降,进而影响土壤的承载力和稳定性。此外,地下水的流动还可能加速周围地质结构的侵蚀,形成不均匀的土体沉降,影响施工进度及后续结构的稳定。施工过程中未能有效控制地下水的渗透,还可能导致地下水污染,造成环境损害。因此,渗透性强的土层和高水位区域,地下水渗透的控制显得尤为重要。

1.2地下水对施工材料和设备的影响

地下水的存在还会对施工材料和设备产生直接影响。在地下水渗透的区域,施工用的混凝土、钢筋等材料可能受到水的腐蚀,导致其性能下降。尤其是钢筋在湿润环境下容易受到水分的侵蚀,发生锈蚀现象,降低其强度和耐久性。此外,水利工程施工中常用的土方机械、抽水设备等,也会受到地下水的影响,增加设备的磨损。设备运行在湿润环境中,可能需要更高的维护成本及更频繁的检修,这无疑提高了施工的整体费用。为了避免地下水对施工材料和设备的损害,需要采取有效的防水措施,并根据施工环境适时调整施工方案。

1.3地下水对施工进度和成本的影响

地下水的干扰不仅仅体现在施工质量方面,它还会直接影响工程的进度和成本。在地下水较多的施工区域,排水和降水系统的建设需要投入大量的人力、物力和时间,增加了施工的复杂性和难度。同时,地下水的处理常常需要多次反复进行,可能导致施工周期的延长。排水系统、降水井的建设以及抽水设备的运行费用,都是施工过程中的额外开支。地下水问题解决不当,还可能导致后期施工环节受到影响,甚至导致部分施工内容的返工。因此,地下水问题必须在施工前期充分考虑,采取合适的技术手段预防和控制,以避免不必要的成本支出和时间延误。

1.4地下水与地质条件的关系

地下水的变化与地质条件密切相关,不同的地质条件下,地下水的渗透性、流动性及水位变化特征各异。在岩石层、砂层或粘土层等不同土壤类型中,地下水的流动方式、渗透速度及积水能力也有所不同。例如,在砂土层或石灰岩层中,地下水的流动性较强,渗透性较高,施工时容易受到水的影响。而在粘土层中,地下水流动性较差,但仍有可能引起沉降或膨胀现象。地下水的类型和流动特征影响地下水控制技术的选择和实施。因此,在水利工程的施工过程中,了解地质条件并进行相应的水文地质勘察,对于选择合适的地下水控制技术至关重要。

2 地下水控制技术的主要类型与应用

2.1抽水降水技术

抽水降水技术是目前最常用的地下水控制方法之一。其原理是通过设置抽水井,利用泵设备将地下水抽出,从而降低地下水位,减小施工过程中地下水的渗透压力。这种方法适用于地下水位较高且渗透性较强的区域,能够有效减少基坑积水,保证施工环境的干燥与稳定。在实际应用中,抽水降水技术通常结合其他方法一起使用,以确保工程施工的顺利进行。然而,抽水降水技术的效果受到地下水流动性、地质条件以及水文条件等多方

面因素的影响,需要根据具体项目条件进行合理设计。

2.2注浆加固技术

注浆加固技术是通过向土层中注入化学浆液或水泥浆等材料,填充土体中的空隙,从而降低地下水渗透性,增强土体的稳定性^[2]。这一技术常用于地质条件较差、土层松散或水位较高的区域,能够有效防止水流渗透并加固土体结构。在水利工程中,注浆加固常用于地下结构物的防渗处理、基坑支护等方面。通过注浆加固,能够显著减少地下水的渗透速度,保持施工现场的稳定。其缺点在于工程量较大、施工周期较长,同时注浆材料的选择和质量控制也对最终效果产生重要影响。

2.3排水系统与防渗措施

排水系统与防渗措施是地下水控制中不可或缺的组成部分。排水系统通常包括排水管道、排水井和集水池等,通过设置这些设施,能够有效地将基坑内的积水引导到指定地点,避免水分在施工区域内积聚。防渗措施则通过防水膜、防水板等材料的应用,防止地下水的渗透进入施工区域。在水利工程的施工过程中,排水与防渗技术常常结合使用,通过两者相互配合,确保工程顺利进行。这些措施能够有效减少地下水对施工的影响,确保施工过程的稳定性。

2.4地下水压力控制技术

地下水压力控制技术通过采取一定的手段和方法,控制地下水对施工现场施加的压力,减少水土流失和地基沉降。在水利工程施工中,特别是在隧道、地下室等深基坑施工中,地下水压力控制技术发挥着至关重要的作用。常见的压力控制措施包括采用排水孔、注浆加固等方法,减少地下水对土体的压力,确保基坑及地下结构的安全。此外,随着技术的发展,更多新型的地下水压力控制技术如盾构法和土体改良技术也在水利工程中得到应用,有效提高了地下水控制的精确度和效率。

3 地下水控制技术的优化方向与发展趋势

3.1智能化与自动化技术的应用

随着科技的发展,智能化和自动化技术逐渐成为地下水控制领域的热点。传统的地下水控制技术多依赖人工监测和调节,而智能化系统通过安装传感器和数据采集设备,能够实时监测地下水位、流量和土体变化情况,并自动调整相应的控制措施。例如,智能化抽水系统可以根据水位变化自动调节抽水量,确保地下水位始终处于合理范围。此外,智能化技术还能够通过大数据分析和云计算,为地下水控制方案的优化提供科学依据,提高施工过程的效率和精准度。随着技术的不断成熟,智能化和自动化技术有望大规模应用于水利工程中的地下水控制。

3.2绿色环保技术的推广

地下水控制技术的发展不仅要注重技术效果,还需要考虑环境的可持续性。在此背景下,绿色环保技术的推广显得尤为重要。例如,采用环保型注浆材料代替传统的化学浆液,能够降低对环境的污染。此外,通过优化排水系统的设计,减少对周围水体的干扰,降低施工过程中产生的水污染。防渗技术的改进也注重使用环保型材料,如采用透水性更好的合成膜和新型防水

材料,这些技术不仅能够有效防止地下水渗漏,还能确保施工区域周围环境的健康与安全。绿色环保技术的推广,为地下水控制技术的可持续发展提供了新的思路。

3.3综合控制技术的协同应用

在复杂的水文地质条件下,单一的地下水控制技术往往难以满足施工需求。因此,综合控制技术的协同应用成为当前地下水控制技术发展的重要方向。通过结合抽水降水、注浆加固、排水防渗等多种技术,可以更有效地应对地下水的变化,确保水利工程施工的稳定性。例如,在地下水位较高的地区,可以结合抽水降水与注浆加固技术,同时使用排水系统对积水进行排放,从而达到全方位控制地下水的效果^[3]。这种多技术结合的方式,能够在不同的施工阶段和环境条件下发挥最大的技术优势,保证工程的顺利推进。

3.4地下水控制技术的地方化和个性化发展

随着各地地质条件和水文环境的差异,地下水控制技术需要根据具体情况进行地方化和个性化调整。在某些特定的水利工程项目中,可能需要针对性的地下水控制技术方案。例如,某些地区地下水含量丰富且渗透性强,则需要加大抽水降水的力度,并结合土体改良技术;而在其他地下水资源较为匮乏的区域,可能需要更注重防渗技术的应用和土壤加固。这种地方化和个性化的技术发展能够更精确地应对各种复杂的地下水问题,提高技术应用的效果和施工的安全性。因此,未来地下水控制技术将更注重区域特色和项目个性化需求的整合。

4 地下水控制技术在水利工程中的挑战与应对策略

4.1技术成本与经济性问题

地下水控制技术的应用往往伴随着较高的成本,尤其是在复杂的地质环境中。抽水降水和注浆加固等方法在实施过程中需要大量的设备投入、材料成本以及人员管理费用。这些成本对项目的总体预算造成了较大压力,尤其是在一些资金有限的中小型水利工程项目中,可能导致技术方案的选择受限。因此,如何平衡技术实施的成本与工程效益,成为水利工程地下水控制中面临的重大挑战。为此,相关部门可以考虑通过优化设计、提高技术效率,减少不必要的开支,从而降低地下水控制技术的实施成本。同时,通过对不同技术的优劣进行权衡,选择最适合工程特点的地下水控制方案,进一步提升经济性。

4.2施工现场条件的复杂性

水利工程施工往往面临复杂的现场条件,包括地质条件不稳定、地下水流动性较强等因素。不同的地质条件需要采取不

同的地下水控制技术,但这些技术在实际应用中会遇到很多不可预见的挑战。例如,在地下水流动性强、渗透性大的区域,抽水降水可能无法有效控制地下水的流动,注浆加固的效果也可能受到土壤渗透性的影响。此外,施工现场环境可能限制了设备的布置与作业空间,给地下水控制的实施带来额外难度。因此,工程项目在设计阶段必须充分考虑施工现场的复杂性,科学评估地下水问题,并根据实际情况制定相应的控制方案。

4.3技术与环境的协调问题

地下水控制技术的实施过程中,如何在确保施工顺利进行的同时,保护周围环境,尤其是水资源环境,成为一个重要问题。过度抽水降水可能导致地下水资源的浪费,破坏周围生态系统的平衡。此外,部分地下水控制技术(如注浆加固)可能引入化学物质,导致土壤和水体污染。因此,如何在技术应用的同时,做到环境保护,是地下水控制技术面临的又一挑战。针对这一问题,采取绿色环保技术,优化水资源管理,合理控制地下水的利用量,成为当前亟需解决的关键问题。

5 总结

地下水控制技术在水利工程中的应用是确保工程安全和施工顺利进行的重要保障。随着技术的不断进步,智能化、绿色环保和综合控制技术等新兴手段逐渐成为地下水控制领域的重要发展趋势。然而,技术的成本、现场施工条件的复杂性、环境保护与技术应用的协调性、以及技术人员的专业能力等挑战,仍然是地下水控制技术普及与应用过程中不可忽视的问题。因此,未来水利工程中的地下水控制需要在技术创新和实际应用之间找到平衡,不断提升技术方案的经济性和可持续性。通过加强管理、提高技术人员的专业素质、推广绿色环保技术等措施,将有助于提升地下水控制技术的应用效果,推动水利工程的可持续发展。

[参考文献]

- [1]安小亮.水利水电工程施工场地地下水污染的控制与修复研究[J].环境科学与管理,2024,49(12):100-103+108.
- [2]代龙.水工隧洞衬砌与喷锚支护加固设计及施工分析[J].江西建材,2024,(09):162-164.
- [3]李成龙.水工隧洞混凝土衬砌施工的地下水控制技术分析[J].河南科技,2021,40(26):86-88.

作者简介:

张茂全(1970--),男,汉族,山东省东平人,本科,高级工程师,研究方向:水利工程施工、运行管理、节水灌溉技术。