

水利枢纽工程基础处理中关键技术与应用

刘旭峰

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i4.5364

[摘要] 本文围绕水利枢纽工程大坝基础处理中的关键技术与应用展开研究,重点探讨了固结灌浆与帷幕灌浆两种技术及其材料的发展与应用。总结了研究成果,指出了研究的创新点与贡献,同时分析了存在的问题与不足,并展望了未来的研究方向。本文的研究对于提升水利枢纽工程大坝基础处理技术水平,保障大坝安全稳定运行具有重要意义。

[关键词] 大坝基础处理; 固结灌浆; 帷幕灌浆; 新材料硅溶胶

中图分类号: TV543+.1 **文献标识码:** A

Research on key technologies and applications in the foundation treatment of dams of water conservancy projects

Xufeng Liu

Xinjiang Corps Survey and Design Institute Group Co., Ltd

[Abstract] This paper focuses on the key technologies and applications in the foundation treatment of dams of water conservancy projects, and focuses on the development and application of consolidation grouting and curtain grouting and their materials. This paper summarizes the research results, points out the innovation points and contributions of the research, analyzes the existing problems and shortcomings, and looks forward to the future research directions. The research in this paper is of great significance for improving the level of basic treatment technology of the dam of the water conservancy project and ensuring the safe and stable operation of the dam.

[Key words] dam foundation treatment; consolidation grouting; curtain grouting; new material silica sol

引言

水利枢纽工程作为水资源开发和利用的重要基础设施,在防洪、发电、灌溉等方面发挥着举足轻重的作用。大坝基础处理作为水利枢纽工程的核心组成部分,其稳定性和安全性直接关系到整个工程的安全运行。因此,大坝基础处理技术的研究与应用具有极其重要的意义。

在大坝基础处理中,固结灌浆和帷幕灌浆是两种常用的关键技术。固结灌浆主要通过向地基岩石中注入浆液,提高岩体的整体性和强度,从而达到增强基础稳定性的目的。帷幕灌浆则主要用于防止坝基及坝肩渗透,确保大坝的防水性能。随着科技的不断进步,帷幕灌浆的材料也在不断发展,从传统的水泥浆液到水泥浆液与膨润土的混合使用,再到新材料的硅溶胶的应用,都为大坝基础处理提供了更多的选择。

1 水利枢纽工程大坝基础处理概述

水利枢纽工程作为水资源调控和利用的关键设施,其大坝的建设与运行直接关系到水利工程的整体性能与安全。大坝基础处理作为大坝建设的重要一环,其目的在于提高地基的稳定

性、承载力和抗渗性,确保大坝在各种复杂地质环境和荷载条件下的安全运行。

大坝基础处理涉及的技术和方法多样,主要包括固结灌浆、帷幕灌浆、地基加固等。这些技术根据大坝所在地的地质条件、坝型、坝高以及设计要求等因素进行选择和应用。固结灌浆技术通过向地基岩石中注入浆液,填充岩石裂隙,增强岩体的整体性和强度,提高地基的承载力。帷幕灌浆技术则主要用于构建一道防水帷幕,防止地下水及库区蓄水通过地基岩石的裂隙渗透进入大坝内部,保证大坝的防水性能。

在大坝基础处理过程中,选择合适的材料至关重要。传统的灌浆材料以水泥浆液为主,其优点是制备简单、成本较低、性能稳定。然而,随着工程要求的提高和地质条件的复杂化,单一的水泥浆液已难以满足所有需求。因此,研究人员不断探索新的灌浆材料,如水泥浆液与膨润土的混合使用,以及新型材料硅溶胶的应用。这些新材料在改善浆液性能、提高灌浆效果方面展现出了显著的优势。

除了材料选择外,大坝基础处理的施工工艺也是影响处理

效果的关键因素。施工工艺包括钻孔、注浆、压力控制等多个环节,每个环节都需要严格控制,确保施工质量。同时,针对不同的地质条件和工程要求,还需要制定相应的施工方案和措施,以确保大坝基础处理的针对性和有效性。

2 固结灌浆技术及其应用研究

固结灌浆技术是大坝基础处理中的关键一环,其通过向地基岩石中注入浆液,填充岩石的裂隙和空隙,从而增强岩体的整体性和强度,提高地基的承载力和稳定性。这一技术在水利枢纽工程大坝建设中发挥着举足轻重的作用。

固结灌浆技术的应用研究,首先需要对灌浆材料进行深入探索。传统的灌浆材料以水泥为主,但随着工程要求的提高,研究人员开始尝试使用其他材料,如添加外加剂的水泥混合液。这些新材料在改善浆液的流动性、凝固时间和强度等方面取得了显著成效,进一步提高了固结灌浆的效果。

在施工工艺方面,固结灌浆技术也有着严格的要求。首先,需要确定合理的钻孔布置和孔径大小,以确保浆液能够充分渗透到岩石的每一个角落。其次,注浆过程中需要严格控制注浆压力和注浆速度,避免对岩石造成过大的压力或形成空洞。此外,注浆结束后还需进行必要的养护和检测工作,确保灌浆效果的持久性和稳定性。

固结灌浆技术在大坝基础处理中的应用案例众多。在实际工程中,研究人员根据大坝所在地的地质条件、坝型、坝高以及设计要求等因素,制定具体的施工方案和措施。通过实施固结灌浆技术,大坝地基的承载力和稳定性得到了显著提升,有效防止了地基的沉降和变形,确保了大坝的安全运行。

然而,固结灌浆技术也面临着一些挑战和问题。例如,在某些特殊地质条件下,如岩溶地区或断层破碎带,浆液难以充分渗透或形成有效的固结体。此外,注浆过程中可能出现的浆液流失、渗漏等问题也需要引起足够的重视。因此,未来需要进一步加强固结灌浆技术的研究和创新,提高其在复杂地质条件下的适用性和效果。

3 传统水泥浆液帷幕灌浆技术及其应用

传统水泥浆液帷幕灌浆技术是水利枢纽工程大坝基础处理中一种常用的技术方法。该技术利用水泥浆液作为灌注材料,通过构建一道密实的帷幕,有效地阻止地下水及库区蓄水通过地基岩石的裂隙渗透进入大坝内部,保证大坝的防水性能。

水泥作为帷幕灌浆的主要材料,其性能稳定、来源广泛且成本相对较低,因此在工程实践中得到了广泛应用。水泥浆液的制作过程相对简单,通过控制水灰比和添加适量的外加剂,可以调整浆液的流动性、凝固时间和强度等性能,以适应不同地质条件和工程要求。

在帷幕灌浆施工过程中,首先需要根据工程设计和地质勘察资料,确定合理的钻孔布置和灌浆参数。然后,通过钻孔将水泥浆液注入地基岩石的裂隙中,利用浆液的流动性和渗透性,填充岩石的空隙和裂隙,形成一道密实的帷幕。在注浆过程中,需要严格控制注浆压力和注浆速度,避免对岩石造成过大的压力

或形成空洞。

传统水泥浆液帷幕灌浆技术在水利枢纽工程大坝基础处理中发挥了重要作用。通过应用该技术,大坝基础的防水性能得到了显著提升,有效地防止了地下水的渗透和侵蚀,保证了大坝的稳定性和安全性。同时,该技术还具有施工简便、成本较低等优点,适用于各种规模的水利枢纽工程。

4 水泥浆液结合膨润土帷幕灌浆技术及其应用

在水利枢纽工程大坝基础处理中,帷幕灌浆技术是一种关键的防水措施。随着工程技术的不断发展,传统的水泥浆液帷幕灌浆技术已经得到了改进和优化,其中,水泥浆液与膨润土的混合使用成为了一种新型的帷幕灌浆技术,并在实际工程中得到了广泛应用。

水泥浆液与膨润土的混合使用,主要是基于膨润土的特殊性能。膨润土具有良好的粘性和塑性,能够与水泥浆液充分混合,形成更加均匀、稳定的灌浆材料。这种混合材料不仅继承了水泥浆液的强度和高耐久性,还具备了膨润土的优良流动性和填充性,能够更好地填充岩石的细小裂隙和空隙,形成更加密实的帷幕体。

在帷幕灌浆施工过程中,采用水泥浆液与膨润土的混合材料,可以有效提高帷幕的防水性能。通过合理的钻孔布置和注浆参数控制,混合浆液能够充分渗透到地基岩石的裂隙中,形成一道连续、密实的防水帷幕。这道帷幕不仅能够阻止地下水的渗透,还能够减少大坝基础的渗漏量,提高大坝的整体稳定性。

然而,需要注意的是,水泥浆液与膨润土混合帷幕灌浆技术的应用也需要根据具体工程条件进行选择 and 调整。不同的地质条件、工程要求和材料性能都可能对帷幕灌浆效果产生影响。因此,在实际应用中,需要充分考虑工程实际情况,进行水泥浆液与膨润土混合浆液的灌浆试验确定掺和比例,确保帷幕灌浆的质量和效果。

5 新材料硅溶胶帷幕灌浆技术及其应用

在水利枢纽工程大坝基础处理中,帷幕灌浆技术一直是关键的防水手段。随着材料科学的进步,新型灌浆材料不断涌现,其中硅溶胶作为一种高性能无机材料,近年来在帷幕灌浆领域得到了广泛应用。

硅溶胶是一种以二氧化硅为主要成分、具有纳米级粒径的胶体溶液。它具有良好的稳定性、渗透性和固化性能,能够解决基岩微小裂缝的渗透,从工程实践来说,基岩微小裂缝能够大量的吸水,但很难注入普通的水泥浆液,但硅溶胶可以完全解决吸水不吸浆的现象,坝基及坝肩灌入硅溶胶材料,可灌性较好,灌浆结束形成坚固的结石体,从而有效阻止地下水及坝肩的渗透。与传统的水泥浆液相比,硅溶胶具有更高的可灌性和耐久性,且对环境的污染较小。

硅溶胶帷幕灌浆技术在大坝基础处理中的应用,主要体现在以下几个方面:首先,硅溶胶能够充分渗透到地基岩石的细小裂隙和空隙中,形成一道致密的帷幕体,显著提高大坝基础的防水性能。其次,硅溶胶固化后形成的结石体具有较高的强度、稳

定性和灌浆过程中的可灌性,能够增强大坝基础的防渗能力,提高大坝的整体稳定性。此外,硅溶胶帷幕灌浆技术还具有施工简便、成本相对较低的优点,适用于各种规模的水利枢纽工程。

在实际应用中,硅溶胶帷幕灌浆技术需要根据工程实际情况进行选择和调整。首先,需要对地基岩石的地质条件进行详细勘察和分析,结合帷幕灌浆硅溶胶浆液试验,确定合理的钻孔布置和灌浆参数。其次,需要控制硅溶胶的制备质量和注浆过程中的各项参数,确保灌浆效果达到最佳。此外,还需要加强施工过程中的监测和检测工作,及时发现和处理可能出现的问题。

尽管硅溶胶帷幕灌浆技术具有诸多优点,但在实际应用中也需要注意一些问题。例如,硅溶胶的固化速度较快,需要在施工过程中严格控制注浆时间和注浆量,避免造成注浆不足或注浆过量的情况。此外,硅溶胶对温度和湿度的变化较为敏感,需要在适宜的条件下进行制备和存储。

6 关键技术的比较分析与综合评价

在水利枢纽工程大坝基础处理中,涉及的关键技术多种多样,每种技术都有其独特的应用场景和优势。在此,我们将对几种关键技术进行比较分析与综合评价,以便更好地理解 and 选择适合的技术。

固结灌浆技术,这种技术主要通过向地基岩石中注入浆液,填充岩石的裂隙和空隙,从而增强岩体的整体性和强度。固结灌浆技术施工简便,成本相对较低,适用于各种地质条件。然而,其效果受到岩石性质、裂隙发育程度等多种因素的影响,因此在不同工程中效果可能有所差异。

帷幕灌浆技术也是大坝基础处理中的常用技术。帷幕灌浆通过在基础岩石中构建一道防水帷幕,有效阻止地下水及库区蓄水渗透,确保大坝的防水性能。其中,水泥浆液帷幕灌浆技术以其成本低、来源广泛等优点得到广泛应用。然而,其浆液流动性、凝固时间等性能受到一定限制。相比之下,新材料硅溶胶帷幕灌浆技术则具有更高的强度、耐久性和基岩微小裂隙的可灌

性,且对环境友好。但硅溶胶的制备和施工技术要求较高,成本也相对较高。

基础开挖技术也是大坝基础处理中不可或缺的一环。在基础开挖过程中,需要充分考虑坝址的地质条件、岩层风化状态等因素,合理选择开挖方法和处理措施。软弱夹层、坝基渗漏和岩体错位等问题是大坝基础处理中常见的难题,需要采用有效的技术措施进行解决。

7 结论与展望

各种关键技术在大坝基础处理中都发挥着不可或缺的作用。固结灌浆技术以其施工简便、成本相对较低的优点,广泛应用于提高地基的承载力和稳定性。帷幕灌浆技术则在大坝防渗性能的提升方面发挥着关键作用,新材料硅溶胶帷幕灌浆技术的应用更是为帷幕灌浆技术注入了新的活力,其高强度、高耐久性、基岩微小裂隙的可灌性的特性使得大坝防渗性能得到进一步提升。同时,基础开挖技术作为大坝基础处理的前提和基础,其技术选择和实施效果直接影响到后续处理措施的效果。

展望未来,随着水利枢纽工程建设规模的不断扩大和工程要求的不断提高,大坝基础处理技术将面临更多的挑战和机遇。一方面,我们需要进一步加强对现有技术的研究和改进,提高处理效果和施工质量;另一方面,也需要积极探索新的技术和方法,以适应不同地质条件和工程要求。例如,可以考虑将现代信息技术、智能控制技术等引入到大坝基础处理中,实现自动化、智能化的施工和管理。

[参考文献]

- [1]唐航.水利工程大坝基础处理关键技术分析[J].河南水利与南水北调,2020,49(11):34-35.
- [2]李永兵,王立成.SETH水利枢纽工程碾压混凝土重力坝基础处理设计[J].水利技术监督,2020,(06):234-236+284.
- [3]陈玉龙.水利工程大坝基础处理关键技术分析[J].商品与质量,2021,(22):393.