

水利工程中基础灌浆施工技术的应用与优化

尹德峰

莒南县水利局筵宾水利服务中心 山东 临沂 276619

摘要: 水利工程中,基础灌浆施工技术是确保工程稳定性的关键环节。它运用不同类型的灌浆材料,在岩土体中形成坚固的结石体,以达到加固地基、防渗止漏的目的。实际应用中,该技术需结合工程的地质条件和施工环境进行具体策略选择。技术的优化方向在于提升灌浆材料的性能、创新灌浆施工工艺和加强施工质量控制与监测,以确保工程的安全和长期稳定运行。

关键词: 水利工程;基础灌浆施工技术;应用;优化

引言:水利工程是保障国家水资源合理配置和防洪安全的关键设施,其中基础灌浆施工技术是确保工程长期稳定运行的重要环节。本文将系统介绍基础灌浆施工技术在水利工程中的应用,包括材料选择、施工方法、施工效果等方面,并深入分析其在实际工程中的优化策略。通过本文的阐述,旨在提升水利工程基础灌浆施工技术的应用水平,为相关工程提供借鉴和参考。

1 基础灌浆施工技术概述

1.1 灌浆材料的分类与特性

灌浆材料是基础灌浆施工技术的核心组成部分,其性能直接影响到灌浆效果和工程质量。根据材料性质和应用场合的不同,灌浆材料可分为多种类型。水泥基类灌浆材料以其高强度、良好的抗渗性和耐久性而广泛应用于水利工程中。其特性主要来源于水泥的水化反应,形成坚固的结石体,以填充岩土体中的孔隙和裂隙,达到加固地基、防渗止漏的目的。化学灌浆材料主要包括环氧树脂、聚氨酯、丙烯酸酯等高分子化合物。这类材料具有较高的粘结力和抗渗性,适用于细微裂隙和复杂地质条件下的灌浆工程。化学灌浆材料通常通过化学反应与岩土体结合,形成一道化学屏障,起到防水和加固的作用。无机灌浆材料,如硅酸盐、高铝酸盐等,以其优良的耐火性和化学稳定性受到重视。这类材料主要用于高温和强腐蚀环境下的灌浆工程,能够长期保持结构的稳定性和完整性。在选择灌浆材料时,需根据工程要求、地质条件、施工环境等因素进行综合考虑。同时,还需对灌浆材料的性能进行试验和检测,确保其满足设计要求,为灌浆施工提供可靠的物质基础。

1.2 灌浆施工的基本原理

灌浆施工的基本原理是利用灌浆压力将具有流动性和胶凝性的灌浆材料注入岩土体中的孔隙、裂隙或空洞,使其在岩土体内部扩散、填充和胶结,形成一个完

整的结石体。通过灌浆施工,可以改善岩土体的物理力学性质,提高地基的承载力和稳定性,实现防渗、加固和补强等目的。在灌浆施工过程中,灌浆压力是关键参数之一。合理的灌浆压力既能保证灌浆材料的充分扩散和填充,又能避免对岩土体结构造成破坏。灌浆压力的选择应根据岩土体的性质、孔隙裂隙的发育程度、施工设备的能力等因素综合考虑。此外,灌浆材料的流动性和胶凝性也是影响灌浆效果的重要因素。流动性好的灌浆材料能够顺利进入细小的孔隙和裂隙,实现全面填充;而胶凝性强的灌浆材料则能够在岩土体内部形成坚固的结石体,提高整体强度。因此,在选择灌浆材料时,需充分考虑其流动性和胶凝性,以确保灌浆施工的质量和效果^[1]。

1.3 灌浆施工的常用方法与技术

灌浆施工方法的选择应根据工程规模、地质条件、施工环境等因素综合考虑。目前,常用的灌浆施工方法包括静压灌浆、循环灌浆、脉动灌浆和劈裂灌浆等。

(1) 静压灌浆是通过灌浆泵将灌浆材料压入岩土体中的孔隙和裂隙,依靠灌浆材料的自重和流动性实现填充。这种方法适用于孔隙和裂隙发育较好、渗透性较强的岩土体。(2) 循环灌浆是将灌浆材料通过注浆管压入岩土体,然后通过回浆管将多余的浆液循环出来,以保证浆液在孔隙和裂隙中的均匀分布和填充。这种方法适用于渗透性较差的岩土体。(3) 脉动灌浆是通过周期性地改变灌浆压力,使浆液在岩土体内部形成脉动效应,从而提高浆液的扩散能力和填充效果。这种方法适用于孔隙和裂隙发育不均、渗透性差异较大的岩土体。(4) 劈裂灌浆是利用高压浆液在岩土体内部产生劈裂作用,形成新的浆脉和结石体,以提高岩土体的整体强度。这种方法适用于地质条件复杂、需要大幅度提高地基承载力的工程。

2 水利工程中基础灌浆施工技术的应用

2.1 水利工程中基础灌浆施工技术的实际应用案例分析

2.1.1 某大型水库基础灌浆施工案例

在某大型水库的建设中,基础灌浆施工技术起到了至关重要的作用。水库坐落在复杂的山区地质条件下,面临着地基强度不足、渗透性大等问题。针对这些问题,施工单位采取了相应的灌浆策略。首先,在材料选择上,使用了高强度、低泌水率的水泥基类灌浆材料,以确保灌浆结石体的强度和耐久性。在施工前,对灌浆材料进行了严格的质量控制和试验检测,确保其满足设计要求。其次,在施工方法上,根据地质勘察结果和工程要求,选择了循环灌浆法。通过注浆管和回浆管的配合使用,实现了浆液的均匀分布和填充。同时,通过调整灌浆压力和浆液配比,有效控制了浆液的扩散范围和结石体的形成质量。在施工过程中,加强了对灌浆效果的监测和控制。通过布置观测孔和检测仪器,实时监测浆液的扩散情况和结石体的形成质量。一旦发现异常情况,立即采取相应措施进行调整和补救,确保灌浆施工的顺利进行。经过一系列的努力和严格的质量控制措施,该大型水库的基础灌浆施工取得了圆满成功。灌浆结石体与岩土体紧密结合,有效提高了地基的承载力和稳定性。同时,防渗效果也显著提升,为水库的长期安全运行提供了有力保障。

2.1.2 某水电站基础灌浆施工案例

在另一座水电站的建设中,基础灌浆施工技术同样发挥了重要作用。该水电站位于河流峡谷地带,地质条件复杂多变,存在着断层、节理等不利因素。为确保水电站基础的稳定性和安全性,施工单位采取了相应的灌浆处理措施。在材料选择上,施工单位充分考虑了水电站基础对耐久性和抗渗性的要求,选用了化学灌浆材料。这类材料具有较高的粘结力和抗渗性,能够形成一道有效的防水屏障。在施工方法上,考虑到水电站基础的特殊要求和复杂地质条件,施工单位采用了脉动灌浆法。通过周期性地改变灌浆压力,使浆液在岩土体内部形成脉动效应,从而提高了浆液的扩散能力和填充效果。同时,通过优化浆液配比和控制灌浆速度,实现了对浆液扩散范围的精确控制。在施工过程中,施工单位加强了对灌浆效果的实时监测和评估。通过观察孔和检测仪器的数据反馈,及时调整灌浆参数和施工策略。此外,还加强了对施工人员的培训和技术指导,确保灌浆施工的高效和质量。经过精心组织和严格管理,该水电站的基础灌浆施工取得了显著成效。灌浆结石体紧密、

完整,与岩土体形成良好的结合。同时,防渗效果显著提升,为水电站的长期稳定运行提供了坚实保障。

2.2 灌浆施工技术在不同地质条件下的应用策略

2.2.1 软弱土层和砂卵石层地基

在软弱土层和砂卵石层地基中,由于土层松散、强度低,容易导致基础不稳定、沉降变形等问题。针对这类地基,可采用水泥基类灌浆材料进行加固处理。具体策略如下:(1)选用适当的水泥类型和标号,根据地层情况选择合适的浆液配比,确保浆液具有良好的流动性和结石强度。(2)采用较低的灌浆压力,避免对软弱土层造成过大扰动,确保浆液能够均匀扩散并充分填充土层中的孔隙和裂隙。(3)适当提高灌浆次数和灌浆量,确保土层得到充分加固和补强。同时,对浆液扩散范围进行实时监测和控制,避免浆液流失或扩散不足^[2]。

2.2.2 岩石类地基

在岩石类地基中,由于岩石坚硬、节理发育等特点,容易导致基础应力集中、开裂等问题。针对这类地基,可采用化学灌浆材料进行防渗处理。具体策略如下:(1)选用具有高抗渗性、高粘结力的化学灌浆材料,如丙烯酸胺类浆液等。这类材料能够在岩石节理和裂隙中形成有效的防水屏障,提高地基的抗渗性能。(2)根据岩石节理和裂隙的发育情况,选择合适的灌浆方法和灌浆压力。对于节理密集、裂隙发育的地段,可采用高压灌浆法,使浆液能够充分渗透并填充裂隙;对于节理稀疏、裂隙不发育的地段,可采用低压灌浆法,避免对岩石造成过大损伤。(3)在灌浆过程中,应实时监测和控制浆液扩散范围和结石情况。对于浆液扩散不足或结石效果不佳的地段,应及时调整灌浆参数或采取其他补救措施。

2.3 灌浆施工技术在解决水利工程常见问题中的应用

(1)解决地基承载力不足问题。在水利工程中,地基承载力不足是一个常见的问题,可能导致建筑物沉降、变形甚至破坏。针对这一问题,灌浆施工技术可以通过对地基进行加固处理,提高其承载能力。具体方法包括在地基中注入高强度、低泌水率的水泥基类灌浆材料,形成结石体,增加地基的密实度和强度。同时,通过注浆管和回浆管的配合使用,实现对地基的均匀加固,防止建筑物出现不均匀沉降。(2)解决渗漏问题。水利工程中常常会遇到渗漏问题,这不仅会影响建筑物的正常使用,还可能对周围环境造成危害。灌浆施工技术是解决渗漏问题的有效手段之一。通过选用具有高抗渗性的灌浆材料,如化学灌浆材料,可以在岩土体内部形成一道化学屏障,有效防止水的渗透。同时,通过精

确控制灌浆压力和浆液配比, 可以实现对渗漏通道的精确封堵, 达到快速止漏的效果^[3]。(3) 提高地基稳定性。地基稳定性是水利工程安全运行的关键。灌浆施工技术可以通过对地基的加固和补强, 提高其稳定性。具体方法包括在地基中注入适量的灌浆材料, 填充孔隙和裂隙, 增加地基的整体性和密实性。同时, 通过优化灌浆参数和施工策略, 可以实现对地基应力场的调整和优化, 提高地基的承载能力和稳定性。(4) 应对复杂地质条件。水利工程常常会遇到复杂的地质条件, 如断层、节理、岩溶等。这些地质条件对基础灌浆施工提出了更高的要求。针对这些复杂地质条件, 需要采取相应的灌浆施工技术和策略。例如, 在断层和节理发育地区, 可以采用脉动灌浆法或劈裂灌浆法, 通过周期性地改变灌浆压力或产生劈裂作用, 使浆液能够充分扩散和填充到这些地质缺陷中, 形成坚固的结石体, 提高地基的整体性和稳定性。

3 基础灌浆施工技术的优化

3.1 灌浆材料性能优化

(1) 新型灌浆材料的研发与应用。传统的灌浆材料虽然在许多工程中表现出良好的性能, 但随着工程要求的不断提高, 传统的灌浆材料已难以满足一些特殊工程的需求。因此, 研发新型灌浆材料成为技术优化的重要方向。新型灌浆材料应具备更高的强度、更好的流动性、更低的泌水率以及更强的耐久性等特性。例如, 针对一些特殊地质条件, 可以研发具有特殊性能的灌浆材料, 如耐高温、耐强腐蚀、高抗渗等。(2) 灌浆材料性能改进与提升。除了研发新型灌浆材料外, 对现有灌浆材料的性能进行改进和提升也是优化的重要手段。这可以通过调整材料的配方、优化生产工艺、改进材料的颗粒级配等方式实现。通过对灌浆材料性能的持续改进, 可以进一步提高灌浆施工的效果, 提升工程的质量和安全性。

3.2 灌浆施工工艺优化

(1) 灌浆施工设备的更新与升级。灌浆施工设备的性能和精度直接影响到灌浆施工的质量和效果。因此, 不断更新和升级灌浆施工设备是优化灌浆施工工艺的重要手段。新型灌浆施工设备应具有更高的自动化程度、

更精确的灌浆参数控制以及更高效的施工能力。通过引进和应用先进的灌浆施工设备, 可以显著提高灌浆施工的效率和质量。(2) 灌浆施工技术的创新与发展。随着科技的发展和创新, 传统的灌浆施工技术已难以满足一些复杂工程的需求。因此, 创新和发展新型的灌浆施工技术成为优化灌浆施工工艺的关键。例如, 可以探索和应用一些新型的灌浆方法, 如脉动灌浆、高压喷射灌浆等。同时, 还可以结合现代信息技术, 如物联网、大数据等, 实现对灌浆施工过程的实时监控和智能控制, 进一步提高灌浆施工的精度和效率。

3.3 灌浆施工质量控制与监测

(1) 灌浆施工过程中的质量控制措施。质量控制是确保灌浆施工效果的关键环节。在灌浆施工过程中, 应建立严格的质量控制体系, 对灌浆材料、施工设备、施工工艺等进行全面监控。同时, 还应加强对施工人员的培训和技术指导, 确保他们熟悉和掌握正确的灌浆施工方法和技术要求。(2) 灌浆效果的监测与评估方法。灌浆效果的监测与评估是优化灌浆施工技术的重要手段。通过对灌浆效果的实时监控和评估, 可以及时发现施工过程中存在的问题和不足, 并采取相应的措施进行调整和补救。同时, 通过对灌浆效果的长期监测和评估, 还可以为类似工程提供有益的参考和借鉴。

结束语

随着水利工程建设的不断推进, 基础灌浆施工技术也在不断创新与优化。本文详细探讨了基础灌浆施工技术在水利工程中的应用及其优化方法, 希望能为实际工程提供有益参考。展望未来, 我们将继续深化对基础灌浆施工技术研究, 不断完善施工方法和质量控制措施, 以期在确保工程安全稳定的同时, 进一步提升水利工程的综合效益, 为推动水利事业的高质量发展贡献力量。

参考文献

- [1] 吴军. 水利工程防渗处理中的灌浆施工技术分析[J]. 工程技术研究. 2020(20):67-68.
- [2] 陈震. 基础灌浆施工技术在水利工程中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版). 2020(12):39-40.
- [3] 李洋华. 试析水利水电建筑工程中的基础灌浆施工技术[J]. 建材与装饰. 2020(10):22-24.