

水利工程大坝基础处理施工技术分析

许方 刘雨婷

泗洪县水利工程有限公司 江苏 宿迁 223900

摘要: 大坝基础处理关乎大坝稳定与耐久。其处理需遵循因地制宜、安全可靠、经济合理原则,常见技术有灌浆加固、防渗墙、置换与加固处理等。施工中面临地质条件复杂、质量控制难、安全风险高等问题,需采取针对性措施应对。提升施工质量需加强前期准备,做好设备选型与材料检验;强化过程管理,落实工序交接检验;同时做好后期监测与评估,分析数据,发现异常及时补救,积累工程经验。

关键词: 水利工程;大坝基础处理;施工技术;分析

引言:大坝作为水利工程的关键构筑物,其基础处理质量直接关乎工程整体稳定性、耐久性与安全性。大坝基础地质条件复杂,施工面临诸多挑战,涵盖地质难题、质量控制难点以及安全风险等。从灌浆加固、防渗墙到置换与加固处理等施工技术,每个环节都需精准把控。为确保大坝基础处理施工质量,需从前期准备、过程管理到后期监测评估等全方位发力,构建完善的质量保障体系。

1 大坝基础处理的重要性与基本原则

1.1 重要性

大坝基础处理在水利工程里意义非凡、作用关键,其质量与大坝的稳定性、耐久性紧密相连,是大坝安全运行的根本保障。科学合理的基础处理措施,犹如一把精准的手术刀,能消除基础内的不良地质因素,提高地基承载力、降低渗透性、增强抗滑稳定性,从根源上杜绝坝体开裂、严重渗漏、过大沉降等病害的产生。同时,优质的基础处理为坝体结构提供了均匀可靠的支撑,有效分散应力,减少应力集中,为延长大坝使用寿命奠定坚实基础。在水利工程建设不断推进的当下,我们更应深刻认识到大坝基础处理的重要性。在实践中,严格把控基础处理质量,依据实际情况制定科学方案,运用先进技术与工艺,确保每一个环节都精准无误,以此打造出高质量的大坝基础,为水利工程的长期稳定运行保驾护航。

1.2 基本原则

(1) 因地制宜原则:根据大坝基础的地质条件(如岩石类型、土层性质、水文情况等)选择合适的处理技术。例如,对于岩基中的裂隙发育区,宜采用灌浆技术;对于软土地基,可采用置换或排水固结技术。(2) 安全可靠原则:基础处理方案需满足大坝的承载、防渗、抗滑等安全要求,确保处理后的基础能承受坝体及

水荷载的长期作用,不发生危及工程安全的变形或破坏。(3) 经济合理原则:在保证处理效果的前提下,优化施工方案,降低工程成本。结合施工工期、材料供应等因素,选择性价比高的技术方法,避免过度处理或不必要的浪费^[1]。

2 常见大坝基础处理施工技术

2.1 灌浆加固技术

(1) 水泥灌浆:水泥灌浆作为水利工程里基础处理的重要技术手段,其原理是借助钻孔设备,把调配好的水泥浆液精准注入基础岩体或土体的裂隙、孔隙之中。待浆液凝固,会形成结石体,有效填充缝隙,使周围介质紧密胶结,进而提升基础的整体性与强度。依据灌浆目的,水泥灌浆可分为帷幕灌浆和固结灌浆。帷幕灌浆主要用于防渗,一般布置在坝轴线附近,能构建连续的防渗帷幕,阻挡地下水渗透。固结灌浆侧重于加固,在坝基范围内全面或分区开展,可增强岩体完整性,提高承载能力。施工时,要严格把控灌浆压力、浆液浓度、灌浆顺序等参数,保证浆液充分扩散与填充。(2) 化学灌浆:化学灌浆是水利工程中针对特殊地质状况的一种高效加固与防渗技术。它采用具备良好流动性与胶凝性的化学浆液,像环氧树脂、丙烯酰胺等。此类浆液尤其适用于处理细微裂隙、孔隙,或是水泥灌浆效果不理想的地质条件。化学浆液凭借其出色的渗透性,能够深入更细微的缝隙内部。待其固化后,不仅强度极高,而且防渗性能优异。不过,该技术成本相对较高,且施工过程中必须高度重视环保要求。施工人员需精准把控浆液配比、注入速度等关键参数,防止浆液流失,避免对周边环境造成污染,确保施工安全与环保达标。

2.2 防渗墙技术

(1) 混凝土防渗墙:混凝土防渗墙是水利工程中极为重要的防渗手段。它依据设计轴线,在坝基中精心施

工成槽,随后在槽内浇筑混凝土,最终形成一道连续且完整的地下墙体,有效阻挡水流渗透。此技术尤其适用于砂卵石层、壤土等松散地层。墙体厚度一般处于0.6-1.2m之间,深度则需根据实际的防渗需求精确定。其施工流程较为复杂,涵盖造孔、清孔、钢筋笼吊装以及混凝土浇筑等多个关键环节。在施工过程中,必须严格把控质量,确保墙体接缝紧密无缝,防止形成渗漏通道;同时,要保证混凝土的强度完全达标,以承受水压力等作用。只有如此,才能切实发挥混凝土防渗墙的防渗功效,保障大坝等水利工程的稳定运行。(2)高压喷射注浆防渗墙:高压喷射注浆防渗墙是利用高压泵,将水泥浆液以高压喷射流的形式从喷嘴高速喷出,强力冲击、切割地基土,并使其与浆液充分混合。待凝固后,便形成一个固结体,多个固结体相互搭接,进而构成防渗墙。该技术适用于淤泥、砂土、黏性土等多种地层,具有施工速度快、适应性强等显著优势。在施工过程中,需精准控制喷射压力、提升速度、旋转速度等关键参数,以此确保墙体的连续性和防渗效果,为水利工程构筑起坚固的防渗屏障^[2]。

2.3 置换与加固处理技术

(1)开挖置换:在大坝基础处理中,当遭遇软弱夹层、断层破碎带等不良地质体时,开挖置换是行之有效的处理方式。先通过精准的地质勘探确定不良地质体的分布范围与深度,随后采用专业设备将其彻底清除。之后,回填强度高、渗透性小的优质材料,如性能稳定的混凝土、级配良好的砂石料等。置换后的基础能够更有效地传递坝体荷载,显著减少不均匀沉降现象。回填过程中,需严格按照分层压实的要求操作,通过合理的压实工艺和设备,确保回填材料达到规定的密实度,从而保证基础的稳定性和可靠性。(2)振冲碎石桩:振冲碎石桩技术借助振冲器在地基中振动成孔,填入碎石等骨料并振动密实形成碎石桩。这些碎石桩与周围土体共同构成复合地基,大幅提升地基承载力、有效减少沉降。该技术适用于砂土、粉土、黏性土地基。施工时,要精确控制振冲器的功率、加密电流、填料量等关键参数,保证桩体质量均匀、密实,进而确保复合地基具备良好的整体性,为大坝提供坚实支撑。(3)排水固结:对于软土地基,排水固结技术是改善其性能的关键手段。通过设置塑料排水板、砂井等排水通道,结合堆载预压或真空预压,排出地基中的孔隙水,加速土体固结,提高地基强度。此技术需依据软土厚度、排水距离等因素科学设计排水系统,合理控制预压荷载和固结时间,防止地基失稳,保障大坝基础安全。

3 大坝基础处理施工中的常见问题及应对措施

3.1 地质条件复杂带来的施工难题

(1)问题表现:大坝基础常遇到断层破碎带、溶洞、涌水等复杂地质情况,导致钻孔困难、浆液流失、墙体浇筑受阻等问题,影响施工进度和质量。例如,在岩溶发育区进行灌浆时,浆液易沿溶洞大量流失,难以形成有效的防渗或加固体。(2)应对措施:有效应对施工过程中的各类复杂地质问题,需采取一系列科学合理的应对措施。施工前,应开展全面且详细的地质勘察工作,综合运用钻探、物探等多种先进手段,精准查明基础地质构造以及水文条件等关键信息。基于勘察结果,制定出具有高度针对性的处理方案。当遇到溶洞或大裂隙这类特殊地质情况时,可先将骨料填入其中,或者采用速凝浆液进行封堵处理,待封堵效果达到要求后,再开展常规灌浆作业,以此保证灌浆质量。而对于涌水地层,为确保施工能够顺利推进,可采用分段灌浆、间歇灌浆的方式,控制灌浆节奏与范围;也可使用止水材料,如膨胀水泥等,有效控制水流,防止因涌水影响灌浆效果,为整个工程的稳定性和安全性奠定坚实基础^[3]。

3.2 施工质量控制难点

(1)问题表现:基础处理施工多在地下或水下进行,质量难以直观监测,易出现灌浆不饱满、防渗墙接缝渗漏、置换材料密实度不足等质量缺陷,留下安全隐患。例如,混凝土防渗墙浇筑时若出现断桩、蜂窝等问题,会降低墙体的防渗性能。(2)应对措施:切实保障水利工程施工质量,必须建立一套严谨且完善的全过程质量控制体系,并着重加强施工过程中的实时监测与严格检验;在灌浆施工环节,运用先进的自动记录仪,对灌浆压力、流量、浆液浓度等关键参数进行不间断监测,确保各项参数始终处于合理范围。同时,通过压水试验这一科学方法,精准检验灌浆效果,为后续施工提供可靠依据;对于防渗墙施工,需严格控制成槽精度,保证成槽的垂直度与尺寸符合设计标准;高度重视清孔质量,避免孔内残留杂质影响墙体质量。采用超声波等先进的无损检测手段,全面检查墙体完整性,及时发现并处理潜在问题;在置换处理过程中,做好回填材料的级配控制,保证材料颗粒级配合理;加强压实度检测,确保回填材料达到设计要求的压实程度,从而保障整个工程的质量与稳定性。

3.3 施工安全风险

(1)问题表现:基础处理施工工序复杂,包含钻孔、开挖、吊装等作业,潜藏诸多安全风险。开挖时若支护不力,深基坑、高边坡易发生坍塌;高处钻孔、吊

装作业,防护不到位或操作失误,人员坠落风险大;机械操作不规范或故障,会引发机械伤害。而在深基坑、高边坡及涌水地段施工,各类安全风险更是显著升高。

(2) 应对措施:为有效应对基础处理施工中的安全风险,需构建一套完善且严谨的安全管理体系。一方面,制定详尽的安全管理制度,明确各环节安全规范与操作流程,同时编制科学合理的应急预案,涵盖各类突发状况的应对策略与流程。对全体施工人员开展全面的安全培训和技术交底,提升其安全意识与操作技能。作业前,仔细检查设备的安全性能,确保设备运行稳定可靠。在施工现场合理设置安全防护设施,如坚固的护栏、醒目的警示标志等。在高风险的深基坑、高边坡等区域施工时,配备专业的监测设备,实时监测围岩或边坡的稳定性,一旦发现异常,立即采取有效的支护措施,全方位保障施工安全。

4 提升大坝基础处理施工质量的保障措施

4.1 加强施工前期准备

施工前期准备是基础处理工程顺利开展的关键前提。施工前,要组织专业技术人员对设计图纸和地质资料进行深度钻研,精准把握设计意图与现场地质状况。在此基础上,编制详尽且具有可操作性的施工组织设计和专项方案,清晰明确各环节技术要点与质量标准。同时,精心做好施工设备选型与调试,保证设备性能适配施工需求。并且,严格检验水泥、骨料、浆液材料等原材料,严禁不合格材料进场,从源头保障工程质量。

4.2 强化施工过程管理

强化施工过程管理是保障工程高质量推进的核心。需构建完善的现场管理体系,清晰界定各岗位的职责分工,形成高效协作、责任明晰的工作格局。严格落实工序交接检验制度,以严谨态度确保上一道工序合格后,才开启下一道工序,杜绝质量隐患传递。加强施工技术交底,让操作人员透彻掌握施工工艺与质量控制要点。

同时,运用BIM技术、远程监控系统等信息化手段,对施工过程可视化监管,及时察觉并解决问题^[4]。

4.3 做好后期监测与评估

大坝基础处理完工并非工程终点,后期监测与评估至关重要。需开展长期、系统的监测工作,涵盖沉降观测以掌握基础沉降变化,渗流量监测判断防渗效果,应力应变监测了解基础受力状态等,全方位评估基础处理效果的稳定性。通过对监测数据的深度分析,精准把握基础工作状态。一旦发现异常,迅速启动应急预案,采取有效补救措施。此外,认真整理施工技术资料,为后续类似工程积累宝贵经验,提供可靠参考。

结束语

大坝基础处理作为水利工程的关键环节,其重要性不言而喻,科学合理的基础处理是保障大坝安全稳定运行的基石。面对复杂地质条件、施工质量控制难点及安全风险等诸多挑战,需严格遵循因地制宜、安全可靠、经济合理等基本原则,灵活运用灌浆加固、防渗墙、置换与加固处理等施工技术。同时,通过加强施工前期准备、强化施工过程管理以及做好后期监测与评估等保障措施,全方位提升施工质量。唯有如此,才能有效应对各种难题,确保大坝基础处理工程达到预期效果,为水利工程的长期安全运行提供坚实支撑。

参考文献

- [1]张琳.水利大坝钻孔灌注桩承载力影响因素及施工工艺设计[J].水利科技与经济,2024,30(06):115-120.
- [2]商坡.帷幕灌浆施工技术在水库大坝基础防渗加固处理中的应用[J].科学技术创新,2022,(26):117-120.
- [3]杨阳.水利水电工程大坝混凝土质量控制要点及问题分析[J].居舍(电子版),2022,(07):178-180.
- [4]黄方伦.浅析水利工程施工中大坝基础处理关键技术[J].城市周刊,2023(10):126-128.