

灌浆技术在水利工程基础处理中的应用研究

石文霞

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要: 水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分,其稳定性和安全性直接关系到防洪、灌溉、发电及供水等多方面功能的发挥。在水利工程建设中,基础处理是确保工程质量和安全性的关键环节。灌浆技术作为一种先进的地基处理方法,在水利工程基础处理中发挥着重要作用。本文综述了灌浆技术在水利工程基础处理中的应用现状、技术原理、施工方法及质量控制措施,旨在为水利工程建设提供技术参考和指导。

关键词: 灌浆技术; 水利工程; 应用研究

引言

水利工程是利用工程手段控制和调配自然界的地表水和地下水而修建的工程。在水利工程建设中,基础处理是确保工程稳定性和安全性的关键环节。由于水利工程多建于地质条件复杂的地区,地基处理面临着诸多挑战。灌浆技术作为一种先进的地基处理方法,通过注入固化浆液填充裂缝和空隙,提高地基的强度和防渗性,为水利工程的稳定性和安全性提供了有力保障。

1 灌浆技术概述

1.1 定义与分类

灌浆技术,作为土木工程领域的一项重要技术,其核心在于利用气压、液压或电气化等现代技术手段,将经过精心配制、具有特定固化性能的浆液,精确地注入到地基土壤、岩石裂隙、结构体裂缝或预设的孔洞中。这一过程不仅有效地填充了地基中的空隙与裂缝,而且通过浆液的固化反应,显著地改善了地基的物理力学性质,如提高了地基的承载力、刚度、防渗性和整体稳定性,从而极大地增强了各类工程结构,尤其是水利工程的安全性和耐久性。根据灌浆技术的实际应用目的和效果,可以将其细分为以下几种主要类型:(1)帷幕灌浆。主要用于构建地下连续的防渗帷幕,有效隔绝地下水或其他流体的渗透,是水库大坝、堤防、地下隧道等工程防渗处理的关键技术,对于保障水利工程的长期稳定运行和减少渗漏损失具有重要意义。(2)固结灌浆。通过灌浆加固软弱地基或破碎岩层,提高其承载力和稳定性,减少地基沉降和不均匀沉降,广泛应用于各类土木工程中,特别是在处理复杂地质条件下的地基时显得尤为重要。(3)回填灌浆。用于填充混凝土浇筑后留下的空洞、缝隙或基坑开挖后的回填区域,确保结构的完整性和密实度,提高工程的整体质量和稳定性。(4)接触灌浆。在混凝土结构与地基土或其他材质界面之间注

入浆液,以增强界面间的粘结力和摩擦力,防止因界面脱离而导致的渗漏或结构破坏,提升结构的整体稳定性和耐久性。(6)接缝灌浆。专门用于处理混凝土结构中的接缝,如施工缝、沉降缝等,通过灌浆提高接缝的密封性和结构整体性,延长结构的使用寿命,减少因接缝问题引发的安全隐患^[1]。(7)补强灌浆。对已有结构进行加固处理,如桥梁、建筑基础、堤坝等,通过灌浆提升结构的承载能力和抗震性能,增强结构的耐久性和安全性^[1]。(8)裂缝灌浆。针对结构物表面或内部的裂缝进行灌浆修复,恢复结构的完整性和强度,防止裂缝进一步发展导致结构失效或渗漏,保障工程的安全运行和正常使用。

1.2 灌浆材料的选择

灌浆材料的选择是灌浆技术成功应用的关键环节,它直接决定了灌浆效果的好坏和工程质量的优劣。在选择灌浆材料时,需综合考虑工程的具体要求、地质条件、裂缝或空隙的性质、施工环境以及成本等多方面因素。常见的灌浆材料及其特点如下:(1)水泥灌浆。以水泥为主要成分,具有成本低、强度高、耐久性好、施工方便等优点,是水利工程基础处理中应用最为广泛的灌浆材料。水泥灌浆适用于各种地质条件下的地基加固和防渗处理,能够形成坚固的加固层,提高地基的承载力和防渗性能。(2)黏土灌浆。利用黏土的粘性和可塑性,适用于对防渗要求不高的地基处理或回填工程。黏土灌浆具有良好的和易性和可塑性,能够较好地适应地基的变形和沉降,形成连续的防渗层或回填层。(3)沥青灌浆。具有良好的防水性能和一定的弹性,适用于需要高度防渗和耐水侵蚀的工程。沥青灌浆能够形成致密的防渗层,有效阻止水分的渗透和侵蚀,提高工程的防渗性能和耐久性。(4)水玻璃类灌浆。以硅酸钠为主要成分,具有凝结速度快、早期强度高、防渗性好等优

点,适用于快速施工和紧急加固工程。水玻璃灌浆能够快速固化,形成坚固的加固层或防渗层,满足工程对强度和防渗性能的紧迫需求。(5)化学材料灌浆。如聚氨酯、环氧树脂等,具有固化速度快、强度高、防渗性能优异、可调整性强等特点,特别适用于复杂地质条件或紧急抢修工程。化学材料灌浆能够根据工程需求进行定制,满足特定的加固和防渗要求,提高工程的整体性能和安全性。(6)木质素类、丙烯酰胺类等灌浆材料。这些新型灌浆材料具有环保、可塑性强、适应性强、施工方便等优点,正逐渐在特定领域得到推广和应用。它们能够满足特定工程的需求,如环保工程、地下工程等,为灌浆技术的发展提供了新的方向和选择。

2 灌浆技术在水利工程基础处理中的应用

2.1 岩溶地形处理

岩溶地形,以其独特的岩石溶解特性和复杂的地质结构,给水利工程的基础处理带来了极大的挑战。这类地形的岩石往往具有可溶性,长期受地下水侵蚀,形成大小不一的空洞、裂隙和管道,严重削弱了地基的承载力和防渗性能。因此,在岩溶地区进行水利工程基础处理时,必须采取有效措施,既加固地基,又确保防渗效果。灌浆技术,凭借其精确的注浆控制和强大的固化能力,成为了岩溶地形处理的首选方案。通过高压注入预先配制好的固化浆液,浆液能够迅速渗透并填充岩溶空洞和裂隙,形成坚固的加固层,显著提高地基的强度和稳定性^[2]。同时,浆液的固化作用还能有效封闭地下水通道,提升地基的防渗性能。在具体应用中,对于浅层岩溶地区,由于岩溶发育较浅,通常采用挖掘填充物后回填灌浆的方法。即先挖除岩溶空洞内的填充物,然后用水泥、黏土等灌浆材料进行回填灌浆,确保空洞被完全填充并固化。而对于深层岩溶地区,由于岩溶发育深且复杂,需采用更为先进的技术手段,如高压旋喷灌浆或多次灌浆等。高压旋喷灌浆通过高压旋转喷头将浆液以高速喷射到岩溶空洞和裂隙中,实现深度注浆和均匀填充;多次灌浆则是在初次灌浆后,根据浆液固化情况和地基沉降情况,进行多次补充灌浆,以达到更好的加固和防渗效果。

2.2 软土地基处理

软土地基,主要由淤泥、壤土等细微颗粒组成,具有压缩性大、承载力低、透水性差等特点,是水利工程中常见的软弱地基类型。这类地基在荷载作用下易发生沉降和不均匀沉降,对水利工程的稳定性和安全性构成严重威胁。灌浆技术,通过注入固化浆液,能够有效改善软土地基的物理力学性质,提高其强度和承载力。在

软土地基处理中,常采用压密灌浆或劈裂灌浆等方法。压密灌浆是通过高压注入浆液,使浆液在土体中形成浆泡,并逐渐扩散、挤密周围土体,从而提高地基的密实度和承载力。劈裂灌浆则是利用浆液的压力作用,使土体产生劈裂裂缝,浆液沿裂缝渗透并固化,形成连续的加固带,增强地基的整体稳定性。为了确保软土地基处理的均匀性和稳定性,灌浆施工前应详细勘察地基情况,确定灌浆孔位、孔深和灌浆压力等参数。施工过程中应严格控制灌浆压力和注浆量,避免过量注浆导致地基隆起或浆液外溢。同时,还需加强施工监测和质量控制,确保灌浆效果满足设计要求。

2.3 防渗帷幕构建

防渗帷幕是水利工程中的重要组成部分,其作用是阻止地下水或外部水源渗透进入工程内部,确保工程的安全运行和减少渗漏损失。灌浆技术,凭借其强大的防渗能力,成为了构建防渗帷幕的主要手段之一。在防渗帷幕构建中,灌浆技术通过高压注入固化浆液,在地下形成连续的防渗层或帷幕,有效隔绝地下水或其他流体的渗透。根据工程实际情况和地质条件的不同,可选择不同的灌浆材料和施工方法^[3]。例如,在岩石地层中,可采用水泥灌浆或化学灌浆等材料,通过高压注浆形成坚固的防渗层;在土层中,则可采用黏土灌浆或水玻璃类灌浆等材料,利用浆液的渗透性和固化性形成连续的防渗帷幕。为了确保防渗帷幕的可靠性和耐久性,灌浆施工前应进行详细的地质勘察和水文分析,确定帷幕的位置、深度和厚度等参数。施工过程中应严格控制灌浆压力和注浆速度,确保浆液能够均匀渗透并固化形成连续的防渗层。同时,还需加强施工监测和后期维护管理,及时发现并处理可能出现的渗漏问题,确保防渗帷幕的长期稳定运行。

3 灌浆技术施工方法

灌浆技术作为水利工程基础处理的重要手段,其施工方法的科学性与严谨性直接关系到工程的加固效果和防渗性能。以下是对灌浆技术施工方法的详细阐述,包括成孔、安装浆管、搅拌浆液、实施灌浆、封堵孔口以及后续的质量检测与养护等关键步骤。

3.1 成孔

成孔是灌浆施工的第一步,也是确保灌浆效果的基础。根据工程要求和地质条件,选择合适的钻孔设备和钻头至关重要。对于坚硬岩石地层,可采用金刚石钻头或硬质合金钻头进行钻进;对于软土或砂土层,则可选择螺旋钻头或牙轮钻头等。钻进过程中,需严格控制钻孔的深度、直径和倾斜度,确保钻孔满足设计要求。同

时, 钻孔过程中产生的岩屑和土屑应及时清理, 避免影响后续灌浆效果。

3.2 安装浆管

浆管的安装是灌浆施工中的关键环节。浆管需准确放置在钻孔内, 并确保其位置稳定、不偏移。在安装浆管前, 应对浆管进行清洗和检查, 确保其内部无杂物、无破损。安装时, 需根据钻孔的深度和直径选择合适的浆管长度和直径, 并采用专用的夹具或固定装置将浆管固定在钻孔内。同时, 浆管与钻孔壁之间的空隙应使用密封材料进行填充, 以防止浆液在灌浆过程中沿钻孔壁流失。

3.3 搅拌浆液

浆液的搅拌是灌浆施工中的核心环节。根据工程要求和灌浆材料的不同, 需选择合适的搅拌比例和搅拌时间。在搅拌过程中, 应严格控制原材料的质量和用量, 确保浆液的性能满足设计要求。同时, 搅拌设备应具备良好的搅拌效果和均匀性, 避免出现浆液分层、结块等现象。搅拌完成后, 应对浆液进行质量检测, 确保其各项指标符合规定要求。

3.4 实施灌浆

实施灌浆是灌浆施工中的核心步骤。在灌浆前, 需对灌浆设备进行全面检查, 确保其性能良好、安全可靠。灌浆过程中, 需根据工程要求和地质条件选择合适的灌浆压力和灌浆量。灌浆压力应逐渐升高, 直至达到设计要求的压力值, 并保持稳定。灌浆量则需根据钻孔的深度、直径和裂缝的宽度等因素进行确定, 确保浆液能够充分填充裂缝和空隙。在灌浆过程中, 应密切关注浆液的压力变化、流量变化和孔口返浆情况, 及时调整灌浆参数, 确保灌浆效果。

3.5 封堵孔口

孔口的封堵是灌浆施工中的最后一步, 也是确保灌浆效果的重要环节。在灌浆完成后, 需及时对孔口进行封堵, 防止浆液流失和外界杂质进入。封堵材料应选择具有良好的密封性能和耐久性的材料, 如水泥、黏土、沥青等。封堵时, 需将封堵材料均匀地填充在孔口周围, 并压实、抹平, 确保孔口封堵严密、无渗漏。

3.6 质量检测与养护

灌浆施工完成后, 需进行质量检测与养护工作。质量检测包括灌浆效果的检测、浆液固化后的强度检测、防渗性能检测等。通过质量检测, 可以评估灌浆施工的效果和质量, 为后续工程的验收和使用提供依据。养护

工作则包括对灌浆区域的保护、对灌浆孔口的维护以及对灌浆材料的养护等。通过养护工作, 可以确保灌浆材料的性能得到充分发挥, 延长工程的使用寿命^[4]。

4 灌浆技术质量控制措施

灌浆技术的质量控制是确保水利工程建设质量和长期安全性的核心环节。为确保灌浆施工达到设计要求和工程标准, 必须采取一系列严格的质量控制措施。在施工过程中, 首要任务是确保灌浆材料的质量。这包括从正规渠道采购符合国家标准和设计要求的灌浆材料, 并在材料进场前进行严格的检验和试验。同时, 应建立完善材料储存和管理制度, 防止材料受潮、变质或混淆, 确保灌浆材料在使用时保持最佳性能。除了材料质量, 灌浆压力和灌浆量也是影响灌浆效果的关键因素。在施工前, 应根据地层条件、设计要求以及灌浆材料的特性, 合理确定灌浆压力和灌浆量。在施工过程中, 应严格控制灌浆泵的压力和流量, 确保灌浆压力和灌浆量符合设计要求, 并避免过大的压力导致地层破坏或浆液流失。为了实时监测和检测灌浆效果, 需采取多种手段。首先, 应在灌浆前后对地层进行渗透系数和渗透流量的测试, 以评估灌浆对地层渗透性的改善效果。其次, 应对灌浆孔进行压水试验, 检查孔内是否存在渗漏现象, 并验证灌浆效果是否满足设计要求。此外, 还可以采用声波检测、雷达探测等先进技术手段, 对灌浆效果进行更全面、更准确的评估。

结束语

灌浆技术在水利工程基础处理中发挥着重要作用。通过注入固化浆液填充裂缝和空隙, 提高地基的强度和防渗性, 为水利工程的稳定性和安全性提供了有力保障。在未来的水利工程建设中, 应继续加强灌浆技术的研究和应用, 提高灌浆技术的施工水平和质量控制能力, 为水利工程建设提供更加可靠的技术支持。

参考文献

- [1]郭倩.浅析农田水利与水利工程防渗处理中的灌浆施工技术[J].农家参谋,2022,(10):165-167.
- [2]马秦浩.灌浆施工技术水利工程防渗处理工作中的应用[J].四川建材,2022,48(01):119+137.
- [3]李波.水利工程防渗处理中的灌浆施工技术分析[J].智能城市,2021,7(10):145-146.
- [4]王络.特殊地层灌浆方法在水利水电工程灌浆施工中的应用[J].中国高科技,2022(04):76-77.