

洞室基础处理中灌浆加固技术的优化与创新

马 超 马 鹏

中国水利水电建设工程咨询西北有限公司 陕西 西安 710000

摘 要: 灌浆加固技术在洞室基础处理中发挥着举足轻重的作用,通过该技术,基础的承载能力大幅提升,有效抵御地下水渗透,增强了基础对自然灾害的防御力。科技的持续进步推动了灌浆加固技术的不断创新,从材料优化到工艺改进,都为洞室工程的安全稳定打下了坚实基础。这些技术进步不仅提升了工程质量,还确保了洞室在复杂地质环境下的稳固性,为人们的生命财产安全提供了有力保障。

关键词: 洞室基础处理; 灌浆加固技术; 优化; 创新

引言: 灌浆技术是水利工程地基处理的关键措施,对大坝坝体加固与防渗至关重要; 本文深入探讨了灌浆加固技术在洞室基础处理中的重要性、具体技术及创新。该技术能显著提升基础承载力、防渗透能力和抵御灾害的能力。并详述了水泥、浆液、聚合物及环氧等多种灌浆技术,并讨论了材料、工艺和设备的优化进步; 也探索了新型灌浆材料、技术结合、智能化监控和微创新灌浆等创新方向,这些对确保洞室基础的安全稳定具有重要意义。

1 洞室基础处理中灌浆加固技术的重要性

洞室基础处理中的灌浆加固技术,其重要性不言而喻。灌浆加固技术是提升洞室基础承载能力的关键,洞室基础经常面临地质条件复杂、岩层不稳定等问题,而通过灌浆加固,可以有效地填补岩层中的缝隙和空洞,使原本松散的岩体变得紧密而坚固,从而极大地提高了基础的承载能力,保证了洞室结构的稳固。该技术对于防止地下水渗透也至关重要。洞室常常位于地下水位以下,因此防止地下水渗透是确保洞室安全使用的关键环节,通过灌浆处理,可以封闭岩体缝隙,形成一道有效的隔水屏障,从而阻止地下水通过缝隙渗入洞室,保证了洞室内部的干燥和正常使用。灌浆加固技术还能提升洞室对自然灾害的抵御能力。在地震、山体滑坡等自然灾害面前,经过灌浆加固的洞室基础能够表现出更强的稳定性和抗冲击能力,有效地保护洞室免受自然灾害的破坏,为人们的生命财产安全提供了有力保障。

2 洞室基础处理中灌浆的加固技术

2.1 水泥灌浆技术

水泥灌浆技术是洞室基础加固中的经典方法,在这一技术中,首先需要将水泥与水按照特定的比例进行混合,形成易于流动的浆液,这种浆液不仅要有良好的流动性以便于注入到细小的裂缝中,还需要有足够的粘

结力,以便在凝固后能有效地加固基础。接下来,通过专用的压力泵,将这种水泥浆液注入到洞室基础的裂隙或空隙中,随着浆液的注入,原本存在于基础中的空隙和裂缝被逐渐填满。这一过程中,浆液中的水分会逐渐蒸发,而水泥颗粒则会逐渐固化,形成坚固的结石体,从而有效地增强了基础的承载能力和稳定性。水泥灌浆技术的优点在于其材料来源广泛、成本低廉且施工工艺相对简单;此外,由于水泥浆液具有较好的粘结性和强度,因此加固效果显著,被广泛应用于各种洞室基础加固工程中^[1]。

2.2 浆液灌浆技术

浆液灌浆技术,作为一种专业的地基加固技术,其核心在于使用特殊的浆液材料,这些浆液并非普通的水泥混合物,而是经过特殊配制的材料,它们拥有卓越的渗透性和粘结性。这种特性使得浆液能够轻松流入并填满地基中那些微小而难以触及的裂缝;在实际施工中,技术人员会仔细调整浆液的配比,确保其既有良好的流动性,又能在裂缝中形成强有力的粘结。流动性好意味着浆液可以更深入地渗透到地基的每一个角落,而强粘结性则保证了一旦浆液凝固,能够形成坚固的支撑结构。此外,浆液灌浆技术的施工过程也讲究精细控制,施工人员会根据地基的实际情况,调整灌浆的压力和速度,确保浆液能够均匀且有效地填充到每一个需要加固的部位。这种技术特别适用于那些裂隙系统复杂、细微且难以用传统方法处理的地基,如某些岩石地基或老化的混凝土结构。

2.3 聚合物灌浆技术

聚合物灌浆技术代表了现代地基加固技术的前沿方向,它采用的是高分子聚合物材料,这些材料在化学和物理性质上都与传统灌浆材料有着显著的区别。聚合物材料具有很高的弹性和粘结强度。这意味着,当它们被

注入到地基的裂缝中时,不仅能够完美填充裂缝,还能形成一个弹性网络,这个网络能够有效地分散和吸收由于地基变形或外力作用产生的应力。这一点对于防止裂缝进一步扩大至关重要。聚合物材料的柔韧性也非常出色。与传统材料相比,它们更能适应地基的微小变形,从而减少因地基移动而导致的结构损伤;此外,它们的耐久性也非常好,能够在各种恶劣环境下保持稳定,长期保护地基的安全。聚合物灌浆技术还具有出色的防水性能。由于聚合物材料本身具有极佳的耐久性和不透水性,因此这种技术非常适合用于处理地下水渗透问题,一旦聚合物浆液注入裂缝并固化,就能形成一个有效的防水屏障,从而保护地基免受水分的侵害。

2.4 环氧灌浆技术

环氧灌浆技术是一种专门针对细微裂缝和损伤部位进行精确加固的高级技术,它使用的核心材料是环氧树脂,这是一种高强度、高耐久性的合成树脂。环氧树脂的最大特点是在固化后能形成非常坚硬的物质,同时体积收缩率极低;这意味着,当环氧树脂被注入到地基的裂缝或损伤部位后,随着其逐渐固化,能够几乎完美地恢复原部位的强度和稳定性。除了高强度和耐久性外,环氧树脂还具有出色的耐化学腐蚀性能,它能够抵抗多种有害化学物质的侵蚀,这对于保护地基免受环境中有害物质的影响至关重要。特别是在一些工业环境或化学腐蚀较为严重的地区,环氧灌浆技术的这一优势尤为突出,在实际施工中,环氧灌浆技术的操作也非常精确和细致;技术人员会先对裂缝或损伤部位进行详细的检测和评估,然后根据实际情况精确调配环氧树脂的配比和施工参数^[1]。

3 洞室基础处理中灌浆加固技术的优化

3.1 浆液材料的优化

在传统的灌浆工程中,水泥是主要的灌浆材料,但随着科技进步和工程需求的提升,人们开始寻求更加高效、环保的灌浆材料,传统的水泥浆虽然具有一定的粘结性和强度,但在某些特定场合,其性能可能并不理想;例如,在细小裂缝或难以触及的区域,传统水泥浆可能难以有效渗透。为此,研究者们开始探索新型的高性能灌浆材料。超细水泥和特种水泥就是其中的代表,超细水泥由于其粒度更细,具有更好的渗透性,能够轻松进入到微小的裂缝和空隙中,而特种水泥,如快硬水泥、耐硫酸盐水泥等,则针对特定的工程环境和需求进行了优化,提供了更强的耐久性和抗化学侵蚀能力。除了水泥基类材料的改进,添加外加剂也成为优化浆液性能的重要手段,减水剂可以降低浆液的水灰比,提高其

流动性和渗透性;增稠剂则可以在需要时增加浆液的粘稠度,防止其过早流失,更环保的材料和添加剂也降低了灌浆工程对环境的影响,实现了经济效益和环境效益的双重提升。

3.2 灌浆工艺的优化

灌浆工艺的优化是灌浆加固技术进步的另一个重要方面,传统的灌浆方法,如一次性全面灌浆,虽然操作简单,但在处理大面积或复杂地质条件时,往往会出现浆液分布不均、固化时间不一致等问题。为了解决这些问题,研究者们提出了分段灌浆法,这种方法将整个灌浆区域划分为若干个小段,然后逐段进行灌浆;这样做的好处是可以确保每一段的浆液都能均匀分布,并且有足够的时间进行固化。此外,分段灌浆还可以有效防止浆液在大范围内流动造成的浪费和污染,双液灌浆法是另一种创新的灌浆工艺,它同时使用两种或多种不同的浆液进行灌浆。这些浆液在混合后会发生化学反应,迅速固化,从而提高灌浆的效率和强度。这种方法特别适用于需要快速固化的场合,灌浆参数的精确控制也是工艺优化的关键;通过实时监测和调整灌浆压力、流量和时间等参数,可以确保浆液能够准确、高效地渗透到目标区域。

3.3 施工设备的改进

随着科技的进步,灌浆施工设备也在不断升级换代,新型的灌浆设备在自动化和智能化方面取得了显著的进步。这些设备通常配备了先进的控制系统,能够实现灌浆压力的自动控制,这意味着施工人员不再需要手动调节压力阀,从而大大减轻了工作强度并提高了施工精度。新型设备的浆液流量调节也更加精确。通过电子流量计和自动调节阀的组合使用,可以确保浆液按照预设的流量进行灌注,这不仅避免了浆液的浪费,还保证了灌浆过程的均匀性和稳定性。新型灌浆设备还配备了各种传感器和数据采集系统,能够实时监测施工过程中的各种参数如压力、流量、温度等,这些数据不仅可以帮助施工人员及时了解施工状态并进行调整,还可以为后续的工程分析和优化提供宝贵的数据支持。^[1]新型灌浆设备在环保方面也做出了不小的努力,许多设备都配备了除尘器和噪音降低装置等环保设施,以降低施工过程中的环境污染和对周边居民的影响。

4 洞室基础处理中灌浆加固技术的创新

4.1 新型灌浆材料的研发

传统的灌浆材料,如水泥浆,在洞室基础处理中虽然有一定的加固效果,但存在明显的短板,其凝固时间较长,这意味着施工周期会被拉长,影响工程进度。其

强度发展速度也相对较慢,不能满足某些对时间要求较高的工程项目,为了克服这些不足,科研人员投入了大量的时间和精力进行新型灌浆材料的研发,新型灌浆材料的研发主要聚焦于提高材料的物理性能和环保性能。一是,通过添加特殊的化学添加剂或使用新型的复合材料,新型灌浆材料的凝固时间大大缩短,从而加快了施工进度。二是,新型材料的强度也得到了显著提升,使得加固效果更为显著,除了物理性能的提升,新型灌浆材料还非常注重环保性;通过采用低碱、低毒、低污染的原材料,减少了对环境和人体的危害。

4.2 灌浆技术与其他地基处理技术的结合

灌浆技术与其他地基处理技术的结合,是地基加固领域的一个重要发展方向,灌浆技术以其独特的加固效果,在地基处理中占据了一席之地。然而,面对复杂多变的地质条件,单一使用灌浆技术往往难以满足所有的加固需求;例如,在桩基施工中,灌浆技术与桩基技术的结合使用,可以显著提高桩基的承载能力。通过桩基施工将桩体打入地基中,形成稳定的支撑结构。利用灌浆技术对桩周进行加固,填充桩周土体的空隙,增强桩土之间的摩擦力,从而提高桩基的整体稳定性,这种结合方式不仅可以防止桩周土体的松动和沉降,还能有效提升桩基的承载能力。灌浆技术还可以与地下连续墙技术相结合,用于提升地基的整体性和稳定性,地下连续墙是一种在地下形成的连续墙体,具有较高的抗侧移能力和整体性^[4]。

4.3 智能化灌浆监控系统的开发

随着智能化技术的不断发展,地基处理领域也迎来了革命性的变化,智能化灌浆监控系统的出现,为灌浆施工过程提供了更为精准、高效的监控手段,智能化灌浆监控系统通过实时监测灌浆过程中的各项参数,如灌浆压力、流量、温度等,确保灌浆施工过程的稳定性和可控性。系统利用传感器和数据分析技术,对灌浆的配比和速度进行自动调整,以达到最佳的加固效果;此外,智能化灌浆监控系统还具备预警和报警功能。当灌浆过程中出现异常情况时,系统能够及时发现并发出预警或报警信号,提醒施工人员进行处理,智能化灌浆监控系统的引入不仅提高了灌浆施工的精准度和效率,还

为施工人员提供了更为便捷、安全的施工环境。通过系统的实时监控和反馈机制,施工人员可以更加准确地掌握灌浆施工的情况,及时调整施工方案和策略,确保施工质量和安全。

4.4 微创灌浆技术的探索

微创灌浆技术是一种新型的、精细化的灌浆方法,其核心在于尽可能减小对地基的扰动,同时实现有效的加固效果,这种技术适用于对地基扰动敏感的区域或需要高精度加固的场合,如古建筑、精密仪器设备的安装基础等。微创灌浆技术主要采用小直径钻孔和高压注浆的方式来进行施工,小直径钻孔可以最小化对地基的破坏,减少对周围土体的扰动;而高压注浆则可以将灌浆材料更深入地注入地基中,填充地基中的微小空隙和裂缝,达到更好的加固效果。这种精细化的施工方法不仅可以提高地基的承载能力和稳定性,还能有效延长地基的使用寿命;通过对地基的详细勘察和分析确定合适的钻孔直径、注浆压力和材料配比等参数以确保施工效果和安全性,同时还需要对施工过程进行严格的监控和控制以及及时发现和解决问题确保施工质量和进度符合要求。

结语

综上所述,灌浆加固技术在洞室基础处理中至关重要,是确保洞室稳固安全的关键;通过技术优化和创新,可有效提升基础承载能力,防止地下水渗透,提高对自然灾害的防御力。科技进步推动了灌浆技术的发展,使其在未来有望发挥更大作用,为洞室工程的安全稳定提供更强保障。这种技术不仅关乎工程质量,更关乎人们的生命财产安全,因此,不断研发和改进灌浆加固技术至关重要。

参考文献

- [1] 罗林,蒋聪.水电站大坝基础帷幕灌浆施工分析[J].价值工程,2020,39(23):105-106.
- [2] 刘大洲.水库除险加固帷幕灌浆防渗技术应用研究[J].黑龙江水利科技,2019,47(11):189-191.
- [3] 陈君清,赵灵琳,邓江平.大坝基础帷幕灌浆施工技术探讨[J].低碳世界,2019,9(2):82-83.
- [4] 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.