

预应力锚固技术提升水利工程结构稳定性研究

胡瑾良

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要: 水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,其结构稳定性直接关系到工程的安全和效益。本文探讨了预应力锚固技术在提升水利工程结构稳定性方面的应用。介绍了预应力锚固技术的定义,分析了水利工程结构稳定性的分类。阐述了施工前准备、造孔技术、锚索、锚杆施工工艺、注浆工艺以及张拉锁定与封锚等预应力锚固技术的施工要点。提出了加强设计优化、技术创新应用及后期维护等策略,旨在进一步提升预应力锚固技术在水利工程中的应用效果。

关键词: 预应力锚固技术;水利工程结构稳定性;策略

引言: 预应力锚固技术作为一种有效的加固手段,在提高水利工程结构承载力和耐久性方面具有显著优势。本文旨在通过系统研究预应力锚固技术的定义、原理、施工要点及其在水利工程中的应用策略,为水利工程结构稳定性的提升提供理论支持和实践指导。

1 预应力锚固技术定义

预应力锚固技术,是一种先进的岩土体与支挡结构加固方法,其核心目标在于大幅提升结构的稳定性。该技术依托一套精心规划的施工流程,有效地控制了岩土体或支挡结构潜在的滑动风险。预应力锚固技术的实施起始于在潜在或已发生的滑动面上进行精确的钻孔作业。随后,特制的钢筋或钢索被巧妙地引入孔内,其一端深入孔底并牢固地锚定在稳定的岩土体中。紧接着,通过张拉操作,钢筋或钢索被赋予一定的预应力,即产生回弹力^[1]。在此过程中,钢筋或钢索的另一端则被稳固地连接在岩土体表面或支挡结构上。预应力锚固技术主要由三大核心组件构成:锚头、锚束体以及锚固段。其中,锚头作为张拉与锁定的核心部件,由外锚头、混凝土基座及垫板等关键元素组成;锚束体则扮演着连接内外锚头并承受张拉力的关键角色,通常由高强度的钢筋或钢丝束精心编织而成;而锚固段则深深嵌入锚孔底部,为整个系统提供坚实可靠的锚固力。在实际应用中,必须严格按照设计要求,精确调控锚固的方向、大小及深度,以确保施工效果达到最优状态。

2 水利工程结构稳定性分类

2.1 静力稳定性

静力稳定性主要关注水利工程结构在静荷载作用下的稳定性。静荷载包括结构自重、水压力、土压力等长期作用的荷载。在设计水利工程时,需确保结构在静荷载作用下不会产生过大的变形或破坏,以保证其长期稳

定运行。静力稳定性分析通常涉及结构力学和材料力学的知识,通过计算和分析结构的内力、变形等参数来评估其稳定性。

2.2 动力稳定性

动力稳定性则关注水利工程结构在动力荷载作用下的稳定性。动力荷载包括地震、风浪、水流冲击等瞬时或周期性作用的荷载。在动力荷载作用下,结构可能会产生振动、冲击等响应,这些响应可能对结构的稳定性造成威胁。在水利工程设计中,需考虑动力荷载对结构稳定性的影响,并采取相应的抗震、抗风等措施。

2.3 耐久性稳定性

耐久性稳定性关注水利工程结构在长期运行过程中的稳定性变化。由于水利工程结构长期处于水环境、气候环境等复杂环境中,可能会受到腐蚀、磨损、疲劳等因素的影响,导致结构性能逐渐下降^[2]。因此,在水利工程设计中,需考虑结构的耐久性要求,采取相应的防腐、耐磨、抗疲劳等措施,确保结构在长期运行过程中的稳定性。

3 预应力锚固技术施工要点

3.1 施工前准备

预应力锚固施工前的准备工作直接关系到后续施工的顺利进行和工程质量。首先施工所需设备必须成套且经过严格校准,以确保其准确性和可靠性。校准工作应依据相关规定执行,任何不符合标准的设备都不得使用。其次施工平台需满足安全可靠、便于施工的要求。在钻探前,测量人员需根据设计图纸,精确分析并标记出锚索孔的位置,确保每个孔位都准确无误。根据设计要求、强度要求以及实际井深等规定,做好冲裁工作。钢丝切割完成后,需结合设计图纸的实际需要,进行生产和绑扎工作。在此过程中,应详细记录钢丝的根数,

并固定止浆环装置,同时做好浆料管的标记工作,以便后续施工。此外拉力断口在隔离架设置时,保持1米至2米的距离,以确保其受力均匀。在锚固段的位置上,设置隔离板,并按设计图纸的实际要求安装止动环。这些细节工作看似微不足道,实则直接关系到锚索的承载能力和稳定性,因此必须认真对待,确保每个步骤都符合设计要求。通过充分的施工前准备,可以为预应力锚固施工的顺利进行奠定坚实基础。

3.2 造孔技术

为确保施工质量和效率,选择钻孔设备时需综合考虑锚固地层特性、孔径需求、钻孔深度及现场条件。在易于发生塌缩或卡钻、埋钻的地层,我们采用跟管钻进技术,以确保钻孔作业的顺利进行,避免对地层造成破坏。钻机安装时,严格控制其位置和高程误差,确保钻孔的倾角和方位误差均符合规定。钻进过程中采用无水干孔方式,防止钻孔作业对坡体地质条件造成不良影响。详细记录地质变化、钻进状态(包括钻压、钻速)及地下水情况,为后续施工提供参考。当钻孔达到设计深度后,会进行稳钻操作,持续时间通常为1至2分钟,以确保钻孔的稳定性和完整性,为后续的预应力锚固施工奠定坚实基础。完成稳钻后,利用高压空气或清水对钻孔进行彻底清理,确保孔内无残留物,为锚索或锚杆的顺利安装提供条件。随后采用专业测量工具对钻孔的孔径、孔深以及倾斜度进行精确测量,确保所有参数均满足设计要求。一旦发现偏差,立即采取措施进行调整,确保钻孔质量达标,为后续的锚固材料安装和注浆作业提供有力保障。

3.3 锚索与锚杆施工工艺

3.3.1 锚索施工工艺

锚索施工工艺具体如下:(1)锚索制作、运输与安装。锚索的制作要严格按照设计要求进行,包括钢丝的冲裁、设计图纸的遵循、钢绞线的生产与绑扎等。制作过程中,记录钢绞线的根数,固定止浆环装置,并标记浆料管。为保证锚索在安装过程中的完整性,隔离架的设置至关重要,其位置需根据设计图纸确定,拉力断口与隔离架之间应保持1至2m的距离。同时对裸露的钢绞线采取保护措施,避免损伤、扭转和弯曲。(2)内锚段注浆施工。内锚段的注浆是确保锚索稳定的关键步骤。施工前彻底清除孔内渗水,检查密封装置和管道的通畅性。注浆浆料的配比应通过试验确定,注浆量需精确计算^[3]。注浆过程中,采用高速搅拌机搅拌浆料,缓慢注入注浆管道,直至浆液从排烟管道均匀排出且无气泡时,注浆施工方可结束。注浆完成后12小时,还要进行注浆

回管充填,以确保注浆效果的持久性。(3)锚墩浇筑。锚墩作为锚索系统的支撑结构,其混凝土施工一般采用现浇方式。现浇锚墩需有稳固的支撑,防止变形影响锚固效果。混凝土搅拌应按设计比例进行,采用插电式振动器振动压实。锚墩也可根据预制构件的要求进行预制,以提高施工效率和质量。

3.3.2 预应力锚杆施工工艺

预应力锚杆施工工艺如下:(1)锚钻施工。预应力锚杆的施工首先涉及钻孔作业,主要采用多臂钻机进行。钻孔应垂直于等高面,孔位偏差应控制在100mm以内。钻孔深度需根据设计图纸精确确定,孔深偏差应小于50mm。(2)水泥药盘管安装。水泥药盘管的安装是锚杆锚固剂放置的关键步骤。在安装前将慢速凝剂和快速凝剂分别浸泡在水中,直至无气泡产生。随后将锚固剂放入锚固喷枪腔内,按先快凝后慢凝的顺序,通过扣动扳机将水泥筒锚固剂注入螺栓孔内。安装过程中,应避免与水泥弹碰撞,确保锚固剂的均匀分布。(3)螺栓安装。螺栓的安装是锚杆施工的最后一步。螺栓本体通过多臂钻插入孔内,安装过程中需确保泥浆不流出。当螺栓杆体与水泥盘管接触时,应缓慢转动杆体并搅拌水泥盘管,搅拌时间约为45至60秒,以确保锚固剂与孔壁充分接触并固化。

3.4 注浆工艺

在预应力锚固工程的实施过程中,注浆工艺确保锚固体与周围地层能够紧密结合,从而形成一个稳定且有效的锚固系统。以下是注浆时机、材料选择及注浆操作的具体解析:(1)注浆时机与材料选择。锚孔造孔作业一旦完成,必须立即着手安装锚固体并进行注浆作业。原则上,注浆工作应在二十四小时内完成,以避免地层条件发生不利变化,从而影响锚固效果。注浆材料的选择是一个综合性的决策过程,需要综合考虑注浆方式、注浆压力以及实际锚固地层的地质特性。普通硅酸盐水泥因其卓越的粘结性和强度特性,通常被视为注浆材料的首选。但高铝水泥由于其特殊的化学性质,可能并不适合用于此类注浆工程。在细集料的选择上,选用粒径小于2毫米的中砂,并确保其含泥量不超过3%,以保证注浆体的均匀性和强度。(2)注浆操作要点。注浆时,浆液必须搅拌均匀,随搅随用,以避免浆液分层或沉淀,从而影响注浆效果。注浆方式方面通常采用孔底翻浆法,即将注浆管插入孔底,自下而上进行注浆。注浆过程应持续进行,直至锚孔孔口溢出浆液或排气管停止排气时,方可停止注浆。注浆过程中详细记录注浆压力、注浆量等关键参数,以便后续施工参考和质量控制。

3.5 张拉锁定与封锚

在预应力锚固技术的施工过程中,张拉锁定与封锚是两个至关重要的环节,它们直接关系到锚固系统的稳定性和持久性。(1)张拉锁定要点:张拉锁定是预应力锚固技术中的关键步骤,它决定了锚固系统能否达到预期的预应力状态。在施工时首先确保张拉设备经过精确校准,以保证张拉力的准确性。张拉过程中严格按照设计图纸要求的张拉顺序和张拉力进行,避免产生过大的应力集中或预应力损失。张拉时应密切监控锚索或锚杆的伸长量,以及时调整张拉力,确保锚固系统达到最佳的工作状态。(2)封锚要点:封锚是预应力锚固技术施工的最后一步,也是确保锚固系统长期稳定的关键。封锚前彻底清理锚孔及周围的杂物,确保注浆材料能够充分填充锚孔。注浆材料的选择和配比需根据工程实际情况和设计要求来确定,以确保注浆体的强度和耐久性。注浆过程中,严格控制注浆压力和注浆速度,避免注浆体产生空洞或裂缝。注浆完成后,还需对注浆体进行养护,以确保其达到设计要求的强度。

4 在水利工程中预应力锚固技术提升结构稳定性的策略

4.1 加强设计优化

在设计阶段,预应力锚固技术的运用需充分考虑工程的地质条件、结构特点以及受力需求。需对锚固点的位置进行科学规划,确保锚固系统能够均匀分布荷载,避免局部应力过大导致的结构破坏。根据工程实际,合理选择锚固方式,如全长粘结型、压力分散型等,以满足不同部位的受力需求。在锚固材料的选择上,优先选用高强度、耐腐蚀的材料,如高强度钢绞线、优质锚具等,以确保锚固系统的可靠性和耐久性。此外还要对锚固系统的参数进行精确计算,包括锚固长度、注浆压力、张拉控制应力等,以确保锚固效果达到最佳。

4.2 加强预应力锚固技术的创新应用

预应力锚固技术在水利工程中的应用已取得了显著成效,但为了更好地适应现代水利工程的发展需求,还需不断加强其创新应用。一是加大对预应力锚固技术新材料、新工艺的研发力度。通过研发高强度、耐腐蚀、耐磨损的新型锚固材料和优化注浆工艺,可以进一步提

高锚固系统的承载能力和耐久性,降低维护成本^[4]。二是积极探索预应力锚固技术与现代信息技术的融合应用。利用物联网、大数据等现代信息技术对锚固系统的受力状态进行实时监测和分析,可以及时发现异常情况并采取应对措施,提高水利工程的运行安全性和可靠性。三是加强预应力锚固技术在复杂地质条件下的应用研究。针对水利工程中常见的软土地基、岩溶发育等特殊地质条件,研发更为有效的锚固技术和方案,以确保水利工程的整体稳定性和安全性。

4.3 加强后期维护

在水利工程运营过程中,预应力锚固系统可能因长期受力、环境变化等因素而出现损伤或老化。需定期对锚固系统进行检查和维护,及时发现并修复潜在的安全隐患。检查内容包括锚固点的外观状况、注浆体的密实度、锚固体与周围地层的结合情况等。对于发现的损伤或老化问题,及时采取修复措施,如注浆加固、更换锚具等,以确保锚固系统的稳定性和安全性。还加强对锚固系统的监测和预警,利用现代技术手段对锚固系统的受力状态进行实时监测,及时发现异常情况并采取应对措施,确保水利工程的整体稳定性和安全性。

结束语:本文通过对预应力锚固技术在水利工程结构稳定性提升方面的深入研究,揭示了其在提高结构承载力和耐久性方面的重要作用。通过加强设计优化、技术创新应用及后期维护等策略,预应力锚固技术将更好地服务于水利工程的安全稳定运行。随着技术的不断进步和应用领域的拓展,预应力锚固技术必将在水利工程建设中发挥更加重要的作用。

参考文献

- [1]左伟林.预应力锚固技术在水利工程施工中的运用[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2022(8):3871-3872.
- [2]段礼坤,胡建军,姜烈之,等.水利工程施工创新技术应用[J].中国高校科技,2019(10):103-105.
- [3]刘尚武.影响水利工程边坡稳定的因素及处理方法[J].内蒙古水利,2021(10):49-51.
- [4]王泰恒.预应力锚固技术的新进展[C]//第八次水利水电地基与基础工程学术会议论文集,2019:545-549.