

高危边坡防护预应力锚索施工问题探讨

高 旭 滕久辉

贵州中建建筑科研设计院有限公司 贵州 贵阳 550000

摘 要：高危边坡防护中，预应力锚索技术备受关注。施工常遇地质条件复杂、锚索材料选择、技术与设备应用等难题。本文深入探讨了以上问题，并提出解决方案。地质条件分析是基础，需准确评估边坡稳定性；高性能锚索材料是关键，保障长期稳定性；先进施工技术和设备应用提高施工效率；注浆工艺控制确保锚索质量。本文旨在为预应力锚索施工提供指导，确保高危边坡的安全。

关键词：高危边坡；预应力锚索；施工问题；防护技术

1 高危边坡的特点

高危边坡的特点主要体现在其地形地貌、地质条件、植被覆盖以及潜在的风险性上。第一，从地形地貌来看，高危边坡往往位于地势险峻、坡度较大的区域；坡面较陡，坡角范围通常在 $30^{\circ}\sim 65^{\circ}$ 之间，甚至局部可能呈现陡立。坡顶与坡脚高差较大，可达数十米甚至上百米；边坡坡体边界多呈弧形，弧长可达数百米。由于高度较大且陡，边坡在局部区域可能因崩塌破坏而形成顺向坡、悬空危岩等地貌单元，这些地貌单元进一步加剧了边坡的不稳定性。第二，地质条件复杂是高危边坡的显著特点之一，这类边坡可能面临软土、岩层稳定性差等地质问题，这可能加剧边坡的不稳定性。地下水活动也可能对边坡稳定性产生重要影响。在降雨、融雪等自然因素的作用下，地下水位上升可能导致边坡失稳^[1]。第三，在植被覆盖方面，高危边坡往往覆盖着茂密的灌木和乔木，虽然这些植物在一定程度上可以固定土壤、减少水土流失，但它们的根系也可能对边坡稳定性产生负面影响：植物根系可能沿坡体裂隙生长，进一步加大岩体裂隙、裂缝的发育，使岩体更加破碎；在风力作用下，植物摇曳可能使破碎的岩体松动，从而加剧边坡的变形破坏。第四，高危边坡具有潜在的风险性，由于其地形地貌、地质条件以及植被覆盖的复杂性，这类边坡容易发生滑坡、崩塌等地质灾害。这些灾害不仅可能对周围环境和建筑物造成破坏，还可能对人们的生命和财产安全构成严重威胁。

2 预应力锚索在边坡防护中的应用优势

预应力锚索在边坡防护中优势显著，为边坡治理提供了强有力的支持。①强大的加锚固力：通过对锚索施加预应力，显著增强边坡的整体稳定性，预应力锚索在岩土体中形成的强大锚固力，能够将边坡内部的岩石和土壤紧密结合成一个整体，形成稳固的受力体系。这种

技术不仅能够有效地防止边坡的滑动和崩塌，还能显著减少边坡的变形和损害。②广泛的适用性：预应力锚索适用于多种地质条件和工程环境，无论是坚硬的岩石边坡还是松散的土质边坡，都可以采用预应力锚索或锚索加格构工艺进行加固。该技术占地面积小，整体结构轻便，对地下建筑物施工以及深基坑开挖影响较小，使其在实际应用中具有更广泛的适用性。③提升施工效率：与传统的加固方法相比，预应力锚索能够减少施工现场的操作面积，为基坑的土方开挖提供便利。这种技术能够降低工程量，缩短工期，从而显著提升施工效率。④降低施工成本：预应力锚索利用岩土自身的强度，与挖孔桩、钻孔灌注桩等维护结构共同构建受力体系，改善受力结构。这种施工工艺能够减少工程材料投入和设备投入，从而节约施工成本。⑤改善受力性能：通过预应力的施加，可以改善地基或岩层的受力性能，提高其承载能力和抗滑稳定性。这种技术能够有效地防止地基或岩层的滑动、崩塌等地质灾害，从而确保边坡的稳定性和安全性。⑥经济性和耐久性：预应力锚索施工便捷、支护效果好、经济性高，且具有较强的耐久性。这种技术可以为岩土工程的边坡治理提供长期的保障，减少了后期的维护成本和修复工作。

3 高危边坡防护预应力锚索施工中的常见问题

3.1 高危边坡计算难度大

高危边坡由于地质勘察难度大，以及边坡高度过大的问题，导致边坡支护设计计算建模时难度很大，设计参数的选取及诸多不确定地质因素对计算结果的影响较大。

3.2 锚索定位不准确

在高危边坡的预应力锚索施工中，锚索定位的准确性直接影响着整个防护系统的稳定性和可靠性，地质勘察资料的影响尤为重要。由于地质条件复杂多变，如果勘察资料不全面或存在误差，就会导致锚索定位时无

法准确判断岩层的分布和性质,从而影响锚索的布设位置和角度。测量设备的精度和操作方法也是影响锚索定位准确性的因素之一,如果测量设备精度不高或操作不当,就会导致测量数据存在误差,进而影响锚索定位的准确性。施工人员的技术水平和经验也会对锚索定位的准确性产生影响,如果施工人员技术水平不高或经验不足,就难以准确判断岩层的分布和性质,以及正确操作测量设备,从而导致锚索定位不准确。锚索定位不准确会导致锚索受力不均、边坡稳定性降低等问题,严重时甚至可能导致边坡失稳、崩塌等安全事故的发生。

3.3 锚索张拉困难

在高危边坡的预应力锚索施工中,锚索张拉困难是一个常见的问题。造成锚索张拉困难的原因有多种,锚索材料的选择和质量是影响张拉难度的关键因素。如果锚索材料强度不足或质量不稳定,就会导致张拉过程中锚索易断裂或变形,从而增加张拉难度^[2]。锚索孔道的施工质量也会影响锚索的张拉,如果锚索孔道存在堵塞、弯曲等问题,就会增加锚索张拉时的摩擦力,导致张拉困难。张拉设备的性能和使用方法也会影响锚索的张拉,如果张拉设备功率不足或操作不当,就会导致张拉力无法达到设计要求,进而增加张拉难度。

3.4 预应力损失过大

在高危边坡的预应力锚索施工中,预应力损失过大是一个不容忽视的问题。预应力损失过大会导致锚索的受力性能降低,进而影响边坡的稳定性。造成预应力损失过大的原因有多种,锚索材料的松弛和蠕变是导致预应力损失的主要原因之一,在长时间受力作用下,锚索材料会发生松弛和蠕变,导致预应力逐渐减小。锚索孔道的密封性也会影响预应力损失,如果锚索孔道密封不严,就会导致水分、空气等进入孔道内部,进而加速锚索材料的腐蚀和老化,导致预应力损失过大。温度变化也会对预应力损失产生影响,温度变化会导致锚索材料发生热胀冷缩现象,进而产生预应力损失。

4 提升预应力锚索施工质量的建议和对策

4.1 施工前需要做好的准备工作

提升预应力锚索施工质量的建议和对策,需要在施工前做好充分的准备工作。在施工前,必须进行详细的地质勘察,全面了解边坡的地质条件、岩层分布、地下水状况等。基于地质勘察数据,进行合理的支护设计图纸,确定锚索的布设位置、角度、长度和数量等关键参数。这有助于减少施工过程中的不确定性和风险,确保锚索的加固效果。选择高质量、符合设计要求的锚索材料,如钢筋、钢绞线等。对进场的材料进行严格的质量

检查,确保材料的强度、韧性和耐腐蚀性等性能符合标准。建立材料追溯制度,对材料来源和使用情况进行详细记录,以便在出现问题时能够及时追溯和处理。根据工程设计和施工需要,准备充足的施工设备和工具,如钻机、注浆机、张拉设备等。确保设备的性能稳定、操作简便,并经过专业人员的维护和检查。对施工人员进行专业培训,提高他们对设备的操作技能和安全意识,加强施工现场管理,确保施工过程中的安全和质量。制定详细的施工方案和作业指导书,明确施工步骤、质量要求和安全措施。建立严格的现场监管制度,对施工过程进行实时监控和检查,发现问题及时处理。加强与相关部门的沟通协调,确保施工过程中的信息畅通和资源共享。在施工过程中,进行定期和不定期的质量检测,如锚索的注浆质量、张拉力和锚头固定质量等。在施工完成后,进行全面的质量验收,确保锚索加固系统符合设计要求和质量标准。

4.2 提高施工人员技能和意识培训

提升预应力锚索施工质量的建议和对策中,至关重要的一环是提高施工人员的技能和意识培训。施工人员的专业能力和安全意识直接影响到预应力锚索施工的质量与效率。应针对预应力锚索施工的特点和要求,制定详细的技能培训计划,培训内容应涵盖锚索施工的基本理论、技术要点、操作规范以及应急处理等方面。通过理论学习和实践操作相结合的方式,使施工人员熟练掌握锚索施工的各项技能。可以邀请经验丰富的专家或技术人员进行现场指导,对施工过程中的难点和问题进行解答和示范。还可以定期组织技能竞赛或考核,激励施工人员不断提高自己的技能水平。除了技能培训外,安全意识培训同样重要,施工人员必须充分认识到预应力锚索施工的安全风险,并时刻保持警惕^[3]。安全意识培训应强调安全操作规程的重要性,使施工人员明白不遵守规程可能带来的严重后果。还应加强施工现场的安全管理,制定严格的安全管理制度和操作规程,并确保每个施工人员都熟悉并遵守。加强安全检查和监督,发现安全隐患及时整改,确保施工过程的安全可控。为提高培训效果,应建立施工人员的培训档案和考核机制。培训档案应记录每个施工人员的培训经历、成绩和表现,作为评价其专业能力和安全意识的依据。考核机制可以包括技能考核、安全意识考核和现场操作考核等多个方面,确保施工人员全面达标。预应力锚索施工是一个团队协作的过程,因此加强团队协作和沟通也至关重要。通过培训,使施工人员明白团队协作的重要性,并学会与同事进行有效的沟通和协作。建立有效的沟通机制,确保施

工过程中的信息畅通和共享,提高施工效率和质量。

4.3 引入先进技术和设备进行施工

提升预应力锚索施工质量的建议和对策中,引入先进技术和设备进行施工是一项关键举措。随着科技的快速发展,新的施工技术和设备不断涌现,为预应力锚索施工带来了更高的效率和更可靠的质量保证。利用现代信息技术和智能化设备,可以实现预应力锚索施工的智能化管理。例如,通过引入无人机进行施工现场的勘察和监测,能够迅速获取边坡的详细地质数据,为施工设计提供准确依据。借助BIM(建筑信息模型)技术,可以构建三维模型,实现施工过程的可视化管理和协同作业,提高施工效率和质量。在预应力锚索施工中,测量数据的准确性至关重要。应引入高精度测量设备,如全站仪、激光测距仪等,以提高测量精度和效率。这些设备能够提供更加准确的测量数据,确保锚索定位的精确性,避免因定位不准确而导致的施工质量问题。注浆是预应力锚索施工中的关键步骤之一,为了提高注浆质量和效率,可以引入自动化注浆技术。通过采用自动化注浆设备,可以实现注浆过程的自动化控制和监测,确保注浆的均匀性和密实性。自动化注浆技术还可以减少人为因素对注浆质量的影响,提高施工质量的稳定性。高性能锚索材料具有更好的强度和耐久性,能够有效提升预应力锚索的加固效果,在施工过程中应积极推广使用高性能锚索材料。这些材料通常具有更高的强度、更低的蠕变率和更好的耐腐蚀性能,能够确保锚索在长期使用过程中保持稳定的性能。为了不断提升预应力锚索施工的技术水平,应加强与其他施工单位、科研机构和技术供应商的交流与合作。

5 高危边坡预应力锚索施工的案例分析

在某山区高速公路项目中,存在一段长达数百米、坡度陡峭且地质条件复杂的高危边坡。该边坡的岩层破碎、裂隙发育,同时受到降雨、地震等多种自然因素的影响,存在着较大的滑动和崩塌风险。为确保高速公路的安全运营,项目团队决定采用预应力锚索工艺对边坡进行加固^[4]。施工前,业主委托具有相应资质的单位对边坡进行了详细的地质勘察,分析边坡的稳定性状况和潜

在风险。基于勘察结果,设计一套科学合理的预应力锚索加固方案。该方案充分考虑边坡的地质特点、施工条件以及锚索的受力特性,确定锚索的布置位置、角度、长度和数量等关键参数。在施工过程中,项目团队采用高性能的锚索材料,这些材料具有高强度、高耐久性和良好的稳定性,能够确保锚索在长期使用过程中保持稳定的性能。项目团队还引进了先进的施工技术和设备,如自动化注浆系统、高精度测量仪器等,以提高施工效率和质量。在施工过程中,项目团队严格遵守施工规范和安全操作规程,确保每一道工序都符合设计要求,特别是锚索的注浆和张拉环节,项目团队进行严格的监控和检测,确保锚索的注浆饱满、张拉力均匀。经过数月的紧张施工,预应力锚索加固工程顺利完成,通过加固后的边坡稳定性监测,结果显示边坡的滑动和崩塌风险得到显著降低,为高速公路的安全运营提供坚实保障。本案例的成功实施,不仅展示了预应力锚索施工工艺在高危边坡加固中的优越性和有效性,也为类似工程提供了宝贵的经验和借鉴。

结束语

高危边坡防护中,预应力锚索施工是一项复杂而重要的工程任务。随着科技的不断进步和工程实践的不断积累,预应力锚索将在边坡防护中发挥更加重要的作用。面对复杂多变的地质条件和施工环境,仍需不断探讨和研究预应力锚索施工中的技术问题和挑战。通过加强技术研发、优化施工工艺、提高施工质量,我们可以为高危边坡的稳定性和安全性提供更加可靠的保障。

参考文献

- [1]黄德征.李玉田.袁利平等.基坑支护预应力锚索工程技术[J].施工技术.2020.49(03):1-4.
- [2]陈志刚.王明智.高边坡基坑工程预应力锚索施工技术研究[J].现代建筑.2020(30):145-148.
- [3]倪彩珠.高桩基坑预应力锚杆设计分析[J].建筑技术开发.2019.24(20):98-100.
- [4]陈全红.王金光.李泓.等.高边坡开挖预应力锚索工程技术研究[J].现代建筑.2021(33):176-179.