

岩土工程边坡治理的岩土锚固技术研究

张显科

浙江启航园林工程有限公司

摘要：岩土边坡是岩土工程中常见的地质灾害类型之一，其稳定性对于保障人民生命财产安全以及基础设施的可持续运营至关重要。然而，由于地质环境的复杂性和自然力的作用，许多边坡存在着不同程度的滑坡、坍塌和变形等问题，给工程建设和人类居住带来了巨大的风险。为充分发挥出岩土工程边坡治理中岩土锚固技术的应用价值，在接下来的文章中，将具体阐述应用路径，希望能够给相关人士提供些许参考依据。

关键词：岩土工程；边坡治理；岩土锚固技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.09.038

引言：为了解决岩土边坡问题并确保其稳定性，岩土工程领域提出了许多治理措施和技术，其中岩土锚固技术是一种被广泛应用的有效手段。岩土锚固技术通过将锚杆、锚索或钢筋等牢固地连接到边坡内部的稳定土体或岩石中，以增加其抗滑稳定性和抗倾覆能力。该技术具有施工方便、经济高效、适应性强等优点，在岩土工程实践中得到了广泛应用。然而，随着工程复杂性的增加和工程规模的扩大，对于岩土锚固技术的研究和改进仍然存在一定的挑战。本论文旨在对岩土锚固技术在边坡治理中的应用进行深入研究，探讨其工作机理、影响因素以及优化方法，以提高边坡的稳定性。

一、影响岩土锚固技术效果的因素分析

（一）锚固体的材料特性

在岩土工程边坡治理过程中，要想取得良好的效果，必须要选择适合的锚固体材料。首先，锚固体材料的强度是影响锚固技术效果的关键因素之一。锚固体材料需要具备足够的抗拉强度，以承受岩土体的拉力和保证锚杆的稳定性。材料的强度应与工程需求相匹配，过低的强度可能导致锚固体的破坏或失效，而过高的强度可能造成锚杆与锚固体之间的不良负载传递；另外，锚固体材料的延性也是影响锚固技术效果的重要因素。延性指材料在受力过程中的变形能力。在岩土工程中，锚杆会受到一定的拉力和剪力作用，而锚固体材料需要具备一定的延性，能够在受到外力时发生一定程度的变形而不破坏，较好的延性能够有效地分散和吸收外力，提高锚固系统的耐久性和稳定性。

（二）锚固体的埋置深度

首先，埋置深度直接影响锚固体与岩土体之间的接

触面积，较大的接触面积可以提供更多的摩擦力和抗滑移能力，从而增加锚固体与岩土体之间的黏结强度。因此，适当增加锚固体的埋置深度可以提高锚固体与岩土体之间的黏结效果，增强锚固技术的稳定性和可靠性；除此之外，埋置深度还影响着锚杆的工作长度。工作长度指的是锚杆从锚固体内部延伸到锚固点外部的长度。适当选择合理的工作长度可以确保锚杆能够充分发挥其抗拉强度，承受外力和保证整个锚固系统的稳定性。一般来说，较大的埋置深度会导致较长的工作长度，从而提高锚杆的工作性能^[1]。

（三）锚固体的布置密度

锚固技术在岩土工程中的应用是为了增强土体或岩体的稳定性，而锚固体的布置密度是影响锚固技术效果的关键因素之一。以下将讨论布置密度对锚固技术效果的影响。首先，布置密度直接影响锚固体的数量和间距。较高的布置密度意味着锚固体之间的距离较短，锚杆的数量较多，这可以增加锚固体与岩土体之间的接触面积和摩擦力，提高锚固体的黏结强度和抗滑移能力。因此，适当增加锚固体的布置密度可以提高锚固技术的稳定性和可靠性；其次，布置密度还影响着锚杆的受力范围和传力路径。较高的布置密度可以使锚固体分布更加均匀，扩大锚杆受力范围，提高锚固系统的稳定性。锚固体之间的相互作用和力的传递将更加紧密，能够有效地分散外力，减小单个锚杆的受力，从而提高整体的抗拉性能；最后，布置密度还与工程经济性相关。适当选择合理的布置密度可以在满足工程要求的前提下，尽量减少锚固体的数量和成本，提高工程的经济效益。过高的布置密度可能导致材料浪费和施工难度，而过低的布置密度可能无法满足工程的安全性和稳定性要求。

二、岩土工程边坡治理中岩土锚固技术的优化方法

（一）锚固体的选择与设计

岩土工程中，边坡治理是一项关键任务，而岩土锚固技术被广泛应用于边坡的稳定性增强。在岩土锚固技术中，锚固体的选择和设计是优化技术效果的重要方面。在施工人员选择锚固体过程中，应考虑岩土体的性质和工程要求，岩土体的稳定性、强度和延性等特性将影响锚固体的选用。一般来说，常用的锚固体包括钢筋、锚索、钢绞线等材料。施工人员根据岩土体的力学特性和承载要求，选择具有足够抗拉强度和延性的材

料,从而能够确保锚固体与岩土体之间的良好黏结和传力效果^[2]。不仅如此,锚固体的设计需要考虑锚杆的长度、直径和布置方式等因素。锚杆长度应根据边坡的高度和土体的性质确定,以保证足够的锚固效果。直径的选择应考虑岩土体的强度和工程要求,以及锚固体的抗拉强度。布置方式应根据边坡的形状和受力特点,合理安排锚杆的位置和间距,以提高整体的稳定性和抗滑移能力;最为关键的是,锚固体的预应力设计也是优化锚固技术的关键。通过施加适当的预应力,可以有效提高锚杆的工作性能和稳定性。预应力设计应根据边坡的受力状态和工程要求,合理确定预应力大小和施加方式,以提供足够的锚固效果和抗拉能力。

(二) 施工工艺和技术要点

岩土工程边坡治理中岩土锚固技术应用过程中,首要要点是合理的孔洞钻探和清洁工作。孔洞钻探是为了锚杆的安装提供孔道,而孔洞的质量直接影响锚杆与岩土体的黏结质量。施工人员在钻探过程中,应根据设计要求选择合适的钻孔直径和深度,钻孔过程中需注意控制孔径的精度,避免孔洞变形或偏心,以保证锚杆的正确安装。通常情况下,钻孔直径为150毫米,孔深为10米。在钻探过程中,确保孔径精度控制在±5毫米范围内,避免孔洞的变形或偏心。除此之外,注浆施工是关键的技术环节。注浆可以提高岩土体的黏结强度,增强锚固体的抗拉能力。在注浆施工中,施工人员可以选择水泥浆作为注浆材料,并按照设计要求进行配比,而且期间也要控制注浆压力,最好是在0.5-1.0兆帕之间,注浆流量在1-2立方米/小时,确保注浆液均匀填充孔洞;最后,锚杆的安装和张拉过程也是关键的技术要点。施工人员在开展锚杆安装过程中,必须要遵循严格的操作规程,确保锚杆正确嵌入孔洞中。其中锚杆的张拉要根据设计要求施加适当的张拉力,并进行张拉监测,以确保锚杆的受力状态符合设计要求。伴随着张拉工作的持续进行,必须注意控制锚杆的张拉速度和加载顺序,避免产生过大的应力集中和变形^[3]。

(三) 监测与评估方法

岩土工程边坡治理中,岩土锚固技术的监测与评估方法起着至关重要的作用,能够及时发现潜在问题并评估技术的有效性和稳定性。具体分析其监测与评估方法,可以结合以下几方面进行分析:第一,变形监测。变形监测是评估岩土锚固技术效果的重要手段之一,当前常用的监测方法包括测点设置和测量技术。在施工过程中,可以通过设置测点在关键位置监测岩土体的变形情况。施工女人缘可以借助测斜仪、测孔仪和位移传感器等设备资源,通过定期测量和记录测点的位移和变形

情况,可以及时掌握岩土体的变化趋势,评估锚固技术的有效性;第二,张力监测。锚杆的张力是评估锚固技术效果的重要参数。通过设置张力传感器或应变计,可以实时监测锚杆的张拉力。张力监测可用于评估锚杆的受力状态和锚固效果。监测数据的变化可以反映岩土体的稳定性和锚固体的工作状态。定期进行张力监测,并与设计要求进行对比分析,可判断锚固技术是否满足工程要求;第三,荷载测试。荷载测试是评估岩土锚固技术承载能力的重要手段。通过施加额外的荷载或加载试验,在岩土锚固体上产生外力,检测锚固体的变形和应力响应。荷载测试可用于评估锚固体的强度和稳定性,确定其承载能力,并与设计要求进行对比分析;第四,数据分析与评估。对于监测数据的分析与评估是优化岩土锚固技术的关键步骤,详细步骤应该包括以下几点:
a. 数据处理与分析:对监测数据进行处理和分析,包括数据清洗、校准和插值等。通过绘制变形曲线、张力变化图等,可以直观地观察到岩土体和锚固体的变化趋势和规律。
b. 数据解释与解读:根据监测数据的变化,结合设计要求和工程背景,对数据进行解释和解读。通过对监测数据的分析,可以确定岩土体的稳定性、锚固体的受力状态以及岩土锚固技术的效果。
c. 评估与判断:基于数据分析和解释的结果,对岩土锚固技术的效果进行评估与判断。判断岩土体是否稳定,锚固体是否符合设计要求,进一步决定是否需要调整施工工艺或采取其他措施。
d. 风险分析与安全评估:对岩土锚固技术可能存在的风险进行分析,并进行安全评估。根据监测数据和实际情况,评估岩土锚固技术的可靠性和安全性,确定是否需要采取进一步的预防和修复措施^[4]。

三、案例研究与分析

(一) 选取具体边坡案例

为了进一步说明岩土锚固技术在边坡治理中的应用,我们选择了一个具体的边坡案例进行分析。该边坡位于某山区公路附近,具有较大的坡度和岩土体松散的特点。以下是该案例的具体参数和分析:(1)边坡坡度:30°;(2)边坡高度:50米;(3)岩土类型:页岩和杂填土;(4)岩土体性质:松散、易发生滑动。在对该边坡进行治理时,施工单位确定采用岩土锚固技术作为主要的防护措施。

(二) 实施岩土锚固技术的方案和步骤

在施工人员作业过程中,首先,根据设计要求,钻探孔洞直径为150毫米,孔洞间距为2米。在边坡上合理设置钻孔位置,并确保孔洞的深度和布置密度能够满足锚固技术的要求;其次,选择直径为32毫米的螺纹钢作为锚杆材料,根据边坡的高度和岩土性质,将锚杆安

装到设计要求的埋置深度。在锚杆安装过程中,严格控制锚杆的垂直度和间距,以确保锚固体的均匀性和稳定性。随后,通过专业的锚杆张拉设备对锚杆进行张拉,施加适当的张拉力,以提供足够的支撑和抗滑性能;接下来在孔洞中进行注浆施工,选择适当的注浆材料,并按照设计要求进行配比。通过注浆可以填充孔洞和岩土体之间的空隙,增强岩石的结实性和稳定性。

(三) 监测与评估结果

通过以上的岩土锚固技术案例分析,可以看出在边坡治理中,岩土锚固技术的选取与设计是至关重要的。合理选择施工参数和方法,结合现场实际情况进行调整,能够有效地提高边坡的稳定性和抗滑性能。在本案例中,通过合理选取具体的参数,如孔洞直径、孔洞间距、锚杆材料和直径,以及适当的锚杆埋置深度和张拉力等,能够确保岩土锚固技术的质量和可靠性。此外,监测与评估也是岩土锚固技术优化的重要环节。通过定期监测孔洞变形、锚杆张力和边坡稳定性等参数,可以及时发现潜在问题并采取相应的修复措施。监测数据的准确性和可靠性对于评估岩土锚固技术的有效性至关重要,因此应选用合适的监测设备和仪器,并进行准确的数据分析与解读。

(四) 分析案例研究的成功与不足之处

在上述岩土工程边坡治理的岩土锚固技术案例研究中,我们可以看到一些成功的方面,同时也存在一些不足之处。以下是对这些方面的分析:一是成功之处:首先是技术选取与设计:该案例中,选择了适当的施工参数和方法,如孔洞直径、孔洞间距、锚杆材料和直径等,以确保岩土锚固技术的质量和可靠性。这些技术选取与设计的合理性是该案例成功的关键因素之一;其次是施工质量控制:在施工过程中,采取了严格的质量控制措施,如锚杆的垂直度和间距的控制、注浆材料的配比等。这些措施有助于确保施工质量,提高岩土锚固技术的稳定性和可靠性;最后是监测与评估:通过定期监测孔洞变形、锚杆张力以及边坡稳定性等参数,能够及时发现潜在问题,并采取相应的修复措施。监测与评估的有效性对于保证岩土锚固技术的长期稳定和安全性起到了关键作用;二是不足之处:(1)缺乏全面的风险评估:该案例在岩土锚固技术的实施过程中,可能未充分考虑到边坡地质条件和工程环境的风险因素。缺乏全面的风险评估可能导致在施工过程中出现意外情况,影响工程的稳定性和安全性;(2)数据采集与处理不足:在监测与评估阶段,可能存在数据采集与处理不足的情况。对于岩土锚固技术的监测数据,应确保其准确

性和可靠性,以便更准确地评估技术的效果和岩土体的变化情况;(3)经验与专业知识不足:该案例中,可能存在经验与专业知识不足的问题。岩土工程边坡治理涉及复杂的地质和土力学问题,需要依靠专业人员的经验和专业知识来进行合理的技术选取和施工实施。如果缺乏足够的经验和专业知识,可能导致技术方案的不完善或施工质量的降低,最终影响整个边坡治理效果^[5-9]。

结论:

总而言之,通过上述文章对比分析和实地观察,我们发现岩土锚固技术在边坡治理中具有显著的优势,不仅可以提高边坡的稳定性和抗滑能力,还能有效地减少岩体的变形和位移,这些技术不仅适用于常见的边坡问题,还可以应用于特殊地质条件下的边坡工程。然而,我们也意识到在实际应用中存在一些挑战和难点。例如,岩土锚固技术的设计和施工需要考虑到地质环境的复杂性和不确定性。此外,岩土锚固技术的长期效果和可靠性还需要进一步的监测和评估。在我国科学技术水平迅猛提高的当下,广大行业人士还将进一步深入探索岩土锚固技术的机理和优化方法。而且与其他治理技术的结合和创新也是一个有趣的研究方向。我们相信,通过不断的努力和创新,岩土锚固技术将为边坡治理提供更加可靠和经济的解决方案。

参考文献

- [1] 刘军政. 岩土工程边坡治理过程中的岩土锚固技术应用探讨[J]. 区域治理, 2018(23): 169.
- [2] 孙光武, 张健. 边坡治理的岩土锚固技术在岩土工程中的应用[J]. 四川水泥, 2015(1): 231.
- [3] 叶强, 刘强. 岩土锚固技术在公路边坡治理中的应用[J]. 公路, 2021(12): 43-45.
- [4] 秦立华. 边坡治理的过程中使用岩土锚固技术的分析[J]. 精品, 2016(7): 39.
- [5] 胡时友. 预应力锚固工程中测试技术的现状与发展趋势[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2018(7): 5-8.
- [6] 王洪涛. 考虑锚杆刚度效应的边坡加固机理及应用研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2021: 16.
- [7] 李鹏凌. 解析岩土工程中边坡治理的岩土锚固技术应用[J]. 低碳世界, 2019(34): 185-186.
- [8] 张杨燕. 岩土工程中边坡治理的岩土锚固技术应用分析[J]. 城市地理, 2018(08): 114.
- [9] 孙光武, 张健. 边坡治理的岩土锚固技术在岩土工程中的应用[J]. 四川水泥, 2022(01): 231.