

抗滑桩在滑坡地质灾害治理工程中的应用效果研究

刘 湛¹ 万国胜²

1. 四川省川核鑫达地质工程有限公司 四川 达州 635000

2. 四川省第十一地质大队 四川 达州 635000

摘 要：抗滑桩作为滑坡地质灾害治理的关键措施，其应用效果显著。它通过提供强大的支挡作用，有效增强滑坡体的整体稳定性，同时保护周边环境和设施免受损害。为优化抗滑桩的应用效果，需合理选择布置位置，优化尺寸和间距，加强其与周边环境的协同作用，并引入先进的施工技术和监测手段。这些策略对于提高抗滑桩的治理效果、保障人民生命财产安全具有重要意义。

关键词：抗滑桩；滑坡地质灾害；治理工程；应用效果

引言

滑坡地质灾害严重威胁着人民的生命和财产安全，抗滑桩作为一种有效的治理手段，被广泛应用于滑坡治理工程中。抗滑桩通过其独特的支挡作用，能够显著提高滑坡体的稳定性，减少滑坡发生的可能性。抗滑桩的应用还能有效保护周边环境和设施，降低灾害损失。本文将深入探讨抗滑桩在滑坡地质灾害治理工程中的应用效果，并提出优化策略，以期为实际工程提供指导。

1 抗滑桩在滑坡地质灾害治理工程中的重要性

抗滑桩在滑坡地质灾害治理工程中扮演着举足轻重的角色。作为一种穿过滑坡体深入滑床的桩柱结构，抗滑桩的核心功能在于通过支挡滑体的滑动力，从而有效稳定边坡，这一技术措施不仅适用于浅层滑坡，在中厚层滑坡治理中也展现出强大的效果。抗滑桩的重要性体现在其强大的支挡能力上，它利用稳定地层岩土锚固作用，平衡滑动体的推力，显著增强滑坡体的稳定性。当滑坡体发生下滑时，抗滑桩能够发挥阻抗作用，使桩前滑体达到稳定状态，有效防止滑坡灾害的进一步扩大。抗滑桩在滑坡治理中的灵活性也是其重要性的体现，根据滑坡体的厚度、推力大小、防水要求及施工条件等，可以选择木桩、钢桩、混凝土桩或钢筋混凝土桩等不同类型的桩体，以满足不同工程场景的需求。这种灵活的选择性使得抗滑桩在滑坡治理中具有广泛的应用前景，抗滑桩的施工周期短、土方量小，也是其在滑坡治理中备受青睐的原因。相较于其他抗滑措施，抗滑桩的施工过程对环境的影响较小，且能够快速完成，从而有效缩短工期，节省成本。在滑坡治理工程中，抗滑桩的布置位置也极为关键，通过优化抗滑桩的布置，可以显著减小其规模，提高工程处治的性价比与整体品质。例如，将抗滑桩布置在滑坡的抗滑段、滑面附近或滑体

厚度较薄的区域，可以充分利用其抗力并减小下滑力，提高治理效果。抗滑桩在滑坡地质灾害治理工程中具有不可替代的重要性，其强大的支挡能力、灵活的选择性、快速的施工周期以及优化的布置位置，共同构成了滑坡治理中一道坚实的防线。

2 抗滑桩在滑坡地质灾害治理工程中的应用效果

2.1 提供强大的支挡作用

抗滑桩作为滑坡地质灾害治理工程中的关键结构，凭借自身结构特性发挥强大支挡作用。在滑坡体中，土体受重力、地下水等多种因素影响，产生向下滑动趋势。抗滑桩通过深入稳定地层，将滑坡体的下滑力传递至稳定土体或岩体，桩体如同坚固的楔子，嵌入滑坡体与稳定地层间，利用桩身与周围土体的摩擦力以及桩端的端承力，阻止滑坡体位移，其支挡效果的实现依赖于合理设计。桩径大小决定了桩身与土体接触面积，较大桩径能提供更大摩擦力，有效抵抗滑坡体推力，桩间距设计也至关重要，间距过小增加工程成本，过大则无法全面阻挡滑坡体。合理桩间距既能保证桩间土体稳定，又能使桩体协同工作，形成连续支挡体系，例如在某山区滑坡治理项目中，根据地质勘察数据，设计直径1.5米的抗滑桩，桩间距3米。经计算，每根桩可承受数百吨下滑力，多根桩共同作用，成功抵御滑坡体位移，保障了下方道路与建筑物安全。施工工艺同样影响抗滑桩支挡性能，灌注桩施工时，混凝土浇筑质量直接关系桩身强度与完整性，高质量混凝土能使桩身均匀受力，有效传递滑坡体推力。若浇筑过程中出现缺陷，如空洞、蜂窝等，桩身强度降低，在强大下滑力作用下易断裂，无法发挥支挡作用。采用先进成孔工艺，如旋挖成孔，能减少对周围土体扰动，确保桩身与土体紧密结合，增强摩擦力，提升支挡效果^[1]。

2.2 增强滑坡体的整体稳定性

抗滑桩对增强滑坡体整体稳定性作用显著。滑坡体常因内部结构松散、土体力学性质差异等因素,在外界作用下易失稳。抗滑桩插入滑坡体后,与周围土体形成复合结构,改变滑坡体内部应力分布,桩体约束土体变形,限制土体间相对位移,使滑坡体各部分协同工作,整体稳定性增强。从力学原理看,抗滑桩增加滑坡体抗滑力矩,滑坡发生时,下滑力产生下滑力矩,当该力矩大于抗滑力矩,滑坡体失稳,抗滑桩通过自身强度与土体相互作用,提供额外抗滑力,增加抗滑力矩。在复杂地质条件下,可结合其他加固措施,如锚索、锚杆等,锚索将滑坡体与深层稳定岩体相连,进一步增强抗滑力;锚杆加固浅层土体,提高土体自身强度与稳定性。多种措施协同,从不同层面增强滑坡体整体稳定性,抗滑桩布置形式影响稳定性增强效果。矩形布置适用于滑坡体受力较均匀情况,桩体均匀分担下滑力;梅花形布置可使桩体受力更合理,提高抗滑效果。在实际工程中,需根据滑坡体形状、规模、地质条件等确定最佳布置形式。例如某大型滑坡,采用梅花形布置抗滑桩,结合锚索加固,经监测,滑坡体位移显著减小,整体稳定性大幅提升,多年来未再发生滑动。长期稳定性监测至关重要。抗滑桩虽能有效增强滑坡体稳定性,但随时间推移,受环境因素影响,如地下水变化、地震等,滑坡体稳定性可能改变。通过定期监测,如位移监测、应力监测等,及时掌握滑坡体状态,一旦发现异常,可采取相应措施,如补桩、加固等,确保滑坡体长期稳定。

2.3 保护周边环境和设施

在滑坡地质灾害治理中,抗滑桩对保护周边环境和设施意义重大。滑坡发生常对周边自然环境和人工设施造成严重破坏,抗滑桩通过稳定滑坡体,避免滑坡体大规模滑动,减少对周边植被、地形地貌的破坏。在生态脆弱地区,保护植被尤为重要,植被可保持水土、涵养水源,减少水土流失。抗滑桩有效阻止滑坡,为植被生长创造稳定条件,利于生态系统恢复与平衡,对周边人工设施,如道路、桥梁、建筑物等,抗滑桩提供可靠防护。道路受滑坡影响可能出现路基塌陷、路面开裂等问题,影响交通,抗滑桩加固滑坡体,防止路基变形,保障道路畅通。在桥梁工程中,滑坡可能威胁桥墩稳定性,导致桥梁垮塌,抗滑桩稳定滑坡体,避免桥墩受滑坡体挤压,确保桥梁结构安全。对于建筑物,抗滑桩可防止滑坡体掩埋、破坏建筑物,保障居民生命财产安全。抗滑桩施工过程注重环境保护,采用环保型施工工艺,减少施工噪声、粉尘污染。在泥浆处理方面,采用

先进处理设备,对灌注桩施工产生的泥浆进行分离、净化,达标后排放,避免对周边水体污染,合理规划施工场地,减少对周边土地占用,降低对生态环境影响。在一些景区滑坡治理中,抗滑桩设计与施工充分考虑景观协调性,通过优化桩体外观设计,使其与周边自然景观融合,减少对景区景观破坏。在保障滑坡治理效果同时,维护景区旅游资源,促进当地旅游业可持续发展^[2]。

3 抗滑桩应用效果的优化策略

3.1 合理选择抗滑桩的布置位置

(1) 在滑坡体中,需精准研判滑动面的位置与形态。滑动面是滑坡发生位移的关键层面,通过地质勘察获取其详细信息,诸如深度、倾角以及延展方向等。抗滑桩应布置在滑动面附近,且尽量处于滑坡推力较大的部位。例如,在滑坡的前缘,此处往往承受着较大的下滑力,将抗滑桩布置于此,能有效拦截下滑的岩土体,如同在河流中设置坚固的堤坝阻挡水流。(2) 充分考量滑坡体的岩土特性。不同的岩土具有各异的力学性质,像黏土的抗剪强度较低,而砂岩相对较高。对于岩土特性较差的区域,更需合理布置抗滑桩以增强稳定性。可在岩土体松散、易滑动的地段加密布置抗滑桩,使其形成紧密的防护体系,共同抵御滑坡的威胁。(3) 结合地形地貌确定抗滑桩位置。在地形起伏较大、坡度较陡的区域,滑坡风险更高。应在这些关键地形部位布置抗滑桩,利用地形条件增强抗滑效果。比如在山坡的转折处,布置抗滑桩既能借助地形的自然阻挡作用,又能通过桩体自身的抗力,有效阻止滑坡体的进一步滑动,从而保障整个区域的稳定性。

3.2 优化抗滑桩的尺寸和间距

(1) 依据滑坡推力的大小确定抗滑桩尺寸。滑坡推力是衡量抗滑桩承载需求的关键指标,通过精确的力学计算得出。若滑坡推力较大,抗滑桩的直径和长度需相应增大。较大直径的桩体能够提供更大的侧向抗力,而足够的桩长则可深入稳定地层,获取更强的锚固力,如同大树扎根越深越稳固。(2) 考虑岩土体的力学参数优化抗滑桩间距。岩土体的抗剪强度、内摩擦角等参数决定了其对桩体的约束能力。对于力学性质较好的岩土体,抗滑桩间距可适当增大;反之,对于性质较差的岩土体,则需减小间距。合理的间距设置既能保证桩体间的协同工作,又能避免因间距不当导致的抗滑效果降低或资源浪费。(3) 进行多方案对比分析是确定最优抗滑桩尺寸和间距组合的关键步骤。在实际工程中,我们针对不同的尺寸和间距组合,运用先进的数值模拟技术或精确的模型试验方法进行深入分析。通过对比各方案在

不同工况下的抗滑效果、施工难度、工程造价以及长期稳定性等多项指标,综合权衡各种因素,最终确定最适合工程实际的抗滑桩尺寸和间距,以实现经济效益与工程安全的最佳平衡^[3]。

3.3 加强抗滑桩与周边环境的协同作用

(1) 关注抗滑桩与周边岩土体的相互作用。抗滑桩在工作时会周围岩土体产生应力影响,同时也受到岩土体的反作用力。通过对桩土相互作用的研究,采取适当措施优化这种关系。例如,在桩周土体中进行注浆加固,提高土体的强度和稳定性,增强其对抗滑桩的支撑作用,使桩与土更好地协同抵抗滑坡力。(2) 利用周边地形条件辅助抗滑桩工作。在滑坡体周边,若存在天然的岩石凸起或稳定的土体区域,可通过合理设计抗滑桩与这些地形的连接方式,借助其天然的稳定性来增强抗滑效果。如在岩石凸起处设置抗滑桩承台,将抗滑桩与岩石紧密相连,充分利用岩石的坚固性为抗滑桩提供额外的支撑。(3) 考虑抗滑桩与排水系统的协同。良好的排水对于滑坡治理至关重要。抗滑桩的布置应与排水系统相协调,避免影响排水效果。排水系统可降低地下水位,减少土体的孔隙水压力,从而提高土体的抗剪强度,间接增强抗滑桩的抗滑能力。例如,在抗滑桩附近设置截水沟和排水孔,及时排除地表水和地下水,为抗滑桩的稳定工作创造有利条件。

3.4 引入先进的施工技术和监测手段

(1) 采用先进的钻孔技术对于提高抗滑桩施工质量至关重要。在抗滑桩施工过程中,钻孔作为核心环节,其质量直接影响后续工序。先进的钻孔技术,如旋挖钻孔技术,通过高精度的控制系统,能够显著提升钻孔的垂直度和孔径精度,有效减少对周边土体的扰动。这确保了抗滑桩钢筋笼的精准下放和混凝土的均匀浇筑,进而全面提升抗滑桩的整体承载能力。(2) 运用自动化监

测设备实时掌握抗滑桩工作状态。自动化监测系统能够对抗滑桩的位移、应力等参数进行实时监测。通过在抗滑桩内预埋传感器,将数据实时传输至监测中心,一旦发现异常,可及时采取措施进行处理,避免潜在的安全隐患。例如,当监测到抗滑桩位移超过预警值时,可迅速分析原因并采取加固措施,保障工程安全。(3) 利用信息化施工技术优化施工过程。信息化施工技术借助计算机模拟和数据分析,对施工过程进行实时指导。在抗滑桩施工前,通过数值模拟预测施工过程中可能出现的问题,提前制定应对方案。在施工过程中,根据实时监测数据调整施工参数,确保施工的顺利进行和抗滑桩的应用效果达到最佳^[4]。

结语

综上所述,抗滑桩在滑坡地质灾害治理工程中发挥着举足轻重的作用,其应用效果显著,能够有效提升滑坡体的稳定性,保护周边环境和设施。通过合理选择布置位置、优化尺寸和间距、加强协同作用以及引入先进技术和监测手段等优化策略,可以进一步提高抗滑桩的治理效果。未来,应继续深入研究抗滑桩的作用机理和优化设计方法,为滑坡地质灾害治理提供更多科学依据和技术支持。

参考文献

- [1] 牟祥国.关于矿山滑坡治理工程中抗滑桩的应用研究[J].世界有色金属,2023(7):160-162.
- [2] 陈登洪.滑坡地质灾害治理工程中抗滑桩运用的研究[J].西部资源,2021(2):136-137,140.
- [3] 李子超.抗滑桩在滑坡地质灾害治理中的应用研究[J].建筑工程技术与设计,2020(13):3685.
- [4] 李川.探讨地质灾害滑坡治理工程中抗滑桩的应用[J].中国金属通报,2023(11):144-146.