

岩土工程中边坡加固工程施工技术

邵振臣

中冶武勘工程技术有限公司 湖北 武汉 430080

摘要：岩土工程中，边坡加固工程施工技术是确保工程安全与稳定的关键环节。本文概述了边坡加固的主要施工技术，包括HDPE防渗膜加固、抗滑桩支护、排水系统设置及复合型加固等。每种技术均针对特定边坡条件设计，旨在提高边坡承载能力与抗滑移能力。通过科学设计与精细施工，这些技术有效降低了边坡失稳风险，为岩土工程的安全运行提供了坚实保障。

关键词：边坡加固；岩土工程；技术

岩土工程领域，边坡加固作为保障工程安全与稳定的重要措施，历来受到高度重视。随着工程规模的扩大与地质条件的复杂化，边坡加固技术不断创新与发展。本文旨在探讨岩土工程中边坡加固的多种施工技术，包括其原理、应用及效果，以期为实际工程提供理论指导与技术参考。通过深入分析与实践总结，力求为边坡加固工程提供更为科学、合理的解决方案。

1 边坡加固的施工概述

随着社会经济的蓬勃发展，土木工程迎来了前所未有的发展机遇，大型岩土工程项目如雨后春笋般涌现，旨在推动区域发展，提升民生福祉。在这些宏伟工程中，边坡加固作为确保地基稳固与边坡安全的关键环节，其重要性日益凸显。近年来，社会各界对边坡加固的关注度持续升温，认识到其不仅是保障工程安全性的基石，更是实现工程综合效益最大化的前提。为确保岩土工程能够安全、高效地服务于社会，诸如发电、防洪灌溉、储水等多元化功能的充分发挥，早期边坡加固工作的顺利实施显得尤为迫切与重要。这不仅要求我们在设计阶段就充分考虑地质条件、环境因素，制定科学合理的加固方案，更需在施工过程中严格把控质量，采用先进的施工工艺和技术手段，确保加固效果达到预期目标。只有这样，才能为后期工程的顺利推进奠定坚实基础，真正实现岩土工程的经济、社会与环境效益的和谐统一。

2 影响岩土工程边坡稳定性的因素

2.1 地形地貌和地质构造对岩土工程边坡稳定性的影响

地形地貌与地质构造是影响岩土工程边坡稳定性的重要因素之一。地形地貌的复杂性直接决定了边坡所处的自然环境和潜在的风险。在地质条件复杂的区域，如山区、河谷地带或断层带附近，边坡的稳定性往往受到

较大挑战。这些区域的地质构造复杂，岩层破碎，节理裂隙发育，使得边坡在受到外力作用时容易发生变形甚至失稳^[1]。地形地貌对边坡稳定性的影响主要体现在几个方面：首先，地形的陡峭程度直接影响边坡的稳定性。陡峭的边坡在重力作用下，下滑力增大，而抗滑力相对减小，因此容易发生滑坡或崩塌。其次，地形的开阔程度也影响边坡的稳定性。在开阔区域，特别是降水量较大的季节，容易形成大面积积水，增加了地下水和地面水的聚集，长期作用下容易导致边坡失稳。地质构造对边坡稳定性的影响同样显著。地质构造复杂的区域，如褶皱强烈、断层发育的地段，岩层破碎且节理裂隙多，这些软弱结构面在受到外力作用时容易成为滑动面，导致边坡失稳，地质构造还决定了岩层的产状和分布规律，对边坡的稳定性具有控制作用。例如，当构造线方向和河谷走向相同时，斜河谷的顺向坡就容易发生滑坡。

2.2 岩体结构因素对岩土工程边坡稳定性的影响

岩体结构是影响边坡稳定性的另一重要因素。岩体结构主要由结构面和结构体两个部分组成。结构面是岩石物质不连续面和分界面，具有固定的方向、形态和规模，对岩体的力学性质具有重要影响。结构体则是由不同状态的结构面切割而成的独立块体组合而成，其稳定性和完整性直接影响边坡的稳定性。结构面的走向、倾向、倾角以及数量或组数等因素对边坡稳定性具有显著影响。例如，当结构面的走向与边坡走向平行且倾向一致时，整个坡面都具有临空自由滑动的条件，对边坡的稳定性极为不利，结构面的表面性质和连续性也影响边坡的稳定性。粗糙、连续的结构面抗剪强度较高，有利于边坡的稳定；而光滑、不连续的结构面则抗剪强度较低，容易导致边坡失稳。在岩体结构方面，不同类型的岩石对边坡稳定性的影响也不同。例如，深成侵入岩、厚层坚硬的沉积岩以及片麻岩、石英岩等构成的边坡，

一般稳定程度较高。而喷出岩边坡,如玄武岩、凝灰岩等,由于其原生的节理发育,易形成直立边坡并易发生崩塌。含有黏土质页岩、泥岩、煤层等夹层的沉积岩边坡,则易发生顺层滑动或因下部蠕滑而造成上部岩体的崩塌。

2.3 人为因素对岩土工程边坡稳定性的影响

人为因素也是影响边坡稳定性的重要因素之一。随着人类工程活动的不断增加,对边坡的干扰和破坏也日益加剧。不当的削坡、坡顶加载以及地下开挖等人类工程活动都会对边坡的稳定性产生不利影响。削坡过程中,如果坡脚构造面或软弱夹层的覆盖层被切穿或变薄,会减小坡体滑动面的抗滑力,而边坡的下滑力却没有相应减小,导致边坡稳定性降低。坡顶加载,如堆放弃(石)土等,会增加坡体的下滑力,并加大坡顶张拉力和坡脚剪应力的集中程度,使边坡岩土体破坏,降低强度,从而引起边坡稳定性的降低。地下开挖活动,如采矿、开掘铁路和公路隧道等,也会对边坡稳定性产生显著影响。地下开挖会引起地表移动和边坡失稳,且开挖位置越接近边坡面、开挖规模越大、边坡地质条件越复杂,对边坡稳定性的影响就越大。当地下开挖切割边坡的锁固段时,会显著降低边坡的稳定性,甚至导致边坡失稳^[2]。

3 岩土工程中边坡加固工程施工技术

在岩土工程中,边坡加固是一项至关重要的任务,它直接关系到工程的安全性与稳定性。针对不同类型的边坡条件,工程人员需采取多种加固技术来增强边坡的承载能力和抗滑移能力。

3.1 HDPE防渗膜加固技术

HDPE(高密度聚乙烯)防渗膜加固技术是一种先进的边坡防护与加固手段,其核心在于利用HDPE防渗膜优异的防渗性能和耐久性,来阻止地下水渗透对边坡稳定性的不利影响。HDPE防渗膜具有优良的化学稳定性、抗老化性能和抗拉强度,能够有效隔绝水体,减少渗流压力对边坡的破坏。在施工过程中,需要对边坡进行清理和平整,确保基面无尖锐物、无碎石等可能刺破防渗膜的物质。随后,根据设计要求铺设HDPE防渗膜,通常采用热熔焊接技术将膜片之间紧密相连,形成一道完整的防水屏障。为了防止防渗膜在施工过程中受损,还需在膜上铺设保护层,如细石混凝土或砂土垫层。HDPE防渗膜加固技术的优势在于其显著的防渗效果,能够大幅降低地下水对边坡的侵蚀作用,同时增强边坡的整体稳定性,该技术还具有施工简便、环保无污染等优点,被广泛应用于水库、堤防、尾矿库等需要高防水要求的边坡

加固工程中。

3.2 抗滑桩支护加固技术

抗滑桩支护加固技术是一种通过打入或挖掘抗滑桩来稳定边坡的方法。抗滑桩通常由钢筋混凝土制成,具有较大的抗弯和抗剪能力,能够有效地传递滑坡推力,增强边坡的稳定性。在施工前,需要对边坡进行详细的勘察和设计,确定抗滑桩的位置、数量和深度等参数。施工过程中,通常采用钻孔灌注桩或人工挖孔桩的方法,将抗滑桩埋置于稳定的岩土层中。为了确保抗滑桩与周围岩土体的紧密结合,还需进行注浆或注浆加固处理。抗滑桩支护加固技术的优点在于其适应性强,可用于各种复杂地质条件下的边坡加固。该技术还能有效地控制边坡的变形和位移,确保工程的安全性和稳定性。该技术的施工成本相对较高,且施工周期较长,需要综合考虑工程的具体情况和经济效益。

3.3 设置排水系统

设置排水系统是边坡加固工程中不可或缺的一环。由于水的作用往往成为边坡失稳的关键因素之一,因此通过合理的排水设计来降低地下水位和渗流压力,对于提高边坡的稳定性具有重要意义。排水系统通常包括地表排水和地下排水两部分,地表排水主要通过在地表上方设置截水沟、排水沟等设施,将雨水、地表水等迅速排离边坡区域,减少雨水对边坡的冲刷和浸泡。地下排水则采用盲沟、渗水井、集水井等设施,将地下水引至边坡外排出,降低地下水对边坡的渗流压力。在设置排水系统时,需要充分考虑地形地貌、降雨条件、地下水位等因素,合理确定排水设施的位置、规模和排水能力。同时还需定期检查和维护排水设施,确保其畅通无阻,以充分发挥其排水效果。

3.4 复合型加固技术

在岩土工程中,边坡加固是确保工程结构稳定与安全的基石,面对复杂多变的边坡条件,如陡峭的坡度、松散的岩土层、活跃的地下水等,单一的加固技术往往显得力不从心,难以全面应对各种挑战^[3]。复合型加固技术应运而生,并迅速成为边坡加固领域的研究热点和工程实践的重要方向。复合型加固技术通过巧妙融合多种加固手段,如将抗滑桩的强大支撑力与HDPE防渗膜的高效防水性相结合,或者进一步引入植被护坡的生态优势与锚索加固的稳固性能,构建出一套既科学又全面的综合加固体系。这种技术不仅充分发挥了每种加固手段的独特优势,实现了效果上的互补与增强,还极大地提高了边坡加固的灵活性和适应性,能够精准应对不同工程条件下的各种复杂需求。当然,复合型加固技术也对施

工设计、组织与管理提出了更高的要求,需要我们在实践中不断探索与优化,以确保加固效果的最大化。

4 边坡加固工程施工过程中的质量控制

在边坡加固工程的施工过程中,质量控制是确保工程安全、稳定及符合设计要求的关键环节。通过严格的过程监控、质量检测和应急处理,可以有效预防施工中的潜在问题,保证工程质量和进度。

4.1 施工过程监控与安全管理

施工过程监控是边坡加固工程质量控制的首要任务。在施工过程中,必须建立完善的监控体系,对施工进度、施工工艺、材料使用、人员操作等各个环节进行全方位、全过程的监控。通过定期检查和不定期抽查相结合的方式,及时发现并纠正施工中的偏差和错误,确保施工活动按照既定方案有序进行。安全管理是施工过程监控的重要组成部分。边坡加固工程往往涉及高空作业、爆破作业等高风险作业,稍有不慎就可能引发安全事故,必须制定严格的安全管理制度和操作规程,加强安全教育和培训,提高施工人员的安全意识和自我保护能力,加强现场安全管理,设置明显的安全警示标志,配备必要的安全防护设施和应急救援设备,确保施工现场的安全有序。

4.2 施工质量检测与验收标准

在边坡加固工程的浩瀚征途中,施工质量检测与验收犹如两道坚固的防线,为工程的品质与安全保驾护航。施工质量检测,作为质量控制的核心,贯穿于整个建设周期。它不仅仅是对边坡稳定性、加固结构强度与刚度等硬性指标的考量,更是对防渗膜完整性、排水系统畅通性等细节的精雕细琢。通过引入先进的检测技术和设备,我们得以获取精准无误的数据,为施工质量的持续改进提供坚实的支撑。而验收环节,则是工程竣工前的最后一道关卡。它依据严格的标准和规范,对施工质量进行全面而细致的审查,确保每一项指标都符合设计要求,每一道工序都遵循了既定的规范。尤为重要的是,验收过程强调公正与客观,通过设立独立的验收机构或聘请第三方检测机构,有效避免了利益冲突和主观偏见,确保了验收结果的权威性和公信力。对于在验收过程中发现的问题,我们坚持“零容忍”原则,及时提出整改意见,并紧密跟踪整改落实情况,直至问题得到

彻底解决。只有这样,才能确保边坡加固工程真正达到安全、稳定、耐用的标准,为人民群众的生命财产安全筑起一道坚不可摧的防线。

4.3 施工中的问题处理与应急措施

在边坡加固工程的施工过程中,难免会遇到各种问题和突发情况。为了及时、有效地应对这些问题和突发情况,必须制定完善的问题处理机制和应急措施。首先,应建立问题报告和反馈机制,一旦发现施工中的问题或异常情况,施工人员应立即向项目负责人或监控机构报告,并详细描述问题的性质、位置和严重程度等信息。监控机构应及时组织相关人员对问题进行调查和分析,确定问题的原因和解决方案,并跟踪整改进度^[4]。其次,应制定应急预案和救援措施,针对可能发生的突发情况,如滑坡、坍塌、火灾等,应提前制定应急预案和救援措施,明确应急响应流程、救援队伍组成、救援物资储备等方面的要求。同时加强应急演练和培训,提高施工人员的应急反应能力和自救互救能力。在问题处理和应急响应过程中,应坚持“安全第一、预防为主”的原则,优先保障人员安全。加强与相关部门的沟通协调,争取外部支持和援助,确保问题得到及时、有效的解决。

结束语

岩土工程中边坡加固工程施工技术的合理运用,对于提升工程整体稳定性和安全性具有重要意义。随着技术的不断进步与创新,边坡加固方法将更加多样化、高效化。未来,应继续加强技术研发与应用实践,以更科学、更经济、更环保的方式解决边坡稳定问题,为岩土工程领域的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]熊欢,曹青.岩土工程中边坡加固工程施工技术探讨[J].建筑技术开发,2020,47(03):157-159.
- [2]张佳良.岩土工程中边坡加固工程施工技术[J].西部探矿工程,2020,32(01):3-4.
- [3]翟伟强.岩土工程边坡加固的施工技术研究[J].建材与装饰,2020(09):22-23.
- [4]田瑞川.小议岩土工程中的地基基础处理技术[J].绿色环保建材,2019(05):210,212.