

# 锚固技术在岩土工程中的应用

李建硕<sup>1</sup> 虞万霞<sup>2</sup>

1. 山东高新岩土工程有限公司 山东 淄博 255000

2. 山东航宇数字勘测有限公司 山东 淄博 255000

**摘要:**近年来,锚固技术在水电工程、桥梁工程、建筑基坑工程以及输水涵洞工程中均已得到了广泛应用。在岩土工程中应用锚固技术,可以增强岩土体的强度,确保其稳定性,同时也可以节约材料、降低成本。

**关键词:**锚固技术;岩土工程;应用;效益

## 1 锚固技术概述

锚固技术是一种广泛应用于岩土工程中的先进工程技术,其核心理念是通过将锚杆或锚索等受力构件埋入岩土体中,与岩土体形成复合受力体系,从而增强岩土体的稳定性和承载能力。锚固技术以其独特的优势,如施工方便、效果显著、成本相对较低等,在边坡加固、地下工程支护等多个领域得到了广泛应用。锚固技术的基本原理是利用锚杆或锚索与岩土体之间的摩擦力和黏结力,将岩土体的应力传递到稳定的岩土层或岩体中,从而实现岩土体的加固。在实际应用中,通常需要根据工程的地质条件、荷载情况等因素,进行详细的设计计算,确定锚杆或锚索的布置方式、长度、直径等关键参数。锚固技术的优点在于,它不仅可以显著提高岩土体的稳定性,还可以有效减少工程对周围环境的影响<sup>[1]</sup>。与传统的加固方法相比,锚固技术施工简单、工期短、成本低,因此在许多工程中成为了首选的加固方式。

## 2 锚固技术在岩土工程中的应用优势

锚固技术在岩土工程中的应用具有显著的优势,主要体现在以下几个方面:(1) 高效稳定的加固效果:锚固技术通过深入岩土体内部的锚杆或锚索,利用其与岩土体之间的摩擦力和黏结力,有效地传递和分散荷载,显著提高岩土体的稳定性和承载能力。这种加固方式既快速又高效,能够确保工程的长期安全稳定。(2) 对周围环境影响小:与传统的加固方法相比,锚固技术施工过程中无需大量挖掘或破坏周围岩土体,对环境的扰动和破坏程度较低。这不仅有助于保护周围的生态环境,还可以减少对周边建筑物和设施的影响。(3) 适应性强:锚固技术适用于各种复杂的岩土工程条件和地质环境,如软土、砂土、岩石等。无论是边坡加固、地下工程支护还是其他岩土工程领域,锚固技术都能够根据具体的工程需求和地质条件进行灵活的设计和应用。(4) 施工简便、工期短:锚固技术的施工过程相对简单,不

需要复杂的施工设备和大型机械,施工速度快,工期短。这不仅可以降低工程的成本,还可以减少施工期间对周围环境的影响。(5) 经济效益显著:由于锚固技术具有施工简便、工期短、效果好等优点,因此在许多工程中成为了首选的加固方式。与传统的加固方法相比,锚固技术往往能够取得更好的经济效益,为工程建设和运营提供更多的价值。

## 3 锚固技术在岩土工程施工中的应用原则

### 3.1 适用性原则

适用性原则强调锚固方案应根据具体工程条件和地质环境进行定制;这要求工程师在设计和规划锚固系统时,必须充分了解工程场地的地质特征、岩土体的性质、应力状态、环境因素以及施工要求。通过对这些因素的综合分析,可以制定符合实际情况的锚固方案,确保技术应用的针对性和有效性。同时,适用性原则还要求锚固方案应与工程的使用功能和安全要求相匹配。不同的工程项目具有不同的使用目的和安全标准,例如高速公路、铁路、水利工程和地下空间开发等,它们对锚固技术的要求各不相同<sup>[2]</sup>。因此,在应用锚固技术时,必须充分考虑工程的使用需求和安全标准,确保锚固方案能够满足工程的长期稳定运行。

### 3.2 经济性原则

经济性原则旨在确保锚固技术的实施在满足工程安全和质量的前提下,实现成本的最小化,提高工程的整体经济效益。经济性原则要求在锚固方案设计阶段充分考虑成本因素;工程师需要对比不同锚固方案的工程造价,分析各方案的长期效益和维护成本,选择最具经济效益的方案。应根据工程预算合理控制锚固技术的投资,避免盲目追求高标准而忽视成本控制。在施工过程中,经济性原则要求合理利用资源,减少浪费。例如,在选择锚固材料和设备时,应优先选用性价比高、质量可靠的产品;在施工过程中,应合理安排施工顺序,提

高施工效率,降低人工和机械成本。经济性原则还要求注重锚固技术的长期效益;在选择锚固材料和施工工艺时,应考虑到其耐久性和稳定性,确保锚固系统能够长期有效地工作,减少后期的维护成本和更换成本。

### 3.3 实践性原则

在岩土工程施工中应用锚固技术时,实践性原则强调理论与实践的结合,确保技术应用的可行性和可靠性。通过实践中的验证和测试,可以为锚固方案的设计提供科学依据和技术支持。实践性原则强调施工过程中的实时监测和调整;在锚固施工过程中,应密切关注施工现场的变化和岩土体的反应,及时采集和分析数据。如果发现实际情况与预期不符或出现异常情况,应及时调整施工方案,确保锚固系统的施工质量和效果。实践性原则还要求注重施工经验的积累和总结;在锚固技术的实际应用过程中,工程师和施工人员应不断积累经验,总结教训,不断改进和完善施工技术和方法。通过实践经验的不断积累,可以提高锚固技术的应用水平和效果,为类似工程提供有价值的参考和借鉴。

## 4 岩土工程中锚固技术的实际应用

### 4.1 基坑土方开挖

在基坑土方开挖过程中,锚固技术发挥着重要的作用。在基坑开挖前,工程师需要根据地质勘察结果和工程要求,合理设计锚固方案。这包括确定锚杆或锚索的布置位置、长度、直径等参数,以及选择合适的锚固材料和施工工艺。设计过程中,还需要考虑到基坑开挖过程中可能出现的变形和位移,并采取相应的预防措施。在基坑开挖过程中,按照锚固方案进行锚杆或锚索的施工。这包括钻孔、注浆、安装锚杆或锚索等步骤。施工过程中,需要严格控制钻孔的直径、深度和倾斜度,确保锚杆或锚索的准确安装。注浆过程也需严格控制,确保注浆材料的均匀性和密实度,以提高锚杆或锚索与岩土体的粘结力。在基坑开挖过程中,锚固系统通过提供足够的抗拔力和承载力,有效地保持基坑的稳定<sup>[3]</sup>。锚杆或锚索与岩土体之间的粘结力能够有效地传递和分散荷载,减少基坑的变形和位移。锚固系统还能提供额外的侧向支撑,防止基坑周围土体的坍塌和变形。随着基坑的开挖,工程师需要密切关注基坑的稳定性和变形情况。如果发现异常情况或基坑稳定性受到威胁,应及时采取措施进行调整和加固。这可能包括增加锚杆或锚索的数量、调整锚固参数、加强基坑周围的排水措施等。

### 4.2 钻孔技术的应用

在岩土工程中,锚固技术的应用往往与钻孔技术紧密结合,共同构成了岩土体加固与稳定的核心措施。钻

孔技术作为锚固技术的重要组成部分,其在锚固施工中的准确性和效率直接关系到整个锚固效果的好坏。第一,在岩土体中进行钻孔作业是锚固技术实施的前提条件。钻孔的目的是为了将锚杆或锚索准确、牢固地安置于预定的岩土层中,从而有效地传递和分散来自岩土体的荷载。因此,钻孔的精确度和质量至关重要。第二,在进行钻孔作业前,工程师需要根据岩土体的物理性质、力学特性以及锚固设计要求,选择合适的钻孔设备和方法。同时,还需对钻孔过程中的各项参数(如钻孔直径、深度、倾角等)进行严格控制,以确保钻孔满足设计要求。第三,在钻孔过程中,需要注意钻孔轨迹的稳定性和孔壁的完整性。为了避免钻孔过程中出现坍塌或变形等问题,工程师需根据地质条件采取相应的护壁措施,如注浆护壁或套管护壁等。还需定期对钻孔设备进行检查和维护,确保钻孔作业的连续性和稳定性。第四,当钻孔完成后,便可进行后续的锚杆或锚索安装工作。在此过程中,需确保锚杆或锚索能够准确地放置在钻孔中,并与岩土体形成良好的粘结。为了达到这一目的,工程师需根据设计要求进行注浆作业,确保注浆材料的均匀性和密实性。

### 4.3 灌浆施工

在岩土工程中,锚固技术的实施常伴随着灌浆施工,这是确保锚杆或锚索与岩土体之间形成有效粘结、传递荷载并提高整体稳定性的关键步骤。灌浆施工的主要目的是填充锚杆或锚索与钻孔壁之间的空隙,使其形成一个连续的、高强度的锚固体系。为了实现这一目标,工程师需要首先根据岩土体的性质、锚杆或锚索的规格以及工程要求,选择合适的灌浆材料。通常,灌浆材料应具备良好的流动性、凝结时间、粘结强度和耐久性。在施工过程中,工程师需要严格控制灌浆的压力、流量和速度,以确保灌浆材料能够均匀、密实地填充到每一个空隙中。为了避免灌浆过程中出现的堵塞或漏浆等问题,工程师需提前对灌浆设备进行检查和维护,确保设备的正常运行。同时,灌浆施工过程中还需注意以下几点:(1)保持灌浆的连续性,避免中断,以确保灌浆材料与岩土体之间的充分反应和粘结。(2)实时监测灌浆效果,通过观察灌浆压力和浆液回流量等数据,判断灌浆是否达到设计要求。(3)在灌浆完成后,及时进行封孔处理,防止外部水分或杂质侵入,影响锚固效果。

### 4.4 锚杆杆体的安放

锚杆材料应具备高强度、耐腐蚀、抗老化等特性,以确保其在岩土体中的长期稳定性和耐久性。工程师需要利用钻孔技术,按照设计要求在岩土体中形成钻孔。

钻孔的直径和深度应根据锚杆的规格和工程要求进行精确控制,以确保锚杆能够顺利安放到位。当钻孔完成后,工程师开始进行锚杆杆体的安放工作。这一过程中,需要利用专门的安装设备,将锚杆杆体逐渐推入钻孔中。为了确保锚杆杆体能够顺利安放到位并避免在安放过程中出现弯曲或损坏,工程师需要控制安放速度和力度,并随时观察锚杆杆体的状态。当锚杆杆体安放到位后,工程师还需要进行注浆作业,将注浆材料填充到锚杆与钻孔壁之间的空隙中。注浆材料的选择应根据岩土体的性质、锚杆的规格以及工程要求进行选择,以确保注浆材料能够与锚杆和岩土体形成良好的粘结。在完成注浆作业后,工程师需要对锚杆杆体进行固定和紧固,以确保其在岩土体中的稳定性和可靠性。固定和紧固方法应根据锚杆的类型和工程要求进行选择,如使用锁定器或紧固螺丝等方式进行固定。

#### 4.5 锚固注浆

在岩土工程中,锚固注浆是锚固技术中的一个重要环节,它涉及注浆材料的配制、注浆设备的选择、注浆工艺的控制等多个方面,对确保锚杆或锚索与岩土体之间的有效粘结起着至关重要的作用。锚固注浆的主要目的是利用注浆材料填充锚杆或锚索与岩土体之间的空隙,增加岩土体的内摩擦力和凝聚力,提高岩土体的整体稳定性。注浆材料的选择至关重要,需根据岩土体的性质、锚杆或锚索的规格以及工程要求进行选择<sup>[4]</sup>。一般情况下,注浆材料应具备流动性好、凝结时间适中、强度高特点。在注浆前,工程师需要对注浆设备进行仔细检查和调试,确保注浆过程中设备的稳定性和可靠性。注浆过程中,工程师需要严格控制注浆压力、注浆流量和注浆速度,确保注浆材料能够均匀、密实地填充到锚杆或锚索与岩土体之间的空隙中。为了确保注浆效果,工程师还需要对注浆过程进行实时监测和记录,包括注浆压力的变化、注浆流量的变化等。当发现注浆压力异常或注浆流量不足时,需要及时采取措施进行调整,确保注浆质量。注浆完成后,工程师需要对注浆效果进行检测和评估。常见的检测方法包括取芯检测、声波检测等,通过这些方法可以判断注浆材料是否填充密

实、锚杆或锚索与岩土体之间的粘结是否牢固。

#### 5 岩土工程中锚固技术质量控制措施

岩土工程中锚固技术的质量控制措施是一个综合性的工程管理体系,旨在确保整个锚固过程的质量与安全性。这些措施从原材料的筛选与进场检验开始,严格把控锚杆、注浆材料等关键原材料的质量,确保它们满足工程设计与国家标准。在施工过程中,质量控制措施还包括制定详尽的施工工艺流程和操作规范,严格控制钻孔的精度、注浆工艺参数以及施工设备的运行状况。因此,人员培训和持证上岗制度也是重要的质量保障措施,它能确保施工队伍具备必要的技能和资质,从而规范施工行为。最后,定期的质量检测与竣工后的全面验收是质量控制的最后关卡,通过科学的检测方法和手段,确保锚固体系的质量和性能达到预期的标准。这一系列的质量控制措施共同构成了岩土工程中锚固技术的质量保障体系,确保了工程的长期稳定性和安全性。

#### 结束语

锚固技术作为岩土工程中的重要技术之一,在实际工程中得到了广泛应用。通过合理选择锚固元件类型、优化设计方案、严格控制施工流程和质量,锚固技术能够有效地提高岩土体的稳定性和承载能力,保障工程的安全性和经济性。然而,随着岩土工程领域的不断发展和工程要求的提高,锚固技术也面临着新的挑战和机遇。未来,需要进一步加强锚固技术的研究与创新,探索更加高效、智能的锚固方法,为岩土工程的安全、可持续发展作出更大贡献。

#### 参考文献

- [1]T.H. 汉纳著.胡定.邱作中.等.锚固技术在岩土工程中的应用[M].中国建筑工业出版社.2020.(11):031-032.
- [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.2021.(01):231-231.
- [3]张中龙.李建军.锚固技术在岩土工程中的应用探究[J].城市建设理论研究(电子版).2021.(07):001-003.
- [4]刘永军.吴俊浩.岩土锚固技术在岩土工程边坡治理中的应用[J].河南科技.2021.40(12):3.