

Discussion on Slope Instability and Reinforcement Treatment of Foundation Pit in Geotechnical Construction

Xiahua Chen

Shanghai Pudong Architectural Design and Research Institute Co., Ltd., Shanghai, 201299, China

Abstract

In the field of geotechnical engineering, foundation pit slope instability has always been an important problem of concern, foundation pit engineering bearing the weight of the building, the stability of the foundation pit slope directly affects the safety and the sustainability, with the continuous development and expansion of urban construction, the increasing demand for foundation pit engineering, and complex geological environment and construction conditions also put forward higher requirements for foundation pit slope stability, foundation pit slope instability may not only may lead to engineering delay and loss, more likely to cause serious safety accidents, irreversible impact on the surrounding environment and society. Based on this, this paper briefly discusses the characteristics of geotechnical engineering foundation pit support, and deeply discusses the causes of foundation pit slope instability and reinforcement treatment technology in geotechnical engineering construction, for reference.

Keywords

geotechnical engineering construction; foundation pit slope instability; reinforcement treatment

岩土工程施工中基坑边坡失稳及加固处理技术刍议

陈夏华

上海浦东建筑设计研究院有限公司, 中国·上海 201299

摘要

在岩土工程领域, 基坑边坡失稳一直是一个备受关注的重要问题, 基坑工程承载着建筑物的重量, 基坑边坡的稳定性直接影响着工程的安全性和持续性, 随着城市建设的不断发展和扩张, 对于基坑工程的需求日益增加, 而复杂多变的地质环境和施工条件也为基坑边坡稳定性提出了更高的要求, 基坑边坡失稳不仅可能导致工程延误和损失, 更可能引发严重的安全事故, 对周边环境和社会造成不可逆的影响。基于此, 论文简单讨论岩土工程基坑支护特点, 深入探讨岩土工程施工中基坑边坡失稳原因和加固处理技术, 以供参考。

关键词

岩土工程施工; 基坑边坡失稳; 加固处理

1 引言

为了有效应对基坑边坡失稳问题, 岩土工程领域不断探索创新, 提出了各种加固处理技术, 这些技术涵盖了从地质勘察和设计阶段到施工和监测阶段的全过程, 包括但不限于地质分析、边坡设计、支护结构设计、加固材料选择以及实施监测等方面, 通过科学合理的方案设计和施工实践, 可以有效提高基坑边坡的稳定性, 降低工程风险, 保障施工和周边环境的安全。

2 岩土工程基坑支护特点

地质条件的复杂多变是岩土工程基坑支护的特点之一, 地质条件包括地层岩土性质、地下水位、地下水流动情况等

因素, 这些因素会影响基坑支护工程的设计和施工。地层的岩土性质不同, 会对基坑支护结构的稳定性和安全性提出不同的要求。例如, 在软土地区需要采取较为严格的支护措施以防止地层塌陷; 而在岩石地层, 则需要考虑岩石的稳定性和支护结构的锚固等问题, 地下水位和地下水流动情况也会对基坑支护产生重要影响, 需要通过合适的排水和防水措施来保证基坑的施工和使用安全。岩土工程基坑支护的施工环境通常较为复杂, 施工现场可能受到周围建筑物、道路、地下管线等因素的限制, 这就增加了基坑支护工程的施工难度。

3 岩土工程施工中基坑边坡失稳原因

3.1 环境因素

岩土层的性质、分布、厚度和稳定性对边坡的稳定性有着直接的影响, 如果地质层中存在较厚的软弱层或者断层带, 那么在施工过程中就容易发生边坡失稳, 特别是在岩土

【作者简介】陈夏华(1975-), 男, 中国安徽芜湖人, 本科, 工程师, 从事岩土工程勘察设计研究。

层之间存在较大的差异性时，常常会出现边坡失稳的情况。地下水位的高低以及水流对地层的侵蚀作用，都会对基坑边坡的稳定性造成影响。例如，当地下水位较高时，会增加地层的饱和度，导致土体的稳定性下降，从而增加了边坡失稳的风险，地下水流的作用也可能导致基坑边坡的土体流失，加剧了边坡的不稳定性。施工现场的振动、震动以及施工过程中的挖掘、填土等作业都会对基坑边坡的稳定性产生影响。例如，大型机械设备在挖掘过程中产生的振动会加速周围土体的松动，从而增加了边坡失稳的风险，在填土过程中，填土的质量、厚度和填充方式等因素都会影响到边坡的稳定性，不当的填土作业可能会导致边坡失稳。气候条件的变化会直接影响到地表土体的水分含量和温度，进而影响到边坡的稳定性。例如，降雨会增加土体的饱和度，导致土体松动，增加了边坡失稳的风险，在干燥的气候条件下，土体的收缩和裂缝的产生也会削弱边坡的稳定性。

3.2 施工管理因素

设计阶段是否充分考虑了地质条件和环境因素，是否合理地选择了边坡的倾角、加固方式和边坡排水设计，直接关系到边坡稳定性的基础，若设计阶段对于边坡的稳定性评价不足或忽视了某些关键性因素，如土层结构复杂性、地下水状况等，均可能导致后续施工阶段边坡结构不稳定现象的发生。选择不合适的开挖和支护方法可能导致边坡在承受外力时产生不同程度的变形甚至崩塌。例如，采用机械开挖而非逐层开挖的方式，可能会对边坡施加过大的即时荷载，而不给边坡足够的响应时间，从而造成土体错位乃至边坡失稳。不合理的工期压缩可能导致施工进度过于紧张，为了赶工而牺牲了边坡安全稳定必需的施工工艺和安全措施，边坡开挖与支护的同步性不足，缺乏适宜时间间隔，可能会对边坡稳定性产生不利影响。基坑工程需要实时监测边坡位移、水土压力、地下水位等多项指标，以便发现潜在的移动和异常现象，进而及时采取补救措施，若监测系统未能得到有效执行，信息反馈滞后，或者预警系统不灵敏，都可能导致边坡失稳情况未能得到及时发现和处理，从而引发安全事故。基坑施工过程中可能遇到的降水、下水道破裂、邻近工地施工影响等不确定事件，都需要一个有准备、有预案的管理团队来应对，如果施工现场管理层对于意外情况反映迟缓、处置不当，都可能加剧基坑边坡的失稳风险。

4 岩土工程施工中基坑边坡加固处理技术

4.1 项目概况

浙江省台州市公路航空港，因规划建设的土地占用过大，在相关的政策管理方面存在诸多问题。水库用地地处长已有的耕地范围，院子周围是飞机棚、跑道、油库和营房等建筑物，东边紧靠着跑道和跑道，规划的用地大多是空地，上面覆盖着草地和其他植物，在导坪和塔楼的位置，一些原来的建筑还没有拆除，现场地为混凝土地面，局部区域周边紧

邻现有建筑物。

4.2 防渗覆膜加固

防渗覆膜加固技术主要是在案例项目基坑边坡表面铺设一层高分子防渗材料，形成一层防水层，从而减少或阻止地下水通过边坡渗透，这类材料通常包括 HDPE（高密度聚乙烯）、LDPE（低密度聚乙烯）、EVA（乙烯-醋酸乙烯共聚物）等，具有良好的耐磨性、耐腐蚀性和抗老化性能。施工前需要对基坑边坡进行仔细的勘察，根据地质条件、边坡高度、坡度及周围环境等因素综合设计覆膜的厚度和类型，常见的覆膜厚度范围在 1.5~2.5mm。在铺设防渗覆膜前，需对基坑边坡进行整平处理，去除尖锐突出物，避免刺破防渗材料，按照设计要求铺设地基布，地基布可以有效避免防渗材料与土壤直接接触，增强防渗层的稳定性和耐用性。铺设时须确保材料展平无皱褶，且各层之间至少有 0.3~0.5m 的重叠宽度，重叠处通过热风焊接或焊条焊接等技术进行密封处理，确保防渗层的整体性和连续性。在防渗材料的上部通常会铺设一层保护层，保护层材料可以是更厚的土工布、砂砾层或混凝土保护层，厚度一般为 10~30cm，其主要作用是保护防渗层不受机械损伤和紫外线照射，延长其使用寿命。在整个施工过程中，还需严格按照工艺要求进行，做好每一步的质量控制，特别是焊接接口的处理，这往往是决定防渗效果好坏的关键。基坑边坡的防渗覆膜加固技术是一项系统工程，需要根据实际的地质条件和施工环境综合考虑，选择合适的材料、制定合理的施工方案，并严格控制施工质量，以达到既保证边坡稳定性、又能有效阻止渗水的目的。

4.3 抗滑桩预加固技术

在案例项目采用抗滑桩预加固技术前，需要进行详细的地质调查和稳定性分析，研究基坑周围的地形地貌、土层结构、地下水状况及滑坡历史，以此来确定桩的布置位置、数量、尺寸和深度，同时选择合适的桩材质，抗滑桩一般分为预应力混凝土桩、钢筋混凝土桩（RC 桩）（图 1）和钢桩等，其中预应力混凝土桩和钢筋混凝土桩使用较为普遍^[1]。桩的施工通常依据设计参数选择相应直径，常见的桩径从 0.6~1.2m 不等，桩间距根据实际地质条件一般设置在 2~4m，桩深则需要根据土层厚度和稳定性要求设定，通常为 10~30m，以确保穿越潜在滑动面并延伸到稳定的土层中去。在施工过程中，需要使用钻孔机或挖掘机进行土体开挖，创建桩孔，将钢筋笼按照设计规格制作并下放到桩孔中，确保钢筋笼的位置正确，并预埋好必要的拉力预应力束或者钢筋，使用高标号混凝土进行浇筑，形成抗滑桩，在混凝土浇筑过程中要保证桩体中无空洞和混凝土均匀密实，常采用高压旋喷或静压注浆等方法来确保混凝土的质量。桩体施工完成后，需要在桩顶实施锚固工作，通过设置锚杆或者锚索来提供抗滑桩的水平稳定力，这种方式可有效抵抗潜在的滑动力，锚索的长度一般为 10~20m，锚固力的大小则需要结合

滑坡力学分析来决定,还需要考虑到桩顶的结构,设计桩帽,将桩体相互连接并传递力至桩体^[2]。抗滑桩预加固技术的施工质量对项目的成功至关重要,在整个施工过程中必须细致严谨,包括但不限于规范操作、精确测量和严格监测,施工中不仅要做好桩体本身的质量控制,还要监控桩体与土体相互之间的作用,评估桩体承载力和桩顶移动等情况。

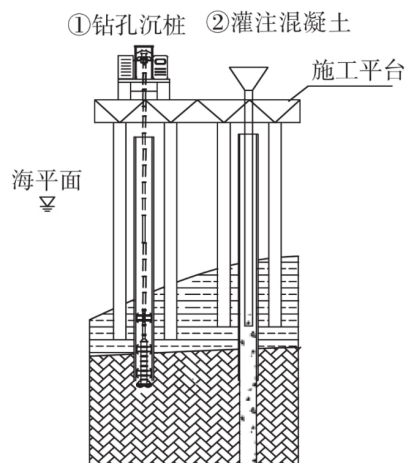


图1 钢筋混凝土桩(RC桩)示意图

4.4 填石层、砂砾层加固

对于案例项目采用填石层、砂砾层加固的边坡,加固前须进行详细的地质勘查和稳定性分析,以确定边坡的实际稳定状况以及加固的需求,勘查内容通常包括边坡的地质结构、土层厚度、土体种类、含水量以及边坡的坡度和高度等,根据勘查结果,设计出具体加固方案,包括填石层、砂砾层的厚度、面积以及所用材料的规格等^[3]。材料选择时,填石一般采用直径在10~30cm的坚硬岩石,这些岩石具有较高的抗压强度和耐侵蚀性;而砂砾层则选择粒径在5~20mm的天然河砂或碎石,砂砾应具有良好的排水性能以及一定的抗剪强度。加固层的厚度通常根据边坡的稳定性需求来设定,填石层的厚度一般在0.5~1.5m,砂砾层的厚度则在0.3~1.0m,具体厚度需根据边坡的实际情况和设计要求确定。在施工过程中,需要对边坡表面进行清理,去除松散的土石和植被,以确保加固层与原边坡表面紧密结合,按照设计要求分层铺设填石和沙砾,每铺设一层,需进行轻度压实处理,以确保填石层和沙砾层之间联系紧密、无明显空洞,并保证加固层具有良好的整体稳定性,为了提高边坡的排水性能,可以在砂砾层中设置排水管或排水沟,确保雨水和地下水能够及时排出,减少对边坡稳定性的不利影响。加固完成后,为了进一步提升边坡的抗侵蚀能力和景观效果,可以在加固层表面覆盖一层植草地衣或进行人工绿化,这一措施不仅能

够增强边坡的环境适应能力,还能够美化环境,提高工程的整体质量。

4.5 边坡基层排水

案例项目边坡基层排水的设计与施工,需要根据地形地貌、地质条件、水文状况等进行全面分析,以确定排水系统的类型、布局和尺寸,一般情况下,边坡排水系统主要包括表层排水和深层排水两种基本方式。表层排水主要是通过横向排水沟、纵向排水沟和集水井等设施,来收集并引导雨水和地表水迅速远离边坡区域。例如,横向排水沟一般设置在边坡的上部与中部,用以截断上部集水,沟深通常在0.5~1.0m,沟宽在0.3~0.5m,坡度根据地形地貌可设计在3%~5%,以保证水流畅通无阻。纵向排水沟则设置在边坡底部或适当位置,以便于集中排水,其尺寸与构造与横向排水沟相似,但长度和排水能力须根据实际需要确定。深层排水则主要通过设置排水管、排水井或排水隧道等设施,来控制地下水位,降低土体的水压。在边坡内部竖向打设排水孔,孔深通常设计为边坡高度的1/2~2/3,孔径在10~15cm,排水管一般选用直径在100~200mm的硬质PVC管或钢筋混凝土管,管道间距根据地质条件和水文特征设定,一般在3~5m,管底埋设深度通常不少于1.0m,以确保跨越潜在滑移面,排水管要保持一定的坡度(通常为3%~5%),确保水能顺利流出。排水孔与管道周围还需填充滤水材料,如砂砾或碎石,以防堵塞并提高排水效率,滤水层厚度一般设计为30~50cm,粒径在20~40mm,在排水系统的出水口处设置集水井或检查井,以方便排水系统的维护和管理。

5 结语

基坑边坡失稳是岩土工程施工中一个重要的挑战。通过对各种加固处理技术的应用和研究,我们能够有效地减少基坑边坡失稳带来的风险,确保工程施工的顺利进行。未来,我们需要进一步深入研究基坑边坡失稳机理,探索更加创新和有效的加固处理技术,以应对复杂多变的工程环境,加强工程监测和管理,提高基坑施工的安全性和可持续性,促进城市建设的健康发展。

参考文献

- [1] 伦恒毅.岩土工程施工中基坑边坡失稳及加固处理研究[J].中国金属通报,2022(3):151-153.
- [2] 张小兴.岩土工程施工中基坑边坡失稳及加固处理技术[J].住宅与房地产,2021(28):239-240.
- [3] 何强.岩土工程施工中基坑边坡失稳及加固处理[J].低碳世界,2021,11(6):119-120.