

土木工程施工中边坡支护技术研究

唐福童

河南省光大建设管理有限公司宁夏分公司 宁夏 固原 756000

摘要：边坡支护技术在土木工程施工中至关重要。本文阐述其重要性体现在保障施工安全、确保工程质量、提升经济效益等方面。介绍了喷锚网、预应力锚杆框格梁、土钉、逆作拱墙等常见边坡支护技术的原理、施工要点及适用条件。同时从施工前、施工中、施工后及强化监督管理四个维度，详细说明了边坡支护的质量控制措施，旨在为土木工程施工中边坡支护技术的应用与质量保障提供参考，促进该技术在工程中的科学应用与发展。

关键词：土木工程；边坡支护技术；质量控制

引言

随着城市化进程的加快，土木工程建设规模与数量不断增加。在土木工程施工中，边坡稳定性问题直接关系到工程的安全与质量。边坡支护技术作为解决边坡稳定问题的关键手段，其合理应用和质量控制对整个工程的顺利进行及后续使用至关重要。然而，在实际施工中，边坡支护技术的应用面临着各种复杂的地质条件和环境因素的挑战。因此，深入研究土木工程施工中的边坡支护技术，分析其重要性、常见技术类型及质量控制方法，具有重要的现实意义，能够为提高土木工程施工质量和安全提供有力支持。

1 土木工程施工中边坡支护技术的重要性

在土木工程施工领域，边坡支护技术扮演着至关重要的角色，其重要性体现在施工安全、工程质量和经济效益等多个方面。（1）从施工安全角度来看，土木工程中的很多作业，如基坑开挖等，会改变边坡土体原有的应力状态和平衡条件。尤其是在深基坑工程中，随着开挖深度的增加，边坡土体的侧向压力不断增大，如果没有有效的支护措施，边坡极易发生坍塌、滑坡等事故。这些事故不仅会对正在施工的人员造成严重的生命威胁，还可能损坏施工现场的设备和设施，导致施工中断。边坡支护技术通过锚杆、土钉、挡土墙等多种支护形式，可以为边坡土体提供足够的侧向支撑力，限制土体的变形和位移，使边坡保持稳定，从而为施工人员和设备营造安全的作业环境，保障施工的顺利进行。（2）对于工程质量而言，合理的边坡支护是确保工程质量的关键因素。稳定的边坡能够避免因土体变形、位移而对周边建筑物、地下管线等造成不利影响。例如，在城市建设中，如果相邻建筑的基坑边坡支护不当，可能导致周边建筑物基础不均匀沉降，使建筑物出现裂缝、倾斜等质量问题，严重影响建筑物的结构安全和使用功

能。边坡的稳定也有利于后续工程的施工，如基础施工、结构施工等。只有边坡稳定，才能保证后续施工的精度和质量，减少因边坡问题导致的质量隐患，确保整个土木工程的质量符合设计和使用要求。（3）从经济效益方面分析，合适的边坡支护技术能够带来显著的经济效益。一方面，有效的边坡支护可以缩短施工周期。因为稳定的边坡可以使施工过程更加顺畅，减少因边坡事故导致的工程延误和修复时间，从而加快工程进度，提前完成项目交付，使项目能够更早地投入使用或产生效益。另一方面，良好的边坡支护可以降低对周边环境的影响，避免因边坡坍塌等事故对周边道路、建筑物等造成破坏，从而减少因环境破坏而产生的赔偿和修复费用。

2 土木工程施工中常见的边坡支护技术

2.1 喷锚网支护技术

喷锚网支护技术是一种高效且实用的边坡支护方法。其作用原理是借高压喷射水泥混凝土和打入岩土中的金属锚杆的联合作用，使锚杆、混凝土喷层和围岩形成共同作用的体系。当岩体比较破碎时，还可利用丝网拉挡锚杆之间的小岩块，增强混凝土喷层^[1]。施工时，首先要精确地将土钉放置在预先规划好的位置，这一步骤直接关系到后续支护的效果，位置偏差可能导致支护强度不足或受力不均。土钉放置完毕后进行灌浆，灌浆质量是关键，需确保浆液饱满且与土钉和周围土体紧密结合，完成后要全面检查，若不达标则需重新灌浆。灌浆合格后，开展焊接环节，将土钉等连接成一个整体的支护结构，使各部分协同工作，共同承担边坡的压力。最后，不可忽视的是边坡支护的养护，合理的养护能提高混凝土喷层的强度和耐久性，确保支护效果的长期稳定。该技术适用于多种地质条件，尤其是土质较差、易坍塌的边坡，能有效增强土木工程的稳定性。

2.2 预应力锚杆框格梁支护技术

预应力锚杆框格梁支护技术由预应力锚杆支护和框格梁支护组成。其原理是通过预应力锚杆对土体施加拉力,利用锚杆的抗拔力将不稳定的边坡结构与较为稳定的岩土层紧密连接。框格梁则起到将锚杆的拉力传递到更大范围土体中的作用,使边坡土体在锚杆和框格梁的共同作用下,处于三向受压状态,有效控制土体位移,防止边坡坍塌。在高边坡工程中,如山区的公路、铁路建设,经常会遇到坡度大于 60° 的高陡边坡,这类边坡稳定性差,容易发生滑坡等地质灾害,预应力锚杆框格梁支护技术就能够发挥很好的作用。在岩石边坡中,由于岩石的整体性和强度较高,但可能存在节理、裂隙等薄弱部位,该技术可以通过锚杆穿过这些薄弱部位,将框格梁的压力传递到深部稳定的岩体中,提高边坡的整体稳定性。

2.3 土钉支护技术

土钉支护技术是在土体内放置一定长度和分布密度的土钉体与土共同作用,弥补土体自身强度的不足。它将基坑边坡通过由钢筋制成的土钉进行加固,边坡表面铺设一道钢筋网再喷射一层砼面层,形成类似重力挡土墙的支护结构。施工时,先根据工程实际和边坡支护要求,确定土钉的施工密度和土钉孔深度。这需要综合考虑边坡的高度、坡度、土体性质等因素。确定参数后,将土钉插入土体,然后通过注浆等工艺使土钉与土体形成整体。注浆的目的是使土钉与周围土体紧密粘结,提高土体的抗剪强度和稳定性,使土体能够更好地承受外部荷载。土钉支护技术具有很多优点,造价成本低,相比一些复杂的支护技术,其材料和施工成本都相对较低。支护质量高,通过土钉与土体的协同作用,能够有效地提高边坡的稳定性。适用范围广,可用于有一定粘结性的杂填土、粘性土、粉土、黄土与弱胶结的砂土边坡等。通常将土钉与截水技术等联合应用,在保证边坡稳定的同时,防止地下水对边坡的侵蚀和破坏。

2.4 逆作拱墙支护技术

逆作拱墙支护技术是一种高效且经济的边坡支护方法,在土木工程中应用广泛。其原理是将基坑开挖成圆形、椭圆形等弧形平面,并沿基坑侧壁分层逆作钢筋混凝土拱墙。利用拱的作用,把垂直于墙体的土压力转化为拱墙内的切向力,从而充分发挥墙体混凝土的抗压强度。由于墙体内力主要为压应力,多数情况下不用锚杆或内支撑就可满足强度和稳定要求^[2]。逆作拱墙支护技术具有很多优点。首先是安全可靠,挡土拱圈以受压为主,拱圈上弯矩很小,结构本身强度破坏或失稳可能性小。而且拱圈沿支护高度分道施工,每道拱圈独立承

受相应高度内的压力,相互不影响。其次,该技术能节省工期,施工方便,开工即可挖土,拱圈施工与基坑同步,工期主要取决于挖土进度,且拱圈施工类似逆作法形成弯曲地梁,主筋水平环向配置,施工便捷。再者,经济效益显著,拱圈以受压为主,能充分发挥混凝土材料特性,只需支护坑壁适当高度,用料少,费用仅为挡土桩的40%~60%,基坑越深,效益越明显。不过,逆作拱墙支护技术也有一定的适用条件。拱圈因起拱部位要超挖一些土方,需要有允许临时占用的起拱场地,且拱墙轴线的矢跨比不宜小于 $1/8$,基坑开挖深度 h 不宜大于12m。当地下水位高于基坑底面时,应采取降水或截水措施。当基坑开挖深度范围或基坑底土层为砂土时,需按抗渗条件验算土层稳定性。

3 边坡支护的质量控制

3.1 施工前的质量控制

(1) 设计审查:设计方案是边坡支护工程的蓝图,直接决定工程的质量和安全性。审查时,需重点考量设计方案与工程地质条件的匹配度。不同的地质条件,如软土、砂土、岩石等,对边坡支护的要求差异巨大。周边环境也是重要因素,若附近有建筑物、地下管线等,设计方案要确保边坡支护施工及使用过程中不对其产生不利影响。此外,必须严格对照相关规范标准,审查设计参数,如土钉支护中,土钉的长度、直径、间距等参数,只有合理的参数才能保证边坡的稳定性。(2) 材料与设备检查:材料和设备是边坡支护施工的物质基础。材料方面,锚杆的强度、韧性,注浆材料的粘结性、抗压强度等性能必须符合设计要求。对于每一批次的材料,都要检查质量合格证明文件,并按规定进行抽样检验。设备上,钻孔设备的精度决定了钻孔的质量,影响锚杆或土钉的安装效果;注浆设备的工作性能则直接关系到注浆的饱满度和均匀性。在施工前,要对设备进行全面检查和调试,确保其处于最佳工作状态。

3.2 施工过程中的质量控制

(1) 严格执行施工规范:施工规范是确保边坡支护工程质量的基本准则。以锚杆支护施工为例,钻孔时,孔径需满足设计要求,过大或过小都会影响锚杆与土体的粘结效果;孔深要准确,保证锚杆能有效锚固在稳定土层中;孔的垂直度偏差要控制在允许范围内,否则会降低锚杆的抗拔力。锚杆安装时,位置和角度必须精准,注浆要饱满、均匀,以提供足够的粘结力和抗拔力。严格执行施工规范,能使施工质量稳定可靠,减少质量问题的出现。(2) 施工质量检查与整改:建立完善的施工质量检查制度至关重要。在土钉支护施工中,要

对土钉打入深度、角度进行实时检查,确保其符合设计要求^[3]。同时对注浆质量进行抽检,可通过检查注浆压力、注浆量以及浆液的配合比等指标,判断注浆质量是否合格。一旦发现质量问题,要立即要求施工人员停止作业,分析原因并采取有效措施进行整改,经复查合格后,方可继续施工。

3.3 施工后的质量控制

(1) 工程验收:工程验收是对边坡支护工程质量的全面检验。验收内容主要包括边坡的稳定性评估,可通过监测边坡的位移、沉降等指标来判断;支护结构的强度检测,如对锚杆进行抗拔试验,对混凝土结构进行抗压强度检测等;以及支护结构的变形情况检查,查看是否存在超出设计允许范围的变形。只有各项验收指标都符合设计要求,才能判定工程质量合格,确保边坡支护工程能安全可靠地投入使用。(2) 后期维护与监测:边坡支护工程投入使用后,受自然因素和周边环境变化的影响,仍可能出现质量问题。因此,要建立长期的监测机制,定期对边坡的变形情况进行监测,如使用位移监测仪、倾斜计等设备实时获取边坡的位移和倾斜数据。同时检查支护结构是否有损坏、裂缝等情况,一旦发现异常,要及时分析原因并采取修复和加固措施,如修补裂缝、更换损坏的构件等,以保证边坡的长期稳定性。

3.4 强化监督管理

在边坡支护工程中,强化监督管理是保障工程质量、确保边坡稳定的关键环节。监督管理需贯穿工程始终。施工前,要对设计方案、施工单位资质及施工组织设计等进行严格审查。审查设计方案是否依据详细地质勘察,能否满足边坡稳定性要求;核查施工单位资质是否符合工程等级,施工组织设计中的人员、材料、设备配置及质量安全保证措施是否完备。施工过程中,监督力度更要加强。其一,要严格把控材料质量,对水泥、砂石、钢材等主要材料,检查其质量证明文件,按规定

进行抽样检测,杜绝不合格材料进入施工现场。其二,加强对施工工艺和操作流程的监督,如锚杆施工的钻孔深度、角度,注浆的压力、饱满度,混凝土浇筑的振捣等,确保符合规范和设计要求。其三,注重安全和环保监督,检查施工安全防护措施是否到位,督促施工单位做好废水、废渣处理,避免对周边环境造成污染。工程竣工后,监督管理也不能松懈。要严格按照验收标准进行验收,对边坡的稳定性、支护结构的强度和变形等进行检测和评估^[4]。同时监督施工单位做好工程资料的整理和归档,为后续的维护和管理提供依据。还需建立工程质量回访制度,定期对已完工工程进行回访,了解使用情况,及时发现潜在问题并督促整改。

结束语

综上所述,边坡支护技术是土木工程施工中不可或缺的关键环节。它在保障施工安全、工程质量和经济效益方面发挥着不可替代的作用。通过对常见边坡支护技术的应用和质量控制的研究可知,每种技术都有其独特的优势和适用范围,在施工过程中需根据实际情况合理选择。严格的质量控制是确保边坡支护工程成功的关键,应贯穿于施工的全过程。随着土木工程建设的不断发展,边坡支护技术也将不断创新和完善,为土木工程的高质量发展提供更坚实的保障。

参考文献

- [1]姜杰.建筑土木工程中基坑支护施工技术的运用研究[J].工程建设(维泽科技),2024,7(8):141-142.
- [2]谭忠升.土木工程施工中边坡支护技术的应用研究[J].中国厨卫,2024,23(4):80-82.
- [3]吴建挺.土木工程施工中边坡支护技术的应用探究[J].建材发展导向,2024,22(12):115-117.
- [4]刘洪伟.简析土木工程施工中的边坡支护技术[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(5):0172-0175.