

山体陡坡边坡喷锚加固技术的应用

袁俊俊

南通城欣市政工程有限公司 江苏南通 226000

【摘要】地质复杂多变的自然环境中，山体陡坡边坡的稳定性一直是岩土工程领域亟待解决的重要问题。这类边坡常因地质构造、风化作用、降雨侵蚀及人类活动等多重因素的综合影响。因此，本文以具体工程项目为例，针对喷锚加固技术在山体陡坡边坡工程中的运用要点进行详细探究，希望能给类似工程提供一些参考。

【关键词】山体陡坡；边坡加固；喷锚技术

0 引言

垃圾处理项目建设过程中，喷锚加固技术边坡岩土体内施工一定长度和分布的锚杆，与喷射混凝土、钢筋网等联合作用，形成复合支护结构。该结构能够充分发挥岩土体的自稳能力，通过锚杆的锚拉作用，增强边坡的整体稳定性。同时，喷射混凝土和钢筋网能够覆盖并加固边坡表面，防止风化侵蚀和降雨冲刷，进一步提高垃圾处理项目高边坡耐久性。

1 工程概况

某垃圾处理项目占地面积15.16万m²，主要的作用是承载市区以及周边区域的生活垃圾焚烧任务。本新建项目为该垃圾处理场的填埋区，建设渗漏系统、渗滤液导排系统、污水处理系统等部分，同时还有其他的配套建筑设施，总建筑面积达到1868m²。根据项目建设要求，该填埋库区建设的容量达到65万m³，单日处理垃圾量达到45t左右，预计使用寿命28年。由于该项目施工规模比较大，现场施工的地形、地质条件较为特殊，所以重视边坡支护工程以提高结构的稳定性，满足该项目的运行需求。在该项目进行边坡支护的过程中，采用石坑作为基础进行设计，使用喷锚加固施工技术，提高边坡结构的稳定性。经过设计方案进行分析，该项目边坡施工的长度在700m左右，高度为20~60m，主要为岩石材质。

2 喷锚加固技术在山体陡坡边坡工程施工中的应用实践分析

2.1 施工前准备工作

第一，机械设备。山体陡坡边坡喷锚加固作业开始前，根据现场施工作业要求准备合适施工机械设备。就本项目来说，机械设备准备时主要为钻孔机、喷射机等设备，并对设备性能展开检测，确定最佳的型号以及设备类型，满足现场施工作业要求。在设备进入到作业现场后，由相关

责任人进行管理，并落实人员管理责任和维护保养要求，使得设备在运行的过程中不会出现严重故障或者问题。而在设备投入使用后，现场需要落实备品备件准备工作，在设备出现故障问题后能够及时进行修复处理。第二，材料管理。本项目正式施工开始前，根据现场施工作业要求准备合理施工材料，并对材料的性能参数展开检测，有完善的质量证明报告，进而确保材料的性能达到工程要求。如果经过检测发现材料性能不能达到工程施工标准，及时作废旧处理，禁止投入的工程中使用引发施工缺陷^[1]。

2.2 坡面修整与安放排水孔

坡面修整施工是边坡喷锚加固技术的核心，保证坡面修整效果达到要求才能提高喷锚加固技术水平。在坡面修整的过程中，经过现场全面调查，将现场存在的岩渣、危石等全面清理干净，确保不会影响喷锚加固施工效果。将上述松散材料清理完成后，保证边坡喷锚加固施工后和基础结构粘结性能达到要求，提高边坡结构加固效果以及稳定性。在该阶段中最为关键的一项工作是设置泄水孔，根据现场情况确定泄水孔的位置、数量、孔径等，提高泄水效果，防止投入使用后出现严重的雨水冲刷现象。泄水管安装非常关键，本项目选择使用塑料材质的水管，根据现场施工要求将直径设定为8~11cm之间，长度24~26cm之间，从而提高泄水管的运行效果。坡面修整结束后，经过技术人员检验检测达到标准即可将挡土墙砌筑施工并开展混凝土喷射作业。上述两个方面的工序在坡面修整结束后及时进行，防止暴露时间过长而导致结构损坏等现象影响边坡喷锚加固效果。

2.3 喷射混凝土施工技术

本项目喷锚加固施工的过程中，针对边坡喷锚加固作业要求选用合格喷射施工设备，切实提高喷射混凝土施工水平。混凝土喷射作业开始前先将边坡坡面清洗干净，保证

没有松散材料等影响喷射加固效果。通常来说,在正式开展喷射作业前由工作人员使用喷射水枪或者洒水车等进行表面湿润处理,但不能存在积水的现象。湿润度符合要求后,现场准备充足即可开展喷射混凝土施工作业。混凝土喷射施工时工作人员随时监控喷射作业效果,使各位置喷射达到均匀性的标准,厚度完全一致,符合设计标准。喷射施工采用分块分片喷射施工方式比较普遍,避免一次喷射作业量过大而造成其他位置相互影响导致效果不合格。边坡喷锚加固施工中混凝土喷射作业采用分层方式施工,第一层喷射的厚度超过5cm,并随时监控喷射作业效果。通常来说,使用设备进行喷射混凝土施工中,喷头和受喷面保持垂直布置,两者之间的距离在0.6~1.0m左右,从而提高喷射作业的速度。喷射施工时喷射设备的移动方式影响喷射作业效果,采用螺旋形轨迹进行喷头移动,从而使得各位置相互连接,搭接后形成整体混凝土结构。挂网工作结束后可进行后续混凝土喷射作业施工,满足边坡支护加固强度要求。按照施工工艺方案,分层喷射施工中第二层喷射的厚度通常超过10cm^[2]。

2.4 钻孔操作

山体陡坡边坡喷锚加固施工中,在第一层混凝土喷射施工完成后,由工作人员按照设计方案要求进行现场钻孔作业。根据本项目施工要求,钻孔施工中采用QZ110K钻机进行。现场钻进作业时,孔径设置在100mm以内。钻孔施工时和水平面保持20°夹角,保证钻孔的精度符合要求。施工前准备加固锚杆,使用 $\phi 22$ mm钢筋制作,钢筋性能合格,表面没有锈蚀、杂质等影响后续加固效果。根据本项目加固作业要求,在边坡加固过程中采用梅花型布置方式,钢筋间距在200cm左右,并落实检验检测控制措施,形成完善的检验报告。锚杆安装作业开始前对钻孔内部进行全面清理,保证内部的岩石、碎渣等材料含量不超过规定标准。清孔作为核心工序,由工作人员操控专业设备开展清孔作业,主要采用高压水和压缩空气方式以提高清孔作业效果。清孔结束后检测检验达到要求即可将锚杆安装到孔内,使得锚杆安装深度合格,强度达到技术标准。

2.5 注浆施工技术

注浆施工作为边坡喷锚加固的核心工序,通过设备将水泥砂浆喷入到锚杆孔内,提高加固效果。在该阶段最为关键的是控制注浆施工压力,使得注浆作业效果不受影响。根据本项目施工标准,在注浆作业过程中将压力设定为3MPa,提高注浆作业效果。(1)在满足设计要求的参数下开展钻孔工作,保证钻头的孔径孔深倾斜度等都符合设

计要求。钻孔后要对孔内进行彻底的清理工作,将孔壁上的泥土粉尘等杂质都清理干净,保证注浆材料能顺利注入和与孔壁紧密结合起来。这一步骤常采用水冲洗或压缩空气吹扫的方式进行。对于符合要求的注浆管要将其插入到孔底约0.5至1.0米处,以保证注浆材料能充分填充孔底并向上扩散。注浆管的选用要视注浆材料的性质和注浆压力的要求而定。(2)整个注浆过程中,注浆作业是最核心的环节。首先,注浆液需要按照注浆材料的要求进行调配,通常注浆材料是水泥砂浆,根据设计要求和实际情况,调整其配合比。然后,用压力泵向孔内缓慢均匀地注入注浆液。在注浆过程中,要严格控制注浆压力,确保注浆材料在岩土体中能充分渗透到裂隙和孔隙中,形成有效的粘结石体,在注浆过程中,注浆材料必须同时,要密切观察孔口情况,当出现溢浆现象时,说明注浆材料已填满孔道,这时就可以停止注浆,对孔口进行封堵。(3)注浆完成后,为防止注浆材料带出洞外,需要将注浆管慢慢拔出。在拔管过程中,要注意控制拔管速度,避免注浆材料分布不均造成的速度过快。如果在拔出注浆管后,发现孔口没有注浆的料子溢出,或者注浆料子没有填满孔道,为了保证注浆质量,要及时进行补注。需要注意的是在注浆工作结束后,由工作人员做好锚杆防护工作,不能随意挪动锚杆,也不能在上部悬挂重物,防止造成锚杆结构损坏或者变形等影响加固效果。

2.6 挂钢筋网

根据山体陡坡边坡喷锚加固施工要求,按照设计方案进行钢筋网的制作,并对钢筋网制作效果展开检测。在钢筋网制作过程中采用隔点焊或者绑扎方式连接,使钢筋网结构整体强度达到标准。在锚杆砂浆喷射结束后,当底层结构达到凝固状态,强度符合要求即可开展挂网作业。钢筋网挂网施工中,禁止对初喷的混凝土产生任何扰动影响。钢筋网安装时和混凝土结构表面达到紧密贴合的效果,保证钢筋网安装的稳固性合格,并且和山体陡坡结构融合形成整体,满足边坡喷锚加固施工的要求。钢筋网安装后采用U型钉进行钢筋网的固定,和混凝土结构紧密连接^[3-4]。

2.7 养护管理

喷射混凝土施工结束后,及时进行养护是提高混凝土结构强度的关键。按照本项目施工工艺要求,在混凝土喷射结束后,经过48h终凝后即可开展第一次喷水养护施工,一般养护时间在3h左右。养护施工中,总养护时间在7d以上,以确保混凝土结构性能达到工程标准。在第一次喷水养护过程中,当混凝土结构完全达到凝固状态,采取合理

养护措施,防止混凝土结构损坏或者强度不足等影响施工效果。养护施工中如果存在任何病害问题,比如剥落、局部潮湿、裂纹、鼓起等情况,需由工作人员及时采取合理措施,以免造成损坏问题。

2.8 喷锚支护质量检测

第一,强度检测。混凝土喷射施工时,按照工艺方案要求制作试件并检测试件强度。在本项目施工过程中,试件制作尺寸为 $100\times 100\times 100\text{mm}$,采取标准养护条件进行养护,为后续混凝土结构施工作业顺利开展提供支持。第二,混凝土厚度检测。混凝土喷射施工结束后采用凿孔方法检测混凝土结构厚度,达到设计标准要求后再继续开展后续施工作业。第三,间距检测。安装施工中,安装间隔距离是提高边坡喷锚加固施工效果的关键,所以重视锚杆间距检测尤为关键。在锚杆间距检测过程中,如果发现间距过小应适当的增加锚杆数量,从而确保其结构加固效果达到标准^[5]。

3 施工注意事项

第一,在混凝土施工的整个过程中,振捣环节是必不可少的一环,它直接影响着混凝土的密实度,强度,最终质量。所以第一要点是必须对混凝土的振捣过程给予充分的重视和关注,在施工前必须对振捣工艺方案进行明确细化,从振捣设备的选型布置到具体操作人员的培训,在振捣过程中必须对振捣深度频率时间等参数进行严格把关,既要避免振捣不足造成混凝土内部空隙增多密实度下降的现象发生,又要防止过度振捣造成结构损坏骨料分离等问题的出现。同时,在浇注完成之后,及时有效地进行养护也是不可缺少的一个阶段。由于这个阶段是混凝土强度发展的关键阶段,所以必须引起足够的重视。在这一阶段中,为了促使水泥水化反应的进行,必须结合科学的养护措施进行相应的检测和考核工作来保持适宜的温度与湿度条件进行经常性的洒水保湿等处理。从而有效地促进混凝土强度的提高与耐久性的提高。另外,对于采用喷锚加固技术的混凝土结构,也需要注意检测评价喷锚加固效果是否能达到设计的要求。

第二,精确控制它的垂直布置是保证整个锚固系统稳定的基石,在锚垫板和锚索的安装施工阶段。严格执行施工规范,在安装时确保每根钢绞线垂直于锚垫上都做到了精确无误,为后续拉杆作业的开展奠定了坚实的基础。在张拉过程中,对每根钢绞线的张拉力实行精细化管理,确保在每根锚索总设计张拉力为 $6\times 95\text{kN}$ 的情况下,通过精密仪器实时监测,达到最佳受力状态,同时严格控制最大张拉

力在 95kN 以内。为了使张拉效果进一步优化,采用分段张拉的施工方法,分散应力集中,还能及时调整施工策略,通过对张拉力和伸长量等关键参数的逐段控制,有效避免对锚索张拉效果和稳定性带来的不利影响,保证整个锚固系统安全高效。

第三,结束的张拉作业的监控与考核工作,马上全面展开紧张细致的检测与评价工作。在确保专业检测装备的同时引入先进监测技术手段,进行全方位的检测与扫描工作,着眼于锚索锚垫板以及整个锚固系统各部件的运行状态进行综合评定,从而准确判断张拉作业是否达到预期效果。

第四,如检测中任何技术参数偏离预设标准或无法满足技术规范要求的情况出现后。首先对检测数据进行仔细复核并确认无误后。立即组织技术团队对问题进行深入分析。随后根据问题的具体情况,制定针对性的修改调整方案。在确保安全的前提下,迅速实施调整措施,力求在最短的时间内使张拉作业性能恢复到合格状态,并保证锚固系统的稳定运行和整个工程的安全可靠。

4 结语

山体陡坡边坡喷锚加固施工技术是提高边坡加固效果的关键,也是提升山体陡坡运行稳定性的关键。在该技术使用的过程中明确施工工艺方案,对现场地质条件、自然环境等进行全面勘测,确定边坡喷锚加固施工技术措施。与此同时,边坡喷锚加固施工过程中全面落实各项检验检测措施,形成完善的检验检测报告,进而提高边坡喷锚加固施工水平,为山体陡坡边坡喷锚加固施工效果提升奠定基础。

参考文献:

- [1]张杰.高边坡设计与加固问题研究[J].中国新技术新产品,2021,(19):100-102.
- [2]周通,张国勇,雷明礼,等.新疆索矿露天采场边坡支护治理方案研究[J].甘肃冶金,2022,44(06):4-6+10.
- [3]孙鹏飞.临近建筑物边坡加固技术研究[J].建筑技术开发,2020,47(20):97-98.
- [4]傅建红,刘泽,陈高,等.基于强度折减法的多锚加固边坡稳定性分析[J].工程技术研究,2020,5(07):26-28.
- [5]徐炜亮.混凝土喷锚施工技术在建筑边坡中的应用研究[J].山西建筑,2018,44(27):43-45.

作者简介:

袁俊俊(1987.03.27—),男,汉族,江苏南通人,大学专科,中级工程师,研究方向:市政工程。