

基于绿色建造理念浅谈在路堑岩质边坡应用TBS植被防护施工工艺研究

谭搏 何林书

中建交通建设集团有限公司 北京 110000

摘要: 高速公路建设过程中,路基工程会涉及到填方路基与挖方路基,针对岩质山体进行挖方作业不可避免会扰动破坏原先的自然环境,为降低扰动常采用电子雷管控制爆破施工,同时为保证路堑边坡稳定性且及时恢复自然环境,路堑岩质边坡常采用TBS植被防护。结合零陵至道县高速公路第二合同段项目为依托实施电子雷管控制爆破与TBS植被防护技术相结合的综合措施,简要介绍爆破施工和TBS植被防护的施工工艺。研究表明,TBS植被防护在稳固边坡、美化环境和抑制岩质风化方面取得了良好效果,显著契合绿色建造理念,为山区高速公路绿色建造提供了可推广的范例。

关键词: 公路工程;绿色建造;TBS植被防护;施工工艺;岩质边坡;生态护坡

引言

为贯彻中央关于碳达峰碳中和的重大决策,落实国办发(2017)19号《国务院办公厅关于促进建筑业持续健康发展的意见》、国办函(2019)92号《国务院办公厅转发住房城乡建设部关于完善质量保障体系提升建筑工程品质指导意见的通知》要求,推动建筑业高质量发展,推进绿色建造工作^[1]。湖南省零陵至道县高速公路第二标段项目作为湖南省重点项目,将以绿色低碳节能创新为依托开展绿色低碳边坡防护施工技术研究,为湖南省实现2030年前碳达峰目标做出有效贡献。

随着国家对绿色建造的重视,公路边坡防护已从传统的工程防护逐渐发展为与绿色建造相结合的生态边坡综合防护。生态边坡综合防护是植物防护或植物防护与工程防护相结合的边坡防护措施^[2],与传统的混凝土边坡防护相比,在稳固边坡的同时还能改善周边环境,美化坡面,对开挖造成的裸露岩体进行及时复绿复垦^[3]。TBS(Thicklayer Base Material Spraying)植被防护技术,一种在岩质边坡施工中广泛采用的生态护坡技术。它通过喷播植物种子和生长基质,结合锚固技术,实现对裸露边坡的绿化覆盖,既美化环境,又有效防止水土流失和滑坡等自然灾害的发生,符合绿色低碳的绿色建造发展理念^[4]。

因此,本研究重点探讨零道高速二标项目岩质边坡开挖采取的电子雷管控制爆破技术和TBS植被防护施工工艺以及边坡防护效果。

作者简介: 谭搏(1991年—),男,湖南湘乡,本科,高级工程师,基础设施技术施工管理。

1 施工工艺及方法

1.1 TBS植被防护施工工艺流程

TBS植被防护施工工艺流程是:边坡开挖→坡面整理→规划放样→搭设脚手架→锚杆钻孔→锚杆安装→锚孔注浆→安装铁丝网→拆除脚手架→拌和基材混合物→喷射基材→养护管理。

1.2 施工方法

1.2.1 边坡开挖

施制TBS植被防护边坡之前,根据边坡开挖坡度设计要求,利用电子雷管控制爆破技术爆破出岩质边坡开挖面,为TBS植被防护施工提供作业面,电子雷管控制爆破技术主要是利用雷管内部的微电子芯片控制模块实现逐孔精准设定微差延期起爆时序,使相邻炮孔应力波相互叠加达到定向破碎目标岩体,同时削弱振动波及飞石能量,最大限度减少对保留岩层及周边地质结构的动力扰动破坏。

1.2.2 坡面整理

岩质边坡采用电子雷管控制爆破完成后,进行危石清除与坡面修整时,需先由上至下通过人工使用撬棍、风镐等工具清除浮石、悬石及松动岩体;同时结合全站仪按设计坡率放线,以削高填低方式对超挖区域用浆砌片石或混凝土回填、欠挖区域人工或机械凿除,并按设计修整平台宽度。随时做好危石动态排查,避免遗漏隐患,保障修整后的坡面符合稳定性与平整度要求。

1.2.3 规划放样

运用全站仪、水准仪等专业测量仪器,在已整理好的坡面上精确标定出锚杆位置、铁丝网铺设范围以及基材喷射区域等关键施工点位,并做好明显标记。在放样

过程中,充分考虑现场实际地形地貌特征,对设计参数进行合理微调,确保放样结果既符合设计要求,又具备施工可行性。规划放样的目的是为后续施工提供清晰、准确的指导,使锚杆钻孔、铁丝网安装等工序能够有条不紊地推进,避免施工盲目性。

1.2.4 搭设脚手架

搭设脚手架是为后续高空作业搭建安全、稳固施工平台的重要环节。施工时,选用质量合格的钢管、扣件等材料,严格按照规范要求进行脚手架搭建。首先在坡脚平整坚实处铺设垫板,为脚手架提供稳固基础,然后逐层向上搭建,精确控制立杆间距、横杆步距等参数,使其符合设计标准,并设置剪刀撑和连墙件,增强脚手架整体稳定性。同时,在脚手架外侧安装防护栏杆和安全网,形成完善的安全防护体系,保障施工人员作业安全。

1.2.5 锚杆钻孔

锚杆钻孔是决定锚杆锚固效果,进而影响边坡稳定性的核心工序。依据规划放样确定的点位,选用适配的钻孔设备,如潜孔钻机、地质钻机等开展钻孔作业。在钻孔过程中,严格把控钻孔直径、深度和角度,使其精准符合设计要求。按GB50330-2013《建筑边坡工程技术规范》要求锚杆的钻孔直径应符合钻孔内的锚杆钢筋面积不超过钻孔面积的20%,对于永久性锚杆,钻孔内的锚杆钢筋保护层厚度不应小于25mm^[6];锚杆的倾斜角宜采用10°~35°,并应避免对相邻构筑物产生不利影响;对于钻孔深度应按下列公式1和公式2进行计算,并取其中大值作为钻孔深度,同时,岩石锚杆的锚固段长度不应小于3.0m,且不宜大于45D(D为锚杆锚固段钻孔直径,单位为mm)和6.5m。

锚杆(索)锚固固体与岩土层间的长度应满足下式要求:

$$l_a \geq \frac{KN_{ak}}{\pi \cdot D \cdot f_{rbk}} \quad (1)$$

式中:K—锚杆锚固体抗拔安全系数,按表1取值;

l_a —锚杆锚固长度(m);

f_{rbk} —岩土层与锚固体极限粘结强度标准值(kPa),应通过试验确定;无试验资料时可按表3和表4取值;

D—锚杆锚固段钻孔直径(mm)。

锚杆(索)杆体与锚固砂浆间的锚固长度应满足下式的要求:

$$l_a \geq \frac{KN_{ak}}{n\pi df_b} \quad (2)$$

式中: l_a —锚筋与砂浆间的锚固长度(m);

d—钢筋直径(m);

n—杆体(钢筋、钢绞线)根数(根)。

f_b —钢筋与锚固砂浆间的粘结强度设计值(kPa),应由试验确定,当缺乏试验资料时按表4取值。

同时,及时清理钻孔内岩粉和碎屑,保证孔壁平整、干净。这一工序的要点在于精确控制钻孔各项参数,避免出现孔径偏差、孔深不足或角度倾斜等问题,以免影响锚杆锚固力。锚杆钻孔的目的是为锚杆安装创造合适空间,使锚杆能够深入稳定岩体,通过与岩体的粘结力增强边坡稳定性。其意义在于显著提高边坡抗滑、抗倾覆能力,有效防止边坡土体或岩体滑动、坍塌,为TBS植被防护工程提供坚实结构支撑,保障边坡长期稳定与安全。

1.2.6 锚杆安装

在安装前,对锚杆进行全面质量检查,确保其材质、规格符合设计标准,并进行除锈、除油污等预处理。安装时,将锚杆缓慢、平稳地插入钻孔内,确保锚杆位于钻孔中心位置,避免出现扭曲、弯折现象。对于较长锚杆,采用机械推送方式保证其顺利到达设计深度。安装完成后,对锚杆进行临时固定,防止其移位。

1.2.7 锚孔注浆

注浆前,严格按照设计要求对注浆材料进行精确配比,常用的水泥砂浆或水泥净浆强度等级需符合标准。注浆时,使用注浆泵将配制好的浆液通过注浆管注入锚孔内,并控制注浆压力保持注浆过程连续不间断,直至浆液从孔口溢出。注浆完成后,及时对注浆孔进行封堵,防止浆液流失。

1.2.8 安装铁丝网

安装铁丝网应在锚杆可受力后进行,安装过程中,采用Φ2.6机编镀锌铁丝网从上至下将铁丝网铺设在坡面上,利用锚杆上的螺母或专用连接件将铁丝网牢固固定在锚杆上,保证铁丝网张拉紧并与坡面紧密贴合,不留空隙。网间搭接宽度不小于5cm,并间隔30cm用18#铁丝绑扎牢固,保证网与网间的牢固连接和控制网与坡面的距离一致,有利于控制网面基材混合物的厚度一致及稳定。

1.2.9 拆除脚手架

拆除脚手架是在完成锚杆安装、铁丝网铺设等高空作业后,对施工平台进行清理的必要工序。拆除时,严格遵循“由上而下、逐层拆除”原则,先拆除防护栏杆、安全网等附属设施再拆除横杆、立杆等脚手架主体结构。拆除过程中,设置警戒区域,安排专人监护,防止拆除的构配件掉落伤人。同时,对拆除的构配件及时清理、分类存放,以便回收利用。

1.2.10 喷播绿化

该步骤属于喷播绿化工程,其含意是将喷播基质喷射于坡面上,以建植边坡植被群落的绿化工程。喷播绿化工程应遵循“因地制宜、适地适树、经济实用、环保高效”的原则。喷播基质是按照一定的配比均匀混合的土壤、有机质、肥料、草种及其他添加材料,喷射后制成的用于边坡植物生长的载体^[6]。根据施工区域水稳气象资料、区域立地条件和植被状况、边坡勘察资料、场地周边环境及施工条件完成喷播绿化方法选择、喷播基质厚度设计、植物选择等设计参数。

喷播基质厚度应综合考虑喷播绿化施工方法、坡度、年降水量、岩土性质、岩石风化程度等因素,可参考CJJT 292-2018《边坡喷播绿化施工技术标准》的附录B。植物选择应选择抗性强、耐干旱、耐瘠薄、根系发达的植物,同时能适宜当地气候地质条件。

接下来是喷播环节,将选定的植物种子与特制的基材混合料混合后,使用专业的喷播设备均匀喷洒到边坡表面,喷播厚度需覆盖铁丝网,该环节要确保种子与基质紧密附着在坡面上,为后续的植物生长提供良好条件,而锚固环节的锚杆或网状结构能固定喷播层,增加其稳定性,避免被雨水冲刷。基材混合物的喷射应分两次进行,第一次喷播跟第二次喷播间隔时间根据当时气候决定一般不少于30分钟,先喷射不含草种的基材混合物,后喷射含草种的基材混合物。基材混合料的技术指标。

在喷射完绿化基材后,为防水保墒需覆盖一层无纺布,无纺布一方面能防止雨水直接冲刷喷射基材混合物,另一方面能保持土壤湿度,利于植被生长。

定期进行洒水养护在植被生长初期对确保植物顺利生长、提高存活率至关重要,通过定期洒水可以保持基材混合物湿度,促进植被健康生长。喷播完成满一个月时,需全方位查验植草生长状况,对于生长显著不均的区域,应及时开展重新补种作业,直至整个坡面的植草呈现出旺盛的生长态势。在苗木逐步生长进程中,应适时开展施肥与病虫害防治工作。秉持多次少量施肥原则,为苗木生长供给充足养分,同时密切关注病虫害迹象,做到早发现、早防治,保障苗木健康成长。通过上述养护措施,可以有效保证TBS植草防护技术的效果,达到固坡绿化的目的。同时这也是对生态环境的一种积极贡献,有助于提升生态环境的质量和稳定性。

2 气候环境及植物选择

零道高速二标项目位于湖南省永州市双牌县泂泊镇,工程区属于亚热带季风性湿润气候,具有气候温和,四季分明,雨热同季,光照充足,降水集中,无霜期长的特点,均气温17.6摄氏度,年降雨量1546mm。四

季气候表现为春季多雨多风,夏季炎热高温,秋季温和凉爽,冬季干冷少雪。

由于岩体坡面上种植基质厚度薄,环境恶劣,所选边坡植物品种不仅需适应当地气候环境,而且还需具有抗旱性、抗逆性的特性,另外还需满足根系发达,固土能力强等条件。同时,专家提出,边坡植被恢复的基本原则是要使用当地物种,最大限度降低对外来物种的依赖^[10]。根据当地水文气候特点适合喷混绿化的草种主要有狗牙根、高羊茅、白三叶等,用专业术语叫以上植物为目的植物,目的植物的解释是拟在边坡上培育的适合区域气候条件的植物。

目的植物播种量可按下列公式计算:

$$L = \frac{Ak_1B}{1000k_2CD} \quad (3)$$

结合现场实际情况及边坡植被恢复原则,以零道高速二标项目K10+300-K10+450处的石头山为例,将含有狗牙根、宽叶草的草种与含有有紫穗槐、猪屎豆的灌木种子按混合喷播比重1:1:2:2的比重进行混合植被种子配比。

结语

结合绿色建造核心理念,实现边坡生态防护生态建设,TBS植被防护技术是当前国内外应用广泛且技术体系较为成熟的边坡防护绿化手段。作为一种集工程防护与生态修复于一体的综合性技术,其通过特定的基材配比、喷播工艺与养护管理,在实现边坡稳固性提升的同时,能够有效促进植被群落的自然建植,已广泛应用于针对岩质边坡开挖恢复裸露边坡植被的工程实践,并在零道高速二标项目岩质边坡应用过程中展现出显著的技术可靠性与生态适应性,不仅能快速稳定边坡,打造绿色边坡,而且还能保护美化环境,防止水土流失,恢复坡面生态平衡。项目建成后,利用TBS植被防护技术可实现新增2.34万平绿化面积,以长沙市2013年到2020年的植被NPP(Net Primary Productivity)年均值601.78^[11]为参考值计算得2.34万平绿化面积每年固碳量达到14.08吨,在助力碳达峰和碳综合方面具有重要作用。

参考文献

- [1]佚名.建筑工业化是高质量发展的现实需求[J].安装,2021,(05):2-3.
- [2]张述涛,彭君,陈航,等.新型装配式生态防护边坡浅层稳定性研究[J].人民长江,2024,55(05):172-177+185.
- [3]黄景山,张昌雷.TBS植被防护技术在高速公路岩质边坡中的应用[J].四川建材,2023,49(08):173-175.
- [4]刘明明.基于生态保护的高边坡锚杆框架TBS生态植被绿化防护施工工艺研究[J].交通节能与环保,2024,20(02):113-117.