

弥蒙铁路易攀藤生态修复及引种筛选应用研究

刘旭军

(中铁十七局集团第四工程有限公司, 重庆市 401120)

摘要: 为探寻高陡边坡生态修复的最佳方式和适宜的植物品种, 进行高海拔地区弥蒙铁路山体边坡生态修复的技术方案选择与比较, 详细介绍了易攀藤生态修复的施工工艺及其关键技术特点和当地攀援植物品种的筛选引种及推广应用效果。通过高海拔地区攀援植物的对比试验, 从云南地区众多的攀援植物品种中筛选建立了山体生态修复的植物配置模型, 找到适宜铁路山体生态防护的最佳品种, 为高海拔地区铁路工程的山体生态修复提供了新的技术借鉴。

关键词: 易攀藤; 施工工艺; 引种; 配置模型; 高海拔地区

中图分类号: U416.1*4; TU997

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2026)04-0363-06

Ecological Restoration and Application Research on Introduction and Screening of Climbing Vines along Mile-Mengzi Railway

LIU Xujun

(China Railway 17th Bureau Group Co., Ltd., Fourth Company, Chongqing 401120, China)

Abstract: In order to seek the best method and suitable plant varieties for ecological restoration of high steep slope, the technical schemes for the ecological restoration of mountainous slopes along the Mile-Mengzi Railway in high altitude area are selected and compared. The construction technology and key technical features of climbing vine ecological restoration, and the screening, introduction, promotion and application effects of local climbing plants are introduced in detail. Through the comparative experiments of climbing plants in the high altitude area, a plant configuration model for mountain ecological restoration is established by screening from a large number of climbing plant varieties in Yunnan region to find the best variety suitable for ecological protection of railway mountains, which provides a new technical way of mountain ecological restoration for railway engineering in high altitude area.

Keywords: climbing vine; construction technology; introduction; configuration model; high altitude area

0 引言

随着工程建设规模的不断扩大, 对原始生态的破坏也日益增多, 生态修复的要求也越来越高, 如何找到最适合当地条件的生态修复方法是广大工程建设者十分关注的课题, 特别是高海拔地区因其特殊的气候条件与地理位置生态修复就更为困难。目前常用的客土喷播、框架梁内码砌植生袋以及攀援植物生态修复技术所采用的草种灌木等植物配置在不同地区使用变化不大, 基本还没有针对特定环境条件下的专用配置方案, 如何找到合适的生态修复方法及适应当地气候特点的植物搭配就显得十分关键。

1 工程概况

弥蒙铁路(弥勒市—蒙自市)位于云南省东南部的红河哈尼族彝族自治州内, 是连通昆河铁路、南昆客专的重要干线铁路, 沿线有红河哈尼族彝族自治州等11个世居民族、469万民众受益, 弥蒙高铁北起南昆高铁弥勒站, 向南途经弥勒市、开远市, 止于红河州州府蒙自市, 正线长约107 km, 弥蒙铁路为云南建设中国面向南亚东南亚辐射中心提供了强有力的运力支撑。弥蒙高铁2018年12月开工, 在施工建设过程中形成较高较陡的山体岩石边坡, 为后期生态修复带来极大挑战。

2 工程特点

弥蒙铁路最大山体边坡位于弥勒市竹园镇DK18+000(以下简称“DK18”)与DK24+000(以下简

收稿日期: 2025-09-30

作者简介: 刘旭军(1984—), 男, 本科, 工程师, 从事隧道与桥梁工程施工与管理工作。

称“DK24”)处,海拔均在1 200 m以上。DK18处边坡高度在60~87.5 m,坡度为1:0.3,生态修复面积约20 000 m²左右;DK24处边坡高度达到160m,共分6级,单级最高坡面长55 m,坡度在1:0.5和1:0.75之间,生态修复面积在45 000 m²左右。由于山体陡峭,单级高差大,防护级数多,施工与养护难度极大。生态修复施工典型断面图如图1所示。

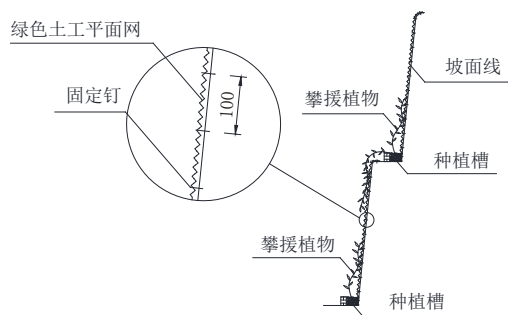


图1 生态修复施工典型断面图(单位:cm)

竹园镇气候分明,全年分为雨季与旱季,旱季较长,为9月份到第二年的5月份,这期间干旱少雨,光照充足,风力强劲,气温较高,5月可达33~34℃,蒸发量大。雨季为6—8月共3个月,雨季期间降雨量大,时间长,强降雨也较多,有一定的破坏力,早晚温差大,早上气温只有18℃,日温差约10℃。这种气候分明的雨季和旱季给生态修复工程带来极大困难与挑战。

3 技术方案比较与选择

岩石边坡常用的生态修复技术有客土基材喷播、框架锚杆梁骨架内植生袋复绿,攀援植物生态修复等三大类复绿手段。如何选择合适的山体生态修复防护技术是生态修复能否取得较好效果的关键。

3.1 客土基材喷播

客土基材喷播是在坡面挂镀锌铁丝网,喷播一定厚度的植生基材,将草种、灌木种等混合种子喷播其中,再覆盖养生布养生,一般40 d后坡面即可见绿,草种先发芽生长起到防护作用、灌木发芽要晚些,最终形成以灌木为主的边坡防护模式,客土基材喷播一般适宜坡比缓于1:0.75的岩石边坡,陡于1:0.75的边坡采用基材喷播容易出现溜坍破坏,导致前期喷播效果较好后期效果不理想的情况。对于坡比1:0.5与1:0.3的山体边坡不适宜采用客土基材喷播。

3.2 框架锚杆梁骨架内植生袋复绿

该技术在边坡加固中应用较广,其工法是在坡面打锚杆、开槽,在装模浇筑设计规定的骨架高度与

宽度,在坡面形成框架结构,然后在框架内堆放植生袋,袋内装有种植土与草灌种子及肥料的混合物,袋内种子发芽后形成植被,达到边坡复绿的效果。在较陡边坡上进行框架施工难度较大,在坡度陡于1:0.75框架内植生袋码袋困难,植生袋易老化及垮塌,且施工成本十分高昂,一般在不稳定边坡强制加固时较多采用,而在较缓边坡加固采用框架锚杆梁骨架内植生袋的复绿效果较好。

3.3 攀援植物生态修复

易攀藤生态修复技术^[1]是目前攀援植物^[2]生态修复效果较为理想的施工技术,该技术是湖北华创环境建设有限公司针对岩石边坡的特点专门开发的一种生态快速修复技术,适用于高陡岩石边坡、挡墙及护面墙、喷浆坡面等高陡边坡段面结构。其核心是将植物的生长基质设置在坡脚与坡顶的平台上,不怕暴雨冲刷,在种植槽内铺设有机质、土壤改良剂与pH值调节剂,在北方地区加铺木纤维保温材料,将回填土改良到植物能健康快速生长的状态,在坡面安装土工平面网等牵引结构,引导植物向上快速攀援。该技术要求边坡稳定,分级均匀且有分级平台,攀援植物采用工厂化培育的容器苗,种植后过渡期与适应期较短,生长迅速,攀援效果与日俱增,随时间推移逐渐增强,达到生态修复的目的。易攀藤生态修复技术的应用为高陡岩石边坡生态修复提供了全新的技术手段。

传统攀援植物护坡生态修复效果需要3~5年才能体现出来,根据《武汉市攀援植物引种及其应用研究》文献,大田种植的68种攀援植物只有25%的少数品种年生长高度能超过4 m^[3],大部分攀爬速度在2 m左右。速藤屏^[4]技术在山体生态修复方面也有较广泛应用,但在贫瘠土壤改良方面没有进一步措施,达到生态修复效果也需要1.0~1.5年^[5],易攀藤生态修复技术通过土壤改良等技术手段其年生长高度达到7~8 m,单级10 m的坡面年覆盖率可达到90%以上,达到生态修复效果仅需要1年时间^[6]。通过比择,弥蒙铁路高陡边坡最终确定采用易攀藤生态修复技术进行山体生态修复。

4 易攀藤生态修复关键技术

4.1 土壤改良与分析

易攀藤技术的核心是通过土壤改良与分析,针对性采取改良措施,弥补土壤理化性能的不足,使土壤指标达到植物正常生长的需要,提升攀援植物生

长速度,达到快速防护的目的。

4.2 易攀藤结构

在结构形式上采用上攀下挂方式来安装布置攀援植物,使植物相向而行,提高覆盖率,坡面安装牵引结构,引导植物快速攀爬。

4.3 植物配置模型

易攀藤技术的植物配置模型是坚持乡土植物优先、常绿与落叶植物相结合,点缀部分攀援花卉,增强景观效果。

4.4 边坡要求

该技术主要适用于坡面较陡的稳定的山体边坡,喷浆坡面、垂直挡墙坡面以及其他硬质护面结构也可采用,应用范围较为广泛。

5 易攀藤生态修复施工工艺

易攀藤生态修复技术典型的工艺流程^[7]包括山体边坡清理、种植槽开挖或砌筑、种植土回填、土壤检测与土壤改良、牵引结构安装、攀援植物培育与种植,养护管理等。

5.1 施工准备

根据设计要求,选择符合设计标准的施工材料。对进场材料进行检验和验收,确保材料质量符合要求。根据施工需要,配备齐全的机械设备,如挖掘机、装载机、洒水车等。熟悉设计图纸和技术文件,明确施工工艺、质量标准和安全措施。对施工人员进行技术培训和安全教育,设置施工标志和安全警示标志。

5.2 坡面清理

清除坡面碎石树根等杂物,为安装坡面牵引结构打下基础。

5.3 修建种植槽

根据两个山体的立地条件,因地制宜地采用以下4种植槽形式。

5.3.1 下沉式连续种植槽

在一级坡脚开挖 60 cm 深种植槽,宽度≥50 cm,回填种植土。下沉式连续种植槽如图 2 所示。

5.3.2 外露式砖砌种植槽

无法开挖的地段可采用水泥砖或浆砌石修建种植槽,种植槽内部底宽控制在 50 cm,高度 60 cm,种植槽以 20 m 为一个单元,相邻种植槽之间保留 1 m 的间距,有利于坡面纵向排水。对连续式外露种植槽采用无纺布包边遮挡防风,攀援植物种植后采用遮阳网遮阳。外露式砖砌种植槽如图 3 所示。

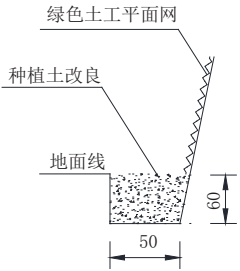


图2 下沉式连续种植槽(单位:cm)

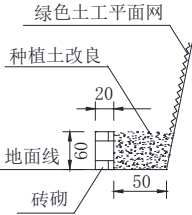


图3 外露式砖砌种植槽(单位:cm)

5.3.3 独立花坛

坡顶根据现场条件在受限制地段设置单个独立花坛,高度保持 60 cm 不变,大小根据地形确定。该种植槽方式设置较灵活,可见缝插针,因地制宜地设置。

5.3.4 下沉式种植穴

在 DK24 的二级与三级坡顶采用了下沉式种植穴,开挖深度 50~60 cm,长 100 cm,宽 60 cm,采用下沉式种植穴主要是考虑到该处海拔较高,风力强劲,下沉式种植穴有利于防风保水,提高攀援植物的成活率。

5.4 种植土回填与土壤改良

采用种植土对下沉式连续种植槽、外露式砖砌种植槽、下沉式种植穴以及独立花坛进行回填。对于多级高陡边坡,采用卷扬机与大型吊机相结合将种植土运送到多级边坡坡脚,再结合人工进行挑抬至各种种植槽内。种植槽底层铺设少量砂性土以利于透水,防止植物泡水烂根。同时,利用当地丰富的牛粪资源,种植槽槽底还铺设一层牛粪以改善土壤透气性与疏松性。对回填土壤进行检测,确定氮磷钾等微量元素含量以及土壤的 pH 值,在土壤中加入易攀藤专用改良剂,进行土壤 pH 值调节及改良,改善种植土的透气性与保水性,加入复合肥、有机肥等加速植物的生长。土壤检测结果如表 1 所示。

通过检测发现,两处山体的 pH 值都偏碱性^[8],其他碱解氮、有效磷、速效钾等指标远远不能满足植物生长的要求指标,速效钾的指标相对稍好,需要进行土壤改良,以达到植物生长所需要的指标范围。具体措施为采用易攀藤专用土壤改良剂进行改良,

表1 土壤检测结果表

类别	适宜范围	山体1	山体2
pH值	5.2~6.8	7.8	8.0
有机质/(g·kg ⁻¹)	>17.6	10.2	13.1
碱解氮/(mg·kg ⁻¹)	80~200	31.5	35.0
有效磷/(mg·kg ⁻¹)	10~30	5.3	8.7
速效钾/(mg·kg ⁻¹)	80~200	50	70

满足植物生长所需要的土壤环境。易攀藤专用土壤改良剂是针对攀援植物的特点而开发的改良技术,对检测呈碱性的土壤采用酸性改良剂,对检测呈酸性的土壤则采用碱性改良剂。改良剂可采取拌和的方式施放,也可采取液体漫灌方式,改良完成后再次进行土壤检测,直到满足各项指标为止。土壤改良完成1周后即可进行攀援植物种植。

5.5 牵引结构安装

牵引结构采用绿色土工平面网^[9]或包塑铁丝网,该类牵引网应自坡顶到坡脚进行铺设,铺设要求平顺,网片间纵横向塔接宽度不低于15 cm,坡顶应预压,预压宽度为100 cm,采用短锚钉固定,固定间距1 m,呈三角形分布。牵引网安装施工难度极大,材料采用高空索道吊运至每级平台的坡顶。吊运设备应严格控制每次的吊运重量,并由专人操作,确保安全。

6 攀援植物的筛选引种

遵循乡土植物品种优先的原则^[10],结合弥勒地区藤本植物品种十分丰富的特点,在现场做了攀援植物的筛选试验,目标是优选出种植成活率高、生长速度快、覆盖效果好的品种,这是十分关键的一项工作。在施工现场分别取材采集了锦屏藤、龙须藤、鸡血藤、铁线莲、五爪金龙、长春藤、菝葜、飘香藤、络石、薯蓣、油麻藤、五叶地锦、凌霄、葛藤、鞍叶羊蹄甲、臭鸡屎藤等16个品种做扦插苗成活率试验^[11],筛选出成活率高的几个品种,分别是油麻藤、锦屏藤、五爪金龙、常春藤、五叶地锦、葛藤、凌霄,其中油麻藤、锦屏藤、五爪金龙为四季常青品种,五叶地锦、葛藤、凌霄为落叶品种。经过1年多的生长观测,其攀援生长速度记录如表2所示。

表2 生长速度记录表

时间	锦屏藤	五爪金龙	油麻藤	五叶地锦	凌霄	葛藤	备注
6个月	4~5	5~6	6~7	4~5	4~5	5~6	上攀
12个月	7~8	10~12	8~18	6~7	6~7	9	上攀
12个月	1~2	10~13	1~2	未观察到	未观察到	3~4	下挂

2023年3月开始进行生长观测,每6个月测量一次生长速度,油麻藤、五爪金龙、锦屏藤、葛藤上攀速

度较快,12个月时,油麻藤、五爪金龙、葛藤生长速度排在前三名,葛藤生长速度加快,锦屏藤生长速度有所落后,五叶地锦与凌霄保持较稳定的生长速度。通过观察发现,干旱的春季各品种生长较慢,进入6月雨季后各品种生长速度明显加快,枝叶覆盖更加茂盛,长势健康旺盛。同时,落叶品种的叶子更替落叶后在种植槽形成一定覆盖,堆积腐烂后可作为植物营养的补充。而未进行生长速度观测记录的其他10个品种引种成活率低,生长高度也达不到常青品种的速度,因此未做进一步推广应用。

攀援方式:油麻藤主要依靠牵引网向上攀援爬升,以牵引网的筋条为缠绕对象,没有气生根;植物生长营养的吸收主要依赖主根从种植槽取得;下垂效果不明显,植物枝条遇到牵引网会改变下垂而向上攀援。

五爪金龙有大量气生根,气生根在牵引网上生根,藤蔓主茎向上攀爬,不受牵引网的影响,主茎不和牵引网缠绕。下垂优势显著,主茎一样也不和牵引网缠绕,是上攀下挂效果都俱佳的一个品种。大量的气生根可从附着的土壤中吸收养分。

锦屏藤的攀援方式与五爪金龙类似,有大量气生根,主茎不和牵引网缠绕,下垂性能较五爪金龙要差。

葛藤有气生根,依靠主茎和牵引网的缠绕向上攀爬,分支多,攀爬性能优异,覆盖能力强,是所选品种中叶片最大的一个品种。

五叶地锦与凌霄:都有气生根,可不依赖牵引网攀爬,攀爬到一定高度后五叶地锦较凌霄的叶片覆盖要均匀,凌霄为开花类攀援植物,但主藤附近基本没有叶片覆盖。

上述几个主要品种均在山体1和山体2两处山体边坡的生态修复施工中进行应用,实施面积达到60 000 m²以上,效果良好。

7 攀援植物配置模型

7.1 攀援植物配置模型

根据植物筛选引种试验以及在山体边坡的推广应用效果,最终确定攀援植物以种植油麻藤、五爪金龙等常青品种为主,配合五叶地锦、葛藤等落叶类为辅,点缀凌霄等攀援花卉^[12]的攀援植物配置模型。具体实施时,攀援植物每延米种植密度达到七株,分别为三株油麻藤,一株五爪金龙,一株五叶地锦、一株葛藤和一株凌霄。遵循以乡土植物为主、外来品

种为辅的原则^[13],乡土植物适宜当地气候环境,后期可粗放型管理。其他未入选的品种在弥勒地区长势也很旺盛,但是在筛选试验时种植成活率低,因此给予淘汰。

7.2 植物特性与种植

油麻藤采用培育好的容器苗,长度 3 m 以上。攀援植物在种植时应尽量轻拿轻放,不损伤容器内土球,种植时以自然形态散开根系,所有折断和损坏的根系应截去,回填土疏松程度适宜。栽植完毕后用

扎带将植物与牵引网进行固定,浇足定根水,使其更好地吸收水分,促进成活。当种植地的温度超过 30 ℃时,油麻藤抽穗会停止生长,陷入短暂的停滞状态。如果种植地的温度达到 35 ℃以上,油麻藤抽穗处极容易感染病菌,应及时做好病虫害防治工作。高温高湿的雨季是油麻藤生长最旺盛的时机,现场观测发现油麻藤昼夜 24 h 最大生长高度为 8 cm,葛藤一昼夜的最大生长高度达到 20 cm。入选攀援植物的品种习性如表 3 所示。

表 3 攀援植物的品种习性表

序号	品 种	科 属	适宜生长温度	极限温度	备 注
1	油麻藤	豆科油麻属	15~35 ℃	温度超过 30 ℃时,停止生长	温度达到 35 ℃极容易感染病菌
2	锦屏藤	葡萄科白粉藤属	22~30 ℃	耐寒的温度是 10 ℃	
3	五爪金龙	旋花科番薯属	喜高温高湿环境	当温度在 10 ℃以下停止生长	
4	五叶地锦	葡萄科爬山虎属	15~25 ℃	保持在-10 ℃以上可越冬	
5	凌霄花	紫葳科凌霄属	15~28 ℃	温度超过 35 ℃,叶片打蔫	
6	葛藤	豆科葛藤属	喜生于阳光充足的阳坡	对土壤适应性广	喜温暖湿润的气候

7.3 观测与分析

在多品种种植后发现,油麻藤、锦屏藤、五爪金龙、葛藤等品种的攀爬优势强劲。油麻藤与葛藤均属于豆科植物,自身带有固氮菌,能从空气中吸收一定的养分,固氮菌是一种对土壤和植物生长环境具有重要作用的微生物,它们利用大气中的氮气为植物转化为可利用的氨或亚硝酸盐形式,供植物吸收和利用,因此油麻藤与葛藤这类豆科植物生长优势明显。下垂优势最大的品种是五爪金龙,其上攀下挂优势明显,常春藤在多品种竞争中不占优势,常被其他品种所抑制,适宜进行单品种种植。五爪金龙在云南地区表现优异,如在其他地区引种成功,对易攀藤专利技术的植物配置将是一个极其重要的补充。

从攀援植物的习性表中不难看出,几种攀援植物的适宜生长温度有所不同,耐低温范围更是敏感,油麻藤、常春藤在摄氏 30 ℃或 35 ℃基本停止生长,五爪金龙、葛藤则喜欢高温高湿环境,侧面真实反映了需进行多品种混合种植。

除油麻藤外,其他几个品种自身具有吸盘或气生根,它们靠自身吸盘或气生根的功能就能攀附在挡墙或山体坡面上,锦屏藤、五爪金龙是当地乡土植物,适应性强,这种综合搭配为后期粗放型管理提供了良好基础。

8 山体边坡养护

攀援植物种植完毕后,浇足定根水,采用遮阳网

遮阳,并贯彻“天干必浇,浇则浇透”的养护原则,养护用水应是无毒的不妨碍植株生长成分的水^[14]。

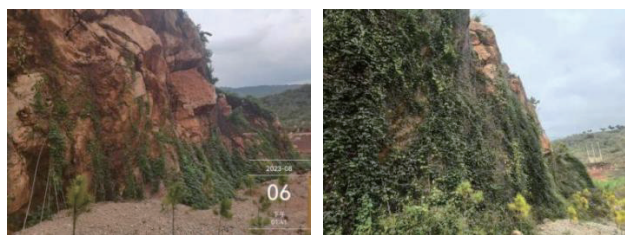
对多级边坡设置滴灌系统^[15],采用增压泵增加供水压力,也可在中间分级平台设置中转储水罐,减轻养护强度,配备自动化控制系统,轻松实现易攀藤的养护自动化。滴灌系统供水管材采用规格不低于 DN25PPR 管,热熔方式连接。供水管每级沿坡脚布置,滴灌管每级种植槽分别于内外设置两根,供水管与滴灌管采用阀门连接,连接间距为 30~50 m,也可根据实际情况调整连接间距,便于分级分段养护管理。滴灌滴头采用专用滴灌滴头,沿滴灌管布置方向每 30 cm 设计一处。浇水时间为浇早浇晚,中午高温严禁浇水。

9 实施效果

两处山体按照植物配置模型完成种植后进入养护期,此时弥勒地区已进入少雨的旱季,温度仍在 20 ℃以上,如何确保植物成活扎根,并在次年顺利度过少雨多风的春季干旱时期,是养护施工的重中之重。经过一年的养护,油麻藤、锦屏藤、五爪金龙、葛藤等品种长势旺盛,生长高度已达 10 m 以上,其中油麻藤高达 18 m,五爪金龙上攀下挂的长度也都超过 10 m,其覆盖能力十分突出,其花骨朵早上见光即开,具有较好的景观效果,其藤蔓在攀援过程中萌发出不少气生根,能就近从土壤中吸取养分。锦屏藤,五叶地锦、葛藤、凌霄这四个品种也和五爪金龙一样具有气生根,攀附在岩壁或其他支撑物上生长。总

体攀援效果初步显现,攀援植物的筛选引种工作取得了较满意的效果。

进入夏季雨季后攀援植物生长明显加速,平均生长高度均能超过10 m,最高长度超过27 m,这也打破了单级坡面通过改良1年生长高度通常在8 m左右的观测结果,土壤改良效果显著,植物生长速度迅速,取得了初步的生态修复效果,在暴雨多、强度大的夏季,坡面植物没有出现冲刷破坏,易攀藤技术的优势得以体现,攀援植物效果对比如图4所示。



(a) 施工前期

(b) 后期效果

图4 施工前后期效果对比

10 注意事项

弥勒地区旱季持续的时间往往长达9个月,高原气候又导致山体坡面风力强劲,水分蒸发量极大,植物种植的多级平台养护难度大,失水快,应加强养护管理,并应采取保水措施^[16]。如能在山体开挖的前期结合山顶截水储水,修建储水池等措施,并尽可能将山体均匀分级刷坡,将会给后期的生态修复养护管理带来极为便利的条件,降低养护难度,提高生态修复效果。采用加压供水养护最好能配备电力供应,方便采用自动化设备管理与加压供水,避免汽油泵逐级加压需要配备多名管理工人和养护工人,增大了养护难度和管养成本。

11 结语

易攀藤生态修复技术在弥蒙铁路工程高陡岩质边坡生态修复中得到了成功应用,易攀藤专用土壤改良技术的实施与乡土植物的筛选为攀援植物的快速生长提供了关键的技术支撑,乡土植物的筛选引种成功为山体生态修复提供了丰富及见效快的植物资源,为高陡岩质边坡生态修复提供了一个快速有

效的新途径,特别是植物配置模型的建立对我国大西南高海拔地区铁路工程的生态修复具有十分深远的意义。在今后的工程建设实践中还应进一步加强易攀藤生态修复技术的研究与应用,进一步完善不同气候、不同海拔地区条件下的品种配置与培育技术,进一步研究攀援植物在不同的环境温度、湿度、养分条件下的生长速度,完善易攀藤技术安装的模块化及高温条件下养护管理技术,建立易攀藤生态修复技术较为完善的实践与理论体系,以便在更加广阔的领域为我国的铁路工程建设服务。

参考文献:

- [1] 阮道红,张建国,等.一种用于干旱贫瘠地区岩质边坡生态修复的易攀藤结构:中国,11646251[P].2020-10-13.
- [2] 张兴,姚崇怀.湖北地带性园林植物[M].北京:中国和平出版社,2015:130-151.
- [3] 徐冬云,周媛,陈法志,等.武汉市攀援植物引种及其应用研究[J].合肥:安徽农业科学,2013,41(17):7599-7602.
- [4] DB 42/T 1355—2018 边坡生态防护技术规范[S].
- [5] 汪成龙,阮道红,黄春菊.速藤屏生态修复技术在高速公路岩质边坡绿化防护中的应用[J].上海:城市道桥与防洪,2011:147-149.
- [6] 刘玉芳,孙涛,李亮,等.易攀藤在城市硬质护面结构生态修复中的应用研究[J].重庆:工程技术,2024:194-197.
- [7] 曾炜,李峰,向小葵,等.速藤屏生态修复技术的设计与应用研究[J].城市道桥与防洪,2022(4):62-64.
- [8] 薛明,姚洪林.盐渍土地区公路养护与环境技术[M].北京:人民交通出版社,2006:43.
- [9] H Zhu, D H Ruan, S Y Qin. Eritcal ecological restoration technique for the high-steep rock slopes of highway in mountainous area[M].杭州:浙江大学出版社,2008:843-846.
- [10] 邓斌,陈邦群,阮道红,等.三峡库区消落带治理耐水淹植物的应用研究[J].北京:城市建设理论研究,2013(17):192-194.
- [11] 熊济华.观赏树木学[M].北京:中国农业出版社,2000:268-296.
- [12] 金波.中国农业百科全书[M].北京:中国农业出版社,1997:156-178.
- [13] 景观中国.喀什北湖生态公园景观规划概念设计[J/OL].景观中国网,2012:1-10.(2012-05-18)[2025-10-17] <http://landscape.cn/article/61547.html>.
- [14] 汪成龙,阮道红,黄春菊.速藤屏生态修复技术在高速公路岩质边坡绿化防护中的应用[J].城市道桥与防洪,2011(3):147-149.
- [15] 英)安东尼·伍德,美)帕亚姆·巴拉米,等.高层建筑的垂直绿化(高层建筑的植生墙设计)[M].桂林:广西师范大学出版社,2014:199.
- [16] 刘运国,陈启桂,石建军.岩质边坡生态恢复新技术的设计与应用[J].建筑工程技术与设计,2017(18):310-311.