

Discussion on practical application of road slope drilling and planting technology

Xiaoyun Xu

Yunnan Yunling Expressway Engineering Consulting Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650200, China

Abstract

This paper focuses on the practical application of roadside slope drilling and planting technology, comprehensively summarizing its key aspects including preliminary site investigation planning, seed selection and processing, drilling construction, planting material configuration and filling, as well as post-construction maintenance management. By comparing the advantages and disadvantages of drilling planting versus traditional methods, this study proposes improvement strategies such as enhancing geological surveys, developing customized plans, optimizing seed selection processes, improving stress resistance, updating maintenance management approaches, and refining technical standards. The aim is to enhance ecological protection effectiveness for roadside slopes, provide practical technical support and reference for slope greening and ecological conservation, and promote continuous technological development and innovative applications.

Keywords

highway slope; drilling and planting technology; ecological protection; practical application; optimization strategy

公路边坡钻孔植播技术实践应用探讨

徐晓云

云南云岭高速公路工程咨询有限公司, 中国 · 云南 昆明 650200

摘要

本文重点围绕公路边坡钻孔植播技术的实际应用情况, 全面归纳该技术的关键要点, 包括前期场地勘察规划、植物种子的选择处理、钻孔施工、植播材料的配置填充、以及后期养护管理等方面内容。通过对比钻孔植播与传统植播的优缺点, 进而提出加强地质勘察, 制定个性化的方案、改进种子的选择处理, 提高抗逆性、更新养护管理方式、完善技术标准规范等改善策略, 旨在提高公路边坡生态防护效果, 为公路边坡的绿化和生态保护提供有效的技术支持和实践参考, 推动技术的持续发展和创新应用。

关键词

公路边坡; 钻孔植播技术; 生态防护; 实践应用; 优化策略

1 引言

公路建设过程中产生的边坡容易引发水土流失, 滑坡等生态与安全问题, 生态防护变成公路工程后期保障正常运营的关键部分。钻孔植播技术结合工程区域内气候、地质特点等, 凭借操作灵活, 对边坡干扰小, 生态恢复效果好、有利于降低坡面造价等优点, 在公路边坡防护里被逐步应用。本文深入探究公路边坡钻孔植播技术的核心要点, 优缺点对比, 优化策略, 旨在为钻孔植播技术的规范应用与改良升级提供理论依据, 进而提升公路边坡生态防护水平。

【作者简介】徐晓云 (1992-), 女, 中国云南大理人, 本科, 工程师, 从事高速公路工程管理方面绿化工程、竣工资料、合同计量及建设工程招标代理等研究。

2 公路边坡钻孔植播技术核心要点

2.1 前期场地勘察与规划

公路边坡钻孔植播工程前, 要对场地进行全方位的勘察, 包括边坡地质 (土壤种类、厚度、肥力、酸碱度等), 地形地貌 (坡度、坡长、坡向等), 气候 (年平均气温、降水量、无霜期、主导风向等), 根据勘察结果, 结合边坡防护与生态恢复目标进行规划设计, 明确植播区域、钻孔密度、孔径及孔深等参数。例如, 陡坡贫瘠边坡需增加钻孔密度、减小孔径并增加孔深; 缓坡肥沃边坡则可适当降低钻孔密度、增大孔径并减小孔深, 并根据气候和植物习性选择适宜植物。

2.2 植物种子选择与处理

种子选择是关键环节, 要按照“适地适树”“适地适草”的原则, 挑选耐旱、耐寒、耐贫瘠、抗逆性强、季节性速生且具有再生能力的乡土植物种子, 北方地区可选择紫花苜蓿

等品种，南方地区可选择葛藤、百叶草、孔雀草、狗牙根等品种，种子选定后需进行预处理，常用的方法有选种、浸种、催芽、拌种等，以提高种子的发芽率和成活率^[1]。

2.3 钻孔施工技术

钻孔施工是核心工序，施工前需清除边坡表面杂物，并根据规划方案选择适配的钻孔设备，缓坡开阔处用小型履带式钻孔机，陡坡狭窄处用手持式钻孔机，钻孔时控制孔径（5-15cm），孔深（10-50cm），钻孔密度（20-50个/m²），可采用梅花形或行列式排列，钻孔后清理孔内杂物。

2.4 植播材料配置与填充

植播材料包括土壤、肥料、保水剂、土壤改良剂、种子等，要按照边坡土壤情况和植物需求来配比，贫瘠边坡多加肥料，干旱地区多加保水剂，不适宜酸碱度的土壤就加改良剂，将材料混匀之后填进孔里，边填边压，填充至超出孔口一定高度，填好之后，覆盖薄土或稻草等覆盖物。

2.5 后期养护管理

后期养护是取得好效果的保障，种子发芽及幼苗生长时要管理，浇水、施肥、除草、病虫害防治，浇水视土壤湿度与气候而定，施肥薄肥勤施，除草别伤幼苗，病虫害防治以“预防为主，综合治理”为原则，采取多种防治方法结合，化学防治用低毒低残留农药。

3 钻孔植播与传统植播的优缺点对比

钻孔植播技术在公路边坡生态防护上，要根据路堑坡面、路侧碎落台等不同的场景与传统的植播技术相结合，二者在技术特点、防护效果、适用场景等方面优缺点的比较如下：

3.1 路堑坡面：钻孔植播的特点，优势和使用要点

路堑坡面由于开挖后地质条件复杂，坡面稳定性要求高，传统的植播（撒播、条播、挖孔植播）经常会遇到基质易流失、种子着床难、植被成活率低等困难。钻孔植播技术是根据具体设计，弥补了传统植播的不足，其核心特点和优势以及应用要点如下：

3.1.1 技术特点与优势

相较传统植播，路堑坡面钻孔植播具有“精准性”和“稳

定性”上的优势：从基质上看，它使用保水剂、缓释肥等成分的泥浆状火星基质，保水性是普通土壤的5~8倍，保肥时间达到3~6个月，植被存活率提升到70%以上；从成本与景观来看，钻孔植播降低补播频率和大体量防护结构的用量，造价降低20%-30%，还可以准确搭配植物品种，打造漂亮的“边坡花园”；从对边坡的影响来看，它只是开植生孔，单孔影响半径不超过10cm，对于坡面土体的扰动远远小于机械翻土的植播。

3.1.2 植生孔布置与植物种类选择方案

植生孔要根据路堑坡面的坡度和土壤厚度来确定合适的参数：缓坡段（坡度1:1.5-1:2.0）为梅花形布置，孔径10-15cm，孔深20-30cm，孔距50-60cm；陡坡段（坡度>1:1.5）为行列布置，孔径8-12cm，孔深25-35cm，孔距40-50cm，保证基质牢固抵抗雨水冲刷。植物品种的选择上要符合“抗逆性优先，乡土为主”的原则，北方寒冷干旱地区选紫花苜蓿（耐寒到-30℃、耐旱），沙打旺（耐贫瘠）；南方多雨高温区选狗牙根（耐涝、耐高温），百喜草（抗冲刷），配以金鸡菊、波斯菊等多年生草本花卉，做到“防护+观赏”双重功效。

3.2 路侧碎落台：钻孔植播和传统挖孔植播的比较与应用

路侧碎落台是公路边坡和路基之间的过渡区段，其土壤大多是土石混合物，传统挖孔植播（人工开挖坑穴，放入普通的土壤种上树苗）和钻孔植播的应用效果相差很大，具体的比较及应用要点如下：

植生孔要设置在路侧碎落台局部图纸坡面、土夹石坡面等地，避开纯岩石裸露处（需要客土），孔径8-12cm、孔深15-25cm（岩石裂缝坡面可深入裂缝），孔距40-50cm，一个50m×2m碎落台大概设400-500个。种植时用“基质+种子+改良剂”混合填充，土石混合坡面铺5cm河沙，再填泥浆状基质（基质70%、种子5%等配比），压实，孔口覆2cm细土或稻草。“灌木+草本”，柠条+白三叶草。播种一个月草本萌发固土，三个月灌木扎根补空，六个月群落稳定，只需要季度性清除杂草，极大减少养护开支。

表 1：钻孔植播与传统挖孔植播的优缺点比较

对比维度	钻孔植播	传统挖孔植播
施工效率	采用手持式或小型履带式钻孔机，单孔施工时间5-10分钟，日均施工面积可达200-300 m ²	人工开挖坑穴，单坑施工时间20-30min，日均施工面积只有50-80 m ² ，效率很低。
基质稳定性	植生孔和泥浆状基质相结合，贴合孔壁紧密，不容易被雨水冲刷流失。	坑穴填普通土，与原有土石坡面结合不好，雨季易造成土壤塌陷、种子流失。
适用地质条件	适应局部图纸坡面、土夹石坡面，石夹土坡面，破碎岩石裂缝坡面，适用范围广。	仅适用于土壤厚度≥30cm的纯土坡面，土石混杂或者岩石有裂缝的地方不能开挖坑穴，适用范围较窄。
后期养护难度	基质保水保肥能力强，浇水周期可以是7-10天，养护频次低。	土质保水保肥力弱，3-5天浇一次水，还会滋生杂草，养护成本高。
阶段性效果	播种后15~20天出现种子萌芽，播种后三个月内植被覆盖度大于60%，六个月内形成稳定群落。	播种后25~30天种子发芽，3个月内植被覆盖率<40%，容易因为基质流失造成“斑秃”，需要补播1~2次。

4 公路边坡钻孔植播技术优化策略

4.1 强化地质勘察，定制个性化技术方案

针对地质条件下的技术适配性不足问题，加强前期场地勘察，运用先进的勘察技术及设备，如地质雷达、无人机航拍等，全面、准确掌握边坡的地质情况。根据勘察结果，结合植物生长特性及边坡防护需求，制定个性化的技术方案^[1]。对土壤黏重、透气性差的边坡，可适当加大孔径，加深孔深，在植播材料中加入河沙、珍珠岩等改良剂，提高土壤透气性及排水性；对岩石裸露、土壤层较薄的边坡，可采取客土喷播与钻孔植播相结合的方式，先通过客土喷播形成一定的厚度，然后钻孔植播，提高植播材料的附着性、种子生长的基础；对土壤肥力极低的边坡，在植播材料中增加缓释肥的比例，延长养分供给周期，为植物生长提供长期的保障。

4.2 优化种子筛选与处理以提升抗逆性

要想削减极端环境为植被成活率造成的干扰，就得进一步完善种子选择与处理这一环节。一方面，加大乡土植物的寻找范围，融合当地的历史气候数据，挑选那些通过长久的自然筛选，对极端气候有着较强耐受能力的品种。在多雨易涝的地方，提升狗牙根、百喜草等耐涝植物的比例，在高寒区域，选取柠条、沙棘这些耐寒力强的灌木品种。另一方面，更新种子处理技术，利用种子包衣技术，也就是在种子外面裹上一层包含保水剂、缓释肥、抗逆剂、抗寒剂、抗旱剂、杀菌剂等成分的包衣剂。此类包衣不仅为种子萌发提供稳定的水分与养分供给，还能在恶劣环境中形成“保护屏障”，减轻高温、低温、干旱等对种子的损害^[1]。像在干旱地区，包衣里的保水剂可以吸收自身重量成百上千倍的水分，逐渐释放出来供种子使用；在低温地区，抗寒剂可以提升种子细胞膜的稳定性，增强其抗冻能力。

4.3 创新后期养护管理模式以降低成本和难度

对于后期养护管理难、成本高，要从技术和管理两个方面创新养护方式。在技术上，推广智能化养护设备，运用物联网技术，建立边坡植被监测养护系统，对边坡进行土壤湿度传感器、温度传感器、植被生长监测摄像头等设备安装，实时监测土壤墒情、植被生长情况等数据，传输到后台管理平台，根据数据自动判断是否需要浇水、施肥，实现精准养护^[4]。采用机械化养护设备，比如小型除草机、无人机喷洒农药等，提升养护效率。无人机喷洒农药可覆盖大面积边坡，

尤其适用于地形复杂、人员难以抵达的区域，既能降低人工成本，又能保证喷洒均匀性。公路管理部门做引导者，明确养护标准和要求，加大对养护工作的监督和考核力度；采用招标形式，选出有专业资质的养护公司来承担养护工作，签订养护合同，将养护成果同企业收益联系起来。

4.4 健全技术标准规范，提高施工质量水平

要提升公路边坡钻孔植播技术的标准化水平，相关部门需同科研机构、施工企业等联手，加快完善技术标准和规范体系。首先，制订统一的技术参数标准，依照不同的地质、气候状况，确定钻孔密度、孔径、孔深等关键参数的取值区间，形成“地域性参数手册”，为施工单位给予明确的参照准则。比如，就南方红壤区、北方沙质土区、西部岩石山区等地域，各自指定合适的钻孔参数和植播材料配比。其次，规范施工工艺流程，针对场地清理、钻孔、植播材料调配与填充、后期养护等各个操作环节，详尽阐述步骤、质量把控重点，制定“施工工艺指南”，保证施工过程的标准化、规范化。再者，建立严格的质量检验评定标准，从钻孔质量、植播材料质量、植被生长效果等方面制定检验指标及评定等级，委托第三方检测机构开展质量检验工作，以确保检验结果的客观性与公正性。

5 结论与展望

公路边坡钻孔植播技术属于关键的生态防护方式，采用前期精确勘察规划、种子科学处理、施工操作规范、后期养护细致发挥技术功效为根基。通过制定个性化的技术方案、改良种子抗逆性、智能化养护、完善标准体系等改进方法，就能解决现存问题。日后，随着技术创新和标准健全，钻孔植播技术会在公路边坡生态防护方面起更大作用，助推公路工程 and 生态环境协调发展。

参考文献

- [1] 张坤牧.高速公路边坡勘察钻孔价值评估及优化布置分析[J].西部交通科技,2025,(01):5-8.
- [2] 李斌,王娜.长江深泓区码头钻孔植桩关键技术[J].建设机械技术与管理,2024,37(05):111-112.
- [3] 刘鑫.岩土锚固技术在公路边坡治理中的实践探索[J].汽车周刊,2024,(08):243-243.
- [4] 王亚军.山地公路边坡防护锚喷支护技术[J].工程建设与设计,2024,(06):136-138.