沙类土质边坡绿化施工及养护技术分析

龙华伟

云南交投生态环境工程有限公司 云南 昆明 650100

【摘　要】：沙类土质边坡土体松散且抗侵蚀能力较弱，绿化防护工作面临不少现实难题，本文立足边坡土质特性，从基底加固、工艺优化、长效管护三个维度进行技术梳理与实践改进，综合运用土体改良、土工防护、植被配植及分阶段养护等手段，各类改良措施能够有效增强边坡土体稳定性、提升绿化植被成活率，构建起工程与生态相互融合的综合防护模式，相关技术方案可治理坡面水土流失问题、完善沙类土质边坡的绿化体系，为同类边坡生态防护工程提供可行的技术参考。

【关键词】：沙类土质边坡；边坡绿化；施工技术；养护管理；生态防护

DOI:10.12417/2811-0536.26.10.025

引言

生态化边坡防护已是行业主流发展方向，沙类土质边坡因颗粒松散且保水保肥能力差，极易遭受风蚀与水蚀，绿化施工及后期管护难度明显偏高，当下多数边坡工程在基底处理、工艺选用与管护机制方面仍存在短板，防护效果难以实现长效保持，依托生态防护发展理念，融合土体改良、结构加固、植被栽植以及常态化养护等实操技术，针对性破解各类现存问题，构建起适配沙类土质的绿化防护体系，推动边坡工程安全性能与生态价值同步提升。

1 沙类土质边坡绿化施工养护研究基础

沙类土质边坡的核心土体属于松散砂质混合料，黏聚力仅 0 至 5kPa，结构孔隙率大且透水性强，保水保肥能力极差，表层土体抗冲刷与抗风蚀性能薄弱，干湿循环作用下容易产生坡面脱砂、细沟侵蚀乃至局部塌陷等病害，天然稳定性不足，这类边坡的土壤有机质含量普遍低于 1%，养分储备匮乏，无法支撑植被正常生长与定植[1]。当前边坡绿化以生态防护为核心路径，借助土体基质改良、土工结构加固及乡土植被配植等综合技术，依靠根系加筋固土与表层防护结构阻水固砂，改善土体物理特性、修复坡面生态体系，适配山地多风、降雨集中的环境特征，实现结构稳定与长效绿化防护目标。

2 沙类土质边坡绿化施工养护现存不足

（1）边坡基底土质稳定性管控不到位：沙类土质本身颗粒松散，黏聚力仅处于 0 至 5kPa 区间，土体结构缺乏整体性，坡面在自然降水与风力作用下极易出现表层砂土流失，前期基底处理环节常见作业标准把控不严，坡面浮土及松动颗粒清理不到位，坑洼区域回填夯实密度欠缺，整体压实度很难稳定维持在 80%至 85%的合理范围，部分施工仅简单修整坡面外形，未针对性地开展固沙处理，也没配套好坡顶截水与坡面排水设施，集中降水形成的地表径流会持续冲刷土体，逐渐形成深浅不一的侵蚀沟，进一步破坏基底结构，同时土体保水能力弱，干湿交替反复扰动土层内部结构，边坡基底隐患持续积累，直接影响到后续绿化工程的整体稳固性。

（2）绿化施工工艺适配性存在短板：针对沙类土质的特殊属性，不少项目选用的施工工艺未能实现精准匹配，基质调配环节配比随意，腐殖土、木质纤维、保水剂等改良材料掺量失衡，土壤有机质难以提升至 2%以上，无法满足植被生长的基础需求，挂网防护施工中网体搭接宽度不足 15 厘米，固定构件布设间距偏大，土工材料的加筋固沙效果明显下降，喷播作业时存在厚度不均、压力把控不当等问题，基层与种子层厚度偏离 3 至 5 厘米、2 至 3 厘米的标准范围，植被组合搭配缺乏合理性，草本与灌木配比失衡，单一植被很难适应砂土环境，各类工艺衔接不够紧密，防护结构与植被种植相互脱节，整体施工质量达不到生态防护的实际要求。

（3）后期养护管护体系建设不完善：沙类土质边坡绿化对后期管护的精细化要求较高，现阶段普遍存在养护机制不健全的问题，植被苗期阶段灌溉方式选择不当，大水漫灌容易冲毁表层基质，雾化喷淋的频次与时长常把控失衡，基质含水率很难稳定在合理区间，日常除草及补苗作业多流于形式，缺苗区域未能及时补种，杂草便肆意抢夺水肥资源，植被进入生长期后追肥时机与用量缺乏规范，修剪也不够及时，植株长势参差不齐[2]。同时边坡防护设施巡检频次偏低，排水系统及土工网体运行状态未得到定期检查，降雨过后出现的局部冲沟、网体松动等问题不能及时修复，这种粗放管护模式使得植被成活率逐步下降，绿化成果难以长期维持。

3 沙类土质边坡绿化施工养护优化举措

3.1 强化沙类土质边坡基底加固处理

（1）表层土体固沙处理：表层土体固沙是改善沙类土质边坡物理性状的基础工序，施工中需结合土体松散、保水能力弱的特点开展综合改良作业，先对坡面整体进行清理，彻底清除表层浮砂与松动碎屑，对凹凸区域采用改良土体分层填补，将坡面平整度误差控制在 5 厘米每 10 米范围内，按照标准配比调配改良基质，在原有砂土中掺入腐殖土、木质纤维，并均匀添加保水剂与复合型肥料，让土壤有机质含量提升至 2%以上，优化土体孔隙结构与养分条件，基质拌合完成后均匀铺撒于坡面表层，配合轻度压实作业，把土体压实度控制在 80%至 85%，避免土体过于密实而阻碍水分渗透与根系生长，作业完成前提前 1 至 2 天采用雾化方式润湿坡面，使表层含水率维持在 15%至 20%，整套固沙工序能够有效增强砂体颗粒间的结合力，减少风力与流水造成的表层脱砂现象，为后续植被扎根生长打造稳定的土体环境。（2）坡面结构加固施工：坡面结构加固依托土工材料与排水设施构建多层防护体系，以此从整体层面提升边坡的抗侵蚀及抗滑移能力，根据边坡坡度选用对应规格的防护网，坡度适中区域铺设厚度不低于 12 毫米的三维土工网垫，网体顺着坡面自上而下布设，相邻网体搭接宽度不小于 15 厘米，坡顶位置向外延伸 50 至 80 厘米并埋入土层固定，采用长度 15 至 20 厘米的 U 型钉以梅花形布局锚固网体，锚固间距设为 1.0 米乘 1.0 米[3]。针对坡度偏大的区域则搭配锚杆与镀锌铁丝网强化支撑效果，使结构强度进一步提升，同步配套修建排水系统，坡顶设置截水沟，坡面布设纵向排水通道，沟体纵坡保持 0.3%以上以快速疏导地表径流，这种加固结构能够有效约束松散砂土，降低水流冲刷引发的沟槽侵蚀问题，让边坡整体结构保持稳定，与表层固沙处理形成互补，全面抵御外界环境带来的破坏作用。

3.2 选用适配性边坡绿化施工工艺

（1）植被种植技术应用：沙类土质边坡植被种植需遵循因地制宜、乔灌草结合的原则，以适配砂土养分匮乏、保水性差及冲刷强烈的边坡环境，施工采用液压客土喷播标准化工艺，提前科学配比种植基质与植被种子，每平方米坡面配置 25 至 35g 混合种子，其中草本植物占比 70%、灌木植物 30%，优选耐旱、耐贫瘠且抗冲刷的适生品种，保障植被长期适配边坡生长环境，施工按分层喷播模式进行，先喷涂 3 至 5cm 无种子改良基层，有效填充砂土孔隙、加固坡面基底，再喷涂 2 至 3cm 含种子的种植层，喷播压力控制在 0.3 至 0.5MPa，保证种子均匀附着，喷播完成后覆盖可降解无纺布封闭保湿，减少水分蒸发与坡面砂土流失，这种科学的植被种植方式能够借助草本植物快速覆盖坡面、灌木植物深根固土的优势，形成立体植被防护体系，有效提升边坡绿化成活率，从生态层面强化边坡防护效果。（2）配套防护工艺落实：为弥补单一植被防护的局限性，需全面落实边坡配套防护工艺，构建生态与工程相互融合的综合防护体系，在植被种植施工前后严格落实坡面防护加固作业，根据边坡坡度条件铺设三维土工网垫或镀锌铁丝网，通过标准化锚固使其与坡面紧密贴合，形成表层加筋防护结构，从而牢牢束缚松散砂质土体、抵御雨水冲刷及风力侵蚀[4]。同步完善边坡排水防护体系，规范修建坡顶截水沟与坡面排水沟，合理控制排水坡度以快速疏导坡面径流，避免积水渗透土体造成边坡松动甚至塌陷，同时严格把控施工全流程质量，规范基质拌合、喷播施工、网体铺设等各环节工艺标准，杜绝施工偏差，这样的配套防护工艺能够弥补植被生长前期防护能力不足的短板，与植被种植技术相辅相成，全方位保障沙类土质边坡的结构稳定与绿化成效。

3.3 构建规范化长效养护管理机制

（1）植被日常管护作业：植被管护按照生长阶段划分作业标准，针对沙类土质水分流失快、养分不足的特点制定精细化管理方案，植被处于苗期时采用雾化喷灌方式补水，每日开展 1 至 2 次洒水作业，维持基质含水率处于合理范围，杜绝大水漫灌冲蚀坡面土体，幼苗长出 3 至 5 厘米后于阴凉时段逐步撤除覆盖材料，同时人工清除杂草，避免杂草争夺水肥影响幼苗生长，进入生长期后根据土壤干湿状态调整灌溉频次，每 3 至 5 天补水一次，定期施加缓释肥料补充土壤养分，也可喷施叶面肥强化植株长势，草类植株高度达到20至30厘米时开展适度修剪以促进分枝生长，灌木植株适时平茬引导根系向下延伸，对于坡面出现的缺苗区域及时补播种子并做好保湿处理，持续提升植被覆盖度，让植被群落保持稳定健康的生长状态。（2）设施巡检维护工作：边坡各类防护与排水设施是维持整体稳定性的关键，需建立常态化巡检与维护机制，日常巡查全面覆盖土工网体、锚固构件及截排水系统等设施，定期检查网体是否出现松动、移位或破损，发现问题部位及时重新锚固与修补，保证网体持续发挥固沙作用，重点排查坡顶截水沟与坡面排水沟，清理沟内淤积的砂土及枯枝杂物，保障排水通道畅通以便地表径流快速排出，经历集中降雨或大风天气后应增加巡检频次，及时修复雨水冲刷形成的坡面沟槽，

用改良土体回填夯实受损区域，对老化或松动的固定构件及时更换加固，避免设施失效引发土体滑落，持续的巡检维护能够提前排查安全隐患，保障各类防护设施长效运转，与植被管护相互配合，长久维系边坡绿化与结构防护的综合效果。如图 1。



图 1 沙类土质边坡多层生态防护体系示意图

4 沙类土质边坡绿化施工养护实施效果

（1）边坡土质稳固性能有效提升：表层固沙、坡面加固与排水系统布设等一系列施工手段能够实质性增强沙类土质边坡的整体结构强度，改良后的土体颗粒粘结性明显改善，压实度稳定在合理区间，表层砂土松散易流失的问题得以彻底解决，土工网体与锚固结构共同形成连续的加筋体系，把分散的砂体整合为整体，大幅提升土体抗滑移与抗剪切能力，完善的截排水设施可快速疏导地表径流，减少雨水下渗对土层的浸泡软化，有效抑制坡面细沟、深沟等侵蚀病害的产生，随着植被不断生长，植物根系深入砂层内部形成立体根系网络，进一步穿插缠绕土体颗粒，从内部加固边坡基底，这种多重防护体系相互协同，让边坡在降水、风力等自然外力影响下依旧保持完整状态，土体沉降与局部垮塌等安全隐患显著减少，从而实现边坡土质的长期稳定。（2）边坡绿化植被成活率显著提高：针对性的基质改良与精细化施工管护为植被生长创造了适宜的环境条件，植被整体成活水平由此大幅提升，经过配比优化的种植基质补足了砂土缺失的有机质与养分，保水材料有效锁住水分、缓解土体干旱缺水的短板，从土壤层面夯实植被生长基础，分层喷播工艺保障种子均匀分布且与土体紧密结合，前期覆盖防护措施减少强光直射与风雨侵袭，为种子萌发营造温和环境，分阶段的灌溉、施肥及除草作业贴合植被不同生长周期需求，苗期稳定供水保障幼苗存活，生长期科学补肥助力植株健壮发育，及时的补苗作业不断修复植被空缺区域，使坡面植被均匀生长，整套技术方案规避了砂土环境对植物生长的各类不利影响，植被长势均匀旺盛，整体成活率维持在较高水平，坡面植被覆盖度稳步达标。（3）边坡生态防护综合效益全面显现：系统化的施工与养护模式让沙类土质边坡同时实现结构安全、生态修复与环境美化多重价值，综合效益得以充分释放，工程防护与生态植被相互结合的模式摆脱了传统硬性护坡景观单调、生态割裂的弊端，坡面逐步形成结构稳定的植物群落，区域生物多样性得到改善[5]。植被与改良土体共同发挥滞尘、涵养水土的作用，区域水土流失问题得到根治，局部微环境持续优化，稳定的边坡结构消除了沿线安全隐患，降低后期病害整治与重复修缮的成本投入，长势良好的植被覆盖整个坡面，弱化裸露砂土带来的视觉影响，自然景观面貌获得极大改善，长期运行过程中防护体系无需频繁大修，管护成本处于可控范围，生态功能、安全功能与景观功能同步发挥作用，构建出可持续运行的边坡生态防护体系。

5 结语

沙类土质边坡绿化需兼顾结构稳固与生态恢复双重目标，基底处理、施工工艺与养护管理构成工程落地的核心环节，针对土质特性采取固沙加固、适配化施工及常态化管护等措施，能够有效弥补传统模式的不足，显著增强边坡稳定性并提升植被存活与生长质量，工程防护与生态绿化相互融合的技术体系可持续发挥水土保持作用，改善区域生态环境，相关技术思路与实操方法能为同类边坡绿化工程提供实践借鉴，助力生态防护工程稳步推进。

参考文献：

[1] 王国旗.沙柳机械与生物沙障对沙土边坡稳定性增强机制研究[D].内蒙古大学,2025.

[2] 代诗宇.沙土路基边坡力学稳定性改善及其效应[J].科学技术创新,2022,(24):93-96.

[3] 郭华江,王茂,雷俊,等.高速公路类土质边坡滑坡成因及治理分析[J].中国水运(下半月),2024,24(5):124-126.

[4] 李春志,罗万德,段玉松,等.云南某矿区土质边坡生态修复技术探讨[J].中国金属通报,2025,(21):93-95.

[5] 林婧,黄文彪,王红梅.植物纤维毯绿植恢复技术的应用研究[J].西部交通科技,2024,(5):32-33.