



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108476648 A

(43)申请公布日 2018.09.04

(21)申请号 201810162898.0

(22)申请日 2018.02.26

(71)申请人 福建省林业科学研究院(福建省林业技术发展研究中心、福建省林业生产力促进中心、中国林业科学研究院海西分院)

地址 350012 福建省福州市晋安区新店镇上赤桥村35号

(72)发明人 高伟 聂森 叶功富 乐通潮 陈端钦

(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司 11212

代理人 谈杰

(51)Int.Cl.

A01B 79/02(2006.01)

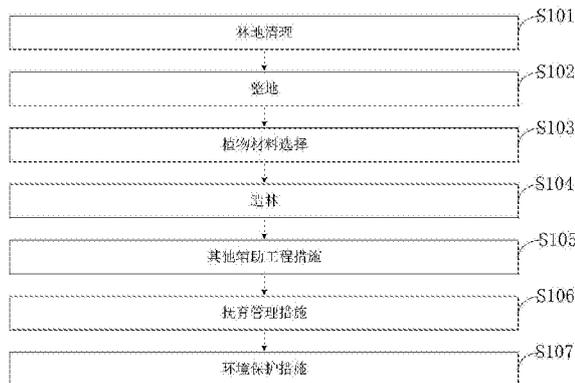
权利要求书1页 说明书26页 附图2页

(54)发明名称

一种岩质海岸困难立地植被恢复的方法及系统

(57)摘要

本发明属于环境保护技术领域,公开了一种岩质海岸困难立地植被恢复的方法,方法包括以下步骤:植被恢复措施实施前必须对林地进行清理;根据造林地坡度、坡向、石砾含量等因素,采用人工结合机械开挖、植生袋围堰等方法进行种植穴、水平沟或鱼鳞坑整地;植物材料选择;采防风措施,施放保水剂,施放基肥,浇水灌溉,边坡防护措施;抚育管理措施;用铁丝捆绑树干、树枝,先用麻袋或胶皮将捆绑部位包好后再固定;进行森林病虫害防治,森林防火等。本发明可提高平潭困难立地植被的生物多样性,有效解决困难立地风大、石多、水少、土薄等问题,为福建省岩质海岸困难立地造林绿化和海岛生态建设积累宝贵经验。



1. 一种岩质海岸困难立地植被恢复的方法,其特征在于,所述岩质海岸困难立地植被恢复的方法包括以下步骤:

步骤一,林地清理;植被恢复措施实施前必须对林地进行清理;

步骤二,整地;根据造林地坡度、坡向、石砾含量的因素,采用人工结合机械开挖、植生袋围堰等方法进行种植穴、水平沟或鱼鳞坑整地;

步骤三,植物材料选择;

步骤四,造林;采取“以封为主,封造结合”和“封造并举”的方法进行封山育林;

步骤五,防风措施,施放保水剂,施放基肥,浇水灌溉,边坡防护措施,截排水措施;

步骤六,抚育管理措施;用铁丝捆扎树干、树枝,先用麻袋或胶皮将捆扎部位包好后再固定;

步骤七,环境保护措施;进行森林病虫害防治,森林防火。

2. 如权利要求1所述的岩质海岸困难立地植被恢复的方法,其特征在於,筑坑方法分为以下三种:

人工凿坑法:在强风化岩石比较松散地块或缓坡碎石堆积坡面可采用此法,用风镐或铁锹人工开挖,坑内下客土、施用化肥,施保水剂;

浆砌石围堰:在人工不易凿挖的缓坡或较浅的凹坑,利用浆砌石砌筑鱼鳞坑,内回填种植土,施用化肥,撒保水剂;

植生袋围堰造坑法:在坡面中的小平台或局部凹陷处,利用内置营养基质的植生袋围堰种植槽,同时在坑内再回填种植土;每坑8~10个植生袋。

3. 如权利要求1所述的岩质海岸困难立地植被恢复的方法,其特征在於,平潭岛景观类型分析方法包括:

数据处理方法;

图像解译:采用目视解译勾绘影像中的土地利用类型,划分为耕地、建设用地、林地、裸露山地、养殖塘、水域、沙滩类型;

坡度分类:按照7级标准进行分类,0°~5°为平坡,6°~15°为缓坡,16°~25°为斜坡,26°~35°为陡坡,36°~40°为急陡坡,41°~45°为急坡,46°为险坡;

坡向分类:根据坡面朝向划分为平面坡、北向坡、东北向坡、东向坡、东南向坡、南向坡、西南向坡、西向坡、西北向坡、北向坡。

4. 如权利要求1所述的岩质海岸困难立地植被恢复的方法,其特征在於,山体植被恢复地块选择:

通过遥感影像解译,分析前沿海困难立地作为试验样地。

5. 如权利要求1所述的岩质海岸困难立地植被恢复的方法,其特征在於,岩质海岸植被恢复及植物材料选择:

采取“先绿化后美化、宜林则林、宜草则草、灌草先行”的策略,选择速生的先锋植物。

6. 一种如权利要求1所述岩质海岸困难立地植被恢复的方法的岩质海岸困难立地植被恢复系统。

一种岩质海岸困难立地植被恢复的方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于环境保护技术领域,尤其涉及一种岩质海岸困难立地植被恢复的方法及系统。

背景技术

[0002] 目前,业内常用的现有技术是这样的:

[0003] 海岸按其组成物质的不同,可分为岩质海岸、沙质海岸和淤泥质海岸。岩质海岸是我国重要的海岸类型,以海岛和低山丘陵为主,大约占海岸线长的20.2%。由于受台风、干旱和海盐胁迫等生态因子的长期危害,立地较为贫瘠,土壤冲刷严重,地表植被遭受破坏,基岩大面积裸露或砾石堆积,荒山面积较大,呈现“石漠化”现象。开展沿海防护林体系建设的难度较大,严重影响了沿海各业的生产和发展。20世纪以来,日本、美国、俄罗斯、法国、英国、澳大利亚和新西兰等国家相继开展了大规模的沿海造林建设工程和技术分析,上世纪50年代之后,我国岩质海岸带经过长期的造林绿化实践,已使森林覆盖率达到20%以上,特别是实施沿海防护林体系建设一期工程后,广东、福建、广西、浙江、海南和山东6省沿海已基本消灭了宜林荒山荒滩。

[0004] 平潭岛是福建省第一大岛,也是受风沙危害较为严重的地区,全岛存在长江澳、流西、流东、燕下埔和远中洋五大风口,气候条件恶劣,沿海岩质海岸困难立地植被恢复困难。随着平潭综合实验区的成立,近年来平潭高度重视造林绿化工作,造林地块随着造林绿化工作的推进逐步转向沿海沙荒风口与困难立地(基岩海岸)等困难地段,为从根本上解决困难立地景观效果差,与开发中的实验区发展不相协调的问题。为攻克沿海沙荒风口与困难立地的造林绿化技术难关,平潭成立了澳前岩质海岸荒山、长江澳前沿风口、幸福洋二期吹沙造地、三十六脚湖周边绿化以及林区生物防火隔离带建设组,突出“三环一沿”,重点区位林分修复补植和火烧迹地造林,取得了显著成效,但由于地理位置特殊,全年风沙大,山体土层薄,长时间裸露,森林植被稀少,石砾含量大,土壤蓄水能力极差,水土流失严重,可供选择的造林植物材料缺乏,加上缺乏统一规划,技术措施没有完全到位,造林成功率低一直是困扰当地政府的难题之一。因此,因地制宜,加快岩质海岸困难立地治理,解决生态脆弱区造林难的问题,开展植被恢复与重建,构筑完善的森林生态防护体系成为当务之急。通过项目实施,可提高平潭困难立地植被的生物多样性,有效解决困难立地风大、石多、水少、土薄等问题,为福建省困难立地造林绿化和海岛生态建设积累宝贵经验。

[0005] 基于在平潭岛基岩海岸裸露山地开展植被恢复试验的重要意义,项目组于2013年申报了福建省林业厅研究项目《平潭岩质海岸困难立地植被恢复技术试验分析》,2014年请批准立项。

[0006] 作为我国重要的海岸类型,岩质海岸占大陆海岸线长的20.2%。由于受严酷的自然条件(如台风、干旱、盐风等灾害危害及土壤瘠薄等)影响和人为的破坏,天然植被已被次生疏林地所取代,荒山面积较大,造林树种单一,水土流失严重,水源涵养能力较差,开展沿海防护林体系建设的难度大,严重地影响沿海各业生产的发展。20世纪以来,日本、美国、俄

罗斯、法国、英国、澳大利亚和新西兰等国家都有一定规模沿海造林建设工程项目和技术分析,尤其是日本在海岸整治、国土保安和沿海经济发展都达到了较高水平。上世纪50年代以来,我国岩质海岸带经过长期的绿化造林实践,已使森林覆盖率达20%,特别是实施沿海防护林体系建设一期工程后,广东、福建、广西、浙江、海南、山东6省沿海已基本消灭了宜林荒山荒滩。但继续深入分析造林树种选择、防护林体系结构配置、低效防护林改造和困难地带的造林配套技术等仍是岩质海岸防护林体系建设中急需解决的问题,因此,开展平潭岩质海岸困难立地的植被恢复试验,可进一步为基岩海岸的生态恢复积累经验,为平潭其他岩质海岸山地的造林提供借鉴,为改善困难立地的生态环境,营造视觉清新的海岛困难立地生态景观提供一个样本,具有重要的理论意义和现实意义。

[0007] 福建省沿海一线受季风影响强烈,风向季节性变化明显,一年中秋、冬、春三季以偏北风为主,夏季以偏南风为主。7~9月台风登陆频繁,每年冬季盛行东北季风与台风带来暴雨的强烈影响,使得基岩海岸一线的生态环境及其恶劣。首先,由于受强风和高温的交互影响,海岸一线蒸发散极高,基岩海岸岩石风化不完全,土壤浅薄并夹杂大量石砾;其次,由于海岸易受台风暴雨短时集中冲刷与淋溶,水土流失严重,土壤松散蓄水保肥能力弱;另外,由于海岸蒸发散极高引发的长时间干旱,海岸一线植被稀疏,大部分基岩呈裸露状态。总结起来,可归纳为:风大、水少、石多、土薄。

[0008] 现有技术之所以多年造林都不见成效,主要原因是未能有效解决困扰基岩海岸植被恢复的这四大问题。主要表现在:

[0009] 现有技术对岩质海岸困难立地造林的指导性不强,缺乏具体的操作方法。

[0010] 现有技术沿用传统造林“挖穴覆土”和“三埋二踩一提苗”方法,土量不足、水分不足、苗木伤根与风折导致造林后成活率难以达到不低于40%的验收标准,很容易导致造林失败。

[0011] 现有技术选用造林树种种类少、单一,导致林分抗逆性差,幼林或林分易爆发致命性病虫害。

[0012] 现有技术常采用雨天造林、台风天冒雨造林,虽造林前可提前研判气象因素,但造林后缺乏有效的灌溉措施,使造林后幼林常因干旱缺水而枯萎死亡,此外,因为没有有效的防风措施,冬季东北干冷季风的长时间吹袭很容易使幼林发生枯梢或整株枯死。

[0013] 综上所述,现有技术存在的问题是:

[0014] 平潭岛是受风沙危害较为严重的地区,沿海岩质海岸荒山植被恢复困难;由于地理位置特殊,全年风沙大,山体土层薄,长时间裸露,森林植被稀少,石砾含量大,土壤蓄水能力极差,水土流失严重,可供选择的造林植物材料缺乏,加上缺乏统一规划,技术措施没有完全到位,造林成功率低;

[0015] 现有技术未对岩质海岸困难立地划分笼统导致指导性不强,现有可借鉴的技术无针对岩质海岸困难立地植被恢复具体的科学方法。

[0016] 现有技术沿用传统造林的“挖穴覆土造林”方法,未能从挖穴的角度有效解决石多土薄的问题;造林时采用“三埋二踩一提苗”方法,容易造成苗木根系受损;推荐选用常规容器苗的容器规格小土量不够导致造林后短期内苗木死亡率高,规定选用的苗木年龄偏小木质化程度不高导致苗木幼嫩易折。

[0017] 现有技术未从生物多样性角度出发,选用造林树种单一,没有筛选抗风、抗干旱、

耐瘠薄、耐盐碱、生长迅速、根系发达、枯落物丰富等特点的适生植物,且没有针对不同立地类型,采用不同的恢复措施(如针对性的挖穴整地方式,造林方式,植物配置模式,保水保肥以及管护设计),导致造林后物种多样性低,林分稳定性差、抗逆性差,导致造林后容易爆发病虫害与林木集中死亡。

[0018] 现有技术未充分解决海岸带夏秋季干旱缺水、冬春季东北干冷季风等对造林地块的严重影响,而夏秋季供水不足、冬春季干冷季风往往是导致造林后幼苗、幼树大面积死亡的重要因素。

发明内容

[0019] 针对现有技术存在的问题,本发明提供了一种岩质海岸困难立地植被恢复的方法及系统。

[0020] 本发明是这样实现的,一种岩质海岸困难立地植被恢复的方法包括以下步骤:

[0021] 步骤一,林地清理;

[0022] 植被恢复措施实施前必须对林地进行清理。由于风力较大,不宜大面积清除,不宜在大风干燥天气作业。清理方式及范围:宽带状清理,宽度1.0m顺势平整,主要清除种植点、带周边的块石、杂草等,堆放在周边,填平、修复坡面侵蚀沟。不造成山体的水土流失。为方便造林作业,在侧风坡、迎风坡各修建1条便道,合计路线全长1公里,按施工便道标准建设,路基宽度0.6米,路面宽度为0.5米,路面采用30cm厚粘土面层。

[0023] 步骤二,整地;

[0024] 根据造林地坡度、坡向、石砾含量等因素,采用人工结合机械开挖、植生袋围堰等方法进行种植穴(槽)、水平沟或鱼鳞坑整地。

[0025] (1)穴(槽)状整地;

[0026] 人工挖穴(槽)法:适用于侧风坡以及见缝插绿造林的情况。穴规格:80×70×60cm。清除挖穴出的块石、碎石,堆放在穴的周边。回填客土,每穴客土0.15m³,每穴施钙镁磷基肥0.25kg,撒保水剂25g,充分混合均匀。

[0027] 人工筑槽法:对石质边坡坡脚或人工开挖种植穴难度较大的,可在靠陡坡基部利用块石浆砌成栽植槽,规格:70×60×50cm,池内下客土,施钙镁磷肥,撒保水剂,混合均匀。

[0028] (2)水平沟整地;

[0029] 在迎风坡山体,表面有土层,采用水平沟整地。即沿等高线开挖种植沟,心土堆于下边坡形成土埂,以拦截坡地上游径流,使其变为土壤水。规格:沟上口宽约70cm,沟底宽60cm,沟深60cm,竖向间距1.0m。开挖心土堆于下边坡形成土埂,将沟内侧1m范围的表土层回填,施钙镁磷肥,撒保水剂,混合均匀,沟内开挖种植穴或撒播灌草种子。

[0030] (3)鱼鳞坑整地;

[0031] 适用于迎风坡、侧风坡坡度较陡、石砾含量较高的土质或半风化的软岩质石边坡。

[0032] 筑鱼鳞坑时先把生土培向下方,熟土回穴中,筑成半圆形土埂,埂面宽20~30cm;规格:长70cm,宽60cm,深50cm。坑内栽植乔木、灌木或撒播种子。

[0033] 步骤三,植物材料选择;

[0034] 乔木:木麻黄优良无性系(平潭2号)、肯氏南洋杉、台湾相思、龙柏、橡皮榕;灌木:夹竹桃、海桐、滨柃、扶桑;藤本:厚藤、粉花爬山虎;草本:海边月见草、多花蟛蜞菊。

[0035] 苗木质量的优劣决定着造林成活率的高低,又决定着幼林生长的好坏。因此造林苗木的规格要符合I级苗木标准,尽量采用2年生左右的容器苗。乔木树种一般要求苗高1.0m以上,地径1.2cm以上;其他灌木草种类、藤本苗木根据相关要求执行。

[0036] 步骤四,造林;

[0037] (1) 植苗法

[0038] 提倡采用容器苗,阴雨天造林。栽植时,用手托住容器苗土坨的上表面,从容器内轻轻倒出带土坨的苗木(若从容器内不易倒出苗木时,可用刀具轻轻将容器侧壁划开,割掉容器底后再栽植)。迎风坡靠土埂栽植,侧风坡靠壁栽植。穴内回填土,沿营养土坨的外周边踩实。栽植时注意要轻拿轻放,切不可将土坨弄散,避免伤根。

[0039] 造林苗木选择根据实际需要确定规格,要求符合I级苗木标准。乔木树种一般要求苗高1.0m以上,地径5cm以上。其他灌木草种类、藤本苗木根据相关要求执行。

[0040] (2) 播种法

[0041] 播种法可以减少因整地可能造成水土流失,节省人力、物力、财力,同时提高植物抗逆性,缩短适应环境的时间,从而提高困难条件下的造林的成活率。

[0042] 直播造林:直播前进行土地整理,翻动土壤,深度0.2~0.3m,播种后覆土遮盖种子并浇水湿润,覆土厚度0.5~1cm。播种方式可采用块播、穴播、条播等。播种前种子应采用种衣剂拌种或者与客土、保水剂、肥料等混合均匀。

[0043] 种子植生块:种子植生块是模拟植物种子萌发生长的基本条件,将基质、保水剂、营养物质、病虫害防治剂等种子前期萌发生长所需要的多种物质,通过合理配比,组织混合起来,做成固体状、成本较低、便于运输携带的种子植生块,使之能够满足种子从萌发到形成完整的根系这一过程,当种子植生块自身水分、养分被消耗完时,苗木已能够利用自生根系汲取养分和水分,从而确保成苗。

[0044] (3) 造林时间

[0045] 生物学上最适合的造林时间是栽植期为根的再生作用(生根能力)最强的时期,同时也是与生根有关的造林地条件—土壤含水量、地温、空气、相对湿度等最适宜苗木根系发育的时期。因此正确掌握造林时期,是决定苗木成活率的基本因素之一。就平潭目前的困难立地造林地立地条件来说,以春季造林最为适宜,也可以在小阳春进行补植。造林施工最好在小雨或阴天进行,因为此时空气和土壤湿度大,在造林时和栽植后的缓苗期间,可减少水分的损失,苗木也易于从土壤中获取水分,以利于成活。

[0046] (4) 封育成林

[0047] 封山育林是对宜林地、无立木林地、疏林地封禁并辅以人工促进手段,使其形成森林或灌草植被的一项技术措施。对低效林地、灌木林地实施封禁,采取定向培育的育林措施,即通过保留目的树种幼苗、幼树,适当补植改造,并充分利用生态系统的自我修复能力是提高林分质量的一项技术措施。在现有的岩质海岸面积中,采取划定区域、工程围栏、设立标牌、工程封禁等技术措施,并采取“以封为主,封造结合”和“封造并举”的方法进行封山育林,确保植被恢复,形成良好的植被结构类型。

[0048] 步骤五,其他辅助工程措施;

[0049] (1) 防风措施

[0050] 侧风坡、迎风坡造林地块均应在每年9~10月份东北风来临前设置防风障。

[0051] 具体做法:顺坡与主风害垂直方向,迎风坡每间隔5米、侧风坡间隔10米,分别埋设L300、 Φ 50镀锌管立柱1根,埋深80cm,每柱拉8#铁丝斜拉线1根,每根长3.4m,L50、 Φ 20钢筋固定桩拉紧并固定,固定桩长0.5m,埋深0.5m(敲击插埋),每柱在斜拉线同侧用2米长小径材进行斜撑(4m长杉木小径材一分为二成两根斜撑),斜撑与地面形成 40° 夹角,并与立柱接头处形成凹槽使林柱嵌入。与地面接触端插入地面20~30cm。

[0052] 两主桩之间分别在离地面10cm、110cm、210cm高度拉10#铁丝横拉线3根并拉紧缠绕立柱继续拉向下一立柱,再用10#铁丝3等分距离拉竖线2根固定在横拉线上,接触点用布条固定形成网格状。

[0053] 用布条把针织网拉紧固定在两桩以及两柱之间的网格线上,针织网宽度220cm,视地形情况底部可埋入地面20cm并用沙袋压实,沙袋要求竖直紧密排列。针织网的质量要求为指定类型,要求用细孔、最优质聚乙烯网。详见《项目建设风障设计表》。

[0054] 造林树种成活、成林并起到防风固沙作用后,逐步撤除防风篱笆。

[0055] (2) 施放保水剂

[0056] 采用洒根法:栽植过程在回填熟土至苗根处,按25g/株撒入保水剂,充分与碎土拌匀,填土灌足水即可:如是土壤粘性较强,需要成比例挖大坑穴,沙拌土回填至苗根下10cm处,将事先吸足水的保水剂与土壤(最好再加少量沙)充分混合回填压实,地表覆土。

[0057] (3) 施放基肥

[0058] 与栽植同时进行,每穴施钙镁磷基肥0.25kg,注意肥料覆盖,避免与根部直接接触。

[0059] (4) 浇水灌溉

[0060] 定根水与洒根法下保水剂、栽植同时进行,造林后看天气需要浇水,考虑到秋冬季至少每二周浇灌一次。迎风坡采用专用水车运水,每年浇水20次。

[0061] 侧风坡于山脚开挖一眼中深机井,水井规格:直径80cm,30~50m深,24小时出水30立方。配备抽水管管道,用于取水,浇水次数同上。

[0062] (5) 边坡防护措施

[0063] 对于较破碎岩石或土质人工开挖、填筑边坡存在不稳固因素的,坡脚设置浆砌石挡土墙或浆砌石护坡,防止坡面失稳滑塌,为植物措施的实施营造良好的条件。

[0064] (6) 截排水措施

[0065] 道路两侧、人工开挖上边坡以及汇水面积较大的造林地块,应设置截水排水沟,防止边坡冲刷,并在节点处修筑蓄水池。

[0066] 步骤六,抚育管理措施;

[0067] “三分造,七分管”,必须加强植被恢复措施实施后的抚育管理措施。抚育措施主要包括补植、除草、松土、施肥、扶正等。造林后要及时调查成活情况,当年造林成活率41~84%的要及时补植,主要措施同新造林。做到一培土、二净、三不伤。三不伤是:不伤根、不伤皮、不伤梢。对于直播方法的,应及时清除覆盖在表面的块石,避免压苗,影响苗木正常生长。

[0068] 造林成活后连续抚育3年,前两年每年抚育2次,分别在5~6月、9~11月,第三年抚育1次,在9~11月,抚育时要结合根部扩穴并培沙。翌年3~4月追肥1次,每株追汉丰牌复合肥0.15kg。遇台风等恶劣天气应追加抚育,主要为苗木扶正、培土(沙)、清除(或重新覆盖)

块石等。加大封禁力度,并由专职护林员进行巡视管护,防人畜破坏。

[0069] 迎风坡面植被恢复地段,林木栽植后应及时加固,固定材料可用铁丝拉线、竹杆、木桩或水泥预制柱等。用铁丝捆扎树干、树枝时,应先用麻袋或胶皮将捆扎部位包好后再固定,以免树体受伤。

[0070] 步骤七,环境保护措施;

[0071] (1)水土保持措施设计;

[0072] 由于风力较大,施工作业时应做好水土保持措施;作业时间应尽量选择风力较小且阴雨天,避免大风、干燥天气。应尽量减少对原地表及植被的破坏。林地清理、开沟、挖穴时严格控制在规定的范围内,避免大面积开挖,产生的块石、碎石等废弃物等沿等高线堆放在种植穴之间或下部,起到减少地表水蒸发、阻断地表径流、防止水土流失的作用。坡面整地时应沿等高线开挖,避免顺坡。保护好现有阔叶树幼苗,必要时扩穴、修整树盘,结合施肥、浇水、覆盖等措施,以促进其快速生长。指定作业路径,避免随意踩踏,尽量利用现有道路,避免新开设便道。

[0073] (2)森林病虫害防治;

[0074] 森林病虫害防治坚持“预防为主,综合治理”的方针。从造林规划设计开始,实行科学管理,在各个环节上采取预防措施,提高林木自身抵御病虫害的能力,以达到森林有害生物可持续控制的目的。在预防为主的基础上,以林业防治技术措施为基础,以森林植物检疫为重要手段,因地制宜,运用生物、物理、化学等防治措施,进行综合治理,以达到保护环境和改善生态的目的。首先,严格控制客土质量,回填前应充分曝晒,以杀灭部分造林地内的病虫;其次,采购种苗时,应严格按照规定先抽样质检,一旦发现病虫,不得购买。必须选用无虫害、生长健壮的种苗,以减少病虫害的发生。造林时根据苗木的生长特点,合理配置树种,合理的栽培密度,增强林木的抗病虫能力,从而避免或减轻某些病虫害的发生;第三,要加强病虫害预测预报,一旦发现病虫害,坚持“治早、治了”,采用综合治理方法,合理使用物理防治、化学防治措施,科学使用化学农药。所选用药物最好是高效、低毒、低残留及长效的种类,避免破坏生态平衡,防止对人、畜健康和自然环境、水体造成损害或污染。

[0075] (3)森林防火;

[0076] 围绕保护和发展森林资源的总体目标,以防灾减灾为中心,完善森林防火体系建设,坚持不懈地抓好森林防火工作,预防和减少森林火灾造成的森林资源损失,有效保障植被恢复的成效。首先,要贯彻落实好“以人为本,预防为主,积极消灭”的森林防火工作方针。加强项目区用火管理,加大野外火源巡视检查工作力度,科学制定应急预案。其次,秋、冬、夏三季及清明、冬至等节日是火灾易发和多发期,在此期间要严格落实项目区的防火预警制度和巡查制度。做好森林防火宣传,加强对当地居民及游人的宣传教育,提高其防火意识;及时与项目涉及乡(镇)、村签订防火责任书,层层落实,明确防火责任,加强值勤巡视。第三,要健全和完善森林防火队伍建设。建立一支精干高效、组织有序的森林防火队伍,装备必要的防火设备,开展森林防火技术培训,组织专业防火队员、护林员、区内乡村干部等定期开展。

[0077] 进一步,所述筑坑方法可分为以下三种:

[0078] 人工凿坑法:在强风化岩石比较松散地块或缓坡碎石堆积坡面可采用此法,用风镐或铁锹人工开挖,坑内下客土、施用化肥,施保水剂。

[0079] 浆砌石围堰:在人工不易凿挖的缓坡或较浅的凹坑,利用浆砌石砌筑鱼鳞坑,内回填种植土,施用化肥,撒保水剂。

[0080] 植生袋围堰造坑法:在坡面中的小平台或局部凹陷处,利用内置营养基质的植生袋围堰种植槽,同时在坑内再回填种植土。每坑8~10个植生袋。

[0081] 进一步,所述平潭岛景观类型分析方法:

[0082] (1) 遥感数据来源;

[0083] 平潭岛遥感数据来自GoogleEarth历史影像库的高分辨率遥感影像和高程数据,其中影像的空间分辨率为1m/pixel,成像时间为2014年3月27日,高程的空间分辨率为9m/pixel,影像和高程数据均用ArcGIS软件投影转换成北京54系40度带投影坐标系。因为平潭岛的基岩海岸裸露山体主要分布在全岛中部及东部沿海,因此利用91卫图助手软件查找并下载了平潭岛的GoogleEarth卫星影像和高程数据,并截取了中部以东 $119^{\circ}44'34.415''E\sim 119^{\circ}54'35.093''$ 的范围作为分析区域。

[0084] (2) 数据处理方法;

[0085] 图像解译:采用目视解译勾绘影像中的土地利用类型,划分为耕地、建设用地、林地、裸露山地、养殖塘、水域、沙滩等类型。

[0086] 坡度分类:按照7级标准进行分类, $0^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 为平坡, $6^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 为缓坡, $16^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 为斜坡, $26^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 为陡坡, $36^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 为急陡坡, $41^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 为急坡, 46° 以上为险坡。

[0087] 坡向分类:根据坡面朝向划分为平面坡、北向坡、东北向坡、东向坡、东南向坡、南向坡、西南向坡、西向坡、西北向坡、北向坡。

[0088] 进一步,所述山体植被恢复地块选择:

[0089] 通过遥感影像解译,平潭岛的基岩海岸裸露山地主要分布在澳前镇,因此,本分析选择澳前沿海困难立地作为试验样地,地理位置位于龙山村和龙南村,属燕下埔风口地段,岩岸直插入海,多港湾向内陆延伸,呈侵蚀沟谷状,地势起伏,坡陡源短。实施地段位于环岛路东侧,为条形地块,北临龙王头,南至龙南村面积近105亩。

[0090] 进一步,所述岩质海岸植被恢复及植物材料选择:

[0091] (1) 植被恢复原则

[0092] 先绿化后美化的原则:坚持生态优先,以改善生态环境、保护和提高生物多样性为主,发展、保护与管理并重,建立和完善以森林为主体的生态防护体系。以生态效应为核心,完善绿地生态功能。各项措施的制定均以改善生态环境为首要考虑因素,循序渐进,使困难立地先绿起来,水土流失得到有效治理,然后再考虑进一步美化提升。在充分发挥森林生态功能的前提下,努力实现景观、生态、社会、经济效益的最大化,实现经济、社会与环境协调发展、可持续发展。

[0093] 乔木为主,乔灌草相结合的原则:为使困难立地尽快进行植被恢复,尽早成林恢复林相,形成稳定性强的森林群落,在植物配置在应以乔木为主。同时,不过分强调乔木造林,而是视困难立地的恶劣环境,考虑乔灌草合理配置,最终形成稳定的复合式植物群落。

[0094] 突出重点,因害设防的原则:分轻重缓急,在重点治理地段加大力度建设,对影响环岛路景观美化的澳前岩质海岸先行先试,开展植被恢复的试验示范。同时,对山体预知性的气象灾害提前研判、提高设防,采取有针对性的防患措施,加大对生态脆弱区的建设力度,提高其防灾抗灾能力。

[0095] 因地制宜,适地适树的原则:根据项目区的地理状况与立地条件,处于滨海前沿困难造林地段,生境条件极其恶劣,故首先应选择适生、抗逆性强的植物种类,以乡土植物为主,适当选用已归化的或经相似区域试验切实可行的种类。同时,生物措施与工程措施相结合,采用工程造林的方法提高成效。

[0096] (2) 植物材料选择

[0097] 按照“增强植被抗逆性,提高绿化成活率,因地制宜、适地适树,加快成林速度和绿化景观效果”原则,采取“先绿化后美化、宜林则林、宜草则草、灌草先行”的策略,首先考虑选择具有抗风、抗干旱、耐瘠薄、耐盐碱、生长迅速、根系发达、枯落物丰富等特点的植物;注重对土壤的改良效果,兼顾绿化美化。其次是先锋树种与乡土树种相结合,为加快植被恢复进度,应选择速生的先锋植物,为后续生长的植物创造条件;合理搭配乡土植物,适当选用已归化的或经相似区域试验切实可行的种类。经综合比选,确定如下:

[0098] 乔木:木麻黄优良无性系(平潭2号)、肯氏南洋杉、台湾相思、龙柏。

[0099] 灌木:夹竹桃、海桐、滨柃、黄栀子。

[0100] 藤本:厚藤(马鞍藤)、粉花爬山虎。

[0101] 草本:海边月见草。

[0102] 本发明的优点及积极效果为:

[0103] 本发明可提高平潭困难立地植被的生物多样性,有效解决困难立地风大、石多、水少、土薄等问题,为福建省岩质海岸困难立地造林绿化和海岛生态建设积累宝贵经验。

[0104] 对平潭岛岩质海岸带裸露山体采取多种方式进行植被恢复,并在每年东北风来临前设置了防风障以保证植被恢复效果,从恢复成效看,不同树种的保存率均较高,除迎风坡台湾相思和夹竹桃的保存率为85%和88.33%外,其他树种的保存率均达到了94%以上,其中侧风坡肯式南洋杉、台湾相思、夹竹桃及所有的龙柏、海桐、滨柃、黄栀子、厚藤、爬山虎和天人菊保存率均为100%,主要乔木树种侧风坡的生长量均显著大于迎风坡。大部分树种均长势良好,除迎风坡及风障外的木麻黄和台湾相思受风沙危害,有部分长势较差,出现基干干枯之外,其他树种60%以上均长势优良;肯式南洋杉受风害影响最小,只有25.73%出现顶梢枯萎,75.42%的肯式南洋杉生长正常,其次为台湾相思、木麻黄和夹竹桃。风障对造林树种的生长起到了很好的保护效果,风障内的木麻黄保存率、地径和树高生长均显著高于风障外,风障内的木麻黄生长等级和受风害等级均处于4级以上,而风障外有33.3%的木麻黄基干基本干枯,有45%的木麻黄基干纤细,茎干枝条顶部枯死;28.33%的因受风扇为害导致地面以上部分基本枯死,53.33%的茎干上半部基本枯死。

[0105] 树种的适应性评价是进行退化生态系统植被恢复的基础,通过适应性评价可以筛选出与立地条件最相适应的树种,以达到在当前技术、经济条件下该立地可能达到的最高生产力水平。树高在一定程度上说明了树种的环境适应性,因此,通过树高的归一化,消除原始树高的影响,然后对其进行适应性计算,可以用来评价造林树种的立地适应性。

[0106] 通过调查发现,在平潭岛岩质海岸造林种使用的不同乔木和灌木均表现出了较高的保存率,其地径和树高生长比初植时均有显著的提高,生态恢复成效显著。通过树种的适应性评判,4种乔木树种的适应性排序为木麻黄>台湾相思>肯式南洋杉>龙柏,4种灌木树种的适应性排序为黄栀子>滨柃>夹竹桃>海桐。

[0107] 对平潭岛基岩海岸裸露山体进行了不同类型的植被恢复试验,对恢复4年后不同

林型的环境效应进行了初步监测,结果发现,3种树种以木麻黄的防风效能最大,其次为台湾相思,肯式南洋杉相对较小;不同树种间土壤物理性质尚没有显著差异;在0~20cm土层内,木麻黄和肯式南洋杉的全碳含量均显著大于台湾相思,在20~40cm土层内,不同树种的土壤全碳含量均没有显著差异,在40~60cm土层内,肯式南洋杉的土壤全碳含量显著高于木麻黄和台湾相思;在0~20cm土层内,木麻黄的全氮含量显著大于肯式南洋杉和台湾相思,但在20~40cm和40~60cm土层内,不同树种的林下土壤全氮含量均没有显著差异;在不同土层内,肯式南洋杉林的土壤全磷含量和有效磷含量均高于木麻黄和台湾相思,其中0~20cm、20~40cm的肯式南洋杉林土壤全磷和有效磷含量显著高于木麻黄和台湾相思,其他土层内3种树种间土壤全磷和有效磷含量无显著差异;在0~20cm、20~40cm土层内,木麻黄和台湾相思的土壤全钾和速效钾显著大于肯式南洋杉,40~60cm土层内3种林分的土壤全钾含量无显著差异,而木麻黄和肯式南洋杉的速效钾含量显著高于台湾相思。

[0108] 本发明的积极效果还有:

[0109] 大尺度判别:借助遥感手段对海岸线格局进行类型判别,对主要海岸类型进行分析,确定了基岩海岸裸露山体的分布格局。

[0110] 主导因子划分:针对不同区域不同困难立地类型,采取主导因子进行综合划分,

[0111] 集成分项施策:针对石多土薄的问题,采用“挖大穴回客土”的方法;针对造林时苗木根系受损的问题,采用“二埋二踩一覆土”的方法;针对容器苗容器规格小、土量不够的问题,选用大规格容器的容器苗;针对苗木幼嫩易折(风折)的问题,选用二年生以上基部充分木质化的容器苗;

[0112] 乔灌草合理搭配:运用生态学的观点,以植被恢复为主导,考虑生物多样性与协调性,选配适生的乔灌草,多物种、多层次,增强物种多样性,提高林分的稳定性和抗逆性。

[0113] 工程措施保障:针对海岸带夏秋季干旱缺水,按科学的方法选配保水剂增强土壤的持水能力,造林一段时期内针对气象因素适当补充水分;针对冬春季东北干冷季风的影响,按前期试验的成功经验,在垂直于主害风方向,每间隔5米或10米的距离设置高1.5米的二层或三层尼龙滤网,降低干冷季风对幼苗或幼树的影响,提高幼苗和幼树的越冬成活率与保存率。

[0114] 与现有技术对比:

[0115] 选本发明择澳前镇岩质海岸荒山作为分析对象,在立地和植被现状调查的基础上,选择坡度、坡向、有效土层厚度及石砾含量4个因子作为主导因子,将立地类型划分为侧风坡薄土,坡度 $15^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 和迎风坡中薄土,坡度 $15^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 2大类。

[0116] 通过有针对性的植被恢复设计,植被恢复试验4年后,不同树种的保存率均较高,除迎风坡台湾相思和夹竹桃的保存率为85%和88.33%外,其他树种的保存率均达到了94%以上;

[0117] 通过生长等级划分,对不同树种的生长情况进行了评价,各树种60%以上均长势优良,保证了植被恢复效果;

[0118] 通过防风障设计,木麻黄的保存率比风障外提高了7.5%,胸径生长量提高了8.1%,树高生长量提高了126.6%,风障内的木麻黄生长等级和受风害等级均处于4级以上,而风障外有33.3%的木麻黄基干基本干枯,有45%的木麻黄基干纤细,茎干枝条顶部枯死;28.33%的因受风扇为害导致地面以上部分基本枯死,53.33%的茎干上半部基本枯死。

[0119] 对平潭岛临海石质山体造林中乔木和灌木的适应性进行了评判,4种乔木树种的适应性排序为木麻黄>台湾相思>肯式南洋杉>龙柏,4种灌木树种的适应性排序为黄栀子>滨柃>夹竹桃>海桐,为今后岩质海岸植被恢复提供了重要的参考依据。

附图说明

[0120] 图1是本发明实施提供的岩质海岸困难立地植被恢复的方法流程图。

[0121] 图2是本发明实施提供的平潭岩质海岸困难立地植被恢复技术路线图。

具体实施方式

[0122] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0123] 现有技术沿用传统造林的“挖穴覆土造林”方法,未能从挖穴的角度有效解决石多土薄的问题;造林时采用“三埋二踩一提苗”方法,容易造成苗木根系受损;推荐选用常规容器苗的容器规格小土量不够导致造林后短期内苗木死亡率高,规定选用的苗木年龄偏小木质化程度不高导致苗木幼嫩易折。

[0124] 现有技术未从生物多样性角度出发,选用造林树种单一,没有筛选抗风、抗干旱、耐瘠薄、耐盐碱、生长迅速、根系发达、枯落物丰富等特点的适生植物,且没有针对不同立地类型,采用不同的恢复措施(如针对性的挖穴整地方式,造林方式,植物配置模式,保水保肥以及管护设计),导致造林后物种多样性低,林分稳定性差、抗逆性差,导致造林后容易爆发病虫害与林木集中死亡。

[0125] 如图1所示,本发明提供一种岩质海岸困难立地植被恢复的方法包括以下步骤:

[0126] S101,林地清理;

[0127] 植被恢复措施实施前必须对林地进行清理。由于风力较大,不宜大面积清除,不宜在大风干燥天气作业。清理方式及范围:宽带状清理,宽度1.0m顺势平整,主要清除种植点、带周边的块石、杂草等,堆放在周边,填平、修复坡面侵蚀沟。不造成山体的水土流失。为方便造林作业,在侧风坡、迎风坡各修建1条便道,合计路线全长1公里,按施工便道标准建设,路基宽度0.6米,路面宽度为0.5米,路面采用30cm厚粘土面层。

[0128] S102,整地;

[0129] 根据造林地坡度、坡向、石砾含量等因素,采用人工结合机械开挖、植生袋围堰等方法进行种植穴(槽)、水平沟或鱼鳞坑整地。

[0130] (1)穴(槽)状整地;

[0131] 人工挖穴(槽)法:适用于侧风坡以及见缝插绿造林的情况。穴规格:80×70×60cm。清除挖穴出的块石、碎石,堆放在穴的周边。回填客土,每穴客土0.15m³,每穴施钙镁磷基肥0.25kg,撒保水剂25g,充分混合均匀。

[0132] 人工筑槽法:对石质边坡坡脚或人工开挖种植穴难度较大的,可在靠陡坡基部利用块石浆砌成栽植槽,规格:70×60×50cm,池内下客土,施钙镁磷肥,撒保水剂,混合均匀。

[0133] (2)水平沟整地;

[0134] 在迎风坡山体,表面有土层,采用水平沟整地。即沿等高线开挖种植沟,心土堆于

下边坡形成土埂,以拦截坡地上游径流,使其变为土壤水。规格:沟上口宽约70cm,沟底宽60cm,沟深60cm,竖向间距1.0m。开挖心土堆于下边坡形成土埂,将沟内侧1m范围的表土层回填,施钙镁磷肥,撒保水剂,混合均匀,沟内开挖种植穴或撒播灌草种子。

[0135] (3) 鱼鳞坑整地;

[0136] 适用于迎风坡、侧风坡坡度较陡、石砾含量较高的土质或半风化的软岩质石边坡。

[0137] 筑鱼鳞坑时先把生土培向下方,熟土回穴中,筑成半圆形土埂,埂面宽20~30cm;规格:长70cm,宽60cm,深50cm。坑内栽植乔木、灌木或撒播种子。

[0138] S103,植物材料选择;

[0139] 乔木:木麻黄优良无性系(平潭2号)、肯氏南洋杉、台湾相思、龙柏、橡皮榕;灌木:夹竹桃、海桐、滨柃、扶桑;藤本:厚藤、粉花爬山虎;草本:海边月见草、多花蟛蜞菊。

[0140] 苗木质量的优劣决定着造林成活率的高低,又决定着幼林生长的好坏。因此造林苗木的规格要符合I级苗木标准,尽量采用2年生左右的容器苗。乔木树种一般要求苗高1.0m以上,地径1.2cm以上;其他灌木草种类、藤本苗木根据相关要求执行。

[0141] S104,造林;

[0142] (1) 植苗法

[0143] 提倡采用容器苗,阴雨天造林。栽植时,用手托住容器苗土坨的上表面,从容器内轻轻倒出带土坨的苗木(若从容器内不易倒出苗木时,可用刀具轻轻将容器侧壁划开,割掉容器底后再栽植)。迎风坡靠土埂栽植,侧风坡靠壁栽植。穴内回填土,沿营养土坨的外周边踩实。栽植时注意要轻拿轻放,切不可将土坨弄散,避免伤根。

[0144] 造林苗木选择根据实际需要确定规格,要求符合I级苗木标准。乔木树种一般要求苗高1.0m以上,地径5cm以上。其他灌木草种类、藤本苗木根据相关要求执行。

[0145] (2) 播种法

[0146] 播种法可以减少因整地可能造成水土流失,节省人力、物力、财力,同时提高植物抗逆性,缩短适应环境的时间,从而提高困难条件下的造林的成活率。

[0147] 直播造林:直播前进行土地整理,翻动土壤,深度0.2~0.3m,播种后覆土遮盖种子并浇水湿润,覆土厚度0.5~1cm。播种方式可采用块播、穴播、条播等。播种前种子应采用种衣剂拌种或者与客土、保水剂、肥料等混合均匀。

[0148] 种子植生块:种子植生块是模拟植物种子萌发生长的基本条件,将基质、保水剂、营养物质、病虫害防治剂等种子前期萌发生长所需要的多种物质,通过合理配比,组织混合起来,做成固体状、成本较低、便于运输携带的种子植生块,使之能够满足种子从萌发到形成完整的根系这一过程,当种子植生块自身水分、养分被消耗完时,苗木已能够利用自生根系汲取养分和水分,从而确保成苗。

[0149] (3) 造林时间

[0150] 生物学上最适合的造林时间是栽植期为根的再生作用(生根能力)最强的时期,同时也是与生根有关的造林地条件—土壤含水量、地温、空气、相对湿度等最适宜苗木根系发育的时期。因此正确掌握造林时期,是决定苗木成活率的基本因素之一。就平潭目前的困难立地造林地立地条件来说,以春季造林最为适宜,也可以在小阳春进行补植。造林施工最好在小雨或阴天进行,因为此时空气和土壤湿度大,在造林时和栽植后的缓苗期间,可减少水分的损失,苗木也易于从土壤中获取水分,以利于成活。

[0151] (4) 封育成林

[0152] 封山育林是对宜林地、无立木林地、疏林地封禁并辅以人工促进手段,使其形成森林或灌草植被的一项技术措施。对低效林地、灌木林地实施封禁,采取定向培育的育林措施,即通过保留目的树种幼苗、幼树,适当补植改造,并充分利用生态系统的自我修复能力是提高林分质量的一项技术措施。在现有的岩质海岸面积中,采取划定区域、工程围栏、设立标牌、工程封禁等技术措施,并采取“以封为主,封造结合”和“封造并举”的方法进行封山育林,确保植被恢复,形成良好的植被结构类型。

[0153] S105,其他辅助工程措施;

[0154] (1) 防风措施

[0155] 侧风坡、迎风坡造林地块均应在每年9~10月份东北风来临前设置防风障。

[0156] 具体做法:顺坡与主风害垂直方向,迎风坡每间隔5米、侧风坡间隔10米,分别埋设L300、 Φ 50镀锌管立柱1根,埋深80cm,每柱拉8#铁丝斜拉线1根,每根长3.4m,L50、 Φ 20钢筋固定桩拉紧并固定,固定桩长0.5m,埋深0.5m(敲击插埋),每柱在斜拉线同侧用2米长小径材进行斜撑(4m长杉木小径材一分为二成两根斜撑),斜撑与地面形成40°夹角,并与立柱接头处形成凹槽使林柱嵌入。与地面接触端插入地面20~30cm。

[0157] 两主桩之间分别在离地面10cm、110cm、210cm高度拉10#铁丝横拉线3根并拉紧缠绕立柱继续拉向下一立柱,再用10#铁丝3等分距离拉竖线2根固定在横拉线上,接触点用布条固定形成网格状。

[0158] 用布条把针织网拉紧固定在两桩以及两柱之间的网格线上,针织网宽度220cm,视地形情况底部可埋入地面20cm并用沙袋压实,沙袋要求竖直紧密排列。针织网的质量要求为指定类型,要求用细孔、最优质聚乙烯网。详见《项目建设风障设计表》。

[0159] 造林树种成活、成林并起到防风固沙作用后,逐步撤除防风篱笆。

[0160] (2) 施放保水剂

[0161] 采用洒根法:栽植过程在回填熟土至苗根处,按25g/株撒入保水剂,充分与碎土拌匀,填土灌足水即可:如是土壤粘性较强,需要成比例挖大坑穴,沙拌土回填至苗根下10cm处,将事先吸足水的保水剂与土壤(最好再加少量沙)充分混合回填压实,地表覆土。

[0162] (3) 施放基肥

[0163] 与栽植同时进行,每穴施钙镁磷基肥0.25kg,注意肥料覆盖,避免与根部直接接触。

[0164] (4) 浇水灌溉

[0165] 定根水与洒根法下保水剂、栽植同时进行,造林后看天气需要浇水,考虑到秋冬季至少每二周浇灌一次。迎风坡采用专用水车运水,每年浇水20次。

[0166] 侧风坡于山脚开挖一眼中深机井,水井规格:直径80cm,30~50m深,24小时出水30立方。配备抽水管管道,用于取水,浇水次数同上。

[0167] (5) 边坡防护措施

[0168] 对于较破碎岩石或土质人工开挖、填筑边坡存在不稳固因素的,坡脚设置浆砌石挡土墙或浆砌石护坡,防止坡面失稳滑塌,为植物措施的实施营造良好的条件。

[0169] (6) 截排水措施

[0170] 道路两侧、人工开挖上边坡以及汇水面积较大的造林地块,应设置截水排水沟,防

止边坡冲刷,并在节点处修筑蓄水池。

[0171] S106,抚育管理措施;

[0172] “三分造,七分管”,必须加强植被恢复措施实施后的抚育管理措施。抚育措施主要包括补植、除草、松土、施肥、扶正等。造林后要及时调查成活情况,当年造林成活率41~84%的要及时补植,主要措施同新造林。做到一培土、二净、三不伤。三不伤是:不伤根、不伤皮、不伤梢。对于直播方法的,应及时清除覆盖在表面的块石,避免压苗,影响苗木正常生长。

[0173] 造林成活后连续抚育3年,前两年每年抚育2次,分别在5~6月、9~11月,第三年抚育1次,在9~11月,抚育时要结合根部扩穴并培沙。翌年3~4月追肥1次,每株追汉丰牌复合肥0.15kg。遇台风等恶劣天气应追加抚育,主要为苗木扶正、培土(沙)、清除(或重新覆盖)块石等。加大封禁力度,并由专职护林员进行巡视管护,防人畜破坏。

[0174] 迎风坡面植被恢复地段,林木栽植后应及时加固,固定材料可用铁丝拉线、竹杆、木桩或水泥预制柱等。用铁丝捆扎树干、树枝时,应先用麻袋或胶皮将捆扎部位包好后再固定,以免树体受伤。

[0175] S107,环境保护措施;

[0176] (1)水土保持措施设计;

[0177] 由于风力较大,施工作业时应做好水土保持措施;作业时间应尽量选择风力较小且阴雨天,避免大风、干燥天气。应尽量减少对原地表及植被的破坏。林地清理、开沟、挖穴时严格控制在规范范围内,避免大面积开挖,产生的块石、碎石等废弃物等沿等高线堆放在种植穴之间或下部,起到减少地表水蒸发、阻断地表径流、防止水土流失的作用。坡面整地时应沿等高线开挖,避免顺坡。保护好现有阔叶树幼苗,必要时扩穴、修整树盘,结合施肥、浇水、覆盖等措施,以促进其快速生长。指定作业路径,避免随意踩踏,尽量利用现有道路,避免新开设便道。

[0178] (2)森林病虫害防治;

[0179] 森林病虫害防治坚持“预防为主,综合治理”的方针。从造林规划设计开始,实行科学管理,在各个环节上采取预防措施,提高林木自身抵御病虫害的能力,以达到森林有害生物可持续控制的目的。在预防为主的基础上,以林业防治技术措施为基础,以森林植物检疫为重要手段,因地制宜,运用生物、物理、化学等防治措施,进行综合治理,以达到保护环境和改善生态的目的。首先,严格控制客土质量,回填前应充分曝晒,以杀灭部分造林地内的病虫;其次,采购种苗时,应严格按照规定先抽样质检,一旦发现病虫,不得购买。必须选用无虫害、生长健壮的种苗,以减少病虫害的发生。造林时根据苗木的生长特点,合理配置树种,合理的栽培密度,增强林木的抗病虫能力,从而避免或减轻某些病虫害的发生;第三,要加强病虫害预测预报,一旦发现病虫害,坚持“治早、治了”,采用综合治理方法,合理使用物理防治、化学防治措施,科学使用化学农药。所选用药物最好是高效、低毒、低残留及长效的种类,避免破坏生态平衡,防止对人、畜健康和自然环境、水体造成损害或污染。

[0180] (3)森林防火;

[0181] 围绕保护和发展森林资源的总体目标,以防灾减灾为中心,完善森林防火体系建设,坚持不懈地抓好森林防火工作,预防和减少森林火灾造成的森林资源损失,有效保障植被恢复的成效。首先,要贯彻落实好“以人为本,预防为主,积极消灭”的森林防火工作方针。

加强项目区用火管理,加大野外火源巡视检查工作力度,科学制定应急预案。其次,秋、冬、夏三季及清明、冬至等节日是火灾易发和多发期,在此期间要严格落实项目区的防火预警制度和巡查制度。做好森林防火宣传,加强对当地居民及游人的宣传教育,提高其防火意识;及时与项目涉及乡(镇)、村签订防火责任书,层层落实,明确防火责任,加强值勤巡视。第三,要健全和完善森林防火队伍建设。建立一支精干高效、组织有序的森林防火队伍,装备必要的防火设备,开展森林防火技术培训,组织专业防火队员、护林员、区内乡村干部等定期开展。

[0182] 本发明提供的筑坑方法可分为以下三种:

[0183] 人工凿坑法:在强风化岩石比较松散地块或缓坡碎石堆积坡面可采用此法,用风镐或铁锹人工开挖,坑内下客土、施用化肥,施保水剂。

[0184] 浆砌石围堰:在人工不易凿挖的缓坡或较浅的凹坑,利用浆砌石砌筑鱼鳞坑,内回填种植土,施用化肥,撒保水剂。

[0185] 植生袋围堰造坑法:在坡面中的小平台或局部凹陷处,利用内置营养基质的植生袋围堰种植槽,同时在坑内再回填种植土。每坑8~10个植生袋。

[0186] 本发明提供的平潭岛景观类型分析方法:

[0187] (1) 遥感数据来源;

[0188] 平潭岛遥感数据来自GoogleEarth历史影像库的高分辨率遥感影像和高程数据,其中影像的空间分辨率为1m/pixel,成像时间为2014年3月27日,高程的空间分辨率为9m/pixel,影像和高程数据均用ArcGIS软件投影转换成北京54系40度带投影坐标系。因为平潭岛的基岩海岸裸露山体主要分布在全岛中部及东部沿海,因此利用91卫图助手软件查找并下载了平潭岛的GoogleEarth卫星影像和高程数据,并截取了中部以东 $119^{\circ}44'34.415''E\sim 119^{\circ}54'35.093''$ 的范围作为分析区域。

[0189] (2) 数据处理方法;

[0190] 图像解译:采用目视解译勾绘影像中的土地利用类型,划分为耕地、建设用地、林地、裸露山地、养殖塘、水域、沙滩等类型。

[0191] 坡度分类:按照7级标准进行分类, $0^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 为平坡, $6^{\circ}\sim 15^{\circ}$ 为缓坡, $16^{\circ}\sim 25^{\circ}$ 为斜坡, $26^{\circ}\sim 35^{\circ}$ 为陡坡, $36^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 为急陡坡, $41^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 为急坡, 46° 以上为险坡。

[0192] 坡向分类:根据坡面朝向划分为平面坡、北向坡、东北向坡、东向坡、东南向坡、南向坡、西南向坡、西向坡、西北向坡、北向坡。

[0193] 本发明提供的山体植被恢复地块选择:

[0194] 通过遥感影像解译,平潭岛的基岩海岸裸露山地主要分布在澳前镇,因此,本分析选择澳前沿海困难立地作为试验样地,地理位置位于龙山村和龙南村,属燕下埔风口地段,岩岸直插入海,多港湾向内陆延伸,呈侵蚀沟谷状,地势起伏,坡陡源短。实施地段位于环岛路东侧,为条形地块,北临龙王头,南至龙南村面积近105亩。

[0195] 本发明提供的岩质海岸植被恢复及植物材料选择:

[0196] (1) 植被恢复原则

[0197] 先绿化后美化的原则:坚持生态优先,以改善生态环境、保护和提高生物多样性为主,发展、保护与管理并重,建立和完善以森林为主体的生态防护体系。以生态效应为核心,完善绿地生态功能。各项措施的制定均以改善生态环境为首要考虑因素,循序渐进,使困难

立地先绿起来,水土流失得到有效治理,然后再考虑进一步美化提升。在充分发挥森林生态功能的前提下,努力实现景观、生态、社会、经济效益的最大化,实现经济、社会与环境协调发展、可持续发展。

[0198] 乔木为主,乔灌草相结合的原则:为使困难立地尽快进行植被恢复,尽早成林恢复林相,形成稳定性强的森林群落,在植物配置在应以乔木为主。同时,不过分强调乔木造林,而是视困难立地的恶劣环境,考虑乔灌草合理配置,最终形成稳定的复合式植物群落。

[0199] 突出重点,因害设防的原则:分轻重缓急,在重点治理地段加大力度建设,对影响环岛路景观美化的澳前岩质海岸先行先试,开展植被恢复的试验示范。同时,对山体预知性的气象灾害提前研判、提高设防,采取有针对性的防患措施,加大对生态脆弱区的建设力度,提高其防灾抗灾能力。

[0200] 因地制宜,适地适树的原则:根据项目区的地理状况与立地条件,处于滨海前沿困难造林地段,生境条件极其恶劣,故首先应选择适生、抗逆性强的植物种类,以乡土植物为主,适当选用已归化的或经相似区域试验切实可行的种类。同时,生物措施与工程措施相结合,采用工程造林的方法提高成效。

[0201] (2) 植物材料选择

[0202] 按照“增强植被抗逆性,提高绿化成活率,因地制宜、适地适树,加快成林速度和绿化景观效果”原则,采取“先绿化后美化、宜林则林、宜草则草、灌草先行”的策略,首先考虑选择具有抗风、抗干旱、耐瘠薄、耐盐碱、生长迅速、根系发达、枯落物丰富等特点的植物;注重对土壤的改良效果,兼顾绿化美化。其次是先锋树种与乡土树种相结合,为加快植被恢复进度,应选择速生的先锋植物,为后续生长的植物创造条件;合理搭配乡土植物,适当选用已归化的或经相似区域试验切实可行的种类。经综合比选,确定如下:

[0203] 乔木:木麻黄优良无性系(平潭2号)、肯氏南洋杉、台湾相思、龙柏。

[0204] 灌木:夹竹桃、海桐、滨柃、黄栀子。

[0205] 藤本:厚藤(马鞍藤)、粉花爬山虎。

[0206] 草本:海边月见草。如表1-1

[0207] 表1-1平潭岩质海岸荒山植物材料选择

[0208]

序号	种名	科名	学名	特性、用途
1	木麻黄	木麻黄科	<i>Casuarinaequisetifolia</i>	乔木、防风固沙
2	肯氏南洋杉	南洋杉科	<i>Araucariacunninghamii</i>	乔木、防风固沙
3	台湾相思	含羞草科	<i>Acaciaconfusa</i>	乔木、防风固沙、耐石质
4	龙柏	柏科	<i>Sabinachinensis</i>	小乔木、防风固沙、耐石质
5	夹竹桃	夹竹桃科	<i>Neriumindicum</i>	灌木、防风固沙
[0209]				
6	海桐	海桐花科	<i>Pittosporumtobira</i>	灌木、抗风
7	滨柃	山茶科	<i>Euryaemarginata</i>	灌木、抗风、耐石质
8	黄栀子	茜草科	<i>Gardeniajasminoides</i>	灌木、抗风、药用、景观
9	厚藤	旋花科	<i>Ipomoeapescaprae</i>	藤本、防风固沙
10	粉花爬山虎	葡萄科	<i>Parthenocissustricuspidata</i>	藤本、防风固沙
11	海边月见草	柳叶菜科	<i>Oenotheradrummondii</i>	草本、防风固沙、景观

[0210] (3) 植物材料规格

[0211] 主要植物的苗木规格见表1-2,要求符合I级苗木标准,尽量采用2年生左右的容器苗造林。

[0212] 表1-2平潭岩质海岸荒山植物材料规格

[0213]

树种	规格 (≥)			
	地径 (cm)	高度 (cm)	容器袋 (cm)	苗龄 (月)
木麻黄	1.5	150	18*28	20
肯氏南洋杉	1.6	100	20*30	20
台湾相思	1.2	100	15*20	20
龙柏	1.2	100	15*20	20
夹竹桃	0.8	70	10*15	20
海桐	0.8	70	10*15	20
滨柃	0.5	40	10*15	20
黄栀子	0.5	60	10*15	15

[0214] (4) 植被恢复类型设计

[0215] 澳前岩质海岸本身面积狭小,但地形复杂多样。不同困难立地的微地形造就了相对保水(漏水)、弱风(强风)的微环境,但总体的立地特点是风大、石多、土薄、水少、肥缺,直接影响该区域植物群落的分布和构成,以及植被恢复的成效。因此,开展困难立地植被恢复之前,进行立地类型划分十分重要。根据澳前困难立地实际情况,选择坡度、坡向、有效土层厚度及石砾含量4个因子作为作业设计的主导因子,共分为2大类型。

[0216] 类型1:侧风坡薄土,坡度 $15^{\circ}\sim 45^{\circ}$

[0217] 立地特性:靠近龙南村,多朝西北向,未直接面海,山地面积55亩。受到海岸东侧部分山体的遮挡,主害风得到一定消弱。石质山地为主,属瘠薄基岩立地,坡度较陡,风化时间较短,地表岩石裸露,石砾含量较高($>30\%$),局部裸岩率 $>50\%$ 。土层浅薄,无腐殖质层,结构紧密,立地类型为IV类地,为偏酸性土壤(pH5.1~6.5)。

[0218] 制约因素:虽有山体部分遮挡,风力仍较大,蒸发散较强。多为石质山地,水肥条件差。由于山脚为农地,距环岛路稍远,专用水车无法到达。

[0219] 解决方法:种植乔木树种为主,加强造林后的管护措施,尽早形成森林群落。林地带状清理,宽度1m,人工配合机械挖穴,规格:乔木 $70\times 60\times 60\text{cm}$,灌木 $60\times 50\times 50\text{cm}$,弃原挖石砾,每穴客土 0.15m^3 ,每穴施钙镁磷基肥 0.25kg ,撒保水剂 25g ,改善土壤理化性质。在山脚人工开挖水井1处,用于造林时浇水及抚育灌溉,改善土壤水分条件。每年9~10月份东北风来临前设置防风障。

[0220] 植物配置:乔木树种选择木麻黄、南洋杉、台湾相思;灌木选择夹竹桃、海桐、黄栀子;藤本采用粉花爬山虎。株行距 $1.0\times 1.5\text{m}$,445株/亩,品字形排列。苗木选择1-2年生容器苗,规格符合I级苗木标准。

[0221] 配置方式:以种植乔木为主,7种主要处理即混交林3种:(1)木麻黄+南洋杉2:1混交,(2)木麻黄+台湾相思2:1混交;对照纯林3个:木麻黄、南洋杉、台湾相思。种植灌木树种3个,采用夹竹桃、海桐、黄栀子块状混交。每种处理5亩,重复3次以上。裸岩地和石壁选用藤本粉花爬山虎。

[0222] 类型2:迎风坡中薄土,坡度 $15^{\circ}\sim 45^{\circ}$

[0223] 立地特性:靠近龙山村,多朝东北向,直接面海,山地面积50亩。属岩质海岸风口地段,瘠薄基岩立地,主害风影响极大。石质山地为主,坡度较陡,风化时间稍长,石砾含量较高($>25\%$)。表土有5~40cm土层,无腐殖质层,立地类型为IV类地,为偏酸性土壤(pH5.1~6.5)。

[0224] 制约因素:风力大,坡度较陡,保水能力较差,蒸发散强。

[0225] 解决方法:种植抗逆性强的先锋树种,林木栽植后应及时加固,增强森林群落的适应性。林地带状清理,宽度1m,开挖心土堆于下边坡形成土埂,蓄水拦泥。人工配合机械挖穴,规格:乔木 $80\times 70\times 60\text{cm}$,灌木 $70\times 60\times 50\text{cm}$,弃原挖石砾,每穴客土 0.15m^3 ,每穴施钙镁磷基肥 0.25kg ,撒保水剂 25g ,改善土壤理化性质。采用专用水车运水,用于造林时浇定根水及抚育灌溉,改善土壤水分条件。每年9~10月份东北风来临前设置防风障。

[0226] 局部陡坡地段采用块状整地,利用坡面微地形开挖种植穴,或人工填筑土质边坡构筑种植槽,修筑挡水埂 $20\sim 30\text{cm}$ (干砌石或浆砌石),回填客土,挂植生笼、植生块,施用化肥,撒保水剂;见缝插绿。在坡度较陡、石砾含量较高的土质或半风化的软岩质石边坡,采用鱼鳞坑整地,规格: $70\times 60\times 50\text{cm}$,回填客土,施基肥,撒保水剂,浇透水,定植后块石或薄膜覆盖。

[0227] 植物配置:乔木树种选择木麻黄、南洋杉、台湾相思、龙柏;灌木选择海桐、滨柃、夹竹桃、黄栀子;藤本采用厚藤、粉花爬山虎;草本选择海边月见草。株行距 $1.0\times 1.0\text{m}$,667株/亩,品字形排列。苗木选择2年生容器苗,规格符合I级苗木标准。海边月见草插花式种植。

[0228] 配置方式:种植乔木为主,7种主要处理即混交林3种:(1)木麻黄+南洋杉2:1混交,(2)木麻黄+台湾相思2:1混交,(3)木麻黄+龙柏2:1混交;对照纯林3个:木麻黄、南洋杉、台湾相思。种植灌木树种4个,采用海桐、滨柃、夹竹桃、黄栀子块状混交。每种处理4.5亩,重复3次以上。裸岩地和石壁选用藤本粉花爬山虎。厚藤与草本海边月见草在林间插花式种植,约配置30亩。

[0229] 下面结合具体分析对本发明作进一步描述。

[0230] 图2为平潭岩质海岸困难立地植被恢复技术路线。

[0231] 1、平潭岛岩质海岸带裸露山体植被恢复成效

[0232] 1.1分析区概况

[0233] 分析地点为福建省平潭澳前镇临海山体,地理坐标为 $E119^{\circ}48'52''$ 、 $N25^{\circ}48'84''$,试验地面积约 7hm^2 ,立地条件差,常年风沙大,秋、冬、春3季以偏北风为主,北至东北风向频率占 62% ,月平均风速在 10m/s 以上;山体土层薄,坡度 $15\sim 45^{\circ}$,长时间裸露,森林植被稀少,蒸发散强,土壤蓄水能力极差,漏水、漏肥,水土流失严重,水源涵养能力差。山地零星分布有胡颓子*Elaeagnuspungens*、龙舌兰*Agaveamericana*等植被,部分地段种植了木麻黄*Casuarinaequisetifolia*、台湾相思*Acaciaconfusa*、黑松*Pinusthunbergii*、滨柃*Euryaemarginata*等,但成活率不高,长势也较差。

[0234] 分析区域为南亚热带半湿润海洋性季风气候,气候温暖,冬无严寒,夏无酷暑,旱、雨季分明,分配不均;多年平均气温 19.6°C ,自然灾害较频繁,主要有台风、暴雨、干旱等气象灾害和风暴潮、赤潮、海岸侵蚀等海洋灾害,台风每年平均 $6\sim 7$ 次;年均降水量为 $900\sim 1200\text{mm}$,属福建省少雨区之一,年平均蒸发量 1954mm ;土壤大多为滨海风沙土、砖红壤性红

壤,沙层深厚,土层薄,无腐殖质层;立地以Ⅲ、Ⅳ类地为主,条件较差。

[0235] 1.2造林设计

[0236] 1.2.1立地划分

[0237] 2014年5月开始对平潭澳前镇临海山体进行植被恢复,依据坡度、坡向、有效土层厚度及石砾含量4个因子将所选试验地划分为侧风坡薄土和迎风坡中薄土2种立地类型,多为石质山地,坡度 $15^{\circ}\sim 45^{\circ}$,水肥条件差。

[0238] 1.2.2整地方式

[0239] 林地以带状整地为主,宽度1m,局部陡坡地段采用块状整地,坡度较陡、石砾含量较高的土质或半风化的软岩质石边坡,采用鱼鳞坑整地,人工配合机械挖穴,规格:乔木 $70\times 60\times 60\text{cm}$,灌木 $60\times 50\times 50\text{cm}$,弃原挖石砾,每穴下客土 0.15m^3 ,每穴施钙镁磷基肥 0.25kg ,撒保水剂 25g ,改善土壤理化性质。

[0240] 1.2.3树种选择

[0241] 以种植乔木树种为主,灌木为辅,乔木树种选择木麻黄、肯式南洋杉 *Araucariacunninghamii*、台湾相思、龙柏 *Sabinachinensis*;灌木选择夹竹桃 *Neriumindicum*、海桐 *Pittosporumtobira*、滨柃、黄栀子 *Gardeniajasminoides*等;株行距 $1.0\times 1.5\text{m}$,445株/亩,品字形排列,苗木选择1~2年生容器苗,规格符合I级苗木标准。

[0242] 1.2.4配置方式

[0243] 7种主要处理,包括混交林3种:(1)木麻黄+肯式南洋杉2:1混交,(2)木麻黄+台湾相思2:1混交,(3)木麻黄+龙柏2:1混交;块状纯林4个:木麻黄、肯式南洋杉、台湾相思、龙柏纯林;灌木树种4个,采用夹竹桃、海桐、滨柃、黄栀子块状混交。裸岩地和石壁选用藤本粉花爬山虎 *Parthenocissustricuspidata*。厚藤 *Ipomoeapes-caprae*与草本海边月见草 *Oenotheradrummondii*、天人菊 *Gaillardiapulchella*等在林间插花式种植,每种处理 0.3hm^2 ,重复3次以上;栽植前浇足定根水,栽植后采用水车定期浇水灌溉,每年的9~10月份东北风来临前设置防风障。

[0244] 1.3调查方法

[0245] 1.3.1样带调查

[0246] 2016年12月,采用样带调查法对不同树种进行生长量调查,各类型每种乔木树种分别调查6条林带,约120株,每种灌木树种分别调查3条林带,约60株,在林带内进行每木检尺,记录包括地径、树高、冠幅、生长情况、风害情况等,计算保存率。

[0247] 1.3.2林木生长情况分级

[0248] 造林树种的生长情况采用5级标准进行分级调查:

[0249] A₁级:长势较差,基干基本干枯;

[0250] A₂级:长势弱,基干纤细,茎干枝条顶部枯死;

[0251] A₃级:长势良好,茎干,枝条,枝稍有部分枯死;

[0252] A₄级:长势优,枝叶正常,枯稍率较低;

[0253] A₅级:长势旺盛,枝粗叶茂。

[0254] 1.3.3林木受风害情况分级

[0255] 造林树种受风沙为害情况也采用5级标准进行分级调查:

[0256] B₁级:基部尚有萌生小枝,地面以上部分枯死。

[0257] B₂级: 茎干下半部正常, 茎干上半部枯死;

[0258] B₃级: 茎干基部正常, 顶枝与侧枝顶部枯死;

[0259] B₄级: 茎干基部正常, 顶梢枯萎, 侧枝正常;

[0260] B₅级: 茎干、侧枝正常;

[0261] 1.3.4 数据统计方法

[0262] 所有调查数据在SPSS18.0中进行单因素方差分析和Duncan法多重比较, 在Excel2003中进行图表整理。

[0263] 1.4 结果与分析

[0264] 1.4.1 不同立地上造林树种的生长量与保存率, 如表1;

[0265] 表1 不同立地上造林树种的生长量与保存率

[0266]

树种	立地类型	生长量			保存率/%
		平均地径/cm	平均树高/m	平均冠幅/m	
木麻黄	迎风坡	5.51	2.55	1.26	94.1
	侧风坡	5.79	4.5	1.45	95
肯氏南洋杉	迎风坡	4.56	2.04	0.99	98.3
	侧风坡	5.44	2.41	1.38	100
台湾相思	迎风坡	4.35	1.12	0.79	85
	侧风坡	4.45	2.49	1.25	100
龙柏	迎风坡	3.12	0.95	0.6	100
	侧风坡	3.71	1.13	0.57	100
夹竹桃	迎风坡	—	1.14	0.74	88.33
	侧风坡	—	1.72	0.83	100
海桐	侧风坡	—	0.74	0.71	100
滨柃	迎风坡	—	0.37	0.34	100
黄栀子	侧风坡	—	0.66	0.46	100
厚藤	迎风坡	—	5.9	—	100
爬山虎	侧风坡	—	6.3	—	100
天人菊	迎风坡	—	0.27	0.24	100

[0267] 从不同立地上造林树种的生长量与保存率可见, 侧风坡的生长量显著大于迎风坡, 其中侧风坡木麻黄胸径生长量比迎风坡高出5.08%, 树高生长量高出76.47%; 侧风坡肯式南洋杉胸径生长量比迎风坡高出19.3%, 树高生长量高出18.14%; 侧风坡台湾相思胸径生长量比迎风坡高出2.3%, 树高生长量高出122.32%; 侧风坡龙柏胸径生长量比迎风坡高出18.91%, 树高生长量高出18.95%。

[0268] 不同树种的保存率除迎风坡台湾相思和夹竹桃的保存率为85%和88.33%外, 其他树种的保存率均达到了94%以上, 其中侧风坡肯式南洋杉、台湾相思、夹竹桃及所有的龙柏、海桐、滨柃、黄栀子、厚藤、爬山虎和天人菊保存率均为100%。

[0269] 1.4.2 不同造林树种的受风害情况分级

[0270] 由不同造林树种的生长分级调查可见, 大部分树种均长势良好, 除迎风坡及风障外的木麻黄和台湾相思受风沙危害, 有部分长势较差, 出现基干干枯之外, 其他树种60%以上均长势优良, 有30%以上的木麻黄、台湾相思、肯式南洋杉和夹竹桃长势旺盛, 粗枝叶茂。

[0271] 由不同造林树种的受风害情况分级调查可见, 肯式南洋杉受风害影响最小, 只有

25.73%出现顶梢枯萎,75.42%的肯式南洋杉生长正常,其次为台湾相思、木麻黄和夹竹桃,如表2。

[0272] 表2不同造林树种的生长与受风害情况分级

[0273]

树种	生长等级/%					受风害等级/%				
	A ₁ 级	A ₂ 级	A ₃ 级	A ₄ 级	A ₅ 级	B ₁ 级	B ₂ 级	B ₃ 级	B ₄ 级	B ₅ 级
木麻黄	11.7	15.79	4.09	35.09	33.33	9.94	18.71	—	38.01	33.33
台湾相思	2.34	25.73	36.84	—	35.09	2.34	25.73	0.58	29.82	41.52
肯式南洋杉	—	—	41.34	17.32	41.34	—	—	—	25.73	75.42
龙柏	—	23.15	62.96	13.89	—	—	13.89	9.26	67.59	9.26
夹竹桃	—	27.71	36.14	4.82	31.33	—	18.67	17.47	32.53	31.33
黄栀子	—	10	75	15	—	—	10	26.67	63.33	—
滨柃	—	—	100	—	—	—	—	—	100	—
海桐	—	—	100	—	—	—	—	100	—	—

[0274] 1.4.3防风障对木麻黄生长的影响

[0275] 表3防风障内外木麻黄的生长情况比较

[0276]

风障位置	保存率/%	地径/cm	树高/m	生长等级/%					受风害等级/%				
				A ₁ 级	A ₂ 级	A ₃ 级	A ₄ 级	A ₅ 级	B ₁ 级	B ₂ 级	B ₃ 级	B ₄ 级	B ₅ 级
风障内	97.5	5.58	3.92	—	—	—	51.28	48.72	—	—	—	51.28	48.72
风障外	90	5.16	1.73	33.33	45	11.67	—	—	28.33	53.33	—	8.33	—
P值	<0.05	<0.05	<0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	<0.01	—

[0277] 由防风障对木麻黄生长的影响可见,风障内的木麻黄保存率、地径和树高生长均显著高于风障外,风障内的木麻黄生长等级和受风害等级均处于4级以上,而风障外有33.3%的木麻黄基干基本干枯,有45%的木麻黄基干纤细,茎干枝条顶部枯死;28.33%的因受风扇为害导致地面以上部分基本枯死,53.33%的茎干上半部基本枯死;如表3。

[0278] 对平潭岛岩质海岸带裸露山体采取多种方式进行植被恢复,并在每年东北风来临前设置了防风障以保证植被恢复效果,从恢复成效看,不同树种的保存率均较高,除迎风坡台湾相思和夹竹桃的保存率为85%和88.33%外,其他树种的保存率均达到了94%以上,其中侧风坡肯式南洋杉、台湾相思、夹竹桃及所有的龙柏、海桐、滨柃、黄栀子、厚藤、爬山虎和天人菊保存率均为100%,主要乔木树种侧风坡的生长量均显著大于迎风坡。

[0279] 大部分树种均长势良好,除迎风坡及风障外的木麻黄和台湾相思受风沙危害,有部分长势较差,出现基干干枯之外,其他树种60%以上均长势优良;肯式南洋杉受风害影响最小,只有25.73%出现顶梢枯萎,75.42%的肯式南洋杉生长正常,其次为台湾相思、木麻黄和夹竹桃。

[0280] 风障对造林树种的生长起到了很好的保护效果,风障内的木麻黄保存率、地径和树高生长均显著高于风障外,风障内的木麻黄生长等级和受风害等级均处于4级以上,而风障外有33.3%的木麻黄基干基本干枯,有45%的木麻黄基干纤细,茎干枝条顶部枯死;28.33%的因受风扇为害导致地面以上部分基本枯死,53.33%的茎干上半部基本枯死。

[0281] 下面结合平潭岛岩质海岸造林树种适应性评价对本发明作进一步描述。

[0282] 2、平潭岛岩质海岸造林树种适应性评价

[0283] 岩质海岸是我国重要的海岸类型,约占海岸线长的20.2%,其立地贫瘠,土壤冲刷严重,地表植物区系的建立较为困难,基岩大面积裸露,植被恢复的难度较大,严重影响了沿海各业的发展^[1-3]。作为福建省第一大岛,平潭岛是受风沙危害较为严重的地区之一,全岛存在长江澳、流西、流东、燕下埔和远中洋5大风口,气候条件恶劣,沿海基岩海岸山体景观效果差,与开发中的平潭综合实验区发展极不协调^[4]。因此,为攻克平潭岛基岩海岸造林绿化技术难关,自2014年起,项目组在平潭岛岩质海岸进行了大范围的植被恢复试验,从恢复效果来看,所选树种均呈现了较高的保存率,成效显著,但在适应性上也表现出一定的树种差异。长期以来,适地适树被认为是造林树种选择的重要原则之一^[5,6],只有做到适地适树,才能使植被恢复达到预期的效果^[7-9],而造林树种的适应性是评价是否适地适树的重要环节^[10,11],基于此,为了进一步积累基岩海岸的生态恢复经验,改善沿海困难立地的生态环境,笔者对2014年在平潭岛澳前镇临海石质山体造林中乔木和灌木的生长情况进行了调查,并对其适应性进行了分析,以期为我国沿海其他相似立地上的植被恢复提供科学依据。

[0284] 2.1分析区概况

[0285] 分析地点为福建省平潭澳前镇临海山体,地理坐标为E119°48'52"、N25°48'84",试验地面积约7hm²,立地条件差,常年风沙大,秋、冬、春3季以偏北风为主,北至东北风向频率占62%,月平均风速在10m/s以上;山体土层薄,坡度15~45°,长时间裸露,森林植被稀少,蒸发散强,土壤蓄水能力极差,漏水、漏肥,水土流失严重,水源涵养能力差。山地零星分布有胡颓子*Elaeagnuspungens*、龙舌兰*Agaveamericana*等植被,部分地段种植了木麻黄*Casuarinaequisetifolia*、台湾相思*Acaciaconfusa*、黑松*Pinusthunbergii*、滨柃*Euryaemarginata*等,但成活率不高,长势也较差。

[0286] 分析区域为南亚热带半湿润海洋性季风气候,气候温暖,冬无严寒,夏无酷暑,旱、雨季分明,分配不均;多年平均气温19.6℃,自然灾害较频繁,主要有台风、暴雨、干旱等气象灾害和风暴潮、赤潮、海岸侵蚀等海洋灾害,台风每年平均6~7次;年均降水量为900~1200mm,属福建省少雨区之一,年平均蒸发量1954mm;土壤大多为滨海风沙土、砖红壤性红壤,沙层深厚,土层薄,无腐殖质层;立地以Ⅲ、Ⅳ类地为主,条件较差。

[0287] 2.2造林设计

[0288] 2.2.1立地划分

[0289] 2014年5月开始对平潭澳前镇临海山体进行植被恢复,依据坡度、坡向、有效土层厚度及石砾含量4个因子将所选试验地划分为侧风坡薄土和迎风坡中薄土2种立地类型,多为石质山地,水肥条件差。

[0290] 2.2.2整地方式

[0291] 林地以带状整地为主,宽度1m,局部陡坡地段采用块状整地,坡度较陡、石砾含量较高的土质或半风化的软岩质石边坡,采用鱼鳞坑整地,人工配合机械挖穴,规格:乔木70

×60×60cm,灌木60×50×50cm,弃原挖石砾,每穴下客土0.15m³,每穴施钙镁磷基肥0.25kg,撒保水剂25g,改善土壤理化性质。

[0292] 2.2.3树种选择

[0293] 以种植乔木树种为主,灌木为辅,乔木树种选择木麻黄、肯式南洋杉 *Araucariacunninghamii*、台湾相思、龙柏 *Sabinachinensis*;灌木选择夹竹桃 *Neriumindicum*、海桐 *Pittosporumtobira*、滨柃、黄栀子 *Gardeniajasminoides*等;株行距1.0×1.5m,445株/亩,品字形排列,苗木选择1~2年生容器苗,规格符合I级苗木标准。

[0294] 2.2.4配置方式

[0295] 7种主要处理,包括混交林3种:(1)木麻黄+肯式南洋杉2:1混交,(2)木麻黄+台湾相思2:1混交,(3)木麻黄+龙柏2:1混交;块状纯林4个:木麻黄、肯式南洋杉、台湾相思、龙柏纯林;灌木树种4个,采用夹竹桃、海桐、滨柃、黄栀子块状混交。每种处理0.3hm²,重复3次以上;栽植前浇足定根水,栽植后采用水车定期浇水灌溉,每年的9~10月份东北风来临前设置防风障。

[0296] 2.3调查方法

[0297] 2.3.1样带调查

[0298] 2016年12月,采用样带调查法对不同树种进行生长量调查,各类型每种乔木树种分别调查6条林带,约120株,每种灌木树种分别调查3条林带,约60株,在林带内进行每木检尺,记录包括地径、树高、冠幅、生长情况、风害情况等,计算保存率。

[0299] 2.3.2树高归一化处理

[0300] 对树高进行归一化处理,即

$$[0301] \quad H^t = \frac{h_i - h_{\min}}{h_{\max} - h_{\min}}$$

[0302] 式中: H^t 为归一化树高, h_{\max} 为某树种的树高最大值, h_{\min} 为某树种树高最小值, h_i 为实测树高。将归一化高度分为5类:I(0~0.20)、II(0.21~0.40)、III(0.41~0.60)、IV(0.61~0.80)、V(0.81~1.00)

[0303] 2.3.3适应性指数计算

$$[0304] \quad S^2 = \frac{1}{n} ((x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2)$$

[0305] 式中, S^2 为适应性指数, x_n 为样本归一化高度值, \bar{x} 为样本的高度值平均数, n 为样本数量。

[0306] 2.4结果与分析

[0307] 2.4.1岩质海岸不同造林树种的生长量与保存率

[0308] 由不同树种的生长量和保存率可见,造林2.5年后,不同树种的生长量均发生了显著的变化,其中木麻黄的地径从苗期的1.5cm提高到了5.65cm,树高从苗期的1.5m提高到了3.53cm,肯式南洋杉的地径从苗期的1.6cm提高到了5cm,树高从苗期的1m提高到了2.23cm,台湾相思的地径从苗期的1.2cm提高到了4.45cm,树高从苗期的1m提高到了1.81cm,龙柏的地径从苗期的1.2cm提高到了3.42cm,树高从苗期的1m提高到了1.04cm,灌木的树高也比苗期有显著的提高,不同树种的保存率均在90%以上,其中龙柏、海桐、滨柃和黄栀子的保存率达到了100%,如表2-1。

[0309] 表2-1岩质海岸不同造林树种的生长量与保存率

树种	生长量			保存率 /%
	平均地径 /cm	平均树高 /m	平均冠幅 /m	
木麻黄 <i>Casuarinaequisetifolia</i>	5.65	3.53	1.36	94.55
肯氏南洋杉 <i>Araucariacunninghamii</i>	5.00	2.23	1.19	99.15
台湾相思 <i>Acaciaconfusa</i>	4.45	1.81	1.02	92.50
龙柏 <i>Sabinachinensis</i>	3.42	1.04	0.59	100
夹竹桃 <i>Neriumindicum</i>	—	1.43	0.79	94.17
海桐 <i>Pittosporumtobira</i>	—	0.74	0.71	100
滨柃 <i>Euryaemarginata</i>	—	0.37	0.34	100
黄梔子 <i>Gardeniajasminoides</i>	—	0.66	0.46	100

[0311] 2.4.2岩质海岸不同造林树种的树高分析

[0312] 2.4.2.1乔木树种高度结构

[0313] 由不同乔木的高度结构图可见,木麻黄的株数分布较为均匀,第I、II级株数相同,均占18.34%,第III级株数最多,占27.81%,第IV、V级所占比例分别为21.89%和13.61%;台湾相思的株数分布差异也不大,以第IV株数最多,占28.82%,其次为第III级,占21.76%,第I、II、V级的比例分别为16.47%、15.88%和17.06%;肯式南洋杉和龙柏的株数分布差异较大,肯式南洋杉第II、III级株数最高,均占32.96%,第I、IV、V级的比例分别为2.23%、21.79%和10.06%,龙柏第III级株数最高,均占31.48%,第I、II、IV、V级的比例分别为5.56%、26.85%、30.56%和5.56%。

[0314] 2.4.2.2灌木树种高度结构

[0315] 由不同乔木的高度结构图可见,夹竹桃、海桐和滨柃高度级均以第III级株数最多,分别占50.6%、60%和35%,其次为第II级,分别占25.3%、33.3%和23.3%,夹竹桃第I、IV、V级的比例分别为4.82%、12.08%和7.23%;海桐第I、IV、V级的比例分别为3.33%、1.67%和1.67%,滨柃第I、IV、V级的比例分别为13.33%、16.67%和11.67%;黄梔子高度级以第I株数最多,占40%,其次为第III级,占25%,第II、IV、V级的比例分别为18.33%、13.33%和3.33%。

[0316] 2.4.3岩质海岸不同造林树种的适应性分析

[0317] 由不同乔木树种的适应性结果可见(表2-2),4种乔木树种中,适应性排序为木麻黄>台湾相思>肯式南洋杉>龙柏,其中木麻黄的适应性指数为0.0633,台湾相思为0.0620,肯式南洋杉为0.0414,龙柏为0.0377。

[0318] 表2-2不同乔木树种适应性分析

排序	树种	适应性指数
1	木麻黄 <i>Casuarinaequisetifolia</i>	0.0633
2	台湾相思 <i>Acaciaconfusa</i>	0.0620
3	肯式南洋杉 <i>Araucariacunninghamii</i>	0.0414
4	龙柏 <i>Sabinachinensis</i>	0.0377

[0320] 由不同灌木树种的适应性结果可见(表2-3),4中灌木树种中,适应性排序为黄梔

子>滨柃>夹竹桃>海桐,其中黄栀子的适应性指数为0.0726,滨柃为0.0648,夹竹桃为0.0345,海桐为0.0196。

[0321] 表2-3不同灌木树种适应性分析

排序	树种	适应性指数
[0322] 1	黄栀子 <i>Gardenia jasminoides</i>	0.0726
2	滨柃 <i>Eurya marginata</i>	0.0648
3	夹竹桃 <i>Nerium indicum</i>	0.0345
4	海桐 <i>Pittosporum tobira</i>	0.0196

[0323] 下面结合效果对本发明作进一步描述。

[0324] 树种的适应性评价是进行退化生态系统植被恢复的基础,通过适应性评价可以筛选出与立地条件最相适应的树种,以达到在当前技术、经济条件下该立地可能达到的最高生产力水平。树高在一定程度上说明了树种的环境适应性,因此,通过树高的归一化,消除原始树高的影响,然后对其进行适应性计算,可以用来评价造林树种的立地适应性。

[0325] 在平潭岛岩质海岸造林种使用的不同乔木和灌木均表现出了较高的保存率,其地径和树高生长比初植时均有显著的提高,生态恢复成效显著。通过树种的适应性评判,4种乔木树种的适应性排序为木麻黄>台湾相思>肯式南洋杉>龙柏,4种灌木树种的适应性排序为黄栀子>滨柃>夹竹桃>海桐。

[0326] 下面结合平潭岛基岩海岸裸露山体植被恢复的环境效应对本发明作进一步描述。

[0327] 3、平潭岛基岩海岸裸露山体植被恢复的环境效应

[0328] 平潭岛地处福建东部沿海,为典型的海岛性气候,受自然灾害影响频繁,基岩海岸是平潭岛的典型景观类型,山体大面积裸露,地力衰退严重,风大,土薄,盐雾和飞沙等因素严重限制了植被的生长和分布,林木更新难度较大。自2014年起,在平潭岛岩质海岸进行的大范围的植被恢复试验,取得了显著成效,为探讨基岩海岸植被恢复后对环境效应的影响,项目组于2016年12月对植被恢复过程中的主要乔木树种的防风效果和土壤环境效应进行了初步监测,结果可为裸露山体植被恢复效果的整体评价提供理论依据。

[0329] 3.1分析区概况

[0330] 分析地点为福建省平潭澳前镇临海山体,地理坐标为E119°48'52"、N25°48'84",试验地面积约7hm²,立地条件差,常年风沙大,秋、冬、春3季以偏北风为主,北至东北风向频率占62%,月平均风速在10m/s以上;山体土层薄,坡度15~45°,长时间裸露,森林植被稀少,蒸发散强,土壤蓄水能力极差,漏水、漏肥,水土流失严重,水源涵养能力差。山地零星分布有胡颓子 *Elaeagnus pungens*、龙舌兰 *Agave americana* 等植被,部分地段种植了木麻黄 *Casuarina equisetifolia*、台湾相思 *Acacia confusa*、黑松 *Pinus thunbergii*、滨柃 *Eurya marginata* 等,但成活率不高,长势也较差。

[0331] 分析区域为南亚热带半湿润海洋性季风气候,气候温暖,冬无严寒,夏无酷暑,旱、雨季分明,分配不均;多年平均气温19.6℃,自然灾害较频繁,主要有台风、暴雨、干旱等气象灾害和风暴潮、赤潮、海岸侵蚀等海洋灾害,台风每年平均6~7次;年均降水量为900~1200mm,属福建省少雨区之一,年平均蒸发量1954mm;土壤大多为滨海风沙土、砖红壤性红壤,沙层深厚,土层薄,无腐殖质层;立地以Ⅲ、Ⅳ类地为主,条件较差。

[0332] 3.2分析方法

[0333] 3.2.1风速测定

[0334] 2016年12月东北风来临之际,采用DEM-6型三杯风向风速仪对木麻黄、肯式南洋杉和台湾相思林内、林外高度1.5m处的风速进行测定

[0335] 3.2.2土壤理化性质测定

[0336] 在3种林分内采用土钻随机采集10个点的土壤,分层混合后每层取大约500g带回实验室进行土壤理化性质测定。用环刀法测定不同树种林下的土壤容重和孔隙度等;采用pH计测定土壤酸碱度;采用碳氮元素分析仪测定土壤碳氮,采用钼锑抗比色法测定全磷和有效磷,原子吸收光度法测定全钾和速效钾,所有土壤理化性质取样深度均为0~20cm、20~40cm和40~60cm。

[0337] 3.2.3数据处理

[0338] 防风效能计算: $E = 1 - \frac{\mu}{\mu_0}$, 其中E为防风效能, μ 为林内风速, μ_0 为林外风速。

[0339] 在SPSS18.0中进行数据单因素方差分析和DUNCAN法多重比较分析,在Origin8.5中进行绘图。

[0340] 3.3结果与分析

[0341] 3.3.1不同树种的林内林外风速及防风效能

[0342] 由不同林型林内、林外风速及防风效能可见,木麻黄林外风速为6.9m/s,林内风速为3.3m/s,防风效能为52.17%;肯式南洋杉林外风速为5.2m/s,林内风速为3.7m/s,防风效能为28.85%;台湾相思林外风速为3.7m/s,林内风速为2.3m/s,防风效能为37.84%;3种树种间木麻黄的防风效能最大,其次为台湾相思,肯式南洋杉相对较小,3者间差异显著。

[0343] 3.3.2不同树种林下土壤的物理性质

[0344] 不同树种间土壤物理性质均没有显著差异。其中,木麻黄林0~60cm土层的平均最大持水量为 $0.29\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,平均毛管持水量为 $0.26\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,平均田间持水量为 $0.24\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$;肯式南洋杉0~60cm土层的平均最大持水量和毛管持水量均为 $0.27\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,平均田间持水量为 $0.23\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$;台湾相思0~60cm土层的平均最大持水量为 $0.24\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,平均毛管持水量为 $0.23\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,平均田间持水量为 $0.22\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。

[0345] 木麻黄、肯式南洋杉和台湾相思0~60cm土层的平均容重分别为 $1.46\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 、 $1.51\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 和 $1.55\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$;木麻黄、肯式南洋杉和台湾相思0~60cm土层的平均总孔隙度分别为45.1%、42.97%和41.53;平均非毛管孔隙度分别为34.93%、34.83%和34.17%。

[0346] 3.3.3不同树种林下土壤的化学性质

[0347] 不同树种林下土壤的pH也没有显著差异,其中0~20cm土层内,以肯式南洋杉的pH最高,为5.87,其次为台湾相思和木麻黄,分别为5.59和5.46;在20~40cm土层内,pH最高为木麻黄,为5.89,其次为台湾相思和肯式南洋杉,分别为5.64和5.55;在40~60cm土层内,pH最高为肯式南洋杉,为6.32,其次为木麻黄和台湾相思,分别为6.18和5.93。

[0348] 在0~20cm土层内,木麻黄和肯式南洋杉的全碳含量分别为 $2.74\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 和 $2.58\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$,二者间无显著差异,但均显著大于台湾相思($1.69\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$);在20~40cm土层内,不同树种的土壤全碳含量均没有显著差异;在40~60cm土层内,肯式南洋杉的土壤全碳含量($1.84\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)显著高于木麻黄($0.93\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)和台湾相思($0.79\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$)。

[0349] 在0~20cm土层内,木麻黄的全氮含量($0.48\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)显著大于肯式南洋杉($0.17\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$)和台湾相思($0.14\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$),但在20~40cm和40~60cm土层内,不同树种的林下土壤全氮含量均没有显著差异。

[0350] 在不同土层内,肯式南洋杉林的土壤全磷含量和有效磷含量均高于木麻黄和台湾相思,其中0~20cm、20~40cm的肯式南洋杉林土壤全磷和有效磷含量显著高于木麻黄和台湾相思($P<0.05$),其他土层内3种树种间土壤全磷和有效磷含量无显著差异($P>0.05$)。

[0351] 在0~20cm、20~40cm土层内,木麻黄和台湾相思的土壤全钾和速效钾显著大于肯式南洋杉,40~60cm土层内3种林分的土壤全钾含量无显著差异,而木麻黄和肯式南洋杉的速效钾含量显著高于台湾相思。

[0352] 对平潭岛基岩海岸裸露山体进行了不同类型的植被恢复试验,对恢复4年后不同林型的环境效应进行了初步监测,结果发现,3种树种以木麻黄的防风效能最大,其次为台湾相思,肯式南洋杉相对较小;不同树种间土壤物理性质尚没有显著差异;

[0353] 在0~20cm土层内,木麻黄和肯式南洋杉的全碳含量均显著大于台湾相思,在20~40cm土层内,不同树种的土壤全碳含量均没有显著差异,在40~60cm土层内,肯式南洋杉的土壤全碳含量显著高于木麻黄和台湾相思;在0~20cm土层内,木麻黄的全氮含量显著大于肯式南洋杉和台湾相思,但在20~40cm和40~60cm土层内,不同树种的林下土壤全氮含量均没有显著差异;在不同土层内,肯式南洋杉林的土壤全磷含量和有效磷含量均高于木麻黄和台湾相思,其中0~20cm、20~40cm的肯式南洋杉林土壤全磷和有效磷含量显著高于木麻黄和台湾相思,其他土层内3种树种间土壤全磷和有效磷含量无显著差异;在0~20cm、20~40cm土层内,木麻黄和台湾相思的土壤全钾和速效钾显著大于肯式南洋杉,40~60cm土层内3种林分的土壤全钾含量无显著差异,而木麻黄和肯式南洋杉的速效钾含量显著高于台湾相思。

[0354] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

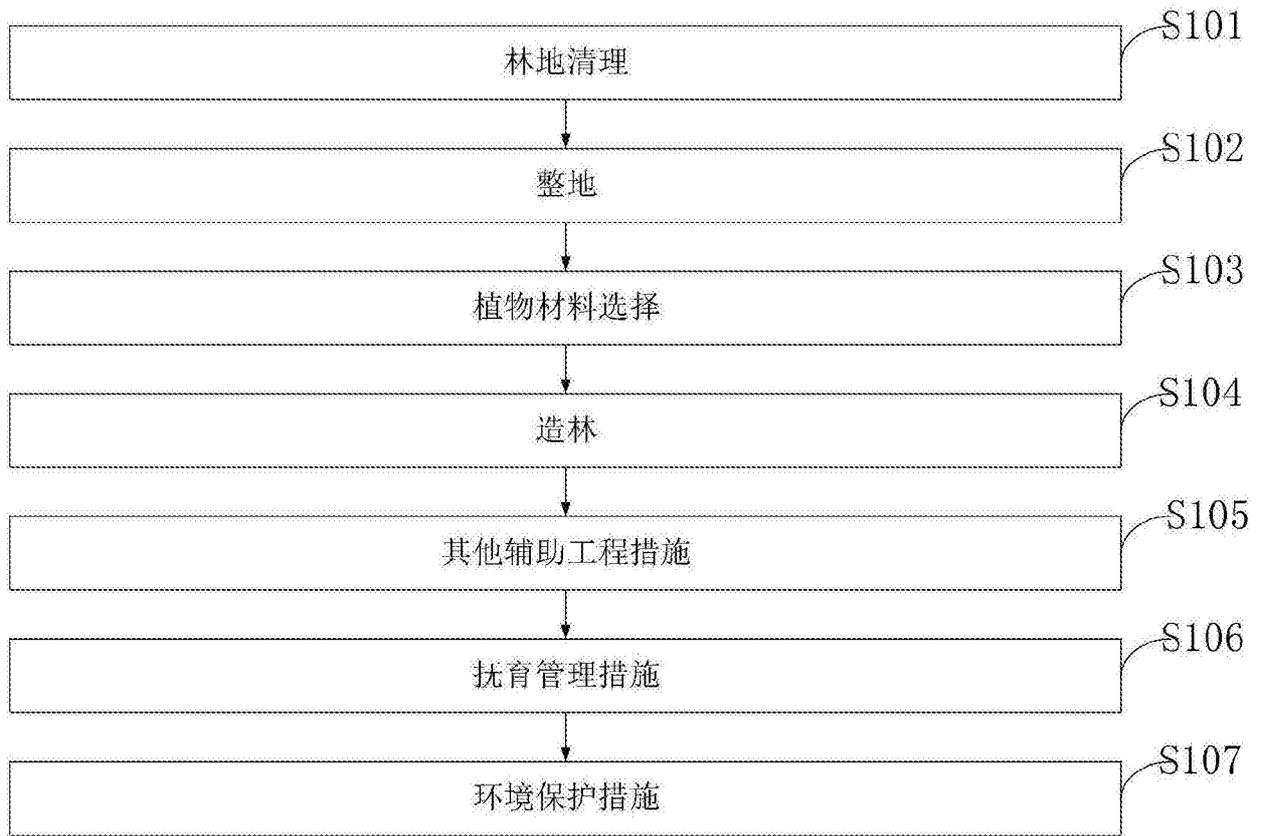


图1

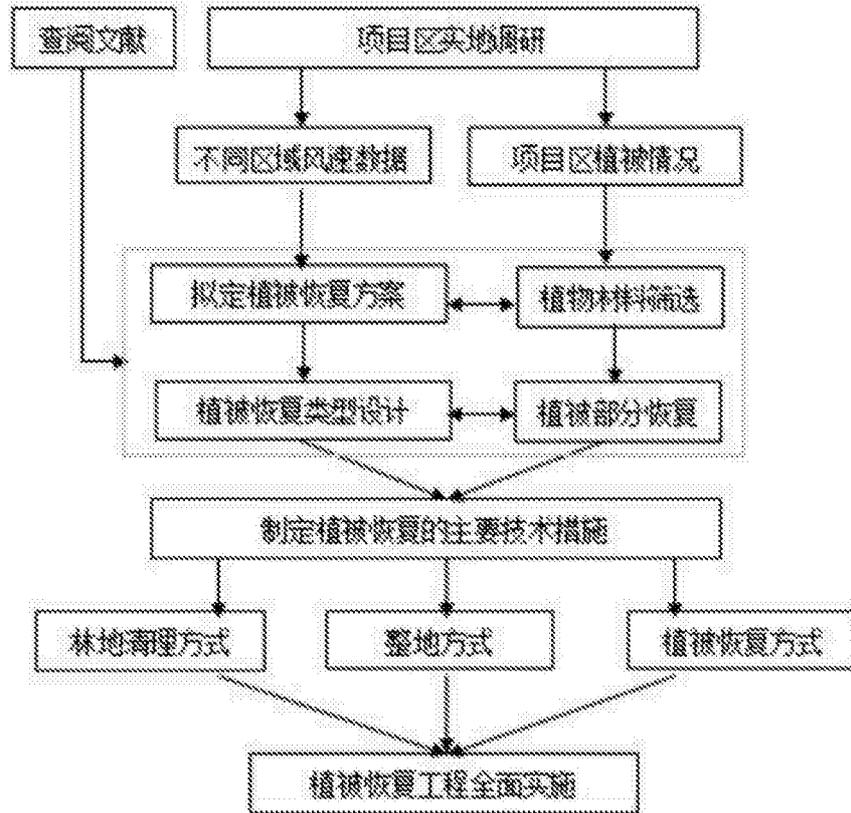


图2