

赣榆丘陵山区植被退化机制 生态修复技术

仲秀娟¹, 高 鹏², 孙忠晓¹, 王晓斌³, 徐 坚⁴, 高之栋¹

(1. 江苏省连云港市赣榆区夹谷山水土保持试验站, 江苏 连云港 222100;
2. 华设设计集团水运检测所, 江苏 连云港 210004; 3. 连云港市赣榆区防汛机动抢险队, 江苏 连云港 222100;
4. 江苏省连云港市赣榆区海头水利管理服务站, 江苏 连云港 222100)

摘要:以连云港市赣榆丘陵山区植被退化的太平山为依托,开展植被退化机制生态修复技术研究,采取封禁修复措施,构建黑松—元宝枫群落、黑松—榉树群落、黑松—黄栌群落、黑松单一群落4种群落结构。结果表明,封禁修复前3年,阳坡一些地带性多年生植物种逐渐增加,并占据优势,封禁修复第4年,乔、灌、草发生了新的变化,乔灌木及藤本品种随着人工补植树种的成林反而也减少了,乔木树种减少到5科6种,灌木减少到6科9种,藤本减少到3种,无论从数量还是生长量都呈减少的趋势,植被覆盖率由93.5%下降到92.4%。取得了采用营养钵育苗,在主汛期7月份造林,平均成活率达到96.2%,保存率达85.2%的技术经验;项目区的林草植被平均覆盖率为93.1%,群落结构呈正向演替。

关键词:丘陵山区; 植被退化; 机制; 生态修复

中图分类号:S157 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-7839(2021)06-0008-06

Ecological restoration technology of vegetation degradation mechanism in hilly and mountainous areas of Ganyu

ZHONG Xiujuan¹, GAO Peng², SUN Zhongxiao¹, WANG Xiaobin³,
XU Jian⁴, GAO Zhidong¹

(1. Jiagushan Water and Soil Conservation Test Station of Ganyu District, Lianyungang City,
Lianyungang 222100, China;
2. Water Transport Testing Institute, Huashe Design Group, Lianyungang 210004, China;
3. Ganyu District Flood Control Mobile rescue Team of Lianyungang City, Lianyungang 210004, China;
4. Haitou Water Resources Management Service Station of Ganyu District, Lianyungang 222100, China)

Abstract: Based on vegetation degradation of Taiping Mountain in Ganyu hilly and mountainous areas of Lianyungang City, ecological restoration technology of vegetation degradation mechanism was studied, and four community structures of *Pinus thunbergii* – *Acer truncatum* community, *Pinus thunbergii* – *Zelkova schneideriana* community, *Pinus thunbergii* – *Cotinus coggygria* community and *Pinus thunbergii* single community were constructed by blocking restoration measures. The results showed that some zonal perennial plant species increased gradually and occupied the dominant position in the first three years of the closure restoration. In the fourth year of the closure restoration, new changes had taken place in arbor, shrub and grass. With the forestation of artificial supplementary tree

收稿日期:2021-01-22

作者简介:仲秀娟(1979—),女,工程师,主要从事水土保持监测、研究工作。E-mail:528590120@qq.com

通信作者:高之栋(1962—),男,高级工程师,主要从事水土保持监测、研究工作。E-mail:gzhidong@163.com

species, arbor, shrub and vine varieties decreased. Arbor species decreased to 5 families and 6 species, shrubs decreased to 6 families and 9 species, and vines decreased to 3 species. Both quantity and growth showed a decreasing trend, and vegetation coverage decreased from 93.5% to 92.4%. The technical experience of cultivating seedlings with nutritive bowl and afforestation in July during main flood season was obtained, the average survival rate reached 96.2% and the preservation rate reached 85.2%. The average coverage rate of forest and grass vegetation in the project area was 93.1%, and the community structure showed positive succession.

Key words: hilly and mountainous areas; vegetation degradation; mechanism; ecological restoration

1 研究背景

赣榆丘陵地区有大小山头 38 座,境内抗日山属于国家重点保护区,植被覆盖率达 85%,大吴山,小吴山、二龙山植被覆盖率较好,植被覆盖率在 75% 左右。其他山头在 20 世纪 80 年代中期,因山荒承包到户,由于各承包户以树种更新为名,无节制采伐树木,毁林开荒、烧荒、放牧,采取掠夺式经营,造成环山截洪沟以上各大小山头少草无树,一遇暴雨泥沙俱下。山上仅有的黑松、马尾松残次林亦被牛、羊等牲畜啃食,践踏殆尽,使该地区植被呈逆向演替,生态环境严重恶化,由原来的“树木参天碧水流,山村庄户林里头”变成了现在的“近山远山和尚头,土尽石出洪水流”的景象。这一严峻现实提出了新的课题,如何能尽快恢复植被是这一地区治理水土流失改善生态环境的重大问题,加快植被恢复进程无外乎两种途径,一种是大力营造人工林,另一种是依靠自然修复能力,通过封育管护,恢复植被。前一途径曾进行过多次,投入了大量的人力、物力和财力,但收效甚微,还是年年栽树不见树,造林成活率低,造林不成林。其主要原因是造林过后不封禁,新造的林又被过度放牧,牲畜践踏,无节制的垦种破坏掉,使环境进一步恶化,在这种情况下,实行全面封禁治理,并进行适当的补植造林,创造一个良好的植被繁衍生息的生存环境,依靠自然修复能力,尽快增加天然植被,减少水土流失^[1],以达到改善丘陵山区的生态环境,增加农民收入的目的。通过对赣榆丘陵山区植被退化机制生态修复技术的探索,探索系统的水土保持生态修复技术,指导该地区开展丘陵山区水土保持生态修复工作。

2 项目区概况

2.1 自然环境

2.1.1 地理位置

研究项目区位于连云港市赣榆区班庄镇响石

村北太平山东山坡和南山坡坡面上。太平山在班庄镇西乡石村北 500 m,总面积 0.915 km²,珠峰位置地理坐标为东经 118°52′16″,北纬 34°56′26″,高程 134 m。

2.1.2 地形地貌

太平山坡面坡度为 18.2°~28°,土壤为酸性或中性风化岩发育的砂土和黄黏土,土层厚度 0.5~0.8 m 左右。自然植被为针叶、阔叶混交的杂树和荒草,主要品种为湿地松、黑松、马尾松、麻栎、胡枝子、野棠梨、酸枣等。

2.1.3 气象特征

连云港市赣榆区属北亚热带向暖温带过渡地带,海洋性季风气候,四季分明,光照充足,雨热同季。项目区属暖温带半湿润海洋季风气候。平均相对湿度 75%,年平均降水量 902.0 mm,年蒸发量 1 128 mm,年降雨主要集中在 7—9 月份,占全年降水量的 74.5%。无霜期 215 d,年平均风速 3.1 m/s,年平均气温 13.1℃,≥10℃ 活动积温 4 874℃,年太阳总辐射 125.5 kcal/mm²,年日照时数 2 616 h,是我省日照时数最长地区之一,雨热同期,灾害性天气较少,有利于植物生长,有利于提高土地生产率的良好气候资源。

根据江苏省暴雨洪水图集,项目区多年平均 24 h 最大降水量为 123 mm,10 年一遇 24 h 最大降水量为 212 mm,20 年一遇 24 h 最大降水量为 256 mm,项目区多年平均 6 h 最大降水量为 89 mm,10 年一遇 6 h 最大降水量为 152 mm,20 年一遇 6 h 最大降水量为 184 mm。

3 研究材料及方法

3.1 研究材料

在太平山坡的东侧坡面和南侧坡面设立 5 个样区,Ⅰ样区:黑松元宝枫群落,经度为 E118°52′47.71″,纬度为 N34°56′41.90″,坡度为 18.2°,坡向东西向;Ⅱ样区:黑松群落,经度为 E118°52′48.12″,纬度为 N34°56′42.94″,坡度为

28°,坡向东西向;Ⅲ样区:黑松与桦树群落,经度为 E118°52′48.12″,纬度为 N34°56′42.05″,坡度为 28°,坡向东西向;Ⅳ样方区:黑松与黄栌群落,经度为 E118°52′38.79″,纬度为 N34°56′41.85″,坡度为 26°,坡向南北向;Ⅴ样方荒坡区:经度为 E118°52′43.35″,纬度为 N34°56′40.07″,坡度为 18.2°,坡向东西向。每个大样区内分别随机设 2 个乔木样方和 3 个草样方。并在Ⅱ、Ⅲ区的沟道内设卡口站,建设径流泥沙观测场。分别在 6—8 月调查乔、灌、草种类,分布变化情况、生长情况及群落演替情况等。每年定时采取土样化验分析,土样采集深度为 0、10~20 cm、20~30 cm。

3.2 研究方法

主要是研究项目区的生态系统修复过程中生态环境的动态变化过程。首先收集调查项目区的气象资料、土壤类型、植被种类、植被演替规律等,在项目区的不同样方区采集土样,分析化验土壤理化性,有机质含量,pH 值等指标。

通过考察采集的数据分析该区域生态环境退化的原因,了解生态修复的潜能,确定项目区的生态修复目标,制定各样方区的植被群落构建修复计划。

(1)对生态修复区,制定科学合理的封育措施和相应的乡规民约,请当地政府和村委密切配合,大力支持。

(2)对项目区的生态修复措施,应结合土壤、气候状况,制定科学合理的生态结构修复方案,研究构建不同的树种植被群落,创造符合项目区域的自然环境。

(3)根据各构建群落的修复设计和修复指标,分别设立监测评价小区,划定调查样方,采用 GPS 将各段的修复面积,各种植被类型面积进行测量确定,各监测样方必须根据各构建群落修复指标要求确定测定项目内容。每个群落划定的小区、样方必须设定相应的对照区,本项目监测的内容有:植物种类状况、林草结构、生长状况、植被演替规律、植被覆盖率等情况。

3.3 技术路线

(1)搜集调查本地区的气象资料,封禁区现存的植被种类,生长情况、林相分布,植被演替规律,植被覆盖率等。

(2)因地制宜,根据项目区的降水、土壤、植被类型,制定科学合理的封育措施和人工补植方案。

(3)封禁后每年定时、定点、调查观测植物机制

的变化情况,植物群落的演替规律,树木的生长情况,覆盖率变化等内容。并通过布设在该区内的天然径流场,分析封禁治理后的泥沙变化情况。技术路线见图 1。

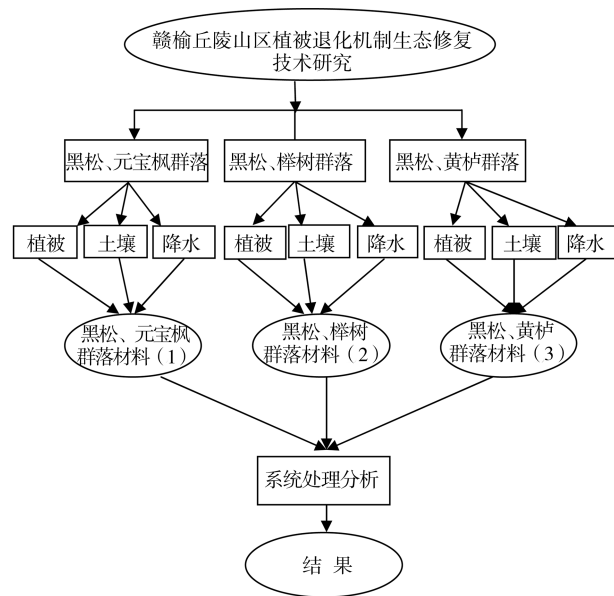


图 1 技术路线图

3.4 群落模式构建

在太平山坡下部、中部、顶部,坡度分别为 5°~8°、18.5°~22.5°、20.5°~26.5°、18.5°~22.5°的坡面上,分别构建黑松—元宝枫群落、黑松—桦树群落、黑松—黄栌群落、黑松单一群落 4 中群落结构,群落结构中采取黑松与元宝枫、桦树、黄栌交叉栽植,2 株黑松中间栽植 1 株元宝枫、桦树、黄栌,其中黑松栽植密度为 3 m×3 m,元宝枫、桦树、黄栌栽植密度为 6 m×6 m;在山坡中下部,坡面坡度为 11.5°~18.5°,设置荒坡荒草群落对照区。

4 研究结果分析

4.1 封禁修复后植被变化情况分析

研究表明,封禁修复 1 年,形成以杂草为主的一年生植被群落,优势种以青蒿、鬼针草、羊肥草为主,同时一些传播能力较强的一年生禾本科草种狗尾草、马唐草等也侵入定居,并出现了少量多年生藤本植物旋花科葛藤 (*Argyrea seguinii* (Levl.) Van. ex Levl)、毛茛科铁线莲 (*Clematis florida* Thunb.)^[2]。但青蒿+鬼针草群落还是该阶段的代表性群落,物种较少,覆盖率提高到 66.8%。

封禁修复第 2 年,多年生的草本出现,禾本科的黄背草、白茅 (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv.),

菊科兔儿伞(*Syneilesis aconitifolia* (Bge.) Maxim.)等,并出现少量药用植物,有唇形科丹参(*Salvia miltiorrhiza* Bge.),伞形科柴胡(*Bupleurum chinense* DC)、桔梗科桔梗(*Platycodon grandiflorus*)等,植被群落是以鬼针草+羊肥草+青蒿群落等为主,该阶段植被覆盖率逐步高,达到87.5%。封禁修复第3年,一些地带性多年生植物种逐渐增加,并占据优势,如黄背草、茅草、小葛藤、拂子茅(*Calamagrostis emodensis* Griseb)、野菊花等。形成了以多年生的黄背草、茅草、野山梅、拂子茅等主要群落类型^[2]。原有的小灌木也长出新枝条,并新出现了野李子、麻栎、野蔷薇(*Rosa multiflora* Thunb.)、毛桃(*Amygdalus persica* (L.) Batsch)等小灌木,草本植物出现了石竹科石竹(*Dianthus chinensis* L.)、豆科豆茶决明(*Cassia nomame* (Sieb.) Kitagawa);据2019年8月中旬调查,起初的青蒿+鬼针草+羊肥草群落已彻底退出系统,仅山顶零星分布青蒿或鬼针草。地带性建群种山红草+茅草+野山梅群落成为该区的优势种群,因2019年降水量偏少,植被覆盖率基本与上年持平,平均达到87.2%,生态系统趋于正向演替^[3]。详见表1。

4.2 生态修复过程树种变化分析

项目区封禁修复前,零星分布少量马尾松、豆梨、麻栎、板栗,郁闭度很低,几乎为零,仅有长势较差的荒草。乔木树种稀少,调查的4个样区内只有5科7属7种,共26株。平均树龄15年,平均树高2.6 m,胸径7.10 cm,冠幅3.62 m²;灌木4科4种,平均高度0.62 cm,密度268株/hm²。通过3年的封禁修复,自然植被恢复效果已非常明显,林草植被覆盖率、林区郁闭度逐年提高。

封禁修复3年后,乔、灌、草有了较大的增加,乔木树种增加到7科11种,灌木增加到8科12种,藤本增加到11种(表2)。由表2分析可知:乔木、灌木群落在3年的封禁修复中,变化不大,只是生物量增长速度提高。灌木种数增幅较大,增长率达到200%。增长率较高的是藤本植物和草,藤本植物增长密度达240.8%。

封禁修复3~4年,乔、灌、草发生了新的变化,乔灌木及藤本品种随着人工补植树种的成林反而也减少了,乔木树种减少到5科6种,灌木减少到6科9种,藤本减少到3种(表3)。由表3分析可知:乔木、灌木群落在第4年(2020年)的封禁修复中,无论从数量还是生长量都呈减少的趋势,植被覆盖率由93.5%下降到92.4%。

4.3 人工补植林木变化情况分析

4.3.1 成活率及生长情况

项目区从2017年夏封禁治理,于本年度7月下旬,人工补植2年生营养袋培育的黑松及元宝枫、榉树和黄栌。构建了黑松-元宝枫、黑松-榉树、黑松-黄栌和纯黑松群落。当时雨后墒情好,幼苗成活率高,成活率达到96.6%,长势较好。2019年因部分面积遭受火灾,分别于每年的6月中旬进行补植,2017—2020年对生态修复区进行连续监测,监测结果见表4。

由表4分析可知,起初的人工补植的苗木成活率较高,达到96.6%,因受2018年的火灾,至2019年10月调查,人工补植林保存率从2017年底的96.6%下降到85.8%,从树高、地径、胸径、分枝情况分析,2019—2020年的生长量呈递减趋势,特别是这2年递减幅度较大,树高、胸径增长几乎为零,分支增长率由2018年的60%下降到2019年的20%,到2020年下降到-16.0%。分析其原因,一是随着数目的高生长的增加,各种养分水分供应不足,二是遇到干旱年份,特别是2019年降水量较小,水分供应不足,造成生长幅度较小。

4.3.2 群落构建情况

项目区共构建了黑松-元宝枫群落、黑松-榉树群落、黑松-黄栌群落、黑松单一群落4种群落结构。划定调查监测样方,每年定时定点开展调查监测,结果表明,黑松-元宝枫群落,2018年比2017年黑松树高增加77.1%,元宝枫树高增加25.9%,2019年比2018年黑松树高增加38.7%,元宝枫树高增加34.2%,2020年比2019年黑松树高增加33.7%,元宝枫树高增加4.1%,林草植被平均覆盖率为92.3%;黑松-榉树群落,2018年比2017年黑松树高增加83.0%,榉树树高增加33.9%,2019年比2018年黑松树高增加53.0%,榉树树高增加28.0%,2020年比2019年黑松树高增加14.0%,榉树树高增加7.3%,林草植被平均覆盖率为94.2%;黑松-黄栌群落,2018年比2017年黑松树高增加20.0%,黄栌树高增加15.1%,2019年比2018年黑松树高增加97.6%,黄栌树高增加22.9%,2020年比2019年黑松树高增加37.4%,黄栌树高增加30.7%,林草植被平均覆盖率为93.5%;单一纯黑松群落,2018年比2017年树高增加21.1%,2019年比2018年84.8%,2020年比2019年增幅仅为14.1%,林草植被覆盖率为92.4%。

表 1 生态修复 3 年植被物种变化情况

样地名称	坡位	修复年限/a	覆盖率/%	建群种	物种数/种	主要种(按重要值排序)
对照区 V 区	阳坡	0.5	62.5	青蒿	5	青蒿、飞蓬草、鬼针草、山楂苜、狗牙根、黄背草
修复 I 区	阳坡	2	86.5	青蒿、鬼针草	13	青蒿、鬼针草、狗牙根、黄背草、茅草、小葛藤、狗尾草、兔儿伞
	阳坡	3	86.3	黄背草、茅草	19	黄背草、茅草、狗尾草、野山梅、拂子茅、白蒿、山菊花、石竹、铁线莲、丹参、柴胡、桔梗、金银花、豆茶决明
修复 II 区	阳坡	2	93.3	鬼针草、狗牙根	11	鬼针草、狗牙根、羊肥草、青蒿、小葛藤、狗尾草、兔儿伞
	阳坡	3	92.5	山红草、茅草、山菜	18	黄背草、野山梅、山菊花、丹参、铁线莲、白蒿、狗尾草、贾蓬子、兔儿伞、曲麦、丹参、柴胡、豆茶决明
修复 III 区	阳坡	2	85.5	狗牙根、拂子茅	9	狗牙根、拂子茅、鬼针草、黄背草、小葛藤、白蒿
	阳坡	3	85.3	拂子茅、贾蓬子	17	黄背草、拂子茅、贾蓬子、狗牙根、菊花、铁线莲、石竹、狗尾草、小葛藤、豆茶决明
山顶区(IV)	阳坡	2	86.0	狗牙根、拂子茅	6	狗牙根、拂子茅、鬼针草、山红草、小葛藤、白蒿
	阳坡	3	84.5	拂子茅、贾蓬子	12	拂子茅、贾蓬子、狗牙根、菊花、铁线莲、曲麦、狗尾草、小葛藤、山红草、石竹、豆茶决明

表 2 生态修复区 3 年树种结构变化情况

年份	乔木					灌木			藤本		
	科种	胸径/cm	树高/m	平均冠幅/m ²	密度/(株·hm ⁻²)	种数/种	高度/cm	密度/(株·hm ⁻²)	种数/种	长度/m	密度/(株·hm ⁻²)
封禁前	5 科 7 种	7.02	2.60	1.64	60	4	0.62	270	2	0.46	250
2017	5 科 7 种	7.69	2.73	1.67	60	5	0.68	315	3	0.75	350
2018	6 科 9 种	8.67	3.84	1.93	54	7	0.68	315	5	1.08	580
2019	7 科 11 种	9.90	3.97	2.19	53	8	0.86	434	11	1.96	850
2020	7 科 11 种	10.2	4.01	2.48	52	12	0.88	436	11	2.02	852
增长率/%		45.3	54.2	36.6	-13.3	200	41.9	61.5	450	339	240.8

表 3 2019—2020 年生态修复林木结构变化情况

年份	乔木					灌木			藤本		
	科种	胸径/cm	树高/m	冠幅/m ²	密度/(株·hm ⁻²)	种数/种	高度/cm	密度/(株·hm ⁻²)	种数/种	长度/m	密度/(株·hm ⁻²)
2019	6 科 7 种	8.67	3.84	4.60	54	11	0.68	315	5	1.08	580
2020	5 种 6 种	8.69	3.86	4.78	56	9	0.68	315	3	0.85	368
增长率/%	-15.5	0.2	0.5	3.9	3.7	-18.2	0	0	-40	-21.3	-36.6

表 4 人工补植幼林情况分析

年份	样方数/ 个	株数/ 株	成活率/ %	保存率/ %	平均(地) 胸径/cm	平均树高/ m	最高/ cm	平均分枝 数/个	增长率/ %
2017	2	161	96.6	97.8	0.48	0.38	0.45	3	
2018	2	161	85.8	96.6	1.96	0.58	0.85	5	60
2019	2	138		85.8	2.50	0.97	1.26	6	20
2020	2	137		85.1	2.51	0.98	1.28	5	-16

5 结 论

本项目以赣榆丘陵山区的太平山为依托,开展了丘陵山区植被退化机制生态修复技术研究,围绕植被退化机制封禁修复、人工补植造林技术、植被群落构建和生态植被修复后对控制径流泥沙的效益的监测入手,探索植被退化机制封禁修复技术,人工补植造林时间、造林技术,树种群落构建模式和生态植被修复后对控制径流泥沙的效益的监测等方面研究。取得了如下结论:

(1)根据丘陵山区植被退化实际情况和该区域自然条件和现存植被类型采取封禁修复和人工补植的方法,取得了利用营养钵育苗,在主汛期 7 月份造林,平均成活率达到 96.2%,保存率达 85.2%的技术。

(2)提出了 4 种乔木群落构建类型,即黑松—元宝枫群落、黑松—榉树群落黑松—黄栌群落和纯黑松群落,纯黑松群落,4 种群落结构生长良好,乔木树种增加到 7 科 11 种,灌木增加到 8 科 12 种,藤本增加到 11 种,林草植被平均覆盖率为 93.1%,群落结构呈正向演替。

(3)植被生态修复在受环境影响的同时,也影响着周围的环境,由于植被与环境之间的相互影响,使植被物种丰富度、多样性和均匀度逐步达到稳定^[4]。随着植被恢复演替的进行,太平山生态修复区群落的物种多样性先升高后降低,之后会逐渐趋于稳定。植被恢复演替过程中,高大个体在群落中所占比例会逐渐增加,高度较低或个体较小的灌木植物种会先增加后减少。

参考文献:

[1] 李志斌. 河田山地土壤侵蚀区重建植物群落的研究[J]. 亚热带水土保持, 2017, 29(2):21-24.

[2] 王崇任, 高菲, 王斌, 等. 朱稽河流域生态修复区植被动态变化情况分析[J]. 中国水土保持, 2017(12): 50-53.

[3] 丁友祥, 李运昌, 王运昌, 等. 赣榆丘陵区山区生态修复效果监测[J]. 亚热带水土保持, 2006, 18(3): 65-68.

[4] 高之栋, 刘成高, 张文海, 等. 丘陵山区生态修复植物群落演替规律的研究[J]. 亚热带水土保持, 2017, 18(3):13-15.