

接坝地区沙地植被恢复与重建技术研究

冯学赞, 张万军, 曹建生, 张宝山

(中国科学院石家庄农业现代化研究所, 石家庄 050021)

摘 要: 通过对丰宁小坝子沙地不同植被恢复技术的效果分析, 提出了冀北接坝地区植被恢复技术。在河道、沟口、滩地采用乔灌木低等植物相结合的复合防风固沙植被恢复技术营建防风固沙林; 在裸沙地和流动沙丘通过沟施营养调理剂改良土壤促进的天然植被快速恢复, 通过生物网格沙障固沙为植被恢复提供适宜的环境条件。

关键词: 接坝沙地; 植被恢复; 防风固沙林; 土壤生物结皮; 沙土改良; 生物沙障

中图分类号: X171.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2004)03-0073-03

Studies on the Technology of Restoration and Reconstruction of Vegetation in Sandlot Near Altiplano Bashang

FENG Xue-zan, ZHANG Wan-jun, CAO Jian-sheng, ZHANG Bao-shan

(Shijiazhuang Institute of Agricultural Modernization, Chinese Academy of Sciences, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: The results of restoration of vegetation in Xiaobazi sandlot were analysed and a series of techniques were concluded. In dried river channel, mouth of channel and beach, wind-breaking and sand-fixing forest should be constructed using the technology of reconstruction of compounding vegetation of trees, shrubs, grasses and lower plants. In sandface and mobile sand dune, in order to accelerate the recovery of vegetation the nutrients should be enriched by application of nutritious regulator, and in order to improve the environmental conditions biological checkboard may be planted along the contour or cutting the wind.

Key words: sandlot near altiplate Bashang; restoration of vegetation; wind-breaking and sand-fixing forest; biological soil crust; nutrients enrichment; biological checkboard

沙漠化是一种环境退化过程, 它的发生不仅使土壤表土丧失、地表形态重塑, 而且直接和间接的导致植被发生变化。植被的变化主要表现为植物多样性丧失和群落生产力下降两个方面^[1]。植被在生态系统中的地位极为突出, 它是绿色植物的总体, 是第一性生产者的集合体, 是太阳进入生态系统的惟一通道, 成为生态系统的能源龙头, 从而驱动生态系统的各种功能。植被的恢复与重建可使恶劣的生存环境得到改善, 区域的生物多样性因物种的增加而恢复, 从而促进生态系统的恢复^[2]。沙漠化防治的效果很大程度上取决于沙漠化地区植被恢复成功与否。

丰宁满族自治县小坝子乡位于河北省北部, 地处冀北接坝山地, 属于潮白河上游的小坝子河流域, 潮河西源头即起源于此, 是首都北京重要的水源保护区和离北京最近的沙源区之一。小坝子位于半干旱农牧交错带, 干旱少雨, 风大沙多, 环境条件非常脆弱, 加上长期以来由于不合理开垦、放牧, 使得生态环境破坏严重, 给当地的经济发展和周边地区尤其是北京地区的生态环境质量带来极大影响。因此小坝子区域的以防沙治沙为中心的生态环境恢复对当地经济和保护首都生态环境有重要的意义。本文通过对小坝子的不同植被恢复技术的效果分析, 探讨了接坝沙地植被恢复的规律与技术。

1 研究地区和方法

1.1 试验地的土壤、气候与植被

试验地设在丰宁县小坝子乡, 位于丰宁满族自治县的西北部, 地处丰宁县城北 45 km 的接坝山区, 地理坐标位于北纬 41°22'8"~41°34'6", 东经 116°12'49"~119°29'30"之间。北连坝上草原, 南接冀北山地丘陵区, 是高原山区的过渡带。试验区平均气温 2.5~3.4℃, 无霜期 105 d, 年平均 4 级以上风天数 210 d 左右。8 级以上大风天数 65 d, 年降雨量 409.3 mm, 6~9 月份占全年的 75%~80%。土壤以棕壤为主, 褐土和潮土为辅, 并分布大量的风沙土。土壤有机质含量 0.2%~1.5% (平均 0.80%), pH 值 7.3~8.8。植被类型分为高原植被和山地植被两种, 高原植被为地带性温带草原植被。以草本植物为主, 主要种类为针茅、羊草、线叶菊、冷蒿和地椒等。灌木种类以小叶锦鸡儿、黄花柳、沙棘为主。山地坝缘为山地植被有片状天然白桦林分布。

1.2 试验方法

1.2.1 植被恢复技术

根据试验区内不同地点的土壤、植被情况, 植被的恢复主要采取以下几种方法:

(1) 封育造林技术。在河道、沟口、滩地营造防风固沙林,

收稿日期: 2003-11-27

基金项目: 国家科技攻关项目“FS2000-04-3”资助; 中日合作共建“21 世纪中国首都圈环境绿化示范基地”项目

作者简介: 冯学赞(1965-), 女, 河北省涿州人, 副研究员, 主要从事植物生态学和人文生态学研究。

所用树种为北京杨和河北杨,株行距为 2 m × 3 m,植树分为平茬和不平茬两种;在沙地和流动沙丘营造固沙林,所用树种为桑树,株行距为 3 m × 3 m,栽植时栽培坑内施用含有养分、保水剂的土壤调理剂;造林后围栏禁牧。

(2) 风蚀沙地生物网格沙障固沙技术。在植被极少,严重风蚀沙埋的陡坡沙地和裸沙地,直接造林或种草成活很难,引进了沙障固沙技术。应用树种为适生性强的沙柳、沙棘、虎榛,栽植密度平均为 1 株/亩。在裸沙地建 2 m × 2 m 菱形斜网格,与主风向垂直;在裸沙坡面营造 2 m × 2 m 的与等高线平行的网格。

(3) 围栏封育。在造林困难、土壤贫瘠以及裸岩较多的地区,进行围栏封育。

(4) 流动沙丘和裸沙地的植被恢复。流动沙丘和裸沙地的土壤贫瘠、含水量低、有机质含量低,仅通过封育植被恢复困难很大。采取人工提高土壤肥力和持水能力,为植物的生长提供有利的环境条件,由此促进植被的天然恢复。主要是采用沟施土壤调理剂(内含适量的营养和保水剂)的方法改良沙土。在裸沙和坡度小的流动沙丘,开沟,沟宽 10 cm,沟间距 20 cm,沟深 5~ 10 cm,沟内撒施混有氮、磷、钾等养分和保水剂的土壤调理剂。禁牧封育。

1.2.2 调查与分析方法

(1) 植被调查方法。采取样方调查方法,在不同的试验地内选设 10 m × 10 m 标准地 2 个,在标准地内选择 1 m × 1 m 样方 3 个,调查记载每种植物的多度、株数、高度、覆盖度等,并分析优势种,出现频度,相对密度,按 1, 2, 3 式计算生态优势度、物种多样性、群落均匀度等^[3]。造林地内调查造林保存率、株高、胸径、郁闭度等指标。

生态优势度=
$$\frac{\sum_{i=1}^S n_i(n_i-1)}{N(N-1)} \tag{1}$$

物种多样性=
$$3.3219(\lg N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^S n_i \lg n_i) \tag{2}$$

群落均匀性=
$$\frac{\lg N - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^S n_i \lg n_i}{\lg N - \frac{1}{N} [\alpha(S-\beta) \lg \alpha + \beta(\alpha+1) \lg (\alpha+1)]} \tag{3}$$

式中: N —— 总个体数; n_i —— 第 i 个种个体数; S —— 种数; β —— N 被 S 整除以外的余数(0< β< N); α = (N - β)/S

(2) 生物结皮调查。在不同造林时间的林地内,分别选设 1 m × 1 m 样方 3 个,调查每个样方内结皮的组成、种类、盖度、厚度。

(3) 土壤分析。流动沙丘培肥地内调查土壤有机质、含水量、速效 K、NO₃-N、速效 P^[4]。

2 结果和分析

2.1 造林效果和林地内植被恢复情况

表 1 封育造林的树木生长情况

造林时间	封育时间	造林树种	保存率/%	株高/m	胸径/cm	郁蔽度/%
2003 年	2003 年	河北杨(平茬)	95.7	0.4		
2003 年	2003 年	北京杨(未平茬)	89.6	1.9	1.3	
2002 年	2002 年	桑树(平茬)	65.4	0.3		
2002 年	2002 年	北京杨	87.7	2.5	1.7	
2000 年	2000 年	北京杨	92.6	3.8	2.5	25
1993 年	1998 年	北京杨	81.2	16.5	5.9	43

调查的结果表明,河北杨和北京杨在小坝子的沟道和河滩造林,造林成活率可以达到 80% 以上,生长 10 年时北京杨保存率也保持在 70% 以上;生长迅速,平茬栽培的河北杨

当年高生长量可以达到 40 cm;生长 3 年的北京杨林郁闭度可以达到 25%,因此采用适应性强的河北杨和北京杨造林可以在较短的时间内达到理想的造林效果。在裸沙和流动沙丘地区使用含有保水剂和养分的土壤调理剂后,平茬造林的桑树成活率 65%,年生长高度 30 cm 左右。

表 2 不同封育造林时期的植物群落特征

造林时间/封育时间	植物种数	优势种	平均高度/cm	覆盖度/%	密度株/(株·m ²)
1993/1998	4	灰菜	22.5	11.2	32
2000/2000	7	狗尾草、苜蓿	25.42	33.0	56
2002/2002	7	铁杆蒿	20.07	56.8	413
2003/2003	5	铁杆蒿	19.89	60.1	532

表 3 不同时期造林封育的植物群落结构变化

造林时间/封育时间	物种多样性	生态优势度	群落均匀性
1993/1998	0.4425	0.3895	0.8700
2000/2000	1.5567	0.4620	0.6901
2002/2002	1.6533	0.3620	0.6652
2003/2003	1.5406	0.3998	0.6053

不同时期封育林地内植物群落调查结果表明(表 2),在造林后短期内,由于围栏禁牧植物种类有所增加,造林 3 年植物增加至 7 种,高生长量增加;但当造林 10 年林地郁闭度达到 40% 以上时,植物减少到 4 种。造林后群落覆盖度和植物密度随林分生长时间的延长而减少,林分生长 10 年时,植被覆盖度由造林初始的 60% 降低到 11%,而群落的密度也由 532 株/m² 减低到 32 株/m²。

物种多样性反映了群落种类组成结构水平和群落的稳定性,物种多样性越高,群落组成结构越复杂稳定性越高;群落均匀度和群落优势度是两个相反的概念,群落优势度越高说明群落优势种明显,优势种的个体数和盖度明显的高于一般种而群落均匀度降低^[3]。从表 3 可以看出小坝子地区造林后物种多样性和生态优势度开始处于增加的趋势,但造林 10 年后明显减少,而群落均匀度则表现出相反的变化趋势。由此可以看出,随着林分生长时间的延长,林地内植物群落的构成趋于简单,植被覆盖度降低,早期的群落优势种消退,物种多样性降低,群落均匀度增加。由此说明虽然人工林营造的成功率高,但由于树种单一,年龄结构简单,排列整齐均一,致使形成了层次简单的林分,物种多样性减低。

表 4 不同封育造林时期对林地内土壤结皮的影响

封育时间	结皮类型	结皮厚度/mm	结皮组成成分	结皮覆盖度/%
1998	生物	2~3	藻类、地衣、苔藓	25
	物理	3~5		43
2000	生物	1~2	藻类、地衣、苔藓	30
	物理	2~3		10
2002	物理	1~2		25
2003	物理	1~2		19

土壤结皮一般分为物理结皮和生物结皮两种,物理结皮通常是指在雨滴冲溅和土壤黏结粒理化分散的作用下,土表孔隙被堵塞后形成的,或挟沙水流经土表时沉积而形成的一层很薄的土表硬壳。生物结皮为藻类、地衣、苔藓、真菌、细菌等与起下层很薄的土壤共形成的一个复合生物土壤层。土壤结皮的存在,尤其是生物结皮,对降雨的再分配、土壤抗风蚀、水蚀、增加土壤养分改善土壤结构,促进维管植物的生长有重要的作用^[5,6]。试验表明,野外的自然生物结皮可以抵抗 25 m/s 风沙流 2 h 以上,野外人工生物结皮可经受 20 m/s 的风沙流 30 min 以上^[7];当土壤生物结皮的覆盖度达到

80% 以上时,可减少土面蒸发量 30%~40%,在土表平坦的地区生物结皮可以减少暴雨的雨水径流 50%^[6]。因此生物结皮应用于沙漠化防治,不仅可以有效的防风固沙,对沙化土壤的进化和改良意义重大。

试验结果表明(表 4),造林封育一年后,林内沙地上即出现物理结皮,封育 3 年后,生物结皮的覆盖度达到 30% 左右,结皮的组成成分主要是藻类、地衣和苔藓,结皮的厚度达到 2 mm 以上,硬度明显的高于物理结皮。因此造林封育措施为生物结皮的生长提供了庇荫和相对潮湿的环境条件,减少了人为干扰,可以有效的促进结皮的形成与受干扰的生物土壤结皮的恢复。

2 2 生物网格沙障对植被恢复的影响

表 5 生物网格的不同植物的生长情况

植物种类	栽植成活率/%	保存率/%	高/cm
沙柳	43.2	39.6	25.6
沙棘	51.9	49.6	30.9
虎榛	39.1	36.7	30.1

表 6 生物网格内植被的恢复状况

地点	植物种数	平均高度/cm	盖度/%	密度/(株·m ⁻²)
网格内	4	8.20	19	258
网格外	2	5.00	10	179

试验的结果表明(表 5),在小坝子地区营建生物网格固沙的适宜植物为沙棘,栽 3 年后的保存率可以达到 50% 左右,高 31 cm;沙柳和虎榛的生长效果较差。大量的试验和应用结果表明,生物网格具有明显的固沙作用。由于网格沙障的固沙作用,风沙流活动减弱,同时空气中的尘埃及细颗粒物沉积,使土壤表层的理化性质发生变化,向有利于植物生长的方向发展,从而促进了植被的恢复。从表 6 可以看出,网格内植物由原来的 2 种增加至 4 种,盖度和密度明显增加。

2 3 围栏封育对植被恢复的影响

表 7 围栏内外植物群落比较

地点	植物种数	优势种	平均高度/cm	盖度/%	密度/(株·m ⁻²)
围栏内	7	碱草,狗尾草	14.59	90.5	619
围栏外	4	灰菜	12.4	37	258

围栏封育后,植物群落组成的特征发生明显的变化,由于避免了被动物啃食,植物种数、平均高度、盖度和密度均明显增加,沙蓬数量减少,多年生牧草碱草成为优势种(表 7)。

2 4 流动沙丘和裸沙地的植被恢复效果

试验区的土壤多为风沙土,土壤含水量、有机质含量、养分含量低,裸沙地的土壤和养分状况不能满足植物生长的最基本的需求。通过开沟施用土壤营养调理剂后,不仅可以补

参考文献:

[1] 常学礼,鲁春霞,高玉葆.科尔沁沙地不同沙漠化阶段植物物种多样性与沙地草场地上生物量关系研究[J].自然资源学报,2002,18(4):475-481.

[2] 黄培佑.干旱区生态恢复与生物多样性的相关研究[A].李文华,王如松.生态安全与生态建设[M].北京:气象出版社,2002:80-84.

[3] 曹成有,蒋德明,等.小叶锦鸡儿人工固沙植被恢复生态过程的研究[J].应用生态学报,2000,11(3):349-354.

[4] 中国土壤学会.土壤农业化学分析方法[M].北京:中国农业科技出版社,1999.

[5] U. S. Department of the Interior. Biological soil crusts: Ecology and management [M]. Denver: U S Department of the Interior, National Science and Technology Center, Bureau of Land Management, 2001. 1-45.

[6] 杨晓晖,张克斌,赵云杰.生物土壤结皮——荒漠化地区研究的热点问题[J].生态学报,2001,21(3):474-480.

[7] 胡春香,刘永定,等.荒漠藻结皮的胶结机理[J].科学通报,2002,47(12):931-937.

[8] 王斌瑞,王百田.黄土高原径流林业[M].北京:中国林业出版社,1996:101-103.

充植物生长必须营养,其中的保水剂可以大量的吸收水分,而且微凹的沟具有收集雨水和富积风沙流中营养颗粒的作用,使沟内的土壤水分和养分状况得到改善。表 9 中,沟内的土壤含水量、养分含量明显的高于流沙和沟间对照。改善了的微环境为天然植被的生长提供了有利的生长条件。表 8 中施用了营养条理剂的沟内植物种数和高生长增加,盖度和密度比沟间分别增加 4 倍和 2 倍。

表 8 沟内和沟间植被特征

地点	植物种数	平均株高/cm	盖度/%	密度/(株·m ⁻²)
沟内	9	17.53	83.8	278
沟间	8	14.93	16.3	82

表 9 沟内和沟间土壤营养元素含量

地点	土层深度/cm	含水量/%	有机质/%	速效 K/(mg·kg ⁻¹)	NO ₃ -N/(mg·kg ⁻¹)	速效 P/(mg·kg ⁻¹)
沟间	0~20	4.8	0.6	38	62.3	170
沟内	0~20	7.7	1.2	79	151.38	290
流沙	0~20		0.03	46.2	27.9	42

3 结 论

根据试验研究和调查的结果,总结建立如下沙漠化地区植被恢复与重建技术。

3 1 防风固沙林营建技术

以河北杨、北京杨、桑树为主要造林树种,配以沙棘、柠条等灌木,营造乔灌结合的防风林。造林方法以平茬栽植为主,在沙化严重的土壤中,采用栽植坑内施用含有养分和保水剂的土壤调理剂,可以有效的提高造林成活率。在林地内采用人工撒种带有生物结皮的表层土壤方法,通过使用营养物质和保水剂、土壤稳定剂等,繁殖培养藻类、地衣、苔藓的土壤生物结皮,进行围栏封育,建立乔、灌、草、藓类、藻类结合的多层次人工植物群落。从而达到巩固扩大植被覆盖度,控制风沙的效果。

3 2 沟施营养调理剂方法

在裸沙和流动的沙丘,与主风向垂直开沟用于集雨,植物枯落物和空气中尘埃及细粒物质的富积;沟内施用含有养分、土壤保水剂、固氮微生物的土壤调理剂,达到改善沟内土壤水分和养分环境的目的,促进天然植被的恢复。

3 3 生物网格沙障固沙技术

在接坝地区营造生物网格沙障的适宜植物为沙棘,沙障的规格为 2 m×2 m 的菱形斜网格;在平缓的裸沙地上网格与主风向垂直;在流动沙丘和裸沙的陡坡上,网格与等高线平行。