

半干旱地区造林学

赵荣慧 主编

8.2

北京农业大学出版社

半干旱地区造林学

赵荣慧 主编

北京农业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

半干旱地区造林学/赵荣慧主编. 北京:北京农业大学出版社,1995.11

ISBN 7-81002-717-4

I. 半…… II. 赵…… III. 半干旱地区—造林学 IV. S728.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 13215 号

北京农业大学出版社出版发行

(北京市海淀区圆明园西路二号)

北京丰华印刷厂印刷 新华书店经销

1995 年 11 月第 1 版 1995 年 11 月第 1 次印刷

850×1168 毫米 开本:1/32 237 千字

印张:9.25 印数:0~1050 册

定价:12.50 元

前 言

我国干旱和半干旱地区,地域辽阔,范围很广,约占国土面积的50%以上,大致分布在北方15个省、市、自治区内,其中半干旱地区包括东北西部,内蒙东部和南部,陕西、晋南、陇东的黄土高原,宁夏及青藏高原的大部。

干旱、半干旱地区降水量少,蒸发强烈,植被稀少,自然灾害比较频繁,发展林业对改善生态环境,提供林产品,开展多种经营,搞活经济,增加人民收入具有重要意义。因此,自1978年便广泛开展了宏伟的“三北”防护林体系工程建设,到目前二期工程已近完成,取得了举世瞩目的显著成绩。

随着“三北”防护林的迅速发展,已开始推进到造林极为困难的干旱和半干旱地区,提高造林质量已经成为林业工程建设中急需解决的重大技术问题,引起了各有关部门的极大重视,广泛开展了抗旱造林及营林的试验研究,取得了较好的效果,广大林业科技人员在生产和科学试验中创造了不少先进的、行之有效的造林技术。

辽宁西部是“三北”防护林建设的重点地区之一,属典型的半干旱气候区,经常出现春旱,甚至数年连续干旱,丘陵、山区造林成活率、保存率均不高,一些林分生长缓慢,病虫害严重,火险性强,稳定性差,蓄积量低,很难发挥更大的经济和生态效益。针对这些问题,长期以来我们在辽西地区进行了林业科学试验研究工作,其内容包括树种选择,混交林,油松纯林改造,薪炭林,容器育苗造林,立地分类和林种类型划分及其经营管理技术等,取得了可喜的成果。在此基础上又进一步收集和汇总了当前半干旱地区行之有效的林业先进技术和科学营林措施如飞机播种造林、径流林业、菌根造林、封山育林等。

我们编著了这本专著《半干旱地区造林学》，希望为进一步开展学术交流 and 推动半干旱地区林业生产贡献我们一份力量。

由于作者水平有限，编写时间仓促，疏漏和错误之处在所难免，希望读者不吝赐教。

编者

1995年6月

目 录

第一章 半干旱地区的树种选择	(1)
一、辽西半干旱地区的自然状况	(2)
二、辽西地区的树种选择	(3)
(一)辽西地区的树种结构分析	(3)
(二)树种抗旱性的分析	(4)
(三)乔灌木树种抗旱性的综合评价	(22)
第二章 辽西地区混交林	(29)
一、混交林的作用	(29)
(一)能充分利用空间	(29)
(二)改善林分生态条件	(30)
(三)混交林与病虫害	(40)
(四)混交林林分稳定,林木生长量高	(40)
二、混交林树种间相互关系的分析与调节	(43)
(一)混交林树种间的相互作用	(43)
(二)树种间相互关系的发展变化	(44)
三、混交林造林技术	(47)
(一)混交林树种的选择及混交类型	(47)
(二)混交方式	(48)
(三)混交造林技术	(49)
四、对辽西地区现有几种混交林的评价	(51)
第三章 油松纯林的改造	(58)
一、油松纯林现状及其改造的主要依据	(58)
(一)油松林现存的问题	(58)
(二)油松纯林改造的必要性与可行性	(60)
二、油松纯林改造的技术措施	(62)

(一)油松纯林改造的方式	(62)
(二)混交树种的选择	(62)
(三)改造林分年龄与砍伐强度	(64)
三、油松纯林改造的效益分析	(64)
(一)生态条件的变化	(64)
(二)对林木生理作用和对油松生长的影响	(68)
(三)油松纯林改造后对松毛虫为害的影响	(70)
四、经济效益和社会效益	(72)
第四章 干旱半干旱地区立地分类评价	(74)
一、森林立地分类评价的原则和方法	(74)
(一)森林立地分类	(74)
(二)立地质量评价	(77)
二、半干旱地区山地及丘陵立地分类评价	(81)
(一)生活因子分析	(81)
(二)立地因子分析	(82)
(三)立地分类评价	(86)
三、半干旱地区河滩地立地分类评价	(91)
(一)立地分类	(92)
(二)立地质量评价	(96)
第五章 半干旱地区造林技术措施	(102)
一、提高苗木品质,增强抗旱机能	(102)
(一)重视苗木规格质量	(102)
(二)采取措施提高苗木的抗旱性能	(103)
二、注意苗木保湿,保持苗木生机	(104)
三、半干旱地区的整地技术	(108)
(一)整地时间	(108)
(二)整地方式	(109)
(三)整地深度与回填土时间	(111)
四、适时造林	(112)
(一)春季造林	(113)
(二)雨季造林	(114)

(三)秋季造林	(115)
五、几种抗旱造林方法	(117)
(一)灌水与不灌水造林	(118)
(二)窄坑靠壁造林法	(119)
(三)深栽实砸	(120)
(四)丛状及多株栽植	(120)
(五)截干,疏枝,打梢,埋苗造林	(122)
(六)遮荫造林	(122)
(七)容器育苗造林	(123)
(八)覆盖造林	(123)
(九)生根粉和根宝的应用	(123)
(十)利用菌根苗造林	(124)
(十一)吸水剂的应用	(124)
第六章 容器育苗造林	(126)
一、容器育苗造林发展的历史及现状	(126)
二、北方容器育苗的特点	(128)
三、容器种类	(130)
(一)按制作容器的原料划分	(130)
(二)容器的形状	(132)
(三)容器规格	(132)
四、营养土的配制	(134)
(一)营养土应具备的条件	(135)
(二)营养土的组成	(135)
(三)营养土的组成与基质的理化性质	(136)
(四)营养土的酸碱性	(142)
五、营养土的土壤消毒	(143)
六、容器育苗造林	(144)
(一)育苗方式与苗木类型	(144)
(二)造林整地	(144)
(三)造林时间	(145)
(四)栽前炼苗	(145)

(五)精心栽植	(145)
(六)加强抚育管理	(146)
(七)成活与生长情况	(146)
(八)适地、适树与造林地的选择	(146)
七、容器育苗造林经济效益及展望	(146)
第七章 北方半干旱地区飞播造林	(150)
一、北方飞播造林的发展沿革	(151)
二、飞播造林的特点	(153)
三、飞播造林技术	(154)
(一)自然立地因子与成苗效果	(155)
(二)播区的选择与设计	(159)
(三)树种的选择	(160)
(四)播种期的确定	(161)
(五)播种量的确定	(162)
(六)地面植被处理	(164)
(七)种子的准备与处理	(165)
(八)防治鸟、兽危害	(167)
(九)播前整地	(168)
(十)加强播后综合管理	(169)
第八章 封山育林	(171)
一、封山育林的概念及其意义	(171)
二、当前我国封山育林的现状和技术水平的分析	(172)
三、封山育林的效益分析	(174)
(一)封山育林的成本	(174)
(二)封山育林的直接经济效益	(175)
(三)生态效益分析	(175)
(四)有利于林木生长,提高林木的抗逆性	(177)
(五)社会效益	(179)
四、封山育林的方式、步骤和方法	(179)
(一)封山育林的方式	(179)
(二)封山育林的步骤方法	(180)

(三)抓好封育结合,建立育林档案	(181)
五、封山育林技术措施	(181)
(一)辽宁东部山区	(181)
(二)辽宁西部山区	(186)
第九章 薪炭林	(193)
一、国内外生活能源状况	(193)
二、营造薪炭林的意义及其现状	(196)
(一)营造薪炭林的意义	(196)
(二)我国薪炭林的现状	(196)
三、薪炭林的配制	(198)
(一)树种的选择	(198)
(二)抓好规划	(200)
四、薪炭林的营造	(200)
(一)矮林作业类型	(200)
(二)乔薪结合薪炭林	(208)
(三)薪炭林与经济林结合类型	(211)
(四)乔木作业用材林类型	(211)
(五)头木作业类型	(213)
(六)高密度造林,集约化经营类型	(213)
五、低产林改造	(213)
(一)刺槐低产林改造	(213)
(二)多代萌生柞树低产林改造	(214)
(三)油松低产林改造为乔薪结合的薪炭林	(215)
(四)改造杨树纯林为乔薪结合的薪炭林	(215)
第十章 辽西地区林种类型划分及其经营措施	(216)
一、辽西地区的林种类型及其特点	(217)
(一)辽西地区土壤侵蚀类型	(217)
(二)林种类型及其经营特点	(219)
二、林种类型的划分及现有林种的改造	(228)
(一)朝阳地区林种类型的划分	(228)
(二)对现有林分的调整与改造	(232)

(三)林种结构的确定方法	(232)
第十一章 径流林业	(238)
一、径流农业	(238)
二、水土保持耕作技术与林木成活和生长	(239)
三、径流林业的形成与发展	(242)
第十二章 菌根育苗造林	(247)
一、菌根真菌的形态结构	(248)
二、菌根真菌的作用	(249)
三、木本植物的菌根类型和状态	(251)
四、菌根真菌的抗旱特性	(251)
五、干旱、半干旱地区菌根真菌造林应用的现状	(253)
六、菌根真菌的应用技术	(256)
七、人工接种根瘤菌与寄主产量关系的研究	(258)
附图	(260)
参考文献	(280)

第一章 半干旱地区的树种选择

干旱是一个世界性问题,世界干旱、半干旱地区的总面积约占陆地总面积的 $1/3$,遍及 50 多个国家和地区。我国干旱和半干旱地区的面积约为 565.86 万 km^2 ,约占国土面积的 58.6%,大致包括北方 15 个省、市、自治区,其中内蒙、新疆干旱地区为 320 万 km^2 ,约占国土面积的 33%,半干旱的黄土高原为 45.22 万 km^2 ,约占国土面积的 4.7%。我国干旱地区包括内蒙西部(阴山以北,乌拉山、贺兰山以西),甘肃河西走廊,青藏高原西北部,青海柴达木盆地和新疆广大地区。半干旱地区包括东北西部,内蒙东部,内蒙南部(鄂尔多斯高原),陕西、晋南、陇东的黄土高原,宁夏平原,青藏高原的大部。

干旱和半干旱地区降水量少,蒸发强烈,一般以蒸发量与降水量的比值(干燥度)或降水量的多少作为干旱和半干旱地区的划分标准,如干燥度 >32 为极干旱地区, $4\sim32$ 为干旱地区, $2\sim4$ 为半干旱地区。年降水量 $<250\text{mm}$ 为干旱地区, $250\sim500\text{mm}$ 为半干旱地区。

我国干旱、半干旱地区地域辽阔,范围很广,这些地方植被稀少,自然灾害比较频繁,发展林业对改善生态环境,提供林业主副产品,开展多种经营,搞活经济,增加人民经济收入都具有重要意义,因此“三北”防护林体系工程建设都遍布于这一地区。造林实践表明在干旱地区只可以生长和栽种超旱生的灌木,如梭梭、沙拐枣等,用中生树种造林必须进行灌溉,而在半干旱地区则能生长和栽种偏旱生的中生树种。由于此类地区降水量少,年降水量幅度又大,树木生长很不稳定,因此研究半干旱地区的树种选择,进行适地、适树造林更具有重要的实践意义。下面结合辽西半干旱地区生态特点,对这一问题作专门的论述。

一、辽西半干旱地区的自然状况

辽宁西部地区(包括锦州、葫芦岛、阜新、朝阳市)位于北纬 $40^{\circ}20' \sim 42^{\circ}20'$, 东经 $119^{\circ} \sim 122^{\circ}$ 之间, 地形起伏, 多为低山丘陵, 海拔一般在 $400 \sim 1200\text{mm}$ 之间。年平均气温为 $7 \sim 10^{\circ}\text{C}$, 平均相对湿度为 $50\% \sim 60\%$, 最少月份平均相对湿度在 20% 以下, 年平均降水量 $400 \sim 600\text{mm}$, 年蒸发量约在 $1600 \sim 1800\text{mm}$, 为降水量的 $3 \sim 4$ 倍, 属于半干旱季风气候区。一般说来, 年降水量尚可满足林木生长的需要, 但各年降水量分布极不均匀, 最多年份可达 1190mm , 为常年降水的 189% , 最少年份为 230mm , 仅为常年降水的 44.9% , 因此经常出现周期性的干旱, 干旱频率为 $20\% \sim 25\%$ 。降水量在一年中分布也不均衡, 夏季 $6 \sim 8$ 月份占全年降水量的 $60\% \sim 70\%$, 春、冬少雨雪, 春季 $4 \sim 5$ 月份干旱频率为 $25\% \sim 31\%$ 。土壤主要是在各种岩石风化物残积母质上以及黄土、红土母质上发育的淋溶褐色土、褐土性土, 多分布在丘陵和低山丘陵区, 棕色森林土多分布在义县及阜新以西丘陵地段, 此外西北部还有少部分碳酸盐褐土。辽西地区一般土层较薄, 多在 $10 \sim 30\text{cm}$ 之间。

本区属华北植物区系边缘, 华北与内蒙古植物区系的过渡地带, 南部和东部为中、旱生的草本植物和灌木, 如荆条 (*Vitex chinensis*)、虎榛子 (*Ostryopsis davidiana*)、山枣 (*Zizyphus jujuba* var. *spinosus*)、白茅 (*Imperata cylindrica*)、菅草 (*Themeda japonica*)、野古草 (*Arundinella hirta*) 等盖度在 $30\% \sim 50\%$; 中部为旱生植物如荆条、兴安胡枝子 (*Lespedeza dahurica*)、多叶隐子草 (*Cleistogenes polypylla*)、百里香 (*Thymus serpyllum*)、大针茅 (*Stipa grandis*) 等, 盖度在 $10\% \sim 50\%$ 左右; 北部及西部为耐旱植物如羽茅 (即针茅)、阿尔泰紫菀 (*Aster tataricus*)、百里香、羊草 (*Aneurolepidium chinensis*) 等盖度极小, 只有阴坡植物种类较多, 盖度较大。

此区由于雨量集中, 暴雨较大, 土壤质地粘重, 结构不良, 加上植

被稀少,地形起伏,常形成严重水土流失,是辽宁省水土流失的主要为害地区,由于流失的结果导致表土丧失,心土裸露,土壤理化性质显著恶化,土地生产力不断下降,从而更加助长了干旱贫瘠的恶性循环。

二、辽西地区的树种选择

(一)辽西地区的树种结构分析 建国以来为了改变这种生态失调现象,曾不断的大力开展了荒山造林工作。但是由于恶劣自然条件的限制,在选择树种上,未能从当地实际出发,受了“强调用材,忽视防护,重视乔木,忽视灌木,重视速生,忽视适生,重视外来,忽视乡土树种”的思想支配,只重视或强调用材林,因而造林效果不佳,造成了植被稀少,树种过于单纯的林业布局,形成了大面积的油松纯林。这些油松纯林在绿化荒山,改善小气候,保持水土方面起了一定作用,但是迄今为止,大面积纯林发挥的作用不够理想,改善地力,改变生态失调效果并不明显,显然大面积油松纯林并不能构成理想而稳定的生态系。目前松毛虫蔓延成灾,林木生长量低,火险性强,生态效益差,已经显露出生长的不稳定性。从物种多样性出发,每个树种都具有其不同的重要性和应用价值,对半干旱地区建立良好的生态环境,稳定的生态群落,开展多种经营,提高经济效益方面,都是不可缺少的林木组成部分,而且乡土树种经过长期的自然选择,在半干旱地区有更大的适生性,因此在半干旱地区增加树种的多样性,改善和调整树种结构已势在必行。

由于这类地区降水量处在树木生长的边缘,年降水幅度又大,因此进行适地、适树造林尤为重要。这里适地、适树造林的关键,就是要摸清树木的抗旱性能。40多年来,在辽西地区曾栽种过20多种造林树种,但保存率不高,目前造林保存面积最大的是油松,约占林地总面积的50%。其次是刺槐,面积约占20%。过去一直认为油松和刺槐是辽西地区最抗旱的树种,直到70年代末和80年代初期各地出

现的周期性干旱,使这两个树种发生大量干梢和死亡,仅朝阳地区统计,刺槐受害面积 9133 ha,死亡 1163 万株,油松受害面积 8533 ha,死亡 991 万株,而有些树种却生长正常或受害轻微,这才逐渐使人们认识到这两个树种的抗旱性有一定的限度,这说明仅从宏观感性的认识判断树种抗旱性是不够的,必须对半干旱地区现有乔、灌木树种的抗旱性及抗旱特点,进行深入研究分析,才能正确判断它们的抗旱性能,为适地、适树,调整改善树种结构提供必要的依据。

(二) 树种抗旱性的分析 树木的抗旱性受多种因子综合作用的支配,是长期适应外界环境的结果。各个树种在其生长环境的影响下,形成了不同的抗旱特点,以不同方式和途径,抵制干旱的威胁而具有不同的抗旱能力。为了全面地论述树种的抗旱性和其生理机制,我们对辽西地区现有 20 多个树种(见表 1),分别从三个大方面进行分析。树木的年龄,乔木为 20 年,灌木为 6~7 年,以说明树木的保存率和林分生长的稳定性为目的。

1. 叶片解剖结构的分析 一般认为叶片的栅栏组织和角质层状况对其抗旱性能有重要影响。辽西地区的阔叶树种包括灌木树种在内,叶片多具明显的中生结构特点,栅栏组织和海绵组织都比较发达,其比值在 0.6~1.50 之间,期中臭椿、火炬树、沙棘、毛黄栌、黄榆、家榆栅栏组织呈长柱形,海绵组织排列比较疏松。荆条、旱柳的栅栏组织呈短柱形,细胞小,多层,排列紧密,海绵栅栏组织界限不清,这些树种叶片的栅栏组织都很发达,其春、秋两个时期的叶片栅栏、海绵组织的比值一般均大于 1。小叶锦鸡儿、刺槐呈等面叶,叶片背腹两侧都具有栅栏组织,海绵组织夹在其中,比较疏松。蒙古柞、紫穗槐叶肉细胞排列紧密。山杏、山枣、胡枝子叶片细胞结构不太紧密,但输导系统发达,它们不同时期叶片的栅栏、海绵组织比例均在 1 左右,其表皮细胞明显增大,具有贮水作用。上下表皮厚度为叶片总厚度的 20% 以上的有毛黄栌、黄榆、山杏、山枣等,在这些树种的叶肉内还含有较大量的粘液细胞(有利于吸持水分)和晶体细胞,后者能

表 1 供试树种一览表

油 松	<i>Pinus tabulaeformis</i>
樟子松	<i>P. sylvestris</i> var. <i>mongolica</i>
华北落叶松	<i>Larix prince-rupprechtii</i>
侧 柏	<i>Thuja orientalis</i>
蒙古柞 ¹⁷	<i>Quercus mongolica</i>
辽东柞	<i>Q. liaotungensis</i>
黄 榆	<i>Ulmus macrocarpa</i>
元宝槭	<i>Acer truncatum</i>
刺 槐	<i>Robinia pseudo-acacia</i>
花曲柳	<i>Fraxinus chinensis</i> var. <i>rhynchophylla</i>
小青杨	<i>Populus pseudo-simonii</i>
旱 柳	<i>Salix matsudana</i>
家 榆	<i>Ulmus pumila</i>
臭 椿	<i>Ailanthus altissima</i>
火炬树	<i>Rhus typhina</i>
毛黄栌	<i>Cotinus coggygria</i> var. <i>puleucens</i>
山 杏	<i>Prunus sibirica</i>
沙 棘	<i>Hippopha rhamnoides</i>
紫穗槐	<i>Amorpha fruticosa</i>
小叶锦鸡儿	<i>Caragana microphylla</i>
胡枝子	<i>Lespedeza bicolor</i>
荆 条	<i>Vitex chinensis</i>
山 枣	<i>Zizyphus jujuba</i> var. <i>spinosus</i>

增大反射太阳能,降低叶温,减少蒸腾失水。元宝槭叶片表面具腺点,可以释放挥发物质,同样起到反射光辐射,降低水分的散失,从而有利于增加叶片的抗旱能力。

气孔的频率和大小直接影响树木失水的多少。有人认为气孔密度小是旱生植物特征之一。目前的研究表明多浆与少浆旱生植物不同,前者气孔密度小,后者密度大,当然也不能完全认为气孔的多少和大小,就是旱生或中生植物所固有的特征。从我们的研究中也可以看出同是中生植物,气孔频率和大小差异却很大,如小叶锦鸡儿、元宝槭、毛黄栌、火炬树的气孔最小,一般在 $6 \sim 7 \mu\text{m}^2$ 之间,除火炬树外,气孔密度在 300 个/ mm^2 左右。火炬树的气孔密度较大,在 380~

600 个/ mm^2 之间。蒙古柞、刺槐、山杏、胡枝子的气孔较小,在 $7.5\sim 9\mu\text{m}^2$ 之间。刺槐气孔分布在叶的背腹两侧,有 8% 左右的气孔分布在下表面。山枣、花曲柳、黄榆、家榆、沙棘气孔大小在 $10\sim 12.8\mu\text{m}^2$,气孔密度在 $150\sim 400$ 个/ mm^2 ,其中山枣气孔密度较大可达 400 个/ mm^2 。小青杨、旱柳、丁香气孔偏大,一般在 $14\mu\text{m}^2$ 左右,气孔密度在 $200\sim 400$ 个/ mm^2 ,而且叶背腹两面都具有气孔,因此其蒸腾量大,散失水分较多。

臭椿的气孔大小居中,山杏气孔较小,但频率较大,其叶片结构排列并不紧密,其对叶片内水分的固持,主要靠其发达的角质层和腊质层。臭椿、山杏、丁香、毛黄栌的角质层都很发达,其厚度在 $3\mu\text{m}$ 以上,(山杏叶背腹双侧都有角质层),腊质层也在 $1\sim 2\mu\text{m}$ 之间,这对于保持叶片内部水分,提高抗旱性能,效果明显。沙棘、柞树、花曲柳、火炬树的角质层厚度在 $2\sim 3\mu\text{m}$ 之间,腊质层也较发达,而荆条、刺槐、胡枝子、紫穗槐、小叶锦鸡儿相对角质层较薄,均在 $1.5\mu\text{m}$ 以下,且腊质层不发达,也只是星星点点地存在。

除角质层外,叶表皮毛的状况,对叶片失水速率也有一定关系。沙棘叶片两面分布有密聚的大型盾状鳞片,星状毛,排列比较紧密。黄榆的针状长毛、宽带状毛和肤毛密度较大。荆条气孔较大,但其叶两面密聚的多细胞窄带状长毛、乳突状短毛、钩状毛覆盖总数达 $840\sim 2800$ 根/ mm^2 。锦鸡儿叶片双面表皮密被窄带状毛。这些表皮毛各具不同的高度,而使表皮毛出现 2~3 个层次覆盖叶面,使贴近叶表面处形成特殊的小空间,能降低树木的蒸腾强度,削弱了水分的散失。

针叶树中油松、樟子松、赤松、侧柏的叶片表皮细胞小,致密而壁厚,叶片细胞排列紧密,胞壁内褶可增加叶绿素的分布面积,提高光合效率。气孔下陷,樟子松气孔下陷 $11\mu\text{m}$,油松 $16.5\mu\text{m}$,樟子松气孔密度为 $90\sim 100$ 个/ mm^2 ,气孔大小为 $15\sim 28\mu\text{m}^2$ 。油松气孔密度为 $55\sim 78$ 个/ mm^2 ,气孔大小为 $19\sim 28\mu\text{m}^2$ 。侧柏的叶片呈鳞片镶嵌