

# 大青山南坡人工油松林水土保持效益研究

金雁海<sup>1</sup> 伊敏<sup>1</sup> 郑明军<sup>2</sup> 朱智宏<sup>1</sup>

(<sup>1</sup>内蒙古水利科学研究院 呼和浩特 010020) (<sup>2</sup>内蒙古水利厅)

**摘要** 森林和水是生态系统中最活跃、最有影响的两个因素。水是生命之源,森林不仅为人们提供木材、林产品、能源,而且维持着生态平衡。大青山南坡属干旱土石山区,50~60年代以来,大规模地开展了试验造林和义务造林,造林地区已基本成林,历年来选择的造林树种达40多种。但从目前各造林树种的适应性和生长情况来看,油松、杨树、柠条、山杏表现较好,在干旱阳坡坡度较大地段,油松、柠条生长良好,是该地区造林的先锋树种,并形成了一定规模。油松胸径已达10~15 cm,树高达3~4 m,并有天然更新,发挥着很好的水土保持作用。为了对大青山南坡人工油松林水保效益做出系统、全面的研究,由内蒙古科委列专项,由内蒙古水科院成立课题组于1987~1992年进行了定点、定位观测研究并取得了系列科研成果。

**关键词** 干旱阳坡 油松 造林 水土保持效益

## Soil and Water Conservational Effects of Artificial *Pinus tabulaeformis* Forest on South Slope of Daqing Mountain

Jin Yanhai<sup>1</sup> Yi Min<sup>1</sup> Zheng Mingjun<sup>2</sup> Zhu Zhihong<sup>1</sup>

(<sup>1</sup> Inner Mongolian Academy of Water Conservancy Sciences Huhehot 010020)

(<sup>2</sup> Inner Mongolia Water Conservancy Department)

**Abstract** Forestry and water are the movest factors in eco-system. Water is the source of life. Forestry not only provides timber wood products, energy for human need, but also maintains the balance of eco-system. The south slope of Daqing mountain is belong to dry soil-stone one. Since the fifties and sixties of the century, this hilly region has been carried out large scale forestation and got basic success. The selected tree species in the past are more 40, but in the view of suitability and growth situation of trees, *Pinus tabulaeformis*, *Populus bolleana*, *Caragana korshinskii* and *Prunus armeniaca* are better ones. Especially in the drought southern slope of hillyfield, *Pinus tabulaeformis* and *Caragana korshinskii* grow well. Some of them is 3~4 m high, and 10~15 cm in diameter. In order to give the systematical analysis on *Pinus tabulaeformis*; effect of soil and water conservation, under the fund support of Inner Mongolian Science and Technical Commission, we have carried out the project from 1987 to 1992, and

got a series of results.

**Key words** drought south slope *Pinus tabulaeformis* forestation soil and water conservational effect

## 1 研究区基本情况

研究区位于呼和浩特市郊区莜莜板乡坝口子村以北6~9 km处。这里是阴山山脉,大青山南麓浅山区,属黄河流域大黑河水系,海拔1 145~1 285 m。属高寒干旱山区,气温变化剧烈,干旱少雨。年降水量400 mm左右,且分布不均匀,7、8、9三个月降水占年降水量的60%~70%,且多为暴雨。春季短,干旱、风大,冬季寒冷、风大。年蒸发量1 707.4 mm。无霜期130~140 d。地形起伏大,坡度有陡有缓,地势由北向南倾斜。覆盖层系第四纪坡积、残积物,以栗钙土夹风化砾石为主。沉积层厚度不均,在山脊处岩石裸露,土壤级配很差。土壤为砾质粗沙壤淡栗钙土,土层薄,肥力差。

## 2 研究方法

所进行的人工油松林水保效益研究,是以闭合小流域水量平衡为理论基础,采用对比试验的方法而进行的。

选择的两个小流域均为扇形,一个为人工油松林小流域,流域面积为6.7 hm<sup>2</sup>,造林面积占流域面积的82%,另一个为未造林小流域,流域面积为6.5 hm<sup>2</sup>。并在两个小流域布设标准地,测定项目主要有:林分及其环境因子,林冠对降雨的截留、消能作用、蒸发散、枯落物持水性、土壤入渗、土壤水分动态变化。在两个小流域各设置复合式量水堰(巴歇尔量水槽和三角薄壁堰),对降雨径流及泥沙做过程测定。

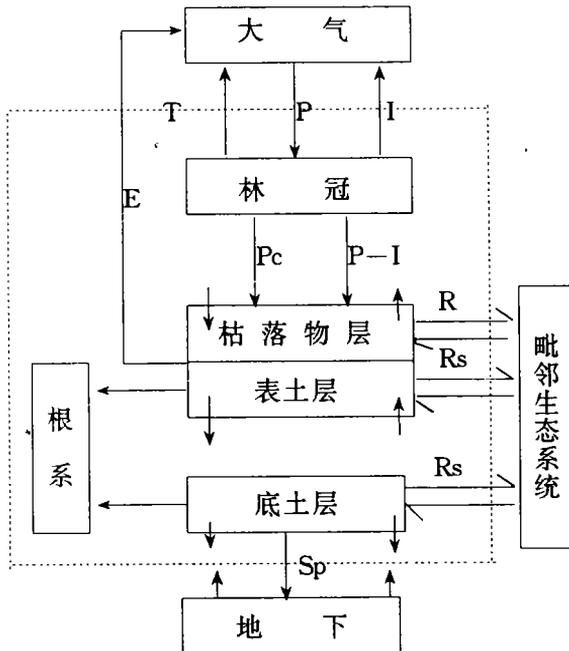


图1 森林生态系统水分循环图

(1)林冠对降雨的截留、消能作用。在标准地里选择标准木,以树干为中心冠幅1/2处安置自记雨量计,并在林外布设自记雨量计,通过测定林内、外降雨量、雨强和降雨历时等参数,计算出林冠的截留及对降雨的消能作用。

表1 各标准地基本情况统计表

编号	标准地 树种 组成	郁闭度 (%)	密度 (株/hm <sup>2</sup> )	平均 胸径 (cm)	灌木 覆盖率 (%)	草木 覆盖率 (%)	枯枝 落叶量 (t/hm <sup>2</sup> )	坡向	坡位	坡度 (°)
油松1	油松	72	1170	8.5	稀少	92	2.62	N	顶	23
油松2	油松	68	1170	8.1	稀少	90	2.54	S	中	24
油松3	油松	77	1170	8.6	稀少	90	2.60	NW	底	24
荒坡1					稀少	40		N	中	23
荒坡2					稀少	35		NW	顶	26
荒坡3					稀少	40		NE	底	25

注:土壤类型均为栗钙土。

表2 林分特征表

林分	树种	林分平均高度 (m)	林冠平均中心高度 (m)	林分平均枝下高 (m)	林冠平均冠幅 (m)
油松1	纯林	3.20	1.70	0.44	2.20
油松2	纯林	3.16	1.68	0.46	2.17
油松3	纯林	3.24	1.74	0.50	2.14

(2)林地蒸发散。应用流域水量平衡原理推算,并利用剪枝法测定枝条的蒸腾强度。

(3)林地枯落物持水性。在标准地里随机布设样方取样,采取浸泡的方法,测定其持水能力。

(4)土壤入渗(饱和导水率测定)。在标准地里用环刀取样,室内稳定水头测定。

(5)土壤水分动态测定。在标准地布设张力计,并用取土烘干法标定,连续测定其变化。

(6)土壤理化性质。标准地取样,由化验室测定其结果。

(7)径流与泥沙测定。采用复合式量水堰(巴歇尔量水槽与三角薄壁堰)对每次降雨径流及输沙率做过程观测。

## 3 结果分析

### 3.1 林冠截留降雨及消能作用

林冠对降雨的截留作用,使得林下雨量减小,雨强减弱,消弱了林下降雨的能量,从而减弱了雨滴对地表的打击作用,林地地表入渗时间长,更利于入渗,地表径流减少,所以说林冠截留是森林水文作用的重要方面。

#### 3.1.1 林冠截留量

(1)降雨期内的林冠截留率在21.20%~53.18%之间,截留量与雨强呈负相关,同时又与林冠的前期含水量和风速有关。

(2)截留量与林地郁闭度成正相关。

表3 林冠截留测定统计表

年度	降雨量(mm)	截留量(mm)	截留率(%)
1988	308.90	65.5	21.20
1989	193.90	69.60	35.89
1990	308.60	164.10	53.19
1991	116.90	57.90	49.53

(3)根据实测资料,我们拟合了林冠截留量与降雨量之间的关系。

表4 林冠截留量的表达式

林分	表达式	降雨量取值区间(mm)
油松1	$I = \begin{cases} P \\ 0.3580 P^{0.9159} \end{cases}$	$0 < P < (0.5 \sim 5)$ $(0.5 \sim 5) \leq P \leq 107.5$
油松2	$I = \begin{cases} P \\ 0.4473 P^{0.8753} \end{cases}$	$0 < P < (0.5 \sim 5)$ $(0.5 \sim 5) \leq P \leq 107.5$
油松3	$I = \begin{cases} P \\ 0.3986 P^{0.8962} \end{cases}$	$0 < P < (0.5 \sim 5)$ $(0.5 \sim 5) \leq P \leq 107.5$

注:样本量为38。

### 3.1.2 林下降雨

(1)林下降雨开始时间。当林外雨量 $<0.5 \sim 5$ mm时,林下不产生降雨。当林外雨强在0.10 mm/min时,林下降雨滞后林外降雨8~10 min。当雨强为1.02 mm/min时,林下降雨滞后5 min。当雨强 $<0.02$  mm/min时,林下降雨大为滞后,一般在20 min以上。

(2)林下降雨历时。当雨强大时,林下降雨历时长,当雨强小时,林下降雨历时短。同时,风速也具有一定的作用。

(3)林下雨强。一般林下雨强比林外雨强小20%左右。

(4)林下雨量与林外雨量,截留量与林外雨量相关关系见表5、6。

表5 林内林外雨量关系

林分	相关关系	相关系数
油松1	$R_w = 0.9008R - 1.4568$	0.992
油松2	$R_w = 0.7705R - 0.6454$	0.996
油松3	$R_w = 0.7072R - 0.4860$	0.975

注:样本量为38。

表6 截留量与林外雨量关系

林分	相关关系	相关系数
油松1	$I = 0.3586R^{0.9159}$	0.887
油松2	$I = 0.4473R^{0.8753}$	0.852
油松3	$I = 0.3986R^{0.8962}$	0.863

注:干流量未包括其中,样本量为38。

3.1.3 林冠截留降雨消能作用 林冠的截留作用主要表现在两个方面:一是把雨滴动能转变为林冠的弹性势能,二是经过林冠的缓冲作用,使降雨性质发生变化。

表7 减弱降雨动能统计表

林分	J/m <sup>2</sup>		
	林外降雨动能	林下降雨动能	减弱降雨动能
油松1	16196.390	4074.927	12121.463
油松2	16196.390	4761.848	11434.542
油松3	16196.390	4901.580	11294.810

经过林冠的截留作用,使得林下降雨动能为林外降雨动能的25.2%~30.3%,减小了雨滴对地面的打击作用,更利于入渗。

### 3.2 土壤入渗(饱和导水率)

林地土壤饱和导水率明显高于荒坡,见表8。

表8 土壤饱和导水率测定表

取土深度 (cm)	mm/min			
	林 地		荒 坡	
	阳坡	阴坡	阳坡	阴坡
38	1.143	1.754	0.190	0.572
58	1.182	1.334	0.214	0.534
78	0.534	1.067	0.220	0.496

注:水温为21℃。

### 3.3 林地枯落物持水性

从表8中可看出每公顷林地的枯落物持水量可达5 t左右。

表9 枯落物持水量测定表

编 号	枯落物层厚度(cm)				样方内 枯落物 干重 (g)	浸水后 枯落物 湿重 (g)	浸水3~4h 后枯落 物水容 量(g)	每公顷 枯落物 干重 (t)	每公顷 枯落物 吸水量 (t)
	总厚度	未分解 层厚度	半分解 层厚度	分解层 厚 度					
油松1	2	1	0.5	0.5	65.5	193.9	128.4	2.620	5.136
油松2	2	1	0.5	0.5	60.6	189.5	128.9	2.424	5.136
油松3	2	1	0.5	0.5	61.3	190.5	129.2	2.452	5.168
油松4	2	1	0.5	0.5	63.6	188.3	124.4	2.544	4.980
油松5	2	1	0.5	0.5	62.7	187.9	125.2	2.508	5.008

### 3.4 森林改良土壤作用

森林土壤较荒坡土壤的孔隙度增加,土壤肥力增加。

表10 土壤物理性质测定结果

取样 地点	取土 深度 (cm)	土 壤 含水量 (%)	土壤 容重 (g/cm <sup>3</sup> )	最大持 水 量 (mm)	最大持 水 量 (%)	毛管持 水 量 (mm)	毛管持 水 量 (%)	总孔 隙度 (%)	毛管孔 隙度 (%)	非毛管 孔隙度 (%)
林 内	38	4.530	2.28	39.43	7.44	25.09	4.78	59.44	25.90	33.54
	58	4.572	2.31	38.65	7.29	24.54	4.63	57.87	24.98	32.89
	78	4.977	2.30	37.28	7.03	23.43	4.60	57.45	26.89	30.56
荒 坡	38	3.307	2.43	35.47	7.08	20.29	3.97	49.64	12.95	36.69
	58	3.482	2.45	35.29	6.90	19.35	3.86	47.77	10.58	37.19
	78	3.637	2.50	34.65	6.80	18.11	3.50	43.70	4.19	39.51

表11 土壤化学分析结果

取土 地点	取土深 度(cm)	有机质 (%)	全 量 (%)			速效性(×10 <sup>-6</sup> )			pH
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P	K	
油松	21	1.28	0.045	0.066	0.96	36.7	1.03	53.6	8.48
	57	1.26	0.045	0.068	1.09	48.4	1.34	66.6	8.20
荒坡	24	0.56	0.036	0.040	0.95	26.0	1.08	52.0	8.36
	46	0.20	0.012	0.072	1.16	23.5	0.94	48.2	8.28

### 3.5 林地水分动态

在降雨后林地土壤含水率较荒坡高,而荒坡的土壤含水率较林地下降快。

### 3.6 森林涵养水源作用

在相同降雨量的情况下,油松林地的径流量较荒坡小,蒸发散较荒坡大,而林地较荒坡的贮水能力强。

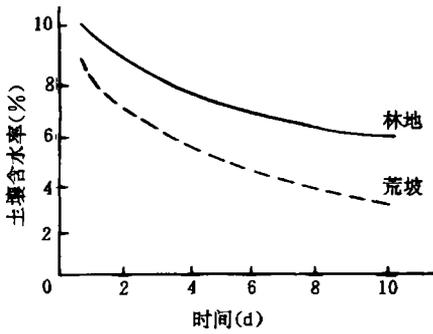


图2 雨后林地与荒坡土壤含水量变化

表12 流域降水各项分配

立地	降雨量 (mm)	径流量 (mm)	蒸发散 (mm)	土壤贮水 变动(mm)
油松林地	308.6	0.06	205.42	+103.12
荒坡	308.6	108.62	156.87	+43.11

注:测定期为1990年7~9月。

### 3.7 减洪减沙

通过两个小流域的径流、泥沙实测资料可看出,人工油松林小流域减洪减沙效益明显。

表13 试验流域径流量与侵蚀模数

年度	1988	1989	1990	1991~	
未治理 小流域	径流量(m <sup>3</sup> )	7526.539	3361.869	7060.506	520.595
	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	7096.947	580.000	1303.769	69.000
油松造林 小流域	径流量(m <sup>3</sup> )	264.294	20.694	3.704	2.116
	侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	8.264	0.428	0.101	0.097

## 4 结论

- (1)油松林有很好的截留降雨及消能作用。
- (2)油松林地涵养水源作用明显。
- (3)人工油松林可保持水土,改良土壤。
- (4)在今后的造林工作中,做到乔、灌混交,更大地发挥森林的涵养水源,保持水土作用。
- (5)加强林地的管理和提高造林成活率,逐步扩大有林地面积,达到森林资源的可持续发展利用,充分发挥森林资源的环境保护作用。

(上接第46页) 阔的市场前景。在今后的重点治理中,不仅要在措施布局上集中连片、形成规模,更要在产品结构上狠下功夫,发展拳头产品,建立龙头企业,形成支柱产业,走种养加相结合,产供销一条龙,贸工农一体化的经营道路。

### 5.3 水保部门要狠抓产业建设,实现行业脱贫和人员分流

水保部门要充分利用国家的优惠政策和条件,狠抓自身建设,建立各种技术服务体系和实体,利用自身的技术优势和资金优势,或治理一小流域,或购买“四荒”,或创建基地、苗圃,或实行生产和科研相结合,或创办公司,进行多种经营等等,以多种方式建立行业经济实体,壮大自身实力,参与市场竞争。只有在竞争中谋求生存和发展,才能使行业在市场经济中站稳脚跟,实现行业脱贫和职工致富,才能为人员分流找到出路。

### 5.4 依靠科技进步,提高重点治理的防治水平

当前两期治理工程对一些实用技术或新技术应用较少,具体表现在:规划和管理手段较为落后,缺乏对遥感技术和信息技术等高科技的应用;施工方式大都采用人拉肩扛等传统方式,机械化应用较少;灌溉主要采用漫灌的原始方式,要运用微灌和防渗技术等,要大力推广水坠坝,优化梯田、节水灌溉、径流造林等实用技术,进一步加强水土流失防治技术的研究,提高重点治理的科技含量,依靠科技进步,提高防治水平,走科教兴水保的道路。